SIEMENS

功能手册

SINAMICS

S120

驱动功能 STARTER

版本 07/2018

www.siemens.com/drives

SIEMENS

SINAMICS

S120
驱动功能（STARTER）

功能手册

适用于：
固件版本 5.1 SP1

07/2018
6SL3097-5AB00-0RP0

前言

基本安全说明 1

电源 2

扩展设定值通道 3

伺服控制 4

矢量控制 5

V/f 控制（矢量控制） 6

基本功能 7

功能模块 8

监控功能和保护功能 9

Safety Integrated 基本功能 10

通讯 11

应用 12

网络服务器 13

驱动系统的基本信息 14

附录 A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

⚠ 危险

表示如果不采取相应的小心措施，**将会**导致死亡或者严重的人身伤害。

⚠ 警告

表示如果不采取相应的小心措施，**可能**导致死亡或者严重的人身伤害。

⚠ 小心

表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。

注意

表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。 由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

⚠ 警告

Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 ® 的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

Siemens AG
Division Digital Factory
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
德国

文件订购号: 6SL3097-5AB00-0RP0
℗ 07/2018 本公司保留更改的权利

Copyright © Siemens AG 2004 - 2018.
保留所有权利

前言

SINAMICS 文档

SINAMICS 文档分为以下几个类别：

- 通用文档/产品样本
- 用户文档
- 制造商/服务文档

其它信息

访问下面的网址 (https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/108993276)获取有关该主题的信息：

- 订购文档/查看印刷品一览
- 进入下载文档的链接
- 使用在线文档（查找搜索手册/信息）

如果您对技术文档有疑问（例如：建议或修改），请发送一份电子邮件到下列地址 (mailto:docu.motioncontrol@siemens.com)。

Siemens MySupport/文档

您可以访问下面的网址 (https://support.industry.siemens.com/My/ww/en/documentation)，了解如何随意组合西门子文档内容，再结合机器，创建自己的机床文档。

培训

通过以下地址 (http://www.siemens.com/sitrain)可获取有关 SITRAIN 的信息 - 西门子为驱动和自动化产品、系统和解决方案制定的培训。

常见问题

常见问题（FAQ）请参见产品支持 (https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/ps/faq)下的服务&支持页面。

SINAMICS

关于 SINAMICS 的信息请参见以下地址 (http://www.siemens.com/sinamics)。

适用范围与其文档/工具（示例）

适用范围	文档/工具
定位	SINAMICS S 销售文档
设计/配置	• 选型工具 SIZER • 电机选型手册
决定/订购	SINAMICS S120 产品样本 • SINAMICS S120 和 SIMOTICS（产品样本 D 21.4） • SINAMICS 变频器，适用于基本型驱动和 SIMOTICS 电机（产品目录 D 31） • SINUMERIK 840 机床设备（产品目录 NC 62）
安装/装配	• SINAMICS S120 控制单元和扩展系统组件手册 • SINAMICS S120 书本型功率单元手册 • SINAMICS S120 书本型功率单元手册 (C/D) • SINAMICS S120 风冷式装机装柜型功率单元手册 • SINAMICS S120 液冷式装机装柜型功率单元手册 • SINAMICS S120 AC 驱动手册 • SINAMICS S120 Combi 设备手册 • SINAMICS S120M 分布式驱动技术手册 • SINAMICS HLA 液压驱动系统手册
调试	• 调试工具 Startdrive • SINAMICS S120 Startdrive 入门指南 • SINAMICS S120 Startdrive 调试手册 • SINAMICS S120 功能手册之“Startdrive 驱动功能”分册 • SINAMICS S120 Safety Integrated 功能手册 • SINAMICS S120 功能手册之“Startdrive 通信”分册 • SINAMICS S120/S150 参数手册 • SINAMICS HLA 液压驱动系统手册
使用/操作	• SINAMICS S120 Startdrive 调试手册 • SINAMICS S120/S150 参数手册 • SINAMICS HLA 液压驱动系统手册

适用范围	文档/工具
维护/维修	• SINAMICS S120 Startdrive 调试手册 • SINAMICS S120/S150 参数手册
文档目录	• SINAMICS S120/S150 参数手册

目标使用人群

本文档供使用 SINAMICS 驱动系统的机器制造商、调试人员和维修人员使用。

优点

本文档介绍了各个使用阶段的必要信息、步骤和/或操作。

标准功能范畴

本文档描述的功能范畴可能和实际提供的驱动系统的功能范畴有偏差。

- 在驱动系统中也可能会运行本文档中未说明的功能。但这并不表示在交付系统时必须提供这些功能以及相关的维修服务。
- 本文档中也可能会描述驱动系统上不存在的功能。提供的驱动系统的功能请参见订货资料。
- 机床制造商增添或者更改的功能，必须由机床制造商进行说明。

同样，为使文档简明清晰，本文档并不包含所有产品类型的所有信息，也不能考虑到订货、销售和维护的每种实际情况。

技术支持

访问网址 (https://support.industry.siemens.com/sc/cn/zh/sc/-/oid2090)中的“联系”，您便可以获取各个国家技术支持的电话号码。

书写方式

本文档中使用以下书写方式和缩写：

故障和报警书写方式（示例）：

- F12345　　故障 12345（英语：Fault）
- A67890　　报警 67890（英语：Alarm）
- C23456　　安全信息

参数书写方式（示例）：

- p0918 可调参数 918
- r1024 显示参数 1024
- p1070[1] 可调参数 1070，下标 1
- p2098[1].3 可调参数 2098，下标 1，位 3
- p0099[0...3] 可调参数 99，下标 0 到 3
- r0945[2]（3） 驱动对象 3 的显示参数 945，下标 2
- p0795.4 可调参数 795，位 4

OpenSSL 的使用

本产品包含了一些由 OpenSSL 项目开发、用于应用在 OpenSSL Toolkit 中的软件 (https://www.openssl.org/)。

本产品包括了由 Eric Young 开发的加密软件 (mailto:eay@cryptsoft.com)。

本产品包括了由 Eric Young 开发的软件 (mailto:eay@cryptsoft.com)。

目录

前言 **3**

1 基本安全说明 **25**

1.1 一般安全说明 25

1.2 应用示例的质保规定 26

1.3 工业安全 27

2 电源 **29**

2.1 调节型电源 30
2.1.1 书本型调节型电源的闭环控制 31
2.1.2 装机装柜型调节型电源的闭环控制 33
2.1.3 电源识别和直流母线识别 34
2.1.4 调节型电源的开环控制 36
2.1.5 无功电流控制 38
2.1.6 谐波控制器 38
2.1.7 用于装机装柜型调节型电源闭环控制的可设置带阻滤波器 39
2.1.8 功能图和参数 40

2.2 非调节型电源 43
2.2.1 书本型非调节型电源上的电源识别和直流母线识别 45
2.2.2 扩展智能模式 46
2.2.3 非调节型电源的开环控制 46
2.2.4 功能图和参数 49

2.3 基本型电源 51
2.3.1 基本型电源的开环控制 53
2.3.2 功能图和参数 56

2.4 电源接触器控制 57

2.5 装机装柜型预充电接触器和分路接触器 59

3 扩展设定值通道 **61**

3.1 基本原理 61
3.1.1 激活伺服控制模式中的功能模块 61
3.1.2 说明 62

3.2 电动电位器 64

3.3 固定设定值 66

3.4 转速设定值 67
3.4.1 主设定值/附加设定值和设定值比例系数 67

3.4.2 JOG....68
3.4.3 旋转方向限制和旋转方向反转....72
3.5 转速限制....74
3.6 斜坡函数发生器....76
3.6.1 斜坡函数发生器跟踪....79
3.6.2 信号一览、功能图和重要参数....81
4 伺服控制....85
4.1 工艺应用（Application）....90
4.2 设定值相加....91
4.3 转速设定值滤波器....93
4.4 转速控制器....95
4.4.1 转速控制器....95
4.4.2 转速控制器适配....95
4.4.3 转矩控制运行....98
4.5 转矩设定值限制....101
4.6 电流设定值滤波器....106
4.6.1 二阶低通滤波器(PT2 滤波器)....108
4.6.2 具有无限陷波深度的带阻滤波器....109
4.6.3 具有定义陷波深度的带阻滤波器....109
4.6.4 具有定义衰减量的带阻滤波器....110
4.6.5 具有衰减功能的通用低通滤波器....111
4.6.6 通用二阶滤波器的传递函数....111
4.6.7 功能图和参数....112
4.7 电流控制器....114
4.8 自动优化....117
4.8.1 一键优化....118
4.8.2 在线优化....122
4.8.2.1 “基于驱动的”在线优化....122
4.8.2.2 运行时的自动预设和适配....125
4.8.2.3 应用示例....127
4.8.2.4 解决问题....128
4.8.3 电流设定值滤波器适配....129
4.8.3.1 激活/禁用电流设定值滤波器适配....129
4.8.3.2 电流设定值滤波器适配的工作原理....131
4.8.3.3 转速控制回路的稳定性....133
4.8.3.4 频率下限和上限....133
4.8.3.5 适配不充分时的解决办法....134
4.8.4 功能图和参数....134
4.9 电气电机模型的说明....136

4.10 电压限值中的堵转功率提高...137
4.11 V/f 控制...140
4.12 电流控制器和转速控制器的优化...145
4.13 无编码器运行...147
4.14 电机数据识别...152
4.14.1 电机数据识别，异步电机...156
4.14.2 电机数据识别，同步电机...158
4.15 磁极位置识别...161
4.15.1 磁极位置识别方法的提示...162
4.15.2 磁极位置识别的方法...166
4.15.3 为调试提供帮助的换向角偏移(p1990)...167
4.15.4 重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）...168
4.16 Vdc 控制...170
4.17 动态伺服控制(DSC)...174
4.18 运行到固定停止点...179
4.19 垂直轴...184
4.20 变量报告功能...185
4.21 中央测头检测...187
4.21.1 示例...193
4.21.2 功能图和参数...195
4.22 电压前馈控制...196
4.22.1 配置电压前馈控制...196
4.22.2 功能图和参数...205
5 矢量控制...207
5.1 工艺应用（Application）...213
5.2 无编码器的矢量控制 (SLVC)...214
5.2.1 三相交流异步电机...214
5.2.2 转矩设定值设置...215
5.2.3 被动负载...216
5.2.4 电机堵转...218
5.2.5 主动负载...218
5.2.6 永磁同步电机...219
5.2.7 同步磁阻电机...219
5.2.7.1 一览...219
5.2.7.2 在 f = 0 Hz 前一直采用测试信号在闭环控制中运行...220
5.2.8 复杂方式：在 0 Hz 前一直在闭环控制中工作...221
5.3 带编码器的矢量控制...224

5.4 转速控制器...225
5.4.1 转速控制器...225
5.4.2 转速控制器适配...228
5.4.3 转速控制器前馈控制和参考模型...230
5.5 软化功能...235
5.6 开放式转速实际值...237
5.7 转矩控制...239
5.8 转矩限制...242
5.9 Vdc 控制...244
5.10 电流设定值滤波器...249
5.11 转速实际值滤波器...251
5.12 电流控制器适配...252
5.13 电机数据识别和旋转测量...254
5.13.1 一览...254
5.13.2 电机数据识别...255
5.13.3 旋转测量...258
5.13.4 简化的旋转测量...260
5.13.5 重要参数一览...261
5.14 磁极位置识别...262
5.14.1 无编码器运行...262
5.14.2 带编码器运行...262
5.14.3 磁极位置识别方法的提示...264
5.14.4 信息和参数...265
5.15 效率优化...267
5.15.1 异步电机的效率优化...267
5.15.2 磁阻电机的效率优化...269
5.15.3 功能图和参数...270
5.16 异步电机的快速磁化...271
5.17 捕捉重启...275
5.17.1 快速捕捉重启...277
5.17.2 同步磁阻电机的捕捉重启...278
5.17.3 信息和参数...279
5.18 同步...281
5.19 电压监控模块...283
5.20 仿真运行...285
5.21 功率部件的冗余运行...286
5.22 旁路...288

5.22.1 一览 ..288
5.22.2 带同步和重叠的旁路 ..289
5.22.3 带同步、不带重叠的旁路 ..292
5.22.4 不带同步的旁路 ..294
5.22.5 功能图和参数 ..296
5.23 异步脉冲频率 ..298
6 V/f 控制（矢量控制） ..301
6.1 工艺应用（Application） ..305
6.2 电压提升 ..306
6.3 转差补偿 ..310
6.4 谐振抑制 ..311
6.5 Vdc 控制 ..312
7 基本功能 ..317
7.1 单位切换 ..317
7.2 基准参数/定标参数 ..319
7.3 检查电机的短路/接地 ..324
7.4 模块化的设备方案 ..325
7.5 正弦滤波器 ..328
7.6 电机电抗器 ..330
7.7 du/dt 滤波器 + 电压峰值限制器（Voltage Peak Limiter） ..332
7.8 带有电压峰值限制器的紧凑型 du/dt 滤波器 ..334
7.9 脉冲频率摆动 ..336
7.10 设定值不变的方向反转 ..337
7.11 自动重启 ..339
7.12 电枢短路、直流制动 ..342
7.12.1 永磁同步电机的电枢短路制动 ..343
7.12.1.1 内部电枢短路制动 ..343
7.12.1.2 外部电枢短路制动 ..344
7.12.2 直流制动 ..347
7.12.2.1 通过参数激活 ..347
7.12.2.2 通过故障响应激活 ..348
7.12.2.3 通过 OFF 故障响应激活 ..348
7.12.2.4 通过转速阈值激活 ..349
7.12.3 内部电压保护 ..349
7.12.4 故障响应的配置 ..350
7.12.5 功能图和参数 ..351

7.13 电机模块用作制动模块...353
7.13.1 特性...353
7.13.2 电阻的选型...353
7.13.3 激活“制动模块”...358
7.13.4 保护装置...360
7.13.5 重要参数一览...360
7.14 OFF3 转矩极限...362
7.15 工艺功能“摩擦特性曲线”...363
7.16 简单制动控制...365
7.17 运行时间（运行时间计时器）...368
7.18 节能显示...370
7.19 编码器诊断...373
7.19.1 数据记录器...373
7.19.2 编码器脏污信号...373
7.19.3 编码器故障早期识别...374
7.20 编码器监控扩展...376
7.20.1 编码器信号监控...377
7.20.2 零脉冲公差...378
7.20.3 冻结转速原始值...378
7.20.4 可设置的硬件滤波器...379
7.20.5 零脉冲的脉冲沿分析...380
7.20.6 磁极位置适配...381
7.20.7 故障时的脉冲数量补偿...381
7.20.8 公差带脉冲数量监控...382
7.20.9 信号沿分析（1x，4x）...383
7.20.10 转速“0”检测的测量时间设置...384
7.20.11 转速实际值的滑动平均值计算...384
7.20.12 排故...385
7.20.13 公差带和补偿...387
7.20.14 关联性...387
7.20.15 重要参数一览...389
7.21 驻留轴和驻留编码器...391
7.22 位置跟踪...394
7.22.1 简介...394
7.22.2 测量齿轮箱...395
7.23 创建驱动对象 ENCODER...400
7.23.1 前提条件...400
7.23.2 创建驱动对象 ENCODER...400
7.24 端子模块 41...402
7.24.1 SIMOTION 模式...402

7.24.2 SINAMICS 模式 ..403
7.24.3 零脉冲仿真（SINAMICS 模式） ..404
7.24.4 零脉冲同步（SINAMICS 模式） ..408
7.24.5 TM41 频率限值 ..409
7.24.6 SINAMICS 模式中的示例 ..410
7.24.7 功能图和参数 ..411
7.25 固件和项目升级 ..413
7.25.1 一览 ..413
7.25.2 通过网络服务器更新固件 ..414
7.25.2.1 一览 ..414
7.25.2.2 更新存储卡上的固件/配置 ..415
7.25.3 固件更新 ..417
7.25.4 降级禁止 ..419
7.25.5 通过网络服务器更新固件时的掉电安全性 ..419
7.26 模块型功率单元上的 CU310-2 紧急模式 ..420
7.26.1 概述 ..420
7.26.2 配置紧急模式 ..423
7.26.3 功能图和参数 ..424
7.27 脉冲/方向接口 ..425
7.28 装机装柜型上的降额函数 ..427
7.29 电机的并联 ..428
8 功能模块 ..431
8.1 工艺控制器 ..433
8.2 扩展监控功能 ..439
8.3 扩展制动控制 ..441
8.4 外部制动模块 ..447
8.5 循环冷却装置 ..449
8.6 扩展转矩控制（kT 评估器、伺服） ..451
8.7 位置控制 ..454
8.7.1 一般特性 ..454
8.7.2 位置实际值处理 ..454
8.7.2.1 特性 ..454
8.7.2.2 说明 ..454
8.7.2.3 注有索引的实际值采集 ..457
8.7.2.4 负载变速箱位置跟踪 ..458
8.7.2.5 使用 STARTER 调试负载变速箱位置跟踪 ..465
8.7.2.6 功能图和参数 ..465
8.7.3 位置控制器 ..466
8.7.4 监控 ..467

8.7.5 测头分析和参考脉冲搜索....469
8.7.6 调试....471

8.8 基本定位器....472
8.8.1 机械系统....474
8.8.2 限制....476
8.8.3 EPOS 和安全设定速度限值....481
8.8.4 回参考点....481
8.8.4.1 功能图和参数....491
8.8.5 每转多个零脉冲时回参考点....492
8.8.6 EPOS 下的安全回参考点....495
8.8.7 运行程序段....497
8.8.8 运行到固定停止点....504
8.8.9 设定值直接给定(MDI)....507
8.8.10 JOG....510
8.8.11 状态信号....510

8.9 主从调节型电源功能....513
8.9.1 工作原理....513
8.9.2 基本结构....513
8.9.3 通讯类型....516
8.9.4 功能说明....517
8.9.5 调试....519
8.9.6 功能图和参数....521

8.10 功率单元的并联....522
8.10.1 并联应用....524
8.10.1.1 基本型电源模块的并联....526
8.10.1.2 非调节型电源模块的并联....528
8.10.1.3 调节型电源模块的并联....529
8.10.1.4 电机模块的并联....531
8.10.2 调试....533
8.10.3 并联以外的额外驱动....533

8.11 扩展停止和退回....537
8.11.1 激活和使能功能模块 ESR....537
8.11.2 用于触发 ESR 功能的有效触发源....538
8.11.3 无效源....539
8.11.4 ESR 响应....539
8.11.4.1 扩展停止....539
8.11.4.2 扩展退回....540
8.11.4.3 再生运行....541
8.11.5 ESR 限制....542
8.11.6 ESR 的 PROFIdrive 报文....542
8.11.7 功能图和参数....543

8.12 转动惯量评估器....545
8.12.1 引言....545

8.12.2 调试 ..549
8.12.3 矢量控制中转动惯量评估器的附加功能 ..550
8.12.4 功能图和参数 ..551
8.13 调节型电源的附加控制 ..553
8.14 高级定位控制（包含 Active Vibration Suppression） ..554
8.14.1 一览 ..554
8.14.2 调试功能模块 ..557
8.14.3 Active Vibration Suppression（APC，无负载侧传感器） ..560
8.14.4 用于降低安装振动的 APC ..565
8.14.5 APC，带编码器混合和位置差分反馈 ..568
8.14.6 APC，带加速度反馈 ..572
8.14.7 APC，带负载速度控制 ..580
8.14.8 附加信息 ..583
8.14.9 测量频率响应 ..586
8.14.10 功能图和参数 ..590
8.15 齿槽转矩补偿 ..593
8.15.1 一览 ..593
8.15.2 调试 ..594
8.15.3 填写补偿表 ..594
8.15.4 补偿周期性位置错误 ..596
8.15.5 示例 ..598
8.15.6 信息和参数 ..599
9 监控功能和保护功能 ..601
9.1 一般功率部件保护 ..601
9.2 热监控和过载响应 ..602
9.3 堵转保护 ..604
9.4 失速保护（仅适用于矢量控制） ..605
9.5 电机热保护 ..606
9.5.1 电机热模型 ..606
9.5.1.1 电机热模型 1 ..607
9.5.1.2 电机热模型 2 ..609
9.5.1.3 电机热模型 3 ..609
9.5.1.4 功能图和参数 ..610
9.5.2 电机温度检测 ..612
9.5.3 编码器模块 ..613
9.5.3.1 机柜安装式编码器模块 ..614
9.5.3.2 外部编码器模块 ..615
9.5.3.3 编码器模块 SME 20/25 ..615
9.5.3.4 外部编码器模块 120/125 ..615
9.5.4 端子模块 ..617
9.5.5 端子模块 31 ..618

9.5.6 端子模块 120 619
9.5.7 端子模块 150 621
9.5.7.1 采用最多 6 通道的测量 622
9.5.7.2 采用最多 12 通道的测量 623
9.5.7.3 温度传感器的分组 623
9.5.7.4 温度通道检测 624
9.5.7.5 设置温度通道的平滑时间 625
9.5.8 装机装柜型电机模块/功率模块 626
9.5.9 连接 CU310-2 和适配器 CUA31/CUA32 627
9.5.10 带 DRIVE-CLiQ 的电机 628
9.5.11 温度传感器检测 629
9.5.12 功能图和参数 629

10 Safety Integrated 基本功能 633

10.1 最新信息 633

10.2 简介 634
10.2.1 说明、标准和术语 634
10.2.2 支持功能 637
10.2.3 控制方式 639
10.2.4 参数，校验和，版本，口令 639
10.2.5 强制潜在故障检查 (Teststop) 642

10.3 安全提示 644

10.4 Safe Torque Off (STO) 646

10.5 Safe Stop 1 (SS1, 时间受控) 650
10.5.1 带 OFF3 的 SS1 650
10.5.2 带外部停止的 SS1 652
10.5.3 功能图和参数 652

10.6 Safe Brake Control (SBC) 654
10.6.1 装机装柜型电机模块上的 SBC 656

10.7 响应时间 658
10.7.1 通过控制单元和电机模块上的端子控制 658
10.7.2 通过 PROFIsafe 进行控制 659
10.7.3 通过 TM54F 控制 660

10.8 通过控制单元和电机模块/功率模块上的端子控制 661
10.8.1 两个监控通道的同时性和公差时间 664
10.8.2 位模测试 666

10.9 通过 TM54F 控制 667
10.9.1 结构 667
10.9.2 故障应答 668
10.9.3 F-DI 的功能 668
10.9.4 F-DO 的功能 670

10.10 调试“STO”、“SBC”和“SS1”功能 ..673
10.10.1 Safety 功能调试概述 ..673
10.10.2 通过直接访问参数进行调试 ..675
10.10.3 SI 故障信息 ..677
10.11 验收测试和验收报告 ..680
10.11.1 验收测试的结构 ..680
10.11.1.1 完整验收测试包含的项目 ..681
10.11.1.2 简化验收测试包含的项目 ..682
10.11.1.3 特定操作下需要进行的验收测试项目 ..684
10.11.2 安全日志 ..684
10.11.3 文档 ..685
10.11.3.1 设备说明和一览图 ..685
10.11.3.2 每个驱动的 SI 功能 ..687
10.11.4 验收测试 ..688
10.11.4.1 验收测试概述 ..688
10.11.4.2 “Safe Torque Off”的验收测试（基本功能） ..689
10.11.4.3 “Safe Stop 1”的验收测试（基本功能） ..691
10.11.4.4 “Safe Brake Control”的验收测试（基本功能） ..693
10.11.5 撰写报告 ..694
10.12 参数与功能图一览 ..697
11 通讯 ..699
11.1 X127 LAN（以太网网口） ..699
11.2 PROFIdrive 通讯 ..700
11.2.1 PROFIdrive 应用等级 ..703
11.2.2 循环通讯 ..705
11.2.2.1 报文和过程数据 ..706
11.2.2.2 控制字和状态字信息 ..711
11.2.2.3 示例 ..711
11.2.2.4 采用 PROFIdrive 的运动控制 ..715
11.2.3 通讯接口并行运行 ..717
11.2.4 非循环通讯 ..720
11.2.4.1 非循环通讯概述 ..720
11.2.4.2 请求和应答的结构 ..722
11.2.4.3 确定驱动对象号 ..728
11.2.4.4 示例 1： 读取参数 ..728
11.2.4.5 示例 2：写入参数（多参数请求） ..731
11.2.5 诊断通道 ..735
11.2.5.1 PROFINET 诊断 ..737
11.2.5.2 PROFIBUS 诊断 ..741
11.3 PROFIBUS DP 通讯技术 ..748
11.3.1 PROFIBUS 概述 ..748
11.3.1.1 应用在 SINAMICS 上的 PROFIBUS 技术概述 ..748

11.3.1.2 示例： 用于循环数据传输的报文结构....751
11.3.2 调试 PROFIBUS....754
11.3.2.1 设置 PROFIBUS 接口....754
11.3.2.2 PROFIBUS 接口运行....756
11.3.2.3 调试 PROFIBUS....757
11.3.2.4 诊断方法....758
11.3.2.5 SIMATIC HMI 的地址分配....758
11.3.2.6 报文故障监控....760
11.3.3 采用 PROFIBUS 的运动控制....762
11.3.4 “从站-从站”通讯....765
11.3.4.1 订阅方的设定值分配....768
11.3.4.2 激活/设置从-从通讯....768
11.3.4.3 调试 PROFIBUS 横向通讯....769
11.3.4.4 STARTER 中 PROFIBUS 从-从通讯的诊断....775
11.3.5 通过诊断通道传送信息....776
11.4 PROFINET IO 通讯技术....778
11.4.1 PROFINET IO 简介....778
11.4.1.1 实时（RT）通讯和等时同步实时（IRT）通讯....779
11.4.1.2 地址....780
11.4.1.3 动态 IP 地址分配....783
11.4.1.4 DCP 闪烁....784
11.4.1.5 数据传输....785
11.4.1.6 使用 PROFINET 时的通讯通道....786
11.4.1.7 文档....788
11.4.1.8 重要参数一览....788
11.4.2 PROFINET IO 的实时类别....790
11.4.3 PROFINET GSDML....796
11.4.4 采用 PROFINET 的运动控制....798
11.4.5 通过 CBE20 进行通讯....801
11.4.6 PROFINET Gate 通讯....802
11.4.6.1 PN Gate 支持的功能....803
11.4.6.2 使用 PN Gate 的前提条件....804
11.4.7 含 2 个控制器的 PROFINET....806
11.4.7.1 设置控制单元....806
11.4.7.2 共享设备配置....808
11.4.7.3 重要参数一览....816
11.4.8 PROFINET 冗余媒体....816
11.4.9 PROFINET 系统冗余....817
11.4.9.1 一览....817
11.4.9.2 结构、选型及诊断....818
11.4.9.3 信息和参数....819
11.4.10 PROFIenergy....820
11.4.10.1 PROFIenergy 的任务....822
11.4.10.2 PROFIenergy 指令....823

11.4.10.3 PROFIenergy 测量值 ..824
11.4.10.4 PROFIenergy 节能模式 ..825
11.4.10.5 PROFIenergy 禁止和暂停时间 ..825
11.4.10.6 功能图和参数 ..826
11.4.11 通过诊断通道传送信息 ..826
11.4.12 支持 I&M 数据组 1...4 ..828

11.5 Modbus TCP 通讯 ..830
11.5.1 概述 ..830
11.5.2 通过接口 X150 配置 Modbus TCP ..832
11.5.3 通过接口 X1400 配置 Modbus TCP ..833
11.5.4 映射表 ..834
11.5.5 功能代码的读写访问 ..837
11.5.6 DS47 通讯 ..840
11.5.6.1 通讯的详细信息 ..840
11.5.6.2 示例：读取参数 ..841
11.5.6.3 示例：写入参数 ..843
11.5.7 通讯流程 ..844
11.5.8 信息和参数 ..845

11.6 EtherNet/IP（EIP）通讯 ..847
11.6.1 一览 ..847
11.6.2 连接 EIP 上的驱动设备 ..847
11.6.3 通讯的前提条件 ..849
11.6.4 通过板载 PROFINET 接口 X150 配置 EIP ..849
11.6.5 通过 CBE20 上的接口 X1400 配置 EIP ..849
11.6.6 支持的对象 ..850
11.6.7 通过 DHCP 将驱动设备集成至 EIP 网络 ..865
11.6.8 信息和参数 ..866

11.7 SINAMICS Link 通讯 ..868
11.7.1 SINAMICS Link 基本知识 ..868
11.7.2 拓扑结构 ..870
11.7.3 配置和调试 ..872
11.7.4 示例 ..877
11.7.5 在装置启动时或进入循环运行后通讯中断 ..879
11.7.6 示例：SINAMICS Link 中的传输时间 ..880
11.7.7 功能图和参数 ..880

11.8 通讯服务和使用的端口号 ..882

11.9 控制器与变频器之间的时间同步 ..886
11.9.1 一览 ..886
11.9.2 设置 SINAMICS 时间同步 ..888
11.9.3 设置 NTP 时间同步 ..889
11.9.4 信息和参数 ..890

12 应用.....891
12.1 应用实例.....891
12.2 通过驱动轴接通电源.....894
12.3 没有电源控制的控制单元.....897
12.4 电源断电时紧急停止或紧急切断的应用（伺服）.....899
12.5 电机切换.....901
12.6 使用 DMC20 的应用示例.....907
12.7 DCC 和 DCB 扩展应用.....911
13 网络服务器.....913
13.1 一览.....913
13.2 基本信息.....916
13.2.1 前提条件和地址.....916
13.2.2 配置网络服务器.....917
13.2.2.1 开展基本配置.....917
13.2.2.2 设置密码.....919
13.2.2.3 通过网络服务器设置配置和用户账户.....921
13.2.3 访问保护和访问权限.....923
13.2.3.1 SINAMICS 访问权限.....923
13.2.3.2 网络服务器的访问保护.....924
13.2.3.3 网络服务器中参数列表的访问保护.....925
13.2.4 信息和参数.....927
13.2.5 安全数据传输证书.....927
13.2.5.1 一览.....927
13.2.5.2 使用证书缺省配置.....929
13.2.5.3 使用自有证书.....929
13.2.6 启动网络服务器.....930
13.3 参数设置.....934
13.3.1 显示并修改驱动参数.....934
13.3.1.1 创建参数表.....934
13.3.1.2 删除参数表.....936
13.3.1.3 显示并修改驱动参数.....938
13.3.2 更新固件或配置数据.....941
13.4 诊断.....942
13.4.1 显示设备信息.....942
13.4.2 显示诊断功能.....943
13.4.2.1 驱动对象的状态显示和运行显示.....943
13.4.2.2 载入跟踪文件.....944
13.4.3 显示信息.....946
13.4.3.1 显示诊断缓冲器.....946

13.4.3.2 故障和报警显示 ..947
14 驱动系统的基本信息 ..949
14.1 参数 ..949
14.2 驱动对象（Drive Objects） ..952
14.3 许可 ..955
14.3.1 概述 ..955
14.3.2 许可证一览 ..957
14.3.3 激活 Trial License Mode ..960
14.3.4 生成许可证密钥 ..962
14.3.5 显示/输入许可证密钥 ..963
14.3.6 信息和参数 ..964
14.4 BICO 技术：互联信号 ..966
14.4.1 二进制接口、模拟量接口 ..966
14.4.2 使用 BICO 技术互联信号 ..967
14.4.3 二进制/模拟量互联输出参数的内部编码 ..968
14.4.4 互联示例 ..969
14.4.5 BICO 技术的说明 ..970
14.4.6 定标 ..971
14.4.7 故障信息的广播 ..972
14.5 数据组 ..973
14.5.1 CDS：指令数据组(Command Data Set) ..973
14.5.2 DDS：驱动数据组（Drive Data Set） ..974
14.5.3 EDS：编码器数据组（Encoder Data Set） ..975
14.5.4 MDS：电机数据组（Motor Data Set） ..976
14.5.5 功能图和参数 ..978
14.6 输入/输出 ..979
14.6.1 数字量输入/输出 ..979
14.6.2 CU 上双向输入输出的应用 ..983
14.6.3 模拟量输入 ..985
14.6.4 模拟量输出 ..986
14.7 写保护 ..988
14.8 专有技术保护 ..991
14.8.1 一览 ..991
14.8.2 专有技术保护的特性： ..992
14.8.3 配置专有技术保护 ..994
14.8.3.1 维护特例清单 ..994
14.8.3.2 激活专有技术保护 ..995
14.8.3.3 取消专有技术保护 ..997
14.8.3.4 修改密码 ..998
14.8.4 将数据设置专有技术保护后载入文件系统 ..999
14.8.5 重要参数一览 ..1003

14.9 组件更换 ... 1005
14.9.1 更换组件 ... 1005
14.9.2 组件更换示例 ... 1006

14.10 数据备份 ... 1009
14.10.1 非易失性存储器的备份 ... 1009
14.10.2 CF 卡上冗余数据备份 ... 1011

14.11 DRIVE-CLiQ ... 1014
14.11.1 DRIVE-CLiQ 拓扑结构 ... 1014
14.11.2 DRIVE-CLiQ 诊断 ... 1016
14.11.3 DRIVE-CLiQ 组件的紧急运行模式 ... 1016

14.12 系统控制、采样时间和 DRIVE-CLiQ 布线 ... 1019
14.12.1 系统限制和系统负载一览 ... 1019
14.12.2 系统规定 ... 1020
14.12.3 特殊配置和拓扑结构 ... 1022
14.12.4 采样时间规定 ... 1023
14.12.4.1 设置采样时间的规定 ... 1023
14.12.4.2 周期同步运行时的规则 ... 1026
14.12.4.3 采样时间的缺省设置 ... 1027
14.12.4.4 设置脉冲频率 ... 1029
14.12.4.5 设置采样时间 ... 1030
14.12.4.6 重要参数一览 ... 1031
14.12.5 DRIVE-CLiQ 的布线规则 ... 1031
14.12.5.1 针对 DRIVE-CLiQ 布线的强制规定 ... 1032
14.12.5.2 布线建议 ... 1033
14.12.5.3 针对自动配置的规则 ... 1036
14.12.5.4 在调试工具 STARTER 中修改离线拓扑 ... 1036
14.12.5.5 模块化的设备方案： 离线修改设定拓扑结构 ... 1037
14.12.6 可控驱动数量的说明 ... 1040
14.12.6.1 驱动数量取决于闭环控制模式和周期时间 ... 1040
14.12.6.2 伺服控制和矢量控制中的周期混用 ... 1047

A 附录 ... 1051

A.1 缩略语目录 ... 1051

A.2 手册一览 ... 1063

A.3 支持的示例拓扑结构 ... 1064
A.3.1 拓扑示例：采用矢量控制的驱动 ... 1064
A.3.2 拓扑示例：采用矢量控制的并联电机模块 ... 1065
A.3.3 拓扑示例：功率模块 ... 1067
A.3.4 示例拓扑结构：伺服控制中的驱动装置 ... 1068
A.3.4.1 示例：采样时间 125 µs ... 1068
A.3.4.2 示例：采样时间 62.5 µs und 31.25 µs ... 1069
A.3.5 拓扑示例：采用 V/f 控制（矢量控制）的驱动 ... 1070

A.4 通过 BOP20 设置参数 ... 1071
A.4.1 BOP20 概述 ... 1071
A.4.2 BOP20 的显示和操作 ... 1074
A.4.3 故障和报警的显示 ... 1079
A.4.4 通过 BOP20 控制驱动 ... 1080
A.5 SIMOTICS 电机上的编码器更换 ... 1081
A.6 硬件组件的可用性 ... 1083
A.7 可用的软件功能 ... 1092
A.8 SINAMICS S120 Combi 功能 ... 1106
索引 ... 1109

基本安全说明

1

1.1 一般安全说明

⚠ 警告

未遵循安全说明和遗留风险可引发生命危险

忽视随附硬件文档中的安全说明和遗留风险会导致重伤或死亡。

- 遵守硬件文档中的安全说明。
- 进行风险评估时应考虑到遗留风险。

⚠ 警告

因参数设置错误或修改参数设置引起机器误操作

参数设置错误可导致机器出现误操作，从而导致人员重伤或死亡。

- 防止恶意访问参数设置。
- 采取适当措施（如驻停或急停）应答可能的误操作。

1.2 应用示例的质保规定

应用示例在组态和配置以及各种突发事件方面对设备没有强制约束力，无需一一遵循。应用示例不会提供客户专用的解决方案，仅在典型任务设置中提供保护。

用户自行负责上述产品的规范运行事宜。应用示例并没有解除您在应用、安装、运行和维护时确保安全环境的责任。

1.3 工业安全

说明

工业安全

西门子为其产品及解决方案提供工业安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为防止设备、系统、机器和电网受到网络攻击，需执行一个全面的工业安全方案（及持续维护），以符合最新的技术标准。西门子的产品和解决方案只是此类方案的一个组成部分。

用户有防止未经授权访问其设备、系统、机器和电网的责任。系统、机器和组件只能连接至企业网络或互联网并采取相应的保护措施（如使用防火墙和网络分段）。

此外，还须注意西门子针对相应保护措施的建议。更多有关工业安全的信息，请访问：

工业安全 (http://www.siemens.com/industrialsecurity)

有鉴于此，西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善。西门子强烈推荐进行更新，从而始终使用最新的产品版本。使用过时或不再支持的版本可能会增大网络攻击的风险。

为了能始终获取产品更新信息，请通过以下链接订阅西门子工业安全 RSS Feed：

工业安全 (http://www.siemens.com/industrialsecurity)

其它信息请上网查找：

工业安全功能选型手册 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/108862708/en)

⚠ 警告

篡改软件会引起不安全的驱动状态

篡改软件（如：病毒、木马、蠕虫、恶意软件）可使设备处于不安全的运行状态，从而可能导致死亡、重伤和财产损失。

- 请使用最新版软件。
- 根据当前技术版本，将自动化组件和驱动组件整合至设备或机器的整体工业安全机制中。
- 在整体工业安全机制中要注意所有使用的产品。
- 采取相应的保护措施（如杀毒软件）防止移动存储设备中的文件受到恶意软件的破坏。
- 请激活变频器功能“专有技术保护”，以防止对驱动进行未经授权的改装。

电源

2

电源（电源模块）

电源模块包含用于直流母线的中央电源。针对不同的协议有不同的电源模块可供选择：

- 调节型电源模块（ALM）
- 基本型电源模块（BLM）
- 非调节型电源模块（SLM）

设备在 Startdrive 中通过驱动对象“电源”设置。

调节型电源模块

调节型电源模块可以提供电能，还可以向电网反馈再生电能。只有在有目的地对传动进行制动时，才需要使用制动模块和制动电阻，也包括在断电时 – 无电能反馈。使用调节型电源模块供电时需要一个电源电抗器及一个调节型接口模块。

基本型电源模块

基本型电源模块仅适用于馈电运行，即不能向电网反馈再生电能。如果积存了再生电能，比如在传动制动时，就必须使用附加的制动模块和一个制动电阻将其转化为热能。

非调节型电源模块

非调节型电源模块可以提供电能，还可以向电网反馈再生电能。只有在有目的地对传动进行制动时，才需要使用制动模块和制动电阻，也包括在断电时 – 无电能反馈。如果非调节型电源模块用作电源，必须安装配套的进线电抗器。

2.1 调节型电源

特性

- 直流母线电压受控，可自行调节，不受电源电压波动的影响。
- 具有回馈能力
- 特定的无功电流设置
- 轻微的电源谐波，电源电流呈正弦波形（cos φ = 1）
- 多个调节型电源模块并联
- 多个调节型电源模块的主从运行
- 用于装机装柜型调节型电源模块的可设置带阻滤波器

描述

调节型电源的闭环控制和电源电抗器或调节型接口模块，以及调节型电源模块（升压器）一起工作。直流母线电压值可以由参数设定，处于控制中，不受电源电压波动的影响。

调节型电源模块开环和闭环控制的固件位于对应的控制单元中。调节型电源模块和控制单元通过 DRIVE-CLiQ 进行通讯。

“并联”和“主从运行”这两种功率单元运行方式请参见本手册中的功能模块 (页 431)章节。

2.1.1 书本型调节型电源的闭环控制

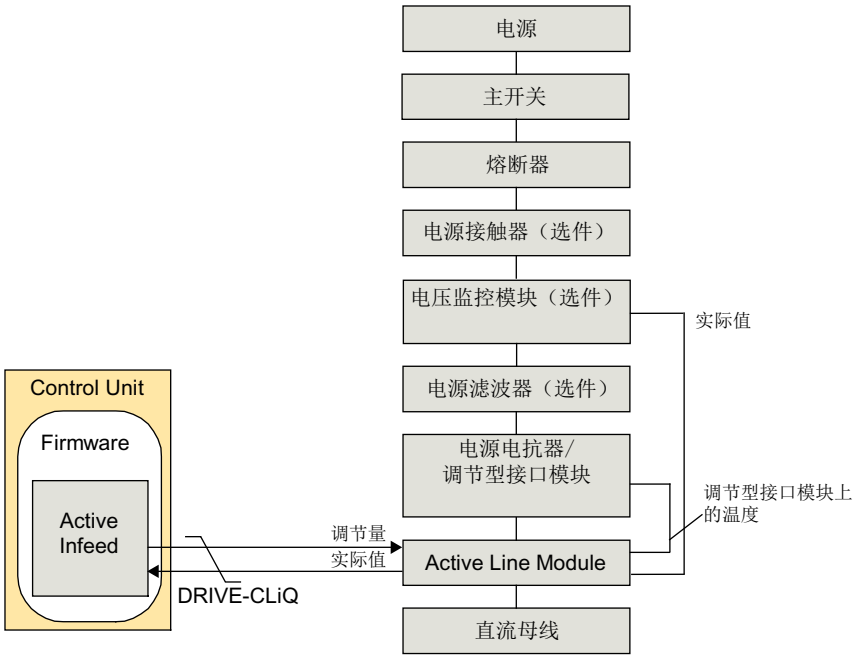


图 2-1 书本型调节型电源的结构框图

书本型调节型电源模块的闭环控制

根据设定的电源电压 (p0210)，调节型电源模块有 2 种不同的运行方式：

- “active”模式
  在“active”模式中，直流母线电压被控制在一个可调节的设定值(p3510)上，电源电流呈正弦波形(cos φ = 1)。无功电流也受控，可以根据需要设定。
- “Smart ”模式
  在“smart”模式中，电源仍具有回馈能力，但和“active”模式不同的是，直流母线电压有所降低。直流母线电压由当前的电源电压决定。
  还可选择激活扩展智能模式（参见章节“扩展智能模式 (页 46)”）

在调试时可以按照输入电压(p0210)的大小设置缺省的直流母线电压设定值(p3510)和控制模式：

表格 2-1　直流母线电压和控制模式的缺省设置 - 书本型

输入电压 p0210 [V]	380...400	401...415	416...440	460	480
控制模式 p3400.0	“0” = “active”模式		“1” = “smart”模式		
Vdc_设定值 p3510 [V]	600	625	562-594[1)]	621[1)]	648[1)]

[1)] “smart”模式中的电压值由经过整流的电源电压得出。此时直流母线电压的设定值(p3510)失效。

最大静态直流母线电压（p0280）满足下列条件时，支持对应 p0210 > 415 V 使能书本型功率单元的闭环控制运行：p0280 ≥ 1.5 x p0210 且 p0280 > 660 V。

在此情形下，直流母线电压设定值 p3510 不会自动调整。建议使用 p3510 = 1.5 x p0210。电压闭环控制模式通过 p3400.0 = 0 和 p3400.3 = 1 激活。

电压监控模块 10 (VSM10)和 S120 调节型电源模块一同运行

使用了用于采集电源电压的电压监控模块 10 (VSM10)时，如果满足了特定的补充条件，驱动也可以在频率变化强度超出 IEC 61000-2-4 标准规定的电网上运行。通常在隔离的厂级电网上频率会强烈变化，在大范围的公共电网上一般不会出现，例如欧洲的公共电网。但在欧洲以外的其他地区，主要是配电范围较广的国家，比如国土面积比较大的国家如澳大利亚、美国和中国等，电网电压降低的次数更频繁、幅度更大并且持续时间更长，可能达到数秒。在这种类型的电网上我们强烈推荐使用电压监控模块。

调试

在调试时应设定设备的输入电压(p0210)并选择电源滤波器(p0220)。

自动调试结束后，和调节型接口模块配套的滤波器会自动设为缺省的电源滤波器。如果希望驱动组合的结构有所不同，必须通过 p0220 修改电源滤波器的类型。

在首次接通电源或接通另一个电源时，必须通过电源/直流母线识别功能(p3410)执行自动的控制器设置。

识别时不允许开/关用电设备。

说明

在一个不具有回馈能力的电源上（如：发电机），必须通过二进制互联输入 p3533 取消回馈运行。

说明

连接了一个宽带电源滤波器时，必须通过 p0220 = 1...5 设置该滤波器。温度传感器必须连接到调节型电源模块的端子 X21 上。

可以在以下范围内设置直流母线电压(p3510)：

- 上限：
  - 最大直流母线电压(p0280)
  - 由电源电压(p0210)和最大升压系数(r3508)得出
- 下限：输入电压(p0210)乘以 1.42

2.1.2 装机装柜型调节型电源的闭环控制

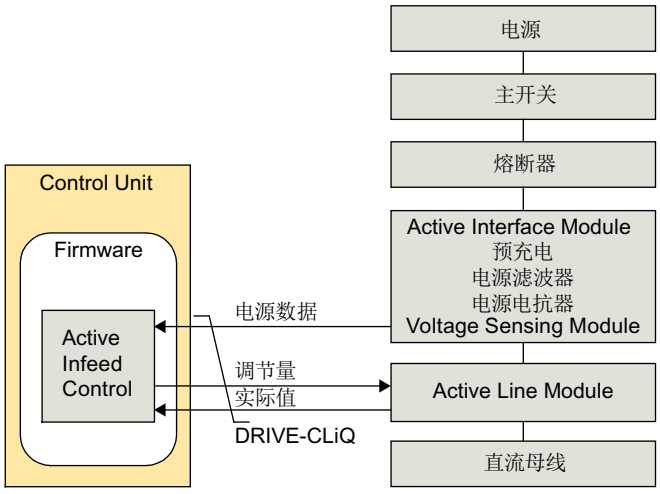


图 2-2 装机装柜型调节型电源的结构框图

装机装柜型调节型电源模块的闭环控制的运行方式

装机装柜型调节型电源模块只在“active”模式下工作。

在“active”模式中，直流母线电压被控制在一个可调节的设定值(p3510)上，电源电流呈正弦波形(cos φ = 1)。

在调试时可以根据公式 p3510 = 1.5 x p0210 和输入电压（p0210），设置直流母线电压设定值（p3510）。

调试

在调试时必须设置设备的输入电压(p0210)。所需的电源滤波器(p0220)是缺省设置。

在首次接通电源或接通另一个电源时，应该通过电源/直流母线识别功能(p3410)执行自动的控制器设置。

识别时不允许开/关用电设备。

说明

在一个不具有回馈能力的电源上（如：发电机），必须通过二进制互联输入 p3533 取消回馈运行。

可以在以下范围内设置直流母线电压(p3510)：

- 上限：
  - 最大直流母线电压(p0280)
  - 由输入电压(p0210)和升压系数(p3508，最大可设为 2.00)得出
- 下限：输入电压(p0210)乘以 1.42

对于直流母线电压，在装机装柜型设备上适用以下值 (p0280)：

设备电压	缺省设置	最小值	最大值
380 ... 480 V	750 V	50 V	785 V
500 ... 690 V	0.875 × p0210 + 502 V	50 V	1130 V

注意
部件过热 装机装柜型调节型电源模块的升压系数过大可导致部件过热和损坏。 ● 将最大升压系数设为 2.00。

2.1.3 电源识别和直流母线识别

通过自动的参数识别功能可以确定典型的电源参数和直流母线参数。这些参数是电源模块中控制器设置优化的基础。

借助电源识别和直流母线识别功能可以实现电流控制和电压控制设置的优化。电压控制动态特性的调节可以通过 p3560 进行。

说明

重复电源识别/直流母线识别

如果电源环境或直流母线上的组件发生变化，例如：在用户现场安装后或驱动组合中添加了组件，则应设置 p3410 = 5 重复电源识别和直流母线识别。只有这样才能确保电源以优化的控制器设置工作。

在激活识别后会输出报警 A06400。

说明

识别时不允许开/关用电设备。

识别方式

其他的识别方式请参见 SINAMICS S120/S150 参数手册。

- p3410 = 4:通过 L 适配保存识别和控制器设置
  下一次出现的脉冲使能信号会触发总电感和直流母线电容的识别（2 个测量循环，电流大小不同）。在识别中确定的数据（r3411 和 r3412）会输入到 p3421 和 p3422 中，并重新计算控制器。此时会同时确定电流控制器适配的参数(p3620, p3622)。接着会自动非易失地保存电源的所有参数。
  电源继续以新的控制器参数工作。
- p3410 = 5:通过 L 适配保存复位、Id 和控制器设置
  测量方式和写入过程基本上和 p3410 = 4 相同。但是，在第一次识别开始前会首先复位电源电感和直流母线电容的值（p3421 = p0223 和 p3422 = p0227）。

在成功结束两种识别中的一种识别（p3410 = 4 或 p3410 = 5）后，会自动设置 p3410 = 0。

说明

应优先使用 p3410 = 5 的识别方式。

如果识别失败，可能需要恢复控制器的出厂设置。

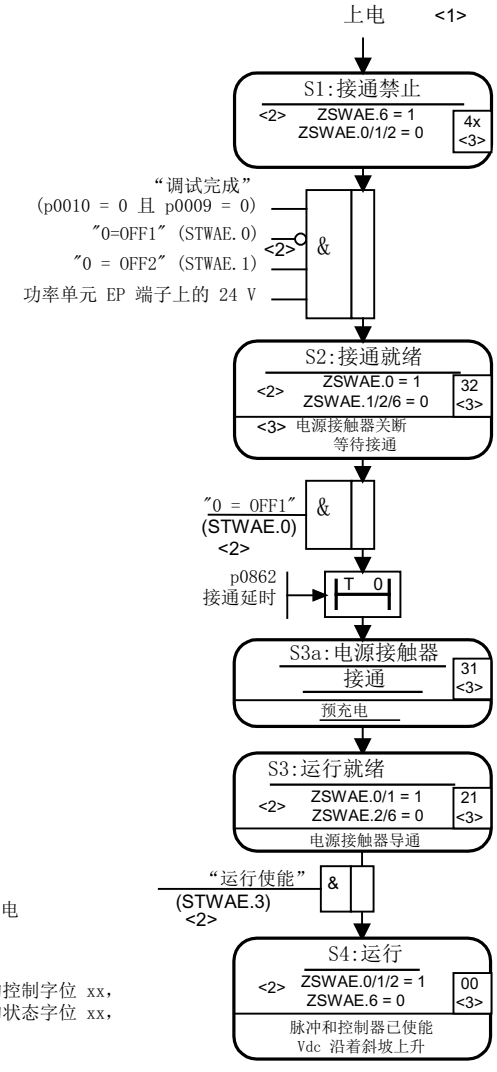
2.1.4 调节型电源的开环控制

调节型电源模块可以通过 BICO 互联由端子或现场总线调节。它的运行状态显示在参数 r0002 中。而运行缺少的使能(r0002 = 00)会显示在参数 r0046 中。脉冲使能(Enable Pulses)端子必须按照相应功率单元的手册连接。而且首次调试必须已完成。

应答故障

故障原因已经排除，但还存在的故障可以由信号“第 1 个故障应答”(p2103)的 0/1 脉冲沿应答。

调节型电源模块的上电



<1> 上电 = 给 24 V 电子电源通电
或者按下“复位”键。

<2> STWAE.xx = 电源顺序控制的控制字位 xx，
ZSWAE.xx = 电源顺序控制的状态字位 xx，

<3> r0002 = 运行显示

图 2-3　调节型电源的启动过程

说明

如果已经通过 STARTER 完成了调试并且没有 PROFIdrive 报文激活，则可以通过 EP 端子上的使能信号、OFF1 上的信号上升沿(p0840)接通电源。

调节型电源模块的断电

断电基本上按照和上电相反的顺序进行。但在断电时不会进行预充电。

由 OFF1 实现的控制回路断电会延迟 p3490 中设置的时间。从而可以有控制地停止相连的驱动装置。在断开电源前，直流母线中接入的驱动装置必须处于脉冲禁止状态。

控制信息和状态信息

表格 2-2　调节型电源的开环控制

信号名称	内部控制字	二进制互联输入	内部控制字显示	PROFIdrive 报文 370
ON/OFF1	STWAE.0	p0840 ON/OFF1	r0898.0	E_STW1.0
OFF2	STWAE.1	p0844 1 OFF2 和 p0845 2 OFF2	r0898.1	E_STW1.1
使能运行	STWAE.3	p0852 使能运行	r0898.3	E_STW1.3
禁止电动式运行	STWAE.5	p3532 禁止电动式运行	r0898.5	E_STW1.5
禁止再生运行	STWAE.6	p3533 禁止再生运行	r0898.6	E_STW1.6
应答故障	STWAE.7	p2103 1 应答或 p2104 2 应答或 p2105 3 应答	r2138.7	E_STW1.7
由 PLC 控制	STWAE.10	p0854 由 PLC 控制	r0898.10	E_STW1.10

表格 2-3　调节型电源的状态信息

信号名称	内部状态字	参数	PROFIdrive 报文 370
接通就绪	ZSWAE.0	r0899.0	E_ZSW1.0
运行就绪	ZSWAE.1	r0899.1	E_ZSW1.1
运行已使能	ZSWAE.2	r0899.2	E_ZSW1.2
存在故障	ZSWAE.3	r2139.3	E_ZSW1.3

信号名称	内部状态字	参数	PROFIdrive 报文 370
无 OFF2 生效	ZSWAE.4	r0899.4	E_ZSW1.4
接通禁止	ZSWAE.6	r0899.6	E_ZSW1.6
报警有效	ZSWAE.7	r2139.7	E_ZSW1.7
接通过程生效	ZSWAE.8	r0899.8	E_ZSW1.8
要求控制	ZSWAE.9	r0899.9	E_ZSW1.9
预充电已结束	ZSWAE.11	r0899.11	E_ZSW1.11
电源接触器已闭合	ZSWAE.12	r0899.12	E_ZSW1.12

2.1.5 无功电流控制

可以设置一个无功电流设定值，用于补偿无功功率或稳定供电运行中的电源电压。总设定值是固定设定值 p3610 和经过二进制互联输入的动态设定值 p3611 之和。

- 电源的相序会在无功电流控制中自动补偿：
  - 无功电流设定值为负时（r0076 < 0）会产生电感性无功电流（欠励运行、较小的输出电压或滞后电流）。
  - 无功电流设定值为正时（r0076 > 0）会产生电容性无功电流（过励运行、较大的输出电压或超前电流）。
- 无功电流设定值在控制回路中动态受限，即有功电流设定值和无功电流设定值的总和不超过设备的最大电流。
- 配置向导中选择的电源滤波器需要的无功电流由调节型电源模块提供。因此，r0075 中显示的当前无功电流设定值和设置的总无功电流设定值不相符。
- 调节型电源模块相对于电源的无功功率设定值由设置的总无功电流设定值 x 1.73 x 电源额定电压得出。

2.1.6 谐波控制器

电源电压谐波会导致电源电流谐波。

通过激活谐波控制器，ALM 会产生同时包含基波振动和谐波的脉冲图形。此时（理想情形下）调节型电源会对应电源侧的谐波电压设置与其相同大小的谐波电压，且在此谐波下不接收电流。电源电压受谐波影响的情形下，电源电流仍保持近似正弦形，且不会通过谐波电流对电源造成额外负载。不过无法有针对性地补偿电压谐波来改善电源质量。

设置谐波控制器的示例

现在需要补偿 5 次和 7 次谐波。

表格 2-4　谐波控制器的参数设定示例

索引	p3624	p3625
[0]	5	100 %
[1]	7	100 %
参数 p0069[0...2]（U, V, W）中的相电流可以通过调试工具中的跟踪（Trace）功能检查。		

2.1.7　用于装机装柜型调节型电源闭环控制的可设置带阻滤波器

电流环有可设置的带阻滤波器，用于消除回路共振。带阻滤波器主要应用在弱电网上，在这种电网条件下，电源滤波器的共振点可能降至控制器频率的四分之一。在波动的电网上可使用该带阻滤波器来抑制共振。

功能模块“辅助控制”

带阻滤波器在功能模块“辅助控制”中管理。

激活功能模块

1. 在项目导航器中选中电源并打开右键菜单 “Properties”。
   接着对话框 “Object properties” 打开。
2. 点击标签 “Function module”。
3. 点击鼠标，在功能模块选项中激活功能模块“附加闭环控制”。

通过参数 r0108.03 可以检查功能是否激活。

带阻滤波器的设置

由于采用的是相同的滤波算法，因此，原则上可拿带阻滤波器的设置与电流设定值滤波器的设置进行比较（参见章节“电流设定值滤波器 (页 106)”）。

为避免带有较低短路功率（RSC 低）的电源上出现谐振现象，常用的方法是选择一个带阻滤波器（带有指定切口深度），从而将电源滤波器的共振点降至约控制器频率的四分之一（参见 p0115），为此，系统会预设有效的分子和分母阻尼值。必要时只需调整分子和分母的自有频率。

可通过以下参数设置用于调节型电源的带阻滤波器：

- 逆序系统控制（p3639 ff）
- 固定值 (p2900 ff)
- 输出电压设定值滤波器，通过 p5200.0 = 1 激活
- 输出电压实际值滤波器，通过 p5200.2 = 1 激活
- Vdc 实际值滤波器，通过 p1656.4 = 1 激活

2.1.8 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8910 调节型电源一览
- 8920 调节型电源 - 电源顺序控制的控制字

...

- 8940 调节型电源 - 控制系数裕量控制器/直流母线电压控制器 (p3400.0 = 0)
- 8946 调节型电源 - 电流预调/电流控制器/控制组 (p3400.0=0)

...

- 8964 调节型电源 - 信号和监控功能，电源频率监控/Vdc 监控 (p3400.0 = 0)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0002 供电运行显示
- r0046.0...29 CO/BO:缺少使能信号
- r0069[0...8] CO:相电流实际值
- p0210[0...1] 设备输入电压
- p0220[0...1] 电源滤波器类型
- p0280 最大稳态直流母线电压
- p0840 BI:ON / OFF (OFF1)
- p0844 BI:无缓慢停止/缓慢停止（OFF2）
- p0852 BI:运行使能/运行禁止
- r0898.0...10 CO/BO:电源顺序控制的控制字
- r0899.0...12 CO/BO:电源顺序控制的状态字

- r2138.7...15 CO/BO:故障/报警控制字
- r2139.0...15 CO/BO:故障/报警 1 的状态字
- p3400 电源配置字
- r3405.0...7 CO/BO:电源状态字
- p3410 电源识别方式
- r3411[0...1] 电源识别出的电感
- r3412[0...1] 电源识别出的直流母线电容
- p3508 电源最大升压系数
- p3510 直流母线电压设定值
- p3533 BI:电源禁止回馈运行
- p3560 电源 Vdc 控制器的比例增益
- p3610 电源无功电流的固定设定值
- p3611 CI：电源无功电流附加设定值
- p3624[0...1] 电源谐波控制器谐波次数
- p3625[0...1] 电源谐波控制器比例系数
- r3626[0...1] 电源谐波控制器输出

可设置的带阻滤波器

- p1656 激活信号滤波器
- p1677 Vdc 实际值滤波器 5 类型
- p1678 Vdc 实际值滤波器 5 分母固有频率
- p1679 Vdc 实际值滤波器 5 分母阻尼
- p1680 Vdc 实际值滤波器 5 分子固有频率
- p1681 Vdc 实际值滤波器 5 分子阻尼
- p2900 CO：固定值 1[%]/固定值 1[%]
- p2901 CO：固定值 2[%]/固定值 2[%]
- p5200 激活信号滤波器
- p5201 输出电压设定值滤波器 5 类型
- p5202 输出电压设定值滤波器 5 分母固有频率
- p5203 输出电压设定值滤波器 5 分母阻尼
- p5204 输出电压设定值滤波器 5 分子固有频率
- p5205 输出电压设定值滤波器 5 分子阻尼
- p5211 电流实际值滤波器 7 类型
- p5212 电流实际值滤波器 7 分母固有频率

- p5213 电流实际值滤波器 7 分母阻尼
- p5214 电流实际值滤波器 7 分子固有频率
- p5215 电流实际值滤波器 7 分子阻尼

2.2 非调节型电源

特性

- 用于功率大于等于 16 kW 的非调节型电源模块
- 直流母线电压不受控
- 具有回馈能力

描述

非调节型电源模块的固件位于对应的控制单元中。非调节型电源模块和控制单元通过 DRIVE-CLiQ 进行通讯。

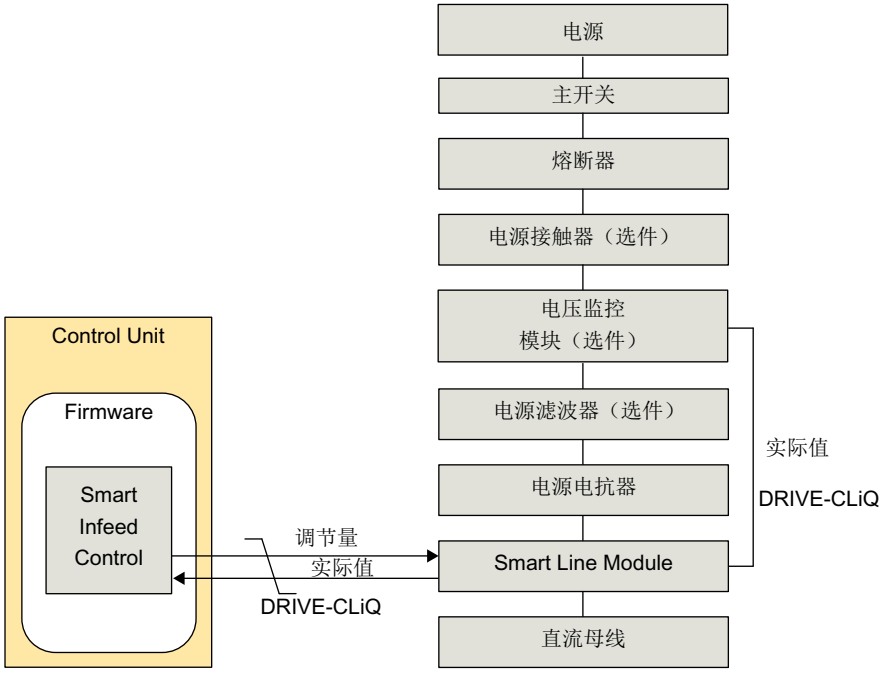


图 2-4 书本型非调节型电源的结构框图

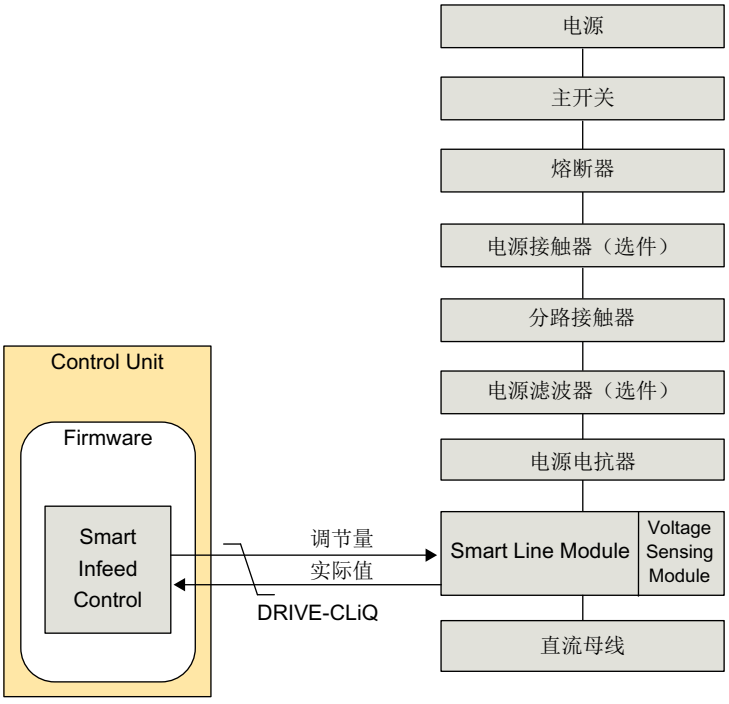


图 2-5　装机装柜型非调节型电源的结构框图

调试

在调试时必须设置设备的输入电压(p0210)。

还可选择激活扩展智能模式（参见章节“扩展智能模式 (页 46)”）

说明

在一个不具有回馈能力的电源上（如：发电机），必须通过二进制互联输入 p3533 取消电源的回馈运行。

在调节型电源模块上无法进行回馈运行中的动能缓冲。

2.2.1 书本型非调节型电源上的电源识别和直流母线识别

通过自动的参数识别功能可以确定典型的电源参数和直流母线参数。这些参数是电源模块中控制器设置优化的基础。

说明

如果电源环境或直流母线上的组件发生变化，例如：在用户现场安装后或驱动组合中添加了组件，则应设置 p3410 = 5 重复电源识别和直流母线识别。只有这样才能确保电源以最佳的控制器设置工作。

在激活识别后会输出报警 A06400。

说明

识别时不允许开/关用电设备。

说明

在装机装柜型的非调节型电源模块上不允许执行电源识别和直流母线识别。

识别方式

识别方式	说明
p3410 = 4	下一次出现的脉冲使能信号会触发总电感和直流母线电容的识别（2 个测量循环，电流大小不同）。在识别中确定的数据（r3411 和 r3412）会输入到 p3421 和 p3422 中，并重新计算控制器。此时会同时确定电流控制器适配的参数 (p6320、p6322)。接着会自动非易失地保存电源的所有参数。电源继续以新的控制器参数工作。
p3410 = 5 推荐	测量方式和写入过程基本上和 p3410 = 4 相同。但是，在第一次识别开始前会首先复位电源电感和直流母线电容的值（p3421 = p0223 和 p3422 = p0227）并粗略地设置控制器。

在成功结束两种识别中的一种识别（p3410 = 4 或 p3410 = 5）后，会自动设置 p3410 = 0。

其他的识别方式请参见 SINAMICS S120/S150 参数手册。

如果识别失败，可能需要恢复控制器的出厂设置。

2.2.2 扩展智能模式

“扩展智能模式”是对智能模式的扩展，在空载和部分负载时更高效且性能更稳定：

- 空载和部分负载时，无功功率消耗明显下降。
  额定负载或过载时，性能等同于正常智能模式。
- 空载和部分负载时，直流母线电压更稳定。
  额定负载或过载时，性能等同于正常智能模式。
- 电源故障时间更短，稳定性更高。
- 每次上电后，都会根据当前电源参数自动调整。

说明

功能的局限性

扩展智能模式不适用于 **5 kW 和 10 kW** 的非调节型电源模块。

激活扩展智能模式

1. 前提条件：智能模式已激活 (p3400.0 = 1)。
2. 通过 p3440.1 = 1 激活扩展智能模式。

所有其他可调参数（p3441 及之后）都会根据常规应用进行预设或通过第一个运行使能自动优化（p3440.2 = 0）。

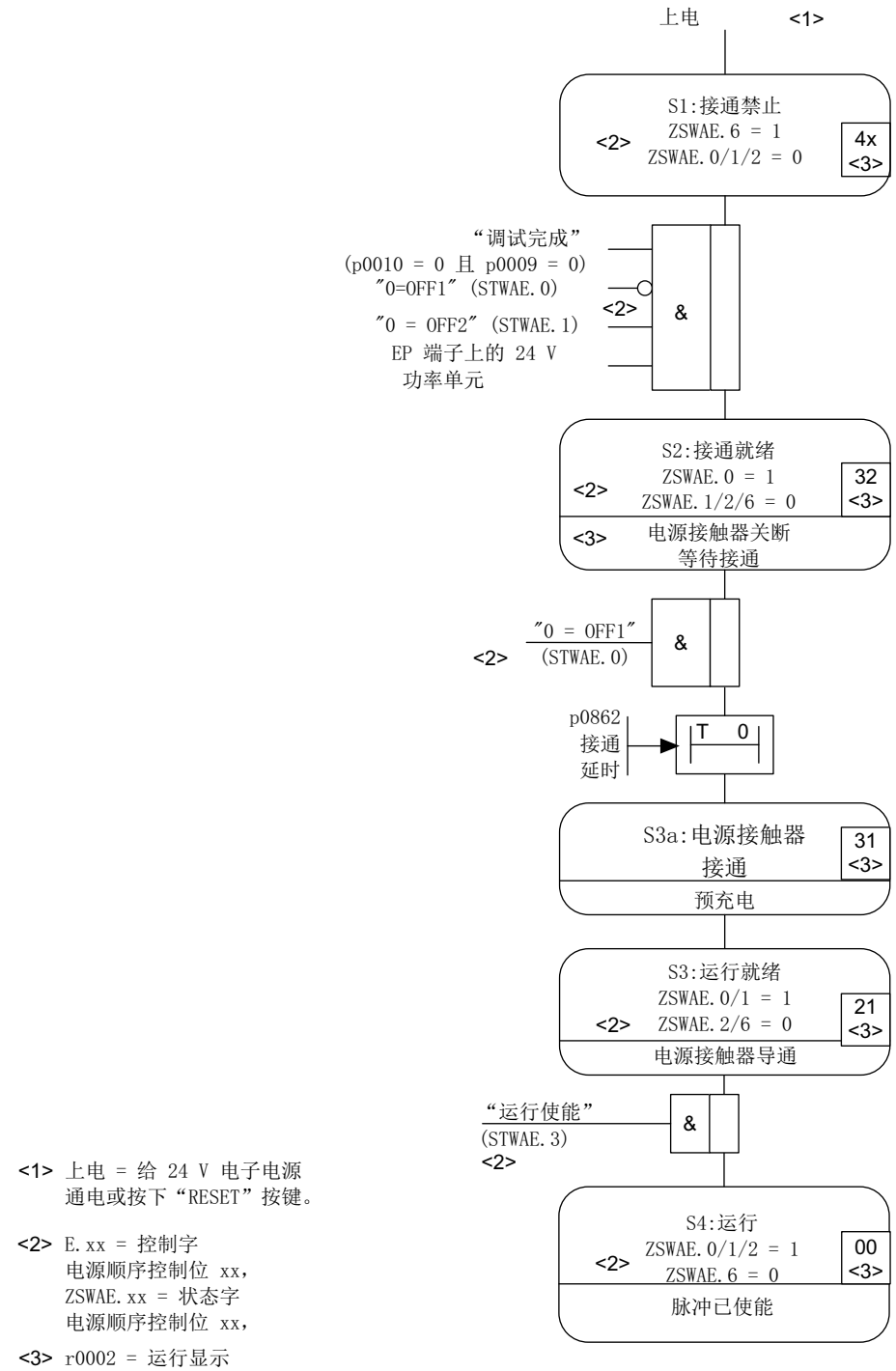
2.2.3 非调节型电源的开环控制

非调节型电源模块可以通过 BICO 互联由端子或现场总线调节。它的运行状态显示在参数 r0002 中。而运行缺少的使能(r0002 = 00)会显示在参数 r0046 中。脉冲使能(Enable Pulses)端子必须按照相应功率单元的手册连接。而且首次调试必须已完成。

应答故障

故障原因已经排除，但还存在的故障可以由信号“第 1 个故障应答”(p2103)的 0/1 脉冲沿应答。

非调节型电源模块的上电



<1> 上电 = 给 24 V 电子电源
通电或按下“RESET”按键。

<2> E.xx = 控制字
电源顺序控制位 xx，
ZSWAE.xx = 状态字
电源顺序控制位 xx，

<3> r0002 = 运行显示

图 2-6 非调节型电源的启动过程

说明

如果已经通过 STARTER 完成了调试并且没有 PROFIdrive 报文激活，则可以通过 EP 端子上的使能信号、OFF1 上的上升沿(p0840)接通电源。

非调节型电源模块的断电

断电基本上按照和上电相反的顺序进行。
但在断电时不会进行预充电。

由 OFF1 实现的控制回路断电会延迟 p3490 中设置的时间。从而可以有控制地停止相连的驱动装置。

控制信息和状态信息

表格 2-5　非调节型电源的开环控制

信号名称	内部控制字	二进制互联输入	内部控制字显示	PROFIdrive 报文 370
ON/OFF1	STWAE.0	p0840 BI:ON/OFF1	r0898.0	E_STW1.0
OFF2	STWAE.1	p0844 BI:第 1 OFF2 和 p0845 BI：第 2 OFF2	r0898.1	E_STW1.1
使能运行	STWAE.3	p0852 BI:使能运行	r0898.3	E_STW1.3
禁止再生运行	STWAE.6	p3533 BI:电源禁止回馈运行	r0898.6	E_STW1.6
应答故障	STWAE.7	p2103 BI：第 1 次故障应答或 p2104 BI：第 2 次故障应答或 p2105 BI：第 3 次故障应答故障	r2138.7	E_STW1.7
由 PLC 控制	STWAE.10	p0854 BI:由 PLC 控制	r0898.10	E_STW1.10

表格 2-6　非调节型电源的状态信息

信号名称	内部状态字	参数	PROFIdrive 报文 370
接通就绪	ZSWAE.0	r0899.0	E_ZSW1.0
运行就绪	ZSWAE.1	r0899.1	E_ZSW1.1
运行已使能	ZSWAE.2	r0899.2	E_ZSW1.2
存在故障	ZSWAE.3	r2139.3	E_ZSW1.3

信号名称	内部状态字	参数	PROFIdrive 报文 370
无 OFF2 生效	ZSWAE.4	r0899.4	E_ZSW1.4
接通禁止	ZSWAE.6	r0899.6	E_ZSW1.6
报警有效	ZSWAE.7	r2139.7	E_ZSW1.7
要求控制	ZSWAE.9	r0899.9	E_ZSW1.9
预充电已结束	ZSWAE.11	r0899.11	E_ZSW1.11
电源接触器已闭合	ZSWAE.12	r0899.12	E_ZSW1.12

2.2.4 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8810 非调节型电源一览
- 8820 非调节型电源 - 电源顺序控制的控制字
- 8826 非调节型电源 - 电源顺序控制的状态字
- 8828 非调节型电源 - 电源状态字
- 8832 非调节型电源 - 控制器
- 8838 非调节型电源 - 缺少使能，电源接触器控制
- 8850 非调节型电源 - 通向非调节型电源的接口（控制信号，实际值）
- 8860 非调节型电源 - 信号和监控功能，电源电压监控
- 8864 非调节型电源 - 信号和监控功能，电源频率监控和 Vdc 监控

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0002 供电运行显示
- r0046.0...29 CO/BO:缺少使能信号
- p0210 设备输入电压
- p0840 BI:ON / OFF (OFF1)
- p0844 BI:无缓慢停止/缓慢停止
- p0852 BI:运行使能/运行禁止
- r0898.0...10 CO/BO:电源顺序控制的控制字
- r0899.0...12 CO/BO:电源顺序控制的状态字

- r2138.7...15 CO/BO:故障/报警控制字
- r2139.0...15 CO/BO:故障/报警 1 的状态字
- p3400 电源配置字
- r3405.0...7 CO/BO:电源状态字
- p3410 电源识别方式
- p3421 电源电感
- p3422 电源直流母线电容
- p3440 智能模式配置
- p3533 BI:电源禁止回馈运行

2.3 基本型电源

特性

- 适用于基本型电源模块（装机装柜型和书本型）
- 直流母线电压不受控
- 在 20 kW 和 40 kW 基本型电源模块上集成了外部制动电阻的控制回路（具有温度监控功能）

描述

通过基本型电源开环控制可以接通并断开基本型电源模块。基本型电源模块是一个不具有回馈能力、不受控的供电单元。

用于基本型电源模块开环控制的固件位于对应的控制单元中。基本型电源模块和控制单元通过 DRIVE-CLiQ 进行通讯。

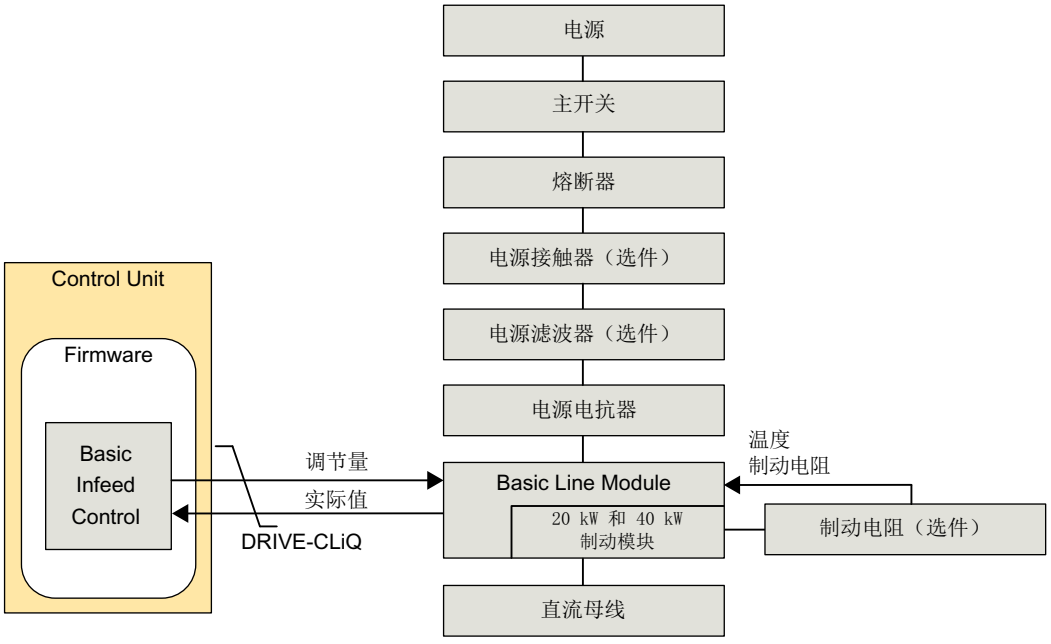


图 2-7　书本型基本型电源的结构框图

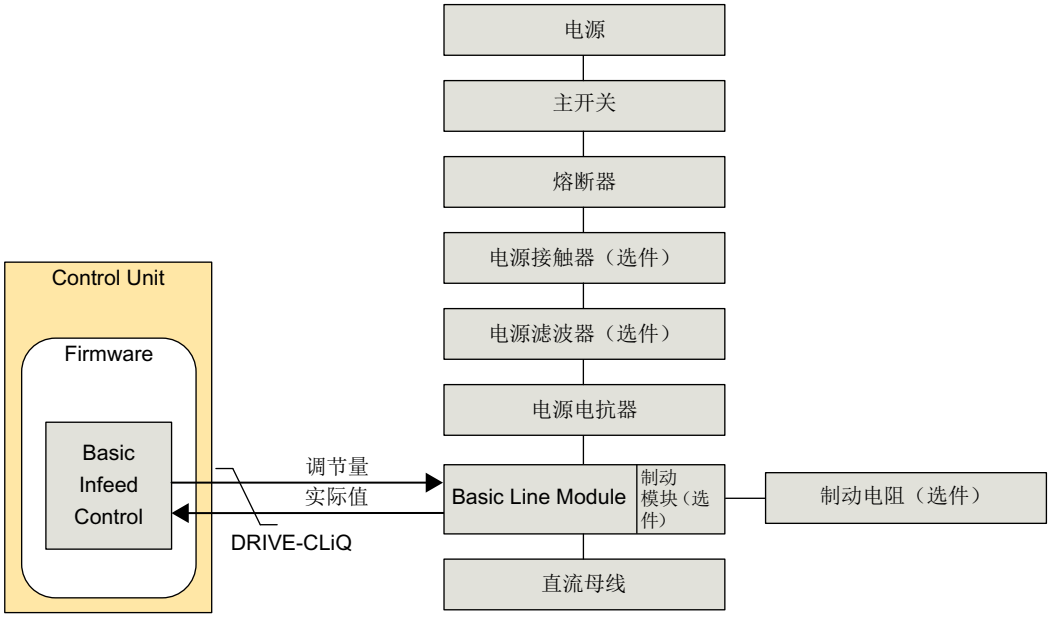


图 2-8　装机装柜型基本型电源的结构框图

调试

在调试时必须设置电源额定电压(p0210)。

在 20 kW 和 40 kW 的书本型基本型电源模块上，必须将外部制动电阻的温度开关连接到基本型电源模块的 X21 端子上。

如果在 20 kW 和 40 kW 的书本型基本型电源模块上没有连接制动电阻，则必须设置 p3680 = 1 禁用制动模块。

对于装机装柜型基本型电源模块可选择在外部加装制动模块。在此情况下必须将制动电阻连接至制动模块。

当一台没有反馈能力的电源模块（例如基本型电源模块 BLM）为多台电机模块供电、或主电源掉电、过载（SLM/ALM）时，只能在具有大转动惯量的电机模块上激活 V_{dc_max} 控制功能。
在其它电机模块上必须禁用此功能，或设置为监控。
如果在多台电机模块上激活 V_{dc_max} 控制，在参数设置不理想的情况下，可能会使控制器的功能相互冲突。驱动可能会变得不稳定，各驱动可能会不按计划加速。

解决办法：

- 激活 V_{dc_max} 控制
  - 矢量控制：p1240 = 1（出厂设置）
  - 伺服控制：p1240 = 1
  - V/f 控制：p1280 = 1（出厂设置）
- 关闭 V_{dc_max} 控制
  - 矢量控制：p1240 = 0
  - 伺服控制：p1240 = 0（出厂设置）
  - V/f 控制：p1280 = 0
- 激活 V_{dc_max} 监视
  - 矢量控制：p1240 = 4 或 6
  - 伺服控制：p1240 = 4 或 6
  - V/f 控制：p1280 = 4 或 6

⚠ 警告

单个驱动可能会意外运动

当一台电源模块为多台电机模块供电时，则可能会因 V_{dc_max} 的参数设置错误导致某台驱动意外加速，进而造成人员伤亡。

- 只在具有最大转动惯量的电机模块上激活 V_{dc_max} 控制。
- 在所有其他电机模块上禁用此功能或将此功能设为监控功能。

2.3.1 基本型电源的开环控制

基本型电源模块可以通过 BICO 互联由端子或现场总线调节。 它的运行状态显示在参数 r0002 中。 而运行缺少的使能(r0002 = 00)会显示在参数 r0046 中。 脉冲使能(Enable Pulses)端子必须按照相应功率单元的手册连接。

应答故障

故障原因已经排除，但还存在的故障可以由信号“第 1 个故障应答”(p2103)的 0/1 脉冲沿应答。

基本型电源模块的上电

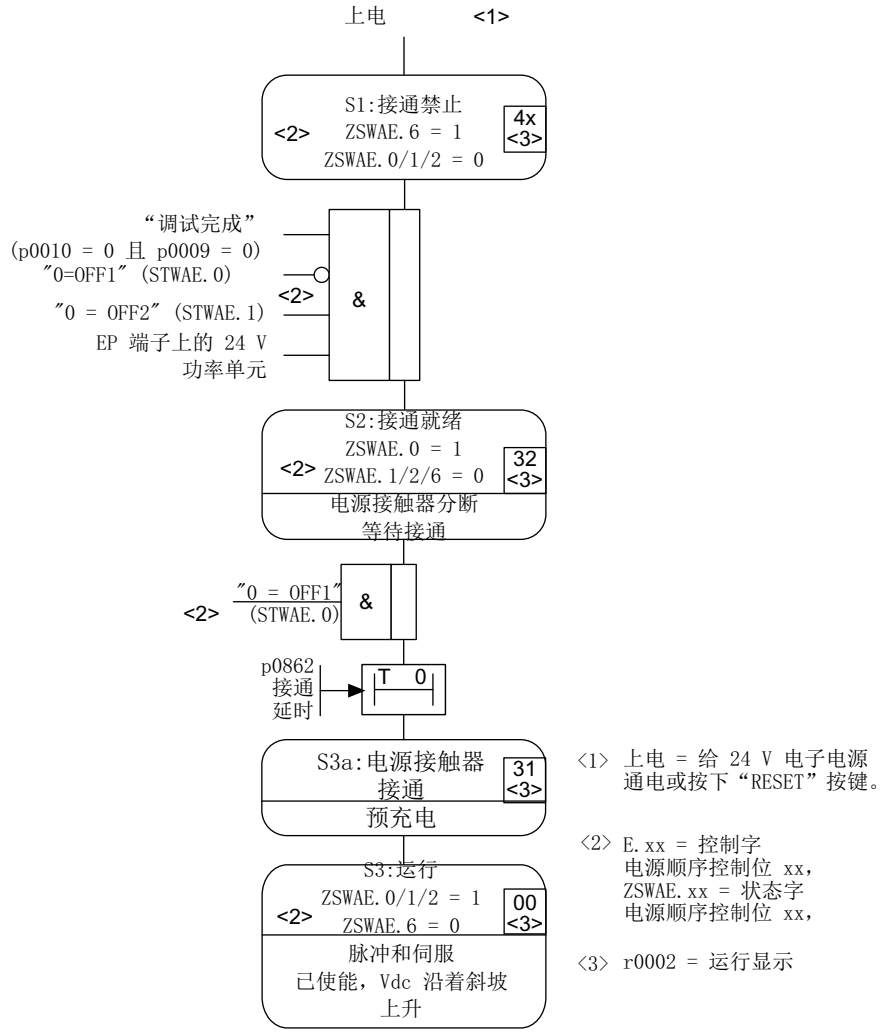


图 2-9　基本型电源的启动过程

说明

如果已经通过 STARTER 完成了调试并且没有 PROFIdrive 报文激活，则可以通过 EP 端子上的使能信号、OFF1 上的上升沿(p0840)接通电源。

基本型电源模块的断电

断电基本上按照和上电相反的顺序进行。 但在断电时不会进行预充电。

控制信息和状态信息

表格 2-7　基本型电源的开环控制

信号名称	内部控制字	二进制互联输入	内部控制字显示	PROFIdrive 报文 370
ON/OFF1	STWAE.0	p0840 BI: ON/OFF1	r0898.0	E_STW1.0
BB/OFF2	STWAE.1	p0844 BI: 第 1 OFF2 和 p0845 BI：第 2 OFF2	r0898.1	E_STW1.1
应答故障	STWAE.7	p2103 BI: 第 1 次故障应答或 p2104 BI: 第 2 次故障应答或 p2105 BI: 第 3 次故障应答	r2138.7	E_STW1.7
由 PLC 控制	STWAE.10	p0854 BI:由 PLC 控制	r0898.10	E_STW1.10

表格 2-8　基本型电源的状态信息

信号名称	内部状态字	参数	PROFIdrive 报文 370
接通就绪	ZSWAE.0	r0899.0	E_ZSW1.0
运行就绪	ZSWAE.1	r0899.1	E_ZSW1.1
运行已使能	ZSWAE.2	r0899.2	E_ZSW1.2
存在故障	ZSWAE.3	r2139.3	E_ZSW1.3
无 OFF2 生效	ZSWAE.4	r0899.4	E_ZSW1.4
接通禁止	ZSWAE.6	r0899.6	E_ZSW1.6
报警有效	ZSWAE.7	r2139.7	E_ZSW1.7
要求控制	ZSWAE.9	r0899.9	E_ZSW1.9
预充电已结束	ZSWAE.11	r0899.11	E_ZSW1.11
电源接触器已闭合	ZSWAE.12	r0899.12	E_ZSW1.12

2.3.2 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8710 基本型电源一览
- 8720 基本型电源 - 电源顺序控制的控制字
- 8726 基本型电源 - 电源顺序控制的状态字
- 8732 基本型电源 - 控制器
- 8738 基本型电源 - 缺少使能，电源接触器控制
- 8750 基本型电源 - 通向基本型电源功率单元的接口（控制信号，实际值）
- 8760 基本型电源 - 信号和监控功能(p3400.0 = 0)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0002 供电运行显示
- r0046.0...29 CO/BO:缺少使能信号
- p0210 设备输入电压
- p0840 BI:ON / OFF (OFF1)
- p0844 BI:无缓慢停止/缓慢停止（OFF2）
- r0898.0...10 CO/BO:电源顺序控制的控制字
- r0899.0...12 CO/BO:电源顺序控制的状态字
- p1240[0...n] Vdc 控制器或 Vdc 监控的配置
- p1280[0...n] Vdc 控制器或 Vdc 监控的配置（V/f）
- r2138.7...15 CO/BO:故障/报警控制字
- r2139.0...15 CO/BO:故障/报警 1 的状态字
- p3680 BI:制动模块内部禁止

2.4 电源接触器控制

通过该功能可以控制外部的电源接触器。电源接触器的闭合/断开可以通过分析电源接触器的反馈触点加以监控。

通过以下驱动对象可以借助 r0863.1 控制电源接触器：

- 驱动对象 INFEED
- 驱动对象 SERVO 和 VECTOR

说明

关于电源连接的更多信息，请参见设备手册。

电源接触器控制的调试示例

假设：

- 电源接触器控制信号经过控制单元的数字量输出 (DI/DO 8)
- 电源接触器反馈信号经过控制单元的数字量输入(DI/DO 9)
- 电源接触器的开关时间小于 100 ms

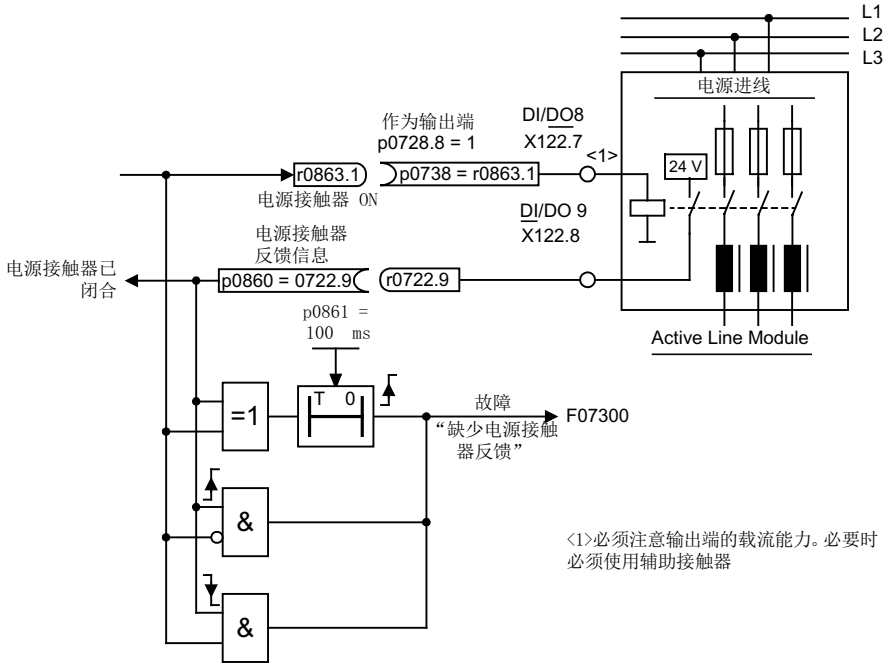


图 2-10　电源接触器控制

调试步骤：

1. 将电源接触器的控制触点连接到 DI/DO 8 上。

   说明

   此时请注意数字量输出的载流能力（参见 SINAMICS S120 控制单元和扩展系统设备手册），必要时必须使用辅助接触器！

2. 将 DI/DO 8 设置为输出端 (p0728.8 = 1)。
3. 将参数 p0738 设为电源接触器的控制信号 r0863.1。
4. 将电源接触器的反馈触点连接到 DI/DO 9 上。
5. 将参数 p0860 设为输入信号 r0722.9。
6. 在 p0861 中设置电源接触器的监控时间 (100 ms)。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8938　调节型电源 - 缺少使能，电源接触器控制

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0860　BI:电源接触器反馈信息
- r0863.0...2　CO/BO:驱动耦合状态字/控制字
- p0867　OFF1 后功率单元主接触器的停留时间
- p0869　顺序控制配置

2.5 装机装柜型预充电接触器和分路接触器

预充电指直流母线电容器通过电阻充电。从供电系统/电源上进行预充电。预充电回路可以限制直流母线电容的充电电流。

在装机装柜型的调节型/非调节型电源上，预充电回路由一个带预充电电阻的预充电接触器和一个分路接触器组成。调节型电源模块会通过端子控制调节型接口模块中的预充电回路。

在 FI 和 GI 型调节型接口模块中的预充电回路中，已经包含了一个分路接触器。HI 型和 JI 型必须单独配备分路接触器。

虽然在非调节型电源模块上已经包含了预充电回路，但必须在外部连接分路接触器。

在晶闸管 BLM 上，接通的是安装的晶闸管，而不是分路接触器。在二极管 BLM 上将分路接触器用作功率开关。

详细信息：

- SINAMICS S120 风冷式装机装柜型功率单元手册

上电/断电过程

上电：

- 预充电接触器闭合，直流母线通过预充电电阻充电。
- 预充电结束后，分路接触器闭合，预充电接触器打开。直流母线预充电结束，进入运行就绪状态。若无法完成预充电，则会输出故障 F06000。

断电：

- 在关闭电源时禁止脉冲，并接着打开分路接触器。

扩展设定值通道 3

3.1 基本原理

出厂时，扩展的设定值通道在伺服控制模式中是失效的。需要使用时，必须首先激活该通道（参见章节“激活伺服控制模式中的功能模块 (页 61)”）。

在矢量控制模式中扩展的设定值通道总是生效的。

伺服控制模式下、没有功能模块“扩展的设定值通道”时的特性

- 设定值直接连到 p1155[D] 上，例如：由上级控制器或工艺控制器
- 只有动态伺服控制 Dynamic Servo Control (DSC)
  在使用 DSC 时，不会使用“扩展的设定值通道”。该通道会占用控制单元的计算时间，因此可以在“伺服”中取消。
- OFF1 减速时间由 p1121[D] 设置
  即使“扩展设定值通道”未被激活，p1121 中设置的减速时间依然生效。
- OFF3 减速时间由 p1135[D] 设置
- 只有 PROFIdrive 报文 2 ~ 103 和 999（自由设计）
- STW 1 位 5（冻结斜坡函数发生器）无作用

3.1.1 激活伺服控制模式中的功能模块

通过调试向导或驱动配置（DDS 配置）可以激活伺服控制模式中的功能模块“扩展的设定值通道”。

在参数 r0108.8 中可以检查当前的配置。在设置结束后必须将配置载入控制单元中，并永久保存配置，参见 SINAMICS S120 调试手册，STARTER 一章。

说明

激活伺服控制模式下的功能模块“扩展的设定值通道”后，可以减少多轴组合中、由一个控制单元控制的驱动装置数量。

3.1.2 说明

在扩展的设定值通道中，可以对各个设定值源发出的、用于电机控制的设定值进行处理。

用于电机控制的设定值也可以来自工艺控制器（参见章节“工艺控制器 (页 433)”）。

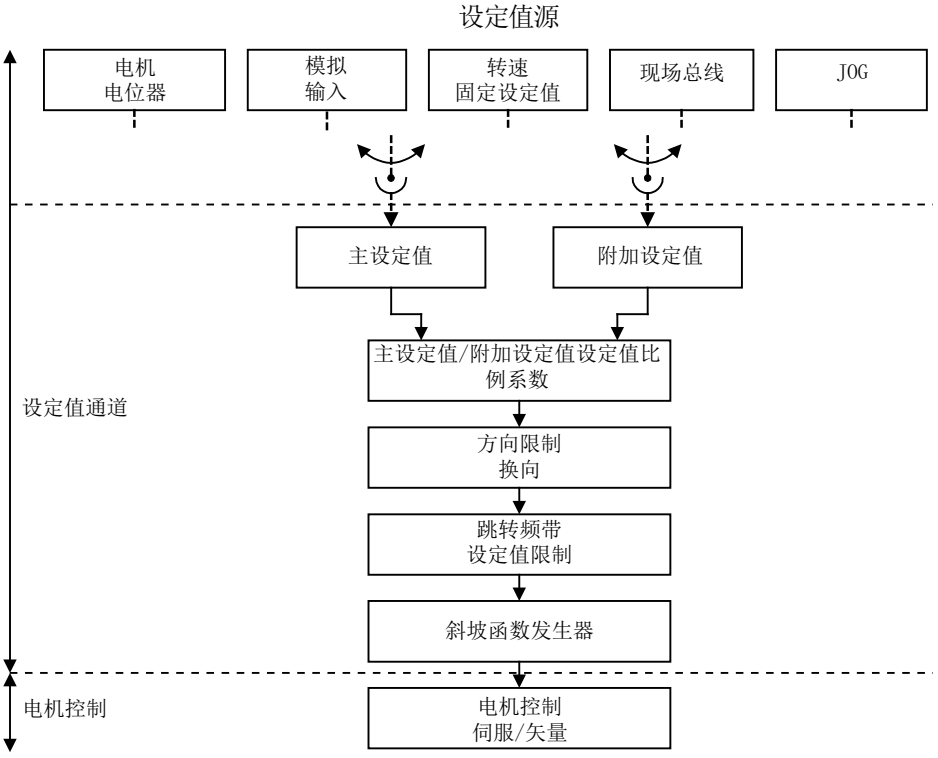


图 3-1 扩展的设定值通道

扩展的设定值通道的特性

- 主设定值/附加设定值，设定值比例系数
- 方向限制和换向
- 跳转频带和设定值限制
- 斜坡函数发生器

设定值源

用于控制的设定值可以从多个数据源发出并通过 BICO 技术互联,例如通过 p1070 CI：主设定值（参见功能图 3030）。

有以下几种设定值给定方式：

- 转速固定设定值
- 电动电位器
- JOG
- 现场总线
  - 例如：由 PROFIBUS 发出设定值
- 以下几个组件的模拟量输入：
  - 例如：端子板 30 (TB30)
  - 例如：端子模块 31 (TM31)
  - 例如：端子模块 41 (TM41)

3.2 电动电位器

该功能是模拟用于给定设定值的电动电位器。

在给定设定值时，可以在手动运行和自动运行之间切换。给出的设定值会进入内部的斜坡函数发生器中。设置值、初始值以及 OFF1 制动都不需要使用电动电位器的斜坡函数发生器。

电动电位器的斜坡函数发生器的输出端可以通过一个模拟量互联输出继续互联，例如：和模拟量互联输入 p1070 - CI：主设定值相连，附加的斜坡函数发生器因此生效。

手动运行中的特性 (p1041 = 0)

- 输入设定值的升高和降低通过二进制互联输入单独进行
  - p1035 BI:电动电位器设定值升高
  - p1036 BI:电动电位器设定值降低
- 设定值可取反(p1039)
- 斜坡函数发生器可设定，例如：
  - 加速/减速时间(p1047/p1048)都基于 p1082
  - 设置值(p1043/p1044)
  - 启用/取消起始圆弧(p1030.2 = 1/0)
- 可通过 p1030.3= 1 非易失性保存设定值
- 通电的设定值可设定(p1030.0)
  - 初始值是 p1040 中的值(p1030.0 = 0)
  - 初始值是保存值(p1030.0 = 1)

自动运行中的特性 (p1041 = 1)

- 输入设定值由模拟量互联输入(p1042)给定。
- 电动电位器的作用相当于一个普通的斜坡函数发生器。
- 斜坡函数发生器可设定，例如：
  - 启用/取消(p1030.1= 1/0)
  - 加速/减速时间(p1047/p1048)
  - 设置值(p1043/p1044)
  - 启用/取消起始圆弧(p1030.2 = 1/0)

- 可通过 p1030.3= 1 非易失性保存设定值
- 通电的设定值可设定(p1030.0)
  - 初始值是 p1040 中的值(p1030.0 = 0)
  - 初始值是保存值(p1030.0 = 1)

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以在项目导航器相应的驱动下双击 “Setpoint channel” > “Motorized potentiometer” 激活设置窗口 “Motorized potentiometer”。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3001 设定值通道一览
- 2501 内部控制字/状态字 - 顺序控制控制字
- 3020 设定值通道 - 电动电位器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1030[0...n] 电动电位器配置
- p1035[0...n] BI:电动电位器设定值升高
- p1036[0...n] BI:电动电位器设定值降低
- p1037[0...n] 电动电位器最大转速
- p1038[0...n] 电动电位器最小转速
- p1039[0...n] BI:电动电位器取反
- p1040[0...n] 电动电位器初始值
- p1041[0...n] BI:电动电位器手动/自动
- p1042[0...n] CI：电动电位器自动运行设定值
- p1043[0...n] BI:电动电位器接收设置值
- p1044[0...n] CI：电动电位器设置值
- r1045 CO:电动电位器斜坡函数发生器前的转速设定值
- p1047[0...n] 电动电位器斜坡上升时间
- p1048[0...n] 电动电位器斜坡下降时间
- r1050 CO:电动电位器斜坡函数发生器后的设定值
- p1082[0...n] 最大转速

3.3 固定设定值

通过该功能可以给定缺省的转速设定值。固定设定值由参数确定，并由二进制互联输入选择。单个固定设定值和当前生效的固定设定值都可以通过一个模拟量互联输出继续互联，例如：和模拟量互联输入 p1070 - CI:主设定值相连。

特性

- 固定设定值的数量：1 ~ 15 个固定设定值
- 固定设定值的选择：二进制互联输入位 0 ~ 3
  - 二进制互联输入 位 0、1、2 和 3 = 0 → 设定值 = 0 生效
  - 没有使用的二进制互联输入相当于信号“0”

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以在项目导航器中相应的驱动下双击 “Setpoint channel” > “Fixed setpoints” 调用设置窗口 “Fixed setpoints” 。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3001 设定值通道一览
- 3010 设定值通道 - 转速固定设定值

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1001[0...n] CO:转速固定设定值 1

...

- p1015[0...n] CO:转速固定设定值 15
- p1020[0...n] BI:转速固定设定值选择 位 0
- p1021[0...n] BI:转速固定设定值选择位 1
- p1022[0...n] BI:转速固定设定值选择位 2
- p1023[0...n] BI:转速固定设定值选择位 3
- r1024 CO:转速固定设定值生效
- r1197 转速固定设定值当前编号

3.4 转速设定值

3.4.1 主设定值/附加设定值和设定值比例系数

附加设定值可用于添加源自下级控制系统的补偿值。这可以通过设定值通道中主/附加设定值的相加点来执行。此时这两个值通过 2 个独立的源读入，并在设定值通道中相加。

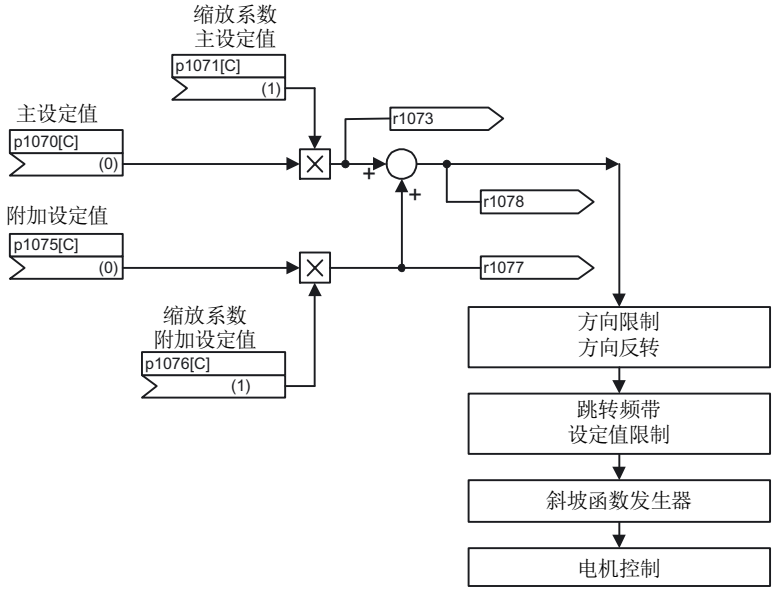


图 3-2 设定值相加，设定值比例系数

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Speed setpoint” 设置窗口。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3001 设定值通道一览
- 3030 设定值通道 - 主设定值/附加设定值，设定值比例系数，JOG

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1070[0...n] CI：主设定值
- p1071[0...n] CI：主设定值比例系数
- r1073 CO:主设定值生效

- p1075[0...n] CI：附加设定值
- p1076[0...n] CI：附加设定值比例系数
- r1077 CO:附加设定值生效
- r1078 CO:总设定值生效

3.4.2 JOG

“JOG” 功能通常是用于缓慢移动一个机械部件，比如，移动传送带。“JOG 运行”也可用于使驱动运行至所需位置。

“JOG 运行”可通过数字量输入或现场总线（如 PROFIBUS）选择。选择后，设定值由 p1058[0 到 n] 和 p1059[0 到 n] 给定。

一旦出现 JOG 信号，电机便沿着斜坡函数发生器的加速斜坡运行到 JOG 设定值，斜坡以最大转速 p1082 为基准，参见图“JOG 1 和 JOG 2 的流程图”。JOG 信号取消后，电机便沿着设置的斜坡函数发生器的减速斜坡停止旋转。

说明

JOG 功能和 PROFIdrive 不兼容！

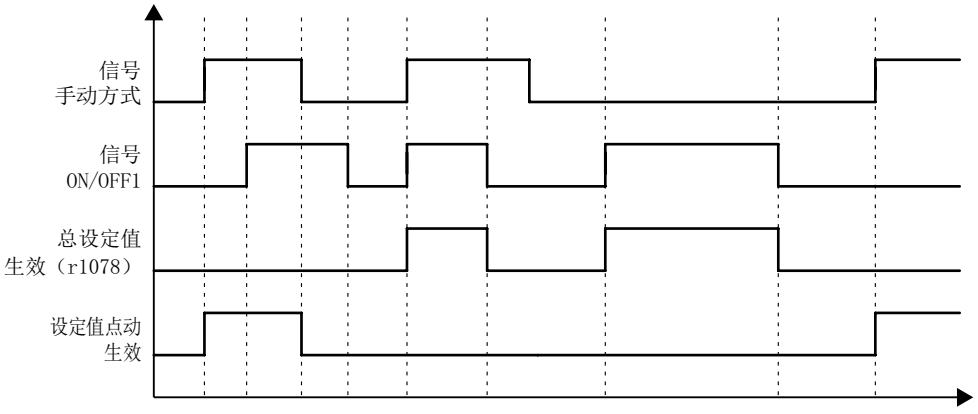


图 3-3 JOG 和 OFF1 的流程图

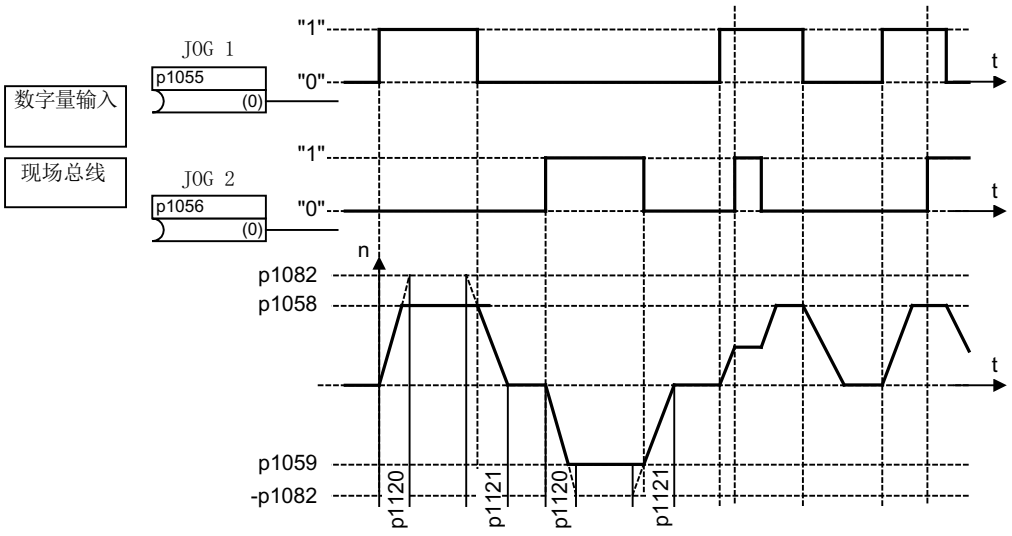


图 3-4 JOG 1 和 JOG 2 的流程图

特性

- 如果同时给出两个 JOG 信号，则电机保持当前转速，即恒速阶段。
- 电机沿着斜坡函数发生器逼近并远离 JOG 设定值。
- JOG 只能在运行状态“接通就绪”下进行。
- 如果 “ON/OFF1 = 1” 并同时选择了 JOG，则 ON/OFF1 具有较高优先级。
  换句话说 ON/OFF1 = “1” 失效时才能激活 JOG。
- 而 OFF2 和 OFF3 的优先级高于 JOG。
- p1055 和 p1056 给出接通指令。
- p1058 和 p1059 指定 JOG 转速。
- 在 JOG 运行中：
  - 转速主设定值(r1078)禁用
  - 附加设定值 1 (p1155) 禁用。
  - 而附加设定值 2(p1160)会继续传送，并和当前转速相加。
- 在 JOG 运行中，设定值通道中的跳转频带(p1091 ... p1094)和最小限制(p1080) 也保持生效。
- 在 JOG 运行中(r0046.31 = 1)，无法通过 p1141 冻结斜坡函数发生器。

过程

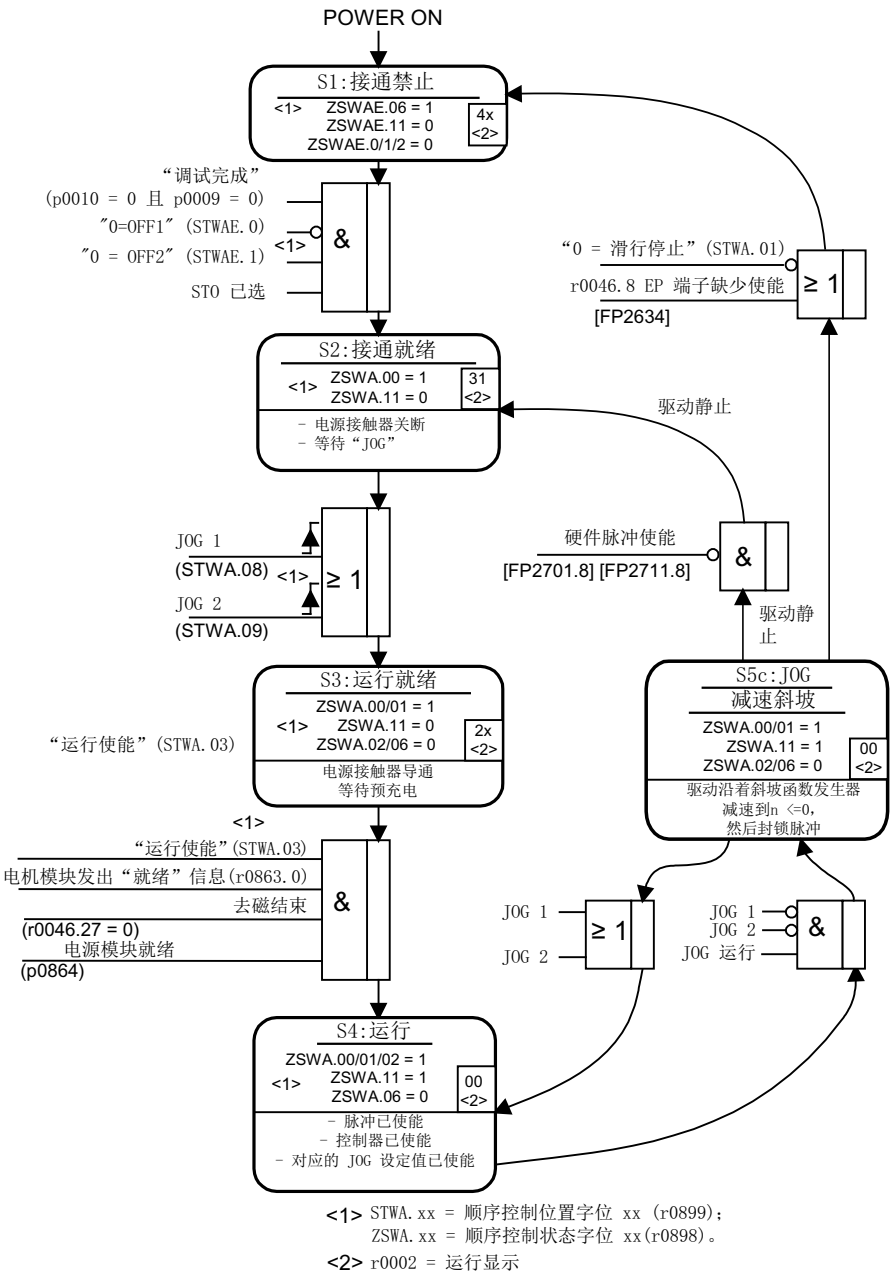


图 3-5 JOG 流程图

控制信息和状态信息

表格 3-1　JOG 的控制

信号名称	内部控制字	二进制互联输入	PROFIdrive/西门子报文 1 ... 352
0 = OFF1	STWA.0	p0840 BI:ON/OFF1	STW1.0
0 = OFF2	STWA.1	p0844 BI:第 1 OFF2 p0845 BI：第 2 OFF2	STW1.1
0 = OFF3	STWA.2	p0848 BI：第 1 OFF3 p0849 BI：第 2 OFF3	STW1.2
使能运行	STWA.3	p0852 BI:使能运行	STW1.3
JOG 1	STWA.8	p1055 BI：JOG 位 0	STW1.8[1)]
JOG 2	STWA.9	p1056 BI:JOG 位 1	STW1.9[1)]

[1)] 仅在报文 7、9、110 和 111 中自动互联。

表格 3-2　JOG 的状态信息

信号名称	内部状态字	参数	PROFIdrive/西门子报文 1 ... 352
接通就绪	ZSWA.0	r0899.0	ZSW1.0
运行就绪	ZSWA.1	r0899.1	ZSW1.1
运行已使能	ZSWA.2	r0899.2	ZSW1.2
接通禁止	ZSWA.6	r0899.6	ZSW1.6
脉冲使能	ZSWA.11	r0899.11	ZSW2.10[2)]

[2)] 只在 p2038 = 0 界面模式中出现。

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Speed setpoint-JOG” 设置窗口：

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3001 设定值通道一览
- 2610 流程控制 - 控制器
- 3030 设定值通道，主设定值/附加设定值，设定值比例系数，JOG

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1055[0...n] BI:JOG 位 0
- p1056[0...n] BI:JOG 位 1
- p1058[0...n] JOG 1 转速设定值
- p1059[0...n] JOG 2 转速设定值
- p1082[0...n] 最大转速
- p1120[0...n] 斜坡函数发生器斜坡上升时间
- p1121[0...n] 斜坡函数发生器斜坡下降时间

3.4.3 旋转方向限制和旋转方向反转

在预留运行中会需要“旋转方向反转”。选择设定值取反 p1113[C] 后可以实现设定值通道内的旋转方向反转。

如果不希望通过设定值通道给定一个负值或正值，可以通过参数 p1110[C] 或 p1111[C] 禁止这些方向。但设定值通道中后续的最小转速设置(p1080)仍保持生效。虽然设置了 p1110 = 1，但电机仍会以负向的最小转速旋转。

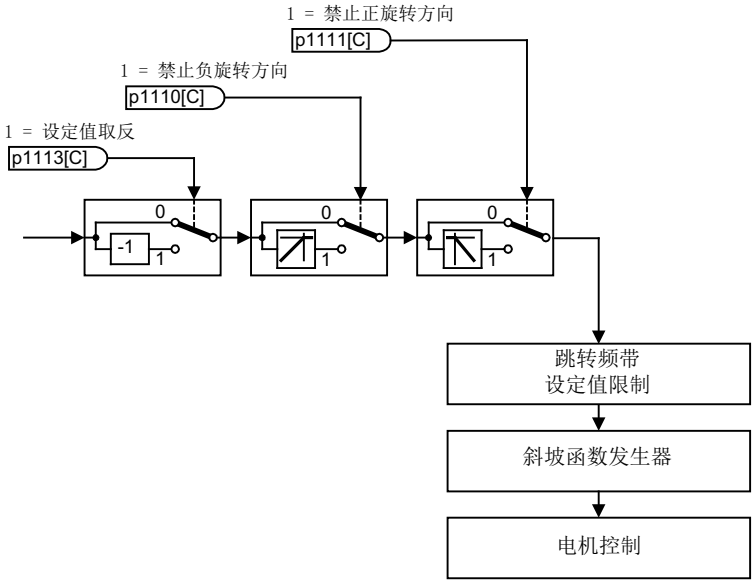


图 3-6　旋转方向限制，旋转方向反转

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Speed setpoint” 设置窗口。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3001　设定值通道一览
- 3040　设定值通道 - 方向限制和换向

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1110[0...n]　BI:禁止负向
- p1111[0...n]　BI:禁止正向
- p1113[0...n]　BI:设定值取反

3.5 转速限制

在 0 rpm 到设定转速的范围内，一个驱动支路上（如电机、联轴器、芯轴、机械设备）可能有一个或多个共振点。这些共振点会导致振动。此时，回避带可以避免共振频率内的运动。

可通过 p1080[D] 和 p1082[D] 设置频率限值。此外在运行期间还可通过模拟量互联 p1085[C] 和 p1088[C] 对此限值进行控制。

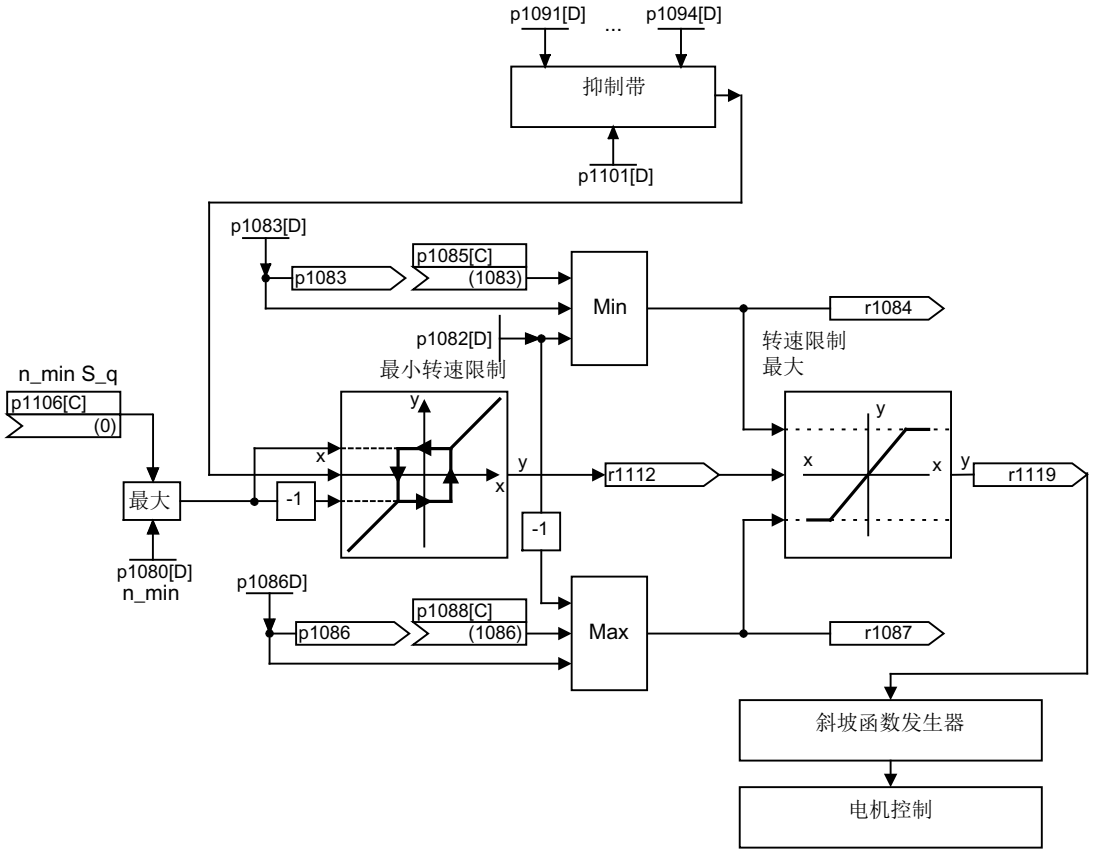


图 3-7　回避带，设定值限制，最小转速

最小转速

可使用参数 p1106[0...n] 设置最低转速或最低速度，该参数通过 BICO 连接。

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Speed limitation” 设置窗口。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3001 设定值通道一览
- 3050 设定值通道 - 跳转频带和转速限制

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

设定值限制

- p1080[0...n] 最小转速
- p1082[0...n] 最大转速
- p1083[0...n] CO:正转速限制
- r1084 CO:正转速限制生效
- p1085[0...n] CI：正转速限制
- p1086[0...n] CO:负转速限制
- r1087 CO:负转速限制生效
- p1088[0...n] CI：负转速限制
- p1106[0...n] CI：最小转速信号源
- r1119 CO:斜坡函数发生器输入端的设定值

回避带

- p1091[0...n] 回避带中心转速 1

...

- p1094[0...n] 回避带中心转速 4
- p1101[0...n] 回避带带宽

3.6 斜坡函数发生器

斜坡函数发生器的功能

斜坡功能发生器可以在设定值剧烈变化时限制加速度，从而避免整个驱动支路上出现负载冲击。通过斜坡上升时间 p1120[0...n] 或斜坡下降时间 p1121[0...n] 可以单独设置一个上升斜坡或下降斜坡。从而可以控制设定值改变时的速度过渡特性。

最大转速 p1082[0...n]是计算斜坡函数发生器的斜坡上升/下降时间的基准值。可通过斜坡下降时间 p1135[0...n] 设置紧急停机（OFF3）的专用斜坡，例如：在按下急停键后立即执行可控停机。

斜坡函数发生器有 2 种类型：

- 基本斜坡函数发生器，具有
  - 上升和下降斜坡
  - 用于紧急停机（OFF3）的下降斜坡
  - 可通过参数 p1145 设置的跟踪功能
  - 斜坡函数发生器的设置值
- 扩展斜坡函数发生器还具有
  - 开始端平滑和结束端平滑

说明

在 JOG 运行中(r0046.31 = 1)，无法通过 p1141 冻结斜坡函数发生器。

基本斜坡函数发生器的特性

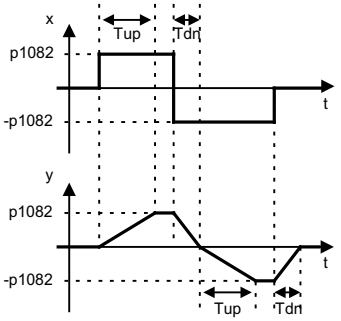


图 3-8 使用基本斜坡函数发生器时的斜坡上升/下降时间

- 斜坡上升时间 T_{up} p1120[0...n]
- 斜坡下降时间 T_{dn} p1121[0...n]

- OFF3 下降斜坡：
  - OFF3 斜坡下降时间 p1135[0...n]
- 设置斜坡函数发生器：
  - 斜坡函数发生器设置值 p1144[0...n]
  - 设置斜坡函数发生器信号 p1143[0...n]
- 由 p1141 冻结斜坡函数发生器（不处于 JOG 运行中 r0046.31 = 1）

扩展斜坡函数发生器的特性

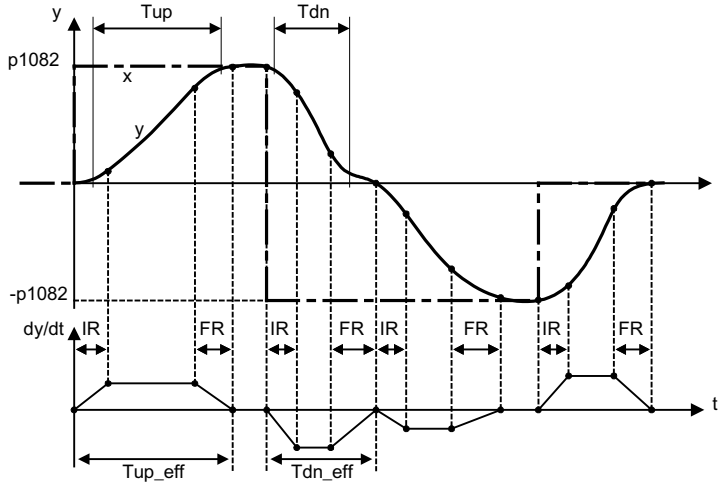


图 3-9　扩展斜坡函数发生器

- 斜坡上升时间 T_{up} p1120[0...n]
- 斜坡下降时间 T_{dn} p1121[0...n]
- 开始端平滑 IR p1130[0...n]
- 结束端平滑 FR p1131[0...n]
- 有效的斜坡上升时间
  $T_{up_eff} = T_{up} + (IR/2 + FR/2)$
- 有效的斜坡下降时间
  $T_{dn_eff} = T_{dn} + (IR/2 + FR/2)$
  - OFF3 下降斜坡
  - OFF3 斜坡下降时间 p1135[0...n]
  - OFF3 开始端平滑 p1136[0...n]
  - OFF3 结束端平滑 p1137[0...n]

- 设置斜坡函数发生器
  - 斜坡函数发生器设置值 p1144[0...n]
  - 设置斜坡函数发生器信号 p1143[0...n]
- 选择斜坡函数发生器平滑类型 p1134[0...n]
  - p1134 = "0":持续平滑；平滑始终生效。可能会出现过冲。在设定值发生改变时，该平滑方式首先会执行结束端平滑，然后切换到新的设定值方向。
  - p1134 = "1":不持续平滑；在设定值发生改变时会立即切换到新的设定值方向。
- 斜坡函数发生器的配置，在过零点时取消平滑 p1151[0...n]
- 由 p1141 冻结斜坡函数发生器（不处于 JOG 运行中 r0046.31 = 1）

上升斜坡和下降斜坡的比例

借助斜坡升降时间的比例系数，可通过 PROFIdrive 报文循环控制参数 p1120 和 p1121 中设置的斜坡升降时间。

- 通过 p1138[0...n] 设置斜坡函数发生器斜升时间 p1120[0...n] 的比例标度的信号源。
- 通过 p1139[0...n] 设置斜坡函数发生器斜降时间 p1121[0...n] 的比例标度的信号源。

在循环 PROFIdrive 报文中可以单独修改斜坡时间。如果希望同时修改斜坡时间，可以将 PROFIdrive 报文传递的比例系数连接到这两个模拟量端子上。

比例标度对开始端平滑或结束端平滑也有效。但与上升斜坡的尺寸不同。因此会显示不正确的有效斜升时间。采用约 50 % 至 200 % 的比例系数时，可得到最为精确的有效斜升时间。

斜坡函数发生器的超驰控制

- 使用 Safety Integrated 功能时的下降斜坡：
  若激活了 Safety Integrated 功能且由下降斜坡进行监控，则只有通过 p1135 设置的 OFF3 斜坡生效。此时通过 p1051/p1052 选择转速设定值限值。
- 使用功能模块“扩展停止和退回”（ESR）时的下降斜坡：
  若激活了 ESR，则通过 p0893 给定斜坡函数发生器下降转速的设定值。减速将不通过斜坡函数发生器斜坡时间，而是通过 OFF3 斜坡进行控制。

使用 STARTER 设定参数

在调试工具“STARTER”中，可以按下功能栏中的图标  选择“斜坡函数发生器”设置窗口。

3.6.1 斜坡函数发生器跟踪

斜坡函数发生器 (HLG) 可带或不带跟踪运行。

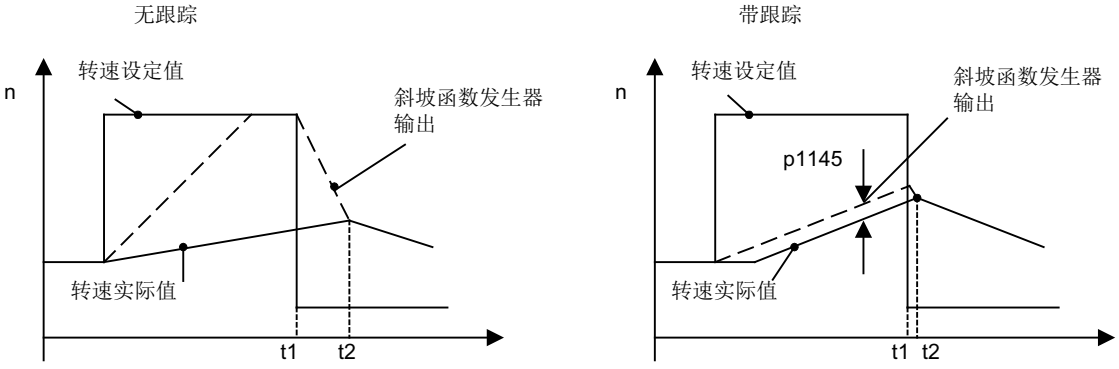


图 3-10 斜坡函数发生器跟踪

不带斜坡函数发生器跟踪

- p1145 = 0
- 虽然设定值 < 实际值，但驱动仍加速运行到 t2

带标准斜坡函数发生器跟踪

- p1145 > 1 时（0 和 1 之间的值无效），一旦转矩限制功能响应，斜坡函数发生器跟踪便激活。此时，斜坡函数发生器输出端的值只会按照 p1145 中设定的值超出转速实际值。
- t1 和 t2 几乎相同

说明

小电机

小型电机上根据应用所必需的控制器设置，设定值和实际值之间总会产生较大的偏差。该情况下，转矩负载的突然停止会导致较大的不受控转速跳转。设置参数 p1400.16 = 1 可将设定值与实际值更贴近并减小转速跳转。设置该参数后，只有当其达到转矩限值时才能停止转速控制器的积分部件。

标准斜坡函数发生器跟踪

负载转矩达到驱动的转矩限值并导致转速实际值骤降时，斜坡函数发生器输出不会跟踪转速实际值。选择的斜坡上升时间过小导致斜坡上升过程中超出转矩限值时，斜坡函数发生器的有效斜坡上升时间将延长。

结果：一旦负载转矩回落，驱动会从电流限值再次加速到设定值。一旦达到转矩限值、功率限值或电流限值，斜坡上升将立即停止。可通过 p1145 设置所允许的跟随误差。此时转

速设定值会对所设置的跟随误差进行跟踪。上升斜坡会被削平。如果转矩降低，驱动会通过削平的斜坡从转矩/电流限值继续加速到转速设定值。

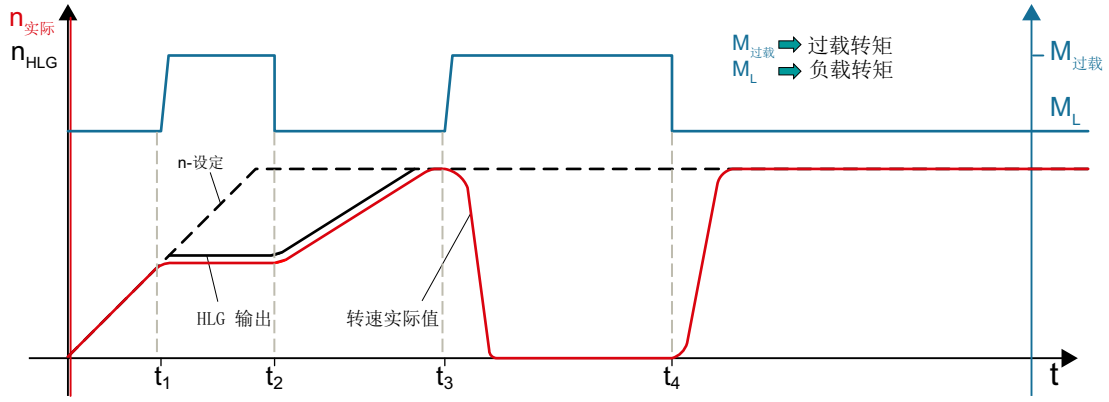


图 3-11　斜坡函数发生器跟踪标准

在 t_1 和 t_3 时间点，除负载转矩 M_L 外，还有额外的过载转矩 $M_{Ül}$ 开始作用于驱动。此时会超出驱动的转矩限值。

在 t_1 时间点，驱动启动过程中位于设定的斜坡函数发生器斜坡上。额外的转矩会阻止电机在斜坡函数发生器斜坡上继续加速到额定转速。

斜坡函数发生器输出会通过 p1145 > 1 跟踪转速实际值，这会导致 $M_Ü$ 回落时上升斜坡削平。驱动通过削平的斜坡从电流/转矩限值加速到转速设定值（t_2）。

在 t_3 时间点，驱动达到设定的转速设定值，并已处于弱磁区中。附加的转矩会使驱动制动直至达到静止状态。

在 t_4 时间点，转矩重新降至 M_L。由于斜坡函数发生器输出不跟踪转速实际值，此时驱动会从转矩/电流限值加速到转速设定值。

扩展斜坡函数发生器跟踪

借助扩展斜坡函数发生器跟踪，当驱动达到转矩限值时，斜坡函数发生器输出会再次回退到转速实际值。这样驱动就不是从电流限值，而是在设置的上升斜坡上再次回退到初始设定值。

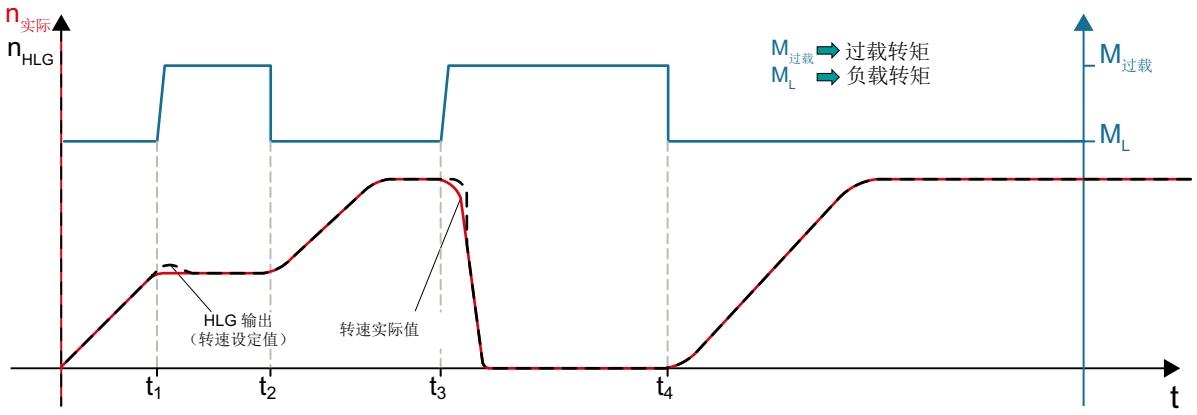


图 3-12　扩展斜坡函数发生器跟踪

在 t_1 和 t_3 时间点，附加转矩开始生效，斜坡函数发生器输出跟踪转速实际值。这样一来，当转矩再次降至负载转矩 M_L 时，驱动会在设定的斜坡函数发生器斜坡上加速到设定转速（t_2 和 t_4）。

扩展斜坡函数发生器跟踪有 2 种类型可用：

- 斜坡函数发生器跟踪始终生效（p1151.1 = 1）。出现负载冲击时，斜坡函数发生器输出会跟踪实际值。在设定值为零时结束跟踪。
- 斜坡函数发生器跟踪始终生效（p1151.2 = 1）。出现负载冲击时，斜坡函数发生器输出会跟踪实际值。在极性反转时继续跟踪。

3.6.2　信号一览、功能图和重要参数

信号一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 控制信号 STW1.2 OFF3
- 控制信号 STW1.4 斜坡函数发生器使能
- 控制信号 STW1.5 斜坡函数发生器启动/停止
- 控制信号 STW1.6 设定值使能
- 控制信号 STW2.1 跨接斜坡函数发生器

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3001 设定值通道一览
- 3060 设定值通道 - 基本斜坡函数发生器
- 3070 设定值通道 - 扩展斜坡函数发生器
- 3080 设定值通道 - 斜坡函数发生器选择、状态字、跟踪

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1051[0...n] CI：斜坡函数发生器正转速限制
- p1052[0...n] CI：斜坡函数发生器负转速限制
- p1083[0...n] CO:正转速限制
- p1115 斜坡函数发生器选择
- r1119 CO:斜坡函数发生器输入端的设定值
- p1120[0...n] 斜坡函数发生器斜坡上升时间
- p1121[0...n] 斜坡函数发生器斜坡下降时间
- p1122[0...n] BI:斜坡函数发生器跨接
- p1130[0...n] 斜坡函数发生器开始端平滑时间
- p1131[0...n] 斜坡函数发生器结束端平滑时间
- p1134[0...n] 斜坡函数发生器的平滑类型
- p1135[0...n] OFF3 斜坡下降时间
- p1136[0...n] OFF3 开始端平滑时间
- p1137[0...n] OFF3 结束端平滑时间
- p1138[0...n] CI：斜坡函数发生器加速时间的比例系数
- p1139[0...n] CI：斜坡函数发生器减速时间的比例系数
- p1140[0...n] BI:使能/禁止斜坡函数发生器
- p1141[0...n] BI:继续运行/冻结斜坡函数发生器
- p1143[0...n] BI:斜坡函数发生器接收设置值
- p1144[0...n] CI：斜坡函数发生器 设置值
- p1145[0...n] 斜坡函数发生器跟踪的误差
- p1148 [0...n] 斜坡函数发生器斜坡上升/下降公差生效
- r1149 CO:斜坡函数发生器加速度
- r1150 CO:斜坡函数发生器输出端的转速设定值

- p1151 [0...n] 斜坡函数发生器配置
- p1400[0...n] 转速控制配置

伺服控制

4

定义

这种控制类型可以实现高精度、高动态的电机运行（带电机编码器）。

在伺服控制中，相连电机根据其等效电路图数据模拟成一个矢量模型。也就是说，伺服控制中也可以有矢量控制。

在伺服控制中会从其他角度对矢量模型进行优化。减少对控制精度和质量的影响有利于达到高动态响应。

伺服控制的特性：

- 最大计算速度
- 更短的采样时间
- 最大动态响应
- 优先选择动态永磁同步电机

无编码器的伺服控制运行必须经过测试应用的验证。在这种运行方式下，不能保证电机在所有的应用情况下平稳运行。

伺服控制 - 矢量控制的比较

下表对比显示了伺服控制和矢量控制各自的典型特性。

表格 4-1　伺服控制 - 矢量控制的比较

主题	伺服控制	矢量控制
典型应用	• 具有高动态运行控制特性的驱动 • 具有高转速精度和转矩精度的驱动（伺服同步电机） • 和等时同步的 PROFIdrive 实现角同步 • 机床和周期性生产机械 • 高输出频率	• 具有高转速精度和转矩精度、采用转速控制和转矩控制的驱动，特别是在没有编码器的运行中
一个控制单元可以控制的驱动最大数量 **请参见：** 本文档中的“DRIVE-CLiQ 的布线规则 (页 1031)”一章	• 1 电源 + 6 驱动（在电流控制器采样时间为 125 µs 及转速控制器采样时间为 125 µs 时） • 1 电源 + 3 驱动（在电流控制器采样时间为 62.5 µs 及转速控制器采样时间为 62.5 µs 时） • 1 电源 + 1 驱动（在电流控制器采样时间为 31.25 µs 及转速控制器采样时间为 62.5 µs 时） • 混合运行，125 µs 下的伺服控制和 V/f 控制，最多 11 驱动	• 1 电源 + 3 驱动（在电流控制器采样时间为 250 µs 及转速控制器采样时间为 1 ms 时） • 1 电源 + 6 驱动（在电流控制器采样时间为 400 µs/500 µs 及转速控制器采样时间为 1.6 ms/2 ms 时） • V/f 控制：1 电源 + 12 驱动（在电流控制器采样时间为 500 µs 及转速控制器采样时间为 2000 µs 时） • 混合运行，500 µs 下的矢量控制和 V/f 控制，最多 11 驱动
动态响应	高	中等
提示： 采样条件的更多相关信息请参见本手册中的“采样时间设置规定 (页 1023)”子章节。		

主题	伺服控制	矢量控制
可以连接的电机	● 同步伺服电机 ● 永磁同步电机 ● 异步电机 ● 转矩电机 ● 直线电机	● 同步电机（包含转矩电机） ● 永磁同步电机 ● 异步电机 ● 纺织行业用磁阻电机（仅适用于 V/f 控制） ● 同步磁阻电机 ● 他励同步电机 ● 直线电机 **提示：** 不可连接 1FT6、1FK6 和 1FK7 系列的同步电机。
位置接口，通过用于上级 Motion Control 控制系统的 PROFIdrive	支持	支持
无编码器的转速控制	支持，从 10 % 电机额定转速起生效，在此转速下为开环控制运行	支持，对异步电机（ASM）和永磁同步电机（PMSM）从静止状态起生效
电机数据识别	支持	支持
转速控制器采样时间优化	支持	支持
V/f 控制	支持	支持（不同的特性曲线）
无编码器的 转矩控制	不支持	支持，从 10 % 电机额定转速起生效，在此转速下为开环控制运行
异步电机的弱磁区域	≤ 16 x 弱磁起始转速（带编码器） ≤ 5 x 弱磁起始转速（不带编码器）	≤5 x 电机额定转速

主题	伺服控制	矢量控制
闭环控制中的最大输出频率	• 31.25 µs / 16 kHz 时为 2600 Hz • 62.5 µs / 8 kHz 时为 1300 Hz • 125 µs / 4 kHz 时为 650 Hz • 250 µs / 2 kHz 时为 300 Hz **提示：** SINAMICS S 无需经过优化即可达到上述数值。 在满足以下补充条件且进行了附加优化的情况下，可设置更高的频率： • 最高至 3000 Hz – 无编码器运行 – 与闭环控制电源配合使用 • 最高至 3200 Hz – 带编码器运行 – 与闭环控制电源配合使用 • 绝对上限为 3200 Hz 根据出口管理条例，600 Hz 频率以上的运行需要获得授权 / 许可。	• 250 µs / 4 kHz 或 400 µs / 5 kHz 时为 300 Hz • 500 µs / 4 kHz 时为 240 Hz **说明：** 如果需要更高的输出频率，请咨询西门子专业人员。
提示： 请注意设备手册中降容特性曲线！ 使用 du/dt 滤波器和正弦滤波器时的最大输出频率为 150 Hz		
达到电机热极限值时的响应	降低电流设定值或断路	降低脉冲频率和/或电流设定值；或断路（不适用于并联或采用正弦滤波器时）
转速设定值通道 （斜坡函数发生器）	可选 （在电流控制器采样时间为 125 µs 或转速控制器采样时间为 125 µs 时减少驱动数量，从 6 个电机模块减少为 5 个电机模块）	标准

主题	伺服控制	矢量控制
功率单元的并联	不支持	• 书本型：不支持 • 装机装柜型：支持
允许的电机额定电流（p0305）和电机模块额定电流（r0207）之比	在伺服控制中，允许的电机额定电流（p0305）和电机模块额定电流（r0207）之比为 1:1 到 1:4。 考虑到转矩精度和运行特性的限制，比例也可以到 1:8。	在矢量控制中，允许的电机额定电流（p0305）和电机模块额定电流（r0207）之比为 1.3:1 到 1:4。 考虑到转矩精度和运行特性的限制，比例也可以到 1:8。

4.1 工艺应用（Application）

参数 p0500 可用于调整如何计算开环和闭环控制参数。其中的预设置已提供了一些适用于标准应用的数值，使用方便。

您可以对于下工艺应用进行一些预设置：

p0500 的值　使用目的

- 100　标准驱动（伺服）
- 101　进给驱动（极限电流限制）
- 102　无编码器闭环控制，直至 f = 0（被动负载）

所有受影响的参数和设置的数值请参考 SINAMICS S120/S150 参数手册。

计算

您可以按照以下方式来启动工艺相关参数的计算：

- 在退出快速调试时设置 p3900 > 0
- 在自动计算电机/控制参数时，设置 p0340 = 1、3、5
- 在计算工艺相关参数时，设置 p0578 = 1

4.2 设定值相加

定义

设定值相加最多可以合并 2 个转速设定值。当设定值通道中的主设定值和附加设定值的使用受到转速限制和斜坡函数发生器的影响时，此处转速设定值会立即生效。为此，斜坡函数发生器的加速和减速斜坡失效。

上级位置控制的转速实际值适合用作可通过 PROFIdrive 报文设定的源。将报文的控制字作为 BICO 源互联。转速设定值之后按总线周期（如 PROFINET 周期）更新。

附加转速设定值可通过设定值相加减少对位置控制中的转速设定值的干扰。

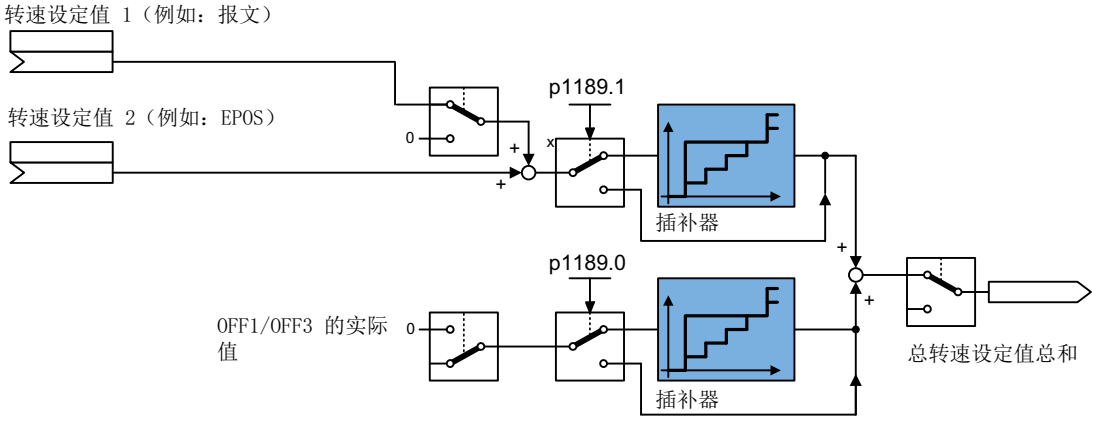


图 4-1 设定值相加

插补器

使用上级控制器中的转速设定值时，转速设定值只会按总线周期更新。总线周期通常会比 SINAMICS 驱动的电流控制器周期慢很多，这可能会导致分级。同时使用插补器可在总线周期之间对转速设定值进行线性插补，以计算可能出现的分级。

插补器仅在功能模块“基本定位器”激活时或等时同步运行中有效。

设定值相加的参数设置

1. 互联 p1155 的信号源。
2. 互联 p1160 的信号源。
3. 在 p1189[1] 的下拉列表中选择“Yes”，激活用于转速设定值的插补器。

OFF1/OFF3 时的转速实际值

如果因 OFF1/OFF3 事件触发且功能模块“扩展设定值通道”未激活，驱动会通过“减速斜坡”对话框中设置的 OFF1 和 OFF3 时间减速运行。

1. 在 p1121[0] 中输入减速时间值。
2. 在 p1135 中输入 OFF3 减速时间值。
3. 在 p1189[0] 的下拉列表中选择 “Yes”，激活用于减速斜坡的插补器。仅当扩展设定值通道未激活时，才会显示减速斜坡的参数。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3080　设定值通道 - 斜坡函数发生器选择、状态字、跟踪

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1121[0...n]　斜坡函数发生器的斜降时间
- p1135[0...n]　OFF3 斜降时间
- p1155[0...n]　CI：转速控制器：转速设定值 1
- p1160[0...n]　CI：转速控制器：转速设定值 2
- p1189[0...n]　转速设定值配置

4.3 转速设定值滤波器

定义

转速设定值滤波器用于屏蔽或缩小某个频率范围。可提供不同的滤波器类型。

转速设定值滤波器不影响转速控制器的稳定性。控制性能中的动态响应会因平滑而降低。

两个转速设定值滤波器的结构相同，可通过参数 p1415[0...n] (滤波器 1)和 p1421[0...n] (滤波器 2)做如下设置：

- 带阻滤波器
- 一阶低通滤波器(PT1)或
- 二阶低通滤波器(PT2)

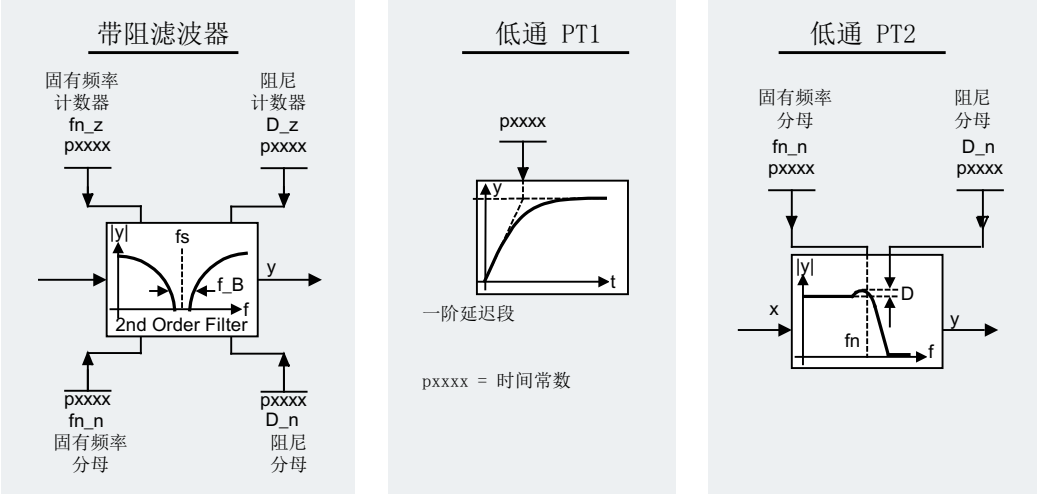


图 4-2　转速设定值滤波器概述

通过专家列表激活和设置转速设定值滤波器

可通过参数 p1414[0...n] 激活 STARTER 专家列表中的 2 个转速设定值滤波器。

1. 选中参数 p1414[0] 并选择分类。
2. 选择所需的转速设定值滤波器并在参数行的下拉列表中选择设置 “[1] Yes”。
   为需要激活的附加转速设定值滤波器重复该过程。

3. 为每个激活的转速设定值滤波器（参数范围 p1415 ... p1426）设置以下值：
   - 类型
   - 时间常数
   - 分母固有频率
   - 分母阻尼
   - 分子固有频率
   - 分子阻尼
4. 然后保存修改的项目设置。

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可使用功能栏中的图标 打开设置窗口 “Speed setpoint filter”。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5020 伺服控制 - 转速设定值滤波器和转速前馈控制

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1414[0...n] 激活转速设定值滤波器
- p1415[0...n] 转速设定值滤波器 1 的类型
- p1416[0...n] 转速设定值滤波器 1 的时间常数
- p1417[0...n] 转速设定值滤波器 1 的分母固有频率
- p1418[0...n] 转速设定值滤波器 1 的分母阻尼
- p1419[0...n] 转速设定值滤波器 1 的分子固有频率
- p1420[0...n] 转速设定值滤波器 1 的分子阻尼
- p1421[0...n] 转速设定值滤波器 2 的类型
- p1422[0...n] 转速设定值滤波器 2 的时间常数
- p1423[0...n] 转速设定值滤波器 2 的分母固有频率
- p1424[0...n] 转速设定值滤波器 2 的分母阻尼
- p1425[0...n] 转速设定值滤波器 2 的分子固有频率
- p1426[0...n] 转速设定值滤波器 2 的分子阻尼

4.4 转速控制器

4.4.1 转速控制器

在带编码器的运行中，转速控制器根据编码器提供的实际值控制电机的转速；在不带编码器的运行中，转速控制器根据计算出的转速实际值控制电机转速。

特性

- 转速设定值滤波器
- 转速控制器适配

说明

转速控制和转矩控制无法同时进行。 如果激活了转速控制，则转矩控制失效。

限制

最大转速 r1082[D] 的缺省设置是所选电机的标准值，在调试时生效。 斜坡函数发生器的斜坡升降时间均以此值为基准。

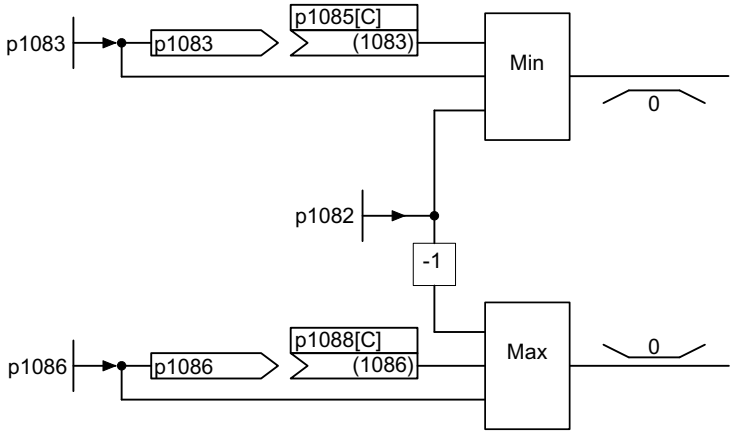


图 4-3 转速控制器限制

4.4.2 转速控制器适配

有 2 种适配方式：自由 K_{p_n} 适配以及和转速相关的 K_{p_n}/T_{n_n} 适配。

自由 K_{p_n} 适配在无编码器运行时也生效，在带有编码器的运行中作为和转速相关的 K_{p_n} 适配的附加系数。

和转速相关的 K_{p_n}/T_{n_n} 适配仅在带有编码器的运行中生效，也会影响 T_{n_n} 值。

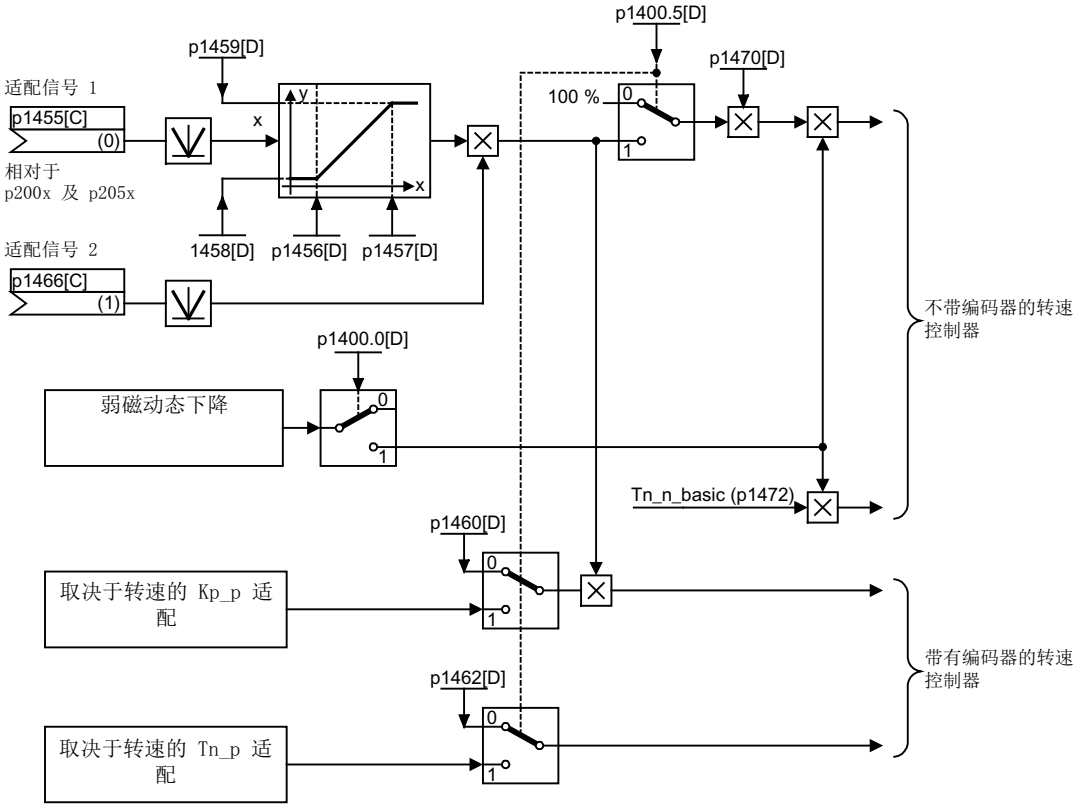


图 4-4　自由 K_{p_n} 适配

和转速相关的适配示例

说明

该适配仅在带有编码器的运行中生效！

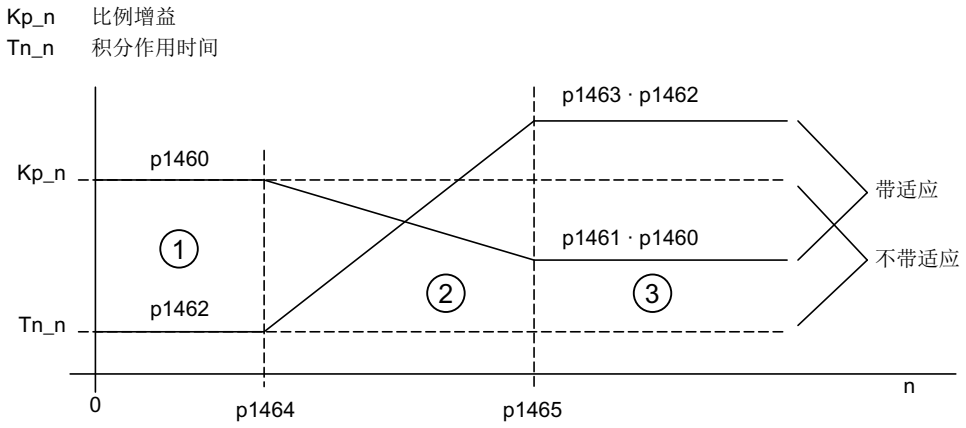


图 4-5 转速控制器 K_{p_n}/T_{n_n} 适配

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Speed controller” 设置窗口。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5050 伺服控制 - 转速控制器适配（K_{p_n}/T_{n_n} 适配）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

自由 Kp_n 适配

- p1455[0...n] CI：转速控制器比例增益适配信号
- p1456[0...n] 转速控制器比例增益适配区起点
- p1457[0...n] 转速控制器比例增益适配区终点
- p1458[0...n] 起点前的适配系数
- p1459[0...n] 终点后的适配系数

和转速相关的 Kp_n/Tn_n 适配

- p1460[0...n] 转速控制器适配转速区的比例增益
- p1461[0...n] 转速控制器适配转速区后的比例增益（比例系数）
- p1462[0...n] 转速控制器适配转速区前的积分时间

- p1463[0...n] 转速控制器适配转速区后的积分时间（比例系数）
- p1464[0...n] 转速控制器适配转速区起点
- p1465[0...n] 转速控制器适配转速区终点
- p1466[0...n] CI：转速控制器比例增益比例系数

4.4.3 转矩控制运行

通过运行方式选择参数 p1300 或二进制互联输入 p1501 可以从转速控制运行切换到转矩控制运行。切换后转速控制中的所有转矩设定值失效。通过参数可以选择转矩控制运行中的设定值。

特性

- 通过以下方法可以切换到转矩控制运行：
  - 运行方式选择
  - 二进制互联输入
- 转矩设定值可以给定：
  - 转矩设定值源可选择
  - 转矩设定值可缩放
  - 相加的转矩附加设定值可输入
- 显示总转矩

转矩控制运行的调试

1. 设置转矩控制运行（p1300 = 23 或 p1501 = “1” 信号）。
2. 通过以下参数给定转矩设定值：
   – p1511：附加转矩 1 的信号源
   – p1512：附加转矩 1 的比例系数的信号源
   – p1513：附加转矩 2 的信号源

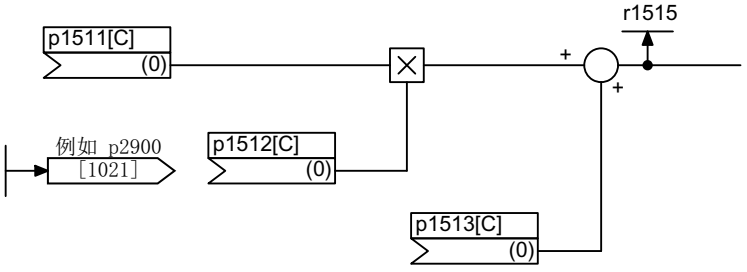


图 4-6　转矩设定值

3. 给出使能。

“OFF”响应

- OFF1 和 p1300 = 23
  – 响应如 OFF2
- OFF1， p1501 = “1” 信号且 p1300 不等于 23
  – 无独立制动响应，制动响应由给定转矩的驱动执行。
  – 在电机制动闭合时间（p1217）届满后，清除脉冲。当转速实际值低于转速阈值（p1226），或者从转速设定值小于等于转速阈值（p1226）起开始的监控时间（p1227）届满时，驱动被识别为“静止”。
  – 接通禁止被激活。

- OFF2
  - 立即清除脉冲，驱动缓慢停转。
  - 可能设置的电机制动立即闭合。
  - 接通禁止被激活。
- OFF3
  - 切换至转速控制运行。
  - 立即给定 n_设定= 0，使驱动沿着 OFF3 下降斜坡(p1135)减速。
  - 在识别出驱动静止后便闭合设置的电机制动。
  - 在电机制动的闭合时间（p1217）结束时，清除脉冲。当转速实际值低于转速阈值（p1226），或者从转速设定值小于等于转速阈值（p1226）起开始的监控时间（p1227）届满时，驱动被识别为“静止”。
  - 接通禁止被激活。

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Torque setpoint” 设置窗口。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5060 伺服控制 - 转矩设定值，控制方式切换
- 5610 伺服控制 - 转矩限制/转矩降低，插补器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1300[0...n] 开环/闭环工作模式
- r1406.8...12 CO/BO:转速控制器控制字
- p1501[0...n] BI:转速/转矩控制切换
- p1511[0...n] CI：附加转矩 1
- p1512[0...n] CI：附加转矩 1 比例系数
- p1513[0...n] CI：附加转矩 2
- r1515 总附加转矩

4.5 转矩设定值限制

转矩设定值限制分为以下步骤：

- 给定一个转矩设定值和一个转矩附加设定值
- 构成转矩极限

在四个象限内都可以将转矩设定值限制在允许的最大值范围内。并可以通过参数为电动式运行和回馈式运行设置不同的极限值。

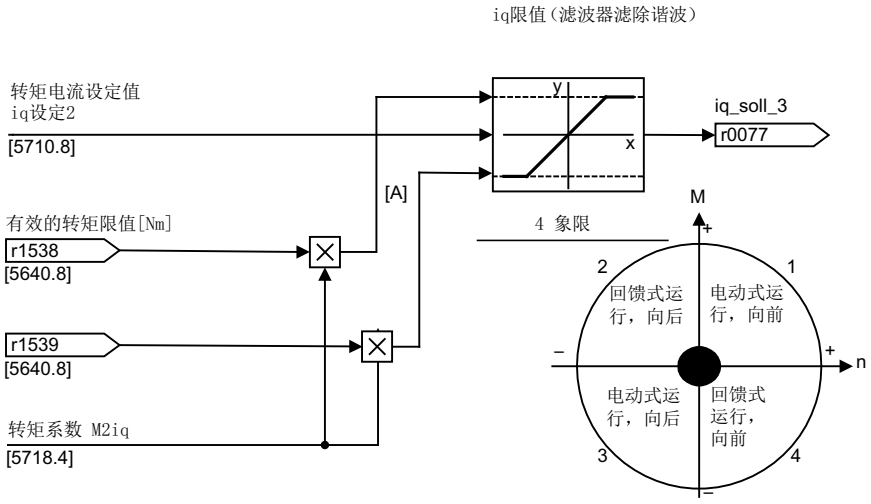


图 4-7　电流设定值限制/转矩设定值限制

说明

该功能在缺省出厂设置中始终生效。

特性

在缺省设置中，该功能的模拟量互联输入端上已经具有固定的转矩极限值。也可以选择在运行时动态改变该转矩极限值。

- 转矩限制的模式可以由一个控制位元选择。有以下限制模式：
  - 转矩上限和下限
  - 电动式和回馈式运行的转矩极限
- 附加的功率限制可设定
  - 电动式运行功率限制
  - 回馈式运行功率限制

- 以下几个因素会由电流控制器监控，因此始终和转矩限制同时生效：
  - 堵转功率
  - 最大转矩电流
- 另外还允许设置值的偏移（参见图“示例：带或不带偏移的转矩极限”）
- 以下转矩极限由参数显示：
  - 所有带和不带偏移的转矩上限中的最小值
  - 所有带和不带偏移的转矩下限中的最大值

转矩限制的类型

有以下几种类型：

- 不作任何设置：
  在实际应用中不需要其他的转矩限制。
- 要求固定的转矩极限：
  固定的转矩上下限、电动/回馈式运行的转矩极限可以通过各自的信号源相互独立地设定。
- 要求动态/可变的转矩极限：
  - 动态/可变的转矩上下限、电动/回馈式运行的转矩极限可以通过各自的信号源相互独立地设定。
  - 可以通过参数选择当前极限值的信号源。
- 可以通过参数设置转矩偏移。
- 此外，还可以通过参数单独设置电动/回馈式运行中的功率限制。

r1534 中的负值或 r1535 中的正值表明另一个转矩方向的最小转矩；如果缺少反作用转矩，驱动可能堵转（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册，功能图 5630）。

⚠ 警告

参数设置错误可导致驱动意外运动

缺少反作用转矩时，转矩极限的参数设置错误可导致驱动意外运动，进而造成人员重伤或死亡。

- 确保参数设置正确。

示例：带或不带偏移的转矩极限

由 p1522 和 p1523 选中的信号会另外进入 p1520 和 p1521 设置的转矩极限中。

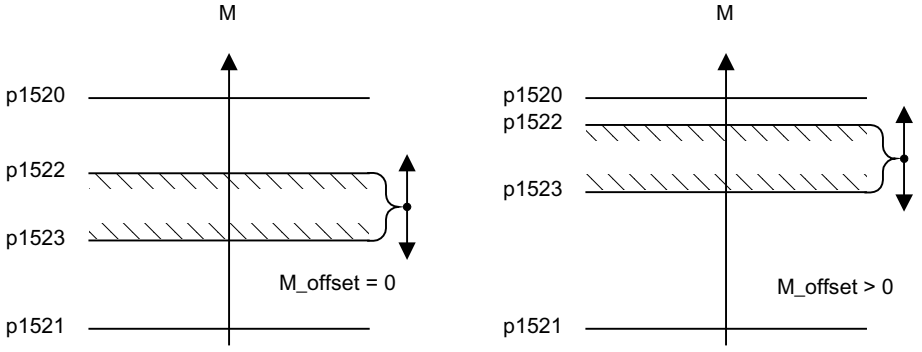


图 4-8　示例：带或不带偏移的转矩极限

示例中的斜线范围显示的是允许的转矩范围。

固定/可变转矩极限的设置

表格 4-2　固定/可变转矩极限的设置

选择	转矩限制的模式			
模式	转矩上限或下限 p1400.4 = 0		电动式/回馈式运行转矩极限 p1400.4 = 1	
固定转矩极限	转矩上限，正值	p1520	电动式运行转矩极限，正值	p1520
	转矩下限，负值	p1521	回馈式运行转矩极限，负值	p1521
可变转矩极限的信号源	转矩上限	p1522	电动式运行转矩极限	p1522
	转矩下限	p1523	回馈式运行转矩极限	p1523
转矩极限可变比例系数的信号源	转矩上限	p1528	电动式运行转矩极限	p1528
	转矩下限	p1529	回馈式运行转矩极限	p1529
转矩极限的转矩偏移	转矩上限和下限同时平移	p1532	电动/回馈式运行转矩极限同时平移	p1532

激活转矩极限

1. 通过参数选择转矩极限的来源（参见表格“固定/可变转矩极限的设置”）。
2. 通过控制字确定转矩限制的模式。
3. 必要时可进行以下设置：
   - 选择附加的一些限制，然后激活这些限制。
   - 设置转矩偏移。

示例

- 运行到固定停止点
- 连续运行的货物运输装置和卷曲机上的拉力控制

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Torque limit” 设置窗口。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5609 伺服控制 - 转矩极限值形成一览
- 5610 伺服控制 - 转矩限制/转矩降低，插补器
- 5620 伺服控制 - 电动式/回馈式转矩极限
- 5630 伺服控制 - 转矩上限/转矩下限
- 5640 伺服控制 - 模式转换，功率限制/电流限制

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0640[0...n] 电流极限
- p1400[0...n] 转速控制配置
- r1508 CO:加上附加力矩前的转矩设定值
- r1509 CO:转矩限制前的转矩设定值
- r1515 总附加转矩
- p1520[0...n] CO:转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1521[0...n] CO:转矩下限/回馈式运行转矩极限
- p1522[0...n] CI：转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1523[0...n] CI：转矩下限/回馈式运行转矩极限
- r1526 CO:电动式运行转矩上限，无偏移
- r1527 CO:回馈式运行转矩下限，无偏移
- p1528[0...n] CI：转矩上限/电动式运行转矩极限比例系数
- p1529[0...n] CI：转矩下限/回馈式运行转矩极限比例系数
- p1530[0...n] 电动式运行功率极限
- p1531[0...n] 回馈式运行功率极限
- p1532[0...n] CO:转矩极限偏移

- r1533 所有电流极限中的最大转矩电流
- r1534 CO:所有转矩极限中的最大值
- r1535 CO:所有转矩极限中的最小值
- r1538 CO:转矩上限生效
- r1539 CO:转矩下限生效

4.6 电流设定值滤波器

激活并设置电流设定值滤波器

通常情况下提供 1 个到 4 个电流设定值滤波器。在离线模式下，可在驱动的对象属性中激活电流设定值滤波器 5 到 10。

1. 如果需要 4 个以上的电流设定值滤波器，应在项目导航器中选中所需的伺服驱动并打开右键菜单 “Properties”。
   接着对话框 “Object properties” 打开。
2. 点击标签 “Function module”。
3. 点击鼠标，在功能模块选项中激活功能模块“扩展电流设定值滤波器”
4. 然后将数据载入到目标系统中。
5. 在线选中参数 p1656[0] 并选择分类。
6. 选择所需的电流设定值滤波器（如 p1656[0].0）并在参数行的下拉列表中选择设置 “[1] active”。
   为需要激活的附加电流设定值滤波器重复该过程。
7. 如需 4 台以上的电流设定值滤波器，请选中参数 p5200[0] 并选择分类。
8. 选择所需的附加电流设定值滤波器，在参数行中打开值选择并选择设置 “[1] active”。
   为需要激活的附加电流设定值滤波器重复该过程。
9. 接着必须对激活的电流设定值滤波器进行设置。

电流设定值滤波器	参数范围中的设置
1 ... 4	p1657 ... p1676
5 ... 10	p5201 到 p5230

为每个激活的电流设定值滤波器设置以下值：

- 类型
- 分母固有频率
- 分母阻尼
- 分子阻尼

只要设置了 p1699 = 1，那么即使滤波器参数被修改，系统也不会后台换算滤波器数据。

说明

如果在属性对话框中再次禁用了扩展电流设定值滤波器，那么设置的电流设定值滤波器 5 到 10 的参数值会丢失。

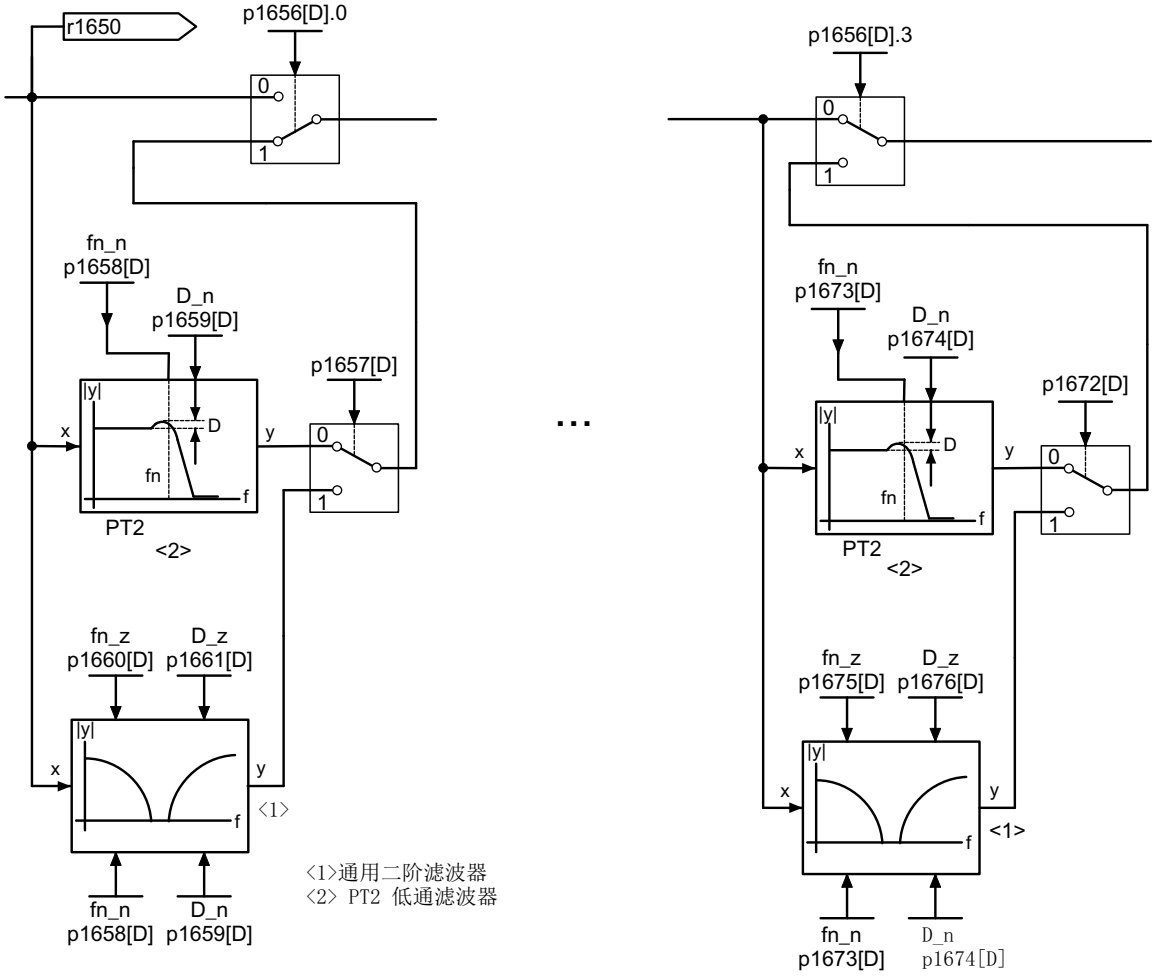
10. 设置 p1699 = 0，开始换算滤波器数据。
11. 然后保存修改的项目设置。

设置示例

可以按照如下方式设置 4 个串联的电流设定值滤波器：

- 二阶低通滤波器（PT2：-40dB/dec）（类型 1）
- 通用二阶滤波器（类型 2）
- 带阻滤波器
- 降低到恒定值的低通滤波器
  具有衰减功能的带阻滤波器和低通滤波器可以通过调试工具 STARTER 换算成通用二阶滤波器的参数。

在幅值特性曲线旁边也显示了相位特性曲线。相位偏移表明控制对象出现延迟，应尽量小。



<1>通用二阶滤波器
<2> PT2 低通滤波器

滤波器 1　　滤波器 4

图 4-9　电流设定值滤波器

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Current setpoint filter” 设置窗口。

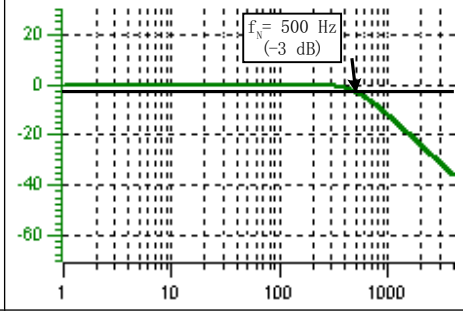
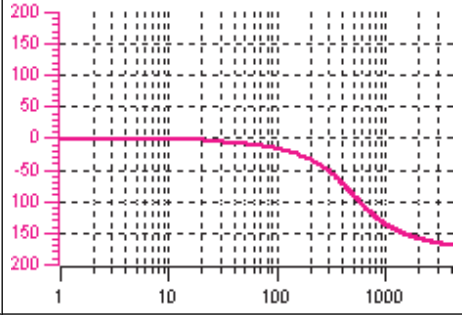
4.6.1 二阶低通滤波器(PT2 滤波器)

传递函数：

$$H_{(s)} = \frac{1}{\left(\frac{s}{2\pi f_N}\right)^2 + \frac{2D_N}{2\pi f_N} \cdot s + 1}$$

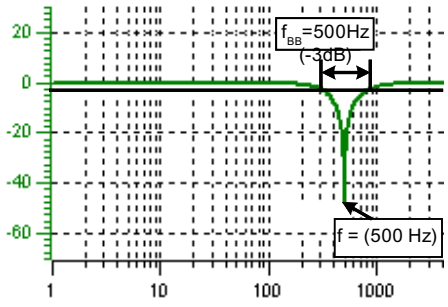
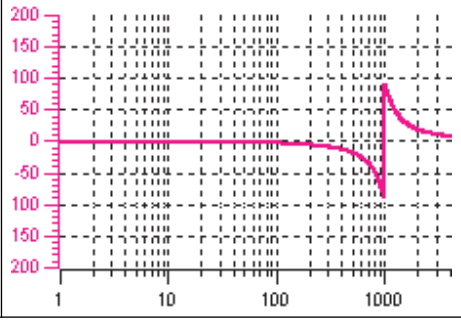
分母固有频率 f_N
分母阻尼系数 D_N

表格 4-3 PT2 滤波器示例

滤波器参数	振幅特性曲线	相位特性曲线
固有频率 f_N 500 Hz 阻尼系数 D_N 0.7 dB		

4.6.2 具有无限陷波深度的带阻滤波器

表格 4-4 示例：具有无限陷波深度的带阻滤波器

滤波器参数	振幅特性曲线	相位特性曲线
截止频率 f_{Sp} = 500 Hz 阻带宽度(-3 dB) f_{BB} = 500 Hz 陷波深度 K =-∞ dB 衰减量 Abs = 0 dB		

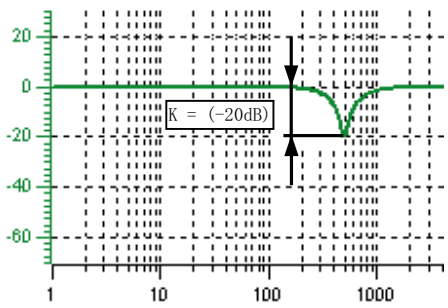
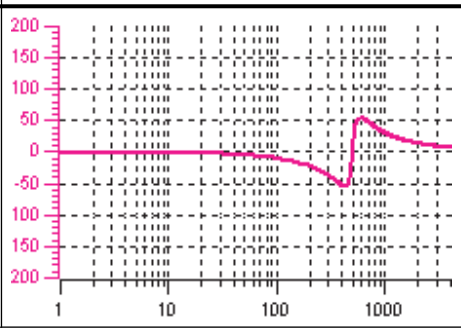
简化了换算到通用滤波器参数的过程：

- 截止频率后有衰减或增强(Abs)
- 截止频率上陷波深度无限
- 分子固有频率 $f_Z = f_{Sp}$
- 分子阻尼系数 $D_Z = 0$
- 分母固有频率 $f_N = f_{Sp}$
- 分母阻尼系数：

$$D_N = \frac{f_{BB}}{2\, f_{Sp}}$$

4.6.3 具有定义陷波深度的带阻滤波器

表格 4-5 示例：具有定义陷波深度的带阻滤波器

滤波器参数	振幅特性曲线	相位特性曲线
截止频率 f_{Sp} = 500 Hz 阻带宽度 f_{BB} = 500 Hz 陷波深度 K = -20 dB 衰减量 Abs = 0 dB		

简化了换算到通用滤波器参数的过程：

- 截止频率后无衰减或增强(Abs)
- 截止频率上陷波深度 K[dB] 已定义，如 -20 dB
- 分子固有频率 $f_Z = f_{Sp}$
- 分子阻尼系数：

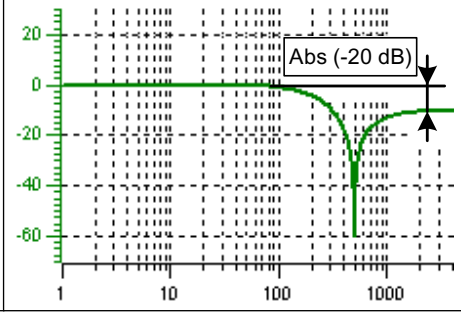
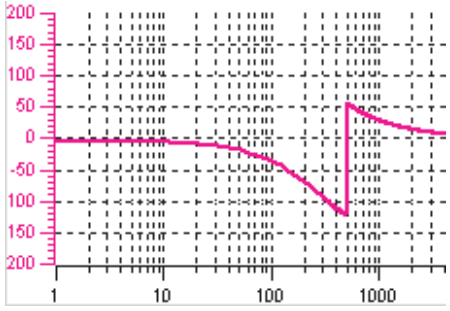
$$D_Z = \frac{f_{BB} \cdot 10^{\frac{K}{20}}}{2 f_{Sp}}$$

- 分母固有频率 $f_N = f_{Sp}$
- 分母阻尼系数：

$$D_N = \frac{f_{BB}}{2 f_{Sp}}$$

4.6.4 具有定义衰减量的带阻滤波器

表格 4-6 示例：带阻滤波器

滤波器参数	振幅特性曲线	相位特性曲线
截止频率 f_{SP} = 500 Hz 阻带宽度 f_{BB} = 500 Hz 陷波深度 K =-∞ dB 衰减量 ABS = -20 dB		

通用的到通用滤波器参数的换算过程：

- 分子固有频率：

$$f_Z = \frac{\omega_Z}{2\pi} = f_{Sp}$$

- 分子阻尼系数：

$$D_Z = 10^{\frac{K}{20}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\left(1 - \frac{1}{10^{\frac{Abs}{20}}}\right)^2 + \frac{f_{BB}^2}{f_{Sp}^2 \cdot 10^{\frac{Abs}{10}}}}$$

- 分母固有频率：

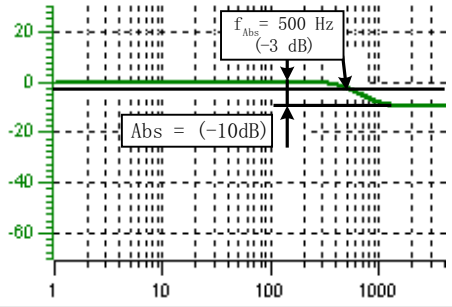
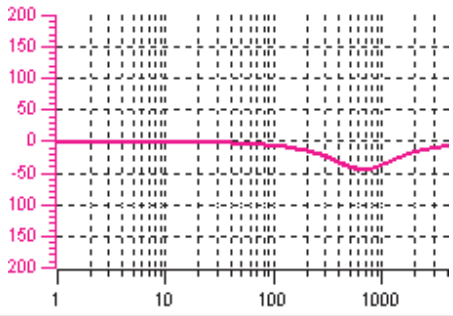
$$f_N = \frac{\omega_N}{2\pi} = f_{Sp} \cdot 10^{\frac{Abs}{40}}$$

- 分母阻尼系数：

$$D_N = \frac{f_{BB}}{2 f_{Sp} \cdot 10^{\frac{Abs}{40}}}$$

4.6.5 具有衰减功能的通用低通滤波器

表格 4-7 示例：具有衰减功能的通用低通滤波器

滤波器参数	振幅特性曲线	相位特性曲线
中心频率 f_{Abs} = 500 Hz 阻尼系数 D = 0.7 衰减量 Abs = -10 dB		

换算到通用滤波器参数：

- 分母固有频率 $f_N = f_{Abs}$（衰减开始）
- 分子固有频率 f_Z

$$f_Z = \frac{f_{Abs}}{10^{\frac{Abs}{40}}}$$

- 分母阻尼系数 $D_N = 0.7$
- 分子阻尼系数：$D_Z = 0.7$

4.6.6 通用二阶滤波器的传递函数

$$H_{(s)} = \frac{\left(\frac{s}{2\pi f_Z}\right)^2 + \frac{2D_Z}{2\pi f_Z} \cdot s + 1}{\left(\frac{s}{2\pi f_N}\right)^2 + \frac{2D_N}{2\pi f_N} \cdot s + 1}$$

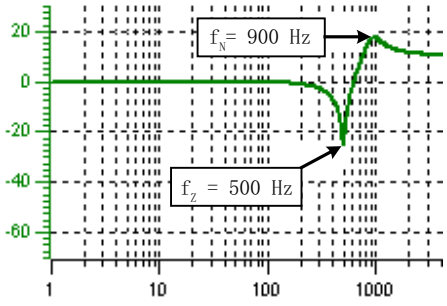
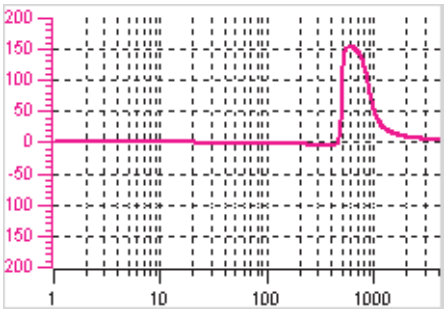
分子固有频率 f_Z

分子阻尼系数 D_Z

分母固有频率 f_N

分母阻尼系数 D_N

表格 4-8　示例：通用二阶滤波器

滤波器参数	振幅特性曲线	相位特性曲线
分子频率 f_Z = 500 Hz 分子阻尼系数 D_Z = 0.02 dB 分母频率 f_N = 900 Hz 分母阻尼系数 D_N = 0.15 dB		

4.6.7　功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5700　伺服控制 - 电流控制一览
- 5710　伺服控制 - 电流设定值滤波器 1 ... 4
- 5711　伺服控制 - 电流设定值滤波器 5 ... 10（r0108.21 = 1）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0108[0...n]　驱动对象功能模块
- p1400[0...n]　转速控制配置
- p1656[0...n]　激活电流设定值滤波器
- p1657[0...n]　电流设定值滤波器 1 的类型
- p1658[0...n]　电流设定值滤波器 1 分母固有频率
- p1659[0...n]　电流设定值滤波器 1 分母阻尼
- p1660[0...n]　电流设定值滤波器 1 分子固有频率
- p1661[0...n]　电流设定值滤波器 1 分子阻尼

- p1662[0...n] 到 p1666[0...n] 电流设定值滤波器 2（各参数含义见电流设定值滤波器 1）
- p1667[0...n] 到 p1671[0...n] 电流设定值滤波器 3（各参数含义见电流设定值滤波器 1）
- p1672[0...n] 到 p1676[0...n] 电流设定值滤波器 4（各参数含义见电流设定值滤波器 1）
- p1699 滤波器数据传送
- p5200[0...n] 电流设定值滤波器 5 到 10 激活
- p5201[0...n] 到 p5205[0...n] 电流设定值滤波器 5（各参数含义见电流设定值滤波器 1）
- p5206[0...n] 到 p5210[0...n] 电流设定值滤波器 6（各参数含义见电流设定值滤波器 1）
- p5211[0...n] 到 p5215[0...n] 电流设定值滤波器 7（各参数含义见电流设定值滤波器 1）
- p5216[0...n] 到 p5220[0...n] 电流设定值滤波器 8（各参数含义见电流设定值滤波器 1）
- p5221[0...n] 到 p5225[0...n] 电流设定值滤波器 9（各参数含义见电流设定值滤波器 1）
- p5226[0...n] 到 p5230[0...n] 电流设定值滤波器 10（各参数含义见电流设定值滤波器 1）

4.7 电流控制器

通常只在首次调试时需要电流控制器。正常运行时无需再进行其他设置。特殊场合下，需对电流控制器设置进行进一步优化。

电流控制器的特性

- 电流控制器用作 PI 控制器。
- 4 个相同的电流设定值滤波器
- 电流限制和转矩限制
- 可进行电流控制器适配
- 在异步电机上可进行磁通控制

电流限制和转矩限制

电流限制和转矩限制在首次调试时会分配到缺省值，但还应根据实际应用进行修改。

电流控制器适配

采用电流控制器适配功能可以根据电流大小降低电流控制器的比例增益。设置 p1402.2 = 0 可以取消该功能。

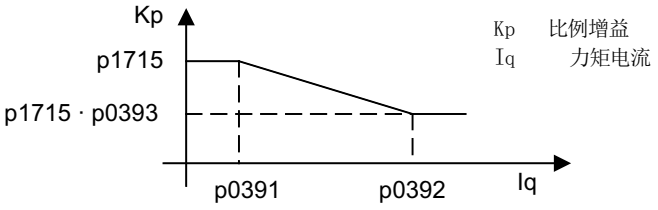


图 4-10 电流控制器适配

磁通控制器（适用于异步电机）

磁通控制器的参数在首次调试时会分配到相应的缺省值，无需再次修改。

使用 STARTER 进行调试

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Current contoller” 设置窗口。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5700 伺服控制 - 电流控制一览
- 5710 伺服控制 - 电流设定值滤波器 1 ... 4
- 5714 伺服控制 - Iq 控制器和 Id 控制器
- 5722 伺服控制 - 磁场电流/磁通设定，磁通降低，磁通调节器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

电流控制

- p1701[0...n] 电流控制器参考模型时滞
- p1715[0...n] 电流控制器比例增益
- p1717[0...n] 电流控制器积分时间

电流限制和转矩限制

- p0323[0...n] 最大电机电流
- p0326[0...n] 电机堵转转矩补偿系数
- p0640[0...n] 电流极限
- p1520[0...n] CO:转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1521[0...n] CO:转矩下限/回馈式运行转矩极限
- p1522[0...n] CI：转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1523[0...n] CI：转矩下限/回馈式运行转矩极限
- p1524[0...n] CO:转矩上限/电动式运行转矩极限比例系数
- p1525[0...n] CO:转矩下限/回馈式运行转矩极限比例系数
- r1526 CO:电动式运行转矩上限，无偏移
- r1527 CO:回馈式运行转矩下限，无偏移
- p1528[0...n] CI：转矩上限/电动式运行转矩极限比例系数
- p1529[0...n] CI：转矩下限/回馈式运行转矩极限比例系数信号源
- p1530[0...n] 电动式运行功率极限
- p1531[0...n] 回馈式运行功率极限
- p1532[0...n] CO:转矩极限偏移
- r1533 所有电流极限中的最大转矩电流
- r1534 CO:所有转矩极限中的最大值

- r1535 CO:所有转矩极限中的最小值
- r1538 CO:转矩上限生效
- r1539 CO:转矩下限生效

电流控制器适配

- p0391[0...n] 电流控制器适配动作点，比例增益生效
- p0392[0...n] 电流控制器适配动作点，经过适配的比例增益生效
- p0393[0...n] 电流控制器适配比例增益适配系数
- p1590[0...n] 磁通控制器比例增益
- p1592[0...n] 磁通控制器积分时间

4.8 自动优化

“自动优化”这一概念涵盖了所有在运行期间基于内部测量值调整控制器参数的驱动内部功能。

自动优化功能主要应用于：

- 调试支持
- 在负载机械剧烈变化的情形下调整控制器

所设置的参数可在参数中查看，但不会得到非易失性保存。

重要自动优化方式一览

方法	伺服控制	矢量控制	注释
转速控制器优化	-	X	p1960 = 3.4 时，测量整个惯性转矩并据此设置转速控制器以及加速前馈。
自动控制器设置	X	-	按照该步骤可通过 STARTER 自动设置转速控制器。 通过自动设置转速控制器可自动设置电流设定值回路中的滤波器（例如：用于降低共振）。
一键优化（OBT）	X	-	按照该优化方法可在伺服控制时自动优化转速控制器和 EPOS 控制器。 测量一次控制对象后便可据此设置控制器。
在线优化	X	-	按照该优化方法可永久评估控制器参数或确定已设置的惯性转矩（电机和负载转矩）。 使用 EPOS 时总是推荐使用该办法。 调试时没有使用组态工具（例如 STARTER）来优化 EPOS 位置控制器时，也能使用在线优化。 如果没有必要持续测量/优化，则建议在测得控制器数据并将控制器优化和滤波器设置测得值进行了非易失性存储（RAM to ROM）后，再次撤销在线优化。
电流设定值滤波器适配	X	-	电流设定值滤波器适配设计用于运行中机械共振频率会变化的系统。 为此，所选的电流设定值滤波器会自动移至机械共振频率。

4.8.1 一键优化

借助“一键优化”功能可实现对驱动的转速控制器和位置控制器的自动优化。该功能是一个驱动内部功能。因此无需外部工程工具支持。

启用 OBT 时，系统会借助短暂的测试信号测量机械驱动支路。这样便可依据现有负载机械实现对控制器参数的最优调整。

注意
在自动优化期间手动修改控制器参数可导致控制器工作不稳定 如果手动修改自动设置 OBT 的控制器参数，可导致控制器失稳，进而造成财产损失。 • 因此，在一键优化期间请勿修改以下参数： p0430, p1160, p1413 - p1426, p1428, p1429, p1433 - p1435, p1441 , p1460 - p1465, p1498, p1513, p1656 - p1676, p1703, p2533 - p2539, p2567, p2572, p2573。

限制：

优化位置控制器时将只考虑电机测量系统。若针对位置闭环控制使用了一个外部测量系统，那么其可能会导致不稳定的控制器设置。OBT 同样不支持为电流控制器和转速/速度控制器使用不同的采样时间。建议，在此类设置下不要使用 OBT 功能。

说明

同时使用 OBT 和“高级定位控制（包含 Active Vibration Suppression）”（APC）功能时必须提前取消激活 APC 功能。

激活自动优化

自动优化功能通过参数 p5300 激活或取消。

可以进行下列设置：

设置	注释
-1	不激活“自动优化”功能。此设置会被自动修正为 p5300 = 0。此外转速控制器和位置控制器将恢复为预设值。
0	不激活“自动优化”功能。所有控制器参数的当前设置为易失性存储。参数必须进行非易失性存储，从而永久保存测得的转速控制器和位置控制器值（p0977 = 1 或从 RAM 复制到 ROM）。

设置	注释
1	“一键优化”功能生效。一键优化结束后，系统会重新执行一次控制器参数计算。之后设置 p5300 = 0。
2	”在线优化“ 功能生效。预估的转动惯量变化时，系统会循环重新计算控制器参数。

说明

参数 p5300 转换时 p5280 和 p1400 会发生修改。因此，撤销自动优化功能后需要检查参数 p5280 和 p1400 是否正确，必要时进行改正。

配置一键优化

可通过 p5301 进行下列设置：

位	影响
00	借助一个噪音信号测定和设置转速控制器增益。
01	借助一个噪音信号测定和设置可能需要的电流设定值滤波器。这样一来可在转速闭环中实现较高的动态特性。
02	该位置位时，系统将借助一个测试信号测定转动惯量。若该位未置位，则须在参数 p1498 中手动设置负载转动惯量。测试信号必须通过参数 p5308 和 p5309 预先设置。
04	当前可能存在的负载振荡（低频谐振）可借助测试信号测定。此功能可识别约 2 Hz 至 95 Hz 范围内的频率。此时，负载上无需连接直接测量系统。识别到的频率（零点和极点）显示在 p5294[0...2] 和 p5295[0...2] 中。执行此功能前，应通过参数 p5308 设置足够大的运行行程。
05	除了负载振荡识别（参见位 04），还可为识别到的负载振荡设置有效阻尼。此时，识别到的最小零点的频率会自动记录在 p3752 中。前提是，功能模块“APC” (r0108.7 = 1) 以及 p3700.2 = 1。此外，负载转动惯量必须自动通过 p5301.2 计算得出或提前手动输入 p1498 中。 执行此功能后，必须通过 p3700.0 = 1 激活 APC。
07	启用此功能时，系统会依据 p5275 中设置的动态特性对轴进行调整。需为插补轴启用此功能。p5275 中的时间应依据动态特性最低的轴来设置。
08	通过该位根据不带运行行程的频率响应计算出转动惯量并显示在 r5325 中。可通过 p5323 和 p5324 指定转动惯量确定的频率范围。如果未设置位 02，所计算的转动惯量会额外传输至 p1498。

其他设置和显示

参数	设置范围	出厂设置	设置/显示
p5271[0...n]	-	0000 1100 bin	配置一键优化可以进行下列设置： ● 位 03：激活转速前馈控制 该位仅在 EPOS 功能中相关。 ● 位 04：激活转矩前馈控制 – 在 EPOS 激活时，装置会采用 EPOS 的转矩前馈控制（p2567）。 – 在 EPOS 不激活时，装置会采用转速控制器的转速/转矩前馈控制（p1493、p1428、p1429）。 ● 位 07：激活电压前馈控制
r5276	-	-	显示一键优化中估算出的位置控制器增益 位置控制在上位机中实现时，上位机可以采用此处显示的数值。
r5277	-	-	显示一键优化中估算出的位置控制器的前馈对称时间 位置控制在上位机中实现时，上位机可以采用此处显示的数值。
p5292	25 %...125 %	80 %	转速控制器比例增益的动态响应系数。 该值过大时可能会导致转速闭环控制不稳定。
r5293	-	-	显示一键优化中通过 FFT 测量计算出的转速控制器比例增益。
r5294	-	-	显示识别出的机械零点。
r5295	-	-	显示识别出的机械极点。
p5296[0]	1 %...300 %	10 %	设置用于功能 p5301.0 和 p5301.1 的噪音信号的振幅。该值以电机额定转矩 r0333 为基准。
p5296[1]	1 %...300 %	30 %	设置用于功能 p5301.4 和 p5301.5 的噪音信号的振幅。该值以电机额定转矩 r0333 为基准。
p5297[0]	-210000...210000 rpm -210000...210000 rpm	0 rpm 0 m/min	设置用于功能 p5301.0 和 p5301.1 的转速偏移。 这用于避免诸如间隙、静摩擦等非线性效应对测量值造成影响。
p5297[1]	-210000...210000 rpm -210000...210000 rpm	0 rpm 0 m/min	设置用于功能 p5301.4 和 p5301.5 的转速偏移。 这用于避免诸如间隙、静摩擦等非线性效应对测量值造成影响。

参数	设置范围	出厂设置	设置/显示
r5306[0...n]	-	-	已执行的自动优化功能的状态显示。该显示针对的是上一次完成的 p5300，不仅仅是针对一键优化。
p5308	0...30000 度 0...30000 mm	0 度 0 mm	“一键优化”的行程限制。 激活“一键优化” (p5300) 后，正向和负向上的运行范围被限制在所设的位移限制（单位：度）。值 360 度表示一转。
p5309	0 ms...5000 ms	2000 ms	测试信号（三角形）的总信号。

自动预设

激活“一键优化”功能时，系统会自动进行相应设置，以确保驱动的安全和动态运行。

系统会通过测试信号测量机械驱动支路。设置驱动支路时可设置尽可能高的响应特性，从而计算出控制参数。

测试信号一方面包含一个噪声激励，驱动在该激励下执行持续数秒的叠加噪音信号运动。为此需进行下列设置：

- 通过 p5301.0 = 1 设置转速控制器增益。
  参数 p5292 是针对该增益的乘法器。p5292 = 100 % 时，系统会启用 7 dB 的振幅裕量和 45° 的相位裕量。
- 设置 p5301.1 = 1 来设置电流设定值滤波器 2...4。
  系统会设置该滤波器，以实现转速控制回路中的较高增益。典型情形是将带阻置于机械共振。仅在能借此达到较高的转速控制器增益 p1460 时，系统才会设置滤波器。
- 通过设定 p5301.5 = 1，可设置有效的振荡阻尼。
  识别到的负载振荡的频率可在 p3752 “APC 振荡固有频率控制器预设置”中设置。前提是，功能模块“APC” (r0108.7 = 1) 以及 p3700.2 = 1。此外，负载转动惯量必须自动通过 p5301.2 计算得出或提前手动输入 p1498 中。接着，必须通过 p3700.0 = 1 激活“APC”。通过振荡阻尼，可在定位过程中使现有负载振荡衰减。由于弹簧力矩反馈，同步性会变差，可产生不利效果。

另一方面，系统还会向驱动发送一个非常低频的转速设定值信号（三角形）。此时电机会执行一次可明确辨识的运动。位移和持续时间必须通过参数 p5308 和 p5309 设置。

这样便可估算出驱动支路的转动惯量。系统会对剩余的所有控制器参数进行设置。设置与“在线优化”类似。

4.8.2 在线优化

4.8.2.1 “基于驱动的”在线优化

在简单的定位任务中，可通过 EPOS 启用“在线优化”。借助此功能可实现设备运行期间对驱动控制器参数的自动设置，而无需进行用户交互。通过在线优化功能，系统会自动设置转速控制器、位置控制器（含前馈控制）所涉及的控制器参数。此时控制器参数的自动计算取决于电机和负载的转动惯量。负载转动惯量（p1498）既可手动设置，也可通过激活转动惯量估算器 (页 545)一次性或循环测定。

说明

“在线优化”功能通过“转动惯量估算器 (页 545)”功能模块激活。

注意

电机和负载之间的连接刚性不足可导致控制不稳定

计算控制参数时将只考虑电机测量系统。

若针对位置闭环控制使用了一个负载侧测量系统，那么在电机和负载间刚性不足的情形下其可能会导致控制器失稳，进而造成财产损失。

- 刚性较低时应通过 p5273 降低动态系数负载。
- 在为所有 DDS 分配带 TTL/HTL 编码器的相同 EDS 时，应进行相同的参数设置（例如：p5300[0] = -1、p5300[1] = -1 等）。

注意

在自动优化期间手动修改控制器参数可导致控制器工作不稳定

如果手动修改自动设置“在线优化”的控制器参数，可导致控制器失稳，进而造成财产损失。

- 因此在在线优化期间请勿修改以下参数：
  p1413, p1414 - p1426, p1428, p1429, p1433 - p1435, p1441, p1460 - p1465, p1656 - p1676, p1703, p2533 - p2539, p2567。

激活自动优化

自动优化功能通过参数 p5300 激活或取消。

可以进行下列设置：

设置	注释
-1	不激活“自动优化”功能。此设置会被自动修正为 p5300 = 0。此外转速控制器和位置控制器将恢复为预设值。
0	不激活“自动优化”功能。所有控制器参数的当前设置为易失性存储。参数必须进行非易失性存储，从而永久保存测得的转速控制器和位置控制器值（p0977 = 1）。
1	“一键优化”功能生效。系统会执行一次控制器参数计算。之后设置 p5300 = 0。
2	”在线优化“ 功能生效。预估的转动惯量变化时，系统会循环重新计算控制器参数。

说明

参数 p5300 转换时 p5280 和 p1400 会发生修改。因此，撤销自动优化功能后需要检查参数 p5280 和 p1400 是否正确，必要时进行改正。

配置在线优化

过程：

1. 通过 p5300 = 2 激活在线优化。
2. 通过参数 p5302 配置顺序控制。
3. 通过参数 p5271 参数设置控制器。

说明

保存

参数必须进行非易失性存储，从而永久保存测得的转速控制器和位置控制器值（RAM to ROM 或 p0977 = 1）。这样例如可使在线优化的初始值在上电后得以保留。

说明

转动惯量估算器的功能和边界条件

请留意转动惯量估算器 (页 545)一章中的相关提示。

说明

转动惯量估算器复位

通过取消在线优化并重新激活，所估算的负载转动惯量和负载转矩将复位。

设置顺序控制：

可通过 p5302 对顺序控制进行下列设置：

位	影响
00	借助一个噪音信号测定和设置转速控制器增益。 “此功能尚在准备中”
01	借助一个噪音信号测定和设置可能需要的电流设定值滤波器。这样一来可在转速闭环中实现较高的动态特性。 “此功能尚在准备中”
02	该位置位时，系统将借助转动惯量估算器测定转动惯量。若该位未置位，则须在参数 p1498 中手动设置负载转动惯量。测试信号必须通过参数 p5308 和 p5309 预先设置。
03	• 采用“一次性”参数设置时，系统在转动惯量 p1498 测定完毕后取消激活转动惯量估算器。之后必须对参数执行非易失性存储（p0977=1）。 • 若设置采用“循环”参数设置，那么系统会持续测定转动惯量并调整控制器参数。转动惯量测定完毕后（r1407.26 = 1），建议保存参数，这样在上电后便不必重新准备控制器。
06	激活该位后，电流设定值滤波器适配 (页 129)功能使能。该功能对于机械系统中降低可变共振非常有效。
07	启用此功能时，系统会依据 p5275 中设置的动态特性对轴进行调整。需为插补轴启用此功能。p5275 中的时间应依据动态特性最低的轴来设置。

参数设置控制器

通过参数 p5271 可进行下列控制器设置：

- 通过 p5273 估算为转速控制器增益预估的负载。
- 激活基本定位器 (EPOS) 上的转速前馈控制。
- 激活转矩前馈控制。
- 只在转速前馈控制（位 3）或转矩前馈控制（位 4）激活时：
  将控制器用作位置环中的 PD 控制器，以提高位置控制器的动态响应性能。
- 测定基本定位器（EPOS）功能下的加速度上限。

- 不修改 Kp（转速控制器增益）。
- 激活电压前馈控制。

其他设置和显示

- 设置用于转速控制器 P 增益的动态响应系数（p5272）。
- 通过负载动态响应系数（p5273）为转速控制器 P 增益设置预估负载转动惯量的分量。
- 显示转速环的预估动态特性（r5274）作为 PT1 时间常量。
- 为动态时间常量设置相同的时间常量（p5275），从而使插补驱动通过前馈控制获取定义的动态特性。但是无法始终确保定位无过冲。
- 显示估算出的 Kv 系数（r5276）。在上位机中设置位置控制器的增益时，可以采用该值。前提条件：驱动中的 DSC 生效。
- 显示估算出的前馈控制对称时间（r5277）。在上位机中设置位置控制器的前馈控制平衡时，可以采用该值。前提条件：驱动中的 DSC 生效。

4.8.2.2 运行时的自动预设和适配

自动预设

激活“在线优化”功能时，系统会自动进行相应设置，以确保“自动优化”功能安全运行。

电流设定值滤波器

PT2 滤波器 1 的固有频率与电流控制器周期和转速控制器周期成比例。 采样频率越高，相位平均频率也就越高，这样一来设置的电流设定值滤波器频率也越高。

通过 p5272 设置了较低的动态特性时，控制回路对驱动支路中的共振不敏感。

通过 p5272 设置了较高的动态特性时，控制回路则会对驱动支路中的共振敏感。

同样地，可在电流设定值中设置附加的带阻来避免共振造成控制回路不稳定。

转速实际值滤波器

必须启用转速实际值滤波器的情形例如有：编码器的分辨率相对较差。 系统会基于编码器分辨率和电机转动惯量计算转速实际值滤波器（p1441）。 计算控制器参数时，系统会将转速实际值滤波器的时间常量考虑在内。

适配的共振滤波器

系统会根据所设置的采样时间为适配的共振滤波器设定极限频率。 这些频率也可手动修改。

经过适配的控制器参数

一旦“在线优化”激活，系统会立即依据预估的转动惯量调整控制器参数。 仅当转动惯量高出上一次计算的值 5 % 以上时，系统才会重新计算控制器参数。 否则控制器设置将保持不变。

所有适配的控制器设置均取决于转动惯量，即由转动惯量估算器测定。 置位了 p5271.2 = 1 时，Kp 系数直接取决于该转动惯量。

所有其他变量都不是由该转动惯量直接决定。

Kp（转速控制器增益）

转速控制器增益基于电机转动惯量成比例设置。 该增益与动态响应系数 p5272 成比例。 仅当设置了 p5271.2 时才可根据估算的惯量进行 Kp 系数的适配。

通过参数 p5273 可设置在计算 Kp 系数时作为生效惯量启用的预估负载转动惯量的百分比。 设置为 0 % 时仅电机转动惯量生效，设置为 100 % 时在 Kp 系数计算中启用全部负载转动惯量。

计算转速控制器增益时，系统同样会将参数设置的电流设定值滤波器或转速实际值滤波器的时间常量考虑在内。

Tn（转速控制器积分时间）

积分时间基于预估的转速控制环动态特性（r5274）得出。

参考模型

参考模型依据转速控制器的动态特性为转速控制器的积分器输入调整转速设定值。 这样一来可在修改设定值时降低转速过冲。

位置控制器

进行位置控制时应区分以下 2 种可通过位 p5271.0 选择的情况。

- p5271.0 = 0（未生效）
  在此情形下位置控制器的作用如同普通的 P 控制器。 系统会基于预估的转速控制回路动态特性和采样时间调整位置控制器增益（Kv 系数）。
- p5271.0 = 1（生效）
  若该位置位，且预估的动态特性（r5274）大于 16 ms，那么系统会设置首个转速设定值滤波器作为 D 滤波器。 此设置会使高频增益提升，且滤波器在转速控制器的带宽范围内的作用方式也不同（较大的相位裕度）。 这相当于一个 PD 控制器。 Kv 系数可能会因此显著增大。

此外系统还会对前馈均衡控制进行调整。

转速控制器前馈均衡控制取决于参数 p5271 和 p5275。

测定加速度上限

前提条件是驱动中启用了脉冲禁止，且先前已测定最大转动惯量。

基本定位器（EPOS）功能下的最大设定加速度基于预估的转动惯量测定。 该操作仅由系统在位 p5271.5 激活后一次性执行。此时会启用负载转矩和 20% 的控制裕量。

机械装置（弹性力学）或电机热负载能力（取决于负载周期）所允许的加速度上限须由用户确定。 必要时调试人员须降低计算出的加速度（p2572）或减速度（p2573）。

4.8.2.3 应用示例

定位轴

当一根轴可独立于其他轴执行点到点运动时，始终可启用定位轴应用。 此时须设置 p5302.7 = 0。

系统会优化该轴以实现无过冲定位。

插补轴

包含上级控制系统的 EPOS 位置控制器

仅在多根轴共同运行（例如轨迹运动），并需尽可能减小与轮廓的偏差时，才需要启用插补轴应用。 此时须设置参数 p5302.7 = 1。 之后不得关闭前馈控制。

受控的动态特性通过参数 p5275 设置。 此时所有插补轴须启用相同的值。

值过小时，轴可能会在定位中发生过冲。 若这使应用受阻，则须为所有轴增大 p5275 中的值。 可以确定的是，采用最大预估时间常量（r5274）时轴处于稳定状态。

4.8.2.4 解决问题

驱动振动

若能听出驱动振动，则可能是转速控制器受机械共振影响而变得不稳定。

解决办法：

- 通过设置电流设定值中的带阻来避免共振造成控制回路不稳定。
- 激活适配共振滤波器（参见章节“电流设定值滤波器适配 (页 129)”），必要时往复运行并等候数秒，看振动是否停止。如果噪音停止且在运行时也没再听到噪音，则表示轴处于运行就绪状态。
- 必要时可提升轴的动态特性。为此可增大参数 p5272 的值。如果之后驱动又开始振动，则应再减小 p5272 的值。

低转速下的特性

驱动配备的编码器分辨率较差时，转速非常低或驱动静止的状态下电机可能会发出噪声。

解决办法：

- 提升转速实际值平滑（p1441）或降低动态特性（p5272）。
- 设置参数 p5271.1，以降低低速运行时的控制器增益。

定位特性差

如果驱动的动态响应性能相对较低，定位特性也可能较差。

所能达到的动态响应性能取决于弹性机械驱动支路的质量和布局。

解决办法：

增大参数 p5272 的值，以提升驱动的动态响应性能。值过大时可能会造成驱动不稳定（例如参见“驱动振动”部分）

4.8.3 电流设定值滤波器适配

4.8.3.1 激活/禁用电流设定值滤波器适配

“电流设定值滤波器适配”功能用于将一个所选的电流设定值滤波器自动移至机械共振频率。

尤其建议为运行中机械共振频率会变化的系统启用此功能。若该系统还包含不变的机械共振频率，则须通过固定的电流设定值滤波器将其抑制。

若系统只包含不变的机械共振频率，则只通过固定的电流设定值滤波器对其进行抑制。为此请使用“一键优化 (页 118)”功能代替电流设定值滤波器适配。

说明

S120 驱动上的“电流设定值滤波器适配”功能是与功能模块“惯量估算器 (页 545)”一同释放的。

适配的电流设定值滤波器的设置

电流设定值滤波器适配功能通过参数 p5280 激活或取消。
可以进行下列设置：

设置	注释
-1	“电流设定值滤波器适配”功能与分配的滤波器（参见 p5281）一同禁用。 采用此设置时，适配功能及对应的滤波器均会被取消激活。此时参数 p1656 或 p5200 中的对应位会自动清零。不过滤波器特性曲线不会复位，而是保留最近一次保存的值。与之相反，适配参数会自动复位为 0 值。
0	“电流设定值滤波器适配”功能无效。 通过此设置取消激活适配。不过适配所对应的滤波器可继续生效。滤波器功能不受此设置影响。
1	“电流设定值滤波器适配”功能持续激活。 采用此激活设置时，系统会测定机械共振频率，并自动设置对应的禁用频率。若带阻滤波器尚未激活（参见参数 p1656 或 p5200），则其会自动被激活。 函数发生器生成“噪音”信号期间（p4820 = 4），适配会暂时失效。

电流设定值滤波器适配的其余参数及其用途：

- p5281 = 指定哪个电流设定值滤波器用于适配。
- p5282 = 定义频率下限
- p5283 = 定义频率上限
- p5284 = 定义适配的激活阈值
- r5285 = 显示当前禁用频率

说明

在线优化激活时（p5300 = 2）的偏差

系统会自动设置经过适配的滤波器的分母衰减。

该设置可重新改写。

激活电流设定值滤波器适配

说明

电流设定值滤波器 1 ... 4 为缺省设置。可额外激活扩展电流设定值滤波器 5 至 10（参见“扩展电流设定值滤波器 (页 106)”）。

激活适配前，必须设置前提条件并进行多个设置，还需对前提条件和设置进行检查。

1. 将所需的电流设定值滤波器设为带阻滤波器。
2. 通过参数 p5281 为适配分配所需的电流设定值滤波器（滤波器 4 示例：p5821 = 4）。
3. 之后通过设置 p5280 = 1 激活适配。

说明

若激活适配前未满足所有前提条件，则会触发故障 F07419 “驱动：电流设定值滤波器适配错误”。可通过故障值查看未满足哪一项前提条件。

禁用适配

有 2 种方式禁用电流设定值滤波器的适配：

1. 禁用适配。为此设置以下值：
   - p5280 = 0 或
   - p5280 = -1

4.8.3.2 电流设定值滤波器适配的工作原理

- 一旦发出脉冲使能，且共振频率受到强激励以至于超出内部激活阈值时，适配会将带阻滤波器移至该共振频率。
- 如果对共振频率进行了弱励磁或不存在会产生干扰的共振频率，带阻滤波器则会保持静止状态且当前禁用频率不会发生变化。

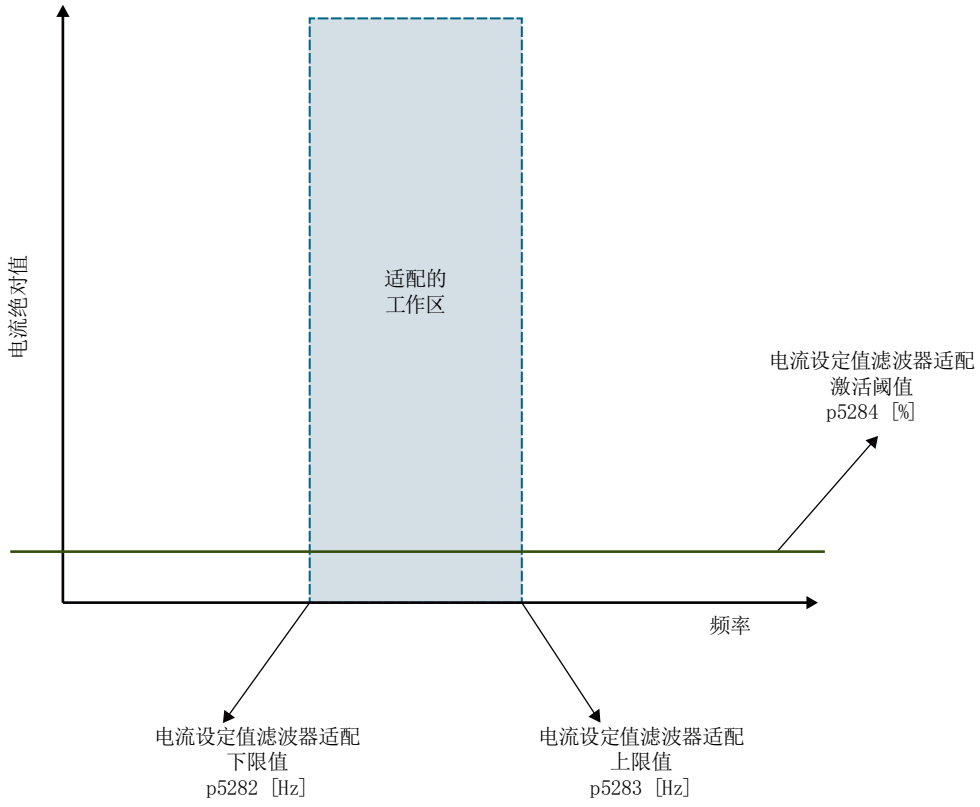


图 4-11 工作原理

- 移动时，计算出的带阻滤波器分子衰减值和分母衰减值保持不变，这样随着禁用频率不断增大，带阻滤波器的带宽也会逐渐变大。
- 带阻滤波器的当前频率可通过 r5285 读取和记录。系统也会将该频率写入经过适配的电流设定值滤波器对应的频率参数中。

边界条件：

- 原则上，基础适配算法只有在具有唯一机械共振频率的系统中才能可靠运作。对于有多个机械共振频率的系统，共振之间可能会出现经过适配的滤波器的意外运动。
- 原则上这可能会导致禁用频率适配不精确。在此类情形下，系统仅会部分抑制共振频率。典型情形例如有：编码器分辨率较差的情形（例如旋转变压器）。通过提高 p1441 中的转速实际值平滑时间常量可以降低不准确性。

- 转速或速度设定值的跃变可能会导致适配电流设定值滤波器的意外运动。
- 若系统除变化的机械共振频率外还包含不变的机械共振频率，则须通过固定的电流设定值滤波器抑制不变的频率。此时经过适配的带阻滤波器应为带阻滤波器级联中最后使用的滤波器。否则适配可能会受不变共振频率阻碍，该频率会导致禁用频率的意外运动。

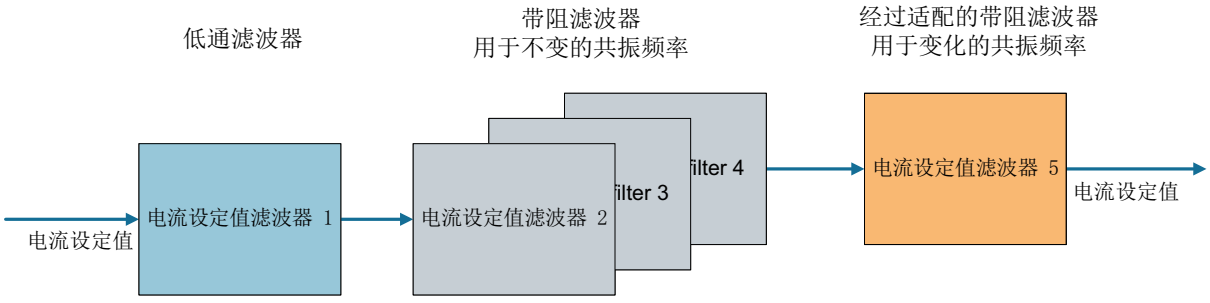


图 4-12　示例：电流设定值滤波器 5 是级联中最后使用的滤波器

内部激活阈值

通过参数 p5284 可以权衡内部激活阈值：

- 如果适配非常灵敏地响应其它故障（如转速跳转或负载转矩跳转），则应增大激活阈值。
- 如果适配响应不灵敏且在强励磁的情况下仍找不到共振频率，则可以减小激活阈值。

经过适配的滤波器的运动范围

借助参数 p5282 或 p5283 可以限制经过适配的滤波器的运动范围。

适配起始值

脉冲使能时适配开始所采用的频率（即适配的初始值）始终为滤波器的当前禁用频率。该频率可通过 r5285 及滤波器的频率参数读取。禁用脉冲并重新使能脉冲时，该初始频率则为禁用脉冲前最后一次测定的禁用频率。关闭并重启驱动后，适配将采用经过适配的滤波器的频率参数中保存的频率作为初始频率。

如需为适配频率确定适宜的初始值，可使用以下方法：

- 将共振频率的当前位置用作起始值。
  - 为此，从频率特性测量中读取当前共振频率，或
  - 完整运行一次一键优化来确定当前共振频率。

  或者
- 使用起始值 500 Hz。

该起始值既可低于也可高于查找出的共振频率。应在激活适配和发出脉冲使能前将该值设置为对应带阻滤波器的禁用频率。

4.8.3.3 转速控制回路的稳定性

移动带阻滤波器会改变转速控制回路的相位或振幅频率特性。 电流设定值滤波器适配不能保证转速控制回路的稳定性。 但若在在线优化激活（p5300 = 2）的情形下进行电流设定值滤波器适配，系统则会自动进行可确保稳定性的参数设置。

相对的，若未激活自动优化，则须自行进行可确保稳定性的参数设置。 为此请确保相位裕度足够大。 此时请注意以下几点：

- 适配的滤波器的相位或振幅频率特性
- 适配的频率下限 (p5282)

生效的闭环控制可能会使共振频率偏移。 此外，当控制器增益过高，其振幅高于机械共振频率并影响适配时，也会造成控制器不稳定。

4.8.3.4 频率下限和上限

用于频率上限的参数 p5283 有一个内部上限，该上限取决于经过适配的电流设定值滤波器的设置，它只在适配激活时生效。

- 如果适配激活，系统会在写入时立即将 p5283 限制为该内部值。
- 如果适配未激活，那么在激活适配时，系统会自动在转矩中将 p5283 限制为该内部值。

如果已写入其中一个频率限值参数（p5282 或 p5283）且带阻滤波器的当前禁用频率超出了各个新频率限值，那么：

- 如果适配激活，在写入 p5282 或 p5283 时，系统会自动将带阻滤波器设为各个频率限值。
- 如果适配未激活，那么在激活适配时，系统会自动在转矩中将带阻滤波器移至各个频率限值。

4.8.3.5 适配不充分时的解决办法

普遍适用：如果适配在运行过程中没有改变经过适配的电流设定值滤波器的禁用频率，系统则不会对共振进行强励磁，也因此不会对运行持续产生干扰。

如果仍要改变适配的特性，则可以采用以下三种方法：

- 修改激活阈值 (p5284)。
- 修改相应滤波器参数中的禁用频率，以获取另一个适配起始值。
- 通过参数 p1460 或 p5272 修改转速控制器的增益，这样系统便会对机械共振频率进行更强的励磁，适配会对此进行响应。但在进行该设置时应注意控制回路的稳定性。

4.8.4 功能图和参数

重要故障一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- F07419 驱动：电流设定值滤波器适配出错

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0108[0...n] 驱动对象功能模块
- p1400[0...n] 转速控制配置
- p5271[0...n] 配置在线优化/一键优化
- p5272[0...n] 在线优化动态响应系数
- p5273[0...n] 在线优化负载动态响应系数
- r5274 CO:在线优化/一键优化估算出的动态响应
- p5275[0...n] 在线优化/一键优化动态响应时间常数
- r5276 在线优化/一键优化估算出的 Kv 系数
- r5277 在线优化/一键优化估算出的前馈平衡时间
- p5280[0...n] 电流设定值滤波器适配配置
- p5281[0...n] 电流设定值滤波器适配分配
- p5282[0...n] 电流设定值滤波器适配频率下限
- p5283[0...n] 电流设定值滤波器适配频率上限
- p5284[0...n] 电流设定值滤波器适配激活阈值
- r5285[0...n] 电流设定值滤波器适配当前频率

- p5292 FFT 优化动态响应系数
- r5293 FFT 优化，识别出的转速控制器比例增益
- r5294[0...5] FFT 优化，识别出的零点
- r5295[0...5] FFT 优化，识别出的极点
- p5296[0...2] FFT 优化，PRBS 振幅
- p5297[0...2] FFT 优化，PRBS 偏移
- p5300[0...n] 自动优化选择
- p5301[0...n] 一键优化配置
- p5302[0...n] 在线优化配置
- r5306[0...n] 自动优化状态
- p5308[0...n] 一键优化测试信号的行程限制
- p5309[0...n] 一键优化测试信号的持续时间

4.9 电气电机模型的说明

在转速区 p1752 × (100 % - p1756) 和 p1752 内会切换模型。在高速范围中，带编码器的异步电机的转矩仿真更加精确，转子阻抗的影响和主磁场感应的饱和特性得到校正。而在带编码器的同步电机上，换向角监控功能激活。如果激活了 kT 评估器，在同步电机上转矩仿真也更精确。

4.10 电压限值中的堵转功率提高

运行时新的电压管理会使堵转功率限值中的主轴功率暂时提升。堵转功率限值是指电机功率因最大变频器输出电压而受限的范围。通常，该堵转功率范围会在电机数据页中标出（电压限值特性曲线）并与电机类型（同步/异步）和直流母线电压大小相关（参见以下示例图中的“voltage limiting Characteristics”和“voltage limiting power”）。

局限性：在总转速范围与电压限值特性曲线之间有足够间距的电机上不会出现堵转功率提高的情况。

说明

电机在电压限值范围内运行时，通过磁场定向控制可以防止电机堵转风险（不管堵转功率提高与否）。

提高的堵转功率激活与否效果如下：

- p1402.6 = 1（提高的堵转功率）
  通过 p0388 设置电机堵转转矩补偿系数。
  可以将堵转功率设置高点，必要时可通过控制器将其降低。
- p1402.6 = 0（正常堵转功率）
  通过 p0326 设置电机堵转转矩补偿系数。
  堵转功率必须设置得非常精确。

堵转功率提高（p1402.6 = 1）在同步和异步电机的以下范围内显示出了优势：

- 异步电机上，堵转功率随转速降低（参见异步电机示例图的“voltage limiting Characteristics”）。
- 同步电机上，堵转功率显示出恒定的功率限制（参见同步电机示例图的“voltage limiting power”）。

从高转速制动时可通过 r1549[1] 根据跟踪记录堵转功率的设置。注意：

- 如果有斜坡函数发生器激活，则应将其取消激活，这样才能达到功率限值。
- 如果堵转功率范围内的电机已经制动到所设限值（p640、p1520、p1521、p1531）且 r1549p[1]为零，则应提高 p0388。如果 p0388 设置的过小，则无法达到堵转功率限值内可能的最大电机功率。

示例

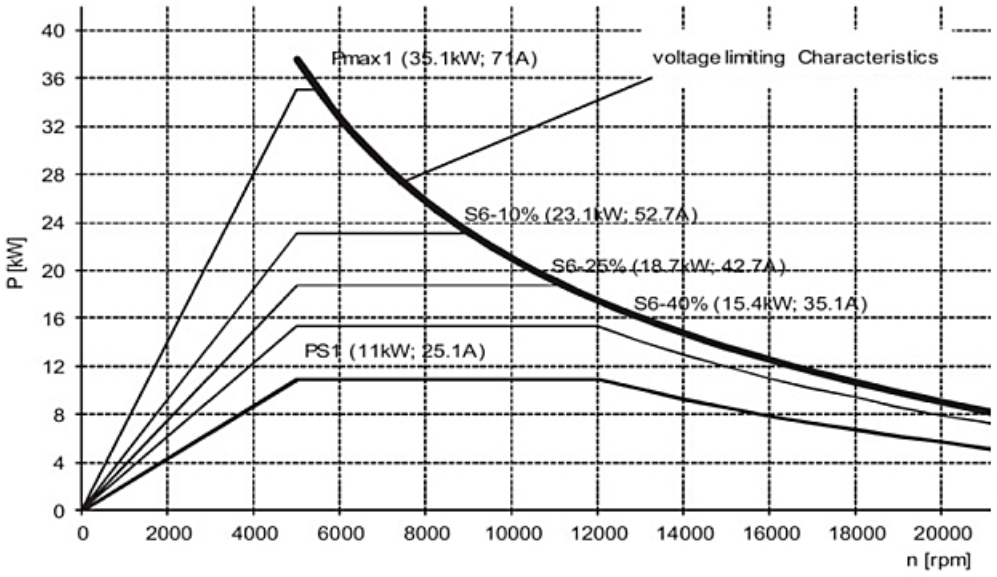


图 4-13　异步电机：功率转矩特性曲线

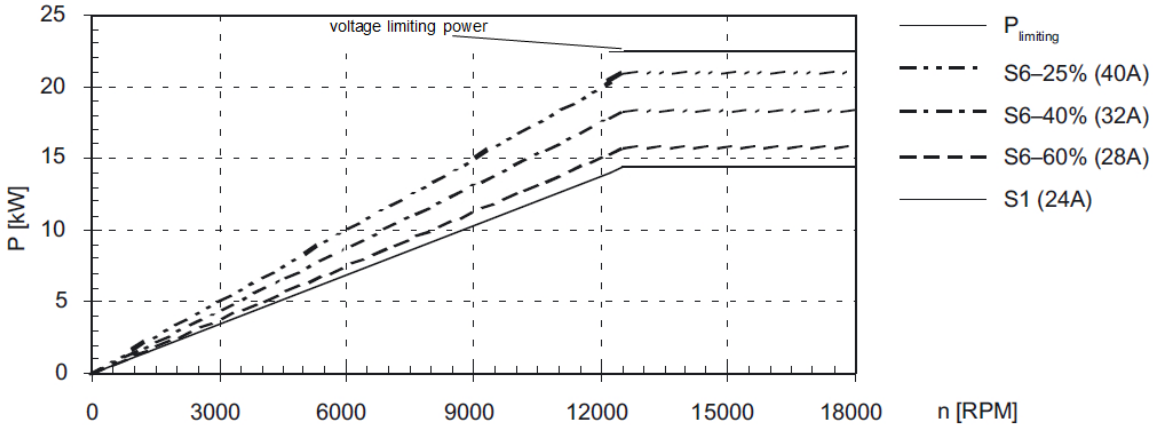


图 4-14　同步电机：功率转矩特性曲线

异步电机的特点

重新调试时，异步电机上会分配一个更高的堵转功率（p1402.6 = 1）。同时，电动式堵转功率限值要保持取消激活状态（p1402.3 = 0），使得新的控制方式只在再生式运行中生效。

说明

在电动式运行（加速、加工）中新的控制方式仅会导致特定电机上的电机损耗提高，因此尽管电机轴上会有更高的有效功率，但仍不能达到转矩增益。

只有当加速度时间短于 p1402.3 = 0 的时间时才建议使用高堵转功率（p1402.6 = 1）与电动式激活的堵转功率限值（p1402.3 = 1）组合。

在堵转功率范围内要求过载时可通过新的电压管理获得额外的弱磁区，以便使用最大功率设置工作点。

在无编码器运行时，较高弱磁区内额外的弱磁区会导致电机模型不稳定。可通过提高无编码器时的转速实际值平滑时间（p1451，例如到 15 ms）或通过降低无编码器运行时的转速控制器 P 增益（p1470）达到相反的效果。

同步电机的特点

同步电机上不会自动分配高堵转功率（p1402.6 = 1）。如果电机能产生短路电流（p0640 > r0331），则只能在堵转功率范围内等待电机功率升高（p1402.6 = 1）。当电机具有磁阻转矩时（p0327 > 90°，p0328 > 0），功率获益非常高。功率获益既表现为电动式，也表现为再生式。同步电机上的 p1402.3 无关紧要。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0326[0...n] 电机堵转转矩补偿系数
- r0331[0...n] 实际电机励磁电流/短路电流
- p0388[0...n] p1402.6 = 1 时的电机堵转转矩补偿系数
- p0640[0...n] 电流极限
- p1402[0...n] 电流控制和电机模型的配置
- p1520[0...n] CO:转矩上限/电动式转矩限值
- p1521[0...n] CO:转矩下限/再生式转矩限值
- p1531[0...n] 再生式转矩限值
- r1549[0...1] CO:堵转功率实际值

4.11 V/f 控制

在 V/f 控制中，驱动在开环控制中运行。在开环控制下，驱动无需转速反馈和电流实际值。该运行只需要使用少量的电机数据。

通过 V/f 控制可以检查以下组件和数据：

- 电机模块
- 电机模块和电机之间的功率电缆
- 电机
- 电机模块和电机之间的 DRIVE-CLiQ 电缆
- 编码器和编码器实际值

通过 V/f 控制可以运行以下电机：

- 异步电机
- 同步电机

说明

在 V/f 控制中，计算出的转速实际值始终显示在 r0063 中。配备编码器时，编码器的转速显示在 r0061 中。如果没有编码器，r0061 显示“0”。

说明

同步电机在 V/f 控制中运行时，只允许达到 25 % 的电机额定转速。

说明

V/f 控制的应用范围

V/f 控制只允许用于诊断！例如：诊断电机编码器的功能。
激活的 V/f 控制会阻碍其他设置，如电流控制器或转速控制器。

V/f 控制的结构

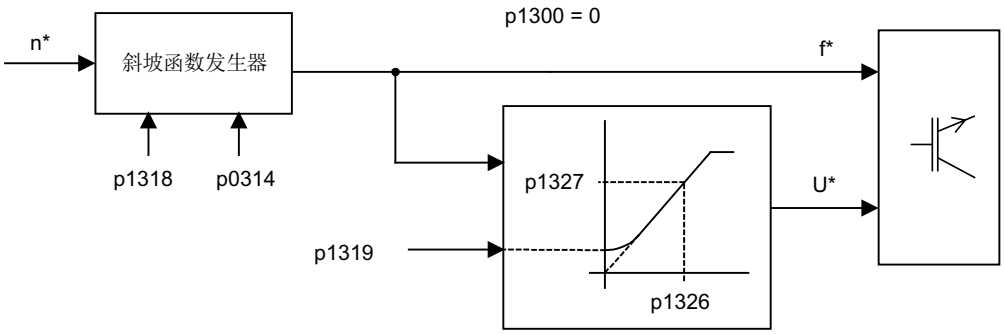


图 4-15　V/f 控制的结构

调试 V/f 控制

说明

在同步电机上，通常只有在低速区，V/f 控制才比较平稳。在高速区可能会出现振动。

此时必须设置相应的参数将振动阻尼作为预设值激活，并且在多数应用中不得进行修改。若发现具有干扰效应的起振特性，可以较小的幅度逐步增大 p1338 的值，并分析其对系统造成的影响。

说明

例如在转动惯量变换的情况下运行驱动时，通过启动至电流限值（p0640）可实现相对快速的驱动启动，而无需进行大量参数设置。

注意：达到电流限值（p0640）只会使斜坡函数发生器停止。电流仍有可能进一步增大。因此在参数设置时必须遵循对监控功能电流限制的安全距离，以确保驱动不会由于过电流故障断开。

1. 检查是否满足 V/f 控制的前提条件。
   – 进行了首次调试时：
     v/f 控制的参数已经分配到了有效的缺省值。
   – 没有进行首次调试时：
     请检查以下重要的电机数据，必要时可以修改数据：
     r0313 当前（或计算出的）电机极对数
     p0314 电机极对数
     p1318 V/f 控制，加速/减速时间
     p1319 V/f 控制，频率为零时的电压
     p1326 V/f 控制，可编程特性曲线上第 4 点的频率
     p1327 V/f 控制，可编程特性曲线上第 4 点的电压
     p1338[0...n] V/f 运行，谐振抑制增益
     p1339[0...n] V/f 运行，谐振抑制滤波时间常量
     p1349[0...n] V/f 运行，谐振抑制最大频率
2. 通过参数 p0311 设置电机额定转速。
3. 设置 p1317 = 1，激活 V/f 控制。

说明

以下功能自动激活

设置 p1317 = 1 可同时自动激活以下功能：

- 谐振抑制(p1338)
  为了使驱动在纯粹的诊断模式下工作而不受实际值影响，必须关闭谐振抑制(p1338 = 0).
- Vdc 控制器(p1240、p1244、p1248、p1250)
- 通过 M 极限、P 极限和 I 极限限制加速斜坡
- 一旦超出电流极限值 p0640，就停止斜坡函数发生器。

4. 给出运行使能。
5. 给出转速设定值。

V/f 特性曲线

转速设定值在切换到设定的频率时会考虑电机的极对数。并输出属于转速设定值的同步频率（无滑差补偿）。

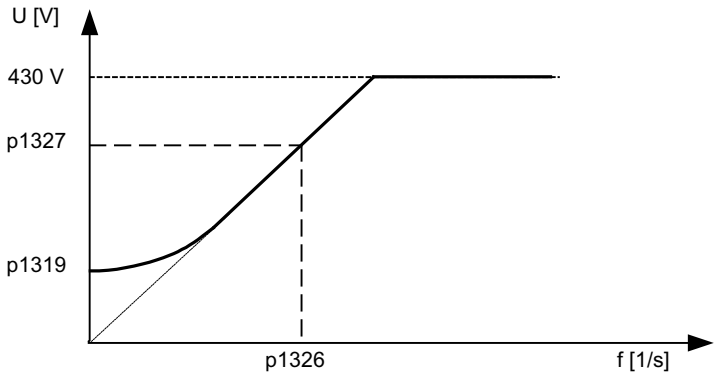


图 4-16　V/f 特性曲线

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5300　伺服控制 - 诊断用的 V/f 控制
- 5650　伺服控制 - 最大 Vdc 控制器和最小 Vdc 控制器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0304[0...n]　电机额定电压
- p0310[0...n]　电机额定频率
- p0311[0...n]　电机额定转速
- r0313[0...n]　当前（或计算出的）电机极对数
- p0314[0...n]　电机极对数
- p0317[0...n]　电机电压常数
- p0322[0...n]　电机最大转速
- p0323[0...n]　最大电机电流
- p0640[0...n]　电流极限
- p1082[0...n]　最大转速
- p1317[0...n]　激活 V/f 控制
- p1318[0...n]　V/f 控制，加速/减速时间
- p1319[0...n]　V/f 控制，频率为零时的电压

- p1326[0...n] V/f 控制，可编程特性曲线上第 4 点的频率
- p1327[0...n] V/f 控制，可编程特性曲线上第 4 点的电压

4.12 电流控制器和转速控制器的优化

说明

控制器的优化只允许由掌握相关控制技术知识的专业人员执行。

优化控制器时可以使用以下辅助功能：

- STARTER 中的函数发生器
- STARTER 中的 Trace（跟踪）
- STARTER 中的测量功能
- 控制单元上的测量插口

电流控制器的优化

电流控制器在调试时会分配到缺省设置，能够充分满足大部分应用的需求。

转速控制器的优化

在重新配置了一个电机时，转速控制器会分配到和电机的固有转动惯量相符的缺省设置。计算出的比例增益会设为允许的最大增益的 30 %，以降低电机第一次装到机械装置时的振动特性。

转速控制器积分时间的缺省设置始终为 10 ms。

如果需要达到全动态响应，则必须执行优化：

- 提高比例增益 K_{p_n}(p1460)
- 修改积分时间 T_{n_n}(p1462)

STARTER 中的转速控制器自动设置（频率特性分析）

- 转速控制器自动设置有以下几个特点：
  - 通过 FFT 分析法识别控制对象
  - 自动设置电流设定值回路中的滤波器，用于降低共振
  - 自动设置控制器（增益系数 K_p，积分时间 T_n）
- 通过测量功能可以检查控制器的自动设置。

在调试工具“STARTER”中，可以按下功能栏中的图标选择“Automatic controller settings”的设置窗口。

示例：测量转速控制器的频率特性

测量转速控制器的频率特性和控制对象后，可以确定转速环稳定极限上的临界共振频率，并通过一个或多个电流设定值滤波器降低共振。这样通常可以提高比例增益（例如：K_{p_n} = 3 倍缺省值）。

在设置了 K_{p_n} 的值后，可以确定最佳的积分时间 T_{n_n}（例如：从 10 ms 降到 5 ms）。

示例：转速设定值阶跃

通过测量功能“转速设定值阶跃”可以给定一个到转速设定值的矩形阶跃。该测量功能会预设转速设定值、转矩电流的测量。

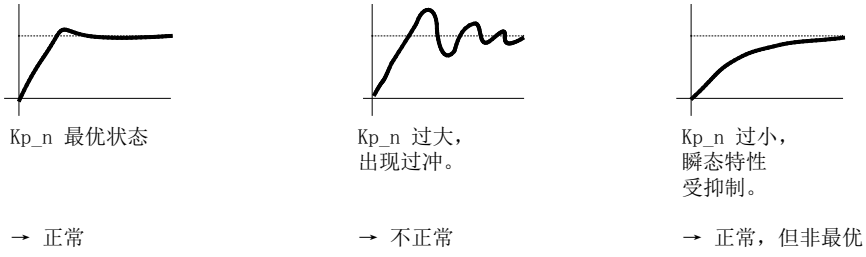


图 4-17　设置比例增益 K_p

4.13 无编码器运行

说明

运行不平稳

无编码器的同步电机运行必须经过测试应用的验证。在这种运行方式下，不能保证电机在所有的应用情况下平稳运行。因此，使用这种运行方式的后果由用户自己承担。

描述

无论是在不带编码器运行还是在混合运行中（带编码器/不带编码器）中都可以使用该方式。和传统的采用 V/f 控制的驱动相比，不带编码器、带电机模型的运行可以达到更高的动态控制性能和更高的稳定性。但是它和带编码器的驱动相比，转速精度有所降低，同时动态响应和同轴度也受到不利影响。

由于和带编码器运行相比，无编码器运行的动态响应有所降低，因此，为提高控制的动态性能，对加速转矩执行了前馈控制。它根据驱动转矩、现有的转矩/电流限制、负载转动惯量（电机转动惯量：p0341 x·p0342+负载转矩:p1498）对所需的转矩进行预控，从而能够在时间上最佳地达到需要的转速动态响应。

说明

如果电机既能够带编码器运行，也能够不带编码器器运行，例如：p0491 ≠ 0 或 p1404 < p1082，则可以通过 p0642（基准值 p0640）降低无编码器运行中的最大电流，以便减少无编码器运行中易导致故障、由饱和产生的电机数据变化。

可以通过 p1517 为转矩前馈控制设置一个转矩平滑时间。而由于无编码器运行中动态响应降低，因此必须通过 p1470（比例增益）和 p1472（积分时间）优化转速控制器。

在无编码器运行的低速范围内，由于测量值精度和工艺参数灵敏性的影响，无法再计算转速实际值、方向和磁通实际值。因此会切换为只注入电流和频率的电流/频率控制（I/f 开环控制）。切换阈值由 p1755 参数设定，回差由 p1756 设定。

为了在开环控制中也能够获得较高的负载转矩，可以通过 p1612 设置电机电流（电流设定值）。此时，驱动转矩（如摩擦转矩）必须已知或能够估算出。应设置额外的约 20 % 的预留量。在同步电机上，转矩通过转矩常数(p0316)换算为电流。在异步电机上，还须考虑 p1612 中的励磁电流 (r0331)。在低速区内，无法直接在电机模块上测量所需电流。它的缺省设置是电机额定电流（p0305）的 50 %（同步电机）或 80 %（异步电机）。在设

置电机电流 (p1612) 时，由于在 I/f 开环控制模式下会注入 p1612 中给定的电流，因此，必须注意电机的热载情况。

说明

无编码器运行不允许用于垂直轴或类似装置。同样，它也不适用于上一级的位置控制。

另外，在同步电机上设置磁极位置识别 (p1982 = 1)，可以改善驱动从静止开始运行的起动特性。

脉冲清除后的特性

在无编码器运行中清除脉冲后，不再能计算电机当前的转速实际值。在下一次使能脉冲后必须重新查找转速实际值。

通过 p1400.11 可以设定，是否从转速设定值开始查找 (p1400.11 = 1) 或从转速 = 0.0 开始查找 (p1400.11 = 0)。通常情况下是 p1400.11 = 0，因为电机一般从静止状态开始启动。如果在脉冲使能时电机转速高于切换转速 p1755， 则应选择 p1400.11 = 1。

如果电机正在旋转，而选择了从设定值开始查找 (p1400.11 = 1)，则在给出脉冲使能前，转速设定值的方向必须和实际转速方向相同。转速实际值和转速设定值之间存在较大的偏差时，可能会导致故障。

⚠ 小心

运算错误的电机转速信息

在脉冲清除后，不再有电机转速的信息。驱动将其转速实际值设为“0”。所有从实际值推导出的信息和信号不再有效。分析这些信息和信号可导致人员受伤和财产损失。

- 设备选型时请将该特性考虑在内。

开环/闭环运行、带编码器/无编码器运行的切换

设置参数 p1300 = 20 可以激活无编码器运行。p1300 = 20 或 p1404 = 0 时，无编码器运行在整个转速区内激活。此时，如果转速小于切换转速 p1755，电机便以电流/频率开环方式运行。

在带编码器运行中，转速一旦超出阈值 p1404，电机便切换到无编码器运行。如果 p1404 > 0 且 p1404 < p1755，则只有在转速大于 p1755 时才切换到无编码器运行。

可通过 p1402.1 = 1 驻留编码器检测功能，从而在无编码器运行中避免出现编码器检测故障信息。此时通过编码器检测进行的电机温度读取保持生效。

无编码器运行方式会显示在参数 r1407.1 中。

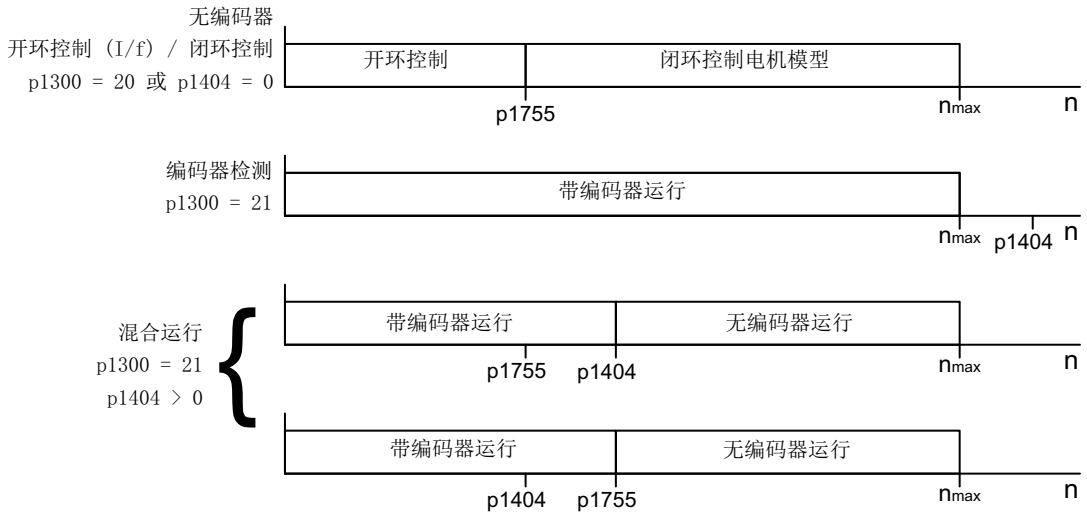


图 4-18　区域切换

说明

在控制运行方式“无编码器的转速控制器”中，不需要使用转子位置编码器。编码器驻留时，温度检测功能仍保持生效。此状态可通过参数 r0458.26 = 1 识别。当参数 r0458.26 = 0 时，温度检测功能也被禁用。

串联电抗器

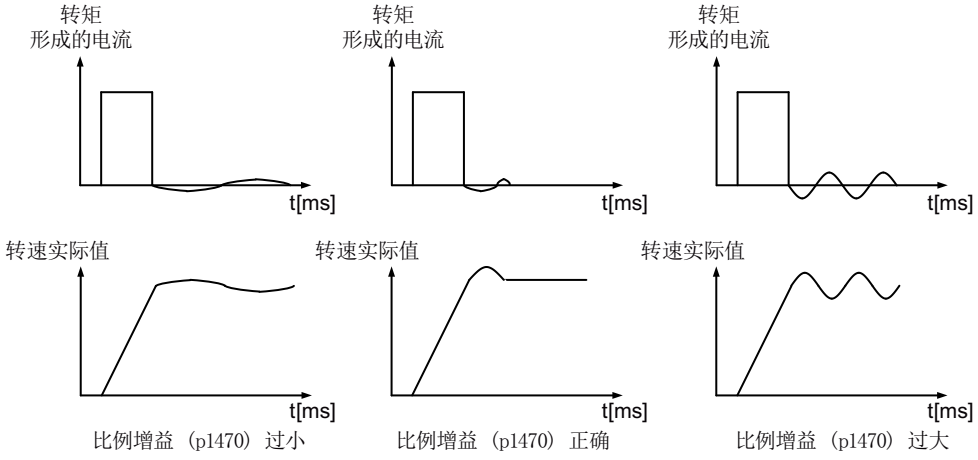
在使用高速特种电机或其他低漏磁的异步电机上，可能需要使用串联电抗器，以稳定电流控制器的运行。

串联电抗器通过 p0353 设置。

调试/优化

1. 根据机械情况估算电机电流 p1612 (I =°M/kt)。
2. 对于过载设置的较大（p0640 明显大于 p0305）的同步电机，可能需要降低无编码器运行中的电流限制 (p0642)。
3. 对于第三方电机，应进行静态测量，必要时还应通过接收测得的数据进行旋转测量（参见章节“电机数据识别 (页 152)”）。检查电流控制器设置。

4. 如果尚未通过旋转测量确定总转动惯量，可使用以下方法：
   - 如果有编码器且电机有部分运动行程（例如：使无编码运行仅用于编码器故障时的备用响应或用于高转速区域）：
     通过电机数据检测的旋转测量（p1959 = 420 hex（即仅换向角和 Lq 特性曲线），p1960 = 1）确定转动惯量。如果通过 STARTER 窗口进行电机数据检测，请设置 p1959，启动测量并接收结果。
   - 如果电机可以持续旋转（带/不带编码器）
     通过电机数据检测的旋转测量（p1959 = 404 hex（即仅换向角和转动惯量），p1960 = 1）确定转动惯量。如果通过 STARTER 窗口进行电机数据检测，请设置 p1959，启动测量并接收结果。
   - 也可通过功能模块“转动惯量评估器”确定转动惯量（参见章节“转动惯量评估器 (页 545)”）。由于借助此功能模块也能在运行过程中确定转动惯量，因此，如果总转动惯量在运行过程中不断变化时，建议使用此功能模块。
5. 设置转速控制器：
   - 在功能模块“转动惯量评估器”激活时接收测得的转动惯量。
   - 取消激活功能模块“转动惯量评估器” (p1400.18 = 0)。
   - 启动参数 r0063（转速实际值）和 r0079（转矩）的跟踪记录。
   - 调节转动惯量（p1498；如果可以升高）并给定闭环控制区域中的转速设定值跳跃（转速大于 p1755）。
   - 通过比例增益 (p1470) 和积分作用时间 (p1472) 优化起振特性。



   - 结束跟踪记录。
   - 重新设置总转动惯量或激活功能模块“转动惯量评估器”。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5019　伺服控制 - 转速控制和 V/f 控制一览
- 5050　伺服控制 - 转速控制器适配（Kp_n/Tn_n 适配）

- 5060 伺服控制 - 转矩设定值，控制方式切换
- 5210 伺服控制 - 不带编码器的转速控制器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0341[0...n] 电机转动惯量
- p0342[0...n] 总转动惯量和电机转动惯量的比例
- p0353[0...n] 电机串联电感
- p0600[0...n] 用于监控的电机温度传感器
- p0640[0...n] 电流极限
- p0642[0...n] 无编码器运行中电流极限下调系数
- p1300[0...n] 开环/闭环工作模式
- p1400[0...n] 转速控制配置
- p1404[0...n] 无编码器运行时的切换转速
- r1407.0...26 CO/BO:转速控制器状态字
- p1470[0...n] 转速控制器，无编码器运行时的比例增益
- p1472[0...n] 转速控制器无编码器运行时的积分时间
- p1498[0...n] 负载转动惯量
- p1517[0...n] 加速转矩平滑时间常数
- p1612[0...n] 无编码器开环运行时的电流设定值
- p1755[0...n] 电机模型无编码器模式切换转速
- p1756 电机模型切换转速回差

功能模块“转动惯量评估器”

- p0108[0...n] 驱动对象功能模块
- p1400[0...n] 转速控制配置

4.14 电机数据识别

描述

电机数据识别功能，即 MotID 可以辅助电机数据的确定过程，如用于第三方电机，并可以提高转矩精度（k_T 估算器）。在使用该功能前必须已经完成了首次调试。其中必须已经输入了电机电气数据（电机数据页）或铭牌数据，或计算出了电机/控制器数据(p0340)。

调试分为以下几个步骤：

1. 输入电机数据、铭牌数据以及必要时的编码器数据。
2. 变频器计算电机/控制器数据，这些值将用作电机数据识别的起始值（输入了电机数据时，p0340 = 3；输入了铭牌数据时，p0340 = 1）。
3. 进行静态测量（p1910）。
4. 同步电机时：
   执行换向角校准（p1990），必要时进行精同步，例如通过越过零脉冲（参见 r1992）。绝对值编码器不可进行精同步。
   精同步的相关内容请参见“带零脉冲的磁极位置识别”中的“磁极位置识别 (页 167)”章节。
5. 进行旋转测量（p1960）。
   在开始旋转测量前应检查转速控制器的设置，必要时进行设置优化（p1460, p1462 或 p1470, p1472）。
   由于旋转式电机数据识别时应最好断开相连的负载机械，因此只能确定电机转动惯量。包含负载机械的总转动惯量可以在调试后通过 p1959 = 4 和 p1960 = 1 加以识别。设置加速时间 (p1958)和/或方向限制(p1959.14/p1959.15) 、电流极限和转速极限可以保护负载机械。选择的加速时间越长，得出的转动惯量也就越不精确。
6. 如果要对电机数据识别结果进行非易失性存储，执行“Copy RAM to ROM”。

说明

各个识别过程的完成状态显示在参数 r3925 ~ r3928 中。

OFF1、OFF2、OFF3 的使能信号以及“运行使能”保持生效，可以中断电机数据识别过程。

如果存在扩展的设定值通道 (r0108.08 = 1)，而参数 p1959.14 = 0 且 p1959.15 = 0，并且通道中设置了方向限制（p1110 或 p1111），在通过 p1960 启动识别时应注意这些限制。

同样，p1958 = -1 时，电机数据识别会采纳用于设定值通道的加速/减速时间（p1120 和 p1121）。

说明

加速/减速时间或方向限制生效时，有些电机数据识别步骤将无法执行。选择了加速/减速时间时，其他一些电机数据识别步骤的结果精度会有所降低。必要时，应设置 p1958 = 0 并取消方向限制（p1959.14 = 1 和 p1959.15 = 1）。

电机数据检测可导致电机转动

静态电机数据识别可能会导致电机稍稍转动，转动角度最高可达 210 度电气角。

在旋转式电机数据识别中，可能会引起电机旋转，可能会达到最大转速(p1082)以及最大电流(p0640)下的转矩。

旋转测量应在电机空载的情况下进行，即和负载机械断开，从而避免负载损坏或负载产生的不利影响。如果电机没有和负载断开，可以通过加速时间 (p1958)和/或方向限制(p1959.14/p1959.15) 、电流极限和转速极限来保护机械设备。

⚠ 警告

电机数据识别期间电机可意外转动

电机数据检测可导致电机转动，进而导致人员重伤或死亡及财产损失。

- 禁止人员在危险区域内逗留并确保机械不会转动。
- 在有机械运行位移限制的应用场合，不要执行旋转测量。

电机数据

可以通过以下参数输入电机数据：

表格 4-9　电机数据

异步电机	永磁同步电机
• p0304 电机额定电压 • p0305 电机额定电流 • p0307 电机额定功率 • p0308 电机额定功率因数 • p0310 电机额定频率 • p0311 电机额定转速 • p0320 电机额定励磁电流 • p0322 电机最大转速 • p0350 电机定子冷态电阻 • p0353 电机串联电感 • p0354 电机转子冷态电阻 • p0356 电机定子漏电感 • p0358 电机转子漏电感 • p0360 电机主电感 • p0400ff 编码器数据	• p0305 电机额定电流 • p0311 电机额定转速 • p0314 电机极对数 • p0316 电机转矩常数 • p0322 电机最大转速 • p0323 电机最大电流 • p0341 电机转动惯量 • p0350 电机定子冷态电阻 • p0353 电机串联电感 • p0356 电机定子漏电感 • p0400ff 编码器数据

铭牌数据

可以通过以下参数输入铭牌数据：

表格 4-10　铭牌数据

异步电机	永磁同步电机
• p0304 电机额定电压 • p0305 电机额定电流 • p0307 电机额定功率 • p0308 电机额定功率因数 • p0310 电机额定频率 • p0311 电机额定转速 • p0322 电机最大转速 • p0353 电机串联电感 • p0400ff 编码器数据	• p0304 电机额定电压 • p0305 电机额定电流 • p0307 电机额定功率（或 p0316） • p0311 电机额定转速 • p0314 电机极对数，或 p0315 电机极对宽 • p0322 电机最大转速 • p0323 电机最大电流 • p0353 电机串联电感 • p0400ff 编码器数据

由于铭牌数据是用于电机识别的初始化值，所以为确定上述数据，应正确、一致地输入铭牌数据。

用于设置电机数据识别的参数

以下参数可以设置电机数据识别：

表格 4-11　控制用的参数

静态测量（电机数据识别）	旋转测量
• p0640 电流极限 • p1215 电机抱闸配置 • p1909 电机数据识别控制字 • p1910 静态电机数据识别 • p1959.14/.15 允许正向/负向*[1)]	• p0640 电流极限 • p1082 最大转速 • p1958 电机数据识别加速/减速时间 • p1959 旋转测量的配置 • p1960 选择旋转测量

[1)] p1959 的设置会对旋转方向 p1821 产生以下影响：

- 允许正向，即 p1821= 0：顺时针旋转

- 允许负向，即 p1821= 1：逆时针旋转

说明

如果配有抱闸并且抱闸正在工作(p1215 = 1、3)，则静态识别在抱闸闭合状态下执行。必要时，例如没有垂直轴时，推荐在执行电机识别前松开抱闸(p1215 = 2)。从而可以执行编码器旋转方向和换向角校准。

4.14.1 电机数据识别，异步电机

数据在反向伽玛等效电路图中加以标识并显示在 r19xx 中。而从电机数据识别中采纳的电机参数 p0350, p0354, p0356, p0358 和 p0360 基于异步电机的 T 等效电路图，无法直接比较。因此在下表中列出了 r 参数，它们在反向伽玛等效电路图中显示设置的电机参数。

表格 4-12 由 p1910 识别出的异步电机数据（静态测量）

识别出的数据（伽玛）	被采纳的数据(p1910 = 1)
r1912 识别出的定子电阻	p0350 电机定子冷态电阻+ p0352 电缆电阻
r1913 识别出的转子时间常数	r0384 电机转子时间常数/d 轴阻尼时间常数
r1915 识别出的定子电感	-
r1925 识别出的阈值电压	-
r1927 识别出的转子电阻	r0374 电机转子冷态电阻（伽玛） p0354
r1932 d 电感	r0377 总电机漏电感（伽玛） p0353 电机串联电感 p0356 电机漏电感 p0358 电机转子漏电感 p1715 电流控制器比例增益 p1717 电流控制器积分时间
r1934 识别出的 q 电感	-
r1936 识别出的主电感	r0382 转换后的电机主电感（伽玛） p0360 电机主电感 p1590 磁通控制器比例增益 p1592 磁通控制器积分时间
r1973 识别出的编码器线数	-

识别出的数据（伽玛）	被采纳的数据(p1910 = 1)
提示： 此处只能大概确定编码器线数，因此只适用于粗略控制(p0407/p0408)。需要反向时，符号为负(p0410.0)。	
-	p0410 编码器反向实际值
提示： 如果编码器反向被电机数据识别功能修改，则输出故障信息 F07993，它指出旋转方向可能改变；只有设置 p1910 = -2 才能应答该故障。	

表格 4-13　由 p1960 识别出的异步电机数据（旋转测量）

识别出的数据（伽玛）	被采纳的数据(p1960 = 1)
r1934 识别出的 q 电感	-
r1935 识别电流 q 电感	
提示： q 电感特性曲线可以用作手动确定电流控制器适配数据(p0391, p0392 和 p0393)的基础。	
r1936 识别出的主电感	r0382 转换后的电机主电感（伽玛） p0360 电机主电感 p1590 磁通控制器比例增益 p1592 磁通控制器积分时间
r1948 识别出的磁化电流	p0320 电机额定励磁电流
r1962 识别出的磁化电流饱和特性曲线	-
r1963 识别出的定子电感饱和特性曲线	-
提示： 在饱和特性曲线上可以看出电机的励磁特性。	
r1969 识别出的转动惯量	p0341 电机转动惯量× p0342 总转动惯量和电机转动惯量之比+ p1498 负载转动惯量
r1973 识别出的编码器线数	-
提示： 此处只能大概确定编码器线数，因此只适用于粗略控制(p0407/p0408)。需要反向时，符号为负(p0410.0)。	

4.14.2 电机数据识别，同步电机

表格 4-14 由 p1910 识别出的同步电机数据（静态测量）

识别出的数据	被采纳的数据(p1910 = 1)
r1912 识别出的定子电阻	p0350 电机定子冷态电阻 + p0352 电缆电阻
r1925 识别出的阈值电压	-
r1932 d 电感	p0356 电机定子漏电感 + p0353 电机串联电感 p1715 电流控制器比例增益 p1717 电流控制器积分时间
r1934 识别出的 q 电感	-
r1950 电压仿真误差 电压值	p1952 电压仿真误差结束值
r1951 电压仿真误差电流值	p1953 电压仿真误差电流偏移
r1950 ~ p1953 的提示： 在功能模块“扩展转矩控制”激活和电压仿真误差补偿(p1780.8 = 1)激活时生效。	
r1973 识别出的编码器线数	-
提示： 此处只能大概确定编码器线数，因此只适用于粗略控制(p0407/p0408)。需要反向时，符号为负(p0410.0)。	
r1984 磁极位置识别角度差	p0431 换向角偏移
提示： r1984 显示了在采纳 p0431 中的数据前换向角偏移的差值。	
-	p0410 编码器反向实际值
提示： 如果编码器反向被电机数据识别功能修改，则输出故障信息 F07993，它指出旋转方向可能改变；只有设置 p1910 = -2 才能应答该故障。	

表格 4-15 由 p1960 识别出的同步电机数据（旋转测量）

识别出的数据	被采纳的数据(p1960 = 1)
r1934 识别出的 q 电感	-
r1935 识别电流 q 电感	-

识别出的数据	被采纳的数据(p1960 = 1)
提示： q 电感特性曲线可以用作手动确定电流控制器适配数据(p0391, p0392 和 p0393)的基础。	
r1937 识别出的转矩常数	p0316 电机转矩常数
r1938 识别出的电压常数	p0317 电机电压常数
r1939 识别出的磁阻转矩常数	p0328 电机磁阻转矩常数
r1947 识别出的最佳转子起动角	p0327 电机最佳转子起动角
r1969 识别出的转动惯量	p0341 电机转动惯量× p0342 总转动惯量和电机转动惯量之比+ p1498 负载转动惯量
r1973 识别出的编码器线数	-
提示： 此处只能大概确定编码器线数，因此只适用于粗略控制(p0407/p0408)。需要反向时，符号为负(p0410.0)。	
r1984 磁极位置识别角度差	p0431 换向角偏移
提示： r1984 显示了在采纳 p0431 中的数据前换向角偏移的差值。	

对于直线电机(p0300 = 4xx)，p1959 中会作合适的缺省设置，只测量 q 电感、换向角偏移和惰性质量(p1959.05 = 1 和 p1959.10 = 1)，因为通常位移限制不允许一个方向上的长时间运行。

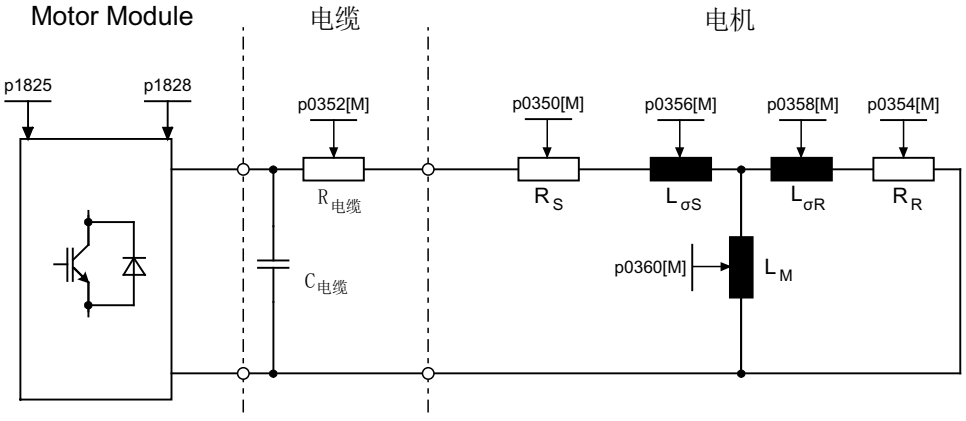


图 4-19　异步电机和电缆的等效电路图

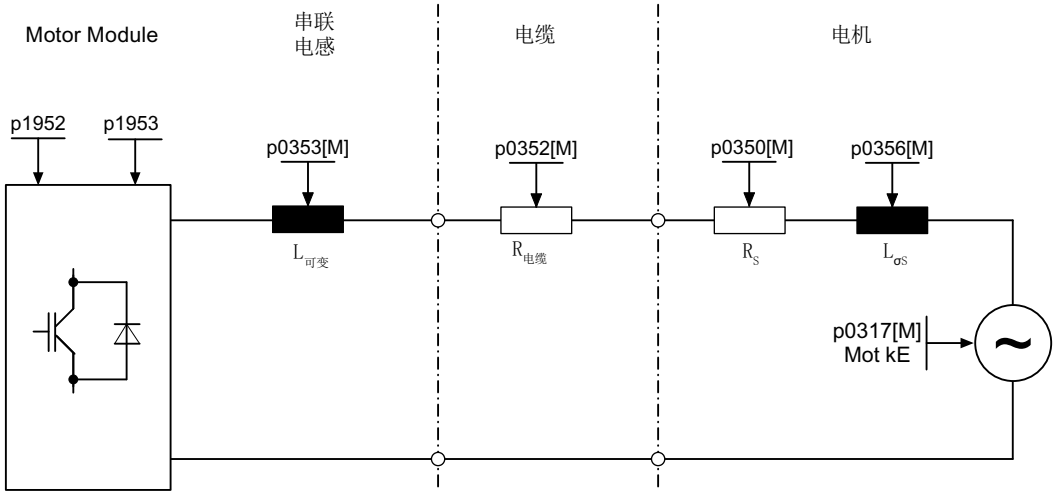


图 4-20　同步电机和电缆的等效电路图

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0047　识别状态

静态测量

- p1909[0...n]　电机数据识别控制字
- p1910　静态电机识别

旋转测量

- p1958[0...n]　旋转测量加速时间/减速时间
- p1959[0...n]　旋转测量配置
- p1960　旋转测量选择

4.15 磁极位置识别

磁极位置识别功能可以确定同步电机的电气磁极位置，在磁场定向控制中需要该位置。通常电气磁极位置可由一个具有绝对值信息、经过机械校准的编码器提供。

对于带未校准编码器的电机，需要进行一次性磁极位置识别：

1. 通过 p1980 选择一个方法。
2. 设置 p1990 = 1，启动一次性磁极位置识别。
   p1982 的值不被计算。

对于西门子直线电机 1FN1、1FN3 和 1FN6，在调试或编码器更换后会自动设置 p1990=1。

在具有以下特性的编码器上不需要进行磁极位置识别：

- 绝对值编码器（例如： EnDat、DRIVE-CLiQ 编码器）
- 编码器，带 C/D 信号，极对数小于等于 8
- 霍耳传感器
- 旋转变压器，电机极对数和编码器极对数成整数比
- 增量编码器，电机极对数和编码器线数成整数比

磁极位置识别可以：

- 确定磁极位置 (p1982 = 1)
- 在调试时提供帮助，确定换向角偏移(p1990 = 1)
- 在使用具有绝对值信息的编码器时，进行合理性检测(p1982 = 2)

⚠ 警告

电机未被制动时测量可导致电机意外运动

如果电机不处于制动状态，在测量时可能会注入设定的电流导致电机运动，进而导致人员重伤或死亡。

- 禁止人员在危险区域内逗留并确保机械不会运动。

说明

使用缺省设置

使用西门子标准电机时应保留自动选中的缺省设置。

4.15.1 磁极位置识别方法的提示

通过参数 p1980 可以选择不同的识别方法。以下磁极位置识别方法可供使用：

- 基于饱和的一次谐波和二次谐波(p1980 = 0)
- 基于饱和的一次谐波 (p1980 = 1)
- 基于饱和的二级式(p1980 = 4)
- 基于运行(p1980 = 10)
- 基于弹性(p1980 = 20)

⚠ 警告

转速环的控制方向错误可导致电机意外运动

如果使用磁极位置识别确定换向角，只要控制方向发生变化，就必须重新确定换向角。换向角错误可导致电机意外运动，进而导致人员重伤或死亡。

- 检查设定值取反后的换向角偏移 (F7966)，必要时重新确定该偏移 (p1990 = 1)。

基于饱和的识别方法应满足以下说明和前提条件：

- 该方法适用于已制动和未制动的电机。
- 该方法只有在转速设定值 = 0 或静止状态中才允许使用。
- 电流值 p0325、p0329 必须设置得足够高，才能得出有效的测量结果。
- 基于饱和的识别方法无法辨识没有铁心的电机的磁极位置。
- 在 1FN3 电机上不允许使用带有二次谐波的方法（p1980 = 0, 4）。
- 在 1FK7 电机上不允许使用二级式方法（p1980 = 4）。不允许降低 p0329 中自动设置的数值。

基于运行的识别方法应满足以下说明和前提条件：

说明

换向角确定的不准确性

将多个 1FN3 型直线电机相互耦合且同时使用基于饱和的磁极位置识别（p1980 ≤ 4 和 p1982 = 1）进行换向时，则会影响直流母线电压。直流母线中的快速电流变化无法被完全补偿。此时，通过磁极位置识别不能精确地测出换向角。

- 如果需要高精度，请依次执行磁极位置识别。为此可以按时间先后使能各个驱动。

- 电机必须能够自由运动，不受任何外力影响（没有“悬挂轴”）。
- 该方法只有在转速设定值 = 0 或静止状态中才允许使用。

- 如果配备了一个电机抱闸，抱闸必须松开（p1215 = 2）。
- 电流值 p1993 必须设置得足够大，使电机充分运动。

基于弹性的识别方法应满足以下说明和前提条件：

- 必须存在一个制动，且在磁极位置识别期间保持激活。该制动可由驱动控制（p1215 = 1 或 3），或该制动在磁极位置识别启动前及时激活，并在识别完成后重新禁用。
- 必须配备了一个位置编码器且已经激活。

- 驱动轴的运动幅度符合设置的偏移，在 µm 到 mm 的量级范围内。排除了**识别**期间轴发生不受控运动的可能性。

⚠ 警告

设置错误可导致不受控的轴运动

如果错误地设置了基于弹性的磁极位置识别，结束识别后发出轴使能时，可能会导致轴出现不受控的运动，进而可能导致人员重伤甚至死亡。

- 确认该方法采用的设置是正确的。
- 确认电机在结束磁极位置识别后无法运动。

- 必须对参数 p3090 至 p3096 进行正确的设置，以确保磁极位置识别的顺利进行。
  下表列出了参数 p3090 到 p3096 的设置说明。

参数	名称	参数设置的说明
p3090	基于弹性的磁极位置识别的配置	该参数的预设值是 0。对于在电机和编码器之间还安装了制动的电机而言，可能需要进行取反计算，将旋转角度和转矩/力的方向考虑在内。取反在位 0（p3090[0]）中设置。
p3091	基于弹性的磁极位置识别的斜坡时间	该斜坡时间预设值是 250 ms。只有存在机械振动时，才需要修改该值。通常当斜坡时间太短（< 250 ms）时，才会出现机械振动。
p3092	基于弹性的磁极位置识别的等待时间	等待时间是各个测量步骤之间的缓冲时间。为了明确取区分各个测量步骤，该时间要设置为大于 5 ms 的值。
p3093	基于弹性的磁极位置识别的测量步骤数	一共有 12 个测量步骤，以保障精确而可靠的磁极位置识别。测量步骤越多，测量结果也就越精确，测量时间也就越长。
p3094	基于弹性的磁极位置识别的目标偏移	该参数和驱动的机械结构、制动力密切相关，因此必须由用户设置。 参数 p3094 可以暂时保留为空，先设置好电流 p3096 进行一次识别，以确定目标偏转度。

参数	名称	参数设置的说明
p3095	基于弹性的磁极位置识别允许的最大偏移	该参数是允许的最大偏移，预设值为 1 度或 1 毫米。如果电流设置正确，便不会超过该参数值。当不同电流值下的偏移量都差不多或者完全没有偏移时，表明允许的最大偏移设置正确。
p3096	基于弹性的磁极位置识别的电流	该参数和驱动的机械结构、制动力密切相关，因此必须由用户设置。 该参数的预设值是 0。可以先使用大约 $^1/_3$ 的电机额定电流作为参考值。在设置该参数时必须确认电机的制动是否有足够的保持扭矩，在该设置的电流值下保持住负载。但设置的电流值（p3096）必须同时确保电机可以偏移足够的角度或距离。如果在该电流消失后电机的偏移恢复到原始值，便表示该电流正确设置。

使用零脉冲进行磁极位置补偿

磁极位置识别发出一个粗同步信号。但如果存在零脉冲，在越过零脉冲后，磁极位置会自动和零脉冲位置校准，即精同步。零脉冲位置必须经过机械或电气（p0431）校准。如果编码器系统没有经过校准，则推荐进行精同步（p0404.15 = 1），从而避免测量偏差并再次检查识别出的磁极位置。

适用的零脉冲

- 整个运行范围内的一个零脉冲
- 等距零脉冲
- 距离编码的零脉冲

选择精同步的参考脉冲，用于使用零脉冲的磁极位置计算

使用零脉冲进行磁极位置计算的前提条件是：编码器的零脉冲间距是电机磁极距/极对宽的整数倍。

对于带测量系统的直线电机，尽管未明确指出，但驱动允许将用于主动回参考点的零脉冲用于精同步。使用此零脉冲时，特性机械条件换向角会变为 0 或用作 p0431 中的偏移。

此步骤适用于绝对值编码器（DRIVE-CLiQ 编码器除外）、采用等距零脉冲的增量编码器和旋转编码器。

过程如下：

1. 在 p0430.24 中设置“带所选零脉冲的换向”模式。
2. 驱动通过 PROFIdrive 编码器接口接收到参考脉冲搜索任务。
3. 驱动根据参数设置与编码器模块一同确定参考脉冲。
4. 驱动通过 PROFIdrive 编码器接口提供可用的参考脉冲位置。
5. 驱动将相同的位置传送给编码器模块。
6. 编码器模块执行换向角补偿（精同步）。

4.15.2 磁极位置识别的方法

确定合适的磁极位置识别方案

	基于饱和	基于运行	基于弹性
制动存在	可	不可	必要
电子自由旋转	可	必要	不可
电机无铁芯	不可	可	可

与磁极位置识别相关的重要参数

	基于饱和	基于运行	基于弹性
p0325	+	-	-
p0329	+	-	-
p1980	值 0、1 或 4	值 10	值 20
p1981	+	+	-
p1982	+	+	+
p1983	+	+	+
r1984	+	+	+
r1985	+	+	+
r1986	+	+	+
r1987	+	+	+
p1990	+	+	+
r1992	+	+	+

	基于饱和	基于运行	基于弹性
p1993	-	+	-
p1994	-	+	-
p1995	-	+	-
p1996	-	+	-
p1997	-	+	-
p3090	-	-	+
p3091	-	-	+
p3092	-	-	+
p3093	-	-	+
p3094	-	-	+
p3095	-	-	+
p3096	-	-	+
r3097	-	-	+
标识：+ = 相关，- = 不相关			

4.15.3 为调试提供帮助的换向角偏移(p1990)

设置 p1990 = 1 可以激活换向角偏移的识别。得出的换向角偏移输入到 p0431 中。该功能可以在以下情况下使用：

- 一次性磁极位置校准，使用具有绝对值信息的编码器
  （例外：霍耳传感器必须始终经过机械校准。）
- 零脉冲位置校准，用于精同步

表格 4-16　p0431 的作用方式

	增量型，无零脉冲	增量型，带零脉冲	增量型，带距离编码的零脉冲	绝对值编码器
C/D 信号	相对于 C/D 信号平移换向角	相对于 C/D 信号和零脉冲平移换向角	目前尚不提供	不允许
霍耳传感器	不会作用于霍耳传感器。霍耳传感器必须经过机械校准。	不会作用于霍耳传感器。 相对于零脉冲平移换向角。	不会作用于霍耳传感器。 在 2 次越过零脉冲后，相对于绝对位置平移换向角。	不允许
磁极位置识别	没有影响	相对于零脉冲平移换向角。	在 2 次越过零脉冲后，相对于绝对位置平移换向角	相对于绝对位置平移换向角

说明

如果 p1980 ≠ 99，而 p0301 不是出厂时编码器已校准的列表型电机时，一旦出现故障 F07414，便自动启动 p1990。

4.15.4　重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0325[0...n]　电机磁极位置识别，第 1 相位电流相位
- p0329[0...n]　磁极位置识别，电流
- p0404[0...n]　生效的编码器配置
- p0430[0...n]　编码器模块配置
- p0431[0...n]　换向角偏移
- p0437[0...n]　扩展编码器模块配置
- r0458　编码器模块属性
- r0459　扩展编码器模块属性
- p0640[0...n]　电流限值
- p1082[0...n]　最大转速
- p1215　电机抱闸的配置
- p1980[0...n]　磁极位置识别方法
- p1981[0...n]　磁极位置识别最大行程

- p1982[0...n] 选择磁极位置识别
- p1983 磁极位置识别测试
- r1984 磁极位置识别角度差
- r1985 磁极位置识别饱和特性曲线
- r1986 磁极位置识别饱和特性曲线 2
- r1987 磁极位置识别触发器特性曲线
- p1990 编码器校准确定换向角偏移
- p1991[0...n] 电机切换换向角偏移补偿
- r1992.0...15 CO/BO:磁极位置识别诊断
- p1993[0...n] 基于运动的磁极位置识别的电流
- p1994[0...n] 基于运动的磁极位置识别的电流上升时间
- p1995[0...n] 基于运动的磁极位置识别的增益
- p1996[0...n] 基于运动的磁极位置识别的积分时间
- p1997[0...n] 基于运动的磁极位置识别的平滑时间
- p3090[0...n] 基于弹性的磁极位置识别的配置
- p3091[0...n] 基于弹性的磁极位置识别的斜坡时间
- p3092[0...n] 基于弹性的磁极位置识别的等待时间
- p3093[0...n] 基于弹性的磁极位置识别的测量次数
- p3094[0...n] 基于弹性的磁极位置识别的目标偏转度
- p3095[0...n] 基于弹性的磁极位置识别允许偏转
- p3096[0...n] 基于弹性的磁极位置识别的电流
- r3097.0...31 BO:基于弹性的磁极位置识别的状态

4.16 Vdc 控制

原理

Vdc 控制用于监控直流母线中直流电压是否出现过压和欠压。识别出直流母线组件过压或欠压时，可通过 p1240 使用 Vdc 控制设置后续响应。

如果直流母线电压偏差太大，Vdc 控制器激活时的电机转矩极限可能会受影响。电机可能因此无法保持设定转速，或加速和减速时间延长。

在一个驱动组中可以使用一个或多个驱动，以减轻直流母线的负载或对其进行支持。这样可避免基于无效直流母线电压的故障。驱动保持使用就绪状态。

通常情况下，直流母线中电机模块最大电动功率消耗 $p_{电动}$ 如下计算

$P_{电动} = V_{DC，实际值} \times (V_{DC，实际值} - p1248) \times p1250$

相应地，直流母线中电机模块最大回馈功率 $P_{回馈}$ 如下计算

$P_{回馈} = V_{DC，实际值} \times (p1244 - V_{DC，实际值}) \times p1250$

V_{dc} 控制器是一个作用于转矩极限的比例控制器。只有在直流母线电压接近上限(p1244)或下限(p1248)、p1240 激活了该控制器时，它才会影响转矩极限。

建议的比例增益设置为：
p1250 = 0.5 x 直流母线电容[mF]。

直流母线电容可以在直流母线识别(p3410)结束后参见电源模块的参数 p3422。

说明

为确保在电源模块断电时驱动也能继续运行，必须将故障 F07841 的反应重新设为“无”，或通过 p0864 将电源模块的运行信息始终设为“1”。

V_{dc} 控制器的应用有： 用于没有回馈能力的电源模块（V_{dc_max} 控制器），用作电源断电时的保护措施（V_{dc_min} 控制器”和“V_{dc_max} 控制器）。有些故障信息可以自由设定，从而在出现直流母线故障时只断开单个驱动，重要的驱动仍会继续运行。

V_{dc} 控制的电压限值也会对 V/f 控制产生影响；只是此情况下 V_{dc} 控制的动态特性会慢一些。

V_{dc_min} 控制

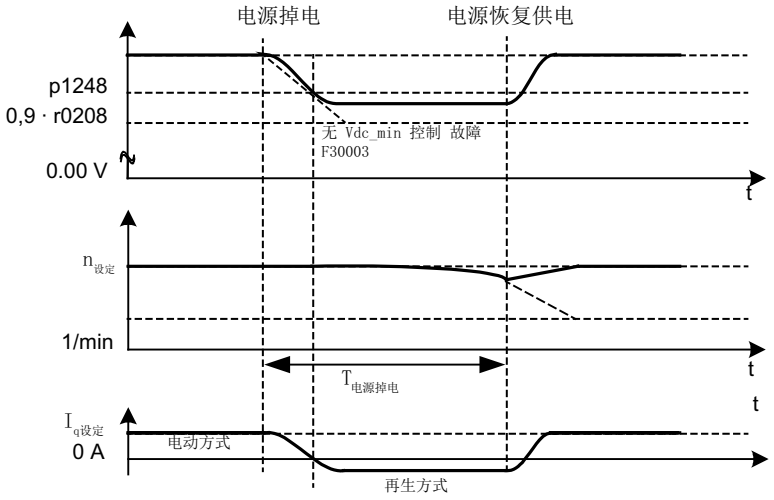


图 4-21　V_{dc_min} 控制（动能缓冲）的激活/取消

在电源断电后，电源模块不能再继续保持直流母线电压，特别是在直流母线组件中的电机模块从中吸收有功功率后。此时，为保持直流母线电压，以便进行可控的紧急停机，可以激活一个或多个驱动的 V_{dc_min} 控制器（p1240 = 2，3）。一旦低出 p1248 中设置的电压阈值，驱动便切换到再生运行，它的动能可以保持直流母线电压。该阈值必须远远大于电机模块的断路阈值，推荐为：小于直流母线电压 50 V 的值。在电源恢复供电后，V_{dc} 控制器自动失效.驱动再次加速到转速设定值。如果电源没有恢复供电，而驱动中的动能已经被激活的 V_{dc_min} 控制器用完，则直流母线电压消失。

说明

如果要等待电源恢复，必须确保驱动组没有和电源断开。电源应由电源继电器释放动作断开。电源接触器必须通过一个无中断电源（USV）供电。

无制动 V_{dc_min} 控制

和 V_{dc_min} 控制（有制动）相同，但是电机当前的制动过程会因直流母线电压下降而受阻（p1240 = 8，9）。当前生效的转矩上限可以不低于转矩极限的偏移(p1532)。电机不再处于再生运行，且不从直流母线中吸收有功功率。

V_{dc_max} 控制

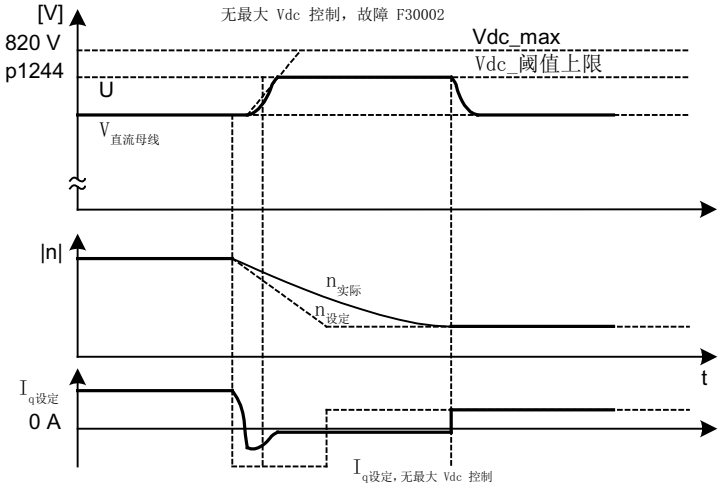


图 4-22 V_{dc_max} 控制的激活/取消

在没有回馈能力的电源模块上或电源断电时，直流母线组件中驱动的制动过程可能会导致直流母线电压增大到断路阈值。此时可以激活一个或多个驱动的 V_{dc_max} 控制器（p1240 = 1，3），以避免因直流母线过电压导致断路。通常需要为一些制动和加速都在较大动能下进行的驱动激活 V_{dc_max} 控制器。一旦超出 p1244 中设置的过电压阈值（设置建议：高于直流母线电压 50 V 的值），在 V_{dc_max} 控制器激活的驱动上，转矩极限会发生变化，从而降低该驱动的制动转矩。此时，驱动反馈的能量完全和直流母线中的损耗或被用电装置消耗的能量相同，制动时间也因此缩短。

说明

如果在驱动组中的其它驱动上没有激活 V_{dc_max} 控制器而继续再生馈电，则 V_{dc_max} 控制器激活的驱动会加速，以便消耗制动能量，减轻直流母线的负载。

无加速 V_{dc_max} 控制

和普通 V_{dc_max} 控制（p1240 = 1, 3）相同， 但是如果不允许最大 Vdc 控制器激活的驱动因为直流母线上其它驱动的再生馈电而加速，则可以设置 p1240 = 7 或 9 禁止加速。当前生效的转矩下限可以不大于转矩极限的偏移(p1532)。

V_{dc} 控制器监控

在电源断电后，电源模块不能再继续保持直流母线电压，特别是在直流母线组件中的电机模块从中吸收有功功率后。为了防止电源断电时一些不关键的驱动消耗直流母线电压，可以通过可设定的电压阈值(p1248)以故障信息 (F30003)断开这些驱动。激活 V_{dc_min} 监控 (p1240 = 5, 6)即可实现分断。

在电源断电时，驱动的制动能量可能会使直流母线电压上升到断路阈值。为了防止电源断电时一些不关键的驱动向直流母线馈电，可以通过可设定的电压阈值(p1244)以故障信息(F30002)断开这些驱动。激活 V_{dc_max} 监控(p1240 = 4, 6)即可实现分断。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5300 伺服控制 - 诊断用的 V/f 控制
- 5650 伺服控制 - 最大 Vdc 控制器和最小 Vdc 控制器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0056.14 CO/BO:闭环控制状态字：Vdc_最大控制器有效
- r0056.15 CO/BO:闭环控制状态字：最小 Vdc 控制器生效
- p1240[0...n] Vdc 控制器或 Vdc 监控的配置
- p1244[0...n] 直流母线电压阈值上限
- p1248[0...n] 直流母线电压阈值下限
- p1250[0...n] Vdc 控制器的比例增益

4.17 动态伺服控制(DSC)

“动态伺服控制”(DSC)功能是一种控制结构，它在快速的转速控制器周期内计算，由控制器系统在位置控制器周期内提供设定值。

这样可以可以获得较高的位置控制器增益。

前提条件

使用“动态伺服控制”功能需要满足以下前提条件：

- 工作模式“设定转速”
- 等时同步的 PROFIBUS DP 或带 IRT 的 PROFINET IO
- 位置控制器增益系数 (KPC) 和位置偏差 (XERR) 必须包含在 PROFIBUS DP 或带 IRT 的 PROFINET IO 设定值报文中，参见 p0922。
- 而位置实际值必须通过 PROFIBUS DP 或带 IRT 的 PROFINET IO 实际值报文中的编码器接口 Gx_XIST1 传送到主站。
- 在激活的 DSC 中，PROFIBUS DP 或带 IRT 的 PROFINET IO 的 PROFIdrive 报文中的转速设定值“N_SOLL_B”用作转速前馈控制值。
- 内部的准位置控制器 - DSC 位置控制器 (FP3090) 使用电机测量系统的位置实际值 G1_XIST1 或附加编码器系统的位置实际值（报文 6、106、116、118、126、136 和 138 或自由报文）。

以下 PROFIdrive 报文支持 DSC：

- 标准报文 5 和 6
- 西门子报文 105，106，116，118，125，126，136，138，139

其它的 PZD 可以通过报文扩展使用。此时应注意，SERVO 最多支持 20 个 PZD 设定值和 28 个 PZD 实际值。

说明

DSC 运行无论是在控制系统侧还是在驱动侧都强制要求等时同步性。

DSC 工作方式的详细图示请参见功能图 3090（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）。

运行状态

使用 DSC 功能时可采用以下运行状态（详细信息参见 SINAMICS S120/S150 参数手册，功能图 3090）：

DSC 的运行状态	含义
带直线插补的转速/转矩前馈控制	通过位置控制器周期中的阶梯状转矩前馈控制得到在励磁周期中经过脉冲的转矩特性曲线。
带样条的转速前馈控制 1)	● 对位置设定值进行均衡。 ● 不对转速前馈控制值进行均衡。
带样条的转速/转矩前馈控制 1)	● 对位置设定值进行均衡。 ● 对转速前馈控制值进行均衡。 2) ● 不对转矩前馈控制值进行均衡。

1) 通过样条插补实现以下优化：
- 转速控制器周期中的转矩插补更为精确，因此运动更为平滑，并且避免转矩瞬变。
- 在转矩-转速前馈控制上具有较高的轨迹正确度（即：控制性能中的跟随误差更小）。
- 可进行高频轨迹运动

2) 在均衡功能生效（T_SYMM > 0）时，可通过 p1427 设置一个附加的均衡时间常量 T_SYMM_ADD，用于转矩前馈控制生效时的转速前馈控制值均衡。
此时转速前馈控制值通过以下时间常数的和进行均衡：
T_SYMM（参见 p1195）+ T_SYMM_ADD（p1427）+ 0.5 × T_转速控制器周期（p0115[1]）
在通过位置差来计算转速时，自动增加了半个转速控制周期。

激活

若满足了动态伺服控制（DSC）的前提条件，则 DSC 结构会借由所选的 PROFIdrive 报文通过以下参数的逻辑互联激活：

- p1190 “DSC 位置偏差 XERR”
- p1191 “DSC 位置控制器增益 KPC”
- p1194 “CI:DSC 控制字 DSC_STW”
- p1195 “CI:DSC 均衡时间常量 T_SYMM”
- p1430 “CI:转速前馈控制”

如果传送了 KPC = 0，则只能在转速闭环控制中以转速前馈控制值（p1430，PROFIdrive N_SOLL_B 和 p1160 n_soll_2）运行。如需位置闭环控制，必须传送 KPC > 0。

说明

DSC 激活时的 KPC

在动态伺服控制激活后，检查主站中的位置控制器增益 KPC。可能有必要对设置进行修改。

在 DSC 生效时， 转速设定值 1 的通道 p1155，以及扩展设定值的通道 r1119 都会被禁用。

而转速设定值 2 的通道 p1160 和转速前馈控制通道 p1430 则会在 DSC 激活时加上 DSC 的转速设定值，参见功能图 3090。

禁用

当 KPC 或 XERR 的模拟量互联输入上的互联被取消（p1191 = 0 或 p1190 = 0）时，DSC 结构解除，DSC 功能禁用。之后 r1119 和 p1155 的和会被加至 p1160 和转速前馈控制通道 p1430。

由于激活 DSC 时可能会设置较高的增益系数，在断路时控制回路有可能会变得不稳定。因此在取消 DSC 前必须降低主站中 KPC 的值。

转速设定值滤波器

在 DSC 激活时无需采用用于转速设定值变化圆整的转速设定值滤波器。

转速设定值滤波器 1 和“DSC” 功能的共同使用仅适用于支持位置控制器，例如用于抑制共振。

外部编码器系统（外部的电机编码器）

如果需要在 DSC 激活时使用外部编码器，则必须为此选择一个具有附加编码器实际值的报文：报文 6、106、116、118、126、138 或自由报文。

为了在 DSC 模式中达到最佳控制效果，必须通过参数 p1192“DSC 编码器选择”为控制系统（主站）和驱动选择相同的编码器（编码器 2 和/或编码器 3）。

如果用于在控制器中形成位置实际值的编码器与用于 DSC 的编码器的线数或细分分辨率不同，在 p1193 中须加以考虑。该系数表明了在位移基准相同时、所用编码器之间的线数比。此外还须注意：不同编码器（如 EnDat 编码器和 SSI 编码器）在其位置实际值采集时没有时滞，因为这可能会导致意外特性。

参数 p1192 和 p1193 的作用方式在功能图 3090 中清晰说明。

Windup 效应

若驱动在 DSC 运行中由于设定值过快等原因达到了转矩限值，则可能在定位运行中导致超调。在这种所谓的 WindUp 效应中驱动会超出预设的目标，控制系统不会设定补偿，之后驱动会返回并再次超出目标。为了避免此特性，驱动会将位置控制器限制在所能稳定保持的数值（取决于驱动的加速能力）。设置 p1400.17 = 1，从而在 DSC 运行中激活动态设定值限制。为此必须对总惯量（$m_{总}$）进行精确的参数设置（惯量 p0341、p0342 和 p1498，必要时通过电机识别确定）。限制响应在 r1407.19 中显示。相关内容请留意参数 p1400.17 的说明以及功能图 3090。

诊断

参数 r1407 可显示正在生效的 DSC 闭环控制方式；例如 r1407.20 = 1 表示“带样条的 DSC 生效”。

显示的前提条件：

- p1190 和 p1191 必须连接了一个数值 > 0 的信号源（DSC 结构激活）。
- OFF1、OFF3 和 STOP2 不允许生效。
- 电机数据识别不允许生效。
- 控制权不允许生效。

以下条件可能会导致在设置了位的情况下 DSC 功能仍不生效：

- 没有选中等时同步运行（r2054 ≠ 4）。
- PROFIBUS 不是等时同步（r2064[0] ≠ 1）。
- 在控制系统侧不允许启用 DSC，因此将 KPC =0 作为数值传送给 p1191。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2401 PROFIdrive 一览
- 2415 PROFIdrive 标准报文和过程数据 1
- 2416 PROFIdrive 标准报文和过程数据 2
- 2419 PROFIdrive 制造商专用的报文和过程数据 1
- 2420 PROFIdrive 制造商专用的报文和过程数据 2

- 2421 PROFIdrive 制造商专用的报文和过程数据 3
- 2422 PROFIdrive 制造商专用的报文和过程数据 4
- 2423 PROFIdrive 制造商专用/自由报文和过程数据
- 3090 设定值通道 - 动态伺服控制系统（DSC），线性和 DSC 样条 (r0108.6 = 1)
- 5020 伺服控制 - 转速设定值滤波器和转速前馈控制
- 5030 伺服控制 - 参考模型/对称预调/转速限制

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1160[0...n] CI：转速控制器：转速设定值 2
- p1190 CI：DSC 位置偏差 XERR
- p1191 CI：DSC 位置控制器增益 KPC
- p1192[0...n] DSC 编码器选择
- p1193[0...n] DSC 编码器自适应系数
- p1194 CI：DSC 控制字 DSC_STW
- p1195 CI：DSC 均衡时间常量 T_SYMM
- p1400[0...n] 转速闭环控制配置
  17 DSC 位置控制器限制生效
- r1407.0...26 CO/BO:转速控制器状态字
  04 DSC 转速设定值
  19 DSC 位置控制器受限
  20 含样条的 DSC 激活
  21 在含样条的 DSC 中转速前馈控制激活
  22 在含样条的 DSC 中转矩前馈控制激活
- p1430[0...n] CI：速度前馈控制

4.18 运行到固定停止点

通过该功能可以使电机以设定的转矩运行到一个固定点，而不报告故障。在达到该点时会产生设定的转矩，并在之后持续保持。

通过相应地缩小转矩上限即电动式转矩极限、转矩下限即回馈式转矩极限可以降低所需的转矩。

应用示例

- 以固定的转矩拧紧部件
- 返回到机械参考点。

信号

在 PROFIdrive 报文 2 到 6 中，以下信号自动互联在一起：

- 控制字 2 位 8(STW2.8)
- 状态字 2 位 8(ZSW2.8)

在 PROFIdrive 报文 102 到 106 中，另外还有以下信号互联在一起：

- 报告字位 1(MELDW1)
- 过程数据“转矩降低”，连接到转矩极限比例系数

“基本定位器”功能模块生效时，上述信号自动互联至基本定位器。

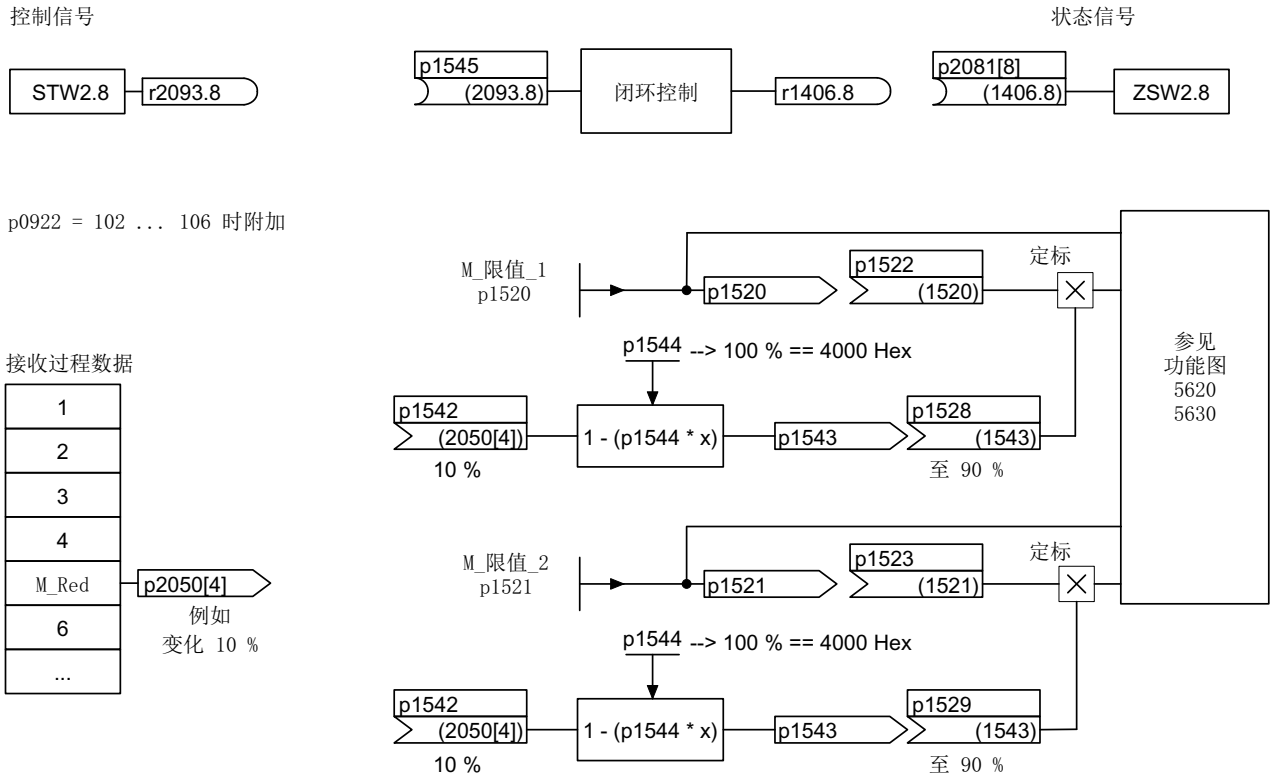


图 4-23 “运行到固定停止点”时的信号

使用 PROFIdrive 报文 2~6 时不会传送任何转矩降低数据。在“运行到固定停止点”功能激活时，电机会加速运行到 p1520 和 p1521 中的转矩极限。如果需要降低转矩，则可以通过报文 102 ~106 传送该数据。也可以选择在 p2900 中输入一个固定值，并将该值连接到 p1528 和 p1529 中的转矩极限上。

信号图

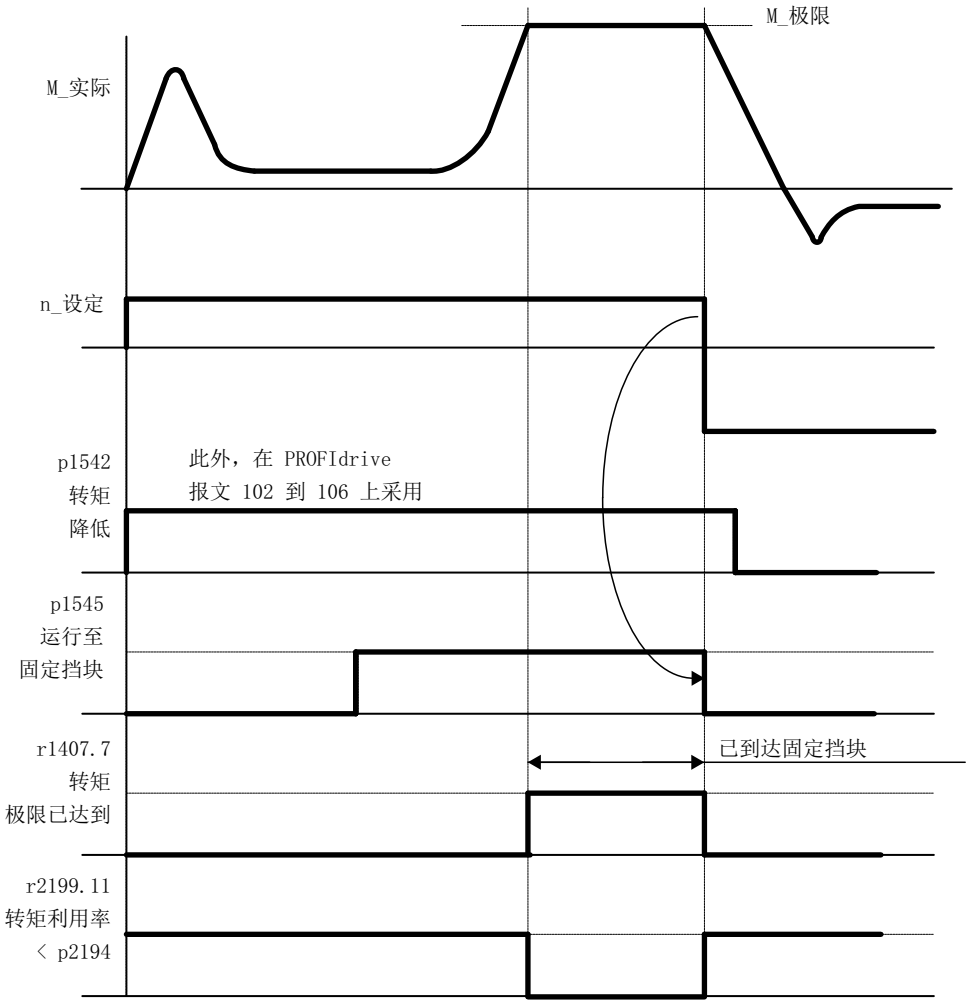


图 4-24 “运行到固定停止点”时的信号图

调试 PROFIdrive 报文 2 到 6

1. 设置 p1545 = 1，激活功能“运行到固定停止点”。
2. 设置所需的转矩极限。
   示例：
   p1400.4 = 0 → 转矩上限或下限
   p1520 = 100 Nm → 正向转矩上限
   p1521 = –1500 Nm → 负向转矩下限
3. 将电机运行到固定点。
   电机以设定的转矩运行，在达到固定点后反向加工，直到达到转矩极限，该状态可以由状态位 r1407.7“达到转矩极限”辨识。

控制信息和状态信息

表格 4-17　控制“运行到固定停止点”

信号名称	内部状态字 STW “转速控制”	二进制互联输入	PROFIdrive p0922 和/或 p2079
激活“运行到固定停止点”	8	p1545 激活“运行到固定停止点”	STW2.8

表格 4-18　状态信息“运行到固定停止点”

信号名称	内部状态字	参数	PROFIdrive p0922 和/或 p2079
“运行到固定停止点”激活	-	r1406.8	ZSW2.8
达到转矩极限	ZSW 转速控制 7	r1407.7	ZSW1.11 （取反）
转矩利用率 < 转矩阈值 2	ZSW 监控 3.11	r2199.11	MELDEW.1

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5609　伺服控制 - 转矩极限值形成一览
- 5610　伺服控制 - 转矩限制/转矩降低，插补器
- 5620　伺服控制 - 电动式/回馈式转矩极限
- 5630　伺服控制 - 转矩上限/转矩下限
- 8012　信息和监控功能 - 转矩信息，电机堵转/失速

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1400[0...n]　转速控制配置
- r1407.7　CO/BO:转速控制器状态字；达到转矩极限
- p1520[0...n]　CO:转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1521[0...n]　CO:转矩下限/回馈式运行转矩极限
- p1522[0...n]　CI：转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1523[0...n]　CI：转矩下限/回馈式运行转矩极限

- r1526 CO:电动式运行转矩上限，无偏移
- r1527 CO:回馈式运行转矩下限，无偏移
- p1532[0...n] 转矩极限偏移
- p1542[0...n] CI：运行到固定停止点转矩降低
- r1543 CO:运行到固定停止点转矩比例系数
- p1544 运行到固定停止点， 转矩降低计算
- p1545[0...n] BI:运行到固定停止点激活
- p2194[0...n] 转矩阈值 2
- p2199.11 CO/BO:监控状态字；
  转矩利用率 < 转矩阈值 2

4.19 垂直轴

在一个没有机械配重的垂直轴上，可以通过转矩极限偏移(p1532)来设置电气配重。 p1520 和 p1521 会按照该偏移值进行平移。

偏移值可以从 r0031 中读取并传送到 p1532 中。

为减少松开制动后的配重步骤，可以将转矩偏移值作为转矩附加设定值(p1511 或 p1513)互联， 从而可以在制动松开后直接给定保持转矩。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5060 伺服控制 - 转矩设定值，控制方式切换
- 5620 伺服控制 - 电动式/回馈式转矩极限
- 5630 伺服控制 - 转矩上限/转矩下限

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0031 经过滤波的转矩实际值
- p1511[0...n] CI： 附加转矩 1
- p1512[0...n] CI： 附加转矩 1 比例系数
- p1513[0...n] CI： 附加转矩 2
- p1520[0...n] CO: 转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1521[0...n] CO: 转矩下限/回馈式运行转矩极限
- p1532[0...n] CO: 转矩极限偏移

4.20 变量报告功能

监控用变量报告功能

使用“变量报告功能”可对属性为“可跟踪 (traceable) ”的 BICO 互联及参数进行监控，也可通过调试功能“设备跟踪”进行记录。

说明

变量报告功能的精度可以达到 8 ms，在设置启用延时和关闭延时时也必须注意这一点。

将所需的数据源输入驱动对象专家列表的参数 p3291 中。在参数 p3295 中定义数据源的阈值。可通过 p3296 设置阈值回差。低于或超出阈值时会产生输出信号 r3294。

可通过 p3297 为输出信号 r3294 设置启用延时以及通过 p3298 设置关闭延时。

设置一个回差后，会产生一个以阈值为中心的公差带。一旦超出公差带上限，输出信号 r3294 便设为“1”；一旦低于公差带下限，输出信号便设为“0”。

变量报告功能的采样时间在 p3299 中设置。

在配置结束后可通过 p3290.0 = 1 激活变量报告功能。

示例 1：

现在需要根据温度高低接通一个加热设备。为此外部传感器的模拟量信号上连接了变量报告功能。并且为了防止频繁接通/断开加热设备，此处确定了温度阈值和回差。

示例 2：

现在需要监控过程变量“压力”，其中允许出现暂时性过压。为此外部传感器的模拟量信号上连接了变量报告功能。并设置了压力阈值和启用延时作为公差时间。

“变量报告功能”的输出信号置位后，循环通讯中报告字 MELDW 中的位 5 会因此置位。报告字 MELDW 是报文 102, 103, 105, 106, 110, 111, 116, 118, 126 的组成部分。

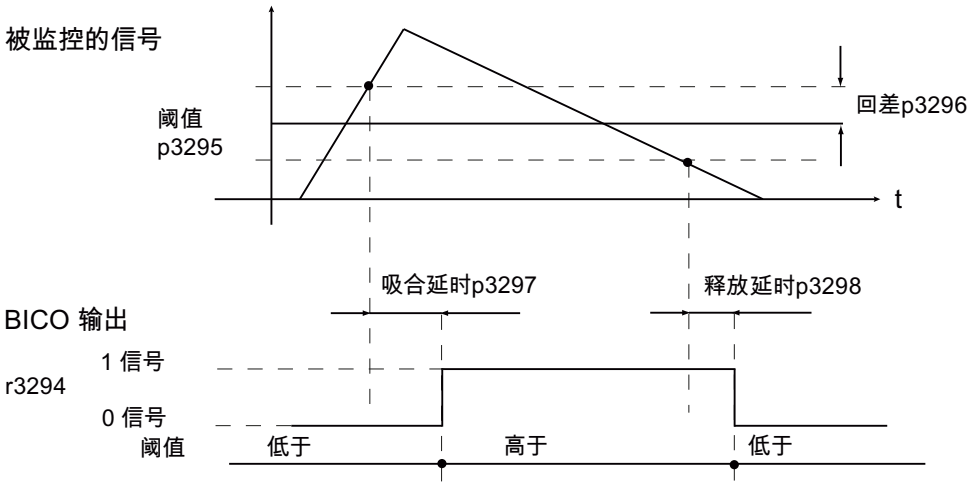


图 4-25 变量报告功能

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5301 伺服控制 - 变量报告功能

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p3290 变量报告功能启动
- p3291 CI：变量报告功能的信号源
- r3294 BO:变量报告功能的输出信号
- p3295 变量报告功能阈值
- p3296 变量报告功能的回差
- p3297 变量报告功能启用延时
- p3298 变量报告功能关闭延时
- p3299 变量报告功能的采样时间

4.21 中央测头检测

运动控制系统需要在由外部事件确定的时间点上频繁检测驱动轴的位置，并保存这些位置，外部事件比如有测头的信号沿。此时系统需要满足以下条件：

- 能检测多个测头
- 发生一个测头事件时能保存多个轴上的位置值

使用中央测头检测功能时，测头信号的时间点会由中央控制级进行采集和存储。接着控制系统会根据各个轴位置信号的采样值对各个测头时间点上的位置实际值进行插补。在 SINAMICS S120 中为此实现了 3 种检测方式。

通过参数 p0684 可设置以下检测方式：

- 使用握手（p0684 = 0）
  出厂设置
- 不使用握手，2 个脉冲沿（p0684 = 1）
  在 RUN 状态下可以设置 p0684 = 0 或 1。
- 不使用握手，多于 2 个脉冲沿（p0684 = 16）
  每个测头测量多个脉冲沿，不使用握手：
  在“保存参数”和“重新上电”后，p0684 = 16 才生效。
  在“保存参数”和“重新上电”后，将 p0684 = 16 修改为 p0684 = 0 或 1 才生效。

不使用握手时无法确保标准 PROFIdrive 连接的故障安全性。“集成”平台上（例如集成在 SIMOTION D425 中的 SINAMICS），“不使用握手”功能已使能。若需确保测头识别的绝对安全性，必须采用使用握手测量方案。

中央测量功能的 PROFIdrive 报文

- 报文 390：无测头
- 报文 391：有 2 个测头（当 p0684=0/1）
- 报文 392：有 6 个测头（当 p0684=0/1）
- 报文 393：有 8 个测头（当 p0684=0/1）
- 报文 394：无测头
- 报文 395：有 16 个测头时间戳（p0684 = 16）

使用/不使用握手的中央测量的共同特性

两种测量方案有以下共性：

- 在 p0680 中设置输入端子。
- 在 p0681 中设置同步信号信号源。
- 在 p0682 中设置测头控制字信号源。
- 通过 PROFIdrive 通讯接口进行传输。
- 进行等时同步 PROFIdrive 同步和监控。
- 测量前提条件是控制系统和驱动的同步。
- PROFIBUS 周期（最大 8ms）中，在 To 时间点接收设定值，在 Ti 时间点传输实际值。
- 时间戳：格式（驱动中递增，NC 中递减）
- 为了将有效的测量时间零与无效的时间格式区别开，驱动中的有效时间戳每次增 1。在控制系统中，该时间错戳再次递减。
- 接口中的值“0”是无效的时间格式，表明无测量值存在。
- 控制字/状态字执行的定序器
- 监控（生命符号）
- 故障

说明

时间要求苛刻的数据传输

根据协议，对报文 39x 中的状态信息 E_DIGITAL 和 A_DIGITAL 没有精确的时间要求。E_DIGITAL 的输入和 A_DIGITAL 的输出根据通过 p2048 设置的 PROFIdrive PZD 采样时间进行，与 PROFIBUS 周期无关。根据模块，此参数可设置为 1 ms 至 16 ms 的值。因此在接收输出值和对输入值进行信息反馈时必须将时滞考虑在内。

测头状态字 MT_ZSW 尽管内容与 E_DIGITAL 相同，但是会直接传输至 PZD。因此对时间要求苛刻的应用必须使用测头或凸轮。

使用握手的中央测量

设置 p0684 = 0 激活“使用握手”的中央测头检测。您可以最多在 4 个 DP 周期内分析每个测头的一个上升沿和/或下降沿。

T_{DP} = PROFIBUS 周期（也称 DP 周期）
T_{MAPC}=主站应用周期 (主站应用生成新的设定值的时帧)

- 在 MAPC 周期的时间点 To 上接收测头控制字（BICO p0682 到 PZD3）。
- 测头控制字中的下降沿/上升沿引起控制位从 0 变 1 后，测量激活。
- 测量激活后，驱动会以数据总线周期(例如 PROFIBUS 周期：DP 周期）检查测量值是否存在。
- 若测量值存在，驱动将时间戳记录在 p0686 或 p0687 中。
- 时间戳一直传送，直到控制字中下降沿或上升沿的控制位置 0。之后相应时间戳会置 0。
- 测头控制字中的控制位从 1 变 0 后，测量关闭。
- 数据通过 PROFIdrive 报文 391，392 或 393 传输。

不使用握手时对 2 个脉冲沿的中央测量

设置 p0684=1 可激活“不使用握手”的中央测头检测。您可以最多在 2 个 DP 周期中检测每个测头的 2 个脉冲沿。前提条件：
$T_{DP} = T_{MAPC}$（占空比 = 1:1，不可采用减速比）

测量激活后，驱动会以 DP 周期检查是否有测量值。

- 若测量值存在，驱动将时间戳记录在 p0686 或 p0687 中，并自动激活新测量。
- 若测量值不存在，驱动将时间戳记录在 p0686 或 p0687 中。
- 一个时间戳仅会被传输一次，直至其被零或新的时间戳覆盖。
- 读取测量值后会立即重新激活测量。
- 在采集新测头事件的同时，测量结果会在一个 DP 周期内传输至上级控制器，而不会进行结果检查。
- 您可以最多在 2 个 DP 周期内检测每个测头的一个上升沿和一个下降沿。
- 数据通过 PROFIdrive 报文 391，392 或 393 传输。

不使用握手时对多于 2 个脉冲沿的中央测量

设置 p0684=16 可激活“不使用握手”的中央测头检测。您可以最多在一个 DP 周期内检测 2 个测头的 16 个脉冲沿。

DP 周期=PROFIBUS 周期=T_{DP}
T_{MAPC}=主站应用周期 (主站应用生成新的设定值的时帧)

- 一个 DP 周期内，每个测头最多有 8 个上升沿和/或 8 个下降沿可供检测，测量结果保存在测量缓存中。
- 您可以为每个测头选择是否要考虑上升沿或下降沿。
- 测头控制字中信号沿引起控制位从 0 变为 1 后，循环测量激活。
- 在测量激活后测量缓存会被清空并初始化。
- 若缓存写满，则最老的测量值会最先被覆盖（先入/先出原则）测头诊断字中的位“测量缓存已满”会提示存在丢失测量值的风险。
- 之后会对测量缓存进行循环清空，测量任务得出的测量值会被换算为时间戳。时间戳会根据时序保存在显示参数 r0565[0...15]中以继续传送，最老的时间戳排在最前面。
- 在有多个测头时，时间戳根据测头号从低到高的顺序和测量时序填入报文块中。
- 在报文 395 中最多可记录 16 个时间戳(MT_ZS)。
- 如果报文 395 中没有足够的位置记录测头的所有时间戳，MT_DIAG 中的位“报文已满”会置位。
  示例：
  – 从第 1 测头传输 4 个值
  – 从第 2 测头传输 6 个值
  – 从第 3 测头仅传输前 6 个测量值，并删除剩余的测量值，并在 MT_DIAG 中报告“报文已满”。
- 被选中的测头始终会考虑所有信号沿，因此无法选中或撤销某个脉冲沿。
- 在采集新测头事件的同时会进行不使用握手的时间戳传输。一个 DP 周期内只传送一个时间戳。然后时间戳会被零或新时间戳覆盖。
- 测头控制字中的下降沿/上升沿引起控制位从 1 变 0 后，循环测量关闭。
- 使用 PROFIdrive 报文 395 传输。

测头时间戳的 PZD 为 BICO 参数，在选择报文块时其会自动与新参数 r0565[16] 连接。

在激活“每个 DP 周期多个测量值”的测量功能后，所采集的时间戳会按照时序保存在 r0565[0...15]中，最老的测量值将最先传输。

测头时间戳基准

测头时间戳基准 MT_ZSB1...4 用于指定测头时间戳 MT_ZS_1...16 在报文 395 中的位置。

一个测头时间戳基准 (MT_ZSB) 指定 4 个测头时间戳 (MT_ZS) 的位置：

表格 4-19　测头时间戳基准和对应的测头时间戳

测头时间戳基准	测头时间戳	位
MT_ZSB1	基准 ZS1	位 0...3
	基准 ZS2	位 4...7
	基准 ZS3	位 8...11
	基准 ZS4	位 12...15
MT_ZSB2	基准 ZS5	位 0...3
	基准 ZS6	位 4...7
	基准 ZS7	位 8...11
	基准 ZS8	位 12...15
MT_ZSB3	基准 ZS9	位 0...3
	基准 ZS10	位 4...7
	基准 ZS11	位 8...11
	基准 ZS12	位 12...15
MT_ZSB4	基准 ZS13	位 0...3
	基准 ZS14	位 4...7
	基准 ZS15	位 8...11
	基准 ZS16	位 12...15

表格 4-20　MT_ZSB1 的位定义（r0566[0]）

基准时间戳	测头位，二进制值	脉冲沿选择位
基准 MT_ZS1	位 0...2:	位 3：
	000：MT1 的 MT_ZS1 001：MT2 的 MT_ZS1 010：MT3 的 MT_ZS1 011：MT4 的 MT_ZS1 100：MT5 的 MT_ZS1 101：MT6 的 MT_ZS1 110：MT7 的 MT_ZS1 111：MT8 的 MT_ZS1	0：MT_ZS1 下降沿 1：MT_ZS1 上升沿

基准时间戳	测头位，二进制值	脉冲沿选择位
基准 MT_ZS2	位 4...6:	位 7：
	000：MT1 的 MT_ZS2 001：MT2 的 MT_ZS2 - 110：MT7 的 MT_ZS2 111：MT8 的 MT_ZS2	0：MT_ZS2 下降沿 1：MT_ZS2 上升沿
基准 MT_ZS3	位 8...10	位 11：
	000：MT1 的 MT_ZS3 001：MT2 的 MT_ZS3 - 110：MT7 的 MT_ZS3 111：MT8 的 MT_ZS3	0：MT_ZS3 下降沿 1：MT_ZS3 上升沿
基准 MT_ZS4	位 12...14	位 15
	000：MT1 的 MT_ZS4 001：MT2 的 MT_ZS4 - 110：MT7 的 MT_ZS4 111：MT8 的 MT_ZS4	0：MT_ZS4 下降沿 1：MT_ZS4 上升沿

用十六进制值确定测头基准值的例子：

0000 = 0 hex = 测头 1 的时间戳，下降沿

1000 = 8 hex = 测头 1 的时间戳，上升沿

0001 = 1 hex = 测头 2 的时间戳，下降沿

1001 = 9 hex = 测头 2 的时间戳，上升沿

测量缓存

控制单元 CU 320-2 或 CU 310-2 上每个测量脉冲输入端最多可存储 16 个测量值（8 个上升沿、8 个下降沿）。

上升沿和下降沿的测量值会依次写入存储器中。若在存储器已满的情况下出现了新的测量值，则所有数值会下滑一位，最老的值被删除。也就是说，存储器上溢时总是只保存最新的 16 个值。在读取数值时，总是先读出存储器中最老的值。其他数值会下滑一位，留出最上面的位置录入新值（FIFO 原则）。

备注

除了上文介绍的方法外，还有其他功能可用于读取测头状态和检测测量值。

示例：
EPOS 可在各个轴上控制其测头。控制系统可以读取测头的方式和测头相连，将读出的信息集成到驱动报文中。

4.21.1 示例

测头检测示例

上述示例中 MT_ZSB 的十六进制值：

- 0 hex = 测头 1 的时间戳，下降沿
- 8 hex = 测头 1 的时间戳，上升沿
- 1 hex = 测头 2 的时间戳，下降沿
- 9 hex = 测头 2 的时间戳，上升沿

示例 1

MT_STW = 100H:只搜索测头 1 的上升沿。

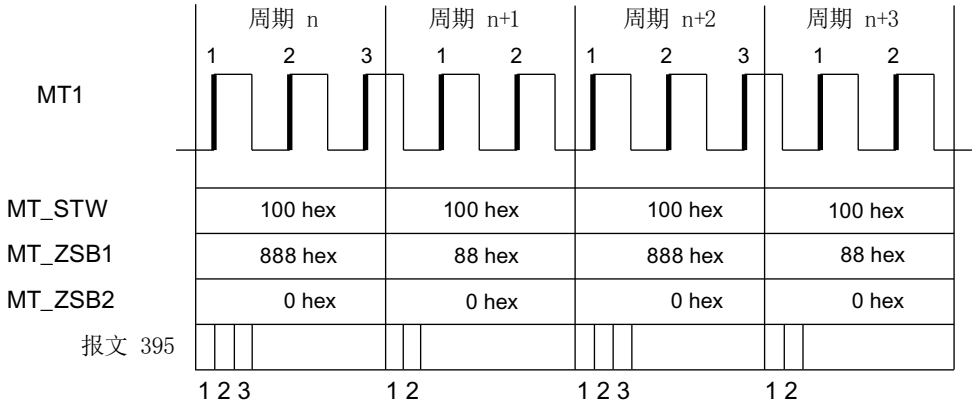


图 4-26 搜索测头 1 的上升沿

此时会在 DP 周期中将测头 1 的所有上升沿时间戳按时序传输

示例 2

MT_STW = 101H:搜索测头 1 的上升沿和下降沿。

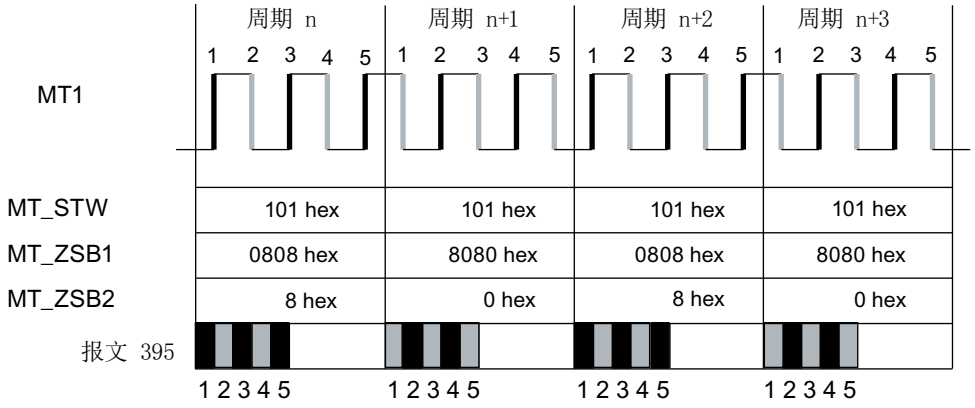


图 4-27　搜索测头 1 的上升沿和下降沿

此时会在 DP 周期中将测头 1 的所有上升沿和下降沿时间戳按时序传输

示例 3

MT_STW = 303H:搜索测头 1 和 2 的上升沿和下降沿。

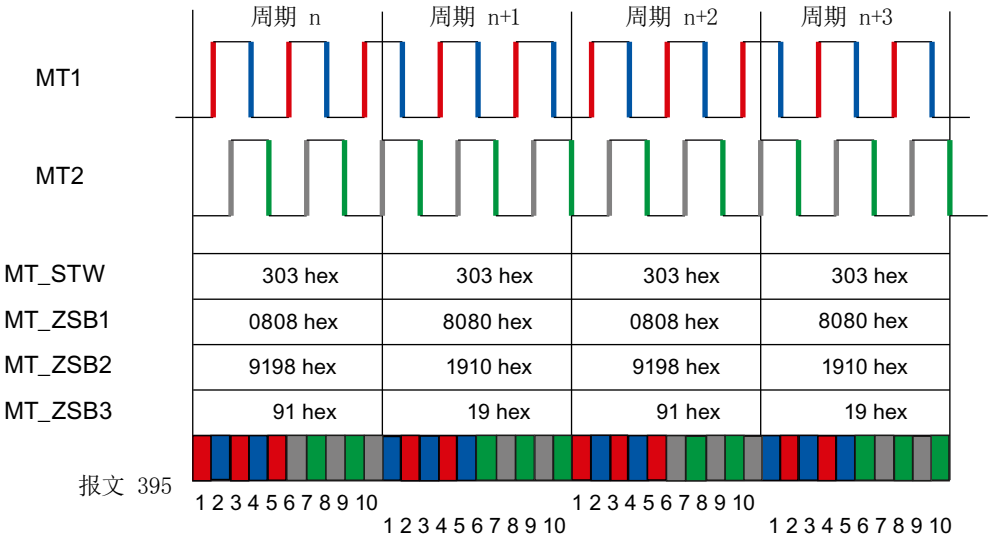


图 4-28　搜索测头 1 和 2 的上升沿和下降沿

首先会在 DP 周期中记录测头 1 的所有上升沿和下降沿时间戳。之后是测头 2 的所有上升沿和下降沿时间戳。

4.21.2 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2423 PROFIdrive 制造商专用/自由报文和过程数据
- 4740 编码器 - 测头，测量值存储器，编码器 1 ... 3

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0565[0...15] CO:测头时间戳
- r0566[0...3] CO:测头时间戳基准
- r0567 CO:测头诊断字
- p0680[0...7] 中央测头输入端
- p0681 BI:中央测头同步信号的来源
- p0682 CI：中央测头控制字的来源
- p0684 中央测头的检测方式
- r0685 中央测头控制字的显示
- r0686[0...7] CO:中央测头上升沿测量时间
- r0687[0...7] CO:中央测头下降沿测量时间
- r0688 CO:中央测头状态字的显示
- r0898.0...14 CO/BO:控制字，顺序控制
- r0899.0...15 CO/BO:驱动对象状态字
- p0922 IF1 PROFIdrive PZD 报文选择
- p0925 PROFIdrive 等时同步生命符号公差

4.22 电压前馈控制

4.22.1 配置电压前馈控制

电压前馈控制 p1703 的目的在于，使 q 轴电流控制器的动态响应可以不断提高，直到达到其物理极限，而不受电流控制器设置的影响。此时，电流设定值会尽快上升。它和转速 / 转矩前馈控制（p1402.4 = 1, p1517 = 0 ms, p1428, p1429）一起工作，可以加大转速控制的带宽。

电机 q 轴电感 p0356 会随着转矩电流急剧变化，尤其在同步电机上。在前馈控制模型中必须考虑该特性。

以下示例图中一步步解释了电压前馈控制如何生效以及如何配置。

说明

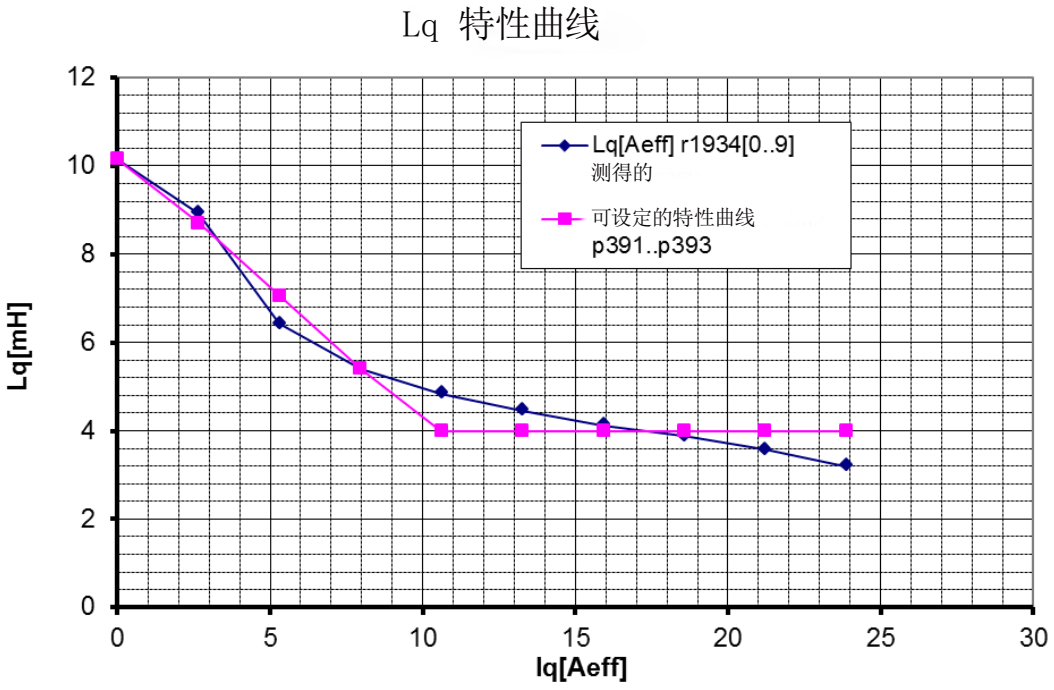
建议

较高的电流控制器带宽能产生较高的频率，相位位置也会变化。因此，激活电压前馈控制后要检查转速控制器或位置控制器，必要时重新进行设置。

第 1 步：设置适配特性曲线

1. 通过旋转测量（旋转电机识别，p1959.5、p1960 和 r1934、r1935）来测量 q 轴电感的特性曲线。
2. 通过接收识别的数据可相应设置适配特性曲线的参数（p0356、p0391、p0392 和 p0393）。

示例：



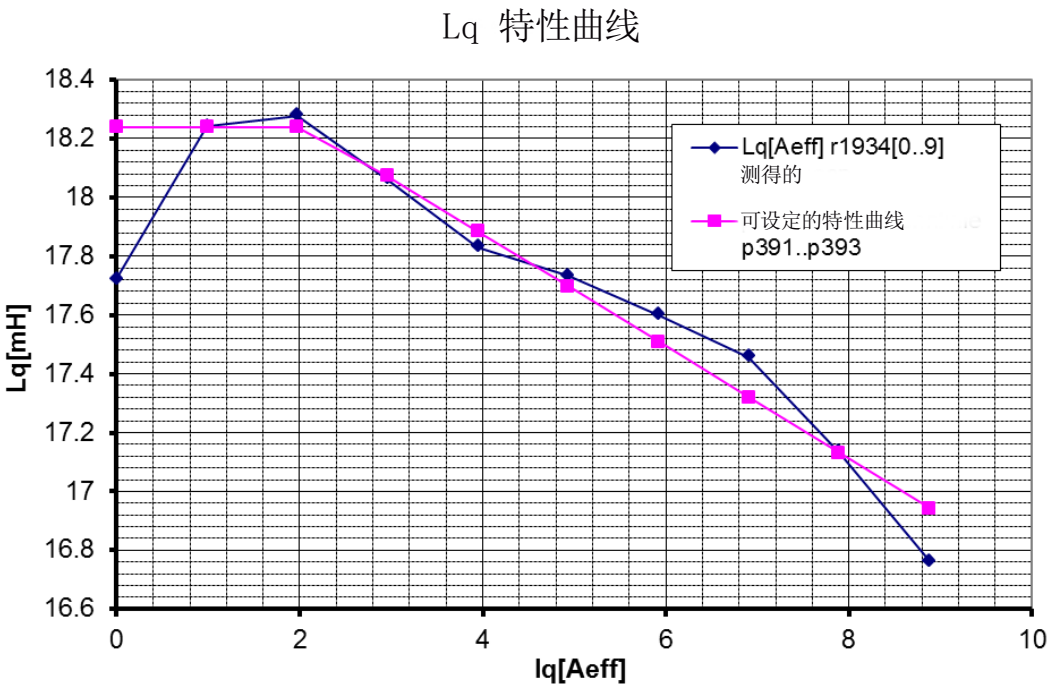
p0391 0.33A

p0392 10.23A

p0393 39.31%

p0356 10.16 mH

图 4-29 适配特性曲线，示例 1



p039 2.09A
1

p039 11A
2

p039 90.67%
3

p035 18.24 mH
6

图 4-30 适配特性曲线，示例 2

第 2 步：在多个优化过程中确定电压前馈控制

1. 在 p1703 中输入 100%，激活电压前馈控制。
2. 按以下步骤，确定电流控制器参考模型的时滞：
   – 激活 p0340 = 4，然后自动计算控制参数。
   - 或者 -
   – 设置 p5271.4 = 1 和 p5271.7 = 1，进行一键优化 (页 118)（p5300 = 1）。

3. 测量电流设定值阶跃响应，修改 p1703 的数值。
   – 不断重复地测量电流设定值阶跃响应，直到电流实际值可以无过冲或下冲地逼近电流设定值（参见如下示意图）。

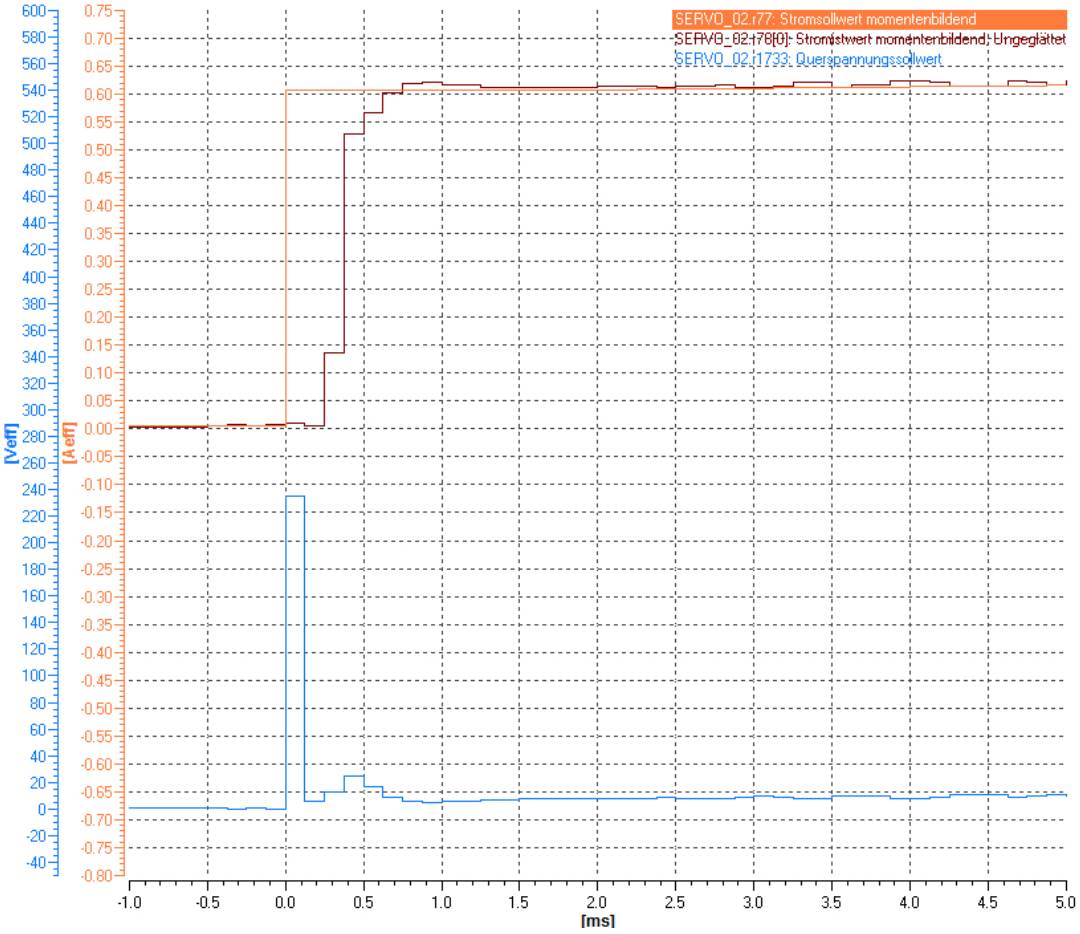


图 4-31　电压前馈控制 p1703 太小

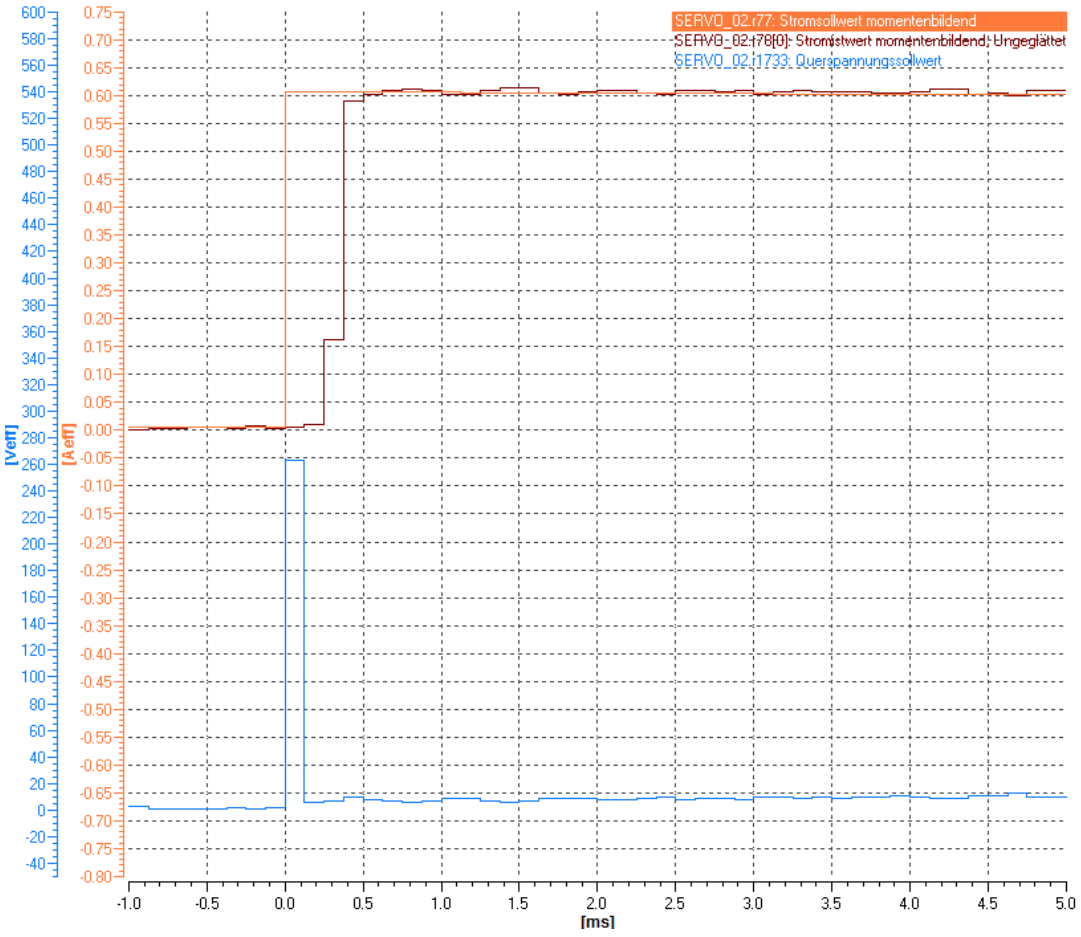


图 4-32　电压前馈控制 p1703 正常

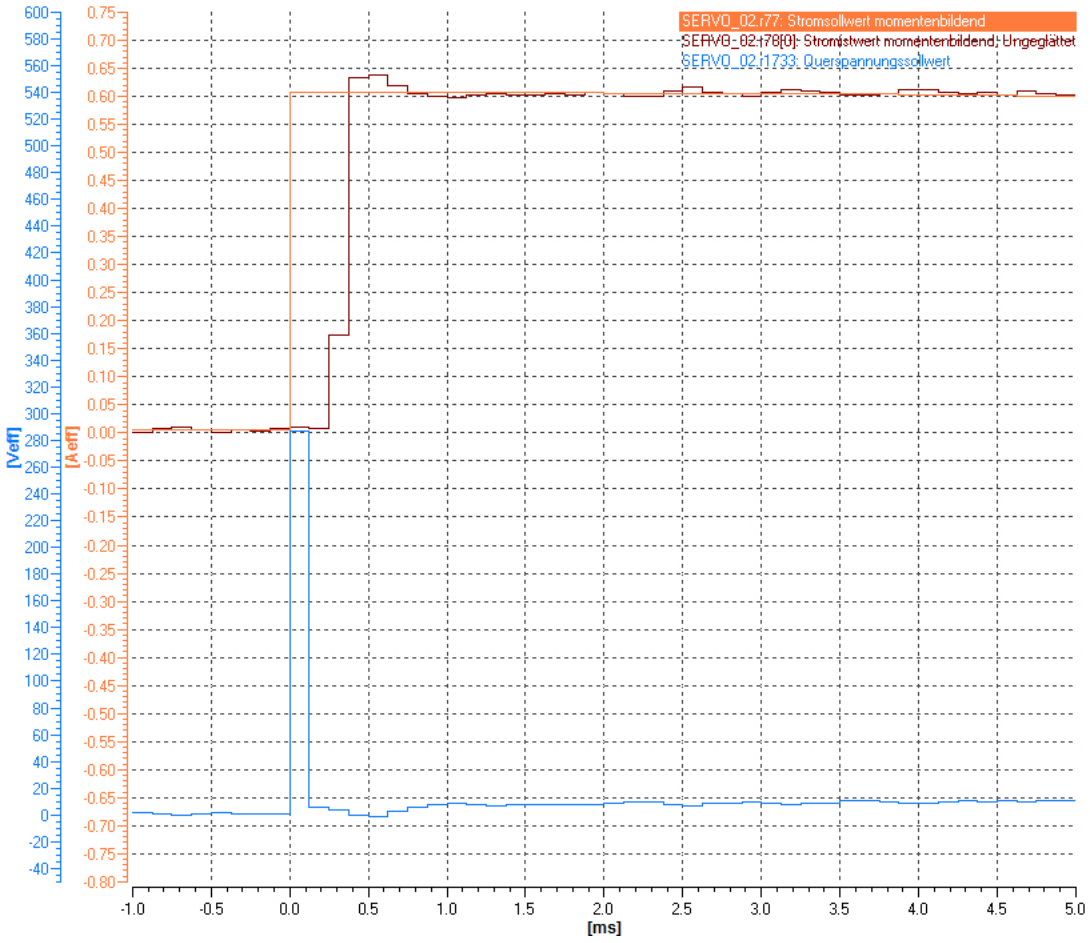


图 4-33　电压前馈控制 p1703 太大

4. 该结果可以通过补偿电压仿真误差继续优化（仅限同步电机）。
   - 激活功能模块“扩展力矩控制” (页 451)（r0108.1）。
   - 设置 p1909.14 = 1 和 p1910，进行静态电机数据识别，确定电压仿真误差。
   - 设置 p1780.8 = 1，激活电压仿真误差补偿。
5. 如果在达到电流设定值后电流实际值再次骤降，可以通过 p1734 或 p1735 修改电流实际值，参见下图。

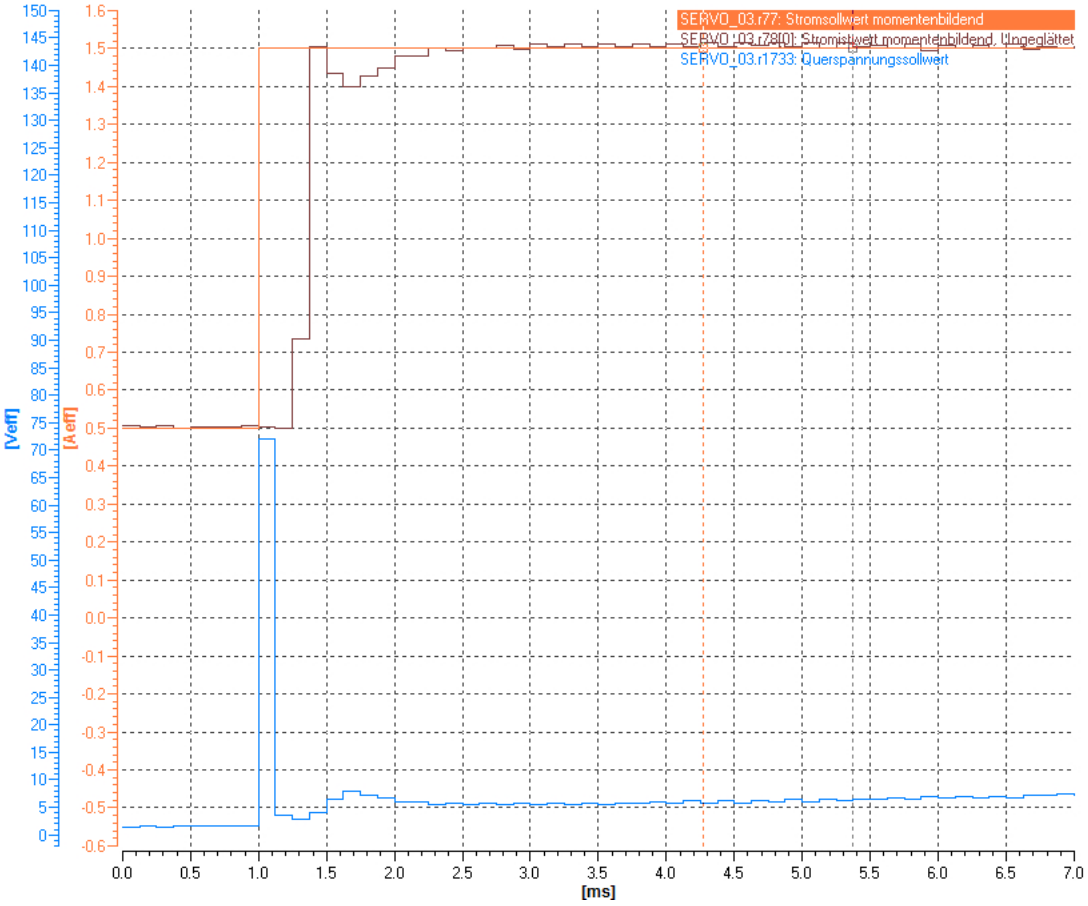


图 4-34　示例：优化前的电压前馈控制，有电压骤降现象

按如下步骤执行优化（p1734 和 p1735）

1. 将电流控制器比例增益 p1715 缩小 10 倍。
2. 将电流控制器积分时间 p1717 放大 10 倍。
3. 设置 p1734 = 0，弱化涡流补偿。

4. 再次测量一次电流控制器设定值阶跃响应，参见下图。

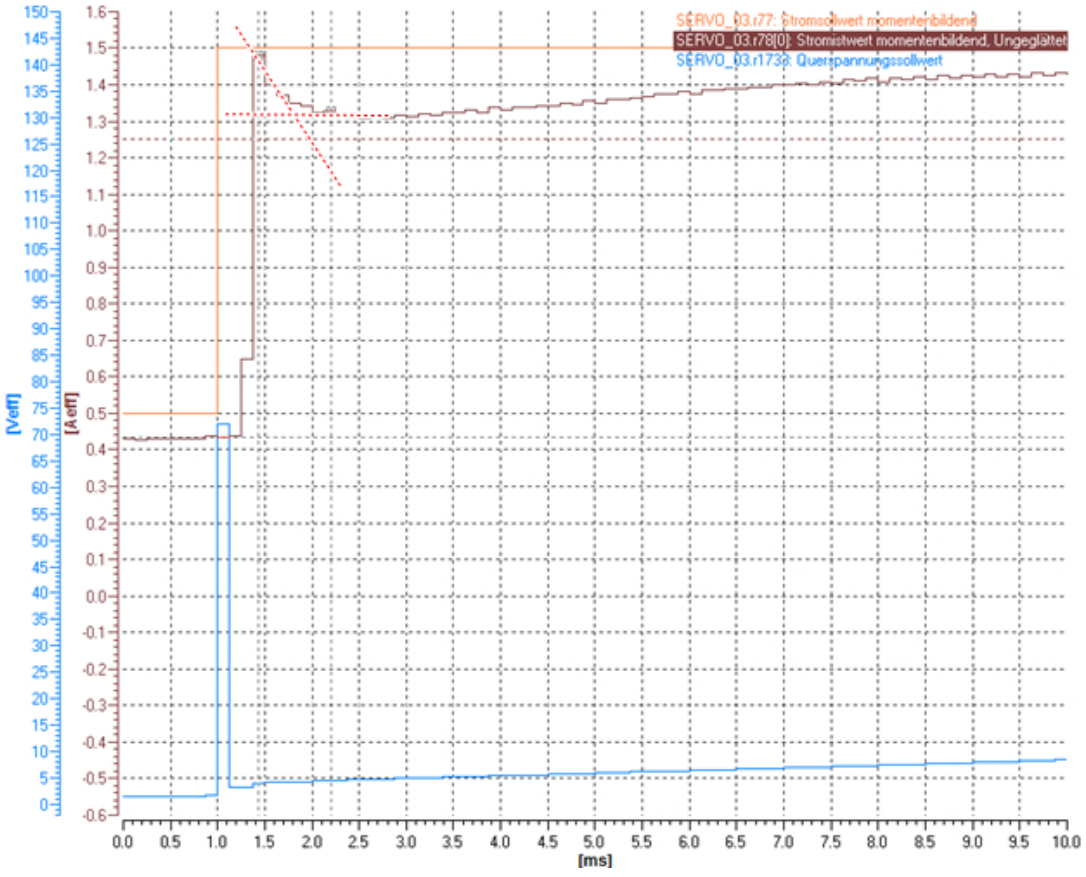


图 4-35　示例

本例中的测量结果表明，在达到设定值后电流沿着指数函数曲线“1-exp(-t/Tgl)”下降。您可以根据起始切线和终值直线的交点所在的时间来估算出平滑时间。

5. 在 p1735 中输入时间常数。
6. 在 p1734 中设置，设定值接触点应高于终值直线多少个百分点，比如：1.5A/1.32A -1)· 100 % = 13.6 %。

7. 再次将电流控制器的比例增益 p1715 和积分时间 p1717 恢复为原始值。
8. 重新测量一次电流控制器设定值的阶跃响应。

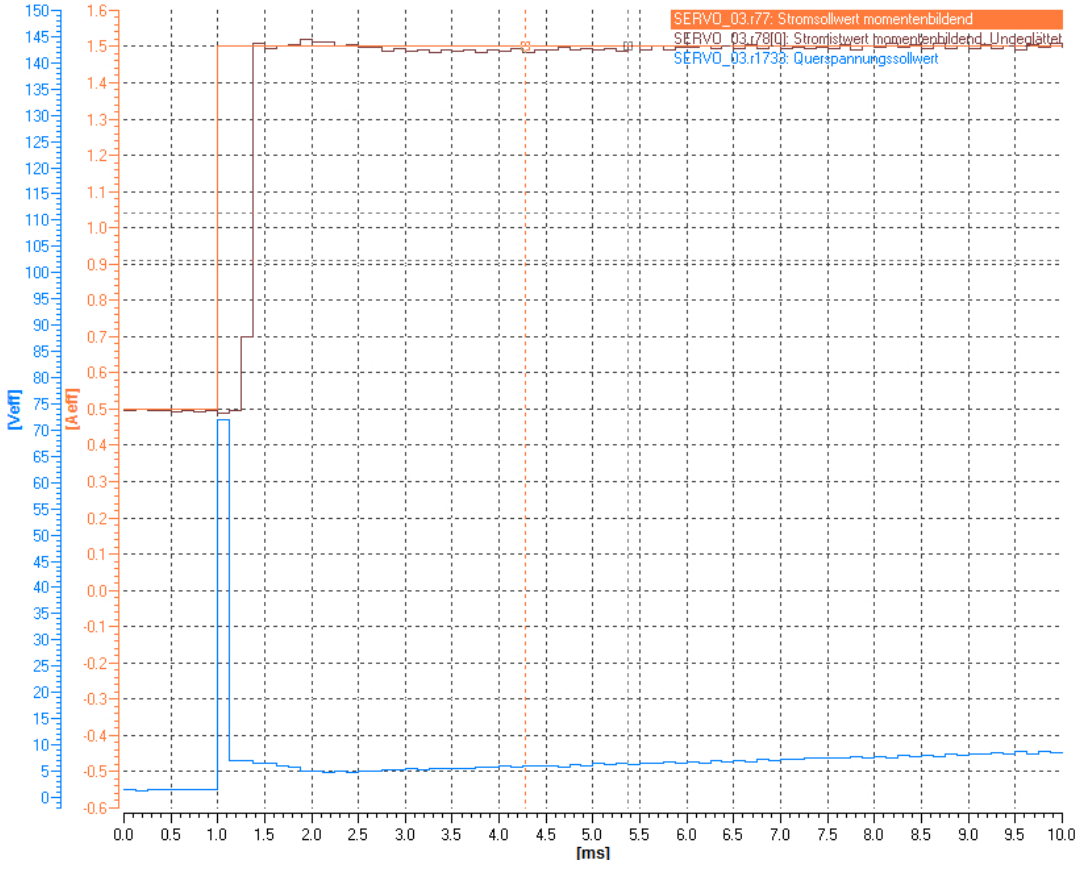


图 4-36　示例：优化之后

在大多数应用场合下，经过涡流补偿后的电压前馈控制可达到理想效果，见示例。必要时可以再次修改 p1734。

测量示意图的图例

SERVO_02.r77: Stromsollwert momentenbildend	转矩电流的设定值
SERVO_02.r78[0]: Stromistwert momentenbildend, Ungeglättet	未滤波的转矩电流设定值
SERVO_02.r1733: Querspannungssollwert	横向电压设定值

4.22.2 功能图和参数

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0340[0...n] 自动计算电机参数/控制参数
- p0356[0...n] 电机定子漏电感
- p0391[0...n] 电流控制器适配动作点，比例增益生效
- p0392[0...n] 电流控制器适配动作点，经过适配的比例增益生效
- p0393[0...n] 电流控制器适配比例增益适配系数
- p1402[0...n] 电流控制和电机模型的配置
- p1428[0...n] 转速前馈控制平衡时滞
- p1429[0...n] 速度前馈控制，平衡时间常数
- p1517[0...n] 加速转矩平滑时间常数
- p1701[0...n] 电流控制器参考模型时滞
- p1703[0...n] Isq 电流控制器前馈控制比例系数
- p1715[0...n] 电流控制器比例增益
- p1717[0...n] 电流控制器积分时间
- p1734[0...n] Isq 电流控制器前馈控制，涡流补偿弱化
- p1735[0...n] Isq 电流控制器前馈，涡流补偿时间常数
- p5271[0...n] 配置在线优化/一键优化
- p5300[0...n] 自动优化选择

矢量控制

5

定义

在矢量控制中，相连电机根据其等效电路图数据模拟成一个矢量模型。该电机模型尽可能模拟准确，以达到最佳的控制精度和质量。

矢量控制有两种形式：

- 用作频率控制的无编码器的矢量控制 (页 214) (SLVC)
- 用作带转速反馈的转速-转矩控制的带编码器的矢量控制 (页 224)

矢量控制的特点：

- 正常的计算速度
- 最高转速精度
- 最佳转速波纹度
- 最高转矩精度
- 最佳转矩波纹度

可以选择使用带或者不带转速实际值编码器的矢量控制。

使用转速实际值编码器

符合以下标准时，需要转速实际值编码器：

- 要求较高的转速精度时
- 要求较高的动态响应时
  - 更好的控制特性
  - 更高的故障特性
- 需要在大于 1：10 的控制范围内进行转矩控制时
- 需要保持特定和/或可变的转矩时，此时电机在低于 10 % 的电机额定频率 p0310 的频率下旋转

根据设定值给定方式，矢量控制可分为：

- 转速控制
- 转矩/电流控制（简称：转矩控制）

与矢量 V/f 控制的不同之处

相对于矢量 V/f 控制，矢量控制具有以下优点：

- 负载和设定值改变时的稳定性
- 设定值改变时上升时间较短（→ 更好的控制特性）
- 负载变化时调节时间较短（→ 更好的抗干扰特性）
- 在设置的最大转矩下可进行减速和减速
- 不管电机采用电动式运行还是再生运行，都可以通过可设定的转矩限制保护电机
- 驱动和制动力矩的控制不受转速影响
- 在转速为 0 时能达到全起动转矩

伺服控制 - 矢量控制的比较

下表对比显示了伺服控制和矢量控制各自的典型特性。

表格 5-1　伺服控制 - 矢量控制的比较

主题	伺服控制	矢量控制
典型应用	• 具有高动态运行控制特性的驱动 • 具有高转速精度和转矩精度的驱动（伺服同步电机） • 和等时同步的 PROFIdrive 实现角同步 • 机床和周期性生产机械 • 高输出频率	• 具有高转速精度和转矩精度、采用转速控制和转矩控制的驱动，特别是在没有编码器的运行中
一个控制单元可以控制的驱动最大数量 **请参见：** 本文档中的“DRIVE-CLiQ 的布线规则 (页 1031)”一章	• 1 电源 + 6 驱动（在电流控制器采样时间为 125 µs 及转速控制器采样时间为 125 µs 时） • 1 电源 + 3 驱动（在电流控制器采样时间为 62.5 µs 及转速控制器采样时间为 62.5 µs 时） • 1 电源 + 1 驱动（在电流控制器采样时间为 31.25 µs 及转速控制器采样时间为 62.5 µs 时） • 混合运行，125 µs 下的伺服控制和 V/f 控制，最多 11 驱动	• 1 电源 + 3 驱动（在电流控制器采样时间为 250 µs 及转速控制器采样时间为 1 ms 时） • 1 电源 + 6 驱动（在电流控制器采样时间为 400 µs/500 µs 及转速控制器采样时间为 1.6 ms/2 ms 时） • V/f 控制：1 电源 + 12 驱动（在电流控制器采样时间为 500 µs 及转速控制器采样时间为 2000 µs 时） • 混合运行，500 µs 下的矢量控制和 V/f 控制，最多 11 驱动
动态响应	高	中等
提示： 采样条件的更多相关信息请参见本手册中的“采样时间设置规定 (页 1023)”子章节。		

主题	伺服控制	矢量控制
可以连接的电机	● 同步伺服电机 ● 永磁同步电机 ● 异步电机 ● 转矩电机 ● 直线电机	● 同步电机（包含转矩电机） ● 永磁同步电机 ● 异步电机 ● 纺织行业用磁阻电机（仅适用于 V/f 控制） ● 同步磁阻电机 ● 他励同步电机 ● 直线电机 **提示：** 不可连接 1FT6、1FK6 和 1FK7 系列的同步电机。
位置接口，通过用于上级 Motion Control 控制系统的 PROFIdrive	支持	支持
无编码器的转速控制	支持，从 10 % 电机额定转速起生效，在此转速下为开环控制运行	支持，对异步电机（ASM）和永磁同步电机（PMSM）从静止状态起生效
电机数据识别	支持	支持
转速控制器采样时间优化	支持	支持
V/f 控制	支持	支持（不同的特性曲线）
无编码器的 转矩控制	不支持	支持，从 10 % 电机额定转速起生效，在此转速下为开环控制运行
异步电机的弱磁区域	≤ 16 x 弱磁起始转速（带编码器） ≤ 5 x 弱磁起始转速（不带编码器）	≤5 x 电机额定转速

主题	伺服控制	矢量控制
闭环控制中的最大输出频率	• 31.25 µs / 16 kHz 时为 2600 Hz • 62.5 µs / 8 kHz 时为 1300 Hz • 125 µs / 4 kHz 时为 650 Hz • 250 µs / 2 kHz 时为 300 Hz **提示：** SINAMICS S 无需经过优化即可达到上述数值。 在满足以下补充条件且进行了附加优化的情况下，可设置更高的频率： • 最高至 3000 Hz – 无编码器运行 – 与闭环控制电源配合使用 • 最高至 3200 Hz – 带编码器运行 – 与闭环控制电源配合使用 • 绝对上限为 3200 Hz 根据出口管理条例，600 Hz 频率以上的运行需要获得授权 / 许可。	• 250 µs / 4 kHz 或 400 µs / 5 kHz 时为 300 Hz • 500 µs / 4 kHz 时为 240 Hz **说明：** 如果需要更高的输出频率，请咨询西门子专业人员。
提示： 请注意设备手册中降容特性曲线！ 使用 du/dt 滤波器和正弦滤波器时的最大输出频率为 150 Hz		
达到电机热极限值时的响应	降低电流设定值或断路	降低脉冲频率和/或电流设定值；或断路（不适用于并联或采用正弦滤波器时）
转速设定值通道 （斜坡函数发生器）	可选 （在电流控制器采样时间为 125 µs 或转速控制器采样时间为 125 µs 时减少驱动数量，从 6 个电机模块减少为 5 个电机模块）	标准

主题	伺服控制	矢量控制
功率单元的并联	不支持	● 书本型：不支持 ● 装机装柜型：支持
允许的电机额定电流（p0305）和电机模块额定电流（r0207）之比	在伺服控制中，允许的电机额定电流（p0305）和电机模块额定电流（r0207）之比为 1:1 到 1:4。 考虑到转矩精度和运行特性的限制，比例也可以到 1:8。	在矢量控制中，允许的电机额定电流（p0305）和电机模块额定电流（r0207）之比为 1.3:1 到 1:4。 考虑到转矩精度和运行特性的限制，比例也可以到 1:8。

5.1 工艺应用（Application）

参数 p0500 可用于调整如何计算开环和闭环控制参数。其中的预设置已提供了一些适用于标准应用的数值，使用方便。

您可以对于下工艺应用进行一些预设置：

p0500 的值　使用目的

- 0　标准驱动(VECTOR)
- 1　泵和风机
- 2　无编码器闭环控制，直至 f = 0（被动负载）
- 4　弱磁区域内的动态响应
- 5　高起动力矩
- 6　负载转动惯量（例如：离心机）

所有受影响的参数和设置的数值请参考 SINAMICS S120/S150 参数手册。

计算

您可以按照以下方式来启动工艺相关参数的计算：

- 在退出快速调试时设置 p3900 > 0
- 在自动计算电机/控制参数时，设置 p0340 = 1、3、5（p0500 = 6 时：p0340 = 1, 3, 4)
- 在计算工艺相关参数时，设置 p0578 = 1

5.2 无编码器的矢量控制 (SLVC)

在不带编码器的矢量控制中（SLVC：Sensorless Vector Control），实际磁通或电机的实际转速原则上须通过一个电气电机模型计算得出，该模型借助电流或电压进行计算。在 0 Hz 左右的低频区内，模型无法足够精确地计算出电机转速。因此在低频范围内矢量控制会从闭环切换为开环。另外在使用被动负载时要注意补充条件（参见“使用外部电机的前提”）。

5.2.1 三相交流异步电机

开环控制和闭环控制之间的切换是由时间条件和频率条件（p1755、p1756 和 p1758）控制的。如果斜坡函数发生器输入端的设定频率和实际频率同时低于“p1755 x (1 - (p1756 / 100 %))”的乘积，则时间条件无效。

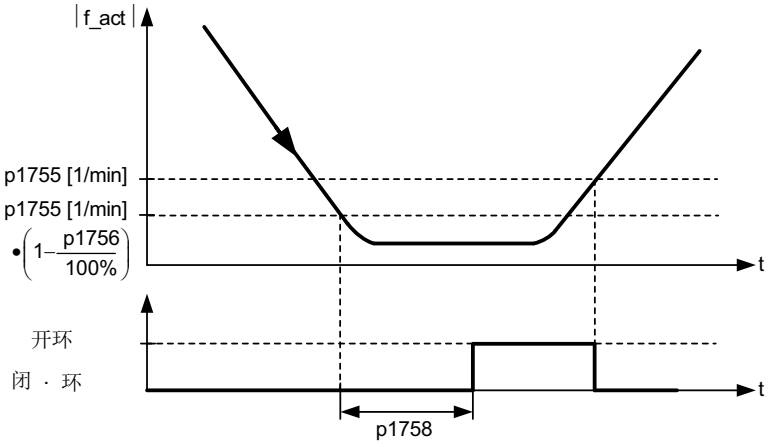


图 5-1 SLVC 的切换前提

5.2.2 转矩设定值设置

在开环控制中，模型计算出的的转速实际值与设定值相同。对于静态负载（例如在起重机应用中）或在加速过程中，请依据所需的转矩上限调整参数 p1610（静态转矩设定值）和 p1611（加速附加转矩）。之后驱动便可施加静态或动态负载转矩。

- 若使用异步电机（ASM）时将 p1610 设为 0 %，那么将只注入励磁电流 r0331。
  若该值设为 100 %，则注入电机额定电流 p0305。
- 若使用磁阻电机 (RESM) 时将 p1610 设为 0 %，那么将只注入空载励磁电流。
  若该值设为 100 %，则注入电机额定电流 p0305。
- 在永磁同步电机 (PMSM) 上，p1610 = 0 % 时电机维持由附加力矩 r1515 推导出的前馈电流（绝对值），而不是注入励磁电流。

可以提高 p1611 或使用转速控制器的加速前馈，以防止电机在加速时失速，同时也可以有效地防止电机在低速区内过热。

如果驱动的转动惯量几乎保持恒定，请优先使用 p1496 加速前馈控制这种方法，而不是增大加速附加转矩 p1611。驱动的转动惯量可通过旋转测量确定：
p1900 = 3 且 p1960 = 1.

在低频区内不带编码器的矢量控制有下面几个特点：

- p1750.2 = 1 和 p1750.3 = 1 时，驱动在被动负载条件下处于闭环控制，直至输出频率约为 0 Hz（p0500=2）
- 当斜坡函数发生器前的转速设定值大于 p1755 时，异步电机完全励磁后在闭环控制中启动。
- 如果驱动超过闭环/开环切换转速 p1755 运行的时间比 p1758 中设置的等待时间短，且斜坡函数发生器前的转速设定值超出 p1755，电机不用切换到开环控制也可以反向。
- 在转矩控制模式中，电机原则上会在低速区切换到开环控制。

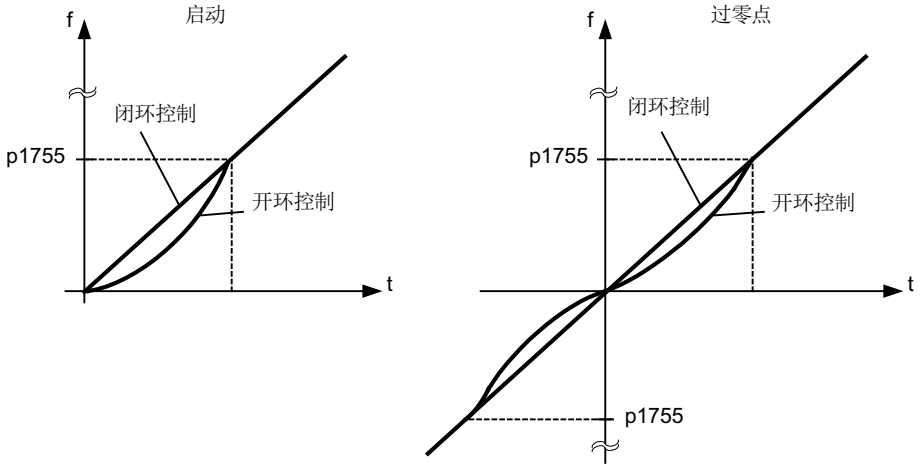


图 5-2　异步电机在闭环或开环控制中过零点和启动

电机在进入 0 Hz 左右的低频区（可通过 p1755 设置）前一直保持闭环控制，在 0 Hz 时直接在闭环控制中启动或者反向（可通过 p1750 设置），这种控制模式有以下几个优点：

- 在闭环控制中没有切换操作（工作稳定、无频率骤降、转矩保持恒定）
- 0 Hz 前可一直保持无编码器的转速闭环控制
- 0 Hz 前可以使用被动负载
- 在进入 0 Hz 左右的低频区前可一直保持稳定的转速闭环控制
- 相对于开环控制来说，动态响应更快

说明

请注意，当电机在 0 Hz 频率闭环控制中启动或反向时，不能此频率附近保持太长时间，即超过 2 秒或超过 p1758，否则会自动从闭环控制切换到开环控制。

说明

在电机模型中低于开环/闭环切换转速(p1755)的转速区中，只有转矩设定值应大于负载转矩时，无编码器的转矩闭环控制才是有效的控制方式。驱动必须能够跟踪转矩设定值和由此产生的转速设定值(p1499 , FUP 6030)。

5.2.3　被动负载

异步电机在起动点上拖动的是被动负载时，可以在 0 频率点（静止）前一直在闭环控制中稳定运行，不会中途切换到开环控制。

为此可进行以下设置：

1. 设置 p0500 = 2（工艺应用 = 无编码器闭环控制中的被动负载，直至 f = 0）。
2. 设置 p0578 = 1（计算工艺相关参数）。
   此时会自动设置以下参数：
   - p1574 = 2 V（使用异步电机时）
   - p1574 = 4 V（使用他励同步电机时）
   - p1750.2 = 1，被动负载条件下在 0 Hz 前一直在闭环控制中运行
   - p1802 = 4（RZM/FLB，不进行过调制）
   - p1803 = 106 %（出厂设置）

经过这些设置后，被动负载功能自动激活。

说明

如果在电机调试内设置了 p0500，就可以通过 p0340 和 p3900 自动计算。p0578 因此自动设置。

这种连续的转速闭环控制只限电机拖动被动负载的应用：
被动负载指只能被电机驱动而不能驱动电机的负载，例如：惰性质量、泵、风扇、离心机、挤出机、运行驱动、水平输送装置等。
此时电机可长时间处于静止状态，无需保持电流。在静止状态下仅会向电机注入励磁电流。

说明

再生运行

在此运行方式中，频率接近为 0 Hz 时不可进行静态再生运行。

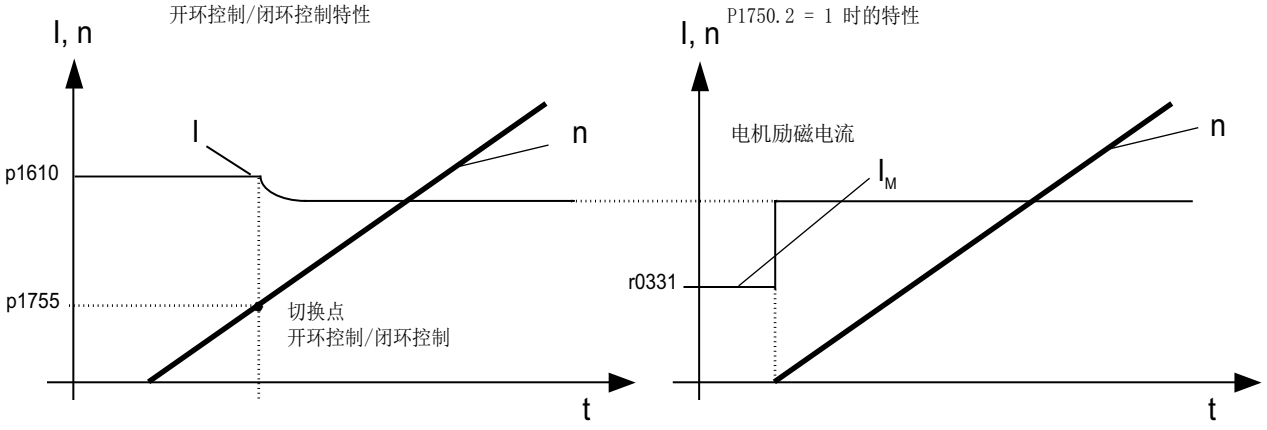


图 5-3　无编码器的矢量闭环控制

5.2.4 电机堵转

当负载转矩大于无编码矢量控制的转矩限制时，驱动会制动到静止状态。可以设置 p1750.6 = 1，在时间 p1758 届满后不切换到开环控制。必要时须延长 p2177 “电机堵转延时”。

说明

驱动反向时的例外

如果负载迫使驱动反向，不允许使用该设置。

5.2.5 主动负载

主动负载指可以使驱动反向的负载（例如提升机构上的负载），电机在这种负载条件下必须在转速开环控制中启动。为此必须设置 p1750.6 = 0（电机堵转时进入开环控制）。此时静态转矩设定值 p1610 必须大于最大可能出现的负载转矩。

说明

可驱动电机的负载

针对低速区内再生负载转矩比较高的应用，可以额外设置 p1750.7 = 1。电机模型的开环/闭环切换转速因此提高，电机可以更快地进入开环控制。

5.2.6 永磁同步电机

永磁同步电机 (PMSM) 在启动和反向时均采用开环控制运行。开环到闭环的切换转速预设为电机额定转速的 10 % 或 5 %，该切换不受时间条件影响（即不计算 p1758）。从开环控制切换到闭环控制时，当前存在的负载力矩（无论是电动还是再生）会首先进行自适配，确保即使在高静态负载条件下电机也可以保持恒定的转矩过渡到闭环控制。在每次给出脉冲使能时，驱动都会首先检测电机的转子位置。

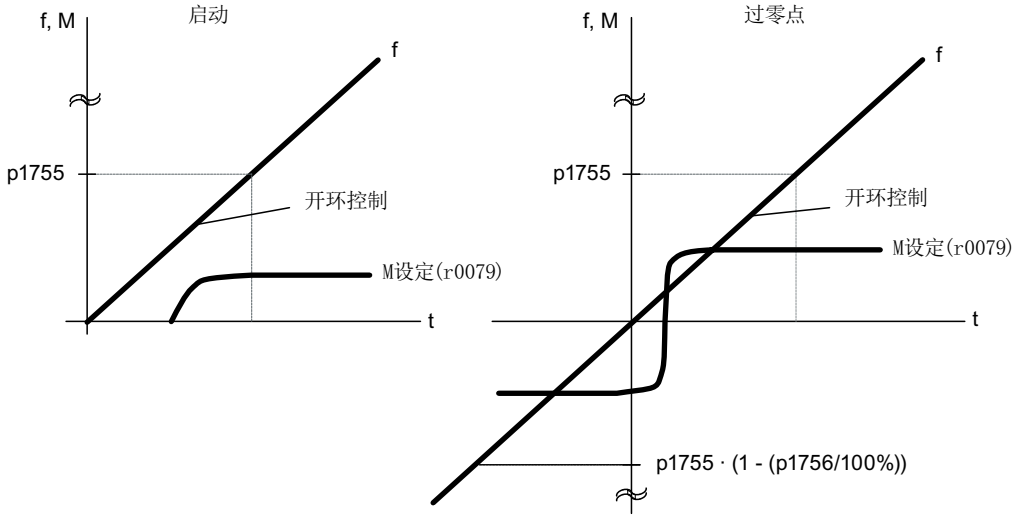


图 5-4 低速区内开环控制中的过零点和启动

5.2.7 同步磁阻电机

5.2.7.1 一览

同步磁阻电机 (RESM) 可采用带/不带编码器的矢量控制运行。同步磁阻电机是不带阻尼笼的磁阻电机。该电机类型的优点有：

- 无转子损耗
- 磁通降低时部分负载范围内的高效使用
- 高负载转矩时的快速励磁

说明

无 V/f 控制

同步磁阻电机不允许采用 V/f 控制运行，因为该控制方式只允许用于驱动诊断。

说明

同步磁阻电机也是同步电机的一种

SINAMCS S120 手册中针对“同步电机”的所有说明通常也适用于“同步磁阻电机”。如不适用，文中会明确指出。

特性

标准配置（无测试信号）中的 RESM 电机类型在低转速时会切换至转速开环控制模式并启动运行。必须明确转速开环控制模式的负载转矩要求且可通过 p1610 和 p1611 进行设置。

达到电压限值（取决于负载和转速）时，磁通会相应地降低（磁场减弱）。此时，所需电流会根据转矩要求升至可用电流限值。如果还要进一步提高转速，则须遵循电压限值，确保电流不超过可用电流限值。在该范围内，可用功率可单独通过可用电压限制，基于同步磁阻电机的饱和特性，其功率原则上应略微低于异步电机的功率。

5.2.7.2 在 f = 0 Hz 前一直采用测试信号在闭环控制中运行

由于转子的磁性各不相同，因此在同步磁阻电机上可以进行无编码器磁场定向运行，直至停机（f = 0 Hz）。如此一来可以在同步磁阻电机上取消转速较低时开环控制模式中的磁场定向替换操作（跟其他机床中要求的一样）。

根据电压和电流机选转子位置和转速并不是单单有大信号电平就可以，还需要将较小的励磁脉冲叠加至运行的基础轴电压中并分析所产生的电流变化（取决于转子位置）。

该过程在功能上与带转速位置传感器的闭环控制的性能是完全等效的。例如：可以使用无转速范围限制的无传感器转矩控制。与带传感器的运行相比，该模式在绝大多数矢量应用中达到的动态降低微不足道。

前提条件

- 矢量控制
- 仅“书本型”电机模块
- 有效的许可证（“同步磁阻电机的高级控制”）
- 限制的轴数（参见章节系统限制和系统负载一览 (页 1019)）

激活带测试信号的闭环控制运行

1. 设置所需运行方式（p1300[0...n]）。
2. 激活带测试信号的闭环控制运行（叠加运行）（p1750.5 = 1）。
   如果系统要求，则在配置功率单元时会出现消息 F01040（保存参数并且需要 POWER ON）。该报警表明已经更改一个参数，则需要保存参数并且要求系统重新引导启动。

5.2.8 复杂方式：在 0 Hz 前一直在闭环控制中工作

驱动可以确定 0 频率（静止）前电机的转子位置。在任何负载下，西门子转矩电机系列 1FW4 和 1PH8 都可以直接从静止状态起动输出额定转矩，或者在静止状态下保持住负载。

激活了此功能时，电机在低速区内运行时会发出明显的噪音，噪音强弱取决于电机的结构。

这种方式只针对内置有磁铁的电机型号。

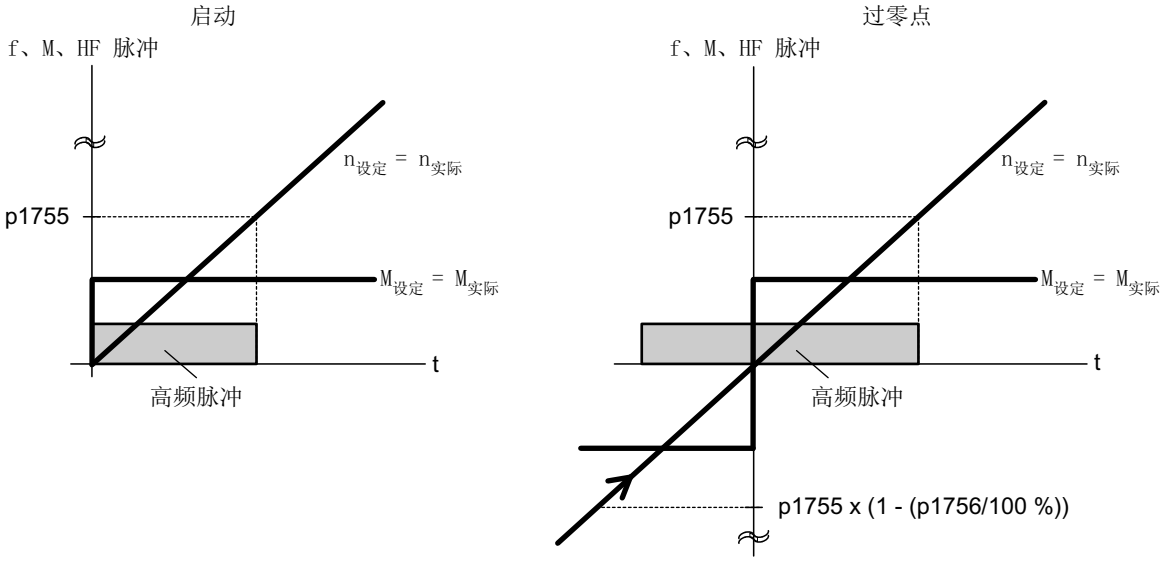


图 5-5 “零速前一直保持闭环控制”中的过零点

说明

在使用正弦滤波器时，只能使用开环控制。

说明

1FW4 转矩电机

西门子转矩电机系列 1FW4 可以直接从静止状态中在转矩闭环控制中起动。该功能由参数 p1750.5= 1 激活。
必须根据具体情况检测能否使用外部电机。

使用外部电机的前提

- 这种方式特别适合那些转子铁芯内埋有磁铁的电机（IPMSM：内置式永磁同步电机）。
- 定子 q 轴电抗 (Lsq) 和 d 轴电抗 (Lsd) 之比必须大于 1.5。
- 这种方式中电机的工作范围取决于从哪个电流点开始 Lsq 和 Lsd 之比等于一。如果希望电机在输出额定转矩前一直以这种方式工作，在达到电机额定电流前一定要保持电抗比。

设置以下参数，优化该控制方式：

- 饱和特性曲线：p0362 到 p0369
- 负载特性曲线：p0398、p0399

该闭环控制方式所需的调试步骤：

- 完成所有调试步骤，包含静态电机数据检测。
- 输入饱和特性曲线和负载特性曲线的数据。
- 设置参数 p1750.5=1 激活“零速前一直保持闭环控制”。

零速前一直保持闭环控制有以下几个优点：

- 无需中途切换到开环控制，转矩保持恒定
- 0 Hz 前可一直保持无编码器的转速闭环控制和转矩闭环控制
- 相对于开环控制来说，动态响应更快
- 驱动线可免去编码器（例如：造纸机、主从驱动模式）。
- 在零频率前可拖动主动负载（包含悬挂负载）

说明

电机电抗器、正弦滤波器、du/dt 滤波器

该性能在存在电机电抗器、正弦滤波器和 du/dt 滤波器时不可使用。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6030 矢量控制 – 转速设定值，软化
- 6730 矢量控制 - 到电机模块的接口 (ASM, p0300=1)
- 6731 矢量控制 - 到电机模块的接口 (PMSM, p0300 = 2)
- 6792 矢量控制 - 到电机模块的接口 (RESM, p0300=6)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0305[0...n] 电机额定电流
- r0331[0...n] 实际电机励磁电流/短路电流
- p0500 工艺应用(Application)
- p1300[0...n] 开环/闭环工作模式
- p1574[0...n] 动态电压裕量
- p1610[0...n] 静态转矩设定值（无编码器）
- p1611[0...n] 加速附加转矩（无编码器）
- p1750[0...n] 电机模型配置
- p1755[0...n] 电机模型无编码器模式切换转速
- p1756 电机模型无编码器模式切换转速的回差
- p1758[0...n] 电机模型闭环/开环控制切换延迟时间
- p1802[0...n] 调制模式
- p1803[0...n] 最大占空比

5.3 带编码器的矢量控制

带编码器矢量控制的优点

- 转速可在闭环中降至 0 Hz（静止状态）
- 可在额定转速范围内保持恒定转矩
- 相对于不带编码器的转速控制，由于直接测量转速并且集成入电流分量的建模，驱动的动态特性显著提升。
- 转速精度更高

切换电机模型

在转速范围 p1752 x (100 % - p1753) 和 p1752 内会进行电流模型和监控模型之间的切换。在电流模型范围内，即转速较小时，转矩精度取决于转子电阻的热跟踪执行是否正确。在监控模型范围内且速度小于 20 % 左右的额定转速时，转矩精度主要取决于定子电阻的热跟踪是否执行正确。如果电源电缆的电阻大于总电阻的 20 ... 30 %，则在电机数据识别（p1900/p1910）前应在 p0352 中输入电阻。

通过 p0620 = 0 取消热适配。当适配不能准确工作时，可能需要取消适配。

不准确工作的原因有：

- 未使用传感器进行温度检测，而环境温度剧烈波动。
- 电机结构与缺省值相差巨大导致电机过热（p0626 ... p0628）。

5.4 转速控制器

5.4.1 转速控制器

带编码器和无编码器（VC，SLVC）的控制技术具有相同的转速控制器结构，并包含以下核心组件：

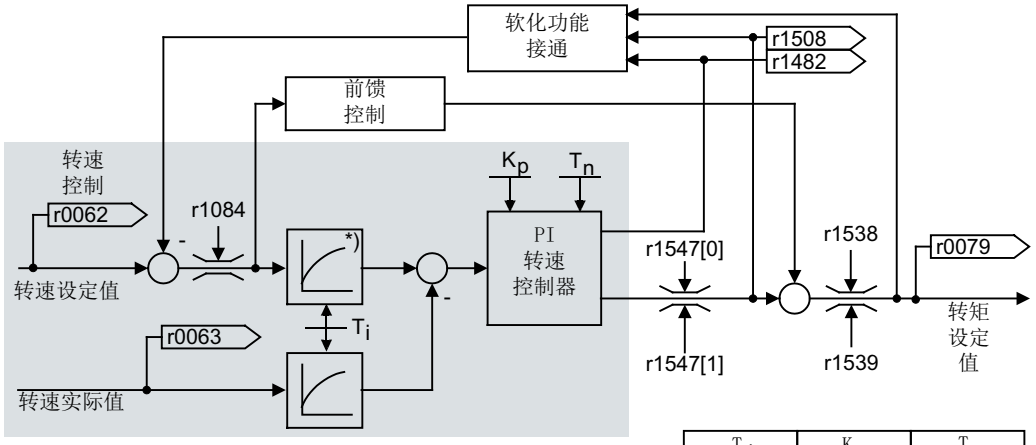
- PI 控制器
- 转速控制器前馈控制
- 软化功能

转矩设定值由输出变量的总和构成，并由转矩设定值限制降低为允许的值。

转速控制器的功能

转速控制器从设定值通道接收设定值 r0062，在带编码器转速控制（VC）中直接从转速实际值编码器接收实际值 r0063；或在无编码器转速控制（SLVC）中间接通过电机模型接收。控制偏差通过 PI 控制器增益，并同前馈控制一起生成转矩设定值。

软化功能生效时，负载转矩增加时转速设定值按比例减少，当转矩过大时，会减轻驱动组（2 个或多个机械连接的电机）内单个驱动上的负载。



*）仅在前馈控制激活时生效
（p1496 > 0）

	T_i	K_p	T_n
SLVC：	p1452	p1470	p1472
VC：	p1442	p1460	p1462

图 5-6 转速控制器

可通过自动转速控制器优化（p1900 = 1，旋转测量）确定转速控制器的最优设置。

如果设置了转动惯量，可通过自动参数设定 (p0340 = 4) 自动计算转速控制器 (K_p、T_n)。此时控制器参数根据对称最优化确定如下：

$T_n = 4 \cdot T_s$

$K_p = 0.5 \times r0345 / T_s = 2 \times r0345 / T_n$

T_s = 短延迟时间的总和（包括 p1442 以及 p1452）

如果在这些设置下产生振动，应手动降低转速控制增益 K_p。也可以提高转速实际值平滑时间（通常通过无齿轮或者高频的抗扭振动）和重新调用控制计算，因为该值也用于计算 K_p 和 T_n。

以下关系适用于优化：

- K_p 增大时，控制器变快，超调减轻。但是转速控制环中的信号波纹和振动也会增大。
- T_n 减小时，控制器还是会变快。但超调会增大。

手动设置转速控制时最简单的方法是，先通过 K_p（和转速实际值平滑时间）确定动态响应，这样就可以尽可能地减少积分时间。此时必须注意，即使在弱磁范围中控制也要保持稳定。

为了抑制转速控制器中发生的振动，通常需要提高 p1452（无编码器运行）或 p1442（带编码器运行）中的平滑时间，或者降低控制器增益。

转速控制器的积分输出可查看 r1482，受限的控制器输出可查看 r1508（转矩设定值）。

说明

与带编码器的转速控制相比，无编码器驱动的动态特性显著降低。转速实际值通过具有干扰电平的变频器电流和电压输出变量计算得出。为此必须在软件中通过滤波算法调整转速实际值。

制动打开时转速控制器的响应

电机励磁后，“打开制动”处于控制中。转速控制器的其他响应取决于 BICO 输入提供的值：

- BICO 输入 p1475（电机抱闸的转矩设置值）提供值 0：
  - 转速控制器的积分分量立即使能且可对空转负载作出响应并形成保持转矩。
  - 根据参数设置，转速设定值保留到制动打开时间 (p1275.6 = 0) 届满后或制动反馈 (p1275.6 = 1) 后禁止。
- BICO 输入 p1475（电机抱闸的转矩设置值）提供一个不为 0 的值：
  - 转速控制器的积分分量一直保持给定的设置值，直到系统发出反馈信息“制动已打开”。
  - 之后，系统才会使能转速控制器的积分分量和转速设定值。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6040　矢量控制 - 带有/不带编码器的转速控制器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0062　CO:滤波后的转速设定值
- r0063[0...2]　CO:转速实际值
- p0340[0...n]　自动计算电机参数/闭环控制参数
- r0345[0...n]　电机额定启动时间
- p1442[0...n]　转速控制器转速实际值平滑时间
- p1452[0...n]　转速控制器转速实际值平滑时间（无编码器）
- p1460[0...n]　转速控制器适配转速区的比例增益
- p1462[0...n]　转速控制器适配转速区前的积分时间
- p1470[0...n]　转速控制器，无编码器运行时的比例增益
- p1472[0...n]　转速控制器无编码器运行时的积分时间
- p1475[0...n]　CI：转速控制器，电机抱闸的转矩设置值
- p1478[0...n]　CI：转速控制器，积分器设置值
- r1482　CO:转速控制器转矩输出 I
- r1508　CO:加上附加力矩前的转矩设定值
- p1960　旋转测量选择

5.4.2 转速控制器适配

基本信息

转速控制器适配用于抑制当前可能出现的转速控制器的振荡。

和转速相关的 K_{p_n}/T_{n_n} 适配在出厂设置中激活。在调试和旋转测量时驱动自动计算适配需要的值。

如果仍然出现转速振荡，还可以通过自由 K_{p_n} 适配优化 K_{p_n} 分量。自由 K_{p_n} 适配通过在 p1455 上连接一个信号源激活，由此得出的系数再和和转速相关的适配 K_{p_n} 值相乘。参数 p1456 到 p1459 用于设置自由 K_{p_n} 适配的作用范围。

另外可以设置 p1400.6 = 1 优化和转速相关的 T_{n_n} 适配分量。该 T_{n_n} 值除以自由适配的系数。

设置 p1400.5 = 0 可以禁用 K_{p_n}/T_{n_n} 适配。因此可以关闭转速控制器的动态响应下调。

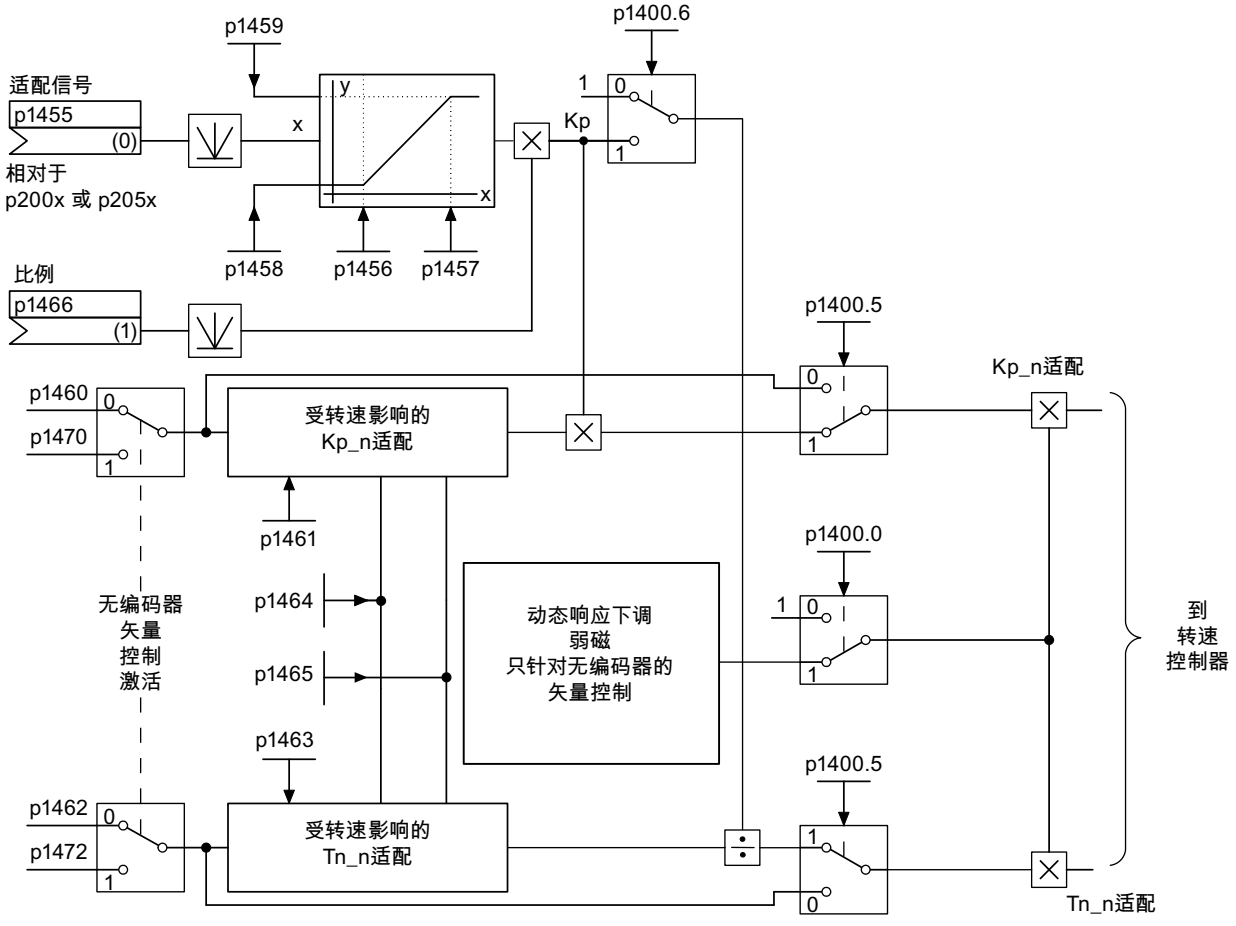
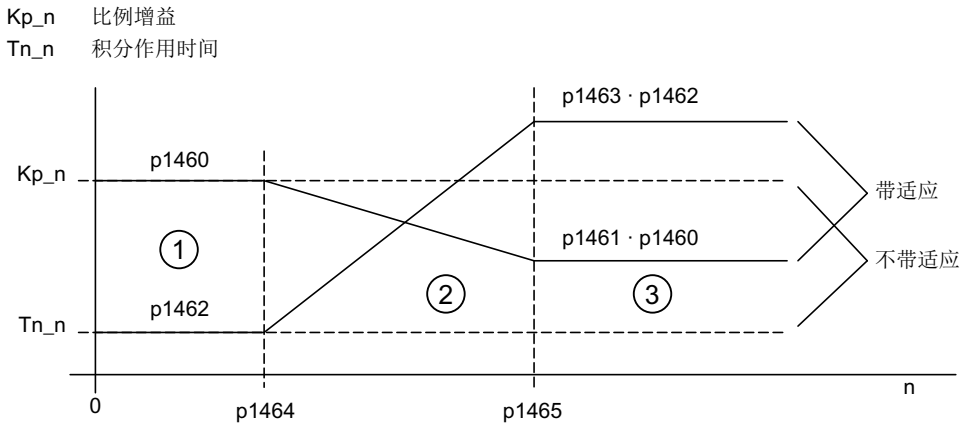


图 5-7 Kp_n/Tn_n 适配

和转速相关的适配示例



① 恒定低速区 (n < p1464)

② 适配区 (p1464 < n < p1465)

③ 恒定高速区 (n > p1465)

图 5-8 转速控制器 K_{p_n}/T_{n_n} 适配

在无编码器运行中 p1464 的值大于 p1465 的值，因此特性相反：提速时 K_p 上升，而 T_n 下降。

无编码器运行中弱磁范围内的特例

在无编码器运行中，设置 p1400.0 = 1 可激活弱磁区域的动态响应下调。

K_p/T_n ~ 磁通设定值

K_p/T_n 随磁通设定值成比列降低（最小：系数 0.25）。

激活该功能可以降低控制器在弱磁区域内动态响应。转速控制器在弱磁区域前都保持较高的动态响应。

使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可以按下功能栏中的图标 选择 “Speed controller” 设置窗口。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6050 矢量控制 - 转速控制器适配（K_{p_n}/T_{n_n} 适配）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1400.0 转速控制配置：自动 Kp/Tn 适配生效
- p1400.5 转速控制配置：Kp/Tn 适配生效
- p1400.6 转速控制配置：自由 Kp/Tn 适配生效
- p1470 转速控制器，无编码器运行时的比例增益
- p1472 转速控制器无编码器运行时的积分时间

自由 Tn_n 适配

- p1455[0...n] CI：转速控制器比例增益适配信号
- p1456[0...n] 转速控制器比例增益适配区起点
- p1457[0...n] 转速控制器比例增益适配区终点
- p1458[0...n] 起点前的适配系数
- p1459[0...n] 终点后的适配系数
- p1466[0...n] CI：转速控制器比例增益比例系数

和转速相关的 Kp_n/Tn_n 适配

- p1460[0...n] 转速控制器适配转速区的比例增益
- p1461[0...n] 转速控制器适配转速区后的比例增益（比例系数）
- p1462[0...n] 转速控制器适配转速区前的积分时间
- p1463[0...n] 转速控制器适配转速区后的积分时间（比例系数）
- p1464[0...n] 转速控制器适配转速区起点
- p1465[0...n] 转速控制器适配转速区终点

针对弱磁区的动态响应下调（仅用于 SLVC）

- p1400.0 转速控制配置：自动 Kp/Tn 适配生效

5.4.3 转速控制器前馈控制和参考模型

转速控制器前馈控制

通过转速设定值计算加速转矩并将它预连到转速控制器，可以提高转速环的控制特性。转矩设定值 mv 如下计算：

$$mv = p1496 \cdot J \cdot \frac{dn}{dt} = p1496 \cdot p0341 \cdot p0342 \cdot \frac{dn}{dt}$$

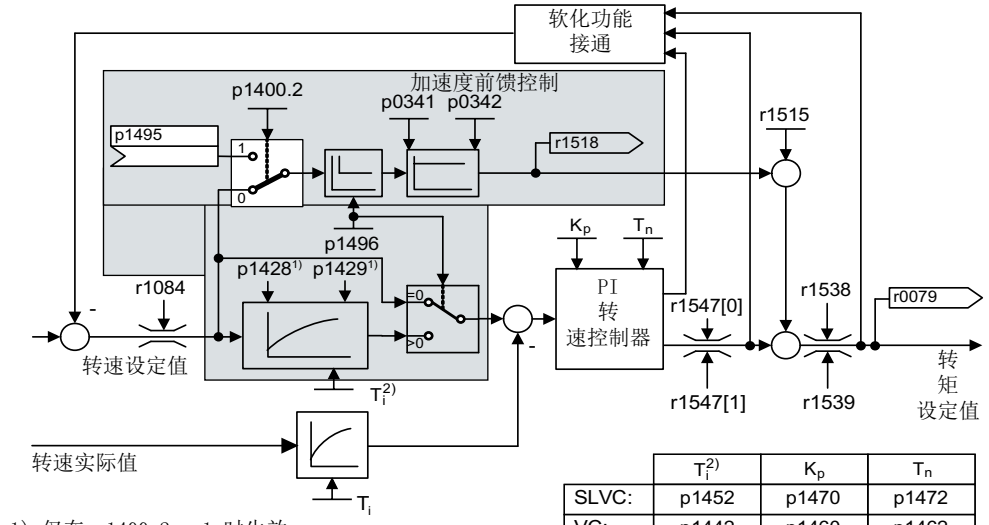
转矩设定值 mv 通过适配环节直接作为附加的控制量连接到电流控制器上，即直接由电流控制器预先控制（通过 p1496 使能）。

在调试时或完整地设定参数(p0340 = 1)时会直接计算电机转动惯量 p0341。总转动惯量 J 和电机转动惯量之间的系数 p0342 手动或通过转速控制器优化确定。而加速度由 dn/dt 时间段内的转速差计算得出。

说明

进行转速控制器优化时，会确定总转动惯量和电机转动惯量之间的系数（p0342），并且加速度前馈控制（p1496）的比例系数设置为 100 %。

当 p1400.2 = p1400.3 = 0 时，自动设置前馈控制平衡。



	$T_i^{2)}$	K_p	T_n
SLVC:	p1452	p1470	p1472
VC:	p1442	p1460	p1462

图 5-9　带前馈控制的转速控制器

执行了正确适配时，转速控制器只需稍稍修改调节量，便可对其控制环中的干扰量进行补偿。而转速设定值修改会绕过转速控制器，因此能够更快地被执行。

通过加权系数 p1496 可根据应用情况调节前馈控制变量的控制效果。设置 p1496 = 100 % 时，根据电机和负载转动惯量（p0341，p0342）计算前馈控制。系统会自动使用平衡滤波器，以防止转速控制器违反连接的转矩设定值运行。平衡滤波器的时间常量等于转速环的等效延迟时间。如果转速控制器的积分分量（r1482）在 n > 20 % × p0310 的斜坡升降中保持不变，则表示转速控制器前馈控制已正确设置（p1496 = 100 %，通过 p0342 校准）。通过前馈控制还可以无过冲地逼近新的转速设定值。（前提条件：转矩限制不生效且转动惯量保持恒定。）

通过预加转矩设定值对转速控制器进行前馈控制时，转速设定值（r0062）以与实际值（r1445）相同的平滑时间（p1442 或 p1452）延迟。这样可以确保在控制器输入上不存在加速度的设定-实际差值(r0064)，该差值只和信号运行时间有关。

在激活转速前馈控制时，必须连续且不带有更高干扰电平地设定转速设定值（避免转矩跃变）。通过平滑转速设定值或激活斜坡函数发生器圆整 p1130 – p1131 可生成相应的信号。

启动时间 r0345（$T_{启动}$）是机械总转动惯量 J 的标度，它描述的是无负载驱动以电机额定转矩 r0333（$M_{电机，额定}$）从静止状态加速到电机额定转速 p0311（$n_{电机，额定}$）的时间。

$$r0345 = T_{启动} = J \cdot \frac{(2\pi \cdot n_{电动、额定})}{(60 \cdot M_{电动、额定})} = p0341 \cdot p0342 \cdot \frac{(2\pi \cdot p0311)}{(60 \cdot r0333)}$$

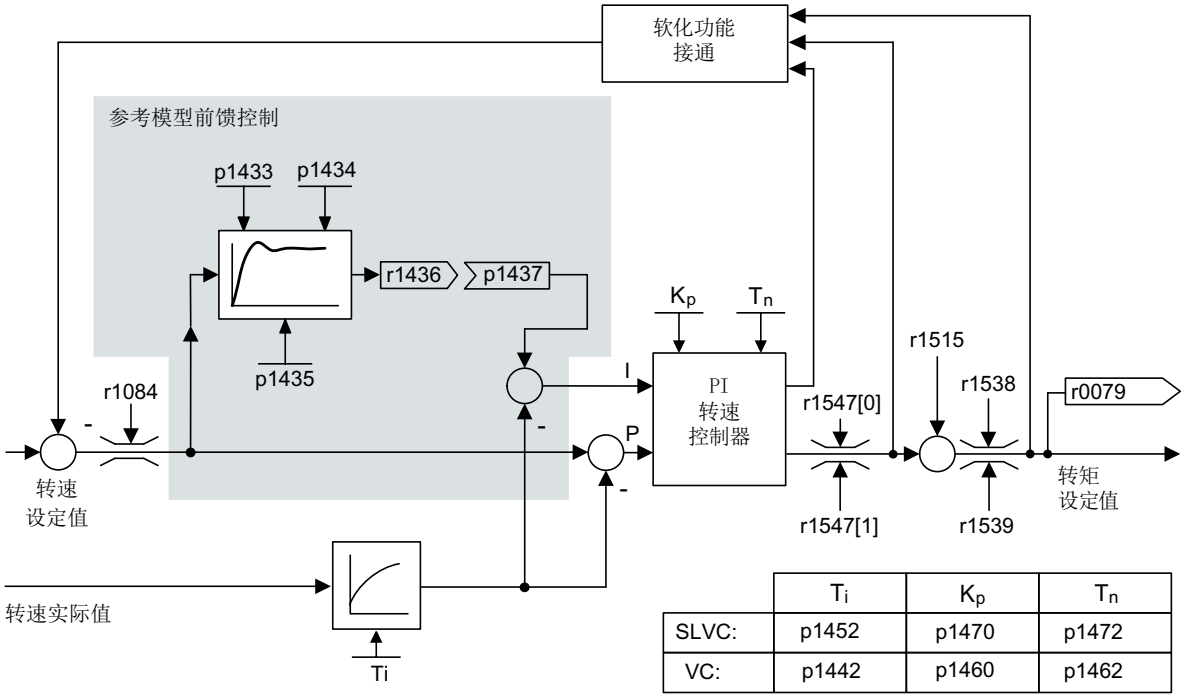
如果实际应用满足该条件，则启动时间可以用作加速时间/减速时间的最小值。

说明

应对设定值通道中斜坡函数发生器的加速/减速时间（p1120；p1121）进行相应的设置，以便电机转速在加速和制动过程中可以跟踪设定值。这样可以获得最佳的转速控制器前馈控制功能。

通过模拟量互联输入的加速度前馈控制（p1495）由参数设置 p1400.2 = 1 和 p1400.3 = 0 激活。可设置 p1428（时滞）和 p1429（时间常量）保证平衡。

参考模型



	T_i	K_p	T_n
SLVC:	p1452	p1470	p1472
VC:	p1442	p1460	p1462

图 5-10　参考模型

参考模型通过 p1400.3 = 1 激活。

参考模型用于仿真带比例转速控制器的转速控制环。

仿真可在 p1433 至 p1435 中进行设置。并在 p1437 连接至模型输出 r1436 时生效。

参考模型会延迟转速控制器积分分量的设定-实际偏差，从而抑制起振过程。

参考模型也可进行外部仿真，它的输出信号通过 p1437 连接。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6031　矢量控制 - 参考模型/加速模型前馈控制平衡
- 6040　矢量控制 - 带有/不带编码器的转速控制器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0311[0...n]　电机额定转速
- r0333[0...n]　电机额定转矩
- p0341[0...n]　电机转动惯量

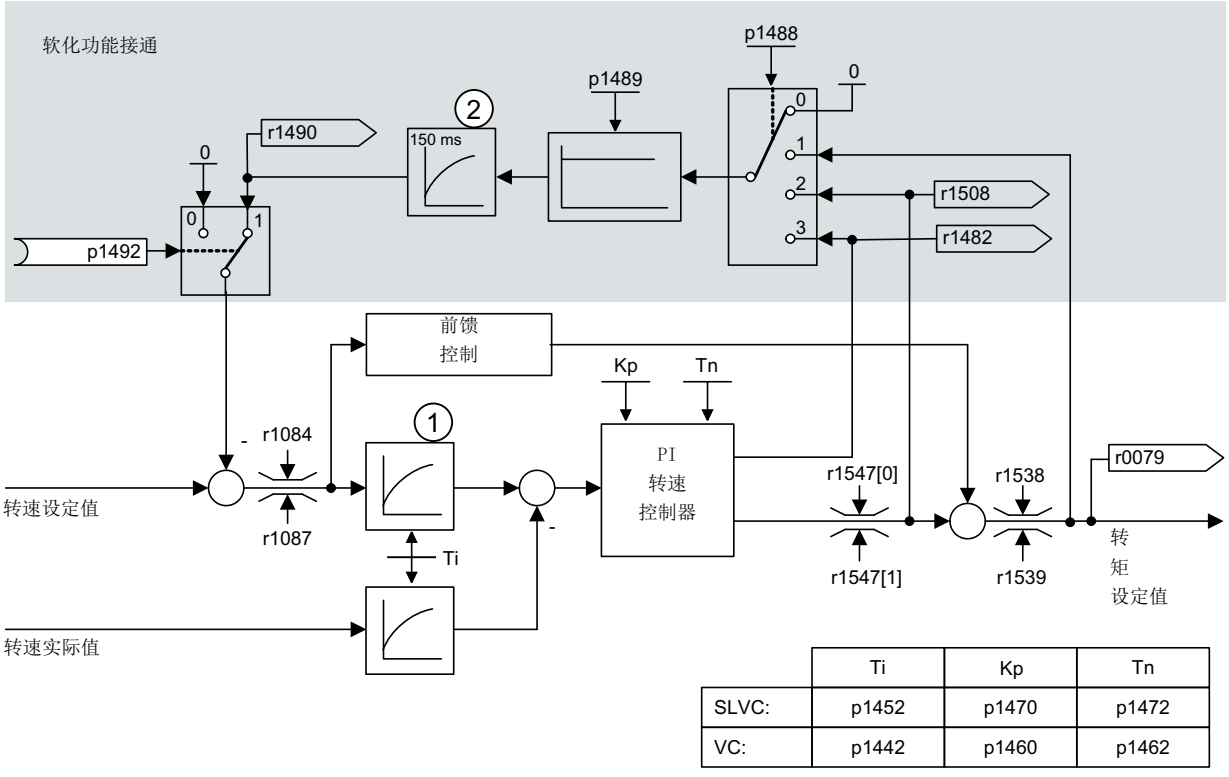
- p0342[0...n] 总转动惯量和电机转动惯量的比例
- r0345[0...n] 电机额定启动时间
- p1400[0...n] 转速控制配置
- p1428[0...n] 转速前馈控制平衡时滞
- p1429[0...n] 转速前馈控制平衡时间常量
- p1496[0...n] 加速度前馈控制比例
- r1518[0...1] CO:加速转矩

参考模型

- p1400[0...n] 转速控制配置
- p1433[0...n] 转速控制器参考模型固有频率
- p1434[0...n] 转速控制器参考模型阻尼
- p1435[0...n] 转速控制器参考模型时滞
- r1436 CO:转速控制器参考模型转速设定值输出
- p1437[0...n] CI：转速控制器参考模型积分分量输入

5.5 软化功能

软化功能（通过 p1492 使能）可以确保在负载力矩增加时转速设定值按比例降低。



	Ti	Kp	Tn
SLVC:	p1452	p1470	p1472
VC:	p1442	p1460	p1462

① 仅在前馈控制激活时生效 (p1496 > 0)

② 仅在 SLVC 中生效

图 5-11 带有软化功能的转速控制器

软化功能会限制机械相连、但以另一转速旋转的驱动的转矩，比如：货车上的导辊。 因此，当它和转速受控的主驱动的转矩设定值综合应用时，也可以实现有效的负载分配；与转矩控制以及采用过调制和限幅的负载分配方式相比，该功能在设置合理时甚至可“软化”机械连接，控制滑差。

该方法只适用于经常需要进行急剧加速和制动的驱动。

比如：在 2 个或多个电机机械连接或者在一根轴上工作，并且满足上述要求时，可使用软化。该功能会相应地调节单个电机的转速，从而限制可能由机械连接产生的转矩差值，并且在转矩过大时减轻驱动负载。

前提条件

- 所有机械连接的驱动必须为矢量控制和转速控制运行（带有或不带转速编码器）。
- 所有机械连接的驱动只允许共用一个斜坡函数发生器。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6030 矢量控制 – 转速设定值，软化

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0079 CO: 转矩设定值
- r1482 CO: 转速控制器转矩输出 I
- p1488[0...n] 软化功能输入源
- p1489[0...n] 软化反馈比例
- r1490 CO: 软化反馈转速降低
- p1492[0...n] BI: 软化反馈使能
- r1508 CO: 加上附加力矩前的转矩设定值

5.6 开放式转速实际值

通过参数 p1440（CI：转速控制器转速实际值）设定转速控制器转速实际值的信号源。出厂设置中未经过平滑的转速实际值 r0063[0] 被预设为信号源。

可通过参数 p1440 针对特定设备在实际值通道中激活滤波器，或提供一个外部转速实际值。

参数 r1443 用于显示 p1440 上的转速实际值。

说明

在提供外部转速实际值时请注意，监控功能仍通过电机模型推导出。

带编码器的转速闭环控制中的特性（p1300 = 21）

必须确保有电机编码器用于电机模型的转速信号或位置信号（例如通过 SMC 分析，参见 p0400）。电机的实际转速（r0061）以及同步电机的位置信息同样来自此电机编码器，并且不受 p1440 设置的影响。

p1440 的互联：
在模拟量互联输入 p1440 与外部转速实际值互联时，必须确保采用了相同的转速定标（p2000）。

外部转速信号应对应电机编码器转速的中间值（r0061）。

无编码器的转速闭环控制中的特性（p1300 = 20）

根据外部转速信号的传输方式可能会出现时滞，其可能会导致相应的动态特性损失，在转速控制器的参数设置（p1470，p1472）中必须考虑到这一点。
因此须保持尽可能小的信号传输时间。

为了确保转速控制器在静止状态下也可运行，必须设置 p1750.2 = 1（被动负载，闭环运行直至频率为零）。否则在转速较低的情况下会切换至转速开环控制运行，此时转速控制器被禁用，所测得的实际转速不再生效。

电机模型和外部转速间的转速差监控

将外部实际转速（r1443）与电机模型实际转速（r2169）进行比较。如果两者的差值超过 p3236 误差阈值，在关闭延时 p3238 结束后，变频器会输出故障信息 F07937 “变频器：电机模型转速和外部转速不同”，然后根据设置的故障响应关机（出厂时的响应是 OFF2）。

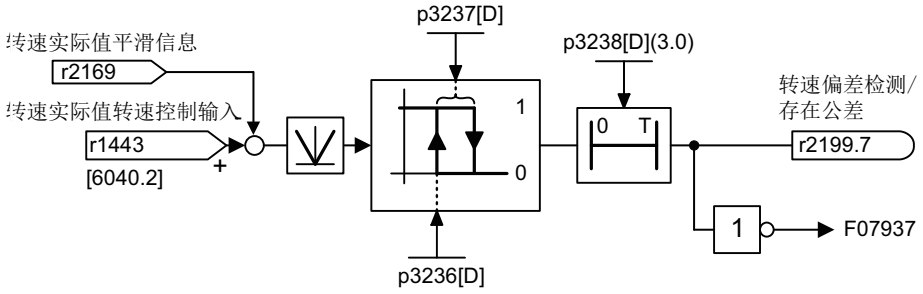


图 5-12 “模型/外部转速差”公差监控

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6040 矢量控制 - 带有/不带编码器的转速控制器
- 8012 信息和监控功能 - 转矩信息，电机堵转/失速

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0063[0...2] CO:转速实际值
- p1440[0...n] CI：转速控制器转速实际值输入
- r1443 CO:实际值输入端上的转速实际值
- r2169 CO:信息“转速实际值经过平滑”
- r2199.7 CO/BO:监控状态字 3
  “模型/外部转速差”公差监控
- p3236[0...n] 转速阈值 7
- p3237[0...n] 回差转速 7
- p3238[0...n] “电机模型实际转速=外部实际转速”时的关闭延时

5.7 转矩控制

在无编码器转速控制 SLVC （p1300 = 20）和带有编码器的转速控制 VC （p1300 = 21）中，可通过 BICO 参数 p1501 切换至转矩控制（跟随驱动）。当通过 p1300 = 22 或 23 直接选择了转矩控制时，不可在转速控制和转矩控制间进行切换。转矩设定值或转矩附加设定值可通过 BICO 参数 p1503（CI：转矩设定值）或 p1511（CI：转矩附加设定值）输入。附加转矩在转矩控制和转速控制时都生效。根据此特性，可在转速控制中通过转矩附加设定值实现转矩的前馈控制。

说明

出于安全原因，目前不可执行固定转矩设定值的互联。

电机内可能会产生再生电能，因此必须将该电能反馈到电网中，或通过制动电阻将该电能转化为热能。

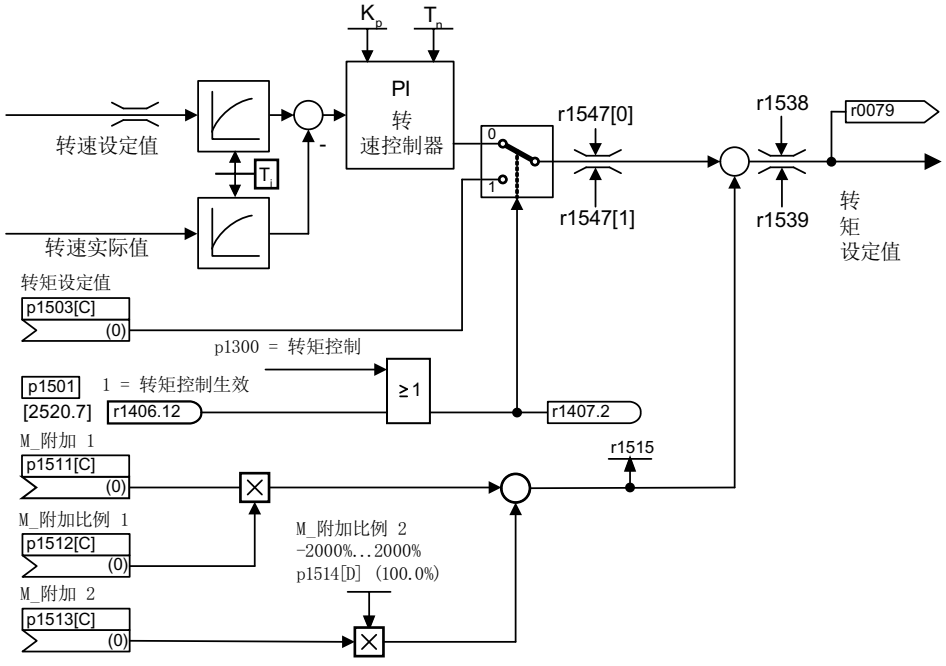


图 5-13 转速/转矩控制

两个转矩设定值总和的受限方式和转速控制中的转矩设定值一样。超出最大转速（p1082）时，转速限制控制器会降低转矩限值，防止驱动继续加速。

“真正的”转矩控制（转速自动设置）仅在闭环控制中可行，在不带编码器的矢量开环控制(SLVC)不可行。

在开环控制中，转矩设定值通过启动积分器改变（积分时间 ~ p1499 x p0341 x p0342）。因此接近静止状态范围的无编码器转矩控制只适用于需要加速转矩而不需要负载转矩的应用场合（例如运行驱动）。对于带编码器的转矩控制则无此限制。

“OFF”响应

- OFF1 和 p1300 = 22, 23
  - 响应如 OFF2
- OFF1， p1501 = “1” 信号且 p1300 ≠ 22, 23
  - 无独立制动响应，制动响应由给定转矩的驱动执行。
  - 在电机制动闭合时间（p1217）届满后，清除脉冲。当转速实际值低于转速阈值（p1226），或者从转速设定值小于等于转速阈值（p1226）起开始的监控时间（p1227）届满时，驱动被识别为“静止”。
  - 接通禁止被激活。
- OFF2
  - 立即清除脉冲，驱动缓慢停转。
  - 可能设置的电机制动立即闭合。
  - 接通禁止被激活。
- OFF3
  - 切换至转速控制运行。
  - 立即给定 n_设定= 0，使驱动沿着 OFF3 下降斜坡(p1135)减速。
  - 在识别出驱动静止后便闭合设置的电机制动。
  - 在电机制动的闭合时间（p1217）结束时，清除脉冲。当转速实际值低于转速阈值（p1226），或者从转速设定值小于等于转速阈值（p1226）起开始的监控时间（p1227）届满时，驱动被识别为“静止”。
  - 接通禁止被激活。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6060 矢量控制 - 转矩设定值

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0341[0...n] 电机转动惯量
- p0342[0...n] 总转动惯量和电机转动惯量的比例
- p1300[0...n] 开环/闭环工作模式
- p1499[0...n] 转矩控制时的加速度比例
- p1501[0...n] BI:转速/转矩控制切换
- p1503[0...n] CI：转矩设定值
- p1511[0...n] CI：附加转矩 1

- p1512[0...n] CI：附加转矩 1 比例系数
- p1513[0...n] CI：附加转矩 2
- p1514[0...n] 附加转矩 2 比例系数
- r1515 总附加转矩

5.8 转矩限制

描述

转矩限值是允许的最大转矩。针对电动式运行和回馈式运行可设置不同的转矩限值。

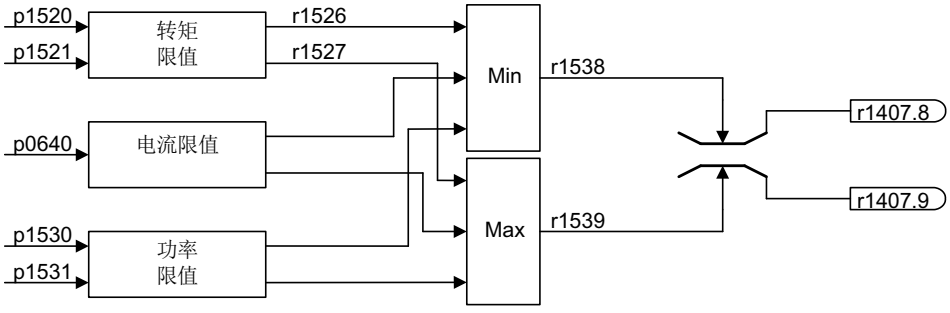


图 5-14 转矩限制

- p0640[0...n] 电流极限
- p1520[0...n] CO:转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1521[0...n] CO:转矩下限/回馈式运行转矩极限
- p1522[0...n] CI:转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1523[0...n] CI:转矩下限/回馈式运行转矩极限
- p1524[0...n] CO:转矩上限/电动式运行转矩极限比例系数
- p1525[0...n] CO:转矩下限/回馈式运行转矩极限比例系数
- p1530[0...n] 电动式运行功率极限
- p1531[0...n] 回馈式运行功率极限

当前实际转矩限值在以下参数中显示：

- r0067 CO:最大输出电流
- r1526 转矩上限/电动式运行转矩极限，无偏移
- r1527 转矩下限/回馈式运行转矩极限，无偏移

以下所有限制都对转矩设定值生效，该值在转速控制时作为转速控制器输出，转矩控制时作为转矩输入。最大值或最小值会用于不同的限制。最小值或最大值为循环计算并显示在以下参数中：

- r1538 CO:转矩上限生效
- r1539 CO:转矩下限生效

这些循环值对转速控制器输出/转矩输入上的转矩设定值进行限制，并显示瞬时最大转矩。如果在电机模块内对转矩设定值进行了限制，该限制由以下诊断参数显示：

- r1407.8 CO:/BO:转速控制器状态字：转矩上限生效
- r1407.9 CO:/BO:转速控制器状态字：转矩下限生效

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6060 矢量控制 - 转矩设定值
- 6630 矢量控制 - 转矩上限/转矩下限
- 6640 矢量控制 - 电流极限/功率极限/转矩极限

5.9 Vdc 控制

如果在直流母线中存在过压或欠压，可以采取相应措施激活“Vdc 控制”功能。

- 直流母线中的过压
  - 典型原因
    驱动回馈式运行，供给直流母线的电能过多。
  - 解决办法
    降低再生转矩，将直流母线电压限制在允许值范围内。在 Vdc 控制器激活时，如果驱动在停机过程中向直流母线中反馈了太多的电能，变频器会自行延长驱动的减速时间。
- 直流母线中的欠压
  - 典型原因
    电源断电或直流母线电源断电。
  - 解决办法
    为正在运行的驱动规定一个再生转矩，以补偿现有的电能损耗，从而稳定直流母线中的电压。该方法称为动能缓冲。

说明

在制动模块运行时注意以下事项：

- 设置的制动模块阈值必须低于 V_{dc_max} 阈值。
- 必须禁用 V_{dc_max} 控制器。

特性

- V_{dc} 控制
  - 由 V_{dc_max} 控制和 V_{dc_min} 控制（动能缓冲）独立构成。
  - 共同的 PID 控制器。借助动态系数可以单独设置 V_{dc_min} 和 V_{dc_max} 控制。
- V_{dc_max} 控制
  - 在出现短时的回馈式负载时，通过该功能可以使得驱动不会因“直流母线过压”断电。
  - 只有在电源没有激活直流母线控制并且没有馈电的情况下，才建议使用 V_{dc_max} 控制功能。
- V_{dc_min} 控制（动能缓冲）
  - 在出现短暂的电源断电时，电机中的动能会用于缓冲直流母线电压，并因此延迟驱动关机。

Vdc_min 控制

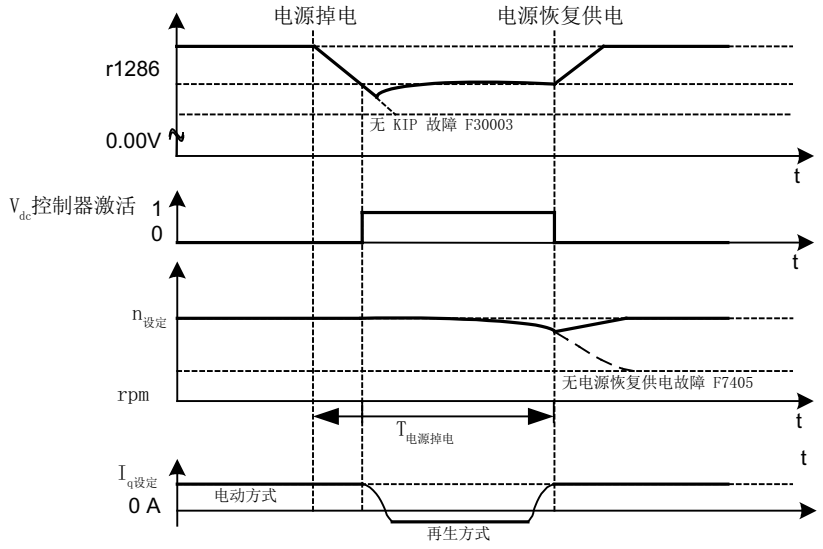


图 5-15　V_{dc_min} 控制（动能缓冲）的激活/取消

电源断电后，低于 V_{dc_min} 接通电平时，V_{dc_min} 控制激活。此时会控制直流母线电压，使它保持稳定。电机转速不断降低。

电源一旦恢复，直流母线电压便再次上升，超出 V_{dc_min} 接通电平 5 % 后，V_{dc_min} 控制再次失效。电机继续运行。

如果电源没有恢复，电机转速会继续降低。一旦达到 p1257 中的阈值，便根据 p1256 的设定作出响应。

如果在时间阈值 p1255 届满后电源电压还没有恢复，会触发故障 F07406，在该故障中可以设定所需响应，出厂设置为 OFF3。

可以只激活一个驱动的 V_{dc_min} 控制器。其它驱动可以通过 BICO 互联从主控驱动获取它们转速设定值的比例系数，从而继续为直流母线提供支持。

说明

如果要等待电源恢复，必须确保驱动组没有和电源断开。电源应由电源继电器释放动作断开。电源接触器必须通过一个无中断电源（USV）供电。

Vdc_max 控制

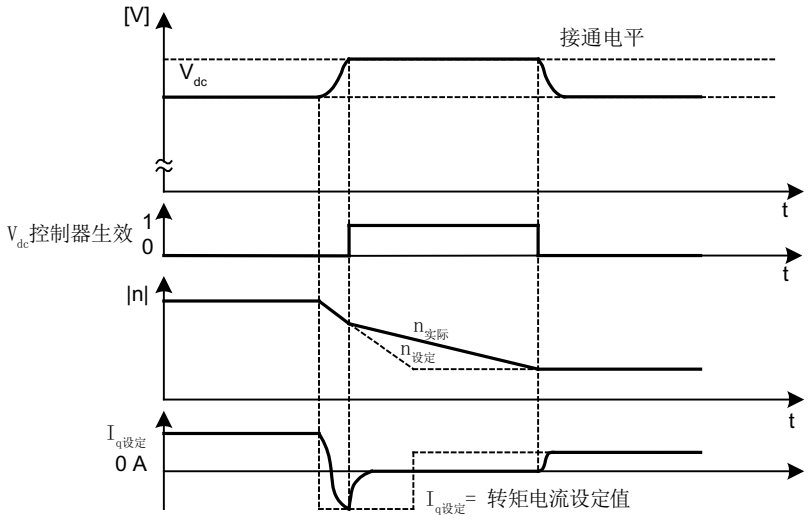


图 5-16 V_{dc-max} 控制的激活/取消

V_{dc-max} 控制的接通电平(r1242)是按照以下方式计算的：

- 自动采集接通电平的功能关闭时(p1254 = 0)
  r1242 = 1.15 x p0210（设备输入电压，直流母线）
- 自动采集接通电平的功能启用时 (p1254 = 1)
  r1242 = V_{dc_max} - 50 V（V_{dc_max}：电机模块的过压阈值）

当一台没有反馈能力的电源模块（例如基本型电源模块 BLM）为多台电机模块供电、或主电源掉电、过载（SLM/ALM）时，只能在具有大转动惯量的电机模块上激活 V_{dc_max} 控制功能。
在其它电机模块上必须禁用此功能，或设置为监控。
如果在多台电机模块上激活 V_{dc_max} 控制，在参数设置不理想的情况下，可能会使控制器的功能相互冲突。驱动可能会变得不稳定，各驱动可能会不按计划加速。

解决办法：

- 激活 V_{dc_max} 控制
  - 矢量控制：p1240 = 1（出厂设置）
  - 伺服控制：p1240 = 1
  - V/f 控制：p1280 = 1（出厂设置）
- 关闭 V_{dc_max} 控制
  - 矢量控制：p1240 = 0
  - 伺服控制：p1240 = 0（出厂设置）
  - V/f 控制：p1280 = 0
- 激活 V_{dc_max} 监视
  - 矢量控制：p1240 = 4 或 6
  - 伺服控制：p1240 = 4 或 6
  - V/f 控制：p1280 = 4 或 6

⚠ 警告

单个驱动可能会意外运动

当一台电源模块为多台电机模块供电时，则可能会因 V_{dc_max} 的参数设置错误导致某台驱动意外加速，进而造成人员伤亡。

- 只在具有最大转动惯量的电机模块上激活 V_{dc_max} 控制。
- 在所有其他电机模块上禁用此功能或将此功能设为监控功能。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6220 矢量控制 - 最大 Vdc 控制器和最小 Vdc 控制器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1240[0...n] Vdc 控制器或 Vdc 监控的配置
- r1242 最大 Vdc 控制器的接通电平
- p1243[0...n] 最大 Vdc 控制器的动态系数
- p1245[0...n] 最小 Vdc 控制器的接通电平（动能缓冲）
- r1246 最小 Vdc 控制器的接通电平（动能缓冲）
- p1247[0...n] 最小 Vdc 控制器的动态系数（动能缓冲）
- p1250[0...n] Vdc 控制器的比例增益

- p1251[0...n] Vdc 控制器的积分时间
- p1252[0...n] Vdc 控制器的预调时间
- p1254 最大 Vdc 控制器，自动检测接通电平
- p1256[0...n] 最小 Vdc 控制器的响应（动能缓冲）
- p1257[0...n] 最小 Vdc 控制器的转速阈值
- r1258 CO:Vdc 控制器输出

5.10 电流设定值滤波器

对于 2 个串联的电流设定值滤波器 1 和 2 可如下进行设置：

- 二阶低通滤波器（PT2：-40dB/dec）
- 带阻滤波器
- 具有衰减功能的低通滤波器
- 通用二阶滤波器

具有衰减功能的带阻滤波器和低通滤波器可以通过调试工具 STARTER 换算成通用二阶滤波器的参数。在振幅特性曲线旁边也显示了相位特性曲线。相位偏移表明控制对象出现延迟，应尽量小。

通过 p1656[0...n].0 = 1 和 p1656[0...n].1 = 1 激活电流设定值滤波器。使用 p1657 至 p1666 对电流设定值滤波器参数进行设置。

只要设置了 p1699 = 1，那么即使滤波器参数被修改，系统也不会后台换算滤波器数据。只有在 p1699 = 0 时才会执行换算。

电流设定值滤波器示例参见章节“电流设定值滤波器 (页 106)”中的伺服控制说明。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6710 矢量控制 - 电流设定值滤波器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1655[0...4] CI：电流设定值滤波器/转速实际值滤波器固有频率调谐
- p1656[0...n] 激活电流设定值滤波器
- p1657[0...n] 电流设定值滤波器 1 的类型
- p1658[0...n] 电流设定值滤波器 1 分母固有频率
- p1659[0...n] 电流设定值滤波器 1 分母阻尼
- p1660[0...n] 电流设定值滤波器 1 分子固有频率
- p1661[0...n] 电流设定值滤波器 1 分子阻尼
- p1662[0...n] 电流设定值滤波器 2 的类型
- p1663[0...n] 电流设定值滤波器 2 分母固有频率
- p1664[0...n] 电流设定值滤波器 2 分母阻尼
- p1665[0...n] 电流设定值滤波器 2 分子固有频率

- p1666[0...n] 电流设定值滤波器 2 分子阻尼
- p1699 滤波器数据传送

5.11 转速实际值滤波器

矢量控制有一个转速实际值滤波器可以设置。您可以对转速实际值滤波器进行如下设置：

- 二阶低通滤波器（PT2：-40dB/dec）
- 通用二阶滤波器

设置 p1656.4 = 1 激活转速实际值滤波器。使用 p1677 至 p1681 对转速实际值滤波器参数进行设置。

只要设置了 p1699 = 1，那么即使滤波器参数被修改，系统也不会后台换算滤波器数据。只有在 p1699 = 0 时才会执行换算。

说明

矢量控制有 2 个电流设定值滤波器和一个转速实际值滤波器。转速实际值滤波器编号为“5”。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 4702 编码器检测 - 矢量控制一览
- 4715 编码器检测 － 转速实际值和磁迹位置采集编码器 1，n_实际_滤波器 5

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1655[0...4] CI：电流设定值滤波器/转速实际值滤波器固有频率调谐
- p1656[0...n] 电流设定值滤波器/转速实际值滤波器激活
- p1677[0...n] 转速实际值滤波器 5 的类型
- p1678[0...n] 转速实际值滤波器 5 的分母固有频率
- p1679[0...n] 转速实际值滤波器 5 的分母阻尼
- p1680[0...n] 转速实际值滤波器 5 的分子固有频率
- p1681[0...n] 转速实际值滤波器 5 的分子阻尼
- p1699 滤波器数据传送

5.12 电流控制器适配

采用电流控制器适配功能后，电流控制器的比例增益和 I_q 电流控制器的动态前馈控制会根据电流大小自动匹配。可设置 p1402.2 = 1 直接激活电流控制器适配，或设置 p1402.2 = 0 取消适配。通过 p1959.5 可以自动激活或取消适配：p1959.5 = 1 时激活；p1959.5 = 0 时取消。

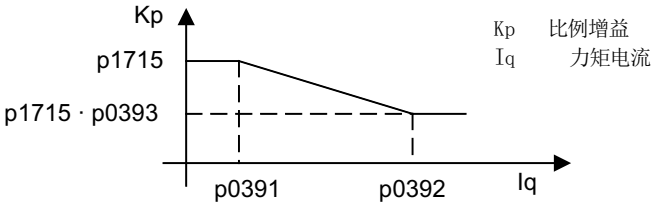


图 5-17 电流控制器适配：p0393 < 1，p0391 < p0392

在互换 I_q 控制点时电流控制器适配如下：

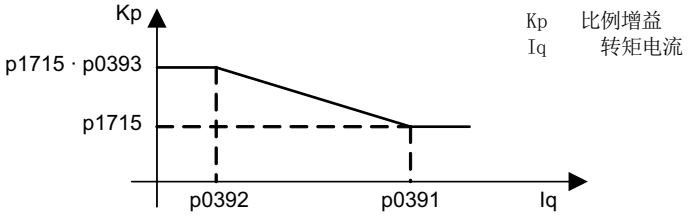


图 5-18 电流控制器适配：I_q 控制点互换，p0393 > 1，p0392 < p0391

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6714 矢量控制 - Iq 控制器和 Id 控制器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0391[0...n] 电流控制器适配动作点，比例增益生效
- p0392[0...n] 电流控制器适配动作点，经过适配的比例增益生效
- p0393[0...n] 电流控制器比例增益的比例
- p1402[0...n] 电流控制和电机模型的配置
- p1703 Isq 电流控制器前馈控制比例系数
- p1715[0...n] 电流控制器比例增益

- p1717[0...n] 电流控制器积分时间
- p1959[0...n] 旋转测量配置

5.13 电机数据识别和旋转测量

5.13.1 一览

有 2 种彼此关联的方法可以进行电机数据识别：

- 采用 p1910 进行电机数据识别 (页 255)（静态测量）
  用于测量电机等效电路图参数（以矢量控制运行时必须进行该测量）
- 采用 p1960 进行旋转测量 (页 258)
  用于提高转矩精度和优化转速控制器，只有在进行了电机数据识别后才可执行。

说明

如果配备了一个电机抱闸，抱闸必须打开，以进行旋转测量 (p1215 = 2)。
同步电机的电机抱闸也必须打开，以进行静态测量，这样电机便可进行校准。

可以通过 p1900 更简单地来选择这两种识别方法。

- p1900 = 2
  激活静态测量（电机不在旋转）。
- p1900 = 1
  同时激活旋转测量。此时会依据当前控制模式 (p1300) 设置 p1910 = 1 和 p1960 。
  也可通过 p1900 = 3 激活旋转测量。

如果使用了同步电机(p0300 =2)，p1900 > 0 时会自动激活编码器调零(p1990 = 1)。采用的校准方法可以在 p1980 中设定。

选择 p1900 = 1, 3 时，参数 p1960 根据 p1300 设定：

- 如果 p1300 = 20 或者 22，即无编码器的控制，则 p1960 = 1
- 如果 p1300 = 21 或者 23，即带编码器的控制，则 p1960 = 2

通过 p1900 选定的测量方式在驱动上具备相应使能后，按照以下顺序启动：

测量和结束	成功结束测量后：
静态测量	封锁脉冲，参数置 0：p1910 = 0
编码器校准	封锁脉冲，参数置 0：p1990 = 0
旋转测量	封锁脉冲，参数置 0：p1960 = 0
成功结束	封锁脉冲，参数置 0：p1900 = 0

说明

这些数据必须非易失地加以保存，从而可以永久保存新的控制器设置。

可通过 r0047 跟踪测量走势。

各个电机数据识别过程的完成状态显示在参数 r3925 ~ r3928 中。

电机数据识别过程只会影响当前有效的电机数据组(MDS)。

⚠ 警告

电机数据识别期间电机可意外转动

电机数据检测可导致电机转动，进而导致人员重伤或死亡及财产损失。

- 禁止人员在危险区域内逗留并确保机械不会转动。

5.13.2 电机数据识别

电机数据识别 (p1900、p1910)

可通过 p1900 = 2 或 p1910 = 1 激活电机数据识别，该功能用于确定静态下的电机参数（等效电路图）。

出于控制技术方面的需要，建议务必要执行电机数据识别，因为从铭牌数据上仅可估算等效电路图数据和电机电缆电阻。例如，如果要使无编码器的矢量控制保持稳定，或者要在 V/f 曲线控制中升高电压，则定子的电阻尤其重要。如果电源线较长，或者使用的是其他厂家的电机，就必须执行电机数据识别。在开始电机数据识别时，系统会根据铭牌数据（额定数据）使用 p1910 确定以下数据：

表格 5-2 测定的数据

P1910 = 1 时测定的数据	异步电机	永磁 同步电机	同步磁阻电机
额定励磁电流 (p0320)	x	-	-
定子电阻(p0350)	x	x	x
转子电阻(p0354)	x	-	-
定子漏电感(p0356)	x	x	-
d 轴定子电感 (p0357)	-	x	-
转子漏电感(p0358)	x	-	-
主电感(p0360)	x	-	-

P1910 = 1 时测定的数据	异步电机	永磁 同步电机	同步磁阻电机
变频器阀门阈值电压(p1825)	x	x	x
变频器阀门闭锁时间(p1828 ... p1830)	x	x	x

由于铭牌数据是用于电机识别的初始化值，所以为确定上述数据，应正确、一致地输入铭牌数据，并采用正确的连接方式（星形/三角形）。

如果电机动力线的电阻已知，最好在静态测量(p1910)开始前输入该电阻(p0352)，这样在计算定子电阻 p0350 时便可以将它从测得的总电阻中扣除。

并且输入该电阻后，较长电缆上的热电阻适配精度会有所提高。尤其在无编码器的矢量控制中，该精度会影响低转速时的特性。

在 p1909.20 = 1（且 p0352 = 0）时，引线电阻由测量值与自动参数设置的标准值或列表型电机上的数据组值之间的差值得出，通常不需要输入该引线电阻。

异步电机的特点

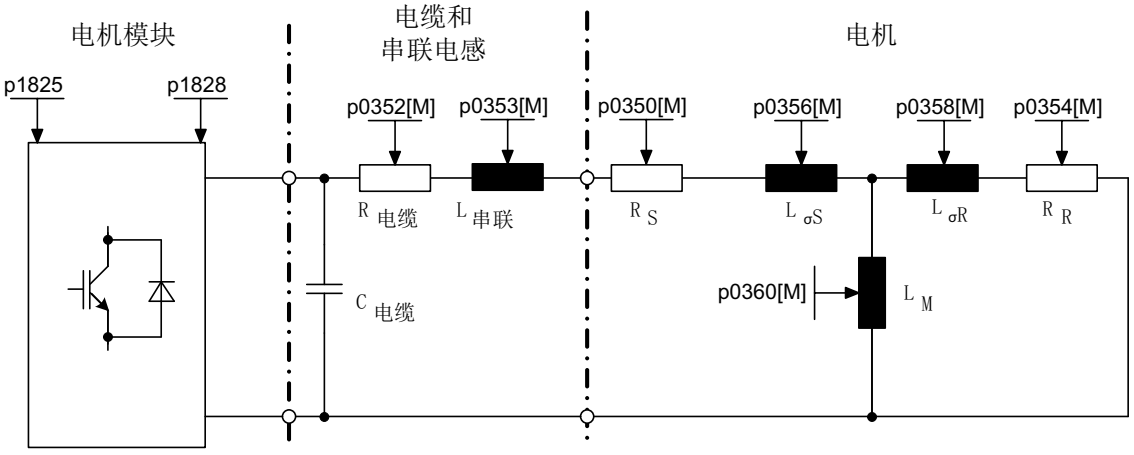


图 5-19　异步电机和电缆的等效电路图

如果具备一个输出滤波器（参见 p0230）或串联电感(p0353)，同样也应在静态测量开始前输入相应数据。

该电感会因此从测得的总漏电感中扣除。如果采用的是正弦滤波器，便只测量定子电阻、阀门阈值电压和阀门闭锁时间。

说明

而如果漏电感大于电机额定阻抗的 35 ~ 40 %，转速控制器和电流环的动态性能便会被限制在电压极限和弱磁运行范围内。

说明

静态测量应该在尚未运行的电机上执行。估算执行测量时电机的环境温度，并输入到 p0625 中；如果使用的是 PT1000 或 KTY 传感器，请设置 p0600、p0601 并读取 r0035。该值是热电机模型和热 R_S/R_R 适配的参考值。

额定励磁电流和励磁特性曲线应尽量在旋转测量中确定 (p1900 = 3)（不带编码器：p1960 = 1；带编码器：p1960 = 2）。借助励磁特性曲线可以更加精确地计算出弱磁运行范围中的场电流，并由此获得更高的转矩精度。

说明

和静态测量 (p1910) 相比，旋转测量 (p1960) 能够更加精准地确定异步电机的额定励磁电流和饱和特性曲线。

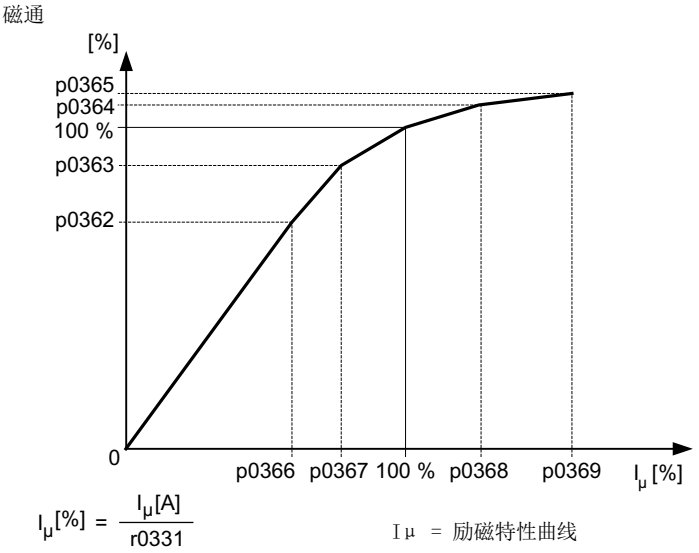


图 5-20　励磁特性曲线

说明

这些数据必须非易失地加以保存，从而可以永久保存新的控制器设置。

说明

电机数据识别结束时，系统会自动计算所有相关的控制参数 (p0340 = 3)

电机数据识别的流程

1. 通过 p1900 = 2（或 p1910 = 1）激活电机数据识别。
   系统显示报警 A07991。
2. 在下一次通电时电机数据识别开始。
3. 结束后，如果识别成功，参数 p1900（或 p1910）被复位为“0”。
   如果识别失败，则会输出故障 F07990。
4. 参数 r0047 显示测量或识别的当前状态。

不带自动调整控制参数的测量 (p1909.17)

更换电机后，可通过 p1909.17 = 1 进行电机参数测量，但此时系统并不会通过 p0340 自动调整控制参数。

5.13.3 旋转测量

旋转测量 (p1900、p1960)

“旋转测量”可通过 p1900 = 3 或 p1960 激活。请在电机数据识别完成（p1910）后再执行此功能。

旋转测量包含转速控制器优化，系统会在该优化中测定驱动的转动惯量并设置转速控制器。此外该功能还会针对异步电机测量饱和特性曲线和额定励磁电流，从而显著改善转矩精度。

如果要在 p1965 中所设置的转速下进行旋转测量，则可在开始测量之前对该参数进行调整。此时推荐设置较高的转速。

在异步电机上同样也可以修改 p1961 中的转速，饱和特性曲线的确定和编码器测试将在该转速下进行。

转速控制器会根据动态系数 p1967 并按照对称的优化法设定。在优化开始前应首先设置 p1967，它只会影响控制参数的计算。

如果在测量期间发现输入的驱动动态系数无法使驱动稳定运行或转矩波动幅度太大，动态响应会自动降低，结果显示在 r1968 中。之后应检查驱动在整个设定范围内是否运行平稳。必要时必须降低动态系数或设定合适的转速控制器 Kp_n/Tn_n 适配。

说明

如果转速控制器的动态响应性能因负载振动而大幅减弱，则也可取消振动测试 (p1959.4 = 0)。

在异步电机调试期间，应采取以下步骤：

- 在接入负载前，应执行完整的“旋转测量”（p1900 = 3 或不带编码器：p1960 = 1；带编码器：p1960 = 2）。由于此时异步电机空载，因此可以得到更准确的饱和特性曲线和额定励磁电流。
- 接入负载后应基于已经改变的总转动惯量再次执行转速控制器优化。选择参数 p1960 便可以执行优化；不带编码器：p1960 = 3；带编码器：p1960 = 4。
  在执行转速控制器优化时，会自动取消参数 p1959 中的饱和特性曲线记录功能。

在调试永磁同步电机时，应带载执行转速控制器优化 (p1900 = 3 或 p1960 > 0) 。

旋转测量 (p1960 > 0)：操作步骤

在使能指令和接着的上电指令置位后，以下测量会按照 p1959 和 p1960 中的设置执行：

- 编码器测试
  配备转速编码器时会检查编码器旋转方向和线数。
- 只适用于异步电机：
  - 测量饱和特性曲线（p0362 ~ p0369）
  - 测量励磁电流(p0320)和确定变频器相对于偏移补偿的偏移电压
  - 测量异步电机上漏电感的饱和特性，设置电流控制器适配(p0391…p0393)
    在 1LA1 和 1LA8 电机(p0300 = 11, 18)上以上测量会自动激活，参见 p1959.5。
- 转速控制器优化
  - p1470 和 p1472，p1960 = 1 时（无编码器运行）
  - p1460 和 p1462，p1960 = 2 时（带编码器运行）
  - 设置 Kp 适配
- 加速度前馈控制的设置 (p1496、p1517)
- 总转动惯量与电机转动惯量之比的设置(p0342)

说明

这些数据必须非易失地加以保存，从而可以永久保存新的控制器设置。

⚠ 警告

转速控制器优化时电机可意外转动

转速控制器优化可导致电机转动，进而导致人员重伤或死亡及财产损失。

- 禁止人员在危险区域内逗留并确保机械不会转动。

说明

如果在带编码器运行模式下执行转速控制器优化，闭环工作方式会自动切换到不带编码器的转速控制方式，以便执行编码器测试。

5.13.4 简化的旋转测量

电机带载时通常不能执行正常的旋转测量。此时可借助简化的旋转测量，在电机首次接通时测量出转动惯量、励磁电流和饱和特性曲线。可以进行下列设置：

- 简化测量(p1959.12 = 1)
- 成功结束测量后：直接进入运行状态(p1959.13 = 1)

在旋转测量期间，驱动不会加速到额定转速(p0310)，而是加速到在 p1965 中设置的某个额定转速百分比值。该值的出厂设置为 40 %。p1965 可根据具体工况加以调整，但必须使电机安全退出开环控制。和以前一样，电机最好空载，即转矩 < 30 % $M_{额定}$。

在旋转测量期间，参数保存被禁止，因为测量程序会自动修改某些参数，而这些参数在测量结束后又会恢复初始值。

简化测量(p1959.12 = 1)

如果已在参数 p1959 中设置了位 12，系统便会执行简化的旋转测量（带有测量转动惯量时的低精度）。此时只会测量励磁电流一次，而不是两次。加速测量和振动测试完全被省略。

测量结束后，驱动返回至静止状态，所有为执行测量而改变的参数再次复位为原始值。

p1959.12 不会影响 p1960 = 3、4。

成功结束测量后：直接进入运行状态(p1959.13 = 1)

结束测量后驱动不会静止，而是直接以加速斜坡加速到转速设定值。

在测量期间禁止修改控制器参数(p1959.11 = 1)

在旋转测量期间，驱动加速时会自行修改转速控制器参数。即使位 3（转速控制器参数重新换算）和位 4（转速控制器优化）不置位也是如此。在很多设备上，从驱动上脱开负载需要花费很长的时间。而且负载具有高转动惯量。由驱动设置的控制器参数不会总是与驱动任务相适应，所以有时会对机械系统产生损坏。

置位 p1959 的位 11，便可禁止重新计算转速控制器参数。

5.13.5 重要参数一览

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0047 电机数据识别和转速控制器优化
- p0340[0...n] 自动计算电机参数/闭环控制参数
- p1300[0...n] 开环/闭环工作模式
- p1900 电机数据识别和旋转测量
- p1901 测试脉冲评估配置
- r1902 测试脉冲评估状态
- r3925[0...n] 电机识别的结果显示
- r3927[0...n] 电机数据识别，计算出的异步电机数据
- r3928[0...n] 旋转测量配置

静态电机数据识别

- p1909[0...n] 电机数据识别控制字
- p1910 电机数据识别选择

旋转测量

- p0391[0...n] 电流控制器适配动作点，比例增益生效
- p0392[0...n] 电流控制器适配动作点，经过适配的比例增益生效
- p0393[0...n] 电流控制器比例增益的比例
- p1959[0...n] 旋转测量配置
- p1960 旋转测量选择
- p1961 用于确定饱和特性曲线的转速
- p1965 用于转速控制器优化的转速
- p1967 用于转速控制器优化的动态响应系数
- r1968 用于转速控制器优化的当前动态响应系数
- r1973 旋转测量编码器测试中确定的线数
- p1980[0...n] 磁极位置识别方法
- p1990 编码器校准确定换向角偏移

5.14 磁极位置识别

磁极位置识别功能可以确定同步电机和同步磁阻电机的电气磁极位置，在基于磁场的控制中需要该位置。电机上的转速编码器没有按磁极位置调零时，您可以利用该识别功能来对编码器调零。

5.14.1 无编码器运行

在无编码器运行中，通过参数 p1780.6 来选择磁极位置识别。在无编码器运行中，必须在每次启动后执行一次磁极位置识别。

通过参数 p1980 可以设置适合电机的识别方法，通过 p0325 和 p0329 可以设置电流。

说明

磁极位置识别只允许在电机静止状态下进行。

在磁极位置识别期间，电机轴可能会转动。

在电机数据识别期间会执行一次磁极位置识别。在电机数据识别期间驱动可能会报告故障 F07968 或 F07969。

5.14.2 带编码器运行

当电机的转速编码器不输出绝对磁极位置时，比如：带零脉冲的增量编码器，必须对编码器进行调零并识别磁极位置。为此可使用磁极位置识别功能。

当电机的转速编码器不输出位置信息时，比如：不带零脉冲的增量编码器，必须在每次启动后执行一次磁极位置识别。在具备位置信息的条件下，只有首次启动、电压注入后才执行一次磁极位置识别。

过程：一次性编码器调零（确定换向角偏移）

前提条件：电机必须可以自由旋转。

1. 在结束调试后，驱动会自动为可以调零的编码器确定换向角偏移（p1990 = 1)）。
   系统显示报警 A07971。
2. 在首次启动驱动时会确定换向角。在此期间，电机轴会缓慢转动。此时会发出报警 A07975。
3. 在确定了换向角偏移后，驱动会自行关闭，然后写入换向角 p0431。
   报警 A07971 消失。

说明

编码器能输出绝对位置（r0404.1 = 1）时，可以设置 p1990 = 0，关闭换向角偏移确定功能。

磁极位置识别只允许在电机静止状态下进行。

当驱动控制只有在完成自动计算（p3900 = 3 或 p0340 = 3）后才切换到带编码器的运行方式（p1300 = 21）时，只要选中的编码器需要进行磁极位置识别，比如：带零脉冲的增量编码器，便必须手动设置磁极位置识别（p1982 = 1）。此时会显示故障 F07551。

电机正在旋转时的磁极位置补偿（编码器微调）

得出的换向角偏移 p0431 的精度可以通过编码器微调加以提高。在进行该操作时，电机必须空载旋转。

微调过程：

1. 设置 p1905 = 90，激活编码器微调。
   驱动会输出报警 A07976，报警值 1。
2. 设置脉冲使能，使电机加速到 40% 的额定转速以上。
3. 等待测量结束，即驱动报告 A07976，报警值为 4，报警持续大约 1 分钟，然后关闭驱动。
   如果在测量期间电流太低，即驱动报告 A07976，报警值为 12，或者测量期间转速太低，即驱动报告 A07976，报警值为 10，测量会自行重新开始。
4. 在封锁脉冲后，驱动会开始计算，如果计算顺利完成，驱动会报告 A07976，报警值为 5，然后将结果保存到参数 p0431 中。
   p1905 会自动变为 0，报警 A07976 消失。

带零脉冲的磁极位置补偿

在首次启动时，磁极位置识别会使编码器角与磁极位置进行粗同步。在越过零脉冲位置后，只要编码器支持带零脉冲的换向（r0404.15 = 1），驱动便会继续调正该粗同步。在该过程中必须具备换向角 p0431 的信息。编码器必须支持 180° 换向（r0459.23 = 1），在同步磁阻电机上才可以进行精同步。

说明

编码器带零脉冲时，只要有有效的零脉冲位置，驱动也可以拖动正在旋转的电机。

在激活了快速重启/捕捉重启（p1200 = 1）时，在首次启动、电压注入后驱动也可以拖动正在旋转的同步磁阻电机。

更换编码器

在更换或改装转速编码器后，只要编码器能输出位置信息（比如：零脉冲），就必须重新确定换向角偏移（p1990 = 1）。

换向角的合理性校验

在绝对值编码器上，您可以利用磁极位置识别功能来校验编码器换向位置（p1980 = 2）。通过该设置，在每次使能脉冲后驱动都会校验编码器角度。计算出的角度差保存在参数 r1984 中，可从中读出。如果角度差超过 45°，驱动会报告 F07413。

在对编码器进行机械改装后，可以利用编码器调零功能来校验换向角偏移（p1990 = 2）。它会确定换向角偏移，但不传送得出的角度（p0431）。如果偏差超过 6°，驱动会报告 F07413。

5.14.3 磁极位置识别方法的提示

通过参数 p1980 您可以选择适合您电机的方法。以下方法可供使用：

- 1 次谐波电压脉冲（p1980 = 1）
- 2 级式电压脉冲（p1980 = 4）
- 2 级式反向电压脉冲（p1980 = 6）
- 2 次谐波反向电压脉冲（p1980 = 8）
- 直流注入

所有过程都只允许在电机静止状态下进行。如果您希望驱动更快接通，可以选择快速磁极位置识别（p1780.13 = 1）。

边界条件

在各脉冲方法（p1980 = 1、4、6、8）中要满足以下前提条件：

- 该方法适用于已制动和未制动的电机。
- 设定的电流强度（p0325, p0329）必须足够大，以便得出有价值的测量结果（p0325 仅用于 p1980 = 4）。
- 如果电机内的气隙明显分布不均匀，比如：转子中埋入了磁铁，我们建议设置 p1980 = 4。电机气隙分布均匀时，应设置 p1980 = 1。
- 同步磁阻电机上我们建议设置 p1980 = 8。
- 具有高磁阻转矩分量的同步电机上建议设置 p1980 = 6。

直流电注入应满足以下前提条件（p1980 = 10）：

- 电机必须能够自由旋转，不受任何外力影响（没有垂直轴）。
- 如果配备了一个电机抱闸，抱闸必须松开。
- 在磁场分布均匀时（比如：气隙分布均匀），建议使用该方法。

5.14.4 信息和参数

故障和报警（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- F07413 变频器：换向角出错（磁极位置识别）
- A07967 变频器：自动编码器调零/磁极位置识别出错
- F07968 变频器：Lq-Ld 测量出错
- F07969 变频器：磁极位置识别出错
- F07970 变频器：编码器自动调零出错
- A07971 (N) 变频器：换向角偏移确定已激活
- A07975 (N) 变频器：搜索零脉冲 - 等待设定值
- A07976 变频器：编码器微调已激活

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0325[0...n] 电机磁极位置识别，第 1 相位电流相位
- p0329[0...n] 磁极位置识别，电流
- p0404[0...n] 生效的编码器配置
- p0430[0...n] 编码器模块配置
- p0431[0...n] 换向角偏移
- p0437[0...n] 扩展编码器模块配置
- r0458 编码器模块属性
- r0459 扩展编码器模块属性
- p0640[0...n] 电流限值
- p1082[0...n] 最大转速
- p1215 电机抱闸的配置
- p1780[0...n] 电机模型匹配配置

- p1980[0...n] 磁极位置识别方法
- p1982[0...n] 选择磁极位置识别
- r1984 磁极位置识别角度差
- p1990 编码器校准确定换向角偏移
- p1991[0...n] 电机切换换向角偏移补偿
- p1993[0...n] 基于运动的磁极位置识别的电流
- p1994[0...n] 基于运动的磁极位置识别的电流上升时间
- p1995[0...n] 基于运动的磁极位置识别的增益
- p1996[0...n] 基于运动的磁极位置识别的积分时间
- p1997[0...n] 基于运动的磁极位置识别的平滑时间

5.15 效率优化

5.15.1 异步电机的效率优化

一览

在异步电机上，效率优化可带来以下优点：

- 减少能耗成本
- 减少电机散热
- 减少电机噪音

效率优化的缺点：

- 加速时间更长
- 转矩冲击时转速跌落更猛烈
- 降低动态响应

唯一的缺点是，它要求电机的动态响应较高。在效率优化激活时，变频器的电机控制也可以防止电机堵转。

优化方法

转速和转矩是由被驱动的机器给出的。因此，对于效率优化而言，变量就剩下了磁通。

异步电机的效率可通过两种方法来优化：两者都是借助磁通实现的。

只有在动态响应要求较低的应用中，例如：水泵和风机，才推荐激活效率优化。

简单效率优化（方法 1）

p1580 = 100 %，空载电机的磁通降低到设定磁通(p1570/2)的一半。一旦电机带载运行，设定磁通就随负载线性升高，在大约 r0077 = r0331 x p1570 时达到 p1570 设定值。

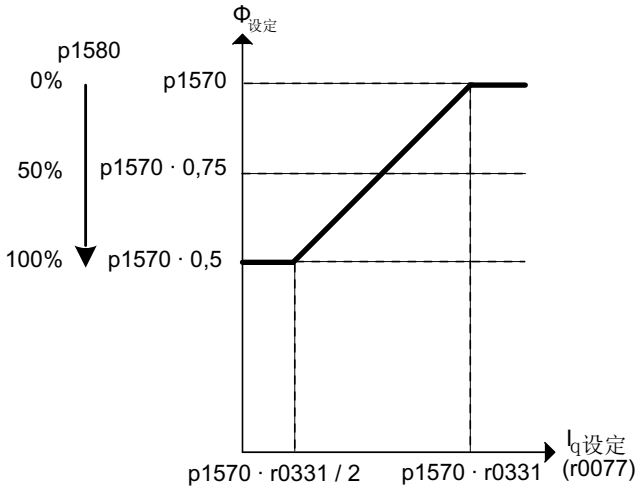


图 5-21　效率优化

在弱磁范围中，最终值会按照当前的弱磁系数降低。将平滑时间 (p1582) 设为 100 ~ 200 ms 的时间。磁通差量（另见 p1401.1）会在励磁结束后在内部自动取消。

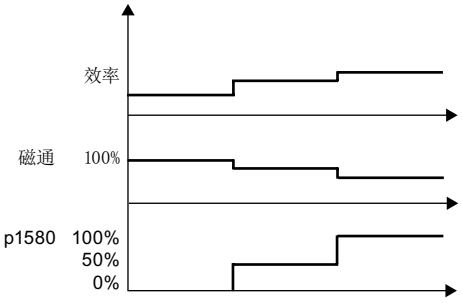
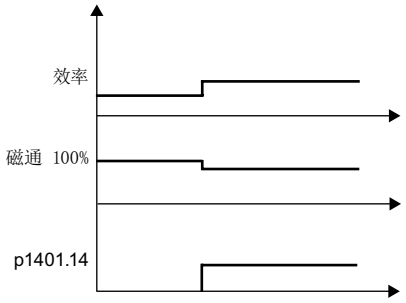


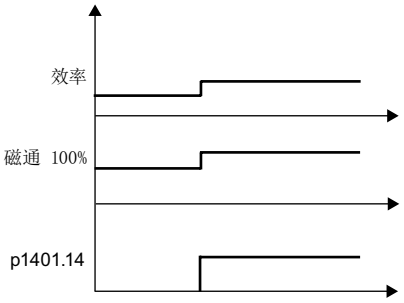
图 5-22　简单效率优化

高级效率优化（方法 2）

高级效率优化通常会比简单效率优化达到更高的效率。在该方法中，驱动会根据效率和磁通来确定当前工作点，然后调节磁通来达到最佳效率。当多台电机拖动一个负载时，根据电机的工作点，驱动相应地减小或增大电机磁通。



高级效率优化，减小磁通



高级效率优化，增大磁通

高级效率优化是默认关闭的。

设置 p1401.14 = 1 便可激活高级效率优化。

5.15.2 磁阻电机的效率优化

在部分负载范围内也能达到适用于磁阻电机 1FP1 的典型效率。

为此，电机会根据要求的转矩以最低损耗运行 (MTPC: **M**ax-**T**orque-**P**er-**C**urrent)。这种运行方式符合磁通设定值设定且可在调试时通过 p1401.3 = 1 进行预配置。此外，还可对磁阻电机进行以下优化：

- p1401.9 = 1
  动态提升快速形成转矩时的磁通设定值。
- p1401.10 = 1
  提升低转速和负载-最优磁通特性曲线 (p1401.3 = 1) 时的磁通设定值。

5.15.3 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6722 矢量控制 - 弱磁特性曲线，Id 设定值 (ASM，p0300=1)
- 6723 矢量控制 - 弱磁控制器，磁通控制器（p0300 = 1）
- 6790 矢量控制 - 磁通设定值 (RESM, p0300 = 6)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0077 CO:转矩电流的设定值
- r0331[0...n] 实际电机励磁电流/短路电流
- p1401[0...n] 磁通控制配置
- p1570[0...n] CO:磁通设定值
- p1580[0...n] 效率优化

5.16 异步电机的快速磁化

在起重机应用中，常会将一台变频器交替连接至不同的电机。在连接到另一台电机后必须在变频器中载入新的数据组，然后开始给电机励磁。这样会产生多余的等待时间，使用快速励磁功能后可大大缩短该时间。

特性

- 快速励磁应用在矢量控制中的异步电机上。
- 通过注入达到电流极限的励磁电流来快速建立磁场。
  从而大大缩短励磁时间。
- “捕捉重启”功能继续以参数 p0346（励磁时间）运行。
- 和伺服驱动不同的是，励磁过程不受制动配置(p1215)的影响。

调试

必须设置参数 p1401.6 = 1 （磁通控制的配置）以激活快速励磁。

在电机启动时便会执行以下步骤：

- 通过参数 p0644（“异步电机的励磁电流限值”）可以设置异步电机的最大励磁电流，它以允许的功率单元额定电流 (r0207[0]) 为基准。
- 励磁电流设定值跃升至参数 p0644 中设置的值或$_{\text{最大值}}$（0.9 倍的 r0067，励磁电流设定值上限）。
- 磁通随着设定电流尽快上升。
- 并一同引入磁通设定值 r0083。
- 一旦磁通达到阈值 p1573（最小 10 %、最大 200 %、出厂 100 %），变频器便结束励磁，输出转速设定值。在负载较大时，设置的磁通阈值不能太小，因为在励磁期间，转矩电流一直受限。

  说明

  只有当励磁时、磁通实际值达到磁通阈值 p1573 的时间小于 p0346 中设置的时间时，参数 p1573 中的磁通阈值才产生作用。

- 在达到磁通设定值 p1570 前会继续形成磁通。
- 励磁电流设定值由具有比例增益(p1590)的磁通控制器和可设定的平滑时间(p1616)消除。

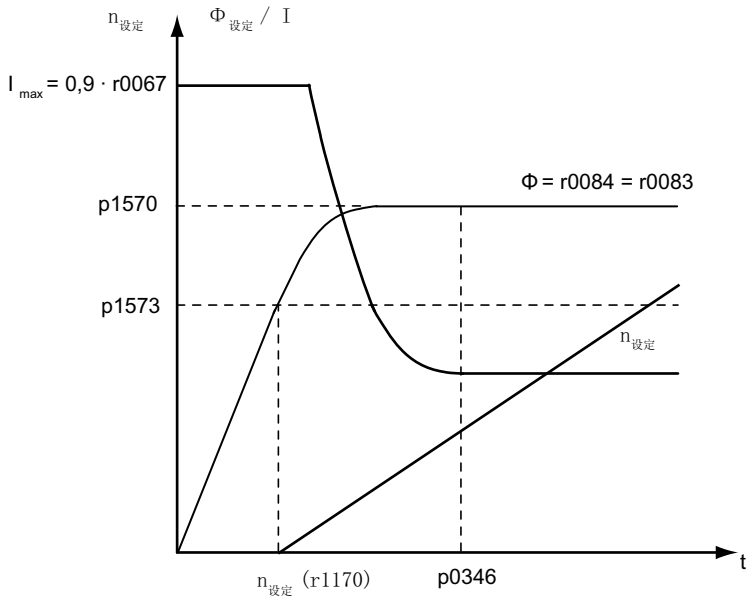


图 5-23　快速励磁的特性曲线

提示

在选中了快速励磁(p1401.6 = 1)时，内部会取消软启动，并输出报警 A07416。

定子电阻识别功能激活时（参见 p0621“重启后识别定子电阻”），内部会取消快速励磁功能并显示报警 A07416。

在“捕捉重启”功能中，参数 p1401.6 = 1 没有作用，即：不会执行快速磁化，参见 p1200。

报警和故障

磁通控制器配置

在激活由参数 p1401 和 p0621 控制的功能后，会检查是否选中了和它冲突的功能。如果有，便显示报警 A07416 ，报警中会指出和配置冲突的参数号，如：p0621 或 p1401。

这些参数和数据组相关：p1401 和 DDS 相关；p0621 和 MDS 相关，所以在报警值中也指出了数据组编号。

磁通控制配置（p1401）存在冲突。
故障码：
1 = 快速励磁（p1401.6）和软启动（p1401.0）冲突
2 = 快速励磁（p1401.6）和磁场建立控制（p1401.2）冲突
3 = 快速励磁（p1401.6）和重启后的 Rs 识别（p0621 = 2）冲突

解决办法：

- 故障码 1:
  - 取消软启动：p1401.0 = 0
  - 取消快速励磁：p1401.6 = 0
- 故障码 2:
  - 关闭磁场建立控制：p1401.2 = 0
  - 取消快速励磁：p1401.6 = 0
- 故障码 3:
  - 重新设置 Rs 识别：p0621 = 0, 1
  - 取消快速励磁：p1401.6 = 0

限制磁通控制器输出

如果设置的电流极限 p0640[D] 太小，如低于额定励磁电流 p0320[M]，可能永远都不会达到给定的磁通设定值 p1570 [D]。

一旦超出 p0346（励磁时间）中设置的时间便会立即输出故障 F07411。该励磁时间一般明显大于快速励磁时的磁场建立时间。

原因：

在配置了快速励磁（p1401.6 = 1）时，虽然设定了 90% 的最大电流，但还是没有达到给定的磁通设定值。

- 电机数据错误。
- 电机数据和电机连接方式（星形/三角形）不相配。
- 电机的电流极限 p0640 设得太低。
- 异步电机（无编码器开环）处于 I2t 限制中。
- 电机模块太小。

解决办法：

- 正确设置电机数据。
- 检查电机的连接方式。
- 正确设置电流限值（p0640,p0323）。
- 减轻异步电机的负载。
- 可能的话，设置更大的电机模块。
- 检查电机动力线。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6491 矢量控制 - 磁通控制配置
- 6722 矢量控制 - 弱磁特性曲线，Id 设定值 (ASM，p0300=1)
- 6723 矢量控制 - 弱磁控制器，磁通控制器(ASM, p0300=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0207[0...4] 功率单元的额定电流
- p0320[0...n] 电机的额定励磁电流/短路电流
- p0346[0...n] 电机励磁时间
- p0621[0...n] 重启后检测定子电阻
- p0640[0...n] 电流极限
- p0644[0...n] 异步电机的励磁电流限值
- p1401[0...n] 磁通控制器的配置
- p1570[0...n] CO:磁通设定值
- p1573[0...n] 励磁中的磁通阈值
- p1590[0...n] 磁通控制器比例增益
- p1616[0...n] 电流设定值的滤波时间

5.17 捕捉重启

在上电后，“捕捉重启”功能将电机模块自行切换到一个正在旋转的电机上。此功能可在带/无编码器运行中激活。

⚠ 警告

捕捉重启激活时电机可意外运动

在捕捉重启功能 (p1200) 激活时，尽管驱动处于静止状态，而且设定值为“0”，但驱动仍可能会由于搜索电流而加速，进而导致人员重伤或死亡及财产损失。

- 禁止人员在危险区域内逗留并确保机械不会转动。

操作步骤

1. 通过参数 p1200 激活“捕捉重启”，尤其是在负载断电后仍会运动时。
   这样可以避免整个机械装置的负载发生剧烈变化。
2. 如果使用的是异步电机，必须在查找电机前经历一段去磁时间。在这段时间内电机端子电压会逐渐降低，直到为零。这样便可以在脉冲使能时避免由于相位短路而出现过高的补偿电流。去磁时间内部计算得出。但也可以通过参数 p0347 手动设置去磁时间。这两个时间中的较大值生效。
   - 在无编码器运行中，首先搜索当前转速。搜索从最大转速 + 25 % 的转速开始。使用永磁同步电机时，需要使用一个电压监控模块(VSM)，详细说明请参见文档：SINAMICS S120 控制单元手册和 SINAMICS S120/S150 参数手册的参数 p1200。
   - 在带编码器运行中，即实测转速实际值，会省略搜索这一过程。
3. 使用异步电机或磁阻电机时，确定转速后会立即首先进行励磁 (p0346)。
4. 接着会将斜坡功能发生器中的当前转速设定值设为当前的转速实际值。
   驱动从该值起加速到最终的转速设定值。

应用示例

在电源断电后，风扇驱动会通过“捕捉重启”功能尽快再次切换到正在旋转的风扇电机上。

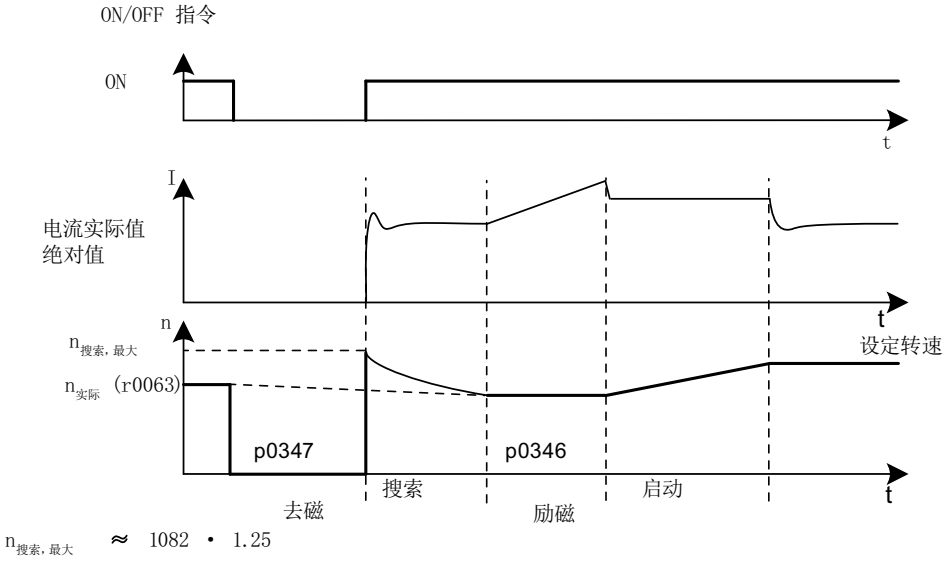


图 5-24 示例：捕捉重启，用于无编码器异步电机

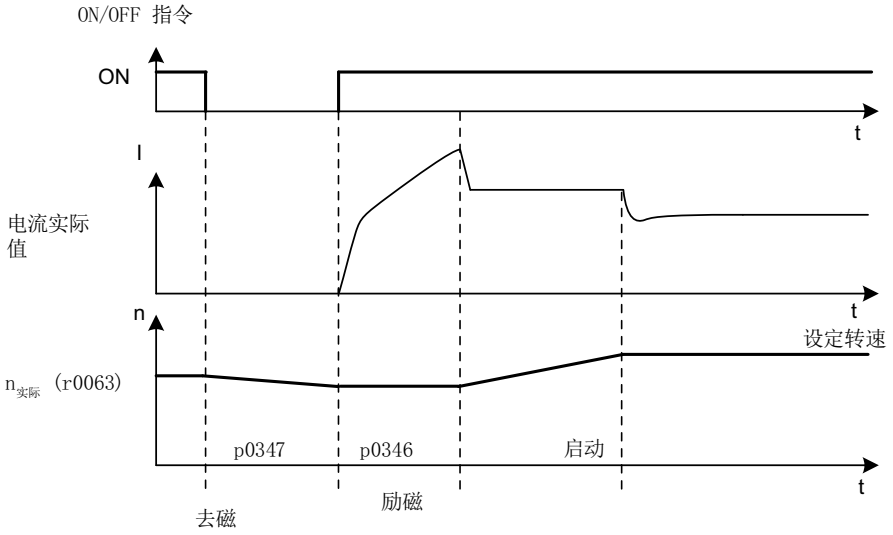


图 5-25 示例：捕捉重启，用于带编码器异步电机

电缆较长时无编码器运行中的捕捉重启功能

原则上，电缆电阻是需要加以考虑的重要因素。在电机热模型计算中就需要此数值。

1. 执行电机数据识别前，在参数 p0352 中输入电缆电阻。
2. 在异步电机上，将参数 p1203[0...n] 至少设为 300 %。
   这样一来捕捉重启可能会比出厂设置 (100 %) 持续得更长一些。
   磁阻电机无需进行此设置。

说明

为了对捕捉重启功能进行优化，请通过跟踪（Trace）记录检查该功能。必要时对参数 p1202 和 p1203 的设置进行优化。

5.17.1 快速捕捉重启

在无编码器运行中（矢量、V/f 线性和抛物线特性曲线）有“快速捕捉重启”功能可用。“快速捕捉重启”只能用于异步电机。

无电压测量的快速捕捉重启

在该功能中，起始频率为零。在参数设置正确后，模型在 200 毫秒内即可起振。只有在以下条件下，该功能才生效：

- 电流控制器周期 250 µs 或 400 µs（无滤波器、长电缆应用）
- 矢量控制中 4 倍额定转速以下
- V/f 控制中额定转速以下

“快速捕捉重启”功能的设置在专家参数表中进行。

1. 设置 p1780.11 = 1，将捕捉重启的方式设为“快速捕捉重启”。
   若 p1780.11 = 0，则执行正常的捕捉重启。在带编码器运行中会忽略该位，即此运行无“快速捕捉重启”。
2. 和正常的捕捉重启一样，快速捕捉重启也通过参数 p1200 激活。
3. 无论是在矢量控制还是在 V/f 控制中，都要执行一次静态测量 (p1900 = 2)，以确定电缆电阻，正确设置电压模型。
   此处关键的参数是定子电阻(p0350)和定子漏电感(p0356)。
   下列状态位显示了捕捉重启的走势：
   - V/f 控制：r1204.14。
   - 矢量控制：r1205.16 或 r1205.17。

说明

p1203 对快速捕捉重启没有作用，可使用 p1202（捕捉重启搜索电流）进行快速捕捉重启优化。

说明

搜索电流不能太低

如果驱动继续进入弱磁区工作或者驱动带滤波器、长电缆运行，可能是因为快速捕捉重启时的搜索电流太低（F07330）。

在该情况下设置搜索电流 (p1202) 的值 > 30 %。

带电压采集的快速捕捉重启

测量电机的端子电压可以缩短旋转异步电机上的接通时间。为此，必须连接 VSM 模块（参见章节“电压监控模块 (页 283)”）。

1. 选择用于快速捕捉重启的电压测量： p0247.5 = 1。
2. 激活捕捉重启：p1200 > 0。
   下列状态位显示了捕捉重启的走势：
   - V/f 控制：r1204.15
   - 矢量控制： r1205.18，r1205.19，r1205.20

说明

如果测出的电压振幅超出了变频器额定电压的 1 % 的限值，系统会禁用带电压测量的捕捉重启并查找旋转频率。

5.17.2 同步磁阻电机的捕捉重启

在同步磁阻电机的无编码器控制中，可借助“捕捉重启”功能确定转子的位置和转速，且几乎没有延时。

执行电机数据识别（p1900，静态测量），以提高功能质量。通过“捕捉重启”功能能够确定电机特性。

⚠ 警告

捕捉重启激活时电机可意外运动

在捕捉重启功能 (p1200) 激活时，尽管驱动处于静止状态，而且设定值为“0”，但驱动仍可能会由于搜索电流而加速，进而导致人员重伤或死亡及财产损失。

- 禁止人员在危险区域内逗留并确保机械不会转动。

过程

1. 设置 p1200 = 1，激活“捕捉重启”，尤其是在负载断电后仍会运动时。
   这样可以避免整个机械装置的负载发生剧烈变化。
2. 与异步电机不同，同步磁阻电机无需等待去磁时间（参考“异步电机的捕捉重启 (页 275)”）可直接在关闭后在旋转的电机上进行捕捉重启。
3. 使用同步磁阻电机时，确定转速后会立即首先进行励磁 (p0346)。
4. 接着会将斜坡功能发生器中的当前转速设定值设为当前的转速实际值。
   驱动从该值起加速到最终的转速设定值。
   位 r1205.21 中显示捕捉重启激活。
5. 可通过参数 p1202 和 p1203 设置搜索电流和搜索速度，对捕捉重启进行优化。

说明

如果修改了搜索电流 (p1202)，则须执行静态测量，以接收修改。修改参数后，系统会将测量时间配置的尽可能短 (p1909.22 = 1)。只有在电机数据识别结束后，该位才置位。

5.17.3 信息和参数

重要故障一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- F07330 捕捉重启：测出的搜索电流过报警
- F07331 捕捉重启：不支持功能

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0247 电压测量配置
- p0352[0...n] 电缆电阻
- p1082[0...n] 最大转速
- p1200[0...n] 捕捉重启的工作方式
- p1202[0...n] 捕捉重启搜索电流
- p1203[0...n] 捕捉重启搜索速度的系数
- r1204.0...15 CO/BO:捕捉重启 V/f 控制状态
- r1205.0...21 CO/BO:捕捉重启矢量控制状态
- p1780.11 电机模型适配的配置
  异步电机的捕捉重启使用电压模型
- p1900 电机数据识别和旋转测量
- p1909[0...n] 电机数据检测控制字

5.18 同步

说明

借助“同步”功能和现有的电压监控模块 VSM10（用于测量电源电压），电机可与电网同步。可通过现有的旁路功能或上级控制器将电机上切到电网上，或进行必要的接触器控制。

使用旁路功能可暂时（例如：在设备不停机的情况下进行维护工作）或持续在电网上运行电机。

通过参数 p3800 激活同步。通过 DRIVE-CLiQ 分配给驱动的 VSM10 负责测量电网电压。

前提条件

- 驱动采用矢量控制，带有电压监控模块(VSM10)
- 异步电机无编码器
- 矢量控制

特性

- 模拟量互联输入，用于传送由 VSM10 采集的电机实际电压(r3661, r3662)
- 相位差(p3809)设置
- 可以通过参数(p3802)激活

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 7020 工艺功能，同步

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p3800[0...n] 激活“电网-驱动同步”
- p3801[0...n] “电网-驱动同步”的驱动对象号
- p3802[0...n] BI:“电网-驱动同步”使能
- r3803.0 CO/BO:“电网-驱动同步”控制字
- r3804 CO:“电网-驱动同步”目标频率

- r3805 CO:“电网-驱动同步”频率差
- p3806[0...n] “电网-驱动同步”的频率差阈值
- r3808 CO:“电网-驱动同步”的相位差
- p3809[0...n] “电网-驱动同步”的相位设定值
- p3811[0...n] “电网-驱动同步”的频率限制
- r3812 CO:“电网-驱动同步”修正频率
- p3813[0...n] “电网-驱动同步”的相位同步阈值
- r3814 CO:“电网-驱动同步”电压差
- p3815[0...n] “电网-驱动同步”的电压差阈值
- r3819.0...7 CO/BO:“电网-驱动同步”的状态字

5.19 电压监控模块

在矢量控制和“V/f”控制中使用以下功能时，需要使用电压监控模块(VSM)：

- 同步
  通过“同步”功能可以使驱动和当前电源/电网同步，同步后便可以直接切换到电网上（旁路）。另一个用途是电机在电网上暂时工作，这样可以在设备不停机的状态下进行变频器维护。
  选择了外部采集实际电压 (p3800 = 1) 时，电压由 VSM 采集，该模块连接到电源相位上并通过 DRIVE-CLiQ 分配给一个电机模块。
- 捕捉重启
  在上电后，“捕捉重启”功能将电机模块自行切换到一个正在旋转的电机上。在无编码器运行中，首先搜索当前电机转速。
  使用永磁同步电机时，该功能需要使用一个电压监控模块(VSM)，详细说明请参见文档：SINAMICS S120 控制单元手册、SINAMICS S120/S150 参数手册中的参数 p1200。
  可在异步电机上使用一个 VSM，以缩短查找时间（参见章节“快速捕捉重启 (页 277)”）。
  如果只有一个 VSM，那么当“同步”被禁用时，该 VSM 只用于采集电机电压 (p3800 = 0)。

拓扑结构视图

在 SINAMICS S120 驱动上，VSM 应用在编码器侧。在驱动对象“VECTOR”上，VSM 只在无编码器运行方式中使用。VSM 连接到拓扑结构中电机编码器的位置上。

通过 STARTER 调试 VSM

在 STARTER 的调试向导中可以选择 VSM 用于驱动对象“VECTOR”。由于 VSM 没有分配到编码器数据组(EDS)，因此不能在编码器侧选择。在参数 p0151[0...1] 中必须输入 VSM 在当前拓扑结构中的组件号。该参数会向 VSM 分析环节分配 VSM 数据组。通过参数 p0155[0...n]“激活/禁用电压监控模块”，可以将 VSM 作为拓扑结构中的组件明确地激活或禁用。

VSM 参数不受 SINAMICS 数据组模型影响。每个 VECTOR 驱动对象最多允许使用 2 个 VSM。

说明

使用 2 个 VSM

如果把 2 个 VSM 连接到一个电机模块上，则第 1 个 VSM(p0151[0])用于测量电源电压 (p3801)。第 2 个 VSM 用于测量电机电压 (p1200)。

通过 LED 识别 VSM 和 VSM 固件版本

“通过 LED 识别 VSM”的功能由参数 p0154 激活。

在 p0154 = 1 时，对应 VSM 上的“LED RDY ”灯变为绿色/橙色或红色/橙色，以 2 Hz 的频率不断闪烁。

VSM 固件版本可以参见驱动对象“矢量”上的参数 p0158[0,1]。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 7020 工艺功能 - 同步
- 9880 电压监控模块（VSM）- 模拟量输入（AI 0 ... AI 3）
- 9886 电压监控模块（VSM）- 温度检测

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0151[0...n] 电压监控模块的组件号
- p0155[0...n] 激活/禁用电压监控模块
- p0158[0...n] 电压监控模块的固件版本
- p3800[0...n] 激活“电网-驱动同步”
- p3801[0...n] “电网-驱动同步”的驱动对象号

5.20 仿真运行

仿真运行主要是模拟驱动在没有连接电机和直流母线电压下的运行。 此时应注意，只有真正具备 40 V 直流母线电压时，才可以启用仿真运行。 一旦电压超出该阈值，仿真运行便取消，并发出故障信息 F07826。

借助仿真运行可以测试设备和上级自动化控制系统之间的通讯。 如果需要驱动同时返回实际值，应在仿真运行期间将驱动切换到没有编码器的工作模式。 这样便可以在不接入电机的情况下预先测试 SINAMICS 软件中的大型组件，如：设定值通道、顺序控制、通讯、工艺功能等。

在功率 > 75 kW 的设备上我们建议，在结束维修后检查功率半导体的控制性能。 检查时，首先给直流母线注入 < 40 V 的直流电，然后通过控制软件测试存在的脉冲样本。

可通过 p1272 =1 激活仿真运行。

说明

仿真运行中必须保持和功率单元的连接。 因此必须通过 DRIVE-CLiQ 连接功率单元。

前提条件

为此必须满足下列前提条件：

- 首次调试已结束（缺省配置：标准异步电机）。
- 直流母线电压低于 40 V（注意直流母线电压测量装置的容差）。

特性

- 在直流母线大于 40V（测量公差±4 V）时会自动取消，驱动输出故障 F07826 并立即封锁脉冲(OFF2)
- 可由参数 p1272 激活
- 在仿真运行期间会禁用电源接触器控制
- 在较低的直流母线电压上并不带电机时，可以测试功率半导体的控制性能。
- 可以在不连接电机的条件下模拟功率部件和闭环控制。

5.21 功率部件的冗余运行

冗余运行可以在一个并联功率单元出现故障时继续保持运行。

说明

但即使存在冗余回路，功率单元中的故障还是可能引起整个设备停止，因为不存在电气隔离而出现了“反馈效应”。

此时为确保失灵功率单元的更换，必须星形连接 DRIVE-CLiQ 电缆，为此可能需要一个 DRIVE-CLiQ HUB 模块（DMC20 或 DME20）。拆下失灵的功率单元前，必须首先通过 p0125 或二进制互联输入 p0895 禁用该部件。在装入备用件后，同样也必须激活该部件。

前提条件

- 并联只适用于相同的装机装柜型功率单元
- 最多 4 个并联的功率单元
- 最多 4 个并联的创新型电机模块
- 并联的功率单元有相应的功率余量
- DRIVE-CLiQ 星形拓扑结构（可能需要一个 DMC20 或 DME20，参见 SINAMICS S120 控制单元手册）
- 电机带单绕组系统(p7003 = 0)
- 无 Safe Torque Off (STO)

特性

- 冗余运行最多适用于 4 个装机装柜型功率单元
- 冗余运行最多适用于 4 个创新型装机装柜型电机模块
- 可由参数(p0125)禁用功率单元
- 可由二进制互联输入(p0895)禁用功率单元

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0125[0...n] 激活/禁用功率单元组件
- r0126[0...n] 功率单元激活/禁用

- p0895[0...n] BI:激活/禁用功率单元组件
- p7003 绕组系统并联

5.22 旁路

5.22.1 一览

旁路功能通过变频器的数字量输出控制 2 个接触器，并通过数字量输入分析接触器的反馈信息（例如通过 TM31）。这种线路既可以使得电机通过变频运行，也可以使得电机直接在电网上运行。接触器由变频器控制；接触器状态的反馈信号也必须发送回变频器。

可以通过 2 种方式实现旁路线路：

- 电机和电网不同步
- 电机和电网同步

对于这两种旁路方式：

- 当撤销控制字信号“OFF2”和“OFF3”时，旁路开关始终保持闭合。（电机缓慢停车！）撤销“OFF1”时，电机仍接在电网中。
- 例外：
  必要时可以由一个上一级控制器锁定旁路开关，这样当电机在电网下工作时，变频器就可以完全（也就是说包括调控电子装置）关闭。接触器的锁定工作必须由用户自行实施。
- 在上电后变频器重新启动时会首先分析旁路接触器的状态。由此变频器可以在启动后直接转换至“接通就绪和旁路”状态。只有当通过控制信号激活旁路、控制信号(p1266)在启动后仍然存在、“自动重启”功能激活(p1210 = 4)时，才能实现该操作。
  重启过程中旁路自动重启。在旋转电机上进行脉冲使能，以便将电机加速至设定转速或与电网同步。该情况下建议激活“捕捉重启”功能（p1200 = 1），以避免出现较高电流峰值。
- 和自动重启相比，启动后会优先将变频器切换到“接通就绪和旁路”状态。
- 在变频器处于“接通就绪和旁路”或“运行就绪和旁路”中某个状态时，由温度传感器执行的电机温度监控会生效。
- 必须选用能够带载接通的两个电机接触器。

说明

下面只列举了一些基本线路示例，用于说明旁路功能的基本工作方式。具体的线路布置（接触器、保护装置）等应根据生产现场实际情况进行设计。

注意
错误相序可导致误同步 目标频率 r3804 是绝对值，它不包含旋转磁场方向的信息！ 如果电源电压（即同步目标）的相序和电机电压的相序不一致，可导致误同步。在极端条件下，这可能会对设备造成机械损伤。 ● 确认电源电压的相序是否和电机电压的相序一致。按以下步骤调正相序： – 将变频器输出或电源接触器上的两根馈电线对调。 – 通过参数 p1820 或 p1821 来调正电机输出电压的相序或变频器输出电压的相序。

前提条件

旁路功能只能应用在没有编码器的转速控制(p1300 = 20)、V/f 控制(p1300 = 0...19)和异步电机上。

特性

- 可用于矢量控制
- 适用于无编码器的异步电机

激活旁路功能

旁路功能属于“工艺控制器”功能模块，该模块可以在运行调试向导时激活。通过参数 r0108.16 可以检查模块是否激活。

5.22.2 带同步和重叠的旁路

说明

“带同步和重叠的旁路”适用于低惯量电机。此处指打开接触器 K1 时，转速可能会迅速降低的电机。

在“带同步和重叠的旁路”激活后 (p1260 = 1)，电机经过同步后切换到电网中并再次退出电网运行。在切换变频运行和工频运行时，两个接触器 K1 和 K2 会同时闭合一段时间（phase lock synchronization 相位锁定同步）。

该旁路类型需要使用一个用于测量电网电压的电压监控模块 VSM10，以便使电机和电网同步。

此时，电抗器用于变频器与电网电压之间的退耦，电抗器的 uk 值为 10 (± 2) %。

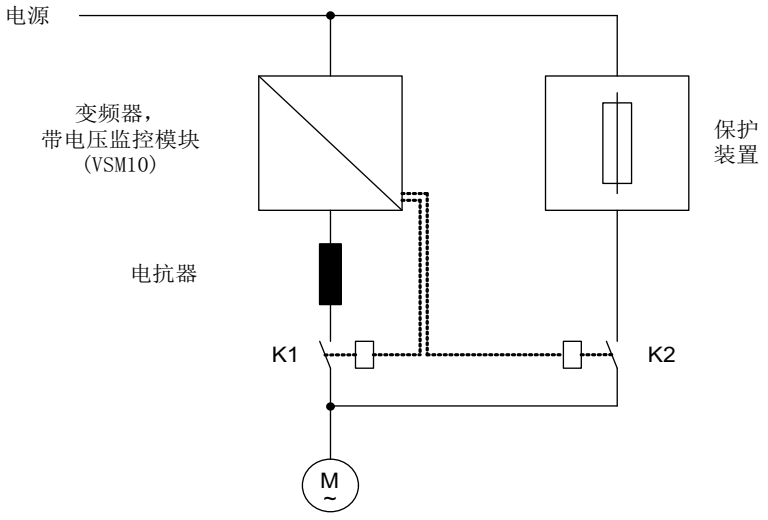


图 5-26　电路示例：带同步和重叠的旁路

说明

由于存在重叠，在和变频器再次同步时，直流母线电压可能会升高。极端条件下，可能会导致驱动跳闸。该问题可以通过过电压保护来解决，它在直流母线电压达到 Vdc 最大阈值 r1242 后封锁脉冲，从而使直流母线电压不再继续升高。电机在脉冲封锁期间会惯性停车，因此必须重新“捕捉”它。因此只有当激活了“捕捉重启”功能后（p1200 = 1），过电压保护才能工作。

激活

只有控制信号才可以激活带同步和重叠的旁路 (p1260 = 1)。无法通过转速阈值激活。

参数设置

在激活带同步和重叠的旁路(p1260 = 1)后，仍需设置如下参数：

表格 5-3　带同步和重叠的旁路的参数设置

参数	描述
r1261.0 =	接触器 K1 的控制信号
r1261.1 =	接触器 K2 的控制信号
p1266=	设置控制信号
p1269[0] =	接触器 K1 发出反馈的信号源

参数	描述
p1269[1] =	接触器 K2 发出反馈的信号源
p3800 = 1	同步已激活。
p3802 = r1261.2	同步由旁路功能激活。

传输过程

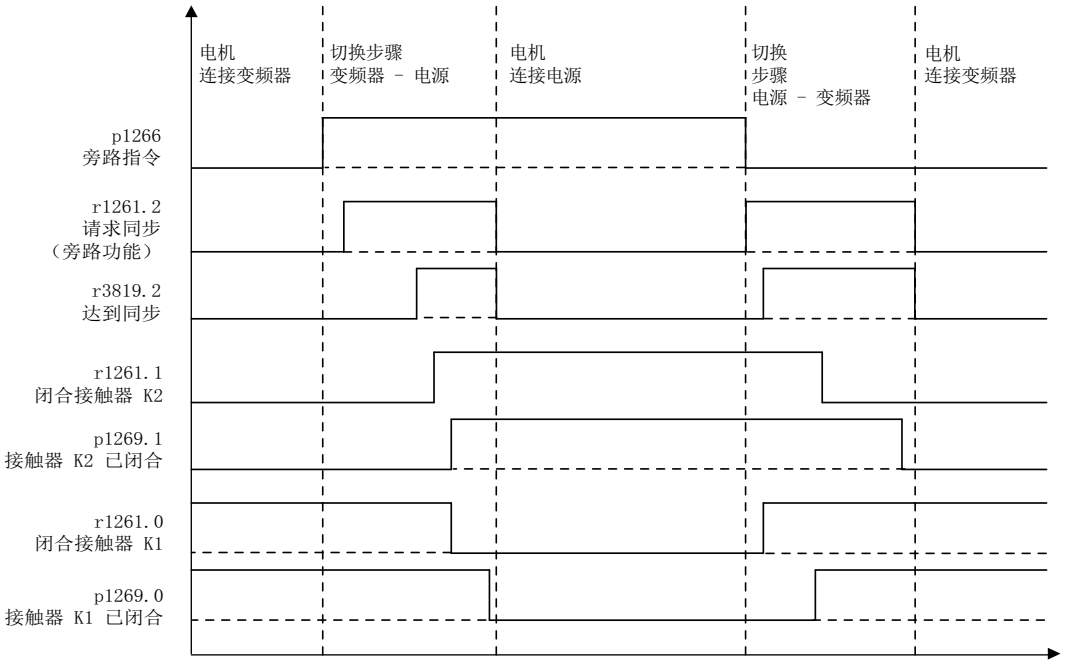


图 5-27　信号图：带同步和重叠的旁路

电机投入电网工频运行
（接触器 K1 和 K2 由变频器控制）：

- 初始状态：接触器 K1 闭合，K2 打开且电机通过变频器工作。
- 置位控制位“旁路指令”（p1266，例如通过上位自动化系统）。
- 接着旁路功能会置位控制字位“同步”(r1261.2)。
- 因为该位是在变频运行中被置位，所以同步过程“电机投入电网工频运行”开始。
- 当电机与电网频率、电压、相位成功同步后，同步计算报告状态 (r3819.2)。
- 旁路机械装置分析该信号并关闭接触器 K2 (r1261.1 = 1)。信号的分析在内部进行，无需采用 BICO 互联。

- 当接触器 K2 回复“闭合”状态后 (r1269[1] = 1),K1 打开且变频器锁定脉冲。现在变频器处于“Hot Stand By”（热待机）状态下。
- 如果在这个阶段取消“ON”指令，变频器将切换到简单的“待机”状态。存在相应的接触器时，变频器会与电网分离，并向直流母线放电。

依照相反顺序使电机退出电网工频运行：
退出前，接触器 K2 闭合；接触器 K1 打开。

- 删除控制位“旁路指令”（例如通过上级自动化系统）。
- 接着旁路功能使控制字位“同步”置位。
- 脉冲使能。因为“同步”在“脉冲使能”前置位，所以变频器会将此指令理解为使电机退出电网运行，恢复变频运行。
- 当电机与变频器频率、电压、相位成功同步后，同步计算报告状态。
- 旁路机械装置分析此信号，并关闭接触器 K1。信号的分析在内部进行，无需采用 BICO 互联。
- 当接触器 K1 回复“闭合”状态后, K2 打开且电机重新在变频器上工作。

5.22.3 带同步、不带重叠的旁路

说明

在“带同步、不带重叠的旁路(p1260 = 2)”激活时，只有接触器 K1 打开时，才会闭合接触器 K2（anticipatory type synchronization 先行同步）。

在此时间内电机未连接至电网，因此其转速由负载和摩擦确定。因此，该旁路类型适用于大惯量电机（说明如下）。

同步设定值 p3809 用于校正采集电压实际值信号时的相移 (p3809 = -180°…179.90°)。此外，还可通过该参数在不超过 20°el（= 最大值 p3813）的范围内预转一个电机电压设定角度，以补偿切换旁路期间因摩擦/负载导致的转速下降。

在同步前可通过 p3809 设置合适的电机电压相位，使电机电压相位超出待同步的电网。在两个接触器同时打开的短时间内，电机制动，因此当接触器 K2 闭合时，相位差和频率差接近零。如果切换时角度差 > 20°el，则须通过未忽略的电流脉冲进行计算。因此，仅当角度差 ≤ p3813（最大 20°el）时，才能达到同步。

仅当电机在切换期间负载始终不变时，才能通过 p3809 补偿转速下降。例如：在传送带上，取决于过程环境的负载在切换旁路期间也可能会发生变化。

如果切换时角度差超过 20°el 或每次切换时负载都不同，则须使用“带同步和重叠的旁路 (页 289)”。

该旁路类型需要使用一个用于测量电网电压的电压监控模块 VSM10，以便使电机和电网同步。

该功能正常实现的前提条件是：驱动转动惯量和负载足够大。

说明

如果在接触器 K1 和 K2 打开期间电机的转速变化没有超出额定转差，便表明电机的转动惯量足够大。
此外，还须确保切换时电机不会因外部影响（如摩擦）强力减速制动。

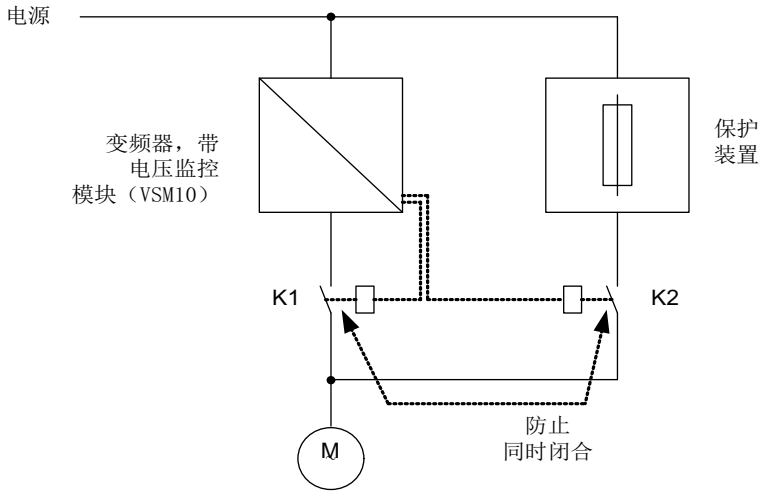


图 5-28　线路示例：带同步、不带重叠的旁路

激活

带同步、不带重叠的旁路功能 (p1260 = 2) 可通过一个控制信号激活。无法通过转速阈值激活。

参数设置

在激活带同步、不带重叠的旁路(p1260 = 2)后，仍需设置如下参数：

表格 5-4　带同步、不带重叠的旁路的参数设置

参数	描述
r1261.0 =	接触器 K1 的控制信号
r1261.1 =	接触器 K2 的控制信号
p1266=	设置控制信号
p1269[0] =	接触器 K1 发出反馈的信号源
p1269[1] =	接触器 K2 发出反馈的信号源
p3800 = 1	同步已激活。
p3802 = r1261.2	同步由旁路功能激活。
p3809 =	电网驱动同步的相位设定值设置

5.22.4　不带同步的旁路

说明

在电机投入电网运行时，首先在变频器的脉冲禁止后打开接触器 K1，然后等待电机的去磁时间结束，接着闭合接触器 K2，使电机直接在电网上运行。

由于电机未经同步便在电网上运行，在通电时会产生补偿电流，在保护装置选型时应注意到这一点（见图“不带同步的旁路线路示例”）。因此，该旁路类型仅适用于低功率电机。

在从电网工频运行返回到变频运行时，首先打开接触器 K2 ，在去磁时间结束后闭合接触器 K1。接着变频器搜索旋转中的电机，电机恢复变频运行。

该旁路类型无需电压监控模块 VSM10。

为此必须选用能够在电感负载下执行通断的接触器 K2。

必须防止接触器 K1 和 K2 同时闭合。

必须激活“捕捉重启”功能(p1200)。

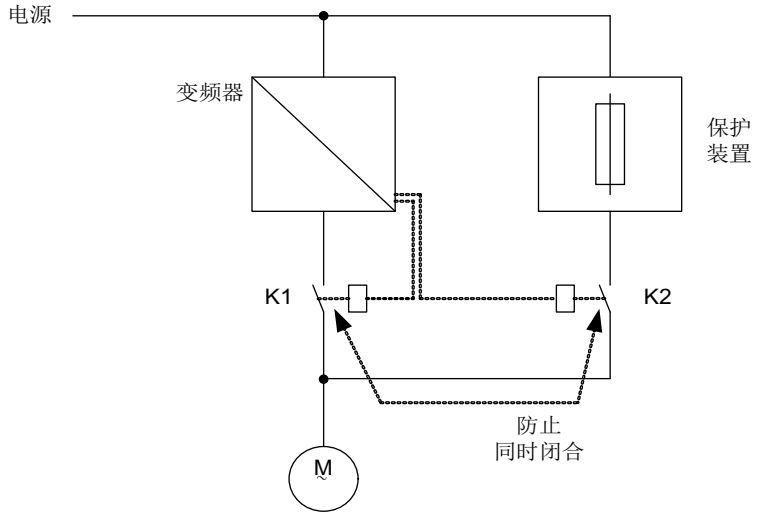


图 5-29　线路示例：不带同步的旁路

激活

通过下列信号 (p1267) 可以激活不带同步的旁路 (p1260 = 3)：

- 旁路由控制信号激活 (p1267.0 = 1)：
  旁路功能可以由一个数字量信号 (p1266) 触发，例如通过上级控制系统。一旦数字量信号被取消，在解除旁路延时(p1263)结束后会切换到变频运行。
- 旁路由转速阈值激活 (p1267.1 = 1)：
  一旦达到特定转速，便切换到旁路运行，即：变频器用作起动变频器。接通旁路的前提是，转速设定值大于旁路转速阈值(p1265)。
  而一旦斜坡函数发生器输入、r1119 上的设定值低于旁路转速阈值(p1265)后，便恢复到变频运行。恢复变频运行后，为避免因为实际转速超出旁路转速阈值(p1265)而再次激活旁路，可以设置条件“设定值 > 比较值”。

旁路时间、解除旁路时间、旁路转速和用于切换的指令源都可以通过参数设定。

参数设置

在激活不带同步的旁路 (p1260 = 3) 后，仍需设置如下参数：

表格 5-5　带重叠的非同步旁路功能的参数设置

参数	描述
r1261.0 =	接触器 K1 的控制信号
r1261.1 =	接触器 K2 的控制信号
p1262 =	非同步旁路的时滞设置

参数	描述
p1263 =	非同步旁路中恢复至变频运行的延时设置
p1264 =	非同步旁路中切换至电网工频运行的延时设置
p1265 =	用于激活旁路的转速阈值设置（p1267.1 = 1）
p1266=	用于旁路控制指令的信号源设置（p1267.0 = 1）
p1267.0 = p1267.1 =	用于激活旁路功能的信号的设置
p1268	反馈信息“同步已完成”的 信号源设置
p1269[0] =	接触器 K1 反馈信息的信号源设置
p1269[1] =	接触器 K2 反馈信息的信号源设置
p3800 = 0	同步已禁用。
p3802 = r1261.2	同步由旁路功能激活。

5.22.5 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 7020 工艺功能 - 同步

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

旁路功能

- p1260 旁路配置
- r1261.0...12 CO/BO:旁路控制字/状态字
- p1262[0...n] 旁路时滞
- p1263 解除旁路延迟时间
- p1264 旁路延迟时间
- p1265 旁路转速阈值
- p1266 BI:旁路控制指令
- p1267 旁路切换指令源的配置
- p1268 BI:旁路反馈“同步已结束”

- p1269[0...1] BI:旁路开关反馈

同步

- p3800[0...n] 激活“电网-驱动同步”
- p3801[0...n] “电网-驱动同步”的驱动对象号
- p3802[0...n] BI:“电网-驱动同步”使能
- r3803.0 CO/BO:“电网-驱动同步”控制字
- r3804 CO:“电网-驱动同步”目标频率
- r3805 CO:“电网-驱动同步”频率差
- p3806[0...n] “电网-驱动同步”的频率差阈值
- r3808 CO:“电网-驱动同步”的相位差
- p3809[0...n] “电网-驱动同步”的相位设定值
- p3811[0...n] “电网-驱动同步”的频率限制
- r3812 CO:“电网-驱动同步”修正频率
- p3813[0...n] “电网-驱动同步”的相位同步阈值
- r3814 CO:“电网-驱动同步”电压差
- p3815[0...n] “电网-驱动同步”的电压差阈值
- r3819.0...7 CO/BO:“电网-驱动同步”的状态字

5.23 异步脉冲频率

脉冲频率与电流控制器周期相关，只能设为该周期的整数倍值。该设置方式适用于大多数的标准应用，请勿擅自修改。

但是在某些应用中,独立于电流控制器周期设置脉冲频率更有优势。这种设置的优点有：

- 电机模块或功率模块配置更优
- 某些电机型号可以用更适合的脉冲频率运行
- 不同大小的电机模块可以用不同的脉冲频率运行
- 可为 DCC 和自由功能块设置更快的采样时间
- 可从上级控制系统更快地接收设定值
- 电流控制器周期不同情况下的自动调试得到简化

此功能在装机装柜型电机模块或功率模块的矢量控制中使能。

激活功能

要激活异步脉冲频率，必须满足以下前提条件：

- r0192.16 = 1
- p1800 < 2 x 1000 / p0115[0]
- p1810.3 = 0

满足上述前提条件后，可设置 p1810.12 = 1 激活异步脉冲频率（矢量控制）。

激活会产生以下影响：

- 控制组的切换（p1810 位 2）
- 电流实际值补偿接通（p1840 位 0）
- 最小脉冲频率 1000 x 0.5 / p0115[0]
- 最大脉冲频率 1000 x 2 / p0115[0]
- 波动的时滞和电流环的动态特性
- 电流显示中增加的电流鳞纹

应用示例

条件：

需要将功率较大的（>250kW）装机装柜型电机模块和功率较小的电机模块（< 250kW，例如为书本型）连接到一条 DRIVE CLiQ 支路上。

功率较小的电机模块的电流控制器周期出厂设置为 250 µs，相应的其脉冲频率为 2 kHz。功率较大的电机模块的电流控制器周期出厂设置为 400 µs，相应的其脉冲频率为 1.25 kHz。

问题：

在标准应用中会将功率较大电机模块的电流控制器周期提升至 500 µs，使其成为 250 µs 的整数倍。这样一来功率较大的电机模块的脉冲频率达到了 1 kHz。此时无法实现装机装柜型电机模块的最优利用率。

解决方案：

为功率较大的电机模块激活异步脉冲频率（即独立于电流控制器周期设置）。

书本型电机模块会继续以 250 µs 的电流控制器周期和 2 kHz 脉冲频率同步运行。

为了提升装机装柜型电机模块的利用率，设置 p1800.10 = 12 激活异步脉冲频率。然后通过 p1800 把装机装柜型电机模块的脉冲频率提高到 1.25 kHz，而电流控制器周期保持 500µs 不变。提高上述脉冲频率后，装机装柜型电机模块的利用率也得以提高。

异步脉冲频率的边界条件

- 异步脉冲频率激活(p1810.12 = 1)和电流实际值补偿激活(p1840 = 1)后，系统负载率增大，进而导致：
  - 最大可用轴数量减少一半
  - 电流控制器动态响应降低
- 可设置的最大脉冲频率被限制在电流控制器周期的两倍以内。
- 具有可自由调整脉冲频率的脉冲模式不再适用于无编码器永磁同步电机
- 若在装机装柜型功率单元上连接了输出电抗器或输出滤波器，必须在配置电抗器时考虑最大脉冲频率，在配置正弦滤波器时考虑最小脉冲频率。
- 在电流控制器周期为 250µs 或 500µs，而脉冲频率为 2 kHz 时，必须执行电机数据识别。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0115[0...6] 内部控制回路的采样时间
- p1800[0...n] 脉冲频率设定值
- p1810 调制器配置
- p1840[0...n] 实际值补偿配置

V/f 控制（矢量控制）

6

异步电机最简单的控制方式是根据 V/f 特性曲线进行控制。驱动配置时，通过调试工具 STARTER 在“Closed-loop control structure”窗口中激活 V/f 控制（另见 p1300）。

说明

在 V/f 控制中，允许的电机额定电流（p0305）和电机模块额定电流（r0207）之比为 1:1 到 1:12。

异步电机的定子电压根据定子频率成比例设置。在许多动态特性要求较低的标准应用中都可采用此功能，例如：

- 电泵
- 风扇
- 传动带驱动

V/f 控制的目标是使电机内的磁通量 Φ 保持恒定。磁通与励磁电流 Iμ 成比例，或者与压频比（V/f）成比例。

Φ~ Iμ ~ V/f

异步电机产生的转矩 M 与磁通量和电流的乘积（矢量积 Φ x I）成比例。

M ~ Φ · I

为了在给定的电流下产生尽可能大的转矩，电机必须在恒定且尽可能大的磁通量下工作。而为了保持磁通量 Φ 恒定，必须使电压 v 和频率 f 成比例变化，以保持恒定的励磁电流 Iμ。这些前提是 V/f 特性曲线控制的基础。

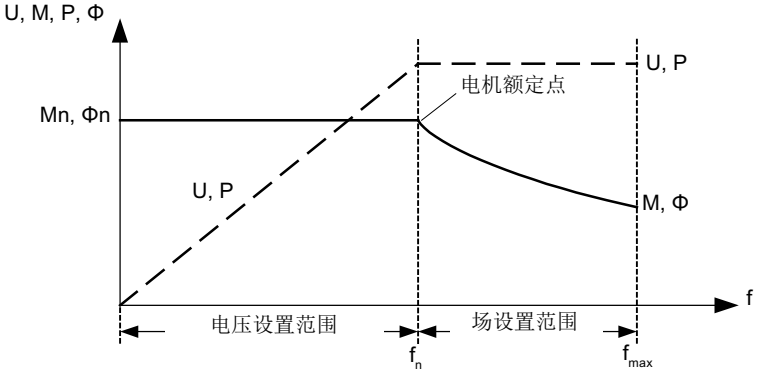
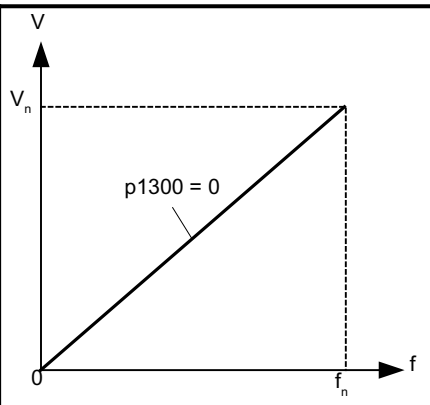
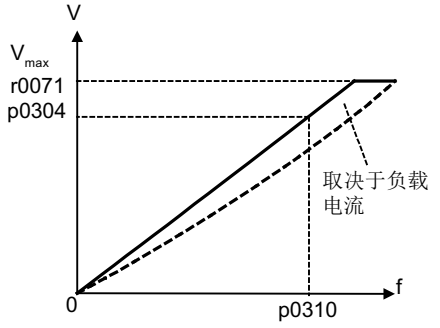
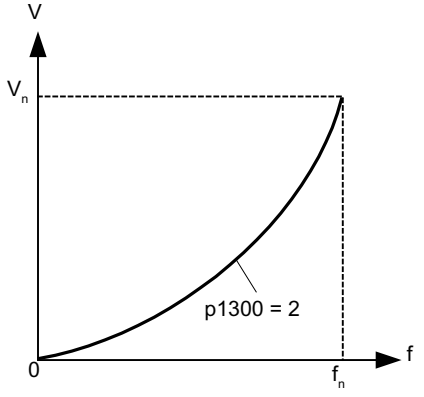
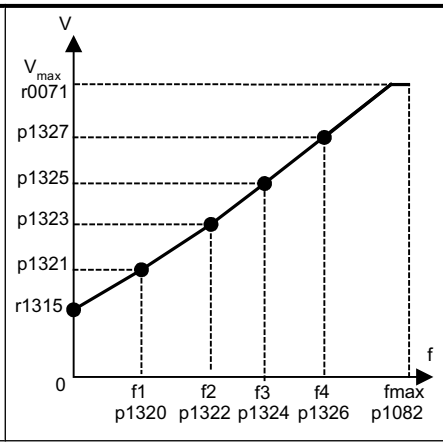


图 6-1　变频器供电时异步电机的运行范围和特性曲线

在下表中列出了几种不同的 V/f 特性曲线：

表格 6-1　V/f 特性曲线(p1300)

参数值	含义	应用/属性	
0	线性特性曲线	标准应用（没有电压提升）	
1	带 flux current control (FCC) 的线性特性曲线	静态/动态负载下对定子电阻电压损耗进行补偿的特性曲线(flux current control FCC)。 这尤其适用于较小的电机，因为它的定子电阻相对较大	
2	抛物线特性曲线	考虑到电机转矩变化（例如风扇/泵）的特性曲线： ● 平方矩特性曲线（f^2 特性曲线） ● 节能，电压较低，因此电流和损耗也较小。	

参数值	含义	应用/属性
3	可编程的特性曲线	考虑到电机/机械转矩变化（例如同步电机）的特性曲线 
4	线性特性曲线和 ECO	特性曲线参见参数 0 和恒定工作点上的 Eco 模式。 ● 在 ECO 模式中，一个恒定工作点上的效率经过优化。优化仅在未跨接斜坡函数发生器的静态运行中生效。 ● 必须激活转差补偿并设置转差补偿比例系数（p1335），以确保能对转差进行完全补偿（通常为 100 %）。
5	精确频率驱动	考虑到应用（例如纺织工业应用）的工艺特殊性的特性曲线： ● 电流限制（最大电流控制器）只影响输出电压而不影响输出频率，或 ● 禁止转差补偿
6	带 flux current control(FCC)的精确频率驱动	考虑到应用（例如纺织工业应用）的工艺特殊性的特性曲线： ● 电流限制（最大电流控制器）只影响输出电压而不影响输出频率，或 ● 禁止转差补偿 此外还在静态/动态负载下对定子电阻电压损耗进行补偿 (flux current control FCC)。较小的电机需要采用此功能，因为相比较大的电机其定子电阻相对较高。
7	抛物线特性曲线和 ECO	特性曲线参见参数 1 和恒定工作点上的 ECO 模式。 ● 在 Eco 模式中，一个恒定工作点上的效率经过优化。优化仅在未跨接斜坡函数发生器的静态运行中生效。 ● 必须激活转差补偿并设置转差补偿比例系数（p1335），以确保能对转差进行完全补偿（通常为 100 %）。
19	独立电压设定值	用户可独立于频率使用 BICO 参数 p1330 通过接口（例如：端子板 30 的模拟量输入 AI0 –> p1330 = r4055[0]）设置电机模块的输出电压。

功能图

- 6300　矢量控制 - V/f 控制，一览
- 6301　矢量控制 - V/f 特性曲线和电压提升

参数

- p1300[0...n] 开环/闭环工作模式
- p1320[0...n] V/f 控制，可编程特性曲线频率 1

...

- p1327[0...n] V/f 控制，可编程特性曲线上第 4 点的电压
- p1330[0...n] CI：V/f 控制，和电压设定值无关
- p1331[0...n] 电压限制
- p1333[0...n] V/f 控制，FCC 启动频率
- r1348 CO:V/f 控制 Eco 系数实际值
- p1350[0...n] V/f 控制软启动

6.1 工艺应用（Application）

参数 p0500 可用于调整如何计算开环和闭环控制参数。其中的预设置已提供了一些适用于标准应用的数值，使用方便。

您可以对于下工艺应用进行一些预设置：

p0500 的值　使用目的

- 0　标准驱动(VECTOR)
- 1　泵和风机
- 2　无编码器闭环控制，直至 f = 0（被动负载）
- 4　弱磁区域内的动态响应
- 5　高起动力矩
- 6　负载转动惯量（例如：离心机）

所有受影响的参数和设置的数值请参考 SINAMICS S120/S150 参数手册。

计算

您可以按照以下方式来启动工艺相关参数的计算：

- 在退出快速调试时设置 p3900 > 0
- 在自动计算电机/控制参数时，设置 p0340 = 1、3、5（p0500 = 6 时：p0340 = 1, 3, 4)
- 在计算工艺相关参数时，设置 p0578 = 1

6.2 电压提升

根据 V/f 特性曲线进行的控制在输出频率为 0 Hz 时会提供 0 V 的输出电压。电机在 0 V 时可能无法产生转矩。“电压提升”功能的使用有多种原因：

- 在 n = 0 rpm 的情况下进行异步电机的励磁，
- 在 n = 0 rpm 的情况下产生转矩，例如用于保持负载，
- 产生起动转矩、加速转矩或制动转矩，
- 对绕组和电源电缆中的欧姆损耗进行补偿。

电压提升方式

可在以下 3 种电压提升方式中进行选择：

- 使用 p1310 进行持续电压提升
- 使用 p1311，仅在加速时进行电压提升
- 使用 p1312，仅在首次启动时进行电压提升

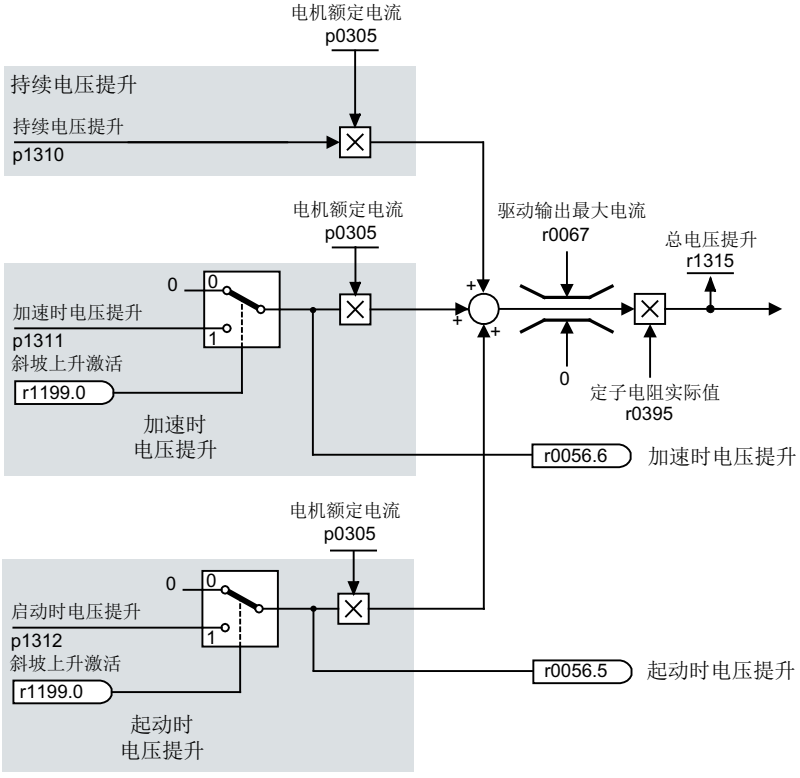


图 6-2　电压提升总和

说明

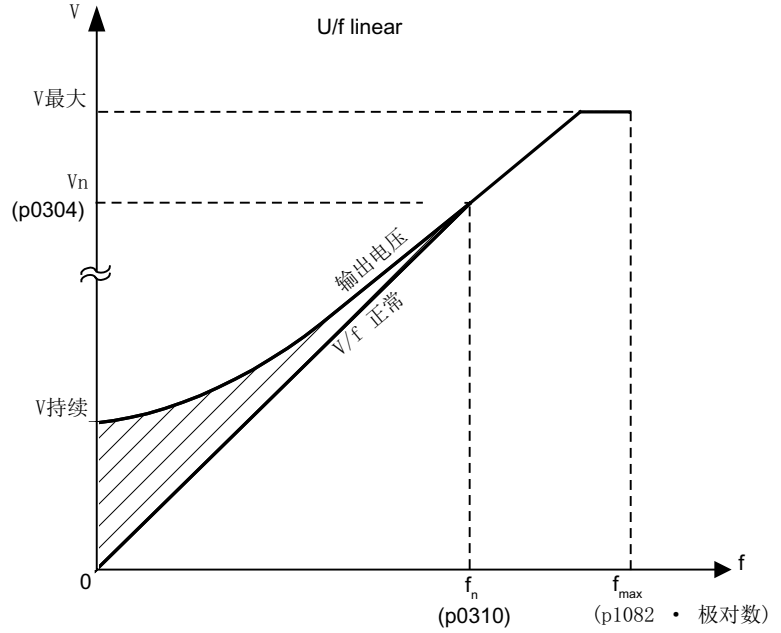
电压提升对所有 V/f 特性曲线(p1300)生效。

说明

电压提升过高会导致电机过热

输出电压提升过多可能会导致电机绕组过热，进而跳闸。

持续电压提升

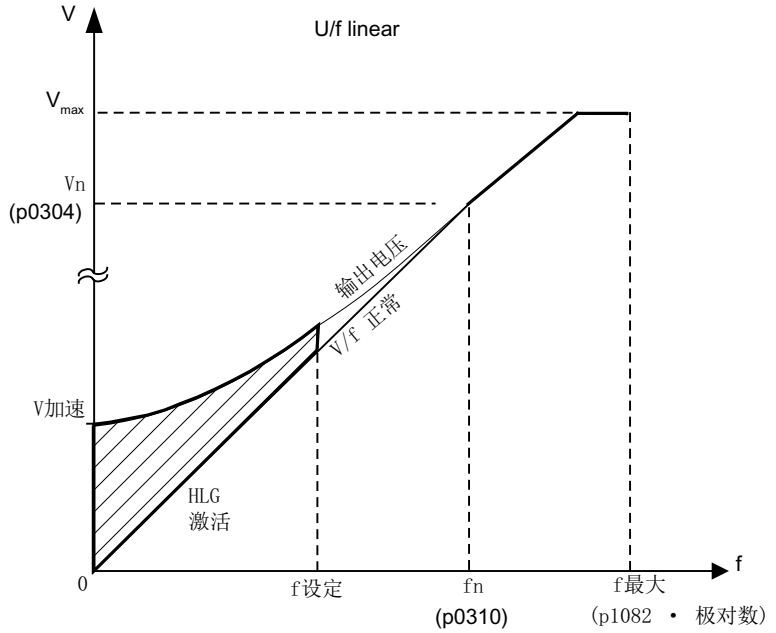


$V_{持续}$ = p0305（电机额定电流）x p0395（当前定子电阻）xp1310（持续电压提升）

图 6-3 持续电压提升（示例：p1300 = 0 且 p1310 > 0）

加速时电压提升

当斜坡功能发生器反馈“加速生效”(r1199.0 = 1) 后，“加速时电压提升”功能生效。



$V_{加速}$ = p0305（电机额定电流）x p0395（当前定子电阻）x p1311（加速时的电压提升）

图 6-4 加速时电压提升（示例：p1300 = 0 且 p1311 > 0）

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6301 矢量控制 - V/f 特性曲线和电压提升

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0304[0...n] 电机额定电压
- p0305[0...n] 电机额定电流
- r0395[0...n] 当前定子电阻
- p1300[0...n] 开环/闭环工作模式
- p1310[0...n] 持续起动电流（电压提升）
- p1311[0...n] 加速时的起动电流（电压提升）

- p1312[0...n] 起动时的起动电流（电压提升）
- r1315 电压提升总和

6.3 转差补偿

使用转差补偿可使异步电机的转速设定值 $n_{设定}$ 保持恒定，不受负载影响。在负载从 M1 向 M2 跃变时会自动提升设定频率，从而使产生的频率以及电机转速保持恒定。负载从 M2 向 M1 恢复时会相应地自动减小设定频率。

在使用电机抱闸时可通过 p1351 在转差补偿的输出上给定设置值。设置参数 p1351 > 0 会自动激活转差补偿（p1335 = 100 %）。

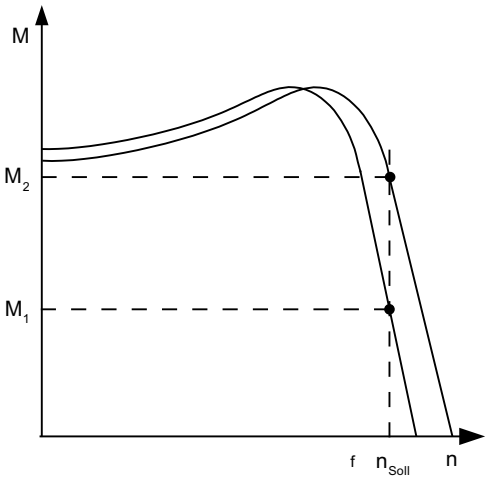


图 6-5　转差补偿

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0330[0...n]　电机额定转差
- p1334[0...n]　V/f 控制转差补偿的初始频率
- p1335[0...n]　转差补偿比例系数
  p1335 = 0.0 %　禁用转差补偿。
  p1335 = 100.0　进行完全转差补偿。
  %：
- p1336[0...n]　转差补偿限值
- r1337　CO:转差补偿实际值
- p1351[0...n]　CO:电机抱闸启动频率

6.4 谐振抑制

谐振抑制功能可抑制空载运行中可能出现的有功电流波动。该功能在 5 % 至 90 % 的电机额定频率（p0310）范围内生效，不过频率最高只可为 45 Hz。

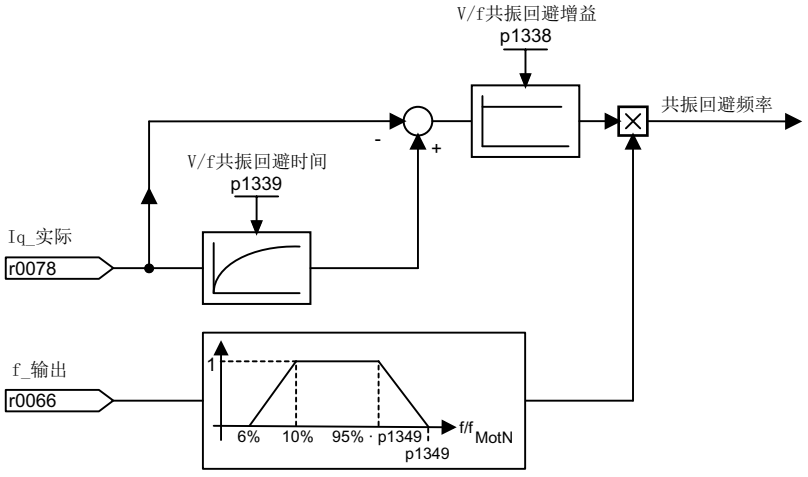


图 6-6 谐振抑制

说明

谐振抑制最大频率

在 p1349 = 0 时切换限值会自动设置为电机额定频率的 95 %，不过最高为 45 Hz。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6310 矢量控制 - 谐振抑制和转差补偿

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0066 CO:输出频率
- r0078 CO:转矩电流的实际值
- p0310[0...n] 电机额定频率
- p1338[0...n] V/f 控制，谐振抑制增益
- p1339[0...n] V/f 控制，谐振抑制，滤波器时间常数
- p1349[0...n] 最高频率

6.5 Vdc 控制

如果在直流母线中存在过压或欠压，可以采取相应措施激活“Vdc 控制”功能。

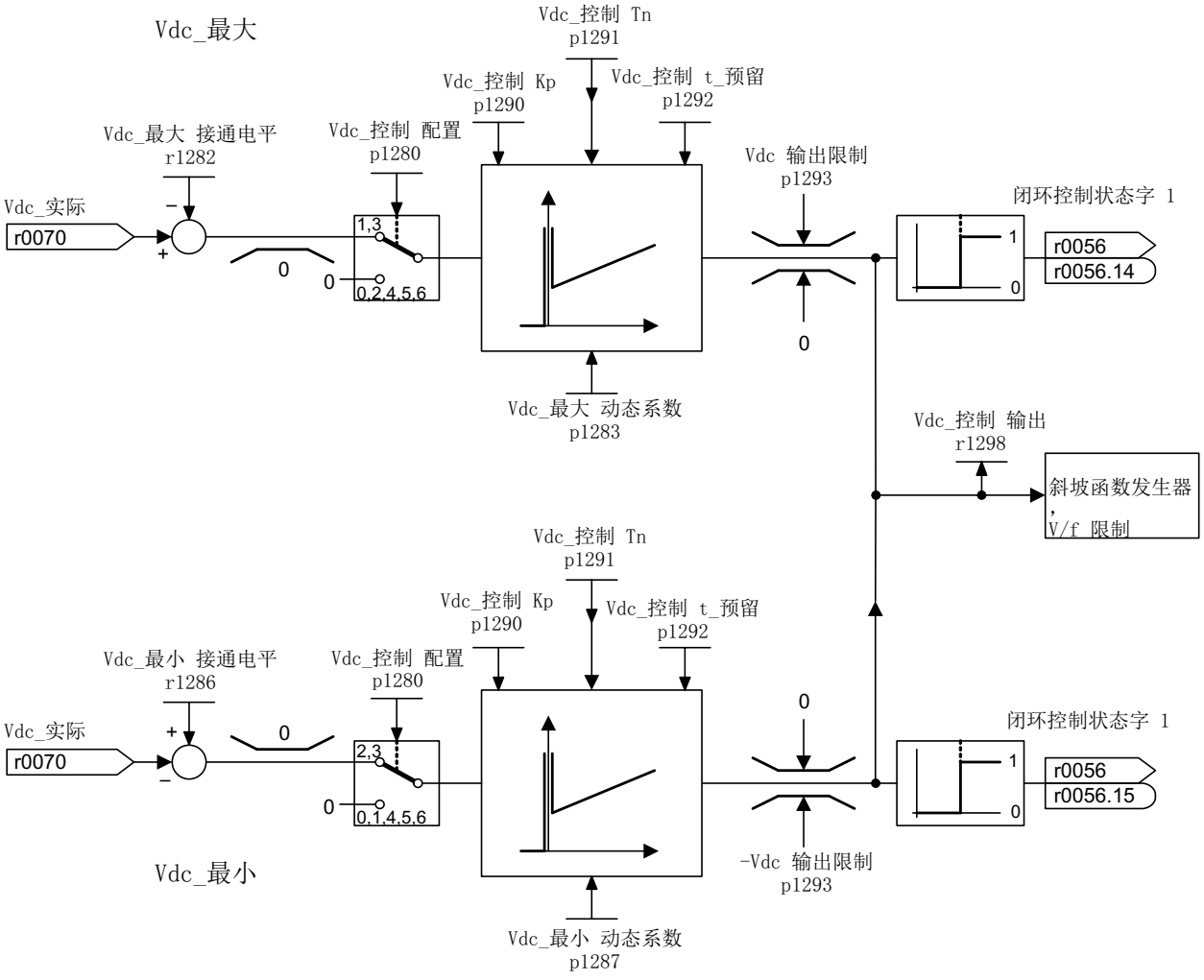


图 6-7 V_{dc} 控制 V/f

直流母线中的欠压

- 典型原因：
  电源断电或直流母线电源断电。
- 解决办法：
  为正在运行的驱动规定一个再生转矩，以补偿现有的电能损耗，从而稳定直流母线中的电压。该方法称为动能缓冲。

直流母线中的过压

- 典型原因：
  驱动回馈式运行，供给直流母线的电能过多。
- 解决办法：
  降低再生转矩，将直流母线电压限制在允许值范围内。

特性

- V_{dc} 控制
  - 由 V_{dc_max} 控制和 V_{dc_min} 控制（动能缓冲）构成。这两个功能可相互独立的设置和激活。
  - 有一个共同的 PID 控制器。借助动态系数可以单独设置 V_{dc_min} 和 V_{dc_max} 控制。
- V_{dc_min} 控制（动能缓冲）
  - 在出现短暂的电源断电时，电机中的动能会用于缓冲直流母线电压，并因此延迟驱动关机。
- V_{dc_max} 控制
  - 在出现短时的回馈式负载时，通过该功能可以使得驱动不会因“直流母线过压”断电。
  - 只有在电源没有激活直流母线控制并且没有馈电的情况下，才建议使用 V_{dc_max} 控制功能。

Vdc_min 控制

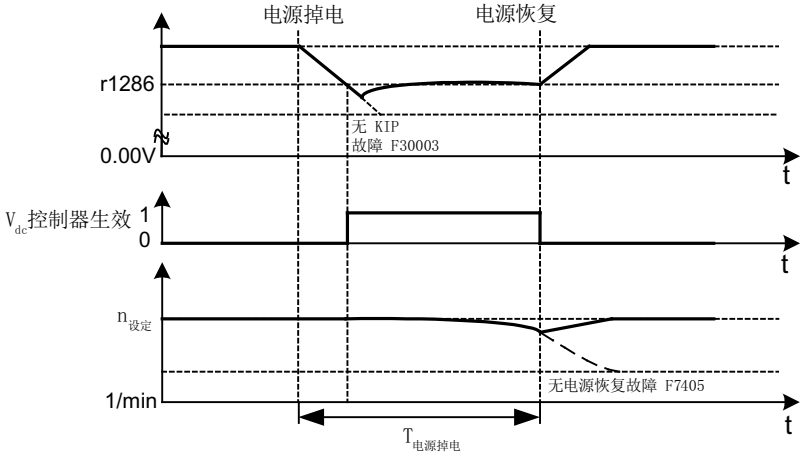


图 6-8　V_{dc_min} 控制（动能缓冲）的激活/取消

电源断电后，低于 V_{dc_min} 接通电平时，V_{dc_min} 控制激活。此时会控制直流母线电压，使它保持稳定。电机转速不断降低。

电源一旦恢复，直流母线电压会重新提升。超出 V_{dc_min} 接通电平 5 % 时，V_{dc_min} 控制会被重新取消激活。电机继续运行。

如果电源没有恢复，电机转速会继续降低。一旦达到 p1297 中的阈值，便根据 p1296 的设定作出响应。

如果在时间阈值 p1295 届满后电源电压还没有恢复，会触发故障 F07406，在该故障中可以设定所需响应，出厂设置为 OFF3。

可以只激活一个驱动的 V_{dc_min} 控制器。其它驱动可以通过 BICO 互联从主控驱动获取它们转速设定值的比例系数，从而继续为直流母线提供支持。

说明

如果要等待电源恢复，必须确保变频器没有和电源断开。电源应由电源继电器释放动作断开。电源接触器必须通过一个无中断电源（USV）供电。

Vdc_max 控制

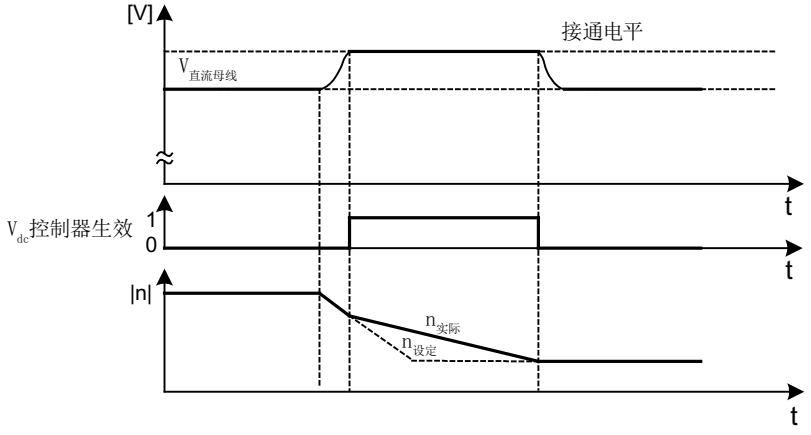


图 6-9　$V_{dc\text{-}max}$ 控制的激活/取消

V_{dc_max} 控制的接通电平(r1282)是按照以下方式计算的：

p1294（ON 电平的自动采集（V/f））		**V_{dc_max} 控制的接通电平（r1282）**	**注释**
值	**含义**		
= 0	OFF	r1282 = 1.15 × p0210	p0210 ≙ 设备输入电压
= 1	ON	r1282 = V_{dc_max} - 50 V	V_{dc_max} ≙ 电机模块的过压阈值

当一台没有反馈能力的电源模块（例如基本型电源模块 BLM）为多台电机模块供电、或主电源掉电、过载（SLM/ALM）时，只能在具有大转动惯量的电机模块上激活 V_{dc_max} 控制功能。
在其它电机模块上必须禁用此功能，或设置为监控。
如果在多台电机模块上激活 V_{dc_max} 控制，在参数设置不理想的情况下，可能会使控制器的功能相互冲突。驱动可能会变得不稳定，各驱动可能会不按计划加速。

解决办法：

- 激活 V_{dc_max} 控制
  - 矢量控制：p1240 = 1（出厂设置）
  - 伺服控制：p1240 = 1
  - V/f 控制：p1280 = 1（出厂设置）
- 关闭 V_{dc_max} 控制
  - 矢量控制：p1240 = 0
  - 伺服控制：p1240 = 0（出厂设置）
  - V/f 控制：p1280 = 0
- 激活 V_{dc_max} 监视
  - 矢量控制：p1240 = 4 或 6
  - 伺服控制：p1240 = 4 或 6
  - V/f 控制：p1280 = 4 或 6

⚠ 警告

单个驱动可能会意外运动

当一台电源模块为多台电机模块供电时，则可能会因 V_{dc_max} 的参数设置错误导致某台驱动意外加速，进而造成人员伤亡。

- 只在具有最大转动惯量的电机模块上激活 V_{dc_max} 控制。
- 在所有其他电机模块上禁用此功能或将此功能设为监控功能。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6320　矢量控制 - 最大 Vdc 控制器和最小 Vdc 控制器 (V/f)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1280[0...n] Vdc 控制器或 Vdc 监控的配置（V/f）
- r1282 最大 Vdc 控制器的接通电平(V/f)
- p1283[0...n] 最大 Vdc 控制器的动态系数(V/f)
- p1285[0...n] 最小 Vdc 控制器的接通电平（动能缓冲）(V/f)
- r1286 最小 Vdc 控制器的接通电平（动能缓冲）(V/f)
- p1287[0...n] 最小 Vdc 控制器的动态系数（动能缓冲）(V/f)
- p1290[0...n] Vdc 控制器的比例增益(V/f)
- p1291[0...n] Vdc 控制器的积分时间(V/f)
- p1292[0...n] Vdc 控制器的预调时间(V/f)
- p1293[0...n] Vdc_min 控制器输出限幅（V/f 控制）
- p1294 最大 Vdc 控制器，自动采集接通电平(V/f)
- p1295[0...n] 最小 Vdc 控制器的时间阈值(V/f)
- p1296[0...n] 最小 Vdc 控制器的响应（动能缓冲）(V/f)
- p1297[0...n] 最小 Vdc 控制器的转速阈值(V/f)
- r1298 CO:Vdc 控制器输出(V/f)

基本功能 7

7.1 单位切换

通过单位切换可以切换到匹配的单位制中，如公制或百分比值 (%)，以便输入输出参数和过程值。

单位切换按照以下基本条件进行：

- 变频器或电机的铭牌参数能够在公制和英制之间切换，但不能切换为百分比值。
- 在重新设置了单位参数后，该参数采用的单位制的所有参数都统一切换到新单位。
- 工艺控制器内的工艺值显示采用一个用于选择工艺单位的参数(p0595)。
- 如果单位转换到百分比值，而后来基准值发生改变，参数中输入的百分比值仍保持不变。示例：
  - 基准转速为 1500 rpm 时，固定转速 80 % 相当于 1200 rpm 的转速。
  - 而基准转速变为 3000 rpm 时，百分比值 80 % 会保持不变，相当于 2400 rpm。

限制

- 在切换单位时会四舍五入到小数位。因此，原始值可能会最多改变一个小数位。
- 如果选择了百分比单位，而之后又修改了基准参数，例如 p2000，为保持控制性能，某些控制参数的基准值也一同改变。
- 如果在 STARTER 离线模式下修改了基准值(p2000~p2007) ，参数值可能会超出值域。在将数据载入驱动装置时会报错。

单位组

每个可切换的参数都属于一个单位组，单位组在各自特定的限值内转换。

在 SINAMICS S120/S150 参数手册的参数表中，可以查阅每个参数的分配和单位组。

单位组可以通过 4 个参数 (p0100、p0349、p0505 和 p0595) 分别切换。

使用 STARTER 设定参数

在 STARTER 中可通过 “Drive object > Configuration > Units” 菜单进行单位制切换。

可通过 “Drive object > Configuration > reference parameter” 菜单查看基准参数。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0010 电源调试参数滤波器
- p0100 电机标准 IEC/NEMA
- p0349 等效电路图数据的单位制
- p0505 选择单位制
- p0595 选择工艺单位
- p0596 工艺单位的标准值
- p2000 基准转速，基准频率
- p2001 基准电压
- p2002 基准电流
- p2003 基准转矩
- r2004 基准功率
- p2005 基准角度
- p2006 基准温度
- p2007 基准加速度

7.2 基准参数/定标参数

在以百分比显示单位时会需要使用基准值，也就是 100 % 的值。这些基准值在参数 p2000 ~ p2007 中输入。在执行 p0340 = 1 计算或 STARTER 的驱动配置中会计算这些参数。在驱动中计算完毕后，会自动由 p0573 = 1 保护这些参数，防止被再次计算(p0340)覆盖。这样可以避免 p0340 重新计算基准参数时，也必须修改 PROFIdrive 控制器中的基准值。

设置参数 p0514 ... p0519，用于互联 BICO 参数时的特殊定标（另见 SINAMICS S120/ S150 参数手册）。

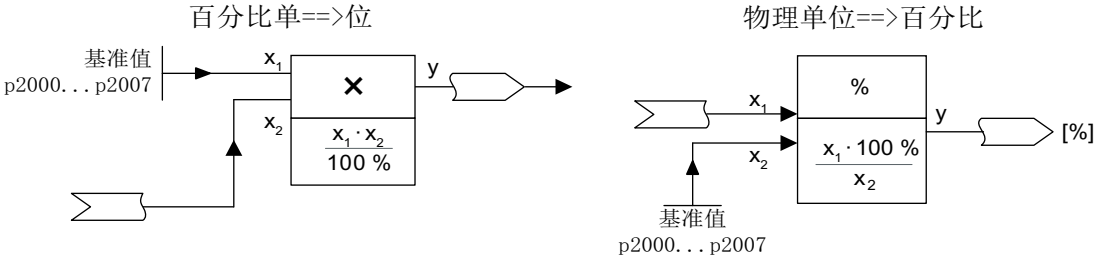


图 7-1 基准值的换算图示

说明

如果选择了百分比单位，而之后又修改了基准参数，例如 p2000，为保持控制性能，某些控制参数的基准值也一同改变。

STARTER 离线模式中的操作

在离线完成驱动配置后，基准参数自动赋值，可以在 “Drive > Configuration” 下查看这些参数的赋值，并在 “Disabled list” 标签下修改参数或为参数设置保护。

说明

如果在 STARTER 的离线模式下修改基准值（p2000 ~ p2007），参数可能会超出参数限值，并导致向驱动装置载入数据时报警或发出故障信息。

驱动对象 VECTOR 的定标

表格 7-1 驱动对象 VECTOR 的定标

数值	定标参数	首次调试时的缺省设置
基准转速	100 % = p2000	p2000 = 最大转速 (p1082)
基准电压	100 % = p2001	p2001 = 1000 V

数值	定标参数	首次调试时的缺省设置
基准电流	100 % = p2002	p2002 = 电流限制 (p0640)
基准转矩	100 % = p2003	p2003 = 2 x 电机额定转矩 (r0333)
基准功率	100 % = r2004	r2004 = p2003 × p2000 × 2π / 60
基准角度	100 % = p2005	90°
基准加速度	100 % = p2007	0.01 $1/s^2$
基准频率	100 % = p2000 / 60	-
基准调制度数	100 % = 无过调制的最大输出电压	-
基准磁通量	100 % = 电机额定磁通量	-
基准温度	100 % = p2006	100°C
基准电气角	100 % = p2005	90°

说明

在弱磁范围中运行电机

若需在弱磁范围 > 2:1 的情况下运行电机，则必须将参数 p2000 设为 ≤ 1/2 x 驱动对象最大转速的值。

驱动对象 SERVO 的定标

表格 7-2　驱动对象 SERVO 的定标

数值	定标参数	首次调试时的缺省设置
基准转速	100 % = p2000	异步电机 p2000 = 最大电机转速(p0322) 同步电机 p2000 = 电机额定转速(p0311)
基准电压	100 % = p2001	p2001 = 1000 V
基准电流	100 % = p2002	p2002 = 电机电流极限 (p0338)；如果 p0338 = “0”，则为 2 倍电机额定电流 (p0305)
基准转矩	100 % = p2003	p2003 = p0338 x r0334；如果为“0”，则为 2 倍电机额定转矩(r0333)
基准功率	100 % = r2004	r2004 = p2003 × p2000 ×· π / 30

数值	定标参数	首次调试时的缺省设置
基准角度	100 % = p2005	90°
基准加速度	100 % = p2007	0.01 1/s^2
基准频率	100 % = p2000 / 60	-
基准调制度数	100 % = 无过调制的最大输出电压	-
基准磁通量	100 % = 电机额定磁通量	-
基准温度	100 % = p2006	100°C
基准电气角	100 % = p2005	90°

说明

在弱磁范围中运行电机

若需在弱磁范围 > 2:1 的情况下运行电机，则必须将参数 p2000 设为 ≤ 1/2 x 驱动对象最大转速的值。

驱动对象 A_INF 的定标

表格 7-3　驱动对象 A_INF 的定标

数值	定标参数	首次调试时的缺省设置
基准频率	100 % = p2000	p2000 = p0211
基准电压	100 % = p2001	p2001 = p0210
基准电流	100 % = p2002	p2002 = r0206/p0210/√3
基准功率	100 % = r2004	r2004 = r0206
基准调制度数	100 % = 无过调制的最大输出电压	-
基准温度	100 % = p2006	100°C
基准电气角	100 % = p2005	90°

驱动对象 S_INF 的定标

表格 7-4　驱动对象 S_INF 的定标

数值	定标参数	首次调试时的缺省设置
基准频率	100 % = p2000	p2000 = 50 Hz
基准电压	100 % = p2001	p2001 = p0210
基准电流	100 % = p2002	p2002 = r0206/p0210/√3
基准功率	100 % = r2004	r2004 = r0206
基准调制度数	100 % = 无过调制的最大输出电压	-
基准温度	100 % = p2006	100°C
基准电气角	100 % = p2005	90°

驱动对象 B_INF 的定标

表格 7-5　驱动对象 B_INF 的定标

数值	定标参数	首次调试时的缺省设置
基准频率	100 % = p2000	p2000 = 50 Hz
基准电压	100 % = p2001	p2001 = p0210
基准电流	100 % = p2002	p2002 = r0206/p0210/√3
基准功率	100 % = r2004	r2004 = r0206
基准温度	100 % = p2006	100°C
基准电气角	100 % = p2005	90°

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0206[0...4]　功率单元的额定功率
- p0210　设备输入电压
- p0340[0...n]　自动计算电机参数/闭环控制参数
- p0573　禁止自动计算参考值
- p2000　基准转速，基准频率
- p2001　基准电压
- p2002　基准电流

- p2003 基准转矩
- r2004 基准功率
- p2005 基准角度
- p2006 基准温度
- p2007 基准加速度
- p0514[0...9] 特殊基准值定标
- p0515[0...19] 基于 p0514[0] 的特殊参数定标
- p0516[0...19] 基于 p0514[1] 的特殊参数定标
- p0517[0...19] 基于 p0514[2] 的特殊参数定标
- p0518[0...19] 基于 p0514[3] 的特殊参数定标
- p0519[0...19] 基于 p0514[4] 的特殊参数定标
- p0520[0...19] 基于 p0514[5] 的特殊参数定标
- p0521[0...19] 基于 p0514[6] 的特殊参数定标
- p0522[0...19] 基于 p0514[7] 的特殊参数定标
- p0523[0...19] 基于 p0514[8] 的特殊参数定标
- p0524[0...19] 基于 p0514[9] 的特殊参数定标

7.3 检查电机的短路/接地

接通功率单元时可生成测试脉冲，用于连接功率单元与电机或检查电机绕组是否短路或接地。

该功能只用于矢量控制。

根据 p1901 中的配置可以确定是只执行短路测试还是同时执行短路测试和接地测试（更大电流脉冲时）。

- p1901.0
  脉冲使能时检查一次短路。
- p1901.1
  脉冲使能时检查一次接地。
- p1901.2
  p1901.2 = 0：通过位 00 或位 01 选择的检查在脉冲使能时执行一次。
  p1901.2 = 1：通过位 00 或位 01 选择的检查在脉冲使能时始终执行。

接通控制单元（上电）后或每次脉冲使能时都可以执行一次测试。

只能在静止电机上进行接地测试，因此只能在捕捉重启撤销时进行（p1200 = 0）。

测试会根据 p1901 中的选择使电机稍微延迟启动。短路和接地测试的结果显示在 r1902 中。

说明

如果连接了正弦滤波器，短路和接地测试会自动取消。滤波器可通过测试脉冲励磁。

7.4 模块化的设备方案

模块化的设备方案基于 STARTER 中“离线”建立的最大设定拓扑结构。一个特定设备类型的最大结构称为最大配置。在该结构中已经预先配置了所有可能会用到的设备组件。可以通过禁用或删除驱动对象(p0105 = 2)来删除其中一部分结构。

如果需要在某个组件失灵、备件尚未可用时使设备继续运行，也可以使用该子拓扑结构。但此时该驱动对象上的 BICO 信号源不允许连接到其他驱动对象上。

子拓扑结构示例

初始情况是：已经在 STARTER 中“离线”创建了一个设备，该设备上没有实现“驱动 1”。

- 对象“驱动 1”必须“离线”通过 p0105 = 2 从设定拓扑结构中删除。
- DRIVE-CLiQ 电缆从控制单元直接插到“驱动 2”上。
- 通过“Load to drive object”传送项目。
- 执行“Copy RAM to ROM”。

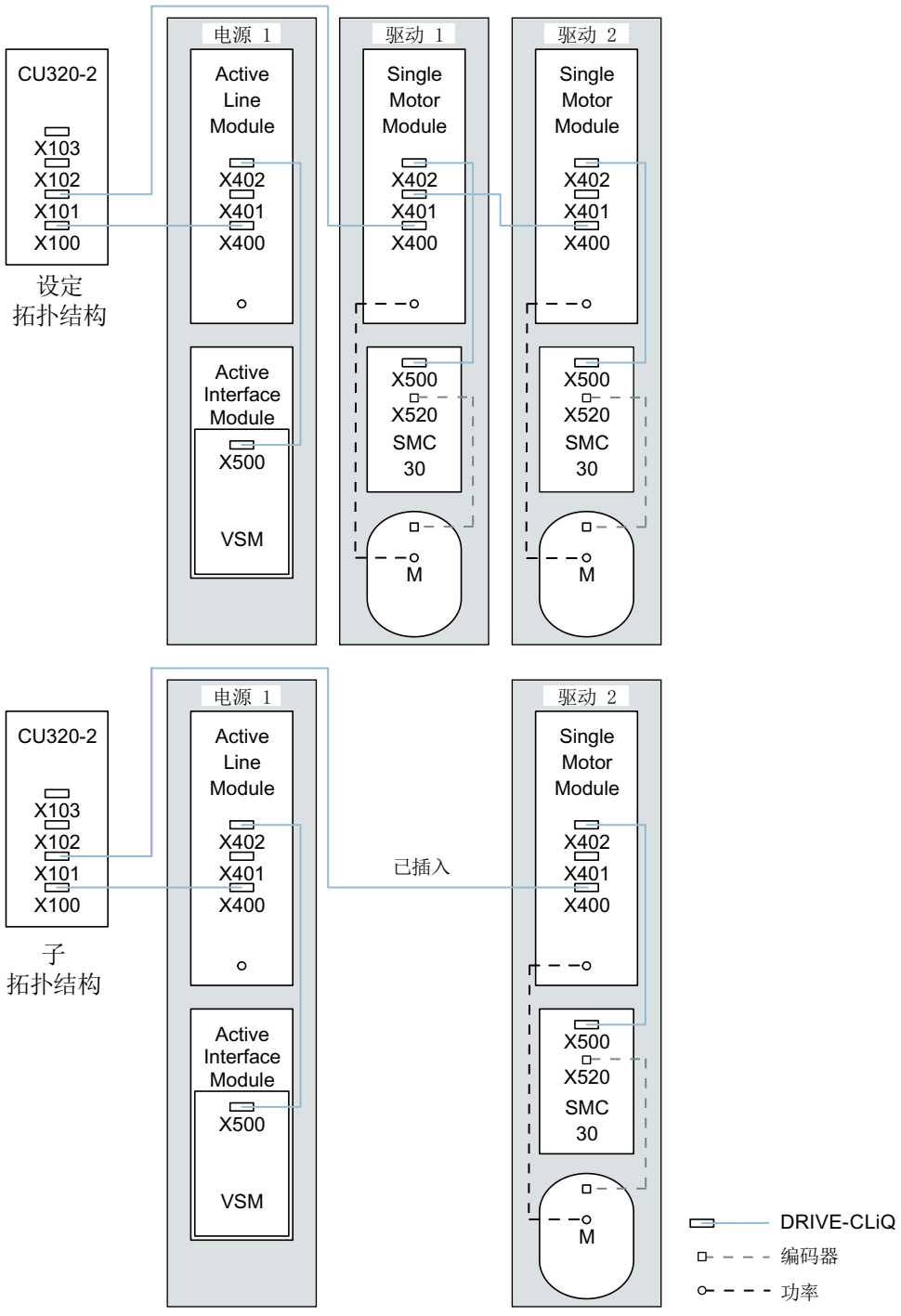

电源 1
驱动 1
驱动 2
CU320-2
X103
X102
X101
X100
设定
拓扑结构
Active
Line
Module
X402
X401
X400
Active
Interface
Module
X500
VSM
Single
Motor
Module
X500
X520
SMC
30
M
子
拓扑结构
已插入
DRIVE-CLiQ
编码器
功率

图 7-2　子拓扑结构示例

说明

错误的 SI 状态显示

如果通过 p0105 取消激活了一个 Safety Integrated 组合中的驱动，则 r9774 不再正确输出。已取消激活的驱动上的信号不再更新。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0105 激活/禁用驱动对象
- r0106 驱动对象激活/禁用
- p0125[0...n] 激活/禁用功率单元组件
- r0126[0...n] 功率单元激活/禁用
- p0145[0...n] 编码器接口激活/禁用
- r0146[0...n] 编码器接口激活/禁用
- p9495 禁用的驱动对象的 BICO 特性
- p9496 激活的驱动对象的 BICO 特性
- r9498[0 ... 29] 禁用的驱动对象的 BI/CI 参数
- r9499[0 ... 29] 禁用的驱动对象的 BO/CO 参数

7.5 正弦滤波器

正弦滤波器可以限制变频器运行中常会产生的电压急升和容性放电电流。此外还可避免脉冲频率产生的额外噪音。因此，电机可以达到在电网上直接运行时的使用寿命。

该正弦滤波器只用于矢量控制。

注意
参数设置错误可损坏正弦滤波器 参数设置错误可能会损坏正弦滤波器。 ● 在调试期间通过设置参数 p0230 = 3 激活正弦滤波器。

注意
未连接电机可损坏正弦滤波器 在未连接电机的情况下运行正弦滤波器可能会导致其损坏。 ● 不要在未连接电机的情况下运行和功率模块或电机模块相连的正弦滤波器。

使用正弦滤波器时的规定

使用正弦滤波器时应遵守以下规定：

- 输出频率限制为最大 150 Hz。
- 调制模式恒定设置为无过调制的空间矢量调制。最大输出电压因此下降为 85 % 左右的额定输出电压。
- 允许的动力电缆的最大长度：
  - 未屏蔽电缆：最长 450 m
  - 屏蔽电缆：最长 300 m
- 更多限制请参见以下设备手册：
  - SINAMICS S120 交流驱动器
  - SINAMICS S120 风冷式装机装柜型功率单元
  - SINAMICS S120 液冷式装机装柜型功率单元

说明

如果无法设置滤波器（p0230 < 3），则说明组件未配备滤波器。此时变频器不允许带正弦滤波器运行。

表格 7-6　使用正弦滤波器时的参数设置

参数号	名称	设置
p0233	功率单元：电机电抗器	滤波器电感
p0234	功率单元：正弦滤波器电容	滤波器电容
p0290	功率单元过载响应	禁止脉冲频率降低
p1082	最大转速	滤波器最大频率/极对数
p1800	脉冲频率	滤波器的额定脉冲频率
p1802	调制模式	无过调制的空间矢量调制

7.6 电机电抗器

电机电抗器可以降低变频器运行时电机端子上的电压急升，从而减轻电机绕组上的电压负载。它同时降低了容性充电电流，当使用的电机电缆较长时，该电流会额外加载在变频器输出端上。

该功能只用于矢量控制。

限制

使用电机电抗器时应遵守以下规定：

- 输出频率是有一定限制的：
  - 书本型功率单元：最大 120 Hz。
  - 模块型和装机装柜型功率单元：最大 150 Hz。
- 最大允许的电机电缆长度是有一定限制的，取决于串联电机电抗器的数量。

详细信息请参见以下设备手册：

- SINAMICS S120 交流驱动器
- SINAMICS S120 书本型功率单元
- SINAMICS S120 风冷式装机装柜型功率单元
- SINAMICS S120 液冷式装机装柜型功率单元

SINAMICS 功率单元上通过以下方式确定使用电机电抗器时的最大脉冲频率：

- 书本型和模块型功率单元允许的最大额定脉冲频率为 4 kHz，
- 而对于 315 kW ~ 800 kW (400 V) 或 75 kW ~ 1200 kW (690 V) 4 kHz ~ 250 kW (400 V) 范围内的装机装柜型功率单元，允许的最大额定脉冲频率为 2.5 kHz，
- 创新型装机装柜型电机模块的最大额定脉冲频率为 2.5 kHz。

注意
超出最大脉冲频率可损坏电机电抗器 超过最大脉冲频率可能会损坏电机电抗器。 ● 不要超出允许的最大脉冲频率。

调试

1. 调试期间激活电机电抗器（p0230 = 1）。
2. 通过 p0235 输入串联电机电抗器的数量。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0230 变频器电机侧的滤波器类型
- p0233 功率单元：电机电抗器
- p0235 串联电机电抗器的数量

7.7 du/dt 滤波器 + 电压峰值限制器（Voltage Peak Limiter）

带有电压峰值限制器的 du/dt 滤波器由 2 个组件组成，即 du/dt 电抗器和电压峰值限制器 (Voltage Peak Limiter，VPL)，它可以切断峰值电压并将电能反馈回直流母线。

该功能只用于矢量控制。

带有电压峰值限制器的 du/dt 滤波器适用于那些绝缘系统耐压强度不明或不足的电机。1LA5、1LA6 和 1LA8 系列的标准电机只有在输入电压 > 500 V +10 % 时才需要使用此选件。

带有 VPL 的 du/dt 滤波器可以将电压提升速度限制在 500 V/µs 以下，并将标准电压峰值限制在下列数值范围内（当动力电缆长度 < 150 m 时）：

- $U_{电源}$ < 575 V 时，峰值电压 ÛLL（典型） < 1000 V
- 660 V < $U_{电源}$ < 690 V 时，峰值电压 ÛLL（典型） < 1250 V

限制

使用 du/dt 滤波器时注意以下限制：

- 输出频率限制为最大 150 Hz。
- 允许的动力电缆的最大长度：
  - 屏蔽电缆：最长 300 m
  - 未屏蔽电缆：最长 450 m
- 更多限制请参见以下设备手册：
  - SINAMICS S120 交流驱动器
  - SINAMICS S120 风冷式装机装柜型功率单元
  - SINAMICS S120 液冷式装机装柜型功率单元

使用 du/dt 滤波器时，所允许的最大脉冲频率为：

- 2.5 kHz
  - 315 kW ~ 800 kW (400 V) 范围内的装机装柜型功率单元
  - 75 kW ~ 1200 kW (690 V) 范围内的装机装柜型功率单元
  - (400 V) 范围内的创新型装机装柜型功率单元
- 4 kHz
  - 250 kW (400 V) 以内的装机装柜型功率单元

注意
超出最大脉冲频率可损坏 du/dt 滤波器 超过最大脉冲频率可能会损坏 du/dt 滤波器。 ● 不要超出允许的最大脉冲频率。

调试

调试时必须激活 du/dt 滤波器(p0230 = 2)。

7.8 带有电压峰值限制器的紧凑型 du/dt 滤波器

带有电压峰值限制器的紧凑型 du/dt 滤波器由 2 个组件组成，即 du/dt 电抗器和电压峰值限制器 (Voltage Peak Limiter，VPL)， VPL 可以切断峰值电压并将电能反馈回直流母线。

该功能只用于矢量控制。

带有电压峰值限制器的紧凑型 du/dt 滤波器可用于那些耐压强度不明或不足的电机。

带有电压峰值限制器的紧凑型 du/dt 滤波器将功率电缆的电压负载限制在根据 IEC/TS 60034-25:2007 符合极限值曲线 A 的范围内。

升压速度被限制到 1600 V/µs 以下，峰值电压被限制到 1400 V 以下。

只允许以高于 10 Hz 的输出频率连续运行。

以低于 10 Hz 的输出频率瞬时运行不得超过 5 分钟。前提是连接后的至少 5 分钟内，输出频率要高于 10 Hz。

注意
以低输出频率连续运行可损坏带有电压峰值限制器的 du/dt 滤波器 输出频率小于 10 Hz 或未遵循允许的时间边界条件的连续运行可导致 du/dt 滤波器过热而损坏。 ● 请遵循规定。

使用 du/dt 滤波器时，所允许的最大脉冲频率为：

- 2.5 kHz
  - 315 kW ~ 800 kW (400 V) 范围内的装机装柜型功率单元
  - 75 kW ~ 1200 kW (690 V) 范围内的装机装柜型功率单元
- 4 kHz
  - 250 kW (400 V) 以内的装机装柜型功率单元

注意
超出最大脉冲频率可损坏带有电压峰值限制器的紧凑型 du/dt 滤波器 超出最大脉冲频率可能会损坏带有电压峰值限制器的紧凑型 du/dt 滤波器。 ● 不要超出允许的最大脉冲频率。

限制

使用 du/dt 滤波器时注意以下限制：

- 输出频率限制为最大 150 Hz。
- 允许的动力电缆的最大长度：
  - 屏蔽电缆：最大 100 m
  - 未屏蔽电缆：最大 150 m
- 更多限制请参见以下设备手册：
  - SINAMICS S120 交流驱动器
  - SINAMICS S120 风冷式装机装柜型功率单元
  - SINAMICS S120 液冷式装机装柜型功率单元

调试

调试时必须激活 du/dt 滤波器(p0230=2)。

7.9 脉冲频率摆动

该功能只适用于带 DRIVE-CLiQ 的装机装柜型电机模块（产品编号：6SL3...-.....-...3）的矢量控制模式。

脉冲频率的摆动可以抑制易导致电机噪音的频谱成分。只有在小于或等于电流控制器频率（参见 p0115[0）的脉冲频率上，才可以激活摆动。

脉冲频率摆动使脉冲频率在一个调制周期内偏离设定值。因此当前实现的脉冲频率可能大于需要的平均脉冲频率。

噪声发生器使脉冲频率围绕一个平均值上下波动。此时，该平均值等于设定脉冲频率。在每个恒定的电流控制器周期中，脉冲频率都可被改变。由非同步的脉冲间隔和控制间隔产生的电流测量误差由一个电流实际值补偿量加以修正。

通过参数 p1810“调制器配置”可以设定脉冲频率摆动。

通过参数“p1811[0...n] 脉冲频率摆动幅度”可以在 0 - 20 % 范围内设定脉冲频率摆动的程度。出厂设置为 0 %。在摆动幅度 p1811 = 0 % 时，可能的最大脉冲频率 p1800 = 2 x 1/电流控制器周期(1000/p0115[0])。在摆动幅度 p1811 > 0 时，可能的最大脉冲频率 p1800 = 1/电流控制器周期(1000/p0115[0])。该条件针对所有索引生效。

说明

如果取消了脉冲频率摆动，参数 p1811 的所有索引都置为 0。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1810 调制器配置
- p1811[0...n] 脉冲频率摆动幅度

7.10 设定值不变的方向反转

通过 p1821 实现的电机反向无需通过换入电机上的第二个相位来改变旋转磁场，也无需通过 p0410 取反编码器信号。

通过 p1821 完成的反向可以从电机的旋转方向识别出。而转速设定值/实际值、转矩设定值/实际值以及相对的位置变化都保持不变。

方向变化可以由相电压(r0089)看出。同样在反向时会丢失绝对位置基准。

在矢量控制模式中，变频器的输出转向还可以通过 p1820 切换。这样无需更换动力接口便可以改变旋转磁场。在带编码器运行中，同样必须通过 p0410 调整转向。

说明

用于伺服驱动电机数据识别的旋转/移动测量

通过设置参数 p1959[0...n].14/15 = 0 可在必要情况下为电机数据识别旋转测量激活方向禁止。为了实现完整和精确的电机识别，应通过 p1959[0...n].14/15 = 1 取消方向禁止。

特性

- 不改变转速设定值/实际值、转矩设定值/实际值和相对的位置变化。
- 只允许在脉冲禁止条件下执行

⚠ 警告

电源和电机相序不一致、电机反转可输出过过高转矩

如果电机与电网同步，通电后，如果电源电压的相序与旋转电机的相序不一致，反向旋转时可导致转矩过高。该转矩可能会损坏电机-负载联轴器，进而造成人员重伤或死亡。

- 检查 VSM 布线的相序，必要时进行校正。

注意

使用外部转速实际值时驱动可不受控地加速

使用 p1440 转速控制器的外部转速实际值时，会导致转速控制回路内出现正反馈，使驱动加速到最高转速，从而引起损坏。

- 使用转速控制器的外部转速实际值时，在修改旋转方向时还需要修改极性 (p1821 = 1)。

说明

方向反转时位置基准丢失

如果在数据组配置中定义了方向反转，例如：p1821[0] = 0 和 p1821[1] = 1，在功能模块“基本定位器”或“位置闭环控制”激活时，每次切换数据组后都会复位绝对值校准(p2507)，因为在切换旋转方向时位置基准丢失。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0069[0...8] CO:相电流实际值
- r0089[0...2] 相电压实际值
- p1820[0...n] 反转输出相序
- p1821[0...n] 旋转方向
- p1959[0...n] 旋转测量配置
- p2507[0...n] 位置控制器，绝对值编码器校准状态

7.11 自动重启

自动重启功能会自动接通驱动或驱动组合,例如在电源断电后再次恢复时。此时会自动应答所有现有的故障，重新给驱动通电。该功能的应用并不只限于电源故障，因此也可用于由任意故障导致的断路，以便自动应答故障，重新启动电机。

如果需要将驱动切换到一个正在旋转的电机芯轴上，在驱动对象 “VECTOR” 上可以通过 p1200 激活“捕捉重启”功能。必须确保自动重启开始前电源上存在供电电压。

相关内容也请参见通过驱动轴接通电源 (页 894)。

说明

自动重启在伺服控制、矢量控制和带电源闭环控制的电源上生效。
存在电源电压后，5 kW/10 kW 非调节型电源模块便自动启动。
自动重启激活时，如果仍有 ON 信号存在，控制单元启动后也会进行自动重启。

p1210 设为大于 1 的值时，电源恢复后电源模块/电机便自动启动。此时应注意，在长时间电源断电后电机会处于静止状态，看上去如同断电。

⚠ 警告

自动重启功能激活时电机可意外转动

自动重启功能激活时，电源恢复供电可导致电机意外运动，进而导致人员重伤或死亡。

- 为此，必须采取相应的措施，以防自动重启功能造成伤害。

自动重启的模式

表格 7-7 自动重启的模式

p1210	模式	含义
0	禁止自动重启	自动重启失效
1	应答所有故障信息，不自动重启	故障原因排除后，现有的故障信息将自行应答。如果在故障成功应答后再次出现该故障，该故障也将自行应答。当信号“ON/OFF1”（控制字 1，位 0）处于高电平时，故障成功应答和再次出现故障之间必须至少间隔 p1212 + 1 秒的时间。信号“ON/OFF1”处于低电平时，故障成功应答和再次出现故障之间必须间隔至少 1 秒。 p1210 = 1 时，如果由于某个故障频繁出现而导致应答失败，则不会生成故障信息 F07320。

p1210	模式	含义
4	在电源掉电后自动重启，如果失败不继续尝试重启	只有在以下情况下才会执行自动重启：在电机模块上同时出现了故障 F30003；二进制互联输入 p1208[1] 上出现高位信号；或者在驱动对象“电源” (X_INF) 上出现故障 F06200。如果还存在其他故障，也会一起应答这些故障，并在执行启动时继续出现。仅在相电压掉电时才可通过 p1213 设置时间监控。
6	出现故障后自动重启，如果失败会继续尝试自动重启	在出现任意故障后或 p1208[0] =1 时会执行自动重启。如果故障先后出现，可以在 p1211 中确定启动尝试的次数。可以通过 p1213 设定时间监控。
14	在电源掉电、手动应答故障信息后自动重启	同 4，但是现有的故障必须手动应答，然后执行自动重启。
16	在出现故障、手动应答故障信息后自动重启	同 6，但是现有的故障必须手动应答，然后执行自动重启。

启动次数(p1211)和等待时间(p1212)

通过 p1211 可以设定启动次数。在每次成功应答故障后，启动次数都会减少一次（电源必须恢复供电或供电报告就绪）。如果设定的启动次数用完，会输出故障 F07320。

p1211 = x 时，会进行 x + 1 次启动。

说明

一旦出现故障，便开始尝试启动。
故障会每间隔一半的等待时间 p1212 自行应答。
在成功应答故障和恢复供电后，设备再次自动上电。

当捕捉重启和异步电机的励磁结束(r0056.4 = 1) 并且经过数秒后，启动成功结束。此时启动计数器才会恢复到 p1211 的初始值。

如果在成功应答和启动结束之间出现其他的故障，同样这些故障的应答也会使得启动计数器递减。

电源恢复的监控时间(p1213)

监控时间从发现故障开始计算。如果自行应答没有成功，监控时间会继续计算。如果在监控时间届满后驱动还没有成功重启（捕捉重启和电机励磁必须已结束：r0056.4=1），便会报告故障 F07320。p1213 = 0 时，监控功能取消。

如果设定的 p1213 小于以下时间的总和：p1212、p0346 励磁时间和捕捉重启产生的额外等待时间，在每次重启时都会生成故障 F07320。通过 p1210 = 1 可避免进行重启。如果不能立即成功应答出现的故障，必须延长监控时间，例如：持续出现故障时。

调试

1. 激活驱动对象 “SERVO”、“VECTOR” 或 “X_INF” 的功能，X_INF 代表所有的 “电源” (Infeed) 驱动对象，即：A_INF、B_INF、S_INF。
   - 自动重启：设置模式(p1210)
   - 捕捉重启（仅适用于驱动对象 “VECTOR”）激活功能(p1200)
2. 设置重启次数(p1211)。
3. 设置等待时间(p1212, p1213))。
4. 检查功能是否正常。

例外

有些故障出现后驱动自动重启会带来危险，或者您不希望在出现某类故障时驱动自动重启，此时您可把对应的故障信息号输入到 p1206[0...9]中。出现该故障时驱动便禁止自动重启。在排除故障原因后，您必须以其他方式启动驱动。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0863.0...2 CO/BO:驱动耦合状态字/控制字
- p1206 [0...9] 故障自动重启无效
- p1207 BI:连接下一个驱动对象的自动重启功能
- p1208[0...1] BI:自动重启电源变更
- p1210 自动重启模式
- p1211 自动重启中的启动次数
- p1212 自动重启中的启动等待时间
- p1213[0...1] 自动重启的监控时间
- r1214.0...15 CO/BO:自动重启状态

7.12 电枢短路、直流制动

可通过参数 p1231[0..n] 对“电枢短路”或“直流制动”进行设置。电枢短路或直流制动的当前状态在 r1239 中可见。

电枢短路

可使用此功能制动永磁同步电机。此时同步电机的定子绕组发生短路。这会在旋转的同步电机中产生电机制动电流。

在下列情况下适宜采用电枢短路：

- 需要进行无回馈的制动
- 需要在电源断电时进行制动
- 使用无回馈能力的电源模块时
- 存在定位偏差（例如出现编码器故障）却仍需制动电机时。

可在内部通过电机模块或在外部通过带制动电阻的接触器回路接通电枢短路。

电枢短路制动相比机械制动的优势在于：内部电枢短路制动的响应时间仅为数毫秒。而机械制动的响应时间约为 40 毫秒。对于外部电枢短路制动，接触器的惯量使得其响应时间超过 60 毫秒。

⚠ 警告

牵引负载可导致电机旋转

在牵引负载（即可对电机产生牵引力的负载）上如果没有配备额外的机械抱闸，使用电枢短路可导致电机旋转。电机转动可导致人员伤亡。

- 在牵引负载上，电枢短路制动必须配合一个机械抱闸一起工作。

直流制动

可使用此功能将异步电机制动至静止状态。在直流制动中会将直流电注入异步电机的定子绕组。

在危险情况下适宜使用直流制动，例如：

- 无法受控关闭驱动时
- 未使用具有回馈能力的电源模块时
- 未使用制动电阻时

⚠ 警告

牵引负载可导致电机旋转

在牵引负载（（即可对电机产生牵引力的负载））上执行直流制动时，去磁期间内电机可能会旋转，从而可造成人员伤亡。额外配备的机械抱闸只有在去磁时间结束后才会抱住已经开始旋转的电机，因此它无法安全阻止电机旋转。

- 请勿在牵引负载上使用直流制动。

7.12.1 永磁同步电机的电枢短路制动

7.12.1.1 内部电枢短路制动

在使用内部电枢短路制动时，电机绕组通过电机模块短路。

前提条件

- 此功能适用于书本型和装机装柜型电机模块。
- 使用短路安全的电机 (p0320 < p0323)
- 使用的是以下电机类型中的一种：
  - 旋转永磁同步电机 (p0300 = 2xx)
  - 直线永磁同步电机 (p0300 = 4xx)
- 电机模块的最大电流 (r0209.0) 必须至少为电机短路电流 (r0331) 的 1.8 倍。

说明

电源中断情况下的内部短路制动

若在电源中断的情况下仍需保持电枢短路制动，则必须对电机模块的 24 V 电源进行缓冲。为此例如可为电机模块使用独立的 SITOP 或使用控制电源模块 (CSM)。

设置

通过 p1231 = 4 设置内部电枢短路制动。

激活

若 p1230 的信号源被设置为“1”信号，则会激活并触发此功能。

禁用

若 p1230 的信号源被设置为“0”信号，则会取消激活此功能。 在由故障触发此功能的情况下，必须消除故障并进行应答。

7.12.1.2 外部电枢短路制动

该功能通过输出端子控制一个外部接触器，该接触器通过电阻使电机绕组发生短路。

前提条件

- 使用短路安全的电机 (p0320 < p0323)：
  只允许使用抗短路的电机并使用适当的电阻来短接电机。
- 使用的是以下电机类型中的一种：
  - 旋转永磁同步电机 (p0300 = 2xx)
  - 直线永磁同步电机 (p0300 = 4xx)

设置

外部电枢短路制动可以由 p1231 = 1（带接触器反馈）或 p1231 = 2（无接触器反馈）激活。

激活

该功能如下激活：

- 将 p1230 设为 1
- 封锁脉冲

首先会激活脉冲清除，之后进行外部电枢短路制动。触发此功能时，r0046.4 会显示“1”。

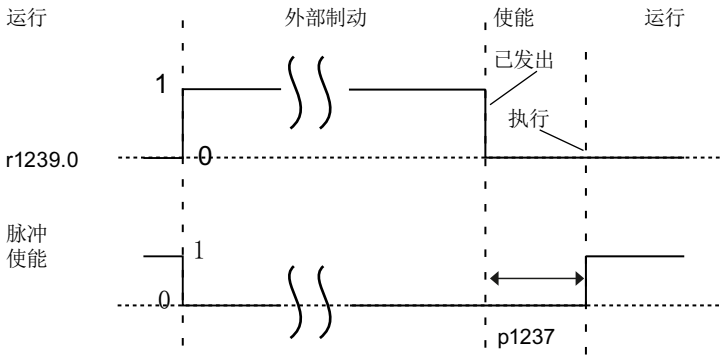


图 7-3　脉冲使能 - 使用无接触器反馈的外部电枢短路制动时的信号特性

激活示例：

1. p1230 的信号源被设置为“1”信号。
2. 这样一来电机模块驱动对象的显示参数 r1239.0 和 r0046.4 也会显示“1”。
3. 此时会清除脉冲使能并触发用于外部制动的接触器。
4. 触发电枢短路后开始制动。
5. p1230 的信号源被设置为“0”信号后制动完成（r1239.0 也会显示“0”信号）。
6. 等待时间 p1237 届满后会重新进行脉冲使能。

外部制动电阻的计算

为了达到最高的制动效果，请使用以下公式计算电阻的数值：

$R_{外部} = 5.2882 \times 10^{-5} \times p0314 \times p0356 \times n_{最大} - p0350$

$n_{最大}$ = 使用的最大转速

参数设置

可使用调试工具 STARTER 对电机模块和控制单元进行参数设置。为此可使用驱动对象的专家列表和数字量输入/输出（DI/DO）的输入窗口。

数字量输入/输出 DI/DO 8 至 15 的控制单元输入窗口位于“Control Unit / Bidirectional digital inputs/outputs”标签下。

端子 11 和 14 接地。

数字量输入/输出 DI/DO 8 至 15 与端子排 X122 和 X132 的端子 9、10、12 和 13 连接。使用参数 p0728[8...15] 可将端子定义为输入端或输出端。

作为数字量输出端， DI 8 至 15 与参数 p0722[8...15] 互联，或与 p0723[8...15] 取反互联。

输出端则与参数 p0738 至 p0745 互联。

输出端可通过 p0748[8...15] = 1 取反。

参数 p0722 至 p0748 为控制单元参数。

参数 p123x、r1239 和 r0046 为驱动参数。

外部电枢短路制动示例

在对外部电枢短路制动进行参数设置前，已创建了包含电机模块和电机的新项目。必须满足下列条件：

- 使用了含反馈触点的短路接触器 (p1231 = 1)。
- DI 14 被定义为短路接触器的反馈信号输入端。数字量输入 DI 14 与端子排 X132 的端子 12 连接。
- DO 15 被用作短路接触器的通断输出。数字量输出 DO 15 与端子排 X132 的端子 13 连接。参数 r1239.0 显示制动状态，并为接触器给出信号。

下图是变频器和控制单元之间的连接示意图，另请参考功能手册中的功能图 7014。在该示意图中，接触器的主触点是常开触点。

说明

失去失电跨越能力

将常开触点用作接触器的主触点时，便失去了驱动的失电跨越能力。只有在将常开触点用作接触器的主触点且同时通过 p0723.14 取反了 DI14 时，才能保障驱动的失电跨越能力。

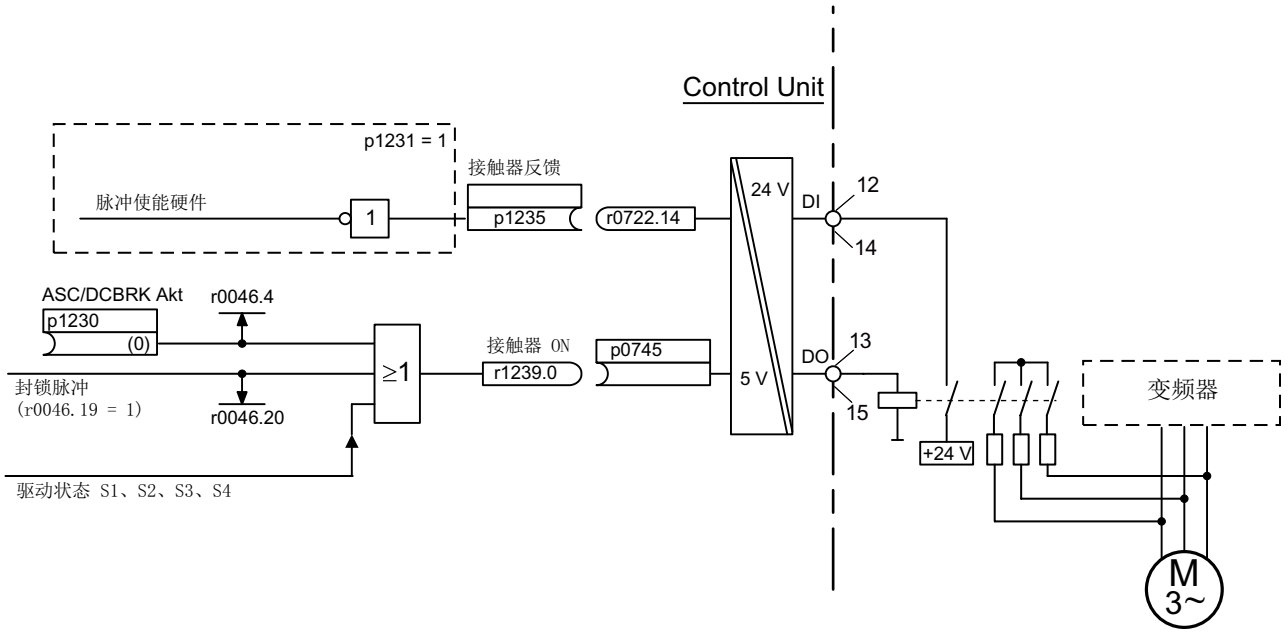


图 7-4　外部电枢短路制动示例

该示例的参数设置：

1. 设置 p1231 = 1。
2. 通过 p0728.14 = 0 将 DI 14 定义为输入端。

3. 将外部电枢短路制接触器的反馈信号与端子排 X132 的端子 12（DI 14）连接。
4. 将 p1235 与 r0722.14 互联。
5. 通过 p0728.15 = 1 将 DO 15 定义为输出端。
6. 将外部电枢短路制接触器的控制信号与端子排 X132 的端子 13（DO 15）连接。
7. 将 p0745 与 r1239.0 互联。

这样便完成了对外部电枢短路制动的参数设置。

7.12.2 直流制动

前提条件

- 此功能适用于书本型、模块型和装机装柜型电机模块。
- 必须使用异步电机。

在使用“直流制动”功能时，去磁时间结束后会对异步电机的定子绕组注入直流电。 此直流电会制动电机。

7.12.2.1 通过参数激活

设置

通过参数 p1231 = 4 设置直流制动。

- 使用 p1232[0..n] 设置直流制动的制动电流
- 使用 p1233[0..n] 设置直流制动制动电流的持续时间
- 使用 p1234[0..n] 设置直流制动的启动转速

激活

若 p1230 的信号源被设置为“1”，则会激活此功能。之后首先为电机去磁时间 p0347[0...n] 设置脉冲禁止，直至电机去磁。在激活时不考虑直流制动启动转速参数 p1234。

之后会向电机注入制动直流 p1232[0...n]，直至 p1230 的输入为“1”信号。电机可制动至静止状态。

若在驱动关闭的情况下激活了直流制动，则驱动会被接通。之后向定子绕组注入直流电。

禁用

当通过将 p1230 的信号源设置为“0”取消直流制动，且仍存在 ON 指令时，驱动会恢复为所选择的运行方式。

此时：

- 伺服控制（带编码器）：
  在去磁时间结束后，驱动恢复为闭环控制（p0347 也可设为 0）。
- 矢量控制（带/不带编码器）：
  “捕捉重启”功能激活时电机模块会和电机频率同步，之后驱动恢复为闭环控制。若“捕捉重启”未激活，则只能从静止状态再次逼近电机。之后必须通过重启进行等待，直至驱动达到静止状态。
- V/f 控制：
  “捕捉重启”功能激活时电机模块会和电机频率同步，之后驱动恢复为 V/f 控制。若“捕捉重启”不可用，则只能从静止状态再次逼近电机。之后必须通过重启进行等待，直至驱动达到静止状态。

7.12.2.2 通过故障响应激活

若直流制动被作为故障响应激活，则会执行以下响应：

1. 电机通过制动斜坡被制动至 p1234 中设定的阈值。 制动斜坡的斜率对应减速时间的斜率（可通过 p1121 设置）。
2. 在电机去磁时间（p0347）内会执行脉冲禁止，直至电机中的磁场消除。
3. 在 p0347 届满后，会在通过 p1233 设置的时间内进行直流制动。
   若配备了编码器，则制动会持续到转速降至静态阈值 p1226 以下。 若未配备编码器，则制动会持续至 p1233 中设定的时间届满。

说明

在无编码器伺服控制中可能会出现直流制动结束后无法继续运行的状况。 此时会输出 OFF2 故障响应。

7.12.2.3 通过 OFF 故障响应激活

设置为对 OFF 故障信息的响应

通过 p1231 = 5 将直流制动设置为对 OFF1 或 OFF3 的响应。 参数 p1230 不会对 OFF1/OFF3 时的响应产生影响。 通过 p1234 设置转速阈值，在此数值下激活直流制动。

通过 OFF1/OFF3 激活

通过 OFF1 或 OFF3 激活直流制动。

- 当电机转速 ≥ p1234，会对其进行制动使其转速降至 p1234。 一旦电机转速 < p1234，则会进行脉冲禁止和电机去磁。
- 若在 OFF1/OFF3 的情况下电机转速已 < p1234，则会立即进行脉冲禁止和电机去磁。

之后会在 p1233 中设定的时间内激活直流制动，之后取消制动。

若提前取消了 OFF1/OFF3，则会恢复为正常运行。

此时直流制动作为故障响应的紧急制动保持生效。

7.12.2.4 通过转速阈值激活

设置

若设置了 p1231 = 14，则在实际转速降至 p1234 以下时会激活直流制动作为响应。

激活

在激活前实际转速必须 > p1234。 之后若满足以下两个条件，则可激活直流制动：

- 实际转速降至 p1234 以下
- p1230 的信号源被设置为“1”。

首先进行脉冲禁止。 从而对电机进行去磁。 之后会在 p1233 中设定的时间内触发直流制动。 通过 p1232 中设定的制动电流对电机进行制动。

若 p1230 的信号源被设置为“0”，则会取消制动指令并切换为之前的运行方式。

对于 OFF1 或 OFF3，仅在 p1230 的信号源被设置为“1”时才会执行直流制动。

此时直流制动作为故障响应的紧急制动保持生效。

7.12.3 内部电压保护

在内部电压保护激活时，脉冲被清除后所有的电机端子都具有一半的直流母线电位（没有内部电压保护时电机端子为电位隔离）！

- 只允许使用抗短路的电机（p0320 < p0323）。
- 电机模块电流必须是电机短路电流（r0320）的 1.8 倍（r0209）。

- 内部电压保护不会被故障响应中断。在内部电压保护激活期间如果出现过电流，可能会损坏电机模块和/或电机。
- 如果电机模块不支持自身的内部电压保护（r0192.10 = 0），为确保电源断电时的功能安全，必须使用一个外部 24 V 电源(USV)。
- 如果电机模块支持自身的内部电压保护（r0192.10 = 1），为确保电源断电时的功能安全，必须通过控制电源模块为组件提供 24 V 电源。
- 内部电压保护激活时不允许电机长时间被外部装置（例如：牵引性负载或另一个相连的电机）驱动。

设置

内部电压保护由 p1231 = 3 设置。

激活

若 p1230 的信号源被设置为“1”信号，则会激活并触发此功能。

禁用

若 p1230 的信号源被设置为“0”信号，则会取消激活此功能。在由故障触发此功能的情况下，必须消除故障并进行应答。

7.12.4 故障响应的配置

修改故障响应

通过参数 p2100 和 p2101 可将响应设置为选择的故障。 仅可设置针对相应故障预设的响应。

通过参数 p0491 可对电机编码器故障响应进行设置（F07412 和多个 F3yxxx，y = 1，2，3）。

说明

电机型号切换

若在电机型号切换（参见 p0300）后不再满足电枢短路制动或直流制动的前提条件，则将电枢短路制动或直流制动设为响应的相关参数（例如 p2100、p2101 或 p0491）会恢复为出厂设置。

说明

取消电枢短路制动或直流制动

若通过 p2100、p2101 或 p0491 设置的故障响应仍存在，则无法通过参数 p1231 禁用电枢短路制动或直流制动。

7.12.5 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 7014 工艺功能 - 外部电枢短路 (EASC, p0300=2xx 或 4xx)
- 7016 工艺功能 - 内部电枢短路 (IASC, p0300=2xx 或 4xx)
- 7017 工艺功能 - 直流电制动 (p0300=1xx)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0046.0...31 CO/BO: 缺少使能信号
- p0300[0...n] 电机类型选择
- p0347[0...n] 电机去磁时间
- p0491 电机编码器故障应答响应 GEBER
- r0722.0...21 CO/BO:控制单元数字量输入的状态
- r0723.0...21 CO/BO: 控制单元数字量输入经过取反的状态
- p0728 设置控制单元输入或输出
- p0738 BI:控制单元端子 DI/DO 8 的信号源

  至
- p0745 BI: 控制单元端子 DI/DO 15 的信号源
- p0748 取反控制单元的数字量输出
- p1226[0...n] 静态检测转速阈值
- p1230[0...n] BI: 激活电枢短路制动/直流制动
- p1231[0...n] 电枢短路/直流电制动的配置
- p1232[0...n] 直流电制动的制动电流
- p1233[0...n] 直流电制动的持续时间
- p1234[0...n] 直流电制动的启动转速

- p1235[0...n] BI: 外部电枢短路接触器反馈
- p1237[0...n] 外部电枢短路，接触器打开的等待时间
- r1239.0...13 CO/BO: 电枢短路/直流电制动的状态字

7.13 电机模块用作制动模块

通过此功能可将电机模块作为制动模块运行。 为此会将 3 个电阻代替电机连接至电机模块。

作为制动模块运行的前提条件：

- 3 个制动电阻采用星形（见下表）或三角形连接
- 与电阻之间的电缆长度至少为 10 m
- STARTER 中的配置：
  - 驱动对象 VECTOR
  - V/f 控制

说明

此功能适用于：

- SINAMICS S120 机柜型电机模块
- SINAMICS S120 装机装柜型电机模块（500 V - 690 V）
- SINAMICS S120 装机装柜型电机模块（380 V - 480 V） > 250 kW
- SINAMICS S120 液冷装机装柜型电机模块（380 V - 480 V） > 250 kW
- SINAMICS S120 液冷装机装柜型电机模块（500 V - 690 V）

7.13.1 特性

- 需要使用 3 个相同的电阻
- 可对电机模块进行并联
- 集成了保护装置用于监控电阻
- 装机装柜型电机模块必须处于接通状态，这样才可作为制动模块工作

7.13.2 电阻的选型

规定和数值

- 任何情况下都不得低于出此表中列出的用于峰值制动功率的电阻值！
- 表中列出的阻值为冷态下星形连接的 3 个电阻中每个电阻的电阻值。
- 每个电阻需要承担 1/3 的总制动功率。请务必考虑电阻的相应功率。

- 对于三角形连接，请将电阻值乘以系数 3。
- 此表适用于装机装柜型电机模块（液冷或风冷）。
- 与电阻之间的电缆长度至少须为 10 m。
- 在额定电压为 380 V 至 480 V 时，可使用额定功率 ≥ 250 kW 的电机模块。
- 在额定电压为 500 V 至 690 V 时，可使用所有装机装柜型电机模块。

星形连接中的阻值可在参数 p1360 中输入。阻值的预设值通过以下公式计算：

- p1360 = p1362[0] / (√(6) x r0207[0])
- p1362[0] = 制动模块响应阈值，根据下表
- r0207[0...4] = 电机模块的额定电流

表格 7-8　电阻表（380 - 480 V 电源电压）

电机模块结构型号	额定电压	额定电流	制动电流	U_{dc} 斩波器阈值	持续制动功率	峰值制动功率	持续制动功率下的电阻	峰值制动功率下的电阻
	[V]	[A]	[A]	[V]	[kW]	[kW]	[Ω]	[Ω]
G	400	490	450	667	368	551	0.605	0.403
	480	490	450	774	427	640	0.702	0.466
H	400	605	545	667	445	668	0.500	0.333
	480	605	545	774	517	775	0.580	0.387
H	400	745	680	667	555	833	0.400	0.267
	480	745	680	774	645	967	0.465	0.310
H	400	840	800	667	654	980	0.340	0.277
	480	840	800	774	758	1138	0.395	0.263
J	400	985	900	667	735	1103	0.303	0.202
	480	985	900	774	853	1280	0.351	0.234
J	400	1260	1215	667	93	1489	0.224	0.149
	480	1260	1215	774	1152	1728	0260	0.173
J	400	1405	1365	667	1115	1673	0.199	0.133
	480	1405	1365	774	1294	1941	0.231	0.154

表格 7-9　　电阻表（500 - 690 V 电源电压）

电机模块结构型号	额定电压	额定电流	制动电流	U_{dc} 斩波器阈值	持续制动功率	峰值制动功率	持续制动功率下的电阻	峰值制动功率下的电阻
	[V]	[A]	[A]	[V]	[kW]	[kW]	[Ω]	[Ω]
F	500	85	85	841	87.6	131.3	4.039	2.693
	600	85	85	967	100.7	151.0	4.644	3.096
	660	85	85	1070	111.4	167.1	5.139	3.426
	690	85	85	1158	120.6	180.8	5.562	3.708
F	500	100	100	841	103.0	154.5	3.433	2.289
	600	100	100	967	118.4	177.6	3.948	2.632
	660	100	100	1070	131.0	196.6	4.368	2.912
	690	100	100	1158	141.8	212.7	4.728	3.152
F	500	120	115	841	118.5	177.7	2.986	1.990
	600	120	115	967	136.2	204.3	3.433	2.289
	660	120	115	1070	150.7	226.1	3.798	2.532
	690	120	115	1158	163.1	244.6	4.111	2.741
F	500	150	144	841	148.3	222.5	2.384	1.590
	600	150	144	967	170.5	255.8	2.742	1.828
	660	150	144	1070	188.7	283.1	3.034	2.022
	690	150	144	1158	204.2	306.3	3.283	2.189
G	500	175	175	841	180.3	270.4	1.962	1.308
	600	175	175	967	207.3	310.9	2.256	1.504
	660	175	175	1070	229.3	344.0	2.496	1.664
	690	175	175	1158	248.2	372.3	2.701	1.801
G	500	215	215	841	221.5	332.2	1.597	1.065
	600	215	215	967	254.6	381.9	1.836	1.224
	660	215	215	1070	281.8	422.6	2.032	1.354
	690	215	215	1158	304.9	457.4	2.199	1.466

电机模块结构型号	额定电压	额定电流	制动电流	U_{dc} 斩波器阈值	持续制动功率	峰值制动功率	持续制动功率下的电阻	峰值制动功率下的电阻
	[V]	[A]	[A]	[V]	[kW]	[kW]	[Ω]	[Ω]
G	500	260	255	841	262.7	394.0	1.346	0.898
	600	260	255	967	302.0	453.0	1.548	1.032
	660	260	255	1070	334.2	501.3	1.713	1.142
	690	260	255	1158	361.7	542.5	1.854	1.236
G	500	330	290	841	298.7	448.1	1.184	0.789
	600	330	290	967	343.5	515.2	1.361	0.908
	660	330	290	1070	380.0	570.1	1.506	1.004
	690	330	290	1158	441.3	616.9	1.630	1.087
H	500	410	400	841	412.0	618.0	0.858	0.572
	600	410	400	967	473.7	710.6	0.987	0.658
	660	410	400	1070	524.2	786.3	1.092	0.728
	690	410	400	1158	567.3	851.0	1.182	0.788
H	500	465	450	841	463.5	695.3	0.763	0.509
	600	465	450	967	532.9	799.4	0.877	0.585
	660	465	450	1070	589.7	884.6	0.971	0.647
	690	465	450	1158	638.2	957.3	1.051	0.700
H	500	575	515	841	530.5	795.7	0.667	0.444
	600	575	515	967	609.9	914.9	0.767	0.511
	660	575	515	1070	674.9	1012.3	0.848	0.565
	690	575	515	1158	730.4	1095.6	0.918	0.612
J	500	735	680	841	700.4	1050.6	0.505	0.337
	600	735	680	967	805.3	1208.0	0.581	0.387
	660	735	680	1070	891.1	1336.7	0.642	0.428
	690	735	680	1158	964.4	1446.6	0.695	0.463
J	500	810	805	841	829.2	1243.7	0.427	0.284
	600	810	805	967	953.4	1430.1	0.490	0.327
	660	810	805	1070	1054.9	1582.4	0.543	0.362
	690	810	805	1158	1141.7	1712.5	0.587	0.392

电机模块结构型号	额定电压	额定电流	制动电流	U_{dc} 斩波器阈值	持续制动功率	峰值制动功率	持续制动功率下的电阻	峰值制动功率下的电阻
	[V]	[A]	[A]	[V]	[kW]	[kW]	[Ω]	[Ω]
J	500	910	905	841	932.2	1398.2	0.379	0.253
	600	910	905	967	1071.8	1607.7	0.436	0.291
	660	910	905	1070	1186.0	1779.0	0.483	0.322
	690	910	905	1158	1283.5	1925.3	0.522	0.348
J	500	1025	1020	841	1050.6	1575.9	0.337	0.224
	600	1025	1020	967	1280.0	1812.0	0.387	0.258
	660	1025	1020	1070	1336.7	2005.0	0.428	0.286
	690	1025	1020	1158	1446.6	2169.9	0.463	0.309
J	500	1270	1230	841	1266.9	1900.4	0.279	0.186
	600	1270	1230	967	1456.7	2185.1	0.321	0.214
	660	1270	1230	1070	1611.9	2417.8	0.355	0.237
	690	1270	1230	1158	1744.5	2616.7	0.384	0.256

制动电阻的连接

对制动电阻优先采用星形连接。

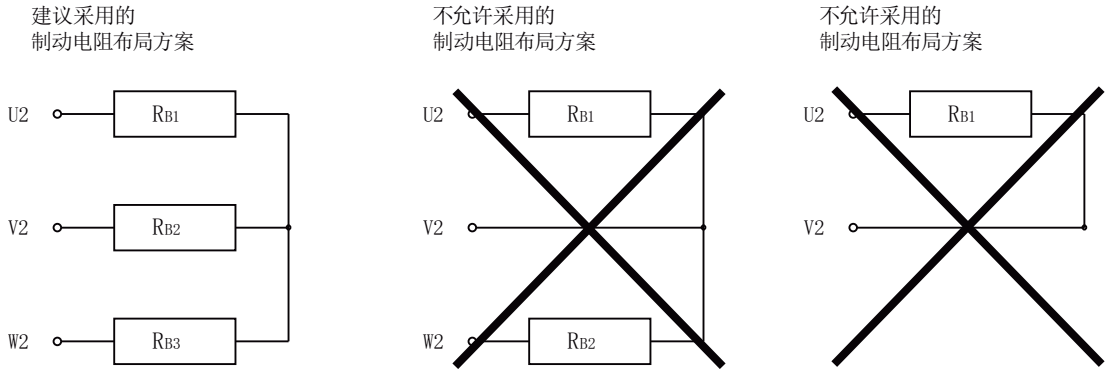


图 7-5　制动电阻

制动电阻响应阈值的设置

制动电阻动作阈值 p1362[0] 和回差 p1362[1] 是可设置的。这两个参数根据 p0210 的出厂设置自动设置，电压类型不同，值也有所不同。

表格 7-10　响应阈值

电源电压	V	380 - 480	500 - 600	660 - 690
公差	%	+/- 10 %，-15 % (60 s)	+/- 10 %，-15 % (60 s)	+/- 10 %，-15 % (60 s)
$Ud_{最大}$	V	820	1022	1220
U_{dc} 制动模块响应阈值 p1362[0]	$V_{最小}$	759	948	1137
	$V_{额定}$	774	967	1159
	$V_{最大}$	789	986	1179
硬件断路阈值	$V_{最小}$	803	1003	1198
	$V_{额定}$	819	1022	1220
	$V_{最大}$	835	1041	1244

7.13.3　激活“制动模块”

调试工具 STARTER 已打开，并创建了新项目或打开了一个现有项目。

激活制动模块

1. 按照通常步骤对控制单元和电源模块进行配置（参见 SINAMICS S120 STARTER 调试手册）。
2. 将驱动对象类型设置为“VECTOR”。
3. 将控制结构设置为“V/f control”。
4. 在控制方式下选择“(15) Operation with braking resistor”。
5. 在配置窗口中选择输入电压。
6. 在配置对话框中选择“Chassis”作为结构形式。
7. 在配置对话框中选择所需的功率单元。
8. 完成电机模块和电阻的配置。
9. 在调试向导中点击“Continue >”直至“Complete”。
   在拓扑结构会显示带组件号的电机模块。

激活并联

用作制动模块的电机模块可并联运行。为此在通过 STARTER 进行配置时执行以下设置：

1. 在配置对话框“Power unit supplementary data”中（第 7 步）中勾选复选框“Parallel connection”。
   此时会显示下拉列表“Number of parallel modules”。
2. 选择所需的电机模块数量。
3. 之后一直点击“Continue”，直至“Complete”。
   从而退出电机模块的配置向导。
4. 在拓扑结构中检查所设置的电机模块数量。
   必须根据上面的电阻图为每个电机模块选择合适的制动电阻。

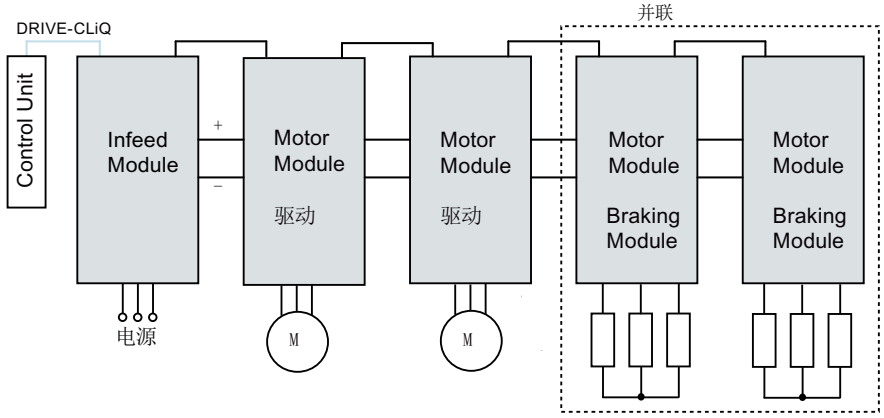


图 7-6　并联用作制动模块的电机模块

5. 可在项目导航区中双击“.../Drives/Drive_1 > Configuration”进行进一步的检查。
   这会打开一个窗口，在其中可对当前配置进行检查。在按钮“Current power unit operating values”下列出了按组件号排序的电机模块。在运行中会显示当前电气值。

并联电机模块以主从方式运行

电机模块并联也可在主从运行中使用。

1. 为此通过参数 p1330 将 V/f 特性曲线的输入传送至后续功率单元。
   从站仅会取得 V/f 特性曲线的电压设定值。

7.13.4 保护装置

保护功能在“电机热监控和过载响应”(页 602)一章中有详细的介绍。其他保护装置包括：

- 接地
  相电流总和监控。
- 断线
  20%或更多的负载失衡会导致电流失衡，电流失衡由 I^2T 监控检测。
  - 在检测出相位失衡时驱动会输出报警 A06921。
  - 参数 r0949 指明了发生故障的相位：
    参数 r0949 = 11，相位 U 断线
    参数 r0949 = 12，相位 V 断线
    参数 r0949 = 13，相位 W 断线
  - 在检测出缺相时驱动会输出故障 F06922。
- 过电流
  最大电流控制器生效。设定值保存在参数 p0067 中。
- 电阻超温
  通过电阻上安装的双金属温度开关对温度进行监控。

配置温度分析触点

1. 将所有 3 个电阻的温度分析触点串联。
2. 将温度分析触点连接至电机模块温度传感器分析（端子 X41.3 和 X41.4）。
3. 通过电机模块 (p0600 = 11) 设置用于温度监控的温度传感器。
4. 将传感器类型“双金属常闭触点报警和延时段”设为电机温度传感器 (p0601 = 4)。
5. 将电机模块的温度传感器分析设置为“外部故障”。

7.13.5 重要参数一览

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0207[0…4] 功率单元的额定电流
- r0949[0...63] 故障值
- p1300[0…n] 开环/闭环工作模式
- p1330[0...n] CI： V/f 控制，独立电压设定值
- p1360 制动斩波器冷态制动电阻

- p1362[0…1] 制动斩波器响应阈值
- r1363 CO: 制动斩波器输出电压
- p1364 制动斩波器电阻不均衡度

7.14 OFF3 转矩极限

如果外部（如拉力控制器）给定了转矩极限，则驱动只能采用降低的转矩停机。如果在电源 p3490 中设置的时间内没有完成停机，则切断电源，驱动按惯性自由停机。

为避免该情况，二进制互联输入端 p1551 会在出现“低”信号时激活转矩极限 p1520 和 p1521。将 OFF3(r0899.5)信号连接到该输入端，便可以采用最大转矩完成制动。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5620 伺服控制 - 电动式/回馈式转矩极限
- 5630 伺服控制 - 转矩上限/转矩下限
- 6630 矢量控制 - 转矩上限/转矩下限

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1520[0...n] 转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1521[0...n] CO:转矩下限/回馈式运行转矩极限

7.15 工艺功能“摩擦特性曲线”

摩擦特性曲线可以补偿电机和工作设备产生的摩擦转矩。借助它可以预先调节转速控制器，优化它的控制性能。

摩擦特性曲线使用 10 个支点。支点的坐标由转速参数(p382x)和转矩参数(p383x)加以说明，支点 1 = p3820 和 p3830。

特性

- 一共有 10 个支点构成一条摩擦特性曲线。
- 具备一个自动功能可以记录摩擦特性曲线（摩擦特性曲线记录）。
- 模拟量互联输出 (r3841)可以作为摩擦转矩(p1569)接入。
- 可以激活并取消摩擦特性曲线(p3842)。

通过参数调试

p382x 中的缺省转速是首次调试期间、由最大转速 p1082 决定的测量用转速。必要时可以修改该转速。

通过 p3845 可以激活自动的摩擦特性曲线记录(Record)功能。在下一次出现使能后，便开始记录该曲线。

可以进行下列设置：

- p3845 = 0 取消摩擦特性曲线记录功能
- p3845 = 1 激活摩擦特性曲线记录功能，所有旋转方向
  在两个旋转方向上都记录摩擦特性曲线。计算正向和负向上的测量结果的平均值，并输入到 p383x 中。
- p3845 = 2 激活摩擦特性曲线记录功能，正向
- p3845 = 3 激活摩擦特性曲线记录功能，负向

在记录摩擦特性曲线时驱动可能会使电机旋转，转速会达到电机的最大转速。

⚠ 警告

摩擦特性曲线记录期间电机可意外转动

摩擦特性曲线记录可导致电机转动，进而导致人员重伤或死亡及财产损失。

- 禁止人员在危险区域内逗留并确保机械不会转动。

通过 STARTER 调试

在 STARTER 中可以通过“Functions”下的一个窗口调试特性曲线。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5610 伺服控制 - 转矩限制/转矩降低，插补器
- 6710 矢量控制 - 电流设定值滤波器
- 7010 工艺功能 - 摩擦特性曲线

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p3820[0...n] 摩擦特性曲线值 n0

...

- p3839[0...n] 摩擦特性曲线值 M9
- r3840.0...8 CO/BO:摩擦特性曲线状态字
- r3841 CO:摩擦特性曲线输出
- p3842 摩擦特性曲线激活
- p3843[0...n] 摩擦特性曲线平滑时间摩擦力矩差值
- p3844[0...n] 摩擦特性曲线编号切换点（上部）
- p3845 摩擦特性曲线记录功能激活
- p3846[0...n] 摩擦特性曲线记录的斜坡升降时间
- p3847[0...n] 摩擦特性曲线记录的热启动时间

7.16 简单制动控制

“简单制动控制”只用于抱闸的控制。抱闸可以防止驱动在停机状态下意外运动。

抱闸开闭的控制信号由控制单元通过 DRIVE-CLiQ 直接传送给电机模块；此时，控制单元会将这些信号逻辑连接到系统内部各个过程，并对信号进行监控。

然后电机模块执行动作，并相应地调节用于抱闸的输出端。详细的顺序控制在功能图 2701 和 2704（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）中说明。通过参数 p1215 可以设置抱闸的工作方式。

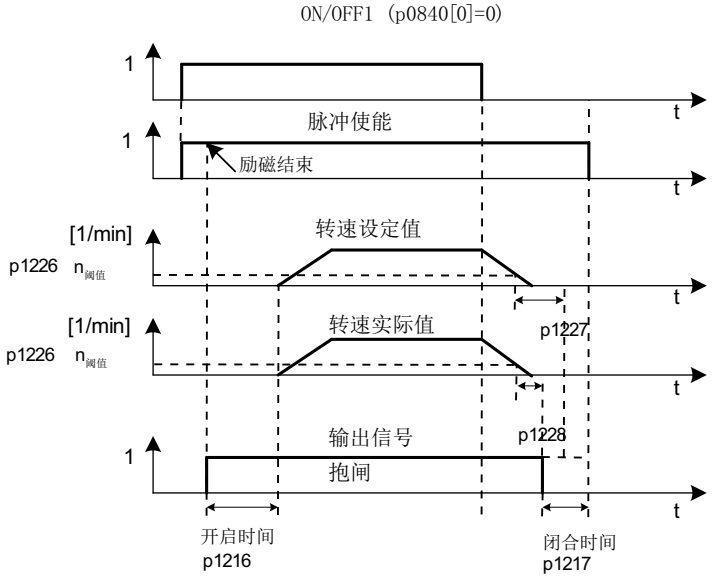


图 7-7　简单制动控制的时序图

闭合时间从 p1227（静态识别监控时间）和 p1228 （脉冲清除延时）其中一个较短的时间结束时开始计算。

特性

- 采用过程控制法的自动调控
- 静态监控
- 强制打开制动(p0855, p1215)
- 在出现“1”信号“强制闭合抱闸”时闭合制动(p0858)
- 在取消信号“转速控制器使能”后闭合制动(p0856)

调试

如果电机模块具有内部制动控制并检测出相连的抱闸，则简单制动控制自动激活(p1215 = 1)。

在不具备内部制动控制时，可以由参数(p1215=3)激活控制。

⚠ 警告

参数设置错误可导致抱闸损坏

如果电机在制动闭合时启动，可导致抱闸损坏，进而导致人员重伤或死亡。

- 存在抱闸时**不要**设置 p1215 = 0。
- 正确设置所有相关参数。

说明

只有书本型和带“Safe Brake Relay”的模块型功率单元(p1278=0)上才可以激活制动控制监控。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2701 制动控制 - 简单制动控制 (r0108.14=0)
- 2704 制动控制 - 扩展制动控制，停机识别 (r0108.14=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0056.4 CO/BO:闭环控制状态字；励磁结束
- r0060 CO:设定值滤波器前的转速设定值
- r0063 CO:经过平滑的速度实际值
- r0063[0...2] CO:转速实际值
- r0108.14 驱动对象功能模块；扩展制动控制
- p0855[0...n] BI:强制打开抱闸
- p0856[0...n] BI:转速控制器使能
- p0858[0...n] BI:强制闭合抱闸
- r0899.12 CO/BO:顺序控制状态字；抱闸打开

- r0899.13 CO/BO:顺序控制状态字；指令“闭合抱闸”
- p1215 电机抱闸的配置
- p1216 电机抱闸打开时间
- p1217 电机抱闸闭合时间
- p1226[0...n] 静态检测转速阈值
- p1227 静态检测监控时间
- p1228 脉冲清除延迟时间
- p1278 制动控制的诊断分析

7.17 运行时间（运行时间计时器）

系统总运行时间

系统总运行时间在 p2114（控制单元）中显示：索引 0 以毫秒显示系统运行时间，达到 86400000 毫秒即 24 小时后便复位。索引 1 以天数显示系统运行时间。

在下电时会保存计时值。

驱动装置上电后，计时器会以上次下电时保存的值继续计时。

相对系统运行时间

从上一次上电开始计算的相对系统运行时间显示在 p0969（控制单元）中。该值单位为毫秒，满 49 天后计时器溢出。

当前电机运行时间

电机运行时间计时器 p0650 （驱动）在每次出现脉冲使能时计时。脉冲使能取消后，计时器停止，时间值被保存。

如果 p0651 为 0，则计时器被禁用。

达到 p0651 中设定的维护间隔时，会输出报警 A01590。完成电机的维护工作后，请重新设置维护间隔。

说明

如果切换了电机数据组(MDS)的连接方式，即星形/三角形连接，而没有切换电机，则 p0650 中的两个值必须相加，才能得到精确的电机运行时间。

风扇运行时间计时器/磨损计时器

有 2 种方法显示风扇的磨损：

- 所有风扇：
  功率单元中风扇的运行时间显示在 p0251（驱动）中。
  该参数中的运行时间只能复位为 0，例如：在更换风扇后。风扇的最长使用寿命输入在 p0252（驱动）中。在离使用寿命 500 小时时会输出报警 A30042。
- 固件 V5.1 以上的风扇中可选
  功率单元中散热器风扇的磨损通过磨损计时器 r0277 显示。可设置 p0251 = 0，复位磨损计时器（例如：更换风扇后）。

p0252 = 0 时，监控（磨损计时器和运行时间计时器）取消。

时间戳模式

通过参数 p3100 可以设置时间戳模式。

- p3100 = 0
  时间戳运行小时
- p3100 = 1
  时间戳 UTC 格式
- p3100 = 2
  时间戳运行小时 + 01.01.2000
  固件版本 V4.7 及以上：该设置中，p3102 的值用作故障信息的时间戳。固件版本 V4.7 以上设置 p3100 ＝ 0 时，使用 p2114 时基。

说明

根据固件版本设置时间戳

如果项目从固件 V4.6 升级至 V4.7，则保留原有项目的时间戳设置。故障信息所显示的时间与原有固件版本的时间没有不同。

如果从固件版本 V4.7 以上开始创建了一个新的项目，则故障信息需要 p3100 ＝ 2 出厂设置和其他时基。如果希望保持与原有版本一样的特性，则设置 p3100 ＝ 0。

说明

时间戳同步

如果通过一根现场总线将控制器与多台驱动设备相连，可将不同时间戳与控制器（时间主站）的时间戳进行同步。更多详细信息请参见章节“控制器与变频器之间的时间同步 (页 886)”。

7.18 节能显示

相比传统的过程控制，采用针对需求的转速闭环控制可显著降低能耗。特别是对于负载特性曲线为抛物线型的涡轮机，例如离心泵和鼓风机。使用 SINAMICS S120 系统可通过转速闭环控制调节涡轮机的输送量或压力。从而使设备在整个运行范围中维持在接近最大效率的水平。

节能显示

参数 r0041 会显示所节省的能源。

节能潜力较低的设备

与负载特性曲线为抛物线型的涡轮机相比，负载特性曲线为线性或恒定的设备的节能潜力相对较低，例如输送驱动或往复泵。

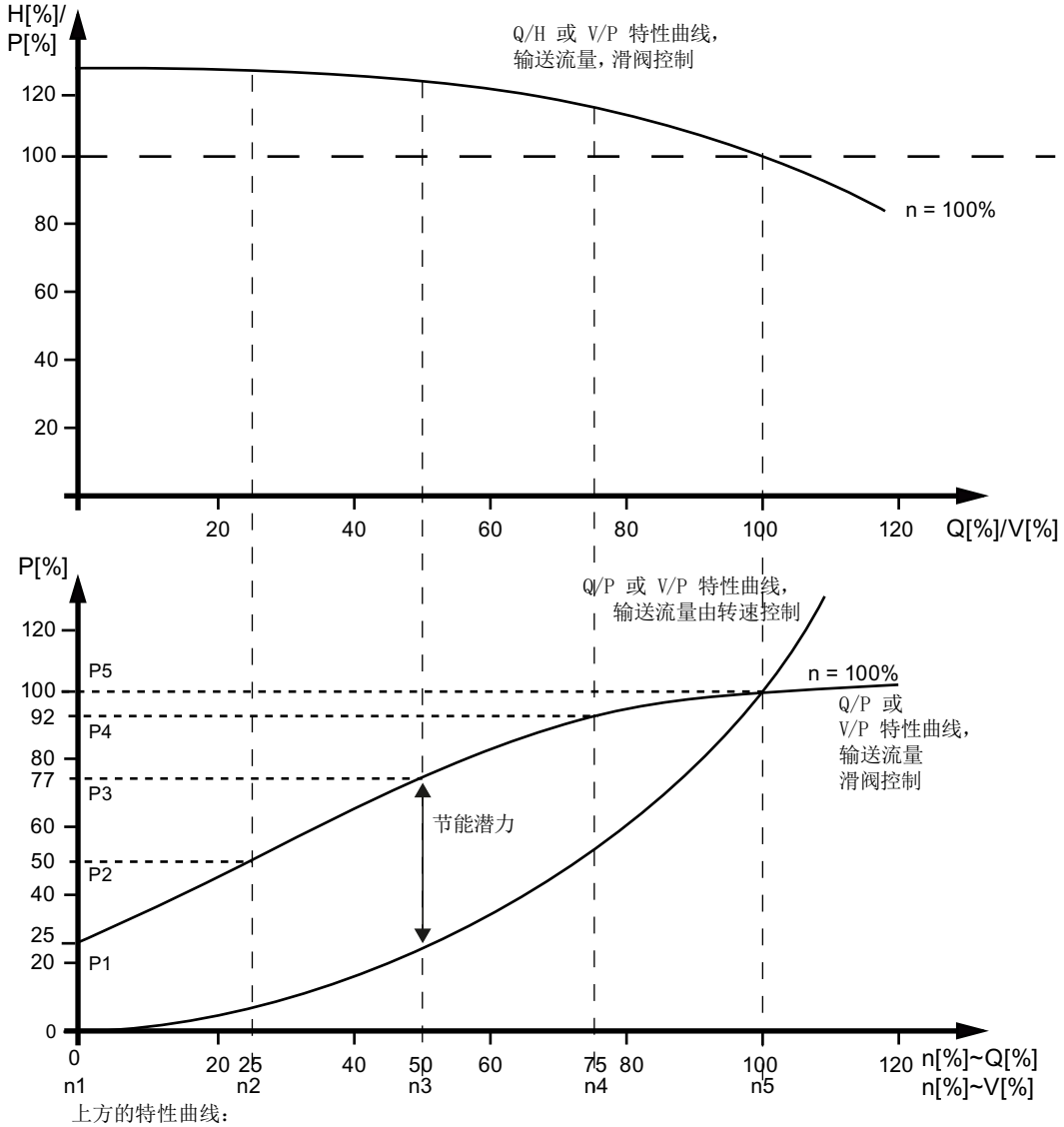
此功能更适宜用于涡轮机。

状况

在传统的闭环控制设备中，介质的输送量通过滑阀或节流阀控制。此时驱动电机以运行所需的额定转速恒速运行。若通过滑阀或节流阀减少了输送量，则设备效率会大幅降低。设备中的压力会提升。即使在滑阀/节流阀完全闭合的情况下，即运输量 Q = 0 时电机也会消耗能源。此外该流程还会造成不期望的状况，例如涡轮机中的空化现象，或者设备及介质受到更多加热的状况。

设备优化方案

在使用转速闭环控制时，会通过转速对针对特定流程的涡轮机输送量进行控制。输送量会根据涡轮机转速线性成比例变化。此时可能存在节流阀或滑阀会保持完全开启状态。转速闭环控制会对整体的设备特性曲线进行调节，从而调整到所需的输送量。此时设备整体都会以接近最优的效率运作；相比通过节流阀或滑阀进行的控制方案，其在部分负载区域的能耗要低出很多。



上方的特性曲线：
H[%]：输送高度，P[%]：输送压力，Q[%]：输送量，V[%]：体积流量
下方的特性曲线：
P[%]:输送设备的接收功率，n[%]：输送设备的转速
机器曲线 n = 100% 时的控制点 p3320 ... p3329：
P1 ... P5：接收功率，n1 至 n5：对应的转速受控电机的转速

图 7-8　节能潜力

节能功能

此功能用于获取能量消耗信息，并将其与使用传统节流阀控制时的能源需求（推算值）进行比较。其会对过去 100 个工作时所节省的能源进行计算，并以 kW 为单位显示。在工作时低于 100 小时时，则会推算出 100 工作时的潜在节能。为此必须手动输入采用传统节流阀控制时的设备特性曲线。

说明

设备特性曲线

若未输入设备特性曲线的支点，则会采用出厂设置进行计算。出厂设置值可能会和设备特性曲线有偏差，这会导致计算不精确。

可为每根轴单独配置计算。

激活功能

此功能仅适用于矢量运行方式。

1. 在脉冲使能后会自动激活此功能
2. 在参数 p3320 至 p3329 中为负载特性曲线输入 5 个支点：

支点	参数	出厂设置： P - 功率，以 % 设定 n - 转速，以 % 设定
1	p3320	P1 = 25.00
	p3321	n1 = 0.00
2	p3322	P2 = 50.00
	p3323	n2 = 25.00
3	p3324	P3 = 77.00
	p3325	n3 = 50.00
4	p3326	P4 = 92.00
	p3327	n4 = 75.00
5	p3328	P5 = 100.00
	p3329	n5 = 100.00

复位节能显示

1. 设置 p0040 = 1，将参数 r0041 的值复位为 0。
   之后 p0040 会自动恢复为 0 值。

7.19 编码器诊断

7.19.1 数据记录器

数据记录器用于支持故障搜索功能，其可定位编码器检测中的故障。

调试

1. 设置参数 p0437.0 = 1 以激活此功能。
   一旦电流控制器时间低于 125 µs，数据记录器会自动生效。

工作原理

数据记录器会读出多个编码器检测信号，这些信号是生成实际值的基础。 故障状态中的变化会触发记录。 此时会在故障状态之前及之后的较短时间内记录数据。

诊断数据保存在存储卡中的以下路径下：

/USER/SINAMICS/DATA/SMTRC00.BIN

…

/USER/SINAMICS/DATA/SMTRC07.BIN

/USER/SINAMICS/DATA/SMTRCIDX.TXT

在索引文件（SMTRCIDX.TXT）中包含以下信息：

- 显示最后写入的 BIN 文件
- 还可执行的写入操作的次数（最大 10000）。

说明

对 BIN 文件的分析只能在西门子内部进行。

诊断数据记录生效时会显示报警 A3x930[1]。 此时请勿关闭系统。

[1] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

7.19.2 编码器脏污信号

某些编码器会包含一个额外的输出端，在编码器中的分析电子设备无法确定可靠的位置时此输出端会从“高”切换至“低”。

只有在使用 SMC30 时驱动会输出报警 A3x470[1] 以提示这一状况。

[1] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

调试

将编码器的相应信号与设备的 CTRL 输入（控制信号）相连（端子 X521:7）。不需要进行参数设置。

说明

断线时此输入会自动设置为高信号，这样一来编码器在断线时会被视作“良好”。

7.19.3 编码器故障早期识别

编码器故障早期识别能在已知的编码器信号电平故障导致严重停机之前提早生成报警消息。您的硬件是否支持编码器故障早期识别由 r0458.15 = 1 “分析功能预留”显示。

调试

通过在 p4649 中输入信号电平限值接通编码器故障早期识别。注意：

- 信号电平限值必须大于故障 F3x115[1]的触发阈值（> 170 mV）并小于 500 mV。
- 必须根据编码器脏污的速度调整信号电平限值，这样才能在编码器故障之前及时显示报警消息 A3x407[1]。
- 在脏污速度较快的测量系统上，必须选择较大的阈值。
- 在编码器脏污速度未知的情况下，推荐阈值为 230 mV。

[1] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

工作原理

进行编码器故障早期识别时，会对从整体量具中采样信号的进行基于地点的监控。此时可从采样的信号中计算出品质值。将从增量信号中计算出的信号电平（A^2 + B^2 的根）用作品质值。基于地点的品质值会在较长的运行时间内进行分析。当趋势显示局部变坏时，驱动会输出相应的报警消息 A3x407[1]。

[1] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0437[0...n] 扩展编码器模块配置

7.20 编码器监控扩展

“编码器监控扩展”支持以下编码器信号检测相关的功能扩展：

- 编码器信号监控 (页 377)
- 零脉冲公差 (页 378)(也适用于其他编码器模块)
- 冻结转速原始值 (页 378)
- 可设置的硬件滤波器 (页 379)
- 零脉冲的脉冲沿分析 (页 380)
- 磁极位置适配 (页 381)
- 故障时的脉冲数量补偿 (页 381)
- 公差带脉冲数量监控 (页 382)
- 编码器检测扩展（1x，4x） (页 383)
- 转速“0”检测的测量时间设置 (页 384)
- 电流控制周期数量设置，用于计算转速实际值的平均值 (页 384)

通过这些附加功能可对编码器信号检测进行优化， 从而用于应对某些特殊状况，例如控制单元中接收到错误的编码器信号，或者需要对信号的特殊属性进行补偿时。

其中部分附加功能可组合使用。

术语解释

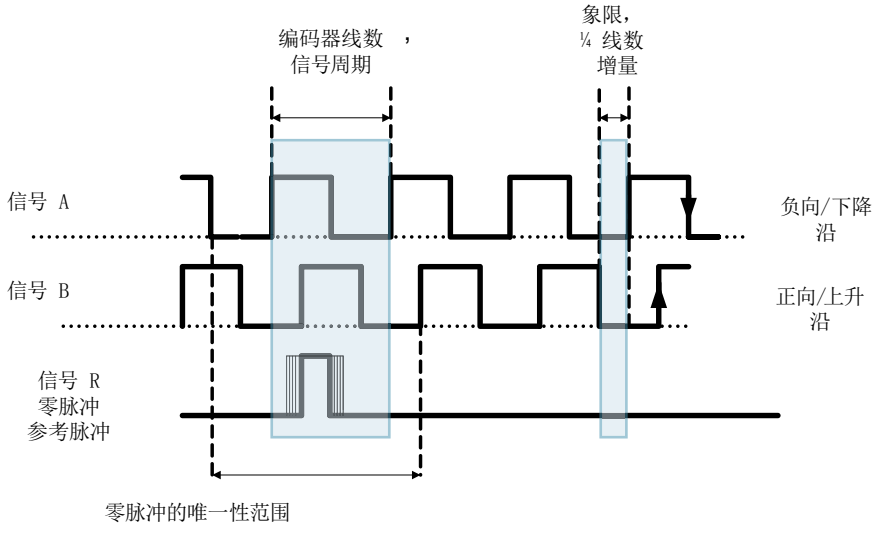


图 7-9 术语解释

调试

通过参数 p0437 和 r0459 对“编码器监控扩展”进行调试。

r0458.12 = 1 可显示硬件是否支持扩展的传感器属性。

说明

- 仅可在编码器调试期间对“编码器监控扩展”的功能进行参数设置。 在运行期间不能修改参数！
- 相关功能的参数设置只能通过 STARTER 专家列表进行。
- 下面介绍的功能适用于 SMC30 模块和采用内部编码器检测的控制单元。

7.20.1 编码器信号监控

此功能在使用推挽信号的矩形编码器中监控编码器信号 A/B ↔ -A/B，以及 R ↔ -R。编码器信号监控用于检测最重要的信号特性（振幅、偏移、相位）。

调试

必须设置以下参数作为信号监控的前提条件：

- p0404.3 = 1，切换到方波编码器
- p0405.0 = 1，切换到双极信号

设置 p0405.2 = 1 以激活信号监控。

若已从参数 p0400 的列表中选择了编码器，则上述值为预设值且无法进行修改（另见 SINAMICS S120/S150 参数手册中 p0400 的相关信息）。

取消信号监控

在编码器信号监控激活时，可设置 p0437.26 = 1 禁用此功能。

信息分析

对所有信号监控都可单独进行分析。此时即可使用 HTL 编码器，也可使用 TTL 编码器。

识别出故障时会输出故障信息 F3x117[1)]。故障信号以位编码记录在故障值中。

说明

在 CU310-2、CUA32、D410-2 和 SMC30（仅产品编号为 6SL3055-0AA00-5CA0 和 6SL3055-0AA00-5CA1 的规格）模块中只存在一个汇总信息。若在此类模块上连接了无 R 信号的矩形编码器，则会在信号监控激活时输出故障 F3x117[1)]。

为了避免此故障，必须在编码器接口上将“编码器电源接地”（引脚 7）和“参考信号 R”（引脚 10）相连，并将“编码器电源”（引脚 4）和“反向参考信号 R”（引脚 11）相连。

[1)] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

7.20.2 零脉冲公差

此功能用于忽略与 2 个零脉冲之间编码器脉冲数量相关的故障。

调试

1. 设置参数 p0430.21 = 1 以激活“零脉冲公差”功能。

操作步骤

此工作原理如下：

1. 在检测到第 2 个零脉冲后，“零脉冲公差”功能开始生效。
2. 此后 2 个零脉冲间的脉冲数量**首次**与所配置的脉冲数量出现不一致时，会输出报警 A3x400[1)]（报警阈值，零脉冲距离出错）或 A3x401[1)]（报警阈值，零脉冲故障）
3. 若下一个零脉冲重新在正确的位置出现，则消除报警。
4. 若再次识别出错误的零脉冲位置，则会输出故障 F3x100[1)]（零脉冲距离出错）或 Fx3101[1)]（零脉冲故障）。

[1)] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

7.20.3 冻结转速原始值

若在转速变化较大的情况下 dn/dt 监控作出了响应，可通过“冻结转速原始值”功能在短时间内将转速实际值设为固定值，从而对转速变化进行均衡。

调试

1. 设置参数 p0437.6 = 1 以激活“冻结转速原始值”功能。

操作步骤

1. 若 dn/dt 监控作出了响应，则会输出报警 A3x418“编码器 x：超出了每个采样率的转速差值”[1]。
2. 此时提供冻结的转速实际值，冻结时间限制为 2 个电流控制器周期。
3. 转子位置继续
4. 在 2 个电流控制器周期届满后会解除实际值冻结

[1] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

7.20.4 可设置的硬件滤波器

“可设置硬件滤波器”功能用于对编码器信号进行过滤，从而抑制较短的干扰脉冲。

调试

1. 设置参数 p0438 ≠ 0 以激活“可设置的硬件滤波器”功能。

参数设置

1. 在参数 p0438（矩形编码器滤波时间）中输入一个在 0 至 100 µs 范围内的滤波时间。硬件滤波器仅支持 0（无滤波）、0.04 µs、0.64 µs、2.56 µs、10.24 µs 和 20.48 µs 这些赋值若输入的数值不符合上述要求，则固件会自动将此参数设置成最接近的离散值。此时驱动不会输出报警或故障信息。
2. 激活生效的滤波时间可在参数 r0452 中查看。

说明

若转速为“n_最大”一半的情况下已对宽度为 ¼ 编码器脉冲的零脉冲触发了报警 F3x100、F3x101 和 F3x131[1]，在硬件滤波器激活时会抑制这些信息。

[1] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

结果

滤波时间对最大转速的影响如下计算：

n_最大[rpm] = 60 / (p0408 · 2 · r0452)

这里 p0408 为旋转编码器的脉冲数。

示例

设定：

- p0408 = 2048
- r0452 = 10.24 [µs]

此时 n_最大 如下计算：

- n_最大 = 60 / (2048 · 2 · 10.24 · 10^{-6}) = 1430 [rpm]

也就是说，使用此滤波时间时电机的最大运行转速可达 1430 rpm。

7.20.5 零脉冲的脉冲沿分析

此功能适用于零脉冲 ≥ 1 脉冲宽度的编码器。 在此状况下零脉冲的脉冲沿识别会引发故障。

正方向旋转时分析零脉冲的上升沿，负方向旋转时分析下降沿。 这样一来便可将零脉冲宽度大于一个脉冲的编码器作为等距零脉冲编码器（p0404.12 = 1）进行参数设置，也就是说零脉冲检查（F3x100, F3x101[1)]）激活。

调试

1. 设置参数 p0437.1 = 1 以激活“零脉冲的脉冲沿分析”功能。
   出厂设置 p0437.1 = 0 用于保留零脉冲识别已知时的进程。

参数设置

- 在不利状况下，若驱动在零脉冲上摆动一转，零脉冲宽度的数量级中可能会出现错误。
- 可通过对参数“p4686 零脉冲最小长度”的赋值来应对此特性。 可将参数 p4686 设为零脉冲宽度的 ¾，以实现尽可能稳固的特性。
- 这样一来驱动在精度较低时不会输出故障 F3x100 (N, A)“编码器 x：零脉冲距离出错”[1)]，而是允许较小的、可设置的零脉冲距离偏差：
  “p4680 允许零脉冲监控公差”
  在设置了 p0430.22 = 0（无磁极位置适配）和 p0437.2 = 0（故障时不进行脉冲数量补偿）时，此参数可减少故障 F3x100[1)] 的触发几率。

[1)] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

7.20.6 磁极位置适配

驱动通过不断重复零脉冲在磁极位置中添加所缺少的脉冲（例如在编码器码盘脏污的情况下），从而对磁极位置中的错误进行补偿。 如果添加的脉冲过多（例如由于 EMC 干扰），在超出零脉冲后其会再次减少。

调试

1. 设置参数 p0430.22 = 1 以激活“磁极位置适配”功能。

工作原理

“磁极位置适配”功能激活时，会在用于换向的磁极位置中对 A/B 信号上的错误脉冲进行补偿。 零脉冲的公差带为 ±30°电角度。 补偿速度为 2 个零脉冲间编码器脉冲的 ¼，这样便可对个别错误脉冲以及多余的脉冲进行补偿。

说明

在“带零脉冲的换向”功能激活时(p0404.15 = 1)，系统会等待精同步完成后（r1992.8 = 1）才进行补偿。

7.20.7 故障时的脉冲数量补偿

干扰电流或其他 EMC 故障可能会使编码器检测的结果出现偏差。 不过可以通过零脉冲对所测得的信号进行补偿。

调试

1. 设置 p0437.2 = 1 以激活“故障时的脉冲数量补偿”。
2. 为零脉冲距离（p4680）定义允许的公差（编码器脉冲）
3. 定义驱动执行脉冲数量补偿的公差带限值（p4681，p4682）。
4. 通过 p4686 定义零脉冲的最小长度。

操作步骤

1. 此功能用于在公差带内 (p4681、p4682) 对 2 个零脉冲间错误的编码器脉冲进行完全补偿。 补偿速度为每个电流控制器周期 ¼ 个编码器脉冲。 这样便可对缺少的编码器脉冲（例如由于编码器码盘脏污）进行持续补偿。 通过两个参数设置脉冲数量的偏离公差。
   若偏差超出了公差带，则会输出故障 F3x131[1)]。

   说明

   在“带零脉冲的换向”功能激活时(p0404.15 = 1)，系统会等待精同步完成后（r1992.8 = 1）才进行补偿。

   对用于换向的磁极位置同样会进行补偿。 为此必须禁用磁极位置适配（p0430.22 = 1）。

   在转速检测中此功能不会执行补偿。

2. 通过 p4686 设置零脉冲的最小长度。 采用出厂设置 1 可防止 EMC 故障导致零脉冲故障。 仅在参数设置了“零脉冲脉冲沿识别”（p0437.1 = 1）时，才会对较短的零脉冲进行抑制。
3. 若零脉冲偏差小于零脉冲最小长度（p4686），则不会进行补偿。
4. 零脉冲持续出错的情况下会显示故障 F3x101“编码器 x：零脉冲故障“[1)]以及报警 A3x401[1)]”报警阈值，零脉冲故障“。

[1)] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

7.20.8 公差带脉冲数量监控

此功能用于监控 2 个零脉冲间的编码器脉冲数量。 若此数量位于可设置的公差带外，则会输出报警。

调试

1. 设置参数 p0437.2 = 1 以激活监控功能。
2. 通过参数 p4683 和 p4684 设置公差带的上限和下限。 在此公差带内识别出的脉冲数量被视作正确。

操作步骤

1. 在每个零脉冲后都会检测，直到下一个零脉冲为止脉冲数量是否位于公差带以内。 若非此状况，并且设置了“故障时的脉冲数量补偿”（p0437.2 = 1），则会输出报警 A3x422[1)] 5 s。
2. 若其中一个限值为 0，则报警 A3x422[1)] 被禁用。
3. 显示未经过补偿的编码器脉冲
   p0437.7 = 1 时，经过补偿的错误脉冲的数量会以正确地符号显示在 r4688 中。 设置 p0437.7 = 0，以在 r4688 中显示每个零脉冲距离进行过补偿的错误脉冲数量。
   若旋转一周后的偏移未达到公差带限值，则不会触发报警。 若超出了零脉冲，则会重新进行测量。

4. 脉冲数量超出公差带
   若超出了公差带，除了输出报警 A3x422[1] 外还会设置 r4689.1 = 1。 此数值至少会保持 100 ms，这样控制系统即便在驱动高速旋转状态下也能检测到数个连续的、间隙很小的过限值。
   可通过 PROFIBUS / PROFINET 将参数 r4689 的信息位作为过程数据发送至上级控制系统。
5. 可将累计的补偿值通过 PROFIBUS 发送至上位控制系统（例如：p2051[x] = r4688）。控制系统可将计数器的内容设置为特定值。

说明

“公差带脉冲数量监控”功能也适用于在驱动组中作为主编码器运行的外部编码器（对来源于直接测量系统的位置值 XIST1 进行监控）。

[1] x = 编码器编号（x = 1、2 或 3）

7.20.9 信号沿分析（1x，4x）

“信号沿分析”功能允许使用加工公差较高的矩形编码器或者较旧的编码器。 使用此功能可在编码器信号脉冲负载系数不均匀的脉冲编码器上计算出较为“平稳”的转速实际值。这样例如在设备更新时便可保留旧电机以及旧编码器。

调试

1. 如下设置参数 p0437 位 4 和 位 5，以激活“信号沿分析”功能。

p0437.4	p0437.5	分析
0	0	4x（出厂设置）
0	1	预留
1	0	1x
1	1	预留

操作步骤

1. 在 4x 分析中，会对 A 信号和 B 信号上一个相邻脉冲对的两个上升沿和两个下降沿分别进行分析。
2. 在 1x 分析中，只会对 A 信号和 B 信号上一个相邻脉冲对的第一个或最后一个脉冲沿进行分析。
3. 与 1x 分析相比，脉冲编码器信号的 4x 分析产生的可检测出的最小转速要低出 4 的系数。在编码器信号脉冲负载系数不均匀，编码器信号偏移非精确 90° 的增量编码器中，4x 分析可能会导致转速实际值“不稳定”。
4. 下列公式描述了不同于 0 的最小转速：
   n_最小 = 60 / (x*p0408) [Rpm]
   其中 x = 1 或 4（x 为分析次数）

说明

“降低至 1x 分析”只能与脉冲沿零脉冲共同使用，或在无零脉冲的情况下使用。 对于具有“明确范围”的零脉冲和距离编码零脉冲，无法再进行精确到单脉冲的检测。

7.20.10 转速“0”检测的测量时间设置

此功能适用于低速驱动（额定转速 40 1/分钟以下），用于正确输出接近 0 的实际转速。这样可避免驱动静止状态下转速控制器 I 分量缓慢提升，并因此产生不必要的转矩。

调试

1. 在参数 p0453 中输入所需的测量时间：若在此时间内未识别出 A/B 信号的脉冲，则输出转速实际值 0。

7.20.11 转速实际值的滑动平均值计算

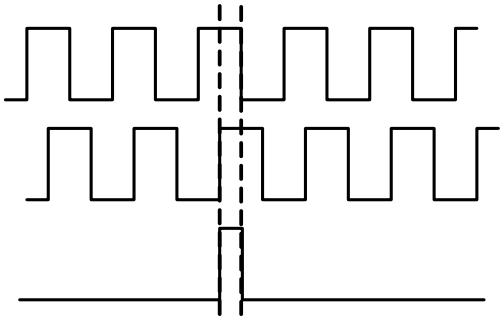
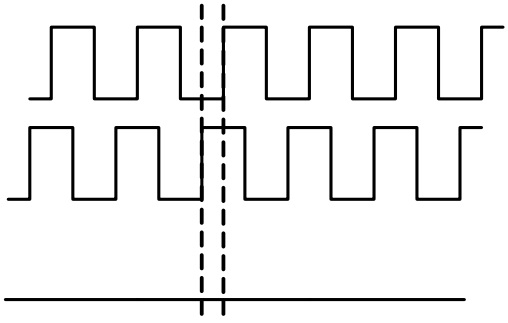
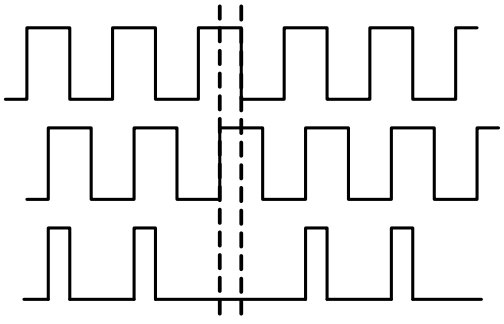
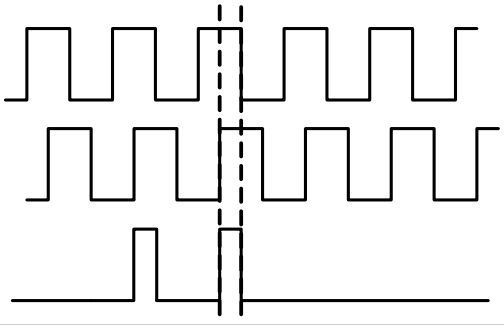
低速电机(< 40 rpm)在使用线数为 1024 的标准编码器时会碰到一个问题：每个电流控制器周期中提供的编码器脉冲数量不完全相同（p0430.20 = 1：不采用外插的转速计算，“增量差值”）。编码器脉冲数量不同会导致实际转速显示跃变，尽管编码器自身采用恒定的转速运行。

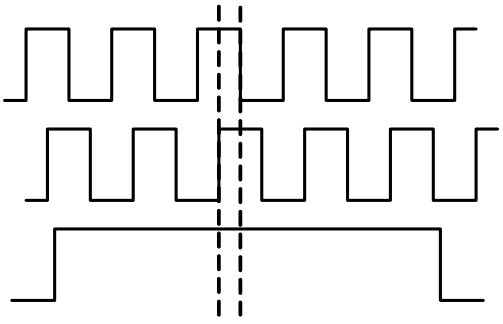
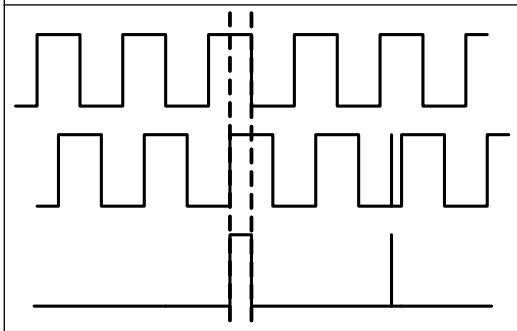
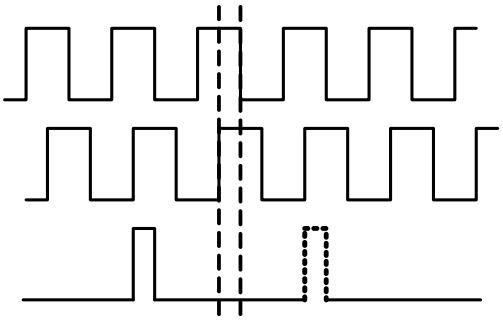
调试

1. 设置参数 p0430.20 = 0 （脉冲沿时间测量）用于计算滑动平均值。
2. 在参数 p4685 中输入电流控制器周期的数量，通过此数值计算转速平均值。
   通过求平均值可根据给定的周期数量对单独的错误脉冲进行平滑。

7.20.12 排故

表格 7-11 故障图及可能的故障原因

故障图	故障描述	解决办法
	无故障	–
	F3x101（零脉冲故障）	检查接口分配是否正确（是否将 A 与 –A 混淆，或者将 B 与 –B 混淆）
	F3x100（零脉冲距离出错）	检查接口分配是否正确（是否将 R 和 –R 混淆）
	零脉冲突然插入	使用“零脉冲公差”

故障图	故障描述	解决办法
	零脉冲过宽	使用“零脉冲的脉冲沿分析”
	EMC 故障	使用“可设置的硬件滤波器”
	零脉冲过早/过晚 （A/B 信号上存在干扰脉冲或脉冲损失）	使用“磁极位置适配”或“故障时的脉冲数量补偿”

7.20.13 公差带和补偿

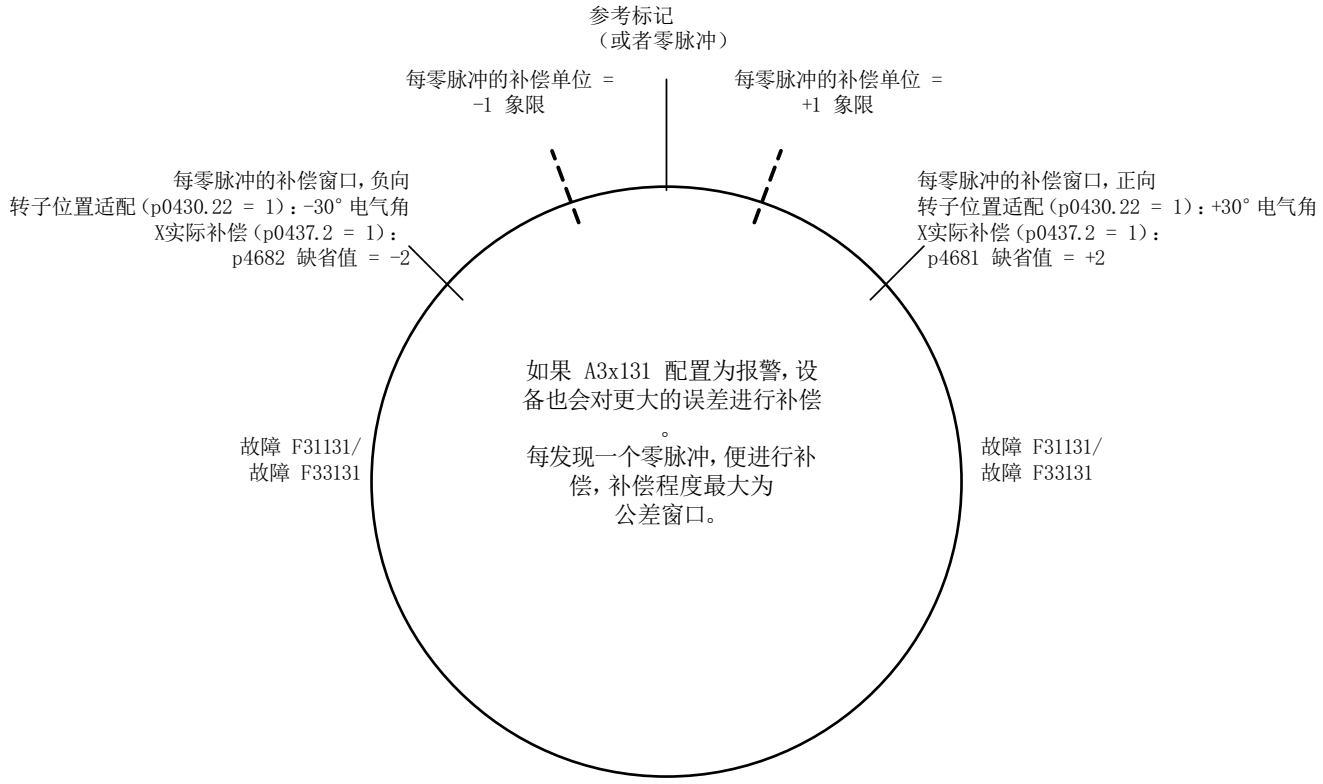


图 7-10 公差带和补偿

7.20.14 关联性

参数		功能										
		这些功能可以相互组合								这些功能从左向右彼此关联并且可以和旁边的功能组合。		
	索引	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
p0405.2	信号监控	x										
p0430.20	转速计算模式							x				
p0430.21	零脉冲公差		x									
p0430.22	转子位置适配									x		
p0437.1	零脉冲检测							x				
p0437.2	位置实际值补偿 XIST1										x	x

参数		功能										
		这些功能可以相互组合								这些功能从左向右彼此关联并且可以和旁边的功能组合。		
	索引	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
p0437.4	边沿触发								x			
p0437.5	边沿触发								x			
p0437.6	在 dn/dt 响应时冻结转速实际值			x								
p0437.7	累加未经补偿的编码器线数										x	x
p0437.26	取消信号监控	x										
p0438	方波编码器的滤波时间				x							
r0452	方波编码器的滤波时间显示				x							
p0453	零转速脉冲检测的测量时间					x						
p4680	允许零脉冲监控公差							x			x	
p4681	零脉冲监控公差窗口正限值 1										x	
p4682	零脉冲监控公差窗口负限值 1										x	
p4683	零脉冲公差窗口正报警阈值											x
p4684	零脉冲公差窗口负报警阈值											x
p4685	转速实际值的平均值计算						x					
p4686	零脉冲的最短长度							x			x	
p4688	零脉冲监控差值脉冲的数量										x	x
p4689	方波编码器诊断										x	x
信息												
F3x117	转换信号 A 和 B 出错	x										
F3x118	转速差值超出容许误差			x								
F3x131	增量/绝对偏移位置过大										x	
A3x400	报警阈值，零脉冲距离出错		x									
A3x401	报警阈值，零脉冲距离缺失		x									
A3x418	超出了每个采样率的转速差值			x								
A3x422	方波编码器的脉冲数量超出容许误差											x

表格图例：

1. 编码器信号监控
2. 零脉冲公差
3. 冻结转速设定值
4. 可设置的硬件滤波器
5. 转速“零”检测的测量时间设置
6. 转速实际值的滑动平均值计算
7. 零脉冲的脉冲沿分析
8. 信号沿分析（1x，4x）
9. 磁极位置适配
10. 故障时的脉冲数量补偿（对用于换向的磁极位置同样会进行补偿）。
11. 公差带脉冲数量监控

7.20.15 重要参数一览

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0404[0...n] 生效的编码器配置
- p0405[0...n] 方波编码器信号 A/B / 方波编码器 A/B
- p0408[0...n] 旋转编码器的线数
- p0430[0...n] 编码器模块配置
- p0437[0...n] 扩展编码器模块配置
- p0438[0...n] 方波编码器的滤波时间
- r0452[0...2] 方波编码器的滤波时间显示
- r0458[0...2] 编码器模块属性
- r0459[0...2] 扩展编码器模块属性
- p4680[0...n] 允许零脉冲监控公差
- p4681[0...n] 零脉冲监控公差窗口正限值 1
- p4682[0...n] 零脉冲监控公差窗口负限值 1
- p4683[0...n] 零脉冲公差窗口正报警阈值
- p4684[0...n] 零脉冲公差窗口负报警阈值
- p4686[0...n] 零脉冲的最短长度

- r4688[0...2] CO:零脉冲监控差值脉冲的数量
- r4689[0...2] CO:方波编码器诊断

7.21 驻留轴和驻留编码器

驻留功能分 2 种类型使用：

- “驻留轴”
  - 所有指定给驱动“电机闭环控制”应用的编码器和电机模块的监控被取消。
  - 所有指定给驱动“电机闭环控制”应用的编码器进入“拆除”就绪状态。
  - 所有指定给驱动“电机闭环控制”应用的电机模块进入“拆除”就绪状态。
- “驻留编码器”
  - 特定编码器的监控被取消。
  - 编码器进入“拆除”就绪状态。

驻留轴

在驻留某根轴时，指定给“电机闭环控制”的功率单元和所有编码器都变为无效(r0146[n] = 0)。

- 而是由循环报文的控制字/状态字（STW2.7 和 ZSW2.7）或者参数 p0897 和 r0896.0 进行调节。
- 驱动必须由上级控制器制动，例如：通过 STW1.0/OFF1 禁止脉冲。
- DRIVE-CLiQ 数据经过被禁用的功率单元(r0126 = 0)后继续传送给后续组件，即该通讯保持生效。
- 没有指定给“电机闭环控制”的测量系统保持生效(r0146[n] = 1)。
- 驱动对象保持生效(r0106 = 1)。

说明

在取消状态“驻留轴”或“驻留编码器”后，可能需要进行以下操作：

- 如果更换了电机编码器：确定换向角偏移(p1990)。
- 使新换入的编码器重新回参考点，例如：以便确定机床零点。

驻留编码器

在驻留编码器时，曾发出响应的编码器变为无效(r0146 = 0)。

- 而是由循环报文的编码器控制字或状态字（Gn_STW.14 和 Gn_ZSW.14）进行调节。
- 在电机测量系统被驻留时，相应的驱动必须由上级控制器制动，例如：通过 STW1.0/OFF1 禁止脉冲。
- 功率单元的监控保持生效(r0126 = 1)。

说明

取下/更换被驻留的组件

只有将组件正确插入实际拓扑结构，拔出并重新插入被驻留的组件后才可以解除驻留（参见 r7853）。

驻留轴示例

在下面的示例中需要驻留一根轴。必须通过例如 STW1.0 (OFF1)停止驱动，以便轴驻留生效。所有指定给电机闭环控制的组件，例如：功率单元和电机编码器等都失效。

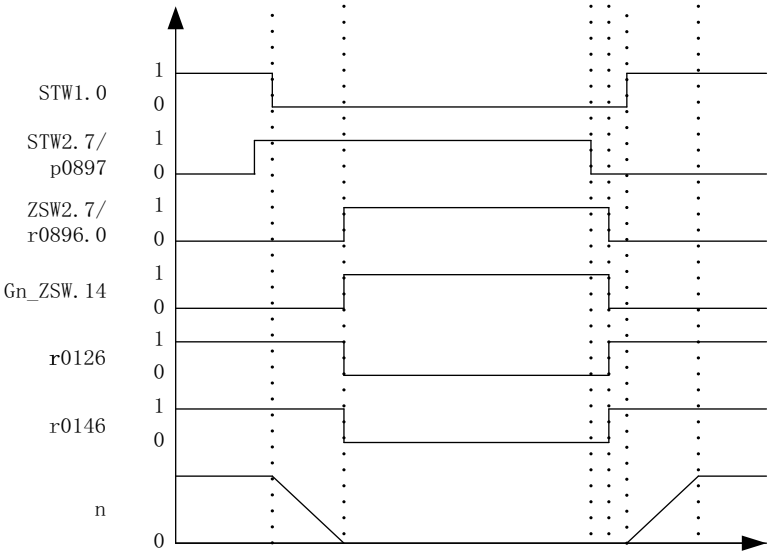


图 7-11　驻留轴的时序图

驻留编码器示例

在下面的示例中需要驻留一个电机编码器。必须通过例如 STW1.0 (OFF1)停止驱动，以便电机编码器的驻留生效。

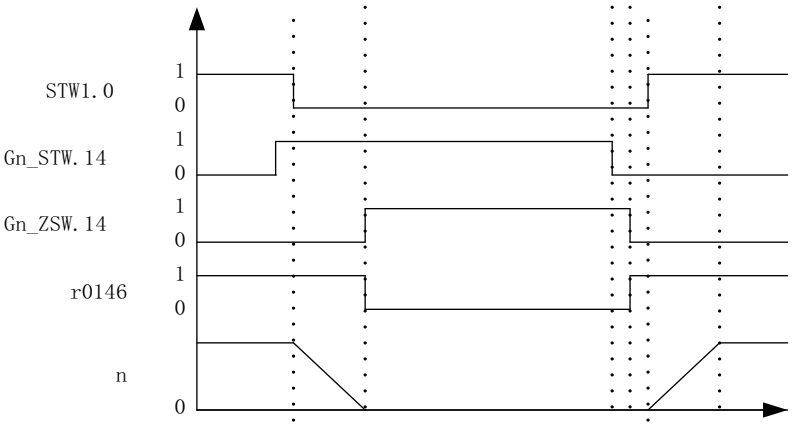


图 7-12　驻留编码器的时序图

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0105　激活/禁用驱动对象
- r0106　驱动对象激活/禁用
- p0125[0...n]　激活/禁用功率单元组件
- r0126[0...n]　功率单元激活/禁用
- p0145[0...n]　编码器接口激活/禁用
- r0146[0...n]　编码器接口激活/禁用
- p0895[0...n]　BI:激活/禁用功率单元组件
- r0896.0　BO:“驻留轴”状态字
- p0897　BI:选择“驻留轴”

7.22 位置跟踪

7.22.1 简介

术语

- 编码器范围
  编码器范围是绝对值编码器自身的位置范围。
- 单圈编码器
  单圈编码器指在一圈内感知绝对位置的旋转绝对值编码器。
- 多圈编码器
  多圈编码器指旋转多圈，例如：4096 圈后感知绝对位置的绝对值编码器。

描述

位置跟踪可以确保使用了齿轮箱时负载位置的可重复性。它也可以扩大位置范围。

通过位置跟踪可以监控附加的测量齿轮箱；在功能模块“位置控制”激活(p0108.3 = 1)时，也可以监控负载齿轮箱。负载齿轮箱的位置跟踪在章节“位置实际值处理”中说明。

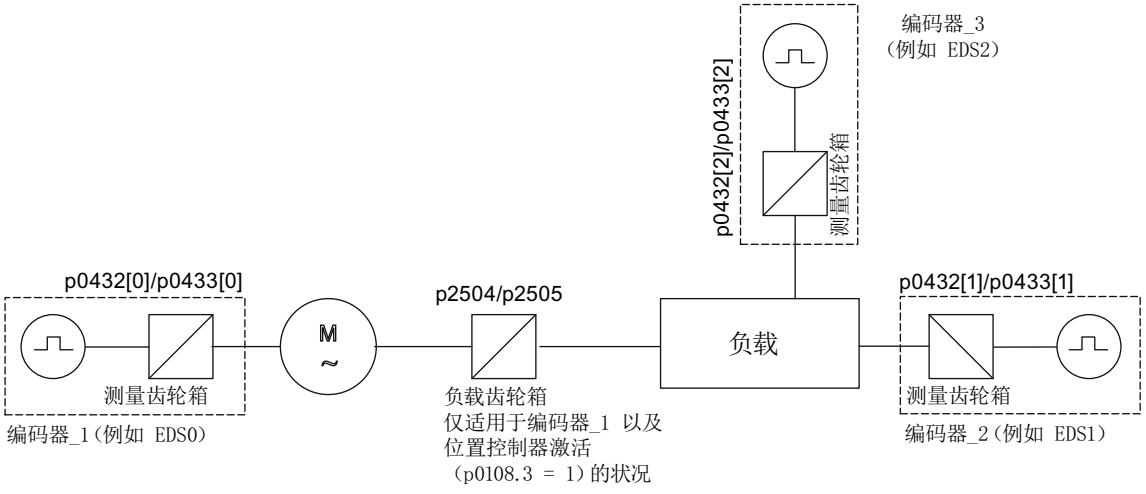


图 7-13 齿轮箱和编码器一览

r0483 中的编码器位置实际值（必须通过 GnSTW.13 请求）最大为 2^{32} 位。在位置跟踪没有激活时(p0411.0 = 0)，编码器位置实际值 r0483 由以下位置信息组成：

- 每圈的编码器线数(p0408)
- 每圈的细分分辨率(p0419)
- 旋转绝对值编码器可分辨的圈数(p0421)，单圈编码器上该值固定为“1”。

在位置跟踪激活时(p0411.0 = 1)，编码器位置实际值 r0483 由以下信息组成：

- 每圈的编码器线数(p0408)
- 每圈的细分分辨率(p0419)
- 旋转绝对值编码器可分辨的电机虚拟转数(p0412)
  在没有测量齿轮箱(n = 1)时会采用旋转绝对值编码器上保存的实际转数 p0421。提高该值可以扩大位置范围。
  存在测量齿轮箱时，该值等于 r0483 中显示的可分辨电机转数。
- 传动比 (p0433/p0432)

7.22.2 测量齿轮箱

如果在一个无限旋转的电机和编码器之间、无限旋转的负载和编码器之间有一个机械齿轮箱（测量齿轮箱），并且需要通过该绝对值编码器进行位置跟踪，在每次编码器计数器溢出后，编码器和电机/负载的零位便会发生偏移，偏移大小取决于传动比。

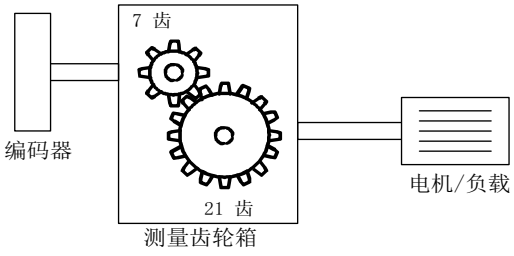


图 7-14 测量齿轮箱

为了确定电机/负载的位置，除了绝对值编码器的位置实际值，还需要该编码器计数器溢出的圈数。

如果切断了控制单元的电源，必须在剩余存储器中备份溢出的圈数，以便在通电后明确确定负载的位置。

示例：传动比 1:3（电机转数 p0433 和编码器转数 p0432 之比），绝对值编码器可以数出 8 圈编码器旋转(p0421 = 8)。

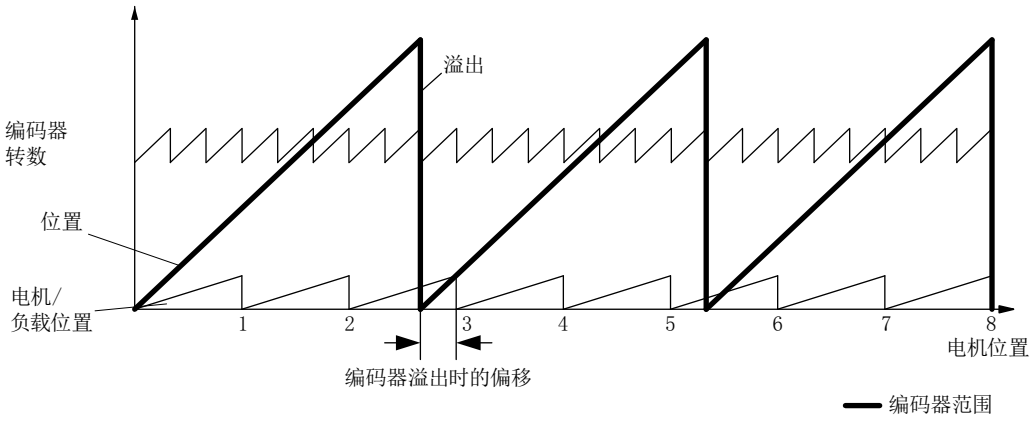


图 7-15　传动比为奇数的驱动，无位置跟踪

在这种情况下，编码器计数器每溢出一圈，负载便偏移 1/3 转，编码器溢出 3 圈后，电机和负载零位置再次重叠。编码器溢出一圈后便不能再精确重复负载位置。

在由 p0411.0 = 1 激活位置跟踪后，传动比(p0433/p0432)会同时换算成编码器位置实际值(r0483)。

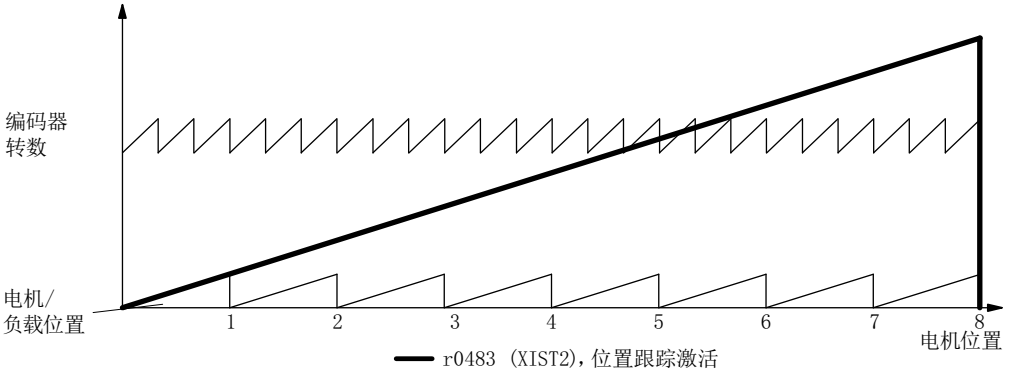


图 7-16　奇数传动比，有位置跟踪(p0412 = 8)

特性

- 由 p0411 配置
- 虚拟多圈由 p0412 设置
- 用于上电时位置监控的公差窗口由 p0413 设置
- 测量传动比由 p0432 和 p0433 输入
- 通过 r0483 显示

测量齿轮箱配置(p0411)

通过配置该参数可以：

- p0411.0:激活位置跟踪
- p0411.1:设定轴类型（线性轴或回转轴）
  回转轴此处指模态轴，模态补偿由上级控制器或 EPOS 激活。位置跟踪主要应用在线性轴上，以便扩大位置范围，参见章节：虚拟多圈编码器(p0412)。
- p0411.2:复位位置
  该设置可以复位编码器的溢出圈数例如在断电时编码器已经旋转了 > 1/2 的编码器范围，此时需要进行复位。

虚拟多圈编码器(p0412)

在旋转绝对值编码器(p0404.1 = 1)上，位置跟踪激活时(p0411.0 = 1)，可以通过 p0412 输入虚拟多圈分辨率。这样可以从单圈编码器生成一个虚拟多圈编码器值(r0483)。虚拟编码器范围必须在 r0483 可显示的范围内。

说明

如果传动比不等于 1，则 p0412 始终针对电机侧。此时可以设置电机所需的虚拟分辨率。

在带模态补偿的回转轴上，虚拟多圈分辨率(p0412) 的缺省设置是 p0421，无法更改。

在线性轴上，虚拟多圈分辨率(p0412) 的缺省设置是 p0421，可以另外增加用于多圈信息的 6 位（最多 31 圈，正向/负向）。

如果由于增加了多圈信息而超出了 r0483 (2^{32} 位)的可显示范围，则必须相应地降低细分分辨率(p0419)。

公差窗口(p0413)

通电后会确定存储位置和当前位置之间的差值，并根据该值：

- 差值在公差窗口内：
  根据当前的编码器实际值重复位置。
- 差值超出公差窗口：
  输出故障信息 F07449。
- 公差窗口的缺省设置是四分之一的编码器范围，可以更改。

说明

只有在断电时编码器旋转没有超出一半的编码器范围，才能重复位置。在标准编码器 EQN1325 上为 2048 圈；在单圈编码器上为半圈。

说明

齿轮箱铭牌上给出的传动比通常只是一个取整值，例如：1:7、34 等。如果不希望在回转轴上产生长时间漂移，必须从齿轮箱制造商处获得真正的齿轮箱齿数比。

同步电机和测量齿轮箱一起运行的提示

同步电机的磁场定向控制要求磁极位置和编码器位置之间存在明确的基准关系。同样在测量齿轮箱上也要保持该基准关系，因此，极对数和编码器转数之比必须为整数，且大于等于 1，例如：极对数为 17，测量齿轮箱转数 4.25，传动比 = 4。

调试

测量齿轮箱的位置跟踪可以在配置驱动时由驱动向导(STARTER)激活。配置期间有一个选项用于编码器设置。在编码器的窗口中，点击按键“Details”，在接着出现的窗口中选中位置跟踪的复选框。

参数 p0412(测量齿轮箱，旋转绝对值编码器的虚拟转数）和 p0413（测量齿轮箱位置跟踪的公差窗口）只能通过专家列表设置。

前提条件

- 绝对值编码器

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 4704　编码器检测 - 位置和温度信号采集编码器 1...3

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0402[0...n]　齿轮箱类型选择
- p0411[0...n]　测量齿轮箱配置
- p0412[0...n]　测量齿轮箱，旋转绝对值编码器虚拟转数
- p0413[0...n]　测量齿轮箱位置跟踪的公差窗口

- p0421[0...n] 旋转绝对值编码器多圈分辨率
- p0432[0...n] 传动比中的编码器转数
- p0433[0...n] 传动比中的电机/负载转数
- r0477 CO:测量齿轮箱位置差值
- r0485 CO:测量齿轮箱前的编码器增量原始值
- r0486 CO:测量齿轮箱前的编码器绝对原始值

7.23 创建驱动对象 ENCODER

编码器（ENCODER）可作为独立的驱动对象（Drive Object=DO）连接和计算。 驱动对象 ENCODER 可作为 PROFIBUS/PROFINET 上的独立单元工作。

使用驱动对象 ENCODER 可直接通过编码器模块连接前端设备的编码器，无需连接第 2 个驱动编码器。 此时编码器通过编码器模块上的编码器接口接入。 编码器模块有自己的 DRIVE-CLiQ 接口时（例如 SME20），编码器可以连接到上面任意一个空置的 DRIVE-CLiQ 接口。

7.23.1 前提条件

前提条件

- STARTER V4.1.5 或更高版本
- 项目中包含一个 CU320-2
- 配置完的驱动设备

也可以离线（OFFLINE）方式创建项目。相应说明请参见 SINAMICS S120 STARTER 调试手册，“调试”章节。

驱动对象 ENCODER 的连接条件

- 可分配给驱动的所有编码器必须均为可用。
- 驱动对象 ENCODER 可连接至所有 DRIVE-CLiQ 端口。
- 对于驱动对象 ENCODER 的星形连接，最多可使用 4 个 DRIVE-CLiQ HUB 模块（DMC20 或 DME20）。这样一来在一个控制单元上最多可使用 19 个驱动对象 ENCODER。
  (在驱动单元上最多可连接 24 个驱动对象，可采用的 ENCODER 驱动对象数量也受此条件限制。)
- DRIVE-CLiQ HUB 模块必须直接连接至控制单元。

7.23.2 创建驱动对象 ENCODER

这里以 CU320-2 为例介绍驱动对象 ENCODER（编码器）的创建/添加步骤。此示例中将通过调试工具 STARTER 离线创建项目。

在项目浏览区中，在 Input/output component 和 Drive 之间找到 ENCODER 驱动对象这一选项。

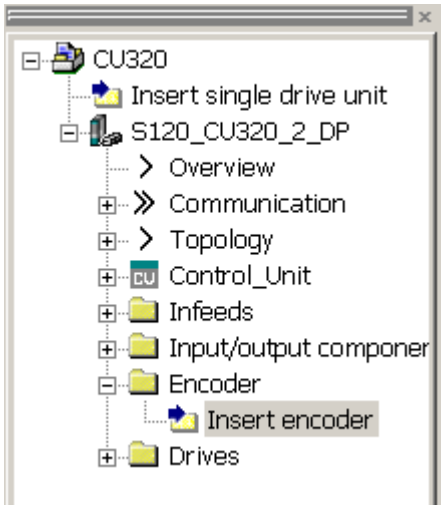


图 7-17　项目浏览区，添加“ENCODER”驱动对象

步骤

1. 双击 **Insert encoder**。
   对话窗口“Insert encoder”打开。
2. 在输入栏“Name:”中输入编码器的名称。
3. 点击按钮 “Drive object No.”。
4. 在“Drive object No.”输入栏中为新建编码器指定一个驱动对象号。
   在列表“Assigned drive object No.:” 会显示所有已经指定的驱动对象编号。
5. 点击“OK”。
   编码器的配置窗口打开。
6. 从“List of standard encoders”中选出编码器或者 在“Input data”下输入编码器基本数据。
7. 在配置向导的指引下设置编码器。
8. 点击按钮“Complete”结束设置。
   现在编码器便成功添加到了拓扑结构中并可使用。

7.24 端子模块 41

端子模块 41 有以下特性：

- 脉冲编码器仿真 TTL 信号，符合 RS422 标准(X520)
- 1 个模拟量输入
- 4 个数字量输入
- 4 个双向数字量输入/输出

端子模块 41（TM41）对增量编码器信号（TTL）进行仿真，并通过接口 X520 输出。 这些信号基于转速设定值，转速设定值则通过过程数据字（SIMOTION 模式）传输或通过主编码器（SINAMICS 模式）的位置实际值生成。 所仿真的增量编码器信号之后可由一个外部硬件或一个上级控制器使用。

每转的输出脉冲数量（虚拟线数）设置可采用较宽的范围。

附加的输入/输出例如可用于给定模拟量转速设定值、传输控制信号和状态信号（例如：“OFF1/ON”）、“运行就绪”或“故障”。

7.24.1 SIMOTION 模式

通过参数 p4400 = 0 设置增量编码器仿真的 SIMOTION 模式。增量编码器仿真基于转速设定值。

通过 PROFIdrive 报文 3 可接收转速设定值 r2060，该值和 p1155 互联。 该转速设定值可通过可激活（p1414.0）的 PT2 元件（p1417 和 p1418）滤波 。 可设置时滞 p1412 对转速设定值进行延时。 每转的编码器线数可通过参数 p0408 设置。 零脉冲和 A/B 信号使能（r4402.1）时的位置之间的间距在参数 p4426 中输入，并通过 p4401.0 = 1 使能。

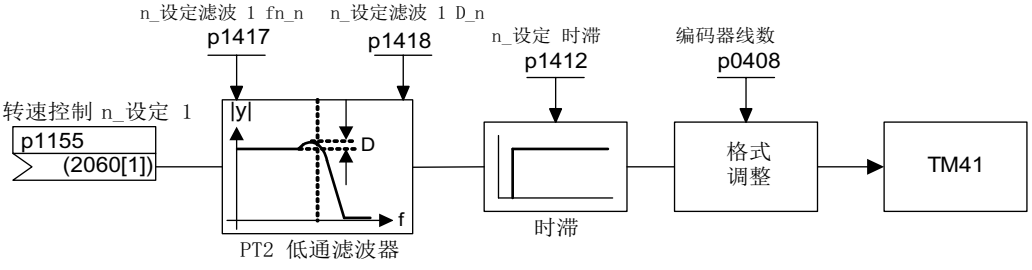


图 7-18 编码器仿真功能图

特殊特性

- PROFIdrive 报文 3
- 自有控制字(r0898)
- 自有状态字(r0899)
- 过程控制（参见功能图 9682）
- 零脉冲位置可设定(p4426)
- 运行显示(r0002)

7.24.2 SINAMICS 模式

通过参数 p4400 = 1 设置增量编码器仿真的 SINAMICS 模式。 增量编码器仿真基于主编码器的编码器位置实际值。

主编码器的位置实际值通过一个模拟量互联输入 (p4420) 与端子模块 41 互联。 每个编码器都可进行这种互联，无论它分配给哪个驱动对象。 这样一来 TM41 上的位置实际值可作为包含零脉冲的脉冲编码器仿真。 脉冲编码器仿真的信号和 TTL 编码器的信号以相同的方式显示，并可由一个外部控制器或硬件处理。

说明

模拟量互联输入 p4420 应和信号源 r0479（编码器位置实际值诊断 Gn_XIST1）相连。 该数值会在每个 DRIVE-CLiQ 基本周期进行更新，并以正确的符号显示。

TM41 支持主控编码器信号和 TM41 自己的输出信号之间的线数上调/下调。 通过 p4408 设置主编码器每转的线数。 通过 p0408 设置 TM41 的编码器仿真线数。 参数 p4408 和 p0408 之间可以是任意一种比例关系。

TM41 的零脉冲信号通过主编码器的零位置生成。 驱动对象/编码器对象的参数 p0493、p0494 和 p0495 适用于主编码器的零脉冲位置生成。

特殊特性

- 到脉冲编码器仿真开始的编码器位置实际值运行时间可以由时滞补偿 (p4421) 加以平衡。
- 可对待仿真编码器和进行仿真的 TM41 之间的线数换算比例进行设置。 之后相比由原始编码器读取的线数，每次旋转时会在编码器仿真中输出更多或更少的线数。
- 如果 p4422 = 1，则反转输入信号 p4420。

- 一个编码器数据组（EDS）仅可与一个 TM41 互联。
- 若将同一个 EDS 与另一个 TM41 进行了互联，则只能对位置实际值，而不能对零脉冲位置进行仿真。
- 零位置通过 p4401.1 = 1 与绝对值编码器的零脉冲进行同步。 若需与较老的固件版本保持兼容（例如将此功能用于现有控制系统），请设置 p4401.1 = 0。
  - p4401.1 = 0：无同步零脉冲
  - p4401.1 = 1：零脉冲同步使能
  - 绝对值编码器越过绝对位置的零位置时，立即通过 X520 输出零脉冲。
- PROFIdrive 报文 3

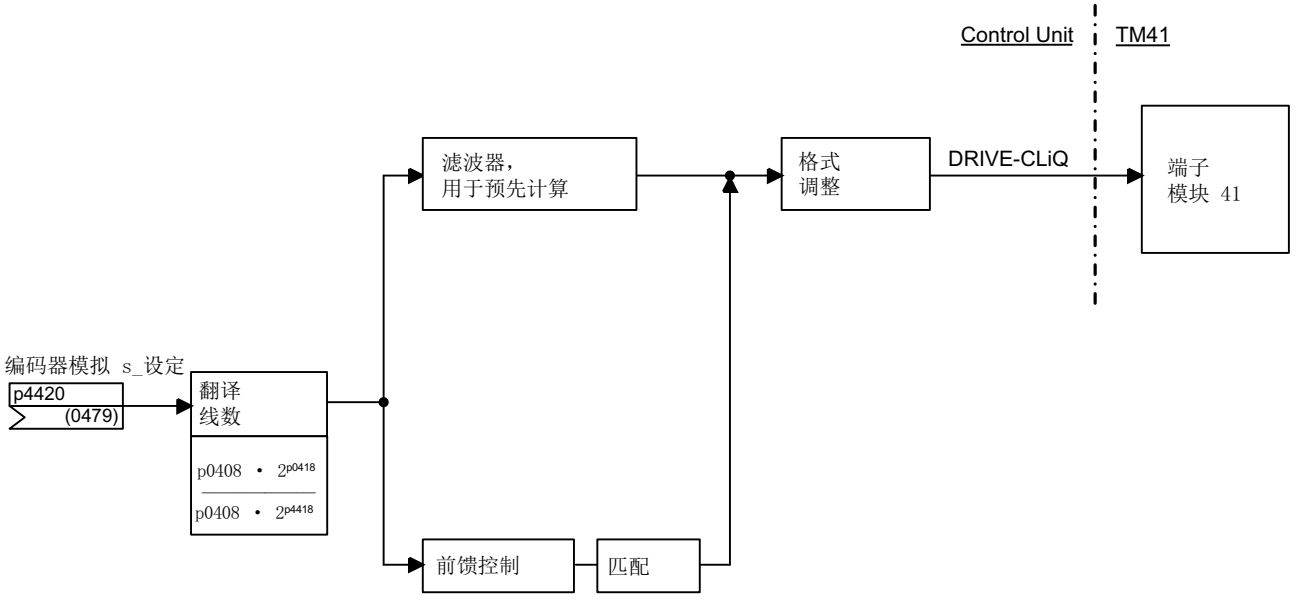


图 7-19　增量式编码器模拟

7.24.3　零脉冲仿真（SINAMICS 模式）

为主编码器设置的回参考点模式可用于确定 TM41 零脉冲仿真的零脉冲位置。

可采用的回参考点模式有：

- 回参考点至编码器的零位置
  - 增量编码器的编码器零脉冲
  - 绝对值编码器单圈位置过零点
  - 旋转编码器磁极距
- 通过 BERO 接通信号（控制单元参数 p0493）选择了正确的零位置时，回参考点至编码器零位置
- 回参考点，至通过输入端连接的替代零脉冲（控制单元参数 p0495）

说明

有多个零脉冲的原始编码器

若原始编码器（主编码器）有多个零脉冲/零位置，则必须为所需零脉冲选择附加条件（BERO 信号）。

可在 TM41 输出上设置的零脉冲偏移

可通过 p4426 设置用于模拟零脉冲的编码器刻线偏移量。

线数增加示例

主编码器每转输出 12 个脉冲和一个零脉冲。而应用中则需要每转 32 个脉冲。通过设置 p4408 和 p4418，在 TM41 的 X520 上提供所需的每转 32 脉冲。

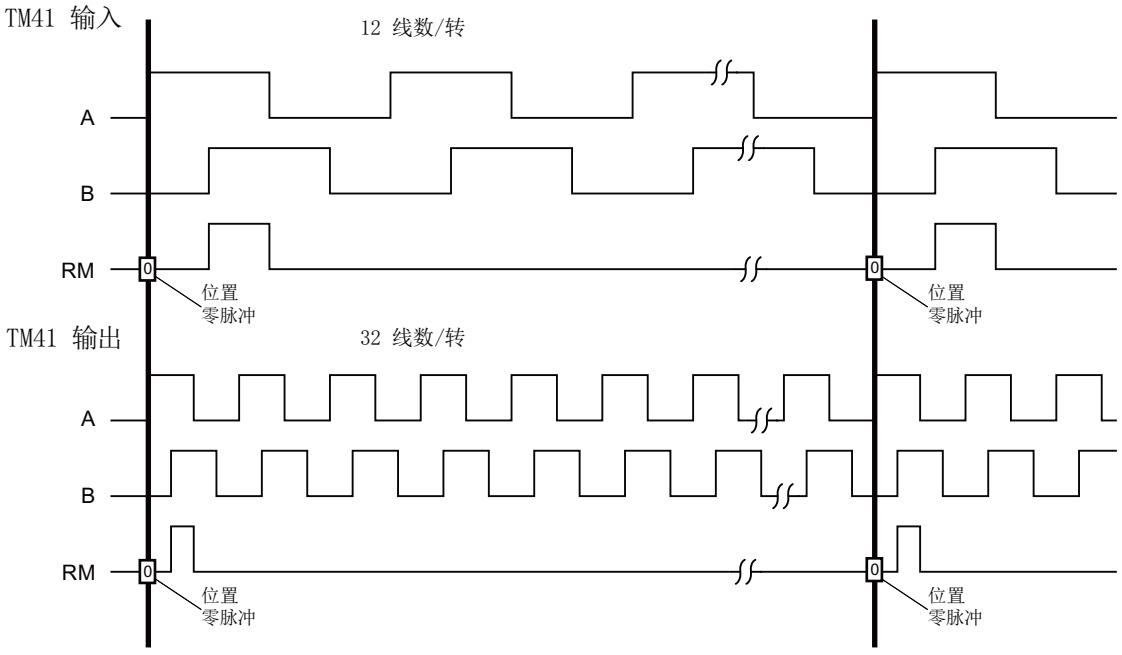


图 7-20　编码器线数增加设置

有多个零脉冲位置时的线数增加示例

如果原始编码器每转输出多个零位置/零脉冲，比如：有多个磁极对的旋转变压器，则必须通过附加条件选择正确的零脉冲。 否则原始编码器的位置和零脉冲位置之间的关系不再可重建。

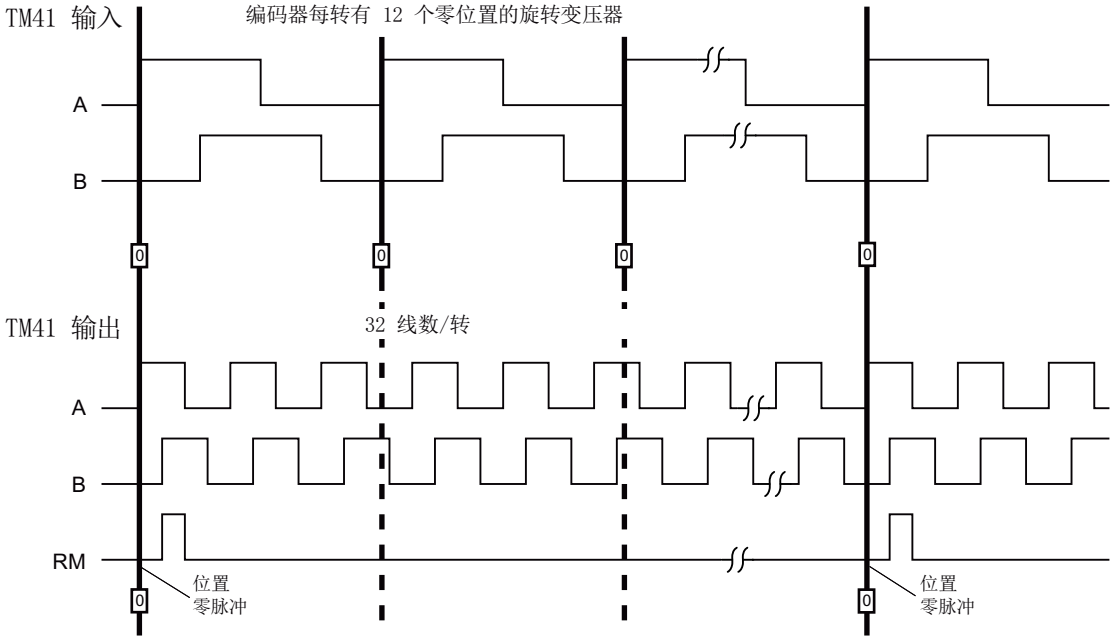


图 7-21 每转多个零位置时的线数增加

参数设置

通过 p4408 和 p4418 设置（信号源的）主编码器的线数。 为了实现所生成的零脉冲与主编码器零脉冲的同步，TM41 输入上的编码器每转线数 (p4408) 必须与模拟量互联输入 p4420 连接的编码器的每转线数完全一致。

通过 p0408 和 p0418 对由 TM41 仿真的线数进行设置。 若设置了 p4408 = 0，则 p0408 和 p0418 的值也适用于 TM41 的输出。

可采用的诊断方案

在采用线数增加/减少设置后，参数 r4419 会显示计算出的位置设定值。 通过调试工具 STARTER 的跟踪功能可根据 r4419 对线数增加/减少功能进行检查。

TM41 零脉冲输出使能

设置 p4401.1 = 1 时，主编码器的零脉冲也由 TM41 输出。 设置 p4401.1 = 0 时，在 TM41 处于接通状态的位置由 TM41 输出零脉冲。

7.24.4 零脉冲同步（SINAMICS 模式）

在驱动接通后会设置一个静态偏移，此偏移通过随机的增量编码器仿真接通时间点得出。

通过此功能对静态偏移进行补偿。 TM41 上输出的零脉冲的位置会与主编码器的零脉冲进行同步。 以下条件被定义用于同步：

- 参考脉冲位于信号 A 和 B 均为“高位”的位置。
- 零位置是属于参考脉冲的 A 信号上升沿，其在零脉冲前的正旋转方向出现。

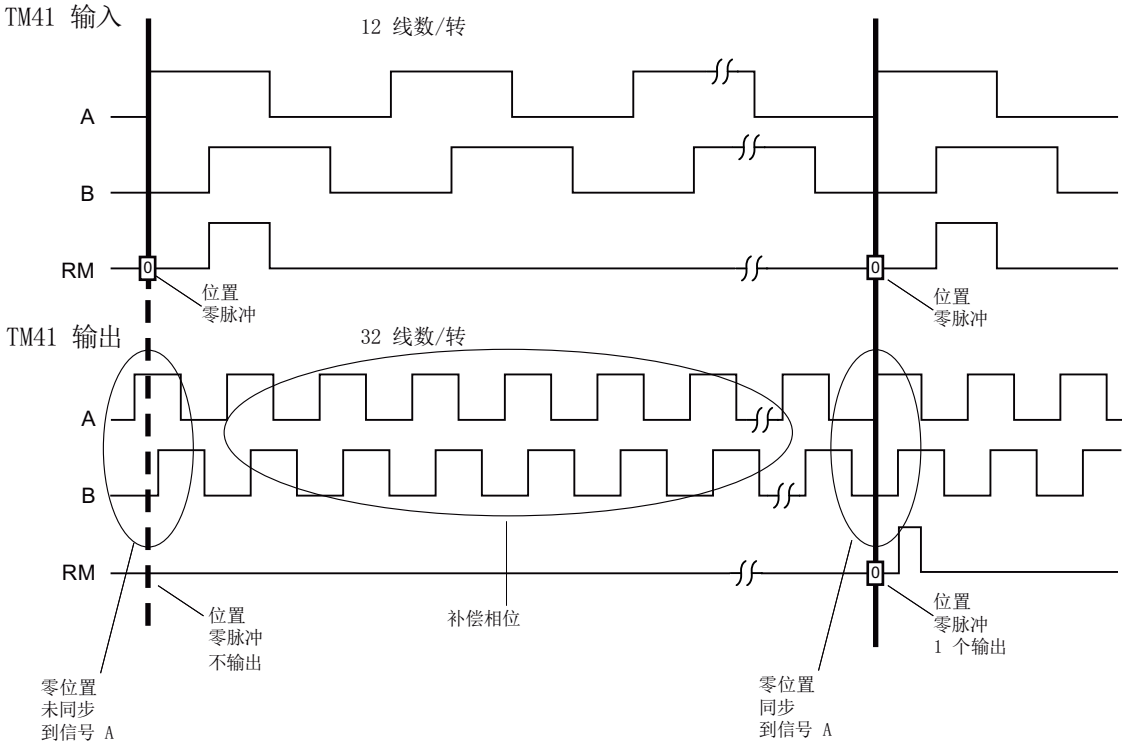


图 7-22 示例：零脉冲同步

同步图：

- SINAMICS 系统启动后，驱动对象 TM41 会通过编码器接口请求引导编码器的零位置。 编码器仿真跟随主编码器的运动进行，并输出信号 A / B。 此时尚不会输出零脉冲。 A 信号的脉冲沿尚未与引导编码器同步。
- 在主编码器运行过零位置后，TM41 会获取此位置。 此时会对信号输出进行补偿，从而使 A 信号的上升沿与零位置同步。
- 在同步完成后会在零脉冲位置上输出零脉冲。

检测零脉冲位置用于新同步

若设置了不等于 2^n（例如 p0408 = 1000）的编码器线数，复位后上级控制系统有时可能无法通过所报告的 TM41 位置实际值 xIST1 测算下一个零脉冲的位置。 针对此状况，控制系统可通过异步读取任务从参数 r4427 询问下一个零脉冲的位置。

7.24.5 TM41 频率限值

- 可设定的线数 (p0408)：32 至 16384 线数/转（出厂设置 = 2048）
- 不可超出下表中规定的最大线数频率（频率限值）。

表格 7-12 TM41 的最大输出频率 = 750 kHz（p4401.7 = 0）

不激活高设定值分辨率(p4401.5 = 0)				
采样时间 p4099[3]		125 µs	250 µs	500 µs
分辨率		31.25 Hz	15.625 Hz	7.8125 Hz
SINAMICS 模式 p4400 = 1	输出频率 $f_{最大}$（p0418 < 17 位）	1024 kHz	512 kHz	256 kHz
	输出频率 $f_{最大}$（p0418 = 17 位）	512 kHz	256 kHz	128 kHz
	输出频率 $f_{最大}$（p0418 = 18 位）	256 kHz	128 kHz	64 kHz
SIMOTION 模式 p4400 = 0	输出频率 $f_{最大}$	1024 kHz	512 kHz	256 kHz

表格 7-13 TM41 的最大输出频率 = 1,024 kHz（p4401.7 = 1）

激活高设定值分辨率(p4401.5 = 1)				
采样时间 p4099[3]		125 µs	250 µs	500 µs
分辨率		0.122 Hz	0.061 Hz	0.031 Hz
SINAMICS 模式 p4400 = 1	输出频率 $f_{最大}$（p0418 < 17 位）	1024 kHz	512 kHz	256 kHz
	输出频率 $f_{最大}$（p0418 = 17 位）	512 kHz	256 kHz	128 kHz
	输出频率 $f_{最大}$（p0418 = 18 位）	256 kHz	128 kHz	64 kHz
SIMOTION 模式 p4400 = 0	输出频率 $f_{最大}$	1024 kHz	1024 kHz	1024 kHz

跟随误差监控

若位置实际值无法再跟随所设定的位置设定值特性曲线，则会输出故障 F35220。 在 SINAMICS 模式中，频率设定值被限制为最大输出频率。 最大输出频率由 TM41 传输至控制单元。

7.24.6 SINAMICS 模式中的示例

需通过 TM41 对主编码器的信号进行调整，并将其传输至驱动对象 SERVO。

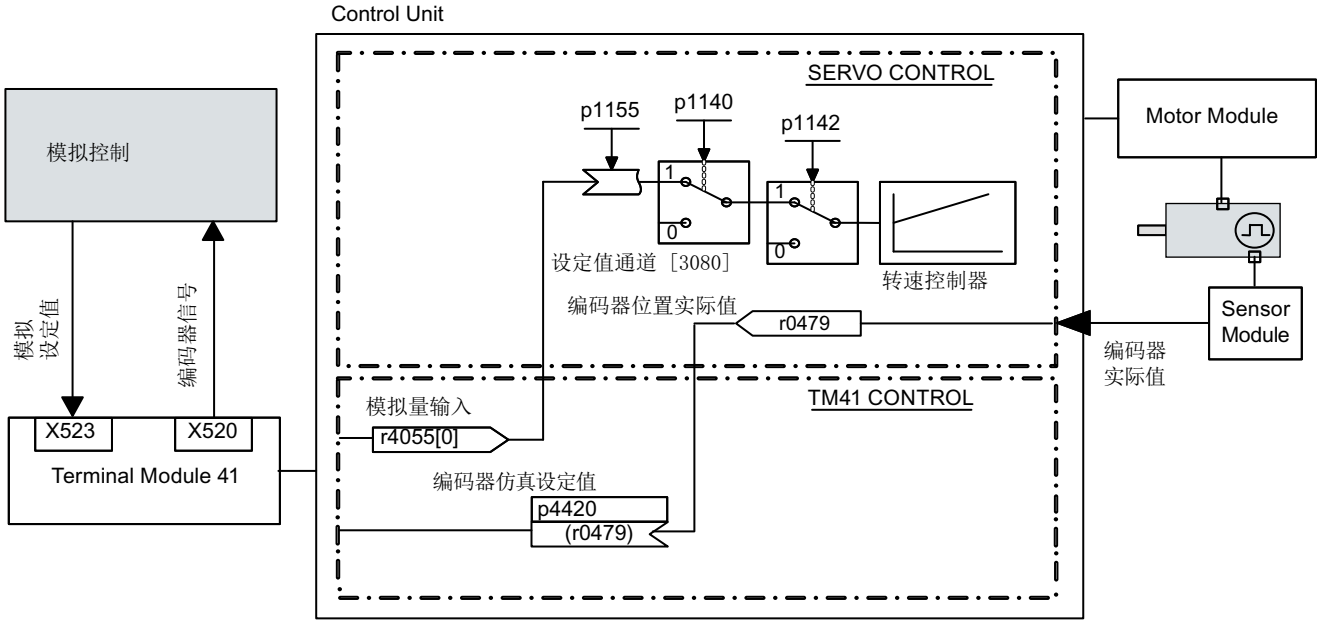


图 7-23 示例： TM41

示例的调试

通过 STARTER 窗口输入参数值：

- p4400 = 1（使用编码器位置实际值的编码器仿真）
- p4420 = r0479[n]（SERVO 或 VECTOR）, n = 0...2
- p4408 = 线数传动比设置（必须对应主编码器的线数）
- p4418 = 信号源细分分辨率设置（必须对应主编码器的精分辨率）
- p0408 = 编码器仿真线数设置
- p0418 = 编码器仿真细分分辨率设置

说明

为了向上级控制系统发送 TM41 的编码器仿真故障信息，必须将参数“2139.0...8 CO/BO：故障/报警状态字 1”通过 BICO 与一个数字量输出（TM41 或 CU）连接，确保其之后可由外部控制系统读取。

7.24.7 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 9659 端子模块 41 (TM41) 一览
- 9660 端子模块 41（TM41）- 电位隔离的数字量输入 (DI 0 ... DI 3)
- 9661 端子模块 41（TM41）- 双向数字量输入/输出 (DI/DO 0 ... DI/DO 1)
- 9662 端子模块 41（TM41）- 双向数字量输入/输出 (DI/DO 2 ... DI/DO 3)
- 9663 端子模块 41 (TM41) - 模拟量输入 0 (AI 0)
- 9674 端子模块 41（TM41）- 增量编码器仿真(p4400 = 0)
- 9676 端子模块 41（TM41）- 增量编码器仿真(p4400 = 1)
- 9678 端子模块 41（TM41）- 顺序控制控制字(p4400 = 0)
- 9680 端子模块 41（TM41）- 顺序控制状态字
- 9682 端子模块 41（TM41）- 控制器(p4400 = 0)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

概述

- r0002 TM41 运行显示
- p0408 TM41 编码器仿真线数
- p0418 TM41 编码器仿真，细分分辨率 Gx_XIST1（单位：位）
- p4099[0...3] TM41 输入/输出的采样时间
- p4400 TM41 编码器仿真运行模式
- p4401 TM41 编码器仿真模式

- p4402.0...2 CO/BO:TM41 编码器仿真状态
- r4419 TM41 编码器仿真位置设定值诊断

使用转速设定值的增量编码器仿真 (p4400 = 0)

- p0840 BI:ON / OFF (OFF1)
- r0898.0...13 CO/BO:控制字，顺序控制
- r0899.0...15 CO/BO:过程控制状态字
- p1155 CI：TM41 编码器仿真，转速设定值 1
- p4426 TM41 编码器仿真，输出零脉冲经过的线数

采用编码器位置实际值的增量编码器仿真(p4400 = 1)

- p4408 TM41 编码器仿真，主编码器线数
- p4418 TM41 编码器仿真，主编码器细分分辨率
- p4420 CI：TM41 编码器仿真，位置设定值
- p4421 TM41 编码器仿真时滞补偿
- p4422 TM41 编码器仿真，位置设定值取反
- p4426 TM41 编码器仿真，输出零脉冲经过的线数

7.25 固件和项目升级

7.25.1 一览

若新固件版本中提供了更多功能，并且需要使用这些功能时，应更新固件版本。

CU310-2 和 CU320-2 上的固件及项目更新方式在原理上是相同的。不支持 CU310/CU310-2 与 CU320/CU320-2 之间的项目传输。

SINAMICS 驱动系统的固件分布在多处。其位于控制单元及各 DRIVE-CLiQ 组件上。

在启动时控制单元会自动从存储卡载入固件，因此无需专门更新。通过网络服务器更新存储卡上的固件，即可自动更新控制单元的固件。

从固件版本 V4.6 起，为确保安全更新，必须使用新型存储卡。该存储卡容量更大，有一备份区用于安全备份。另外其中还包含了经过优化的引导启动程序。旧存储卡仍旧可继续使用，但无法确保安全更新。

⚠ 警告

使用移动存储设备时可导致软件被篡改，从而可导致误操作

将文件存储于移动存储介质上时，受病毒或恶意软件感染的可能性较高。参数设置错误可能会导致机器出现误操作，以至于导致人员重伤或死亡。

- 请为存储于移动存储介质上的文件采取适宜的保护措施（例如启用杀毒软件），防止其受到恶意软件的损害。

说明

请注意使用的存储卡要和最新固件版本（如 V4.8）兼容。查看标签便可得知存储卡是否能确保安全更新。

DRIVE-CLiQ 组件

控制单元的存储卡中也包含 DRIVE-CLiQ 组件的固件。其会通过出厂设置 p7826 = 1 在首次调试时自动从存储卡传输至 DRIVE-CLiQ 组件。这些固件会在更新时非易失性地存储至 DRIVE-CLiQ 组件中。

完成项目下载或自动配置后，连接的所有 DRIVE-CLiQ 组件都会执行固件更新。这样所有 DRIVE-CLiQ 组件的固件都会更新至和存储卡匹配的固件版本。

更新过程

该过程可能要持续几分钟。其会通过相应组件上 RDY-LED 的绿/红闪烁以及控制单元 RDY-LED 的橙色闪烁（频率为 0.5 Hz）显示。

更新的进度显示在参数 p7827 中。

控制单元的 RDY-LED 停止以 0.5 Hz 的频率闪烁则表示更新完成。更新结束后相应组件的 RDY-LED 变为常亮状态，表示更新完成、新固件激活。对于 RDY-LED 以 2 Hz 的频率红/绿闪烁的组件，必须执行上电以激活新固件。

说明

在激活新固件时，组件的循环通讯可能会中断。必须对之后出现的通讯故障进行应答。

也可以通过 STARTER 窗口（Drive Unit -> Configuration -> Version Overview）读取各个组件的固件版本，或手动启动单个组件的固件更新。DRIVE-CLiQ 组件和控制单元的版本也可能有所不同。详细信息请参见版本一览。

说明

版本较高的 DRIVE-CLiQ 组件具有向下兼容性，并且可与固件版本较低的 DRIVE-CLiQ 组件一起使用。

说明

SINAMICS S120 装机装柜型设备更新

与书本型设备相比，S120 装机装柜型设备的更新更广泛且具有更多设置。装机装柜型设备的更新过程详细说明参见以下西门子网页：

S120 装机装柜型设备更新 (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/60494864)

7.25.2 通过网络服务器更新固件

7.25.2.1 一览

借助网络服务器可以直接通过网络连接更新存储卡上的数据。您不仅可以下载配置数据，还可以将最新的固件版本下载到存储卡上。

在更新存储卡数据时，现有数据不会被直接覆盖，以确保安全。存储卡有一个备份区，以确保数据安全。因此如果在系统自动检查后发现数据受损，仍可以自动修复数据。

7.25.2.2 更新存储卡上的固件/配置

借助网络服务器您可以将最新固件或配置数据下载到驱动的存储卡上。必要时您也可以同时载入最新固件和配置数据。

前提条件

- 有驱动对象
- 已启动网络服务器
- 固件或配置数据已压缩成 Zip 包
- PG/PC 已与控制单元（目标设备）连接
- STARTER：已执行“载入文件系统”

调用显示区 “Manage Config”

在浏览区点击条目“Manage Config”。

接着网络浏览器右侧的显示区“Manage Config”激活。

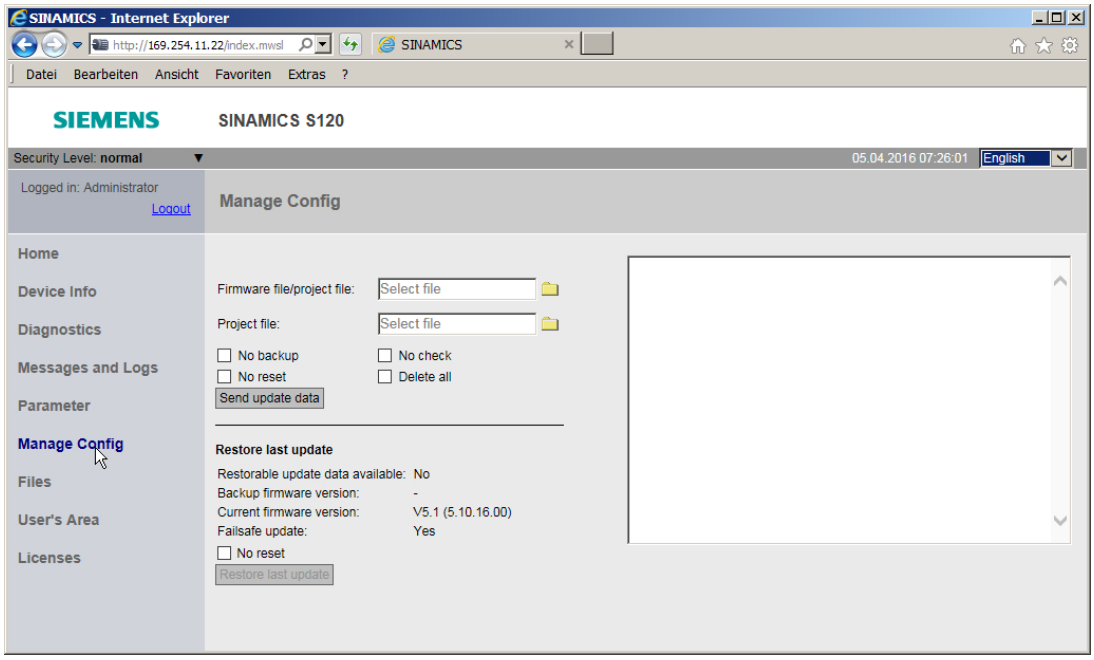


图 7-24 网络服务器显示区：Manage Config；只有在操作之后才会显示右侧状态

通过该显示区您可以发送新数据或恢复之前的更新数据。

更新固件或配置数据

您不仅可以通过压缩文件单独更新固件，也可以单独更新配置数据。配置数据必须通过STARTER（通过“Load to File System”功能）进行压缩。

但是固件和配置也可同时更新。因此，有两条“select a file”栏。下文的说明仅针对单独的固件更新或配置数据更新：

1. 点击“select a file”栏右侧的文件夹图标。
2. 在网络客户端目录中选择固件或配置文件的压缩包(.Zip) 。
   “select a file”栏中接着会显示压缩包的名称。
   接下来的更新步骤有以下选项可用：

选项	描述
No Backup（无备份）	在更新固件/配置数据前不备份已有固件。
No Check（无检查）	不检查下载的压缩包中固件/配置数据的一致性。
No Reset（无复位）	在下载固件/配置数据后不会触发复位。
Delete all（全部删除）	在解压缩固件包前删除存储卡上的所有文件。 **提示：**只有在更新固件时才可勾选该选项。在更新配置数据时勾选该选项可能会导致重要数据丢失。注意数据会丢失。 删除操作不影响目录“/install/sinamics”和授权码。

3. 点击鼠标，勾选所有需要的更新选项。
4. 然后点击按钮“Send update data”。
   在更新固件时会检查存储卡上是否有可用空间。另外还会检查控制单元上驱动对象的状态。
   - 在配置数据更新进行期间，SINAMICS 会输出故障“F01070 正在向存储卡下载项目/固件”。
   - 一旦分区 1 和分区 2 不一致，系统会输出报警“A01073：需要上电，以进行存储卡上的备份复制”。

   在这两种情况下控制单元诊断缓冲器中也会增加一个条目。

说明

存储卡上的固件下载可能要持续几分钟。

恢复旧版本固件

在显示区“Manage config”中的“Restore last update”下显示了最新的固件版本。如果有旧版本固件作为备份，此处也会显示旧版本及其 ID，此时，您可以恢复旧版本固件。

1. 如果不希望该操作触发复位，可以勾选选项“No Reset”。
2. 点击按钮“Restore last update”。

结果：

恢复旧版本固件。恢复到旧版时也可以使用之前的固件版本所适用的旧项目数据或密码。

7.25.3 固件更新

前提条件

- 有一个驱动对象
- 存储卡中包含了最新固件
- 编程设备（PG/PC）上安装了含最新固件的调试工具 STARTER 或 Startdrive
- PG/PC 已与控制单元（目标设备）连接

通过网络服务器更新固件

1. 更新存储卡上的固件：
   – 启动网络服务器 (页 930)
   – 通过网络服务器将固件下载到存储卡上 (页 415)
   在更新存储卡上的固件后，所有新数据将自动解压缩并经过检查。然后会触发复位。
2. DRIVE-CLiQ 组件的固件更新会自动进行。然后会触发复位。
   新数据将复制到存储卡的备份区内，以便数据丢失时仍可以使用备份（参见章节“掉电安全性 (页 419)”）。
3. 为驱动装置（控制单元和所有 DRIVE-CLiQ 组件）重新上电。
   完全启动后 DRIVE-CLiQ 组件中的新固件版本才生效，新版本之后会显示在版本一览中。

更新存储卡上的固件

说明

保存网络服务器设置

如果更新前保存了配置数据并在更新后再次调用，则固件更新后，特定的网络服务器设置保持不变。

需要保存的时存储卡上该目录下的数据：

\OEM\SINAMICS\HMI\

1. 在 STARTER 中打开项目（如果项目已存在于 STARTER 中，则省略该步骤。）：
   - 连接目标系统（在线模式）。
   - 将项目从目标系统载入至 PG/PC。
   - 断开与目标系统的连接（离线模式）。
2. 将 STARTER 中的项目转换为最新的固件版本：
   - 在项目浏览区中选择菜单 drive unit > Target > Device version / Upgrade device type。
   - 接着选择所需的固件版本：例如版本“SINAMICS S120 Firmware-Version 4.x”-> Change version
3. 更换存储卡：
   - 切断控制单元电源。
   - 删除包含旧固件版本的存储卡。
   - 插入包含新固件版本的存储卡。
   - 重新给控制单元上电。
4. 等待直至控制单元完成新固件版本的传输。
   这可通过诊断 LED RDY 提供的信息识别。
5. 以带旧固件的存储卡上保存的数据覆盖当前存储卡的以下目录：
   \OEM\SINAMICS\HMI\
6. 将项目从 STARTER 中传输至新硬件：
   - 将新硬件与 PG/PC 连接。
   - 连接目标系统（在线模式）。
   - 执行 Download to target device。
7. 执行指令“Copy from RAM to ROM...”。
8. 执行驱动装置（控制单元和所有 DRIVE-CLiQ 组件）上电。
   完全启动后 DRIVE-CLiQ 组件中的新固件版本才生效，新版本之后会显示在版本一览中。

7.25.4 降级禁止

降级禁止指禁止将为排除故障而更新的固件下降到旧版本。

说明

固件版本的更新

高固件版本组件和低固件版本组件完全兼容， 也就是说组件在完整固件更新后可不受限制地和低版本组件一起工作。

说明

控制单元的固件降级

高固件版本比低固件版本的功能更多，因此性能更佳。 控制单元从高固件版本降级到低固件版本后，会丧失某些功能。

7.25.5 通过网络服务器更新固件时的掉电安全性

为确保通过网络服务器更新固件时的掉电安全性，从固件版本 V4.6 起，数据从工作区复制到一个备份区中。这样如果在更新固件期间发生故障也不会丢失数据。只有“系统”级权限才能访问该备份区。“用户”级权限无法看到该分区。

说明

最低要求

在旧的固件版本上（例如：V4.5，带存储卡）不能使用该特性。如果希望自动进行备份复制，需要满足以下前提条件：

- 版本正确的控制单元（参见“读取控制单元版本 (页 1011)”）
- 固件版本 V4.6 或者更高版本的原装存储卡

存储卡上更改的数据

如果存储卡上工作区内的数据和备份区的不一致，系统便会输出报警“A01073：需要上电，以进行存储卡上的备份复制”。此时在控制单元诊断缓冲器中会增加一个条目。为更新备份区上的数据，也必须执行上电。

自动修复受损数据

一旦发现存储卡上的数据损坏，系统便会自动修复受损数据。比如：如果存储卡上工作区受损，系统会重新格式化该分区，用备份区的数据修复该分区。该情况下会输出故障信息“F01072：从备份数据中恢复存储卡”。

7.26 模块型功率单元上的 CU310-2 紧急模式

7.26.1 概述

紧急模式（Essential Service Mode，简称 ESM)）可使驱动器在必要情况下尽可能地保持运行，即使驱动器出现故障也是如此。

该功能为应急功能，请只在驱动器停机可导致重大损失的情况下使用！
比如：大型建筑中发生火灾时，风机必须持续工作，吸出烟尘，使人员能够从安全通道逃生。此时便要求变频器进入紧急模式。

说明

紧急模式中的质保失效

激活了紧急模式后，变频器所有质保失效。紧急模式有以下影响：

- 变频器内部和外部异常高温
- 变频器内部和外部有明火
- 发光、发出噪音、产生颗粒或气体

变频器会将紧急模式和在紧急模式期间产生的故障记录在一个设有密码的存储器中。该数据只有服务和修理人员可以访问。

前提条件：

满足以下条件，才能在 SINAMICS S120 上使用 ESM：

- CU310-2 PN 或 CU310-2 DP
- 矢量控制
- 功率模块 PM240-2
- 块型功率单元

激活/关闭紧急模式

信号 p3880 = 1 用于激活紧急模式：

- 如果电机在激活紧急模式时处于关闭状态，变频器会接通电机。
- 如果电机在激活紧急模式时处于接通状态，变频器会将转速设定值切换为“ESM 设定值源”。

信号 p3880 = 0 用于取消紧急模式：

- 当 OFF1、OFF2 或 OFF3 的其中一个指令生效时，变频器会关闭电机。
- 如果 OFF1、OFF2 或 OFF3 都未生效，变频器会将转速设定值从“ESM 设定值源”切换为标准设定值源。

紧急模式的特点

在紧急模式激活时通过其他信号接通和关闭电机。

用于关闭电机的指令 OFF1、OFF2 和 OFF3 无效。

变频器会结束所有因节能原因而关闭电机的功能，例如：PROFIenergy 或休眠模式。

⚠ 警告

选择 “Safe Torque Off” 可导致意外退出紧急模式

功率模块 PM240-2 有用于选择安全功能 “Safe Torque Off” (STO) 的端子。生效的 STO 功能可关闭电机并退出紧急模式。退出紧急模式可导致人员重伤或死亡，如除烟雾器故障时。

- 将功率模块 PM240-2 上的两个 STO 开关调至 “OFF” 位置。

紧急模式激活时的故障响应

在“紧急模式”下变频器在出现故障时不关机，而是会根据故障类型作出不同的响应：

- 变频器会忽略非直接导致变频器或电机损坏的故障。
- 变频器尝试通过自动重启自动应答不可忽略的故障。
- 对于不可应答的故障，可通过旁路功能将电机切换至电网运行。

紧急模式激活时自动重启

- 变频器会忽略 p1206 中的设置（故障后无自动重启）并以“故障后自动重启多次” (p1210 = 6) 的设置工作。
- 变频器按照 p1212 和 p1213 的设置重启，最多重启 p1211 设置的次数。如果重启仍失败，则变频器输出故障信息 F07320。

紧急模式激活时的转速设定值

- p3881 用于确定转速设定值。通过 p3881 确定模拟量输入为设定值源时，断线时，变频器可切换至设定值 p3882。
- 只有设置为电流输入时，CU310-2 和 TM31 上的模拟量输入才能开始断线监控。设置为电压输入时，紧急模式中不会开始断线监控，因此也不会切换至设定值 p3882。

旁路模式和紧急模式的相互作用

- 紧急模式生效时，如果激活旁路运行，内部会切换为变频器运行，以确保紧急模式的设定值源能给出设定值。
- 如果在执行完 p1211 设定的重启次数后故障仍存在，则变频器发出故障信息 F07320，进入故障状态。该情况下有两种方法：切换至旁路运行或直接在电网上运行电机。

转速限值激活时的特性

紧急模式下，可设置的 ESM 源的设定转速需要遵守激活的转速限值的设置：

- 如果所设置的 ESM 转速低于最小转速，则紧急模式中最小转速生效。
- 需要注意抑制带和最大转速的设置。

编码器故障时自动切换为无编码器运行

同时满足以下两个条件时，在编码器故障条件下紧急模式才能工作：

- 紧急模式（ESM）已激活。
- 参数 p0491（电机编码器故障响应 ENCODER）事先已设置为 1 或 5。

满足这两个条件后，在该状态下，驱动便自动切换到无编码器运行。

⚠ 警告

紧急运行（ESM）中驱动停止可导致危险

由于此时驱动会自动切换到无编码器运行，因此，即使激活了自动重启，**在电源中断情况下**驱动仍可能无法以受控的方式启动。驱动停止可导致人员重伤或死亡，比如：当通风设备或除烟雾器停止工作时。

- 在紧急运行（ESM）激活时将驱动手动切换到无编码器运行，避免电机停止。

7.26.2 配置紧急模式

调试

按如下步骤调试紧急模式：

1. 连接一个未占用的数字量输入作为 ESM 激活的信号源。
   如果在出现接地故障或者控制电缆断线时仍需要激活紧急模式，则必须使用一个取反的数字量输入。
   取反的 DI3 示例：设置 p3880 = 723.3。
   用于 ESM 激活的数字量输入不允许与其他功能互联。
2. 通过 p3881 设置 ESM 设定值源。
   - p3881 = 0:最后的已知设定值（经过滤波的 r1078）- 出厂设置
   - p3881 = 1:转速固定设定值 15（p1015）
   - p3881 = 2:控制单元模拟量输入 0 (AI 0, r0755[0])
   - p3881 = 3:现场总线
   - p3881 = 5:TM31 模拟量输入
   - p3881 = 6:使能响应 OFF1
   - p3881 = 7:使能响应 OFF2
3. 通过 p3882 设置可选 ESM 设定值源。
   - p3882 = 0:最后的已知设定值（经过滤波的 r1078）- 出厂设置
   - p3882 = 1:转速固定设定值 15（p1015）
   - p3882 = 2:最高转速 (p1082)
4. 设置旋转方向的来源。
   p3881 = 0、1、2、3 时，如果将 p3883 与您选择的一个未占用的数字量输入互联，p3883 在紧急模式下会取反旋转方向。
   例如：设置 p3883 = 722.4，将 p3883 与 DI 4 互联。
5. 可选：切换到旁路运行。
   变频器通过自动重启不能应答已出现的故障时便会输出故障信息 F07320，进入故障状态并不再继续尝试重启。
   必须进行以下设置，才能在该情况下继续运行电机：
   - 设置 p1266 = 3889.10。
     设置 r3889.10 = 1，变频器会将电机切换至旁路模式。
   - 确保切换至旁路运行时，旋转方向不会改变（正确的设置：p3883=0）。
   - 设置 p1267.0 = 1。
     变频器会通过控制信号 p1266 将电机切换至旁路模式，而与转速无关。
   - 调试“旁路”功能，具体信息参见章节旁路 (页 288)。

结果：

成功调试了紧急模式。

7.26.3 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3040 设定值通道 - 方向限制和换向
- 7033 工艺功能 - 紧急模式 (ESM, Essential Service Mode)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0491 电机编码器故障应答响应 GEBER
- p1210 自动重启模式
- p1211 自动重启中的启动次数
- p1212 自动重启中的启动等待时间
- p1213[0...1] 自动重启的监控时间
- p1266 BI:旁路控制指令
- p1267 旁路切换指令源的配置
- p3880 BI:ESM 信号源激活
- p3881 ESM 设定值源
- p3882 ESM 可选设定值源
- p3883 BI:ESM 旋转方向信号源
- p3886 CI:ESM 设定值 TM31 模拟量输入
- r3887[0...1] ESM 激活次数和故障数量
- p3888 复位 ESM 激活次数和故障数量
- r3889.0...10 CO/BO:ESM 状态字

7.27 脉冲/方向接口

通过脉冲/方向接口，在控制方式 SERVO 和 VECTOR 中可将 SINAMICS S120 用于控制系统上的简单定位任务。

- 控制系统通过 SMC30 的编码器接口（X521 接口）连接至 CU320-2。
- 控制系统通过 X23 上的内部编码器接口连接至 CU310-2。

控制系统通过编码器接口将脉冲/方向信号的设定值传输至驱动。

以此给定的转速实际值 r0061 之后便可作为转速设定值通过 BICO 与固定设定值 p1155 连接

说明

- 控制单元 CU320-2 和 SMC30 的更多详细信息请参见 SINAMICS S120 控制单元手册。
- 控制单元 CU310-2 的更多详细信息请参见 SINAMICS S120 AC 驱动手册。

使用场合：采用转速闭环控制的驱动

驱动在控制系统上以转速闭环控制运行。转速设定值由周期频率规定。线数在 p0408 中输入。此数值通过控制系统的周期频率以及需要通过电机达到的最大转速计算得出。具体计算公式为：

线数 =（最大周期频率 x 60）/最大转速转速

示例：若控制系统的最大周期频率为 100 kHz，而使用的电机最大需要以 3000 rpm 的额定转速运行，则线数为 2000。

SMC30 输入信号的连接

脉冲/方向接口的输入信号通过 SMC30 的 X521 接口连接：

表格 7-14 SMC30 的连接

引脚	信号名称	技术参数
1	脉冲	–
2	M	接地
3	旋转方向	–
4	M	接地
5 ... 8	不相关	–

CU310-2 输入信号的连接

脉冲/方向接口的输入信号通过 CU310-2 的 X23 接口连接：

表格 7-15　CU310-2 的连接

引脚	信号名称	技术参数
1 ... 11	不相关	–
12	M	接地
13	旋转方向	–
14	M	接地
15	脉冲	–

在配置向导中设置

脉冲/方向接口的设置（旋转、24 V、端子、无信号监控、无零脉冲等）在 STARTER 配置向导的对话框“Encoder data”中进行。

说明

脉冲/方向接口通过 p0405.5 = 1 激活（例如通过 STARTER 的专家列表）。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0010　变频器调试参数筛选
- r0061　CO:经过滤波的转速实际值
- p0400[0...n]　编码器类型选择
- p0404[0...n]　生效的编码器配置
- p0405[0...n]　方波编码器信号 A/B
- p0408[0...n]　旋转编码器的线数
- r0722.0...21　CO/BO:控制单元数字量输入的状态
- p0738　BI:控制单元端子 DI/DO 8 的信号源
- p0739　BI:控制单元端子 DI/DO 9 的信号源
- p2530　CI：LR 位置设定值
- p2550　BI:LR 使能 2

7.28 装机装柜型上的降额函数

通过合适的降容函数可以大大降低装机装柜型功率单元（电机模块和电源模块）产生的噪声等级，并可在额定电流左右以多倍的额定脉冲频率运行。 为此需要使用温度传感器，监控散热器和芯片之间的温差。 一旦超出工作温度阈值，脉冲频率或允许的电流极限会自动降低。

即使在较高的脉冲频率下，功率单元也能因此达到最大输出电流。 之后降容曲线生效。

降容函数作用于装机装柜型电机模块和功率模块。 并联设备的属性和单个设备一样。 装机装柜型功率单元上输出电流和脉冲频率的相互关系请参见 SINAMICS S120 装机装柜型功率单元手册。

工作原理

为了确保在低于最大允许的环境温度时也能最佳地使用功率单元，最大输出电流用作工作温度的一项函数。 该函数还考虑了温度的动态变化，即工作温度的上升和下降。

首先会将报警阈值和当前的环境温度作比较。

如果结果是环境温度较低，则功率单元会输出更高的电流，接近额定电流。

一旦达到报警阈值，驱动会根据参数 p0290“功率单元过载响应”的设置降低脉冲频率或电流，或根本不降低。 即使没有任何响应，也会生成报警，例如：A07805“电源：功率单元过载”。

以下数值会影响热过载响应：

- 散热器温度 r0037[0]
- 芯片温度 r0037[1]
- I2T 检测出的功率单元过载 r0036

可以采取以下措施，防止热过载：

- 伺服控制时降低输出电流（转速/速度控制或者转矩/力控制）
- V/f 控制时降低输出频率
- 矢量控制时降低脉冲频率

参数 r0293“功率单元模型温度报警阈值”中显示了芯片和散热器之间温度差的报警阈值。

7.29 电机的并联

为简化成组驱动的调试，即一个功率部件上连有多个相同电机的情况，可在 STARTER（仅在矢量控制模式下）中或通过专家列表（伺服控制或矢量控制模式下，p0306）设置并联电机的数量。

在内部会根据设置的电机数量计算等效电机。电机数据识别功能可以确定等效电机的数据。电机并联时也可以使用编码器（第 1 个电机上）。

说明

电机模块并联的信息请参见章节“功率单元的并联” (页 522)。

特性

- 在一个变频器上可以最多并联 50 个电机。
- 原始电机数据组(p0300 ff.) 保持不变，只是到闭环控制的传输过程会根据并联电机的数量发生改变。
- 电机数据静态识别在电机并联时也工作。
- 电机在没有任何位移限制时，可以执行动态识别（旋转测量）。在动态识别中，电机负载不均、齿轮箱间隙太大等都会对测量结果产生不利影响。
- 在电机并联时，应尽量确保电缆长度均匀分布，使各个电机的电流分布尽量相同。
- 在伺服控制模式下必须定期监控并联电机中的单个电机。在并联的同步电机上要注意用于并联电机的 EMF 是相同的，以保证电机之间没有电流流通。

矢量控制模式下通过 STARTER 调试

说明

伺服控制模式下的电机只能通过专家列表进行并联。

在 STARTER 调试窗口中具有参数 p0306。在后续的设定中，p0306 会计入电流极限 p0640 和基准电流 p2002 的计算。参数 p0306 的取值范围为 1-50，受电机数据组（MDS）影响。

1. 需要并联电机时，首先在下拉菜单中选中需要的电机，然后激活选项“Parallel connection of motor”。
2. 并在输入栏“Number”中输入并联电机的数量。
   显示和输入功能只提供用于矢量控制。在伺服控制中，应通过专家参数表中的参数 p0306 设置电机并联。

集成了 DRIVE-CLiQ 接口（SINAMICS 集成编码器模块）的电机也可并联。第一个电机通过 DRIVE-CLiQ 和编码器相连。参与并联的其他电机必须具有相同结构。根据参数 p0306 的设置和 DRIVE-CLiQ 传送的编码器信息可以确定所有需要的电机数据。

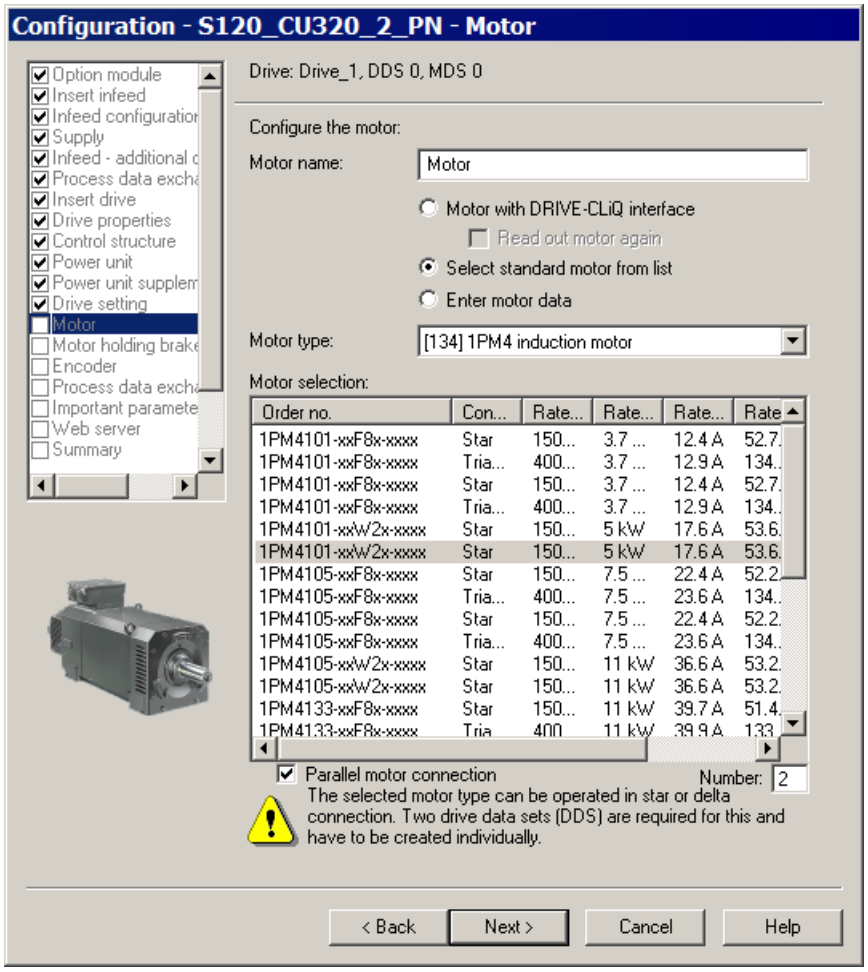


图 7-25　矢量控制模式下的并联电机选择

STARTER 中电机并联的特性

- 铭牌参数和等效电路图参数为单个驱动的数据。
- 并联数据组没有代码号。总电机数据由 p0306 和单个电机的代码计算得出。并联中的锁定机制和单个驱动相同。
- “Motor data”窗口中只显示已选单个电机的数据。

并联限制

并联的前提是，各个电机已经通过负载机械相连。如果需要断开某个电机，必须通过 DDS/MDS 切换在 p0306 中减少电机数量。得出的等效电路图会因此发生改变，并可能需要单独运行数据组，例如：在电机数量减少后，重新识别电机数据。否则功率单元会使用错误的电机数据。

如果需要在编码器运行时使电机和编码器断开，则可以执行 EDS 切换，或使用 2 个 SMC。

如果驱动已经通过负载机械相连，并且转速和由运行点决定的失步转速相同，那么在驱动并联时，带编码器的矢量控制特性和使用单个驱动时相同。

反例：

几个电机的转速经过一个较大的传动比传导到负载上，因此存在较大的间隙和较高的弹性。如果负载带动某个电机旋转，而另一个仍保持静止，则没有编码器的驱动出现失步。

如果其中的一个电机出现故障，各个电机会因过电流而被电机保护开关关断。配备了控制器时，功率单元被控制器关断；电机匝间短路故障时，功率单元进入故障状态。然后必须从并联回路中删除该电机。参数 p0306 可以通过 DDS/MDS 切换修改。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0300[0...n] 电机类型选择
- p0306[0...n] 并联电机的数量
- p0307[0...n] 电机额定功率
- p0640[0...n] 电流极限
- p2002 基准电流

功能模块

8

功能模块是驱动项目的扩展功能，在调试时可以激活。

功能模块示例：

- 工艺控制器
- 扩展设定值通道
- 扩展制动控制

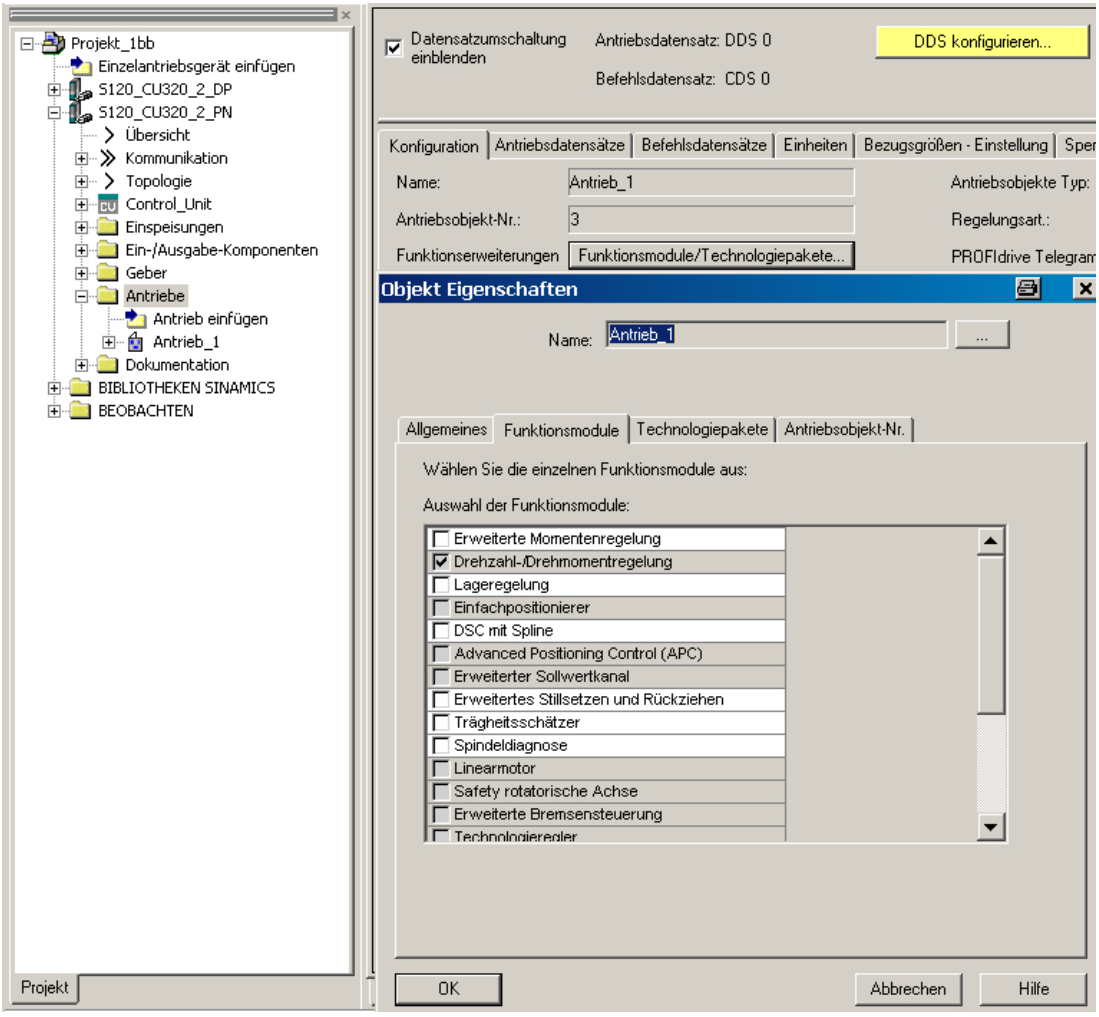
功能模块有自己的参数，有时也有自己的报警信息和故障信息。这些参数和信息只有在功能模块激活之后才显示。在配置时注意，功能模块激活后通常也会占用计算时间。

某些功能模块需要购买许可证书，如果没有该证书，变频器在选择功能模块时便无法运行。

使用 STARTER 调试

在 STARTER 的调试窗口中，可以直接或间接激活功能模块，例如：工艺控制器。例如：简单定位器(EPOS)的激活会自动激活位置控制。

功能模块也可在 STARTER 的 “Configuration > Function module / technology package” 中激活。STARTER 中灰色显示的功能模块不能通过 STARTER 激活。



通过参数调试（只使用 BOP20）

通过控制单元 CU 的参数 p0108 可以激活或禁用功能模块。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0108[0..n] 驱动对象功能模块
- p0124[0...n] 通过 LED 识别主部件

8.1 工艺控制器

使用功能模块“工艺控制器”可以实现一些简单的控制功能，例如：

- 液位控制
- 温度控制
- 浮动辊位置控制
- 压力控制
- 流量控制
- 没有上级控制系统的简单控制
- 拉力控制

工艺控制器具备以下属性：

- 2 个可缩放的设定值
- 可缩放的输出信号
- 自有固定值
- 自有电动电位器
- 输出限制由斜坡函数发生器激活和取消。
- 微分可以接入控制差通道中或实际值通道中。
- 只有在驱动具备脉冲使能时，工艺控制器的电动电位器才生效。

描述

工艺控制器是 PID 控制器。微分可以接入控制差通道中或实际值通道（出厂设置）中。比例、积分和微分可以单独设定。值为 0 时将断开相应部分。通过 2 个模拟量互联输入可以规定设定值。通过参数 (p2255 和 p2256)可以缩放设定值。通过设定值通道内的斜坡函数发生器以及参数 p2257 和 p2258 可以规定设定值的加速和减速时间。设定值通道和实际值通道各有一个平滑元件，平滑时间可通过参数 p2261 和 p2265 设定。

设定值可由自有的固定设定值(p2201 ~ p2215)、电动电位器或现场总线如 PROFIBUS 给定。

前馈可以由一个模拟量互联输入提供。

输出可以通过参数 p2295 缩放，调节方向也可改变。该输出可以通过参数 p2291 和 p2292 限制，并可以通过一个模拟量互联输出 r2294 自由接入。

实际值可以由 TB30 的模拟量输入端提供。

如果从控制技术的角度出发需要使用 PID 控制器，和出厂设置不同的是，微分会接入“设定-实际-差值”通道中(p2263 = 1)。如果在控制量更改时微分也应生效，便需要使用上述设置。只有当 p2274 > 0 时才会激活微分。

使用 STARTER 开展调试

可通过调试向导激活功能模块“工艺控制器”。

在参数 r0108.16 中可以检查当前的配置。

应用示例：液位控制

现在需要使容器内的液位保持恒定。

这一任务由转速闭环控制中的水泵和用于测定液位的传感器协同实现。

液位由模拟量输入端（如 TM30 的 AI0）识别，并继续传给工艺控制器。液位设定值在固定设定值中定义。由此得出的控制值将用作转速控制器的设定值。

在本示例中使用端子板 30 (TB30)。

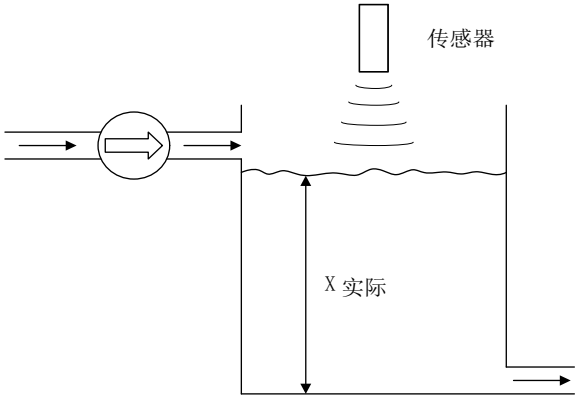


图 8-1　液位控制应用

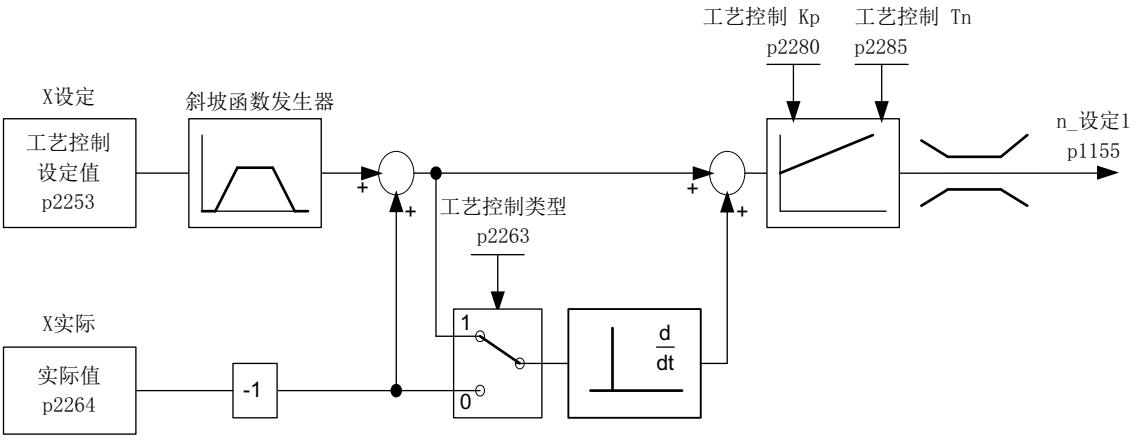


图 8-2　液位控制：控制结构

表格 8-1　用于液位控制的重要参数

参数	名称	示例
p1155	CI：转速控制器：转速设定值 1	p1155 = r2294 工艺控制输出信号[3080]
p2200	BI:工艺控制器使能	p2200 = 1 工艺控制器使能
p2253	CI：工艺控制器设定值 1	p2253 = r2224 固定设定值生效[7950]
p2263	工艺控制器类型	p2263 = 1 故障信号中的微分[7958]
p2264	CI：工艺控制器实际值（$X_{实际}$）	p2264 = r4055 [1] TB30 的模拟量输入 AI1
p2280	工艺控制器比例增益	p2280 通过优化来确定
p2285	工艺控制器积分时间	p2285 通过优化来确定

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 7950　工艺控制器 - 固定值，二进制选择（r0108.16 = 1 且 p2216 = 2）
- 7951　工艺控制器 - 固定值，直接选择（r0108.16 = 1 且 p2216 = 1）
- 7954　工艺控制器 - 电动电位器（r0108.16=1）
- 7958　工艺控制器 - 闭环控制（r0108.16=1）
- 7959　工艺控制器 - Kp-/Tn 适配（r0108.16 = 1）
- 7960　工艺控制器 - 直流母线电压控制器（r0108.16 = 1）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

固定设定值

- p2201[0...n] CO:工艺控制器固定值 1

...

- p2215[0...n] CO:工艺控制器固定值 15
- p2220[0...n] BI:工艺控制器固定值选择 位 0
- p2221[0...n] BI:工艺控制器固定值选择 位 1
- p2222[0...n] BI:工艺控制器固定值选择 位 2
- p2223[0...n] BI:工艺控制器固定值选择 位 3

电动电位器

- p2230[0...n] 工艺控制器电动电位器配置
- r2231 工艺控制器电动电位器设定值存储器
- p2235[0...n] BI:工艺控制器电动电位器设定值升高
- p2236[0...n] BI:工艺控制器电动电位器设定值降低
- p2237[0...n] 工艺控制器电动电位器最大值
- p2238[0...n] 工艺控制器电动电位器最小值
- p2240[0...n] 工艺控制器电动电位器初始值
- r2245 CO:工艺控制器电动电位器设定值，RFG 前
- p2247[0...n] 工艺控制器电动电位器斜坡上升时间
- p2248[0...n] 工艺控制器电动电位器斜坡下降时间
- r2250 CO:工艺控制器电动电位器设定值，RFG 后

闭环控制

- p2200[0...n] BI:工艺控制器使能
- p2253[0...n] CI：工艺控制器设定值 1
- p2254 [0...n] CI：工艺控制器设定值 2
- p2255 工艺控制器设定值 1 的比例系数
- p2256 工艺控制器设定值 2 的比例系数
- p2257 工艺控制器的斜坡上升时间
- p2258 工艺控制器的斜坡下降时间
- r2260 CO:斜坡函数发生器后的工艺控制器设定值
- p2261 工艺控制器设定值滤波器时间常数
- r2262 CO:经过滤波的工艺控制器设定值

- p2263 工艺控制器类型
- p2264[0...n] CI：工艺控制器实际值
- p2265 工艺控制器实际值滤波器时间常数
- r2266 CO:经过滤波的工艺控制器实际值
- p2267 工艺控制器实际值上限
- p2268 工艺控制器实际值下限
- p2269 工艺控制器实际值增益
- p2270 工艺控制器实际值函数
- p2271 工艺控制器实际值取反（传感器类型）
- r2272 CO:工艺控制器实际值缩放
- r2273 CO:工艺控制器控制偏差
- p2274 工艺控制器微分时间常数
- p2280 工艺控制器的比例增益
- p2285 工艺控制器积分时间
- p2286[0...n] BI:工艺控制器积分器停止
- p2289[0...n] CI：工艺控制器前馈信号
- p2291 CO:工艺控制器的最大限制
- p2292 CO:工艺控制器的最小限制
- p2293 工艺控制器斜坡上升时间/斜坡下降时间
- r2294 CO:工艺控制器的输出信号
- p2295 CO:工艺控制器输出的比例系数
- p2296[0...n] CI：工艺控制器输出的比例系数
- p2297[0...n] CI：工艺控制器的最大限制信号源
- p2298[0...n] CI：工艺控制器的最小限制信号源
- p2299[0...n] CI：工艺控制器限制偏移

增益和积分时间适配

- p2252 工艺控制器配置
- p2310 工艺控制器 Kp 适配输入值信号源
- p2311 工艺控制器 Kp 适配系数下限
- p2312 工艺控制器 Kp 适配系数上限
- p2313 工艺控制器 Kp 适配区终点
- p2314 工艺控制器 Kp 适配区起点
- p2315 工艺控制器 Kp 适配缩放信号源

- r2316 工艺控制器 Kp 适配输出
- p2317 工艺控制器 Tn 适配输入值信号源
- p2318 工艺控制器 Tn 适配系数下限
- p2319 工艺控制器 Tn 适配系数上限
- p2320 工艺控制器 Tn 适配区终点
- p2321 工艺控制器 Tn 适配区起点
- r2322 工艺控制器 Tn 适配输出

8.2 扩展监控功能

通过激活扩展可以增加以下监控功能：

- 转速设定值是否小于等于 p2161
- 转速设定值监控：n_设定> 0
- 负载监控

负载监控

该功能可以监控电机和加工设备之间的力传递情况。典型应用例如包括：卷取驱动轴和传送轴上的 V 带、扁平传动带、传送链；皮带轮或星形轮；并同时传送圆周速度和圆周力。此时负载监控不仅可以检查工作电机是否堵转，也可以检查力传递过程是否中断。

在负载监控期间，当前转速/转矩曲线会和编程的转速/转矩曲线(p2182 – p2190)比较。如果当前值超出了编程的公差范围，根据参数 p2181 的设定会输出一条故障或报警信息。通过 p2192 可以设定故障或报警延时。这样可以避免由于短时间的过渡状态而报告故障。

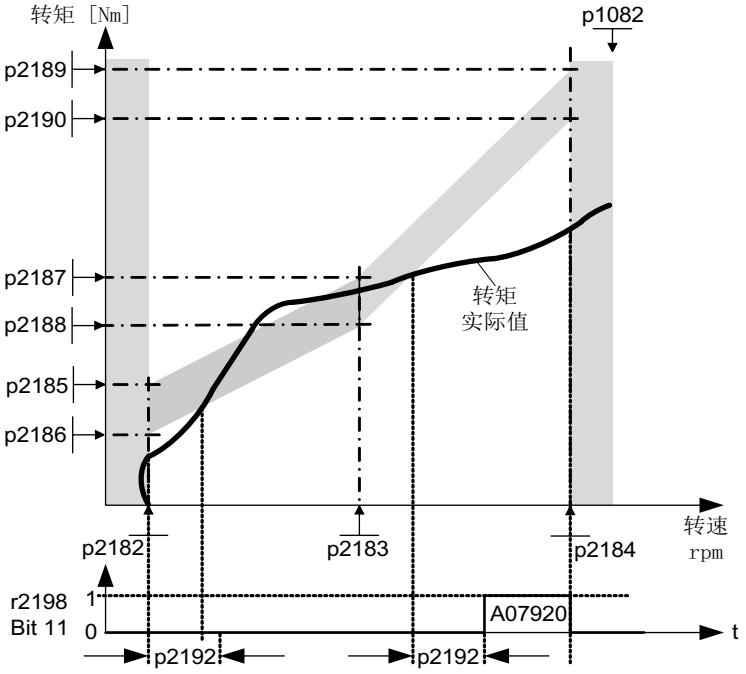


图 8-3 负载监控

调试

可通过调试向导激活该功能模块。

在参数 r0108.17 中可以检查当前的配置。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8010 信号和监控功能 - 转速信息 1
- 8011 信号和监控功能 - 转速信息 2
- 8013 信号和监控功能 - 负载监控（r0108.17 = 1）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

负载监控

- p2181[0...n] 负载监控响应
- p2182[0...n] 负载监控转速阈值 1
- p2183[0...n] 负载监控转速阈值 2
- p2184[0...n] 负载监控转速阈值 3
- p2185[0...n] 负载监控转矩阈值 1 上限

...

- p2190[0...n] 负载监控转矩阈值 3 下限
- p2192[0...n] 负载监控延迟时间

转速设定值监控

- p2150[0...n] 回差转速 3
- p2151[0...n] CI：报告用转速设定值
- p2161[0...n] 转速阈值 3
- r2198.4 CO/BO:监控 2 的状态字，|n_设定| ≤ p2161
- r2198.5 CO/BO:监控 2 的状态字，n_设定 < 0

8.3 扩展制动控制

特性

- 强制打开制动(p0855, p1215)
- 在出现“1”信号“强制闭合抱闸”时闭合制动(p0858)
- 用于打开或闭合制动的二进制互联输入(p1218, p1219)
- 用于打开或闭合制动的阈值的模拟量互联输入(p1220)
- 2 个输入之间的 “OR/AND” 模块 (p1279、r1229.10、r1229.11)
- 可以控制抱闸和运行制动。
- 监控制动的反馈信号(r1229.4, r1229.5)
- 可配置的响应（A07931，A07932）
- 在取消信号“转速控制器使能”后闭合制动(p0856)

制动控制的方式

该功能可以实现复杂的制动控制，例如用于电机抱闸和运行制动。

有以下几种方式可以控制制动，顺序按优先级排列：

- 参数 p1215
- 二进制互联参数 p1219[0...3]和 p0855
- 静态识别
- 模拟量互联阈值

在带“Safe Break Relay”的 AC 驱动上，必须将参数 p1278 设为“带诊断分析的制动控制”，即 p1278=0，才能使用安全功能“Safe Brake Control”。在书本型组件上该参数自动设置。

调试

1. 通过调试向导激活功能模块“扩展制动控制”。
   可通过参数 r0108.14 查看该功能是否激活。
   如果电机模块具有内部制动控制并检测出相连的抱闸，则简单制动控制自动激活(p1215 = 1)。
2. 在不具备内部制动控制时，可通过 p1215 = 3 激活控制。
   没有修改出厂设置时，扩展制动控制作为“简单制动控制”工作。
3. 在带反馈信号的制动 (p1222) 中，经过取反的信号必须连接到 BICO 输入上，以便进行第 2 次反馈 (p1223)。制动的开闭时间可以在 p1216 和 p1217 中设置。

⚠ 警告

参数设置错误可导致抱闸损坏

如果电机在制动闭合时启动，可导致抱闸损坏，进而导致人员重伤或死亡。

- 存在抱闸时**不要**设置 p1215 = 0。
- 正确设置所有相关参数。

说明

只有书本型和带“Safe Brake Relay”的模块型功率单元(p1278=0)上才可以激活制动控制监控。

应用在含反馈的制动的扩展制动控制

制动含反馈时(p1275.5 = 1)，制动控制对制动的反馈触点作出响应。如果延时 p1216 大于反馈信号到达的时间，则响应时间点会按两者之差延迟。

为尽可能地无延迟响应，p1216 必须设得比反馈信号到达的时间短。如果已经缩短了延时，仍出现报警“A07931：制动没有打开”：

解决办法：

1. 激活“带反馈的使能”(p1275.6 = 1)。
   脉冲使能（BO: r1229.3）和设定值使能（BO: r0899.15）此时与设置的时间级（p1217, p1216）无关。各自的使能只能由反馈确定（BI: p1222, BI: p1223）。延时(p1216, p1217)只对报警 A07931“制动没有打开”和报警 A07932“制动没有闭合”有影响。
2. 可选：为避免再显示这两条报警，可将延时(p1217, p1216) 设为 0 ms。
   结果：制动监控关闭，报警不再显示。

说明

制动打开时转速控制器的响应

有关矢量控制时转速控制器响应的信息请参见章节“转速控制器 (页 225)”。

示例

在制动闭合时启动

通电后，如果没有给出必要的使能，设定值会立即使能，即使制动还没有打开(p1152 = 1)。此时必须撤销出厂设置 p1152 = r0899.15。驱动会在制动力相反的方向上形成转矩。如果电机转矩或电机电流(p1220)超过了制动阈值 1(p1221)，制动便打开。制动完全打开的时间长短不一，取决于制动的类型和规格。此时应注意，超出制动转矩阈值后，运行使能信号(r0899.2)会中断一段时间，即：制动打开时间(p1216)，从而使电机电流不超出允许的极限值，或避免产生的电机转矩损坏制动。应根据制动松开实际需要的时间设置 p1216。

紧急制动

在紧急制动情况下电机需要同时达到电气制动和机械制动。此时可以将 OFF3 用作紧急制动的触发信号：
p1219[0] = r0898.2 和 p1275.00 = 1 （OFF3 触发“立即闭合制动”，取反信号）。

应将 OFF3 减速时间(p1135)设为 0 秒，防止变频器在制动闭合时运行。电机内可能会产生再生电能，因此必须将该电能反馈到电网中或通过制动电阻消耗。

起重机驱动上的工作制动

在带手动控制装置的起重机上，变频器必须立即对控制杆即主控开关的动作作出响应。此时，驱动通过“ON”指令(p0840)上电（脉冲已使能）。而转速设定值(p1142)和转速控制器(p0856)处于锁定状态。电机已充磁。因而省去了交流电机上通常需要的充磁时间，大约 1-2 秒。

现在，在主控开关偏转和电机旋转之间只间隔了制动打开时间。一旦主控开关偏转，便发出“来自控制系统的设定值使能”（该位和 p1142、r1229.3、p1224.0 互联）。立即使能转速控制器。在制动打开时间(p1216) 届满后，使能转速设定值。主控开关处于零位时，转速设定值被锁定，驱动沿着斜坡函数发生器的下降斜坡减速。一旦低出静态极限(p1226)，制动立即闭合。在制动闭合时间(p1217)结束后，转速控制器被锁定，现在电机无法旋转。此处使用的是扩展制动控制。

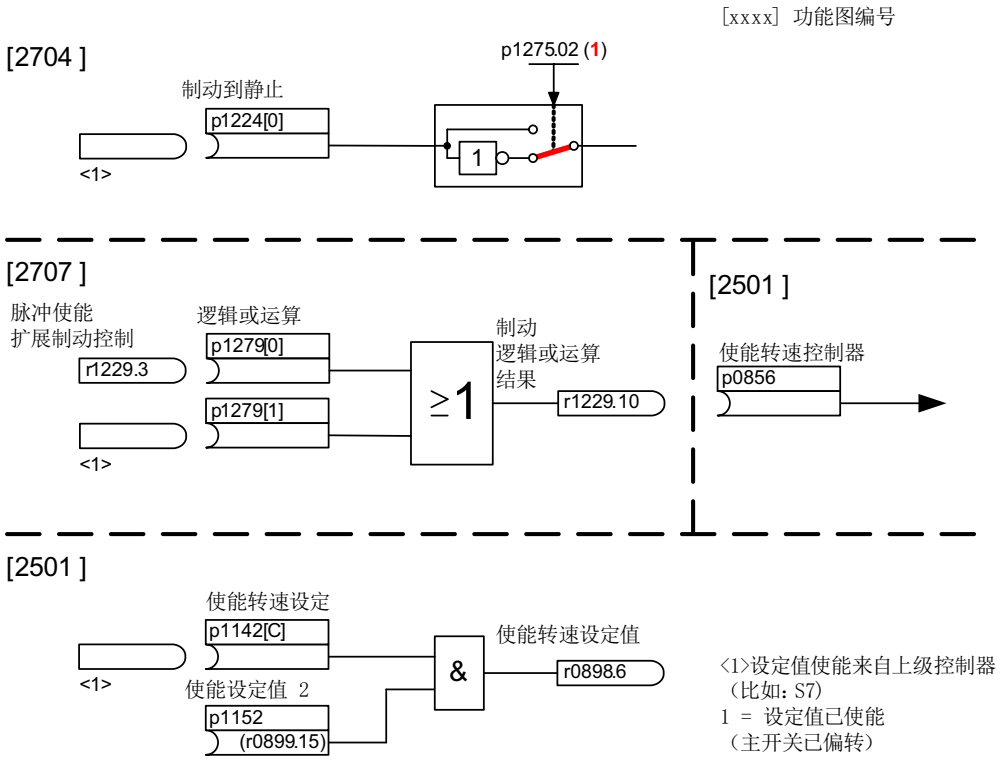


图 8-4　示例：起重机驱动上的运行制动

扩展制动控制的控制信息和状态信息

表格 8-2　扩展制动控制的控制信息

信号名称	二进制互联输入	过程控制控制字/互联参数
转速设定值使能	p1142 BI:使能转速设定值	STWA.6
使能设定值 2	p1152 BI:使能设定值 2	p1152 = r0899.15
强制打开抱闸	p0855 BI:强制打开抱闸	STWA.7
使能转速控制器	p0856 BI:使能转速控制器	STWA.12
强制闭合抱闸	p0858 BI:强制闭合抱闸	STWA.14

表格 8-3　扩展制动控制的状态信息

信号名称	参数	制动的状态字
打开制动指令（持续信号）	r1229.1	B_ZSW.1
扩展制动控制的脉冲使能	r1229.3	B_ZSW.3

信号名称	参数	制动的状态字
制动没有打开	r1229.4	B_ZSW.4
制动没有关闭	r1229.5	B_ZSW.5
超出了制动阈值	r1229.6	B_ZSW.6
低出了制动阈值	r1229.7	B_ZSW.7
制动监控时间已满	r1229.8	B_ZSW.8
缺少脉冲使能请求/转速控制禁止	r1229.9	B_ZSW.9
制动“OR” 连接结果	r1229.10	B_ZSW.10
制动“AND”连接结果	r1229.11	B_ZSW.11

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2704 制动控制 - 扩展制动控制，停机识别 (r0108.14=1)
- 2707 制动控制 - 扩展制动控制，断开/闭合制动器 (r0108.14=1)
- 2711 制动控制 - 扩展制动控制，信号输出 (r0108.14=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0108.14 驱动对象功能模块；扩展制动控制
- r0899.0...15 CO/BO:过程控制状态字

静态监控

- r0060 CO:设定值滤波器前的转速设定值
- r0063 CO:转速实际值平滑（伺服）
- r0063[0...2] CO:转速实际值（矢量）
- p1224[0...3] BI:达到静态后闭合电机抱闸
- p1225 CI：静态识别阈值
- p1226[0...n] 静态监控转速阈值
- p1227 静态检测监控时间

- p1228 脉冲清除延迟时间
- p1276 “达到静态后闭合电机抱闸”的延迟时间

打开和闭合制动

- p0855[0...n] BI:强制打开抱闸
- p0858[0...n] BI:强制闭合抱闸
- p1216 电机抱闸打开时间
- p1217 电机抱闸闭合时间
- p1218[0...1] BI:打开电机抱闸
- p1219[0...3] BI:立即闭合电机抱闸
- p1220 CI：“打开电机抱闸”的信号源的阈值
- p1221 打开电机抱闸用阈值
- p1277 “超出电机抱闸制动阈值”的延时
- p1279[0...3] BI:电机抱闸“OR/AND”连接

自由功能块

- p1279[0...3] BI:电机抱闸“OR/AND”连接

制动监控

- p1222 BI:反馈“电机抱闸已闭合”的信号源
- p1223 BI:反馈“电机抱闸已打开”的信号源

配置、控制字或状态字

- p1215 电机抱闸的配置
- r1229.1...11 CO/BO:电机抱闸状态字
- p1275 电机抱闸控制字
- p1276 “达到静态后闭合电机抱闸”的延迟时间
- p1278 制动控制的诊断分析

8.4 外部制动模块

可通过电源调试向导激活该功能模块。

在参数 r0108.26 中可以检查当前的配置。

此时，相应的二进制端口必须通过（例如控制单元、TM31 或 TB30）上的数字量输入输出连接到制动模块。

为达到制动模块的最大功率，必须禁用最大 Vdc 控制。

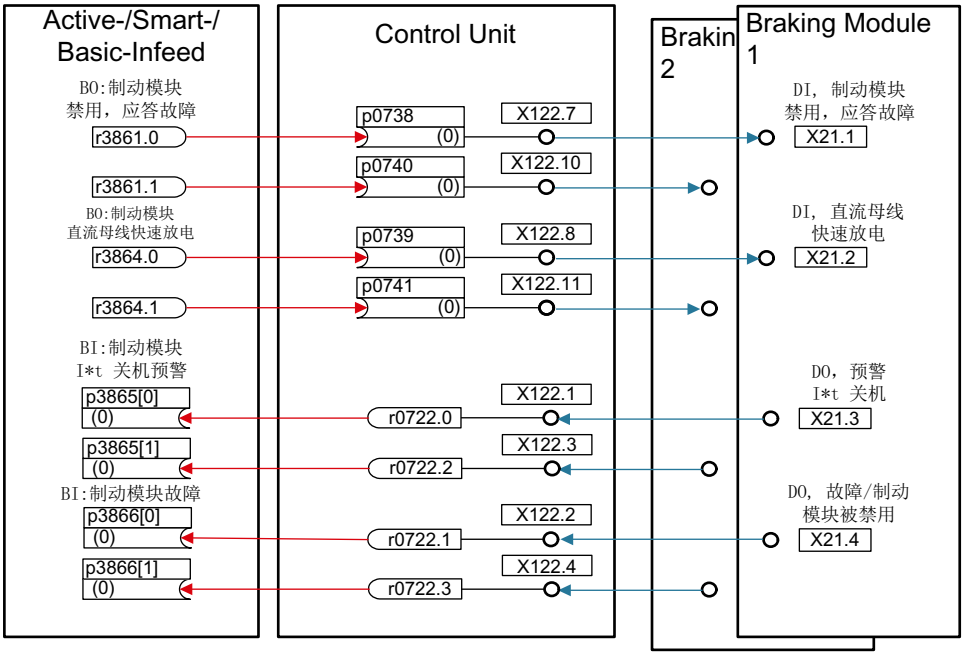


图 8-5　示例：控制 2 个书本型制动模块

特性

- 使电机停转，而不向供电电源反馈能量，例如在电源停电时
- 直流母线快速放电（适用于书本型）
- 通过驱动对象电源控制外部制动模块的端子（适用于书本型和装机装柜型）
- 最多可以控制 8 个并联的制动模块
- 对外部制动模块上的故障可进行应答

应答故障

在二进制互联输入 p3866 上报告制动模块出现故障时，书本型制动模块端子 X21.1 上每 10 ms 便发出信号 r3861 应答故障；装机装柜型模块上由端子 X21.3 应答故障。并同时输出报警 A06900。

直流母线快速放电（适用于书本型）

只有在书本型制动模块上，直流母线才能通过外部制动模块快速放电。快速放电由二进制互联输入 p3863 激活，在电源接触器打开、设置的延迟时间(p3862)届满后开始。电源接触器触点闭合后，快速放电过程结束。

说明

执行直流母线快速放电的前提是使用了具有反馈触点(p0860)、由 r0863.1 通电的电源接触器。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0108.26 驱动对象功能模块；外部制动模块
- p3860 并联制动模块的数量
- r3861.0...7 BO:制动模块禁止/应答
- p3862 制动模块，直流母线快速放电延迟时间
- p3863 BI:制动模块，激活直流母线快速放电
- p3864.0...7 BO:制动模块，直流母线快速放电
- p3865[0...7] BI:制动模块 I2t 断路预警
- p3866[0...7] BI:制动模块故障

8.5 循环冷却装置

循环冷却装置(RKA)用于确保液冷式功率单元上精密冷却水回路的冷却和非导电性。该装置由它自己的 PLC 控制和监控。

此处说明的功能模块“循环冷却装置”是控制单元与循环冷却装置的 PLC 以及传感器的接口。控制单元和 PLC 通过此接口交换控制信号和反馈信号。控制单元和 PLC 通过端子和/或现场总线（例如 PROFIBUS 或 PROFINET）通讯。

特性

- 在水冷式功率单元上自动激活
- 可分析外部漏液传感器
- 可分析外部流量传感器
- 可分析外部电导率传感器
- 采用外部温度传感器监控冷却水流入温度
- 采用内部温度传感器监控流量
- 分析循环冷却装置的 PLC 传送的信息
- 应答循环冷却装置的故障

调试

请在配置相关功率单元时激活功能模块“循环冷却装置”（功率单元是电机模块或电源模块）：

1. 在选择功率单元时把冷却方式设为“液冷”。
2. 继续进行配置，直到结束。
3. 在配置结束后您可在导航窗口中的“Power unit > Function”下方看到循环冷却装置（右击“Function”也可以看到功率单元）。
4. 双击“循环冷却装置”，打开监控功能设置窗口。
   在此窗口中可以设置用于和循环冷却装置 PLC 通讯的 BiCO 互联以及用于冷水水回路监控的 BiCO 互联。

在参数 r0108.28 中可以检查当前的配置。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 9794 辅助运行 - 循环冷却装置控制信号和反馈信号(r0108.28=1)
- 9795 辅助运行 - 循环冷却装置顺序控制(r0108.28=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0046.29 CO/BO:缺少使能；
  缺少循环冷却装置就绪信号
- r0108.28 驱动对象功能模块；
  循环冷却装置
- p0192.06 功率单元的固件属性；
  液冷
- r0204.06 功率单元硬件特性；
  带循环冷却装置的液体循环冷却（装机装柜型功率单元）
- p0260 循环冷却装置启动时间 1
- p0261 循环冷却装置启动时间 2
- p0262 “循环冷却装置：导电性”故障的延迟时间
- p0263 循环冷却装置流量故障的延迟时间
- p0264 循环冷却装置惯性停转时间
- r0265.0...3 BO:循环冷却装置控制字
- p0266[0...7] BI:循环冷却装置信号源的反馈信息
- r0267.0...7 BO:冷却循环装置状态字

8.6 扩展转矩控制（kT 评估器、伺服）

功能模块“扩展转矩控制”提高了转矩精度。具体包含以下模块：

- k_T 评估器（只适用于同步电机）
- 变频器电压仿真误差补偿(p1952, p1953, p1954)
- k_T 特性曲线（p0645...p0648）（只适用于同步电机）

说明

激活该功能模块后，控制单元可以控制的最大驱动数量会至少减少一个。

调试

离线激活扩展转矩控制：

1. 右击 “Drive”，打开右键菜单 “Properties...”。
   “Object properties”窗口打开。
2. 点击选项卡“Function module”
   功能模块选择窗口打开。
3. 点击复选框“Extended torque control”，以激活该选项。
4. 按下“OK”，激活该功能模块。
5. 选择““Connect to selected target system”选项。
6. 点击按钮“Load project to target”。

功能模块也可在 STARTER 的 “Configuration > Function module / technology package”中激活。

通过参数 r0108.1 可以检查模块是否激活。

单个模块的激活：

- k_T 评估器：p1780.3 = 1
- 电压补偿：p1780.8 = 1
- k_T 特性曲线：p1780.9 = 1

工作原理

在同步电机的闭环控制中，同步电机上的转矩常数适配可以提高绝对转矩的精度。受加工误差、温度变化和饱和作用的影响，永磁体的磁化特性不断变化。“k_T 评估器”功能可根据当前的磁化特性改变闭环控制中的转矩常量 k_T [Nm/A]。k_T 评估器能修正电机的内部转矩，因此 k_T 评估器必须和摩擦特性曲线结合使用。摩擦损耗必须由摩擦曲线上的附加转矩进行补偿。

为提高转矩精度，k_T 评估器需要尽可能精确的电机参数值。因此在使用 k_T 评估器前，必须采用执行电机数据识别 (p1909，p1910)。其中会确定定子电阻(p0350)、漏电感(p0356)和电压仿真误差(p1952, p1953, p1954)。p1954 ≠ 0 时需要注意电压仿真误差的直流母线电压和脉冲频率的变化。必须在电机数据识别开始前将电缆电阻输入到 p0352 中。

识别时电机应处于室温下。电压仿真误差补偿必须已经激活(p1780.8 = 1)。电机温度 (p0600) 应由 KTY 或 PT1000 传感器（p0601 = 2 或 3）采集。

k_T 评估器需要跟踪和温度相关的参数值时，会采用该电机温度。如果没有连接电机温度传感器，评估会不精确。

只有达到特定转速(p1752)时，才会激活 k_T 评估器。变频器的端子电压总是具有一些细小的误差。输出电压和转速越低，评估就越不精确。因此在特定转速下必须取消评估。评估值由时间常数 p1795 加以平滑。转矩常数的补偿值显示在 r1797 中。

在低于 p1752 的范围内可通过 k_T 特性曲线提高转矩精度。为此，在进行旋转电机数据检测时可识别出不同电流的转矩常数 kT 并作为多项式保存在 p0645...p0648 中。此时要注意转矩常数的电流相关性。k_T 特性曲线可与 k_T 评估器组合使用。低于 p1752 时，k_T 特性曲线激活，大于时，k_T 评估器激活。k_T 评估器除了补偿电流相关性之外还会补偿温度和磁阻转矩的影响。

在异步电机上，不能通过静态电机数据检测计算出电压仿真误差的参数。首次调试时（p3900 = 3 或 p0340 = 1 或 3）参数预设为 p1952...p1954，使得也能补偿异步电机的电压仿真误差。在同步电机上应始终执行该操作，以确保静态电机数据检测能提供精确的值。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 7008　　工艺功能 - kT 评估器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0108.1　驱动对象功能模块；扩展转矩闭环控制
- p1780.3　电机模型适配配置；选择电机模型 PMSM k_T 适配
- p1780.8　电机模型适配配置；变频器中的电压仿真误差
- p1780.9　电机模型适配配置；k_T（iq）特性曲线激活

电机/变频器识别

- p0352[0...n]　电缆电阻
- p1909[0...n]　电机数据识别控制字
- p1910　静态电机识别

kT 评估器

- p1752[0...n]　带编码器运行中电机模型的切换转速
- p1795[0...n]　电机模型 k_T 适配的平滑时间
- r1797[0...n]　电机模型 k_T 适配的补偿值

变频器电压仿真误差补偿

- p1952[0...n]　变频器电压仿真误差终值
- p1953[0...n]　变频器电压仿真误差，电流偏移量

kT 特性曲线

- p1954[0...n]　变频器电压仿真误差，半导体电压

8.7 位置控制

8.7.1 一般特性

位置控制器主要由以下部分组成：

- 位置实际值处理（包含下级测头赋值和参考脉冲搜索）
- 位置控制器（包含限制、匹配和前馈计算）
- 监控（包含静态监控、定位监控、动态跟随误差监控和限位开关信号）
- 在回转轴（模态轴）和线性轴上使用绝对值编码器时，跟踪负载齿轮箱（电机编码器）的位置。

8.7.2 位置实际值处理

8.7.2.1 特性

- 补偿值(p2512, p2513)
- 设置值(p2514, p2515)
- 位置偏移(p2516)
- 位置实际值(r2521)
- 速度实际值(r2522)
- 电机转数(p2504)
- 负载转数(p2505)
- 主轴螺距(p2506)
- 位置跟踪(p2720ff)

8.7.2.2 说明

位置实际值处理可将位置实际值转换为中性长度单位 LU （Length Unit）。为此，该功能块以编码器赋值/电机闭环控制为基础，它具有编码器接口 Gn_XIST1、Gn_XIST2、Gn_STW 和 Gn_ZSW。这些接口只提供编码器线数和细分分辨率（增量）为单位的位置信息。

不管位置控制器是否使能，一旦系统启动并通过编码器接口获得有效值后，便立即开始处理位置实际值。

通过参数 p2502（编码器分配）可以确定由哪个编码器（1、2 或 3）采集位置实际值。

在分配编码器后会自动执行以下互联：

- p0480[0] (G1_STW) = 编码器控制字 r2520[0]
- p0480[1] (G2_STW) = 编码器控制字 r2520[1]
- p0480[2] (G3_STW) = 编码器控制字 r2520[2]

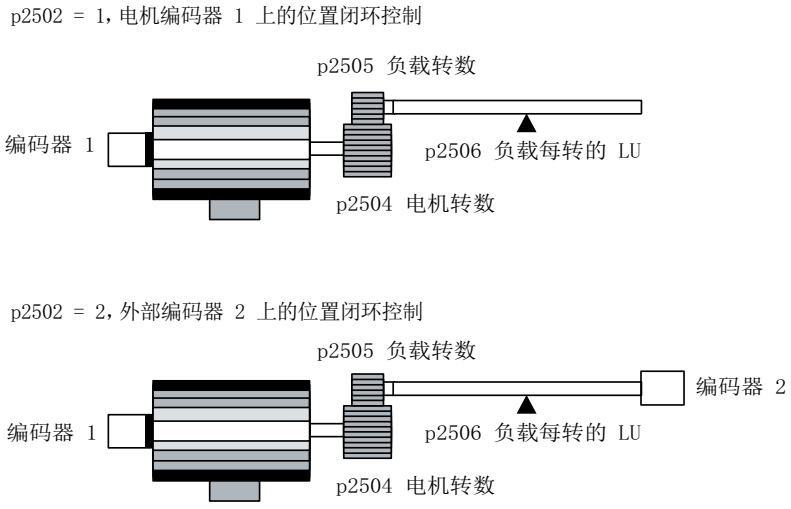


图 8-6　使用旋转编码器采集位置实际值

在使用旋转编码器时，物理量和中性长度单位 LU 的关系由参数 p2506（每次负载旋转的 LU）确定。参数 p2506 和 p2504、p2505 一起，反映了编码器增量和中性长度单位 LU 之间的关系。

示例：

旋转编码器、滚珠丝杠，螺距为 10 mm/rev。10 mm 应细分为 1 μm，即： 1 LU = 1 μm。

-> 一次负载旋转相当于 10000 LU

-> p2506 = 10000

说明

真正的实际值最小单位由编码器线数(p0408)、细分分辨率(p0418)和传动比 (p0402, p0432, p0433)之积求出。

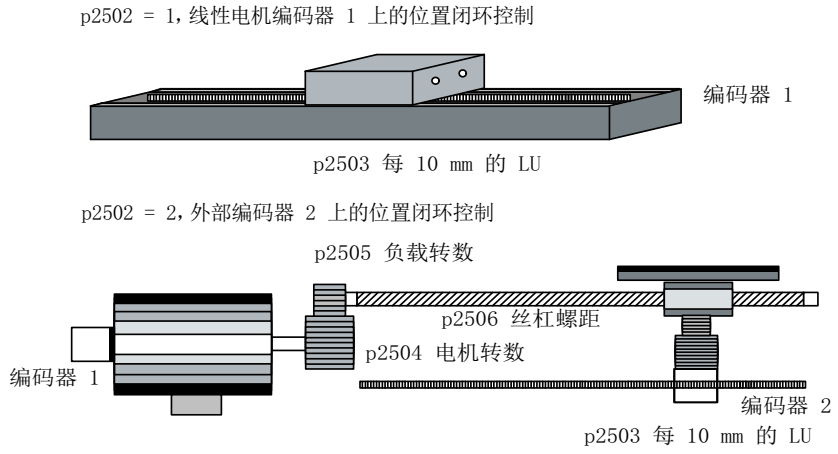


图 8-7　使用直线编码器采集位置实际值

使用直线编码器时，物理量和中性长度单位 LU 的关系由参数 p2503 (LU / 10 mm)确定。

示例：

直线编码器，10 mm 应细分为 1 µm，即： 1 LU = 1 µm。

-> p2503 = 10000

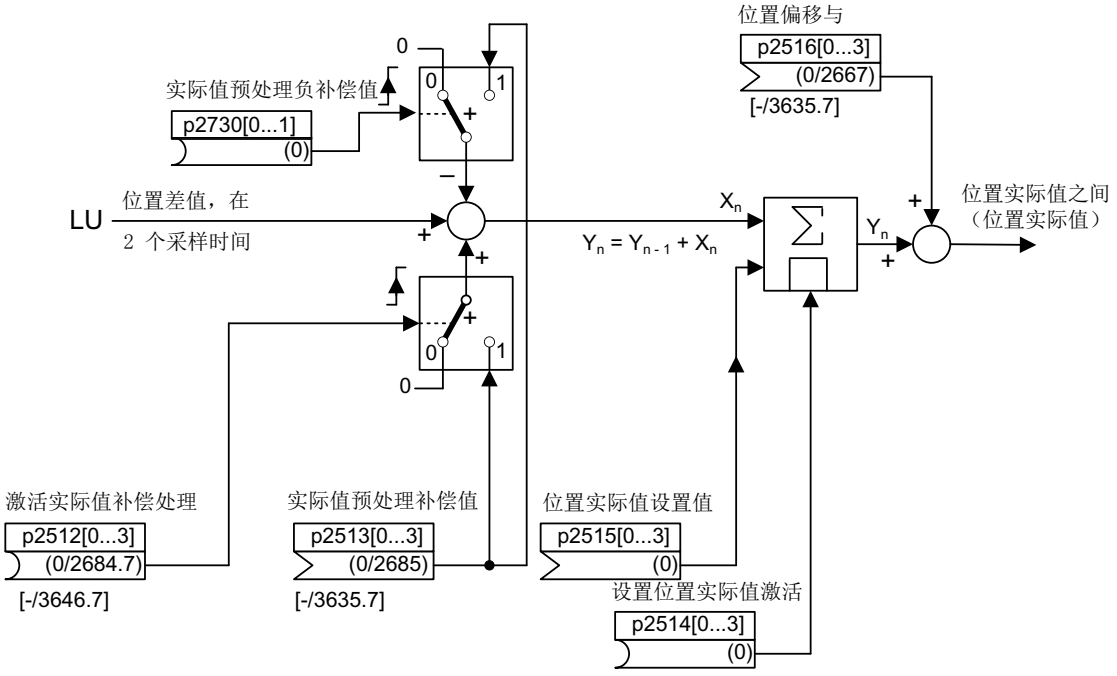


图 8-8　位置实际值处理

可以通过模拟量互联输入 p2513（位置实际值处理补偿值）和二进制互联输入 p2512 的上升沿（激活补偿值）进行补偿。在功能模块“基本定位器”激活时，p2513 会自动和 r2685

（EPOS 补偿值）互联；p2512 会自动和 r2684.7（激活补偿值）互联。通过这种互联可以实现 EPOS 的模态补偿。

通过 p2730 可将通过模拟量互联输入 p2513 产生的补偿值取反并激活。

p2516 上可以连接一个位置偏移。p2516 会自动通过 EPOS 连接到 r2667。通过这种互联可以实现反向间隙补偿。

通过模拟量互联输入 p2515（位置设置值）和二进制互联输入 p2514 上的“1” 信号（置位位置实际值）可以给定一个位置设置值。

说明

不分析输入的编码器增量

在缺省设置中，位置实际值置位后，即 p2514 = “1” 信号后，位置控制中的位置实际值会保持为模拟量端口 p2515 的值。
输入的编码器增量不会被分析。在这种状态下，存在的位置差值不会被校准。

编码器引起的位置实际值反向由参数 p0410 执行。可以在 p2505 输入一个负值，使轴运动反向。

8.7.2.3 注有索引的实际值采集

注有下标的实际值采集功能除了能够用于运输带的位置控制外，还能够通过上级控制系统（例如 SIMATIC S7）测量工件长度或轴的位置。

用于实际值处理、位置控制的编码器上还可以并联其他 2 个编码器，用于采集实际值和测量数据。

带下标的实际值采集可以为 3 个编码器检测中的每个提供一个位置实际值。 通过参数 p2502[0...3] 可以选择用于位置控制的编码器。

注有下标的实际值采集参数有四个下标。 下标 1..3 指定用于编码器赋值 1..3。 下标 0 指定用于位置控制。

通过参数 r2521[0...3] 可以调用所有连接的编码器的当前实际值。 因此，如果采用编码器接口 1 进行位置控制，则 r2521[0] 中用于位置控制的位置实际值和 r2521[1] 中的值相同。位置偏移的信号源可以在参数 p2516[0...3] 中设置。

绝对值编码器校准由 p2507[0...3] = 2 触发，由 p2507[0...3] = 3 报告成功结束。 在进行简单定位时，信号源 “位置控制器的参考点坐标” p2598[0] 和 p2599 相连。 在缺省设置中不会连接其他信号源。

没有指定给位置控制的编码器赋值 x 可作为测头赋值由 p2509[x] 激活。 信号源由 p2510[0...3] 设定，脉冲沿赋值由 p2511[0...3] 设定。 如果编码器 x 的状态字（编码器 0：

r2526.0..9；编码器 1：2627.0..2；编码器 2：r2628.0..2，编码器 3：r2529.0..2）中位“测量值有效”置位，则测量值会进入 r2523[x] 中。

不同编码器的当前位置实际值可通过参数 r2521[0...3] 读取。 p2512[0...3] 中的信号源发出 0/1 信号后，这些位置实际值可由 p2513[0...3] 中带正负号的值加以修正。

另外，速度实际值(r2522[0...3])和用于绝对值编码器的位置偏移 p2525[0...3] 可以由上级控制系统根据编码器的情况处理。

特性

- 编码器分配(p2502[D])
- 绝对值编码器校准(p2507[E])
- 激活测头赋值(p2509[0...3])
- 选择测头赋值(p2510[0...3])
- 测头的脉冲沿(p2511[0...3])
- 激活位置实际值采集的补偿值 p2512[0...3]
- 位置实际值采集的补偿值 p2513[0...3]
- 位置偏移(p2516[0...3])
- 位置实际值(r2521[0...3])
- 速度实际值(r2522[0...3])
- 测头赋值/参考搜索 r2523[0...3]
- 编码器校准偏移(p2525[E])
- 位置控制器状态字(r2526)
- 编码器 1 状态字(r2527)
- 编码器 2 状态字(r2528)
- 编码器 3 状态字(r2529)
- EPOS 参考点坐标的信号源(p2598[0...3])
- 功能图 4010 位置控制 - 位置实际值处理

8.7.2.4 负载变速箱位置跟踪

位置跟踪可以确保使用了齿轮箱时负载位置的可重复性。它也可以扩大位置范围。

负载齿轮箱的位置跟踪和测量齿轮箱位置跟踪的特性一样，参见章节“测量齿轮箱位置跟踪”。位置跟踪由参数 p2720.0 = 1 激活。但是，负载齿轮箱的位置跟踪只和电机编码器（编码器 1）相关。传动比的分子字母可以由参数 p2504 和 p2505 输入。在回转轴（模态轴）和直线轴上都可以激活位置跟踪。

每个电机数据组 MDS 只能激活一个负载齿轮箱的位置跟踪。

必须通过 Gn_STW.13 请求的负载位置实际值 r2723（参见章节“编码器的控制字和状态字”），由以下信息组成：

- 每圈的编码器线数(p0408)
- 每圈的细分分辨率(p0419)
- 旋转绝对值编码器保存的虚拟转数(p2721)
- 负载齿轮箱传动比(p2504/p2505)
- 测量齿轮箱传动比(p0433/p0432)，p0411.0 = 1 时

说明

p0408、p0419 和 p2721 的总和限制在 32 位内。

说明

负载齿轮箱的问题和解决办法请参见章节“位置跟踪”中的“测量齿轮箱”。

前提条件

- 绝对值编码器

特性

- 由 p2720 配置
- 虚拟多圈由 p2721 设置
- 用于上电时位置监控的公差窗口由 p2722 设置
- 负载齿轮箱由 p2504 和 p2505 设置
- 通过 r2723 显示

示例：位置范围扩大

在没有激活位置跟踪的绝对值编码器上必须确保，围绕 0 的运行范围必须小于半个编码器范围，因为一旦超出该范围，重新上电后唯一的基准关系便丢失，参见参数 p2507 的说明。通过虚拟多圈(p2721)可以扩大该运行范围。

下图中所选择的编码器可显示 8 圈编码器旋转（p0421 = 8）。

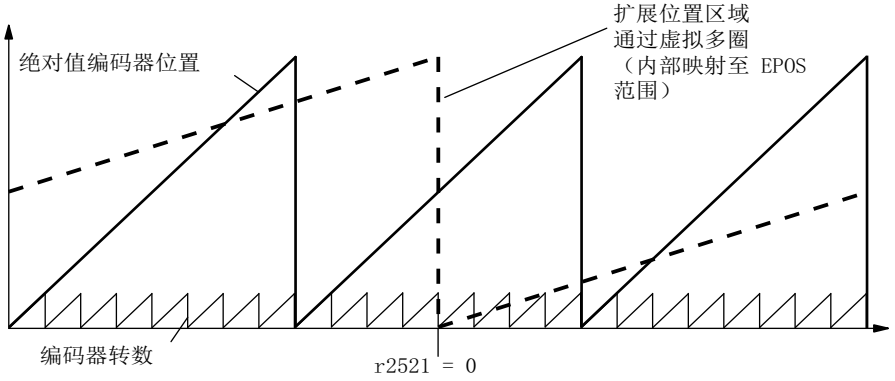


图 8-9　位置跟踪(p2721 = 24)、设置 p2504 = p2505 =1 (传动比 = 1)

在这个示例中，表明：

- 没有位置跟踪时，可以围绕 r2521 = 0 LU 重复 +/- 4 圈的编码器位置。
- 激活位置跟踪后，p2721 = 24 时，可以重复 +/- 12 圈的编码器位置（负载齿轮箱上为 +/- 12 负载圈数）。

实际示例：
在线性轴上通过 p0421 = 4096 为编码器设置了 p2721 = 262144。即：可以重复 +/- 131072 圈编码器旋转或负载旋转。

在回转轴上为编码器设置了 p2721 = p0421。

负载齿轮箱的配置(p2720)

通过配置该参数可以：

- p2720.0:激活位置跟踪
- p2720.1:设定轴类型（线性轴或回转轴）
  回转轴此处指模态轴，模态补偿由上位控制器或 EPOS 激活。位置跟踪主要应用在线性轴上，以便扩大位置范围，参见章节：虚拟多圈编码器 (p2721)。
- p2720.2:复位位置
  在以下操作后会自动复位非易失保存的位置值：
  - 发现更换了编码器。
  - 更改了编码器数据组(Encoder Data Set, EDS)的配置。
  - 重新校准了绝对值编码器。

说明

如果在校准 (p2507 = 3) 后通过参数 p2720[0]=1 激活了负载编码器的位置跟踪，则校准被复位。

如果在负载位置跟踪激活时重新校准编码器，会导致负载齿轮箱位置的复位（溢出）。

位置跟踪的允许范围对应为 EPOS 可重复的编码器范围。

可在多个 DDS 中激活位置跟踪。

虚拟多圈编码器(p2721)

对于激活了位置跟踪的旋转绝对值编码器，可通过虚拟多圈分辨率对
可分辨的负载旋转数量进行设置。
仅可在回转轴中编辑此数值。

在旋转绝对值编码器(p0404.1 = 1)上、位置跟踪激活时(p2720.0 = 1)，可以通过 p2721 输入虚拟多圈分辨率。

说明

如果传动比不等于 1，则 p2721 始终针对负载侧。此时可以设置负载所需的虚拟分辨率。

在回转轴上，虚拟多圈分辨率(p2721)的缺省值为编码器的多圈分辨率(p0421)，并且可以修改。
示例：单圈编码器
参数 p0421 的缺省设置是 p0421 = 1。但是允许修改参数 p2721，例如：设为 p2721 = 5 。因此，在达到相同的绝对值前，编码器能够分辨 5 圈负载旋转。

在线性轴上，虚拟多圈分辨率(p2721)的缺省值为增加了 6 位的编码器多圈分辨率(p0421)，最大为 +/- 32 圈溢出。
之后不可再更改 p2721 的值。
示例：多圈编码器
在线性轴上，为编码器设置了 p0421 = 4096，p2721 = 262144，即：可以重复 +/- 131072 圈编码器旋转或负载旋转。

如果由于增加了多圈信息而超出了 r2723 (32 位)的可显示范围，则必须相应地降低细分分辨率(p0419)。

公差窗口(p2722)

通电后会确定存储位置和当前位置之间的差值，并根据该值：

差值在公差窗口内 --> 根据当前的编码器实际值重复位置。

差值超出公差窗口 --> 输出相应的故障信息 F07449。

公差窗口的缺省设置是四分之一的编码器范围，可以更改。

说明

只有在断电时编码器旋转没有超出一半的编码器范围，才能重复位置。在标准编码器 EQN1325 上为 2048 圈；在单圈编码器上为半圈。

说明

齿轮箱铭牌上给出的传动比通常只是一个取整值，例如：1:7.34 等。如果不希望在回转轴上产生长时间漂移，必须从齿轮箱制造商处获得真正的齿轮箱齿数比。

多个驱动数据组

可在多个驱动数据组中激活负载齿轮箱的位置跟踪。

- 负载齿轮箱由 DDS 决定。
- 负载齿轮箱的位置跟踪只针对当前生效的驱动数据组，并受 EDS 影响。
- 对于每个 EDS，位置跟踪存储器仅可使用一次。
- 如果需要在相同的机械运行比、相同的编码器数据组、不同的驱动数据组中继续位置跟踪，必须在所有相关的驱动数据组中激活跟踪。继续位置跟踪、切换驱动数据组的应用有：
  - 星形/三角形切换
  - 其它加速时间/控制器设置

- 在一个齿轮箱发生改变的驱动数据组切换后，会重新开始位置跟踪，即：切换相当于一次重新上电。
- 在机械运动比相同、编码器数据组相同时，DDS 切换不会影响校准状态和参考点状态。

限制

- 如果在不同驱动数据组中，一个编码器数据组用作不同齿轮箱上的编码器 1，则不能激活其中的位置跟踪。尝试激活位置跟踪时，会输出故障 F07555“驱动编码器：位置跟踪配置”，故障值为 03 hex。
  通常会检查在所有包含该编码器数据组的 DDS 中，负载齿轮箱是否相同。
  负载齿轮箱参数 p2504[D], p2505[D], p2720[D], p2721[D] 以及 p2722[D]必须相同。
- 如果在一个 DDS 中，一个编码器数据组用作带负载位置跟踪的电机编码器；而在另一个 DDS 中则用作外部编码器，在切换后会重新开始位置跟踪，即：切换动作相当于重新上电。
- 如果在一个 DDS 中复位了位置跟踪，该复位会影响包含该编码器数据组的所有 DDS。
- DDS 没有生效的轴只允许最多旋转半个编码器范围，参见 p2722：公差窗口。

下表列出了 DDS 切换时的特性。每个 DDS 切换都从 DDS0 开始。

对于没有负载齿轮箱位置跟踪的 DDS 切换一览，请参见章节“EPOS - 回参考点”中的“数据组切换说明”。

表格 8-4　DDS 切换，带负载齿轮箱位置跟踪

DDS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
p0186 (MDS)	0	0	0	0	0	1	2	3	0	4
p0187 (编码器 1)	EDS0	EDS0	EDS0	EDS0	EDS0	EDS4	EDS5	EDS0	EDS0	EDS6
p0188 (编码器 2)	EDS1	EDS1	EDS1	EDS1	EDS3	EDS1	EDS6	EDS1	EDS1	EDS0
p0189 (编码器 3)	EDS2	EDS2	EDS2	EDS2	EDS2	EDS2	EDS6	EDS2	EDS2	EDS2
p2502 (用于位置控制的编码器)	编码器_1	编码器_1	编码器_1	编码器_2	编码器_2	编码器_2	编码器_1	编码器_1	编码器_1	编码器_1

DDS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
机械特性 p2504/p2505/p2506/p2503 “A”、“B”、“C” 和 “D” 表示不同的机械特性。	A	A	B	A	A	A	D	A	A	C
负载齿轮箱位置跟踪	激活	激活	未激活	激活	激活	激活	激活	激活	未激活	激活

表格 8-5　DDS 切换响应

DDS	切换响应
0	-
1	在脉冲禁止或运行期间的切换无作用
2	编码器校准和参考位复位。不再计算 EDS0 的位置跟踪，在切换回 DDS0 时必须重新进行校准。
3	EDS0 的位置跟踪继续，参考位复位。[1]
4	脉冲禁止/运行：EDS0 的位置跟踪继续，参考位复位。[1]
5	EDS4 的位置跟踪重新开始，参考位复位。[1] 在切换回 DDS0 时也对 EDS0 生效。
6	EDS5 的位置跟踪重新开始，参考位复位。[1]在切换回 DDS0 时也对 EDS0 生效。
7	在脉冲禁止或运行期间的单独 MDS 切换无作用。
8	脉冲禁止/运行：参考位复位。[1] 不再计算 EDS0 的位置跟踪，因此位置实际值也会改变（位置跟踪的偏移补偿取消）。在切换回 DDS0 时，EDS0 的位置跟踪重新开始，参考位复位。[1]仅在用户在 DDS8 中未进行校准，同时未离开所允许的公差带（p2722）时，切换回 DDS0 并不在 DDS0 中重新进行校准的操作才有意义。
9	脉冲禁止/运行：EDS6 的位置跟踪重新开始，参考位复位。[1] 在切换回 DDS0 时也对 EDS0 生效。

[1] 参考位（r2684.11）在 DDS 切换时复位。若在 EDS 的新 DDS 中包含已经过校准的编码器，则会重新设置参考位。

定义：

- 位置跟踪继续
  数据组切换时，位置跟踪保持与未切换情况下相同的特性。
- 位置跟踪重新开始 （切换时位置实际值可能发生变化！）
  切换时的特性与上电后的特性相同。绝对值编码器所读取的位置值会和存储值进行比较。若位置差值在公差带（p2722）以内，驱动会对位置进行相应补偿；若在公差带以外，驱动会输出相应的故障信息 F07449。

- 位置跟踪复位 （切换时位置实际值可能发生变化！）
  所存储的实际值被拒绝，溢出计数器设置为零。
- 不计算跟踪复位 （切换时位置实际值发生变化！）
  不使用所存储的位置跟踪绝对值（包括从解除的 DDS 所得到的偏移补偿）。
- 附加信息：对于每个 EDS，位置跟踪存储器仅可使用一次。

8.7.2.5 使用 STARTER 调试负载变速箱位置跟踪

在 STARTER 中“Position control”的“Mechanics”窗口中可以设置位置跟踪。
只有激活了功能模块“基本定位器”(r0108.4 = 1)，并由此自动激活了功能模块“位置控制” (r0108.3 = 1)后，才会提供该设置窗口。

通过调试向导或驱动配置（DDS 配置）可以激活功能模块“基本定位器”，即点击配置“Closed-loop control structure”，选择复选框“Basic positioner”。

负载齿轮箱位置跟踪的配置

“负载齿轮箱位置跟踪”功能可以在调试工具 STARTER 的以下窗口中配置：

- 在调试向导中进入窗口“Mechanical system configuration”。
  或者
- 在项目浏览区中点击“Drive → Technology → Position control”，进入“Mechanic”窗口。

8.7.2.6 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 4010 位置控制 - 位置实际值处理 (r0108.3=1)
- 4704 编码器检测 - 位置和温度信号采集编码器 1...3
- 4710 编码器检测 - 转速实际值和磁迹位置识别，编码器 1

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2502[0...n] LR 编码器分配
- p2503[0...n] LR 长度单位 LU 每 10 mm
- p2504[0...n] LR 电机/负载 电机转数

- p2505[0...n] LR 电机/负载 负载转数
- p2506[0...n] LR 长度单位 LU 每次负载旋转
- r2520[0...2] CO:LR 位置实际值处理，编码器控制字
- r2521[0...3] CO:LR 位置实际值
- r2522[0...3] CO:LR 速度实际值
- r2523[0...3] CO:LR 测量值
- r2524 CO:LR 每次旋转的 LU
- p2525[0...n] CO:LR 编码器校准偏移
- r2526.0...9 CO/BO:LR 状态字
- p2720[0...n] 负载齿轮箱配置
- p2721[0...n] 负载齿轮箱，旋转绝对值编码器虚拟转数
- p2722[0...n] 负载齿轮箱位置跟踪公差窗口
- r2723[0...n] CO:负载齿轮箱绝对值
- r2724[0...n] CO:负载齿轮箱位置差值
- p2730[0...3] BI:LR 位置实际值处理补偿负值生效（脉冲沿）

8.7.3 位置控制器

位置控制器是一个比例积分控制器。 比例增益可以由模拟量互联输入 p2537（位置控制器适配）和参数 p2538 (Kp)的乘积加以调节。

没有前馈的位置控制器转速设定值由模拟量互联输入 p2541（限制）设定极限。 这个模拟量互联输入已经和输出 p2540 预联。

位置控制器通过和它“AND”逻辑连接的二进制互联输入 p2549（位置控制器 1 使能）和 p2550（位置控制器 2 使能）使能。

位置设定值滤波器（p2533 位置设定值滤波器时间常数）是 PT1 环节；平衡滤波器是时滞环节（p2535 平衡滤波器转速前馈，时滞）和 PT1 环节（p2536 平衡滤波器转速前馈，PT1）。 可以将转速前馈系数 p2534 设为 0 来取消前馈。

特性

- 平衡(p2535, p2536)
- 限制(p2540, p2541)
- 前馈(p2534)
- 匹配(p2537, p2538)

说明

我们建议，只使用位置控制器而不使用基本定位器的方法只由专家执行。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 4015　位置控制 - 位置控制器(r0108.3=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2533[0...n]　LR 位置设定值滤波器时间常数
- p2534[0...n]　LR 转速前馈系数
- p2535[0...n]　LR 转速前馈平衡滤波器时滞
- p2536[0...n]　LR 转速前馈平衡滤波器 PT1
- p2537　CI：位置控制器适配
- p2538[0...n]　LR 比例增益
- p2539[0...n]　LR 积分时间
- p2540　CO: 位置控制器输出上的转速极限
- p2541　CI：位置控制器输出上转速极限的信号源

8.7.4　监控

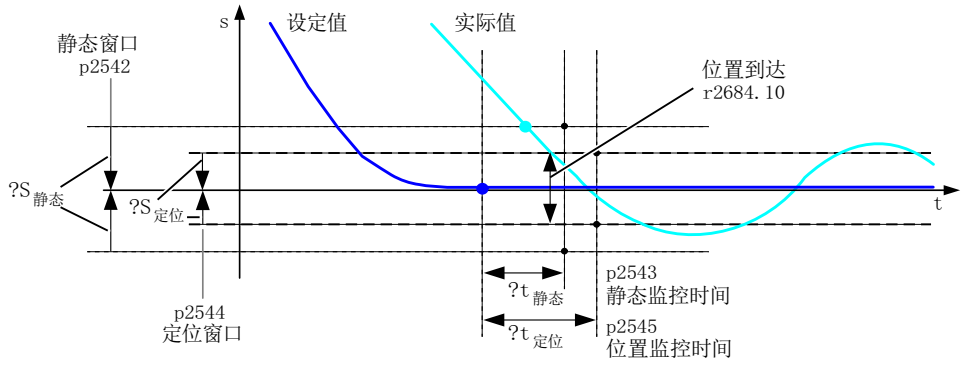


图 8-10　静态监控，位置窗口

位置控制器可以监控静态、定位情况和跟随误差。

静态监控由二进制互联输入 p2551（设定值静止）和 p2542（静态窗口）激活。如果在监控时间(p2543)届满后没有进入静态窗口，则输出故障 F07450。

定位监控由二进制互联输入 p2551（设定值静止）、p2554 = 0（运动指令不生效）以及 p2544（定位窗口）激活。在监控时间(p2545)届满后会检查定位窗口。如果没有进入该窗口，则输出故障 F07451。

当 p2542 或 p2544 的值为 0 时，会禁用静态监控或定位监控。静态窗口应大于或等于定位窗口(p2542 >≥ p2544)。静态监控时间应小于或等于定位监控时间(p2543 <≤ p2545)。

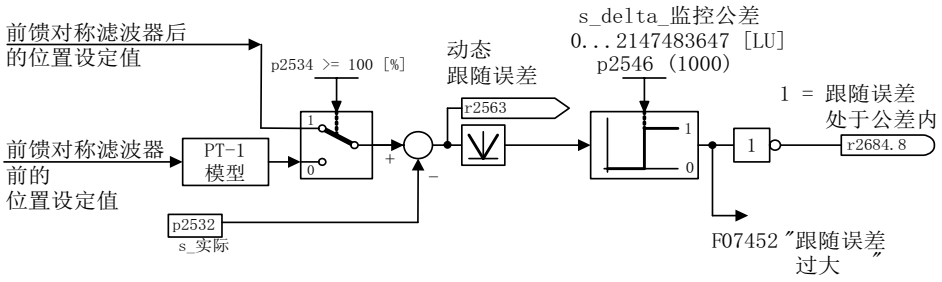


图 8-11　跟随误差监控

跟随误差监控由 p2546 激活（跟随误差公差）。如果动态跟随误差(r2563)大于 p2546，则输出故障 F07452，位 r2648.8 复位。

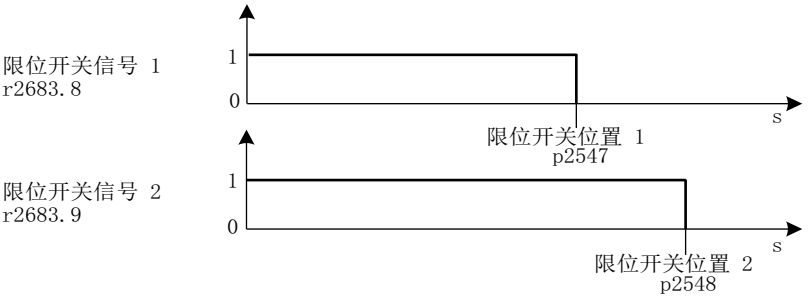


图 8-12　限位开关

位置控制器有 2 个限位开关。如果在正方向上越过了限位位置 p2547 或 p2548（r2521 > p2547/p2548），则限位开关信号 r2683.8 或 r2683.9 复位。

特性

- 静态监控(p2542, p2543)
- 定位监控(p2544, p2545)
- 动态跟随误差监控(p2546, r2563)
- 限位开关(p2547, p2548, p2683.8, p2683.9)

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 4020 位置控制 - 静止监控/定位监控 (r0108.3=1)
- 4025 位置控制 - 动态滞后量监控， 限位开关(r0108.3=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2530 CI：LR 位置设定值
- p2532 CI：LR 位置实际值
- p2542 LR 静态窗口
- p2543 LR 静态监控时间
- p2544 LR 定位窗口
- p2545 LR 定位监控时间
- p2546[0...n] LR 动态跟随误差监控的公差
- p2547 LR 硬限位开关位置 1
- p2548 LR 硬限位开关位置 2
- p2551 BI:LR 信息“设定值静止”
- p2554 BI:LR 信息“运动指令生效”
- r2563 CO:LR 动态跟随误差
- r2683.8 CO/BO:EPOS 状态字 1；
  位置实际值 <= 硬限位开关位置 1
- r2683.9 CO/BO:EPOS 状态字 1；
  位置实际值 <= 硬限位开关位置 2
- r2684.0...15 CO/BO:EPOS 状态字 2

8.7.5 测头分析和参考脉冲搜索

通过二进制互联输入 p2508 和 p2509 可以分别激活并执行“参考脉冲搜索”和“测头赋值”。此处二进制互联输入 p2510 和 p2511 确定测头赋值模式。

测头信号的采集由编码器状态字和控制字执行。可以通过 p2517 和 p2518 选择用于测头 1/2 的输入端子，以便激活直接的测头赋值，更快地处理信号。测头赋值按照位置控制器周期执行，为此设置的控制器发送周期(r2064[1])必须是位置控制器周期(p0115[4])的整数倍。

如果使用了同一个测头输入，会输出一条反馈信息，参见 p0488、p0489、p0580 和 p0680。

输入端 p2508 或 p2509 给出一个 0/1 脉冲沿后，相应功能由编码器控制字激活。状态字位 r2526.1（参考功能激活）报告功能的激活状态（编码器状态字的反馈）。状态字位 r2526.2（测量值有效）表明存在要求的测量值 r2523（参考脉冲或测头的位置）。

如果该功能执行完毕，即：确定了参考脉冲或测头的位置，则 r2526.1（参考功能激活）和 r2526.2（测量值有效）继续显示；测量值由 r2523 提供，直到输入 p2508 或 p2509 复位（ 0 信号）。

如果该功能还没有执行完毕，而输入 p2508 或 p2509 被复位，则功能会被编码器控制字中断；在通过编码器状态字发出反馈后，状态位 r2526.1 置位。

如果两个二进制互联输入 p2508 和 p2509 同时置位，会中断当前激活的功能或不启动任何功能。此时会显示报警 A07495“参考功能中断”，直到二进制互联输入上的控制信号被复位。同样，如果在功能（参考脉冲搜索或测头赋值）生效时，编码器状态字表明存在故障，也会输出报警。

在选择功能模块“位置控制”后，参数(p2508 ~ p2511) 的缺省设置为 0。如果选择了功能模块“基本定位器”，用于回参考点运行的功能“参考脉冲搜索”、用于被动回参考点的“测头分析”会自动激活，反馈信息 (r2526, r2523)会传回这些功能中。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 4010 位置控制 - 位置实际值处理 (r0108.3=1)
- 4720 编码器检测 - 编码器接口，接收信号，编码器 1...3
- 4730 编码器检测 - 编码器接口，发送信号，编码器 1...3

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2508[0...3] BI:LR 激活参考脉冲搜索
- p2509[0...3] BI:LR 激活测头赋值
- p2510[0...3] BI:LR 选择测头赋值
- p2511[0...3] BI:LR 测头赋值脉冲沿
- p2517[0...2] LR 直接测头 1
- p2518[0...2] LR 直接测头 2
- r2523[0...3] CO:LR 测量值
- r2526.0...9 CO/BO:LR 状态字

8.7.6 调试

“位置控制”功能模块采用以下方式集成到系统中：

调试

只有激活了功能模块“基本定位器”(r0108.4 = 1)，并由此自动激活了功能模块“位置控制”(r0108.3 = 1)后，才会在 STARTER 中的“Position control”下提供配置窗口。

通过调试向导或驱动配置（DDS 配置）可以激活功能模块“基本定位器”，即点击配置“Closed-loop control structure”，选择复选框“Basic positioner”。

只有选择了功能模块“位置控制”并正确配置，才能保证基本定位器顺利运行。

功能模块“位置控制”激活时，如果为了优化转速控制器，而将函数发生器的信号连接到转速控制器输入 p1160 上，位置控制器的监控会因此激活。 为避免该情况，必须禁用位置控制器(p2550 = 0)，并进入跟踪运行（p2655 = 1，在通过 PROFIdrive 报文 110 PosSTW. 0 = 1 调节时）。 这样便可以取消监控，并跟踪位置设定值。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 4010 位置控制 - 位置实际值处理 (r0108.3=1)
- 4015 位置控制 - 位置控制器(r0108.3=1)
- 4020 位置控制 - 静止监控/定位监控 (r0108.3=1)
- 4025 位置控制 - 动态滞后量监控， 限位开关(r0108.3=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0108 驱动对象功能模块
- p1160[0...n] CI： 转速控制器：转速设定值 2
- p2550 BI: LR 使能 2

8.8 基本定位器

基本定位器(EPOS)用于线性轴和回转轴（模数轴）的绝对式或相对式定位，这些轴带有电机编码器（间接测量系统）或负载机械编码器（直接测量系统）。在伺服控制和矢量控制模式中 EPOS 均可用。

STARTER 提供了直观的图形来指导基本定位器的配置、调试和诊断。STARTER 为基本定位器和转速闭环控制提供了一个控制面板。

在 STARTER 的调试向导中激活基本定位器 (r0108.4 = 1) 后，即可自动激活位置闭环控制 (r0108.3 = 1)。此时所需的 BICO 互联也自动进行。

说明

基本定位器需要使用位置控制器的功能。因为激活基本定位器而自动进行的 BICO 互联只允许由专家更改。

位置控制功能

因此以下位置控制的功能可以使用：

- 静态监控
- 定位监控
- 动态跟随误差监控
- 限位开关
- 模数功能
- 测头检测

更多信息参见章节“位置控制 (页 454)”。

基本定位器功能

除此以外，基本定位器还可以执行以下功能：

- 机械系统
  - 反向间隙补偿
  - 模态补偿
  - 使用绝对值编码器时负载齿轮箱（电机编码器）的位置跟踪
- 限制
  - 运动属性限制
  - 运动范围限制
  - 加加速度限制

- 回参考点或校准
  - 设置参考点（在静止轴上）
  - 主动回参考点
    单独的运行方式，包括反向挡块、自动反向、采用“减速挡块和编码器零脉冲”、“编码器零脉冲”或“外部等效零脉冲”(BERO)回参考点。
  - 被动回参考点
    （指在“正常”运动期间借助测头赋值回参考点；通常取 BERO 信号的值。在运行方式“JOG”、“设定值直接给定/MDI”和“运动程序段”中具有更高级别）
  - 使用增量测量系统回参考点
  - 绝对值编码器校准
- “运动程序段”运行方式
  - 在之前已经回参考点的轴上，通过装置中保存的、设有继续运行条件的运动程序段执行定位
  - 运动程序段编辑器，使用 STARTER
  - 一个运动程序段包含以下信息：
    运动程序段号
    任务，例如: 定位、等待、程序段跳转 GOTO、置位二进制输出等
    运动参数（目标位置、加速和减速的速度倍率）
    模式，例如：抑制程序段、继续运行条件如“CONTINUE_WITH_STOP”和“CONTINUE_ON-THE-FLY”
    任务参数，例如：等待时间、程序段跳转条件等
- “设定值直接给定”(MDI)运行方式
  - 通过直接给定设定值（例如：通过 PLC 过程数据）进行绝对式或相对式定位和调整（位置闭环）
  - 在运行期间（迅速传输设定值）以及“调整”和“定位”模式切换时，会持续影响运动参数。
- “JOG”运行方式
  - 轴的位置闭环运行方式，可以在“位置闭环”或“增量 JOG”（即按照步距移动）之间切换。
- 其中可以使用标准 PROFIdrive 定位报文，即报文 7、9 和 110，在选中后会自动内部互联到基本定位器。
- 由 PROFIdrive 报文 7 和 110 控制
  （更多详细信息请参见章节 循环通讯 (页 705) 和 SINAMICS S120/S150 参数手册）

8.8.1 机械系统

通常，在运动的机械部件和驱动之间的力传递过程中会出现反向间隙，因为如果机械部件上没有该间隙会导致过高的磨损。此时，机械部件和编码器之间也会存在间隙。在配备了间接式位移采集系统的轴上，换向时该机械间隙会使位移量相应增加或减少，从而使得运动位移出错。

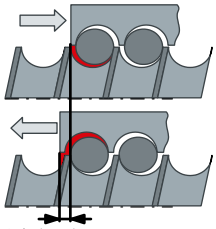


图 8-13　反向间隙补偿

说明

反向间隙补偿在以下设置中生效：

- 使用增量式测量系统使轴回参考点
- 使用绝对值测量系统校准轴

为补偿该间隙，必须在 p2583 中输入测出的间隙以及正确的正负号。在每次反向时，轴的实际值都会按照当前的运行方向进行补偿计算，然后显示在 r2667 中。该值随后通过 p2516（位置偏移）计入位置实际值。

如果一根静止轴已经通过“设置参考点”回零，或者激活了一根带有绝对值编码器的轴，则参数 p2604（回参考点开始方向）的设置会影响补偿值的接通。

表格 8-6　p2604 对补偿值接通的影响

p2604	运行方向	补偿值接通
0	正	否
	负	立即
1	正	立即
	负	否

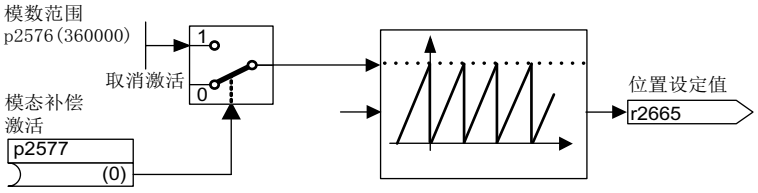


图 8-14　模态补偿

模态轴的运行范围不受限制。在达到某个可参数设置的值（即模态范围或轴循环）后，例如完成一次旋转 360° -> 0° 后，会再次回到位置的取值范围。模态范围在参数 p2576 中设置，补偿由参数 p2577 激活。模态补偿在设定值侧执行。模拟量互联输出 r2685（补偿值）会提供一个带正确符号的补偿值，以便修正位置实际值。

EPOS 的二进制互联输出 r2684.7（激活补偿）给出一个上升沿后，补偿激活；在缺省设置下，r2685（补偿值）以及 r2684.7 已经和位置实际值处理中的相应二进制/模拟量互联输入相连。一个运动任务中的绝对定位数据必须始终在模态范围内。在线性长度单位或旋转长度单位中，都可以激活模态补偿。运行范围可以不受软件限位开关的限制。

如果模态补偿激活，并使用了绝对值编码器，可能会出现编码器计数器溢出，此时应注意，多圈分辨率和模态范围之比 v 应为整数。

按照以下公式计算比例 v：

- 不带位置跟踪的电机编码器：
  v = p0421 · p2506 · p0433 · p2505 / (p0432 · p2504 · p2576)
- 带测量齿轮箱位置跟踪的电机编码器：
  v = p0412 · p2506 · p2505 / (p2504 · p2576)
- 带负载齿轮箱位置跟踪的电机编码器：
  v = p2721 · p2506 · p0433 / (p0432 · p2576)
- 带负载齿轮箱、测量齿轮箱位置跟踪的电机编码器：
  v = p2721 · p2506 / p2576
- 不带位置跟踪的直接编码器：
  v = p0421 · p2506 · p0433 / (p0432 · p2576)
- 带测量齿轮箱位置跟踪的直接编码器：
  v = p0412 · p2506 / p2576

在带位置跟踪时，建议修改 p0412 或 p2721。

特性

- 反向间隙补偿(p2583)
- 模态补偿(p2577)

使用 STARTER 进行调试

在 STARTER 中的 “Position control” 下进入 “Mechanics” 窗口。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3635 EPOS - 插补器 (r0108.4=1)
- 4010 位置控制 - 位置实际值处理 (r0108.3=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2576 EPOS 模态补偿、模态范围
- p2577 BI:EPOS 激活模态补偿
- p2583 EPOS 反向间隙补偿
- r2684.0...15 CO/BO:EPOS 状态字 2
- r2685 CO:EPOS 补偿值

8.8.2 限制

可以为速度、加速度和减速度设置极限，或设置软限位开关和硬限位开关(Stop cam)。

特性

- 运动属性限制
  - 最大速度(p2571)
  - 最大加速度(p2572) /最大减速度(p2573)
- 运动范围限制
  - 软限位开关(p2578, p2579, p2580, p2581, p2582)
  - 硬限位开关(p2568, p2569, p2570)
- 加加速度限制
  - 加加速度限制(p2574)
  - 激活加加速度限制(p2575)

最大速度

轴的最大速度由参数 p2571 确定。设置的速度不允许大于 r1084 和 r1087 中的最大转速。

如果在回参考点时给定了倍率(p2646)，或在运动程序段中编程了一个太大的速度，轴速度会限制在该最大速度内。

参数 p2571（最大速度）可以确定最大运行速度，单位为 1000 LU/min。最大速度的更改也会影响正在执行的运行任务的速度。

该限制只针对定位运行的以下方式：

- JOG
- 运动程序段执行
- 用于定位/设置的设定值直接给定/MDI
- 主动回参考点

最大加速度/减速度

参数 p2572 和 p2573 可以确定最大加速度和最大减速度。这两个参数的单位都是 1000 LU/s^2。

这两个值和以下运行方式相关：

- JOG
- 运动程序段执行

- 用于定位和设置的设定值直接给定/MDI
- 主动回参考点

在出现响应为 OFF1/OFF2/OFF3 的故障时，这些参数失效。

在“运动程序段执行”运行方式中，可以按照最大加速度和减速度的整数百分比(1 %, 2 % ... 100 %)设置加速度或减速度。在“用于定位和调整的设定值直接给定/MDI”运行方式中，可以给定加速度或减速度倍率（赋值 4000 十六进制 = 100 %）。

说明

此处不支持受当前速度影响的最大加速度或最大减速度（折线式加速度）。

说明

在使用 PROFIdrive 报文 110 时，速度倍率已经预先接入，须由报文提供数值。

软限位开关

在满足了以下条件时，模拟量互联输入 p2578（负向软限位开关）和 p2579（正向软限位开关）会限制位置设定值：

- 软限位开关激活(p2582 = 1)。
- 参考点已设置(r2684.11 = 1)。
- 模态补偿没有激活 (p2577 = 0)。

在出厂设置中，模拟量互联输入已经和模拟量输出 p2580（负向软限位开关）或 p2581（正向软限位开关）相连。

STOP CAM（硬限位开关）

轴的运动范围既可以采用软件方法，即软限位开关加以限制，也可以采用硬件方法加以限制。硬件上可以使用硬限位开关（STOP CAM）。当二进制互联输入 p2568（激活硬限位开关）给出 1 信号后，硬限位开关的功能激活。

一旦给出使能，便会检查二进制互联输入 p2569（负向硬限位开关）和 p2570（正向硬限位开关）是否激活。如果 p2569 或 p2570 给出的是 0 信号，即 LOW 信号，则表示这些输入已经激活。

在硬限位开关（p2569 或 p2570）激活后，当前运动以 OFF3 停止，相应的状态位 r2684.13（负向硬限位开关激活）或 r2684.14（正向硬限位开关激活）置位。

在接近硬限位开关时只允许执行离开硬限位开关的动作，当两个硬限位开关都响应时不允许任何运动。检测到 0/1 上升沿（脉冲沿触发的计算）后，轴便离开硬限位开关，相应的状态位（r2684.13 或 r2684.14）随即复位。

加加速度限制

没有加加速度限制时，加速度和减速度会出现剧烈变化。下图中展示了没有加加速度限制时的运动属性。此时最大加速度 $a_{最大}$和最大减速度 $d_{最大}$立即生效。驱动开始加速，达到设定速度 $v_{设定}$，然后便进入恒速阶段。

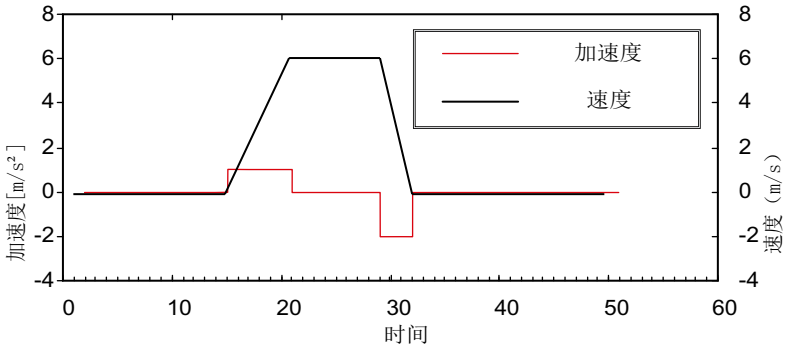


图 8-15　没有加加速度限制

通过加加速度限制可以实现加速度和减速度的平缓变化。如图所示，这样可以获得一个比较“平滑”的加速和加速过程。在理想情况下，加速度或减速度应呈线性。

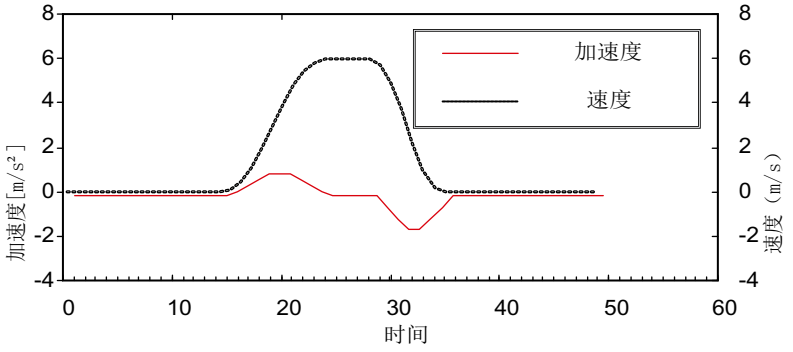


图 8-16　激活的加加速度限制

在参数 p2574（加加速度限制）中，可以共同为加速和减速过程设置一个最大斜率 r_k，单位为 LU/s³。分辨率为 1000 LU/s³。为了永久激活加加速度限制，应将参数 p2575（激活加加速度限制）设为 1。此时，在“运动程序段执行”运行方式下，不能通过指令“JERK”激活或取消该限制。而是应将参数 p2575 设为零来激活或取消限制。状态信号 r2684.6“（加加速度限制生效）可以显示该限制是否激活。

该限制在以下方式中生效：

- JOG
- 运动程序段执行
- 用于定位和设置的设定值直接给定/MDI
- 主动回参考点
- 由报警引起的停止响应

在出现响应为 OFF1/OFF2/OFF3 的信息时，加加速度限制失效。

在制动闭合时启动

若需要在制动闭合时在 EPOS 下启动驱动，例如针对悬挂负载，则使能信号 p0899.2 短时间取消。驱动相应进入脉冲清除，并报告故障 F07490。

为避免此过程，使用 p1513 激活附加转矩，其大小等同于制动的保持转矩。这样一来在制动释放后负载便不会下降，驱动保持闭环控制状态，不会输出故障 F07490。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3630 EPOS - 运动范围限制 (r0108.4=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2571 EPOS 最大速度
- p2572 EPOS 最大加速度
- p2573 EPOS 最大减速度
- p2646 CI：EPOS 速度倍率

软限位开关

- p2578 CI：EPOS 负向软限位开关的信号源
- p2579 CI：EPOS 正向软限位开关的信号源
- p2580 CO:EPOS 负向软限位开关
- p2581 CO:EPOS 正向软限位开关
- p2582 BI:EPOS 软限位开关激活
- r2683.0...14 CO/BO:EPOS 状态字 1

硬限位开关

- p2568 BI:EPOS 硬限位开关激活
- p2569 BI:EPOS 负向硬限位开关
- p2570 BI:EPOS 正向硬限位开关
- r2684.0...15 CO/BO:EPOS 状态字 2

加加速度限制

- p2574 EPOS 加加速度限制
- p2575 BI:EPOS 激活加加速度限制

8.8.3 EPOS 和安全设定速度限值

如果您希望同时使用定位功能 EPOS 和安全速度监控功能 SLS 或安全运动方向监控功能 SDI，当前生效的限值必须传送给 EPOS。如果限值没有传送给 EPOS，EPOS 提供的设定值可能会超出限值。一旦超限，变频器会停止驱动器，中断预定的运行过程。此时最先输出的是相关的安全故障信息，然后才输出 EPOS 故障信息。

安全功能可通过参数 r9733 为 EPOS 提供设定速度档，以避免超出安全速度档。

为避免超出 EPOS 设定值规定的安全速度档，必须按以下方法将设定速度限制（r9733）传送到 EPOS 的最大设定速度（p2594）：

- r9733[0] = p2594[1]
- r9733[1] = p2594[2]

另外，在 p9551 中要设置适当的 SLS/SOS 延迟时间，确保各个安全监控下驱动器速度有充足的时间下降到安全速度档。所需的制动时间由当前转速、p2574 加加速度限制和 p2573 最大减速度决定。

8.8.4 回参考点

在给机械系统上电后，必须建立机械零点的绝对位置基准，以进行定位。这一过程被称为回参考点（回零）。

可以采用以下回参考点模式：

- 设置参考点（所有编码器类型）
- 增量编码器
  主动回参考点（回参考点运行；p2597 = 0）：
  - 减速挡块和编码器零脉冲(p2607 = 1)
  - 编码器零脉冲（p0495 = 0 或 p0494 = 0）
  - 外部零脉冲（p0495 ≠ 0 或 p0494 ≠ 0）
- 被动回参考点：flying reference，p2597 = 1
- 绝对值编码器
  - 绝对值编码器校准
  - 绝对值编码器校准（带偏移接收）
  - 被动回参考点：flying reference，p2597 = 1

说明

请注意“功能图和参数 (页 491)”一章中的参数说明。

在所有的上述模式中，都有一个模拟量互联输入，用于给定参考点坐标，以便可以通过上级控制系统修改或给定坐标值。但参考点坐标的固定给定还需要使用一个设置参数。在缺省设置中，该设置参数是 p2599，已经连接到模拟量互联输入 p2598 上。

特性

- 参考点偏移(p2600)
- 反向挡块(p2613, p2614)
- 减速挡块(p2612)
- 二进制互联输入“开始回参考点”(p2595)
- 二进制互联输入“设置回参考点”(p2596)
- 速度倍率(p2646)
- 参考点坐标(p2598, p2599)
- 选择回参考点模式(p2597)
- 绝对值编码器校准(p2507)

说明

此处不支持距离编码式零脉冲的回参考点。

设置参考点

如果没有任何运动指令生效，而位置实际值为有效值(p2658 = 1)，则可以由二进制互联输入 p2596 给出的 0/1 上升冲沿设置参考点。在暂停时也可设置参考点。

此时，驱动的当前实际位置变为参考点，它的坐标是模拟量互联输入 p2598 给定的坐标。设定值(r2665)会相应地作出更改。

该功能也需要使用位置控制器中的位置实际值补偿（p2512 和 p2513）。在缺省设置中，模拟量互联输入 p2598 已经连接到设置参数 p2599。在正在执行的运动任务中，该二进制互联输入失效。

绝对值编码器校准

首次调试绝对值编码器时，会根据编码器的实际位置对轴的机械位置进行校准，然后才进行同步。

在驱动断电后，编码器的位置信息被保存。由此可以省略驱动引导启动时对轴重新进行校准这一步骤。

说明

务必要在首次调试期间执行绝对值编码器校准。

前提条件

校准前必须满足下列前提条件：

- 轴到达定义的参考位置。

操作步骤

1. 通过参数 p2507 = 2 调用校准。
   在该操作步骤中注意以下说明：
   - 借助 p2599 中的参考点坐标可以计算偏移值并输入 p2525 中。在计算位置实际值 (r2521)时会使用该偏移值。参数 p2507 会给出值 3，报告编码器已校准；另外，位 r2684.11（参考点已设置）也置为 1。
   - 如果驱动识别出校准，则会显示提示（报警 A7441）。用户会被要求将校准从 RAM 存储到 ROM。
   - 记录所计算出的偏移值，以便在使用功能“绝对值编码器校准（带偏移）”时可将该值输入 p2525 中。
2. 将绝对值编码器校准的偏移非易失性保存在 p2525 中（RAM to ROM）。
   在该操作步骤中注意以下说明：
   - 若已经过校准的轴出现校准丢失的状况，则该轴在驱动上电后将依然保持在未校准状态。在此情况下务必需要重新校准。

说明

确保首次调试后，不要改动驱动支路及其配置的机械结构。如果发生了机械变化，编码器实际值和机床零点之间的同步便会丢失。在此情况下务必需要重新校准。

旋转绝对值编码器

旋转式绝对值编码器校准时，会设置一个以零点为对称点、占一半编码器范围的区域，重新上电后，该区域内的位置会重新恢复。

在位置跟踪取消激活 (p2720.0 = 0) 时，该区域内只允许出现一圈编码器溢出（详细信息参见“位置实际值处理” (页 454)）。

如果参考点 p2599 在编码器范围内，在校准时位置实际值会被设为参考点。否则，通过 F07443 中断调整。

注意

在指定编码器范围外使用编码器可导致电机意外转动

如果在指定编码器范围外使用旋转绝对值编码器，重启后可导致电机意外运动。进而损坏电机。

- 校准后确保不会超出编码器范围。
- 激活位置跟踪 (p2720.0)，以防超出编码器范围。

直线绝对值编码器

在直线绝对值编码器上没有溢出。这样可以在结束校准、重新上电后恢复整个运行范围内恢的某个位置。在校准时位置实际值会被设为参考点。

绝对值编码器校准（带偏移接收）

除了之前说明的方法外，还可以通过功能“绝对值编码器（带偏移接收）”执行校准。

校准

在首次调试驱动时计算并接收偏移值实现“绝对值编码器校准（带偏移接收）”。

计算偏移时，编码器的实际值会通过机床零点一次性补偿，之后设置生效并与所计算的绝对位置同步。在这一过程中不需要轴位于某一个指定的参考位置上。

在驱动断电后，编码器的位置信息被保存。由此可以省略驱动引导启动时对轴重新进行校准这一步骤。

前提条件

校准前必须满足下列前提条件：

- 首次调试驱动时计算偏移值 p2525。
- 首次调试后没有改动驱动支路及其配置的机械结构。

操作步骤

按如下步骤执行“绝对值编码器校准（带偏移接收）”：

1. 将首次调试时计算的偏移值输入参数 p2525。
2. 通过参数 p2507 = 4 调用“绝对值编码器校准（带偏移接收）”，以便接收偏移值并与校准点互联。
   在该操作步骤中注意以下说明：
   – 在计算位置实际值(r2521)时会使用该偏移值。参数 p2507 会给出值 3，报告编码器已校准；另外，位 r2684.11（参考点已设置）也置为 1。
   – 偏移值的接收即时生效，不需要重启驱动。如果驱动识别出校准，则会显示提示（报警 A7441）。用户会被要求将校准从 RAM 存储到 ROM。
3. 将绝对值编码器校准的偏移非易失性保存在 p2525 中（RAM to ROM）。

说明

确保首次调试后，不要改动驱动支路及其配置的机械结构。如果发生了机械变化，编码器实际值和机床零点之间的同步便会丢失。在此情况下务必需要重新校准。

4. 核实以下机床位置：用低速试运行，检查硬件限位开关、软件限位开关、参考点。

使用 DRIVE-CLiQ 编码器回参考点

作为绝对值编码器，DRIVE-CLiQ 编码器有“单圈”和“多圈”的类型。如果通过 PROFIdrive 编码器接口选择了“回参考点”功能，并且 DRIVE-CLiQ 接口上连接的是 DRIVE-CLiQ 编码器或其他类型的绝对值编码器，则单圈位置的过零点被用作回参考点。

关于调试 DRIVE-CLiQ 编码器的详细信息请参见 SINAMICS S120 STARTER 调试手册。

使用增量式测量系统回参考点

在使用增量式测量系统回参考点时，驱动会运行到它的参考点。整个的回参考点循环由驱动自行控制和监控。

使用增量式测量系统时，必须在给机械系统上电后建立机械零点的绝对位置基准。在没有回参考点时，上电后位置实际值 x_0 会被设为 $x_0 = 0$ 。回参考点后，驱动可以多次运行到参考点。开始方向为正(p2604 = 0)的回参考点过程如下图所示。

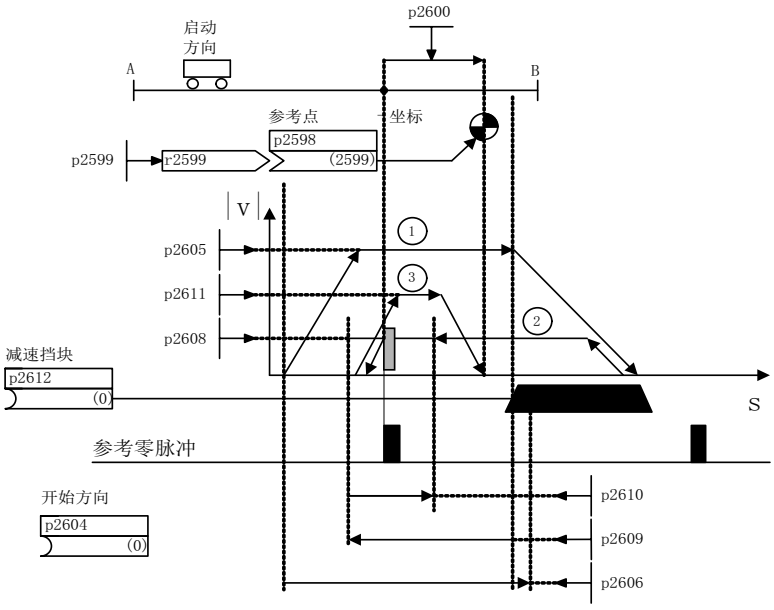


图 8-17　示例：回参考点，带减速挡块

如果二进制互联输入 p2595（开始回参考点）上给出信号，并同时选择了回参考点模式，即二进制互联输入 p2597 上给出 0 信号，便触发轴运行到减速挡块(p2607 = 1)。p2595 上的信号必须在整个回参考点过程中保持置位，否则会中断该过程。回参考点开始后，状态信号 r2684.11（参考点已设置）复位。

在整个回参考点期间，软限位开关监控失效，只检查最大运动范围。必要时，可在该过程结束后重新激活监控。

只有在搜索减速挡块（步骤 1）期间，设置的速度倍率才起作用。这样可以确保始终以相同的速度越过“挡块末端”和“零脉冲”位置。同时，如果接通过程中存在信号运行时间，也可以确保在每次回参考点时，由确定位置引起的偏移量始终相同。

p2607 = 0 即没有减速挡块，表示在整个运动范围或模态范围内轴只有一个零脉冲。一旦在这种类型的轴上开始回参考点，会立即开始和参考零脉冲同步，参见步骤 2。

第 1 步：运行到减速挡块

如果没有减速挡块(p2607 = 0)，进入步骤 2。

在开始回参考点后，驱动以最大加速度(p2572)加速到减速挡块搜索速度(p2605)。搜索方向由二进制互联输入 p2604 的信号确定。

到达减速挡块后，二进制互联输入 p2612（减速挡块）会向驱动发出信号，接着驱动便以最大减速度(p2573)减速停止。

如果在回参考点期间发现二进制互联输入 p2613（负反向挡块）或 p2614 （正反向挡块）上的信号，则反转搜索方向。

如果从正向逼近“负反向挡块”，或从负向逼近“正反挡块”，驱动会输出故障信息 F07499（EPOS：从错误的运行方向逼近反向挡块）。此时必须检查反向挡块的互联端子，即 BI: p2613 和 BI: p2614，或检查逼近反向挡块的运行方向。

反向挡块为“LOW”有效。如果这两个反向挡块都激活，即 p2613 = “0” 且 p2614 = “0”，则驱动保持静止。一旦发现减速挡块，便立即和参考零脉冲同步，参见步骤 2。

如果轴从起始位置出发，朝着减速挡块运行了一段由参数 p2606（到减速挡块的最大距离）确定的位移后，没有达到减速挡块，则驱动停止，并输出故障信息 F07458“没有发现减速挡块”。

如果在回参考点开始时轴已经位于挡块上，则不执行回参考点，而是立即开始和参考零脉冲同步，参见步骤 2。

说明

在运动到挡块的过程中，速度倍率一直生效。切换到编码器数据组后，状态信号 r2684.11（参考点已设置）复位。

限位开关必须能发出上升沿和下降沿。在带编码器零脉冲赋值的回参考点中，位置实际值增加时会取 0/1 上升沿；位置实际值下降时会取 1/0 下降沿。编码器零脉冲的赋值不能取反。

如果长度测量系统有多个零脉冲，这些零脉冲以一定的周期性间距重复出现，例如：增量、旋转测量系统，则必须注意，减速挡块必须经过精确调校，从而确保始终只取相同的零脉冲。

以下因素会影响控制信号“减速挡块”的特性：

- 参考限位开关的接通精度和延时
- 驱动的位置控制器周期
- 驱动的插补周期
- 机械结构的温度特性

第 2 步：与参考零脉冲同步（编码器零脉冲或外部零脉冲）

带减速挡块(p2607 = 1)：

在步骤 2 中，驱动背朝二进制互联输入 p2604（回参考点开始方向）设置的方向，加速到 p2608（零脉冲搜索速度）中设定的速度。然后在距离 p2609（到零脉冲的最大距离）中等待零脉冲。一旦驱动离开减速挡块（p2612 = 0），并进入赋值的公差带(p2609 -

p2610)，则开始查找零脉冲，此时状态位 r2684.0 = 1（回参考点激活）。如果零脉冲位置已知（编码器赋值），则驱动的实际位置会和零脉冲同步。驱动开始回参考点，参见步骤 3。挡块末端和零脉冲之间的距离由参数 r2680 显示。

- 存在编码器零脉冲（p0495 = 0 或 p0494 = 0）[1]，无减速挡块（p2607 = 0）：
  一旦检测到二进制互联输入 p2595 上发出的信号，便立即和参考零脉冲同步。驱动沿着 p2604 给定的方向加速到参数 p2608 中设定的速度。
  然后和第一个零脉冲同步。接着开始运行到参考点，参见步骤 3。

  说明

  此时，参考零脉冲的搜索方向和带减速挡块的轴的方向相反！

- 存在外部零脉冲（p0494 ≠ 0 或 p0495 ≠ 0）[1]，无减速挡块（p2607 = 0）：
  一旦检测到二进制互联输入 p2595 上发出的信号，便立即和外部零脉冲同步。驱动沿着 p2604 给定的方向加速到参数 p2608 中设定的速度。驱动和第一个外部零脉冲（p0494 或 p0495）同步 [1]。接着驱动以相同的速度继续运行，开始回参考点，参见步骤 3。

  说明

  速度倍率此时无作用。

  通过参数 p0494 或 p0495[1]（替代零脉冲输入端子）可以设置一个替代零脉冲，并选择相应的数字量输入。在缺省设置中，位置实际值增加时会取 0/1 上升沿；位置实际值下降时会取 1/0 下降沿。替代零脉冲的脉冲沿可以通过参数 p0490（测头或替代零脉冲取反）取反。

[1] 请注意“功能图和参数 (页 491)”一章中的说明。

第 3 步：运行到参考点

如果驱动成功和参考零脉冲同步，便开始运行到参考点，参见步骤 2。一旦发现参考零脉冲，驱动便加速到参数 p2611 中设置的参考点搜索速度。并运行一段参考点偏移(p2600)，即零脉冲和参考点之间的距离。

轴到达参考点后，位置实际值/设定值会变为模拟量互联输入 p2598（参考点坐标）给定的值；在缺省设置中，模拟量互联输入 p2598 已经连接到设置参数 p2599 上。轴随后回到参考点，状态信号 r2684.11（参考点已设置）置位。

说明

速度倍率此时无作用。

如果制动行程大于参考点偏移，或者设置的参考点偏移需要轴反向，则在发现参考零脉冲后，驱动首先停止，然后返回。

被动回参考点

被动回参考点用于补偿实际值采集的不精确性。可借此提升驱动侧的定位精度。

被动回参考点模式也称重新回参考点、位置监控，它由二进制互联输入 p2597 上发出的 1 信号选中；可以在每种运行方式下使用，被当前生效的运行方式覆盖（JOG、运动程序段执行、用于定位/设置的设定值直接给定）。不管是在增量式测量系统还是绝对式测量系统上，都可以选择被动回参考点。

在被动回参考点中进行增量式定位时，可以选择是否要为运动位移设置补偿值(p2603)。

被动回参考点由二进制互联输入 p2595 上发出的 0/1 上升沿激活。p2595 上的信号必须在整个回参考点过程中保持置位，否则会中断该过程。

状态位 r2684.1（被动回参考点激活）和二进制互联输入 p2509（激活测头赋值）相连，它激活了测头赋值。通过二进制互联输入 p2510（测头选择）和 p2511（测头脉冲沿赋值）可以设置，此时需要使用的测头（1 或 2）以及使用的测量脉冲沿（0/1 或 1/0）。

测头脉冲通过参数 r2523 为模拟量互联输入 p2660 提供测量值。测量值的有效性经过 r2526.2 反馈给二进制互联输入 p2661（测量值有效的反馈）。

说明

对于被动回参考点的位置窗口，始终应满足以下规定：

p2602（大窗口）> p2601（小窗口）。

有关“被动回参考点”功能的详细信息请见 SINAMICS S120/S150 参数手册中的功能图 3614。

接着会出现以下动作：

- 驱动还没有回参考点时，状态位 r2684.11 置为 1。
- 驱动已经回参考点，此时状态位 r2684.11 不会因被动回参考点的开始而复位。
- 驱动已经回参考点，而位置差值小于小窗口(p2601)，则保留旧的位置实际值。
- 驱动已经回参考点，而位置差值大于大窗口(p2602)，则输出报警 A07489 “参考点补偿超出窗口 2”，状态位 r2684.3（压力标记超出窗口 2）置位。此时不会执行位置实际值的补偿。
- 驱动已经回参考点，而位置差值大于小窗口(p2601)而小于大窗口(p2602)，则补偿位置实际值。

说明

被动回参考点会被主动运行方式叠加，其不是一种主动运行方式。

和主动回参考点相比，它不会影响加工过程。

在缺省设置中，被动回参考点会使用测头赋值，它由选择测头(p2510)和选择脉冲沿赋值(p2511)激活；缺省设置中始终为测头 1，脉冲沿赋值为 0/1 上升沿。

数据组切换的说明

通过 DDS 驱动数据组切换功能可以在电机数据组（MDS，p0186）和编码器数据组（EDS，p0187 ~ p0189）之间切换。下表说明了参考位(r2684.11)或绝对值编码器的校准状态(p2507) 何时复位。

在以下情况下进行 DDS 切换时，当前位置实际值失效(p2521 = 0)，参考点(r2684.11 = 0)复位：

- 用于位置控制的 EDS 改变。
- 编码器分配改变(p2502)。
- 机械运动比改变(p2503...p2506)。

如果机械运动比改变(p2503 ... p2506)，而仍在位置控制中选择了同一个绝对值编码器，则还会复位校准状态(p2507)。

此外，在运行状态中会输出一条故障信息（F07494）。

下表给出了几个数据组切换的示例。输出数据组始终是 DDS0。

表格 8-7　DDS 切换，没有负载齿轮箱位置跟踪

DDS	0	1	2	3	4	5	6	7
p0186 (MDS)	0	0	0	0	0	1	2	3
p0187 (编码器 1)	EDS0	EDS0	EDS0	EDS0	EDS0	EDS4	EDS5	EDS0
p0188 (编码器 2)	EDS1	EDS1	EDS1	EDS1	EDS3	EDS1	EDS6	EDS1
p0189 (编码器 3)	EDS2	EDS2	EDS2	EDS2	EDS2	EDS2	EDS7	EDS2
p2502 (用于位置控制的编码器)	编码器_1	编码器_1	编码器_1	编码器_2	编码器_2	编码器_1	编码器_1	编码器_1

DDS	0	1	2	3	4	5	6	7
机械特性：p2504/ p2505/p2506/p2503 “A”、“B”、“C”和“D”表示不同的机械特性。	A	A	B	A	A	A	D	A
负载齿轮箱位置跟踪	未激活	未激活	未激活	未激活	未激活	未激活	未激活	未激活
切换响应	---	在脉冲禁止或运行期间的切换无作用	脉冲禁止位置实际值处理重新开始 1)，参考位 2)复位。 运行：输出故障信息。位置实际值处理重新开始 1)，参考位 2)复位。	脉冲禁止 位置实际值处理重新开始 1)，参考位 3)复位。 运行： 输出故障信息。位置实际值处理重新开始 1)，参考位 3)复位。				在脉冲禁止或运行期间的单独 MDS 切换无作用。

1) “重新开始”表示：对于绝对值编码器会重新读取绝对值，对于增量编码器则会像上电后一样进行重启。

2) 在增量编码器中会复位 r2684.11（“参考点已设置”）， 对于绝对值编码器还会额外复位校准状态（p2507）。

3) 在增量编码器中会复位 r2684.11（“参考点已设置”）， 对于绝对值编码器不会额外复位校准状态（p2507），因为 EDS 不是原始数据组。

8.8.4.1 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3612 EPOS - 参考/回参考点运行方式 (r0108.4 = 1)（p2597 = 0 信号）
- 3614 EPOS - 被动回参考点模式 (r0108.4=1)（p2597 = 1 信号）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0494[0...n] 替代零脉冲输入端子 1)
- p0495 替代零脉冲输入端子 1)

- p2596 BI:EPOS 设置参考点
- p2597 BI:EPOS 回参考点模式选择
- p2598[0...3] CI：EPOS 参考点坐标信号源
- p2599 CO:EPOS 参考点坐标值
- p2600 EPOS 回参考点，参考点偏移

[1)] 参数 p0494 的含义对应参数 p0495。此外参数 p0494 还具有针对编码器数据组的相关性，例如可在数据组转换时用于换向加工头。

8.8.5 每转多个零脉冲时回参考点

使用减速齿轮箱或测量齿轮箱时，驱动会在每转中检测到多个零脉冲。 在此状况下可通过一个附加的 BERO 信号选择正确的零脉冲。

示例（使用减速齿轮箱）

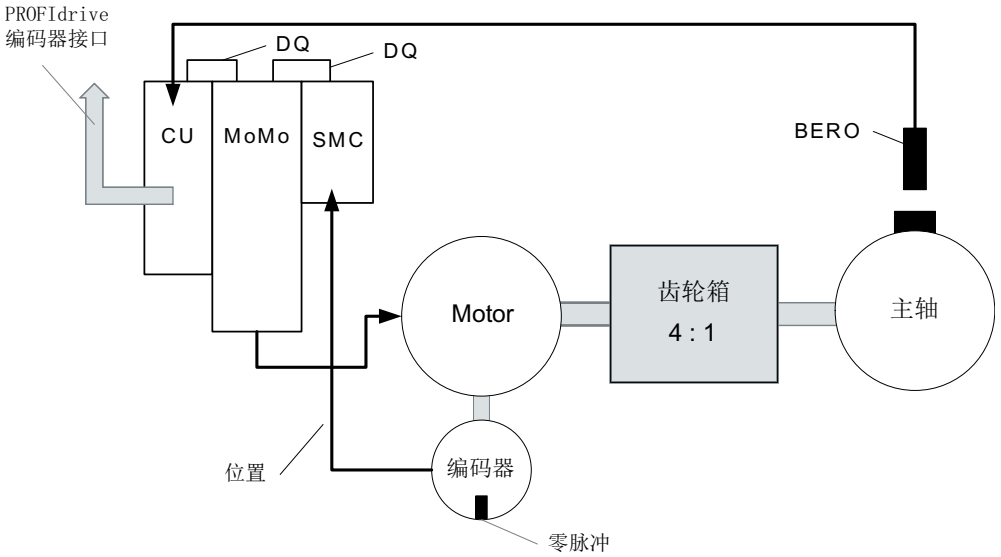


图 8-18 电机和主轴间存在齿轮箱的结构

此图显示了在每转有多个零脉冲的情况下回参考点，以及通过一个 BERO 信号选择正确零脉冲的应用示例。

在电机和负载（主轴）间使用减速齿轮箱时，驱动会在每次负载机械旋转中检测到多次电机旋转，从而检测到多个编码器零脉冲。

上位控制系统/位置闭环控制在回参考点时要求编码器零脉冲和机械轴（负载/主轴）之间的基准具备唯一性，因此通过一个 BERO 信号选择“正确的”零脉冲。

示例（使用测量齿轮箱）

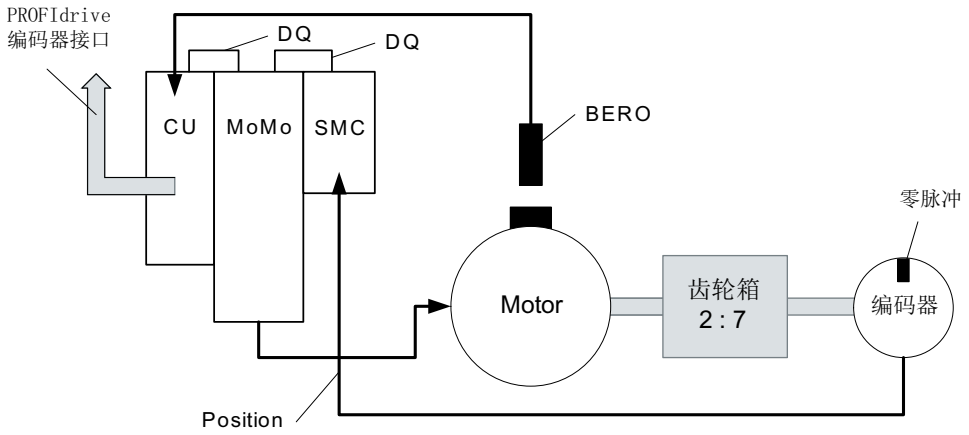


图 8-19　电机和编码器间的测量齿轮箱

此图显示了在每转有多个零脉冲的情况下回参考点，并且在电机/主轴和编码器之间采用测量齿轮箱时的应用示例。

在电机/负载的每转内会通过测量齿轮箱显示多个编码器零脉冲，因此也需要通过 BERO 信号选择正确的零脉冲并将其用于回参考点。

前提条件

- 相应零脉冲的位置应确保与 BERO 信号通断位置的距离最短。
- 安装 BERO 时须满足相应前提条件。
- 优先采用的机械安装
  BERO 信号会覆盖零脉冲，因为在此状况下零脉冲的选择取决于旋转方向。
- 为了在较高的转速下也能精确确定 BERO 位置（与编码器参考位置关联），必须将其连接至控制单元的快速输入。

BERO 信号分析

可对 BERO 信号的上升沿或下降沿进行分析：

- 上升沿（出厂设置）
  在进行 BERO 信号上升沿分析的回参考点运行中，编码器接口会在识别出 BERO 信号上升沿后提供相应参考脉冲的位置。若 BERO 的机械配置使得 BERO 信号覆盖了整个编码器零脉冲宽度，则在两个运行方向上均可确保识别出所需的编码器零脉冲。
- 下降沿
  在进行 BERO 信号下降沿分析的回参考点运行中，会对离开 BERO 信号后的下一个参考脉冲进行同步。

设置回参考点

执行以下步骤，对存在多个零脉冲时的回参考点运行进行参数：

1. 通过参数 p0493 定义用于连接 BERO 的快速数字量输入。
2. 将参数 p0490 的对应位置 1 。
   信号取反用于通过 BERO 信号的下降沿进行分析。

回参考点过程

回参考点过程如下：

1. 控制单元通过 PROFIdrive 编码器接口接收参考脉冲搜索任务。
2. 参照参数设置，控制单元会根据 BERO 信号对零脉冲进行设置。
3. 控制单元通过 PROFIdrive 编码器接口提供（必要时为经过补偿的）零脉冲位置作为参考脉冲。

说明

在转速较高或 BERO 与 之后的零脉冲距离较小的情况下，所检测到的有可能不是所需的下一个零脉冲，而是再下一个。若零脉冲距离已知，在此状况下会对所计算出的位置进行相应补偿。

在使用测量齿轮箱时，零脉冲位置取决于电机旋转。在此状况下同样会执行补偿，并且对于每次电机旋转会推算回距离（BERO 信号 ↔ 零脉冲）最小的零脉冲位置。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0488　测头 1 输入端子
- p0489　测头 2 输入端子
- p0493　选择零脉冲输入端
- p0495　替代零脉冲输入端

- p0580 测头输入端
- p0680[0...7] 中央测头输入端
- p2517[0...2] LR 直接测头 1
- p2518[0...2] LR 直接测头 2

8.8.6 EPOS 下的安全回参考点

带安全回参考点的简单定位

某些安全功能（例如 SLP、SP）需要安全回参考点。 若驱动上 EPOS 有效，则在通过 EPOS 回参考点时也将绝对位置自动传输至 Safety Integrated 功能。

仅在参数设置了需要绝对值的安全功能时，Safety Integrated 功能才对绝对位置进行分析。

下面是几个负载侧位置计算示例，其取决于不同的编码器安装方式和轴类型。

示例 1：

Safety Integrated 扩展功能监控旋转负载。 EPOS 和 Safety Integrated 扩展功能使用电机上的同一个旋转编码器。 旋转负载通过齿轮箱与电机耦合。 计算主轴的转速/位置值。

- p2506 = 360000 => 360000LU 的位置（r2521）对应 360°（r9708）
- p2506 = 10000 => 10000LU 的位置（r2521）对应 360°（r9708）

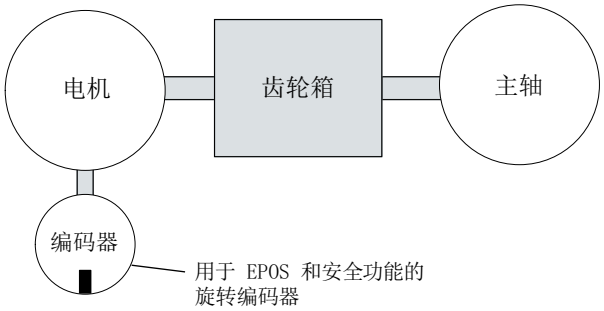


图 8-20 示例 1：EPOS 和安全回参考点，旋转

必须在 p9521/p9522（用于 Safety Integrated 扩展功能）和 p2504/p2505（用于 EPOS）中设置所使用的齿轮箱的传动比。 若需将齿轮箱传动比设置为“电机 2 转对应负载 1 转”，请设置 p9521 = 1、p9522 = 2、p2504 = 2 和 p2505 = 1。

示例 2：

Safety Integrated 扩展功能通过旋转电机编码器监控线性轴。
EPOS 回参考点通过线性标度进行。

- p2503 = 100000 => 100000LU 的位置（r2521）对应 10 mm（r9708）
- p2503 = 10000 => 10000LU 的位置（r2521）对应 10 mm（r9708）

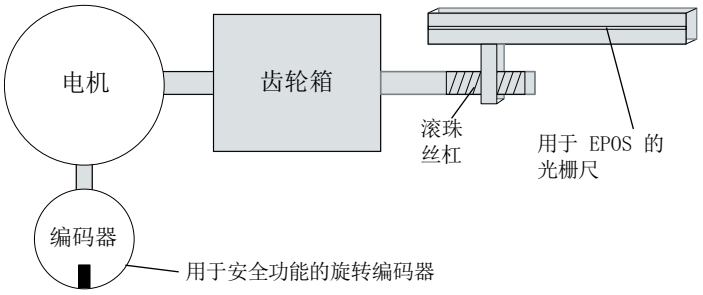


图 8-21　举例 2: EPOS 和安全回参考点，线性

Safety Integrated 扩展功能使用旋转电机编码器。 齿轮箱通过 p9521/p9522 进行参数设置。 主轴间距以 p9520 设置。 EPOS 直接使用负载侧的线性标度来计算负载侧绝对位置。 此示例中的 EPOS 无需考虑齿轮箱传动比和主轴间距。

示例 3：

Safety Integrated 扩展功能通过旋转电机编码器监控线性轴。 EPOS 通过同一个旋转电机编码器回参考点。

- p2506 = 10000，p9520 = 5 mm/rev => 10000LU 的位置（r2521）对应 5 mm（r9708）
- p2506 = 5000，p9520 = 5 mm/rev => 10000LU 的位置（r2521）对应 10 mm（r9708）

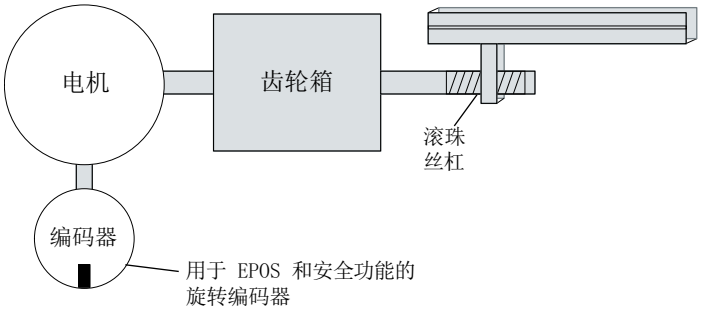


图 8-22　举例 3: EPOS 和安全回参考点，线性

参数 p9520 中设置的主轴间距从旋转运动换算为线性运动。 EPOS 不考虑主轴间距， 而是在 p2506 中以负载转数定义 LU。 负载转数以滚珠轴承主轴的运动为基准，即齿轮箱后的运动。 必须在 p9521/p9522（用于 Safety Integrated 扩展功能）和 p2504/p2505（用于 EPOS）中设置所使用的齿轮箱的传动比。 若需将齿轮箱传动比设置为“电机 4 转对应负载 3 转”，请设置：

- p9521 = 3
- p9522 = 4

- p2504 = 4
- p2505 = 3

Safety Integrated 扩展功能下的被动回参考点

被动回参考点时常用于补偿实际值采集的不精确性，从而优化负载侧的定位精度。 Safety Integrated 扩展功能的精度需求较闭环控制要低。 不需要为 Safety Integrated 扩展功能进行循环校准。

首个激活信号会触发回参考点。 若在下一个开关信号处识别出已达到“回到参考点”状态，则不会向 Safety Integrated 功能传输新参考位置。

8.8.7 运行程序段

驱动系统中最多可以保存 64 个不同的运动任务。最大数量可以由参数 p2615 设置。在以下情况下，程序段切换时所有描述一个运动任务的参数都生效：

- 通过二进制互联输入 p2625 ~ p2630（程序段选择，位 0...5）以二进制代码选择了运动程序段编号，并通过 p2631（BI：EPOS 激活运动任务）上的信号激活。
- 在运动任务后切换了程序段。
- 触发了外部程序段切换 p2632。

参数组

运动程序段由具有固定结构的参数组设置：

- 运动程序段编号(p2616[0...63])
  每个运动程序段必须具有一个指定的编号，也就是 STARTER 中的“No.”。该编号决定了程序段的执行顺序。编号为“-1”的程序段被省略，以便为其他程序段留出位置。
- 任务(p2621[0...63])
  1:POSITIONING
  2:FIXED STOP
  3:ENDLESS_POS
  4:ENDLESS_NEG
  5:WAITING
  6:GOTO
  7:SET_O
  8:RESET_O
  9:JERK

- 运动参数
  - 目标位置或运动距离(p2617[0...63])
  - 速度(p2618[0...63])
  - 加速度倍率(p2619[0...63])
  - 减速度倍率(p2620[0...63])

- 任务模式(p2623[0...63])
  运动任务的执行模式可以由参数 p2623 设置。在 STARTER 中编写运动程序段时，该模式会自动写入。
  值 = 0000 cccc bbbb aaaa
  - aaaa:标识
    000x → 显示/隐藏程序段（x = 0：显示，x = 1：隐藏）
    隐藏的程序段不能通过二进制互联输入 p2625 至 p2630 以二进制代码来选择，如果一定要选择，则发出报警。
  - bbbb:继续条件
    0000,END：p2631 上的 0/1 上升沿
    0001,CONTINUE_WITH_STOP:
    在继续执行程序段前，首先精确逼近程序段中设定的位置：驱动减速停止和并执行定位窗口监控。
    0010, CONTINUE_ON-THE-FLY:
    一旦达到当前程序段中的制动动作点，会立即切换到下一个程序段中；在需要换向时，首先在定位窗口中停止，然后才切换程序段。
    0011, CONTINUE_EXTERNAL:
    和“CONTINUE_ON-THE-FLY”类似，但在到达制动动作点前，可以通过一个 0/1 上升沿立即切换程序段。p2632 = 1 时，该 0/1 上升沿可以由二进制互联输入 p2633 触发；p2632 = 0 时，可以由测头输入 p2661 触发，该测头输入和功能模块“位置控制”的参数 r2526.2 相连。由测头采集的位置可以用作相对定位中精确的输出位置。如果没有触发“外部程序段切换”，则程序段在制动动作点上切换。
    0100, CONTINUE_EXTERNAL_WAIT
    在整个运动阶段，都可以通过控制信号“外部程序段切换”立即切换到下一个任务。如果没有触发“外部程序段切换”，则轴停止在设定的目标位置上，直到给出信号。和 CONTINUE_EXTERNAL 不同的是，此时轴会在目标位置上等待信号，而在 CONTINUE_EXTERNAL 中，如果没有触发“外部程序段切换”，程序段会立即在制动动作点上切换。
    0101, CONTINUE_EXTERNAL_ALARM
    和“CONTINUE_EXTERNAL_WAIT”类似，但如果在驱动停止前还没有触发“外部程序段切换”，则输出报警 A07463“运动程序段 x 中没有请求外部切换”。该报警可以转变为一个带停止响应的故障，以便在没有给出控制信号时中断程序段执行。
  - cccc:定位模式
    它确定了 POSITIONING 任务(p2621 = 1) 中驱动逼近设定位置的方式。
    0000, ABSOLUTE::
    逼近 p2617 中设定的位置
    0001, RELATIVE:
    轴移动 p2617 中设定的距离。
    0010, ABS_POS:
    只用于带模态补偿的回转轴！正向逼近 p2617 中设定的位置。
    0011, ABS_NEG:
    只用于带模态补偿的回转轴！负向逼近 p2617 中设定的位置。
- 任务参数（不同指令，不同含义）(p2622[0...63])

暂停和拒绝执行任务

暂停由 p2640 给出的 0 信号激活。暂停激活后，驱动以设置的减速度(p2620 或 p2645)减速停机。

当前的运动任务可以由 p2641 上给出的 0 信号拒绝。拒绝后，驱动以最大减速度(p2573)减速停机。

只有在运行方式“运动程序段”和“设定值直接给定/MDI”中，“暂停”和“拒绝执行任务”功能才生效。

POSITIONING

POSITIONING 任务可以激活一段轴运行。其中会应用以下参数：

- p2616[x] 程序段编号
- p2617[x] 位置
- p2618[x] 速度
- p2619[x] 加速度倍率
- p2620[x] 减速度倍率
- p2623[x] 任务模式

直到到达目标位置，该任务才执行完毕。如果在激活该任务时，驱动已经处于目标位置，则在程序段切换条件 CONTINUE_ON-THE-FLY 或 CONTINUE_EXTERNAL 下，会切换到同一个插补周期中的下一个任务。在 CONTINUE_WITH_STOP 条件下，会切换到下一个插补周期中的下一个程序段。而在 CONTINUE_EXTERNAL_ALARM 条件下，会立即输出一条报警信息。

固定挡块

FIXED STOP 任务可以激活转矩降低的固定停止点运行。

以下参数生效：

- p2616[x] 程序段编号
- p2617[x] 位置
- p2618[x] 速度
- p2619[x] 加速度倍率
- p2620[x] 减速度倍率

- p2623[x] 任务模式
- p2622[x] 任务参数：旋转电机上为夹紧转矩 [0.01 Nm]；直线电机上为夹紧力 [1 N]。

此处允许的继续条件有：END、CONTINUE_WITH_STOP、CONTINUE_EXTERNAL 和 CONTINUE_EXTERNAL_WAIT。

ENDLESS POS, ENDLESS NEG

该任务可以使驱动加速到设定速度上，直到：

- 达到软限位开关
- 发出限位挡块信号
- 达到运动范围极限
- 运动过程被控制信号“无暂停/暂停”(p2640)中断
- 运动过程被控制信号“拒绝/不拒绝执行任务”(p2641)中断
- 在相应的继续条件下触发了“外部程序段切换”。

其中会应用以下参数：

- p2616[x] 程序段编号
- p2618[x] 速度
- p2619[x] 加速度倍率
- p2623[x] 任务模式

该任务中允许所有的继续条件。

JERK

JERK 任务可以激活急动限制（指令参数 = 1）或取消该限制（任务参数 = 0）。此时二进制互联输入 p2575“急动限制激活”上的信号应为零。p2574 中设置的值用作急动极限值。

不管 JERK 前的任务设置了怎样的继续条件，此时总是执行准停。

其中会应用以下参数：

- p2616[x] 程序段编号
- p2622[x] 任务参数 = 0 或 1

该任务中允许所有的继续条件。

WAITING

WAITING 任务可以设置执行下一个任务前需要经过的等待时间。

其中会应用以下参数：

- p2616[x] 程序段编号
- p2622[x] 任务参数 = 以 ms 为单位的等待时间 ≥ 0 ms
- p2623[x] 任务模式

等待时间以 ms 为单位输入，但却会在内部取整为插补周期 p0115[5] 的整数倍值。最小的等待时间为一个插补周期，即：在设置了一个小于插补周期的等待时间时，该时间会变为插补周期。

示例：

等待时间：9 ms
插补周期：4 ms
生效的等待时间：12 ms

不管为等待前的任务设置了怎样的继续条件，在等待时间前总是执行准停。等待可以由“外部程序段切换”执行。

此处允许的继续条件有：END、CONTINUE_WITH_STOP、CONTINUE_EXTERNAL、CONTINUE_EXTERNAL_WAIT 和 CONTINUE_EXTERNAL_ALARM。如果在等待时间届满后还没有给出“外部程序段切换”信号，则输出故障信息。

GOTO

GOTO 任务可以在一系列运动任务内执行跳转。作为任务参数，必须设定待跳转的程序段的编号。其中不允许任何继续条件。如果没有带该编号的程序段，会输出报警 A07468“运动程序段 x 中的跳转目标不存在”，该程序段被标为“不一致”。

其中会应用以下参数：

- p2616[x] 程序段编号
- p2622[x] 任务参数 = 下一个运动程序段编号

在一个插补周期内，可以执行 SET_O、RESET_O 和 GOTO 中任意 2 个任务，并启动下一个任务 POSITIONING 或 WAITING。

SET_O, RESET_O

SET_O 或 RESET_O 任务可以同时最多置位或复位 2 个二进制信号（输出 1 或 2）。输出的编号（1 或 2）由任务参数以位编码设定。

其中会应用以下参数：

- p2616[x] 程序段编号
- p2622[x] 任务参数 = 位编码输出：
  0x1:输出 1
  0x2:输出 2
  0x3:输出 1 + 2

此处允许的继续条件有：END、CONTINUE_ON-THE-FLY、CONTINUE_WITH_STOP 和 CONTINUE_EXTERNAL_WAIT。

二进制信号 r2683.10（输出 1）或 r2683.11（输出 2）可以指定给模拟量输出。在 STARTER 中按下按键“configuration digital output”可以执行指定。

在一个插补周期内，可以执行 SET_O、RESET_O 和 GOTO 中任意 2 个任务，并启动下一个任务 POSITIONING 或 WAITING。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3616 EPOS- 运动程序段运行方式 (r0108.4=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2616[0...n] EPOS 运动程序段编号
- p2617[0...n] EPOS 运动程序段位置
- p2618[0...n] EPOS 运动程序段速度
- p2619[0...n] EPOS 运动程序段加速度倍率
- p2620[0...n] EPOS 运动程序段减速度倍率
- p2621[0...n] EPOS 运动程序段任务
- p2622[0...n] EPOS 运动程序段任务参数
- p2623[0...n] EPOS 运动程序段任务模式
- p2625...p2630 BI:EPOS 运行程序段选择位 0 ... 5

8.8.8 运行到固定停止点

“运行到固定停止点”可以以设定的转矩将套筒顶到工件上。这样便可以安全夹紧工件。在运动任务(p2622)中可以设置夹紧转矩。可以为固定点设置一个监控窗口，防止在驱动离开固定点停止后超出该范围运行。

在定位运行中，如果执行的运动程序段带 FIXED STOP 指令，则开始运行到固定停止点。在该程序段中，除了设定动态参数如位置、速度、加速度倍率和减速度倍率外，还可以设定所需的夹紧转矩，即任务参数 p2622。轴从初始位置出发，以设定的速度逼近目标位置。固定停止点即工件必须位于轴的初始位置和制动动作点之间，即：目标位置必须在工件中。

设置的转矩限制一开始就生效，即运行到固定点的过程中也采用被降低的转矩。此外，设置的加速度/减速度倍率和当前速度倍率也生效。但在该过程中，位置控制器中的动态跟随误差补偿监控(p2546)失效。一旦驱动向固定停止点运行或位于固定停止点上，状态位 r2683.14“运行到固定停止点生效”便置位。

到达固定停止点

一旦轴压住机械固定停止点，驱动中的闭环控制将增加转矩值继续移动此轴。该值将一直增加到极限值，然后保持不变。根据二进制互联输入 p2637 （已到达固定停止点）的设置，状态位 r2683.12（已到达固定停止点）会在以下情况下置位：

- 当跟随误差超出了参数 p2634 （固定停止点：最大滞后误差）中设置的值(p2637 = r2526.4)。
- 外部通过二进制互联输入 p2637 上的信号置位了“已到达固定停止点”状态（p2637 ≠ r2526.4）。

在运行到固定停止点任务中，夹紧转矩或夹紧力由程序段中的任务参数设置。旋转电机的单位为：0.01 Nm；直线电机的单位为 1 N。模拟量互联输出 r2686[0] 和 r2686[1]，即转矩上限和下限，将功能模块连接到基本系统的转矩限制上，这两个输出还和模拟量互联输入 p1528/p1529 相连，即：转矩上限和下限的比例系数。

在“运行到固定停止点”没有激活时，r2686[0] 以及 r2686[1] 被设为 100%。在“运行到固定停止点”激活时，r2686[0] 以及 r2686[1] 会作为 p1522/p1523 的百分比值使用，将转矩降低到设定的夹紧转矩或夹紧力下。

在检测到固定停止点后 (p2637) ，只要二进制互联输入 p2553（“信息：已到达固定停止点”）保持置位，驱动便保持“总转速设定值” (r2562)。转速闭环会根据存在的转速设定值保持设定转矩。如需诊断，可通过模拟量互联输出 r2687 输出设定转矩。

固定停止点内达到了设定的夹紧转矩后，状态位 r2683.13 便置位。

一旦识别出“已到达固定停止点”状态，该任务便结束。程序段切换方式由任务设定决定。驱动会停留在固定停止点上，直到执行下一个定位任务或进入 JOG 方式。在下一个 WAITING 任务中，夹紧转矩也生效。如果设置了继续条件 CONTINUE_EXTERNAL_WAIT，驱动便一直停留在固定停止点上，直到外部给出一个继续执行的信号。

在驱动停留在固定停止点的期间，位置设定值会跟踪实际值，即两个数值相等。固定停止点监控和控制器使能都生效。

说明

驱动位于固定停止点上时，可以通过控制信号“设置参考点”使驱动回零。

如果轴到达固定停止点后，脱离该位置且超出了为此设定的监控窗口 p2635，则状态位 r2683.12 复位。同时转速设定值会设为 0，并输出故障信息 F07484“固定停止点超出监控窗口”，故障响应为 OFF3（紧急停止）。监控窗口可以由参数 p2635 设定。此时可以设置正向或负向的监控窗口，但必须设置合适，确保一旦轴脱离固定停止点，便输出故障。

未到达固定停止点

如果直到制动动作点都没有检测到“已到达固定停止点”，则输出故障信息 F07485“未到达固定停止点”，故障响应为 OFF1；并取消转矩限制，驱动中断程序段执行。

说明

该故障可改为报警，以便驱动继续以设定的程序段切换条件运行，参见 SINAMICS S120 STARTER 调试手册中的显示信息设计。

目标位置必须是工件中足够深的位置。

中断“运行到固定停止点”

“运行到固定停止点”可以由二进制互联输入 p2640 上的信号“暂停”中断或继续。程序段执行可以由二进制互联输入 p2641 上的信号“拒绝执行任务”中断，或因取消控制器使能而中断。在这两种情况下，驱动都被制动。

“运动到固定停止点”被中断后，会采取措施避免在即将到达固定停止点时出现任何损坏；“即将到达”指设定值已经越过固定停止点，但还在固定停止点检测的阈值内。为此在驱动停止后，位置设定值会跟踪实际值， 即两值相等。一旦达到固定停止点，即使给出

中断信号，驱动也停留在固定停止点上。进入 JOG 模式或选择一个新的运动任务，可以使驱动离开固定停止点。

说明

只有驱动停留在固定停止点上时，固定停止点监控窗口(p2635)才生效；驱动离开后，便失效。

垂直轴

说明

在伺服控制模式的垂直轴上，可以为转矩极限给定一个偏移值(p1532)，参见章节“垂直轴” (页 184)。

在转矩极限 p1522 和 p1523 不对称而运行到固定停止点时，应考虑参数 r2686 和 r2687 中的自重。

例如：轴上悬挂了一个负载，设定了 p1522 = +1000 Nm，p1523 = -200 Nm 时，据此便推导出一个 400 Nm (p1522 - p1523)的自重。如果现在设定了 400 Nm 的夹紧转矩，在运行到固定停止点激活时，r2686[0] 会设为 80%，r2686[1] 设为 0 %；r2687 设为 800 Nm。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3616 EPOS- 运动程序段运行方式 (r0108.4=1)
- 3617 EPOS - 运行到固定停止点(r0108.4 = 1)
- 4025 位置控制 - 动态滞后量监控， 限位开关(r0108.3=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1528[0...n] CI：转矩上限/电动式运行转矩极限比例系数
- p1529[0...n] CI：转矩下限/回馈式运行转矩极限比例系数
- p1545[0...n] BI:运行到固定停止点激活
- r2526.0...9 CO/BO:LR 状态字
- p2622[0...n] EPOS 运动程序段任务参数
- p2634[0...n] EPOS 运动到固定停止点，最大跟随误差
- p2635 EPOS 运动到固定停止点，监控窗口
- p2637 BI:EPOS “已到达固定停止点”

- p2638 BI:EPOS 固定停止点超出监控窗口
- r2683.0...14 CO/BO:EPOS 状态字 1
- r2686[0...1] CO:EPOS 转矩限制生效
- r2686[0...1] CO:EPOS 力限制生效（直线电机）

8.8.9 设定值直接给定(MDI)

使用“设定值直接给定”功能，可以通过直接给定设定值（例如：通过 PLC 过程数据）进行绝对或相对定位，或在位置环中调整。

此外，还可以在运行期间控制运动参数，即迅速传输设定值，并可以在“定位”和“调整”模式之间迅速切换。 即使轴没有回参考点，也可以在“调整”和“相对定位”模式中进行“设定值直接给定”(MDI)，此时借助“被动回参考点”可以迅速同步并重新回零，参见“被动回参考点”章节。

p2647 = 1 时，“设定值直接给定”功能激活。 此时分 2 种模式执行，即：“定位”(p2653 = 0)和“调整”(p2653 = 1)。

在“定位”模式中，p2648 = 1 时，轴按照参数（位置、速度、加速度/减速度）实现绝对定位；p2648 = 0 时，轴按照参数 p2690 实现相对定位。

在“调整”模式中，轴按照参数（速度、加速度和减速度）实现位置闭环控制。

可迅速在这两个模式之间切换。

连续传输激活时(p2649 = 1)，MDI 参数的修改会立即生效。 否则只有在二进制互联输入 p2650 上发出上升沿后，数值的修改才生效。

说明

只有在自由报文设计 p0922 = 999 中，才可以设置连续传输 p2649 = 1。 设置了连续传输时，不允许执行相对定位。

通过 p2651 和 p2652 可以设定定位方向。 如果两个输入端状态相同，在模态轴（p2577 = 1）的绝对定位 (p2648 = 1) 中，轴会移动最短的距离。

驱动必须处于“运行”状态，才可以进行定位(r0002 = 0)。 可以采用以下方法启动定位：

- p2649 设为 1，p2647 给出上升沿
- p2649 设为 0；p2647 设为 1
  - p2650 给出上升沿
  - p2649 给出上升沿

设定值传输/设定值直接给定功能概览请见功能图 3620（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）。

特性

- 选择设定值直接给定(p2647)
- 选择定位方式(p2648)
- 选择方向(p2651, p2652)
- MDI 模式(p2653)
- 固定设定值
  - CO: 位置设定值(p2690)
  - CO: 速度设定值(p2691)
  - CO: 加速度倍率(p2692)
  - CO: 减速度倍率(p2693)
- 模拟量输入
  - CI： MDI 位置设定值(p2642)
  - CI： MDI 速度设定值(p2643)
  - CI： MDI 加速度倍率(p2644)
  - CI： MDI 加速度倍率(p2645)
  - CI： 速度倍率(p2646)
- 数据传输(p2649, p2650)

使用 PROFIdrive 报文 110 时的 MDI 模式

如果模拟量互联输入 p2654 上具有 <>0，例如：PROFIdrive 报文 110 和 r2059[11]，则该输入会在内部提供控制信号“选择定位方式”、“选择正向”、“选择负向”。 该输入上的数值对应的参数如下：

- xx0x = 绝对 -> p2648
- xx1x = 相对 -> p2648
- xx2x = ABS_POS -> p2648, p2651
- xx3x = ABS_NEG -> p2648, p2652

暂停和拒绝执行任务

暂停由 p2640 给出的 0 信号激活。 暂停激活后，驱动以设置的减速度(p2620 或 p2645)减速停机。

当前的运动任务可以由 p2641 上给出的 0 信号拒绝。 拒绝后，驱动以最大减速度(p2573)减速停机。

只有在运行方式“运动程序段”和“设定值直接给定/MDI”中，“暂停”和“拒绝执行任务”功能才生效。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3618 EPOS - 设定值直接设定/MDI，动态值运行方式(r0108.4=1)
- 3620 EPOS - 设定值直接设定/MDI 运行方式(r0108.4=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2577 BI: EPOS 激活模态补偿
- p2642 CI： EPOS 设定值直接给定/MDI，位置设定值
- p2643 CI： EPOS 设定值直接给定/MDI，速度设定值
- p2644 CI： EPOS 设定值直接给定/MDI，加速度倍率
- p2645 CI： EPOS 设定值直接给定/MDI，减速度倍率
- p2648 BI: EPOS 设定值直接给定/MDI，定位方式
- p2649 BI: EPOS 设定值直接给定/MDI，数值传输方式选择
- p2650 BI: EPOS 设定值直接给定/MDI，设定值传输由脉冲沿应答
- p2651 BI: EPOS 设定值直接给定/MDI，选择正向
- p2652 BI: EPOS 设定值直接给定/MDI，选择负向
- p2653 BI: EPOS 设定值直接给定/MDI，选择 MDI 模式
- p2654 CI： EPOS 设定值直接给定/MDI，模式匹配
- p2690 CO: EPOS 位置固定设定值
- p2691 CO: EPOS 速度固定设定值
- p2692 CO: EPOS 加速度倍率固定设定值
- p2693 CO: EPOS 减速度倍率固定设定值

8.8.10 JOG

通过参数 p2591 可以在增量式 JOG 和速度式 JOG 之间切换。

通过 JOG 信号 p2589 和 p2590 可以设定运行距离 p2587 或 p2588 和速度 p2585 和 p2586。 只有在 p2591 （增量式 JOG）给出 1 信号时，运行距离才生效。 p2591 = 0 时，轴会按设定的速度移动到运行区域开始处或结束处。

“JOG”功能概览请见功能图 3610（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）。

特性

- JOG 信号(p2589, p2590)
- 速度(p2585, p2586)
- 增量(p2587, p2588, p2591)

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 3610 EPOS- JOG 运行方式 (r0108.4=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2585 EPOS JOG 1 设定速度
- p2586 EPOS JOG 2 设定速度
- p2587 EPOS JOG 1 运行距离
- p2588 EPOS JOG 2 运行距离
- p2589 BI: EPOS JOG 1 信号源
- p2590 BI: EPOS JOG 2 信号源
- p2591 BI: EPOS 增量式 JOG

8.8.11 状态信号

下文说明了和定位模式相关的若干状态信号，

跟踪运行生效(r2683.0)

该状态信号表明，跟踪运行已由二进制互联输入 p2655 或一条故障信息激活。 此时，位置设定值会跟踪实际值，即两值相等。

静态设定值(r2683.2)

状态信号“静态设定值”表明，设定速度为 0。 由于跟随误差，实际速度可能不为零。 当该状态字为 0 时，表明正在执行运动任务。

运动指令生效(r2684.15)

该状态信号表明一个运动指令当前生效。 所有的运行运动都可以看作运动指令，包括 JOG、调整等。 和状态信号“静态设定值”相反，在运动指令被速度倍率或暂停停止时，该状态信号仍有效。

到达正向软限位开关(r2683.7)到达负向软限位开关(r2683.6)

这两个状态信号表明，已经达到或越过设置的负向运行极限 p2578/p2580 或正向运行极限 p2579/p2581。 两个信号都是 0 时，表明驱动在运行范围极限内。

负向限位挡块生效(r2684.13)正向限位挡块生效(r2684.14)

这两个状态信号表明，已经达到或越过负向限位挡块 p2569 或正向限位挡块 p2570。 轴反向离开挡块后，信号复位。

轴向前(r2683.4)轴向后(r2683.5)轴加速(r2684.4)轴减速(r2684.5)轴停止(r2199.0)

这些信号表明当前的运动状态。 当前转速值小于或等于 p2161 时，状态信号“驱动停止”置位，否则被删除。 在激活 JOG、回参考点或运行到固定停止点时，信号相应地置位。

限位开关信号 1 (r2683.8)限位开关信号 2 (r2683.9)

通过这些信号可以实现“电子限位开关”功能。 位置实际值大于 p2547 时，限位开关信号 1 为 0，否则为 1。位置实际值大于 p2548 时，限位开关信号 2 为 0，否则为 1。当驱动位于限位开关位置之后，信号被删除。 这些信号由位置控制器触发。

直接输出 1 (r2683.10)直接输出 2 (r2683.11)

如果一个数字量输出上设置了“直接输出 1”或“直接输出 2”，该输出可由运动任务中的相应指令置位(SET_O)或复位(RESET_O)。

跟随误差在公差带中(r2684.8)

在轴的位置闭环控制中，可以借助一个模型根据当前速度和设置的 Kv 系数确定允许的跟随误差。 参数 p2546 用于定义一个动态跟随误差窗口，即：和计算出的值允许相差的范围。 该状态信号指出跟随误差是否在窗口内（状态 1）。

到达目标位置(r2684.10)

该状态信号表明，驱动达到了运动指令结束处的目标位置。 一旦驱动的实际位置进入定位窗口 p2544，该信号便置位；超出窗口，信号复位。

在以下情况下该信号不会置位

- 二进制互联输入 p2554 “信息：运动指令生效”给出 1 电平
- 二进制互联输入 p2551 “信息：静态设定值”给出 0 电平

该状态信号保持置位，直到

- 二进制互联输入 p2551 “信息：静态设定值”给出 1 电平

参考点已设置(r2684.11)

一旦成功结束回参考点过程，该信号便置位。 在没有回参考点或开始回参考点时，该信号被删除。

运动程序段已激活响应(r2684.12)

在“运动程序段”运行方式中，传输了一个新的运动任务或设定值时，上升沿会发出响应，信号电平和二进制互联输入 p2631“激活运动任务”一样。 在“用于定位/调整的设定值直接给定/MDI”运行方式中，传输了一个新的运动任务或设定值时，上升沿会发出响应。如果选择了脉冲沿的传输方式，即二进制互联输入 p2649 为 0 信号，则此时的信号电平和 p2650 一样。

速度限制生效(r2683.1)

如果当前设定速度在速度倍率的作用下超出最大速度 p2571，设定速度会降低，控制信号置位。

8.9 主从调节型电源功能

8.9.1 工作原理

通过这种功能驱动可以带冗余电源运行。冗余运行只适用于电源模块、电机模块和控制单元。在以下应用场合可以采用该功能：

- 提升装置，在紧急模式下设备仍需要继续运行，以便放下负载。
- 造纸机和轧钢机，在这些机器上线性驱动仍需要以降低的线性速度继续运行。
- 输油平台，一旦电源出现故障，仍需要继续输油，即完整的冗余运行。
- 为增大功率，带多个不同电源的设备。
- 供电系统或变压器上存在相位偏移、同一直流母线上存在电压差。

在主从电源运行中，每个电源模块都必须由一个单独的控制单元控制。另外还需要一个上级控制器，例如 SIMATIC S7，它可以通过 PROFIBUS 从-从通讯传送电流设定值，或者通过 TM31 模块的模拟信号给出电流设定值。在电源模块选型合适时，一个电源模块失效后，整个系统会继续运行，而不会降低功率。主机由控制系统选定，并具有 V_{dc} 电压控制（参数 p3513 = 0）、电流控制功能。从机直接从主机获得设定值，只具有电流控制功能（参数 p3513 = 1）。

电源侧需要通过隔离变压器实现安全电气隔离，以避免产生补偿电流。

电源模块可以通过一个直流开关与直流母线隔开。

8.9.2 基本结构

每个调节型电源模块(ALM)和一个控制单元(CU)、一个电压测量模块(VSM)通过 DRIVE-CLiQ 连接在一起，构成一条驱动支路。一个电机模块和一个机柜安装式编码器模块(SMC)或外部编码器模块(SME)构成了一条驱动支路。一个控制单元控制整个驱动系统。

一旦其中一个的组件出现故障，最多只有该组件所在的支路失效。该故障情况可以通过可读参数 r0863.0 作为信息传送给上位控制器。在上级控制器的用户程序中会对该故障加以分析评估，并发送相应的信号给其余的电源模块。没有使用上级控制器时，也可以借助各个调节型电源模块中的 DCC 图分析故障。

所有其他支路的功能完全正常，继续运行。

特性

- 主从运行只用于调节型电源模块。
- 一个主机，最多 3 个从机。
- 主机出现故障时，一个从机会变为主机。
- 一条电源支路失效时，其他电源模块会继续运行。
- 各个电源支路应和电网电气隔离，防止由于不同步的周期形成回路电流。
- 所有电源都汇入一条共用的 DC 母排，即 DC 直流母线。
- 由于 ALM 不能识别，直流母线是否被切断、直流母线熔断器是否熔断，为此必须装入其他的监控部件，即：DC 开关的反馈或熔断器反馈触点。
- 上级控制系器通过 PROFIBUS/PROFINET 或模拟数据和 CU 以及 ALM 通讯。如果不需要使用上位控制器，则必须在硬件上连接控制信号，例如：通过 TM31。
- 不同功率的电源支路可以组合在一起。

拓扑结构

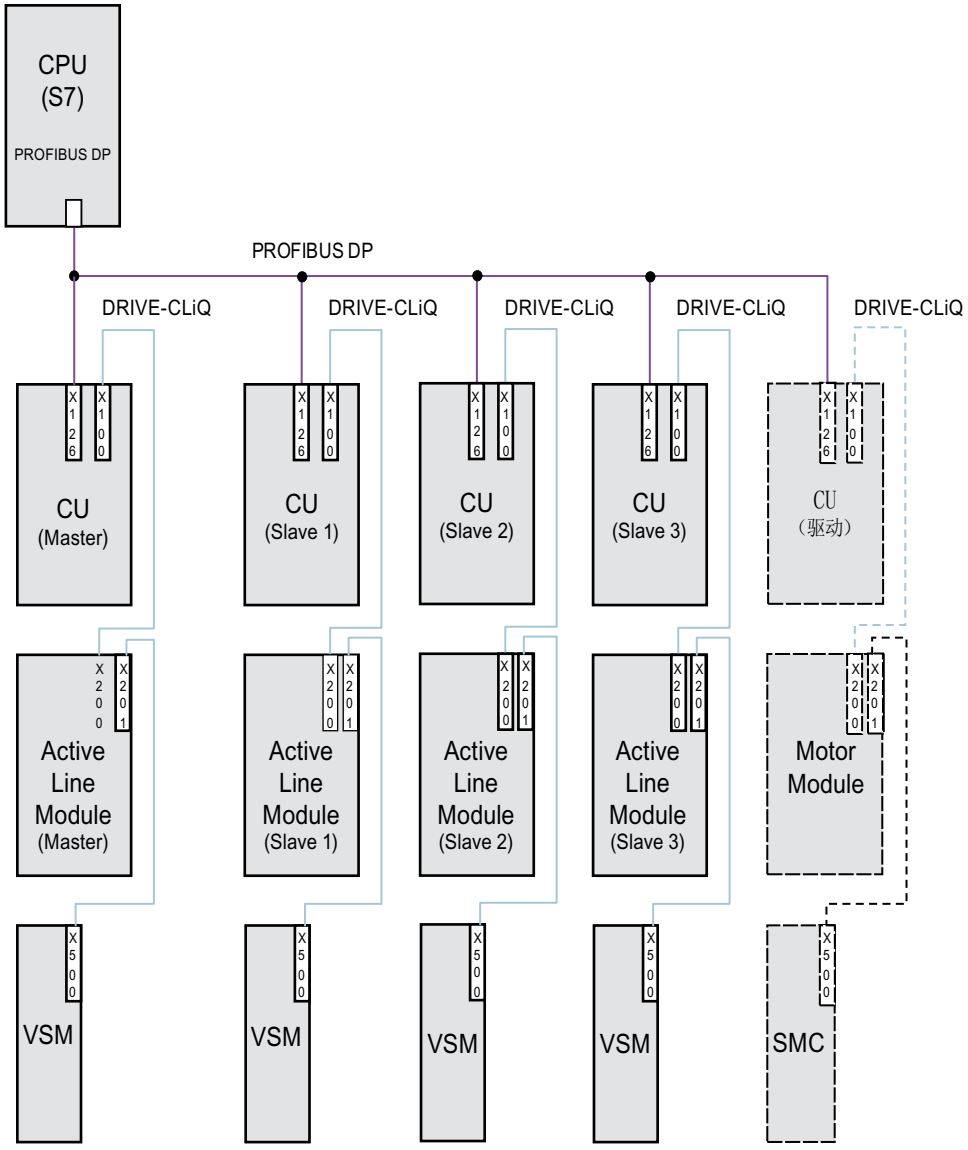


图 8-23　拓扑结构和 PROFIBUS 通讯网络：带冗余电源模块的主从运行，4 条电源支路

主从运行中最多可以采用 4 个 ALM。

电源模块的电气隔离

在上述结构中，除了 SINAMICS 组件外，还需要实现和电网的电气隔离，避免由于 ALM 不同步的脉冲形成回路电流。

有 2 种电气隔离方案：

- 每条电源从机回路使用一个隔离变压器。隔离变压器的一次侧应和接地或不接地的电源变压器连接在一起。二次侧不允许接地。
- 主机和从机回路各采用一个三绕组变压器。其中，只有一个绕组的星点允许接地，避免通过接地形成其他的电气连接。

在采用这两种方案时应注意，每个 ALM（从机 1-3 ）应使用单独的变压器。

DC 开关

说明

失效的电源模块在电网侧由电源接触器断开；在直流母线侧由 DC 开关断开。电源模块不允许连接到已经充电的直流母线上。在切换到另一个电源支路前，直流母线必须放电。

只有当预充电回路中配备了 DC 开关时，才可以将电源模块连接到已经充电的直流母线上。

8.9.3 通讯类型

主从电源运行中需要 CU 之间相互通讯。 此时，有功电流设定值从主机传送到从机。 为优化 V_{dc} 控制（直流母线电压），通讯时的时滞应尽可能短。

PROFIBUS “从站-从站”通讯

数据直接在 CU 之间传送，无需绕过 DP 主站。 此时作为“节拍发生器”需要使用一个 PROFIBUS 主站，即上级控制器，例如： S7-CPU。 PROFIBUS 最小可设置的循环时间由 Profibus 主站的规格决定。

在 PROFIBUS 上应设置等时同步。 PROFIBUS 循环时间最大为 2 ms，如果超出该时间，可能会引起控制回路振荡。

为防止一个 CU 失效同时引起其他电源模块失效，必须锁定可能会输出的故障信息 F01946“和 Publisher 的连接中断”。

在 p2101[0..19] 的某个参数中设置“1946”，并设置 p2101[x] = 0，便可以锁定故障信息 F01946。 这样“从站-从站”通讯中的某个节点失效时，驱动不会停机。

主从电源运行中，通常应设置相同的电流控制器周期，特别是电源模块功率不同时。PROFIBUS 节点或驱动的数量增加时，总线循环时间或电流控制器的采样时间也受影响。

通过模拟设定值进行通讯

除了总线通讯外，也可以在控制单元和端子模块 31 (TM31) 之间传送模拟设定值给定。 模拟量输入输出的采样时间在出厂时为 4 ms， 参数为 p4099[1/2] TM31 输入输出采样时间。 该采样时间必须设为基本采样时间(r0110)的整数倍值。 在主从电源运行中，使用的电源模块的电流控制器周期必须设置相同的最小分母。 模拟量输入输出的采样时间必须设为和电流控制器周期相同的值，例如：250 µs。 这样从机便可以在第 2 个电流控制器周期中循环接收模拟设定值。 此时时滞为一个电流控制器周期。

这种通讯类型的优点在于，通讯的设计不受总线和主站的影响。

缺点是需要额外的硬件（布线），并且每个 CU 都要配备一个 TM31。 而且 EMC 干扰也可能增加。 在这种通讯类型下，上级控制器如 SIMATIC S7 不是必需的。 可以选择采用单个 CU 中的 DCC 图来实现控制。

8.9.4 功能说明

“主从运行”功能模块并不在上级控制器中实现，而是直接在 CU 的固件和电源模块中实现，并通过信号 r0108.19 = 1 即“在 STARTER 中选中了主从电源运行”加以显示。
在该功能模块内，V_{dc} 控制组和电流设定值给定是由 ALM 控制回路的多路转接器执行的。

所有电源模块的设置必须确保，电源模块既可以用作主机，也可以用作从机。 在电源模块运行时，可以自由切换主机和从机，切换由上级控制器通过参数 p3513 执行。 主机可以采用 V_{dc} 控制 (p3513 = 0) 和电流控制，而从机只能采用电流控制 (p3513 = 1)。 由主机给定的有功电流设定值 $I_{有功（设定）}$ 经过控制单元的通讯回路传送到从机。

如果在调节型电源模块(ALM)上为了补偿无功功率而使用了外部无功电流设定值，该值也必须接入，以便传送给从机。 主从运行的设定值只给出了有功电流。

在某个 ALM 失效后，通电时请注意，直流母线电容 C_{dc} 不能超出剩下的 ALM 的最大要求，否则可能会使预充电电阻过载。

在运行中可修改参数 p3422（C_{dc} 电容）。 这样在主从切换时便可以直接通过该参数调节控制，而不再需要调节 V_{dc} 控制器的比例增益（p3560）。 修改参数 p3422 后，固件会自动重新计算参数 p3560。

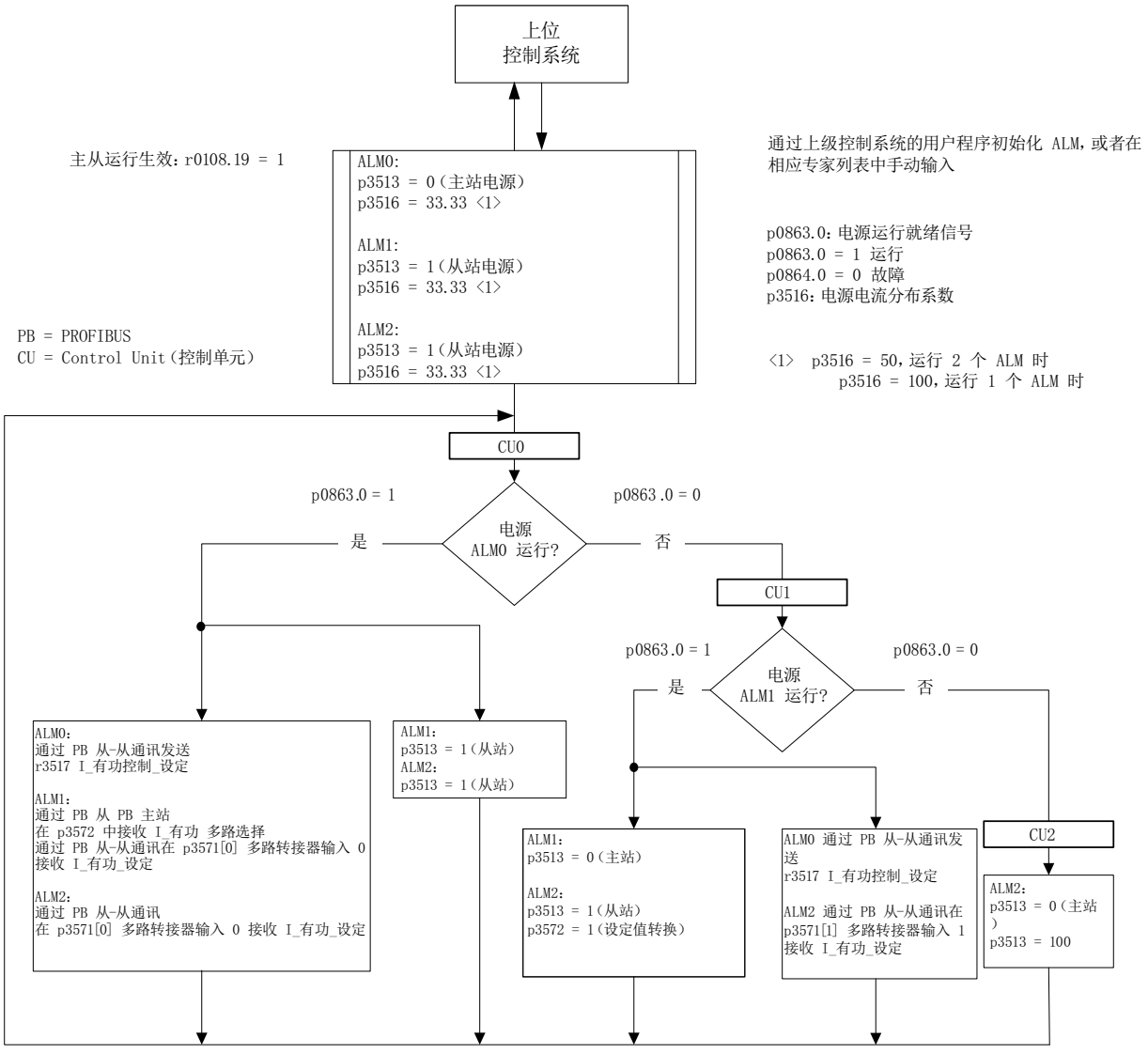


图 8-24　主从电源运行的框图，3 个功率相同的 ALM，通讯类型 PROFIBUS

功能图

功能模块“主从电源”的工作方式请见功能图 8940 和 8948（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）。

对功能图的解释

- **电流设定值的连接：**
  参数 p3570 用于接入电流控制的设定值，即来自主机的有功电流设定值。 主机和从机之间的切换由上级控制器通过参数 p3513 实现：p3513 = 0 时为采用 V_{dc} 控制的主机，p3513 = 1 时为采用电流控制的从机；该参数可以在“运行就绪”状态下修改。

- **电流设定值的选择：**
  电流设定值由一个带 4 个输入端的多路转接器(X0 … X3) (p3571.0 … p3571.3)、控制字(XCS) (p3572) 选择。 因此，在主机失效时，仍可以选择新的主机的电流设定值。

- **电流分布系数的选择**
  为了在负载比例不均衡的情况下避免直流母线电压控制器动态特性降低的状况，必须在电源故障或电源激活时立即更新电流分布系数。
  电流分布系数由当前有效的电源模块数量和额定数据计算得出。 所有生效电源模块的电流分布系数总和必须始终是 100 %。
  可采用含 6 个输入端（X0 ... X5）（p3576.0...5）的多路转接器通过控制字（XCS）（p3577）选择电流分布系数。
  或者可在上级控制系统中计算新的电路分布系数，通过循环 PROFIBUS-PZD 报文发送，并直接与模拟量互联输入“电源：附加电流分布系数”（p3579）互联。
  还有一种方案是通过参数 p3516 的非循环 PROFIBUS 参数写入任务对电流分布系数进行更新。 不过此时会存在时滞。
  对于无多路转接器的方案，此系数可用于其他功能。

- **V_{dc} 控制带：**
  在主从电源运行中，如果直流母线的负载突然变化，例如：负载冲击或紧急停止，可能会超出 V_{dc} 极限值。 因此通过 V_{dc} 控制带对直流母线电压进行监控。 通过 V_{dc} 控制带可以设定一个带回差的特定电压范围，其中，参数 p3574.0/1 用于设置 V_{dc} 电压带的上限和下限；参数 p3574.2/3 用于设置电压上限和下限的回差。 若直流母线电压离开此电压范围，则会产生一个信号。 通过分析此信号，从机从电流控制转换为电压控制。 直流母线电压重新回到该范围内时，从机再次切换至电流控制。 此时 V_{dc} 控制一直处于“待机”状态并在必要的状况下被重新激活。

8.9.5 调试

电源识别和直流母线识别

在 STARTER 中选中“主从”运行选项前，必须在调试时在每个电源支路上执行电源识别和直流母线识别，参见章节 电源识别和直流母线识别 (页 34)。

另外，请遵照 SINAMICS S120 STARTER 调试手册中针对调试的相应规定。

在每个电源模块识别结束后会正确设置用于电流控制的电感、用于电压控制的直流母线电容。

如果使用了一个 DC 开关将电源模块从直流母线上断开，在一个电源模块被切断后，必须重新在所有生效的电源模块上执行直流母线识别，因此必须重新采集直流母线电容。如果没有重新执行识别，发生改变的直流母线电容会影响 V_{dc} 控制的动态响应。

说明

直流母线电压设定值校正

为了确保 V_{dc} 公差带监控生效，需要将
p3510 中的主机和从机直流母线电压 V_{dc} 设定值设为相同的数值。

激活主从功能

“主从”功能可以通过复选框/选项“主从”激活，该选项位于电源模块的 STARTER 向导中。可以通过参数 r0108.19 查看，CU 或调节型电源模块(ALM)中的该功能模块是否生效，生效时 r0108.19 = 1。

所有其他必需的参数可以通过相应电源模块的专家参数表设置。

说明

在 ALM 的主从运行中，总线循环时间最长允许为 2 ms。若总线循环时间更高，则必须大幅削减动态特性（p3560） 。此时不再能确保对负载冲击的控制。
总线循环时间增大时，可能会出现直流母线电压振荡，但通过降低动态响应(p3560)还能够对振荡加以控制。而当总线循环时间超出 2 ms 时，便无法确保运行安全。

选择的 Vdc 设定值 p3510 必须足够大，确保即使在电源过压下余量控制器也不会响应，必要时可以提高 97 % 的响应阈值，但在过调制时会出现谐波电流和谐波电压。

如果没有采取上述方法，而确实需要调制余量控制器响应，请务必选择足够大的公差带。

主从切换

一旦运行中某个功率部件失效，控制系统可以将每条电源支路从电流控制（从机模式）切换到直路母线电压控制（主机模式）+ 电流控制中，或返回到从机模式，主机的参数设置为 p3513=0；从机为 p3513=1。

接入连接至运行设备的调节型电源模块

在主从运行中首先需要接入一个调节型电源模块（ALM）作为从机。

运行中断开 ALM

需要在从机状态下通过 OFF2（脉冲禁止）将调节型电源模块（ALM）从主从运行组中断开。若主机由于故障（OFF2 响应，脉冲禁止）断开，则必须立即将一个从机切换作为主机。

在电源组中不可同时运行 2 个主机。

8.9.6 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8940 调节型电源 - 控制系数备用值调节器/直流母线电压调节器 (p3400.0 = 0)
- 8948 调节型电源 - 主/从运行 (r0108.19=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p3513 BI:禁止电压控制运行
- p3516 电源模块电流分布系数
- p3570 CI：主从运行中的有功电流设定值
- p3571[0...3] CI：主从运行中有功电流设定值多路转接器输入
- p3572 CI：主从运行中有功电流设定值多路转接器的选择
- r3573 CO:主从运行中有功电流设定值多路转接器的输出
- p3574[0...3] 主从运行中直流母线电压监控
- r3575.0...2 BO:主从运行中直流母线电压的状态
- p3576[0...5] 主从运行中电流分布系数多路转接器输入
- p3577 CI:主从运行中电流分布系数多路转接器选择
- r3578 CO:主从运行中电流分布系数多路转接器输出
- p3579 CI:主从运行中电流分布系数

8.10 功率单元的并联

SINAMICS S120 支持相同功率单元（例如：电源模块和/或电机模块）的并联，用于增强功率。功率单元并联的前提如下：

- 型号相同
- 额定功率相同
- 额定电压相同
- 固件版本相同
- 装机装柜型或机柜型
- 电机模块必须采用矢量控制运行

在以下情况下，我们推荐并联电源模块和电机模块：

- 需要提高变频器功率，但无法通过其他技术措施或以经济的方式达到所需功率
- 需要提高变频器可用性，比如一个功率单元故障时仍可以使变频器以紧急模式（功率可能有所降低）工作。

在以下情况下不允许使能并联运行：

- 并联不同类型的电源模块（例如：基本型电源模块和非调节型电源模块混用，基本型电源模块和调节型电源模块混用）。
- 采用伺服控制的电机模块
- 书本型和模块型电源模块和电机模块

特性

并联的主要特性包括：

- 一个电机上最多可以并联 4 个电机模块
  - 带多绕组系统的电机(p7003 = 1)上可以并联多个电机模块

    说明

    建议使用具有多绕组系统的电机。
  - 带单绕组系统的电机(p7003 = 0)上可以并联多个电机模块。
  - 一个电机上最多可以并联 6 个创新型电机模块。

  说明

  必须考虑 SINAMICS S120 装机装柜型功率单元手册中的附加提示。
- 闭环 / 开环控制的电源模块上可以最多并联 4 个功率单元。
- 一个用于调控电源侧和电机侧并联功率单元的控制单元可以对一个附加驱动进行控制，例如辅助驱动（参见章节 并联以外的额外驱动 (页 533)）。
- 并联功率单元必须连接至相同的控制单元。
- 一个 CU320-2 控制单元最对可同时对一个电源侧并联和一个电机侧并联进行控制。
- 建议在电源和电机侧采用相应部件，用于并联功率单元之间的退耦，确保电流均匀分布。
- 调试方便，无需专门设定参数。
- 单个功率单元可以通过 p7000 ff 设置或诊断。

以下模块可采用并联：

- 6 脉冲和 12 脉冲的基本型电源模块（BLM），配备了相应的进线电抗器
- 6 脉冲和 12 脉冲的非调节型电源模块（SLM），配备了相应的进线电抗器
- 6 脉冲和 12 脉冲的调节型电源模块（ALM），配备了相应的调节型接口模块。
- 电机模块（在矢量控制中）

说明

取消脉冲沿调试

在装机装柜型并联和带 30 度偏移绕组系统（p7003 = 2）的电机中，脉冲沿调试激活时可能会损坏变频器。

该情况下，取消脉冲沿调试（p1802 ≤ 4）。

说明

电源模块混用特列

在包含一个或多个控制单元的运行中，若能遵循规定的前提条件以及配置说明，非调节型电源模块可以和产品编号末位为“3”（装机装柜型）或“2”（机柜型）的基本型电源模块一起运行。相关信息请参见“SINAMICS 低压选型手册 (http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/ld/Documentsu20Catalogs/lv-umrichter/sinamics-engineering-manual-lv-en.pdf)”。

在功率单元并联时，必须考虑到额定电流小幅降低这一因素。并联时功率单元额定电流的下降幅度（降容）为：

- 7.5 %，SINAMICS S120 基本型电源模块并联和 SINAMICS S120 非调节型电源模块并联时，模块没有电流均衡控制。
- 5.0 %，SINAMICS S120 调节型电源模块并联和 SINAMICS S120 电机模块并联时，模块有电流均衡控制。

8.10.1 并联应用

在以下情况下可进行功率单元（电源）的并联：

- 6 脉冲回路
  并联模块由双绕组变压器供电。
- 12 脉冲回路
  并联模块由三绕组变压器供电，其二次绕组电压以 30 °的相位偏移输出。

下图概括展示了本章中说明的功率单元并联方式。

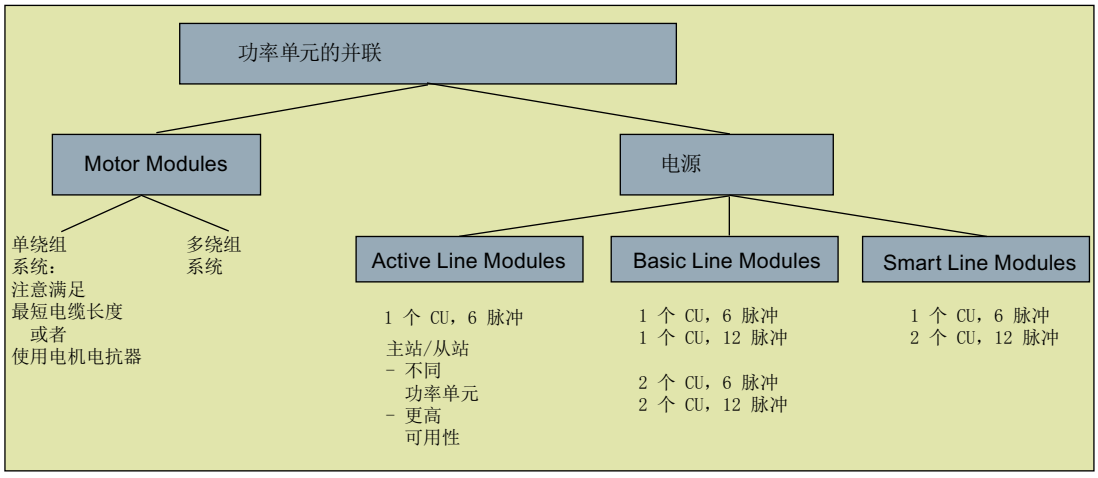


图 8-25 功率单元的并联 - 概览

说明

有关功率单元的并联，特别是功率单元配置的更多信息，参见“SINAMICS 低压选型手册 (http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/ld/Documentsu20Catalogs/lv-umrichter/sinamics-engineering-manual-lv-en.pdf)”。

供电方案 - 并联（单 CU）和冗余并联（双 CU）

在某些应用中会要求对直流母线采用冗余供电。 通常在直流母线上并联多个独立工作的电源模块，可以满足该要求。在一个电源模块断电时，直流母线可以继续以一半、甚至整个功率运行，功率大小取决于并联回路的设计情况。在电源模块的冗余并联中，每个电源都由单独的控制单元调控，因此完全处于自控状态；而在通常的电源模块并联中，所有的并联功率单元只由唯一的控制单元调控，这些模块实际上构成了一个大功率的电源模块。

根据冗余运行的要求，即：只针对电源模块、还是也包含了电源变压器、供电电网，形成了不同的并联回路，参见“SINAMICS 低压选型手册 (http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/ld/Documentsu20Catalogs/lv-umrichter/sinamics-engineering-manual-lv-en.pdf)”。

6 脉冲电源

在 6 脉冲供电中，两个功率相同的冗余电源模块通过双绕组变压器由电网供电。由于这两个电源模块从电网中获取的电压完全相同，因此在正常运行中，即使电源模块处于开环控制，也能继续保证均匀的电流分布。在电源模块选型设计时应注意，每个电源模块可能会由于电流降容系数使总电流减少一半。在电源模块断电时，只剩一半的功率可用。如果需要此时保持总功率，必须根据总功率设计每个电源模块。

12 脉冲电源

在 12 脉冲供电中，两个功率相同的冗余电源模块通过三绕组变压器由电网供电。取决于变压器的规格，两个电源模块电网侧的电压会出现较小的公差，大约为 0.5 ~ 1 %；在电源模块的开环正常运行中，该公差会使得电流分布稍稍不均匀，该情况应通过电流降容系数加以考虑。如果需要此时保持总功率，必须根据总功率设计每个电源模块。

6 脉冲，12 脉冲电源

在使用单独的控制单元时，预充电回路可能无法实现足够精确的同步，即：变频器系统必须能够预先载入驱动组合的总电容。在设计并联运行中直流母线的预充电功率时必须注意，单独的变频器系统应能够完全预先载入直流母线的电容。否则应配备一个单独的预充电装置。

并联的配置

功率单元并联配置的相关信息，请参见“SINAMICS 低压选型手册 (http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/ld/Documentsu20Catalogs/lv-umrichter/sinamics-engineering-manual-lv-en.pdf)”。

8.10.1.1 基本型电源模块的并联

基本型电源模块特性：

- 直流母线电压大约为电源额定电压有效值的 1.35 倍。
- 应用在无需将能量返回到电网中的场合。
- 如果在传动组中出现再生馈电，则必须使用制动模块将多余的电能通过制动电阻转换为热能。

装机装柜型基本型电源模块的电压和功率为：

表格 8-8 基本型电源模块

电源电压	额定功率
3 AC 380 … 480 V	200 ...710 kW
3 AC 500 ... 690 V	250 ... 1100 kW

在并联基本型电源模块时必须遵循以下规定：

- 可以最多并联 4 个相同的基本型电源模块。
- 并联时始终只能使用一个共同的控制单元。
- 专用的电源连接模块： Line Connection Module 可用于并联。
- 多个电源模块必须使用同一个供电网点，即：不允许接入不同的电网。
- 不管并联了多少个模块，都应将电流降容系数 7.5 % 考虑在内。

由于基本型电源模块没有电流均衡控制，为确保电流的均匀分布，必须满足以下针对三绕组变压器、电缆布线和进线电抗器的要求：

- 三绕组变压器为对称结构，联结组标号为 Dy5d0 或 Dy11d0。
- 三绕组变压器的相对短路电压 u_k >≥ 4 %。
- 二次绕组的相对短路电压差值 Δu_k <= 5 %。
- 二次绕组的空载电压差值 ΔU <= 0.5%。

- 变压器和基本型电源模块之间的电缆应对称均衡，即相同的电缆类型、横截面、长度。
- 使用与基本型电源模块匹配的进线电抗器。
  如果变压器是双层变压器，而变压器每个二次绕组上只连接了一个基本型电源模块时，可以不用进线电抗器。

通常只有使用双层变压器才能满足对三绕组变压器相对较高的要求。 使用其他规格的三绕组变压器时必须安装进线电抗器。 不允许使用其他会产生 30 °相位偏移的解决办法，例如：使用 2 个单独的、不同联结组标号的变压器，否则会出现过高误差。

基本型电源模块的 6 脉冲式并联

在 6 脉冲并联中，输入侧最多可以有 4 个基本型电源模块，这些模块由同一个双绕组变压器供电，并由同一个控制单元控制。

基本型电源模块的 12 脉冲式并联

在 12 脉冲式并联中，输入侧最多可以有 4 个基本型电源模块，这些模块由同一个三绕组变压器供电，此时偶数个（2 个或 4 个）的基本型电源模块必须均匀地分布到两个二次绕组上。 虽然输入电压相位偏移 30 °，基本型电源模块仍由同一个控制单元控制。
此外还可采用冗余方案，即每个控制单元控制 2 个 BLM。

当一台没有反馈能力的电源模块（例如基本型电源模块 BLM）为多台电机模块供电、或主电源掉电、过载（SLM/ALM）时，只能在具有大转动惯量的电机模块上激活 V_{dc_max} 控制功能。
在其它电机模块上必须禁用此功能，或设置为监控。
如果在多台电机模块上激活 V_{dc_max} 控制，在参数设置不理想的情况下，可能会使控制器的功能相互冲突。驱动可能会变得不稳定，各驱动可能会不按计划加速。

解决办法：

- 激活 V_{dc_max} 控制
  - 矢量控制：p1240 = 1（出厂设置）
  - 伺服控制：p1240 = 1
  - V/f 控制：p1280 = 1（出厂设置）
- 关闭 V_{dc_max} 控制
  - 矢量控制：p1240 = 0
  - 伺服控制：p1240 = 0（出厂设置）
  - V/f 控制：p1280 = 0
- 激活 V_{dc_max} 监视
  - 矢量控制：p1240 = 4 或 6
  - 伺服控制：p1240 = 4 或 6
  - V/f 控制：p1280 = 4 或 6

⚠ 警告

单个驱动可能会意外运动

当一台电源模块为多台电机模块供电时，则可能会因 V_{dc_max} 的参数设置错误导致某台驱动意外加速，进而造成人员伤亡。

- 只在具有最大转动惯量的电机模块上激活 V_{dc_max} 控制。
- 在所有其他电机模块上禁用此功能或将此功能设为监控功能。

8.10.1.2 非调节型电源模块的并联

非调节型电源模块即 Smart Line Module 是供电/再生馈电单元。 和基本型电源模块一样，它能为相连的电机模块提供电能，此外它还能将再生电能反馈回电网。
直流母线电压大约为电源额定电压有效值的 1.3 倍。

装机装柜型非调节型电源模块适合连接到已接地(TN, TT)和未接地(IT)的供电网络上，提供以下电压和功率：

表格 8-9 非调节型电源模块

电源电压	额定功率
3 AC 380 … 480 V	250 ... 800 kW
3 AC 500 ... 690 V	450 ... 1400 kW

在并联非调节型电源模块时必须遵循以下规定：

- 可以最多并联 4 个相同的非调节型电源模块。
- 并联时始终只能使用一个共同的控制单元。
- 为使电流均匀分布，通常需要在每个非调节型电源模块前安装一个 4 % 电抗器。
- 专用的电源连接模块： Line Connection Module 可用于并联。
- 多个电源模块必须使用同一个供电网点，即：不允许接入不同的电网。
- 不管并联了多少个模块，都应将降容系数 7.5 % 考虑在内。

非调节型电源模块的 6 脉冲式并联

在 6 脉冲并联中，输入侧最多可以有 4 个非调节型电源模块，这些模块由同一个双绕组变压器供电，并由同一个控制单元控制。

由于非调节型电源模块不具有电流均衡控制，必须采取以下措施，确保电流的均匀分布：

- 进线电抗器和非调节型电源模块配套。
- 变压器和并联的非调节型电源模块之间的电缆应保持对称，即相同的电缆类型、横截面、长度。
- 在并联中，单个非调节型电源模块的额定电流的下降比例（降容）为 7.5 %。

非调节型电源模块的 12 脉冲式并联

在 12 脉冲式并联中，输入侧最多可以有 4 个非调节型电源模块，这些模块由同一个三绕组变压器供电，此时偶数个（2 个或 4 个）的非调节型电源模块必须均匀地分布到两个二次绕组上。 和基本型电源模块不同的是，由于输入电压相位偏移 30 °，两个子系统的非调节型电源模块必须由 2 个控制单元控制。

8.10.1.3 调节型电源模块的并联

调节型电源模块可以提供电能，还可以向电网反馈再生电能。

最多可以并联 4 个调节型电源模块，这些模块由同一个双绕组变压器供电，由同一个控制单元同步控制。 模块不允许通过二次侧电压相位发生偏移的三绕组变压器供电。
调节型电源模块可以生成受控的直流电压，它不受电源电压波动的影响而保持恒定，此处，电源电压波动必须位于允许的公差带内。

直流母线电压大约为电源额定电压有效值的 1.5 倍。

调节型电源模块从电网中获取近似正弦曲线的电流并且几乎不产生电源谐波。

装机装柜型调节型电源模块的电压和功率为：

表格 8-10　调节型电源模块

电源电压	额定功率
3 AC 380 … 480 V	132 ... 900 kW
3 AC 500 ... 690 V	560 ... 1400 kW

在并联调节型电源模块时必须遵循以下规定：

- 可以最多并联 4 个相同的调节型电源模块。
- 调节型电源模块的并联仅可在矢量控制方式中进行。
- 并联时始终只能使用一个共同的控制单元。
- 专用的电源连接模块： Line Connection Module 可用于并联。
- 多个电源模块必须使用同一个供电网点，即：不允许接入不同的电网。
- 不管并联了多少个模块，都应将降容系数 5 % 考虑在内。

通过以下方法可以保证调节型电源模块并联时电流的均匀分布：

- 在调节型接口模块 AIM 的清洁电源滤波器中装入电抗器。
- 变压器和并联的调节型电源模块/接口模块之间的电缆保持对称，即相同的电缆类型、横截面、长度。
- 在并联中，单个调节型电源模块/接口模块的额定电流的下降比例（降容）为 5 %。

采用多个控制单元、调节型电源模块的 6 脉冲式冗余并联

由单独的控制单元控制的、多个调节型电源模块的并联说明请参见章节“调节型电源的主/从功能 (页 513)”。

调节型电源模块的 12 脉冲式并联

在“主从”运行中可以采用 12 脉冲式并联法，请参见章节“调节型电源的主/从功能 (页 513)”。

此时也可以使用不同功率的模块，正如 6 脉冲式“主从”运行。

8.10.1.4 电机模块的并联

在矢量控制模式中，可以最多有 4 个电机模块并联为同一个电机供电。该电机既可以具有电气隔离的绕组系统，也可以具有共用的绕组系统。绕组系统的类型决定了以下条件：

- 并联电机模块的输出端上需要采取的去耦措施
- 生成脉冲样本的调制系统

调制系统和电源模块的类型共同作用，决定了可达到的最大输出电压或最大电机电压。

SINAMICS 并联中允许使用的电机绕组系统

允许：

- 电机带电气隔离的绕组系统（多绕组电机），单个绕组系统之间没有电气连接。
- 电机带一个共用的绕组系统（单绕组电机）；此类电机内的所有并联绕组在外观上如同一个整体绕组。

不允许：

- 电机带输入侧电气隔离的绕组系统，这些绕组系统内部有同一个星点。

下面列举了 2 个例子，指出如何在双绕组和单绕组电机上并联电机模块。

2 个电机模块并联，电机带双绕组系统

功率单元并联通常应用在 1 MW 到 4 MW 的电机上，该功率范围内的电机通常具有多个并联的绕组。如果这些并联绕组单独引出到电机的端子盒中，则构成了一个带多个单独绕组系统的电机。此时，在电机模块的并联设计中要确保电机的每个绕组系统恰好由一个并联的电机模块供电。下面的简图展示了这种类型的布局。

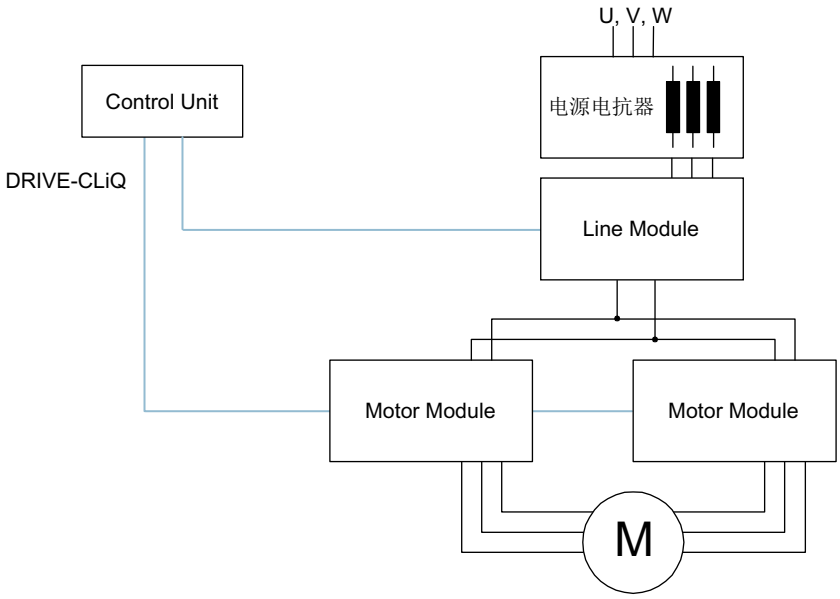


图 8-26　示例 1：并联

由于绕组系统的电气隔离，这种布局的优点在于：

- 省略了电源输出端的去耦措施，无需限制并联的电机模块之间的回路电流，即没有最短电缆长度限制，无需电机电抗器。
- 作为调制系统，不仅可以使用空间矢量调制，也可以使用脉冲沿调制，即：在基本型电源模块或非调节型模块并联时，最大输出电压可以达到电源模块三相输入电压的 97 %。在调节型电源模块并联时，由于直流母线电压更高，输出电压可能高于三相输入电压。

在并联中，单个电机模块的额定电流的下降比例（降容）为 5 %。

2 个调节型电源模块并联，2 个电机模块并联，电机带单绕组系统

在很多情况下无法使用带多绕组系统的电机，例如：

- 所需的多绕组系统数量由于电机极数无法满足
- 电机由第三方提供
- 已经存在了一台带共用绕组系统的电机

此时，并联电机模块的输出端通过电机电缆接入电机的端子盒中。

调节型接口模块可以抑制电源接口上开关频率产生的谐波，因此可用于供电电源的基本干扰抑制。该模块强制用于调节型电源模块。另外，电压监控模块 VSM10 可以在供电状况不佳时确保运行无干扰，例如：在供电电压强烈波动、短时掉电时。在装机装柜型的调节型电源模块 ALM 上，VSM 已经内置在调节型接口模块中。

8.10.2 调试

在调试时，并联功率单元的处理方式和电源侧或电机侧的单个功率单元一样。

说明

矢量控制中电机模块的并联

您已离线创建了一个包含并联电机模块的矢量控制项目，之后要在在线模式中将其传输至控制单元。必须执行上电以将项目保存在控制单元中。在接通后您会收到“在线拓扑结构不一致”的故障信息。此时将项目加载至编程设备。这样即可消除不一致的状况。

更多调试、运行限值以及参数设置相关的详细信息请参见以下手册：

- SINAMICS S120 STARTER 调试手册
- SINAMICS S120/S150 参数手册，参数 r7002 起。

8.10.3 并联以外的额外驱动

除主驱动外，受控制的辅助驱动越来越多地被应用，例如船机主轴驱动发电机中的励磁控制器，或用作润滑泵驱动、风扇驱动等。

在包含并联功率单元（电源模块，电机模块）的驱动设备中，可将一个额外的驱动用作辅助驱动。 此驱动模块通过独立的电机模块由共同的直流母线供电，并通过独立的 DRIVE-CLiQ 插口由 CU320-2 进行控制。

接入辅助驱动的条件

将一个额外的驱动连接至并联系统作为辅助驱动的边界条件：

- 只可将相同类型和相同功率的功率单元接入并联回路。
- 最多可并联 4 个电源模块和 4 个电机模块。
- 所有部件在共同的直流母线上运行。
- 根据不同的周期时间，电源模块和电机模块必须连接至独立的 DRIVE-CLiQ 插口。 在一个 DRIVE-CLiQ 插口上的混合运行会导致故障。

- 所有电机模块的 DO 参数 p9620（STO/SBC/SS1 的信号源）必须采用相同的互联。
- 无法对附加驱动对象进行自动调试。
- 附加驱动系统必须离线创建，之后在线传输至驱动。
- 附加驱动对象必须连接至独立的 DRIVE-CLiQ 插口。
- 选择辅助驱动的最大功率时，必须确保所有电机模块（包含附加驱动）的最大功率不超出并联电源模块的总功率。
- 必须根据新的要求对现有的边界条件以及相应的连接和监控进行调整。

创建包含相应拓扑结构的项目

可通过调试工具 STARTER 或 SCOUT 创建所需的拓扑结构：

- 通常情况下在离线模式中创建项目。
- 控制模块会将并联的功率单元组合起来，从而形成一个大电源模块或大电机模块。
- 辅助驱动则会被分配至一条独立的 DRIVE-CLiQ 支路。
- 必须根据所创建的拓扑结构执行 DRIVE-CLiQ 连接

所需拓扑结构的示例

下图为通过 STARTER 创建的项目示例。 其中配置了 3 个基本型电源模块、2 个电机模块和一个辅助驱动。 在拓扑树中可以明显看出，并联分别显示为一个电源和一个驱动。 此外辅助驱动被独立显示。 DRIVE-CLiQ 连接以细线显示。 3 个并联的电源模块连接至一条 DRIVE-CLiQ 支路，两个电机模块连接至另一条，辅助驱动则连接至第 3 条驱动。

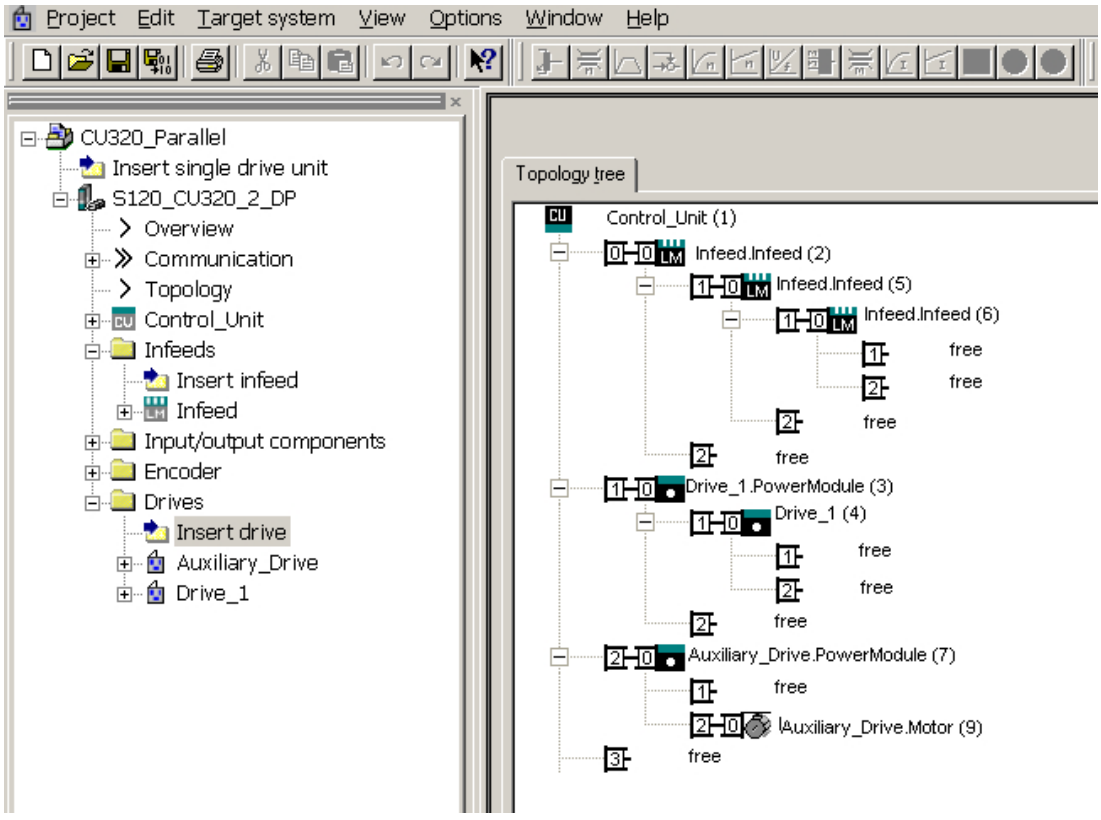


图 8-27　拓扑结构，包含 3 个基本型电源模块、2 个电机模块和 1 个辅助驱动

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0120　功率单元数据组 PDS 数量
- p0121[0...n]　功率单元的组件号
- r0289　CO:功率单元最大输出电流
- p0602　并联功率单元的组件号，连有温度传感器
- p1240[0...n]　Vdc 控制器或 Vdc 监控的配置
- p1280[0...n]　Vdc 控制器或 Vdc 监控的配置（V/f）
- p6397　电机模块第二个系统的相位偏移
- r7000　生效的功率单元数量
- p7001[0..n]　并联回路功率单元的使能
- r7002[0..n]　CO:并联回路功率单元的状态
- p7003　绕组系统并联
- p7010　并联回路电流失衡的报警阈值
- p7011　并联回路直流母线电压失衡的报警阈值

...

- r7250[0...4] 并联回路功率单元的额定功率
- r7251[0...4] 并联回路功率单元的额定电流
- r7252[0...4] 并联回路功率单元的最大电流

..

- r7320[0...n] 并联回路 VSM 电源滤波器 U 相电容
- r7321[0...n] 并联回路 VSM 电源滤波器 V 相电容
- r7322[0...n] 并联回路 VSM 电源滤波器 W 相电容

8.11 扩展停止和退回

一览

通过功能模块“扩展停止和退回”（ESR）可在故障情况下快速且安全地实现工件和刀具的分离。此时 ESR 会确定故障涉及的驱动轴，然后使该轴受控退回，最后停止该轴。此功能只用于采用伺服控制方式的驱动。

在本手册中将介绍以下驱动自控 ESR 功能：

- 驱动的扩展停止
- 驱动的扩展退回
- 带直流母线电压缓冲监控的再生运行

ESR 功能可由上级控制系统通过触发信号触发或在出现故障时由驱动自行触发。驱动自控的 ESR 功能针对某根轴生效。

- 使用轴触发器时，ESR 功能直接对某根轴生效。
- 使用设备本地触发器时，ESR 功能针对处于驱动支路上且激活了 ESR 的轴生效。

说明

Safety Integrated 功能下的 ESR 功能

若除 Safety Integrated 功能以外还须同时激活“扩展停止和退回”功能，必须满足额外的一些条件。更多详细信息请参见 SINAMICS S120 Safety Integrated 功能手册。

示例

在机床上会有多个驱动装置同时运动，例如：一个工件驱动装置和多个刀具进给驱动装置。在出现故障时，刀具不允许仍插在工件中，否则两者都可能被损坏。刀具和工件必须首先以受控方式分开，然后才允许各个驱动装置停止。

利用功能模块“扩展停止和退回”，进给驱动装置可以自动退回，然后停机。如果在此期间电源掉电，驱动装置可进入再生制动模式，向直流母线输送电能，进给驱动装置因此可以将刀具从工件中移出，然后停止。

8.11.1 激活和使能功能模块 ESR

PG/PC 和驱动已通过 PROFIBUS 或 PROFINET 建立连接。

步骤

1. 通过参数 p0888 选择 ESR 功能：
   - p0888 = 0:无功能
   - p0888 = 1:扩展停止（驱动自控），转速设定值
   - p0888 = 2:扩展退回（驱动自控）
   - p0888 = 3:回馈运行（Vdc 控制器）
   - p0888 = 4:扩展停止（驱动自控），转速实际值
2. 通过 p0889 = 1 使能 ESR 响应。
3. 使用“RAM to ROM”将设置传输至控制单元。

在 ESR 响应尚未使能的情况下，p0888 的参数设置可由上级控制系统根据实际状况进行变更。

功能模块也可在 STARTER 的 “Configuration > Function module / technology package”中激活。

在参数 r0108.9 中可以检查当前的配置。

检查 ESR 状态

当前 ESR 状态可通过参数 r0887.0...13 检查。

8.11.2 用于触发 ESR 功能的有效触发源

轴相关触发源

功能触发条件：

- 在驱动中通过 p0888 配置了 ESR 功能，例如停止或退回。
- 在驱动中通过 p0889 = 1 使能了 ESR 功能。
- 已设置脉冲使能。

有以下几种故障源头：

- 内部驱动故障
  - 响应为 OFF1 或 OFF3 的故障
  - p0840（ON/OFF1）和 p0849（OFF3）与端子连接
- 内部触发器信号
  - ESR 触发器信号源通过 BICO 使用 p0890 设置。

为一个控制单元的所有驱动触发

功能触发条件：

- 在驱动中配置了 ESR 功能，例如停止或退回。
- 在驱动中使能了 ESR 功能。
- 已设置脉冲使能。

有以下几种故障源头：

- 通讯故障：
  - 控制单元识别出通讯故障，并在使能的所有驱动上触发自控响应。
  - 无法再使用状态反馈信息。
  - 上位控制系统清除了“由 PLC 控制”信号（F07220）。
  - 通过现场总线进行的数据传输中断（F01910 或 F08501）。
- 外部触发器信号
  - 控制系统的外部触发器信号通过报文 390、391 或 392 触发 ESR 功能。

8.11.3 无效源

以下 DRIVE-CLiQ 通讯故障不会触发 ESR 触发器：

- 存在电机模块的脉冲封锁指令
  驱动进入 OFF2 并且缓慢转动直至停止。
- 编码器模块用作电机测量系统时的故障
  切换至无编码器运行，并开始进行经过参数设置的停止响应。
- 编码器模块用作直接针对应用的测量系统时的故障
  取消激活应用，并开始进行参数设置的停止响应。

8.11.4 ESR 响应

8.11.4.1 扩展停止

扩展停止的目标是在出现故障时使驱动装置受控停止。 只要驱动装置能正常工作就采用扩展停止。 该功能可设为针对某根轴生效， 轴和轴之间没有耦合。

配置扩展停止响应

1. 设置 p0888 = 1（转速设定值）或 p0888 = 4（转速实际值），配置扩展停止响应。
2. 通过参数 p0892 设置制动开始前 r1438 中最后一个设定值或 r0063 中最后一个实际值的冻结时间。
3. 通过参数 p0891 选择 OFF 斜坡。

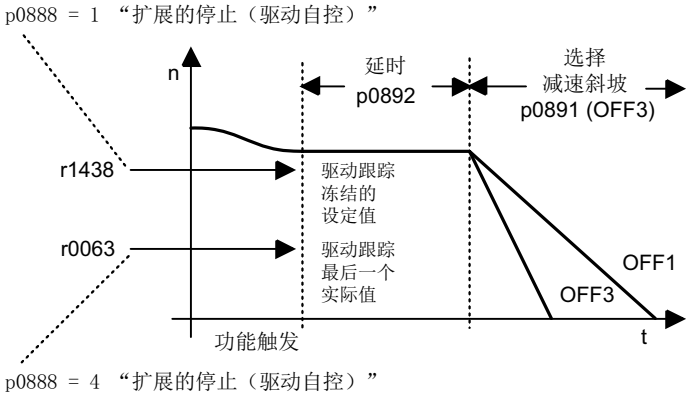


图 8-28　包含延时段的 OFF 斜坡

8.11.4.2　扩展退回

扩展退回的目标是在故障情况下使驱动装置运行到退回位置。只要驱动装置能正常工作就采用该功能。该功能可设为针对某根轴生效，轴和轴之间没有插补耦合。

配置扩展退回响应

1. 通过 p0888 = 2 配置退回响应。
2. 通过参数 p0893 设置退回转速。

3. 通过参数 p0892 设置退回转速持续的时间。
4. 通过参数 p0891 选择 OFF 斜坡。

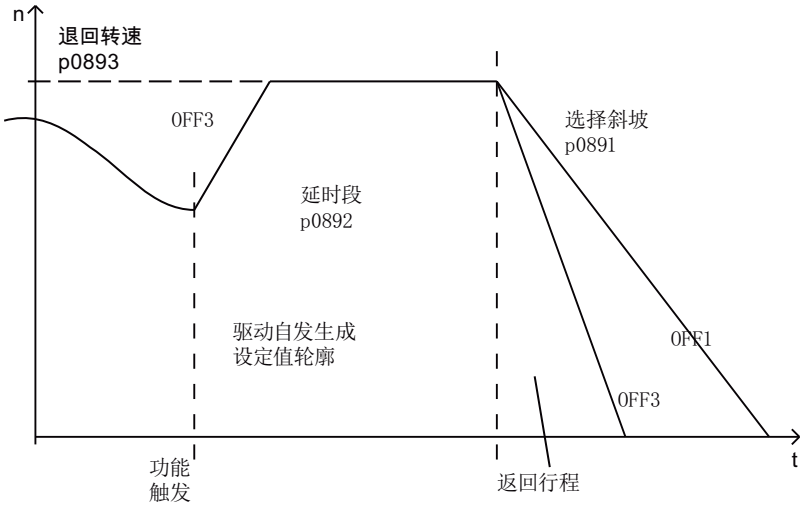


图 8-29　含“扩展退回”的 OFF 斜坡

驱动装置不会急剧加速到退回转速，而是沿着 OFF3 斜坡加速。
参数 p0893 向斜坡函数发生器提供 ESR 退回转速，ESR 触发后，驱动装置沿着 OFF3 加速到该转速。在此期间，安全速度限值 p1051/p1052 以及常规速度限值 r1084/r1087 生效。

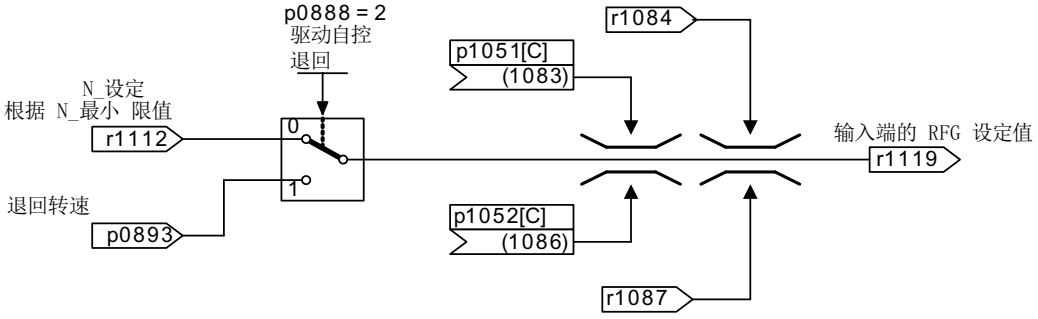


图 8-30　将设定值通道连接至斜坡函数发生器

8.11.4.3　再生运行

故障状态下的目标是对直接母线进行缓冲，直至直流母线上连接的所有驱动以及由 ESR 使能的驱动达到所配置的终点位置。 此时会对驱动组中的一个合适的驱动（例如主轴驱动）在再生模式下进行制动。 最小 V_{dc} 控制器会对直流母线电压进行监控。

配置再生运行响应

1. 设置 p0888 = 3，选择驱动的再生运行。
2. 设置 V_{dc} 控制器。

3. 设置 p1240 = 2，激活再生运行中的直流母线电压监控。
4. 通过参数 p1248 设置所允许的直流母线电压下限值“最小 V_{dc}”。
   电源通过直流母线电压下降识别电源故障，并将其作为报警发送。

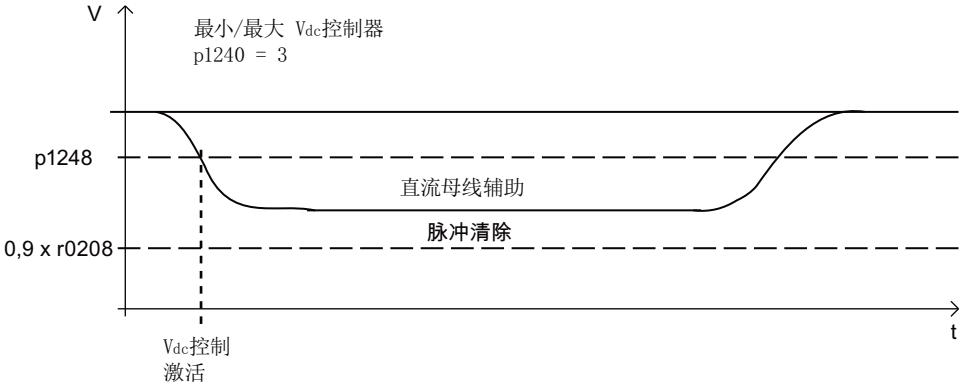


图 8-31　直流母线电压设定值

8.11.5　ESR 限制

- 再生运行多个轴
  只使用一个受转速闭环控制的轴对直流母线进行缓冲。 若参数设置了多个轴，则可能会出现故障，从而在轴之间以及对驱动组产生负面影响。
- 电机不适用于再生运行
  直线电机（1FN）和转矩电机（1FW）的制动需要足够高的直流母线电压。 因此这些电机不适合在再生运行中对直流母线提供缓冲。
- ESR 和 Safety Integrated
  如果 Safety Integrated 扩展功能由 PROFIsafe 控制，在出现通讯故障时，Safety Integrated 允许的最长响应时间（p9580/p9380）为 800 毫秒， 在该时间结束后，Safety Integrated 会发出脉冲清除指令。

8.11.6　ESR 的 PROFIdrive 报文

在 PROFIdrive-DO 报文 390、391、392、393、394、395 和 396 中均存在 CU_STW1 的循环位，用于查看 ESR 状态。

表格 8-11　CU_STW1

信号	含义	互联参数
CU_STW1.2	ESR 触发器	p0890.9 = r2090.2

在这些报文中有 STW1 和 MELDW 的循环位。

表格 8-12 STW1

信号	含义	互联参数
STW1.9	1 = 使能 ESR 响应	p0889 = r2090.9

表格 8-13 MELDW

信号	含义	互联参数
MELDW.2	1 = |转速实际值| < 转速阈值 3 (p2161)	p2082[2] = r2199.0
MELDW.4	1 = 最小 Vdc 控制器生效 (V_{dc}< p1248)	p2082[4] = r0056.15
MELDW.9	1 = ESR 响应触发 / 再生运行生效	p2082[9] = r0887.12

8.11.7 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2443 PROFIdrive - STW1 控制字互联(p2038 = 1)
- 2456 PROFIdrive - MELDW 状态字互联
- 2495 PROFIdrive - CU_STW1 控制字 1 控制单元互联
- 3082 设定值通道 - 扩展停止和退回（ESR，r0108.9 = 1）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0063 CO:转速实际值
- p0108[0...n] 驱动对象功能模块
- r0108.9 驱动对象功能模块；
扩展停止和退回/ESR
- r0887.0...13 BO:ESR 状态字
- p0888 ESR 配置

- p0889 BI:使能 ESR 响应
- p0890[0...4] BI:ESR 触发器
- p0891 ESR OFF 斜坡
- p0892 ESR 延时
- p0893 ESR 速度 / ESR 转速
- p1051[0...n] CI：斜坡函数发生器正转速限制
- p1052[0...n] CI：斜坡函数发生器负速度限制
- r1084 CO:正转速限制生效
- r1087 CO:负转速限制生效
- p1240[0...n] Vdc 控制器或 Vdc 监控的配置
- p1248[0...n] 直流母线电压阈值下限
- r1438 CO:转速控制器转速设定值
- p9380 SI Motion 总线故障停止响应延时（电机模块）
- p9580 SI Motion 总线故障停止响应延时（控制单元）

8.12 转动惯量评估器

8.12.1 引言

特性

如果驱动的转动惯量在运行中显著变化（例如使用具有不同转动惯量的刀具或工件时），则需要使用“转动惯量评估器”功能。这是因为此时通过持续重复旋转电机数据识别来确定转动惯量成本过高，且设备上无法实现。在伺服控制中，“在线优化 (页 122)”功能也需要使用“转动惯量评估器”。

在矢量控制中，可以配置一个转动惯量前馈 (页 550)。这尤其适用于因恒定电机转速而无法计算转动惯量的应用。

说明

该说明也适用于直线运动（转矩 -> 力，转动惯量 -> 惯量，转速 -> 速度）

在带编码器或无编码器的运行中都可使用转动惯量评估器：

无编码器运行：

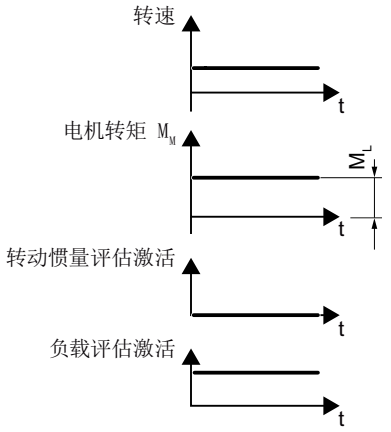
- 在无编码器运行中，电机和负载设备的总转动惯量必须已知。
- 在无编码器开环控制运行（转速低于 p1755）中，不得出现设置的转动惯量过小使得电机在加速阶段失速的情形。
- 在无编码器闭环控制运行（转速高于 p1755）中，转速/转矩前馈控制需要精确的转动惯量，以实现最优的转速控制器动态响应性能。错误的转动惯量会在加速阶段结束时导致过冲或下冲。

带编码器运行

- 在带编码器运行（**不启用**在线优化）中，只有在转速/转矩前馈控制激活 (p1402.4 = 1) 的情况下转动惯量才会影响电机闭环控制。
- 在伺服控制的带编码器运行（**启用**在线优化）中，系统会自动设置转速控制器和位置控制器的相关控制器参数。控制器参数的自动计算基于预估的转动惯量。

确定负载转矩

为了确定转动惯量，首先须测定负载转矩。



负载转矩（例如静摩擦）的测定需在转速不为零且恒定的阶段进行。转速变化较小时，变频器会根据当前电机转矩计算出负载转矩 M_L。须满足以下条件：

- 转速 ≥ p1226
- 加速度设定值 < 8 1/s²
- 加速度 × 转动惯量 (r1493) < 0.9 × p1560。

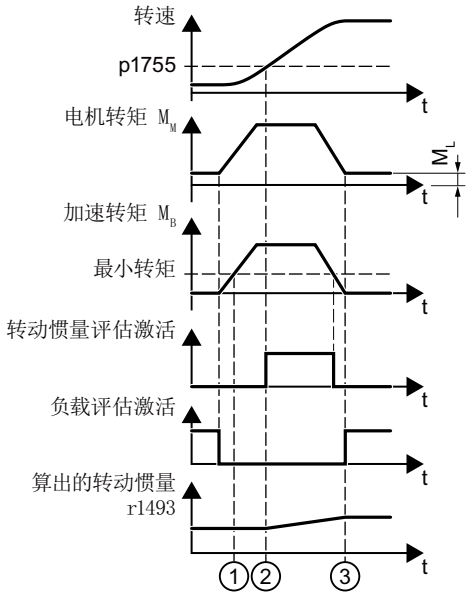
确定负载转矩后，可在加速阶段测定转动惯量。p1502 的源为 1 信号时，系统将不会执行转动惯量评估。

加速度提升时，转动惯量评估的精度会随之提升。转动惯量评估器的初始值为参数设置的转动惯量 (J = p0341 x p0342 + p1498)。

确定转动惯量

转速变化较大时，变频器会先计算加速转矩 M_B，作为电机转矩 M_M、负载转矩 M_L 与摩擦转矩 M_R 的差值。

$M_B = M_M - M_L - M_R$。



之后根据加速转矩 M_B 和角加速度 α 算出电机与负载的转动惯量 J。

$J = M_B / \alpha$。

计算须满足以下条件：

① 加速转矩 M_B 必须
> p1560 x r0333（电机额定转矩）且
> 80 % 的摩擦转矩 (0.4 x (p1563 - p1564))。

② 在无编码器运行中，转速须 > p1755（闭环控制）。

③ 加速后，变频器会重新计算负载转矩。

如果负载评估成功，转动惯量不再起振 (r1407.24/26 = 0)，则建议提高加速度 (p2572/p2573)。

如果负载转动惯量明显比电机转动惯量大，可通过设置负载转动惯量（p1498）优化起振过程。

可在起振过程 (r1407.26 = 1) 结束后保存 (RAM to ROM) 转动惯量评估和负载评估的结果，使其在断电后仍得以保留。若惰性质量无明显变化，可在保存后重新取消激活转动惯量评估器。一旦转动惯量评估器起振，可由 SINUMERIK 读取相应的信号。

说明

伺服控制中的在线优化

关机 (p5300 = 0) 并重新激活在线优化时 (p5300 = 2) 时，系统会清除负载和转动惯量评估值。

限制

- 只有在加速阶段没有修改负载时，转动惯量评估器才会提供正确的总转动惯量。
- 对于需要在转速设定值变化的同时进行加工的阶段（例如螺纹切削），可通过 BICO 开关（p1502 = 1 的源）冻结转动惯量评估器。这样可防止之前测定的正确转动惯量被错误估算结果修改。摩擦转矩随转速急剧变化时也会影响估算条件。此外过大的间隙（非摩擦连接）和会导致质量弹性解耦的快速周期性运动同样对转动惯量评估的精度造成负面影响。
- 在无编码器运行中，转动惯量必须设为预期的最大值 (J = p0341 x p0342 + p1498)，从而确保电机在开环控制区域进行首次加速时不会失速。只要没有封锁脉冲，电机模型会一直使用估算器当前计算出的转动惯量。此数值保存在 r1493 中。如果设置了 p1400.22 = 0，每次封锁脉冲后，估算器都会恢复到初始值。否则，封锁脉冲后，估算器保持最后计算的值。

  说明

  伺服控制中的在线优化

  仅当在线优化激活时，系统才会通过预估的转动惯量自动调整转速控制器。

8.12.2 调试

步骤

按如下步骤激活功能模块“转动惯量评估器”：

1. 在 STARTER 中离线调用驱动配置。点击“Configuration”设置窗口中的按钮“Function module / technology package”。在对话框 “Object properties” 中激活功能模块“转动惯量评估器”。
   在参数 r0108.10 中可以检查当前的配置。
2. 在驱动对象的专家列表中设置：p1400.18 = 1（转动惯量评估器生效）。
   可通过数据组切换 (p1400) 激活或取消转动惯量评估器。

说明

在矢量控制中，在线优化 (页 122)功能会自动激活“转动惯量评估器”功能。

其他设置和特性

- 通过参数 p1561 和 p1562 确定如何快速精准地进行转动惯量评估。
  - 两个参数中的值越小，转动惯量评估器的测量时间越短。转矩变化越快，评估的值越准确。
  - 两个参数中的值越大，转动惯量评估器提供的值越准确。
- 如果必须在带载修改转速设定值，则应在此时间内冻结当前估算出的转动惯量。为此，应通过参数 p1502 中的 BICO 开关设置 1 信号。对于带编码器的运行必须设置 p1402.4 = 1。
- 估算出的转动惯量可在 r1493 中查看。

说明

若激活了“通过 BICO 调整转动惯量”（p1497 已连接）功能，则转动惯量评估器不生效。

8.12.3 矢量控制中转动惯量评估器的附加功能

转动惯量前馈控制

在电机以恒定转速运行的应用中，变频器通过上述功能可能无法算出转动惯量。此时，可使用转动惯量的前馈控制。转动惯量前馈控制的前提是转动惯量与负载转矩之间存在一种线性关系。

说明

转动惯量前馈控制仅适用于矢量控制。功能模块“转动惯量评估器”必须处于激活状态。

配置转动惯量前馈控制

1. 注意：加速度前馈控制的比例系数不为零：p1496 ≠ 0。
2. 激活转速控制器前馈控制的加速模型。p1400.20 = 1。
3. 通过 p5310 配置转动惯量前馈控制。
   通过位 0 可以激活特性曲线 (p5312 ... p5315) 计算。
   通过位 1 可以激活转动惯量前馈控制。允许以下位组合：

p5310.0 = 0, p5310.1 = 0	转动惯量前馈控制未生效
p5310.0 = 0, p5310.1 = 1	不带转动惯量前馈控制的系数的循环计算（调试）
p5310.0 = 1, p5310.1 = 0	转动惯量前馈控制已激活（不带系数的循环计算）
p5310.0 = 1, p5310.1 = 1	转动惯量前馈控制已激活（带系数的循环计算）

在 r5311 中显示转动惯量前馈控制的状态字。

示例

水平传送带上的转动惯量取决于负载。

负载转矩与力矩的关系以线性特性曲线的形式保存在变频器中。

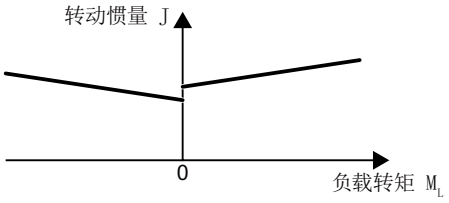


图 8-32　转动惯量前馈控制

- 正向：
  转动惯量 J = p5312 × 负载转矩 M_L + p5313
- 负向：
  转动惯量 J = p5314 × 负载转矩 M_L + p5315

可使用以下方法确定特性曲线：

- 已经知道其他测量的特性曲线。此时，在调试时须将参数设为已知值。
- 变频器在电机运行期间通过重复测量确定特性曲线。

矢量控制中的其他附加功能

- 快速转动惯量评估 (p1400.24 = 1)
  通过此设置可在平稳加速过程中快速确定转动惯量评估。
- 转速控制器适配 (p5271.2 = 1)
  估算的负载转动惯量可用于转速控制器增益。

8.12.4　功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5035　伺服控制 - 转动惯量评估器 (r0108.10 =1)
- 6035　矢量控制 - 转动惯量评估器 (r0108.10 =1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0108　驱动对象功能模块
- r0333[0...n]　电机额定转矩
- p0341[0...n]　电机转动惯量
- p0342[0...n]　总转动惯量和电机转动惯量的比例
- p1226[0...n]　静态检测转速阈值
- p1400[0...n]　转速控制配置
- p1402[0...n]　电流控制和电机模型的配置

- r1407.0...26/27 CO/BO:转速控制器状态字
- r1493 CO:总转动惯量，已标度
- p1496[0...n] 加速度前馈控制比例系数
- p1497[0...n] CI：转动惯量比例系数信号源
- p1498[0...n] 负载转动惯量
- p1502[0...n] BI:冻结转动惯量估算器
- r1518[0...1] CO:加速转矩
- r1538 CO:转矩上限生效
- r1539 CO:转矩下限生效
- p1560[0...n] 转动惯量评估器的加速转矩阈值
- p1561[0...n] 转动惯量评估器的转动惯量变化时间
- p1562[0...n] 转动惯量评估器的负载变化时间
- p1563[0...n] CO：转动惯量评估器的正向负载转矩
- p1564[0...n] CO：转动惯量评估器的负向负载转矩
- p1226[0...n] 静态检测转速阈值
- p1755[0...n] 电机模型无编码器模式切换转速
- p5310[0...n] 转动惯量前馈控制配置
- r5311[0...n] 转动惯量前馈控制状态字
- p5312[0...n] 转动惯量前馈控制线性正向
- p5313[0...n] 转动惯量前馈控制恒定正向
- p5314[0...n] 转动惯量前馈控制线性负向
- p5315[0...n] 转动惯量前馈控制恒定负向
- p5316[0...n] 转动惯量前馈控制的转动惯量变化时间

8.13 调节型电源的附加控制

和功能模块“附加闭环控制”一起可以使用可设定的带阻滤波器 (页 39)，借助于其功能可消除谐波。

带阻滤波器主要应用在弱电网上，在这种电网条件下，电源滤波器的共振点可能降至控制器频率的四分之一。

激活功能模块

1. 在项目导航器中选中电源并打开右键菜单 “Properties”。
   接着对话框 “Object properties” 打开。
2. 点击标签 “Function module”。
3. 点击鼠标，在功能模块选项中激活功能模块“附加闭环控制”。

通过参数 r0108.03 可以检查功能是否激活。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8940 调节型电源 - 控制系数裕量控制器/直流母线电压控制器 (p3400.0 = 0)
- 8946 调节型电源 - 电流预调/电流调节器/控制组 (p3400.0=0)

8.14 高级定位控制（包含 Active Vibration Suppression）

8.14.1 一览

功能模块“高级定位控制 Advanced Position Control”（APC）可以从控制技术的角度主动降低机械振动。该功能以合适的调节量对测得的振动进行有效响应。电机执行运动以平衡振动。振动频率发生变化时（例如：因轴负载或机械变化而导致的），APC 也会相应地进行频率变化。

⚠ 警告

参数设置错误可导致驱动意外运动

APC 的参数设置错误可导致控制器、转速以及位置控制器的不稳定性，由此可导致电机意外运动，进而导致人员重伤或死亡。

- 确保正确进行参数设置。

说明

在转速控制回路中计算 APC 功能。

说明

由于 APC 能从技术上有效降低机械振动，因此其不是被动生效的位置设定值滤波器。

原则上，机械振动是能通过电机转速控制器衰减的（P 增益，积分器）。提供两种作用相反的校准准则进行衰减。

1. 为了能达到有效的干扰抑制性能，转速控制器通过高转速控制器增益进行了优化设置。通过转速控制器的优化设置，负载侧振动也时常会增大。
2. 为了能更好地衰减轴并降低机械振动，必须降低转速控制器增益。降低转速控制器增益时也可以了降低干扰抑制性能。

因此，APC 能提供多个功能，能最佳/无冲突地协调有效衰减和干扰抑制性能。如此一来可通过 APC 同时实现以下两个重要的控制目标：

- 机械振动衰减
- 具有较高转速控制器增益的高效干扰抑制性能

机械振动有两种激励方法：

- **主导量导致振动**（轴的设定运动）
  采用这种方式时，可通过影响主导量（例如：修改加速度、限制冲击或使用设定值滤波器）来降低振动。有时可通过以下方式影响主导量：
  - 修改加速度
  - 限制冲击
  - 使用设定值滤波器

  采用这种方式的缺点在于延长了加工时间或循环时间。使用设定值滤波器经常还会导致轮廓图很不精确。
  使用 APC 能实现降低机械振动的目的，还不会出现上述缺点。
- **干扰量导致振动**（例如：通过周期性过程力）
  采用这种方式时只能通过生效的闭环控制影响振动。

不管使用哪种方式，都必须能在轴配备的测量系统上测量到机械振动。应用 APC 时提供不同的方法。

1. 只在采用电机量时（电机编码器、电流）设置 APC。
2. 与直接测量系统一起设置 APC。
3. 与连接至系统的外部加速度传感器一起设置 APC。

说明

通过 APC 稳定啮合至转速控制回路

APC 中包含的功能显示了自有控制回路或者提供转速控制回路中的啮合。因此，APC 的参数设置是稳定的。

使用直接测量系统进行 APC 优化时需要对控制技术的关联性（例如：频率响应的解释）具有深入的了解。

功能描述中包含示例，显示各功能是如何影响控制的。此外，功能描述中还包含信息，显示提供用于控制回路测量的测量功能（参见章节“测量频率响应 (页 586)”）。

功能模块 APC 应在位置控制优化前设置好。

说明

APC 导致各个驱动轴上的计算时间提高

APC 会导致各个驱动轴上所需的计算时间显著提高。为此，不再能保证所有驱动配置中的控制单元上有 6 根伺服轴运行。如果预期过程中的计算时间太高，则必须逐步减少轴的数量。

APC 的应用示例

- **改善上级位置控制的性能：**设置 APC，以便能提高上级位置控制中转速闭环控制的性能。通过衰减转速控制回路中的关键振动，通常可设置较高的位置控制器增益。尤其是当位置控制使用了控制直接测量系统时。
- **避免振动和不稳定性：**APC 可以衰减过程中因周期性的加工力（例如：钢的重切削）而导致振动或导致过程不稳定（再生振颤）的振动。通过衰减该振动可保持该过程稳定，从而达到较高的加工进给或较高的切削厚度。
- **避免机械结构的振动：**过程中轴的设定运动会导致机械结构振动。该振动对过程有负面影响（例如在模具制造的表面精轧时）且必须减缓该过程。通过 APC 可以衰减机械结构的振动并使该过程加速。

APC 中包含的功能一览

APC 功能模块分为以下子功能：

- Active Vibration Suppression（APC，无负载侧传感器） (页 560)：
  - 振动衰减的鲁棒功能。
  - 无需直接测量系统。
  - 可作为功能模块“Active Vibration Suppression （AVS/APC-ECO）”单独激活。
- 用于降低安装振动的 APC (页 565):
  - 安装振动时振动衰减的鲁棒功能。
  - 可额外用作其他功能。
  - 无需直接测量系统。
- APC，带编码器混合和位置差反馈 (页 568)：
  - 该功能用来影响转速控制对象。可以提供转速控制性能（例如：提高转速控制器增益）。
  - 需要直接测量系统。
  - 编码器混合和位置差反馈是相互协调的两个功能，应一同使用。
- APC，带加速度反馈 (页 572)：
  - 该功能在直接测量系统上使用测得的加速度来衰减振动。
  - 需要直接测量系统。
  - 可以使用外部加速度传感器代替直接测量系统上的加速度。
- APC，带负载速度控制 (页 580)
  - 需要直接测量系统。
  - 该功能控制的是直接测量系统上测出的速度。通过控制直接测量系统上测出的速度，来减轻振动。

前提条件

- 功能模块“高级定位控制”（APC，r0108.7）和“Active Vibration Suppression (AVS/APC-ECO)”（APC，r0108.19）只可用于伺服驱动的 SINAMICS S120。
- 某些 APC 功能是以第 2 测量系统为前提的。更多信息参见各个子功能的说明。
- 可通过 APC 影响 100 Hz 以下的频率。振动是否会受影响取决于以下条件：
  - 机械系统是如何影响控制的？
  - 控制回路是如何设置的？
- 所有“高级定位控制”（包含 Active Vibration Suppression）功能都需要授权：Active Vibration Suppressions（APC/AVS）。

8.14.2 调试功能模块

在 SINUMERIK 中激活功能模块

我们为 SINUMERIK 应用提供使用 2 个 APC 功能模块：Advanced Positioning Control（APC）和 Active Vibration Suppression（AVS/APC-ECO），购买相应授权后便可使用。在配合 SINUMERIK 使用时，该功能模块不能通过调试工具 STARTER 激活。可在 SINUMERIK Operate 中通过专家列表激活该功能模块。

说明

在 SINUMERIK 840D sl 上可以授权以下功能模块：

- APC
- AVS/APC ECO

在 SINUMERIK 828D 上可以授权以下功能模块：

- AVS/APC ECO

在 STARTER 中激活功能模块

我们为 SINAMICS 应用提供使用 2 个 APC 功能模块：“Advanced Positioning Control (APC)” 和 “Active Vibration Suppression (AVS/APC-ECO)”，购买相应授权后便可使用。这两个功能模块可以在调试工具 STARTER 中的“配置 > 功能模块/工艺包”下激活。

设置转换系数

只有满足以下条件时才能设置直接测量系统和电机测量系统之间的转换系数。

- APC 已激活。
- APC 与直接测量系统一起使用。

只有满足以下条件时才能通过调试工具 STARTER 中的窗口“Technology > position control > mechanic”进行设置。

- “位置控制器”功能模块激活。

如果功能模块“位置控制器”未激活，必须通过专家列表设置转换系数。只有满足以下条件时才能通过专家列表进行设置。

- 驱动未使能（r0002 > 0）。

按如下步骤通过专家列表设置转换系数：

1. p0010 = 25:位置控制调试
2. 所有驱动上：设置齿轮比
   - p2504 = 齿轮比中的电机圈数（SINUMERIK：MD 31060）
   - p2505 = 齿轮比中的丝杠圈数（SINUMERIK：MD 31050）
3. 仅在线性轴上：
   - p2503 = 1.000.000
     表明内部分辨率 1 LU = 1 µm。
   - p2506 = 主轴丝杠螺距，单位：µm（SINUMERIK：MD 31030 * 1000）
4. p0010 = 0
5. 将数据从 RAM 复制到 ROM，进行驱动备份。

说明

如果直接测量系统的测量方向必须取反，则转速和位置的取反必须同时激活（p0410[1].1 = p0410[1].0 = 1），p0410[1] = 3H。
如果直接测量系统的测量方向与电机测量系统的测量方向一致，则必须设置 p410[1] = 0H。

授权

在单机版 SINAMICS 上，该授权指的是单轴的授权。授权的相关信息参见章节：“许可 (页 955)”。

在带 SINUMERIK 的 SINAMICS 上，该授权指的是 SINUMERIK 中的机床的授权。可在 SINUMERIK Operate 的菜单“调试> 授权”中激活授权。激活要求重启 NC。

预设参数

建议进行以下参数预设：

参数	预设值	注释
p3702	APC 负载转速/电机转速加权	为了和之前的固件版本的兼容，该值预设为“1”。初始值应设为“0”，进行编码器混合优化。
p3778	APC 转速限值	APC 输出值的限值设置。额定转速范围为 2000 ... 6000 rpm 的西门子标准电机（1FT、1FK）上，我们建议将转速限值设为 500 rpm。设置转速限值，使得能达到预期的 APC 控制器调节量。
p3779	APC 转速限值监控时间	转速限值的监控时间。合适的值为 50 ms。
p3701	直接测量系统选择	**驱动自己的测量系统：**如果使用了直接测量系统，则必须为 APC 选择该系统。默认情况下使用的是驱动的第二测量系统（p3701 = [2] 编码器 2）。如果有第 3 测量系统，也可以使用该测量系统（p3701 = [3] 编码器 3）。 **不是驱动自己的测量系统：**非驱动自有信号源的直接测量系统也可以使用。为此必须连接 BICO 汇点 p3749 并通过 p3748 设置信号的定标。设置 p3700.9 = 1 激活，此时会忽略 p3701 的设置。该方法的一种应用是“主从轴”，参见章节“APC，带负载速度控制 (页 580)”的示例。
p3700.1	外部加速度传感器的使用	加速度传感器必须首先接入系统（例如：通过 TM31 模块）。在 APC 中通过 p3700.1 = 1 激活该功能。加速度传感器的信号必须连接到 BICO 汇点 p3750 上。为此可在 p3751 中设置高通，以对较低频率进行滤波。
p3700.3（可选）	注意轴的设定加速度	对于要求较高轮廓精度的应用（例如：模具制造），建议通过 p3700.3 = 1 来激活。此时，计算 APC 时要考虑轴的当前设定加速。

参数预设后执行 RAM to ROM 进行备份。

说明

使用 p3749

- 互联其他轴的转速实际值时，我们建议计算位“存在转速信息”（r1992.11），例如连接至外部故障 p2106 ... p2108。
- 为了避免因计算顺序导致额外的时滞，建议将具有 p3749 信号源的驱动对象设置为较高的优先级（p7900）。“较高的优先级”指相对于目前组态的驱动具有更高优先级。

8.14.3 Active Vibration Suppression（APC，无负载侧传感器）

"Active Vibration Suppression" (AVS) 功能是一项减轻机械振动的有效方法，无须任何直接测量系统。该方法中仅使用电机上测得的信号电流和转速实际值。AVS 功能尤其适用于带直线电机或力矩电机的驱动，因为这些驱动上通常不需要配置直接测量系统。

只有在能通过电机电流测量该轴上出现的振动时才能使用该功能。

优化功能 AVS 前，必须优化转速控制回路（= 下级控制对象）。

说明

AVS 也可与直接测量系统一起使用。AVS 和直接测量系统组合使用时在鲁棒性能方面（例如：机械结构变化时）比只使用直接测量系统的配置具有优势。

有直接测量系统时，AVS 也可以与直接测量系统的 P 控制（p3760/p3765）组合使用，以提高干扰抑制性能和精度。

功能图 7012（部分）

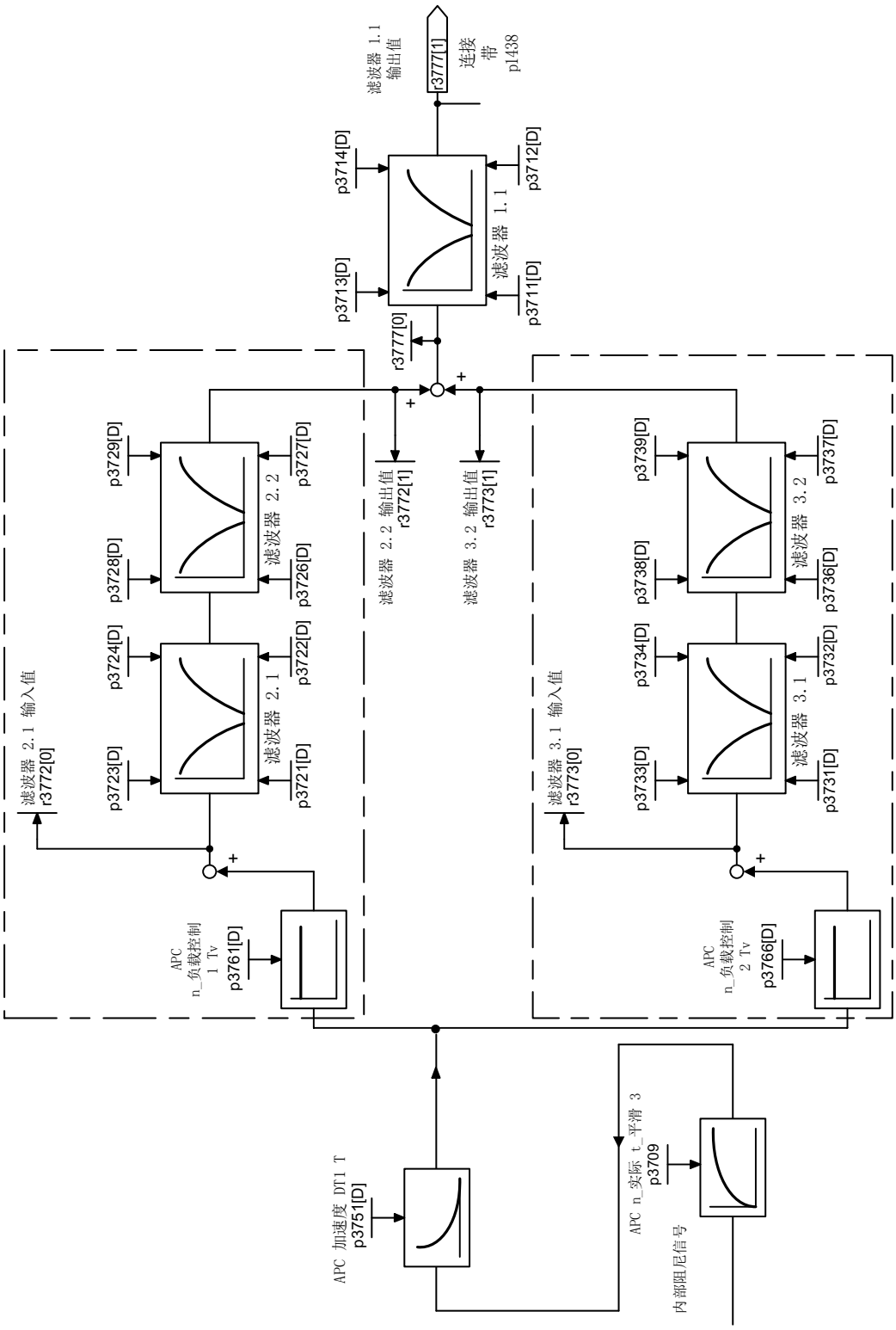


图 8-33　APC，无负载侧传感器

激活 AVS

功能模块“Advanced Position Control （APC）”激活时，通过 p3700.2 = 1 激活 AVS。

激活功能模块“Active Vibration Suppression （AVS/APC-ECO）”时，会自动激活 AVS。

参数设置的重要提示

- 该功能使用有关电机和轴惯量的信息，该信息在功能模块 APC 之外进行设置，具体有参数 p0341（电机惯量）、p0342（电机惯量比例系数）和 p1498（负载惯量）。总惯量计算公式为：p0341 x p0342 + p1498。由于这些值值会计入闭环控制的增益中，因此必须在优化该功能前正确设置这些参数。在优化后再进行修改会对控制性能产生不利影响，比如：导致控制变得不稳定。
- 通过参数 p3755 可调整负载惯量和电机侧惯量之比。负载惯量和电机侧惯量之比为最佳设置时，AVS 功能尤其有效。
- 通过参数 p3752[0...n]（AVS 控制器预设值，振动固有频率）可设置轴的振动频率，初步优化 AVS 功能。参数 p3709（PT1 低通）、p3751（高通）和 p3761（控制器增益）会自动根据振动频率的设置自动设置。此时计算中会加入惯量（参见本段第一点）。因此，需要保证这些惯量值已经正确设置。
- 可在 p3752 中输入值“0”来关闭该功能。此时，控制器增益复位为“0”。
- 建议使用 PT1 低通（p3709）并设置振动频率的 1/10 左右的时间常数，单位：Hz。
- 激活高通（p3751）。当轴上加载有静态或低频力时，尤其建议使用该方法。
- 如果通过 p3761 和 p3766 激活了 2 条反馈支路，建议使用第 1 条反馈支路（p3761）。增益的有效值通常位于 1 ms 到 10 ms 之间，但是取决于轴的机械系统。
- APC 滤波器也同样有效，需要时可使用（参见章节“附加信息 (页 583)”）。
- 针对对轮廓精度要求较高的应用（例如：模具制造），我们建议设置 p3700.3 = 1。通过该方法就能在 APC 内更好地考虑到内部的轴设定运动。
- 建议设置 p3700.4 = 0。

测量功能

以下测量功能可用于测量“APC，无负载侧传感器”：

- APC 开环
- APC 闭环（前提条件：存在一个直接测量系统。）
- 转速控制器参考频率响应
- 位置控制器参考频率响应

有关执行测量的详细信息请参考“测量频率响应 (页 586)”一章。

示例

该功能对频率响应的作用在以下示例中非常相似。

- 该图显示了如何进行 APC 开环测量。控制回路的稳定性可根据频率振幅裕量进行识别，此时相位移动 -180°（示例中为 200 Hz 时）。
  当振动频率（示例中为 18 Hz）中的相位约为 0° 且振幅为 0 db 时可达到衰减效果。

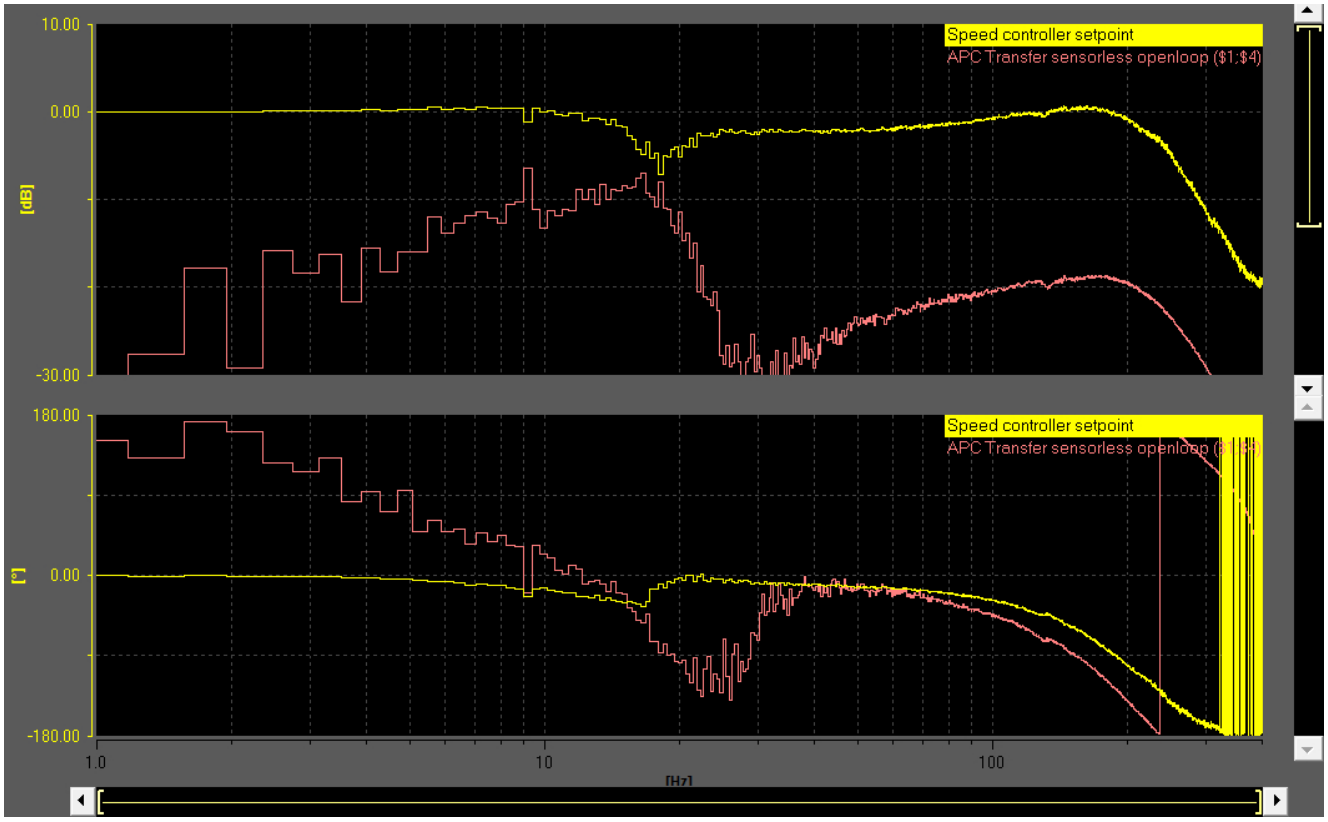
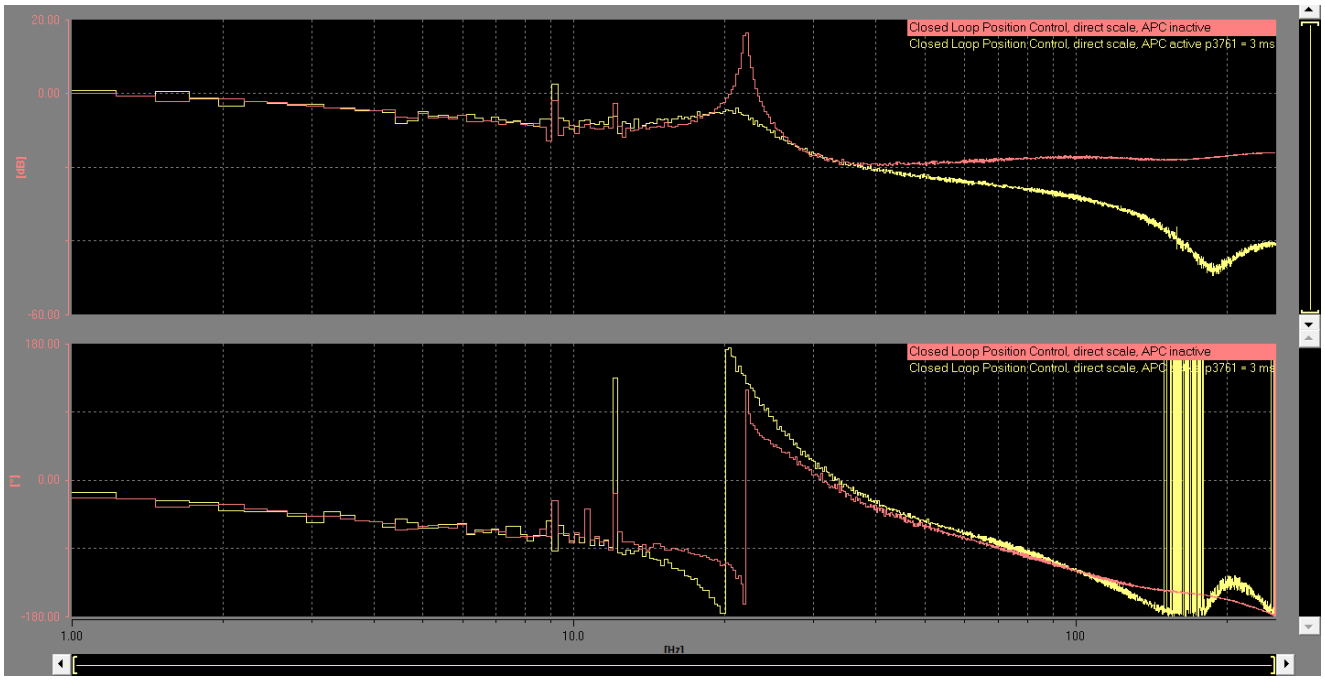


图 8-34　APC，无负载侧传感器（p3700 = 4）- 开环

- 只有存在直接测量系统时，APC 闭环控制的测量才有意义。参见章节“APC，带加速度反馈 (页 572)”中的示例。
  存在直接测量系统时，可以通过位置控制器参考频率响应的测量很好地设置 APC。下图中显示的是振动频率 22 Hz 时通过 APC 的衰减效果。

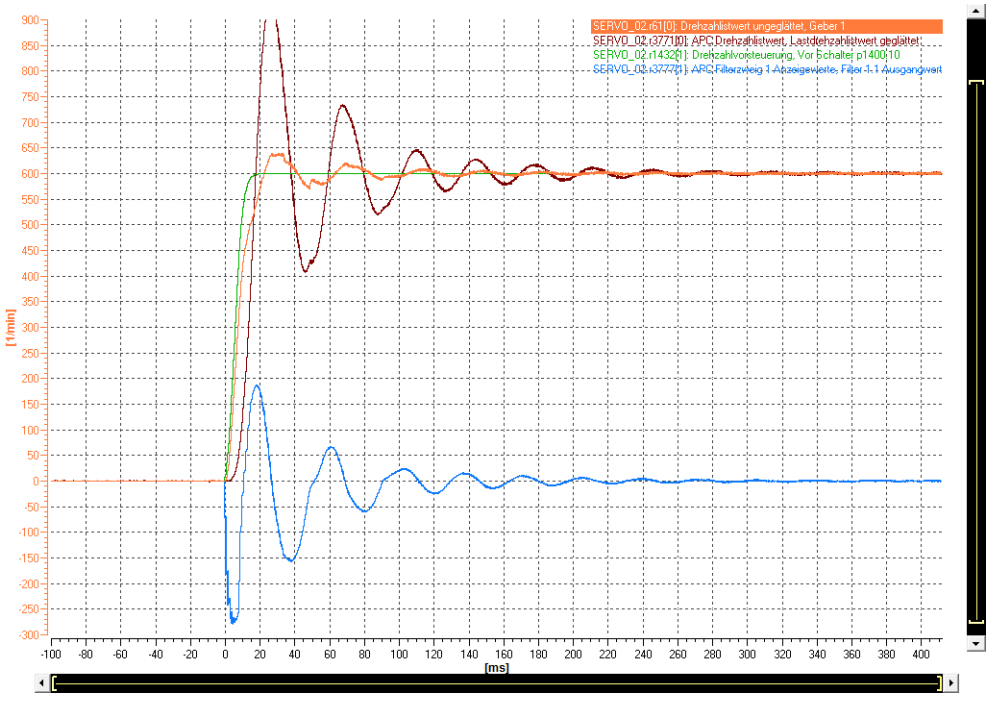


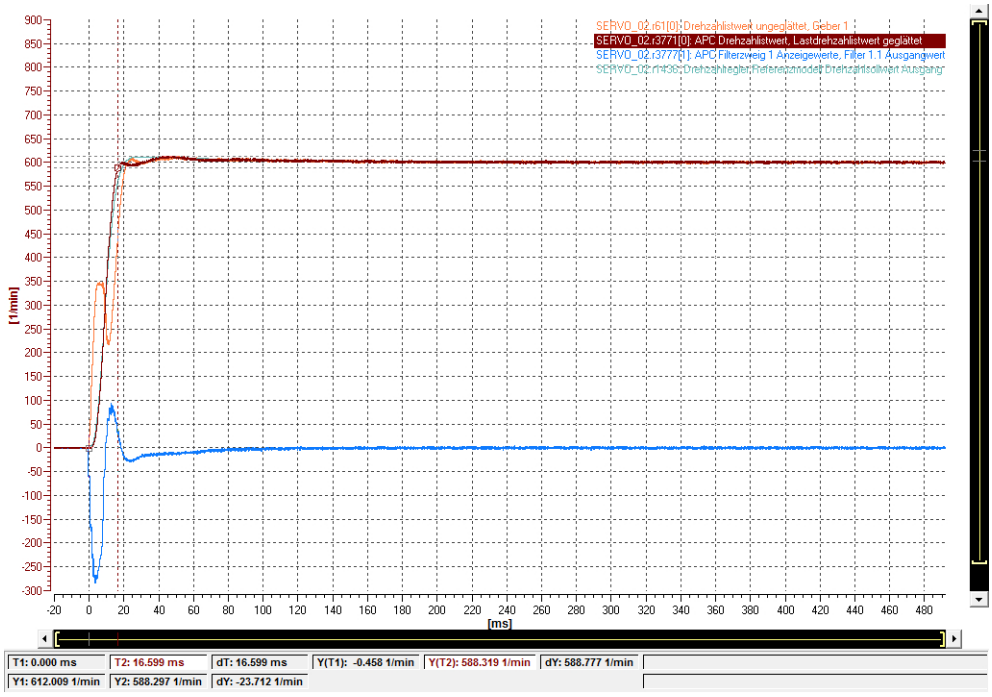
红色： APC 禁用：控制达到稳定极限。位置控制的增益系数过大。

黄色： APC 激活，p3761 = 3 ms：振动被衰减，可以继续保持或稍微提高位置控制的增益系数。

图 8-35 参考频率响应位置控制器，直接测量系统控制

示例：带/不带 APC 的定位特性





橙色： r0061[0] 电机速度

棕色： r3771[0] 负载速度

蓝色： r3777[1] APC 输出

8.14.4 用于降低安装振动的 APC

功能

“用于降低安装振动的 APC”功能允许有目的的衰减安装振动。

通用数据

- 该功能尤其适用于带直线电机的轴。
- 该功能还可用作其他 APC 功能。
- 不需要使用直接测量系统。

安装振动

安装振动是机械振动，需要特殊的方法来进行振动衰减。重要的特性是：转速控制对象或频率范围内的安装振动的反作用影响非常小。在时间特性上，该影响还是可以明显地测量出的。

说明

安装振动首先会对轴的控制性能产生负面影响。

参数设置的重要提示

- 设置功能“用于降低安装振动的 APC”前必须计算并参数设置振动频率。
- “用于降低安装振动的 APC”功能使用了转矩设定值滤波器 1 的参数（p3740 到 p3743，p3704.12，p3705.12）。该功能直接作用于转速控制回路并改变转速控制器性能。为了确保功能的稳定性，必须在某些应用中调整转速控制回路的控制器增益（p1460）和积分时间（p1462）。控制回路的图形显示参见功能图 5060 的第 7 章（伺服控制 - 转矩设定值，控制方式切换）。

计算振动频率

测量振动频率（采用频率响应测量或时域测量法），然后将它输入 p3753 中。通过 p3754 选择一增益，用于标定衰减效果。预设值为“0”到“1”之间的值的某个值，满足大部分情况。少数情况下需要大于“0”和“1”的值，在这些情况下可以将值输入参数。

在 p3754 中输入大于“0”的值后即刻激活，没有延迟。在 p3754 中输入值“0”关闭增益。

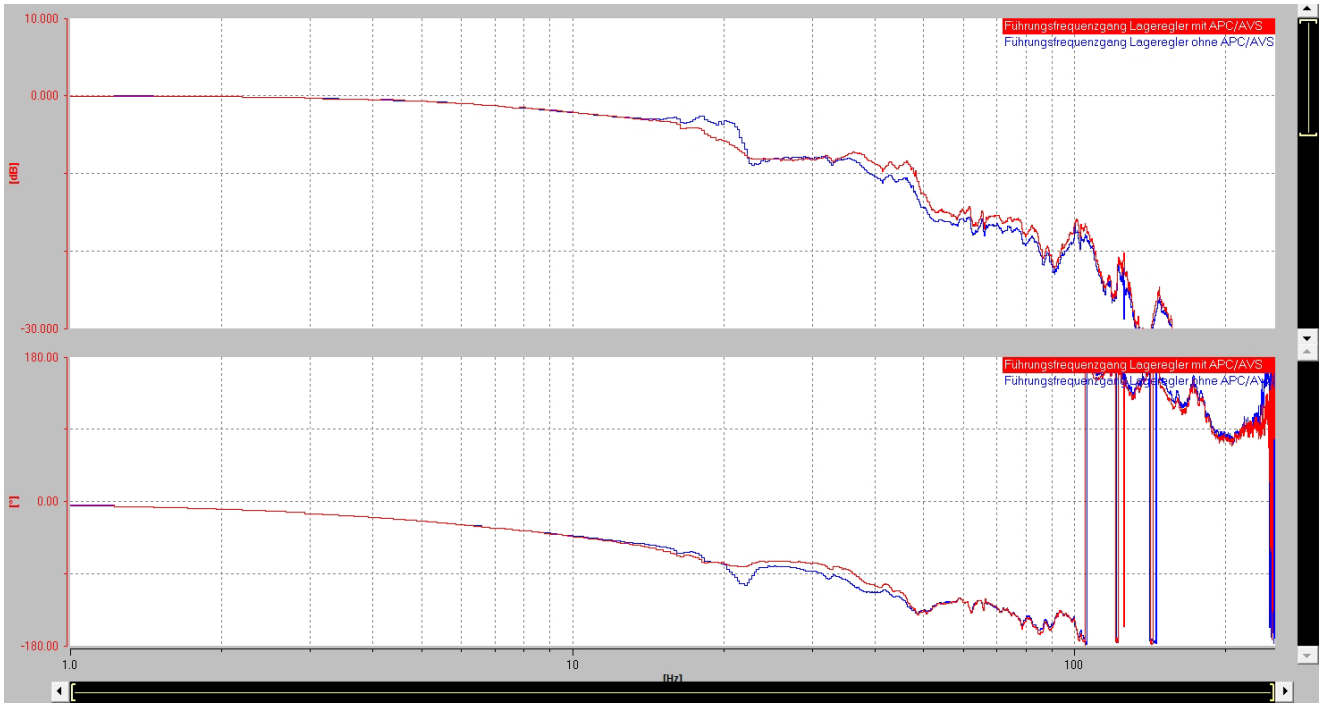
测量功能

以下测量功能可用于测量“用于降低安装振动的 APC”：

- 转速控制器参考频率响应
- 位置控制器参考频率响应

有关执行测量的详细信息请参考“测量频率响应 (页 586)”一章。

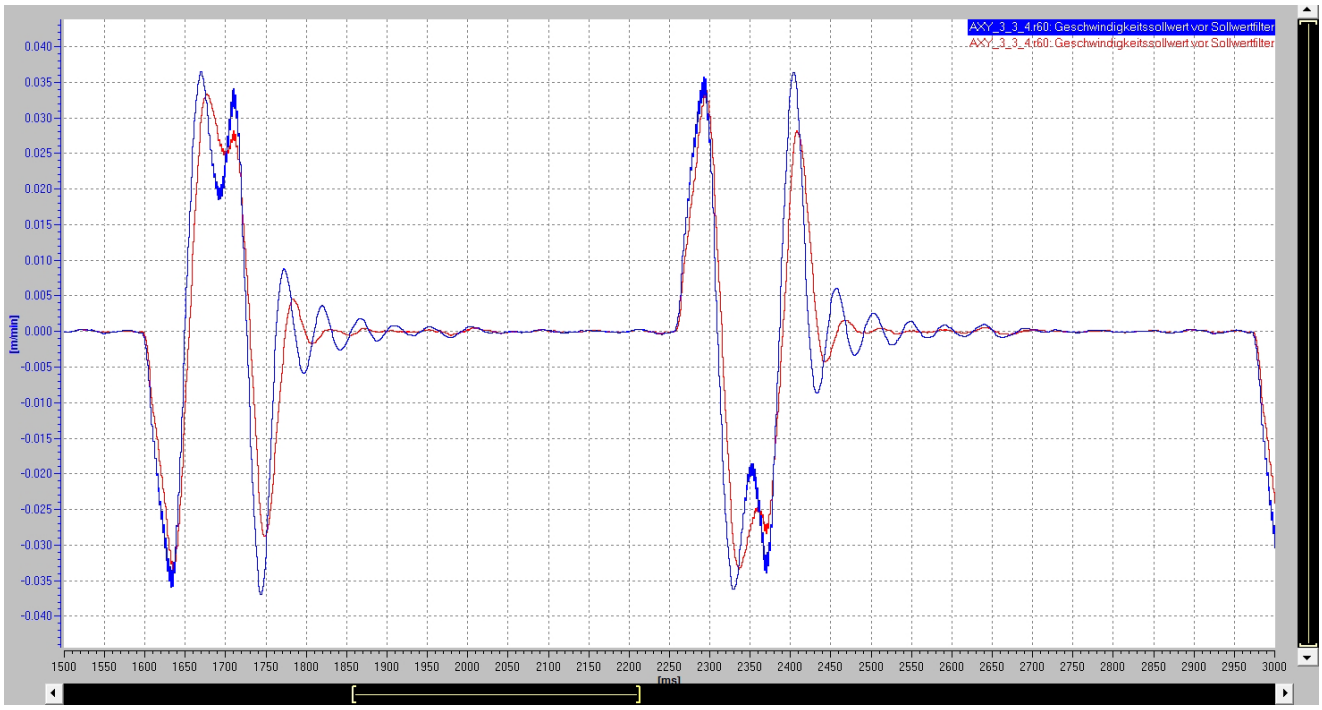
示例



蓝色　APC 无效。

红色　APC 生效，p3754 = 0.5。

图 8-36　示例：测量位置控制器参考频率响应，带或不带 APC



蓝色　APC 无效。

红色　APC 生效，p3754 = 0.5。

图 8-37　示例：时域测量，带或不带 APC

8.14.5　APC，带编码器混合和位置差分反馈

通过这两功能可以设置转速控制的控制对象。编码器混合对系统的零点（减振频率）产生影响，位置差反馈对极点（共振频率）产生影响。通常需要同时设置这两个功能。

编码器混合和位置差反馈优化总是与转速控制器优化同时进行。在进行参数设置时遵循以下顺序。

1. 设置位置差反馈
2. 设置编码器混合

应用示例：

1. 负载惯量与电机惯量之比非常大，振动频率相对较低。在该情况下只能设置非常小的转速控制器增益。
   通过编码器混合可以将零点移动到较高频率。生效的电机侧惯量因此提高，从而可以设置更高的转速控制器增益。与位置差反馈组合使用后，转速控制器增益可能会提高更大幅度。
2. 电机上的振动反作用非常小（例如因为高齿轮比）。因此，转速控制器对振动没有影响。使用编码器混合和位置差反馈可以明显提高电机上的振动反作用。可以设置转速控制器，使其能够最佳衰减振动。这在未使用其他 APC 功能时非常有益。

为了衰减振动，额外还需要使用 APC 扩展功能，例如：加速度反馈（参见章节“APC，带加速度反馈 (页 572)”）。

说明

编码器混合和位置差反馈不仅仅延迟了控制对象中的显性振动，还包括两个测量系统之间机械装置的原始振动。此外，转速控制的稳定性也会受振动影响（本不应该受影响的）。因此，优化时还要注意可能出现的转速控制不稳定性。

功能图

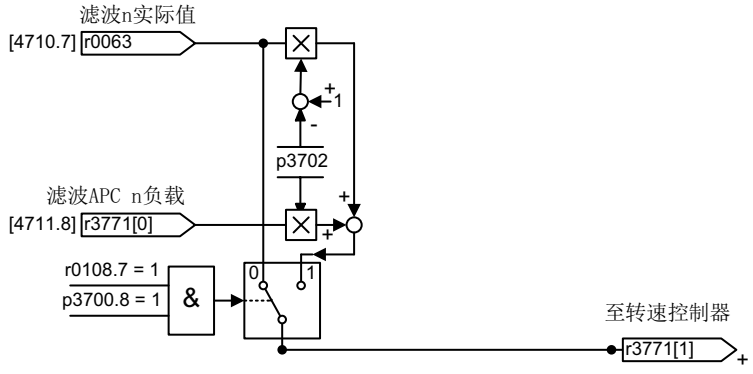


图 8-38 APC 编码器混合

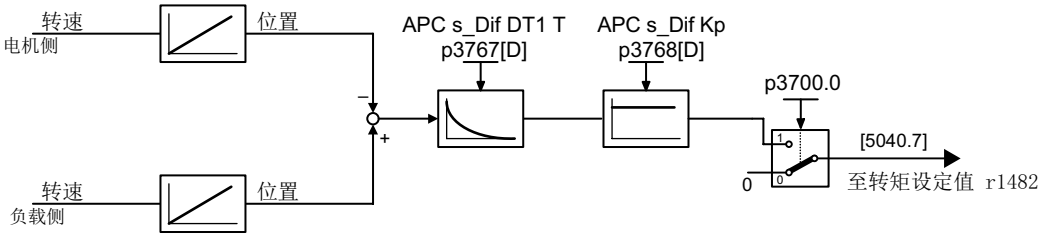


图 8-39 APC 位置差分反馈

参数设置的重要提示

- 该功能要求有一个直接测量系统。如果轴上存在一个测量系统（编码器 2 或编码器 3），则可通过 p3701 选择。设置 p3700.9 = 1，激活 BICO 汇点 p3749。现在可自由互联负载-转速实际值，例如：从主站轴上。
- 通过 p3700.8 = 1 激活编码器混合。通过 p3700.0 = 1 激活位置差反馈。

说明

如果设置了 APC（p3760, p3761, p3765, p3766 > 0），则该功能也一同激活。必要时必须将该参数设为 0。

- 为保持和旧软件版本的兼容，编码器混合的权重系数 p3702 默认值为 1。该值在大多数应用中都不能激活。首次激活编码器混合前应将该值设为 0。
  p3702 允许使用负值。振动因此移动到更低频率上。
- 在 p3768 中设置位置差反馈的增益系数。该参数为刚性单位（Nm/rad）。我们建议将该参数设为和轴刚性差不多量级的数值。该值在不同的轴上会有很大差异。
  示例：机械系统是一个“双振荡器”，减振频率为 20 Hz。负载惯量为 0.01 kgm²。刚性因此为：

  $4\pi^2 f^2 j_{last} = 160\ \mathrm{Nm/rad}$

- 可在参数 p3767 中为位置差反馈设置一个高通。大量应用中该默认值已经足够，不需要更改。
- 除了高通之外，还可以在 p3774 中设置共振衰减，该衰减能保证位置差反馈的耐用性和稳定性。

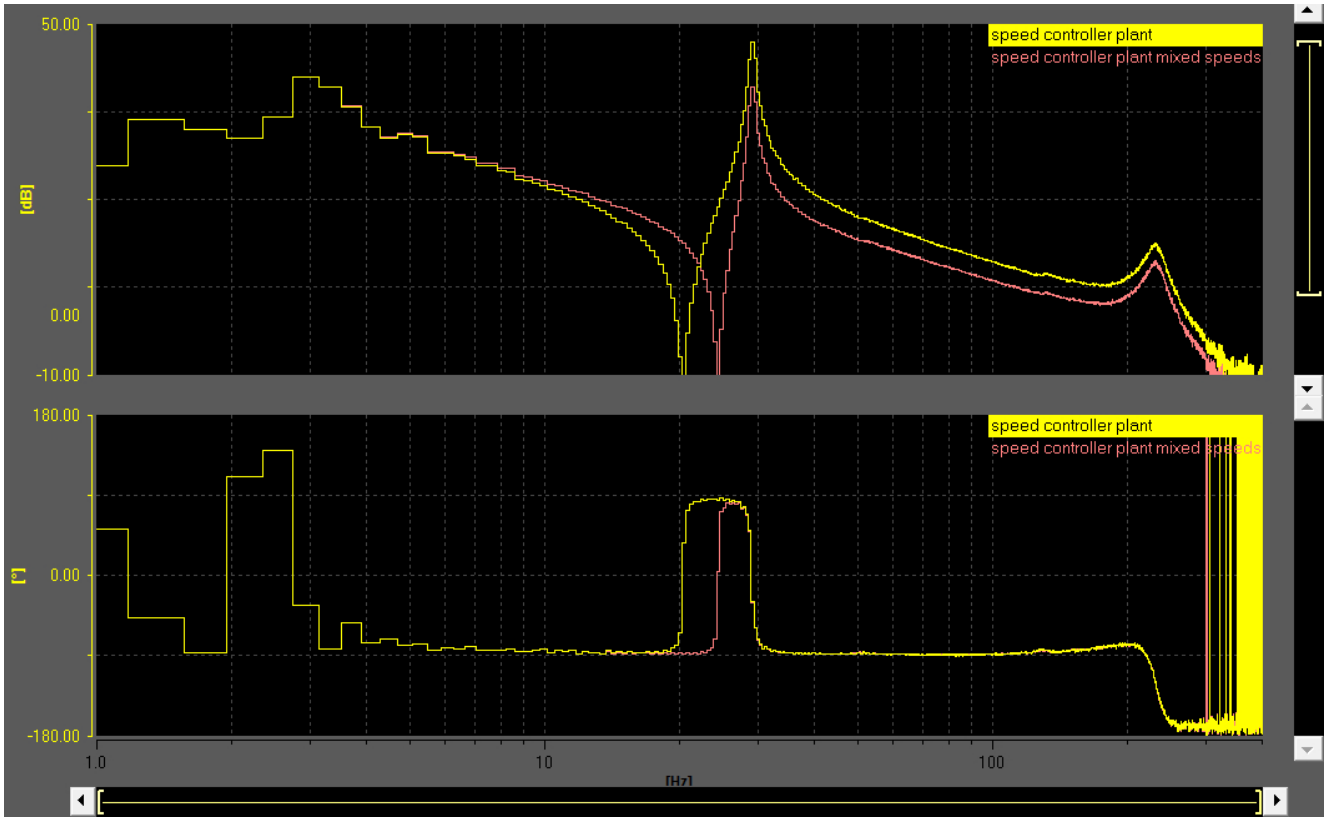
测量功能

以下测量功能可用于测量“编码器混合”和“位置差反馈”：

- 转速控制对象（仅编码器混合可见）
- 转速控制器参考频率响应
- 位置控制器参考频率响应

有关执行测量的详细信息请参考“测量频率响应 (页 586)”一章。

示例

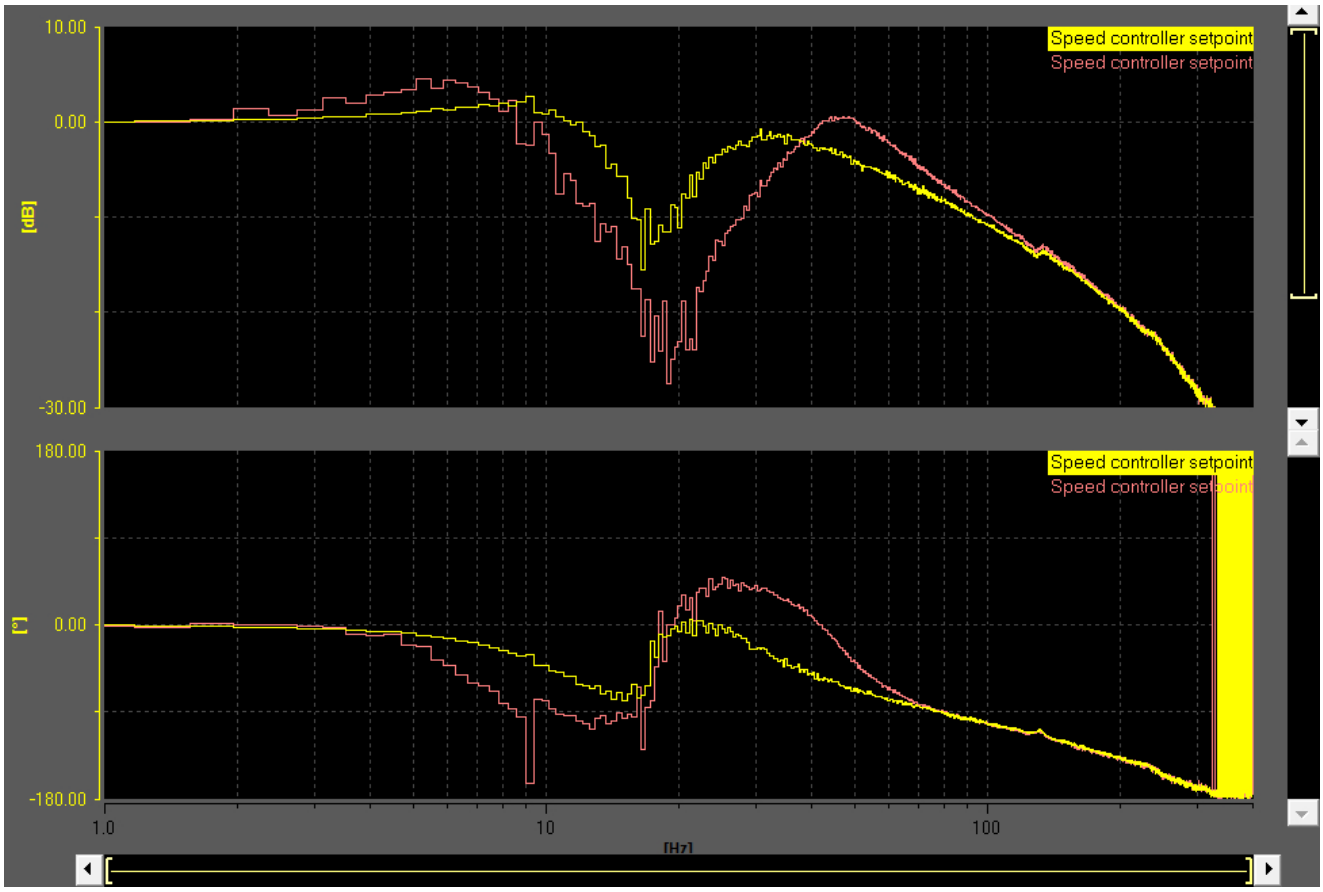


黄色：　不带编码器混合的转速控制对象

红色：　带编码器混合的转速控制对象（p3702 = 0.3）

图 8-40　编码器混合，作用于转速控制对象

使用编码器混合后，减振频率从 20 Hz 提高到 24 Hz。



黄色： 不带位置差反馈的转速控制器的参考频率响应

红色： 带位置差反馈的转速控制器的参考频率响应

图 8-41 位置差分接通，作用于转速控制器参考频率响应

通过位置差反馈将共振点延迟至较高频率。相同控制器增益下的转速控制器衰减效果提高。

8.14.6 APC，带加速度反馈

描述

该功能中使用直接测量系统的加速度信号来衰减振动。

只能衰减直接测量系统上可测量的振动。如果情况不是如此，也可以在机床内部合适的位置安装外部加速度传感器，用于 APC。

该功能非常适合用于振动对电机的反作用较低的轴（例如：通过高传动或齿轮箱强烈自动制动）。

使用直接测量系统时，控制回路 > 100 Hz 的范围内经常出现高频共振，这在设置 APC 时会导致严重问题。在该情况下有必要使用 APC 滤波器，以确保控制回路的稳定性。也必须注意到此类共振与轴位置的关联性。最终发现的参数设置在所有机床工作区域内都必须是稳定的。出于该原因，使用不带直接测量系统的功能（参见章节“Active Vibration Suppression（APC，无负载侧传感器） (页 560)”）往往更耐用。

优化该功能前必须先优化转速控制回路，因为转速控制回路形成了基本控制对象。

功能图 7012（部分）

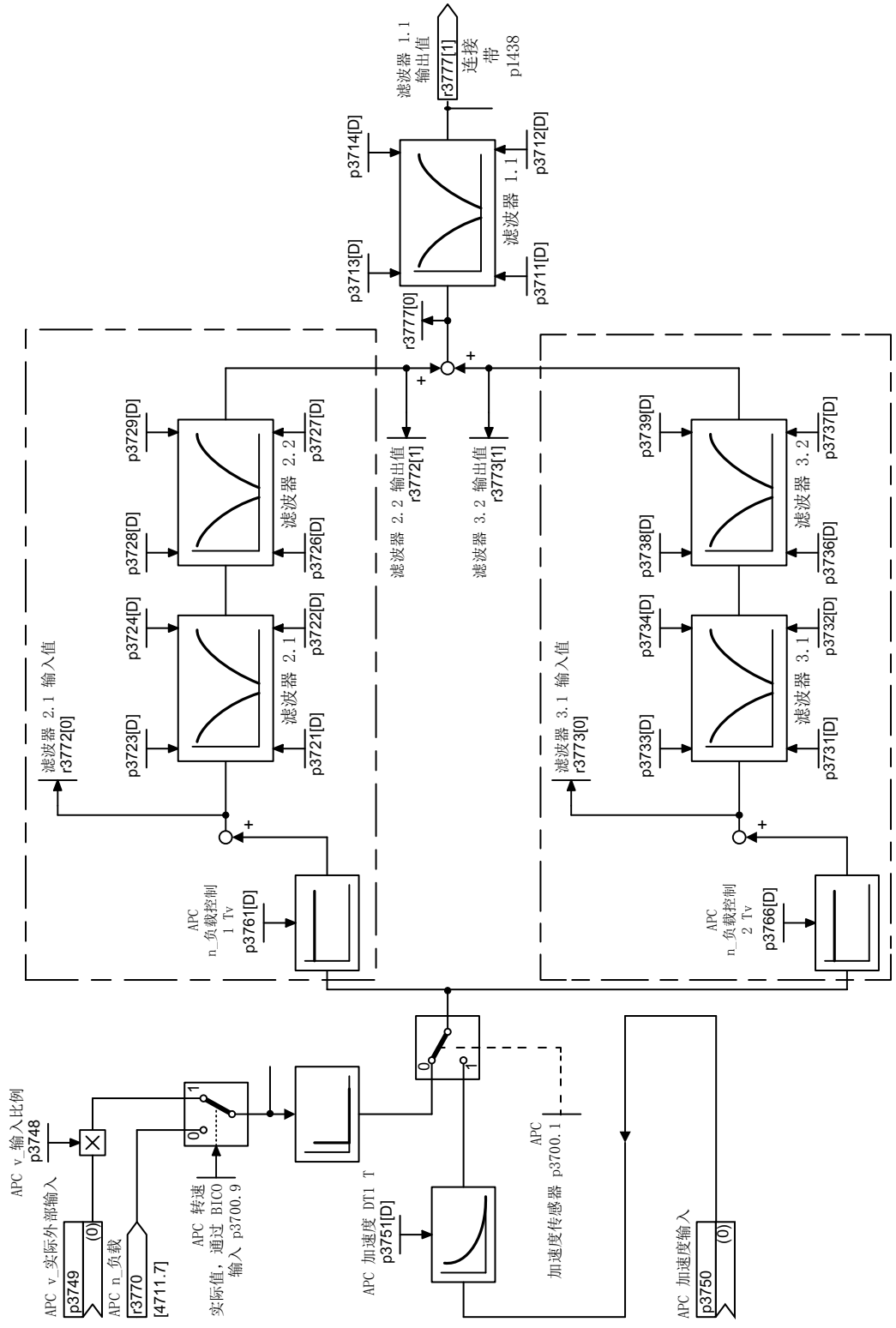


图 8-42　APC，带加速度反馈

参数设置的重要提示

功能要求有直接测量系统。如果轴上存在测量系统（编码器 2 或编码器 3），则可通过 p3701 选择。设置 p3700.9 = 1，激活 BICO 汇点 p3749。现在可自由互联负载-转速实际值，例如：从主站轴上。通过 p3748 设置定标。

可以将外部加速度传感器用作直接测量系统。传感器必须接入系统（例如通过 TM31）并与 BICO 汇点 p3750 进行连接。可通过 p3751 设置高通，以消除测量信号中的低频故障。设置 p3700.1 = 1 激活加速度传感器。

该功能有两条反馈支路。每条支路都可通过增益系数（p3761 和 p3766）进行参数设置。增益的有效值通常位于 1 ms 到 10 ms 之间，但是取决于轴的机械系统。

两条支路均可以激活各自的滤波器（参见功能图和章节“附加信息 (页 583)”）。

针对对轮廓精度要求较高的应用（例如：模具制造），我们建议激活 p3700.3 = 1。这样就能更好地考虑到 APC 内部的轴设定运动。

建议设置 p3700.4 = 1。

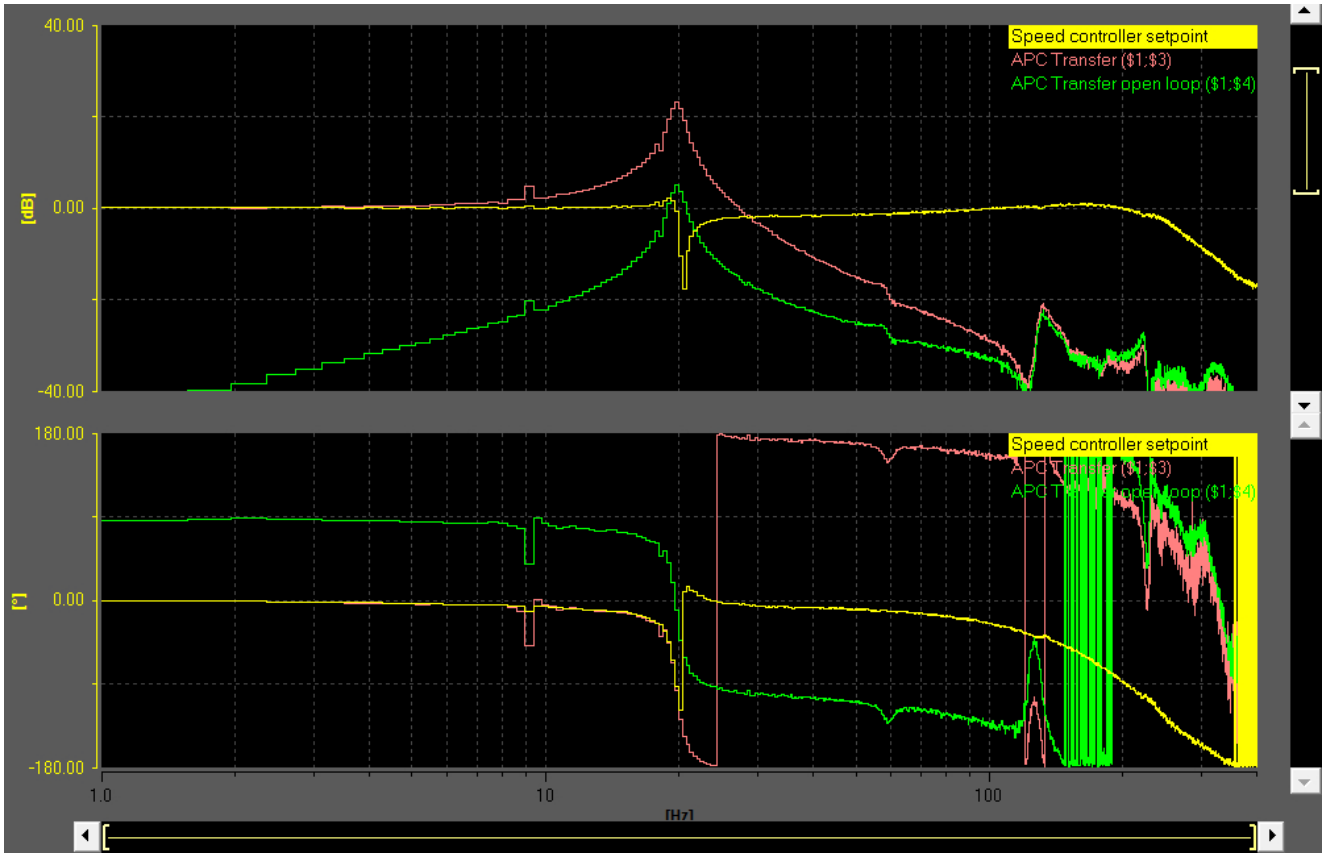
测量功能

以下测量函数可用于测量“APC，带加速度反馈”：

- APC 开环
- APC 闭环
- 转速控制器参考频率响应
- 位置控制器参考频率响应

有关执行测量的详细信息请参考“测量频率响应 (页 586)”一章。

示例：

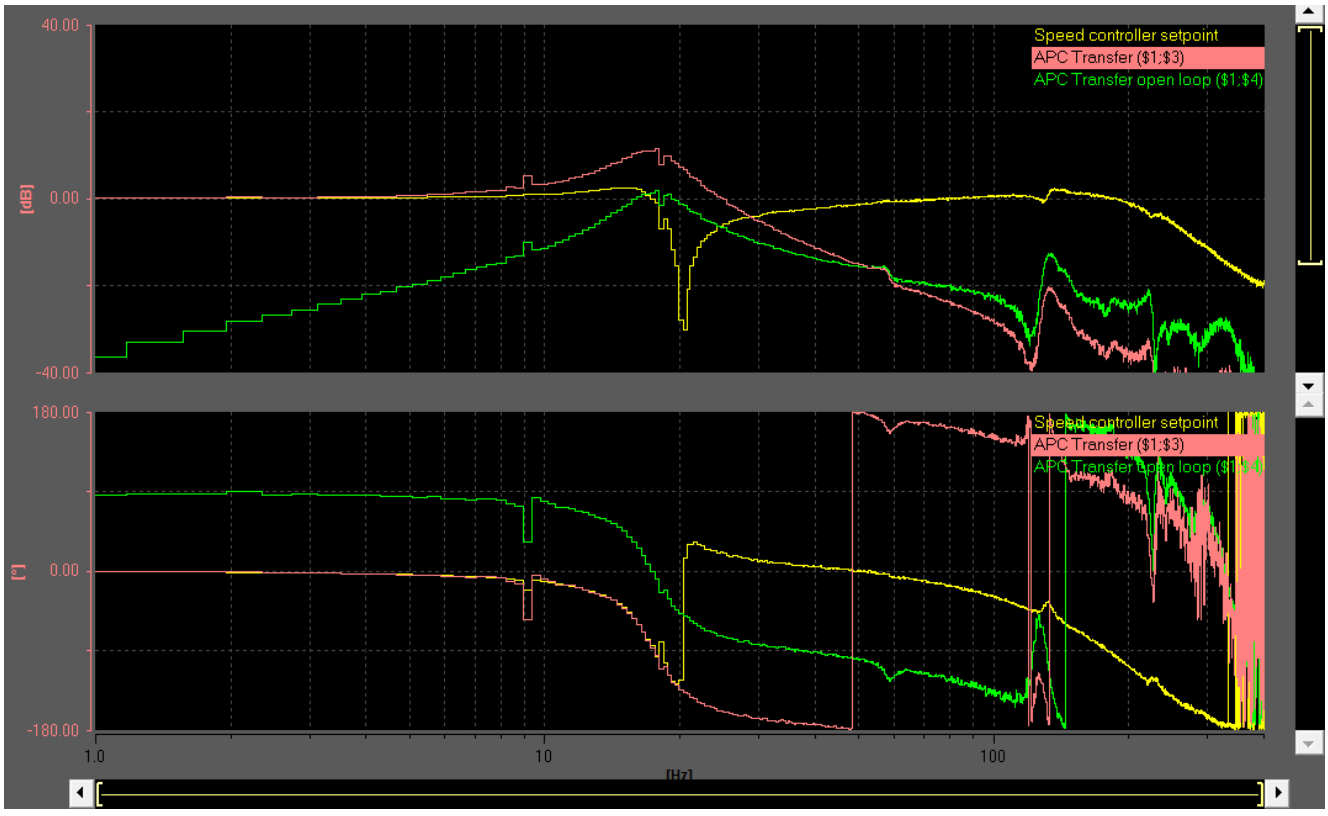


黄色　　转速控制器参考频率响应

红色　　APC 闭环（转速负载/转速电机），在禁用的 APC 上测量

绿色　　APC 开环（滤波器 1 输出/转速电机），p3761 = 3 ms

图 8-43　APC 开环



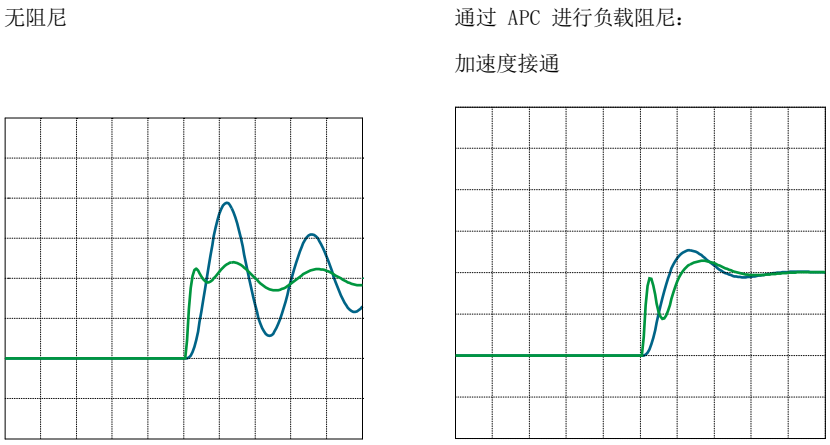
黄色　转速控制器参考频率响应

红色　APC 闭环（转速负载/转速电机），p3761 = 3 ms

绿色　APC 开环（滤波器 1 输出/转速电机），在激活的 APC 上测量

图 8-44　APC 闭环

下图显示了，时间范围内带加速度反馈的 APC 如何作用于电机速度和负载速度：



蓝色　　负载速度

绿色　　电机速度

图 8-45　带加速度接通的 APC（示例）

电机初始运动必须强烈，以衰减振动。

两种反馈的生效方式

以下示例图片显示了组合中两种 APC 反馈的生效方式：

- 结构图

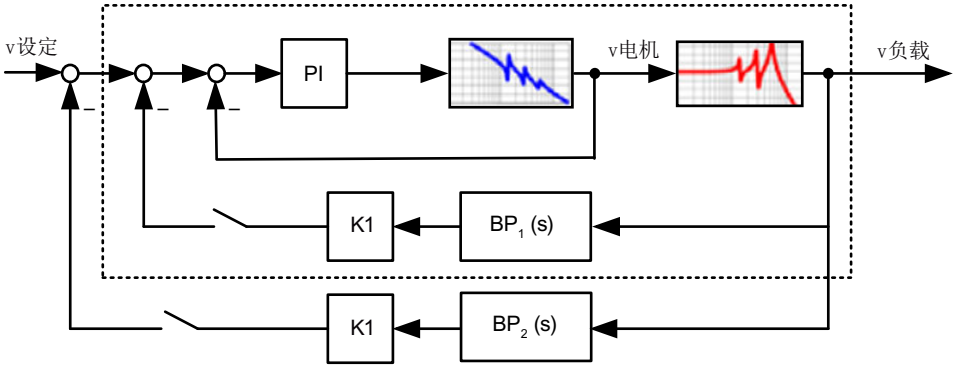


图 8-46　带 2 项 APC 反馈的控制环

- 无 APC 的负载频率特性

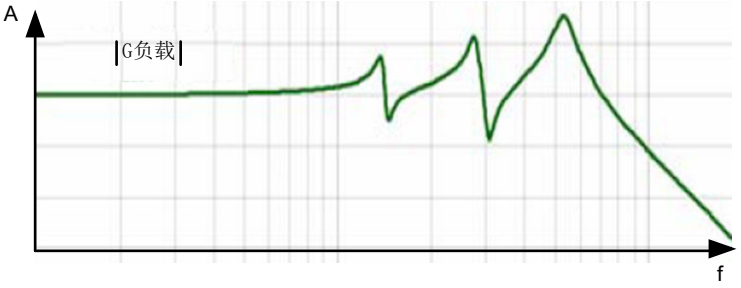
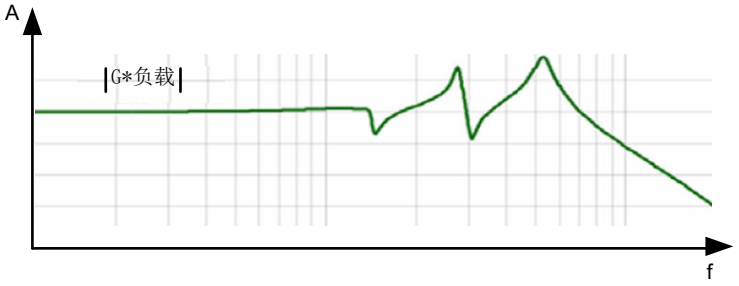
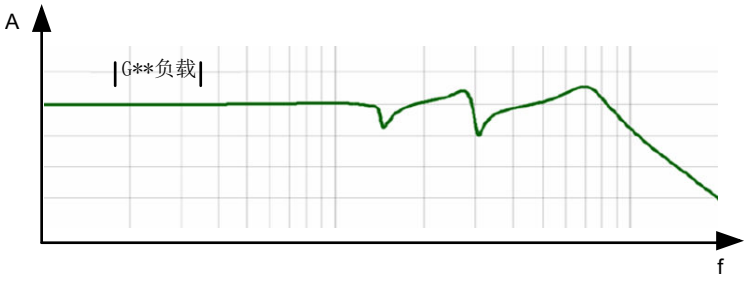


图 8-47　负载频率特性示例

- 带 APC 的负载频率特性：1 个反馈闭合



- 带 APC 的负载频率特性：2 个反馈闭合



8.14.7 APC，带负载速度控制

描述

使用该功能，负载速度的 P 控制可以与正常转速控制同时进行。振动延迟、衰减至较高频率。

通过该功能，电机的平衡运动相对较强烈。

该功能的作用与编码器混合有一定的相似性。

该功能与“APC，带加速度反馈 (页 572)”或“APC，不带负载侧传感器 (页 560)”功能一同使用时更加有益。

功能图 7012（部分）

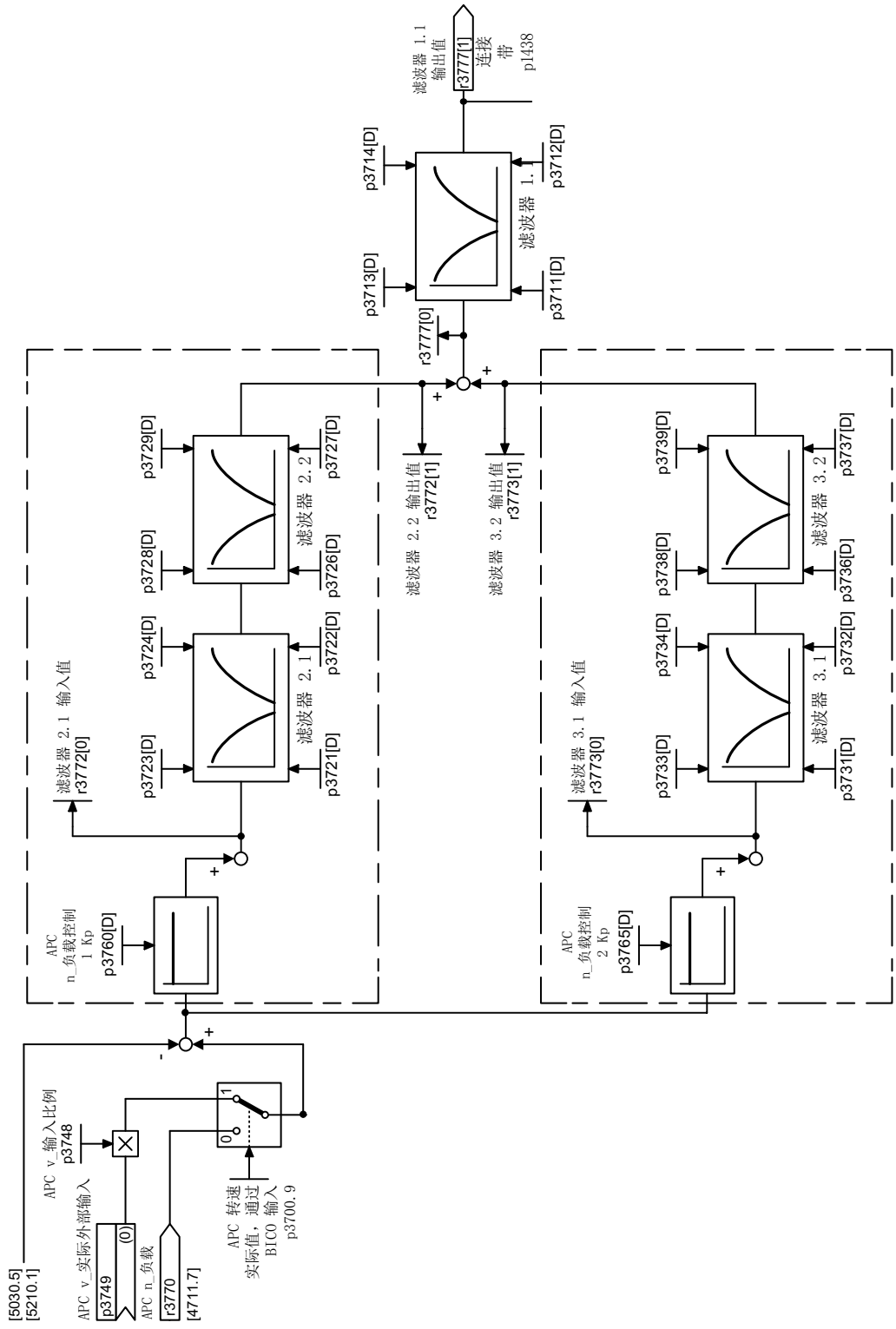


图 8-48　APC，带负载速度控制

参数设置的重要提示

功能要求有直接测量系统。如果轴上存在测量系统（编码器 2 或编码器 3），则可通过 p3701 选择。设置 p3700.9 = 1，激活 BICO 汇点 p3749。现在可自由互联负载-转速实际值，例如：从主站轴上。通过 p3748 设置定标。

该功能有 2 条反馈支路。每条支路都可通过增益系数（p3760 和 p3765）进行参数设置。增益的有效值通常在 0 和 1 之间。

两条支路均可以激活各自的滤波器（参见功能图和章节“附加信息 (页 583)”）。

测量功能

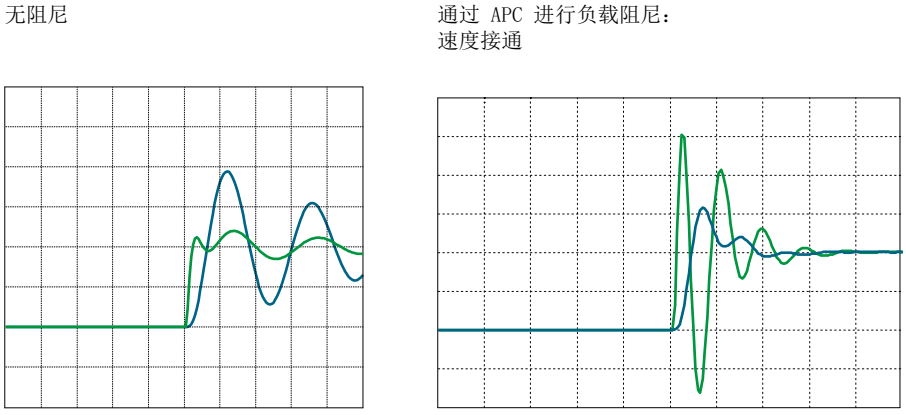
以下测量函数可用于测量“APC 负载速度控制”：

- APC 闭环
- 转速控制器参考频率响应
- 位置控制器参考频率响应

有关执行测量的详细信息请参考“测量频率响应 (页 586)”一章。

示例

下图显示了，时间范围内带负载速度控制的 APC 如何作用于电机速度和负载速度：



蓝色　　负载速度

绿色　　电机速度

图 8-49　带速度接通的 APC（示例）

电机速度在采用带速度接通的 APC 时显示有强烈的交变负载，这会导致机械部件产生强烈的负载。振动频率提高。

8.14.8 附加信息

参数 p3700 的设置

参数各个位的含义如下：

位	值	含义
0	0	值 0 接通至转速设定值。 该设置必须用于滤波频率特性的测量。
	1	加速度滤波输出接通至转速设定值。 位置差反馈激活。
1	0	通过 p3701 选择的编码器实际值用作 APC 转速实际值。
	1	带高通滤波的 p3750 的信号源用作 APC 加速度实际值。
2	0	通过 p3701 选择的编码器实际值用作 APC 实际值。
	1	无传感器的模型值作为 APC 实际值在负载侧使用。这样，使用 p3709 的 PT1 滤波将作为平滑时间生效，使用 p3751 的高通滤波作为高通时间常量生效。位 1 被否决。
3[1)]	0	–
	1	APC 计算时要考虑到轴的设定加速度。这在对轮廓精度要求较高的应用中尤其重要。
4	0	接通 APC 信号至转速控制器的 P 分量。
	1	接通 APC 信号至转速控制器的 P 分量和 I 分量。
8	0	–
	1	经 p3702 加权的转速被用作转速控制的转速实际值。转速由选择用于 APC 的直接测量系统和电机转速组成。

位	值	含义
9	0	通过 p3701 选择的编码器实际值用作 APC 实际值。
	1	在所选择编码器实际值处，使用经 p3748 加权的 p3749 的信号源。 如果同时设置了位 1 和位 2，则修改加速度分量（通过 p3760 到 p3765 操作），而转速分量（通过 p3761 到 p3766 操作）继续由 BICO 接受。

1) 使用位 3 时的其他关联性：

1.使用 SINUMERIK 时提前激活 DSC 和前馈控制。

2.使用“位置控制器”功能模块时要修改标准连接：

- 与 r2560（输出位置控制器）连接
- 与 r2561（转速前馈控制值）连接

3.激活插补器：p1400.7 = 1.

APC 和 One Button Tuning （OBT）一起使用

APC 与一键优化（OBT）一起使用时必须提前关闭功能 APC。

说明

APC 功能只允许在一键优化（OBT）之后执行。

操作步骤：

请按如下步骤关闭功能 APC：

1. 将参数 p3700.0 中的值设为“0”。
2. 将参数 p3754 中的值设为“0”。

APC 滤波器

滤波器用于控制整定。

SINUMERIK 的 HMI Operate 的菜单“调试> 优化/测试 > 主动滤波器 > 滤波器组”下提供屏幕支持。

在 STARTER（版本 5.1.1 起）中可通过导航路径“Drive_x > technology > active vibration damping > filter setting”在“Filter support”屏幕中对相应的滤波器进行参数设置。在旧版本上必须通过专家列表进行设置。

- 您可为每个滤波器单独选择，是否作为通用二阶滤波器或低通滤波器 (PT2) 生效 (p3705)。
- 传递函数请参见“电流设定值滤波器 (页 106)”一章下的“通用二阶滤波器的传递函数”一节。APC 滤波器的结构与电流设定值滤波器的结构是一样的。
- 滤波器参数设置中所需的参数请见功能图 7012。
- 滤波器欠采样对低滤波器频率（p3706 或 p3707）比较有益。检查滤波器对频率特性的作用。

请注意滤波导致的相移。相移会导致用于 APC 控制环的相位裕量过少。

参数组关联性

大多数 APC 参数都是与 DDS 相关的。和 DDS 相关的 APC 参数的详细信息可参见比如 SINAMICS S120_S150_参数手册等文档。如果设置了 DDS 切换，则相应的 APC 参数也必须复制到数据组中。

在“APC，不带负载侧传感器”上使用参数 p0341、p0342 和 p1498 进行关联计算。参数 p0341 和 p0342 与电机数据组相关。P1498 与 DDS 相关。该参数适合记录不同 APC 设置下轴的不同加载状态。

激活参数 p3700 与参数组无关。APC 配置对所有数据组的作用是相同的。

加速度传感器（p3750）和速度实际值（p3749）的 BICO 汇点与 CDS 相关。如果创建了 CDS 数据组，则必须相应地处理这两个参数。

主从轴上的 APC

在有多个驱动的“主从轴”上通常只连有一个直接测量系统。在这种应用中，该直接测量系统分给主动轴使用。如果需要在一个具有直接测量系统的“主从轴”应用中使用 APC，必须注意以下说明：

- 只设置了主动轴时，APC 的效率有可能降低。
- 可以通过 BICO 接入转速实际值，一同为从动轴设置 APC，以提高效率。

为从动轴设置 APC

按如下步骤，为从动轴设置 APC：

1. p3700.9 = 1
2. p3749 = 主动轴.r3771[0]
3. p3748:必须相应地设置定标。
   设置 APC 时还必须注意以下条件：
   - 不同的齿轮比
   - 不同的电缆输出方向
   - 定标参数 p2000 的比例，如果主动轴和从动轴之间的电机具有不同的额定转速。

   如果参数设置正确，从站.r3771[0] 必须等于 主站.r3771[0]。

其他

本文档中的 APC 分为多个子功能。这些 APC 子功能可以任意组合。哪些组合是有意义的、哪些组合是意义不大的会在各应用情况中显示。

转速控制器担任 APC 控制回路的下级控制对象，因此建议禁用转速控制器的 Kp/Tn 适配（p1400.5 = 0）。

8.14.9 测量频率响应

本章节说明了有哪些相关频率响应测量的测量功能以及如何执行测量。

由于 APC 中涉及的是自有控制回路，因此总是建议在优化开始时以较高的带宽（例如：转速控制器周期 125 µs 时为 4000 Hz）对开环进行一次测量。从该测量中可以得出是否需要以及需要哪些控制回路整定滤波。在使用直接测量系统的 APC 上尤其重要。

然而，继续优化 APC 时最好以较低的带宽进行测量（例如：400 Hz，针对频率越低，测量带宽越低），因为这样能提高测量的频率分辨率。

SINUMERIK 应用场合

HMI Operate 上有一些预定义的测量功能，用于 APC 控制回路的测量。菜单“调试> 优化/测试 > 转速控制环”中有测量功能“APC 开环”和“APC 闭环”。

说明

当参数 p3761 中输入的值 > 0 时才显示 HMI Operate 中预定义的测量功能。

可通过预定义的测量功能“转速控制对象”、“转速开环”或“转速控制器参考频率响应”测量编码器混合。可通过“转速开环”或“转速控制器参考频率响应”测量位置差反馈。

所有 APC 功能都能在位置控制回路的参考频率响应中进行测量（选择菜单“调试> 优化/测试 > 位置控制环”中的“位置控制器参考频率响应”测量）。

STARTER 应用场合

STARTER 中**没有**预定义的测量功能用于测量 APC 相关频率响应。

但在预定义的测量功能中可以记录 2 个额外的信号。在 STARTER 中，可以借助数学函数以波德图表显示所需的频率响应。

1. 选择测量功能和额外的信号。

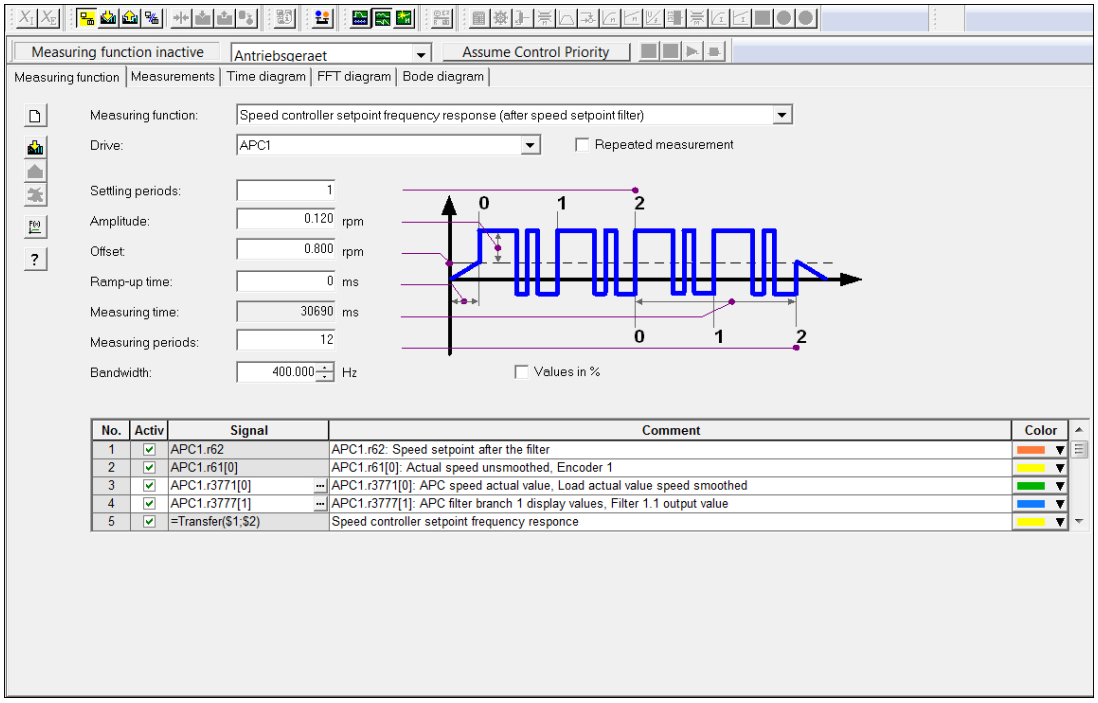


图 8-50　测量功能和信号

2. 定义传递函数。

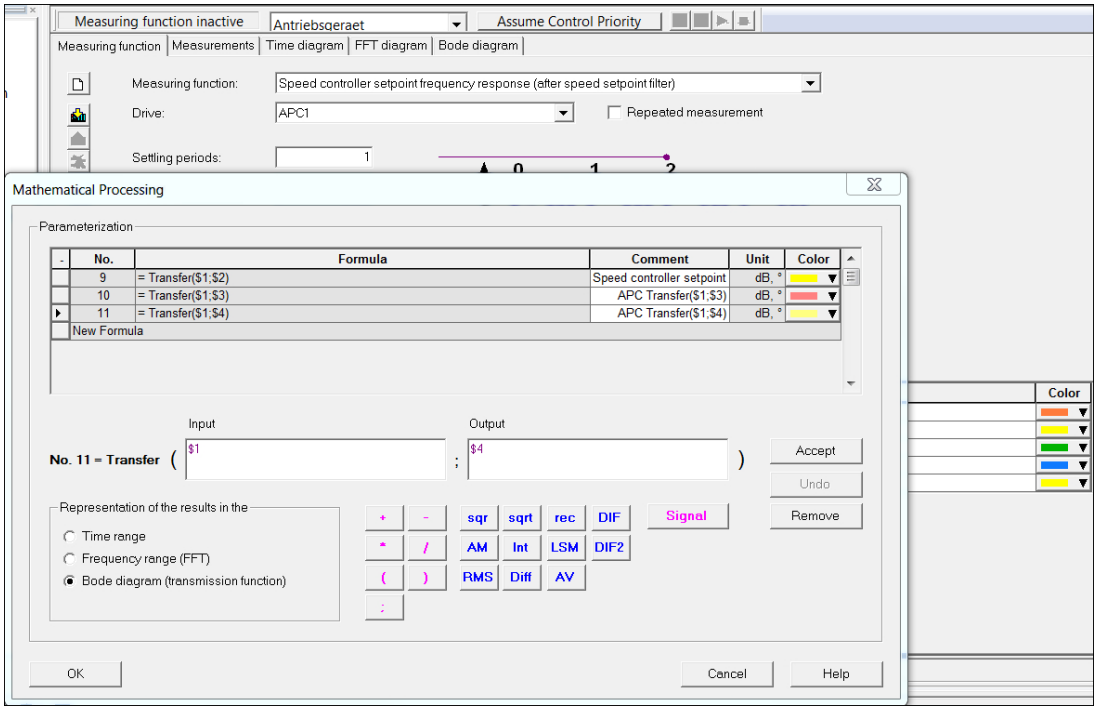


图 8-51　传递函数

测量函数的定义

测量函数	配置
APC 开环	1. 选择“转速控制器参考频率响应”作为测量函数。 2. 将信号 r3777[1] “APC 输出值”添加至测量信号。 3. 设置数学函数： 波德图表 > 输入：r62，输出：r3777[1] **提示：** p3761 必须预设为较短预调时间进行开环测量，例如：p3761 = 1 ms。 APC 应禁用（p3700.0 = 0）。
APC 闭环	1. 有直接测量系统时才能测量闭环。 2. 选择“转速控制器参考频率响应”作为测量函数。 3. 将信号 r3771[0] “APC 负载转速实际值”添加至测量信号。 4. 设置数学函数： 波德图表 > 输入：r62，输出：r3771[0]。
通过转速控制对象测量编码器混合	1. 选择“转速控制对象”作为测量函数。 2. 将信号 r1445 “经过平滑的转速实际值”添加至测量信号。 3. 设置数学函数： 波德图表 > 输入：r80，输出：r1445
通过转速控制器参考频率响应测量编码器混合和位置差分反馈	1. 选择“转速控制器参考频率响应”作为测量函数。 2. 将信号 r1445 “经过平滑的转速实际值”添加至测量信号。 3. 设置数学函数： 波德图表 > 输入：r62，输出：r1445
测量位置控制器参考频率响应	**前提条件**：位置控制器功能模块激活。 1. 选择“自由测量函数（无控制权）”作为测量函数。 2. 将函数发生器输出 CU.r4834[0] 连接至任一转速设定值（例如 p1155 或 p1430） 3. 添加测量信号： CU.r4834[0] 和 r2560 “LR 转速设定值” 4. 设置数学函数： 波德图表 > 输入：r4834[0] * p2000/100，输出：r2560*(-1) 系数 p2000/100 以转速对函数发生器定标。 5. 通过操作设备或控制面板以较低速度运行轴（位置控制器必须激活！）。 在轴运行时启动测量。 6. 测量结束后，需要再次手动删除函数发生器与转速设定值的连接。

8.14.10 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 5030 伺服控制 - 参考模型/对称预调/转速限制
- 5060 伺服控制 - 转矩设定值，控制方式切换
- 5210 伺服控制 - 不带编码器的转速控制器
- 7012 工艺功能 - 高级定位控制 (APC, r0108.7=1)
- 7013 工艺功能 - APC 差分位置增益 (APC, r0108.7=1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0341[0...n] 电机转动惯量
- p0342[0...n] 总转动惯量和电机转动惯量的比例
- p1498[0...n] 负载质量
- p3700 AVS/APC 配置
- p3701 APC 编码器选择
- p3702[0...n] APC 负载转速/电机转速加权
- p3704[0...n] APC 激活滤波器
- p3705[0...n] APC 滤波器类型
- p3706[0...n] APC 欠采样滤波器 2.x
- p3707[0...n] APC 欠采样滤波器 3.x
- p3708[0...n] APC 速度实际值平滑时间编码器 2
- p3709[0...n] AVS/APC 速度实际值平滑时间编码器 3
- p3711[0...n] APC 滤波器 1.1 分母固有频率
- p3712[0...n] APC 滤波器 1.1 分母阻尼系数
- p3713[0...n] APC 滤波器 1.1 分子固有频率
- p3714[0...n] APC 滤波器 1.1 分子阻尼系数
- p3721[0...n] APC 滤波器 2.1 分母固有频率
- p3722[0...n] APC 滤波器 2.1 分母阻尼系数
- p3723[0...n] APC 滤波器 2.1 分子固有频率
- p3724[0...n] APC 滤波器 2.1 分子阻尼系数
- p3726[0...n] APC 滤波器 2.2 分母固有频率

- p3727[0...n] APC 滤波器 2.2 分母阻尼系数
- p3728[0...n] APC 滤波器 2.2 分子固有频率
- p3729[0...n] APC 滤波器 2.2 分子阻尼系数
- p3731[0...n] APC 滤波器 3.1 分母固有频率
- p3732[0...n] APC 滤波器 3.1 分母阻尼系数
- p3733[0...n] APC 滤波器 3.1 分子固有频率
- p3734[0...n] APC 滤波器 3.1 分子阻尼系数
- p3736[0...n] APC 滤波器 3.2 分母固有频率
- p3737[0...n] APC 滤波器 3.2 分母阻尼系数
- p3738[0...n] APC 滤波器 3.2 分子固有频率
- p3739[0...n] APC 滤波器 3.2 分子阻尼系数
- p3740 至 p3747 APC 转矩设定值滤波器 1+2
- p3748[0...n] APC 速度输入比例
- p3749[0...n] CI：APC 速度实际值外部输入
- p3750[0...n] CI：APC 加速度传感器输入
- p3751[0...n] APC 加速度传感器高通时间常数
- p3752[0...n] APC 控制器预设振动固有频率
- p3753 APC 转矩设定值滤波器预设振动固有频率
- p3754 APC 转矩设定值滤波器预设增益
- p3755 AVS/APC 电机转动惯量系数
- p3760[0...n] APC 负载速度控制器 1 比例增益
- p3761[0...n] AVS/APC 负载速度控制器 1 预调时间
- p3765[0...n] APC 负载速度控制器 2 比例增益
- p3766[0...n] APC 负载速度控制器 2 预调时间
- p3767[0...n] APC 差分位置高通时间常数
- p3768[0...n] APC 差分位置增益系数
- r3769 CO:APC 差分位置力设定值
- r3770 CO:APC 负载速度
- r3771[0...1] CO:APC 速度实际值
- r3772[0...1] APC 滤波回路 2 显示值
- r3773[0...1] APC 滤波回路 3 显示值
- p3774 APC 差分转速增益系数
- r3777[0...1] CO:APC 滤波回路 1 显示值

- p3778[0...n] APC 速度限值
- p3779[0...n] APC 速度限值监控时间

8.15 齿槽转矩补偿

8.15.1 一览

在同步电机上，为提高径向跳动精度可对齿槽转矩进行补偿，因为在此类电机上绝对位置与止动力之间存在固定的相互关系。异步电机不适用齿槽转矩补偿。

总齿槽转矩补偿通过补偿表执行，该表格的读取和预控制根据电机测量系统的位置进行。此时，齿槽转矩补偿也可根据方向执行。因此，可为每个运行方向使用一个单独的补偿表 (p5260, p5261)。

齿槽转矩补偿表应借助“学习过程”填写。在该学习过程中，会对电机运行时的齿槽转矩进行测量并保存在表中。如需根据方向使用齿槽转矩补偿，则应为每个运行方向都相应地执行一次学习运行。

说明

激活该功能模块会导致各个驱动轴上所需的计算时间显著提高。
不再能保证所有情况下的控制单元上 6 根伺服轴的运行，应降低到 5 轴运行。

前提条件

- 该功能模块仅在 SERVO 驱动对象上可用。

限制

- 齿槽转矩补偿必须使用一个电机编码器。
- TTL 或 HTL 编码器不适用于齿槽转矩补偿。
- 编码器应提供绝对数据，即例如绝对值编码器或具有唯一零脉冲的编码器或是通过距离编码的编码器。DQI 编码器在绝对数据有效性提前报告的基础上只适合进行一次旁通（启动后 EDS 切换）。
  SINAMICS 编码器检测只对当前硬件（SMC 10/20, SME12x, ≥ 6SL xxxx-xxxxx-xxx3）和 SINAMICS 固件 > 04.50.22）而言必要。
- 根据扭矩形成的电流设定值进行补偿。仅在未超出电流或电压限制且频率不大于电流控制器带宽时有效。

8.15.2 调试

激活功能模块“齿槽转矩补偿”

1. 通过 STARTER 调试向导激活功能模块“齿槽转矩补偿”。
   - 或者 -
2. 打开驱动设备的配置（“Configuration” > “Function modules/Technology Packages”）并在对话框“Object properties”中激活选项“Cogging torque compensation”。

可通过参数 r0108.22 查看该功能是否激活。

激活齿槽转矩补偿

1. 如要激活齿槽转矩补偿，请设置 p5250.0 = 1。
   如此设置时，只能使用与运行方向相关的齿槽转矩补偿表 (p5260)。
2. 如要为每个运行方向都设置一个自己的齿槽转矩补偿表，则还应设置 p5250.1 = 1。
   如此设置时，每个运行方向上都可使用自己的补偿表。
   补偿值保存在 p5260（正方向）和 p5261（负方向）中。

说明

如激活了该选项，则**无法**执行额外的学习 (p5251.1 = 1)。

如果通过 p5250.1 = 0 取消激活该选项，则可再次将补偿表 p5260 同时用于两个方向。

8.15.3 填写补偿表

齿槽转矩补偿通过表格 p5260 执行，该表格的读取和预控制根据电机测量系统的位置进行。该表格在旋转电机上输入的单位为 Nm，在直线电机上输入的单位为 N。

进行补偿表填写的设置。

进行补偿表的填写时，以下参数设置很重要：

参数	位	索引	值	含义
p5251	0	-	1	激活选项“重新慢速学习”。激活该选项时，在学习过程前会删除相应的补偿表。在学习过程期间，齿槽转矩补偿会自动关闭。 为使加速转矩不干扰最终结果，应在达到正常速度后再激活该选项。 在进行慢速学习时，电机应以极低的转速（1.5 rpm）或速度（0.1 m/min）运行。在该学习过程中，会对电机运行时的齿槽转矩进行测量并保存在表中。 超过多个周期还会测量附加值。测量的周期数可在 r5254[0] 中查看，当前表格下标位于 r5254[1] 中。当 r5254[0] ≥ 2 时，补偿表才会被填写完整。
	1	-	1	激活选项“补充慢速学习”。该设置可实现通过多个学习过程以多个步骤填写补偿表。这例如在直线电机上是十分必要的。在学习过程期间，齿槽转矩补偿会自动关闭。该补充学习过程**只能**用于与方向相关的齿槽转矩补偿 (p5250.1 = 0)。 在补充学习时会填补表中的空位。如表中之前已存在的值被测得的新值覆盖，系统会进行提示（旧值/新值）。 补充学习时会强制进行覆盖。如不覆盖，补充学习得到的数值会被拒绝并只保留第 1 次学习过程的数值。
	0.1	-	0	结束慢速学习。接着会测定并删除表中测量值的平均值。
	2	-	1	删除补偿表的平均值。如果需要手动更正补偿表开始/末尾处的通过学习测得的补偿值，则必须进行该设置。此时必须从边缘区域删除需要校正的表值！
p5252	-	-	n	用于确定补偿表的长度。在确定长度时只允许使用二的幂（2^{p5252}）。有效补偿（直线电机）要求每极至少 10 个补偿值。 • 直线电机示例：p0315 = 30 mm，运行行程 = 1500 mm。这样可得出 p5252 ≥ 1024 时的值。
p5253	-	-	n	设置齿槽转矩补偿的周期性系数。 • 在旋转电机上，系数是指机械转数（p5253=0.5 时，每半转生成一个周期）。 • 在直线电机上，系数是指一个极偶宽度。 • 在同步直线电机上，应将总运行行程选作周期（p5253 = 运行行程 [mm] / p0315）。测量系统须具备一条对周期具有唯一性的绝对信息，即使是实际值显示溢出也可能会破坏该唯一性。

参数	位	索引	值	含义
r5254	-	0	n	显示慢速学习时各表点的平均值。如果慢速学习期间多次越过表点，新算出的转矩会根据平均值进行调整。表值会进行相应的校正。
	-	1	n	当齿槽转矩补偿或学习过程生效时，显示当前使用的表下标。
	-	2	n	显示慢速学习过程开始时的表下标。
	-	3	n	显示慢速学习过程结束时的表下标。
r5255	-	0	n (Nm 或 N)	齿槽转矩补偿输入 显示学习时的当前转矩或当前力。
	-	1	n (Nm 或 N)	齿槽转矩补偿输出 显示当前前馈转矩或当前前馈力。
p5256	-	-	n （rpm 或 m/min）	用于在换向时切换两个补偿表（p5250.1 = 1 时），避免在静止状态下转速实际值发生干扰时频繁在两个表之间切换。在回差区域中，之前的表保持生效。回差宽度应比静止时转速实际值的干扰范围大一些。
p5260	-	0...4095	n (Nm 或 N)	齿槽转矩补偿值。这些补偿值通过学习过程 (p5251) 填写并可手动更改。 ● 在进行与运行方向无关的齿槽转矩补偿 (p5250.1 = 0) 时，只使用该表。 ● 在进行与运行方向相关的齿槽转矩补偿 (p5250.1 = 1) 时，该表只用于正运行方向。 更换编码器和/或电机时，应重新学习补偿表的值。
p5261	-	0...4095	n (Nm 或 N)	负运行方向 (p5250.1 = 1) 上的齿槽转矩补偿值。这些补偿值通过学习过程 (p5251) 填写并可手动更改。 更换编码器和/或电机时，应重新学习补偿表的值。

8.15.4 补偿周期性位置错误

使用“齿槽转矩补偿”功能模块也可以补偿周期性位置错误。

编码器安装（非中心安装、编码器耦合、编码器的高度挡块）会导致转速实际值和位置实际值（每转有 1 个或 2 个周期）中产生测量误差。可以补偿该误差，从而提高精度和径向跳动。

说明

尽管有该种补偿方法，仍建议对编码器进行机械优化安装。从而降低耦合或轴承的不平衡性和负载。

1. 根据旋转电机数据检测（p1959.0 = 1，p1960）确定用于周期性位置错误的补偿数据。
   确定补偿数据时不允许在电机轴上安装负载。电机必须尽可能地固定，确保电机在定子转动时不会运动。
   接收检测数据时预设补偿所必需的参数 p5265...p5268。
2. 如要激活周期性位置错误补偿，请设置 p5250.2 = 1。

结果

下图显示了滑行停止时补偿前（橙色）以及补偿后（绿色）的齿轮编码器的转速跟踪情况。蓝色曲线表示机械转数。可以消除周期性转速误差。

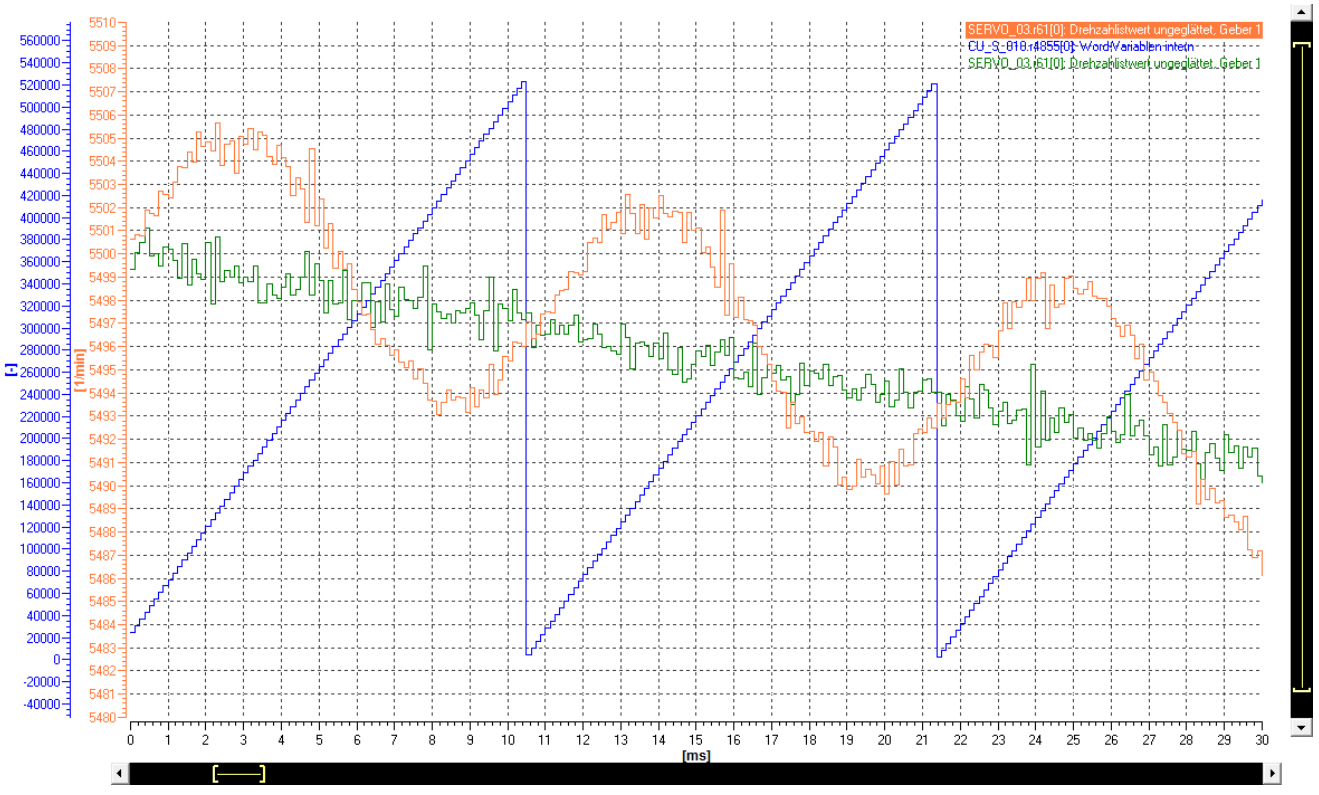


图 8-52　补偿前后的转速

8.15.5 示例

直线电机的慢速补充学习

在直线电机上，无法一步测量整个运行行程。当电机达到一定速度后，才能开始学习过程。因此，建议将运行行程分为多个步骤测量。

1. 当电机达到所需速度后，可通过设置 p5251.0 = 1 激活慢速学习（重新）。
2. 当您在 p5251.0 = 0 时从右侧三分之一处运行至运行行程的左边缘后，请结束慢速学习过程。
   现在，补偿表已完成了部分数值的填写。
3. 在这第 1 次学习过程结束后，请检查测定的表下标 r5254[2] (初始值) 和 r5254[3] (最终值)。
   – 如果初始值大于最终值，则学习从初始值到表格末尾和从 0 到最终值的值。
   – 如果初始值小于最终值，则学习从初始值到最终值的值。这同样适用于反向学习。
     这种情况下，系统会在学习后交换初始值和最终值。
4. 补偿表中仍然缺少的部分需要再执行一次学习过程。在本例中，请按相反设置的方向从运行行程的左侧三分之一运行至右边缘。请注意，第 2 个学习行程会覆盖之前执行的第 1 个学习行程，否则测量会被拒绝。
   在通过设置 p5251.1 = 1 达到所需速度后，请开始补充学习。
5. 第 2 个测量行程结束后，请通过设置 p5251.1 = 0 结束补充学习过程。
   新测定的补偿表值会达到同一级别。取重叠区域的平均值，补充未重叠的区域并删除平均值。
6. 如果直线电机运行至挡块，则会在表中保存较大转矩。
   此时，请从边缘开始删除高转矩并在之后通过设置 p5251.2 = 1 删除平均值。
7. 通过设置 p5250.0 = 1 激活齿槽转矩补偿（如仍未激活）。
   接着，使用 p5260 中的值执行齿槽转矩补偿。
8. 为了持续保存补偿表值，请执行一次“RAM to ROM”。
   如不保存，则必须在每次上电后重新测定补偿表值。

与运行方向相关的填写过程

当摩擦力较大时工作点会随运行方向而变化，使用与运行方向相关的补偿会更为合适。

1. 如要为每个运行方向使用一个补偿表，请激活 p5250.1 = 1 (前提:p5250.0 = 1)。
2. 请通过 p5252 确定补偿表长度。
3. 请使用 1.5 rpm 运行电机（正方向）。
4. 请通过设置 p5251.0 = 1 激活该运行方向上补偿表的慢速学习。
   补偿表 p5260 被填写。
5. 检查慢速学习时的平均值。
   请至少等待电机旋转一圈。只要平均值 (r5254[0]) 达到 ≥ 2，即可结束慢速学习。
6. 接着，请通过设置 p5251.0 = 0 取消激活正方向上的慢速学习。
7. 请使用 -1.5 rpm 运行电机（负方向）。

8. 请通过设置 p5251.0 = 1 激活该运行方向上补偿表的慢速学习。
   补偿表 p5261 被填写。
9. 检查慢速学习时的平均值。
   请至少等待电机旋转一圈。只要平均值 (r5254[0]) 达到 ≥ 2，即可结束慢速学习。
10. 接着，请通过设置 p5251.0 = 0 取消激活负方向上的慢速学习。
    接着，使用 p5260 和 p5261 中的值执行齿槽转矩补偿。
11. 为了持续保存补偿表值，请执行一次“RAM to ROM”。
    如不保存，则必须在每次上电后重新测定补偿表值。

说明

如果在慢速学习期间齿槽转矩补偿生效，则会切换为带转速回差 (p5256) 的补偿表。如果转速在回差范围内，则之前的补偿表生效，只有在离开回差范围并在转速为零时可进行补偿表切换。

8.15.6 信息和参数

故障和报警（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

A07354 驱动：无法进行齿槽转矩补偿

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0108 驱动对象功能模块
- p5250[0...n] 齿槽转矩补偿配置
- p5251 激活齿槽转矩补偿学习
- p5252 齿槽转矩补偿的表格长度
- p5253 齿槽转矩补偿的周期性系数
- r5254[0...3] 齿槽转矩补偿诊断
- r5255[0...1] CO:齿槽转矩补偿输入/输出
- p5256[0...n] 齿槽转矩补偿反向回差
- p5260[0...4095] 齿槽转矩补偿表
- p5261[0...4095] 负方向齿槽转矩补偿表

监控功能和保护功能

9

9.1 一般功率部件保护

SINAMICS 功率单元具有全面的功率单元保护功能。

表格 9-1 一般功率单元保护

保护类型	保护措施	反应
过流保护 1)	采用 2 个阈值监控： • 超出第 1 个阈值	A30031, A30032, A30033 各相的电流限制功能响应。 出错相中的脉冲会被禁止一个脉冲周期。 频繁出现过流时会输出 F30017 -> OFF2
	• 超出第 2 个阈值	F30001 “过流”→ OFF2
过压保护 1)	比较直流母线电压和硬件断路阈值	F30002 “过压”→ OFF2
欠压保护 1)	比较直流母线电压和硬件断路阈值	F30003 “欠压”→ OFF2
短路保护 1)	• 监控过流的第 2 个阈值	F30001 “过流”→ OFF2
	• IGBT 模块的 Uce 监控（只针对装机装柜型）	F30022 “Uce 监控”→ OFF2（只针对装机装柜型）
接地	相电流总和监控	超出 p0287 中的阈值后： F30021“功率单元：接地” → OFF2 **说明：** 所有相电流的总和显示在 r0069[6] 中， p0287[1] 应设为大于隔离完好时相电流总和的值。
电源缺相识别 1)		F30011 “主电路中电源缺相”→ OFF2

1) 监控阈值在变频器中固定设定，无法改变。

9.2 热监控和过载响应

功率单元热监控的任务是识别出临界状态。用户可以设定超出报警阈值后的响应方式，允许驱动继续以降低的功率运行，避免立即切断。然而，这些设定的响应方式只在低出断路阈值时生效，用户无法修改这些阈值。

以下热监控激活：

- I^2t 监控 - A07805 - F30005
  I^2t 监控用于保护某些热时间常数大于半导体的部件。一旦变频器负载率 r0036 显示出大于 100 % 的值（负载率相对于额定运行），I^2t 便认为变频器过载。
- 散热器温度 - A05000 - F30004
  用于对功率半导体上的散热器温度 r0037.0 进行监控（IGBT）。
- 芯片温度 - A05001 - F30025
  在 IGBT 阻挡层和散热器之间可能会存在明显的温差。在 r0037[13...18] 中显示计算出的阻挡层温度；监控用于确保不超出所给定的阻挡层温度最大值。

在这 3 种监控功能下一旦出现过载，都会首先输出一条报警。可以相对于断路阈值设定报警阈值 p0294 （I^2t 监控）。

示例

2 个传感器之间的温度差值不可大于 15 开 (K)；d 对于散热器和进风的温度监控，温度差值被设为 5 K。也就是说，在低于断路阈值 15 K 或 5 K 时会触发过热报警。通过 p0294 只能修改报警阈值，从而更早地获取报警，并在必要时对驱动过程进行干预（例如减少负载、降低环境温度）。

过载响应

功率单元会进行响应，并输出报警 A07805。同时控制单元也会通过 p0290 进行所设置的响应，并输出报警。此时可能出现的响应有：

- 降低脉冲频率(p0290 = 2, 3)
  由于开关损耗在总损耗中所占比例很大，所以这是一种可以有效降低功率单元损耗的方法。在很多应用中，为了继续加工会允许暂时降低脉冲频率。
  缺点：
  降低脉冲频率会使电流脉动增加，同样也会使低转动惯量的电机轴上转矩脉动增加，从而增大噪声级。但降低脉冲频率不会影响电流环的动态响应性能，因为电流环的采样时间保持不变。
- 降低输出电流（p0290 = 0，2）
  如果不希望降低脉冲频率，或脉冲频率已设为最低频率，建议采用这种方法。此外，负载也应具有和风机类似的特性曲线，即降速时的平方转矩特性曲线。降低变频器的输出电流会降低功率部件损耗。
- 不降低(p0290 = 1)
  如果没有必要降低脉冲频率或输出电流，可以采用该选项。超出报警阈值后，变频器不会改变它的工作点，使得驱动继续运行，达到断路阈值。在达到断路阈值后变频器断开，并输出报警 A05000（功率单元：变频器散热器过热）、A05001（功率单元：芯片过热）或 A07805（驱动：功率单元 I2t 过载）。但自行断路的时间没有定义，而是取决于过载程度。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8021　信号和监控功能 - 功率单元的热监控

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0036　CO:功率单元 I2t 过载
- r0037[0...19]　CO:功率单元温度
- p0290　功率单元过载响应
- p0294　功率单元 I2t 监控报警

9.3 堵转保护

只有当驱动转速低于可设定的转速阈值（ p2175）时，才触发“电机堵转”故障。而在矢量控制中，转速控制器也达到极限时才会触发该故障信息；在 V/f 控制中，必须达到电流极限。

在接通延时（p2177）结束后，会生成信息“电机堵转”和故障 F07900。

通过 p2144 可取消堵转监控使能。

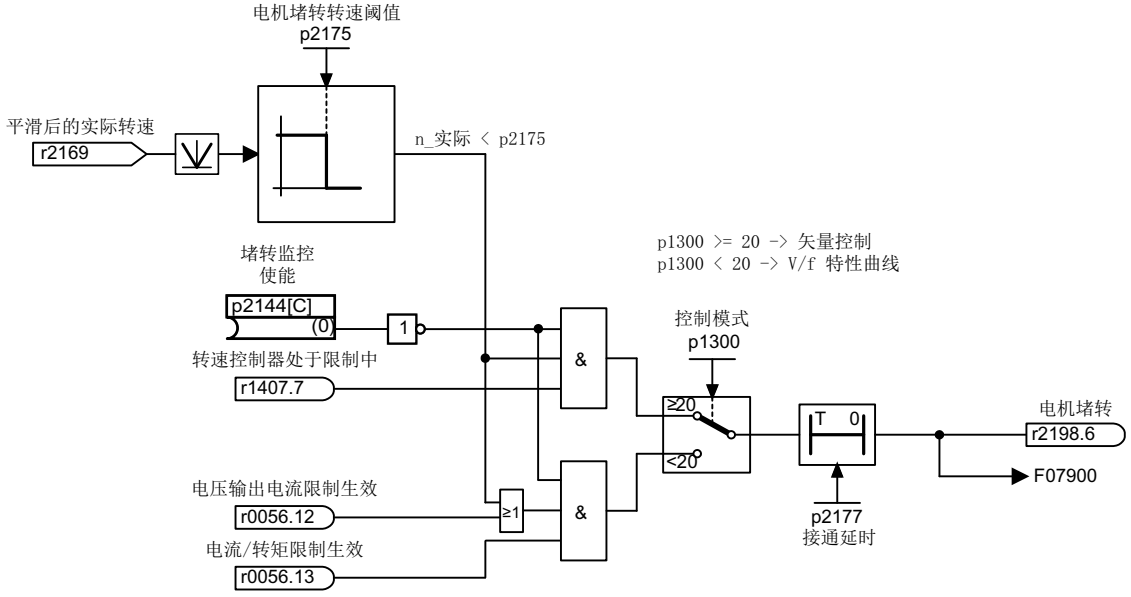


图 9-1　堵转保护

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8012　信息和监控功能 - 转矩信息，电机堵转/失速

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2144[0...n]　BI:电机堵转监控使能（取反）
- p2175[0...n]　电机堵转转速阈值
- p2177[0...n]　电机堵转延时时间

9.4 失速保护（仅适用于矢量控制）

如果适配控制输出超出了 p1744 中设定的、用于识别电机失速的转速阈值，则 r1408.11（转速自适配 - 转速差）置位。

在低速区即低于“ p1755 x (100 % - p1756)”的转速区内，当电机超出了 p1745 中设定的跳闸阈值时，r1408.12 （电机失速）置位。

一旦两个信号中的某个信号置位，在 p2178 中的延迟时间经过后便触发故障信息 F7902（电机失速）。

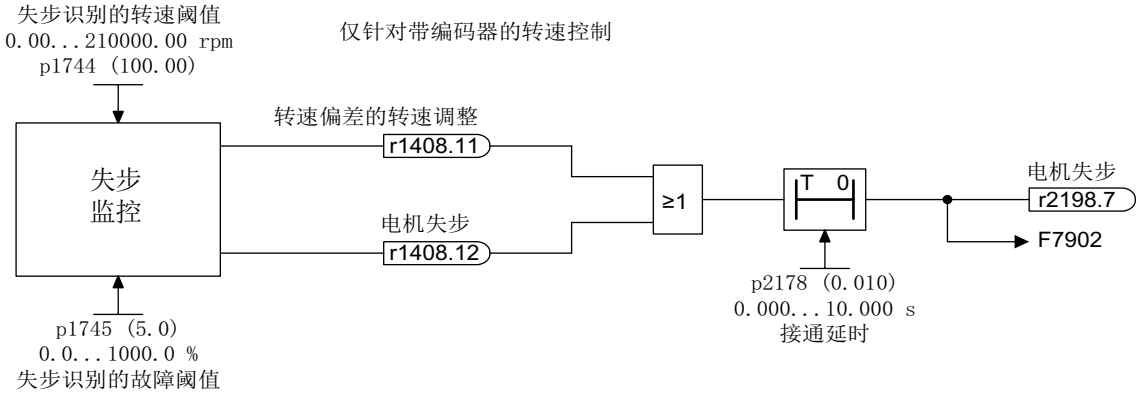


图 9-2 失速保护

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 6730 矢量控制 - 到电机模块的接口 (ASM, p0300=1)
- 8012 信息和监控功能 - 转矩信息，电机堵转/失速

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r1408.0...15 CO/BO:电流控制器状态字
- p1744[0...n] 电机模型失速检测用阈值
- p1745[0...n] 电机模型失速检测用跳闸阈值
- p1755[0...n] 电机模型无编码器模式切换转速
- p1756 电机模型无编码器模式切换转速的回差
- p2178[0...n] 报告“电机失步”延迟时间

9.5 电机热保护

电机热保护功能用于监控电机温度，在电机过热时发出报警或故障信息。电机温度既可以通过电机上的传感器检测，也可以不用传感器而是借助温度模型从电机运行数据中计算得出。传感器检测和电机温度模型这两种方式也可以组合使用。一旦该功能检测出或计算出临界电机温度，便立即触发电机保护措施。

在用温度传感器进行电机热保护时，温度传感器直接检测电机绕组的温度。温度传感器可连接到控制单元上，也可连接到电机模块或附加模块上。传感器检测出的温度值会传输到控制单元，控制单元随后根据参数设置发出对应的响应。电源断电后驱动重启时当前电机温度可立即使用。

在用电机热模型实现的电机热保护中，有多种电机热模型可使用。电机温度是根据电机的运行数据计算出的，各个电机热模型使用的运行数据不同：使用电机部件的质量和冷却方式；I^2t 模型（用于同步电机）使用各个运行时间点上的电机电流。设置 p0600[0...n]=0 、p0612.00=1 和 p0612.01=1 可激活电机热模型。

如果您使用的电机是标准电机列表中的电机或者带有 DRIVE-CLiQ 接口，相关的电机数据会自动传送给控制单元。

在矢量控制中，可通过 p0610 设置驱动检测出电机过热时的响应方式。电机可以立即关机或者继续工作，但功率降低、负载降低或其他条件经过调整。

9.5.1 电机热模型

借助温度传感器测量电机温度，防止电机过热。如果没有温度传感器，则可将电机热模型用作电机保护。相比于温度传感器，电机热模型的动态响应速度更快，因此，能够更好的防止短时过载。

不同热模型的计算依据不同，有的是将电机分成各个部件（定子和转子），有的是依据电机电流和热时间常数。当然，您也可以组合使用电机热模型和温度传感器来实现电机热保护。

注意
无温度传感器的情况下运行可损坏电机 电机安装错误或参数设置错误有可能导致热模型无法保护电机，进而损坏电机。 ● 请遵循电机的安装规定。 ● 按规定调试电机。

9.5.1.1 电机热模型 1

电机热模型 1 仅适用于所选同步电机以及防止短时过载。其以持续电流测量为基础。在该模型中，电机的动态负载由电机电流和电机模型时间常数计算得出。您也可以组合使用温度传感器来测量电机绕组温度，以及将这一因素考虑在内。

参数 r0632 中会显示电机模型温度。该温度通过以下值计算得出：

- 电流实际值绝对值 r0068
- I2t 电机热模型时间常量 p0611
- 电机静止电流 p0318
- 测得的电机温度 r0035（如果有）
- 额定负载 p0605 下的电机温度（扩展功能 p0627）

电机模型调试

设置 p0612.00 = 1 激活电机热模型 1 (I2t)。扩展功能使得电机模型的设置更加清晰明了。可设置 p0612.08 = 1 额外激活此扩展功能。

说明

调试电机时，电机热模型 1 (p0612.00 = 1) 与扩展功能 (p0612.08 = 1) 会自动激活。

自动激活的前提条件：

- 使用旋转永磁同步电机
- 无电机传感器
- 没有激活（其他）电机热模型

重要设置

下文是对用于电机热模型 1 或此模型扩展功能的重要参数的说明。

之后激活此扩展功能时，按照与激活扩展功能前的参数值设置相应的参数。

用于以下设置的参数：		说明
p0612.08 = 0	p0612.08 = 1	
p0605	p5390	报警阈值 如果电机温度模型 (r0632) 超出了报警阈值，系统会输出报警 A07012 “驱动：电机温度模型 1/3 过热”。
p0615	p5391	故障阈值 如果电机温度模型 (r0632) 超出了故障阈值，系统会输出故障 F07011 “驱动：电机过热”。
p0605	p0627 + 40°C	绕组的额定温度 根据环境温度定义定子绕组的额定温度。
1.333（固定值）	p5350	检修系数 在静止状态下定义铜损耗的检修系数。
p0612 = 0x1	p0612 = 0x101	激活 激活电机模型或同时激活扩展。
r0632	r0632	当前温度 显示电机温度模型的定子绕组温度。
r0034	r0034	电机负载率 显示当前电机负载率。

考虑环境温度

如果没有为电机热模型 1 设置温度传感器，电机模型 1 会自动使用 20°C 的环境温度进行计算。可按照如下方式给定与此标准温度不同的环境温度：

1. 激活设置 p0612.12 = 1。
   参数 p0613 激活。出厂设置为 20°C。
2. 如果在电机模型中需要考虑与出厂设置不同的环境温度，则应在 p0613 中输入可能的环境温度。

说明

调试电机时，系统会自动激活设置 p0612.12 = 1。必要时可对 p0613 进行设置。

9.5.1.2 电机热模型 2

电机热模型 2 适用于异步电机。

请在 p0344 中输入电机总质量。

- p0625：环境温度
- p0626=：定子铁芯过热
- p0627 = 定子绕组超温
- p0628：转子绕组超温

电机温度以电机测量值为基础计算。计算出的温度显示在以下参数中：

- r0630 电机温度模型环境温度
- r0631 电机温度模型定子铁芯温度
- r0632 电机温度模型定子绕组温度
- r0633 电机温度模型转子温度

在电机热模型 2 和 KTY84 或 PT1000 温度传感器组合使用时，模型计算出的温度值会一直跟踪传感器实测出的温度值。在通过 p0600 = 0 关闭温度传感器后，驱动采用关闭前最后测得的温度值继续计算。

电机模型调试

设置 p0612.01 = 1，激活电机热模型 2。扩展功能使得电机模型更加精确。可设置 p0612.09 = 1 额外激活此扩展功能。

说明

调试电机时，系统会自动激活电机热模型 2 (p0612.09 = 1) 的扩展功能。

9.5.1.3 电机热模型 3

电机热模型 3 仅设计用于特定的西门子电机，这些电机无法配备内置温度传感器。电机热模型 3 是 3 质量块热模型。其通过 p0612.02 = 1 激活。所需参数会在调试期间自动通过 DRIVE-CLiQ 传送给电机模型。

说明

调试时，选择规定的西门子电机 (p0301) 后，系统会自动设置电机热模型 3。参数被设为与电机类型相匹配的值。

电机温度以电机测量值为基础计算。计算出的温度显示在以下参数中：

- r0034 电机热负载率
- p0613 电机温度模型环境温度
- r0631 电机温度模型定子铁芯温度
- r0632 电机温度模型定子绕组温度
- r0633 电机温度模型转子温度

表格 9-2　重要设置

参数：	说明：
p5390	报警阈值 如果电机温度模型 (r0632) 超出了报警阈值，系统会输出报警 A07012 “驱动：电机温度模型 1/3 过热”。
p5391	故障阈值 如果电机温度模型 (r0632) 超出了故障阈值，系统会输出故障 F07011 “驱动：电机过热”。
p5350	检修系数 在静止状态下定义铜损耗的检修系数。

9.5.1.4　功能图和参数

消息（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- F07011　驱动：电机过热
- A07012　驱动：电机温度模型 1/3 过热

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8016　信号和监控功能 - 电机的热监控，电机温度 ZSW F/A
- 8017　信号和监控功能 - 电机温度模型 1 (I2t)
- 8018　信号和监控功能 - 电机温度模型 2
- 8019　信号和监控功能 - 电机温度模型 3

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

电机热模型 1

- r0034 CO:电机热负载率
- p0318[0...n] 电机静止电流
- p0605[0...n] 电机热模型 1/2 阈值和温度值
- p0611[0...n] I2t 电机热模型时间常数
- p0612[0...n] 电机温度模型激活
- p0613[0...n] 电机温度模型 1/3 环境温度
- p0615[0...n] 电机温度模型 1 (I2t) 故障阈值
- p0627[0...n] 电机定子绕组过热
- p0632[0...n] 电机温度模型定子绕组温度
- p5350[0...n] 电机温度模型 1/3 静态检修系数
- p5390[0...n] 电机温度模型 1/3 报警阈值
- p5391[0...n] 电机温度模型 1/3 故障阈值

电机热模型 2

- p0344[0...n] 电机质量（用于电机热模型）
- p0612[0...n] 电机温度模型激活
- p0617[0...n] 定子铁材料发热分量
- p0618[0...n] 定子铜材料发热分量
- p0619[0...n] 转子发热量
- p0625[0...n] 调试期间的电机环境温度
- p0626[0...n] 电机定子铁芯过热
- p0627[0...n] 电机定子绕组过热
- p0628[0...n] 电机转子过温
- r0630[0...n] 电机温度模型环境温度
- r0631[0...n] 电机温度模型定子铁芯温度
- r0632[0...n] 电机温度模型定子绕组温度
- r0633[0...n] 电机温度模型转子温度

电机热模型 3

- p0612[0...n] 电机温度模型激活
- p0613[0...n] 电机温度模型 1/3 环境温度
- r0631[0...n] 电机温度模型定子铁芯温度

- r0632[0...n] 电机温度模型定子绕组温度
- r0633[0...n] 电机温度模型转子温度
- p5350[0...n] 电机温度模型 1/3 静态检修系数
- p5390[0...n] 电机温度模型 1/3 报警阈值
- p5391[0...n] 电机温度模型 1/3 故障阈值

9.5.2 电机温度检测

温度传感器

电机温度由埋在电机绕组内的温度传感器检测出。传感器有以下 4 种缺省的型号选择：

- PTC
- KTY84
- PT100/PT1000
- 带常闭触点的双金属传感器（简称“双金属常闭触点”）

PTC 的功能

温度传感器应连接到编码器模块的端子“+温度”和“-温度”上，参见 SINAMICS S120 控制单元和扩展系统组件设备手册中的相应章节。发出报警或故障的阈值为 1650 Ω。

通常 PTC 具有强烈的非线性，因此它可以作为开关使用。超出额定动作温度时，电阻值会急剧增加。其动作电阻大于等于 1650 欧姆。

- p0600=1 激活温度传感器 “编码器 1”
- p0601 = 1 激活温度传感器 PTC

KTY 的功能

温度传感器应连接到编码器模块的端子“+温度”和“-温度”上，参见 SINAMICS S120 控制单元和扩展系统组件设备手册中的相应章节。KTY84/1C130 温度传感器具有一条几乎呈线性的特性曲线，因此也适用于电机温度的长时间测量和显示。

有关可测量的温度实际值或故障和报警阈值的可设置温度值的详细说明请参考 SINAMICS S120 STARTER 调试手册中的“SINAMICS 组件上的温度传感器”一章。

- p0600=1 激活温度传感器 “编码器 1”
- p0601 = 2 激活温度传感器 KTY

PT100/PT1000 的功能

PT100 或 PT1000 从工作原理上讲就是具有线性特性曲线的 PTC，可进行长时间的温度精确测量。但不是每个传感器输入都支持 PT100/PT1000。

有关可测量的温度实际值或故障和报警阈值的可设置温度值的详细说明请参考 SINAMICS S120 STARTER 调试手册中的“SINAMICS 组件上的温度传感器”一章。

- p0600=1 激活温度传感器 “编码器 1”
- p0601 = 5 激活温度传感器 PT100
  或者
- p0601 = 6 激活温度传感器 PT1000

双金属常闭触点的功能

在达到某一额定动作温度时，双金属传感器就会操作一个开关。其动作电阻小于 100 欧姆。但不是每个传感器输入都支持双金属传感器。

- p0600=1 激活温度传感器 “编码器 1”
- p0601 = 4 激活温度传感器类型“双金属传感器”

采用多温度通道时的温度传感器类型

使用多个温度通道时，设置 p0601 = 10。之后通过 BICO 互联传感器。

9.5.3 编码器模块

若需通过 DRIVE-CLiQ 连接更多温度传感器，则需使用编码器模块。为此有多种编码器模块可供使用：

- 机柜安装式编码器模块（SMC），固定在开关柜的顶帽式导轨上
- 外部编码器模块（SME），防护等级 IP67，安装在靠近电机的位置

在编码器模块上可连接温度传感器 PTC、KTY84 或 PT1000，有些情况下也可连接双金属常闭触点。

表格 9-3　温度传感器连接

设备	接口	+温度	-温度	温度传感器类型
SMC10	X520	13	25	KTY84/PTC/PT1000
SMC20	X520	13	25	KTY84/PTC/PT1000
SMC30	X520	1	8	KTY84/PTC/PT1000
	X531	4	3	KTY84/PTC/PT1000
SMC40	-	-		无可连接的温度传感器
SME20	X100	9	7	KTY84/PTC/PT1000
SME25	-	-		无可连接的温度传感器
SME120	X200	见下文		KTY84/PTC/PT1000/双金属常闭触点
SME125	X200	见下文		KTY84/PTC/PT1000/双金属常闭触点

9.5.3.1 机柜安装式编码器模块

机柜安装式编码器模块（SMCx0）可以转换编码器信号， 将转换后的信号通过 DRIVE-CLiQ 传送给驱动，供驱动继续处理。 SMCx0 设计用于安装在控制柜内部。 SMC10、SMC20、SMC30 和 SMC40 的区别在于编码器接口。 其传感器接口的功能相同。 SMC30 有 2 个编码器接口供选择。 编码器既可以连接到 X520 接口，即一个 15 芯 Sub-D 连接器上，也可以通过端子排连接到 X521/X531 接口上。

SMC40 只支持不带增量信号的纯数字编码器。 即订购名称为 EnDat 22 的编码器。与其他传感器模块不同的是 SMC40 上的是双 SMC。 布线是通过 2 个 DRIVE-CLiQ 电缆实现的。SMC40 上不能实现电机温度监控。

说明

只有连接了相应的 EnDat 2.2 编码器之后，SMC40 才可完全配置。未连接编码器时，SMC40 不能连接至拓扑结构中。

说明

SMC40 无安全功能

固件版本 V4.5 不支持安全功能。

9.5.3.2 外部编码器模块

如需在机柜外靠近电机编码器的位置安装编码器接口，则需要使用外部编码器模块（SME）。 SME 的防护等级为 IP67。

9.5.3.3 编码器模块 SME 20/25

SME20 和 SME25 用于检测编码器数据和传感器数据。 所计算出的值通过 DRIVE-CLiQ 传输至控制单元。 SME20 和 SME25 的区别在于编码器接口。

在 SME25 上不可连接用于检测电机温度的温度传感器。 此时请使用 SME125。

9.5.3.4 外部编码器模块 120/125

以下条件下需要使用外部编码器模块 120（SME120）或外部编码器模块 125（SME125）：

- 在机柜外靠近电机的位置安装编码器接口
- 需要多个电机温度通道
- 电机的温度传感器未实现安全电气隔离
- 没有条件实现安全电气隔离

SME12x 的防护等级为 IP67。SME12x 尤其适用于直线电机和转矩电机应用。

若 r0458[0...2].8 = 1，端子排 X200 上最多可连接 3 个温度传感器。每个传感器占用一个温度通道。

SME12x 会检测温度传感器提供的数据，并通过 DRIVE-CLiQ 将算出的值传送给控制单元进一步处理。

表格 9-4　温度传感器端子排 X200 的引脚布局

端子	功能	通道	参数	温度传感器类型
1	-温度	2	p4601[0]	KTY84/PTC/PT1000/双金属常闭触点 直线电机和扭矩电机 KTY84/PT1000
2	+温度			
3	+温度	3	p4602[0]	KTY84/PTC/PT1000/双金属常闭触点 直线电机和扭矩电机 PTC - Drilling 1 或双金属常闭触点
4	-温度			
5	+温度	4	p4603[0]	KTY84/PTC/PT1000/双金属常闭触点 直线电机和扭矩电机 PTC - Drilling 1 或双金属常闭触点
6	-温度			

温度检测

- p0600=1/2/3 激活通道 2 至通道 4 的附加电机温度检测。
- p0601 = 10 激活 SME12x 多温度通道检测。

KTY84

- p4601[0...n]至 p4603[0...n]=20 激活温度传感器 KTY。
- 若参数 r4620[0...3] 中的值不等于 -200 °C，则温度显示有效。温度传感器的实际值如下显示：
  - r4620[1] 为通道 2 的温度传感器
  - r4620[2] 为通道 3 的温度传感器
  - r4620[3] 为通道 4 的温度传感器

PT1000

- p4601[0...n] 至 p4603[0...n] = 60 激活温度传感器 PT1000。
- 若参数 r4620[0...3] 中的值不等于 -200 °C，则温度显示有效。温度传感器的实际值如下显示：
  - r4620[1] 为通道 2 的温度传感器
  - r4620[2] 为通道 3 的温度传感器
  - r4620[3] 为通道 4 的温度传感器

PTC

- p4601[0...n] 至 p4603[0...n] = 10/11/12 激活温度传感器 PTC、设置检测类型以及激活检测。
  - p4601[0...n] = 10 为 PTC 故障
  - p4601[0...n] = 11 为 PTC 报警
  - p4601[0...n] = 12 为 PTC 报警和延时段
- r4620[0...3] = -200 °C

双金属常闭触点

- p4601[0...n]至 p4603[0...n]=30/31/32 激活温度传感器“双金属常闭触点”、设置检测类型以及激活检测：
  - p4601[0...n]=30 为双金属常闭触点故障
  - p4601[0...n]=31 为双金属常闭触点报警
  - p4601[0...n]=32 为双金属常闭触点报警和延时段
- r4620[0...3] = -200 °C

9.5.4 端子模块

端子模块可为驱动系统提供更多模拟量和数字量输入/输出。端子模块设计用于安装在控制柜内部。端子模块通过 DRIVR-CLiQ 和驱动系统相连。端子模块 TM31、TM120 和 TM150 可为温度传感器提供输入端。

- TM31 可以连接一个温度传感器。
- TM120 可以最多连接 4 个温度传感器。这些传感器输入端都实现了电气隔离。
- TM150 可以最多连接 12 个温度传感器。这些传感器可最多分成 3 组。每个传感器可以任意分组。

表格 9-5 温度传感器连接

设备	接口	通道	+温度	-温度	温度传感器类型
TM31	X522	0	7	8	KTY84/PTC/PT1000
TM120	X521	0	2	1	KTY84-1C130/PTC/PT1000/双金属常闭触点， 直线电机：KTY84-1C130/PT1000
		1	4	3	KTY84-1C130/PTC/PT1000/双金属常闭触点， 直线电机：KTY84-1C130/PT1000
		2	6	5	KTY84-1C130/PTC/PT1000/双金属常闭触点， 直线电机：KTY84-1C130/PT1000
		3	8	7	KTY84-1C130/PTC/PT1000/双金属常闭触点， 直线电机：KTY84-1C130/PT1000

设备	接口	通道	+温度	-温度	温度传感器类型
TM150	X531[1)]	0	1 3	2 4	KTY84–1C130/PTC/双金属常闭触点/ PT100/PT1000
	X532[1)]	1	1 3	2 4	KTY84–1C130/PTC/双金属常闭触点/ PT100/PT1000
	X533[1)]	2	1 3	2 4	KTY84–1C130/PTC/双金属常闭触点/ PT100/PT1000
	X534[1)]	3	1 3	2 4	KTY84–1C130/PTC/双金属常闭触点/ PT100/PT1000
	X535[1)]	4	1 3	2 4	KTY84–1C130/PTC/双金属常闭触点/ PT100/PT1000
	X536[1)]	5	1 3	2 4	KTY84–1C130/PTC/双金属常闭触点/ PT100/PT1000

[1)] 传感器接口的相关信息请参见“端子模块 150”一章。

9.5.5 端子模块 31

端子模块 31（TM31）可以提供更多数字量和模拟量输入/输出。温度传感器连接至端子 X522。故障及报警阈值可在参数 p4102[0..1] 中设置，值域为 -48 °C 至 251 °C。设置 p4102 = 251°C 则会取消报警和故障阈值。报警阈值的出厂设置为 100 °C，故障阈值的出厂设置为 120 °C。

温度检测

- p0600 = 10 激活外部电机温度传感器。
- p0603 设置电机温度检测的信号源
- p4100 = 0 取消检测。之后参数 r4105 = -300°C。

PTC

- p4100 = 1 激活温度传感器 PTC 并激活信号转换。
- r4105 显示以下值：
  - 若温度实际值低于额定动作温度，则显示 -50 °C。
  - 若温度实际值高于额定动作温度，则显示 250 °C。
  - 若温度实际值无效（触发 F35920），则输出 -300 °C。
  - 若 p4100 = 0，则显示 -300 °C。

KTY84

- p4100 = 2 激活温度传感器类型 KTY84 并激活信号转换。
- r4105 显示以下值：
  - 温度检测的温度实际值
  - 若未选择传感器或温度实际值无效，则会显示 -300 °C。

PT1000

- p4100 = 6 激活温度传感器 PT1000 并激活信号转换。
- r4105 显示以下值：
  - 温度检测的温度实际值
  - 若未选择传感器或温度实际值无效，则会显示 -300 °C。

9.5.6 端子模块 120

电机中的温度传感器没有实现安全电气隔离时，需要使用端子模块 120（TM120）。在 TM120 上最多可连接 4 个不同的温度传感器。TM120 会采集温度实际值然后进行分析。实际温度值的故障或报警阈值（p4102）可在-48 °C 到 251 °C 的范围内设置。温度传感器连接到 TM120 的端子排 X521 上（如下表所示）。

说明

故障信息

TM120 单个温度通道中的故障信息显示在所有与 TM120 互联的其他驱动对象上。
为此，其他驱动对象（与 TM120 互联的）刚好会触发故障信息。

更多相关信息请参见 SINAMICS S120 控制单元和扩展系统设备手册。

温度检测

- p0600[0...n] = 20 或 21 用于激活外部电机温度传感器。
- p0601[0...n] = 11 用于激活多通道温度检测。
- p0608[0...3] 用于为信号源 2 指定电机温度通道。
- p0609[0...3] 用于为信号源 3 指定电机温度通道。
- p4100[0...n] = 0 用于取消温度检测。
- r4101[0...3] 显示温度传感器的当前电阻值。最大可测量电阻为 2170 Ω。

- p4102[0/2/4/6] 用于设置温度传感器的报警阈值，取值范围为 -48 °C 至 250 °C。
- p4102[1/3/5/7] 用于设置温度传感器的故障阈值，取值范围为 -48 °C 至 250 °C。
- p4102[0...7] = 251 °C 用于取消所设置的报警信息及故障信息。
- p4610[0...n] 至 p4613[0...n] 用于将最多 4 个温度传感器指定给电机，并定义相应的响应。
- r4620[0...3] ≠ -200 °C 表示：
  - 已连接 KTY84/PT1000
  - 温度显示有效
- r4620[0...3] = -200 °C 表示：
  - 连接了一个 PTC 或一个双金属常闭触点
  - 存在温度传感器故障
  - 传感器通道被取消激活
  - 温度检测被取消

KTY84

- p4100[0...3]=2 将温度传感器 KTY84 指定给相应的通道 1 至通道 4，并激活检测。
- r4105[0...3] 显示温度检测所涉及的测量通道的温度实际值。若未选择传感器或温度实际值无效，则此参数中的值为 -300 °C。

PT1000

- p4100[0...3] = 6 将温度传感器 PT1000 指定给相应的通道 1 至通道 4，并激活检测。
- r4105[0...3] 显示温度检测所涉及的测量通道的温度实际值。若未选择传感器或温度实际值无效，则此参数中的值为 -300 °C。

PTC

- p4100[0...3]=1 将温度传感器 PTC 指定给相应通道 1 至通道 4，并激活检测。
- r4105[0...3] 显示温度检测的温度实际值。
  - 若温度实际值低于额定动作温度，则显示 r4105[0...3]=-50 °C 。
  - 若温度实际值高于额定动作温度，则显示 r4105[0...3]=250 °C。
  - 若未选择传感器或温度实际值无效，则显示 r4105[0...3]=-300 °C。

双金属常闭触点

- p4100[0...3]=4 激活温度传感器“双金属常闭触点”并激活检测。
- r4105[0...3] 显示温度检测的温度实际值。
  - 若温度实际值低于额定动作温度，则显示 r4105[0...3]=-50 °C 。
  - 若温度实际值高于额定动作温度，则显示 r4105[0...3]=250 °C。
  - 若未选择传感器或温度实际值无效，则显示 r4105[0...3]=-300 °C。

9.5.7 端子模块 150

端子模块 150（TM150）有 6 个用于连接温度传感器的 4 极连接端子。 可采用 1x2 线制、1x3 线制 或 1x4 线制的温度传感器连接方案。 采用 2x2 线制时最多可以有 12 个输入通道。 出厂设置为 12 个输入通道。 TM150 的温度通道可最多分为 3 组，一起被分析。

TM150 可检测和分析 KTY84、PTC、双金属常闭触点、PT100 和 PT1000 这些类型的温度传感器。 温度值的故障或报警阈值可在 -99 ℃ 至 251 °C 的范围内设置。 温度传感器连接至端子排 X531 到 X536（如下表所示）。

TM150 的温度输入未进行电气隔离。

说明

故障信息

TM150 单个温度通道中的故障信息显示在所有与 TM150 互联的其他驱动对象上。
为此，其他驱动对象（与 TM150 互联的）刚好会触发故障信息。

更多相关信息请见 SINAMICS S120/S150 参数手册中的功能图 9625、9626 和 9627。

选择传感器类型

- p4100[0...11] 为相应的温度通道设置传感器类型。
- r4105[0...11]会显示温度通道的实际值。
  - 对于通断式温度传感器（例如 PTC 和双金属常闭触点）只会象征性地显示 2 个限值：
  - r4105[0...11] = -50°C: 温度实际值在额定动作温度之下。
  - r4105[0...11] = +250°C： 温度实际值在额定动作温度之上。

说明

对于 PTC 和双金属常闭触点：

r4105[0...11] 中显示的并非温度实际值。

表格 9-6　选择传感器类型

p4100[0...11] 的值	温度传感器	r4105[0...11] 温度显示范围
0	检测关闭	-
1	PTC 热敏电阻	-50°C 或 +250°C
2	KTY84	-99°C ~ +250°C
4	双金属常闭触点	-50°C 或 +250°C
5	PT100	-99°C ~ +250°C
6	PT1000	-99°C ~ +250°C

测量电缆电阻

使用 2 线制传感器时可测量电缆电阻并保存该电阻，以提高测量精度。 为此要在尽可能接近传感器的位置接入传感器电缆。 具体步骤请见 SINAMICS S120/150 参数手册 p4109[0...11] 下的内容。 在温度检测时，端子模块会将测出的电缆电阻考虑在内。 电缆电阻值保存在 p4110[0...11] 中。

电源滤波器

激活了电源滤波器来通过电网抑制干扰。 可通过 p4121 将滤波器的值设置为 50 Hz 或 60 Hz。

9.5.7.1　采用最多 6 通道的测量

一个温度传感器的 2 线制连接技术

设置 p4108[0...5] = 0，将 2 线制传感器连接到 4 线制接口的端子 1 和 2 上。端口 3 和 4 打开。

一个温度传感器的 3 线制连接技术

设置 p4108[0...5] = 2，将 3 线制传感器连接到 4 线制接口的端子 3 和 4 上。测量导线连接至端子 1。端子 2 和 4 必须短接。

一个温度传感器的 4 线制连接技术

设置 p4108[0...5] = 3，将 4 线制传感器连接到 4 线制接口的端子 3 和 4 上。测量导线连接至端子 1 和 2。

更多信息请见 SINAMICS S120/S150 参数手册中的功能图 9626。

9.5.7.2 采用最多 12 通道的测量

2 个温度传感器的 2 线制连接技术

设置 p4108[0...5] = 1 可以 2 线制接入 2 个传感器。 端子 1 和 2 连接第 1 个传感器。 端子 3 和 4 连接第 2 个传感器（其编号 = 第一个传感器 + 6）。更多信息请见 SINAMICS S120/S150 参数手册中的功能图 9627。

将 2 个 2 线制传感器连接至端子 X531 时，第 1 个传感器被指定给温度通道 1，第 2 个传感器被指定给通道 7 (1+6)。

一个 TM150 上最多可以连接 12 个温度传感器。

说明

12 温度通道的连接方案

TM150 上连接的温度传感器不采用连续编号。前 6 个温度通道保留 0 到 5 的编号。其他的 6 个通道继续编号 6 到 11，从端子 X531 开始（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册中的功能图 9627）。

8 温度通道的示例：

端子 X531 上采用 2x2 线制：p4108[0] = 1 ≙ 传感器 1 对应通道 0，且传感器 2 对应通道 6
端子 X532 上采用 2x2 线制：p4108[1] = 1 ≙ 传感器 1 对应通道 1，且传感器 2 对应通道 7
端子 X533 上采用 1x3 线制：p4108[2] = 2 ≙ 传感器 1 对应通道 2
端子 X534 上采用 1x3 线制：p4108[3] = 2 ≙ 传感器 1 对应通道 3
端子 X535 上采用 1x4 线制：p4108[4] = 3 ≙ 传感器 1 对应通道 4
端子 X536 上采用 1x2 线制：p4108[5] = 0 ≙ 传感器 1 对应通道 5

9.5.7.3 温度传感器的分组

通过参数 p4111[0...2] 可对温度通道进行分组。 每个组都有以下由温度实际值（r4105[0...11]）计算得出的值：

- 最大值：r4112[0...2]，（索引 0,1,2 = 组 0,1,2）
- 最小值：r4113[0...2]
- 平均值：r4114[0...2]

示例：

需要将通道 0、3、7、9 的值归为组 1：

- p4111[1].0 = 1
- p4111[1].3 = 1
- p4111[1].7 = 1
- p4111[1].9 = 1

组 1 计算出的值位于以下参数中，用于之后的互联：

- r4112[1] = 最大值
- r4113[1] = 最小值
- r4114[1] = 平均值

说明

温度通道的分组

请将持续进行测量的温度传感器归为一组。 因为在通断型温度传感器 PTC 和双金属常闭触点上，驱动只会根据状态显示 -50°C 和 +250°C 这 2 个温度值。 若将此类通断型温度传感器归入持续进行测量的温度传感器组中，它会对温度最大值/最小值/平均值的计算产生严重干扰。

9.5.7.4 温度通道检测

可在 p4102[0...23] 中为 12 个温度通道中的每个通道设置报警阈值和故障阈值。 偶数参数索引包含报警阈值，奇数索引包含故障阈值。 每个通道的温度阈值可在 -99°C 至 +251°C 之间进行设置。

若通过 p4105[0...11] 进行的温度实际值检测超出了 p4102[0...23] 中设置的报警阈值，则会在 r4104.0...23 上输出报警。 与此同时会启动延时段 p4103[0...11]。

延时段结束后，若温度实际值仍超出报警阈值，则会输出相应故障。 一旦温度实际值重新降至报警阈值以下，即可对此故障进行应答。

若通过 p4105[0...11] 进行的温度实际值检测超出了 p4102[0...23] 中设置的故障阈值，则会立即激活相应故障。

通过 p4118[0...11] 可为每个通道设置一个 p4102[0...23] 的回差。

通过 p4119[0...11] 可为每个通道激活用于温度信号平滑的过滤器。

过滤器的时间常量取决于生效的温度通道的数量，并且可在 r4120 中查看。

传感器故障

使用参数 p4117[0...2] 可设置针对组内一个温度传感器的故障响应：

- 设置 p4117 = 0。 不考虑出故障的传感器。
- 设置 p4117 = 1。 组在最大值、最小值、平均值的输出上输出值 -300°C。

9.5.7.5 设置温度通道的平滑时间

使用长或非屏蔽温度电缆时可能会触发故障耦合器并导致驱动意外关闭。为避免此情况，可为 TM150 中的每个温度通道分别设置一个用于相应温度信号的平滑时间。

设置平滑时间

平滑通过一阶低通滤波器进行。有效平滑时间常数取决于同时激活的温度通道数并显示在参数 r4120[0...11] 中。

需要设置的平滑时间常数的计算公式如下：

平滑时间常数 (p4122) ≥ 2 x 激活的通道数 x 50 ms

操作步骤：

1. 在调试工具 STARTER 中打开 TM150 组件的输入/输出端（“Drive unit xy > Input/output components > TM150_Components > Inputs/outputs”）。
2. 请通过选项卡选择需要的温度传感器（例如传感器 5）。
3. 请在所显示温度传感器/通道的电路图中点击按钮“Smoothing”（传感器 5：p4119[5] = 1）。

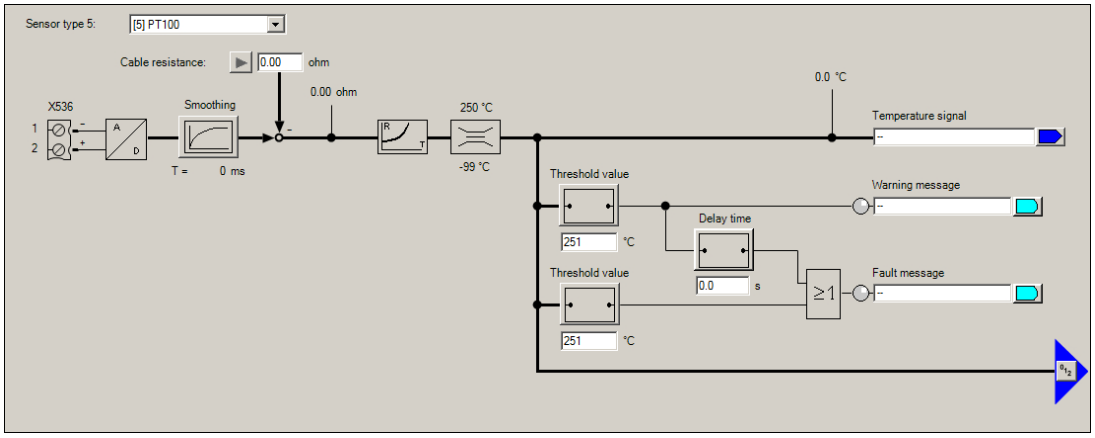


图 9-3 温度传感器/通道的平滑时间

为此会激活用于平滑温度信号的滤波器。在按钮 “Smoothing” 下会显示一个平滑时间常数 (p4122[0...11]) 输入栏。

4. 在输入栏中输入所需平滑时间常数 (p4122)。
   通过上述公式计算平滑时间常数。为此需要知道要在多少个温度通道上设置平滑时间。
   输入到 p4122 后，在所选温度通道的输入栏下会显示所实现的平滑时间 (r4120[0...11])。
5. 对所有使用的温度传感器/通道重复步骤 2 ... 4。

9.5.8 装机装柜型电机模块/功率模块

电机模块带有用于直接连接电机温度传感器的接口。该接口可以连接 PTC、KTY84、PT100、PT1000 或双金属常闭触点类型的温度传感器。电机模块上温度传感器的连接端子取决于其结构类型。

表格 9-7 至电机模块的温度传感器连接

设备	端子	+温度	-温度
装机装柜型单轴电机模块	X41	4	3
书本型单轴电机模块	X21	1	2
紧凑书本型单轴电机模块	X21	1	2
书本型双轴电机模块	X21/X22	1 / 1	2 / 2

激活温度检测

使用 p0600[0...n] = 11 激活通过电机模块进行的电机温度检测。

温度传感器设置

通过 p0601[0...n]选择温度传感器类型。在装机装柜型设备上连接温度传感器至端子 X41 时，在并联的功率单元上还得确定连接在哪个温度传感器的功率单元上。通过 p0602 选择所需的功率单元。

说明

双金属常闭触点仅可用于书本型设备

双金属常闭触点仅可用于书本型电机模块。

说明

PT100 仅可用于装机装柜型结构类型

PT100 仅可用于装机装柜型电机模块。

若显示 r0192.15 = 1，则可通过 p0601[0...n] = 5 选择温度传感器类型 PT100。

p0624[0...n]可设置电机温度偏移。

装机装柜型功率模块

一个装机装柜型功率模块有一个温度通道，可分析 PTC、KTY84、PT1000 和 PT100 这些类型的温度传感器（r0192.15 = 1）。

表格 9-8　至功率模块的温度传感器连接

设备	端子	+温度	-温度
装机装柜型功率模块	X41	4	3

9.5.9 连接 CU310-2 和适配器 CUA31/CUA32

功率单元适配器 CUA31 和 CUA32 有一个温度通道。CUA31 的端子排上有用于连接电机温度传感器的接口。对于 CUA32，温度传感器也可通过编码器接口连接。

控制单元 CU310-2 DP/PN 有 2 个独立的温度通道。可通过 2 个接口连接电机温度传感器。其中一个通道在编码器接口中，第 2 个通道在端子排上。这两个接口上可以连接 PTC 或 KTY84 类型的温度传感器。

表格 9-9　温度传感器连接

设备		接口	+温度	-温度	PTC	KTY	PT100
CU 310-2 DP/PN	编码器接口	X120	1	2	x	x	-
	端子排	X23	1	8	x	x	-
CUA31	端子排	X210	1	2	x	x	-
CUA32	端子排	X210	1	2	x	x	-
	编码器接口	X220	1	8	x	x	-

CUA31

温度检测和温度通道设置：

- p0600[0...n]=11 激活温度通道“控制单元端子”。
- p0601[0...n] = 0/1/2/3/5 激活温度传感器及其响应。

CUA32

温度检测和温度通道设置：

- p0600[0...n]=10 激活通过 BICO 互联进行的温度检测。
- p4600[0...n] 激活温度通道 1 的传感器类型（编码器接口）。
- p4601[0...n] 激活温度通道 2 的传感器类型（端子排）。

CU310-2 DP/PN（交流驱动）

温度检测和温度通道设置：

- p0600[0...n]=10 激活通过 BICO 互联进行的温度检测。
- p4600[0...n] 激活温度通道 1 的传感器类型（编码器接口）。
- p4601[0...n] 激活温度通道 2 的传感器类型（端子排）。

9.5.10 带 DRIVE-CLiQ 的电机

在带 DRIVE-CLiQ 接口的电机中，可将电机数据和编码器数据组作为电子铭牌存储。 这些数据在调试期间直接传输至控制单元。 这样一来在此类型电机调试期间会自动对必要的参数进行设置。 同时也会对电机温度监控所必需的参数进行设置。 无需再进行调整。

电机温度监控的预设为：

- p0600 = 1，使用电机温度传感器，通过编码器 1 监控
- p0601 = 2，电机温度传感器类型为 KTY84。
- p0604[0...n] 电机温度报警阈值
- p0605[0...n] 电机温度故障阈值
- p0606[0...n] 电机温度延时段（从报警值切换至故障值的延时段）。

9.5.11 温度传感器检测

通过 PT1000 或 KTY84 测量温度

- 超出报警阈值 p0604 时触发报警 A07910。
  在矢量控制中通过参数 p0610 可将驱动响应设置为触发报警：
  - 0：无响应，只触发报警 A07910，不降低最大电流
  - 1：触发报警 A07910 和故障 F07011，降低最大电流
  - 2:触发报警 A07910 和故障 F07011，不降低最大电流
  - 12:触发报警 A07910 和故障 F07011，不降低最大电流，温度存储
- 达到故障阈值时，会根据 p0610 的设定触发故障 F07011；故障阈值可通过 p0605 设定，出厂设置为 145 ℃。

PTC 温度传感器

- 在 PTC 响应后会触发报警 A07910
- p0606 中设置的等待时间届满后则会触发故障 F07011

传感器断线/短路监控

- 使用 PTC 和 PT1000 或 KTY84 传感器时，可对传感器电缆进行短路监控。对于 PT1000 或 KTY84 传感器还可进行断线监控：
  当温度值在 -140 °C ... +250 °C 这一区域以外时，传感器电缆可能存在断线或短路的状况。此时会触发报警 A07015“电机温度传感器报警”。p0607 中设置的等待时间届满后会触发故障 F07016“驱动：电机温度传感器故障”。
- 若连接了异步电机，可设置 p0607 = 0 来隐藏故障 F07016。之后驱动将以计算出的 3 部件热模型数据继续运行。
- 若未连接 p0600 中设置的电机温度传感器，则会触发报警 A07820“温度传感器未连接”。

9.5.12 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8016 信号和监控功能 - 电机的热监控，电机温度 ZSW F/A
- 8017 信号和监控功能 - 电机温度模型 1 (I2t)

- 9576 端子模块 31（TM31）- 温度检测
- 9605 端子模块 120（TM120）- 温度检测通道 0 和 1
- 9606 端子模块 120（TM120）- 温度检测通道 2 和 3
- 9625 端子模块 150（TM150） - 温度检测结构（通道 0..11）
- 9626 端子模块 150（TM150） - 1x2 导线、3 导线或 4 导线温度检测（通道 0...5）
- 9627 端子模块 150（TM150） - 温度检测 2x2 线制（通道 0 ... 11）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0034 CO:电机热负载率
- r0035 CO:电机温度
- r0068 CO:电流实际值
- p0318[0...n] 电机静止电流
- p0600[0...n] 用于监控的电机温度传感器
- p0601[0...n] 电机温度传感器类型
- p0602 并联功率单元的组件号，连有温度传感器
- p0603 CI：电机温度信号源
- p0604[0...n] 电机温度模型 2：传感器报警阈值
- p0605[0...n] 电机热模型 1/2 阈值和温度值
- p0606[0...n] 电机温度模型 2/传感器延时
- p0607[0...n] 温度传感器故障报告延时
- p0608[0...3] CI：电机温度信号源 2
- p0609[0...3] CI：电机温度信号源 3
- p0610[0...n] 电机过热反应
- p0624[0...n] PT100 测出的电机温度偏移量
- p0625[0...n] 调试期间的电机环境温度
- p4600[0...n] 电机温度传器 1 的类型
- p4601[0...n] 电机温度传器 2 的类型
- p4602[0...n] 电机温度传器 3 的类型
- p4603[0...n] 电机温度传器 4 的类型
- r4620[0...3] 测出的电机温度

TM31 的附加参数

- p4100 TM31 传感器类型
- p4102[0...1] TM31 故障阈值/报警阈值
- p4103 TM31 温度检测延迟时间
- r4104.0...1 BO:TM31 温度检测状态
- r4105 CO:TM31 温度实际值

TM120 的附加参数

- p4100[0...3] TM120 传感器类型
- r4101[0...3] TM120 传感器电阻
- p4102[0...7] TM120 故障阈值/报警阈值
- p4103[0...3] TM120 温度检测延迟时间
- r4104.0...7 BO:TM120 温度检测状态
- r4105[0...3] CO:TM120 温度实际值

TM150 的附加参数

- p4100[0...11] TM150 传感器类型
- r4101[0...11] TM150 传感器电阻
- p4102[0...23] TM150 故障阈值/报警阈值
- p4103[0...11] TM150 延迟时间
- r4104.0...23 BO:TM150 温度检测状态
- r4105[0...11] CO:TM150 温度实际值
- p4108[0...5] TM150 端子块测量方法
- p4109[0...11] TM150 电缆电阻测量
- p4110[0...11] TM150 电缆电阻值
- p4111[0...2] TM150 组通道分配
- r4112[0...2] CO:TM150 组温度实际值最大值
- r4113[0...2] CO:TM150 组温度实际值最小值
- r4114[0...2] CO:TM150 组温度实际值平均值
- p4117[0...2] TM150 组传感器故障影响
- p4118[0...11] TM150 故障阈值/报警阈值回差
- p4119[0...11] TM150 平滑激活/取消
- r4120[0...11] TM150 实际值平滑时间，ms
- p4121 TM150 滤波器电网频率
- p4122[0...11] TM150 平滑时间常数

电机热模型

- p0318[0...n] 电机静止电流
- p0335[0...n] 电机冷却方式
- p0344[0...n] 电机质量（用于电机热模型）
- p0611[0...n] I2t 电机热模型时间常数
- p0612[0...n] 电机温度模型激活
- p0615[0...n] 电机温度模型 1 (I2t) 故障阈值
- p0617[0...n] 定子铁材料发热分量
- p0618[0...n] 定子铜材料发热分量
- p0619[0...n] 转子发热量
- p0620[0...n] 定子电阻和绕组电阻热适配
- p0625[0...n] 调试期间的电机环境温度

Safety Integrated 基本功能 10

10.1 最新信息

关于保障设备运行安全的重要提示：

注意
意外运行威胁运行安全 带有故障安全功能的设备要求用户方采取特殊措施确保设备的运行安全，如在产品追踪框架内介绍产品安全缺陷的相关信息，则这些信息可通过多种不同渠道进行传播。因此西门子会发布专门的最新资讯，公布对于设备运行安全很重要或者可能重要的产品新功能和特性。 ● 我们建议您订阅最新资讯，以便及时掌握最新信息，了解设备的功能更新情况。

订阅最新资讯的步骤为：

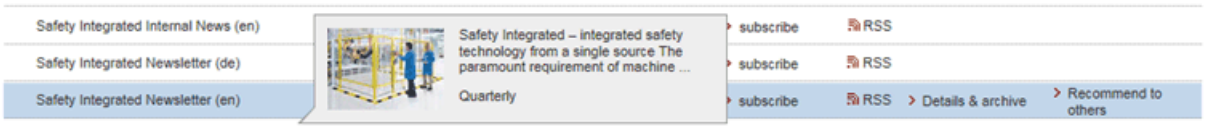
1. 在浏览器中调用以下西门子网页：
   Siemens Drives (http://siemens.com/drives)
2. 将网页设置成您需要的语言。

   说明

   最新资讯

   完成注册并登录，才可以订阅最新资讯。在注册时网页会自动引导您完成注册。

3. 点击“登录/注册”。
4. 输入您的登录信息。如果您还没有注册，请选择“是的，我想现在注册”。
   在下面的窗口中您可以订阅最新资讯。
5. 您可以在“所有最新资讯”标题下查看当前有哪些最新资讯可以订阅。
6. 打开“产品和解决方案”。
   现在会显示可提供的关于安全系统的最新资讯。点击条目“订阅”可以订阅相应主题的最新资讯。如果您希望获得关于最新资讯的详细信息，可使用网页的附加功能。



7. 请至少订阅以下产品的最新资讯：
   – Safety Integrated 最新资讯

10.2 简介

说明

更多文档

本手册介绍的是 Safety Integrated Basic Functions，即 SI 基本功能。

有关 Safety Integrated Extended Functions 和 Safety Integrated Advanced Functions 的更多详细信息，请参见 SINAMICS S120 Safety Integrated 功能手册。

说明

使用安全口令

- 使用安全密码可用于防止用户误操作安全参数。设置一个强密码，以激活保护。
- 需要当前口令才能将口令恢复为出厂设置。
- 未设置口令时，故障率 (PFH) 和安全功能认证同样有效。
- 更多详细信息请参见 SINAMICS S120 Safety Integrated 功能手册。

10.2.1 说明、标准和术语

Safety Integrated

使用“Safety Integrated”安全功能可在实际生产中实现对人员和设备的高效保护。通过此新型的安全技术可以获得：

- 高度安全性
- 更低的成本投入
- 更高的灵活性
- 更高的设备利用率

标准和指令

必须遵守各种涉及安全技术的标准和指令。生产商和设备操作人员都必须遵守这些指令。

标准是通常情况下技术的标准规范，并可在实施安全方案时作为参考，但与指令不同，标准没有强制约束力。

下面的列表显示了几条选出的、涉及安全技术的标准和指令。

- 欧盟机械指令 2006/42/EC
  该指令定义了安全技术的基本保护目标。
- EN ISO 12100
  机械安全、基本概念、设计通则
- EN 60204-1:2006
  机械安全 - 机械电气设备 - 第 1 部分：机械电气设备的一般要求
- IEC 61508
  电气和电子系统的功能安全。
  该标准规定了安全集成等级（Safety Integrity Levels，SIL），该等级表明了和安全相关的软件的特定集成等级、硬件故障率的数量范围。
- IEC 61800-5-2
  可调速的电驱动系统；
  第 5-2 部分：安全要求 - 功能要求

说明

认证

配备了经过认证的组件时，SINAMICS S120 驱动系统的安全功能满足以下要求：

- IEC 61508 安全集成等级 2（SIL 2）。
- DIN EN ISO 13849-1 3 类
- DIN EN ISO 13849-1 性能等级(PL) d

此外 SINAMICS S120 安全功能通常经过独立机构认证。您可从当地的西门子办事处获取已经过认证的组件的列表。

说明

低压指令

在符合运行条件的状态下以及在干燥的运行环境中，带有三相交流电机的 SINAMICS 设备满足低压指令 2006/95/EC。

双通道式监控结构

所有对于 Safety Integrated 非常重要的硬件功能和软件功能分成 2 条独立的监控通道，例如：断路路径、数据管理、数据比较。

驱动的这两条监控通道由以下组件实现：

- 控制单元。
- 属于驱动的电机模块/功率模块。

每条监控通道的基本工作原理是：在某个动作出现前必须控制特定状态，在动作出现后必须反馈特定信息。

如果一条监控通道不满足这些期望，驱动会在两个通道中停止，并输出相应的信息。

双通道参数设置

Safety Integrated 功能的参数设置必须双通道执行，即通道 1 和通道 2 分别有一个参数。这两个参数必须设置为相同的值。

出于安全技术方面的原因，在调试工具 STARTER 或 SCOUT 的离线模式中，您只能设置第 1 条通道中的安全参数。

为设置第 2 条通道中的安全参数，需采取下列步骤：

- 勾选复选框 “Copy parameters after downloading”，然后便可以建立变频器和调试工具的在线连接。执行下载，接着调整校验和。执行指令 “Copy from RAM to ROM”，接着执行上电。
- 您也可以首先建立变频器和调试工具的在线连接，然后点击配置主窗口中的按钮 “Copy parameters” 来复制参数。

在 STARTER 中也可通过复制来设置通道 2 的安全参数，因此本手册中只对通道 1 的参数进行说明。 对应的通道 2 参数例如可参见 SINAMICS S120/S150 参数手册中的参数说明。

通常，在介绍故障和报警时也只列出通道 1 的故障编号。

断路路径

一共有 2 条相互独立的断路路径。这两条路径都是低位有效。这样当某部件失灵或者断线时，便可以切换到安全状态。

如果发现断路路径中有故障，“Safe Torque Off”会激活，并锁定自动重启功能。

监控周期

用于驱动的、和安全相关的功能会在监控周期内循环执行。

Safety 监控周期至少为 4 ms。Safety 周期随电流控制器周期（p0115）的提升而提升。

交叉数据校验

两条监控通道中和安全相关的数据会不断循环、交叉地进行比较。

发现数据不一致时，每个 Safety 功能都会触发停止响应。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r9780 SI 监控周期（控制单元）

10.2.2 支持功能

Safety Integrated 功能（SI 功能）划分成基本功能、扩展功能和高级功能。

Safety Integrated 基本功能

以下功能为驱动的标配功能，不需要额外的授权便可使用。

- Safe Torque Off (STO)
  STO 是用于避免意外启动的安全功能（根据 EN 60204-1:2006 章节 5.4）。
- Safe Stop 1 (SS1，时间受控)
  “Safe Stop 1”以“Safe Torque Off”功能为基础。使用此功能可实现 EN 60204-1:2006 1 类停机。
- Safe Brake Control (SBC)[1) 2)]
  SBC 功能用于对抱闸的安全控制。特殊要求：
  [1)]针对装机装柜型功率模块/电机模块：仅产品编号为 ...3 或更高的装机装柜型功率模块/电机模块才支持 SBC 功能。对于此类结构类型还须配备安全制动适配器 SBA。
  [2)]针对模块型功率模块/电机模块：模块型功率模块需要一个额外的安全制动继电器（Safe Brake Relay）来使用此功能。

Safety Integrated Extended Functions（SI 扩展功能，也包含基本功能）

以下 Safety Integrated 扩展功能的使用需要购买附加许可权限：

- Safe Torque Off (STO)
- Safe Stop 1 (SS1, 时间和加速度受控)
- Safe Brake Control (SBC)
- Safe Stop 2 (SS2)

- Safe Operating Stop (SOS)
- Safely-Limited Speed (SLS)
- Safe Speed Monitor (SSM)
- Safe Acceleration Monitor (SAM)
- Safe Brake Ramp (SBR)
- Safe Direction (SDI)
- 安全齿轮级切换
- Safety Info Channel (SIC)
- 安全回参考点
- Safe Brake Test (SBT)[1]
- Safely-Limited Acceleration (SLA)

[1)] Safe Brake Test（SBT）其实是一项**诊断功能**，为安全功能的统一划分，此处将它列入 Safety Integrated 扩展功能中。

Safety Integrated 高级功能（也包含基本功能和扩展功能）

这类功能要求额外的高级安全功能授权，同时还要求使用配套的编码器方案。

- Safely-Limited Position (SLP)
- 安全位置的传送 (SP)
- Safe Cam (SCA)

10.2.3 控制方式

Safety Integrated 功能的控制方式有以下几种：

表格 10-1 Safety Integrated 功能的控制方式

控制方式	基本	扩展	高级
通过控制单元和电机模块/功率模块上的**端子控制**	x	-	-
通过基于 PROFIBUS 或 PROFINET 的 PROFIsafe 控制	x	x	x
TM54F	x	x	x
自动生效控制	-	SLS、SDI	-
机载 F-DI/F-DO (CU310-2)	x[1)]	x	x

1) 只有 F-DI 0 可用于控制， F-DO 不工作。

说明

PROFIsafe 或 TM54F

在驱动器上配备了一个控制单元时，可以选择通过 PROFIsafe 或 TM54F 控制安全功能，但这两种控制方式不能同时选中！

10.2.4 参数，校验和，版本，口令

Safety Integrated 的参数属性

Safety Integrated 参数有以下属性：

- 独立用于每个监控通道。
- 在启动时会生成 Safety 参数的校验和（Cyclic Redundancy Check，CRC），并对其进行检查。显示参数不包含在 CRC 中。
- 数据管理：参数永久性保存在存储卡上。

- 恢复 Safety 参数出厂设置
  - 通过设置 p3900 和 p0010 = 30 可以将变频器集成的 SI 参数复位为出厂设置，前提是没有 SI 功能被激活（即 p9301 = p9601= p10010 = 0）。
  - 可通过 p0970 = 5 将 Safety 参数恢复为出厂设置。前提条件是为 Safety Integrated 设置了密码。在 Safety Integrated 使能的情况下这可能会触发故障信息，其会要求进行验收测试。接着您需要保存参数，并给驱动器重新上电。
  - 即使有安全功能激活（即 p9301 = p9601 = p10010 ≠ 0），也可以在控制单元上设置 p0976 = 1 和 p0009 = 30 来恢复所有参数的出厂设置。
- 有些 SI 参数有口令保护，以防止意外修改或未经授权的修改。

说明

仅在在线模式下才提供密码保护功能。

检查校验和

在 Safety 参数范围内，每个监控通道都有一个实际校验和参数，实际校验和属于某个经过校验和检查的 Safety 参数。

调试时必须将实际校验和传输至设定校验和的相应参数中。通过参数 p9701 可以同时传输一个驱动对象上的所有校验和。

基本功能

- r9798 SI SI 参数实际校验和（控制单元）
- p9799 SI SI 参数设定校验和（控制单元）
- r9898 SI SI 参数实际校验和（电机模块）
- p9899 SI SI 参数设定校验和（电机模块）

每次启动时都会计算 Safety 参数的实际校验和，并且与设定校验和进行比较。

如果实际校验和与设定校验和不同，则输出故障 F01650 或 F01680 并要求进行验收测试。

Safety Integrated 版本

控制单元和电机模块上的 Safety 固件有各自的版本标识。

对于基本功能：

- r9770 SI 驱动中独立运行的安全功能的版本（控制单元）
- r9870 SI 版本（电机模块）

密码

使用 Safety 密码可以防止 Safety 参数受到意外或未经授权的访问。

在 Safety Integrated 的调试模式中（p0010 = 95），只有在 p9761 中输入了驱动的有效 Safety 密码后，才可对 Safety 参数进行修改。

- 在 Safety Integrated 首次调试时：
  - Safety 密码 = 0
  - p9761 缺省设置 = 0

  即：
  首次调试时不需设置 SI 密码。
- 在 Safety 批量调试或者更换备件时：
  - Safety 密码保存在存储卡和 STARTER 项目中
  - 更换备件时不需要 Safety 密码。
- 修改驱动的密码
  - p0010 = 95 调试模式
  - p9761 = 输入“旧的 Safety 密码”
  - p9762 = 输入“新密码”
  - p9763 = 确认“新密码”
  - 自此新的密码开始生效。

当需要更改 Safety 参数但是不知道 Safety 密码时，执行以下步骤：

1. 将全部驱动设备（控制单元与所有连接的驱动/组件）恢复为出厂设置。
2. 重新调试驱动设备和驱动。
3. 重新调试 Safety Integrated。

或者联系当地的西门子办事处删除密码（必须提供完整的驱动项目）。

重要“密码”参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p9761　输入 SI 密码
- p9762　新 SI 密码
- p9763　确认 SI 密码

10.2.5 强制潜在故障检查 (Teststop)

Safety Integrated Basic Functions 的强制潜在故障检查或关机路径测试（Teststop）

断路路径的强制潜在故障检查 (Teststop) 可以及时识别出两个监控通道中的硬件和软件故障，该功能在选择/取消 “Safe Torque Off” (STO) 或 “Safe Stop 1” (SS1) 时自动执行。

为满足标准 ISO 13849-1 中关于及时发现故障的要求，每隔一段时间就要检查两条关机路径能否正常工作，为此，必须手动或过程自动化地触发强制潜在故障检查 (Teststop)。

定时器可确保强制潜在故障检查 (Teststop) 及时执行。

- p9659 安全功能的强制潜在故障检查定时器

在此参数中设置的时间内，至少须执行一次断路路径的强制潜在故障检查 (Teststop)。

此时间届满后驱动器会一直输出相应的报警，只有您完成检查 (Teststop) 后才会消失。

每次取消选择 STO/SS1 时定时器都会复位为设置的值。

假设在运行的设备上已通过相应的安全设施（例如防护门）排除了危险性。因此用户只会看到强制潜在故障检查 (Teststop) 即将到期的报警并被要求及时执行检查。此报警不会影响设备的运行。

用户必须根据实际应用将强制潜在故障检查（Teststop）的时间间隔设置为 0.00 和 9000.00 小时之间的值（出厂设置：8.00 小时）。

强制潜在故障检查 (Teststop) 的执行示例：

- 设备上电后驱动器静止时。
- 在防护门打开时。
- 以规定间隔进行检查（比如 8 小时间隔）。
- 在自动运行中由时间和事件触发。
- 允许的最大时间间隔为一年 (8760 h)。

强制潜在故障检查 (Teststop) 可在上电时自动执行。

- 需要自动执行强制潜在故障检查 (Teststop)，以及对 CU310-2 的 F-DO 进行自动测试时，请设置 p9507.6 = 1。为了测试 CU310-2 的 F-DO，必须设置 p10042，并在 p10046 中激活测试。
- 需要自动执行对 TM54F 的 F-DI 和 F-DO 的强制潜在故障检查 (Teststop) 时，请设置 p10048 = 1。
- 在上电时已设置了强制潜在故障检查 (Teststop) 的情形下，仍可根据应用在任意时间触发该检查。

- 若特定问题（例如通讯故障）使自动触发的该功能无法正确结束，那么消除问题后该功能将会自动重新启动。
- 强制潜在故障检查 (Teststop) 成功完成后，变频器进入“运行就绪”状态。
- 自动强制潜在故障检查 (Teststop) 会使定时器 p9659 复位。
- 上电时的自动强制潜在故障检查 (Teststop) 对 Safety Integrated Functions 无影响。

10.3 安全提示

其他安全提示和遗留风险

功能手册的相关章节中还包括了本章节中未提及的安全提示和遗留风险。

⚠ 危险

通过 Safety Integrated 降低风险

通过 Safety Integrated 可降低机器与设备的风险。
但是只有设备厂商严格遵守下述要求时，配备 Safety Integrated 的机械与设备才能确实安全可靠地运行：

- 熟读并遵守本用户技术文档，特别是其中指出的先决条件、安全提示和遗留风险。
- 认真地完成机器与设备的安装和配置工作，并安排专业人员严格执行验收测试、记录测试结果。
- 对机器与设备进行风险分析后，通过 Safety Integrated 功能或其他途径实施并验证分析得出的所有必需安全措施。

请注意，Safety Integrated 功能并不能取代欧盟机械指令中所要求的、应由设备厂商对机械或设备执行的风险评估！
除了使用 Safety Integrated 功能外，其他的风险防范措施也不可或缺！

注意

通电后启动时 Safety Integrated 功能失效可引发危险

Safety Integrated 功能只有在系统完全启动后才能激活。系统启动是存在较大风险的临界运行状态，出现故障时可导致人员重伤或死亡。

- 请在系统启动期间确保机器安全。

⚠ 警告

自动重启可引发电机意外转动，从而可引发生命危险

急停功能必须实现标准 EN 60204-1 规定的 0 类停机或 1 类停机（STO 或 SS1）。
设备不可在急停后自动重启，否则电机可意外运动，引发生命危险。
安全功能（Extended Functions 或 Advanced Functions）关闭后，视风险分析的结果而定，必要时可允许执行自动重启（例外：急停按钮复位时），例如在防护门关闭后便可自动启动。

- 确保在上述情况下不会执行自动重启。

⚠ 警告

在变更或更换硬件和/或软件之后启动系统和变频器可导致电机意外转动，从而引发生命危险

在变更或更换硬件和/或软件组件后，只有在保护装置关闭后才能启动系统和变频器，此时人员不可停留在危险区域。

- 根据组件变更或者更换的程度，可能需要进行部分、完整或简化的验收测试。
- 在再次进入危险区域前，应在两个方向（+/-）上短暂试运行所有轴，以检测控制性能是否稳定。
- **启动时请注意：**
  只有在系统完全启动后才能选择 Safety Integrated 功能。

10.4 Safe Torque Off (STO)

“Safe Torque Off”（STO）功能可以和设备功能一起协同工作，在故障情况下安全封锁对电机的扭矩输出。

系统通过双通道脉冲清除防止重启。接通禁止会防止撤销 STO 后的自动重启。

该功能的基础是电机模块/功率模块中集成的双通道脉冲清除。

STO 的功能特性

- 此功能完全为驱动集成功能。其可通过端子、TM54F 或 PROFIsafe 从外部选择。
- 该功能为驱动专用功能，即每个驱动设备都具有该功能，并需要单独调试。
- 该功能必须通过参数使能。
- 在选择 STO 功能后：
  - 可以避免电机意外启动。
  - 通过安全脉冲清除可以安全切断对电机的扭矩输出。
  - 在功率单元和电机之间无电气隔离。
- 在使用基本功能时，选择/撤销 STO 功能会自动应答安全故障。此外，还须执行标准应答机制。
- 扩展应答方式：
  选择/撤销 STO 也可自动应答扩展安全功能的安全信息。为此，必须配置扩展报警应答 (p9507.0 = 1)。
  如果除了“由端子控制的基本功能”外还使能了“扩展功能”，除了通过 PROFIsafe 或 TM54F 来选择/撤销 STO 应答信息外还可以通过端子来选择/撤销 STO 应答信息。
- STO 的状态由参数 r9772、r9872、r9773 和 r9774 显示。
- 对“速度设定值限制生效”（r9733[0...2]）产生影响：
  在 STO（≙ STOP A）上，r9733[0...2] 中给出设定值 0。

⚠ 警告

电机意外运行

切断供电（STO 生效）后，电机可能会意外运动（如电机滑行停止），进而引发生命危险。

- 为此，应使用带安全监控功能的制动器。其他信息参见章节“Safe Brake Control (SBC) (页 654)”。

⚠ 警告

电机意外运行

同时击穿 2 个功率晶体管可导致电机意外运动 [1]。进而造成人员重伤或死亡。

- 为此，应使用带安全监控功能的制动器。其他信息参见章节“Safe Brake Control (SBC) (页 654)”。

[1] 运动最大可以达到：

- 同步旋转电机：最大运动幅度 = 180 °/极对数
- 同步直线电机：最大运动幅度 = 极宽

STO 的使能

“Safe Torque Off” 功能可通过参数 p9601 使能：

- Safety Integrated 基本功能中的 STO：
  - p9601 = 1 hex（通过板载端子控制的基本功能）
  - p9601 = 8 hex（通过 PROFIsafe 控制的基本功能）
  - p9601 = 9 hex（通过 PROFIsafe 和板载端子控制的基本功能）
  - p9601 = 40 hex（由 TM54F 控制的基本功能）
  - p9601 = 41 hex（由 TM54F 和板载端子控制的基本功能）
- STO 由 PROFIsafe 控制时：
  - p9601.0 = 0
  - p9601.2 = 0
  - p9601.3 = 1
- 由 PROFIsafe 和板载端子控制的 STO：
  - p9601.0 = 1
  - p9601.2 = 0
  - p9601.3 = 1
- 由 TM54F 控制的 STO：
  - p9601.0 = 0
  - p9601.2 = 0
  - p9601.3 = 0
  - p9601.6 = 1

- 由 TM54F 和板载端子控制的 STO：
  - p9601.0 = 1
  - p9601.2 = 0
  - p9601.3 = 0
  - p9601.6 = 1
- 由板载端子控制的 STO：
  - p9601.0 = 1

选择/撤销 STO

选择 STO 后会触发以下动作：

- 每个监控通道都通过其断路路径清除脉冲。
- 闭合电机抱闸（如果连接并配置了抱闸）。

撤销 STO 相当于一次内部安全应答。故障原因被消除时，系统会执行以下动作：

- 每个监控通道通过其断路路径撤销脉冲清除。
- 撤销请求“闭合电机抱闸”。电机抱闸通过 Safe Brake Control（SBC）功能闭合（连接并配置了抱闸的情形下）。
- 撤销可能存在的 STOP F 或 STOP A（参见 r9772 / r9872）。
- 另外，故障存储器中的信息必须通过常规的应答机制应答。

说明

在 p9650 时间内选中/撤销时无任何信息输出

如果 STO 是在以 p9650 设置的时间内以单通道方式选中并被撤销的，驱动器会清除脉冲而不输出任何信息。

如需在此情况下显示信息，您须通过 p2118 和 p2119 将信息 N01620 改设为“报警”或“故障”。

选择 STO 后的驱动器重启

1. 取消功能。
2. 给出驱动器使能。
3. 取消“接通禁止”并且重新接通。
   - 输入信号“ON/OFF1”上输出 1/0 脉冲沿（取消“接通禁止”）
   - 输入信号“ON/OFF1”上输出 0/1 脉冲沿（接通驱动器）

“Safe Torque Off”的状态

STO 的状态由参数 r9772、r9872、r9773 和 r9774 显示。

您也可通过可配置信息 N01620 和 N30620 显示该功能的状态（通过 p2118 和 p2119 配置）。

STO 的响应时间

通过输入端子选择/撤销该功能时功能的响应时间请参见“响应时间 (页 658)”一章中的表格。

使用“Safe Torque Off”功能时的内部电枢短路功能

STO 和内部电枢短路功能可以同时配置，

同时选中这两个功能时，STO 的优先级较高。一旦触发 STO，当前激活的内部电枢短路功能便会关闭。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0799[0...2] CU 输入/输出的采样时间
- p9601 SI 驱动集成的功能使能（控制单元）
- r9772.0...23 CO/BO:SI 状态（控制单元）
- r9773.0...31 CO/BO:SI 状态（控制单元 + 液压电机模块）
- r9774.0...31 CO/BO:SI 状态（STO 组）
- r9780 SI 监控周期（控制单元）

10.5 Safe Stop 1 (SS1, 时间受控)

10.5.1 带 OFF3 的 SS1

使用“Safe Stop 1”（SS1）功能可以实现符合 EN 60204-1 的 1 类停机。在选择 “Safe Stop 1” 后驱动将沿着 OFF3 斜坡 (p1135) 制动，并在 p9652 中设置的延迟时间届满后进入 “Safe Torque Off” (STO) 状态。

说明

通过端子选择

借助 p9652 中设置的 > 0 的延时对通过端子选择“Safe Stop 1”（时间受控）功能进行参数设置。在此情形下无法再通过端子直接选择 STO 功能，也就是说通过端子只能选择 STO 或 SS1。
如果功能 SS1（时间受控） 是通过在 p9652 中设置延时选中的，STO 不能再通过端子直接选中。

前提条件

- 通过端子和/或 PROFIsafe 使能 Basic Functions：
  - p9601 = 1 或 8 或 9 (hex)
- 由 TM54F 控制的 Basic Functions：
  - p9601.6 = 1
- 为了在确保单通道选择该功能时驱动器也可以制动到静态，p9652 中的时间必须小于交叉数据校验的参数总和（p9650 和 p9658）。否则在“p9650 + p9658”时间届满后，驱动器会自由停转。

“Safe Stop 1”的功能特性

SS1 通过 p9652（延迟时间）≠ 0 使能。

- 设置参数 p9652 的作用为：
  - p9652 = 0
    SS1 未使能。只有 STO 能通过 TM54F、板载端子和 PROFIsafe 选择。
  - p9652 > 0
    SS1 使能。通过板载端子只能选择 SS1；通过 PROFIsafe 可以选择 SS1 和 STO。
- 选择 SS1 后驱动器会沿着 OFF3 斜坡（p1135）制动，并在延迟时间（p9652）届满后自动触发 STO/SBC。
  延迟时间从选择该功能的时间点开始计时，即使在此期间撤销该功能也不会中止计时。
  延迟时间届满后，STO/SBC 先被选中再被撤销。

  说明

  延迟时间的设置

  请按照下面的公式来设置合适的延迟时间，确保在安全删除脉冲前，驱动器沿着完整的 OFF3 斜坡制动，可能存在的电机抱闸有时间闭合。
  - 配置了抱闸时：延迟时间 p9652 ≥ p1135 + p1228 + p1217
  - 没有配置抱闸时：延迟时间 p9652 ≥ p1135 + p1228
  - 参数 p1135 的设置必须以驱动的实际制动性能为准。
- 用于激活 STO 的定时器（p9652）为双通道生效。但 OFF3 斜坡制动为单通道。
- 对“设定速度限值生效”（r9733[0...2]）的影响：
  在 SS1（≙ STOP B）时，r9733[0...2] 中给出设定值 0。

“Safe Stop 1”的状态

“Safe Stop 1”（SS1）的状态由参数 r9772、r9872、r9773 和 r9774 显示。

您也可通过可配置信息 N01621 显示该功能的状态（通过 p2118 和 p2119 配置）。

10.5.2 带外部停止的 SS1

对于驱动组（例如相互间通过材料建立机械连接的驱动），OFF3 斜坡上的驱动自控制动可能会带来负面影响。使用 SS1E 功能时，选择时尽管会启动安全延时（p9652），但不会触发 OFF3。设定值由上级控制系统给定。控制系统通过安全信息通道接收“已选择 SS1E”的信息。

⚠ 警告

不受监控的轴运行

使用“带外部停止的 Safe Stop 1（时间受控）”功能时，在不受监控的延时期间轴可能不受监控，从而可能引发人员伤亡。

- 轴意外运动造成危险时应采取适当的应对措施，如使用带安全监控功能的制动器。更多信息参见章节“Safe Brake Control (SBC) (页 654)”。

“带 OFF3 的 SS1”与“带外部停止的 SS1”功能的区别

“带 OFF3 的 SS1”与“带外部停止的 SS1”功能的区别在于：

- 为了激活“带外部停止的 Safe Stop 1”，需**额外**设置 p9653 = 1。
- 选择 SS1 后驱动器**不**会沿着 OFF3 斜坡制动，仅会在延迟时间 (p9652) 届满后自动触发 STO/SBC。

10.5.3 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2810 SI Basic Functions - STO (Safe Torque Off), SS1 (Safe Stop 1)
- 2811 SI Basic Functions - STO (Safe Torque Off)，安全脉冲清除

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p1135[0...n] OFF3 斜坡下降时间
- p1217 电机抱闸闭合时间
- p1228 脉冲清除延迟时间
- p9601 SI 驱动集成的功能使能（控制单元）
- p9652 SI Safe Stop 1 延迟时间（控制单元）

- r9772.0...23 CO/BO:SI 状态（控制单元）
- r9773.0...31 CO/BO:SI 状态（控制单元 + 电机模块）
- r9774.0...31 CO/BO:SI 状态（STO 组）

只用于“带外部停止的 Safe Stop 1（时间受控）”

- p9653 SI Safe Stop 1 驱动自控制动响应

10.6 Safe Brake Control (SBC)

“Safe Brake Control”（SBC）用于安全控制按照静止电流原理工作的抱闸，例如电机抱闸（以下简称制动）。

制动的开闭由电机模块/功率模块控制。书本型设备上配备的端子可用于此功能。模块型设备需另行配备一个安全制动继电器（Safe Brake Relay）以支持“Safe Brake Control”功能。装机装柜型设备（产品编号末尾 ...3 起）则需另行配备一个安全制动适配器。在自动配置功率模块时会识别出安全制动继电器，并自动设置制动的类型 (p1278 = 0)。

电机模块/安全制动继电器（SBR）/安全制动适配器（SBA）对制动的控制采用的是安全的双通道技术。

说明

SINAMICS HLA 不支持 SBC

SINAMICS HLA 不支持 Safe Brake Control（SBC）功能。

说明

使用 “Safe Brake Control” 通过继电器控制制动时：

使用 “Safe Brake Control” 功能时，启用继电器/接触器开闭制动可能会导致制动控制中出错。因此通常不会激活此控制方式。

⚠ 警告

不检测机械故障

SBC 不会检测抱闸的机械故障，例如：抱闸磨损过大或机械失灵、抱闸是打开还是闭合，SBC 都不会进行检查。
SBC 可检测出制动线圈内的断线或短路，但只有在抱闸切换状态时，即抱闸打开或闭合时。这可造成人员重伤或死亡。

- 为了识别出机械故障，请使用 Safety Integrated 扩展功能“Safe Brake Test（SBT）”。更多详细信息请参见“SINAMICS Safety Integrated 功能手册”。

SBC 的功能特性

- SBC 在选择“Safe Torque Off”（STO）时执行。
- 和常规制动控制方法不同，SBC 为双通道式控制。
- SBC 基本上不受 p1215 中设置的制动控制运行模式的影响。但是在 p1215 = 0 或 3 时，SBC 失效。

- 该功能必须通过参数使能。
- SBC 可以检测出抱闸在切换状态时发生的电气错误，例如：抱闸绕组短路或断线。

SBC 的使能

“Safe Brake Control”功能可通过参数 p9602 使能。

SBC 功能只能配合 STO 功能使用。无法单独选择 SBC。

双通道式制动控制

说明

抱闸的接线

在装机装柜型电机模块上不能直接连接抱闸。需另行使用一个安全制动适配器。

制动由控制单元控制。闭合制动的信号路径有 2 条。

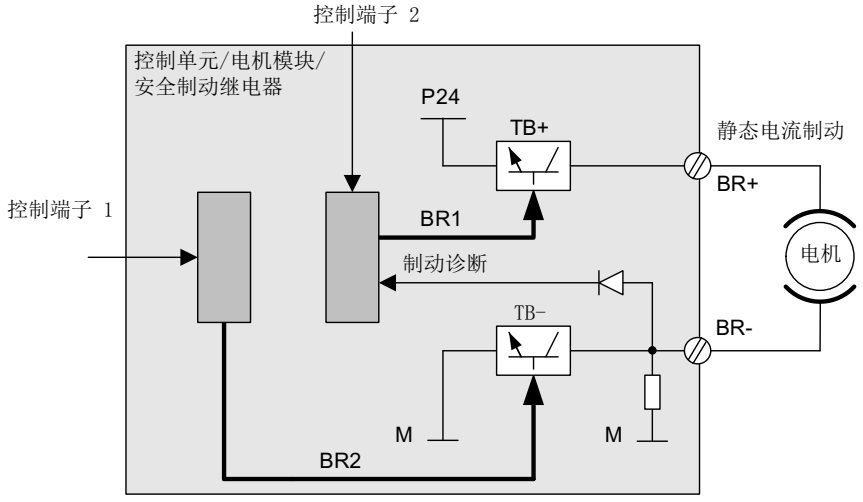


图 10-1　双通道式制动控制 模块型（示例）

当控制单元损坏或出现故障时，电机模块/功率模块会负责执行 SBC，切断制动电流，使制动闭合。

只有在制动切换状态时，例如：打开或闭合时，TB+、TB– 中某个开关的功能故障才会被制动诊断功能发现。

电机模块或控制单元识别出故障时，制动电流会被切断。之后制动闭合，并达到安全状态。

10.6.1 装机装柜型电机模块上的 SBC

该结构形式的设备上使用的制动功率更大，为此需要加装一个安全制动适配器 (SBA)。更多关于 SBA 连接和布线的信息参见功能手册“SINAMICS G130/G150/S120 装机装柜型/S120 机柜型/S150 Safety Integrated”。

通过参数 p9621 可确定通过哪个 DI 将安全制动适配器（Safe Brake Adapter）的继电器（常开触点）反馈信号传送给控制单元。

在控制单元处理应答信号时要考虑 SBA 产生的延时。参数 p9622 预设为 SBA 继电器的延时：

- p9622[0] ≙ 合闸延时
- p9622[1] ≙ 分闸延时

制动后续的工作方式和控制（即进入安全状态）和上文描述的书本型设备的制动类似。

功率单元并联时的“Safe Brake Control”（SBC）

说明

功率单元并联时使用 SBC

当 r9771.14 = 1 时，可以在功率单元并联时使用“Safe Brake Control”（SBC）。

如果您希望在装机装柜型功率单元并联时组合为 SBC 配备 SBA，请注意，一个功率单元上只能连接一个 SBA。通过该功率单元控制 SBA 以及制动。

可通过 2 种方式将该功率单元的信息传送给系统：

- 在首次调试时系统自动识别制动
  - 前提条件：
    - 没有任何 Safety Integrated 功能已使能
    - p1215 = 0 （无电机抱闸装置）
  - 在进行首次调试时 SINAMICS 会检查哪个功率单元上连接了 SBA，发现一个 SBA 后，便将相连功率单元的编号传送到 p7015 中。
    如果系统发现在并联的功率单元上连接了多个 SBA，会输出故障信息 F07935“驱动：电机抱闸配置错误”。
  - 如果装机装柜型功率单元上的一个 DI 可读出 SBA 应答（SBA_DIAG），该 DI 也会自动传送到 p9621 中。
- 手动输入功率单元的信息
  - 手动将接有 SBA 的功率单元的组件号输入到 p7015 中。如果该功率单元上没有连接 SBA，在抱闸控制时会识别故障并输出故障 F01630。
  - 请在参数 p9621（p9621 = 到 r9872.3 的 BICO 互联）中输入读出接入了 SBA 和通过 SBA 应答 (SBA_DIAG) 的功率单元 DI。

说明

拔出制动电缆，进行维修作业

只要制动器没有持续进行冷却或运行，便可以在进行维修作业时，暂时拔出制动的连接电缆，设备不会报错。仅在控制制动时才会在故障情形下输出故障信息 F07935。

10.7 响应时间

SI 基本功能按照监控周期（r9780）执行，PROFIsafe 报文按照相当于两个监控周期的 PROFIsafe 扫描周期处理（PROFIsafe 扫描周期 = 2 × r9780）。

说明

监控周期的当前值（r9780）

在线接入驱动器后，您才可以看到监控周期（r9780）的当前值。但是如果只是要粗略计算出响应时间，可以利用以下值：

p0115[0] = 31.25 µs、62.5 µs 或 125 µs	r9780 = 4 ms
p0115[0] = 250 µs	r9780 = 8 ms
p0115[0] = 400 µs 或 500 µs	r9780 = 16 ms

对表格内容的提示信息

驱动系统是提供安全功能的组件。“无故障驱动系统”这一名称表示提供安全功能的组件自身无故障：

- 驱动系统无故障时的最差值
  出现驱动系统外部的故障时（例如控制系统给定的设定值错误，电机、闭环控制、负载特性导致超出限值，等），能够确保响应时间为“驱动系统无故障时的最差值”。
- 存在故障时的最差值
  驱动系统内部存在故障时（例如功率单元断路路径上存在故障，编码器实际值采集中出错，微处理器（控制单元或电机模块）中出错，等），能够确保响应时间为“存在故障时的最差值”。

10.7.1 通过控制单元和电机模块上的端子控制

下表列出了从端子给出信号到各项 SI 功能作出响应之间的时间。

表格 10-2 SI 功能由控制单元和电机模块上的端子控制时的响应时间

功能	最差值	
	驱动系统正常运行时	存在故障时
STO	2 x r9780 + t_E[1)]	3 x r9780 + t_E[1)]
SBC	4 x r9780 + t_E[1)]	8 x r9780 + t_E[1)]

功能	最差值	
	驱动系统正常运行时	存在故障时
SS1/SS1E（时间受控） 选择（直至开始 STO）	2 x r9780 + p9652 + t_E[1)]	3 x r9780 + p9652 + t_E[1)]
SS1/SS1E（时间受控） 选择（直至开始 SBC）	4 x r9780 + p9652 + t_E[1)]	8 x r9780 + p9652 + t_E[1)]
SS1（时间受控） 选择（在开始制动前）	3 x r9780 + 2 ms + t_E[1)]	4 x r9780 + 2 ms + t_E[1)]

1) 其中的 t_E（使用的数字量输入的去抖时间）：

p9651 = 0	t_E = 2 × p0799（缺省值为 4 ms）
p9651 ≠ 0	t_E = p9651 + p0799 + 1 ms

t_E 的最短时间为 t_E_min = 2 ms。

10.7.2 通过 PROFIsafe 进行控制

下表列出了从控制单元收到 PROFIsafe 报文到各项 SI 功能作出响应之间的时间 1)。

表格 10-3 由 PROFIsafe 控制的安全功能的响应时间

功能	最差值：	
	驱动系统正常运行时	存在故障时
STO	5 x r9780 + t_K[2)]	5 x r9780 + t_K[2)]
SBC	6 x r9780 + t_K[2)]	10 x r9780 + t_K[2)]
SS1/SS1E（时间受控） 选择（直至开始 STO）	5 x r9780 + p9652 + t_K[2)]	5 x r9780 + p9652 + t_K[2)]

功能	最差值：	
	驱动系统正常运行时	存在故障时
SS1/SS1E（时间受控） 选择（直至开始 SBC）	6 x r9780 + p9652 + t_K[2)]	10 x r9780 + p9652 + t_K[2)]
SS1（时间受控） 选择（在开始制动前）	5 x r9780 + 2 ms + t_K[2)]	5 x r9780 + 2 ms + t_K[2)]

1) 表中列出的响应时间是 SINAMICS 内部的响应时间。其中没有包含 F 主机的程序运行时间、PROFIBUS 或 PROFINET 的报文传送时间。在计算 F-CPU 和变频器之间的响应时间时需要注意：通讯中的故障有可能会导致在 PROFIsafe 监控时间（F_WD_Time）届满后才选择安全功能。PROFIsafe 监控时间（F_WD_Time）在故障监控时也考虑在计算之内。

2) t_K 是 SINAMICS 模块内部通讯的时间；t_K 可按如下方式测定：

在等时同步通讯中	t_K = To（关于 To 请参见参数 r2064[4]）
在非等时同步通讯中	t_K = 4 ms （用于不带参数 p2048 或 p8848[3)] 的模块）
	t_K = p2048 或 p8848[3)] 中的值 （用于带有参数 p2048 或 p8848[3)] 的模块）

3) p2048 适用于 IF1 通讯，p8848 适用于 IF2 通讯。

10.7.3 通过 TM54F 控制

下表列出了从 TM54F 给出信号到各项 SI 功能作出响应之间的时间。

表格 10-4 由 TM54F 控制的安全功能的响应时间

功能	最差值：	
	驱动系统正常运行时	存在故障时
STO	3 x r9780 + p10017 + 2 ms	3 x r9780 + p10017 + 2 ms
SBC	4 x r9780 + p10017 + 2 ms	8 x r9780 + p10017 + 2 ms
SS1/SS1E（时间受控） 选择（直至开始 STO）	3 x r9780 + p9652 + p10017 + 2 ms	3 x r9780 + p9652 + p10017 + 2 ms
SS1/SS1E（时间受控） 选择（直至开始 SBC）	4 x r9780 + p9652 + p10017 + 2 ms	8 x r9780 + p9652 + p10017 + 2 ms
SS1（时间受控） 选择（在开始制动前）	3 x r9780 + p10017 + 4 ms	3 x r9780 + p10017 + 4 ms

10.8 通过控制单元和电机模块/功率模块上的端子控制

特性

- 只对于基本功能
- 使用 2 个数字量输入的双通道结构（例如：控制单元/功率单元）
- 控制单元和电机模块上的端子可以设置去抖，避免因干扰信号或测试信号导致故障信息。滤波时间通过参数 p9651 设置。
- 不同结构形式采用不同的端子台
- 装机装柜型功率单元并联时，控制单元上最多 8 个数字量输入（p9620[0...7]）会自动逻辑“与”连接在一起。
- CU310-2 上提供 F-DI 0 供使用

SINAMICS S120 的安全功能端子一览

不同的 SINAMICS S120 功率单元结构的安全功能输入端名称会不同。下表列出了这些名称：

表格 10-5　安全功能输入端子

模块	第 1 断路路径 (p9620[0])	第 2 断路路径（EP 端子）
控制单元 CU320-2	X122.1....6/X132.1…6 DI 0...7/16/17/20/21	–
书本型/紧凑书本型单电机模块	（参见 CU320-2）	X21.3 和 X21.4 （电机模块上）
装机装柜型单轴电机模块 功率模块	（参见 CU320-2）	X41.1 和 X41.2
书本型/紧凑书本型双电机模块	（参见 CU320-2）	X21.3 和 X21.4（电机接口 X1） X22.3 和 X22.4（电机接口 X2） （电机模块上）
使用 CUA31/CUA32 的模块型功率模块	（参见 CU320-2）	X210.3 和 X210.4（CUA31/CUA32 上）
控制单元 CU310-2	X120.3 X121.1...4	X120.4 和 X120.5[1)]
带有 CU310-2 的装机装柜型功率模块	（参见 CU310-2）	X41.1 和 X41.2

模块	第 1 断路路径 (p9620[0])	第 2 断路路径（EP 端子）
使用 CU310-2 的模块型功率模块	（参见 CU310-2）	STO_A 和 STO_B （详细信息参见 SINAMICS S120 AC 驱动手册）
控制器扩展模块 SIMOTION CX32-2	X122.1...6 DI0...3/16/17	–

[1] 注意：在 CU310-2 上，必须将 EP 端子（DI 17）用作一条断路路径。作为第 2 条断路路径可以为任意一个未占用的数字量输入（DI）。

端子相关的更多信息请参见设备手册。

说明

EP 端子的功能

只有当 Safety Integrated 基本功能通过板载端子使能时，才会检测 EP 端子的状态。

双通道结构说明

这些安全功能需要在每个驱动器上通过 2 个端子单独选中或撤销。

- 控制单元断路路径（CU310-2/CU320-2）
  所需输入端子通过 BICO 互联 (BI:选择 p9620[0]）。
- 电机模块/功率模块断路路径（使用 CUA3x 或 CU310-2）
  输入端为“EP”端子（脉冲使能，英语“Enable Pulses”）。

必须在公差时间 p9650 内操作两个端子，否则会输出故障信息。

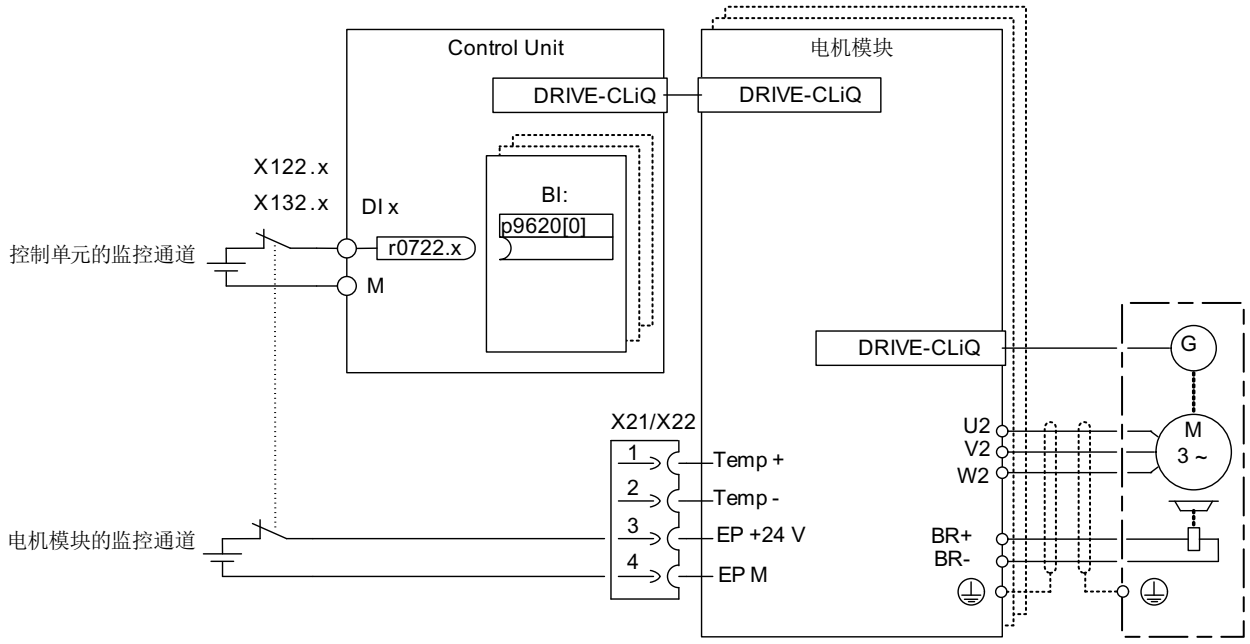


图 10-2　示例：“Safe Torque Off”的端子：以书本型电机模块和 CU320-2 为例

驱动分组（不用于 CU310-2）

为了在多个驱动器上同时触发某个安全功能，必须将相应驱动器的端子按照以下方式分组：

1. 关机回路
   将属于一组的所有驱动的参数 p9620 与 CU320-2 仅有的一个 DI (r0722.x) 相连。
2. 断路路径（使用 CUA3x 的电机模块/功率模块）
   将属于一组的各个电机模块/功率模块的端子连接到 CUA31/CUA32。

说明

分组设置

两个监控通道中的分组必须相同配置（控制单元上的 DI）和接线（EP 端子）。

说明

分组中的 STO 接线

如果在一个驱动器中触发了 STO，同组中的其它驱动器不会自动进入 STO。

在测试关机回路时系统会检查驱动器是否进入了 STO，此时，操作人员要为每一组选择 STO，然后逐个检查驱动器。

示例：端子分组

目标：组别 1（驱动器 1 和 2）和组别 2（驱动器 3 和 4）要实现单独的 STO 控制。为此在控制单元和电机模块中必须执行相同的“Safe Torque Off”分组。

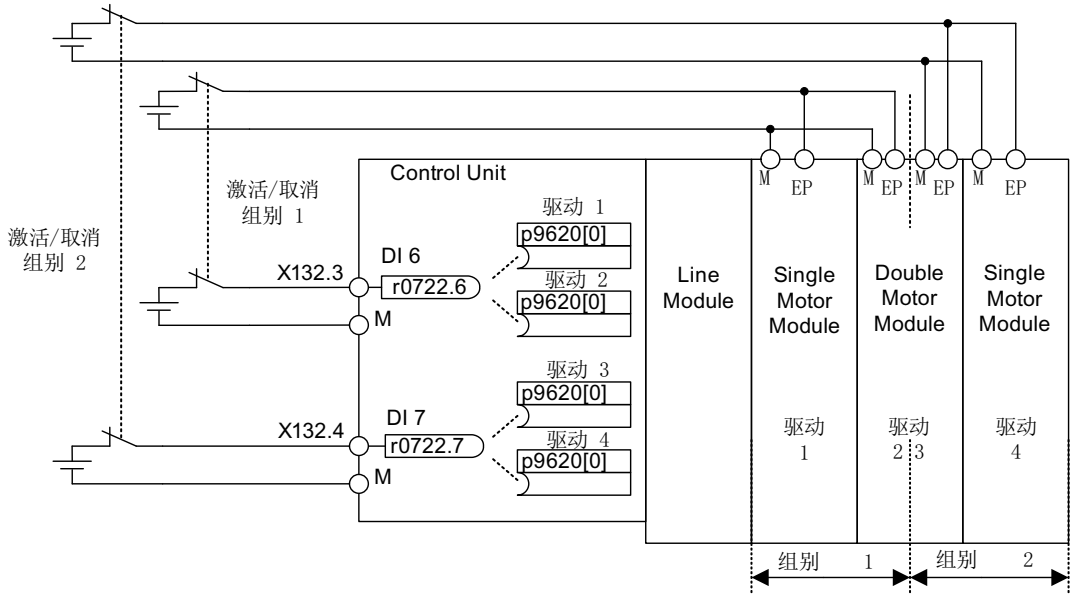


图 10-3　示例：端子分组：以书本型电机模块和 CU320-2 为例

装机装柜型电机模块并联注意事项

装机装柜型电机模块并联时，并联的驱动对象之间构成安全的逻辑“与”连接。p9620 的下标数量等于 p0120 中定义的并联的装机装柜型组件的数量。

10.8.1　两个监控通道的同时性和公差时间

在两个监控通道中，STO 必须同时通过输入端选择或撤销，它只会作用于相应的驱动器。

1 信号：撤销功能

0 信号：选择功能

此时，您可以通过参数来调整机械开关动作产生的延时，如 p9650 可以设置公差时间，即在该时间段内两个监控通道内的安全功能可视为同时选中或同时撤销。

说明

公差时间设置

为了避免误触发故障报警，公差时间要始终比这些输入端上 2 次开关事件（ON/OFF、OFF/ON）的最短相隔时间短。

如果在公差时间内未能成功选择或撤销 STO，交叉校验会检测出该错误并输出故障 F01611（STOP F）。此时，之前在一个通道内已经选中的 STO 会清除脉冲。

说明

开关过程的时间间隔

如果开关动作频繁出现，系统会输出信息 F01611（故障值 1000）。原因取决于控制方式：

- F-DI 上连续出现信号切换。
- 通过 PROFIsafe 连续触发 STO（也作为后续响应）。

在 5 倍的 p9650 时间内，端子上至少要有两个开关过程，通过 PROFIsafe 的时间间隔至少要是 p9650。

有关设置差异时间的详细说明请参考 “SINAMICS S120/S150 参数手册”中的安全信息 C01770 和 F01611。

10.8.2 位模测试

F-DO 的位模测试

变频器通常会立即对 F-DI 的信号变化作出响应，在以下情况下不需要这种响应：一个控制模块通过“位模测试”（明暗测试）来检查它的故障安全输出，检测是否有短路或短接现象。将控制模块的一个 F-DO 和变频器的一个 F-DI 连接在一起后，变频器便对该测试信号作出响应。

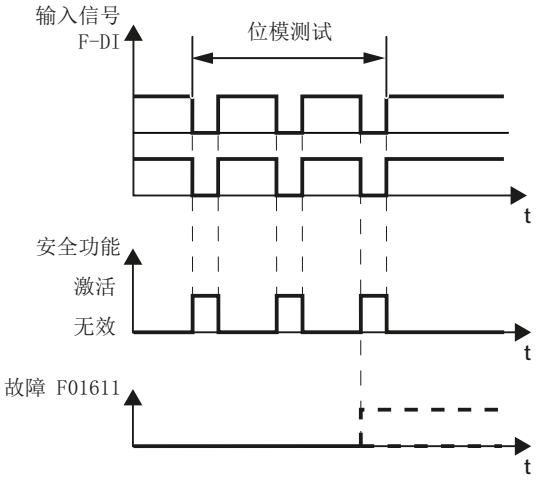


图 10-4 变频器对位模测试作出响应

说明

Safety Integrated 功能意外触发时的去抖时间

如果测试脉冲导致 Safety Integrated 功能意外触发，可借助于 F-DI 输入滤波器（用于基本功能的 p9651）抑制测试脉冲。为此要在 p9651 或 p10017 中输入一个大于测试脉冲持续时间的数值。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p9651 SI STO/SBC/SS1 去抖时间（控制单元）
- p10017 SI Motion 数字量输入的去抖时间（处理器 1）

10.9 通过 TM54F 控制

10.9.1 结构

TM54F 端子模块是一个端子扩展模块，可卡装在符合 DIN EN 60715 的标准导轨上。TM54F 可提供故障安全的数字量输入/输出来控制 Safety Integrated 基本功能并输出 Safety Integrated 基本功能的状态信号。

说明

TM54F DRIVE-CLiQ 支路

- TM54F 必须通过 DRIVE-CLiQ 直接连接到控制单元上。
- 每个控制单元只能通过 DRIVE-CLiQ 连接一个 TM54F。
- 在 TM54F 上可以连接更多的 DRIVE-CLiQ 节点，例如：编码器模块 M 端子模块 TM，但是不能连接更多的 TM54F 模块。电机模块和电源模块不允许连接到一个 TM54F 上。
- 在使用控制单元 CU310-2 时，TM54F 不允许连接到功率模块所在的 DRIVE-CLiQ 支路上。TM54F 只能连接到控制单元上唯一的 DRIVE-CLiQ 插口 X100 上。

表格 10-6 TM54F 端子一览

类型	数量
故障安全数字量输出（F-DO）	4
故障安全数字量输入（F-DI）	10
传感器 1) 电源，可进行潜在故障检查 2)	2
传感器 1) 电源，不可进行潜在故障检查	1
强制潜在故障检查时用于检查 F-DO 的数字量输入	4

1 传感器：用于发出指令和采集信号的故障安全装置，例如急停按钮、安全门开关、限位开关和光栅/光帘。

2) 潜在故障检查：在进行潜在故障检查 (Teststop)，检查传感器、电缆连接和信号分析电子装置时，传感器电源会被 TM54F 接通并切断。

TM54F 上有 4 个 F-DO 和 10 个 F-DI。一个 F-DO 由一个 DC 24 V 输出、一个接地输出、以及一个用于读回开关状态的数字量输入组成。一个 F-DI 由 2 个数字量输入组成。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2890 SI TM54F 一览

10.9.2 故障应答

在排除故障后您可以用以下方式应答 TM54F 输出的故障信息：

- 上电
- 使信号“内部事件应答”输出下降沿，接着在控制单元（“安全故障确认”）上应答故障信息。

10.9.3 F-DI 的功能

描述

一个故障安全输入（F-DI）由 2 个数字量输入组成。在第 2 个数字量输入上还另外引出了光耦合器的阴极 (M)，用于故障安全控制系统的输出端进行接地连接（为此阳极上必须连接 DC 24 V）。

通过参数 p10040 可以确定 F-DI 是作为常闭触点/常闭触点还是作为常闭触点/常开触点工作。每个 F-DI 的状态都可通过参数 r10051 查看。两个驱动对象的位通过逻辑“与”连接，得出相应 F-DI 的状态。

可以用输入滤波器 p10017 上滤掉 F-DO 的测试信号和干扰脉冲，以避免输出不必要的故障信息。

术语解释：

常闭触点/常闭触点：两个输入都必须为“零电平”才可以选中某个安全功能。

常闭触点/常开触点：输入 1 必须为“零电平”，输入 2 必须为“1 电平”，才可以选中某个安全功能。

在监控时间 p10002 内，F-DI 的两个数字量输入的信号必须都变为 p10040 设置的状态。

TM54F 的 F-DI 0 ... 4 必须连接至电源 L1+， F-DI 5 ... 9 必须连接至 L2+，用于进行强制潜在故障检查（更多有关强制潜在故障检查的信息请参见“强制潜在故障检查 (Teststop) (页 642)”一章中的相关描述）。

表格 10-7　SINAMICS S120/S150 参数手册中的 F-DI 一览：

模块	功能图	输入端
TM54F	2893	F-DI 0 ... 4
	2894	F-DI 5 ... 9

F-DI 特性

- 每个 F-DI 有 2 个数字量输入，采用故障安全设计
- 可通过 p10017 设置输入滤波器，滤掉测试信号
- 可通过 p10040 将接口配置为常闭触点/常闭触点或常闭触点/常开触点
- 可通过 r10051 查看状态
- 可通过 p10002 为所有 F-DI 的两个数字量输入设置一致性公差时间

说明

公差时间

公差时间要始终设得比输入端上 2 次开关事件（ON/OFF、OFF/ON）的最短相隔时间短。

- 在第二个数字量输入上另有光耦合器的阴极引出，用于和 F-DO 的接地相连。
- 一个 F-DI 内出现不同的信号状态时，该 F-DI 的两个数字量输入的信号会被冻结为逻辑 0（相当于选中安全功能），直到用参数 p10006 对该 F-DI 进行安全应答。
- 在必要时可以通过 p10002 适当延长检测一个 F-DI 内的两个数字量输入信号状态是否不同的监控时间，以避免信号的切换动作导致不必要的响应，免去后面所需的安全应答。 在该监控时间内，F-DI 的两个数字量输入的信号状态必须相同，否则会输出故障信息 F35151“TM54F：不一致性错误”。该信息需要进行安全应答。

⚠ 警告

关断状态下仍有静态电流，可导致错误的开关状态

与机械开关触点（例如急停开关）不同，半导体开关即使在关断状态下也可能带有静态电流，在数字量输入接线错误时，该电流可能会导致错误的开关状态，从而导致人员伤亡。

- 请遵循在相应的制造商文档中给出的数字量输入/输出的条件。
- 根据 IEC 61131 第 2 部分第 5.2 章 (2008)，只能使用打开状态下最大静态电流为 0.5mA 的输出。

有关该主题的更多信息，请访问网址：安全硬件的参数设置和配置 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/39700013)

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2893 SI TM54F - 故障安全数字量输入 (F-DI 0 … F-DI 4)
- 2894 SI TM54F - 故障安全数字量输入 (F-DI 5 … F-DI 9)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p10002 SI TM54F F-DI 切换信号不一致时间
- p10017 SI TM54F 数字量输入的去抖时间
- p10040 SI TM54F F-DI 输入模式
- r10051.0...9 CO/BO:SI TM54F 数字量输入状态

10.9.4 F-DO 的功能

一个故障安全数字量输出 (F-DO) 由 2 个数字量输出和 1 个在强制潜在故障检查时用于检查开关状态的数字量输入组成。第 1 个数字量输出上连接的是 DC 24 V，第 2 个数字量输出上连接的是电源 X514 (TM54F) 的接地。

每个 F-DO 的状态都可通过参数 r10052 查看。相应 DI 的状态可通过参数 r10053 中读取，该参数只在 TM54F_SL（从站模块 TM54F_SL）上提供。

F-DO 上连接的执行器在特定的前提条件下可在强制潜在故障检查时一同检查。相关内容参见章节“强制潜在故障检查 (Teststop) (页 642)”。

表格 10-8 SINAMICS S120/S150 参数手册中的 F-DO 一览：

模块	功能图	输出	对应的控制输入
TM54F	2895	F-DO 0 ... 3	DI 20 ... 23

F-DO 的信号源

驱动组是具有相同特性的多个驱动器的组合，驱动组通过参数 p10010 和 p10011 设置。

4 个驱动组中的每一个驱动组都有以下信号（p10042 ..., p10045）可以连接到 F-DO 上：

- STO 生效
- SS1 生效
- SS2 生效
- SOS 生效
- SLS 生效
- SSM 反馈生效
- 安全状态
- SOS 已选

- 内部事件
- 生效的 SLS 档位位 0
- 生效的 SLS 档位位 1
- SDI + 生效
- SDI - 生效
- SLP 生效
- 有效 SLP 范围

每个驱动组（下标 0 代表驱动组 1，以此类推）都可以通过 p10039[0...3] 请求以下安全状态信号：

- STO 生效（电源被断开/脉冲被封锁）
- SS1 生效
- SS2 生效
- SOS 生效
- SLS 生效
- SDI + 生效
- SDI - 生效
- SLP 生效

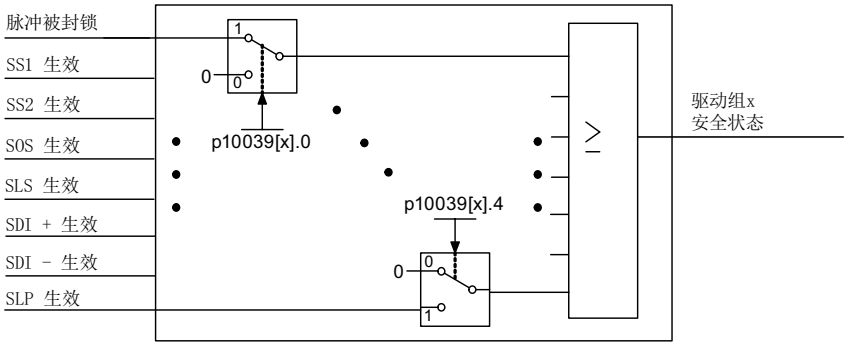


图 10-5　安全状态选择（扩展功能示例）

一个驱动组中各个驱动器的相同信号（高电平有效）逻辑与连接在一起，而通过 p10039 选择的不同信号以逻辑“或”连接在一起。逻辑运算的最后结果得出每个驱动组的“安全状态”。详细信息参见“SINAMICS S120/S150 参数手册”中的功能图 2901（基本功能）或 2906（扩展功能）。

通过参数 p10042[0...5] 到 p10045[0...5] 可以为每个 F-DO 最多连接 6 个信号，这些信号逻辑与连接在一起。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2893 SI TM54F - 故障安全数字量输入 (F-DI 0 … F-DI 4)
- 2894 SI TM54F - 故障安全数字量输入 (F-DI 5 … F-DI 9)
- 2895 SI TM54F - 故障安全数字量输出 (F-DO 0 … F-DO 3)，数字量输入 (DI 20 … DI 23)
- 2900 SI 基本功能 - TM54F 控制接口 (p9601.2/3 = 0 & p9601.6 = 1)
- 2901 SI TM54F - 基本功能，安全状态选择
- 2902 SI TM54F - 基本功能，分配 (F-DO 0 … F-DO 3)
- 2905 SI 扩展功能 - TM54F 控制接口 (p9601.2 = 1 & p9601.3 = 0)
- 2906 SI TM54F - 扩展功能，安全状态选择
- 2907 SI TM54F - 扩展功能，分配 (F-DO 0 … F-DO 3)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p10039[0...3] SI TM54F 安全状态信号选择
- p10042[0...5] SI TM54F F-DO 0 信号源
- p10043[0...5] SI TM54F F-DO 1 信号源
- p10044[0...5] SI TM54F F-DO 2 信号源
- p10045[0...5] SI TM54F F-DO 3 信号源
- r10051.0...9 CO/BO:SI TM54F 数字量输入状态
- r10052.0...3 CO/BO:SI TM54F 数字量输出状态
- r10053.0...3 CO/BO:SI TM54F 数字量输入 20 ... 23 的状态

10.10 调试“STO”、“SBC”和“SS1”功能

10.10.1 Safety 功能调试概述

调试提示

说明

复制安全参数

出于安全技术方面的原因，在调试工具 STARTER 或 SCOUT 的离线模式中，您只能设置控制单元的 Safety 参数。若需对电机模块的 Safety 参数进行设置，请建立与 SINAMICS S120 的离线连接，并使用 Safety 配置初始窗口中的“复制参数”按钮将参数复制到电机模块中。

说明

驱动专用的功能

“STO”、“SBC”和“SS1”功能为驱动专用功能，即必须为每个驱动单独调试这些功能。

说明

电机模块的版本不兼容

如果电机模块中存在不匹配的版本，则在进入 Safety 调试模式 (p0010 = 95) 时，控制单元进行如下响应：

- 输出故障 F01655（SI CU：监控功能调整）。该故障会触发停止响应 OFF2。
- 控制单元通过单独的 Safety 断路路径触发安全脉冲清除。
- 设置了 p1215、p9602 时，电机抱闸闭合。
- 只有在安全功能禁用 (p9601) 后才能应答故障。

安全功能调试的前提条件

- 驱动调试必须已完成。
- 存在非安全脉冲清除，例如通过
  OFF1 = “0” 或 OFF2 = “0”
  连接和设置了电机抱闸时，抱闸必须闭合。
- 必须连接“Safe Torque Off”的端子。
- 使用 SBC 运行时：
  必须将带抱闸的电机连接至电机模块的相应接口。

安全功能批量调试

- 已经上传到 STARTER 中的项目可以传送到其他驱动器中，其中的安全参数设置保持不变。
- 源设备和目标设备的固件版本不同时，可能需要设置设定校验和（p9799，p9899）。此时会显示故障 F01650（故障值：1000）和 F30650（故障值：1000）。
- 在将项目下载至目标设备后必须进行验收测试（参见“验收测试和验收报告”章节）。此时会显示故障 F01650（故障值：2004）。

说明

下载项目后的保存操作

下载了项目后必须将该项目非易失性存储在存储卡上（从 RAM 复制到 ROM）。

换入固件版本更高的电机模块

- 电机模块发生故障后，可在电机模块备件上安装更新的固件版本。
- 旧有设备和备件的固件版本不同时，可能需要设置设定校验和（p9899），见下表。此时会显示故障 F30650（故障值：1000）。

编号	参数	说明和注释
1	p0010 = 95	设置 Safety Integrated 调试模式。
2	p9761 = “值”	输入 Safety 密码。
3	p9899 = “r9898”	设置电机模块上的设定校验和。
4	p0010 ≠ 95	退出 Safety Integrated 调试模式。
5	POWER ON	执行 POWER ON。

使用 STARTER 的 Safety 窗口设置设定校验和：

1. Change settings →
2. Enter password →
3. Activate settings
   在“Activate settings”后校验和将自动匹配。

10.10.2 通过直接访问参数进行调试

请按照以下步骤通过端子调试功能“STO”、“SBC”和“SS1”：

表格 10-9 调试“STO”、“SBC”和“SS1”功能

编号	参数	说明和注释
1	p0010 = 95	**设置 Safety Integrated 调试模式。** ● 输出以下报警和故障： – A01698 (SI CU:当前处于调试模式） 仅对于首次调试： – F01650 (SI CU:要求进行验收测试）故障值 = 130（电机模块的 Safety 参数不存在）。 – F30650 (SI MM:要求进行验收测试），故障值 = 130（电机模块的 Safety 参数不存在）。 验收测试和验收记录参见第 17 步。 ● 脉冲被安全删除。 ● 现有的已经设置的电机抱闸已闭合。 ● 在该模式中首次更改 Safety 参数时会输出故障 F01650 或 F30650，故障值 = 2003。 该特性适用于 Safety 调试的整个周期，即在 Safety 调试模式中无法选择/取消 STO，因为在此期间始终会强制执行安全的脉冲清除。
2	p9761 = “值”	**输入 Safety 口令。** 在首次调试 Safety Integrated 时： ● Safety 口令 = 0 ● p9761 缺省设置 = 0 即首次调试时不需设置 Safety 口令。
3	p9601.0 = 1	**激活 “Safe Torque Off”(STO) 功能。**
4	p9602 = 1	**激活 “Safe Brake Control”(SBC) 功能。** ● SBC 无法单独使用，只能和 STO 或 SS1 功能组合使用。
5	p9652 > 0	**激活 “Safe Stop 1”(SS1) 功能。** ● 只有在至少激活了一个 Safety 监控功能时（即 p9601 ≠ 0），“Safe Stop 1” 功能才生效。

编号	参数	说明和注释
6	p9620 = “CU 上的快速 DI” 端子“EP”	**设置 “Safe Torque Off（STO）” 的端子。** 连接电机模块上的端子 “EP（脉冲使能）” ● 控制单元监控通道： 正确连接单个驱动上的 BI：p9620 后，可以： – 选择/取消 STO – STO 端子分组 ● 电机模块监控通道： 正确连接单个电机模块上的端子“EP”后，可以： – 选择/取消 STO – STO 端子分组 **提示：** STO 端子分组必须在两个监控通道中按同样方式进行。
7	p9650 = “值”	**设置 F-DI 切换的公差时间。** 控制单元上 F-DI 切换的公差时间 ● 在退出 Safety 调试模式后才能接收参数更改（即设置 p0010 ≠ 95 时）。 ● 由于两个监控通道中运行时间不同，F-DI 切换（例如选择或取消 STO）无法同时生效。在 F-DI 切换后的公差时间内不会进行动态数据的交叉比较。
8	p9651 = “值”	用于控制 STO/SBC/SS1 的**故障安全数字量输入的去抖时间**
9	p9658 = “值”	**设置 STOP F 到 STOP A 的过渡时间。** ● STOP F 是交叉数据比较受到影响时，由故障 F01611 或 F30611（SI：在一条监控通道中出现故障）。标准配置下 STOP F “不触发停止响应”。 ● 超出设置的时间后 STOP A（立即执行 Safety 脉冲清除）由故障 F01600 或 F30600（SI：STOP A 已触发。 p9658 的缺省设置为 0，即标准配置下 STOP F 下会无延迟地过渡到 STOP A。
10	p9659 = “值”	**设置执行 Safety 断路路径强制检查和测试的时间。** ● 该时间届满后，报警 A01699（SI CU：要求测试断路路径），要求用户进行断路路径测试（即选择/取消 STO）。 ● 调试人员可更改执行 Safety 断路路径强制检查和测试的时间。
11	p9762 = “值” p9763 = “值”	**设置新 Safety 口令。** 输入新口令。 确认新口令。 ● 新口令在 p9762 中输入并在 p9763 中确认后才生效。 ● 以后必须在 p9761 中输入新口令，才能修改 Safety 参数。 ● 修改 Safety 口令时无需调整校验和。

编号	参数	说明和注释
12	p9621 = “值” p9622[0...1] = “值”	**设置安全制动适配器的参数** • 通过 p9621 设置安全制动适配器的信号源。 • 通过 p9622 设置接通和关闭安全制动适配器继电器的等待时间。
13	p9700 = 57 hex p9701 = DC hex	**保存并复制 Safety Integrated 参数。** 设置了 Safety Integrated 功能的专用参数后，这些参数必须由控制单元复制到电机/功率模块中并在电机/功率模块中激活： • p9700 SI Motion 复制功能 • p9701 SI Motion 确认数据修改
14	p0010 = 0	**退出 Safety Integrated 调试模式。** • 至少一个 Safety 监控功能 (p9601 ≠ 0) 被激活时，会检查校验和： 如果控制单元上的校验和没有正确设置，则输出故障 F01650（SI CU：要求进行验收测试），故障代码 2000，并且无法退出 Safety 调试模式。 如果电机模块上的校验和没有进行正确设置，则输出故障 F01650（SI CU：要求进行验收测试），故障代码 2001，并且无法退出 Safety 调试模式。 • 如果未激活 Safety 监控功能 (p9601 ≠ 0)，则不进行校验和检查退出 Safety 调试模式。 在退出 Safety 调试模式时会进行以下操作： • 在首次调试后必须执行上电，系统会通过信息 A01693 显示。
15	p0971 = 1 p0977 = 1	所有驱动参数（整个驱动组或仅单轴）必须手动从 RAM 备份至 ROM。这些数据不会自动存储！
16	上电	**执行上电**。 在调试后必须执行上电（POWER ON）复位。
17	-	**执行验收测试并填写验收报告**。 在 Safety 调试完成后调试人员必须对已经激活的 Safety 监控功能进行验收测试。 并将验收测试的结果记录在验收报告中。

10.10.3 SI 故障信息

Safety Integrated 基本功能输出的故障信息保存在缺省信息缓冲器中，您可以从中查看。

Safety Integrated 基本功能故障会触发以下停止响应：

表格 10-10 Safety Integrated 基本功能的停止响应

停止响应	触发条件	操作	结果
STOP A 无法应答	所有无法通过脉冲清除应答的 Safety 故障	通过各监控通道的断路路径触发安全脉冲清除。带 SBC 时： 闭合抱闸。	电机缓慢停转或被抱闸制动。
STOP A	所有可应答 Safety 故障 作为 STOP F 的后续响应		
	STOP A 符合 EN 60204-1 的 0 类停机。 使用 STOP A 时，电机转矩由“Safe Torque Off（STO）”功能直接关断。 这样可以防止电机在静态下意外启动。 而运行中的电机则缓慢转动直至停止。可以通过使用外部制动装置，例如抱闸或运行制动防止电机转动。 STOP A 激活时，STO 功能生效。		
STOP F	在交叉数据检查中出错时	过渡到 STOP A	选择了一项 SI 功能时，可设置带延时的 STOP A（出厂设置不带延时）
	STOP F 固定配有交叉数据检查(KDV)。从而识别监控通道中的故障。 STOP F 后触发 STOP A。 STOP A 激活时，“Safe Torque Off (STO)” 功能生效。		

⚠ 警告

轴意外运动可引发生命危险

对于垂直轴和牵引负载，在触发 STOP A/F 时存在轴不受控制运行的危险。这可能会造成人员重伤或死亡。

- 出现危险情况时，应采取适当的应对措施，如使用带安全监控功能的制动器。更多信息参见章节“Safe Brake Control (SBC) (页 654)”。

Safety 故障应答

有多种方法可用于应答 Safety 故障（详细信息参见 SINAMICS S120 STARTER 调试手册）：

1. Safety Integrated 基本功能故障必须如下进行应答：
   - 排除故障原因。
   - 撤销“Safe Torque Off”（STO）。
   - 确认故障。

   在关闭 Safety 功能后退出 Safety 调试模式（即在 p9601 = 0 时将 p0010 设为不等于 95 的值），之后可对所有 Safety 故障进行应答。
   重新设置 Safety 调试模式（p0010 = 95）后，之前存在的故障重新出现。
2. 上级控制器通过 PROFIsafe 报文（STW 位 7）置位信号“内部事件应答”，该信号的下降沿会复位状态“内部事件”，进而应答故障信息。

说明

同所有其它故障信息一样，SI 故障信息也可通过给驱动器重新上电来应答。

但是如果没有实际排除故障，驱动器启动后故障信息还会再次出现。

故障和报警说明

说明

SINAMICS Safety Integrated 的故障和报警的详细信息请参见 SINAMICS S120/S150 参数手册。

10.11 验收测试和验收报告

说明

STARTER 中的验收测试功能项

在 Safety Integrated 功能调试后可在 STARTER 中建立验收报告模板，其中包含需要记录的参数（参见 STARTER > “Drive unit” > “Documentation”）。

用途

说明

验收责任

验收测试由机器制造商负责执行和记录：对单个安全功能执行验收测试和进行记录的相关信息请参见“验收测试 (页 688)”章节。

10.11.1 验收测试的结构

授权人员，验收报告

每项 SI 功能的测试必须由授权人员进行，并由该人员出具验收报告。 报告必须由执行验收测试的人员签字。 必须设置密码来防止非法访问安全参数，设置密码这一步骤必须明确地记录在验收报告中，但是密码本身不要记录下来。 在本文中，“授权人员”指由设备厂商指定、经过专业学习具有专业知识、能够正确地执行验收测试的人员。

说明

其他信息

- 必须注意章节“调试“STO”、“SBC”和 “SS1”功能 (页 673)”中的信息。
- 下面的验收报告是我们推荐的格式，仅供参考。
- 电子版的验收报告模板请从当地的西门子办事处获取。

说明

PFH 值

- SINAMICS S120 安全组件的 PFH 值参见：
  http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/76254308
- 所有来自西门子公司的安全组件的 PFH 值均在 “Safety Evaluation Tool” 中，参见：
  www.siemens.de/safety-evaluation-tool

验收测试的必要性

在设备上进行 Safety Integrated 功能的首次调试时，需要执行完整的验收测试（根据本章节中的描述）。 必须在每台驱动上执行验收测试。 而在完成安全功能的扩展、将参数设置批量传送到其它设备、硬件更换和软件升级后，您可以进行简化的验收测试，它包含的测试项目相对较少。 下文归纳了执行验收测试的前提条件，指出何时进行完整/简化的验收测试。

验收测试的前提条件

- 设备已正确接线。
- 所有安全装置（例如防护门监控、光帘、急停开关等）都已连接且就绪。
- 开环和闭环控制已经调试完毕，否则例如驱动闭环控制的动态特性改变可能会引起制动距离的变化。 其中包括例如：
  - 设定值通道的设置
  - 上一级控制系统中的位置控制
  - 驱动闭环控制

10.11.1.1 完整验收测试包含的项目

A) 文档

包含安全功能的设备文档

1. 设备说明和一览图
2. 控制器（如果有）数据
3. 配置图
4. 功能表：
   - 生效的监控功能，取决于设备的工作方式和防护门，
   - 其他带有安全功能的传感装置，
   - 该表格是配置工作的目标或结果。

5. 每个驱动的 SI 功能
6. 安全设备的数据

B) 安全功能的功能测试

对驱动器使用的安全功能进行详细的功能检查，在某些功能中要用 Trace 记录某些参数，具体步骤在验收测试 (页 688)一节中详细说明。

在测试 STO、SS1 和 SBC 功能时不可采用跟踪（Trace）记录。

C) 强制潜在故障检查的功能测试

在每个驱动上对安全功能的强制潜在故障检查进行检验（对于每种控制方式）。

- 测试驱动器上的安全功能的强制检查
  - 使用基本功能时，先选中 STO，再撤销 STO。
  - 使用扩展功能时，必须执行强制潜在故障检查。

D) 撰写报告

记录下调试状态并签字

1. 检查安全参数
2. 记录下每台驱动器的校验和
3. 设定安全参数的保护口令，并记录下该步骤，但不要在报告中写下口令！
4. 从 RAM 保存到 ROM，将项目上传至 STARTER 并保存项目
5. 会签

10.11.1.2 简化验收测试包含的项目

A) 文档

包含安全功能的设备文档

1. 硬件数据的补充或修改
2. 软件数据的补充或修改（版本信息）
3. 配置图的补充或修改
4. 功能表的补充或修改：
   - 生效的监控功能，取决于设备的工作方式和防护门
   - 其他带有安全功能的传感装置
   - 该表格应反映配置工作的目标或结果
5. 每台驱动器上安全功能的补充或修改
6. 安全设备信息的补充或修改

B) 安全功能的功能测试

对驱动器使用的安全功能进行详细的功能检查，在某些功能中要用 Trace 记录某些参数，具体步骤在验收测试 (页 688)一节中详细说明。

如果安全功能的参数没有被修改，可以跳过功能测试。如果只有某些安全功能的参数被修改，只要针对该功能重新进行验收测试。

在测试 STO、SS1 和 SBC 功能时不可采用跟踪（Trace）记录。

C) 强制潜在故障检查的功能测试

在每个驱动上对安全功能的强制潜在故障检查进行检验（对于每种控制方式）。

- 测试驱动器上的安全功能的强制检查
  - 使用基本功能时，先选中 STO，再撤销 STO。
  - 使用扩展功能时，必须执行强制潜在故障检查。

D) 实际值检测的功能测试

1. 实际值检测的常规测试
   - 在更换硬件后首先给系统上电，然后在两个方向上短时间运行驱动器。

   ⚠ 警告

   验收测试时轴运动可引发生命危险

   运行时电机转动。

   - 因此，执行验收测试时应采取适当的措施确保无人员停留在危险区域。

2. 检查安全实际值检测是否能正常工作
   - 只有在使用扩展功能时需要进行此项测试
   - 激活运动监控功能（如 SLS 或带回差的 SSM），使驱动在两个方向上短时间运行。

E) 撰写报告

记录下调试状态并签字

1. 补充每台驱动器的校验和
2. 会签

10.11.1.3 特定操作下需要进行的验收测试项目

特定操作下需要进行的简化验收测试项目

下表以简化验收测试包含的项目 (页 682)章节为依据。

表格 10-11 特定操作下需要进行的简化验收测试项目

措施	A) 文档	B) 安全功能的功能测试	C) 强制潜在故障检查的功能测试	D) 实际值检测的功能测试	E) 撰写报告
更换控制单元/功率单元的硬件	是，进行第 1 项和第 2 项测试	否	是，仅第 1 项测试	是，仅第 1 项测试	是
更换功率模块或安全制动继电器 (Safe Brake Relay)	是，进行第 1 项和第 2 项测试	是，进行第 1 项、第 2 项和第 3 项测试	是，仅第 1 项测试	是，仅第 1 项测试	是
固件升级（控制单元/功率单元/编码器模块）	是，仅第 2 项测试	是，当使用了新的安全功能时	是	是，仅第 1 项测试	是
修改某个安全功能的某个参数（如 SLS 限值）	是，进行第 4 项和第 5 项测试	是，测试被修改的功能	否	是	是
将项目传送到其他设备上（即批量调试）	是	是，但仅需要检查安全功能能否正确选中	是	是	是
Simotion D 中的新的固件版本	是，仅第 2 项测试	是，当使用了新的安全功能时	是	是，仅第 1 项测试	是

10.11.2 安全日志

“Safety 日志”功能用于识别 Safety 参数更改，这些更改会影响相应的 CRC 校验和。CRC 校验和只有在 p9601 > 0 时（即：使能控制单元/电机模块上的安全功能）才会计算。

通过 SI 参数的 CRC 变化识别数据更改。每个需要生效的 SI 参数更改都需要首先更改设定 CRC，这样在驱动运行时便不会输出 SI 故障信息。除了功能性更改外，硬件更换伴随的安全功能更改也会反映在 CRC 校验和中。

Safety 日志会记录以下更改：

- 功能性更改，记录在 CRC 校验和 r9781[0]中：
  - 基本安全功能的 CRC 校验和（p9799，控制单元安全参数的目标校验和），针对特定轴
  - 驱动集成的功能使能（p9601）

10.11.3 文档

10.11.3.1 设备说明和一览图

名称	
类型	
序列号	
制造商	
最终用户	
电气轴	
其他轴	

主轴	
设备一览图	

控制单元 参数		固件版本	-
		r0018 =	-
电机模块 参数	**驱动号**	**固件版本**	**安全功能版本**
		-	r9770 =
		r0128 =	r9870 =
		r0128 =	r9870 =
		r0128 =	r9870 =
		r0128 =	r9870 =
		r0128 =	r9870 =
		r0128 =	r9870 =
	驱动号	**SI 监控周期 控制单元**	**SI 监控周期 电机模块**

电机模块 参数		r9780 =	r9880 =
		r9780 =	r9880 =
		r9780 =	r9880 =
		r9780 =	r9880 =
		r9780 =	r9880 =
		r9780 =	r9880 =
Safety Integrated 的校验和			
基本功能	**驱动号**	**安全参数的目标校验和（控制单元）**	**安全参数的目标校验和（电机模块）**
		p9799 =	p9899 =

10.11.3.2 每个驱动的 SI 功能

驱动号	安全功能

0	示例：STO 端子布线（防护门，急停），STO 端子分组，垂直轴抱闸等。
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
22	
23	

10.11.4 验收测试

10.11.4.1 验收测试概述

说明

执行验收测试的前提条件

对安全功能进行验收测试时，要尽量使用设备允许的最大速度和最大加速度进行测试，这样可以确定设备需要的最长制动距离和制动时间。

说明

非关键报警

在检测报警缓冲器时您可以忽略以下报警：

- A01697 SI Motion：需要进行运动监控测试
- A01796 SI Motion CU:等待通讯

这些报警在每次系统启动后都会出现，不是关键报警。 您无需将这些报警记录到验收报告中。

10.11.4.2 “Safe Torque Off”的验收测试（基本功能）

编号	描述	状态
注： 您需要为设置的每种安全功能控制方式执行验收测试。 控制方式有：TM54F、机载端子 (CU310-2) 或 PROFIsafe。		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态（p0010 = 0）	
	• STO 功能已使能（板载端子/PROFIsafe/TM54F）	
	• 没有安全故障信息或报警信息 (r0945[0...7], r2122[0...7])；请注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
	• STO 由端子控制时：r9772.17 = 0 (表明 STO 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子撤销）	
	• STO 由 PROFIsafe 控制时：r9772.20 = 0(表明 STO 被 PROFIsafe 撤销）	
	• r9773.0 = r9773.1 = 0（STO 未选择且无效 – 驱动）	
	• r9774.0 = r9774.1 = 0（表明驱动组上 STO 被撤销，变为无效），该项只针对驱动器分组的情况	
2.	运行驱动器	
	• 检查驱动器是否运行。	
	在此期间选择 STO，核实以下项目：	
	• 驱动器缓慢转动停止，被机械制动停止，电机轴被抱紧。	
	• 没有安全故障信息和报警信息（r0945[0...7], r2122[0...7]）	
	• STO 由端子控制时，r9772.17 = 1 (表明 STO 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子选中）	
	• STO 由 PROFIsafe 控制时，r9772.20 = 1(表明 STO 被 PROFIsafe 选中）	
	• r9773.0 = r9773.1 = 1（STO 已选择且生效 – 驱动）	
	• r9774.0 = r9774.1 = 1（表明驱动组上 STO 被选中且生效），该项只针对驱动器分组的情况	

编号	描述	状态
3.	撤销 STO，然后核实以下项目：	
	• 没有安全故障信息和报警信息（r0945[0...7], r2122[0...7]）	
	• STO 由端子控制时：r9772.17 = 0 (表明 STO 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子撤销）	
	• STO 由 PROFIsafe 控制时：r9772.20 = 0(表明 STO 被 PROFIsafe 撤销）	
	• r9773.0 = r9773.1 = 0（表明驱动器上 STO 被撤销，变为无效）	
	• r9774.0 = r9774.1 = 0（表明驱动组上 STO 被撤销，变为无效），该项只针对驱动器分组的情况	
4.	运行驱动器。检查驱动器是否运行。	

10.11.4.3 “Safe Stop 1”的验收测试（基本功能）

编号	描述	状态
注： 您需要为设置的每种安全功能控制方式执行验收测试。 控制方式有：TM54F、机载端子 (CU310-2) 或 PROFIsafe。		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态 (p0010 = 0)	
	• STO 功能已使能（板载端子/PROFIsafe/TM54F）	
	• SS1 功能已使能（p9652 > 0）	
	• 仅适用于“带外部停止的 SS1” p9653 = 1	
	• 没有安全故障信息或报警信息 (r0945[0...7], r2122[0...7])；请注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
	• SS1 由端子控制时：r9772.22 = 0（表明 SS1 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子撤销）	
	• SS1 由 PROFIsafe 控制时：r9772.23 = 0（表明 SS1 被 PROFIsafe 撤销）	
	• r9773.0 = r9773.1 = 0（表明驱动器上 STO 被撤销，变为无效）	
	• r9773.5 = r9773.6 = 0（表明驱动器上 SS1 被撤销，变为无效）	
	• r9774.0 = r9774.1 = 0（表明驱动组上 STO 被撤销，变为无效），该项只针对驱动器分组的情况	
	• r9774.5 = r9774.6 = 0（表明驱动组上 SS1 被撤销，变为无效），该项只针对驱动器分组的情况	

编号	描述	状态
2.	运行驱动器	
	检查驱动器是否运行。	
	在此期间选择 SS1，核实以下项目：	
	• 驱动器沿着 OFF3 斜坡（p1135）减速制动（不在带外部停止的 SS1 时）	
	SS1 延迟时间 (p9652) 届满前必须为：	
	• SS1 由端子控制时：r9772.22 = 1（表明 SS1 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子选中）	
	• SS1 由 PROFIsafe 控制时：r9772.23 = 1（表明 SS1 被 PROFIsafe 选中）	
	• r9773.0 = r9773.1 = 0（表明驱动器上 STO 被撤销，变为无效）	
	• r9773.5 = r9773.6 = 1（表明驱动器上的 SS1 已被选中且生效）	
	• r9774.0 = r9774.1 = 0（表明驱动组上 STO 被撤销，变为无效），该项只针对驱动器分组的情况	
	• r9774.5 = r9774.6 = 1（表明驱动组上 SS1 被选中且生效），该项只针对驱动器分组的情况	
	SS1 延迟时间 (p9652) 届满后触发 STO。	
	• 没有安全故障信息和报警信息（r0945[0...7], r2122[0...7]）	
	• r9773.0 = r9773.1 = 1（STO 已选择且生效 – 驱动）	
	• r9773.5 = r9773.6 = 1（表明驱动器上的 SS1 已被选中且生效）	
	• r9774.0 = r9774.1 = 1（表明驱动组上 STO 被选中且生效），该项只针对驱动器分组的情况	
	• r9774.5 = r9774.6 = 1（表明驱动组上 SS1 被选中且生效），该项只针对驱动器分组的情况	
3.	撤销 SS1	
	• 没有安全故障信息和报警信息（r0945[0...7], r2122[0...7]）	
	• SS1 由端子控制时：r9772.22 = 0（表明 SS1 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子撤销）	
	• SS1 由 PROFIsafe 控制时：r9772.23 = 0（表明 SS1 被 PROFIsafe 撤销）	
	• r9773.0 = r9773.1 = 0（表明驱动器上 STO 被撤销，变为无效）	
	• r9773.5 = r9773.6 = 0（表明驱动器上 SS1 被撤销，变为无效）	
	• r9774.0 = r9774.1 = 0（表明驱动组上 STO 被撤销，变为无效），该项只针对驱动器分组的情况	
	• r9774.5 = r9774.6 = 0（表明驱动组上 SS1 被撤销，变为无效），该项只针对驱动器分组的情况	
4.	运行驱动器。检查驱动器是否运行。	

10.11.4.4 “Safe Brake Control”的验收测试（基本功能）

编号	描述	状态
注： 您需要为设置的每种安全功能控制方式执行验收测试。 控制方式有：TM54F、机载端子 (CU310-2) 或 PROFIsafe。		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态（p0010 = 0）	
	• STO 功能已使能（板载端子/PROFIsafe/TM54F）	
	• SBC 功能已使能（p9602 = 1）	
	• “如顺序控制一样工作的制动”或制动器已经打开(p1215 = 1 或 p1215 = 2)	
	• 没有安全故障信息或报警信息 (r0945[0...7], r2122[0...7])；请注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
	• r9773.4 = 0（驱动器没有发出 SBC 请求）	
	• r9774.4 = 0（驱动组没有发出 SBC 请求）；该项只针对驱动器分组的情况	
	• r9773.1 = 0（STO 无效 - 驱动）	
	• r9774.1 = 0（STO 无效-驱动组）；该项只针对驱动器分组的情况	
2.	运行驱动器，如果制动器闭合，要打开制动器	
	• 检查驱动器是否运行。	
	在此期间选择 STO/SS1，核实以下事项：	
	• 制动器已闭合（如果选择的是 SS1，驱动器会事先沿着 OFF3 斜坡制动）	
	• 没有安全故障信息和报警信息（r0945[0...7], r2122[0...7]）	
	• r9773.4 = 1（驱动器没有发出 SBC 请求）	
	• r9774.4 = 1（驱动组没有发出 SBC 请求）；该项只针对驱动器分组的情况	
	• r9773.1 = 1（STO 无效 - 驱动）	
	• r9774.1 = 1（STO 无效-驱动组）；该项只针对驱动器分组的情况	
3.	撤销 STO，然后核实以下项目：	
	• 没有安全故障信息和报警信息（r0945[0...7], r2122[0...7]）	
	• r9773.4 = 0（驱动器没有发出 SBC 请求）	
	• r9774.4 = 0（驱动组没有发出 SBC 请求）；该项只针对驱动器分组的情况	
	• r9773.1 = 0（STO 无效 - 驱动）	
	• r9774.1 = 0（STO 无效-驱动组）；该项只针对驱动器分组的情况	
4.	运行驱动器。检查驱动器是否运行。	

10.11.5 撰写报告

SI 参数

	检查设定值？	
	是	否
控制单元		
电机模块		

校验和

基本功能			
驱动名称	驱动号	安全参数的目标校验和（控制单元）	安全参数的目标校验和（电机模块）
		p9799 =	p9899 =
		p9799 =	p9899 =
		p9799 =	p9899 =
		p9799 =	p9899 =
		p9799 =	p9899 =
		p9799 =	p9899 =

驱动名称	驱动号	安全参数的目标校验和（控制单元）	安全参数的目标校验和（电机模块）
		p9399[0] = p9399[1] =	p9729[0] = p9729[1] = p9729[2] =
		p9399[0] = p9399[1] =	p9729[0] = p9729[1] = p9729[2] =
		p9399[0] = p9399[1] =	p9729[0] = p9729[1] = p9729[2] =

驱动名称	驱动号	安全参数的目标校验和（控制单元）	安全参数的目标校验和（电机模块）
		p9399[0] = p9399[1] =	p9729[0] = p9729[1] = p9729[2] =
		p9399[0] = p9399[1] =	p9729[0] = p9729[1] = p9729[2] =
		p9399[0] = p9399[1] =	p9729[0] = p9729[1] = p9729[2] =

安全日志

	功能 1)
反映安全参数功能变化的校验和	r9781[0] =
反映硬件变化的校验和	r9781[1] =
反映安全参数功能变化的时间戳	r9782[0] =
反映硬件变化的时间戳	r9782[1] =

1)该参数可在控制单元的专家参数表查看。

数据备份

	存储介质			保存地点
	类型	名称	日期	
参数				
PLC 程序				
电气原理图				

会签

调试人员

确认上述测试和检查的专业性。

日期	名称	公司/部门	签字

机械制造商

确认上述参数设置的正确性。

日期	名称	公司/部门	签字

10.12 参数与功能图一览

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2800 SI 基本功能；参数管理器
- 2802 基本功能，监控和故障/报警
- 2804 SI 基本功能 - SI CU、MM、CU+MM 状态和 STO 状态组
- 2806 SI 基本功能 - S_STW1/2 安全控制字 1/2，S_ZSW1/2 安全状态字 1/2
- 2810 SI 基本功能 - STO (Safe Torque Off), SS1 (Safe Stop 1)
- 2811 SI 基本功能 - STO (Safe Torque Off)，安全脉冲清除
- 2814 SI 基本功能、SBC (Safe Brake Control)、SBA (Safe Brake Adapter)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

表格 10-12 Safety Integrated 参数

参数	名称	可在以下状态下更改
p9601	SI 安全功能使能	Safety Integrated 调试（p0010 = 95）
p9602	SI 安全制动控制使能	
p9610	SI PROFIsafe 地址（控制单元）	
p9620	SI Safe Torque Off 信号源	
p9650	SI F-DI 切换公差时间（电机模块）	
p9651	SI STO/SBC/SS1 去抖时间（控制单元）	
p9652	SI Safe Stop 1 延迟时间	
p9658	SI STOP F 到 STOP A 的过渡时间	
p9659	SI 强制潜在故障检查定时器	
p9761	输入 SI 密码	在各种运行状态下
p9762	新 SI 密码	Safety Integrated 调试（p0010 = 95）
p9763	确认 SI 密码	
r9770[0...2]	SI 驱动中独立运行的安全功能的版本	-
r9771	SI 共有功能	-
r9772	SI CO/BO：状态	-
r9773	SI CO/BO：状态（控制单元 + 电机模块）	-
r9774	SI CO/BO：状态（Safe Torque Off 组）	-

参数	名称	可在以下状态下更改
r9780	SI 监控周期	-
r9794	SI 交叉校验列表	-
r9795	SI STOP F 诊断	-
r9798	SI SI 参数的实际校验和	-
p9799	SI SI 参数的设定校验和	Safety Integrated 调试（p0010 = 95）
p10039[0...3]	SI TM54F 安全状态信号选择	
p10040	SI TM54F F-DI 输入模式	
p10041	SI TM54F F-DI 测试使能	
p10042[0...5]	SI TM54F F-DO 0 信号源	
p10043[0...5]	SI TM54F F-DO 1 信号源	
p10044[0...5]	SI TM54F F-DO 2 信号源	
p10045[0...5]	SI TM54F F-DO 3 信号源	
p10046	SI TM54F F-DO 的反馈输入激活	
p10047[0...3]	SI TM54F F-DO 强制潜在故障检查模式	
p10048	SI TM54F F-DI F-DO 强制潜在故障检查配置	
r10051.0...9	CO/BO：SI TM54F 数字量输入状态	
r10052.0...3	CO/BO：SI TM54F 数字量输出状态	
r10053.0...3	CO/BO：SI TM54F 数字量输入 20 ... 23 的状态	
r10054	SI TM54F 故障安全事件激活	
r10055	SI TM54F 驱动专用的通讯状态	
r10056.0	CO/BO：SI TM54F 状态	
p10061	SI TM54F 输入密码	
p10062	SI TM54F 新密码	
p10063	SI TM54F 确认密码	
r10070	SI TM54F 模块标识	-
r10090[0...3]	SI TM54F 版本	-

通讯 11

11.1 X127 LAN（以太网网口）

说明

使用

以太网接口 X127 适用于调试和诊断，因此必须始终都能访问（例如：用于维修）。

此外，X127 还具有以下限制：

- 只允许本地访问
- 在闭合的开关柜中无联网或只允许本地联网

如果需要对开关柜进行远程访问，则此处需要采取额外的安全措施，以防止机密数据被破坏、未经授权更改和窃听而被滥用（另见“工业安全 (页 27)”）。

11.2 PROFIdrive 通讯

PROFIdrive 是应用在驱动技术上的 PROFIBUS 和 PROFINET 行规，它广泛应用在生产和过程自动化领域。

PROFIdrive 不受使用的总线系统(PROFIBUS, PROFINET)的影响。

说明

PROFIdrive 驱动技术行规参见以下文档：

- PROFIdrive – 驱动技术行规，
  PROFIBUS 用户组织协会
  Haid-und-Neu-Straße 7，D-76131 Karlsruhe，
  网址： (http://www.profibus.com)
- IEC 61800-7

PROFIdrive 设备类别

表格 11-1 PROFIdrive 设备类别

PROFIdrive	PROFIBUS DP	PROFINET IO	示例
I/O 设备	DP 从站	IO 设备	驱动设备，控制单元 CU320-2
运动控制器（上级控制系统或自动化系统主机）	DP 主站，等级 1	IO 控制器	上位控制器、SIMATIC S7 和 SIMOTION
监视器（工程设计站）	DP 主站，等级 2	IO 监视器	编程装置、操作和显示装置

说明

统一术语

为使术语统一，下文使用“设备”、“控制器”和“监视器”这些术语。只有在 PROFIBUS 章节中才引入和保留了术语“从站”和“主站”。

控制器、监视器和驱动设备的特性

表格 11-2　控制器、监视器和驱动设备的特性

特性	控制器	监视器	驱动设备
作为总线节点	激活		未激活
发送消息	不发出外部请求		只能询问控制器
接收消息	无限制		只能接收消息和应答

通讯方式

PROFIdrive 协议中定义了 4 种通讯服务：

- 通过循环数据通道进行循环数据交换
  运动控制系统运行中需要循环更新的数据用于开环和闭环控制。这些数据必须作为设定值发送至驱动设备，或作为驱动设备实际值传输。通常对此类数据传输有苛刻的时间要求。
- 通过非循环通道进行非循环数据传输
  除此之外，也可使用非循环参数通道进行控制系统或监视器和驱动设备之间的数据交换。对此类数据的存取无苛刻时间要求。
- 报警通道
  报警以事件控制的方式输出，并会显示故障状态的出现和消除。
- 周期同步运行
  - 采用固定时间间隔的循环数据交换
  - 控制器和设备进行同步。

接口 IF1 和 IF2

控制单元 CU320-2 可通过 2 个独立的接口（IF1 和 IF2）通讯。

这两个通讯接口可以指定给以下物理接口：

- (1) 板载 X126 PROFIBUS / X150 PROFINET
- (2) 通讯板 X1400

表格 11-3　IF1 和 IF2 的特性

	IF1	IF2
PROFIdrive 和 SIEMENS 报文	x	-
自由报文	x	x
等时同步	x	x
驱动对象类型	所有	所有
适用于	PROFINET IO PROFIBUS DP SINAMICS Link PN Gate Ethernet/IP	PROFINET IO PROFIBUS DP CANopen SINAMICS Link PN Gate Ethernet/IP
循环运行	x	x
PROFIsafe	x	x

说明

接口 IF1 和 IF2 的详细信息请参见本手册“通讯接口同时运行 (页 717)”章节。

连接安装了调试工具 STARTER/Startdrive 的 PG/PC

完成以下连接，便可使用安装了调试工具 STARTER 的 PG/PC 来调试控制单元。

- STARTER：PROFIBUS、PROFINET 或以太网。
- Startdrive：PROFINET 或以太网。

参见

工业安全 (页 27)

11.2.1 PROFIdrive 应用等级

针对实际应用流程的不同范围和类型，提供了不同应用等级的 PROFIdrive。在 PROFIdrive 中一共分 6 个应用等级，下文会介绍其中较为重要的 3 个。

- 等级 1 (AK1):
  驱动由 PROFIBUS/PROFINET 传送的转速设定值控制。整个转速控制在驱动中进行。
  典型应用：控制水泵和风扇的简易变频器。
- 等级 3 (AK3):
  此处，除了转速控制外，驱动还具有位置闭环控制。因此，在上级控制器上运行工艺过程时，变频器作为自控的简易定位驱动工作。定位任务可以通过 PROFINET（或 PROFIBUS）传送到该驱动控制器并启动。
- 等级 4 (AK4):
  该 PROFIdrive 应用等级定义了一种转速设定值接口：转速闭环控制在变频器中，位置闭环控制在控制器中，它通常应用在机器人和机床上，因为这种应用通常需要多个驱动协调运行。
  运动控制主要由中央数控系统（NC）实现。位置环通过总线连接，也就是说，控制系统与驱动之间的通讯必须等时同步进行。

根据 PROFIdrive 应用等级选择报文

下表列出了通过哪些报文可以达到哪些 PROFIdrive 应用等级：

表格 11-4　根据 PROFIdrive 应用等级选择报文

报文 (p0922 = x)	描述	等级 1	等级 3	等级 4
1	转速设定值 16 位	x	-	-
2	转速设定值 32 位	x	-	-
3	转速设定值 32 位，1 个位置编码器	x	-	x
4	转速设定值 32 位，2 个位置编码器	x	-	x
5	转速设定值 32 位，1 个位置编码器和动态伺服控制	-	-	x
6	转速设定值 32 位，2 个位置编码器和动态伺服控制	-	-	x
7	基本定位器，含运行程序段选择	-	x	-
9	基本定位器，含设定值直接给定（MDI）	-	x	-
20	转速设定值 16 位，用于 VIK-NAMUR	x	-	-
81	标准编码器	-	-	-
82	标准编码器，提供转速实际值 16 位	-	-	-

报文 (p0922 = x)	描述	等级 1	等级 3	等级 4
83	标准编码器，提供转速实际值 32 位	-	-	-
102	转速设定值 32 位，1 个位置编码器和转矩降低	x	-	x
103	转速设定值 32 位，2 个位置编码器和转矩降低	x	-	x
105	转速设定值 32 位，1 个位置编码器、转矩降低和动态伺服控制	-	-	x
106	转速设定值 32 位，2 个位置编码器、转矩降低和动态伺服控制	-	-	x
110	基本定位器，含设定值直接给定（MDI）、倍率和位置实际值	-	x	-
111	基本定位器，含设定值直接给定（MDI）、倍率、位置实际值和转速实际值	-	x	-
116	转速设定值 32 位，2 个位置编码器、转矩降低、动态伺服控制和更多实际值	-	-	x
118	转速设定值 32 位，2 个位置编码器、转矩降低、动态伺服控制、更多实际值和 2 个外部编码器	-	-	x
125	动态伺服控制，带转矩前馈控制，1 个位置编码器（编码器 1）	-	-	x
126	动态伺服控制，带转矩前馈控制，2 个位置编码器（编码器 1 和 2）	-	-	x
136	动态伺服控制，带转矩前馈控制、2 个位置编码器（编码器 1 和 2）和 4 个跟踪信号	-	-	x
138	动态伺服控制，带转矩前馈控制、2 个外部位置编码器（编码器 2 和 3）和 4 个跟踪信号	-	-	x
139	转速控制/位置控制，带动态伺服控制、转矩前馈控制，1 个位置编码器、夹紧状态和附加实际值	-	-	x
166	配备两个编码器通道和 HLA 附加信号的液压轴（HLA）	-	-	-
220	转速设定值 32 位，用于金属工业	x	-	-
352	转速设定值 16 位，用于 PCS7	x	-	-
370	电源模块	-	-	-
371	电源 金属工业	-	-	-
390	控制单元，具有数字量输入 DI 0 … DI 15 和数字量输出 DO 8 … DO 15	-	-	-

报文 (p0922 = x)	描述	等级 1	等级 3	等级 4
391	控制单元，具有数字量输入 DI 0 … DI 15、数字量输出 DO 8 … DO 15 和 2 个测头	-	-	-
392	控制单元，具有数字量输入 DI 0 … DI 15、数字量输出 DO 8 … DO 15 和 6 个测头	-	-	-
393	控制单元，具有数字量输入 DI 0 … DI 22 和数字量输出 DO 8 … DO16、8 个测头和模拟量输入	-	-	-
394	控制单元，具有数字量输入 DI 0 … DI 22 和数字量输出 DO 8 … DO 16	-	-	-
395	控制单元，具有数字量输入 DI 0 … DI 22、数字量输出 DO 8 … DO 16 和 16 个测头	-	-	-
700	附加 PZD-0/3	-	-	-
701	附加 PZD-2/5	-	-	-
750	附加 PZD-3/1	-	-	-
999	自由互联和长度	x	x	x

动态伺服控制(DSC)

PROFIdrive 协议中包含了“动态伺服控制”的控制方案。该方案以 PROFIdrive 应用等级 4 为前提，除了转速设定值，也传送位置控制器增益系数 KPC 和控制差 XERR。借助这些数据可在驱动中计算位置控制器。位置设定值插补继续在控制系统中进行。这样可显著提升 PROFIdrive 应用等级 4 中的位置控制回路的动态刚性。

11.2.2 循环通讯

通过循环通讯可以交换时间要求苛刻的过程数据（如设定值和实际值）。

11.2.2.1 报文和过程数据

配置驱动设备（控制单元）时，需要传输的过程数据（PZD）也会被定义。可在 STARTER 窗口中查看或修改待传输的报文。

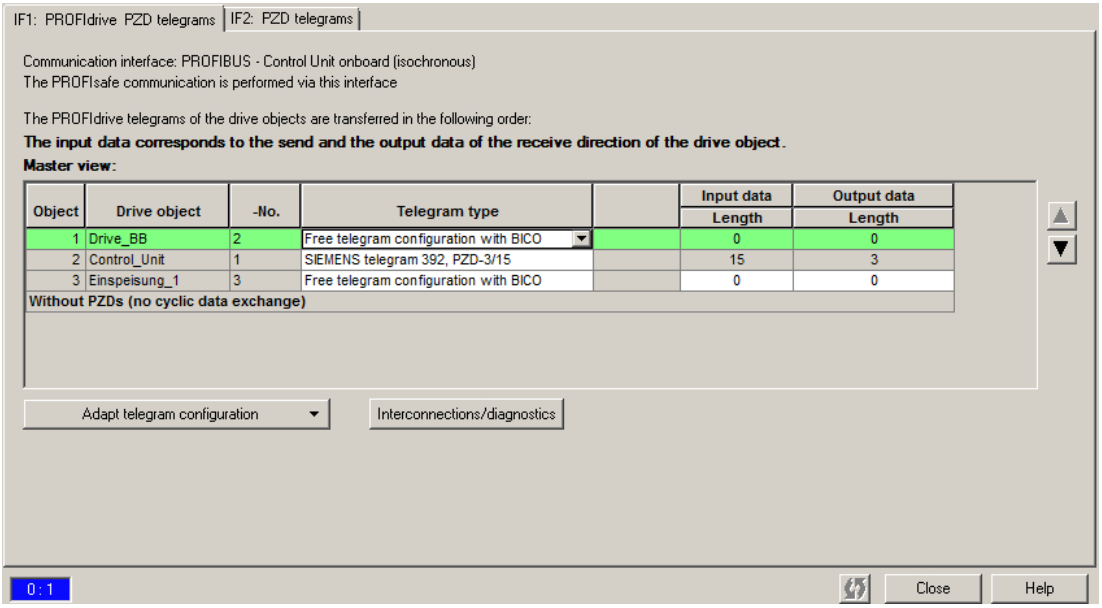


图 11-1 PZD 报文

从驱动设备的角度看，接收到的过程数据是接收字，发送的过程数据是发送字。

PROFIdrive 报文

- 标准报文
  标准报文根据 PROFIdrive 协议构建。过程数据的驱动内部互联根据设置的报文编号在 STARTER 中自动进行。
  标准报文请参考 SINAMICS S120/S150 参数手册中的下列功能图：
  - 2415 PROFIdrive 标准报文和过程数据 1
  - 2416 PROFIdrive 标准报文和过程数据 2
- 制造商专用的报文
  制造商专用报文根据公司内部定义创建。过程数据的驱动内部互联根据设置的报文编号在 STARTER 中自动进行。
  制造商专用报文（西门子报文）请参考 SINAMICS S120/S150 参数手册中的下列功能图：
  - 2419 PROFIdrive 制造商专用的报文和过程数据 1
  - 2420 PROFIdrive 制造商专用的报文和过程数据 2
  - 2421 PROFIdrive 制造商专用的报文和过程数据 3
  - 2422 PROFIdrive 制造商专用的报文和过程数据 4
- 附加报文
  附加报文请参考 SINAMICS S120/S150 参数手册中的下列功能图：
  - 2423 PROFIdrive 制造商专用/自由报文和过程数据
- 自由报文（p0922 = 999）
  自由报文请参考 SINAMICS S120/S150 参数手册中的下列功能图：
  - 2468 PROFIdrive - IF1 接收报文，通过 BICO 自由互联(p0922=999)
  - 2470 PROFIdrive - IF1 发送报文，通过 BICO 自由互联 (p0922=999)

  接收和发送数据可通过 BICO 技术自由互联。

	伺服, TM41	矢量	CU_S	A_INF，B_INF，S_INF	TB30, TM31, TM15DI_DO, TM120, TM150	ENCODER
接收过程数据						
模拟量互联输出 DWORD	r2060[0 ... 18]	r2060[0 ... 30]	-	-	-	r2060[0 ... 2]
模拟量互联输出 WORD	r2050[0 ... 19]	r2050[0 ... 31]	r2050[0 ... 19]	r2050[0 ... 9]	r2050[0 ... 4]	r2050[0 ... 3]

	伺服, TM41	矢量	CU_S	A_INF，B_INF，S_INF	TB30, TM31, TM15DI_DO, TM120, TM150	ENCODER
二进制互联输出	r2090.0 ... 15 r2091.0 ... 15 r2092.0 ... 15 r2093.0 ... 15			r2090.0 ... 15 r2091.0 ... 15		r2090.0 ... 15 r2091.0 ... 15 r2092.0 ... 15 r2093.0 ... 15
自由模拟量-二进制转换器	p2099[0 ... 1] / r2094.0 ... 15, r2095.0 ... 15					
发送过程数据						
模拟量互联输入 DWORD	p2061[0 ... 26]	p2061[0 ... 30]	-	-	-	p2061[0 ... 10]
模拟量互联输入 WORD	p2051[0 ... 27]	p2051[0 ... 31]	p2051[0 ... 24]	p2051[0 ... 9]	p2051[0 ... 4]	p2051[0 ... 11]
自由二进制-模拟量转换器	p2080[0 ... 15], p2081[0 ... 15], p2082[0 ... 15], p2083[0 ... 15], p2084[0...15] / r2089[0 ... 4]					

报文互联提示

- 系统会自动进行和禁用报文互联。
  但报文 20、111、220、352 例外。在它们的接收或发送报文中可以自由互联选中的过程数据 (PZD)，从而实现固定互联。
- 在从 p0922 ≠ 999 更改为 p0922 = 999 时，之前的报文互联保留并可对它进行修改。
- 如果 p0922 = 999，可在 p2079 中选择报文。报文互联会自动执行和禁用。另外还可以扩展报文。
  这样就可以在已有报文的基础上非常方便地扩展报文互联。

报文结构的说明

- 参数 p0978 包含采用循环 PZD 交换的驱动对象。首个零后的所有驱动对象均不参与循环交换。
- 若在 p0978 中添加了值 255，那么该驱动对象对 PROFIdrive 控制器可见，且为空（无实际过程数据交换）。这样便可在以下状况下实现 PROFIBUS 控制器的循环通讯：
  - DO 数量不同的驱动设备的配置保持不变
  - 禁用了驱动对象，无需修改项目
- 一个 PZD 相当于一个字。
- 字或双字的实际值作为基准值插入在报文中。
- 其中，p200x 是非常重要的一个基准值，如果输入值具有 p200x，报文内容 = 4000 hex 或 4000 0000 hex，双字。

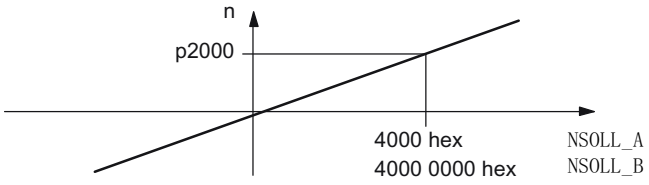


图 11-2　转速定标

报文结构参见 SINAMICS S120/S150 参数手册中的以下相关功能图。

哪些驱动对象支持哪些报文？

驱动对象	报文(p0922)	功能图
A_INF	370, 371, 999	2421, 2423
B_INF	370, 371, 999	2421, 2423
S_INF	370, 371, 999	2421, 2423
伺服	1, 2, 3, 4, 5, 6, 102, 103, 105, 106, 116, 118, 125, 126, 136, 138, 139, 220, 999	2415, 2419, 2420
伺服(EPOS)	7, 9, 110, 111, 999	2415, 2423
SERVO (位置控制)	139, 999	2420
矢量	1, 2, 3, 4, 20, 220, 352, 999	2415, 2416, 2421
矢量(EPOS)	7, 9, 110, 111, 999	2415, 2419, 2423
ENC	81, 82, 83, 999	2416, 2423

驱动对象	报文(p0922)	功能图
TM15DI_DO	没有定义缺省报文。	-
HLA	166, 999	2415, 2420
TM31	没有定义缺省报文。	-
TM41	3, 999	2415, 2423
TM120	没有定义缺省报文。	-
TM150	没有定义缺省报文。	-
TB30	没有定义缺省报文。	-
CU_S	390, 391, 392, 393, 394, 395, 999	2422, 2423

根据驱动对象类型，可以发送和接收不同的过程数据（PZD）：

驱动对象	PZD 的最大数量	
	发送	接收
A_INF	10	10
B_INF	10	10
S_INF	10	10
伺服	28	20
矢量	32	32
ENC	12	4
TM15DI_DO	5	5
TM31	5	5
TM41	28	20
TM120	5	5
TM150	5	5
TB30	5	5
CU	25	20

接口模式

接口模式可以根据使用的驱动系统和标准接口显示控制字和状态字的设置。

接口模式不通过 p2038 设置，而是通过设置 p0922 报文进行：

- 设置标准报文 20 时，固定启用“VIK-NAMUR”接口模式（p2038 = 2）。此关联无法修改。
- 在设置报文 102、103、105、106、116、118、125、126、136、138、139 和 166 时，固定启用“SIMODRIVE 611 universal”接口模式（p2038 = 1）。此关联无法修改。
- 设置了所有其他报文时，会固定设定“SINAMICS”接口模式（p2038 = 0）。此关联无法修改。

11.2.2.2 控制字和状态字信息

控制字和设定值一览

控制字和设定值详细信息一览请参考 SINAMICS S120/S150 参数手册中的下列功能图：

- 2439 PROFIdrive - PZD 接收信号互联，协议专用
- 2440 PROFIdrive - PZD 接收信号互联，制造商专用

状态字和实际值一览

状态字和实际值详细信息一览请参考 SINAMICS S120/S150 参数手册中的下列功能图：

- 2449 PROFIdrive - PZD 发送信号互联，协议专用
- 2450 PROFIdrive - PZD 发送信号互联，制造商专用

11.2.2.3 示例

下面的应用示例将基于编码器接口的 PROFIDRIVE 通讯向您展示：

- 通讯随时间的变化趋势
- 控制字和状态字随时间的变化趋势
- 这些变化相互之间的关联

示例： 编码器接口

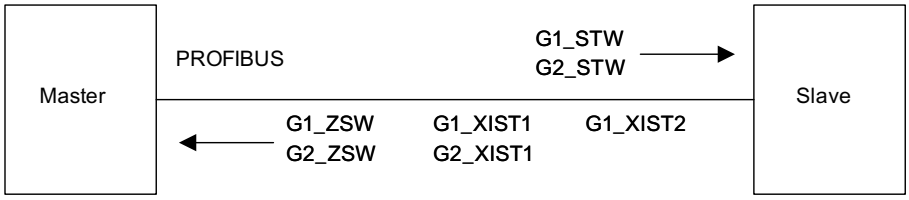
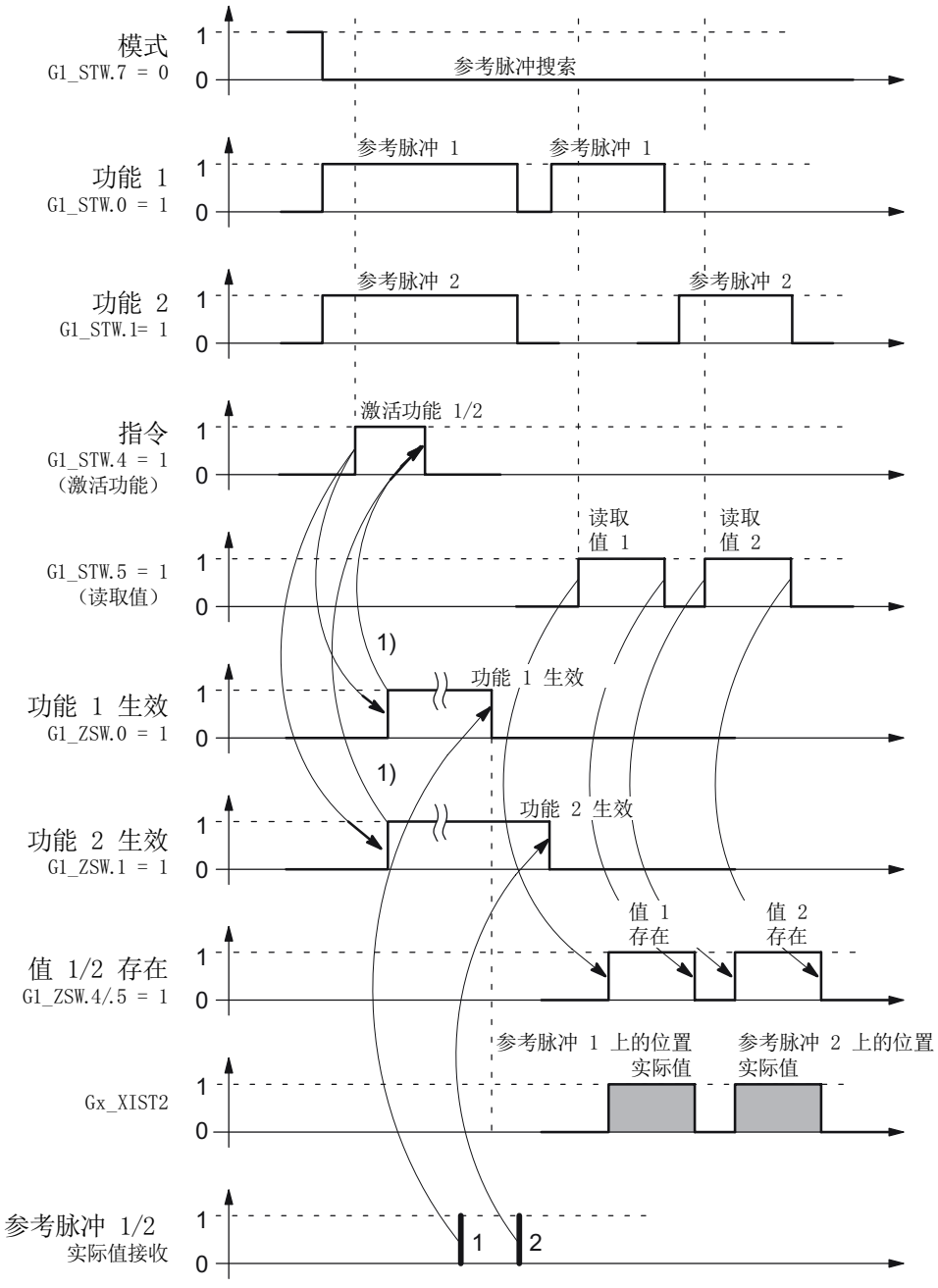


图 11-3 编码器接口示例（编码器 1：2 个实际值，编码器 2：1 个实际值）

示例： 参考脉冲搜索

示例的假设前提：

- 距离编码的参考脉冲
- 2 个参考脉冲（功能 1/功能 2）
- 使用编码器 1 的位置控制



1) 信号须由用户复位。

图 11-4 “参考脉冲搜索”功能的时序图

示例： 被动测量

示例的假设前提：

- 测头上升沿（功能 1）
- 使用编码器 1 的位置控制

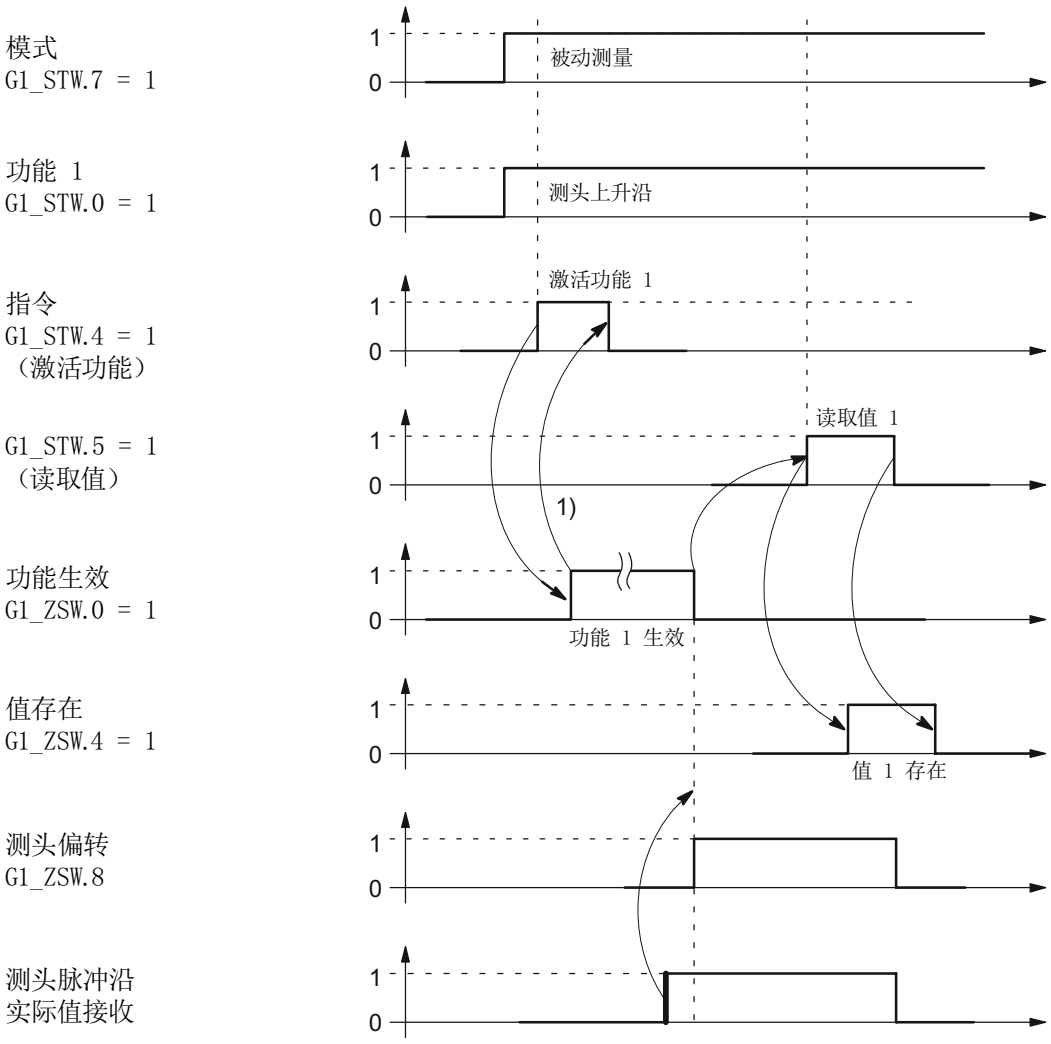


图 11-5 “被动测量”功能的时序图

11.2.2.4 采用 PROFIdrive 的运动控制

“支持 PROFIdrive 的运动控制”可以实现控制器和设备之间等时同步的驱动耦合。

说明

等时同步驱动耦合的定义请参见下列文档：
PROFIdrive Profile Drive Technology
PROFIBUS 用户组织协会
Haid-und-Neu-Straße 7，D-76131 Karlsruhe，
网址： (http://www.profibus.com)

特性

- 除了总线配置外，不需为激活功能输入其它参数，主站和从站必须只预设用于此功能（PROFIBUS）。
- 控制器的缺省设置通过硬件配置，例如 SIMATIC S7 的 “HW-Config”进行。设备的缺省设置通过总线启动中的参数设置报文进行。
- 整个数据传输都采用固定的采样时间。
- 循环开始前会发送 PROFIBUS 的 Global Control（GC，全局控制）周期信息。
- 周期时间的长度取决于总线配置。在选择周期时间时可使用总线配置工具（例如“HW-Config”）：
  - 每个设备/驱动设备的驱动数量越多 → 周期越长
  - 设备/驱动设备数量越多 → 周期越长
- 有效载荷数据传输或周期故障通过生命符号计数器监控。

闭环控制一览

- 设备中的位置实际值采集可通过以下系统进行：
  - 间接测量系统（电机编码器）
  - 附加直接测量系统
- 编码器接口必须在过程数据中配置。
- 控制环通过 PROFIBUS 闭合。
- 位置控制器在控制器中。
- 电流控制、转速控制和位置实际值采集（编码器接口）在设备中进行。
- 位置控制器周期通过现场总线传输至设备。

- 从站根据控制器的位置控制器周期同步从站的转速和电流控制器周期。
- 转速设定值通过控制器给定。

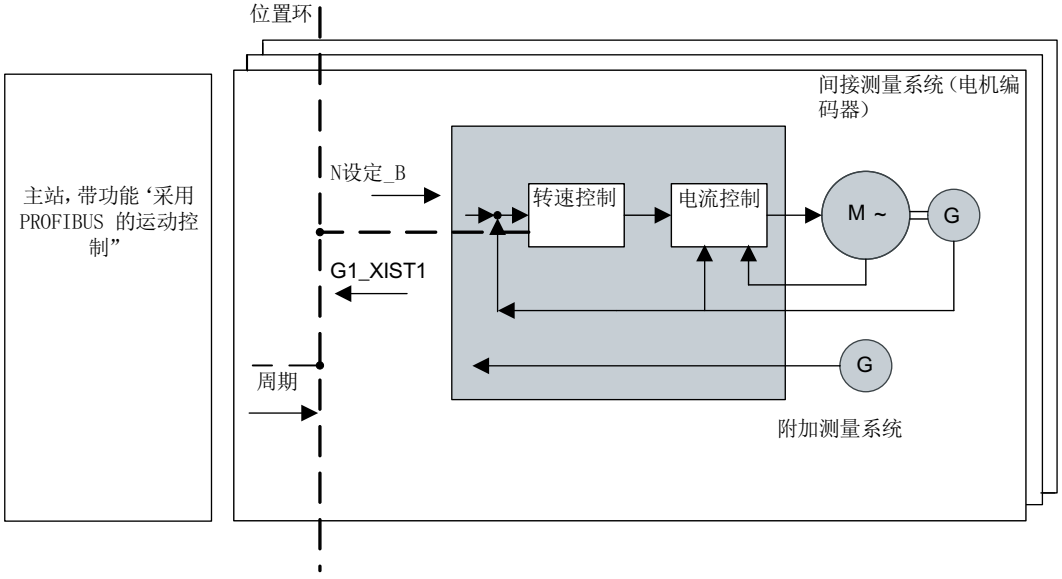


图 11-6 “采用 PROFIBUS 的运动控制”概览（示例：控制器和 3 种设备）

数据循环的结构

数据循环由以下要素组成：

- 全局控制报文（仅对于 PROFIBUS）
- 循环部分 - 设定值和实际值

- 非循环部分 - 参数和诊断
- 预留（仅对于 PROFIBUS）
  - 权标的传输（权标持有时间，TTH）
  - 查找驱动组中的新设备（GAP）
  - 至下一个循环开始的等待时间

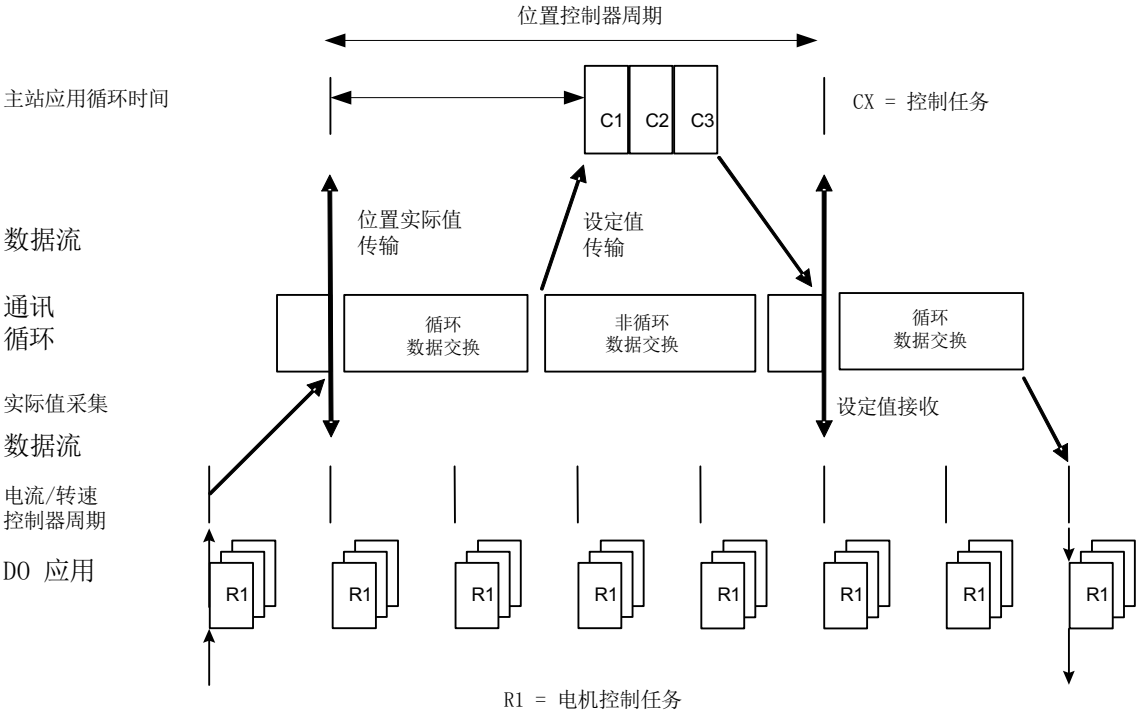


图 11-7　采用 PROFIdrive 的运动控制/等时同步驱动耦合

11.2.3　通讯接口并行运行

2 个循环接口用于设定值和实际值，它们的区别在于使用的参数范围（BICO 技术等）和可用的功能。这两个接口被称为循环接口 1（IF1） 和循环接口 2（IF2）。

循环过程数据（设定值/实际值）通过接口 IF1 和 IF2 进行处理。为此会使用以下接口：

- 控制单元的机载接口，用于 PROFIBUS DP 或 PROFINET
- 可选接口（COMM - BOARD），用于 PROFINET（CBE20）或 CANopen（CBC10），用于插接至控制单元

通过设置参数 p8839，可在 SINAMICS 系统中同时使用控制单元机载接口和 COMM - BOARD。通过索引为接口 IF1 和 IF2 指定功能。

例如可实现以下应用：

- PROFIBUS DP 用于控制、PROFINET 用于采集驱动的实际值/测量值
- PROFIBUS DP 用于控制、PROFINET 只用于设计
- 混合运行 2 个主站，第 1 个主站用于逻辑控制和协调，第 2 个主站用于工艺。
- SINAMICS Link 通过 IF2（CBE20）执行；标准报文和 PROFIsafe 通过 IF1
- 运行冗余通讯接口

通讯接口指定为循环接口

根据通讯系统（例如 PROFIBUS DP、PROFINET 或 CANopen），通讯接口通过出厂设置 p8839 = 99 被指定至两个循环接口（IF1，IF2）中的一个。

对于通讯接口的并行运行，可通过用户参数设置自由定义循环接口指定。

循环接口 IF1 和 IF2 的特性

表格 11-5　循环接口 IF1 和 IF2 的特性

特性	IF1	IF2
设定值（BICO 信号源）	r2050, r2060	r8850, r8860
实际值（BICO 信号汇点）	p2051, p2061	p8851, p8861

表格 11-6　p8839[0] = p8839[1] = 99 时，通讯接口和循环接口之间的固定指定关系

插入的硬件接口	IF1	IF2
无选件，仅控制单元机载接口（PROFIBUS、PROFINET 或 USS）	控制单元机载	--
带 CBE20（可选 PROFINET 接口）的 CU320-2 DP	COMM BOARD	控制单元机载接口 PROFIBUS 或控制单元机载接口 USS
带 CBE20（可选 PROFINET 接口）的 CU320-2 PN	控制单元机载接口 PROFINET	COMM BOARD PROFINET
CAN 选件 CBC10	控制单元机载	COMM BOARD CAN

通过参数 p8839[0,1] 为控制单元驱动对象设置硬件接口的并行运行，以及对循环接口 IF1 和 IF2 的通讯接口指定。

这两个接口的对象顺序依据 p0978（驱动对象列表）。

采用出厂设置 p8839[0,1] = 99 时激活固定指定（见上表）。

错误设置该参数或设置不一致时，会输出报警。

说明

PROFIBUS 和 PROFINET 同时运行

p8815 可以用于设置将接口用于等时同步还是用于 PROFIsafe（IF1 或 IF2）。
示例：

- p8815[0] = 1:IF1 支持等时同步。
- p8815[1] = 2:IF2 支持 PROFIsafe.

若在 CU320-2 DP 中还插入了 PROFINET 模块 CBE20，则还有几种设置方案：

- p8839[0] = 1 且 p8839[1] = 2：PROFIBUS 等时同步、PROFINET 循环式
- p8839[0] = 2 且 p8839[1] = 1：PROFINET 等时同步、PROFIBUS 循环式

IF2 相关参数

可使用以下参数对 IF2 在 PROFIBUS 或 PROFINET 中的应用进行优化：

- 接收及发送过程数据：
  r8850, p8851, r8853, r8860, p8861, r8863[1)]
- 诊断参数：
  r8874, r8875, r8876[1)]
- 二进制-模拟量转换器
  p8880, p8881, p8882, p8883, p8884, r8889[1)]
- 模拟量-二进制转换器
  r8894, r8895, p8898, p8899[1)]

[1)] 88xx 的含义和 20xx 相同（针对 IF1）

说明

使用选型工具 “HW-Config” 时，无法显示带 2 个接口的 PROFIBUS 从站/PROFINET 设备。因此在并行运行中 SINAMICS 驱动会在项目中显示 2 次或显示在 2 个项目中，虽然实际上只存在一个设备。

参数

p8839	PZD 接口硬件指定
说明：	指定通过 PZD IF1 和 IF2 的进行循环通讯的硬件
数值：	0：无效
	1：控制单元机载
	2:COMM BOARD
	99:自动

以下规则适用于 p8839：

- p8839 的设置针对一个控制单元的所有驱动对象有效（设备参数）。
- p8839[0] = 99 且 p8839[1] = 99 时（自动指定，出厂设置），所使用的硬件会自动被指定至接口 IF1 和 IF2。必须选择这两个索引以激活自动指定。若两个索引未全部选择，则会输出报警，并且 p8839[x] = 99 的设置被作为“无效”。
- 若在 p8839[0] 和 p8839[1] 中选择了相同的硬件（控制单元机载接口或 COMM BOARD），则会输出报警。此时：p8839[0] 和 p8839[1] 的设置被作为“无效”。
- 使用 CAN 通讯板（CBC10）时，不允许设置 p8839[0] = 2，也就是说不允许将 CAN 通讯板指定为 IF1。否则会输出报警。
- 若设置了 p8839[x] = 2，同时未插入 COMM - BOARD 或 COMM - BOARD 损坏，控制单元机载接口不会被指定为相应循环接口。而是会输出报警 A08550。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0922 IF1 PROFIdrive PZD 报文选择
- p0978[0...n] 驱动对象列表
- p8815[0...1] IF1/IF2 PZD 功能选择
- p8839[0...1] PZD 接口硬件指定

11.2.4 非循环通讯

11.2.4.1 非循环通讯概述

与循环通讯不同，非循环通讯中仅在执行了相应请求后才进行数据传输（例如读取和写入参数）。

在非循环通讯中可使用“读取数据组”服务和“写入数据”组服务。

可通过以下方式读取和写入参数：

- S7 协议
  此协议使用例如通过 PROFIBUS/PROFINET 在线运行的调试工具 STARTER。
- 包含以下数据组的 PROFIdrive 参数通道：
  - PROFIBUS:数据组 47（0x002F）
    DPV1 服务用于主站等级 1 和等级 2。
  - PROFINET：数据组 47 和 0xB02F 作为全局访问，数据组 0xB02E 作为局部访问

说明

关于非循环通讯的详细说明请参见下面的文档：
文档：PROFIdrive 协议 2006 年 5 月 V4.1 版，订货号：3.172

寻址：

- PROFIBUS DP
  寻址可通过逻辑地址或诊断地址进行。
- PROFINET IO
  寻址只能通过分配给了模块的接口 1 或以上的诊断地址进行。不可通过接口 0 访问参数。

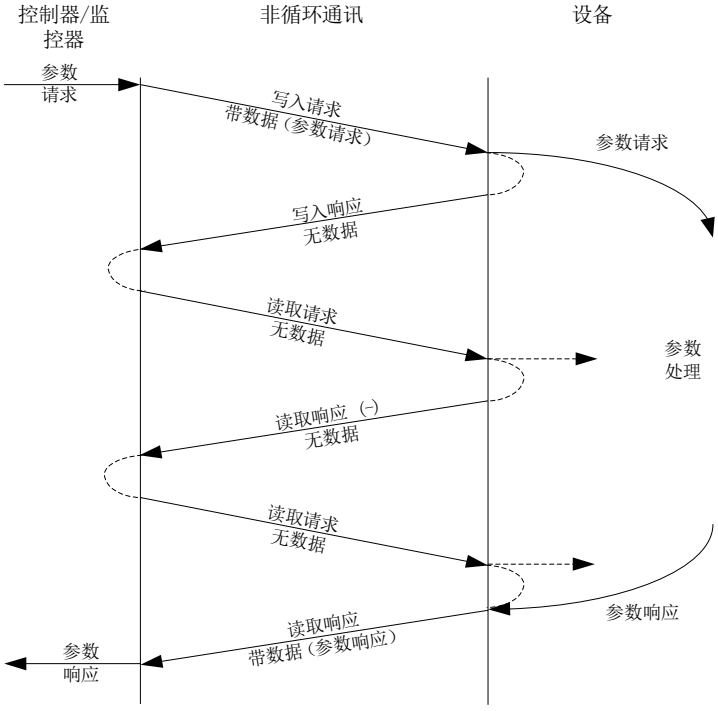


图 11-8　读取和写入数据

参数通道特性

- 参数编号和子索引分别有一个对应的 16 位地址
- 通过其它 PROFIBUS 主站（主站等级 2）或者 PROFINET IO 监视器（例如调试工具）同步访问
- 在一次访问中传输不同数据（多参数请求）
- 可传输整个数组或数组的一部分
- 每个控制器/设备连接一次只处理一个参数请求（非流水线操作）
- 一个参数请求/应答必须匹配至一个数据组（例如 PROFIBUS：最大 240 字节）。
- 请求或应答标题属于有效载荷数据。

11.2.4.2 请求和应答的结构

参数请求和参数应答的结构

	参数请求			**偏移**
仅用于写入的值	请求标题	请求参考	请求 ID	0
		轴	参数数量	2
	第 1 个参数地址	属性	元素数量	4
		参数号		6
		子索引		8
	...			
	第 n 个参数地址	属性	元素数量	
		参数号		
		子索引		
	第 1 个参数值	格式	值的数量	
		值		
		...		
	...			
	第 n 个参数值	格式	值的数量	
		值		
		...		

	参数应答			偏移
仅用于读取的值 仅用于负应答的故障值	应答标题	对应的请求参考	应答 ID	0
		对应的轴	参数数量	2
	第 1 个参数值	格式	值的数量	4
		值或故障值		6
		...		
	...			
	第 n 个参数值	格式	值的数量	
		值或故障值		
		...		

参数请求和应答中的数组描述

数组	数据类型	值	注释
请求参考	Unsigned8	0x01 ... 0xFF	
	控制器的请求/应答组的唯一标识符。控制器会为每个新的请求修改请求参考。设备在它的应答中反映该请求参考。		
请求 ID	Unsigned8	0x01 0x02	读取请求 写入请求
	表明请求类型。 写入请求中，修改保存在易失性存储器（RAM）。必须执行保存操作（p0971，p0977）将修改的数据接收到非易失性存储器。		
应答 ID	Unsigned8	0x01 0x02 0x81 0x82	读取请求（+） 写入请求（+） 读取请求（-） 写入请求（-）
	反映了请求 ID，并指出任请求执行情况是否良好。 不良表示： 任务无法完全或部分执行。 会传输故障值而不是每个子应答的值。		
驱动对象编号	Unsigned8	0x00 ... 0xFF	编号
	指出带多个驱动对象的驱动设备上的驱动对象号。可通过相同的 DPV1 连接访问不同的、有独立参数编号区域的驱动对象。		

数组	数据类型	值	注释
参数数量	Unsigned8	0x01 ... 0x27	数量 1 ... 39 受 DPV1 报文长度限制
	定义了多参数任务中参数地址和/或参数值的连续区域的数量。 对于简单请求，参数数量 = 1。		
属性	Unsigned8	0x10 0x20 0x30	值 描述 文本（未执行）
	访问的参数单元的类型。		
元素数量	Unsigned8	0x00 0x01 ... 0x75	特殊功能 数量 1 ... 117 受 DPV1 长度限制
	访问的数组单元的类型。		
参数号	Unsigned16	0x0001 ... 0xFFFF	编号 1 ... 65535
	访问的参数的地址。		
子索引	Unsigned16	0x0000 ... 0xFFFF	编号 0 ... 65535
	访问的第一个参数数组单元的地址。		
格式	Unsigned8	0x02 0x03 0x04 0x05 0x06 0x07 0x08 其它值	数据类型 Integer8 数据类型 Integer16 数据类型 Integer32 数据类型 Unsigned8 数据类型 Unsigned16 数据类型 Unsigned32 数据类型 FloatingPoint 参见 PROFIdrive Profile V3.1
		0x40 0x41 0x42 0x43 0x44	零（写入请求的子 应答不良好） 字节 字 双字 错误
	格式和数量定义了报文中连续的、进行了赋值的位置。 根据 PROFIdrive Profile，在写入时必须设定优先的数据类型。可设定字节、字和双字。		

数组	数据类型	值	注释
值的数量	Unsigned8	0x00 ... 0xEA	数量 0 ... 234 受 DPV1 报文长度限制
	定义连续值的数量。		
故障值	Unsigned16	0x0000 ... 0x00FF	故障值的含义 → 参见下表“DPV1 参数应答中的故障值”
	不良应答中的故障值。 如果值由奇数数量的字节组成，则会添加一个零字节。从而保证报文的字结构。		
值	Unsigned16	0x0000 ... 0x00FF	
	读取或写入参数的值。 若字节数量为奇数，则会添加一个零字节。从而保证报文的字结构。		

参数应答中的故障值

故障值	含义	注释	附加信息
0x00	不允许的参数编号。	访问的参数不存在。	–
0x01	参数值不可修改。	尝试访问不可修改的参数值。	子索引
0x02	超出上限值或下限值。	试图写入的修改值超出了限值范围。	子索引
0x03	错误的子索引。	访问的子索引不存在。	子索引
0x04	无数组。	访问的参数未编入索引。	–
0x05	错误的数据类型。	尝试写入的数值和参数的数据类型不相符。	–
0x06	不允许置位（只可复位）。	尝试写入一个不等于 0 的非法值。	子索引
0x07	描述单元不可修改。	尝试访问不可修改的描述单元。	子索引
0x09	描述数据不存在。	访问的描述不存在（参数值存在）。	–
0x10	未执行读取请求	专有技术保护功能生效，因此读取请求被拒绝。	
0x0B	无操作权限。	没有修改的操作权限。	–
0x0F	无文本数组	访问的文本数组不存在（参数值存在）。	–
0x11	因运行状态无法执行任务。	由于不明的临时原因，无法进行访问。	–
0x14	不允许的值。	尝试写入的修改值虽然在限值范围内，但是由于其它持久原因不被允许（参数定义为独立值）。	子索引
0x15	应答过长。	当前应答的长度超出了最大可传输的长度。	–

故障值	含义	注释	附加信息
0x16	不允许的参数地址。	属性、元素数量、参数号、子索引或组合的值不被允许或不被支持。	–
0x17	不允许的格式。	写入请求：不允许或不支持的参数数据格式。	–
0x18	值数量不一致。	写入请求：参数数据值数量与参数地址中单元的数量不一致。	–
0x19	驱动对象不存在。	访问的驱动对象不存在。	–
0x20	参数文本不可更改	–	–
0x21	不支持服务	非指定或未知的任务 ID	–
0x65	参数当前未激活。	访问的参数尽管存在，但在访问的时间点未生效（例如设置了闭环转速控制并访问 V/f 控制参数）。	–
0x6B	控制器使能时的写入访问。	设备处于“控制器使能”状态时可进行写入访问。 注意 SINAMICS S120/S150 中参数说明的参数属性“可修改”（C1, C2, U, T）。	–
0x6C	参数 %s [%s]：未知单位。	–	–
0x6D	参数 %s [%s]：仅能在编码器调试状态下（p0010 = 4）进行写入访问。	–	–
0x6E	参数 %s [%s]：仅能在电机调试状态下（p0010 = 3）进行写入访问。	–	–
0x6F	参数 %s [%s]：仅能在功率单元调试状态下（p0010 = 2）进行写入访问。	–	–
0x70	参数 %s [%s]：仅能在快速调试状态下（p0010 = 1）进行写入访问。	–	–
0x71	参数 %s [%s]：仅能在就绪状态下（p0010 = 0）进行写入访问。	–	–
0x72	参数 %s [%s]：仅能在参数复位调试状态下（p0010 = 30）进行写入访问。	–	–
0x73	参数 %s [%s]：仅能在 Safety 调试状态下（p0010 = 95）进行写入访问。	–	–

故障值	含义	注释	附加信息
0x74	参数 %s [%s]：仅在开机调试状态下写存取工艺应用/单位（p0010=5）	–	–
0x75	参数 %s [%s]：仅能在调试状态下（p0010 不等于 0）进行写入访问。	–	–
0x76	参数 %s [%s]：仅能在下载调试状态下（p0010 = 29）进行写入访问。	–	–
0x77	参数 %s [%s] 在下载时不可写入。	–	–
0x78	参数 %s [%s]：仅在开机调试状态下写存取驱动基本配置（设备：p0009 = 3）。	–	–
0x79	参数 %s [%s]：仅在开机调试状态下写存取驱动类型确认（设备：p0009 = 2）。	–	–
0x7A	参数 %s [%s]：仅在开机调试状态下写存取数据组基本配置（设备：p0009 = 4）。	–	–
0x7B	参数 %s [%s]：仅在开机调试状态下写存取设备配置（设备：p0009 = 1）。	–	–
0x7C	参数 %s [%s]：仅在开机调试状态下写存取设备下载（设备：p0009 = 29）。	–	–
0x7D	参数 %s [%s]：仅在开机调试状态下写存取设备参数重置（设备：p0009 = 30）。	–	–
0x7E	参数 %s [%s]：仅在开机调试状态下写存取设备就绪（设备：p0009 = 0）。	–	–
0x7F	参数 %s [%s]：仅在开机调试状态下写存取设备（设备：p0009 不等于 0）。	–	–
0x81	参数 %s [%s] 在下载时不可写入。	–	–

故障值	含义	注释	附加信息
0x82	通过 BI 接收控制权：p0806 被阻塞	–	–
0x83	参数 %s [%s]：所需 BICO 互联非法。	BICO 输出不输出浮点值，但 BICO 输入需要浮点值。	–
0x84	参数 %s [%s]：参数修改被禁止（参见 p0300、p0400、p0922）	–	–
0x85	参数 %s [%s]：未定义访问方式。	–	–
0x87	未执行写入请求	专有技术保护功能生效，因此写入请求被拒绝。	–
0xC8	在当前生效的限值以下。	进行修改访问的值在“绝对”限值范围内，但在当前生效的限值以下。	–
0xC9	在当前生效的限值以上。	进行修改访问的值在“绝对”限值范围内，但在当前生效的限值以上（例如通过现有的变频器功率给定）。	–
0xCC	不允许的写入访问。	写入访问不被允许，访问密钥不存在。	–

11.2.4.3 确定驱动对象号

可以按照以下方法根据参数 p0101、r0102 和 p0107/r0107 确定驱动系统的详细信息，例如：驱动对象号：

1. 可以在驱动对象/轴 1 上通过一个读取请求读出参数 r0102“驱动对象数量”的值。
   编号为 1 的驱动对象是控制单元(CU)，在每个驱动系统中至少有一个。
2. 根据第一个读取请求的结果，读取请求会继续在驱动对象 1 上读取参数 p0101“驱动对象号”的索引，直到读到参数 r0102 中给出的数量。
   示例：
   如果一开始读出 5 个驱动对象，则会读取参数 p0101 下标 0 到 4 的值。 当然，也可以直接读取相关索引。
3. 然后通过参数 r0107/p0107“驱动对象类型”查看每个驱动对象/每根轴（通过驱动对象号区分）的类型。
   在不同的驱动对象上，参数 107 可能是设置参数，也可能是显示参数。
   参数 r0107/p0107 中的值表明驱动对象类型，类型代码请参见参数表。

11.2.4.4 示例 1： 读取参数

前提条件

- PROFIdrive 控制器已经过调试，功能完全正常。
- 控制器和设备之间的 PROFIdrive 通讯正常。
- 控制器可以根据 PROFINET/PROFIBUS 读取和写入数据组。

任务说明

在驱动 2，也就是驱动对象号 2 上至少出现一个故障(ZSW1.3 = "1")后，应从故障缓冲器中读出 r0945[0] ... r0945[7] 中的故障码。

该请求应通过一个请求数据块和应答数据块处理。

基本步骤

1. 创建读取参数的请求。
2. 触发请求。
3. 检测应答。

创建请求

参数请求			偏移
请求标题	请求参考 = 25 hex	请求 ID = 01 hex	0 + 1
	轴 = 02 hex	参数数量 = 01 hex	2 + 3
参数地址	属性 = 10 hex	元素数量 = 08 hex	4 + 5
	参数号 = 945 dec		6
	子索引 = 0 dec		8

参数请求的说明：

- 请求参考：
  该值是从有效值域中任意选取的。 它建立了请求和应答之间的关联性。
- 请求 ID：
  01 hex → 每个读取请求都需要一个标识。
- 轴：
  02 hex → 驱动 2，故障缓冲器中存在驱动专有和设备专有的故障
- 参数数量：
  01 hex → 读取一个参数。
- 属性：
  10 hex → 读取该参数的值。
- 元素数量：
  08 hex → 读取当前故障的 8 条信息。

- 参数号：
  945 dec → 读取 p0945（故障码）。
- 子索引：
  0 dec → 从索引 0 开始读取。

触发参数请求

ZSW1.3 = "1" → 触发参数请求

检测参数应答

参数应答			偏移
应答标题	对应的请求参考 = 25 hex	应答 ID = 01 hex	0 + 1
	对应的轴 = 02 hex	参数数量 = 01 hex	2 + 3
参数值	格式 = 06 hex	值的数量 = 08 hex	4 + 5
	1. 值 = 1355 dec		6
	2. 值 = 0 dec		8
	...		...
	8. 值 = 0 dec		20

参数应答的说明：

- 对应的请求参考：
  该应答针对的是参考值为 25 的请求。
- 应答 ID：
  01 hex → 读取请求有效，值从第 1 个值开始
- 对应的轴，参数数量：
  该值和请求中的值相同。
- 格式：
  06 hex → 参数值格式为 Unsigned16。

- 值的数量：
  08 hex → 一共有 8 个参数值。
- 1. 第 1 个值 ...第 8 个值
  在驱动 2 的故障缓冲器中，只有第 1 个值记录了故障信息。

11.2.4.5 示例 2：写入参数（多参数请求）

前提条件

- PROFIdrive 控制器已经过调试，功能完全正常。
- 控制器和设备之间的 PROFIdrive 通讯正常。
- 控制器可以根据 PROFINET/PROFIBUS 读取和写入数据组。
  专门针对该示例的前提条件：
- 功能模块“扩展的设定值通道”激活的伺服控制或矢量控制模式

任务说明

需要通过控制单元的输入端子为驱动 2，也就是驱动对象号 2 设置 JOG 1 和 JOG 2 运行。
为此应通过一个参数请求写入以下参数：

- BI:p1055 = r0722.4　　JOG 位 0
- BI:p1056 = r0722.5　　JOG 位 1
- p1058 = 300 rpm　　JOG 1 转速设定值
- p1059 = 600 rpm　　JOG 2 转速设定值

该请求应通过一个请求数据块和应答数据块处理。

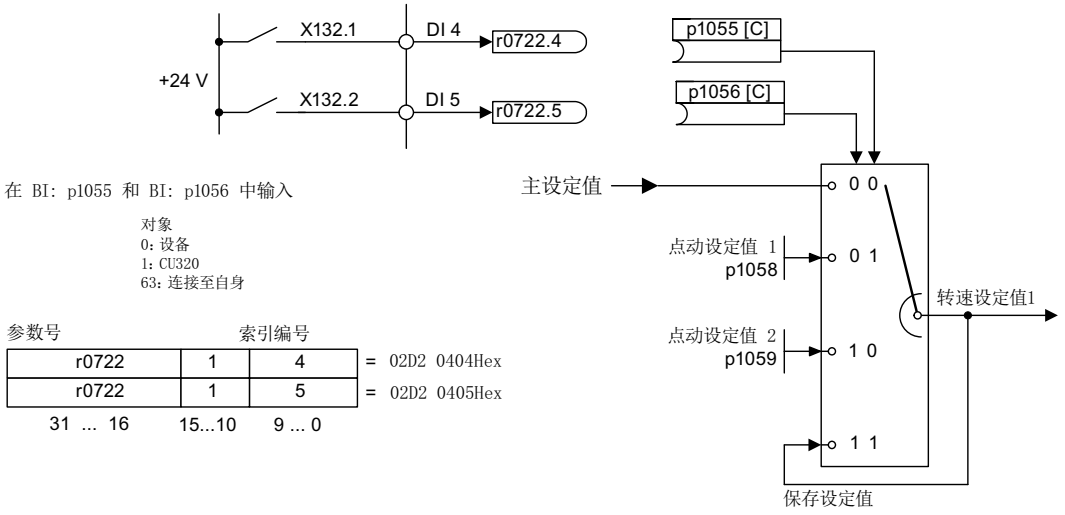


图 11-9　创建多参数请求（示例）

基本步骤

1. 创建写入参数的请求。
2. 触发请求。
3. 检测应答。

创建请求

参数请求			偏移
请求标题	请求参考 = 40 hex	请求 ID = 02 hex	0 + 1
	轴 = 02 hex	参数数量 = 04 hex	2 + 3
第 1 个参数地址	属性 = 10 hex	元素数量 = 01 hex	4 + 5
	参数号 = 1055 dec		6
	子索引 = 0 dec		8
第 2 个参数地址	属性 = 10 hex	元素数量 = 01 hex	10 + 11
	参数号 = 1056 dec		12
	子索引 = 0 dec		14
第 3 个参数地址	属性 = 10 hex	元素数量 = 01 hex	16 + 17
	参数号 = 1058 dec		18
	子索引 = 0 dec		20

参数请求			偏移
第 4 个参数地址	属性 = 10 hex	元素数量 = 01 hex	22 + 23
	参数号 = 1059 dec		24
	子索引 = 0 dec		26
第 1 个参数值	格式 = 07 hex	值的数量 = 01 hex	28 + 29
	值 = 02D2 hex		30
	值 = 0404 hex		32
第 2 个参数值	格式 = 07 hex	值的数量 = 01 hex	34 + 35
	值 = 02D2 hex		36
	值 = 0405 hex		38
第 3 个参数值	格式 = 08 hex	值的数量 = 01 hex	40 + 41
	值 = 4396 hex		42
	值 = 0000 hex		44
第 4 个参数值	格式 = 08 hex	值的数量 = 01 hex	46 + 47
	值 = 4416 hex		48
	值 = 0000 hex		50

参数请求的说明：

- 请求参考：
  该值是从有效值域中任意选取的。它建立了请求和应答之间的关联性。
- 请求 ID：
  02 hex → 每个写入请求都需要一个标识。
- 轴：
  02 hex → 该参数写入到驱动 2 中。
- 参数数量
  04 hex → 该多参数请求包含 4 个单独的参数请求。

第 1 个参数地址 ... 第 4 个参数地址

- 属性：
  10 hex → 写入该参数的值。
- 元素数量
  01 hex → 写入 1 个数组元素。

- 参数号
  需要写入的参数的编号(p1055, p1056, p1058, p1059)。
- 子索引：
  0 dec → 第一个数组元素的 ID。

第 1 个参数值 ...第 4 个参数值

- 格式：
  07 hex → 数据类型 Unsigned32
  08 hex → 数据类型 FloatingPoint
- 值的数量：
  01 hex → 每个参数中写入一个规定格式的数值。
- 值：
  BICO 输入参数：输入信号源
  设置参数：输入数值

触发参数请求

检测参数应答

参数应答			偏移
应答标题	对应的请求参考 = 40 hex	应答 ID = 02 hex	0
	对应的轴 = 02 hex	参数数量 = 04 hex	2

参数应答的说明：

- 对应的请求参考：
  该应答针对的是参考值为 40 的请求。
- 应答 ID：
  02 hex → 写入请求有效
- 对应的轴：
  02 hex → 该值和请求中的值一样。
- 参数数量：
  04 hex → 该值和请求中的值一样。

11.2.5 诊断通道

SINAMICS 驱动为 PROFIBUS 和 PROFINET 提供标准化诊断。借此可将 SINAMICS 驱动的 PROFIdrive 类别关联至上级控制系统的系统诊断，并在 HMI 上自动显示。

对于驱动对象，传输的信息保存在以下参数中：

- r0947[0...63] 故障编号
- r2122[0...63] 报警代码
- r9747[0...63] SI 信息代码（含安全信息）
- r3120[0..63] 组件故障
- r3121[0..63] 组件报警
- r9745[0..63] SI 组件（含安全信息）

系统会汇总这些参数中记录的信息，将其用于 PROFIdrive 信息类别诊断。信息源的定位通过将组件编号作为通道编号传输来进行。

诊断通过所采用的配置工具中的参数设置激活，例如通过 HW-Config 或 TIA-Portal 中的 HWCN。

诊断通道的功能范畴取决于总线系统：

		PROFIdrive 信息类别		
		故障	报警	组件分配
PN	GSDML	X	X	X
	TIA	X	X	X
DP	GSD	X	-	-
	TIA	X	-	-

- SINAMICS 以信息出现的先后顺序传送信息
- 当出现一条信息时，SINAMICS 发送一条“已发生”消息。该消息一直会存在，直到 SINAMICS 发送一条对应的“已消失”消息。
- 在信息到达时由上一级控制器产生时间戳。
- TIA 和 S7-Classic 的现有装置可用
- 报警和故障信息的应答方式为目前通用的应答方式。
- 可通过接口 IF1 和/或 IF2 传输。

说明

功能的局限性

当共享设备激活时，只有 A 控制器能接收诊断信息。

说明

其他信息

有关 SINAMICS 故障和报警的 PROFIdrive 信息类别请参考 SINAMICS 参数手册。

11.2.5.1 PROFINET 诊断

PROFINET 使用通道诊断 (Channel Diagnosis) 进行 PROFIdrive 信息类的传输（参见 PROFINET IO 类别 (http://www.profibus.com)）。

信息由以下几部分（固定顺序）组成：

- Block Header (6 Byte)
  - Blocktype
  - Blocklength
  - BlockversionHigh
  - BlockversionLow
- API (4 Byte)
- Slot Number (2 Byte)
- Sub Slot Number (2 Byte)
- Channel Number (2 Byte)
- Channel Properties (0x8000) (2 Byte)
- User Structure Identifier (2 Byte)
- Channel Diagnosis Data (6 Byte)
  - Channel Number (2 Byte)
  - Channel Properties (2 Byte)
  - Channel Error Type (2 Byte)

一览：

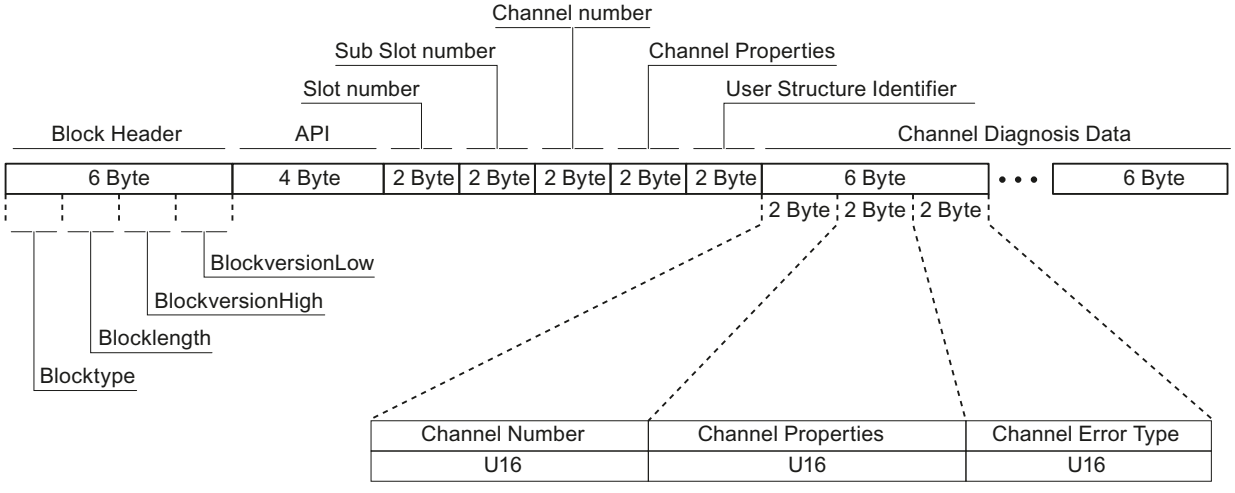


图 11-10　信息的组成部分

一条信息中可能会重复包含信息块 Channel Diagnosis Data 的单个组成部分。下文是对这些信息组成部分的详细说明：

名称	数据类型/长度	SINAMICS	
		值	含义
Channel Number	U16	1 ... 399	组件编号
		0x8000	无组件分配 1)
Channel Properties	U16		

名称		数据类型/长度	SINAMICS	
			值	含义
	.Type	位 7 ... 0	0	无数据长度
	.Accumulative	位 8	0	1 通道；未形成组
	.Maintenance	位 10、9	0 1 2	故障 → 诊断 报警类别 0 或 A → 需进行*维护 (Maintenance required)* 报警类别 B 或 C → 需进行*维护 (Maintenance demanded)*
	.Specifier	位 12、11	0 1 2 3	未使用 显示信息 信息消失，通道中不允许有其他信息 信息消失，通道中存在其他信息
	.Direction	位 15 ... 13	3	Input/Output

名称	数据类型/长度	SINAMICS	
		值	含义
Channel Error Type	U16	0x9000	Hardware / software error
		0x9001	Network fault
		0x9002	Supply voltage fault
		0x9003	DC link overvoltage
		0x9004	Power electronics faulted
		0x9005	Overtemperature of the electronic components
		0x9006	Ground fault / inter-phase short circuit
		0x9007	Motor overload
		0x9008	Communication error to the higher-level control system
		0x9009	Safety monitoring channel has identified an error
		0x900A	Position/speed actual value incorrect or not available
		0x900B	Internal (DRIVE-CLiQ) communication error
		0x900C	Infeed faulted
		0x900E	Line filter faulted
		0x900F	External measured value / signal state outside the permissible range
		0x9010	Application / technological function faulted
		0x9011	Error in the parameterization / configuration / commissioning procedure
		0x9012	General drive fault
		0x9013	Auxiliary unit faulted

1) 适用于允许不分配组件的信息

系统特性 - 读取诊断数据

诊断数据由变频器通过“读取数据组”请求（详细信息请参考 PROFINET IO 类别 (http://www.profibus.com)）。

示例：

可用索引为 0x800C 的 Read Record 读取诊断数据。规定如下：

- 1 个信息块
  当该驱动对象上识别到（一个或多个）相同信息类的故障时
- n 个信息块
  当该驱动对象上识别到不同信息类的 n 个故障时

说明

当驱动对象 CU 上存在一个故障时，该故障会传递给该 CU 的所有驱动对象。因此，在每个驱动对象上都能读取该故障。

11.2.5.2 PROFIBUS 诊断

PROFIBUS 通讯在发生故障时会提供以下诊断数据：

- 标准诊断 (页 742)
- 标识诊断 (页 743)
- 状态信息/模块状态 (页 743)
- 通道诊断 (页 745)
- 数据组 DS0/DS1 和诊断报警 (页 746)

信息结构

如果一条信息中包含所有上述诊断数据，则：

- 标准诊断
  始终位于信息开头。
- 数据组 DS0/DS1 和诊断报警
  始终位于信息结尾。该信息部分始终为槽专用。信息中始终传输负责该信息的槽的当前状态。

其他诊断数据（类型）以任意顺序排列。因此，以下诊断数据有一个标题：

- 标识诊断
- 状态信息/模块状态
- 通道诊断

通过标题可以识别诊断数据类型。

说明

主站必须在 DPV1 模式下工作。

标准诊断

PROFIBUS 通讯的标准诊断结构如下：

位		7	6	5	4	3	2	1	0
八位字符串	名称								
1	站状态 1	Master_Lock = 0	Prm_Fault	0	Not_Supported	**Ext_Diag**	Cfg_Fault	Station_Not_Ready	Station_Non_Exist = 0
2	站状态 2	0	0	Sync_Mode	Freeze_Mode	WD_On	1	**Stat_Diag** = 0	Prm_Req
3	站状态 3	**Ext_Diag_Overflow**	0	0	0	0	0	0	0
4		Master_Add							
5		从站的 Ident_Number (HighByte)							
6		从站的 Ident_Number (LowByte)							

以下数值对于诊断非常重要：

- Ext_Diag
  - 从站中诊断的汇总信息
  - = 1，至少存在 1 个报警时
- Ext_Diag_Overflow
  显示从站的诊断数据溢出（超出 240 个字节）

标识诊断

标识诊断为设备配置时所分配的槽都分别提供 1 位 (KB_n)。如果一个槽中存在一条诊断信息，则其位 KB_n = true：

位		7	6	5	4	3	2	1	0
八位字符串	名称								
1	Header-Byte 站状态 1	0	1	含这些字节的块长度 (2 ... 32)					
2	位 结构	KB_7	KB_6	KB_5	KB_4	KB_3	KB_2	KB_1	KB_0
3	位 结构	...	...	...	...	KB_11	KB_10	KB_9	KB_8
...		...							
x	位 结构	...	...	KB_n+1	KB_n	...	...	...	...

状态信息/模块状态

状态信息/模块状态用缩写形式表示设备状态一览：

位		7	6	5	4	3	2	1	0
八位字符串	名称								
1	标题字节	0	0	含这些字节的块长度 (2 ... 32)					
2	模块状态	0x82							
3	槽	0							
4	说明符	0							
5		槽_4		槽_3		槽_2		槽_1	
6		...		槽_7		槽_6		槽_5	
...		...							
x		00		槽_n		...		...	

说明

状态值

由于在 SINAMICS 上，诊断只在循环 PROFIBUS 模式中可用，因此，对于所有槽系统始终输出状态 00 = “有效数据”。

通道诊断

通道诊断包含以下数据：

位		7	6	5	4	3	2	1	0
八位字符串	名称								
x	Header-Byte	1[1]	0[1]	含这些字节的 0 ... 63（模块编号）					
x + 1		1[2]	1[2]	0（无组件分配）					
x + 2		0[3]	0[3]	信息类别： 2 undervoltage 3 overvoltage 9 error 16 Hardware/software error 17 Line supply/filter faulted 18 DC-link overvoltage 19 Power electronics faulted 20 Electronic component overtemp. 21 Ground/phase fault detected 22 Motor overload 23 Commun. with controller faulted 24 Safety monit. Detected an error 25 Act. Position/speed value error 26 Internal communication faulted 27 Infeed faulted 28 Braking controller faulted 29 External signal state error 30 Application/function faulted 31 Parameterization/commiss. error					

[1] ≙ 通道诊断

[2] ≙ 输入/输出

[3] ≙ 通道类型“非专用”

系统特性

如果通道诊断在同一个驱动对象上识别到多个相同信息类的故障，则只生成一条信息。

数据组 DS0/DS1 和诊断报警

借助诊断报警 DS0/DS1 传送 PROFIdrive 信息类别。所有故障都分配给通道 0 (Cha 0)。驱动对象的分配通过槽号进行。

结构如下：

位		7	6	5	4	3	2	1	0
八位字符串	名称								
1	Header-Byte	0	0	= 15（块长度）					
2		0	= 1（诊断报警）						
3		0 ... 244（槽号 ≙ 驱动对象）							
4		0 ... 31（顺序编号）					Add_Ack	Alarm_Specifier[1]	
5	DS0（字节 0）	0	0	0	0	1[2]	0	1[3]	1[4]
6	DS0（字节 1）	0	0	0	1[5]	0[6]	0[6]	1[6]	1[6]
7	DS0（字节 2）	0	0	0	0	0	0	0	0
8	DS0（字节 3）	0	0	0	0	0	0	0	0
9	信息（字节 1）	混合	= 0x45 (ChannelTypeID = SINAMICS)						
10	信息（字节 2）	= 24（诊断位/通道的数量）							
11	信息（字节 3）	= 1（1 个通道发出信息）							
12	Channel Error Vector	0	0	0	0	0	0	0	Channel 0 1

位		7	6	5	4	3	2	1	0
八位字符串	名称								
13	通道诊断（通道 0）	Err 7	Err 6	Err 5	Err 4	Err 3	Err 2	Err 1	Err 0
14		Err 15	Err 14	Err 13	Err 12	Err 11	Err 10	Err 9	Err 8
15		0	0	0	0	Err 19	Err 18	Err 17	Err 16

1) Alarm_Specifier
   1 ≙ 出现故障且槽口异常
   2 ≙ 故障已排除且槽口正常
   3 ≙ 故障已排除且槽口异常

2) Channel fault present
   = 1；只要驱动对象上存在故障

3) Internal fault
   = 1；只要驱动对象上存在故障

4) Module fault
   = 1；只要驱动对象上存在故障

5) Channel information present
   = 1; ≙ 存在 DS1

6) Type class of module
   = 0011；≙ Distributed

11.3 PROFIBUS DP 通讯技术

11.3.1 PROFIBUS 概述

11.3.1.1 应用在 SINAMICS 上的 PROFIBUS 技术概述

PROFIBUS 是开放式的国际现场总线标准，广泛应用在生产和过程自动化领域。

通过以下标准确保厂商独立性和开放性：

- 国际标准 EN 50170
- 国际标准 IEC 61158

PROFIBUS 最适宜应用于时间紧迫的现场快速数据传输。

说明

适用于驱动技术的 PROFIBUS 在以下文档中确定了标准并加以说明：
PROFIdrive Profile Drive Technology
PROFIBUS 用户组织协会
Haid-und-Neu-Straße 7，D-76131 Karlsruhe，
网址： (http://www.profibus.com)

说明

在和等时同步的 PROFIBUS 实现同步前，必须确保所有的驱动对象都处于脉冲禁止状态，其中也包括不受 PROFIBUS 控制的驱动。

PROFIBUS 接口：插入 **CBE20** 后，循环 PZD 通道失效！

注意
连接 CAN 电缆可损坏 CU320-2 或其他 CAN 总线节点 如果在 CU320-2 的接口 X126 上连接了 CAN 电缆，则可能会损坏 CU320-2 或其他 CAN 总线节点。 • 请勿在接口 X126 上连接 CAN 电缆。

主站和从站

- 主站和从站的特性

特性	主站	从站
作为总线节点	激活	未激活
发送消息	不发出外部请求	只能询问主站
接收消息	无限制	只能接收消息和应答

- 主站
  分为以下等级：
  - 主站等级 1(DPMC1)：
    中央自动化控制站，和从站循环或非循环地交换数据。同样，主站之间也可以通讯。
    示例：SIMATIC S7, SIMOTION
  - 主站等级 2(DPMC2)：
    在总线持续运行中，用于配置、调试、操作和显示的装置。只能和从站/主站非循环地交换数据的装置。
    示例：编程装置、操作和显示装置
- 从站
  SINAMICS 驱动装置在 PROFIBUS 中相当于一个从站。

总线访问方式

PROFIBUS 采用“Token-Passing”(权标传递)方式，即：当前生效的主站在一个逻辑环中每隔一段定义的时间便获得送信权。

在该时间段内，获得送信权的主站会和“主站-从站”中相应的从站通讯，和/或其他主站通讯。

用于数据循环传输和非循环传输的 PROFIBUS 报文

每个支持循环式过程数据交换的驱动设备都有一个报文，用于接收和传送所有过程数据。PROFIBUS 地址下的非循环式数据交换，即读写参数会发送单独的报文。它的优先级低于循环式数据交换。

参与过程数据交换的驱动对象越多，报文的总长度也就越长。

报文中驱动对象的顺序

在驱动上，报文中驱动对象的顺序通过 p0978[0...24] 中的列表显示，并且可以进行修改。

使用调试工具 STARTER，点击“Drive unit > Communication > Telegram configuration”，可以显示经过调试的驱动系统上各个驱动对象的顺序。

如果已经在控制器上通过 “HW-Config” 创建了配置，而驱动对象也支持该应用程序提供的过程数据，则驱动对象会按照显示的顺序添加到报文中。

以下驱动对象可以交换过程数据：

- 调节型电源模块(A_INF)
- 基本型电源模块(B_INF)
- 控制单元(CU_S)
- ENC
- 非调节型电源模块(S_INF)
- 伺服
- 端子板 30 (TB30)
- 端子模块 15 (TM15)
- 端子模块 31 (TM31)
- 端子模块 41 (TM41)
- 端子模块 120 (TM120)
- 端子模块 150 (TM150)
- 矢量

说明

HW-Config 中驱动对象的顺序必须与驱动中（p0978）一致。
p0978 中首个零后的驱动对象不允许在 HW-Config 中配置。

报文的结构取决于在配置时选中的驱动对象。允许采用未将驱动系统上所有驱动对象考虑在内的配置。

示例：

允许以下配置：

- 伺服、伺服、伺服的配置
- A_INF、伺服、伺服、伺服、TB30 的配置
- 以及其他配置

11.3.1.2 示例： 用于循环数据传输的报文结构

任务说明

驱动系统由以下驱动对象构成：

- 控制单元(CU_S)
- 调节型电源模块(A_INF)
- 伺服 1（由单电机模块和其他组件组成）
- 伺服 2（由双电机模块接口 X1 和其他组件组成）
- 伺服 3（由双电机模块接口 X2 和其他组件组成）
- 端子板 30 (TB30)

驱动对象和上级自动化系统之间应交换过程数据。

可以使用的报文：

- 报文 370，用于调节型电源
- 标准报文 6，用于伺服
- 用于端子板 30 的用户自定义报文，用于 3 个伺服驱动。

组件结构和报文结构

下图展示的报文结构根据指定的组件结构产生。

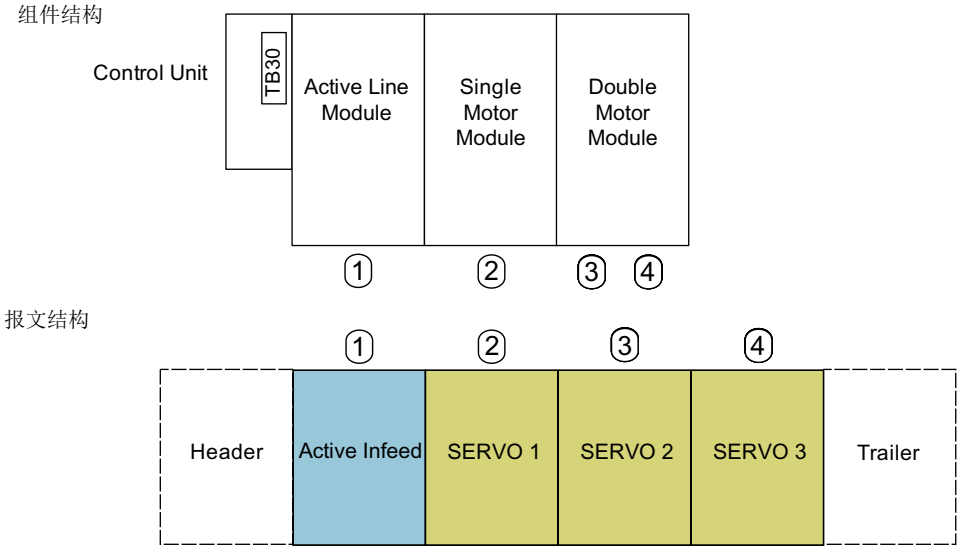


图 11-11　组件结构和报文结构

报文顺序可以通过 p0978[0...24] 检查并修改。

设置配置（例如：采用 SIMATIC S7 的“HW-Config”）

根据上图展示的报文结构，按照如下方式配置 DP 从站属性一览中的对象：

- 调节型电源模块(A_INF)：　报文 370
- 伺服 1：　标准报文 6
- 伺服 2：　标准报文 6
- 伺服 3：　标准报文 6
- 端子板 30 (TB30)：　用户自定义

DP 从站属性 - 一览

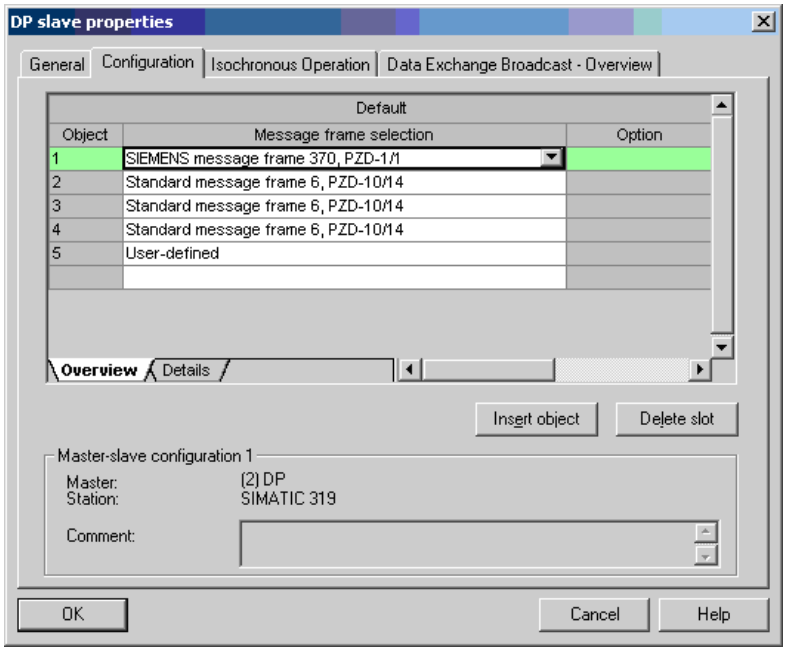


图 11-12　从站属性 - 一览

点击“Details”，显示已经配置的报文结构的属性，例如：I/O 地址、轴分隔符等。

DP 从站属性 - 详细信息

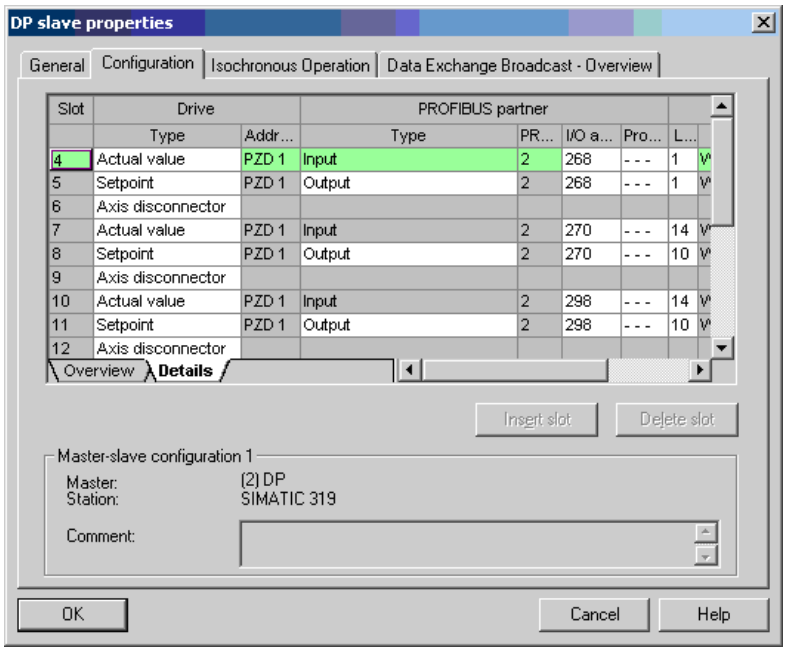


图 11-13　从站属性 - 详细信息

轴分隔符按照以下方式隔开报文中的对象：

- 插口 4 和 5：　对象 1 —> 调节型电源模块(A_INF)
- 插口 7 和 8：　对象 2 —> 伺服 1
- 插口 10 和 11：　对象 3 —> 伺服 2

等等

11.3.2 调试 PROFIBUS

11.3.2.1 设置 PROFIBUS 接口

接口和诊断 LED

在标准配置下，带 LED 的 PROFIBUS 接口和地址开关位于控制单元 CU320-2 DP 上。

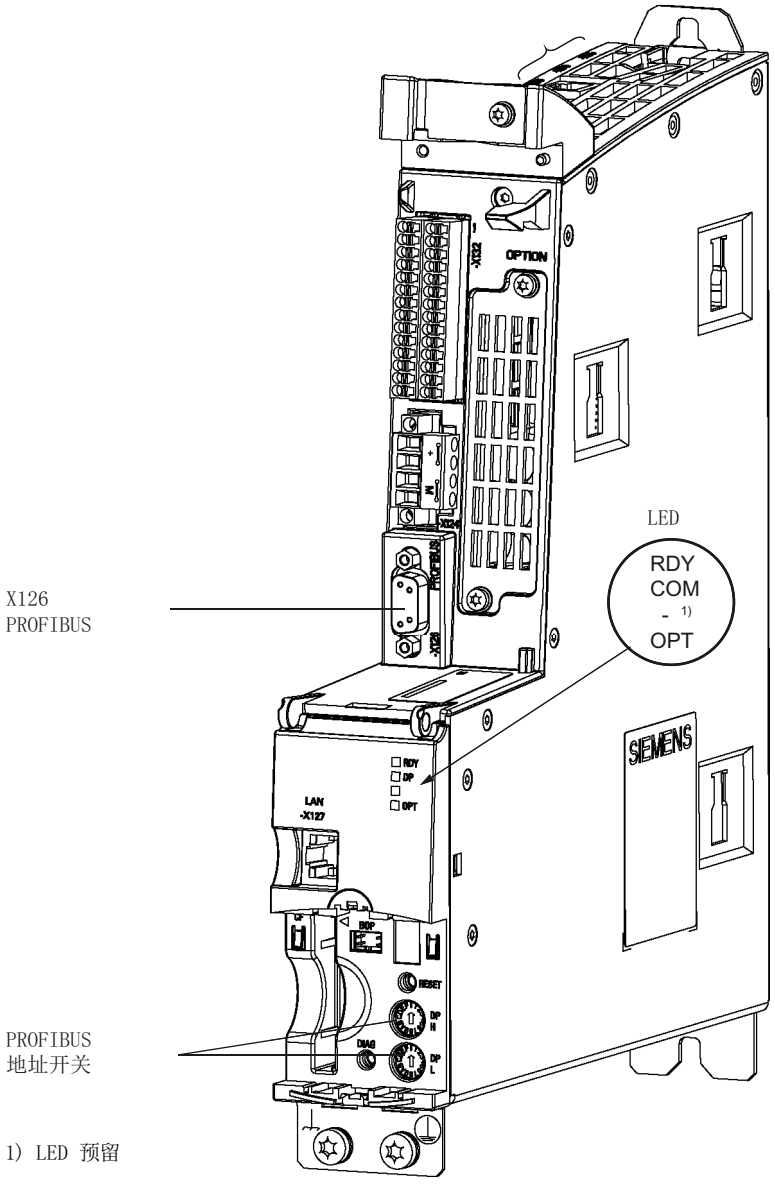


图 11-14 接口和诊断 LED

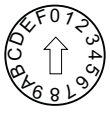
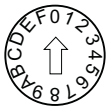
- PROFIBUS 接口
  PROFIBUS 接口在“SINAMICS S120 控制单元和扩展系统组件设备手册”中详细说明。
- PROFIBUS 诊断 LED

说明

在 PROFIBUS 接口(X126)上可以连接一个远程服务适配器，以便进行远程诊断。

在 CU320-2 DP 上，PROFIBUS 地址通过 2 个十六进制编码的旋转开关设置。可以是设置 0_{dez} (00_{hex}) 到 127_{dez} ($7F_{hex}$) 之间的值。在上方的编码旋转开关（H）设置 16^1 的十六进制值，在下方的开关（L）设置 16^0 的十六进制值。

表格 11-7　PROFIBUS 地址开关

编码旋转开关	有效位	示例		
		21_{dec}	35_{dec}	126_{dec}
		15_{hex}	23_{hex}	$7E_{hex}$
	$16^1 = 16$	1	2	7
	$16^0 = 1$	5	3	E

设置 PROFIBUS 地址

编码旋转开关的出厂设置为：0_{dec}（00_{hex}）。

有 2 种方法可以设置 PROFIBUS 地址：

1. 通过调试工具（参数 0918）
   – 为了通过 STARTER 设置 PROFIBUS 节点的总线地址，首先将编码旋转开关设置为 0_{dec}（00_{hex}）及 127_{dec}（$7F_{hex}$）。
   – 接下来通过参数 p0918 将地址设置为 1 至 126 之间的值。
2. 通过控制单元上的 PROFIBUS 地址开关
   – 通过编码旋转开关手动将地址设置为 1 到 126 之间的值。此时只通过参数 p0918 读取地址。

说明

用于设置 PROFIBUS 的旋转编码开关位于保护盖下。

说明

在调试时会使用地址 126。 允许的 PROFIBUS 地址为 1 ... 126。

在一条 PROFIBUS 支路上连接多个控制单元时，须将地址设置为与出厂设置不同的值。在一个 PROFIBUS 支路中每个 PROFIBUS 只能被分配一次。 PROFIBUS 地址即可通过编码旋转开关绝对设定，也可在参数 p0918 中选择性设定。 只有在重新上电后，总线地址的更改才生效。

在参数 r2057 中显示当前设置的编码旋转开关地址。

说明

对于 PROFIBUS 地址分配，仅 1 至 126（$7E_{hex}$）范围内的数值有效。 若设置了超过 127 的值，则其会被作为“0”识别。 若设置了“0”或“127”，则通过参数 p0918 中的值确定 PROFIBUS 地址。

11.3.2.2 PROFIBUS 接口运行

设备主数据文件

在设备主数据文件（GSD）中明确并完整地说明了 PROFIBUS 从站的特性。

SINAMICS S GSD 文件包含标准报文、自由报文和“从站-从站”通讯报文。必须借助该报文部分和一个轴分隔符为每个驱动对象组合出一条驱动设备报文。

GSD 文件获取方式：

- 网站：
  PROFINET I/O (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49217480)
  （GSDML 文件）
  PROFIBUS DP (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49216293)
  （GSD 文件）
- 调试工具 STARTER 的 CD/DVD 光盘
  产品编号 6SL3072-0AA00-0AG。
- 存储卡的目录：
  \\SIEMENS\SINAMICS\DATA\CFG\

“HW-Config” 中的 GSD 文件的处理说明请参见 SIMATIC 文档。PROFIBUS 组件的供应商可能会自行提供总线配置工具。相关总线配置工具的操作请参见相应文档。

调试 VIK–NAMUR 的说明

必须首先设置标准报文 20，并通过 p2042 =1 激活 VIK-NAMUR ID，才可以将 SINAMICS 驱动用作 VIK-NAMUR 驱动。

设备数据

每个从站都有一个数据参数，它简要地显示 PROFIBUS 所有节点的信息，方便诊断。

每个从站的信息位于 CU 专用的参数：
“r0964[0...6] 设备数据”中。

总线终端电阻和屏蔽

只有总线终端电阻正确设置、PROFIBUS 电缆充分屏蔽后，PROFIBUS 才能安全可靠地传输数据。

- 总线终端电阻
  请按照以下方式设置 PROFIBUS 插头中配备的总线终端电阻：
  - 支路中的第一个节点和最后一个节点：接通终端电阻
  - 支路中的其他节点：断开终端电阻
- PROFIBUS 电缆的屏蔽
  电缆屏蔽层必须在插头中大面积、两端接地（参见 SINAMICS S120 控制单元和扩展系统组件设备手册）。

11.3.2.3 调试 PROFIBUS

调试的前提条件和假设条件

	前提条件
PROFIBUS 从站	• 设备应用中需要设置的 PROFIBUS 地址已知。 • 应用中每个驱动对象的报文类型已知。
PROFIBUS 主站	• 主站上必须具有 SINAMICS S120 通讯从站的特性（设备主数据文件或 Drive ES Slave-OM）。

调试步骤（以 SIMATIC S7 为例）

1. 设置从站的 PROFIBUS 地址。
2. 设置从站的报文类型。

3. 在 HW-Config 中执行以下操作：
   – 将驱动设备连接到 PROFIBUS 上，设置地址。
   – 设置报文类型。
     对于每个通过 PROFIBUS 交换过程数据的驱动对象，应设置和从站一样的报文类型。
     主站可以发送的过程数据比从站使用的过程数据多。 在主站上可以定义具备更多 PZD 的报文，它的 PZD 数量超出了 STARTER 中分配给驱动对象的数量。
     无法由驱动对象提供的 PZD 会填入零。
     也可以在一个节点或驱动对象上设置“没有 PZD”，例如：电源模块由端子控制。
4. 根据用户程序设置输入/输出地址。

11.3.2.4 诊断方法

在“HW-Config”中可以在线读取标准从站诊断信息。

11.3.2.5 SIMATIC HMI 的地址分配

您可以将 SIMATIC HMI 用作 PROFIBUS 主站（主站等级 2），直接访问 SINAMICS。在使用 SIMATIC HMI 时，SINAMICS 相当于一个 SIMATIC S7。在访问驱动参数时，请依据以下对应关系：

- 参数号 = 数据块号
- 参数子索引 = 数据块偏移的位 0 … 9
- 驱动对象号 = 数据块偏移的位 10 … 15

Pro Tool 和 WinCC flexible

SIMATIC HMI 可以通过“Pro Tool”或“WinCC flexible”配置。

在使用 “Pro Tool” 或 “WinCC flexible” 这两个工具配置时，请注意以下驱动的专有设置。

控制器：协议始终是“SIMATIC S7 – 300/400”

表格 11-8　其它参数

数组	值
网络参数协议	DP
网络参数波特率	可自由选择
通讯伙伴地址	驱动设备的 PROFIBUS 地址
通讯伙伴 插接位置/模块接口	don’t care, 0

表格 11-9　变量：“通用”标签

数组	值
名称	可自由选择
控制	可自由选择
类型	根据各个已经定址的参数值，例如： INT:表示整型 16 DINT:表示整型 32 WORD:表示 Unsigned 16 REAL:表示浮点数
范围	DB
DB （数据块号）	参数号 1 ... 65535
DBB, DBW, DBD （数据块偏移）	驱动对象号和子下标 位 15 … 10：驱动对象号 0 ... 63 位 9 … 0：子下标 0 ... 1023 或者其他表达式： DBW = 1024 * 驱动对象号 + 子下标
长度	未激活
采样循环	可自由选择
元素数量	1
小数点后位数	可自由选择

说明

- SIMATIC HMI 可以和驱动设备一同运行，而不受当前控制器的影响。
  只需要简单地“点到点”地连接 2 个节点。
- HMI 功能“变量”仍可用于驱动设备。其他功能则无法使用，例如：“信息”或“处方”。
- 可以访问到单个参数值。但是不能访问整个数组、说明或文本。

11.3.2.6 报文故障监控

在报文故障监控中 SINAMICS 会区分 2 种状况：

- 总线故障时的报文故障
  发生报文故障并且附加的监控时间(p2047)届满后，位 r2043.0 会设置为 “1” 且输出报警 A01920。此时可使用例如二进制互连输出 r2043.0 进行急停。
  p2044 中设置的故障延迟时间届满后便触发故障 F01910。故障 F01910 会在电源模块上触发停止响应 OFF2（脉冲禁止）；在伺服/矢量上触发 OFF3（紧急停止）。如果不希望触发“OFF”响应，则可对故障响应重新进行设置。
  故障 F01910 可立即被应答。驱动随后可不带 PROFIdrive 运行。

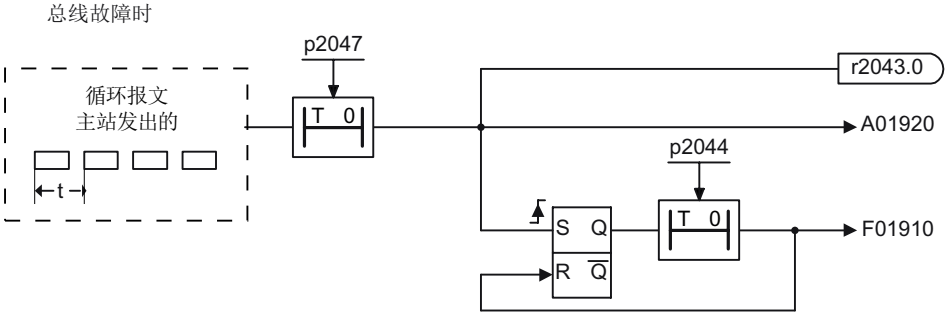


图 11-15　总线故障时的报文故障监控

- CPU 停止时的报文故障
  报文故障后位 r2043.0 设置为“1”。此时可使用例如二进制互连输出 r2043.0 进行急停。
  p2044 中设置的故障延迟时间届满后便触发故障 F01910。故障 F01910 会在电源模块上触发停止响应 OFF2（脉冲禁止）；在伺服/矢量上触发 OFF3（紧急停止）。如果不希望触发“OFF”响应，则可对故障响应重新进行设置。
  故障 F01910 可立即被应答。驱动随后可不带 PROFIdrive 运行。

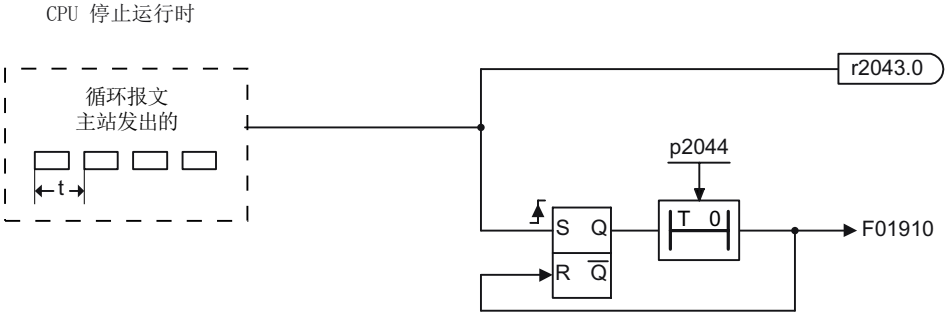


图 11-16　CPU 停止时的报文故障监控

示例：报文故障时触发急停

假设：

- 驱动设备有一个调节型电源模块和单电机模块。
- 矢量模式已经激活。
- 驱动在经过 2 秒的减速时间 (p1135) 后处于静止状态。

设置：

CU	p2047 = 20 ms
A_INF	p2044 = 2 s
矢量	p2044 = 0 s

过程：

1. 报文发生故障、附加的监控时间(p2047)届满后，驱动对象 CU 上的二进制互联输出 r2043.0 变为“1”。
   同时，在驱动对象 A_INF 上发出报警 A01920；在驱动对象“矢量”上发出报警 A01920 和故障 F01910。
2. 故障 F01910 会引起驱动的 OFF3 响应。
3. 在 2 秒的故障延迟时间 (p2044) 届满后，电源模块上发出故障 F01910，触发 OFF2。

11.3.3 采用 PROFIBUS 的运动控制

采用 PROFIBUS 的运动控制/等时同步驱动耦合

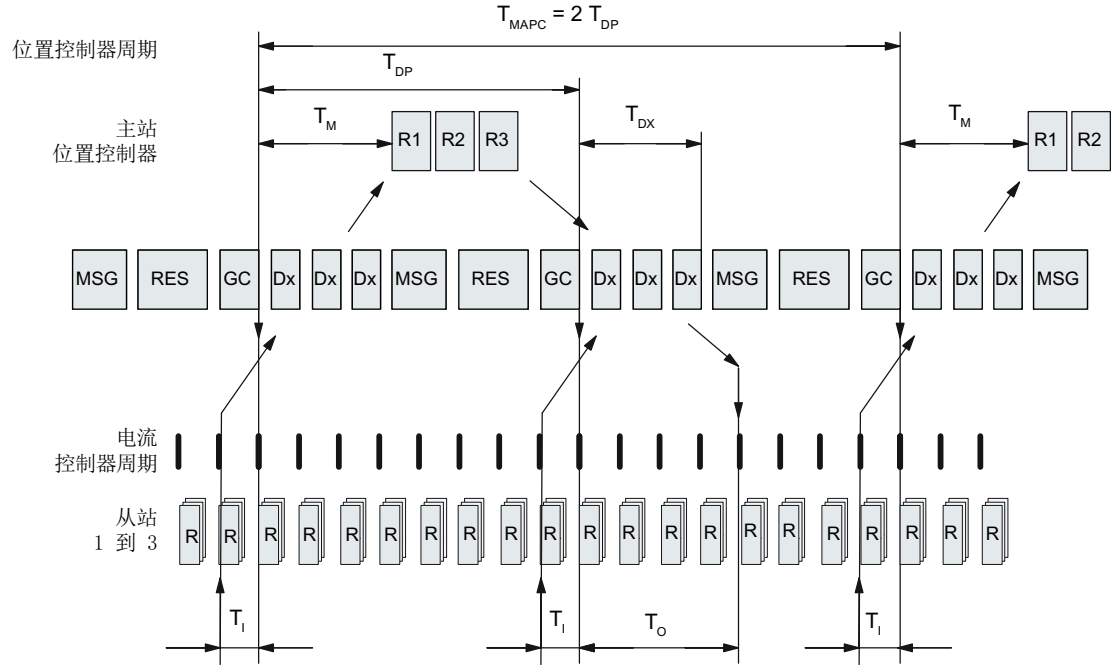


图 11-17 采用 PROFIBUS 的运动控制/等时同步驱动耦合，周期经过优化，T_{MAPC} = 2 • T_{DP}

闭环控制的数据传输顺序

1. 在离每个周期开始相差 T_I 的时间点上，位置实际值 G1_XIST1 被读取，在下一个周期中传送给主站。
2. 在每个位置控制器周期结束并经过 T_M 后，主站的闭环控制启动，并采用从传送到报文中的实际值。
3. 在下一个周期中，主站将计算出的设定值传送给从站。 在周期开始后，转速设定值 NSOLL_B 传送给闭环控制，直至时间点 T_O。

运动控制图中采用的缩写和含义

表格 11-10 时间设置和含义

名称	极限值	描述
$T_{基本_DP}$	250 µs	T_{DP} 的时间基础
T_{DP}	$T_{DP} \geq T_{DP_最小}$ $T_{DP_最小} \leq T_{DP} \leq T_{DP_最大}$	DP 循环时间 T_{DP} = Dx + MSG + RES + GC T_{DP} = 整数倍的 $T_{基本_DP}$ $T_{DP_最小}$ = 1 ms $T_{DP_最大}$ =32 ms
T_{MAPC}		主站应用周期 指主站应用生成新的设定值的时帧，例如：一个位置控制器周期。 T_{MAPC} = T_{DP} 的整数倍
$T_{基本_IO}$	125 µs	T_I，T_O 的时间基础
T_I	$T_{I_最小} \leq T_I < T_{DP}$	实际值采集的时间段 指在周期开始前采集位置实际值的时间。 T_I = T_{BASE_IO} 的整数倍 $T_{I_最小}$等于驱动设备内一个驱动对象（SERVO/VECTOR）的最大电流控制器周期（p0115[0]），至少为 125 µs。 适用于矢量 V/f。
T_O	$T_{DX} + T_{O_最小} \leq T_O < T_{DP}$	设定值传送的时间段 指在周期开始后，转速设定值传送到闭环控制的时间。 T_O = 整数倍的 $T_{基本_IO}$ $T_{O_最小}$等于驱动设备内一个驱动对象（SERVO/VECTOR）的最大转速控制器周期（p0115[1]），至少为 125 µs
T_{DX}	$T_{DX} < T_{DP}$	Data Exchange Zeit 指在一个周期内将过程数据传送给所有从站的时间。
T_{PLL_W}	-	PLL 窗口
T_{PLL_D}	-	PLL 延时
GC		Global-Control 报文，即广播报文
Dx		Data_Exchange 该通讯可以实现主站和 1 - n 个从站之间的有效载荷数据交换。
MSG		非循环服务 该通讯可非循环实现主站和 1 - n 个从站之间的有效载荷数据交换。
RES		裕量：“激活的间歇时间”，直到等时同步循环结束。

名称	极限值	描述
R		主站及从站中转速控制器或位置控制器的处理时间
T_M		主站时间 主站闭环控制启动

时间的设置规定

- 周期(T_{DP})
  - 所有总线节点的 T_{DP} 设置必须相同。
  - $T_{DP} > T_{DX}$ 和 $T_{DP} > T_O$

  说明

  在 PROFIBUS 主站上修改完 T_{DP} 后，必须重新给驱动系统上电，或者设置参数 p0972 = 1（复位驱动设备）。

- T_I 和 T_O
  - T_I 和 T_O 越短，位置环中的时滞也就越短。
  - $T_O > T_{DX} + T_{O\,最小}$
- 可以使用工具，如 SIMATIC S7 中的“HW-Config”来设置并优化。

最短间歇时间

表格 11-11 最短间歇时间

数据	时间需求[µs]
基本负载	300
每个从站	20
每个有效载荷数据字节	1.5
另外一个等级 2 主站	500

有效载荷数据完整性

有效载荷数据的完整性可以通过一个生命符号（4 位计数器）在两个传输方向（主站 <—> 从站）检查。

生命符号计数器在 1 至 15 的范围内增量提升，之后从 1 和 15 间的任意值重新开始计数。

- 主站生命符号
  - STW2.12 ... STW2.15 用作主站生命符号。
  - 主站生命符号计数器每经过一个主站应用周期(T_{MAPC})便增加一个。
  - 所允许的连续（周期同步电机）生命符号故障可通过 p0925 设置。
  - p0925 = 65535 时会取消从站中的生命符号监控。
  - 监控
    在从站中会监控主站生命符号，并对发现的生命符号故障进行分析。
    可以在 p0925 中设置最多允许的主站生命符号故障数量。
    一旦超出了 p0925 中设置的连续生命符号故障数量上限，则：
    – 输出相应的信息。
    – 作为从站生命符号输出零。
    – 开始和主站生命符号的同步。
- 从站生命符号
  - ZSW2.12 ... ZSW2.15 用作从站生命符号。
  - 从站生命符号计数器每经过一个 DP 周期(T_{DP}) 便增加一个。

示例：SINAMICS 矢量驱动、SIMOTION D4x5 和/或 CX 组件

请首先在“HW-Config”中选择可靠的周期，这样便可以在下载完项目后，确定 SINAMICS 驱动设备中设置的周期。

我们推荐以下设置和顺序：

1. T_{DP} = 3.0 ms (T_{DP} = DP 周期)
2. $T_i = T_o$ = 1.5 ms (T_i = 实际值采集的时间， T_o = 设定值传输的时间）
3. T_{MAPC} = 6.0 ms (T_{MAPC} = 主站应用周期)

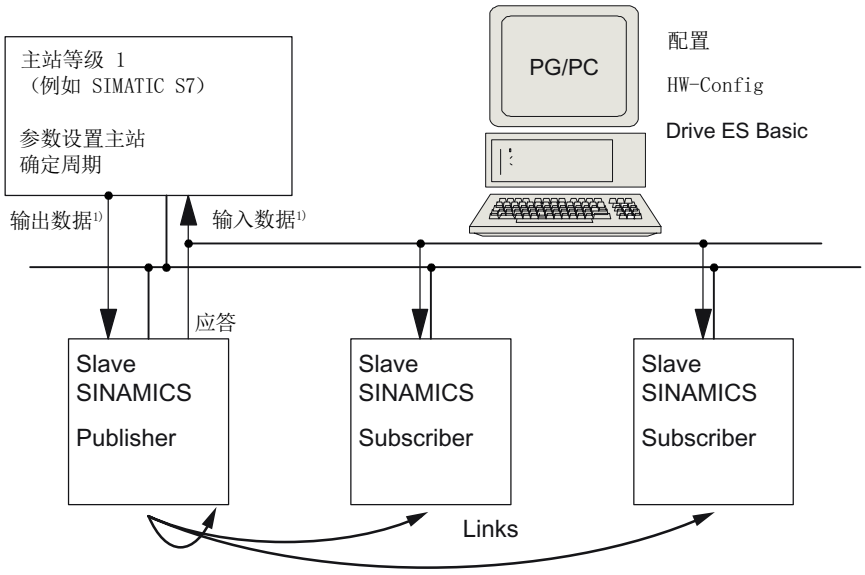
成功下载后可以查看所有电流控制器周期和转速控制器周期。必要时可以在“HW-Config”中修改这些周期。
进入“HW-Config”中 SINAMICS 驱动设备“DP slave properties”（从站、或 SIMOTION D4x5 主站），点击标签“Isochronous Operation”，便可以设置周期。

11.3.4 “从站-从站”通讯

在 PROFIBUS DP 上，主站会在一个 DP 周期内依次询问所有从站。 此时，主站会向各从站发送自己的输出数据（设定值），并读取各从站反馈的输入数据（实际值）。 使用“‘从站-从站’通讯”功能后，各个驱动（从站）之间可以更快地分散式交换数据，无需主站直接参与。

本章节中说明的功能会涉及到以下术语：

- 从站-从站”通讯
- 数据交换广播(DXB.req)
- “从站-从站”通讯（下文使用该术语）



1) 从 1 级主站角度

图 11-18 采用发布订阅模型的“从站-从站”通讯

发布方

在“从站-从站”通讯功能中，必须至少有一个从站用作“Publisher”，即发布方。

在主站传送输出数据时，它会通过不同的第 2 层功能码(DXB.req)响应发布方。 接着发布方会通过广播报文向总线节点发送对主站的输入数据。

订阅方

订阅方（Subscriber ）会分析由发布方发送的广播报文，并将接收到的数据用作设定值。这些发布方设定值的使用情况取决于报文设计(p0922)，或者也可以使用从主站接收的设定值。

链接和分支

在订阅方中设计的链接（和发布方的连接）包含以下信息：

- 应该由哪个发布方发送输入数据？
- 输入数据包含那些内容？
- 附加的设定值传送到哪里？

在一个链接内可以有多个分支。 通过一个分支可以将多个不关联的输入数据或输入数据区用作设定值。

可链接至自身的驱动设备。例如在双轴电机模块中可将数据从驱动 A 传输至驱动 B。这种内部链接从时间特性上来说相当于一个 PROFIBUS 链接。

前提条件

在使用“从-从通讯”功能时应遵循以下前提条件：

- STARTER 版本 4.2 或以上
- 配置：
  - Drive ES Basic，Drive ES SIMATIC，或 Drive ES PCS7 Version 5.3 SP3 及更高版本
  - 含 GSD 文件的替代方案
- 固件版本 4.3 或以上
- 每个驱动的最大过程数据数量可如下计算：r2050 中的数值减去已使用的源
- 最多 16 个至发布方的链接

说明

“从-从通讯”功能不适用于 CU310-2 PN

应用

通过“从-从通讯”功能实现的应用有：

- 轴耦合（推荐用于等时同步运行）
- 由另一个从站规定二进制连接

11.3.4.1 订阅方的设定值分配

关于设定值的信息

- 设定值数量
  在建立总线通讯时，主站通过配置报文(ChkCfg)通知从站有关需要传送的设定值（过程数据）数量的信息。
- 设定值内容
  数据的结构和内容由“SINAMICS 从站”上本地的过程数据配置确定。
- 作为标准从站运行
  驱动设备（从站）只从主站的输出数据获取设定值。
- 作为订阅方运行
  这些发布方设定值的使用情况取决于报文设计 (p0922)，或者也可以使用从主站接收的设定值。
  在建立总线通讯时，从站通过设置报文和配置报文获得设定值的分配信息。

11.3.4.2 激活/设置从-从通讯

无论是在发布方中还是在订阅方中，都需要激活“从站-从站”通讯功能，但只需要在订阅方中设置该功能。 在总线启动时，发布方自动激活。

在发布方中激活

借助订阅者上配置的链接，主站可以了解它需要响应的从站发布方，响应通过不同的第 2 层功能码（DXB 请求）进行。

接着发布方不仅会向主站发送自己的输入数据，而且会向所有总线节点发送广播报文。

该设置通过总线配置工具（如 HW-Config）自动进行。

在订阅方中激活

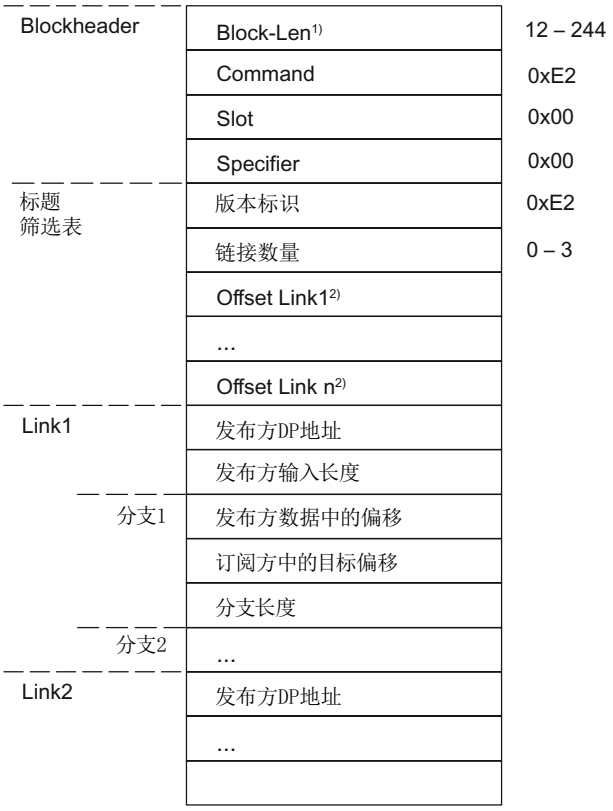
应成为订阅方的从站需要使用一张筛选表。 该从站必须知道哪些设定值是来自主站，哪些来自发布方。

筛选表通过总线配置工具（如 HW-Config)）创建。

筛选表中包含的信息见下图。

设置报文(SetPrm)

在建立总线通讯时，筛选表会作为一个单独的数据块通过设置报文从主站发送到从站。



1) 单位：字节
2) 从版本标识开始计算

图 11-19　设置报文(SetPrm)中的筛选表数据块

配置报文(ChkCfg)

从站可以通过配置报文了解，从主站接收到了多少设定值，并向主站发送了多少实际值。

在“从站-从站”通讯中，每个分支都需要一个专用的空标识。 该标识由 PROFIBUS 配置工具如“HW-Config”生成，并通过 ChkCfg 传送到需要作为订阅方工作的驱动设备中。

11.3.4.3　调试 PROFIBUS 横向通讯

下文说明了如何通过附加的软件包 “Drive ES” 调试 2 个 SINAMICS 驱动设备之间的“从站-从站”通讯。

“HW-Config”中的设置

在以下项目示例中将对 HW-Config 中的设置进行说明，使用标准报文。

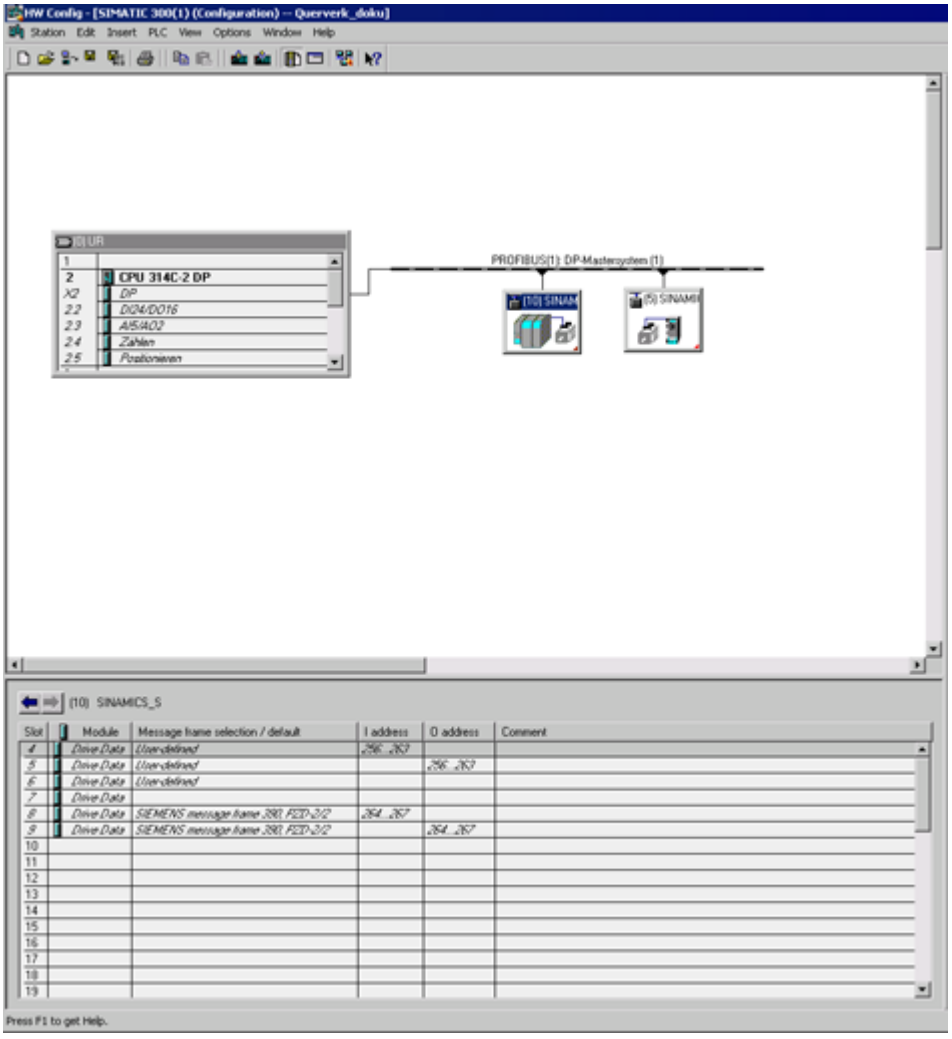


图 11-20 “HW-Config”中 PROFIBUS 网络的项目示例

步骤

1. 您已使用例如 SIMATIC Manager 和 HW-Config 创建了项目。在示例项目中已将 CPU 314 定义为控制系统和主站，并将 2 个 SINAMICS S120 控制单元定义为从站。从站中一个 CU310-2 DP 被设置为发布方，一个 CU320-2 DP 被设置为订阅方。
2. 选择控制单元 CU320-2 DP 作为从站。

3. 在概览视图中通过其属性对话框对所连接的驱动对象的报文进行配置。

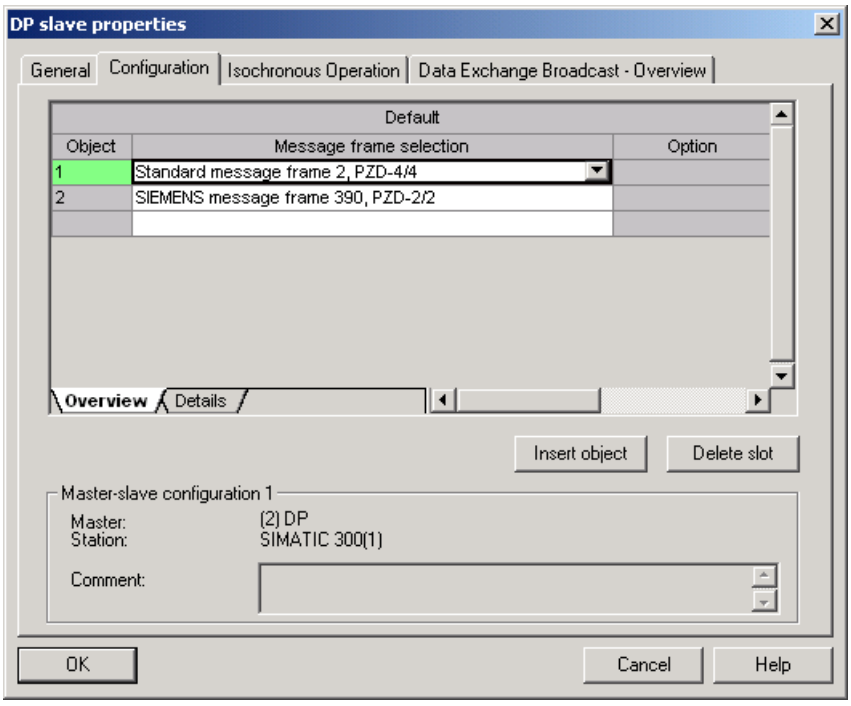


图 11-21　驱动对象的报文选择

4. 接下来切换至详细信息视图。
   – 槽 4/5 包含第一个驱动对象（例如 SERVO）的实际值和设定值。
   – 槽 7/8 包含第 2 个驱动对象（如 CU310-2 DP）的实际值和设定值的报文部分。

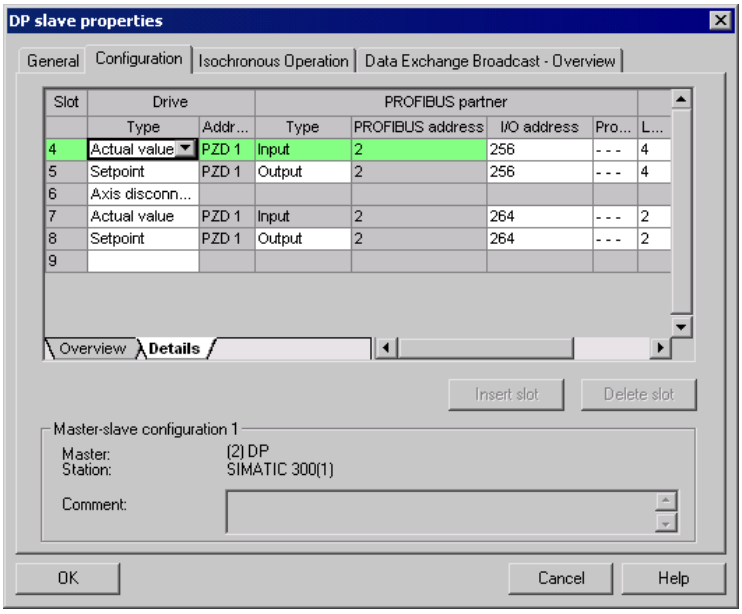


图 11-22　从站配置的详细信息视图

5. 按下“Insert slot”按钮，在现有的设定值槽 5 后创建用于第一个驱动对象的设定值槽 6。

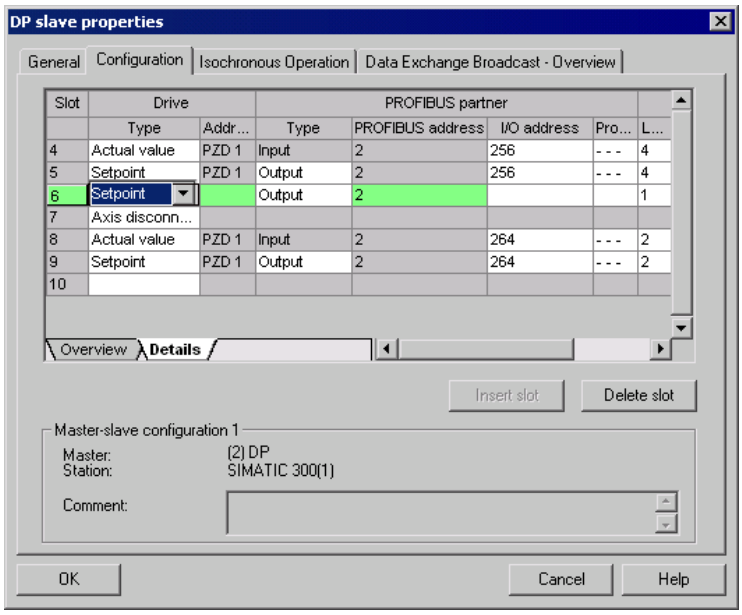


图 11-23　插入新的槽

6. 在“PROFIBUS partner”一栏下将新设定值槽 6 的类型从“Output”修改为“slave-to-slave communication”。
7. 在第一栏中选择发布方的 PROFIBUS DP 地址，此示例中为 “5”。
此时会显示所有 PROFIBUS DP 从站，从这些从站都可以获得实际值数据。此时也可以通过“从站-从站”通讯在驱动设备内部交换数据。

8. 在“I/O address”栏中显示的是每个驱动对象的开始地址。
请选择需要读取的驱动对象数据的开始地址。此示例中建议选择“268”。
如果不需要读取发布方的所有数据，可以通过“Length”栏设置长度。或者也可按照同样的方法移动分支的开始地址，从而可在驱动对象报文部分的中央读取所需的数据。

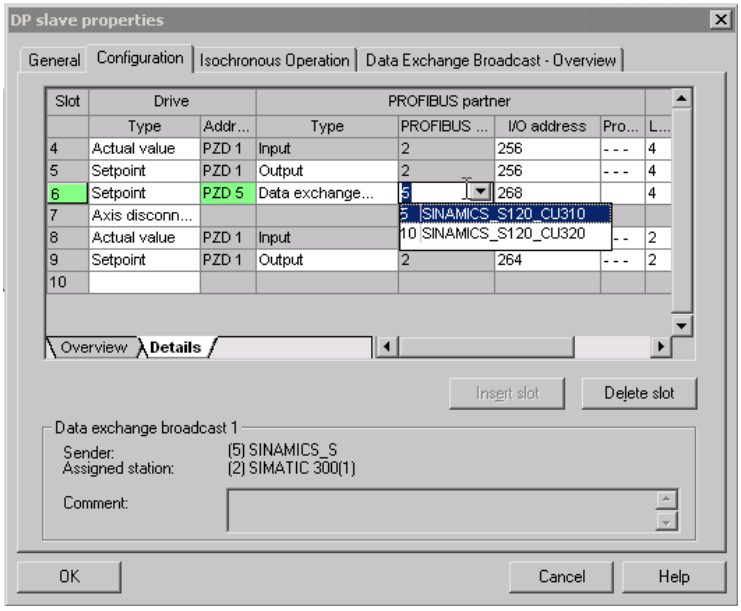


图 11-24　配置“从站-从站”通讯节点

9. 然后点击标签“Data Exchange Broadcast - Overview”。
此处会显示已经配置的“从站-从站”通讯，它和“HW-Config”中的当前配置状态一致。

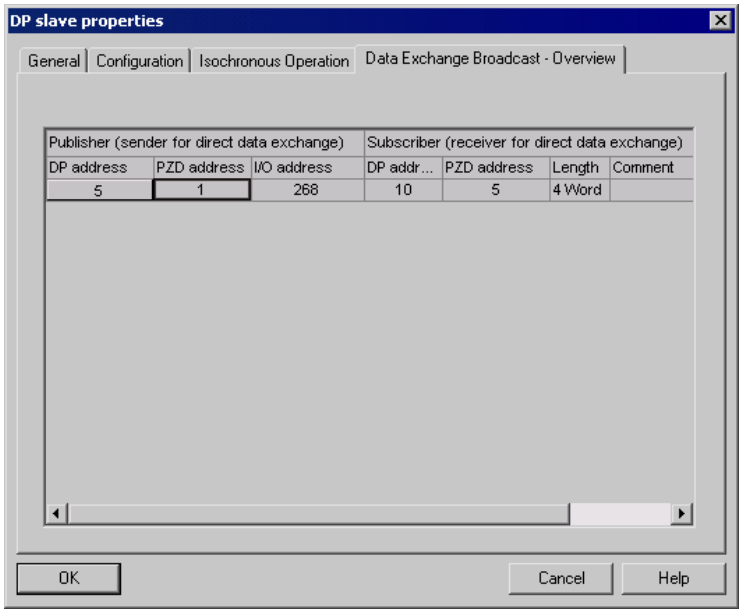


图 11-25 “从站-从站”通讯一览

在创建“从站-从站”通讯链接后，配置一览中“Message frame selection”一栏下显示的是“user-defined”报文，而不是“Standard message frame 2”。

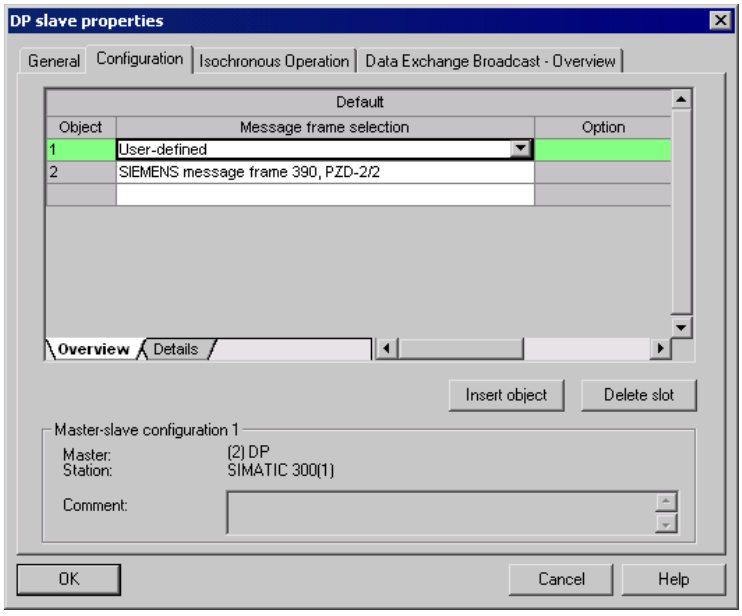


图 11-26 “从站-从站”通讯时的报文分配

为驱动设备的驱动对象创建“从站-从站”通讯链接后，详细信息显示如下：

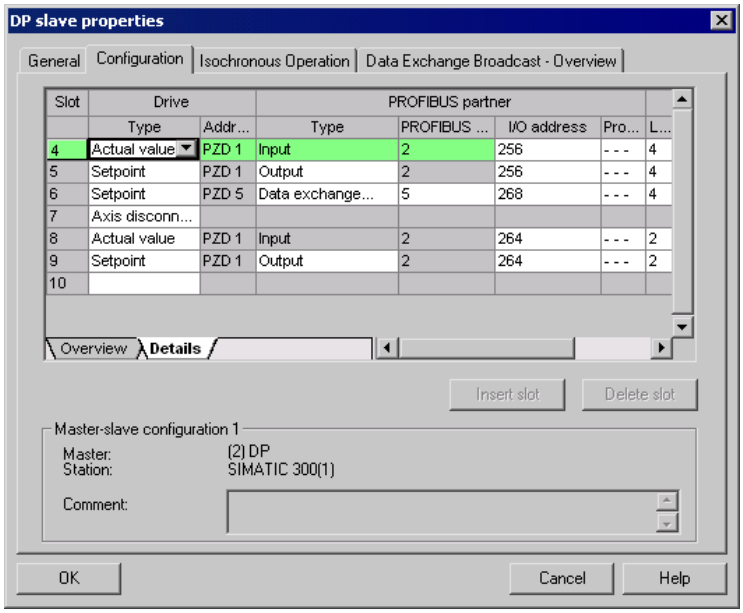


图 11-27　创建“从站-从站”通讯链接后的详细信息

10. 对于选中驱动设备上每个需要参与“从站-从站”通讯的驱动对象，您都必须对报文进行相应调整。

STARTER 中的自动识别

在 HW Config 中进行的交叉引用报文设置可由 STARTER 自动识别。在 STARTER 中不必进行报文扩展。

11.3.4.4　STARTER 中 PROFIBUS 从-从通讯的诊断

PROFIBUS“从站-从站”通讯采用的是广播报文，因此，只有订阅方才能识别连接错误或数据错误，例如：通过发布方的数据长度识别，参见“配置报文”。

而发布方只能检测到它和 DP 主站之间的循环通讯中断故障，并输出 A01920 和 F01910。发送给订阅方的广播报文不会发出反馈。 订阅方的故障必须由“从站-从站”通讯反馈。但是，在 1:n 配置的“主驱动”上，必须要注意组态范围的限制（参见“链接和分支”）。不可由 n 个订阅方通过“从站-从站”通讯直接向“主驱动”（发布方）反馈状态。

可通过诊断参数 r2075（“PROFIBUS 诊断：接收报文的 PZD 偏移”）和 r2076（PROFIBUS 诊断：发送报文的 PZD 偏移）进行诊断。 参数 r2074（“PROFIBUS 诊断：接收 PZD 的总线地址”）显示了相应 PZD 设定值源的 DP 地址。

借助 r2074 和 r2075 可以验证“从站-从站”通讯中订阅方的数据源。

说明

订阅方不会监控是否存在等时同步的发布方生命信号。

PROFIBUS “从站-从站”通讯中的故障和报警

报警 A01945 表示至少和一个驱动对象的发布方之间的连接发生故障或失灵。 另外，相应 DO 上还会输出故障 F01946，表明和该驱动对象的连接中断。 发布方故障只会影响相应的驱动对象。

关于信息发布的详细信息请参见 SINAMICS S120/S150 参数手册。

11.3.5 通过诊断通道传送信息

除了现有调试工具(STARTER, SCOUT) 外，信息也可以用其他途径显示。在激活了诊断功能后，信息也可以通过标准的 PROFIdrive 错误信息传送给上位控制器。在控制器中信息被加以处理或传送给人机界面(SIMATIC HMI, TIA-Portal, ...) 以方便查看。

通过该功能可以立即排查异常或故障，不管当前使用哪种工具。

也请留意诊断通道 (页 735)一章中介绍的诊断通道基本信息。

激活诊断功能

诊断功能通过配置工具(HW-Config, TIA-Portal, ...)中的参数激活或禁用。

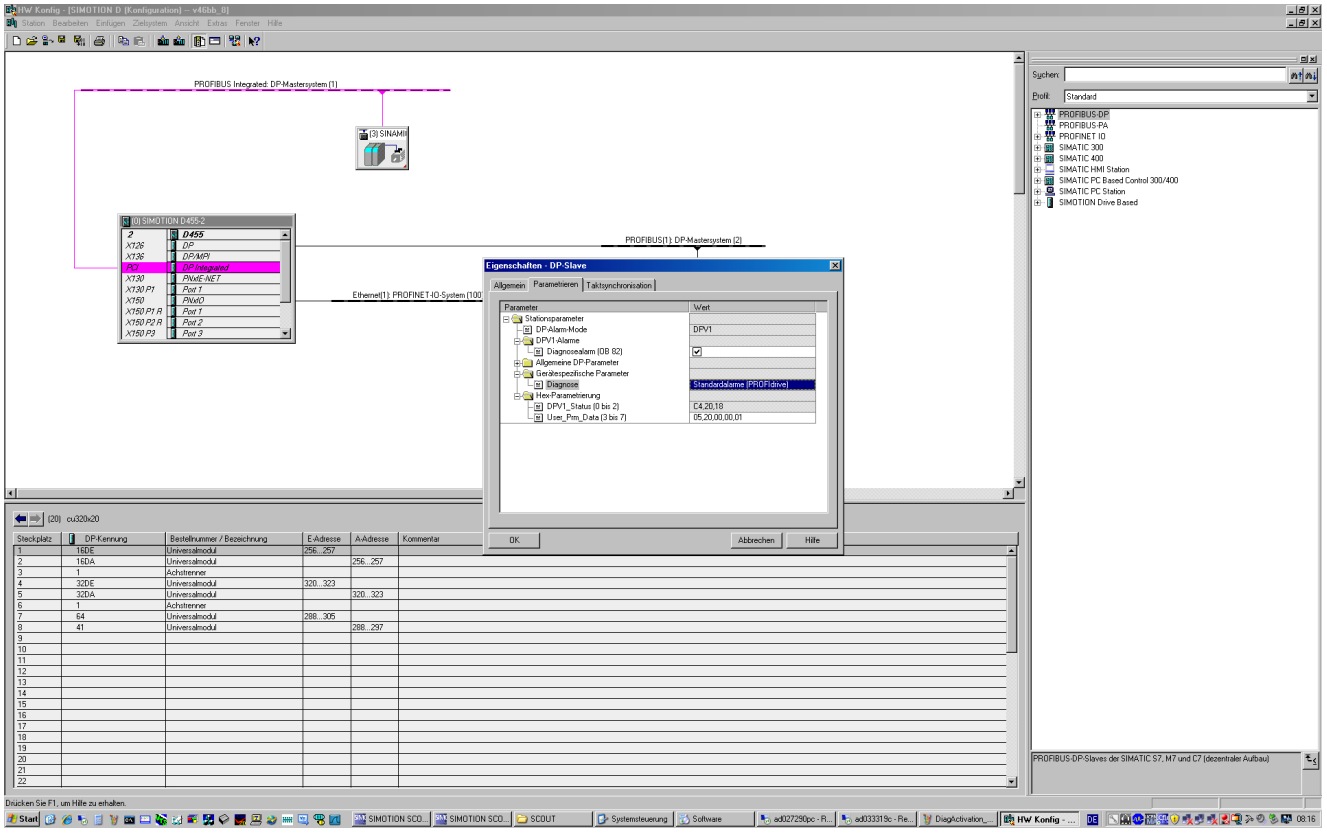


图 11-28　激活 PROFIBUS

可以采用以下设置：

设置	设置代码
无效	0
PROFIdrive 错误信息	1

在建立 SINAMICS 和主站的通讯后，首先激活的诊断模式会从主站传送到驱动。SINAMICS 中的诊断激活后，它会一次性将所有当前存在的信息传送给主站。同样地，在结束通讯时，SINAMICS 也会删除主站中所有当前现有的信息。

信息

SINAMICS S120/S150 参数手册的章节 4.1.2 “对故障和报警列表的说明”就信息文本进行了详细说明。该章节的“各诊断接口的信息类别和编码”一表中列出了信息文本。

11.4 PROFINET IO 通讯技术

11.4.1 PROFINET IO 简介

PROFINET IO 是在生产和过程自动化领域应用非常广泛的开放式工业以太网标准。PROFINET IO 以工业以太网为基础且支持 TCP/IP 和 IT 标准。

在工业网络中，信号处理的实时性和确定性非常重要。PROFINET IO 可以满足这两点要求。

厂商独立性和开放性通过国际标准 IEC 61158 确保。

PROFINET IO 最适宜应用于时间紧迫的现场快速数据传输。

PROFINET IO

在全集成自动化（Totally Integrated Automation，TIA）范围内，PROFINET IO 是以下通讯技术的延伸和发展：

- PROFIBUS DP，现有现场总线，
- 工业以太网，单元级别的通讯主线。

PROFINET IO 融合了这两个系统的优点。PROFINET IO 由 PROFIBUS International（PROFIBUS 用户组织）推出，是基于 Ethernet 技术的自动化总线标准，是一种跨供应商的通讯和工程设计模型。

PROFINET IO 不仅定义了 IO 控制器（具有主站功能的设备）和 IO 设备（具有从站功能的设备）之间的整个数据交换过程，也定义了设置和诊断过程。PROFINET IO 系统几乎保留了和 PROFIBUS 系统一致的配置。

一个 PROFINET IO 系统由以下设备组成：

- IO-Controller，即 IO 控制器，是一台负责管理自动化任务的控制装置。
- IO-Device，即 IO 设备，是由 IO 控制器调控的设备。一个 IO 设备可由多个模块和子模块组成。
- IO-Supervisor，即 IO 监视器，是一个通常基于 PC 的设计工具，通过其可设置和诊断单个 IO 设备（驱动设备）。

IO 设备：带 PROFINET 接口的驱动设备

- 配备 CU320-2 DP、插上 CBE20 的 SINAMICS S120
- 配备 CU320-2 PN 的 SINAMICS S120
- 配备 CU310-2 PN 的 SINAMICS S120

在所有带 PROFINET 接口的驱动设备上，都可以通过 PROFINET IO RT 或 IRT 进行循环通讯。这样可确保同一网络中可通过其他标准协议实现通讯。

说明

适用于驱动技术的 PROFINET 在以下文档中确定了标准并加以说明：

PROFIBUS-Profil PROFIdrive – Profile Drive Technology

Version V4.1, May 2006,

PROFIBUS User Organization e. V.

Haid-und-Neu-Straße 7,

D-76131 Karlsruhe

网址： (http://www.profibus.com)

订货号 3.172，规格参见第 6 章

- IEC 61800-7

说明

对于插入了 CBE20 的 CU320 -2 DP，PROFIBUS DP 的循环 PZD 通道首先失效。可设置参数 p8839 = 1 重新激活 PZD 通道（参见“双通讯接口模式” (页 717)章节）。

11.4.1.1 实时（RT）通讯和等时同步实时（IRT）通讯

实时通讯

采用 TCP/IP 通讯时，运行时间未定义且可能过长，这样会无法满足生产自动化领域的要求。 因此，在进行时间要求苛刻的 IO 有效载荷数据通讯时，PROFINET IO 不使用 TCP/IP，而是使用自己的实时通道。

Real Time（实时）表示，系统以定义的时间处理外部事件。

确定性

确定性表示，系统以可预测（确定）的方式进行响应。
采用 IRT 的 PROFINET IO 上可精确确定（预测）数据传输时间。

PROFINET IO RT (Real Time)

实时数据比 TCP(UDP)/IP 数据优先处理。 时间要求苛刻的数据以确定的时间间隔进行传输。 实时通讯是 PROFINET IO 数据交换的基础。

PROFINET IO IRT (Isochronous Real Time)

Isochronous Real Time（等时同步实时）： PROFINET IO 的实时属性，即 IRT 报文通过计划的通讯路径以固定的顺序进行传输，IO 控制器和 IO 设备（驱动设备）之间的通讯因此达到了最佳的同步性和性能。 IRT 也被称为时间计划通讯，它充分利用了网络结构（拓扑）的相关知识。 IRT 需要使用支持计划性数据传输的专用网络组件。

在采用该传输方式时，可以达到最小 250 µs（通讯板）/500 µs（CBE20）的 SINAMICS 循环时间和小于 1 µs 的抖动精度。

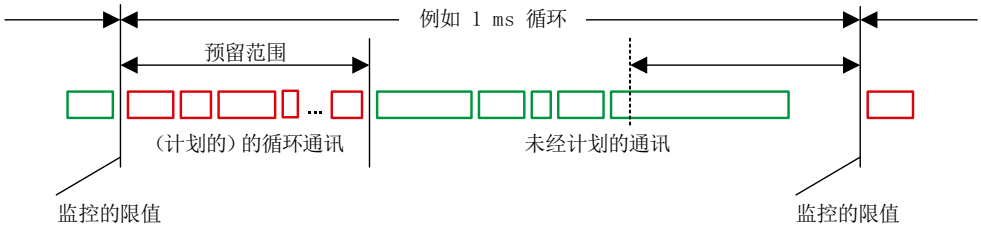


图 11-29　宽带分配/预留，PROFINET IO

11.4.1.2　地址

MAC 地址

每个以太网接口及 PROFINET 接口在工厂中就已指定了一个世界范围内唯一的设备标识。这个长度为 6 字节的设备标识就是 MAC 地址。MAC 地址分为：

- 3 字节的生产商标识
- 3 字节的设备代码（连续编号）

MAC 地址位于标签 (CBE20) 或铭牌（CU320-2 PN 和 CU310-2 PN）上，例如：08-00-06-6B-80-C0。

控制单元 CU320-2 PN 及 CU310-2 PN 有 2 个机载接口：

- 一个以太网接口
- 一个带 2 个端口的 PROFINET 接口

以太网接口和 PROFINET 接口的 MAC 地址位于铭牌上。

IP 地址

TCP/IP 协议是建立连接和进行参数设置的前提条件。为了使 PROFINET 设备在工业以太网中可以用作节点，其还需要一个网络中唯一的 IP 地址。该 IP 地址由 4 个 0 到 255 的十进制数组成，十进制数之间用点隔开。IP 地址由以下部分组成：

- 节点地址（也称为主机或网络节点）
- （子）网络地址

IP 地址分配

IO 设备的 IP 地址可通过 IO 控制器分配，并且其子网掩码总是与 IO 控制器相同。此时，IP 地址不会持久保存。重新上电后，IP 地址丢失。IP 地址可通过 STARTER 功能“Accessible nodes”永久分配（参见 SINAMICS S120 STARTER 调试手册）。

该功能也可通过 STEP 7 的 “HW-Config” 执行。功能名称为 “Edit Ethernet node”。

说明

机载接口的 IP 地址

以太网接口和 PROFINET 接口的 IP 地址带不可相同。以太网接口 X127 的 IP 地址的出厂设置是 169.254.11.22，子网掩码是 255.255.0.0。

说明

如果网络是以太网公司网络的一部分，请向网络管理员获取这些数据（IP 地址）。

接口 X127 LAN（以太网）说明

说明

使用

以太网接口 X127 适用于调试和诊断，因此必须始终都能访问（例如：用于维修）。

此外，X127 还具有以下限制：

- 只允许本地访问
- 在闭合的开关柜中无联网或只允许本地联网

如果需要对开关柜进行远程访问，则此处需要采取额外的安全措施，以防止机密数据被破坏、未经授权更改和窃听而被滥用（另见“工业安全 (页 27)”）。

设备名称(NameOfStation)

在供货状态下 IO 设备无名称。只有在使用 IO 监视器分配了设备名称后，才能通过 IO 控制器对 IO 设备进行布址，例如用于在启动时传输项目数据（以及 IP 地址）或在循环运行中进行用户数据交换。

说明

设备名称必须通过 STARTER/Startdrive 或 STEP 7 的“Hardware-Config”进行非易失性存储。

说明

接口的地址设定

可在 STARTER/Startdrive 专家列表中通过以下参数设定相应接口的地址：

- 以太网接口 X127：
  参数 p8901、p8902 和 p8903
- 内部 PROFINET 接口 X150 P1 和 P2：
  参数 p8921、p8922 和 p8923
- 选件模块 CBE20 的接口：
  参数 p8941、p8942 和 p8943

激活接口配置并永久保存配置

使用以下参数设置，来激活接口配置并永久保存配置：

- 以太网接口 X127：p8905=2
- 内部 PROFINET 接口 X150 P1 和 P2：p8925=2
- 选件模块 CBE20 的接口：p8945=2

控制单元 CU320-2 DP/PN 和 CU310-2 PN（IO 设备）的更换

如果 IP 地址和设备名称进行了非易失性存储，则这些数据会传输到控制单元的存储卡中。PROFINET 设备发生故障时，使用存储卡便可以更换模块，无需使用 IO 监视器。

如果在设备或模块损坏时需要更换整个控制单元，新的控制单元会根据存储卡中的数据自动设置和组态。接着会重新建立循环有效载荷数据交换。

11.4.1.3 动态 IP 地址分配

如果 PROFINET 接口并未用于 IO 通讯，则可以统一通过一个 DHCP 服务器 (DHCP = Dynamic Host Configuration Protocol：动态主机配置协议) 生成一个 IP 地址，为此，必须给定以下前提条件：

- 至少有一个 DHCP 服务器生效。
- PG/PC 和 SINAMICS 设备必须接入自身的以太网子网。

说明

DHCP 不支持和 PROFINET 组合使用。 DHCP 激活时，系统不会建立循环通讯。 因此建议勿在 PROFINET 网络内使用 DHCP！

DHCP 地址分配既可通过 SIMATIC Manager，也可通过 SINAMICS 参数设置。

使用 SIMATIC Manager (STEP 7) 设置 DHCP 地址分配

1. 在 SIMATIC Manager 中调用菜单 “Target system > Edit Ethernet node”。
2. 在 “Ethernet node” 区域中点击按钮 “Browse”。
3. 接着选中所需的 SINAMICS 设备。
   现在可在 “Edit Ethernet node” 配置对话框中确定通过一个 DHCP 服务器生成一个动态 IP 地址。此时有两种不同的方式识别该 IP 地址：
   – MAC 地址
   – 设备名称（站名）
   选项 “MAC Adress” 的缺点在于更换设备时，MAC 地址不再匹配。
4. 在对话框中选中选项 “Take IP address from a DHCP server”。
5. 在 “Identified via” 区域中选中选项 “MAC Adress” 或 “Device name”。
6. 点击按钮 “Assign IP configuration”。
   接着从 DHCP 服务器接收 IP 地址。采用这些设置的 SINAMICS 设备在上电后会尝试从 DHCP 服务器获取一个新的 IP 地址。

使用 SINAMICS 参数设置 DHCP 地址分配

除了通过 SIMATIC Manager 激活地址分配外，也可通过 SINAMICS 参数触发 DHCP 地址分配。此时，控制单元在每次上电后始终从 DHCP 服务器获取 IP 地址。您可通过 STARTER 的专家列表进行设置：

1. 通过以下其中一个设置激活 DHCP 地址分配（值 2 表示各个 “MAC 地址”，值 3 表示各个“设备名称”）：
   - 机载 Ethernet (X127)：p8904 = 2 或 3
   - PROFINET 机载接口：p8924 = 2 或 3
   - CBE20：p8944 = 2 或 3

   DHCP 服务器现在临时分配一个 IP 地址。
2. 现在可以激活（各个值 1）或取消已进行的接口配置并同时保存剩余配置（各个值 2）。请进行如下设置：
   - 机载 Ethernet (X127)：p8905 = 1 或 2
   - PROFINET 机载接口：p8925 = 1 或 2（仅适用于 SINAMICS S120 设备）
   - CBE20：p8945 = 2

     在 CBE20 无法直接激活。只能保存配置。在下一次上电时设置自动生效。

11.4.1.4 DCP 闪烁

该功能用于检查模块和接口是否正确分配。CU310-2 PN 和 CU320-2 DP/PN 插入 CBE20 后支持此功能。使用 CU320-2 PN 时，在未配备 CBE20 的情况下也可使用此功能。DCP 闪烁

1. 请在“HW-Config”或 STEP 7 管理器中选择菜单项“Target system > Ethernet > Edit Ethernet node”。
   “Edit Ethernet node”对话框打开。
2. 点击快捷键“Browse”。
   “Browse Network”对话框打开，相连的节点显示在画面中。
3. 在选择节点：配备 CBE20 的 CU310-2 PN 或 CU320-2 DP。
   接着点击按钮“DCP flashing”激活 DCP 闪烁功能。

DCP 闪烁现在切换到 CU310-2 PN/CU320-2 DP 上的 READY-LED（2 Hz，绿色/橙色或红色/橙色）。

只要对话框打开，LED 就持续闪烁。对话框关闭后，LED 自动关闭。该功能自 STEP 7 V5.3 SP1 起由以太网或 STARTER 提供。

11.4.1.5 数据传输

特性

驱动设备的 PROFINET 接口上可以同时执行以下通讯：

- IRT – Isochronous Real Time Ethernet（等时同步实时以太网）
- RT – Real Time Ethernet（实时以太网）
- 标准以太网通讯（TCP/IP，LLDP，UDP 和 DCP）

用于循环数据传输和非循环通讯的 PROFIdrive 报文

在 PROFINET IO 循环通讯中，可以选择符合 PROFIdrive 的报文，参见章节“PROFIdrive 通讯”的“循环通讯 (页 705)”部分。

对于每个进行循环过程数据交换的驱动设备的驱动对象，都有报文用于发送和接收过程数据。除去循环数据传输，也可使用非循环通讯用于设置和组态驱动。非循环通讯可由 IO 监视器或 IO 控制器使用。

报文中驱动对象的顺序

在驱动上，报文中驱动对象的顺序通过 p0978[0...24] 中的列表显示，并且可以进行修改。

使用调试工具 STARTER，点击“Drive unit > Communication > Telegram configuration”，可以显示经过调试的驱动系统上各个驱动对象的顺序。

如果已经在控制器上通过 “HW-Config” 创建了配置，而驱动对象也支持该应用程序提供的过程数据，则驱动对象会按照显示的顺序添加到报文中。

以下驱动对象可以交换过程数据：

- 调节型电源模块(A_INF)
- 基本型电源模块(B_INF)
- 控制单元(CU_S)
- ENC
- 非调节型电源模块(S_INF)
- 伺服
- 端子板 30 (TB30)
- 端子模块 15 (TM15)

- 端子模块 31 (TM31)
- 端子模块 41 (TM41)
- 端子模块 120 (TM120)
- 端子模块 150 (TM150)
- 矢量

说明

HW-Config 中驱动对象的顺序必须与驱动中（p0978）一致。
p0978 中首个零后的驱动对象不允许在 HW-Config 中配置。

报文的结构取决于在配置时选中的驱动对象。允许采用未将驱动系统上所有驱动对象考虑在内的配置。

示例：

允许以下配置：

- 伺服、伺服、伺服的配置
- A_INF、伺服、伺服、伺服、TB30 的配置
- 以及其他配置

11.4.1.6 使用 PROFINET 时的通讯通道

PROFINET 连接通道

- 控制单元包含一个内置以太网接口 X127。
- 对于 PROFINET 版本 CU320-2 PN 和 CU310-2 PN，每个 PROFINET 接口 (X150) 都有 2 个机载端口：P1 和 P2
- 控制单元 CU320-2 PN 或 CU310-2 PN 可通过 PROFINET 接口同时建立最多 8 个非循环连接（例如 S7）。

接口 X127 LAN（以太网）说明

说明

使用

以太网接口 X127 适用于调试和诊断，因此必须始终都能访问（例如：用于维修）。

此外，X127 还具有以下限制：

- 只允许本地访问
- 在闭合的开关柜中无联网或只允许本地联网

如果需要对开关柜进行远程访问，则此处需要采取额外的安全措施，以防止机密数据被破坏、未经授权更改和窃听而被滥用（另见“工业安全 (页 27)”）。

带 CBE20 的控制单元

在控制单元 CU320-2 PN/DP 中可插入一块通讯板（选件）：

- 通讯板 CBE20（X1400）是一个 4 PROFINET 端口的 PROFINET 网关。

提示

说明

PROFINET 布线

机载接口 X127 和 X150 之间不可以布线，控制单元 CU320-2 PN 机载接口和插入的 CBE20（X1400）之间也不可以布线。

说明

配备 CBE20 的 CU320-2 PN 的 PROFINET 接口

CU320-2 PN 的集成 PROFINET 接口独立于 CBE20 选件模块。两个 PROFINET 接口彼此不连接。不可在两个 PROFINET 接口间进行布线。

说明

环形拓扑结构

在连接这些端口时应避免在标准应用下形成环形拓扑结构。关于环形拓扑结构的详细信息请参见章节“媒体冗余运行” (页 816)。

说明

支持与介质有关接口“Auto-MDI(X)”

- 以太网接口不支持“Auto-MDI(X)”。如果通信伙伴的 LAN 接口也不支持 Auto-MDI(X)，则必须为接口使用交叉电缆。
- PROFINET 接口支持“Auto-MDI(X)”，因此无论是交叉电缆还是直通电缆都可以用于连接设备。
- 通讯板 CBE20 也支持“Auto-MDI(X)”。因此无论是交叉电缆还是直通电缆都可以用于连接设备。

11.4.1.7 文档

- 关于如何将配备 CU310-2 PN/CU320-2 DP/CU320-2 PN 的 SINAMICS S120 连接到 PROFINET IO 系统中，请参见系统手册“SIMOTION SCOUT 通讯”。
- 控制单元通过 PROFINET IO 连接到 SIMATIC S7 的示例，请参见 FAQ“S7-CPU 和 SINAMICS S120 之间的 PROFINET IO 通讯 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/27196655)”中的在线支持。
- CBE20 的说明以及如何进行安装中，请参见 SINAMICS S120 设备手册“控制单元和附加系统组件”。
- 对 CU310-2 PN 的 PROFINET 接口的说明请参见 SINAMICS S120 AC 驱动设备手册。

11.4.1.8 重要参数一览

以太网接口

- p8900[0...239] IE 站名称
- p8901[0...3] IE IP 地址
- p8902[0...3] IE 缺省网关
- p8903[0...3] IE 子网掩码
- p8904 IE DHCP 模式
- p8905 IE 接口配置
- r8910[0...239] IE 站名（实际）
- r8911[0...3] IE IP 地址（实际）
- r8912[0...3] IE 默认网关（实际）
- r8913[0...3] IE 子网掩码（实际）
- r8915[0...5] IE MAC 地址

集成 PROFINET 接口

- p8920[0...239] PN 站名称
- p8921[0...3] PN IP 地址
- p8922[0...3] PN 默认网关
- p8923[0...3] PN 子网掩码
- p8924 PN DHCP 模式
- p8925 PN 接口配置
- r8930[0...239] PN 站名（实际）
- r8931[0...3] PN IP 地址（实际）
- r8932[0...3] PN 默认网关（实际）
- r8933[0...3] PN 子网掩码（实际）
- r8935[0...5] PN MAC 地址
- r8936[0...1] PN 循环连接状态
- r8937[0...5] PN 诊断
- r61000[0...239] PROFINET 站名称
- r61001[0...3] PROFINET 站 IP

CBE20

- p8940[0...239] CBE2x 站名
- p8941[0...3] CBE2x IP 地址
- p8942[0...3] CBE2x 默认网关
- p8943[0...3] CBE2x 子网掩码
- p8944 CBE2x DHCP 模式
- p8945 CBE2x 接口配置
- r8950[0...239] CBE2x 站名（实际）
- r8951[0...3] CBE2x IP 地址（实际）
- r8952[0...3] CBE2x 默认网关（实际）
- r8953[0...3] CBE2x 子网掩码（实际）
- r8954 CBE2x DHCP 模式（实际）
- r8955[0...5] CBE2x MAC 地址
- r8959 CBE2x DAP ID

- r61000[0...239] PROFINET 站名称
- r61001[0...3] PROFINET 站 IP

11.4.2 PROFINET IO 的实时类别

PROFINET IO 是一个基于以太网技术的灵活实时通讯系统。它的灵活性主要表现在 3 种实时类别。

RT

RT 通讯基于标准以太网。数据由分等级的以太网报文传送。标准以太网不支持同步机制，因此，PROFINET IO RT 无法实现等时同步运行！

循环数据交换的实际刷新时间取决于总线负载率、使用的设备和 I/O 数据的组态范围。该时间是整数倍的发送周期。

IRT

这种实时类别分为 2 种：

- 高灵活 IRT
- 高性能 IRT

高灵活 IRT 和高性能 IRT 是“HW-Config”中同步设置的选项。在下面的说明中，这两种方式统称为“IRT”。

设计 IRT 的软件条件：

- STEP 7 5.4 SP4 （HW-Config）

说明

配置 I/O 控制器和 I/O 设备上 PROFINET 接口的详细信息请参见文档：SIMOTION SCOUT 通讯系统手册。

高灵活 IRT

报文在一个确定的周期（Isochrones Real Time：IRT 等时同步实时）内循环地发送。报文在一个由硬件预留的带宽内交换。每个周期会产生一个 IRT 时间间隔和标准以太网时间间隔。

说明

高灵活 IRT 不适合用于等时同步通讯。

高性能 IRT

除了预留带宽外，还可以通过设计时确定的报文通讯拓扑结构继续优化。这样就可以提高数据交换和确定机制的性能。IRT 时间间隔因而会比高灵活 IRT 中的间隔更短。

IRT 中除了数据传输等时同步外，设备中的应用周期，如位置控制周期和 IPO 周期等，也可以等时同步。这些都是轴控制、与总线实现同步的必要前提条件。在等时同步数据传输中，周期时间大大小于一毫秒、和周期开始的偏差（抖动）小于一微秒时，能够为要求苛刻的运动控制应用提供充足的效率余量。

和标准以太网和 PROFINET IO RT 相比，PROFINET IO IRT 能够按照时间计划传送报文。

模块

以下 S110/S120 模块支持 IRT “高性能”：

- S120 CU320 与 CBE20 连接
- S120 CU320-2 DP 与 CBE20 连接
- S120 CU320-2 PN
- S120 CU310 PN
- S120 CU310-2 PN
- S110 CU305 PN

通过等时同步 PROFINET IO 生成周期

在 PROFINET IO 网络内，配备 CU310-2 PN/CU320-2 DP/CU320-2 PN 的 SINAMICS S120 只能用作同步设备。

CU310-2 PN/CU320-2 DP/CU320-2 PN 配备了 CBE20 模块时：

- 传输类型为 IRT，IO 设备是同步从站并等时同步，发送周期在总线上：控制单元和总线同步，发送周期规定了控制单元的周期。
- 配置了 RT 或 IRT（驱动设备选项“不等时同步”）。SINAMICS 使用在 SINAMICS 中配置的本地周期。

CU320-2 DP/CU320-2 PN 配置了 CBE20、但实际没有配备该模块时：

- SINAMICS 使用本地周期，即 SINAMICS 中设计的周期；不通过 PROFINET 交换数据；发出报警 A01487（“拓扑结构：与设定拓扑相比实际拓扑中缺少选件槽组件”）。无法通过 PROFINET 访问数据。

RT 和 IRT 的比较

表格 11-12 RT 和 IRT 的比较

	RT	高灵活 IRT	高性能 IRT
传输方式	根据 MAC 地址交换；按照以太网 Prio (VLAN-Tag) 划分 RT 报文的优先级	根据 MAC 地址交换；宽带预留，例如：通过预留出一个高灵活 IRT 间隔，在该间隔内只传送高灵活 IRT 数据帧，而不允许 TCP/IP 数据帧。	基于拓扑结构计划的路径式交换；在高性能 IRT 间隔内不允许传送 TCP/IP 数据帧和高灵活 IRT 数据帧。
等时同步应用 在 IO 控制器中	不支持	不支持	支持
确定性	TCP/IP 报文开始后传输时间会发生变化	预留的带宽确保了当前周期中高灵活 IRT 报文的传输	精确计划的传输，确保了任意拓扑结构中精确的发送和接收时间点。
修改后重新载入网络配置	不相关	只有在必须修改高灵活 IRT 间隔的大小时（可以预留出空间）	拓扑结构或通讯连接改变时，经常重新载入
最大交换深度（一条线上的网络交换器数量）	1 ms，10 个	61	64
允许的发送周期参见“可以设置的发送周期和刷新时间”表格中的“不同实时类别的发送周期和刷新时间”。			

设置实时类别

进入 IO 控制器接口的属性画面，设置实时类别。如果其中已经设置了高性能 IRT，则不能在 IO 控制器上运行或切换到高灵活 IRT。而不管设置了哪种 IRT，IO 设备始终可以以实时方式运行。

您可以在“HW-Config”中设置单个 PROFINET 设备的实时类别。

1. 在“HW-Config”中双击模块 PROFINET 接口的条目。
   调用“Properties”对话框。
2. 在标签“Synchronization”的“RT class”下选择需要的类别。
3. 选择“ IRT”后，还可以选择“high flexibility”或“high performance”选项。
4. 按下“OK”。

同步组

所有需要同步的设备构成了一个同步组。整个组必须设置相同的同步实时类别。两个不同同步组之间可以实时通讯。

在 IRT 中，所有设备包括 IO 设备、IO 控制器等必须和一个共同的同步主站同步。

IO 控制器可以通过 RT 和同步组之外的驱动设备通讯，或者穿过另一个同步组和驱动设备通讯。STEP 7 从 5.4 SP1 起，支持以太网子网上的多个同步组通讯。

示例：

- 同步组 IRT：包含 SINAMICS 的 SIMOTION2
- SINAMICS 驱动，其被指定给 SIMOTION1 的 IO 系统。其拓扑布局如下：通讯须通过 RT 穿过 IRT 同步组。

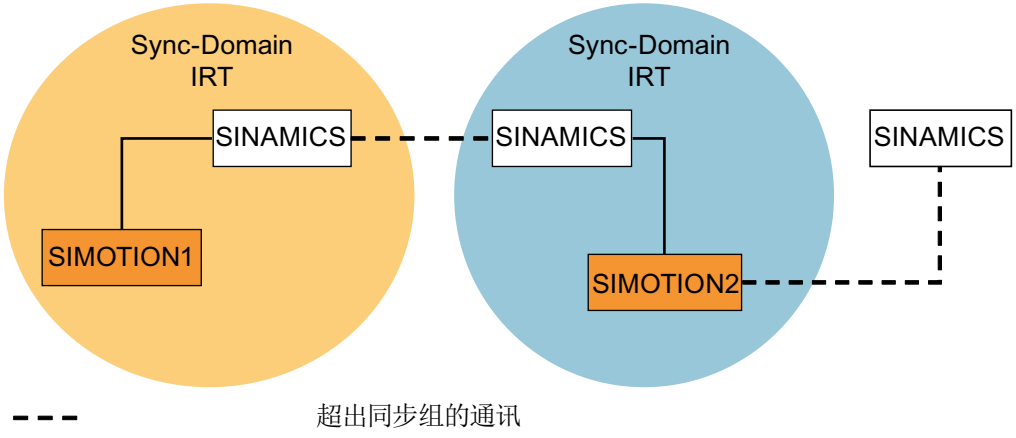


图 11-30　超出同步组极限实现实时同步

不同实时类别的刷新时间

刷新时间/发送周期的定义：

观察 PROFINET IO 系统中的一个 IO 设备，会发现在刷新时间内该 IO 设备会从 IO 控制器接收到新数据（输出）,并且向 IO 控制器发送新数据（输入）。发送周期是最短的刷新时间。

在该发送周期内会传输所有循环数据。实际可以设置的发送周期受以下因素影响：

- 总线负载率
- 使用设备的类型
- IO 控制器中可以使用的计算性能
- 一个同步组内 PROFINET 设备支持的发送周期。例如典型的发送周期是 1 ms。

下面显示了不同实时类别中（即高性能 IRT、高灵活 IRT 和 RT），刷新时间和发送周期之间可以设置的缩小倍数。

表格 11-13　可以设置的发送周期和刷新时间

发送周期	刷新时间和发送周期之间的缩小倍数	
	RT 高灵活 IRT[4)]	高性能 IRT

“偶数” 范围 1)	250、500、 1000 µs	1、2、4、8、16、32、64、128、 256、512	1、2、4、8、16 2)
	2000 µs	1、2、4、8、16、32、64、128、 256	1、2、4、8、16 2)
	4000 µs	1、2、4、8、16、32、64、128	1、2、4、8、16 2)
“奇数” 范围 3)	375、625、750、 875、1125、 1250 µs ... 3875 µs （增量 125 µs）	不支持 5)	1

上表说明：

1) 如果一个同步组中的 IO 设备设为“RT”实时类别，则只能设置“偶数”范围中的发送周期。同时，也只能设置“偶数”范围中的缩小倍数。

2) 如果 IO 设备(ET200S IM151-3 PN HS, SINAMICS S)等时同步运行，通常只能设置 1:1 的刷新时间和发送时间比例。此时，应始终将刷新时间的模式设为“fixed factor”，打开“I/O device properties”，点击标签“IO”，选择下拉菜单“Mode”。这样 STEP 7 便不会自动匹配刷新时间。刷新时间会始终等于发送周期。

3) 如果一个同步组中没有 IO 设备设为“RT”实时类别，则只能设置“奇数”范围中的发送周期。同时，也只能设置“奇数”范围中的缩小倍数。

4) 高灵活 IRT 不支持等时同步。

5) 如果同步组的 IO 系统中没有设备设为“RT”或“高灵活 IRT”实时类别，则只能使用奇数的发送周期。

另外，实际可以设置的发送周期从同步组中所有设备支持的发送周期的交集中产生。

进入 IO 设备 PROFINET 接口的“Properties”，便可以设置该设备刷新时间和发送周期之间的缩小倍数。

说明

“偶数”和“奇数”范围的发送周期没有交集！

SINAMICS 驱动设备上的发送周期

带 PROFINET 接口、支持 IRT 的 SINAMICS 驱动设备上，允许设置 0.25 ms ~ 4.0 ms、时帧为 250 µs 的发送周期。

拓扑结构规则

RT 的拓扑结构规则

- 可以为 RT 定义一个拓扑结构，但不强制要求。如果定义了拓扑结构，就必须按照拓扑结构来连接各个设备。
- 没有定义时，设备可以任意连接。

IRT 的拓扑结构规则

- STEP 7 V5.4 SP4 中不允许混合使用，即：一个同步组中不允许同时设置高性能 IRT 和高灵活 IRT。
- 一个设置了高性能 IRT 的同步组最多只能包含一个高性能 IRT 环路。环路表示，这些设备必须按照定义的拓扑结构连接。同步主站必须位于对应的环路中。
- 高灵活 IRT 的拓扑结构规则和高性能 IRT 一样，区别在于不强制要求定义一个拓扑结构。但是如果定义了拓扑结构，就必须按照拓扑结构来连接各个设备。

“HW-Config”中的设备选择

硬件目录：

必须从硬件目录中各个设备系列选择驱动设备。从固件版本 V2.5 起都是支持 IRT 的设备。

GSDML：

所有包含 IRT 的设备的 GSDML 文件，固件版本 V2.5 起。

11.4.3 PROFINET GSDML

SINAMICS S120 支持的 GSDML 类型：“PROFINET GSDML”，用于将变频器接入 PROFINET 网络。

借助“PROFINET GSDML”，标准报文可以和 PROFIsafe 报文组合使用，必要时还可采用报文扩展。每个模块包含 4 个子插槽：模块访问点（Module Access Point，MAP）、PROFIsafe 报文、用于传输过程数据的 PZD 报文，必要时还包括一条 PZD 扩展报文。示例：

GSDML-V2.31-Siemens-Sinamics_S_CU3x0_20160101.xml

可通过以下西门子网址下载 GSDML 文件：

PROFINET GSDML (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/49217480)

GSDML 文件保存在存储卡的以下路径下：..\SIEMENS\SINAMICS\DATA\CFG\PNGSD.ZIP

下表显示了根据相应驱动对象可使用的子模块。

表格 11-14 根据相应驱动对象的子模块

模块	子槽 1 MAP	子槽 2 PROFIsafe	子槽 3 PZD 报文	子槽 4 PZD 扩展	子槽 5	最大 PZD 数量
伺服	MAP	报文 30/31/901/902/903	报文：无 1...220 自由 PZD-16/16	附加报文 700/701/750, PZD-2/2, -2/4, -2/6, -8/8	附加报文 700/701/750, PZD-2/2, -2/4, -2/6, -8/8	20/28
矢量	MAP	报文 30/31/901/902/903	报文：无 1...352 自由 PZD-16/16, 32/32	附加报文 700/701/750, PZD-2/2, -2/4, -2/6, -8/8	附加报文 700/701/750, PZD-2/2, -2/4, -2/6, -8/8	32/32
电源模块	MAP	预留	报文：无 370, 371 自由 PZD-4/4	PZD-2/2, -2/4, -2/6	预留	10/10
编码器	MAP	预留	报文：无 81, 82, 83 自由 PZD-4/4	PZD-2/2, -2/4, -2/6	预留	4/12
TB30, TM31, TM15 DI_DO, TM120	MAP	预留	报文：无 自由 PZD-4/4	预留	预留	5/5
TM150	MAP	预留	报文：无 自由 PZD-4/4	预留	预留	7/7
TM41	MAP	预留	报文：无 3 自由 PZD-4/4, 16/16	预留	预留	20/28
控制单元	MAP	预留	报文：无 390, 391, 392, 393, 394, 395 自由 PZD-4/4	预留	预留	5/21
TM15/TM17	不支持					

子槽 2、3 和 4 中的报文可自由配置，也就是说可以为空。

配置

1. 插入一个“DO Servo/Vector/...”模块。
2. 插入可选子模块“PROFIsafe telegram 30”。
3. 插入一个“PZD telegram xyz”子模块。
4. 插入可选子模块“PZD extension”。
5. 设定模块和子模块的 I/O 地址。

“HW-Config”中的 GSDML 文件的处理说明详见 SIMATIC 文档。

11.4.4 采用 PROFINET 的运动控制

采用 PROFINET 的运动控制/等时同步驱动耦合

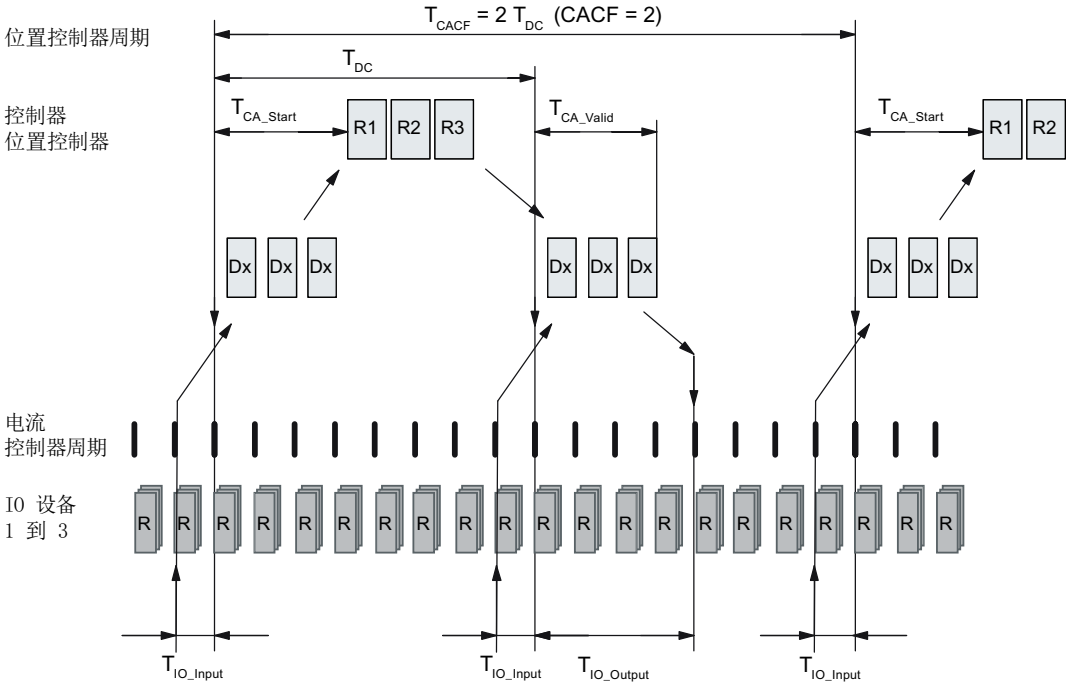


图 11-31 采用 PROFINET 的运动控制/等时同步驱动耦合，周期经过优化，CACF（Controller Application Cycle Factor，控制器应用循环系数）= 2

闭环控制的数据传输顺序

1. 在离每个周期开始相差 $T_{IO_输入}$的时间点上，位置实际值 G1_XIST1 被读入报文图中，在下一个周期中传送给控制器。
2. 在每个位置控制器周期结束并经过 $T_{CA_开始}$后，控制器的闭环控制启动，并采用之前读取的设备当前实际值。
3. 在下一个周期中，控制器将计算出的设定值传送给设备的报文图。在周期开始后，转速设定值 NSOLL_B 传送给闭环控制，直至时间点 $T_{IO_输出}$。

说明

报文采用等时同步设置时，整个 SINAMICS 设备以等时同步的方式接发所有数据。原因：

- 控制器和设备之间的所有数据交换只在一个 IRT 帧中进行。
- 在 SINAMICS 中，所有数据总是同步处理的。

运动控制图中采用的缩写和含义

表格 11-15 时间设置和含义

名称	极限值	描述
$T_{DC_基本}$	-	用于周期 T_{DC} 的时间基础计算公式： $T_{DC_基本}$ =T_DC_基本 × 31.25 µs = 4 × 31.25 µs = 125 µs
T_{DC}	T_DC_MIN ≤ T_DC ≤ T_DC_MAX	周期时间 T_{DC} = T_DC × $T_{DC_基本}$，T_DC：整数系数 CBE20: $T_{DC_最小}$= T_DC_最小 × $T_{DC_基本}$= 4 × 125 µs = 500 µs $T_{DC_最大}$= T_DC_最大 × $T_{DC_基本}$= 32 × 125 µs = 4 ms X150 (CU3x0-2 PN): $T_{DC_最小}$= T_DC_最小 × $T_{DC_基本}$= 2 × 125 µs = 250 µs $T_{DC_最大}$= T_DC_最大 × $T_{DC_基本}$= 32 × 125 µs = 4 ms
T_{CACF}	CACF = 1-14	IO 控制器应用周期 指 IO 控制器应用生成新的设定值的时帧，例如：一个位置控制器周期。 计算示例： T_{CACF} = CACF × T_DC = 2 × 500 µs = 1 ms
$T_{CA_有效}$	$T_{CA_有效}$ < T_{DC}	指从周期开始到所有 IO 设备的实际值提供给控制器应用过程（位置控制）的时间。

名称	极限值	描述
$T_{CA_开始}$	$T_{CA_开始} > T_{CA_有效}$	指从周期开始到控制器应用过程（位置控制）启动的时间。
$T_{IO_基本}$		$T_{IO_输入}$、$T_{IO_输出}$的时间计算基础 $T_{IO_基本}$ =T_IO_基本 × 1 ns = 125000 × 1 ns = 125 µs
$T_{IO_输入}$	T_IO_输入最小 ≤ T_IO_输入 < T_DC	实际值采集的时间 指从新的周期开始前、采集实际值的时间。 $T_{IO_输入}$ = T_IO_输入 × $T_{IO_基本}$ T_IO_输入:整数系数
	$T_{IO_输入最小}$	$T_{IO_输入}$ 的最小值计算公式：$T_{IO_输入最小}$= T_IO_输入最小 × $T_{IO_基本}$= 375 µs
$T_{IO_输出}$	T_IO_输出_有效 + T_IO_输出最小 ≤ T_IO_输出 < T_DC	设定值传送的时间段 指在周期开始后，转速设定值传送到闭环控制的时间。 $T_{IO_输出}$ = T_IO_输出 × $T_{IO_基本}$ T_IO_输出：整数系数
	$T_{IO_输出最小}$	$T_{IO_输出}$ 的最小值计算公式：$T_{IO_输出最小}$= T_IO_输出最小 × $T_{IO_基本}$= 250 µs
	T_IO_输出_有效	在此时间后新的闭环控制输出数据（设定值）在驱动对象上可用。
Dx		Data_Exchange 该通讯可以实现 IO 控制器和 1 - n 个 IO 设备之间的有效载荷数据交换。
R 或 Rx		电流控制器或位置控制器的处理时间

时间的设置规定

- 周期(T_{DC})
  - 所有总线节点的 T_{DC} 设置必须相同。T_{DC} 是整数倍的发送周期。
  - $T_{DC} > T_{CA_有效}$并且 $T_{DC} \geqq T_{IO_输出}$
    这样，T_{DC} 便足够大，能够和所有总线节点通讯。
- $T_{IO_输入}$和 $T_{IO_输出}$
  - $T_{IO_输入}$和 $T_{IO_输出}$越短，位置环中的时滞也就越短。
  - $T_{IO_输出} > T_{CA_有效} + T_{IO_输出最小}$
- 可以使用工具，如 SIMATIC S7 中的“HW-Config”来设置并优化。

有效载荷数据完整性

有效载荷数据的完整性可以通过一个生命符号（4 位计数器）在两个传输方向（IO 控制器 <—> IO 设备）检查。

生命符号计数器从 1 增加到 15，然后再次从 1 开始计数。

- IO 控制器生命符号
  - STW2.12 ... STW2.15 用作 IO 控制器生命符号。
  - IO 控制器生命符号计数器每经过一个应用周期(T_{CACF}) 便增加一个。
  - 允许的生命符号误差通过 p0925 设置。
  - p0925 = 65535 时会取消 IO 设备中的生命符号监控。
  - 监控
    在 IO 设备中会监控 IO 控制器生命符号，并对发现的生命符号故障进行分析。
    可以在 p0925 中设置允许的连续 IO 控制器生命符号故障的数量上限。
    一旦超出了 p0925 中设置的最大数量，则：
    1. 输出故障（F01912）。
    2. 作为 IO 设备生命符号输出“0”。
    3. 启动对 IO 控制器生命符号的新同步（至少连续接收 15 个正确的生命符号）。
    正确生命符号的连续数量达到 10 时，生命符号故障会被复位。
- IO 设备生命符号
  - ZSW2.12 ... ZSW2.15 用作 IO 设备生命符号。
  - IO 设备生命符号计数器每经过一个 DC 周期(T_{DC}) 便增加一个。
  - 可在控制器应用中监控 IO 设备生命符号。

11.4.5 通过 CBE20 进行通讯

CBE20 是一块可灵活使用的通讯板，该通讯板支持多个通讯协议。通常它只载入通讯协议的固件。含通讯协议的固件文件保存在控制单元存储卡的 UFW 文件上。只有在调试开始前才能够选择固件文件。

通过参数 p8835 选择所需文件。选出需要的 UFW 数据后必须执行上电操作。在之后的启动中会载入相应的 UFW 文件。然后该选择生效。

表格 11-16 指示文件中的功能和选择

功能（p8835）	内容	详细信息：
PROFINET 设备	1	-
PROFINET Gate	2	章节“PROFINET Gate 通讯 (页 802)”
SINAMICS Link	3	章节“SINAMICS Link 通讯 (页 868)”

功能（p8835）	内容	详细信息：
EtherNet/IP	4	章节“EtherNet/IP（EIP）通讯 (页 847)”
Modbus TCP	5	章节“Modbus TCP 通讯 (页 830)”
用户专有 [1)] 来自 OEM 目录	99	-

[1)] 存储卡上的 UFW 文件和文件夹路径：/OEM/SINAMICS/CODE/CB/CBE20.UFW

固件版本识别

通过参数 r8858 可明确识别载入的 PROFINET 接口固件版本。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p8835 CBE20 固件选择
- r8858[0...39] COMM BOARD 读取诊断通道
- r8859[0...7] 通讯板检测数据

11.4.6 PROFINET Gate 通讯

“PN-GATE FOR SINAMICS”是一种 PROFINET 方案，其适用于期望将 PROFINET 网络接口以简单的方式集成到其控制系统中的控制系统生产商或带自生控制系统的机械生产商。PROFINET 通讯是通过控制器标准以太网接口实现的，如果没有该接口就必须使用通讯板或选件模块。

“PN-GATE FOR SINAMICS”能使任意带标准以太网接口的控制器通过带 IRT 的 PROFINET 连接至 SINAMICS S120 并实现带 SINAMICS S120 的运动控制、机器人技术或 CNC 应用。除了 SINAMICS S120 之外还可以连接其他任意 PROFINET 设备（驱动、分布式 I/O 等）。

可使用的驱动设备：

- CU320-2 PN

SINAMICS S120 的 CU320-2 PN 中的 CBE20 包含“PN Gate”功能（p8835 = 2）。就 PROFINET 而言 PN Gate 代表了控制器。其为标准 PROFINET 网络的基础。

CBE20（端口 4）通过机械控制系统的标准以太网接口连接。

控制系统将所需的 IO 数据内容集中于一个以太网帧或通过多个以太网帧循环发送给 CBE20 中的 PROFINET 控制器。为此控制系统上会使用一个驱动器（PN Gate 的组成部分）与 CBE20 进行通讯。

之后 CBE20 通过单独的报文帧向 PROFINET 网络中的每台设备发送 IO 数据，IRT 和 RT 报文均是如此。

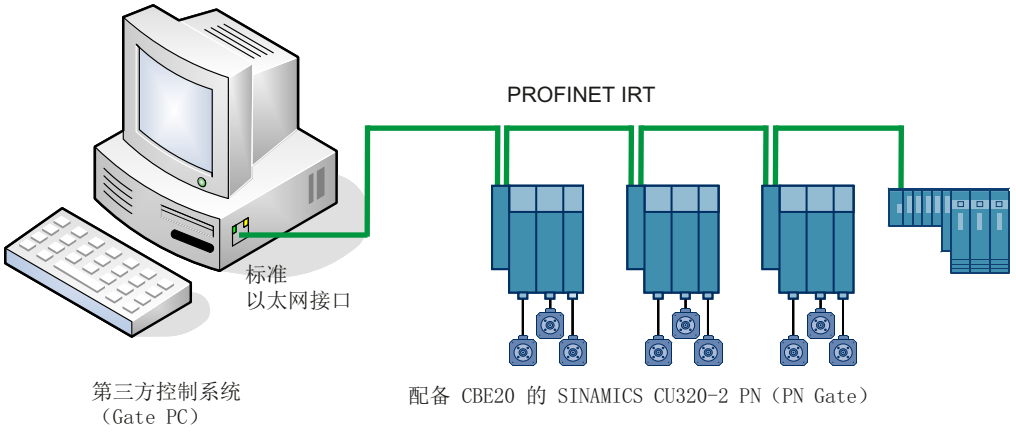


图 11-32　SINAMICS PROFINET Gate（缩写：PN Gate）原理图

11.4.6.1　PN Gate 支持的功能

PN Gate 功能概览

功能	描述
通讯通道	• 循环数据通讯： – IRT – RT • 非循环数据通讯： – PROFINET 报警 – 读取/写入数据组 – TCP/IP
PROFINET 基本服务	• LLDP • DCP • SNMP

功能	描述
过程数据访问	过程映像访问： ● 子槽 ● 设备
循环数据的一致性	每个过程数据通讯循环既可包含 IRT 通讯数据分量，也可包含 RT 通讯数据分量。
网络拓扑结构	● 直线 ● 星形 ● 树形
PN Gate 中的信息	● 设备编号 ● 槽编号及对应的子插槽编号 ● IO 地址 ● 诊断地址 ● 模块标识（供应商 ID 和模块 ID） ● 发送周期和更新时间
激活/取消激活	通过 API 激活/取消激活设备，不触发报警
自动地址分配	基于拓扑的命名
IO 设备数量	最多 64 个设备
控制器中的 IO 范围	● In 和 Out 各 4096 字节 ● 最大槽数： 2048 ● 每个槽/模块的最大字节数： 254 个字节
发送周期	● 实时通讯：1 ms RT 更新时间为 2^n，其中 n = 0 至 9 乘以发送周期 ● IRT 通讯 1 ms - 4 ms，步距为 250 µs；32 个设备的最小发送周期为 1 ms。 此时可降低每个设备的数据。

11.4.6.2 使用 PN Gate 的前提条件

硬件

- 固件版本 4.5 或更高的 SINAMICS CU320-2 PN
- 以太网通讯板 20（CBE20）

- 短的以太网电缆，用于连接 CBE20 和 CU320-2 PN（X150）
  建议使用的以太网电缆的产品编号：6SL3060-4AB00-0AA0
- 配备标准以太网接口（100 Mbit/s 或更高）的控制系统硬件，
  例如 SIMATIC-Box IPC 427C。

说明

Gate PC 必须确保用于 PN Gate 运行所必须的短暂等待时间。影响较大的是 CPU 电缆、主板硬件（以太网配套芯片组）及 BIOS 和相关的软件组件（运行系统组件，如：存储映射、以太网驱动、中断连接、配置）。

软件

- STARTER，版本 V4.3 及以上
  或者
- Drive ES，版本 5.5 及以上
  或者
- SIMATIC STEP 7，版本 V5.5 SP2 及以上
- 用于研发和配置的开发包：
  - SINAMICS PN Gate DevKit（产品编号 6SL3071-0CA00-0XA0）
- 许可证
  - PN Gate CU 需要运行时间许可证，订购方式：产品编号 6SL3074-0AA03-0AA0，或向 CFC 添加 Z 选件 G01。

PROFINET 版本

- SINAMICS PN Gate V2 与 PROFINET V2.2 兼容

PN Gate DevKit（开发包）供货范围

PN Gate 开发包以 DVD 介质供货，其包含以下组件：

- STEP 7-Addon Setup（STEP 7 扩展安装程序）
  - CD1
    PN Gate Add-on 安装程序，用于 STEP7 5.5 SP2、STARTER 4.3、SINAMICS 4.5
- PN Gate Driver
  - Bin
    Tar 格式的二进制驱动文件。
  - Src
    源文件作为 Zip 文件，并且解压。
  - Doc
    Doxygen 文档压缩为 Zip 文件。Doxygen 文档为 HTML 和 PDF 格式。
- Example Application
  - PROFIdrive 示例应用为二进制源代码。
- 文档
  - German
    德语版 PN Gate 文档。
  - English
    PN Gate 文档是英文版的。

更多详细信息请参见 “SINAMICS S120 PN Gate 选型手册”。

11.4.7 含 2 个控制器的 PROFINET

11.4.7.1 设置控制单元

说明

只有连接了安全 CPU 后才能运行 2 个控制器。

SINAMICS S120 支持通过 PROFINET 同时连接 2 个控制器，例如一个自动化控制器(A-CPU) 和一个安全控制器 (F-CPU)。

在该通讯方式中，SINAMICS S 支持 PROFIsafe 标准报文 30 和 31，也支持安全控制系统的西门子报文 901、902 和 903。

示例

下图显示了含 3 轴驱动的配置示例。A-CPU 发送为轴 1 发送西门子报文 105，并为轴 2 发送西门子报文 102；F-CPU 分别为轴 1 和 轴 3 发送 PROFIsafe 报文 30。

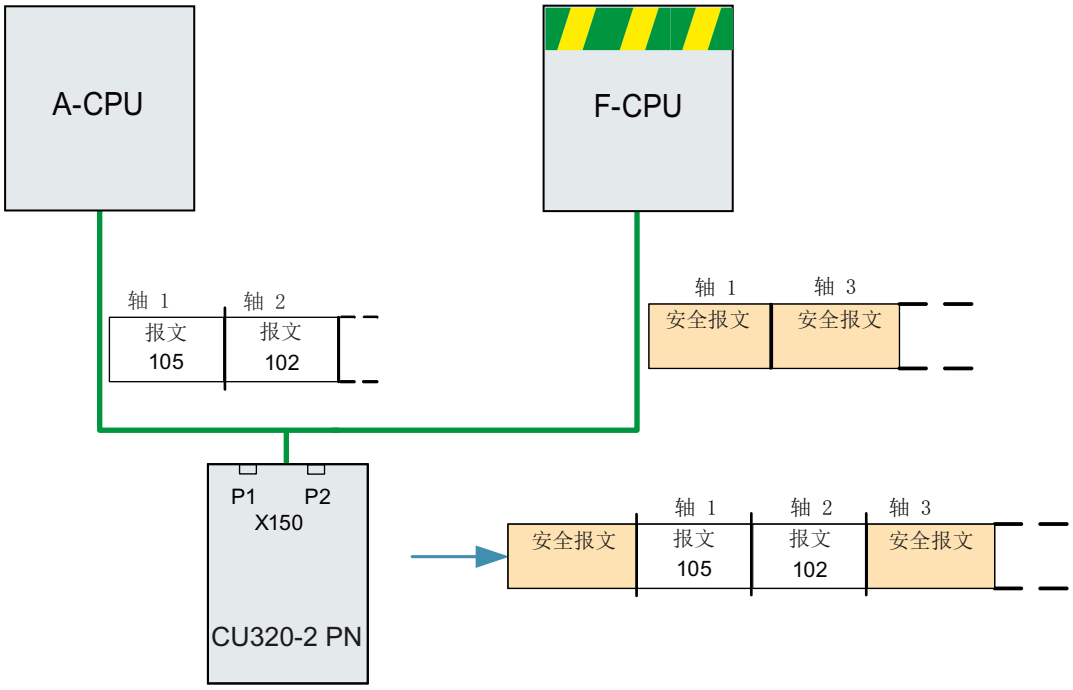


图 11-33　通讯流程示例

配置

按以下步骤对连接进行配置：

1. 设置参数 p9601.3 = p9801.3 = 1，为轴 1 和轴 2 使能 PROFIsafe。
2. 在 HW-Config 中配置 PROFINET 通讯（参见章节“配置控制器”）。
   控制器负责建立通讯。

说明

在启动中 驱动系统首先会需要 A-CPU 的配置数据，然后建立与此 CPU 的循环通讯，并且考虑到 PROFIsafe 报文因素。

接下来驱动系统接收到 F-CPU 的配置后会立即建立与此 CPU 的循环通讯，并且同样会考虑到 PROFIsafe 报文因素。

说明

CPU 故障

和两个控制器的通讯是独立工作的。一台 CPU 故障时，与另一台 CPU 的通讯不会中断，其将不受干扰地继续生效。此时会输出涉及相应故障组件的故障信息。

- 消除故障并对信息进行应答，之后将自动重新建立与故障 CPU 的通讯。

11.4.7.2 共享设备配置

在 **HW-Config** 中有以下 2 种方案可用于配置 A-CPU 和 F-CPU 这两个控制器：

- 使用共享设备（Shared Device）功能，在一个共同的项目中对两个控制器进行配置。
- 通过 GDSML 分别在独立的项目中配置各控制器。

在下面的示例中我们将对第一种配置方案进行说明。

说明

使用 **HW-Config** 进行配置的详细信息请参见 STEP 7 文档。

示例：一项目中有 2 个控制器

启动 STEP 7：

1. 在 S7 下为新项目创建一个自动化控制器，本例中为 SIMATIC 300，命名为 A-CPU。

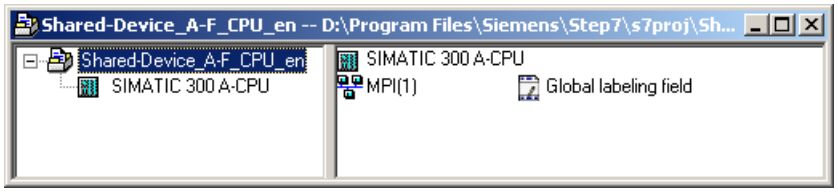


图 11-34 创建新 S7 项目

2. 在 HW-Config 中选择“控制器 CPU 315-2 PN/DP”，并连接 PROFINET IO 作为通讯网络。

3. 通过对象管理器选择一个 S120 驱动（本例中为 CU320-2 PN）。

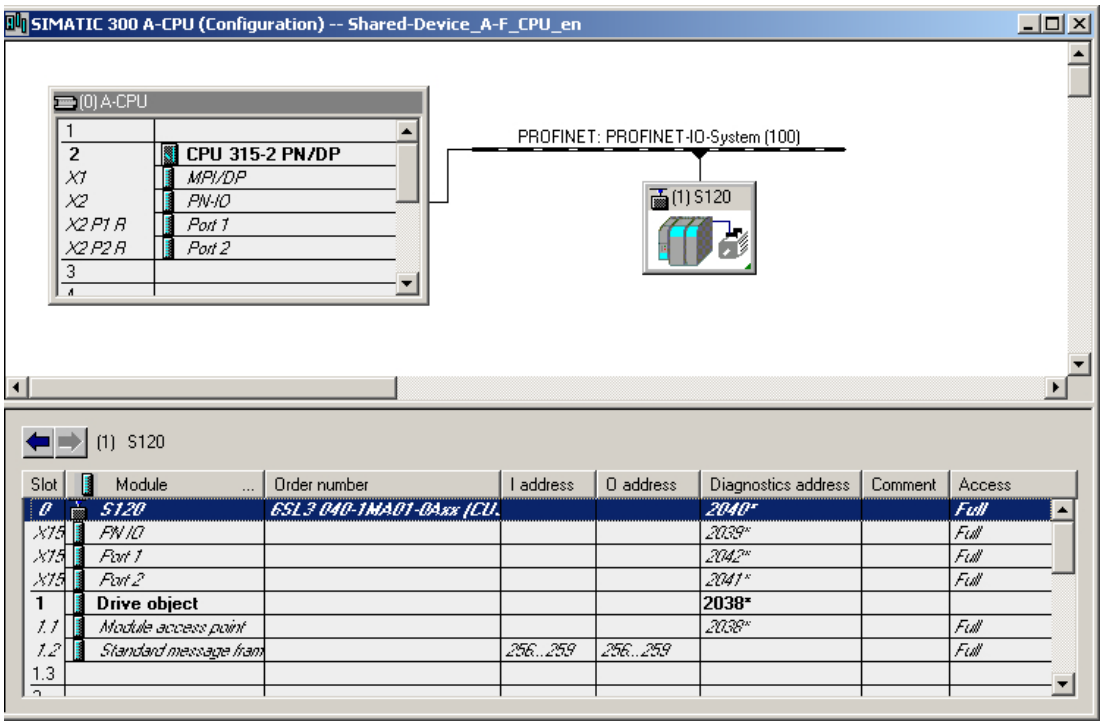


图 11-35　已在 HW-Config 中创建了自动化控制器

4. 点击 “Station/Save and compile” (Ctrl+S)。
   保存配置到当前阶段的项目。
5. 打开右键快捷菜单，点击 “Open Object with STARTER”，以在 STARTER 中配置驱动。

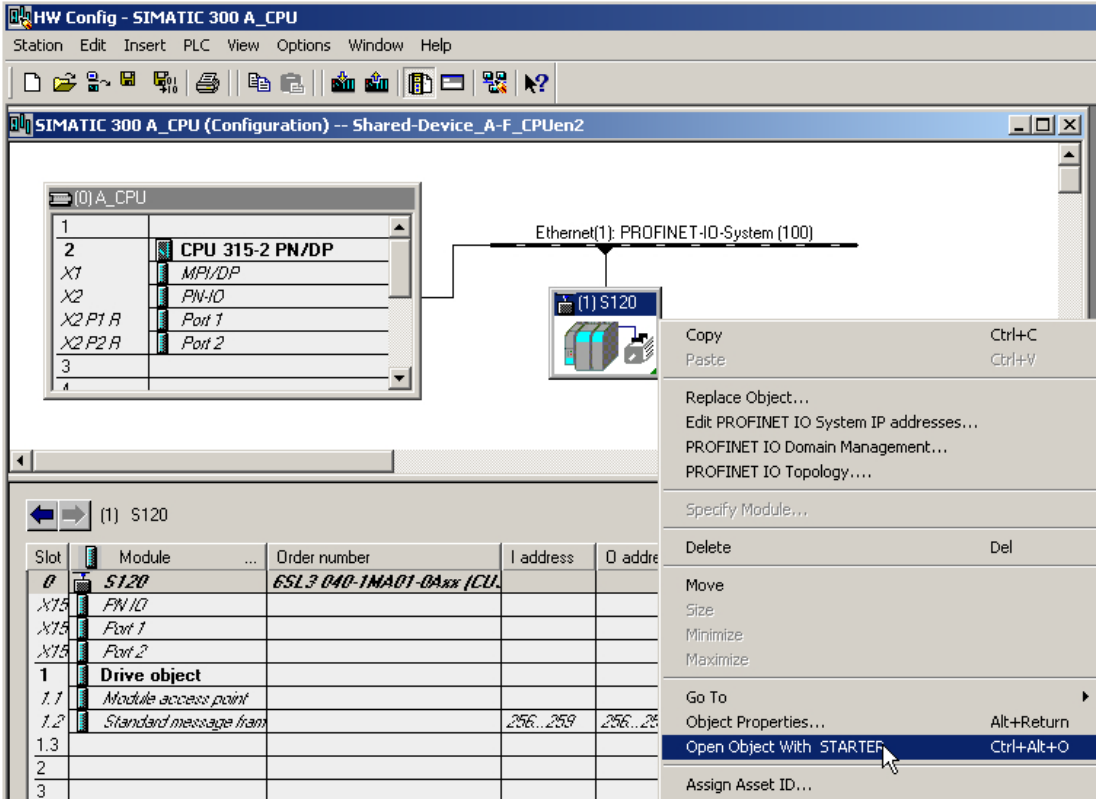


图 11-36　将新项目从 HW-Config 传输至 STARTER

STARTER 窗口自动打开

项目显示在导航窗口中。

1. 在伺服控制中配置一个电源和 3 个驱动。选择报文 370 用于电源通讯，选择标准报文 1、2 和 3 用于驱动。
   - 之后点击“Save and REcompile all”。
   - 在导航窗口中点击“Communication\Message frame configuration”。

Object	Drive object	-No.	Assigned controller	Message frame type		Input data		Output data	
						Length	Address	Length	Address
1	Supply_1	2		SIEMENS telegram 370, PZD-1/1	!	1	???..???	1	???..???
2	Drive_1	3		Standard telegram 1, PZD-2/2	!	2	???..???	2	???..???
3	Drive_2	4		Standard telegram 2, PZD-4/4	!	4	???..???	4	???..???
4	Drive_3	5		Standard telegram 3, PZD-5/9	!	9	???..???	5	???..???
5	Control_Unit	1	PN-IO	Free telegram configuration with BICO	!	2	256..259	2	256..259
Without PZDs (no cyclic data exchange)									

图 11-37　PROFIdrive 通道 IF1 报文概览

2. 在 “.....” 下为驱动 1 和驱动 3 添加 Safety 报文 30：
   - 在表中点击需要通过 PROFIsafe 监控的驱动。
   - 点击按钮“Adapt message frame configuration”按钮，选择“Add PROFIsafe”。

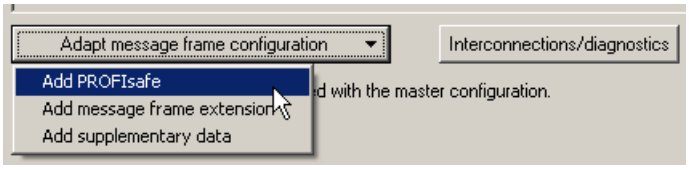


图 11-38　为驱动添加 PROFIsafe 报文

在 PROFIdrive 表格中已添加 PROFIsafe 报文：

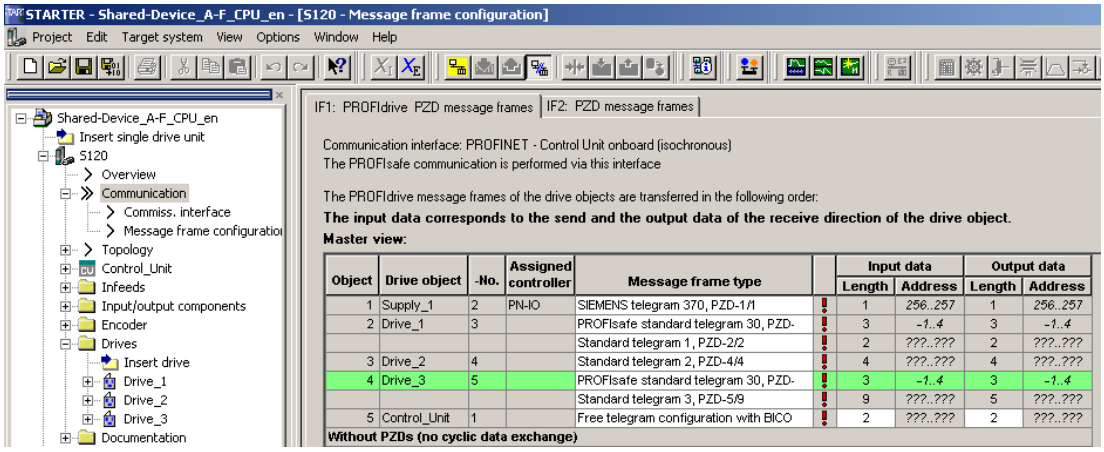


图 11-39　显示报文状态

3. 点击 “Set up addresses” 将报文修改传输至 HW-Config。

IF1: PROFIdrive PZD message frames | IF2: PZD message frames

Communication interface: PROFINET - Control Unit onboard (isochronous)
The PROFIsafe communication is performed via this interface

The PROFIdrive message frames of the drive objects are transferred in the following order:
The input data corresponds to the send and the output data of the receive direction of the drive object.
Master view:

Object	Drive object	-No.	Assigned controller	Message frame type		Input data		Output data	
						Length	Address	Length	Address
1	Control_Unit	1	PN-IO	Free telegram configuration with BICO	✔	2	256..259	2	256..259
2	Supply_1	2	PN-IO	SIEMENS telegram 370, PZD-1/1	✔	1	260..261	1	260..261
3	Drive_1	3	PN-IO-1	PROFIsafe standard telegram 30, PZD-	✔	3	0..5	3	0..5
			PN-IO	Standard telegram 1, PZD-2/2	✔	2	262..265	2	262..265
4	Drive_2	4	PN-IO	Standard telegram 2, PZD-4/4	✔	4	266..273	4	266..273
5	Drive_3	5	PN-IO-1	PROFIsafe standard telegram 30, PZD-	✔	3	6..11	3	6..11
			PN-IO	Standard telegram 3, PZD-5/9	✔	9	274..291	5	274..283
Without PZDs (no cyclic data exchange)									

图 11-40　报文已通过 HW-Config 调整

在成功将报文传输至 HW-Config 后，红色的叹号被钩号替代。

配置安全控制系统：

1. 在 HW-Config 窗口中点击 “S120” 驱动。

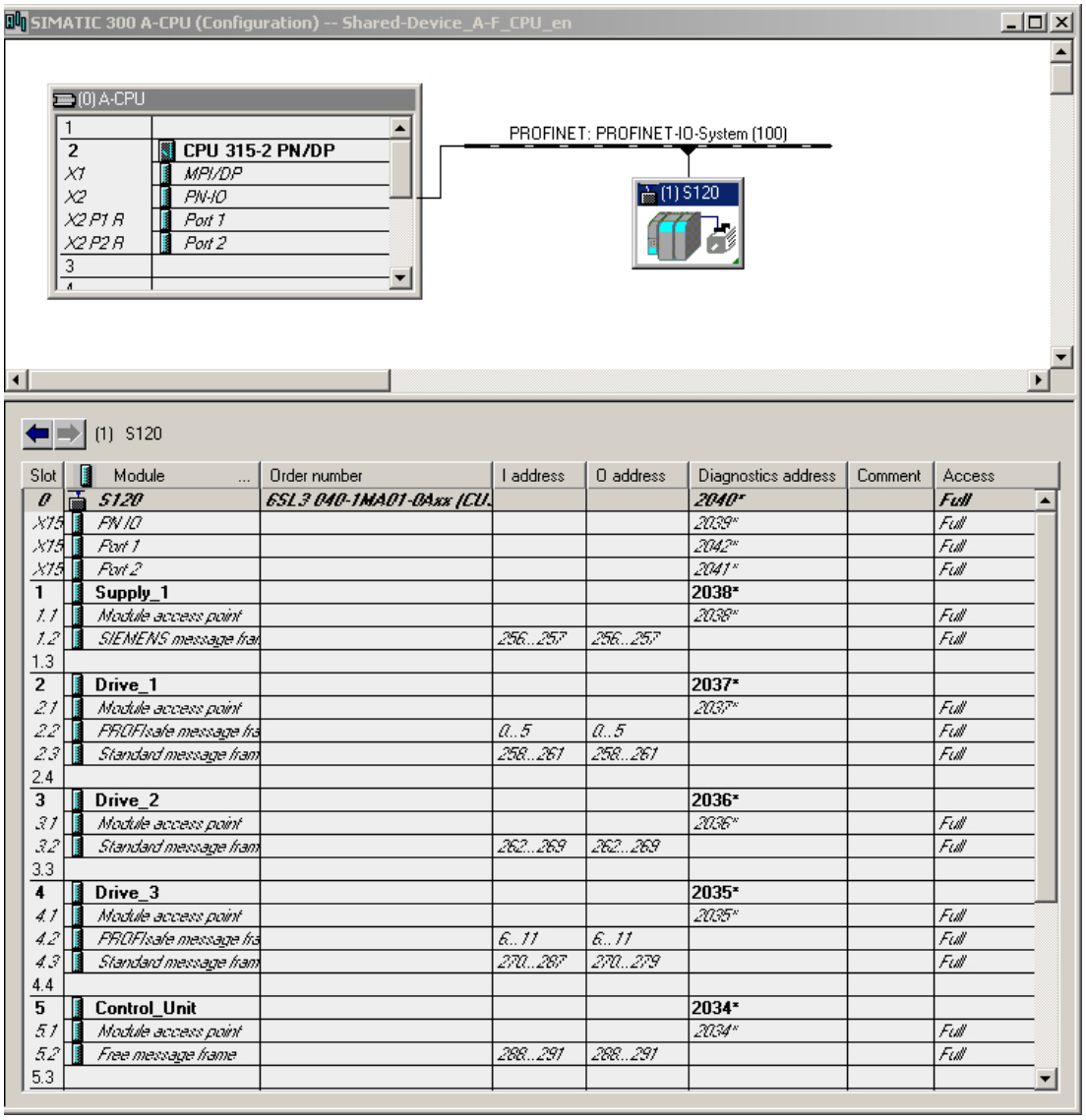


图 11-41　HW-Config 中更新过的项目

对所有报文均有完整访问权限。为了使 PROFIsafe 控制系统能够访问报文 30，必须使能该报文。

2. 从 S120 驱动的右键菜单中选择 “Object properites”。
3. 在随后的窗口中禁用通过 A-CPU 访问 PROFIsafe 报文。

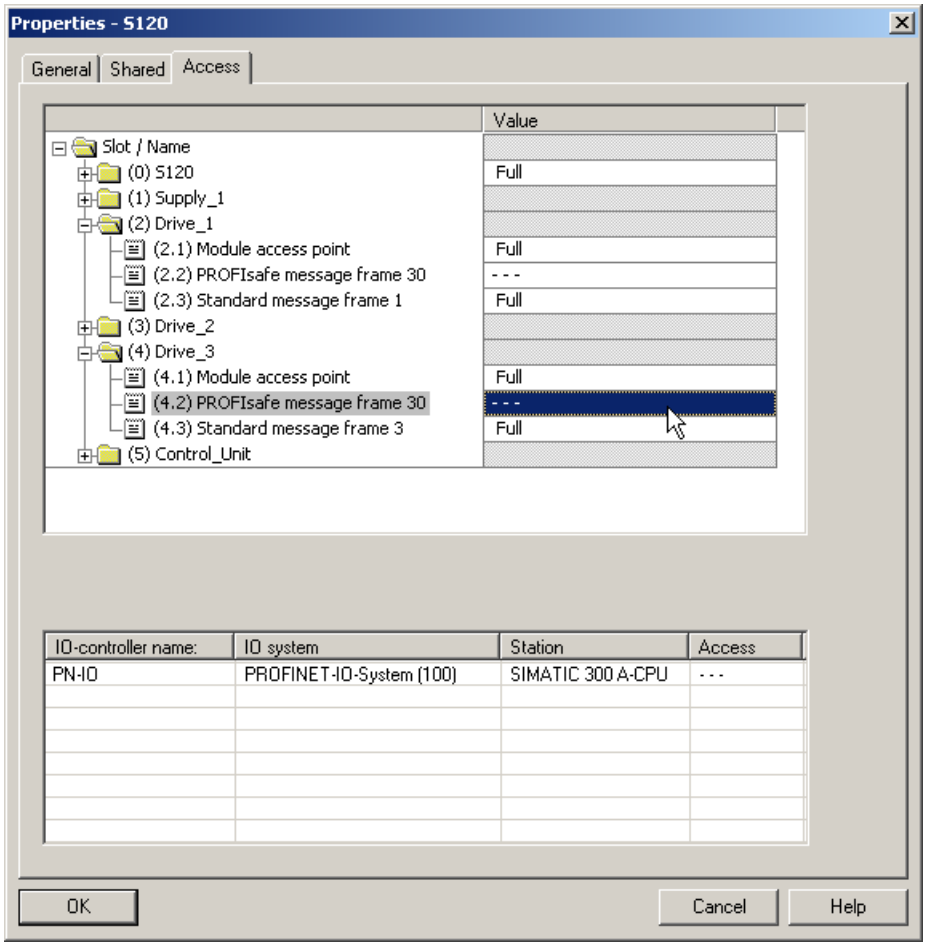


图 11-42　使能 A-CPU 的 Safety 报文

在 STEP 7 中添加 PROFIsafe 控制系统

按照 STEP 7 下自动化控制器的配置步骤进行 PROFIsafe 控制器的配置。

HW-Config 中 F-CPU 的配置

1. 与自动化控制器不同，此处请选择具备 PROFIsafe 功能的控制器，例如 CPU 317F-2 PN/DP。将 PROFIsafe 控制系统手动更名为 “F-CPU”。
2. 再次选择 PROFINET IO 用于通讯。

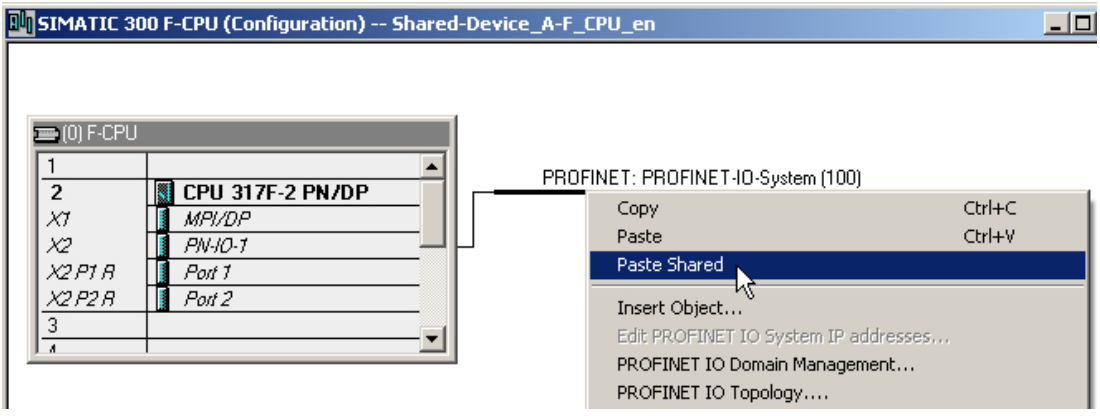


图 11-43　PROFIsafe 控制系统配置

3. 在 HW-Config 中点击“Station\Save and compile”。
4. 在自动化控制器的窗口中点击“S120 驱动”。
5. 点击菜单中的 “Edit/Copy”，以启动复制过程。
6. 返回 PROFIsafe 控制系统的 HW-Config 窗口。
7. 右击 PROFINET 支路。
8. 在右键菜单中选择 “Paste Shared”。
   S120 自动化控制器被连接至 PROFIsafe 控制器的 PROFINET。表中的 PROFIsaf 控制系统自动获取了 PROFIsafe 报文 30 的完全访问权限。

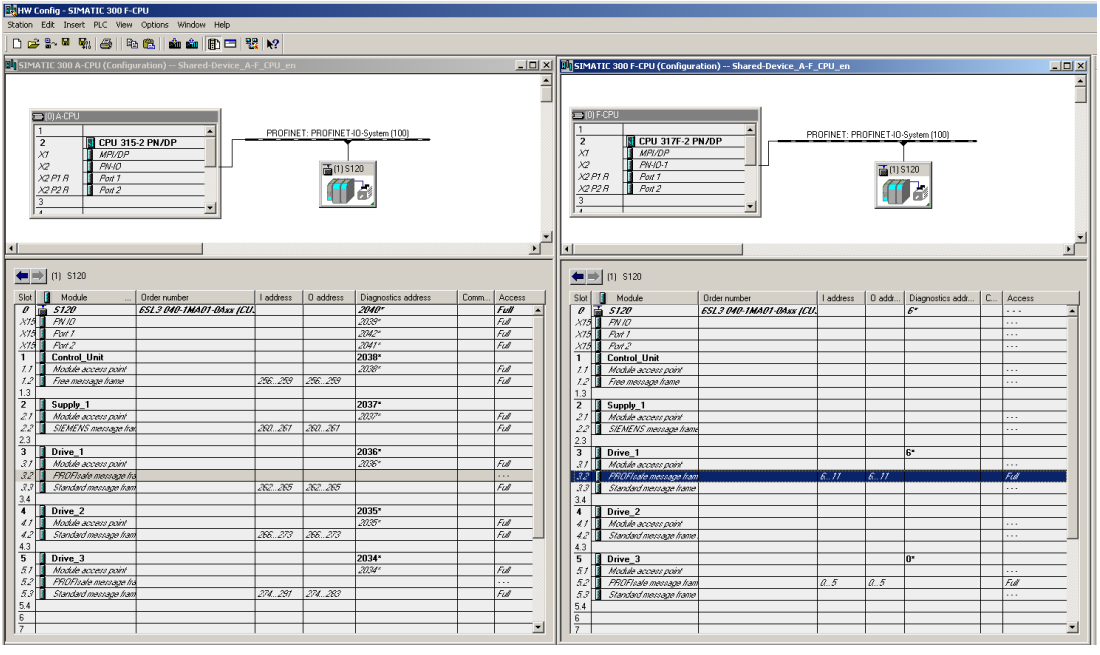


图 11-44　HW-Config 中完成配置的新项目

9. 在 HW-Config 中点击“Station\Save and compile”。
10. 之后点击 “Open Object with STARTER”
保存结束后，可在 STARTER 窗口中看到 PROFIsafe 报文被指定给 PN-IO-1，驱动报文则被指定给 PN-IO。

IF1: PROFIdrive PZD message frames | IF2: PZD message frames

Communication interface: PROFINET - Control Unit onboard (isochronous)
The PROFIsafe communication is performed via this interface

The PROFIdrive message frames of the drive objects are transferred in the following order:
The input data corresponds to the send and the output data of the receive direction of the drive object.
Master view:

Object	Drive object	-No.	Assigned controller	Message frame type		Input data		Output data	
						Length	Address	Length	Address
1	Control_Unit	1	PN-IO	Free telegram configuration with BICO	✔	2	256..259	2	256..259
2	Supply_1	2	PN-IO	SIEMENS telegram 370, PZD-1/1	✔	1	260..261	1	260..261
3	Drive_1	3	PN-IO-1	PROFIsafe standard telegram 30, PZD-	✔	3	0..5	3	0..5
			PN-IO	Standard telegram 1, PZD-2/2	✔	2	262..265	2	262..265
4	Drive_2	4	PN-IO	Standard telegram 2, PZD-4/4	✔	4	266..273	4	266..273
5	Drive_3	5	PN-IO-1	PROFIsafe standard telegram 30, PZD-	✔	3	6..11	3	6..11
			PN-IO	Standard telegram 3, PZD-5/9	✔	9	274..291	5	274..283
Without PZDs (no cyclic data exchange)									

图 11-45 STARTER 中完成配置的新项目

若 STARTER 中每个报文类型后都显示钩号，则表示共享设备配置成功。

11.4.7.3 重要参数一览

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p9601 SI 驱动集成的功能使能（控制单元）
- p9801 SI 驱动集成的功能使能（电机模块）

11.4.8 PROFINET 冗余媒体

为了提升 PROFINET 的可用性，您可以设置一个环形拓朴结构。 如果环形拓朴结构上的某个位置中断，设备之间的数据传送路径就会自动重新配置。 在重新配置后可再次访问新拓朴结构中的设备。

需要建立一个带媒体冗余的环形拓扑结构时，使线性 PROFINET 拓朴结构的两端汇合在一个交换器（例如一个适宜的 SCALANCE 交换器）中，将该交换器用作冗余管理器 。 线性拓扑结构通过 SCALANCE 冗余管理器的 2 个端口（环形端口）形成环形拓扑，该管理器会监控 PROFINET 环形结构中的数据报文。 连接的所有其他 PROFINET 节点均为冗余客户端。

媒体冗余协议（MRP）规定了标准的媒体冗余方式。 在该冗余中，每个环形拓扑结构上可以最多接入 50 个设备。 出现断线故障时，数据传送可能会出现短暂的中断，随后切换到冗余数据传送。

如果不允许出现这种短暂中断，必须将数据传送方式设为“高性能 IRT”， 然后就会自动设置“无中断 MRPD”。 之后需要一个 SIMOTION（或一个合适的控制器）。

控制单元 CU320-2 PN 和 CU310-2 PN 的两个内置 PROFINET IO 接口都可以设为冗余客户端。

而 CBBE20 中只有前两个端口可以接入环形结构。 PROFINET IO 接口和 CBE20 之间不允许布线。

11.4.9 PROFINET 系统冗余

11.4.9.1 一览

通过 SINAMICS S120 PROFINET 控制单元可建立系统冗余设备。

系统冗余设备的前提是所谓的 H 系统。H 系统由 2 个高可用度的控制系统组成 - 主 CPU 及备用 CPU - 它们通过光缆持续同步。如果一个控制系统失效，自动由另一个接管。这样可缩短设备的停机时间。

前提条件

- SIMATIC 控制系统 S7-400H 带两个 PROFINET H-CPU，型号 41xH
- SINAMICS S120 PROFINET 控制单元 (CU310-2 PN 或 CU320-2 PN)
- 冗余通讯连接

优点

- 控制系统故障时设备无需停机
- 可在运行中进行组件更换
- 可在运行中进行配置调整
- 更换组件后自动同步

限制

- 不支持 IRT
- 不同时运行共享设备以及系统冗余
- 最多 2 个 PROFINET 循环连接
- 只通过 SINAMICS S120 PROFINET 控制单元板载接口实现系统冗余
- 在从一个系统切换到另一个系统期间，上一个连接的设定值被冻结并仍然有效。

11.4.9.2 结构、选型及诊断

结构

下图为带有 3 个变频器的系统冗余型控制系统的示例结构。

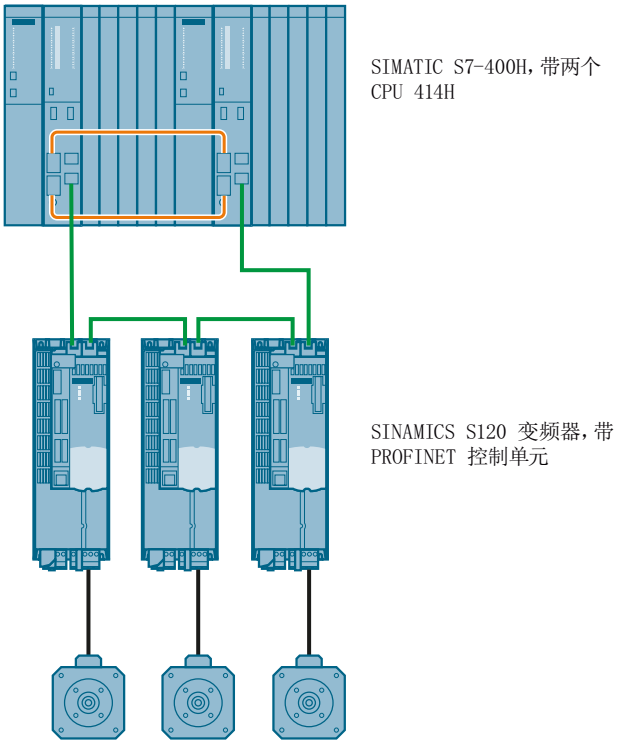


图 11-46 带变频器的系统冗余

选型设计

冗余系统的选型在 STEP 7 中进行。在变频器中只需配置 PROFINET 通讯。

系统冗余与设备拓扑无关。

诊断 LED

诊断状态在 PROFINET 系统冗余时可通过 LED 进行如下指示：

颜色	含义	含义
绿色	持续亮	存在 2 个冗余连接并且设定值正常。
绿色	闪烁	只存在 1 个冗余连接或缺少设定值。
红色	闪烁 2 Hz	无连接或设定值失效 (F01910)。

更多信息

有关 PROFINET 系统冗余的其他说明请在线参阅以下手册：

- 系统手册“SIMATIC 高可用性系统 S7-400H”
  SIMATIC S7-400H 手册 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/82478488)
- 应用说明带 PROFINET 的 S7-400H 的配置示例
  SIMATIC S7-400H 配置示例 (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/view/90885106/en)

11.4.9.3 信息和参数

故障和报警（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- F01910 (N, A) 现场总线：设定值超时
- A01980 PN:循环连接中断
- A01982 PN:缺少第二个控制器
- A01983 PN:系统冗余切换中

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r2043.0...2 BO:IF1 PROFIdrive PZD 状态
- r8843.0...2 BO:IF2 PZD 状态
- r8936[0...1] PN 循环连接状态
- r8937[0...5] PN 诊断
- r8960[0...3] PN 控制器分配子插槽
- r8961[0...3] PN 远程控制器 1 IP 地址
- r8962[0...3] PN 远程控制器 2 IP 地址

11.4.10 PROFIenergy

PROFIenergy 是一个基于通讯协议 PROFINET 的生产设备能源管理标准。该功能是在 PNO PROFIenergy 协议中认证的。具有 PROFIenergy 功能的驱动设备可以由权威实验室进行认证。通过认证的驱动设备支持 PROFIenergy 指令，可针对各种请求和运行状态发出相应的响应。

SINAMICS 支持 1.1 版的 PROFIenergy 协议。在非循环运行中，PROFIenergy 指令通过 PROFINET 数据组从控制器传送到驱动。PROFIenergy 指令通过 PROFINET 数据组 0x80A0 传送。

PROFIenergy 数据组的访问只能通过连接方式“RT 连接”或“IRT 连接”进行。

如果通过其他连接方式（例如 Supervisor 连接，系统冗余连接）进行访问，数据组访问会被拒绝并输出故障代码 0x80B0“无效下标”。

存在一个 PROFIenergy 访问点 (PESAP) 并且该点与 CU 驱动对象的 MAP 子模块相关。

如果通过其他模块/子模块进行访问，数据组访问会被拒绝并输出故障代码 0x80B0“无效下标”。

SINAMICS S120 驱动系统上 PROFIenergy 的特性

SINAMICS S120 驱动系统的设备满足以下要求：

- 已经过认证，适用于 PROFIenergy
- PROFIenergy 3 类功能单元
- PROFIenergy 节能模式 2

SINAMICS 设备支持以下 PROFIenergy 功能：

功能		支持 SINAMICS								
		S120 SERVO	S120 VECTOR	S150	G110M	G120D	G120x（否则非 G120D）	G130	G150	ET200 pro FC-2
控制指令		X	X	X	X	X	X	X	X	X
查询指令		X	X	X	X	X	X	X	X	X
测量值	ID 34	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ID 166	–	X	X	X	X	X	X	X	X
	ID 200	X	X	X	X	X	X	X	X	X
测量值访问		X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROFIenergy 节能模式 1	断路数字量输出	–	–	–	–	X	–	–	–	–
	断路编码器	–	–	–	–	X	–	–	–	–
PROFIenergy 节能模式 2	接通闭锁	X	X	X	X	–	X	X	X	X
禁用 PROFIenergy		X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROFIenergy 节能模式在 PROFIdrive 状态下 S3/S4		–	–	–	X	X	X	X	X	X

图 11-47　PROFIenergy 功能

11.4.10.1 PROFIenergy 的任务

PROFIenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，可以协调地统一地关闭停机时独立于制造商和设备负载。为此只应给该过程提供绝对必要的能源，以节省大部分能源。PROFINET 设备本身不具有太大的节能潜力。

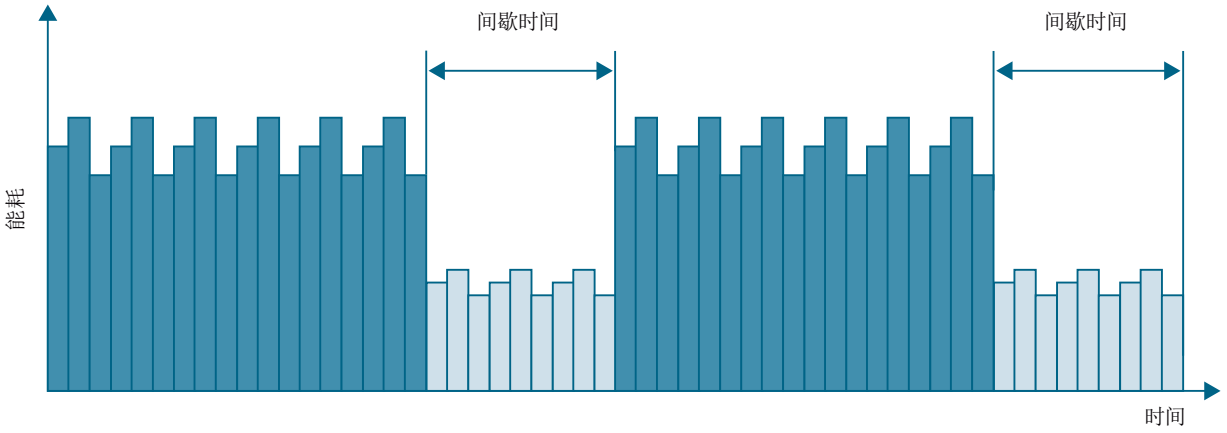


图 11-48 PROFIenergy 停机节能

通过有针对性地暂时断开或停止不使用的驱动，可达到以下目的：

- 降低能耗成本
- 减少热排放
- 缩短有效运行时间从而延长使用寿命
- 驱动设备提供标准能耗数据用于分析
- 用电设备的 PROFIenergy 状态
- PROFIenergy 状态可通过 BICO 互联用于进一步处理，例如：用于关闭不需要使用的二次系统。

基础

通过 PROFINET IO 控制器用户程序中的特殊指令断开 PROFINET 设备或功率模块，无需额外的硬件，PROFIenergy 指令直接由 PROFINET 设备编译。

11.4.10.2 PROFIenergy 指令

工作原理

在开始停机和停机结束时，由设备操作人员激活或取消设备的停机功能；接着 IO 控制器将 PROFIenergy 指令 “START_Pause”/“END_Pause” 发送给 PROFINET 设备。之后设备会编译 PROFIenergy 指令的内容并自动断开或重新接通。

可通过其他 PROFIenergy 功能检索设备信息。以及时传输 “START_Pause”/“END_Pause” 指令。

PROFIenergy 控制指令

控制指令	描述
START_Pause	根据运行状态的暂停时间切换至节能模式。 根据节能模式的暂停时间切换至运行状态。
START_Pause_with_time_response	从运行状态切换至节能模式并额外指定指令应答中的过渡时间。
END_Pause	从节能模式切换至运行状态。 中断从运行状态切换至节能模式。

PROFIenergy 查询指令

查询指令	描述
List_Energy_Saving_Modes	说明了所有支持的节能模式。
Get_Mode	确定所选择的节能模式。
PEM_Status	说明了当前的 PROFIenergy 状态。
PEM_Status_with_CTTO	确定当前 PROFIenergy 状态，同指令“PEM 状态”。另外还确定切换到运行状态的正常过渡时间。
PE_Identify	列出了支持的 PROFIenergy 指令。
Query_Version	列出了执行的 PROFIenergy-Profil 协议。
Get_Measurement_List	该指令反馈可通过指令 “Get_Measurement_Values” 获得的测量值 ID。

查询指令	描述
Get_Measurement_List_with_object_number	该指令反馈可通过指令 “Get_Measurement_Values_with_object_number” 获得的测量值 ID 和所属的对象编号。
Get_Measurement_Values	该指令反馈通过测量值 ID 请求的测量值： ● 功率测量值： 该指令通过所有控制驱动对象对测量值总和进行定址。 ● 能量测量值： 该指令通过所有控制驱动对象对测量值总和进行定址。 ● 功率因数： 只有带控制驱动对象的 SINAMICS 驱动才支持该测量值。
Get_Measurement_Values_with_object_number	该指令反馈通过测量值 ID 和对象编号请求的测量值。 对象编号与驱动对象 ID 相符。 和指令 “Get_Measurement_Value” 一样，通过控制单元的驱动对象 ID 也可以对测量值进行定址。

11.4.10.3 PROFIenergy 测量值

表格 11-17 PROFIenergy 测量值一览

PROFIenergy 测量值		PROFIenergy 精度		单位	SINAMICS 源参数		取值范围
ID	名称	域	类别		参数	名称	
34	有效功率	1	12	W	r0032	经过平滑的有功功率	所有驱动对象的 r2004 的最大值
166	功率因数	1	12	1	r0038	经过平滑的功率因数	0 ... 1
200	有效输入电能	2	11	Wh	r0039[1]	吸收的电能	-

11.4.10.4 PROFIenergy 节能模式

SINAMICS S120 驱动设备支持 PROFIenergy 节能模式 2。下列两个参数显示生效的 PROFIenergy 模式：

- r5600 显示当前生效的 PROFIenergy 模式。
- 参数 r5613 通过互联的位显示 PROFIenergy 节能模式是否生效。

激活节能模式

可通过 PROFIenergy 控制指令激活或取消节能模式（另见 PROFIenergy 指令 (页 823)）。

变频器在 PROFIenergy 节能模式下的常规特性

- PROFIenergy 节能模式激活时，变频器输出报警 A08800。
- PROFIenergy 节能模式激活时，变频器不发送诊断报警。
- PROFIenergy 节能模式激活时，READY LED 灯以绿色闪烁，频率为：亮 500 ms；灭 3000 ms。
- 如果至控制系统的总线连接中断且期间变频器处于节能模式下，变频器会退出节能模式并切换至正常运行模式 (“Ready_to_operate”)。
- 如果控制器停止运行且期间变频器处于节能模式下，变频器也会切换至正常运行模式。

11.4.10.5 PROFIenergy 禁止和暂停时间

禁用 PROFIenergy

把 p5611.0 设置为 1，可禁止变频器对 PROFIenergy 控制指令作出响应。在该情况下变频器忽略 PROFIenergy 控制指令。

暂停时间

- 最短暂停时间：p5602
  - 如果通过指令 “Start_Pause” 发送的暂停时间大于等于 p5602[1] 的值，变频器才会进入节能模式。
  - 如果暂停时间小于 p5602[1]，则变频器忽略该指令。
- 最大停留时间：p5606

11.4.10.6 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2381 PROFIenergy - 控制指令/查询指令
- 2382 PROFIenergy 状态
- 2610 流程控制 - 控制器

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r5600 Pe 节能模式 ID
- p5602[0...1] Pe 最小节能模式暂停时间
- p5606[0...1] Pe 最大节能模式暂停时间
- p5611 Pe 一般节能特性
- r5613.0...1 CO/BO:Pe 节能生效/无效

11.4.11 通过诊断通道传送信息

除了现有调试工具(STARTER, SCOUT) 外，信息也可以用其他途径显示。在激活了诊断功能后，信息也可以通过标准的诊断通道传送给上位控制器。在控制器中信息被加以处理或传送给人机界面(SIMATIC HMI, TIA-Portal, ...) 以方便查看。在人机界面上，信息清晰易读，如同在 STARTER 中一样。

通过该功能可以立即排查异常或故障，不管当前使用哪种工具。

也请留意诊断通道 (页 735)一章中介绍的诊断通道基本信息。

激活诊断功能

诊断功能通过配置工具(HW-Config, TIA-Portal, ...)中的参数激活或禁用。

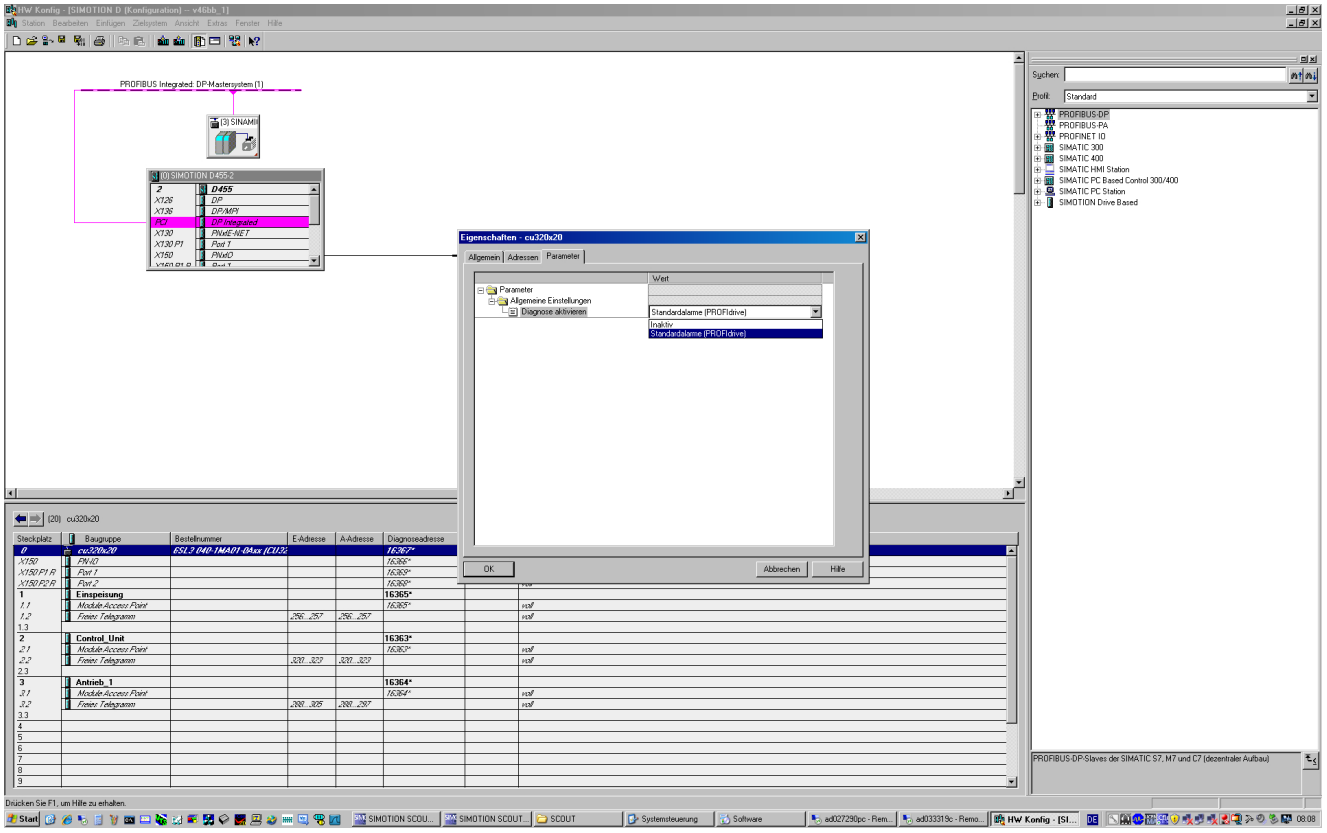


图 11-49　激活 PROFINET

可以采用以下设置：

设置	设置代码
无效	0
PROFIdrive 错误信息	1

在建立 SINAMICS 和控制器的通讯后，首先激活的诊断模式会从控制器传送到驱动。SINAMICS 中的诊断激活后，它会一次性将所有当前存在的信息传送给控制器。与此相同，在结束通讯时也会从 SINAMICS 出发，删除控制器中的所有当前现有信息。

信息

SINAMICS S120/S150 参数手册的“对故障和报警列表的说明”一章就信息文本进行了详细说明。该章节的“各诊断接口的信息类别和编码”一表中列出了信息文本。

11.4.12 支持 I&M 数据组 1...4

检测/维护 (I&M)

I&M 数据组包含针对标准化和简化的 PROFIBUS/PROFINET 设备检测及维护的信息。I&M 数据组 1...4 是和设备相关的信息，如安装地点和安装日期。PROFINET 支持 I&M 数据组 0...4。

I&M 数据组 1...3 既可以和 SIMATIC Manager (STEP 7) 组合使用，也可以和 HW Config (STEP 7) 组合使用。

I&M 参数

表格 11-18 参数名称、参数分配和参数含义

I&M 参数名称	格式	大小/八位字节	初始化	SINAMICS 参数	含义
I&M 0:IM_SUPPORTED	-	-	-	r8820[62,63]	该参数显示支持哪些 I&M 数据组。 值 0x1E 显示 I&M 数据组 1...4 可用。
I&M 1:TAG_FUNCTION	可见字符串	32	空格 0x20…0x20	p8806[0...31]	用于功能检测或设备任务的文本。
I&M 1:TAG_LOCATION	可见字符串	22	空格 0x20…0x20	p8806[32...53]	用于设备位置检测的文本。
I&M 2:INSTALLATION_DATE	可见字符串	16	空格 0x20…0x7E	p8807[0...15]	带有设备安装或首次调试日期的文本。 支持以下数据格式： • YYYY-MM-DD • YYYY-MM-DD hh:mm – YYYY:年份设定 – MM:月份设定 01...12 – DD:日设定 01...31 – hh:小时设定 00...23 – mm:分钟设定 00...59 各设定间的分隔符须输入，即连字符“-”、空格“ ”和冒号“:”。

I&M 参数名称	格式	大小/八位字节	初始化	SINAMICS 参数	含义
I&M 3:DESCRIPTOR	可见字符串	54	空格 0x20… 0x20	p8808[0...53]	带有任意评注或注释的文本。
I&M 4:SIGNATURE	八位字符串	54	空格 0x00… 0x00	r8809[0...53]	参数可由系统自动填充且之后会包含一个功能校验符，以便跟踪 Safety Integrated 的修改。校验符是按如下方式划分的： • 第一组 4 个八位字节 (0...3) 由参数 r9781 的内容组成，下标 0：“安全功能的修改记录：校验和（控制单元）” • 第二组 4 个八位字节 (4...7) 的内容：参数 r9782 下标 0：“安全功能的修改记录：时间戳（控制单元）”。 • 剩余的（八位字节 8...53）包含零。

数据组 I&M 1...4 永久保存在参数 p8806...p8808 中。这 3 个参数的基本特性有：

- 可显示在 STARTER 的专家列表中。
- SINAMICS 功能“复位参数” (p0976 = 1、p0970 = 1) 不影响参数的内容。
- 如果已经保存或载入了可选参数组，系统便不会修改 I&M 数据组。存储卡和非易失性设备存储器之间的参数组传送也不会影响 I&M 数据组。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p8806[0...53] 检测和维护 1
- p8807[0...15] 检测和维护 2
- p8808[0...53] 检测和维护 3
- r8809[0...53] 检测和维护 4

11.5 Modbus TCP 通讯

11.5.1 概述

Modbus 协议是一种基于控制器/设备结构的通讯协议。

它有三种传输模式：

- **Modbus ASCII -** 通过一个串行接口
  数据采用的是 ASCII 码格式。数据流量比 RTU 模式低。
- **Modbus RTU -** 通过一个串行接口
  数据采用的是二进制格式。数据流量比 ASCII 高。
- **Modbus TCP -** 通过以太网
  数据采用的是 TCP/IP 数据包格式。TCP 端口 502 预留用于 Modbus TCP。

SINAMICS S120 上只能使用 “Modbus TCP” 传输模式。

可使用的驱动设备：

- CU320-2 PN
- CU320-2 DP (CBE20)
- CU310-2 PN

Modbus 功能

通过 Modbus 寄存器访问过程数据和参数。

- 过程数据：40100 - 40119
- 驱动数据：40300 - 40522
- 通过 DS47 的所有参数：40601 - 40722

Modbus TCP 提供了一个以太网功能，该功能与以太网接口 X127 的功能相同：

- 调试接口，用于采用 S7 协议的 STARTER/Startdrive
- DCP，用于设置 IP 地址等
- SNMP，用于识别

通讯的一般信息

Modbus TCP 通讯通过以太网/PROFINET 接口进行：

- **X150**：
  用于带 CU320-2 PN 或 CU310-2 PN 的 Modbus TCP。
- **X1400**：
  用于带 CU320-2 PN 或 CU320-2 DP（插入了 CBE20）的 Modbus TCP。

此时可以建立 Modbus 连接。但不允许通过接口 X150 和 X1400 同时建立连接，若尝试该操作，设备会输出报警 A08555(1)。

但可将一个用于 Modbus TCP 的接口及其他接口用作 PROFINET 接口。

可通过 Modbus 寻址的驱动对象

通过 Modbus TCP 始终会定位到驱动对象列表中的第一位控制驱动对象(p0978[0])。该参数中必须有一个伺服或矢量驱动对象。

- 仅当 p0978[0] 中有一个 Modbus TCP 支持的驱动对象时，才会激活 Modbus TCP。
- 如果 p0978[0] 没有生效的驱动对象，则输出报警 A08555(2)。

使用 Modbus TCP 时的诊断 LED

Modbus TCP 时的诊断状态可通过 LED 进行如下指示：

- X150: “**PN**” LED
- X1400 (CBE20): “**OPT**” LED

该 LED 可以指示以下状态：

颜色	含义	含义
绿色	持续亮	连接并且设定值正常。
绿色	闪烁	连接正常，但无设定值（与超时相关）。
红色	闪烁 2 Hz	无连接或设定值超时。

11.5.2 通过接口 X150 配置 Modbus TCP

通过 X150（CU320-2 PN 或 CU310-2 PN）激活 Modbus TCP

1. 在驱动对象 DO1 中设置 p2030 = 13 (Modbus TCP)。
2. 通过 p8921 设置控制单元上的板载 PROFINET 接口的 IP 地址。
3. 通过 p8922 设置标准网关。
4. 通过 p8923 设置子网掩码。
5. 通过 p8924 设置 DHCP 模式。
6. 通过 p8925 = 2 将“激活并保存配置”设为接口配置。
7. 在调试工具 STARTER 中检查驱动对象 p0978 的列表。
   必要时通过报文配置 ("Drive Unit" > "Communication" > "message frame configuration") 修改驱动对象的顺序。
8. 将设置保存到调试工具 STARTER 中并重新给系统上电。

通过接口 X150 设置 Modbus

通过以下参数在 X150 接口上设置 Modbus TCP 通讯：

参数	说明
p2040	该参数用于设置监控通过现场总线接口接收的过程数据的持续时间。 如果在现场总线监控时间的一个周期内没有传输任何过程数据，驱动会关闭并发出故障信息 F01910。
r2050[0...19]	用于互联由现场总线控制器通过 IF1 接收的 PZD 的模拟量互联输出。
p2051[0...24]	选择要通过 IF1 发送给现场总线控制器的 PZD（实际值），字格式。
r2053[0...24]	显示通过 IF1 发送给现场总线控制器的 PZD（实际值），字格式。
r2054	内部通讯接口的状态显示
p8839[0...1]	将 PN 板载接口 (x150) 分配给通过 PZD 接口 1 (IF1) 和接口 2 (IF2) 进行的循环通讯。
r8850[0...19]	用于互联通过 IF2 接收的 PZD（设定值），字格式的模拟量互联输出。
p8851[0...24]	选择要通过 IF2 发送的 PZD（实际值），字格式。
r8853[0...24]	显示通过 IF2 发送的 PZD（实际值），字格式。
r8854	通讯板的状态显示。

11.5.3 通过接口 X1400 配置 Modbus TCP

通过 X1400 (CBE20) 激活 Modbus TCP

1. 在驱动对象 DO1 中设置 p8835 = 5 (Modbus TCP)。
2. 通过 p8941 设置 CBE20 的 IP 地址。
3. 通过 p8942 设置 CBE20 的标准网关。
4. 通过 p8943 设置 CBE20 的子网掩码。
5. 通过 p8944 设置 CBE20 的 DHCP 模式。
6. 通过 p8945 = 2 将“激活并保存配置”设为接口配置。
7. 在调试工具 STARTER 中检查驱动对象 p0978 的列表。
   必要时通过报文配置 ("Drive Unit" > "Communication" > "message frame configuration") 修改驱动对象的顺序。
8. 将设置保存到调试工具 STARTER 中并重新给系统上电。

通过接口 X1400 设置 Modbus

通过以下参数在 X1400 接口上设置 Modbus TCP 通讯：

参数	说明
r2050[0...19]	用于互联由现场总线控制器通过 IF1 接收的 PZD 的模拟量互联输出。
p2051[0...24]	选择要通过 IF1 发送给现场总线控制器的 PZD（实际值），字格式。
r2053[0...24]	显示通过 IF1 发送给现场总线控制器的 PZD（实际值），字格式。
r2054	内部通讯接口的状态显示
p8840	该参数用于设置监控通过通讯板接收的过程数据的持续时间。 如果控制单元在该时间内没有从通讯板接收到过程数据，驱动会关闭并发出故障信息 F08501。
p8839[0...1]	将 CBE20 接口 (x1400) 分配给通过 PZD 接口 1 (IF1) 和接口 2 (IF2) 进行的循环通讯。
r8850[0...19]	用于互联通过 IF2 接收的 PZD（设定值），字格式的模拟量互联输出。
p8851[0...24]	选择要通过 IF2 发送的 PZD（实际值），字格式。
r8853[0...24]	显示通过 IF2 发送的 PZD（实际值），字格式。
r8854	通讯板的状态显示。

11.5.4 映射表

控制单元中的 Modbus 寄存器和参数

由于 Modbus 协议包含控制寄存器号或位号，进行存储器的寻址。因此您必须在设备一侧指定对应的控制字、状态字和参数。

有效保持寄存器的地址范围为 40001 至 40722。访问超出该保持寄存器的范围会导致错误“异常码”。

过程数据在寄存器范围 40100 至 40119 之间传输。

说明

在“访问”列中的“R”、“W”、“R/W”分别表示“读（用 FC03 读 ）”、“写”（用 FC06 写）、“读写(read/write)”。

表格 11-19 Modbus 寄存器和对应的参数 - 过程数据

寄存器	描述	存取	单位	比例系数	ON/OFF 文本或取值范围	数据/参数
控制数据						
40100	控制字（参见 SINAMICS S120/150 参数手册，功能图 2442）	R/W	-	1	-	过程数据 1
40101	主设定值	R/W	-	1	-	过程数据 2
40102	STW 3	R/W	-	1	-	过程数据 3
40103	STW 4	R/W	-	1	-	过程数据 4
40104	PZD 5	R/W	-	1	-	过程数据 5
40105	PZD 6	R/W	-	1	-	过程数据 6
40106	PZD 7	R/W	-	1	-	过程数据 7
40107	PZD 8	R/W	-	1	-	过程数据 8
40108	PZD 9	R/W	-	1	-	过程数据 9
40109	PZD 10	R/W	-	1	-	过程数据 10
状态数据						
40110	状态字（参见 SINAMICS S120/150 参数手册，功能图 2452）	R	-	1	-	过程数据 1

寄存器	描述	存取	单位	比例系数	ON/OFF 文本或取值范围	数据/参数
40111	主实际值	R	-	1	-	过程数据 2
40112	ZSW 3	R	-	1	-	过程数据 3
40113	ZSW 4	R	-	1	-	过程数据 4
40114	PZD 5	R	-	1	-	过程数据 5
40115	PZD 6	R	-	1	-	过程数据 6
40116	PZD 7	R	-	1	-	过程数据 7
40117	PZD 8	R	-	1	-	过程数据 8
40118	PZD 9	R	-	1	-	过程数据 9
40119	PZD 10	R	-	1	-	过程数据 10

表格 11-20 Modbus 寄存器和对应的参数 - 参数数据

寄存器	说明	存取	单位	比例系数	ON/OFF 文本或取值范围	数据/参数
驱动识别						
40300	最新功率单元代码号	R	-	1	0 … 65535	r0200
40301	控制单元固件	R	-	1	0 … 65535	r0018 / 10000
驱动数据						
40320	功率模块的额定功率	R	kW	100	0 … 655.35	r0206
40321	电流极限	R/W	%	10	0.0 … 6553.5	p0640
40322	加速时间 1)	R/W	s	100	10.00 … 655.35	p1120
40323	减速时间 1)	R/W	s	100	10.00 … 655.35	p1121
40324	基准转速 2)	R/W	RPM	1	6 … 65535	p2000
驱动诊断						
40340	转速设定值 2)	R	RPM	1	-32768 … 32767	r0020
40341	转速实际值 2)	R	RPM	1	-32768 … 32767	r0021
40342	输出频率	R	Hz	100	- 327.68 … 327.67	r0024
40343	输出电压	R	V	1	0 … 65535	r0025
40344	直流母线电压	R	V	1	0 … 65535	r0026

寄存器	说明	存取	单位	比例系数	ON/OFF 文本或取值范围	数据/参数
40345	电流实际值	R	A	100	0 … 655.35	r0027
40347	有功功率实际值	R	kW	100	0 … 655.35	r0032
40349	控制权	R	-	1	手动 自动	r0807
故障诊断						
40400	故障号，下标 0	R	-	1	0 … 65535	r0947 [0]
40401	故障号，下标 1	R	-	1	0 … 65535	r0947 [1]
40402	故障号，下标 2	R	-	1	0 … 65535	r0947 [2]
40403	故障号，下标 3	R	-	1	0 … 65535	r0947 [3]
40404	故障号，下标 4	R	-	1	0 … 65535	r0947 [4]
40405	故障号，下标 5	R	-	1	0 … 65535	r0947 [5]
40406	故障号，下标 6	R	-	1	0 … 65535	r0947 [6]
40407	故障号，下标 7	R	-	1	0 … 65535	r0947 [7]
40408	报警号	R	-	1	0 … 65535	r2110 [0]
40409	当前报警代码	R	-	1	0 … 65535	r2132
40499	PRM ERROR 代码	R	-	1	0 … 255	-
工艺控制器 [3)]						
40500	工艺控制器使能	R/W	-	1	0 … 1	p2200, r2349.0
40501	工艺控制器 MOP	R/W	%	100	-200.0 … 200.0	p2240
调整工艺控制器 [3)]						
40510	工艺控制器的实际值滤波器时间常数	R/W	-	100	0.00 … 60.0	p2265
40511	工艺控制器实际值的比例系数	R/W	%	100	0.00 … 500.00	p2269
40512	工艺控制器的比例增益	R/W	-	1000	0.000 … 65.535	p2280
40513	工艺控制器的积分作用时间	R/W	s	1	0 … 60	p2285
40514	工艺控制器差分分量的时间常数	R/W	-	1	0 … 60	p2274
40515	工艺控制器的最大极限值	R/W	%	100	-200.0 … 200.0	p2291
40516	工艺控制器的最小极限值	R/W	%	100	-200.0 … 200.0	p2292
PID 诊断						
40520	有效设定值，在斜坡函数发生器的内部工艺控制器 MOP 之后	R	%	100	-100.0 … 100.0	r2250

寄存器	说明	存取	单位	比例系数	ON/OFF 文本或取值范围	数据/参数
40521	工艺控制器实际值，在滤波器之后	R	%	100	-100.0 … 100.0	r2266
40522	工艺控制器的输出信号	R	%	100	-100.0 … 100.0	r2294

1) 在 S120 伺服驱动上，参数 p1120 和 p1121 只可与扩展设定值通道同时存在和设置。

2) 直线电机上不支持这些寄存器，因为其单位和取值范围与普通旋转电机不同。

3) 仅当 STARTER 项目中的功能模块“工艺控制器”激活时，才可访问工艺控制器参数。

表格 11-21 通过 DS47 访问参数所对应的 Modbus 寄存器

寄存器	说明	存取	单位	比例系数	ON/OFF 文本或取值范围	数据/参数
40601	DS47 Control	R/W	-	-	-	-
40602	DS47 Header	R/W	-	-	-	-
40603	DS47 数据 1	R/W	-	-	-	-
…	…					
40722	DS47 数据 120	R/W	-	-	-	-

说明

取值范围受限

Modbus TCP 寄存器的最大宽度为 16 位。任何情况下，显示参数（r 参数）的值都不可以 16 位显示。以下情况下会显示可显示的最大值。

- Unsigned:65535
- Signed min：-32768
- Signed max:32767

11.5.5 功能代码的读写访问

所用功能码

在 Modbus 通讯中，控制器和设备之间的数据交换采用的是预定义的功能码。

控制单元使用以下 Modbus 功能码：

- FC 03:Holding Register，用于从变频器读取数据
- FC 06:Write Single Register，用于单个寄存器的写入
- FC 16:Write Multiple Registers，用于多个寄存器的写入

Modbus TCP 信息的结构

Application Data Unit (ADU)					
Modbus Application Header				Protocol Data Unit (PDU)	
Transaction ID	Protocol ID	Length	Unit ID	FCode	Data
2 Bytes	2 Bytes	2 Bytes	1 Byte	1 Byte	0 ... 252 Bytes

图 11-50　组成部分包括 Modbus Application Header (MBAP) 和功能码

通过 Modbus 功能代码 03 (FC 03) 进行的读任务的结构

每个有效的寄存器地址都可以作为起始地址。

控制器通过 FC 03 发出读任务时，可能不止一个寄存器响应。响应的寄存器的数量包含在读任务的字节 10 和 11 中。

表格 11-22　读任务的结构，设备号 17，示例

值	字节	描述
MBAP Header		
03 h	7	功能代码
00 h	8	寄存器起始地址“高”（寄存器 40110）
6D h	9	寄存器起始地址“低”
00 h	10	寄存器“高”的数量（2 个寄存器：40110；40111）
02 h	11	寄存器“低”的数量

应答返回了对应的数据组：

表格 11-23　设备对读任务的应答，示例

值	字节	描述
MBAP Header		
03 h	7	功能码
04 h	8	字节数量（返回 4 个字节）
11 h	9	第一个寄存器“高”的数据
22 h	10	第一个寄存器“低”的数据
33 h	11	第二个寄存器“高”的数据
44 h	12	第二个寄存器“低”的数据

表格 11-24 无效读任务

读任务	变频器的响应
寄存器地址无效	异常码 02（数据地址无效）
读取一个“只写寄存器”	所有值都置 0 的报文。
读取一个预留的寄存器	
不止 125 个寄存器被控制器寻址	异常码 03（数据值无效）
起始地址加上寄存器数量的总和超出定义的寄存器范围	异常码 02（数据地址无效）

通过 Modbus 功能代码 06 (FC 06) 进行的写任务的结构

起始地址是保持寄存器的地址。

通过 FC 06 发出写任务时，始终只有一个寄存器响应。在写任务的字节 10 和 11 中，包含了需要被写入该寄存器的数值。

表格 11-25 写任务的结构，设备号 17，示例

值	字节	描述
MBAP Header		
06 h	7	功能码
00 h	8	寄存器起始地址“高”（写寄存器 40100）
63 h	9	寄存器起始地址“低”
55 h	10	寄存器数据“高”
66 h	11	寄存器数据“低”

应答返回了寄存器地址（字节 8 和 9）和上级控制器写入该寄存器的数值（字节 10 和 11）。

表格 11-26 设备对写任务的应答，示例

值	字节	描述
MBAP Header		
06 h	7	功能码
00 h	8	寄存器起始地址“高”
63 h	9	寄存器起始地址“低”
55 h	10	寄存器数据“高”
66 h	11	寄存器数据“低”

表格 11-27 无效写任务

写任务	变频器的响应
地址错误（无保持寄存器地址）	异常码 02 - 数据地址无效
向一个“只读”寄存器写数据	异常码 04 - 设备故障
向一个预留的寄存器写数据	

出现异常码 4 时，您可以通过保持寄存器 40499 读出驱动内部的故障代码，其在上次参数访问时通过保持寄存器显示。

11.5.6 DS47 通讯

通过 FC 16 可将任务直接按顺序写入 122 之前的寄存器中，在为每个寄存器使用 Write Single Register (FC 06) 时必须分别写入报文头数据。

报文头

在报文头中除了要指定传输类型外，还需要指明起始地址以及之后的寄存器数量。

有效数据

在有效数据中您可通过寄存器 40601 对访问进行控制。

在寄存器 40602 中确定访问以及任务数据的长度。

寄存器 40603 包含任务参考（由用户确定）以及访问类型（读或写）。

从寄存器 40603 开始，等同于通过数据组 47 的 PROFIdrive 通讯任务。

寄存器 40604 包含驱动对象的编号以及要读取或写入的参数数量。

寄存器 40605 包含属性，通过它可控制读取参数值还是参数属性。在元素数量中指定要读取多少个下标。

11.5.6.1 通讯的详细信息

参数访问是通过 Modbus 寄存器 40601 … 40722 进行的。

通过 40601 控制 DS47 通讯。40602 包含功能代码（始终 =47= 2F hex）以及以下有效数据的数量。有效数据包含在寄存器 40603 … 40722 中。

通讯一览

寄存器的值				说明
40601	40602		40603 … 40722	
0	47	…	…	非循环写访问的值
1	47	任务长度 [字节]	任务数据	激活非循环访问
2	47	应答长度 [字节]	应答数据	成功任务的应答
2	47	0	故障代码	失败任务的应答

故障代码

1 hex:Invalid Length（无效长度）
2 hex:Invalid State（操作在当前变频器状态下不允许）
3 hex:Invalid function Code (FC ≠ 2F hex)
4 hex:Response not ready（应答还未进行）
5 hex:Internal Error（一般系统故障）

通过数据组 47 进行的失败的参数访问会记录在寄存器 40603 … 40722 中。故障代码按照 PROFIdrive 协议描述。

11.5.6.2 示例：读取参数

表格 11-28 写参数任务：读设备号 17 的 r0002 的参数值

值	字节	说明
MBAP Header		
10 h	7	功能码（多次写入）
0258 h	8,9	寄存器起始地址
0007 h	10,11	需要读取的寄存器的数量 (40601 … 40607)
0E h	12	数据字节的数量（7 个寄存器，每 2 字节 = 14 字节）
0001 h	13,14	40601:DS47 Control = 1 (激活任务)
2F0A h	15,16	40602:功能代码 2F h (47)，任务长度 10 字节 (0A h)
8001 h	17,18	40603:任务参考 = 80 h，任务识别 = 1 h
0101 h	19,20	40604:DO-ID = 1，参数数量 = 1
1001 h	21,22	40605:属性，元素数量 = 1
0002 h	23,24	40606:参数号 = 2
0000 h	25,26	40607:子下标 = 0

表格 11-29 启动参数任务：读设备号 17 的 r0002 的参数值

值	字节	说明
MBAP Header		
03 h	7	功能码（读取）
0258 h	8,9	寄存器起始地址
0007 h	10,11	需要读取的寄存器的数量 (40601 … 40607)
0010 h	12,13	寄存器的数量

表格 11-30 成功读取时的应答

值	字节	描述
MBAP Header		
03 h	7	功能码（读取）
20 h	8	以下数据字节的数量（20 h：32 字节 □ 16 寄存器）
0002 h	9,10	40601:DS47 Control = 2 (任务已执行)
2F08 h	11,12	40602:功能代码 2F h (47)，应答长度 8 字节
8001 h	13,14	40603:任务参考已映射 = 80 h， 应答识别 = 1 (请求参数)
0101 h	15,16	40604:DO-ID = 1，参数数量 = 1
0301 h	17,18	40605:格式，元素数量 = 1
001F h	19,20	40606:参数值 = 1F h (31)

表格 11-31 读取失败时的应答 - 读任务还未完成

值	字节	描述
MBAP Header		
03 h	7	功能码（读取）
20 h	8	以下数据字节的数量（20 h：32 字节 □ 16 寄存器）
0001 h	9,10	40601:控制值 1 = 任务正在处理
2F00 h	11,12	40602:功能代码 2F h(47)，应答长度 0（故障）
0004 h	13,14	40603:故障代码：0004 Response Not Ready（应答还未进行）

11.5.6.3 示例：写入参数

表格 11-32 写参数任务：写设备号 17 的 p1121 的参数值

值	字节	描述
MBAP Header		
10 h	7	功能码（多次写入）
0258 h	8,9	寄存器起始地址
000A h	10,11	需要写入的寄存器的数量 (40601 … 40610)
14 h	12	数据字节的数量（10 个寄存器，每 2 字节 = 20 字节）
0001 h	13,14	40601:C1 (激活任务)
2F10 h	15,16	40602:功能代码 2F h (47)，任务长度 16 字节 (10 h)
8002 h	17,18	40603:任务参考 = 80 h，任务识别 = 2 h
0101 h	19,20	40604:DO-ID = 1，参数数量 = 1
1001 h	21,22	40605:属性，元素数量 = 1
0461 h	23,24	40606:参数号 = 1121
0000 h	25,26	40607:子下标 = 0
0801 h	27,28	40608:格式 + 数量值
4142 h	29,30	40609:参数值 12,15
6666 h	31,32	40610:参数值

表格 11-33 启动参数任务：写设备号 17 的 p1121 的参数值

值	字节	描述
MBAP Header		
03 h	7	功能码（读取）
0258 h	8,9	寄存器起始地址
0007 h	10,11	需要写入的寄存器的数量 (40601 … 40610)
0010 h	12,13	寄存器的数量

表格 11-34 成功写入时的应答

值	字节	描述
MBAP Header		
03 h	7	功能码（读取）
20 h	8	以下数据字节的数量（20 h：32 字节 □ 16 寄存器）
0002 h	9,10	40601:DS47 Control = 2 (任务已执行)
2F04 h	11,12	40602:功能代码 2F h (47)，应答长度 4 字节
8002 h	13,14	40603:任务参考已映射 = 80 h， 应答识别 = 2 (更改参数)
0101 h	15,16	40604:DO-ID = 1，参数数量 = 1

表格 11-35 写入失败时的应答 - 写任务还未完成

值	字节	描述
MBAP Header		
03 h 20 h	7 8	功能码（读取） 以下数据字节的数量（20 h：32 字节 □ 16 寄存器）
0001 h 2F00 h 0004 h	9,10 11,12 13,14	40601:DS47 Control = 1 (任务正在处理) 40602:功能代码 2F h(47)，应答长度 0（故障） 40603:故障代码：0004 Response Not Ready（应答还未进行）

11.5.7 通讯流程

逻辑运算错误

如果设备检测出请求中包含逻辑运算错误，它会返回一条异常应答给控制器。此时设备会将功能码的最高位设为 1。如果设备从控制器处接受了一个不支持的功能码，它会返回一条异常应答给控制器，其中包含了代码 01。

表格 11-36 异常码一览

异常码	Modbus 名称	注释
01	功能码无效	发送给设备的功能码无法被识别，不被支持。
02	数据地址无效	查询的地址无效。
03	数据值无效	数据值无效。
04	服务器异常	在处理报文期间，设备异常中止。

过程数据监控时间（设定值超时）

“设定值超时”只针对过程数据的读写 (40100 ... 40109, 40110 ... 40119)。不针对参数数据 (40300 … 40522)。

现场总线接口：

在参数 p2040 中确定过程数据的循环交换时间。

设置范围 0 ... 2000 s。

时间取决于传送的数据量和控制系统。

如果设置的 p2040 大于 0 ms，而在该时间内又没有传输过程数据，Modbus 会输出 F01910 “设定值超时”。

COMM BOARD:

在参数 p8840 中确定过程数据的循环交换时间。

设置范围 0 ... 2000 s。

时间取决于传送的数据量和控制系统。

如果设置的 p8840 大于 0 ms，而在该时间内又没有传输过程数据，Modbus 会输出 F08501 “设定值超时”。

11.5.8 信息和参数

故障和报警（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- F01910 现场总线：设定值超时
- A01925 (F) Modbus TCP 连接中断
- F08501 (N, A) PN/通讯板：设定值超时
- A08526 (F) PN/通讯板：无循环通讯
- A08555 Modbus TCP 调试故障

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0978[0...n] 驱动对象列表
- p2030 现场总线接口的协议选择
- p2040 现场总线接口的监控时间
- r2050[0...19] CO:IF1 PROFIdrive PZD 接收字
- p2051[0...24] CI：IF1 PROFIdrive PZD 发送字
- r2053[0...24] IF1 PROFIdrive 诊断 PZD 发送字
- r2054 PROFIBUS 状态
- p8835 CBE20 固件选择
- p8839[0...1] PZD 接口硬件指定
- p8840 通讯板的监控时间
- r8850[0...19] CO：IF2 PZD 接收字
- p8851[0...24] CI：IF2 PZD 发送字
- r8853[0...24] IF2 诊断 PZD 发送字

- r8854 通讯板状态
- p8920[0...239] PN 站名称
- p8921[0...3] PN IP 地址
- p8922[0...3] PN 默认网关
- p8923[0...3] PN 子网掩码
- p8924 PN DHCP 模式
- p8925 PN 接口配置
- p8940[0...239] CBE2x 站名
- p8941[0...3] CBE2x IP 地址
- p8942[0...3] CBE2x 默认网关
- p8943[0...3] CBE2x 子网掩码
- p8944 CBE2x DHCP 模式
- p8945 CBE2x 接口配置

11.6 EtherNet/IP（EIP）通讯

11.6.1 一览

EtherNet/IP（EIP）是一个实时以太网，主要用于自动化技术领域。

通讯的一般信息

EIP 通讯需要提前设置以下接口：

- 以太网通讯板 CBE20 的以太网接口（X1400）
- 控制单元 CU320-2 PN 和 CU310-2 PN 上的板载 PROFINET 接口（X150）

接口可以单独存在于各个不同的控制单元，也可以整体存在于一个控制单元（例如：带 CBE20 的 CU320-2 PN）上。

下表提供了了配置的控制单元以及通过 EIP 通讯的接口一览。

表格 11-37 可配置的控制单元和接口

控制单元	EIP，通过 X150	EIP，通过 X1400 (CBE20)
CU320-2 PN	是	否
带 CBE20（可选的）的 CU320-2 PN	是	是
CU310-2 PN	是	否
带 CBE20 的 CU320-2 DP	否	是

不管配置如何，只能预设一个 EIP 接口用于通过的通讯。但不允许通过接口 X150 和 X1400 同时建立连接，若尝试该操作，设备会输出报警 A08555(1)。

11.6.2 连接 EIP 上的驱动设备

为了能够通过 EIP 将驱动连接到控制器上，控制器需要一个通用 I/O 模块进行 EIP 循环通讯。该通用 I/O 模块在控制系统中手动创建。

创建通用 I/O 模块并将驱动连接到控制器上

按如下步骤通过 EIP 将驱动连接至控制器：

1. 通过以太网电缆将驱动与控制器连接在一起。
2. 在您的控制器中创建一个具备 EIP 功能的通用 I/O 模块。
   - 在您的控制器中添加一个新模块。
   - 从列表中选择一个通用以太网模块。
   - 为新添加的模块采集网络参数（IP 地址、子网掩码、标准网关、站名）。
3. 为通用 I/O 模块采集在 STARTER 中选择的用于循环通讯的过程数据的长度，r2067[0] (Input)，r2067[1] (Output)，例如：标准报文 2/2。
   在 STARTER 的报文配置中为所有驱动对象（分别用于输入和输出）读取过程数据的长度并添加到系统中（参见 PROFIdrive “过程数据 (页 706)”）。
   - 输入 101：
     在此处输入驱动对象的所有输入过程数据总和。
   - 输出 102：
     在此处输入驱动对象的所有输出过程数据总和。
   - 配置 1 或 103：
     在此处输入值 0。
   - RPI (Requested Packet Interval)的最小值为 4 ms。
4. 在 STARTER 中设置与控制器中相同的 IP 地址、子网掩码、标准网关和站名（参见章节 “通过板载 PROFINET 接口 X150 配置 EIP (页 849)”）。

结果：

您已通过 EIP 将驱动与控制器连接在一起。

有关创建通用 I/O 模块的详细说明请访问以下网址：
(创建通用模块 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/92045369))。

以太网电缆的布线和屏蔽方法

相关信息请访问以下网址：
Ethernet-IP (https://www.odva.org/Publication-Download)。

调试 EIP 网络中的驱动

如需调试变频器，应通过接口（根据控制单元类型：PROFIBUS、PROFINET、以太网等）将变频器连接到 PC 上，PC 上必须安装 V4.5 或更高版本的 STARTER。

更多信息请参考 SINAMICS S120 STARTER 调试手册。

11.6.3 通讯的前提条件

根据下面的问题来检查通讯设置。当问题的答案为“是”时，说明您已正确设置了通讯设置，并可以通过现场总线来控制驱动。

- 驱动与 EtherNet/IP 系统的连接是否正确？
- 控制器中是否已经创建了一个通用模块？
- 总线接口和 IP 地址的设置是否正确？
- 驱动和控制器之间交换的信号是否正确互联？

11.6.4 通过板载 PROFINET 接口 X150 配置 EIP

为通过 EIP 与上级控制器进行通讯，须在 CU320-2 PN 上为 PROFINET 接口进行以下设置：

1. 设置 p2030 = 10，设置固件类型“EtherNet/IP”。
2. 通过 p8921 设置 IP 地址。
   当前有效的地址参见 r8931。
3. 通过 p8923 设置子网掩码。
   当前有效子网掩码参见 r8933。
4. 通过 p8922 设置标准网关。
   当前有效标准网关参见 r8932。
5. 通过 p8920 设置站名。
   当前有效站名参见 r8930。
6. 通过 p8925 = 2 将“激活并保存配置”设为接口配置。
7. 通过指令 “Copy RAM to ROM” 保存数据。
   然后接通驱动电源。
8. 重新给设备上电（关闭/接通控制单元）。
   接通时请等待片刻，直到驱动上所有的 LED 都熄灭。接通后，所作设置才会生效。

结果：

您已配置了驱动的板载 PROFINET 接口 X150，用于通过 EIP 通讯。

11.6.5 通过 CBE20 上的接口 X1400 配置 EIP

为通过 EIP 与上级控制器进行通讯，须为 CBE20 进行以下设置：

1. 通过 p8835 = 4 设置固件类型 “EtherNet/IP”。
2. 通过 p8941 设置 CBE20 的 IP 地址。
   当前有效地址参见 r8951。
3. 通过 p8943 设置子网掩码。
   当前有效子网掩码参见 r8953。
4. 通过 p8942 设置标准网关。
   当前有效标准网关参见 r8952。
5. 通过 p8940 设置站名。
   当前有效站名参见 r8950。
6. 通过 p8945 = 2 将 “激活并保存配置” 设为接口配置。
7. 通过指令 “Copy RAM to ROM” 保存数据。
   然后接通驱动电源。
8. 重新给设备上电（关闭/接通控制单元）。
   接通时请等待片刻，直到驱动上所有的 LED 都熄灭。接通后，所作设置才会生效。

结果：

您已配置了 CBE20 的接口 X1400，用于通过 EIP 通讯。

11.6.6 支持的对象

一览

对象类		对象名称	必需对象	SINAMICS 对象
hex	dec			
1 hex	1	Identity Object	x	-
4 hex	4	Assembly Object	x	-
6 hex	6	Connection Management Object	x	-
32C hex	812	Siemens Drive Object	-	x
32D hex	813	Siemens Motordata Object	-	x
F5 hex	245	TCP/IP Interface Object[1)]	x	-
F6 hex	246	Ethernet Link Object[1)]	x	-
300 hex	768	Stack Diagnostic Object	-	x
302 hex	770	Adapter Diagnostic Object	-	x
303 hex	771	Explicit Messages Diagnostic Object	-	x

对象类		对象名称	必需对象	SINAMICS对象
hex	dec			
304 hex	772	Explicit Message Diagnostic List Object	-	x
401 hex	1025	Parameter Object	-	x
402 hex ... 43E hex	1026...1086	Parameter Object	-	x

1) 这些对象属于 EtherNet/IP 系统管理的一部分。

通过 Assembly Object “4 hex” 确定数据长度。控制器会为 Assembly Object 分配一个循环。

Identity Object, Instance Number:1 hex

支持的服务

类
- Get Attribute all
- Get Attribute single

实例
- Get Attribute all
- Get Attribute single
- Reset

表格 11-38 Class Attribute

编号	服务	类型	名称
1	get	UINT16	Revision
2	get	UINT16	Max Instance
3	get	UINT16	Num of Instances

表格 11-39 Instance Attribute

编号	服务	类型	名称	值/说明
1	get	UINT16	Vendor ID	1251
2	get	UINT16	设备类型 - 西门子驱动	0C hex

编号	服务	类型	名称	值/说明
3	get	UINT16	Product code	r0964[1]
4	get	UINT16	Revision	-
5	get	UINT16	Status	见下表
6	get	UINT32	序列号	位 0 … 19：连续编号； 位 20 … 23：生产标识 位 24 … 27：生产月份（0 = 一月，B = 十二月） 位 28 … 31：生产年份（0 = 2002）
7	get	Short String	产品名称	最大长度 32 字节

表格 11-40 针对上表中编号 5 的说明

字节	位	名称	说明
1	0	Owned	0:变频器未分配给控制器 1:变频器分配给了控制器
	1	-	预留
	2	Configured	0:Ethernet/IP 基本设置 1:更改过的 Ethernet/IP 设置
	3	-	预留
	4 … 7	Extended Device Status	0:自检或未知状态 1:固件升级生效 2:至少一个 I/O 连接出现故障 3:无 I/O 连接 4:ROM 中配置错误 5:严重错误 6:至少一个 I/O 连接激活 7:所有 I/O 连接已停止 8 … 15:预留
2	8 … 11	-	未使用
	12 … 15	-	预留

Assembly Object, Instance Number:4 hex

支持的服务

类
- Get Attribute single

实例
- Get Attribute single
- Set Attribute single

表格 11-41 Class Attribute

编号	服务	类型	名称
1	get	UINT16	Revision
2	get	UINT16	Max Instance
3	get	UINT16	Num of Instances

表格 11-42 Instance Attribute

编号	服务	类型	名称	值/说明
3	get	Array of UINT8	Assembly	1-Byte-Array

Connection Management Object, Instance Number:6 hex

支持的服务

类
- Get Attribute all
- Get Attribute single

实例
- Forward open
- Forward close
- Get Attribute single
- Set Attribute single

表格 11-43 Class Attribute

编号	服务	类型	名称
1	get	UINT16	Revision
2	get	UINT16	Max Instance
3	get	UINT16	Num of Instances

表格 11-44 Instance Attribute

编号	服务	类型	名称	值/说明
1	get	UINT16	OpenReqs	计数器
2	get	UINT16	OpenFormat Rejects	计数器
3	get	UINT16	OpenResource Rejects	计数器
4	get	UINT16	OpenOther Rejects	计数器
5	get	UINT16	CloseReqs	计数器
6	get	UINT16	CloseFormat Rejects	计数器
7	get	UINT16	CloseOther Rejects	计数器
8	get	UINT16	ConnTimeouts	计数器 总线故障数量

Siemens Drive Object, Instance Number:32C hex

支持的服务

类
- Get Attribute single

实例
- Get Attribute single
- Set Attribute single

表格 11-45 Class Attribute

编号	服务	类型	名称
1	get	UINT16	Revision
2	get	UINT16	Max Instance
3	get	UINT16	Num of Instances

表格 11-46 Instance Attribute

编号	服务	名称	值/说明
2	get, set	Commisioning state	p0010 调试，参数筛选器
3 … 18	get	STW1	STW1 逐位访问： Attr.3 = STW1.0 Attr.18 = STW1.15

编号	服务	名称	值/说明
19	get	Main setpoint	主设定值
20 … 35	get	ZSW1	ZSW1 逐位访问： Attr.20 = ZSW1.0 Attr.35 = ZSW1.15
36	get	Actual Frequency	主实际值（实际频率）
37	get, set	Ramp Up Time	p1120[0] 斜坡函数发生器加速时间
38	get, set	Ramp Down Time	p1121[0] 斜坡函数发生器减速时间
39	get, set	Current Limit	p0640[0] 电流极限
40	get, set	Frequency MAX Limit	p1082[0] 最大转速
41	get, set	Frequency MIN Limit	p1080[0] 最小转速
42	get, set	OFF3 Ramp Down Time	p1135[0] OFF3 减速时间
43	get, set	PID Enable	p2200[0] 工艺控制器使能
44	get, set	PID Filter Time Constant	p2265 工艺控制器实际值滤波器时间常数
45	get, set	PID D Gain	p2274 工艺控制器的微分时间常数
46	get, set	PID P Gain	p2280 工艺控制器比例增益
47	get, set	PID I Gain	p2285 工艺控制器积分时间
48	get, set	PID Up Limit	p2291 工艺控制器的最大限制
49	get, set	PID Down Limit	p2292 工艺控制器的最小限制
50	get	Speed setpoint	r0020 转速设定值
51	get	Output Frequency	r0024 输出频率
52	get	Output Voltage	r0025 输出电压
53	get	DC Link Voltage	r0026[0] 直流母线电压
54	get	Actual Current	r0027 电流实际值
55	get	Actual Torque	r0031 转矩实际值
56	get	Output Power	r0032 有功功率实际值
57	get	Motor Temperature	r0035[0] 电机温度
58	get	Power Unit Temperature	r0037[0] 功率单元温度
59	get	Energy kWh	r0039 电能显示

编号	服务	名称	值/说明
60	get	CDS Eff (Local Mode)	r0050 有效的指令数据组
61	get	Status Word 2	r2089[1] 状态字 2
62	get	Control Word 1	r0898 控制字 1
63	get	Motor Speed (Encoder)	r0061 转速实际值
64	get	Digital Inputs	r0722 数字量输入的状态
65	get	Digital Outputs	r0747 数字量输出的状态
66	get	Analog Input 1	r0752[0] 模拟量输入 1
67	get	Analog Input 2	r0752[1] 模拟量输入 2
68	get	Analog Output 1	r0774[0] 模拟量输出 1
69	get	Analog Output 2	r0774[1] 模拟量输出 2
70	get	Fault Code 1	r0947[0] 故障号 1
71	get	Fault Code 2	r0947[1] 故障号 2
72	get	Fault Code 3	r0947[2] 故障号 3
73	get	Fault Code 4	r0947[3] 故障号 4
74	get	Fault Code 5	r0947[4] 故障号 5
75	get	Fault Code 6	r0947[5] 故障号 6
76	get	Fault Code 7	r0947[6] 故障号 7
77	get	Fault Code 8	r0947[7] 故障号 8
78	get	Pulse Frequency	r1801 当前脉冲频率
79	get	Alarm Code 1	r2110[0] 报警号 1
80	get	Alarm Code 2	r2110[1] 报警号 2
81	get	Alarm Code 3	r2110[2] 报警号 3
82	get	Alarm Code 4	r2110[3] 报警号 4
83	get	PID setpoint Output	r2260 斜坡函数发生器后的工艺控制器设定值
84	get	PID Feedback	r2266 经过滤波的工艺控制器实际值
85	get	PID Output	r2294 工艺控制器输出信号

根据 p0978 中的槽顺序分配实例。

Siemens Motor Data Object, Instance Number:32D hex

支持的服务

类
- Get Attribute single

实例
- Get Attribute single
- Set Attribute single

对象“32D hex”仅在驱动对象“SERVO”和“VECTOR”上可用：

- SERVO DO = 11
- VECTOR DO = 12

表格 11-47 Class Attribute

编号	服务	类型	名称
1	get	UINT16	Revision
2	get	UINT16	Max Instance
3	get	UINT16	Num of Instances

表格 11-48 Instance Attribute

编号	服务	类型	名称	值/说明
2	get, set	UINT16	Commisioning state	p0010 调试，参数筛选器
3	get, set	INT16	Motor Type	p0300 电机型号
6	get, set	REAL	Rated Current	p0305 电机额定电流
7	get, set	REAL	Rated Voltage	p0304 电机额定电压
8	get, set	REAL	Rated Power	p0307 电机额定功率
9	get, set	REAL	Rated Frequency	p0310 电机额定频率
10	get, set	REAL	Rated Temperature	p0605 用于监控电机温度的阈值和温度值
11	get, set	REAL	Max Speed	p0322 电机最大转速
12	get, set	UINT16	Pole pair number	p0314 电机极对数

编号	服务	类型	名称	值/说明
13	get, set	REAL	Torque Constant	p0316 电机转矩常数
14	get, set	REAL	Inertia	p0341 电机转动惯量
15	get, set	REAL	Base Speed	p0311 电机额定转速
19	get, set	REAL	Cos Phi	p0308 电机额定功率因数

根据 p0978 中的槽顺序分配实例。

TCP/IP Interface Object, Instance Number:F5 hex

支持的服务

类
- Get Attribute all
- Get Attribute single

实例
- Get Attribute all
- Get Attribute single
- Set Attribute single

表格 11-49 Class Attribute

编号	服务	类型	名称
1	get	UINT16	Revision
2	get	UINT16	Max Instance
3	get	UINT16	Num of Instances

表格 11-50 Instance Attribute

编号	服务	类型	名称	值/说明
1	get	UNIT32	Status	固定值：1 hex 1:确认配置，通过 DHCP 或保存的值
2	get	UNIT32	Configuration Capability	固定值：94 hex 4 hex:支持 DHCP， 10 hex:配置可设置， 80 hex:支持 ACD

编号	服务	类型	名称	值/说明
3	get, set	UNIT32	Configuration Control	1 hex:保存的值 3 hex:DHCP
4	get	UNIT16	Physical Link	Path Size (in WORDs) 固定值：2 hex
		UNIT8		Path 20 hex, F6 hex, 24 hex, 05 hex 其中 5 hex 为 F6 hex 的实例数量（四个物理端口加一个内部端口）。
5	get, set	STRING	Interface Configuration	r61000 Name of Station
		UNIT32		r61001 IP 地址
6	get, set	UNIT16	Host Name	Host Name Length
		STRING		-
10	get, set	UNIT8	Select ACD	local OM flash : 0:Disabled, 1:Enabled
11	get, set	UNIT8	Last Conflict Detected	local OM flash ACD Activity
		UNIT8		local OM flash Remote MAC
		UNIT8		local OM flash ARP PDU

Link Object, Instance Number:F6 hex

支持的服务

类
- Get Attribute all
- Get Attribute single

实例
- Get Attribute all
- Get Attribute single
- Set Attribute single

表格 11-51 Class Attribute

编号	服务	类型	名称
1	get	UINT16	Revision
2	get	UINT16	Max Instance
3	get	UINT16	Num of Instances

表格 11-52 Instance Attribute

编号	服务	类型	名称	值/说明
1	get	UINT32	Interface Speed	0:link down, 10:10 Mbps, 100:100 Mbps
2	get	-	Interface Flags	位 1：链接状态 位 2：双工模式（0：半双工，1：全双工） 位 3 … 5：自动状态识别 位 6：需要复位 位 7：本地硬件故障 (0 = ok)
3	get	ARRAY	Physical Address	r8935 Ethernet MAC address

编号	服务	类型	名称	值/说明
4	get, get_and_clear	Struct of	Interface Counters	可选，必需，当“Media Counters attribute”已实现。
		UINT32	In Octets	接收的八位字节
		UINT32	In Ucast Packets	接收的单播包
		UINT32	In NUcast Packets	接收的非单播包
		UINT32	In Discards	到达的包，未处理
		UINT32	In Errors	到达的包，有错误
		UINT32	In Unknown Protos	到达的包，协议未知
		UINT32	Out Octets	发送的八位字节
		UINT32	Out Ucast Packets	发送的单播包
		UINT32	Out NUcast Packets	发送的非单播包
		UINT32	Out Discards	发出的包，未处理
		UINT32	Out Errors	发出的包，有错误

编号	服务	类型	名称	值/说明
5	get, get_and_clear	Struct of	Media Counters	介质专用计数器
		UINT32	Alignment Errors	接收的结构，与八位字节的数量不匹配
		UINT32	FCS Errors	接收的结构，未通过 FCS 校验
		UINT32	Single Collisions	需要传输结构，只一次碰撞
		UINT32	Multiple Collisions	需要传输结构，多次碰撞
		UINT32	SQE Test Errors	SQE 错误的数量
		UINT32	Deferred Transmissions	延迟首次传输尝试
		UINT32	Late Collisions	与任务出现时相比延迟了 512 位时间的碰撞的数量
		UINT32	Excessive Collisions	传输失败，由于强烈碰撞
		UINT32	MAC Transmit Errors	传输失败，由于内部 MAC 子层的传输故障
		UINT32	Carrier Sense Errors	传输条件丢失或未分配时，尝试发送任务框架时的故障数量
		UINT32	Frame Too Long	结构过大
		UINT32	MAC Receive Errors	发送失败，由于内部 MAC 子层接收故障
6	get, set	Struct of	Interface Control	-
		UINT16	Control Bits	-
		UINT16	Forced Interface Speed	-

编号	服务	类型	名称	值/说明
10	get	String	Interface_Label	Interface-Label
11	get	-	Interface Capability	位 0:Manual Setting 位 1：Auto-negotiate 位 2：Auto-MDIX 位 3：Manual Speed/Duplex 位 4 – 31：预留 其他位：Speed/Duplex Options

Parameter Object, Instance Number:401 hex

支持的服务

类
- Get Attribute all

实例
- Get Attribute all
- Set Attribute single

表格 11-53 Class Attribute

编号	服务	类型	名称
1	get	UINT16	Revision
2	get	UINT16	Max Instance
3	get	UINT16	Num of Instances

通过该类访问驱动对象 0 (DO 0) 的参数。

示例：读取参数 2050[10]（用于互联由现场总线控制器接收的 PZD 的模拟量输出）

Get Attribute single 功能的值如下：

- 类 = 401 hex
- 实例 = 2050 = 802 hex ≙ 参数号
- 属性 = 10 = A hex ≙ 下标 10

示例：写入参数 1520[0]（转矩上限）

Set Attribute single 功能的值如下：

- 类 = 401 hex
- 实例 = 1520 = 5F0 hex ≙ 参数号
- 属性 = 0 = 0 hex ≙ 下标 0
- 数据 = 500.0（值）

Parameter Object, Instance Number:401 hex ... 43E hex

不支持的服务

类

- Get Attribute All
- Get Attribute Single

实例

- Get Attribute Single
- Set Attribute Single

表格 11-54 Class Attribute

编号	服务	类型	名称
1	get	UINT16	-
2	get	UINT16	最大槽号
3	get	UINT16	最大槽 ID

通过该类访问驱动对象 0 (DO 0) 的参数。

该类的结构与 401 hex 类似。通过类别号选择驱动对象 (DO)。

示例：

0x401 -> DO 1

0x402 -> DO 2

...

0x43E -> DO 62

11.6.7 通过 DHCP 将驱动设备集成至 EIP 网络

通过板载 PROFINET 接口 X150 将驱动集成至 EIP 网络

按如下步骤将驱动集成至 EIP 网络：

1. 设置 p8924 (PN DHCP Mode) = 2 或 3

参数设置	含义
p8924 = 2	DHCP 服务器会根据 MAC 地址进行 IP 地址分配。
p8924 = 3	DHCP 服务器会根据站名进行 IP 地址分配。

2. 通过设置 p8925 = 2 保存设置。
   在下一次启动时，驱动会获取 DHCP 服务器提供的 IP 地址。启动后可将驱动作为以太网节点响应。

说明

立即切换，无需重启

如果通过某一方法修改了 EIP 指令“Set Attribute Single”（F5 hex 类、属性 3），切换到 DHCP 的操作立即生效，无需重启。

- 一个 EIP 控制器
- EIP 调试工具

结果：

您已通过 DHCP 将驱动集成至 EIP 网络。

显示：

- r8930: 板载 PROFINET 接口 X150 的站名称
- r8934: 板载 PROFINET 接口 X150 的 DHCP 模式
- r8935: 板载 PROFINET 接口 X150 的 MAC 地址

通过 CBE20 上的接口 X1400 将驱动集成至 EIP 网络

通过 CBE20 上的接口 X1400 将驱动集成至 EIP 网络

1. 设置 p8944 (CBE2x DHCP Mode) = 2 或 3。

参数设置	含义
p8944 = 2	DHCP 服务器会根据 MAC 地址进行 IP 地址分配。
p8944 = 3	DHCP 服务器会根据站名进行 IP 地址分配。

2. 通过设置 p8945 = 2 保存设置。
   在下一次启动时，驱动会获取 DHCP 服务器提供的 IP 地址。启动后可将驱动作为以太网节点响应。

说明

立即切换，无需重启

如果通过某一方法修改了 EIP 指令“Set Attribute Single”（F5 hex 类、属性 3），切换到 DHCP 的操作立即生效，无需重启。

- 一个 EIP 控制器
- 一个 EIP 调试工具

结果：

您已通过 DHCP 将驱动集成至 EIP 网络。

显示：

- r8950： CBE20 上接口 X1400 的站名称
- r8954： CBE20 上接口 X1400 的 DHCP 模式
- r8955： CBE20 上接口 X1400 的 MAC 地址

11.6.8 信息和参数

故障和报警（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- F08501 (N,A) PN/通讯板：设定值超时
- F01910 (N,A) 现场总线：设定值超时
- A08526 (F) PN/通讯板：无循环通讯
- A01980 (F) PN:循环连接中断
- A50011 (F) EtherNetIP/通讯板：配置错误
- A01906 (F) EtherNet/IP:配置错误

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0978[0...n] 驱动对象列表
- p0922 IF1 PROFIdrive PZD 报文选择
- p0999[0...99] 修改的参数列表 10
- p2030 现场总线接口的协议选择
- p8835 CBE20 固件选择
- p8842 激活通讯板发送配置
- p8920[0...239] PN 站名称
- p8921[0...3] PN IP 地址
- p8922[0...3] PN 默认网关
- p8923[0...3] PN 子网掩码
- p8924 PN DHCP 模式
- p8925 激活 PN 接口配置
- p8930[0...239] PN 站名（实际）
- p8931[0...3] PN IP 地址（实际）
- p8932[0...3] PN 默认网关（实际）
- p8933[0...3] PN 子网掩码（实际）
- p8934 PN DHCP 模式（实际）
- p8935[0...5] PN MAC 地址
- p8940[0...239] CBE2x 站名
- p8941[0...3] CBE2x IP 地址
- p8942[0...3] CBE2x 默认网关
- p8943[0...3] CBE2x 子网掩码
- p8944 CBE2x DHCP 模式
- p8945 CBE2x 接口配置
- r8950[0...239] CBE2x 站名（实际）
- r8951[0...3] CBE2x IP 地址（实际）
- r8952[0...3] CBE2x 默认网关（实际）
- r8953[0...3] CBE2x 子网掩码（实际）
- r8954 CBE2x DHCP 模式（实际）
- r8955[0...5] CBE2x MAC 地址

11.7 SINAMICS Link 通讯

11.7.1 SINAMICS Link 基本知识

驱动设备（带节点编号）通常由一个控制单元及连接的一定数量的驱动对象（DO）组成。SINAMICS Link 支持最多 64 个 CU320-2 PN 或 CU320-2 DP 以及 CUD 间的直接数据交换。所有参与数据交换的控制单元都必须配备一个 CBE20，这样 SINAMICS Link 才能正常工作。此方案例如可用于：

- 多个驱动装置之间的转矩分配
- 多个驱动装置之间的设定值层叠
- 物料线驱动装置之间的负载分配
- 整流单元的主/从控制功能
- SINAMICS DC MASTER 和 SINAMICS S120 之间的连接

前提条件

运行 SINAMICS Link 须满足以下前提条件：

- 每个驱动对象中必须插入一个 CBE20。
- 在等时同步运行（p8812[0] = 1）中，总线周期时间（p8812[1])）必须是 p0115[0]（电流控制器周期）的整数倍值。
- 在等时同步运行中，电流控制器周期必须设为 125 µs、250 µs 或 500 µs。不允许采用 400 µs 的周期。设置成 400 µs 时会输出报警 A01902[4]。此时请通过 p0115[0] 将电流控制器周期设为 500 µs 作为补救。

说明

“SINAMICS Link”功能不适用于控制单元 CU310-2。

说明

在装机装柜型设备上使用 SINAMICS Link

在以下装机装柜型设备上，必须将参数 p0115[0] 设为 250 µs 或 500 µs：

- 3 AC 380 - 480 V：额定电流 In ≥ 605 A 的所有设备
- 3 AC 500 - 690 V:所有设备

发送及接收数据

SINAMICS Link 报文包含过程数据 (PZD1...32) 的 32 个索引 (0...31)。每个 PZD 的长度正好为 1 个字（= 16 位）。不需要的索引会自动填零。索引与 PZD 之间始终有一个对应关系：索引 i 始终对应 PZD i+1。

索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PZD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

SINAMICS Link 报文内容，第 1 部分

索引	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
PZD	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32

SINAMICS Link 报文内容，第 2 部分

每个 SINAMICS Link 节点可在一个传输周期发送 1 个含 32 个 PZD 的报文。每个节点会接收发出的所有报文。一个节点在一个传输周期可从接收的所有报文中选出 32 个 PZD 并进行编辑。其可接收或发送单字及双字，双字必须写为 2 个连续的 PZD。

边界条件：

- 一个 PZD 在一条报文中只可发送和接收一次。若一个 PZD 在一条报文内多次出现，则会触发报警 A50002 或 A50003。
- 节点无法读出自己的发送数据。SINAMICS S 之后会删除相应的报警。可能的报警有：
  - A50006：设置接收固有发送数据。这是不允许的。
  - A50007：发送的报文字可能大于项目中的报文字。
  - A50008：接收的报文字可能大于项目中的报文字。
- 可接收和发送的 PZD 的最大数量也由驱动对象决定。可分析的 PZD 数量对应 PROFIdrive 通讯，但是在 SINAMICS Link 被限制为最大 32 个 PZD。
- 如果通过项目下载修改 CBE20 的参数，则会出现报警 A08531。此时需执行上电，以激活值。

传输时间

使用 SINAMICS Link 时传输时间可达 500 µs（控制器周期最大 500 µs；同步总线周期 500 µs）。

总线周期和节点数量

SINAMICS Link 的总线周期可与电流控制器周期同步，或不与其同步。

- 通过 p8812[0] = 1 设置同步运行。通过 SINAMICS Link 可实现最多 64 个节点之间的通讯。为此通过 p8811（项目选择）设置最大节点数：

节点数量/ 项目号	PZD 数量	总线周期(ms)
64	16	1 或 2
16	16	0.5
12	24	0.5
4	32	0.5

- 在非同步运行中，SINAMICS Link 的总线周期可通过 p8812[1] 设为 1000 µs 或 2000 µs。此时可通过 p8811 实现最多 64 个 SINAMICS Link 节点之间的相互通讯。

在修改 p8811、p8812、p8835 或 p8836 的设置后，执行上电以接收设置。

11.7.2 拓扑结构

SINAMICS Link 只能采用下图所示的线形拓扑结构。必须在控制单元和驱动对象的专家列表中手动执行参数设置。为此可使用调试工具 STARTER。

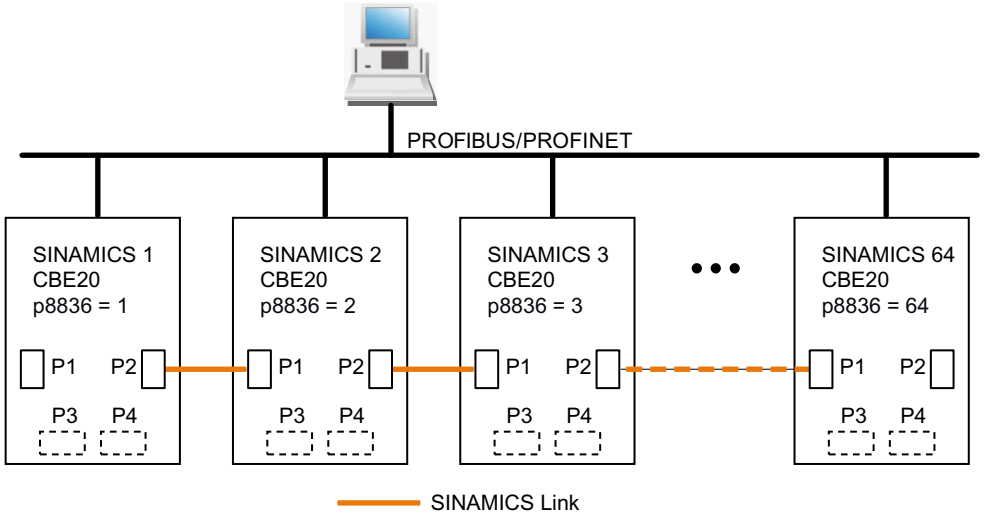


图 11-51 最大拓扑结构

特性

- 使用 SINAMICS Link 时，CBE20 既可指定给 IF1，也可指定给 IF2。
  当设置了 p8812[0] = 1 时，分配给 CBE20 的接口须切换至同步模式。
  例如：要将 IF1 分配给 SINAMICS Link，还须进行以下参数设置：
  – 针对 IF1：p8839[0] = 2（COMM BOARD）
  – 针对 IF2：p8839[1] = 1（控制单元板载）
  其他说明中的数据适用于情况 IF1 ≙ SINAMICS Link。
- 节点的编号必须手动在参数 p8836 中输入。每个节点必须有一个单独的编号。请从“1”开始以升序输入编号。
- 若设置了 p8836 = 0，则节点及之后的整条 SINAMICS Link 支路断开。
- 编号要连续，不能有间隙，否则 SINAMICS Link 无法正常运行。
- 编号为 1 的节点自动设为通讯的同步主站。
- 必须按照上图对 CBE20 的端口进行连接。也就是说，节点 n 的端口 2 (P2) 始终要和节点 n + 1 的端口 1 (P1) 相连。
- CBE20 的端口 3 和 4 在 “SINAMICS Link” 模式中仅可用于连接调试工具 STARTER 或 Startdrive。

IF1 或 IF2 的对应参数

根据 SINAMICS Link 分配的接口使用不同的参数进行配置：

表格 11-55 对应参数

参数	IF1	IF2
设置 PROFIdrive STW1.10 “由 PLC 执行” 的编辑模式。	p2037	p8837
用于互联由现场总线控制器接收的 PZD（设定值），字格式的模拟量互联输出。	r2050	r8850
选择要发送给现场总线控制器的 PZD（实际值），字格式。	p2051	p8851
显示发送给现场总线控制器的 PZD（实际值），字格式。	r2053	r8853
用于互联由现场总线控制器接收的 PZD（设定值），双字格式的模拟量互联输出。	r2060	r8860
选择要发送给现场总线控制器的 PZD（实际值），双字格式。	p2061	p8861
显示发送给现场总线控制器的 PZD（实际值），双字格式。	r2063	r8863

11.7.3 配置和调试

调试

执行以下步骤进行调试：

1. 将控制单元参数 p0009 设为 1 （设备配置）。
2. 将控制单元参数 p8835 设置为 3（SINAMICS Link）。
3. 通过 p8839 确定所用接口（如用于 IF1: p8839[0] = 2）。
4. 如果 SINAMICS Link 分配给了 IF1，则将驱动对象的参数 p2037 设为 2（不冻结设定值）。
   如果 SINAMICS Link 分配给了 IF2，则须用于设置 p8837。
5. 在参数 p8836 中为节点分配 SINAMICS Link 节点编号。
   将第一个控制单元的编号设为 1。节点编号 0 表示对该控制单元取消 SINAMICS Link。此时请注意“拓扑结构”一节的说明。
6. 检查或设置以下参数：
   - 所有节点的 p8811 设置都必须相同。
   - 所有节点的 p8812[1] 设置都必须相同。
   - 本地节点上的 p8812[0] 设置可以有所不同。
7. 将控制单元参数 p0009 设为 0 （就绪）。
8. 执行“从 RAM 复制到 ROM”。
9. 重新给设备上电（关闭/接通控制单元）。

发送数据

说明

下述参数都是针对 SINAMICS Link 与 IF1 的对应关系。如果 SINAMICS Link 分配给了 IF2，请参考“表格 11-55 对应参数 (页 871)”中的对应参数。

在此示例中，第一个节点“控制单元 1”有两个驱动对象，分别为“驱动 1”和“驱动 2”。为发送数据进行以下设置：

1. 如果 SINAMICS Link 分配给了 IF1，则在每个驱动对象的参数 p2051[0...31] 中确定所发送的数据 (PZD)。
   如果 SINAMICS Link 分配给了 IF2，则须用于设置 p8851。数据同时会预留在 p8871[0...31] 的发送槽中。
2. 在 p2061[x] 中输入双字。
   双字数据同时会写入 p8861[0...31]。
3. 在 p8871[0...31] 中针对每个驱动对象将发送参数指定给自身节点的一个发送槽。

表格 11-56 编制驱动 1（DO2）的发送数据

p2051[x] 索引	p2061[x] 索引	内容	来自参数	报文字 p8871
0	-	ZSW1	r0899	1
-	1	转速实际值，第 1 部分	r0061[0]	2
-		转速实际值，第 2 部分		3
-	3	转矩实际值，第 1 部分	r0080	4
-		转矩实际值，第 2 部分		5
5	-	当前故障代码	r2131	6
6	-	0	0	0
...	-	...	-	...
15	-	0	0	0
...	-	...	-	...
31	-	0	0	0

表格 11-57 编制驱动 2（DO3）的发送数据

p2051[x] 索引	p2061[x] 索引	内容	来自参数	发送缓存 p8871[x] 中的槽	
				x	报文字
-	-	-	-	0...5[1)]	0
0	-	ZSW1	r0899	6	7
-	1	转速实际值，第 1 部分	r0061[0]	7	8
-		转速实际值，第 2 部分		8	9
-	3	转矩实际值，第 1 部分	r0080	9	10
-		转矩实际值，第 2 部分		10	11
5	-	当前故障代码	r2131	11	12
6	-	0	0	12	0
...		...		...	...
15	-	0	0	15	0

p2051[x] 索引	p2061[x] 索引	内容	来自参数	发送缓存 p8871[x] 中的槽	
				x	报文字
...	-	...	-	...	...
31	-	0	0	31	0

1) 0...5 此处空置，因为已由 DO2 占用。

表格 11-58 编制控制单元 1（DO1）的发送数据

p2051[x] 索引	p2061[x] 索引	内容	来自参数	发送缓存 p8871[x] 中的槽	
				x	报文字
-	-	-	-	0...11[2]	0
0	-	故障/报警控制字	r2138	12	13
-	1	缺少使能，第 1 部分	r0046	13	14
-		缺少使能，第 2 部分		14	15
15	-	0	0	15	0
...	-	...	-	...	...
31	-	0	0	31	0

2) 0...11 此处空置，因为已由 DO2 和 DO3 占用。

此报文不需要发送槽 PZD 16 至 31，因此填零。

1. 双字（如 1 + 2）需要指定 2 个连续的发送槽，例如 p2061[1] => p8871[1] = PZD 2 和 p8871[2] = PZD 3。
2. 将之后的 PZD 输入 p2051[x] 或 p2061[2x] 的相应参数槽。
3. 未使用的 p8871[0...31] 的槽必须填零。
4. 节点发送报文中 PZD 的顺序由其参数 p8871[0...31] 中相应槽位的输入值确定。

接收数据

所有节点发送的报文同时在 SINAMICS Link 上供使用。每条报文的长度为 32 个 PZD。每条报文都会带有发送者标记。为对应的节点从所有报文选择您希望接收的 PZD。最多可对 32 个 PZD 进行编辑。

说明

若设置了 p2037 = 2，未取消对位 10 的分析，则接收数据的第一个字（PZD 1）必须为控制字，其位 10 = 1。

在此示例中，控制单元 2 从控制单元 1 的报文接收所有数据。执行以下步骤来接收数据：

1. 在参数 p8872[0…31] 中输入需要从中读取一个或多个 PZD 的节点的地址（例如 p8872[3] = 1 → 从节点 1 读取 PZD 4，p8872[15] = 0 → 不读取 PZD 16）。
2. 在设置结束后可以通过 r2050[0…31] 或 r2060[0…31] 查看数值。

表格 11-59 控制单元 2 的接收数据

来自发送者		接收者					
传输自	报文字 1) p8871[x]	地址 p8872[x]	接收缓冲器 p8870[x]	数据传输至		参数	内容
				r2050[x]	r2060[x]		
p2051[0]	0	1	PZD 1	0	-	r0899	ZSW1
p2061[1]	1	1	PZD 2	-	1	r0061[0]	转速实际值，第 1 部分
	2	1	PZD 3	-		r0061[0]	转速实际值，第 2 部分
p2061[3]	3	1	PZD 4	-	3	r0080	转矩实际值，第 1 部分
	4	1	PZD 5	-			转矩实际值，第 2 部分
p2051[5]	5	1	PZD 6	5	-	r2131	当前故障代码
p2051[4]	6	1	PZD 7	6	-	r0899	ZSW1
p2061[5]	7	1	PZD 8	-	7	r0061[0]	转速实际值，第 1 部分
	8	1	PZD 9	-			转速实际值，第 2 部分
p2061[6]	9	1	PZD 10	-	9	r0080	转矩实际值，第 1 部分
	10	1	PZD 11	-			转矩实际值，第 2 部分
p2051[7]	11	1	PZD 12	11	-	r2131	当前故障代码
p2051[8]	12	1	PZD 13	12	-	r2138	故障/报警控制字
p2061[9]	13	1	PZD 14	-	13	r0046	缺少使能，第 1 部分
	14	1	PZD 15	-			缺少使能，第 2 部分
-	15	0	PZD 16	15	-	0	空

来自发送者		接收者					
传输自	报文字 1) p8871[x]	地址 p8872[x]	接收缓冲器 p8870[x]	数据传输至		参数	内容
				r2050[x]	r2060[x]		
...	...	...	...	...	...	...	...
-	31	0	PZD 32	31	0	0	-

1) Tel.Wort = Telegrammwort（报文字）

说明

对于双字，必须连续读取 2 个 PZD。读取一个 32 位设定值，其位于节点 2 发出的报文的 PZD 2 + PZD 3 上，并将其映射在节点 1 的 PZD 2 + PZD 3 上：
p8872[1] = 2, p8870[1] = 2, p8872[2] = 2, p8870[2] = 3

激活 SINAMICS-Link

在所有节点上执行重新上电，便可以激活 SINAMICS Link 连接。

无需上电即可修改以下参数：

- p2051[x]/2061[2x] 的设置、显示参数 r2050[x]/2060[2x] 的互联无需重新上电便可修改。
- 参数 p8870、p8871 和 p8872 的修改。此处您也可以通过设置 p8842 = 1 来激活 SINAMICS Link。

11.7.4 示例

任务说明

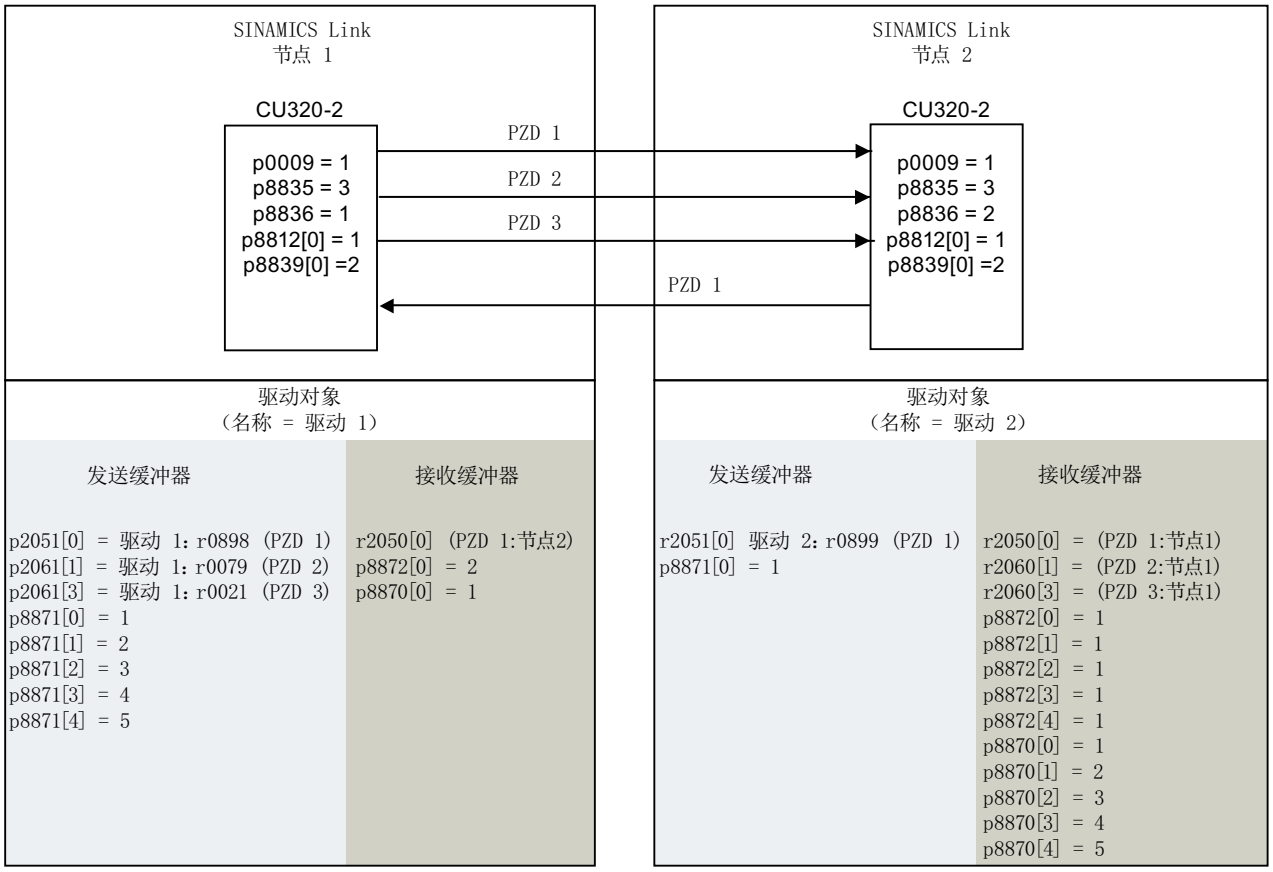
配置 2 个节点之间的 SINAMICS Link 通讯，需要传送的数据为：

- 从节点 1 发送到节点 2 的数据
  - r0898 CO/BO:顺序控制驱动 1 的控制字(1 个 PZD)，本例中为 PZD 1
  - r0079 CO：总转矩设定值（2 个 PZD），本例中为 PZD 2
  - r0021 CO：经过滤波的转速实际值（2 个 PZD），本例中为 PZD 3
- 从节点 2 发送到节点 1 的数据
  - r0899 CO/BO:顺序控制驱动 2 的状态字(1 个 PZD)，本例中为 PZD 1
- 此处使用 IF1。

步骤

1. 在所有节点中设置 p0009 = 1，用于修改设备配置。
2. 通过 p8835 = 3 在所有节点上为 CBE20 设置运行方式“SINAMICS Link”：
3. 通过 p8811 = 8 为所有节点设置节点数上限。通过设置 p8811 预设参数 p8812[1]，必要时修正参数 p8836。
4. 指定相关设备的节点编号：
   - 节点 1（≙ 设备 1）：p8836 = 1
   - 节点 2（≙ 设备 2）：p8836 = 2
5. 通过 p8812[0] = 1 将所有 CBE20 设置为等时同步运行。
6. 为所有节点进行下列接口设置：
   - 针对 IF1：p8839[0] = 2（COMM BOARD）
   - 针对 IF2：p8839[1] = 1（控制单元板载）
7. 在两个节点中设置 p0009 = 0，执行“从 RAM 向 ROM 复制”接着上电，以激活修改的固件类型以及 CBE20 中的新设置。

8. 确定节点 1 的接收数据：
   – 定义节点 1 需要发送的 PZD：
     p2051[0] = 驱动 1：r0898 (PZD 1)
     p2061[1] = 驱动 1：r0079 (PZD 2 + PZD 3)
     p2061[3] = 驱动 1：r0021 (PZD 4 + PZD 5)
   – 将这些 PZD 分配至节点 1 的发送缓冲器 (p8871)：
     p8871[0] = 1 (r0898)
     p8871[1] = 2 (r0079 节点 1)
     p8871[2] = 3 (r0079 节点 2)
     p8871[3] = 4 (r0021 节点 1)
     p8871[4] = 5 (r0021 节点 2)
9. 确定节点 2 的接收数据：
   – 确定节点 2 的接收缓冲器 p8872 中的位 0 至位 4 上的数据填入来自节点 1 接收的数据：
     p8872[0] = 1
     p8872[1] = 1
     p8872[2] = 1
     p8872[3] = 1
     p8872[4] = 1
   – 确定将节点 1 的 PZD1、PZD2 和 PZD3 填入节点 2 的接收缓冲器 p8870 中的位 0 至位 4：
     p8870[0] = 1 (PZD1)
     p8870[1] = 2 (PZD2 节点 1)
     p8870[2] = 3 (PZD2 节点 2)
     p8870[3] = 4 (PZD3 节点 1)
     p8870[4] = 5 (PZD3 节点 2)
   – r2050[0]、r2060[1] 和 r2060[3] 包含了之后（根据步骤 13）来自节点 1 的 PZD 1、PZD 2 和 PZD 3 的值。
10. 确定节点 2 的接收数据：
   – 确定节点 2 需要发送的 PZD：
     p2051[0] = Drive1：r0899（PZD 长度为 1 字）
   – 将这些 PZD 分配至节点 2 的发送缓冲器 (p8871)：
     p8871[0] = 1
11. 确定节点 1 的接收数据：
   – 确定节点 1 的接收缓冲器 p8872 中的位 0 上的数据填入来自节点 2 接收的数据：
     p8872[0] = 2
   – 确定将节点 2 的 PZD1 填入节点 1 接收缓冲器 p8870 中的位 0：
     p8870[0] = 1
   – r2050[0] 包含了之后（根据步骤 13）来自节点 2 的 PZD 1 的值。
12. 在两个节点上执行“从 RAM 向 ROM 复制”，用于存储参数设置及数据。
13. 设置 p8842 =1，以激活参数 p8870、p8871 和 p8872。



r0021：转速实际值平滑
r0079：总扭矩设定值
r0898：顺序控制驱动 1 的控制字
r0899：顺序控制驱动 2 的状态字

图 11-52 SINAMICS Link:组态示例

11.7.5 在装置启动时或进入循环运行后通讯中断

如果至少有一个发送方节点在结束调试后无法正常启动，或者在循环运行中出现故障，在另一个节点上会输出报警 A50005：“SINAMICS Link 上无法找到发送方”。
报警信息会指出出现故障的节点的编号。在您清除该节点上的故障、系统再次找到该节点后，报警被自动清除。

如果有多个节点出现故障，报警会轮流输出，每次指出不同的故障节点。在您清除完所有节点上的故障后，报警被自动清除。

如果一个节点在循环运行中出现故障，除了报警 A50005 外，系统还会输出故障信息 F08501：“通讯板：过程数据监控时间已过”。

节点 1 上不会输出故障信息 F08501。该节点应向其它节点发送设定值。

11.7.6 示例：SINAMICS Link 中的传输时间

示例 1：通讯周期中的传输时间 1 ms

p2048 或 p8848 = 1 ms

总线周期	传输时间			
	两者同步	发送同步	接收同步	两者异步
0.5	1.0	1.5	1.3	1.6
1.0	1.5	2.1	2.1	2.2
2.0	3.0	3.6	3.1	2.8

示例 2：通讯周期中的传输时间 4 ms

p2048 或 p8848 = 4 ms

总线周期	传输时间			
	两者同步	发送同步	接收同步	两者异步
0.5	1.0	3.0	2.8	4.6
1.0	1.5	3.6	3.6	5.2
2.0	3.0	5.1	4.6	5.8

11.7.7 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 2197 控制单元通讯 - SINAMICS Link 一览 (r0108.31=1, p8835=3)
- 2198 控制单元通讯 - SINAMICS Link 配置 (r0108.31=1, p8835=3)
- 2199 控制单元通讯 - SINAMICS Link 接收数据 (r0108.31=1, p8835=3)
- 2200 控制单元通讯 - SINAMICS Link 发送数据 (r0108.31=1, p8835=3)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0115[0] 附加功能的采样时间
- p2037 IF1 PROFIdrive STW1.10 = 0 模式
- r2050[0...31] CO:IF1 PROFIdrive PZD 接收字
- p2051[0...31] CI：IF1 PROFIdrive PZD 发送字
- r2060[0...30] CO:IF1 PROFIdrive PZD 接收双字
- p2061[0...30] CI：IF1 PROFIdrive PZD 发送双字
- p8811 SINAMICS Link 项目选择
- p8812[0...1] SINAMICS Link 周期设置
- p8835 CBE20 固件选择
- p8836 SINAMICS Link 节点地址
- p8839[0...1] PZD 接口硬件指定
- p8870[0...31] SINAMICS Link PZD 接收字
- p8871[0...31] SINAMICS Link PZD 发送字
- p8872[0...31] SINAMICS Link PZD 接收地址

11.8 通讯服务和使用的端口号

SINAMICS 变频器支持下表中列出的通讯协议。地址参数、所涉及的通讯层、通讯角色及通讯方向是协议的重要信息。这些信息可协助您依据所使用的协议调整防护措施（例如防火墙），以保护自动化系统。安全措施仅限以太网或者 PROFINET 网络。

下表显示了使用的各种层和协议。

层和协议

协议	端口号	(2) 链路层 (4) 传输层	功能	描述
PROFINET 协议				
DCP Discovery and configuration protocol	不相关	(2) Ethernet II and IEEE 802.1Q and Ethertype 0x8892 (PROFINET)	可访问节点， PROFINET Discovery and configuration	DCP 由 PROFINET 使用，用于测定 PROFINET 设备和进行基本设置。 DCP 使用特殊的组播 MAC 地址： xx-xx-xx-01-0E-CF, xx-xx-xx = Organizationally Unique Identifier
LLDP Link Layer Discovery protocol	不相关	(2) Ethernet II and IEEE 802.1Q and Ethertype 0x88CC (PROFINET)	PROFINET Link Layer Discovery protocol	LLDP 由 PROFINET 使用，用于测定和管理 PROFINET 设备间的邻接关系。 LLDP 使用特殊的组播 MAC 地址： 01-80-C2-00-00-0E

协议	端口号	(2) 链路层 (4) 传输层	功能	描述
MRP Media Redundancy Protocol	不相关	(2) Ethernet II and IEEE 802.1Q and Ethertype 0x88E3 (PROFINET)	PROFINET medium redundancy	MRP 用于通过一个环形拓扑结构控制冗余传输方式。 MRP 使用特殊的组播 MAC 地址： xx-xx-xx-01-15-4E, xx-xx-xx = Organizationally Unique Identifier
PTCP Precision Transparent Clock Protocol	不相关	(2) Ethernet II and IEEE 802.1Q and Ethertype 0x8892 (PROFINET)	PROFINET send clock and time synchronisation, based on IEEE 1588	PTC 用于实现 RJ45 端口间的延时测量从而实现发送周期同步和时间同步。 PTCP 使用特殊的组播 MAC 地址： xx-xx-xx-01-0E-CF, xx-xx-xx = Organizationally Unique Identifier
PROFINET IO data	不相关	(2) Ethernet II and IEEE 802.1Q and Ethertype 0x8892 (PROFINET)	PROFINET Cyclic IO data transfer	PROFINET-IO 报文用于通过以太网在 PROFINET IO 控制器和 IO 设备之间循环传输 IO 数据。
PROFINET Context Manager	34964	(4) UDP	PROFINET connection less RPC	PROFINET Context Manager 能够提供终点映射器（Endpoint-Mapper），用于建立应用关系（PROFINET AR）。
针对连接的通讯协议				

协议	端口号	(2) 链路层 (4) 传输层	功能	描述
FTP File transfer protocol	21	(4) TCP	Server/ 到达	FTP 可用于首次调试。 可通过参数 p8908 激活/禁用 FTP。
DHCP Dynamic Host Configuration Protocol	68	(4) UDP	Dynamic Host Configuration Protocol	用于查询 IP 地址。 供货状态下该协议已终止并在选择 DHCP 模式时开启。
http Hypertext transfer protocol	80	(4) TCP	Hypertext transfer protocol	http 用于与 CU 内部网络服务器进行通讯。 供货状态下该协议开启，且可取消。
ISO on TCP （依据 RFC 1006）	102	(4) TCP	ISO-on-TCP protocol	ISO on TCP（依据 RFC 1006）用于实现对远距离 CPU、WinAC 或其他供应商设备的面向消息的数据交换。 与 ES、HMI 通讯 供货状态下该协议开启，且始终需要。
SNMP Simple network management protocol	161	(4) UDP	Simple network management protocol	SNMP 用于通过 SNMP 管理器读取和设置网络管理数据（SNMP managed Objects）。 供货状态下该协议开启，且始终需要。
https Secure Hypertext transfer protocol	443	(4) TCP	Secure Hypertext transfer protocol	https 用于通过 Transport Layer Security(TLS) 与 CPU 内部网络服务器进行通讯。 供货状态下该协议开启，且可取消。

协议	端口号	(2) 链路层 (4) 传输层	功能	描述
内部 协议	5188	(4) TCP	Server/ 到达	与 STARTER 通讯，下载项目数据。
Reserved	49152...65535	(4) TCP (4) UDP	-	动态端口范围，在应用无法确定端口号的情形下用于生效的连接终点。
EtherNet/IP 协议				
Explicit messaging	44818	(4) TCP (4) UDP	-	用于访问参数等。 供货状态下该协议已终止并在选择 EtherNet/IP 模式时开启。
Implicit messaging	2222	(4) UDP	-	用于交换 I/O 数据。 供货状态下该协议已终止并在选择 EtherNet/IP 模式时开启。
Modbus TCP 协议（Server）				
Request & Response	502	(4) TCP	-	用于交换数据包。 供货状态下该协议已终止并在选择 Modbus TCP 模式时开启。

11.9 控制器与变频器之间的时间同步

11.9.1 一览

在出厂设置中，SINAMICS S120 驱动使用一个运行时间计时器。SINAMICS S120 驱动根据运行时间保存出现的报警。借此方法无法比较多个变频器之间的时间戳。

为获取多个设备之间的可比较时间戳，必须由运行时间计时器将时间切换为 UTC 格式并与时间主站（控制器）同步。

为此，可对与控制器时间同步的所有总线节点的事件进行关联设置。

优点：可比较的总线节点时间戳改善了诊断方法

变频器提供以下时间同步方式：

同步方式	精度
简单同步	约 100 ms
非等时同步通讯中的 Ping 补偿同步	约 10 ms
等时同步通讯中的 Ping 补偿同步	约 1 ms
通过 PROFINET 连接与 Network Time Protocol 进行同步	约 10 ms

时间同步的工作原理

简单同步

控制器按照给定的时间间隔向变频器传输时间。传输在非循环运行中以 UTC 格式进行。传输结束后，变频器立即接收该时间，不进行校正。变频器借此时间检查报警。

Ping 补偿时间同步

控制器按照给定的时间间隔在循环运行中向变频器发送一个所谓的 “Ping”（上升沿）。同时，设备在非循环运行中在所谓的 “Snap” 中发送 UTC 格式的时间。

Ping 到达驱动中后，计时器启动，它会计算从接收 Ping 到 Snap 传输完的时间。变频器接收 Snap 的传输时间。然后对从接收 Ping 到 Snap 传输完的时间进行校正。

如果在接收 Ping 后的 5 秒内没有传输 Snap，则不使用该同步循环。

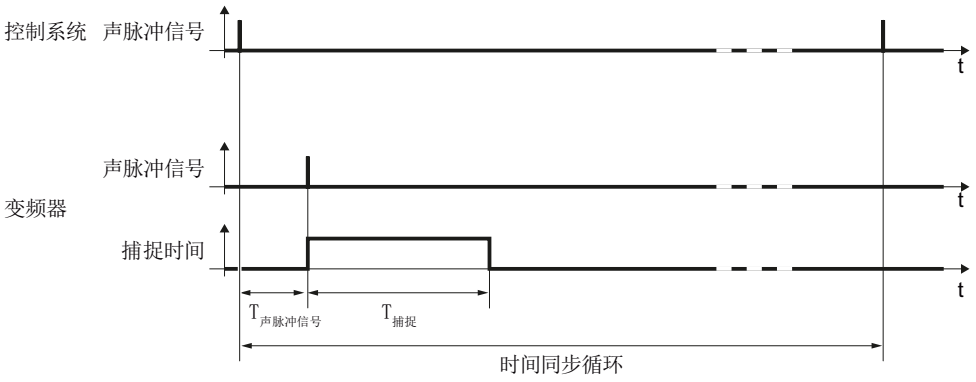


图 11-53 Ping-Snap

等时同步和非等时同步通讯的区别：

通讯	说明
等时同步	在变频器中确定 Ping 补偿的值。
非等时同步	可通过 PZD 采样时间 (p2048) 修改 Ping 补偿的精度。

通过 Network Time Protocol（NTP）的时间同步

通过 NTP 可以将全世界的电脑时间进行同步。作为 NTP 客户端配置的变频器通过与 NTP 服务器的 PROFINET 连接（时间源）进行时间同步。

以下情况可作为 NTP 服务器：

- 通过 GPS 或 DCF77 接收时间的本地 NTP 服务器（例如：SICLOCK）。
- 控制器作为 NTP 服务器（如果控制层和现场层中的设备网络断开）。

11.9.2 设置 SINAMICS 时间同步

设置时间同步

1. 通过 p3100 将时间格式切换为 UTC 格式（参见“修改时间格式”）。
2. 设置同步方式：
   - 简单同步 (p3103 = 2)
   - Ping 补偿时间同步 (p3103 = 0)
3. 通过 p3104 设置 Ping 源：
   - 使用 390、391 或 392 的其中一个报文工作时，系统会在内部将 Ping 源 (p3104) 与控制单元控制字 (DO1:CU_STW.Bit1) 的位 1 互联。此时禁用参数 p3104。
   - 使用自由报文 (999) 时，应通过 BICO 将 Ping 源 (p3104) 与控制字互联。
   - 使用 CANopen 工作时，应将 CANopen 控制字中的一个自由位通过 BICO 与 p3104 互联。

结果：

时间同步后，根据时间主站传输的时间及传输所需的延迟时间 (Ping-Snap-Time) 得出当前时间。

通过 r3102 显示驱动系统中的当前 UTC 时间。

按特定时间间隔（采用相同的方式）重复同步（取决于时间主站中的设置）。

超出之前确定的公差窗口时，系统会输出报警 A01099。时间同步的公差窗口可通过 p3109 确定。如果出现报警 A01099，通常是同步间隔过大。

此时，应在控制器中缩短同步间隔。

修改时间格式

时间格式通过参数 p3100 设定。该参数无法在线修改。按如下步骤修改值：

1. 在 STARTER 中通过 “Project > Connect to target system” 功能激活在线模式。
2. 通过 “Target system > Load > project to PG” 功能进行上传。
3. 在 STARTER 中通过 “Project > Disconnect from target device” 功能退出在线模式。
4. 在控制单元的专家列表中离线设置 p3100 = 1。
5. 重新激活在线模式。
6. 先下载参数 (“Target system > Load > Load project to target system”)，然后将参数从 RAM 保存到 ROM 中。
   您已将变频器的时间格式切换为 UTC 格式。

应用示例

在西门子工业在线支持（“Industry Online Support”）中可以找到 SINAMICS 时间同步的应用示例：

示例：特定的 SINAMICS 时间同步 (https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/88231134/zh)

11.9.3 设置 NTP 时间同步

使用 NTP 设置时间同步

1. 通过 p3100 将时间格式切换为 UTC 格式（参见“修改时间格式”）。
2. 设置 NTP 同步方法（p3103 = 4）。
3. 设置所使用的 NTP 服务器的 IP 地址（p3105[0...3]）。
   – 特殊情况：设置 p3105[0...3] = 0，将 PROFINET 控制器用作 NTP 服务器。
4. 设置本地时区（p3106）。

结果：

NTP 时间同步成功后，NTP 时间会换算为已存在的 UTC 时间。

超出之前确定的公差窗口时，系统会输出报警 A01099。通过 p3109 确定时间同步的公差窗口。如果出现报警 A01099，通常是同步间隔过大。

如果 10 分钟内没有成功访问所设置的 NTP 服务器，则输出报警 A01097。

修改时间格式

时间格式通过参数 p3100 设定。该参数无法在线修改。按如下步骤修改值：

1. 在 STARTER 中通过 “Project > Connect to target system” 功能激活在线模式。
2. 通过 “Target system > Load > project to PG” 功能进行上传。
3. 在 STARTER 中通过 “Project > Disconnect from target device” 功能退出在线模式。
4. 在控制单元的专家列表中离线设置 p3100 = 1。
5. 重新激活在线模式。
6. 先下载参数 (“Target system > Load > Load project to target system”)，然后将参数从 RAM 保存到 ROM 中。
   您已将变频器的时间格式切换为 UTC 格式。

应用示例

在西门子工业在线支持（“Industry Online Support”）中可以找到以下应用示例：

示例：变频器作为 NTP 客户端 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/82203451)

11.9.4 信息和参数

故障和报警（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- A01099 UTC 同步超出了公差
- A01097 (N) NTP 服务器不可访问

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p2048 IF1 PROFIdrive PZD 采样时间
- p3100 RTC 时间戳模式
- p3101[0...1] 设置 UTC 时间
- r3102[0...1] 显示 UTC 时间
- p3103 UTC 同步方式
- p3104 BI：UTC PING 同步
- p3105[0...3] NTP 服务器 IP 地址
- p3106 NTP 时区
- r3107[0...3] UTC 同步时间超出公差
- r3108[0...1] UTC 同步偏差
- p3109 UTC 同步公差
- p3116 BI：抑制自行应答

应用 12

12.1 应用实例

SINAMICS 应用示例可访问网址 “SINAMICS Application Examples”。

SIMATIC 控制技术和 SINAMICS 驱动技术可完美协调工作，为您提供高效的系统方案。

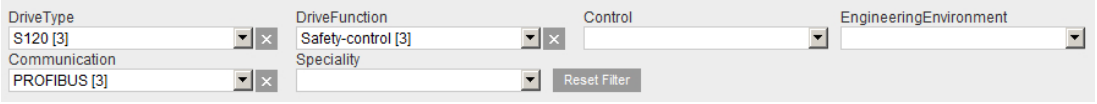
应用示例可提供：

- 可重复使用的模块，用于设定值和实际值的比例
- 对必要的配置步骤的说明，内含截屏
- 程序和模块经过测试，确保参数访问的安全性
- 显著缩短调试时间
- 详细文档，包含所使用的硬件和软件组件的零件表

此外您还可获取工艺应用示例，例如卷取机、调度装置或简单的同步。此外应用示例中还涵盖了对自由功能块（FBLOCKS）、带驱动控制图（DCC）的驱动集成逻辑运算以及 Safety Integrated 的使用说明。

搜索和调用应用示例

1. 在因特网浏览器中调用以下网页：
   SINAMICS Application Examples (https://www.automation.siemens.com/mc-app/sinamics-application-examples/Home/Index?language=en)
2. 在搜索画面中选择所需的筛选项。
   示例：



   每次定义筛选项设置后，结果列表均会更新。

Application	DriveType	DriveFunction	Control	EngineeringEnvironment	Communication	Speciality
› SINAMICS S: Safety-control of a S120 using S7-300/400 (STEP 7 V5) with PROFIBUS and Safety Integrated (via PROFIsafe)	S120	Safety-control	S7-300/400	STEP 7 V5	PROFIBUS	Safety Integrated
› SINAMICS S: Safety-control of a S120 using S7-300/400 (STEP 7 V5) with PROFIBUS and Safety Integrated (via TM54F)	S120	Safety-control	S7-300/400	STEP 7 V5	PROFIBUS	Safety Integrated
› SINAMICS S: Safety-control of a S120 using S7-300/400 (STEP 7 V5) with PROFINET (Shared Device) and Safety Integrated (via PROFIsafe)	S120	Safety-control	S7-300/400	STEP 7 V5	PROFIBUS PROFINET	Safety Integrated

   可通过电机筛选项右侧的 X 来撤销筛选项。点击“撤销筛选项”图标可同时撤销所有筛选项。
3. 之后还可显示所需应用说明的简短信息。为此请点击结果列表中的对应记录。
   之后西门子工业在线支持（Siemens Industry Online Support）中会显示所需的简短信息。

Industry Online Support International ▸ Language ▸ Contact ▸ Help ▸ Support Request

› Home › Product Support

Entry type: **Application example**, Entry ID: **29056318**, Entry date: **10/25/2011**

☆☆☆☆☆ (0)
› Rate

SINAMICS S: Safety-control of a S120 using S7-300/400 (STEP 7 V5) with PROFIBUS and Safety Integrated (via PROFIsafe)

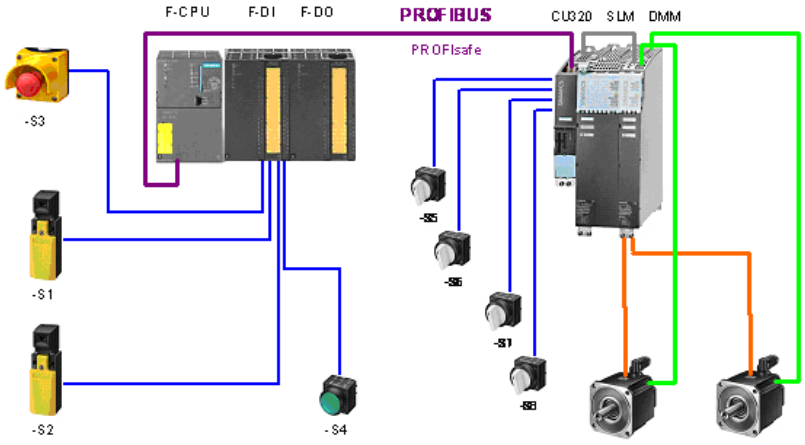
Entry | Associated product(s)

Task

Extended safety functions which have been integrated in the SINAMICS S120 drives shall be activated via PROFIsafe with PROFIBUS. Both drives use different safety functions. The F-CPU is responsible for the safetyrelated logical processing of the input signal. The F-CPU acts as F master and as PROFIBUS master.

This functional example is based on the SINAMICS S120 training case (6ZB2480-0BA00) and the SAFETY training case.

This application gives you an example of how you can configure your communications.



Downloads

Content of downloads	Version	Download

通常还可通过该简短信息下载到 PDF 格式的详细应用说明。

12.2 通过驱动轴接通电源

采用 BICO 互联，驱动对象“X_INF”可以通过驱动对象“矢量”接通，X_INF 代表所有的“电源”（Infeed）驱动对象，即：A_INF、B_INF、S_INF。这种接通方式主要针对只使用一个装机装柜型电源模块和一个装机装柜型电机模块的驱动设备。

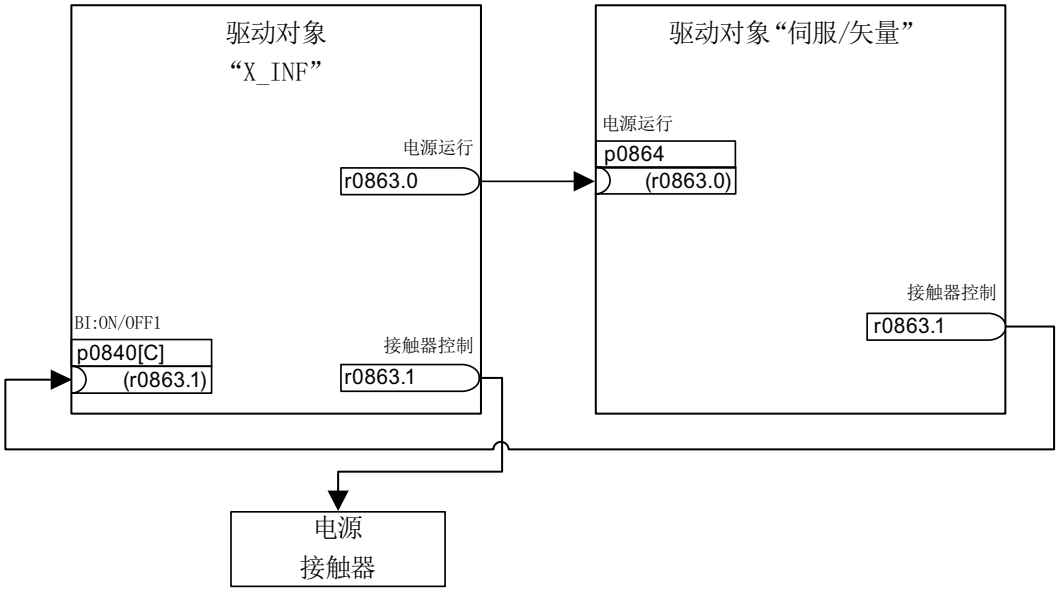


图 12-1 BICO 互联：通过驱动接通电源

如果实际应用需要使用自动重启（参见章节“自动重启 (页 339)”），可使用以下扩展互联：

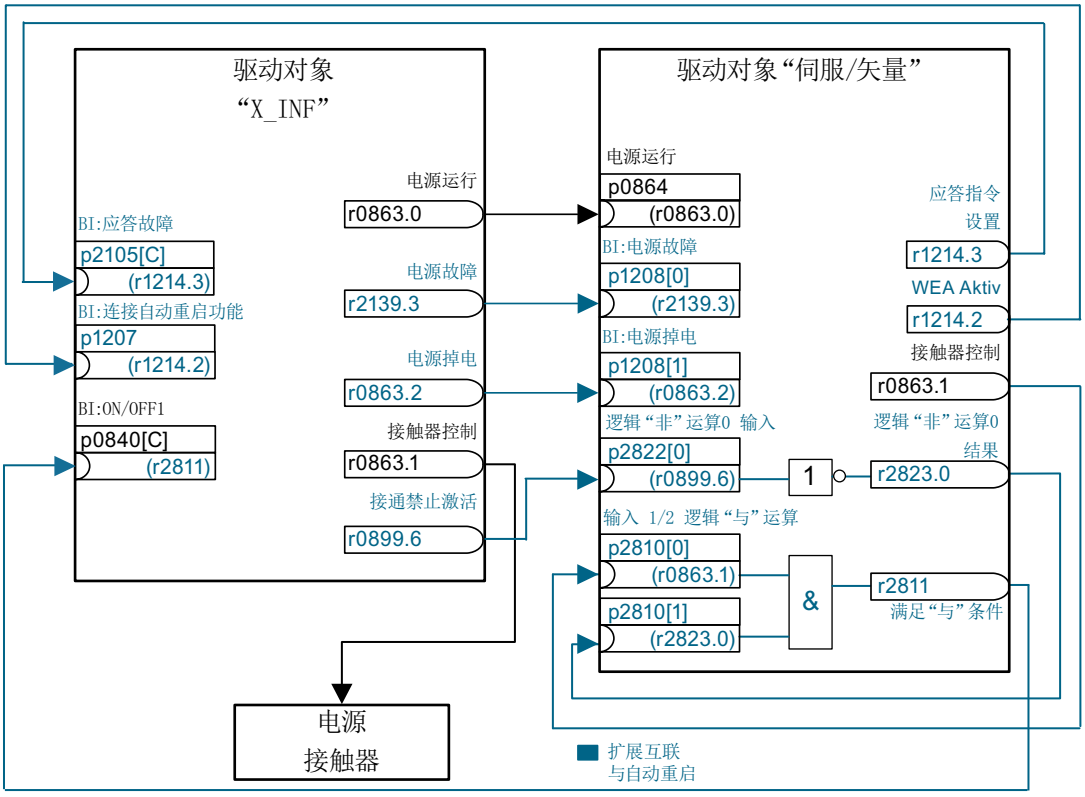


图 12-2　BICO 互联：通过驱动和自动重启接通电源

- 只激活驱动对象 “SERVO/VECTOR” 上的 “WEA” 功能 (p1210)。
- 除了“WEA”功能外，还需要满足以下条件：
  - VECTOR 驱动对象上激活了“捕捉重启”（p1200）功能，以便通过切换到正在旋转状态的电机实现重启
  - 电源模块能提供稳定的供电电压（在发出 ON 指令前，附加电源接触器或电机继电器必须为闭合状态）。

重启时的各个步骤：

- 在恢复供电、电子装置重新启动后，会根据 p1210 中的设置应答驱动对象 “SERVO/VECTOR” 上出现的故障。
- 通过 r1214.3 和 p2105 的 BICO 连接对驱动对象 “X_INF” 的故障进行应答。
- 电源模块 “ON” 指令 (p0840) 由驱动对象 “SERVO/VECTOR” 的二进制互联输出 “接触器控制” (p0863.1) 生成。
  此时，它和驱动对象 “X_INF” 的二进制互联输出 (r0899.6) 通过逻辑 “与” 连接，从而在控制单元重启时（在 24 V 电源恢复后启动）生成所需的脉冲沿。
- 若在重启过程中电源模块（驱动对象 “X_INF”）出现故障，启动会被中断。

- 驱动对象 “X_INF” 中的故障会通过上图所示的 p1208.0 和 r2139.3 的 BICO 连接发送给驱动对象 “SERVO/VECTOR” 。
- 驱动对象 “X_INF” 的自动重启功能在上述接通方式中完全没有作用。在驱动对象 “X_INF” 中取消激活。

⚠ 警告

自动重启功能激活时电机可意外转动

自动重启功能激活时，电源恢复供电可导致电机意外运动，进而导致人员重伤或死亡。

- 为此，必须采取相应的措施，以防自动重启功能造成伤害。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0863.0...2 CO/BO：驱动耦合状态字/控制字
- p0864 BI：供电运行
- p0840[0...n] BI：ON/OFF (OFF1)
- r0899.0...15 CO/BO：状态字，顺序控制
- p1200[0...n] 捕捉重启的工作方式
- p1207 BI：连接下一个驱动对象的自动重启功能
- p1208[0...1] BI：自动重启电源变更
- p1210 自动重启模式
- r1214.0...15 CO/BO：自动重启状态
- p2105[0...n] BI：3.应答故障
- r2139.0...15 CO/BO：状态字，故障/报警 1
- p2810[0...1] BI：逻辑 “与” 输入
- r2811.0 CO/BO：逻辑 “与” 结果
- p2822[0...3] BI：“非” 逻辑输入
- r2823.0...3 CO/BO：“非” 逻辑结果

12.3 没有电源控制的控制单元

在电源模块运行时，为了保证驱动组顺利工作，有时需要驱动只采用直流母线上的电能。如果直流母线组只由一个控制单元控制，并且只有一个驱动对象 X_INF[1]，在调试期间会自动设置 BICO 互联 p0864 = p0863.0。

[1] X_INF 代表所有的“电源”驱动对象，即：A_INF、B_INF、S_INF

在以下情况下必须手动设置 BICO 输入 p0864：

- 没有 DRIVE-CLiQ 的非调节型电源模块(5 kW 和 10 kW)
- 直流母线组带多个控制单元

示例：电源就绪信号的互联

没有 DRIVE-CLiQ 的非调节型电源模块（5 kW 和 10 kW）

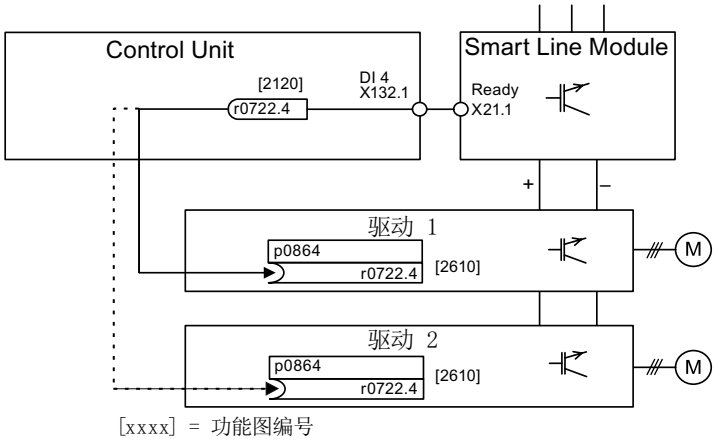
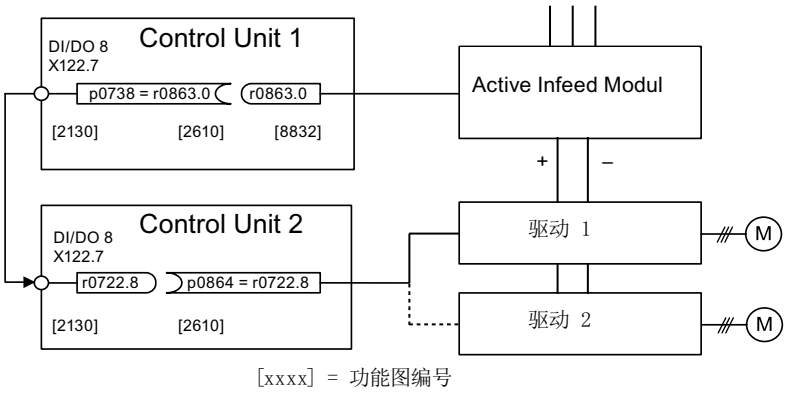


图 12-3 示例：没有 DRIVE-CLiQ 的调节型电源模块的互联

直流母线组带多个控制单元

在下面的示例中，2 个控制单元控制连接在同一个直流母线上的驱动。示例中“电源就绪”的信号源为一个数字量输入。



[xxxx] = 功能图编号

图 12-4 示例：多个控制单元的互联

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0722.0...21 CO/BO:控制单元数字量输入的状态
- r0863.0...2 CO/BO:驱动耦合状态字/控制字
- p0864 BI:供电运行

12.4 电源断电时紧急停止或紧急切断的应用（伺服）

即使使用了一个制动模块和控制电源模块 CSM，在电源断电时，驱动组通常也会执行 OFF2，即电机惯性停转。CSM 从电源或直流母线中生成电压，为电子装置提供电源。这样在电源断电时，只要还有直流母线电压，就可以根据需要控制运行。下面说明了在电源断电时所有驱动是如何执行紧急停止(OFF3)的。

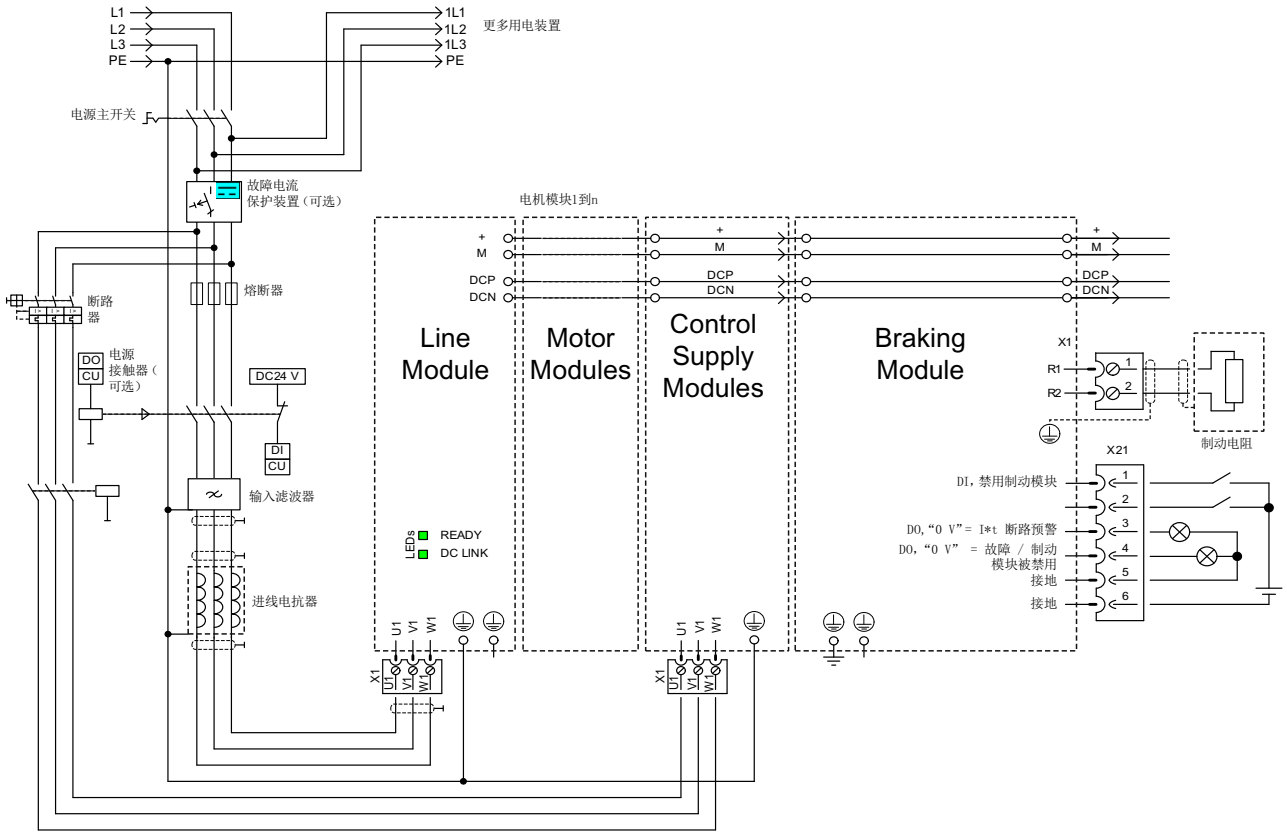


图 12-5　电源断电时紧急停止或紧急切断的连接示例

除了上图展示的组件连接外，还必须设置每个需要在电源断电时执行急停的驱动对象。没有进行任何设置时，驱动在检测到直流母线欠压后按惯性缓慢停止(OFF2)。必须设置以下参数，才能实现 OFF3：

- p1240 = 5（激活最小 Vdc 监控）
  除了一直生效的直流母线监控外，还可以激活另一个可设定的报警阈值，该值通过 p1248 中的欠压断路阈值 360 V ±2 % 设定。
- p1248 ≤ 570 V(调节型电源模块)
  p1248 ≤ 510 V（非调节型电源模块）
  该报警阈值（单位：伏特）表明低于设定的值。一旦到达该阈值，便输出故障 F07403。

- p2100[x] = 7403
  以此修改对故障 F07403 的响应。
- p2101[x] = 3 (OFF3) p2100[x] 中输入的故障的响应

12.5 电机切换

描述

电机切换可用于例如：

- 在不同的电机和编码器间进行切换
- 在电机的不同绕组间进行切换（例如星形-三角形切换）
- 电机数据的自适配

如果需要在一个电机模块上交替运行多个电机，必须设置相应数量的驱动数据组。

说明

矢量控制

如需切换到正在旋转的电机，必须激活“捕捉重启 (页 275)”功能 (p1200)。

说明

在多个实际存在的、带内置抱闸的电机之间切换驱动数据组时，不允许使用内部制动控制功能。

示例：在 4 个电机之间切换（无编码器）

前提条件

- 首次调试已经结束。
- 4 个电机数据组(MDS), p0130 = 4
- 4 个驱动数据组(DDS), p0180 = 4
- 4 个数字量输出，用于控制辅助接触器
- 4 个数字量输入，用于监控辅助接触器
- 2 个数字量输入，用于选择数据组
- 4 个辅助接触器，带辅助触点（1 个常开触点）

- 4 个电机接触器，带强制导向的辅助触点（3 个常闭触点，1 个常开触点）
- 4 个电机、1 个控制单元、1 个电源模块和 1 个电机模块

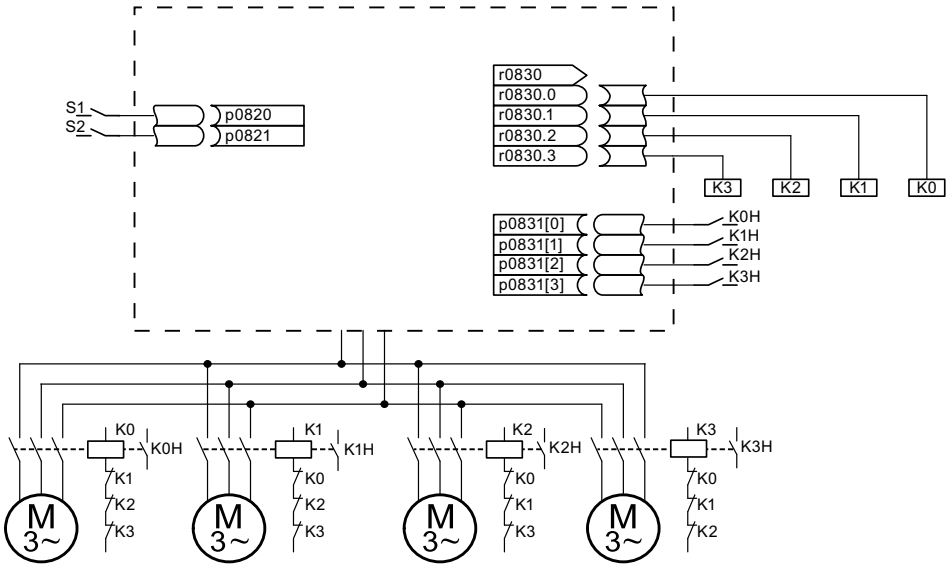


图 12-6　电机切换的示例

表格 12-1　示例中的设置

参数	设置	注释
p0130	4	配置 4 个电机数据组（MDS ）
p0180	4	配置 4 个驱动数据组（DDS）
p0186[0...3]	0、1、2、3	MDS 指定给 DDS。
p0820, p0821	数字量输入 DDS 选择	通过 DDS 选择可以选定用于电机切换的数字量输入。编码是二进制的（p0820 = 位 0，依此类推）。
p0822 ~ p0824	0	
p0826[0...3]	0、1、2、3	不同编号表明不同的热模型
p0827[0...3]	0、1、2、3	将 r0830 的位元指定给 MDS。p0827[0] = 1 时，通过 DDS0 选择了 MDS0 后，位 p0830.1 将置位。
r0830.0 至 r0830.3	接触器数字量输出	将该位指定给接触器的数字量输出。
p0831[0...3]	数字量输入辅助触点	指定用于反馈电机接触器状态的数字量输入。
p0833.0..2	0、0、0	接触器回路的控制和脉冲清除由驱动来执行。驻留位 (Gn_ZSW14) 置位。

电机数据组切换的过程

1. 起始条件：
   同步电机的实际转速必须小于弱磁起始转速。这样可以避免产生的再生电压超出端子电压。
2. 脉冲清除：
   通过 p0820 ~ p0824 选择了一个新的驱动数据组后，会执行脉冲清除。
3. 打开电机接触器：
   电机接触器 1 打开 (r0830 = 0) ；状态位“电机切换激活”(r0835.0)置位。
4. 切换驱动数据组：
   请求的数据组被激活（r0051 = 请求的数据组）。
5. 电机接触器通电：
   在电机接触器 1 发出反馈“电机接触器已打开”后，r0830 中相应的位元置位，电机接触器 2 通电。
6. 使能脉冲：
   在电机接触器 2 发出反馈“电机接触器已闭合”后，位元“电机切换激活”(r0835.0)复位，脉冲被使能。电机切换结束。

星形/三角形转换示例（通过转速阈值；无编码器）

前提条件

- 首次调试已经结束。
- 2 个电机数据组(MDS), p0130 = 2
- 2 个驱动数据组(DDS), p0180 = 2
- 2 个数字量输出，用于控制辅助接触器
- 2 个数字量输入，用于监控辅助接触器
- 1 个可以使用的转速监控值(p2155)
- 2 个辅助接触器，带辅助触点（1 个常开触点）

- 2 个电机接触器，带强制导向的辅助触点（1 个常闭触点，1 个常开触点）
- 1 个电机、1 个控制单元、1 个电源模块和 1 个电机模块

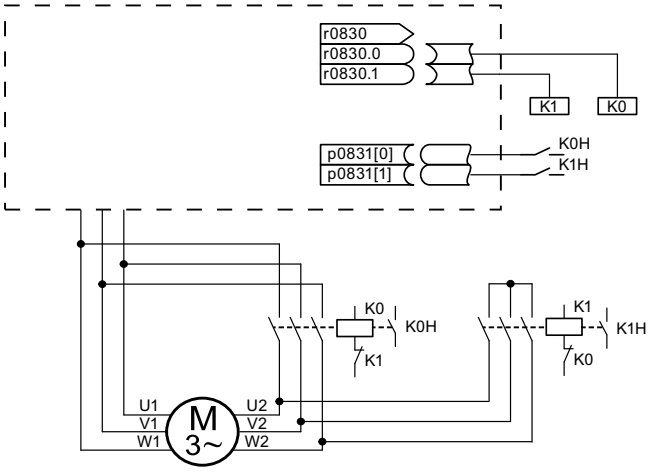


图 12-7　星形/三角形切换示例

表格 12-2　示例中的设置

参数	设置	注释
p0130	2	配置 2 个电机数据组（MDS ）
p0180	2	配置 2 个驱动数据组（DDS）
p0186[0...1]	0、1	MDS 指定给 DDS。
p0820	p2197.2	超出 p2155 中的转速后便切换到三角形连接。
p0821 ~ p0824 0	0	
p0826[0...1]	0；0	相同的编号表明相同的热模型。
p0827[0...1]	0、1	将 r0830 的位元指定给 MDS。p0827[0] = 1 时，通过 DDS0 选择了 MDS0 后，位 r0830.1 将置位。
r0830.0 和 r0830.1	接触器数字量输出	将该位指定给接触器的数字量输出。
p0831[0...1]	数字量输入辅助触点	指定用于反馈电机接触器状态的数字量输入。
p0833.0..2	0、0、0	接触器回路的控制和脉冲清除由驱动来执行。驻留位 (Gn_ZSW14) 置位。
p2155.0...1	切换转速	设置切换到三角形连接的转速。 **说明：** 使用 p2140 可为转换定义附加回差（参见 SINAMICS S120/150 参数手册，功能图 8010）。

星形/三角形切换的过程

1. 起始条件：
   同步电机的实际转速必须小于星形弱磁起始转速。这样可以避免产生的再生电压超出端子电压。
2. 脉冲清除：
   在达到切换转速（p2155）后会执行脉冲清除。
3. 打开电机接触器：
   电机接触器 1 打开，r0830 = 0；状态位“电机数据组切换激活”(r0835.0)置位。
4. 切换驱动数据组：
   请求的数据组被激活（r0051 = 请求的数据组）。
5. 电机接触器通电：
   在电机接触器 1 发出反馈“电机接触器已打开”后，r0830 中相应的位元置位，电机接触器 2 通电。
6. 使能脉冲：
   在电机接触器 2 发出反馈“电机接触器已闭合”后，位元“电机切换激活”(r0835.0)复位，脉冲被使能。切换已经结束。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8565 数据组 - 驱动数据组(Drive Data Set, DDS)
- 8570 数据组 - 编码器数据组 (Encoder Data Set, EDS)
- 8575 数据组 - 电机数据组（Motor Data Set, MDS）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0051[0...4] CO/BO:驱动数据组 DDS 激活
- p0130 电机数据组（MDS）的数量
- p0140 编码器数据组 EDS 数量
- p0180 驱动数据组（DDS）数量
- p0186 [0...n] 电机数据组（MDS）的编号
- p0187[0...n] 编码器 1 EDS 编号
- p0188[0...n] 编码器 2 EDS 编号
- p0189[0...n] 编码器 3 EDS 编号
- p0820[0...n] BI:驱动数据组选择 DDS 位 0

...

- p0824[0...n] BI:驱动数据组选择 DDS 位 4
- p0826 [0...n] 电机切换中的电机编号

- p0827 [0...n] 电机切换中的状态字位编号
- p0828 [0...n] BI:电机切换的反馈消息
- r0830.0...15 CO/BO:电机切换状态字
- p0831[0...15] BI:电机切换的接触器反馈消息
- p0833 数据组切换的配置

12.6 使用 DMC20 的应用示例

DRIVE-CLiQ Hub Module Cabinet 20（DMC20/DME20）用于 DRIVE-CLiQ 支路的星形配线。通过 DMC20 可以在一个轴组合基础上添加 5 个 DRIVE-CLiQ 插口，用于连接其它子组合。

在需要成组地断开 DRIVE-CLiQ 节点而不能中断 DRIVE-CLiQ 支路和数据交换时，特别适合使用该模块。

DME20

DME20 的功能与 DMC20 相同，区别在于其配备了一个防护等级为 IP67 的外壳，可安装在机柜外。

特性

DRIVE-CLiQ Hub Module Cabinet 20 (DMC20) 具有以下特性：

- 单独的驱动对象
- 6 个 DRIVE-CLiQ 端口
- 单独的故障和报警

典型应用：

- 通过 DRIVE-CLiQ 电缆建立分散的拓扑结构
- 热插拔（在运行时可以拔出 DRIVE-CLiQ 电缆）

示例：分散的拓扑结构

在一个机器上配备了多个直接长度测量系统。这些系统应装入同一个控制柜内，通过 DRIVE-CLiQ 电缆和控制单元相连。

DMC20 上最多可以同时连接 5 个测量系统。

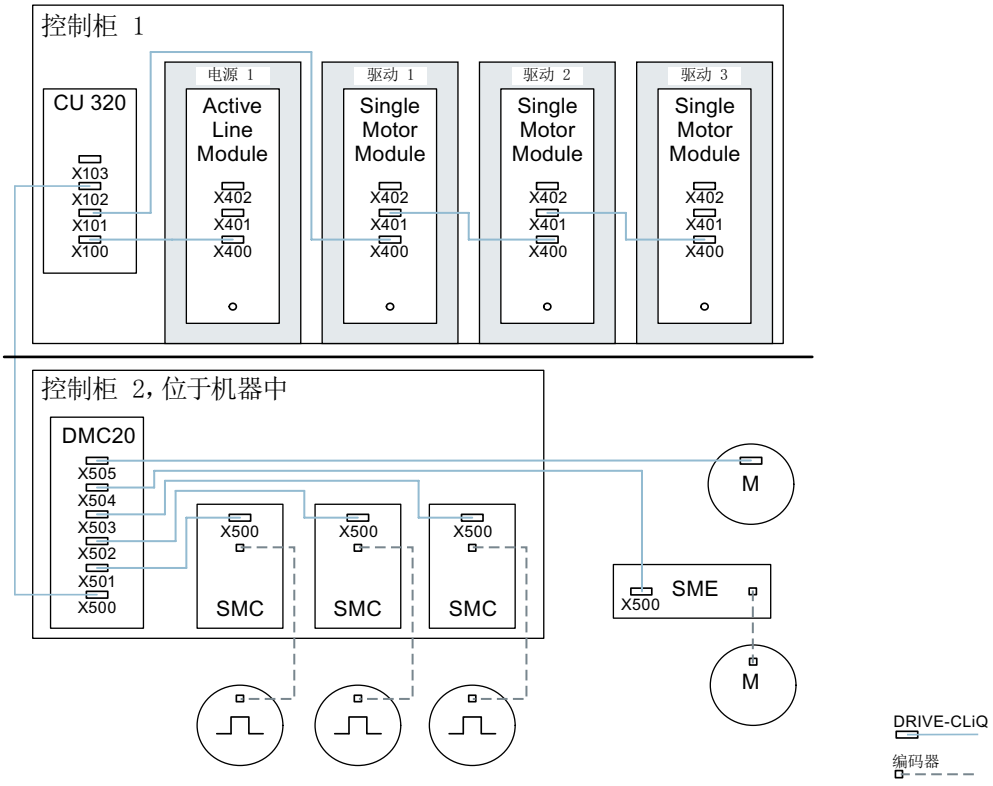


图 12-8　示例：带 DMC20 的分散拓扑结构

示例：热插拔

使用该热插拔功能，可以在驱动组合运行时从 DRIVE-CLiQ 支路中拔出组件，其他组件仍继续运行。为此必须事先通过参数 p0105 或 STW2.7 禁用或驻留所涉及的所有驱动对象及组件。

必须满足下列前提条件：

只有在驱动对象星形连接到控制单元、或连接到 DRIVE-CLiQ-Hub DMC20/DME20 上时，才允许热插拔。

系统不支持其余 DRIVE-CLiQ 组件之间 DRIVE-CLiQ 热插拔，例如：电机模块和编码器模块/端子模块之间、电机模块和电机模块之间。

整个驱动对象（电机模块、电机编码器、编码器模块）可以由 p0105 锁定。
通过 STW2.7 可以为所有属于电机闭环控制的组件，即电机模块和电机编码器设置“驻留

轴”功能。所有属于编码器 2 或编码器 3 的组件仍保持生效。只有 ZSW2.7 置位、脉冲禁止后，“驻留轴”功能才激活。

说明

带有使能的 Safety 功能的驱动不允许被锁定，详细信息参见章节“Safety Integrated”。

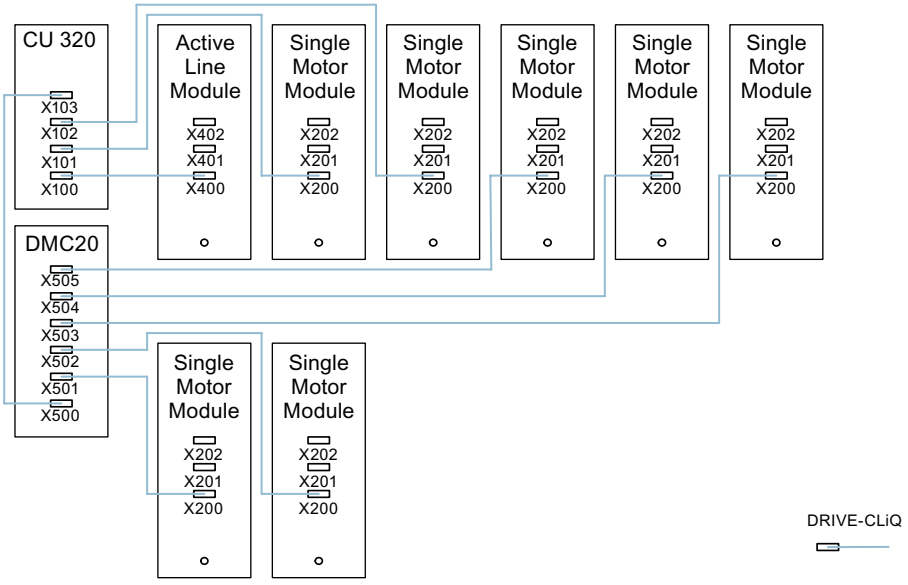


图 12-9　示例：矢量 V/f 控制中热插拔的拓扑结构

说明

功率单元从直流母线上断开必须采用额外装置，例如：直流母线电源适配器和直流母线隔离装置等。必须遵守手册中的安全提示。

STARTER 中离线调试的说明

在 STARTER 中在线自动配置时，会自动识别 DMC20 并将它传送到拓扑结构中。离线模式中则需要执行以下步骤：

1. 离线配置驱动设备。
2. 在项目导航器中右击 “Topology” 并打开右键菜单 “Insert New Object -> DRIVE-CLiQ Hub”。
3. 配置拓扑结构。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

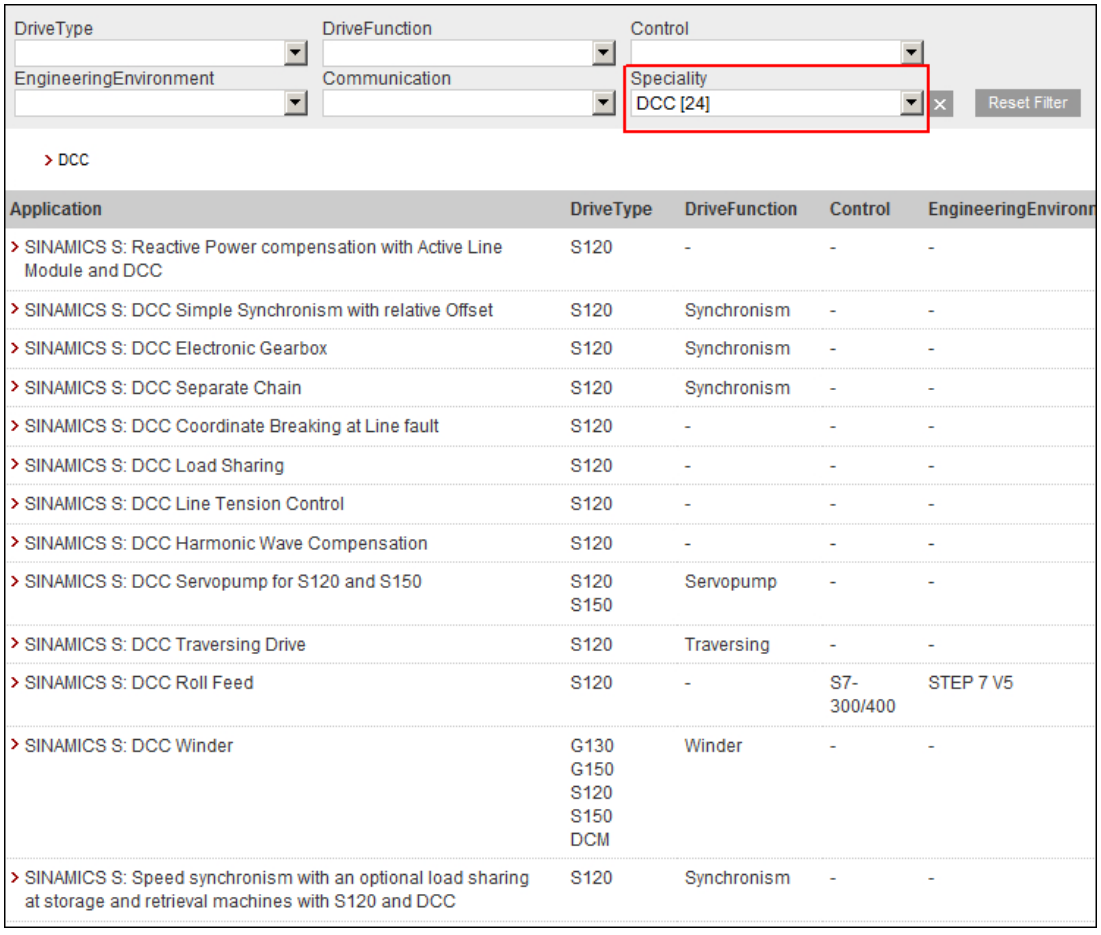
- p0105 激活/禁用驱动对象
- r0106 驱动对象激活/禁用
- p0151[0...1] DRIVE-CLiQ 集线器模块的组件号
- p0154 通过 LED 识别 DRIVE-CLiQ 集线器模块
- r0157 DRIVE-CLiQ Hub 模块 EEPROM 数据版本
- r0158 DRIVE-CLiQ 集线器模块固件版本
- r0896.0 BO:“驻留轴”状态字
- p0897 BI:选择“驻留轴”

12.7 DCC 和 DCB 扩展应用

从西门子主页还可获取其他应用示例，例如含 DCC 的应用。

搜索和调用应用示例

1. 在浏览器中调用以下网页：
   SINAMICS Application Examples (https://www.automation.siemens.com/mc-app/sinamics-application-examples/Home/Index?language=en)
2. 若需搜索含 DCC 的应用，请在搜索画面中选择“DCC”。
   之后将显示所有可下载应用示例说明的 DCC 应用。
   示例：



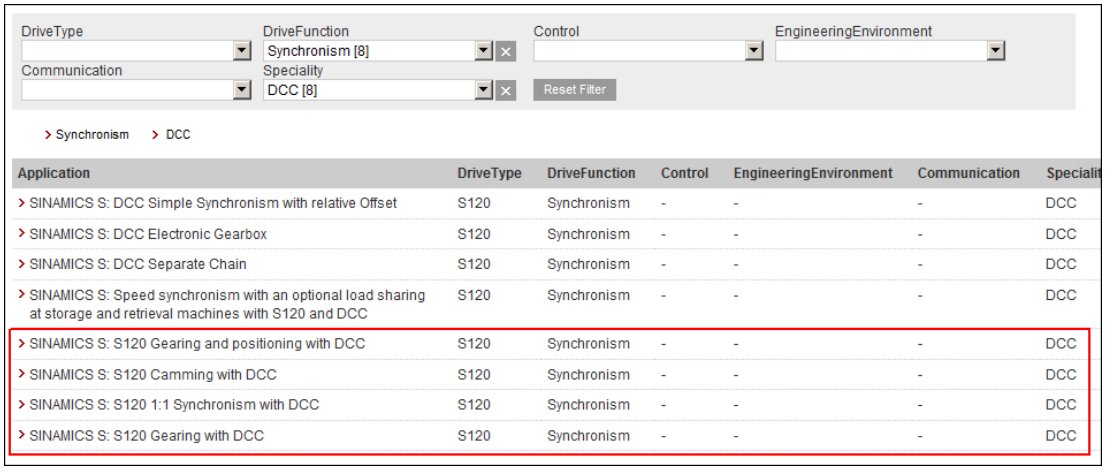
Application	DriveType	DriveFunction	Control	EngineeringEnvironr
SINAMICS S: Reactive Power compensation with Active Line Module and DCC	S120	-	-	-
SINAMICS S: DCC Simple Synchronism with relative Offset	S120	Synchronism	-	-
SINAMICS S: DCC Electronic Gearbox	S120	Synchronism	-	-
SINAMICS S: DCC Separate Chain	S120	Synchronism	-	-
SINAMICS S: DCC Coordinate Breaking at Line fault	S120	-	-	-
SINAMICS S: DCC Load Sharing	S120	-	-	-
SINAMICS S: DCC Line Tension Control	S120	-	-	-
SINAMICS S: DCC Harmonic Wave Compensation	S120	-	-	-
SINAMICS S: DCC Servopump for S120 and S150	S120 S150	Servopump	-	-
SINAMICS S: DCC Traversing Drive	S120	Traversing	-	-
SINAMICS S: DCC Roll Feed	S120	-	S7-300/400	STEP 7 V5
SINAMICS S: DCC Winder	G130 G150 S120 S150 DCM	Winder	-	-
SINAMICS S: Speed synchronism with an optional load sharing at storage and retrieval machines with S120 and DCC	S120	Synchronism	-	-

图 12-10　DCC 应用及应用说明一览

3. 点击所需的 DCC 应用。
   之后西门子工业在线支持（Siemens Industry Online Support）中会显示所需 DCC 应用的简短信息。通常还可通过该简短信息下载到 PDF 格式的详细应用说明。

示例：含 DCC 的同步应用

此时需输入驱动功能“同步”和特征“DCC”来作为筛选项。



Application	DriveType	DriveFunction	Control	EngineeringEnvironment	Communication	Specialit
› SINAMICS S: DCC Simple Synchronism with relative Offset	S120	Synchronism	-	-	-	DCC
› SINAMICS S: DCC Electronic Gearbox	S120	Synchronism	-	-	-	DCC
› SINAMICS S: DCC Separate Chain	S120	Synchronism	-	-	-	DCC
› SINAMICS S: Speed synchronism with an optional load sharing at storage and retrieval machines with S120 and DCC	S120	Synchronism	-	-	-	DCC
› SINAMICS S: S120 Gearing and positioning with DCC	S120	Synchronism	-	-	-	DCC
› SINAMICS S: S120 Camming with DCC	S120	Synchronism	-	-	-	DCC
› SINAMICS S: S120 1:1 Synchronism with DCC	S120	Synchronism	-	-	-	DCC
› SINAMICS S: S120 Gearing with DCC	S120	Synchronism	-	-	-	DCC

图 12-11　最重要的同步应用示例在图中以红色外框标记。

网络服务器 13

13.1 一览

网络服务器可通过网页提供 SINAMICS 设备的相关信息。网络服务器通过网络浏览器访问。网页的显示语言为德语或英语。当信息涉及消息文本、驱动对象状态和参数名时可将网页显示切换到所需语言（德语、英语、中文、意大利语、法语、西班牙语）。

以下将对网络服务器的重要功能进行说明。但是网络服务器的显示区“User's Area”是在单独的文档中进行说明的（参见“用户定义的网页”）。因此本手册并未对该显示区进行说明。

说明

授权

在网络服务器功能“授权”上的该位置上不会继续深入。相关详细信息参见章节：“许可 (页 955)”。

说明

固有文件的总存储空间大小

通过网络服务器存储的数据总存储空间大小不允许超过 100 MB。存储的数据总存储空间大小会影响备份时间。数据量越大，备份过程越长。

配置

网络服务器的基本配置通过 STARTER 或者在首次调试期间通过网络服务器自身完成。在驱动的出厂设置中，网络服务器是激活的。

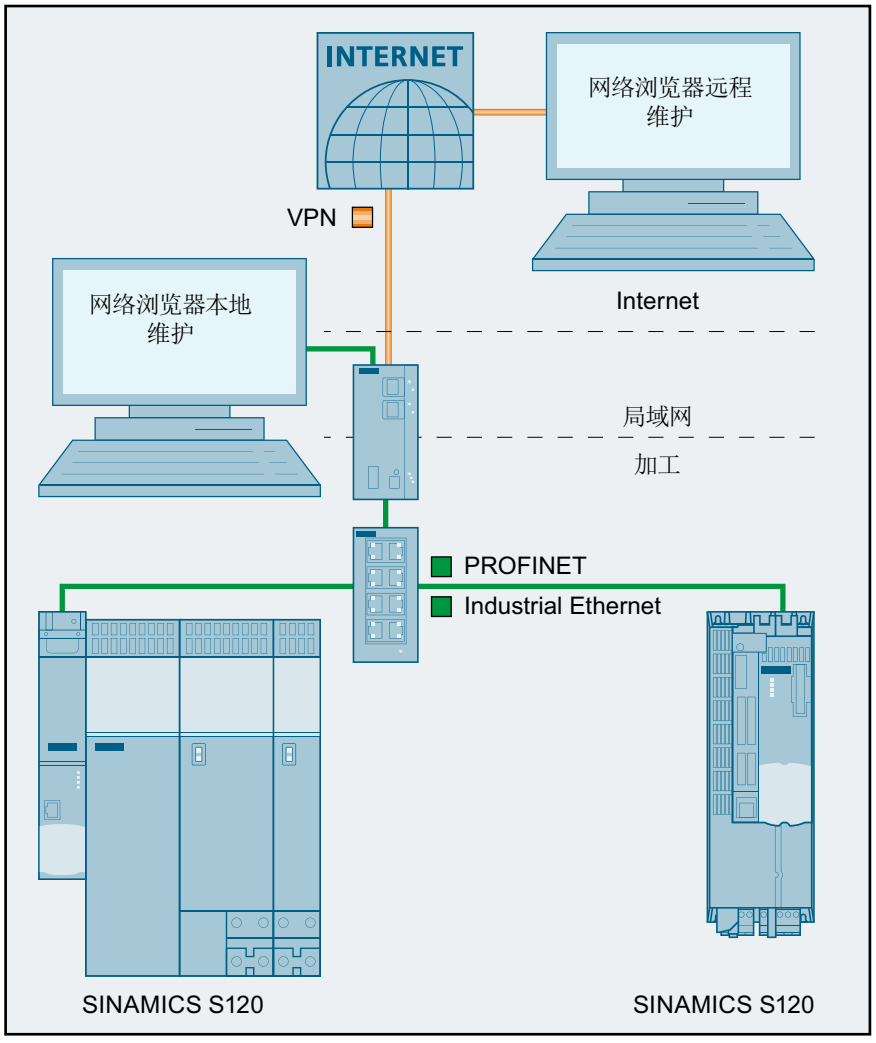


图 13-1　网络服务器的结构

数据传输

除了普通（非安全）传送 (HTTP) 外，网络服务器也支持安全传送 (HTTPS)。用户可通过输入地址自行决定是采用 HTTP 还是 HTTPS 来访问数据。

也可以通过禁用 HTTP 端口来强制使用 HTTPS，以确保安全。

访问权限

网络服务器不仅设计有 SINAMICS 的常规保护机制和密码保护机制，它还设计有专门的保护机制。对于具体功能而言，不同类别的用户有不同的访问权限。此处参数表同样设有充分保护，以确保只有具有权限的用户才能访问或修改数据。

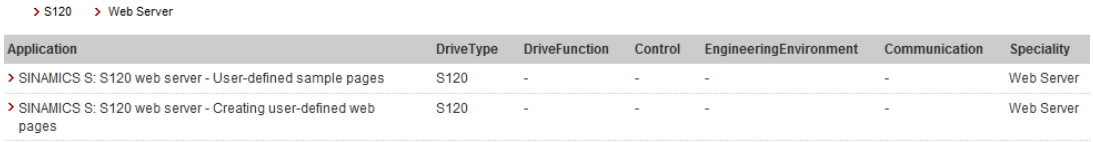
用户定义的网页

可以通过自创的网页扩展网络服务器的默认网页。在西门子工业在线支持（Siemens Industry Online Support）中可以找到更多信息：

1. 在浏览器中调用以下西门子网页：
   SINAMICS 应用示例 (https://www.automation.siemens.com/mc-app/sinamics-application-examples/Home/Index?language=de)
2. 在搜索掩码中选择驱动类型“S120”和“网络服务器”特殊性。



3. 点击结果列表中所需的简短信息。



之后西门子工业在线支持（Siemens Industry Online Support）中会显示相应的简短信息。也可以下载 PDF 版简短信息的详细说明。

13.2 基本信息

13.2.1 前提条件和地址

前提条件

在所有 CU310-2 和 CU320-2 控制单元上通过 LAN 接口 (X127) 可连接网络服务器。在带有 PROFINET 接口的控制单元上也需通过该接口连接网络服务器。

接口 X127 LAN（以太网）说明

说明

使用

以太网接口 X127 适用于调试和诊断，因此必须始终都能访问（例如：用于维修）。

此外，X127 还具有以下限制：

- 只允许本地访问
- 在闭合的开关柜中无联网或只允许本地联网

如果需要对开关柜进行远程访问，则此处需要采取额外的安全措施，以防止机密数据被破坏、未经授权更改和窃听而被滥用（另见“工业安全 (页 27)”）。

编址

网络服务器中各个驱动的编址是通过 IP 地址进行的。诸如“轧机驱动 1”之类的符号名只借助您自己的 IT 设备命名。系统无法识别驱动中的符号名。

IP 地址的设置可参见控制单元的参数设置说明。示例：

- 集成的以太网接口 (X127)：r8911
- PROFINET 接口 (X150)：r8931

也可以使用调试工具（STARTER，SCOUT...）来确定和分配 IP 地址。

集成以太网接口的 IP 地址的出厂设置为 169.254.11.22。

支持的网络浏览器

当前版本的 SINAMICS 网络服务器支持大窗口显示，如同 PC 屏幕。

网络服务器支持的网络浏览器有：

- Microsoft Internet Explorer 11
- Microsoft Edge 38
- Mozilla Firefox 52
- Google Chrome 62

13.2.2 配置网络服务器

13.2.2.1 开展基本配置

网络服务器的配置在 STARTER 的对话框“Configure webserver” 中进行。原则上配置工作既可以在 STARTER 离线模式中进行，也可以在在线模式中进行。

还有一种方法是，在专家参数表中借助相关参数配置网络服务器。参数的相关说明见 SINAMICS S120/S150 参数手册。参数 p8986 用于激活网络服务器。

调用网络服务器配置对话框

1. 在项目浏览区中选中所需驱动。
2. 调用右键菜单中的“Webserver”。
   “Webserver configuration”对话框随后打开。

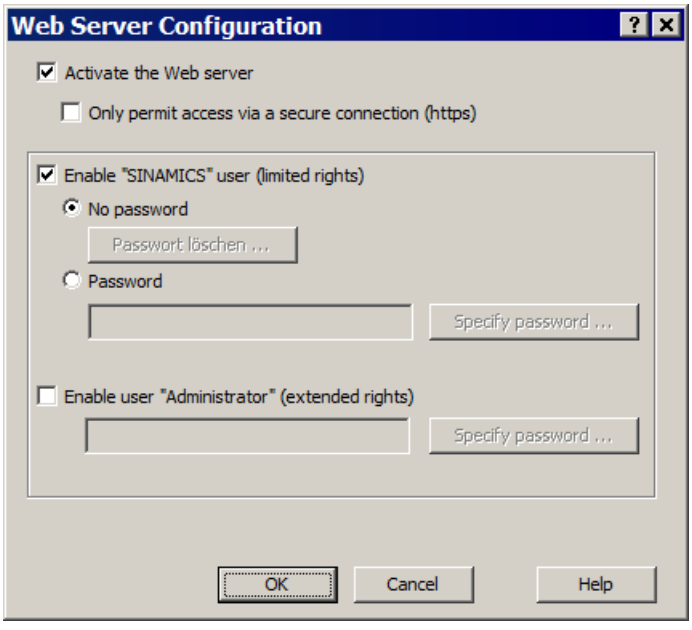


图 13-2 以缺省设置配置网络服务器

激活/关闭网络服务器

1. 在配置窗口中选中或撤销选项“Activate webserver”。
2. 接着点击“OK”，关闭配置对话框，确认设置。

将网络服务器的访问限定为“安全连接”

在网络服务器的缺省配置中，您既可以通过 HTTP 连接也可以通过 HTTPS 加密连接访问 SINAMICS 变频器。您也可以将访问方式强制设为 HTTPS 。

注意
使用未加密连接 (HTTP)可导致软件篡改 使用 HTTP 协议时，登录数据也进行不加密传输。这会使（例如）盗取密码变得简单并会因未授权的数据篡改而造成损失。 ● 为了将所有的数据都进行加密传输，访问应限制使用安全连接。

只有在激活了网络服务器后，用于限制 HTTPS 的相关配置选项才可修改：

- STARTER 配置对话框中（参见图“使用缺省设置配置网络服务器”）
- 首次调试前在网络服务器中
- 通过参数 p8986

操作步骤：

1. 勾选配置对话框中的复选框“Access only via safe connection (HTTPS)”。
2. 如果不希望设置读写访问的密码（参见章节“设置密码 (页 919)”），直接按“OK”确认。现在便完成了网络服务器的基本配置。

通过 PROFINET 接口 X150 访问网络服务器（配置）：

通过参数 p8986.1、p8984 和 p8985 您可以配置经由 PROFINET 接口的网络服务器 HTTP/HTTPS 访问。但前提是设置了 p8986.0 = 1 或通过“网络服务器配置”对话框激活了网络服务器访问（参见“激活或禁用网络服务器”）。

13.2.2.2 设置密码

前提条件

在 STARTER 中已经打开了网络服务器的配置对话框，网络服务器已激活，见基本配置 (页 917)。

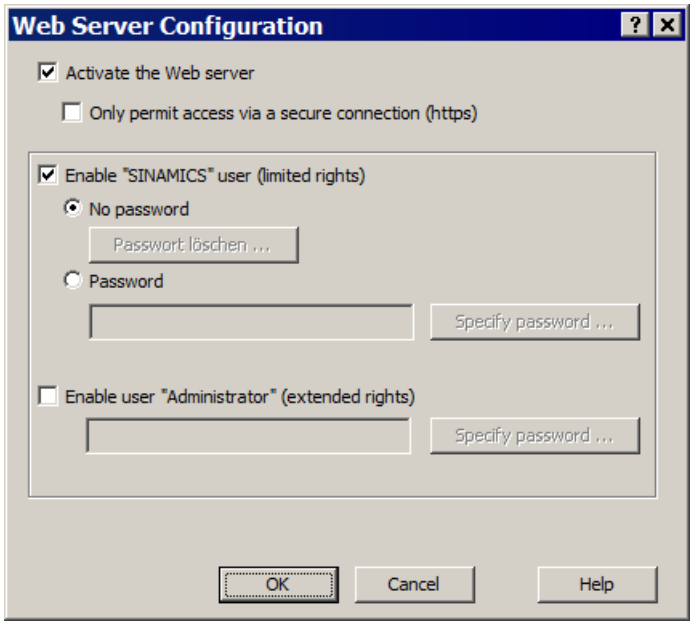


图 13-3 以缺省设置配置网络服务器

首次调试时，也可通过网络服务器（显示区“Setup”）进行密码设置。步骤与 STARTER 中密码设置的步骤相同。

激活用户

可以激活用户“SINAMICS”和“Administrator”及其专有权限。此处也可以确定是否需要为用户“SINAMICS”设置密码保护。缺省设置

- SINAMICS:无密码保护
  建议设置密码。密码最少须包含 8 个字符。
  密码可以防止黑客盗取密码影响其他调试人员的使用。
- Administrator：密码保护（密码**未**预设）
  必须设置一个至少含 8 个字符的密码。如未设置密码，则在登录时会出现报警“A09000：网络服务器安全：未设置管理员密码”。

缺省设置中，用户“Administrator”具有所有权限。而标准用户“SINAMICS”只有受限的访问权限。

说明

安全密码

SINAMICS 几乎没有设定任何密码设置规范。只是应使用至少 8 个字符的密码。因此您可以设置任意密码。STARTER 不会检查密码中是否有非法字符或者是否已存在。因此，密码安全完全由用户确保。

建议使用足够长的 10 个字符的密码。并且密码中要包含特殊字符，尽量避免使用已在别处使用的密码。

请注意，修改 Windows 语言设置后可能会导致之后的密码验证出错。如果需要使用某语言中的特殊字符，请确保在稍后输入该字符时将 PC 切换到对应语言。

按以下步骤，激活用户并设置密码：

1. 点击需要激活的用户的复选框，比如用户“SINAMICS”。
2. “SINAMICS”用户还需另外勾选选项“带密码”。
   选项下方的按钮“Input password”随后激活。
3. 点击按钮“Input password”。
   “Webserver - input password”对话框打开。

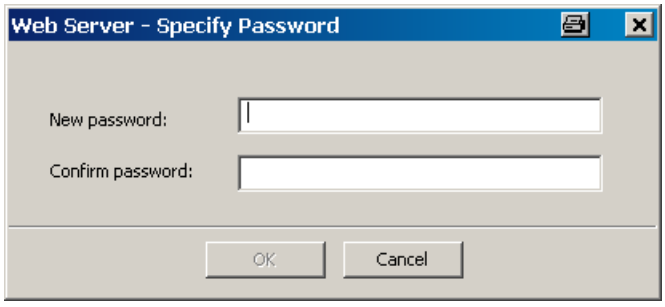


图 13-4　确定网络服务器密码

4. 在输入栏“新密码”中输入新密码。注意区分大小写。
5. 在输入栏“Confirm password”中再次输入密码。
   输入栏中的密码都加密显示，以确保安全。
6. 点击“OK”，确认输入。
   这两个密码一致时，输入对话框关闭。如果不一致，输入对话框仍打开，并弹出提示信息。两行输入栏中的密码被同时清除。此时您必须重新在两行输入栏中输入密码。
   日后调用相应的网页时会询问一次密码。

修改密码

密码可以随时加以修改。之前为某个用户设置的旧密码加密显示。

如要修改密码，则必须知悉当前密码。

1. 在用户的设置区中点击按钮“Change password”。
   “Webserver - input password”对话框打开。
2. 在最上方的输入栏中输入旧密码。
3. 在输入栏“新密码”中输入新密码。注意区分大小写。
4. 在输入栏“Confirm password”中再次输入密码。
   两行输入栏中的密码都加密显示，以确保安全。
5. 点击“OK”，确认输入。
   密码都正确时，输入对话框关闭。

说明

删除密码

“SINAMICS”用户可以按下“删除密码”，再次删除已经输入的密码。只有“管理员”用户才可以修改密码。

忘记密码？

如果忘记密码，您将无法再通过网络服务器访问 SINAMICS 数据和功能。按照以下步骤可设置一个新密码：

1. 在 STARTER 中备份当前驱动设备的配置。
   勾选驱动设备，调用右键菜单“Target device -> Load CPU/ Drive unit to PG...”。
2. 将驱动设备恢复到出厂设置。
   在项目导航器中选中驱动设备，调用右键菜单“Target device > Restore factory settings”。
3. 将备份的配置重新载入驱动设备中。
   勾选驱动设备，调用右键菜单“Project > Load to target system...”。
4. 在 STARTER 中重新配置用户的网络服务器登录数据。

13.2.2.3 通过网络服务器设置配置和用户账户

首次调试 SINAMICS 驱动时，也可通过网络服务器进行密码设置。

操作步骤

1. 在浏览器的地址栏中输入 SINAMICS 驱动的 IP 地址。
   以太网接口 (X127) 的缺省设置：169.254.11.22.
   如果在调试工具中还没有创建驱动的基本配置，则导航栏中会额外显示菜单“Settings”。
2. 在浏览区点击条目“Settings”。
   接着网络浏览器右侧的显示区“Settings”激活。默认情况下用户“SINAMICS”是激活的。

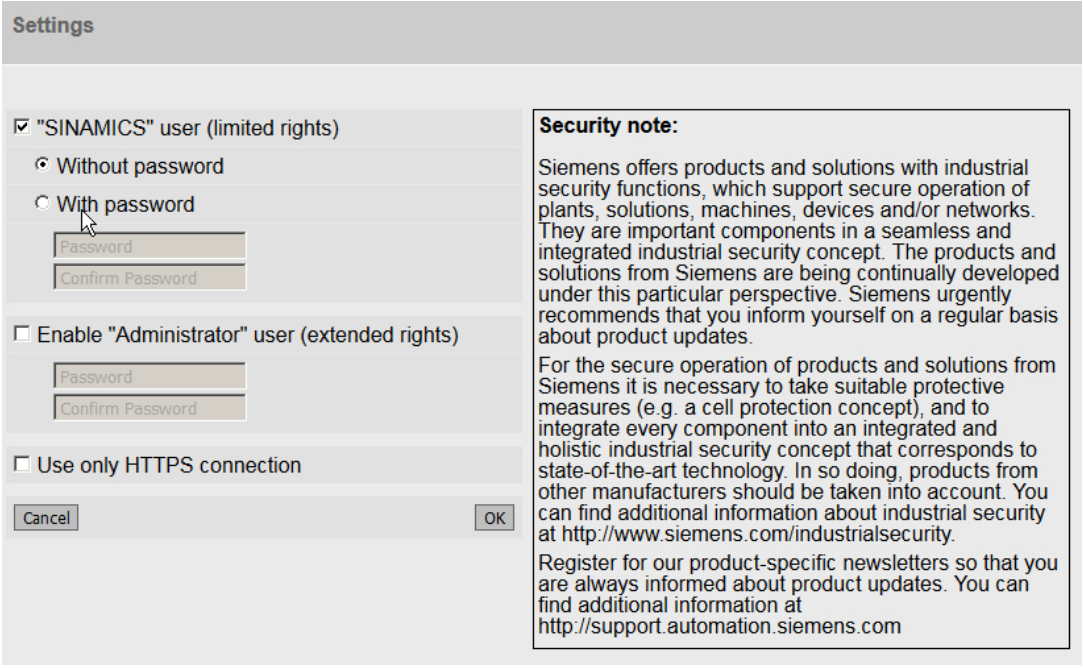


图 13-5　设置

3. 如果要为用户“SINAMICS”指定密码（建议），需要激活选项“With password”。
   现在输入一个密码，并在第 2 输入区中重复输入即可。
4. 如果要激活带网络服务器扩展权限的用户“Administrator”，则需激活选项“Activate user “Administrator”...”。
   现在为 Administrator 输入一个密码，并在第 2 输入区中重复输入即可。
5. 如果要将网络服务器的访问限制在安全的 HTTPS 连接中，则需激活选项“Use HTTPS connection only”。
   如此一来，所有数据都会加密传输。
6. 接着点击“OK”，将设置保存到驱动的存储卡中。

结果

如果设置已成功保存，会收到相应的消息，您可以立即采用该用户账户设置进行工作。

13.2.3 访问保护和访问权限

13.2.3.1 SINAMICS 访问权限

网络服务器中的完整访问保护由 3 部分组成：

- SINAMICS 写保护 (页 988)和专有技术 (页 991)保护
  在通过网络服务器访问驱动参数和配置数据时，写访问保护、专有技术保护以及密码保护的设置同样生效。通过网络服务器无法避开该保护。
  OEM 例外列表指定了在专有技术保护激活时仍能显示在网络服务器中的参数。
  如果由于保护而无法进行访问，网页上会弹出相应的提示信息。
- 网络服务器的访问保护 (页 924)
  通过网络服务器访问保护，可对用户“Administrator”和/或“SINAMICS”的访问权限进行相应的限制。
  这两种登录方式都建议使用安全密码。
- 网络服务器中参数表的访问保护 (页 925)
  对网络服务器中参数表的访问权限可由用户“Administrator”针对每个参数表进行定义。出于安全考虑，用户“Administrator”不应为用户“SINAMICS”针对同一参数表同时分配“write”和“change list”的权限。否则，用户“SINAMICS”能够随意更改访问等级 1-3 中的各个参数。

概要

最有效的访问保护即为上述保护机制的组合使用。

注意
盗取密码可导致变频器参数被篡改 如果未授权人员占有了用户的登录信息，则可篡改参数设置并导致损失。 ● 激活专有技术保护（参见章节“专有技术保护 (页 991)”）。 ● 注意：极为重要的参数未列举在 OEM 例外列表中。

13.2.3.2 网络服务器的访问保护

为 SINAMICS 网络服务器提供了以下两种不同缺省权限的用户登录方式：

用户	登录名	功能	缺省	权限
用户 1	SINAMICS	诊断用户	激活	只读访问权限和应答故障的权限。
用户 2	Administrator	参数用户	未激活	可修改设备和项目访问权限以及应答故障的权限。

说明

首次调试期间的访问权限

首次调试期间打开网络服务器时不需要登录。调试期间，用户就如“Administrator”一样具有网络服务器所有功能的权限。

而驱动调试完毕后，访问有一定限制。

网络服务器的功能	访问权限		
	所有	SINAMICS	Administrator
开始页面/输入密码	X	X	X
诊断页面（版本一览、驱动对象状态、报警和诊断缓冲器）	–	X	X
复位故障存储器	–	X	X
上传跟踪文件	–	X	X
创建/添加/删除参数表	–	X 1)	X 1)
读取参数	–	X 2)	X 2)
写入参数和保存参数	–	X 2)	X 2)
更新配置数据	–	–	X
更新固件	–	–	X
进行授权设置	–	–	X
将用户自定义页面载入驱动中	–	–	X

1) 只有用户具有权限的列表才能被编辑。在创建时，缺省值随用户类别变化。

2) 可以单独为参数表设置该权限。缺省值随用户类别变化。

通过网络服务器配置可以在参数表中单独为每个用户和每个参数表设置访问权限。

密码设置

用户 “SINAMICS” 和 “Administrator” 的缺省密码保护设置如下：

- SINAMICS:无密码保护
  建议设置密码。密码最少须包含 8 个字符。
  密码可以防止黑客盗取密码影响其他调试人员的使用。
- Administrator：密码保护（密码**未**预设）
  必须设置一个至少含 8 个字符的密码。如未设置密码，则在登录时会出现报警“A09000：网络服务器安全：未设置管理员密码”。

首次调试结束后，这两类用户的密码只能通过 STARTER 配置定义或修改。恢复出厂设置后密码恢复为初始设置（另见章节“设置密码 (页 919)”）。

如要修改密码，则必须知悉当前密码。

调用相应的网页时会询问密码一次。

13.2.3.3 网络服务器中参数列表的访问保护

参数表的标准权限

参数表有 3 种标准权限：

标准权限	注释
Change list	用户可创建、修改并删除列表。
Read	用户可读取列表参数。
Write	用户可写入列表参数并保存参数。

参数表的缺省访问权限如下定义：

情况：	“SINAMICS”用户的权限	“Administrator”用户的权限
“SINAMICS”用户创建的列表	Change list / Read	Change list / Read / Write
“Administrator”用户创建的列表	Read	Change list / Read / Write

您可以根据上表列出的缺省权限修改单独参数表的权限：

- “SINAMICS”和“Administrator”用户可以限制自己的权限。
- “Administrator”用户可以限制“SINAMICS”用户的权限或将其权限扩大到自己的权限范围。

说明

出于安全考虑，用户“Administrator”不应为用户“SINAMICS”针对同一参数表同时分配“write”和“change list”的权限。

注意

盗取密码可导致变频器参数被篡改

如果未授权人员占有了用户的登录信息，则可篡改参数设置并导致损失。

- 激活专有技术保护（参见章节“专有技术保护 (页 991)”）。
- 注意：极为重要的参数未列举在 OEM 例外列表中。

修改网络服务器中参数表的访问权限

1. 启动网络服务器，见启动网络服务器 (页 930)。
2. 在浏览区点击条目“Parameter”。
   接着浏览器右侧的参数显示激活。此时会显示“Define”标签。
3. 然后点击标签“Define”。
   此时会在下拉菜单“List name”中显示允许修改的所有参数列表。
4. 选择需要的参数表。
5. 点击按钮“Access”。
   包含参数表权限设置的“Access right”对话框打开。

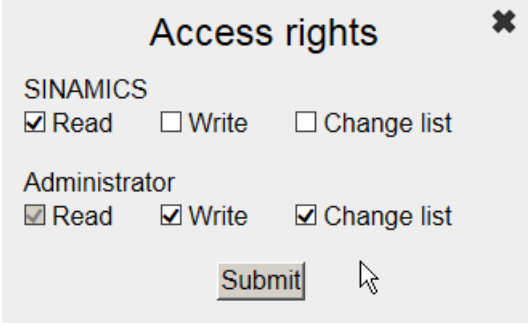


图 13-6　访问权限

此处可以看到用户“SINAMICS”和“Administrator”的缺省访问权限。激活的访问权限的复选框被勾中。

6. 点击对应的复选框，激活或撤销访问权限。
7. 点击“Submit”，确认设置。
   对话框关闭。

13.2.4 信息和参数

故障和报警（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

A09000 网络服务器安全：未设置管理员密码

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0196[0...255] 拓扑组件状态
- r8911[0...3] IE 实际 IP 地址
- r8931[0...3] PN 实际 IP 地址
- p8984[0...1] BI:网络服务器接口使能信号源
- p8985[0...1] 网络服务器接口配置
- p8986 网络服务器配置
- p8987[0...1] 网络服务器端口指定

13.2.5 安全数据传输证书

13.2.5.1 一览

通过 “Transport Layer Security”（安全传输层协议，TLS）可在客户端和 SINAMICS 驱动之间进行加密数据传输。“Transport Layer Security”（安全传输层协议）是驱动进行浏览器 HTTPS 访问的基础。

该章节描述了需要进行哪些步骤才能在客户端和 SINAMICS 之间进行加密数据传输。

HTTPS 访问保护

使用 HTTPS 的浏览器与网络服务器之间的加密通讯类型决定了证书的创建和安装。

您有 3 种方式来获取服务器证书：

- 使用缺省配置
- 使用自创建的证书（通过证书软键，例如 OpenSSL）
- 使用认证机构的服务器证书

加密文件

基于“Transport Layer Security”（安全传输层协议）的加密过程需要 2 个加密文件：

- 一个公用证书（Public Certificate）
- 一个私钥（Private Key）

对于相对应的 SINAMICS 驱动接口，密码组是单独设置的。这样在进行 HTTPS 访问时就能确保所请求的地址与所连接 SINAMICS 驱动是真正对应的。

说明

只能通过密码设置时输入的接口标识（名称或 IP 地址）进行 SINAMICS 驱动加密访问。

证书操作如下：

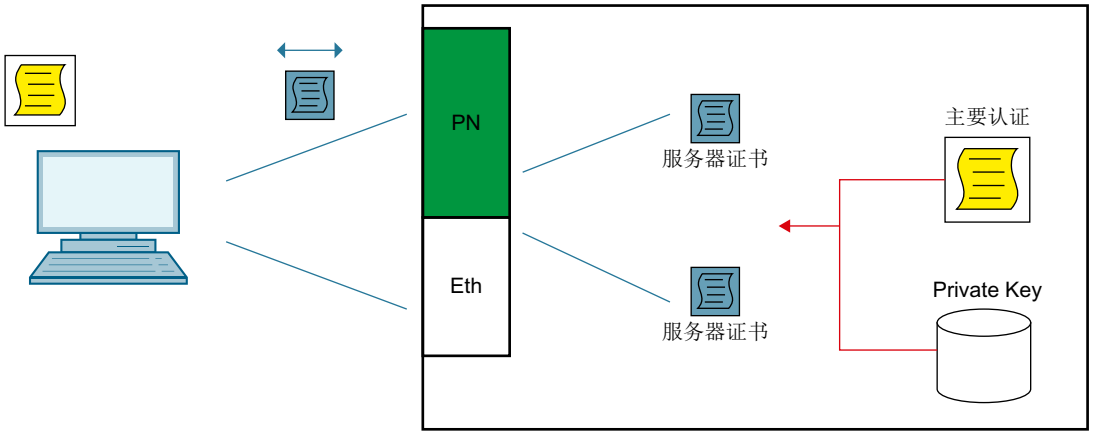


图 13-7　证书操作方案

有关 Transport Layer Security（安全传输层协议）证书的更多信息参见 地址 (http://www.verisign.com)。

供货状态

为了能在 SINAMICS 交付时通过 HTTPS 访问驱动，在首次使用 HTTPS 时会在设备上生成一个私钥文件。

使用该密钥进行 HTTPS 访问时，系统会警告证书未知。

证书的有效期

证书有效期至 2044 年。

有效期届满后须注意：必须将新的有效证书装到所有相关的驱动上。

13.2.5.2 使用证书缺省配置

说明

安全

下文介绍的“使用缺省配置”并非通过网络服务器与驱动进行数据传输的最安全方式。
因此仅在无自创建证书或购入证书可用时才建议采用此方案。

供货状态下，设备存储卡上存储了一个标准主证书和一个私钥（Private Key）。

主证书的名称	ITDiagRootCA.crt
私钥的名称	ITDiagRootCA.key

系统会通过这些数据创建之后使用的服务器证书和私钥。

操作步骤

1. 在浏览器中初次调用与驱动的 HTTPS 网络服务器连接。
2. 接下来，若无可用的的证书和私钥，那么固件会基于主证书和 Private Key 创建新的服务器证书和服务器私钥。该步骤专门对应通讯用接口的 IP 地址。
3. 接着，系统会警告证书未知。
4. 将服务器证书导入您所使用的默认浏览器。
   导入证书的详细步骤请参见浏览器的操作向导（帮助）。
   或者可通过“OEM/SINAMICS/HMICFG/CERT/ITDIAGROOTCA.CRT”路径导入主证书以代替服务器证书。该主证书的使用不受 IP 地址和驱动的限制。

13.2.5.3 使用自有证书

通过以下途径获取安全数据连接证书：

- 自行创建证书。
  所需软件并未包含在 SINAMICS S120 的供货范围内。
- 从认证机构购买。

表格 13-1 示例：

服务器证书的名称	<IP-Addr>.TLS.crt (z. B. 192.168.2.90.TLS.crt)
服务器私钥的名称	<IP-Addr>.TLS.key (z. B. 192.168.2.90.TLS.key)

操作步骤

1. 将服务器证书和服务器私钥复制到设备存储卡（\OEM\SINAMICS\WEB\WEBCONF\CERT\）。
2. 重命名文件为“SINAMICS.key”和“SINAMICS.crt”。
3. 创建两个文件的安全备份。
4. PC 浏览器须已知所使用的证书。
   – 将证书“SINAMICS.crt”导入浏览器。
     导入的详细步骤请参见浏览器的操作向导（帮助）。
5. 在浏览器中调用与驱动的 HTTPS 网络服务器连接。
   – 若证书已正确导入，那么接下来会建立所需的连接。
   – 若证书未导入，那么打开浏览器时会显示签名的认证机构 CA 未知。

13.2.6 启动网络服务器

前提条件

- 网络服务器在 STARTER 配置中激活（见基本配置 (页 917)）。
- 有效的通讯设置
- PG/PC 已与控制单元（目标设备）连接

启动

1. 在网络浏览器的地址栏中输入 SINAMICS 驱动的 IP 地址。
   以太网接口 (X127) 的缺省设置：169.254.11.22.

说明

安全

除了惯常的驱动连接外，也可通过 HTTPS 进行安全数据传输。该功能的使用前提是您的 PC 浏览器启用了证书（参见 安全数据传输证书 (页 927)）。

2. 按下<Return>确认。
   接着网络服务器的开始页面打开。其中显示了最重要的驱动数据。

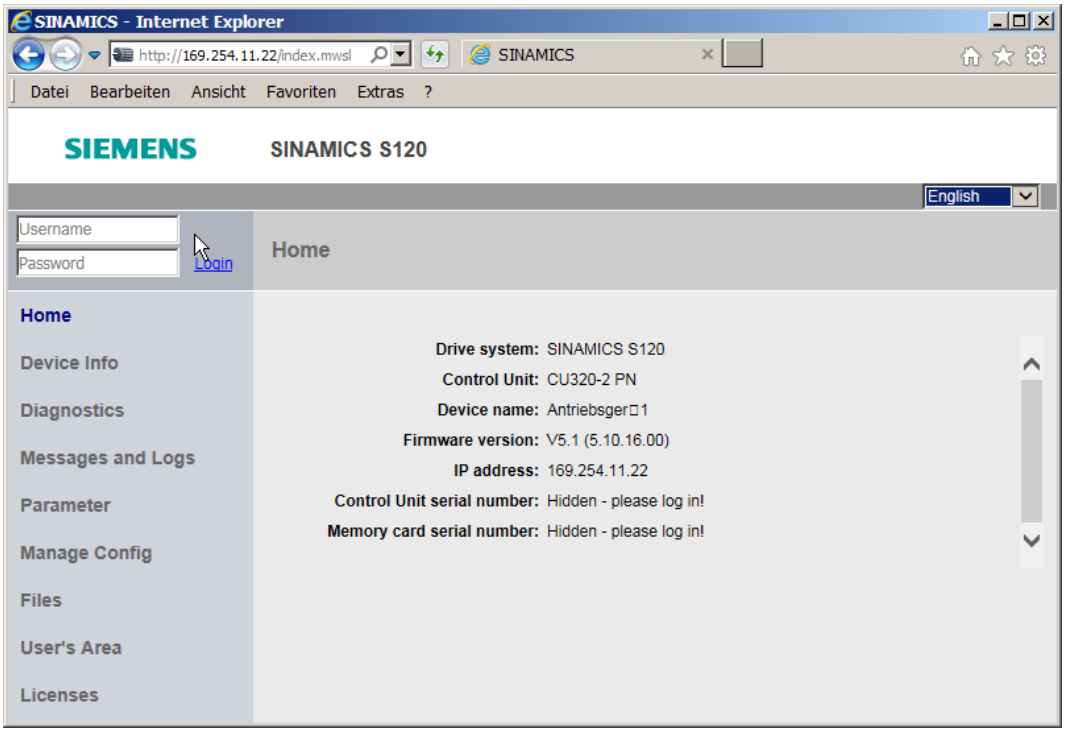


图 13-8　网络服务器的开始页面

3. 接着在左上方输入登录名和密码。
4. 点击“Login”，确认输入。

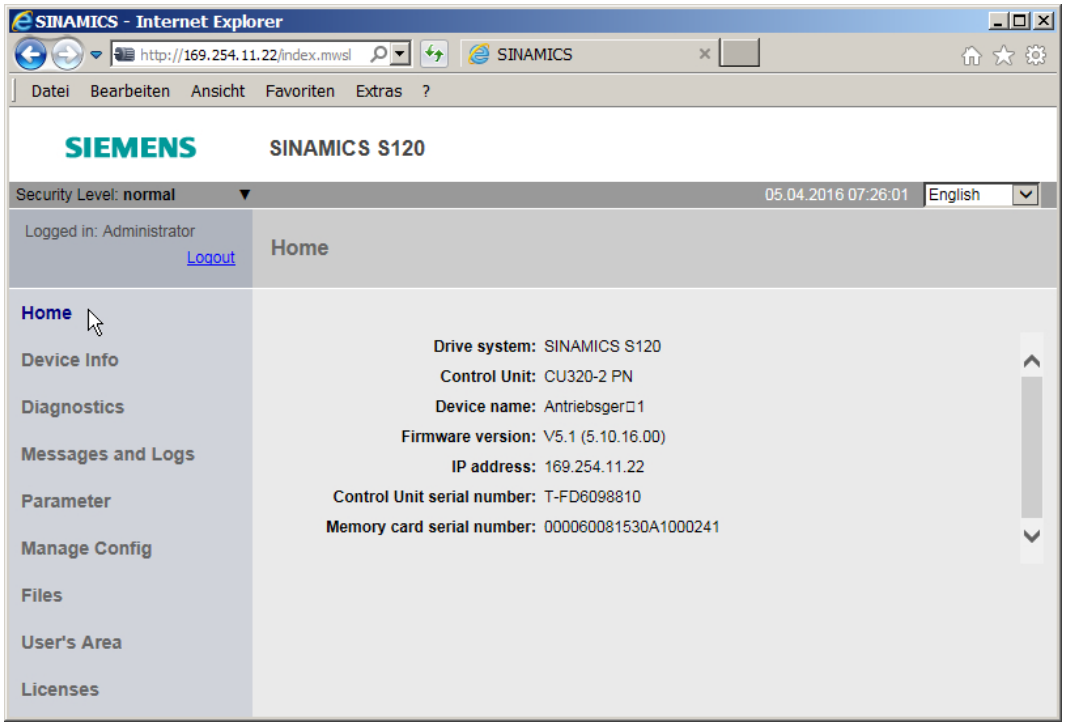


图 13-9　登录后的开始页面

在登录后，您可以调用各个显示区。

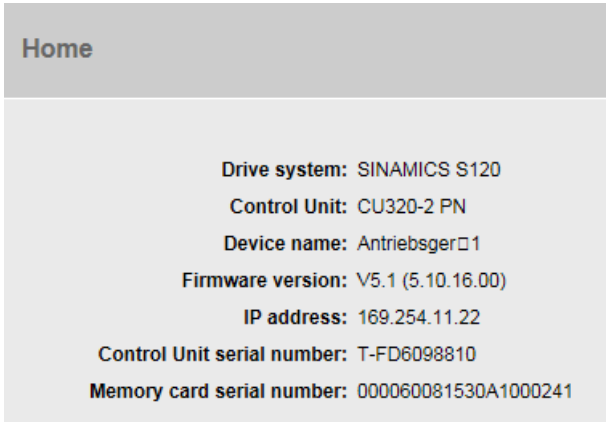
网络服务器显示区

网络服务器的显示分为 2 个主要区域：

- 浏览
  在浏览区内您可以用鼠标直接选中各个显示区。



- 显示区
  不同的显示区显示不同信息。比如：“参数”区。每个显示区可以通过标签继续细分。
  显示区的名称显示在顶部。



注销

如果您不再需要使用网络服务器或者希望禁用详细的显示区，出于安全考虑可以注销。

点击浏览区域左上方的“Logout”。

13.3 参数设置

13.3.1 显示并修改驱动参数

13.3.1.1 创建参数表

通过网络服务器自定义参数表，您可以访问所有驱动参数：

- 包括 DCC 和 Tec 参数

在网络服务器中您可以最多管理 20 张参数表，每张参数表可最多包含 40 个参数。成功创建的参数表会备份到驱动的存储卡上。因此即使在驱动重新上电后，之前选中的参数也不会丢失。

现有写保护和专有技术保护同样作用于通过网络服务器进行的参数访问。

说明

在 SINAMICS S120/150 参数手册的“用于写保护和专有技术保护的参数”一章中详细介绍了相关参数。

- 专有技术保护生效时可修改的参数
  见“设有 KHP_WRITE_NO_LOCK 的参数”一节
- 专有技术保护生效时只读的参数
  见“设有 KHP_ACTIVE_READ 的参数”一节

在网络服务器中创建参数表

1. 在浏览区点击条目“Parameter”。
   接着网络浏览器右侧的显示区“Parameter”激活。在调用该操作区时，标签“Define”激活。

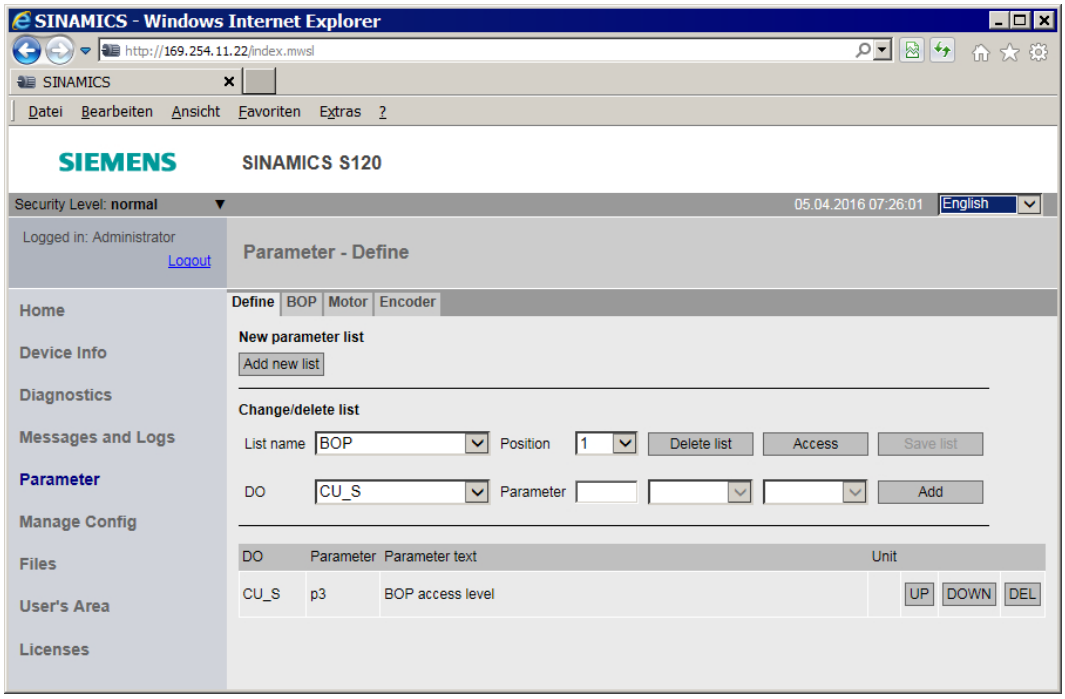


图 13-10　驱动参数 - 定义参数表

2. 点击按钮“Add new list”。

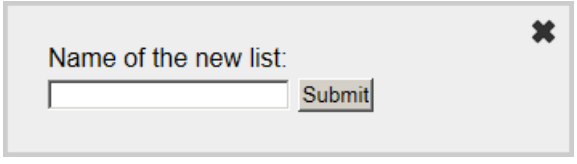


图 13-11　驱动参数 - 新列表

3. 为新参数表命名（无特殊字符）并点击“Define”，确认输入。
4. 点击按钮“Access”，为参数表设置访问权限（参见章节网络服务器上参数表的访问权限 (页 925)）。

5. 在下拉菜单“DO”中选择驱动对象。

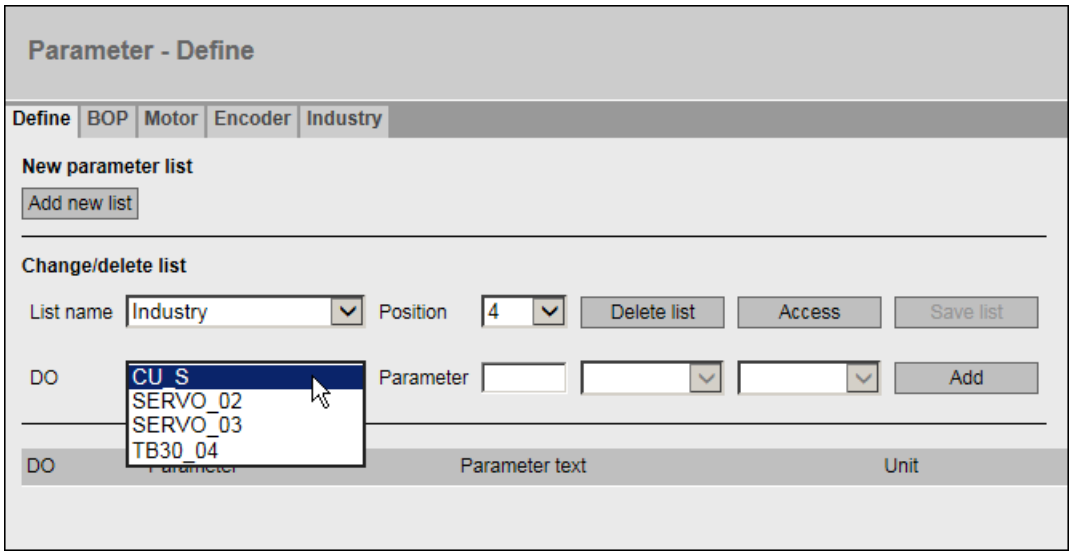


图 13-12 驱动参数 - 创建参数表

6. 在以下输入栏中输入驱动对象的参数，比如：601:0。
   - 第 1 栏：参数号
   - 第 2 栏：索引
   - 第 3 栏：位编号

   输入栏右侧现在显示参数名。如果参数不需要下标或位号，则这些栏为空。
7. 点击参数表中第一个空行右侧的按钮“Add”。
   参数现在成功插入到参数表中。
8. 为每个需要在参数表中新建的参数重复第 5 步到第 7 步。
9. 接着点击按钮“Save List”，将参数表保存到驱动的存储卡（OEM/SINAMICS/HMI/PARLISTS）中。
   新的参数表现在有一个新的标签。标签中显示其名称。通过该标签您可以查看真正的参数值，必要时加以修改。
10. 如要在当前设置的参数表中更改参数的顺序，则有 2 种方式：
    - 使用按钮“UP”和“DOWN”将选中的参数移动到需要的列表位置。
    - 通过拖拽将选中的参数移动到需要的列表位置。

13.3.1.2 删除参数表

在网络服务器的显示区“参数”中既可以删除整张参数表，也可以删除选中参数表中的单个条目。

说明

删除操作要求您具有选中参数表的 Change 权限（参见章节“网络服务器上参数表的访问权限 (页 925)”）。

删除参数表

1. 在下拉菜单“List name”中选择需要删除的参数表。

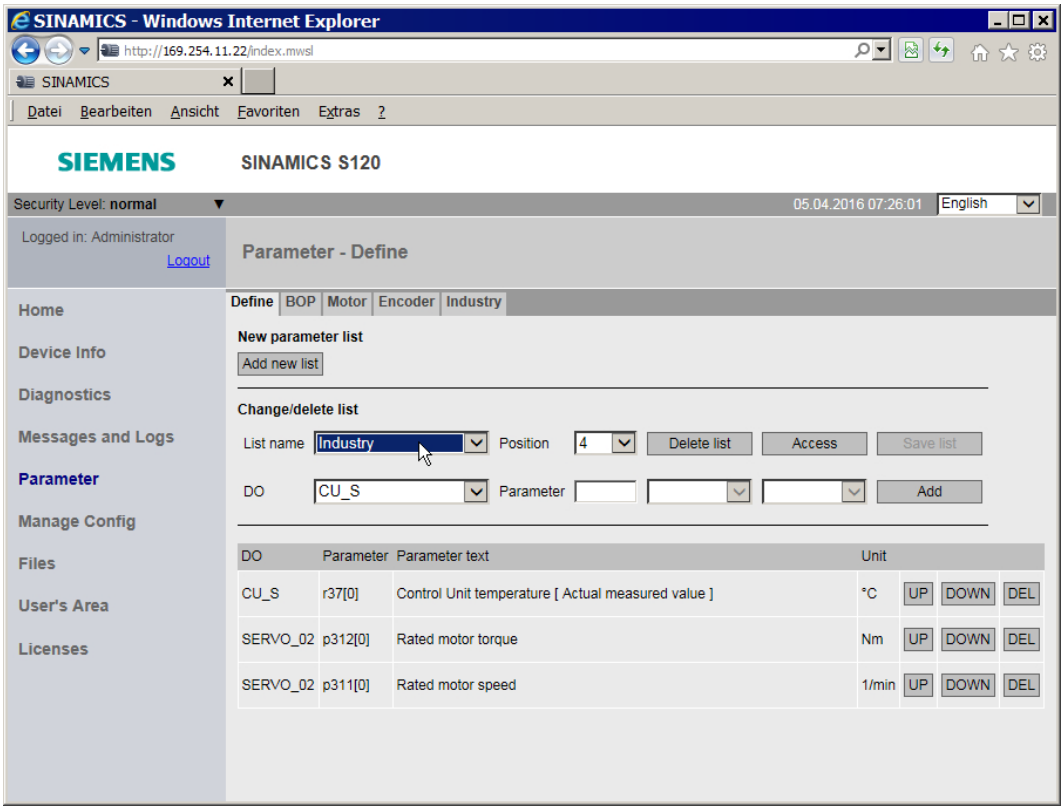


图 13-13　驱动参数 - 删除参数表

2. 然后点击按钮“Delete List”。
   具有 Change 权限时，显示的参数表被删除。

删除参数表中的条目

1. 在下拉菜单“List name”中选择需要删除其条目（表格行）的参数表。
2. 点击参数表中您需要删除的表格行前面的按钮“DEL”。

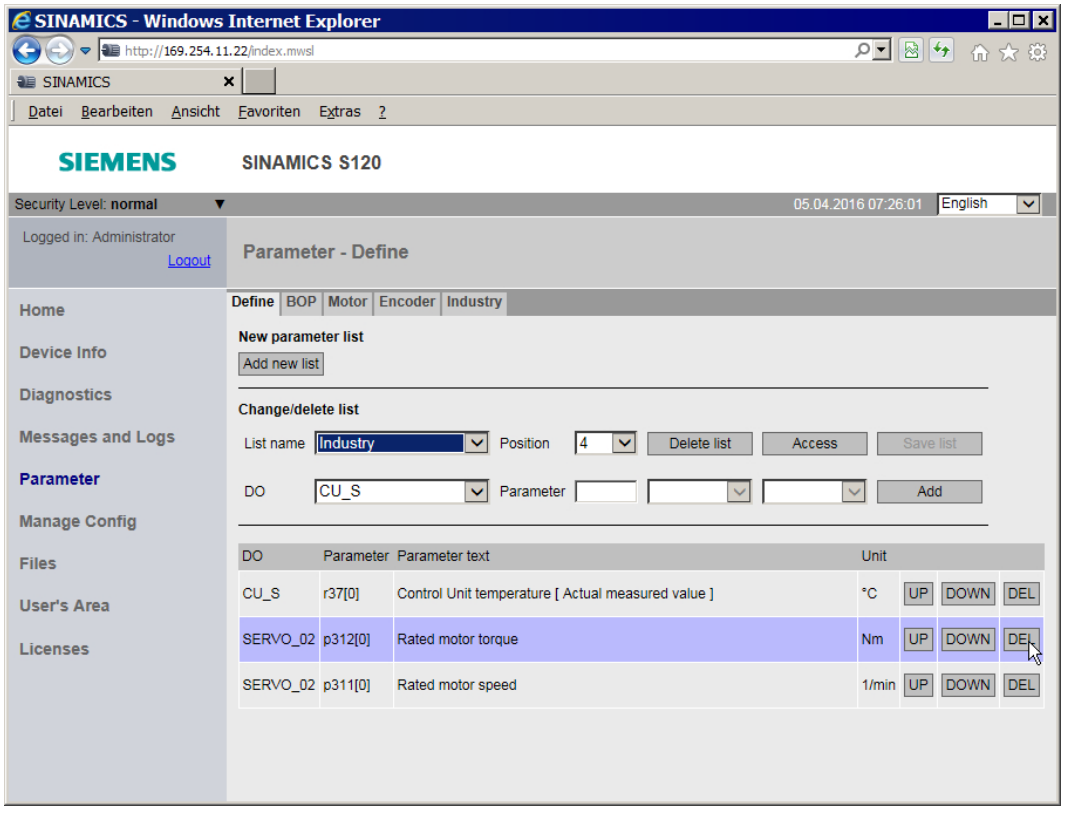


图 13-14　驱动参数 - 删除单个表

具有该参数表的 Change 权限时，表格行被删除。您可以按同样的步骤删除更多条目。删除所有目标条目后必须保存参数表。

3. 点击按钮“Save List”。

13.3.1.3　显示并修改驱动参数

参数值通过显示区“Parameter”中的标签显示。每张创建的参数表都有一个单独的标签。

参数显示会定期更新。如果无法更新，那么相应的参数会标记为红色。

修改参数值操作要求您具有写权限，见参数表的访问权限 (页 925)一节。此外还适用写保护和专有技术保护。

说明

在 SINAMICS S120/150 参数手册的“用于写保护和专有技术保护的参数”一章中详细介绍了相关参数。

- 专有技术保护生效时可修改的参数
  见“设有 KHP_WRITE_NO_LOCK 的参数”一节
- 专有技术保护生效时只读的参数
  见“设有 KHP_ACTIVE_READ 的参数”一节

通常，只有右侧有按钮“Change”的表格行中的参数值才可以被修改。

前提条件

- 所需参数表已在网络服务器中创建。

修改参数值

1. 在浏览区点击条目“Parameter”。
2. 点击显示区“参数”中所需参数表的标签。
   参数表随即显示。

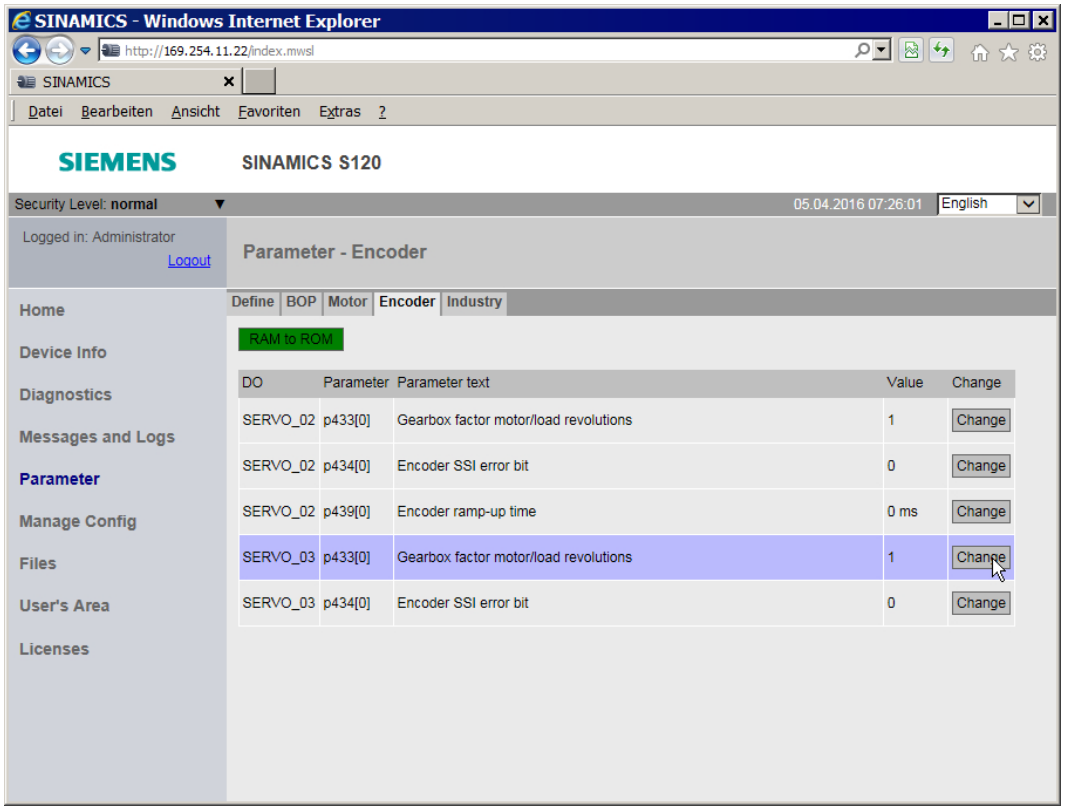


图 13-15　修改驱动参数

3. 点击表格行中您需要修改的参数值右侧的按钮“Change”。
   一个对话框打开。

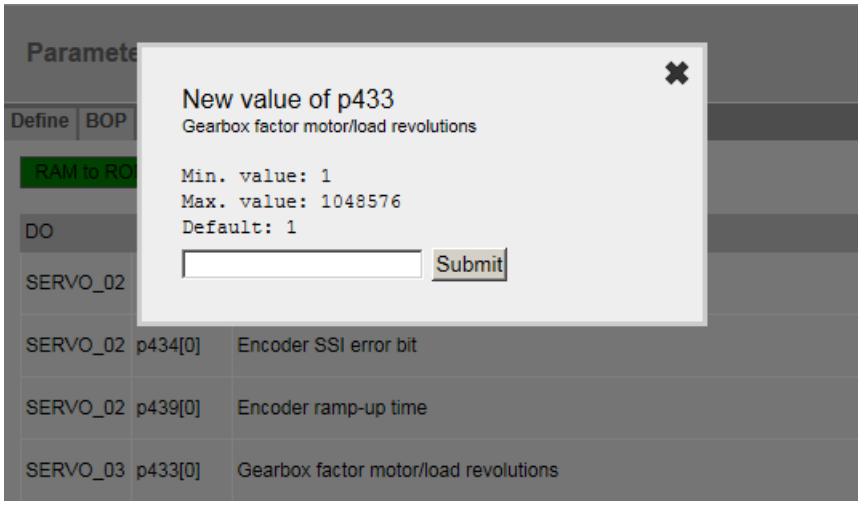


图 13-16　修改驱动参数 - 新值

4. 在输入栏“New Value”中输入新的参数值。接着点击“Submit”，确认输入。
   如果该值错误或非法，对话框将一直打开。此外还会跳出一条出错提示。
   成功输入新参数值后，对话框关闭。新的参数值显示在参数表中。
   新参数值必须保存到驱动的存储卡上。在修改某个参数值后，“RAM to ROM”以红色高亮显示。
5. 点击按钮“RAM to ROM”。
   RAM 以及所有执行的参数值修改一同保存。保存可能要持续几秒钟。按钮的颜色变为绿色。

13.3.2 更新固件或配置数据

通过网络服务器开展批量调试

借助网络服务器您可以将最新固件或配置数据下载到驱动的存储卡上（参见更新存储卡上的固件/配置 (页 415)）。

配置数据更新的一个最重要用途是，通过复制原型机的配置数据来进行批量调试。下文分步介绍：

操作步骤

1. 配置原型机（STARTER 离线，然后在线）。
2. 进入 STARTER 离线模式。
3. 在 STARTER 中执行功能“Download to file system”。
   此时采用保存方式“Save compressed (.zip Archiv)”。
4. 将原型机配置数据通过网络浏览器载入到其他驱动中(Clonen)。
5. 如之前没有激活原型机配置中的专有技术保护，您现在可以直接微调各个驱动的配置。
   如之前激活了该保护，您需要输入密码，方可微调各个驱动上不在例外列表中的参数。

   说明

   在 SINAMICS S120/150 参数手册的“用于写保护和专有技术保护的参数”一章中详细介绍了相关参数。

   - 专有技术保护生效时可修改的参数
     见“设有 KHP_WRITE_NO_LOCK 的参数”一节
   - 专有技术保护生效时只读的参数
     见“设有 KHP_ACTIVE_READ 的参数”一节

6. 必要时可接着为各个驱动激活专有技术保护和拷贝保护。

13.4 诊断

13.4.1 显示设备信息

借助网络服务器您可以显示最重要的设备信息。

显示信息

在浏览区点击条目“Device Info”。

接着显示区“Device Info”会显示最重要的设备信息。

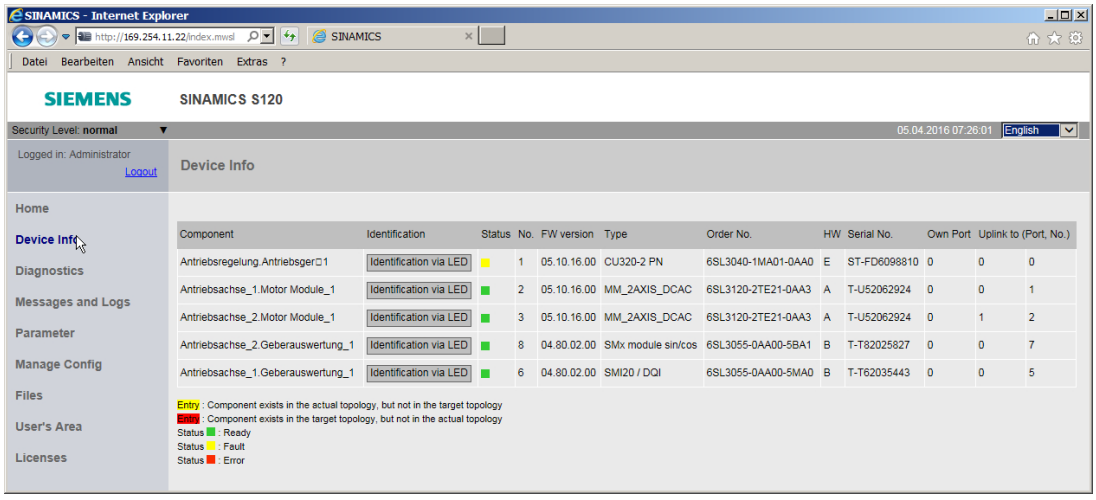


图 13-17 显示区：Device Info

借助于栏标题上的指针可以对所显示的表格进行排列。

组件识别及状态

与使用 STARTER 一样，通过网络服务器也可识别设备组件并显示其状态。

列	描述
Identification	使能驱动对象的识别。如果在该列中显示条目“Identify via LED”，则可在驱动上执行 LED 闪烁测试。 只要点击条目“Identify via LED”，相应驱动组件上的 Ready-LED 就会开始闪烁，这样即可对组件加以识别。
状态	通过该列显示组件的当前状态(r0196)。含义： ● 红色：存在故障 ● 黄色：需要等待 ● 绿色：组件正常。

13.4.2 显示诊断功能

13.4.2.1 驱动对象的状态显示和运行显示

借助网络服务器您可以查看驱动对象的状态显示和运行显示。

显示维修概览

1. 在浏览区点击条目“Diagnostics”。
2. 然后点击标签“Service overview”。
   网络浏览器会列明该驱动的所有驱动对象。

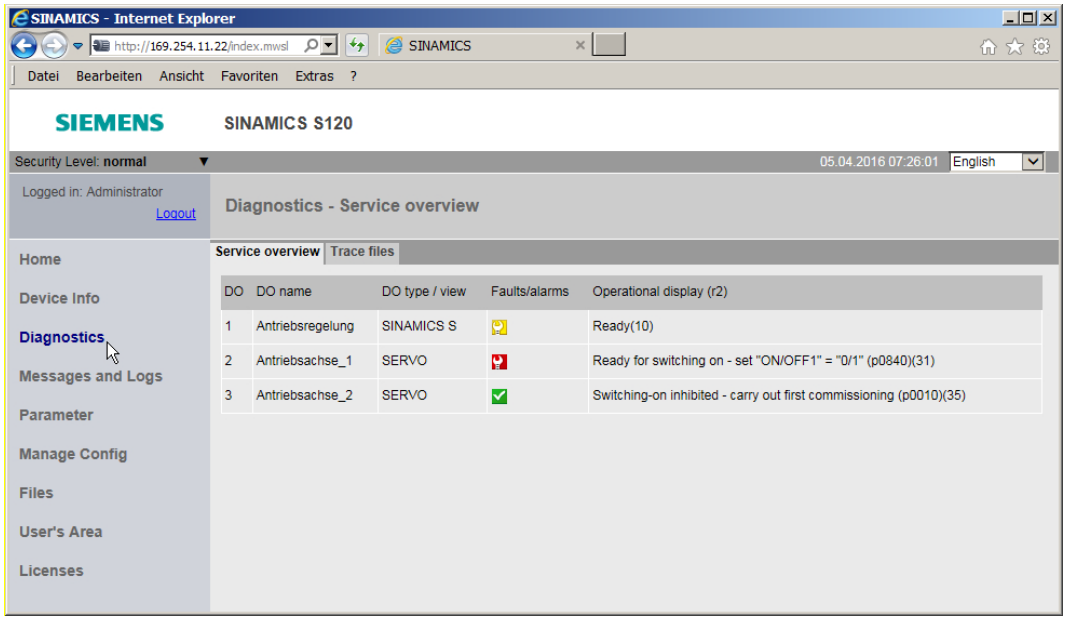


图 13-18　驱动对象的状态显示和运行显示

显示每个驱动对象的下列信息：

列	说明
DO	驱动对象的编号
DO 名称	驱动对象的名称
DO 类型/视图	驱动对象的类型
故障/报警	状态的图形化显示 故障 报警/急需维护 需要维护 确定
运行显示	驱动对象的状态（经由 r0002）

13.4.2.2　载入跟踪文件

网络服务器可用于载入通过多次跟踪生成的和保存在驱动器存储卡上的跟踪文件。此时所有文件都存放到网络客户端（也就是 PC 机）的目录 “USER/SINAMICS/DATA/TRACE” 下。可载入的跟踪文件在网页上带名称显示。

跟踪文件可在调试工具中以图形显示。

说明

激活和设置多次跟踪

有关激活和设置多次跟踪的详细信息请参考以下文档：

- SINAMICS S120 STARTER 调试手册
- SINAMICS S120 Startdrive 调试手册
- STARTER 在线帮助
- Startdrive 在线帮助

其中您可以了解如何将跟踪文件加载到您 PC 的文件系统中。

载入存储卡中的跟踪文件

1. 在浏览区点击条目“Diagnostics”。
2. 然后点击标签“Trace files”。
   标签“Trace files”中随后会列明可载入的跟踪文件：

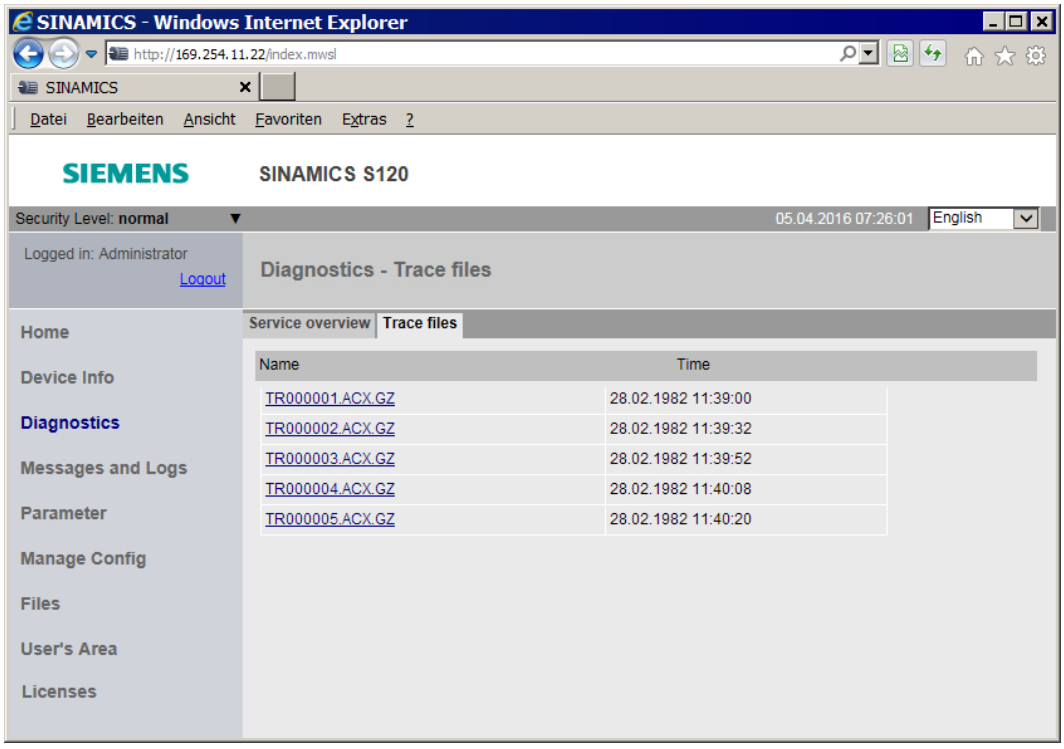


图 13-19　载入跟踪文件

3. 点击列表中您需要载入的跟踪文件的名称。
   接着系统会出现询问是否打开跟踪文件或是否将跟踪文件保存到您的文件系统中。
4. 将文件保存到您的文件系统中。
   文件系统中保存的文件可通过调试工具（例如：STARTER）打开。

13.4.3 显示信息

13.4.3.1 显示诊断缓冲器

借助网络服务器您可以查看诊断缓冲器。

借助诊断缓冲器可将重要的运行事件以日志的形式进行同步记录。诊断缓冲器位于非易失存储器中，这样就可以在对一个运行故障进行后续分析时读取之前写入的相关数据（包括史前数据）。

说明

有关诊断缓冲器的详细信息请参见 SINAMICS S120 STARTER 调试手册的章节“诊断缓冲器”。

显示诊断缓冲器

1. 在浏览区点击条目“Messages and Logs”。
2. 然后点击标签“Diagpuffer”。
   在标签“Diagpuffer”下随后会显示诊断缓冲器。

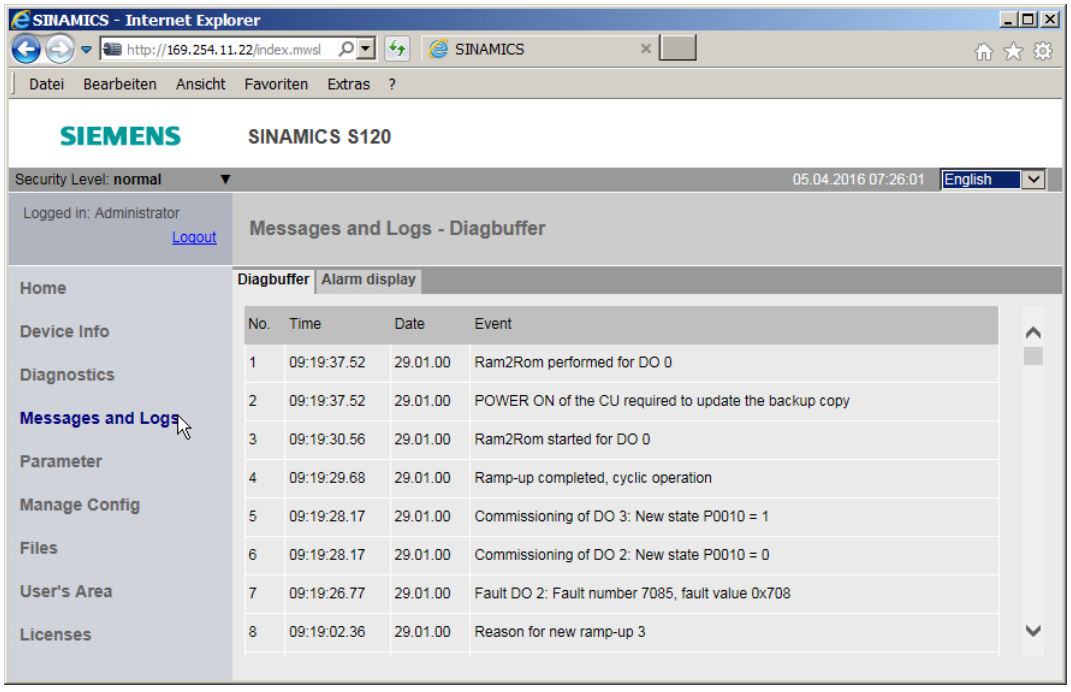


图 13-20　显示诊断缓冲器

显示下列信息：

列	注释
Nr	事件号
时间	事件发生时间 提示：在启动时不显示可能必要的同步时间，而是使用由以下内容组成的时间：“1.1.2000 + 运行小时计数器”。
日期	事件发生日期
事件	事件的文本显示

13.4.3.2　故障和报警显示

借助网络服务器您可以查看存在的报警和故障并应答还未被应答的故障。

显示报警信息

1. 在浏览区点击条目“Messages and Logs”。
2. 然后点击标签“Alarms drive”。
   驱动对象最新的故障和报警便会在标签“Alarms drive”中显示。

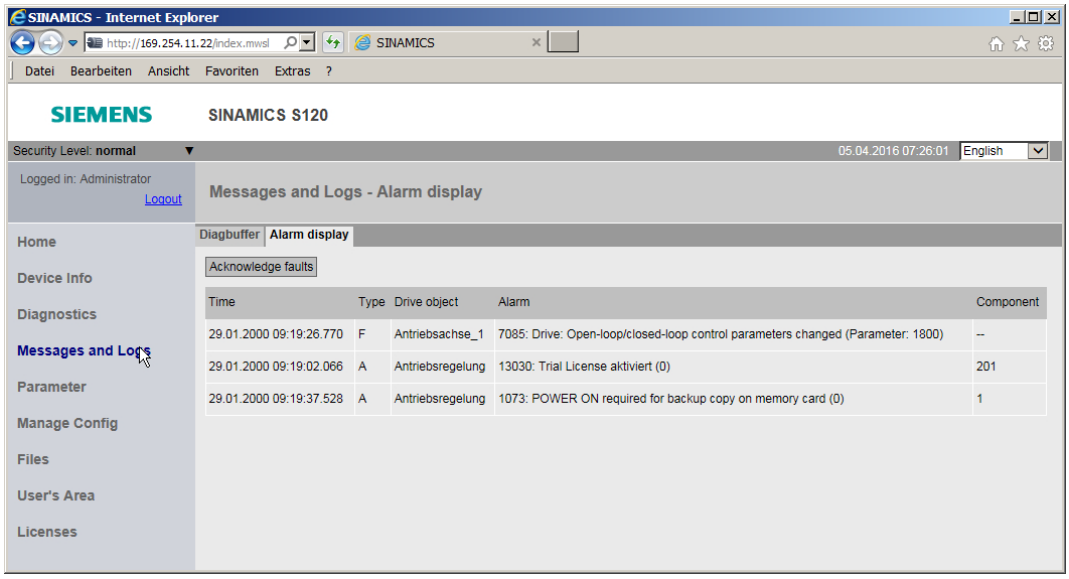


图 13-21　显示报警信息

显示下列信息：

列	注释
时间	事件发生时间
类型	事件类型
驱动对象	出现报警的驱动对象
报警	报警 ID（报警值）及描述
组件	出现报警的组件号

报警和故障的显示会自动更新。显示可通过筛选器对“Type”和“Drive Object”两列中的条目进行筛选。

3. 点击按钮“Acknowledge faults”。
   故障被应答。“Alarms drive”标签的显示更新。

驱动系统的基本信息 14

14.1 参数

参数可分为设置参数和显示参数：

- 设置参数（可写、可读）
  这些参数直接影响功能特性。
  示例：斜坡函数发生器的斜坡上升和斜坡下降时间
- 显示参数（只读）
  这些参数用于显示内部数据。
  示例：当前电机电流

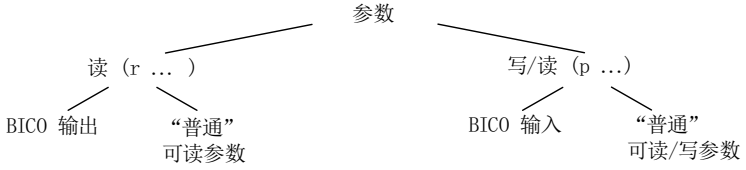


图 14-1 参数类型

所有这种驱动参数都可以通过 PROFIBUS 按照 PROFIdrive 行规定义的机制以及 p 参数读取和修改。

参数分类

各个驱动对象的参数按照如下方式分成各个数据组：

- 与数据组无关的参数
  这些参数在每个驱动对象中只出现一次。
- 与数据组相关的参数
  这些参数可以多次存在于驱动对象中，并可以通过参数索引确定地址以用于读写。数据组分为不同的类型：
  - CDS:Command Data Set
    通过相应地设置多个指令数据组并在这些数据组之间进行切换，驱动可以使用不同的预设信号源运行。
  - DDS:Drive Data Set
    驱动数据组中包含了用于切换驱动控制的设置的参数。

数据组 CDS 和 DDS 可在运行时进行切换。此外还有其它的数据组类型，但只能通过 DDS 切换间接激活。

- EDS Encoder Data Set - 编码器数据组
- MDS Motor Data Set - 电机数据组

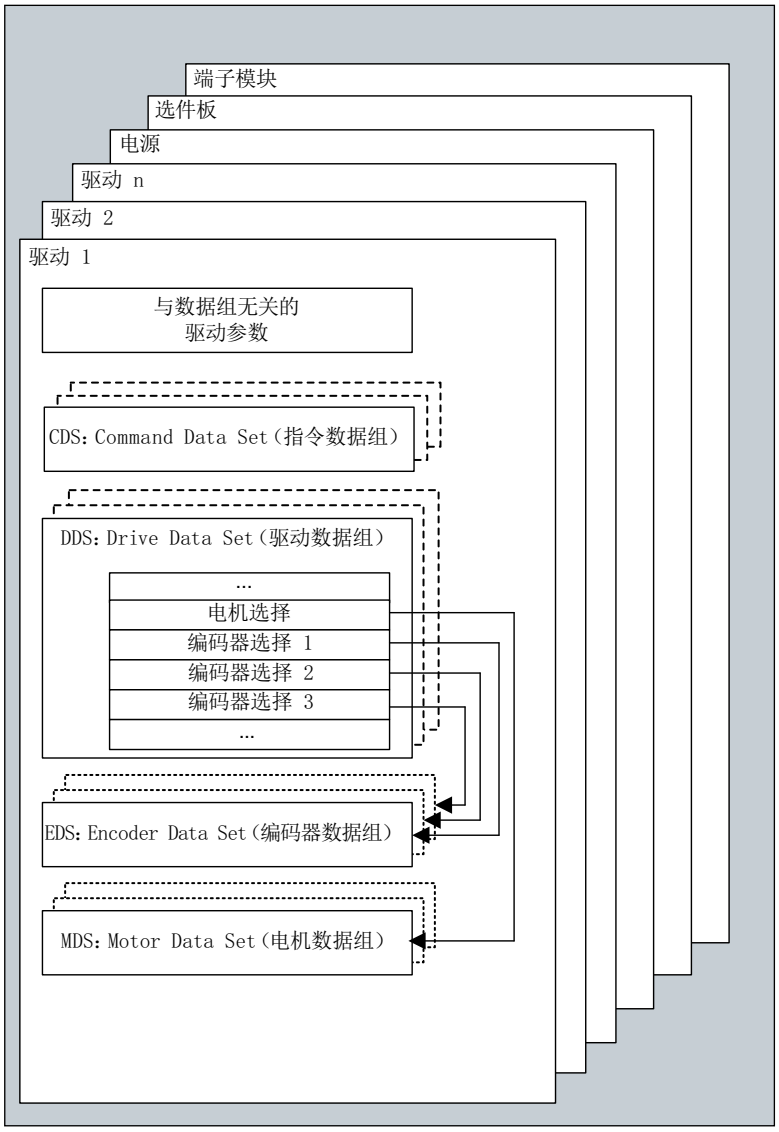


图 14-2　参数分类

非易失地保存参数

修改的参数值会暂时保存在工作存储器中。一旦关闭驱动系统，这些数据便会丢失。

如果需要在下一次上电时保留这些数据，必须按照以下方式将数据保存在 CF 卡上。

- 备份参数 - 设备和所有驱动
  p0977 = 1; 会自动恢复为 0。
- 使用 STARTER 备份参数
  参见功能“从 RAM 复制到 ROM”。

复位参数

可以按照以下方式将参数恢复为出厂设置：

- 复位参数 - 当前驱动对象
  p0970 = 1; 会自动恢复为 0。
- 复位参数 - 驱动对象“控制单元”（CU_*）上的所有参数
  p0009 = 30 参数复位
  p0976 = 1; 会自动恢复为 0。

访问级

参数设有不同的访问级别。在 SINAMICS S120/S150 参数手册中说明了，哪些访问级别的参数可以显示并加以修改。可以通过 p0003 来设置所需的访问级别 0~ 4。

表格 14-1　访问级

访问级		注释
0	用户自定义	用户自定义列表中的参数(p0013)
1	标准	用于最简单操作的参数，例如：p1120 = 斜坡函数发生器斜升时间
2	扩展	用于设备基本功能操作的参数。
3	专家	该参数需要专业知识，例如：BICO 的设定
4	服务	该参数也需要专业知识。从固件 V5.1 起，该访问等级的参数不再有密码保护。

说明

参数 p0003 是 CU 特有的（存在于控制单元中）。

14.2 驱动对象（Drive Objects）

驱动对象（Drive Object，DO）是一种独立的封闭式软件功能单元，其拥有独立的参数，可能也会有独立的故障和报警。驱动对象可标准配备（例如输入/输出分析）、一次添加（例如端子板）或多次添加（例如驱动闭环控制）。

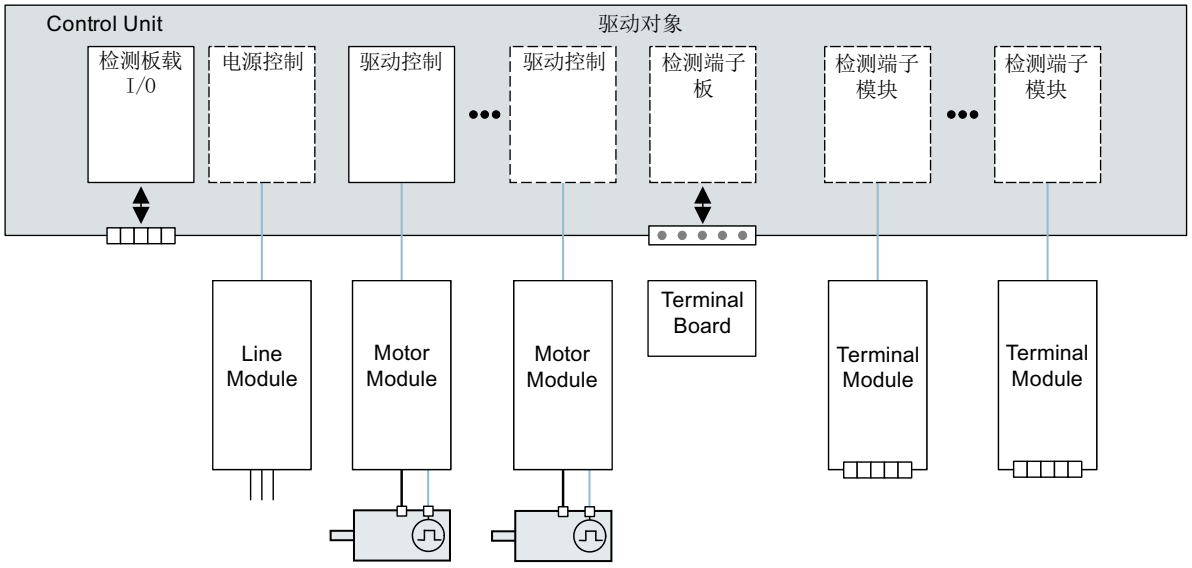


图 14-3　驱动对象 - Drive Objects

驱动对象概述

- 驱动闭环控制
  驱动闭环控制用于电机的闭环控制。驱动闭环控制至少配有 1 个电机模块、至少 1 个电机和最多 3 个编码器。
  可以为驱动闭环控制设置不同的运行方式，例如：伺服控制、矢量控制等。
  取决于控制单元的效率、对驱动闭环控制的要求，也可以设置多个驱动闭环控制。
- 控制单元，输入输出
  控制单元上的输入/输出在驱动对象内部进行分析。除了双向数字量输入输出，此处也处理用于测量头的快速输入。
- 驱动对象特性
  - 独立的参数区
  - STARTER 中独立的窗口
  - 独立的故障/报警系统
  - 独立的用于过程数据的 PROFIdrive 报文

- 电源：带 DRIVE-CLiQ 接口的电源模块的闭环控制
  如果在驱动系统内使用了一个带 DRIVE-CLiQ 接口的电源模块，则相应驱动对象内部的电源开环控制或闭环控制在控制单元上执行。
- 电源：不带 DRIVE-CLiQ 接口的电源模块的开环控制
  如果在驱动系统内使用了一个不带 DRIVE-CLiQ 接口的电源模块，则控制单元必须调节和分析相应的信号(RESET, READY)。
- 选件板分析
  该驱动对象用于对安装的选件板进行分析。它专有的工作方式取决于安装选件板的类型。
- 端子模块分析
  一个独立的驱动对象对连接的端子模块进行分析。
- 外部 ENCODER 分析
  对可选择连接的附加编码器的分析由一个独立的驱动对象进行。

说明

驱动对象

所有驱动对象的列表请参见 SINAMICS S120/S150 参数手册“参数一览”章节。

驱动对象配置

在控制单元内可创建不同的驱动对象。首次调试时可通过 STARTER 设置这些驱动对象。

驱动对象是可配置的功能块，用于执行特定的驱动功能。

如果在首次调试后需要添加或删除驱动对象，必须通过驱动系统的配置模式进行。

只有在配置了驱动对象并且从配置模式切换至参数设置模式后，才能访问驱动对象的参数。

说明

在首次调试时每个驱动对象都会指定一个 0 ~ 63 之间的编号用于内部识别。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0101[0...n] 驱动对象号
- r0102[0...1] 驱动对象数量
- p0107[0...n] 驱动对象类型

- p0108[0...n] 驱动对象功能模块（仅适用于驱动对象“控制单元”）
- r0108 驱动对象功能模块（所有其他驱动对象）

14.3 许可

14.3.1 概述

将购买的许可分配给硬件后，才可以使用 SINAMICS S120 驱动系统以及激活选件。在分配时用户会获得一个 License Key（许可证密钥），该密钥将各个选件和硬件以电子的方式关联在一起。

License Key 用作电子许可证，它表明具有一个或多个软件许可证。

需要授权的软件的真正书面证明称为“Certificate of License”（简称“CoL”）。

说明

基本功能和需要授权的功能的信息请参见订货资料，例如：产品样本。

许可证密钥的属性

- 指定用于特定的存储卡。
- 非易失地保存在存储卡上。
- 不能传送。
- 订购时已经固定分配至已订购的存储卡。
- 也可以后续使用“WEB License Manager（WEB 许可证管理器）”从基于之前订购获得的许可证的数据库中生成。

系统反应

选件许可不充分时的系统响应

如果没有获得充分的选件许可，会通过以下故障和控制单元的 LED 加以显示：

- F13000 许可不充分
- LED READY 以 2 Hz 的频率红色闪烁



说明

驱动系统没有获得充分的选件许可时，只能在调试和维修中运行。此时必须明确激活 Trial License Mode（试用许可模式）。

只有获得充分许可后，驱动才能正常运行。并不是所有选件都支持 Trial License Mode（试用许可模式）！

功能模块许可不充分时的系统响应

如果没有获得充分的功能模块许可，会通过以下故障和控制单元的 LED 加以显示：

- F13000 许可不充分
- F13010 功能模块未获许可
- 驱动会通过 OFF1 响应停机。
- LED READY 以 2 Hz 的频率红色闪烁



说明

无法在未获得充分功能模块许可的情况下运行驱动系统。

只有获得充分许可后，驱动才能正常运行。

Technology Extension 无足够许可时的系统响应

如果 Technology Extension 没有获得充分的许可（即使在“OA 应用”下显示名称），会通过以下故障和控制单元的 LED 加以显示：

- F13000 许可不充分
- LED READY 以 2 Hz 的频率红色闪烁



说明

Technology Extension 没有获得足够的许可时，驱动系统只能在调试和维修时运行。此时必须明确激活 Trial License Mode（试用许可模式）。

只有获得充分许可后，驱动才能正常运行。并不是所有 Technology Extensions 都支持 Trial License Mode（试用许可模式）！

性能扩展的提示

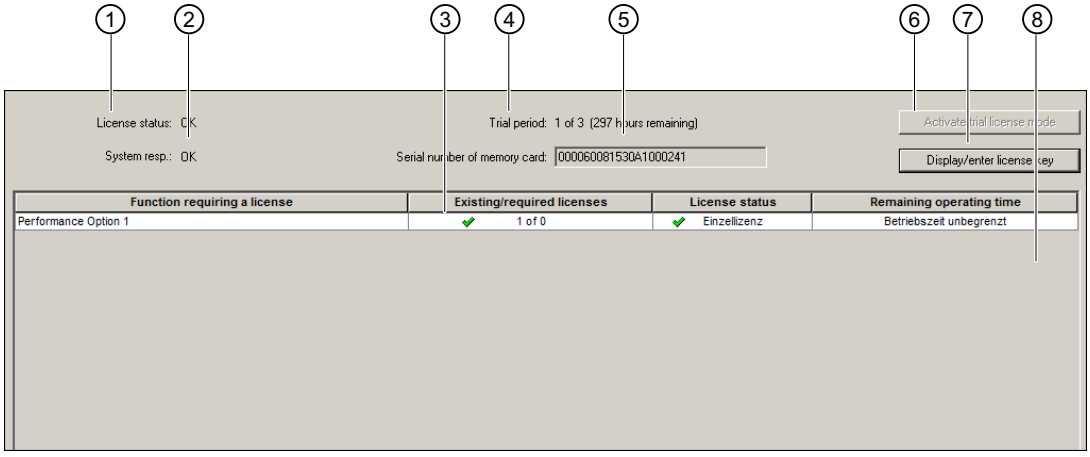
伺服/矢量控制需要控制的轴超过 4 根或 V/f 控制需要控制的轴超过 7 根，CU320-2 上需要使用“性能”选件，产品编号：6SL3074-0AA01-0AA0（参见软件功能的可用性 (页 1092)）。一旦超出轴数限制，会输出故障 F13000，而控制单元上的 LED READY 灯会以 2 Hz 的频率红色闪烁。

使用诸如扩展的安全功能时，每根轴都需要一份许可。

14.3.2 许可证一览

显示许可证一览

在调试工具 STARTER 和网络服务器 S120 中，各提供一个许可证一览页面。



① 显示当前许可证状态（例如：许可不充分）

② 当前许可证状态的系统响应（例如：驱动重新接通被禁止。）

③ 显示所需的许可证数量与许可证密钥中所含许可证数量的比较（**说明**：运行时，已有许可证的数量必须多于要求的许可证数量。）

④ 显示 Trial License 的当前状态（例如：Trial License Mode 未激活）

⑤ 用于显示和复制存储卡系列号的按钮

⑥ 用于激活 Trial License Mode 的按钮

⑦ 用于显示和输入 License Key 的按钮

⑧ 所有可用的及需要授权的功能列表

图 14-4 显示许可证一览

许可证一览中可进行以下操作：

- 了解驱动系统各个许可证的状态。
- 显示和输入许可证密钥（参见章节“显示/输入许可证密钥 (页 963)”）。
- 显示和复制使用的存储卡的序列号。
- 激活 Trial License Mode （参见章节“激活 Trial License Mode (页 960)”）。

Trial License Mode

基本信息

Trial License Mode 总共分为 3 个 Trial License Periods。各 Trial License Period 具有 300 个小时的运行时间（该时间是不可改变的）并且必须单独激活。Trial License Mode 总共有 900 小时（3 x 300 小时）的运行时间。

说明

运行 Trial License Mode 中的功能

大多数需要授权的功能都支持 Trial License Mode 并且只能在 Trial License Mode 中运行有限的时间。

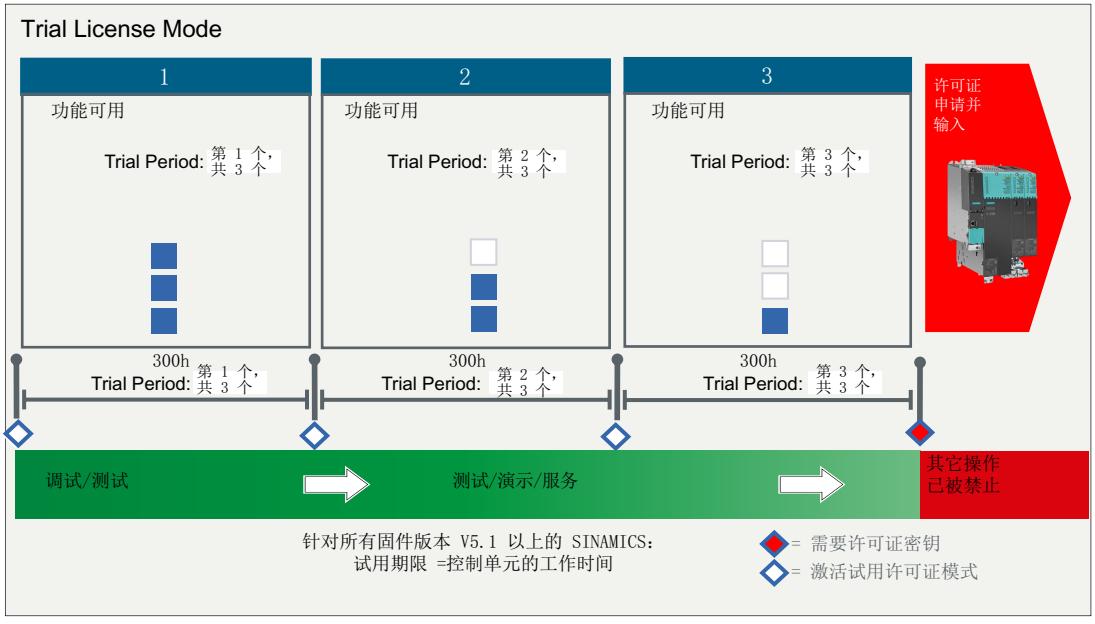


图 14-5 Trial License Mode:Trial License Periods 和应用情况

应用情况

第 1 Trial License Period 用于调试以及调试内的测试。2 和 3 两个 Trial License Periods 用于测试、演示或者服务。

激活 Trial License Mode

Trial License Mode 只能激活一次。这与 Trial License Mode 运行时的功能以及用户添加的单个 Trial License Periods 无关。

说明

不能重新激活！

取消激活 Trial License Mode 后不能重新激活！满足以下条件时，Trial License Mode 被取消激活。

- 第 3 个（最后的）Trial License Period 的运行时间已届满。
- 用户忽略了激活下一个 Trial License Period 的要求，系统开始启动。

激活单个 Trial License Periods

激活 Trial License Mode 后，第 1 个 Trial License Period 会自动激活。第 2 和第 3 个 Trial License Periods 必须在之前一个 Trial License Period 届满后单个激活。

已经激活的 Trial License Periods 不再能取消激活或暂停。当其他支持 Trial License Mode 的、需要授权的功能添加到 Trial License Mode 中时，已激活的 Trial License Periods 会自行开始计时。

Trial License Period 届满

临近 Trial License Period 届满时间时您会及时收到通知。您可以选择继续使用免费 Trial License Period，或直接购买完整许可证，不再使用 Trial License Mode。

说明

取消激活 Trial License Mode

如果没有激活下一个未使用的 Trial License Period，则可以在下一次驱动启动时取消激活 Trial License Mode。取消激活 Trial License Mode 后，只能通过完整许可证继续操作。

取消激活 Trial License Periods

无法取消激活单个 Trial License Periods。满足以下条件时，Trial License Mode 的使用将会延期。

- 所有激活的和需要授权的功能均取消激活。
- 输入了有效的许可证密钥。

Trial License Mode 使用延期时，最后激活的 Trial License Period 运行时间将被冻结，重新激活时继续。如果系统检测到许可不足，则最后激活的 Trial License Period 将会自动继续。这种情形下不需要重新激活 Trial License Mode。

获得完整许可证

有 2 中方法获得需要授权的功能的许可证。

- 与存储卡一并订购许可证。
- 补订，补订后通过“网络许可证管理器”分配给存储卡。

14.3.3 激活 Trial License Mode

前提条件

- 项目已创建。
- 驱动已创建。
- PG/PC 和驱动之间建立在线连接。

操作步骤

说明

Trial License Mode 的范围

Trial License Mode 总共分为 3 个 Trial License Periods。各 Trial License Period 具有 300 个小时的运行时间（该时间是不可改变的）并且必须单独激活。

说明

激活单个 Trial License Periods

激活 Trial License Mode 后，第 1 个 Trial License Period 会自动激活。第 2 和第 3 个 Trial License Periods 必须在之前一个 Trial License Period 届满后单个激活。

1. 打开许可证一览页面：
   - STARTER：
     在项目导航器中选中子条目“License overview”。
   - 网络服务器 S120：
     在浏览区“Licenses”中调用。
2. 点击按钮“ActivateTrial License Mode”。

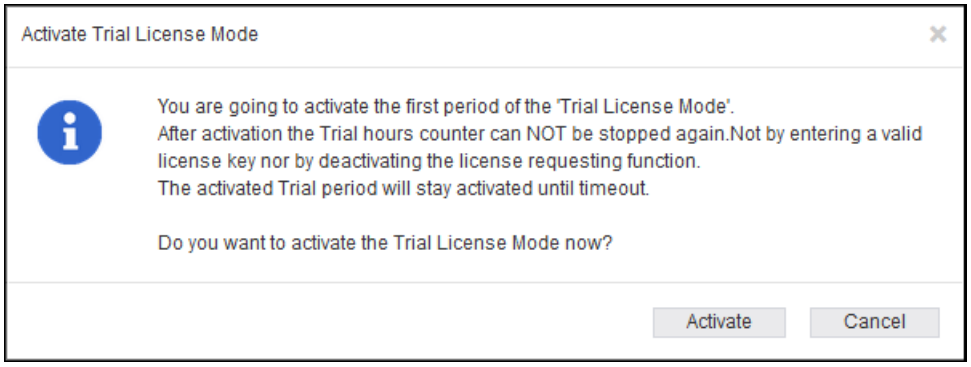


图 14-6　STARTER 示例：激活 Trial License Mode

3. 点击询问对话框内的按钮“Activate”，激活 Trial License Mode 。
   结果：显示以下报警信息：
   - **报警 A13030** 表示 Trial License Mode 已激活。接着状态总览里会显示 Trial License Mode 中授权功能的剩余有效时间。如果 Trial License Mode 激活失败，则不会显示报警 A13030。

说明

激活 Trial License Mode 失败

满足以下条件时，无法激活 Trial License Mode 。

- 需要授权的功能的许可证已安装并激活。
- 所选的需要授权的功能不支持 Trial License Mode。

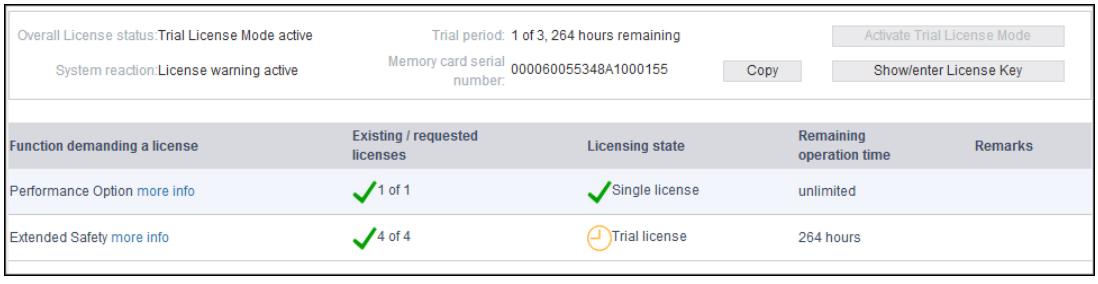


图 14-7　网络服务器示例：显示 Trial License Period 内的许可证

   - **报警 A13031**“Trial License Period 已届满”显示之前激活的 Trial License Period（例如：3 个中的第 1 个）已届满。

4. 重复步骤 2 和 3，激活其它 Trial License Periods。

说明

您可以在前一个试用期结束后再激活下一个 Trial License Period。

在第 3 个 Trial License Period 结束后，您会收到**报警 A13033**“Trial License 的最后一个 Period 期满”，Trial License Mode 自动取消激活。此时不再能激活带其他 Trial License Periods 的 Trial License Mode。在下一次上电时，驱动会被禁止启动。只有借助于完整许可证才能使用子功能！

5. 按如下步骤使得 Trial License Mode 期满后仍能使用 SINAMICS S120 或子功能：
   - 为相关子功能获得完整许可证。
   - 生成新的 License Key（参见章节“生成许可证密钥 (页 962)”）。
   - 输入新的 License Key（参见章节“显示/输入许可证密钥 (页 963)”）。

14.3.4 生成许可证密钥

通过 WEB License Manager 您可以得知存储卡上分配了多少许可证以及有哪些许可证。如果还需要其他许可证，您可以借助该网络许可证管理器向存储卡分配并生成新的许可证密钥。

说明

固件更新无需新的许可证。因此在您进行更新时，请勿删除存储卡上的许可证密钥(..\KEYS\SINAMICS\KEYS.txt)。

使用“WEB License Manager”时需要提供以下信息：

- 存储卡的序列号
  序列号位于存储卡上或者可以通过许可证一览复制。
- 许可证的编号和送货单号（在 Certificate of License 上可见）
- 产品标识

生成许可证密钥

1. 通过以下链接启动：
   网络许可证管理器 (https://workplace.automation.siemens.com/pls/swl-pub/SWL_MAIN_MENU.NAVIGATION_HEAD?a_lang_id=E&a_action=)
2. 选择链接“Direct access”。
   在许可证管理器中，滚动条位于“Login”。
3. 输入许可证编号及其送货单号，接着点击“Next”。
   进度条滚动到“Identify product”。
4. 输入存储卡的序列号。

5. 选择您使用的产品，如“SINAMICS S CU320-2 DP”。接着点击“Next ”。
进度条滚动到“Select license”。此处您可以在“Already assigned license”列中查看选中的送货单的哪些许可证已经使用或使用频率。
在“Additionally license to be assigned”列中您可以激活所需的许可证，也可以确定您需要多少额外的许可证。
6. 激活额外许可证后，接着点击“Next”。
进度条滚动到“Assign license”。此处列出了所有您选中的许可证，以便检查。
7. 点击“Assign”，分配许可证。
随后弹出一个安全询问。
8. 如果确保许可证已经正确分配，点击“OK”。
现在许可证分配给指定的硬件。进度条滚动到“Generate license key”上。License Key 显示在屏幕上，可保存为文本文件或 PDF 文件。

显示许可证密钥

如果不小心删除了存储卡上的 License Key，您可以通过 WEB License Manager 再次获取该密钥。

1. 通过以下链接启动：
网络许可证管理器 (https://workplace.automation.siemens.com/pls/swl-pub/SWL_MAIN_MENU.NAVIGATION_HEAD?a_lang_id=E&a_action=)
2. 在浏览区“User menu”下点击条目“Display license key”。
在“Display license key”右侧会显示多条输入栏。
3. 在“Hardware serial number”中输入存储卡序列号或者在“License number”中输入许可证号，接着点击按钮“Display license key”。
接着当前 License Key 会显示在屏幕上。
您可以通过电子邮件获得报告形式的 License Key。在该报告中会列出所有您为该存储卡订购的许可证。您可以从中查看缺少哪些许可证，然后补充订购。
4. 在输入栏“Email address”中输入您的地址，接着点击按钮“Request license report”。

14.3.5 显示/输入许可证密钥

在调试工具 Startdrive、STARTER 和网络服务器 S120 中，各提供一个许可证一览页面。您可以在其中查看当前的 License Key，必要时还可以输入新的密钥。

前提条件

- 项目已创建。
- 驱动已创建。
- PG/PC 和驱动之间建立在线连接。

操作步骤

1. 打开许可证一览页面：
   - STARTER：
     在项目浏览区中选择驱动。在项目浏览区中选择子条目“License overview”。
   - 网络服务器 S120：
     在浏览区“Licenses”中调用。

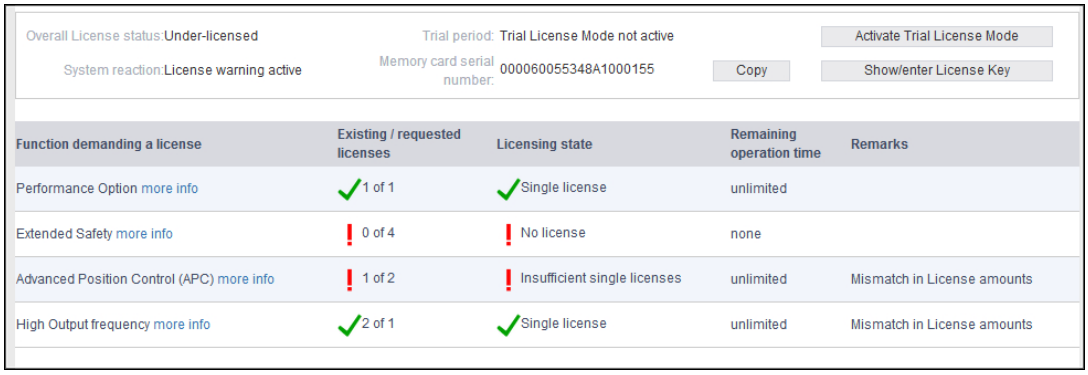


图 14-8　示例：网络服务器中的许可证一览

2. 点击许可证一览页面下的按钮“Display/enter licence key”。
   一个同名窗口打开。窗口顶部（如果已经存在）会显示驱动当前的许可证密钥。

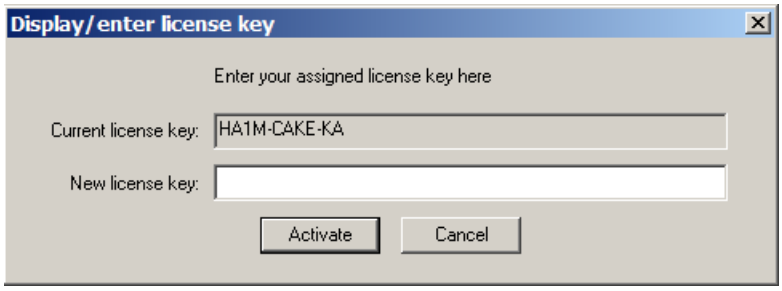


图 14-9　显示或输入许可证密钥

3. 如果希望使用新的许可证密钥，可以将它输入到“New licence key”栏中（本例中为：E1MQ-4BEA）。
   现在，原先的 Trial License 被完整许可证替代。
4. 点击按钮 “Activate”，激活刚刚输入的许可证密钥。
   对话框关闭。新的 License Key 立即生效并可通过 RAM 保存至 ROM。

14.3.6　信息和参数

重要报警和故障一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- F13000　许可不充分
- F13010　功能模块未获许可

- A13030 试用许可证激活
- A13031 试用许可证试用期期满
- A13032 试用许可证最后一个试用期激活
- A13033 试用许可证最后一个试用期期满

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p9918 激活试用许可证
- p9919 试用许可证状态
- p9920[0...99] 输入许可证密钥
- p9921 激活许可证密钥

14.4 BICO 技术：互联信号

每个驱动设备中都包含大量可连接的输入/输出数据和内部控制数据。

利用 BICO 互联技术(Binector Connector Technology)，您可以对驱动设备功能进行调整，以满足各种应用的要求。

可通过 BICO 参数任意连接的数字和模拟信号，其参数名预设为 BI、BO、CI 或 CO。

这些参数在参数列表或功能图中也具有相应的标记。

说明

我们建议通过调试工具 STARTER 来使用 BICO 技术。

14.4.1 二进制接口、模拟量接口

二进制接口，BI：二进制互联输入，BO：二进制互联输出

二进制接口是没有单位的数字（二进制）信号，其值可以为 0 或 1。

二进制接口分为二进制互联输入（信号汇点）和二进制互联输出（信号源）。

表格 14-2　二进制接口

缩写	符号	名称	描述
BI		二进制互联输入 Binector Input （信号汇点）	可与一个作为源的二进制互联输出连接。 二进制互联输出的编号必须作为参数值输入。
BO		二进制互联输出 Binector Output （信号源）	可用作二进制互联输入的信号源。

模拟量接口，CI：模拟量互联输入，CO：模拟量互联输出

模拟量接口是数字信号，例如以 32 位格式。 可用于模拟字（16 位），双字（32 位）或者模拟信号。 模拟量接口分为模拟量互联输入（信号汇点）和模拟量互联输出（信号源）。

表格 14-3　模拟量接口

缩写	符号	名称	描述
CI		模拟量互联输入 Connector Input （信号汇点）	可与一个作为源的模拟量互联输出连接。 模拟量互联输出的编号必须作为参数值输入。
CO		模拟量互联输出 Connector Output （信号源）	可用作模拟量互联输入的信号源。

14.4.2　使用 BICO 技术互联信号

必须将 BICO 输入参数（信号汇点）分配给所需的 BICO 输出参数（信号源），用于连接 2 个信号。

连接二进制/模拟量互联输入和二进制/模拟量互联输出时，需要以下信息：

- 二进制互联：参数编号，位编号和驱动对象 ID
- 无索引的模拟量接口：参数编号和驱动对象 ID
- 有索引的模拟量接口：参数编号，索引和驱动对象 ID
- 数据类型（模拟量互联输出参数的信号源）

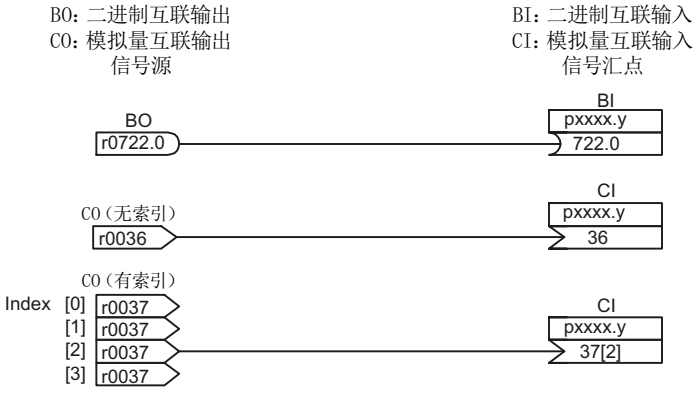


图 14-10　使用 BICO 技术互联信号

说明

模拟量互联输入（CI）不能与任意模拟量互联输出（CO，信号源）连接。这同样适用于二进制互联输入（BI）和输出（BO）。
在参数列表中，每个 CI 和 BI 参数的“数据类型”下都指出了参数的数据类型和 BICO 参数的数据类型。
CO 参数和 BO 参数只是 BICO 参数的数据类型。

表示方法：

- BICO 输入的数据类型：参数的数据类型/BICO 参数的数据类型
  示例：Unsigned32 / Integer16
- BICO 输出的数据类型：BICO 参数的数据类型
  示例：FloatingPoint32

BICO 输入（信号汇点）和 BICO 输出（信号源）可能的互联，请参见 SINAMICS S120/S150 参数手册
（“参数列表说明”章节中的“BICO 互联的可能组合”一表）。

可在不同的指令数据组(CDS)中执行 BICO 参数互联。切换数据组可以使指令数据组中的不同互联生效。也可进行驱动对象之间的互联。

14.4.3 二进制/模拟量互联输出参数的内部编码

例如，内部编码可用于通过 PROFIBUS 写入 BICO 输入参数。

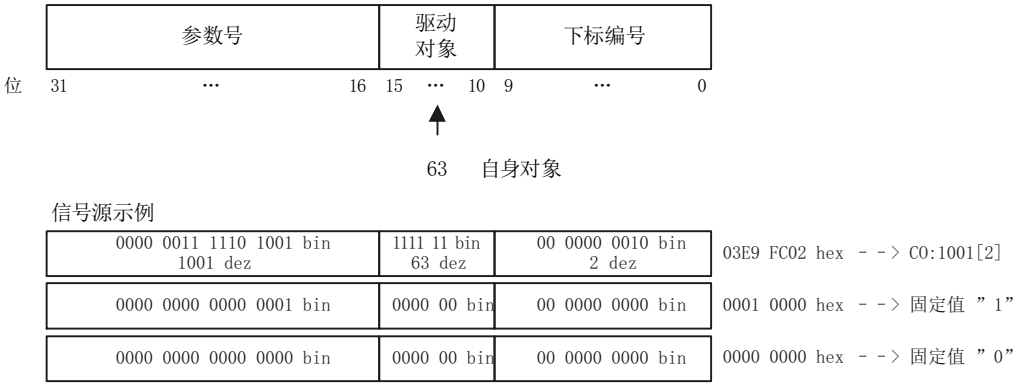


图 14-11 二进制/模拟量互联输出参数的内部编码

14.4.4 互联示例

示例 1： 互联数字信号

假设驱动需要通过控制单元的端子 DI 0 和 DI 1、以 JOG 1 和 JOG 2 方式运行。

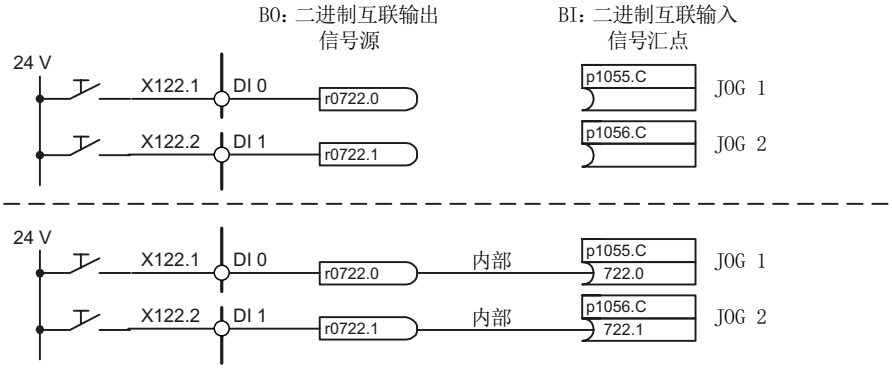


图 14-12 互联数字信号（示例）

示例 2： 将 OC/OFF 3 连接至多个驱动

假设需要将 “OFF3” 信号通过控制单元的端子 DI 2 连接到 2 个驱动上。

每个驱动都有“1st OFF3”和“2nd OFF3”这两个二进制互联输入。 两个信号都通过与控制字 1.2（OFF3）的逻辑“AND”连接处理。

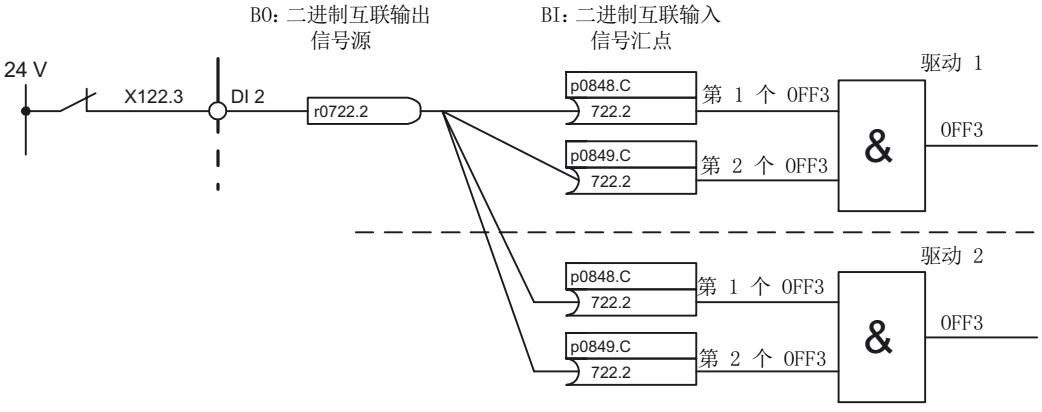


图 14-13 “OFF3”互联到多个驱动（示例）

14.4.5 BICO 技术的说明

与其它驱动的 BICO 互联

以下参数用于执行与其它驱动的 BICO 互联：

- r9490 与其它驱动的 BICO 互联的数量
- r9491[0...9] 与其它驱动的 BICO 互联的 BI/CI
- r9492[0...9] 与其它驱动的 BICO 互联的 BO/CO
- p9493[0...9] 复位与其它驱动的 BICO 互联

复制驱动

在复制一个驱动时，也会一同复制它的互联。

二进制-模拟量转换器和模拟量-二进制转换器

二进制-模拟量转换器

- 将多个数字信号转换为一个 32 位整型双字或者一个 16 位整型字。
- p2080[0...15] BI:PROFIdrive PZD 发送，位方式

模拟量-二进制转换器

- 将一个 32 位整型双字或 16 位整型字转换为多个单独的数字信号。
- p2099[0...1] CI:PROFIdrive PZD 选择接收，位方式

用于 BICO 互联的固定值

以下模拟量互联输出可用于连接任意可设置固定值：

- p2900[0...n] CO:固定值_%_1
- p2901[0...n] CO:固定值_%_2
- p2930[0...n] CO:固定值_M_1

示例：

这些参数可用于互联主设定值的标定系数或者互联附加力矩。

14.4.6 定标

模拟量输出的信号

表格 14-4 模拟量输出的信号表

信号	参数	单位	标准化 (100 % = ...)
设定值滤波器前的转速设定值	r0060	rpm	p2000
电机编码器转速实际值	r0061	rpm	p2000
转速实际值	r0063	rpm	p2000
驱动输出频率	r0066	Hz	基准频率
电流实际值	r0068	Aeff	p2002
直流母线电压实际值	r0070	V	p2001
总转矩设定值	r0079	Nm	p2003
有功功率实际值	r0082	kW	r2004
调节误差	r0064	rpm	p2000
调制度数	r0074	%	基准调制度数
转矩电流的设定值	r0077	A	p2002
转矩电流的实际值	r0078	A	p2002
磁通设定值	r0083	%	基准磁通量
磁通量实际值	r0084	%	基准磁通量
转速控制器 PI 转矩输出	r1480	Nm	p2003
转速控制器 转矩输出 I	r1482	Nm	p2003

修改定标参数 p2000 ~ p2007 时的注意事项

说明

如果选择了百分比单位，而之后又修改了基准参数，例如 p2000，为保持控制性能，某些控制参数的基准值也会自动调整。

14.4.7 故障信息的广播

故障时，例如由控制单元或端子模块触发的故障，常常也会涉及驱动的中央功能。借助广播功能，由驱动对象触发的报警就可以继续发送给其他的驱动对象。

控制单元上 DCC 功能图中利用 DCC 功能块设置的故障也同样会被广播发送。

有下列几种广播方式：

- BICO
  报警会通过控制功能（整流单元、驱动）被转发给所有激活的并通过 BICO 互联的驱动对象。
- DRIVE
  报警会通过控制功能被转发给所有激活的驱动对象。
- GLOBAL
  报警会被转发给所有激活的驱动对象。
- LOCAL
  此广播方式的属性取决于参数 p3116 的设置：
  – 当二进制互联输入 p3116 = 0 信号（出厂设置）时：
    报警会通过控制功能被转发给首个激活的驱动对象。
  – 当二进制互联输入 p3116 = 1 信号时：
    报警不会被转发。

14.5 数据组

14.5.1 CDS：指令数据组(Command Data Set)

在一个指令数据组（Command Data Set，CDS）中集合了 BICO 参数（二进制和模拟量互联输入）。这些参数用于连接驱动的信号源。

通过相应地设置多个指令数据组并在这些数据组之间进行切换，驱动可以使用不同的预设信号源运行。

一个指令数据组包括（示例）：

- 控制指令的二进制互联输入（数字量信号）
  - ON/OFF，使能（p0844，等）
  - JOG（p1055，等）
- 设定值的模拟量互联输入（模拟量信号）
  - V/f 控制的电压设定值（p1330）
  - 转矩限值和比例系数（p1522，p1523，p1528，p1529）

不同驱动对象可以管理的指令数据组数量不同，最多 4 个。指令数据组的数量由 p0170 设置。

在矢量模式中，以下参数用于选择指令数据组和显示当前的指令数据组：

二进制互联输入 p0810 ~ p0811 用于选择指令数据组。这些输入以二进制形式（最高值位为 p0811）表示指令数据组的编号（0 ~ 3）。

- p0810 BI:指令数据组选择 CDS 位 0
- p0811 BI:指令数据组选择 CDS 位 1

如果选择了不存在的指令数据组，则当前的数据组保持生效。选中的数据组由参数 r0836 显示。

说明

在指令数据组中使用标准报文时请注意，不要更改报文互联，否则可能导致特性不一致。如要更改报文互联，请使用 999 设置报文选择（自由报文）。

示例：在指令数据组 0 和 1 之间切换

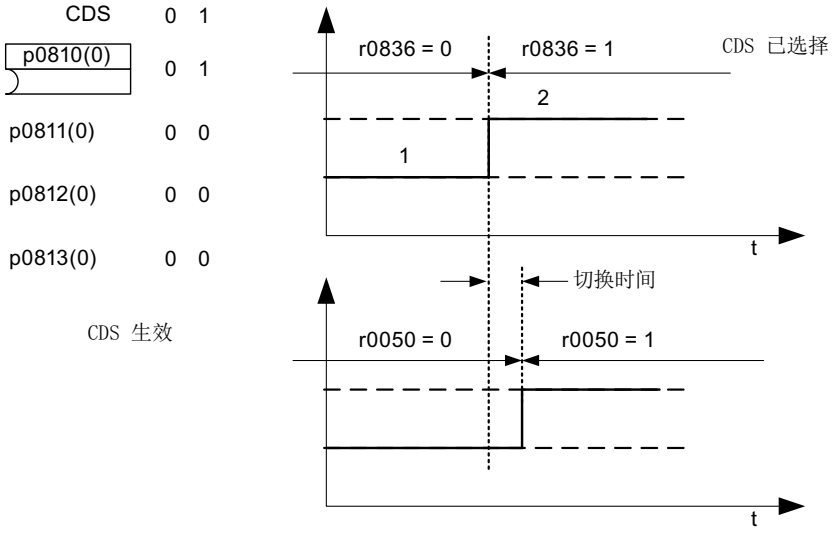


图 14-14　切换指令数据组（示例）

14.5.2　DDS：驱动数据组（Drive Data Set）

驱动数据组（Drive Data Set，DDS）中包含各种设置参数，用于驱动的闭环控制和开环控制：

- 分配的电机数据组和编码器数据组的编号：
  - p0186: 分配的电机数据组（MDS）
  - p0187 ~ p0189： 分配的编码器数据组（EDS），最多 3 个
- 各种控制参数，例如：
  - 转速固定设定值（p1001 至 p1015）
  - 转速限值最小/最大（p1080，p1082）
  - 斜坡函数发生器参数（p1120 ff）
  - 控制器参数（p1240 ff）
  - ...

在 SINAMICS S120/S150 参数手册中，驱动数据组中包含的参数标有“DDS 数据组”，并且具有下标 [0..n]。

可设置多个驱动数据组。 这样可使各种驱动配置（控制类型，电机，编码器）之间的切换更为简易，只需要选择相应的驱动数据组。

一个驱动对象可以管理最多 32 个驱动数据组。 驱动数据组的数量由 p0180 设置。

二进制互联输入 p0820 至 p0824 用于选择驱动数据组。 这些输入以二进制形式（最高值位为 p0824）表示驱动数据组的编号（0 至 31）。

- p0820 BI: 驱动数据组选择 DDS 位 0
- p0821 BI: 驱动数据组选择 DDS 位 1
- p0822 BI: 驱动数据组选择 DDS 位 2
- p0823 BI: 驱动数据组选择 DDS 位 3
- p0824 BI: 驱动数据组选择 DDS 位 4

补充条件和建议

- 一个驱动的 DDS 数量建议
  一个驱动的 DDS 的数量应符合切换的需要。 因此必须满足：
  p0180 (DDS) ≥ 最大(p0120 (PDS), p0130 (MDS))
- 驱动对象的最大 DDS 数量 = 32 DDS

14.5.3 EDS：编码器数据组（Encoder Data Set）

编码器数据组（Encoder Data Set，EDS）中包含连接的编码器的各种设置参数，用于对驱动进行配置；例如：

- 编码器接口组件号（p0141）
- 编码器组件号（p0142）
- 选择编码器类型（p0400）

在参数列表中，编码器数据组中包含的参数标有“EDS 数据组 ”，并且具有索引 [0...n]。

每个通过控制单元控制的编码器都需要一个独立的编码器数据组。 通过参数 p0187，p0188 和 p0189 可为一个驱动数据组最多分配 3 个编码器数据组。

只能通过 DDS 切换进行编码器数据组切换。

如果在没有禁止脉冲，即电机带电运行时执行编码器数据组切换，则只允许切换到经过校准的编码器上（已执行磁极位置识别，或使用绝对值编码器时已确定换向角）。

每个编码器只得指定给一台驱动。

EDS 切换可以应用在多个电机交替运行的功率单元上。 电机间通过一个接触器回路进行切换。 每个电机都可以装配编码器或者无编码器运行。 每个编码器必须连接单独的 SMx。

如果编码器 1（p0187）通过 DDS 进行了切换，则相应的 MDS 也须进行切换。

说明

多个编码器之间的切换

为了通过切换 EDS 来切换 2 个或多个编码器，必须将各个编码器连接到不同的编码器模块或不同的 DRIVE-CLiQ 接口上。

多个编码器使用同一个接口时，这些编码器的型号和 EDS 也必须相同。 因此我们推荐切换到模拟量一侧的编码器（例如 SMC 一侧）。 插拔次数有限，而且 DRIVE-CLiQ 需要花费更长的时间才能建立通讯，因此只有在特定情况下，才允许切换到 DRIVE-CLiQ 上的编码器。

若电机运行有时需采用电机编码器 1，有时需使用电机编码器 2，则必须为此分别创建 2 个包含相同电机数据的 MDS。

一个驱动对象可以管理最多 16 个编码器数据组。 配置的编码器数据组数量在 p0140 中设定。

在选择驱动数据组时，分配的编码器数据组也会自动被选择。

说明

安全运动监控中的编码器数据组（EDS）切换

用于 SI 功能的编码器在驱动数据组（DDS）切换时不得随之切换。

SI 功能会检查在数据组切换后和 SI 相关的编码器数据是否改变。 如果发现改变，系统会输出故障 F01670，故障值为 10，该故障会导致无法响应的 STOP A。 不同数据组内、和 SI 相关的编码器数据必须相同。

14.5.4 MDS：电机数据组（Motor Data Set）

电机数据组（Motor Data Set，MDS）中包含连接的电机的各种设置参数，用于对驱动进行配置。 此外还包含一些显示参数和计算得到的数据。

- 设置参数，例如：
  - 电机组件号（p0131）
  - 选择电机型号 (p0300)
  - 电机额定数据（p0304 起）
  - ...
- 显示参数，例如：
  - 计算得到的额定数据（r0330 起）
  - ...

在 SINAMICS S120/S150 参数手册中，电机数据组中包含的参数标有“MDS 数据组”，并且具有索引 [0..n]。

每个由控制单元通过电机模块控制的电机都需要一个独立的电机数据组。 电机数据组通过参数 p0186 分配至驱动数据组。

只能通过 DDS 切换进行电机数据组切换。 电机数据组切换可用于例如：

- 在不同电机间进行切换
- 在电机的不同绕组间进行切换（例如星形-三角形切换）
- 电机数据的自适配

如果需要在一个电机模块上交替运行多个电机，必须设置相应数量的驱动数据组。 更多关于电机切换的信息请参见本手册的”电机切换”章节。

一个驱动对象可以管理最多 16 个电机数据组。 p0130 中电机数据组的数量不可以大于 p0180 中驱动数据组的数量。

在 611U 接口模式(p2038 = 1)中，驱动数据组每 8 个一组(1-8; 9-16;...)。 在同一个组内，驱动数据组和电机数据组的分配关系必须设置相同：

p0186[0] = p0186[1] = ... = p0186[7]
p0186[8] = p0186[9] = ... = p0186[15]
p0186[16] = p0186[17] = ... = p0186[23]
p0186[24] = p0186[25] = ... = p0186[31]

违反该规定时会输出报警 A07514。 如果需要精确反映 611U 的数据组结构，必须设置 32 个驱动数据组和 4 个电机数据组。

数据组分配示例

表格 14-5　数据组分配示例

DDS	电机 (p0186)	编码器 1 (p0187)	编码器 2 (p0188)	编码器 3 (p0189)
DDS 0	MDS 0	EDS 0	EDS 1	EDS 2
DDS 1	MDS 0	EDS 0	EDS 3	-
DDS 2	MDS 0	EDS 0	EDS 4	EDS 5
DDS 3	MDS 1	EDS 6	-	-

14.5.5 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8560 数据组 - 指令数据组（Command Data Set, CDS）
- 8565 数据组 - 驱动数据组(Drive Data Set, DDS)
- 8570 数据组 - 编码器数据组 (Encoder Data Set, EDS)
- 8575 数据组 - 电机数据组（Motor Data Set, MDS）

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0120 功率单元数据组 PDS 数量
- p0130 电机数据组（MDS）的数量
- p0139[0...2] 复制电机数据组 MDS
- p0140 编码器数据组 EDS 数量
- p0170 指令数据组（CDS）数量
- p0180 驱动数据组（DDS）数量
- p0186 [0...n] 电机数据组（MDS）的编号
- p0187[0...n] 编码器 1 EDS 编号
- p0188[0...n] 编码器 2 EDS 编号
- p0189[0...n] 编码器 3 EDS 编号
- p0809[0...2] 复制指令数据组 CDS
- p0810 BI:指令数据组 CDS 位 0
- p0811 BI:指令数据组 CDS 位 1
- p0819[0...2] 复制驱动数据组 DDS
- p0820[0...n] BI:驱动数据组选择 DDS 位 0
- p0821[0...n] BI:驱动数据组选择 DDS 位 1
- p0822[0...n] BI:驱动数据组选择 DDS 位 2
- p0823[0...n] BI:驱动数据组选择 DDS 位 3
- p0824[0...n] BI:驱动数据组选择 DDS 位 4

14.6 输入/输出

有以下数字量输入/输出和模拟量输入/输出

表格 14-6 输入/输出一览

组件	数字			模拟	
	输入	双向输入/输出	输出	输入	输出
CU320-2	12[1]	8[2]	-	-	-
CU310-2	5+3[3]	8+1[3]	-	1	-
TB30	4	-	4	2	2
TM15DI_DO	-	24	-	-	-
TM31	8	4	-	2	2
	继电器输出：2 温度传感器输入： 1				
TM41	4	4	-	1	-
	增量编码器仿真：1				
TM120	温度传感器输入：4				

1) 可设定：电位相连或隔离

2) 其中有 6 个“快速输入”

3) Safety Integrated 基本功能的附加输入

说明

输入/输出的详细硬件属性请参见 SINAMICS S120 控制单元设备手册。

关于组件上所有输入/输出之间的结构关联性、关联参数的详细信息请参见 SINAMICS S120/S150 参数手册中的功能图。

14.6.1 数字量输入/输出

下面的功能图显示了通过数字量输入进行的信号处理。

特性

- 数字量输入是“高位”有效。
- 未占用的输入视为“低位”电平。

- 固定设置的防触点颤动
  延迟时间 = 1 ~ 2 个电流控制器周期 (p0115[0])
- 输入信号可用于继续互联
  - 可用作取反和不取反的二进制互联输出
  - 可用作模拟量互联输出
- 仿真运行可调节、可设定。
- 通过跳线可以逐个端子地设置电位隔离。
  - 跳线打开：电位隔离
    只有在连接了基准地时数字量输入才生效。
  - 跳线闭合：电位相连
    数字量输入的基准电位是控制单元的接地。
- 数字量输入/输出的可设定采样时间（p0799）

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

控制单元 CU320-2

- 2120 CU320-2 输入/输出端子 -
  电位隔离数字量输入 (DI 0 ... DI 3、DI 16、DI 17)
- 2121 CU320-2 输入/输出端子 -
  电位隔离数字量输入 (DI 4 ... DI 7、DI 20、DI 21)

TB30

- 9100 端子板 30 (TB30) -
  电位隔离数字量输入 (DI 0 ... DI 3)

TM15

- 9550 端子模块 31 (TM31) -
  电位隔离数字量输入 (DI 0 ... DI 3)
- 9552 端子模块 31 (TM31) -
  电位隔离数字量输入 (DI 4 ... DI 7)

TM41

- 9660 端子模块 41 (TM41) -
  电位隔离数字量输入 (DI 0 ... DI 3)

控制单元 310-2

- 2020 CU310-2 输入/输出端子 -
  电位隔离数字量输入 (DI 0 ... DI 3、DI 22)

- 2021 CU310-2 输入/输出端子 -
  电位隔离数字量输入 (DI 16 ... DI 21)
- 2030 CU310-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 8 … DI/DO 9)
- 2031 CU310-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 10 … DI/DO 11)
- 2032 CU310-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 12 … DI/DO 13)
- 2033 CU310-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 14 … DI/DO 15)
- 2038 CU310-2 输入/输出端子 -
  数字量输出 (DO 16)

数字量输出

下面的功能图显示了通过数字量输出进行的信号处理。

特性

- 数字量输出使用单独的电源。
- 输出信号源可通过参数设定。
- 信号可通过参数取反。
- 输出信号的状态可显示
  - 可用作二进制互联输出
  - 可用作模拟量互联输出

说明

数字量输出必须连接单独的电源，才能生效。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

TB30

- 9102 端子板 30 (TB30) -
  电位隔离数字量输入 (DI 0 ... DI 3)

TM31

- 9556 端子模块 31（TM31）-
  电位隔离数字继电器输出 (DO 0 ... DO 1)

控制单元 310-2

- 2038 CU310-2 输入/输出端子 -
  数字量输出 (DO 16)

双向数字量输入输出

下面的功能图显示了通过双向数字量输入/输出进行的信号处理。

特性

- 可设为数字量输入或数字量输出。
- 设为数字量输入时：
  - 控制单元上 6 个“快速输入”
    如果这些输入用于“被动测量”功能，在存储实际值时它们可以象快速输入一样生效，几乎没有延时。
  - 其它特性和纯粹的数字量输入一样。
- 设为数字量输出时：
  - 其它特性和纯粹的数字量输出一样。
- 双向输入输出可以共享 CU 和上级控制器之间的资源（参见章节“CU 上双向输入输出的应用 (页 983)”）

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

控制单元 CU310-2

- 2030 CU310-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 8 … DI/DO 9)
- 2031 CU310-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 10 ... DI/DO 11)
- 2032 CU310-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 12 ... DI/DO 13)
- 2033 CU310-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 14 … DI/DO 15)

控制单元 CU320-2

- 2130 CU320-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 8 和 DI/DO 9)

- 2131 CU320-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 10 和 DI/DO 11)
- 2132 CU320-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 12 和 DI/DO 13)
- 2133 CU320-2 输入/输出端子 -
  双向数字量输入/输出。(DI/DO 14 和 DI/DO 5)

TM15

- 9400 端子模块 15 (TM15) -
  双向数字量输入/输出 (DI/DO 0 ... DI/DO 7)
- 9401 端子模块 15 (TM15) -
  双向数字量输入/输出 (DI/DO 8 ... DI/DO 15)
- 9402 端子模块 15 (TM15) -
  双向数字量输入/输出 (DI/DO 16 ... DI/DO 23)

TM31

- 9560 端子模块 31 (TM31) -
  双向数字量输入/输出 (DI/DO8 和 DI/DO 9)
- 9562 端子模块 31 (TM31) -
  双向数字量输入/输出 (DI/DO 10 和 DI/DO 1)

TM41

- 9661 端子模块 41 (TM41) -
  双向数字量输入/输出 (DI/DO 0 和 DI/DO 1)
- 9662 端子模块 41 (TM41) -
  双向数字量输入/输出 (DI/DO 2 和 DI/DO 3)

14.6.2 CU 上双向输入输出的应用

CU (DO1) 上 X122 和 X132 的双向输入输出既可以由驱动对象使用，也可以由上级控制器使用，即资源共享。

在 BICO 互联中，选择通过 DO1 报文 p0922 = 39x 将端子连接到一个控制器，或连接到一个驱动对象，便可以定义端子的分配。

可以通过参数 r0729 查看控制单元上数字量输出的分配情况，也就是：机载端子 X122/X132 上的输出是直接分配给了控制单元，还是通过 PROFIBUS 连接到了上级控制器。

- r0729 = 0: 输出分配给了驱动控制单元，或者没有端子输出。
- r0729 = 1: 输出分配给了上级控制器（PROFIBUS 连接）。
  分配给控制器表明：
  - 端子可设为输出 x(p0728.x =1)
  - 端子通过 BICO 和 p2901 互联，即控制器通过 DO1 报文使用该输出 (p0922 = 39x)。
  - 端子的输出信号可通过控制器的快速旁路通道用于集成的平台（通过 DO1 报文的标准通道总是一同写入）。

在以下情况下，参数 r0729 会更新

- 在机载端子上切换了方向 (p0728)，或
- 输出 (p0738 起) 的信号源发生改变。

访问优先级

- 通过从 p0738 开始的一系列参数改变设置：控制器输出 --> 驱动输出
  在采用 DO1 报文时，驱动输出的优先级高于控制器的标准输出，但是在直接访问（旁路）时，控制器的优先级高于驱动输出。
  在切换到驱动输出时，控制器必须取消原先在端子上设置的旁路，以便使新的设置生效。
- 改变设置：驱动输入--> 控制器输出
  控制器输出具有更高的优先级。属性和标准属性相同。
  设置修改会传送给驱动，以便正在使用的应用程序可以发出报警。
- 改变设置：驱动输出 --> 控制器输出
  控制器输出具有更高的优先级。
  属性和标准属性相同。
  设置修改会传送给驱动，以便正在使用的应用程序可以发出报警或故障信息。 读取输出信息可能会导致驱动出错，也就是：驱动应用程序检查它的端子的互联条件。 如果端子根据驱动功能分配给了一个驱动外设，但是它的状态仍为“控制器端子”，则无法确保驱动功能正常工作。

控制器失灵时的故障响应

在出现故障时，分配给控制器的机载输入输出会进入安全状态。
一些信号正在通过控制器旁路通道的端子也是如此。 该状态可以从 DO1 报文故障（生命符号故障）看出。

14.6.3 模拟量输入

下面的功能图显示了通过模拟量输入进行的信号处理。

特性

- 硬件输入滤波器固定设置
- 仿真运行可设定
- 偏移可设定
- 信号可通过 BI 取反
- 求值可设定
- 噪声抑制(p4068)
- 可通过 BI 使能输入
- 输出信号可用于 CO
- 比例
- 平滑

说明

p4057 ~ p4060 的比例系数参数不会限制电压值/电流值，在 TM31 上，该输入可用作电流输入。

控制单元 CU310-2 的模拟量输入

控制单元 CU310-2 有一个端子排 X131 上集成的模拟量输入、端子 7 和 8、一个模拟量输入。 输入通过 DIP 开关 S5 预设为电流或电压输入。 该输入可通过 p0756[x] 进一步微分：

p0756[x]	输入功能
0	0...10 V
2	0...20 mA
3	4...20 mA
4	-10 V - +10 V
5	-20 mA - +20 mA

可通过参数 p0757 至 p0760 对模拟量输入特性曲线定标。

模拟量输入的值可在 r0755 中读取。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 9104 端子板 30（TB30）- 模拟量输入(AI 0 ... AI 1)
- 9566 端子模块 31（TM31）- 模拟量输入(AI 0)
- 9568 端子模块 31（TM31）- 模拟量输入(AI 1)
- 9663 端子模块 41 (TM41) - 模拟量输入 (AI 0)

CU310-2：

- 2040 CU310-2 输入/输出端子 - 模拟量输入 (AI0)

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r0752[0] CO: 控制单元当前模拟量输入电压/电流
- p0753[0] CU 模拟量输入的平滑时间常数
- p0761[0] CU 模拟量输入断线监控的动作阈值
- p0762[0] CU 模拟量输入断线监控的延迟时间
- p0763[0] CU 模拟量输入偏移
- p0766[0] CU 模拟量输入，激活求绝对值
- p0769[0] BI: CU 模拟量输入，信号源使能

CU310-2：

- r0755 [0] CO: CU 模拟量输入，当前值[%]
- p0756[0] CU 模拟量输入的类型
- p0757[0] 控制单元模拟量输入特性曲线值 x1
- p0758[0] CU 模拟量输入特性曲线值 y1
- p0759[0] CU 模拟量输入特性曲线值 x2
- p0760[0] CU 模拟量输入特性曲线值 y2

14.6.4 模拟量输出

下面的功能图显示了通过模拟量输出进行的信号处理。

特性

- 求值可设定
- 可通过 BI 取反

- 平滑可设定
- 传送特性曲线可设定
- 输出信号可通过显示参数显示

说明

p4077 ~ p4080 的比例系数参数不会限制电压值/电流值，在 TM31 上，该输出可用作电流输出。

功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 9106 端子板 30（TB30）- 模拟量输出 (AI 0 ... AI 1)
- 9572 端子模块 31（TM31） - 模拟量输出 (AO 0 ... AO 1)

14.7 写保护

写保护功能可避免驱动设备的设置受到未经允许的修改。如果使用调试工具（如：STARTER），写保护功能只能在线生效。离线项目不设有写保护。

写保护功能适用于以下用户接口：

- 调试工具 STARTER
- 通过现场总线进行参数修改

写保护不需要密码，

创建和激活写保护

1. 进入在线模式。
2. 在 STARTER 项目的导航窗口中选择所需的驱动设备。

3. 调用右键菜单中的“Drive unit write protection > Activate”。

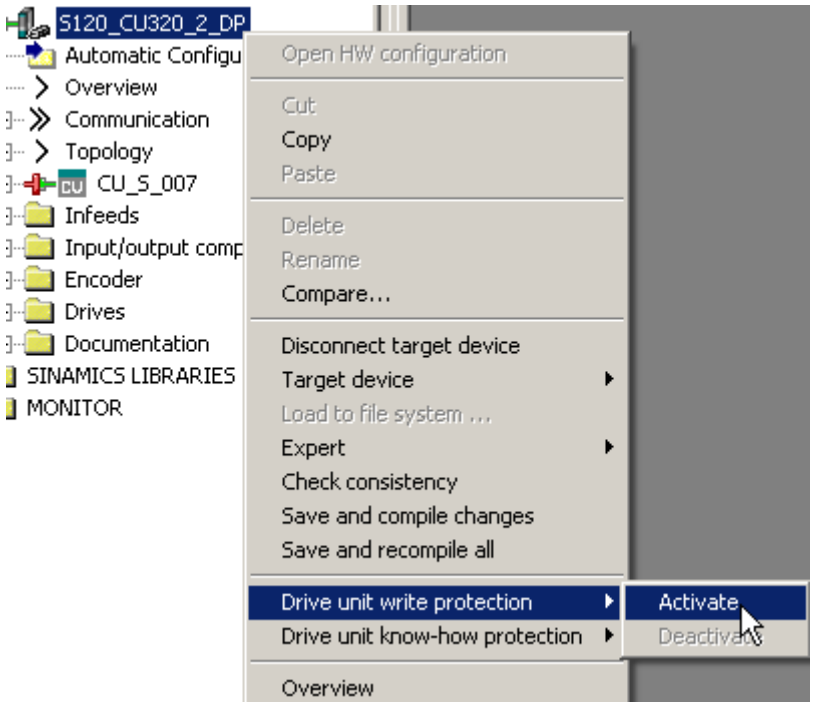


图 14-15　激活写保护

写保护激活时您会发现专家列表中设置参数 p ... 的输入区域显示为灰色。

说明

写保护激活时的专有技术保护

若写保护功能生效，则无法对专有技术保护功能的设置进行修改。

说明

通过现场总线访问

在出厂设置中，写保护激活的情况下仍可通过现场总线使用非循环访问修改参数。若需要使写保护对通过现场总线进行的访问同样生效，则须在专家参数表中设置 p7762 = 1。

4. 点击图符“Copy RAM to ROM”，将设置进行掉电保存。

取消写保护

1. 进入在线模式。
2. 在 STARTER 项目的导航窗口中选择所需的驱动设备。
3. 调用右键菜单中的“Drive unit write protection > Deactivate”。
   禁用后专家参数表中的阴影会消失。这样便可重新对参数进行设置。
4. 点击图符“Copy RAM to ROM”，将设置进行掉电保存。

写保护未涉及的功能

一些功能不在写保护范围内，例如：

- 激活/关闭写保护
- 修改访问级(p0003)
- 保存参数(p0971)
- 安全移除存储卡(p9400)
- 恢复出厂设置
- 采用外部数据备份的设置，例如：从存储卡上传到驱动设备中。

不属于写保护范围内的参数请见 SINAMICS S120/150 参数手册，“写保护和专有技术保护参数”一章中的“WRITE_NO_LOCK 参数”。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r7760 写保护/专有技术保护状态
- p7761 写保护
- p7762 写保护，多主站现场总线系统访问特性

14.8 专有技术保护

14.8.1 一览

专有技术保护（KHP）功能可防止公司关于配置和参数设置方面的绝密技术知识被非法读取。

专有技术保护功能需要密码。密码最少须包含 1 个字符，最多可包含 30 个字符。

专有技术保护是在线功能。因此在设置密码前必须和控制单元相连。

带或不带拷贝保护的专有技术保护

为防止您驱动设备的设置被非法复制，可额外激活拷贝保护。

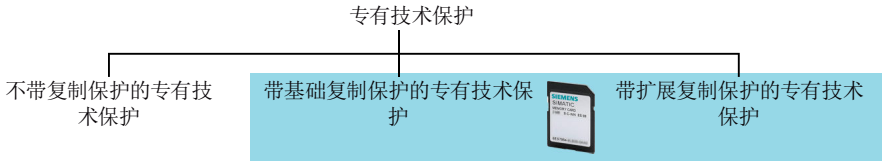


图 14-16 专有技术保护的设置方法

不带拷贝保护的专有技术保护允许带或不带存储卡。

带拷贝保护的专有技术保护只支持西门子存储卡。

不带拷贝保护的专有技术保护

驱动设备可带或不带存储卡运行。可通过存储卡、操作面板、STARTER 将驱动设备的设置传送到另一台驱动设备上。

带基础拷贝保护的专有技术保护

仅当驱动设备中插入了含变相应设置的存储卡后，才可运行驱动设备。更换编码器后，必须将存储卡插入到新驱动设备中，这样无需口令，新驱动设备也可以用老驱动设备的设置运行。

带扩展拷贝保护的专有技术保护

仅当驱动设备中插入了含变相应设置的存储卡后，才可运行驱动设备。将存储卡传送到另一台驱动设备上须输入口令。

14.8.2 专有技术保护的特性：

专有技术保护激活时的特性

专有技术保护激活时：

- 少数例外情况下，所有设置参数 p … 的值不可见。不再显示参数值，STARTER 中显示文本 “Know-how protected”。
  可通过显示筛选设置“Without know-how protected” 隐藏 STARTER 专家列表中设有专有技术保护的参数。
- 显示参数 r … 的值保持可见。
- STARTER 不显示对话框。
- 无法通过调试工具修改设置参数。

只有在获得机器厂商的许可后，才允许获取技术支持。

专有技术保护激活时可修改的设置参数

某些设置参数可在专有技术保护激活时读取和修改。可读/写的设置参数的列表请见 SINAMICS S120/S150 参数手册，“写保护和专有技术保护参数”一章中的“KHP_WRITE_NO_LOCK 参数”。

此外，还可定义一个允许最终用户修改的设置参数的特例清单。

专有技术保护生效时可读取的参数

某些设置参数可在专有技术保护激活时读取，但不可修改。可读的设置参数的列表请见 SINAMICS S120/S150 参数手册，“写保护和专有技术保护参数”一章中的“KHP_ACTIVE_READ 参数”。

说明

专有技术保护的密码验证

请注意，在专有技术保护激活后修改 Windows 语言设置可能会导致之后的密码验证中出错。如果需要使用某语言中的特殊字符，请确保在稍后输入该字符时将 PC 切换到对应语言。

说明

存储卡的数据安全

在创建和激活专有技术保护后，执行到存储卡的加密数据备份时，之前备份的未加密数据可能会被 SINAMICS 软件删除。此为标准删除进程，只删除存储卡上的记录。数据本身仍可重构。

为确保专有技术保护的有效性，我们建议您使用一块全新的空存储卡。如果短时间内不能买到新存储卡，建议您删除当前存储卡上的所有安全数据。

为了将存储卡上之前的数据完全清除，必须在激活专有技术保护前使用合适的 PC 工具将这些数据安全删除。数据位于存储卡上的目录“\\USER\SINAMICS\DATA”中。

说明

专有技术保护下的诊断

若需在专有技术保护生效的情况下进行维修或诊断，则西门子公司只能与 OEM 伙伴合作提供支持。

通过专有技术保护禁用的功能

专有技术保护激活时会禁用以下功能：

- 通过 STARTER 下载驱动设备的设置
- 自动控制器优化
- 电机数据检测的静止测量或旋转测量
- 删除报警日志和故障日志
- 创建安全功能的验收记录

采用专有技术保护时可执行的功能

专有技术保护激活时可执行以下功能：

- 恢复出厂设置
- 应答故障信息
- 显示故障、报警、故障日志和报警日志
- 读取诊断缓冲区
- 通过 STARTER 内的控制面板来控制驱动设备
- 显示创建的安全功能验收记录

可执行功能：

如果在激活专有技术保护时使能了诊断功能，那么在专有技术保护激活时仍可执行下列功能：

- 跟踪(Trace)功能
- 函数发生器
- 测量功能

可部分执行的功能

下列功能在专有技术保护生效时可执行，但有一定限制：

- 显示拓扑结构（仅实际拓扑结构）
- 上传在专有技术保护激活时可修改或可读取的设置参数（参见特例清单 (页 994)）

14.8.3 配置专有技术保护

14.8.3.1 维护特例清单

利用特例清单，您可以在其中输入专有技术保护激活的情况下仍可读/写的参数。例外列表仅可通过专家参数表创建。例外列表对 STARTER 中的输入界面不会产生影响。

出厂设置时，特例清单中只包含专有技术保护的口令。如果除了口令外，特例清单中不需要其他设置参数，则无需修改特例清单。

例外列表的出厂设置：

- p7763 = 1（例外列表只包含一个参数）
- p7764[0] = 7766（密码输入的参数编号）

说明

可以随时查特例清单的参数

专有技术保护激活时，在网络服务器和其他调试工具中仍可以查看特例清单中的所有参数。

因此请注意，不要在特例清单中输入关键参数。

绝对专有技术保护

如果从特例清单中删除了口令 p7766，则无法再输入或修改专有技术保护的口令。

必须恢复驱动设备的出厂设置才可以再次访问驱动设备的设置参数。恢复出厂设置时，驱动设备中的配置会丢失，必须重新调试驱动设备。

扩充特例清单

1. 通过图符 将驱动设备的设置备份到 PC 上。
2. 进入离线模式 ( )。
3. 通过 p7763 在专家列表中确定特例清单所需的参数数量 n（n = 1 ... 500）。
4. 保存项目。
5. 进入在线模式。
6. 通过图符 将项目加载到驱动设备中，以使项目生效。
7. 在 p7764[0...n-1] 中将所需的参数编号指定给 p7763 的索引。
   成功扩充了专有技术保护的特例清单。

14.8.3.2 激活专有技术保护

前提条件

在激活专有技术保护前必须满足以下条件：

- 驱动设备已经经过完整调试。
- 成功创建了专有技术保护的特例清单（参见维护特例清单 (页 994)） 。
- 为了实现专有技术保护，必须确保最终用户处无文件形式的项目。

操作步骤

1. 将驱动设备和编程设备连接。
2. 进入 STARTER 在线模式。
   在 PC 机上离线创建一个项目后，必须将该项目载入驱动设备并进入在线模式。
3. 在 STARTER 项目的导航窗口中选择所需的驱动设备。

4. 在右键菜单中选择“Drive unit know-how protection > Activate”。
“Activate the know-how protection for drive object”对话框打开。

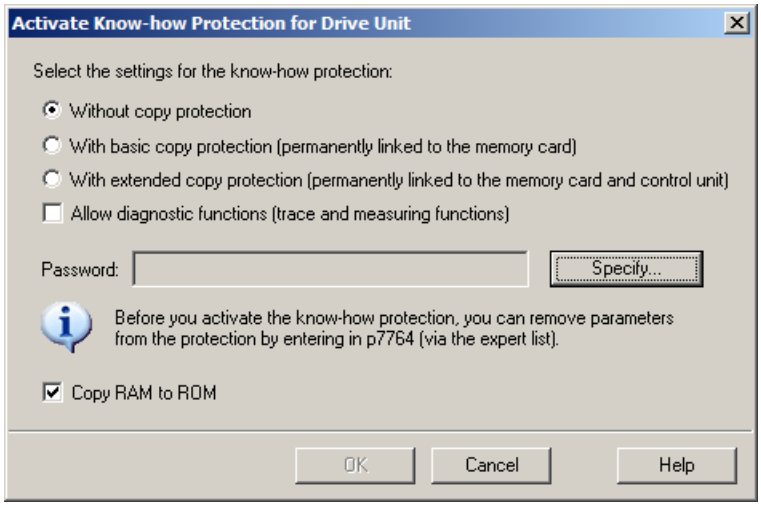


图 14-17 激活

5. 缺省设置下，选项 “without copy protection” 激活。如果控制单元中已经插入了一张配套的存储卡，则可以在以下 2 个复制保护选项之间进行选择：
   – 带有基础复制保护（绑定在存储卡上）
   – 带有扩展复制保护（绑定在存储卡和控制单元上）
   选择所需的复制保护选件。

6. 点击“Specify”。
“Drive unit know-how protection - specify password”对话框打开。

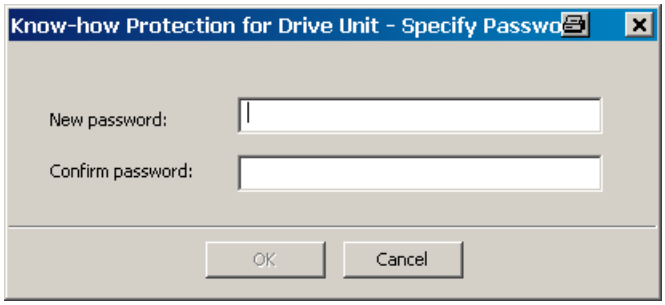


图 14-18 设置密码

7. 输入口令。口令长度：1 … 30 个字符。
口令设置建议：
   – 只使用 ASCII 字符库中的字符。
   如果使用了任意字符设置口令，在专有技术保护激活后修改 Windows 语言设置可能会导致之后的口令验证中出错。
   – 足够安全的口令至少由 8 个字符长，包含大小写字母以及字母、数字和特殊字符组合。

8. 在输入栏“Confirm password”中再次输入密码，点击“OK”，确认输入。
对话框关闭，密码在“Activate the know-how protection of drive object”对话框中加密显示。

9. 如果要在专有技术保护激活时使能诊断功能，则可点击选项“使能诊断功能（跟踪和测量功能）”。
   这样就可以在专有技术保护激活时使用跟踪功能、测量功能和函数发生器。
10. 缺省设置中，选项“Copy RAM to ROM”激活，会在控制单元中永久保存专有技术保护。如果只是想临时使用专有技术保护，可以不勾选该选项。
11. 然后点击“OK”。
    这样便激活了专有技术保护功能。如须加密更大的数据量，系统会显示一个进度条，表明专有技术保护功能的加密或激活程序正在运行。
    专家参数表中所有受保护参数都不再显示内容，而是显示 “Know-how-protected” 文本。

说明

已经公布的 DCC 参数都不再显示 “Know-how-protected” 文本，而是显示专家列表中的条目 “--”。

避免从存储卡上恢复数据

专有技术保护生效时，驱动设备仅将加密的数据备份到存储卡上。

为确保专有技术保护的有效性，我们建议您在专有技术保护激活后插入一块全新的空存储卡。可在已写入的存储卡上恢复之前备份的未加密数据。

14.8.3.3 取消专有技术保护

前提条件

- 驱动设备已经经过完整调试。
- 驱动设备已经激活了专有技术保护。

操作步骤

1. 将驱动设备和编程设备连接。
2. 进入 STARTER 在线模式。
   在 PC 机上离线创建一个项目后，必须将该项目载入驱动设备并进入在线模式。
3. 在 STARTER 项目的导航窗口中选择所需的驱动设备。

4. 在右键菜单中选择“Drive unit know-how protection > Deactivate”。
“Deactivate the know-how protection for drive object”对话框打开。

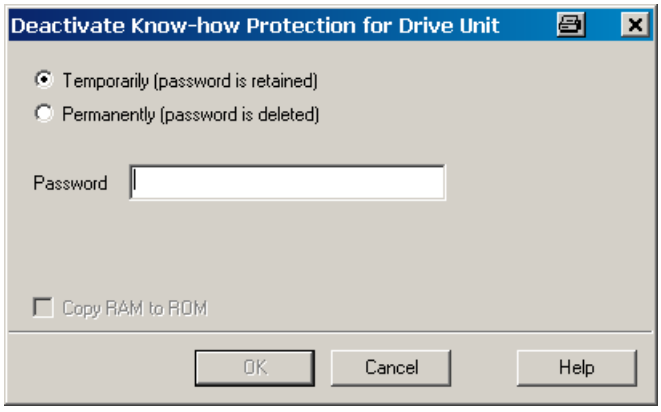


图 14-19 禁用

5. 选择所需选件：
   – “Temporarily”：临时取消保护，系统重启后专有技术保护将重新生效。
   – “Permanently”：永久取消保护，系统重启后专有技术保护也将保持无效状态。
   选择了“Permanently”时，您还可通过“Copy RAM to ROM”在控制单元上执行数据备份。此时同名复选框激活。如果取消了该控制选件框，在断电/上电后专有技术保护仍处于取消状态时，必须手动进行“RAM to ROM”数据备份。
6. 输入密码并点击“OK”。
现在便取消了专有技术保护功能。如须解密更大的数据量，系统会显示一个进度条，表明专有技术保护功能的解密或取消程序正在运行。所有参数再次显示在专家参数表中。
电源重启时口令不会被删除。

14.8.3.4 修改密码

前提条件

- 驱动设备已经激活了专有技术保护。

操作步骤

按照以下步骤，修改专有技术保护的密码：

1. 将驱动设备和编程设备连接。
2. 进入 STARTER 在线模式。
在 PC 机上离线创建一个项目后，必须将该项目载入驱动设备并进入在线模式。
3. 在 STARTER 项目的导航窗口中选择所需的驱动设备。

4. 调用右键菜单中的“Drive unit know-how protection > Change password”。
“Change password”对话框打开。

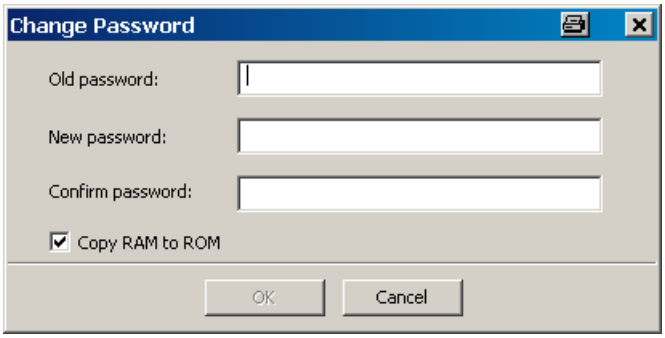


图 14-20　修改密码

5. 在最上方的输入栏中输入旧密码。
6. 在下方的输入栏中输入新口令，并在最下方的输入栏中再次输入新口令。
7. 选项“Copy RAM to ROM”默认激活，会在驱动设备中永久保存专有技术保护的新口令。如果只是想临时修改密码，可以不激活该选项。
8. 点击“OK”，关闭对话框。
密码修改成功后，会弹出确认信息。

14.8.4 将数据设置专有技术保护后载入文件系统

数据可以在设置专业技术保护的后直接从驱动设备载入文件系统或保存在其中。专有技术保护可防止将数据传送给未经授权的第三方。

最终用户可以考虑在以下情形下使用该保护：

- 需要修改加密的 SINAMICS 数据。
- 存储卡损坏。
- 驱动的控制单元损坏。

在上述情形下 OEM 可以通过 STARTER 生成新的加密子项目。在这些加密数据组中，已经预先保存了新存储卡或新控制单元的序列号。

应用示例：控制单元损坏

情形：

最终用户的控制单元损坏。OEM 有最终用户机器的 STARTER 项目文件。

过程：

1. 最终用户向 OEM 发送新控制单元（r7758）和新存储卡（r7843）的序列号，并注明安装了新控制单元的设备。
2. OEM 载入最终用户的 STARTER 项目数据。
3. OEM 执行 STARTER 功能“载入文件系统”（参见章节“将数据保存在文件系统中 (页 999)”）。
   - OEM 可决定是压缩还是不压缩数据。
   - OEM 进行必要的专有技术保护设置。
4. OEM 将存储的数据发送给最终用户，例如通过电子邮件。
5. 最终用户把目录“User”复制到新存储卡上，并将其插入新的控制单元。
6. 最终用户启动驱动。
   控制单元在启动时检验序列号，若一致则删除 p7759 和 p7769 的值。
   正常启动后控制单元运行就绪。专有技术保护生效。
   若序列号不一致，单元则会输出故障 F13100。
   必要时，最终用户要在 OEM 例外列表中重新输入被他修改的参数。

调用“Load to File System”对话框

1. 打开 STARTER。
2. 打开目标项目。

3. 在 STARTER 项目的导航窗口中选择所需的驱动设备。
4. 启动功能“Load to File System”。
   “Load to File System”对话框打开。

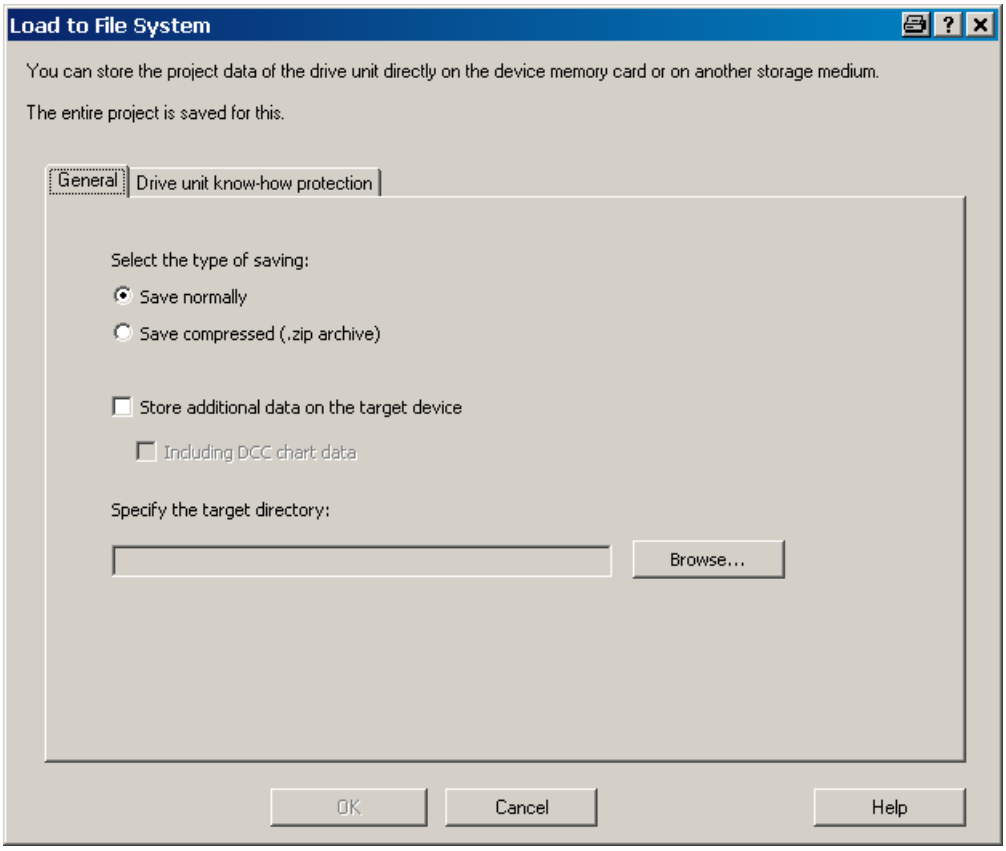


图 14-21　载入文件系统（缺省设置）

确定常规存储器数据

在打开该对话框时会自动显示标签“General”。 选项“Save normally”自动激活。

1. 如果您希望数据经过压缩后再保存，点击选项“Save compressed (.zip archive)”。
   在缺省设置中，选项“Store additional data on the target device”不激活。
2. 如果希望将附加数据（比如：程序来源）保存在目标设备上，可激活该选项。
   – 您也可以激活选项“Including DCC chart data”。 然后便可以保存图形数据。
3. 接着在输入栏中指定保存目录的路径，或点击“Browse”，选中文件系统中的一个目录。

配置专有技术保护

专有技术保护的设置在标签“Drive unit know-how protection”下进行。

1. 点击标签“Drive unit know-how protection”。

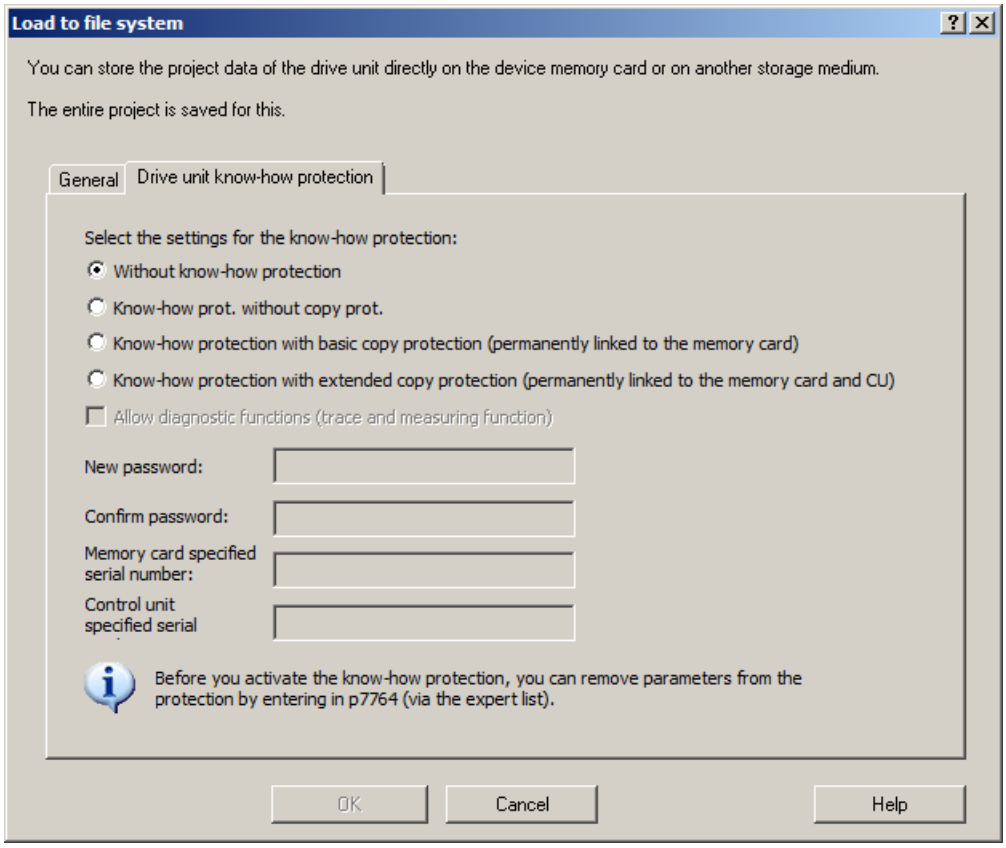


图 14-22 “载入文件系统”中的专有技术保护

缺省设置下，选项“Without know-how protection”激活。 如果您确实希望不加保护地保存数据，可点击“OK”或“Cancel”关闭对话框，但我们不建议这样做。

2. 如果要设置保护，可点击以下其中一个选项：
   - “Know-how prot. without copy prot.”
     所需输入：“New password” 和 “Confirm password”
   - “Know-how prot. with basic copy prot.（绑定在存储卡上）”
     所需输入：“New password”、“Confirm password” 和 “Memory card specified serial number”
   - “Know-how prot. with expanded copy prot.（绑定在存储卡和控制单元上）”
     所需输入：“New password”、“Confirm password”、“Memory card specified serial number” 和 “Control unit specified serial number”

（根据激活的专有技术保护选项）密码和序列号输入栏随即激活。

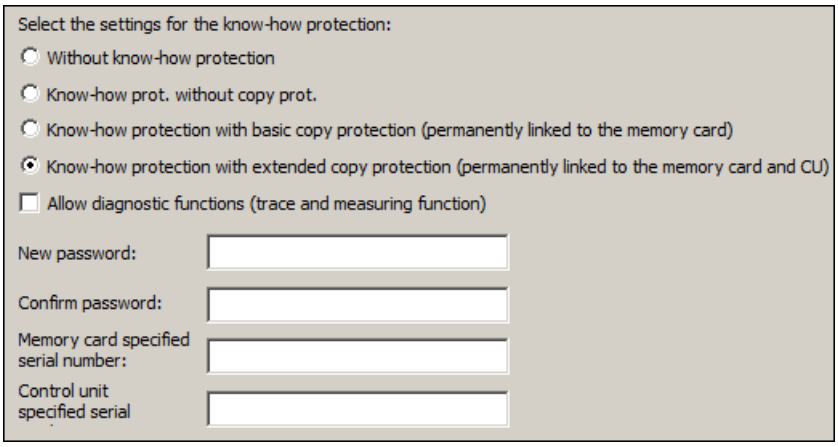


图 14-23　激活载入文件系统中的专有技术保护

激活的输入栏为必填项。

3. 在输入栏“New password”中输入密码，　在输入栏“Confirm password”中再次输入密码。
4. 如果相应的输入栏激活，请输入序列号：
   – 新存储卡的序列号
   – 控制单元的序列号
5. 如果要在专有技术保护激活时使能诊断功能，则可点击选项“使能诊断功能（跟踪和测量功能）”。
   这样就可以在专有技术保护激活时使用跟踪功能、测量功能和函数发生器。
6. 点击“OK”，确认设置。

结果

通过激活专有技术保护功能启动子项目数据的加密程序。如须加密更大的数据量，系统会显示一个进度条，表明专有技术保护功能的加密或激活程序正在运行。 通过这些加密数据最终用户可以为驱动设备装配新存储卡。

14.8.5　重要参数一览

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r7758[0...19]　KHP 控制单元序列号
- p7759[0...19]　KHP 控制单元设定序列号
- r7760　写保护/专有技术保护状态
- p7763　KHP OEM 例外情况列表下标数量，用于 p7764
- p7764[0...n]　KHP OEM 例外情况列表

- p7765 KHP 配置
- p7766[0...29] KHP 密码输入
- p7767[0...29] KHP 新密码
- p7768[0...29] KHP 密码确认
- p7769[0...20] KHP 存储卡设定序列号
- r7843[0...20] 存储卡序列号

14.9 组件更换

14.9.1 更换组件

我们建议一个驱动组合中的所有组件应采用相同的固件版本，这样便可以使用该版本的所有功能。

描述

比较方式设为最高级时，请遵照以下示例。

分为以下情况：

- 不同产品编号的组件
- 相同产品编号的组件
  - 组件更换时拓扑结构比较激活(p9909 = 1)
  - 组件更换时拓扑结构比较不激活(p9909 = 0)

p9909 = 1 时，会自动从实际拓扑结构中将新换入组件的序列号、硬件版本自动传送到设定拓扑结构中，并非易失地加以保存。

p9909 = 0 时不会自动传送序列号和硬件版本。此时，当电子功率铭牌中的数据一致时，必须由 p9904 = 1 或 p9905 = 1 激活传送。

新换入组件的电子功率铭牌上的以下数据必须和旧组件相同：

- 组件类型，例如：SMC20
- 产品编号（例如：“6SL3055–0AA00–5B..”）

在 STARTER 中读取组件编号

在调试工具 STARTER 中，按如下步骤，您可以读取选中的驱动设备各组件的编号。

- 版本一览
  在驱动设备的版本一览中，以列表形式显示了驱动设备的各组件。“No.”列显示组件编号。
- 拓扑结构树
  在驱动设备的拓扑结构树中，以拓扑视图显示了驱动设备的各组件。组件名称右边的括号中是组件编号。

更换带 SINAMICS 集成编码器模块（SMI）或 DRIVE-CLiQ 集成编码器（DQI）的电机

若集成了 DRIVE-CLiQ 接口（SINAMICS 集成编码器模块）的电机中出现损坏，请联系您所在地区的西门子办事处进行维修。

14.9.2 组件更换示例

示例：更换不同产品编号的组件

前提条件：

- 新换入组件的产品编号不同

表格 14-7 示例：更换不同产品编号的组件

处理	响应	注释
• 切断电源 • 更换损坏的组件，并正确连接 • 重新接通电源	• 报警 A01420	
• 将控制单元中的项目载入 STARTER（编程装置） • 选择当前组件，重新设置新换入的驱动 • 将项目载入控制单元（目标装置）	• 报警消失	新的产品编号暂时保存在控制单元的工作控制器中，还必须通过 p0977 = 1 和 p0971 = 1 存入非易失的存储器中。此时还可在 STARTER 中执行从 RAM 到 ROM 的数据备份。
组件更换完成。		

示例：(p9909 = 1) 更换相同产品编号的损坏组件

前提条件：

- 新换入组件的产品编号相同
- 新换入组件的序列号不允许包含在控制单元中保存的设定拓扑结构中。
- 组件更换时的拓扑结构比较激活 p9909 = 1。

过程：

在控制单元启动时，新组件的序列号会自动传送到设定拓扑结构中，并保存在其中。

示例：(p9909 = 0) 更换相同产品编号的损坏组件

前提条件：

- 新换入组件的产品编号相同
- 组件更换时的拓扑结构比较未激活 p9909 = 0。

表格 14-8　示例：更换电机模块

处理	响应	注释
● 切断电源 ● 更换损坏的组件，并正确连接 ● 重新接通电源	● 报警 A01425	
● 将 p9905 设为“1”	● 报警消失 ● 序列号传送到设定拓扑结构中	序列号暂时保存在控制单元的工作控制器中，还必须通过 p0977 = 1 和 p0971 = 1 存入非易失的存储器中。此时还可在 STARTER 中执行从 RAM 到 ROM 的数据备份。
组件更换完成。		

示例：更换不同功率的电机模块/功率模块

前提条件：

- 新旧功率单元的功率不同。
- 矢量：电机模块/功率模块的功率不能超过 4 倍的电机电流

表格 14-9　示例：更换不同功率的功率单元

处理	响应	注释
● 切断电源 ● 更换损坏的组件，并正确连接 ● 重新接通电源	● 报警 A01420	
● 驱动对象 CU： – p0009 = 1 – p9906 = 2 – p0009 = 0 – p0977 = 1	● 设备配置 ● 组件比较 ● 结束配置 ● 数据备份	p9906 = 2 时：注意 所有组件的拓扑结构监控功能会大大弱化（！）不慎误插 DRIVE-CLiQ 电缆的状况可能不会被发现。
● 驱动对象组件： – p0201 = r0200 – p0010 = 0 – p0971 = 1	● 传送代码 ● 结束调试 ● 数据备份	新的产品编号暂时保存在控制单元的工作控制器中，还必须通过 p0977 = 1 和 p0971 = 1 存入非易失的存储器中。此时还可在 STARTER 中执行从 RAM 到 ROM 的数据备份。
组件更换完成。		

14.10 数据备份

14.10.1 非易失性存储器的备份

CU320-2 和 CU310-2 具有一个用于运行相关数据的非易失性存储器，即 NVRAM（Non-Volatile Random Access Memory）。此存储器中存储了故障缓存数据、诊断缓存数据和信息缓存数据等。

在特定状况下（例如控制单元中出现损坏，或更换控制单元）需要对这些数据进行备份。更换硬件后，将备份的数据重新传输至控制单元的 NVRAM。使用参数 p7775 执行这些步骤：

1. p7775 = 1 用于将 NVRAM 数据备份在存储卡上。
2. p7775 = 2 用于将存储卡上的 NVRAM 数据复制到 NVRAM。
3. p7775 = 3 用于清除 NVRAM 中的数据。
   数据成功清除后自动执行上电。

若该过程顺利，则会自动设置 p7775 = 0。若该过程不顺利，则 p7775 会显示相应的故障值。更多有关故障值的详细信息请见 SINAMICS S120/S150 参数手册。

说明

修改 NVRAM 数据

仅在设置了脉冲禁止时，才可对 NVRAM 中的数据执行回装和删除。

备份 NVRAM 数据

通过 p7775 = 1 将独立控制单元的 NVRAM 数据保存在存储卡上“...\USER\SINAMICS\NVRAM\PMEMORY.ACX”子目录下。

若控制单元集成在控制系统中，NVRAM 数据会被保存至存储卡上的 “...\USER\SINAMICS\NVRAM\xx\PMEMORY.ACX” 子目录中。“xx”对应 DRIVE CLiQ 端口。

在存储过程中对 NVRAM 的所有数据进行备份。

说明

备份 NVRAM 数据

也可在脉冲使能期间将 NVRAM 数据备份至存储卡。但是，若在 NVRAM 数据传输期间驱动运行，那么备份的数据可能会与 NVRAM 数据不一致。

回装 NVRAM 数据

通过 p7775 = 2 将存储卡上的 NVRAM 数据传输回控制单元。在回装时决定需要复制哪些数据。

执行 NVRAM 数据回装的原因有 2 种。

- 更换控制单元。
- 怀疑存在数据错误，有针对性地进行 NVRAM 数据回装。

回装过程中控制单元一般会先搜索“PMEMORY.ACX”文件。若存在该文件且其校验和有效，则会将其载入。

更换控制单元：

SINAMICS 会根据控制单元序列号的变化识别出控制单元的更换。上电后首先清除空制单元的 NVRAM。之后载入新的 NVRAM 数据。

NVRAM 回装：

通过设置 p7775 = 2 对所存储的 NVRAM 数据进行有针对性的回装。先将 NVRAM 的原始文件删除。若存在“PMEMORY.ACX”文件且其校验和有效，则会将其载入 NVRAM。

以下数据不会重新回装：

- 控制单元运行计时器
- 控制单元温度
- 安全日志
- 崩溃诊断数据

删除 NVRAM 数据

通过 p7775 = 3 删除 NVRAM 数据。

此时以下数据不会被删除：

- 控制单元运行计时器
- 控制单元温度
- 安全日志
- 崩溃诊断数据

说明

NVRAM 和专有技术保护

参数 p7775 受专有技术保护和写保护。若需在保护机制激活的情况下读取此参数，必须将 p7775 添加到例外列表中。

说明

NVRAM 和写保护

在写保护激活时，只能由上级控制系统通过循环通讯对 p7775 进行赋值。

故障缓存、诊断缓存和信息缓存的更多相关信息请见 SINAMICS S120 STARTER 调试手册。

14.10.2 CF 卡上冗余数据备份

“CF 上冗余数据备份”与“通过网络服务器下载固件”和与其连接的远程访问结合可在连接中断或断电时再次对设备进行安全访问。不能撤销该冗余数据备份。

固件版本 V4.6 以上的存储卡除了正常的工作区外还有一个备份区。CU 启动时，在该备份区中可进行重要数据备份，这样就能确保在进行存储卡上的数据更新时即使断电也不会丢失数据。只有“系统”级权限才能访问该备份区。“用户”级权限无法看到该分区。

如果系统识别出存储卡上文件系统有损坏，系统会在下次 CU 启动时从备份区中恢复工作区中的数据。这时会输出故障信息“F01072：从备份数据中恢复存储卡”。数据恢复过程会通过 LED（固件下载）显示，该过程通常持续一分钟。

启动时，将修改的项目数据复制到备份区这一过程持续秒数较短。在工作区进行写入过程后（例如：RAM to ROM）系统会自动识别是否需要在备份区进行备份复制更新并输出信息“A01073(N)：需要上电，以进行存储卡上的备份复制”。在该情况下执行控制单元上电或硬件复位（通过 p0972）。

固件版本 V4.6 以上带存储卡的控制单元在首次启动时会进行全面的数据备份。该数据备份过程通常只需要一分钟并通过 LED（固件下载）显示。在固件升级或通过读卡器进行存储卡补丁修补（V4.6 以上）时也会进行一次这样的数据备份。

⚠ 警告

使用移动存储介质时软件操作可导致错误设置

将文件存储于移动存储介质上时，受病毒或恶意软件感染的可能性较高。参数设置错误可能会导致机器出现误操作，以至于导致人员重伤或死亡。

- 请为存储于移动存储介质上的文件采取适宜的保护措施（例如启用杀毒软件），防止其受到恶意软件的损害。

说明

最低要求

在旧的固件版本上（例如：V4.5，带存储卡）不能使用该特性。如果希望自动进行备份复制，需要满足以下前提条件：

- 版本正确的控制单元（参见“读取控制单元版本”）
- 固件版本 V4.6 或者更高版本的原装存储卡

说明

通过网络服务器进行固件下载时的特殊性

特殊情况下，在通过网络服务器进行固件下载时也可以使用旧的固件版本，但是这不能确保电源掉电安全性。

读取控制单元版本

下表中列出了每个控制单元进行“存储卡上冗余数据备份”所需要的功能状态，从控制单元的铭牌上可获取相关数据。

控制单元	版本 (PRODIS)
CU310-2 DP	≥ E
CU310-2 PN	≥ E
CU320-2 DP	≥ G
CU320-2 PN	≥ D

重要故障和报警一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- F01072 从备份数据中恢复存储卡
- A01073 (N) 需要上电，以进行存储卡上的备份复制

14.11 DRIVE-CLiQ

14.11.1 DRIVE-CLiQ 拓扑结构

在 SINAMICS 中，拓扑结构指的是 DRIVE-CLiQ 电缆的连接树形图。每个组件启动时，都会分配到一个组件号。

DRIVE-CLiQ (Drive Component Link with IQ) 是连接 SINAMICS 不同组件的通讯系统，这些组件有：控制单元、电源模块、电机模块、电机和编码器。

DRIVE-CLiQ 具备以下属性：

- 通过控制单元自动识别组件
- 所有组件上统一的接口
- 可对组件进行诊断
- 可对组件进行维修

电子铭牌

电子铭牌包含以下数据：

- 组件类型，例如：SMC20
- 产品编号（例如：6SL3055-0AA0-5BA0）
- 制造商，例如：西门子
- 硬件版本，例如 A
- 序列号，例如：T-PD3005049
- 技术数据，例如：额定电流

实际拓扑结构

实际拓扑结构对应实际的 DRIVE-CLiQ 连接树形图。

在驱动系统的组件启动时，DRIVE-CLiQ 会自动识别实际拓扑结构。

设定拓扑结构

设定拓扑结构保存在控制单元的 CF 卡上，在控制单元启动时会和实际拓扑结构相比较。

有 2 种方式可以定义设定拓扑结构，并将它保存到 CF 卡上：

- 通过 STARTER
  创建设置并载入到驱动装置中
- 通过快速调试（自动设置）
  读取实际拓扑结构，并将设定拓扑结构写入到存储卡上

上电时的拓扑结构监控

拓扑结构比较可以防止错误控制或分析组件，例如：驱动 1 和 2。

在驱动系统启动时，控制单元会比较存储卡中保存的设定拓扑结构和识别出实际拓扑结构、电子铭牌。

通过参数 p9906 可以为一个控制单元上的所有组件设定电子铭牌的比较方式。也可以通过 p9908 或右击 STARTER 中的拓扑结构视图，单独修改每个组件的比较方式。缺省设置中会比较电子铭牌的所有数据。

设定和实际拓扑结构中数据的比较范围取决于 p9906/9908 的设置：

- p9906/p9908 = 0 组件类型、产品编号、制造商、序列号
- p9906/p9908 = 1 组件类型、产品编号
- p9906/p9908 = 2 组件类型
- p9906/p9908 = 3 组件类别，例如：编码器模块或电机模块

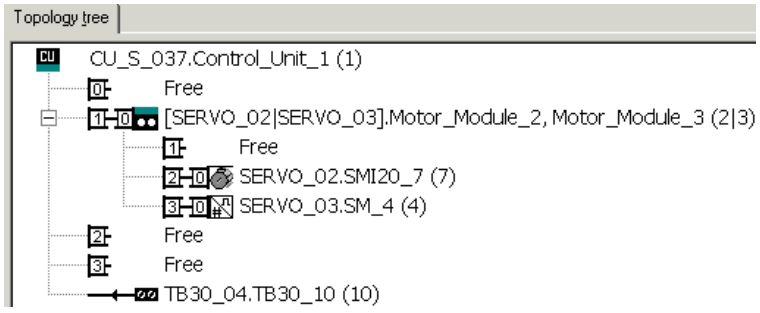


图 14-24　STARTER 中的拓扑结构视图

说明

控制单元和选件板不受监控。这些组件的更换会自动接收，不会加以显示。

14.11.2 DRIVE-CLiQ 诊断

通过 DRIVE-CLiQ 诊断可检查 DRIVE-CLiQ 的接口和电缆。发生传输故障时，可分析参与模块中的故障计数器来确定发生故障的连接部件的位置。

不仅可以看到故障计数器的整体情况，还可以进行单个连接的详细诊断。针对所选的连接，可以设置采集故障数量的间隔时间，并且通过参数进行跟踪。如果连接错误的话，则可以通过记录传输故障的出现情况并且和驱动的其他事件联系起来。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- r9936[0...199] DRIVE-CLiQ 诊断：计数器连接
- p9937 DRIVE-CLiQ 诊断：配置
- p9938 DRIVE-CLiQ 详细诊断：配置
- p9939 DRIVE-CLiQ 详细诊断：时间间隔
- p9942 DRIVE-CLiQ 详细诊断：单个连接选择
- r9943 DRIVE-CLiQ 详细诊断：单个连接故障计数器

14.11.3 DRIVE-CLiQ 组件的紧急运行模式

为防止驱动系统在 CU 故障或 DRIVE-CLiQ 通讯失败时受过高电压影响（例如：组件和一个正在旋转的主轴相连时），可在 DRIVE-CLiQ 组件中集成紧急运行（自控运行）用于以下功能。

- 斩波器运行（适用于 20 kW / 40 kW 基本型电源模块，和外部制动电阻相连）。
- 具有较高动能的机械装置的内部电压保护（电枢短路由电机模块根据直流母线电压调节）。

特性

- 在紧急运行中（周期条件没有改变）无需上电也可以重新恢复并重新同步 DRIVE-CLiQ 通讯。
- 从紧急运行切换到正常运行无需执行组件上电。
- 在出厂设置或项目下载中具有定义的特性。

说明

只有产品编号以 3 结束的电机模块和基本型电源模块上，例如：6SL3130-6TE21-6AA3，才提供自控运行（紧急运行）。

工作原理

在自控运行中需要解决 2 个任务：

- 识别出组件上出现的临界状态，为此必须保持保护功能。
- 恢复和上级控制器的通讯。

为保持保护功能，时间片系统必须保持生效。
登录的时间片系统保持生效，直至保护功能报告，达到了安全状态，时间片因此失效。如果在重新开始通讯后 DRIVE-CLiQ 主站报告，和原先的参数设置相比没有总线计时变化，则可以开始同步，时间片系统和原先一样，保持生效。

说明

所有自控运行的算法都作为组件的后台进程运行。因此，它们不会对组件的循环式计算负载率产生影响。

恢复通讯的前提是，在紧急运行期间可以查找到拓扑结构。

说明

在紧急运行期间不能取消激活组件。

自控时间片运行的准备工作

应用系统（DRIVE-CLiQ 从站组件的基本系统）报告，已经准备好自控时间片运行。例如：在保护功能“电枢短路”激活时或在斩波器运行中会发出准备信号。

从正常运行切换到自控运行

应用系统激活自控时间片运行。切换时没有时间延迟。

从自控运行切换到正常运行

任何时候都可切换至普通运行，无需执行上电。

在自控运行期间 DRIVE-CLiQ 通讯恢复

需要区分下面 2 种运行状态：

- DRIVE-CLiQ 总线计时，例如：周期设置和上次启动相比，没有发生改变：
  DRIVE-CLiQ 组件在循环运行中启动。
- DRIVE-CLiQ 计时发生改变：
  无论如何都必须保持自控运行。此时 DRIVE-CLiQ 组件会拒绝启动，直到应用系统报告，不再需要自控运行。接着会以改变后的计时重新启动。

在第 2 次下载时组件可能已经开始运行。为确保第 2 次下载（参数重新设定、出厂设置等），必须由 DRIVE-CLiQ 主站取消可能选中的保护功能以及自控时间片运行。在该状态下可以接收所有的计时修改。

DRIVE-CLiQ 主站会检查下载的相关性，此处相关性指对组件的时间片特性产生影响。

需要通过信息“计时改变”连接到 DRIVE-CLiQ 从站上的新配置有

- 组件 DRIVE-CLiQ 周期的改变
- 要求内部重新配置时间片系统的过采样设置改变。

另外，需要注意：

- 重新插拔组件和组件连接电缆太长时，会要求修改信号运行时间，同样也会因此改变计时。

14.12 系统控制、采样时间和 DRIVE-CLiQ 布线

14.12.1 系统限制和系统负载一览

受控制轴、电源、端子模块的数量和类型以及额外激活的功能可通过固件配置来增减。

系统中的软件功能和闭环控制功能会以不同的采样时间（p0115、p0799、p4099）循环执行。在配置驱动时会自动设定采样时间缺省设置（参见“缺省设置 (页 1027)”一章）。之后用户也可进行后续调整。

和选中控制单元组合运行的可控驱动、电源模块、端子模块的数量取决于一些系统规定、所设置的采样时间、控制方式及激活的附加功能。

此外，针对所使用组件和所选 DRIVE-CLiQ 布线还有关联性和相关规定。

以下子章节中详细描述了已有规定。接着是可控驱动数量说明和一些示例拓扑。

可运行的标准组态范围（采用标准周期）有：

- 12 个周期为 500 µs 的 V/f 控制轴
- 6 个周期为 500 µs 的矢量轴
- 6 个周期为 125 µs 的伺服轴
- 3 个周期为 250 µs 的矢量轴
- 3 个周期为 62.5 µs 的伺服轴
- 1 个周期为 31.25 µs 的伺服轴（单轴模块）

说明

特殊情况：同步磁阻电机

在配合同步磁阻电机使用、带测试信号的无编码运行中，250 µs 周期条件下，驱动可组态为 2 根驱动轴加 1 个电源模块；500 µs 周期条件下，驱动可组态为 4 根驱动轴加 1 个电源模块。

从 125 µs 转换至 62.5 µs 时，大多数情况下都会产生轴损耗。此规定也适用于周期混用（用于粗估算组态范围）时的情况。

特别是在对配置要求较高，例如驱动具备高动态特性或额外使用特殊功能时轴数量较大的情况下，建议使用选型工具 SIZER 进行检查。选型工具 SIZER 会计算项目的可执行性。

无论拓扑结构是否可运行，负载率最终都会显示在 r9976 中。如果负载率大于 100 %，系统会发出故障 F01054。此时，必须放弃使用单轴或多轴模块或者缩小功能范围。

14.12.2 系统规定

一个控制单元上最多允许有 24 个驱动对象（Drive Object = DO ）。

控制单元

- 控制单元 CU310-2 是一个单轴控制模块，用于运行模块型（PM240-2 或 PM340）和装机装柜型 AC/AC 功率模块，除此之外，还可以连接端子模块、传感器模块和 HUB 模块。
- 控制单元 CU320-2 是一个多轴控制模块，用于运行电源模块和书本型、装机装柜型和模块型电机模块。除此之外，还可以连接端子模块、传感器模块和 HUB 模块。

电机模块（含控制方式）

针对控制单元 CU310-2：

- 控制单元 CU310-2 是一个单轴控制模块（伺服控制、矢量控制或矢量控制 V/f 控制），用于插接在功率模块 PM240-2 或 PM340 上，或用于与装机装柜型 AC/AC 功率模块一同运行（通过 DRIVE-CLiQ 接口 X100）。

针对控制单元 CU320-2：

- 控制单元 CU320－2 是一个多轴控制模块，用于运行书本型、装机装柜型和模块型电机模块（通过 CUA 的 PM240-2 和 PM340）。
- 多轴电机模块上，一根轴相当于一个模块（1 个双轴电机模块 = 2 个电机模块）。
- 伺服控制和 HLA 控制中最多可同时运行 6 个驱动对象。
- VECTOR 类型中最多可同时存在 12 个驱动对象。
  - 矢量控制中最多可同时运行 6 个驱动对象。
  - V/f 控制中最多可同时运行 12 个驱动对象。
- 针对不同控制模式的混用：
  允许的是：
  - 伺服控制和 V/f 控制的混用。
  - 矢量控制和 V/f 控制的混用。
  - HLA 控制和伺服控制的混用。
  - HLA 控制、矢量控制和 V/f 控制的混用。

  不允许的是：
  - 伺服控制和矢量控制的混用。
  - HLA 控制、伺服控制和 V/f 控制的混用。

针对电机模块的并联：

- 仅在电机模块为装机装柜型，且采用矢量控制或 V/f 控制运行方式时，才允许进行并联。
- 最多可将 4 个电机模块并联。参与并联的所有电机模块须具有相同的功率。
- 系统会针对并联创建一个驱动对象。
- 只允许采用一个控制单元并联回路。

电源模块

针对控制单元 CU310-2：

- 禁止运行电源模块

针对控制单元 CU320-2：

- 只能使用非调节型电源模块 (SLM)、基本型电源模块 (BLM) 和调节型电源模块 (ALM) 类型的驱动对象。
- 禁止混用调节型电源模块和非调节型电源模块(SLM)或基本型电源模块(BLM)。
- 允许混用非调节型电源模块(SLM)驱动对象和基本型电源模块(BLM)驱动对象。
- 每个装机装柜型调节型电源模块 (ALM) 或非调节型电源模块 (SLM) 都应分配一个生效的电压监控模块 (VSM)。违反该规定会导致故障 F05061。
- 其余 2 个电压监控模块 (VSM) 可通过调节型电源模块 (ALM) 上的功能模块“电源变压器”运行。

针对电源模块的并联：

- 允许并联装机装柜型电源模块和功率等级为 120 kW 的书本型调节型电源模块(ALM)。
- 一条并联回路内最多只允许连接 4 个电源模块。
- 书本型并联回路中最多允许连接 2 个功率等级为 120 kW 的调节型电源模块(ALM)。
- 一条并联回路中禁止连接不同功率的电源模块。
- 并联回路中每个生效的调节型电源模块 (ALM) 都应分配一个生效的电压监控模块 (VSM)。违反该规定会导致报警 F05061。
- 使用非调节型电源模块(SLM)时，并联回路中至少每个非调节型电源模块(SLM)都应分配一个生效的电压监控模块 (VSM)。违反该规定会导致故障 F05061。

端子模块

控制单元 CU320-2：

- 总共可同时运行最多 16 个型号为 TM15 Base、TM31、TM15、TM17、TM41、TM120 或 TM150 的驱动对象。
- （此外还）可连接一个端子模块 F (TM54F)。

控制单元 CU310-2：

- 总共可同时运行最多 8 个型号为 TM15 Base、TM31、TM15、TM17、TM41、TM120 或 TM150 的驱动对象。
- 每次可同时运行最多 3 个型号为 TM15、TM17 和 TM41 的驱动对象。
- （此外还）可连接一个端子模块 F (TM54F)。

DRIVE-CLiQ 集线器模块

- 可为 DRIVE-CLiQ 集线器模块（DMC20 或 DME20）同时运行最多 8 个驱动对象。此处 DMC20/DME20 不重复计数。

14.12.3 特殊配置和拓扑结构

本节主要介绍一些已知的特殊配置和拓扑结构，是对“系统规定 (页 1020)”一节的补充说明。

其中的应用场景都是假设或假想的场景，以方便您理解某一配置或拓扑结构需要满足的前提条件。

说明

需要深入理解伺服控制和 V/f 控制

本文介绍的应用场景需要用户有深入的驱动知识，能够很好地理解伺服控制和 V/f 控制。

双轴电机模块上伺服控制和 V/f 控制的混用

需要在双轴电机模块上混用伺服控制和 V/f 控制时，要满足以下前提条件。

前提条件

- 双轴电机模块
- 一个可实现多轴运行的控制单元

前提条件

- 需要在双轴电机模块上混用伺服控制和 V/f 控制时，必须在伺服控制中关闭“高电流控制器动态”。

操作步骤

如果在调试混用控制模式时在伺服控制中激活了“高电流控制器动态”（p1810.11 = 1），驱动会输出故障消息 F30020 （功率单元：配置不被支持，故障原因 5）。

按照以下步骤，应答故障消息并调试混用模式：

1. 设置 p1810.11 = 0，关闭“高电流控制器动态”。
2. 关闭“高电流控制器动态”后设置 p0340 = 4，重新计算控制器增益。

结果：现在可以应答故障消息 F30020 并调试两根轴。

14.12.4 采样时间规定

14.12.4.1 设置采样时间的规定

在设置采样时间时，应注意以下规定：

一般规则

- 在控制单元上最多允许有 2 个最小采样时间不能相互整除的周期级。设置的所有采样时间必须是这两个周期级中最小采样时间的整数倍。
  示例 1：
  – 最小采样时间周期级 1：采样时间为 250 µs 的调节型电源模块
  – 最小采样时间周期级 2：采样周期为 455 µs 的 1 个“矢量”驱动对象 (p0113 = 1.098 kHz)
  允许进行该设置。
  其他采样时间必须是 250 µs 或 455 µs 的整数倍。

端子模块、端子板、控制单元

- 针对组件的数字量输入/输出，可设置最小 125 µs 的采样时间（p0799、p4099、p0115）。

脉冲频率和电流控制器采样时间

- 驱动和电源的电流控制器采样时间须与所设置的功率单元脉冲频率同步（另见 SINAMICS S120/S150 参数手册中的 p1800）。提升脉冲频率须缩短采样时间，且会引起功率单元中的较大降容。

电源模块

- 在书本型调节型电源模块(ALM)和非调节型电源模块(SLM)上，只允许设置 125 µs 或 250 µs 的电流控制器采样时间。
- 装机装柜型调节型电源模块(ALM)和非调节型电源模块(SLM)上允许的电流控制器采样时间的设置取决于各个模块本身。可以将电流控制器采样时间只设置为 250 µs，也可设置为 400 µs 或 375 µs（p0092 = 1 时为 375 µs）。
- 在基本型电源模块(BLM)上只允许设置 2000 µs（装机装柜型）或 250 µs（书本型）的电流控制器采样时间。

电机模块

- 在书本型单电机模块上，可以设置最小为 31.25 µs 的电流控制器采样时间 (31.25 µs ≤ p0115[0] ≤ 500 µs)。
- 在书本型双电机模块上，可以设置最小为 62.5 µs 的电流控制器采样时间 (62.5 µs ≤ p0115[0] ≤ 500 µs)。
- 在装机装柜型电机模块上，可以设置最小为 125 µs 的电流控制器采样时间 (125 µs ≤ p0115[0] ≤ 500 µs)。
- 在模块型电机模块上，可以设置 62.5 µs、125 µs、250 µs 或者 500 µs 的电流控制器采样时间，它只适用于最小单位为 2 kHz 的脉冲频率。
  PM240-2 FS D-F 的最小电流控制器采样时间为 125 µs。
- 在 HLA 模块上，可以设置最小为 62.5 µs 的电流控制器采样时间 (62.5 µs ≤ p0115[0] ≤ 250 µs)。

伺服控制/HLA 控制

- 在伺服控制驱动上，可以设置 31.25 µs 和 250 µs 之间的电流控制器采样时间 (31.25 µs ≤ p0115[0] ≤ 250 µs)。
- 在带 HLA 模块的驱动上，可以设置 62.5 µs 和 250 µs 之间的电流控制器采样时间 (62.5 µs ≤ p0115[0] ≤ 250 µs)。
- 伺服控制或 HLA 中驱动对象的最快采样时间如下得出：
  - T_i = 31.25 µs：伺服控制中有且只有 1 个驱动对象
  - T_i = 62.5 µs：伺服控制或 HLA 中最多 3 个驱动对象
  - T_i = 125 µs：伺服控制或 HLA 中最多 6 个驱动对象

矢量控制，V/f 控制

- 在矢量控制驱动上，可以设置 125 µs 和 500 µs 之间的电流控制器采样时间 (125 µs ≤ p0115[0] ≤ 500 µs)。也适用于 V/f 控制运行。
- 在矢量和矢量 V/f 控制模式中，以及使用了正弦滤波器 (p0230 > 0) 时，因正弦滤波器的布局原因，只允许按照整数倍的缺省值修改相应 DO 的电流控制器采样时间。
- 矢量控制中驱动对象的最快采样时间如下得出：
  - T_i = 250 µs：矢量控制中最多 3 个驱动对象
  - T_i = 375 µs：矢量控制中最多 4 个驱动对象
  - T_i = 400 µs：矢量控制中最多 5 个驱动对象
  - T_i = 500 µs：矢量控制中最多 6 个驱动对象

  说明

  采用矢量控制时对装机装柜型的轴数限制

  在脉冲沿调制/脉冲图形优化功能以及摆动功能激活时，轴数须削减一半。

- V/f 控制中驱动对象的最快采样时间如下得出：
  - T_i = 500 µs：V/f 控制中最多有 12 个驱动对象
- 在矢量和 V/f 控制混用时，最多允许 11 个轴（另外还允许采用 ALM、TB 和 TM）。

安全功能

- 只有单轴电机模块才可用于电流控制器采样时间为 T_{IReg} ≤ 62.5 µs、带有“安全无传感器”功能的伺服轴。

14.12.4.2 周期同步运行时的规则

说明

PROFIBUS 中的字符说明

T_{dp} = PROFIBUS 周期/DP 周期
T_{mapc} = 主站应用循环时间
T_i = 输入时间（即实际值接收时间）
T_o = 输出时间（即设定值给定时间）

进行等时同步运行时须遵循以下边界条件：

- PROFIBUS 周期 T_{dp} 必须是 250 µs 的整数倍值。
- PROFIBUS 周期 T_{dp} 必须是电流控制器采样时间的整数倍值。
- 时间点 T_i（实际值接收时间）和 T_o（设定值给定时间）必须是 125 µs 的整数倍值。
- 时间点 T_i 和 T_o 必须是电流控制器采样时间的整数倍值。
- T_{mapc} 是转速控制器周期的整数倍值。
- T_i 和 T_o 始终指定给一个 PROFIBUS 支路， 这样便可以覆盖到一个控制单元的所有驱动并采用相同的设置进行作业。
- 设置 p0092 = 1（等时同步运行预设/检查），在首次调试时将等时同步 PROFIdrive 运行的控制器周期分配到缺省设置。
  - 伺服控制模式中的电流控制器采样时间可根据“表格 14-14 伺服控制中的脉冲频率和电流控制器采样时间 (页 1041)”进行调整。
  - 矢量控制模式中的电流控制器采样时间可根据“表格 14-16 矢量控制中的脉冲频率和电流控制器采样时间 (页 1043)”进行调整。
- 必须遵守安全实际值采集周期和安全监控周期的设置规定（详情参见 SINAMICS S120 Safety Integrated 功能手册）：
  - 监控周期 (p9500) 必须是实际值采集周期 (p9511) 的整数倍值。当 p9511 = 0 时，等时同步 PROFIBUS 周期 T_{dp} 用作实际值采集周期。
  - 实际值采集周期 ≥ 4 倍的电流控制器采样时间。
  - DP 周期至少要比 T_i 和 T_o 的总和大 1 个电流控制器采样时间。

从上述条件中可以得知：用于设置 T_i、T_o 和 T_{dp} 的基本周期是以所有在等时同步 PROFIBUS 上运行的轴的最小电流控制器采样时间共用倍数和 125 µs 为标准的。

如果由于采样时间设置错误而不能进行等时同步运行，会输出相应的信息 (A01223、A01224)。

SINAMICS Link 中的周期设置

SINAMICS Link 只能采用 3 种周期设置：

表格 14-10 同步模式激活时的设置

T_i [µs]	T_o [µs]	T_{dp} [µs]
500	500	500
500	1000	1000
1500	1500	1500

14.12.4.3 采样时间的缺省设置

在配置驱动时会自动设定各个功能的采样时间缺省设置。

该缺省设置以所选择的运行方式（矢量控制/伺服控制）和激活的功能为准。

若可通过控制系统实现周期同步运行，必须在自动配置前将参数 p0092 设为“1”，从而使采样时间能得到相应预设。如果由于采样时间设置错误而不能进行等时同步运行，会输出相应的信息 (A01223、A01224)。

若应用需要修改预设的采样时间，可通过参数 p0112、p0113 设置，或直接通过 p0115、p0799、p4099 设置。

说明

建议

默认采样时间只可由专家进行修改。

在首次调试时电流控制器采样时间 (p0115[0]) 会自动预设为出厂设置值：

表格 14-11 出厂设置

结构型式	数量	p0112	p0115[0]	p1800
调节型电源				
书本型	1	2 (低)	250 µs	-
装机装柜型 400 V / <= 300 kW 690 V / <= 330 kW	 1 1	 2 (低) 2 (低)	 250 µs 250 µs	 - -

结构型式	数量	p0112	p0115[0]	p1800
装机装柜型 400 V / > 300 kW 690 V / > 330 kW	 1 1	 0 (专家级) 1 (x 低)	 375 µs (p0092 = 1) 400 µs (p0092 = 0)	 - -
非调节型电源				
书本型	1	2 (低)	250 µs	-
装机装柜型 400 V / <= 355 kW 690 V / <= 450 kW	 1 1	 2 (低) 2 (低)	 250 µs 250 µs	 - -
装机装柜型 400 V / > 355 kW 690 V / > 450 kW	 1 1	 0 (专家级) 1 (x 低)	 375 µs (p0092 = 1) 400 µs (p0092 = 0)	 - -
基本型电源				
书本型	1	4 (高)	250 µs	-
装机装柜型	1	2 (低)	2000 µs	-
伺服				
书本型	1 ... 6	3 (标准)	125 µs	4 kHz
装机装柜型	1 ... 6	1 (x 低)	250 µs	2 kHz
模块型	1 ... 5	3 (标准)	125 µs	4 kHz
矢量				
书本型	1 ... 3 仅转速控制 1 ... 6 仅 V/f	3 (标准)	250 µs	4 kHz
装机装柜型 400 V / <= 250 kW				2 kHz

结构型式	数量	p0112	p0115[0]	p1800
书本型	4 ... 6 仅转速控制 7 ... 12 仅频率控制	0(专家级)	500 µs	4 kHz
装机装柜型 400 V / <= 250 kW				2 kHz
装机装柜型 400 V / > 250 kW 690 V	1 ... 4 仅转速控制 1 ... 5 仅 V/f 5 ... 6 仅转速控制	0（专家级） 1（x 低） 0（专家级）	375 µs (p0092 = 1) 400 µs (p0092 = 0) 500 µs (p0092 = 1)	1.333 kHz 1.25 kHz 1.0 kHz

说明

如果控制单元上连接了一个模块型功率模块，所有矢量驱动的采样时间都会依据规定设为和块型功率模块匹配的值（只允许 250 µs 或 500 µs）。

14.12.4.4 设置脉冲频率

对于以下列出的功能通过 p0112 中的选择以 µs 为单位设置采样时间，以便适用于各自的控制配置，并根据性能要求接收到 p0115[0...6] 中。

- 电流控制器(p0115[0])
- 转速控制器(p0115[1])
- 磁通控制器(p0115[2])
- 设定值通道(p0115[3])
- 位置控制器(p0115[4])
- 定位器(p0115[5])
- 工艺控制器(p0115[6])

性能等级从“x 低”到“x 高”。采样时间设置的详细说明请参见 SINAMICS S120/S150 参数手册。

在调试工具的在线模式中设置脉冲频率

在 p0113 中输入最小脉冲频率。对于等时同步运行（p0092 = 1），必须确保参数设置后得到的电流控制器采样时间为 125 µs 的整数倍。调试（p0009 = p0010 = 0）后可在 p1800 中设置所需的脉冲频率。

表格 14-12　等时同步运行时的脉冲频率

控制模式	p0115[0] 电流控制器采样时间 / µs	p0113 脉冲频率 / kHz
伺服控制	250	2
	125	4
矢量控制	500	1
	250	2

在退出调试（p0009 = p0010 = 0）时，生效的脉冲频率（p1800）会依据 p0113 进行预设，随后可以修改该参数。

14.12.4.5　设置采样时间

如果需要的采样时间无法通过 p0112 > 1 设置，则可以在专家模式中直接通过 p0115 设置。

如果在线更改了 p0115，更高索引的数值会自动匹配。

说明

不要在调试工具的离线模式下修改采样时间，因为参数设置错误会中断项目下载过程。

进行并检查设置

1. 设置 p0009 = 3，在控制单元的专家列表中激活驱动基础配置。
2. 设置 p0112 = 0，在驱动对象的专家列表中激活专家模式。
3. 按如下步骤确定驱动对象的电流控制器采样时间：p0115[0] = 电流控制器采样时间。
   电流控制器采样时间只能采用“表格 14-14 伺服控制中的脉冲频率和电流控制器采样时间 (页 1041)”和“表格 14-16 矢量控制中的脉冲频率和电流控制器采样时间 (页 1043)”中的值。
4. 设置 p0009 = 0，在控制单元的专家列表中结束周期设置。
   接着启动程序。此时，转速控制器采样时间和磁通量控制器周期会自动进行匹配且始终保持为电流控制器采样时间的整数倍值。
5. 接着检查最大速度 p1082 及设置的脉冲频率 p1800 并启动控制器数据自动计算程序 (p0340 = 4)。

14.12.4.6 重要参数一览

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0009 设备调试参数筛选
- p0092 等时同步运行预设/检查
- p0097 选择驱动对象的类型
- r0110[0...2] 基本采样时间
- p0112 采样时间缺省设置 p0115
- p0113 最小脉冲频率选择
- r0114[0...9] 建议最小脉冲频率
- p0115[0...6] 内部控制回路的采样时间
- r0116[0...1] 建议驱动对象周期
- p0118 电流控制器计算时滞
- p0340[0...n] 自动计算电机参数/闭环控制参数
- p0799[0...2] CU 输入/输出的采样时间
- p1082[0...n] 最大速度
- p1800[0...n] 脉冲频率设定值
- p4099 输入/输出的采样时间
- r9780 SI 监控周期（控制单元）
- r9880 SI 监控周期（电机模块）
- r9976[0...7] 负载系统

14.12.5 DRIVE-CLiQ 的布线规则

进行 DRIVE-CLiQ 组件的布线时须遵循特定规则。其中可区分为强制遵循 DRIVE-CLiQ 规则和建议遵循规则，这样便不必再对调试工具中离线创建的拓扑结构进行修改。

DRIVE-CLiQ 组件的最大数量以及布线方式取决于以下系数：

- 强制性 DRIVE-CLiQ 拓扑规则
- 所激活驱动的数量和类型以及相应控制单元的功能
- 相应控制单元的计算效率
- 所设置的处理周期和通讯周期

下面将介绍约束性布线规则和一些附加的推荐规则，并介绍了几个 DRIVE-CLiQ 布线的拓扑示例。

这些示例中的组件可以被移除、替换或添加。如果组件被替换为其它类型的组件或者添加了额外的组件，则应使用选型工具 SIZER 来检查该拓扑。

如果实际的拓扑与在调试工具的离线模式下创建的拓扑不一致，则应在下载前对离线拓扑进行调整。

14.12.5.1 针对 DRIVE-CLiQ 布线的强制规定

以下通用 DRIVE-CLiQ 布线规定是强制规定，以确保驱动的安全功能。

- 在 DRIVE-CLiQ 拓扑结构中，只允许一个控制单元作为 DRIVE-CLiQ 主站。
- 从控制单元端口开始，一条 DRIVE-CLiQ 支路上最多允许连接 14 个 DRIVE-CLiQ 节点。

  说明

  每个双轴电机模块、DMC20、DME20、TM54F 和 CUA32 都相当于 2 个 DRIVE-CLiQ 节点。只配置了一个驱动的双轴电机模块也是如此。

- 组件禁止环形布线和重复布线。
- 不允许采用含（控制单元型号和固件版本）不支持的 DRIVE-CLiQ 组件的驱动拓扑结构。
- 一条 DRIVE-CLiQ 支路上连接的所有组件的采样时间（p0115[0] 和 p4099）必须能够被整除，或者为组件设置的所有采样时间须为共用“基本周期”的整数倍。
  - 示例 1：在一条 DRIVE-CLiQ 支路上，电源模块启用 250 µs 采样时间的同时电机模块可采用 125 µs（“基本周期”：125 µs）
  - 示例 2：在一条 DRIVE-CLiQ 支路上，电源模块启用 250 µs 采样时间的同时电机模块可采用 375 µs（“基本周期”：125 µs）

  若在一个驱动对象上须更改电流控制器采样时间 T_i，而更改值又与同一条 DRIVE-CLiQ 支路上其他驱动对象采样时间不匹配，则可采用以下解决方案：
  - 将经过修改的驱动对象插入一条单独的 DRIVE-CLiQ 支路中。注意：在一个控制单元上总共允许 2 个周期级。
  - 同时修改电流控制器采样时间以及其他驱动对象输入/输出的采样时间，使其与修改过的采样时间匹配。
- 控制单元 CU310－2 上装机装柜型 AC/AC 功率模块的连接是通过 DRIVE-CLiQ 接口 X100 进行的。
- TM54F 不应与电源模块或电机模块一同在一条 DRIVE-CLiQ 支路上运行。

避免过载的规定和说明

通常必须要避免较小采样时间内因组件过多而导致的 DRIVE-CLiQ 支路和与其相连的组件过载。有以下规定和说明：

- 在采样时间为 T_i = 31.25 µs 的组件的 DRIVE-CLiQ 支路上只允许连接该采样时间内的组件。允许连接以下组件：
  - 书本型单电机模块
  - 传感器模块 SMC20、SMI20、SMI24、SME20、SME25、SME120 和 SME125
  - 高频阻尼模块（HF damping modules）
  - 其余组件须使用额外的 DRIVE-CLiQ 支路。
- 在电流控制器采样时间为 31.25 µs 和 62.5 µs 时，必须按照如下方式在 DRIVE-CLiQ 接口上对称连接各个轴：
  - DRIVE-CLiQ 接口 X100：电源，轴 2、4、6、...
  - DRIVE-CLiQ 接口 X101：轴 1、3、5、...
- 在矢量 V/f 控制中，控制单元的一条 DRIVE-CLiQ 支路上禁止连接超过 4 个电机模块。
- 电流控制器采样时间为 31.25 µs 时，滤波器模块应直接连接至控制单元的 DRIVE-CLiQ 插口。
- 一条 DRIVE-CLiQ 支路上禁止运行超过 4 个带扩展安全集成功能的电机模块（针对所有轴上的电流控制器采样时间 T_{IReg} = 125 µs）。除电源模块和编码器模块外，在此 DRIVE-CLiQ 支路上禁止连接其他 DRIVE-CLiQ 组件。
  例外：在 SINAMICS S120M 上，一条 DRIVE-CLiQ 支路上禁止运行超过 6 个带扩展安全功能的 S120M。

针对 CU Link、控制单元 CX32 和 NX10/NX15：

- 在含 CU Link 的拓扑结构中，SINUMERIK-NCU 是 NX 的 DRIVE-CLiQ 主站，SIMOTION D4xx 是 CX32 的主站。
- 控制单元 CX32 或 NX10/NX15 是下一级组件的主站。
- 连接至控制单元的接口由 CX/NX 的 PROFIBUS 总线地址得出 (10 → X100、11 → X101、12 → X102、13 → X103、14 → X104、15 → X105)。
- 禁止混用 SIMOTION 主站控制单元和 SINUMERIK 从站控制单元。
- 禁止混用 SINUMERIK 主站控制单元和 SIMOTION 从站控制单元。

14.12.5.2 布线建议

DRIVE-CLiQ 布线时也要遵循以下布线建议：

概述

- 针对 DRIVE-CLiQ 组件（控制单元除外）：DRIVE-CLiQ 接口 Xx00 为 DRIVE-CliQ 输入端（上传），其他 DRIVE-CLiQ 接口为输出端（下载）。
  - 控制单元的 DRIVE-CLiQ 电缆应连接至第一个书本型功率单元的 DRIVE-CLiQ 接口 X200，或第一个装机装柜型功率单元的插口 X400。
  - 功率单元间的 DRIVE-CLiQ 电缆应从 DRIVE-CLiQ 接口 X201 连接到下一个组件的插口 X200 上，或者从 X401 连接到 X400 上。

电源模块

- 单独的电源模块应直接连接至控制单元上（建议 DRIVE-CLiQ 接口：X100）。
  - 存在多个电源模块时应采用线性拓扑结构。

电机模块

- 控制单元的 DRIVE-CLiQ 支路（矢量/V/f 控制时）中不允许连接超过 6 个电机模块。
- 矢量控制中电机模块应直接连接至控制单元上。
  - 如果 DRIVE-CLiQ 接口 X100 已经被一个电源模块占用，则应使用 DRIVE-CLiQ 接口 X101。
  - 存在多个电机模块时应采用线性拓扑结构。
- 在伺服控制运行方式中，电机模块应和电源模块一起连接至一条 DRIVE-CLiQ 支路中。
  - 存在多个电机模块时应采用线性拓扑结构。
  - 如果已有一个电源模块，则第一个电机模块应连接至电源模块的接口 X201 上。
  - 如果没有电源模块，则第一个电机模块应直接连接至控制单元（建议 DRIVE-CLiQ 接口：X100）。
- 如果在一些条件下，比如因设定的电流控制器采样时间，需要将电机模块分布到两条 DRIVE-CLIQ 支路中，则需使用控制单元上下一个更高编号的 DRIVE-CLiQ 接口。
  以装机装柜型矢量控制为例：
  - 电流控制器采样时间为 400 µs 的调节型电源模块：X100
  - 电流控制器采样时间为 250 µs 的电机模块：X101
  - 电流控制器采样时间为 400 µs 的电机模块：X102
- 在一条 DRIVE-CLiQ 支路中（包含线性拓扑中连接的电机模块），一个未占用 DRIVE-CLiQ 接口上始终只能连接一个终端节点，例如编码器模块或端子模块，此时不再继续连接额外的组件。

- 若混用伺服控制和矢量 V/f 控制，则电机模块应连接至不同的 DRIVE-CLiQ 支路。
- 带有 CUA31/CUA32 的功率模块应连接在 DRIVE-CLiQ 支路的中间或末端。

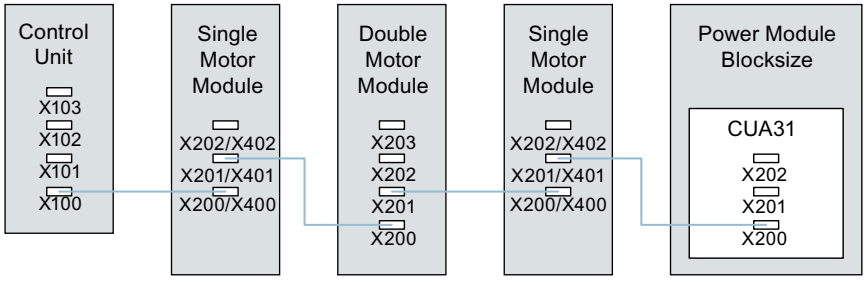


图 14-25　DRIVE-CLIQ 支路示例

编码器，传感器模块

- 电机编码器或传感器模块必须与关联的电机模块相连接。
  通过 DRIVE-CLiQ 连接电机编码器：
  - 书本型单轴电机模块连接至端子 X202
  - 书本型双轴电机模块，电机 X1 连接至端子 X202，电机 X2 连接至端子 X203
  - 装机装柜型单轴电机模块连接至端子 X402
  - 使用 CUA31 的模块型功率模块：编码器连接到端子 X202 上
  - 使用 CU310-2 的模块型功率模块：编码器连接至端子 X100 或端子模块上的端子 X501 上
  - 装机装柜型功率模块连接至端子 X402
- 如果可能，不要将直接测量系统的传感器模块连接在电机模块的 DRIVE-CLiQ 支路上，而是连接在控制单元的空置 DRIVE-CLiQ 接口上。

说明

电机模块采用星形接线时，该限制无效。

电压监控模块

- 电压监控模块 (VSM) 用于电源控制时，应连接至相应电源模块的 DRIVE-CLiQ 接口 X202（书本型）或 X402（装机装柜型）上。

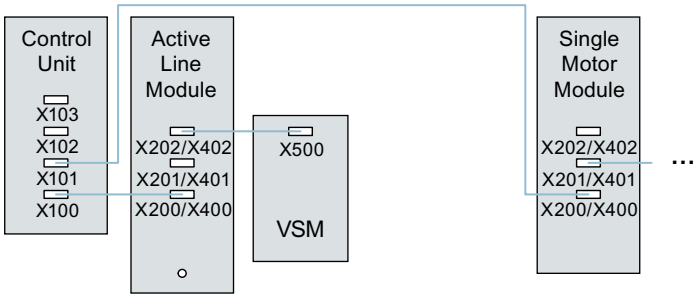


图 14-26　书本型和装机装柜型组件带有 VSM 的拓扑示例

端子模块

- 端子模块应以线性布线连接至控制单元的 DRIVE-CLiQ 接口 X103。
- 如果可能，不要将端子模块连接在电机模块的 DRIVE-CLiQ 支路上，而是连接在控制单元的空置 DRIVE-CLiQ 接口上。

说明

电机模块采用星形接线时，该限制无效。

14.12.5.3 针对自动配置的规则

“自动配置”（Auto－IBN）时，控制单元的软件保存于所连接的电源模块、电机模块和端子模块驱动对象。电机模块上控制方式通过参数 p0097 设置。

此外，以下 DRIVE-CLiQ 布线能够支持组件向驱动对象的自动指定。

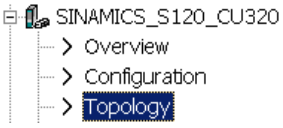
- 直接连接或通过传感器模块连接至电机模块的编码器：指定给驱动对象作为电机编码器（编码器 1）。
- 除电机编码器外，电机模块上若还需连接第二个编码器，则其会被指定给驱动作为编码器 2。连接在端子 X202 或 X402 上的编码器为电机编码器（编码器 1）。
- 若在电机模块上连接了 TM120 或 TM150，那么 TM 的温度通道会与驱动的电机温度监控相连。在此情形下也可将电机编码器连接至 TM120 或 TM150。
- 如果电源模块上连接了电压监控模块（VSM），则分配至电源模块的驱动对象上。
  建议采用的连接：
  - 端子 X202 上书本型
  - 端子 X402 上装机装柜型
- 如果电机模块上连接了电压监控模块（VSM），则分配至驱动对象上。

说明

如果电机模块上连接了两个 VSM，那么第一个 (p0151[0]) 用于测量电源电压（参见 p3801），第二个用于测量电机电压（参见 p1200）。

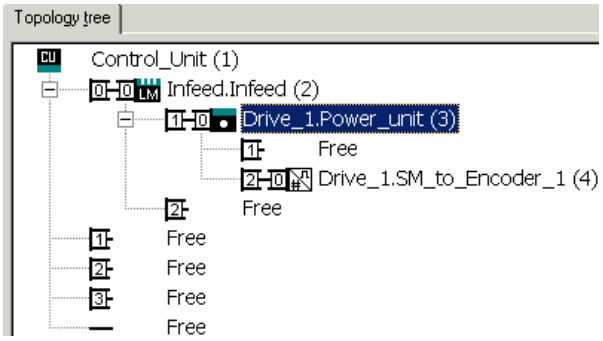
14.12.5.4 在调试工具 STARTER 中修改离线拓扑

设备拓扑可以在调试工具 STARTER 中通过移动拓扑树中的组件来进行修改（拖放）。

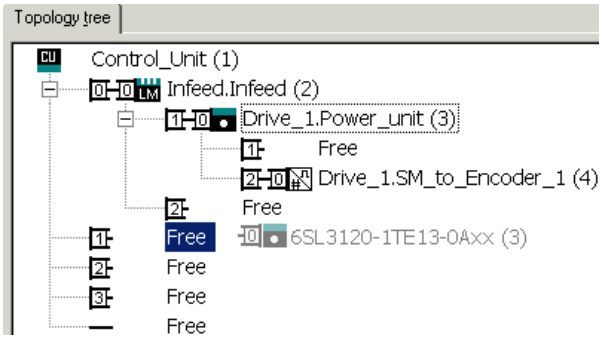


示例：修改 DRIVE-CLiQ 拓扑

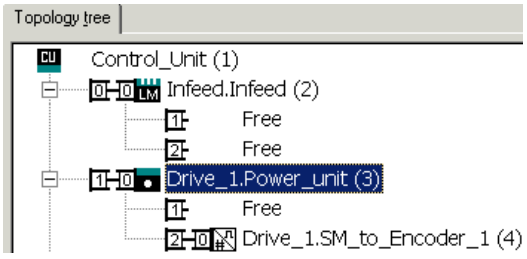
1. 选中 DRIVE-CLiQ 组件。



2. 按住鼠标键将组件拖动到需要的 DRIVE-CLiQ 接口处，松开鼠标。



调试工具 STARTER 中的拓扑已经修改。



14.12.5.5 模块化的设备方案： 离线修改设定拓扑结构

拓扑结构基于模块化的设备方案。设备方案可在调试工具 STARTER 中离线设为具有最大配置的设定拓扑结构。

最大配置指特定设备类型具有的最大结构。在最大配置中已经预先定义了所有可能会用到的设备组件。

取消激活组件/处理不存在的组件

在配置范围没有达到最大配置时，您必须在 STARTER 拓扑结构中标出未使用的驱动对象和编码器。为此为相应的驱动对象和编码器设置参数 p0105 或 p0145 = 2（取消激活组件且将组件设为不存在）。离线生成的项目中值设为 2 的组件因此无法再在开始时插入到实际拓扑结构中。

如果需要在某个组件失灵、备件尚未可用时使设备继续运行，也可以使用这种部分拓扑结构。但此时该驱动对象上的 BICO 信号源不允许连接到其他驱动对象上。

部分拓扑结构示例

初始情况是：已经在调试工具 STARTER 中离线创建了一个设备，该设备上没有实现“驱动 1”。

1. “离线”通过 p0105 = 2 将驱动对象“驱动 1”从设定拓扑结构中删除。
2. 将 DRIVE-CLiQ 电缆从控制单元直接插到“驱动 2”上。

3. 点击“Load to drive unit”传送项目。
4. 执行“从 RAM 复制到 ROM”。

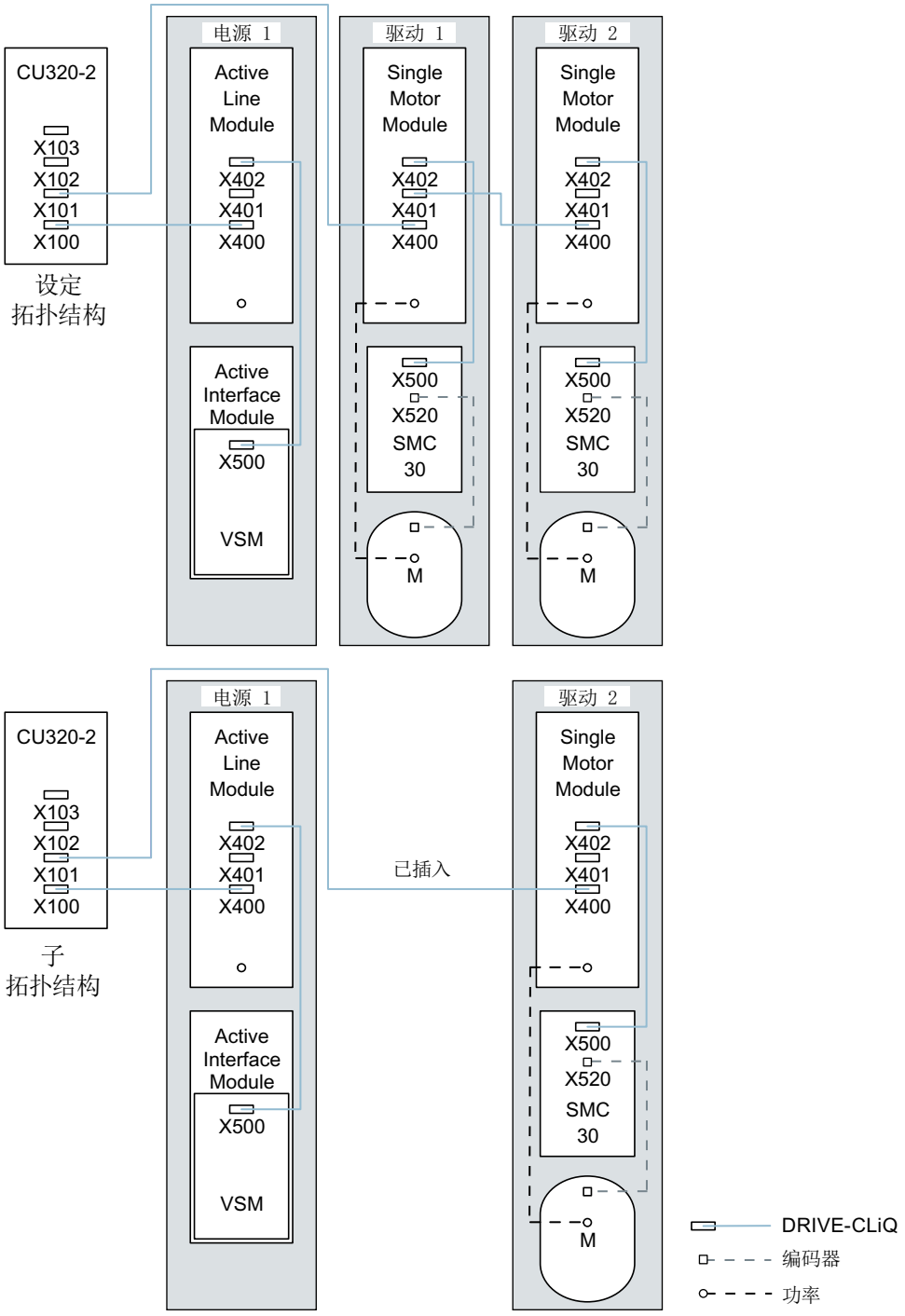


图 14-27　部分拓扑结构示例

说明

错误的 SI 状态显示

如果通过 p0105 取消激活了一个 Safety Integrated 组合中的驱动，则 r9774 不再正确输出，因为该驱动上的信号不再更新。

激活/取消激活组件

通过这种方式您可以利用专家参数表中的参数 p0105 来激活/取消激活某个驱动对象，利用 p0145[0...n] 来激活/取消激活编码器。当您暂时不需要一个组件时，可以将组件的参数 p0105 或 p0145 从 1 改为 0。取消激活的组件仍保持插入，但已被禁用。系统不会显示取消激活的组件出现的故障。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- p0105 激活/取消激活驱动对象
- r0106 驱动对象激活/禁用
- p0125[0...n] 激活/取消激活功率单元组件
- r0126[0...n] 功率单元激活/禁用
- p0145[0...n] 编码器接口激活/取消激活
- r0146[0...n] 编码器接口激活/禁用
- p9495 禁用的驱动对象的 BICO 特性
- p9496 激活的驱动对象的 BICO 特性
- p9498[0...29] BICO 取消激活的驱动对象的 BI/CI 参数
- p9499[0...29] BICO 取消激活的驱动对象的 BO/CO 参数
- r9774.0...31 CO/BO:SI 状态（STO 组）

14.12.6 可控驱动数量的说明

14.12.6.1 驱动数量取决于闭环控制模式和周期时间

控制单元可控制的轴的数量取决于周期时间和控制模式。下表中列出了可用轴的数量和每个控制模式的对应周期时间。剩余计算时间可用于选件（例如 DCC）。

采用伺服控制及 HLA 时的周期时间

下表中列出了采用伺服控制和 HLA 时控制单元可控制的轴的数量。轴数同样取决于控制器的周期时间：

表格 14-13 伺服控制中的采样时间设置

周期时间[µs]		数量		电机/方向测量系统	TM[1] / TB
电流控制器	转速控制器	轴	电源模块		
125	125	6	1 [250 µs]	6 / 6	3 [2000 µs]
62.5	62.5	3	1 [250 µs]	3 / 3	3 [2000 µs]
31.25[2]	31.25[2]	1	1 [250 µs]	1 / 1	3 [2000 µs]

1) 适用于 TM31 或 TM15IO；对于 TM54F、TM41、TM15、TM17、TM120 和 TM150 可根据所设置的采样时间进行限制。

2) 周期为 31.25 µs 时，可以额外创建以下对象：
- 当前固件版本和硬件版本支持的外部编码器模块 SME 和 SMC20，产品编号末位为 3。
在该周期内不允许运行附加轴。

伺服控制中的可调脉冲频率和电流控制器采样时间

取决于所选电流控制器采样时间的可调脉冲频率在 r0114 中显示。由于集成了电流测量功能，因此，系统会优先采用其值为半个电流控制器采样频率的整数倍的脉冲频率。否则电流无法与脉冲频率同步测量，也会出现一个不稳定的电流实际值，从而导致控制回路失稳，电机产生更高的损耗（例如：5.333 kHz 的脉冲频率和 62.5 µs 的电流控制器采样时间）。

建议采用的设置已用 **XX** 在列表中标出；其它可用的设置用 X 标出。

表格 14-14 伺服控制中的脉冲频率和电流控制器采样时间

脉冲频率 [kHz]	电流控制器采样时间 [µs]										
	250.0	187.5	150.0	125.0	100.0	93.75	75.0	62.5	50.0	37.5	31.25
16.0	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-	**XX**
13.333	-	-	X	-	-	-	X	-	-	**XX**	-
12.0	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.666	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	X
10.0	-	-	-	-	X	-	-	-	**XX**	-	-
8.888	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
8.0	X	-	-	X	-	-	-	**XX**	-	-	X

脉冲频率 [kHz]	电流控制器采样时间 [µs]										
	250.0	187.5	150.0	125.0	100.0	93.75	75.0	62.5	50.0	37.5	31.25
6.666	-	-	X	-	-	-	**XX**	-	X	X	-
6.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
5.333	-	X	-	-	-	**XX**	-	X	-	X	-
5.0	-	-	-	-	**XX**	-	-	-	X	-	-
4.444	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
4.0	X	-	-	**XX**	-	-	-	X	-	-	-
3.555	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
3.333	-	-	**XX**	-	X	-	X	-	-	-	-
3.2	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
2.666	-	**XX**	-	X	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
2.222	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
2.133	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
2.0	**XX**	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
1.777	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.666	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
1.6	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
1.333	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-

说明

周期混用

有关伺服控制中周期混用的详细信息请参考“伺服控制和矢量控制中的周期混用 (页 1047)”一章。

矢量控制中的周期时间

下表中列出了矢量控制中控制单元可控制的轴的数量。轴数同样取决于控制器的周期时间：

表格 14-15 矢量控制中的采样时间设置

周期时间[µs]		数量		电机/方向测量系统	TM[1] / TB
电流控制器	转速控制器	轴	电源 [2]		
500 µs	2000 µs	6	1 [250 µs]	6 / 6	3 [2000 µs]
400[3] µs	1600 µs	5	1 [250 µs]	5 / 5	3 [2000 µs]
250 µs	1000 µs	3	1 [250 µs]	3 / 3	3 [2000 µs]

1) 适用于 TM31 或 TM15IO；对于 TM54F、TM41、TM15、TM17、TM120 和 TM150 可根据所设置的采样时间进行限制。

2) 对于装机装柜型功率单元，电源周期取决于模块功率，可达到 400 µs、375 µs 或 250 µs。

3) 此设置会导致剩余计算时间减少。

矢量控制中的可调脉冲频率和电流控制器采样时间

取决于所选电流控制器采样时间的可调脉冲频率在 r0114 中显示。

最多可混用 2 种周期。

说明

周期混用

有关伺服控制中周期混用的详细信息请参考“伺服控制和矢量控制中的周期混用 (页 1047)”一章。

表格 14-16 矢量控制中的脉冲频率和电流控制器采样时间

脉冲频率 [kHz]	电流控制器采样时间 [µs]											
	500.0	375.0	312.5	250.0	218.75	200.0	187.5	175.0	156.25	150.0	137.5	125.0
16.0	X	X	X	X	-	-	X	-	-	-	-	X
15.0	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
14.545	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
14.0	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

脉冲频率 [kHz]	电流控制器采样时间 [µs]											
	500.0	375.0	312.5	250.0	218.75	200.0	187.5	175.0	156.25	150.0	137.5	125.0
13.714	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
13.333	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
12.8	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
12.0	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
11.428	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
10.666	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
10.0	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
9.6	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.142	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
8.0	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X
7.272	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
6.666	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
6.4	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
6.0	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.714	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
5.333	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
4.571	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
4.0	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X
3.636	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
3.333	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
3.2	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
2.857	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
2.666	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
2.5	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
2.285	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
2.0	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
1.6	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.333	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.0	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

说明

在装机装柜型组件上的限制条件

若通过 p1802 ≥ 7 激活脉冲沿调制的同时也通过 p1810.2 = 1 激活了摆动，则矢量控制的组态范围会减半。之后例如在电流控制器采样时间为 500 µS 时最多可使用 3 个轴， 400 µS 时为 2 个轴，250 µS 时为 1 个轴。

V/f 控制的周期时间

下表中列出了 V/f 控制中控制单元可控制的轴的数量。轴数取决于电流控制器采样时间：

表格 14-17 V/f 控制的采样时间设置

周期时间[µs]		数量		电机/方向测量系统	TM/TB
电流控制器	转速控制器	驱动	电源模块		
500	2000	12	1 [250 µs]	- / -	3 [2000 µs]

矢量控制和 V/f 控制的混用

在伺服控制和 V/f 控制混用时，周期为 125 µs 时一根伺服轴消耗的计算性能与周期为 500 µs 时 2 个 V/f 轴的消耗完全相同。伺服控制和 V/f 控制混用最多允许 11 个轴（1 伺服控制 + 10 矢量 V/f 控制）。

表格 14-18 伺服控制和 V/f 控制混用时的轴数

采用伺服控制的轴数量				采用 V/f 控制的轴数量	
6	125 µs	3	62.5 µs	0	-
5	125 µs	-	-	2	500 µs
4	125 µs	2	62.5 µs	4	500 µs
3	125 µs	-	-	6	500 µs
2	125 µs	1	62.5 µs	8	500 µs
1	125 µs	-	-	10	500 µs
0	-	0	-	12	500 µs

矢量控制和 V/f 控制混用

在矢量控制和 V/f 控制混用时，周期为 250 µs 时一根矢量轴消耗的计算性能与周期为 500 µs 时 2 个 V/f 轴的消耗完全相同。在矢量控制和 V/f 控制混用时最多允许 11 个轴（1 矢量控制 + 10 V/f 控制）。

表格 14-19　矢量控制和 V/f 控制混用时的轴数

采用矢量控制的轴数量				采用 V/f 控制的轴数量	
6	500 µs	3	250 µs	0	-
5	500 µs	-	-	2	500 µs
4	500 µs	2	250 µs	4	500 µs
3	500 µs	-	-	6	500 µs
2	500 µs	1	250 µs	8	500 µs
1	500 µs	-	-	10	500 µs
0	-	0	-	12	500 µs

伺服控制中 CU310-2 的周期时间

表格 14-20　伺服控制中的采样时间设置

周期时间[µs]		数量		通过 DQ[2)]	卡接	TM[1)] / TB
电流控制器	转速控制器	轴	电源模块	电机模块	功率模块	
125	125	1	-	-	1	3 [2000 µs]
62.5	62.5	1	-	-	1	3 [2000 µs]

1) 适用于 TM15、TM17 或 TM41；对于 TM54F、TM31、TM120、TM150 可根据所设置的采样时间进行限制。

2) DQ = DRIVE-CLiQ

若将控制单元 CU310-2 卡接到了功率模块 PM340 或 PM240-2 FS A-C 上，则可采用 62.5 µs 的最小电流控制器采样时间。PM240-2 FS D-F 的最小电流控制器采样时间为 125 µs。

使用 DCC

可用的剩余计算时间可用于 DCC。此时以下边界条件适用：

- 时间片为 2 ms 时，每省去一个周期为 125 µs 的伺服控制轴（≙ 2 个周期为 500 µs 的 V/f 轴）则可配置最多 75 个 DCC 模块。
- 时间片为 2 ms 时 50 个 DCC 模块对应 1.5 个周期为 500 µs 的 V/f 轴。

有关 DCC 标准模块的详细信息参见“SINAMICS/SIMOTION DCC 编辑器描述”手册。

使用 EPOS

下表中列出了使用功能模块“基本定位器” (EPOS) 时通过 SINAMICS S120 可运行的轴的数量。轴数取决于电流控制器采样时间。

表格 14-21 使用 EPOS 时的采样时间

周期时间[µs]		周期时间 [ms]		数量	
电流控制器	转速控制器	位置控制器	定位器	轴	电源模块
250	250	2	8	6	1 [250 µs]
250	250	1	4	5	1 [250 µs]
125	125	1	4	4	1 [250 µs]

功能模块 EPOS（1 ms 位置控制器/ 4 ms 定位器）的计算消耗相当于 0.5 个周期为 500 µs 的 V/f 轴的消耗。

使用 SINAMICS 网络服务器

可用的计算时间可用于 SINAMICS 网络服务器。此时适用以下边界条件：

- 系统利用率 (r9976) 应小于 90%！
- 最多 5 个用户可通过 SINAMICS 网络服务器访问同一驱动的数据。

使用 CUA31/CUA32

使用控制单元适配器 CUA31 或 CUA32 时的提示信息：

- CUA31/32 是 CUA31/32 拓扑结构中的第一个组件：5 轴型
- CUA31/32 不是 CUA31/32 拓扑结构中的第一个组件：6 轴型
- 电流控制器采样时间为 62.5 µs 时，使用 CUA31/32 时可仅有 1 轴。

14.12.6.2 伺服控制和矢量控制中的周期混用

边界条件

针对采样时间设置的规定（参见章节“设置采样时间的规定 (页 1023)”）和周期同步运行的规定（参见章节“周期同步运行时的规则 (页 1026)”）均适用于此处。

基于上述规定可以得知：用于设置 T_i、T_o 和 T_{dp} 的基本周期是以所有在等时同步 PROFIBUS 上运行的轴的最小电流控制器采样时间共用倍数和 125 µs 为标准的。

周期混用时的电流控制器采样时间

用于设置 T_i、T_o 和 T_{dp} 的基本周期是以所有在等时同步 PROFIBUS 运行的轴的最小电流和转速控制器采样时间共用倍数为标准的。混用周期时，必须在用于设置 T_i、T_o 和 T_{dp} 的基本周期与所需脉冲频率之间找到一个平衡点。

表格 14-22　伺服控制中的周期混用示例

周期混用：电流控制器采样时间 [µs]		T_i、T_o 的基本周期 [µs]	T_{dp}、T_{mapc} 的基本周期 [µs]
250.00	+125.00	250	250
187.50	+125.00	375	750
150.00	+125.00	750	750
125.00	+125.00	125	250
100.00	+125.00	500	500
93.75	+125.00	375	750
75.00	+125.00	375	750
62.50	+125.00	125	250
50.00	+125.00	250	250
37.50	+125.00	750	750
31.25	+125.00	125	250

与 125 µs 混用时等时同步 PROFIBUS 的基本周期

表格 14-23　矢量控制中的周期混用示例

周期混用：电流控制器采样时间 [µs]		T_i、T_o 的基本周期 [µs]	T_{dp} 的基本周期 [µs]	T_{mapc} 的基本周期 [µs]
500.00	+250.00	500	500	2000
375.00	+250.00	750	750	3000
312.50	+250.00	1250	1250	5000
250.00	+250.00	250	250	1000
218.75	+250.00	1750	1750	7000

周期混用：电流控制器采样时间 [µs]		T_i、T_o 的基本周期 [µs]	T_{dp} 的基本周期 [µs]	T_{mapc} 的基本周期 [µs]
200.00	+250.00	1000	1000	4000
187.50	+250.00	750	750	3000
175.00	+250.00	1750	1750	7000
156.25	+250.00	1250	1250	5000
150.00	+250.00	750	750	3000
137.50	+250.00	2750	2750	11000
125.00	+250.00	250	250	1000

与 250 µs 混用时等时同步 PROFIBUS 的基本周期

说明

设置电流控制器采样时间时，转速控制器采样时间会自动设置：

- 伺服控制：转速控制器采样时间 = 电流控制器采样时间
- 矢量控制：转速控制器采样时间 = 电流控制器采样时间 x 4

可对转速控制器采样时间的缺省设置进行修改，以调整 T_{mapc}。例如：可将电流控制器采样时间从 800 µs 提高到 1000 µs，这样 T_{mapc} 便可设为 1000 µs 的倍数。

异步参与到等时同步 PROFIBUS 上

混用周期时，等时同步 PROFIBUS 上的基本周期会经常出现放大的情况，带来的影响有：

- 由于等时同步 PROFIBUS 无法再以缺省设置运行，因此，需根据 HW Config 进行调整。
- 放大的 T_i、T_o 和 T_{dp} 设定值会减弱闭环控制回路的动态响应能力。

通过参数 p2049 仍可以在混用周期的情况下让带有不同电流控制器采样时间的轴异步参与到等时同步 PROFIBUS 上，因而得以保留 HW Config 的缺省设置。

但仍会丧失异步轴等时同步运行的优势：

- 某些时间点上生效的设定值会不同于 T_o，也就是说，闭环控制模式中无法插补其它轴。
- 某些时间点上读取的实际值会不同于 T_i，也就是说，实际值不可用于控制其它轴。
  一个临界的应用如：一根主轴与一根闭环控制的 Z 轴共同用编程的螺距切出螺纹线，由控制系统根据主轴位置调整 Z 轴的切深。

附录 A

A.1 缩略语目录

说明

以下缩写列表包含了在全部 SINAMICS 驱动系列中使用的缩写及其含义。

缩写	缩写的全称	含义
A		
A…	Alarm	报警
AC	Alternating Current	交流电
ADC	Analog Digital Converter	模拟数字转换器
AI	Analog Input	模拟量输入
AIM	Active Interface Module	调节型接口模块
ALM	Active Line Module	调节型电源模块
AO	Analog Output	模拟量输出
AOP	Advanced Operator Panel	高级操作面板
APC	Advanced Positioning Control	高级定位控制
AR	Automatic Restart	自动重启
ASC	Armature Short-Circuit	电枢短路
ASCII	American Standard Code for Information Interchange	美国信息互换标准码
AS-i	AS-Interface (Actuator Sensor Interface)	AS-Interface（自动化技术中的开放式总线系统）
ASM	Asynchronmotor	异步电机
AVS	Active Vibration Suppression	有效振荡阻尼
B		
BB	Betriebsbedingung	运行条件
BERO	-	无接触接近开关
BI	Binector Input	二进制互联输入

缩写	缩写的全称	含义
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit	工作安全职业学院
BICO	Binector Connector Technology	数字接口模拟接口连接技术
BLM	Basic Line Module	基本型电源模块
BO	Binector Output	二进制互联输出
BOP	Basic Operator Panel	基本操作面板
C		
C	Capacitance	电容
C…	-	安全信息
CAN	Controller Area Network	串行总线系统
CBC	Communication Board CAN	CAN 通讯模块
CBE	Communication Board Ethernet	PROFINET 通讯板（以太网）
CD	Compact Disc	光盘
CDS	Command Data Set	指令数据组
CF Card	CompactFlash Card	CF 卡
CI	Connector Input	模拟量互联输入
CLC	Clearance Control	距离调节
CNC	Computerized Numerical Control	计算机数字控制
CO	Connector Output	模拟量互联输出
CO/BO	Connector Output/Binector Output	模拟接口/数字接口输出
COB-ID	CAN Object-Identification	CAN 对象识别
CoL	Certificate of License	许可证
COM	Common contact of a change-over relay	转换接点的中央接点
COMM	Commissioning	调试
CP	Communication Processor	通讯处理器
CPU	Central Processing Unit	中央处理器
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余检查
CSM	Control Supply Module	控制电源模块
CU	Control Unit	控制单元
CUA	Control Unit Adapter	控制单元适配器
CUD	Control Unit DC	直流控制单元

缩写	缩写的全称	含义
D		
DAC	Digital Analog Converter	数字模拟转换器
DC	Direct Current	直流电
DCB	Drive Control Block	驱动控制块
DCBRK	DC Brake	直流制动
DCC	Drive Control Chart	驱动控制图
DCN	Direct Current Negative	负直流电
DCP	Direct Current Positive	正直流电
DDC	Dynamic Drive Control	动态驱动控制
DDS	Drive Data Set	驱动数据组
DI	Digital Input	数字量输入
DI/DO	Digital Input/Digital Output	双向数字量输入/输出
DMC	DRIVE-CLiQ Hub Module Cabinet	DRIVE-CLiQ 集线器模块柜
DME	DRIVE-CLiQ Hub Module External	DRIVE-CLiQ 集线器外部模块
DMM	Double Motor Module	双轴电机模块
DO	Digital Output	数字量输出
DO	Drive Object	驱动对象
DP	Decentralized Peripherals	分布式外设
DPRAM	Dual Ported Random Access Memory	双向存取储器
DQ	DRIVE-CLiQ	DRIVE-CLiQ
DRAM	Dynamic Random Access Memory	动态存储器
DRIVE-CLiQ	Drive Component Link with IQ	带 IQ 的驱动组件链接
DSC	Dynamic Servo Control	动态伺服控制
DSM	Doppelsubmodul	双重子模块
DTC	Digital Time Clock	数字时钟
E		
EASC	External Armature Short-Circuit	外部电枢短路
EDS	Encoder Data Set	编码器数据组
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory	电可擦可编程只-读-存储器
EGB	Elektrostatisch gefährdete Baugruppen	静电敏感元器件

缩写	缩写的全称	含义
ELCB	Earth Leakage Circuit Breaker	故障电流保护开关
ELP	Earth Leakage Protection	接地监控
EMC	Electromagnetic Compatibility	电磁兼容性
EMF	Electromotive Force	电动势
EMK	Elektromotorische Kraft	电动势
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit	电磁兼容性
EN	Europäische Norm	欧洲标准
EnDat	Encoder-Data-Interface	编码器接口
EP	Enable Pulses	脉冲使能
EPOS	Einfachpositionierer	简单定位器
ES	Engineering System	工程系统
ESB	Ersatzschaltbild	等效电路图
ESD	Electrostatic Sensitive Devices	静电敏感元器件
ESM	Essential Service Mode	紧急工作模式
ESR	Extended Stop and Retract	扩展的停止和退回
F		
F…	Fault	故障
FAQ	Frequently Asked Questions	常见问题
FBLOCKS	Free Blocks	自由功能块
FCC	Function Control Chart	功能控制图
FCC	Flux Current Control	流量调节
FD	Function Diagram	功能图
F-DI	Failsafe Digital Input	故障安全数字量输入
F-DO	Failsafe Digital Output	故障安全数字量输出
FEPROM	Flash-EPROM	非易失的读写存储器
FG	Function Generator	函数发生器
FI	-	故障电流
FOC	Fiber-Optic Cable	光缆
FP	Funktionsplan	功能图
FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编程门阵列
FW	Firmware	固件

缩写	缩写的全称	含义
G		
GB	Gigabyte	十亿字节
GC	Global Control	全局控制报文，即广播报文
GND	Ground	所有信号电压和工作电压的基准电位，一般定义为 0 V（也为 M）
GSD	Gerätestammdatei	设备主数据文件：用来说明 PROFIBUS 总线从动装置的特征
GSV	Gate Supply Voltage	门供电电压
GUID	Globally Unique Identifier	全局唯一标识符
H		
HF	High frequency	高频率
HFD	Hochfrequenzdrossel	高频电抗器
HLA	Hydraulic Linear Actuator	液压直线驱动
HLG	Hochlaufgeber	斜坡函数发生器
HM	Hydraulic Module	液压模块
HMI	Human Machine Interface	人机界面
HTL	High-Threshold Logic	高干扰阈值逻辑
HW	Hardware	硬件
I		
i. V.	In Vorbereitung	准备中：该特性暂未提供
I/O	Input/Output	输入/输出
I2C	Inter-Integrated Circuit	内部串行数据总线
IASC	Internal Armature Short-Circuit	内部电枢短路
IBN	Inbetriebnahme	调试
ID	Identifier	识别
IE	Industrial Ethernet	工业以太网
IEC	International Electrotechnical Commission	国际电工委员会
IF	Interface	接口
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor	带绝缘控制电极的双极晶体管
IGCT	Integrated Gate-Controlled Thyristor	带集成控制电机的半导体功率开关
IL	Impulslöschung	脉冲封锁
IP	Internet Protocol	互联网协议

缩写	缩写的全称	含义
IPO	Interpolator	插补器
IT	Isolé Terre	未接地三相交流电电源
IVP	Internal Voltage Protection	内部电压保护
J		
JOG	Jogging	手动方式
K		
KDV	Kreuzweiser Datenvergleich	交叉数据校验
KHP	Know-how protection	专有技术保护
KIP	Kinetische Pufferung	动能缓冲
Kp	-	比例增益
KTY84	-	温度传感器
L		
L	-	电感的公式符号
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LIN	Linearmotor	直线电机
LR	Lageregler	位置控制器
LSB	Least Significant Bit	最低位
LSC	Line-Side Converter	电源整流器
LSS	Line-Side Switch	电源开关
LU	Length Unit	长度单位
LWL	Lichtwellenleiter	光缆
M		
M	-	转矩的公式符号
M	Masse	所有信号电压和工作电压的基准电位，一般定义为 0 V（也为 GND）
MB	Megabyte	兆字节
MCC	Motion Control Chart	运动控制图
MDI	Manual Data Input	手动数据输入
MDS	Motor Data Set	电机数据组
MLFB	Maschinenlesbare Fabrikatebezeichnung	可机读产品标识
MM	Motor Module	电机模块

缩写	缩写的全称	含义
MMC	Man-Machine Communication	人机对话
MMC	Micro Memory Card	微存储卡
MSB	Most Significant Bit	最高位
MSC	Motor-Side Converter	电机整流器
MSCY_C1	Master Slave Cycle Class 1	主 从（等级 1）间的循环通讯
MSR	Motorstromrichter	电机整流器
MT	Messtaster	测头
N		
N. C.	Not Connected	未连接
N…	No Report	没有显示信息或内部显示信息
NAMUR	Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie	化学工业测量与控制技术标准协会
NC	Normally Closed (contact)	常闭触点
NC	Numerical Control	数字控制系统
NEMA	National Electrical Manufacturers Association	USA（美利坚合众国）的国家测绘总局
NM	Nullmarke	零标记
NO	Normally Open (contact)	常开触点
NSR	Netzstromrichter	电源整流器
NTP	Network Time Protocol	时间同步协议
NVRAM	Non-Volatile Random Access Memory	可读写的非易失性存储器
O		
OA	Open Architecture	为驱动系统 SINAMICS 提供附加功能的软件组件
OAIF	Open Architecture Interface	SINAMICS 固件版本，从该版本起可使用 OA 应用程序
OASP	Open Architecture Support Package	调试工具 STARTER 上附加的 OA 应用程序
OC	Operating Condition	运行条件
OCC	One Cable Connection	一根电缆连接技术
OEM	Original Equipment Manufacturer	原装设备制造商
OLP	Optical Link Plug	光导线总线插头
OMI	Option Module Interface	选件模块接口

缩写	缩写的全称	含义
P		
p…	-	可调参数
P1	Processor 1	处理器 1
P2	Processor 2	处理器 2
PB	PROFIBUS	PROFIBUS
PcCtrl	PC Control	主机的控制权
PD	PROFIdrive	PROFIdrive
PDC	Precision Drive Control	精确驱动器
PDS	Power unit Data Set	功率单元数据组
PDS	Power Drive System	驱动系统
PE	Protective Earth	保护地
PELV	Protective Extra Low Voltage	保护低压
PFH	Probability of dangerous failure per hour	每小时失效概率
PG	Programmiergerät	编程设备
PI	Proportional Integral	比例积分
PID	Proportional Integral Differential	比例积分微分
PLC	Programmable Logical Controller	可编程逻辑控制
PLL	Phase-Locked Loop	锁相环
PM	Power Module	功率模块
PMI	Power Module Interface	Power Module Interface
PMSM	Permanent-magnet synchronous motor	永磁同步电机
PN	PROFINET	PROFINET
PNO	PROFIBUS Nutzerorganisation	PROFIBUS 用户组织
PPI	Point to Point Interface	点对点接口
PRBS	Pseudo Random Binary Signal	白色干扰
PROFIBUS	Process Field Bus	串行数据总线
PS	Power Supply	电源
PSA	Power Stack Adapter	功率栈适配器
PT1000	-	温度传感器
PTC	Positive Temperature Coefficient	正温度系数
PTP	Point To Point	点对点

缩写	缩写的全称	含义
PWM	Pulse Width Modulation	脉宽调制
PZD	Prozessdaten	过程数据
Q		
R		
r…	-	显示参数（只读）
RAM	Random Access Memory	可读写的存储器
RCCB	Residual Current Circuit Breaker	故障电流保护开关
RCD	Residual Current Device	故障电流保护装置
RCM	Residual Current Monitor	电流差监控器
REL	Reluctance motor textile	纺织专用磁阻电机
RESM	Reluctance synchronous motor	同步磁阻电机
RFG	Ramp-Function Generator	斜坡函数发生器
RJ45	Registered Jack 45	用于数据传输的带屏蔽或无屏蔽的多芯铜导线的 8 极插接系统的名称
RKA	Rückkühlanlage	循环冷却装置
RLM	Renewable Line Module	再生电源模块
RO	Read Only	只读
ROM	Read-Only Memory	只读存储器
RPDO	Receive Process Data Object	接收过程数据对象
RS232	Recommended Standard 232	发送方与接收方之间串行电缆数据传输的接口标准（也称作 EIA232）
RS485	Recommended Standard 485	多目标、并行和/或串行电缆总线系统的接口标准（多个发送方和接收方之间的数据传输，也称作 EIA485）
RTC	Real Time Clock	实时时钟
RZA	Raumzeigerapproximation	空间矢量近似
S		
S1	-	持续运行
S3	-	断续运行
SAM	Safe Acceleration Monitor	安全加速监视器
SBC	Safe Brake Control	安全制动控制
SBH	Sicherer Betriebshalt	安全操作停止

缩写	缩写的全称	含义
SBR	Safe Brake Ramp	安全制动斜坡监控
SBT	Safe Brake Test	安全制动测试
SCA	Safe Cam	安全凸轮
SCC	Safety Control Channel	安全控制通道
SCSE	Single Channel Safety Encoder	单通道编码器
SD Card	SecureDigital Card	SD 卡
SDC	Standard Drive Control	标准驱动控制
SDI	Safe Direction	安全方向
SE	Sicherer Software-Endschalter	安全软件限位开关
SESM	Separately-excited synchronous motor	他励同步电机
SG	Sicher reduzierte Geschwindigkeit	安全降低速度
SGA	Sicherheitsgerichteter Ausgang	安全输出
SGE	Sicherheitsgerichteter Eingang	安全输入
SH	Sicherer Halt	安全停止
SI	Safety Integrated	Safety Integrated
SIC	Safety Info Channel	安全信息通道
SIL	Safety Integrity Level	安全完整性等级
SITOP	-	西门子电源系统
SLA	Safely-Limited Acceleration	安全限制加速
SLM	Smart Line Module	非调节型电源模块
SLP	Safely-Limited Position	安全限制位置
SLS	Safely-Limited Speed	安全限制速度
SLVC	Sensorless Vector Control	无编码器矢量控制
SM	Sensor Module	编码器模块
SMC	Sensor Module Cabinet	机柜安装式编码器模块
SME	Sensor Module External	外部编码器模块
SMI	SINAMICS Sensor Module Integrated	集成式 SINAMICS 编码器模块
SMM	Single Motor Module	单轴电机模块
SN	Sicherer Software-Nocken	安全软件凸轮
SOS	Safe Operating Stop	安全操作停止
SP	Service Pack	服务包

缩写	缩写的全称	含义
SP	Safe Position	安全位置
SPC	Setpoint Channel	设定值通道
SPI	Serial Peripheral Interface	连接外设的串行接口
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung	可编程逻辑控制
SS1	Safe Stop 1	安全停止 1（时间监控，斜坡监控）
SS1E	Safe Stop 1 External	带外部停止的安全停止 1
SS2	Safe Stop 2	安全停止 2
SS2E	Safe Stop 2 External	带外部停止的安全停止 2
SSI	Synchronous Serial Interface	同步串行接口
SSL	Secure Sockets Layer	安全数据传输加密协议（新版 TLS）
SSM	Safe Speed Monitor	安全转速监视器
SSP	SINAMICS Support Package	SINAMICS 支持包
STO	Safe Torque Off	安全转矩关闭
STW	Steuerwort	控制字
T		
TB	Terminal Board	端子板
TEC	Technology Extension	软件组件，作为附加工艺包安装，可扩展 SINAMICS 的功能（之前的 OA 应用）
TIA	Totally Integrated Automation	全集成自动化
TLS	Transport Layer Security	安全数据传输加密协议（旧版 SSL）
TM	Terminal Module	端子模块
TN	Terre Neutre	已接地三相交流电源
Tn	-	积分作用时间
TPDO	Transmit Process Data Object	传输过程数据对象
TSN	Time-Sensitive Networking	时间敏感网络
TT	Terre Terre	已接地三相交流电源
TTL	Transistor-Transistor-Logic	晶体管-晶体管逻辑
Tv	-	微分作用时间
U		
UL	Underwriters Laboratories Inc.	美国保险商实验室公司
UPS	Uninterruptible Power Supply	不间断电源

缩写	缩写的全称	含义
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	不间断电源
UTC	Universal Time Coordinated	协调世界时
V		
VC	Vector Control	矢量控制
Vdc	-	直流母线电压
VdcN	-	负向分段直流母线电压
VdcP	-	正向分段直流母线电压
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker	德国电工技术人员联合会
VDI	Verein Deutscher Ingenieure	德国工程师协会
VPM	Voltage Protection Module	电压保护模块
Vpp	Volt peak to peak	峰峰电压
VSM	Voltage Sensing Module	电压监控模块
W		
WEA	Wiedereinschaltautomatik	自动重启
WZM	Werkzeugmaschine	机床
X		
XML	Extensible Markup Language	可扩展标志语言（用于 Web 发布和文件管理的标准语言）
Y		
Z		
ZK	Zwischenkreis	直流母线
ZM	Zero Mark	零标记
ZSW	Zustandswort	状态字

A.2 手册一览

通用文档/产品样本			
SINAMICS	G110	D 11	- 内置变频器 0.12 kW 至 3 kW
	G120	D 31	- SINAMICS 变频器，适用于基本型驱动和 SIMOTICS 电机
	G130, G150	D 11	- 内置变频器 - 变频调速柜
	S120, S150	D 21	- SINAMICS S120 装机装柜型及变频调速柜 - SINAMICS S150 变频调速柜
	S120	D 21.4	- SINAMICS S120 和 SIMOTICS
制造商/服务文档			
SINAMICS	G110		- 入门指南 - 操作说明 - 参数手册
	G120		- 入门指南 - 操作说明 - 安装手册 - Safety Integrated 功能手册 - 参数手册
	G130		- 操作说明 - 参数手册
	G150		- 操作说明 - 参数手册
	GM150, SM120/SM150, GL150, SL150		- 操作说明 - 参数手册
	S110		- 设备手册 - 入门指南 - 功能手册 - 参数手册
	S120		- Startdrive 入门指南 - Startdrive 调试手册 - STARTER 入门指南(针对 SINAMICS V5.1 及以下的版本) - STARTER 调试手册(针对 SINAMICS V5.1 及以下的版本) - CANopen 调试手册(针对 SINAMICS V5.1 及以下的版本) - 功能手册之“Startdrive 驱动功能”分册(针对 SINAMICS V5.2 及以上的版本) - 功能手册之“驱动功能”分册(针对 SINAMICS V5.1 及以下的版本) - 功能手册之“Startdrive 通信”分册(针对 SINAMICS V5.2 及以上的版本) - Safety Integrated 功能手册 - DCC 功能手册 - 参数手册 - 控制单元及补充系统组件手册 - 书本型功率单元设备手册 - 书本型功率单元 C/D 型设备手册 - 风冷式装机装柜型功率单元手册 - 水冷式装机装柜型功率单元手册 - Combi 设备手册 - 变频柜设备手册 - AC 驱动设备手册 - SINAMICS S120M 设备手册之分布式驱动技术 - SINAMICS HLA 系统手册之液压驱动
	S150		- 操作说明 - 参数手册
电机			- 选型手册之电机
通用			- 选型手册之电磁兼容安装指南

A.3 支持的示例拓扑结构

A.3.1 拓扑示例：采用矢量控制的驱动

示例 1

驱动组中包含 3 个脉冲频率相同的装机装柜型电机模块，或 3 个采用矢量控制的书本型电机模块。

脉冲频率相同的装机装柜型电机模块，或采用矢量控制的书本型电机模块可连接在控制单元的一个 DRIVE-CLiQ 接口上。

下图所显示的是将 3 个电机模块连接至 DRIVE-CLiQ 接口 X101 的方案。

说明

在调试工具 STARTER 中自动创建的离线拓扑（如果该拓扑已经进行了布线）必须手动进行修改。

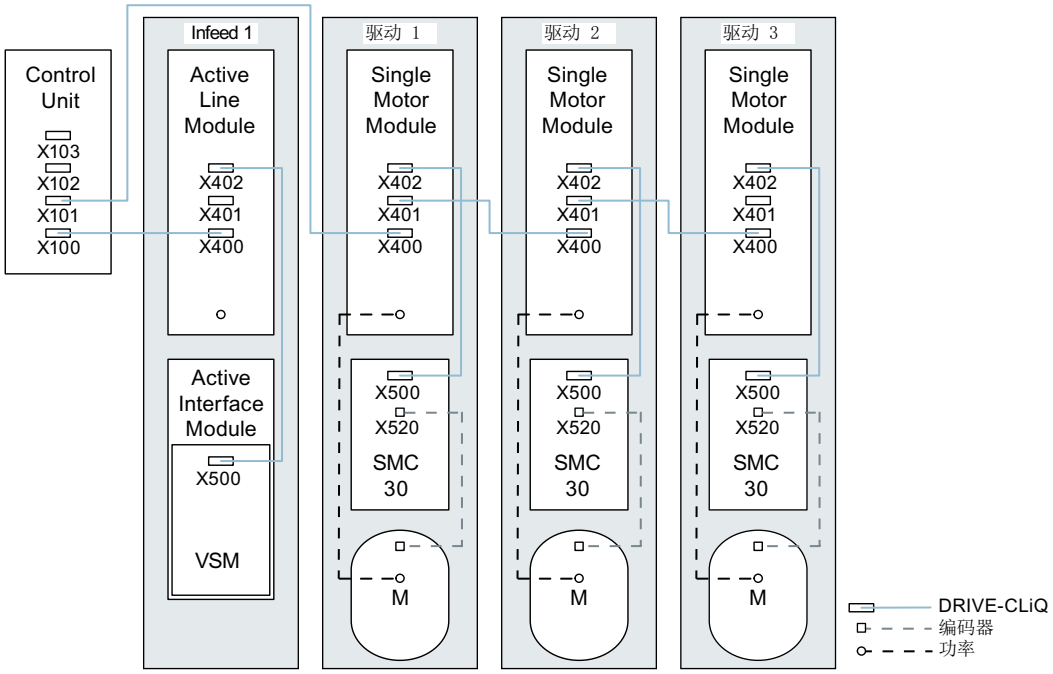


图 A-1 脉冲频率相同的驱动组（装机装柜型）

由四个脉冲频率不同的装机装柜型电机模块组成的驱动组

脉冲频率不同的电机模块最好连接至控制单元上的不同的 DRIVE-CLiQ 支路上， 当然也可以连接到相同的 DRIVE-CLiQ 支路上。

在下图中，2 个电机模块（400 V，功率 ≤ 250 kW，脉冲频率 2 kHz）连接在 X101 接口上，另外 2 个电机模块（400 V，功率 > 250 kW，脉冲频率 1.25 kHz）连接在 X102 接口上。

说明

在调试工具 STARTER 中自动创建的离线拓扑（如果该拓扑已经进行了布线）必须手动进行修改。

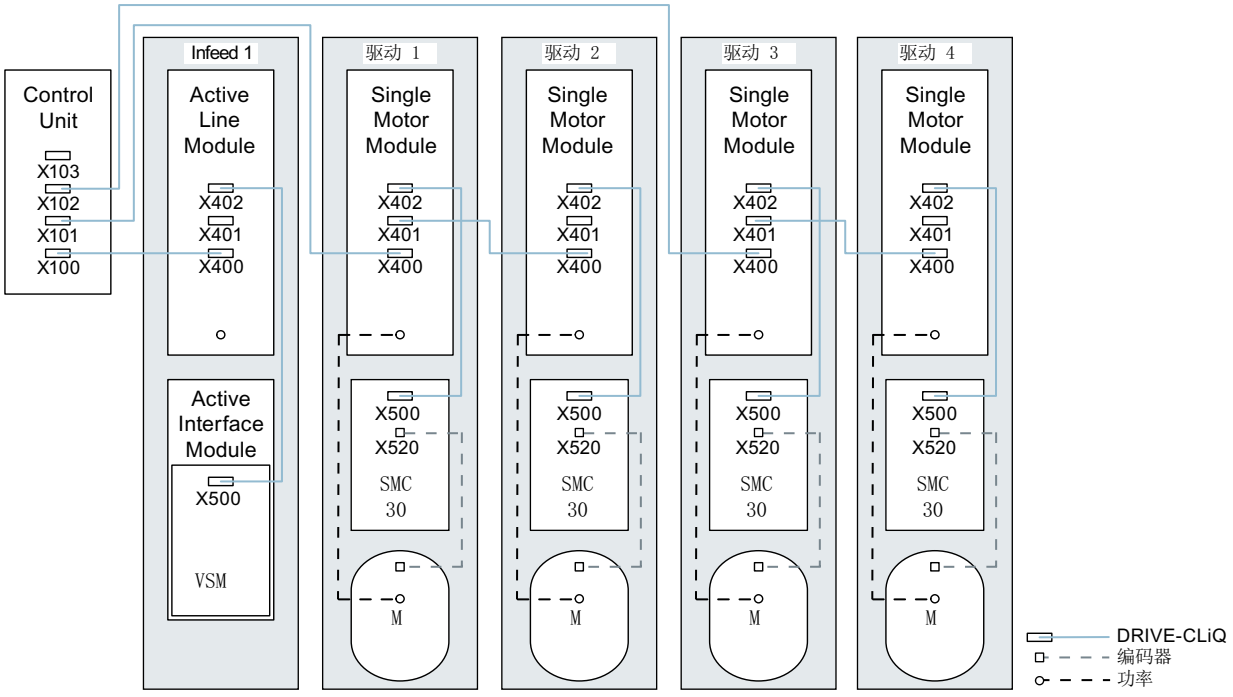


图 A-2　脉冲频率不同的驱动组（装机装柜型）

A.3.2　拓扑示例：采用矢量控制的并联电机模块

由 2 个并联的电源模块和相同类型的装机装柜型电机模块组成的驱动组

并联的装机装柜型电源模块和相同类型的装机装柜型电机模块可分别连接在控制单元的一个 DRIVE-CLiQ 插口上。

在下图中，2 个调节型电源模块和 2 个电机模块分别连接在插口 X100 和 X101 上。

其他信息请参见 SINAMICS S120 驱动功能手册中“功率单元的并联”一章。

说明

在调试工具 STARTER 中自动创建的离线拓扑（如果该拓扑已经进行了布线）必须手动进行修改。

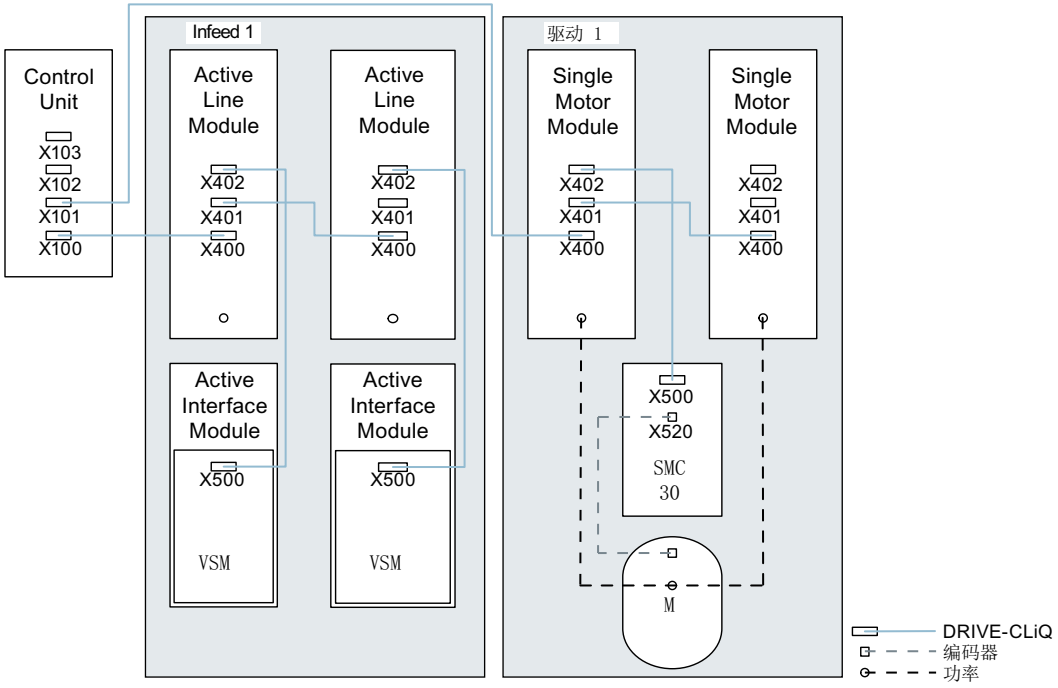


图 A-3　由并联的装机装柜型功率单元组成的驱动组

A.3.3 拓扑示例：功率模块

模块型

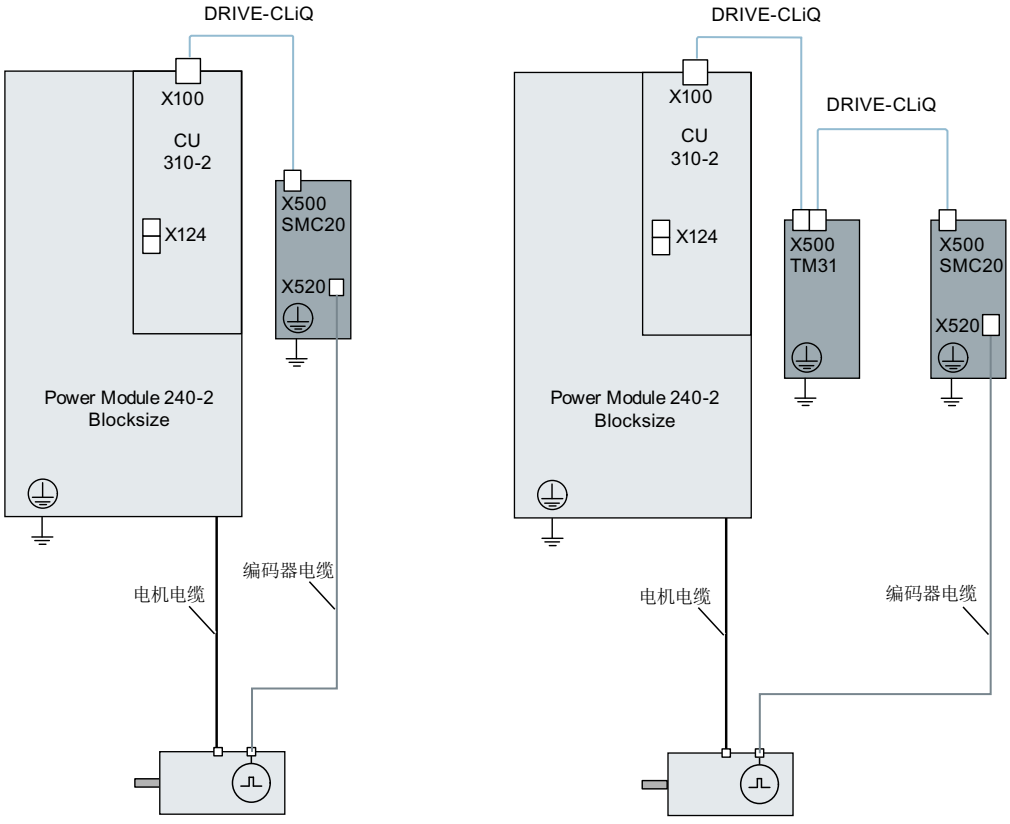


图 A-4 模块型功率模块构成的驱动系统

装机装柜型

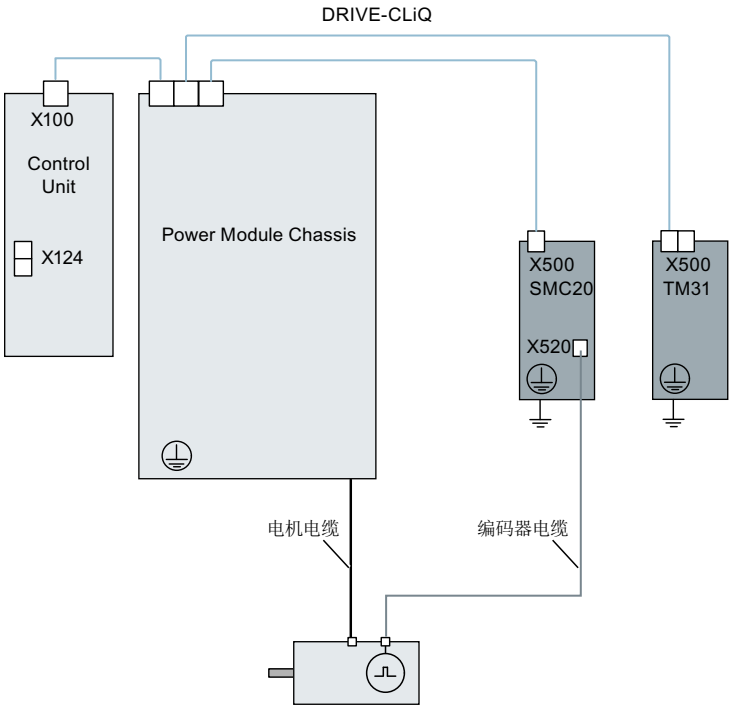


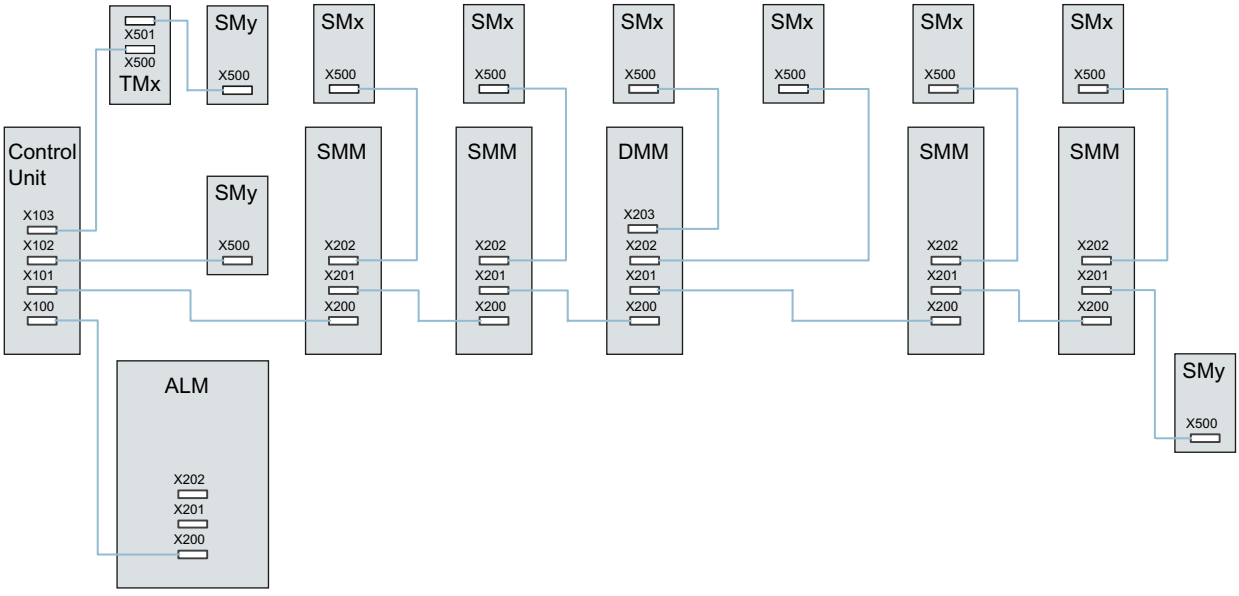
图 A-5　装机装柜型功率模块构成的驱动系统

A.3.4　示例拓扑结构：伺服控制中的驱动装置

A.3.4.1　示例：采样时间 125 µs

下图显示了控制单元能控制的伺服驱动和附加组件的最大数量。各组件的采样时间为：

- 调节型电源模块：p0115[0] = 250 µs
- 电机模块：p0115[0] = 125 µs
- 端子模块/端子板 p4099 = 1 ms



ALM = 调节型电源模块

SMM = 单轴电机模块

DMM = 双轴电机模块

SMx = 电机编码器

SMy = 直接测量系统

TMx = TM31, TM15DI/DO, TB30

图 A-6 伺服驱动组的拓扑示例

A.3.4.2 示例：采样时间 62.5 µs und 31.25 µs

采样时间为 62.5 µs 的 CU320-2 示例：

- 拓扑结构 1：
  1 个 ALM (250 µs) + 2 个伺服 (62.5 µs) + 2 个伺服 (125 µs) + 3 个 TM15 Base (p4099[0] = 2000 µs) + TM54F + 4 个带编码器 Safety Integrated 扩展功能（SI 监控周期 (p9500) = 12 ms + SI 实际值采集周期 (p9511) = 4 ms + 4 个直接测量系统
- 拓扑结构 2：
  1 个 ALM (250 µs) + 2 个伺服 (62.5 µs) + 2 个 V/f (500 µs) + 3 个 TM15 Base (p4099[0] = 2000 µs) + 2 个带编码器 Safety Integrated 扩展功能（SI 监控周期 (p9500) = 12 ms + SI 实际值采集周期 (p9511) = 4 ms + 2 个 无编码器 Safety Integrated 扩展功能+ 2 个直接测量系统
- 拓扑结构 3：
  1 个伺服（62.5 µs） + 4 个 V/f，不可与 Safety Integrated 连接。

采样时间为 31.25 µs 的 CU320-2 示例：

- 拓扑结构 1：
  1 个 ALM (250 µs) 在一条支路上、1 个伺服 (31.25 µs) 在一条支路上、3 个 TM15 Base (p4099[0] = 2000 µs) 在一条支路上串联。
- 拓扑结构 2：
  1 个 ALM（250 µs）在一条支路上、1 个伺服（31.25 µs）在一条支路上、1 个直接测量系统在一条支路上

A.3.5 拓扑示例：采用 V/f 控制（矢量控制）的驱动

下图显示了控制单元能控制的矢量 V/f 驱动和附加组件的最大数量。 各组件的采样时间为：

- 调节型电源模块： p0115[0] = 250 µs
- 电机模块： p0115[0] = 500 µs
- 端子模块/端子板 p4099 = 2 ms

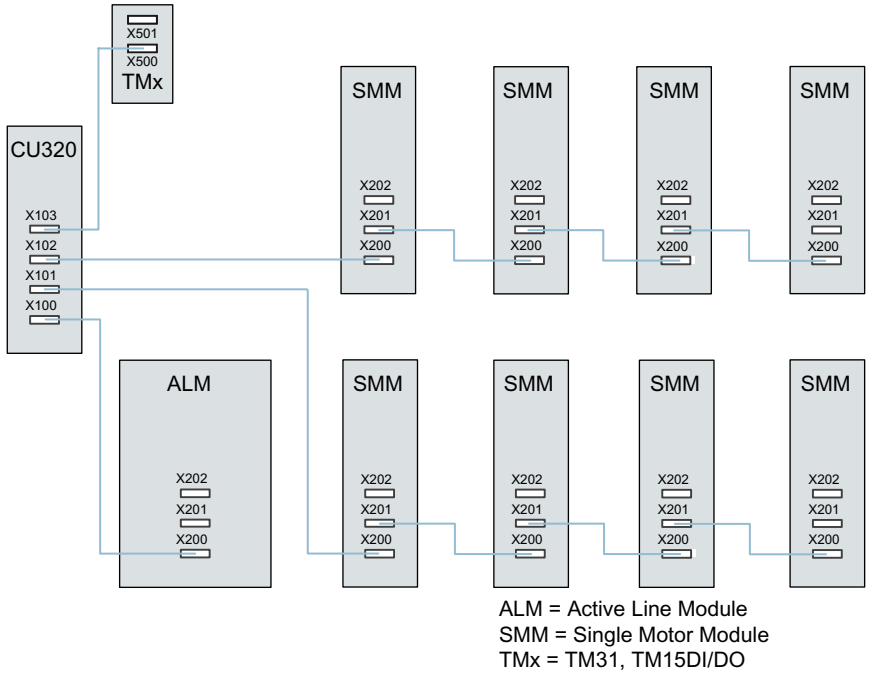


图 A-7 V/f 控制中矢量驱动系统的拓扑示例

A.4 通过 BOP20 设置参数

A.4.1 BOP20 概述

使用基本型操作面板 BOP20（Basic Operator Panel 20）能够在调试时接通和关闭驱动以及显示和修改参数。可以诊断并应答故障。

BOP20 是卡装到控制单元中的，为此必须将空盖板移除（有关安装的其他说明请见 SINAMICS S120 控制单元和扩展系统组件手册）。

显示屏与按键

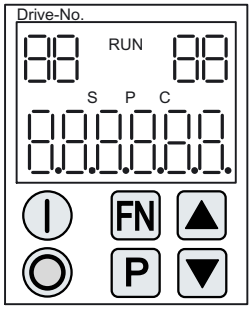


图 A-8 显示屏与按键一览

显示信息

表格 A-1 显示

显示	含义
左上 2 位	这里显示 BOP 的激活驱动对象。 显示与按键操作始终是针对该驱动对象。
RUN	当驱动组中至少有一个驱动的状态为 RUN（运行中）时，显示。 也可以通过各驱动的位 r0899.2 来显示 RUN。
右上 2 位	在此区域中显示以下内容： ● 超过 6 个数字：存在但没有显示的字符 （例如：“r2” —> 右边有 2 个字符没有显示，“L1” —> 左边有 1 个字符没有显示） ● 故障：选择/显示其他有故障的驱动 ● BICO 输入的标识（bi，ci） ● BICO 输出的标识（bo，co） ● 与另一个驱动对象(与当前激活的驱动对象不同)进行 BICO 互联连接的源对象。

显示	含义
S	在至少有一个参数被修改并且参数值还未保存进非易失存储器中时，显示。
P	当参数值在按下 P 按键之后才会生效时，显示。
C	在至少有一个参数被修改并且用于一致性数据管理的计算尚未启动时，显示。
下方，6 位	显示，如参数、索引、故障和报警。

按键信息

表格 A-2　按键

按键	名称	含义
	ON	接通收到 BOP “ON/OFF1”指令的驱动。 BO r0019.0 用该键设置。
	OFF	断开收到 BOP “ON/OFF1”，“OFF2”或“OFF3”指令的驱动。 按住该键会同时复位 BO r0019.0, .1 和 .2。松开该键后，BO r0019.1 和 .2 会重新设为“1”信号。 **注：** 您可以通过 BICO 参数设置来定义这些按键的有效性（比如：可通过这些按键同时控制现有的全部驱动）。
	功能	该按键的含义取决于当前的显示。 **提示:** 可以通过 BICO 参数设置来定义这些按键是否能在发生故障时进行有效应答。
	参数	该按键的含义取决于当前的显示。 如果按住该键 3 秒，将执行功能“从 RAM 向 ROM 复制”。“S”从 BOP 显示屏中消失。
	上	按键的含义与当前的显示相关，用来增加或减小数值。
	下	

BOP20 的功能

表格 A-3　功能

名称	描述
背光	可以通过 p0007 进行设置：当未使用 BOP 超过设定的时间后，背光自动熄灭。
切换到激活的驱动	通过 p0008 定义 BOP 上的有效驱动或者通过按键“FN”和“向上箭头”选择。
单位	单位不在 BOP 上显示。
访问级	通过 p0003 设置 BOP 的访问级。 访问级越高，可通过 BOP 选择的参数就越多。
参数过滤器	通过 p0004 中的参数过滤器，可以根据参数功能过滤可用的参数。
选择运行显示	实际值和设定值会显示在运行显示中。 可以通过 p0006 来设置运行显示。
用户参数列表	通过 p0013 中的用户参数列表，可以选出需要访问的参数。
带电插拔	可以对 BOP 进行带电插拔。 • 按键 ON 和 OFF 有效。 在插拔时，驱动会停机。 再次插入 BOP 后，需要重新接通驱动。 • 按键 ON 和 OFF 无效。 插拔不会对驱动有任何影响。
按键控制	适用于按键“P”和“FN”： • 在与其它键组合使用时，总是要首先按下“P”或“FN”，接着再按其它的键。

重要参数一览（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

全部驱动对象

- p0005[0...1]　BOP 运行显示选择
- p0006　BOP 运行显示模式
- p0013[0...49]　BOP 用户定义列表
- p0971　储存驱动对象参数

控制单元驱动对象

- r0002　控制单元运行显示
- p0003　BOP 访问级别
- p0004　BOP 显示过滤器
- p0007　BOP 背景灯

- p0008 BOP 启动后的驱动对象
- p0009 设备调试参数筛选
- p0011 BOP 输入密码（p0013）
- p0012 BOP 确认密码（p0013）
- r0019.0...14 CO/BO:控制字 BOP
- p0977 保存所有参数

其它驱动对象 (如 SERVO, VECTOR, X_INF, TM41 等)

- p0010 变频器调试参数筛选

A.4.2 BOP20 的显示和操作

特性

- 运行显示
- 修改有效驱动对象
- 显示/修改参数
- 显示/应答故障和报警
- 通过 BOP20 控制驱动

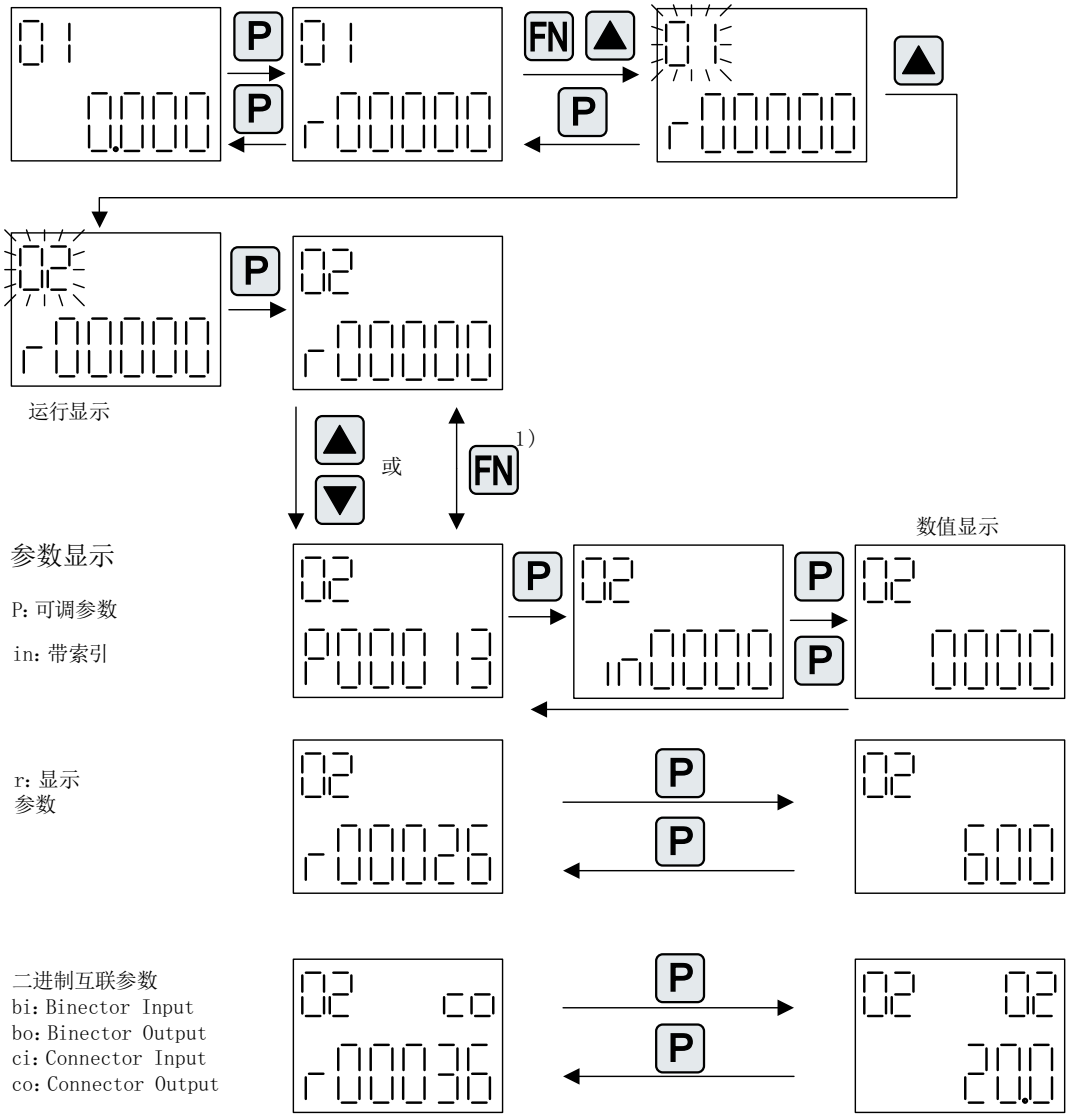
运行显示

可以通过 p0005 和 p0006 来设置各个驱动对象的运行显示。 通过运行显示可以切换到参数显示或其它的驱动对象。 可以有下列功能：

- 修改有效驱动对象
  - 按下按键“FN”和“向上箭头” -> 左上方的驱动对象编号闪烁
  - 使用箭头键选择需要的驱动对象
  - 用“P”键确认
- 参数显示
  - 按下“P”键
  - 使用箭头键选择需要的参数
  - 按下“FN”键 -> 显示参数“r00000”
  - 按下“P”键 -> 返回到运行显示

参数显示

通过编号在 BOP20 中选择参数。 使用“P”键可以从运行显示切换到参数显示。 使用箭头键选择参数。 再次按下“P”键将会显示参数的值。 同时按下“FN”键和一个箭头键可以在驱动对象之间进行选择。 在参数显示中按下“FN”键可以在“r00000”和上一个显示的参数之间进行切换。



1) 在参数显示中按下 “FN” 键可以在 “r0000” 和上一个显示的参数之间进行切换。

图 A-9 参数显示

数值显示

使用“P”键可以从参数显示切换到数值显示。 在数值显示中可以通过箭头键将可调参数的值增大或减小。 可以通过“FN”键选择光标。

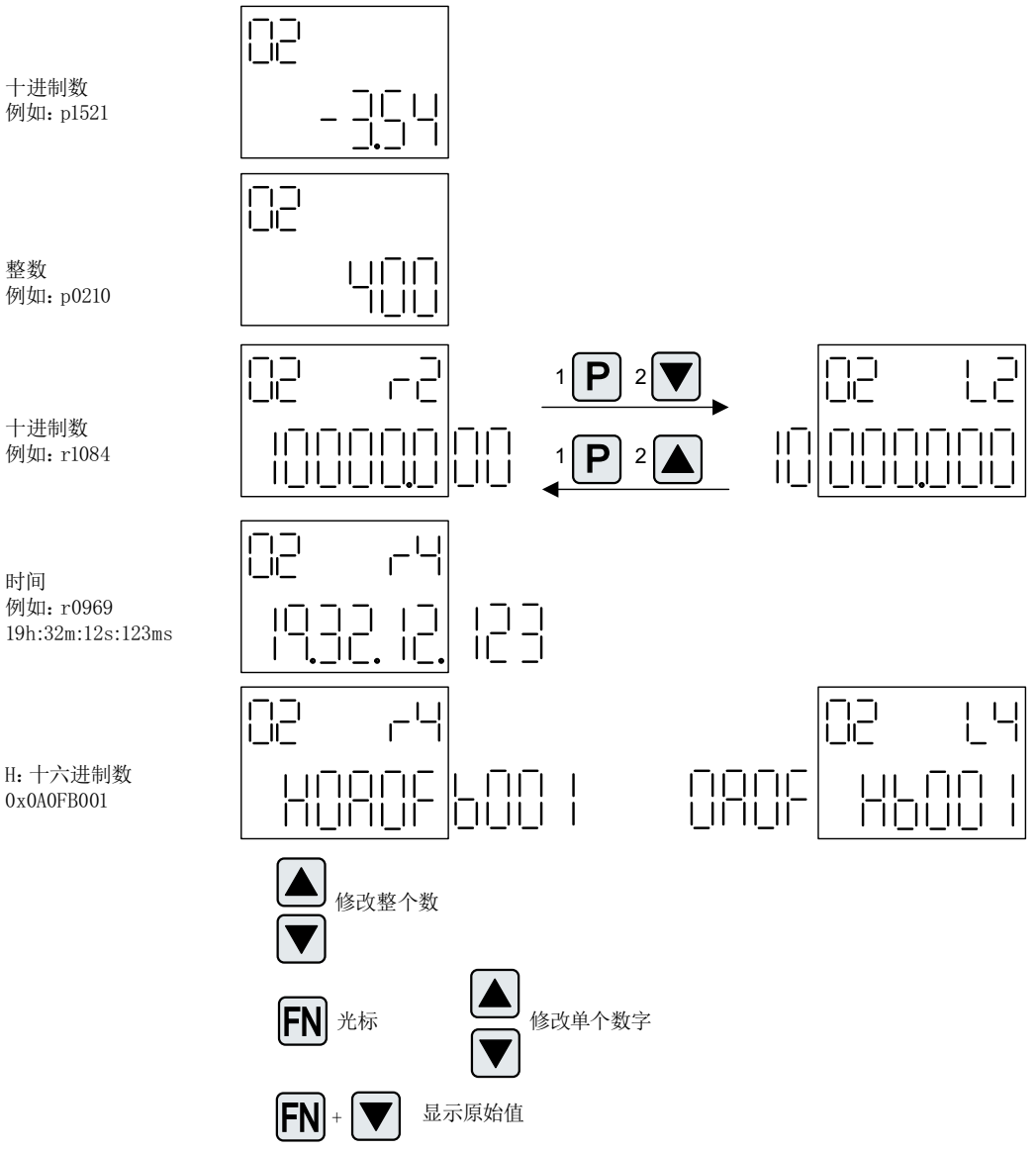


图 A-10　数值显示

示例： 修改参数

前提条件： 相应的访问级已设置
(本例中为 p0003 = 3)

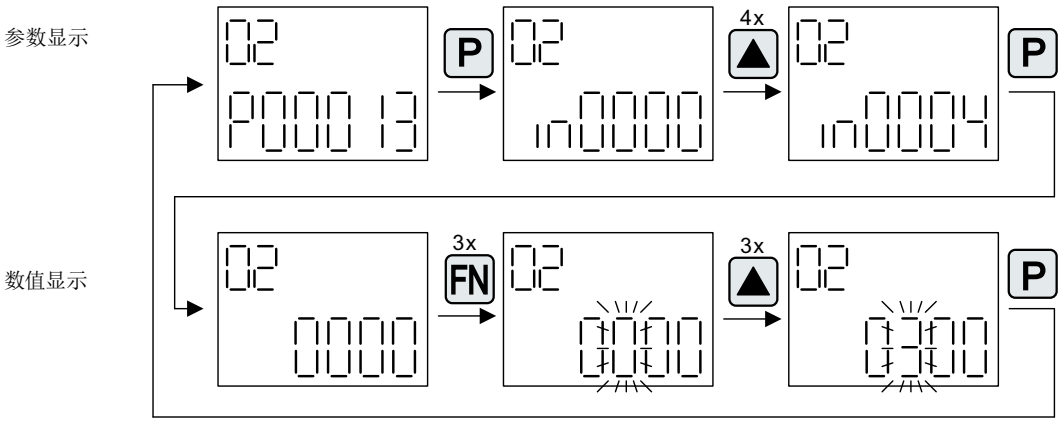


图 A-11　示例： 将 p0013[4] 从 0 修改到 300

示例： 修改 BI 和 CI 参数

对于驱动对象 2 的 BI p0840[0] (OFF1)，控制单元(驱动对象 1)的 BO r0019.0 已进行了互联连接。

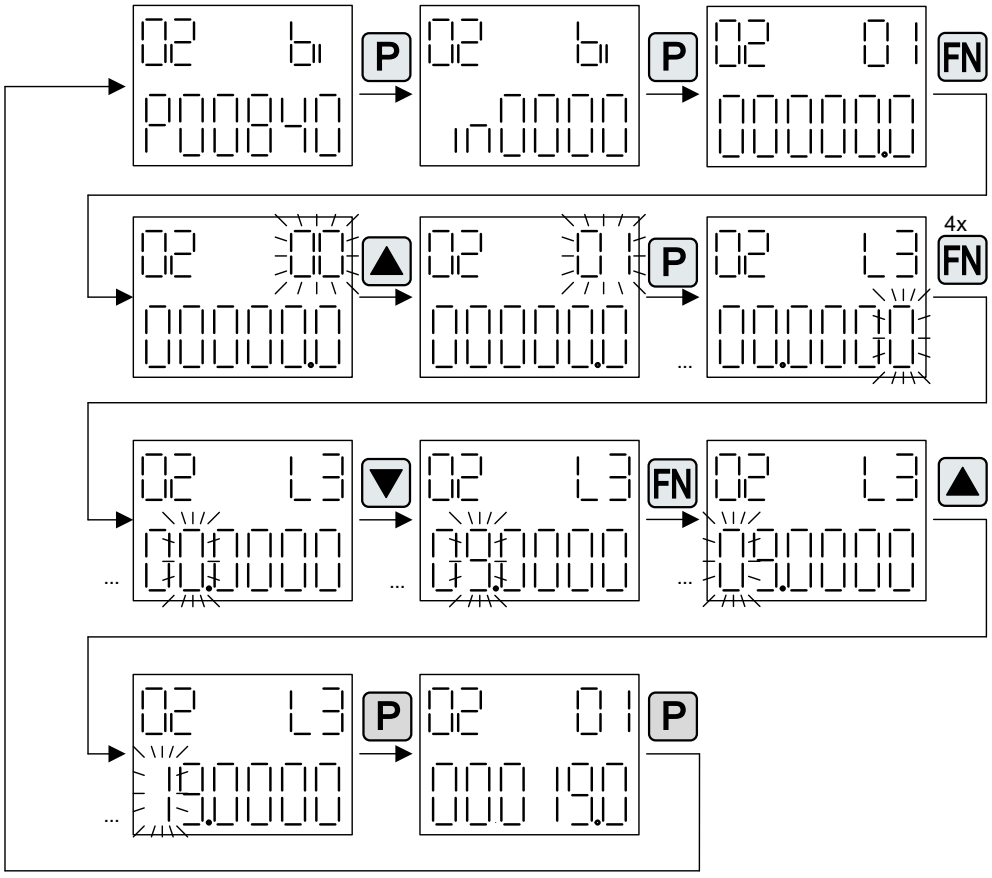


图 A-12　示例： 修改带索引的二进制互联参数

A.4.3 故障和报警的显示

故障的显示

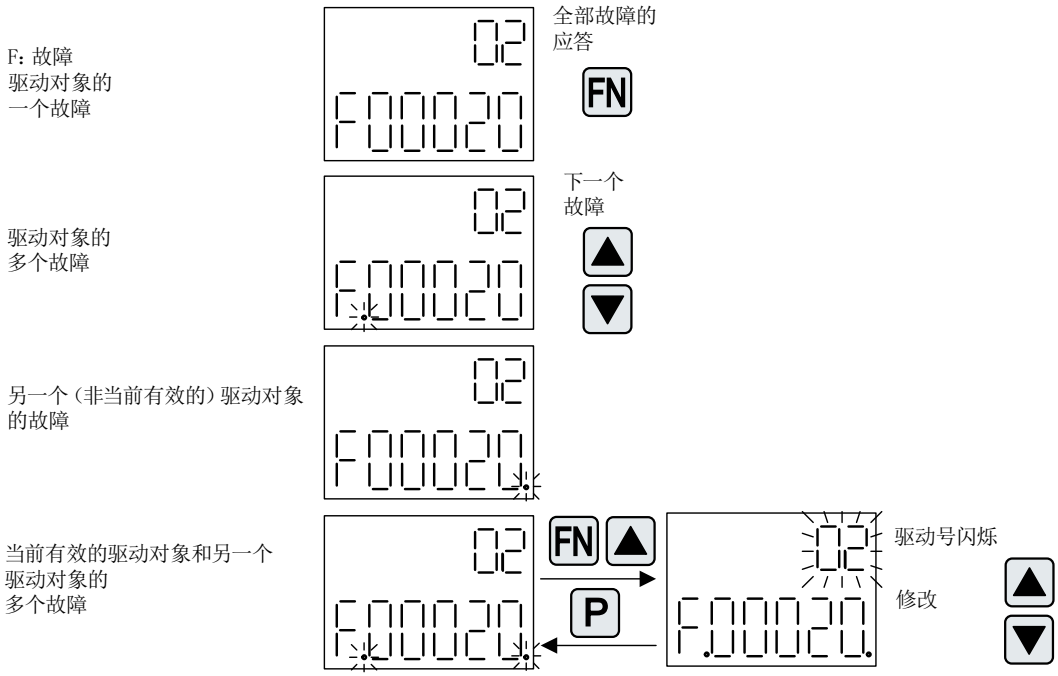


图 A-13 故障

报警的显示

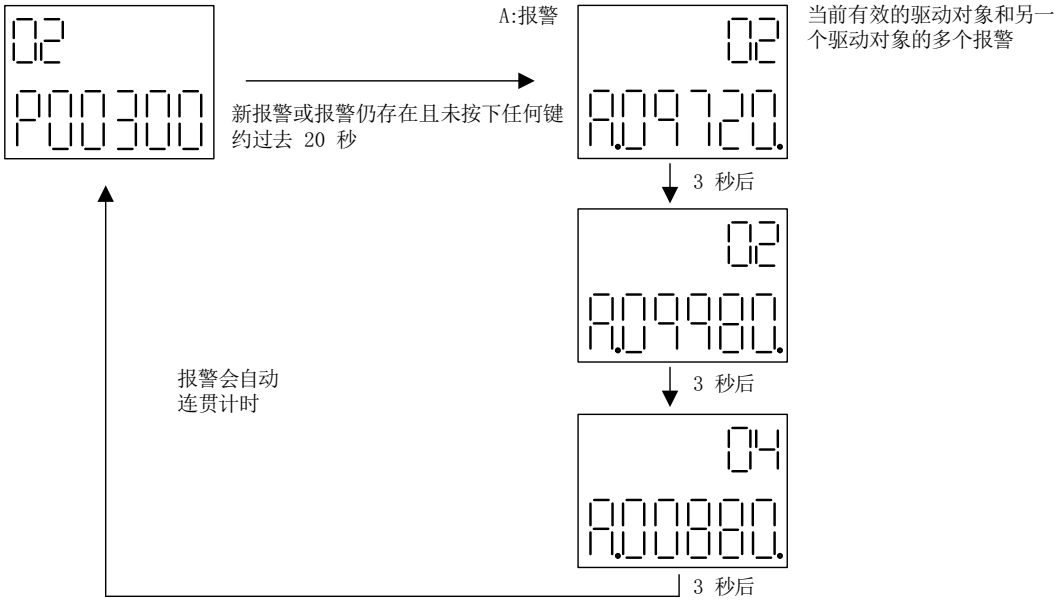


图 A-14　报警

A.4.4　通过 BOP20 控制驱动

在调试时可以通过 BOP20 来控制驱动。 在控制单元驱动对象上可使用一个控制字(r0019)，能实现与相应的 BI（如驱动的）进行互联连接。

如果选择了标准 PROFIdrive 报文，那么该互联连接将不会生效，因为报文的互联无法断开。

表格 A-4　BOP20 控制字

位(r0019)	名称	互联参数示例
0	ON / OFF (OFF1)	p0840
1	无滑行停止 / 滑行停止（OFF 2）	p0844
2	无快速停止 / 快速停止（OFF 3）	p0848
7	应答故障 (0 -> 1)	p2102
13	电动电位器，升高	p1035
14	电动电位器，降低	p1036

说明

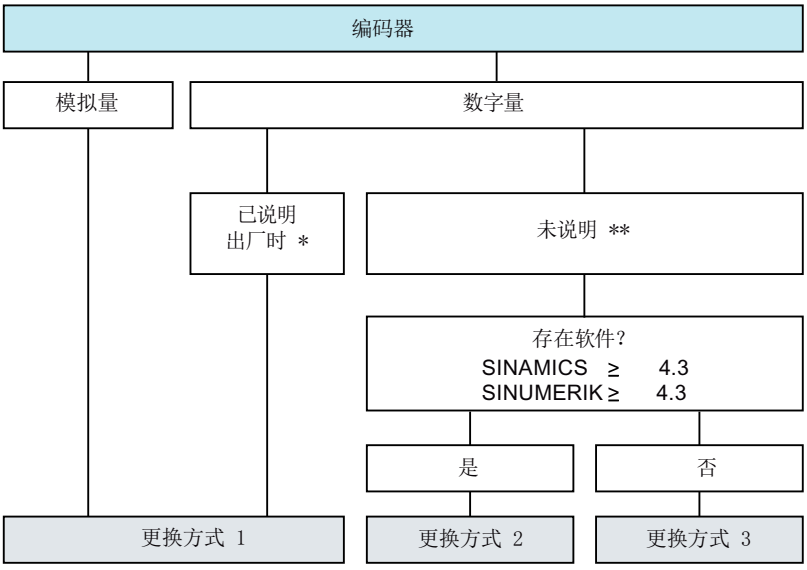
对于简易调试，应只连接位 0。 当位 0 ... 2 互联时，系统下电的优先级如下： OFF2，OFF3，OFF1。

A.5 SIMOTICS 电机上的编码器更换

在 1FK7 G2、1FG1 和 1FT7 电机上可以用相同类型的备用编码器更换故障编码器。无需特殊工具，只需要调整电机轴相对的联轴器元件即可进行编码器更换。上述电机可参见电机外壳末端上的编码器安装和铭牌。

如何更换编码器？

以下为可能的编码器更换类型一览。



* 编码器中包含电机数据（电子铭牌）。

** 编码器不包含电机数据。

图 A-15 编码器更换类型

说明

建议：

1. 始终作为整体部件更换编码器（包括传感器模块）。
2. 使用更换类型 1。
   优点：通过为电机特殊编程的电子铭牌在西门子服务中心订购备用编码器。
   编码器中包含所有出厂电机数据。只需要机械地更换编码器，设备会再次准备就绪。

如何确定备用编码器？

需要现有编码器的订货号才能确定其备用编码器。有多种方法可以获得所需的订货号：

- 读取编码器上的订货号
- 通过 Spares on Web (https://www.sow.siemens.com/)确定订货号
- 通过分配表确定订货号（参见服务须知）

其它信息

未解决的问题？

- 如何订购备用编码器？
- 如何更换故障编码器？
- 如何编程未说明的编码器？
- 如何备份电子铭牌数据？
- 在网上哪里可以找到电子铭牌？

有关这些问题和整体的编码器更换的详细信息参见服务须知“SIMOTICS S-1FK7 G2、S-1FG1 和 S-1FT7”（可通过 SIOS 门户网站免费下载）。

参见：SIMOTICS 伺服电机 (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/13348/man)

A.6 硬件组件的可用性

表格 A-5 自 2006 年 03 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	AC 驱动器 (CU320, PM340)	参见样本		新增
2	SMC30	6SL3055-0AA00-5CA1		带 SSI 支持
3	DMC20	6SL3055-0AA00-6AA.		新增
4	TM41	6SL3055-0AA00-3PA.		新增
5	SME120 SME125	6SL3055-0AA00-5JA. 6SL3055-0AA00-5KA.		新增
6	BOP20	6SL3055-0AA00-4BA.		新增
7	CUA31	6SL3040-0PA00-0AA.		新增

表格 A-6 自 2007 年 08 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	TM54F	6SL3055-0AA00-3BA.		新增
2	调节型接口模块（书本型）	6SL3100-0BE..-.AB.		新增
3	基本型电源模块（书本型）	6SL3130-1TE..-0AA.		新增
4	DRIVE-CLiQ 编码器	6FX2001-5.D..-0AA.		新增
5	CUA31 适用于通过 PROFIsafe 和 TM54 的 Safety 扩展功能	6SL3040-0PA00-0AA1		新增
6	CUA32	6SL3040-0PA01-0AA.		新增
7	SMC30 (宽度 30 mm)	6SL3055-0AA00-5CA2		新增

表格 A-7 自 2008 年 10 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	TM31	6SL3055-0AA00-3AA1		新增
2	TM41	6SL3055-0AA00-3PA1		新增
3	DME20	6SL3055-0AA00-6AB.		新增
4	SMC20 (宽度 30 mm)	6SL3055-0AA00-5BA2		新增

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
5	调节型接口模块 16kW（书本型）	6SL3100-0BE21-6AB.		新增
6	调节型接口模块 36kW（书本型）	6SL3100-0BE23-6AB.		新增
7	紧凑型非调节型电源模块（书本型）	6SL3430-6TE21-6AA.		新增
8	紧凑型电机模块（书本型）	6SL3420-1TE13-0AA. 6SL3420-1TE15-0AA. 6SL3420-1TE21-0AA. 6SL3420-1TE21-8AA. 6SL3420-2TE11-0AA. 6SL3420-2TE13-0AA. 6SL3420-2TE15-0AA.		新增
9	液冷式功率模块（块型）	6SL3215-1SE23-0AA. 6SL3215-1SE26-0AA. 6SL3215-1SE27-5UA. 6SL3215-1SE31-0UA. 6SL3215-1SE31-1UA. 6SL3215-1SE31-8UA.		新增
10	用于 50 mm 组件的加固直流母线排	6SL3162-2DB00-0AA.		新增
11	用于 100 mm 组件的加固直流母线排	6SL3162-2DD00-0AA.		新增

表格 A-8　自 2009 年 11 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	控制单元 320-2DP	6SL3040-1MA00-0AA1 2014 最新版： 6SL3040-1MA00-0AA0	4.3	新增
2	TM120	6SL3055-0AA00-3KA0	4.3	新增
3	SMC10 (宽度 30 mm)	6SL3055-0AA00-5AA3	4.3	新增

表格 A-9　自 2011 年 01 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	控制单元 320-2PN	6SL3040-1MA01-0AA1 2014 最新版： 6SL3040-1MA01-0AA0	4.4	新增
2	紧凑书本型制动模块	6SL3100-1AE23-5AA0	4.4	新增
3	书本型 SLM，55kW	6SL3130-6TE25-5AA.	4.4	新增
4	TM120，检测最多 4 个电机温度传感器	6SL3055-0AA00-3KA.	4.4	新增

表格 A-10　自 2011 年 04 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	S120 Combi 3 轴型功率模块	6SL3111-3VE21-6FA0 6SL3111-3VE21-6EA0 6SL3111-3VE22-0HA0	4.4	新增
2	S120 Combi 4 轴型功率模块	6SL3111-4VE21-6FA0 6SL3111-4VE21-6EA0 6SL3111-4VE22-0HA0	4.4	新增
3	S120 紧凑书本型功率单元 单轴电机模块	6SL3420-1TE13-0AA0 6SL3420-1TE15-0AA0 6SL3420-1TE21-0AA0 6SL3420-1TE21-8AA0	4.4	新增
4	S120 紧凑书本型功率单元 双电机模块	6SL3420-2TE11-7AA0 6SL3420-2TE13-0AA0 6SL3420-2TE15-0AA0	4.4	新增
5	书本型制动模块	6SL3100-1AE31-0AB0	4.4	新增

表格 A-11　自 2012 年 01 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	TM150，检测最多 12 个电机温度传感器	6SL3055- 0AA0-3LA0	4.5	新增
2	CU310-2 PN	6SL3040-1LA01-0AA0	4.5	新增
3	CU310-2 DP	6SL3040-1LA00-0AA0	4.5	新增

表格 A-12　自 2012 年第 4 季度起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	适配器模块 600	6SL3555-2BC10-0AA0	4.5	新增

表格 A-13　自 2013 年 01 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	书本型 3 倍过载至 18 A	6SL312.-.....-...4 50 mm 的电机模块和： 3 A, 5 A, 9 A, 18 A, 2x3 A, 2x5 A, 2x9 A	4.6	新增
2	SINAMICS S120M	6SL3532-6DF71-0R.. 6SL3540-6DF71-0R.. 6SL3542-6DF71-0R.. 6SL3562-6DF71-0R.. 6SL3563-6DF71-0R..	4.6	新增

表格 A-14　自 2014 年 04 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	S120 Combi： 新功率单元	6SL3111-4VE21-0EA 具有高电流强度的 4 轴功率模块： 24A、12A、12A、12A	4.7	新增
2	功率模块 PM240-2	6SL321.-.P..-.... FSA、FSB 和 FSC 规格，200 V 和 400 V 适用	4.7	新增

表格 A-15　自 2015 年 04 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	端子模块 TM31	6SL3055-0AA00-3AA1	4.7 SP2	修订
2	端子模块 TM41	6SL3055-0AA00-3PA1	4.7 SP2	修订
3	DRIVE-CLiQ 集线器模块 DMC20	6SL3055-0AA00-6AA1	4.7 SP2	修订

表格 A-16　自 2015 年 10 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	带最高两倍过载的电机模块（书本型）	6SL3120-1TE21-8AC.(18 A) 6SL3120-1TE23-0AC.(30 A) 6SL3120-2TE21-8AC.(2 x 18 A)	-	新增
2	带最高三倍过载的电机模块（书本型）	6SL3120-1TE13-0AD.(3 A) 6SL3120-1TE15-0AD.(5 A) 6SL3120-1TE21-0AD.(9 A) 6SL3120-1TE21-8AD.(18 A) 6SL3120-1TE23-0AD.(30 A) 6SL3120-2TE13-0AD.(2 x 3 A) 6SL3120-2TE15-0AD.(2 x 5 A) 6SL3120-2TE21-0AD.(2 x 9 A) 6SL3120-2TE21-8AD.(2 x 18 A)	-	新增
3	带嵌入式接口的电机连接插头	6SL3162-2MB00-0AC0	-	新增
4	带螺钉接口的电机连接插头	6SL3162-2MA00-0AC0	-	新增

表格 A-17　自 2016 年 07 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	功率模块 PM240-2	6SL321.-.P..-.... 外形尺寸 FSD、FSE 和 FSF，200 V、400 V 和 690 V 适用	4.8	新增
2	端子模块 TM31	6SL3055-0AA00-3AA1	4.8	修订
3	端子模块 TM41	6SL3055-0AA00-3PA1	4.8	修订
4	端子模块 TM54F	6SL3055-0AA00-3BA.	4.8	修订
5	DRIVE-CLiQ 集线器模块 DMC20	6SL3055-0AA00-6AA1	4.8	修订

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
6	电压监控模块 VSM10	6SL3053-0AA00-3AA1	4.8	修订
7	温度传感器 PT1000	具有以下产品编号的模块支持 PT1000： 6SL312x-xTExx-xAA3 6SL312x-xTExx-xAA4 6SL3120-xTExx-xAC0 6SL3120-xTExx-xAD0 6SL3055-0AA00-5AA3 6SL3055-0AA00-5BA3 6SL3055-0AA00-5CA2 6SL3055-0AA00-5EA3 6SL3055-0AA00-5JA3 6SL3055-0AA00-5KA3 6SL3055-0AA00-3AA1 6SL3055-0AA00-3KA0 6SL3055-0AA00-3LA0 6SL3053-0AA00-3AA1	4.7 HF17	新增

表格 A-18　自 2017 年 01 月或 2017 年 11 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	带 DRIVE-CLiQ 的绝对值编码器 单圈，同步法兰 VW 6 mm 单圈，夹紧法兰 VW 10 mm 单圈，空心轴 10 mm 单圈，空心轴 12 mm 多圈，同步法兰 VW 6 mm 多圈，夹紧法兰 VW 10 mm 多圈，空心轴 10 mm 多圈，空心轴 12 mm	 6FX2001-5FD13-1AA0 6FX2001-5QD13-1AA0 6FX2001-5VD13-1AA0 6FX2001-5WD13-1AA0 6FX2001-5FD25-1AA0 6FX2001-5QD25-1AA0 6FX2001-5VD25-1AA0 6FX2001-5WD25-1AA0	5.1	修订
2	调节型接口模块 16 kW 36 kW 55 kW 80 kW 120 kW	 6SL3100-0BE21-6AB. 6SL3100-0BE23-6AB. 6SL3100-0BE25-5AB. 6SL3100-0BE28-0AB. 6SL3100-0BE31-2AB.	5.1	修订

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
3	功率模块 PM240-2 穿墙式 FSD-FSF		5.1	新增
	200 V FSD	6SL3211-1PC26-8UL0		
	200 V FSE	6SL3211-1PC31-1UL0		
	200 V FSF	6SL3211-1PC31-8UL0		
	400 V FSD	6SL3211-1PE27-5UL0, 6SL3211-1PE27-5AL0		
	400 V FSE			
	400 V FSF	6SL3211-1PE31-1UL0, 6SL3211-1PE31-1AL0		
	690 V FSD			
	690 V FSE	6SL3211-1PE32-5UL0, 6SL3211-1PE32-5AL0		
	690 V FSF			
		6SL3211-1PH24-2UL0, 6SL3211-1PH24-2AL0		
		6SL3211-1PH26-2UL0, 6SL3211-1PH26-2AL0		
		6SL3211-1PH31-4UL0, 6SL3211-1PH31-4AL0		
4	功率模块 PM240-2 的安装支架		5.1	新增
	FSD	6SL3200-0SM17-0AA0		
	FSE	6SL3200-0SM18-0AA0		
	FSF	6SL3200-0SM20-0AA0		
5	电机模块 C/D 型		5.1	新增
	24A C 型	6SL3120-1TE22-4AC0		
	24A D 型	6SL3120-1TE22-4AD0		
	45A C 型	6SL3120-1TE24-5AC0		
	60A C 型	6SL3120-1TE26-0AC0		
6	屏蔽接线板 100mm	6SL3162-1AD00-0AA0	5.1	新增

表格 A-19　自 2018 年 02 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	产品编号	版本	修改
1	功率模块 PM240-2		5.1 SP1	新增
	400 V FSG（带内部 C2 电源滤波器）	6SL3210-1PE33-0AL0 6SL3210-1PE33-7AL0 6SL3210-1PE34-8AL0		
	400 V FSG（带内部 C3 电源滤波器）	6SL3210-1PE33-0CL0 6SL3210-1PE33-7CL0 6SL3210-1PE34-8CL0		
	690 V FSG（带内部 C3 电源滤波器）	6SL3210- 1PH31-7CL0 6SL3210- 1PH32-1CL0 6SL3210- 1PH32-5CL0		

A.7 可用的软件功能

表格 A-20 固件版本 2.2 中的新功能

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	工艺控制器	x	x	-
2	2 指令数据组	-	x	-
3	扩展制动控制	x	x	-
4	用于矢量控制和 5/10 kW 非调节型电源模块的自动重启技术	-	x	-
5	在一个控制单元上可以混用“伺服”和“矢量 V/f 控制”模式	x	x	-
6	在 480 V 输入电压范围内，调节型电源模块上、可控的 V_{dc} 可设定	x	x	-
7	书本型调节型电源模块的“Smart”模式	x	x	-
8	扩展的设定值通道可激活	x	-	-
9	线性测量系统检测	x	-	-
10	带 DRIVE-CLiQ 旋转编码器的同步电机 1FT6/1FK6/1FK7	x	-	-

表格 A-21 固件版本 2.3 中的新功能

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	电机数据组切换（8 个电机数据组）	x	x	-
2	故障/报警的缓冲	x	x	-
3	转子/磁极位置识别	x	x	-
4	子工艺启动、停止轴/编码器、启用/停用组件	x	x	-
5	带 10 个控制点的摩擦特性曲线，自动的特性曲线记录功能	x	x	-
6	利用率显示	x	x	-
7	用于上级控制系统的、距离编码的零脉冲检测	x	-	-
8	用于上级控制系统的垂直轴/电子配重	x	-	-
9	SIMATIC S7 OP 可直接连入	x	x	-
10	PROFIBUS NAMUR 标准报文	-	x	-
11	并联	-	x	适用于装机装柜型设备

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
12	脉冲沿调制	x	x	适用于装机装柜型设备
13	“伺服”控制模式	x	-	也适用于装机装柜型设备
14	端子模块 TM15（DI/DO 功能）	x	x	-
15	直线电机 1FN1、1FN3	x	-	-
16	扭矩电机 1FW6	x	-	-
17	同步内置电机 1FE1	x	-	-
18	同步主轴 2SP1	x	-	-
19	SIMOSYN 电机 1FU8	x	-	-
20	防爆电机 1FS6	x	-	-
21	用于检测增量编码器/绝对值编码器信号的外部编码器模块 SME20/25	x	x	-

表格 A-22　固件版本 2.4 及 2.4 SP1 的新功能

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	SINAMICS S120 功能，用于 AC DRIVE (CU310 DP/PN)	x	x	-
2	简单定位	x	x	-
3	编码器数据组切换（每个驱动数据组有 3 个 EDS 编码器数据组）	x	x	-
4	2 个指令数据组（CDS）	x	x	-
5	单位切换 SI / US / %	x	x	-
6	电机数据识别，伺服	x	从 FW2.1 起	-
7	提高了同步电机的转矩精度（kT 估算器）	x	-	-
8	“Hub”功能（热插拔、分散式编码器、由 DMC20 实现的星形结构）	x	x	-
9	基本操作面板 BOP20	x	x	-
10	SSI 编码器检测(SMC30)	x	x	6SL3055–0AA00–5CA1
11	脉冲编码器仿真 TM41	x	x	-

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
12	调节型电源模块的自动重启技术	x	x	-
13	PROFIBUS 扩展： – 从-从通讯 – Y-Link – 报文 1 也用于伺服 – 报文 2、3、4 也用于矢量	 x x x 从 FW2.1 起	 x x 从 FW2.1 起 x	-
14	Safety Integrated 停止类别 1 (SS1)，带安全时间	x	x	-
15	测量齿轮箱	x	x	-
16	以细微幅度设置脉冲频率的单位	x	x	-
17	可设定的控制器周期	x	x	-
18	DRIVE-CLiQ 支路上的周期可混用	x	x	-
19	正转/反转位，如同旋转磁场改变	x	x	-
20	用于 1FN、1FW6 的编码器模块，安全电气隔离 (SME120/125)	x	-	-
21	报警实时戳	x	x	CU320，6SL3040-.....-0AA1，版本 C 或更高版本 （2014 最新版：6SL3040-.....-0AA0）
22	转矩电机上无编码器的转速控制	-	x	-
23	带编码器的他励同步电机	-	x	-
24	变频器/变频器同步、变频器/电网同步（旁路）	x	x	适用于装机装柜型设备
25	用于调节型电源模块的电压测量模块(VSM)			也适用于书本型设备
26	同步电机电枢短路制动	x	-	-
27	CANopen 扩展（矢量、自由过程数据读取、属性 DS301）	x	x	-
28	PROFINET IO 和选件模块 CBE20 通讯	x	x	-
29	支持新的硬件组件(AC DRIVE, SME120/125, BOP20, DMC20, TM41)	x	x	-

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
30	用于扭矩电机的位置跟踪（不在 EPOS 中 ）	x	x	CU320，6SL3040-.....-0AA1，版本 C 或更高版本 （2014 最新版：6SL3040-.....-0AA0）
31	扭矩电机 1FW3	x	-	-

表格 A-23　固件版本 2.5 及 2.5 SP1 的新功能

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	DCC (Drive Control Chart)，带图形化互联编辑器 (DCC-Editor)： ● 功能块可图形化设计（逻辑功能、计算功能和控制功能） ● 功能块类型可自由组配，任意的组态范围 ● 可在 SIMOTION 和 SINAMICS(DCC SINAMICS, DCC SIMOTION)控制器上运行	x	x	-
2	Safety Integrated 扩展功能： ● 驱动内部集成的 Safety 功能，可以通过 PROFIsafe (PROFIBUS)或安全端子模块 TM54F 控制 ● STO，Safe Torque Off（安全转矩关闭）（SH - 安全停止） ● SBC (Safe Brake Control)：安全制动控制 ● SS1 (Safe Stop 1)：执行 STO 前的延迟时间，无转矩的静止状态 ● SOS (Safe Operating Stop)：安全运行停止，满转矩的安全静止状态 ● SS2 (Safe Stop 2)：安全停止 2，SOS 前的延迟时间，满转矩的静止状态 ● SLS (Safely-Limited Speed)：安全速度极限 ● SSM (Safe Speed Monitor)：反馈给安全输出端的安全速度监控反馈 (n < nx) **说明：** Safety Integrated 基本功能 STO 和 SBC 从 V2.1 起实现，SS1 从 V2.4 起实现（通过机载端子控制）。	x	x	Safety Integrated 扩展功能仅用于： ● 电机模块 (6SL3...-.....-0AA3) ● CUA31 (6SL3040-0PA00-0AA1)
3	EPOS 功能扩展： ● 运动程序段/新任务：“运行到固定停止点” ● 运动程序段/新的继续条件：“外部程序段切换” ● 完善了绝对值编码器的位置跟踪（负载变速箱） ● 加加速度限制 ● “设置参考点”也应用在暂停中（运行程序段和 MDI） ● 在没有减速挡块的回参考点中，也可以使用反向挡块功能。	x	x	-

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
4	支持新的电机型号和系列： • 1FT7（同步伺服电机） • 1FN3 持续负载（用于持续负载运行的直线电机） • 1PL6 （从 V2.1 起释放功能，但只作为列表中的标准电机）	x	仅 1PL6	-
5	支持新组件 • 书本型基本型电源模块(BLM)	x	x	-
6	支持新组件 • 书本型调节型接口模块(AIM) • TM54F（Failsafe 端子模块） • CUA32（用于 PM340 的控制单元适配器） • DRIVE-CLiQ 编码器（机器编码器）	x	x	-
7	电机上连接的编码器模块的数据，包括电机数据和编码器数据，可以通过 DRIVE-CLiQ 保存到存储卡上，并可以回录到“空”的编码器模块中	x	x	-
8	AC 驱动控制器 CU310（机载接口）可以转换 SSI 编码器的信号	x	x	仅 CU310 (6SL3040-0LA00-0AA1) （2014 最新版：停用）
9	在书本型设备上也可以在矢量模式下实现脉冲沿调制（更高的输出电压）	-	x	仅适用于电机模块 (6SL3...-.....-0AA3)
10	直流制动（DC 制动）	x	x	-
11	电枢短路：内部	x	x	-
12	电枢短路：间歇性电压保护	x	-	仅适用于电机模块 (6SL3...-.....-0AA3)
13	DRIVE-CLiQ 组件可以自动更新固件	x	x	-
14	STARTER 项目直接可以保存到存储卡上	x	x	-
15	可以将书本型电源模块(BLM, SLM, ALM)的输入电压设置到 3 AC 230 V	x	x	仅书本型电源模块 (6SL3...-.....-0AA3)

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
16	转速控制器自动设置	x	从 FW2.1 起	-
17	水泵的工艺功能	-	x	-
18	在 CU320 上可同时循环运行 PROFIBUS 和 PROFINET	x	x	-
19	伺服上也可以实现自动重启	x	从 FW2.2 起	-
20	PROFINET I/O 500 µs	x	-	-
21	旋转变压器的绝对位置信息(X_IST2)	x	x	-
22	直流母线电压监控随电源电压变化	x	x	-
23	电源频率自动识别	x	x	-
24	斜坡功能发生器输出上的加速信号	x	x	-
25	通过参数(p0972)可以复位驱动设备	x	x	-
26	在 CU320 矢量模式中，采样时间随驱动数量自动变化时，基本采样时间变化，从 400 µs 到 500 µs	-	x	-
27	动态能量管理，添加了最大 Vdc 控制和最小 Vdc 控制	x	x	-
28	无限跟踪	x	x	-
29	PROFIBUS 监控中添加了时间环和二进制接口	x	x	-
30	注有索引的实际值采集 可同时采用多个编码器	x	x	-

表格 A-24　固件版本 2.6 中的新功能

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	在同步的驱动组中周期发生偏移	x	x	-
2	Safety Integrated 扩展功能： 内部电枢短路和内部电压保护	x	x	Safety Integrated 扩展功能仅用于： • 电机模块 (6SL3...-.....-...3) • CUA31 (6SL3040-0PA00-0AA1)

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
3	通过 PROFINET 运行 PROFIsafe	x	x	-
4	脉冲频率摆动	-	x	装机装柜型电机模块： (6SL3...-.....-...3)
5	在多个驱动数据组 DDS 中可以激活负载变速箱的位置控制	x	x	-
6	无编码器矢量控制(SLVC)(SLVC), 应用在被动负载上的新型控制方式	-	x	-
7	变量报告功能	x	-	-
8	异步电机的快速磁化		x	-
9	异步电机的弱磁	x	-	-
10	组件状态显示	x	x	-
11	降级禁止	x	x	-
12	电机的并联	x	x	-
13	电机模块的并联	-	x	-
14	功率单元的并联	x	x	-
15	主从调节型电源功能	x	x	-
16	电机热监控 用于同步电机的 I2t 模型	x	-	-
17	新的 PROFIdrive 报文 116, 118, 220, 371	x	x	-
18	新的 PROFINET IO 实时类别	x	x	-
19	CU 上双向输入输出的应用	x	x	-
20	DRIVE-CLiQ 组件的自控运行模式	x	x	-
21	驱动对象上用于接通就绪的全局信号	x	x	-
22	支持新电机系列/型号： 1FN6 持续负载（用于持续负载运行的直线电机）	x	-	-

表格 A-25　固件版本 4.3 中的新功能

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	支持 1FN6 电机系列	x	-	-
-2	支持带星形/三角形转换功能的 DRIVE-CLIQ 电机	x	-	-
3	通过编码器接口在每转有多个零脉冲的情况下回参考点	x	-	-
4	对永磁同步电机的无编码器闭环控制可持续至转速为零	-	x	-

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
5	“SINAMICS Link”：多个 SINAMICS S120 之间的直接通讯	x	x	-
6	Safety Integrated： • SI 基本功能由 PROFIsafe 控制 • 无编码器的 SLS，用于异步电机 • 无编码器的 SBR，用于异步电机 • SBR 的独立阈值参数： 此前使用的是 SSM 的参数 p9546	x	x	-
7	驱动对象编码器： 仅可通过驱动对象编码器直接读入编码器，之后由 SIMOTION 通过外部编码器的 TO 进行检测。	-	x	-
8	支持新组件 • CU320-2 • TM120	x	x	-
9	Profisafe 的 GSDML 文件扩展	x	x	-
10	接口 X140 上的 USS 协议	x	x	-
11	允许将 V/f 诊断（p1317）作为常规运行方式	x	-	-
12	以设定值为基准的负载率显示，取代此前以实际值为基准的显示方式	x	x	-
13	从第 4 个轴（伺服/矢量）或第 7 个 V/f 轴开始要求性能许可，此前是从负载率超过 50% 起开始要求	x	x	-
14	编码器监控扩展，第 2 部分： • 公差带脉冲数量监控 • 对方波编码器可进行脉冲沿检测转换 • 脉冲编码器信号检测时设置零转速测量时间 • 方波编码器实际值采集时的测量步骤切换 • 编码器监控“LED-Check”	x	x	-

表格 A-26　固件版本 4.4 中的新功能

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	Safety Integrated 功能 • SDI（Safe Direction），适用于带/无编码器的异步电机，以及带编码器的同步电机 • 无编码器安全集成功能的边界条件（异步电机）：仅适用于书本型和模块型设备。不适用于装机装柜型设备	x	x	-
2	通讯 • 可通过参数写入 PROFINET 地址（例如用于在离线模式中创建完整项目） • 用于 SINAMICS S 的 PROFINET 模块的共享设备：CU320-2 PN, CU310-2 PN	x	x	-
3	紧急回退（ESR，扩展停止和退回）	x	x	-
4	TM41：脉冲编码器仿真时向下取整（传动系数；作为编码器以及旋转变压器）	x	x	-
5	伺服控制和等时同步运行中更多可用的脉冲频率（3.2 / 5.33 / 6.4 kHz）	x	-	-
6	装机装柜型：电流控制器（125 µs）在伺服控制中实现更高转速（输出频率可达约 700 Hz）	x	-	-
7	故障信息的广播	x	x	-

表格 A-27　固件版本 4.5 中的新功能

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	支持新组件 CU310-2	x	x	参见附录 A1
2	支持新组件 TM150	x	x	-
3	支持脉冲频率达 32 kHz 的高频主轴（电流控制器周期 31.25 µs）	x	-	-
4	PROFINET：支持 PROFIenergy 协议	x	x	-
5	PROFINET：改善共享设备可用性	x	x	-
6	PROFINET：最小可调节发送周期 250 µs	x	x	-
7	PROFINET：带有 CU310-2 PN、CU320-2 PN 和 CU320-2（配备 CBE20）的无脉冲介质冗余度	x	x	-

号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
8	通过 CBE20 的以太网/IP 通讯扩展	x	x	-
9	SINAMICS Link:最小可调节发送周期 0.5 ms	x	x	-
10	无需上电即可设置 SINAMICS Link 连接	x	x	-
11	写保护	x	x	-
12	专有技术保护	x	x	-
13	PMSM（旧版：PEM）无编码器运行至 n = 0 rpm	x	x	-
14	独立于电流控制器周期的脉冲频率 只适用于装机装柜型结构类型的功率部件	-	x	-
15	收发方向供电过程数据数量扩展至 10 个字	x	x	-
Safety Integrated 功能				
16	通过端子和 PROFIsafe 的 CU310-2 安全功能	x	x	-
17	速度限制和不带 PROFIsafe 或 TM54F 安全旋转方向的永久激活	x	x	-
18	安全限制位置 (SLP)	x	x	-
19	通过 PROFIsafe 的安全限制位置的传输	x	x	-
20	可调节的 SLS 限制	x	x	-
21	新 PROFIsafe 报文 31、901、902	x	x	-

表格 A-28　固件版本 4.6 中的新功能

编号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	SINAMICS 集成网络服务器 通过 Ethernet 将项目和固件下载到存储卡上 通过网络服务器更新固件时的掉电安全性	x	x	-
2	带专有技术保护的备件：加密载入文件系统	x	x	-
3	调节型电源控制（装机装柜型）的可设带阻滤波器	x	x	-
4	电流设定值滤波器	x	-	-
5	简化的旋转测量	-	x	-
6	在存储卡上备份冗余数据	x	x	-
7	多次跟踪	x	x	-
8	调整制动控制	x	x	-
9	快速捕捉重启	-	x	-
10	PROFIBUS 诊断报警	x	x	-

编号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
11	DCC SINAMICS： SINAMICS DCB Studio 中所建 DCB 库支持	x	x	-
12	SMC40 (EnDat 2.2)	x	x	-
13	CANopen 扩展	x	x	-
14	支持新组件 S120M	x	-	-
Safety Integrated Functions				
15	带 2 个 TTL/HTL 编码器的 Safety Integrated Extended Functions	x	x	-
16	Safety：Safe Brake Test	x	x	-
17	Safety Info Channel	x	x	-

表格 A-29　固件版本 4.7 中的新功能

编号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	他励同步电机：新运行方式，只有 HTL 编码器和 VSM	-	x	-
2	支持 S120 Combi	x	-	新功率单元： 6SL3111-4VE21-0EA
3	支持数据组的检测与维护（I&M 0...4）	x	x	-
4	对 IRT 设备的周期同步支持	-	x	-
5	针对 PROFINET 的动态 IP 地址分配（DHCP）和临时设备名称	x	x	-
6	带电压测量的快速捕捉重启	x	x	-
7	一键优化	x	-	-
8	在线优化	x	-	-
9	在线优化的适配电流设定值滤波器	x	-	-
10	脉冲频率和 PROFIBUS/PROFINET 周期的相互独立设置	x	x	-
11	SINAMICS S120 上的 PROFIenergy	x	x	-
12	书本型模块的电源功能释放，针对可再生能源	x	x	-
13	转矩/功率/电流限值运行时针对斜坡函数发生器跟踪的新模式	-	x	-
Safety Integrated Functions				
14	STO 中的可设电源接触器控制	x	x	-

编号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
15	安全齿轮级切换扩展	x	x	-
16	启动阶段自动执行强制潜在故障检查	x	x	-
17	启用 2 个 TTL/HTL 编码器、针对书本型和模块型设备的 Safety Integrated Extended Functions	x	x	-
18	更换组件时的持续特性	x	x	-
19	配备 Safety Integrated 的 SINAMICS S120 液压驱动	x	-	-

表格 A-30　固件版本 4.8 中的新功能

编号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	同步磁阻电机	-	x	-
2	转动惯量评估器的转动惯量前馈	-	x	-
3	电机热模型扩展	x	x	-
4	Modbus TCP 通讯	x	x	-
5	PROFINET 系统冗余	x	x	
6	SINAMICS Link 功能扩展	x	x	-
7	网络服务器功能的优化	x	x	-
8	齿槽转矩补偿（需授权）	x	-	-
9	高级定位控制（APC）（需授权）	x	-	-
Safety Integrated Functions				
10	现在在带编码器的 SS1/SS2 时也可选择 SBR	x	x	-
11	可通过 TM54F 控制的 Basic Functions	x	x	-
12	带外部停止 (SS2E) 的 Safe Stop 2	x	x	-

表格 A-31　固件版本 5.1 中的新功能

编号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	支持主轴电机 1PH1	x	x	-
2	伺服控制中的电压前馈控制	x	-	-
3	扩展了一键优化	x	-	-
4	扩展了效率优化（增加了更多方法）	-	x	-
5	模块型功率单元上的 CU310-2 紧急模式	-	x	-

编号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
6	通过 NTP 和 SNTP 的时间同步	x	x	-
7	授权（更清晰地列出并介绍了“ Trial License Mode”）	x	x	-
8	磁阻电机达到静止和静止状态中的无编码器控制 授权：同步磁阻电机的高级控制	-	x	-
9	Active Vibration Suppression (AVS) 授权：Active Vibration Suppression (APC/AVS)	x	x	-
Safety Integrated Functions				
10	Safe Cam (SCA)	x	x	-
11	Safely-Limited Acceleration (SLA)	x	x	-
12	导入新许可证“Safety Advanced”	x	x	-

表格 A-32　固件版本 5.1 SP1 中的新功能

编号	软件功能	伺服	矢量	硬件组件
1	EtherNET/IP (EIP)，通过控制单元 CU320-2 PN 和 CU310-2 PN 上的板载 PROFINET 接口 X150	x	x	-
2	在不要求授权的应用中，会阻止“Trial License Mode”激活，已经激活的“Trial License Period”的计时也会暂停。 ● 更多信息参见“许可证一览 (页 957)”。	x	x	-
3	CU320-2 PN 上 X150 的 S7 协议可关闭	x	x	-

A.8 SINAMICS S120 Combi 功能

SINAMICS S120 Combi 支持以下功能，这些功能在本手册（以及 Safety Integrated 功能手册）中都有介绍。本列表中未列出的功能均不适用于 SINAMICS S120 Combi。

表格 A-33 SINAMICS S120 Combi 功能范围

	软件功能
电源	
	非调节型电源
	电源接触器控制
伺服控制	
	转速控制器
	转速设定值滤波器
	转速控制器适配
	转矩控制运行
	转矩设定值限制
	电流控制器
	电流设定值滤波器
	电气电机模型的说明
	诊断用的 V/f 控制
	电流控制器和转速控制器的优化
	无编码器运行
	电机数据检测（静止/旋转测量）
	磁极位置识别
	Vdc 控制
	动态伺服控制(DSC)
	运行到固定停止点
	垂直轴
基本功能	

	软件功能
	基准参数/定标参数
	OFF3 转矩极限
	简单制动控制
	运行时间（运行时间计时器）
	组件状态显示
	驻留轴和驻留编码器
	固件更新：STARTER 中的固件升级和项目升级，降级禁止
Safety Integrated 基本功能	
Safety Integrated 扩展和高级功能（参见 SINAMICS S120 Safety Integrated 功能手册）	

拓扑结构

SINAMICS S120 Combi 有固定的 DRIVE-CLiQ 拓扑规则。此设备必须始终按照相同的模式连接。

系统周期

对于以下功能，设置采样时间为 125 µs：

- 电流控制器
- 转速控制器和
- 磁通控制器

脉冲频率固定设为 4 kHz。这样最大主轴转速可达 24000 rpm。

可用电机

- 同步电机：1FE1、1FT6、1FT7、1FK7、1FW6
- 异步电机：1PH7、1PH4、1PL6、1PH8

索引

“

“active”模式, 31
“Smart”模式, 31
“从站-从站”通讯
  “HW-Config”中的设置, 770
  PROFIBUS, 765
  故障, 776

A

Active Vibration Suppression, 560
  APC，无负载侧传感器, 560
  AVS, 560
  激活 SINUMERIK 中的功能模块, 557
  在 STARTER 中激活功能模块, 557
Advanced Positioning Control
  激活 SINUMERIK 中的功能模块, 557
  授权, 558
  在 STARTER 中激活功能模块, 557
ALM, 29
APC, 554
  STARTER 应用场合, 588
  激活 SINUMERIK 中的功能模块, 557
  授权, 558
  在 STARTER 中激活功能模块, 557
AVS, 560
AVS/APC-ECO
  激活 SINUMERIK 中的功能模块, 557
  在 STARTER 中激活功能模块, 557

B

Basic Functions
  SS1, 650
Basic Line Module
  最大 Vdc 控制器, 52, 246, 315, 527
BICO 技术, 966
  固定值, 970
  信号互联, 967
  转换器, 970
BLM, 29
BOP20
  驱动控制字, 1080

C

Combi, 1106

D

DC 开关, 516
DCP 闪烁, 784
DDS 切换, 976
  带负载齿轮箱位置跟踪, 463, 464
DME20, 907
DRIVE-CLiQ
  编码器, 485
  布线规则, 1031
  检查连接, 1016
  紧急运行, 1016
  诊断, 1016
  自控运行, 1016
DRIVE-CLiQ Hub
  DMC20, 907
DSC
  Windup 效应, 177
du/dt 滤波器 + 电压峰值限制器（Voltage Peak Limiter, 332

E

EDS 切换, 976
EIP, 847
EPOS, 472
  JOG, 510
  安全回参考点, 495
  被动回参考点, 489
  采用 Safety Integrated 扩展功能时的被动回参考点, 497
  机械系统, 476
  拒绝执行任务, 500, 509
  设定值直接给定(MDI), 508
  限制, 476
  运动程序段, 497
  在制动保持时启动, 480
  暂停, 500, 509
ESM, 420
  激活, 423
  紧急模式, 420
ESR
  报文扩展, 542

触发 ESR, 538
电机不适合, 542
多个轴, 542
回退, 540
使用 Safety 时发生通讯故障, 542
停止, 539
一览, 537
再生运行, 541
Essential Service Mode, 420
紧急模式, 420
EtherNet/IP, 847
创建通用 I/O 模块, 847
激活 X1400（CBE20）, 850
激活 X150（CU320-2 PN）, 849
连接驱动设备, 848
前提条件, 849
调试驱动, 848
通过 DHCP 将驱动集成至 EIP 网络（X150）, 865

F

F01611
故障值 1000, 665

G

GSD
GSD 文件, 756

H

HTTPS, 927

I

I&M, 828
I/f 开环控制, 147
IO 监视器, 778
IO 控制器, 778
IO 设备, 778
IRT, 790, 791
比较：RT, 792

J

JOG, 68
EPOS, 510
JOG, 68

K

kT 评估器
伺服, 452

L

LU, (示例)
Length Unit, 454

M

MBAP, 837
Modbus Application Header, 837
Modbus TCP, 830
DS47 通讯, 840
X1400 通讯的参数设置, 833
X150 通讯的参数设置, 832
读写参数, 840
读写访问, 837
控制单元中的 Modbus 寄存器和对应的参数, 834
使用的功能码, 837
通过接口 X1400 激活, 833
通过接口 X150 激活, 832
映射表, 834

N

Network Time Protocol, 886
NTP, 886
NTP 时间同步
设置, 890
NVRAM, 1009

O

OFF 信息后的直流制动
激活, 349
设置, 348
OFF3
转矩极限, 362

P

Ping-Snap, 886
PN Gate, 802
传输的功能, 803

开发包, 806
前提条件, 804
PROFIBUS, 748
“从站-从站”通讯, 516, 765
VIK-NAMUR, 757
报文, 707
接口模式, 710
设备数据, 757
设备主数据文件, 756
设置地址, 755
生命符号, 764, 801
通过诊断通道继续传送信息, 776
诊断, 741
终端电阻, 757
主站等级 1 和 2, 749
PROFIBUS 报文结构, 751
PROFIBUS 地址开关, 755
PROFIBUS 诊断数据, 741
标识诊断, 743
标准诊断, 742
数据组 DS0/DS1 和诊断报警, 746
通道诊断, 745
状态信息/模块状态, 743
PROFIdrive, 700
PROFIBUS 信息类别, 741
PROFINET 信息类别, 737
报文, 707
读取参数, 729
控制器、监视器和驱动设备, 701
设备等级, 700
写入参数, 731
信息类别, 735
PROFIenergy, 820
访问点, 820
认证, 820
指令, 823
PROFINET
含 2 个控制器, 806
连接通道, 786
数据传输, 785
通过诊断通道继续传送信息, 826
系统冗余, 817
系统冗余结构示例, 818
诊断, 737
PROFINET Gate, 802
PROFINET IO, 778
IRT, 790
地址, 780
具有等时实时能力, 780
具有实时能力, 780

R

RESM, 219
闭环运行, 220
RT
比较：IRT, 792

S

S120 Combi, 1106
Safe Brake Control
SBC, 654
装机装柜型设备, 656
Safe Stop 1
Basic Functions, 650
SS1, 650
带 OFF3（Basic Functions）, 650
时间受控, 650
Safe Torque Off
STO, 646
基本功能, 646
Safety Integrated, 639
密码, 641
批量调试, 674
调试, 673
组件更换, 674
Safety Integrated 基本功能
停止响应, 678
Safety Integrated 密码, 641
SBA, 656
SBC
Safe Brake Control, 654
基本功能, 654
验收测试, 693
SINAMICS Link
传输时间, 869
激活, 876
前提条件, 868
同步周期, 870
总线周期, 870
组态, 872
组态示例, 877
SINAMICS S120 Combi, 1106
SINAMICS 时间同步
设置, 889
SLM, 29
SMC30
频率设定值, 425
SS1
Basic Functions, 650

Safe Stop 1, 650
Safe Stop 1（Basic Functions）, 650
带 OFF3（Basic Functions）, 650
带外部停止（Basic Functions）, 652
验收测试 (Basic Functions), 691
SS1E, 652
带外部停止的 SS1（Basic Functions）, 652
STO
Safe Torque Off（基本功能）, 646
基本功能, 646
STOP A, 678
STOP F, 678

T

TM120, 619
TM150
传感器故障, 625
传感器类型, 621
分组, 623
TM31, 618
TM41, 402
SIMOTION 模式, 402
SINAMICS 模式, 403
回参考点模式, 405
零脉冲仿真, 404
Transport Layer Security, 927

V

V/f 控制, 301
Vdc 控制, 312
伺服控制, 140
转差补偿, 310
Vdc_max 控制
矢量转速/转矩控制, 246
Vdc_min 控制
矢量 V/f 控制, 313
矢量转速/转矩控制, 245
伺服, 171
Vdc 控制
V/f 控制, 312
矢量转速/转矩控制, 244
伺服控制, 170
VSM
矢量驱动, 283
调试, 283
通过 LED 识别, 284
VSM10, 32

W

Windup 效应
DSC, 177

安

安全日志, 684
安全证书
网络服务器, 927, 929
安全制动适配器
装机装柜型设备, 656

保

保存（非易失性）
参数, 950

报

报文
标准, 707
对象的顺序, 749, 785
构造, 709
制造商专用的, 707
报文中驱动对象的顺序, 749, 785

备

备份复制更新, 1011

被

被动测量, 714
被动回参考点
EPOS, 489

编

编码器
外部, 176
编码器范围, 394
编码器故障早期识别, 374
编码器监控扩展, 376
编码器检测, 376
编码器检测扩展, 383

编码器接口
被动测量, 714
参考脉冲搜索, 712
编码器信号监控, 377
编码器脏污信号, 373
编码器诊断
编码器故障早期识别, 374

标

标准, 634
标准 IEC61000-2-4, 32
标准报文, 707

并

并联
电机模块, 522, 531
基本型电源模块, 526

补

补偿周期性位置错误, 596

捕

捕捉重启, 275
带电压测量的快速捕捉重启, 278
同步磁阻电机, 279
无电压测量的快速捕捉重启, 277
长电缆应用, 277

不

不属于专有技术保护范围的 OEM 特例清单, 994

布

布线规则
DRIVE-CLiQ, 1031

采

采样时间, 1019
设置, 1030

参

参考脉冲搜索, 712
参考模型, 230
参数
非易失性保存, 950
复位, 951
类型, 949
细分, 949
参数表
在网络服务器中创建, 934
在网络服务器中删除, 936

测

测量齿轮箱, 395
测试脉冲评估, 324
测头检测, 187
不使用握手, 189
多于两个脉冲沿, 189
时间要求苛刻的数据传输, 188
使用握手, 188
示例, 193
握手, 187

齿

齿槽转矩补偿, 593
激活, 594
填写补偿表, 594
应用示例, 598
周期性位置错误, 596

磁

磁极位置识别
带编码器矢量控制, 262
矢量, 262
伺服, 161
无编码器矢量控制, 262
磁极位置适配, 381

存

存储卡, 1011
冗余数据备份的最低要求, 1012
存储卡上的受损区, 1011

带

带有电压峰值限制器的紧凑型 du/dt 滤波器, 334
带子拓扑结构的启动, 325
带阻滤波器
    调节型电源, 39

单

单圈编码器, 394
单位切换, 317

地

地址
    互联网上的许可证管理器, 955
    设置 PROFIBUS 地址, 755

电

电动电位器, 64
电机
    双绕组系统, 532
电机电抗器, 330
电机额定电流和电机模块额定电流之比
    V/f 控制, 301
    矢量控制, 89, 212
    伺服控制, 89, 212
电机模块
    并联, 522, 531
    降容, 427
电机切换, 901
电机热监控
    电机热模型, 606
电机数据识别, 255
电机温度监控, 606
    CU310-2, 627
    CUA31/32, 627
    SMC, 614
    SMC10, 614
    SMC20, 614
    SMC30, 614
    SMC40, 614
    SME120/125, 615
    TM120, 619
    TM150, 621
    TM31, 618
    编码器模块, 614
    带 DRIVE-CLiQ 的电机, 628
    电机模块, 626
    电机热模型 1, 607
    电机热模型 2, 609
    端子模块, 617
    断线，短路, 629
    功率模块, 627
    温度传感器检测, 629
电流分布系数, 519
电流控制器，矢量
    电流控制器适配, 252
电流控制器周期数量，用于转速实际值平均值计算, 384
电流设定值, 519
电流设定值滤波器, 249
    伺服, 107
电流设定值滤波器适配
    激活, 129
    禁用, 129
    可变共振频率时的适配, 133
    滤波器的运动范围, 132
    内部激活阈值, 132
    配置, 129
    频率限值（上/下）, 133
    适配不充分时的解决办法, 134
    适配起始值, 132
    在线优化生效, 129
    转速控制回路的稳定性, 133
    作用, 131
电压监控模块, 32
电压前馈控制, 196
电压提升
    矢量, 306
    伺服, 143
电源, 29
    12 脉冲, 525
    基本型电源, 51
    预充电, 525
电源方案, 524
电源接触器控制, 57
电源模块, 29
电源识别和直流母线识别, 519
电子铭牌, 1014

掉

掉电安全
    通过网络服务器更新固件, 419

定

定位监控, 468

动

动能缓冲, 44, 244, 312
    Vdc 控制, 170
动态设定值限制, 174
动态伺服控制, 174

冻

冻结转速原始值, 378

堵

堵转功率极限, 137
堵转功率提高, 137
堵转功率限制, 137
堵转转矩补偿系数, 137

端

端子模块 41
    SIMOTION 模式, 402
    SINAMICS 模式, 403
    零脉冲同步, 408
    频率限值, 409
    示例, 410
    调试, 410

短

短路测试, 324

断

断路路径测试, 642

多

多圈编码器, 394

二

二进制接口, 966

方

方向反转, 337

访

访问级, 951

非

非调节型电源的闭环控制, 43
非调节型电源模块, 29
非易失性存储器, 1009

分

分路接触器
    装机装柜型, 59

负

负载齿轮箱, 463, 464

附

附加控制, 39, 553

复

复位
    参数, 951
复制保护
    激活, 995

高

高级定位控制, 554
    APC, 554
    APC，带编码器混合和位置差反馈, 568
    APC，带负载速度控制, 580
    APC，带加速度反馈, 572
    SINUMERIK 应用场合, 586
    参数组关联性, 585
    测量函数, 589
    测量频率响应, 586
    设置激活参数, 583
    使用 APC 滤波器, 585
    用于降低安装振动的 APC, 565
    预设参数, 559
    主从轴上的 APC, 585

跟

跟随误差监控
动态, 468

更

更换编码器, 1081

工

工艺功能
摩擦特性曲线, 363
工艺控制器, 433
工艺应用 (Application)
伺服, 90
工艺应用（Application）
矢量, 213, 305
工作温度, 427

公

公差带脉冲数量监控, 382
公开证书, 928

功

功率单元
过载, 427
功率模块
降容, 427
功能
JOG, 68
电动电位器, 64
伺服控制, 85
用于伺服控制的的 V/f 控制, 140
运行到固定停止点, 179
转速固定设定值, 66
功能模块, 431
并联, 522
齿槽转矩补偿, 593
附加控制, 39, 553
工艺控制器, 433
基本定位器, 472
扩展监控功能, 439
扩展停止和退回 (ESR), 537
扩展制动控制, 441
扩展转矩控制, 451
外部制动模块, 447
位置控制, 454
循环冷却装置, 449
主站/从站, 513
转动惯量评估器, 545

共

共享设备, 806

固

固定设定值, 66
固件
将项目转换为新版本固件, 417
降级禁止, 419
升级, 417
通过网络服务器更新固件时的掉电安全性, 419

故

故障和报警
传送, 972
广播, 972
故障时的脉冲数量补偿, 381

广

广播, 972

过

过程数据, 709
过程数据、控制字
A_DIGITAL, 703
G1_STW, 703
G2_STW, 703
G3_STW, 703
MT_STW, 704
STW1, 703
STW2, 703
过程数据、设定值
KPC, 704
MOMRED, 704
NSOLL_A, 703
NSOLL_B, 703
XERR, 703

环

环境温度, 427
环形拓扑结构, 816
    Scalance, 816

回

回参考点
    简单定位, 482

基

基本定位器, 472
基本功能
    SBC, 654
    STO, 646
基本型电源的开环控制, 51
基本型电源模块, 29
    并联, 526
基准值
    保护, 319
    禁止, 319

加

加加速度限制, 479
加密的数据传输, 927
加密过程, 928
加密文件, 928

监

监控功能
    扩展, 439
监控周期, 636

检

检测/维护, 828

简

简单定位
    回参考点, 482

降

降级禁止
    固件, 419
降容函数, 427

交

交叉数据校验, 637

接

接地测试, 324

紧

紧急模式
    CU310-2, 420
    ESM, 420
    Essential Service Mode, 420
    调试, 423

静

静态测量
    电机数据识别, 255

绝

绝对值编码器
    校准, 483
    旋转绝对值编码器, 484
    直线绝对值编码器, 484
绝对值编码器校准, 457

开

开放式转速实际值, 237
开关过程
    时间间隔, 665

可

可控制的驱动数量
    提示, 1040
可设置的硬件滤波器, 379

控

控制器设置，自动
伺服控制, 145

扩

扩展设定值通道
在伺服控制模式中激活, 61
扩展停止和退回 (ESR), 537
扩展智能模式, 46
扩展转矩控制, 451

连

连接方式, 820

零

零脉冲的脉冲沿分析, 380
零脉冲公差, 378
零转速检测的测量时间, 384

滤

滤波器
明暗测试, 666

脉

脉冲/方向接口, 425
脉冲频率, 427
设置, 1029
脉冲频率摆动, 336

媒

媒体冗余运行, 816

密

密码
修改, 998

明

明暗测试, 666

铭

铭牌
电子, 1014
控制单元, 1012

模

模块化的设备方案, 325
模拟量接口, 967
模拟量输出
特性, 986
信号处理, 986
模拟量输入
CU310-2, 985
特性, 985
信号处理, 985
模拟设定值
通讯, 517

摩

摩擦特性曲线
工艺功能, 363

内

内部电枢短路, 649
内部电枢短路制动
激活, 343
禁用, 344
设置, 343
内部电压保护
激活, 350
禁用, 350
设置, 350

旁

旁路
矢量控制, 289

偏

偏移接收
校准, 485

频

频率设定值
SMC30, 425

前

前馈控制
转速, 230

强

强制潜在故障检查（Teststop）
Basic Functions, 642
根据应用触发, 642
启动时自动执行, 642

切

切换
转速固定设定值, 66

驱

驱动对象, 953

确

确定对象号, 728
确定性, 779
确定轴号, 728

热

热插拔
DRIVE-CLiQ, 908

冗

冗余运行
功率单元, 286

软

软化功能, 235
软限位开关, 478

三

三绕组变压器, 516

散

散热器温度, 427

设

设备名称, 782
设备数据, 757
设定值通道, 61
JOG, 68
电动电位器, 64
回避带, 74
扩展, 62
设定值限制, 74
设定值修改, 67
斜坡函数发生器，扩展, 76
旋转方向反转, 72
旋转方向限制, 72
主设定值/附加设定值, 67
转速固定设定值, 66
设定值相加
伺服, 91
设定值修改, 67
设定值源, 62
设定值直接给定(MDI), 508
设置
NTP 时间同步, 890
SINAMICS 时间同步, 889
设置故障响应, 350

升

升压系数, 34

时

时间戳, 886
时间同步, 886

实

实际值
编码器并联, 457

实际值采集
注有下标的, 457
实时类别
发送周期, 794
设置, 793
刷新时间, 794
实时通讯, 779

矢

矢量控制
带编码器, 224
电机数据识别, 254, 255
电流设定值滤波器, 249
和伺服控制比较, 86, 209
简化的旋转测量, 260
旁路, 289
特性, 86, 209
无转速编码器, 214
旋转测量, 254, 258
转矩控制, 239
转矩设定值, 215
转矩限制, 242
转速控制器适配, 228
转速实际值滤波器, 251
自动重启, 339
矢量控制下的简化旋转测量, 260
矢量控制下的旋转测量, 258
矢量控制中的转动惯量前馈控制, 550
矢量驱动
电压监控模块, 283

使

使用 BICO 互联, 967
使用 BICO 互联信号, 967
使用 BOP 设置参数, 1071

示

示例
PROFIBUS 报文结构, 751

输

输出电流
功率单元, 427
输入/输出
一览, 979

数

数据备份
NVRAM, 1009
电源掉电安全, 1011
冗余数据备份的最低要求, 1012
数据传输
PROFINET, 785
数据恢复, 1011
数据记录器, 373
数据组
Command Data Set (CDS), 973
Drive Data Set (DDS), 974
Encoder Data Set (EDS), 975
Motor Data Set (MDS), 976
数据组切换, 976
数字量输出
双向, 982
特性, 981
信号处理, 981
数字量输入
双向, 982
特性, 979
信号处理, 979

衰

衰减
安装振动, 566

双

双通道式制动控制, 655
双向输入/输出
资源共享, 983

私

私钥, 928

伺

伺服电流控制
电流控制, 114
电流控制器适配, 114
电流限制和转矩限制, 114
伺服控制, 85
V/f 控制, 140
Vdc 控制, 170

电流控制器, 114
电压前馈控制, 196
和矢量控制比较, 86, 209
激活功能模块“扩展设定值通道”, 61
特性, 86, 209
无编码器运行, 147
优化, 145
运行到固定停止点, 179
转矩控制运行, 98
转矩设定值, 101
转速控制器, 95
转速控制器自动设置, 145

调

调节型电源
带阻滤波器, 39
主从, 520
调节型电源的闭环控制, 30, 42
调节型电源的主从运行
Vdc 控制组, 519
电流分布系数, 519
工作原理, 513
功能模块描述, 517
功能图, 518
激活功能, 520
拓扑结构, 515
调节型电源模块, 29
调试
Safety Integrated, 673

停

停止响应
STOP A, 678
STOP F, 678

通

通讯
I&M, 828
Modbus TCP, 830
关于 PROFIdrive, 700
检测/维护, 828
使用 PROFINET IO 时的动态地址分配, 783
使用的端口号, 882
通过 PROFIBUS, 748
通讯服务, 882

同

同步（矢量控制）, 281
同步，Ping-Snap, 886
同步磁阻电机, 279
闭环运行, 220
同步电机, 220
同步电机
同步磁阻电机, 220
同步组, 793

拓

拓扑结构，含辅助驱动的并联, 534

外

外部电枢短路制动
激活, 344
计算制动电阻, 345
设置, 344
示例, 346
外部制动模块, 447
外接制动电阻
示例, 345

网

网络服务器, 913
安全连接, 917
安全数据传输, 927
安全证书, 927
编址, 916
参数表的访问权限, 925
创建参数表, 934
登录, 930
读访问, 919
访问保护, 923, 924
访问权限, 915
更新固件, 415
固件更新时的掉电安全性, 419
恢复旧版本固件, 415
激活, 917
接口, 916
禁用, 917
开始页面, 930
密码保护, 919
配置, 914, 917
启动, 930

驱动对象的状态, 943
驱动对象的状态显示和运行显示, 943
缺省设置, 917
认证机构的安全证书, 929
删除参数表, 936
删除参数表中的条目, 936
使用缺省配置中的安全证书, 929
数据传输, 914
显示驱动故障和报警, 947
显示设备信息, 942
显示诊断缓冲器, 946
写访问, 919
修改参数值, 938
修改驱动参数, 938
支持的网络浏览器, 916
注销, 930
网络许可证管理器, 955, 962

位

位模测试, 666
位置跟踪, 395, 463, 464
测量齿轮箱, 394
负载齿轮箱, 458
位置控制, 454
位置控制器, 466
监控, 468

无

无编码器运行
伺服控制, 147

系

系统采样时间, 1019
CU31/CU32, 1047
DCC, 1046
EPOS, 1047
V/f 控制, 1045
混合运行, 1045
矢量控制, 1043
伺服控制, 1040
系统冗余, 817
示例, 818
选型设计, 819
诊断 LED, 819
系统运行时间, 368

下

下降斜坡发生器
比例, 78

限

限位开关, 468
限制
转矩设定值, 101

响

响应时间, 658
由 PROFIsafe 控制的 SI 基本功能（CU310-2 和 CU320-2）, 659
由 TM54F 控制的基本功能, 660
由控制单元和电机模块上的端子控制的基本功能, 658

校

校准
绝对值编码器, 483
偏移接收, 485

效

效率优化
磁阻电机, 269
矢量控制, 267
异步电机, 267

斜

斜坡函数发生器
比例, 78
斜坡函数发生器，扩展, 76

写

写保护
激活, 988
禁用, 989

芯

芯片温度, 427

许

许可, 955
许可证, 955
许可证密钥, 955
    生成, 962
    输入, 963
    显示, 962, 963
许可证一览, 957

旋

旋转绝对值编码器
    绝对值编码器, 484

循

循环冷却装置, 449

验

验收测试
    SBC（基本功能）, 693
    SS1 (Basic Functions), 691
    STO（基本功能）, 689

一

一键优化
    配置, 118

以

以部分拓扑结构启动, 1037

异

异步电机
    直流制动, 347
异步脉冲频率, 298

应

应用等级, 703

硬

硬件限位开关
    硬限位开关, 478
硬限位开关
    硬件限位开关, 478

预

预充电接触器
    装机装柜型, 59

运

运动程序段, 497
运动任务
    取消, 499, 509
运行到固定停止点, 179
运行时间计时器, 368, 886

在

在线优化
    激活, 122
    禁用, 122
    配置, 122

暂

暂停
    EPOS, 500, 509

诊

诊断功能
    用于伺服控制的的 V/f 控制, 140
诊断通道, 735
    信息的传送, 776, 826

正

正弦滤波器, 328

支

支持 PROFIdrive 的运动控制, 715

直

直流制动, 347
OFF1/3, 348
激活作为对转速阈值的响应, 349
前提条件, 347
设置作为对转速阈值的响应, 349
通过参数激活, 347
通过参数禁用, 348
通过参数设置, 347
作为故障响应, 348
直线绝对值编码器
绝对值编码器, 484

指

指令, 634

制

制动电阻
制动电阻连接, 357
制动模块响应阈值, 358
制动控制
基本, 365
扩展, 441
制造商专用的报文, 707

轴

轴
垂直, 184

主

主设定值/附加设定值, 67

专

专有技术保护, 992
不带拷贝保护, 991
存储卡的数据安全, 993
带基础拷贝保护, 991
带扩展拷贝保护, 991
激活, 995
禁用, 997
禁用功能, 993
绝对专有技术保护, 994
可修改的参数, 992
可选功能, 994
可执行功能, 993
密码验证, 992
受限功能, 994
特例清单, 994
修改密码, 998
载入文件系统, 1000

转

转差补偿, 310
转动惯量评估器, 545
负载转矩, 546
快速评估, 551
调试, 549
转动惯量, 546
转动惯量前馈控制, 550
转速控制器适配, 551
转矩极限
OFF3, 362
转矩控制, 239
扩展, 451
转矩控制运行, 98
转矩设定值, 101
转矩限制, 242
转速固定设定值, 66
转速控制器, 225
参考模型, 230
和转速相关的 Kp_n/Tn_n 适配, 228
特性, 95
限制, 95
转速控制器前馈控制, 230
转速控制器适配, 95
转速设定值滤波器, 93
自由 Kp_n 适配, 228
转速设定值滤波器
伺服, 93
转速实际值
开放式, 237
转速实际值的滑动平均值计算, 384
转速实际值滤波器, 251
转速限制
软化功能, 235
转速原始值
冻结, 378

装

装机装柜型
    功率单元, 427

子

子许可, 955

自

自动优化
    电流设定值滤波器适配, 129
    激活, 118
    一键优化, 118
    在线优化, 122
自动重启, 339
自控运行, 1016
自由报文, 707

组

组件编号
    版本一览, 1005
    拓扑结构树, 1005
组件更换
    示例, 1005

最

最大加速度, 477
最大减速度, 477
最大速度, 477
最小转速, 74

更多信息

Siemens:
www.siemens.com

工□在□支持（服□与支持）：
www.siemens.com/online-support

IndustryMall:
www.siemens.com/industrymall

Siemens AG
Digital Factory
Motion Control
□□ 3180
91050 Erlangen
德国

Scan the QR-Code for product information