

# SINAMICS S110

功能手册 • 2012/06

SINAMICS

SIEMENS



# SIEMENS

## SINAMICS

### S110 功能手册

功能手册

前言

---

一般调试说明

---

1

PROFIBUS 调试准备

---

2

PROFIBUS 调试

---

3

使用 CANopen 调试

---

4

诊断

---

5

使用 BOP20 (Basic Operator  
Panel 20) 进行参数设置

---

6

驱动功能

---

7

Safety Integrated 功能

---

8

通讯

---

9

驱动系统基础知识

---

10

附录

---

11

适用于：  
固件版本 4.4 SP1




06/2012

6SL3097-4AB10-0RP4

## 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。

 <b>危险</b>
表示如果不采取相应的小心措施， <b>将会</b> 导致死亡或者严重的人身伤害。
 <b>警告</b>
表示如果不采取相应的小心措施， <b>可能</b> 导致死亡或者严重的人身伤害。
 <b>小心</b>
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。
<b>注意</b>
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自带的文件说明，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。

### Siemens 产品

请注意下列说明：

 <b>警告</b>
<b>Siemens</b> 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 <b>Siemens</b> 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®的都是西门子股份有限公司的注册商标。标签中的其他符号可能是一些其他商标，这是出于保护所有者权利的目地由第三方使用而特别标示的。

### 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。



# 前言

## SINAMICS 文献

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，可以：

- 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）

<http://www.siemens.com/motioncontrol/docu>

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：  
[docu.motioncontrol@siemens.com](mailto:docu.motioncontrol@siemens.com)

## 我的文档管理器

您可以访问下面的网址，了解如何随意组合西门子文档内容，再结合机器，创建自己的机器文档。

<http://www.siemens.com/mdm>

## 培训

访问下面的网址，您可以获取关于 SITRAIN 的信息，即针对西门子自动化技术领域提供的产品、系统和解决方案的培训课程。

<http://www.siemens.com/sitrain>

## 常见问题

常见问题（FAQ）请点击服务&支持页面上的**产品支持**：

<http://support.automation.siemens.com>

## SINAMICS

关于 SINAMICS 的信息请您参见:

<http://www.siemens.com/sinamics>

### 适用范围与可供使用的工具/资料

表格 1 适用范围与可供使用的文献/工具

适用范围	工具/资料
定位	SINAMICS S 销售资料
设计/配置	配置工具 SIZER 电机配置手册
决定/订购	SINAMICS S 目录
安装/装配	• SINAMICS S110 设备手册
开机调试	• 调试工具 STARTER • SINAMICS S110 简明安装调试 • SINAMICS S110 驱动功能手册 • SINAMICS S110 参数手册
使用/操作	• SINAMICS S110 驱动功能手册 • SINAMICS S110 参数手册
维护/维修	• SINAMICS S110 驱动功能手册 • SINAMICS S110 参数手册 • SINAMICS S110 设备手册

### 目标使用人群

本资料用于使用 SINAMICS 的机床制造商、运行调试员和维修人员。

### 使用

本文档介绍了 SINAMICS S110 调试和维修的必要信息、步骤和操作。

## 标准功能范畴

当前文档资料中所描述的功能范畴与已提供的驱动系统的功能范畴可能会出现偏差。

- 在驱动系统中也可能会运行本资料中未说明的功能。但是这并不意味着在提供系统时必须带有这些功能，或者为其提供有关的维修服务。
- 资料中也可能会描述驱动系统上不存在的产品特性。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，由于只是概要，所以该文档并不详细说明所有产品类型的所有信息。也不能考虑到订货、销售和维持的每种实际情况。

## 技术支持

各个国家技术咨询的电话号码请访问下列网址，点击其中的**联系方式**：

<http://www.siemens.com/automation/service&support>

## 欧盟一致性声明

欧盟 EMC 指令的符合性声明请访问网址：

<http://support.automation.siemens.com>

在网页中输入关键词 **15257461** 或联系您所在地区的西门子办事处。

欧盟低压指令的符合性声明请访问网址：

<http://support.automation.siemens.com>

在网页中输入关键词 **22383669**。

---

### 说明

SINAMICS S 设备在符合设备运行的状态下以及在干燥运行环境中，满足低压指令 73/23/EEC 或 2006/95/EC。

---

### 说明

如果按照欧盟 EMC 指令的符合性声明来配置 SINAMICS S 系列设备，或者按照 EMC 安装指南（订货号为 6FC5297-0AD30-0□P□）来安装设备，则该系列设备符合 EMC 指令 89/336/EEC 或 2004/108/EC。

---

### 说明

本手册描述的状态是设备的标准状态，保持此状态即可确保可靠运行，并且不超出 EMC 限值。

如不符合本手册的要求，应采用适当的措施，如通过测量来确定或验证设备可靠运行并且不超出 EMC 限值。

### 备件

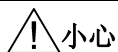
备件信息请访问以下网址：

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/16612315>

### 测试证书

SINAMICS 组件的 **Safety Integrated** 功能一般是由独立机构进行认证的。您可从西门子区域办事处获取最新的已认证组件的清单。目前尚未完成的认证请咨询您的西门子联系人。

### ESD 注意事项



静电危险元件（EGB）有单个组件、集成开关或部件，它们可能会被静电场或静电放电所损坏。

**EGB 的搬运规程：**

在带有电子元件的旁路上要注意对人员、工作位置和包装进行良好的接地！

操作人员可接触电子元件，仅当在：

- 该人员通过 **EGB** 手环进行了接地连接，或者
- 该人员在使用导电地板的 **EGB** 区域中穿着 **EGB** 防护鞋或者配有 **EGB** 接地防护条。

当这些都没有遗漏时，才可以接触电子组件。只允许接触前面板或印刷电路板边缘。

不允许用塑料或带有塑料部件的外套部分来碰触电子组件。

电子组件只能放置在导电的垫板上（带有 **EGB** 垫板的桌子、导电的 **EGB** 泡沫塑料、**EGB** 包装袋、**EGB** 运输容器）。

电路板不能放置在数据显示器、显示器或电视机的附近（距离显示屏的最小距离 > 10 cm）。

只有采取以下措施后才允许测量电子模块：测量装置已接地（例如通过保护接地线）；或者在使用电位隔离的测量头进行测量前短时放电（例如接触有金属裸露在外的机箱）。

 危险

运行中产生的电场、磁场和电磁场 (EMF) 会对设备附近的人员，特别是对那些带有心脏起搏器或医疗植入体等器械的人员造成危险。

设备附近的机器/设备操作人员和其他人员必须遵守相关指令和标准！这些标准和指令包括在欧盟实施的 EMF 指令 2004/40/EC、标准 EN 12198-1 至 3，以及在德国实施的职业合作社事故预防规则 BGV 11 中 BGR 11 有关“电磁场”的规定。

此后，还应对每个工作岗位进行危险性分析、寻求并采用相关措施减少工作人员的危险和负荷、确定并注意暴露区域和危险区域。

必须注意各章节中的相关安全提示。

## 一般安全提示

 危险

只有确保此处说明的组件将装入的目标设备符合欧盟机械指令时，才允许进行调试。

**SINAMICS S** 系列设备的安装、调试和维护只允许由专业的技术人员进行。

该人员必须考虑到产品所属的客户技术文献，还要能够了解并注意到所述的危险和警告说明。

电气设备和电机运行时，电气回路必定具有危险电压，接触该电压可能会造成人员重伤，甚至死亡。

电气设备中的所有工作必须在无电压状态下进行。

电机连同驱动系统一般允许在带有接地星点的 TN 和 TT 电网中以及在 IT 电网上运行。

在 IT 电网上运行时，必须通过监控设备报告带电部件和接地之间发生的第一次故障。

根据 IEC 60364-4-41，建议尽快消除第一次故障。

在带接地外导线的电网上，在电网和驱动系统之间要连接次级侧带接地星点的隔离变压器，防止电机绝缘过载。过载主要出现在使用接地外部导线的 TT 电网上，因此必须相应的使用一个隔离变压器。


 危险

只有采用运输包装规范运输/长期贮存设备、并规范地安装和装配，谨慎小心地操作和维护设备，才能确保 **SINAMICS S** 设备正常、可靠地运行。


在运行特殊种类的设备时还要另外用到目录及供应文件中的数据。

此外，对于所提供的客户技术文献中的危险和警告提示，还要必须考虑到所在国家、地区和场地特有的条件及要求。

根据 EN 61800-5-1 和 UL 508，所有端子和接口上只能连接安全隔离保护低压。


 **危险**

只允许在等电位连接区域以及干燥的室内通过 **DVC A (PELV)** 进行直接接触保护。如果不满足该条件，必须采用其他防护措施以免电击，例如，接触保护。

 **危险**

SINAMICS S 组件已经根据 EN 61800-5-1 的规定进行了电压例行测试。在按照 EN 60204-1 章节 18.4 的规定对机器的电气设备进行电压测试前，必须首先拆除/拔下 SINAMICS S 设备上的所有连接，防止损坏设备。

必须按照随附的电路图连接电机（参见功率模块连接示例）。电机接口不允许直接连接在三相电网上，否则会导致电机损坏。




 **警告**

在距组件 1.8 米内的无屏蔽范围内使用发射功率 > 1W 的移动无线电设备，会导致设备的功能故障。

## 符号含义

这些符号符合标准 IEC 617-2。

表格 2 符号

符号	含义
	保护接地(PE)
	接地（例如：M 24 V）
	功能地 等电位连接

# 目录

前言 .....	3
<b>1 一般调试说明 .....</b>	<b>19</b>
1.1 STARTER 操作界面说明 .....	19
1.2 在 STARTER 中进行 BICO 互联的基本步骤 .....	20
1.3 CU305 上的 DRIVE-CLiQ 接口 .....	29
1.4 作为绝对值编码器的 2 极旋转变压器的调试说明 .....	30
1.5 SINAMICS 组件的温度传感器 .....	31
<b>2 PROFIBUS 调试准备 .....</b>	<b>35</b>
2.1 调试的前提条件 .....	35
2.2 PROFIBUS 组件 .....	37
2.3 通过串行接口连接 .....	38
2.4 接通/关闭驱动系统 .....	40
<b>3 PROFIBUS 调试 .....</b>	<b>43</b>
3.1 调试的操作顺序 .....	43
3.1.1 安全提示 .....	44
3.2 调试工具 STARTER .....	44
3.2.1 STARTER 的重要功能 .....	45
3.2.2 激活在线操作：通过 PROFIBUS 操作 STARTER .....	48
3.3 基本操作面板 20(BOP20) .....	49
3.3.1 BOP20 的重要功能 .....	50
3.4 在 STARTER 中创建项目 .....	51
3.4.1 离线创建项目 .....	51
3.4.2 在线查找驱动设备 .....	53
3.4.3 查找已访问的节点 .....	55
3.5 使用 STARTER 进行首次调试的示例 .....	56
3.5.1 任务 .....	56
3.5.2 使用 STARTER 进行调试（示例） .....	57
3.6 首次调试，以伺服 AC DRIVE 为例并使用 BOP20 .....	59
3.6.1 任务 .....	59
3.6.2 组件布线（示例） .....	60
3.6.3 使用 BOP 进行快速调试（示例） .....	61

<b>4</b>	<b>使用 CANopen 调试.....</b>	<b>63</b>
4.1	调试的前提条件.....	63
4.1.1	基础知识.....	63
4.1.2	使用 CANopen 调试 CU305 的前提条件.....	64
4.1.3	CU305 上的 CAN 总线.....	65
4.1.4	CAN 总线接口 X126.....	66
4.1.5	CU305 CAN 的 CANopen 功能.....	67
4.1.6	诊断 LED “COM”.....	68
4.2	调试.....	69
4.2.1	首次调试的步骤.....	69
4.2.2	CANopen对象目录.....	69
4.2.3	调试方案.....	70
4.2.4	使用调试工具 STARTER 配置驱动设备（概述）.....	71
4.2.5	在线搜索驱动设备.....	72
4.2.6	配置驱动设备.....	73
4.2.7	监控.....	78
4.2.8	将项目加载到驱动设备.....	79
4.3	配置 COB-ID 和过程数据对象.....	81
4.3.1	配置 COB-ID 和过程数据.....	81
4.4	互联过程数据.....	81
4.4.1	互联过程数据.....	81
4.5	在线加载和管理项目.....	82
4.5.1	在线模式下将项目从驱动设备加载到 PC/PG 并保存.....	82
<b>5</b>	<b>诊断.....</b>	<b>83</b>
5.1	LED 诊断法.....	83
5.1.1	控制单元启动时的LED.....	83
5.1.2	控制单元启动后的 LED 显示.....	85
5.1.3	电柜安装式编码器模块SMC10/SMC20 上的LED.....	87
5.1.4	电柜安装式编码器模块SMC30 上的LED.....	88
5.2	通过 STARTER 进行的诊断.....	89
5.2.1	函数发生器.....	89
5.2.2	跟踪(Trace)功能.....	93
5.2.3	测量功能.....	95
5.2.4	测量插口.....	97
5.3	信息 - 故障和报警.....	102
5.3.1	故障和报警概述.....	102
5.3.2	故障和报警缓冲器.....	104
5.3.3	报告信息的配置.....	107
5.3.4	故障和报警的参数及功能图.....	109
5.3.5	故障信息和报警信息的传送.....	110



<b>6</b>	<b>使用 BOP20(Basic Operator Panel 20)进行参数设置 .....</b>	<b>113</b>
6.1	BOP20 概述 .....	113
6.2	BOP20 的显示和操作 .....	116
6.3	故障和报警的显示.....	120
6.4	通过 BOP20 控制驱动 .....	121
<b>7</b>	<b>驱动功能.....</b>	<b>123</b>
7.1	伺服控制.....	123
7.1.1	转速控制器 .....	123
7.1.2	转速设定值滤波器.....	124
7.1.3	转速控制器适配.....	125
7.1.4	转矩控制运行.....	127
7.1.5	转矩设定值限制.....	129
7.1.6	电流控制器 .....	134
7.1.7	电流设定值滤波器.....	137
7.1.7.1	功能图和参数.....	143
7.1.8	电气电机模型的说明 .....	143
7.1.9	V/f 控制.....	144
7.1.10	电流控制器和转速控制器的优化 .....	148
7.1.11	无编码器运行.....	150
7.1.12	电机数据识别.....	154
7.1.12.1	电机数据识别 - 异步电机 .....	157
7.1.12.2	电机数据识别 - 同步电机 .....	159
7.1.13	磁极位置识别.....	162
7.1.14	Vdc 控制.....	166
7.1.15	运行到固定停止点.....	169
7.1.16	垂直轴 .....	174
7.1.17	变量报告功能.....	174
7.1.18	中央测头检测.....	176
7.1.19	脉冲接口/方向接口.....	179
7.1.19.1	脉冲/方向接口的调试.....	180
7.2	基本功能.....	185
7.2.1	单位切换.....	185
7.2.2	基准参数/定标参数.....	187
7.2.3	自动重启 .....	189
7.2.4	电枢短路制动, 直流制动.....	192
7.2.5	OFF3 转矩极限.....	195
7.2.6	简单制动控制.....	196
7.2.7	驻留轴和驻留编码器 .....	199
7.2.8	运行时间 (运行时间计时器) .....	202
7.2.9	在设定值不变的情况下更改旋转方向 .....	203
7.3	功能模块.....	204

7.3.1	功能模块 - 定义和调试.....	204
7.3.2	工艺控制器.....	205
7.3.2.1	特性.....	205
7.3.2.2	描述.....	205
7.3.2.3	功能图和参数.....	208
7.3.2.4	使用 <b>STARTER</b> 调试.....	209
7.3.3	扩展监控功能.....	210
7.3.3.1	调试.....	211
7.3.4	扩展制动控制.....	212
7.3.4.1	特性.....	212
7.3.4.2	功能图和参数.....	212
7.3.4.3	描述.....	215
7.3.4.4	示例.....	215
7.3.4.5	调试.....	217
7.3.5	位置闭环控制.....	217
7.3.5.1	一般特性.....	217
7.3.5.2	位置实际值处理.....	218
7.3.5.3	位置控制器.....	227
7.3.5.4	监控.....	228
7.3.5.5	测头分析和参考脉冲搜索.....	230
7.3.5.6	功能图和参数.....	232
7.3.6	基本定位器.....	233
7.3.6.1	机械系统.....	235
7.3.6.2	限制.....	237
7.3.6.3	回参考点.....	242
7.3.6.4	每转多个零脉冲时回参考点.....	249
7.3.6.5	运动程序段.....	252
7.3.6.6	运行到固定停止点.....	259
7.3.6.7	设定值直接给定(MDI).....	262
7.3.6.8	JOG.....	265
7.3.6.9	状态信号.....	267
7.3.7	扩展设定值通道.....	270
7.3.7.1	激活功能模块“扩展设定值通道”.....	270
7.3.7.2	描述.....	271
7.3.7.3	JOG.....	272
7.3.7.4	转速固定设定值.....	276
7.3.7.5	电机电位器.....	277
7.3.7.6	主设定值/附加设定值和设定值修改.....	280
7.3.7.7	旋转方向限制和设定值取反.....	281
7.3.7.8	跳转频带和设定值限制.....	283
7.3.7.9	斜坡函数发生器.....	284
7.3.8	自由功能块.....	289
7.3.8.1	概述.....	289
7.3.8.2	调试.....	299

7.3.8.3	AND (与)	303
7.3.8.4	OR (或)	303
7.3.8.5	XOR (异或)	304
7.3.8.6	NOT (非)	304
7.3.8.7	ADD (加法器)	304
7.3.8.8	SUB (减法器)	305
7.3.8.9	MUL (乘法器)	305
7.3.8.10	DIV (除法器)	305
7.3.8.11	AVA (绝对值计算器, 带符号运算)	306
7.3.8.12	MFP (脉冲发生器)	306
7.3.8.13	PCL (脉冲缩短器)	307
7.3.8.14	PDE (接通延迟器)	308
7.3.8.15	PDF (关闭延迟器)	309
7.3.8.16	PST (脉冲延长器)	310
7.3.8.17	RSR (RS 触发器, 复位优先)	310
7.3.8.18	DFR (D 触发器, 复位优先)	311
7.3.8.19	BSW (二进制转换开关)	311
7.3.8.20	NSW (数字转换开关)	312
7.3.8.21	LIM (限制器)	312
7.3.8.22	PT1 (平滑元件)	313
7.3.8.23	INT (积分器)	314
7.3.8.24	DIF (微分器)	315
7.3.8.25	LVM (滞后双向限值监视器)	316
<b>8</b>	<b>Safety Integrated 功能</b>	<b>317</b>
8.1	标准和指令	317
8.1.1	概述	317
8.1.1.1	目标	317
8.1.1.2	功能安全	318
8.1.2	欧洲的机械安全	318
8.1.2.1	机械指令	318
8.1.2.2	欧洲协调标准	319
8.1.2.3	控制系统安全设计相关标准	320
8.1.2.4	EN ISO 13849-1 (原 EN 954-1)	322
8.1.2.5	EN 62061	323
8.1.2.6	系列标准 EN 61508 (VDE 0803)	325
8.1.2.7	风险分析/评估	326
8.1.2.8	风险降低	328
8.1.2.9	遗留风险	328
8.1.3	美国的机械安全	328
8.1.3.1	OSHA 的最低要求	329
8.1.3.2	NRTL 清单	329
8.1.3.3	NFPA 79	330
8.1.3.4	ANSI B11	331

8.1.4	日本的机械安全 .....	331
8.1.5	企业设备规定.....	331
8.1.6	其他和安全相关的事项 .....	332
8.1.6.1	同业工伤事故保险联合会的信息页 .....	332
8.1.6.2	其它文献.....	332
8.2	<b>SINAMICS Safety Integrated</b> 简介 .....	333
8.2.1	支持功能.....	333
8.2.2	<b>Safety Integrated</b> 功能的控制方式.....	335
8.2.3	电机带/不带编码器时的监控 .....	336
8.2.4	参数, 校验和, 版本, 口令 .....	338
8.3	系统特性.....	341
8.3.1	最新信息.....	341
8.3.2	认证.....	342
8.3.3	安全提示.....	342
8.3.4	安全功能的故障概率.....	345
8.3.5	响应时间.....	345
8.3.6	遗留风险.....	351
8.4	<b>Safety Integrated</b> 基本功能 .....	353
8.4.1	<b>Safe Torque Off (STO)</b> .....	353
8.4.2	<b>Safe Stop 1 (SS1, time controlled)</b> .....	356
8.4.3	<b>Safe Brake Control (SBC)</b> .....	358
8.4.4	<b>Safety</b> 故障.....	360
8.4.5	强制潜在故障检查 .....	362
8.5	<b>Safety Integrated</b> 扩展功能 .....	364
8.5.1	“带/不带编码器”的扩展功能 .....	364
8.5.2	<b>Safe Torque Off</b> .....	366
8.5.3	<b>Safe Stop 1 (SS1)</b> .....	366
8.5.3.1	带编码器的 <b>Safe Stop 1 (SS1, 时间和加速度受控)</b> .....	366
8.5.3.2	不带编码器的“ <b>Safe Stop 1</b> ” (转速受控) .....	369
8.5.3.3	<b>Safe Stop 1 - 参数</b> .....	370
8.5.4	<b>Safe Stop 2 (SS2)</b> .....	371
8.5.4.1	<b>EPOS</b> 和 <b>SS2</b> .....	373
8.5.5	<b>Safe Operating Stop (SOS)</b> .....	374
8.5.6	<b>Safely-Limited Speed (SLS)</b> .....	376
8.5.6.1	带编码器的“ <b>Safely-Limited Speed</b> ” .....	376
8.5.6.2	不带编码器的“ <b>Safely-Limited Speed</b> ” .....	378
8.5.6.3	<b>Safely Limited Speed</b> 参数 .....	381
8.5.6.4	<b>EPOS</b> 和 <b>SLS</b> .....	382
8.5.7	<b>Safe Speed Monitor (SSM)</b> .....	382
8.5.7.1	带编码器的“ <b>Safe Speed Monitor</b> ” (SSM) .....	383
8.5.7.2	不带编码器的“ <b>Safe Speed Monitor</b> ” (SSM) .....	385
8.5.7.3	执行 <b>SSM</b> 后的重启方式.....	386
8.5.7.4	重要参数一览.....	387

8.5.8	Safe Acceleration Monitor (SAM)	388
8.5.9	Safe Brake Ramp (SBR)	390
8.5.10	Safe Direction (SDI)	392
8.5.10.1	带编码器的Safe Direction	392
8.5.10.2	不带编码器的“Safe Direction”(SDI)	394
8.5.10.3	SDI 的重新启动	395
8.5.10.4	参数与功能图一览	396
8.5.11	SI故障信息	397
8.5.11.1	停止响应	397
8.5.11.2	停止响应的优先级	399
8.5.11.3	SI故障信息的应答方式	401
8.5.12	信息缓冲器	402
8.5.13	实际值安全检测	404
8.5.13.1	带编码器系统的实际值安全检测	404
8.5.13.2	不带编码器的安全实际值检测	407
8.5.14	强制潜在故障检查	408
8.5.15	Safety Info Channel	410
8.6	安全功能的控制方式	412
8.6.1	通过安全输入端子组控制基本功能	413
8.6.2	通过安全输入端子控制扩展功能	414
8.6.3	F-DI 注意事项	418
8.6.4	F-DO 的描述	418
8.6.5	通过 PROFIsafe 进行控制	420
8.6.5.1	使能 PROFIsafe 控制方式	421
8.6.5.2	报文 30 的结构	422
8.7	调试	426
8.7.1	Safety Integrated 固件版本	426
8.7.2	Safety Integrated 功能的调试	427
8.7.2.1	概述	427
8.7.2.2	调试 Safety Integrated 的前提	429
8.7.2.3	调试不带编码器的 Safety Integrated 功能前的预设置	430
8.7.2.4	批量调试提示	432
8.7.2.5	采样时间设置	433
8.7.3	使用STARTER/SCOUT进行安全端子的调试	434
8.7.3.1	调试基本步骤	434
8.7.3.2	配置初始画面	435
8.7.3.3	安全端子的配置（扩展功能）	437
8.7.3.4	测试停机	438
8.7.3.5	F-DI/F-DO 配置	443
8.7.3.6	控制接口	445
8.7.4	STARTER 中 PROFIsafe 的配置步骤	446
8.7.5	配置 PROFIsafe 通讯的步骤	447
8.7.6	组件更换提示	452

8.8	应用实例.....	453
8.8.1	CU305 和安全开关设备输入/输出端的连接 .....	453
8.9	验收测试和验收报告.....	456
8.9.1	概述.....	456
8.9.2	验收测试的结构.....	457
8.9.2.1	完整验收测试包含的项目.....	459
8.9.2.2	简化验收测试包含的项目.....	461
8.9.2.3	特定操作下需要进行的验收测试项目.....	464
8.9.3	Safety 日志.....	465
8.9.4	验收报告.....	465
8.9.4.1	机械说明 - 记录第 1 部分.....	465
8.9.4.2	安全功能的说明 - 文档第 2 部分.....	466
8.9.5	验收测试.....	472
8.9.5.1	验收测试提示.....	472
8.9.5.2	基本功能的验收测试.....	473
8.9.5.3	带编码器的扩展功能的验收测试.....	479
8.9.5.4	不带编码器的扩展功能的验收测试.....	529
8.9.6	撰写报告.....	551
<b>9</b>	<b>通讯.....</b>	<b>553</b>
9.1	现场总线配置.....	553
9.2	PROFIdrive 通讯.....	554
9.2.1	SINAMICS 上 PROFIdrive 技术简介.....	554
9.2.2	应用等级.....	556
9.2.3	循环通讯.....	561
9.2.3.1	报文和过程数据.....	561
9.2.3.2	控制字和设定值的说明.....	565
9.2.3.3	状态字和实际值的说明.....	580
9.2.3.4	编码器的控制字和状态字.....	597
9.2.3.5	中央控制字和状态字.....	609
9.2.3.6	采用 PROFIdrive 的运动控制.....	617
9.2.4	非循环通讯.....	620
9.2.4.1	非循环通讯概述.....	620
9.2.4.2	请求和应答的结构.....	621
9.2.4.3	确定驱动对象号.....	628
9.2.4.4	示例 1: 读取参数.....	628
9.2.4.5	示例 2: 写入参数 (多参数请求).....	630
9.3	PROFIBUS DP 通讯技术.....	635
9.3.1	PROFIBUS 概述.....	635
9.3.2	调试 PROFIBUS.....	637
9.3.2.1	调试概述.....	637
9.3.2.2	调试步骤.....	641
9.3.2.3	诊断方法.....	642

9.3.2.4	SIMATIC HMI 的地址分配 .....	642
9.3.2.5	报文故障监控.....	644
9.3.3	采用 PROFIBUS 的运动控制.....	646
9.3.4	横向通讯.....	650
9.3.4.1	概述.....	650
9.3.4.2	订阅方的设定值分配.....	652
9.3.4.3	激活/设置从-从通讯 .....	652
9.3.4.4	调试 PROFIBUS 横向通讯 .....	654
9.3.4.5	STARTER 中 PROFIBUS 从-从通讯的诊断 .....	663
9.4	PROFINET IO 通讯技术 .....	664
9.4.1	PROFINET IO 概述 .....	664
9.4.1.1	实时 (RT) 通讯和等时同步实时 (IRT) 通讯.....	664
9.4.1.2	数据传输.....	665
9.4.1.3	应用在 SINAMICS 上的 PROFINET IO 技术概述 .....	666
9.4.1.4	地址.....	667
9.4.1.5	PROFINET: 地址参数 .....	669
9.4.2	硬件结构.....	670
9.4.2.1	安装带有 PROFINET 的 CU305 .....	670
9.4.3	Profinet IO 的实时类别 .....	672
9.4.4	选择 PROFINET 类型.....	677
9.4.5	PROFINET GSD .....	678
9.4.6	采用 PROFINET 的运动控制.....	680
9.4.7	含 2 个控制器的 PROFINET.....	684
9.4.7.1	SINAMICS S 设置 .....	684
9.4.7.2	配置控制系统.....	686
9.4.7.3	重要参数一览.....	687
9.5	USS 通讯.....	688
9.5.1	配置 USS 接口 .....	688
9.5.2	传输 PZD.....	689
9.5.3	通过 RS485 接口进行 USS 通讯的简介.....	690
9.5.4	USS 报文的结构.....	690
9.5.5	USS 报文的有效数据范围.....	692
9.5.6	USS 参数通道的数据结构.....	694
9.5.7	超时和其他错误 .....	700
9.5.8	USS 过程数据通道(PZD).....	702
<b>10</b>	<b>驱动系统基础知识 .....</b>	<b>703</b>
10.1	参数 .....	703
10.2	数据组 .....	706
10.2.1	CDS: 指令数据组(Command Data Set) .....	706
10.2.2	DDS: 驱动数据组 (Drive Data Set) .....	708
10.2.3	EDS:编码器数据组(Encoder Data Set).....	709
10.2.4	MDS: 电机数据组 (Motor Data Set) .....	710

10.2.5	功能图和参数.....	711
10.2.6	对数据组的操作.....	712
10.3	存储卡的使用.....	714
10.3.1	参数数据组的使用.....	715
10.3.2	固件版本的操作.....	718
10.3.3	设备更换.....	720
10.3.4	安全移除存储卡.....	721
10.3.5	功能图和参数.....	721
10.4	<b>BICO 技术：互联信号</b> .....	722
10.4.1	描述.....	722
10.4.2	二进制接口、模拟量接口.....	722
10.4.3	使用 BICO 技术互联信号.....	724
10.4.4	二进制/模拟量互联输出参数的内部编码.....	725
10.4.5	互联示例.....	725
10.4.6	BICO 技术的说明.....	726
10.4.7	定标.....	727
10.5	输入/输出.....	728
10.5.1	输入/输出一览.....	728
10.5.2	数字量输入输出.....	729
10.5.2.1	数字量输入.....	729
10.5.2.2	数字量输出.....	730
10.5.2.3	双向数字量输入输出.....	730
10.5.3	模拟量输入.....	731
10.6	更换 SMI 或 DQI 组件.....	732
10.7	系统采样时间.....	732
10.8	许可.....	733
<b>11</b>	<b>附录.....</b>	<b>737</b>
11.1	可用的软件功能.....	737
11.2	硬件组件的可用性.....	739
11.3	缩略语目录.....	740
	<b>索引.....</b>	<b>751</b>



## 一般调试说明

### 1.1 STARTER 操作界面说明

使用 STARTER 工具来创建示例项目。在执行不同的配置操作时需要使用到界面的不同区域（见下图）：

- 项目导航器（区域 ①）：在此区域中显示添加到项目中的单元和对象。
- 工作区（区域 ②）：在此区域创建项目：
  - 对驱动进行配置时，此区域中包含用于配置驱动对象的向导。
  - 例如，可以设置转速设定值滤波器的参数。
  - 切换到专家列表后，便会显示一张所有参数的列表，可查看或修改。
- 详细信息显示（区域 ③）：该区域包含了详细的信息，比如故障和报警。

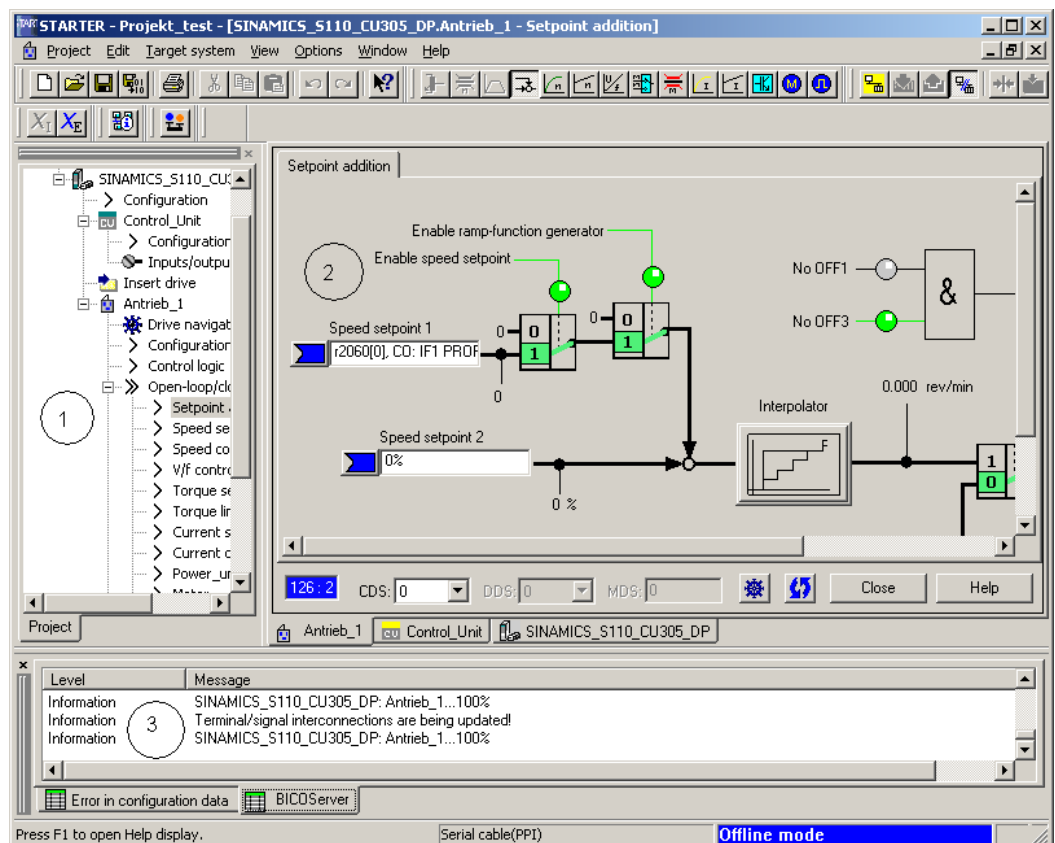


图 1-1 STARTER 操作界面的区域

## 1.2 在 STARTER 中进行 BICO 互联的基本步骤

### 1.2 在 STARTER 中进行 BICO 互联的基本步骤

#### 引言

参数设置可通过以下方式进行：

- 专家列表
- 图形屏幕界面

以下是在 STARTER 中进行 BICO 互联的基本步骤。

#### 专家列表

通过专家列表进行 BICO 互联时，执行以下步骤：

例如需要将控制字参数 **p0840** 与 r 参数 **r2090[0]** 互联时，可进行以下操作：

1. 在项目导航栏中右击 **Drive\_1** → **Expert** → **Expert list**，选择专家列表。

2. 查找参数 p0840。

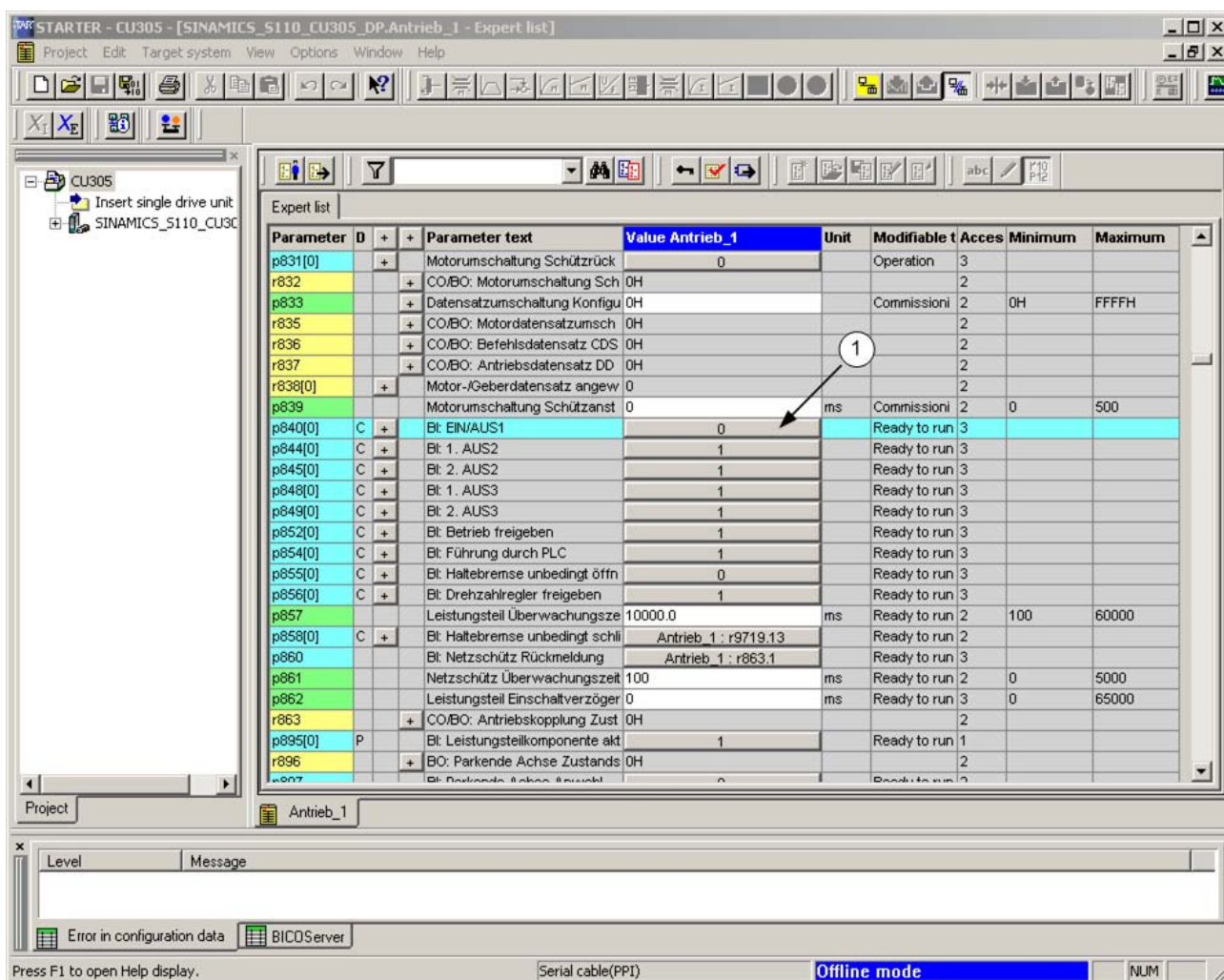


图 1-2 互联 1

3. 点击按钮，进行与 r 参数的互联（见①）。
4. 此时会显示可选择的 r 参数的列表。

1.2 在 STARTER 中进行 BICO 互联的基本步骤

5. 查找参数 r2090。

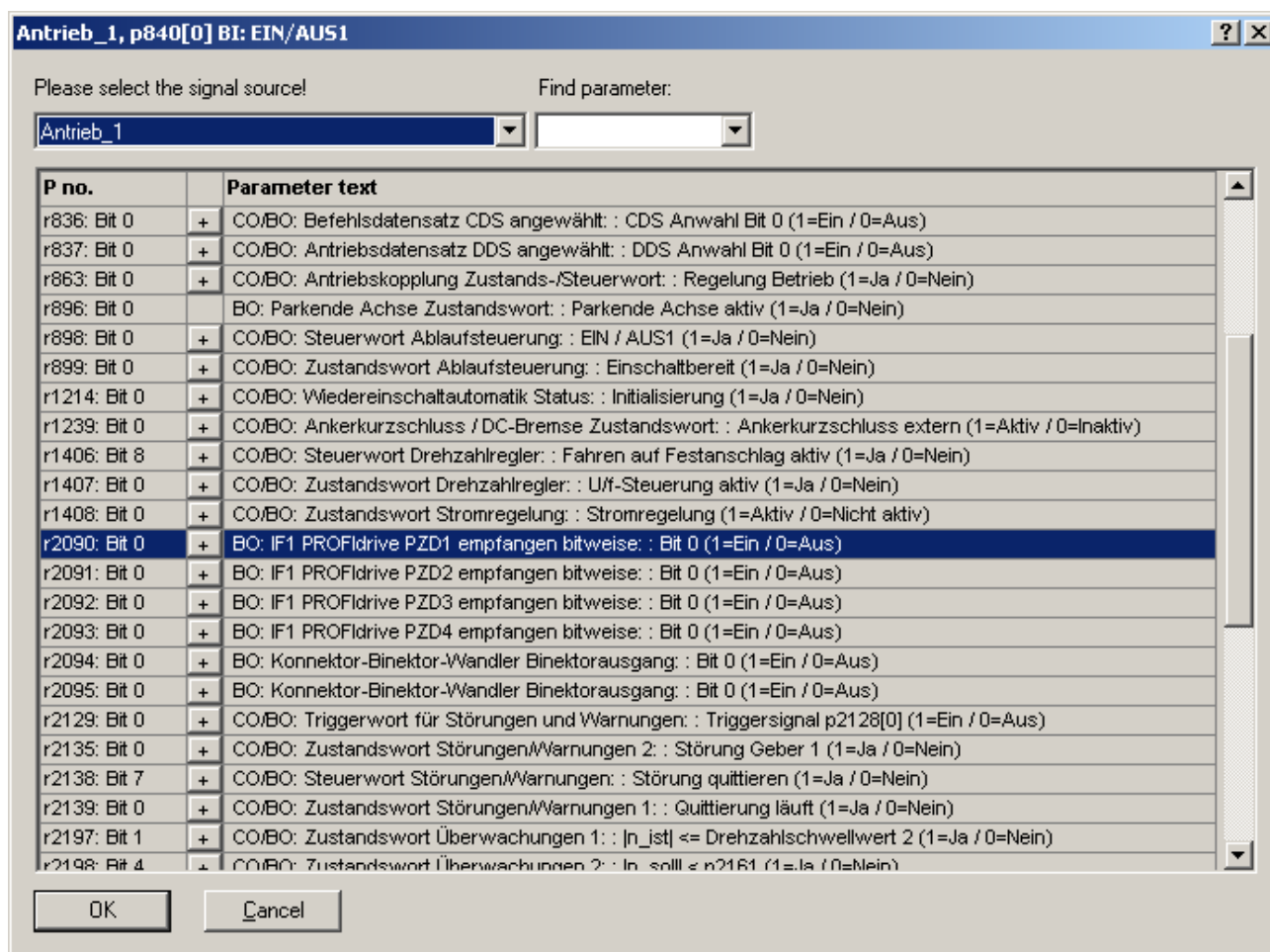


图 1-3 互联 2

6. 单击“+”号展开 r 参数 r2090 的 16 个位。

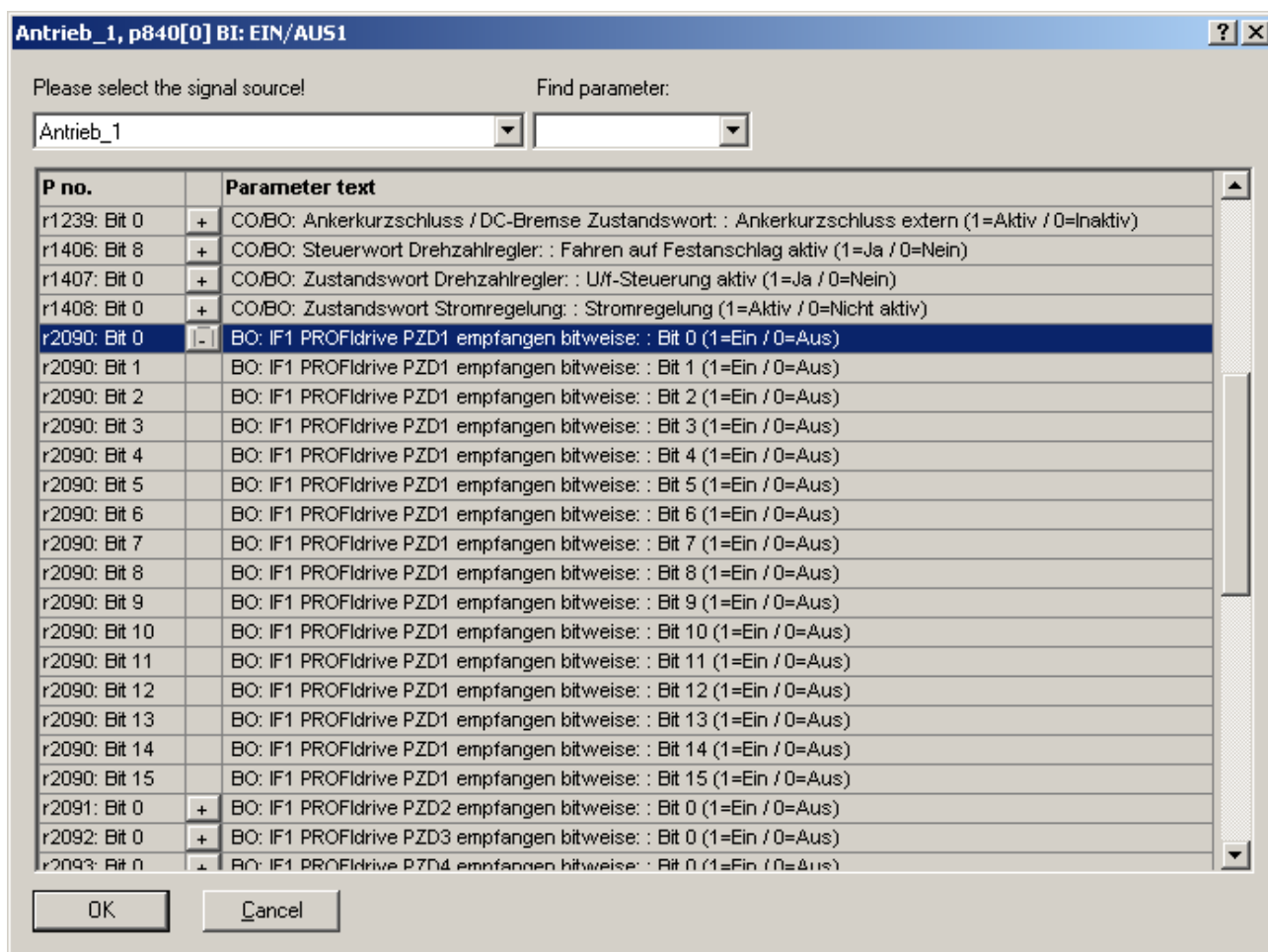


图 1-4 互联 3

1.2 在 STARTER 中进行 BICO 互联的基本步骤

7. 双击 **r2090: Bit0**。

8. 现在在专家列表中可以看到，**p0840** 已经与 r 参数 **r2090[0]** 互联。

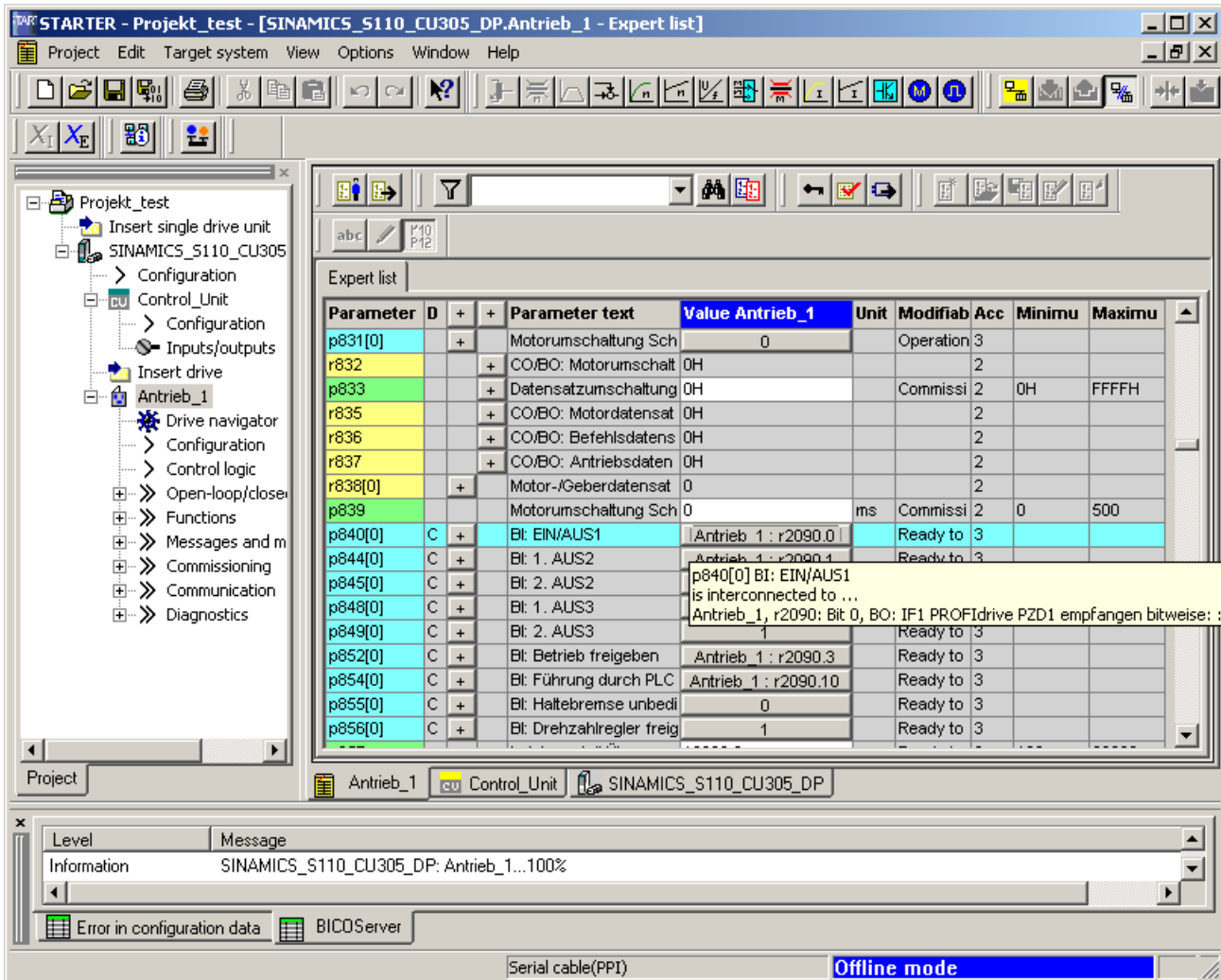


图 1-5 互联 4

## 图形屏幕界面

通过图形屏幕界面进行 BICO 互联时，执行以下步骤：

例如为设定速度互联“转速设定值 1”的 p 参数 p1155[0]与 r 参数 r2060[1]时，请执行以下操作：

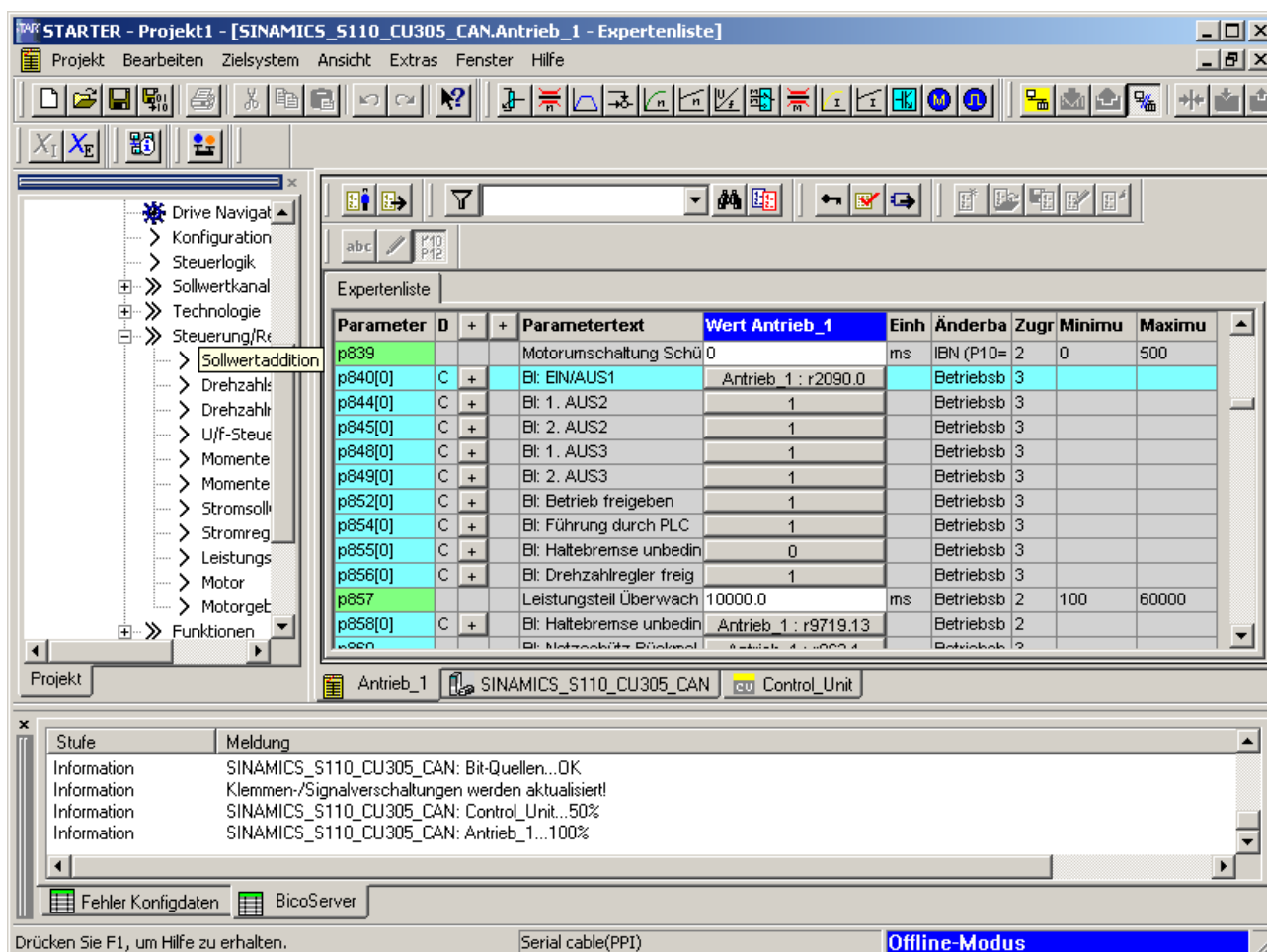


图 1-6 通过图形屏幕界面进行互联 1

1. 在项目导航栏中选择 **Drive\_1 > Open loop/closed loop control**，然后双击 **Setpoint addition**。

1.2 在 STARTER 中进行 BICO 互联的基本步骤

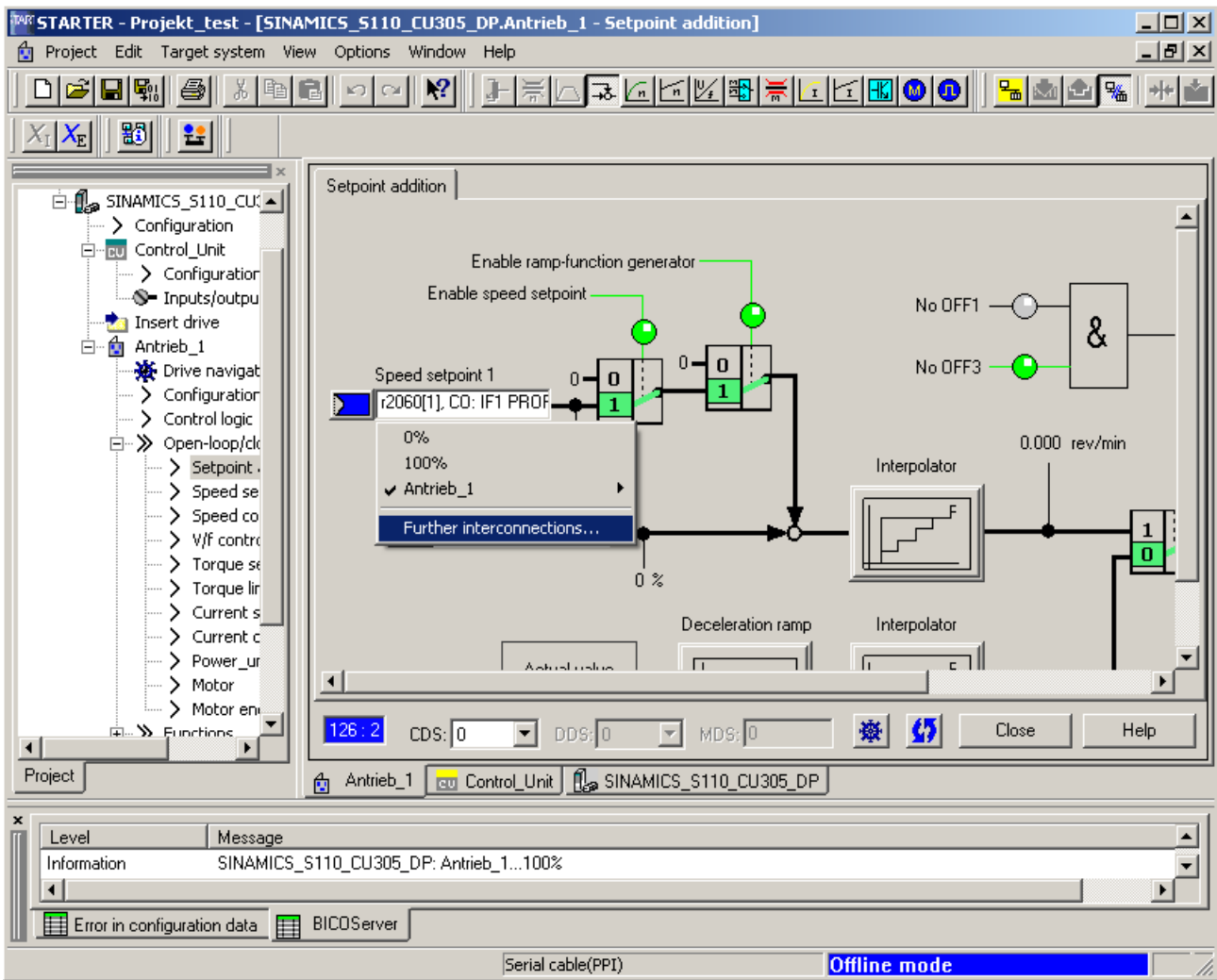


图 1-7 通过图形屏幕界面进行互联 2

2. 点击 **Speed setpoint 1** 左侧的蓝色区域，然后点击显示的选项 **Further interconnections**。
3. 此时会显示可选择的 r 参数的列表。



4. 查找参数 r2060。

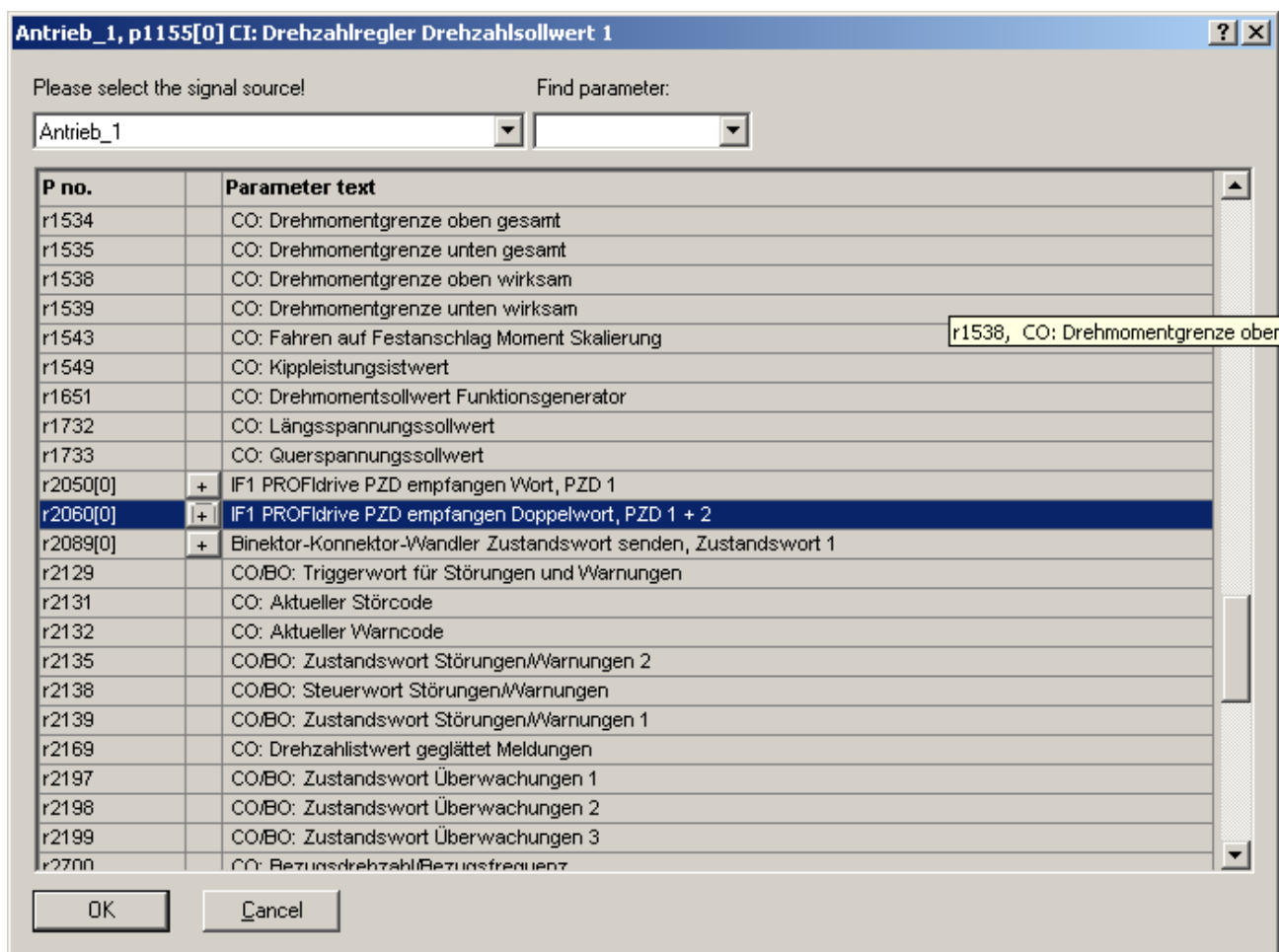


图 1-8 通过图形屏幕界面进行互联 3

5. 单击“+”号展开 r 参数 r2060 的 15 个下标。

6. 双击 r2060[1]。

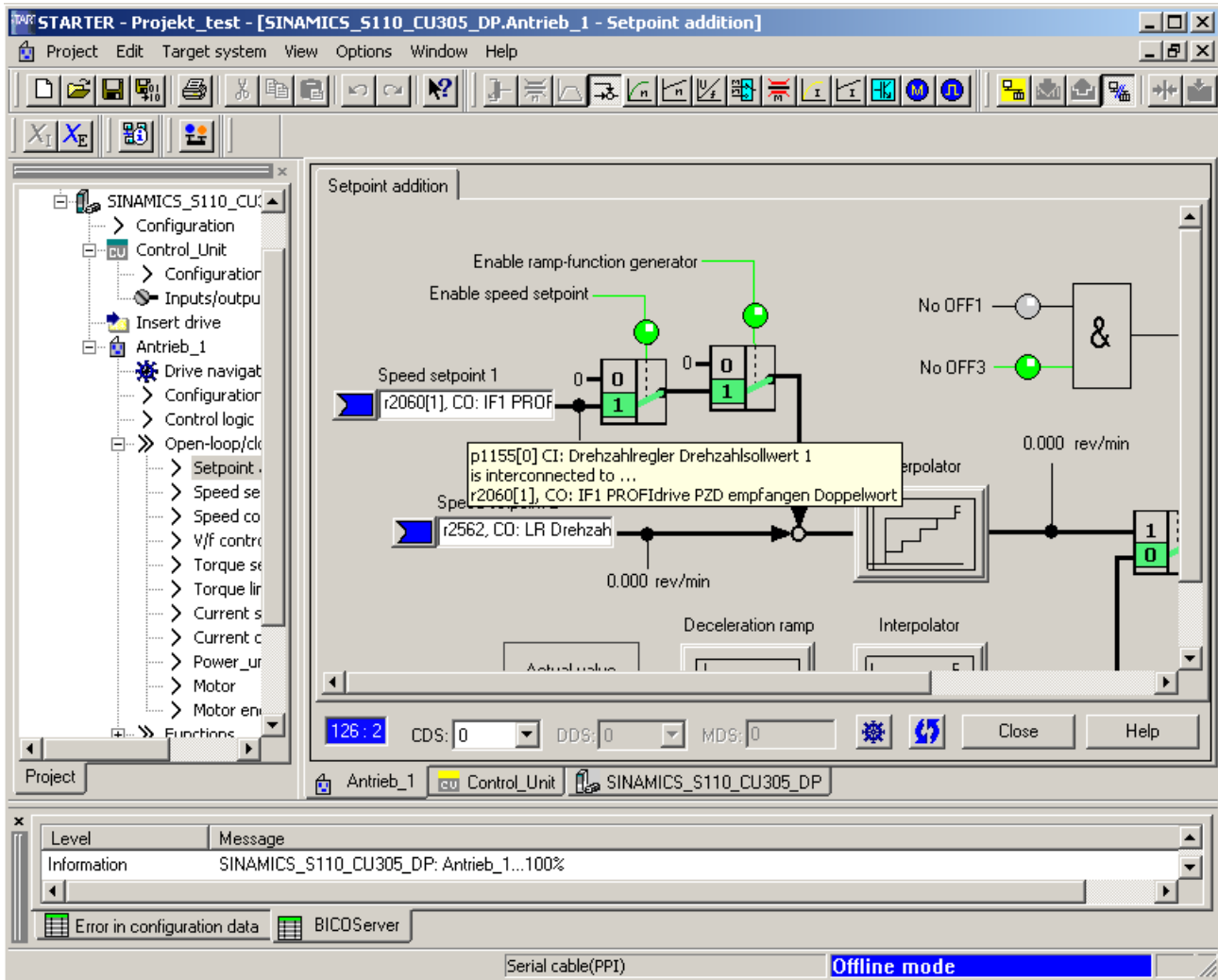


图 1-9 通过图形屏幕界面进行互联 5

7. 现在在图形屏幕界面中可以看到，p1155 已经与 r 参数 r2060[1] 互联。

## 1.3 CU305 上的 DRIVE-CLiQ 接口

CU305 上具有一个 DRIVE-CLiQ 接口。在此接口上允许连接以下组件之一：

- SMI 电机
- 1 个 SMC10、SMC20、SMC30、SME20 或 SME25 型编码器

不允许其他组件或连接接至 DRIVE-CLiQ 接口，否则会导致驱动系统故障。

---

### 说明

如要使用带增量信号的 SSI 编码器，必须通过 SMC30 将其接入 CU305。

---

## 1.4 作为绝对值编码器的 2 极旋转变压器的调试说明

### 描述

2 极（1 个极对）旋转变压器可以作为单圈绝对值编码器使用。编码器绝对位置实际值在 Gn\_XIST2 (r0483[x]) 中提供。

#### 位置实际值格式

出厂设置中 Gn\_XIST1 的精确分辨率与 Gn\_XIST2 ((p0418 = 11、p0419 = 9)中的精确分辨率不同。因此在驱动重新上电之后，编码器可能会出现轻微的移位。

所以在将 2 极旋转变压器作为绝对值编码器使用时，建议将 Gn\_XIST1 (p0418) 与 Gn\_XIST2 (p0419) 的精确分辨率设置为相同值，如 p0418 = p0419 = 11。

2 极旋转变压器在 PROFIdrive 协议(r0979)中会自动作为单匝绝对值编码器输入。

#### 位置跟踪

您也可以在 2 极旋转变压器上激活位置跟踪。但需要注意的是，旋转变压器在断电状态下的旋转不会超过半周（极宽）。位置跟踪的激活和配置详见章节“位置跟踪”。

#### EPOS - 绝对值编码器校准

如果 2 极旋转编码器作为绝对值编码器用于简单定位(EPOS)，则必须进行绝对值编码器校准：

- 通过 STARTER (Basic positioner → Referencing) 或
- 专家列表。

此时应将参考点坐标 p2599 设置为与机械系统相一致的值并通过设置 p2507 = 2 激活编码器校准。

接着必须将数据从 RAM 存储到 ROM 中。

## 1.5 SINAMICS 组件的温度传感器

下表列出了 SINAMICS S110 中有温度传感器接口的组件。

 <b>危险</b>
<b>温度传感器的安全电气隔离</b> 只能在“+ 温度”和“- 温度”端子上连接符合 EN61800-5-1 保护隔离规定的温度传感器。违反上述要求有电击危险！

表格 1-1 SINAMICS S110 上的温度传感器接口

模块	接口	引脚	信号名称	技术数据
SMC10/SMC20	X520 (SUB-D)	13 25	+ 温度 - 温度	温度传感器 KTY84/130/PTC
SMC30	X531 (端子) 温度通道 1	3 4	- 温度 + 温度	温度传感器 KTY84/130/PTC/带常闭触点的双金属开关
CU305	X133 (端子) 温度通道 1	7	+ 温度	电机温度采集 KTY84/130 (KTY+) 温度传感器接口 KTY84/130/PTC
		8	M (- 温度)	KTY 或 PTC 的接地
CU305	X23 (SUB-D) 温度通道 1	1 8	+ 温度 - 温度	温度传感器 KTY84/130/PTC/带常闭触点的双金属开关

### 调试说明

下面所使用的下标 [0...n] 代表电机数据组或编码器数据组。

#### SMC10/SMC20

通过 SUB-D 母头连接器 X520 的电机温度检测的参数设置在 STARTER 界面 (\Messages and monitoring\Motor temperature) 中进行。

### SMC30

该模块除了通过端子 X531（温度通道 1）进行温度检测外，也可通过 SUB-D 母头连接器 X520 进行温度检测（温度通道 2）。

在默认设置（p0600 = 1 “编码器 1 的温度”和 p0601 = 2 “KTY”）下会检测第一温度通道中的温度。温度传感器连接在 SMC30 的端子 X531 上。温度通过 r0035 显示。

---

#### 说明

如果使用 SMC30 的默认设置，便会检测端子 X531（引脚 3 和 4）上的温度通道。此时无法通过 SUB-D 母头连接器进行检测。

---

### CU305

在此模块上可通过端子 X133 或 SUB-D 母头连接器 X23 连接一个温度传感器。

两个温度通道（X23 和 X133）不能同时使用。两个通道是相互连接的。如果同时使用两个温度通道，传感器便形成并联，则会显示错误的值，因此只允许在 CU305 上连接一个温度传感器。

通过 STARTER 界面 **Motor temperature**(\Messages and monitoring\Motor temperature) 确定，是否通过 CU305 上的接口进行电机温度检测。

## 故障和报警

### F07011 驱动：电机超温

#### KTY 传感器：

电机温度超过了故障阈值（p0605）或者在超过报警阈值（p0604）之后延时段（p0606）到期。

执行 p0610 中设置的故障响应。

#### PTC 传感器：

超过了 1650 Ω 的触发阈值，而且延时段（p0606）到期。

执行 p0610 中设置的故障响应。

### A07015 驱动：电机温度传感器报警

在检测 p0600 和 p0601 中设置的温度传感器时发现一个故障。

出现该故障后，p0607 中设置的时间开始计时。如果此时间届满后故障仍然存在，驱动将输出故障 F07016，然而最早也要在报警 A07015 出现 0.2 s 之后。

**F07016 驱动：电机温度传感器故障**

在检测 p0600 和 p0601 中设置的温度传感器时发现一个故障。

出现报警 A07015 时，p0607 中的时间开始计时。如果此时间届满后故障仍然存在，驱动将输出故障 F07016，然而最早也要在报警 F07015 出现 1 s 之后。

**功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- 8016 信号和监控 - 电机热监控

**重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- r0035 电机温度
- 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
- p0604[0...n] 电机超温报警阈值
- p0605[0...n] 电机超温故障阈值
- p0606[0...n] 电机超温延时段
- p0607[0...n] 温度传感器故障延时段
- p0610[0...n] 电机超温故障响应
- p460x[0...n] 电机温度传感器 (x+1) 类型, x = 0..3

## 1.5 SINAMICS 组件的温度传感器



## PROFIBUS 调试准备

在开始进行调试之前，必须进行本章中所描述的准备工作：

- 调试的前提条件
- PROFIBUS 组件

### 2.1 调试的前提条件

SINAMICS S110 的调试必须满足以下基本前提条件：

- 调试工具 STARTER
- PROFIBUS 接口
- 布线完成的驱动组（参见设备手册）

下图展示了带模块型组件的示例结构。

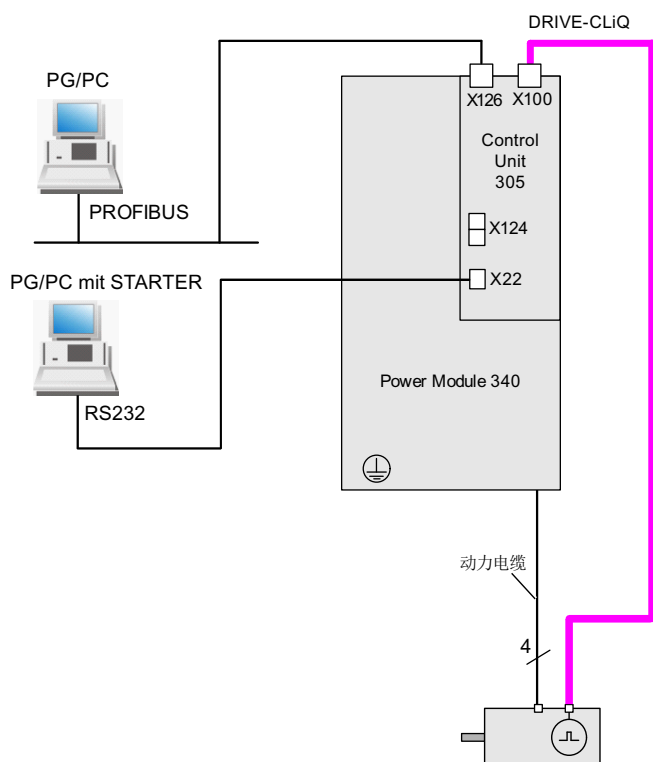


图 2-1 组件结构（示例）

2.1 调试的前提条件

模块型功率单元调试的检查表

必须遵照下面的检查表。在开始工作前必须阅读、理解设备手册中的安全说明。

表格 2-1 模块型调试的检查表

检查	确定
环境条件在允许的范围内吗（参见设备手册）？	
组件是否按规定安装在了设计好的固定点上？	
冷却空气是否畅通无阻？	
是否满足了组件的通风空间？	
配置的驱动组中的所有必要组件是否都存在并已安装？	
是否遵守了 CU305 上 DRIVE-CLIQ 的限制？	
电网侧和电机侧的电源电缆的尺寸规格和敷设是否符合环境和敷设条件？	
变频器与电机之间的电缆长度是否遵循了允许的最大长度（根据所使用的电缆）？	
电缆是否按规定以相应的扭矩连接在组件端子上？	
电机上和低压开关设备上的电缆是否以规定扭矩连接好？	
所有的布线工作是否都已完成？	
所有的插头是否都已正确地插入或拧紧？	
所有的螺钉是否都按规定的扭矩拧紧了？	
屏蔽层是否已正确连接？	

## 2.2 PROFIBUS 组件

PROFIBUS 通讯需要使用带 PROFIBUS 接口的组件。

- 一个具有 PROFIBUS 接口的通讯模块，用于连接 PG/PC:
- 它的 PROFIBUS 接口可通过 PROFIBUS 适配器 CP5711 转接到 PG/PC 上的 USB 接口(USB V2.0)。

结构：USB 接口(USB V2.0) + 适配器，带 9 芯 SUB-D 母插，可接到 PROFIBUS 接口上。

和驱动器 SIMATIC Net PC 软件版本 2008 + SP2 一起使用

订货号：6GK1571-1AA00

### 连接电缆

PROFIBUS 适配器和 PG/PC 之间的连接电缆有：

- CP 5xxx 和 PROFIBUS 之间的连接电缆，订货号：6ES7901-4BD00-0XA0
- MPI 电缆 (SIMATIC S7)，订货号：6ES7901-0BF00-0AA0

### 电缆长度

表格 2-2 允许的 PROFIBUS 电缆的最大长度

波特率 [bit/s]	最大电缆长度 [m]
9.6 k 至 187.5 k	1000
500 k	400
1.5 M	200
3 至 12 M:	100

## 2.3 通过串行接口连接

### 前提条件

需要连接的 PC 上配备有串行接口（COM）。

### 设置

1. 在 STARTER 中选择 **Project > Set PG/PC interface** 中的 **Serial cable (PPI)** 接口。  
如果列表中没有此接口，必须先通过 **Select** 添加。

#### 说明

如果在选择菜单中无法添加接口，则还需要安装串行接口的驱动程序。  
该程序在 STARTER 光盘上的路径如下：

`\installation\starter\starter\Disk1\SerialCable_PPI\`

在安装驱动的过程中，不得运行 STARTER。

2. 请进行以下设置。此处的重点是 **Address**（地址）“0”和 **Transmission Rate**（传输速度）（例如 19.2 kbit/s）。

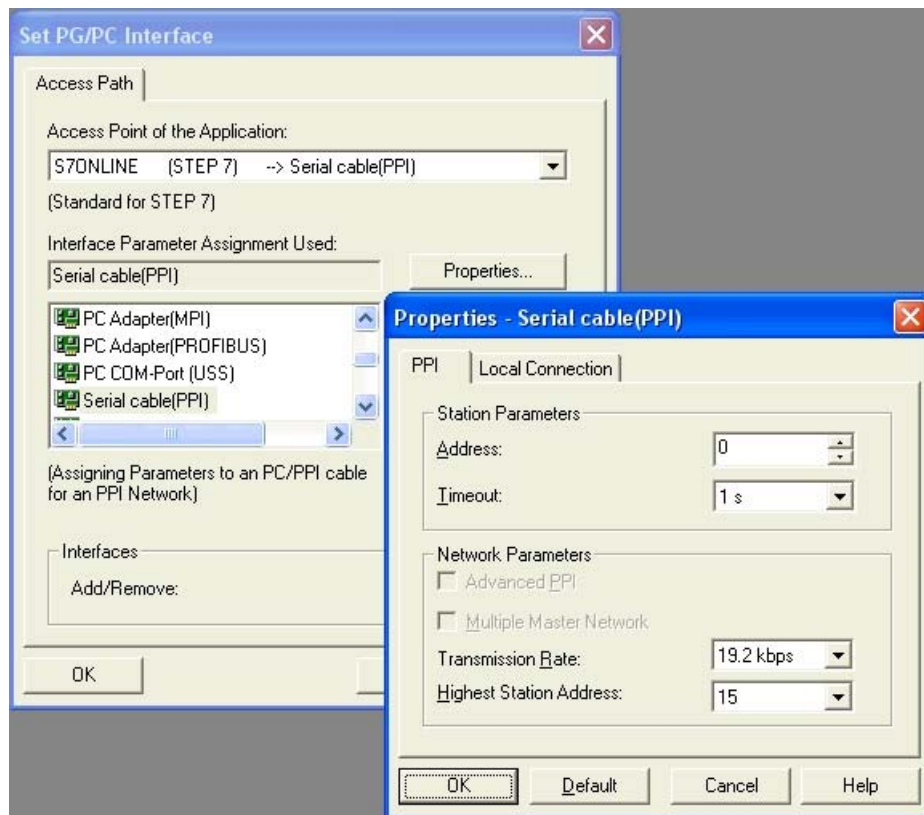


图 2-2 设置接口

3. 控制单元的 PPI 地址在出厂时已固定预设为“3”。
4. 在安装时或者在设置驱动设备右键菜单中的属性时都应将该总线地址设置为“3”。

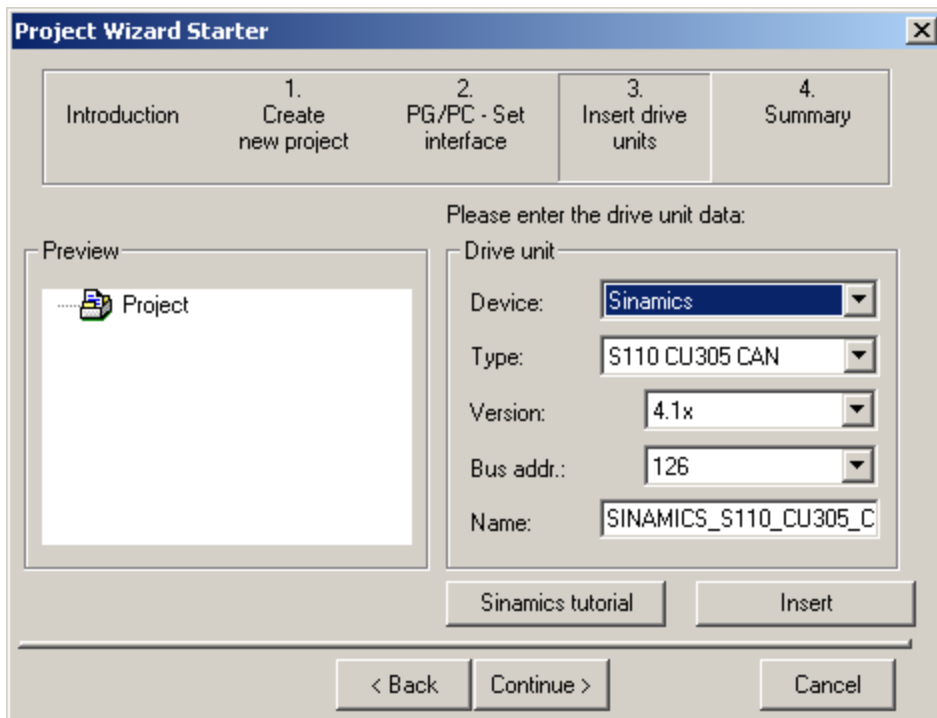


图 2-3 设置总线地址

5. 您必须使用零调制解调器电缆连接 PC（COM 接口）和控制单元。  
该接口不可换向。

## 2.4 接通/关闭驱动系统

### 驱动系统上电

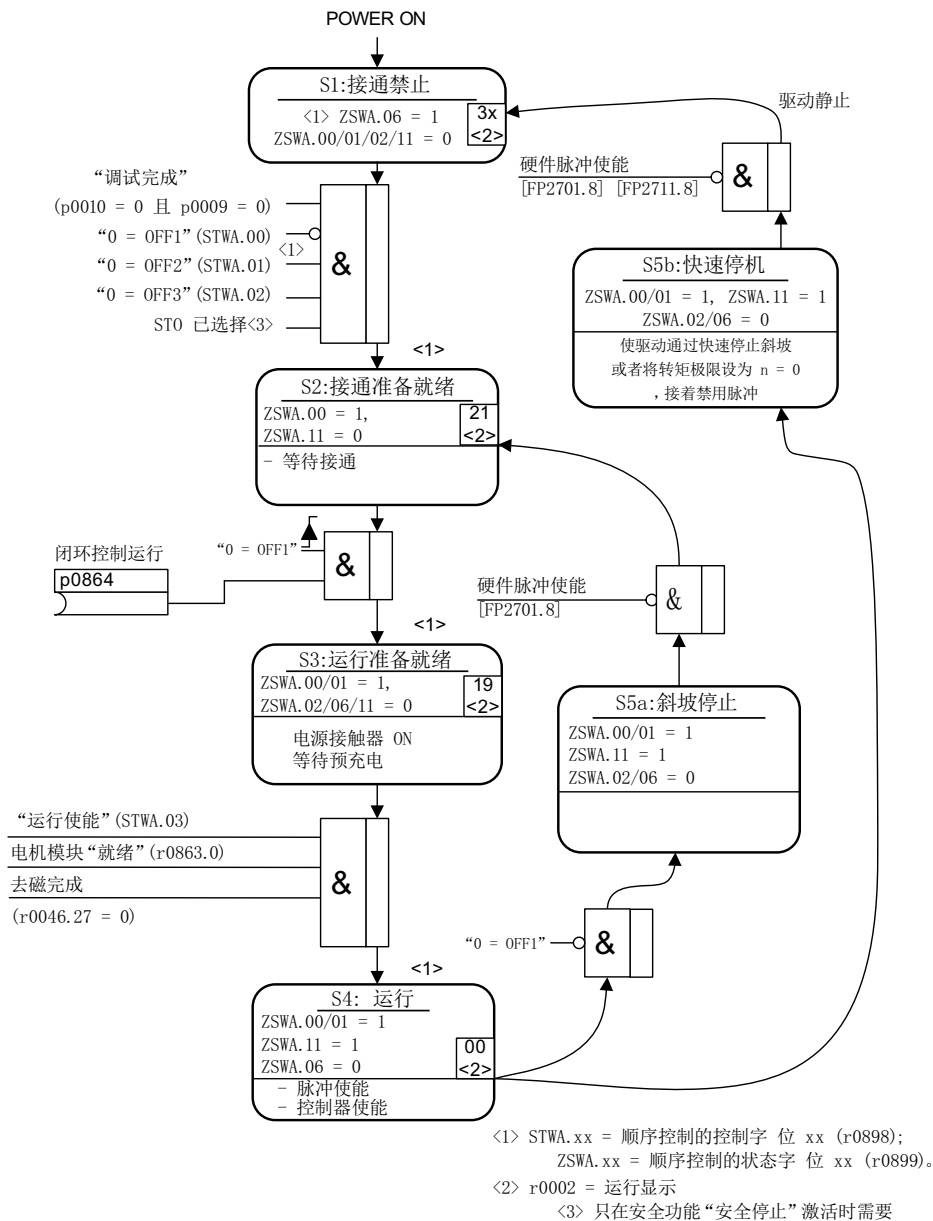


图 2-4 驱动系统上电

## “OFF”响应

- OFF1
  - 变频器立即设定“转速设定值 0”，使电机沿着斜坡函数发生器的减速斜坡(p1121)减速制动。
  - 在识别到停机之后，将电机抱闸装置（如已设置）闭合(p1215)。在闭合时间(p1217)结束之后，将脉冲清除。当转速实际值低于转速阈值(p1226)或者当转速设定值  $\leq$  转速阈值(p1226)时已开始的监控时间(p1227)结束的情况下，就识别为停机。
- OFF2
  - 立即清除脉冲，驱动缓慢停转。
  - 立即闭合电机抱闸装置（如已设置）。
  - 接通禁止被激活。
- OFF3
  - 立即给定  $n\_设定 = 0$ ，使驱动沿着 OFF3 下降斜坡(p1135)减速。
  - 在检测到驱动静止之后，电机抱闸（如已设置）被闭合。在抱闸闭合时间(p1217)结束时，将清除脉冲。当转速实际值低于转速阈值(p1226)或者当转速设定值  $\leq$  转速阈值(p1226)时已开始的监控时间(p1227)结束的情况下，就识别为停机。
  - 接通禁止被激活。

控制信息和状态信息

表格 2-3 接通/关闭控制信息

信号名称	内部控制字	二进制互联输入	PROFdrive/西门子 报文 1 ... 111
0 = OFF1	STWA.00 STWAE.00	p0840 ON/OFF1	STW1.0
0 = OFF2	STWA.01 STWAE.01	p0844 1. OFF2 p0845 2. OFF2	STW1.1
0 = OFF3	STWA.02	p0848 1. OFF3 p0849 2. OFF3	STW1.2
使能运行	STWA.03 STWAE.03	p0852 运行使能	STW1.3

表格 2-4 接通/关闭状态信息

信号名称	内部状态字	参数	PROFdrive/西门子 报文 1 ... 111
接通就绪	ZSWA.00 ZSWAE.00	r0899.0	ZSW1.0
运行准备就绪	ZSWA.01 ZSWAE.01	r0899.1	ZSW1.1
运行使能	ZSWA.02 ZSWAE.02	r0899.2	ZSW1.2
接通禁止	ZSWA.06 ZSWAE.06	r0899.6	ZSW1.6
脉冲使能	ZSWA.11	r0899.11	ZSW1.11 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>只有西门子报文 102 和 103

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 2610 顺序控制 - 控制器
- 2634 缺少使能信号，电源接触器控制



## PROFIBUS 调试

### 3.1 调试的操作顺序

如果满足了基本的前提条件，则可按以下步骤进行调试：

表格 3- 1 调试过程

步骤	操作
1	使用 STARTER 创建项目
2	在 STARTER 中配置驱动设备
3	在 STARTER 中保存项目
4	在 STARTER 中在线联机目标设备
5	将项目加载到目标设备
6	运转电机

---

#### 说明


如果使用的是配备有 DRIVE-CLiQ 接口的电机，则有关电机上编码器模块备件的全部电机数据和编码器数据都应通过设置  $p4692 = 1$  进行非易失存储。

---

### 3.1.1 安全提示

 危险

在断电后的 5 分钟内，所有组件上仍会带有危险电压。  
必须注意组件上的提示！

 小心

创建带有 Safety Integrated 功能的项目时只允许在线操作。

**说明**

必须注意 SINAMICS S110 设备手册中的安装规范和安全提示。

**注意**

在 STARTER 中，通过 p9302/p9502 切换了轴类型并接着执行了上电后，与轴类型相关的单位在项目上载之后才能被更新。

## 3.2 调试工具 STARTER

### 简要说明

调试工具 STARTER 用于 SINAMICS 系列驱动产品的调试。

可以使用 STARTER 执行以下操作：

- 调试
- 测试（通过控制面板）
- 驱动优化
- 诊断

### 系统环境条件

STARTER 的系统环境条件见 STARTER 安装目录下的“Readme”文件。

### 3.2.1 STARTER 的重要功能

#### 描述

STARTER 为项目处理提供了以下支持：

- 从 RAM 复制到 ROM
- 加载到目标设备
- 载入 PG/PC
- 恢复出厂设置
- 调试向导
- 显示工具条

#### 从 RAM 复制到 ROM

该功能将控制单元中的易失数据备份到非易失存储器中。这样数据在断开控制单元的 24 V 电源后也不会丢失。

该功能的激活方法：

- Options -> Setting -> Download -> 激活“Copy RAM to ROM”

这样每次在选择“Download to target system”或“Load into target device”时，数据都会被保存到非易失存储器中。

- 在驱动设备上点击鼠标右键 → Target device → Copy RAM to ROM
- 将驱动设备灰色反色显示 → “Copy RAM to RAM”按钮

---

#### 说明

只有在数据保存过程结束后才能够关闭控制单元的电源；即您必须在开始保存数据后等待片刻，直到保存过程结束，参数 p0977 又变为 0。

---

### 加载到目标设备

该功能可将当前的 STARTER 项目载入到控制单元中。首先会检测项目的一致性；如果存在不一致的地方，系统便会给出信息提示。您必须在加载之前消除不一致的地方。如果系统没有检测到不一致的地方，数据便被载入到控制单元的工作存储器中，接着执行复位。

该功能的激活方法：

- 在驱动设备上点击鼠标右键 → **Target device** → **Load into target device**
- 将驱动设备灰色反色显示 → **Load into target device** 按钮
- ONLINE/OFFLINE comparison 窗口 → **Load into target device** 按钮
- 项目同时载入到全部驱动设备中：  
按钮 **Load project to target system**，菜单 **Project** → **Download to target system**

### 载入 PG/PC

该功能可将控制单元中的当前项目载入到 STARTER 中。

该功能的激活方法：

- 在驱动设备上点击鼠标右键 → **Target device** → **Load to PG/PC**
- 将驱动设备灰色反色显示 → **Load project to PG/PC** 按钮
- ONLINE/OFFLINE comparison 窗口 → **Load project to PG/PC** 按钮

### 恢复出厂设置

该功能（p0970 = 1）可将控制单元工作存储器中的全部参数恢复到出厂设置。然后 CU305 便会自动启动。所有可获得的相关参数均传输至工作存储器中（RAM）。之前出厂设置中的各个参数此时会自动被实际值更新。该自动配置结束后，目标系统中会产生一个含所有可用的带实际值的驱动参数的项目。

“恢复出厂设置”功能的激活方法：

- 在驱动设备上点击鼠标右键 → **Target device** → **Restore factory settings**
- 将驱动设备灰色反色显示 → **Restore factory settings** 按钮

### 显示工具条

工具条可以通过选择 **View** → **Toolbars**（勾选）来激活。

## 创建和复制数据组（离线）

在驱动配置窗口中，按下相应的按钮便可以添加驱动数据组和指令数据组(DDS 和 CDS)。

有关数据组的其他信息参见章节**驱动系统基础知识**。

## STARTER 中的固件升级和项目升级

前提条件是具备功能正常的项目、含新版本固件的存储卡以及最新版的 STARTER。

### 升级项目

1. STARTER 中是否有项目？有，继续第 3 步。
2. 使用 STARTER 将项目加载到 PG 上：
  - 与目标系统连接（在线操作）
  - 将项目加载到 PG 中
3. 将项目升级到最新的固件版本。
  - 在项目导航器中将鼠标置于驱动设备上并点击右键 → Target device → Device version
  - 例如，选择版本“SINAMICS S110 V4.3x” → Change version

### 升级固件并将完成升级的项目载入目标设备

1. 将含新固件版本的存储卡插入控制单元中：
  - 切断控制单元电源 →
  - 插入包含新固件版本的存储卡 →
  - 重新给控制单元上电。
2. 进入“在线”模式，将项目载入目标设备 → Copy RAM to ROM。
3. DRIVE-CLiQ 组件的固件升级会自动进行。
4. 执行驱动设备（控制单元和所有 DRIVE-CLiQ 组件）的上电复位。现在 DRIVE-CLiQ 组件中的新固件版本才生效，新版本也显示在版本一览中。

### 3.2.2 激活在线操作：通过 PROFIBUS 操作 STARTER

#### 描述

通过 PROFIBUS 进行在线操作有以下方式：

- 通过 PROFIBUS 适配器进行在线操作。

通过 PROFIBUS 操作 STARTER（以 2 个 CU305 和 1 个 CU310 DP 为例）

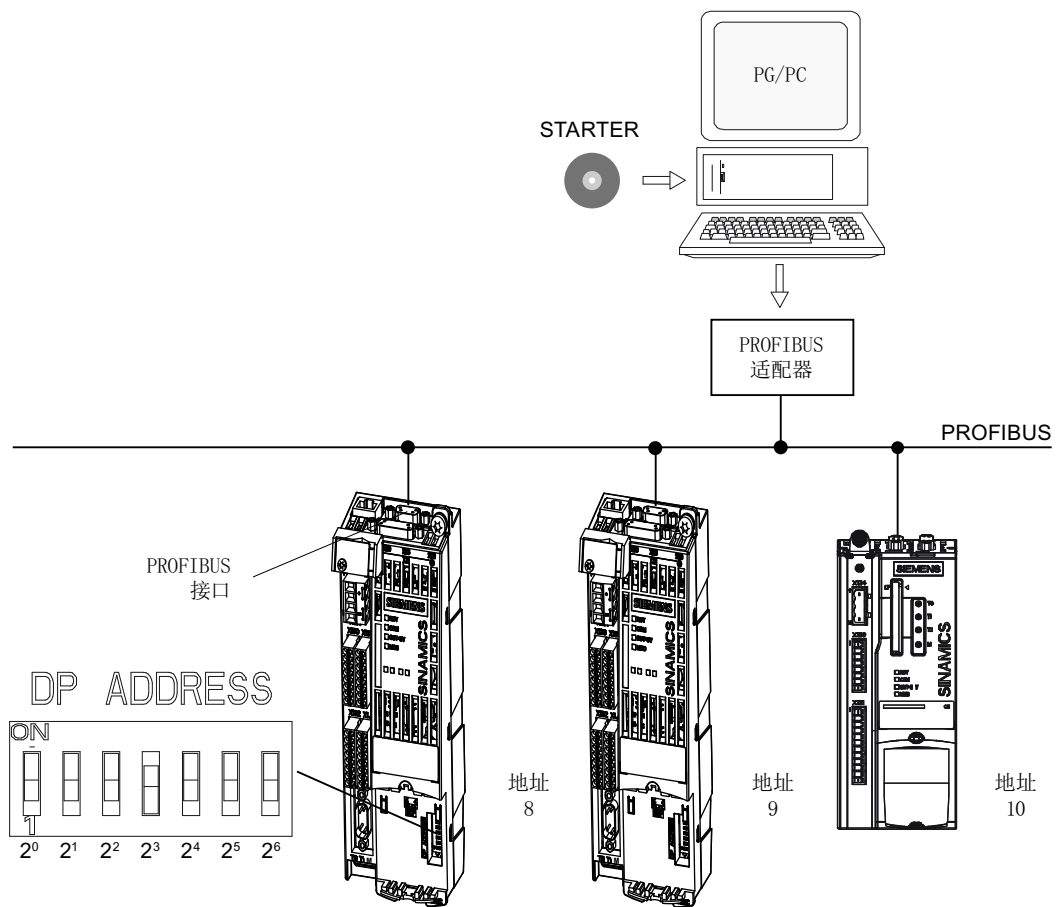


图 3-1 通过 PROFIBUS 操作 STARTER（以 2 个 CU305 和 1 个 CU310 DP 为例）

### 直接在线通过 PROFIBUS 连接时 STARTER 的设置

在 STARTER 中设置 PROFIBUS 通讯的方式如下：

- Options → Set PG/PC interface...

添加/删除接口

- Options → Set PG/PC interface... → Properties

激活或取消“PG/PC is the only master on the bus”

---

#### 说明

- 波特率

将 STARTER 接入工作中的 PROFIBUS:

STARTER 可自动识别出 SINAMICS 所使用的 PROFIBUS 波特率。

STARTERS 进入调试:

控制单元可自动识别出 STARTERS 中所设置的波特率。

- PROFIBUS 地址

各个驱动设备的 PROFIBUS 地址应在项目中给定，所设置的地址应与设备相对应。

---

## 3.3 基本操作面板 20(BOP20)

### 简要说明

基本操作面板 20 (BOP20) 是一款简易操作面板，由六个按键和一个背光显示屏构成。BOP20 可以安装在 SINAMICS 控制单元上进行操作。

使用 BOP20 可以实现下列功能：

- 参数输入
- 显示运行状态、参数、报警和故障
- 调试时进行上电/下电

其他说明：参见“使用 BOP20(Basic Operator Panel 20)进行参数设置”一章

### 3.3 基本操作面板 20(BOP20)

#### 3.3.1 BOP20 的重要功能

##### 描述

使用 BOP20 可以通过参数执行以下为项目处理提供支持的功能：

- 恢复出厂设置
- 从 RAM 复制到 ROM
- 应答故障

##### 恢复出厂设置

整套设备的出厂设置都可以在驱动对象 CU 中建立。

- p0009 = 30
- p0976 = 1

##### 从 RAM 复制到 ROM

可以在驱动对象 CU 中将全部参数保存在非易失存储器中：

- 长按 P 键 3 秒，  
或者
- p0009 = 0
- p0977 = 1

---

##### 说明

当驱动上已选择进行识别（例如电机识别）时，该参数将不会被接受。

---

##### 应答故障

按下“FN”键可对所有已消除故障原因的故障进行应答。



### 3.4 在 STARTER 中创建项目

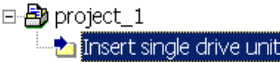
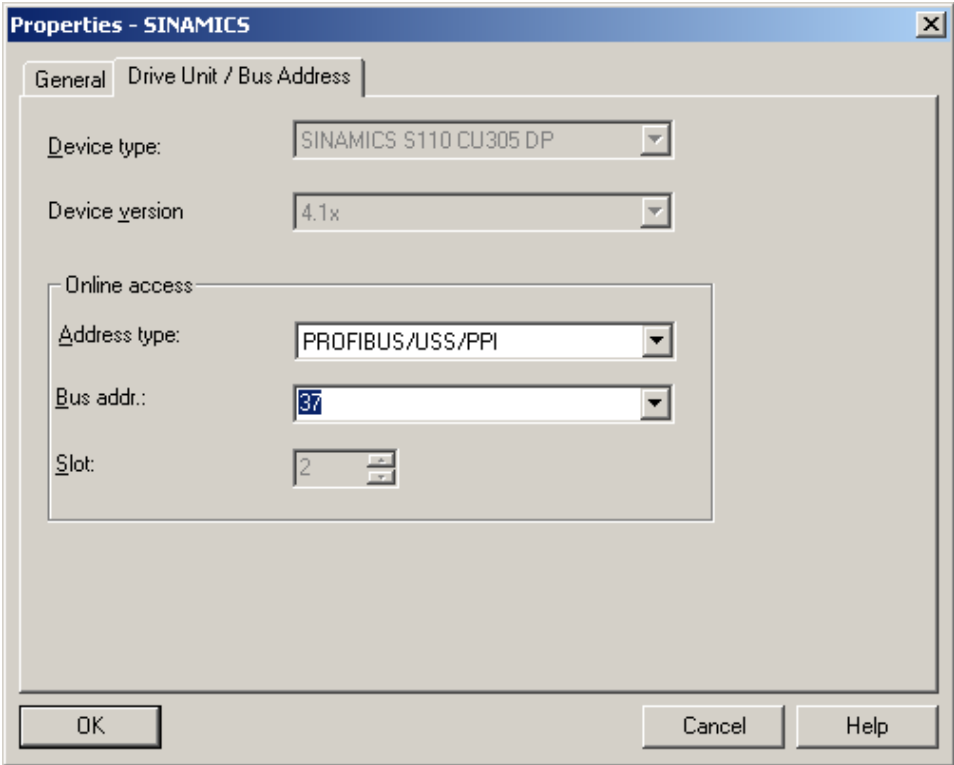
#### 3.4.1 离线创建项目

在离线创建时需要提供 PROFIBUS 地址、设备类型（例如 SINAMICS S110）以及设备版本（例如固件版本 4.1）。

表格 3-2 在 STARTER 中创建项目的步骤（示例）

	做什么？	如何做？	注释
1.	创建新项目	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 操作：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 菜单 “Project” → New ...</li> </ul> </li> <li>• “User projects”窗口打开：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 显示目标目录中已存在的项目</li> </ul> </li> <li>• Name: Project_1（可自由选择）</li> </ul> Type: Project Storage location: 默认（可自由设置）	项目是离线创建的，在配置结束时载入到目标系统中。

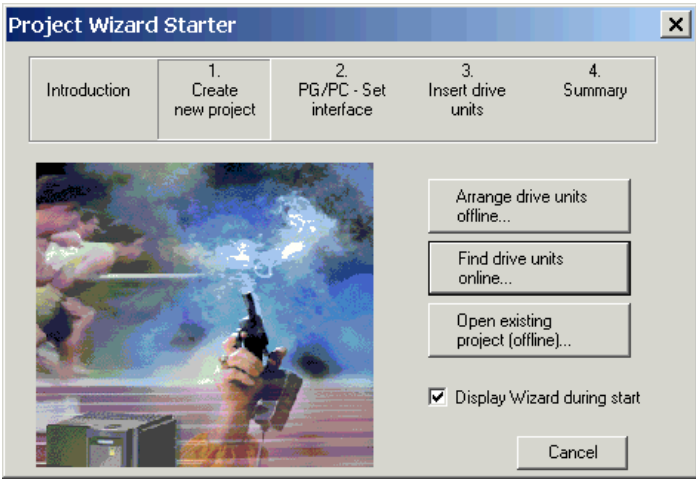
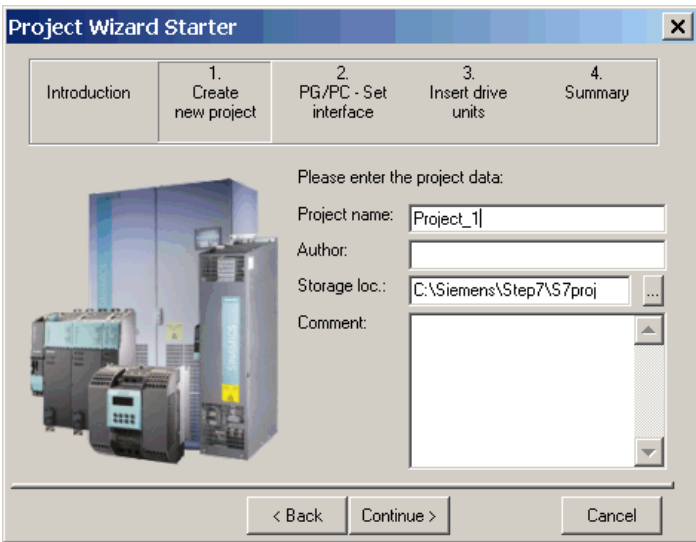
3.4 在 STARTER 中创建项目

	做什么?	如何做?	注释
2.	添加单个的驱动	操作: → 双击“Add individual drive unit” Device type: SINAMICS S110 CU305 DP (可选择) Device version: 4.1x (可选择) Address type:PROFIBUS/USS/PPI (可选择) Bus address:37 (可选择)	总线地址的说明: 在首次调试时必须设置控制单元的 PROFIBUS 地址。地址通过控制单元上的地址开关进行设置 (或通过参数 p0918 设置地址开关 = “all ON”或“all OFF” (出厂设置 = 126) )。
			
3.	配置驱动设备	在项目创建好之后，必须对驱动设备进行配置。在章节“使用 STARTER 进行首次调试的示例”中包含一个示例。	

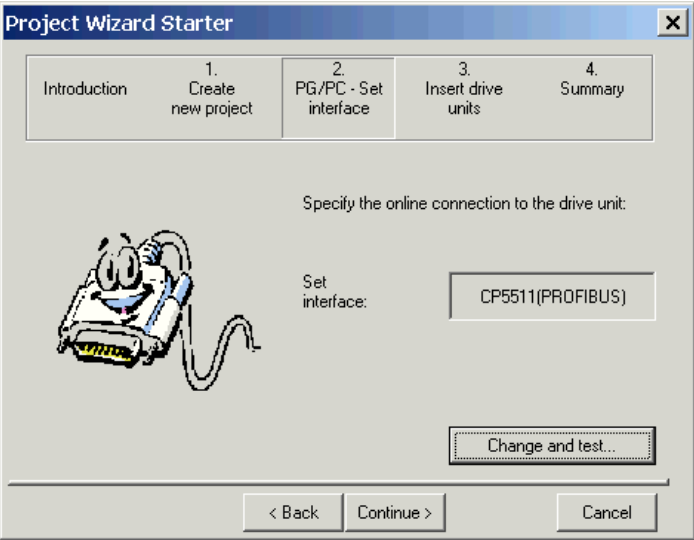
### 3.4.2 在线查找驱动设备

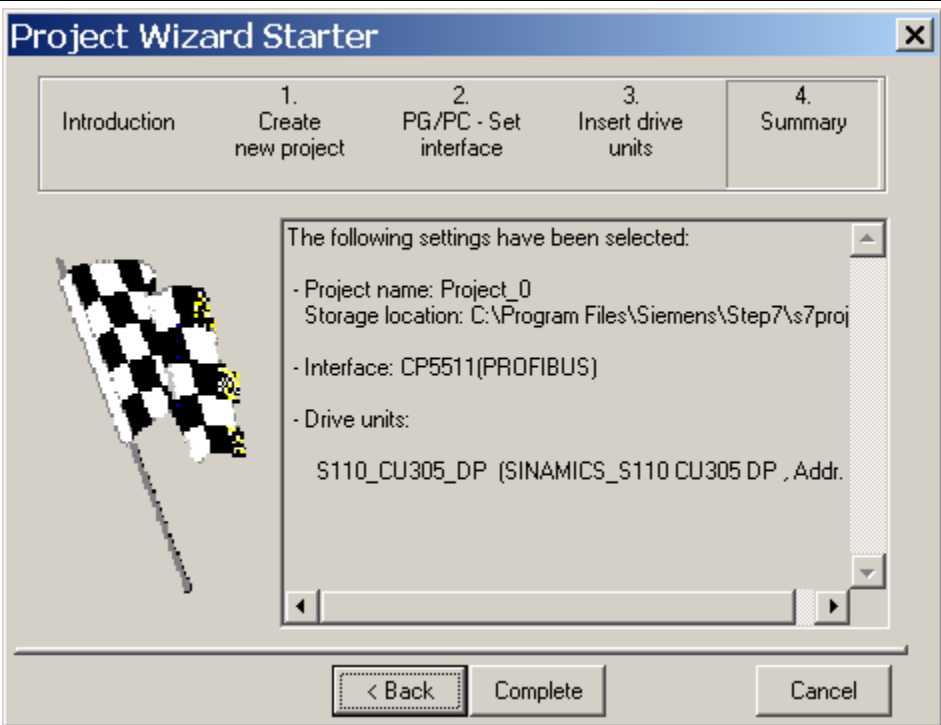
进行在线查找时，驱动设备与 PG/PC 必须是通过 PROFIBUS 连接的。

表格 3-3 使用 STARTER 进行查找的操作步骤（示例）

	做什么？	如何做？
1.	创建新项目	<p>操作： 菜单“Project”→ New with Wizard 点击“Find drive unit online”</p> 
1.1	输入项目数据	<p>Project name: Project_1（可自由选择） Author: 可自由选择 Comment: 可自由选择</p> 

3.4 在 STARTER 中创建项目

	做什么？	如何做？
2.	设置 PG/PC 接口	<p>这里可以通过点击“Change and test”来设置 PG/PC 接口。</p> 
3.	添加驱动设备	<p>这里可以查找已访问过的节点。</p> 

	做什么？	如何做？
4.	摘要	<p>项目现已创建。 → 点击“Complete”。</p> 
5.	配置驱动设备	<p>在项目创建好之后，必须对驱动设备进行配置。在章节“使用 STARTER 进行首次调试的示例”中包含一个示例。</p>

### 3.4.3 查找已访问的节点

进行在线查找时，驱动设备与 PG/PC 必须是通过 PROFIBUS 连接的。接口必须已在 STARTER 中进行了正确的设置。

3.5 使用 STARTER 进行首次调试的示例

### 3.5 使用 STARTER 进行首次调试的示例

在本章节中通过一个示例说明首次调试时所有必须进行的配置和参数设置。调试是使用调试工具 STARTER 进行的。

#### 调试的前提条件

1. 调试检查表（章节 1.1 表格 1-1 或 1-2）都已填写并且各项都已打勾。
2. 已安装并激活了 STARTER。  
→ 参见 STARTER 安装 CD 光盘上的“Readme”文件
3. 电源（DC 24 V）已接通。

#### 3.5.1 任务

1. 调试带有以下组件的驱动设备：

表格 3-4 组件一览

名称	组件	订货号
<b>控制与馈电</b>		
控制单元	控制单元 305	
<b>驱动 1</b>		
编码器模块	SMC20	6SL3055-0AA00-5BAx
电机	同步电机	1FK7061-7AF7x-xxxx
电机编码器	sin/cos 增量式编码器 C/D 1 Vpp 2048 p/r	1FK7xxx-xxxxx-xAxx

2. 驱动的使能信号都应通过 PROFIBUS 传输。

- 驱动 1 的报文
- 标准报文 4： 转速控制， 1 个位置编码器

---

#### 说明

其他有关报文类型的说明参见章节“PROFIBUS 通讯”或 SINAMICS S110 参数手册。

---

### 3.5.2 使用 STARTER 进行调试（示例）

下表中描述了使用 STARTER 进行调试的步骤。

表格 3-5 使用 STARTER 进行调试的步骤（示例）

	做什么？	如何做？	注释
1.	自动配置	操作： → “Project” → “Connect to target system” → 双击“Automatic configuration”.. → 按照向导中的说明进行。	-
2.	配置驱动	驱动必须如下进行配置。 → “Drives_1” → 双击“Configuration” → 点击“Configure DDS”	-
3.1	控制结构	可以激活功能模块。 可以选择控制方式。	-
3.2	功率单元	向导中会自动显示从电子铭牌中得到的数据。	-
3.3	电机	可以输入电机的名称（例如电气设备标识）。 从列表中选择默认电机：是 选择电机类型（参见铭牌）	可以从电机列表中选择 一个默认电机，或者手 动输入电机数据。接着 就可以选择电机类型。
3.4	电机抱闸	这里可以配置抱闸并激活功能模块“Extended brake control”（扩展制动控制）。	详细信息：参见章节“扩展制动控制”。
3.5	编码器	电机编码器： 从列表中选择标准编码器：是 选择“2048, 1 Vpp, A/B C/D R”	如果使用未在列表中的 编码器类型，也可以手 动输入数据。
3.6	过程数据交换	必须选择 PROFIBUS 报文类型 4（驱动 1）或 3（驱动 2）。	-
3.7	摘要	为了工厂存档的需要，驱动数据会先复制到剪贴板中，再添加到，例如，文字处理程序中。	-
<p><b>提示</b></p> <p>基准参数和极限值可以通过在 STARTER 中设置 p0340 = 1 来防止被自动覆盖： Drive → Configuration → Reference parameters / Blocked list。</p>			

3.5 使用 STARTER 进行首次调试的示例

	做什么?	如何做?	注释
4.	备份设备中的参数	<ul style="list-style-type: none"> <li>与目标系统连接（在线操作）</li> <li>Target system → Download to target device</li> <li>Target system → Copy RAM to ROM （将数据备份到非易失存储器上）</li> </ul>	将鼠标放在驱动设备 (SINAMICS S110) 上并点击右键。
5.	运转电机	<p>可通过 STARTER 中的控制面板启动驱动器。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>脉冲使能后驱动器进入“运行”状态。</li> </ul>	<p>有关控制面板的其他信息参见 STARTER 在线帮助。</p> <p>控制面板会提供控制字 1(STW1)和转速设定值 1(NSOLL)。</p>

在 STARTER 中进行诊断

选择“Component” → Diagnosis → Control/status words

- 控制/状态字
- 状态参数
- 报警历史



## 3.6 首次调试，以伺服 AC DRIVE 为例并使用 BOP20

在本章节中通过一个示例说明首次调试时所有必须进行的配置和参数设置。调试是使用 BOP20 进行的。

### 调试的前提条件

- 调试检查表（章节 1.1 表格 1-1 或 1-2）都已填写并且各项都已打勾。

### 3.6.1 任务

1. 调试带有以下组件的驱动设备（伺服运行方式、转速控制）：

表格 3-6 组件一览

名称	组件	订货号
<b>控制</b>		
控制单元	控制单元 305 DP	6SL3040-0JA00-0AA0
操作面板	基本操作面板 20(BOP20)	6SL3055-0AA00-4BAx
<b>驱动</b>		
功率模块	功率模块 340	6SL3210-xxxx-xxxx
电机	带 DRIVE-CLiQ 接口的同步电机	1FK7061-7AF7x-xAxx
通过 DRIVE-CLiQ 的电机编码器	sin/cos 增量式编码器 C/D 1 Vpp 2048 p/r	1FK7xxx-xxxxx-xAxx

2. 调试是使用 BOP20 进行的。
3. 基本操作面板（BOP）的功能按键应设置为可以执行 ON/OFF 信号和转速设置的操作。

### 3.6.2 组件布线（示例）

下图展示了一种可能的组件结构及其布线方式。

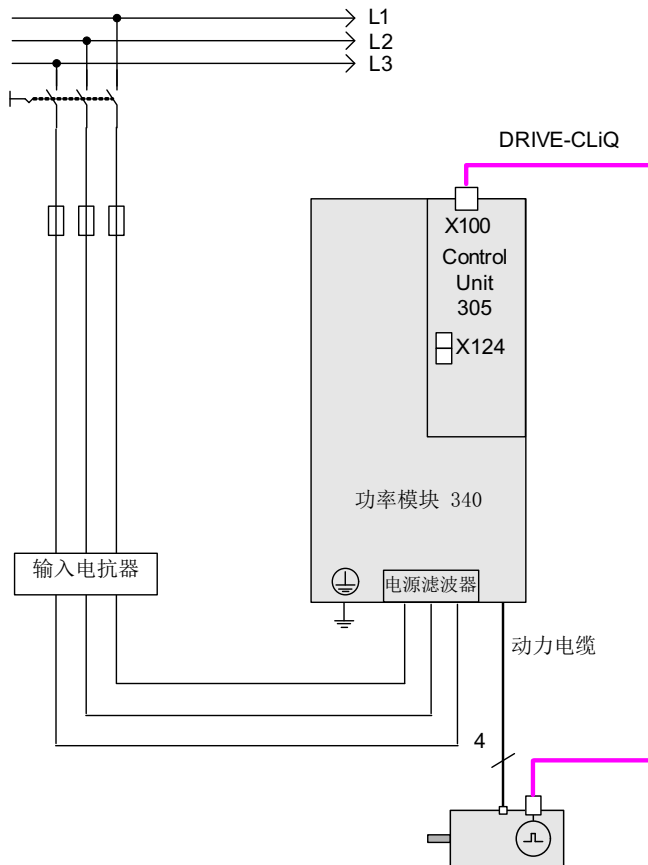


图 3-2 带有集成式编码器模块的组件布线（示例）

其它有关布线和编码器系统连接的说明参见设备手册

### 3.6.3 使用 BOP 进行快速调试（示例）

表格 3-7 快速调试, 用于带有 DRIVE-CLiQ 接口的电机

	过程	描述	出厂设置
<b>提示:</b> 驱动在首次调试之前必须是出厂设置。			
1.	p0009 = 1	<b>设备调试参数筛选*</b>	1
		0 就绪	
		1 设备配置	
		30 参数复位	
2.	p0009 = 2	<b>设备调试参数筛选*</b>	1
		0 就绪	
		1 设备配置	
		2 设定驱动类型/功能模块	
		30 参数复位	
<b>提示:</b> 在首次启动所配置的 DRIVE-CLiQ 组件时, 固件会自动升级到非易失存储器上的固件版本。这一过程可能持续数分钟, 此时正在更新的组件上的“READY”LED 以绿色/红色闪烁, 控制单元上的 LED 以橙色闪烁 (0.5 Hz)。升级完成之后, 控制单元的橙色“READY”LED 会以 2 Hz 进行闪烁并且该组件上的绿色/红色“READY”LED 也会以 2 Hz 闪烁。为了激活固件, 必须对该组件执行一次上电。			
3.	p0108[1] = H0004	<b>驱动对象, 功能模块*</b>	0000
		位 8 扩展设定值通道	
4.	p0009 = 0	<b>设备调试参数筛选*</b>	1
		0 就绪	
		1 设备配置	
		30 参数复位	
5.	DO = 2	<b>选择驱动对象(DO) 2 (= SERVO)</b>	1
		1 CU	
		2 SERVO	
		选择驱动对象 (DO) 时, 请同时按下 Fn 键和箭头键。 所选择的驱动对象会显示在左上方。	

3.6 首次调试，以伺服 AC DRIVE 为例并使用 BOP20

	过程	描述	出厂设置
6.	p0840[0] = r0019.0(DO 1 )	<b>BI:ON/OFF1 [CDS]</b> 设置 STW1.0 的信号源 (ON/OFF1) 与驱动对象“控制单元”(DO 1)的 r0019.0 互联 作用: BOP 的信号 ON/OFF1	0
7.	p1070[0] = r1024	<b>CI:主设定值 [CDS]</b> 设置用于转速控制器的转速设定值 1 的信号源 与自身驱动对象的 r1024 互联	0
8.	保存所有参数	长按 P 键 3 秒。	
9.		使用 ON 键启动驱动器 使用该键设置二进制互联输出 r0019.0。	

\* 除了此处进行的设置外，这些参数还有其他的设置方式。其他设置参见 SINAMICS S110 参数手册  
 [CDS] 参数取决于指令数据组(CDS)。数据组 0 是预设置。  
 [DDS] 参数取决于驱动数据组(DDS)。数据组 0 是预设置。  
 BI Binector Input  
 BO Binector Output  
 CI Connector Input  
 CO Connector Output

## 使用 CANopen 调试

### 4.1 调试的前提条件

#### 章节内容

本章节对调试的前提条件进行说明：

- CU305 CAN 与 PG/PC 相连
- PG/PC 上安装了调试工具 STARTER

CU305 CAN 上 CANopen 接口的详细信息参见设备手册 SINAMICS S110。

调试工具 STARTER 的介绍参见本手册中的“调试工具 STARTER”。

#### 4.1.1 基础知识

为了更好地理解 CANopen 接口调试一章的内容，您必须熟悉 CANopen 的相关专业术语。

本章节中包含

- 重要术语和缩写概览，
- CANopen 从站软件中 CANopen 对象目录的通讯对象的分类。

您必须熟悉以下标准

---

#### 说明

配备了 CANopen 的 SINAMICS 符合以下标准：

- CiA DS-301 V4.02 (Application Layer and Communication Profile)
  - CiA DS-402 V2.0 (Device Profile for Drives and Motion Control)
  - CiA DR-303-3 V1.2 (Indicator Specification)
  - CiA DS-306 V1.3: (Electronic data sheet specification for CANopen)
-

## 4.1 调试的前提条件

### 4.1.2 使用 CANopen 调试 CU305 的前提条件

调试 SINAMICS 驱动组中的 CAN 总线时，需要以下硬件和软件组件：

- 非易失性存储器中含固件的 CU305 CAN
- 控制单元 CANopen 使用 RS232 与 PG/PC 相连
- PG/PC 上安装了调试工具 STARTER

---

#### 说明

SINAMICS 驱动组中各组件的描述以及与 PC/PG 接口的布线请参见 SINAMICS S110 设备手册。调试工具 STARTER 的安装请见 STARTER 文档。

---

### 4.1.3 CU305 上的 CAN 总线

集成的 CAN 接口用于将 SINAMICS S110 驱动系统的驱动器通过 CAN 总线连接到上一级自动化系统中。

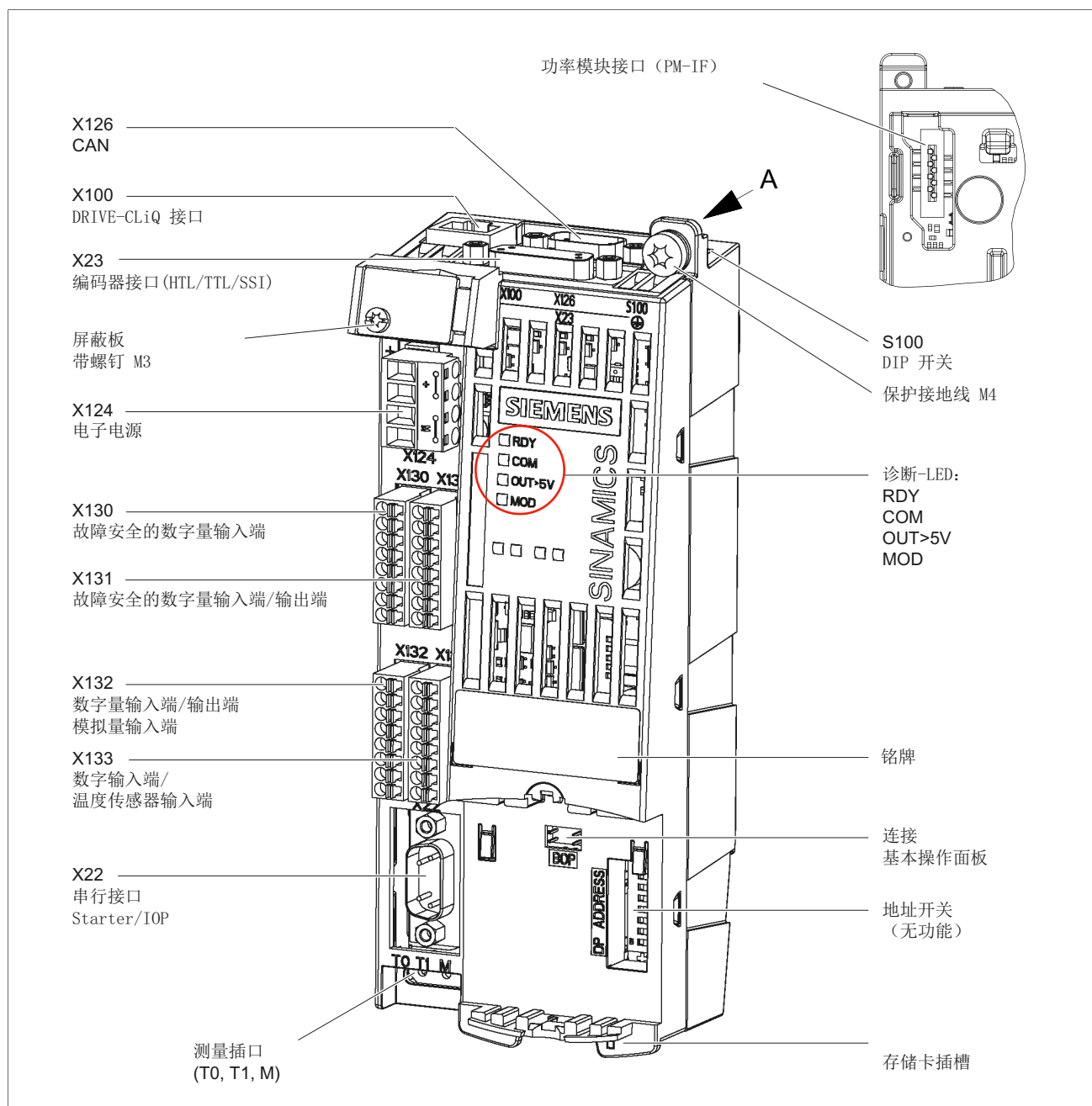



图 4-1 CU305 CAN 视图

#### 4.1 调试的前提条件

CU305 CAN 配备了 9 芯 Sub-D 连接器 X126，用于连接 CAN 总线系统。

 **警告**

**不得连接 PROFIBUS 电缆**

如果将 PROFIBUS 电缆插入 CAN 连接器 X126 中，则可能损坏 CU305 的 CANopen 接口。

该连接器即可以用作输入端，也可以用作输出端。未使用的插口进行了通孔金属化处理。

此外，支持以下几种波特率：10、20、50、125、250、500、800 kBaud 和 1 MBaud。

安装了 STARTER 的 PC 请连接到串行接口 X22 (RS232) 上。

#### 4.1.4 CAN 总线接口 X126

##### S110 上 CANopen 接口 X126 的连接端子分配

表格 4-1 CAN 总线接口 X126

	引脚	名称	技术数据
	1	预留	
	2	CAN_L	CAN 信号 (dominant low)
	3	CAN_GND	CAN 接地
	4	预留	
	5	CAN_SHLD	可选屏蔽
	6	CAN_GND	CAN 接地
	7	CAN_H	CAN 信号
	8	预留	
	9	预留	

类型：SUB-D 9 针公头连接器



## 4.1.5 CU305 CAN 的 CANopen 功能

### 引言

CU305 CAN 支持通过 SDO (Service Data Objects, 服务数据对象) 和通过 PDO (Process Data Objects, 过程数据对象) 进行的 CANopen 传输。

此外 CU305 CAN 支持自由 PDO 映射。

CU305 CAN 支持 CANopen 通信子协议 DS 301 版本 4.0、设备子协议 DSP 402 (驱动和运动控制) 版本 2.0, 以及指示器子协议 DR303-3 版本 1.0。

CU305 CAN 支持用于监控通讯的节点保护和心跳协议 (心跳生产者)。

CU305 CAN 提供一个 SDO → 参数通道, 可通过此通道读取和写入所有 SINAMICS 参数。

CU305 CAN 的固件支持协议速度模式。

### 节点保护

SINAMICS 在特定的时间 (节点寿命) 内等待主站应用程序的报文, 并允许特定时间 (节点保护时间) 内特定数量 (寿命系数) 的错误。

节点寿命通过节点保护时间和寿命系数相乘得出。

### 心跳协议

SINAMICS (生产者) 将其通讯状态 (生命符号) 循环 (心跳时间) 发送至 CAN 总线上的主站应用程序。

### 协议速度模式

此运行方式允许设定速度设定值。

## 4.1 调试的前提条件

## 4.1.6 诊断 LED “COM”

## 诊断 LED COM → 红色

表格 4-2 诊断 LED COM → 红色 (CANopen Error LED)

ERROR LED 闪烁频率	状态	含义
不亮	无故障	运行准备就绪
闪烁一次	达到报警极限	至少一个 CAN 控制器故障计数器达到了报警阈值“消极故障 (Error Passive)”。(错误报文过多)。
闪烁两次	故障控制事件	发生了保护事件 (Guard Event)。
常亮	总线断开	CAN 控制器从总线断开。

## 诊断 LED COM → 绿色

表格 4-3 诊断 LED COM → 绿色 (CANopen RUN LED)

ERROR LED 闪烁频率	状态	含义
闪烁一次	停止	节点处于“停止”状态。
闪烁	预操作	节点处于“预操作”状态。
常亮	OPERATIONAL	节点处于“操作”状态。

## 4.2 调试

### 4.2.1 首次调试的步骤

#### 章节内容

本章节将描述如何使用调试工具 **STARTER** 对 **SINAMICS** 驱动组中的 **CANopen** 接口进行首次调试。首先会介绍首次调试时的基本步骤。首次调试在调试工具 **STARTER** 的在线模式下进行。必要时会在每一步的末尾提示离线调试的不同之处。

#### 前提条件

在按照本章节中描述的步骤进行调试以前，请确保达到了章节“调试的前提条件”中的要求。

### 4.2.2 CANopen 对象目录

#### CANopen 对象目录

驱动对象初始化后，在 **SINAMICS** 驱动组的对象目录（**CANopen** 从站软件）中对 **CANopen** 对象进行初始化。

#### 对象

以下 **SINAMICS** 对象参与了通讯：

1. 与驱动无关的控制单元通讯对象
  - 包括故障编号和数量，通讯地址等
2. 和驱动相关的通讯对象
  - 对于驱动可分别设置 8 个 PDO，用于发送和接收。每个 PDO 包含：
    - 通讯参数和
    - 映射参数（最大 8 字节/4 字/64 位）

## 4.2 调试

### 3. 制造商专用对象

- 用于访问 SINAMICS 参数的对象。
- 用于发送/接收过程数据的自由对象，在对象目录中可为每个驱动对象（最多 16 个）提供可自由互联的对象（参见 CANopen 手册中的表格）。
- 对象目录中的制造商专用区域从地址 2000 hex 起，到 5FFF hex 结束。

### 4. 驱动子协议 DSP 402 的驱动对象

- Profile Velocity Mode(协议速度模式)
- 设定值和实际值以及比较

## 4.2.3 调试方案

### 前提条件

CANopen 专业术语和其他重要基础技术知识的介绍请见 CANopen 手册的“引言”一章。

### 调试

本章节对调试的前提条件进行说明：

- SINAMICS S110: CU305 CAN
- 调试工具 STARTER

---

#### 说明

CANopen 的所有参数、故障和报警信息均在参数手册中进行说明。

---

## SINAMICS S110 连接在 CANopen 接口上

有两种方式通过调试工具 STARTER 使连接在 CANopen 接口上的 SINAMICS S110 投入运行：

- 通过预定义报文（“Predefined Connection Set”，预定义连接集）。
- 通过自由 PDO 映射，用户自定义报文。

## 4.2.4 使用调试工具 STARTER 配置驱动设备（概述）

### 首次调试步骤

下表中当前调试步骤显示为**粗体**：

表格 4- 4 CANopen 的首次调试

步骤	操作
1	CU305 硬件设置
2	使用调试工具 STARTER 在线配置驱动设备。
3	配置接收/发送报文的 COB-ID 和过程数据对象
4	互联接收缓冲器和发送缓冲器。
5	在线模式下将项目从驱动设备加载到 PG/PC 并保存。

### 执行调试步骤

在 STARTER 中按以下步骤配置驱动设备：

- 在线查找驱动设备
- 采集驱动设备的配置
- 配置电机
- 配置控制单元 CU305 上的 CANopen 接口
  - CAN 接口
  - 监控
- 将项目加载到驱动设备上

## 4.2.5 在线搜索驱动设备

### 引言

SINAMICS 固件能自动识别所连接的驱动器并设置和保存相应的参数。

### 操作步骤

在 STARTER 打开一个新项目，确保能通过 STARTER 自动识别驱动设备配置。执行以下步骤：

1. 点击调试工具 STARTER 的图标或者选择 Windows 开始菜单中的命令 **开始 > 程序 > STARTER > STARTER** 启动调试工具 STARTER。STARTER 项目向导打开。
2. 选择按钮 **Find drive units online...**

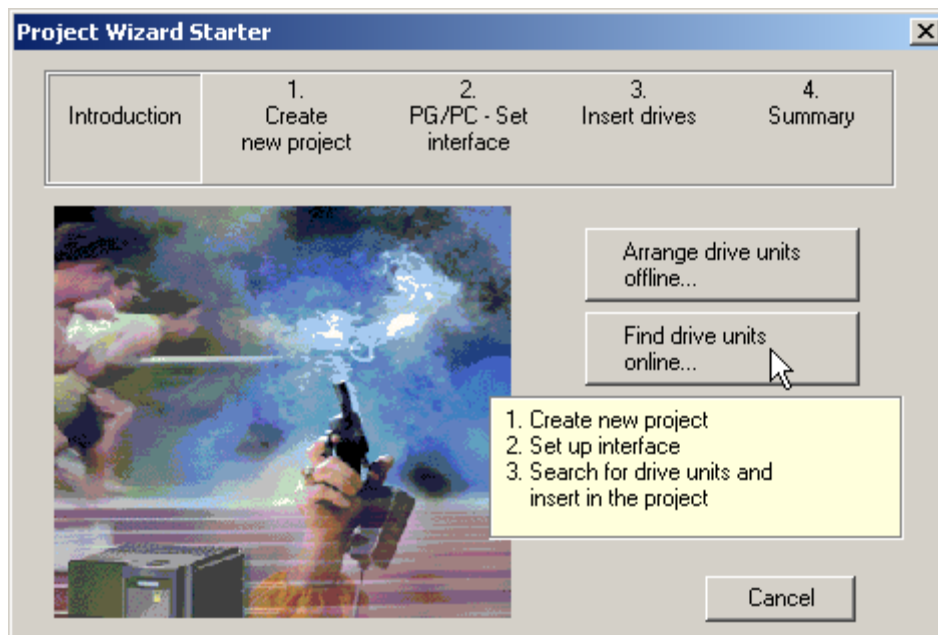


图 4-2 在线查找驱动设备

3. 向导会指导您创建新项目。在下一个对话框中输入项目名称，例如 **Project\_CANopen\_0**，然后点击 **Continue >**。

4. 项目向导会在线查找驱动设备并将其添加至项目。点击 **Continue >**。向导会列出项目摘要。
5. 点击 **Complete**。在 STARTER 中会显示添加了相应驱动设备的新项目。

---

**说明**

STARTER 查找驱动设备，准确说来就是控制单元。即如果系统中存在多个控制单元，便会找到多个驱动设备。此时不显示驱动设备（控制单元等）的外设组件：这要通过 **Automatic configuration**（自动配置）步骤来进行。

---

## 4.2.6 配置驱动设备

### 前提条件

您已经自动在上一步中将驱动设备添加到了 STARTER 项目中。

---

**说明**

通过 SMI 进行连接时无需进行此步骤：电机会自动配置。

---

### 操作步骤

以下步骤将对驱动的 CANopen 接口、电机和编码器进行配置。

---

**说明**

只能修改电机和编码器的配置！

---

1. 选择 **Disconnect from target system...**。修改的数据将从 RAM 加载到 ROM，并加载到 PG。  
离线执行电机配置，之后在线将配置加载到目标设备。

4.2 调试

2. 首次调试时，在项目导航栏中双击 **Configure drive unit**（参见下面的示例图）。如已完成首次调试，请通过 **Control Unit** → **configuration** → **Wizard** 按钮找到 CANopen 接口的配置。

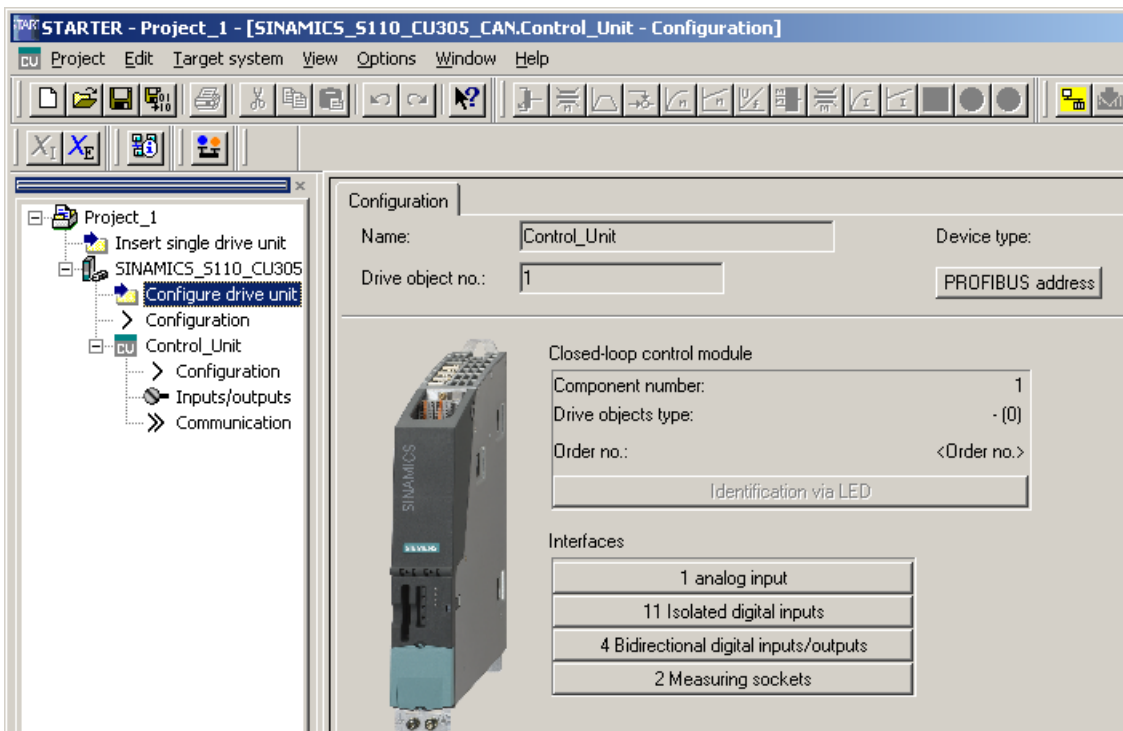


图 4-3 配置驱动



3. 在 **Configuration - <项目名称> - CAN interface** 对话框中输入传输速率（transmission rate）和 CAN 总线地址（node ID）。

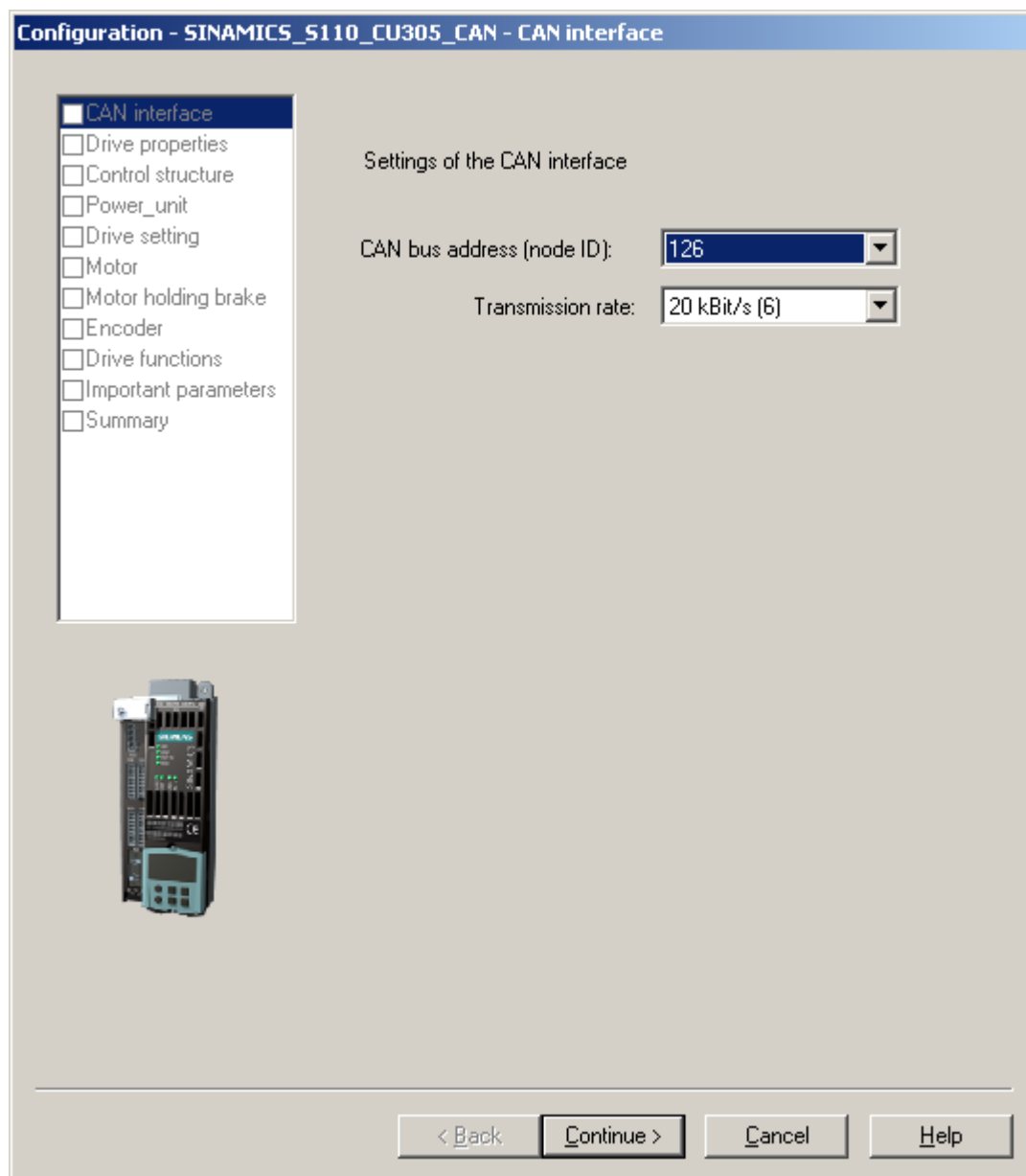


图 4-4 CAN 接口

4. 例如可选择传输速率 **1 MBit/s**，用于调试。  
出厂设置为 20 kBit/s。

#### 说明

如果在调试期间关闭/接通了控制系统或执行了复位，则会恢复为出厂设置。

5. 可通过以下两种方式设置总线地址/node ID:

- 在此对话框中，如果控制单元上的地址开关（“DP Address”）被设为 0 或 127，则可设置 1 到 126 之间的值。

**说明**

如果地址开关为 1 到 126，则此处在线模式下输入的值在下载时会被忽略！

- 直接通过控制单元上的地址开关设置。

下图为地址 5 的设置示例。

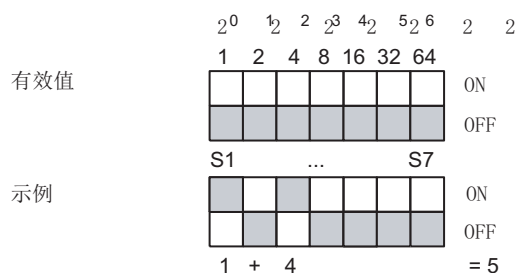


图 4-5 示例：通过控制单元上的地址开关设置总线地址

必须遵循以下提示信息！

**说明**

允许的 CAN 总线地址：1...126。

在开关上设置的地址在 **p8620.0** 中显示。

只有在重新上电后，地址开关的更改才生效。

在出厂时，所有开关都为“ON”或都为“OFF”。

SINAMICS 启动时，系统会首先询问用于设置总线地址的地址开关。如果开关被设为 0 或 127，则可通过参数 **p8620.0** 设置地址。

如果地址开关被设为生效的节点地址（1...126），则该值会传送到 **p8620.0** 并显示在其中。点击 **Continue >**。

- 首次调试时，在 **Drive properties** 对话框中为驱动器输入名称。点击 **Continue >**。如已完成首次调试，请通过 **Drive\_1 → Configuration → DDS Configure** 按钮找到驱动器的配置。

7. 在显示的对话框“SINAMICS\_S110\_CU305\_CAN configuration - Control structure”中可设定，是否使用扩展设定值通道运行驱动对象（功能模块）。下面描述的调试步骤不使用扩展设定值通道（斜坡函数发生器）。扩展设定值通道一项必须取消选中。

### 说明

在斜坡函数发生器激活时（带设定值通道），可修改 CI: p2151 = r1119 互联，从而获取斜坡函数发生器前的设定值，用于状态字（r8784）中位 10 的检测。

斜坡函数发生器生效时，包含驱动子协议的对象 6086 hex 和 6083 hex。

8. 只能配置电机和编码器！在向导中一直点击 **Continue >**，直至显示电机配置画面（见下图）。

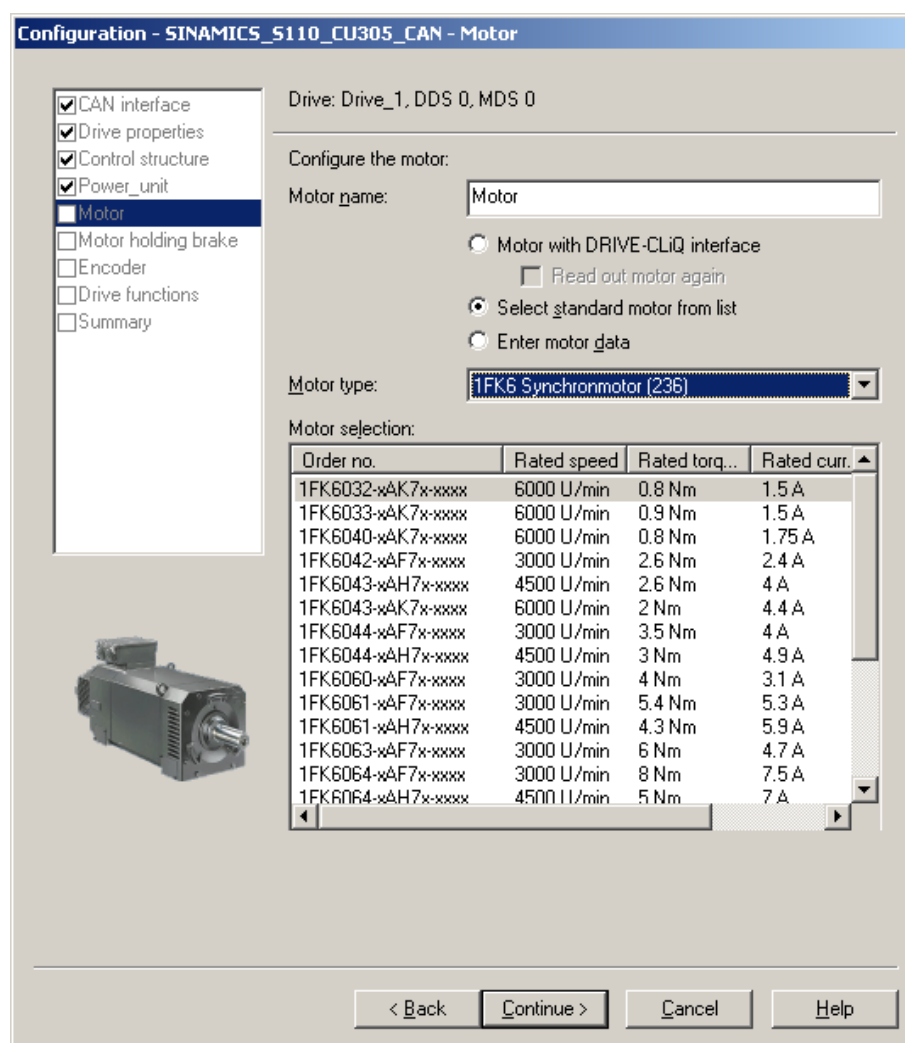


图 4-6 配置电机

## 4.2 调试

9. 选择电机型号，并根据型号（订货号）选择电机（参见铭牌）。
10. 点击 **Continue >**，对编码器进行配置。
11. 选择电机编码器，在向导中一直点击 **Continue >**，直至显示摘要对话框。
12. 点击 **Complete**。

这样就完成了驱动设备的离线配置。

### 4.2.7 监控

#### 引言

SINAMICS 支持以下两种可选的监控服务，用于确保 CANopen 网络节点的功能：

- 心跳  
SINAMICS（生产者）将其通讯状态循环（心跳时间）发送至 CAN 总线上的主站应用程序。
- 节点保护  
SINAMICS 在特定的时间（节点寿命）内等待主站应用程序的报文，并允许特定时间（节点保护时间）内特定数量（寿命系数）的故障。  
节点寿命通过节点保护时间和寿命系数相乘得出。

---

#### 说明

对于心跳和节点保护这两种节点监控服务，只能激活其中的一种。  
如果两者都被激活，则节点保护生效。

---

#### 操作步骤

在 **Monitoring**（监控）标签中输入监控机制：**Heartbeat** 或 **Node-Guarding**。

1. 选择 **Monitoring** 标签。
2. 可将 **Heartbeat** 监控机制的调试缺省值设为 **100 ms**。该值未输入时，选择此值。
3. **Node-Guarding** 监控机制的调试缺省值可如下设置：
  - 时间间隔（Guard Time），**100 ms**
  - 故障数量（Life Time Factor），**3**如果这些值没有输入，则请输入这些值。

CANopen 接口已经过设置，执行以下步骤将项目在线加载到目标设备。

---

#### 说明

参数 **p8609** 用于定义发生 CAN 通讯故障或设备故障时，驱动或 CAN 节点的特性。

出厂设置：

**p8609 = 1, => 不变更**

---

### 参数 p8609

设置发生通讯故障或设备故障时 CAN 节点的特性。

- 数值：
  - 0: 预操作
  - 1: 不变更
  - 2: 停止
- 下标（对应 CANopen 对象 1029 hex）：
  - [0] = 通讯故障时的特性
  - [1] = 设备故障时的特性

## 4.2.8 将项目加载到驱动设备

### 引言

执行以下步骤将项目加载到驱动设备：

### 操作步骤

1. 点击 **Connect to target system**。建立在线连接，并进行在线/离线对比。如果识别到差异，则会在加以显示（见下图）。

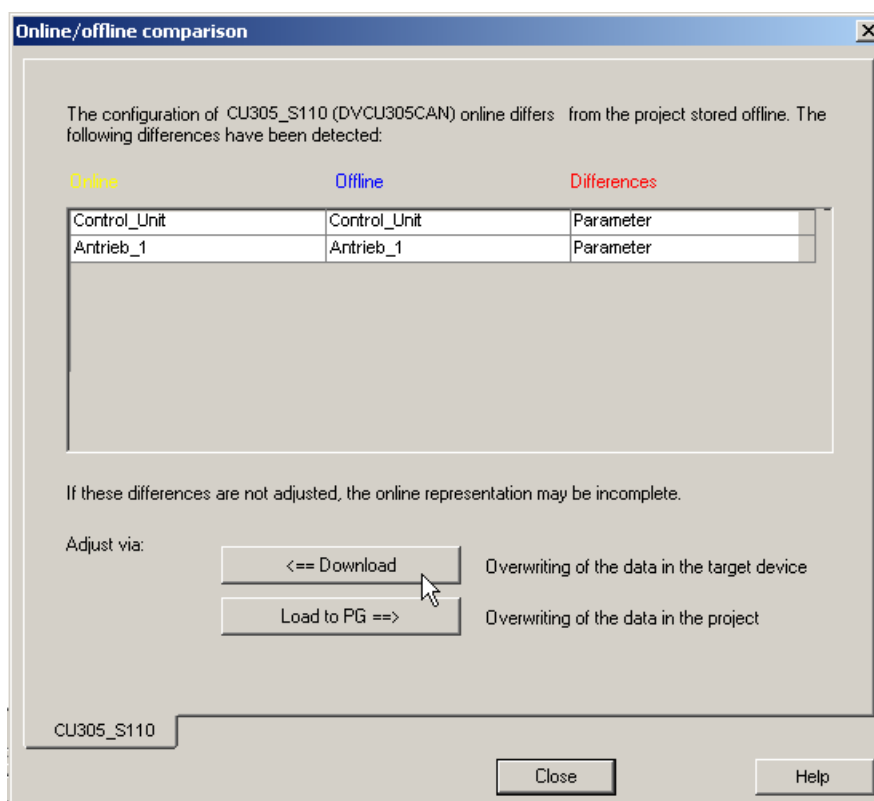


图 4-7 在线/离线对比（示例）

- 如果离线修改了数据，并需要将其加载到目标设备，执行以下步骤：
    - 点击对话框“Online/offline comparison”中的按钮 **<==Download**
    - 系统询问“Are you sure?”（确定吗？），点击 **Yes**，开始进行加载。
    - 系统提示“the data was successfully loaded to the target system”（数据已成功加载至目标设备）时，点击 **OK**。
    - 在从 RAM 加载到 ROM 时，点击 **OK**。
  - 如果在在线/离线对比中再次识别出差异，请点击 **Load to PG==>**。
  - 将新创建的数据从驱动设备加载到 PG。执行以下步骤：
    - 系统询问“Are you sure?”（确定吗？），点击 **Yes**，开始进行加载。
    - 系统提示“the data was successfully loaded to the PG”（数据已成功加载至 PG）时，点击 **OK**。
  - 如果对话框“Online/offline comparison”中不再显示差异，点击 **Close**。
- 具有 CANopen 接口的驱动设备硬件配置完成。

## 4.3 配置 COB-ID 和过程数据对象

### 4.3.1 配置 COB-ID 和过程数据

#### COB-ID 和过程数据配置

相关详细信息请参见 CANopen 调试手册中的章节“配置接收报文和发送报文的 COB-ID 和过程数据对象”。

## 4.4 互联过程数据

### 4.4.1 互联过程数据

#### 互联过程数据

相关详细信息请参见 CANopen 调试手册中的章节“接收缓冲器和发送缓冲器中过程数据的互联”。

## 4.5 在线加载和管理项目

### 4.5.1 在线模式下将项目从驱动设备加载到 PC/PG 并保存

#### 前提条件

处于 STARTER 在线模式，并且已执行了首次调试步骤。

#### 操作步骤

执行以下步骤，在线将 STARTER 中配置的数据加载到 PG/PC 并保存：

1. 在项目导航器中选中驱动设备。在右键菜单中（点击鼠标右键）选择 **Target device** → **Load to programming device**。
2. 执行以下步骤：
  - 系统询问“Are you sure?”（确定吗？），点击 **Yes**，开始进行加载。
  - 系统提示“the data was successfully loaded”（数据已成功加载）时，点击 **OK**。
3. 点击功能键 **Disconnect from target system**（从目标系统断开）。
4. 如果中途显示询问，依次执行以下操作：
  - **Changes in the drive unit...**（驱动设备中的修改）
  - **Save data**（保存数据），用于 SERVO\_1
  - 显示信息“the data was successfully copied from RAM to ROM”（数据已成功从 RAM 复制到 ROM）时，点击 **OK**
  - 系统询问“Are you sure that you want the data to be loaded to the PG?”（确定要将数据加载到 PG 吗？），点击 **Yes**
  - 系统提示“the data was successfully loaded to the PG”（数据已成功加载至 PG）时，点击 **OK**
5. 此时 STARTER 处于离线模式。
6. 点击 **Project** → **Save as...**

CANopen 接口的首次调试结束。



## 诊断

本章介绍了以下 SINAMICS S 系列驱动系统中的诊断方式：

- 通过 LED 进行的诊断
- 通过 STARTER 进行的诊断
- 诊断缓冲器
- 故障和报警信息

### 5.1 LED 诊断法

#### 5.1.1 控制单元启动时的LED

设备启动期间的各种状态通过控制单元上的 LED 显示。

- 各个状态的持续时间不一样长。
- 出现故障时会中断启动，并通过 LED 显示故障原因。

**故障解决办法：**

- 启动由于错误的的数据而中断时，输出故障 F01018。在输出该故障后，恢复模块的出厂设置，然后重新启动。
- 所有其他情况：更换控制单元。
- 在启动正常结束后，所有的 LED 都会暂时熄灭。
- 启动后 LED 由装载的软件控制。

适用启动后 LED 的说明。

控制单元 305 - 启动期间 LED 的显示

表格 5-1 启动时的 LED

LED				状态	注释
RDY	COM	OUT>5	MOD		
橙色	橙色	熄灭	红色	复位	-
红色	红色	熄灭	熄灭	BIOS 已载入	-
红色 2 Hz	红色	熄灭	熄灭	BIOS 出错	-
红色	熄灭	熄灭	熄灭	已载入固件	-
红色 2 Hz	红色 2 Hz	熄灭	熄灭	文件出错	文件系统故障
熄灭	红色	熄灭	熄灭	固件已检查	无 CRC 错误
红色 0.5 Hz	红色 0.5 Hz	熄灭	熄灭	固件已检查	CRC 错误
橙色	熄灭	熄灭	熄灭	驱动初始化	-

### 5.1.2 控制单元启动后的 LED 显示

表格 5-2 控制单元 CU305 – 启动后 LED 的说明

LED	颜色	状态	说明, 原因	解决办法
RDY (READY)	-	熄灭	缺少电子电源或者超出允许的公差范围。	-
	绿色	持续亮	组件准备就绪并且 DRIVE-CLiQ 循环通讯启动或者控制单元在等待首次调试。	-
		闪烁 2 Hz	正在向存储卡写入数据 <sup>1)</sup>	-
		闪烁 0.5 Hz	调试/复位或 安全调试/复位	-
	红色	闪烁 2 Hz	该组件上至少存在一个故障。	消除故障原因并应答故障
	绿色/ 红色	闪烁 0.5 Hz	控制单元 CU305 就绪。 但是缺少软件授权。	获取授权。
	绿色/ 橙色或 红色/ 橙色	闪烁 1 Hz	“通过 LED 识别组件”激活 (p0124[0])。 <b>提示:</b> 以绿色/橙色闪烁还是以红色/橙色闪烁取决于设置 p0124[0] = 1 时 LED 的状态。	-
COM PROFIdrive 循 环运行/ CU305 DP	-	熄灭	循环通讯 (还) 未开始。 <b>提示:</b> 当控制单元准备就绪时 (参见 LED RDY), PROFIdrive 也已做好通讯准备。	-
	绿色	持续亮	循环通讯开始。	-
		闪烁 0.5 Hz	循环通讯仍未完全开始。 可能的原因: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 控制器没有发送设定值。</li> <li>• 在等时同步运行中, 控制器没有传输或者传输了错误的全局控制 (Global Control: GC)。</li> </ul>	-
	红色	持续亮	循环通讯中断。	消除故障
	橙色	闪烁 2 Hz	固件校验和错误 (CRC 错误)。	检查存储卡是否正确插入。 <sup>1)</sup> 更换存储卡。 <sup>1)</sup>

5.1 LED 诊断法

LED	颜色	状态	说明, 原因	解决办法
				更换控制单元。 执行上电。
COM / CU305 CAN	-	熄灭	循环通讯 (还) 未开始。 <b>提示:</b> 当控制单元准备就绪时 (参见 LED RDY), CAN 也已做好通讯准备。	-
	绿色	持续亮	循环通讯开始。	-
		闪烁 0.5 Hz	循环通讯仍未完全开始。 可能的原因: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 控制器没有发送设定值。</li> <li>• 在等时同步运行中, 控制器没有传输或者传输了错误的全局控制 (Global Control: GC)。</li> </ul>	-
	红色	持续亮	循环通讯中断。	消除故障
	橙色	闪烁 2 Hz	固件校验和错误 (CRC 错误)。	检查存储卡是否正确插入。 <sup>1)</sup> 更换存储卡。 <sup>1)</sup> 更换控制单元。 执行上电。
OUT>5 V	-	熄灭	用于测量系统的电子电源的电压为 5V。	-
	橙色	持续亮	用于测量系统的电子电源的电压为 24 V。 <b>注意</b> 必须确认, 所连接的编码器允许在 24 V 电压下工作。预设置的 5 V 编码器如果在 24 V 下运行, 可能会导致编码器电子器件损毁。	-
MOD	-	熄灭	预留	-
<sup>1)</sup> 此情况只在插入了可选的存储卡时适用。				

### 5.1.3 电柜安装式编码器模块SMC10/SMC20 上的LED

表格 5-3 电柜安装式编码器模块 10 / 20 (SMC10 / SMC20) – LED 的说明

LED	颜色	状态	说明, 原因	解决办法
RDY READY	-	熄灭	缺少电子电源或者超出了允许的公差范围。	-
	绿色	持续亮	组件准备就绪, 并且循环 DRIVE-CLiQ 通讯开始。	-
	橙色	持续亮	正在建立 DRIVE-CLiQ 通讯。	-
	红色	持续亮	该组件上至少存在一个故障。 <b>提示:</b> LED 的控制与重新设置相应报告无关。	消除并应答故障
	绿色/红色	闪烁 0.5 Hz	正在进行固件下载。	-
		闪烁 2 Hz	固件下载已结束。等待上电	执行上电
	绿色/橙色 或者 红色/橙色	闪烁	“通过 LED 识别组件”激活(p0144)。 <b>提示:</b> 以绿色/橙色闪烁还是以红色/橙色闪烁取决于设置 p0144 = 1 时 LED 的状态。	-

### 5.1.4 电柜安装式编码器模块SMC30 上的LED

表格 5-4 电柜安装式编码器模块 SMC30 的 LED 的含义

LED	颜色	状态	说明, 原因	解决办法
RDY READY	-	熄灭	缺少电子电源或者超出了允许的公差范围。	-
	绿色	持续亮	组件准备就绪, 并且循环 DRIVE-CLiQ 通讯开始。	-
	橙色	持续亮	正在建立 DRIVE-CLiQ 通讯。	-
	红色	持续亮	该组件上至少存在一个故障。 <b>提示:</b> LED 的控制与重新设置相应报告无关。	消除并应答故障
	绿色/红色	闪烁 0.5 Hz	正在进行固件下载。	-
	绿色/红色	闪烁 2 Hz	固件下载已结束。等待上电。	执行上电
	绿色/橙色 或者 红色/橙色	闪烁	“通过 LED 识别组件”激活(p0144)。 <b>提示:</b> 以绿色/橙色闪烁还是以红色/橙色闪烁取决于设置 p0144 = 1 时 LED 的状态。	-
输出 > 5 V	-	熄灭	缺少电子电源或者超出了允许的公差范围。 电源电压 ≤ 5 V。	-
	橙色	持续亮	存在编码器系统的电子电源。 电源电压 > 5 V。 <b>注意</b> 必须确认, 所连接的编码器允许在 24 V 电压下工作。预设置的 5 V 编码器如果在 24 V 下运行, 可能会导致编码器电子器件损毁。	-

## 5.2 通过 STARTER 进行的诊断

诊断功能可以在调试、故障查找、诊断和维修时，为调试和维修人员提供支持。

### 前提条件

- STARTER 在线运行。

### 诊断功能

STARTER 可提供以下诊断功能：

- 使用函数发生器进行信号设定
- 使用轨迹功能进行信号记录
- 使用测量功能进行控制响应的分析
- 通过测量插口为外部测量设备输出电压信号

### 5.2.1 函数发生器

#### 描述

函数发生器可用于下列任务，例如：

- 用于测量和优化控制环。
- 用于比较所连接驱动的动态响应。
- 用于设定简单运行轮廓（不进行运行编程）。

利用函数发生器可以生成不同的信号形状。

输出信号可以在“模拟输出(r4818)”运行方式下通过 BICO 互联接入到控制环中。

该设定值还可根据所设置的运行方式，如作为电流设定值，扰动力矩或转速设定值，接入到控制器结构中。同时将自动排除上级控制环的影响。

### 函数发生器的参数设置和操作

函数发生器通过调试工具 STARTER 设置和操作。

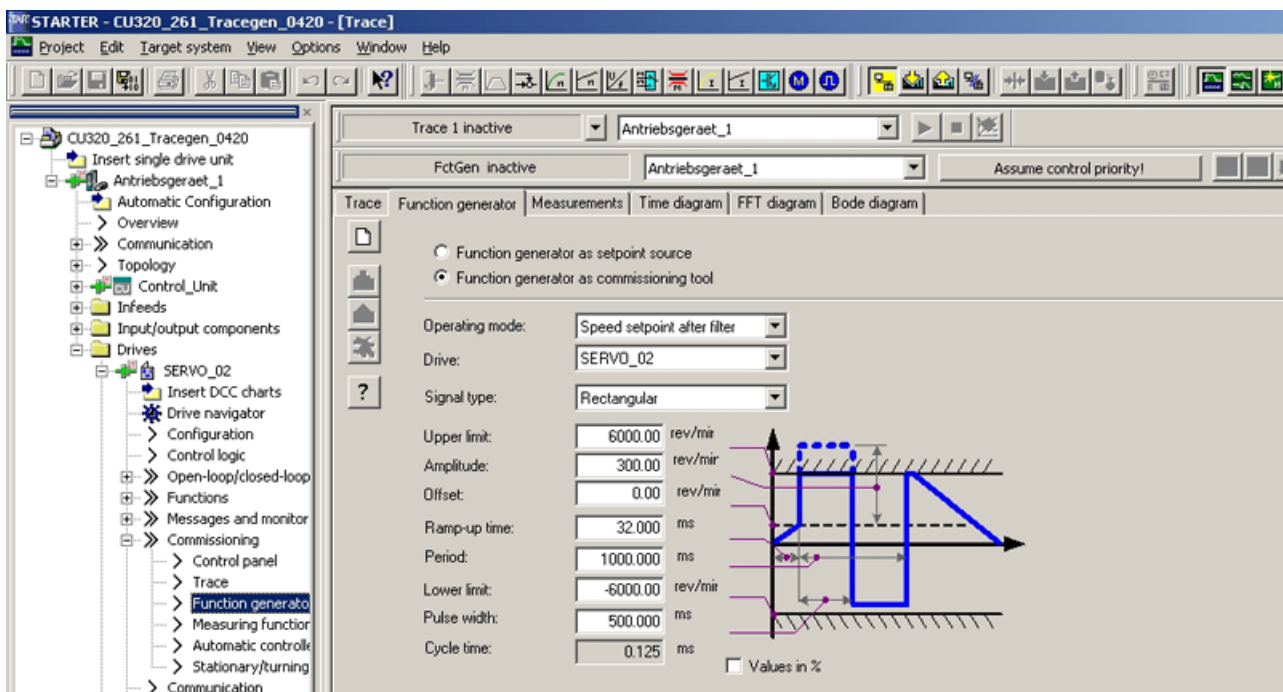


图 5-1 “函数发生器”初始画面

#### 说明

有关参数设置和操作的其它信息可以参见在线帮助。

#### 属性

- 可同时接通多台驱动器。
- 可任意设置以下信号形状：
  - 方波
  - 阶梯波
  - 三角波
  - PRBS (pseudo random binary signal: 伪随机二进制信号, 白噪声)
  - 正弦波



- 每个信号都可能偏移。可设置执行偏移补偿启动。在执行偏移补偿启动后开始生成信号。
- 可设置输出信号的最小值和最大值限制。
- 函数发生器的运行方式
  - 模拟量互联输出
  - 滤波器之后的电流设定值（电流设定值滤波器）
  - 扰动力矩（电流设定值滤波器之后）
  - 滤波器之后的转速设定值（转速设定值滤波器）
  - 滤波器之前的电流设定值（电流设定值滤波器）
  - 滤波器之前的转速设定值（转速设定值滤波器）

### 函数发生器的接入点

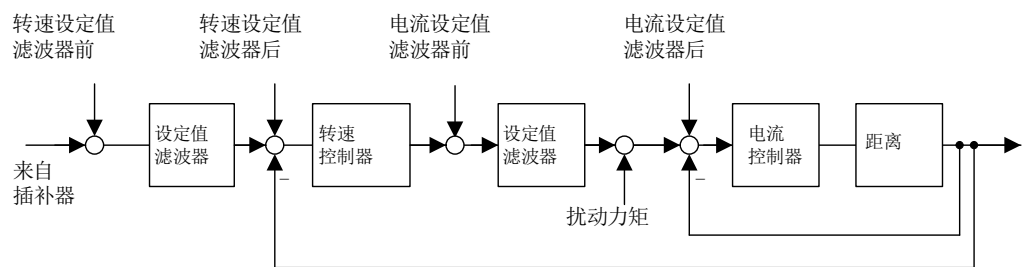


图 5-2 函数发生器的接入点

### 其他信号形状

通过相应的参数设置可形成其他的信号形状。

示例：

如果信号形状为“三角形”，便可通过对“上限”进行相应的参数设置，产生无尖三角形。

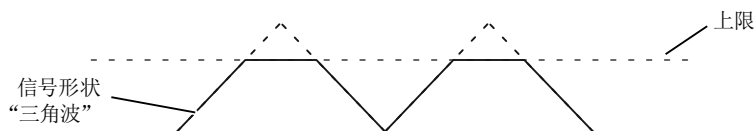


图 5-3 无尖“三角形”信号形状

## 启用/停止函数发生器

### 说明

如果对函数发生器进行相应的参数设置（如偏移），可以使电机“漂移”并运行到限位挡块。

函数发生器激活时，将不对驱动器的运动进行监控。

### 按以下步骤启动函数发生器：

1. 设置启动函数发生器的前提条件：

- 激活控制面板：

Drive\_1 → Commissioning → Control panel

- 接通驱动器：

Control board → Issue enable signals → Switch on

2. 选择运行方式：

例如 speed setpoint downstream of filter(滤波器之后的转速设定值)

3. 设置信号形状：

例如 square-wave(方波)

4. 将设置载入目标设备（按钮“Download parameterization”）。

5. 启动函数发生器（按钮“Start FctGen”）

### 按以下方式停止函数发生器：

- 按钮“Stop FctGen”

## 参数设置

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Function generator”（函数发生器）：



图 5-4 STARTER 图标“Trace function/Function generator”（跟踪功能/函数发生器）

## 5.2.2 跟踪(Trace)功能

### 描述

使用跟踪功能，您可以根据触发条件按给定的时间段采集测量值。

### 调用跟踪功能

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Trace”（跟踪）：



图 5-5 STARTER 图标“Trace/Function generator”（跟踪/函数发生器）

### 跟踪功能的参数设置和操作

跟踪功能通过调试工具 STARTER 设置和操作。

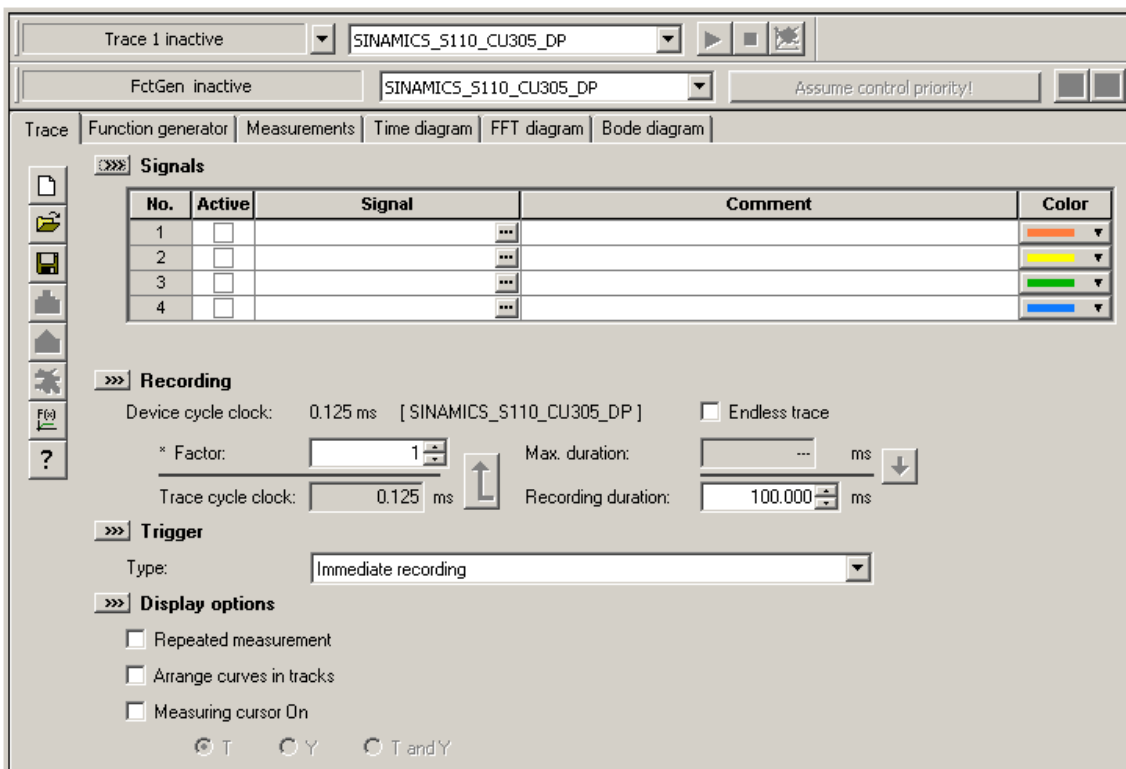


图 5-6 跟踪(Trace)功能

---

## 5.2 通过 STARTER 进行的诊断

当时间片从  $<4\text{ ms}$  变为  $\geq 4\text{ ms}$  时，设备时钟周期的显示以约  $1\text{ Hz}$  的频率闪烁 3 次（见“属性”中的说明）。

---

### 说明

有关参数设置和操作的其它信息可以参见“在线帮助”。

---

### 属性

- 每个跟踪最多有 4 个记录通道。
- 单个跟踪的设备时钟周期：0.25 ms
- 每个控制单元有两个相互独立的跟踪记录器
  - 连续跟踪：  
激活**环形缓冲区**时可以更精确地定义记录长度。环形缓冲区未激活时，跟踪功能只能记录到当前存储空间用完为止。
  - 连续跟踪的设备时钟周期：2 ms
- 触发：
  - 无触发（启动后立即开始记录）
  - 使用脉冲沿信号或电平触发
  - 触发延迟和预触发
- 参数设置与调试工具 STARTER：
  - 显示轴的比例可自动调整或手动设置
  - 通过光标进行信号测量
- 可设置的跟踪时钟周期：基准采样时间的整数倍
  - 平均跟踪值：  
如果记录了一个比设备时钟周期长的浮点值，则该值无法进行平均。

### 5.2.3 测量功能

#### 描述

测量功能用于驱动控制器的优化。使用测量功能可以通过简单的参数设置，有目的地抑制上级控制环的影响，并分析各个驱动的动态响应。为此，需将函数发生器与跟踪功能互相连接。控制环将在某一位置上（例如转速设定值）被加上函数发生器的信号，在另一个位置上（例如转速实际值）被跟踪功能记录下来。通过测量功能的参数设置，还可以自动对跟踪功能进行参数设置。已为跟踪功能预设了所要采用的运行方式。

#### 测量功能的参数设置和操作

测量功能的参数设置和操作在调试工具 STARTER 中进行。

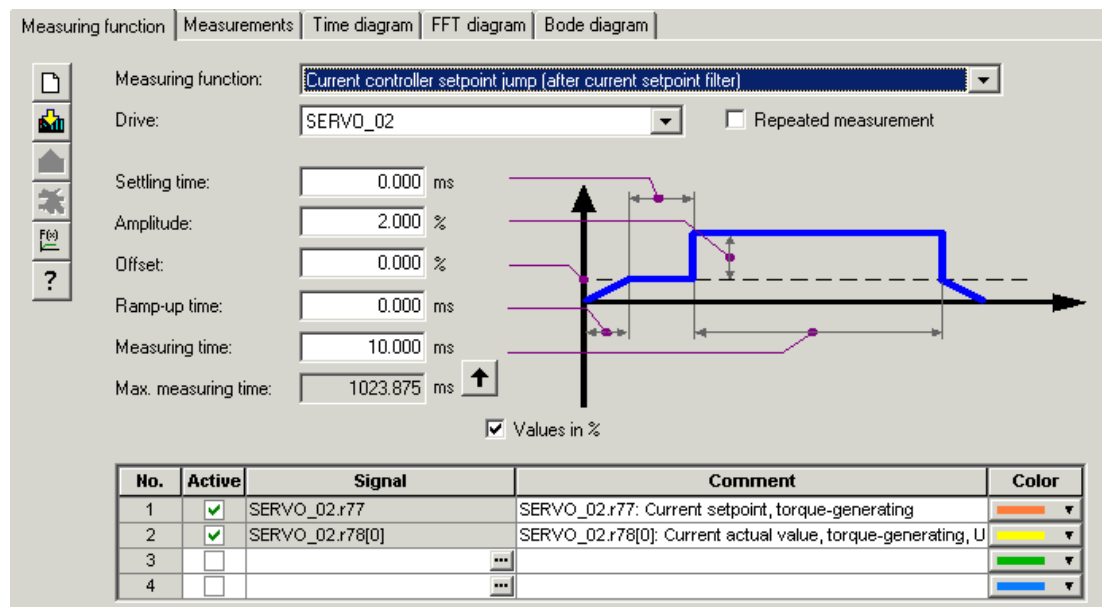


图 5-7 “测量功能”初始画面

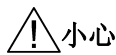
#### 说明

有关参数设置和操作的其他信息可以参见“在线帮助”。

## 属性

- 测量功能
  - 电流控制器设定值阶跃（电流设定值滤波器之后）
  - 电流控制器参考频率响应（电流设定值滤波器之后）
  - 转速控制器设定值阶跃（转速设定值滤波器之后）
  - 转速控制器扰动量阶跃（电流设定值滤波器之后的干扰）
  - 转速控制器参考频率响应（转速设定值滤波器之后）
  - 转速控制器参考频率响应（转速设定值滤波器之前）
  - 转速控制器干扰频率响应（电流设定值滤波器之后的干扰）
  - 转速控制器分段（电流设定值滤波器之后的激发）

## 启用/停止测量功能



通过相应的测量功能的参数设置（例如偏移），可以使电机“漂移”并运行到限位挡块。测量功能激活时，将不对驱动器的运动进行监控。

### 按以下方式启用测量功能：

1. 建立测量功能启用的前提条件。
  - 激活控制面板。  
Drive\_1 → Commissioning → Control panel
  - 接通驱动。  
Control board → Issue enable signals → Switch on
2. 选择驱动（同控制面板）。
3. 设置测量功能。  
例如 current controller setpoint change (电流控制器设定值阶跃)
4. 将设置载入目标设备（按钮“Download parameterization”）。
5. 启用测量功能（按钮“Start measuring function”）。

### 按以下方式停止测量功能：

- 按钮“Stop measuring function”

### 参数设置

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Measuring function”（测量功能）：



图 5-8 STARTER 图标“Measuring function”（测量功能）

### 5.2.4 测量插口

#### 描述

测量插口用于模拟量信号的输出。互联信号可以任意输出到控制单元的任何一个测量插口上。

**注意**

测量插口只能用于调试和维修。  
测量只能由受过相应培训的专业人员执行。

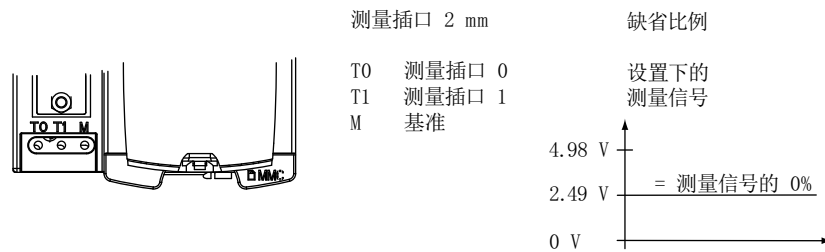


图 5-9 控制单元 CU305 上测量插口的布置

## 5.2 通过 STARTER 进行的诊断

### 测量插口的参数设置和操作

测量功插口的参数设置和操作在调试工具 STARTER 中进行。

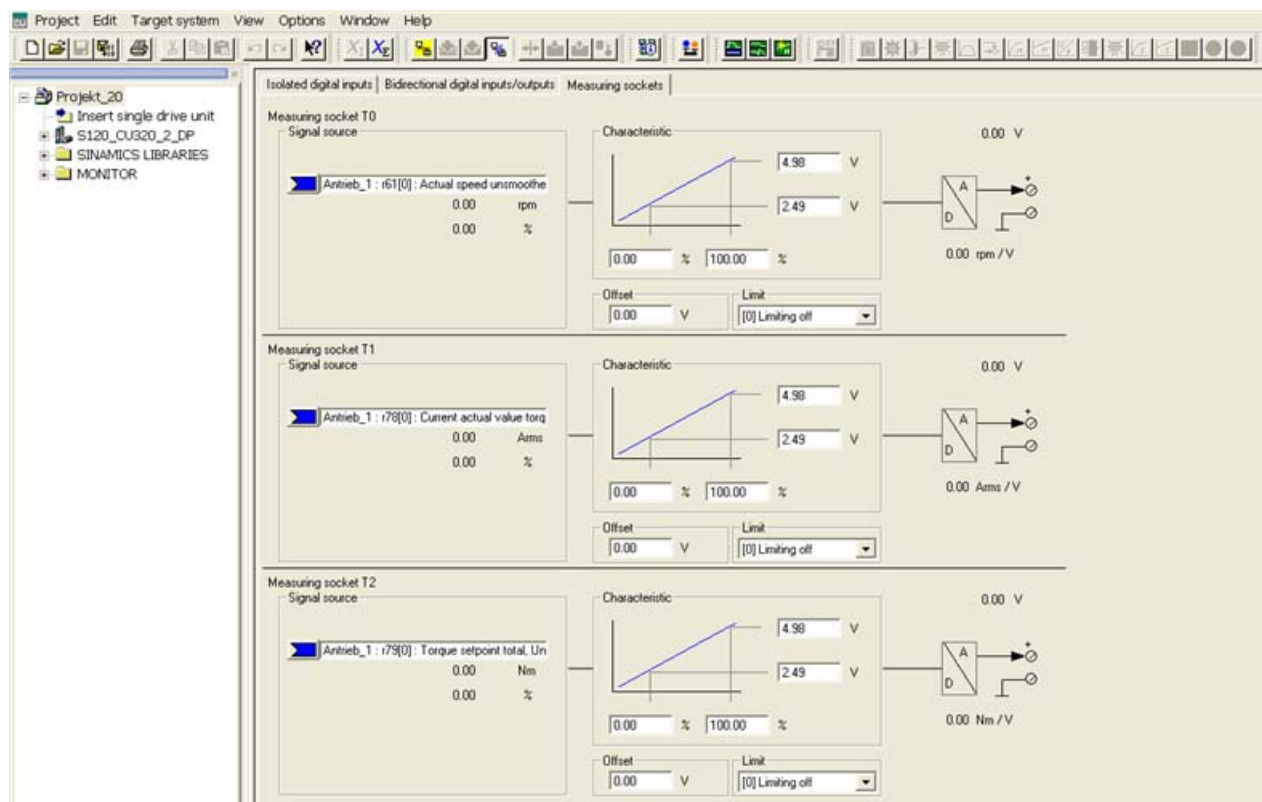


图 5-10 “测量插口”初始画面

在调试工具 STARTER 中，通过在项目树中选择 **CU** 下的条目 **Inputs/outputs** 并选择标签 **Measuring sockets**，打开设置窗口“Measuring sockets”。

#### 说明

有关参数设置和操作的其他信息可以参见“在线帮助”。



属性

- 分辨率 8 位
- 电压范围 0 V 到 +4.98 V
- 测量循环 取决于测量信号  
(例如转速控制器周期为 250 μs 时的转速实际值)

抗短路

可设置比例

可调整偏移

可调整限制

测量插口的信号流

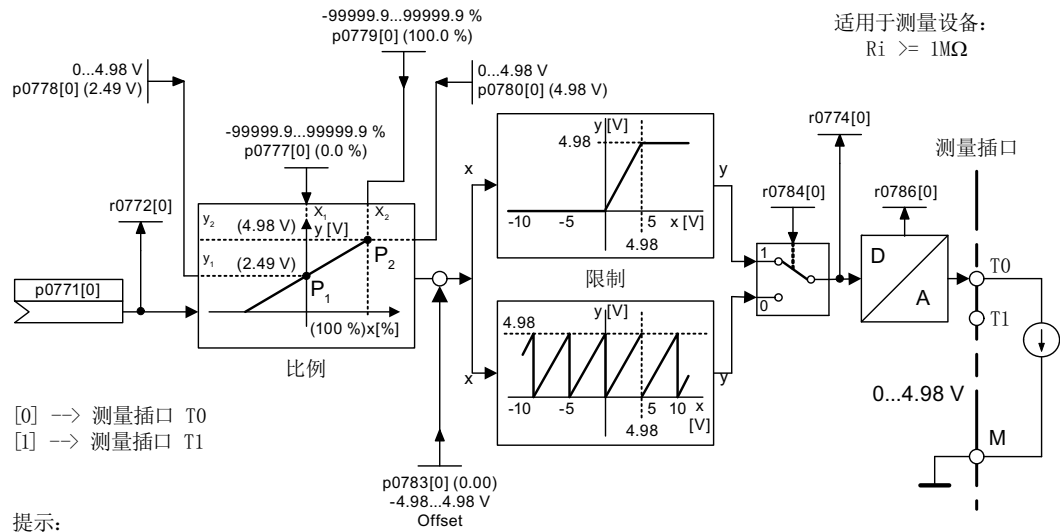


图 5-11 测量插口的信号流

### 通过测量插口可以输出哪些信号？

通过测量插口输出的信号由相应的模拟量互联输入源 p0771[0...1] 来确定。

#### 重要的测量信号（示例）：

r0060	CO: 转速设定值滤波器之前的转速设定值
r0063	CO: 转速实际值
r0069[0...2]	CO: 相电流实际值
r0075	CO: 场电流设定值
r0076	CO: 场电流实际值
r0077	CO: 转矩电流的设定值
r0078	CO: 转矩电流实际值

### 比例

比例用于定义如何对测量信号进行处理。为此必须用 2 点定义一条直线。

示例：

$x1 / y1 = 0.0 \% / 2.49 \text{ V}$   $x2 / y2 = 100.0 \% / 4.98 \text{ V}$  (默认设置)

– 0.0 % 映射 2.49 V

– 100.0 % 映射 0.00 V

### 偏移

偏移是额外加在要输出的信号上的。这样要输出的信号就能显示在测量范围之内。

### 限制

- 限制 ON

如果输出信号超出允许的测量范围，则会将信号限制为 4.98 V 或 0 V。

- 限制 OFF

如果输出信号超出允许的测量范围，会导致信号溢出。溢出时，信号将会从 0 V 跳至 4.98 V 或者从 4.98 V 跳至 0 V。

## 测量示例

假设:

在某一驱动上, 转速实际值(r0063)通过测量插口 T1 输出。

要做什么?

1. 连接并设置测量设备。
2. 互联信号 (如使用 STARTER)。

互联属于测量插口的模拟量互联输入(CI)和需要进行输出的模拟量互联输出(CO)。

CI: p0771[1] = CO:r0063

3. 设置信号流 (比例、偏移、限制)。

## 功能图 (参见 SINAMICS S110 参数手册)

- 8134 测量插口

## 重要参数一览 (参见 SINAMICS S110 参数手册)

### 可调参数

- p0771[0...1] CI:测量插口信号源
- p0777[0...1] 测量插口特性曲线值 x1
- p0778[0...1] 测量插口特性曲线值 y1
- p0779[0...1] 测量插口特性曲线值 x2
- p0780[0...1] 测量插口特性曲线值 y2
- p0783[0...1] 测量插口偏移
- p0784[0...1] 测量插口限制 ON/OFF

### 显示参数

- r0772[0...1] 测量插口输出信号
- r0774[0...1] 测量插口输出电压
- r0786[0...1] 测量插口各电压定标

## 5.3 信息 - 故障和报警

### 5.3.1 故障和报警概述

#### 描述

通过报告信息显示驱动设备各组件识别到的错误和状态。

报告信息分为故障和报警。

---

#### 说明

各故障和报警详见 SINAMICS S110 参数手册中的“故障和报警”一章。在该手册的“功能图” → “故障和报警”章节中还介绍了故障缓冲器，报警缓冲器，故障触发器和故障配置。

---

#### 故障和报警的属性

- 故障
  - 表示为 Fxxxxx。
  - 会导致故障响应。
  - 在消除原因后必须应答。
  - 通过控制单元和 LED RDY 显示状态。
  - 通过 PROFIBUS 状态信号 ZSW1.3（故障生效）显示状态。
  - 记录在故障缓冲器中。
- 报警
  - 表示为 Axxxxx。
  - 对驱动设备不产生进一步影响。
  - 在消除原因后报警会自动复位。不需要应答。
  - 通过 PROFIBUS 状态信号 ZSW1.7（报警生效）显示状态。
  - 记录在报警缓冲器中。

- 故障和报警的通用属性
  - 可设置（例如，将故障改为报警，故障响应）。
  - 能根据报告信息触发。
  - 报告可由外部信号触发。
  - 包含组件号，以指出发生故障的 SINAMICS 组件
  - 包含报告信息的诊断说明

## 故障应答

在故障和报警列表中规定了，应如何对每个故障在消除原因后进行应答。

1. 使用“POWER ON”应答故障
  - 对驱动设备执行断电/接通（POWER ON）
2. 使用“IMMEDIATELY”应答故障
  - 通过 PROFIBUS 控制信号
    - STW1.7 (复位故障存储器): 0/1 脉冲沿
    - 设置 STW1.0 (ON/OFF1) = “0”和“1”
  - 通过外部输入信号
    - BI 以及与数字输入的互联
    - p2103 = “需要的信号源”
    - 涉及控制单元的所有驱动对象(DO)
    - p2102 = “需要的信号源”
3. 使用“PULSE INHIBIT”应答故障
  - 故障只可在脉冲禁止 (r0899.11=0) 时应答。
  - 应答方式同 IMMEDIATELY 应答。

---

### 说明

应答了已激活的全部故障，驱动才能再次恢复运行。

---

### 5.3.2 故障和报警缓冲器

**说明**

在关闭控制单元时，以非易失性方式保存故障缓冲器，即在接通之后，故障缓冲器的历史记录仍然存在。

**说明**

故障/报警缓冲器中的记录会延时。因此，当故障/报警缓冲器识别到变化(r0944, r2121)并出现了“故障生效”/“报警生效”后，再从中读取信息。

### 故障缓冲器

所出现的故障会按以下方式记录到故障缓冲器中：

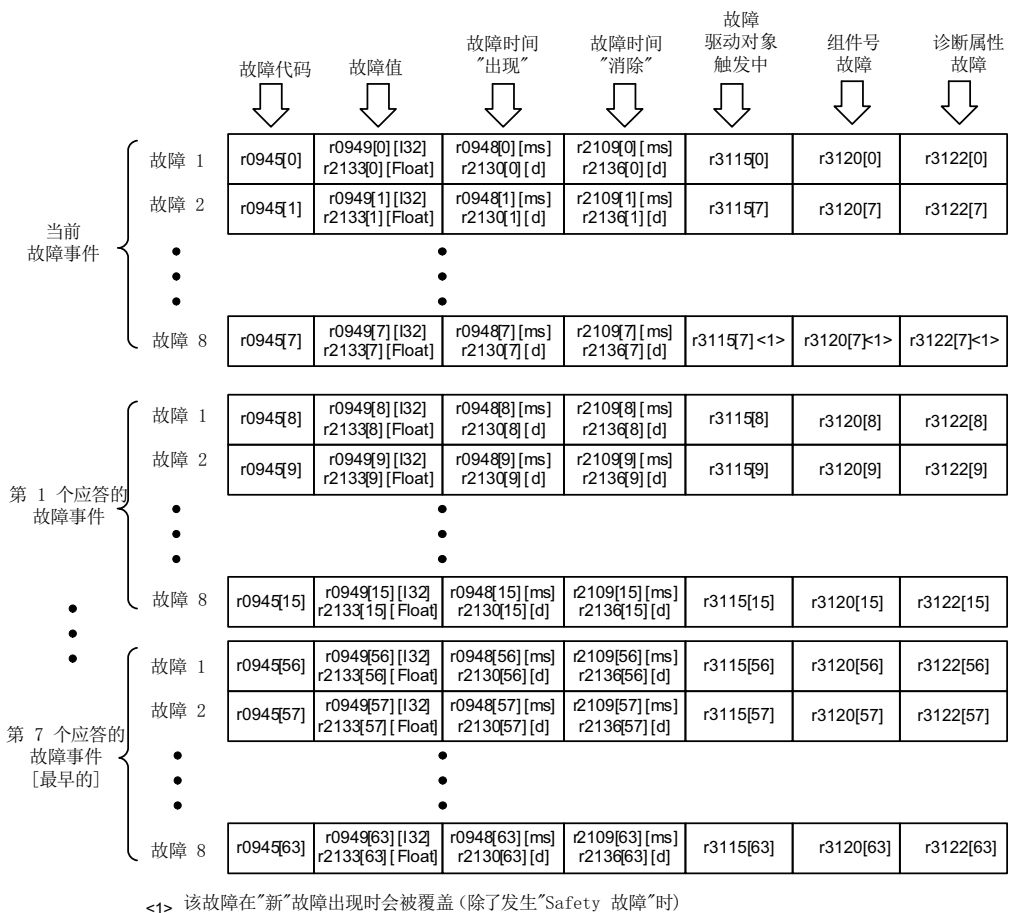


图 5-12 故障缓冲器的结构

**故障缓冲器的属性:**

- 一个新的故障事件由一个或多个故障组成并会记录在“当前故障事件”中。
- 事件在缓冲器中按照发生的时间顺序排列。
- 当出现了一个新的故障事件时，故障缓冲器会重新进行排列。历史记录会在“已应答的故障事件”中从 1 到 7 排列。
- 只要在“当前故障事件”中对至少一个故障进行了原因消除和应答，故障缓冲器都会进行重新排列。未清除的故障仍会保留在“当前故障事件”中。
- 如果“当前故障事件”中已记录了 8 个故障，那么当再出现一个新的故障时，参数下标 7 中的故障会被新故障覆盖。
- 故障缓冲器每修改一次，r0944 都会加 1。
- 发生故障时，可能会输出一个故障值(r0949)。故障值可用于故障的精确诊断，含义见故障描述。

**故障缓冲器清零**

- 故障缓冲器按以下方式复位： p0952 = 0

### 报警缓冲器，报警历史

报警缓冲器由报警代码，报警值和报警时间（收到，解决）组成。报警历史占用参数中靠后的下标([8...63])。

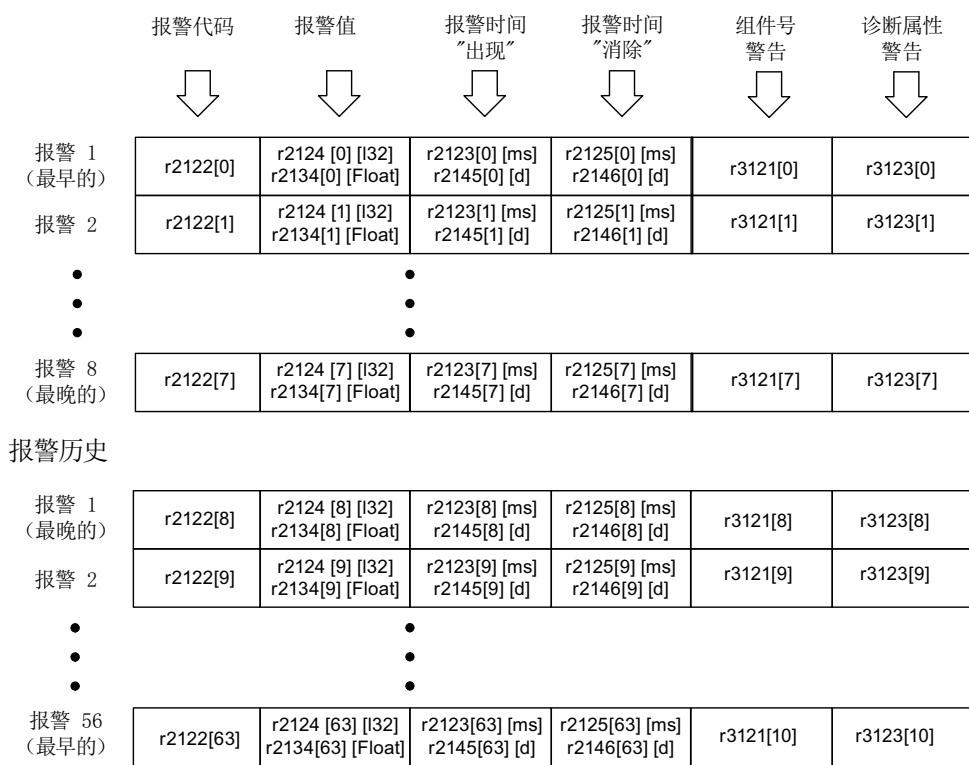


图 5-13 报警缓冲器的结构

所出现的报警会按以下方式记录到报警缓冲器中：

在报警缓冲器中最多能显示 64 个报警：

- 下标 0 到 6: 显示最早的 7 个报警
- 下标 7: 显示最新的一个报警

在报警历史中最多能显示 56 个报警：

- 下标 8: 显示最新的一个报警
- 下标 9 到 63: 显示最早的 55 个报警



**报警缓冲器/报警历史的属性:**

- 报警在缓冲器中按照出现的时间顺序从 7 到 0 排列，在报警历史中为 8 到 63。
- 如果报警缓冲器中已记录了 8 个报警，那么当出现一个新的报警时，已经解决的报警会被转移到报警历史中。
- 报警缓冲器每修改一次，r2121 都会加 1。
- 发生报警时，可能会输出一个报警值(r2124)。报警值可用于报警的精确诊断，含义见报警描述。

**报警缓冲器清零，下标 [0...7]:**

- 报警缓冲器下标[0...7]按以下方式复位： p2111 = 0

**5.3.3**

**报告信息的配置**

在驱动系统中，故障和报警的属性是固定的。

对于一些报告信息而言，可以在驱动系统所定义的框架内进行以下的设置：

**修改报告信息类型（示例）**

选择报告信息

p2118[5] = 1001

设置报告类型

- p2119[5] = 1: 故障(F, Fault)
- = 2: 报警 (A, Alarm)
- = 3: 不报告(N, No Report)

**修改故障响应（示例）**

选择报告信息

p2100[3] = 1002

设置故障响应

- p2101[3] = 0: 无
- = 1: OFF1
- = 2: OFF2
- = 3: OFF3
- = 4: STOP1 (暂不可用)
- = 5: STOP2
- = 6: IASC/DC 制动  
内部电枢短路或直流制动
- = 7: ENCODER (p0491)

**修改应答 (示例)**

选择报告信息 p2126[4] = 1003	设置应答 p2127[4] = 1: 上电 = 2: 立即 = 3: 禁用脉冲
---------------------------	--

**说明**

只能对列在参数下标中的报告信息进行需要的修改。报告信息的所有其它设置都保持出厂设置或者恢复为出厂设置。

示例:

- 可以修改列在 p2128[0...19] 下的报告信息的类型。所有其他的报告信息都保持出厂设置。
- F12345 的故障响应已通过 p2100[n] 进行了修改。其应再次恢复为出厂设置。  
– p2100[n] = 0

**根据报告信息触发 (示例)**

选择报告信息 p2128[0] = 1001 或者 p2128[1] = 1002	触发信号 BO:r2129.0  BO:r2129.1
--	--------------------------------------

**说明**

CO: r2129 的值可以用作组触发器。  
 CO:r2129 = 0 所选择的报告信息都未出现。  
 CO: r2129 > 0 组触发器。  
 至少出现了 1 个选中的报告信息。  
 应检查各个二进制互联输出 BO: r2129。

### 从外部触发报告信息

如果相应的 BI 与输入信号进行了互联连接，那么故障 1、2 或 3 或者报警 1、2 或 3 可以通过外部输入信号来触发。

在从外部触发了控制单元驱动对象上的故障 1 到 3 之后，该故障也会出现在所有相关的驱动对象上。如果该外部故障在其他的驱动对象上触发，则只会出现在这一个驱动对象上。

BI:p2106	→ 外部故障 1	→ F07860(A)
BI:p2107	→ 外部故障 2	→ F07861(A)
BI:p2108	→ 外部故障 3	→ F07862(A)
BI:p2112	→ 外部报警 1	→ A07850(F)
BI:p2116	→ 外部报警 2	→ A07851(F)
BI:p2117	→ 外部报警 3	→ A07852(F)

#### 说明

外部故障或报警由 1/0 信号触发。

一般情况下，外部故障和报警都不是驱动内部报告信息。因此，外部故障和报警的原因应从驱动设备外部进行消除。

### 5.3.4 故障和报警的参数及功能图

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 1710 概览图 – 监控，故障，报警
- 8060 诊断 – 故障缓冲器
- 8065 诊断 – 报警缓冲器
- 8070 诊断 – 故障/报警触发字 r2129
- 8075 诊断 – 故障/报警配置

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- r0944 用于故障缓冲器修改的计数器  
...
- p0952 故障事件计数器
- p2100[0...19] 用于故障响应的故障代码选择  
...
- r2139 故障状态字
- r3120[0...63] 故障信息中包含的组件号
- r3121[0...63] 报警信息中包含的组件号
- r3122[0...63] 故障信息中包含的诊断属性
- r3123[0...63] 报警信息中包含的诊断属性

### 5.3.5 故障信息和报警信息的传送

#### 控制单元故障信息和报警信息的传送

当驱动对象“控制单元”上输出故障信息或报警信息时，通常会认定变频器的中央功能出现异常，因此该故障信息或报警信息也可以另外传送到所有其他驱动对象上，故障响应除了在这个 CU 驱动对象上生效外，在其它所有的驱动对象上也生效。

必须在故障（设置在这个 CU 驱动对象上的）被转送到的所有驱动对象上应答该故障。这样，故障也会自动在该 CU 驱动对象上被应答。或者，也可以选择应答全部 CU 驱动对象的全部故障。

CU 驱动对象上设置的报警信息被复位后，该报警信息在其他被传送到的驱动对象上也自动消失。

#### BICO 互联中故障信息和报警信息的传送

两个或多个驱动对象之间存在 BICO 互联时，故障信息和报警信息会从驱动对象 CU 传送给驱动对象 SERVO。

## 故障和报警的警告级

在循环报文以前的警告级“报警”和“故障”中增加了不同类型的报警信息。即，在“单纯”的报警和故障之间又延伸了 3 个细化的报告等级。

该功能允许上级控制器（SIMATIC，SIMOTION，SINUMERIK 等）对驱动侧的报警信息作出不同的控制响应。

对于驱动而言，新状态的作用类似于报警，即驱动“不会”作出任何立即响应（就像以前的“报警”警告级）。

警告级信息在状态字 ZSW2 的位 5 - 6 (SINAMICS) 或位 11-12 (SIMODRIVE 611) 中进行描述（另见“循环通讯”章节中的“ZSW2”）。

### **ZSW2: 适用于 SINAMICS Interface Mode p2038=0 (功能图 2454)**

#### **位 5 - 6 警告级“报警”**

- = 0: 报警 (以前的警告级)
- = 1: 警告级 W\_NCA 的报警
- = 2: 警告级 W\_NCB 的报警
- = 3: 警告级 W\_NCC 的报警

### **ZSW2: 适用于 SIMODRIVE 611 Interface Mode p2038=1 (功能图 2453)**

#### **位 11 - 12 警告级“报警”**

- = 0: 报警 (以前的警告级)
- = 1: 警告级 W\_NCA 的报警
- = 2: 警告级 W\_NCB 的报警
- = 3: 警告级 W\_NCC 的报警

这些用于区分报警的属性隐含地分配给了相应的报警号。对报警中现有警告级的响应是通过用户程序在上级控制器中定义的。

#### 警告级的说明

- W\_NCA: 不限制驱动力的当前运行
  - 例如, 未激活测量系统时报警
  - 不妨碍当前的运行
  - 防止切换到有缺陷的测量系统
- W\_NCB: 从时间上限制运行
  - 例如, 预警温度: 如无进一步措施, 将会关闭驱动
  - 在某一时间段后 → 附加故障
  - 在超过关机阈值后 → 附加故障
- W\_NCC: 从功能上限制运行
  - 例如, 降低电压极限/电流极限/转矩极限/转速极限(i2t)
  - 例如, 以降低的精度/分辨率继续运行
  - 例如, 不带编码器继续运行

## 使用 BOP20(Basic Operator Panel 20)进行参数设置

### 6.1 BOP20 概述

使用 BOP20 能够在调试时接通和关闭驱动以及显示和修改参数， 并可以诊断并应答故障。

BOP20 是嵌入到控制单元中的， 为此必须将空盖板移除（有关安装的其他说明见设备手册）。

#### 显示屏与按键一览

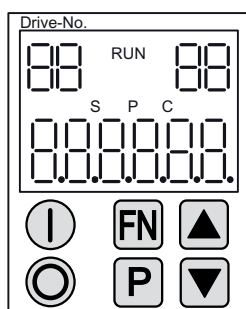


图 6-1 显示屏与按键一览

6.1 BOP20 概述




显示信息

表格 6-1 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	当驱动的状态为 RUN（运行）时，亮起。 也可以通过驱动的参数位 r0899.2 来显示 RUN。
右上 2 位	在此区域中显示以下内容： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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）</li> <li>• BICO 输入的标识（bi, ci）</li> <li>• BICO 输出的标识（bo, co）</li> <li>• 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。</li> </ul>
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、下标、故障和报警。

按键信息

表格 6-2 按键

按键	名称	含义
	ON	接通收到 BOP “ON/OFF1”指令的驱动。 使用该键设置二进制互联输出 r0019.0。
	熄灭	断开收到 BOP “ON/OFF1”, “OFF2”或“OFF3”指令的驱动。 按住该键会同时复位二进制互联输出 r0019.0、.1 和 .2。松开该键后，二进制互联输出 r0019.1 和 .2 会重新设为“1”信号。
	功能	该按键的含义取决于当前的显示。 <b>提示:</b> 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。



按键	名称	含义
	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。
	升高	该按键的含义取决于当前的显示，用于增加或减小数值。
	降低	

## BOP20 的功能

表格 6-3 功能

名称	描述
单位	单位不在 BOP 上显示。
访问级别	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。
带电插拔	可以对 BOP 进行带电插拔。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 按键 ON 和 OFF 有效。 在插拔时，驱动会停机。 在插入后，必须对驱动重新上电。</li> <li>• 按键 ON 和 OFF 无效。 插拔不会对驱动有任何影响。</li> </ul>
按键控制	适用于按键“P”和“FN”： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在与其他键组合使用时，总是要首先按下“P”或“FN”，接着再按其他的键。</li> </ul>

## 6.2 BOP20 的显示和操作

### BOP 的相关参数

#### 驱动对象，控制单元

- p0003 BOP 访问级
- p0009 设备调试，参数筛选器
- r0019 CO/BO:控制字 BOP
- p0977 保存全部参数

#### SERVO 驱动对象

- p0010 调试，参数筛选器

## 6.2 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

### 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 r0000 和上一个显示的参数之间进行切换。

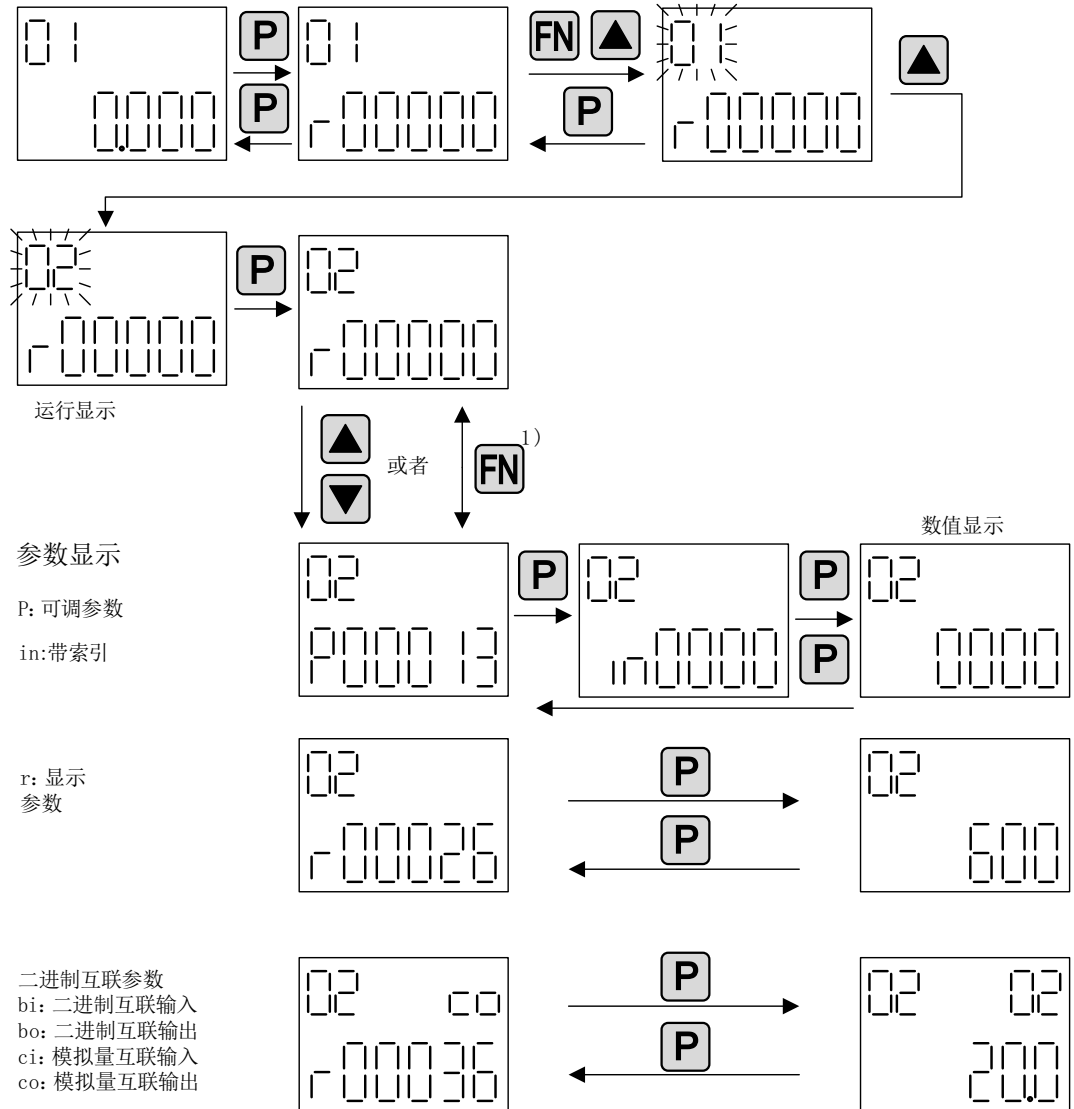


图 6-2 参数显示

6.2 BOP20 的显示和操作

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。

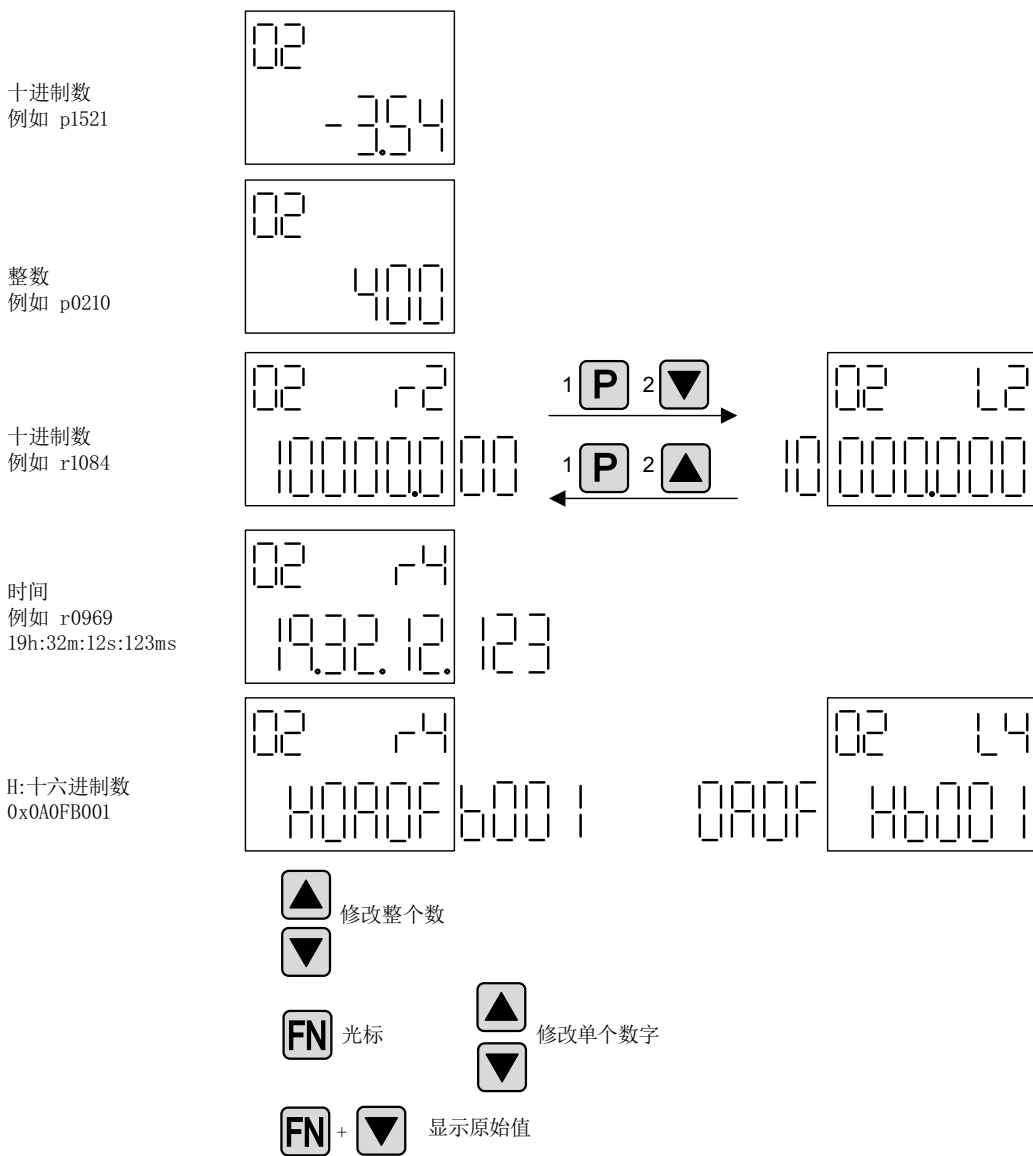


图 6-3 数值显示

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。

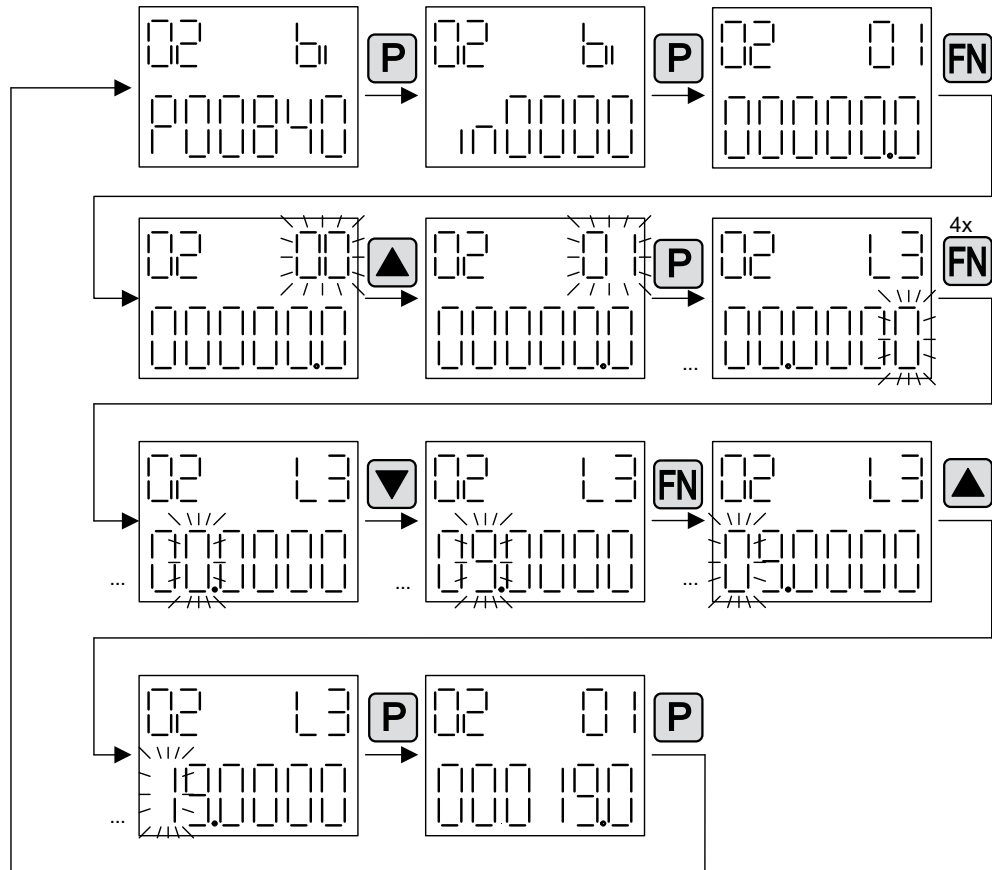


图 6-4 示例：修改带索引的二进制互联参数

6.3 故障和报警的显示

### 6.3 故障和报警的显示

#### 故障的显示

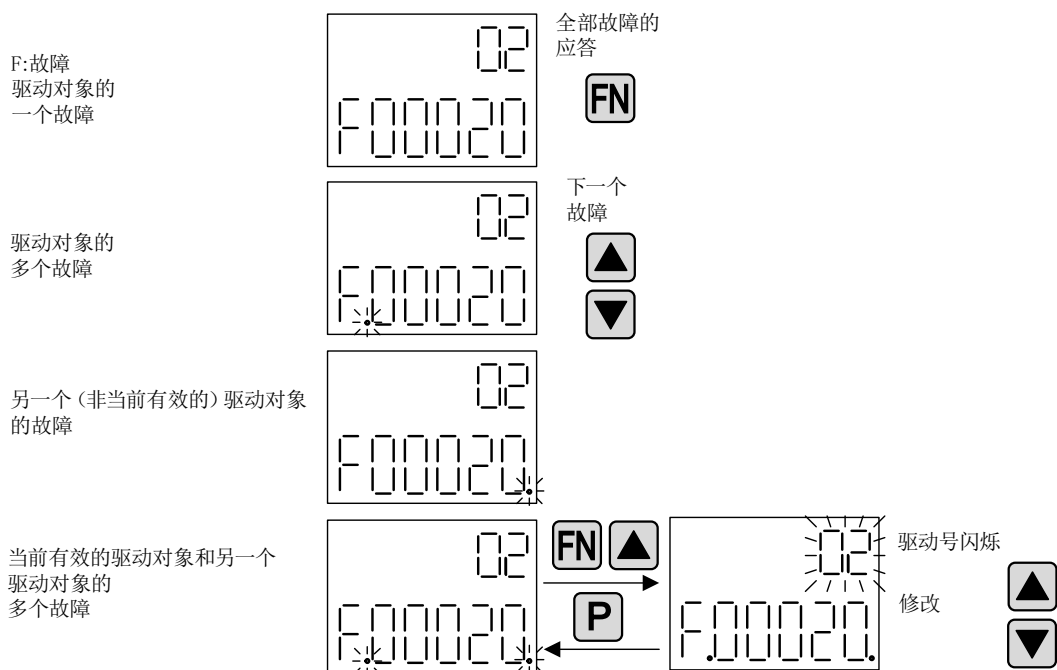


图 6-5 故障

#### 报警的显示

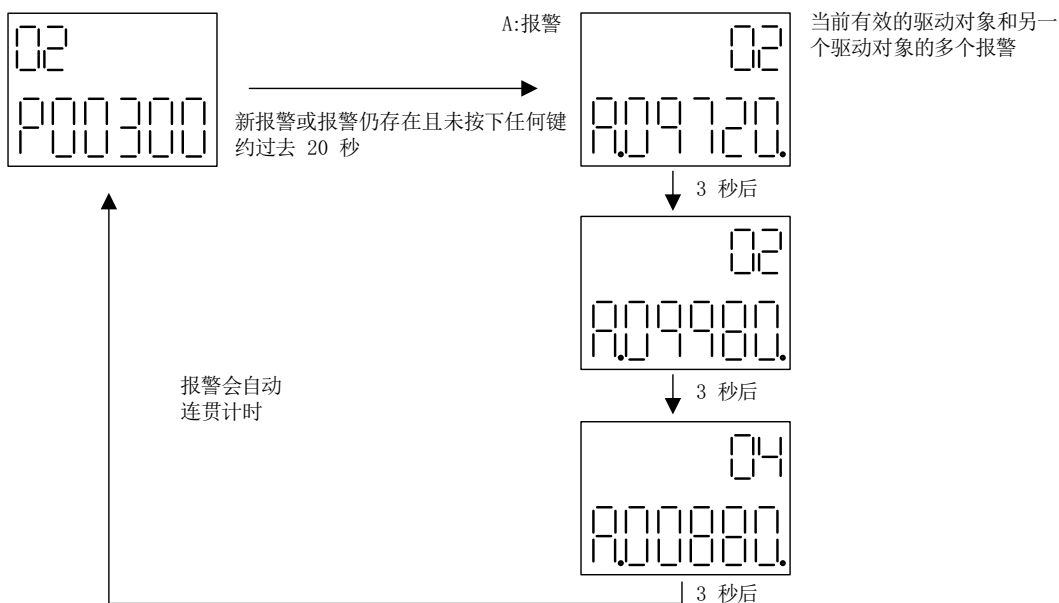


图 6-6 报警

## 6.4 通过 BOP20 控制驱动

### 描述

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 6-4 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
<p><b>提示:</b> 在首次调试中只能互联连接位 0。当位 0 ... 2 互联时，系统下电的优先级如下： OFF2, OFF3, OFF1。</p>		
7	应答故障 (0 → 1)	p2102

## 6.4 通过 BOP20 控制驱动



## 驱动功能

### 7.1 伺服控制

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）。

#### 7.1.1 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，转速控制器根据由电气电机模型计算出的转速实际值控制电机转速。

#### 属性

- 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。斜坡函数发生器会以该最大转速为基准。

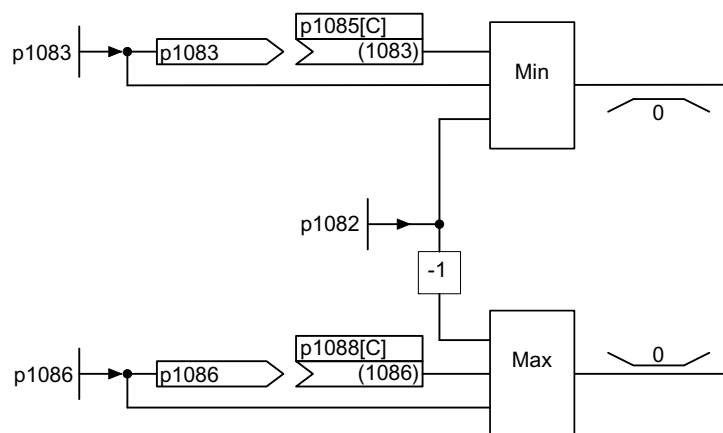


图 7-1 转速控制器限制

### 7.1.2 转速设定值滤波器

可按以下方式使用转速设定值滤波器：

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

滤波器通过参数 p1414 激活。通过参数 p1415 来选择滤波器元件。

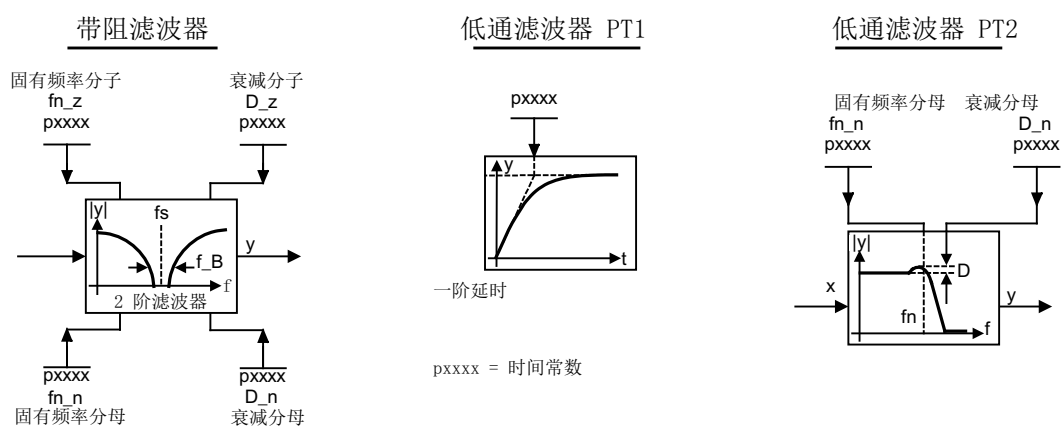


图 7-2 转速设定值滤波器概述

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 5020 转速设定值滤波器和转速前馈控制

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

##### 可调参数

- p1414[D] 转速设定值滤波器激活
- p1415[D] 转速设定值滤波器 1 类型
- p1416[D] 转速设定值滤波器 1 时间常数
- p1417[D] 转速设定值滤波器 1 分母固有频率
- p1418[D] 转速设定值滤波器 1 分母阻尼系数
- p1419[D] 转速设定值滤波器 1 分子固有频率
- p1420[D] 转速设定值滤波器 1 分子阻尼系数

### 参数设置

在调试工具 **STARTER** 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Speed setpoint filter”（转速设定值滤波器）：



图 7-3 STARTER 图标“Speed setpoint filter”（转速设定值滤波器）

### 7.1.3 转速控制器适配

#### 描述

有两种方法可用于进行适配：自由  $Kp_n$  适配和取决于转速的  $Kp_n/Tn_n$  适配。

自由  $Kp_n$  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取决于转速的  $Kp_n$  适配的附加系数。

取决于转速的  $Kp_n/Tn_n$  适配仅在带有编码器的运行时生效，并且会影响  $Tn_n$  值。

转速控制器适配的工作原理在功能图 5050（参见 SINAMICS S110 参数手册）中说明。

#### 取决于转速的适配示例

##### 说明

该适配仅在带有编码器的运行中生效！

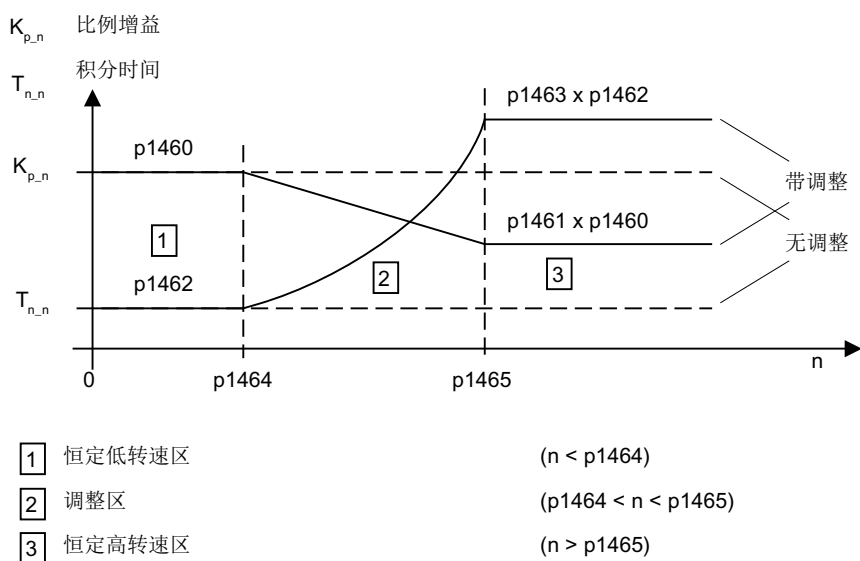


图 7-4 转速控制器  $Kp_n/Tn_n$  适配

## 参数设置

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Speed controller”（转速控制器）：



图 7-5 STARTER 图标“Speed controller”（转速控制器）

## 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 5050 Kp\_n 和 Tn\_n 适配

## 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 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最低动作点
- p1457[0...n] 转速控制器比例增益适配最高动作点
- p1458[0...n] 最低点前的适配系数
- p1459[0...n] 最高点后的适配系数

### 取决于转速的 Kp\_n/Tn\_n 适配

- p1460[0...n] 最低适配转速前的转速控制器比例增益
- p1461[0...n] 最高适配转速后的转速控制器 Kp 比例系数
- p1462[0...n] 最低适配转速前的转速控制器积分时间
- p1463[0...n] 最高适配转速后的转速控制器 Tn 比例系数
- p1464[0...n] 转速控制器最低适配转速
- p1465[0...n] 转速控制器最高适配转速
- p1466[0...n] CI: 转速控制器比例增益比例系数

## 7.1.4 转矩控制运行

### 描述

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。

### 属性

- 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; **p1501** = “1”信号）
2. 给定转矩设定值
  - 选择设定值源(**p1511**)
  - 缩放设定值(**p1512**)
  - 选择附加设定值(**p1513**)

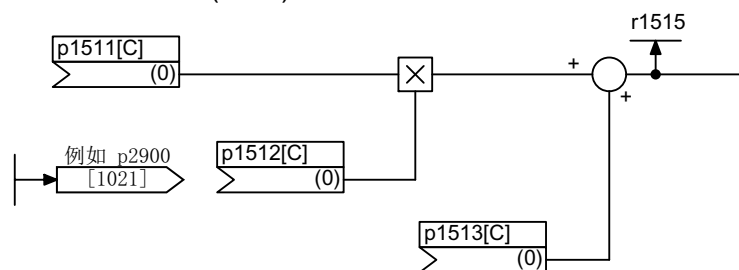


图 7-6 转矩设定值

3. 释放使能

### “OFF”响应

- OFF1 和 p1300 = 23
  - 响应如 OFF2
- OFF1, p1501 = “1” 信号且 p1300 ≠ 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 S110 参数手册）

- 5060 转矩设定值，切换控制方式
- 5610 转矩限制/降低/插补器

### 信号一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- r1406.12 转矩限制生效

## 参数设置

在调试工具 **STARTER** 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Torque setpoints”（转矩设定值）：



图 7-7 STARTER 图标“Torque setpoints”（转矩设定值）

## 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

### 可调参数

- p1300 开环/闭环运行方式
- p1501[C] BI: 转速/转矩控制切换
- p1511[C] CI: 附加转矩 1
- p1512[C] CI: 附加转矩 1 比例系数
- p1513[C] CI: 附加转矩 2

### 显示参数

- r1515 总附加转矩

## 7.1.5 转矩设定值限制

### 描述

转矩设定值限制分为以下步骤：

1. 给定一个转矩设定值和一个转矩附加设定值
2. 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。

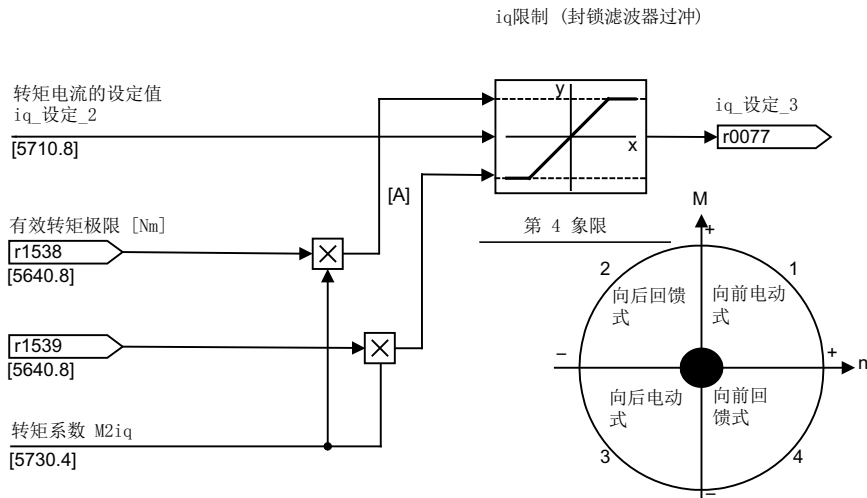


图 7-8 电流设定值限制/转矩设定值限制

**说明**

没有设置时该功能也立即生效。 但也可以根据用户需要设置其他的转矩限制。

**属性**

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



## 固定/可变转矩极限的设置

表格 7-1 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		电动机/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	电动机/回馈式运行转矩极限同时平移	p1532

## 转矩限制的类型

有以下几种类型：

1. 不作任何设置：

在实际应用中不需要其他的转矩限制。

2. 要求固定的转矩极限：

固定的转矩上下限、电动式/回馈式运行的转矩极限可以通过各自的信号源单独给定。

3. 要求动态/可变的转矩极限：

- 动态/可变的转矩上下限、电动式/回馈式运行的转矩极限可以通过各自的信号源单独给定。
- 可以通过参数选择当前极限值的信号源。

4. 可以通过参数设置转矩偏移。

5. 此外，还可以通过参数单独设置电动机/回馈式运行中的功率限制。

### 说明

r1534 中的负值或 r1535 中的正值表明其他转矩方向上的最小转矩；如果缺少反作用转矩，驱动可能超限运转（参见 SINAMICS S110 参数手册，功能图 5630）。

### 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。

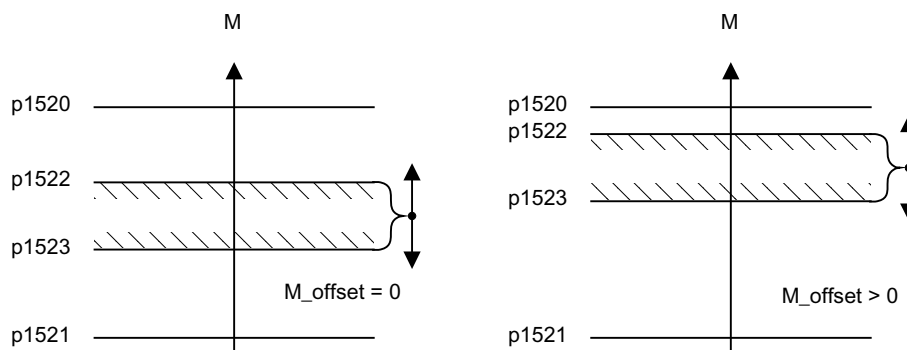


图 7-9 示例：带或不带偏移的转矩极限

### 激活转矩极限

1. 通过参数选择转矩限制的信号源
2. 通过控制字确定转矩限制的模式
3. 在必要时还应：
  - 选择并激活附加的转矩限制
  - 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

### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 5610 转矩限制/降低/插补器
- 5620 电动式/回馈式运行的转矩极限
- 5630 转矩上限/下限
- 5640 模式转换、功率限制/电流限制

## 参数设置

在调试工具 **STARTER** 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Torque limiting”（转矩限制）：



图 7-10 STARTER 图标“Torque limiting”（转矩限制）

## 重要参数一览（参见 **SINAMICS S110** 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[C] CI: 转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1523[C] CI: 转矩下限/回馈式运行转矩极限
- 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
- 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] 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
- r1536 电流极限中的最大转矩电流
- r1537 电流极限中的最小转矩电流
- r1538 CO: 转矩上限生效
- r1539 CO: 转矩下限生效

## 7.1.6 电流控制器

### 属性

- 电流控制器用作 PI 控制器
- 两个相同的电流设定值滤波器
- 电流限制和转矩限制
- 电流控制器适配
- 磁通控制

### 电流控制

运行电流控制器无需任何设置。在某些特殊的应用场合中可能需要进行优化。

### 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。

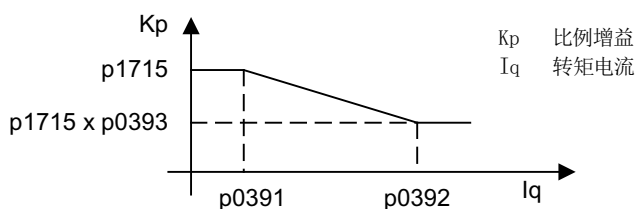


图 7-11 电流控制器适配

### 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，通常无需再次修改。

## 使用 STARTER 调试

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Current controller”（电流控制器）：



图 7-12 STARTER 图标“Current controller”（电流控制器）

## 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 5710 电流设定值滤波器
- 5714 Iq 控制器和 Id 控制器
- 5722 磁场电流给定、磁通下降、磁通控制器

## 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 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] 失步转矩补偿系数
- 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
- 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] 转矩极限偏移

### 显示参数

- 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
- 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
- r1536 最大转矩电流极限
- r1537 最小转矩电流极限
- r1538 CO:转矩上限生效
- r1539 CO:转矩上限生效

### 电流控制器适配

- p0391[0...n] 电流控制器适配最低动作点
- p0392[0...n] 电流控制器适配最高动作点
- p0393[0...n] 电流控制器适配，适配范围内比例增益比例系数
- p1590[0...n] 磁通控制器比例增益
- p1592[0...n] 磁通控制器积分时间

### 7.1.7 电流设定值滤波器

#### 描述

可以按照如下方式设置两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）  
具有衰减功能的带阻滤波器和低通滤波器可以通过 **STARTER** 换算成通用二阶滤波器的参数。
  - 带阻滤波器
  - 降低到恒定值的低通滤波器

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。

电流设定值滤波器的工作原理在功能图 5710（参见 **SINAMICS S110** 参数手册）中说明。

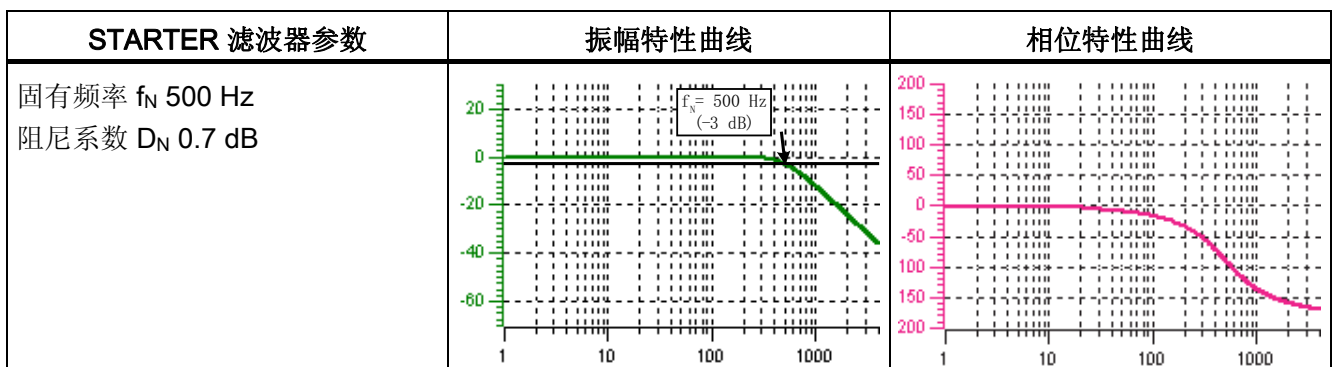
#### 传递函数：

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

分母固有频率  $f_N$

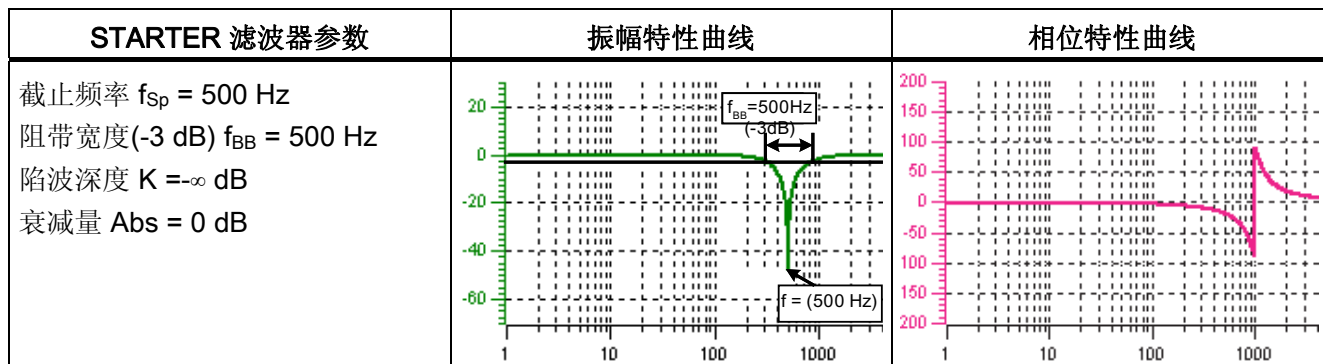
分母阻尼系数  $D_N$

表格 7-2 PT2 滤波器示例



具有无限陷波深度的带阻滤波器

表格 7-3 示例：具有无限陷波深度的带阻滤波器



简化了换算到通用滤波器参数的过程：

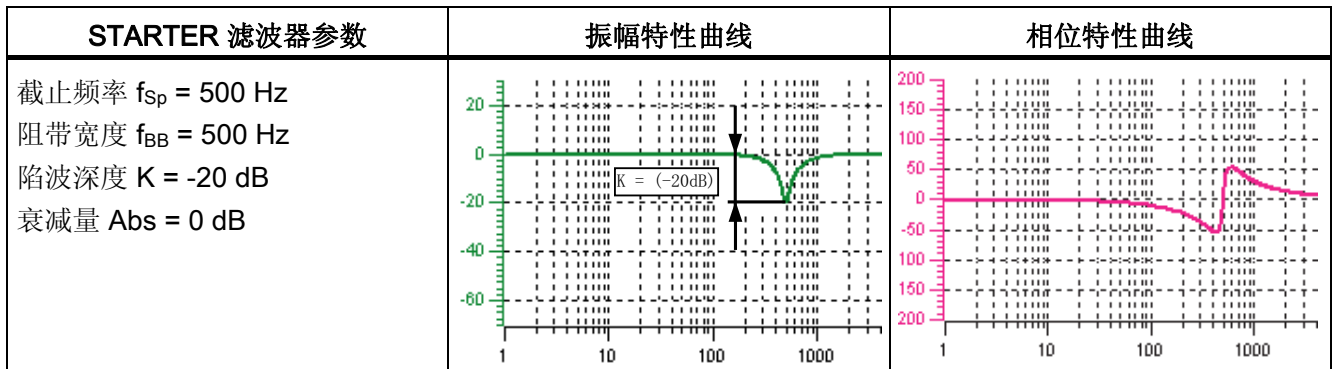
- 截止频率后有衰减或增强(Abs)
- 截止频率上陷波深度无限
- 分子固有频率  $f_z = f_{Sp}$
- 分子阻尼系数  $D_z = 0$
- 分母固有频率  $f_N = f_{Sp}$
- 阻尼系数分母：

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



## 具有定义陷波深度的带阻滤波器

表格 7-4 示例：具有定义陷波深度的带阻滤波器



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  $K[\text{dB}]$  已定义，如  $-20 \text{ dB}$
- 分子固有频率  $f_z = f_{Sp}$

- 阻尼系数分子：

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

- 分母固有频率  $f_N = f_{Sp}$

- 阻尼系数分母：

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

具有定义衰减量的带阻滤波器

表格 7-5 示例：带阻滤波器

STARTER 滤波器参数	振幅特性曲线	相位特性曲线
截止频率 $f_{SP} = 500 \text{ Hz}$ 阻带宽度 $f_{BB} = 500 \text{ Hz}$ 陷波深度 $K = -\infty \text{ dB}$ 衰减量 $ABS = -10 \text{ dB}$		

通用的到通用滤波器参数的换算过程：

- 固有频率分子：

$$f_z = \frac{\omega_z}{2\pi} = f_{sp}$$

- 阻尼系数分子：

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

- 固有频率分母：

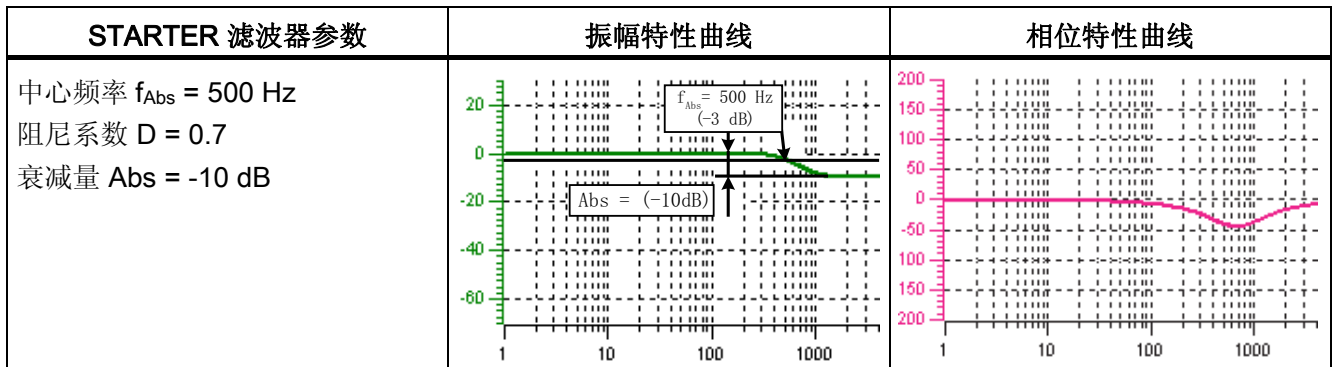
$$f_N = \frac{\omega_N}{2\pi} = f_{sp} \cdot 10^{\frac{Abs}{40}}$$

- 阻尼系数分母：

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

## 具有衰减功能的通用低通滤波器

表格 7-6 示例：具有衰减功能的通用低通滤波器



换算到通用滤波器参数：

- 分子固有频率  $f_z = f_{Abs}$ （衰减开始）
- 阻尼系数分子：

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

- 分母固有频率  $f_N$
- 分母阻尼系数  $D_N$

通用二阶滤波器的传递函数

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

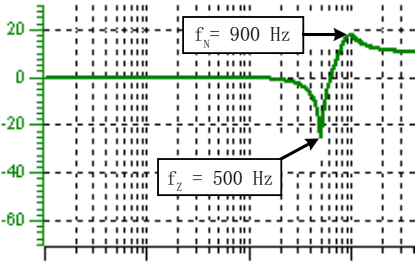
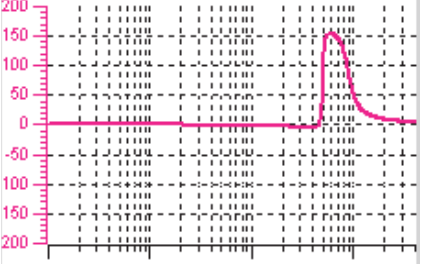
分子固有频率  $f_Z$

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 7-7 示例：通用二阶滤波器

STARTER 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		

### 7.1.7.1 功能图和参数

#### 参数设置

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Current setpoint filter”（电流设定值滤波器）：



图 7-13 STARTER 图标“Current setpoint filter”（电流设定值滤波器）

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 5710 电流设定值滤波器

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p1656 激活电流设定值滤波器
- p1657 电流设定值滤波器 1 的类型
- p1658 电流设定值滤波器 1 的分母固有频率
- p1659 电流设定值滤波器 1 的分母阻尼系数
- p1660 电流设定值滤波器 1 的分子固有频率
- p1661 电流设定值滤波器 1 分子阻尼系数
- ...
- p1666 电流设定值滤波器 2 分子阻尼系数
- p1699 接收滤波器数据

### 7.1.8 电气电机模型的说明

在转速范围  $p1752 \times (100\% - p1756)$  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。

### 7.1.9 V/f 控制

#### 描述

在 v/f 控制中，电机在开环中运行，无需转速控制和电流实际值采集。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：

- 功率模块
- 功率模块和电机之间的功率电缆
- 电机
- 功率模块和电机之间的 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 运行中，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”。

#### V/f 控制的结构

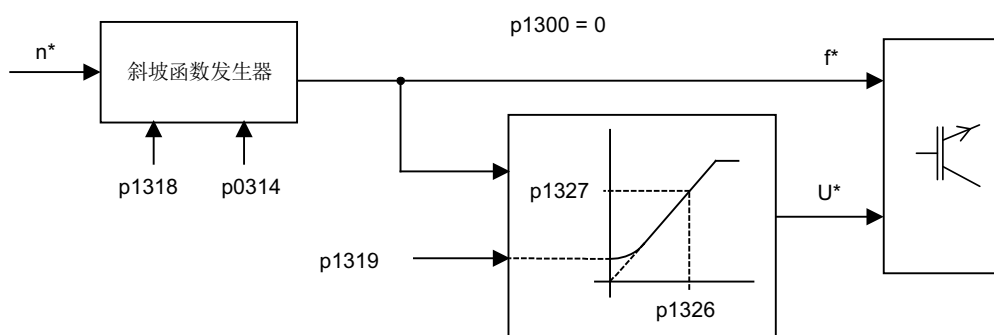


图 7-14 V/f 控制的结构

## V/f 控制的前提条件

1. 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。
2. 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
  - p0341 电机转动惯量
  - p0342 总转动惯量和电机转动惯量的比例
  - p0640 电流极限
  - p1498[0...n] 负载转动惯量
  - 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
  - p1530[0...n] 电动式运行功率极限
  - p1531[0...n] 回馈式运行功率极限
3. 现在可以调试 v/f 控制。
  - 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

---

### 说明

在同步电机上，通常只有在低速区，V/f 运行才比较平稳。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，并且在多数应用中无需进行修改。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。

此时请注意：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。

**V/f 控制的调试**

1. 检查是否满足 V/f 控制的前提条件。
2. p0311 设置 → 电机额定转速
3. p1317 = 1 设置 → 激活该功能
4. 给出运行使能
5. 给定转速设定值

**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）。

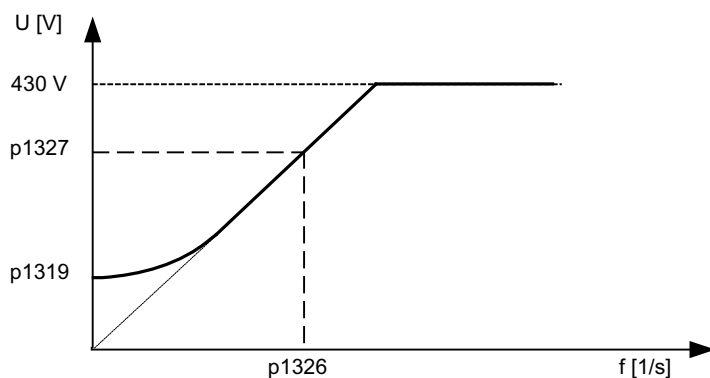


图 7-15 V/f 特性曲线

**功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- 5300 V/f 控制
- 5650 最大 Vdc 控制器和最小 Vdc 控制器

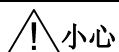


**重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- p0304 电机额定电压
- p0310 电机额定频率
- p0311 电机额定转速
- r0313 当前（或计算出的）电机极对数
- p0314 电机极对数
- p0322 最大电机转速
- p0323 最大电机电流
- p0341[0...n] 电机转动惯量
- p0342[0...n] 总转动惯量和电机转动惯量之比
- p0640 电流极限
- p1082 最大转速
- p1317 激活 V/f 控制
- 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
- p1345[0...n] 直流制动的比例增益
- p1346[0...n] 直流制动的积分时间
- p1349[0...n] V/f 运行，谐振抑制最大频率
- p1498[0...n] 负载转动惯量
- 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
- p1530[0...n] 电动式运行功率极限
- p1531[0...n] 回馈式运行功率极限

## 7.1.10 电流控制器和转速控制器的优化

### 概述



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  $Kp\_n$  (p1460)
- 修改积分时间  $Tn\_n$  (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，用于降低谐振
  - 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以下图标选择“控制器自动设置”设置窗口。



图 7-16 STARTER 图标“控制器自动设置”

### 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： $Kp\_n = 3^*$  缺省值。

在设置了  $Kp\_n$  的值后，可以确定最佳的积分时间  $Tn\_n$ ，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。

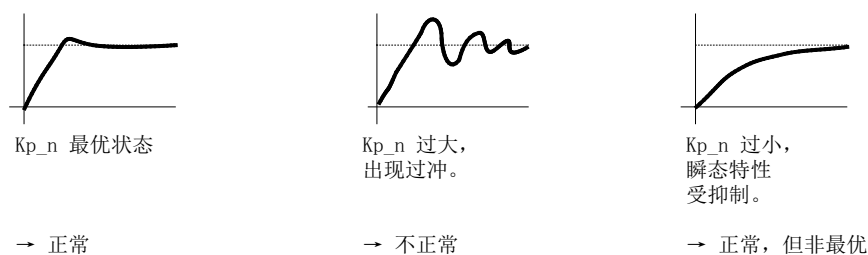


图 7-17 比例增益  $K_p$  的设置

### 参数一览

参见章节“转速控制器”。

### 7.1.11 无编码器运行

---

#### 说明

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

这种运行允许不带编码器或混合式运行，即带编码器/不带编码器的运行。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： $p0341 \cdot p0342$  + 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，也能够不带编码器运行，例如： $p0491$  不等于 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。因此驱动会切换到电流/频率开环控制。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  $p1612$  增大电机电流。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。在低速区内，无法直接在功率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）。在设置电机电流时( $p1612$ )，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的特性。

## 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。



### 警告

在脉冲清除后，不再有电机转速的信息。而计算出的转速实际值会设为 0。因此，所有的转速实际值信息和输出信号不再有效。

## 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。

无编码器运行方式会显示在参数 r1407.1 中。

7.1 伺服控制

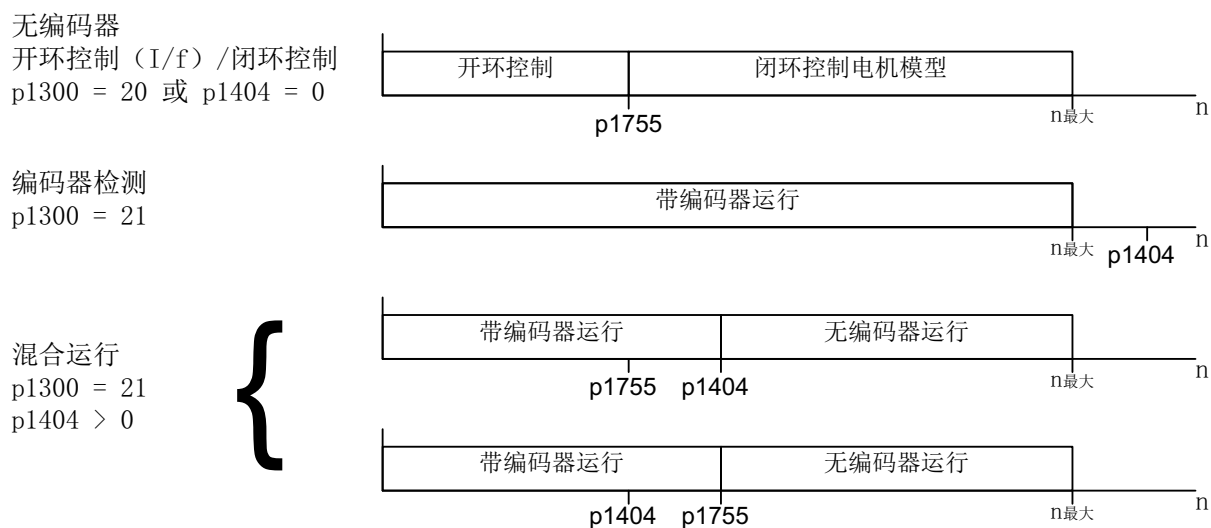


图 7-18 区域切换

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。因为通常在这种情况下也没有连接温度采集装置，所以必须设置 p0600 = 0，即没有传感器。

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. 优化 I/f 区以上(> p1755)的 Kn (p1470) 和 Tn (p1472)。此时，应将负载转动惯量设为零，即 p1498 = 0，从而取消一部分转矩前馈控制。
3. 通过分析一段斜坡应答（例如：100 ms 斜坡时间）内的电流(r0077)和模型转速 (r0063)来设置 p1498，从而确定 I/f 区以上转速区(> p1755) 的负载转动惯量。

**功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- 5050 Kp\_n-/Tn\_n 适配
- 5060 转矩设定值，切换控制方式
- 5210 转速控制器

**重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- p0341 电机转动惯量
- p0342 总转动惯量和电机转动惯量的比例
- p0353 电机串联电感
- p0600 用于监控的电机温度传感器
- p0640 电流极限
- p0642 无编码器运行时的电流降低
- p1300 开环/闭环运行方式
- p1400.11 转速控制配置；无编码器运行中转速实际值查找起始值
- p1404 无编码器运行时的切换转速
- r1407.1 CO/BO: 转速控制器状态字；无编码器运行生效
- 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
- p1498 负载转动惯量
- p1517 加速转矩平滑时间常数
- p1612 无编码器开环运行时的电流设定值
- p1755 电机模型中无编码器运行时的切换转速
- p1756 电机模型切换转速回差

## 7.1.12 电机数据识别

### 描述

电机数据识别功能 (MotID) 可以辅助用于确定电机数据, 例如第三方电机的数据。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:

- 输入电机数据、铭牌数据和编码器数据
- 完整的计算电机/控制器数据, 这些值将用作电机识别的起始值 (输入了电机数据时,  $p0340 = 3$ ; 输入了铭牌数据时,  $p0340 = 1$ )
- 执行静态测量(p1910)
- 同步电机时: 执行换向角校准(p1990), 必要时执行精同步, 参见 r1992
- 执行旋转测量(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/或旋转方向限制(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。

---

### 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  $p1959.15 = 0$ , 并且通道中设置了旋转方向限制 ( $p1110$  或  $p1111$ ), 在通过  $p1960$  启动识别时应注意这些限制。同样,  $p1958 = -1$  时, 电机数据识别会采用用于设定值通道的加速/减速时间 ( $p1120$  和  $p1121$ )。


---

### 说明

加速/减速时间或旋转方向限制生效时, 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  $p1958 = 0$  并取消旋转方向限制 ( $p1959.14 = 1$  和  $p1959.15 = 1$ )。

---



 <b>危险</b>
<p>旋转式电机数据识别可能会导致 210 度电气角范围内的细微运行。</p> <p>在旋转式电机数据识别中，可能会引起电机旋转，运行可能会达到最大转速(p1082)以及与最大电流(p0640)相符的转矩。</p> <p>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/或旋转方向限制(p1959.14/p1959.15)、电流极限和转速极限来保护机械设备。</p> <p>在有机械运行位移限制的应用场合，不推荐执行旋转测量。</p> <p>在调试时必须保证紧急停机功能运行正常。</p> <p>同时必须遵守相应的安全规定，以保障人员和设备安全。</p>

## 电机数据

可以通过以下参数输入电机数据：

表格 7-8 电机数据

异步电机	永磁同步电机
<ul style="list-style-type: none"> <li>• p0304 电机额定电压</li> <li>• p0305 电机额定电流</li> <li>• p0307 电机额定功率</li> <li>• p0308 电机额定功率因数</li> <li>• p0310 电机额定频率</li> <li>• p0311 电机额定转速</li> <li>• p0320 电机额定磁化电流</li> <li>• p0322 电机最大转速</li> <li>• p0350 电机定子冷态电阻</li> <li>• p0353 电机串联电感</li> <li>• p0354 电机转子冷态电阻</li> <li>• p0356 电机定子漏电感</li> <li>• p0358 电机转子漏电感</li> <li>• p0360 电机主电感</li> <li>• p0400ff 编码器数据</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• p0305 电机额定电流</li> <li>• p0311 电机额定转速</li> <li>• p0314 电机极对数</li> <li>• p0316 电机转矩常数</li> <li>• p0322 电机最大转速</li> <li>• p0323 电机最大电流</li> <li>• p0341 电机转动惯量</li> <li>• p0350 电机定子冷态电阻</li> <li>• p0353 电机串联电感</li> <li>• p0356 电机定子漏电感</li> <li>• p0400ff 编码器数据</li> </ul>

铭牌数据

可以通过以下参数输入铭牌数据：

表格 7- 9 铭牌数据

异步电机	永磁同步电机
<ul style="list-style-type: none"> <li>• p0304 电机额定电压</li> <li>• p0305 电机额定电流</li> <li>• p0307 电机额定功率</li> <li>• p0308 电机额定功率因数</li> <li>• p0310 电机额定频率</li> <li>• p0311 电机额定转速</li> <li>• p0322 电机最大转速</li> <li>• p0353 电机串联电感</li> <li>• p0400ff 编码器数据</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• p0304 电机额定电压</li> <li>• p0305 电机额定电流</li> <li>• p0307 电机额定功率（或 p0316）</li> <li>• p0311 电机额定转速</li> <li>• p0314 电机极对数 或 p0315 电机极对宽</li> <li>• p0322 电机最大转速</li> <li>• p0323 电机最大电流</li> <li>• p0353 电机串联电感</li> <li>• p0400ff 编码器数据</li> </ul>

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。

用于控制电机数据识别的参数

以下参数可以控制电机数据识别：

表格 7- 10 控制用的参数

静态测量（电机数据识别）	旋转测量
<ul style="list-style-type: none"> <li>• p0640 电流极限</li> <li>• p1215 电机抱闸配置</li> <li>• p1909 电机数据识别控制字</li> <li>• p1910 静态电机数据识别</li> <li>• p1959.14/.15 允许正向/反向*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• p0640 电流极限</li> <li>• p1082 最大转速</li> <li>• p1958 电机数据识别加速/减速时间</li> <li>• p1959 旋转测量的配置</li> <li>• p1960 选择旋转测量</li> </ul>
<p><b>提示：</b></p> <p>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。</p> <p>*p1959 的设置会对旋转方向 p1821 产生以下影响：                      允许正向，即 p1821= 0 时： 顺时针旋转                      允许负向，即 p1821= 1： 逆时针旋转</p>	

## 7.1.12.1 电机数据识别 - 异步电机

## 异步电机

数据在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，它们在伽玛等效电路图中显示设置的电机参数。

表格 7-11 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 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	-
<b>提示：</b> 此处只能大概确定编码器线数，因此只适用于粗略控制（p0408）。需要反向时，符号为负(p0410.0)。	

识别出的数据（伽玛）	被采纳的数据(p1910 = 1)
-	p0410 编码器反向实际值
<b>提示：</b> 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 7- 12 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	
<b>提示：</b> 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 电机额定磁化电流
r1962 识别出的磁化电流饱和和特性曲线	-
r1963 识别出的定子电感饱和和特性曲线	-
<b>提示：</b> 在饱和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	-
<b>提示：</b> 此处只能大概确定编码器线数，因此只适用于粗略控制（p0408）。需要反向时，符号为负(p0410.0)。	

## 7.1.12.2 电机数据识别 - 同步电机

## 同步电机

表格 7- 13 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
<b>r1950 ~ p1953 的提示:</b> 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	-
<b>提示:</b> 此处只能大概确定编码器线数，因此只适用于粗略控制（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
<b>提示:</b> 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
<b>提示:</b> 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 7- 14 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	-
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机角	p0327 电机最佳转子起动机角
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（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。	

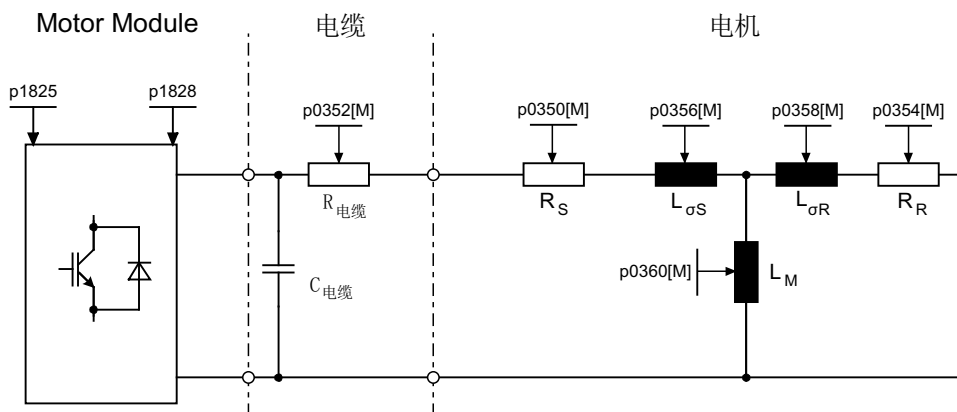


图 7-19 异步电机和电缆的等效电路图

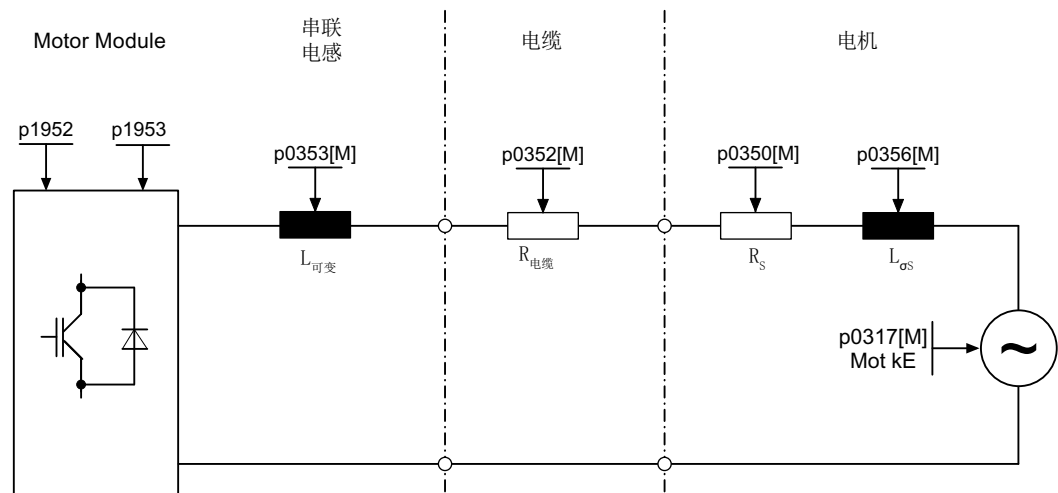


图 7-20 同步电机和电缆的等效电路图

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- r0047 识别状态

#### 静态测量

- p1909 电机数据识别控制字
- p1910 静态电机数据识别

#### 旋转测量

- 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

### 7.1.13 磁极位置识别

#### 描述

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。此时无需进行磁极位置识别。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  $\leq 8$
- 霍尔传感器
- 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

如果电机不处于制动状态，在测量/识别时可能会注入设定的电流，从而导致电机旋转或运行。运行情况取决于设定的电流强度和电机/负载的转动惯量的大小。

#### 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)



基于饱和的识别方法应满足以下补充条件：

- 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。
- 设定的电流强度(p0325, p0329)必须足够大，以便得出有意义的测量结果。
- 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 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补充条件：

- 电机必须能够自由旋转，不受任何外力影响（没有垂直轴）。
- 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)。
- 设定的电流强度(p1993)必须使电机充分旋转。

**警告**

在使用磁极位置识别前，必须校正转速环的控制方向(p0410.0)。而当旋转电机处于无编码器运行中时，较低的转速设定值正值范围内（例如：10 rpm），转速实际值(r0061)和转速设定值(r1438)的符号应相同。

### 带零脉冲的磁极位置识别

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。

### 适用的零脉冲有：

- 整个运行范围内的一个零脉冲
- 等距零脉冲，它们相对于换向角的位置都相同。
- 距离编码的零脉冲

确定合适的磁极位置识别方法

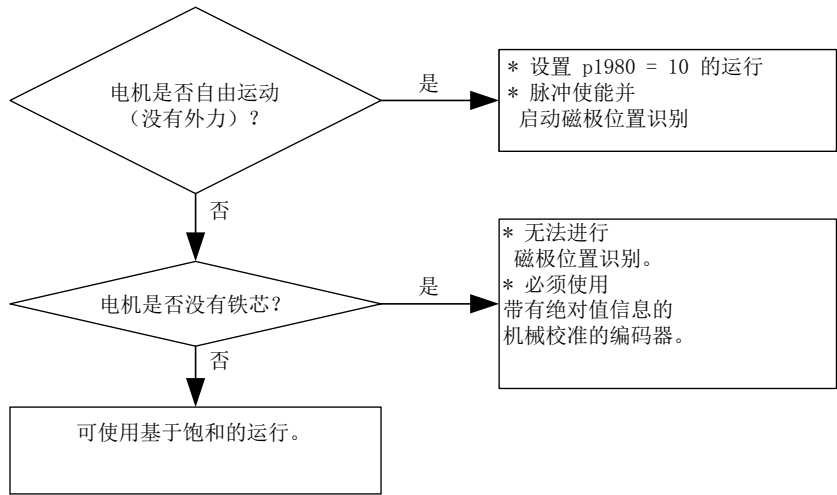


图 7-21 方法选择

### 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：霍尔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 7- 15 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	p0431 相对于 C/D 信号平移换向角	p0431 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
霍尔传感器	p0431 不会作用于霍尔传感器。霍尔传感器必须经过机械校准。	p0431 不会作用于霍尔传感器。 p0431 相对于零脉冲平移换向角。	p0431 不会作用于霍尔传感器。 p0431 在两次越过零脉冲后，相对于绝对位置平移换向角。	不允许
磁极位置识别	p0431 无作用	p0431 相对于零脉冲平移换向角	p0431 在两次越过零脉冲后，相对于绝对位置平移换向角	p0431 相对于绝对位置平移换向角

#### 说明

如果 p1980 不等于 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。

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p0325[0...n] 电机磁极位置识别第 1 相电流
- p0329[0...n] 电机磁极位置识别电流
- p0404.15 换向，带零脉冲
- p0431 换向角偏移
- p1980[0...n] 电机磁极位置识别方法
- p1981[0...n] 电机磁极位置识别最大位移
- p1982[0...n] 磁极位置识别选择
- 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
- r1987 磁极位置识别触发特性曲线
- p1990 磁极位置识别换向角偏移 调试
- r1992 磁极位置识别诊断
- p1993 基于运行的磁极位置识别的电流
- p1994 基于运行的磁极位置识别的上升时间
- p1995 基于运行的磁极位置识别的比例增益
- p1996 基于运行的磁极位置识别的积分时间
- p1997 基于运行的磁极位置识别的平滑时间

#### 7.1.14 Vdc 控制

##### 描述

“Vdc 控制”功能可以在电源电压出现过电压或欠电压时作出响应。这样可以避免因电源电压而导致故障，而驱动也能一直处于运行就绪状态。

该功能由配置参数(p1240)激活。在出现过电压或欠电压时会作出响应。如果电源电压的偏差足够显著，Vdc 控制器激活时的电机转矩极限会受到影响。电机可能因此无法保持其设定转速，或延长加速和减速时间。

Vdc 控制器是一个自触发的、作用于转矩极限的比例控制器。只有在电源电压接近“阈值上限”(p1244)或“阈值下限”(p1248)并且配置参数(p1240)激活了相应控制器时，它才会影响转矩极限。

例如，Vdc 控制器可作为电源断电时的安全措施（最小 Vdc 控制器和最大 Vdc 控制器）。

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

### 最小 Vdc 控制(p1240 = 2, 3)的说明

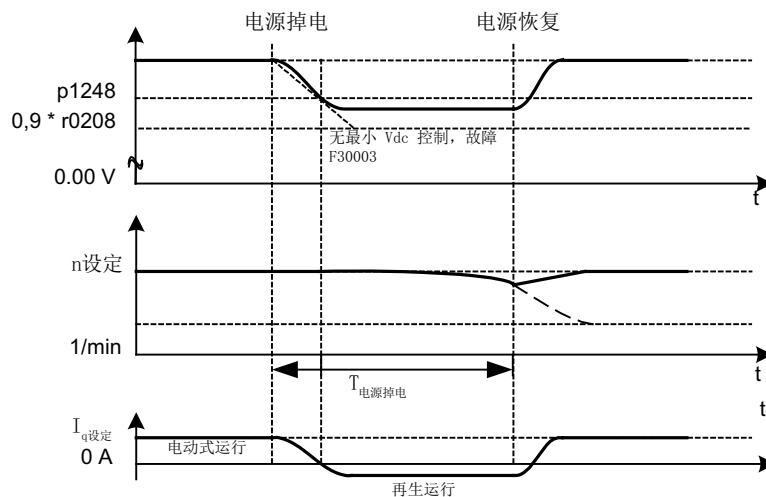


图 7-22 最小 Vdc 控制（动能缓冲）的接通/断开

在电源断电后，功率模块不能再继续保持电源电压，特别是在电机吸收有功功率后。此时为保持电源电压，以便进行（例如）可控的紧急停机，可以激活驱动的最小 Vdc 控制器。一旦低于 p1248 中设置的电压阈值，驱动便开始减速，它的动能可以保持电源电压。该阈值应明显高于电机的断路阈值（建议：低于电源电压 50V）。在电源恢复供电后，Vdc 控制器自动失效，驱动再次向转速设定值逼近。如果电源没有恢复供电，而驱动中的动能已经由激活的最小 Vdc 控制器用完，则电源电压消失。

#### 说明

必须确保变频器没有和电源断开。电源应由（例如）电源接触器释放动作断开。电源接触器必须配备（例如）一个不间断电源(UPS)。

### 无制动最小 Vdc 控制(p1240 = 8, 9)的说明

和 p1240 = 2, 3 相同，但是电机当前的制动过程会因电源电压下降而受阻。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，不再从直流母线中吸收有功功率。

### 最大 Vdc 控制(p1240 = 1, 3)的说明

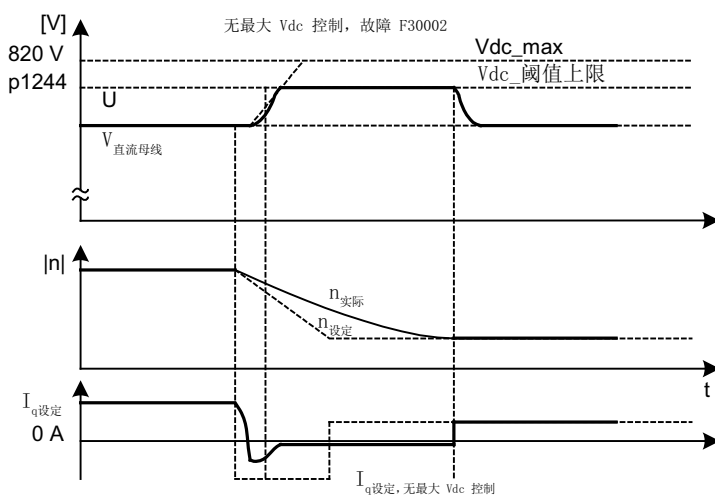


图 7-23 最大 Vdc 控制的激活/取消

在电源断电时，驱动的制动能量可能会使电压上升到断路阈值。为避免过压引起的断路，可以激活最大 Vdc 控制器。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最大 Vdc 控制器。一旦超出 p1244 中设置的过电压阈值（设置建议：高于电源电压 50 V 的值），在最大 Vdc 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损耗或被用电装置消耗的能量相同，制动时间也因此缩短。

### 无加速最大 Vdc 控制(p1240 = 7, 9)的说明

和 p1240 = 1, 3 相同，但是如果不允许驱动因为电源电压上升而加速，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)。

### Vdc 控制器监控(p1240 = 4, 5, 6)的说明

在电源断电时，驱动的制动能量可能会使电源电压上升到断路阈值。为了防止电源断电时，一些不重要的驱动分享电源电压，可以通过可设定的电压阈值（p1244）以故障（F07404）断开这些驱动。激活最大 Vdc 监控(p1240 = 4, 6)即可实现分断。

### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 5650 最大 Vdc 控制器和最小 Vdc 控制器
- 5300 V/f 控制

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

#### 可调参数

- p1240 Vdc 控制器或 Vdc 监控的配置
- p1244 直流母线电压阈值上限
- p1248 直流母线电压阈值下限
- p1250 Vdc 控制器的比例增益

#### 显示参数

- r0056.14 最大 vdc 控制器生效
- r0056.15 最小 vdc 控制器生效

## 7.1.15 运行到固定停止点

### 描述

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，并继续保持。

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

使用 PROFIdrive 报文 2 到 4 可以自动进行以下互联:

- 控制字 2 位 8
- 状态字 2 位 8

另外对于 PROFIdrive 报文 102 和 103:

- 报告字位 1
- 过程数据“转矩降低”, 连接到转矩极限比例系数

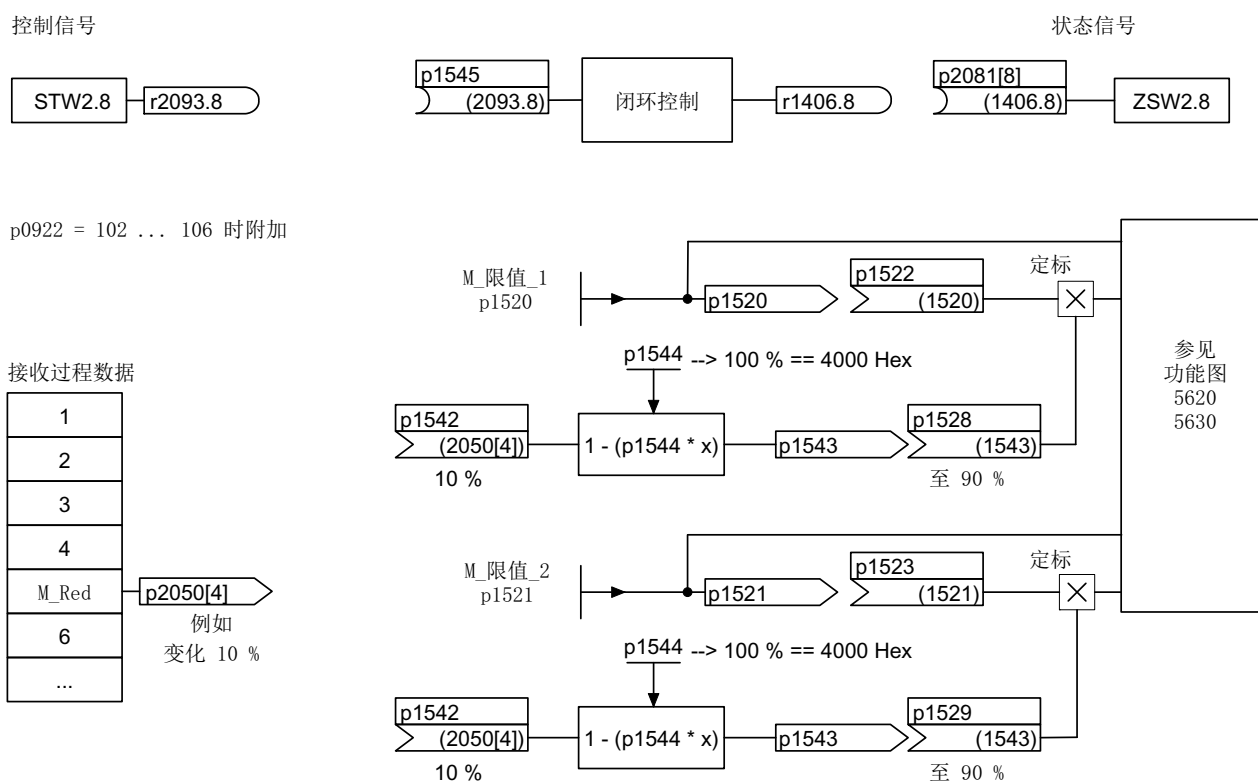


图 7-24 “运行到固定停止点”时的信号

使用 PROFIdrive 报文 2 到 4 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 (例如) 通过报文 102 和 103 传送该数据。也可以选择将 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

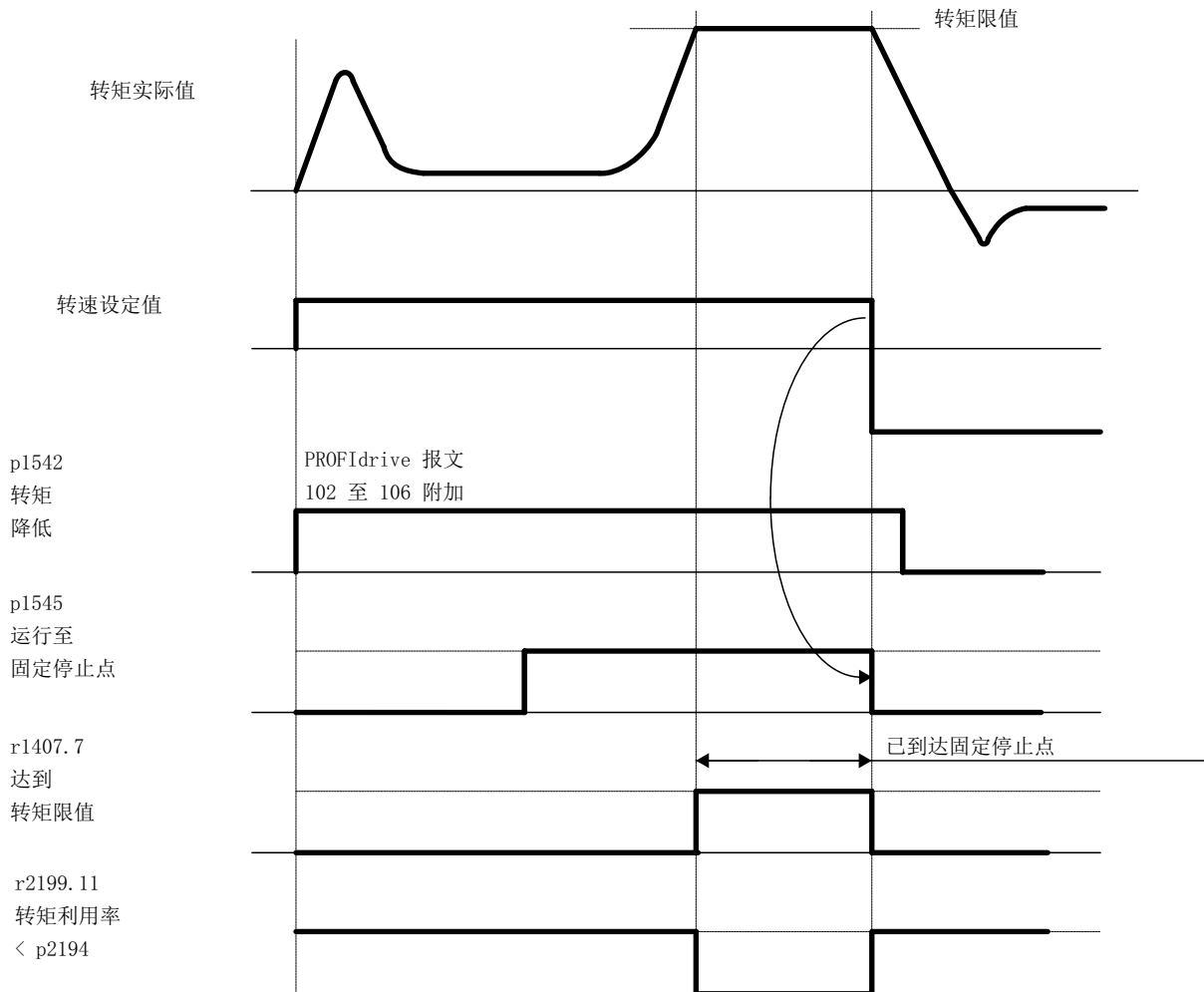


图 7-25 “运行到固定停止点”时的信号图

## PROFIdrive 报文 2 到 4 的调试

1. 激活“运行到固定停止点”  
设置 p1545 = “1”
2. 按照需要设置转矩极限。

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. 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辨识

r1407.7 “达到转矩极限”

## 控制信息和状态信息

表格 7- 16 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 7- 17 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 S110 参数手册）**

- 5610 转矩限制/降低/插补器
- 5620 电动式/回馈式运行的转矩极限
- 5630 转矩上限/下限
- 8012 转矩信息，电机堵转/失速

**重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- p1400[0...n] 转速控制配置
- r1407.7 BO: 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 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
- 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系数
- p1545[0...n] BI: 运行到固定停止点激活
- p2194[0...n] 转矩阈值 2
- p2199.11 BO: 转矩利用率 < 转矩阈值 2

### 7.1.16 垂直轴

#### 描述

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(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 S110 参数手册）

- 5060 转矩设定值，切换控制方式
- 5620 电动式/回馈式运行的转矩极限
- 5630 转矩上限/下限

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- r0031 经过平滑的转矩实际值
- p1513 Cl: 附加转矩 2
- p1520 CO: 转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1521 CO: 转矩下限/回馈式运行转矩极限
- p1532 CO: 转矩极限偏移

### 7.1.17 变量报告功能

通过变量报告功能可以监控 BICO 信号源和带“可跟踪”(traceable)属性的参数是否超出或低于阈值(p3295)。

此时，可以为阈值设置一个回差(p3296)，为输出信号(p3294)设置一个吸合或释放延时(p3297/8)。

设置一个回差后，会产生一个围绕阈值的公差带。一旦超出公差带上限，输出信号便设为 1；一旦低出公差带下限，输出信号便复位为 0。

在配置结束后，必须通过 p3290.0 激活变量报告功能。

---

#### 说明

变量报告功能的精度可以达到 8 ms，对于吸合延时和释放延时也必须注意这一点。

---

**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的超压。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吸合延时作为公差时间。

“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。

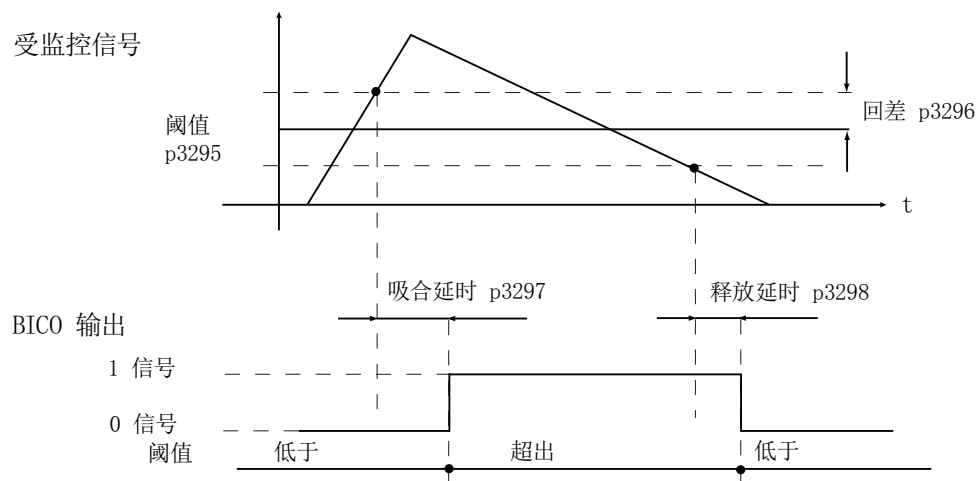


图 7-26 变量报告功能

### 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
- p3292 变量报告功能的信号源地址
- p3293 变量报告功能的信号源数据类型
- p3294 BO: 变量报告功能的输出信号
- p3295 变量报告功能的阈值
- p3296 变量报告功能的回差
- p3297 变量报告功能的吸合延时
- p3298 变量报告功能的释放延时

### 7.1.18 中央测头检测

#### 描述

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，这类外部事件例如有可能是测头的信号脉冲沿。此时有可能需要对多个测头进行检测，或通过一个测头事件对多个轴的位置实际值进行存储。

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。接着会在控制系统中会根据不同轴的位置信号的采样值在相应测头时间点插补位置实际值。在 SINAMICS S 中有两种检测方式：

- 在使用**握手（Handshake）**协议进行测头检测时，每个测头以及测头上升沿和/或下降沿在每个通讯周期/每四个 DP 周期中最多检测 1 个测量值。
- 不使用**握手**协议进行可设置的测头检测时，测头脉冲沿的检测频率可被提高至测头检测的通讯频率/应用频率（= 上一级控制系统的伺服周期）。

前提条件：T\_DP = T\_MACP（即占空比 = 1:1，不可采用减速比）

### 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：

- PROFIBUS 报文
- 控制系统与驱动同步是测量的前提条件。
- 系统时间：分辨率（0.25  $\mu$ s），最大值（16 ms）
- 时间戳：格式（驱动中递增，NC 中递减）
- 监控（生命符号）
- 故障信息
- 增量

接口中的值“0”是无效的时间格式，是用来表明无测量值存在的。

### 使用握手的中央测量

- 只要 p0684 = 0，使用握手检测。
- 在 MAP 周期的时间点  $T_0$  接收测头控制字（BICO p0682 至 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。
- 若测量被激活，则会在 DP 周期中检查测量值是否存在。
- 若检查出测量值存在，驱动将时间戳记录在 p0686 或 p0687 中。
- 在控制字中下降沿或上升沿的控制位被设为零之前将传输时间戳。之后相应时间戳会被设为零。

### 不使用握手的中央测量

选择不使用握手（p0684 = 1）的检测方案会激活下降沿和上升沿的测量。

如果激活了测量，驱动会在 DP 周期中检查是否采集到了测量值：

- 若检查出测量值存在，驱动将时间戳记录在 p0686 或 p0687 中并自动激活新测量。
- 若检查出测量值不存在，驱动将时间戳“零”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。
- 最大脉冲沿识别周期  $< 1 / T_{DP}$

## 注释

除了上文介绍的方法外，还有其他应用可用于监控测头状态和读取测头测量值。

### 示例：

EPOS 可对其测头进行轴向控制，控制系统以可读方式与测头连接，并将信息集成至驱动报文。

参数 p0684（中央测头检测）可如下设置：

- p0684 = 0：使用握手测量（出厂设置）
- p0684 = 1：不使用握手测量
- 无法确保标准 PROFIdrive 连接的安全性。
- “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。

## 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 4740 编码器检测 - 测头检测

## 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p0680[0...5] 中央测头输入端子
- p0681 BI：中央测头同步信号的信号源
- p0682 CI：中央测头控制字的信号源
- p0684 中央测头检测方案
- r0685 中央测头控制字显示
- r0686[0...5] CO：中央测头测量时间上升沿
- r0687[0...5] CO：中央测头测量时间下降沿
- r0688 CO：中央测头状态字显示



### 7.1.19 脉冲接口/方向接口

脉冲/方向接口可使 SINAMICS S110 在执行简单定位任务的控制系统上运行。通过 CU305 上编码器接口（接头 X23）将控制系统连接至 SINAMICS S110。控制系统按以下方式通过接口 X23 向驱动器传输设定值：

- 脉冲信号/方向信号  
或者
- 通过 A 信号和 B 信号进行编码器模拟

#### 应用场合 1：进行位置闭环控制的驱动

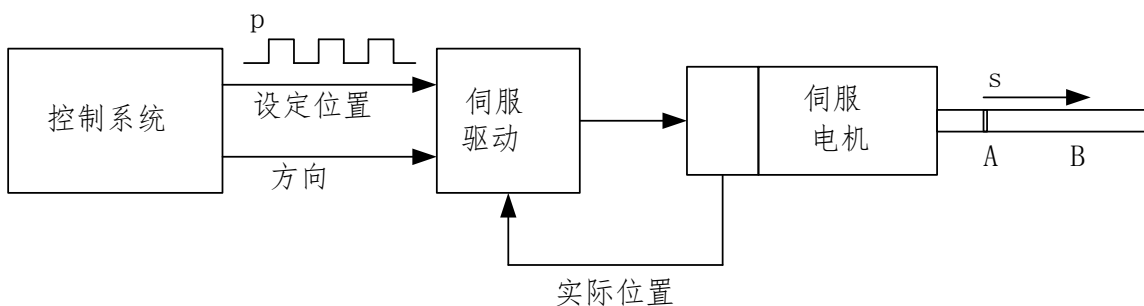


图 7-27 应用场合“进行位置闭环控制的驱动”

控制系统通过脉冲接口/方向接口给定位置设定值。驱动中的位置闭环控制会执行自使能接收到的所有脉冲。如果位置设定值/实际值差值太大，驱动便会产生故障（F07452 “LR：跟随误差过大”）。

接着必须应答跟随误差，还必须通过信号“复位”（参见表格“控制信号”）对设定值/实际值进行复位。此外，在以下情况下也必须使用“复位”信号：

- 持续旋转轴  
对于持续旋转的轴，每次运行结束后都由控制系统暂时设置“复位”信号并再次撤销。这样就能避免超出 32 位的最大范围。
- 绝对值编码器  
对于绝对值编码器，开始时必须给出“复位”信号来复位实际值，这样轴才可以运行。

#### 应用场合 2：进行转速闭环控制的驱动

驱动在进行转速闭环控制的控制系统上运行。周期频率确定了转速设定值（计算请见章节“脉冲接口/方向接口的调试”）。

## 7.1.19.1 脉冲/方向接口的调试

## 输入信号的布线

脉冲/方向接口的输入信号通过接口 X23 连接:

表格 7- 18 带 HTL 电平的设定值给定

引脚	信号名称	技术数据
1 ... 6	不相关	-
7	M	接地
8 ... 12	不相关	-
13	BP 脉冲接口/方向接口: 方向	B 信号 +
14	不相关	-
15	AP_DAT 脉冲接口/方向接口: 脉冲	A-信号正:

表格 7- 19 设定值给定: 带 TTL 电平的编码器信号

引脚	信号名称	技术数据
1 ... 6	不相关	-
7	M	接地
8 ... 11	不相关	-
12	编码器信号设定值给定	B 信号 -
13		B 信号 +
14	编码器信号设定值给定	A-信号负:
15		A-信号正:

## 控制信号的布线

控制信号连接在端子 X132 和 X133 上:

表格 7- 20 控制信号的布线

引脚	信号名称
输入端	
X133.1 (DI 0)	OFF 1
X133.2 (DI 1)	故障应答
X133.3 (DI 3)	复位 (只在位置闭环控制时)
X133.5	接地
输出端	
X132.1 (DO 8)	运行就绪
X132.2 (DO 9)	出现故障
X132.3 (DO 10)	驱动停止 (只在位置闭环控制中)
X132.5	接地

## 在配置向导中设置

脉冲/方向接口的设置在 STARTER 配置向导的对话框 **Process data exchange** 中进行:

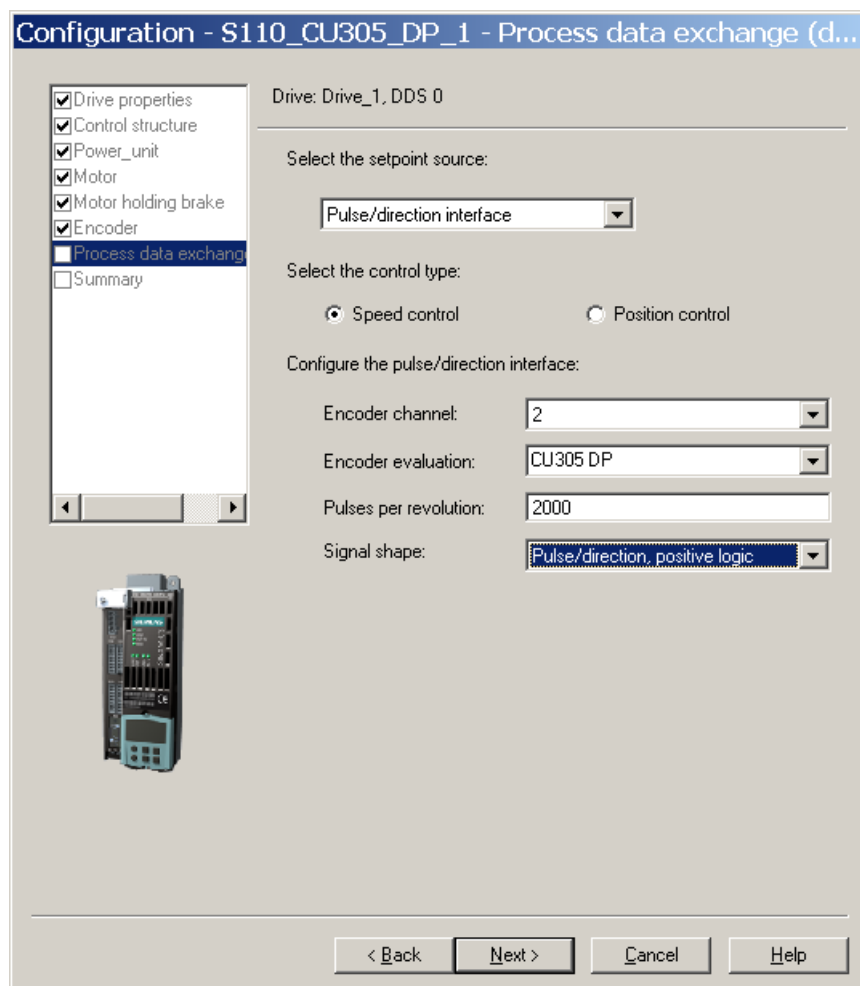


图 7-28 在 STARTER 中配置脉冲/方向接口

请进行以下设置:

- 控制方式: **Speed control** (转速控制) 或 **Position control** (位置控制)
- **Encoder channel** (编码器通道)

脉冲/方向接口占用一个编码器通道。如果您使用了电机编码器,其总是占用编码器通道 1,因此您需要为脉冲/方向接口选择编码器通道 2。

- **Encoder evaluation** (编码器检测)

选择 CU305 的集成式 HTL/TTL 编码器检测作为脉冲/方向接口的输入。

- **Pulses per revolution (线数)** 通过控制系统的最大周期频率以及需要电机达到的最大转速计算得出。具体计算公式为：

$$\text{线数} = (\text{最大周期频率} \cdot 60) / \text{最大转速}$$

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。

- **Signal shape (信号形状)** 可选择以下之一：

表格 7-21 脉冲/方向接口的信号形状

信号形状	p0405[E].5	图形
脉冲/方向 正逻辑	1	
A 信号和 B 信号 正逻辑	0	

- 控制信号会自动由 CU305 与规定的输入端/输出端进行逻辑连接（参见“控制信号布线”）。

### 通过脉冲编码器仿真给定设定值

- 此时的布线参见表格“设定值给定：带 TTL 电平的编码器信号”
- 除了调试向导中的设置（见上文），此时还必须在驱动的专家列表中设置以下值：
  - p0405.0 = 1（双极）
  - p0405.1 = 1 (TTL)

**重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- p0010 驱动调试参数筛选
- p0141 编码器接口（编码器模块）的组件号
- p0184 带 WSG 的编码器接口
- p0400[0...n] 选择编码器型号
- p0404[0...n] 编码器配置生效
- p0405[0...n] 方波编码器信号 A/B
- p0408[0...n] 旋转编码器线数
- r0722 CO/BO:控制单元数字量输入的状态
- p0738 BI: 用于端子 DI/DO 8 的控制单元信号源
- p0739 BI: 用于端子 DI/DO 9 的控制单元信号源
- p2530 CI:LR 位置设定值
- p2550 BI:LR 使能 2

## 7.2 基本功能

### 7.2.1 单位切换

#### 描述

通过单位转换可以转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。

单位转换按照以下边界条件进行：

- 变频器或电机的铭牌参数能够在公制和英制之间转换，但不能转换为百分比值。
- 在重新设置了单位参数后，属于该单位参数相关的单位组的所有参数都统一转换到新单位。
- 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

- 在转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

每个可转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 S110** 参数手册的参数表中可以查阅每个参数的分配和单位组。

单位组可以通过以下参数分别转换：p0100、p0505、p0595

### STARTER 中的功能

在 STARTER 中可通过 Drive object → Configuration → Units 菜单进行单位制转换。基准参数可通过 Drive object → Configuration → Reference parameters 获取。

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p0010 调试, 参数筛选器
- p0100 电机标准 IEC/NEMA
- p0505 选择单位制
- p0595 选择工艺单位
- p0596 工艺单位的基准值
- p2000 CO: 基准频率/基准转速
- p2001 CO: 基准电压
- p2002 CO: 基准电流
- p2003 CO: 基准转矩
- r2004 CO: 基准功率
- p2005 CO: 基准角度
- p2007 CO: 基准加速度



## 7.2.2 基准参数/定标参数

### 描述

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 到 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，会自动设置 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。

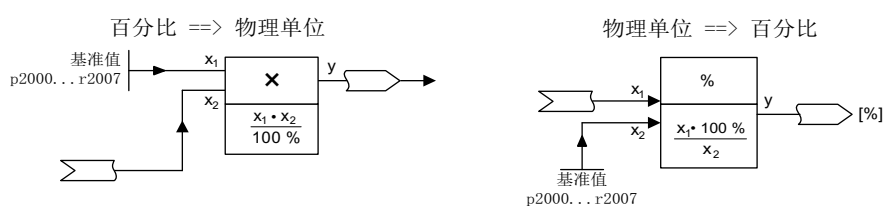


图 7-29 基准值的换算图示

### 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，会分配基准参数的缺省设置，这些设置可以在 Drive → Configuration → “Disabled list” 标签下进行修改或加以保护。

### 说明

如果在 STARTER 的离线模式下修改基准值 (p2000 到 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错。

## 驱动对象“伺服”的定标

表格 7-22 驱动对象“伺服”的定标

尺寸	定标参数	首次调试时的缺省设置
标准转速	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)
标准电压	100 % = p2001	p2001 = 1000 V
标准电流	100 % = p2002	p2002 = 电机电流极限 (p0338); 如果 p0338 = “0”, 则为 2 × 电机额定电流 (p0305)
标准转矩	100 % = p2003	p2003 = p0338 × p0334; 如果为“0”, 则为 2 × 电机额定转矩(p0333)
标准功率	100 % = r2004	r2004 = p2003 * p2000 * π / 30
标准角度	100 % = p2005	90°
标准加速度	100 % = p2007	0.01 1/s <sup>2</sup>
标准频率	100 % = p2000 / 60	-
标准调制系数	100 % = 无过调制的最大输出电压	-
标准磁通量	100 % = 电机额定磁通量	-
标准温度	100 % = 100 °C	-
基准电气角	100 % = 90°	-

## 重要参数一览 (参见 SINAMICS S110 参数手册)

- p0340 自动计算电机/控制器参数
- p0573 禁止自动基准值计算
- p2000 标准转速, 标准频率
- p2001 标准电压
- p2002 标准电流
- p2003 标准转矩
- r2004 标准功率
- p2005 标准角度
- p2007 标准加速度

### 7.2.3 自动重启

#### 描述

在电源断电后再次恢复时，自动重启功能会自动接通驱动。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。



#### 警告

p1210 > 1 时，电源恢复后电机便自动启动。此时应注意，在长时间电源断电后电机处于静止状态，看上去如同断电。如果电机处于该状态，而进入它的作业范围，可能会造成人员伤亡或财产损失。

#### 自动重启的模式

表格 7-23 自动重启的模式

p1210	模式	含义
0	禁用自动重启	自动重启失效
1	应答所有故障信息，不自动重启	<p>p1210 = 1 时，故障原因排除后，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，该故障信息也将自行应答。当信号“开/关 1”（控制字 1，位 0）处于高电平时，故障信息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“开/关 1”处于低电平时，故障信息成功应答和再次出现故障之间必须间隔至少 1 秒。</p> <p>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。</p>

p1210	模式	含义
4	断电后自动重启，没有其他启动	p1210 = 4 时，只有在以下情况下才会执行重启：在功率模块上同时出现了故障 F30003 或二进制互联输入 p1208[1] 上出现高位信号时。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。CU 的 24 V 电源断电会被视为供电系统断电。
6	在出现任意故障后进行自动重启，多次启动	p1210 = 6 时，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。

### 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）。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)

监控时间从发生故障开始计算。如果自行应答没有成功，监控时间会继续计算。如果监控时间届满后，驱动没有成功启动（电机励磁必须结束：r0056.4 = 1），便会报告故障 F07320。p1213 = 0 时，监控功能取消。

如果 p1213 中定义的时间届满，在存在故障时每次重启时都会生成故障 F07320。如果在 p1210 > 1 时 p1213 中设定的时间小于 p1212，同样在每次重启时都会生成故障 F07320。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. 激活功能
  - 自动重启：设置模式(p1210)
2. 设置启动次数(p1211)
3. 设置等待时间(p1212, p1213)
4. 检查功能

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- r0863 CO/BO:驱动耦合状态字/控制字
- 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 自动重启中电源恢复的监控时间

## 7.2.4 电枢短路制动，直流制动

### 特性

- 对于永磁同步电机：
  - 控制一个外部电枢短路回路
- 对于异步电机：
  - 激活直流制动
- 指定为故障响应

### 描述

电枢短路制动功能只适用于永磁同步电机。 如果无法再通过变频器控制制动（例如在断电、急停时等等），此类危险情况下尤其需要使用电枢短路制动。 此时电机的定子绕组会通过接触器电路（必要时通过外部制动电阻）被短接。 电机回路中的电阻可以降低电机动能。

为确保 CU305 在断电的情况下也能执行此功能，必须配备一个不间断 24 V 电源（UPS）。 电枢短路制动典型的应用是机床上快速旋转、永久励磁的主轴驱动。

使用外部电枢短路制动时，由于接触器的惯性响应时间超出 60 毫秒。

直流制动功能只适用于异步电机。 尤其适用于在编码器信号丢失的情况下，可使转子安全停转。 此时定子上会带有恒定的直流电，可对转子进行制动并使其保持静止。

二进制互联输入端 p1230 上给出一个“1”信号或作为故障响应（参见 p0491 或 p2100/p2101 的说明）便可触发这些功能。

### 外部电枢短路制动

外部电枢短路可以由 p1231 = 1（带接触器反馈）或 p1231 = 2（不带接触器反馈）激活。 它可以由输入信号 p1230（信号 = 1）或者一个故障响应触发。 在脉冲被清除或断路器被禁用后触发。

该功能通过输出端子控制一个外部接触器，该接触器必要时可通过外部电阻对电机端子进行短接。 电枢短路制动相对于机械制动的优势在于它能在制动过程一开始就产生强大的制动效果（高转速条件下）。 但转速降低时制动效果会减弱：因此建议配合机械制动一起使用。

使用带接触器反馈的功能时，您必须对两个指令数据组（CDS = 2）p1235[0..1] 的反馈输入端进行布线。

外部电枢短路只适用于转子永磁同步电机（p0300 = 2xx）。

## 直流制动（异步电机）

直流制动通过设置参数  $p1231 = 4$ （内部电枢短路/直流制动）来激活。它可以由输入信号  $p1230$ （信号 = 1）或者一个故障响应触发：

### 由 BI $p1230$ 激活直流制动

如果直流制动由数字量输入信号激活，首先会封锁脉冲，然后在电机去磁时间  $p0347$  中使电机去磁。紧接着直流制动会产生制动电流  $p1232$ ，对电机进行制动或保持电机静止（只要二进制互联输入端上的信号 = 1）。

如果撤销直流制动，驱动便会返回原来的运行方式，此时电机首先会再次增强励磁。

在此模式下可以忽略直流制动启动转速参数（ $p1234$ ）。

### 直流制动用作故障响应

如果将直流制动作为故障响应激活，会首先对电机进行磁场定向制动，使其沿着 OFF1 斜坡（由  $p1082$ 、 $p1121$  定义）减速直至下降到直流制动的启动转速  $p1234$ 。如果原始故障为编码器故障，将不会进行所设置的制动（忽略  $p1234$ ）。接着封锁脉冲，在电机去磁时间  $p0347$  中使电机去磁。此后开始直流制动过程，持续  $p1233$  中给定的直流制动时间。如果可获得编码器信号（既无编码器故障，也不在无编码器运行方式下），直流制动过程将会持续设定的时间  $p1233$ ，但最长不超过静止状态阈值  $p1226$ 。

---

### 说明

尤其是在无编码器运行或较强的弱磁时，对于旋转的转子而言无法确定直流制动功能结束后是否能返回闭环控制运行。此情况下通过故障响应为 OFF2 报警关闭驱动。

---

### 说明

- 在进行参数设置时要检查以下前提条件是否均已满足（否则会触发报警 F7906）：
    - 与功能匹配的电机类型
    - 取决于功能的参数  $p1232$  ...  $p1237$  的有效设置。
  - 内部电枢短路（同步电机时  $p1231 = 4$ ）和内部电压保护（ $p1231 = 3$ ）功能在系统 SINAMICS S110 上不可用。
  - 故障响应“IASC/DC 制动”具有第二高的优先级（只低于 OFF2）。
-

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 7014 外部电枢短路（p0300 = 2xx 或 4xx，同步电机）
- 7017 直流制动（p0300 = 1xx，异步电机）

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p1226 静态识别转速阈值
- p1230[0...n] BI:激活电枢短路/直流制动
- p1231[0...n] 电枢短路/直流制动的配置
- p1232[0...n] 直流制动的制动电流
- p1233[0...n] 直流制动持续时间
- p1234[0...n] 直流制动的启动转速
- p1235[0...n] BI:外部电枢短路接触器反馈
- p1236[0...n] 外部电枢短路接触器反馈的监控时间
- p1237[0...n] 外部电枢短路，接触器打开的等待时间
- r1238 CO:外部电枢短路的状态
- r1239.0..10 CO/BO:电枢短路/直流制动的状态字



## 7.2.5 OFF3 转矩极限

### 描述

如果从外部（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。

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。

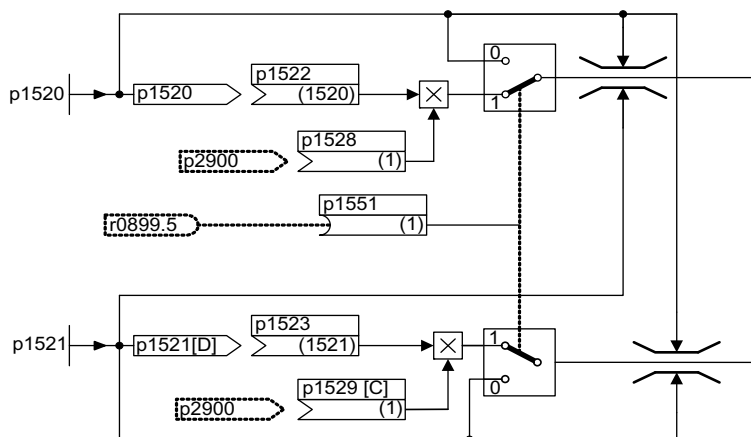


图 7-30 OFF3 转矩极限

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 5620 电动/再生运行的转矩极限
- 5630 转矩上限/下限

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p1520 转矩上限/电动式运行转矩极限
- p1521 转矩下限/再生运行转矩极限

### 7.2.6 简单制动控制

#### 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)

#### 描述

“简易制动控制”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直接传送给驱动，控制单元会通过系统内部过程对这些信号进行逻辑运算和监控。

然后功率模块执行动作，并相应地调节用于抱闸的输出端。详细的过程控制在 SINAMICS S110 参数手册（功能图 2701）中说明。通过参数 p1215 可以设置抱闸的工作方式。

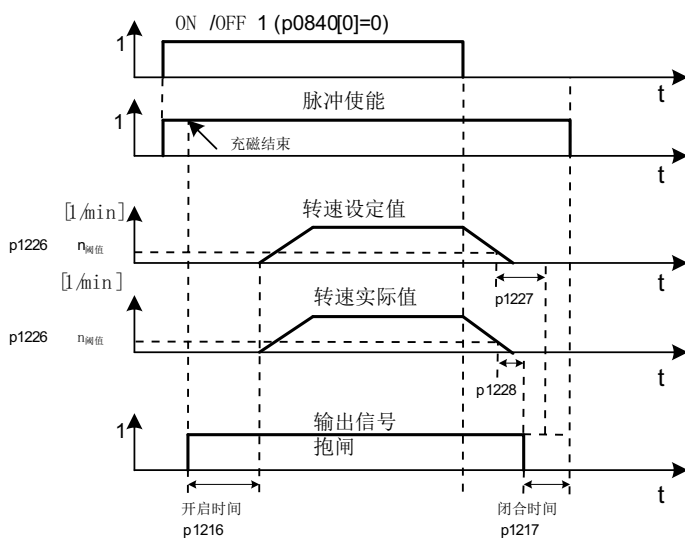


图 7-31 简易制动控制的时序图

闭合时间从 p1227（脉冲清除延时）和 p1228（静态监控时间）其中一个较短的时间结束时开始计算。

**警告**

不允许将抱闸用作运行制动！

在使用抱闸时必须遵守工艺特定、设备特定的规定和标准，以确保人身安全和设备安全。

此时还应进行风险评估，例如，由垂直轴引起的风险。

**调试**

如果功率模块具有内部制动控制，并且相连的制动被识别，则简易制动控制自动激活 (p1215 = 1)。

在不具备内部制动控制时，可以由参数(p1215 = 3)激活控制。

**注意**

如果在具备制动时设置了 p1215 = 0（不存在制动），则驱动会在制动闭合的情况下运行。这可能会损坏制动。

**注意**

只有带 Safe Brake Relay 的模块型功率单元上才可以激活制动控制监控(p1278 = 0)。

**功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- 2701 简易制动控制(r0108.14 = 0)

**重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- r0056.4 充磁已结束
- r0060 CO: 设定值滤波器前的转速设定值
- r0063 CO:平滑过的转速实际值(伺服)
- r0108.14 扩展制动控制
- p0855[C] BI: 强制打开抱闸
- p0856 BI: 转速控制器使能
- p0858 BI: 强制闭合抱闸
- r0899.12 BO: 抱闸打开
- r0899.13 BO: 指令“闭合抱闸”
- p1215 电机抱闸配置
- p1216 电机抱闸的打开时间
- p1217 电机抱闸的闭合时间
- p1226 静态监控转速阈值
- p1227 静态识别监控时间
- p1228 静态识别延迟时间
- p1278 取消激活制动控制的监控

### 7.2.7 驻留轴和驻留编码器

驻留功能分两种类型使用：

- “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。
- “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。
- 没有指定给“电机闭环控制”的测量系统保持生效 ( $r0146[n] = 1$ )。
- 驱动对象保持有效。

---

#### 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 ( $r0126 = 1$ )。

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：功率部件和电机编码器等都失效。

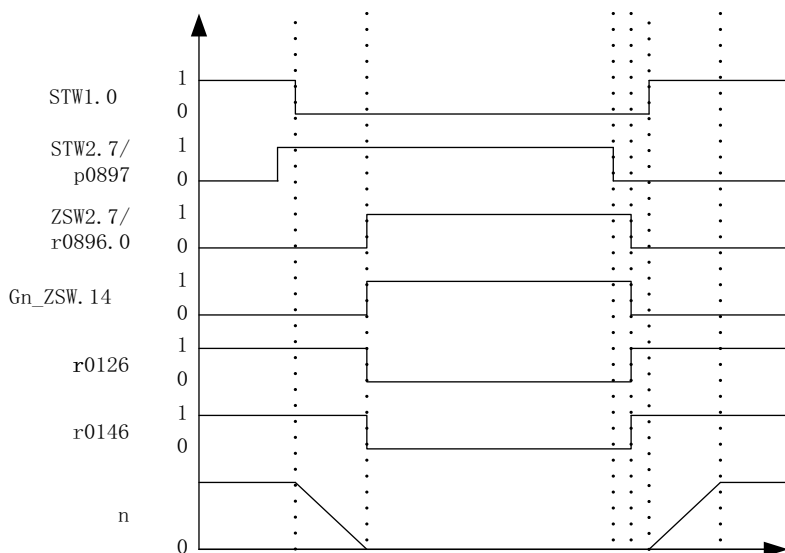


图 7-32 驻留轴的时序图

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。

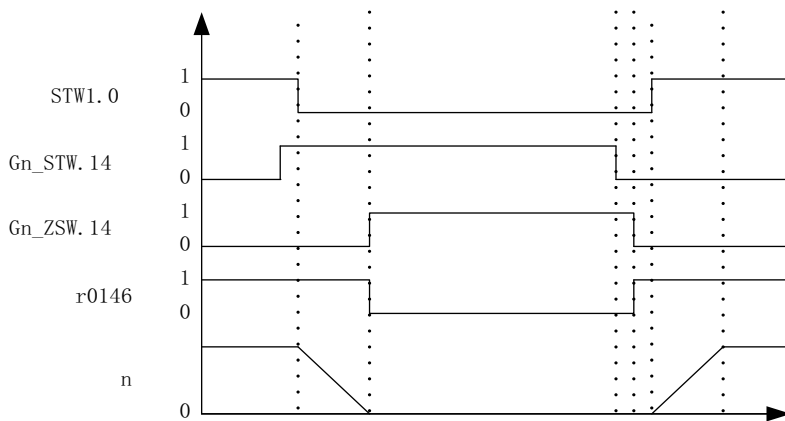


图 7-33 驻留编码器的时序图

**重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）**

- p0145 激活/取消激活编码器接口
- r0146 编码器接口有效/无效
- p0895 BI:激活/取消激活功率单元组件
- r0896.0 BO:“驻留轴”状态字
- p0897 BI:选择“驻留轴”

## 7.2.8 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。下标 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。下标 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，则计时器被取消激活。

达到 p0651 中设定的维护间隔时，会输出故障 F01590。完成电机的维护工作后，请重新设置维护间隔。

<b>注意</b>
-----------

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

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。风扇的使用寿命输入在 p0252（驱动）中。在离使用寿命 500 小时时会输出警告 A30042。p0252 = 0 时，监控取消。



## 7.2.9 在设定值不变的情况下更改旋转方向

### 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

#### 注意

如果在数据组配置中定义了旋转方向改变（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，每次系统启动后或在执行旋转方向改变时都会复位绝对值校准(p2507)，因为旋转方向发生改变时位置基准丢失。

### 说明

在参数 p1959 中设置了位 p1959.14/15“允许正向/负向”时，结合 p1821（旋转方向）的设置对转向的作用如下：

p1821= 0、1 时，正向 (p1959.14 =1)分别表示： 顺时针旋转、逆时针旋转。

p1821= 1、0 时，负向(p1959.15 =1) 分别表示： 逆时针旋转、顺时针旋转。

### 描述

通过 p1821 实现的旋转方向改变无需通过交换电机上的两个相位来改变旋转磁场，也无需通过 p0410 进行编码器信号取反。

通过 p1821 完成的旋转方向改变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。

旋转方向变化可由相电压看出。同样在旋转方向变化时会绝对位置基准也会丢失。

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- r0069 相电流实际值
- p1821 旋转方向
- p1959[0...n] 旋转测量配置
- p2507 位置控制器，绝对值编码器校准状态

## 7.3 功能模块

### 7.3.1 功能模块 - 定义和调试

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
- 设定值通道
- 扩展制动控制

通常，功能模块有自己的参数，必要时也有自己的故障和报警信息。这些参数和信息只有在功能模块激活之后才显示。功能模块激活后通常也会占用处理时间。在设计选型时应注意这一点。

#### 使用 STARTER 调试

在 STARTER 的调试窗口中，可以直接激活功能模块，例如：工艺控制器；或间接激活功能模块：例如：通过激活基本定位器自动激活位置控制。

#### 通过参数调试（只使用 BOP20）

通过控制单元 CU 的参数 p0108 可以激活或取消激活功能模块。使用参数 p0124 (CU) 可以激活驱动对象主要组件的 READY-LED 识别。

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p0108 驱动对象功能模块
- p0124 通过 LED 识别主要组件

## 7.3.2 工艺控制器

### 7.3.2.1 特性

使用功能模块“工艺控制器”可以实现一些简单的控制功能，如：

- 液位控制
- 跳动位置控制/张力控制
- 压力控制
- 流量控制
- 没有上级控制器的简单控制

工艺控制器具备以下属性：

- 固有固定值
- 自有电动电位器
- PID 控制器，带有
  - 两个可缩放的设定值
  - 设定值通道中的斜坡函数发生器
  - 用于实际值通道和设定值通道的滤波器
  - 接通 D 分量的两种模式
  - 前馈
  - 带限制的输出斜坡
  - 可缩放的输出信号

### 7.3.2.2 描述

#### 电动电位器

该功能是模拟用于给定设定值的电动电位器。输入设定值的升高（p2235）和降低（p2236）通过二进制互联输入分别进行。电动电位器的限值是由最大值（p2237）和最小值（p2238）定义的。规定的设定值会提供给内部的斜坡函数发生器，以便进行斜坡函数发生器斜坡上升时间（p2247）和斜坡下降时间（p2248）以及起始值（p2240）的给定。可激活开始端平滑来精调设定值，这样设定值的加速度根据以下公式计算：

$$a = 0.0001 \cdot \text{MAX}[p2237; |p2238|] \cdot 0.13^2$$

电动电位器的模拟量互联输出（r2250）可以（例如）作为工艺 PID 控制器的设定值使用。电动电位器的运行需要 OFF1 使能。

## 工艺控制器

通过模拟量互联输入端 (p2253/p2254) 可以给定两个可缩放的设定值 (p2255/p2256)。通过设定值通道中的斜坡函数发生器, 借助上升时间和下降时间 (p2257/p2258) 定义斜坡。设定值通道和实际值通道都可使用带有可设置的时间常数 (p2261 和 p2265) 的平滑元件。

在下面的工艺控制器中可以设置比例增益 (p2280)、积分时间 (p2285) 和微分时间 (p2274)。取决于 p2263 的设置, 控制器本身可使用两种控制模式:

- 实际值通道中带 D 分量的 PI 控制器 (p2263 = 0; 出厂设置)

对于该控制器类型, 由于干扰量改变引起的实际值变化会导致终端控制元件响应增强 (由于 D 分量的原因)。给定参数的急剧变化 (无斜坡) 首先通过响应对控制过程产生影响, 由此减轻终端控制元件上的负载。D 分量也可用来补偿之前对有噪声的实际值信号进行平滑而产生的延迟。

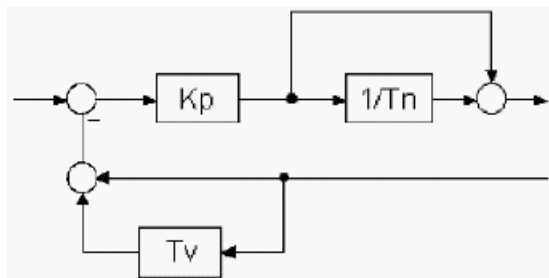


图 7-34 实际值通道中带 D 分量的 PI 控制器的结构

- PID 控制器 (p2263 = 1)

此时因调差而产生 D 分量, 使得给定参数的改变引起终端控制元件的剧烈变化。通过 D 分量也能更快速地对干扰量的变化进行调整。

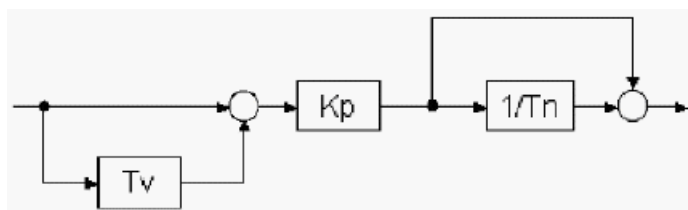


图 7-35 p2263 = 1 时, PID 工艺控制器的结构

请注意, 工艺控制器的结构与以下一些来源中常见的 PID 控制器结构不同。为便于比较, 给出了相应的换算方式:

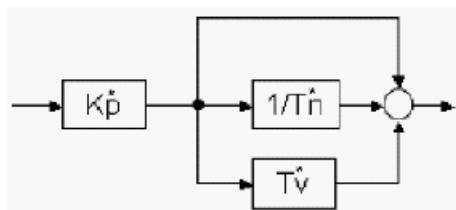


图 7-36 带并联分量的 PID 控制器的结构

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p^* \cdot \left( 1 + \frac{1}{s \cdot T_N^*} + s \cdot T_V^* \right)$$

其中

$$K_p^* = K_p \cdot \left( 1 + \frac{T_V}{T_N} \right) \quad T_V^* = \frac{T_V \cdot T_N}{T_V + T_N} \quad T_N^* = T_V + T_N$$

其他可用的控制器类型：

- 关闭 D 分量的 PI 控制器（微分时间  $T_V$ : p2274 = 0）
- 关闭 I 分量的 PD 控制器（积分时间  $T_N$ : p2285 = 0）
- 关闭 I 分量和 D 分量的 P 控制器（p2274 = 0; p2285 = 0）

**提示：**

出厂设置时（p2252.1 = 1），I 分量与比例增益（p2280）无关。此时 p2285 为积分时间常数  $T_I$ 。当 p2252.1 = 0 时，p2285 为积分时间  $T_N$ ，此时 I 分量适用：

$$\frac{U_I(s)}{E(s)} = K_p \cdot \frac{1}{s \cdot T_N}$$

在控制器输出上还有另一个模拟量互联输入（p2289），用于前馈或扰动作用补偿。然后信号通过限制（p2291/2）导出。

工艺控制器具有自身的使能二进制互联输入（p2200）。为避免输出端信号急剧变化，可通过上升时间/下降时间（p2293）定义输出斜坡。

**提示：**

在出厂设置 p2252.2 = 1 时，当使能丢失时（p2200 = 0）立即将输出端置 0。如要通过输出斜坡反馈输出端信号，必须设置 p2252.2 = 0。

然后，在输出端信号(r2294)作为模拟量互联输出用于后续连接之前，可通过模拟量互联输入 p2295 对其进行缩放。

### 7.3.2.3 功能图和参数

工艺控制器功能采用以下方式集成到系统中。

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 7950 固定值(r0108.16 = 1)
- 7954 电动电位器(r0108.16 = 1)
- 7958 闭环控制(r0108.16 = 1)

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 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的配置
- 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的初始值
- 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加速时间
- p2248[0...n] 工艺控制器电动电位器减速时间
- r2250 CO:工艺控制器电动电位器设定值，RFG 后

### 控制

- p2200 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 比例系数
- p2256 工艺控制器设定值 2 比例系数
- p2257 工艺控制器加速时间
- p2258 工艺控制器减速时间
- p2261 工艺控制器设定值滤波器时间常数
- 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
- p2280 工艺控制器比例增益
- p2285 工艺控制器积分时间
- p2289[0...n] CI:工艺控制器前馈信号
- p2295 工艺控制器输出的比例系数

#### 7.3.2.4 使用 STARTER 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。

参数设置在专门的界面中进行。

### 7.3.3 扩展监控功能

通过激活扩展可以增加以下监控功能：

- 转速设定值监控：  $|n\_设定| \leq p2161$
- 转速设定值监控：  $n\_设定 > 0$
- 负载监控

#### 负载监控的说明

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。

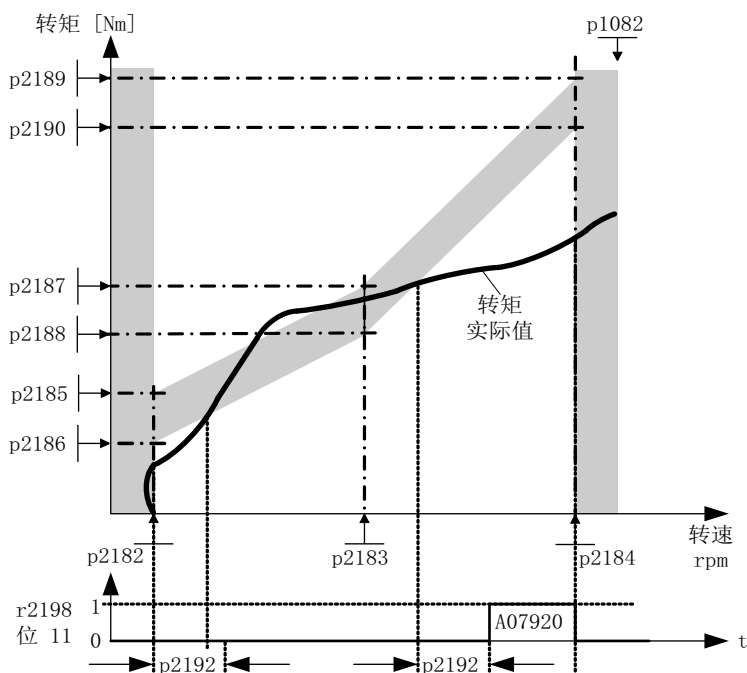


图 7-37 负载监控



## 调试

在调试向导运行期间可激活扩展监控功能。通过参数 r0108.17 可以检查模块是否激活。

### 功能图（参见 SINAMICS S120/S150 参数手册）

- 8010 转速信息 1
- 8011 转速信息 2
- 8013 负载监控

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

#### 负载监控

- p2181[D] 负载监控响应
- p2182[D] 负载监控转速阈值 1
- p2183[D] 负载监控转速阈值 2
- p2184[D] 负载监控转速阈值 3
- p2185[D] 负载转矩监控，转矩上限 1
- ...
- p2190[D] 负载转矩监控，转矩下限 3
- p2192[D] 负载监控延迟时间

#### 转速设定值监控

- p2150[D] 转速阈值 3 的回差
- p2151[C] Cl: 转速设定值
- p2161[D] 转速阈值 3
- r2198.4 BO: 监控状态字 2,  $|n_{\text{设定}}| \leq p2161$
- r2198.5 BO: 监控状态字 2,  $n_{\text{设定}} < 0$

### 7.3.3.1 调试

在调试向导运行期间可以激活扩展监控功能。通过参数 r0108.17 可以检查功能是否激活。

## 7.3.4 扩展制动控制

### 7.3.4.1 特性

“扩展制动控制”功能有以下特性：

- 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、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)
- 两个输入之间的“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)
- 响应可设定(A7931, A7932)
- 在取消信号“转速控制器使能”后闭合制动(p0856)

### 7.3.4.2 功能图和参数

“扩展制动控制”功能模块采用以下方式集成到系统中。

功能图（参见 **SINAMICS S110 参数手册**）

- 2704 静态识别(r0108.14 = 1)
- 2707 打开和闭合制动(r0108.14 = 1)
- 2711 信号输出(r0108.14 = 1)

重要参数一览（参见 **SINAMICS S110 参数手册**）

- r0108.14 扩展制动控制
- r0899 CO/BO:状态字，顺序控制

### 静态监控

- r0060 CO: 设定值滤波器前的转速设定值
- r0063 CO: 实际值平滑后的转速实际值
- p1225 CI: 静态监控阈值
- p1226 静态监控转速阈值
- p1227 静态识别监控时间
- p1228 静态识别延迟时间
- p1224[0...3] BI: 达到静态后闭合电机抱闸
- 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 BI: 强制打开抱闸
- p0858 BI: 强制闭合抱闸
- p1216 电机抱闸的打开时间
- p1217 电机抱闸的闭合时间
- p1218[0...1] BI: 打开电机抱闸
- p1219[0...3] BI: 立即闭合电机抱闸
- p1220 CI: 打开电机抱闸用阈值的信号源
- p1221 “打开电机抱闸”的阈值
- p1277 “超出电机抱闸阈值”信号的延迟时间

### 自由功能块

- p1279 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 电机抱闸配置
- r1229 CO/BO: 电机抱闸状态字
- p1278 电机抱闸类型

## 扩展制动控制的控制信息和状态信息

表格 7-24 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	p0856 BI:使能转速控制	STWA.12
强制闭合抱闸	p0858 BI:强制闭合抱闸	STWA.14

表格 7-25 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
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

### 7.3.4.3 描述

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
- 静态检测
- 模拟量互联阈值

在带“Safe Brake 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”。

### 7.3.4.4 示例

#### 电机在制动闭合时启动

通电后，如果没有给出其他使能，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。首先驱动在闭合制动相反方向上形成转矩，一旦电机转矩或电机电流(p1220) 超出制动阈值 1(p1221)，制动便松开。

例如：当电机拖动处于受拉状态的钢绳卷（钢铁行业中使用的绳卷）时，可以采用此配置。

#### 紧急制动

例如在紧急制动情况下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 （OFF3 触发“立即闭合制动”）。

应将 OFF3 斜坡(p1135)设为 0 秒，防止变频器在制动相反反向上运行。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，或通过制动电阻将该电能转化为热能。

该制动典型的应用有：轧光机、切割机、运行装置和压力机。

起重机驱动上的工作制动

在带手动控制装置的起重机上，驱动器必须立即对控制杆即主控开关的动作作出响应。此时，电机通过“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。电机已励磁，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）。转速控制器立即使能，在制动打开时间(p1216)结束后，转速设定值使能。主控开关处于零位时，转速设定值被锁定，电机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。可以作出如下修改来使用扩展制动控制。

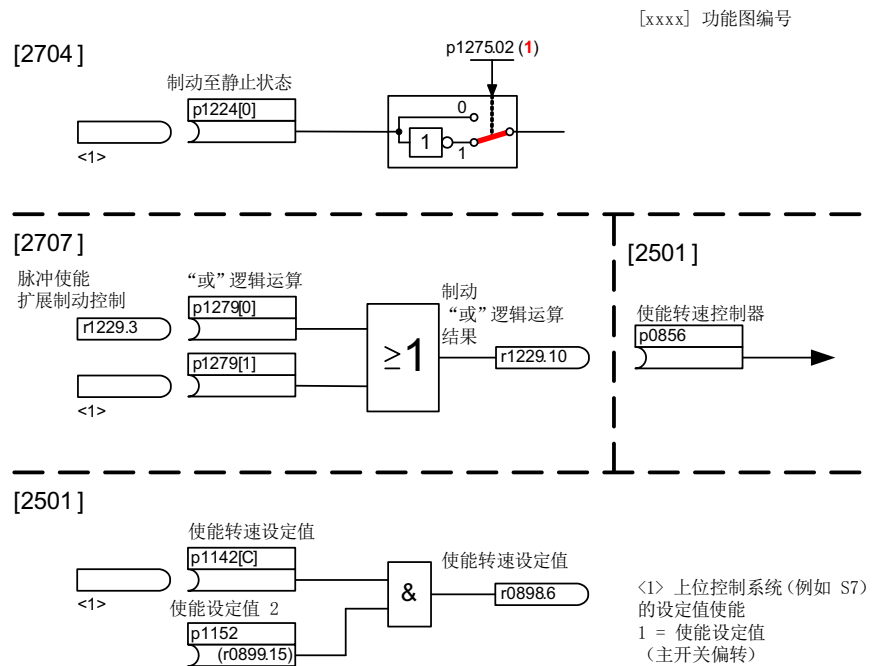


图 7-38 示例：起重机驱动上的工作制动

### 7.3.4.5 调试

在调试向导运行期间可以激活扩展制动控制。通过参数 **r0108.14** 可以检查功能是否激活。

如果没有修改出厂设置，则制动控制为“简易制动控制”。

制动控制可由参数（**p1215 = 3**）激活。

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，以便进行第二次反馈(**p1223**)。制动的开闭时间可以在 **p1216** 和 **p1217** 中设置。

---

#### 说明

如果在具备制动时设置了 **p1215 = 0**（不存在制动），则驱动会在制动闭合的情况下运行。这可能会损坏制动。

---

<b>注意</b>
-----------

只有带 <b>Safe Brake Relay</b> 的模块型功率单元上才可以激活制动控制监控( <b>p1278 = 0</b> )。
---

## 7.3.5 位置闭环控制

### 7.3.5.1 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。

### 7.3.5.2 位置实际值处理

#### 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)

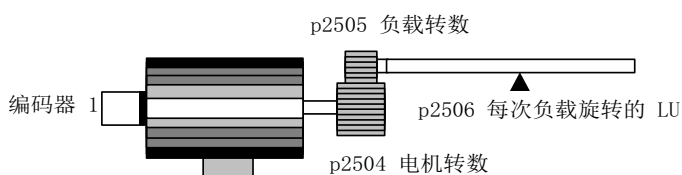
#### 描述

位置实际值处理可以将位置实际值转变为中性长度单位 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 或 2）采集位置实际值。

p2502 = 1, 电机编码器 1 上的位置控制



p2502 = 2, 外部编码器 2 上的位置控制

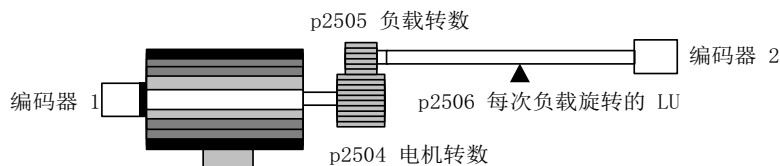


图 7-39 使用旋转编码器采集位置实际值



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  $\mu\text{m}$ ，即：1 LU = 1  $\mu\text{m}$ 。

→ 一次负载旋转相当于 10000 LU

→ p2506 = 10000

### 说明

真正的实际值分辨率为编码器线数（p0408）与细分分辨率（p0418）之积。

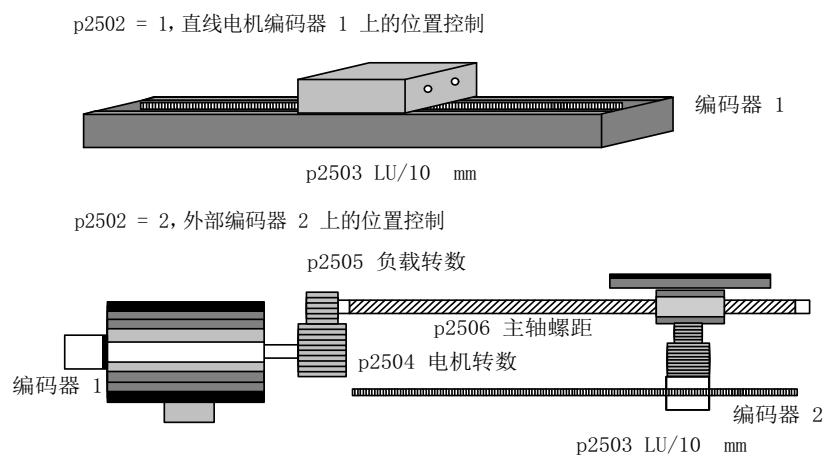


图 7-40 使用直线编码器采集位置实际值

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  $\mu\text{m}$ ，即：1 LU = 1  $\mu\text{m}$ 。

→ p2503 = 10000

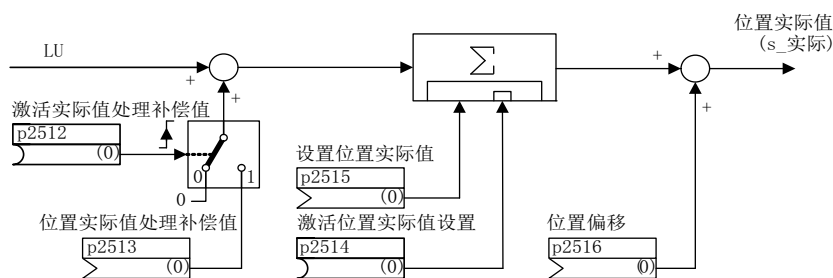



图 7-41 位置实际值处理

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。

**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。

 <b>警告</b>
<p>在缺省设置中，位置实际值置位后，即 <b>p2514 = “1”</b> 信号后，位置控制中的位置实际值会保持为模拟量端口 <b>p2515</b> 的值。</p> <p>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。</p>

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。

### 负载齿轮箱位置跟踪

#### 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  
多圈编码器指通过旋转多圈（例如 **4096** 圈）来提供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。

通过位置跟踪可以在功能模块“位置闭环控制”激活( $p0108.3 = 1$ )时监控负载齿轮箱。

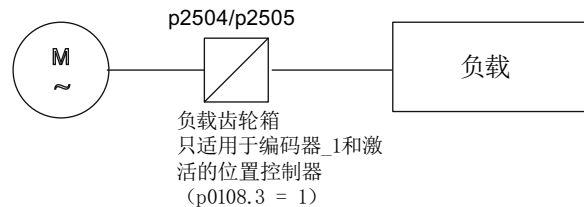


图 7-42 齿轮箱和编码器一览

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( $p2720.0 = 0$ )，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( $p2720.0 = 1$ )，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( $p0419$ )
- 传动比( $p0433/p0432$ )

## 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

## 前提条件

- 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。

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）上可以激活位置跟踪。

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  $GnSTW.13$  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( $p2504/p2505$ )

## 说明

$p0408$ 、 $p0419$  和  $p2721$  的总和限制在 32 位内。

## 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 ( $p0421 = 8$ )。

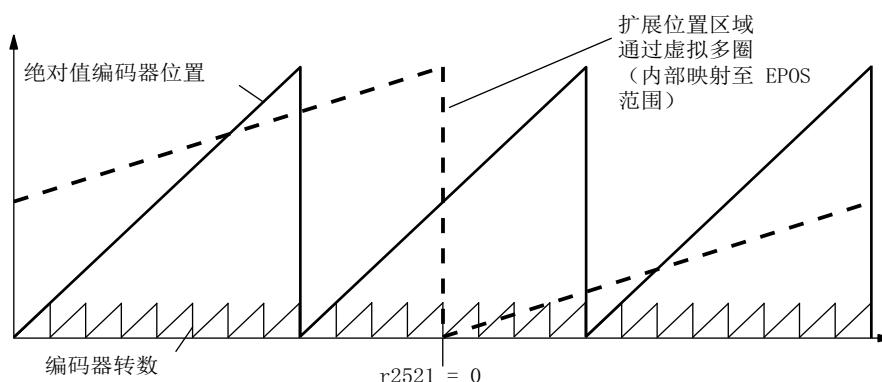


图 7-43 位置跟踪 ( $p2721 = 24$ )、设置  $p2504 = p2505 = 1$  (传动比 = 1)

在这个示例中，表明：

没有位置跟踪时，可以围绕  $r2521 = 0$  LU 重复  $\pm 4$  圈的编码器位置。

激活位置跟踪后， $p2721 = 24$  时，可以重复  $\pm 12$  圈的编码器位置（负载齿轮箱上为  $\pm 12$  负载圈数）。

实际应用示例：

在线性轴上，设置了  $p0421 = 4096$ ， $p2721 = 262144$ ，即：可以重复  $\pm 131072$  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(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。

---

### 虚拟多圈编码器(p2721)

通过虚拟多圈分辨率能够设置可分辨的电机转数，即旋转绝对值编码器在位置跟踪激活的分辨率。只有在回转轴上才能编辑该值。

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)，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。

不能修改 p2721 的值。

示例：多圈编码器

在线性轴上，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)。

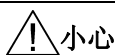
**公差窗口(p2722)**

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。



**小心**  
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。

## 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 STARTER 的以下窗口中配置：

1. 在调试向导中进入窗口“Mechanical system configuration”。
2. 在项目导航器中点击 Drive → “Technology” → “Position control”，进入“Mechanic”窗口。

### 功能图和参数

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 4010 位置实际值处理
- 4704 位置和温度采集，编码器 1...2
- 4710 转速实际值和磁极位置采集电机编码器 (编码器 1)

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p2502[0...n] LR 编码器分配
- p2503[0...n] LR 每 10 mm 的长度单位 LU
- 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 每次负载旋转的长度单位 LU
- r2520[0...n] CO: LR 位置实际值处理，编码器控制字
- r2521[0...n] CO: LR 位置实际值
- r2522[0...n] CO: LR 速度实际值
- r2523[0...n] CO: LR 测量值
- r2524[0...n] CO: LR 每次旋转的 LU
- r2525[0...n] CO: LR 编码器校准偏移
- r2526[0...n] 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



### 7.3.5.3 位置控制器

#### 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。

---

#### 描述

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。

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 4015 位置控制器

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p2533 LR 位置设定值滤波器时间常数
- p2534 LR 转速前馈系数
- p2535 LR 转速前馈平衡滤波器时滞
- p2536 LR 转速前馈平衡滤波器 PT1
- p2537 CI: LR 位置控制器适配
- p2538 LR 比例增益
- p2539 LR 积分时间
- p2540 CO: LR 位置控制器输出转速极限
- p2541 CI: LR 位置控制器输出转速极限的信号源

7.3.5.4 监控

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)

描述

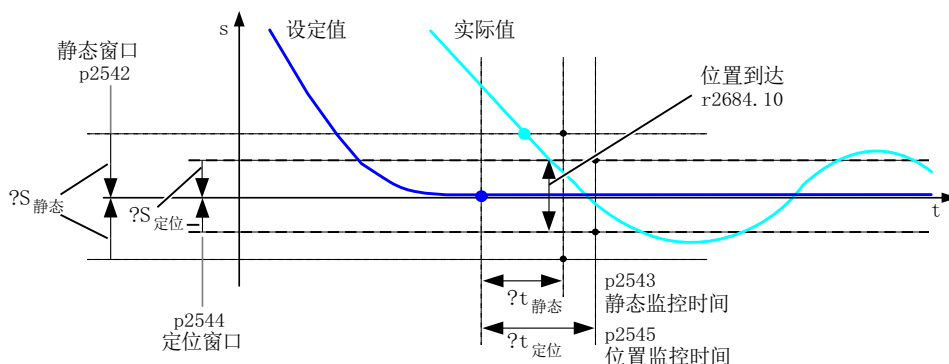


图 7-44 静态监控，位置窗口

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，会取消激活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)。

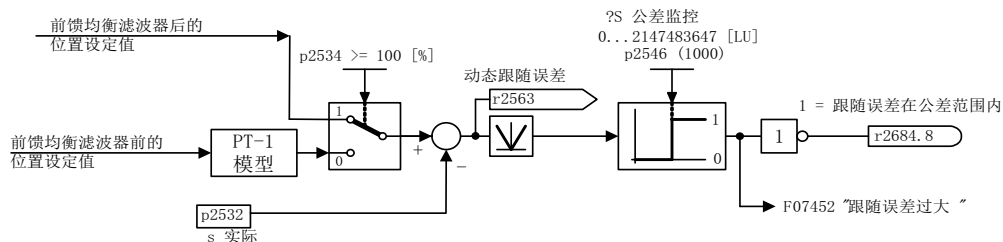


图 7-45 跟随误差监控

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。

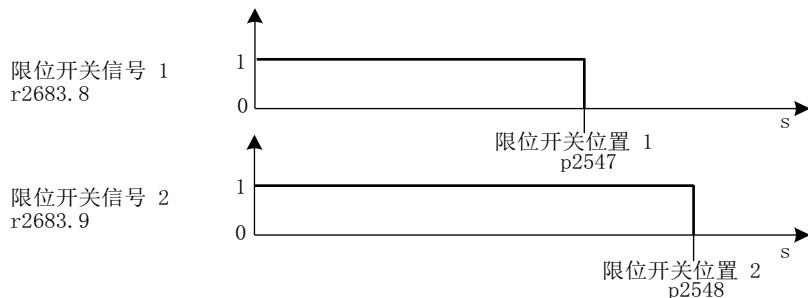


图 7-46 限位开关

位置控制器有两个限位开关。如果在正方向上越过了限位位置 p2547 或 p2548 (p2521 > p2547/2548)，则限位开关信号 r2683.8 或 r2683.9 复位。

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 4020 静态监控/位置监控
- 4025 动态跟随误差监控、限位开关

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 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 LR 动态跟随误差监控的公差
- p2547 LR 限位开关位置 1
- p2548 LR 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 当前跟随误差
- r2683.8 位置实际值 $\leq$  限位开关位置 1
- r2683.9 位置实际值 $\leq$  限位开关位置 2
- r2684 CO/BO: EPOS 状态字 2

#### 7.3.5.5 测头分析和参考脉冲搜索

##### 描述

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（测头选择）和 p2511（测头脉冲沿分析）确定测头分析模式。

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分析，更快地处理信号。测头分析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 和 p0580。

输入端 p2508（激活参考脉冲搜索）或 p2509（激活测头分析）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 和 r2526.2 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，状态字位 r2526.1 复位。

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分析）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 至 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（另见章节“编码器的控制字和状态字”）。

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 4010 位置实际值处理
- 4720 编码器接口，接收信号编码器 1...2
- 4730 编码器接口，发送信号编码器 1...2

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p2508 BI:LR 激活参考脉冲搜索
- p2509 BI:LR 激活测头分析
- p2510 BI:LR 选择测头分析
- p2511 BI:LR 测头分析脉冲沿
- p2517 LR 直接测头 1 输入端子
- p2518 LR 直接测头 2 输入端子
- r2523 CO:LR 测量值
- r2526 CO/BO:LR 状态字

### 7.3.5.6 功能图和参数

“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，必须取消激活位置控制器(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 S110 参数手册）

- 4010 位置实际值处理
- 4015 位置控制器
- 4020 静态监控/位置监控
- 4025 动态跟随误差监控、限位开关

## 7.3.6 基本定位器

### 概述

基本定位器用于线性轴和回转轴（模态轴）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）。

此外，在 **STARTER** 中还为基本定位器提供了一系列操作简易的配置、调试和诊断功能（图形引导）。在 **STARTER** 中为基本定位器和转速闭环控制提供了一个控制面板，借助该面板可以通过 **PC/PG** 控制功能，方便调试或诊断。

在基本定位器激活( $r0108.4 = 1$ )时，位置控制也应激活( $r0108.3 = 1$ )。在 **STARTER** 的调试向导中激活基本定位器，即可自动激活位置控制。此时所需的“内部互联”（**BICO** 技术）也自动进行。



小心

基本定位器需要使用位置控制器的功能。由基本定位器完成的 **BICO** 互联只允许由专家更改。

位置控制的功能可以自由使用，例如：静态监控、定位监控、动态跟随误差监控、限位开关、模态功能、测头赋值。参见“位置控制”章节。

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”运动期间借助测头分析回参考点；通常取 BERO 信号的值。在运行方式“JOG”、“设定值直接给定/MDI”和“运行程序段”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
- “运行程序段”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行程序段执行定位
  - 运行程序段编辑器，使用 **STARTER**
  - 一个运行程序段包含以下信息：  
运行程序段号  
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、110 和 111，在选中后会自动内部互联到基本定位器。
- 通过 **PROFIdrive** 报文 7 和 110 控制。



### 7.3.6.1 机械系统

#### 特性

- 反向间隙补偿(p2583)
- 模态补偿(p2577)

#### 描述

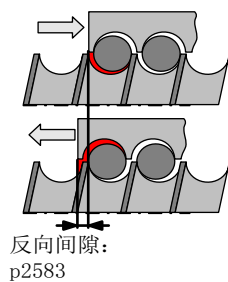


图 7-47 反向间隙补偿

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。

#### 说明

在完成以下动作后，反向间隙补偿生效

- 使用增量式测量系统使轴回参考点
- 使用绝对式测量系统校准轴

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 7-26 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

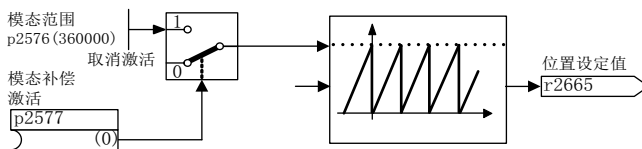


图 7-48 模态补偿

模态轴的运行范围不受限制。在达到某个设定值（即模态范围或轴循环）后，例如：完成一次旋转 360°→ 0°，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:

- 1. 不带位置跟踪的电机编码器：  

$$v = p0421 * p2506 * p0433 * p2505 / (p0432 * p2504 * p2576)$$
- 2. 带负载齿轮箱位置跟踪的电机编码器：  

$$v = p2721 * p2506 * p0433 / (p0432 * p2576)$$
- 3. 带负载齿轮箱位置跟踪的电机编码器：  

$$v = p2721 * p2506 / p2576$$
- 4. 不带位置跟踪的直接编码器：  

$$v = p0421 * p2506 * p0433 / (p0432 * p2576)$$

在带位置跟踪时，我们建议修改 p2721。

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 3635 插补器
- 4010 位置实际值处理

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 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 CO/BO: EPOS 状态字 2
- r2685 CO: EPOS 补偿值

#### 使用 STARTER 调试

在 STARTER 中的“Position control”下进入“Mechanics”窗口。

### 7.3.6.2 限制

#### 描述

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)
- 急动限制
  - 急动限制(p2574)
  - 激活急动限制(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
- 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<sup>2</sup>**。

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
- 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。

## 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。**0/1** 上升沿进入允许的运动方向后，轴便离开硬限位开关，相应的状态位（**r2684.13** 或 **r2684.14**）随即复位。

## 急动限制

没有急动限制时，加速度和减速度会出现剧烈变化。下图中展示了没有急动限制时的运动属性。如图所示，此时最大加速度  $a_{\text{最大}}$  和最大减速度  $d_{\text{最大}}$  立即生效。驱动开始加速，达到设定速度  $v_{\text{设定}}$ ，然后便进入恒速阶段。

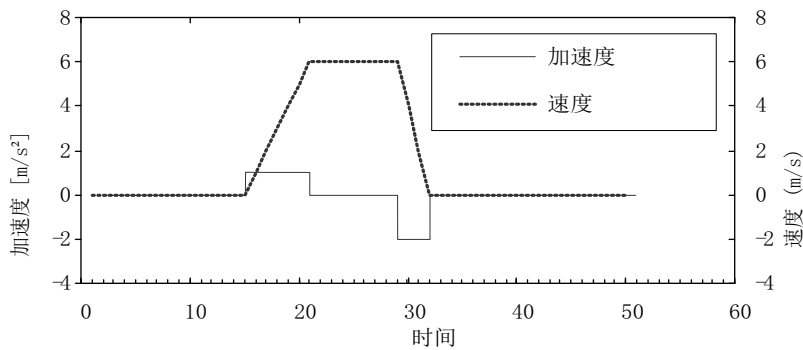


图 7-49 没有急动限制

通过急动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。

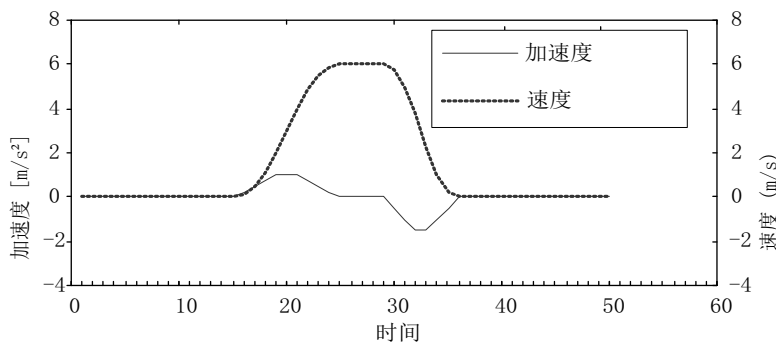


图 7-50 激活的急动限制

在参数 **p2574**“急动限制”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  $\text{LU/s}^3$ 。分辨率为  $1000 \text{ LU/s}^3$ 。为了永久激活急动限制，应将参数 **p2575**“激活急动限制”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**“急动限制生效”可以显示该限制是否激活。

在以下运行方式中，急动限制生效

- JOG
- 运动程序段执行
- 用于定位和设置的设定值直接给定/MDI
- 回参考点
- 由警告引起的停止响应

在出现响应为 OFF1/OFF2/OFF3 的信息时，急动限制失效。

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 3630 运动范围限制

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 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 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 CO/BO: EPOS 状态字 2

### 7.3.6.3 回参考点

#### 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。

#### 描述

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 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）<sup>\*)</sup>
    - 外部零脉冲（p0495 ≠ 0 或 p0494 ≠ 0）<sup>\*)</sup>
- 被动回参考点：flying reference, p2597 = 1
- 绝对值编码器
  - 绝对值编码器校准
  - 被动回参考点：flying reference, p2597 = 1

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可调参数。在缺省设置中，该可调参数是 p2599，已经连接到模拟量互联输入 p2598 上。



## 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，驱动力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  $p2598$  已经连接到可调参数  $p2599$ 。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

在调试期间必须校准绝对值编码器。在机械系统断电后，编码器的位置信息被保存。

设置  $p2507 = 2$  后，可以借助  $p2599$  中的参考点坐标确定偏移值( $p2525$ )。在计算位置实际值( $r2521$ )时会使用该偏移。参数  $p2507$  会给出 3，报告编码器已校准；另外，位  $r2684.11$ （参考点已设置）也置为 1。

为永久采用数据，应非易失地保存编码器校准的偏移值( $p2525$ )，即从 RAM 复制到 ROM。

### 说明

若已经过校准的轴出现校准丢失的状况，则该轴在驱动设备重新上电后将依然保持在未校准状态。此时必须重新校准轴。

### 小心

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 ( $2720.0 = 0$ ) 时，该区域内只允许出现一圈编码器溢出（详细信息参见位置控制器 → 位置实际值处理）。在校准结束后必须确保没有超出该区域，否则编码器实际值和负载机械之间没有唯一的基准关系。

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，否则会设为编码器范围中一个经过修正的数值。

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。

### 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。

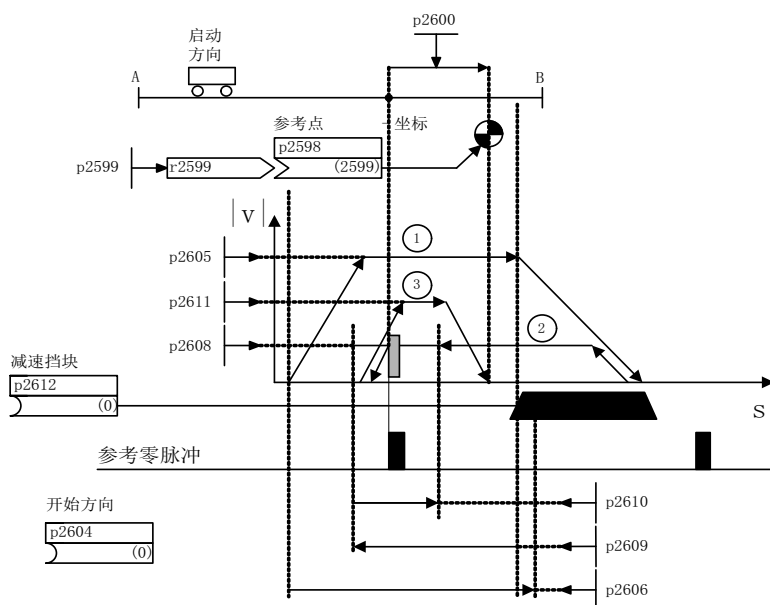


图 7-51 示例：回参考点，带减速挡块

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。

### 回参考点步骤 1: 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“正反向挡块”, 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  $p2613 = 0$  和  $p2614 = 0$ , 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
-

### 回参考点步骤 2: 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)\*, 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)\*, 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\*)。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\*) (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 (测量头或替代零脉冲取反) 取反。

---

### 回参考点步骤 3: 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 已经连接到可调参数 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 (主动/被动回参考点激活) 和二进制互联输入 p2509 (激活测量头赋值) 相连,它激活了测量头赋值。通过二进制互联输入 p2510 (测量头选择) 和 p2511 (测量头脉冲沿赋值) 可以设置,此时需要使用的测量头 (1 或 2) 以及使用的测量脉冲沿 (0/1 或 1/0)。

测量头脉冲通过参数 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)。

关于“被动回参考点”的详细信息请参见功能图 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)，则输出警告 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

被动回参考点不是一种主动的运行方式，它被一个主动的运行方式覆盖。

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量头赋值，它由选择测量头(p2510)和选择脉冲沿赋值(p2511)激活；缺省设置中始终为测量头 1，脉冲沿赋值为 0/1 上升沿。

---

#### 数据组切换的说明

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。

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 3612 回参考点
- 3614 被动回参考点

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p0494[0...n] 替代零脉冲输入端\*)
- p0495 替代零脉冲输入端\*)
- p2596 BI: EPOS 设置参考点
- p2597 BI: EPOS 回参考点模式选择
- p2598 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

\*) 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。

#### 7.3.6.4 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）

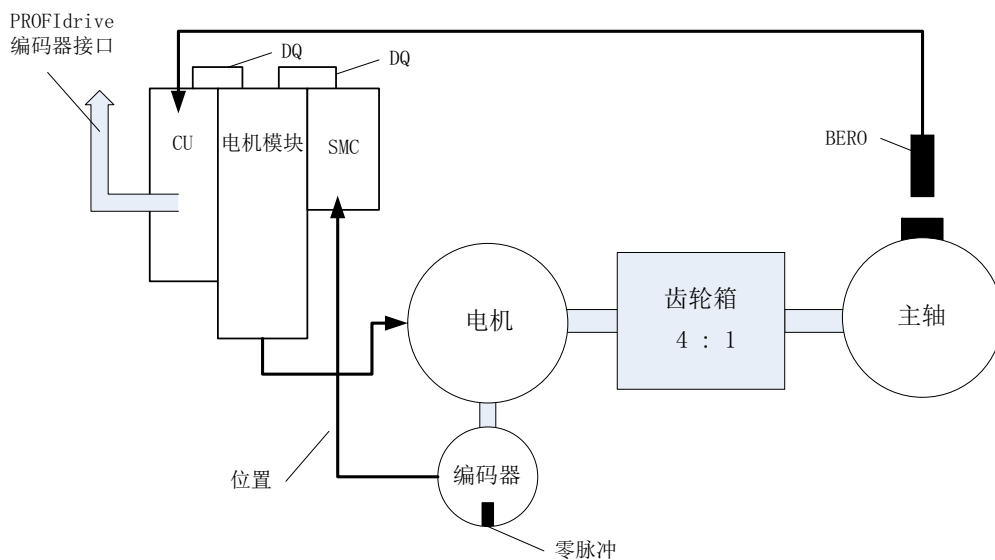


图 7-52 电机和主轴间存在齿轮箱的结构

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。

### 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。

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：

- 通过参数 p0493 定义用于连接 BERO 的快速数字量输入。
- 将参数 p0490 的相应位设为 1：信号反转表示通过 BERO 信号的下降沿进行分析。



回参考点过程如下：

- SINAMICS S 通过 PROFIdrive 编码器接口接收到参考脉冲搜索任务。
- 参照参数设置，SINAMICS S 会根据 BERO 信号对零脉冲进行设置。
- SINAMICS S 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 S110 参数手册）

- p0488 测头 1 输入端子
- p0489 测头 2 输入端子
- p0493 零脉冲选择输入端
- p0495 替代零脉冲输入端
- p0580 测头输入端
- p0680 中央测头输入端
- p2517 LR 直接测头 1
- p2518 LR 直接测头 2

### 7.3.6.5 运动程序段

#### 描述

驱动系统中最多可以保存 16 个不同的运行程序段。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行任务的参数都生效：

- 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行程序段编号，并通过 p2531（激活运行任务）上的信号激活。
- 在运行任务后切换了程序段。
- 触发了外部程序段切换 p2632。

运行程序段由具有固定结构的参数组设置：

- 运行程序段编号(p2616[0...63])  
每个运行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。  
与运行程序段的最大数目无关 (= 16)，您可以使用范围为 0 ... 63 的运行程序段编号。
- 任务(p2621[0...9])
  - 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])

运行任务的执行模式可以由参数 p2623 设置。在 STARTER 中编写运行程序段时，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“运行程序段 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])

### 接收运行程序段

可将运行程序段从一个 SINAMICS S110 上传到另一个系统上。为此可采取以下措施：

---

#### 说明

可从其他 SINAMICS 设备中接收运行程序段。但 SINAMICS S110 只导入前 16 个运行程序段；其他运行程序段在导入过程中会因报错而被拒绝。

---

1. 在源设备的 STARTER 中选择菜单项 **Project → Save and export** 并确定导出选项。
2. 如果不想接收某些运行程序段，可采用适当的处理程序将其从 **ISymbol.xml** 文件中删除。
3. 在目标设备的 STARTER 中选择菜单项 **Project → Import** 并选择需导入的 XML 文件。

### 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) 减速度停机。

当前的运行任务可以由 p2641 上给出的 0 信号拒绝。拒绝后，驱动以最大减速度(p2573) 减速度停机。

只有在运行方式“运行程序段”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。

## FIXED STOP

FIXED STOP 任务可以激活转矩降低的运行至固定停止点。

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] 旋转电机上的任务参数，夹紧转矩[0.01 Nm]。

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 任务可以激活加加速度限制（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 “加加速度限制激活”上的信号应为零。p2574 中设置的值用作加加速度极限值。

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  $\geq 0$  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 p0112[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 WAITING 前的任务设置了怎样的继续条件，在等待开始前总是执行准停。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行任务内执行跳转。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“运行程序段 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 = 下一个运行程序段编号

在一个插补周期内，可以执行 SET\_O、RESET\_O 和 GOTO 中任意两个任务，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两个二进制信号（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 中任意两个任务，并启动下一个任务 POSITIONING 或 WAITING。

### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 3616 “运行程序段”运行方式

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p2616 EPOS 运行程序段编号
- p2617 EPOS 运行程序段位置
- p2618 EPOS 运行程序段速度
- p2619 EPOS 运行程序段加速度倍率
- p2620 EPOS 运行程序段减速度倍率
- p2621 EPOS 运行程序段任务
- p2622 EPOS 运行程序段任务参数
- p2623 EPOS 运行程序段参数模式
- p2625...p2630 BI: EPOS 程序段选择，位 0 ... 5



### 7.3.6.6 运行到固定停止点

#### 描述

“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。在运行任务(p2622)中可以设置夹紧转矩。可以为固定停止点设置一个监控窗口，防止在驱动离开固定停止点后超出该范围运行。

在定位运行中，如果执行的运行程序段带 **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（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：运行到固定停止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”便激活。

#### 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** 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：

- 跟随误差超过了参数 **p2634**（固定停止点：最大跟随误差）中的设定值（**p2637 = r2526.4**）
- **p2637 ≠ r2526.4**：外部通过二进制互联输入 **p2637** 上的信号给出“已到达固定停止点”状态

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**。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以下。

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”(p2562)。转速闭环控制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（参见章节“显示信息设计”）。
  - 目标位置必须是工件中足够宽的位置。
- 

### 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行任务，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“伺服控制 → 垂直轴”。

---

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 S110 参数手册）

- 3616 运行程序段运行方式 (r0108.4 = 1)
- 3617 运行到固定停止点(r0108.4 = 1)
- 4025 动态跟随误差监控，硬限位开关(r0108.3 = 1)

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p1528 CI:转矩上限/电动式运行转矩极限比例系数
- p1529 CI:转矩下限/回馈式运行转矩极限比例系数
- p1545 BI:运行到固定停止点激活
- r2526 CO/BO:LR 状态字
- p2622 EPOS 运行程序段任务参数
- p2634 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 CO/BO:EPOS 状态字 1
- r2686 CO:EPOS 转矩限制生效

### 7.3.6.7 设定值直接给定(MDI)

#### 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 减速度倍率(p2645)
  - CI: 速度倍率(p2646)
- 数据传输(p2649, p2650)

#### 描述

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，该功能激活。此时分两种模式执行，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  $p2690$ （位置固定设定值）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

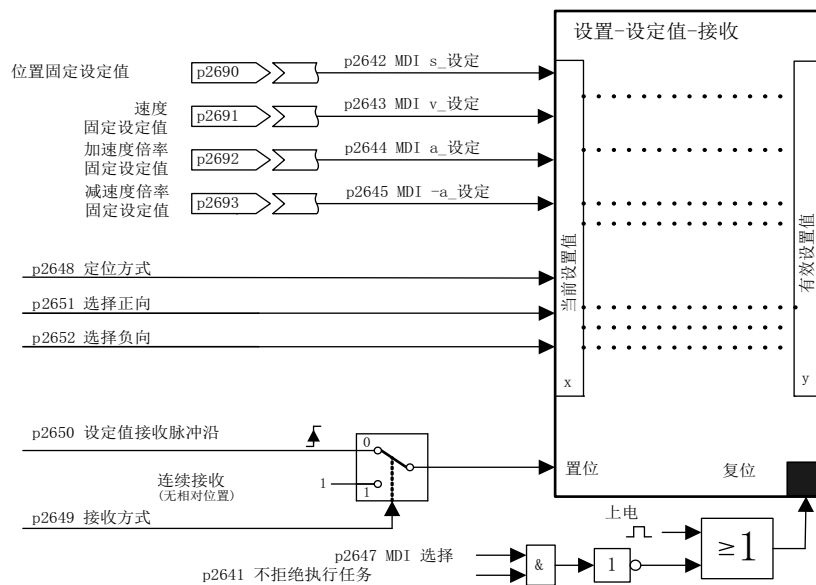


图 7-53 设定值传输

### 使用 PROFIdrive 报文 110 时的 MDI 模式

如果模拟量互联输入 p2654 上具有  $\neq 0$ ，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 S110 参数手册）

- 3618 EPOS - “设定值直接给定/MDI”运行方式，动态值
- 3620 EPOS - “设定值直接给定/MDI”运行方式

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 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
- 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

#### 7.3.6.8 JOG

##### 特性

- JOG 信号(p2589, p2590)
- 速度(p2585, p2586)
- 增量(p2587, p2588, p2591)

描述

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/p2588 和速度 p2585/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。

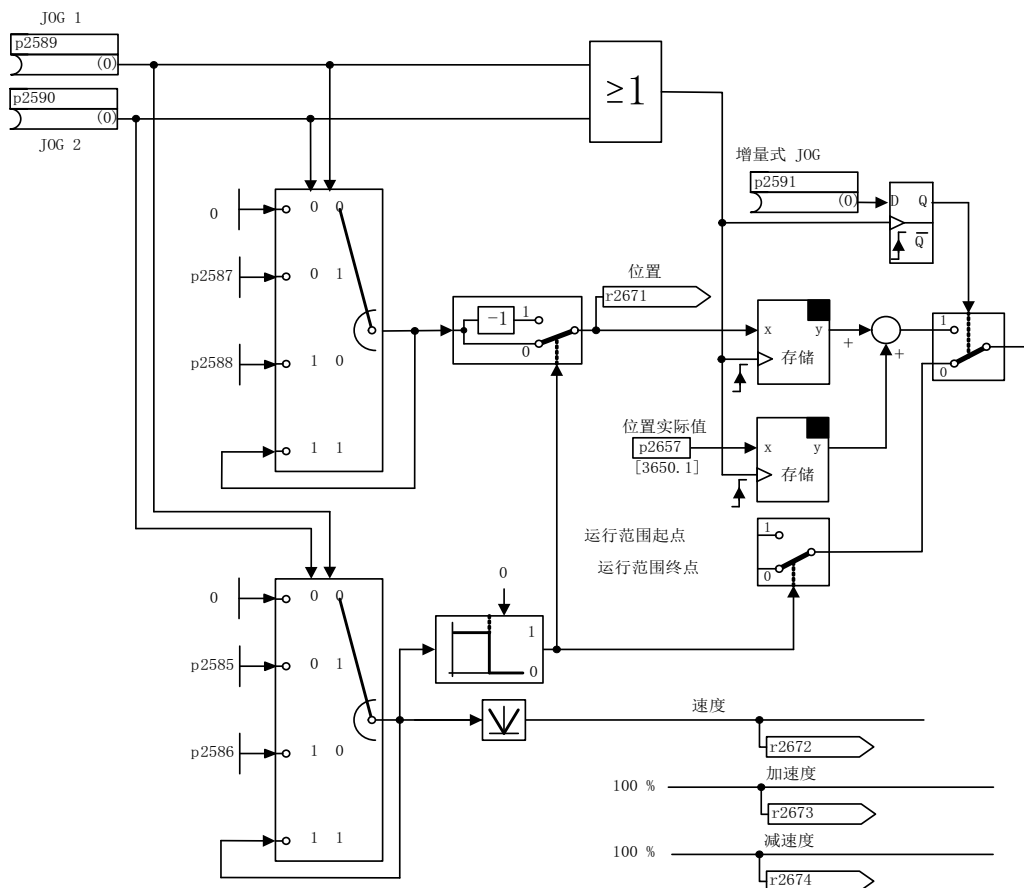


图 7-54 JOG 运行方式

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 3610 EPOS - JOG 运行方式



### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 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

#### 7.3.6.9 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。

### 7.3.7 扩展设定值通道

#### 描述

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。在“矢量”控制模式中扩展的设定值通道总是生效的。

#### “伺服”运行方式下、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
- OFF3 减速时间由 p1135[D] 设置
- 只有 PROFIdrive 报文 2 到 103 和 999（自由设计）
- STW 1 位 5（冻结斜坡函数发生器）无作用

#### 7.3.7.1 激活功能模块“扩展设定值通道”

通过调试向导或驱动配置（DDS 配置）可以激活功能模块“扩展设定值通道”。

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进行非易失存储。

### 7.3.7.2 描述

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”。

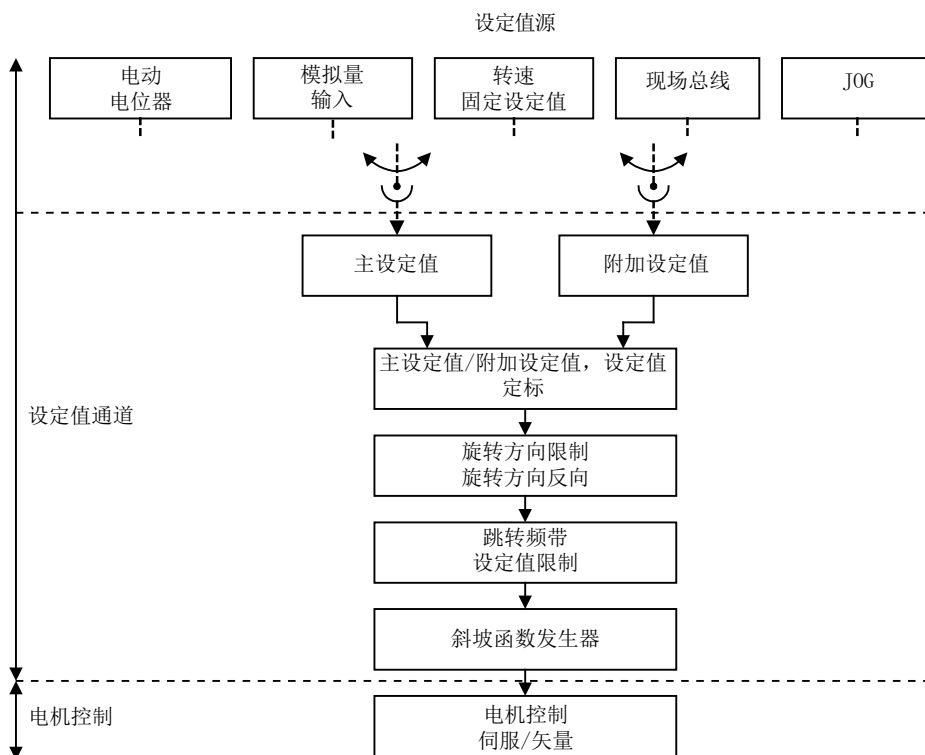


图 7-55 扩展设定值通道

#### 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
- 旋转方向限制和旋转方向反向
- 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：连接到 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
- 通过 CU305 的模拟量输入 AI

#### 7.3.7.3 JOG

##### 描述

该功能可以通过数字量输入或现场总线如 PROFIBUS 选择。选择后，设定值由 p1058[D] 和 p1059[D] 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。

**注意**  
JOG 功能和 PROFIdrive 不兼容！

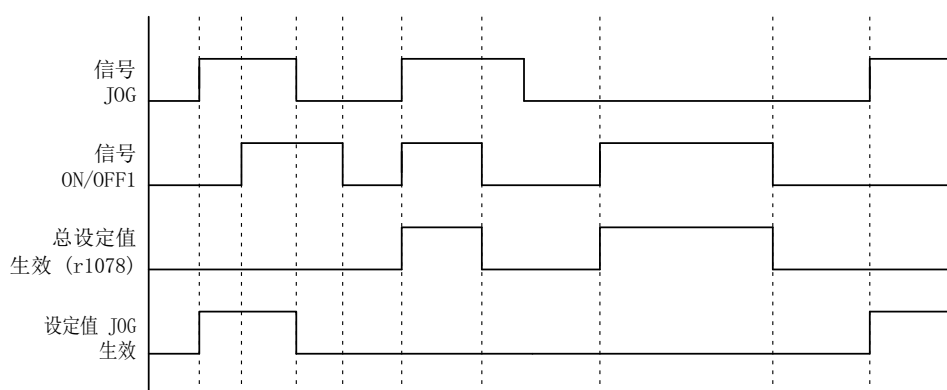


图 7-56 JOG 和 OFF1 的流程图

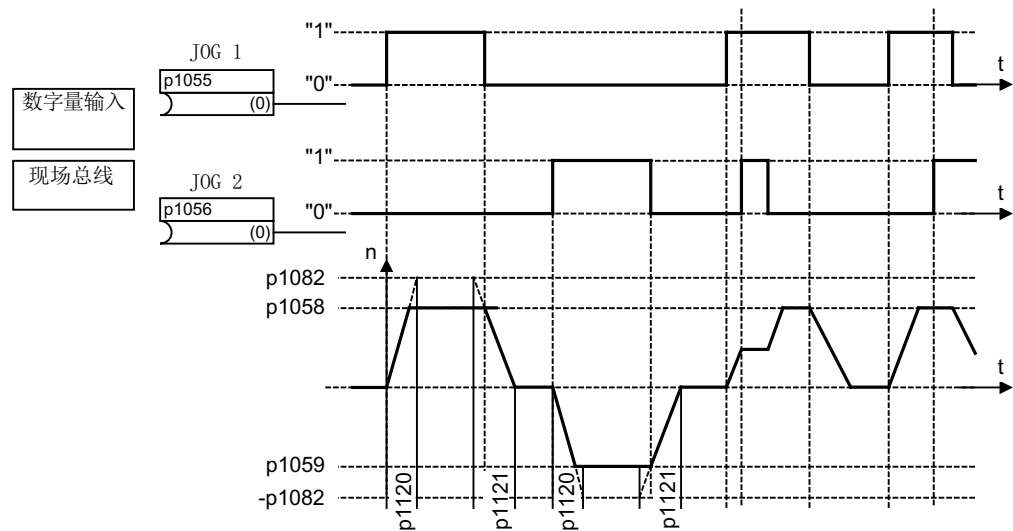


图 7-57 JOG 1 和 JOG 2 的流程图

## JOG 的特性

- 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 可以在“接通就绪”状态和 OFF1 减速时间中执行。
- 如果“ON/OFF1 = 1”并同时选择了 JOG，则 ON/OFF1 具有较高优先级。
- 而 OFF2 和 OFF3 的优先级高于 JOG。
- 在 JOG 运行中转速主设定值(r1078)和附加设定值 1 和 2(p1155 和 p1160)被禁用。
- 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 ZSWA.02（运行已使能）的值为“0”，因为控制器的转速设定值没有使能。
- 在 JOG 运行中(r0046.31 = 1)，无法通过 p1141 冻结斜坡函数发生器。

JOG 流程图

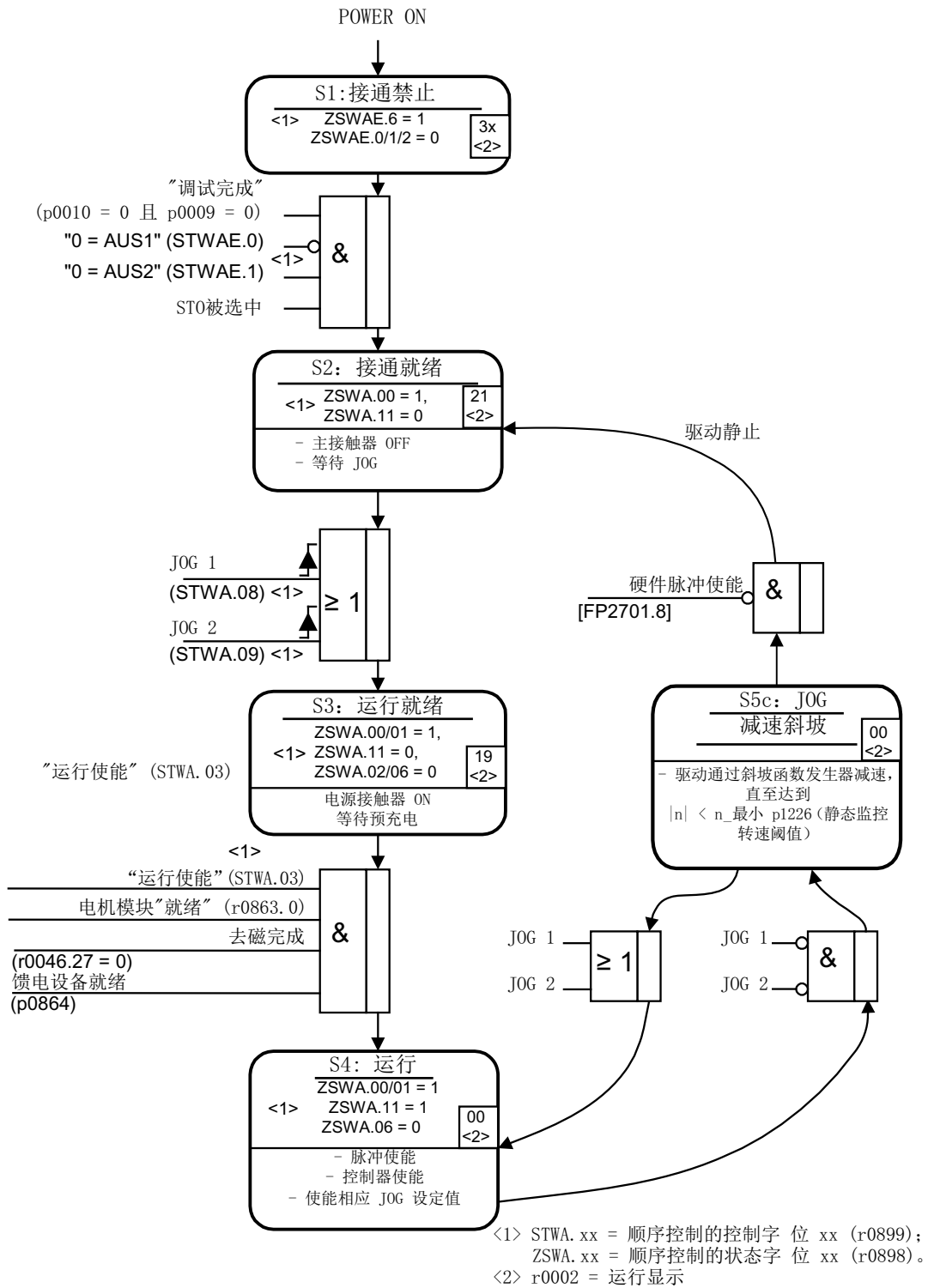


图 7-58 JOG 流程图



## 控制信息和状态信息

表格 7-27 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 ... 111
0 = OFF1	STWA.0	p0840 ON/OFF1	STW1.0
0 = OFF2	STWA.1	p0844 1. OFF2 p0845 2. OFF2	STW1.1
0 = OFF3	STWA.2	p0848 1. OFF3 p0849 2. OFF3	STW1.2
运行使能	STWA.3	p0852 运行使能	STW1.3
JOG 1	STWA.8	p1055 JOG 位 0	STW1.8
JOG 2	STWA.9	p1056 JOG 位 1	STW1.9

表格 7-28 JOG 的状态信息

信号名称	内部状态字	参数	PROFIdrive/西门子报文 1 ... 111
接通就绪	ZSWA.0	r0899.0	ZSW1.0
运行就绪	ZSWA.1	r0899.1	ZSW1.1
运行使能	ZSWA.2	r0899.2	ZSW1.2
接通禁止	ZSWA.6	r0899.6	ZSW1.6
脉冲使能	ZSWA.11	r0899.11	ZSW1.11

## 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 2610 顺序控制 - 控制器
- 3030 设定值相加, 设定值比例系数, JOG

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p1055[C] BI: JOG 位 0
- p1056[C] BI: JOG 位 1
- p1058[D] JOG 1 转速设定值
- p1059[D] JOG 2 转速设定值
- p1082[D] 最大转速
- p1120[D] 斜坡函数发生器加速时间
- p1121[D] 斜坡函数发生器减速时间

### 使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Speed setpoint”（转速设定值）：



图 7-59 STARTER 图标“Speed setpoint”（转速设定值）

#### 7.3.7.4 转速固定设定值

##### 描述

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。

##### 属性

- 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”

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 1550 概览 - 设定值通道
- 3010 转速固定设定值

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

##### 可调参数

- p1001[D] CO: 转速固定设定值 1
- ...
- p1004[D] CO: 转速固定设定值 4
- p1020[C] BI: 转速固定设定值选择位 0
- p1021[C] BI: 转速固定设定值选择位 1

##### 显示参数

- r1024 CO: 转速固定设定值生效
- r1197 转速固定设定值当前编号

#### 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”激活设置窗口“Fixed setpoints”。

### 7.3.7.5 电机电位器

#### 描述

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/取消起始端圆整(p1030.2)
- 可通过 p1030.3 非易失性保存数值
- 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)
  - 加速/减速时间(p1047/p1048)
  - 设置值(p1043/p1044)
  - 启用/取消起始端圆整(p1030.2)
- 可通过 p1030.3 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)

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 1550 设定值通道
- 2501 过程控制的控制字
- 3020 电动电位器

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p1030[D] 电动电位器配置
- p1035[C] BI: 电动电位器设定值升高
- p1036[C] BI: 电动电位器设定值降低
- p1037[D] 电动电位器最大转速
- p1038[D] 电动电位器最小转速
- p1039[C] BI: 电动电位器取反
- p1040[D] 电动电位器初始值
- p1041[C] BI: 电动电位器手动/自动
- p1042[C] CI: 电动电位器自动运行设定值
- p1043[C] BI: 电动电位器接收设置值
- p1044[C] 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[D] 电动电位器加速时间
- p1048[D] 电动电位器减速时间
- r1050 CO: 电动电位器斜坡函数发生器后的设定值
- p1082[D] 最大转速

#### 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”。

## 7.3.7.6 主设定值/附加设定值和设定值修改

## 描述

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。两个变量通过两个独立的或一个设定值源同时读入，并在设定值通道中相加。

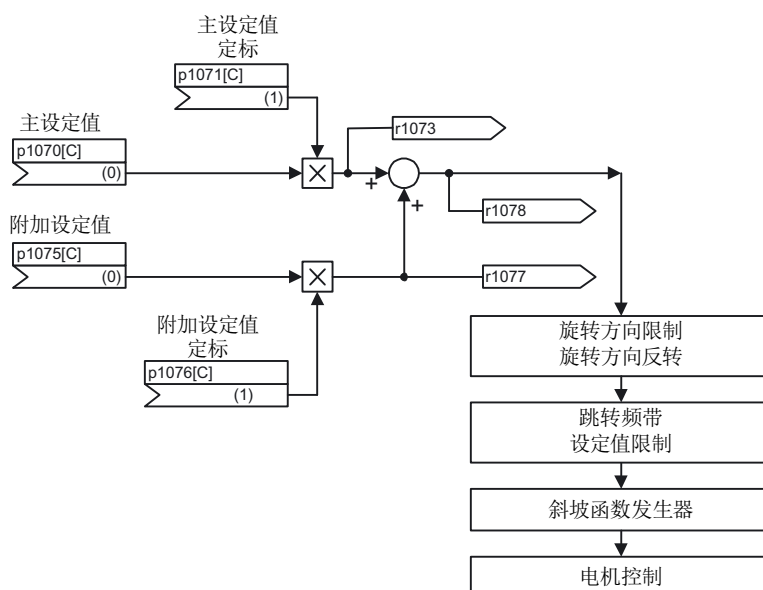


图 7-60 设定值相加，设定值比例系数

## 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 1550 设定值通道
- 3030 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 S110 参数手册）

## 可调参数

- p1070[C] CI: 主设定值
- p1071[C] CI: 主设定值比例系数
- p1075[C] CI: 附加设定值
- p1076[C] CI: 附加设定值比例系数

### 显示参数

r1073[C] CO: 主设定值生效

r1077[C] CO: 附加设定值生效

r1078[C] CO: 总设定值生效

### 使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Speed setpoint”（转速设定值）：



### 7.3.7.7 旋转方向限制和设定值取反

#### 描述

在预留运行中会需要反转方向。选择设定值取反 p1113[C] 后可以实现设定值通道内的换向。

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。

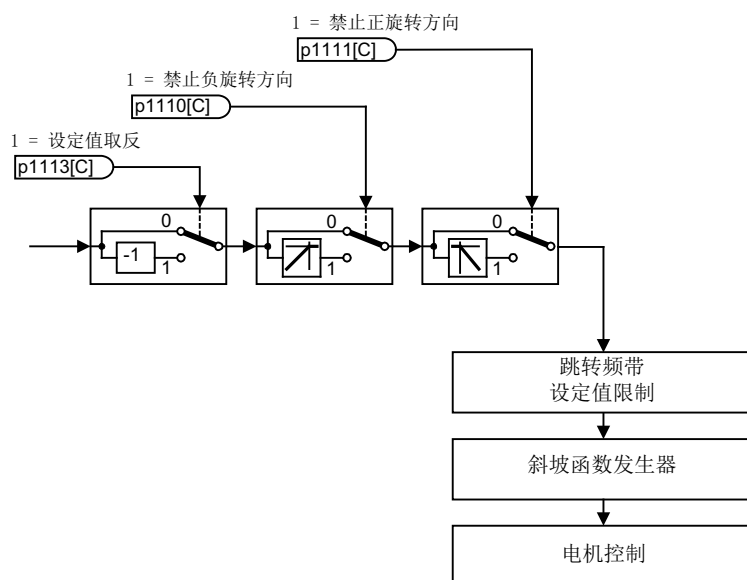


图 7-61 旋转方向限制，方向反转

### 7.3 功能模块

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 1550 设定值通道
- 3040 旋转方向限制和旋转方向反转

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

##### 可调参数

- p1110[C] BI:锁定负向旋转
- p1111[C] BI:锁定正向旋转
- p1113[C] BI:设定值取反

#### 使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Speed setpoint”（转速设定值）：





### 7.3.7.8 跳转频带和设定值限制

#### 描述

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，跳转频带可以将运行限制在共振频率内。

转速极限可以通过 p1080[D] 和 p1082[D] 设定；此外，在运行期间还可以通过模拟量互联端子 p1085[C] 和 p1088[C] 控制这些极限值。

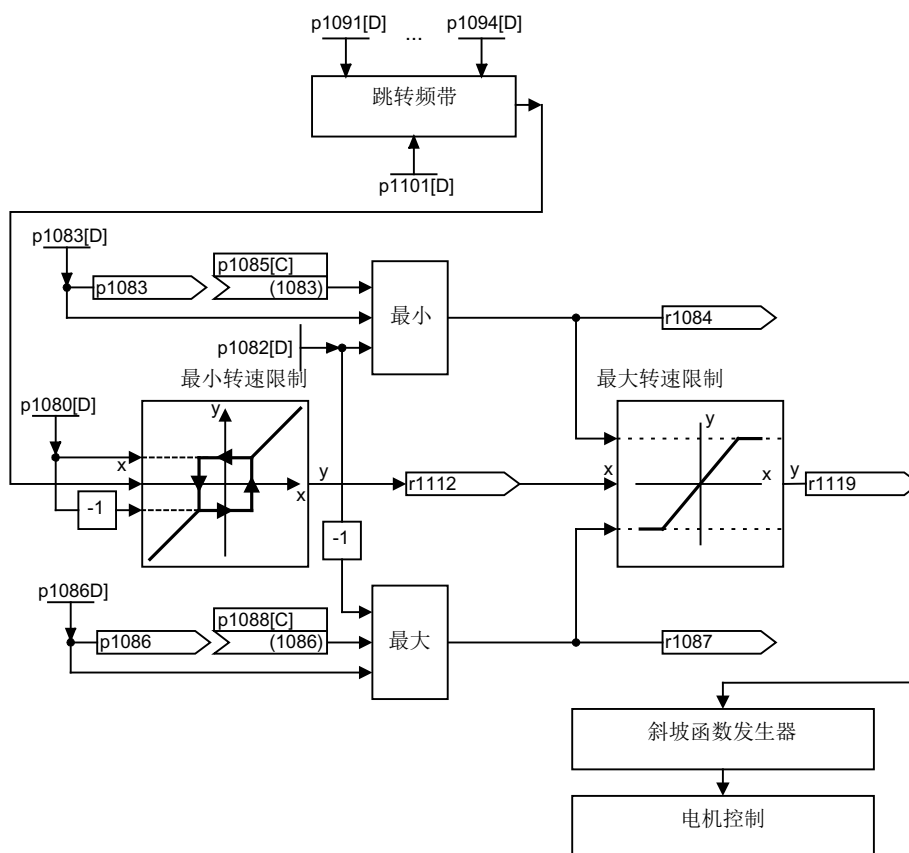


图 7-62 跳转频带，设定值限制

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 1550 设定值通道
- 3050 跳转频带和转速限制

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

#### 设定值限制

- p1080[D] 最小转速
- p1082[D] 最大转速
- p1083[D] CO: 正向转速限制
- r1084 正向转速限制生效
- p1085[C] CI: 正向转速限制
- p1086[D] CO: 负向转速限制
- r1087 负向转速限制生效
- p1088[C] DI: 负向转速限制
- r1119 斜坡函数发生器输入端的设定值

#### 跳转频带

- p1091[D] 跳转转速 1
- ...
- p1094[D] 跳转转速 4
- p1101[D] 跳转转速频带宽度

### 使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Speed limitation”（转速限制）：



图 7-63 STARTER 图标“Speed limitation”（转速限制）

### 7.3.7.9 斜坡函数发生器

#### 描述

斜坡函数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。通过加速时间 p1120[D] 或减速时间 p1121[D] 可以单独设置一个加速斜坡或减速斜坡。从而可以控制设定值改变时的速度过渡特性。

最大转速  $p1082[D]$  是计算斜坡函数发生器的加速/减速时间的基准值。紧急停机 OFF3 有一个可通过  $p1135$  设定的专用斜坡，例如：在按下急停键后立即执行可控停机。

斜坡函数发生器有两种类型：

- 基本斜坡函数发生器，具有
  - 加速和减速斜坡
  - 用于紧急停机 OFF3 的斜坡
  - 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
  - 起始端和结束端圆整

#### 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

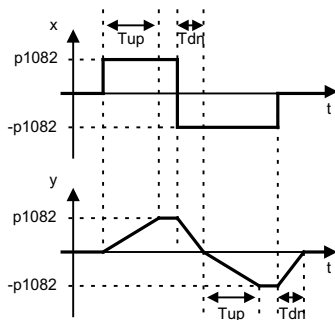


图 7-64 使用基本斜坡函数发生器时的加速/减速时间

- 加速时间  $Tup$   $p1120[D]$
- 减速时间  $Tdn$   $p1121[D]$
- OFF3 减速斜坡
  - OFF3 减速时间  $p1135[D]$
- 设置斜坡函数发生器
  - 斜坡函数发生器设置值  $p1144[C]$
  - 设置斜坡函数发生器信号  $p1143[C]$
- 由  $p1141$  冻结斜坡函数发生器（不处于 JOG 运行中  $r0046.31 = 0$ ）

## 扩展斜坡函数发生器的特性

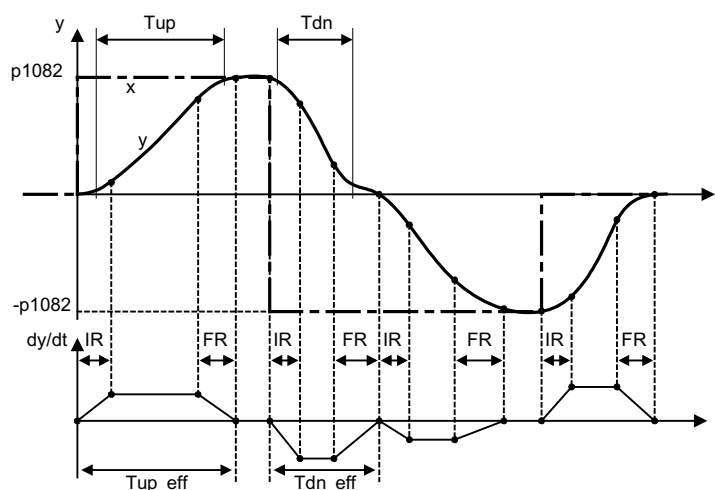


图 7-65 扩展斜坡函数发生器

- 加速时间  $T_{up}$  p1120[D]
- 减速时间  $T_{dn}$  p1121[D]
- 起始端圆整 IR p1130[D]
- 结束端圆整 FR p1131[D]
- 有效的加速时间  
 $T_{up\_eff} = T_{up} + (IR/2 + FR/2)$
- 有效的减速时间  
 $T_{dn\_eff} = T_{dn} + (IR/2 + FR/2)$
- OFF3 减速斜坡  
 OFF3 减速时间 p1135[D]  
 OFF3 起始端圆整 p1136[D]  
 OFF3 结束端圆整 p1137[D]
- 设置斜坡函数发生器
  - 斜坡函数发生器设置值 p1144[C]
  - 设置斜坡函数发生器信号 p1143[C]
- 选择斜坡函数发生器圆整类型 p1134[D]
  - p1134 = "0": 持续平滑和圆整始终生效。可能会导致过冲。在设定值发生改变时，该圆整方式首先会执行结束端圆整，然后切换到新的设定值方向。
  - p1134 = "1": 在设定值发生改变时，不连续的平滑方式会立即切换到新的设定值方向。
- 斜坡函数发生器的配置，在过零点时取消圆整 p1151[D]
- 由 p1141 冻结斜坡函数发生器（不处于 JOG 运行中  $r0046.31 = 0$ ）

### 斜坡函数发生器跟踪

驱动处于转矩极限值范围内时，转速实际值和转速设定值相差较远。斜坡函数发生器跟踪功能可以使转速设定值不断跟踪转速实际值，从而使斜坡变得平缓。通过 **p1145** 可以取消跟踪功能( $p1145 = 0$ )或设置允许的跟踪误差( $p1145 > 1$ )。一旦达到允许的跟踪误差，斜坡函数发生器输出端的转速设定值仍然只会和转速实际值成比例增加。

在基本/扩展斜坡函数发生器上都可以激活该跟踪功能。

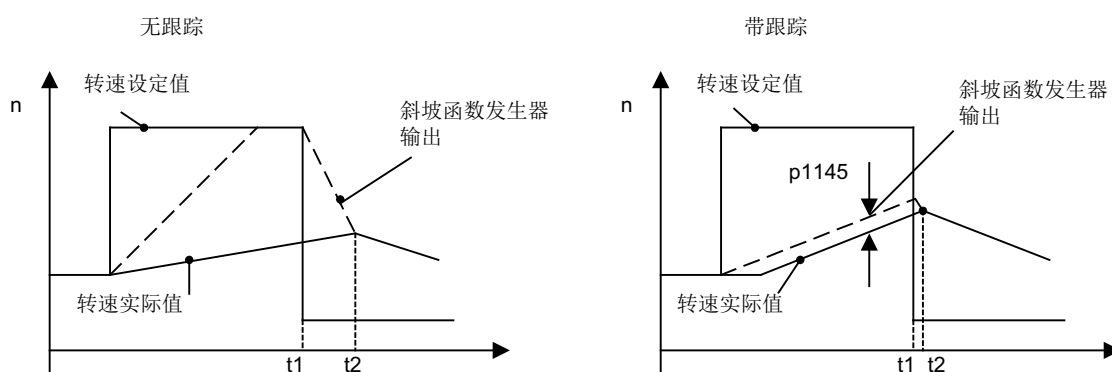


图 7-66 斜坡函数发生器跟踪

#### 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

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 1550 设定值通道
- 3060 基本斜坡函数发生器
- 3070 扩展斜坡函数发生器
- 3080 斜坡函数发生器选择、状态字、跟踪

### 信号一览（参见 SINAMICS S110 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

### 使用 STARTER 设定参数

在调试工具 STARTER 中，可使用工具栏中的这个图标打开参数设置窗口“Ramp-function generator”（斜坡函数发生器）：



图 7-67 STARTER 图标“Ramp-function generator”（斜坡函数发生器）

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

#### 可调参数

- p1115 斜坡函数发生器选择
- p1120[D] 斜坡函数发生器加速时间
- p1121[D] 斜坡函数发生器减速时间
- p1122[C] BI: 斜坡函数发生器跨接
- p1130[D] 斜坡函数发生器起始端圆整时间
- p1131[D] 斜坡函数发生器结束端圆整时间
- p1134[D] 斜坡函数发生器圆整类型
- p1135[D] OFF3 减速时间
- p1136[D] OFF3 起始端圆整时间
- p1137[D] OFF3 结束端圆整时间
- p1140[C] BI: 斜坡函数发生器使能
- p1141[C] BI: 斜坡函数发生器启动
- p1143[C] BI: 斜坡函数发生器接收设置值
- p1144[C] CI: 斜坡函数发生器 设置值
- p1145[D] 斜坡函数发生器跟踪
- p1148 [D] 斜坡函数发生器加速/减速公差生效
- p1151 [D] 斜坡函数发生器配置

### 显示参数

- r1119 CO: 斜坡函数发生器输入端的设定值
- p1149 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

## 7.3.8 自由功能块

### 7.3.8.1 概述

#### 应用范围和特点

在很多应用中，变频器的控制都要运用逻辑运算功能块，这些功能块将多个状态信号（如：准入控制、机器状态）和控制信号（例如：ON 指令）关联在一起。

除了逻辑运算功能块外，算术运算功能块、保存功能块也必不可少。

这些都只包含在 SINAMICS S110 的 SERVO 驱动对象上的功能模块“自由功能块”(FBLOCKS)中。

在自由功能块中，模拟量信号作为无量纲值处理（参见章节“连接至驱动”）。

---

#### 说明

该附加功能会提高计算时间负载，从而限制控制单元的最大配置能力（参见章节“计算时间负载”）。

---

#### 配置和操作

自由功能块的配置在参数层面上进行。必须用到以下参数：

- 输入参数（例如：AND 功能块的输入端 I0 ... I3）。
- 输出参数（例如：数字转换器 NSW 的输出端 Y）。
- 可调参数（例如：脉冲发生器 MFP 的脉冲持续时间）。
- 顺序组（其中包含采样时间，在出厂设置中不计算自由功能块）。
- 顺序组中的执行顺序。

每个输入值、输出值和设置值都会分配到一个参数。这些参数可通过调试软件 STARTER 和 BOP 获得。原则上“自由功能块”可进行 BICO 级的互联。

“自由功能块”不支持数据组关联。

## 顺序组、采样时间和执行顺序

### 顺序组

顺序组是系统内部的自由功能块组，以相同的采样时间并在确定的时间点进行计算。

一共有 10+1 个“顺序组”（顺序组 0 至 9 和顺序组 9999（=不计算顺序组））可供使用，它们的采样时间可以限制在确定的范围内。

通过一个参数给每个功能块分配一个顺序组。在出厂设置中，每个功能块的参数值都为 9999（即：不计算功能块）。

示例：

为功能块 ADD 0（参见 SINAMICS S110 参数手册，功能图 7220）在 p20096 中设置顺序组。

顺序组会被分成一个“固定顺序组”和多个“自由顺序组”。

- “固定顺序组”在系统顺序中的固定位置被调用。唯一的一个固定顺序组（p20000[x] = 9003）在设定值通道前被分配并在设定值通道的采样时间（4 ms）中被计算。此设置值只在驱动对象类型为 SERVO 时可用。
- “自由顺序组”只能通过其采样时间来定义。

---

#### 说明

如果为两个或多个顺序组分配了同一采样时间（同一固定或自由顺序组），就按其编号顺序处理顺序组。

---

#### 示例

p20000[0] = p20000[3] = p20000[9] = 9003

计算顺序是：

先计算顺序组 0，然后计算顺序组 3，接着计算顺序组 9，然后是设定值通道。

最小可设定采样时间为 1 ms。

当前以毫秒为单位为每个顺序组设置的采样时间会显示在参数 r20001[0...9] 中。



在出厂设置中不可调用顺序组( $p20000[x] = 0$ )。

---

#### 说明

仅当闭环控制禁用时，才可以更改顺序组的分配。更改时要先在采样时间管理中注销相关的顺序组，然后再用新的分配登录。在该过程中不计算顺序组。

注销和登录在驱动设备的后台操作中完成。因此该持续时间取决于当前的计算时间负载，是无法定义的。在使用和时间相关联的功能块时（例如：微分器 DIF），这会影响输出信号的变化。重新登录后的首次运算循环前，部分功能块的内部状态值会复位。

由于这两个原因，功能块的输出信号中就会出现跳转。该跳转会影响转矩设定值/力设定值，且在轴运行时影响转矩实际值/力实际值。同样，逻辑信号也有可能在该时间点时出现异常状态。

---

## 采样时间

有两种顺序组的采样时间：

- 在硬件中生成的采样时间：

在  $p20000[0...9]$  中，采样时间可以是基础采样时间( $r20002$ )的任意整数倍，范围从  $1 \times r20002$  到  $256 \times r20002$ ，有下列限制：

- 最小采样时间 = 1ms
- 最大采样时间 =  $r20003$

因此在硬件中生成的采样时间为  $1 \text{ ms} \dots r20003 - r20002$ 。

---

#### 说明

在用调试软件 **STARTER** 进行离线配置时，可以在  $p20000[x]$  中输入值  $0 \dots 256$ ，即使此时超出了上面提到的硬件采样时间的限制  $1 \text{ ms} \dots r20003 - r20002$  和  $r20003$ 。

该故障在从控制单元下载后才能识别，并输出故障 **F01042**（项目下载时参数错误）。

---

SINAMICS S110 中 SERVO 驱动对象类型的基础采样时间如下：

$r20002 = 0.25 \text{ ms}$ （电流控制器采样时间）

- 在软件中生成的采样时间：

该采样时间是软件采样时间基础值的整数倍，在功能模块“自由功能块”激活时从参数  $r20003$  中读出。

可以从  $p20000$  的参数描述中获取软件采样时间可能的设置值（参见 SINAMICS S110 参数手册）。

---

#### 说明

当  $p20000[k] = 0$  时，不计算相应的顺序组（以及分配给它的所有功能块）。

---

顺序组  $k$  的采样时间在  $r20001[k]$  中以毫秒为单位进行显示。

**SINAMICS S110 中可设定采样时间的示例：**

驱动对象 SERVO 上的基本采样时间 (r20002) = 250  $\mu$ s，则可设置以下的采样时间：

- 硬件采样时间：

p20000[x] = 0 (不计算顺序组)

p20000[x] = 1 x 250  $\mu$ s = 250  $\mu$ s (不允许，因为小于 1 ms)

p20000[x] = 2 x 250  $\mu$ s = 500  $\mu$ s (不允许，因为小于 1 ms)

p20000[x] = 3 x 250  $\mu$ s = 750  $\mu$ s (不允许，因为小于 1 ms)

p20000[x] = 4 x 250  $\mu$ s = 1000  $\mu$ s

p20000[x] = 5 x 250  $\mu$ s = 1250  $\mu$ s

...

p20000[x] = 31 x 250  $\mu$ s = 7750  $\mu$ s (最大硬件采样时间)

p20000[x] = 32 x 250  $\mu$ s = 8000  $\mu$ s (可以选择 r20002 的倍数，是软件采样时间)

p20000[x] = 33 x 250  $\mu$ s = 8250  $\mu$ s (被拒绝，因为大于 r20003!)

不可以再进行以下任意一项设置，因为采样时间大于 8 ms。

软件采样时间的基础值为：r20003 = 8 ms。

- 软件采样时间：

p20000[x] = 1001: 采样时间 = 1 x 8 ms = 8 ms

p20000[x] = 1002: 采样时间 = 2 x 8 ms = 16 ms

p20000[x] = 1003: 采样时间 = 3 x 8 ms = 24 ms

p20000[x] = 1004: 采样时间 = 4 x 8 ms = 32 ms

p20000[x] = 1005: 采样时间 = 5 x 8 ms = 40 ms

p20000[x] = 1006: 采样时间 = 6 x 8 ms = 48 ms

p20000[x] = 1008: 采样时间 = 8 x 8 ms = 64 ms

p20000[x] = 1010: 采样时间 = 10 x 8 ms = 80 ms

p20000[x] = 1012: 采样时间 = 12 x 8 ms = 96 ms

p20000[x] = 1016: 采样时间 = 16 x 8 ms = 128 ms

p20000[x] = 1020: 采样时间 = 20 x 8 ms = 160 ms

p20000[x] = 1024: 采样时间 = 24 x 8 ms = 192 ms

p20000[x] = 1032: 采样时间 = 32 x 8 ms = 256 ms

p20000[x] = 1040: 采样时间 = 40 x 8 ms = 320 ms

p20000[x] = 1048: 采样时间 = 48 x 8 ms = 384 ms

p20000[x] = 1064: 采样时间 = 64 x 8 ms = 512 ms

p20000[x] = 1096: 采样时间 = 96 x 8 ms = 768 ms

---

#### 说明

缺少的中间值因系统限制而不允许使用。

---

## 执行顺序

出厂设置中每个自由功能块对执行顺序都有预设。一个顺序组中连续的功能块可以通过更改这些值优化执行顺序。

一个执行顺序的值仅允许在驱动对象上使用一次。如果在线模式下，相同的值在一个驱动对象上出现了两次，新的值就会被拒绝，而先前的值就会保留在系统中。

执行顺序可以设为 0 到 32000 之间的值。在顺序组中，会先计算执行顺序值较小的功能块。

---

### 说明

如果进行离线配置，则执行顺序的每个值都可以设置（例如：一个值可以同时分配给多个功能块）。配置载入控制单元后，进行检查。

---

参数值下载后，按照参数号的顺序检查参数值。如果此时出现一个功能块的执行顺序值已经被其他功能块使用的情况，则此值不会被接收并会触发故障 F01042（STARTER 信息：下载时出错）。在窗口“Target system output”中会给出相应提示信息。

---

### 说明

出厂设置中已经把功能块执行顺序值的范围设为 10 ... 750。

为了避免下载时与已分配的执行顺序值发生冲突，在自行配置时仅允许使用与已分配的值不同的执行顺序组值，例如从 1000 开始。

---

处理驱动对象的信号时，应尽可能只使用该驱动对象上的功能块。

## 功能块范围

下表为可用的自由功能块的范围。各个功能块的详细信息请见章节“功能块说明”。各个功能块的特殊技术属性可从 SINAMICS S110 参数手册的功能图中获取。

表格 7- 29 “自由功能块”范围

缩写名	功能块的名称	数据类型	每个驱动对象中的数量
AND	AND 功能块	BOOL	4
OR	OR 功能块	BOOL	4
XOR	XOR 功能块	BOOL	4
NOT	取反器	BOOL	4

缩写名	功能块的名称	数据类型	每个驱动对象中的数量
ADD	加法器	REAL	2
SUB	减法器	REAL	2
MUL	乘法器	REAL	2
DIV	除法器	REAL	2
AVA	绝对值计算器，带符号运算	REAL	2
MFP	脉冲发生器	BOOL	2
PCL	脉冲缩短器	BOOL	2
PDE	接通延迟器	BOOL	2
PDF	关闭延迟器	BOOL	2
PST	脉冲延长器	BOOL	2
RSR	RS 触发器，复位优先	BOOL	2
DFR	D 触发器，复位优先	BOOL	2
BSW	二进制转换器	BOOL	2
NSW	数字转换器	REAL	2
LIM	限制器	REAL	2
PT1	平滑元件	REAL	2
INT	积分器	REAL	1
DIF	微分元件	REAL	1
LVM	滞后双向限值监视器	BOOL	2

## 连接至驱动

所有自由功能块(p20094 ... p20286)的模拟量互联输入(CI)和模拟量互联输出(CO)具有相关参数值的属性。即，在自由功能块中只用相关的信号值进行计算（1.0 就是 100%）。相对值会自动换算为驱动中带单位的 CI/CO。

### 说明

可在下面的手册中查看“自由功能块”的功能图以及 SINAMICS S110 上所有与产品相关的可用的功能图（例如功能图 3010）：SINAMICS S110 参数手册，“功能图”一章

## 示例 1 连接输入值

应在自由功能块 ADD 0（功能图 7220）中读入并继续处理当前转速固定设定值（CO: r1024，功能图 3010）。

设置 p20094[0] = 1024。

功能块 ADD 0 应循环调用，并因此分配给顺序组 9。此外要以 2xr20003 的采样时间调用该功能块。此时可任意选择顺序组的编号。

为此要设置 p20096 = 9 和 p20000[9] = 1002

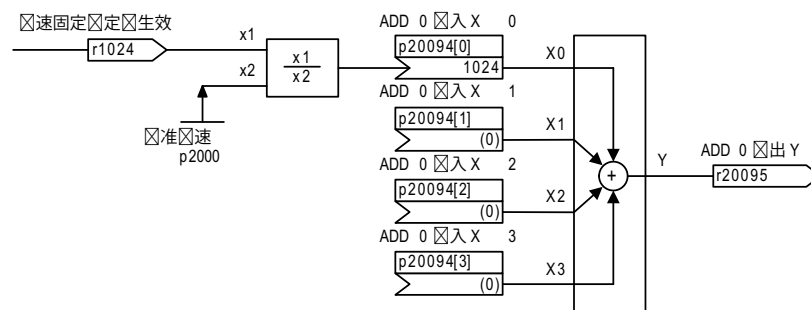


图 7-68 示例 1: 连接输入值

以 rpm 为单位的输入信号 r1024 与其基准值 p2000 有关。

假设:

- $r1024 = 1500 \text{ rpm}$
- $p2000 = 3000 \text{ rpm}$  基准转速

结果:

- $r20095 = 0.5$

示例 2 连接输出值

自由功能块 LIM0（功能图 7260）的相关输出值应作为附加转矩 M\_Zusatz 2（功能图 5060）连接到控制类型 SERVO 中。

为此设置  $p1513[0] = 20231$ 。

功能块 LIM 0 应被循环调用，并因此分配给顺序组 8。

为此设置  $p20234 = 8$ 。

此时可任意选择顺序组的编号。

调用 LIM0 的采样时间应为 1 ms。

为此设置  $p20000[8] = 4$  ( $= 4 \times r20002 = 4 \times 250 \mu s = 1 \text{ ms}$ )

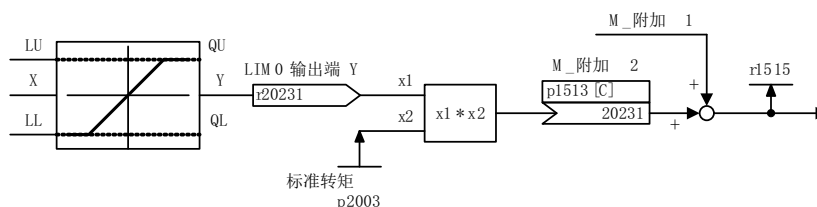


图 7-69 示例 2: 连接输出值

功能块的相关输出信号 Y 通过将 p1513（附加力矩 2）连接到 r20231，内部与基准力矩 p2003 相乘，成为带单位的附加力矩。

假设:

- 基本采样时间:  $r20002 = 0.25 \text{ ms}$
- $r20231 = 0.3333$
- $p2003 = 300 \text{ Nm}$  基准力矩
- $p1511[0] = 0$  (附加力矩 1 = "0")
- $p1513[0] = 20231$

结果:

- $r1515 = 100.0 \text{ Nm}$  (对于 CDS0)

### 示例 3 连接 PROFIBUS 接收字 (WORD)

PZD 接收字 2 (CO: r2050[1], 功能图 2460) 应连接到自由功能块 ADD 0 (功能图 7220) 上。

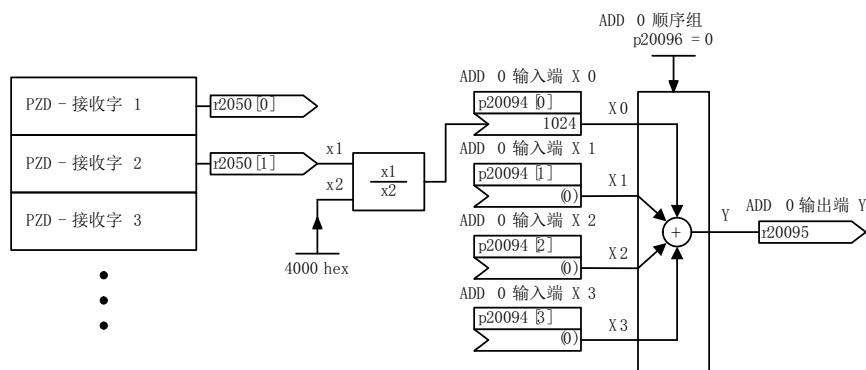


图 7-70 示例 3: 连接 PROFIBUS 接收字(WORD)

数据类型为 WORD (16 位) 的 PROFIBUS 过程数据的参考值为 4000 hex。此参考值对应于自由功能块输入端的值 1.0。

假设:

- $p20096 = 0$   
给顺序组 0 分配功能块 ADD 0。
- $p20000[0] = 1002$   
调用采样时间为  $2 \times r20003$  的顺序组 0。顺序组的编号零是任意选择的。
- PROFIBUS 接收字 2:  $r2050[1] = 6000 \text{ hex}$

结果:

- $r20095 = (6000 \text{ hex} / 4000 \text{ hex}) \times 1.0 = 1.5$

示例 4 连接 PROFIBUS 发送字 DWORD

自由功能块 LIM1 (CO: r20234, 功能图 7260) 的输出端应连接到数据类型 DWORD 的 PZD 的发送字 (功能图 2470) 上。

在自由功能块 LIM1 的输入端输入转速固定设定值 (p1002, 功能图 3010)。

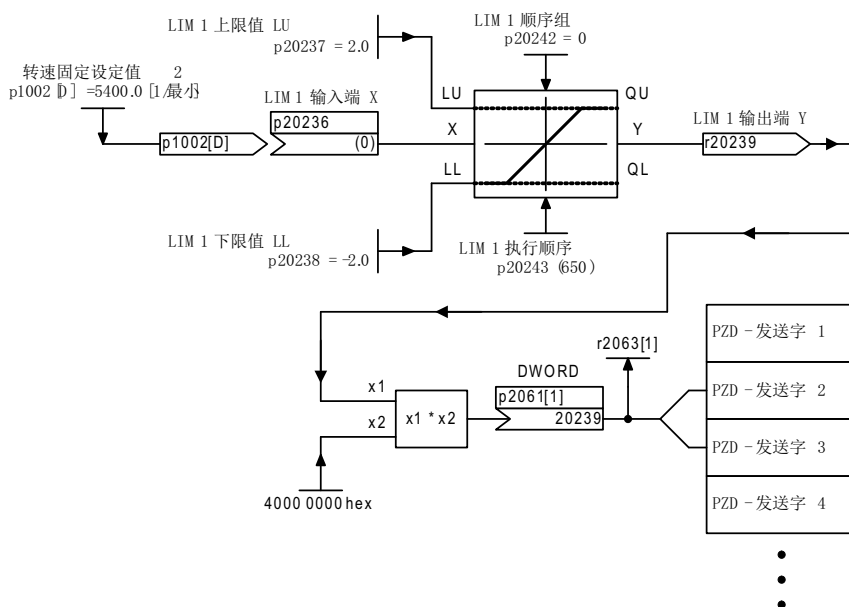


图 7-71 示例 4: 连接 PROFIBUS 发送字(DWORD)

数据类型为 DWORD (32 位) 的 PROFIBUS 过程数据的参考值为 4000 0000 hex。此参考值对应于自由功能块输出端的值 1.0。只有 PROFIBUS 上真正开始循环数据交换时, 参数 r2063 才被更新。

假设:

- p20000[0] = 1002  
调用采样时间为 2 x r20003 的顺序组 0。顺序组的编号零是任意选择的。
- p1002 = 5400 rpm
- p2000 = 3000 rpm

结果:

- LIM 1 的输出值: r20239 = 5400 rpm / 3000 rpm = 1.8
- r2063[1] = X1 x X2 = 1.8 x 4000 0000 hex = 7333 3333 hex



### 7.3.8.2 调试

#### 激活功能模块“自由功能块”

#### 调试软件 STARTER

使用调试软件 STARTER 激活“自由功能块”只可在离线模式下进行并通过驱动对象的属性窗口进行配置。此时可在标签“Function modules”下选择“Free function blocks”。

使用 STARTER 打开相应的项目，在项目导航器中单击加号打开子目录。

点击鼠标右键显示选中的驱动对象的右键菜单。单击左键可分别选择“Properties”和“Function modules”。然后滚动至“Free function blocks”。该功能模块通过复选框激活并按下“OK”来确定操作。其属性对话框随后会自动关闭。

在出厂设置中，复选框“Free function blocks”没有激活。在复选框内打勾并点击“OK”完成后，功能模块“自由功能块”会在项目下载后被激活。

#### 单个功能块的激活

每个单个的功能块可以通过顺序组的两个参数进行如下分配：

- 第一个参数用于确定顺序组。
- 第二个参数用于确定顺序组中的执行顺序。

在顺序组中，会先计算执行顺序值较小的功能块。

---

#### 说明

在出厂设置中每个功能块都分配给顺序组 9999，因此不计算功能块。

---

另外必须注意，顺序组  $x$  被循环调用。将参数  $p20000[x]$  设为  $> 0$  时，就会出现该现象。

#### 示例：

在“SERVO”类型的驱动对象上软件基本采样时间为  $r20003 = 8 \text{ ms}$ 。顺序组 0 应每 16 ms 调用一次。

即：

设置  $p20000[0]=1002$  (采样时间  $2 \times r20003$ )。

通过  $r20001[0] = 16.0 \text{ ms}$  进行控制（顺序组 0 的采样时间）。

#### 4.1 固件版本的计算时间负载

自由功能块的处理需要计算时间。如果计算时间很有限，则应检查所有激活的功能模块是否都是必需的，所有使用的功能块是否必须以相同的采样时间进行计算。

可以通过关闭一些功能模块或者将使用的一些功能块分配给采样时间较长的顺序组来降低计算时间负载。

#### 相关性

产生的计算时间负载与下列数据有关：

- 有效顺序组的数量( $p20000[x] > 0$ )
- 所计算功能块的数量
- 采样时间

#### 在线计算时间

在 r9976[0...7]中显示的计算时间负载不包括自由功能块产生的额外负载。

---

#### 说明

固件版本 4.1 以上的 SINAMICS 基础系统适用：

在此固件版本以上的系统中，计算时间负载将以其他方式进行测定。因此在 r9976[0...7]中不再包含由“自由功能块”产生的计算时间负载。

---

#### 离线计算时间

离线状态下，SIZER 能大致判断是否可以计算 SINAMICS S110 上的配置。此时通过激活功能模块“自由功能块”可以不考虑额外的计算时间负载。

#### 4.3 及以上固件版本的计算时间负载

对于 4.3 及以上的固件版本，控制单元（CU）在下载或更改参数后（例如更改顺序组的采样时间）会根据配置数据计算预计的计算时间负载（包括自由功能块产生的负载）。总系统的该负载值会显示在 r9976（系统负载）中。

如果计算出的总系统的平均计算时间负载 r9976[1] 或采样时间中的最大负载 r9976[5]（包括采样时间较小的时间片导致的中断）超过 100.00%，系统就会发出报警 F01054（CU：超出系统极限）并执行故障响应 OFF2

在控制单元上计算负载，即负载值仅在在线模式下显示在 STARTER/SCOUT 中。

自由功能块产生的计算时间负载与下列数据有关：

- 所计算顺序组的数量
- 顺序组的采样时间
- 所计算功能块的数量
- 所计算功能块的类型

自由功能块产生的计算时间负载显示在 r20005[0...9]中，对应顺序组 0 至 9（固件版本 4.3 及以上版本）。此时要注意，顺序组 k 的计算时间负载只在循环处理时才会进行计算（p20000[k-1] ≠ 0）。

不同于固件版本 4.1，在 4.3 及以上的固件版本中影响计算时间负载（例如更改自由功能块中顺序组的采样时间）的参数更改（在 STARTER 在线模式下）会导致驱动设备立即重新计算参数 r9976（和 r20005）。对于只能在设备状态 C1（调试设备）或设备状态 C2（调试驱动对象）下才能变更的参数（即仅在 STARTER/SCOUT 的离线模式下），r9976 在项目下载和控制单元启动后才会更新。

使用固件版本 4.3 时，在 r9976 中显示的计算时间负载可以一直达到 100.00%，不会触发故障。

### 可设置的硬件采样时间的数量

在 p20000[x] 中选择的顺序组采样时间可以是 r20002 的倍数（硬件时间片的基础采样时间），r20003 的倍数（软件时间片的基础采样时间），或者根据 SINAMICS 基础系统功能的采样时间（例如：p20000[x] = 9003 时 == 设定值通道的采样时间“在设定值通道前计算”）来确定。

采样时间只能设定为硬件采样时间，适用：

p20000[x] 中  $1 \text{ ms} \leq \text{采样时间} \leq r20003 - r20002$

采样时间 r20003 始终为软件采样时间，不管是否将其设置为 p20000[x] = 1001(== 1 x r20003)或 r20002 (p20000[x] ≤ 256) 的倍数。

### 硬件采样时间，数量和分配

配置时要注意，由 SINAMICS 基础系统和自由功能块共同使用的不同硬件采样时间( $1 \text{ ms} \leq \text{采样时间周期} < r20003 - r20002$ )的数量遵循下列限制：

- SINAMICS S110 → 硬件采样时间的数量 = 11

可用的硬件采样时间的分配在  $r20008[0...12]$  中显示如下（STARTER/SCOUT 仅在在线模式下）：

- 值 = 0.0 → 未分配采样时间
- 值  $\neq$  0.0（不等于 0.0）→ 采样时间以毫秒为单位
- 值 = 9999900.00000 → 不支持采样时间

---

#### 说明

注意，长时间跟踪需要 2 ms 的采样时间，跟踪采样时间与所选择的跟踪周期相符。如果 SINAMICS 基础系统或自由功能块 (FBLOCKS) 还未记录采样时间，这些功能就还需要额外的自由硬件采样时间。

在  $r20008[0...12]$  中可以读出记录的硬件采样时间（FBLOCKS 激活时）。在  $r7903$  中可以读出当前自由硬件采样时间的数量。

---

### 硬件采样时间，使用

多个自由功能块顺序组和 SINAMICS 基础系统可以同时使用一个采样时间。

因此最好为顺序组优先使用现有的采样时间，或者在功能允许的情况下，使用固定顺序组“在设定值通道前计算”。

由于内部原因，驱动设备始终至少需要两个自由硬件采样时间。因此在  $r7903$  中可以读出当前自由硬件采样时间的数量。

### 项目下载、故障信息和操作步骤

如果在离线状态下设置过多不同的硬件采样时间，在项目下载时系统就会发出相应的故障信息。

在该情况下应进行下列操作步骤：

1. 在离线项目中，把分配了硬件采样时间的所有自由顺序组都设置给软件采样时间。
  - 硬件采样时间 ( $p20000 < 256$ )
  - 软件采样时间 ( $p20000 \geq 1001$ )

固定顺序组的分配 ( $p20000 = 9003$ ) 可以保持不变，因为固定顺序组和所分配的 SINAMICS 基础系统使用相同的采样时间。

2. 重新下载项目。
3. 下载和启动控制单元后检查：
  - r7903: 仍可用的硬件采样时间的数量。
  - r20008: 已由 SINAMICS 基础系统记录的硬件采样时间的数量。
4. 相应地调整顺序组的参数设置。

---

**说明**

控制单元上可设置的不同硬件采样时间的数量是受限的。所以最好优先使用软件采样时间 (r20003 的倍数) 或者在可能的情况下使用固定顺序组“在设定值通道前计算”(p20000[0...9] = 9003)。

---

### 7.3.8.3 AND (与)

#### 简要说明

带四个输入端的 BOOL 类型的 AND 功能块。

#### 工作原理

该功能块把二进制值输入到输入端 I 上, 经过逻辑 AND (与) 运算, 将结果输出到二进制输出端 Q 上。

$$Q = I_0 \wedge I_1 \wedge I_2 \wedge I_3$$

当所有 I<sub>0</sub> 至 I<sub>3</sub> 输入端上值为 1 时, 输出端 Q=1。其他情况输出端 Q=0。

### 7.3.8.4 OR (或)

#### 简要说明

带四个输入端的 BOOL 类型的 OR 功能块。

#### 工作原理

该功能块把二进制值输入到输入端 I 上, 经过逻辑 OR (或) 运算, 将结果输出到二进制输出端 Q 上。

$$Q = I_0 \vee I_1 \vee I_2 \vee I_3$$

当所有 I<sub>0</sub> 至 I<sub>3</sub> 输入端上值为 0 时, 输出端 Q=0。其他情况输出端 Q=1。

### 7.3.8.5 XOR (异或)

#### 简要说明

带四个输入端的 BOOL 类型的 XOR 功能块。

#### 工作原理

该功能块把二进制值输入到输入端 I 上，经过逻辑 XOR (异或) 运算，将结果输出到二进制输出端 Q 上。

当所有 I0 至 I3 输入端上值为 0 时，或在 I0 至 I3 偶数的输入端上值为 1 时，输出端 Q=0。

当 I0 到 I3 中某个奇数输入端的值为 1 时，输出端 Q=1。

### 7.3.8.6 NOT (非)

#### 简要说明

BOOL 类型的取反器。

#### 工作原理

该功能块在输入端 I 上对二进制值进行取反，并将结果输出到输出端 Q。

$$Q = \bar{I}$$

当输入端 I 上的值为 0 时，输出端 Q=1。

当输入端 I 上的值为 1 时，输出端 Q=0。

### 7.3.8.7 ADD (加法器)

#### 简要说明

带四个输入端的 REAL 类型的加法器。

#### 工作原理

该功能块用于按符号对在输入端 X<sub>0</sub> 至 X<sub>3</sub> 上输入的值做加法。

其结果限制在范围-3.4E38 至 3.4E38 以内，并在输出端 Y 上输出。

$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + X_3$$

### 7.3.8.8 SUB (减法器)

#### 简要说明

带两个输入端的 REAL 类型的减法器。

#### 工作原理

该功能块用于按符号将输入端  $X_1$  上输入的值从输入端  $X_0$  上输入的值中减去。

其结果限制在范围-3.4E38 至 3.4E38 以内，并在输出端 Y 上输出。

$$Y = X_0 - X_1$$

### 7.3.8.9 MUL (乘法器)

#### 简要说明

带四个输入端的 REAL 类型的乘法器。

#### 工作原理

该功能块用于按符号对在输入端  $X_0$  至  $X_3$  上输入的值做乘法。

其结果限制在范围-3.4E38 至+3.4E38 以内，并在输出端 Y 上输出。

$$Y = X_0 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

### 7.3.8.10 DIV (除法器)

#### 简要说明

带两个输入端的 REAL 类型的除法器。

#### 工作原理

该功能块用于按符号将输入端  $X_0$  上输入的值除以输入端  $X_1$  上输入的值。结果会在输出端上如下输出：

- Y 输出端：带小数点的商
- YIN 输出端：整数商
- MOD 输出端：商的余数（绝对余数值； $MOD = (Y - YIN) \times X_0$ ）

Y 输出端限制在-3.4E38 到+3.4E38 范围内。

$$Y = X_0 / X_1$$

如果输出值 Y 超出允许的值域约-3.4E38 到 3.4E38（由于除数 X<sub>1</sub> 过小或为零），就会在 Y 输出端输出符号正确的输出范围极限值。同时设置二进制输出端 QF=1。

0/0 时不改变功能块输出端 Y。二进制输出端 QF 设置为 1。

### 7.3.8.11 AVA（绝对值计算器，带符号运算）

#### 简要说明

REAL 类型的计算功能块，用于计算数量。

#### 工作原理

该功能块用于计算输入端 X 上现有的值的数量。结果会在输出端 Y 上输出。

$$Y = |X|$$

若输入值为负，就同时设置二进制输出端 SN = 1。

### 7.3.8.12 MFP（脉冲发生器）

#### 简要说明

- 限时元件用于产生带固定持续时间的脉冲。
- 作为缩短元件或延长元件使用。

#### 工作原理

输入端 I 上脉冲的上升沿为脉冲持续时间 T 设置输出端 Q 为 1。脉冲发生器不可以后触发。

#### 时序图

输出脉冲 Q 与脉冲持续时间 T 和输入脉冲 I 有关。

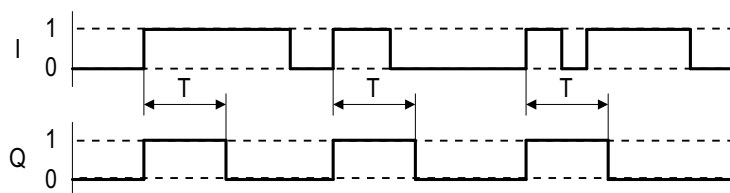


图 7-72 MFP（脉冲发生器）：时序图



### 7.3.8.13 PCL（脉冲缩短器）

#### 简要说明

限时元件用于限制脉冲持续时间。

#### 工作原理

输入端 I 上脉冲的上升沿设置输出端 Q 为 1。

当输入端 I=0 或脉冲持续时间 T 结束时，输出端 Q 为 0。

#### 时序图

输出脉冲 Q 与脉冲持续时间 T 和输入脉冲 I 有关。

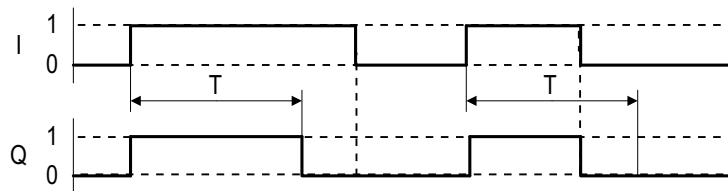


图 7-73 PCL（脉冲缩短器）：时序图

### 7.3.8.14 PDE (接通延迟器)

#### 简要说明

限时元件，带 BOOL 类型的接通延迟。

#### 工作原理

输入端 I 上脉冲的上升沿根据脉冲延迟时间 T，设置输出端 Q 为 1。

如果 I=0，则输出端 Q 为 0。

如果输入脉冲 I 的持续时间小于脉冲延迟时间 T，则 Q 保持为 0。

如果时间 T 过大，甚至超过内部可显示的最大值 ( $T/t_a$  作为 32 位值， $t_a$ =采样时间)，则会限制为最大值 (例如： $t_a = 1ms$  大约 50 天)。

#### 时序图

输出脉冲 Q 与脉冲持续时间 T 和输入脉冲 I 有关。

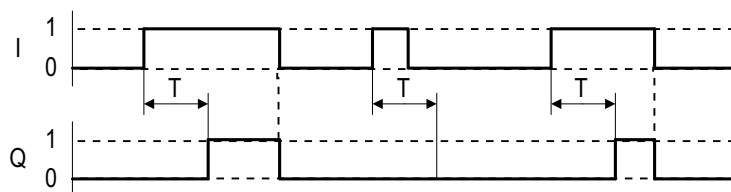


图 7-74 PDE (接通延迟器)：时序图

### 7.3.8.15 PDF (关闭延迟器)

#### 简要说明

限时元件，带关闭延迟。

#### 工作原理

输入端 I 上脉冲的下降沿根据关闭延迟时间 T，设置输出端 Q 为 0。

如果 I=1，则输出端 Q 为 1。

当输入脉冲 I=0 或关闭延迟时间 T 结束时，输出端 Q 为 0。

如果在时间 T 届满前再次设置输入端 I 为 1，输出端 Q 就保持为 1。

#### 时序图

输出脉冲 Q 与脉冲持续时间 T 和输入脉冲 I 有关。

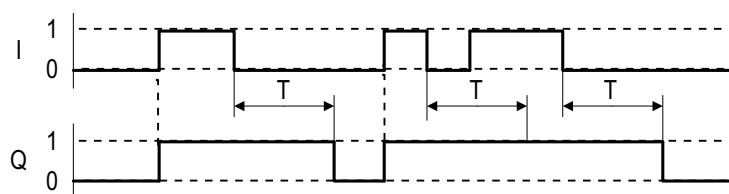


图 7-75 PDF (关闭延迟器)：时序图

### 7.3.8.16 PST（脉冲延长器）

#### 简要说明

限时元件，用于产生带最小持续时间和额外复位输入端的脉冲。

#### 工作原理

输入端 I 上脉冲的上升沿设置输出端 Q 为 1。

当输入脉冲 I=0 且脉冲持续时间 T 届满时，输出端 Q 才回落到 1。

可以通过复位输入端 R（R=1）随时将输出端 Q 设置为零。

#### 时序图

输出脉冲 Q 与脉冲持续时间 T 和输入脉冲 I 有关（R=0 时）。

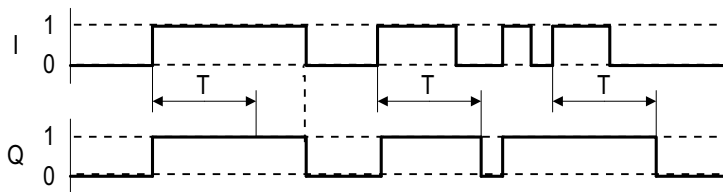


图 7-76 PST（脉冲延长器）：时序图

### 7.3.8.17 RSR（RS 触发器，复位优先）

#### 简要说明

将复位优先的 RS 触发器作为静态二进制值存储器使用。

#### 工作原理

通过输入端 S 上的逻辑 1 把输出端 Q 设置为逻辑 1。

如果输入端 R 设为逻辑 1，输入端 Q 就设为逻辑 0。

如果两个输入端均设为逻辑 0，则 Q 不变。

反之，如果两个输入端均设为逻辑 1，则 Q 为逻辑 0，由复位输入端决定。

输出端 QN 总是输出与 Q 相反的值。

### 7.3.8.18 DFR (D 触发器, 复位优先)

#### 简要说明

BOOL 类型的功能块作为带复位优先的 D 触发器使用。

#### 工作原理

如果两个输入端 S 和 R 均为逻辑 0，则在触发器输入端 I 的上升沿时，D 输入信息会连接到输出端 Q。

输出端 QN 总是输出与 Q 相反的值。通过输入端 S 上的逻辑 1 把输出端 Q 设置为逻辑 1。

如果输入端 R 设为逻辑 1，输入端 Q 就设为逻辑 0。如果两个输入端均设为逻辑 0，则 Q 不变。

反之，如果两个输入端 S 和 R 均设为逻辑 1，则 Q 为逻辑 0，由复位输入端决定。

#### 时序图

输出脉冲 Q 与 D 输入端和输入脉冲 I ( $S = R = 0$ ) 有关。

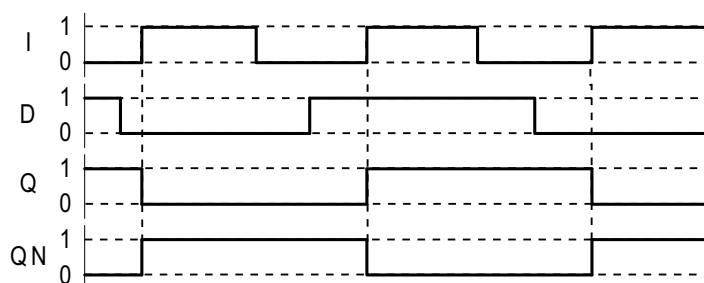


图 7-77 DFR (D 触发器, 复位优先): 时序图

### 7.3.8.19 BSW (二进制转换开关)

#### 简要说明

该功能块把两个二进制输入值中的一个 (BOOL 型) 连接到输出端上。

#### 工作原理

如果输入端 I=0，则输出端 Q 上输出 I0。

如果输入端 I=1，则输出端 Q 上输出 I1。

### 7.3.8.20 NSW (数字转换开关)

#### 简要说明

该功能块把两个数字输入值中的一个 (REAL 型) 连接到输出端上。

#### 工作原理

如果输入端 I=0, 则输出端 Y 上输出 X0。

如果输入端 I=1, 则输出端 Y 上输出 X1。

### 7.3.8.21 LIM (限制器)

#### 简要说明

- 用于限制的功能块。
- 可以设置上限和下限。
- 达到设置的极限值时显示。

#### 工作原理

该功能块用于把输入值 X 传输到其输出端 Y。此时输入值根据 LU 和 LL 受限。

如果输入值达到上限值 LU, 则设置输出端 QU=1。

如果输入值达到下限值 LL, 则设置输出端 QL=1。

如果下限值大于等于上限值, 则设置输出端 Y 为上限值 LU。

算法:

$$Y = \begin{cases} LU, & \text{当 } X \geq LU \text{ 时} \\ X, & \text{当 } LL < X < LU \\ LL, & \text{当 } X \leq LL \text{ 时} \end{cases}$$

边界条件:  $LL < LU$

### 7.3.8.22 PT1 (平滑元件)

#### 简要说明

- 一阶延迟元件，带设置功能。
- 用作平滑元件。

#### 工作原理

##### 设置功能无效(S = 0)

输入值 X 会动态延迟平滑时间常数 T，在输出端 Y 上输出。

T 决定输出值上升的斜率。规定时间值，在该时间值上过渡函数上升到其终值的 63%。

根据  $t=3T$ ，过渡函数会达到其终值的约 95%。

内部固定设置的比例增益为 1 且不可更改。

当  $T/TA$  ( $T/TA > 10$ ) 足够大时，过渡函数与下列变化相对应：

$$Y(t) = X \cdot (1 - e^{-t/T})$$

边界条件：  $t = n \cdot TA$

根据下列算法计算离散值：

$$Y_n = Y_{n-1} + (TA/T) (X_n - Y_{n-1})$$

$Y_n$                       扫描间隔 n 中的 Y 值

$Y_{n-1}$                     扫描间隔 n-1 中的 Y 值

$X_n$                       扫描间隔 n 中的 X 值

##### 设置功能有效 (S=1)

设置功能有效时，当前设置值  $SV_n$  接收至输出值。

$$Y_n = SV_n$$

---

#### 说明

$T/TA$  越大，采样时间点之间 Y 上的振幅变化越小。TA 是已配置的功能块采样时间。

T 会在内部受限：  $T \geq TA$

---

## 7.3.8.23 INT (积分器)

## 简要说明

- 功能块，带积分特性。
- 积分器功能：
  - 设置初始值。
  - 可设置的积分时间常数。
  - 可设置的限制。
  - 一般的积分器运行时，会在 LU 上设一个正极限值，在 LL 上设一个负极限值。

## 工作原理

输出值 Y 的变化是和输入值 X 成正比，和积分时间常数 TI 成反比的。

可以通过输入端 LU 和 LL 对积分器的输出端 Y 进行限制。如果输出端达到两个极限值中的一个，系统就会在输出端 QU 或 QL 上发出信息。如果  $LL \geq LU$ ，则输出端  $Y = LU$ 。

根据下列算法计算离散值（TA 是已配置的功能块采样时间）：

$$Y_n = Y_{n-1} + (TA/TI) X_n$$

$Y_n$	扫描间隔 n 中的 Y 值
$Y_{n-1}$	扫描间隔 n-1 中的 Y 值
$X_n$	扫描间隔 n 中的 X 值

S=1 时，设置输出值 Y 为设置值 SV。通过 S 实现下列两个功能：

- 跟踪积分器(Y = SV)
 

二进制输入端 S=1 且修改设置值 SV。可能的话在设置之后，输出端会直接跳跃到设置值。
- 设置积分器为初始值 SV
 

S 会切换到 1。然后 S 会设为 0，积分器从 SV 开始按照输入值 X 的极性规定的方向。

## 说明

TI 会在内部受限：  $TI \geq TA$



### 7.3.8.24 DIF (微分器)

#### 简要说明

功能块，带微分特性。

#### 工作原理

输出值  $Y$  和输入值  $X$  乘以微分时间常数  $TD$  的变化速度比率相同。

根据下列算法计算离散值：

$$Y_n = (X_n - X_{n-1}) \cdot TD/TA$$

$Y_n$                     扫描间隔  $n$  中的  $Y$  值

$X_n$                     扫描间隔  $n-1$  中的  $Y$  值

$X_{n-1}$                 扫描间隔  $n$  中的  $X$  值

---

#### 说明

$TD/TA$  越大，采样时间点之间  $Y$  上的振幅变化越大。  $TA$  是已配置的功能块采样时间。

内部限制  $TD$  为  $TD \geq 0$ 。

小心：可能过调！

---

## 7.3.8.25 LVM（滞后双向限值监视器）

## 简要说明

- 该 BOOL 型的功能块通过和可选的基准值进行比较来监控输入值。
- 应用：
  - 设定值、实际值和测量值的监控。
  - 抑制频繁通断（振动）。
- 功能块提供了窗口鉴频器的功能。

## 工作原理

该功能块根据带滞后的传输特性曲线（参见传输特性曲线）计算出一个内部中间值。

该中间值会与间隔极限进行比较，结果会输出至输出端 QU、QM 和 QL。

传输特性曲线通过平均值 M、间隔极限 L 和滞后 HY 进行配置。

## 传输特性曲线

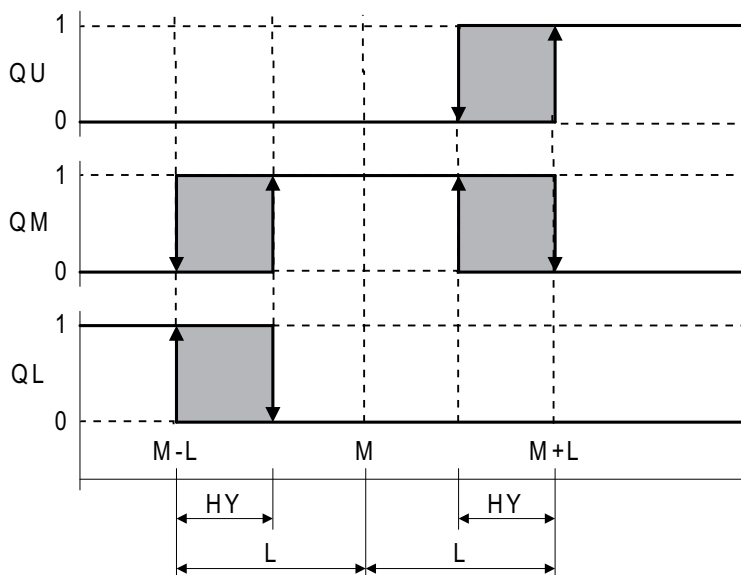


图 7-78 LVM（滞后双向限值监视器）：传输特性曲线

## Safety Integrated 功能

### 8.1 标准和指令

#### 8.1.1 概述

##### 8.1.1.1 目标

技术设备和产品的制造商和销售商有责任确保设备和产品的安全性，也就是说，他们应采用最先进的技术设计出尽可能安全的设备、机械及其它技术装置。为此，有关经济合作组织在标准中说明了所有对安全非常重要的先进技术。遵循这些相关标准能够确保设备达到了先进安全技术水平，进而确保设备安装人员和机械/设备制造商履行了相关义务。

安全技术应尽可能避免设备对人和环境造成危险，同时尽可能少地限制工业生产和设备使用（除非是一些必要的限制）。一些全球标准和规定旨在为所有国家的人员和环境提供相同程度的保护，并避免安全要求高低不同引起的恶性竞争。

在不同的国家和地区，设备安全保障有不同的方案和要求。在法律规定和安全要求中，何时检查设备是否充分安全、采用什么方法检查以及责任分配等也各不相同。

机械制造商和设备安装人员必须确保机械和设备的安全性符合使用地的法律法规。例如，在美国使用的机械的控制系统必须符合美国当地的要求，即使其制造商来自欧洲经济共同体（EEA）。

## 8.1 标准和指令

### 8.1.1.2 功能安全

从需要保护的对象的角度来看，安全是一个密不可分的整体，但造成危险的原因和避免这些危险的技术措施可能存在很大的差异，因此人们将安全分为不同的类型，例如根据造成危险的原因进行分类。当安全取决于功能正常工作时，该安全便是“功能安全”。

为了保证机械或设备的功能安全，保护装置/控制装置的安全部件必须正常工作，并且在故障状态下能够使设备保持在安全状态或将设备进入安全状态。为此需要使用符合相关标准要求的专业技术。对功能安全的要求基于以下几个基本目标：

- 避免系统故障，
- 控制系统故障，
- 控制偶然发生的错误或故障。

衡量达到的功能安全的尺度有：危险故障发生的几率、故障公差和系统故障降到最低水平后应达到的质量水平。这些尺度在不同的标准中由不同的术语表示：在 IEC/EN 61508、IEC/EN 62061、IEC/EN 61800-5-2 中是“安全集成等级”（Safety Integrity Level, SIL）；在 EN ISO 13849-1 中是“类别”(Category)和“性能等级”（Performance Level, PL）。

### 8.1.2 欧洲的机械安全

和产品生产相关的欧盟指令以调控自由商品贸易的欧盟条约第 95 条为基础。在这些指令的基础上形成了一个新的全球措施（“new approach”，“global approach”）：

- 欧盟指令只描述了通用安全目标和定义了基本安全要求。
- 技术详细信息只能由欧洲议会和欧盟理事会委任的标准委员会（CEN、CENELEC）在标准中定义。这些标准与特定指令保持协调，并且公布在欧洲议会和欧盟理事会公报中。立法者不会强制规定要求遵守某标准。但是如果遵守了这些协调标准，便可假定为满足了相关指令的所有安全要求。
- 欧盟指令要求成员国之间相互承认彼此的国家规定。

欧盟指令彼此之间具有等同的效力，即一个特定的设备涉及到多个指令时，所有相关指令的要求都生效（例如对于带电气装置的机械，机械指令和低压指令都适用）。

#### 8.1.2.1 机械指令

附件 I 中规定了机械类产品的基本健康和安全性要求，必须符合这些要求。

必须尽责地实施保护目标，以符合指令要求。

机械制造商必须出具证明，表明设备符合基本要求。使用协调标准可以简化证明过程。

### 8.1.2.2 欧洲协调标准

欧洲协调标准由欧盟委员会授权的两个标准机构 CEN（Comité Européen de Normalisation）和 CENELEC（Comité Européen de Normalisation Électrotechnique）制订，用于对特定产品的欧盟指令要求进行详细描述。这些标准（欧盟标准）随欧洲议会和欧盟理事会公报颁布，之后必须不加更改地纳入各成员国的国家标准中。它们满足基本的安全和健康要求，以及机械指令的附件 I 中所述的保护目标。

在遵循了相关协调标准的情况下，会“自动假定”为遵循了机械指令；即相关的安全要求包含在特定标准中时，制造商在遵循了该标准的情况下可假定遵循了机械指令。但并非所有欧洲标准都为协调标准。协调标准会公布在欧洲议会和欧盟理事会公报中。

欧洲的机械安全标准可划分为以下等级：

- A 类标准（基本标准）
- B 类标准（类别标准）
- C 类标准（产品标准）

#### A 类标准/基本标准

A 类标准中包含对所有机械的概念和定义。例如 EN ISO 12100-1（原 EN 292-1）“机械安全 - 基本概念，通用设计原则”。

A 类标准主要针对制定 B 类/C 类标准的机构。如果没有相应的 C 类标准，其中的风险最小化措施对制造商也非常有用。

#### B 类标准/类别标准

B 类标准为涉及了多种机械类别的安全技术标准。B 类标准主要针对制定 C 类标准的机构。如果没有相应的 C 类标准，其中对机械设计和结构的规定对制造商也非常有用。

B 类标准还可以进一步划分为：

- B1 类标准，用于高级安全要素，例如人体工学原则、与危险来源的安全距离，防止身体部位受到撞击的最小距离。
- B2 类标准，用于各种机械类别的安全设备，例如急停设备、双手控制设备、联锁设备、非接触生效防护设备、控制系统的安全部件。

8.1 标准和指令

**C 类标准/产品标准**

C 类标准为特定产品的专用标准，例如机床、木材加工机、升降机、包装机、印刷机等。产品标准为对特定机械的要求。这些要求有时可能会与基本标准和类别标准有所差别。对于机械制造商，C 类标准/产品标准具有最高的优先级。符合该标准时，便可以假定机械制造商符合了机械指令附录 I 的基本要求（自动符合性假定）。如果某种机械无产品标准，则可在机械结构设计时采用 B 类标准。

标准的完整清单以及授权的标准草案都可从以下网址获取：

<http://www.newapproach.org/>

建议：由于科技高速发展，机械标准中的改动也较为频繁，因此在使用这些标准（尤其是 C 类标准）时需要特别注意它的时效性。此外还需注意，产品不一定要符合这些标准，但是一定要达到相关欧盟指令中的所有安全目标。

**8.1.2.3 控制系统安全设计相关标准**

如果机械的功能安全性取决于控制系统功能，则在设计控制系统时必须将发生安全功能风险的几率降到足够低。标准 EN ISO 13849-1（原 EN 954-1）和 EN 62061 定义了机械控制系统安全设计相关的原则，这些原则符合欧盟机械指令中的所有安全目标。使用此标准即可满足机械指令中的相关安全目标。

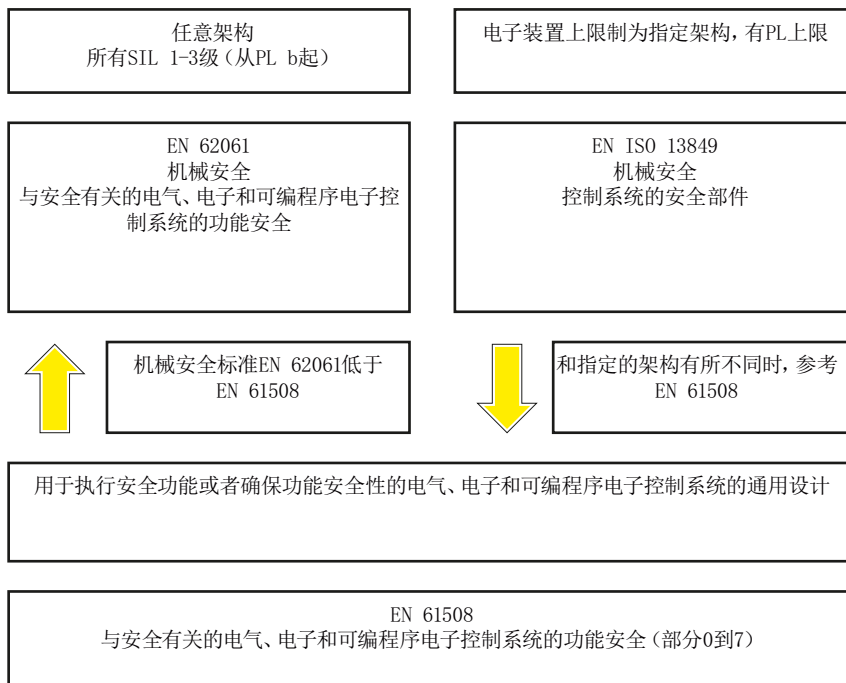


图 8-1 控制系统安全设计相关标准

EN ISO 13849-1、EN 62061 和 EN 61508 的应用范围相近。为了便于用户选择，IEC 协会和 ISO 协会都在其标准的引言中以同一张表格列出了两种标准的应用范围。根据工艺（机械、气动、液压、电气、电子、可编程电子）、风险分级、架构等要素选择使用 EN ISO 13849-1 或 EN 62061。

	执行安全相关控制功能的工艺	EN ISO 13849-1	EN 62061
A	非电气（例如液压、气压）	X	未被涵盖
B	电子机械装置（例如继电器和/或简单电子装置）	限制为指定架构（参见注释 1），最大为 PL = e	所有架构，最大到 SIL 3
C	复杂电子装置（例如可编程电子装置）	限制为指定架构（参见注释 1），最大为 PL = d	所有架构，最大到 SIL 3
D	A+B	限制为指定架构（参见注释 1），最大为 PL = e	X 参见注释 3
E	C+B	限制为指定架构（参见注释 1），最大为 PL = d	所有架构 最大到 SIL 3
F	C + A 或者 C + A 或者 C+B	X  参见注释 2	X  参见注释 3
<p>“X”表示标准涵盖了此项。</p> <p>注释 1： 指定架构在 EN ISO 13849-1 的附录 B 中描述，是定量分析的简单基础。</p> <p>注释 2： 对于复杂电子装置：使用符合 EN ISO 13849-1，最大为 PL = d 的架构，或者使用符合 EN 62061 的架构。</p> <p>注释 3： 对于非电气工艺：使用符合 EN ISO 13849-1 的组件作为子系统。</p>			

## 8.1 标准和指令

### 8.1.2.4 EN ISO 13849-1 (原 EN 954-1)

根据 EN 954-1 进行的定性分析已不适用于现代控制系统（工艺原因）。例如 EN 954-1 中没有考虑时间特性（例如时间间隔、循环测试、寿命）。而时间特性是 EN ISO 13849-1 中的可靠性测试基础（每个时间单位发生故障的几率）。

EN ISO 13849-1 以已知的 EN 954-1 的类别为基础。它同样涵盖了所有安全功能以及所有参与了安全功能执行的设备。使用 EN ISO 13849-1 时，除了原先 EN 954-1 中的定性分析，还对安全功能进行定量分析。并基于类别使用性能等级（PL, Performance Level）这一参数。以下安全技术参数是组件/设备必需的：

- 类别（结构要求）
- PL: Performance Level（性能等级）
- MTTF<sub>d</sub>: 平均无危险故障时间  
meantime to dangerous failure
- DC: 诊断覆盖率  
diagnostic coverage
- CCF: 共因故障  
common cause failure

该标准描述了如何在指定构架的基础上、计算控制系统中安全相关部件的性能等级 PL。与此有偏差时，EN ISO 13849-1 参考 EN 61508。

对于由多个安全相关部件组成的整体系统，此标准用于说明如何计算总 PL。

---

#### 说明

从 2007 年五月起，EN ISO 13849-1 和机械指令统一。在 2011 年 12 月 30 日前，仍可使用 EN 954-1。

---



## 8.1.2.5

## EN 62061

EN 62061（等同于 IEC 62061）是 IEC/EN 61508 以下的用于特定领域的标准。它对机械上和安全相关的电气控制系统的设计和制造进行描述，涉及从设计阶段到设备退役的整个生命周期。此标准基于安全功能的定量和定性分析。

对于复杂的控制系统，标准采用“Top-Down”的描述方式，即“功能分解（Functional Decomposition）”。此时，它将通过风险分析得到的安全功能划分为子安全功能，并将它们分配给实际设备（子系统和子系统单元）。其中涵盖了硬件和软件。EN 62061 也描述了对应用程序设计的要求。

和安全相关的控制系统由不同子系统组成。子系统通过安全技术参数（SIL 索赔期限 和 PFH<sub>D</sub>）说明。

可编程电子设备（例如 PLC）、或者转速可变的驱动必须符合 EN 61508。它们可作为子系统集成到控制系统中。子系统的制造商必须给出以下安全技术参数。

子系统安全技术参数：

- SIL CL: SIL 索赔期限  
SIL claim limit
- PFH<sub>D</sub>: 每小时发生危险故障的几率  
probability of dangerous failures per hour
- T1: 寿命  
lifetime

简单子系统（例如由电子机械部件组成的传感器或执行器）由相连的不同子系统单元（设备）组成，子系统的 PFH<sub>D</sub> 值可以由这些单元的参数值计算得出。

子系统单元（设备）的安全技术参数：

- $\lambda$ : 故障率  
failure rate
- B10 值: 用于易磨损的单元
- T1: 寿命  
lifetime

对于电子机械设备，设备制造商给出的是特定开关次数下的故障率。和时间相关的故障率、寿命必须根据实际应用的开关频率确定。

## 8.1 标准和指令

在结构设计阶段需要为子系统（由子系统单元构成）定义的参数：

- T2:诊断时间间隔  
diagnostic test interval
- $\beta$ :对共因故障的灵敏性  
susceptibility to common cause failure
- DC: 诊断覆盖率  
diagnostic coverage

安全相关控制系统的 PFH<sub>D</sub> 值由单个子系统的 PFH<sub>D</sub> 值相加得出。

用户可通过以下方式实现和安全相关的控制系统：

- 使用已经满足了 EN ISO 13849-1、IEC/EN 61508 或 IEC/EN 62061 要求的设备和子系统。在标准中会说明，在实现安全功能时如何集成符合要求的设备。
- 开发自己的子系统：
  - 可编程的电子系统或复杂系统：使用 EN 61508 或 EN 61800-5-2。
  - 简单设备和子系统：使用 EN 62061。

EN 62061 中未涵盖对非电气系统的描述。此标准提供了用于设计制造电气、电子和可编程电子控制系统的详细信息。非电气系统必须使用 EN ISO 13849-1。

---

### 说明

简单子系统的设计、集成信息已作为“功能示例”出版

---

---

### 说明

在欧洲，IEC 62061 已经批准为 EN 62061，且与机械指令协调。

---

### 8.1.2.6 系列标准 EN 61508 (VDE 0803)

此系列标准对最先进的技术进行了描述。

EN 61508 与任何欧盟指令都不协调，因此不会“自动假定”满足了指令中的保护目标，但是根据新的条款，安全相关产品的制造商也可以使用 EN 61508 来满足欧洲指令中的基本要求，例如在以下情况下：

- 在相关应用领域没有适用的协调标准。在此情况下制造商可使用 EN 61508，但是不存在符合性假定。
- 欧洲协调标准（例如：EN 62061、EN ISO 13849、EN 60204--1）中引用了 EN 61508 时。这样可以确保满足指令中的相关要求（“一同生效的标准”）。从引用的角度来说，如果制造商负责地使用了 EN 61508，则自动假定制造商符合了引用该标准的协调标准。

系列标准 EN 61508 包含了使用 E/E/PES 系统（**electrical/electronic/programmable electronic System**）执行安全功能或者确保功能安全性时需要考虑的全部要素。其它危险例如电击危险将不在标准中描述（与 EN ISO 13849 相似）。

近来 EN 61508 被定位为“国际基本安全出版物”，作为其它行业标准的框架，例如：EN 62061。由于它的国际定位，此标准在世界范围内具有很高的接受度，尤其是在北美和汽车工业领域。现在很多机构要求此标准例如作为 NRTL 清单的基础。

此外，EN 61508 的新发展还包括：从传感器到执行器的全套安全安装的系统设计技术要求；由意外硬件故障造成的危险故障几率的量化，以及为整个 E/E/PES 安全生命周期的每个阶段创建文档。

## 8.1 标准和指令

### 8.1.2.7 风险分析/评估

由于自身的结构和功能，机械和设备存在风险。因此机械指令要求对每台机械进行风险评估，并在必要时降低风险，使遗留风险小于允许的风险。执行风险评估时必须使用以下标准：

- EN ISO 12100-1 “机械安全 - 基本概念，通用设计原则”
- EN ISO 13849-1 (EN 954--1 升级版) “机械安全 - 控制系统安全部件”
- EN ISO 14121-1 (原 EN 1050, 第 5 段) “机械安全 - 风险评估”

EN ISO 12100-1 重点描述了需要分析的风险和风险降低的设计原则，EN ISO 14121-1 描述了风险评估和风险降低的不断重复、直到实现安全的过程。

风险评估是指对机械造成的危险进行系统研究的一系列步骤，完成风险评估后要采取相应的降低风险措施，然后再次评估风险、降低风险，由此形成了一个不断重复的过程，这样可以尽可能地消除故障，确保采取了相应的保护措施。

风险评估包括

- 风险分析
  - 确定机械的限制 (EN ISO 12100-1, EN ISO 14121-1 第 5 段)
  - 风险识别 (EN ISO 12100-1, EN ISO 14121-1 第 6 段)
  - 风险预估 (EN 1050 第 7 段)
- 风险评估 (EN ISO 14121-1 第 8 段)

根据实现安全性的重复过程，在风险预估后要进行评估。此时要决定是否降低风险。如果需要继续降低风险，必须选择和使用适当的保护措施。然后必须重复风险评估。

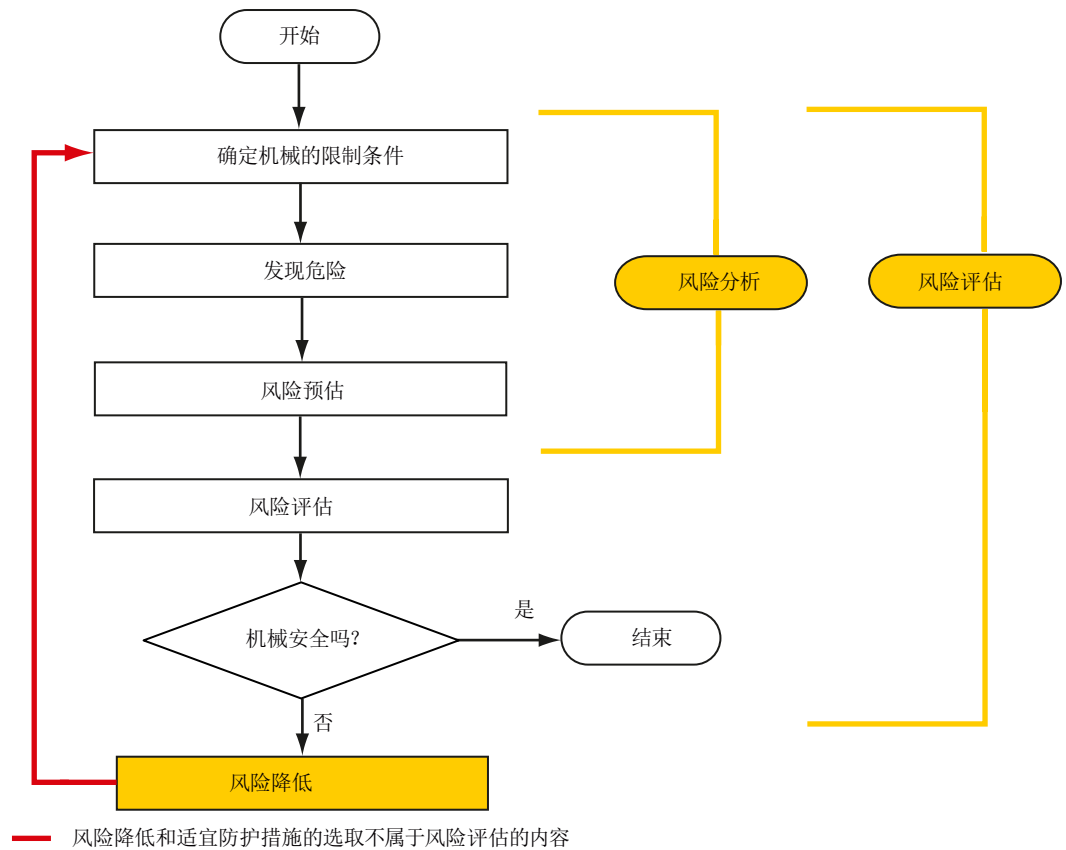


图 8-2 实现安全性的重复过程（根据 ISO 14121-1）

风险降低必须通过适宜的机械设计/制造来实现，例如通过适用于安全功能的控制系统或保护措施。

如果保护措施中包含了联锁和控制功能，则保护措施必须根据 EN ISO 13849-1 设计。除了 EN ISO 13849-1，电气和电子系统也可使用 EN 62061。此时，电子控制系统和总线系统还必须符合 IEC/EN 61508。

## 8.1 标准和指令

### 8.1.2.8 风险降低

除了通过结构设计，机械的风险降低也可通过和安全相关的控制系统功能实现。为了实现这些控制系统功能，必须遵循标准中规定的根据风险程度分级的特殊要求。这些要求在 EN ISO 13849--1 中描述，电气系统，尤其是带可编程电子设备的电气系统在 EN 61508 或 EN 62061 中描述。对和安全相关的控制系统部件的要求根据风险程度以及必要的风险降低措施分级。

**EN ISO 13849-1** 定义了风险矩阵，使用性能等级（Performance Level, PL）取代“类别”。

**IEC/EN 62061** 使用安全集成等级（Safety Integrity Level, SIL）分级。它是控制系统安全性能的量化标度。必要的 SIL 也根据 ISO 14121（EN 1050）的风险评估原则得出。在标准的附录 A 中描述了确定必要的安全集成等级 SIL 的方法。

不论使用的是哪种标准，在各种情况下都必须确保机械控制系统上所有参与安全功能执行的组件都满足这些要求。

### 8.1.2.9 遗留风险

在技术高度发展的当今世界，安全只是一个相对的概念。在现实中是无法完全排除风险达到绝对安全的，即所谓的“零风险保障”。遗留风险是指按照先进的经济和技术条件执行了相应的保护措施后仍无法避免的风险。

在机械/设备文档中必须提示遗留风险（用户信息，根据 EN ISO 12100-2）。

### 8.1.3 美国的机械安全

美国和欧洲对工作环境安全的法律规定的区别在于，在美国没有统一的针对机械安全的国家法规来规定制造商/供应商的责任，更多是要求雇主提供安全的工作环境。

### 8.1.3.1 OSHA 的最低要求

在 1970 年的职业安全法（Occupational Safety and Health Act, OSHA）中规定了雇主必须提供安全的工作环境的要求。OSHA 的核心要求位于第 5 段“责任（Duties）”中。

职业安全法由职业安全与健康管理局（Occupational Safety and Health Administration, 通常称为 OSHA）负责管理。OSHA 会安排地区检察员来检查工作环境是否符合规定。

OSHA 中的工作安全相关规定在 OSHA 29 CFR 1910.xxx（“OSHA 法规 (29 CFR) 部分 1910 职业安全与健康”）中描述。（CFR: Code of Federal Regulations, 美国联邦法规）

<http://www.osha.gov>

在 29 CFR 1910.5 “标准适用性（Applicability of standards）”中确定了标准的适用范围。此条款与欧洲的相关规定相似。当特定产品的标准涵盖了相关要素时，则具有比通用标准更高的优先级。满足了此标准时，雇主可以推定满足了标准中相关要素的 OSHA 核心要求。

对于某些特定应用，OSHA 要求所有用于保护雇员的电气设备必须获得 OSHA 授权的国家认可实验室（Nationally Recognized Testing Laboratory, NRTL）的许可。

除了 OSHA 的规定外，还须遵守其它组织如 NFPA 和 ANSI 制订的标准，以及在美国广泛适用的产品责任法。产品责任法颁布后，制造商和销售商不得不为了自己的利益认真遵守法规并采用先进技术。

第三方保险企业通常要求其客户满足标准机构制定的适用的标准的要求。自保企业不受此要求约束，但是在发生事故时必须能证明遵循了普遍公认的安全原则。

### 8.1.3.2 NRTL 清单

所有在美国使用的电气设备都必须获得 OSHA 授权的国家认可实验室（Nationally Recognized Testing Laboratory, NRTL）的许可，以保障雇员的安全。国家认可实验室有权通过清单、标签或其它方式颁发设备和材料的许可。检测的基础为国家标准例如 NFPA 79，以及国际标准例如 E/E/PES 系统的标准 IEC/EN 61508。

## 8.1 标准和指令

### 8.1.3.3 NFPA 79

NFPA 79 标准（工业机械电子标准）适用于额定电压小于 600 V 的工业机械电子设备。由多台协同工作的机械所组成的整体也称之为机械。

NFPA 79 中涵盖了对可编程电子系统和通讯总线的基本要求。当这些设备被用于安全相关的功能时，必须列出在清单上。满足了这些要求时，电子控制系统和通讯总线也可用于停止类别 0 和 1 的急停功能（参见 NFPA 79 9.2.5.4.1.4）。同 EN 60204-1 一样，NFPA 79 也不再要求在执行急停功能时通过电子机械方式断开电源。

对可编程电子系统和通讯总线的核心要求为：  
系统要求（参见 NFPA 79 9.4.3）。

1. 包含了基于软件的控制器的控制系统必须
  - 在发生单个故障时
    - (a) 断开系统使其进入安全状态
    - (b) 防止重新启动直到故障被消除
    - (c) 防止意外的启动
  - 具有和硬件式控制系统相同的防护等级
  - 根据符合公认的、适用于该系统的标准设计。
2. 在附注中将 IEC 61508、IEC 62061、ISO 13849--1、ISO 13849-2 和 IEC 61800-5-2 列为适用的标准。

保险商实验所（Underwriter Laboratories Inc. UL）定义了一个特殊的类别“可编程安全控制器”（名称代码 NRGF）用于满足此要求。此类别涵盖了包含软件且设计用于安全功能的控制设备。

对此类别的详细描述以及满足此要求的设备列表可通过以下网址获取：

<http://www.ul.com> → certifications directory -> UL Category code/ Guide information -> search for category “NRGF”

TUV Rheinland of North America 也是此应用的 NRTL。



### 8.1.3.4 ANSI B11

ANSI B11 标准是由多个协会，例如美国制造技术协会（Association for Manufacturing Technology, AMT）和机器人工业联合会（Robotic Industries Association, RIA）共同制定的标准。

通过风险分析/评估对机械潜在的危险进行评估。根据 NFPA 79、ANSI/RIA 15.06、ANSI B11.TR-3 和 SEMI S10（半导体），风险分析为一项重要要求。借助风险分析后记录下的结果，并根据实际应用的安全等级可以选择合适的安全技术。

### 8.1.4 日本的机械安全

日本的情况与欧洲和美国不同，没有和欧洲类似的对功能安全性的法律要求。同样产品责任法的效力也不及美国。

在日本没有对标准应用的法律要求，但是有使用 JIS（日本工业标准）的管理建议：日本借鉴欧洲的方案，将基本标准作为国家标准（见下表）。

表格 8-1 日本标准

ISO/IEC 编号	JIS 编号	注释
ISO12100-1	JIS B 9700-1	原 TR B 0008
ISO12100-2	JIS B 9700-2	原 TR B 0009
ISO14121- 1 / EN1050	JIS B 9702	
ISO13849-1	JIS B 9705-1	
ISO13849-2	JIS B 9705-1	
IEC 60204-1	JIS B 9960-1	无附录 F 或欧洲前言中的路线图
IEC 61508-0 至 -7	JIS C 0508	
IEC 62061		尚无 JIS 编号

### 8.1.5 企业设备规定

除了指令和标准中的要求外，还须遵循企业特定的要求。特别是大型企业，例如汽车制造商，对自动化部件有很高的要求，并常会将其作为自己的设备规范列出。

和安全相关的事项（例如运行方式、进入危险区域的操作，急停方案等）必须事先与客户说明，确保这些事项纳入到风险评估/降低过程中。

## 8.1 标准和指令

### 8.1.6 其他和安全相关的事项

#### 8.1.6.1 同业工伤事故保险联合会的信息页

有时从指令、标准或者规范文本并不能得出需要执行的安全措施。此时还需要相应的提示和说明。

为此，同业工伤事故保险联合会的各专业委员会出版各种主题的出版物。

例如可参考以下主题的信息页：

- 生产时的流程监控
- 引力负载轴
- 滚压机械
- 车床和车削中心 - 购买/销售

专业委员会信息页可由所有团体使用，例如：在向车间提供建议、制定规范或者设计机械和设备上的安全措施时可以参考。专业委员会的信息页中包含对相应专业领域的建议，机械制造、生产系统、钢铁制造等。

可通过以下网址下载信息页：

<http://www.bg-metall.de/>

首先选择菜单项“Service und Kontakt”，点击左侧链接“Downloads”，然后选择“Informationsblätter der Fachausschüsse”。

#### 8.1.6.2 其它文献

- Safety Integrated，工业安全系统（第 5 版，带附录），订货号 6ZB5 000-0AA01-0BA1
- Safety Integrated - 术语和标准 - 机床安全术语（版本 04.2007），订货号 E86060-T1813-A101-A1

## 8.2 SINAMICS Safety Integrated 简介

### 8.2.1 支持功能

这一章综合介绍了 SINAMICS S110 设备上提供的所有 Safety Integrated 功能。该功能分成两类：基本功能（Safety Integrated Basic Function）和扩展功能（Safety Integrated Extended Function）。

下文列出的安全功能符合：

- DIN EN 61508 安全集成等级(SIL) 2
- DIN EN ISO 13849-1 3 类
- DIN EN ISO 13849-1 性能等级(PL) d

安全功能是符合 DIN EN 61800-5-2 的功能。

其中包括以下 Safety Integrated 功能（SI 功能）：

- **Safety Integrated 基本功能**

该功能为驱动的标配功能，不需要额外的授权便可使用。这些功能始终可用。这些功能对所使用的编码器没有特殊要求。

- Safe Torque Off (STO)

Safe Torque Off 是符合 EN 60204-1 第 5.4 节的可防止意外启动的安全功能。

- Safe Stop 1 (SS1, time controlled)

Safe Stop 1 以“Safe Torque Off”功能为基础。可实现 EN 60204-1 规定的 1 类停机。

- Safe Brake Control (SBC)

Safe Brake Control 功能用于对抱闸装置进行安全控制。

实现此功能还需一个附加的 Safe Brake Relay 功能。

- **Safety Integrated 扩展功能**

这类功能要求安装额外的安全功能授权，同时还要求使用配套的编码器（参见“带编码器系统的实际值安全检测”）。

- **Safe Torque Off (STO)**

Safe Torque Off 是符合 EN 60204-1 第 5.4 节的可防止意外启动的安全功能。

- **Safe Stop 1 (SS1, 时间和加速度受控)**

Safe Stop 1 以“Safe Torque Off”功能为基础。使用此功能可实现 EN 60204-1 规定的 1 类停机。

- **Safe Stop 2 (SS2)**

Safe Stop 2 功能用于使电机安全制动并使电机随后过渡至“Safe Operating Stop” (SOS)。使用此功能可实现 EN 60204-1 规定的 2 类停机。

- **Safe Operating Stop (SOS)**

Safe Operating Stop 用于防止电机意外运行，此时驱动器处于闭环控制中，没有从电源断开。

- **Safely-Limited Speed (SLS)**

Safely-Limited Speed 用于监控电机是否超出了预设的转速/速度限值。

- **Safe Speed Monitor (SSM)**

Safe Speed Monitor 功能用于安全检测电机在两个旋转方向上是否低于速度限值，例如：检测电机速度是否低于静态监控限值。该功能会输出一个安全输出信号以进行后续处理。

- **Safe Acceleration Monitor (SAM)**

Safe Acceleration Monitor 用于监控驱动器在制动期间是否安全制动，以避免驱动器意外重新加速。它是 SS1 和 SS2 功能的组成部分。

- **Safe Brake Ramp (SBR)**

Safe Brake Ramp 用于制动斜坡的安全监控。它是“不带编码器的 SS1”和“不带编码器的 SLS”功能的组成部分。

- **Safe Direction (SDI)**

Safe Direction 用于安全监控电机的运行方向。

Safety Integrated 扩展功能也使用了运动监控功能（Motion Monitoring Function）。

### 使用扩展功能的前提条件

- Safety Integrated 扩展功能的使用需要获得相应的授权。请在参数 p9920 中以 ASCII 码输入相应的授权码。设置 p9921 = 1 即可激活授权码。您也可以选择通过 STARTER 上的按钮“License Key”来输入授权码。

在“授权”一章中介绍了如何生成 SINAMICS Safety Integrated 扩展功能的授权码。如果授权不足，会通过以下报警和 LED 显示：

- A13000 → 授权不充分
- LED RDY → 以 0.5 Hz 的频率红/绿闪烁
- 通过 PROFIsafe 或安全板载端子进行控制
- 驱动中的转速控制器已经激活
- 支持扩展功能的硬件组件有：
  - 控制单元 CU305
  - 模块型功率模块 PM340
  - 传感器模块 SMC20, SME20/25
  - 带 DRIVE-CLiQ 接口的电机（不带旋转变压器）
  - Safe Brake Relay (SBR)

### 8.2.2 Safety Integrated 功能的控制方式

Safety Integrated 功能可以通过板载端子或使用 PROFIBUS 或 PROFINET 的 PROFIsafe 报文来控制。此时可以选择通过板载端子或 PROFIsafe 控制扩展功能，通过板载端子（F-DI 0）或者 PROFIsafe 和板载端子（F-DI 0）控制基本功能。

---

#### 说明

#### PROFIsafe 或端子

带有控制单元时，只能通过 PROFIsafe 或板载端子控制扩展功能。但这两种控制方式不能同时使用！

---

### 8.2.3 电机带/不带编码器时的监控

电机不带编码器或者不带支持安全功能的编码器时，不是所有的 Safety Integrated 功能都能投入使用。

#### 说明

为方便说明，本手册中的“不带编码器”统一代指不带编码器和不带支持安全功能的编码器这两种情况。

在不带编码器的运行模式中，速度实际值是由测量出的电气实际值计算得出的。因此，即使不带编码器也可以监控速度，直到速度降为 0。

表格 8-2 Safety Integrated 功能一览

	功能	缩写	带编码器	不带编码器	简要说明
基本功能	Safe Torque Off	STO	支持	支持	安全关机转矩
	Safe Stop 1	SS1	支持	支持	符合停机类别 1 的安全停机
	Safe Brake Control	SBC	支持	支持	安全制动控制
扩展功能	Safe Torque Off	STO	支持	支持	安全关机转矩
	Safe Stop 1	SS1	支持	支持	符合停机类别 1 的安全停机
	Safe Brake Control	SBC	支持	支持	安全制动控制
	Safe Stop 2	SS2	支持	不支持	符合停机类别 2 的安全停机
	Safe Operating Stop	SOS	支持	不支持	静止位置的安全监控
	Safely-Limited Speed	SLS	支持	支持	最大速度的安全监控
	Safe Speed Monitor	SSM	支持	支持	最小速度的安全监控

	功能	缩写	带编码器	不带编码器	简要说明
	Safe Acceleration Monitor	SAM	支持	支持	驱动器加速度的安全监控
	Safe Brake Ramp	SBR	不支持	支持	安全制动斜坡
	Safe Direction	SDI	支持	支持	运行方向的安全监控

Safety Integrated 功能的配置以及带或不带编码器监控的选择在调试工具 STARTER 或 SCOUT 中的“Safety”窗口中完成。

### 带编码器的监控

在专家参数表中，您可以设置  $p9506 = p9306 = 0$  来激活带编码器的 Safety Integrated 功能（该项也是出厂设置），也可以通过选择“Safety”窗口中的“with encoder”来激活带编码器的安全功能。

如果在减速斜坡上驱动器的加速度超出了  $p9348/p9548$  设置的公差，Safe Acceleration Monitor (SAM) 会检测出这一错误，并触发 STOP A。SAM 监控在执行 SS1（或 STOP B）和 SS2（或 STOP C）时激活，在低于  $p9368/p9568$  速度限值后结束。

关于 Safe Acceleration Monitor 功能的详细说明，本手册下文会进行介绍。

### 不带编码器的监控

在专家参数表中，您可以设置  $p9506 = p9306 = 1$  或  $p9506 = p9306 = 3$  来激活不带编码器的 Safety Integrated 功能，也可以通过选择安全窗口中的“without encoder”来激活。

在不带编码器的转速监控中，驱动器沿着 SBR（不带编码器的 SBR）定义的斜坡进行制动。该制动斜坡的斜率由参考速度（ $p9581/p9381$ ）和监控时间（ $p9583/p9383$ ）定义。另外，还有延迟时间（ $p9582/p9382$ ）可定义，即经过多少时间后制动斜坡开始受到监控。

在一项 Safety Integrated 功能激活后，比如说 SS1，该功能便开始监控在整个制动期间内电机实际速度是否低于制动斜坡。

$p9506/p9306 = 3$  时，不带编码器的 SI 功能相当于带编码器的 SI 功能，SAM 工作方式和“带编码器的监控”一样。

## 8.2.4 参数，校验和，版本，口令

### Safety Integrated 参数的特点

Safety Integrated 参数有以下特点：

- SI 参数独立用于每条监控通道。
- 在启动时会生成 SI 参数的 CRC 校验和，并对其进行复查。显示参数不包含在 CRC 中。
- 数据管理：对参数进行非易失性保存。
- 恢复 SI 参数的出厂设置
  - 通过设置 p3900 和 p0010 = 30 可以将驱动器专用的 SI 参数复位为出厂设置，前提是没有 SI 功能被激活（即 p9301 = p9501 = p9601 = p9801 = 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 设置了口令。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。
  - 在安全功能已激活时（p9301 = p9501 = p9601 = p9801 ≠ 0），可将所有参数完全复位为出厂设置（p0976 = 1 且 p0009 = 30，控制单元上）。
- 有些 SI 参数有口令保护，以防止意外修改或非法修改。

---

#### 说明

以下 SI 参数没有口令保护：

- p9370 SI Motion 验收测试模式（处理器 2）
  - p9570 SI Motion 验收测试模式（处理器 1）
  - p9533 SI Motion SLS 设定速度限值
  - p9783 SI Motion 同步电机电流注入，无编码器
-



## 检查 CRC 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。

在开展调试时您必须将这两个实际 **CRC** 校验和输入到对应的目标 **CRC** 校验和参数中，通过参数 **p9701** 您可以同时输入一个驱动对象的所有目标 **CRC** 校验和。

基本功能

- **r9798** SI 参数的实际校验和（处理器 1）
- **p9799** SI 参数的设定校验和（处理器 1）
- **r9898** SI 参数的实际校验和（处理器 2）
- **p9899** SI 参数的设定校验和（处理器 2）

扩展功能

- **r9398[0...1]** SI Motion SI 参数实际校验和（处理器 2）
- **r9399[0...1]** SI Motion SI 参数设定校验和（处理器 2）
- **r9728[0...1]** SI Motion SI 参数实际校验和
- **p9729[0...1]** SI Motion SI 参数设定校验和

每次启动时都会通过 **SI** 参数计算实际校验和，并将其与设定校验和进行比较。

如果两者不同，驱动器会报告故障 **F01650/F30650** 或 **F01680/F30680**。

## Safety Integrated 的版本

控制单元和编码器模块上的 **Safety** 固件有各自的版本标识。

基本功能的版本标识：

- **r9770** 驱动集成的 **SI** 功能的版本（处理器 1）

扩展功能的版本标识：

- **r9590** SI Motion 安全运动监控的版本（处理器 1）
- **r9890** 编码器模块的 **SI** 版本

---

### 说明

对 **Safety Integrated** 固件版本的详细要求请参见章节“**Safety Integrated** 固件版本”

---

## 口令

使用 SI 口令可以防止 SI 参数被意外或非法访问。

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 口令后，才可对 Safety 参数进行修改。

- 在首次调试 Safety Integrated 时：
  - 缺省设置：p9761 = 0 (输入驱动器 SI 口令)

即：

首次调试时不需设置 SI 口令。

- 在批量调试 SI 参数或者更换备件时：
  - SI 口令保存在存储卡和 STARTER 项目中
  - 更换备件时不需要输入 SI 口令。
- 修改驱动器口令
  - p0010 = 95 调试模式
  - p9761 = 旧的 SI 口令
  - p9762 = 新口令
  - p9763 = 确认新口令
  - 自此新的口令开始生效。

或者您可以通过 STARTER 窗口修改 Safety 口令。

当需要更改 Safety 参数但是不知道 Safety 口令时，执行以下步骤：

1. 恢复驱动设备出厂设置。
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获取口令（必须提供完整的驱动项目）。

## 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p9761 输入旧 SI 口令
- p9762 输入新 SI 口令
- p9763 确认新 SI 口令

## 8.3 系统特性

### 8.3.1 最新信息

关于保障设备运行安全的重要提示：



#### 警告

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，同样也要求供货方在产品跟踪方面采取一些特殊措施。因此西门子会发布专门的通讯，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。我们建议您订阅通讯，以便及时掌握最新信息，了解设备的功能更新情况。

如需订阅，请访问网址

<http://automation.siemens.com>

订阅通讯的步骤为：

1. 将网页设置成您需要的语言。
2. 点击菜单“Support”。
3. 点击菜单“新闻列表”。

---

#### 说明

完成注册并登录，才可以订阅通讯。在注册时网页会自动引导您完成注册。

---

4. 点击“登录”，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通讯。

5. 您可以在“内联网中的标题新闻和产品新闻的文献类型选择”中选择您希望订阅的文档的种类。

6. 您可以在“产品支持”标题下查看当前有哪些通讯可以订阅。

7. 打开“安全系统 - 安全集成型”。

现在会显示可提供的关于安全系统的通讯。点击复选框便可以订阅相应主题的通讯。如果您希望获得关于通讯的详细信息，可点击通讯标题。随后会另外弹出一个窗口，供您查看所需信息。

8. 请至少订阅以下产品的通讯：
  - Safety Integrated at SIMOTION
  - Drive technology

### 8.3 系统特性

#### 8.3.2 认证

SINAMICS S 驱动系统的安全功能满足以下要求:

- ISO 13849-1 的 3 类
- EN ISO 13849-1 性能等级 (Performance Level, PL) d
- IEC 61508 安全集成等级 2 (SIL 2)
- EN 954-1
- EN 61800-5-2
- EN 62061 的系统能力

此外 SINAMICS S 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。

#### 8.3.3 安全提示

##### 说明

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** 可降低机械与设备的风险。

为了使机械和设备能够通过 **Safety Integrated** 安全运行，机械制造商必须

- 熟悉且遵守本文档中的基本条件、安全提示和遗留风险等相关内容。
- 仔细地认真地执行机械或设备的安装和配置，并由专业人员对其进行验收测试、记录结果。
- 编程和配置 **Safety Integrated** 功能，或采用其它方法来实施并验证机器/设备风险分析得出的所有必要措施。

请注意，使用 **Safety Integrated** 功能并不能取代欧盟机械指令中所要求的、应由制造商对机械或设备执行的风险评估！

除了使用 **Safety Integrated** 功能外，还需采取其他的措施降低风险。

 **警告**

**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。在此阶段所有人员不得停留在邻近的危险区域。

此外在使用垂直轴时须确保驱动处于无转矩状态。

上电后需要执行完整的强制潜在故障检查（参见章节“强制潜在故障检查”）。

 **警告****EN 60204-1**

急停功能必须实现 0 类停机或 1 类停机（STO 或 SS1）。

设备不可在急停后自动重启。

安全功能（基本功能和扩展功能）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），例如在防护门关闭时允许使用自动启动。

 **警告**

在变更或更换了硬件和/或软件组件后，只有在保护装置关闭时才能启动系统和激活驱动。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（参见章节“验收测试”）。

在重新进入危险区域前，应在两个方向（+/-）上短暂运行所有驱动装置，以检测控制特性是否稳定。

**激活功能时需要注意：**

只有在系统完全启动后才能选择安全功能。



**警告**

- 在单编码器系统中，编码器故障通过各种硬件和软件方式监控。不可取消激活这些监控，必须对其进行仔细的参数设置。根据故障类型和响应的监控选择 EN 60204-1 的 0 类或 1 类停机（Safety Integrated 的故障响应功能 STOP A 或 STOP B）。
- EN 60204--1 的 0 类停机（相当于 Safety Integrated 中的 STO 或 STOP A）表明驱动器不是受控制动，而是在残留动能的作用下惯性停车。该停机回路应该接入防护门锁闭的逻辑回路中，例如：和信号“带编码器的 SSM(n<nx)”互联在一起。在不带编码器的 SI 功能中，您必须采取其他措施确保在驱动器减速到静止前防护门一直保持锁闭状态。
- 机械制造商参数设置中的错误无法由 Safety Integrated 识别。此时只能通过仔细谨慎的验收测试来达到所要求的安全性。
- 在更换功率模块或电机时必须使用与原先相同的类型，否则已设置的参数会导致 Safety Integrated 响应出现偏差。在更换编码器时必须重新调试相关的驱动。



**警告**

发生内部或外部故障时，在由故障触发的 STOP F 响应期间，设置的安全功能可能无法使用或仅部分可用。在设置 STOP F 和 STOP B 之间的延迟时间时必须注意这一点。尤其是对于垂直轴。

**说明**

**安全运动监控中的编码器数据组(EDS)切换**

在切换数据组时，不允许一同切换 SI 功能使用的编码器。

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。

### 8.3.4 安全功能的故障概率

根据 IEC61508, IEC62061 和 ISO13849-1, 必须以 PFH 值 (Probability of Failure per Hour) 的形式给出安全功能的故障概率。安全功能的 PFH 值取决于驱动设备的安全方案、硬件配置以及其他用于安全功能的组件的 PFH 值。

对于驱动设备 SINAMICS S110, PFH 值取决于硬件配置 (控制方式、...)。这在各集成安全功能间没有差别。

可咨询当地的西门子办事处获取 PFH 值的信息。

### 8.3.5 响应时间

#### 说明

在线接入驱动器后, 您才可以看到监控周期(r9780)的当前值。第一次计算响应时间时也可以采用值  $r9780 = 2 \text{ ms}$ 。

## 基本功能的控制

### 通过端子控制基本功能

下表列出了从端子给出信号到各项 SI 功能作出响应时的时间。

表格 8-3 通过端子控制基本功能时的响应时间

功能	典型值 1)	最差值 1)
STO	$2 \times r9780 + t_E$	$7 \times r9780 + t_E$
SBC	$4 \times r9780 + t_E$	$11 \times r9780 + t_E$
SS1 (时间受控) 选择 (直至开始 STO)	$2 \times r9780 + p9652 + t_E$	$7 \times r9780 + p9652 + t_E$
SS1 (时间受控) 选择 (直至开始 SBC)	$4 \times r9780 + p9652 + t_E$	$11 \times r9780 + p9652 + t_E$

此时  $t_E$  (数字量输入 F-DI 0 的去抖时间) 适用:

$$p9651 = 0$$

$$t_E = p0799 \text{ (缺省值为 } 4 \text{ ms)}$$

$$p9651 \neq 0$$

$$t_E = p9651 + 1 \text{ ms}$$

8.3 系统特性

**SI 基本功能由 PROFIsafe 控制**

下表列出了从控制单元收到 PROFIsafe 报文到各项 SI 功能作出响应时的时间。

表格 8-4 通过 PROFIsafe 控制基本功能时的响应时间

功能	典型值	最差值
STO	5 x r9780	5 x r9780
SBC	6 x r9780	13 x r9780
SS1 (时间受控) 选择 (直至开始 STO)	5 x r9780 + p9652	5 x r9780 + p9652
SS1 (时间受控) 选择 (直至开始 SBC)	6 x r9780 + p9652	13 x r9780 + p9652

**扩展功能的控制**

下面的表格列出了选择功能 STO、SS1 和 SS2 时从控制单元识别选择到各自作出制动响应时的时间。监控功能 SOS、SLS、SAM 和 SSM 生效时，这些数据为超出各自限值到作出响应时的时间。

**SI 扩展功能（带编码器）由 PROFIsafe 控制**

下表列出了从控制单元收到 PROFIsafe 报文到各项 SI 功能作出响应时的时间。

表格 8-5 由 PROFIsafe 控制的扩展功能（带编码器）的响应时间

功能	典型值	最差值
STO	4 x p9500 + r9780	4 x p9500 + 3 x r9780
SBC	4 x p9500 + 2 x r9780	4 x p9500 + 9 x r9780
SS1 (时间和加速度受控)，SS2 被选择 (开始制动前)	4 x p9500 + 2 ms	5 x p9500 + 2 ms
SBR 安全制动斜坡监控的响应	2 x p9500 + 2 ms	2,5 x p9500 + r9780 + p9511
SOS 超出静态公差窗口	1.5 x p9500 + 2 ms	3 x p9500 + p9511 + 2 ms
超出 SLS 速度极限值 <sup>2)</sup>	2 x p9500 + 2 ms	3.5 x p9500 + p9511 + 2 ms
SSM <sup>3)</sup>	4 x p9500	4.5 x p9500 + p9511

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。



## 由端子控制扩展功能（带编码器）

下表列出了从端子给出信号到各项 SI 功能作出响应时的时间。

表格 8-6 由安全板载端子控制的扩展功能（带编码器）的响应时间


功能	典型值 <sup>1)</sup>	最差值 <sup>1)</sup>
STO	$2.5 \times p9500 + r9780 + p10017 + 1.5 \text{ ms}$	$3 \times p9500 + 6 \times r9780 + p10017$
SBC	$2.5 \times p9500 + 2 \times r9780 + p10017 + 1 \text{ ms}$	$3 \times p9500 + 9 \times r9780 + p10017 + 2 \text{ ms}$
SS1（时间和加速度受控），SS2 被选择（开始制动前）	$2.5 \times p9500 + p10017 + 3 \text{ ms}$	$4 \times p9500 + p10017 + 4 \text{ ms}$
SBR 安全制动斜坡监控的响应	$2 \times p9500 + 2 \text{ ms}$	$2.5 \times p9500 + r9780 + p9511$
SOS 超出静态公差窗口	$1.5 \times p9500 + 2 \text{ ms}$	$3 \times p9500 + p9511 + 2 \text{ ms}$
超出 SLS 速度极限值 <sup>2)</sup>	$2 \times p9500 + 2 \text{ ms}$	$3.5 \times p9500 + p9511 + 2 \text{ ms}$
SSM <sup>4)</sup>	$3 \times p9500$	$3.5 \times p9500 + p9511$

由 PROFIsafe 控制扩展功能（不带编码器）

下表列出了从控制单元收到 PROFIsafe 报文到各项 SI 功能作出响应时的时间。

表格 8-7 由 PROFIsafe 控制的扩展功能（不带编码器）的响应时间

功能		典型值	最差值
STO		4 x p9500 + r9780	4 x p9500 + 3 x r9780
SBC		4 x p9500 + 2 x r9780	4 x p9500 + 9 x r9780
SS1（时间和加速度受控）		4 x p9500 + 2 ms	5 x p9500 + 2 ms
SAM 安全加速度监控的响应		3 x p9500 + 31 ms	3.5 x p9500 + r9780 + 57 ms
超出 SLS 速度极限值 <sup>2)</sup>	标准	3 x p9500 + 31 ms	4.5 x p9500 + r9780 + 57 ms
	启动阶段 <sup>5)</sup>	3 x p9500 + 31 ms + p9586 <sup>5)</sup>	4.5 x p9500 + r9780 + 57 ms + p9586 <sup>5)</sup>
SSM, 无编码器		6 x p9500 + p9587 + 4 ms	6.5 x p9500 + p9587 + 32 ms
SDI, 无编码器, 在开始制动前	标准	2.5 x p9500 + p9587 + 6 ms	4 x p9500 + r9780 + p9587 + 32 ms
	启动阶段 <sup>5)</sup>	2.5 x p9500 + p9587 + 6 ms + p9586 <sup>5)</sup>	4 x p9500 + r9780 + p9587 + 32 ms + p9586 <sup>5)</sup>

 <b>小心</b>
<p>如果在使能功率模块的触发脉冲时就已经选中了没有编码器的 SLS 或 SDI, 请注意, 在驱动器启动阶段, 如果驱动器超出极限值或出现系统错误, 安全功能会经过一段延时后作出响应, 延时为 p9586 和 p9386<sup>5)</sup>中设置的时间值。</p> <p>在经过 p9586 和 p9386 设置的延时后, 各项安全功能在上表指出的标准响应时间内发出响应。</p>

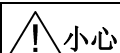
表中列出的响应时间是 SINAMICS 内部的响应时间。其中没有包含 F 主机的程序运行时间、PROFIBUS 或 PROFINET 的报文传送时间。

## 由端子控制扩展功能（不带编码器）

下表列出了从端子给出信号到各项 SI 功能作出响应时的时间。

表格 8-8 由端子控制的扩展功能（不带编码器）的响应时间

功能		典型值	最差值
STO		$2.5 \times p9500 + r9780 + p10017 + 1.5 \text{ ms}$	$3 \times p9500 + 6 \times r9780 + p10017$
SBC		$2.5 \times p9500 + 2 \times r9780 + p10017 + 1 \text{ ms}$	$3 \times p9500 + 9 \times r9780 + p10017 + 2 \text{ ms}$
SS1（时间和加速度受控）		$2.5 \times p9500 + p10017 + 3 \text{ ms}$	$4 \times p9500 + p10017 + 4 \text{ ms}$
SAM 安全加速度监控的响应		$3 \times p9500 + 31 \text{ ms}$	$3.5 \times p9500 + r9780 + 57 \text{ ms}$
超出 SLS 速度极限值 <sup>2)</sup>	标准	$3 \times p9500 + 31 \text{ ms}$	$4.5 \times p9500 + r9780 + 57 \text{ ms}$
	启动阶段 <sup>5)</sup>	$3 \times p9500 + 31 \text{ ms} + p9586^{5)}$	$4.5 \times p9500 + r9780 + 57 \text{ ms} + p9586^{5)}$
SSM，无编码器		$4 \times p9500 + p9587 + 4 \text{ ms}$	$4.5 \times p9500 + p9587 + 32 \text{ ms}$
SDI，无编码器，在开始制动前	标准	$2.5 \times p9500 + p9587 + 6 \text{ ms}$	$4 \times p9500 + r9780 + p9587 + 32 \text{ ms}$
	启动阶段 <sup>5)</sup>	$2.5 \times p9500 + p9587 + 6 \text{ ms} + p9586^{5)}$	$4 \times p9500 + r9780 + p9587 + 32 \text{ ms} + p9586^{5)}$



小心

如果在使能功率模块的触发脉冲时就已经选中了没有编码器的 SLS 或 SDI，请注意，在驱动器启动阶段，如果驱动器超出极限值或出现系统错误，安全功能会经过一段延时后作出响应，延时为 p9586 和 p9386<sup>5)</sup>中设置的时间值。

在经过 p9586 和 p9386 设置的延时后，各项安全功能在上表指出的标准响应时间内发出响应。

**表格说明:**

- 1)  $r9780 = 2 \text{ ms}$  (固定)
- 2) SLS: 指驱动中开始制动动作的响应时间, 或向运动控制器发出信息“SOS selected”的响应时间。
- 3) SSM:指驱动器转速低于监控极限值到通过 PROFIsafe 发送信息之间的响应时间。
- 4) SSM: 指驱动器转速低于监控极限值到通过端子发送信息之间的响应时间。
- 5) p9386/p9586 是用于确定“无编码器计算中延时”的参数。

设置延时 p9586/p9386 可以避免驱动器启动阶段输出多余信息。

1. 请用 Trace 功能记录驱动系统 (驱动器+电机+负载) 的启动特性, 以确定最短延时 p9586/p9386。STARTER 提供了 Trace 功能, 您可以借此确定 p9586/p9386。
2. 为避免驱动器在启动时输出多余信息, 请选择功能“不带编码器的 SDI”和“不带编码器的 SLS”。
3. 通过触发器“OFF2 → 无效”激活 Trace 功能, 并选择需要记录的信号: 至少一个电机电流相位和 OFF2。

记录给出 ON 指令后、电流达到  $I_{\text{额定}}$  前该选中的电机电流相位。在 p9386 中输入电流下降到  $I_{\text{min}}$  所需的时间加上 + 10 % 的反向时间的总和。


4. 在具体应用中启动驱动器, 检查其启动特性。
5. 参照 Trace 记录, 查看经过多少时间后异步电机的峰值电流开始下降或转子位置检测功能的脉冲模型结束, 经过多少时间后电流超出了 p9588/p9388“没有编码器的最小电流实际值检测”。
6. 将该时间值再加上 10 % 得出的和值输入到 p9586 中 (p9386 会自动输入相同的值)。
7. 激活功能“不带编码器的 SDI”和“不带编码器的 SLS”。
8. 现在重新启动系统, Trace 功能激活。
9. 现在在系统上应该不再会出现多余信息。

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p0799[0...2] CU 输入/输出采样时间
- p9500 SI Motion 监控周期（处理器 1）
- p9511 SI Motion 实际值检测周期（处理器 1）
- p9586 SI Motion 无编码器实际值检测的延迟时间（控制单元）
- p9651 SI STO/SBC/SS1 去抖时间（处理器 1）
- p9652 SI Safe Stop 1 延迟时间（处理器 1）
- r9780 SI 监控周期（控制单元）

### 8.3.6 遗留风险

设备制造商通过故障分析可确定机械上存在的驱动设备相关的遗留风险。已知的遗留风险如下：

 <b>警告</b>
在电气系统中，电气工作原理可能会引发一些硬件故障，因此有额外的遗留风险，此风险以 PFH 值的形式表示。

 <b>警告</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 绝对信号（C-D 信号）中的故障，循环交换的电机接口相位（V-W-U 取代 U-V-W）以及反转的旋转方向都可能引起驱动的加速。但是在出现上述故障时，驱动器配备的符合 EN 60204-1 1 类停机和 2 类停机的安全功能（即 Safety Integrated 的故障响应功能 STOP B 至 D）不生效。 在参数中设置的过渡时间或延迟时间届满后，才触发 EN 60204-1 0 类停机功能（Safety Integrated 的故障响应功能 STOP A）。在选中 SBR 后，驱动器可以检测出此类故障（故障响应功能 STOP B/C），并忽略设置的延迟时间，尽可能早地触发符合 EN 60204-1 的 0 类停机（即 Safety Integrated 故障响应功能 STOP A）。电气故障（损坏的组件等）也会导致上述特性。</li> <li>• 逆变器中两个晶闸管（一个在上桥臂，一个在下桥臂）同时故障时会引起电机短时间运动，运动幅度取决于电机极数。 最大可达到： 同步旋转电机：最大运动 = 180°/极对数</li> </ul>

 警告

- 超出限值时，根据驱动的动态特性和输入的参数，从识别到响应的过程中转速可能会短时间超出设置的值，或者超出设定的位置一定距离。
- 当有大于驱动器最大扭矩的机械力作用于位置闭环控制中的驱动器时，它可能会脱离“Safe Operating Stop”(SOS)状态，并触发 EN 60204-1 的 1 类停机（即故障响应功能 STOP B）。

 警告

如果在单编码器系统中由于

a) 编码器中的单个电气故障或者

b) 编码器中心轴断裂（或编码器联轴器松动）或者编码器外壳固定元件的松动会导致编码器信号处于“稳态”（稳态即编码器不跟踪电机/轴的运动，但是仍会返回正确的电平），但是该故障无法在驱动器静止时（例如：在 SOS 态中）被检测到。

通常，驱动会被继续生效的闭环控制停止。但从控制技术的角度来说，此时驱动器可能会运行，而这种运行无法被检测到，尤其是在驱动器上悬挂了负载时。

a)中指出的编码器电气故障风险只存在于按照特定原理工作的少数几种编码器（例如使用微处理器控制信号生成的编码器，如 Heidenhain 公司的 EQI、Hübner 公司的 HEAG 159/160、AMO 公司的使用正弦/余弦信号的测量系统）。

上述所有故障都必须纳入机械制造商的风险分析中，另外，对于悬挂式/垂直驱动或牵引负载来说还必须采取额外的安全措施，以排除 a)中指出的故障：

- 使用生成模拟量信号的编码器

排除 b)中指出故障的方法例如有：

- 针对编码器中心轴的断裂（或针对编码器联轴器松动）以及编码器外壳固定元件松动执行 FMEA，并按照标准如 IEC 61800-5-2 排除故障

## 8.4 Safety Integrated 基本功能

### 说明

如需了解各项 SINAMICS S110 安全功能的 PFH 值，请咨询当地的西门子办事处，参见“安全功能的故障概率”一节。

### 8.4.1 Safe Torque Off (STO)

“Safe Torque Off”（STO）功能可以和设备功能一起、在故障情况下安全切断供给电机的转矩电流。

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触发安全脉冲封锁。
- 闭合电机抱闸（如果连接并配置了抱闸）。

选择此功能后，驱动设备处于“安全状态”。设备的重新启动通过接通禁止锁定。

该功能的基础是集成的双通道脉冲封锁。

#### “Safe Torque Off”的功能特性

- 该功能为驱动集成功能，即不需要上级控制器。
- 必须通过参数激活该功能。
- 在选择“Safe Torque Off”功能时：
  - 可以避免电机意外启动。
  - 通过安全脉冲封锁可以安全切断供给电机的转矩电流。
  - 在功率单元和电机之间无电气隔离。
- 扩展应答方式：


在设置了  $p9307.0/p9507.0 = 1$  时，选择/撤销 STO 除了对常规故障信息进行应答外，也会自动应答安全信息。

如果除了“由端子控制的 SI 基本功能”外还使能了“扩展功能”，也可以通过 PROFIsafe 或 TM54F 选择/撤销 STO 来应答信息。但是如果选择通过端子选择/撤销 STO 来应答信息，只要没有触发 STOP A 或 STOP B，无论在何种情况下这种方式只能应答停止响应 STOP C、STOP D、STOP E 和 STOP F 的信息。

- 可对输入端子进行去抖，以避免信号干扰导致触发故障。滤波时间在参数 p9651 和 p9851 中设置。

 **警告**

应采取相应的措施防止电机断电后继续运行（“惯性停车”），例如：在悬挂/垂直轴上使能功能“Safe Brake Control”。

 **小心**

功率单元中两个晶闸管（一个在上方，一个在下方的逆变器桥上）同时故障，会引起驱动短暂运行，运行情况取决于电机极数。  
该运行在旋转的同步电机上最大可达到 180°/极对数。

- “Safe Torque Off”功能的状态通过参数显示。

### “Safe Torque Off”（STO）功能的使能

“Safe Torque Off”功能可通过以下参数激活：

- STO 由板载端子控制时：
  - p9601.0 = 1, p9801.0 = 1
  - p9601.2 = 0, p9801.2 = 0
  - p9601.3 = 0, p9801.3 = 0
- STO 由 PROFIsafe 控制时：
  - p9601.0 = 0, p9801.0 = 0
  - p9601.2 = 0, p9801.2 = 0
  - p9601.3 = 1, p9801.3 = 1
- STO 由 PROFIsafe 和板载端子(F-DI 0)控制时：
  - p9601.0 = 1, p9801.0 = 1
  - p9601.2 = 0, p9801.2 = 0
  - p9601.3 = 1, p9801.3 = 1



### 选择/取消“Safe Torque Off”

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触发安全脉冲封锁。
- 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，会触发以下动作：

- 每个监控通道通过其断路路径撤销安全脉冲封锁。
- 撤销 Safety 要求“闭合电机抱闸”。
- 撤销可能存在的 STOP F 或 STOP A（参见 r9772 / r9872）。
- 故障原因必须已被排除。
- 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

如果在 p9650/p9850 中设置的时间内单通道选择，然后取消选择了“Safe Torque Off”功能，则封锁脉冲但不输出信息。

如需在此情况下显示信息，则须通过 p2118 和 p2119 将 N01620/N30620 重新配置为报警或故障。

---

### 选择“Safe Torque Off”功能后重启

1. 取消功能。
2. 发出驱动器使能。
3. 取消接通禁止并且重新接通。
  - 输入信号“ON/OFF1”上 1/0 脉冲沿（取消接通禁止）
  - 输入信号“ON/OFF1”上 0/1 脉冲沿（接通驱动）

### “Safe Torque Off”的状态

STO 的状态由参数 r9772、r9872、r9773 和 r9774 显示。

或者可通过可配置信息 N01620 和 N30620 显示功能状态（通过 p2118 和 p2119 配置）。

### 使用“Safe Torque Off”功能时的响应时间

通过输入端子选择/取消选择功能时的响应时间请参见“响应时间”章节中的表格。

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p9601 驱动集成的 SI 功能使能（处理器 1）
- r9772 CO/BO:SI 状态（处理器 1）
- r9773 CO/BO:SI 状态（处理器 1 + 处理器 2）
- r9780 SI 监控周期（处理器 1）
- p9801 驱动集成的 SI 功能使能（处理器 2）
- r9872 CO/BO:SI 状态（处理器 2）
- r9880 SI 监控周期（处理器 2）

## 8.4.2 Safe Stop 1 (SS1, time controlled)

### 简介

使用“Safe Stop 1”功能可以实现 EN 60204-1 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/p9852 中设置的延迟时间届满后进入“Safe Torque Off”（STO）状态。

<b>注意</b>
-----------

当通过在 p9652/p9852 中设置延迟激活 SS1(time controlled) 功能后，无法直接通过端子选择 STO。
---

### “Safe Stop 1”的功能特性

将 p9652 和 p9852（延迟时间）设为不为 0 的值，便使能了 SS1。

- 前提条件是通过端子和/或 PROFIsafe 使能了基本功能或 STO:
  - 设置 p9601.0/p9801.0 = 1（通过端子使能）
  - 设置 p9601.3/p9801.3 = 1（通过 PROFIsafe 使能）

- p9652/p9852 各种设置的作用为：

设置	结果	基本功能的控制方式
p9652/p9852 = 0	使能 STO	端子
	使能 STO，禁止 SS1（即无法被选中）	Profisafe
p9652/p9852 > 0	使能 SS1	Profisafe 或端子

- 选择 SS1 时驱动将沿着 OFF3 斜坡（p1135）制动，并在延迟时间（p9652/p9852）届满后自动触发 STO/SBC。

在选择了此功能后延迟时间开始计时，即使在此期间取消该功能也不会中止计时。此时，延迟时间届满后将会选择并立即取消 STO/SBC 功能。

#### 说明

请按照下面的公式来设置合适的延迟时间，确保驱动器沿着完整的 OFF3 斜坡制动，可能存在的电机抱闸在脉冲断开前有时间闭合。

- 配置了抱闸时：延迟时间  $\geq p1135 + p1228 + p1217$
- 没有配置抱闸时：延迟时间  $\geq p1135 + p1228$

- 选择为双通道进行，但是 OFF3 斜坡为单通道。
- 可对输入端子进行去抖，以避免信号干扰导致触发故障。滤波时间在参数 p9651 和 p9851 中设置。

## SS1 的使能

“Safe Stop 1”(SS1)功能可通过以下参数使能：

- SS1 通过端子或 PROFIsafe 控制时：
  - 在 p9652 和 p9852 中输入延迟时间，

## 前提条件

STO 由端子控制(p9601.0 = p9801.0 =1)，或者基本功能由 PROFIsafe 控制 (p9601.2 = p9801.2 = 0 且 p9601.3 = p9801.3 = 1)。

p9652/p9852 中的时间必须小于交叉数据比较的参数总和（p9650/p9850 和 p9658/p9858），从而在单通道选择的情况下驱动也可以达到静态。否则在“p9650 + p9658”时间届满后，驱动器会惯性停车。

### “Safe Stop 1”的状态

“Safe Stop 1”的状态由参数 r9772、r9773、r9774 和 r9872 显示。

或者可通过可配置信息 N01621 和 N30621 显示功能状态（通过 p2118 和 p2119 配置）。

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p1135[0...n] OFF3 减速时间
- p9650 SI F-DI 切换公差时间（处理器 1）
- p9651 SI STO/SBC/SS1 去抖时间（处理器 1）
- p9652 SI Safe Stop 1 延迟时间（处理器 1）
- r9772 CO/BO:SI 状态（处理器 1）
- r9773 CO/BO:SI 状态（处理器 1 + 处理器 2）
- r9872 CO/BO:SI 状态（处理器 2）
- p9850 SI F-DI 切换公差时间（处理器 2）
- p9851 SI STO/SBC/SS1 去抖时间（处理器 2）
- p9852 SI Safe Stop 1 延迟时间（处理器 2）

## 8.4.3 Safe Brake Control (SBC)

### 描述

“Safe Brake Control”（SBC）用于控制按照静止电流原理工作的抱闸，例如电机抱闸。

打开/闭合抱闸的指令通过功率模块传送到安全制动继电器(Safe Brake Relay)上。然后安全制动继电器执行动作，并相应地调节用于抱闸的输出端。

安全制动继电器对抱闸的控制采用的是安全的双通道技术。


---

### 说明

在模块型功率模块上使用该功能时，必须使用一个安全制动继电器（详细信息请参见 SINAMICS S110 设备手册）。

在自动配置功率模块时会识别出安全制动继电器，并自动设置电机抱闸的类型（p1278 = 0）。

---

 <b>警告</b>
“Safe Brake Control”无法独立识别出抱闸的故障，如制动绕组短路、抱闸磨损等类似故障。 只有在制动状态切换时，也就是打开或闭合抱闸时，“Safe Brake Control”才能识别出电缆故障。

### “Safe Brake Control”（SBC）的功能特性

- 在选中“Safe Torque Off”、带安全脉冲封锁的 Safety 监控响应后，会执行 SBC。
- 和采用 p1215 的常规制动控制方式不同，SBC 为双通道式控制。
- SBC 基本上不受 p1215 中设置的制动控制方式的影响，但是在 p1215 = 0 或 3 时，SBC 失效。
- 必须通过参数激活该功能。
- SBC 使能后，每次选择“Safe Torque Off”时抱闸都会立即闭合，并执行强制潜在故障检查。
- 可对输入端子进行去抖，以避免信号干扰导致触发故障。滤波时间在参数 p9651 和 p9851 中设置。

### “Safe Brake Control”(SBC)的使能

SBC 可通过以下参数使能：

- p9602 SI Safe Brake Control 使能（处理器 1）
- p9802 SI Safe Brake Control 使能（处理器 2）

只有在至少激活了一个安全监控功能后（即 p9601 = p9801 ≠ 0），SBC 才可以投入使用。

### 双通道式制动控制

“Safe Brake Control”功能采用的是双通道技术，带脉冲电位（24V）和接地电位的制动连接都与安全制动继电器相连。

只有在制动状态切换时，例如打开或闭合抱闸时，安全制动继电器中某个开关的故障才会通过制动诊断准确地识别出来。

当识别到安全制动继电器或其控制过程中的故障时，会切断制动电流，进入安全状态。

### SBC 的响应时间

通过输入端子选择/取消选择功能时的响应时间请参见“响应时间”章节中的表格。

---

#### 说明

**使用“Safe Brake Control”通过继电器控制抱闸时：**

如果使用了“Safe Brake Control”功能，请勿通过继电器连接抱闸。这会触发制动控制故障。

---

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p9602 SI Safe Brake Control 使能（处理器 1）
- r9780 SI 监控周期（处理器 1）
- p9802 SI Safe Brake Control 使能（处理器 2）
- r9880 SI 监控周期（处理器 2）

### 8.4.4 Safety 故障

Safety Basic Functions 的故障信息保存在缺省的信息缓冲器中，可以从中读取；但 Safety Integrated Extended Functions 的故障信息保存在单独的 Safety 信息缓冲器中，参见章节“信息缓冲器”。

Safety Integrated Basic Functions 故障会触发以下停止响应：

表格 8-9 Safety Integrated Basic Functions 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。	电机惯性停机或被抱闸制动。
STOP A	在出现任何一个可以通过脉冲封锁应答的 SI 故障时被触发。 作为 STOP F 的后续响应。		
	<p>STOP A 符合 EN 60204-1 的 0 类停机。</p> <p>使用 STOP A 时，电机转矩由“Safe Torque Off (STO)”功能直接关断。</p> <p>这样可以防止电机在静态下意外启动。</p> <p>而运行中的电机则惯性停机。可以通过使用外部制动装置，例如电枢短路，抱闸或运行制动防止电机转动。</p> <p>STOP A 激活时，“Safe Torque Off (STO)”功能生效。</p>		
STOP F	在交叉数据检查中出错时	过渡到 STOP A	可设置的具有延迟的后续响应 STOP A (缺省设置无延迟)，当选择了一个 Safety 功能时
	<p>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。</p> <p>STOP F 后触发 STOP A。</p> <p>STOP A 激活时，“Safe Torque Off (STO)”功能生效。</p>		

 警告

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。此时，可以使用“Safe Brake Control(SBC)”和一个具有足够保持力的抱闸（不具有故障安全性！）避免危险。

## Safety 故障应答

Safety Integrated Basic Functions 故障必须如下进行应答：

1. 排除故障原因。
2. 撤销“Safe Torque Off”（STO）。
3. 确认故障。

在 Safety 功能关闭的情况下退出 Safety 调试模式时（p9601 = p9801 = 0 时 p0010 ≠ 95），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。

---

### 说明

同所有其他故障一样，Safety 故障可通过驱动设备重新上电（POWER ON）来进行应答。

如果故障原因尚未排除，则在启动之后会再次出现故障。

---

### 通过 PROFIsafe 应答

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。

## 故障和报警说明

---

### 说明

SINAMICS Safety Integrated 故障和报警的详细信息请参见以下手册：

文档：SINAMICS S110 参数手册

---

## 8.4.5 强制潜在故障检查

### Safety Integrated 基本功能的强制潜在故障检查或关机路径测试

断路路径的强制潜在故障检查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”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检查。



定时器可确保强制检查及时执行。

- p9659 SI 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检查。

此时间届满后将会输出相应的报警，直至执行检查。

每次取消选择 STO 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。因此用户只会收到强制检查到期的报警提示，并被要求在今后的适宜时间执行检查。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检查的时间间隔设置为 0.00 和 9000.00 小时之间的值（出厂设置：8.00 小时）。

执行强制检查的时间示例：

- 设备上电后驱动器静止时。
- 在防护门打开时。
- 以设定周期（比如 8 小时周期）。
- 在自动运行中，根据时间和事件。

---

#### 说明

如果在同时使用 SI 扩展功能时完成了相应的强制检查，SI 基本功能强制检查的定时器也一同清零。

选中了扩展功能中的 STO 时，驱动器不会检查用于控制 SI 基本功能的端子和控制扩展功能的端子是否不同。也就是说，在执行 SI 基本功能的强制检查时，不能同时选中扩展功能中的 STO 或 SS1，否则可能无法检查端子是否正确控制了对应的 SI 功能。



为进行自检，每年至少要重启 <sup>1)</sup>驱动系统 SINAMICS S110 上的控制单元一次，一年执行多次安全功能的强制检查时也是如此。

<sup>1)</sup>在 SINAMICS S110 上，控制单元也可通过功率模块的电源端子供电。SINAMICS S110 上的“重启”不仅指断开再重新接通功率模块的主电源，在有 24 V 电源的条件下，也指断开再重新接通该低压电源。

## 8.5 Safety Integrated 扩展功能

### 说明

如需了解各项 SINAMICS S110 安全功能的 PFH 值，请咨询当地的西门子办事处，参见“安全功能的故障概率”一节。

### 8.5.1 “带/不带编码器”的扩展功能

设置参数 p9306 和 p9506（出厂设置为 0）便可激活带或不带编码器的 Safety Integrated 功能，您也可以在 STARTER 的 Safety-Integrated 窗口中选择“With encoder”或“Without encoder”激活这两个选项。点击 STARTER 中每个驱动器下的“Function”→“Safety Integrated”即可进入该窗口。

- 带编码器  
设置 p9306 = p9506 = 0
- 不带编码器  
设置 p9306 = p9506 = 1  
或  
设置 p9306 = p9506 = 3

### Safety Integrated 扩展功能（带编码器）中的“驻留”状态

#### 说明

如果使能了 Safety Integrated 扩展功能（带编码器）的驱动对象被设置为“驻留”状态，作为响应，Safety Integrated 软件会选择 STO，而不输出单独的一条信息。这种内部选中 STO 的状态会显示在 r9772.19 中。

### Safety Integrated 扩展功能（不带编码器）的局限性

Safety Integrated 扩展功能（不带编码器）有以下局限性：

	只支持特定系列的同步电机
1	SIEMOSYN（仅支持 V/f 控制）

	不支持某些结构形式
1	模块型 GX


	工艺方面的局限性
1	不支持牵引负载
2	必须考虑异步电机的转差

	排斥以下功能 1)
1	快速重启
2	电流限幅 $I_{lim}$
3	直流电制动
4	复合制动
5	软件脉冲逻辑
6	电机数据检测
7	不允许同步电机和异步电机之间的电机数据组切换
8	同步电机无编码器矢量控制中的脉冲模型（由 p1750.5 选择）

1) 注：安全运动监控功能与这些驱动功能同时使用会导致 SI 故障。

	性能方面的局限性
1	1 秒内只允许一个上升斜坡和一个下降斜坡 2)
2	同步电机上允许的斜坡时间最短为 1 秒（取决于功率大小）

2) 注：即一个周期“0 → +n<sub>设定</sub> → -n<sub>设定</sub> → 0”起码要 2 秒。

 小心
如果电机在停机后有可能在相连机器部件的作用下加速旋转，请勿使用不带编码器的 Safety Integrated 扩展功能。 此时机械制动器不起作用。

示例:

1. 在电机停机后，起重机的起升机构上悬挂的负载可能会使电机加速，在这种情况下禁止使用不带编码器的安全功能。  
即使通常电机停机后起升机构的机械制动器会闭合，但这并不代表就可以使用不带编码器的安全功能。
2. 电机停机后，无论在何种情况下，水平输送机都会在现有摩擦力的作用下减速到静止，因此在这种应用中可以自由使用不带编码器的安全功能。

## 8.5.2 Safe Torque Off

除了上文指出的 Safety Integrated 基本功能的控制方式外，Safety Integrated 扩展功能中的“Safe Torque Off” (STO)也可通过 PROFIsafe 控制。

### “Safe Torque Off”的功能特性

STO 在“Safety Integrated 基本功能”一章中有详细说明。

## 8.5.3 Safe Stop 1 (SS1)

### 8.5.3.1 带编码器的 Safe Stop 1 (SS1, 时间和加速度受控)

带编码器的 SS1 功能会监控电机在 SS1 时间内是否加速。

使用“Safe Stop 1”功能可以实现 EN 60204-1 1 类停机。选择“Safe Stop 1”后，驱动通过 OFF3 斜坡 (p1135) 减速，并在延迟时间 (p9356/p9556) 届满或达到断路转速 (p9360/p9560) 后进入“Safe Torque Off” (STO) 状态。

如果驱动保持在 SAM 监控限值以内，在下降到关机速度或 SS1 时间届满后便触发 STO。如果超出了 SAM 监控限值，设备会输出信息 C01706 和 C30706，并通过 STOP A 停止驱动器。

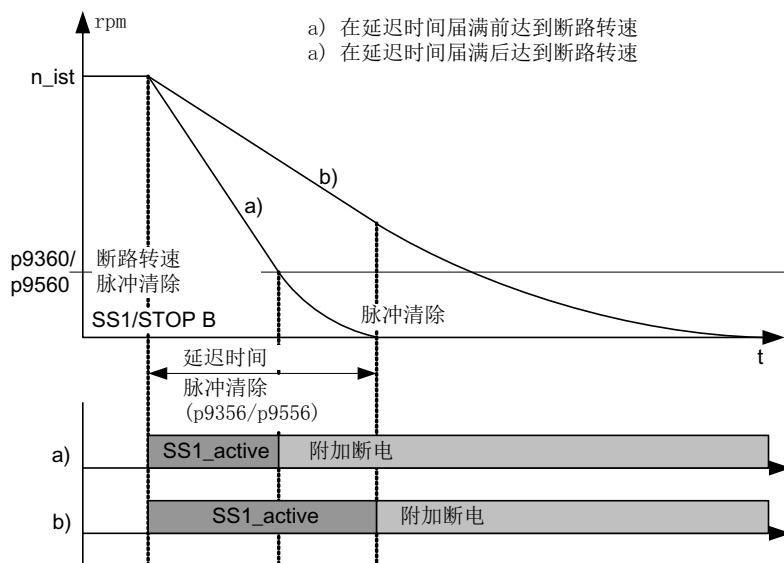


图 8-3 选择 SS1 时的运动特性曲线

### “Safe Stop 1”的功能特性

- 该功能被选中后，延迟时间便开始计时，如果在延迟时间没有届满前便撤销了 SS1，该时间届满后或在下降到关机速度后驱动器会先选中 STO 又立即撤销 STO。
- 制动斜坡监控(SBR)的选择和执行是双通道式的，加速度监控 (SAM)的选择和执行也是双通道式，但 OFF3 斜坡制动是单通道式的。
- 在电机制动期间，功能“Safe Acceleration Monitor” (SAM) 激活，参见章节“Safe Acceleration Monitor”。

#### 说明

激活 SS1 可能会导致给定转速设定值的上级控制器（PLC、运动控制器）以 OFF2 中断斜坡函数。

这是该设备对激活 OFF3 作出的故障响应。

必须通过相应的参数设置/配置避免这种故障响应。

#### 说明

当同时使用 SS1 和 EPOS 时，不允许将 OFF2 作为 F07490（EPOS：运行时取消使能）的故障响应。您可以通过 p2100/p2101 来设置其他响应。

## 调试

---

### 说明

在执行“Safe Stop 1”(SS1)时，功能 SAM 会激活。关于如何设置 SAM  
→ 参见章节“Safe Acceleration Monitor(SAM)”。

---

延迟时间（SS1 时间）在参数 p9356 和 p9556 中输入。封锁脉冲前的等待时间可以通过在 p9360 和 p9560 中设置关机速度来缩短。

p9356/p9556 中设置的时间必须足够长，确保在选中该安全功能后驱动器能沿着 OFF3 斜坡（p1135）减速到 p9360/p9560 中设定的关机转速以下达到静止。

---

### 说明

请按照下面的公式来设置合适的延迟时间，确保驱动器沿着完整的 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  $\geq p1135 + p1228 + p1217$
  - 没有配置抱闸时：延迟时间  $\geq p1135 + p1228$
- 

p9360/p9560 中必须设置合适的关机速度，确保电机下降到该速度、紧接着的封锁脉冲引起的惯性停车不会对人员或设备造成任何危险。

p9348/p9548 中可以设置实际速度公差，详细的信息参见“Safe Acceleration Monitor(SAM)”。

## 响应

### 超出速度限值(SAM):

- STOP A
- Safety 信息 C01706/C30706

### 系统故障:

1. STOP F, 之后 STOP A
2. Safety 信息 C01711/C30711

## “Safe Stop 1”的状态

“Safe Stop 1”功能的状态通过以下参数显示:

- r9722.1 CO/BO:SI Motion 状态信号, SS1 生效
- r9722.0 CO/BO:SI Motion 状态信号, STO 生效 (断电)

### 8.5.3.2 不带编码器的“Safe Stop 1”（转速受控）

参数 p9506/p9306 可设置两个不带编码器的“Safe Stop 1”(SS1)监控功能:

- p9506/p9306 = 3:对加速度(SAM)/延迟时间进行监控  
该功能相当于前面一章介绍的带编码器的 SS1。
- p9506/p9306 = 1: 安全制动斜坡监控 (SBR)

#### 制动斜坡监控

在触发 SS1 后电机立即沿着 OFF3 斜坡减速制动。在延迟时间 p9582/p9382 届满后该监控功能激活，它会监控驱动器是否按照设置的斜坡制动。一旦驱动器低于关机速度 (p9560/p9360)，该监控便自动关闭，脉冲被封锁(STO)。如果驱动器在减速制动期间超出了设置的制动斜坡 SBR，设备会输出信息 C01706 和 C30706，并以 STO 停止驱动器 (STOP A)。

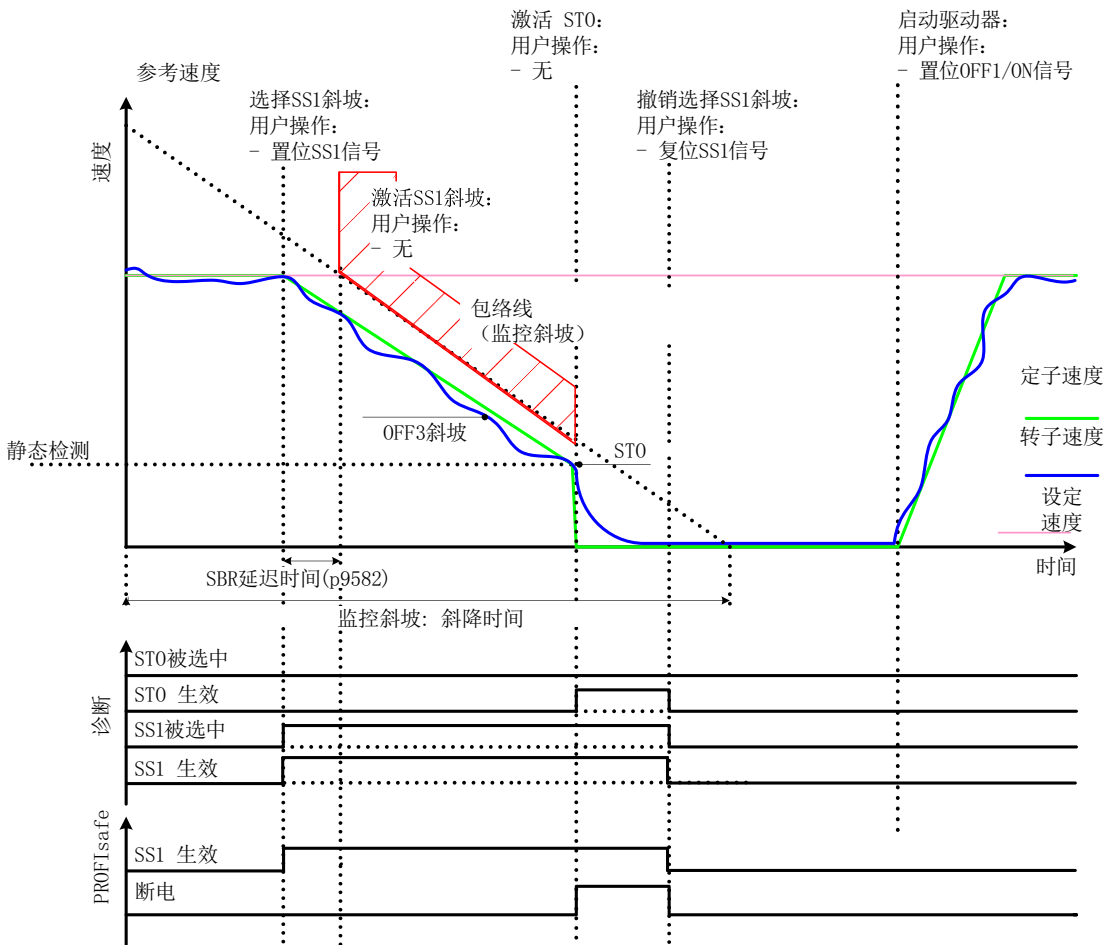


图 8-4 不带编码器的 SS1 的控制时序图(p9506/p9306 = 1)

### 不带编码器的 SS1 的特性

- 制动斜坡监控(SBR)的选择和执行是双通道式的，加速度监控 (SAM)的选择和执行也是双通道式，但 OFF3 斜坡制动是单通道式的。

### 不带编码器制动斜坡(SBR)的设置

安全制动斜坡 (SBR) 的坡度由 p9581/p9381 和 p9583/p9383 定义。其中，p9581/p9381 定义参考速度/转速，p9583/p9383 定义电机从参考速度/转速下降到 0 的减速时间。p9582/p9382 定义在触发 SS1 后经过多少时间 SBR 激活。

### 8.5.3.3 Safe Stop 1 - 参数

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p1135[0...n] OFF3 减速时间
- p9301 SI Motion 安全功能使能（处理器 2）
- p9501 SI Motion 安全功能使能（处理器 1）
- p9306 SI Motion 功能定义（处理器 2）
- p9506 SI Motion 功能定义（处理器 1）
- p9356 SI Motion 脉冲封锁延迟时间（处理器 2）
- p9556 SI Motion 脉冲封锁延迟时间（处理器 1）
- p9360 SI Motion 脉冲封锁关机转速（处理器 2）
- p9560 SI Motion 脉冲封锁关机转速（处理器 1）
- r9722.0...15 CO/BO:SI Motion 驱动集成的状态信号

#### 只针对带编码器的 SS1 和不带编码器、但带加速度监控(p9506 = 3)的 SS1:

- p9348 SI Motion SAM 转速实际值公差（处理器 2）
- p9548 SI Motion SAM 转速实际值公差（处理器 1）

#### 只针对不带编码器的 SS1(p9506 = 1):

- p9381 SI Motion 制动斜坡参考值（处理器 2）
- p9581 SI Motion 制动斜坡参考值（处理器 1）
- p9382 SI Motion 制动斜坡延迟时间（处理器 2）
- p9582 SI Motion 制动斜坡延迟时间（处理器 1）
- p9383 SI Motion 制动斜坡监控时间（处理器 2）
- p9583 SI Motion 制动斜坡监控时间（处理器 1）



## 8.5.4 Safe Stop 2 (SS2)

安全功能“Safe Stop 2” (SS2) 用于通过 OFF3 减速斜坡 (p1135) 安全制动电机，并在延迟时间 (p9352/p9552) 届满后过渡到 SOS 状态 (参见章节“Safe Operating Stop”)。该延迟时间必须适当设置，确保驱动器在该时间内达到静态，之后不能超出静态公差 (p9330/p9530)。

在制动结束后驱动器仍保持在转速闭环控制状态 (转速设定值  $n = 0$ )，输出满转矩。

### 说明

安全功能“Safe Stop 2”(SS2)必须使用编码器。

在选择 SS2 期间，来自设定值通道或上级控制器的设定值被封锁。在制动期间功能 SAM 生效。

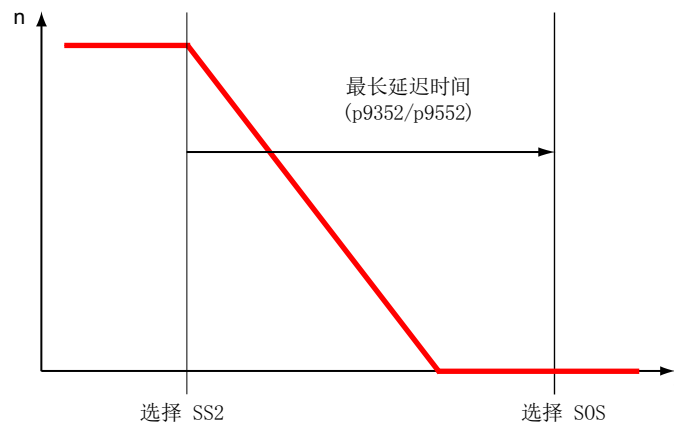


图 8-5 选择 SS2 时的运动特性曲线

制动斜坡监控(SBR)的选择和执行是双通道式的，加速度监控 (SAM)的选择和执行也是双通道式，但 OFF3 斜坡制动是单通道式的。

### 说明

激活 SS1 可能会导致给定转速设定值的上级控制器 (PLC、运动控制器) 以 OFF2 中断斜坡函数。这是该设备对激活 OFF3 作出的故障响应。必须通过相应的参数设置/配置避免这种故障响应。

## 响应

### 超出速度限值(SAM):

- STOP A
- Safety 信息 C01706/C30706

### 超出 p9330/p9530 中设定的静态公差 (SOS):

- STOP B, 之后 STOP A
- Safety 信息 C01707/C30707

### 系统故障:

- STOP F, 之后 STOP A
- Safety 信息 C01711/C30711

## 重要参数一览 (参见 SINAMICS S110 参数手册)

- p1135[0...n] OFF3 减速时间
- p9301 SI Motion 安全功能使能 (处理器 2)
- p9501 SI Motion 安全功能使能 (处理器 1)
- p9330 SI Motion 静态公差 (处理器 2)
- p9530 SI Motion 静态公差 (处理器 1)
- p9348 SI Motion SAM 转速实际值公差 (处理器 2)
- p9548 SI Motion SAM 转速实际值公差 (处理器 1)
- p9352 SI Motion STOP C 到 SOS 的过渡时间 (处理器 2) <sup>1)</sup>
- p9552 SI Motion STOP C 到 SOS 的过渡时间 (处理器 1) <sup>1)</sup>
- r9722.0...15 CO/BO:SI Motion 驱动集成的状态信号

<sup>1)</sup> STOP C 相当于 SS2。

### 8.5.4.1 EPOS 和 SS2

在执行功能 SS2 时，电机的制动过程不受设定值的影响，因此不适合和 EPOS 一起使用，此时您可以使用带延迟的“Safe Operating Stop”(SOS)功能。

借助 EPOS 功能“中间停”(p2640 = 0)，在选中 SOS 后 EPOS 会使电机沿着轨迹减速到静止，并在 SOS 激活前使驱动器保持静止。您必须在为 SLS/SOS 所需的最长制动时间（由 p2573 和 EPOS 的 p2645 计算得出）加上一段安全裕量，然后将结果输入到 p9551/p9351 中。这样可以确保在 SOS 激活前电机已经静止。

进行下列操作：

1. 将 EPOS 功能“中间停”(p2640)和 SOS(r9720.3)连接在一起。
2. 根据 p2573 和 p2645 计算出所需最长制动时间，然后乘上+5 %左右的一个安全系数，将结果输入到 p9551/p9351“SOS 延迟时间”中。

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p2645 CI:EPOS 设定值直接给定/MDI，减速度倍率
- p2573 EPOS 最大减速度
- p2594 CI:EPOS 最大速度，受外部条件限制
- p2640 BI:EPOS 中间停（0 信号）
- p9351 SI Motion SLS 切换延迟时间（处理器 2）
- p9551 SI Motion SLS(SG) 切换延迟时间（处理器 1）
- r9720.0...10 CO/BO:SI Motion 驱动集成的控制信号
- r9733[0...1] CO:SI Motion 设定速度限值生效

### 8.5.5 Safe Operating Stop (SOS)

#### 简介

此功能用于对驱动静止位置进行安全监控。

在 SOS 激活时，不需关闭设备就可以进入采取了防护措施的设备区域。

驱动器是否静止是由 SOS 公差窗口（p9330 和 p9530）监控的，SOS 在以下情况下生效：

- 在选中了 SOS、p9351/p9551 中的延迟时间届满后。在此延迟时间内驱动必须制动到静止状态（例如通过控制系统）。
- SS2 的后续响应
- STOP C 的后续响应（相当于选择了 SS2）
- STOP D 的后续响应（相当于选择了 SOS）
- 作为 STOP E 的后续响应

在功能生效时间点的当前实际位置会被保存为相对位置，直至再一次取消 SOS。在撤销 SOS 后驱动立即开始运行，没有延迟。

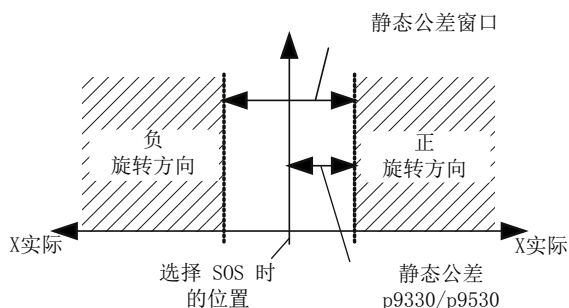


图 8-6 静态公差

#### 说明

安全功能 SOS 必须使用编码器。

### “Safe Operating Stop”的功能特性

- 驱动装置保持在闭环控制状态中。
- 可对静态公差窗口进行设置
- 超出静态公差窗口的停止响应是 STOP B

---

#### 说明

静态公差窗口应稍稍高于缺省的静态监控限值，否则该缺省监控便会失效。

参数 r9731 显示了负载侧的安全定位精度，该精度是在安全运动监控功能检测出的实际值基础上达到的最大精度。

---

### 响应

超出 p9330/p9530 中设定的静态公差：

- STOP B, 之后 STOP A
- Safety 信息 C01707/C30707

系统故障：

- STOP F
- Safety 信息 C01711/C30711

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p9301 SI Motion 安全功能使能（处理器 2）
- p9501 SI Motion 安全功能使能（处理器 1）
- p9330 SI Motion 静态公差（处理器 2）
- p9530 SI Motion 静态公差（处理器 1）
- p9351 SI Motion SLS 切换延迟时间（处理器 2）
- p9551 SI Motion SLS 切换延迟时间（处理器 1）
- r9722.0...15 CO/BO: SI Motion 驱动集成的状态信号
- r9731 SI Motion 安全定位精度

## 8.5.6 Safely-Limited Speed (SLS)

Safely-Limited Speed (SLS) 功能可以防止驱动器在两个方向上速度过高，它会监控驱动器的当前速度是否超出了速度限值。

SLS 可以避免超出设置的速度限值运行，该限值必须根据风险分析的结果来确定。在参数 p9331[0..3]/p9531[0..3]中可以最多设置 4 个 SLS 速度限值（即速度档），在 SLS 激活时也可以执行换档。

### 8.5.6.1 带编码器的“Safely-Limited Speed”

#### 功能特性

- 从高 SLS 速度档切换到低 SLS 速度档(p9331/p9531)后，驱动器的实际速度必须在延迟时间(p9351/p9551)期间内低于新的 SLS 速度档。在延迟时间内，旧的 SLS 速度档仍旧生效，在延迟时间届满后，新的 SLS 速度档生效。
- 如果在延迟时间届满后，驱动器的实际速度仍高于新的 SLS 速度档，驱动器会报告该错误并执行设置的停止响应。
- 停止响应（STOP A、STOP B、STOP C 或 STOP D）通过参数 p9363/p9563 设置。
- 在从低 SLS 速度档切换到高 SLS 速度档时，新的 SLS 速度档无需经过延时立即生效。
- 有 4 个可设置的 SLS 速度档： p9331[0...3] 和 p9531[0...3]

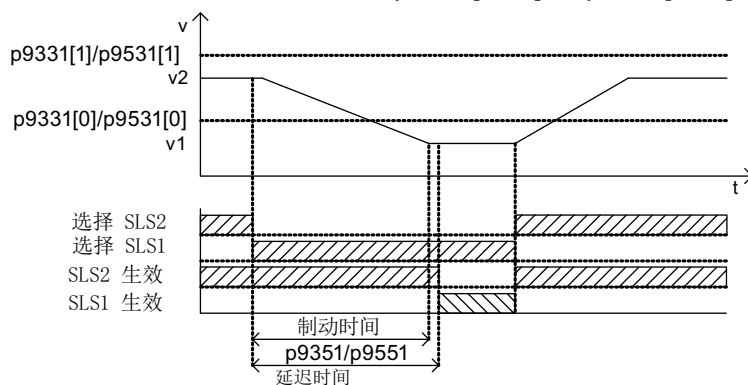


图 8-7 SLS 速度档延迟时间

- 在 p9533 中您可以输入设定转速限值系数(%),通过该系数可以计算出生效的设定转速限值 r9733。它是选中的 SLS 速度档 p9531[x]乘以系数的积。与 SLS 速度档的参数设置不同, r9733 指出的是电机侧的速度限值,而不是负载侧的速度限值。
- SLS 速度档
  - $r9733[0] = p9531[x] * p9533$ ; x = 选中的 SLS 速度档
  - $r9733[1] = - p9531[x] * p9533$ ; x = 选中的 SLS 速度档

r9733 可以将生效的设定速度限值传送给上级控制器,控制器随后可以根据 SLS 速度档调整运行速度。r9733 是安全信息通道(SIC)的组成部分。

### SLS 速度档的切换


各个速度档之间是通过两个 F-DI 或两个 F-DI 控制位以二进制编码的方式切换的。速度档选择的状态可以查看 r9720.9/r9720.10。当前生效的速度限值通过参数 r9722.9 和 r9722.10 显示,位 r9722.4 必须为“1”。

表格 8- 10 速度限值切换

位 1 的 F-DI (r9720.10)	位 0 的 F-DI (r9720.9)	速度限值
0	0	p9331[0]/p9531[0]
0	1	p9331[1]/p9531[1]
1	0	p9331[2]/p9531[2]
1	1	p9331[3]/p9531[3]

从较低的限值切换至较高的限值时无延迟时间。

从较高的限值切换至较低的限值时,可通过参数 (p9351 和 p9551) 设置的延迟时间。

 <b>小心</b>
<p><b>SLS1 必须设为最低的 SLS 速度档。</b></p> <p>在两次不应答差异性故障后,驱动器会切换到 SLS1,即对于选择该档位的 2 个 F-DI 来说,0 是故障安全值,因此始终要按照升序来设置 SLS 限值,即: SLS1 是最低一级的速度限值, SLS4 是最高一级的速度限值。</p>

## 响应

在驱动器超出速度限值时:

- 通过 p9363/p9563 配置的后续停止 STOP A / B / C / D
- Safety 信息 C01714/C30714

系统故障:

- STOP F
- Safety 信息 C01711/C30711

### 8.5.6.2 不带编码器的“Safely-Limited Speed”

## 功能

参数 p9506/p9306 可设置两个不带编码器的“Safely-Limited Speed”(SLS) 监控功能:

- p9506/9306 = 3: 对加速度(SAM)/延迟时间进行监控

该功能的工作方式和前面一章介绍的带编码器的 SLS 功能相同。

- p9506/9306 = 1: 安全制动斜坡监控 (SBR)

## 制动斜坡监控

- 当选择了 SLS 或切换到了较低的 SLS 速度档, 并同时设置了设定速度限值时 (例如可在检测安全信息通道(SIC)的上级控制器中进行设置, 或者将 r9733[0/1]和斜坡函数发生器转速限值(p1051/p1052)连接在一起), 电机会从当前速度开始沿着 OFF3 斜坡减速到该 SLS 速度档以下。
- 通过参数 p9582/p9382 可以设置 SBR 监控的延迟时间。
- 在延迟时间 p9582/p9382 届满后 SBR 监控功能激活, 如果驱动器的实际速度超出了 SBR 制动斜坡, 设备会输出安全信息 C01706 和 C30706, 并通过 STOP A 停止驱动器。
- 在以下情况下, 选中的新 SLS 速度档会生效:
  - SBR 斜坡达到了新的 SLS 速度档
  - 驱动器的实际速度在 p9582/p9382 时间届满后仍低于新的 SLS 限值。
- 没有编码器的 SLS 功能会监控, 驱动器的实际速度是否低于新的 SLS 限值。
- 一旦超出 SLS 速度档, 驱动器便执行设置的停止响应(p9563[x])。



## 限值的定义

- 不带编码器的 SLS 速度档的定义方式和带编码器的 SLS 一样。
- 不带编码器的 SLS 的响应只有两种：STOP A 和 STOP B。

## 不带编码器的 SLS 的信号时序图

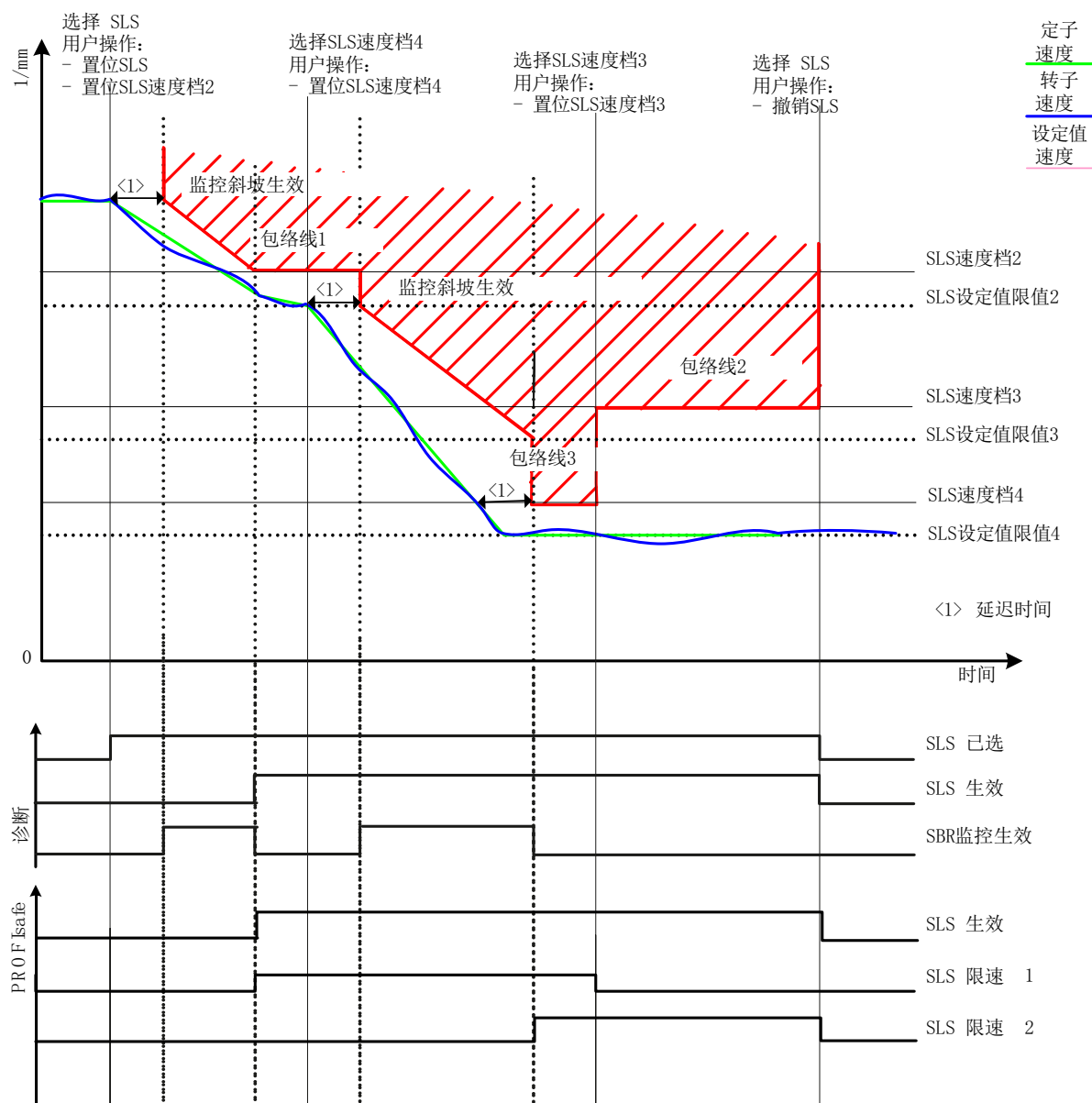


图 8-8 不带编码器的 SLS 的信号时序图

### 执行 OFF2 后的重启方式

如果驱动器通过 OFF2/ STO 停机，您必须视情形执行以下操作重启驱动器：

第 1 种情形：

- 驱动器启动后的状态：SLS 被选中、STO 被选中、OFF2 激活
- 撤销 STO
- 必须在 5 秒内通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1，否则 STO 再次激活。

第 2 种情形：

- 状态：减速到静止，SLS 被选中，OFF2 已激活
- 选择 STO
- 撤销 STO

OFF2 激活了内部 STO：通过选择/撤销 STO 来取消该激活。

- 必须在 5 秒内通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1，否则 STO 再次激活。

第 3 种情形：

- 状态：减速到静止，SLS 被选中，OFF2 已激活
- 撤销 SLS
- 选择 SLS

OFF2 激活了内部 STO：通过撤销 SLS 来取消该激活。

- 然后必须通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1。

第 4 种情形：

- 状态：所有 Safety Integrated 功能都被撤销
- 然后必须通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1。

---

#### 说明

在第 4 种情形中，电机不能安全启动。

---

### 不带编码器制动斜坡(SBR)的设置

制动斜坡的坡度由 p9581/p9381 和 p9583/p9383 定义。其中，p9581/p9381 定义参考速度，p9583/p9383 定义电机从参考速度下降到 0 的减速时间。p9582/p9382 定义在切换到 SLS 低速度档后经过多少时间 SBR 激活。

### 8.5.6.3 Safely Limited Speed 参数

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p9301.0 SI Motion 安全功能使能（处理器 2）
- p9306 SI Motion 功能定义（处理器 2）
- p9331[0...3] SI Motion SLS 限值（处理器 2）
- p9351 SI Motion SLS 切换延迟时间（处理器 2）
- p9381 SI Motion 制动斜坡参考值（处理器 2）
- p9382 SI Motion 制动斜坡延迟时间（处理器 2）
- p9383 SI Motion 制动斜坡监控时间（处理器 2）
- p9501.0 SI Motion 安全功能使能（处理器 1）
- p9506 SI Motion 功能定义（处理器 1）
- p9531[0...3] SI Motion SLS(SG) 限值（处理器 1）
- p9551 SI Motion SLS(SG) 切换延迟时间（处理器 1）
- p9581 SI Motion 制动斜坡参考值（处理器 1）
- p9582 SI Motion 制动斜坡延迟时间（处理器 1）
- p9583 SI Motion 制动斜坡监控时间（处理器 1）
- p9601 驱动集成的 SI 功能使能（处理器 1）
- r9714[0...1] SI Motion 速度诊断
- r9720.0...10 CO/BO:SI Motion 驱动集成的控制信号
- r9721.0...15 CO/BO:SI Motion 状态信号
- r9722.0...15 CO/BO:SI Motion 驱动集成的状态信号
- p9801 驱动集成的 SI 功能使能（处理器 2）

#### 8.5.6.4 EPOS 和 SLS

如果您希望同时使用定位功能 EPOS 和安全速度监控功能 SLS，当前生效的 SLS 限值必须传送给 EPOS。如果 SLS 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，SLS 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。

SLS 可通过参数 r9733 提供设定速度限值，以避免超出 SLS 限值。

因此 r9733 中的设定速度限值必须传送到输入“EPOS 的最大设定速度”(p2594)，以防止 EPOS 给出的设定值超出 SLS 限值。另外，在 p9551/p9351 中要设置适当的 SLS/SOS 延迟时间，确保驱动器速度有充足的时间下降到 SLS 限值。所需的延迟时间由当前转速、p2574 急动限值和 p2573 最大减速度决定。

##### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p2573 EPOS 最大减速度
- p2574 EPOS 加加速度限值
- p2593 CI:EPOS LU/rev、LU/mm
- p2594 CI:EPOS 最大速度，受外部条件限制
- p9351 SI Motion SLS 切换延迟时间（处理器 2）
- p9551 SI Motion SLS 切换延迟时间（处理器 1）
- r9733(0,1) CO: SI Motion 设定速度限值生效

#### 8.5.7 Safe Speed Monitor (SSM)

“Safe Speed Monitor”（简称 SSM）功能用于检测电机在两个旋转方向上的速度是否低于速度限值(p9346/p9546)，例如：可以用于检测电机是否静止。该功能会输出一个安全输出信号以进行后续处理。

在设置了 p9301.0 = p9501.0 = 1 激活 Safety Integrated 扩展功能并设置了 p9346/p9546 > 0 后，SSM 会自动激活；设置了 p9346/p9546 = 0 后，SSM 关闭。

---

##### 说明

p9368/p9568 被设为 0 时，SSM 的速度限值(p9346/p9546)同时用作 SAM 的下限值。因此在这种情况下如果 SSM / SAM 速度限值设得比较高，在执行安全功能 SS1 和 SS2 时 SAM 监控的作用会受到一定限制。

---

**警告**

SAM 会触发 STOP F，并输出安全信息 C01711/C30711。在有一个安全功能激活的条件下，STOP F 只会触发后续响应 STOP B / STOP A。在只有 SSM 功能激活时，STOP F 交叉校验错误不会触发后续响应 STOP B/STOP A。

只有在设置了  $p9301.0 = p9501.0 \neq 0$ 、 $p9346 = p9546 \neq 0$  且设置了“回差和滤波”(  $p9301.16 = p9501.16 = 1$ ) 时，SSM 才能作为监控功能工作。

没有设置“回差和滤波”(  $p9301.16 = p9501.16 = 0$ ) 时，SSM 不能作为监控功能工作，只能输出信息。

**说明**

在设置回差和实际值同步时，请注意以下设置规定：

- 在使能了“SSM 回差”(  $p9501.16 = p9301.16 = 1$ ) 后， $p9546/p9346$  和  $p9547/p9347$  必须进行如下设置：

$$p9546 \geq 2 \times p9547$$

$$p9346 \geq 2 \times p9347$$

- 在使能了“实际值同步”后(  $p9501.3 = p9301.3 = 1$ )，还应注意：

$$p9549 \leq p9547$$

$$p9349 \leq p9347$$

**特性**

- $p9346/p9546$  中设置速度限值，以实现速度监控
- $p9347/p9547$  设置回差
- $p9345/p9545$  设置 PT1 滤波
- 安全输出信号
- 无停止响应

**8.5.7.1 带编码器的“Safe Speed Monitor” (SSM)****带编码器“Safe Speed Monitor”的功能特性**

速度限值通过参数  $p9346/p9546$  “SI Motion SSM (SGA  $n < n_x$ ) 速度限值  $n_x$ ” 设置，此处的缩写“SGA  $n < n_x$ ”代表在低于速度限值时用于检测输出信号的安全功能。

一旦当前速度低于用于 SSM 速度限值(  $n < n_x$ )，信号“SSM 反馈激活”(SGA  $n < n_x$ ) 会置位。低出设置的限值后，“Safe Acceleration Monitor”(SAM) 功能也一同被关闭，参见  $p9368/p9568$ 。  $p9368 = p9568 = 0$  时， $p9346/p9546$  一同用作 SAM 的下限值。

SSM 输出信号的回差在参数 p9347/p9547 “SI Motion SSM 速度回差 n\_x” 中设置。SSM 输出信号可以是 1，也可以是 0，取决于速度从哪个方向进入回差带。

在超出了最大允许的速度公差，即一个通道显示的速度小于“p9546 - p9547”的差而另一个通道显示的速度大于 p9546 时，系统会触发 STOP F。参数 p9347/p9547 定义的是两个通道之间允许的最大速度实际值公差。

SSM 输出信号的滤波可通过 p9345/p9545 设置：一个设置滤波时间，另一个设置 PT1 滤波器。

在安全运动监控中，回差和滤波这两个功能可通过使能位 p9301.16/p9501.16 同时激活或禁止。缺省设置中这两个功能为“禁止”（p9301.16/p9501.16 = 0）。

**说明**

**例外**

在“回差和滤波”功能使能后，SSM 作为监控功能工作，在触发 STOP F 后还会触发后续响应 STOP B/STOP A。

下图是回差使能后 SSM 输出信号的时序图：

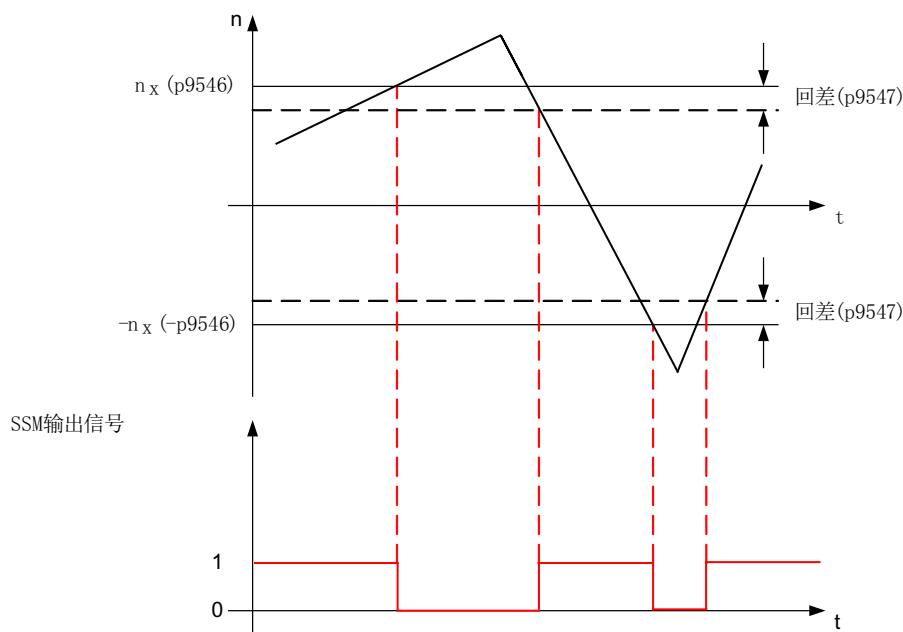


图 8-9 回差使能后 SSM 的安全输出信号

**说明**

在 SSM 输出信号的回差和滤波使能后，SSM 反馈会出现延迟，这是滤波的一个特性。

## 8.5.7.2 不带编码器的“Safe Speed Monitor” (SSM)

### 功能

请设置  $p9306 = p9506 = 1$  或  $p9306 = p9506 = 3$  (出厂为 0) 来激活不带编码器的 Safety Integrated 功能。您也可以在 STARTER 的安全功能窗口中选择“Without encoder”来激活该功能。

从原理上来说，不带编码器的 SSM 的工作方式和上文描述的带编码器的 SSM 一样。

### 不带编码器的 SSM 和带编码器的 SSM 之间的区别

- 在不带编码器的 SSM 中，封锁脉冲后驱动器无法确定当前实际速度，在这种运行状态下可以通过参数  $p9309.0/p9509.0$  选择一种响应方式：
  - $p9309.0 = p9509.0 = 1$   
出厂设置：状态信号 (SSM 反馈) 为 0。
  - $p9309.0 = p9509.0 = 0$   
状态信号 (SSM 反馈) 被冻结，“Safe Torque Off”(STO)被内部选中。
- 由于驱动器无法精确地检测出速度，因此和带编码器的 SSM 相比，不带编码器的 SSM 需要更大的回差( $p9347/p9547$ )和滤波( $p9345/p9545$ )。

### 流程图

下图是  $p9309.0 = p9509.0 = 0$  时 SSM 信号的时序图。

在整个观察时间段内，速度始终低于  $p9346/p9546$  设置的限值，因此 SSM 反馈信号  $r9722.15$  为 1。在发出封锁脉冲指令后，电机转速开始下降，在低于静态检测速度后，内部 STO 信号置位。

在此期间，SSM 一直保持有效。电机转速继续低于  $p9346/p9546$ ，SSM 反馈信号一直为 1，即被冻结。

必须手动选择 STO 并再次撤销 STO，以安全重启电机。在撤销 STO 后会有一 5 秒钟的窗口，如果在该时间窗口内驱动器给出了脉冲使能，电机开始启动，如果未能在 5 秒内给出脉冲使能，内部 STO 再次激活。

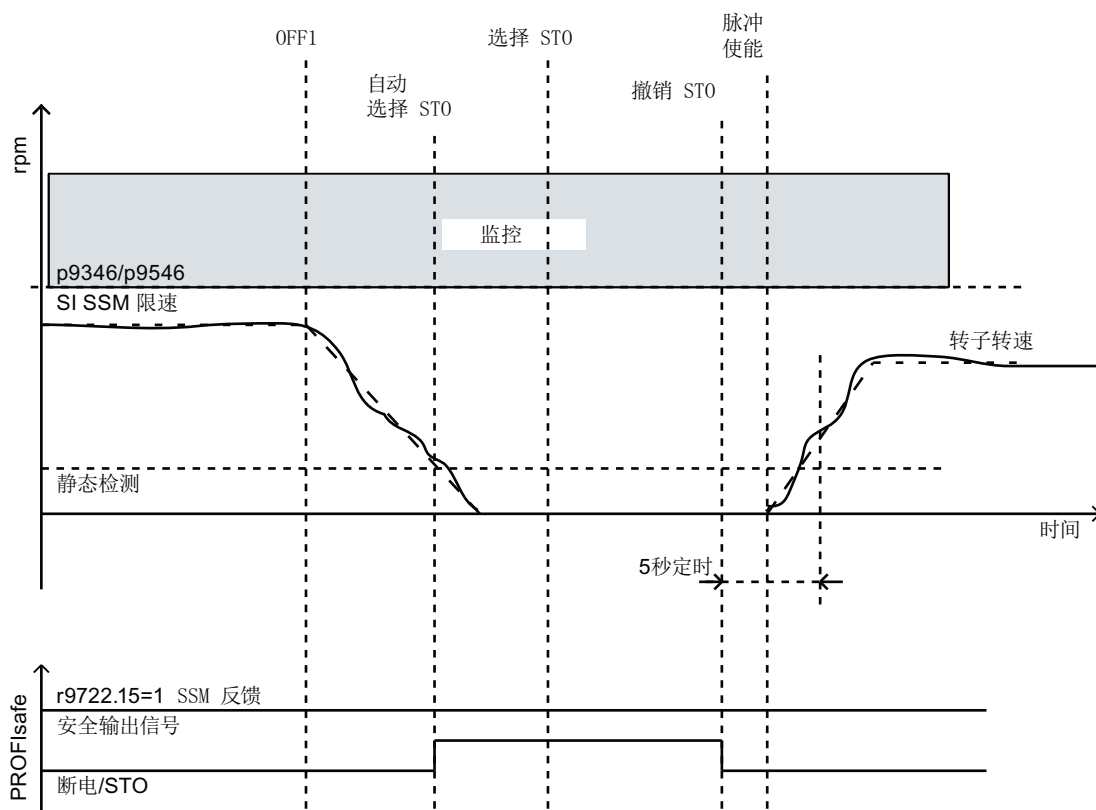


图 8-10 不带编码器的 SSM(p9309.0 = p9509.0 = 0)

p9309.0 = p9509.0 = 1 时，在封锁脉冲后 SSM 关闭。反馈信号 p9722.15 变为 0。在下次给出脉冲使能后，SSM 才再次激活。

### 8.5.7.3 执行 SSM 后的重启方式

#### p9309.0 = p9509.0 = 0 时封锁脉冲后重启电机

如果驱动器脉冲被 OFF1/OFF2/STO 封锁，您需要视情形执行以下步骤重启驱动器：

1. 第 1 种情形：

- 驱动器启动后的状态：
  - SSM 激活
  - STO 被选中
  - 正在封锁脉冲
- 撤销 STO
- 在撤销 STO 后的 5 秒内必须通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1，否则驱动器会回到 STO 状态。



## 2. 情况

- 状态：
  - SSM 激活
  - 电机转动
  - 触发 OFF1, 封锁脉冲
- 选择 STO
- 撤销 STO

脉冲封锁激活了内部 STO: 通过选择/撤销 STO 来取消该激活。

- 在撤销 STO 后的 5 秒内必须通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1, 否则驱动器会回到 STO 状态。

### 8.5.7.4 重要参数一览

#### 重要参数一览 (参见 SINAMICS S110 参数手册)

- p9301 SI Motion 安全功能使能 (处理器 2)
- p9501 SI Motion 安全功能使能 (处理器 1)
- p9306 SI Motion 功能定义 (处理器 2)
- p9506 SI Motion 功能定义 (处理器 1)
- p9309 SI Motion 封锁脉冲期间的特性 (处理器 2)
- p9509 SI Motion 封锁脉冲期间的特性 (处理器 1)
- p9345 SI Motion SSM (SGA n < nx) 滤波时间 (处理器 2)
- p9545 SI Motion SSM (SGA n < nx) 滤波时间 (处理器 1)
- p9346 SI Motion SSM 速度限值 (处理器 2)
- p9546 SI Motion SSM 速度限值 (处理器 1)
- p9347 SI Motion 速度回差 (交叉) (处理器 2)
- p9547 SI Motion 速度回差 (交叉) (处理器 1)
- r9722.0...15 CO/BO: SI Motion 驱动集成的状态信号
- p10042 SI F-DO 0 信号源

### 8.5.8 Safe Acceleration Monitor (SAM)

#### 带编码器的“Safe Acceleration Monitor” (SAM)

“Safe Acceleration Monitor”（下文简称 SAM）功能用于对驱动器的加速度进行监控，它不是一个独立的安全功能，而是 Safety Integrated 扩展功能 SS1、SS2（或 STOP B 和 STOP C）的一部分。

**说明**

为明确区分各功能的缩写，该功能原先的缩写从 SBR 改为 SAM。名称的改动对功能本身没有影响。

#### 功能特性

如果在斜坡下降中驱动的加速超出了 p9348/p9548 中设定的公差，则会触发 STOP A。监控在使用 SS1（或 STOP B）和 SS2（或 STOP C）时激活，并在低出了 p9346/p9546 中设定的速度时结束。

**说明**

p9368/p9568 被设为 0 时，SSM 的速度限值 (p9346/p9546) 同时用作 SAM 的下限值(安全加速监控)。驱动器速度低于该限值后，SAM 关闭。

因此在这种情况下如果 SSM / SAM 速度限值设得比较高，在执行安全功能 SS1 和 SS2 时 SAM 监控的作用会受到严重限制。

**说明**

SAM 是 Safety Integrated 扩展功能 SS1 和 SS2 的一部分。无法单独选择 SAM。

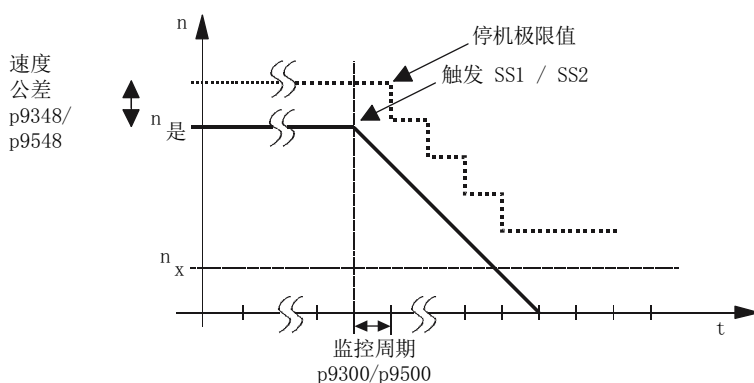


图 8-11 SAM 的停机限值

计算速度实值的 SAM 公差

- 设置 SAM 公差时：
  - 触发 SS1/SS2 后，可能的速度提升通过生效的加速度  $a$  和加速时间计算得出。
  - 加速时间为一个监控周期 (MC; p9300/p9500)，即从检测到 SS1/SS2 到  $n_{\text{设定}}$  变为 0 的时间：
- SAM 公差  
SAM 实际速度=加速度 x 加速时间  
由此得出以下公式用于计算此公差：
  - 线性轴：  
SAM 公差 [mm/min] =  $a$  [m/s<sup>2</sup>] \* MC [s] \* 1000 [mm/m] \* 60 [s/min]
  - 回转轴：  
SAM 公差 [rev/min] =  $a$  [rev/s<sup>2</sup>] \* MC [s] \* 60 [s/min]
- 建议：  
在上述公式的计算结果基础上再提高 20%作为 SAM 公差。

## 响应

超出速度限值(SAM):

- STOP A
- Safety 信息 C01706/C30706

系统故障:

- STOP F, 之后 STOP A
- Safety 信息 C01711/C30711

## 特性

- 是 Safety Integrated 扩展功能 SS1 和 SS2 的一部分
- 可设置最小关机转速(p9368/p9568)

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p9346 SI Motion 速度限值 n\_x（处理器 2）
- p9546 SI Motion 速度限值 n\_x（处理器 1）
- p9348 SI Motion SAM 转速实际值公差（处理器 2）
- p9548 SI Motion SAM 转速实际值公差（处理器 1）
- p9368 SI Motion SAM 速度限值（处理器 2）
- p9568 SI Motion SAM 速度限值（处理器 1）

## 8.5.9 Safe Brake Ramp (SBR)

Safe Brake Ramp (SBR) 功能用于电机的制动斜坡进行安全监控，它在执行不带编码器的 SS1 和不带编码器的 SLS 时投入使用。

### 功能特性

在触发 SS1 或 SLS（使用设定速度限值）后电机立即沿着 OFF3 斜坡减速制动，在延迟时间 p9582/p9382 届满后 SBR 监控功能激活，它会监控电机是否超出了设置的制动斜坡。在以下条件下 SBR 会关闭：

- 执行 SS1 时：  
电机速度低于关机速度(p9560/p9360)。
- 执行 SLS 时：
  - 设置的制动斜坡达到新的 SLS 限值
  - 或者
  - 电机速度低于新的 SLS 限值，并且在经过 p9582/p9382 设置的时间后仍低于该限值。

SBR 关闭后，取决于使用的 Safety Integrated 功能，其他一些特定功能如 STO、新的 SLS 速度档激活。

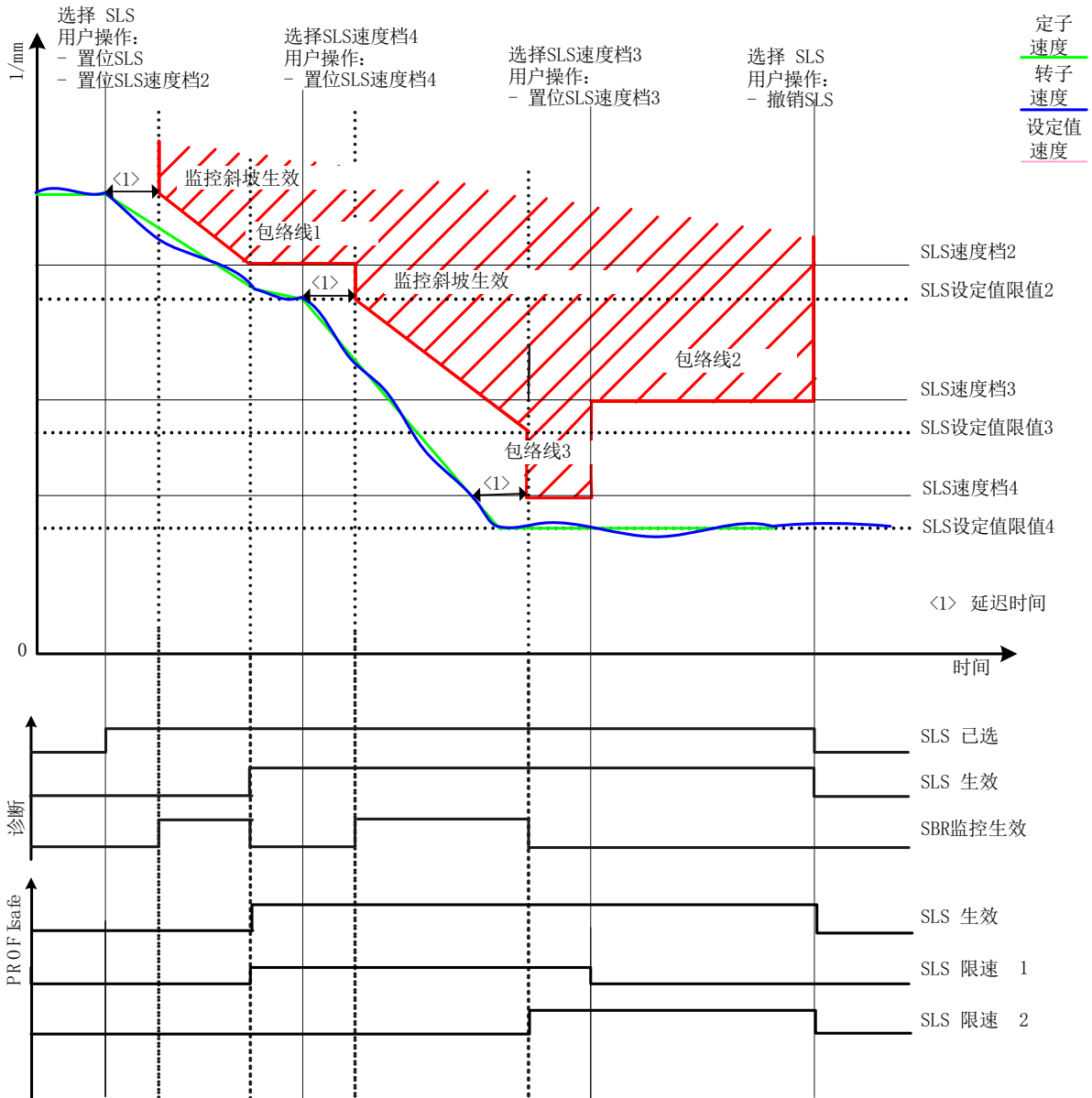


图 8-12 不带编码器的“Safe Brake Ramp”(执行 SLS 时)

### 制动斜坡的设置

制动斜坡的坡度由 p9581/p9381 和 p9583/p9383 定义。其中，p9581/p9381 定义参考速度，p9583/p9383 定义监控时间。p9582/p9382 定义在触发 SS1、选择 SLS 或 SLS 换挡后经过多少时间 SBR 激活。

### 超出 SBR 制动斜坡时的响应

- 输出安全信息 C01706 和 C30706 (SI Motion: 超出 SAM/SBR 限值)
- 触发 STOP A, 停止电机

### 特性

- 它是没有编码器的 SS1 和没有编码器的 SLS 功能的组成部分。
- 安全制动斜坡可设置

### 重要参数一览 (参见 SINAMICS S110 参数手册)

- p9360 SI Motion 脉冲封锁关机转速 (处理器 2)
- p9560 SI Motion 脉冲封锁关机转速 (处理器 1)
- p9381 SI Motion 制动斜坡基准值 (处理器 2)
- p9581 SI Motion 制动斜坡基准值 (处理器 1)
- p9382 SI Motion 制动斜坡延迟时间 (处理器 2)
- p9582 SI Motion 制动斜坡延迟时间 (处理器 1)
- p9383 SI Motion 制动斜坡监控时间 (处理器 2)
- p9583 SI Motion 制动斜坡监控时间 (处理器 1)

## 8.5.10 Safe Direction (SDI)

### 8.5.10.1 带编码器的 Safe Direction

Safe Direction (SDI) 功能用于对驱动器的运行方向进行安全监控。它激活后驱动器只能在使能的安全方向上运行。

### 工作原理

在通过端子或 PROFIsafe 选中 SDI 后, p9365/p9565 设置的延迟时间开始计时, 该延时用于确保驱动器进入使能的方向运行。随后 SDI 功能生效, 监控电机当前的运行方向。如果此时驱动器不在使能的方向上运行, 系统会输出信息 C01716/C30716 并触发 p9366/p9566 设置的停止响应。

### 功能特性

- 参数 r9720.12/r9720.13 显示是否选择了 SDI。
- 参数 r9722.12/r9722.13 显示 SDI 是否生效。
- 参数 p9364/p9564 用于设置允许驱动器在未使能的方向上运行的时间。
- 参数 p9366/p9566 用于设置停止响应。
- 参数 p10030/p10130 用于设置通过端子控制时哪些端子用于 SDI。
- 通过参数 p10042 确定在 F-DO 状态显示中是否考虑 SDI 状态。
- 选中“SDI+”后会自动设置：
  - r9733[1] = 0（负向设定值限制）
- 选中“SDI-”后会自动设置：
  - r9733[0] = 0（正向设定值限制）
- 绝对设定速度限值在 r9733[2]中显示。

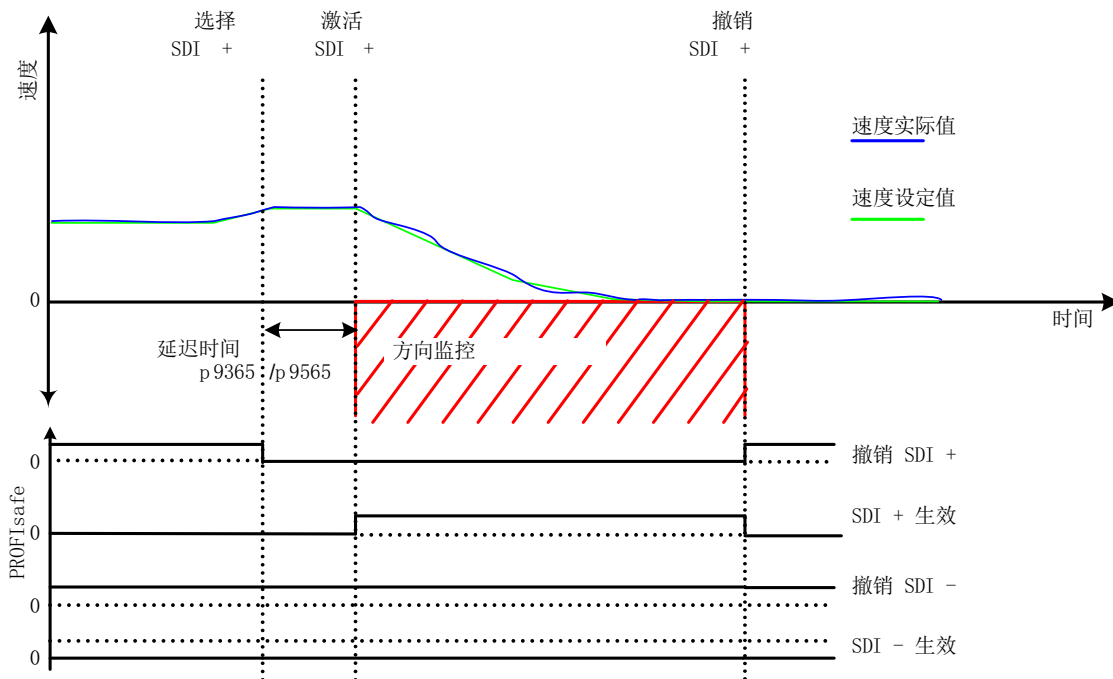


图 8-13 带编码器的 SDI 的工作原理

## SDI 的使能

SDI 可通过以下参数使能:

- p9501.17 = 1, p9301.17 = 1

### 8.5.10.2 不带编码器的“Safe Direction”(SDI)

#### 功能

请设置 p9306 = p9506 = 1 或 p9506 = p9306 = 3 (出厂为 0) 来激活不带编码器的 Safety Integrated 功能。您也可以在 STARTER 的安全功能窗口中选择“Without encoder”来激活该功能。

#### 带编码器的 SDI 和不带编码器的 SDI 之间的区别

- 在不带编码器的 SDI 中, 封锁脉冲后驱动器无法确定当前实际速度, 在该运行状态下驱动器的动作由 p9309.8/p9509.8 确定:
  - p9309.8 = p9509.8 = 1  
状态信号显示“无效”。
  - p9309.8 = p9509.8 = 0  
状态信号显示“有效”, 驱动器进入 STO 状态。
- 由于驱动器无法精确地检测出位置, 因此和带编码器的 SDI 相比, 不带编码器的 SDI 需要更大的公差(p9364/p9564)。

---

#### 说明

不带编码器的 SDI 无法检测是否通过参数 p1821 修改了旋转方向。因此 r9733 中的 SDI 限制无效。

---



### 8.5.10.3 SDI 的重新启动

#### 封锁脉冲后的重启方式

如果驱动器通过 OFF2/ STO 停机，您必须视情形执行以下操作重启驱动器：

第 1 种情形：

- 驱动器启动后的状态：SDI 被选中、STO 被选中、OFF2 激活
- 撤销 STO
- 必须在 5 秒内通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1，否则 STO 再次激活。

第 2 种情形：

- 状态：电机减速到静止，SDI 被选中，OFF2 已激活
- 选择 STO
- 撤销 STO

OFF2 激活了内部 STO：通过选择/撤销 STO 来取消该激活。

- 必须在 5 秒内通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1，否则 STO 再次激活。

第 3 种情形：

- 状态：电机减速到静止，SDI 被选中，OFF2 已激活
- 撤销 SDI
- 选择 SDI

OFF2 激活了内部 STO：通过撤销 SDI 来取消该激活。

- 然后必须通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1。

第 4 种情形：

- 状态：所有 Safety Integrated 功能都被撤销
- 然后必须通过一个上升沿将驱动器使能发送给 OFF1。

---

#### 说明

在第 4 种情形中，电机不能安全启动。

---

#### 8.5.10.4 参数与功能图一览

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 2840 – 扩展功能, 控制字和状态字
- 2855 – 扩展功能, 控制接口
- 2856 – 扩展功能, 安全状态选择
- 2857 – 扩展功能, 分配(F-DO 0)

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p1821[0...n] 旋转方向
- p9301.17 SI Motion 安全功能使能（处理器 2）：使能 SDI
- p9306 SI Motion 功能定义（处理器 2）
- p9309 SI Motion 封锁脉冲期间的特性（处理器 2）
- p9364 SI Motion SDI 公差（处理器 2）
- p9365 SI Motion SDI 延迟时间（处理器 2）
- p9366 SI Motion SDI 停止响应（处理器 2）
- p9501 SI Motion 安全功能使能（处理器 1）：使能 SDI
- p9506 SI Motion 功能定义（处理器 1）
- p9509 SI Motion 封锁脉冲期间的特性（处理器 1）
- p9564 SI Motion SDI 公差（处理器 1）
- p9565 SI Motion SDI 延迟时间（处理器 1）
- p9566 SI Motion SDI 停止响应（处理器 1）
- r9720 CO/BO:SI Motion 驱动集成的控制信号
- r9722 CO/BO:SI Motion 驱动集成的状态信号
- r9733[0...2] CO:SI Motion 设定速度限值生效
- p10002 SI 差异监控时间
- p10017 SI 数字量输入端去抖时间
- p10030[0...3] SI SDI+ 输入端子

- p10031[0...3] SI SDI- 输入端子
- p10039[0...3] SI Safe State 信号选择
- p10042[0...5] SI F-DO 0 信号源
- p10102 SI 差异监控时间（处理器 2）
- p10117 SI 数字量输入端去抖时间（处理器 2）
- p10130 SI SDI + 输入端子（处理器 2）
- p10131 SI SDI - 输入端子（处理器 2）
- p10139 SI Safe State 信号选择（处理器 2）
- p10142[0...5] SI F-DO 0 信号源（处理器 2）

## 8.5.11 SI故障信息

### 8.5.11.1 停止响应

Safety Integrated 扩展功能检测出故障和超限时会触发以下停止响应：

表格 8- 11 停止响应一览

停止响应	触发条件	动作	结果
STOP A	在出现任何一个可以通过脉冲封锁应答的 SI 故障时被触发。 作为 STOP F 的后续响应。	立即封锁脉冲	驱动器惯性停车
STOP B	示例： - 超出了 p9330/p9530 (SOS) 中设定的静态公差。 - 通过 p9363/p9563 配置的 SLS/SDI 后续停止。 - SS2 功能生效时，STOP F 引起后续停止 STOP B。	立即给出转速设定值 0 并开始延时段 $t_B$ $t_B$ 届满后或者 $n_{实际} < n_{关机}$ 时触发 STOP A。	驱动器沿着 OFF3 斜坡制动，接着过渡至 STOP A

停止响应	触发条件	动作	结果
STOP C	作为 SLS/SDI 上通过 p9363/p9563 设置的后续停止被触发。 之前选择的是 SLS 时，驱动器通过 STOP C 制动。	立即给出转速设定值 0 并开始延时段 $t_c$ ， $t_c$ 届满后激活 SOS。	驱动器沿着 OFF3 斜坡制动，之后激活 SOS。
STOP D	作为 SLS/SDI 上通过 p9363/p9563 设置的后续停止被触发。	开始延时段 $t_D$ 无驱动器自动响应 $t_D$ 届满后激活 SOS。	驱动器必须通过上一级控制系统（连接）制动！ $t_D$ 届满后激活 SOS。 仅在 SOS 中超出了静态公差窗口时，驱动器才会自动响应。
STOP E	-作为 SLS 中通过 p9563/p9363 设置的后续停止被触发。 -作为 SDI 中通过 p9566/p9366 设置的后续停止被触发。	p9554/p9354 届满后触发 SOS	
STOP F	在交叉数据校验出错时被触发。 作为 STOP B 的后续响应被触发。	延时段 $t_{F1}$ （基本功能）或 $t_{F2}$ （扩展功能）开始 驱动器无响应	选择了安全功能（SOS、SLS）时或者使能了带回差的 SSM 时， $t_{F1}$ （基本功能）届满后过渡至 STOP A， $t_{F2}$ （扩展功能）届满后过渡至 STOP B。

### 说明

只有在 STOP F 和 STOP B 之间由于分析“内部事件”（r9722.7）反馈信号而引起了额外的响应时，才能设置这两者之间的延迟时间。

此外在使用延迟时间时监控功能必须有效，即使是在自动运行中（例如使用高速度限值的 SLS）。

SSM 上使能的回差应视为一个激活的监控功能。

### 停止响应的过渡延迟时间

- t<sub>B</sub>:p9356 / p9556
- t<sub>C</sub>:p9352 / p9552
- t<sub>D</sub>:p9353 / p9553
- t<sub>F1</sub>:p9658/p9858
- t<sub>F2</sub>:p9355 / p9555
- n<sub>关机</sub>:p9360/p9560

### 故障和报警说明

#### 说明

SINAMICS Safety Integrated 故障和报警的详细信息请参见以下手册：  
文档：SINAMICS S110 参数手册

### 8.5.11.2 停止响应的优先级

表格 8- 12 停止响应的优先级

优先级	停止响应
最高优先级	STOP A
.....	STOP B
...	STOP C
..	STOP D
..	STOP E
最低优先级	STOP F

停止响应与扩展功能的优先级

表格 8- 13 停止响应与扩展功能的优先级

停止响应/ Extended Function		最高优先级	...	...	...	...	最低 优先级
		STOP A	STOP B	STOP C	STOP D	STOP E	STOP F
最高优 先级	<b>STO</b>	STOP A / STO	STO	STO	STO	STO	STO
.....	<b>SS1</b>	STOP A	STOP B / SS1	SS1	SS1	SS1	SS1
...	<b>SS2</b>	STOP A	STOP B	STOP C / SS2	SS2	SS2	SS2 / STOP B <sup>2)</sup>
..	<b>SOS</b>	STOP A <sup>1)</sup>	STOP B <sup>1)</sup>	SOS	SOS	SOS	STOP B <sup>2)</sup>
最低优 先级	<b>SLS</b>	STOP A <sup>3)</sup>	STOP B <sup>3)</sup>	STOP C <sup>4)</sup>	STOP D <sup>4)</sup>	STOP E	STOP B <sup>2)</sup>

- 1) SOS 监控功能保持选中，但是在发生故障时无法触发故障响应，因为它已存在。  
 2) STOP B 是 STOP F 的后续停止，在设置的时间生效。STOP F 本身没有作用，选择的安全功能仍然保持生效。  
 3) SLS 监控功能保持选中，但是在发生故障时无法触发故障响应，因为它已存在。  
 4) 制动过程中 SLS 保持选中，之后切换至 SOS。

上表指出了激活的安全功能触发了 STOP 时会有哪些停止响应或安全功能生效，停止响应从左至右按照优先级由高到低的顺序排列（STOP A-D, F）。

每个安全功能只有一个优先级。例如即使请求了 STO，SOS 依然生效。引起驱动器减速制动的安全功能（STO、SS1、SS2）在表中从上至下按照优先级从高到低的顺序排列。

如果一栏中有两项，则表示停止响应和安全功能具有相同的优先级。说明：

- STOP A 等同于 STO
- STOP B 等同于 SS1
- STOP C 等同于 SS2
- SS2 功能被选中时，STOP F 会引起后续停止 STOP B。SS2 继续保持生效。

**表格示例:**

1. 刚刚选择了安全功能 SS1。STOP A 保持生效，正在执行的 STOP B 不会因此中断。剩余的 STOP C-F 被 SS1 取代。
2. 选中了安全功能 SLS。该选择对 STOP A-D 没有任何影响。现在 STOP F 会触发 STOP B，因为已经激活了一个安全功能。
3. 选择了停止响应 STOP C。之前激活的是安全功能 STO 或 SS1 时，STOP C 不生效。之前选择的是 SS2 时，该制动斜坡保持生效。之前激活的是 SOS 时，SOS 继续生效，同时它也是 STOP C 的最终状态。之前选择的是 SLS 时，驱动器通过 STOP C 制动。

**8.5.11.3 SI 故障信息的应答方式****说明**

同所有其他故障一样，Safety 故障可通过驱动设备重新上电（POWER ON）来进行应答。

但是如果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。

**通过 PROFIsafe 应答**

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。

**由 F-DI 应答**

当“内部事件应答”信号与 F-DI 连接在一起时，该信号的下降沿会复位状态“内部事件”，进而应答故障信息。F-DI 上带有“内部事件应答”功能的外部信号出于安全因素不得持续保持“1”电平，而是应该在应答静止状态“0”时才设置为“1”，然后再复位为“0”。

**扩展应答方式**

在设置了  $p9307.0/p9507.0 = 1$  时，选择/撤销 STO 除了对常规故障信息进行应答外，也会自动应答安全信息。

如果除了“由端子控制的 SI 基本功能”外还使能了“扩展功能”，也可以通过 PROFIsafe 或 TM54F 选择/撤销 STO 来应答信息。但是如果选择通过端子选择/撤销 STO 来应答信息，只要没有触发 STOP A 或 STOP B，无论在何种情况下这种方式只能应答停止响应 STOP C、STOP D、STOP E 和 STOP F 的信息。

### 8.5.12 信息缓冲器

除了用于故障 F... 的故障缓冲器和用于报警 A... 的报警缓冲器外，驱动器还为 Safety Integrated 扩展功能提供了一个专用的信息缓冲器用于保存安全信息 C...。

Safety Integrated 基本功能的故障信息则保存在缺省的故障缓冲器中（参见“故障和报警缓冲器”一章）。

#### 说明

如果您希望不管是基本功能的信息还是扩展功能的信息都保存到缺省故障缓冲器中，请设置  $p3117 = 1$ 。

安全信息缓冲器和故障缓冲器的结构类似，由信息码、信息值、信息接收/消除时间、SINAMICS 组件号和诊断属性组成。下图显示了安全信息缓冲器的结构：

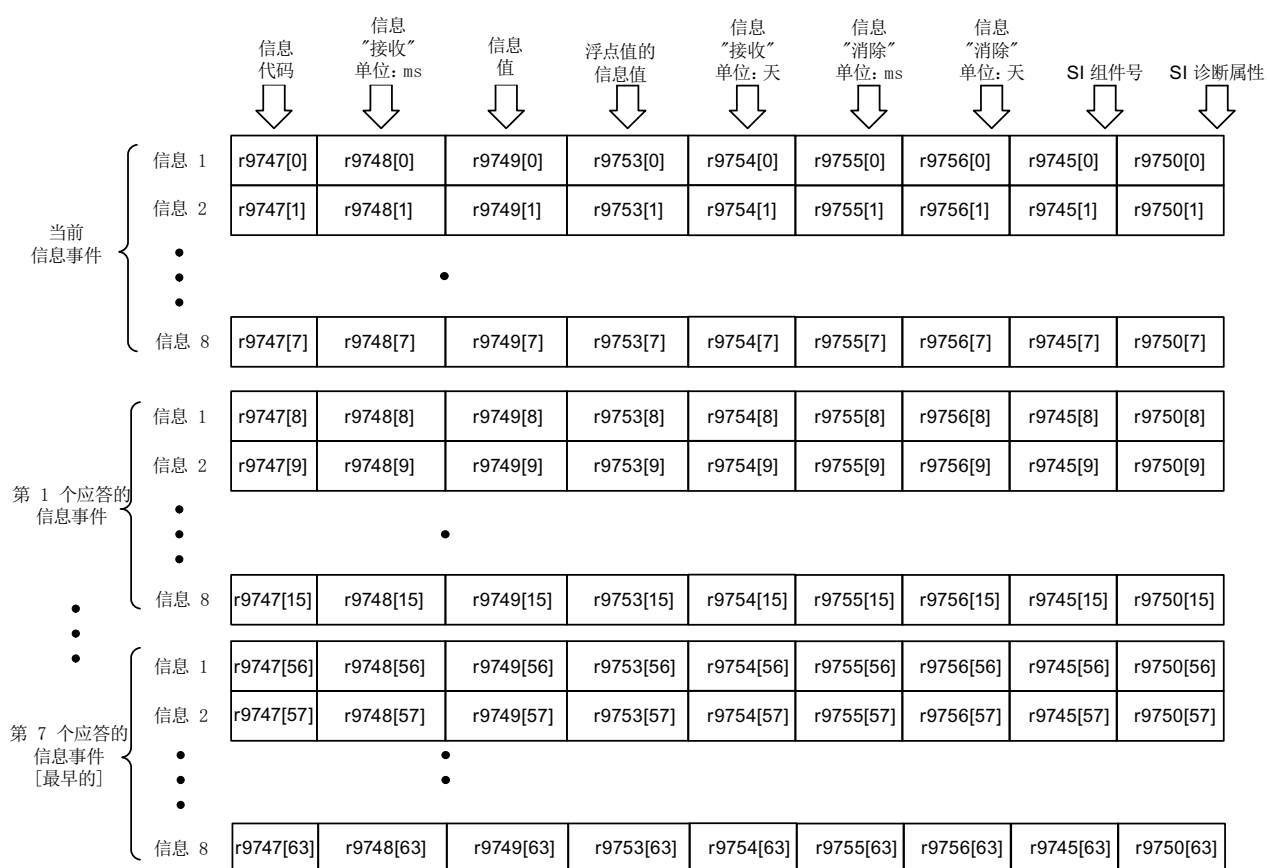


图 8-14 安全信息缓冲器的结构

一旦输出一条安全信息，r2139.5 便置 1。但信息会经过一段延时后进入缓冲器。因此我们建议在发现上述参数位置位并查看 r9744 确定缓冲器有改动后，再去查看安全信息缓冲器。

信息必须通过故障安全输入 F-DI 或通过 PROFIsafe 应答。



#### 信息缓冲器的属性:

- 新的信息事件由一个或多个信息组成，并被输入“当前信息事件”。
- 事件在缓冲器中按照发生的时间顺序排列。
- 发生了新的信息事件时，信息缓冲器中也会相应地重新排列。历史记录在数据组“应答的信息事件” 1 至 7 中。
- 如果您至少清除了“当前信息事件”中的一个异常并应答了该信息，信息缓冲器会重新排列。未消除的信息保留在“当前信息事件”中。
- 如果“当前信息事件”中记录了 8 条信息且出现了新信息，则索引 7 中的信息参数会被新的信息覆盖。
- 每次信息缓冲器有所改变时，r9744 都会向上计数。
- 有些信息可能会输出信息值（r9749, r9753）。信息值用于信息的精确诊断，其含义请参见信息描述。

#### 删除信息缓冲器:

信息缓冲器按以下方式清空：p9752 = 0。

上电时参数 p9752（SI 信息事件计数器）也会复位为 0。

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- r2139.0...8 CO/BO:故障/报警 1 的状态字
- r9744 SI 信息缓冲器改动计数器
- r9745[0...63] SI 组件号
- r9750[0...63] SI 诊断属性
- p9752 SI 信息事件计数器
- r9747[0...63] SI 信息代码
- r9748[0...63] SI 接收信息时间，单位毫秒
- r9749[0...63] SI 信息值
- r9753[0...63] SI 浮点值的信息值
- r9754[0...63] SI 接收信息时间，单位日
- r9755[0...63] SI 消除信息时间，单位毫秒
- r9756[0...63] SI 消除信息时间，单位日

## 8.5.13 实际值安全检测

### 8.5.13.1 带编码器系统的实际值安全检测

#### 支持的编码器系统

对驱动器运动过程进行监控的一些安全功能，例如：SS1、SS2、SOS、SLS 和 SSM 需要使用安全的实际值检测技术。

对于 SINAMICS S110 只可使用一个单编码器系统来进行安全速度/位置检测。

#### 单编码器系统

在单编码器系统中使用电机编码器用于驱动的安全实际值。这种电机编码器必须符合相应的要求（参见编码器类型）。实际值在编码器或编码器模块中直接生成，或者通过 DRIVE-CLiQ 故障安全通讯传输至控制单元。

无 DRIVE-CLiQ 接口的电机需要通过附加的编码器模块（SMC 或 SME）连接到驱动器上。

#### 说明

在确定静态公差时必须注意，轴的安全定位监控可以 r9731 显示的最大精度进行。

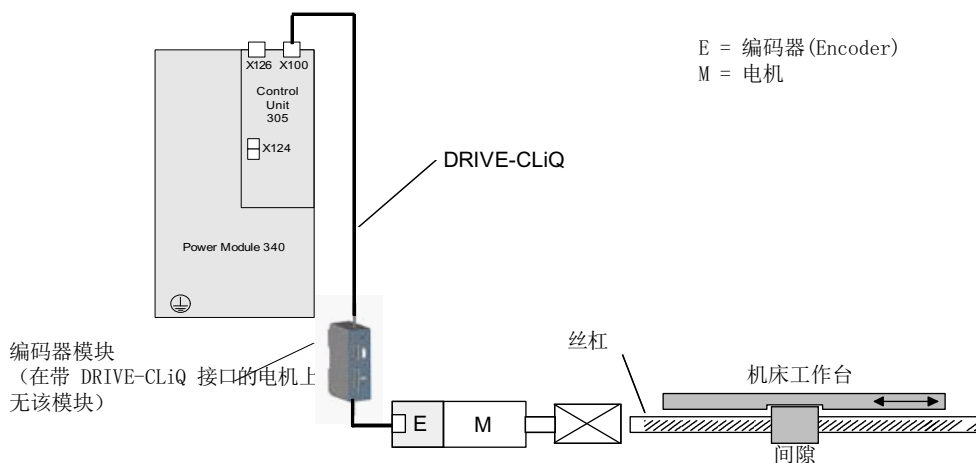


图 8-15 示例：单编码器系统

## 单编码器系统的编码器类型

在为配备 SINAMICS Safety Integrated 的设备配置编码器系统时，为确保实际值的安全检测，只有向 SINAMICS 编码器模块 SME20/25 和 SMC20 提供 1 V<sub>ss</sub> 正弦/余弦信号并符合下列条件的编码器才可以投入使用：

1. 完全用模拟技术来生成并处理信号，以排除某些输出有效电平但实际上处于“稳态”（被冻结）的 A/B 信号。
2. 对编码器在电机中心轴上的固定情况进行 FMEA 分析，分析结果要将导致编码器无法正确检测实际位置/速度的松动故障定位为“必须排除的故障”（参见 DIN IEC 61800-5-2 2008，表 D.16）。

在此请注意，符合编码器的上述要求是机器厂商的单方责任。但编码器厂商有义务向机器厂商提供如何在机器内部安装编码器的相关信息。FMEA 分析报告须由机器厂商提供。

某些西门子电机型号（带或不带 DRIVE-CLiQ 接口）也支持 Safety Integrated 功能，请访问网址：

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/33512621>

在这些电机型号上不会出现上文第 2 点指出的故障。

---

### 说明

有些绝对值单圈编码器（如 ECI、EQI）具有 EnDat 接口，可输出额外的正弦/余弦信号，但是内部却按照感应测量原理工作，一般不允许用于 SINAMICS Safety Integrated，除非其适用性经过验证。

---

## 安全运动监控

安全运动监控有两个显示参数可查看：

### **r9730: SI Motion 最大检测速率**

显示实际值采集时允许用于安全监控功能的最大速度（负载侧）。该速率取决于实际值的检测周期（p9311/p9511）。通过参数 p9311/p9511 设置安全运动监控的实际值采集周期时间。

检测周期越长，检测速率也就越低，但是对于计算实际值的控制单元造成的负载也相应降低。

最大检测速率显示在 r9730 中，超过该速率实际值检测可能会出错。

### **r9731:SI Motion 定位精度**

此处显示了负载侧的定位精度，它是安全运动监控功能能达到的最高实际位置检测精度。

r9730/r9731 这两个参数都取决于相应的编码器类型。

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p9301.3 SI Motion 安全功能使能（处理器 2），实际值同步使能
- p9501.3 SI Motion 安全功能使能（处理器 1），实际值同步使能
- p9302 SI Motion 轴类型（处理器 2）
- p9502 SI Motion 轴类型（处理器 1）
- p9311 SI Motion 实际值检测周期（处理器 2）
- p9511 SI Motion 实际值检测周期（处理器 1）
- p9515 SI Motion 编码器粗略位置值配置
- p9516 SI Motion 安全功能中的编码器配置（处理器 1）
- p9318 SI Motion 每转编码器线数（处理器 2）
- p9518 SI Motion 每转编码器线数（处理器 1）
- p9319 SI Motion 细分分辨率 Gn\_XIST1
- p9519 SI Motion 细分分辨率 G1\_XIST1（处理器 1）
- p9320 SI Motion 主轴丝杠螺距
- p9520 SI Motion 主轴丝杠螺距（处理器 1）
- p9321[0...7] SI Motion 编码器/负载传动比分母（处理器 2）
- p9521[0...7] SI Motion 编码器/负载传动比分母（处理器 1）
- p9322[0...7] SI Motion 编码器/负载传动比分子（处理器 2）
- p9522[0...7] SI Motion 编码器/负载传动比分子（处理器 1）
- p9323 SI Motion 关键位 POS2（处理器 2）
- p9324 SI Motion 细分分辨率 POS2（处理器 2）
- p9325 SI Motion 相关位 POS2（处理器 2）
- p9523 SI Motion 关键位 POS2（处理器 1）
- p9524 SI Motion 细分分辨率 POS2（处理器 1）
- p9525 SI Motion 相关位 POS2（处理器 1）
- p9342 SI Motion 实际值（交叉）校验公差（处理器 2）
- p9542 SI Motion 实际值（交叉）校验公差（处理器 1）

- p9349 SI Motion 速度公差滑差（处理器 2）
- p9549 SI Motion 速度公差滑差（处理器 1）
- r9713[0...2] SI Motion 位置实际值诊断（MAKSIP）
- r9714[0...1] SI Motion 速度诊断
- r9724 SI Motion 交叉校验周期
- r9730 SI Motion 最大检测速率
- r9731 SI Motion 安全定位精度

### 8.5.13.2 不带编码器的安全实际值检测

当您需要根据应用的具体情况来调整不带编码器扩展功能中的实际值检测时，可以设置以下参数。这些参数在下面的 STARTER 窗口中设置：

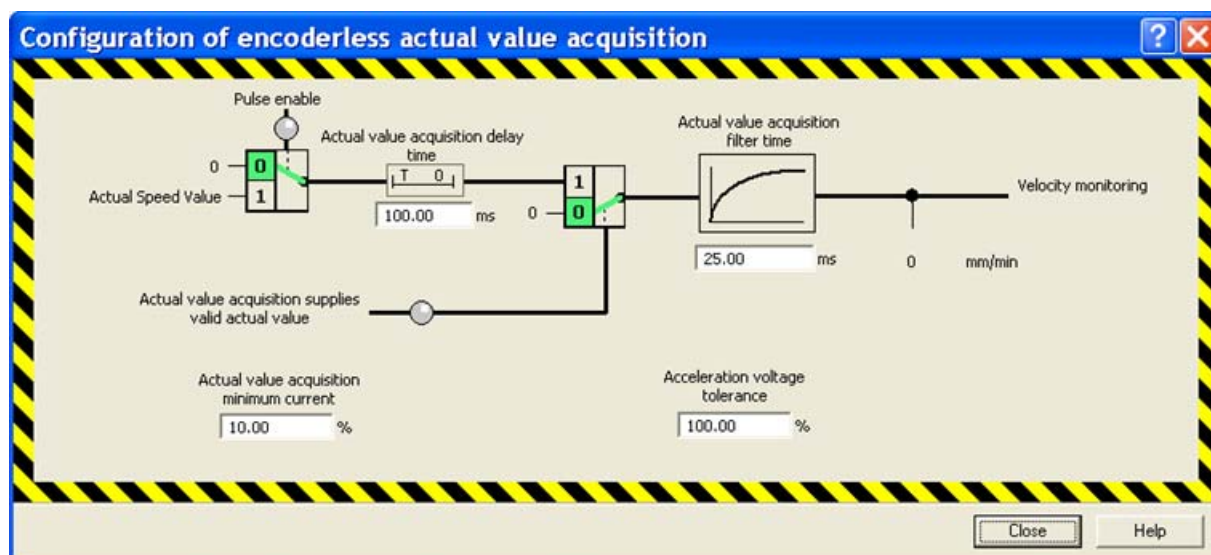


图 8-16 配置不带编码器的实际值检测

在大多数情况下您可以直接采用缺省设置，但是如果变频器总是输出一些多余信息，尤其是在启动阶段，您可以适当提高图中圈出的参数值**实际值检测延迟时间** (p9586/p9386)。

关于如何利用 Trace 功能来确定该时间请参见“响应时间”一章。您也可以一步步地提高 p9586/p9386，在每次修改后查看系统响应。如果系统不再输出多余信息，便表明您设置了合适的延迟时间。

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p9386 SI Motion 无编码器实际值检测的延迟时间（处理器 2）
- p9387 SI Motion 无编码器实际值检测的滤波时间（处理器 2）
- p9388 SI Motion 无编码器实际值检测的最小电流（处理器 2）
- p9389 SI Motion 加速时的电压公差（处理器 2）
- p9586 SI Motion 无编码器实际值检测的延迟时间（控制单元）
- p9587 SI Motion 无编码器实际值检测的滤波时间（处理器 1）
- p9588 SI Motion 无编码器实际值检测的最小电流（处理器 1）
- p9589 SI Motion 加速时的电压公差（处理器 1）

## 8.5.14 强制潜在故障检查

### 通过测试停机(test stop)进行强制潜在故障检查和功能测试

为满足标准 EN ISO 13849-1 和 IEC 61508 中关于及时发现故障的要求，每隔一段时间就要检查系统断路路径能否正常工作。

对于 SI 基本功能和扩展功能来说，该项检查的最大时间间隔为 9000 小时或每年一次。

该检查应通过定期的手动测试或自动触发测试停机来实现。

系统会检查测试停机周期，在设置的定时器届满后，每次热启动时都会报警 A01697：“SI 运动：需要对运动监控功能进行测试”。并且系统会使一个状态位置位，该状态位又通过 BICO 连接到一个输出或 PZD 位上。此报警不会影响设备的运行。

请根据您的具体应用选择适合进行测试停机的时间，并设置应用中的某个信号源进行触发。这通过单通道参数 p9705 进行，此参数可通过 BICO 连接至驱动设备（控制单元）上的输入端或者驱动报文中的 IO-PZD。

- p9559 SI Motion 强制潜在故障检查定时器（处理器 1）
- p9705 BI:SI Motion 测试停机信号源
- r9723.0 CO/BO: SI Motion PROFIsafe 诊断信号，要求强制潜在故障检查

测试停机不需要重新上电。撤销测试停机请求即可进行应答。

我们假设在当前正在运行的设备上已经通过配备相应的安全装置（如防护门）确保了人身安全，因此用户只会收到强制潜在故障检查到期的报警提示，并被要求在今后的适宜时间执行检查。

执行强制潜在故障检查的时间示例：

- 设备上电后、驱动器处于静止状态时。
- 打开防护门前。
- 以规定间隔进行检查（比如 8 小时间隔）。
- 在自动运行中，根据时间和事件。

---

#### 说明

Safety 功能的测试停机会触发 STO。

因此在选择测试停机前不要激活 STO。

测试停机必须是在受控的静止状态（转速预设值 0）中触发（OFF2 不得生效）。

---

### F-DI/F-DO 的强制潜在故障检查

为了进行 F-DI 的强制潜在故障检查必须对 F-DI 上的电平取反，例如：通过按下相应开关或触发相连安全控制系统上的相应功能。F-DI 上电平变化的正确响应必须由检查人员监控。


如果使用了 F-DO，必须通过触发驱动的相应功能和由此产生的 F-DO 上的电平变化进行 F-DO 的强制潜在故障检查。

F-DO 的功能是否正常，应由检查人员在强制潜在故障检查时或通过测试停机加以检查。所需的检查形式取决于 F-DO 的电路连接情况。

测试停机必须在适宜的时间执行。必须根据实际情况来选择。这通过参数 p10007 进行，此参数可通过 BICO 连接至驱动设备（控制单元）上的输入端或者驱动报文中的 IO-PZD。

- F-DO 连接在安全设备的 F-DI 上  
(如章节“应用示例/CU305 和安全开关设备输入/输出端的连接”中所述)  
⇒ 对 F-DO 进行强制潜在故障检查时，通过相连的安全设备上的 F-DI 检查 F-DO 的两个输出驱动器的功能是否正常。
- F-DO 连接在两个带有强制导向辅助触点的接触器上  
(如章节“应用示例/带有冗余接触器的 F-DO 的电路连接”中所述)  
⇒ 两个接触器的反馈触点必须通过控制系统或其他监控单元加以监控，以确保关闭 F-DO 时两个接触器都已闭合（参见应用示例 (页 453)）。
- 连接其他负载时应注意，在进行强制潜在故障检查时要分别监控两个输出驱动器的功能是否正常。

更多关于执行测试停机的说明可以参见章节 测试停机(test stop) (页 438)。

 <b>警告</b>
为进行自检，每年至少要重启 <sup>1)</sup> 驱动系统 SINAMICS S110 上的控制单元一次，一年执行多次安全功能的强制检查时也是如此。

<sup>1)</sup> 在 SINAMICS S110 上，控制单元也可通过功率模块的电源端供电。SINAMICS S110 上的“重启”不仅指断开再重新接通功率模块的主电源，在有 24 V 电源的条件下，也指断开再重新接通该低压电源。

### 8.5.15 Safety Info Channel

变频器中集成的 Safety Integrated 的状态信息可以通过“安全信息通道 Safety Info Channel”(SIC) 传递给上级控制器。

#### 报文 700

预定义的 PROFIdrive 报文 700 可用于传送安全功能的状态信息：

关于 PROFIdrive 的详细说明请参见《SINAMICS S120 功能手册之驱动功能》中的“PROFIdrive 通讯”一章。

表格 8- 14 报文 700 的结构

	接收数据	发送数据	参数
PZD1	–	S_ZSW1B	r9734
PZD2	–	S_V_LIMIT_B	r9733.2
PZD3	–		

#### 说明

只有在使能了 Safety Integrated 扩展功能后，发送数据 S\_ZSW1B 和 S\_V\_LIMIT\_B 才会更新。



## S\_ZSW1B

Safety Info Channel: 状态字

表格 8- 15 S\_ZSW1B 的说明

位	含义	注释		参数
0	STO 生效	1	STO 生效	r9734.0
		0	STO 未生效	
1	SS1 生效	1	SS1 生效	r9734.1
		0	SS1 未生效	
2	SS2 生效	1	SS2 生效	r9734.2
		0	SS2 未生效	
3	SOS 生效	1	SOS 生效	r9734.3
		0	SOS 未生效	
4	SLS 生效	1	SLS 生效	r9734.4
		0	SLS 未生效	
5	SOS 已选	1	SOS 已选	r9734.5
		0	SOS 未选择	
6	SLS 已选	1	SLS 已选	r9734.6
		0	SLS 未选	
7	内部事件	1	内部事件	r9734.7
		0	无内部事件	
8...11	预留	-	-	-
12	SDI + 已选	1	SDI + 已选	r9734.12
		0	SDI + 未选	
13	SDI - 已选	1	SDI - 已选	r9734.13
		0	SDI - 未选	
14	紧急回退已请求	1	紧急回退已请求	r9734.14
		0	紧急回退未请求	
15	当前有安全信息	1	当前有安全信息	r9734.15
		0	当前没有安全信息	

## S\_V\_LIMIT\_B

SLS 速度限值 (SLS-Speedlimit) 为 32 位, 含符号位。

- SLS 速度限值显示在 r9733[2]中。
- 位 31 确定了限值的符号:
  - 该位为 0 → 正向限值
  - 该位为 1 → 负向限值
- SLS 速度限值由 p2000 定标。

$S\_V\_LIMIT\_B = 4000\ 0000\ hex \doteq p2000$  中设定的转速

## 8.6 安全功能的控制方式

Safety Integrated 功能可以通过板载端子或使用 PROFIBUS 或 PROFINET 的 PROFIsafe 报文来控制。此时可以选择通过板载端子或 PROFIsafe 控制扩展功能, 通过板载端子 (F-DI 0) 或者 PROFIsafe 和板载端子 (F-DI 0) 控制基本功能。

---

### 说明

#### PROFIsafe 或端子

带有控制单元时, 只能通过 PROFIsafe 或板载端子控制扩展功能。但这两种控制方式不能同时使用!

---

## 板载端子

故障安全输入和输出(F-DI 和 F-DO)是用于过程控制的内部 Safety Integrated 功能接口。

通过 F-DI (Failsafe Digital Input, 故障安全数字量输入 = 安全输入端子组) 上的双通道信号控制对安全功能的取消/选择进行的有效监控。此功能也取决于传感器 (例如开关) 的开关状态。

F-DO (Failsafe Digital Output, 即故障安全输出) 可以输出一个双通道信号反馈安全功能的状态, 此外还适用于对执行器 (例如电源接触器) 的安全控制。另见图“带安全功能的 CU305 DI/DO 的内部电路”。

## 输入/输出信号的双通道处理

安全信号的输入/输出和处理都采用双通道技术, 因此, 所有安全功能的输入和反馈必须以双通道方式给出或分接。

## 8.6.1 通过安全输入端子组控制基本功能

### 特性

- 只能控制 STO、时间受控的 SS1 和 SBC
- 采用两个输入端子的双通道技术作为安全输入端子组
- 控制单元和功率模块上的端子可以设置去抖，避免因干扰信号或不对称的测试信号导致故障信息，滤波时间在参数 p9651 和 p9851 中设置。

### SINAMICS S110 的安全功能端子一览

如果基本功能已使能，则数字量输入端子 DI16 和 DI17 会被确定为用于控制该基本功能的 F-DI0（参见图片“带安全功能的 CU305 的 DI/DO 的内部电路”）。两个端子由不同的检测单元进行双通道安全处理。两个端子必须在可设置的公差时间内动作，否则会输出故障信息。

### 两个监控通道的同时性和公差时间

“Safe Torque Off”功能必须同时在两个监控通道内通过输入端子选择/撤销。

1 信号：撤销功能

0 信号：选择功能

“同时”是指：

在两个监控通道中，输入端上信号的切换必须在公差时间内完成。

- p9650 SI F-DI 切换公差时间（处理器 1）
- p9850 SI F-DI 切换公差时间（处理器 2）

---

#### 说明

公差时间要始终设比输入端上两个开关事件（ON/OFF、OFF/ON）相隔的最短时间小。

---

如果在公差时间内没有选择 STO，交叉校验时会识别出该情况，并输出故障 F01611 或 F30611（STOP F）。此时，之前在一个通道内已经选中的 STO 会封锁脉冲。

## 8.6.2 通过安全输入端子控制扩展功能

### 概述

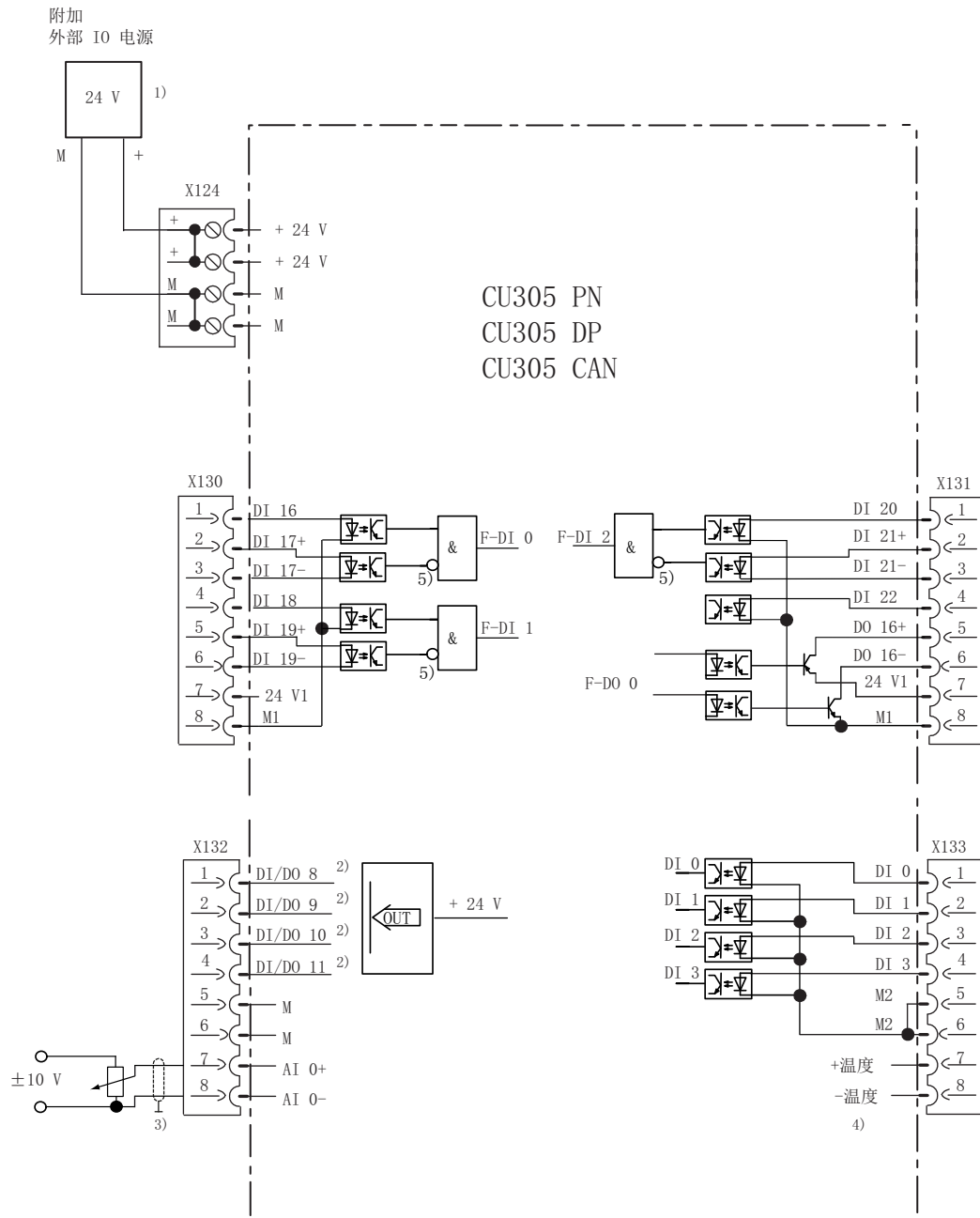
控制单元 CU305 包含 6 个数字量输入端，可作为 3 组安全输入端子组（F-DI）来控制扩展功能。

此外，CU305 上可扩展一个数字量输出端，可作为安全输出端子组（F-DO）用于控制扩展功能。

- F-DI 0 = DI16/DI17
- F-DI 1 = DI18/DI19
- F-DI 2 = DI20/DI21
- F-DO 0 = DO16+/DO16-

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 进行安全应答或对报警进行了扩展式应答。

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 C01770/C30770。您需要对该信息进行应答。



- 1) 数字量输出端 DO 8 至 DO 11 必需的供电
- 2) 快速输入端已屏蔽
- 3) 模拟量输入端 已屏蔽
- 4) 电机温度传感器输入端已屏蔽
- 5) 转换可设定参数

图 8-17 带安全功能的 CU305 的 DI/DO 的内部电路

**描述**

一个故障安全输入（F-DI）由两个数字量输入组成。对于第 2 个数字量输入，需要将光耦合器的阴极分出，用于与 F-DO 的接地输出连接（阳极必须相应地连接至 DC 24 V）。  
 通过参数 p10040/p10140 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 r0722 查看。两个驱动对象的相同位通过逻辑“与”连接，得出相应 F-DI 的状态（r10051/r10151）。

可以通过参数 p10017/p10117 滤掉来自控制器的测试信号，避免误报故障。

**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/p10102 内，F-DI 的两个数字量输入的信号必须都变为 p10040/p10140 设置的状态。

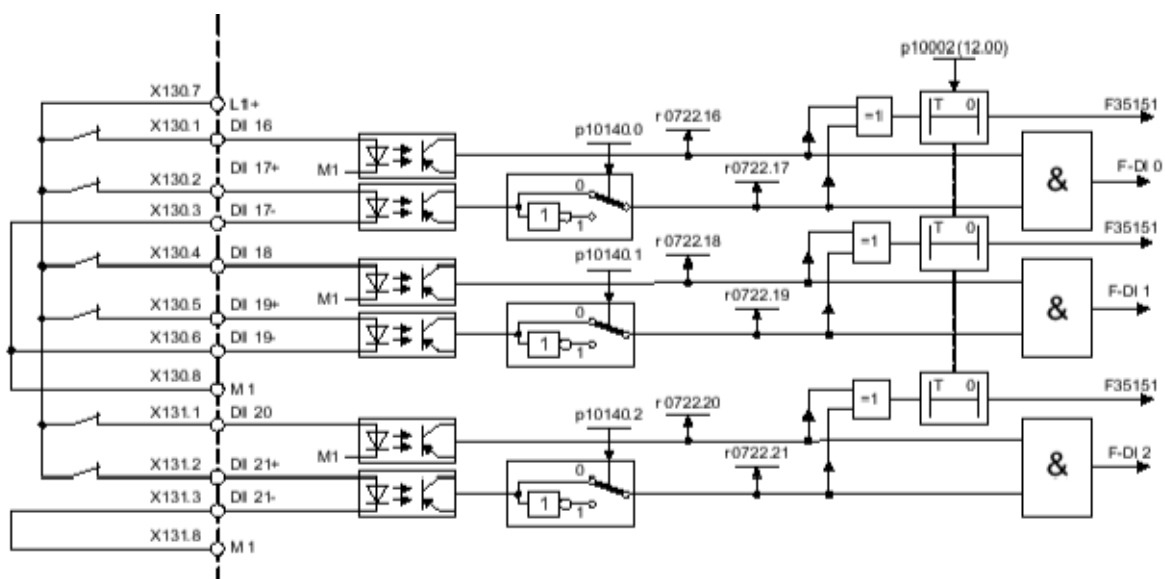


图 8-18 F-DI 0 ... 2 概览

## F-DI 特性

- 每个 F-DI 有两个数字量输入，采用故障安全设计
- 可通过 p10017/p10117 设置输入滤波器，滤掉测试信号
- 可通过 p10040/p10140 将接口配置为常闭触点/常闭触点或常闭触点/常开触点
- 状态参数 r0722、r10051/r10151
- 对于所有 F-DI，可通过参数 p10002/p10102 设置两个数字量输入的差异监控时间窗口

### 说明

公差时间要始终设得比输入端上两个开关事件（ON/OFF、OFF/ON）相隔的最短时间小。

- 2. 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。

### 警告

与机械开关触点（例如急停开关）不同，在数字量输出上常用的半导体开关即使在断开状态下也可能带有漏电流，在与数字量输入连接不正确时，这可能会导致错误的开关状态。

请注意设备厂商文档中指出的数字量输入/输出的使用前提条件。

### 警告

根据 IEC 61131 第 2 部分第 5.2 章（2008），在将 CU305 的数字量输入端与数字量半导体输出端连在一起时，只能使用断开状态下最大剩余电流为 0.5mA 的输出端。

使用附加的负载电阻时，即使数字输出端的剩余电流较大，也可将其连接至 CU305 的输入端。

### 8.6.3 F-DI 注意事项

#### 说明

扩展功能已使能时，不可以将未用于扩展功能的 F-DI 用作其他功能。虽然可以对 F-DI 进行布线，但其一旦动作，便会输出 Safety Integrated 差异故障信息。因为即使 F-DI 不具有安全功能，系统也会监控其差异。

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- r0722 CO/BO:CU 数字量输入端的状态
- p10002 SI 差异监控时间
- p10017 SI 数字量输入端去抖时间
- p10040 SI F-DI 输入模式
- p10102 SI 差异监控时间（第 2 通道）
- p10117 SI 数字量输入端去抖时间 MM
- p10140 SI F-DI 输入模式（第 2 通道）

### 8.6.4 F-DO 的描述

#### 描述

故障安全的数字量输出（F-DO）由两个数字量输出端组成。在第一个数字量输出 DO16+ 上接通端子 24V1 上连接的 24 V 电位；在第二个端子上接通端子 M1 上连接的接地电位（参见图片“F-DO 概览”）。

对于强制潜在故障检查，F-DO 应可以通过设置的功能（p10047）进行动态响应，更多有关强制潜在故障检查的信息请参见“扩展功能”章节。

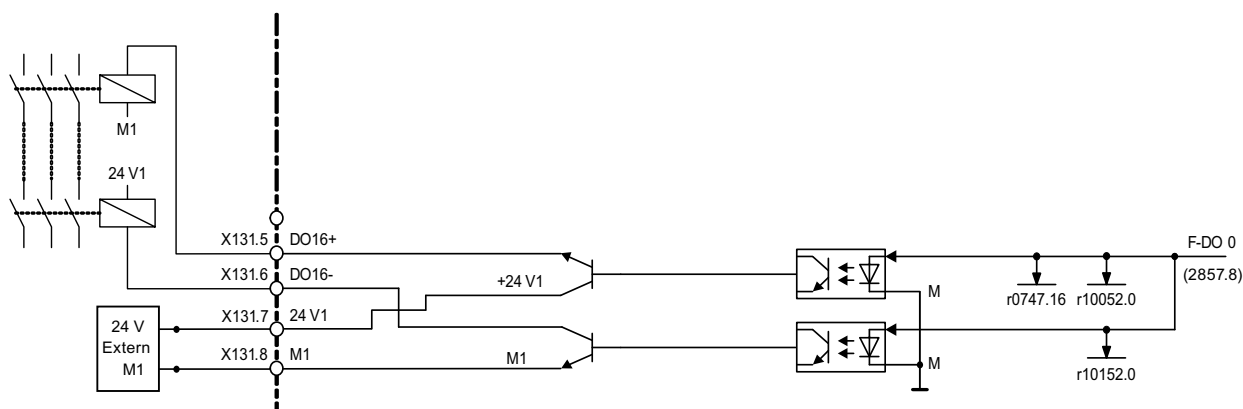


图 8-19 F-DO 概览



## F-DO 的信号源

以下输出信号可用于 F-DO。通过参数 p10042/p10142 设置:

- STO 生效
- SS1 生效
- SS2 生效
- SOS 生效
- SLS 生效
- SSM 反馈信息有效
- 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

可通过参数 p10039/p10139 调用以下信号，用于生成 Safe State 信号:

- 断电
- SS1 生效
- SS2 生效
- SOS 生效
- SLS 生效
- SDI + 生效
- SDI - 生效

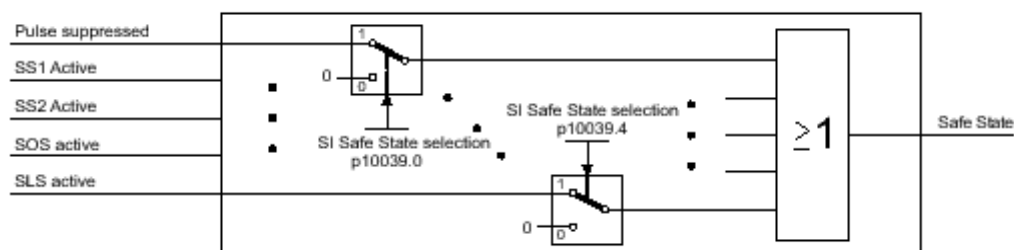


图 8-20 选择 Safe State

通过 p10039/p10139 选择的不同信号进行逻辑“或”连接。逻辑运算的最后结果得出“Safe State”状态。

## 8.6 安全功能的控制方式

### F-DO 的特性

- 带两个数字量输出的故障安全设计
- 状态参数 r10052/r10152

### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 2853 Safety Integrated – 扩展功能(F-DO 0)
- 2856 Safety Integrated – 扩展功能, Safe State 选择
- 2857 Safety Integrated – 扩展功能, 分配 F-DO 0

### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p10039 SI Safe State 信号选择
- p10042[0..5] SI F-DO 0 信号源
- r10052.0 CO/BO:SI 数字量输出端状态（处理器 1）
- p10139 SI Safe State 信号选择（处理器 2）
- p10142[0..5] SI F-DO 0 信号源（处理器 2）
- r10152.0 CO/BO:SI 数字量输出端状态（处理器 2）

## 8.6.5 通过 PROFIsafe 进行控制

### Safety Integrated 功能

Safety Integrated 功能除了可通过端子控制外，还可以通过 PROFIsafe 控制。在这种控制方式中，PROFIBUS 或 PROFINET 通讯采用的是 PROFIsafe 报文 30。

不论是 Safety Integrated 基本功能还是 Safety Integrated 扩展功能都可以通过 PROFIsafe 控制。

相关控制字和状态字的结构在下文详细说明（参见章节“报文 30 的描述”）。

### 8.6.5.1 使能 PROFIsafe 控制方式

在 PROFIsafe 通讯中，SINAMICS 驱动器需要占用一个 PROFIBUS 接口。

驱动组中每个配置了 PROFIsafe 的驱动器都是一个 PROFIsafe 从站（称为 F 从站或 F 设备），它和 F 主站通过 PROFIBUS 进行故障安全式通讯并会从 F 主站处收到一条单独的 PROFIsafe 报文。

该通讯要占用一条 PROFIsafe 安全通道，即所谓的安全槽，它可通过“SIMATIC Manager Step 7”中的组态工具“HW Config”创建。创建该通道后，即可通过 PROFIsafe 报文 30 来控制基本安全功能。下文将具体说明相关控制字和状态字的结构（参见表格“PROFIsafe-STW”和“PROFIsafe-ZSW”）。PROFIsafe 报文 30 位于通讯标准报文（如报文 2）之前。

### PROFIsafe 的使能

Safety Integrated 功能的 PROFIsafe 控制方式由参数 p9601 和 p9801 使能：

- 基本功能：p9601.2 = 0, p9801.2 = 0  
扩展功能：p9601.2 = 1, p9801.2 = 1
- p9601.3 = 1, p9801.3 = 1

---

#### 说明

#### Safety Integrated 基本功能由 PROFIsafe 控制时需要获得的授权

基本功能的使用不需要获得授权。通过 PROFIsafe 控制时也无需授权。而 Safety Integrated 扩展功能的使用需要购买相应授权。

---

所有和 PROFIsafe 通讯相关的参数都通过口令和校验和来防止意外的修改。报文的配置是通过 F 主站中安装的组态工具进行的，例如：SIMATIC Manager HW Config + F-Configuration Pack 或 SCOUT。

### 由 PROFIsafe 和端子控制 Safety Integrated 功能

还可通过端子（参数 p9601.0 = p9801.0 = 1）对 Safety Integrated 功能进行控制。这两种控制方式都使能后，STO 和时间受控的 SS1 既可以通过 PROFIsafe 报文 30 控制，也可以通过板载端子 F-DI 0 控制。

STO 比 SS1 的优先级更高，也就是说：SS1 和 STO 同时被触发时，STO 会优先执行。

8.6.5.2 报文 30 的结构

报文 30 的结构 (Safety Integrated 基本功能)

PROFIsafe 控制字(STW)

报文 30 中的 S\_STW1、PZD1 和输出信号请参见功能图[2840]。

表格 8- 16 PROFIsafe-STW 描述

位	含义	注释	
0	STO	1	撤销 STO
		0	选择 STO
1	SS1	1	撤销 SS1
		0	选择 SS1
2	SS2	0	- <sup>1)</sup>
3	SOS	0	- <sup>1)</sup>
4	SLS	0	- <sup>1)</sup>
5	预留	-	-
6	预留	-	-
7	内部事件应答	1/0	应答
		0	无应答
8	预留	-	-
9	选择 SLS 位 0	-	- <sup>1)</sup>
10	选择 SLS 位 1	-	-
11...15	预留	-	-

<sup>1)</sup> 和基本功能无关的信号应该都置 0。

### PROFIsafe 状态字(ZSW)

报文 30 中的 S\_ZSW1、PZD1 和输入信号请参见功能图[2840]。

表格 8- 17 PROFIsafe-ZSW 描述

位	含义	注释	
0	STO 生效	1	STO 生效
		0	STO 未生效
1	SS1 生效	1	SS1 生效
		0	SS1 未生效
2	SS2 生效	0	- <sup>1</sup>
3	SOS 生效	0	- <sup>1</sup>
4	SLS 生效	0	- <sup>1</sup>
5	预留	-	-
6	预留	-	-
7	内部事件	1	内部事件
		0	无内部事件
8	预留	-	-
9	生效的 SLS 档位位 0	-	- <sup>1</sup>
10	生效的 SLS 档位位 1	-	
11	SOS 已选	0	- <sup>1</sup>
12...14	预留	-	-
15	SSM (转速)	0	- <sup>1</sup>

<sup>1</sup>和基本功能无关的信号应该都置零。

报文 30 的结构 (Safety Integrated 扩展功能)

PROFIsafe 控制字(STW)

报文 30 中的 S\_STW1、PZD1 和输出信号请参见功能图[2840]。

表格 8- 18 PROFIsafe-STW 描述

位	含义	注释	
0	STO	1	撤销 STO
		0	选择 STO
1	SS1	1	撤销 SS1
		0	选择 SS1
2	SS2	1	撤销 SS2
		0	选择 SS2
3	SOS	1	撤销 SOS
		0	选择 SOS
4	SLS	1	撤销 SLS
		0	选择 SLS
5	预留	-	-
6	预留	-	-
7	内部事件应答	1/0	应答
		0	无应答
8	预留	-	-
		-	-
9	选择 SLS 位 0	-	选择 SLS 速度限值 (2 个位)
10	选择 SLS 位 1	-	
11	预留	-	-
12	SDI +	1	撤销 SDI +
		0	选择 SDI +
13	SDI -	1	撤销 SDI -
		0	选择 SDI -
14, 15	预留	-	-

### PROFIsafe 状态字(ZSW)

报文 30 中的 S\_ZSW1、PZD1 和输入信号请参见功能图[2840]。

表格 8- 19 PROFIsafe-ZSW 描述

位	含义	注释	
0	STO 生效	1	STO 生效
		0	STO 未生效
1	SS1 生效	1	SS1 生效
		0	SS1 未生效
2	SS2 生效	1	SS2 生效
		0	SS2 无效
3	SOS 生效	1	SOS 生效
		0	SOS 无效
4	SLS 生效	1	SLS 生效
		0	SLS 无效
5	预留	-	-
6	预留	-	-
7	内部事件	1	内部事件
		0	无内部事件
8	预留	-	-
		-	-
9	生效的 SLS 档位位 0	-	显示 SLS 速度限值（2 个位）
10	生效的 SLS 档位位 1	-	
11	SOS 已选	1	SOS 已选
		0	SOS 未选择
12	SDI + 生效	1	SDI + 生效
		0	SDI + 未生效
13	SDI - 生效	1	SDI - 生效
		0	SDI - 未生效
14	预留	-	-
15	SSM（转速）	1	SSM（转速低于限值）
		0	SSM（转速超过或等于限值）

## 8.7 调试

### 8.7.1 Safety Integrated 固件版本

#### 概述

控制单元 CU305 上的安全固件可能会有一个和总固件版本不同的版本号。

各个硬件的版本标识可通过下列参数读取。

显示总固件版本的参数为：

- r0018 控制单元固件版本

显示基本功能固件版本的参数为：

- r9770 驱动集成的 SI 功能的版本（处理器 1）

显示扩展功能固件版本的参数为：

- r9590 SI Motion 安全运动监控的版本（处理器 1）
- r9890 编码器模块的 SI 版本

#### 基本功能和扩展功能

在对 Safety Integrated 基本功能进行验收测试时，必须查看并记录安全功能固件版本信息，然后和固件版本组合一览表进行对比。

在进行 Safety Integrated 扩展功能的验收测试时，必须查看并记录控制单元的安全功能固件版本信息以及与安全功能相关的编码器模块或带 DRIVE-CLiQ 接口的电机的安全功能固件版本信息，然后和固件版本组合一览表进行对比。

使用扩展功能时，同时也需要满足基本功能的固件要求。

一览表可以从以下网址中的“产品支持”菜单中下载：

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/28554461>

检查步骤见下文所述。



## 安全功能固件版本组合的检查步骤

下载的一览表指出了各个安全功能等级（SINAMICS 基本功能、SINAMICS 扩展功能和 SINUMERIK Safety Integrated）允许采用的固件版本组合。

请首先查看控制单元的安全功能固件版本。再查看包含该版本号的表格行，它指出了与之兼容的对应驱动器的安全功能固件版本。您系统中的安全功能固件版本必须与之一致。

## 8.7.2 Safety Integrated 功能的调试

### 8.7.2.1 概述

#### 使用 STARTER 进行 PROFIsafe 调试

1. STARTER 为 Safety Integrated 基本功能提供三种调试方式：
  - 由端子控制的 STO/SS1/SBC
  - 由 PROFIsafe 控制的 STO/SS1/SBC
  - 由 PROFIsafe 和端子同时控制的 STO/SS1/SBC
2. STARTER 为 Safety Integrated 扩展功能提供三种调试方式：
  - 由端子控制的运动监控
  - 由 PROFIsafe 控制的运动监控
  - 由 PROFIsafe 和端子同时控制的运动监控

下文归纳了一些用于调试由端子、PROFIsafe 和“端子+PROFIsafe”控制的 Safety Integrated 功能的 STARTER 功能。

#### 安全槽

要通过 PROFIBUS 或 PROFINET 控制 Safety Integrated 功能时，首先要使用“SIMATIC Manager Step 7”和“HW Config”创建一个安全槽。创建步骤已在前面的章节中说明。

#### 专家列表

Safety Integrated 基本功能可以通过专家列表逐个手动调试，但通过 STARTER 调试会更简单、更不易出错。

### STARTER 中 Safety Integrated 功能的调用

- 在 Drives/Functions 目录下双击“Safety Integrated”即可打开相应的 STARTER 界面，展开后的树形图如下所示，不同项目可能有所不同。

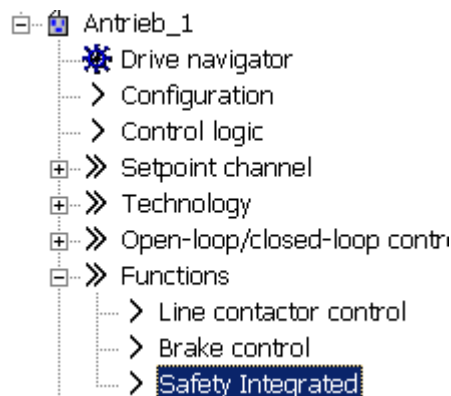


图 8-21 STARTER 项目树形图，调用 Safety Integrated

口令的出厂设置为“0”。

- 驱动器、控制器和 STARTER 必须在线连接在一起，才能使用 STARTER 窗口内的所有功能项。
- 从 **Safety function selection** 表中选择 Safety Integrated 的控制方式。
- 根据您的选择，上述控制方式对应的设置窗口打开。

#### 说明

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。

如需设置功率模块中的安全参数，请勾选复选框“Copy parameters after downloading”，这样便可以建立变频器和调试工具的在线连接。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。

#### 说明

在复制参数时，安全运动监控中应用的编码器参数 p9515~p9529 有以下特点：

- 安全功能没有使能(p9501 = 0) :
  - 在系统启动时，这些参数依据关联的编码器参数（如 p0410, p0474, ...）自动设置。
- 安全功能使能后(p9501 > 0) :
  - 在系统启动时，系统会检查这些参数和关联的编码器参数（如 p0410, p0474, ...）是否一致。

详细信息请参见 SINAMICS S110 参数手册中的参数说明。

---

**说明****激活修改后的安全参数**

在退出调试模式后( $p0010 = 0$ )，大多数参数修改立即生效，但也有些参数在重新上电后才生效：此时 **STARTER** 会显示信息，变频器会发出报警提示您进行这一操作。

在所有情况下，验收测试都要求给系统重新上电。

---

**8.7.2.2****调试 Safety Integrated 的前提**

1. 驱动器的调试必须已完成。
2. 已对驱动器重新上电（断电/接通）。
3. 存在非安全式脉冲封锁，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。
4. 使用 **SBC** 运行时：  
必须将带抱闸的电机连接至模块的相应接口。

### 8.7.2.3 调试不带编码器的 Safety Integrated 功能前的预设置

在调试不带编码器的 Safety Integrated 功能前，您需要进行额外的一些预设置。为调用斜坡函数发生器进行以下设置：

1. 激活斜坡函数发生器：在已经完成的项目中离线调用“Drive Navigator”，选择设备配置，点击“Carry out drive configuration”。在下一个窗口的功能模块中选择“Extended setpoint channel”。按下“Next”继续配置，然后按下“Finish”结束配置。现在，斜坡函数发生器已经激活，可以进行设置。
2. 双击<驱动设备> → <驱动> → Setpoint channel → Ramp function generator，在项目窗口中打开斜坡函数发生器：

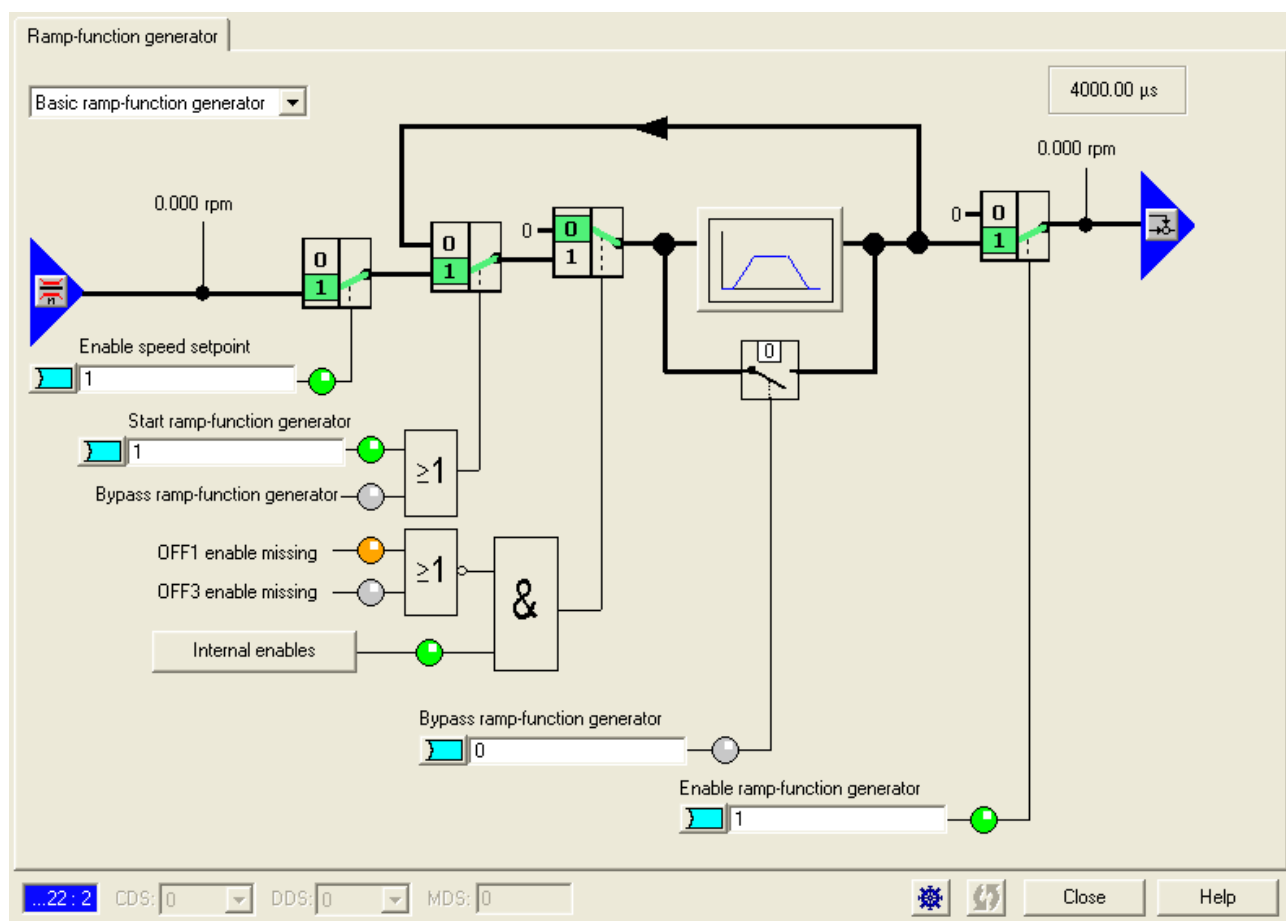


图 8-22 斜坡函数发生器

3. 单击有斜坡符号的按钮会打开下面的窗口：

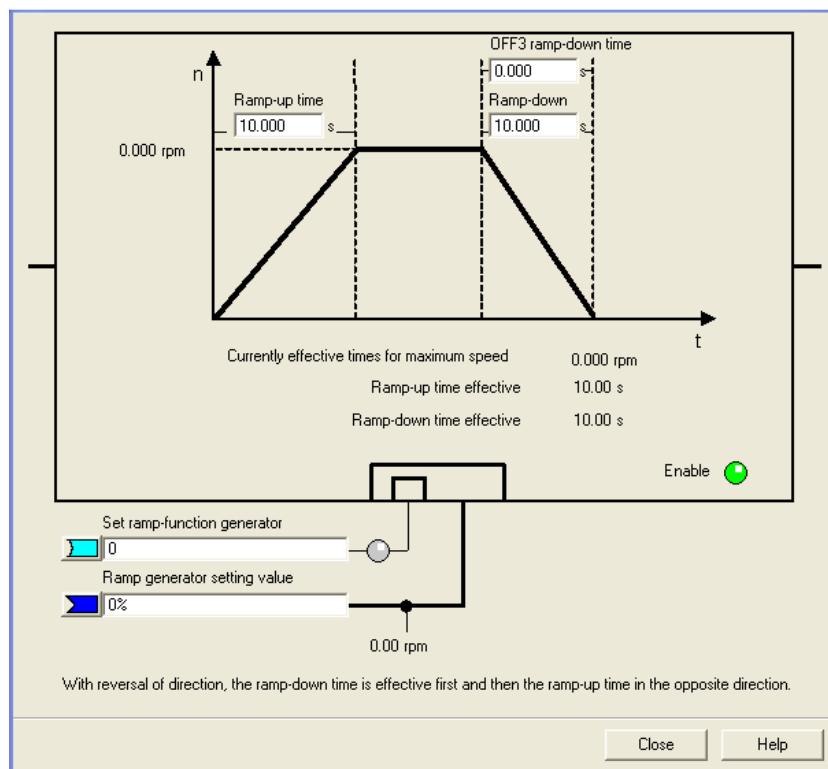


图 8-23 斜坡函数发生器的斜坡

4. 在其中输入数据，定义斜坡。
5. 然后进行电机的测量：首先测量静止的电机，然后测量旋转的电机。

#### 说明

Safety Integrated 扩展功能激活后，无法再执行这些测量！

#### 激活 Safety Integrated

1. 点击<驱动设备> → <驱动> → Functions → Safety Integrated，打开 Safety Integrated 选择窗口，从中选择所需的安全功能。
2. 在下拉菜单中选择“[1] Safety without encoder”。
3. 对应安全功能的配置窗口打开，在其中将实际值检测周期(p9511) 设为电流控制器周期。
4. 点击“Gearbox factor”，提高实际值公差 (p9542)，例如改为 10 mm/min 或 10 rev/min，将电机转数设为极对数(r0313)。
5. 打开 SS1，设置大于 0 的关机速度。

8.7 调试

6. 打开 SLS，将所有停止响应改为“[0]STOP A”或“[1]STOP B”，然后关闭窗口。
7. 现在您可以根据您的应用来设置安全功能。
8. 点击“Copy parameter”，执行指令“Copy RAM to ROM”。
9. 重新给驱动器上电，使参数修改生效。

**说明**

如果变频器在加速或减速时输出信息 C01711/C30711（信息值为 1041 到 1043），表明加速度或减速度可能设得过大。解决办法有：

- 降低斜坡斜率。
- 用带平滑的扩展斜坡函数发生器使启动更加平缓。
- 降低前馈。
- 修改 p9586、p9587、p9588、p9589 和 p9783 的值，参见参数手册中的说明。

8.7.2.4 批量调试提示

**安全功能批量调试**

1. 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。
2. 源设备和目标设备的软件版本不同时，可能需要设置设定校验和。这可通过故障信息显示：

目标校验和	故障
p9729[0...2]	F01680（故障值：0...2）
p9399[0...1]	F30680（故障值：0...1）
p9799	F01650（故障值：1000）
p9899	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。这还会通过故障 F01650（故障值：2004 或 2005）显示。



**警告**

应对受到硬件更换影响的驱动器执行过简单的功能测试后，人员才可以再次进入危险区域并重启设备，参见“验收测试”一章。

### 8.7.2.5 采样时间设置

#### 概念说明:

系统中的软件功能以不同的**采样时间**循环执行。

安全功能按照**监控周期**(p9300/p9500)执行。基本安全功能的监控周期显示在 r9780/r9880 中。

PROFIBUS 通讯通过**通讯周期**循环进行。

在 PROFIsafe 采样周期中会对主站发送的 PROFIsafe 报文进行分析。

#### 采样时间设置规定

- 监控周期 (p9300/p9500) 可设置为 500  $\mu$ s 至 25 ms 之间的值。  
但是控制单元中扩展功能占用的计算时间取决于监控周期 (较短的周期会需要较长的计算时间)。因此监控周期的设置取决于控制单元上可用的计算时间。  
控制单元的可用计算时间主要受已使能的扩展功能和所选择的工艺功能的影响。
- 监控周期 (p9300/p9500) 必须为实际值检测周期 (p9311/p9511) 或通讯周期 (p9300/p9500 = 0 时) 的整数倍。
- 使用扩展安全功能时, 必须设置  $p9311/p9511 \geq 4 * \text{电流控制器周期}$ , 但最小应  $\geq 2 \text{ ms}$ 。

#### 重要参数一览 (参见 SINAMICS S110 参数手册)

- p9300 SI Motion 监控周期 (功率模块)
- p9311 SI Motion 实际值采集周期 (功率模块)
- p9500 SI Motion 监控周期 (控制单元)
- p9511 SI Motion 实际值检测周期 (控制单元)

8.7 调试

8.7.3 使用STARTER/SCOUT进行安全端子的调试

8.7.3.1 调试基本步骤

满足以下条件时才能配置安全端子：

- 已完成驱动器首次调试
- 测量功能（静止测量或旋转测量）结束

表格 8-20 配置步骤

步骤	操作
1	配置安全端子
2	配置输入端
3	配置输出端
4	配置安全功能
5	修改安全口令
6	通过“Copy parameters”复制冗余参数
8	点击“Activate settings”传送配置
9	在驱动器中通过“Copy RAM to ROM”保存项目
10	将项目载入 STARTER
11	在 STARTER 中保存整个项目
12	执行上电
13	执行验收测试



### 8.7.3.2 配置初始画面

#### 描述

初始画面帮助您开始 **Safety Integrated** 功能的配置。根据所使用的是基本功能，还是带或不带编码器的扩展功能，该画面中显示的设置选项是不同的。

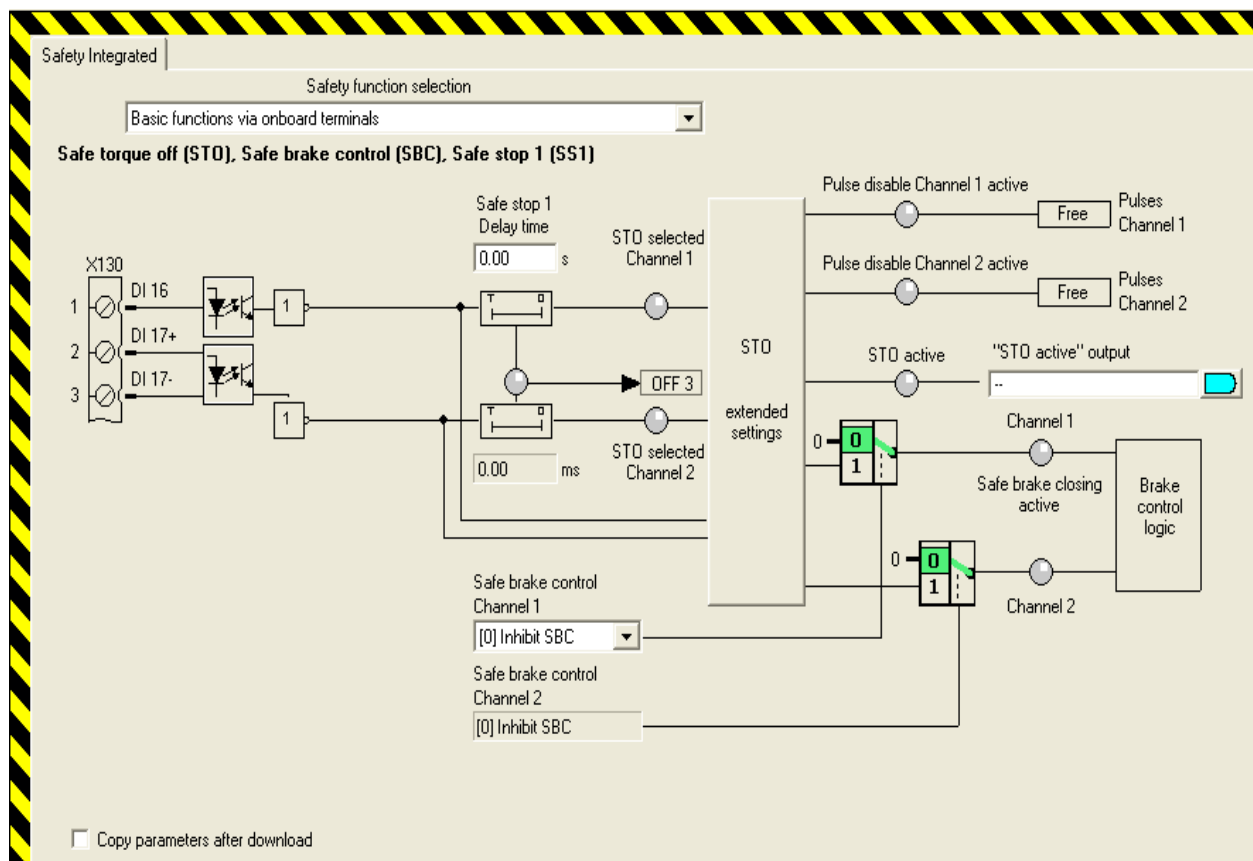


图 8-24 Safety Integrated 初始画面（以基本功能为例）

- **Copy parameters**（复制参数）  
点击该按钮，将冗余参数从处理器 1 复制到处理器 2 中。
- **Copying parameters after download**（下载完成后复制参数 - 只可离线操作）  
通过激活该选项，在下载时配置会自动复制到第 2 个处理器中。

## 8.7 调试

- **Change/activate settings** (更改/激活设置)
  - **Change settings** (更改设置)

点击此按钮，在输入口令后对配置进行更改。此后按钮的功能变为“**Activate settings**”。
  - **Activate settings** (激活设置)

点击此按钮接收输入的参数，计算实际 CRC 并将其传输给设定 CRC。  
重启后这些参数才会生效。  
接着会显示要求备份项目和执行重启的信息。此外需要进行验收测试。
- **Change password** (修改口令) (p10061 ... p10063)

输入旧口令 (出厂设置为 0)，然后输入并确认新口令，即完成口令的修改。
- **Restore Safety factory settings** (恢复安全功能出厂设置)

点击按钮并输入安全口令。对话框“**Restore Safety factory settings**”打开。

---

### 说明

配置画面的详细信息请见 **STARTER** 在线帮助。

---

### 8.7.3.3 安全端子的配置（扩展功能）

#### Safety Integrated 端子的配置界面

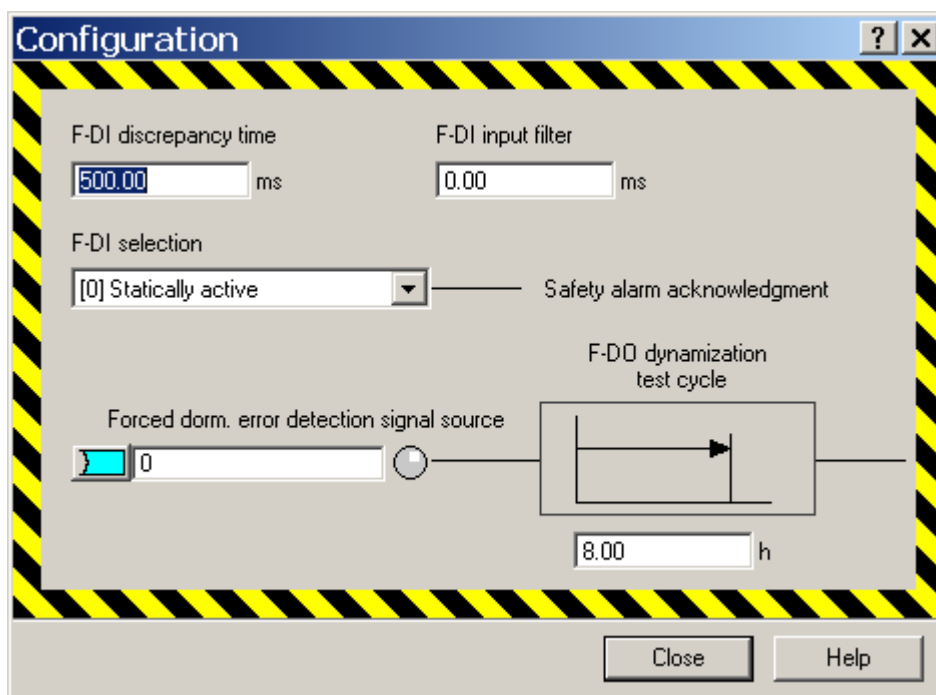


图 8-25 安全端子的配置

可通过 **Safety inputs/outputs > Configuration** 找到此窗口。

窗口中的功能项：

- F-DI discrepancy time (p10002)

该功能项设置用于监控一个 F-DI 的两个端子的信号状态是否达到相同逻辑值的时间。

#### 说明

监控时间必须始终要设得比该 F-DI 上信号所需的最短切换间隔要短。

- F-DI input filter (p10017)

F-DI 去抖时间的参数设置。去抖时间被取为整数倍的毫秒值后传送到系统。去抖时间指允许 F-DI 上的干扰脉冲存在的最长时间，超过该时间后干扰脉冲便被视为开关脉冲。

## 8.7 调试

- F-DI selection (p10006 或扩展报警应答)

在出现内部错误或超限时，扩展功能会向一个专用缓冲器中输入一条安全信息，该信息只能通过安全方式应答，该功能项可以为此指定一对 F-DI 端子。

- Forced demo. error detection signal source(p10007)

该功能项用于选择启动测试停机的输入端子：该输入端子上的 0/1 信号会启动测试停机，但只有在驱动器不处于调试模式时才会启动。

- F-DO dynamization test cycle (p10003)

必须定期检查 F-DI/F-DO 的故障安全性，如通过测试停机或强制潜在故障检查。为此 CU 305 包含一个功能块，由一个 BICO 信号源选中后会启动强制检查（例如：接通传感器电源）。在每次选中该功能块后都会启动一个定时器，监测是否达到检查间隔。间隔期满后，系统会输出一条提示信息，

---

### 说明

扩展功能已使能时，不可以将未用于扩展功能的 F-DI 用作其他功能。虽然可以对 F-DI 进行布线，但其一旦动作，便会输出 Safety Integrated 差异故障信息。因为即使 F-DI 不具有安全功能，系统也会监控其差异。

---

### 8.7.3.4 测试停机

#### 检查 F-DI/F-DO

必须定期检查 F-DI/F-DO 的故障安全性，如通过测试停机或强制潜在故障检查。为此 SINAMICS S110 包含了一个功能块，该功能块通过一个 BICO 信号源选中时会触发强制潜在故障检查。在每次成功执行测试停机后都会启动一个定时器，确保下一次测试以规定时间间隔执行。设置的检查间隔(p10003)期满后每次控制单元启动时，系统都会输出信息 A01774 提示用户对控制单元上的 F-DI/DO 执行测试停机。

- F-DO 有三种测试停机模式可供选择（见下文）。
- F-DI 应由检查人员在强制潜在故障检查时进行检查。

**测试停机的执行步骤:**

设置测试停机的步骤为:

1. 从您应用中使用的电路推导出合适的测试停机模式（参见下文的示意图）。
2. 通过参数 p10047 设置所需的测试停机模式。
3. 通过参数 p10046 确定是否测试 F-DO 0。
4. 通过参数 p10017 设置 F-DI 的去抖时间。
5. 通过 p10001 确定在多长时间必须在对应的 F-DI 上或 DIAG 输入上检测到 F-DO 的信号。
6. 通过参数 p10003 设置执行测试停机的时间间隔。在该间隔期满后系统会输出信息 A01774 提示您执行 F-DI/F-DO 的测试停机。
7. 通过参数 p10007 确定触发测试停机的信号源例如：该信号可以是一个控制信号或通过 BICO 互联的开关。

在测试停机执行期间，系统会输出信息 A01772（正在进行 F-DI/F-DO 的测试停机）。在测试停机执行结束后，信息 A01772 和 A01774 消失。如果通过测试停机检测出故障，系统会报告故障 F01773。根据各测试停机模式中指定的测试序列，您可以通过故障值识别出在哪个测试步骤中出现了错误。

**测试停机的持续时间**

测试停机持续时间的计算公式为:

$$T_{\text{测试停机}} = 3 \cdot p10000 + 2 \cdot (3 \text{ ms} + p10017) + 8 \cdot p10000 + 6 \cdot (p10001 + p10017)$$

F-DI 的检查时间	失效 F-DI 的计算时间	F-DO 的检查时间	生效 F-DI 的计算时间
---------------	------------------	---------------	------------------

测试停机模式 1

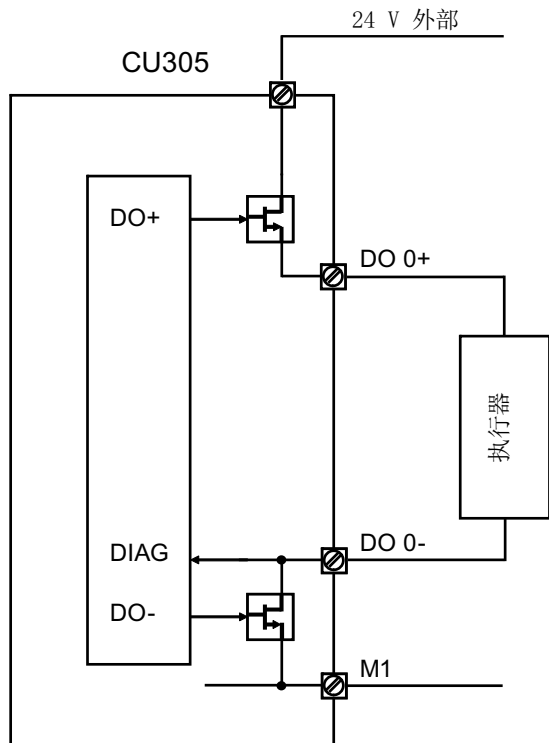


图 8-26 F-DO 回路的测试停机模式 1

检查步骤 1)	DO+	DO-	DIAG 信号的目标电平
0 ... 3	-	-	同步
4	熄灭	熄灭	低
6	ON	ON	低
8	熄灭	ON	低
10	ON	熄灭	高
12	熄灭	熄灭	低

测试停机模式 1 的测试序列

1) 完整的检查步骤请参见“SINAMICS S110 参数手册”中的信息 F01773。

## 测试停机模式 2

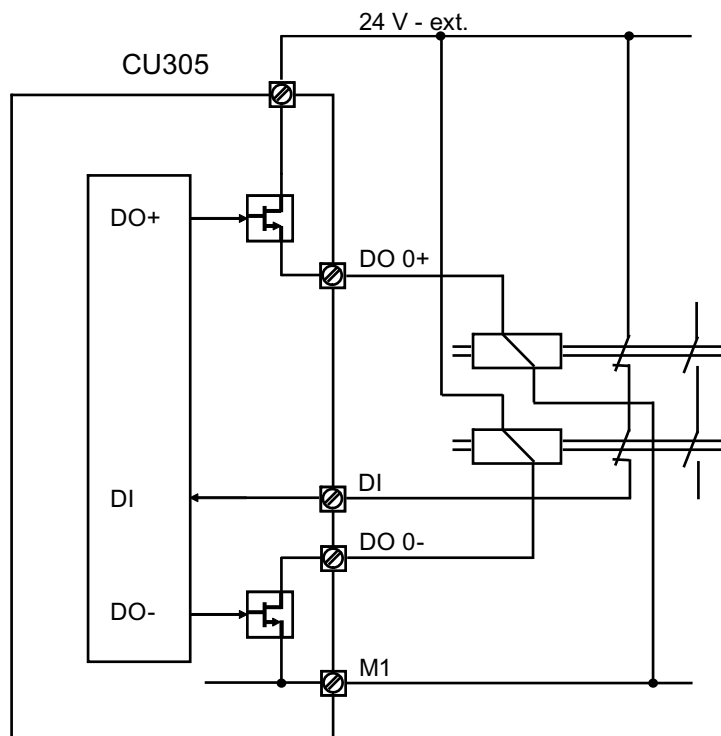


图 8-27 F-DO 回路的测试停机模式 2

检查步骤 1)	DO+	DO-	DIAG 信号的目标电平
0 ... 3	–	–	同步
4	熄灭	熄灭	高
6	ON	ON	低
8	熄灭	ON	低
10	ON	熄灭	低
12	熄灭	熄灭	高

测试停机模式 2 的测试序列

1) 完整的检查步骤请参见“SINAMICS S110 参数手册”中的信息 F01773。

测试停机模式 3

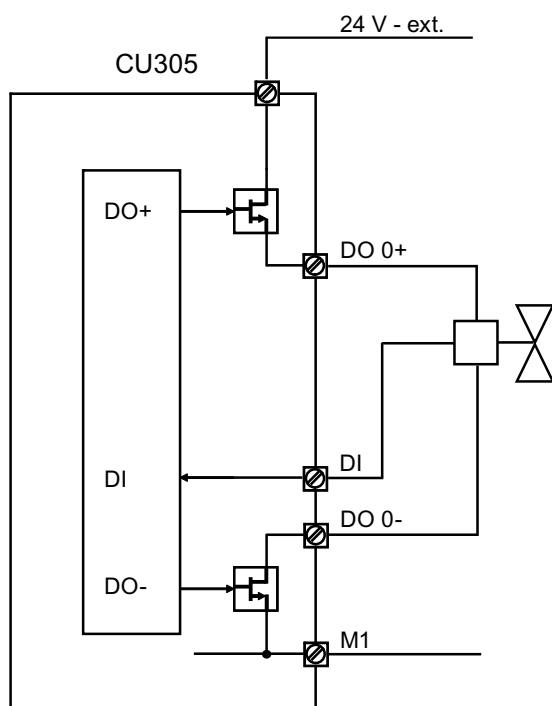


图 8-28 F-DO 回路的测试停机模式 3

检查步骤 1)	DO+	DO-	DIAG 信号的目标电平
0 ... 3	-	-	同步
4	熄灭	熄灭	高
6	ON	ON	低
8	熄灭	ON	高
10	ON	熄灭	高
12	熄灭	熄灭	高

测试停机模式 3 的测试序列

1) 完整的检查步骤请参见“SINAMICS S110 参数手册”中的信息 F01773。

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p10001 SI F-DO 测试停机的等待时间
- p10003 SI 强制潜在故障检查定时器
- p10007 BI: SI F-DO 强制潜在故障检查信号源
- p10017 SI 数字量输入端去抖时间
- p10046 SI 传感器反馈测试
- p10047 SI 选择测试停机模式



## 8.7.3.5 F-DI/F-DO 配置

## F-DI 输入端配置窗口

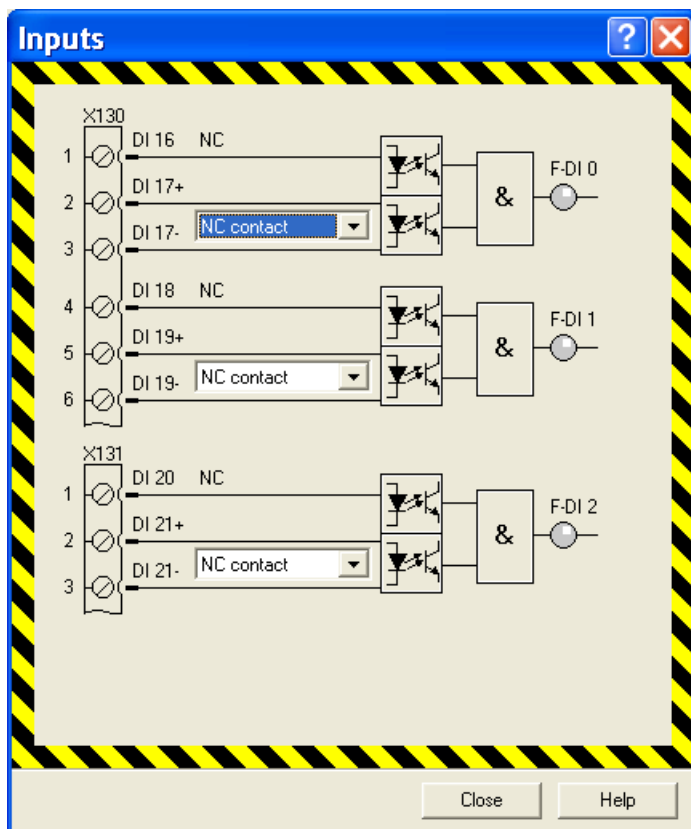


图 8-29 输入端的配置窗口

- 常闭触点/常开触点(p10040)

端子属性 F-DI 0-2 (p10040.0 = F-DI 0, ... p10040.2 = F-DI 2): 始终只设置第 2 个（下方）数字量输入端的属性。第 1 个数字量输入端（上方）始终必须作为常闭触点。第 2 个数字量输入端可配置为常开触点。

- F-DI 配置窗口中的 LED 符号

逻辑与连接后的 LED 图标反映了信号的逻辑状态（灰色表示未生效，绿色表示生效，红色表示差异性故障）。

## F-DO 输出端配置窗口

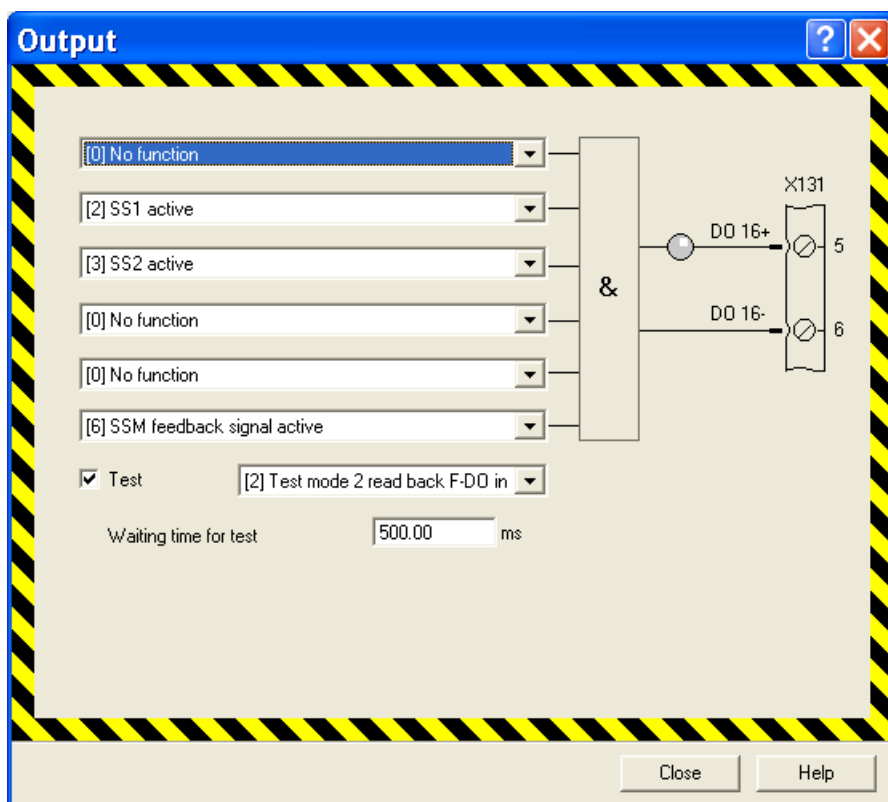


图 8-30 输出端的配置窗口

- **F-DO 的信号源 (p10042)**

6 个输入信号和每对 F-DO 的输出端子逻辑“与”连接在一起，此处输入信号的选项有：

- 无功能（输入被设置为“高”；缺省设置）

无输入信号（缺省设置，此时输出高电平），例外：这六个输入上都没有输入信号时，输出信号为 0。

- 驱动器的状态信号

更多状态信号的相关信息请参见“通过端子进行控制”中的“F-DO 一览”一节。

- **选择 F-DO 测试(p10046, p10047)**

在 F-DO 上可在强制检查时激活回读电缆的测试并选择 **Teststop** 的测试模式（其他信息请参见“扩展功能”一章的“强制潜在故障检查”一节）。

- 测试等待时间

输入一个测试时间。测试时间表示的是外部执行器过渡状态的最长等待时间。

- F-DO 输出端配置窗口中的 LED 符号

逻辑与连接后的 LED 图标反映了信号的逻辑状态（灰色表示未生效，绿色表示生效）。

### 8.7.3.6 控制接口

#### 控制接口配置窗口

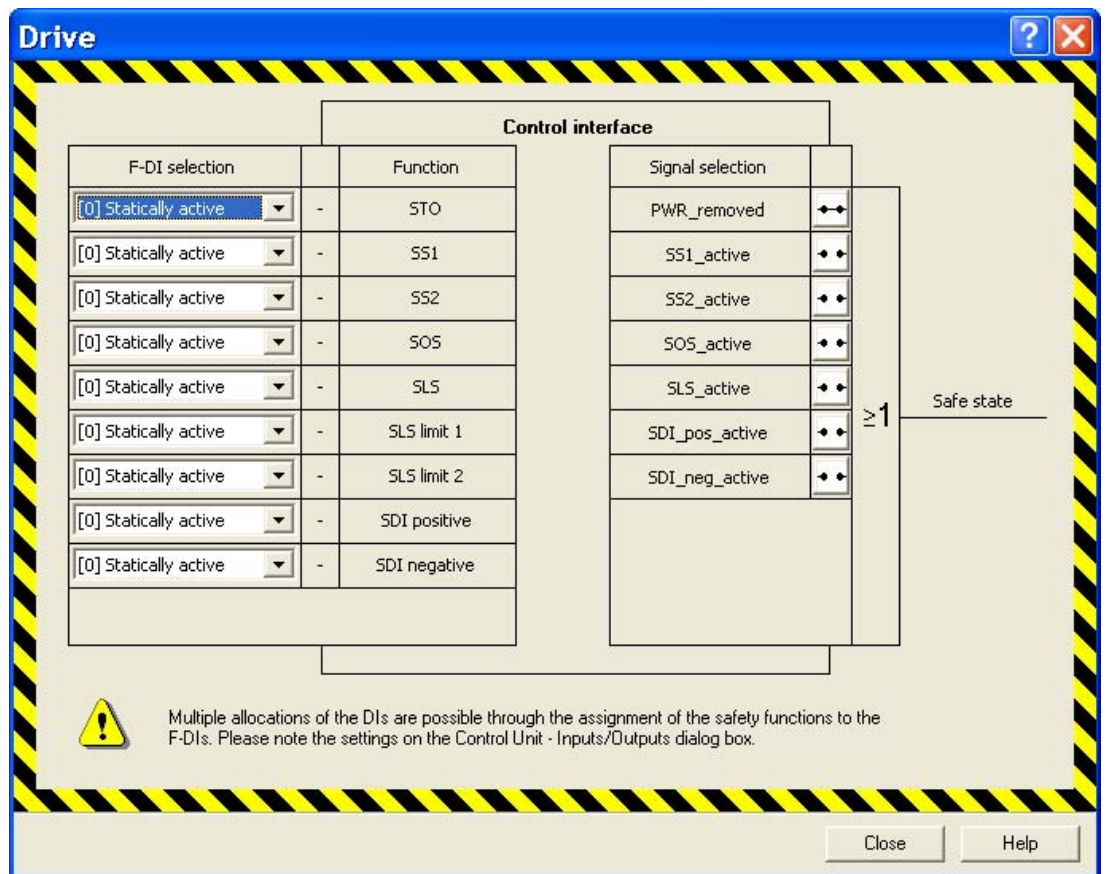


图 8-31 驱动器配置窗口

## 8.7 调试

此窗口中包含以下功能：

- 为 STO、SS1、SS2、SOS、SLS 功能选择 F-DI，以及 SLS 速度限制（位编码）（p10022 至 p10028）和 SDI。

可为一个 F-DI 分配多个安全功能。

- “Safe State”信号配置（p10039）

可基于以下状态信号生成“Safe State”安全输出信号：

- STO 生效（断电）
- SS1 生效
- SS2 生效
- SOS 生效
- SLS 生效
- SDI +
- SDI -

而各个功能的状态信号（断电、SS1 生效等）逻辑或连接。

### 8.7.4 STARTER 中 PROFIsafe 的配置步骤

#### 通过专家参数表激活 PROFIsafe

首先将专家参数表中 p9601 和 p9801 的位 3 设为 1，位 2 设为 0，以激活 Safety Integrated 的 PROFIsafe 控制方式。位 0 可以设为 1 或 0，取决于您是否希望采用“端子+PROFIsafe”的组合控制方式。

#### 保存并复制 Safety Integrated 功能

在设置 Safety Integrated 参数后（例如：PROFIsafe 地址），须点击“Copy parameters”将处理器 1 中的设置复制到处理器 2 中，然后点击“Activate settings”激活设置。

## 验收测试

在配置和调试结束后必须执行验收测试，参见相应章节。

---

### 说明

在 HW Config 中修改了 SINAMICS 驱动器的 F 参数后，SIMATIC F-CPU 中安全程序的全局签名也会一同改变，通过全局签名可以判断 F-CPU 中与安全相关的设置（SINAMICS 从站的 F 参数）是否改变。但此全局签名不包括与安全相关的驱动参数，因此无法监控驱动参数的变化。

---

## 8.7.5 配置 PROFI-safe 通讯的步骤

### 配置示例

下面以 SINAMICS S110 驱动器和上级控制器 SIMATIC F-CPU（作为 PROFIBUS 主站工作）为例来介绍如何配置 PROFI-safe 通讯。

故障安全通讯（F 通讯）的配置和运行需要满足以下软件和硬件前提条件：

必要的软件包：

- SIMATIC Manager STEP 7 V5.4 SP4 或更高版本
- S7 F Configuration Pack V5.5 SP5 <sup>1)</sup>或更高版本
- S7 Distributed Safety Programming V5.4 SP5 <sup>1)</sup>或更高版本
- STARTER V4.2 或 SIMOTION SCOUT <sup>2)</sup> V4.2
- Drive ES Basic V5.4 SP4 <sup>1)</sup>或更高版本

<sup>1)</sup>针对使用 SIMATIC F-CPU 的情况

<sup>2)</sup>但是在使用 SIMOTION SCOUT 时不能使用 SP6

硬件：

- Safety-CPU (F-CPU): 例如 SIMATIC CPU 317F-2

### 拓扑结构（配置网络视图）

PROFIBUS 上参与安全通讯的各组件构成的基本拓扑结构如下所示：

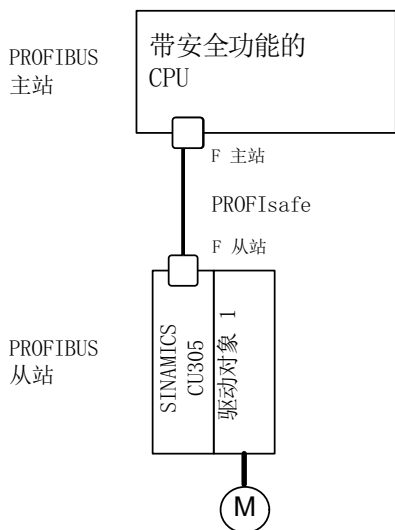


图 8-32 PROFIsafe 拓扑结构示例

### 配置 PROFIsafe 通讯

下面将描述如何配置驱动设备和 SIMATIC F-CPU 之间的 PROFIsafe 通讯。

在 HW Config 中，根据现有的硬件创建 F-CPU（例如 CPU 317F-2）和 SINAMICS S110。

1. 创建 SINAMICS S110 作为 DP 从站，而连接的 F-CPU 作为相应的 DP 主站。
2. 在“DP slave properties”（DP 从站属性）中，可在“Configuration”标签下通过“Insert object”（插入对象）添加 PROFIsafe 槽，然后在选项“PROFIsafe”中进行设置。

3. 在 DP 从站（SINAMICS S110）属性的“Configuration”标签中显示 F 通讯的报文配置。

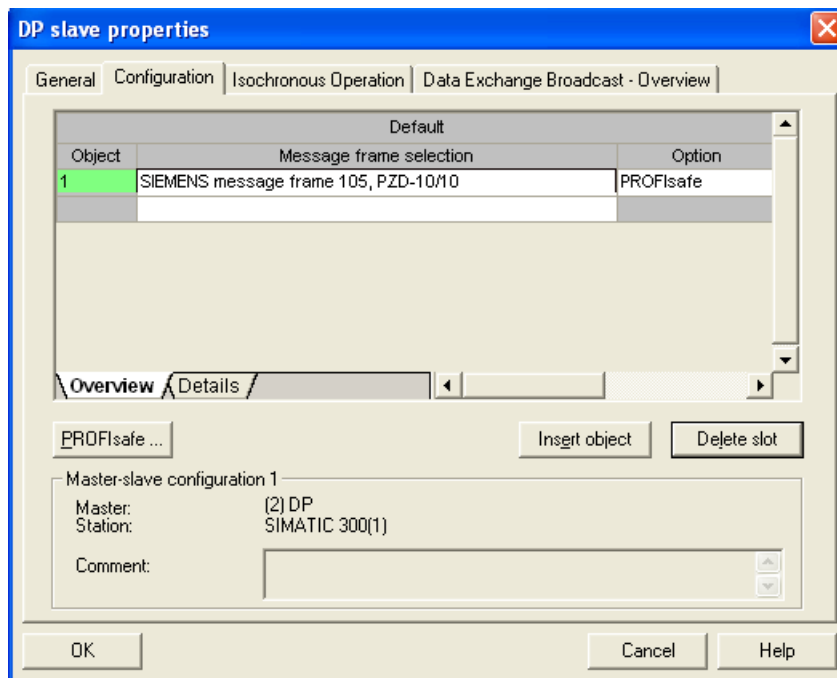


图 8-33 示例： PROFIsafe 配置（HW Config）

4. 双击 SINAMICS 驱动设备的图标并在“Configuration”标签中选择“Details”（详细信息）标签。
5. 点击“PROFIsafe...”按钮定义用于 F 通讯的重要 F 参数。

设置安全参数：

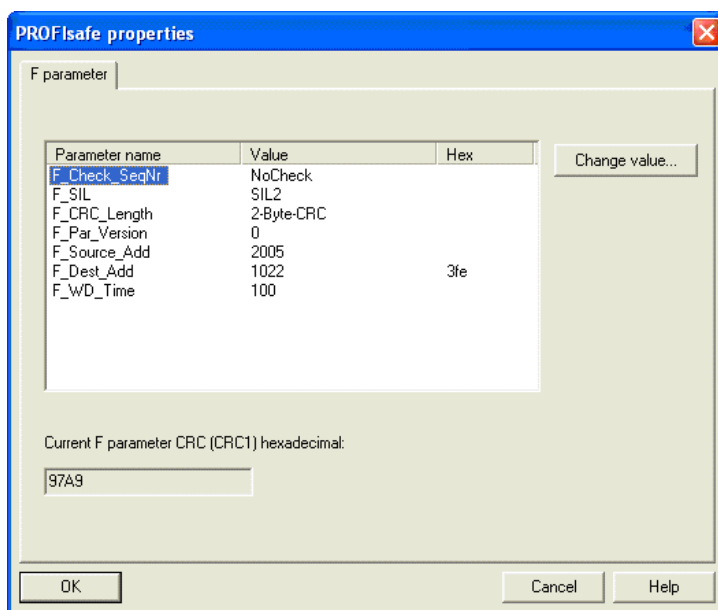


图 8-34 PROFIsafe 属性 (HW Config)

列表中的前五个 F 参数为自动赋值且不可修改。

剩余的两个参数的取值范围如下：

#### **F\_Dest\_Add:1-65534**

通过 F\_Dest\_Add 定义驱动对象的 PROFIsafe 目标地址。

其赋值可为取值范围中的任意值，但是在 SINAMICS 驱动设备中的驱动 Safety 配置时须再次输入。在 p9610（控制单元）和 p9810（功率模块）中都必须设置 F\_Dest\_Add 的值，也可通过 PROFIsafe STARTER 界面非常方便地进行设置，见下图。PROFIsafe 目标地址必须以十六进制格式输入（示例为 008cH）。



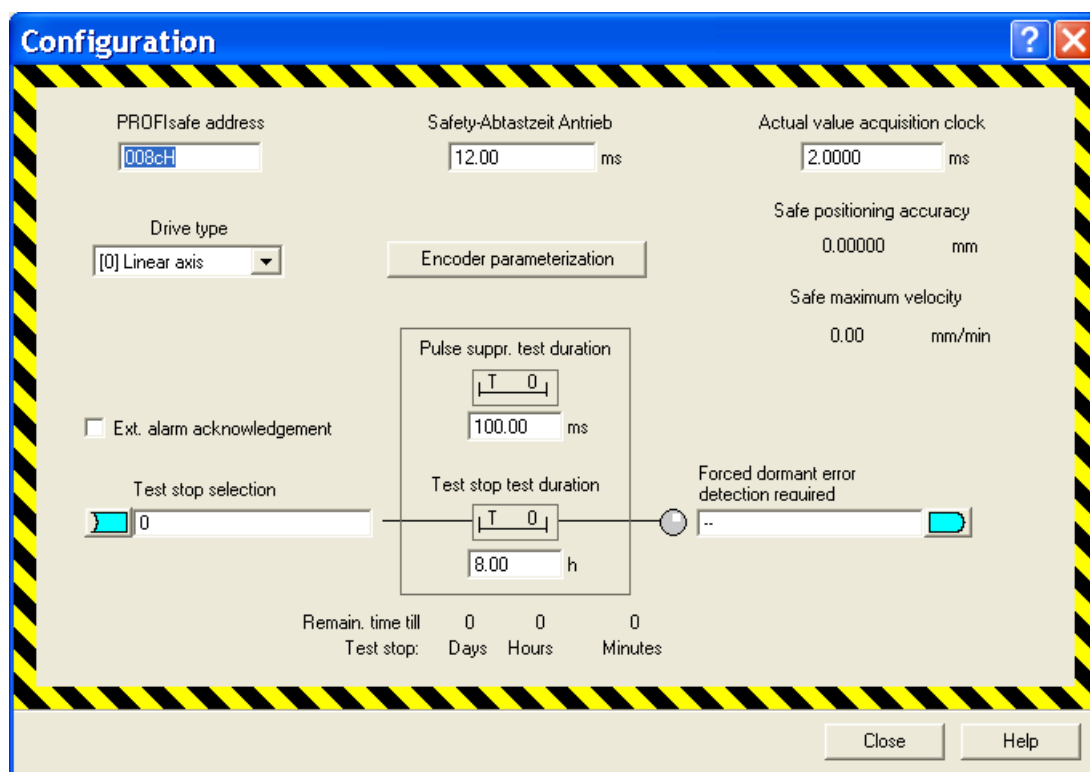


图 8-35 STARTER: 配置“由 PROFIsafe 控制的运动监控”

### F\_WD\_Time:10- 65535

在监控时间内必须从 F-CPU 接收当前有效的安全报文。否则驱动器会进入安全状态。请设置合适的监控时间，一方面要为报文延迟留出余量，另一方面又要确保在发生故障（例如通讯连接中断）时驱动器可以快速执行故障响应。

更多 F 参数的相关信息请参见“PROFIsafe properties”对话框的在线帮助（“Help”按钮）。

### 8.7.6 组件更换提示

#### Safety Integrated 功能定义的“硬件更换”

##### 说明

在更换特定硬件（编码器模块或带 DRIVE-CLiQ 接口的电机）后，必须对硬件更换进行应答，以确保设备内部可以重新建立通讯连接。更换其他硬件后无需应答，因此设备内部会自动恢复通讯连接。



修改或更换软件的注意事项请参见“安全提示”一章！

1. 按照安全规定的要求更换损坏的组件。
2. 确保没有人员进入危险区域后再接通设备。
3. 在符合相关驱动的驱动对象上执行：
  - 如在更换编码器模块后，在一个监控通道中发现损坏，便会输出故障 C30711，故障值 1031。
  - 使用 STARTER/SCOUT 时：
    - 在安全功能的配置主窗口中点击“Acknowledge hardware replacement”。输出故障 F01650/F30650（要求验收测试）。
    - 如果您不带 STARTER 在带有 BOP 的 SINAMICS 或带有 HMI 的 SIMOTION 中操作：
      - 启动节点标识符的复制功能(p9700 = 1D hex)。
      - 确认驱动对象上的硬件 CRC(p9701 = EC hex)。
4. 将所有参数保存至存储卡：
  - 使用 BOP 时：设置 p0977 = 1。
  - 使用 STARTER 时：“Copy RAM to ROM”功能。
5. 给所有组件重新上电。

##### 说明

系统在此情况下不会通过 LED 闪烁来提示您必须进行上电。

6. 执行验收测试并填写验收报告，参见“验收测试和验收报告”一章中的表“特定操作下需要进行的简化验收测试项目”。



警告

在所有受到硬件更换影响的驱动器上都要进行（简化的）验收测试，人员才可以再次进入危险区域，重启设备，参见“验收测试”一章。

## 8.8 应用实例

### 8.8.1 CU305 和安全开关设备输入/输出端的连接

#### F-DO 和安全设备安全输入端的连接

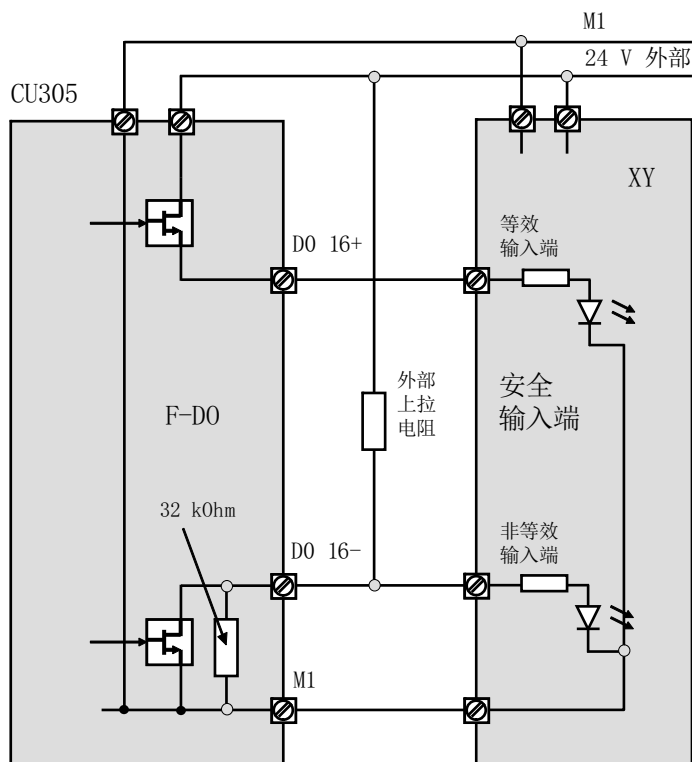


图 8-36 F-DO 和安全设备 XY（如：安全 PLC）上等效/反等效安全输入端的连接

只有在特殊情况下才需要使用外部上拉电阻，参见章节末尾的选型示例。

## F-DI 和安全设备的“+”分接输出之间的连接



**警告**

与机械开关触点（例如急停开关）不同，在数字量输出上常用的半导体开关即使在断开状态下也可能带有漏电流，在与数字量输入连接不正确时，这可能会导致错误的开关状态。

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。

### 说明

#### F-DO 的测试脉冲

一些安全模块的 F-DO 会发出用于自检和传送距离检查的测试脉冲。这些测试脉冲可能会导致误报警，这些报警也要安全应答。为避免这种误报警，要调高差异时间 p10002。根据我们的应用经验，150 毫秒左右的差异时间是比较合适的，但是您还是要注意安全控制器 F-DO 发出的测试脉冲的说明。



**警告**

根据 IEC 61131 第 2 部分第 5.2(2008) 章，在将 CU305 的数字量输入与半导体数字量输出连在一起时，只能使用断开状态下最大剩余电流为 0.5mA 的输出。

### 去抖

可以通过 p10017（SI 数字量输入去抖时间）滤掉来自控制器的测试信号，避免误报故障。

如果 CU305 F-DI 上连接的其他设备的数字量输出（如安全 PLC 的 F-DO）在断开状态下的剩余电流超出了 0.5mA，F-DI 需要在对应的回路中连接负载电阻。

CU305 的 F-DI 在断开状态下允许的最大电压为 5 V（根据 IEC 61131-2，2008）。

下面两幅示意图显示了 F-DI 和加装的负载电阻之间的详细接线。

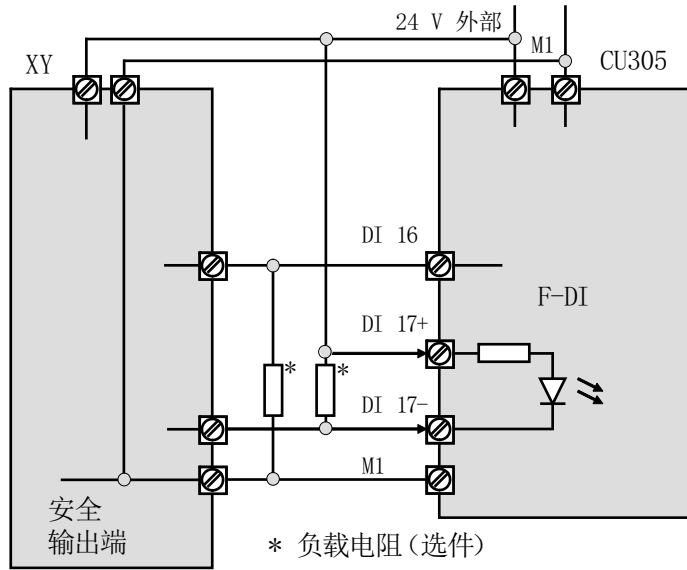


图 8-37 F-DI 和安全设备 XY（如：安全 PLC）上“正负切换”式安全输出端的连接

F-DI 和安全设备的“++”分接输出之间的连接

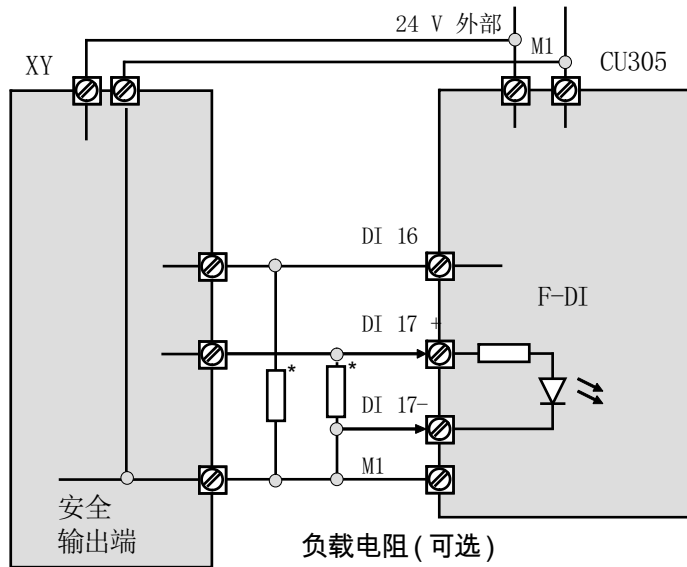


图 8-38 F-DI 和安全设备 XY（如：安全 PLC）上“正正切换”式安全输出端的连接

**负载电阻选型示例 1:**

根据制造商文档，安全 PLC 的 F-DO 漏电流为 1 mA，比 F-DI 允许的最大电流高出 0.5 mA。

因此需要的负载电阻为  $R = 5 \text{ V} / 0.5 \text{ mA} = 10 \text{ k}\Omega$ 。

电源电压最大时，此电阻上的损耗功率为：

$P = (28.8 \text{ V})^2 / R = 83 \text{ mW}$ 。应始终根据该损耗功率来选择电阻。

**负载电阻选型示例 2:**

如果制造商文档中说明了数字量输出端的其他条件（如最小负载或最大负载电阻），则必须注意这些条件。

例如：对于 SIMATIC ET200S I/O 模块 4 F-DO（6ES7138-4FB02-0AB0）规定了负载在 12  $\Omega$  到 1 k $\Omega$  之间。

因此这种 F-DO 和 CU305 的 F-DI 连在一起时，便需要另外安装两个具有持续负载能力的 1 k $\Omega$  的负载电阻，最低损耗功率  $P = (28.8 \text{ V})^2 / R = 830 \text{ mW}$ 。

使用一个受控的 24 V 电源（如 SITOP）后，大大低于此损耗功率要求的电阻也可以投入使用。

---

**说明**

**上拉电阻的断线检测功能**

上拉电阻大于 1 k $\Omega$  时，断线检测功能不能再安全可靠地工作，必须关闭。

---

## 8.9 验收测试和验收报告

### 8.9.1 概述

根据标准 DIN EN 61800-5-2 第 7.1 章 f 点的要求，电气驱动器的安全功能需要经过验收测试，在该标准中也称“配置检查”。

- 对应用加以说明，含示意图
- 对应用中使用的安全部件加以说明，含软件版本
- 列出 PDS(SR)[指和安全相关的电气驱动系统]中使用的各项安全功能
- 按照规定的测试方法检查这些安全功能，并记录下所有测试的结果
- 列出 PDS(SR)中的所有安全参数及其赋值
- 记录校验和、测试日期，测试人员签字确认

在 Safety Integrated 功能（简称安全功能）的应用中，验收测试的目的在于检查驱动器中集成的 Safety Integrated 监控功能和停止功能能否正常工作。具体来说它会检查定义的安全功能是否正确执行、强制潜在故障检查是否正确，并通过超限测试来检查各项安全监控功能是否正确响应。这对于所有驱动专用的 Safety Integrated 运动监控都是必须执行的。



只要更改了某项安全功能的参数，便需要对该项安全功能重新进行验收测试，并将结果记录到验收报告中。

#### 说明

验收测试旨在检查各项安全功能的参数是否正确设置。通过该测试获得的数值（如：距离、时间等）和检测出的系统特性（例如：触发特定停止响应）可用于检查安全功能的合理性。通过验收测试应能够发现潜在的配置错误并记录下正确的配置。验收测试获得的数值都是典型值，不是最差情况值，这些值只代表设备在测量这一时间点的特性，这些数值不能用于推导最大制动距离。

## 8.9.2 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。验收报告必须保存到设备的日志中。必须设置口令来防止非法访问安全参数，设置口令这一步骤必须明确地记录在验收报告中，但是口令本身不要记录下来。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

- 注意“首次调试步骤”一章的相关信息。
- 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。

### 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）。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。

要进行简化的验收测试时，首先说明验收测试的各个组成部分，然后依据这些部分定义逻辑组。只要设备允许，便要为每台驱动器单独执行验收测试。

### 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

### 验收测试模式的说明

验收测试模式可通过 **p9370/p9570** 激活，通过 **p9358/p9558** 设置持续时间，其中设计有一段电机超限。在验收测试模式中，速度设定值限幅失效。为避免变频器一直保持验收测试模式，在 **p9358/p9558** 设置的持续时间结束后，变频器自动退出该模式。

只有在执行安全功能 **SS2**、**SOS**、**SDI** 和 **SLS** 的验收测试时，我们才建议激活验收测试模式，在其他功能上，该模式不起作用。

通常情况下，**SOS** 可以直接选中或通过 **SS2** 选中。验收测试模式激活时，为确保电机在“**SS2** 生效”状态中同样可以超出 **SOS** 静态限值运行，在电机制动并过渡到 **SOS** 状态后，验收测试模式会再次使能设定值，使电机运行。在验收测试模式中应答 **SOS** 超限错误后，当前位置会作为新的静态位置传送给变频器，从而避免变频器再次立即报告 **SOS** 超限。



在转速设定值不为零、**SS2** 激活且电机处于静止状态（**SOS** 有效）的情况下，激活验收测试模式会立即引起轴运动。



### 8.9.2.1 完整验收测试包含的项目

#### A) 文档

设备文档，含安全功能

1. 设备说明和一览表
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. 每驱动器的安全功能
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节中详细说明。

##### 1. 测试安全功能“Safe Torque Off”(STO)

- 在使用 **Safety Integrated** 基本功能和/或扩展功能时进行此项测试
  - 在没有明确选中 **STO**、但是使用了某个会导致 **STOP A** 的安全功能时也需要进行此项测试
- 参照“Safe Torque Off”的验收测试（基本功能）(页 473)、扩展功能中带编码器的“Safe Torque Off”的验收测试 (页 479)或扩展功能中不带编码器的“Safe Torque Off”的验收测试 (页 529)一节中的表格，您也可以使用**STOP A**来进行定性测试。
- 在该项测试中无需用 **Trace** 记录任何信号。

##### 2. 测试安全功能“Safe Stop 1”(SS1)

- 在使用 **Safety Integrated** 基本功能和/或扩展功能时进行此项测试
  - 在没有明确选中 **SS1**、但是使用了某个会导致 **STOP B** 的安全功能时也需要进行此项测试
- 参照 **Auto-Hotspot** 或 **Auto-Hotspot** 一节中的表格，您也可以使用 **STOP B** 来进行定性测试。
- 只有在使用扩展功能时才需要用 **Trace** 记录信号

3. 测试安全功能“Safe Brake Control”(SBC)

- 在使用 Safety Integrated 基本功能和/或扩展功能时进行此项测试
- 在该项测试中无需用 Trace 记录任何信号。

4. 测试安全功能“Safe Stop 2”(SS2)

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 在没有明确选中 SS2、但是使用了某个会导致 STOP C 的安全功能时也需要进行此项测试

参照 Auto-Hotspot 一节中的表格，您也可以使用 STOP C 来进行定性测试。

- 需要用 Trace 记录信号

5. 测试安全功能“Safe Operating Stop”（SOS）

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 在没有明确选中 SOS、但是使用了某个会导致 STOP D 或 STOP E 的安全功能时也需要进行此项测试

参照 Auto-Hotspot 一节中的表格，您也可以使用 STOP C、STOP D 或 STOP E 来进行定性测试。

- 需要用 Trace 记录信号

6. 测试安全功能“Safety-Limited Speed”（SLS）

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 每个 SLS 速度档都需要 Trace 记录信号

7. 测试安全功能“Safe Direction”(SDI)

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 每个设置的停止响应都需要用 Trace 记录信号

8. 测试安全功能“Safe Speed Monitor”（SSM）

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 需要用 Trace 记录信号

**C)强制潜在故障检查的功能测试**

每种控制方式时对安全功能的强制潜在故障检查进行检验。

1. 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，要执行测试停机（test stop）。

#### 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

### 8.9.2.2 简化验收测试包含的项目

#### A) 文档

设备文档，含安全功能

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。

1. 测试安全功能“Safe Torque Off”(STO)

- 在使用 **Safety Integrated** 基本功能和/或扩展功能时进行此项测试
- 在没有明确选中 **STO**、但是使用了某个会导致 **STOP A** 的安全功能时也需要进行此项测试

参照“**Safe Torque Off**”的验收测试（基本功能）(页 473)、扩展功能中带编码器的“**Safe Torque Off**”的验收测试 (页 479)或扩展功能中不带编码器的“**Safe Torque Off**”的验收测试 (页 529)一节中的表格，您也可以使用**STOP A**来进行定性测试。

- 在该项测试中无需用 **Trace** 记录任何信号。

#### 2. 测试安全功能“**Safe Stop 1**”(SS1)

- 在使用 **Safety Integrated** 基本功能和/或扩展功能时进行此项测试
- 在没有明确选中 **SS1**、但是使用了某个会导致 **STOP B** 的安全功能时也需要进行此项测试

参照 **Auto-Hotspot** 或 **Auto-Hotspot** 一节中的表格，您也可以使用 **STOP B** 来进行定性测试。

- 只有在使用扩展功能时才需要用 **Trace** 记录信号

#### 3. 测试安全功能“**Safe Brake Control**”(SBC)

- 在使用 **Safety Integrated** 基本功能和/或扩展功能时进行此项测试
- 在该项测试中无需用 **Trace** 记录任何信号。

#### 4. 测试安全功能“**Safe Stop 2**”(SS2)

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 在没有明确选中 **SS2**、但是使用了某个会导致 **STOP C** 的安全功能时也需要进行此项测试

参照 **Auto-Hotspot** 一节中的表格，您也可以使用 **STOP C** 来进行定性测试。

- 需要用 **Trace** 记录信号

#### 5. 测试安全功能“**Safe Operating Stop**”（SOS）

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 在没有明确选中 **SOS**、但是使用了某个会导致 **STOP D** 或 **STOP E** 的安全功能时也需要进行此项测试

参照 **Auto-Hotspot** 一节中的表格，您也可以使用 **STOP C**、**STOP D** 或 **STOP E** 来进行定性测试。

- 需要用 **Trace** 记录信号

6. 测试安全功能“Safety-Limited Speed”（SLS）

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 每个 SLS 速度档都需要 Trace 记录信号

7. 测试安全功能“Safe Direction”(SDI)

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 每个设置的停止响应都需要用 Trace 记录信号

8. 测试安全功能“Safe Speed Monitor”（SSM）

- 只有在使用扩展功能时才需要进行此项测试
- 需要用 Trace 记录信号

**C)强制潜在故障检查的功能测试**

每种控制方式时对安全功能的强制潜在故障检查进行检验。

1. 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，要执行测试停机（test stop）。

**D)实际值检测的功能测试**

1. 实际值检测的常规测试

- 在更换硬件组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。



**在这一步骤中严禁人员在危险区域逗留！**

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

## 8.9.2.3 特定操作下需要进行的验收测试项目

表格 8-21 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
更换编码器系统	需要, 进行第 1 项和第 2 项测试	否	否	是	是
更换 SMC/SME	需要, 进行第 1 项和第 2 项测试	否	否	是	是
更换带有 DRIVE-CLiQ 接口的电机	需要, 进行第 1 项和第 2 项测试	否	否	是	是
更换控制单元/功率单元的硬件	需要, 进行第 1 项和第 2 项测试	否	需要, 仅第 1 项测试	需要, 仅第 1 项测试	是
更换功率模块或安全制动继电器 (Safe Brake Relay)	需要, 进行第 1 项和第 2 项测试	需要, 进行第 1 项、第 2 项和第 3 项测试	需要, 仅第 1 项测试	需要, 仅第 1 项测试	是
固件升级 (控制单元/功率单元/编码器模块)	需要, 仅第 2 项测试	需要, 当使用了新的安全功能时	是	需要, 仅第 1 项测试	是
修改某个安全功能的某个参数 (如 SLS 限值)	需要, 进行第 4 项和第 5 项测试	需要, 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	需要, 但仅需要检查安全功能能否正确选中	是	是	是

## 说明

强制潜在故障检查功能测试 (C) 和实际值检测功能测试 (D) 即为之前章节中提到的“简化的功能测试”。

### 8.9.3 Safety 日志

“安全日志”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。当 p9601/p9801（处理器 1/2 上驱动集成的 SI 功能使能）> 0 时，才生成 CRC。

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。

安全日志会记录以下更改：

- 功能性更改，记录在 CRC 校验和 r9781[0]中：
  - 运动监控的功能 CRC（p9729[0]），轴向（Extended Functions）
  - 各个驱动集成的基本安全功能的 CRC 校验和（p9799，控制单元安全参数的目标校验和），轴向
  - 驱动集成功能使能（p9601），轴向（Basic Functions 和 Extended Functions）
- 硬件引起的更改记录在 CRC 校验和 r9781[1]中：
  - 扩展安全功能和 CRC 校验和(p9729[2])，驱动器特有

### 8.9.4 验收报告

#### 8.9.4.1 机械说明 - 记录第 1 部分

表格 8- 22 机械说明和一览表

名称	
类型	
序列号	
制造商	
最终用户	
电气驱动	
其它驱动	
机械一览表	

表格 8-23 相关参数的值

Safety Integrated 固件版本			
组件	驱动对象编号	固件版本	SI 版本
参数 控制单元		r0018 =	r9590 = r9770 = 注：参数在驱动器中查看。
参数 编码器模块	驱动对象编号	固件版本	SI 版本
		r0148 =	r9890 =
Safety Integrated 监控周期			
	驱动对象编号	SI 监控周期 (控制单元)	SI 监控周期 (处理器 2)
基本功能		r9780 =	r9880 =
	驱动对象编号	SI Motion 监控周期 (处理器 1)	SI Motion 监控周期 (处理器 2)
扩展功能		p9500 =	p9300 =

### 8.9.4.2 安全功能的说明 - 文档第 2 部分

#### 引言

##### 说明

下面是一个设备说明的示例，具体设备上的实际设置可以与此不同。

#### 功能表

表格 8-24 安全功能表：不同工作方式、不同防护门状态、不同传感设备条件下生效的安全监控功能

工作方式	防护门	驱动	监控功能的状态
生产	关门并锁门	1	撤销所有
	解锁	1	SOS 已选
调试	关门并锁门	1	撤销所有
	解锁	1	撤销 SLS 1
...	...	...	...



## 使用的 Safety Integrated 功能

表格 8- 25 Safety 功能的功能概览

驱动	SI 功能	极限值	生效条件
1	SOS	100 mm	参见功能表
	SLS 1	200000 mm/min	参见功能表
2	SOS	100 °	参见功能表
	SLS 1	50 rpm	参见功能表
...	...	...	...

注释:

驱动使用 SI 功能 SS1 用于急停功能。

## 驱动器专用安全参数

表格 8- 26 驱动专用数据

SI 功能	处理器 2 / 处理器 1 的参数	处理器 2 $\Delta$ 处理器 1 的值
安全功能使能	p9301 / p9501	0000 bin
轴类型	p9302 / p9502	0
功能定义	p9306 / p9506	0
功能配置	p9307 / p9507	0000 bin
封锁脉冲期间的特性	p9309 / p9509	0
实际值检测周期	p9311 / p9511	0.0 ms
粗略位置值配置	p9315 / p9515	0000 bin
安全功能中的编码器配置	p9316 / p9516	0000 bin
光栅尺的栅距	p9317/p9517	10 nm
每转的编码器线数	p9318/p9518	2048
细分分辨率 G1_XIST1	p9319/p9519	11
主轴丝杠螺距	p9320/p9520	10 mm

SI 功能	处理器 2 / 处理器 1 的参数	处理器 2 $\Delta$ 处理器 1 的值
编码器（电机）/负载传动比分母	p9321[0] / p9521[0]	1
	p9321[1] / p9521[1]	1
	p9321[2] / p9521[2]	1
	p9321[3] / p9521[3]	1
	p9321[4] / p9521[4]	1
	p9321[5] / p9521[5]	1
	p9321[6] / p9521[6]	1
	p9321[7] / p9521[7]	1
编码器（电机）/负载传动比分子	p9322[0] / p9522[0]	1
	p9322[1] / p9522[1]	1
	p9322[2] / p9522[2]	1
	p9322[3] / p9522[3]	1
	p9322[4] / p9522[4]	1
	p9322[5] / p9522[5]	1
	p9322[6] / p9522[6]	1
	p9322[7] / p9522[7]	1
冗余粗略位置值，有效位	p9323/p9523	9
冗余粗略位置值，细分分辨率位	p9324/p9524	-2
冗余粗略位置值，相关位	p9325/p9525	16
编码器分配	p9326 / p9526	1
编码器模块节点识别符	p9328[0]	0000 hex
	p9328[1]	0000 hex
	p9328[2]	0000 hex
	p9328[3]	0000 hex
	p9328[4]	0000 hex
	p9328[5]	0000 hex
	p9328[6]	0000 hex
	p9328[7]	0000 hex
	p9328[8]	0000 hex
	p9328[9]	0000 hex
	p9328[10]	0000 hex
	p9328[11]	0000 hex
SI Motion Gx_XIST1 粗略位置，安全高值位	p9329/p9529	14

SI 功能	处理器 2 / 处理器 1 的参数	处理器 2 $\Delta$ 处理器 1 的值
SOS 静态公差	p9330 / p9530	1.000°
SLS 限值	p9331[0] / p9531[0] p9331[1] / p9531[1] p9331[2] / p9531[2] p9331[3] / p9531[3]	2000.00 mm/min 2000.00 mm/min 2000.00 mm/min 2000.00 mm/min
实际值校验公差	p9342 / p9542	0.1000°
SSM 滤波时间	p9345 / p9545	0.0 ms
SSM 速度限值	p9346 / p9546	20.00 mm/min
SSM 速度回差	p9347 / p9547	10 mm/min
SAM 速度实际值公差	p9348 / p9548	300.00 rpm
转差, 速度公差	p9349 / p9549	6.0 rpm
SLS 限值切换延迟时间	p9351 / p9551	100.00 ms
STOP C -> SOS 延迟时间	p9352 / p9552	100.00 ms
STOP D -> SOS 延迟时间	p9353 / p9553	100.00 ms
STOP E -> SOS 延迟时间	p9354 / p9554	100.00 $\mu$ s
STOP F -> STOP B 延迟时间	p9355 / p9555	0.00 ms
脉冲清除延迟时间	p9356 / p9556	100.00 ms
脉冲封锁检查时间	p9357 / p9557	100.00 ms
验收测试模式时间限制	p9358 / p9558	40000.00 ms
触发脉冲封锁的关机速度	p9360/p9560	0.0 rpm
SLS 停止响应	p9363[0] / p9563[0] p9363[1] / p9563[1] p9363[2] / p9563[2] p9363[3] / p9563[3]	2 2 2 2
SDI 公差	p9364 / p9564	0.1 mm
SDI 延迟时间	p9365 / p9565	10.00 $\mu$ s
SDI 停止响应	p9366 / p9566	1
SAM 速度限值	p9368 / p9568	0.0 mm/min
强制潜在故障检查定时器	p9559	8.00 h

SI 功能	处理器 2 / 处理器 1 的参数	处理器 2 $\Delta$ 处理器 1 的值
制动斜坡的参考速度	p9381 / p9581	1500 rpm
制动斜坡的延迟时间	p9382 / p9582	250 ms
制动斜坡的监控时间	p9383 / p9583	10.00 s
无编码器计算中的延迟时间	p9386 / p9586	100.00 ms
无编码器实际值检测中的滤波时间	p9387 / p9587	100.00 $\mu$ s
无编码器实际值检测中的最小电流	p9388 / p9588	10.00 %
加速时的电压公差	p9389 / p9589	100.00 %
强制检查的信号源	p9705	1:722:5
驱动集成功能使能	p9801 / p9601	0000 bin
SBR 的使能	p9802 / p9602	0
PROFIsafe 地址	p9810 / p9610	0000 hex
F-DI 切换的公差时间	p9850 / p9650	500.00 ms
STO/SBC/SS1 去抖时间	p9851 / p9651	0.00 ms
Safe Stop 1 延迟时间	p9852 / p9652	0.00 s
STOP F -> STOP A 延迟时间	p9858 / p9658	0.00 $\mu$ s
强制潜在故障检查定时器	p9659	8.00 h

## 安全装置

防护门 防护门通过单通道请求键解锁
防护门开关 防护门配备了防护门开关。防护门开关给出双通道信号“关门并锁门”。不同状态下生效的安全功能见上文。
工作方式选择开关 使用工作方式选择开关可在“生产”和“调试”之间进行切换。钥匙开关有两级触点。不同状态下生效的安全功能见上文。
急停按钮 双通道急停按钮为串联连接。急停信号会在所有驱动器上激活 SS1，接着激活外部制动器和 STO。
强制检查 通过以下方式激活： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 设备接通</li> <li>• 防护门解锁</li> </ul>

## SI 功能由 PROFIsafe 控制

### 参数文档

表格 8- 27 用于 PROFIsafe 控制方式的参数

功能	参数	值

## 8.9.5 验收测试

### 8.9.5.1 验收测试提示

---

#### 说明

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

设备上同时有基本功能和扩展功能时，要为这两种安全功能单独执行验收测试。

---

#### 说明

在扩展功能的验收测试中需要使用 **Trace** 曲线记录功能，它可简化复杂功能的分析，而在基本功能的验收测试中无需使用 **Trace** 功能，但必要时您也可以使用其他记录功能（如 HMI）。

---

#### 说明

##### 非关键报警

在分析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
- **A01774 SI Motion CU:** 需要进行强制检查  
这些报警在每次系统启动后都会出现，不是关键报警。
- **A01699 SI CU:** 需要进行安全回路的断路测试  
该报警在 **p9659** 设置的时间期满后输出。

您无需将这些报警记录到验收报告中。

---

#### 说明

系统输出报警 **A01796** 时，脉冲被安全封锁，无法再进行验收测试。

---

### 8.9.5.2 基本功能的验收测试

#### “Safe Torque Off”的验收测试（基本功能）

表格 8- 28 “Safe Torque Off”的验收测试

编号	描述	状态
<p><b>提示:</b> 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：端子、PROFIsafe 或“端子+PROFIsafe”。</p>		
1.	初始状态	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STO 已使能（通过板载端子/PROFIsafe 使能，p9601.0 = 1 或 p9601.3 = 1）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STO 由端子控制时：是否 r9772.17 = r9872.17 = 0 (表明 STO 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STO 由 PROFIsafe 控制时：是否 r9772.20 = r9872.20 = 0(表明 STO 被 PROFIsafe 撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9772.0 = r9772.1 = 0（STO 未选择且无效 – P1）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9872.0 = r9872.1 = 0（STO 未选择且无效 – P2）</li> </ul>	
2.	运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行。</li> </ul>	
	在此期间选择 STO，核实以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 驱动是否惯性停车，或者在配备了并设置了（p1215, p9602, p9802）制动的情况下是否通过机械制动停止</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STO 由端子控制时，是否 r9772.17 = r9872.17 = 1 (表明 STO 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子选中)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STO 由 PROFIsafe 控制时，是否 r9772.20 = r9872.20 = 1(表明 STO 被 PROFIsafe 选中)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9772.0 = r9772.1 = 1（STO 已选择且生效 – P1）</li> </ul>		

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9872.0 = r9872.1 = 1 (STO 已选择且生效 - P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9773.0 = r9773.1 = 1 (表明 STO 已选择且生效 - P1 + P2)</li> </ul>	
3.	撤销 STO, 然后核实以下项目:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>是否没有安全故障信息和报警信息(r0945[0..7], r2122[0..7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>STO 由端子控制时: 是否 r9772.17 = r9872.17 = 0 (表明 STO 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>STO 由 PROFIsafe 控制时: 是否 r9772.20 = r9872.20 = 0(表明 STO 被 PROFIsafe 撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9772.0 = r9772.1 = 0 (STO 未选择且无效 - P1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9872.0 = r9872.1 = 0 (STO 未选择且无效 - P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9773.0 = r9773.1 = 0 (表明 STO 被撤销, 变为无效 - P1 + P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
4.	<p>应答“接通禁止”信号, 运行驱动器。检查驱动器是否运行。</p> <p>对以下内容进行检测:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>控制单元和电机模块间的 DRIVE-CLiQ 布线是否正确</li> <li>驱动号 - 电机模块 - 电机的分配是否正确</li> <li>硬件是否正常工作</li> <li>关机回路的接线是否正确 (只针对由端子控制安全功能的情况)</li> <li>控制单元上 STO 的端子分配是否正确</li> <li>STO 功能参数设置是否正确</li> <li>对关机回路进行强制潜在故障检查</li> </ul>	



### “Safe Stop 1”的验收测试（基本功能）

表格 8- 29 功能“Safe Stop 1”

编号	描述	状态
<b>提示:</b>		
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：端子、PROFIsafe 或“端子+PROFIsafe”。		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• STO 已使能（通过板载端子/PROFIsafe 使能， p9601.0 = 1 或 p9601.3 = 1）	
	• 使能 SS1 功能（p9652 > 0, p9852 > 0）	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7])，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：是否 r9772.22 = r9872.22 = 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：是否 r9772.23 = r9872.23 = 0(表明 SS1 被 PROFIsafe 撤销)	
	• r9772.0 = r9772.1 = 0（STO 未选择且无效 – P1）	
	• r9772.5 = r9772.6 = 0（SS1 未选择且无效 – P1）	
	• r9872.0 = r9872.1 = 0（STO 未选择且无效 – P2）	
	• r9872.5 = r9872.6 = 0（SS1 未选择且无效 – P2）	
	• r9773.0 = r9773.1 = 0（表明 STO 被撤销，变为无效 – P1 + P2）	
	• r9773.5 = r9773.6 = 0（表明 SS1 被撤销，变为无效 – P1 + P2）	
	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：		
• 驱动沿着 OFF3 斜坡(p1135)制动		
SS1 延迟时间（p9652, p9852）届满前：		
• SS1 由端子控制时：是否 r9772.22 = r9872.22 = 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：是否 r9772.23 = r9872.23 = 1(表明 SS1 被 PROFIsafe 选中)		

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9772.0 = r9772.1 = 0 (STO 未选择且无效 - P1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9772.5 = r9772.6 = 1 (SS1 已选择且生效 - P1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9872.0 = r9872.1 = 0 (STO 未选择且无效 - P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9872.5 = r9872.6 = 1 (SS1 已选择且生效 - P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9773.0 = r9773.1 = 0 (表明 STO 被撤销, 变为无效 - P1 + P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9773.5 = r9773.6 = 1 (表明 SS1 已选择且生效 - P1 + P2)</li> </ul>	
	SS1 延迟时间 (p9652, p9852) 届满后触发 STO。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9772.0 = r9772.1 = 1 (STO 已选择且生效 - P1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9772.5 = r9772.6 = 1 (SS1 已选择且生效 - P1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9872.0 = r9872.1 = 1 (STO 已选择且生效 - P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9872.5 = r9872.6 = 1 (SS1 已选择且生效 - P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9773.0 = r9773.1 = 1 (表明 STO 已选择且生效 - P1 + P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9773.5 = r9773.6 = 1 (表明 SS1 已选择且生效 - P1 + P2)</li> </ul>	
3.	撤销 SS1	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>SS1 由端子控制时: 是否 r9772.22 = r9872.22 = 0(表明 SS1 被控制单元上的 DI/电机模块上的 EP 端子撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>SS1 由 PROFIsafe 控制时: 是否 r9772.23 = r9872.23 = 0(表明 SS1 被 PROFIsafe 撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9772.0 = r9772.1 = 0 (STO 未选择且无效 - P1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9772.5 = r9772.6 = 0 (SS1 未选择且无效 - P1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9872.0 = r9872.1 = 0 (STO 未选择且无效 - P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9872.5 = r9872.6 = 0 (SS1 未选择且无效 - P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9773.0 = r9773.1 = 0 (表明 STO 被撤销, 变为无效 - P1 + P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9773.5 = r9773.6 = 0 (表明 SS1 被撤销, 变为无效 - P1 + P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
4.	<p>应答“接通禁止”信号, 运行驱动器。检查驱动器是否运行。</p> <p>对以下内容进行检测:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SS1 功能参数设置是否正确</li> </ul>	

### “Safe Brake Control”的验收测试（基本功能）

表格 8- 30 功能“Safe Brake Control”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b> 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：端子、PROFIsafe 或“端子+PROFIsafe”。</p>		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• STO 已使能（通过板载端子/PROFIsafe 使能， p9601.0 = 1 或 p9601.3 = 1）	
	• 使能 SBC 功能(p9602 = 1, p9802 = 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, r2122)，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
	• r9772.4 = r9872.4 = 0（没有发出 SBC 请求）	
	• r9772.0 = r9772.1 = 0（STO 未选择且无效 – P1）	
	• r9872.0 = r9872.1 = 0（STO 未选择且无效 – P2）	
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，核实以下项目：	
	• 制动器闭合，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])	
	• r9772.4 = r9872.4 = 1（发出 SBC 请求）	
	• r9772.0 = r9772.1 = 1（STO 已选择且生效 – P1）	
	• r9872.0 = r9872.1 = 1（STO 已选择且生效 – P2）	
	• r9773.0 = r9773.1 = 1（表明 STO 已选择且生效 – P1 + P2）	

编号	描述	状态
3.	撤销 STO/SS1，然后核实以下项目： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7])</li> <li>• r9772.4 = r9872.4 = 0 (撤销 SBC 请求)</li> <li>• r9772.0 = r9772.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P1)</li> <li>• r9872.0 = r9872.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P2)</li> <li>• r9773.0 = r9773.1 = 0 (表明 STO 被撤销，变为无效 – P1 + P2)</li> <li>• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
4.	应答“接通禁止”信号，运行驱动器。检查驱动器是否运行。 <p>对以下内容进行检测：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 制动是否正确连接</li> <li>• 硬件是否正常工作</li> <li>• SBC 功能参数设置是否正确</li> <li>• 对 SBC 进行强制潜在故障检查</li> </ul>	

### 8.9.5.3 带编码器的扩展功能的验收测试

#### 扩展功能中带编码器的“Safe Torque Off”的验收测试

表格 8- 31 “Safe Torque Off” 功能

编号	描述	状态
<b>注：</b> 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：端子、PROFIsafe。		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
	• r9772.18 = r9872.18 = 0 (表明 STO 被 SMM 撤销)	
	• r9772.0 = r9772.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P1)	
	• r9872.0 = r9872.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P2)	
	• r9773.0 = r9773.1 = 0 (表明 STO 被撤销, 变为无效 – P1 + P2)	
	• r9720.0 = 1 (表明 STO 被撤销)	
• r9722.0 = 0 (表明 STO 失效)		
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：	
	• 驱动是否惯性停车, 或者在配备并设置了 (p1215, p9602, p9802) 制动的情况下是否通过机械制动停止	
	• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])	
	• r9772.18 = r9872.18 = 1 (表明 STO 被 SMM 选中)	
	• r9772.0 = r9772.1 = 1 (STO 已选择且生效 – P1)	
• r9872.0 = r9872.1 = 1 (STO 已选择且生效 – P2)		

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9773.0 = r9773.1 = 1 (表明 STO 已选择且生效 – P1 + P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.0 = 0 (表明 STO 被选中)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.0 = 1 (表明 STO 生效)</li> </ul>	
3.	撤销 STO，然后核实以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9772.18 = r9872.18 = 0 (表明 STO 被 SMM 撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9772.0 = r9772.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9872.0 = r9872.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9773.0 = r9773.1 = 0 (表明 STO 被撤销，变为无效 – P1 + P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.0 = 1 (表明 STO 被撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.0 = 0 (表明 STO 失效)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
4.	应答“接通禁止”信号，运行驱动器。检查驱动器是否运行。	
	<p>对以下内容进行检测：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 控制单元和电机模块间的 DRIVE-CLiQ 布线是否正确</li> <li>• 驱动号 – 电机模块 – 电机的分配是否正确</li> <li>• 硬件是否正常工作</li> <li>• STO 功能参数设置是否正确</li> <li>• 对关机回路进行强制潜在故障检查</li> </ul>	

## 扩展功能中带编码器的“Safe Stop 1”的验收测试

表格 8- 32 功能“Safe Stop 1”

编号	描述	状态
<p><b>提示:</b> 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：端子、PROFIsafe。</p>		
1.	初始状态	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行。</li> </ul>	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 触发事件：触发事件：变量-位模(r9720.1 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9714[1]、r9720、r9722</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 选择合适的时间间隔和预触发，以方便查看 SS1 被选中的状态和到 STO 的过渡状态</li> </ul>	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.1（表明 SS1 被撤销）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.0（表明 STO 生效）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.1（表明 SS1 生效）</li> </ul>	
	运行时选择 SS1	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 驱动器沿着 OFF3 斜坡减速制动</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器随后是否进入 STO 状态</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在 SS1 定时器(p9356/9556)期满或低于关机速度(p9360/9560)后，驱动器是否进入 STO 状态。</li> </ul>	

编号	描述	状态
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SS1，核实以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行。</li> </ul>	

曲线图示例：SS1（带编码器）

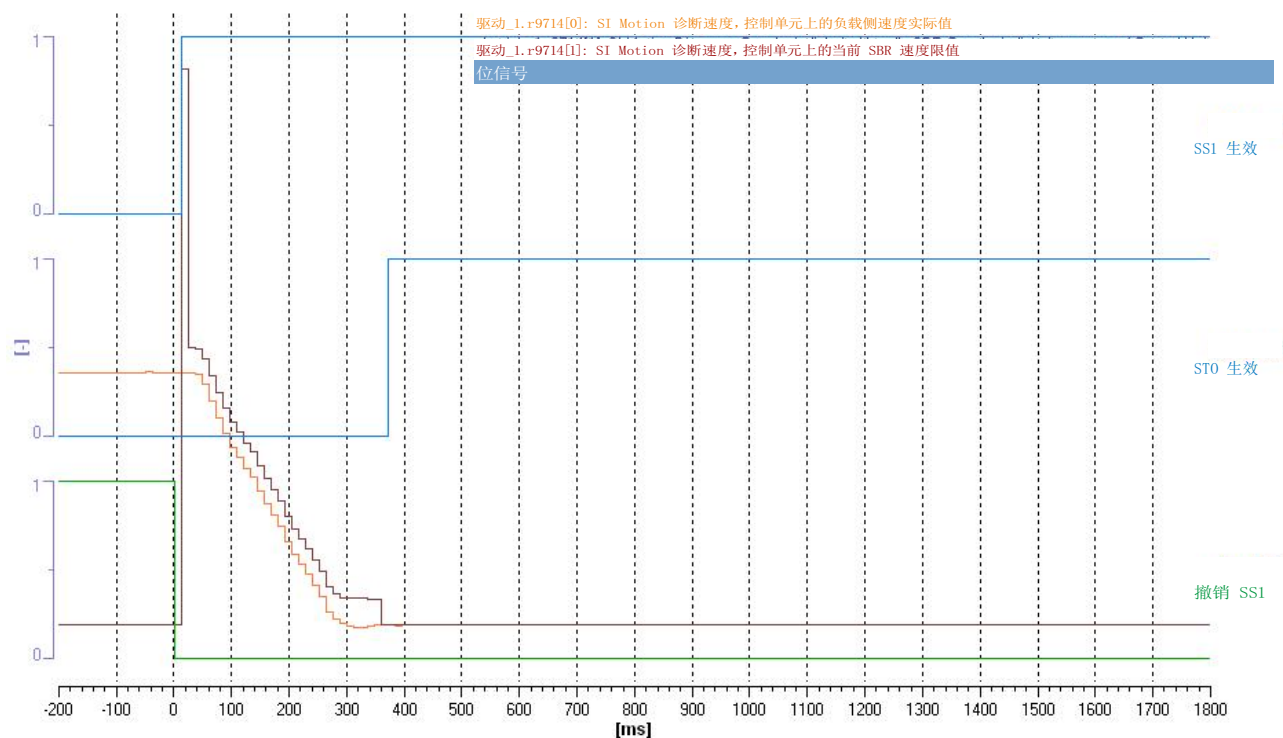


图 8-39 曲线图示例：SS1（带编码器）



曲线图解析:

- 在 0 ms 时间轴上, 功能 SS1 被选中 (参见位“撤销 SS1”)
- 在 20 ms 左右的时间轴上, 反馈位“SS1 生效”置位
- 驱动器随后沿着 OFF3 斜坡减速(p1135)制动
- 驱动器\_1.r9714[0] 的记录曲线显示 OFF3 斜坡是否生效
- 在 370 ms 左右的时间轴上, STO 生效, 见位“STO 生效”; 此时驱动器速度低于 SS1 关机速度(p9560/p9360), 在本例中驱动器在 SS1 定时(p9556/p9356)届满前低于关机速度 SS1
- 驱动器的实际速度(驱动器\_1.r9714[0])超出 SAM 的包络线(驱动器\_1.r9714[1])时, 可能会导致故障

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差, 本例最长为 36 ms, 不是错误。

---

扩展功能中带编码器的“Safe Brake Control”的验收测试

表格 8- 33 功能“Safe Brake Control”

编号	描述	状态
<p><b>提示:</b>                      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：端子、PROFIsafe。</p>		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)	
	• 使能 SBC 功能(p9602 = 1, p9802 = 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], r9747[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
	• r9772.18 = r9872.18 = 0 (表明 STO 被 SMM 撤销)	
	• r9772.4 = r9872.4 = 0; r9773.4 = 0 (表明没有发出 SBC 请求)	
	• r9720.0 = 1 (表明 STO 被撤销) r9720.1 = 1 (表明 SS1 被撤销)	
• r9722.0 = 0 (表明 STO 失效)		
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，核实以下项目：	
	• 制动器闭合	
	• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])	
	• 是否 r9772.4 = r9872.4 = 1; r9773.4 = 1 (表明发出 SBC 请求)	
	• r9772.18 = r9872.18 = 1 (表明 STO 被 SMM 选中)	
	• r9720.0 = 0 (表明 STO 被选中) r9720.1 = 0 (表明 SS1 被选中)	
	• r9722.0 = 1 (表明 STO 生效)	
	• r9772.4 = 1 (表明 SLS 被选中)	

编号	描述	状态
3.	撤销 STO，然后核实以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 是否 r9772.4 = r9872.4 = 0; r9773.4 = 0 (表明 SBC 被撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9772.18 = r9872.18 = 0 (表明 STO 被 SMM 撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.0 = 1 (表明 STO 被撤销) r9720.1 = 1 (表明 SS1 被撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.0 = 0 (表明 STO 生效)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
4.	<p>应答“接通禁止”信号，运行驱动器。检查驱动器是否运行。</p> <p>对以下内容进行检测：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 制动是否正确连接</li> <li>• 硬件是否正常工作</li> <li>• SBC 功能参数设置是否正确</li> <li>• 对 SBC 进行强制潜在故障检查</li> </ul>	

扩展功能中“Safe Stop 2”的验收测试

表格 8- 34 功能“Safe Stop 2”

编号	描述	状态
<p><b>提示:</b>                      必须为配置的每个控制端子单独进行验收测试。                      控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)	
	• SS2 已被撤销(r9720.2 = 1)	
	• SS2 无效(r9722.2 = 0)	
	• SOS 无效(r9722.3 = 0)	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
2.	运行驱动器	
	• 检查驱动器是否运行。	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	• 触发事件：触发事件：变量-位模(r9720.2 = 0)	
	• 对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9714[1]、r9720、r9722	
	• 选择合适的时间间隔和预触发，以方便查看 SS2 被选中的状态和到 SOS 的过渡状态	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	• r9720.2 (撤销 SS2)	
	• r9722.2 (SS2 生效)	
	• r9722.3 (SOS 生效)	
	运行时选择 SS2	
	• 驱动器沿着 OFF3 斜坡减速制动	
	• 驱动器随后进入 SOS 状态	

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
4.	分析记录曲线:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>在 SS2 定时器(p9352/9552)届满后进入 SOS 状态。</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图, 将曲线图加入验收报告中(见下文的示例)	
6.	撤销 SS2	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否再次以设定值运行</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	

### 曲线图示例: 带编码器的 SS2

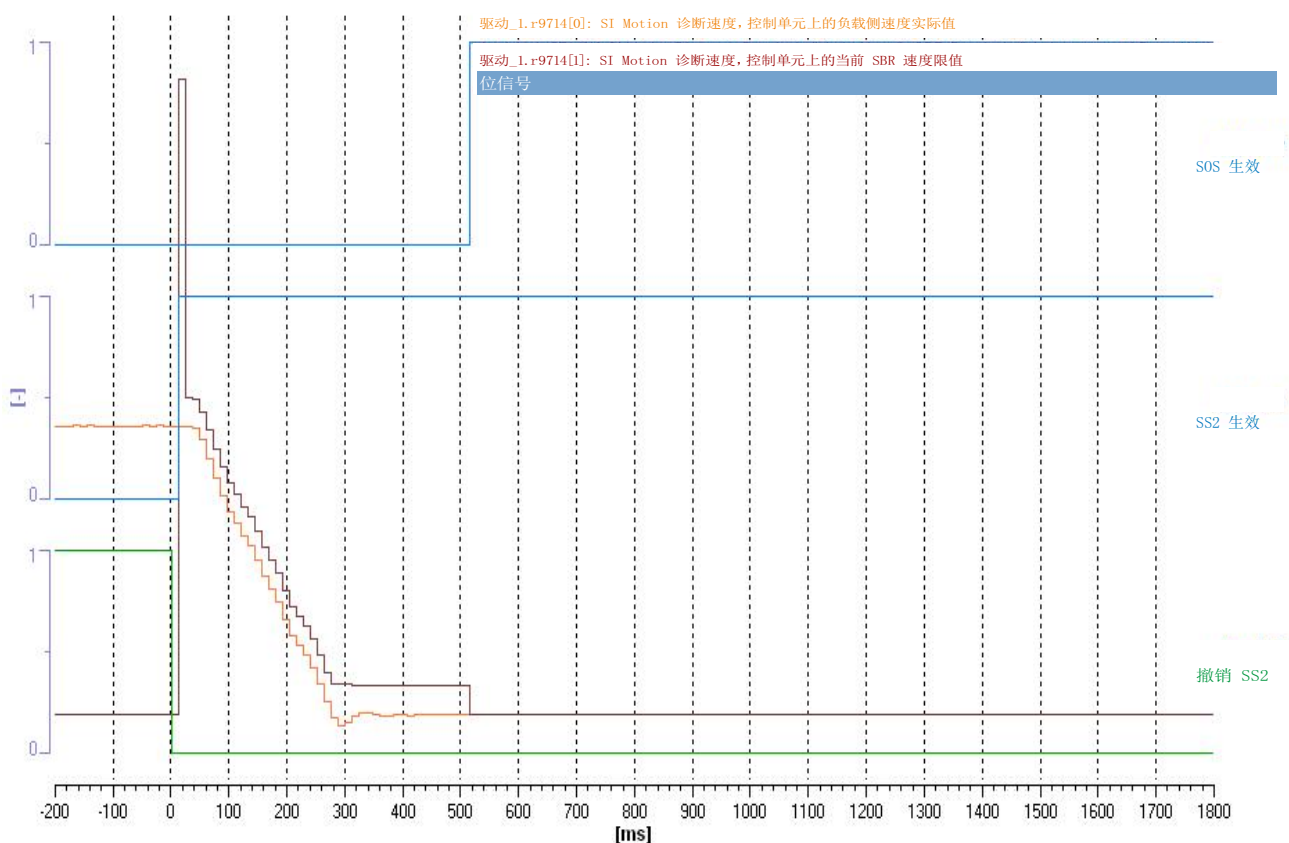


图 8-40 曲线图示例: 带编码器的 SS2

曲线图解析:

- 在 0 ms 时间轴上, 功能 SS2 被选中 (参见位“撤销 SS2”)
- 在 20 ms 左右的时间轴上, 反馈位“SS2 生效”置位
- 驱动器随后沿着 OFF3 斜坡减速(p1135)制动
- r9714[0] 的记录曲线显示 OFF3 斜坡是否生效
- 在 500 ms 左右的时间轴上 SOS 生效, 见位“SOS 生效”, 在此时间 SS2 定时器 (p9552/p9352)届满。
- 驱动器的实际速度(r9714[0])超出 SAM/SBR 的包络线(驱动器\_1.r9714[1])时, 可能会导致故障

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差, 本例最长为 36 ms, 不是错误。

---

## 扩展功能中“Safe Operating Stop”的验收测试

表格 8- 35 功能“Safe Operating Stop”

编号	描述	状态
<p><b>提示:</b> 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：端子、PROFIsafe。</p>		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)	
	• SOS 无效(r9722.3 = 0)	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，以便在 SOS 生效时驱动器运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> </ul>	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)	
	• 对以下值进行跟踪记录： r9713[0]、r9720、r9721、r9722	
	• 选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器的启动状态和超出 SOS 公差(p9330/p9530) 的状态。	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	• r9720.3 (撤销 SOS)	
	• r9721.12 (STOP A 或 STOP B 生效)	
	• r9722.0 (STO 生效，在执行 STOP A 时置位)	
	• r9722.1 (SS1 生效，在执行 STOP B 时置位)	
	• r9722.3 (SOS 生效)	
	• r9722.7 (内部事件，在出现首个安全信息时置位)	
	选择 SOS	
	运行驱动使之超出 p9330/p9530 中设置的静止限值	

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否短时间运行，并再次被制动到静止状态</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01707, C30707 (超出 SOS 公差)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01701, C30701 (触发了 STOP B)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01700, C30700 (触发了 STOP A)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>一旦 r9713[0] 超出公差窗口，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>接着驱动器以 STOP B 和 STOP A 停止</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SOS，应答安全信息	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行</li> </ul>	



## 曲线图示例：SOS

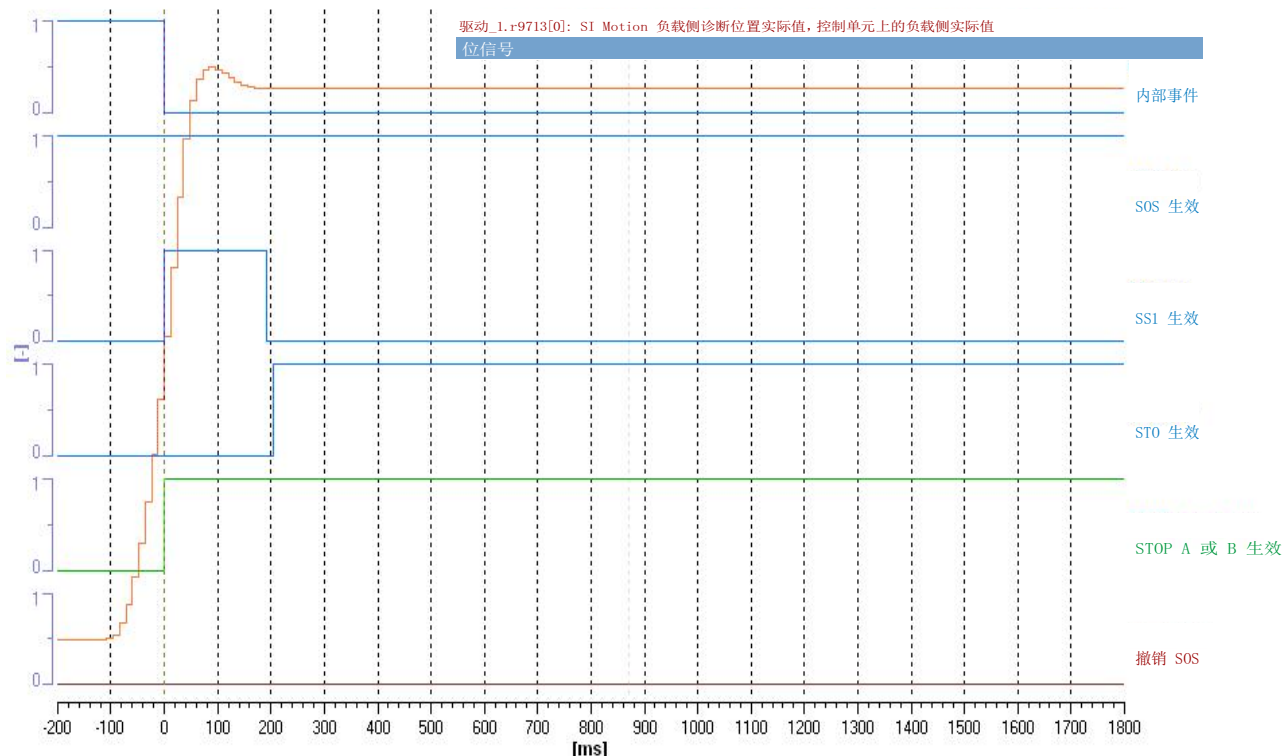


图 8-41 曲线图示例：SOS

曲线图解析：

- SOS 功能生效，参见位“撤销 SOS”和“SOS 生效”
- 在 -100 ms 左右的时间轴上，驱动器开始运行
- 在 0 ms 左右的时间轴上，检测出驱动器超出了 SOS 公差窗口
- 在 0 ms 左右的时间轴上输出一条安全故障信息，位“内部事件”置 0
- 触发了故障响应 STOP B，参见位“STOP A 或 STOP B 生效”和“SS1 生效”
- 驱动器开始减速
- 在 200 ms 左右的时间轴上驱动器静止
- STOP B 触发后，STOP A 触发（参见位“STO 生效”），驱动器在 SS1 定时 (p9556/p9356) 届满前低于 SS1 关机速度 (p9560/p9360)

### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例最长为 36 ms，不是错误。

扩展功能中带编码器的“Safely-Limited Speed”的验收测试

带编码器的 SLS，停止响应为“STOP A”

表格 8- 36 功能：带编码器的“Safely-Limited Speed”，停止响应为“STOP A”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b>                      必须为配置的每种安全功能控制方式和每个使用的 SLS 速度档单独进行验收测试。                      控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>		
1.	<p>初始状态</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> <li>• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> <li>• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> <li>• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)</li> <li>• SLS 无效(r9722.4 = 0)</li> <li>• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SLS 速度档运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> </ul>	
3.	<p>配置并激活 Trace 记录功能。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)</li> <li>• 对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9720、r9721、r9722</li> <li>• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SLS 速度档的运行状态和之后的驱动响应。</li> </ul> <p>查看以下位值，以便更好地进行分析：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.4 (SLS 生效) 以及 r9722.9/.10 (生效的 SLS 速度档)</li> <li>• r9722.7 (内部事件，在出现首个安全信息时置位)</li> <li>• r9722.0 (STO 生效，在执行 STOP A 时置位)</li> <li>• r9721.12 (STOP A 或 STOP B 生效)</li> <li>• r9720.4 (撤销 SLS) 以及 r9720.9/.10 (选择 SLS 速度档)</li> </ul> <p>选择 SLS 速度档</p>	

编号	描述	状态
	接通驱动器，给出一个高于 SLS 速度档的设定值	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行，在超出 SLS 速度档(p9331[x]/9531[x])后是否惯性停车，配置的抱闸是否闭合</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01714 (x00), C30714 (x00); x = SLS 1...4 档（超出了 SLS 速度档）</li> <li>• C01700, C30700（触发了 STOP A）</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一旦 r9714[0]超出 SLS 速度档，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)</li> <li>• 接着会触发 STOP A</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SLS，应答安全信息	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> <li>• r0046.0 = 1（驱动处于“接通禁止”状态）</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	检查驱动器是否运行	

曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP A”

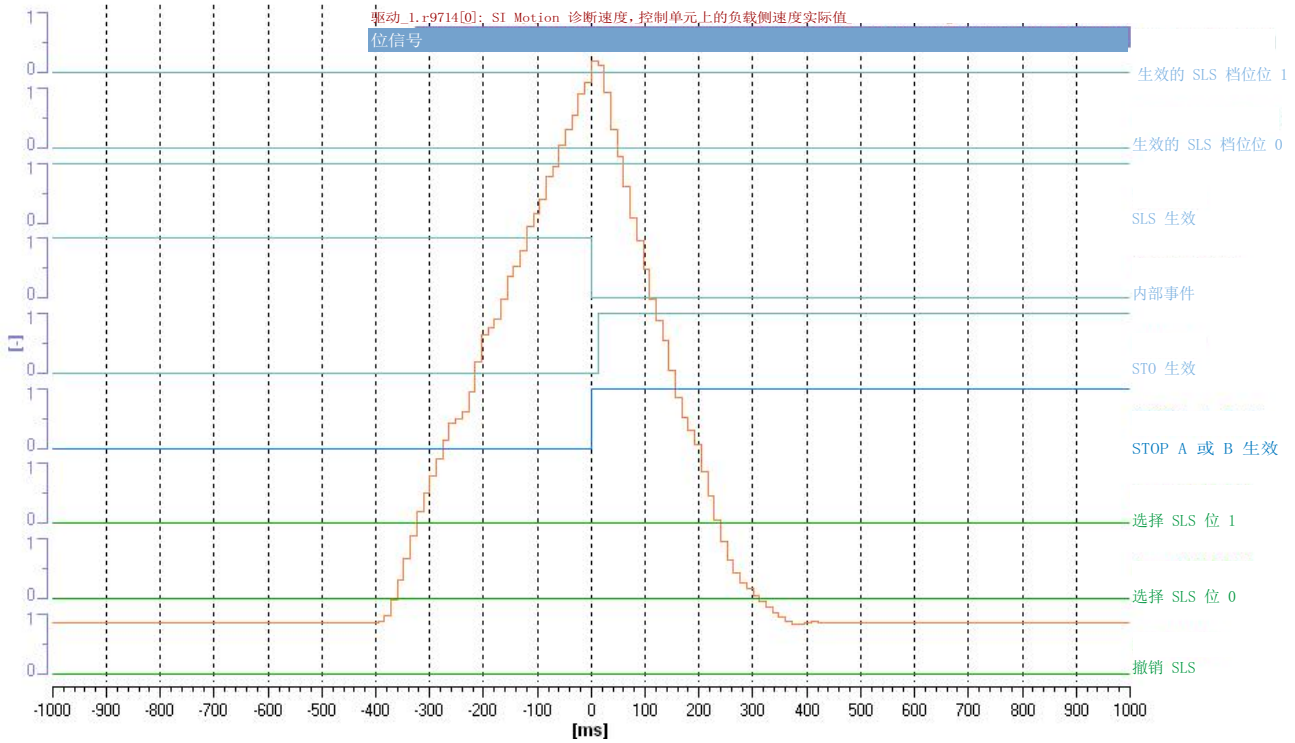


图 8-42 曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP A”

曲线图解析：

- SLS 激活，其中的 SLS 1 档生效，参见位“撤销 SLS”、“选择 SLS 位 0”、“选择 SLS 位 1”、“SLS 生效”、“生效的 SLS 速度档位 0”和“生效的 SLS 速度档位 1”。
- 驱动器从 -400 ms 左右的时间轴起开始加速
- 在 0 ms 时间轴上超过 SLS 速度档
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全故障信息，位“内部事件”置 0
- 在 0 ms 时间轴上触发了故障响应 STOP A，参见位“STOP A 或 STOP B 生效”和“STO 生效”
- 驱动器惯性停车，参见“驱动器 b\_1.r9714[0]”的曲线图

说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例最长为 36 ms，不是错误。

### 带编码器的 SLS，停止响应为“STOP B”

表格 8- 37 功能：带编码器的“Safely-Limited Speed”，停止响应为“STOP B”

编号	描述	状态
<b>提示：</b>		
必须为配置的每种安全功能控制方式和每个使用的 SLS 速度档单独进行验收测试。		
控制方式有：端子或 PROFIsafe。		
1.	初始状态	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> <li>• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> <li>• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> <li>• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)</li> <li>• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SLS 速度档运行不至于造成危险。	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)</li> <li>• 对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9714[1]、r9720、r9721、r9722</li> <li>• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SLS 速度档的运行状态和之后的驱动响应。</li> </ul>	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.4 (SLS 生效) 以及 r9722.9/.10 (生效的 SLS 速度档)</li> <li>• r9722.7 (内部事件，在出现首个安全信息时置位)</li> <li>• r9722.0 (STO 生效，在执行 STOP A 时置位)</li> <li>• r9722.1 (SS1 生效，在执行 STOP B 时置位)</li> <li>• r9721.12 (STOP A 或 STOP B 生效)</li> <li>• r9720.4 (撤销 SLS) 以及 r9720.9/.10 (选择 SLS 速度档)</li> </ul>	
	选择 SLS 速度档	
	接通驱动器，给出一个高于 SLS 速度档的设定值	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行，在超出 SLS 限值(p9331[x]/9531[x])后、触发 STOP A 前是否沿着 OFF3 斜坡制动。</li> </ul>	

编号	描述	状态
	检查是否有以下安全信息:	
	• C01714 (x00), C30714 (x00); x = SLS 1...4 档 (超出了 SLS 速度档)	
	• C01701, C30701 (触发了 STOP B)	
	• C01700, C30700 (触发了 STOP A)	
4.	分析记录曲线:	
	• 一旦 r9714[0]超出 SLS 速度档, 装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)	
	• 在触发 STOP B 后接着触发 STOP A	
5.	保存/打印曲线图, 将曲线图加入验收报告中 (见下文的示例)	
6.	撤销 SLS, 应答安全信息	
	• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])	
	• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	• 检查驱动器是否运行	

曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP B”

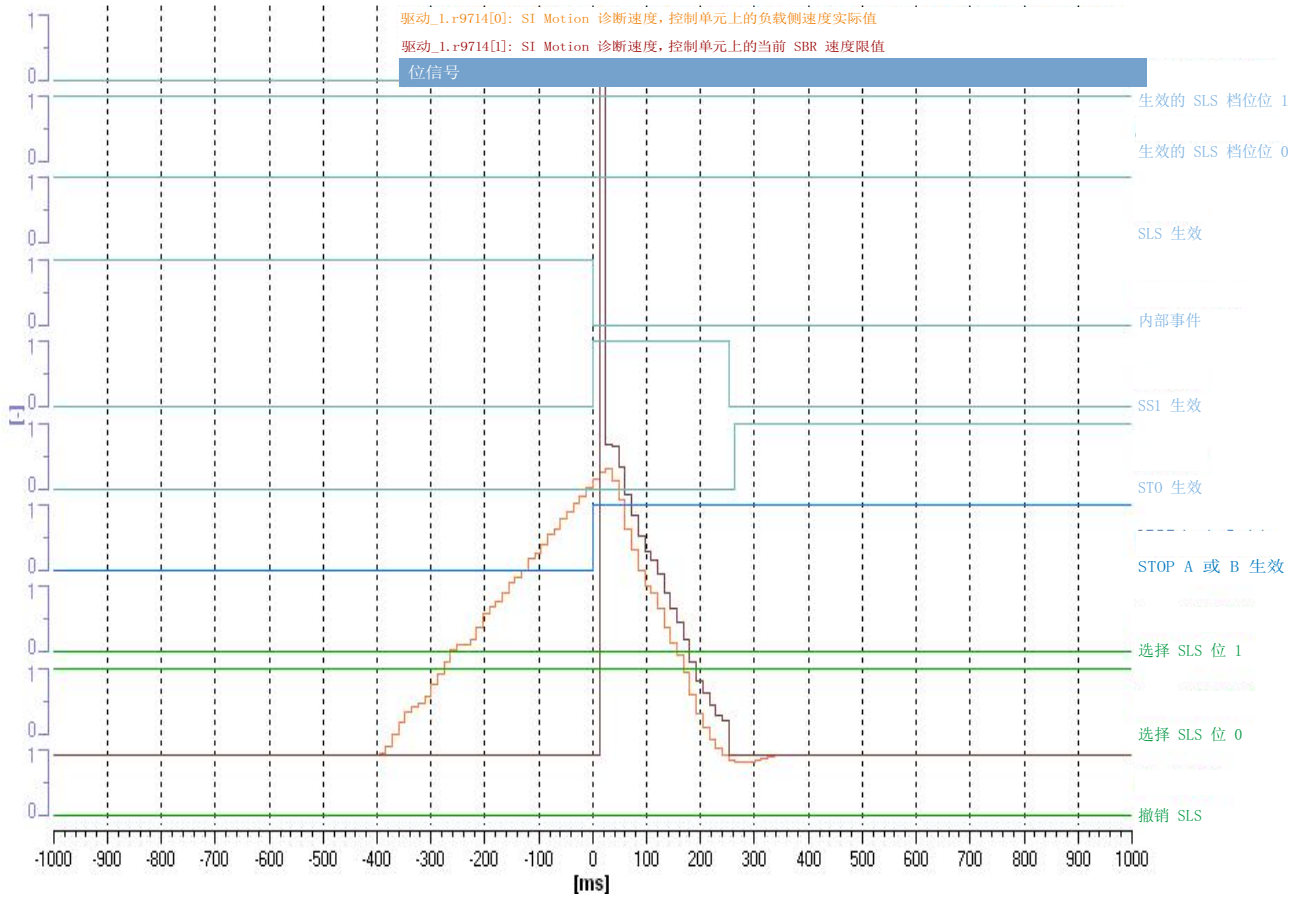


图 8-43 曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP B”

曲线图解析:

- SLS 激活，其中的 SLS 2 档生效，参见位“撤销 SLS”、“选择 SLS 位 0”、“选择 SLS 位 1”、“SLS 生效”、“生效的 SLS 速度档位 0”和“生效的 SLS 速度档位 1”。
- 驱动器从 -400 ms 左右的时间轴起开始加速
- 在 0 ms 时间轴上超过 SLS 速度档
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全故障信息，位“内部事件”置 0
- 在 0 ms 时间轴上触发了故障响应 STOP B，参见位“STOP A 或 STOP B 生效”和“SS1 生效”
- 驱动器开始减速制动，参见“驱动器 b\_1.r9714[0]”的曲线图
- 在 250 ms 左右的时间轴上驱动器静止
- STOP B 触发后，STOP A 触发，见位“STO 生效”；此时驱动器速度低于 SS1 关机速度(p9560/p9360)，在本例中，驱动器在 SS1 定时(p9556/p9356)届满前低于关机速度 SS1

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例最长为 36 ms，不是错误。

---



### 带编码器的 SLS，停止响应为“STOP C”

表格 8- 38 功能：带编码器的“Safely-Limited Speed”，停止响应为“STOP C”

编号	描述	状态
<b>提示：</b> 必须为配置的每种安全功能控制方式和每个使用的 SLS 速度档单独进行验收测试。 控制方式有：端子或 PROFIsafe。		
1.	初始状态 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> <li>• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> <li>• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> <li>• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)</li> <li>• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SLS 速度档运行不至于造成危险。	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)</li> <li>• 对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9714[1]、r9720、r9721、r9722</li> <li>• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SLS 速度档的运行状态和之后的驱动响应。</li> </ul> 查看以下位值，以便更好地进行分析： <ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.4（撤销 SLS）以及 r9720.9/.10（选择 SLS 速度档）</li> <li>• r9721.13（STOP C 生效）</li> <li>• r9722.2（SS2 生效，在执行 STOP C 时置位）</li> <li>• r9722.3（SOS 生效）</li> <li>• r9722.4（SLS 生效）以及 r9722.9/.10（生效的 SLS 速度档）</li> <li>• r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置位）</li> </ul> 选择 SLS 速度档 接通驱动器，给出一个高于 SLS 速度档的设定值 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行，在超出 SLS 限值(p9331[x]/9531[x])后是否沿着 OFF3 斜坡制动到静止</li> </ul>	

编号	描述	状态
	检查是否有以下安全信息:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01714 (x00), C30714 (x00); x = SLS 1...4 档 (超出了 SLS 速度档)</li> <li>• C01708, C30708 (触发了 STOP C)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一旦 r9714[0]超出 SLS 速度档, 装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)</li> <li>• 接着会触发 STOP C</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图, 将曲线图加入验收报告中 (见下文的示例)	
6.	撤销 SLS, 应答安全信息	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否再次以设定值运行</li> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	

曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP C”

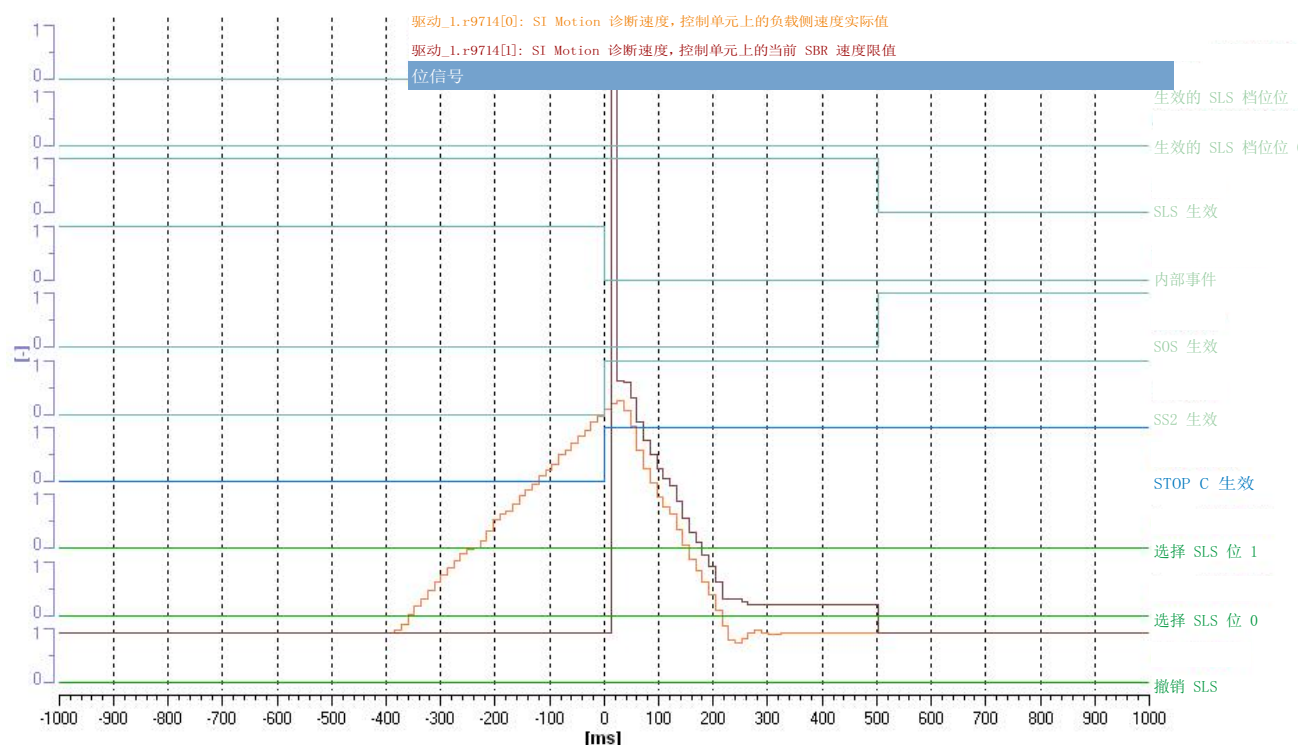


图 8-44 曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP C”

曲线图解析:

- SLS 激活，其中的 SLS 1 档生效，参见位“撤销 SLS”、“选择 SLS 位 0”、“选择 SLS 位 1”、“SLS 生效”、“生效的 SLS 速度档位 0”和“生效的 SLS 速度档位 1”。
- 驱动器从 -400 ms 左右的时间轴起开始加速
- 在 0 ms 时间轴上超过 SLS 速度档
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全故障信息，位“内部事件”置 0
- 触发了故障响应 STOP C，参见位“STOP C 生效”和“SS2 生效”
- 驱动器开始减速制动，参见“驱动器 b\_1.r9714[0]”的曲线图
- 在 SS2 定时期满后，SOS 功能在 500 ms 的时间轴上激活
- 位“SOS 生效”置位，“SLS 生效”复位

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例最长为 36 ms，不是错误。

---

带编码器的 SLS，停止响应为“STOP D”

表格 8- 39 功能：带编码器的“Safely-Limited Speed”，停止响应为“STOP D”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b>                      必须为配置的每种安全功能控制方式和每个使用的 SLS 速度档单独进行验收测试。                      控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>		
1.	<p>初始状态</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> <li>Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> <li>安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> <li>选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)</li> <li>没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	<p>在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SLS 速度档运行不至于造成危险。</p>	
3.	<p>配置并激活 Trace 记录功能。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)</li> <li>对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9720、r9721、r9722</li> <li>请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SLS 速度档的运行状态和后续的停止响应。</li> </ul> <p>查看以下位值，以便更好地进行分析：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>r9720.4（撤销 SLS）以及 r9720.9/.10（选择 SLS 速度档）</li> <li>r9721.14（STOP D 生效）</li> <li>r9722.3（SOS 生效）</li> <li>r9722.4（SLS 生效）以及 r9722.9/.10（生效的 SLS 速度档）</li> <li>r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置位）</li> </ul> <p>选择 SLS 速度档</p> <p>接通驱动器，给出一个高于 SLS 速度档的设定值</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行，在超出 SLS 速度档(p9331[x]/9531[x])后以及超出 SOS 静态公差窗口后是否沿着 OFF3 斜坡制动，之后 STOP A 生效。</li> </ul> <p>检查是否有以下安全信息：</p>	

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01714 (x00), C30714 (x00); x = SLS 1...4 档 (超出了 SLS 速度档)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01709, C30709 (触发了 STOP D)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01707, C30707 (超出 SOS 公差)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01701, C30701 (触发了 STOP B)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01700, C30700 (触发了 STOP A)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一旦 r9714[0]超出 SLS 速度档，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)</li> <li>• 接着会触发 STOP D。</li> <li>• 如果在激活 STOP D 时驱动器没有被上级控制器停止，在执行完 STOP D 后 (选择 SOS)，驱动器会作出上述响应。</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中 (见下文的示例)	
6.	撤销 SLS，应答安全信息	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行</li> </ul>	

曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP D”

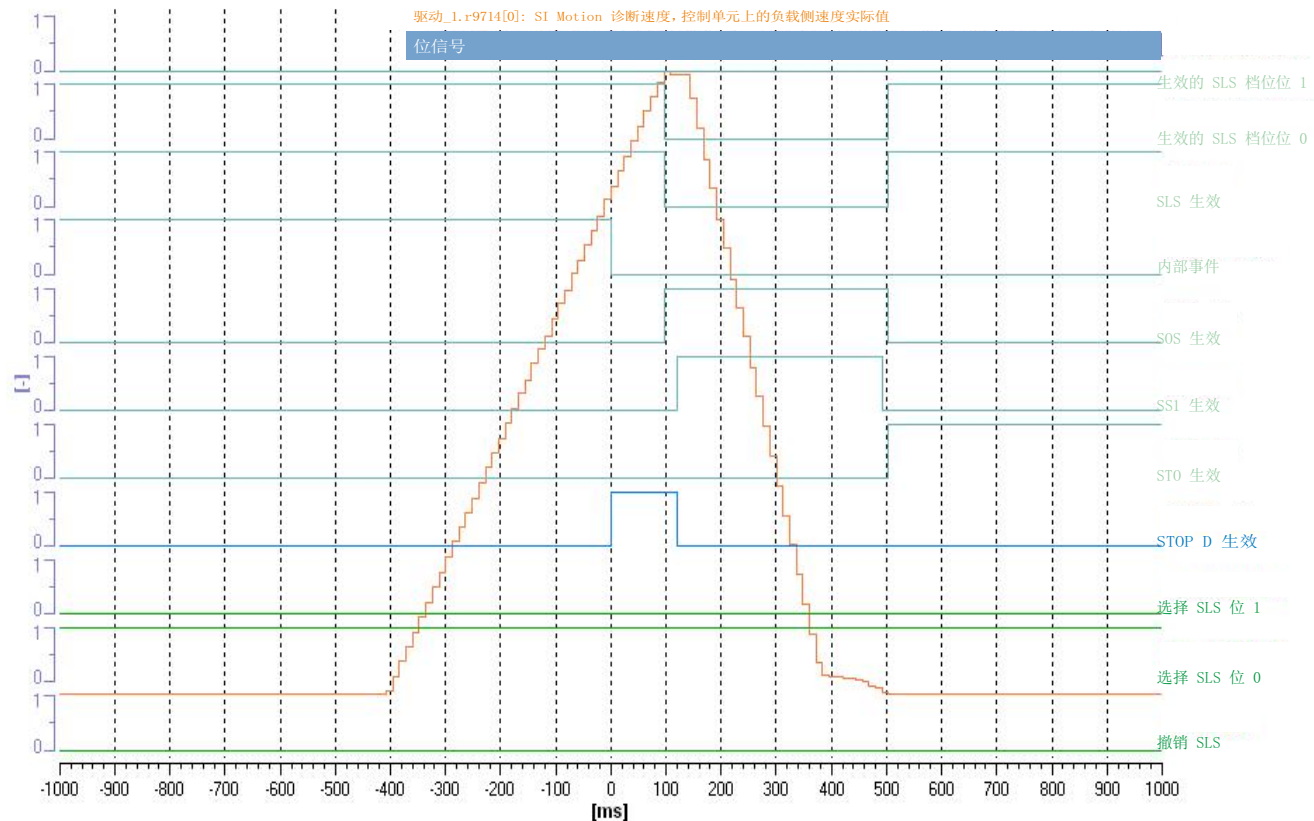


图 8-45 曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP D”

曲线图解析:

- SLS 激活，其中的 SLS 2 档生效，参见位“撤销 SLS”、“选择 SLS 位 0”、“选择 SLS 位 1”、“SLS 生效”、“生效的 SLS 速度档位 0”和“生效的 SLS 速度档位 1”。
- 驱动器从 -400 ms 左右的时间轴起开始加速
- 在 0 ms 时间轴上超过 SLS 速度档
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全故障信息，位“内部事件”置 0
- 触发停止响应 STOP D（相当于选择 SOS），参见位“STOP D 生效”
- 在从 STOP D 到 SOS 的过渡时间(p9553/p9353)届满后，在 100 ms 的时间轴上监控驱动器是否达到静止位置，参见为“SOS 生效”
- 在 120 ms 左右的时间轴上，驱动器仍在运行，表明超出了静态公差窗口
- 触发 STOP B，参见位“SS1 生效”
- 驱动器开始减速
- 在 500 ms 左右的时间轴上驱动器静止
- STOP B 触发后，STOP A 触发，见位“STO 生效”；此时驱动器速度低于 SS1 关机速度(p9560/p9360)，在本例中，驱动器在 SS1 定时(p9556/p9356)届满前低于关机速度 SS1

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例最长为 36 ms，不是错误。

---

带编码器的 SLS，停止响应为“STOP E”

表格 8- 40 功能：带编码器的“Safely-Limited Speed”，停止响应为 STOP E

编号	描述	状态
<b>提示：</b>		
必须为配置的每种安全功能控制方式和每个使用的 SLS 速度档单独进行验收测试。		
控制方式有：端子或 PROFIsafe。		
1.	初始状态	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> <li>Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> <li>安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> <li>选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)</li> <li>没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SLS 速度档运行不至于造成危险。	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)</li> <li>对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9720、r9721、r9722</li> <li>请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SLS 速度档的运行状态和后续的停止响应。</li> </ul>	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9720.4（撤销 SLS）以及 r9720.9/.10（选择 SLS 速度档）</li> <li>r9721.15（STOP E 生效）</li> <li>r9722.3（SOS 生效）</li> <li>r9722.4（SLS 生效）以及 r9722.9/.10（生效的 SLS 速度档）</li> <li>r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置位）</li> </ul>	
	选择 SLS 速度档	
	接通驱动器，给出一个高于 SLS 速度档的设定值	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行，在超出 SLS 速度档(p9331[x]/9531[x])后以及超出 SOS 静态公差窗口后是否沿着 OFF3 斜坡制动，之后 STOP A 生效。</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	



编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01714 (x00), C30714 (x00); x = SLS 1...4 档 (超出了 SLS 速度档)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01710, C30710 (触发了 STOP E)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01707, C30707 (超出 SOS 公差)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01701, C30701 (触发了 STOP B)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01700, C30700 (触发了 STOP A)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一旦 r9714[0] (单位 [µm/min] 或 [m°/min]) 超出 SLS 速度档，设备便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)</li> <li>• 接着会触发 STOP E。</li> <li>• 如果在激活 STOP E 时驱动器没有被上级控制器停止，在执行完 STOP E 后 (选择 SOS)，驱动器会作出上述响应。</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中 (见下文的示例)	
6.	撤销 SLS，应答安全信息	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行</li> </ul>	

曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP E”

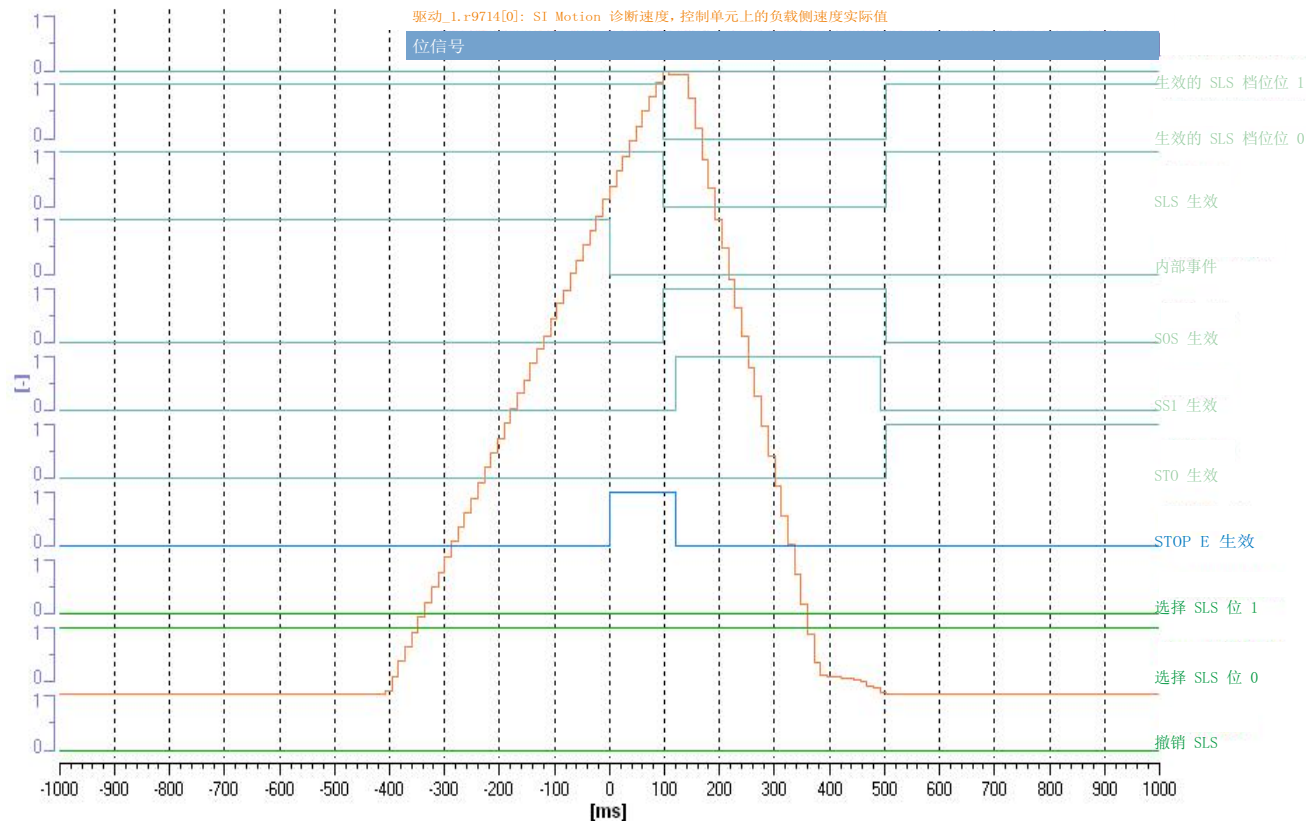


图 8-46 曲线图示例：带编码器的 SLS，停止响应为“STOP E”

曲线图解析:

- SLS 激活，其中的 SLS 2 档生效，参见位“撤销 SLS”、“选择 SLS 位 0”、“选择 SLS 位 1”、“SLS 生效”、“生效的 SLS 速度档位 0”和“生效的 SLS 速度档位 1”。
- 驱动器从 -400 ms 左右的时间轴起开始加速
- 在 0 ms 时间轴上超过 SLS 速度档
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全故障信息，位“内部事件”置 0
- 触发停止响应 STOP E（相当于选择 SOS），参见位“STOP E 生效”
- 在从 STOP E 到 SOS 的过渡时间(p9553/p9353)届满后，在 100 ms 的时间轴上监控驱动器是否达到静止位置，参见位“SOS 生效”
- 在 120 ms 左右的时间轴上，驱动器仍在运行，表明超出了静态公差窗口
- 触发 STOP B，参见位“SS1 生效”
- 驱动器开始减速
- 在 500 ms 左右的时间轴上驱动器静止
- STOP B 触发后，STOP A 触发，见位“STO 生效”；此时驱动器速度低于 SS1 关机速度(p9560/p9360)，在本例中，驱动器在 SS1 定时(p9556/p9356)届满前低于关机速度 SS1

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例最长为 36 ms，不是错误。

---

扩展功能中带编码器的“Safe Speed Monitor”的验收测试

表格 8- 41 “Safe Speed Monitor”功能

编号	描述	状态
1.	初始状态	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>没有安全信息(r0945, r2122, r9747)，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	关闭驱动器或给出 0 转速设定值	
	配置并激活 Trace 记录功能。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>触发事件：变量-位模(r9722.15 = 1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9722</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SSM 限值 (p9346/p9546)的运行状态和之后低出限值的运行状态</li> </ul>	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9722.15 (SSM (转速低于限值))</li> </ul>	
	接通驱动器，给定合适的设定值，使驱动器可以短暂地超出 SSM 限值运行，随后又低于 SSM 限值运行	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行</li> </ul>	
	3.	分析记录曲线：
<ul style="list-style-type: none"> <li>r9714[0] 超过 SSM 限值 p9346/p9546 时， r9722.15 = 0</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>在低于限值后， r9722.15 = 1</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>回差激活时，只有 r9714[0]低于“p9346/p9546 - 回差 p9347/p9547”的差值后， r9722.15 才会变成 1</li> </ul>		
4.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	

曲线图示例：带编码器和回差的 SSM 的曲线图

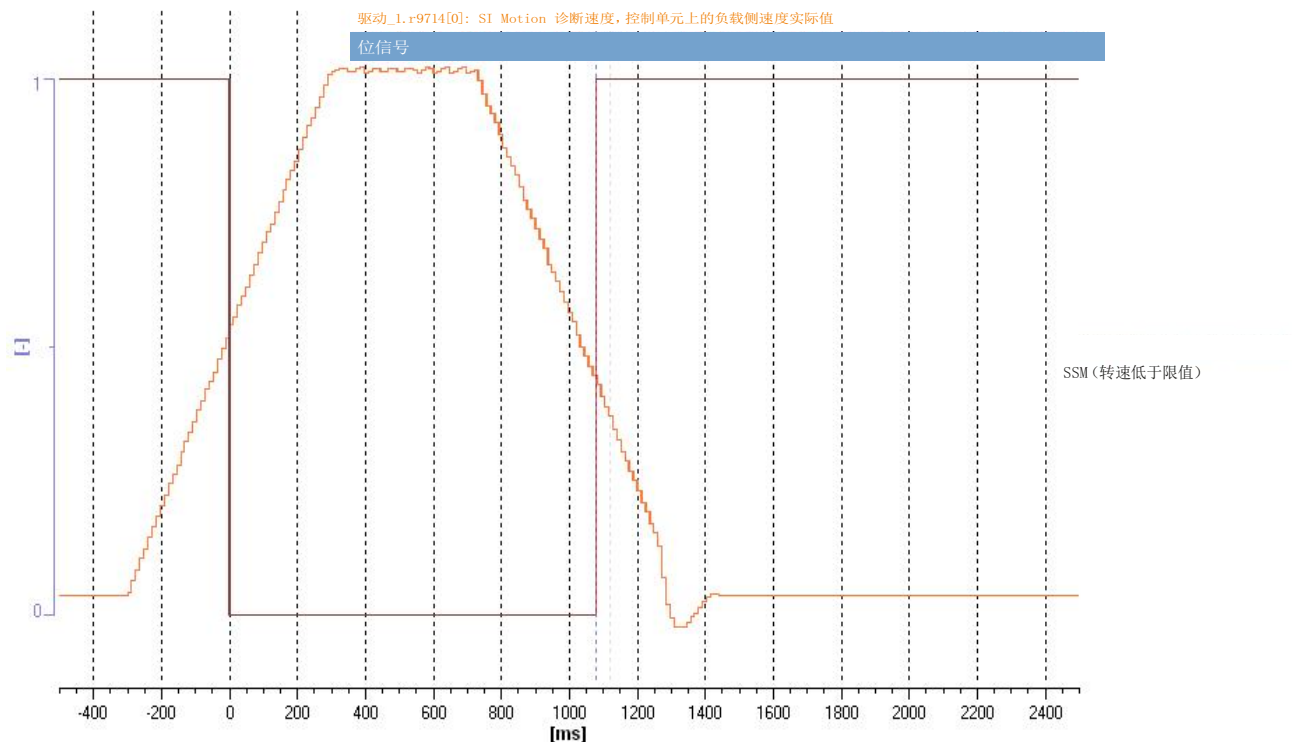


图 8-47 曲线图示例：带编码器和回差的 SSM 的曲线图

曲线图解析：

- 从-300 ms 左右的时间轴起驱动器开始加速
- 在 0 ms 时间轴上驱动器速度超出 SSM 限值(p9546/p9346)
- 在 0 ms 时间轴上位 SSM（转速低于限值）置 0
- 从 750 ms 左右的时间轴起驱动器再次减速
- 回差生效时：在 1080 ms 左右的时间轴上，只有当驱动器的速度低于“SSM 限值-回差值(p9547/p9347)”的差值时，上述位才会再次置 1。

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例最长为 36 ms，不是错误。

带编码器的 Safe Direction 的验收测试

带编码器、停止响应为“STOP A”的“SDI +/-”

表格 8- 42 功能：带编码器、停止响应为“STOP A”的“SDI +/-”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b>                      必须为配置的每种安全功能控制方式和两个旋转方向单独进行验收测试。                      控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>		
1.	<p>初始状态</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> <li>• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> <li>• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> <li>• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)</li> <li>• SDI 已经使能(p9501.17 = 1)</li> <li>• 撤销了“SDI+”(r9720.12 = 1)，撤销了“SDI-”(r9720.13 = 1)</li> <li>• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SDI 公差运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> </ul>	
3.	<p>配置并激活 Trace 记录功能。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)</li> <li>• 对以下值进行跟踪记录：r9713[0]、r9720、r9721、r9722</li> <li>• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SDI 公差的运行状态和后续的停止响应。</li> </ul> <p>查看以下位值，以便更好地进行分析：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.12（撤销 SDI+）或 r9720.13（撤销 SDI-）</li> <li>• r9721.2（脉冲使能）</li> <li>• r9722.0（STO 生效，在执行 STOP A 时置位）</li> <li>• r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置 0）</li> <li>• r9722.12（SDI+生效）或 r9722.13（SDI-生效）</li> </ul>	

编号	描述	状态
	选择 SDI+或 SDI-	
	接通驱动器，使驱动器在正向或负向上运行	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行，在超出 SDI 公差(p9564/9364)后是否惯性停车，配置的抱闸是否闭合</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01716 (0)、C30716 (0)；超出了 SDI + 的公差及 C01716 (1)、C30716 (1)；超出了 SDI - 的公差</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01700, C30700（触发了 STOP A）</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>一旦 r9713[0] 超出 SDI - 公差窗口，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>接着会触发 STOP A，封锁脉冲(p9721.2 = 1)</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SDI，应答安全信息，检查	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>是否没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r0046.0 = 1（驱动处于“接通禁止”状态）</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行</li> </ul>	
7.	在相反的方向上重复第 1 点到第 6 点	

曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP A”的 SDI

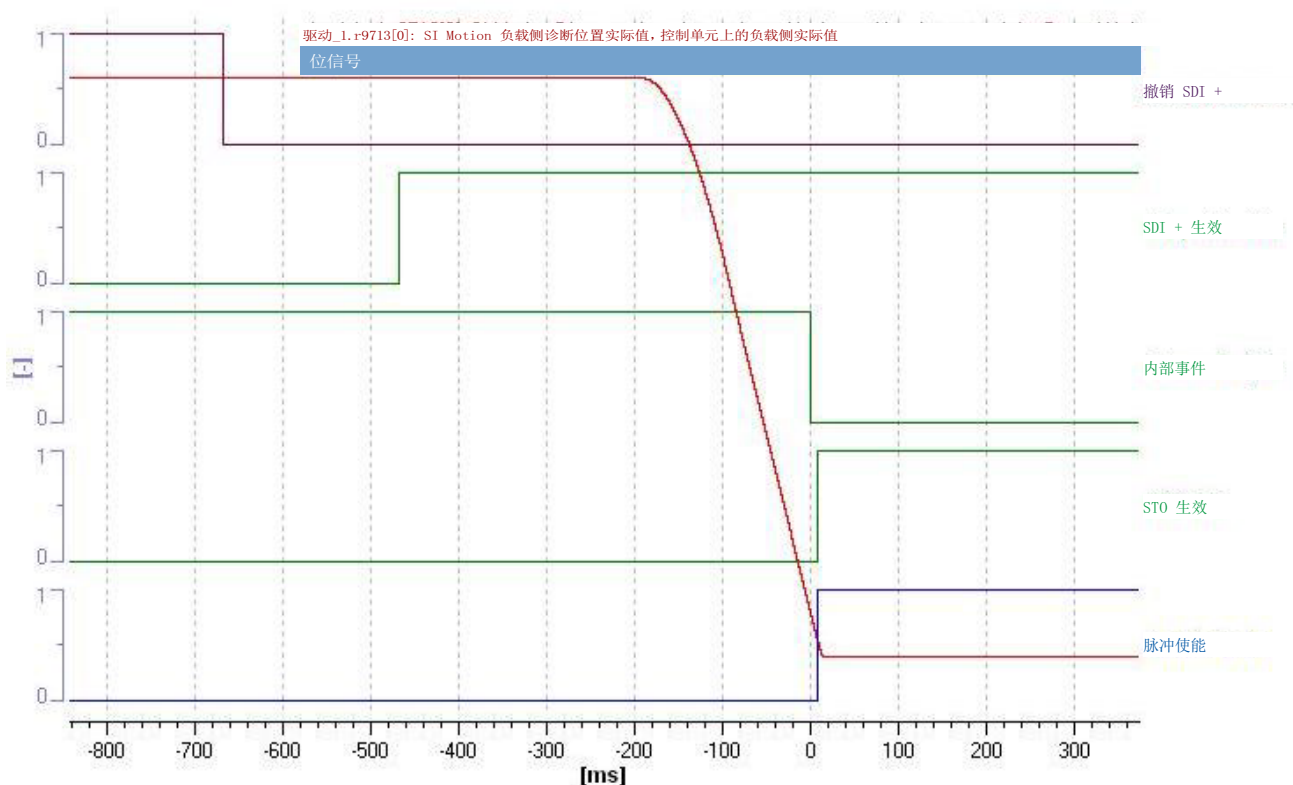


图 8-48 曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP A”的 SDI

曲线图解析：

- SDI+功能生效，参见位“撤销 SDI+”和“SDI+生效”
- 在-200 ms 左右的时间轴上，驱动器开始运行
- 在 0 ms 的时间轴上,驱动器超出了 SDI 公差窗口
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全信息，位“内部事件”置 0
- 在 0 ms 时间轴上触发 STOP A，位“STO 生效”和“脉冲使能”置 1
- 驱动器惯性停车，配置的抱闸闭合

说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例为最长为 8 ms，不是错误。



### 带编码器、停止响应为“STOP B”的“SDI +/-”

表格 8- 43 功能：带编码器、停止响应为“STOP B”的“SDI +/-”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b> 必须为配置的每种安全功能控制方式和两个旋转方向单独进行验收测试。 控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)	
	• SDI 已经使能(p9501.17 = 1)	
	• 撤销了“SDI+”(r9720.12 = 1), 撤销了“SDI-”(r9720.13 = 1)	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SDI 公差运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> </ul>	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)	
	• 对以下值进行跟踪记录：r9713[0]、r9720、r9721、r9722	
	• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SDI 公差的运行状态和后续的停止响应。	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	• r9720.12（撤销 SDI+）或 r9720.13（撤销 SDI-）	
	• r9721.2（脉冲使能，在触发 STOP A 时置位）	
	• r9722.0（SS1 生效，在执行 STOP B 时置位）	
	• r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置 0）	
	• r9722.12（SDI+生效）或 r9722.13（SDI-生效）	
选择 SDI+或 SDI-		
接通驱动器，使驱动器在正向或负向上运行		

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行，在超出 SDI 公差(p9564/9364)后、触发 STOP A 前是否沿着 OFF3 斜坡制动。</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01716 (0)、C30716 (0)；超出了 SDI + 的公差及 C01716 (1)、C30716 (1)；超出了 SDI - 的公差</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01701, C30701 (触发了 STOP B)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01700, C30700 (触发了 STOP A)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>一旦 r9713[0] 超出 SDI - 公差窗口，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>在触发 STOP B 后接着触发 STOP A</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SDI，应答安全信息，检查	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>是否没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r0046.0 = 1（驱动处于“接通禁止”状态）</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行</li> </ul>	
7.	在相反的方向上重复第 1 点到第 6 点	

### 曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP B”的 SDI

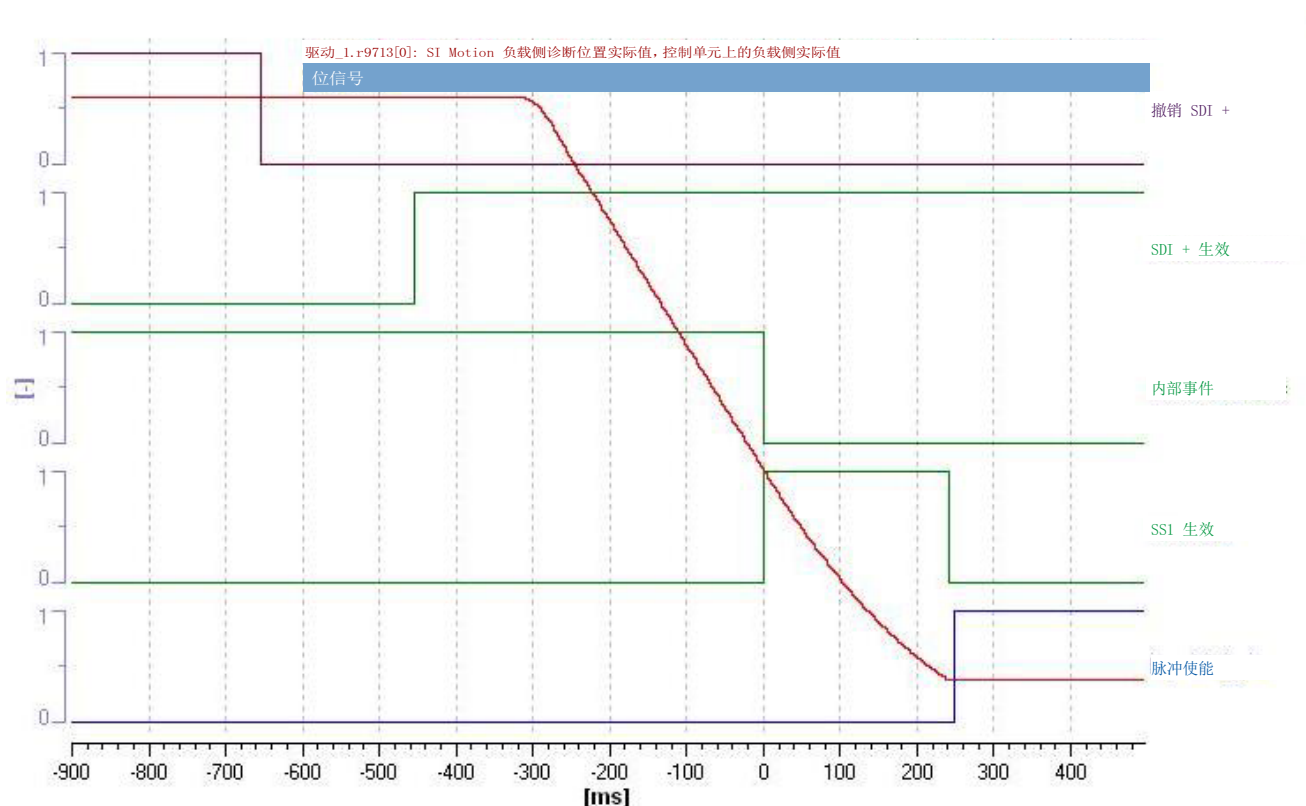


图 8-49 曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP B”的 SDI

曲线图解析：

- SDI+功能生效，参见位“撤销 SDI+”和“SDI+生效”
- 在-300 ms 左右的时间轴上，驱动器开始运行
- 在 0 ms 的时间轴上,驱动器超出了 SDI 公差窗口
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全信息，位“内部事件”置 0
- 在 0 ms 时间轴上触发 STOP B，参见位“SS1 生效”
- 驱动器开始减速
- 在 250 ms 左右的时间轴上驱动器静止
- STOP B 触发后，STOP A 触发，位“脉冲使能”位置 1；此时驱动器速度低于 SS1 关机速度(p9560/p9360)，在本例中，驱动器在 SS1 定时(p9556/p9356)届满前低于关机速度 SS1

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例为最长为 6 ms，不是错误。

带编码器、停止响应为“STOP C”的“SDI +/-”

表格 8-44 功能：带编码器、停止响应为“STOP C”的“SDI +/-”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b>                      必须为配置的每种安全功能控制方式和两个旋转方向单独进行验收测试。                      控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)	
	• SDI 已经使能(p9501.17 = 1)	
	• 撤销了“SDI+”(r9720.12 = 1)，撤销了“SDI-”(r9720.13 = 1)	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])， 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SDI 公差运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> </ul>	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	• 触发事件： 变量 - 位模(r9722.7 = 0)	
	• 对以下值进行跟踪记录： r9713[0]、r9720、r9721、r9722	
	• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SDI 公差的运行状态和后续的停止响应。	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	• r9720.12（撤销 SDI+）或 r9720.13（撤销 SDI-）	
	• r9721.1（SOS 生效）	
	• r9721.13（STOP C 生效）	
	• r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置 0）	
	• r9722.12（SDI+生效）或 r9722.13（SDI-生效）	
选择 SDI+或 SDI-		
接通驱动器，使驱动器在正向或负向上运行		

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行，在超出 SDI 公差(p9564/9364)后是否沿着 OFF3 斜坡制动到静止</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01716 (0), C30716 (0); 超出了 SDI + 的公差及 C01716 (1), C30716 (1); 超出了 SDI - 的公差</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01708, C30708 (触发了 STOP C)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一旦 r9713[0] 超出 SDI - 公差窗口，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 接着会触发 STOP C</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SDI，应答安全信息，检查	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否再次以设定值运行</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 是否没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])</li> </ul>	
7.	在相反的方向上重复第 1 点到第 6 点	

曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP C”的 SDI

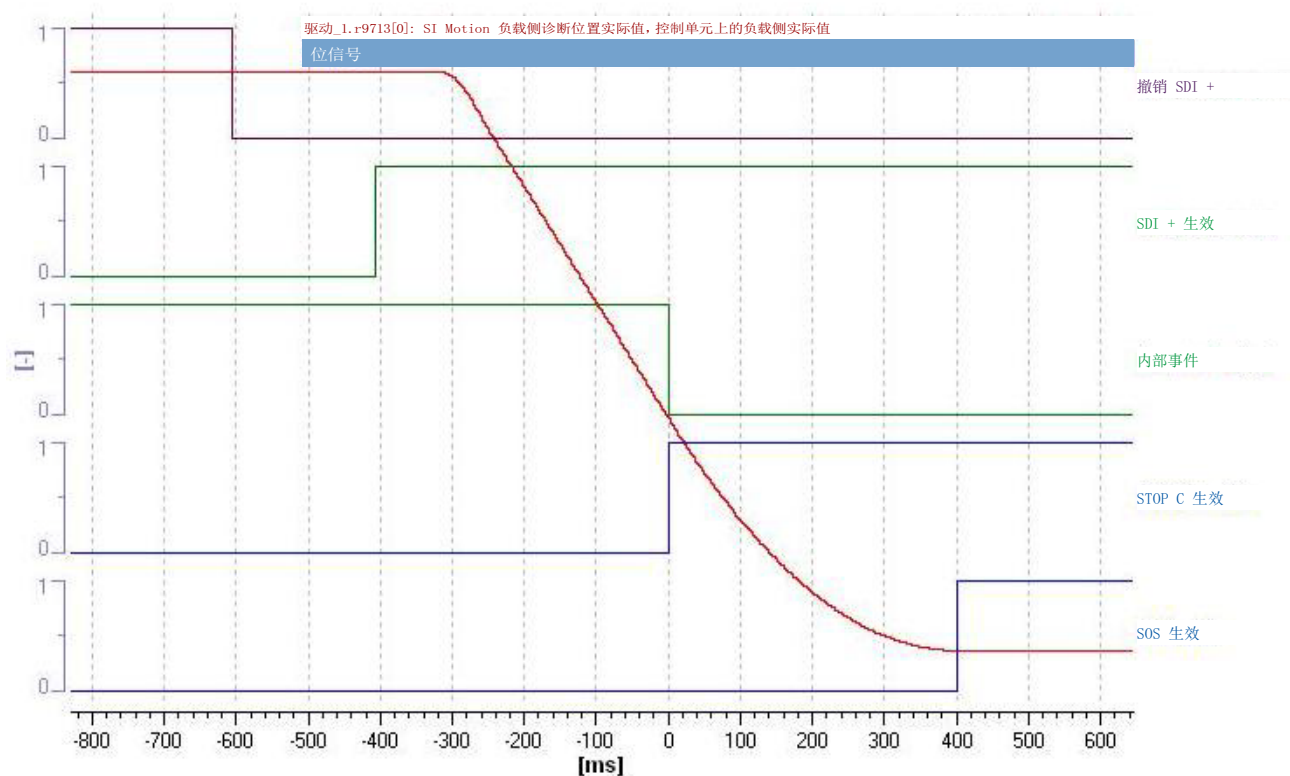


图 8-50 曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP C”的 SDI

曲线图解析：

- SDI+功能生效，参见位“撤销 SDI+”和“SDI+生效”
- 在-300 ms 左右的时间轴上，驱动器开始运行
- 在 0 ms 的时间轴上,驱动器超出了 SDI 公差窗口
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全信息，位“内部事件”置 0
- 在 0 ms 时间轴上触发 STOP C，参见位“STOP C 生效”
- 驱动器开始减速
- 在 SS2 定时期满后，SOS 功能在 400 ms 的时间轴上激活
- 位“SOS 生效”置位

说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例为最长为 6 ms，不是错误。

### 带编码器、停止响应为“STOP D”的“SDI +/-”

表格 8- 45 功能：带编码器、停止响应为“STOP D”的“SDI +/-”

编号	描述	状态	
<p><b>提示：</b> 必须为配置的每种安全功能控制方式和两个旋转方向单独进行验收测试。 控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>			
1.	初始状态		
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)		
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)		
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)		
	• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)		
	• SDI 已经使能(p9501.17 = 1)		
	• 撤销了“SDI+”(r9720.12 = 1), 撤销了“SDI-”(r9720.13 = 1)		
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。		
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SDI 公差运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> </ul>		
3.	配置并激活 Trace 记录功能。		
	• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)		
	• 对以下值进行跟踪记录：r9713[0]、r9720、r9721、r9722		
	• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SDI 公差的运行状态和后续的停止响应。		
	查看以下位值，以便更好地进行分析：		
	• r9720.12（撤销 SDI+）或 r9720.13（撤销 SDI-）		
	• r9721.2（脉冲使能，在触发 STOP A 时置位）		
	• r9721.14（STOP D 生效）		
	• r9722.1（SS1 生效，在执行 STOP B 时置位）		
	• r9722.3（SOS 生效）		
• r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置 0）			
• r9722.12（SDI+生效）或 r9722.13（SDI-生效）			

8.9 验收测试和验收报告

编号	描述	状态
	选择 SDI+或 SDI-	
	接通驱动器，使驱动器在正向或负向上运行	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行，在超出 SDI 公差(p9564/9364)以及超出 SOS 静态公差窗口后是否沿着 OFF3 斜坡制动，然后触发 STOP A。</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01716 (0)、C30716 (0)；超出了 SDI + 的公差及 C01716 (1)、C30716 (1)；超出了 SDI - 的公差</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01709, C30709 (触发了 STOP D)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01707, C30707 (超出 SOS 公差)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01701, C30701 (触发了 STOP B)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01700, C30700 (触发了 STOP A)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>一旦 r9713[0] 超出 SDI - 公差窗口，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>接着会触发 STOP D</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>如果在激活 STOP D 时驱动器没有被上级控制器停止，在执行完 STOP D 后（选择 SOS），驱动器会作出上述响应。</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SDI，应答安全信息，检查	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>是否没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r0046.0 = 1（驱动处于“接通禁止”状态）</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行</li> </ul>	
7.	在相反的方向上重复第 1 点到第 6 点	



曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP D”的 SDI+

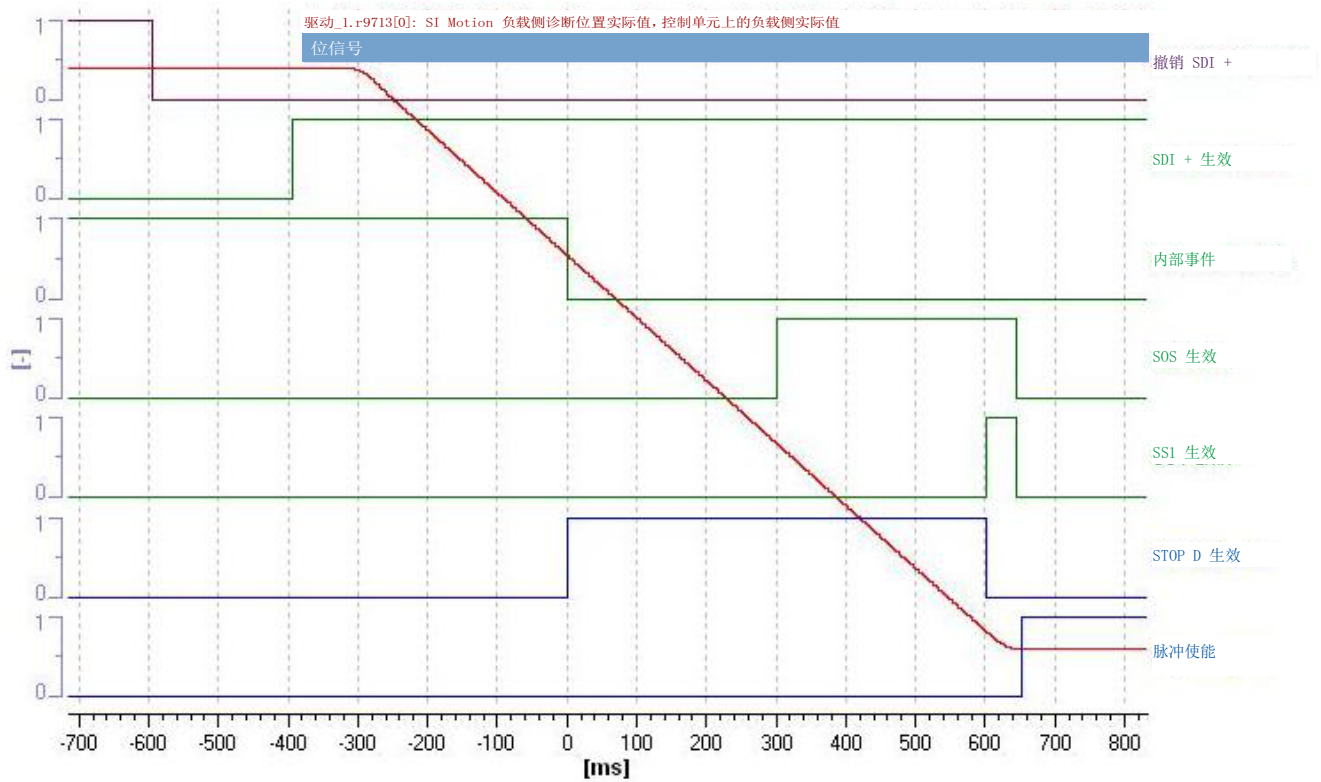


图 8-51 曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP D”的 SDI+

曲线图解析:

- SDI+功能生效, 参见位“撤销 SDI+”和“SDI+生效”
- 在-300 ms 左右的时间轴上, 驱动器开始运行
- 在 0 ms 的时间轴上,驱动器超出了 SDI 公差窗口
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全信息, 位“内部事件”置 0
- 在时间轴 0 ms 上, 停止响应 STOP D 触发 (相当于选择 SOS), 参见位“STOP D 生效”
- 在从 STOP E 到 SOS 的过渡时间(p9553/p9353)届满后, 在 300 ms 的时间轴上监控驱动器是否达到静止位置, 参见为“SOS 生效”
- 在 600 ms 左右的时间轴上, 驱动器仍在运行, 表明超出了静态公差窗口
- 触发 STOP B, 参见位“SS1 生效”
- 驱动器开始减速
- 在 650 ms 左右的时间轴上驱动器静止
- STOP B 触发后, STOP A 触发, 见位“STO 生效”; 此时驱动器速度低于 SS1 关机速度(p9560/p9360), 在本例中, 驱动器在 SS1 定时(p9556/p9356)届满前低于关机速度 SS1

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差, 本例为最长为 6 ms, 不是错误。

---

### 带编码器、停止响应为“STOP E”的“SDI +/-”

表格 8- 46 功能：带编码器、停止响应为“STOP E”的“SDI +/-”

编号	描述	状态	
<p><b>提示：</b> 必须为配置的每种安全功能控制方式和两个旋转方向单独进行验收测试。 控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>			
1.	初始状态		
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)		
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)		
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)		
	• 选中了带编码器的安全功能(p9506 = 0)		
	• SDI 已经使能(p9501.17 = 1)		
	• 撤销了“SDI+”(r9720.12 = 1), 撤销了“SDI-”(r9720.13 = 1)		
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。		
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SDI 公差运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> </ul>		
3.	配置并激活 Trace 记录功能。		
	• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)		
	• 对以下值进行跟踪记录：r9713[0]、r9720、r9721、r9722		
	• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SDI 公差的运行状态和后续的停止响应。		
	查看以下位值，以便更好地进行分析：		
	• r9720.12（撤销 SDI+）或 r9720.13（撤销 SDI-）		
	• r9721.2（脉冲使能，在触发 STOP A 时置位）		
	• r9721.15（STOP E 生效）		
	• r9722.1（SS1 生效，在执行 STOP B 时置位）		
	• r9722.3（SOS 生效）		
• r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置 0）			
• r9722.12（SDI+生效）或 r9722.13（SDI-生效）			

编号	描述	状态
	选择 SDI+或 SDI-	
	接通驱动器，使驱动器在正向或负向上运行	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行，在超出 SDI 公差(p9564/9364)以及超出 SOS 静态公差窗口后是否沿着 OFF3 斜坡制动，然后触发 STOP A。</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01716 (0), C30716 (0); 超出了 SDI + 的公差及 C01716 (1), C30716 (1); 超出了 SDI - 的公差</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01710, C30710 (触发了 STOP E)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01707, C30707 (超出 SOS 公差)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01701, C30701 (触发了 STOP B)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01700, C30700 (触发了 STOP A)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>一旦 r9713[0] 超出 SDI - 公差窗口，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>接着会触发 STOP E</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>如果在激活 STOP E 时驱动器没有被上级控制器停止，在执行完 STOP E 后（选择 SOS），驱动器会作出上述响应。</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SDI，应答安全信息，检查	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>是否没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r0046.0 = 1（驱动处于“接通禁止”状态）</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行</li> </ul>	
7.	在相反的方向上重复第 1 点到第 6 点	

曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP E”的 SDI+

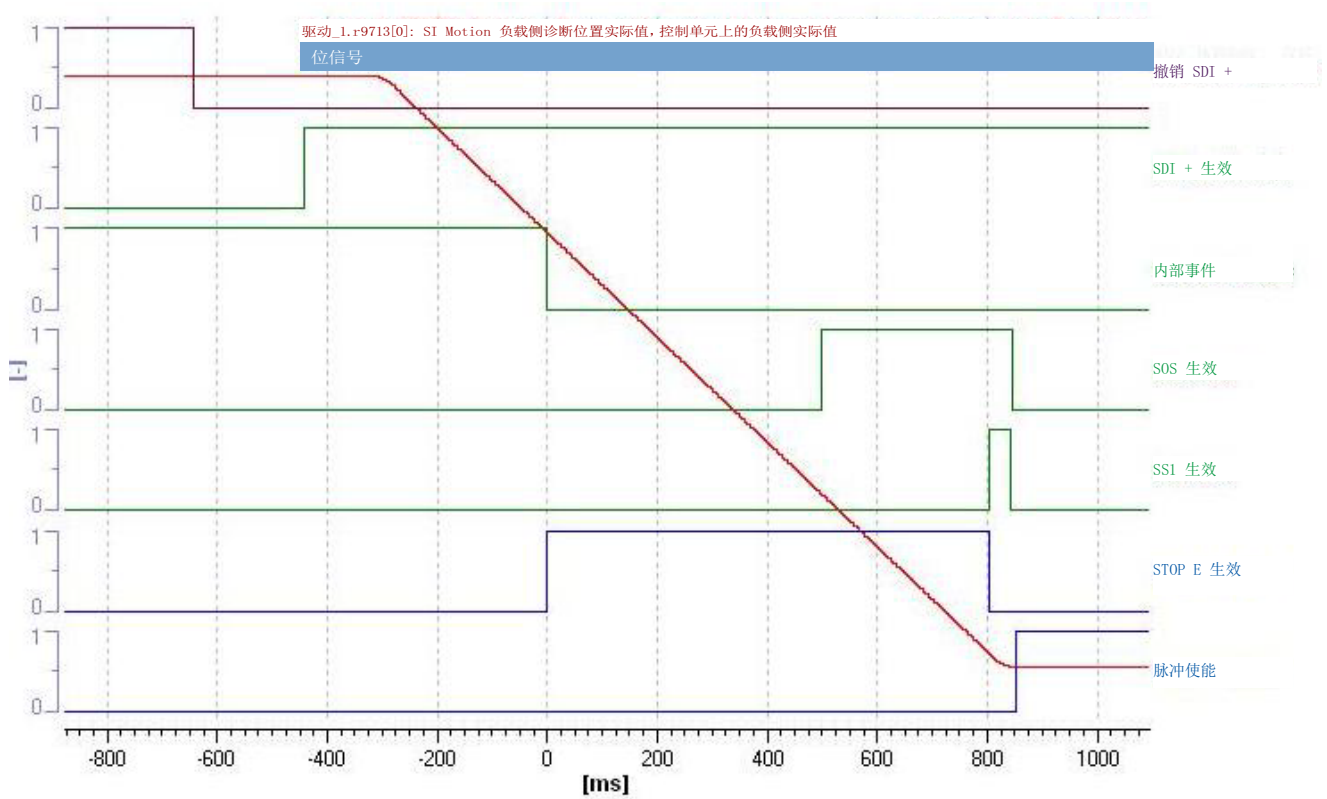


图 8-52 曲线图示例：带编码器、停止响应为“STOP E”的 SDI+

曲线图解析:

- SDI+功能生效, 参见位“撤销 SDI+”和“SDI+生效”
- 在-300 ms 左右的时间轴上, 驱动器开始运行
- 在 0 ms 的时间轴上,驱动器超出了 SDI 公差窗口
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全信息, 位“内部事件”置 0
- 在时间轴 0 ms 上, 停止响应 STOP E 触发 (相当于选择 SOS), 参见位“STOP E 生效”
- 在从 STOP E 到 SOS 的过渡时间(p9554/p9354)届满后, 在 500 ms 的时间轴上监控驱动器是否达到静止位置, 参见为“SOS 生效”
- 在 800 ms 左右的时间轴上, 驱动器仍在运行, 表明超出了静态公差窗口
- 触发 STOP B, 参见位“SS1 生效”
- 驱动器开始减速
- 在 850 ms 左右的时间轴上驱动器静止
- STOP B 触发后, STOP A 触发, 见位“STO 生效”; 此时驱动器速度低于 SS1 关机速度(p9560/p9360), 在本例中, 驱动器在 SS1 定时(p9556/p9356)届满前低于关机速度 SS1

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差, 本例为最长为 6 ms, 不是错误。

---

### 8.9.5.4 不带编码器的扩展功能的验收测试

#### 扩展功能中不带编码器的“Safe Torque Off”的验收测试

表格 8- 47 功能：不带编码器的“Safe Torque Off” 功能

编号	描述	状态
<b>注：</b> 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：端子、PROFIsafe。		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 安全功能配置为“不带编码器”(p9506 = 1 或 p9506 = 3)	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
	• r9772.18 = r9872.18 = 0 (表明 STO 被 SMM 撤销)	
	• r9772.0 = r9772.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P1)	
	• r9872.0 = r9872.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P2)	
	• r9773.0 = r9773.1 = 0 (表明 STO 被撤销, 变为无效 – P1 + P2)	
	• r9720.0 = 1 (表明 STO 被撤销)	
• r9722.0 = 0 (表明 STO 失效)		
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:	
	• 驱动是否惯性停车, 或者在配备并设置了 (p1215, p9602, p9802) 制动的情况下是否通过机械制动停止	
	• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])	
	• r9772.18 = r9872.18 = 1 (表明 STO 被 SMM 选中)	
	• r9772.0 = r9772.1 = 1 (STO 已选择且生效 – P1)	
• r9872.0 = r9872.1 = 1 (STO 已选择且生效 – P2)		

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9773.0 = r9773.1 = 1 (表明 STO 已选择且生效 – P1 + P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.0 = 0 (表明 STO 被选中)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.0 = 1 (表明 STO 生效)</li> </ul>	
3.	撤销 STO，然后核实以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9772.18 = r9872.18 = 0 (表明 STO 被 SMM 撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9772.0 = r9772.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9872.0 = r9872.1 = 0 (STO 未选择且无效 – P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9773.0 = r9773.1 = 0 (表明 STO 被撤销，变为无效 – P1 + P2)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.0 = 1 (表明 STO 被撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.0 = 0 (表明 STO 失效)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
4.	<p>应答“接通禁止”信号，运行驱动器。检查驱动器是否运行。</p> <p>对以下内容进行检测：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 控制单元和电机模块间的 DRIVE-CLiQ 布线是否正确</li> <li>• 驱动号 – 电机模块 – 电机的分配是否正确</li> <li>• 硬件是否正常工作</li> <li>• STO 功能参数设置是否正确</li> </ul>	



### 扩展功能中不带编码器的“Safe Stop 1”的验收测试

表格 8- 48 功能：不带编码器的“Safe Stop 1”

编号	描述	状态
<b>提示：</b>		
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：端子、PROFIsafe。		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 安全功能配置为“不带编码器”(p9506 = 1 或 p9506 = 3)	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
2.	运行驱动器	
	• 检查驱动器是否运行。	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	• 触发事件：触发事件：变量-位模(r9720.1 = 0)	
	• 对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9714[1]、r9720、r9722	
	• 选择合适的时间间隔和预触发，以方便查看 SS1 被选中的状态和到 STO 的过渡状态	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	• r9720.1（表明 SS1 被撤销）	
	• r9722.0（表明 STO 生效）	
	• r9722.1（表明 SS1 生效）	
	运行时选择 SS1	
	• 驱动器沿着 OFF3 斜坡减速制动	
	• 检查驱动器随后是否进入 STO 状态	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	• r9720.1（表明 SS1 被撤销）	
	• r9722.0（表明 STO 生效）	

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r9722.1 (表明 SS1 生效)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线: <ul style="list-style-type: none"> <li>在驱动器低于关机速度(p9360/9560)后触发 STO</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图, 将曲线图加入验收报告中 (见下文的示例)	
6.	撤销 SS1 <ul style="list-style-type: none"> <li>没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul> 撤销“接通禁止”并运行驱动器 <ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行。</li> </ul>	

曲线图示例：不带编码器的 SS1

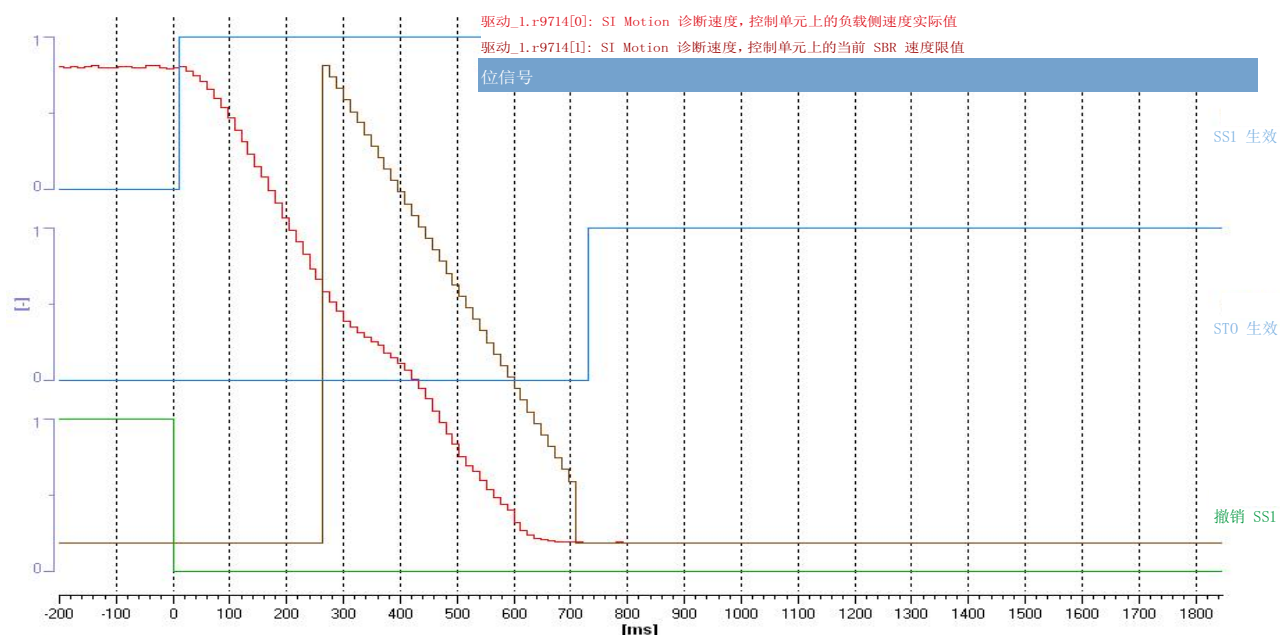


图 8-53 曲线图示例：不带编码器的 SS1

曲线图解析:

- 在 0 ms 时间轴上, 功能 SS1 被选中 (参见位“撤销 SS1”)
- 在 20 ms 左右的时间轴上, 反馈位“SS1 生效”置位
- 驱动器随后沿着 OFF3 斜坡减速(p1135)制动
- r9714[0] 的记录曲线显示 OFF3 斜坡是否生效
- 在 720 ms 左右的时间轴上 STO 生效, 参见位“STO 生效”, 在该时间点上驱动器低于 SS1 关机速度(p9560/p9360)
- 驱动器的实际速度(r9714[0])超出 SBR 的包络线(驱动器\_1.r9714[1])时, 可能会导致故障

和带编码器的 SAM 的曲线图相反, 该曲线图是根据安全参数计算得出的, 而不是跟踪实际速度得出。此外, 不带编码器的 SBR 只在规定时间经过后激活, 本例中为 250 ms。

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差, 本例最长为 36 ms, 不是错误。

---

扩展功能中不带编码器的“Safe Brake Control”的验收测试

表格 8- 49 验收测试：不带编码器的“Safe Brake Control”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b>                      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：端子、PROFIsafe。</p>		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 安全功能配置为“不带编码器”(p9506 = 1 或 p9506 = 3)	
	• 使能 SBC 功能(p9602 = 1, p9802 = 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], r9747[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
	• r9772.18 = r9872.18 = 0 (表明 STO 被 SMM 撤销)	
	• r9772.4 = r9872.4 = 0; r9773.4 = 0 (表明没有发出 SBC 请求)	
	• r9720.0 = 1 (表明 STO 被撤销) r9720.1 = 1 (表明 SS1 被撤销)	
• r9722.0 = 0 (表明 STO 失效)		
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，核实以下项目：	
	• 制动器闭合	
	• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])	
	• 是否 r9772.4 = r9872.4 = 1; r9773.4 = 1 (表明发出 SBC 请求)	
	• r9772.18 = r9872.18 = 1 (表明 STO 被 SMM 选中)	
	• r9720.0 = 0 (表明 STO 被选中) r9720.1 = 0 (表明 SS1 被选中)	
• r9722.0 = 1 (表明 STO 生效)		

编号	描述	状态
3.	撤销 STO，然后核实以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 是否 r9772.4 = r9872.4 = 0; r9773.4 = 0 (表明 SBC 被撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9772.18 = r9872.18 = 0 (表明 STO 被 SMM 撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.0 = 1 (表明 STO 被撤销) r9720.1 = 1 (表明 SS1 被撤销)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.0 = 0 (表明 STO 失效)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
4.	应答“接通禁止”信号，运行驱动器。检查驱动器是否运行。	
	对以下内容进行检测： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 制动是否正确连接</li> <li>• 硬件是否正常工作</li> <li>• SBC 功能参数设置是否正确</li> <li>• 对 SBC 进行强制潜在故障检查</li> </ul>	

扩展功能中不带编码器的“Safely-Limited Speed”的验收测试

不要带编码器的 SLS，停止响应为“STOP A”

表格 8- 50 功能：不带编码器的“Safely-Limited Speed”，停止响应为“STOP A”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b>                      必须为配置的每种安全功能控制方式和每个使用的 SLS 速度档单独进行验收测试。                      控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>		
1.	<p>初始状态</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> <li>Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> <li>安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> <li>安全功能配置为“不带编码器”(p9506 = 1 或 p9506 = 3)</li> <li>没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SLS 速度档运行不至于造成危险。</li> <li>请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> </ul>	
3.	<p>配置并激活 Trace 记录功能。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)</li> <li>对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9720、r9721、r9722</li> <li>请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SLS 速度档的运行状态和之后的驱动响应。</li> </ul> <p>查看以下位值，以便更好地进行分析：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>r9720.4（撤销 SLS）以及 r9720.9/.10（选择 SLS 速度档）</li> <li>r9721.12（STOP A 或 STOP B 生效）</li> <li>r9722.0（STO 生效，在执行 STOP A 置位）</li> <li>r9722.4（SLS 生效）以及 r9722.9/.10（生效的 SLS 速度档）</li> <li>r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置位）</li> </ul> <p>选择 SLS 速度档</p> <p>接通驱动器，给出一个高于 SLS 速度档的设定值</p>	

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行，在超出 SLS 速度档(p9331[x]/9531[x])后是否惯性停车，配置的抱闸是否闭合</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01714 (x00), C30714 (x00); x = SLS 1...4 档（超出了 SLS 速度档）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01700, C30700（触发了 STOP A）</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一旦 r9714[0]超出 SLS 速度档，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 接着会触发 STOP A</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SLS，应答安全信息	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r0046.0 = 1（驱动处于“接通禁止”状态）</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行</li> </ul>	

曲线图示例：不带编码器的 SLS，停止响应为“STOP A”

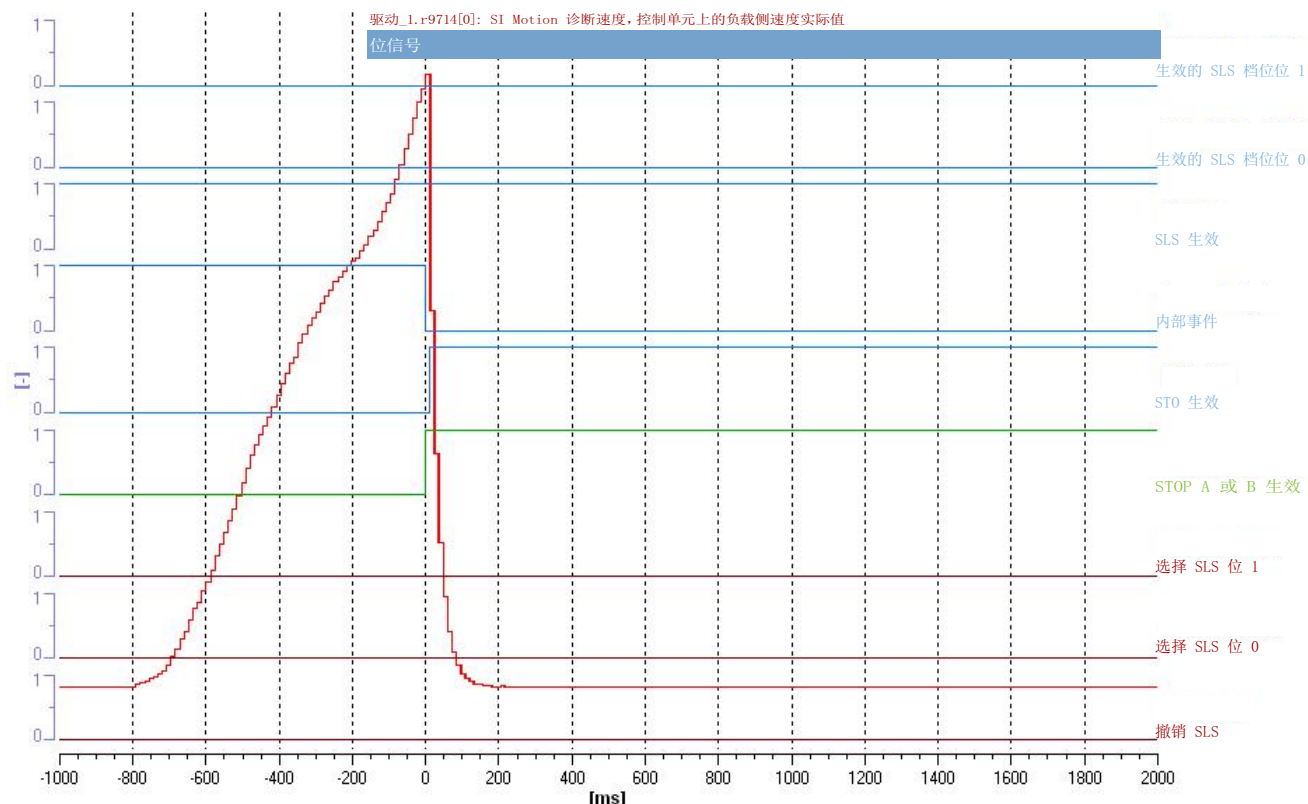


图 8-54 曲线图示例：不带编码器的 SLS，停止响应为“STOP A”

曲线图解析：

- SLS 激活，其中的 SLS 1 档生效，参见位“撤销 SLS”、“选择 SLS 位 0”、“选择 SLS 位 1”、“SLS 生效”、“生效的 SLS 速度档位 0”和“生效的 SLS 速度档位 1”。
- 驱动器从 -800 ms 左右的时间轴起开始加速
- 在 0 ms 时间轴上超过 SLS 速度档
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全故障信息，位“内部事件”置 0
- 在 0 ms 时间轴上触发了故障响应 STOP A，参见位“STOP A 或 STOP B 生效”和“STO 生效”
- 驱动器自由停转，参见 r9714[0]的红色曲线

说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例最长为 36 ms，不是错误。



### 不要带编码器的 SLS，停止响应为“STOP B”

表格 8- 51 功能：不带编码器的“Safely-Limited Speed”，停止响应为“STOP B”

编号	描述	状态
<b>提示：</b> 必须为配置的每种安全功能控制方式和每个使用的 SLS 速度档单独进行验收测试。 控制方式有：端子或 PROFIsafe。		
1.	初始状态	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全功能配置为“不带编码器”(p9506 = 1 或 p9506 = 3)</li> <li>• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。</li> </ul>	
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SLS 速度档运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> </ul>	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 对以下值进行跟踪记录： r9714[0]、r9714[1]、r9720、r9721、r9722</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SLS 速度档的运行状态和之后的驱动响应。</li> </ul>	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9720.4（撤销 SLS）以及 r9720.9/10（选择 SLS 速度档）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9721.12（STOP A 或 STOP B 生效）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.0（STO 生效，在执行 STOP A 置位）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.1（SS1 生效，在执行 STOP B 时置位）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.4（SLS 生效）以及 r9722.9/10（生效的 SLS 速度档）</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置位）</li> </ul>	
	选择 SLS 速度档	
	接通驱动器，给出一个高于 SLS 速度档的设定值	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行，在超出 SLS 限值(p9331[x]/9531[x])后是否沿着 OFF3 斜坡制动，随后触发 STOP A</li> </ul>	

编号	描述	状态
	检查是否有以下安全信息:	
	• C01714 (x00), C30714 (x00); x = SLS 1...4 档 (超出了 SLS 速度档)	
	• C01701, C30701 (触发了 STOP B)	
	• C01700, C30700 (触发了 STOP A)	
4.	分析记录曲线:	
	• 一旦 r9714[0]超出 SLS 速度档, 装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)	
	• 在触发 STOP B 后接着触发 STOP A	
5.	保存/打印曲线图, 将曲线图加入验收报告中 (见下文的示例)	
6.	撤销 SLS, 应答安全信息	
	• 没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7]、r2122[0...7]、r9747[0...7])	
	• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	• 检查驱动器是否运行	

曲线图示例：不带编码器的 SLS，停止响应为“STOP B”

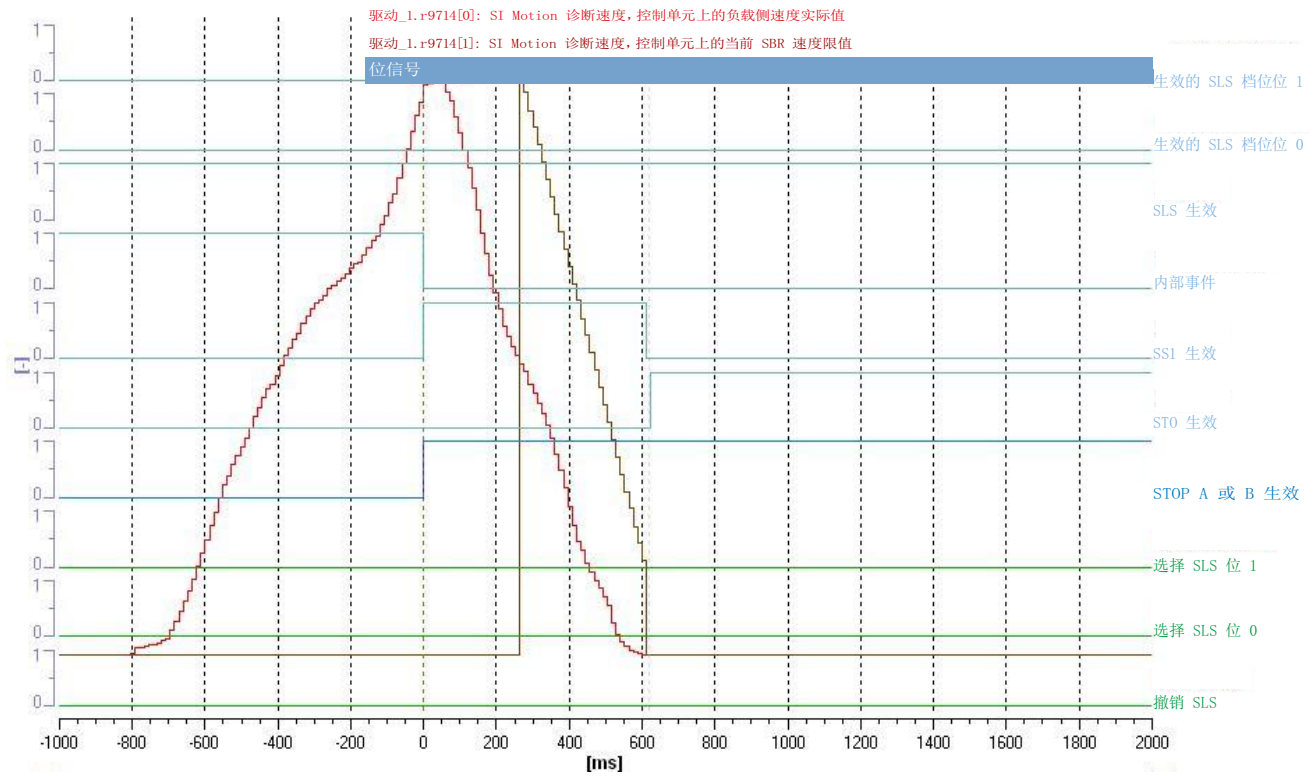


图 8-55 曲线图示例：不带编码器的 SLS，停止响应为“STOP B”

曲线图解析:

- SLS 激活，其中的 SLS 1 档生效，参见位“撤销 SLS”、“选择 SLS 位 0”、“选择 SLS 位 1”、“SLS 生效”、“生效的 SLS 速度档位 0”和“生效的 SLS 速度档位 1”。
- 驱动器从 -800 ms 左右的时间轴起开始加速
- 在 0 ms 时间轴上超过 SLS 速度档
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全故障信息，位“内部事件”置 0
- 在 0 ms 时间轴上触发了故障响应 STOP B，参见位“STOP A 或 STOP B 生效”和“SS1 生效”
- 驱动器开始减速制动，参见 r9714[0]的橘黄色曲线
- 在 600 ms 左右的时间轴上驱动器静止
- STOP B 触发后，STOP A 触发，参见位“STO 生效”；在该时间点上，驱动器速度低于 SS1 关机速度(p9560/p9360)
- 在 250 ms 后 SBR 监控激活

---

#### 说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例最长为 36 ms，不是错误。

---

### 扩展功能中不带编码器的“Safe Speed Monitor”的验收测试

表格 8- 52 功能：不带编码器的“Safe Speed Monitor”

编号	描述	状态
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态 (p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 安全功能配置为“不带编码器”(p9506 = 1 或 p9506 = 3)	
	• 注意： 在该功能激活反馈“SSM 生效”而封锁脉冲(p9509.0 = 1)后，必须在撤销 STO 的 5 秒内通过 OFF1 的上升沿给出驱动器使能信号，否则 STO 再次生效。	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
• TM54F 主站和从站模块上没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7])，注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。		
2.	关闭驱动器或给出 0 转速设定值	
	配置并激活 Trace 记录功能。	
	• 触发事件：变量-位模(r9722.15 = 1)	
	• 记录以下数值： r9714[0], r9722	
	• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SSM 限值 (p9346/p9546)的运行状态和之后低出限值的运行状态	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	• r9722.15 (转速低于 SSM 限值)	
接通驱动器，给定合适的设定值，使驱动器可以短暂地超出 SSM 限值运行，随后又低于 SSM 限值运行		
• 检查驱动器是否运行		
3.	分析记录曲线：	
	• r9714[0]超过 SSM 限值 p9346/p9546 时， r9722.15 = 0	
	• 回差激活时，只有 r9714[0]低于“p9346/p9546 - 回差 p9347/p9547”的差值后， r9722.15 才会变成 1。	

编号	描述	状态
4.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	

不带编码器、带回差的 SSM 的曲线图（示例）

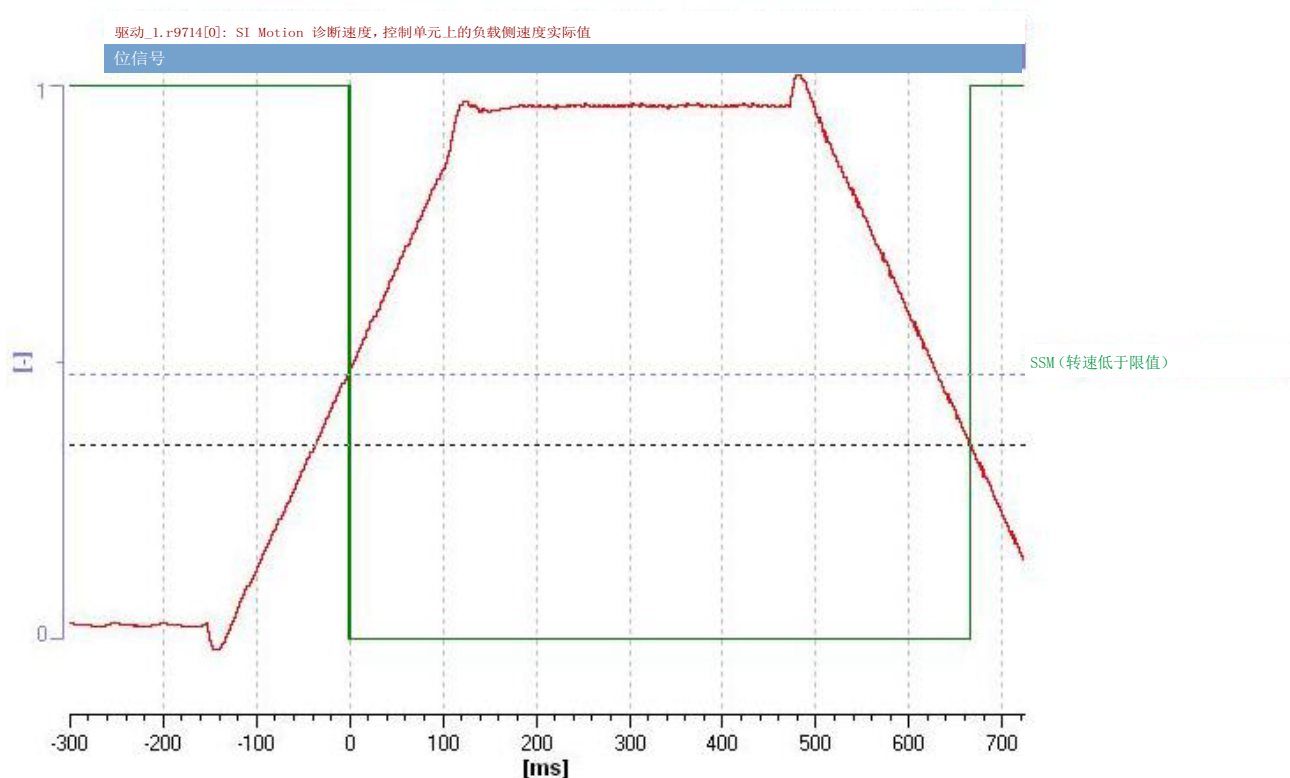


图 8-56 不带编码器、带回差的 SSM 的曲线图（示例）

曲线图解析：

- 从-150 ms 左右的时间轴起驱动器开始加速
- 在 0 ms 时间轴上驱动器速度超出 SSM 限值(p9546/p9346)
- 在 0 ms 时间轴上位 SSM（转速低于限值）置 0
- 从 470 ms 左右的时间轴起驱动器再次减速
- 激活生效时：在 670 ms 左右的时间轴上，只有当驱动器的速度低于“SSM 限值-回差值(p9547/p9347)”的差值时，上述位才会再次置 1。

说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例为最长为 7 ms，不是错误。

### 不带编码器的 Safe Direction 的验收测试

#### 不带编码器、停止响应为“STOP A”的“SDI +/-”

表格 8- 53 功能：不带编码器、停止响应为“STOP A”的“SDI +/-”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b> 必须为配置的每种安全功能控制方式和两个旋转方向单独进行验收测试。 控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 安全功能配置为“不带编码器”(p9506 = 1 或 p9506 = 3)	
	• SDI 已经使能(p9501.17 = 1)	
	• 没有选择某项安全功能	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SDI 公差运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> <li>• 注意： 在该功能激活反馈“SSM 生效”而封锁脉冲(p9509.0 = 1)后，必须在撤销 STO 的 5 秒内通过 OFF1 的上升沿给出驱动器使能信号，否则 STO 再次生效。</li> </ul>	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)	
	• 对以下值进行跟踪记录： r9713[0]、r9720、r9721、r9722	
	• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SDI 公差的运行状态和后续的停止响应。	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	• r9720.12（撤销 SDI+）或 r9720.13（撤销 SDI-）	
	• r9721.2（脉冲使能）	
• r9722.0（STO 生效，在执行 STOP A 时置位）		

编号	描述	状态
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r9722.7 (内部事件, 在出现首个安全信息时置 0)</li> <li>• r9722.12 (SDI+生效) 或 r9722.13 (SDI-生效)</li> </ul>	
	选择 SDI+或 SDI-	
	接通驱动器, 使驱动器在正向或负向上运行	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行, 在超出 SDI 公差(p9564/9364)后是否惯性停车, 配置的抱闸是否闭合</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C01716 (0)、C30716 (0); 超出了 SDI + 的公差及 C01716 (1)、C30716 (1); 超出了 SDI - 的公差</li> <li>• C01700, C30700 (触发了 STOP A)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一旦 r9713[0] 超出 SDI - 公差窗口, 装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)。</li> <li>• 接着会触发 STOP A, 封锁脉冲(p9721.2 = 1)</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图, 将曲线图加入验收报告中 (见下文的示例)	
6.	撤销 SDI, 应答安全信息, 检查	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 是否没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])</li> <li>• r0046.0 = 1 (驱动处于“接通禁止”状态)</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查驱动器是否运行</li> </ul>	
7.	在相反的方向上重复第 1 点到第 6 点	



曲线图示例：不带编码器、停止响应为“STOP A”的 SDI-

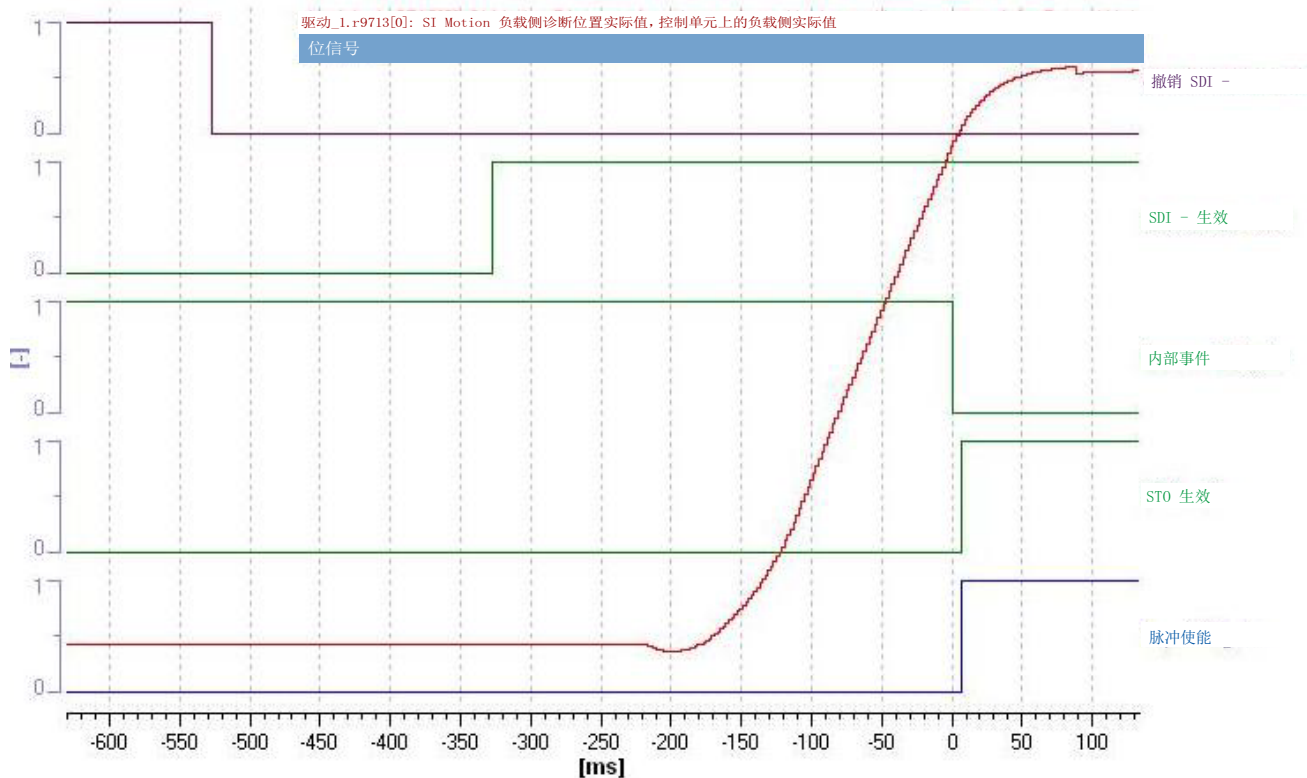


图 8-57 曲线图示例：不带编码器、停止响应为“STOP A”的 SDI-

曲线图解析：

- SDI-功能生效，参见位“撤销 SDI-”和“SDI-生效”
- 在-220 ms 左右的时间轴上，驱动器开始运行
- 在 0 ms 的时间轴上,驱动器超出了 SDI 公差窗口
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全信息，位“内部事件”置 0
- 在 0 ms 时间轴上触发 STOP A，位“STO 生效”和“脉冲使能”置 1
- 驱动器惯性停车，配置的抱闸闭合

说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例为最长为 7 ms，不是错误。

不带编码器、停止响应为“STOP B”的“SDI +/-”

表格 8- 54 功能：不带编码器、停止响应为“STOP B”的“SDI +/-”

编号	描述	状态
<p><b>提示：</b>                      必须为配置的每种安全功能控制方式和两个旋转方向单独进行验收测试。                      控制方式有：端子或 PROFIsafe。</p>		
1.	初始状态	
	• 驱动器处于“就绪”状态(p0010 = 0)	
	• Safety Integrated 扩展功能已使能 (p9601.2 = 1)	
	• 安全功能已经使能(p9501.0 = 1)	
	• 安全功能配置为“不带编码器”(p9506 = 1 或 p9506 = 3)	
	• SDI 已经使能(p9501.17 = 1)	
	• 没有选择某项安全功能	
	• 没有安全故障信息或报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7]), 注意“验收测试”一章开头的“非关键报警”的说明。	
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在上级控制器中可能要采取一些预防措施，使驱动器超出 SDI 公差运行不至于造成危险。</li> <li>• 请注意，选择“启动验收测试”后内部限幅 r9733.0 和 r9733.1 会变为无效。</li> <li>• 请注意：                              在该功能激活反馈“SSM 生效”而封锁脉冲(p9509.0 = 1)后，必须在撤销 STO 的 5 秒内通过 OFF1 的上升沿给出驱动器使能信号，否则 STO 再次生效。</li> </ul>	
3.	配置并激活 Trace 记录功能。	
	• 触发事件：变量 - 位模(r9722.7 = 0)	
	• 对以下值进行跟踪记录： r9713[0]、r9720、r9721、r9722	
	• 请选择合适的时间间隔和预触发器，方便查看驱动器超出 SDI 公差的运行状态和后续的停止响应。	
	查看以下位值，以便更好地进行分析：	
	• r9720.12（撤销 SDI+）或 r9720.13（撤销 SDI-）	
	• r9721.2（脉冲使能，在触发 STOP A 时置位）	
	• r9722.1（SS1 生效，在执行 STOP B 时置位）	
	• r9722.7（内部事件，在出现首个安全信息时置 0）	
	• r9722.12（SDI+生效）或 r9722.13（SDI-生效）	

编号	描述	状态
	选择 SDI+或 SDI-	
	接通驱动器，使驱动器在正向或负向上运行	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行，在超出 SDI 公差(p9564/9364)后、触发 STOP A 前是否沿着 OFF3 斜坡制动。</li> </ul>	
	检查是否有以下安全信息：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01716 (0)、C30716 (0)；超出了 SDI + 的公差及 C01716 (1)、C30716 (1)；超出了 SDI - 的公差</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01701, C30701 (触发了 STOP B)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C01700, C30700 (触发了 STOP A)</li> </ul>	
4.	分析记录曲线：	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>一旦 r9713[0] 超出 SDI - 公差窗口，装置便输出一条安全信息 (r9722.7 = 0)。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>在触发 STOP B 后接着触发 STOP A</li> </ul>	
5.	保存/打印曲线图，将曲线图加入验收报告中（见下文的示例）	
6.	撤销 SDI，应答安全信息，检查	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>是否没有安全故障信息和报警信息(r0945[0...7], r2122[0...7], r9747[0...7])</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>r0046.0 = 1（驱动处于“接通禁止”状态）</li> </ul>	
	撤销“接通禁止”并运行驱动器	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器是否运行</li> </ul>	
7.	在相反的方向上重复第 1 点到第 6 点	

曲线图示例：不带编码器、停止响应为“STOP B”的 SDI-

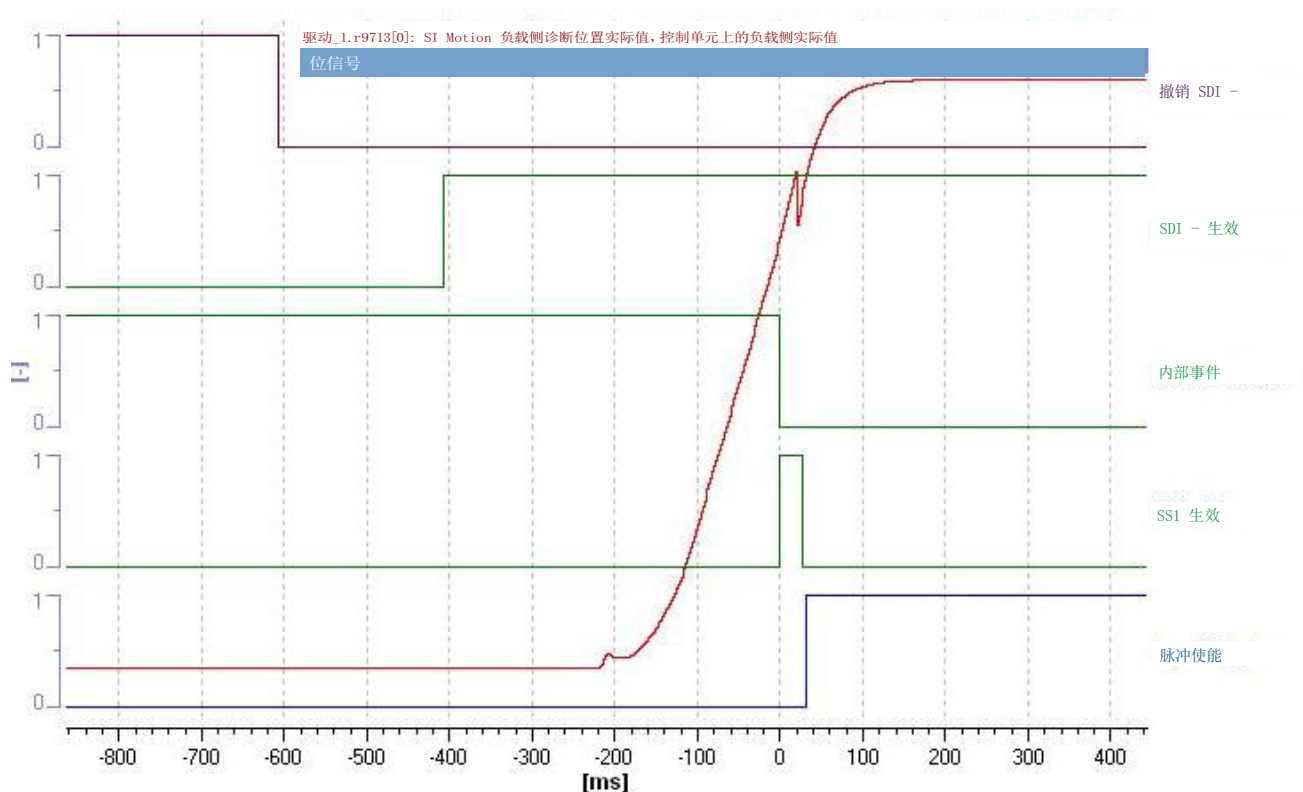


图 8-58 曲线图示例：不带编码器、停止响应为“STOP B”的 SDI-

曲线图解析：

- SDI-功能生效，参见位“撤销 SDI-”和“SDI-生效”
- 在-220 ms 左右的时间轴上，驱动器开始运行
- 在 0 ms 的时间轴上,驱动器超出了 SDI 公差窗口
- 在 0 ms 时间轴上输出一条安全信息，位“内部事件”置 0
- 在 0 ms 时间轴上触发 STOP B，参见位“SS1 生效”
- 驱动器开始减速
- 在 25 ms 左右的时间轴上驱动器低于关机速度
- STOP B 触发后，STOP A 触发，位“脉冲使能”位置 1；此时驱动器速度低于 SS1 关机速度(p9560/p9360)，在本例中，驱动器在 SS1 定时(p9556/p9356)届满前低于关机速度 SS1

说明

系统内部计算会导致大约 2 到 3 个安全周期的时间差，本例为最长为 7 ms，不是错误。

## 8.9.6 撰写报告

### SI 参数

	是否检查了规定值？（打叉）	
	是	否
处理器 1		
处理器 2		

### 校验和

基本功能+扩展功能			
驱动名称	驱动号	安全参数的目标校验和 （控制单元）	SI 参数的设定校验和（处 理器 2）
		p9799 =	p9899 =

### 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列表中查看。

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

## 通讯

### 9.1 现场总线配置

#### 现场总线配置

您也可以通过 PROFIBUS 或 USS 协议将现场总线接口切换到通讯。

---

#### 说明

如果设置了 USS，则 PROFIdrive 配置无效。

---

#### STARTER 中的配置

采取以下步骤在 STARTER 中进行现场总线接口的配置：

1. 选择 **STARTER → Communication → Field bus**。

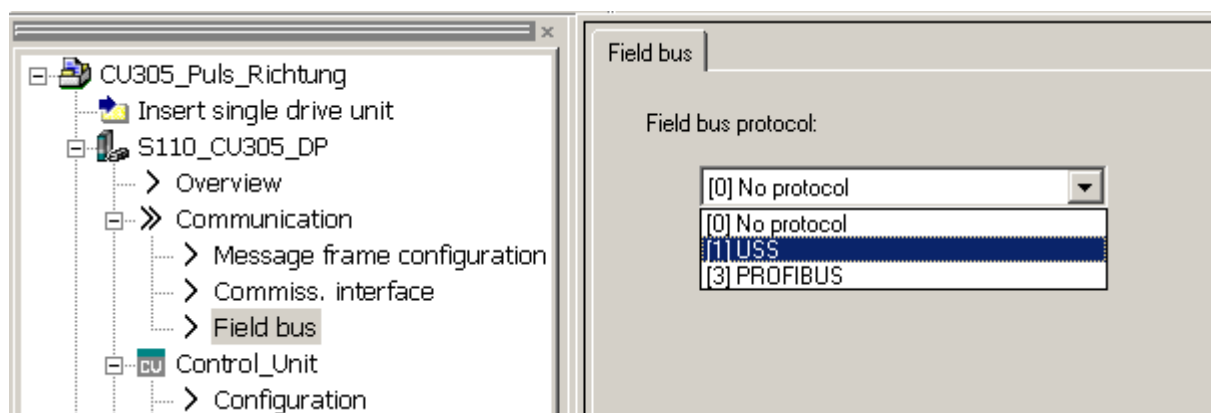


图 9-1 现场总线协议选择

2. 在该对话框中选择以下一项:

– 没有协议

– USS

然后在该对话框中定义 USS 接口的基本设置。接着选择**STARTER** → **<驱动器>** → **Communication**来确定**Transmit direction, receive direction, ...**的数据 (参见 USS 通讯 (页 688))。

– PROFIBUS

点击**Message frame configuration**来定义 PZD 报文长度并确定**Transmit direction, receive direction, ...**的数据 (参见 PROFIBUS DP 通讯 (页 635))。

## 9.2 PROFdrive 通讯

### 9.2.1 SINAMICS 上 PROFdrive 技术简介

#### 概述

PROFdrive V4.1 是应用在驱动技术上的 PROFIBUS 行规, 它广泛应用在生产和过程自动化领域。

---

#### 说明

PROFdrive 驱动技术行规参见以下文档:

文档: /P5/ PROFdrive Profile Drive Technology

---



**Controller（控制器）、Supervisor（监视器）和 Drive Unit（驱动单元）**

- 控制器、监视器和驱动单元的属性

表格 9-1 控制器、监视器和驱动单元的属性

属性	控制器和监视器	驱动单元
作为总线节点	主动	被动
发送消息	无需外部请求	只能询问控制器
接收消息	无限制	只能接收消息和发送应答

- 控制器(PROFIBUS: 主站等级 1)

这是一个典型的上级控制器，其中运行了自动化程序。

示例：SIMATIC S7 和 SIMOTION

- 监视器(PROFIBUS: 主站等级 2)

在总线持续运行中，用于配置、调试、操作和显示的装置。和驱动单元以及控制器非循环通讯的装置。

示例：编程装置、操作和显示装置

- 驱动单元(PROFIBUS: 从站)

SINAMICS 变频器在 PROFIdrive 中相当于一个“驱动单元”。

### 9.2.2 应用等级

#### 描述

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 4 个。

#### 应用等级 1（标准驱动）

在最简单的应用中，驱动器由 PROFIBUS 传送的转速设定值控制。整个转速闭环控制在驱动控制器内进行。典型应用示例为基本型变频器。泵和风机控制

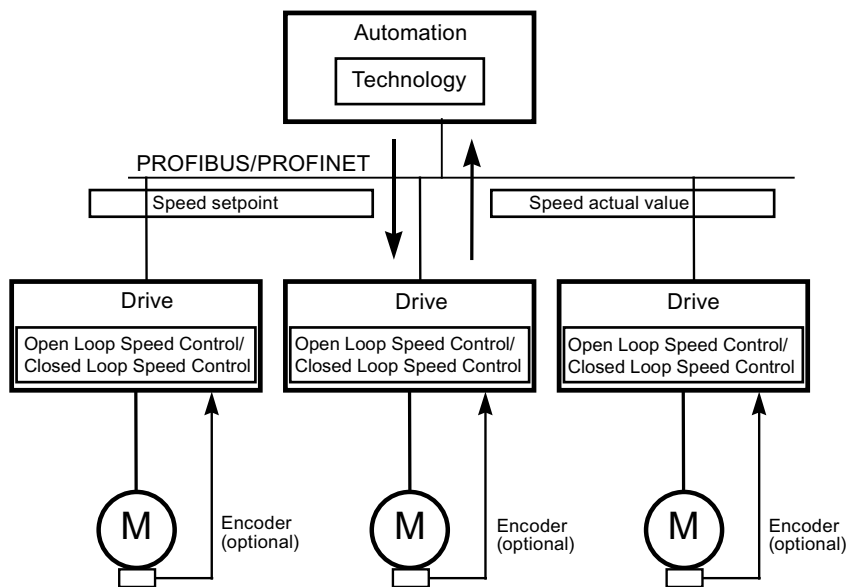


图 9-2 应用等级 1

应用等级 2（带工艺功能的标准驱动）

在该应用等级中，整个过程被分为多个子过程，并分布在各个驱动器上。自动化功能不再仅仅由中央自动化设备执行，各个驱动控制器也负责执行。

当然这种结构的前提是各个方向都能够进行通讯，其中包括各个驱动控制器之间工艺功能的相互通讯。具有的实际应用有：设定值级联、卷取机和有物料连续移动的转速同步应用。

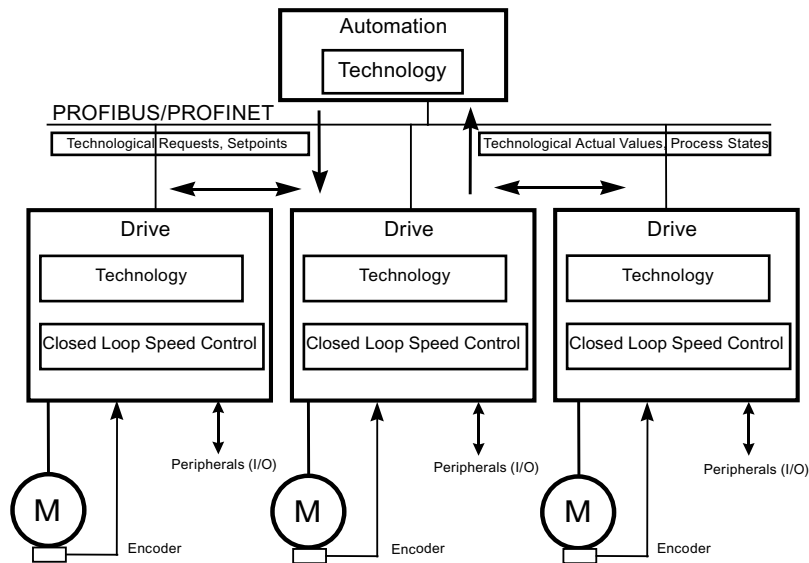


图 9-3 应用等级 2

### 应用等级 3 (定位运行)

驱动器除了包含驱动闭环控制外，还包含了定位控制，因此在上级控制器上运行工艺过程时，驱动器作为自控的简易定位驱动工作。定位任务通过 PROFIBUS 传送给驱动控制器并加以启动。定位驱动的应用非常广泛，例如：在向瓶中注入液体时拧紧或松开瓶盖，或在薄膜切割机上定位刀片。

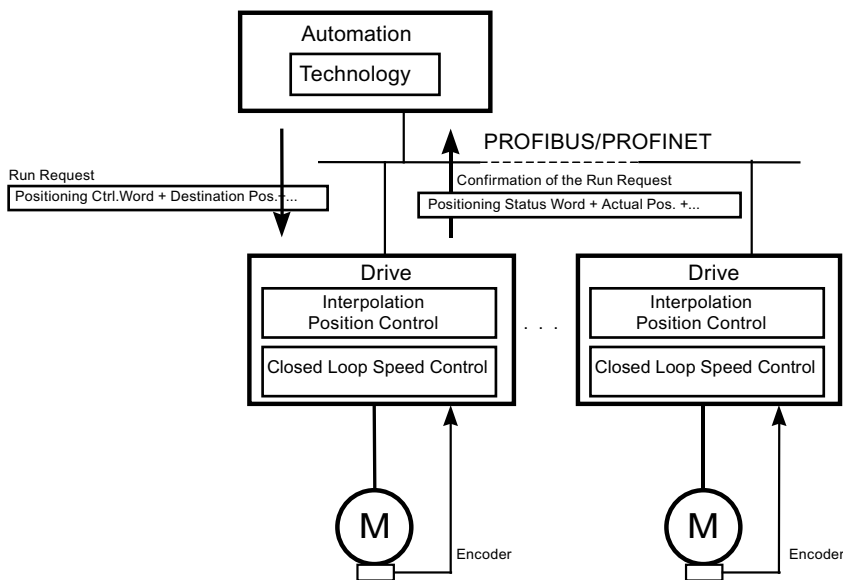


图 9-4 应用等级 3

### 应用等级 4（中央运动控制）

该应用等级定义了一种转速设定值接口：转速闭环控制在驱动器中，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实现。位置环通过总线闭合。控制器中的位置控制周期和驱动器中的转速控制周期需要实现等时同步，PROFIBUS DP 可提供该功能。

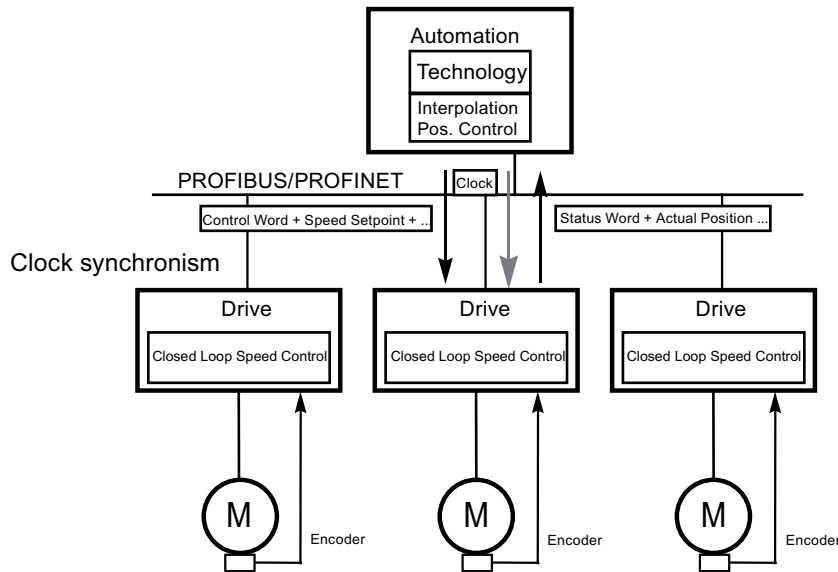


图 9-5 应用等级 4

### 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。因此，可通过简单的方法大大提高应用等级 4 中的位置环动态刚性。

可以通过额外的一些措施缩短通常会在速度设定值接口上出现的时滞，参见章节“动态伺服控制”。

根据应用等级选择报文

可以根据应用等级选择下表中列出的报文，参见章节“报文和过程数据”：

表格 9-2 根据应用等级选择报文

报文 (p0922 = x)	描述	等级 1	等级 2	等级 3	等级 4
1	转速设定值 16 位	x	x		
2	转速设定值 32 位	x	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
7	定位报文 7“基本定位器”			x	
9	定位报文 9（直接给定的基本定位器）			x	
102	转速设定值 32 位，1 个位置编码器和转矩降低				x
103	转速设定值 32 位，2 个位置编码器和转矩降低				x
110	基本定位器，MDI、倍率和 XIST_A			x	
111	MDI 运行方式中的基本定位器			x	
390	控制单元，带数字量输入/输出	x	x	x	x
391	控制单元，带输入/输出和 2 个测头	x	x	x	x
392	控制单元，带输入/输出和 4 个测头	x	x	x	x
393	控制单元，带数字量输入/输出，模拟量输入和 4 个测头	x	x	x	x
394	控制单元，带数字量输入/输出	x	x	x	x
999	自由报文	x	x	x	x

## 9.2.3 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。

### 9.2.3.1 报文和过程数据

#### 概述

通过 p0922 选择一个报文后，可以确定需要传输的驱动设备侧（控制单元）的过程数据。

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。

接收字和发送字由下列元素构成：

- 接收字：控制字或设定值
- 发送字：状态字或实际值

#### 有哪些报文？

##### 1. 标准报文

标准报文根据 PROFIdrive 协议构建。过程数据的内部互联根据设置的报文编号自动进行。

通过参数 p0922 可设置以下标准报文：

- 1 转速设定值 16 位
- 2 转速设定值 32 位
- 3 转速设定值 32 位，1 个位置编码器
- 4 转速设定值 32 位，2 个位置编码器
- 7 定位报文 7“基本定位器”
- 9 定位报文 9（直接给定的基本定位器）

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。过程数据的内部互联根据设置的报文编号自动进行。

下面是可以通过 p0922 设置的制造商专用的报文：

- 102 转速设定值 32 位，1 个位置编码器和转矩降低
- 103 转速设定值 32 位，2 个位置编码器和转矩降低
- 110 定位报文 10（基本定位器，MDI，倍率和 XIST\_A）
- 111 定位报文 11（MDI 运行方式中的基本定位器）
- 390 控制单元，带输入输出
- 391 控制单元，带输入输出和 2 个测头
- 392 控制单元，带输入输出和 4 个测头
- 393 控制单元，带数字量输入/输出，模拟量输入和 4 个测头
- 394 控制单元，带输入输出

3. 自由报文（p0922 = 999）

接收和发送报文也可通过 BICO 技术的接收/发送过程数据互联自由配置。

	SERVO	CU_S110
模拟量互联输出 DWORD	r2060[0 ... 14] <sup>1)</sup>	-
模拟量互联输出 WORD	r2050[0 ... 15] <sup>1)</sup>	r2050[0 ... 4]
二进制信号源输出端	r2090.0 ... 15 r2091.0 ... 15 r2092.0 ... 15 r2093.0 ... 15	r2090.0 ... 15 r2091.0 ... 15
自由二进制-模拟量 转换器	p2080[0 ... 15], p2081[0 ... 15], p2082[0 ... 15], r2089[0 ... 4]	
模拟量互联输入 DWORD	p2061[0 ... 14]	-
模拟量互联输入 WORD	p2051[0 ... 18]	p2051[0 ... 14]

1) 每个 PZD 字都可以用一个字或一个双字来占用。两个互联参数 r2050 或 r2060 中只允许一个在用于 PZD 字时不为零。



## 报文互联提示

在从  $p0922 = 999$ （出厂设置）变更为  $p0922 \neq 999$  后，报文互联会自动执行和禁用。

---

### 说明

报文 111 例外：发送报文中可自由互联 PZD12 或接收报文中可自由互联 PZD12。

---

在从  $p0922 \neq 999$  更改为  $p0922 = 999$  时，之前的报文互联保留并可对它进行修改。

---

### 说明

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

$p0978$  包含连续的 DO，这些 DO 采用了循环的 PZD 交换。设为零时，可以限制不交换 PZD 的 DO。

在  $p0978$  中输入 255 后，控制单元模拟一个空 DO，PROFIdrive 主站可以看到该 DO。这样 PROFIdrive 主站便可以实现循环通讯。

- DO 数量不同的驱动设备的配置保持不变。
- 取消激活了 DO，无需修改项目。

---

### 说明

- 为满足 PROFIdrive 协议，必须：

- 连接 PZD 接收字 1 作为控制字 1 (STW1)
- 连接 PZD 发送字 1 作为状态字 1 (ZSW1)

在 PZD 1 上请用 WORD 格式。

- 一个 PZD 相当于一个字。

两个互联参数  $p2051$  或  $p2061$  中只允许一个在用于 PZD 字时不为零。

- 字或双字的实际值作为基准值插入在报文中。

此时参考变量  $p200x$  起着决定作用

（如果输入变量的值为  $p200x$ ，则报文内容 = 4000 hex 或 4000 0000 hex（双字））。

---

### 报文结构

报文结构概览请参见 SINAMICS S110 参数手册，功能图 2420、2422 和 2423。

特定驱动对象只能使用特定报文：

驱动对象	报文(p0922)
SERVO	1, 2, 3, 4, 102, 103, 999
伺服(EPOS)	7, 9, 110, 111, 999
CU_S110	390, 391, 392, 393, 394, 999

在不同的驱动对象上，用户自定义的报文只能最多传输以下过程数据：

驱动对象	发送和接收的最大 PZD 数量
• SERVO	发送 19，接收 16
• CU_S110	发送 15，接收 5

### 接口模式

接口模式可以根据使用的驱动系统和标准接口调节控制字和状态字的设置。

该模式可以设置为：

值	接口模式
p2038 = 0	SINAMICS （出厂设置）
p2038 = 1	SIMODRIVE 611 universal

#### 步骤：

1. 设置 p0922 ≠ 999。
2. p2038 = 所需的接口模式。

在设置报文 102 和 103 后，接口模式会固定设置（p2038 = 1），无法修改。

对于定位报文（7，9，110 和 111）也正好固定设置了接口模式（已设置 p2038 = 0）。

如果修改了某个报文，例如：从 p0922 = 102 改为 p0922 = 3，而旧报文已经固定设置了某个接口模式，则 p2038 的设置保持不变。

### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 2410 PROFIBUS 地址，诊断
- ...
- 2498 E\_DIGITAL 互联

### 9.2.3.2 控制字和设定值的说明

#### 说明

本章节将介绍接口模式 SINAMICS (p2038 = 0) 中各个过程数据的赋值和含义。

并且一同给出了过程数据的基准参数。通常会根据参数 p2000 到 r2004 对过程数据进行定标。

另外还有以下定标数据：

100 °C 相当于 100 %； 0 °C 相当于 0 %

90°电气角也相当于 100 %， 0°相当于 0 %。

#### 控制字和设定值一览

表格 9-3 控制字和设定值一览，通讯协议专用

缩写 信号	名称	信号编 号	数据类型 1)	互联参数
STW1	控制字 1	1	U16	(位方式) 2)
STW2	控制字 2	3	U16	(位方式) 2)
NSOLL_A	转速设定值 A (16 位)	5	I16	p1155 p1070 (扩展 设定)
NSOLL_B	转速设定值 B (32 位)	7	I32	p1155 p1070 (扩展 设定)
G1_STW	编码器 1 控制字	9	U16	p0480[0]
G2_STW	编码器 2 控制字	13	U16	p0480[1]
A_DIGITAL	数字量输出 (16 位)	22	U16	(位方式)
A_DIGITAL_1	数字量输出 (16 位)	23	U16	(位方式)
SATZANW	EPOS 程序段选择	32	I32	(位方式)
MDI_TARPOS	MDI 位置	34	I32	p2642
MDI_VELOCIT Y	MDI 速度	35	I32	p2643

缩写 信号	名称	信号编号	数据类型 1)	互联参数
MDI_ACC	MDI 加速度	36	I16	p2644
MDI_DEC	MDI 减速度	37	I16	p2645
MDI_MOD	MDI 模式给定	38	U16	(位方式)
1) 数据类型符合 PROFIdrive 协议 V4: I16 = Integer16, I32 = Integer32, U16 = Unsigned16, U32 = Unsigned32 2) 位方式互联: 见下页				

表格 9- 4 控制字和设定值一览，制造商专用

缩写	名称	信号编号	数据类型 1)	互联参数
MOMRED	转矩降低	101	I16	p1542
MT_STW	测头控制字	130	U16	P0682
POS_STW	定位控制字	203	U16	(位方式)
OVERRIDE	定位运行中的倍率	205	I16	p2646
POS_STW1	定位控制字 1	220	U16	(位方式)
POS_STW2	定位控制字 2	222	U16	(位方式)
MDI_MODE	MDI 模式	229	U16	p2654
CU_STW1	控制单元(CU)控制字	500	U16	(位方式)
1) 数据类型符合 PROFIdrive 协议 V4: I16 = Integer16, I32 = Integer32, U16 = Unsigned16, U32 = Unsigned32 2) 位方式互联: 见下页				

**STW1 (控制字 1)**

参见功能图 [2442]。

表格 9-5 STW1 (控制字 1)的说明

位	含义	注释		参数
0	ON/OFF1	0/1	ON 允许脉冲使能	BI: p0840
		0	OFF1 通过斜坡函数发生器制动，然后清除脉冲、禁止接通	
1	OFF2	1	没有 OFF2 允许使能	BI: p0844
		0	立即清除脉冲、禁止接通	
<p><b>说明：</b> BI: p0844 和 BI: p0845 的“AND”连接构成了 OFF2 控制信号。</p>				
2	OFF3	1	没有 OFF3 允许使能	BI: p0848
		0	紧急停止(OFF3) 通过 OFF3 斜坡 p1135 制动，然后清除脉冲、禁止接通	
<p><b>说明：</b> BI: p0848 和 BI: p0849 的“AND”连接构成了 OFF3 控制信号。</p>				
3	使能运行	1	使能运行 允许脉冲使能	BI:p0852, p1224.1 (仅在扩展的制动控制中)
		0	禁止运行 清除脉冲	
4	斜坡函数发生器使能	1	运行条件 允许斜坡函数发生器使能	BI:p1140
		0	禁止斜坡函数发生器 斜坡函数发生器输出设为零	
5	启动斜坡函数发生器	1	启动斜坡函数发生器	BI:p1141
		0	冻结斜坡函数发生器	
<p><b>说明：</b> 在 JOG 运行中(r0046.31 = 1)，无法通过 p1141 冻结斜坡函数发生器。</p>				

9.2 PROFIdrive 通讯

位	含义	注释		参数
6	使能转速设定值	1	使能设定值	Bl:p1142
		0	禁止设定值 斜坡函数发生器输出设为零	
7	应答故障	0/1	应答故障	Bl: p2103
		0	无作用	
<p><b>说明:</b> 通过 Bl: p2103 给出的 0/1 上升沿应答。</p>				
8.9	备用	-	-	-
10	由 PLC 控制	1	由 PLC 控制 该信号必须置位，使 PROFIdrive 传送的过程数据被采用并生效。	Bl: p0854
		0	不由 PLC 控制 通过 PROFIdrive 传送的过程数据被拒绝，即：视为零。	
<p><b>说明:</b> 只有在 PROFIdrive 反馈了 ZSW1.9 = “1”时，该位才允许置为“1”。</p>				
11	设定值取反 (仅针对“扩展设定值通道”和“扩展斜坡函数发生器”)	1	设定值取反	Bl:p1113
		0	无设定值取反	
12	备用	-	-	-
13	电动电位器设定值升高 (仅针对“扩展设定值通道”和“扩展斜坡函数发生器”)	1	电动电位器设定值升高	Bl:p1035
		0	不选择“电动电位器设定值升高”	
14	电动电位器设定值降低 (仅针对“扩展设定值通道”和“扩展斜坡函数发生器”)	1	电动电位器设定值降低	Bl:p1036
		0	不选择“电动电位器设定值降低”	
15	备用	-	-	-

**STW1 (控制字 1)、定位模式、p0108.4 = 1**

参见功能图[2475]。

表格 9-6 定位模式中 STW1 (控制字 1)的说明

位	含义	注释		参数
0	ON/OFF1	0/1	ON 允许脉冲使能	Bl:p0840
		0	OFF1 通过斜坡函数发生器制动，然后清除脉冲、禁止接通	
1	OFF2	1	没有 OFF2 允许使能	Bl:p0844
		0	OFF2 立即清除脉冲、禁止接通	
<p><b>说明：</b> Bl: p0844 和 Bl: p0845 的“AND”连接构成了 OFF2 控制信号。</p>				
2	OFF3	1	没有 OFF3 允许使能	Bl:p0848
		0	紧急停止(OFF3) 通过 OFF3 斜坡 p1135 制动，然后清除脉冲、禁止接通	
<p><b>说明：</b> Bl: p0848 和 Bl: p0849 的“AND”连接构成了 OFF3 控制信号。</p>				
3	使能运行	1	使能运行 允许脉冲使能	Bl: p0852
		0	禁止运行 清除脉冲	
4	拒绝执行任务	1	不拒绝执行任务	Bl:p1140
		0	拒绝执行任务	
5	暂停	1	不暂停	Bl: p2640
		0	暂停	
6	激活运行任务	0/1	使能设定值	Bl: p2631, p2650
		0	无作用	
<p><b>说明：</b> 另外，会设置 p2649 = 0.</p>				

9.2 PROFIdrive 通讯

位	含义	注释		参数
7	应答故障	0/1	应答故障	BI:p2103
		0	无作用	
8	JOG 1	1	JOG 1 ON 参见 SINAMICS S110 参数手册，功能图 3610	BI: p2589
		0	无作用	
9	JOG 2	1	JOG 2 ON 参见 SINAMICS S110 参数手册，功能图 3610	BI: p2590
		0	无作用	
10	由 PLC 控制	1	由 PLC 控制 该信号必须置位，使 PROFIdrive 传送的过程数据被采用并生效。	BI:p0854
		0	不由 PLC 控制 通过 PROFIdrive 传送的过程数据被拒绝，即：视为零。	
<p><b>说明：</b> 只有在 PROFIdrive 反馈了 ZSW1.9 = “1”时，该位才允许置为“1”。</p>				
11	开始回参考点	1	开始回参考点	BI: p2595
		0	停止回参考点	
12	备用	-	-	-
13	外部组更换	0/1	触发外部程序段切换	BI:2632
		0	无作用	
14	备用	-	-	-
15	备用	-	-	-



### STW2 (控制字 2)

参见功能图[2444]。

表格 9-7 STW2 (控制字 2)的说明

位	含义	注释		参数
0	驱动数据组选择 DDS 位 0	-	驱动数据组(Drive Data Set) 选择 (5 位计数器)	BI: p0820[0]
1..6	备用	-	-	-
7	驻留轴	1	请求驻留轴 (和 ZSW2 位 7 握手)	BI: p0897
		0	没有请求	
8	运行到固定停止点 (不用于报文 9、110)	1	选择“运行到固定停止点”信号必须在达到固定停止点之前置位。	BI: p1545
		1/0	取消“运行到固定停止点”用于离开固定停止点, 即反转方向。	
9..10	备用	-	-	-
11	电机切换	0/1	结束电机切换	BI: p0828[0]
		0	无作用	
12	主站生命符号 位 0	-	有效载荷数据完整性 (4 位计数器)	CI: p2045
13	主站生命符号 位 1	-		
14	主站生命符号 位 2	-		
15	主站生命符号 位 3	-		

### NSOLL\_A (转速设定值 A (16 位))

- 转速设定值, 16 位, 包含符号位。
- 位 15 确定了设定值的符号:
  - 该位为 0 → 正设定值
  - 该位为 1 → 负设定值
- 转速由 p2000 定标。

NSOLL\_A = 4000 hex 或 16384 dec ÷ p2000 中的转速

**NSOLL\_B (转速设定值 B (32 位))**

- 转速设定值，32 位，包含符号位。
- 位 31 确定了设定值的符号：
  - 该位为 0 → 正设定值
  - 该位为 1 → 负设定值
- 转速由 p2000 定标。

NSOLL\_B = 4000 0000 hex 或 1 073 741 824 dec  $\doteq$  p2000 中的转速

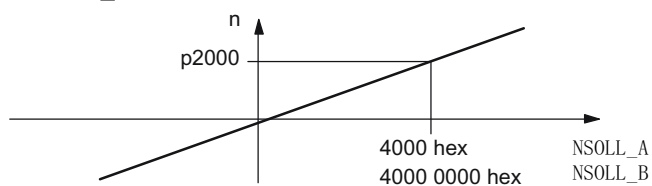


图 9-6 转速定标

**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  $\leq 1/2 \times$  驱动对象最大转速的值。

**Gn\_STW (编码器 n 控制字)**

这些过程数据属于编码器接口。

- A\_DIGITAL
- MT\_STW
- CU\_STW1

这些过程数据属于全局过程数据。

### MOMRED (转矩降低)

通过该设定值可以降低驱动中当前生效的转矩极限。

在制造商专用的、带控制字 MOMRED 的 PROFIdrive 报文时，信号会自动连接到转矩极限的比例系数。

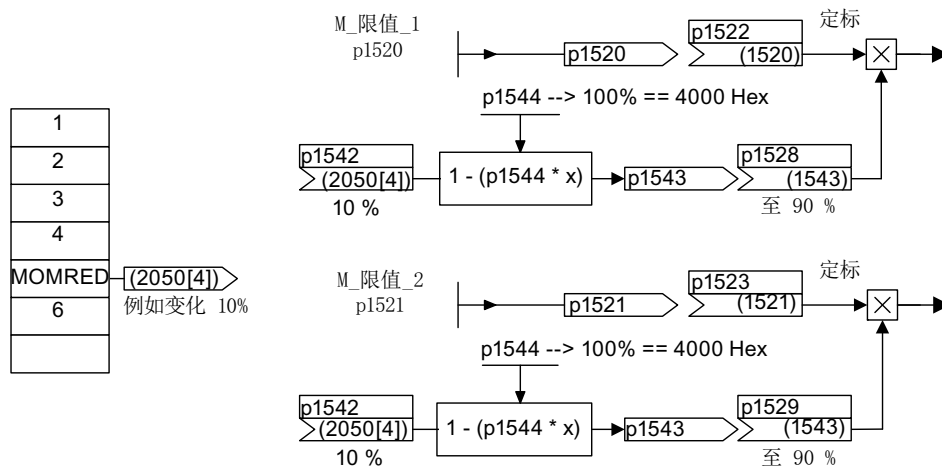


图 9-7 设定值 MOMRED

通过 MOMRED 可以给定转矩极限应下降多少百分比。该值会在内部换算成转矩极限应下降到的目标值，并经过 p1544 定标。

**SATZANW (定位模式, p0108.4 =1)**

参见功能图[2476]。

表格 9-8 SATZANW 的说明 (定位模式, p0108.4 =1)

位	含义	注释		参数
0	1 = 程序段选择位 0 (2 <sup>0</sup> )	程序段选择 运行程序段 0 ~ 63		BI: p2625
1	1 = 程序段选择位 1 (2 <sup>1</sup> )			BI: p2626
2	1 = 程序段选择位 2 (2 <sup>2</sup> )			BI: p2627
3	1 = 程序段选择位 3 (2 <sup>3</sup> )			BI: p2628
4	1 = 程序段选择位 4 (2 <sup>4</sup> )			BI: p2629
5	1 = 程序段选择位 5 (2 <sup>5</sup> )			BI: p2630
6 ... 14	备用	-	-	-
15	激活 MDI	1	激活 MDI	p2647
		0	取消 MDI	
<p><b>说明:</b> 另见: “基本定位器”一章</p>				

**POS\_STW (定位模式, p0108.4 = 1)**

参见功能图 [2462]。

表格 9-9 POS\_STW 的说明 (定位模式, p0108.4 =1)

位	含义	注释		参数
0	跟踪运行	1	激活跟踪运行	BI:2655
		0	取消跟踪运行	
1	设置参考点	1	设置参考点	BI:2596
		0	不设置参考点	
2	减速挡块	1	减速挡块生效	BI:2612
		0	减速挡块不生效	
3, 4	备用	-	-	-
5	增量式 JOG	1	增量式 JOG 生效	BI:2591
		0	速度式 JOG 生效	
6	备用	-	-	-
...				
15				
<p><b>说明:</b> 另见: “基本定位器”一章</p>				

**POS\_STW1 (控制字 1, 定位模式, r0108.4 =1)**

参见功能图[2463]。

表格 9- 10 POS\_STW1 的说明 (控制字 1)

位	含义	注释		参数	
0	EPOS 运行程序段选择位 0	运行程序段选择		Bl:p2625	
1	EPOS 运行程序段选择位 1			Bl:p2626	
2	EPOS 运行程序段选择位 2			Bl:p2627	
3	EPOS 运行程序段选择位 3			Bl:p2628	
4	EPOS 运行程序段选择位 4			Bl:p2629	
5	EPOS 运行程序段选择位 5			Bl:p2630	
6...7	预留	-	-	-	
8	EPOS 设定值直接给定/MDI 定位方式 设置“设定值直接给定/MDI”运行方式中定位方式的信号源。	1	选择了绝对定位。	Bl: p2648	
		0	选择了相对定位。		
9	EPOS 设定值直接给定/MDI, 选择正向	0/0 1/0 0/1 1/1	在“调整”中: 如果选中或取消了两个方向 (p2651, p2652), 则轴保持静止。  在“定位”中: Bl: p2651 / Bl: p2652 以最短行程绝对定位。 正向绝对定位。 负向绝对定位。 以最短行程绝对定位。	Bl: p2651	
10	EPOS 设定值直接给定/MDI, 选择负向			Bl: p2652	
11	预留			-	-
12	EPOS 设定值直接给定/MDI, 数值传输方式选择 设置“设定值直接给定/MDI”运行方式中数值传输方式的信号源。			1	始终传输数值。
		0	只有在 Bl: p2650 = 0/1 信号 (上升沿) 时, 才传输数值。		

位	含义	注释		参数
13	预留	-	-	-
14	EPOS 设定值直接给定/MDI, 选择 MDI 模式 设置“设定值直接给定/MDI”运行方式中“调整”的信号源。	1	选择“调整”。	Bl: p2653
		0	选择“定位”。	
15	EPOS 设定值直接给定/MDI 选择 设置“设定值直接给定/MDI”运行方式选择的信号源。	-	-	Bl: p2647

**POS\_STW2 (控制字 2, 定位模式, p0108.4 =1)**

参见功能图 [2464]。

表格 9- 11 POS\_STW2 (控制字 2, 定位模式, p0108.4 = 1) 的说明

位	含义	注释		参数
0	跟踪运行	1	激活跟踪运行	Bl:p2655
		0	取消跟踪运行	
1	设置参考点	1	设置参考点	Bl:p2596
		0	不设置参考点	
2	减速挡块	1	减速挡块生效	Bl:p2612
		0	减速挡块不生效	
3.4	备用	-	-	-
5	增量式 JOG	1	增量式 JOG 生效	Bl:p2591
		0	速度式 JOG 生效	
6..7	备用	-	-	-
8	回参考点类型选择	1	被动回参考点	Bl:p2597
		0	回参考点	
9	主动回参考点的开始方向	1	负向开始	Bl:p2604
		0	正向开始	

位	含义	注释		参数
10	LR 选择测头分析 设置选择测头的 信号源。	1	BI: p2509 = 0/1 脉冲沿时测头 2 激活。	BI:p2510
		0	BI: p2509 = 0/1 脉冲沿时测头 1 激活。	
11	LR 测头分析脉冲沿 设置选择测头上脉冲沿赋值的信 号源。	1	BI: p2509 = 0/1 脉冲沿时测头的下降沿 (p2510) 激活。	BI:p2511
		0	BI: p2509 = 0/1 脉冲沿时测头的上升沿 (p2510) 激活。	
12...13	备用	-	-	-
14	EPOS 软限位开关激活 设置用于激活“软限位开关”的信 号源。	1	轴已回参考点(r2684.11 = 1), BI: p2582 = 1 信号。	BI:p2582
		0	软限位开关失效: - 模态补偿生效 (BI: p2577 = 1 信号). - 执行主动回参考点。	
15	EPOS 硬限位开关激活 设置用于激活“硬限位开关”的信 号源。	1	BI: p2568 = 1 信号 → 负向硬限位开关 (BI: p2569) 和正向硬限位开关 (BI: p2570) 的检测生效。	BI:p2568
		0	硬限位开关的检测不生效	
<b>说明:</b> 另见: “基本定位器”一章				

**OVERRIDE (定位速度倍率)**

此过程数据定义了速度倍率的百分比值。

定标: 4000 hex (16384 dec) 对应 100 %。

取值范围: 0 ... 7FFF hex

此范围以外的值视为 0 %。

**MDI\_TARPOS (MDI 位置)**

此过程数据定义了 MDI 程序段的位置。

定标: 1 对应 1 LU



**MDI\_VELOCITY (MDI 速度)**

此过程数据定义了 MDI 程序段的速度。

定标: 1 对应 1000 LU/min

**MDI\_ACC (MDI 加速度)**

此过程数据定义了 MDI 程序段的加速度。

定标: 4000 hex (16384 dec) 对应 100 %

此值在内部被限制为 0.1 ... 100 %。

**MDI\_DEC (MDI 减速度倍率)**

此过程数据定义了 MDI 程序段中减速度倍率的百分比值。

定标: 4000 hex (16384 dec) 对应 100 %

此值在内部被限制为 0.1 ... 100 %。

**MDI\_MOD**

详细表格请参见功能图 [2480]。

表格 9- 12 MDI\_MOD 信号目标 (定位模式, r0108.4 = 1)

位	含义				互联参数
0	0 = 选择了相对定位 1 = 选择了绝对定位				p2648 = r2094.0
1	0 = 以最短路径进行绝对定位				p2651 = r2094.1
2	1 = 沿正方向进行绝对定位 2 = 沿负方向进行绝对定位 3 = 以最短路径进行绝对定位				p2652 = r2094.2
3...1 5	预留	-	-	-	-

## MDI\_MODE

此过程数据定义了 MDI 程序段的模式。

前提条件: p2654 > 0

MDI\_MODE = xx0x hex → 绝对

MDI\_MODE = xx1x hex → 相对

MDI\_MODE = xx2x hex → Abs\_pos (仅用于模态补偿)

MDI\_MODE = xx3x hex → Abs\_neg (仅用于模态补偿)

### 9.2.3.3 状态字和实际值的说明

#### 状态字和实际值的说明

##### 说明

本章节将介绍接口模式 SINAMICS (p2038 = 0) 中各个过程数据的赋值和含义。

并且一同给出了过程数据的基准参数。通常会根据参数 p2000 到 r2004 对过程数据进行定标。

另外还有以下定标数据:

100 °C 相当于 100 %

90°电气角相当于 100 %。

#### 状态字和实际值一览

表格 9- 13 状态字和实际值一览, 通讯协议专用

缩写	名称	信号编号	数据类型 <sup>1)</sup>	互联参数
ZSW1	状态字 1	2	U16	r2089[0]
ZSW2	状态字 2	4	U16	r2089[1]
NIST_A	转速实际值 A (16 位)	6	I16	r0063
NIST_B	转速实际值 B (32 位)	8	I32	r0063
G1_ZSW	编码器 1 状态字	10	U16	r0481[0]
G1_XIST1	编码器 1 位置实际值 1	11	U32	r0482[0]
G1_XIST2	编码器 1 位置实际值 2	12	U32	r0483[0]
G2_ZSW	编码器 2 状态字	14	U16	r0481[1]

缩写	名称	信号编号	数据类型 1)	互联参数
G2_XIST1	编码器 2 位置实际值 1	15	U32	r0482[1]
G2_XIST2	编码器 2 位置实际值 2	16	U32	r0483[1]
E_DIGITAL	数字量输入 (16 位)	21	U16	r2089[2]
XIST_A	Pos 位置实际值	28	I32	r2521[0]
AKTSATZ	Pos 选择的程序段	33	U16	r2670
1) 数据类型符合 PROFIdrive 协议 V4: I16 = Integer16, I32 = Integer32, U16 = Unsigned16, U32 = Unsigned32 2) 位方式互联: 见下页, r2089 经过数模转换器				

表格 9- 14 状态字和实际值一览, 制造商专用

缩写	名称	信号编号	数据类型 1)	互联参数
MELDW	信息字	102	U16	r2089[2]
MT_ZSW	测头状态字	131	U16	r0688
MT1_ZS_F	测头 1 时间戳, 下降沿	132	U16	r0687[0]
MT1_ZS_S	测头 1 时间戳, 上升沿	133	U16	r0686[0]
MT2_ZS_F	测头 2 时间戳, 下降沿	134	U16	r0687[1]
MT2_ZS_S	测头 2 时间戳, 上升沿	135	U16	r0686[1]
POS_ZSW	定位状态字	204	U16	r2683
POS_ZSW1	定位状态字 1	221	U16	r2089[3]
POS_ZSW2	定位状态字 2	223	U16	r2089[4]
FAULT_CODE	故障代码	301	U16	r2131
WARN_CODE	报警代码	303	U16	r2132
CU_ZSW1	控制单元(CU)状态字	501	U16	r2089[1]
1) 数据类型符合 PROFIdrive 协议 V4: I16 = Integer16, I32 = Integer32, U16 = Unsigned16, U32 = Unsigned32 2) 位方式互联: 见下页, r2089 经过数模转换器				

**ZSW1 (状态字 1)**

参见功能图[2452]。

表格 9- 15 ZSW1 (状态字 1) 的说明

位	含义	注释		参数
0	接通就绪	1	接通就绪 电源已接通，电子设备已初始化，电源接触器已松开，脉冲已禁止	BO:r0899.0
		0	接通未就绪	
1	运行就绪	1	运行就绪 电源模块上有电压，即电源接触器（如果有）接通，磁场已形成。	BO:r0899.1
		0	没有运行就绪 原因：没有 ON 指令	
2	运行已使能	1	运行已使能 电子设备和脉冲使能，之后加速至设定值	BO:r0899.2
		0	运行已禁止	
3	存在故障	1	存在故障 驱动故障，因此未投入使用。应答和成功消除故障原因后，驱动进入接通禁止状态。 存在的故障保存在故障缓冲器中。	BO:r2139.3
		0	不存在故障 故障缓冲器中无故障。	
4	缓慢停止生效 (OFF2)	1	无 OFF2 生效	BO:r0899.4
		0	缓慢停止生效 (OFF2) 装置上有 OFF2 指令。	
5	急停生效 (OFF3)	1	无 OFF3 生效	BO:r0899.5
		0	紧急停机 (OFF3) 生效 装置上有 OFF3 指令。	
6	接通禁止	1	接通禁止 只能通过 OFF1 之后的上电来重新接通。	BO:r0899.6
		0	无接通禁止 可进行接通。	

位	含义	注释		参数
7	存在报警	1	存在报警 驱动继续运行。不需要应答。 存在的报警保存在报警缓冲器中。	BO:r2139.7
		0	不存在报警 报警缓冲器中无故障。	
8	转速 设定值-实际值偏差在公差范围内	1	设定-实际监控结果在公差范围内 公差带内的实际值；允许 $t < t_{\text{最大}}$ 时间内的动态超出或低出，例如 $n = n_{\text{设定}} \pm$ $f = f_{\text{设定}} \pm$ ，等 $t_{\text{最大}}$ 可设置	BO:r2197.7
		0	设定-实际监控结果不在公差范围内	
9	向 PLC 发送控制请求	1	控制请求 请求自动化系统接收控制。等时同步使用的条件：驱动与自动化系统同步。	BO:r0899.9
		0	现场运行 只能在设备上控制	
10	达到或超出 f 或者 n 比较值	1	达到或超出 f 或者 n 比较值。	BO:r2199.1
		0	未达到 f 或者 n 比较值。	
<p><b>提示：</b> 对信息进行以下设置： p2141 阈值 p2142 回差</p>				
11	达到或超出 I、M 或 P 限值	1	未达到 I、M 或 P 限值	BO:r1407.7
		0	达到或超出 I、M 或 P 限值	
12	抱闸打开	1	抱闸已打开	BO:r0899.12
		0	抱闸已闭合	
13	没有报警“电机超温”	1	无报警“电机超温”	BO: r2135.14
		0	有报警“电机超温”	
14	n_实际 >= 0	1	转速实际值 >= 0	BO:r2197.3
		0	转速实际值 < 0	

位	含义	注释		参数
15	报警“变频器热过载”	1	无报警	BO:r2135.15
		0	变频器热过载报警 变频器超温报警生效。	

**ZSW1 (状态字 1, 定位模式, r0108.4 = 1)**

参见功能图[2479]。

\*适用于 p0922 = 111 (报文 111)。

对于 p0922 = 110 (报文 110)：位 14 和位 15 保留。

表格 9- 16 ZSW1 (状态字 1, 定位模式) 的说明

位	含义	注释		参数
0	接通就绪	1	接通就绪 电源已接通, 电子设备已初始化, 电源接触器已松开, 脉冲已禁止	BO:r0899.0
		0	接通未就绪	
1	运行就绪	1	运行就绪 电源模块上有电压, 即电源接触器 (如果有) 接通, 磁场已形成	BO:r0899.1
		0	没有运行就绪 原因: 没有 ON 指令	
2	运行已使能	1	运行已使能 电子设备和脉冲使能, 之后加速至设定值	BO:r0899.2
		0	运行已禁止	
3	存在故障	1	存在故障 驱动故障, 因此未投入使用。应答和成功消除故障原因后, 驱动进入接通禁止状态。 存在的故障保存在故障缓冲器中。	BO:r2139.3
		0	不存在故障 故障缓冲器中无故障。	

位	含义	注释		参数
4	缓慢停止生效 (OFF2)	1	无 OFF2 生效	BO:r0899.4
		0	缓慢停止生效 (OFF2) 装置上有 OFF2 指令。	
5	急停生效 (OFF3)	1	无 OFF3 生效	BO:r0899.5
		0	紧急停机 (OFF3) 生效 装置上有 OFF3 指令。	
6	接通禁止	1	接通禁止 只能通过 OFF1 之后的上电来重新接通。	BO:r0899.6
		0	无接通禁止 可进行接通。	
7	存在报警	1	存在报警 驱动继续运行。不需要应答。 存在的报警保存在报警缓冲器中。	BO:r2139.7
		0	不存在报警 报警缓冲器中无故障。	
8	跟随误差在公差范围内。	1	设定-实际监控结果在公差范围内 公差带内的实际值； 公差带可设置。	BO: r2684.8
		0	设定-实际监控结果不在公差范围内	
9	向 PLC 发送控制请求	1	控制请求 请求自动化系统接收控制。等时同步使用的 条件：驱动与自动化系统同步。	BO:r0899.9
		0	现场运行 只能在设备上控制	
10	到达目标位置	1	已到达目标位置。	BO: r2684.10
		0	未到达目标位置。	
11	参考点设置	1	参考点已设置。	BO: r2684.11
		0	参考点未设置。	
12	运动程序段已激活响应	0/1	运行程序段激活	BO: r2684.12
		0	无作用	

位	含义	注释		参数
13	驱动静止	1	驱动处于静止状态。	BO:r2199.0
		0	驱动不处于静止状态。	
14*	轴加速 (报文 111)	1	轴已加速	BO: r2684.4
		0	轴未加速。	
15*	轴减速 (报文 111)	1	轴已减速。	BO: r2684.5
		0	轴未减速。	

**ZSW2 (状态字 2)**

参见功能图[2454]。

表格 9- 17 ZSW2 (状态字 2) 的说明

位	含义	注释		参数
0	驱动数据组 DDS 生效 位 0	-	驱动数据组生效 (2 位计数器)	BO:r0051.0
1	驱动数据组 DDS 生效 位 1	-		BO:r0051.1
2..4	备用	-	-	-
5	警告级 位 0	-	位 5-6: SINAMICS 驱动的警告级, 在警告信息中作为属性传输 值 = 0: 警告 (之前的警告级) 值 = 1: 报警级 A 值 = 2: 报警级 B 值 = 3: 警告级 C	BO:r2139.11
6	警告级 位 1	-		BO:r2139.12
7	驻留轴	1	轴驻留生效	BO:r0896.0
		0	轴驻留未生效	
8	运行到固定停止点	1	运行到固定停止点	BO:r1406.8
		0	未运行到固定停止点	
9	备用	-	-	-
10	脉冲使能	1	脉冲使能	BO:r0899.11
		0	脉冲未使能	
11	数组切换	1	数组切换生效	BO:r0835.0
		0	数组切换未生效	



位	含义	注释		参数
12	从机生命符号位 0	-	有效载荷数据完整性 (4 位计数器)	隐性互联
13	从机生命符号位 1	-		
14	从机生命符号位 2	-		
15	从机生命符号位 3	-		

**NIST\_A (转速实际值 A (16 位))**

- 16 位分辨率的转速实际值
- 转速实际值的定标与设定值相同 (参见 NSOLL\_A)。

**NIST\_B (转速实际值 B (32 位))**

- 32 位分辨率的转速实际值
- 转速实际值的定标与设定值相同 (参见 NSOLL\_B)。

**Gn\_ZSW (编码器 n 状态字)**

**Gn\_XIST1 (编码器 n 位置实际值 1)**

**Gn\_XIST2 (编码器 n 位置实际值 2)**

这些过程数据属于编码器接口。

**E\_DIGITAL**

**MT\_ZSW**

**MTn\_ZS\_F/MTn\_ZS\_S**

**CU\_ZSW1**

这些过程数据属于全局过程数据。

**MELDW (信息字)**

参见功能图[2456]。

表格 9- 18 MELDW (信息字) 的说明

位	含义	注释		参数
0	加速或减速结束 / 斜坡函数发生器生效	1	加速/减速已结束。 • 加速过程在转速设定值变更后结束。	BO:r2199.5
		1/0	加速过程启动。 加速过程的启动通过以下方式识别： • 转速设定值变化， 和 • 离开了定义的公差带 (p2164) 。	
		0	斜坡函数发生器生效 • 加速过程在转速设定值变更后依然生效。	
		0/1	加速过程结束。 加速过程的结束通过以下方式识别： • 转速设定值恒定不变， 和 • 转速实际值在公差带内且达到了转速设定值， 和 • 等待时间 (p2166) 届满。	
1	转矩利用率 < p2194	1	转矩利用率 < p2194 • 当前的转矩利用率小于设置的转矩利用率阈值 (p2194) ， 或 • 加速尚未结束。	BO:r2199.11
		0	转矩利用率 > p2194 • 当前的转矩利用率大于设置的转矩利用率阈值 (p2194) 。	
<p><b>应用：</b> 使用此信息可确定电机过载，从而开始相应的响应（例如停止电机或降低负载）。</p>				

位	含义	注释		参数
2	n_实际  < p2161	1	n_实际  < p2161 转速实际值绝对值小于设置的阈值 (p2161)。	BO:r2199.0
		0	n_实际  ≥ p2161 转速实际值绝对值大于等于设置的阈值 (p2161)。	
<p><b>提示:</b> 对信息进行以下设置: p2161 阈值 p2150 回差</p> <p><b>应用:</b> 为了保护机械设备, 只有在转速小于设置的阈值时, 才能执行传动级的机械切换。</p>				
3	n_实际  ≤ p2155	1	n_实际  ≤ p2155 转速实际值绝对值小于等于设置的阈值 (p2155)。	BO:r2197.1
		0	n_实际  > p2155 转速实际值绝对值大于设置的阈值 (p2155)。	
<p><b>提示:</b> 对信息进行以下设置: p2155 阈值 p2140 回差</p> <p><b>应用:</b> 转速监控。</p>				
4	预留	-	-	-
5	变量报告功能	1	受监控的伺服轴信号超出了设定的阈值	BO: r3294
		0	受监控的伺服轴信号在设定的阈值以内, 或者报告功能未生效	

位	含义	注释		参数
6	没有报警“电机超温”	1	无电机超温报警 电机温度在允许的范围内。	BO: r2135.14
		0	电机超温报警 电机温度超出了设置的电机温度报警阈值 (p0604)。	
<p><b>提示:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>超出电机温度报警阈值时, 最先“只”输出一个相应的报警。温度低于报警阈值时报警会自动消失。</li> <li>在超温长于 p0606 中设置的时间时, 会输出相应的故障。</li> <li>可通过 p0600 = 0 取消激活电机温度监控。</li> </ul> <p><b>应用:</b></p> <p>用户可通过降低负载来对此信息进行响应。这样可以避免为“超出电机温度”故障设置的时间届满后设备被切断。</p>				
7	没有报警“功率单元热过载”	1	无功率单元热过载报警 功率单元散热器温度在允许的范围内。	BO: r2135.15
		0	报警“功率单元热过载” 功率单元散热器温度超出允许的范围。 如果持续保持高温, 则驱动在约 20 s 后切断。	
8	转速设定值-实际值偏差在公差 t <sub>on</sub> 内	1	转速设定值-实际值偏差的绝对值在公差 p2163 以内: 信号在延迟 p2167 中设置的时间后接通。	BO: r2199.4
		0	转速设定值-实际值偏差的绝对值在公差以外。	
9,10	预留	-	-	-
11	调节器使能	1	调节器使能	BO: r0899.8
12	驱动就绪	1	驱动就绪	BO: r0899.7
13	脉冲使能	1	脉冲使能 电机控制脉冲已使能	BO:r0899.11
		0	脉冲已禁止	
<p><b>应用:</b></p> <p>只有在脉冲禁止时才能接通电枢短路接触器。 在通过电枢短路接触器通电时, 该信号可以用作多个条件中的一个条件。</p>				

位	含义	注释		参数
14, 15	预留	-	-	-

### AKTSATZ

参见功能图[3650]。

表格 9- 19 AKTSATZ（有效的运行程序段/MDI 生效）的说明

位	含义	注释		参数
0	有效的运行程序段位 0	-	有效的运行程序段（6 位计数器）	BO: r2670.0
1	有效的运行程序段位 1	-		BO: r2670.1
2	有效的运行程序段位 2	-		BO: r2670.2
3	有效的运行程序段位 3	-		BO: r2670.3
4	有效的运行程序段位 4	-		BO: r2670.4
5	有效的运行程序段位 5	-		BO: r2670.5
6 ... 14	预留	-	-	-
15	MDI 生效	1	MDI 生效	BO: r2670.15
		0	MDI 未生效	

### POS\_ZSW

参见功能图[3645]。

表格 9- 20 POS\_ZSW（状态字，定位模式）的说明

位	含义	注释		参数
0	跟踪运行生效	1	跟踪运行生效	BO: r2683.0
		0	跟踪运行未生效	
1	速度限制生效	1	生效	BO: r2683.1
		0	未生效	
2	设定值静止	1	设定值静止	BO: r2683.2
		0	设定值不处于静止状态	

位	含义	注释		参数
3	达到设定位置	1	达到设定位置	BO: r2683.3
		0	未达到设定位置	
4	轴正向运行	1	轴正向运行	BO: r2683.4
		0	轴静止或负向运行	
5	轴负向运行	1	轴负向运行	BO: r2683.5
		0	轴静止或正向运行	
6	逼近负向软限位开关	1	逼近负向软限位开关	BO: r2683.6
		0	未逼近负向软限位开关	
7	逼近正向软限位开关	1	逼近正向软限位开关	BO: r2683.7
		0	未逼近正向软限位开关	
8	位置实际值 $\Leftarrow$ 硬限位开关位置 1	1	位置实际值 $\Leftarrow$ 硬限位开关位置 1	BO: r2683.8
		0	超出硬限位开关位置 1	
9	位置实际值 $\Leftarrow$ 硬限位开关位置 2	1	位置实际值 $\Leftarrow$ 硬限位开关位置 2	BO: r2683.9
		0	超出硬限位开关位置 2	
10	通过运行程序段直接输出 1	1	直接输出 1 生效	BO: r2683.10
		0	直接输出 1 未生效	
11	通过运行程序段直接输出 2	1	直接输出 1 生效	BO: r2683.11
		0	直接输出 1 未生效	
12	已到达固定停止点	1	已到达固定停止点	BO: r2683.12
		0	未到达固定停止点	
13	已达到固定停止点夹紧转矩	1	已达到固定停止点夹紧转矩	BO: r2683.13
		0	未达到固定停止点夹紧转矩	
14	“运行到固定停止点”激活	1	“运行到固定停止点”激活	BO: r2683.14
		0	“运行到固定停止点”未生效	
15	预留	-	-	-

**POS\_ZSW1 (状态字 1, 定位模式, r0108.4 = 1)**

参见功能图[2466]。

表格 9- 21 POS\_ZSW1 (状态字 1, 定位模式, r0108.4 = 1) 的说明

位	含义	注释		参数
0	有效的运行程序段位 0	-	有效的运行程序段 (6 位计数器)	BO: r2670.0
1	有效的运行程序段位 1	-		BO: r2670.1
2	有效的运行程序段位 2	-		BO: r2670.2
3	有效的运行程序段位 3	-		BO: r2670.3
4	有效的运行程序段位 4	-		BO: r2670.4
5	有效的运行程序段位 5	-		BO: r2670.5
6	预留	-	-	-
7	预留	-	-	-
8	负向硬限位开关生效	1	-	BO: r2684.13
9	正向硬限位开关生效	1	-	BO: r2684.14
10	JOG 生效	1	JOG 生效	BO: r2094.0
		0	JOG 未生效	BO: r2669.0
11	主动回参考点生效	1	主动回参考点生效	BO: r2094.1
		0	主动回参考点未生效	BO: r2669.1
12	被动回参考点生效	1	被动回参考点生效	BO: r2684.1
		0	被动回参考点未生效	
13	运行程序段生效	1	运行程序段生效	BO: r2094.2
		0	运行程序段未生效	BO: r2669.2
14	调整生效	1	调整生效	BO: r2094.3
		0	调整未生效	BO: r2669.4
15	MDI 生效	1	MDI 生效	BO: r2670.15
		0	MDI 未生效	

**XIST\_A**

显示位置实际值

定标: 1 对应 1 LU

**S\_ZSW1B**

Safety Info Channel: 状态字

表格 9-22 S\_ZSW1B 的说明

位	含义	注释		参数
0	STO 生效	1	STO 生效	r9734.0
		0	STO 未生效	
1	SS1 生效	1	SS1 生效	r9734.1
		0	SS1 未生效	
2	SS2 生效	1	SS2 生效	r9734.2
		0	SS2 未生效	
3	SOS 生效	1	SOS 生效	r9734.3
		0	SOS 未生效	
4	SLS 生效	1	SLS 生效	r9734.4
		0	SLS 未生效	
5	SOS 已选	1	SOS 已选	r9734.5
		0	SOS 未选择	
6	SLS 已选	1	SLS 已选	r9734.6
		0	SLS 未选	
7	内部事件	1	内部事件	r9734.7
		0	无内部事件	
8...11	预留	-	-	-
12	SDI + 已选	1	SDI + 已选	r9734.12
		0	SDI + 未选	
13	SDI - 已选	1	SDI - 已选	r9734.13
		0	SDI - 未选	
14	紧急回退已请求	1	紧急回退已请求	r9734.14
		0	紧急回退未请求	
15	当前有安全信息	1	当前有安全信息	r9734.15
		0	当前没有安全信息	



### S\_V\_LIMIT\_B

SLS 速度限值 (SLS-Speedlimit) 为 32 位, 含符号位。

- SLS 速度限值显示在 r9733[2]中。
- 位 31 确定了限值的符号:
  - 该位为 0 → 正向限值
  - 该位为 1 → 负向限值
- SLS 速度限值由 p2000 定标。

S\_V\_LIMIT\_B = 4000 0000 hex ÷ p2000 中设定的转速

### WARN\_CODE

显示警告代码 (参见功能图 8065)。

### FAULT\_CODE

显示故障代码 (参见功能图 8060)。

### POS\_ZSW2 (状态字 2, 定位模式, r0108.4 = 1)

参见功能图[2467]。

表格 9- 23 POS\_ZSW2 (状态字 2, 定位模式, r0108.4 = 1) 的说明

位	含义	注释		参数
0	跟踪运行生效	1	跟踪运行生效	BO: r2683.0
		0	跟踪运行未生效	
1	速度限制生效	1	激活	BO: r2683.1
		0	未生效	
2	设定值静止	1	设定值静止	BO: r2683.2
		0	设定值不处于静止状态	
3	压力标记超出外窗口	1	被动回参考点未生效	BO: r2684.3
		0	被动回参考点生效	
4	轴正向运行	1	轴正向运行	BO: r2683.4
		0	轴静止或负向运行	

位	含义	注释		参数
5	轴负向运行	1	轴负向运行	BO: r2683.5
		0	轴静止或正向运行	
6	逼近负向软限位开关	1	逼近负向软限位开关	BO: r2683.6
		0	未逼近负向软限位开关	
7	逼近正向软限位开关	1	逼近正向软限位开关	BO: r2683.7
		0	未逼近正向软限位开关	
8	位置实际值 $\Leftarrow$ 硬限位开关位置 1	1	位置实际值 $\Leftarrow$ 硬限位开关位置 1	BO: r2683.8
		0	超出硬限位开关位置 1	
9	位置实际值 $\Leftarrow$ 硬限位开关位置 2	1	位置实际值 $\Leftarrow$ 硬限位开关位置 2	BO: r2683.9
		0	超出硬限位开关位置 2	
10	通过运行程序段直接输出 1	1	直接输出 1 生效	BO: r2683.10
		0	直接输出 1 未生效	
11	通过运行程序段直接输出 2	1	直接输出 1 生效	BO: r2683.11
		0	直接输出 1 未生效	
12	已到达固定停止点	1	已到达固定停止点	BO: r2683.12
		0	未到达固定停止点	
13	已达到固定停止点夹紧转矩	1	已达到固定停止点夹紧转矩	BO: r2683.13
		0	未达到固定停止点夹紧转矩	
14	“运行到固定停止点”激活	1	“运行到固定停止点”激活	BO: r2683.14
		0	“运行到固定停止点”未生效	
15	运行指令生效	1	轴处于运行状态	BO: r2684.15
		0	轴处于静止状态	

### 9.2.3.4 编码器的控制字和状态字

#### 描述

编码器的过程数据在不同的报文中。例如报文 3 用于 1 个位置编码器的转速控制，并传输编码器 1 的过程数据。

有以下编码器过程数据：

- Gn\_STW 编码器 n 的控制字 (n = 1, 2)
- Gn\_ZSW Geber n 状态字
- Gn\_XIST1 编码器 n 位置实际值 1
- Gn\_XIST2 编码器 n 位置实际值 2

---

#### 说明

编码器 1: 电机编码器

编码器 2: 直接测量系统

---

#### 编码器接口示例

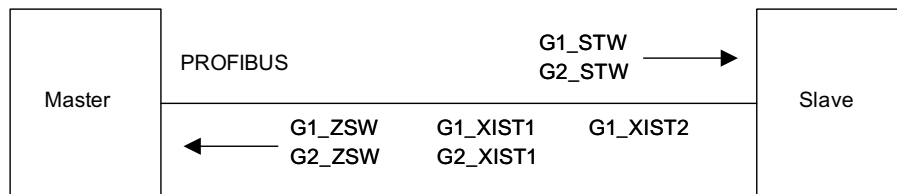


图 9-8 编码器接口示例 (编码器 1: 两个实际值, 编码器-2: 一个实际值)

编码器 n 的控制字 (Gn\_STW, n = 1, 2)

编码器控制字对编码器功能进行控制。

表格 9-24 Gn\_STW 中单个信号的说明

位	名称	信号状态说明	
0 1 2 3	参考脉冲搜索 或被动测量	功能	
		位 7 = 0 时, 参考脉冲请求适用:	
		位	含义
		0	功能 1      参考脉冲 1
		1	功能 2      参考脉冲 2
		2	功能 3      参考脉冲 3
		3	功能 4      参考脉冲 4
		位 7 = 1 时, 被动测量请求适用:	
		0	功能 1      测头 1 上升沿
		1	功能 2      测头 2 下降沿
		2	功能 3      测头 3 上升沿
		3	功能 4      测头 4 下降沿
		提示:	
		• 位 x = 1 位 x = 0	请求功能 不请求功能
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多于 1 个功能被激活时, 则:     只有在每个激活的功能都结束且通过相应的状态位确认后 (ZSW.0/1/2/3 重新为“0”信号), 才能读取所有功能的值。</li> <li>• 参考脉冲搜索     可搜索参考脉冲。</li> <li>• 替代零脉冲</li> <li>• 被动测量     可同时激活上升沿和下降沿。</li> </ul>	

位	名称		信号状态说明	
4 5 6		指令	位 6、5、4	含义
			000	-
			001	激活功能 x
			010	读取值 x
			011	取消功能
			(x: 通过 0-3 选择的功能)	
7		模式	1	被动测量 (细分分辨率通过 p0418 设置)
			0	参考脉冲搜索 (细分分辨率通过 p0418 设置)
8...12	预留		-	
13	循环请求绝对值		1	请求循环传输 Gn_XACT2 中的绝对位置实际值。 应用 (例如): • 附加测量系统监控 • 加速中同步
			0	无任务
14	驻留编码器		1	请求驻留编码器 (和 Gn_ZSW 位 14 握手)
			0	无任务
15	应答编码器故障		0/1	请求复位编码器故障
			<p>1) 信号须由用户复位。</p>	
			0	无任务

示例 1: 参考脉冲搜索

示例的假设前提:

- 距离编码的参考脉冲
- 两个参考脉冲 (功能 1/功能 2)
- 使用编码器 1 的位置控制

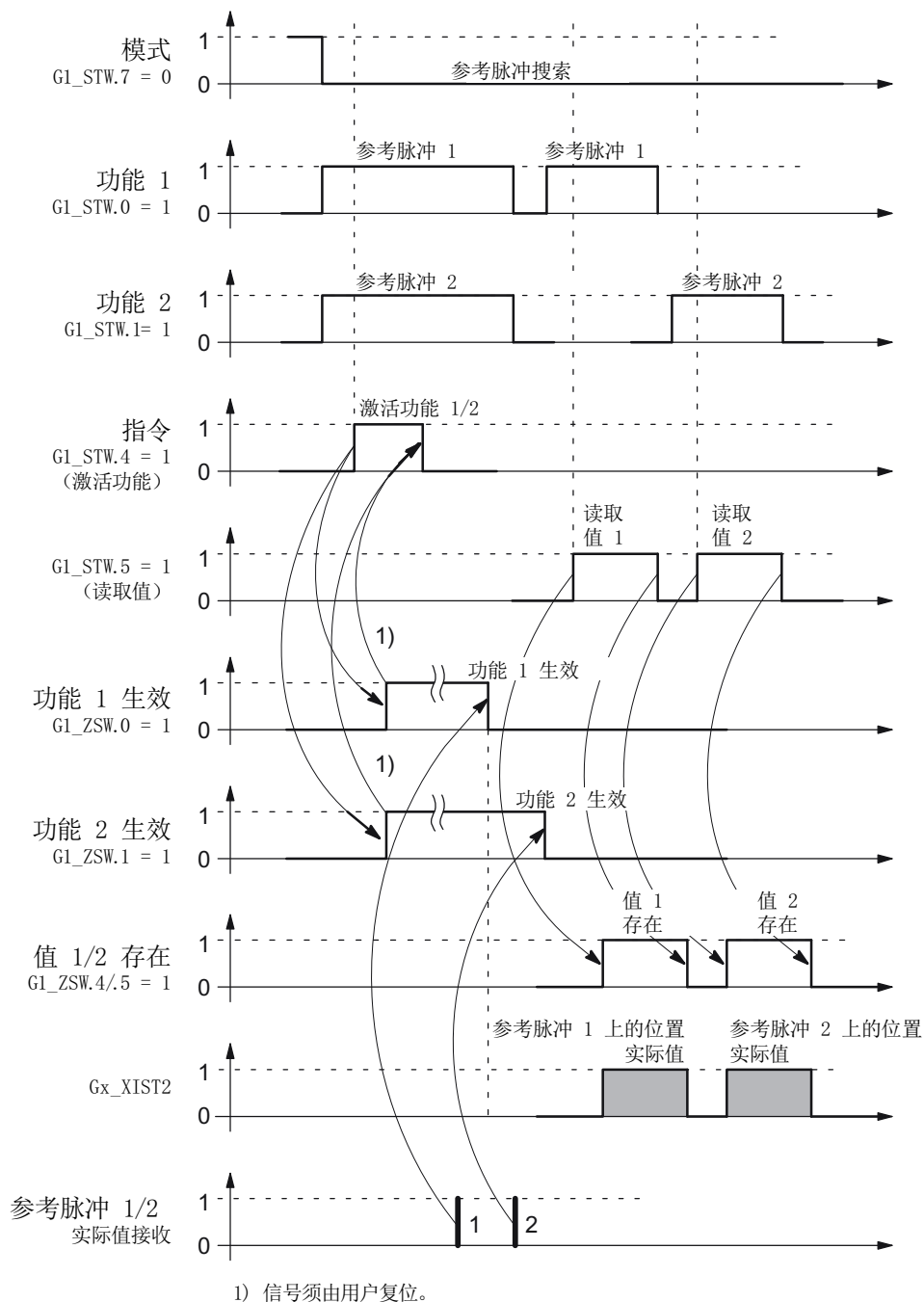


图 9-9 “参考脉冲搜索”功能的时序图

示例 2: 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

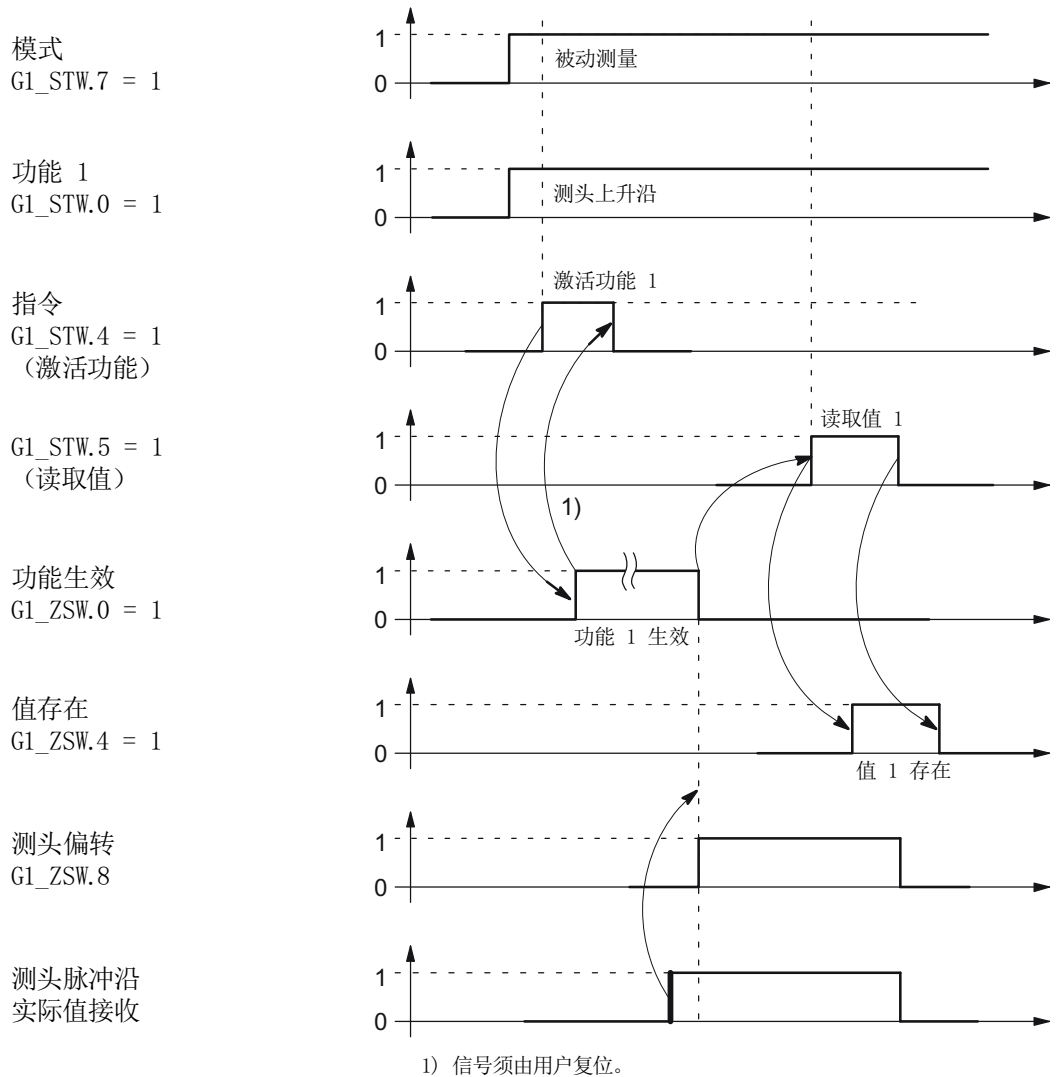


图 9-10 “被动测量”功能的时序图

编码器 2 控制字 (G2\_STW)

- 参见 G1\_STW

编码器 n 状态字 (Gn\_ZSW, n = 1、2)

编码器状态字用于显示状态、故障和应答。

表格 9-25 Gn\_ZSW 中单个信号的说明

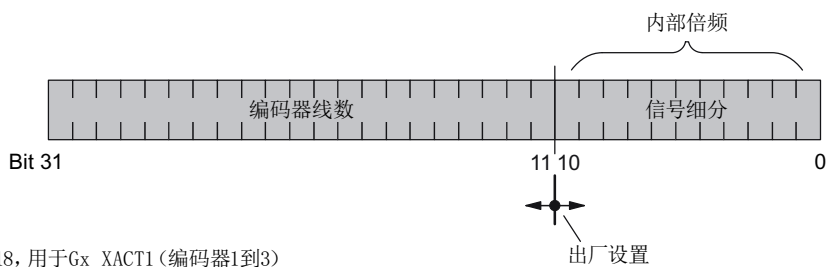
位	名称	信号状态说明	
0 1 2 3	参考脉冲搜索或被动测量	状态: 功能 1 - 4 生效	
		适用于参考脉冲搜索和被动测量。	
		位	含义
		0	功能 1 参考脉冲 1 测头 1 上升沿
		1	功能 2 参考脉冲 2 测头 1 下降沿
		2	功能 3 参考脉冲 3 测头 2 上升沿
		3	功能 4 参考脉冲 4 测头 2 下降沿
		提示: • 位 x = 1 功能生效 位 x = 0 功能无效	
4 5 6 7	参考脉冲搜索或被动测量	状态: 值 1 - 4 存在	
		适用于参考脉冲搜索和被动测量。	
		位	含义
		4	值 1 参考脉冲 1 测头 1 上升沿
		5	值 2 测头 1 下降沿
		6	值 3 测头 2 上升沿
		7	值 4 测头 2 下降沿
		提示: • 位 x = 1 值存在 位 x = 0 值不存在 • 只能获取一个值。 原因: 只有一个共同的状态字 Gn_XACT2 用于读取值。 • 必须将测头配置为控制单元的“快速输入”。	



位	名称	信号状态说明	
8	测头 1 偏转	1	测头偏转（高信号）
		0	测头未偏转（低信号）
9	测头 2 偏转	1	测头偏转（高信号）
		0	测头未偏转（低信号）
10	预留	-	
11	编码器故障应答生效	1	编码器故障应答生效 <b>提示：</b> 参见 STW.15（应答编码器故障）
		0	无应答生效
12	预留	-	
13	循环传输绝对值	1	Gn_STW.13 应答（循环请求绝对值） <b>提示：</b> 可通过优先级较高的功能中断绝对值的循环传输。 • 参见 Gn_XIST2
		0	无应答
14	驻留编码器	1	驻留编码器生效（即编码器断开）
		0	驻留编码器未生效
15	编码器故障	1	编码器故障或实际值采集存在 <b>提示：</b> 故障代码保存在 Gn_XIST2 中
		0	无故障存在

**编码器 1 位置实际值 1 (G1\_XIST1)**

- 分辨率: 编码器线数 • 2n  
n: 细分分辨率, 内部倍频的位数  
细分分辨率通过 p0418 定义。
- 用于向控制器传输循环位置实际值。
- 传输的值是相对的、自由的实际值。
- 可能的溢出必须通过上一级控制系统进行检测。



p0418, 用于Gx\_XACT1 (编码器1到3)

图 9-11 Gx\_XIST1 的细分和设置

- 增量编码器线数
  - 对于 sin/cos 1 Vpp 编码器:  
编码器线数 = 正弦信号周期的数量
- 接通后适用: Gx\_XIST1 = 0
- Gx\_XACT1 的溢出必须由上一级控制系统监控。
- 驱动中无 Gx\_XIST1 的模态监控。

### 编码器 1 位置实际值 2 (G1\_XIST2)

根据相应的功能，在 Gx\_XIST2 中输入不同的值。

- Gx\_XIST2 的优先级

Gx\_XIST2 中的值需遵循以下优先级：

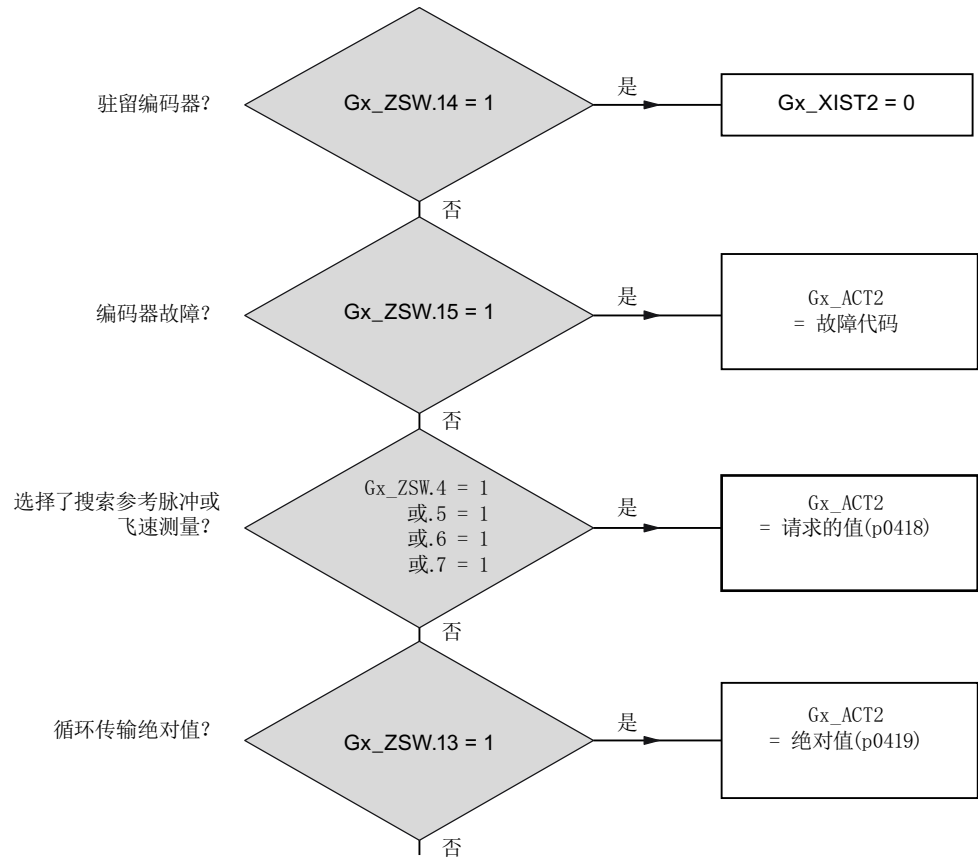


图 9-12 功能和 Gx\_XIST2 的优先级

- 分辨率: 编码器线数 · 2n
- n: 细分分辨率, 内部倍频的位数

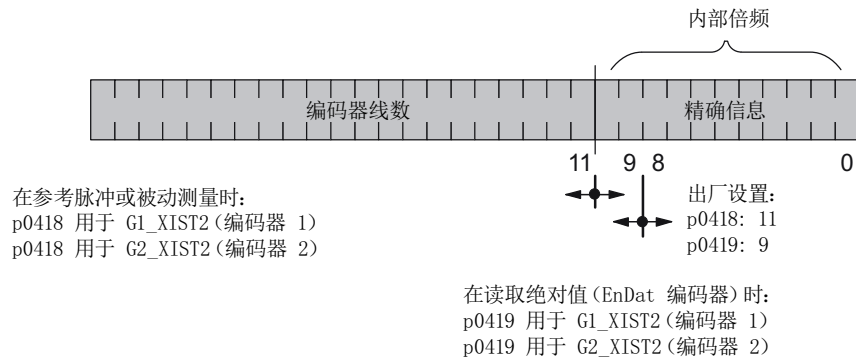


图 9-13 Gx\_XIST2 的细分和设置

- 增量编码器线数
  - 对于 sin/cos 1 Vpp 编码器:  
 编码器线数 = 正弦信号周期的数量

Gn\_XIST2 中的故障代码

表格 9- 26 Gn\_XIST2 中的故障代码

n_XIST2	含义	可能的原因/描述
1	编码器故障	存在一个或多个编码器故障， 详细信息参见驱动器的故障报警信息
2	零脉冲监控	—
3	“驻留编码器”中断	<ul style="list-style-type: none"> <li>已选择了驻留的驱动对象。</li> </ul>
4	“参考零脉冲搜索”中断	<ul style="list-style-type: none"> <li>存在故障（Gn_ZSW.15 = 1）</li> <li>编码器无零脉冲（参考脉冲）</li> <li>请求了参考脉冲 2、3 或 4</li> <li>在参考脉冲搜索期间切换到了“被动测量”</li> <li>在参考脉冲搜索期间设置了指令“读取值 x”</li> <li>距离编码的参考零脉冲位置测量值不一致。</li> </ul>
5	获取参考值中断	<ul style="list-style-type: none"> <li>请求了多于四个值</li> <li>未请求值</li> <li>请求的值不存在</li> </ul>
6	被动测量中断	<ul style="list-style-type: none"> <li>未配置测头 p0488、p0489</li> <li>在参考脉冲搜索期间切换到了“被动测量”</li> <li>在被动测量期间设置了指令“读取值 x”</li> </ul>
7	获取测量值中断	<ul style="list-style-type: none"> <li>请求了多于一个值</li> <li>未请求值</li> <li>请求的值不存在</li> <li>驻留编码器生效</li> <li>驻留驱动对象生效</li> </ul>
8	绝对值传输中断	<ul style="list-style-type: none"> <li>绝对值编码器不存在</li> <li>设置了绝对值记录报警位</li> </ul>
3841	不支持功能	—

### 编码器 2 状态字 (G2\_ZSW)

- 参见 G1\_ZSW (表格 4-20)

### 编码器 2 位置实际值 1 (G2\_XIST1)

- 参见 G1\_XIST1

### 编码器 2 位置实际值 2 (G2\_XIST2)

- 参见 G1\_XIST2

### 功能图 (参见 SINAMICS S110 参数手册)

- 4720 编码器接口, 编码器 n 的接收信号
- 4730 编码器接口, 编码器 n 的发送信号
- 4735 零脉冲搜索, 编码器 n 的替代零脉冲
- 4740 测头赋值, 编码器 n 的测量值存储器

### 重要参数一览 (参见 SINAMICS S110 参数手册)

#### 驱动设置参数, CU\_S 参数会相应注明

- p0418[0...15] 细分分辨率 Gx\_XIST1
- p0419[0...15] 细分分辨率 Gx\_XIST2
- p0480[0...2] CI: 编码器控制字 Gn\_STW 的信号源
- p0488[0...2] 测头 1 输入端
- p0489[0...2] 测头 2 输入端
- p0490 测头转换 (CU\_S)

#### 驱动显示参数

- r0481[0...2] CO: 编码器状态字 Gn\_ZSW
- r0482[0...2] CO: 编码器位置实际值 Gn\_XIST1
- r0483[0...2] CO: 编码器位置实际值 Gn\_XIST2
- r0487[0...2] CO: 编码器状态字 Gn\_STW 的诊断

### 9.2.3.5 中央控制字和状态字

#### 描述

中央过程数据处于不同的报文中。例如报文 391 用于传输测量时间、数字量输入和数字量输出。

有下列中央过程数据：

#### 接收信号：

- CU\_STW1 控制单元控制字
- A\_DIGITAL 数字量输出
- MT\_STW 测头控制字

#### 发送信号：

- CU\_ZSW1 控制单元状态字
- E\_DIGITAL 数字量输入
- MT\_ZSW 测头状态字
- MTn\_ZS\_F 测头 n 测量时间，下降沿 (n = 1, 2)
- MTn\_ZS\_S 测头 n 测量时间，上升沿 (n = 1, 2)

**CU\_STW1 (控制单元控制字)**

参见功能图 [2495]。

表格 9-27 CU\_STW1 (控制单元控制字) 的说明

位	含义	注释		参数
0	同步旗标	-	通过此信号执行控制器和驱动单元之间共同系统时间的同步。	Bl:p0681[0]
1	RTC PING	-	通过此信号可通过 PING 事件设置 UTC 时间。	Bl:p3104
2...6	预留	-	-	-
7	应答故障	0/1	应答故障	Bl:p2103
8...9	预留	-	-	-
10	控制接收	0	外部控制系统不通过 CU 进行控制 在所有 DO 上对传输故障进行了应答后，在 DO1 (控制单元) 上也会对故障进行隐性应答	p3116
		1	外部控制系统通过 CU 进行控制 必须在所有 DO 上对传输故障进行应答，必须在 DO1 (控制单元) 上也进行显性应答	
11	预留	-	-	-
12	控制器生命符号位 0	-	控制器生命符号	Cl: p2045
13	控制器生命符号位 1	-		
14	控制器生命符号位 2	-		
15	控制器生命符号位 3	-		



### A\_DIGITAL (数字量输出)

通过此过程数据可对控制单元的输出进行控制。  
参见功能图[2497]。

表格 9- 28 A\_DIGITAL (数字量输出) 的说明

位	含义	注释		参数
0	数字量输入/输出 8 (DI/DO 8)	-	控制单元上的 DI/DO 8 必须通过 p0728.8 = 1 设置为输出端。	Bl:p0738
1	数字量输入/输出 9 (DI/DO 9)	-	控制单元上的 DI/DO 9 必须通过 p0728.9 = 1 设置为输出端。	Bl:p0739
2	数字量输入/输出 10 (DI/DO 10)	-	控制单元上的 DI/DO 10 必须通过 p0728.10 = 1 设置为输出端。	Bl:p0740
3	数字量输入/输出 11 (DI/DO 11)	-	控制单元上的 DI/DO 11 必须通过 p0728.11 = 1 设置为输出端。	Bl:p0741
4...15	预留	-	-	-
<p><b>提示:</b> 双向数字量输入/输出 (DI/DO) 可作为输入或输出 (参见发送信号 E_DIGITAL)。</p>				

**MT\_STW**

“中央测头”功能的控制字。通过 r0685 显示。

表格 9-29 MT\_STW（测头控制字）的说明

位	含义		注释	参数
0	测头 1, 下降沿	-	在下一个下降沿激活测量时间采集	Cl: p0682
1	测头 2, 下降沿	-		
2	测头 3, 下降沿	-		
3	测头 4, 下降沿	-		
4	测头 5, 下降沿	-		
5	测头 6, 下降沿	-		
6...7	预留	-	-	
8	测头 1, 上升沿	-	在下一个上升沿激活测量时间采集	
9	测头 2, 上升沿	-		
10	测头 3, 上升沿	-		
11	测头 4, 上升沿	-		
12	测头 5, 上升沿	-		
13	测头 6, 上升沿	-		
14...15	预留	-	-	

**CU\_ZSW1 (DO1 报文 (报文 39x) 的状态字)**

参见功能图 [2496]。

表格 9- 30 CU\_ZSW1 (控制单元状态字) 的说明

位	含义	注释		参数
0...3	预留	-	-	-
3	存在故障	1	存在故障。 存在的故障保存在故障缓冲器中。	BO:r2139.3
		0	不存在故障。 故障缓冲器中无故障。	
4...5	预留	-	-	-
6	预留	0	-	-
7	存在报警	1	存在报警。 存在的报警保存在报警缓冲器中。	BO: 2139.7
		0	无报警。 报警缓冲器中无报警。	
8	Synchronisation (SYNC: 同步)	-	-	-
9	存在报警	1	无模块组报警的组位。	BO:r3114.9
		0	报警的组位存在, 它通过模块组中包括 CU 在内的所有 DO 进行“OR”逻辑连接。	
10	存在故障	1	无模块组报警的组位。	BO:r3114.10
		0	故障的组位存在, 它通过模块组中包括 CU 在内的的所有 DO 进行“OR”逻辑连接, 含通讯。	
11	安全信息等待处理	1	无安全信息等待处理	BO:r3114.11
		0	安全信息等待处理	
12	从站生命符号位 0	1-15	循环切换	隐性互联
		0	初始化, 无可用生命符号	
13	从站生命符号位 1	1-15		
		0		

位	含义	注释		参数
14	从站生命符号位 2	1-15		
		0		
15	从站生命符号位 3	1-15		
		0		

**E\_DIGITAL (数字量输入)**

参见功能图 [2498]。

表格 9- 31 E\_DIGITAL (数字量输入) 的说明

位	含义	注释		参数
0	数字量输入/输出 8 (DI/DO = 8)	-	控制单元上的 DI/DO 8 必须通过 p0728.8 = 0 设置为输入端。	BO:p0722.8
1	数字量输入/输出 9 (DI/DO = 9)	-	控制单元上的 DI/DO 9 必须通过 p0728.9 = 0 设置为输入端。	BO:p0722.9
2	数字量输入/输出 10 (DI/DO = 10)	-	控制单元上的 DI/DO 10 必须通过 p0728.10 = 0 设置为输入端。	BO:p0722.10
3	数字量输入/输出 11 (DI/DO = 11)	-	控制单元上的 DI/DO 11 必须通过 p0728.11 = 0 设置为输入端。	BO:p0722.11
4...7	预留	-	-	-
8	数字量输入 0 (DI 0)	-	控制单元上的数字量输入 DI 0	BO:r0722.0
9	数字量输入 1 (DI 1)	-	控制单元上的数字量输入 DI 1	BO:r0722.1
10	数字量输入 2 (DI 2)	-	控制单元上的数字量输入 DI 2	BO:r0722.2
11	数字量输入 3 (DI 3)	-	控制单元上的数字量输入 DI 3	BO:r0722.3
12...15	预留	-	-	-

**提示:**

双向数字量输入/输出 (DI/DO) 可作为输入或输出 (参见接收信号 A\_DIGITAL)。

### MT\_ZSW

“中央测头”功能的状态字。

表格 9- 32 MT\_ZSW（中央测头功能状态字）的说明

位	含义		注释	参数
0	测头 1 数字量输入	-	显示数字量输入	CO: r0688
1	测头 2 数字量输入	-		
2	测头 3 数字量输入	-		
3	测头 4 数字量输入	-		
4	测头 5 数字量输入	-		
5	测头 6 数字量输入	-		
6...7	预留	-	-	
8	测头 1 子采集	-	尚未实现。	
9	测头 2 子采集	-		
10	测头 3 子采集	-		
11	测头 4 子采集	-		
12	测头 5 子采集	-		
13	测头 6 子采集	-		
14... 15	预留	-	-	

### MTn\_ZS\_F 和 MTn\_ZS\_S

显示确定的测量时间

测量值以分辨率为 0.25 μs 的 16 位值给定。

### 中央测头特性

- 多个驱动的测头的时间戳可同时在一个报文中传输。
- 控制系统和驱动设备中的时间通过 CU\_STW1 和 CU\_ZSW1 同步。  
**提示：**控制系统必须支持时间同步！
- 上一级控制系统可通过时间戳计算多个驱动的位置实际值。
- 如果使用了测头的测量时间采集，会输出信息（参见 p0488、p0489 和 p0580）。

### 中央测头示例

示例的假设前提：

- 通过分析测头 1 的上升沿确定 MT1\_ZS\_S 的时间戳
- 通过分析测头 2 的上升沿和下降沿确定 MT2\_ZS\_S 和 MT2\_ZS\_F 的时间戳
- 测头在 1 控制单元 DI/DO 9 上 (p0680[0] = 1)
- 测头在 2 控制单元 DI/DO 10 上 (p0680[1] = 2)
- 设置了制造商专用报文 p0922 = 391。

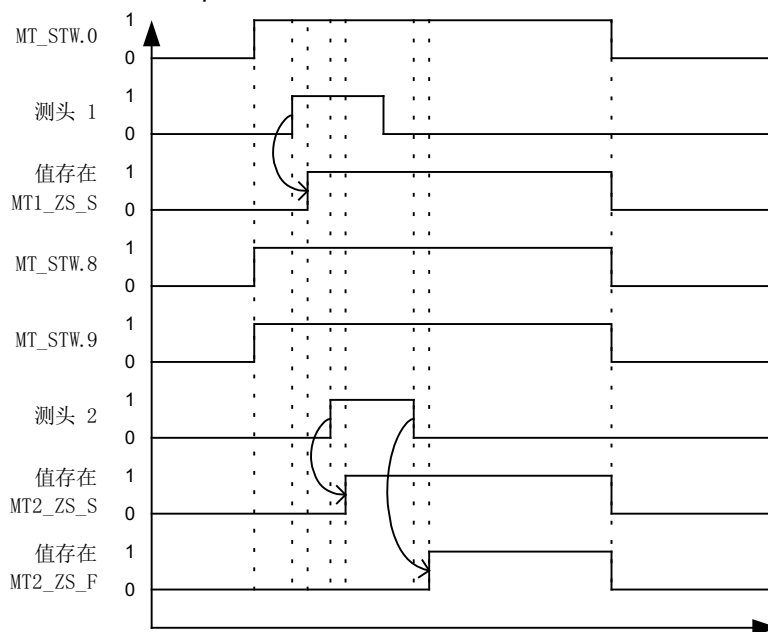


图 9-14 中央测头示例的时序图

### 9.2.3.6 采用 PROFIdrive 的运动控制

使用“采用 PROFIBUS 的运动控制”或“采用 PROFIdrive 的运动控制”功能，可实现通过 PROFIBUS 现场总线的一个主站与一个/多个从站之间的等时同步驱动耦合，或通过 PROFINET 的等时同步驱动耦合。

---

#### 说明

等时同步驱动耦合的定义请参见下列文档：

文档： /P5/ PROFIdrive Profile Drive Technology

---

#### 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）。
- 主站的缺省设置通过硬件配置，例如 SIMATIC S7 的“HW-Config”进行。从站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”）：
  - 每个从站/驱动设备的驱动数量越多 → 周期越长
  - 从站/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

- 从站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。
- 位置控制器在主站中。
- 闭环电流控制、转速控制和位置实际值采集（编码器接口）在从站中进行。
- 位置控制器周期通过现场总线传输至从站。
- 从站根据主站的位置控制器周期同步从站的转速和电流控制器周期。
- 转速设定值通过主站设定。

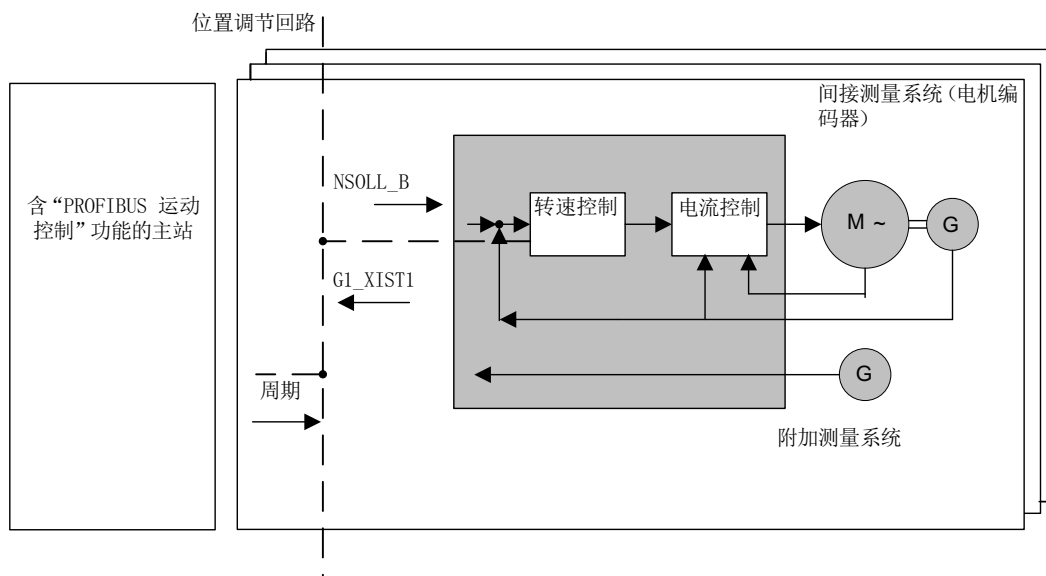


图 9-15 “采用 PROFIBUS 的运动控制”概览（示例：主站和 3 个从站）



### 数据循环的结构

数据循环由以下要素组成：

1. 全局控制报文（仅对于 PROFIBUS）
2. 循环部分
  - 设定值和实际值。
3. 非循环部分
  - 参数和诊断数据。
4. 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。

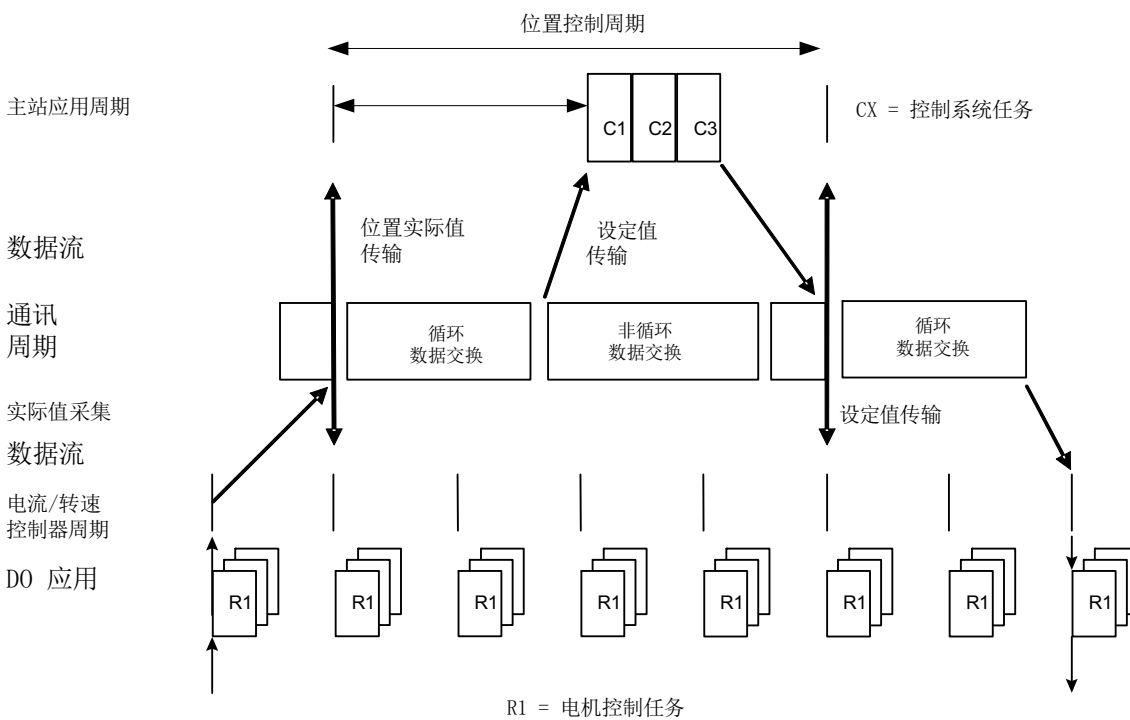


图 9-16 采用 PROFIdrive 的运动控制/等时同步驱动耦合

## 9.2.4 非循环通讯

### 9.2.4.1 非循环通讯概述

#### 描述

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 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 1 级和 2 级主站。

#### 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。

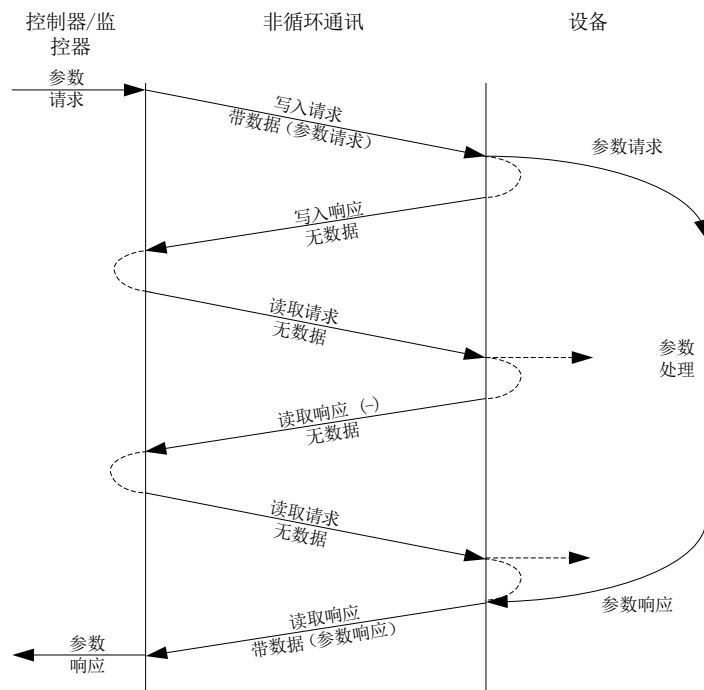


图 9-17 读取和写入数据

参数通道属性

- 参数号和子下标各一个 16 位地址
- 通过其他的 PROFIBUS 主站同时访问（主站等级 2）。
- 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
- 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（最大 240 字节）
- 请求或应答标题属于有效数据。

9.2.4.2 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	
		子下标		8	
	...				
	第 n 个参数地址	属性	元素数量		
		参数号			
		子下标			
	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	应答标题	对应的请求参考	应答识别 ID	0
		对应的轴	参数数量	2
仅用于不良应答的故障值	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				
...				

DPV1 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	
	主站的一组请求/应答的唯一标识符。主站会为每个新的请求修改请求参考。从站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（p0977）将修改的数据接收到非易失性存储器。		
应答识别 ID	Unsigned8	0x01	读取请求 (+)
		0x02	写入请求 (+)
		0x81	读取请求 (-)
		0x82	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。			

数组	数据类型	值	注释
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。		
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。		
子下标	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	数据类型 Integer8
		0x03	数据类型 Integer16
		0x04	数据类型 Integer32
		0x05	数据类型 Unsigned8
		0x06	数据类型 Unsigned16
		0x07	数据类型 Unsigned32
		0x08	数据类型 FloatingPoint
		其它值	参见 PROFIdrive Profile V3.1
		0x40	零（写入请求的子应答不良好）
		0x41	字节
	0x42	字	
	0x43	双字	
	0x44	错误	

数组	数据类型	值	注释
	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 行规，在写入时必须设定优先的数据类型。可设定字节、字和双字。		
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	故障值含义 → 参见下表
	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，以保证报文的字结构。		
值	Unsigned16	0x0000 ... 0x00FF	
	读取或写入参数的值。 如果值由奇数数量的字节组成，则会添加一个零字节，以保证报文的字结构。		

DPV1 参数应答中的故障值

表格 9- 33 DPV1 参数应答中的故障值

故障值	含义	注释	附加信息
0x00	参数编号错误。	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。	子下标
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。	子下标
0x03	错误的子下标。	访问的子下标不存在。	子下标
0x04	无数组。	访问的参数未编入下标。	-
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。	子下标
0x07	描述单元不可修改。	尝试访问不可修改的描述单元。	子下标
0x09	描述数据不存在。	访问的描述不存在（参数值存在）。	-
0x0B	无操作权限。	缺少操作权限，无法执行修改。	-
0x0F	文本数组不存在	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	值错误。	尝试写入的修改值虽然在限值范围内，但是由于其它长期原因不被允许（参数定义为独立值）。	子下标
0x15	应答过长。	当前应答的长度超出了最大可传输的长度。	-
0x16	参数地址错误。	属性、元素数量、参数号、子下标或组合值错误或不被支持。	-
0x17	格式错误。	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。	-
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	参数 %s [%s]：控制器使能时无访问权限	-	-
0x6C	参数 %s [%s]：未知单位。	-	-

故障值	含义	注释	附加信息
0x6D	参数 %s [%s]: 仅能在编码器调试状态下 (p0010 = 4) 写入数值。	-	-
0x6E	参数 %s [%s]: 仅能在电机调试状态下 (p0010 = 3) 写入数值。	-	-
0x6F	参数 %s [%s]: 仅能在功率单元调试状态下 (p0010 = 2) 写入数值。	-	-
0x70	参数 %s [%s]: 仅能在快速调试状态下 (p0010 = 1) 写入数值。	-	-
0x71	参数 %s [%s]: 仅能在就绪状态下 (p0010 = 0) 写入数值。	-	-
0x72	参数 %s [%s]: 仅能在“参数复位”调试状态下 (p0010 = 30) 写入数值。	-	-
0x73	参数 %s [%s]: 仅能在安全功能的调试状态下 (p0010 = 95) 写入数值。	-	-
0x74	参数 %s [%s]: 仅能在工艺应用/单元的调试状态下写入数值 (p0010 = 5)。	-	-
0x75	参数 %s [%s]: 仅能在调试状态下 (p0010 不等于 0) 写入数值。	-	-
0x76	参数 %s [%s]: 仅能在“下载”调试状态下 (p0010 = 29) 写入数值。	-	-
0x77	参数 %s [%s] 在下载时不可写入。	-	-
0x78	参数 %s [%s]: 仅能在“驱动配置”调试状态下 (设备: p0009 = 3) 写入数值。	-	-
0x79	参数 %s [%s]: 仅能在“确定驱动类型”调试状态下 (设备: p0009 = 2) 写入数值。	-	-
0x7A	参数 %s [%s]: 仅能在“基本数据组配置”调试状态下 (设备: p0009 = 4) 写入数值。	-	-



故障值	含义	注释	附加信息
0x7B	参数 %s [%s]: 仅能在“设备配置”调试状态下 (设备: p0009 = 1) 写入数值。	-	-
0x7C	参数 %s [%s]: 仅能在“设备下载”调试状态下 (设备: p0009 = 29) 写入数值。	-	-
0x7D	参数 %s [%s]: 仅能在“设备参数复位”调试状态下 (设备: p0009 = 30) 写入数值。	-	-
0x7E	参数 %s [%s]: 仅能在“设备就绪”调试状态下 (设备: p0009 = 0) 写入数值。	-	-
0x7F	参数 %s [%s]: 仅能在“设备”调试状态下 (设备: p0009 不等于 0) 写入数值。	-	-
0x81	参数 %s [%s] 在下载时不可写入。	-	-
0x82	控制权传送被 BI: p0806 禁止。	-	-
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。	-	-
0xC8	低于当前生效的限值。	修改请求中的值虽然在“绝对”限值范围内, 但低于当前生效的限值。	-
0xC9	超出当前生效的限值。	修改请求中的值虽然在“绝对”限值范围内, 但超出了当前生效的限值 (例如: 当前变频器功率产生的限制)。	-
0xCC	不允许写访问	不允许写访问, 访问密钥不存在。	-

### 9.2.4.3 确定驱动对象号

可以按照以下方法根据参数 p0101 和 r0102 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”的下标，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下标。

### 9.2.4.4 示例 1：读取参数

#### 前提条件

1. PROFIdrive 控制器已经过调试，功能完全正常。
2. 控制器和设备之间的 PROFIdrive 通讯正常。
3. 控制器可以根据 PROFIdrive DPV1 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。

操作

1. 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。

1. 触发参数请求

ZSW1.3 = "1" → 触发参数请求

2. 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
	第 1 个值 = 1355 dec		6
	第 2 个值 = 0 dec		8
	...		...
	第 8 个值 = 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。
- 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。

**9.2.4.5 示例 2：写入参数（多参数请求）**

**前提条件**

1. PROFIdrive 控制器已经过调试，功能完全正常。
2. 控制器和设备之间的 PROFIdrive 通讯正常。
3. 控制器可以根据 PROFIdrive DPV1 读取和写入数据组。  
专门针对该示例的前提条件：
4. 控制方式：功能模块“扩展的设定值通道”激活的伺服模式



操作

1. 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
	子下标 = 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
	子下标 = 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
	子下标 = 0 dec		20
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
	子下标 = 0 dec		26
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
	子下标 = 0 dec		26
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
	子下标 = 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

参数请求			偏移
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)。
- 子下标:  
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
  - 可调参数：输入数值

2. 触发参数请求。

3. 分析参数应答。

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。



## 9.3 PROFIBUS DP 通讯技术

### 9.3.1 PROFIBUS 概述

#### 概述

PROFIBUS 是开放式的国际现场总线标准，广泛应用于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：

/P5/ PROFIdrive Profile Drive Technology

---

<b>注意</b>
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。

 <b>小心</b>
不得在 X126 接口上连接任何 CAN 导线。如果未遵守，可能会导致 CU305 或者其他 CAN 总线设备损坏。

### 主站和从站

- 主站和从站的属性

表格 9- 34 主站和从站的属性

属性	主站	从站
作为总线节点	主动	被动
发送消息	无需外部请求	只能询问主站
接收消息	无限制	只能接收消息和发送应答

- 主站

主站分两个等级：

- 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”(令牌传递)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。

## 9.3.2 调试 PROFIBUS

### 9.3.2.1 调试概述

#### 接口和诊断 LED

带 LED 的 PROFIBUS 接口和地址开关位于控制单元上。

X126  
PROFIBUS 接口

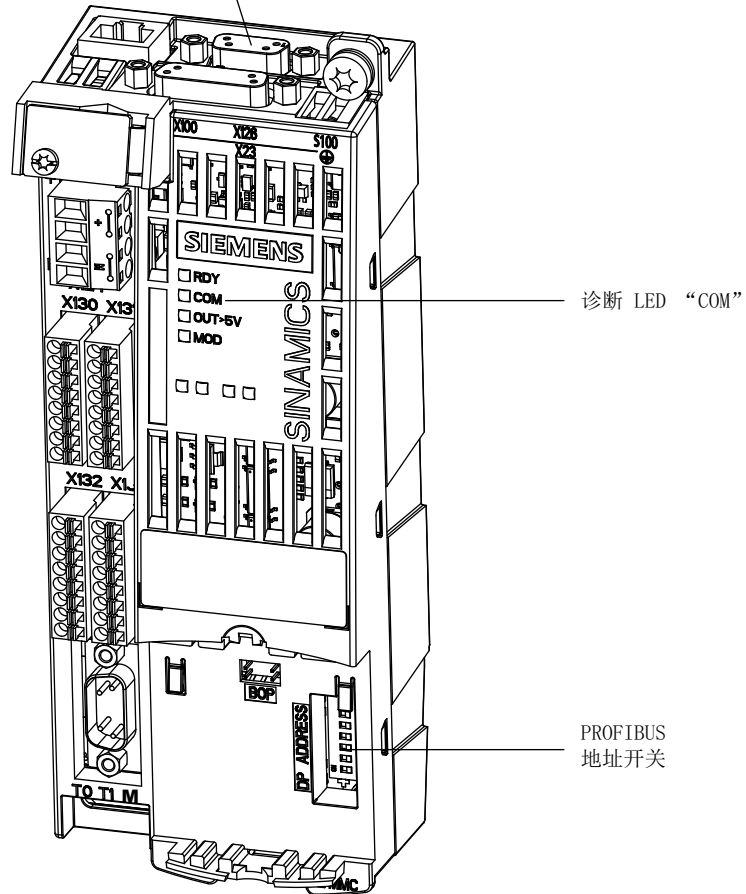


图 9-19 接口和诊断 LED

- PROFIBUS 接口

PROFIBUS 接口的信息参见：

文档：SINAMICS S110 设备手册

- 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。

---

### 设置 PROFIBUS 地址

有两种方法可以设置 PROFIBUS 地址：

1. 通过控制单元上的 PROFIBUS 地址开关

- p0918 变为“只读”，并显示设置的地址。
- 只有在重新上电后，更改才生效。

2. 通过 p0918

- 只有 PROFIBUS 地址开关上从 S1 到 S7 的所有开关都设为“ON”或“OFF”时，才可以采用该方法。
- 通过该参数修改地址时，修改必须通过“Copy from RAM to ROM”非易失地加以存储。
- 只有在重新上电后，更改才生效。

示例：

通过控制单元上的 PROFIBUS 地址开关设置 PROFIBUS 地址。

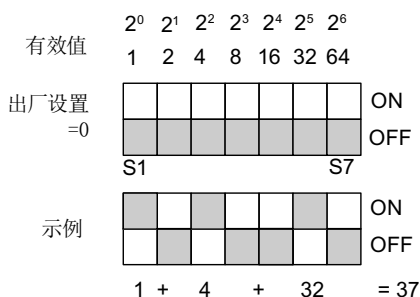


图 9-20 示例：通过控制单元上的 PROFIBUS 地址开关设置 PROFIBUS 地址

**说明**

在出厂时，所有开关都为“ON”或都为“OFF”。在这两种设置下，PROFIBUS 地址可以通过参数设置。

参数 p0918 是 CU 特有的（存在于控制单元中），出厂设置为 126。

在调试时会使用地址 126。允许的 PROFIBUS 地址为 1 ... 126。

在一条 PROFIBUS 线路上连接多个 CU 时，必须修改地址的出厂设置。此时需要注意，一条 PROFIBUS 线路上，每个地址只能分配一次。可以使用地址开关或选择设置参数 p0918 来分配地址。例如，可以首先接通 24 V 电源，然后重新设置参数 p0918。

在开关上设置的地址会显示在 r2057 中。

只有在重新上电后，总线地址的更改才生效。

---

设备主数据文件

在设备主数据文件中明确并完整地说明了 PROFIBUS 从站的特性。

GSD 文件可以通过以下途径获取：

- 调试工具 STARTER 的光盘

订货号 6SL3072-0AA00-0AGx

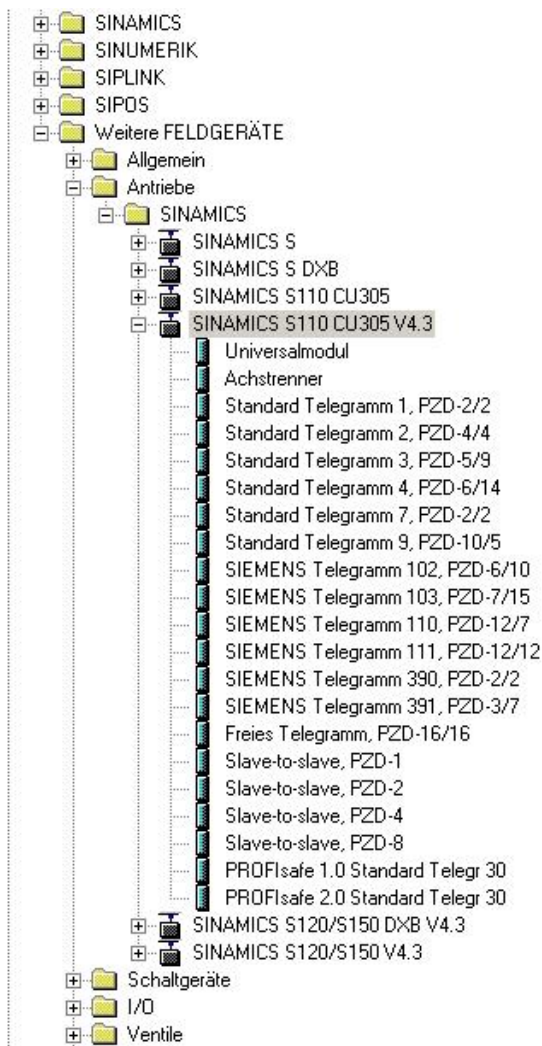


图 9-21 设备主数据文件的硬件目录，含从-从通讯功能

“SINAMICS S110 CU305 V4.3” GSD 文件包含标准报文、自由报文和从-从通讯报文。用户必须组合这些报文部分并在每个驱动对象(DO)后加一个轴分隔符，才能建立自己的驱动对象报文。

“HW Config”中的 GSD 文件的处理说明请参见 SIMATIC 文档。

## 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：

- 线路中的第一个节点和最后一个节点：接通终端电阻
- 线路中的其他节点：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地两端接地。

文档：SINAMICS S110 设备手册

### 9.3.2.2 调试步骤

#### 调试的前提条件和假设条件

##### PROFIBUS 从站

- 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 S110 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 PROFIBUS 从站地址。
2. 设置从站报文类型。
3. 在“HW Config”中：
  - 将驱动设备连接到 PROFIBUS，分配地址。
  - 设定报文类型。

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。

也可在节点或对象上设置为“无 PZD”。

4. 请根据用户程序分配 I/O 地址。

#### 9.3.2.3 诊断方法

在“HW-Config”中可以在线读取标准从站诊断信息。

#### 9.3.2.4 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，请依据以下简单对应关系：

- 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 9- 35 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 9- 36 变量：标签“常规”

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)	驱动对象号和子索引 位 15 ... 10: 驱动对象号 0 ... 63 位 9 ... 0: 子索引 0 ... 1023 或者其他表达式： DBW = 1024 * 驱动对象号 + 子索引

数组	值
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”地连接两个节点。
- HMI 的功能“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。

**9.3.2.5 报文故障监控**

**描述**

在报文故障监控中 SINAMICS 会区分两种状况：

**1. 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联输出 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。驱动随后可无 PROFIdrive 运行。

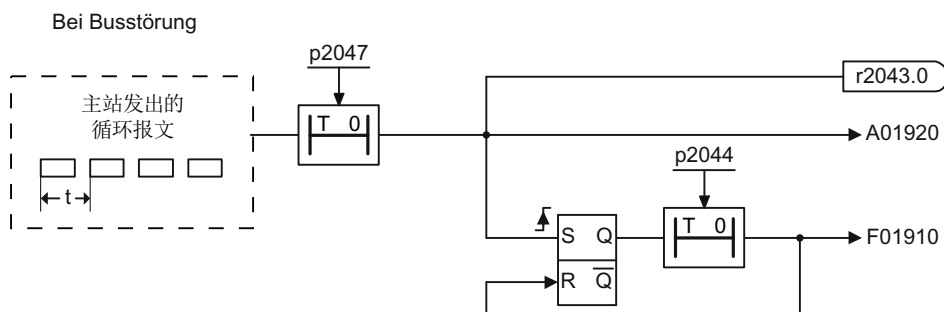


图 9-22 总线故障时的报文故障监控

2. 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联输出 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。驱动随后可无 PROFIdrive 运行。

Bei CPU-Stop

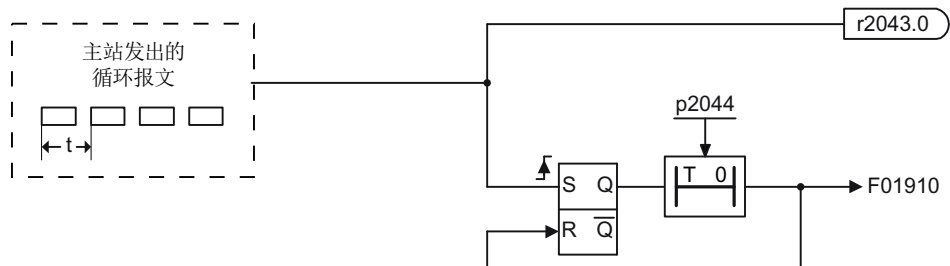


图 9-23 CPU 停止时的报文故障监控

说明

参数“附加监控时间” p2047 应只在循环通讯中使用。在等时同步通讯中应该不带延时地识别报文故障，以便尽快地开始响应。

### 9.3.3 采用 PROFIBUS 的运动控制

#### 采用 PROFIBUS 的运动控制/等时同步驱动耦合

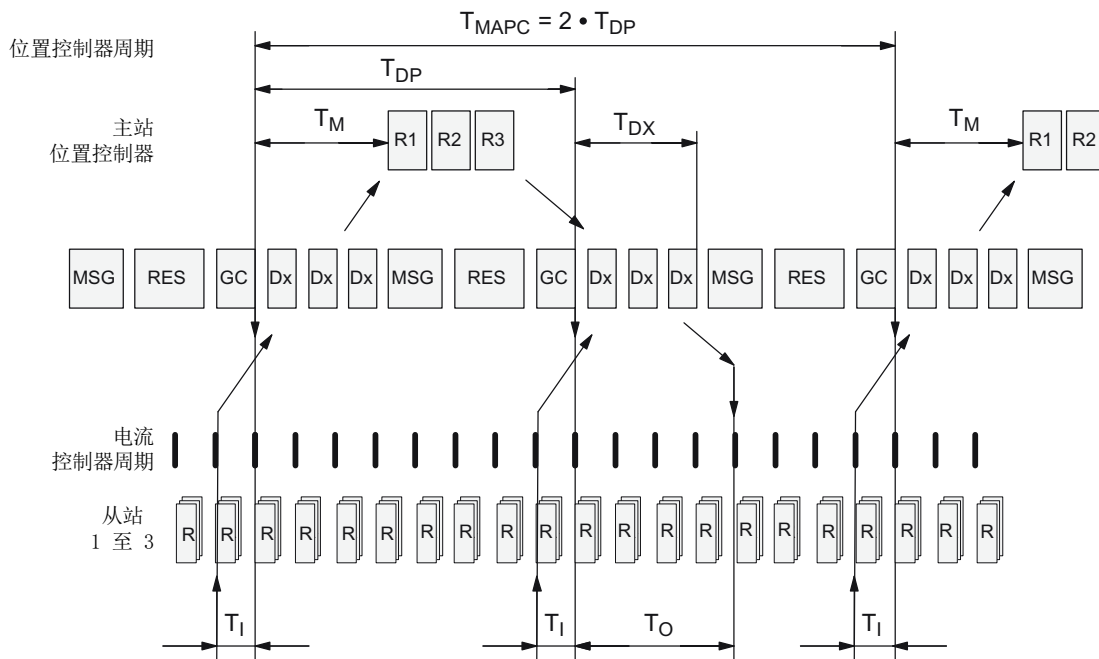


图 9-24 采用 PROFIBUS 的运动控制/等时同步驱动耦合，周期经过优化， $T_{MAPC} = 2 \cdot T_{DP}$

#### 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 被读入报文图中，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，并采用从站事先读取的当前实际值。
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  $T_O$ 。

运动控制图中采用的缩写和含义

表格 9- 37 时间设置和含义

名称	极限值	描述
$T_{\text{基本\_DP}}$	250 $\mu\text{s}$	$T_{\text{DP}}$ 的时间基础
$T_{\text{DP}}$	$T_{\text{DP}} \geq T_{\text{DP\_最小}}$ $T_{\text{DP\_最小}} \leq T_{\text{DP}} \leq T_{\text{DP\_最大}}$	DP 周期时间 $T_{\text{DP}} = \text{Dx} + \text{MSG} + \text{RES} + \text{GC}$ $T_{\text{DP}} = \text{整数倍} \cdot T_{\text{基本\_DP}}$ $T_{\text{DP\_最小}} = 1 \text{ ms}$ $T_{\text{DP\_最大}} = 32 \text{ ms}$
$T_{\text{MAPC}}$		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。 $T_{\text{MAPC}} = \text{整数倍} * T_{\text{DP}}$
$T_{\text{基本\_IO}}$	250 $\mu\text{s}$	$T_{\text{I}}$ , $T_{\text{O}}$ 的时间基础
$T_{\text{I}}$	$T_{\text{I\_最小}} \leq T_{\text{I}} < T_{\text{DP}}$	实际值采集的时间点 指在周期开始前采集位置实际值的时间。 $T_{\text{I}} = T_{\text{BASE\_IO}}$ 的整数倍 $T_{\text{I\_最小}}$ 等于驱动设备中驱动对象 (SERVO) 的电流控制器周期 (= 250 $\mu\text{s}$ )。
$T_{\text{O}}$	$T_{\text{DX}} + T_{\text{O\_最小}} \leq T_{\text{O}} \leq T_{\text{DP}}$	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。 $T_{\text{O}} = \text{整数倍的 } T_{\text{基本\_IO}}$ $T_{\text{O\_最小}}$ 等于驱动设备中驱动对象 (SERVO) 的转速控制器周期 (= 250 $\mu\text{s}$ )。
$T_{\text{DX}}$	$T_{\text{DX}} < T_{\text{DP}}$	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。
$T_{\text{PLL\_W}}$	-	PLL 窗口
$T_{\text{PLL\_D}}$	-	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 个从站之间的有效数据交换。

名称	极限值	描述
MSG		非循环服务 该通讯可非循环实现主站和 1 - n 个从站之间的有效数据交换。
RES		备用：“激活的间歇时间”，直到等时同步循环结束。
R		主站及从站中转速控制器或位置控制器的处理时间
T <sub>M</sub>		主站时间 主站闭环控制启动

时间的设置规定

- 周期(T<sub>DP</sub>)
  - 所有总线节点的 T<sub>DP</sub> 设置必须相同。
  - T<sub>DP</sub> > T<sub>DX</sub> 和 T<sub>DP</sub> > T<sub>O</sub>

这样，T<sub>DP</sub> 便足够大，能够 and 所有总线节点通讯。

说明

在 PROFIBUS 主站上修改完 T<sub>DP</sub> 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<sub>I</sub> 和 T<sub>O</sub>
  - T<sub>I</sub> 和 T<sub>O</sub> 越短，位置环中的时滞也就越短。
  - T<sub>O</sub> > T<sub>DX</sub> + T<sub>O</sub><sub>最小</sub>
- 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 9- 38 最短间歇时间

数据	时间需求[μs]
基本负载	300
每个从站	20
每个有效数据字节	1,5
另外一个等级 2 主站	500

## 有效数据完整性

有效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。

生命符号计数器从 1 增加到 15，然后再次从 1 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(TMAPC)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、没有历史的主站生命符号故障数量。

一旦超出了 p0925 中设置的最大数量，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<sub>DP</sub>) 便增加一个。

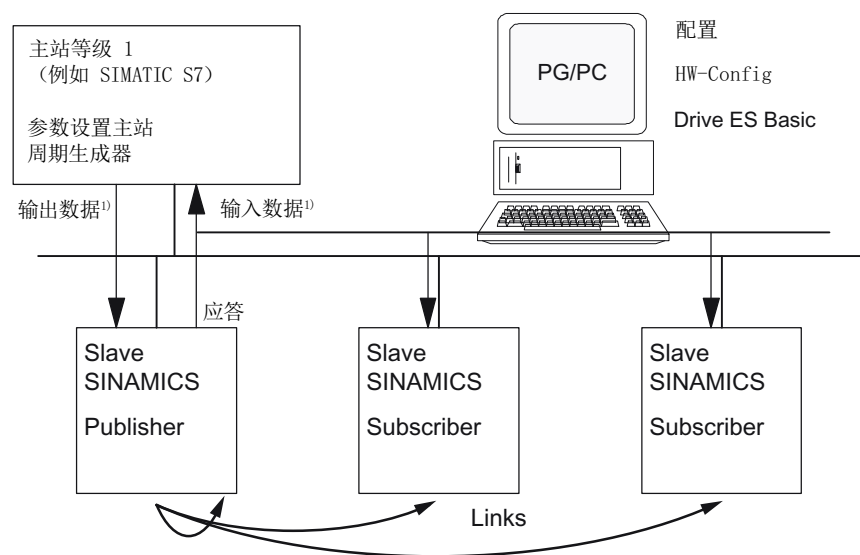
### 9.3.4 横向通讯

#### 9.3.4.1 概述

在 PROFIBUS DP 上，所有从站会在一个 DP 周期内依次响应主站。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）之间可以更快地交换数据，无需主站参与。

此处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) 从主站等级 1 角度来看

图 9-25 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。接着发布方会向主站发送自己的输入数据，并向所有总线节点发送广播报文。



## 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？
- 传送哪些输入数据？
- 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。

## 前提条件和边界条件

在使用“从站-从站”通讯功能时应注意以下附加条件：

- STARTER 版本 4.2 或以上
- Drive ES Basic 版本 5.3 SP3 或以上
- 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
- 连到发布方的 4 个链接

## 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

### 9.3.4.2 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  
从站作为订阅方运行时，会从一个或多个发布方获取一部分设定值，而不是从主站获取。  
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。

### 9.3.4.3 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。

Blockheader	Block-Len <sup>1)</sup>	12 – 244
	Command	0xE2
	Slot	0x00
	Specifier	0x00
标题 筛选表	版本标识	0xE2
	链接数量	0 – 3
	Offset Link1 <sup>2)</sup>	
	...	
Link1	Offset Link n <sup>2)</sup>	
	发布方DP地址	
分支1	发布方输入长度	
	发布方数据中的偏移	
	订阅方中的目标偏移	
	分支长度	
分支2	...	
	...	
Link2	发布方DP地址	
	...	

- 1) 单位: 字节
- 2) 从版本标识开始计算

图 9-26 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。

### 9.3.4.4 调试 PROFIBUS 横向通讯

下文说明了如何通过附加的软件包“Drive ES”调试两个 SINAMICS 驱动设备之间的从-从通讯。

#### “HW Config”中的设置

在下面的项目中以“标准报文”为例说明“HW Config”中的设置。

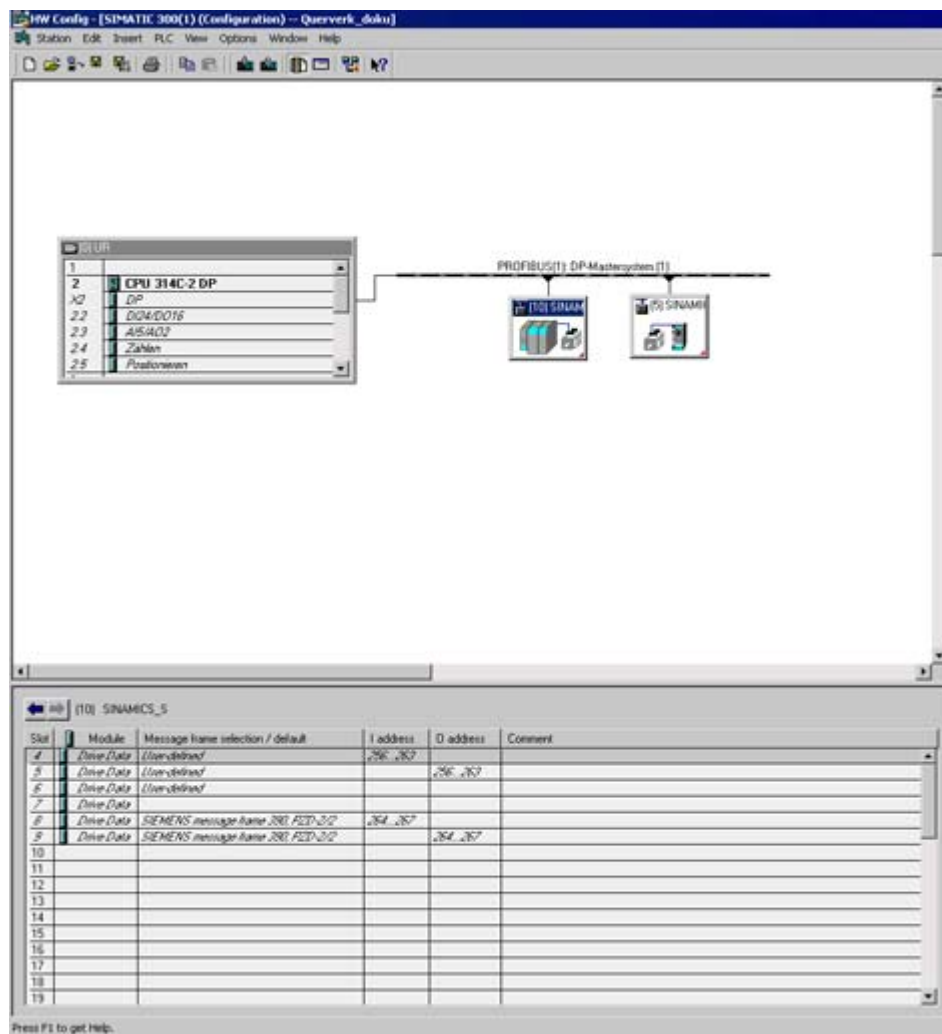


图 9-27 “HW Config”中 PROFIBUS 网络的项目示例

步骤

1. 选择一个从站（例如 SINAMICS S），然后进入它的属性界面，配置所连接驱动对象的报文。
2. 选择一个 SINAMICS S 作为从站，然后进入它的属性对话框，配置各个驱动对象的报文。

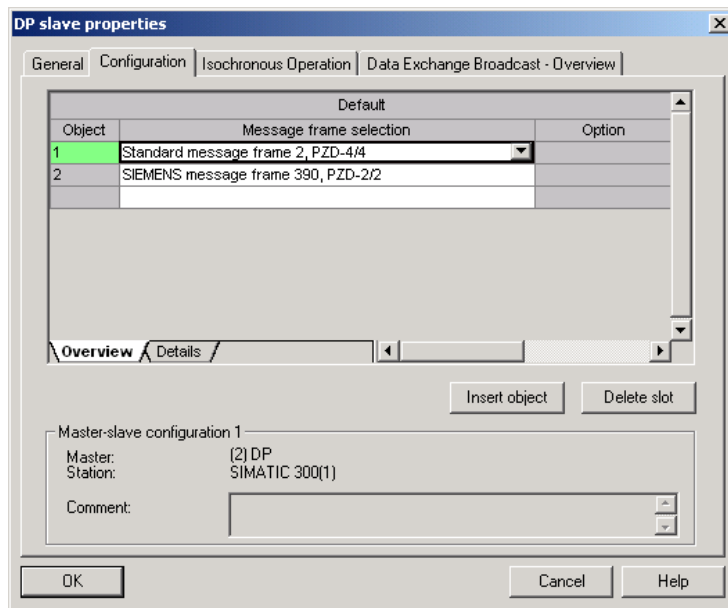


图 9-28 驱动对象的报文选择

3. 接下来切换至详细信息视图(Details)。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 包含第二个驱动对象（如 CU）的实际值和设定值的报文部分。

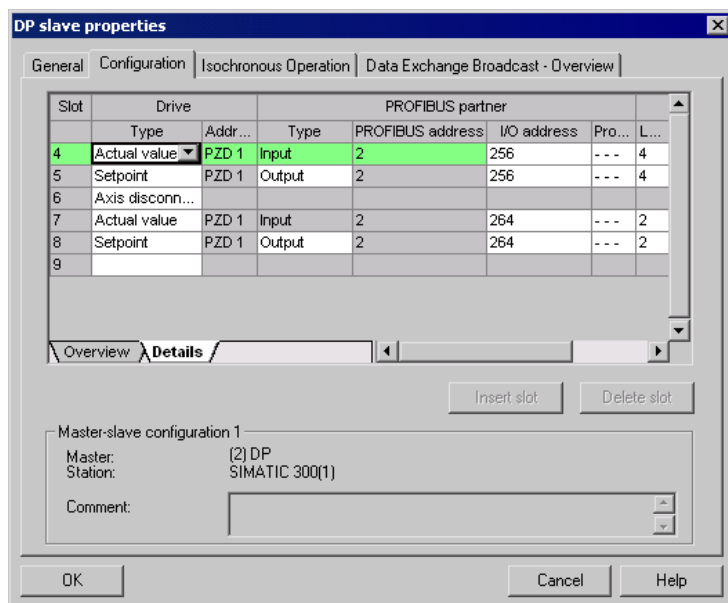


图 9-29 从站配置的信息视图

4. 点击“Insert slot”按钮，在现有的设定值槽后新建用于第一个驱动对象的设定值槽。

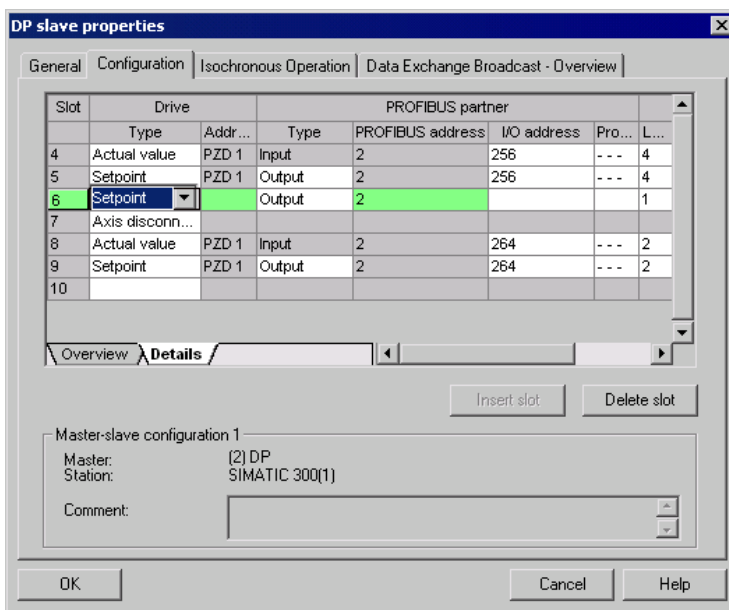


图 9-30 插入新的槽

5. 将该设定值槽分配给“从站-从站”通讯。
6. 在“PROFIBUS address”一栏中选择一个发布方 PROFIBUS DP 地址。  
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-从通讯在驱动设备内部交换数据。

- 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。例如：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。您也可以按照同样的方法移动分支的开始地址，以便读取驱动对象报文的中间部分的数据。

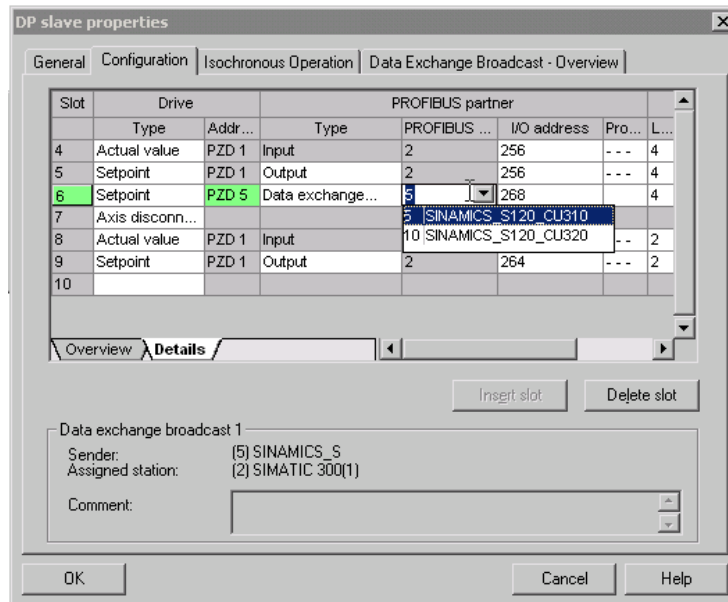


图 9-31 配置从-从通讯节点

- 点击标签“Data Exchange Broadcast - Overview”，可以显示已经配置的从-从通讯，它和“HW Config”中的当前配置状态一致。

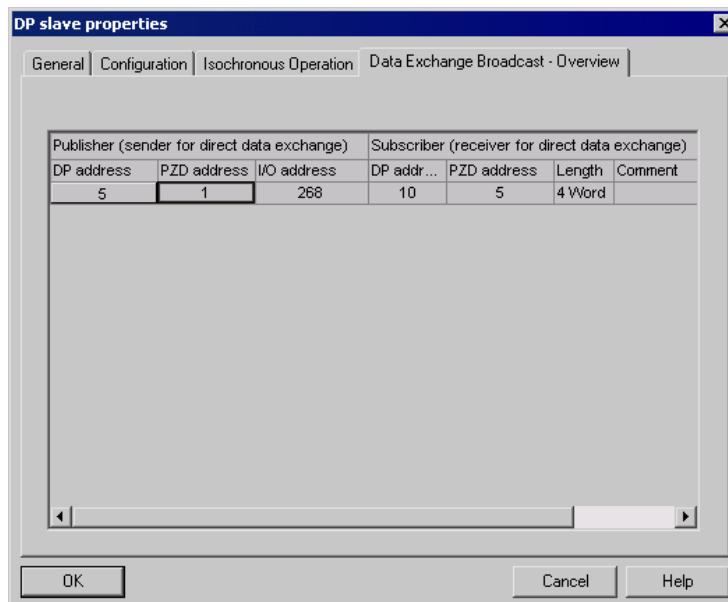


图 9-32 从-从通讯一览

9. 在创建从-从通讯连接后，配置一览中显示的是“User-defined”报文，而不是“Standard message frame 2”。

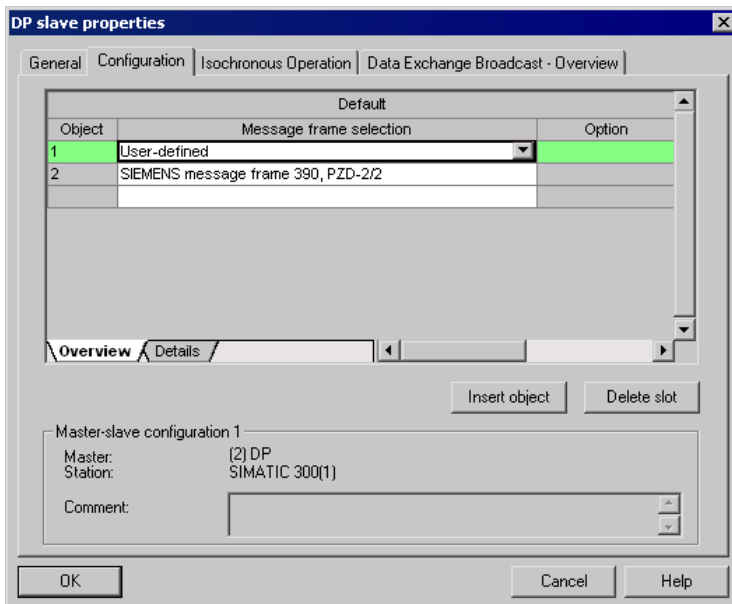


图 9-33 从-从通讯时的报文分配

10. 为 SINAMICS S 驱动设备的驱动对象创建从-从通讯连接后，详细信息显示如下：

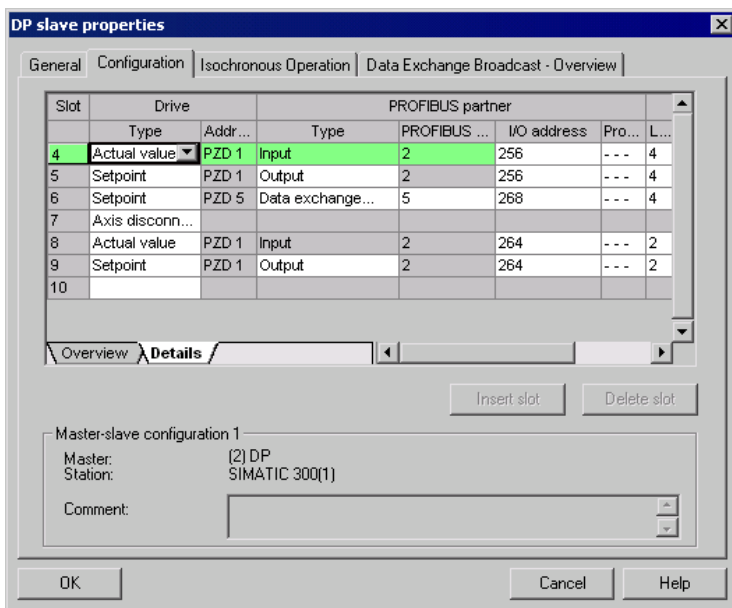


图 9-34 创建从-从通讯链接后的详细信息

11. 对于所选择的驱动设备上每个需要参与从-从通讯的驱动对象，您都必须对报文进行相应调整。



### STARTER 中的调试

在“HW Config”中的从-从通讯组态只是扩展了当前的报文。STARTER 支持报文扩展功能 (p0922 = 999)。

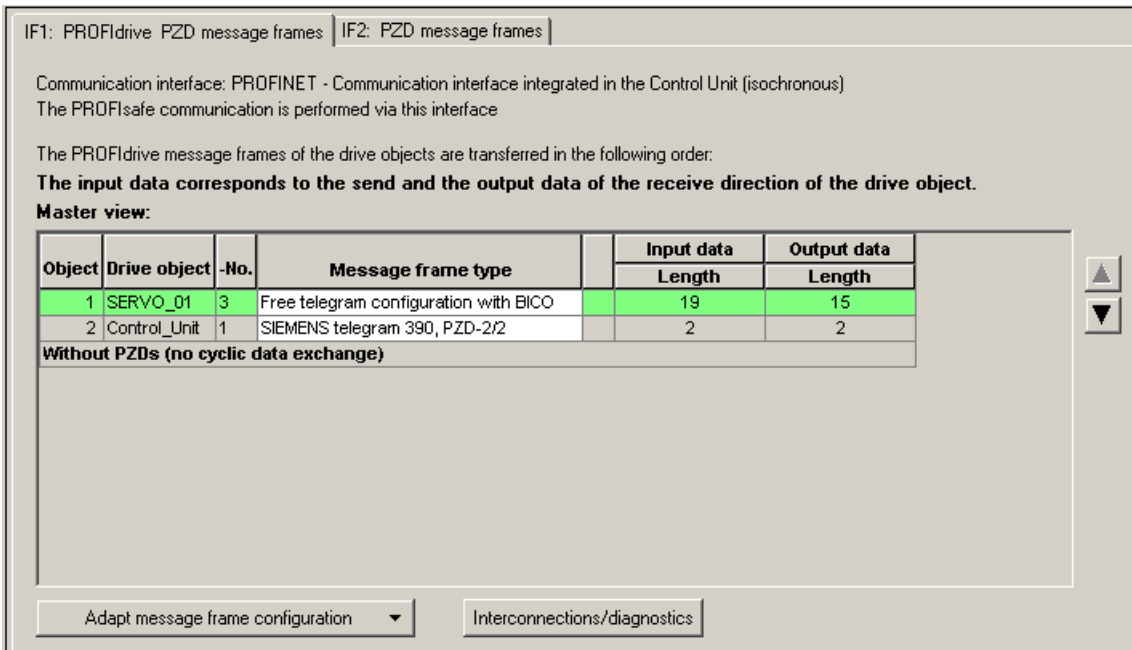


图 9-35 在 STARTER 中配置从-从通讯链接

在“HW Config”中结束配置后，还须在 STARTER 中根据之前的配置修改并扩展驱动对象的报文部分，这样才能完成驱动对象的从-从通讯配置。此时应在相应的驱动设备中统一进行配置。

步骤

1. 可以在 PROFIBUS 报文一览中查看驱动对象的报文部分，此处是 SERVO\_01。然后选择报文类型“Free telegram configuration with BICO”。
2. 接着，根据在“HW Config”中的设置输入报文的输入数据长度和输出数据长度，在“从站-从站”通讯连接中，输入数据由主站的报文和“从站-从站”通讯数据构成。
3. 然后在报文选择栏中将报文部分设为“Standard telegram”（示例中为 Standard telegram 2），此时显示的报文类型会分为两部分，即标准报文 + 报文扩展。报文扩展代表从-从通讯的报文部分。

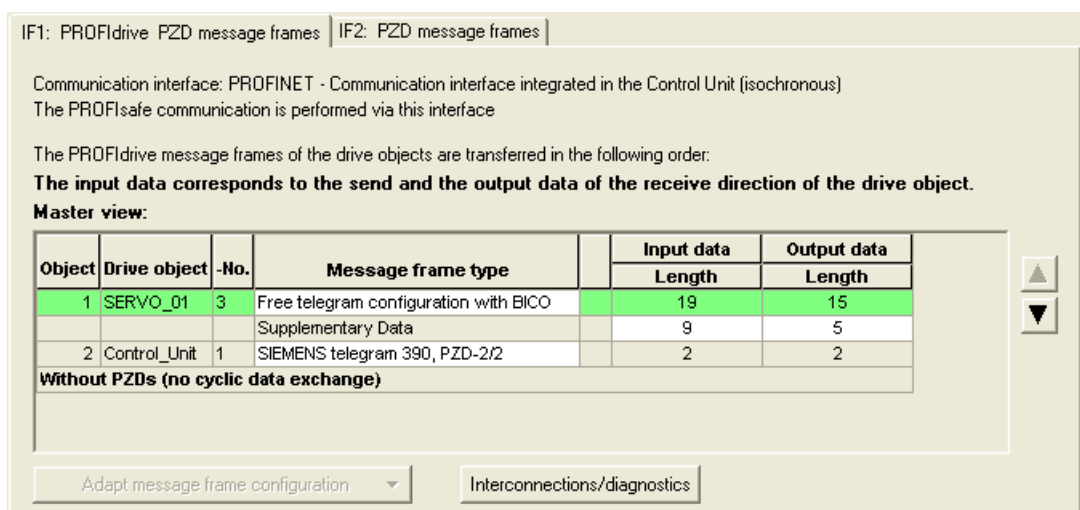


图 9-36 报文扩展显示

在项目导航器中为驱动对象“SERVO\_01”选择“Communication → PROFIBUS”后，可得到接收和发送两个方向的 PROFIBUS 报文结构。  
从 PZD5 开始的报文扩展属于从-从通讯部分。

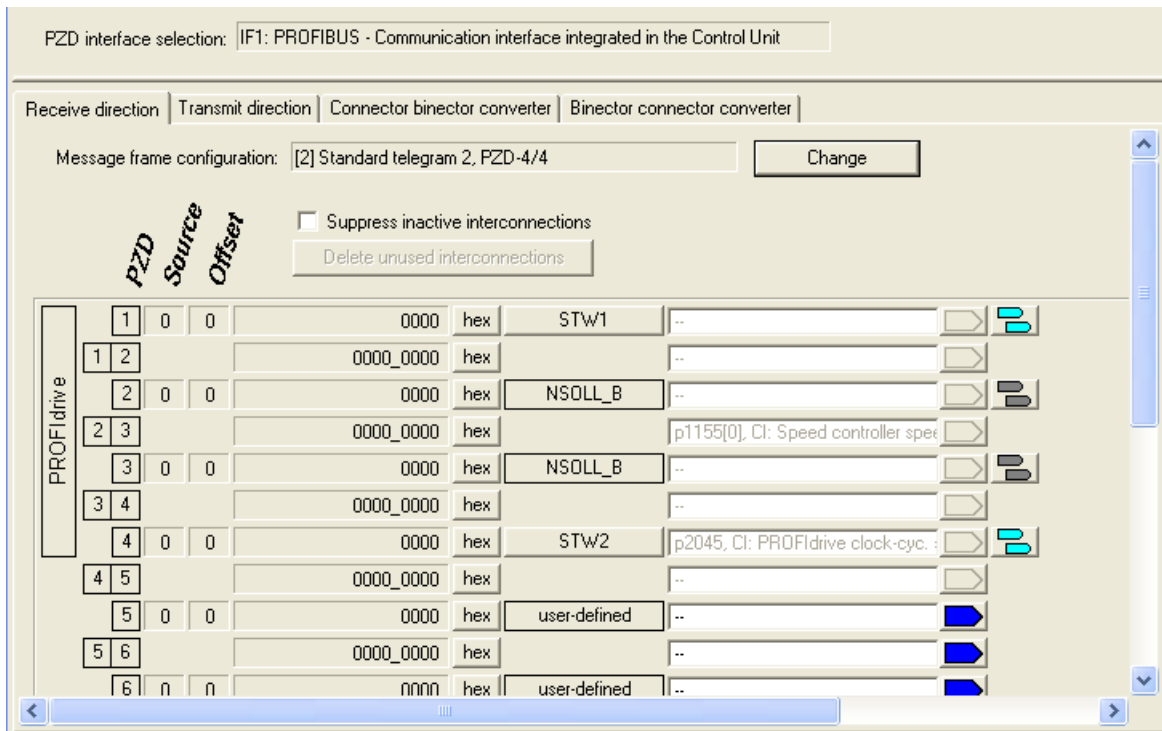


图 9-37 STARTER 中 PROFIBUS 从-从通讯的配置

为了将驱动对象与通过从-从通讯接收到的过程数据连接，必须将相应的模拟量接口与相应的信号汇点互联。一张模拟量接口的列表显示了所有可以互联的信号。

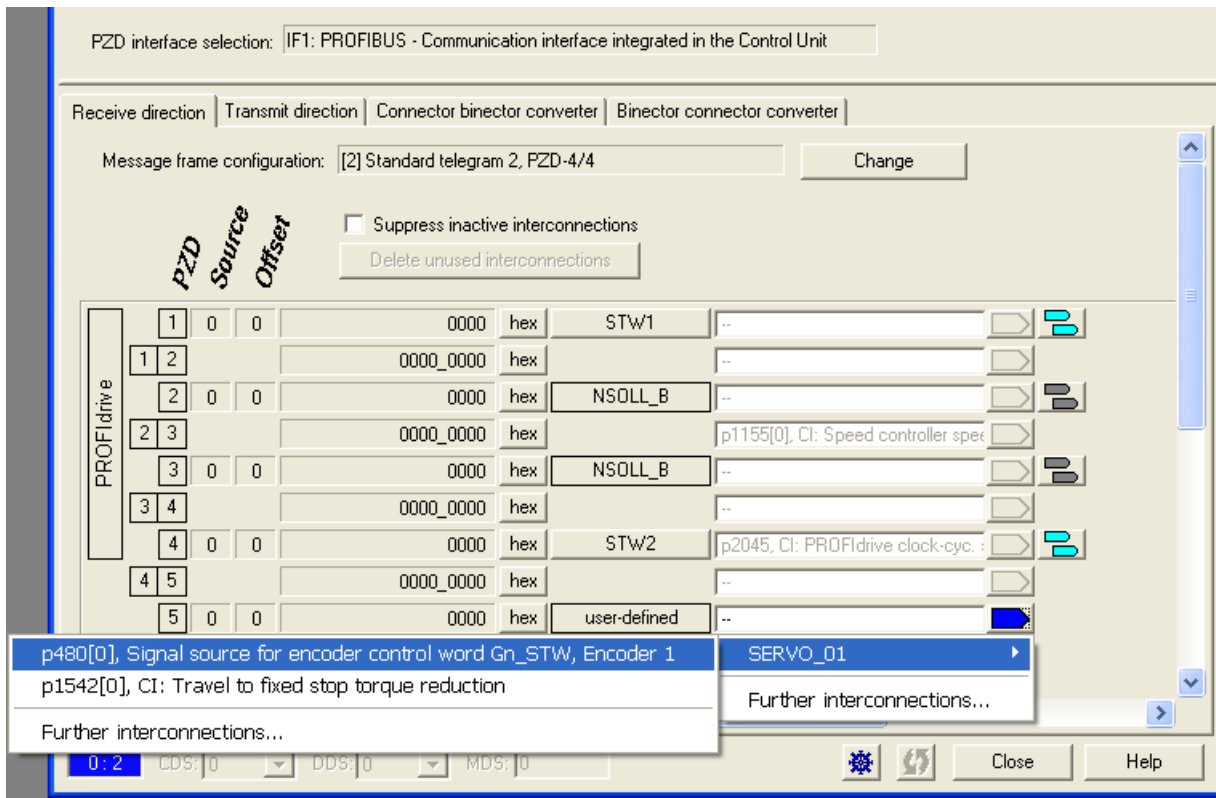


图 9-38 从-从通讯配置中 PZD 和外部信号互联

#### 9.3.4.5 STARTER 中 PROFIBUS 从-从通讯的诊断

PROFIBUS 从-从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-从通讯反馈。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”）。n 个订阅方不能直接向“主驱动”（发布方）反馈自己的状态！

诊断时，可以查看诊断参数 r2075 和 r2076，这两个参数分别表示“PROFIBUS 诊断：接收报文的 PZD 偏移量”和“PROFIBUS 诊断：发送报文的 PZD 偏移量”。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-从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-从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。因此，发布方故障只会影响相应的驱动对象。

故障报警信息的更多详细信息参见：

文档：SINAMICS S120/150 参数手册

## 9.4 PROFINET IO 通讯技术

### 9.4.1 PROFINET IO 概述

#### 9.4.1.1 实时 (RT) 通讯和等时同步实时 (IRT) 通讯

##### 实时通讯

TCP/IP 通讯中的传输时间可能太长，无法满足生产自动化领域的要求，并且该时间具有不确定性。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。

##### 确定性

确定性表示，系统以可预测（确定）的方式进行响应。  
PROFINET IO 上可精确确定（预测）数据传输时间。

#### PROFINET IO RT (Real Time)

Real Time（实时）表示，系统以定义的时间处理外部事件。

在 PROFINET IO 内，过程数据和报警总是实时传送。实时通讯是 PROFINET IO 数据交换的基础。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。

#### PROFINET IO IRT (Isochronous Real Time)

Isochronous Real Time Ethernet（等时同步实时以太网）：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。这也被称为时间计划通讯，它充分利用了网络结构的相关知识。IRT 需要使用支持计划性数据传输的专用网络组件。

在采用该传输方式后，可以达到最小为 500 μs 的循环时间和小于 1 μs 的抖动精度。

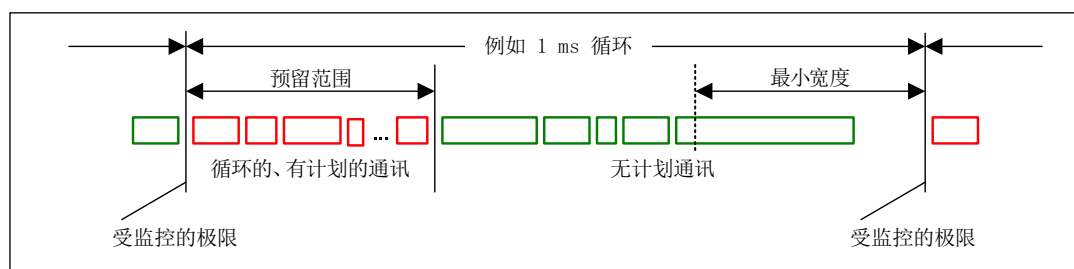


图 9-39 宽带分配/预留，PROFINET IO

### 9.4.1.2 数据传输

#### 属性

驱动设备的 PROFINET 接口上可以同时执行以下通讯：

- IRT – isochronous realtime Ethernet: 等时同步实时以太网
- RT – realtime 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

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。

#### 循环数据传输中驱动对象的顺序

驱动对象的顺序通过 p0978[0...15] 中的列表显示，并且可以进行修改。

---

#### 说明

HW-Config 中驱动对象的顺序必须与驱动中 (p0978) 一致。

---

### 9.4.1.3 应用在 SINAMICS 上的 PROFINET IO 技术概述

#### 概述

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。

通过以下标准确保厂商独立性和开放性：

- 国际标准 IEC 61158

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，创建的场总线，  
和
- 工业以太网，单元级别的通讯主线。

两个系统积累的经验都融入 PROFINET IO 中。因此，作为由 PROFIBUS International（PROFIBUS 用户组织）定义的、以以太网为基础的自动化标准，PROFINET IO 是一种跨厂商的通讯模型和工程设计模型。

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。IO 系统的设计几乎和 PROFIBUS 一样。

一个 PROFINET IO 系统由以下设备组成：

- IO-Controller，即 IO 控制器，用于控制自动化任务。
- IO-Device，即 IO 设备，是由 IO 控制器调控的设备。一个 IO 设备由多个模块和子模块组成。
- IO-Supervisor，即 IO 监视器，是一个典型的、基于 PC 的设计工具，它可以设置和诊断单个 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。此时，同一网络中采用不同标准协议的通讯仍可以顺利运行。

**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 Profile PROFIdrive – Profile Drive Technology

Version V4.1, May 2006,

PROFIBUS User Organization e. V.

Haid-und-Neu-Straße 7,

D-76131 Karlsruhe

<http://www.profibus.com>,

订货号 3.172，规格参见第 6 章

- IEC 61800-7

<b>注意</b>
-----------

<p>在使用 CU320 2 DP 和插入 <b>CBE20</b> 时，PROFIBUS DP 的循环 PZD 通道首先失效。但可以通过参数(p8839)重新激活，参见章节“通讯接口同时运行”。</p>
--

**9.4.1.4 地址**

**MAC 地址**

每个 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 字节的生产商标识和
- 3 字节的设备代码（连续编号）。

在 CU305 PN 的铭牌上都有 MAC 地址。

例如： 08-00-06-6B-80-C0

## IP 地址

为了使 PROFINET 设备在工业以太网中可以用作节点，设备还需要一个网络中唯一的 IP 地址。IP 地址由 4 个十进制数组成，数字的取值范围是 0 至 255。十进制数之间通过点隔开。IP 地址由以下部分组成：

- （子）网络地址和
- 节点地址（通常称为主机或网络节点）。

## IP 地址分配

TCP/IP 协议是建立连接和进行参数设置的前提条件。因此需要 IP 地址。

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。如果需要非易失性存储 IP 地址，必须使用 Primary Setup Tool (PST) 进行地址分配。

该功能也可通过 STEP 7 的“HW Config”执行，功能名称为“Edit Ethernet node”。

---

### 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）。

---

## 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 Primary Setup Tool (PST) 或 STEP 7 的“HW Config”进行非易失性存储。

---

## 更换控制单元 CU305-DP (IO 设备)

如果 IP 地址和设备名称在可选配的存储卡中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。

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。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。

### 9.4.1.5 PROFINET: 地址参数

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

针对集成的 PROFINET 接口

- p8920[0...239] PN 站名称
- p8921[0...3] PN 站 IP 地址
- p8922[0...3] PN 站默认网关
- p8923[0...3] PN 站子网掩码
- p8925 PN 接口配置
- p8929 PN 远程控制器数量
- r8930[0...239] PN 站名称生效
- r8931[0...3] PN 站 IP 地址生效
- r8932[0...3] PN 站默认网关生效
- r8933[0...3] PN 站子网掩码生效
- r8935[0...5] PN 站 MAC 地址
- r8936[0...1] PN 循环链接状态
- r8937[0...5] PN 诊断

## 9.4.2 硬件结构

### 9.4.2.1 安装带有 PROFINET 的 CU305

#### CU305 PN 上的 PROFINET 接口

CU305 PN 中内置了具有 2 个端口的 PROFINET 接口。

---

#### 说明

在连接这些端口时应避免构成环形拓扑结构。

---

#### 文档

- CU305 PN 上 PROFINET 接口的说明参见文档：SINAMICS S110 设备手册。

#### 通过等时同步 PROFINET IO 生成周期

在 PROFINET IO 网络内，配备 CU305 PN 的 SINAMICS S110 只能用作同步从站。

CU305 PN 适用：

- 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 采用本地周期，即在 SINAMICS 中设计的周期。

#### 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”部分。

## DCP 闪烁

该功能用于检查模块和接口是否正确分配。配有 CU305 PN 的 SINAMICS S110 支持此功能。

1. 请在“HW Config”或 STEP7 管理器中选择菜单项“Target system” > “Ethernet” > “Edit Ethernet node”。
2. “Edit Ethernet node”对话框打开。
3. 点击快捷键“Browse”。
4. “Browse Network”对话框打开，相连的节点显示在画面中。
5. 选择配有 CU305 PN 的 SINAMICS S110 作为节点后，点击按钮“Flashing”激活“DCP flashing”功能。

现在 CU305PN “READY”LED（2 Hz，绿色/橙色或红色/橙色）上的“DCP flashing”功能激活。

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 STEP7 V5.3 SP1 起由以太网提供。

## STEP 7 Routing

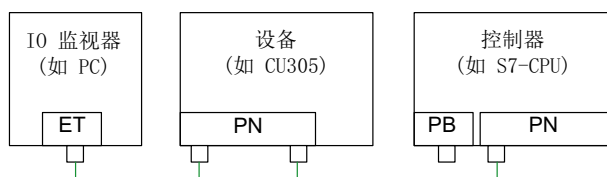
CU305 不支持 PROFIBUS 和 PROFINET IO 之间的 STEP 7 Routing。

## 连接 IO 监视器

有多种方法进入 STARTER 在线模式，下图给出了几个示例。

拓扑结构 1

通过 PROFINET 的 IO 监视器



拓扑结构 2

控制器 PROFIBUS 上的 IO 监视器

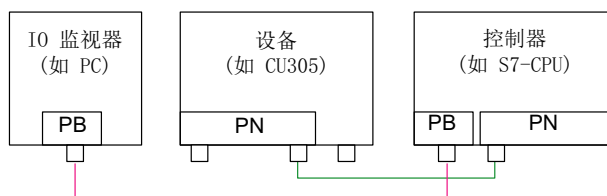


图 9-40 连接 IO 监视器

### 9.4.3 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三种实时类别。

#### 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！它的实时性相当于目前 12 MBaud 的 PROFIBUS DP 解决方案，在相同的电缆上，能够为同时进行的多个 IT 通讯提供充足的带宽。

循环数据交换的实际更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

这种实时类别分为两种：

- 高灵活 IRT
- 高性能 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。

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”。

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。

### RT 和 IRT 的比较

表格 9- 39 RT 和 IRT 的比较

实时类别	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；带宽预留，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	否	否	是
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（一条线上的交换数量）	1 ms, 10 个	61	32
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。STEP7 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
- 在拓扑结构中，指定给 SIMOTION1 IO 系统的 SINAMICS 必须能够穿过 IRT 同步组实现实时通讯。

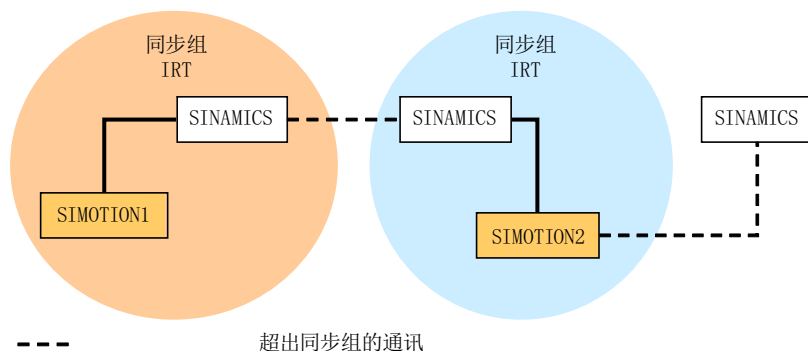


图 9-41 超出同步组极限实现实时同步



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功率
- 一个同步组内参与的 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 9- 40 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 <sup>4)</sup>	高性能 IRT
“偶数” 范围 <sup>1)</sup>	250, 500, 1000 µs	1,2,4,8,16,32,64,128,256,512	1,2,4,8,16 <sup>2)</sup>
	2000 µs	1,2,4,8,16,32,64,128,256	1,2,4,8,16 <sup>2)</sup>
	4000 µs	1,2,4,8,16,32,64,128	1,2,4,8,16 <sup>2)</sup>
“奇数” 范围 <sup>3)</sup>	375, 625, 750, 875, 1125, 1250 µs ... 3875 µs (增量 125 µs)	不支持 <sup>5)</sup>	1

**说明**

“偶数”和“奇数”范围的发送周期没有交集！

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。

#### 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 0.5 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，不同的是，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。所有结尾为 PN-V2.2 的设备都是支持 IRT 的设备。

**GSD:**

所有包含 IRT 的设备的 GSD 文件扩展名均为 ...PN-V2.2。

**9.4.4 选择 PROFINET 类型**

SINAMICS S110 支持的 PROFINET 类型:

- PROFINET 版本 2.2 (实时类别 IRT)

每个需要使用的 PROFINET 类型分别保存在一个 UFW 文件中。指示文件 **optboard.txt** 指出了需要载入的 UFW 文件的名称。在缺省设置中，指示文件始终指出 PROFINET V2.2。

表格 9- 41 UFW 文件和指示文件中的选择

存储卡的 UFW 文件和文件夹	功能	指示文件的内容
/SIEMENS/SINAMICS/CODE/CB/CBE20_1.UFW	PROFINET V2.2	CBE20=1

固件版本的标识:

通过 OMI 诊断通道 (参数 r8858) 您可以查看 PROFINET 接口的固件版本。

### 9.4.5 PROFINET GSD

SINAMICS S110 支持两种不同的 PROFINET GSD（设备主数据文件）类型，用于集成至 PROFINET 网络中：

- 紧凑型模块的 PROFINET GSD
- 含子槽配置的 PROFINET GSD

#### 紧凑型模块的 PROFINET GSD

使用紧凑型模块的 PROFINET GSD 可以精确配置一个对应于驱动对象的完整模块。每个此类模块包含两个子槽：参数访问点（Parameter Access Point，PAP）和用于传输过程数据的 PZD 报文。在以下文件名称中可辨认出“紧凑型模块的 PROFINET GSD”：  
GSDML-V2.25-Siemens-Sinamics\_S110-20100803.xml（示例）

#### 含子槽配置的 PROFINET GSD

“含子槽配置的 PROFINET GSD”方案允许将标准报文和一个 PROFIsafe 报文组合使用，必要时还可采用报文扩展。每个模块包含四个子槽：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。在以下文件名称中可辨认出“含子槽配置的 PROFINET GSD”：  
GSDML-V2.2-Siemens-Sinamics\_S110\_SL-20100803.xml（示例）

下表显示了根据相应驱动对象可使用的子模块。

表格 9- 42 取决于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	最大 PZD 数量
伺服	MAP	报文 30	报文：1...111 自由 PZD-16/16	PZD-2/2, -2/4, -2/6	20/28
控制单元	MAP	备用	报文：390、391、 392、393、394 自由 PZD-4/4	备用	5/21

提示：

子槽 2、3 和 4 中的报文可自由配置，也就是说可以为空。

## 选型

下面简要介绍三种方案的配置方法：

- 紧凑型模块：
  - 插入一个“DO Servo/Servo/...”模块。
  - 设定 I/O 地址。
- 无新功能的子槽配置：
  - 插入一个“DO with telegram xyz”模块。
  - 插入一个“PZD telegram xyz”子模块。
  - 设定 I/O 地址。
- 包含可选 PROFIsafe 及 PZD 扩展的子槽配置：
  - 插入一个“DO Servo/Servo/...”模块。
  - 插入可选子模块“PROFIsafe telegram 30”。
  - 插入一个“PZD telegram xyz”子模块。
  - 插入可选子模块“PZD extension”。
  - 设定模块和子模块的 I/O 地址。

“HW Config”中的 GSD 文件的处理说明详见 SIMATIC 文档。

### 9.4.6 采用 PROFINET 的运动控制

#### 采用 PROFINET 的运动控制/等时同步驱动耦合

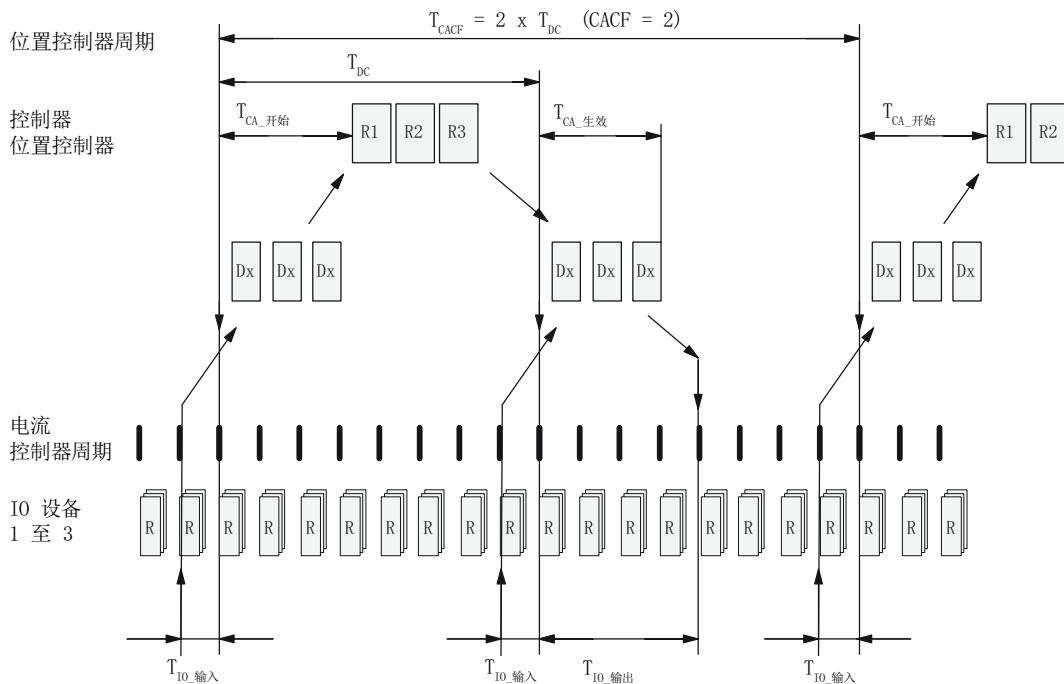


图 9-42 采用 PROFINET 的运动控制/等时同步驱动耦合，周期经过优化，CACF = 2

#### 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主站。
2. 在每个位置控制器周期结束并经过  $T_{CA\_开始}$  后，主站的闭环控制启动，并采用从站事先读取的当前实际值。
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  $T_{IO\_输出}$ 。

运动控制图中采用的缩写和含义

表格 9- 43 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： $T_{DC\_基本} = T_{DC\_基本} \times 31.25 \mu s = 4 \times 31.25 \mu s = 125 \mu s$
$T_{DC}$	$T_{DC\_MIN} \leq T_{DC} \leq T_{DC\_MAX}$	周期时间 $T_{DC} = T_{DC} \times T_{DC\_基本}$ , $T_{DC}$ : 整数系数 $T_{DC\_最小} = T_{DC\_最小} \times T_{DC\_基本} = 4 \times 125 \mu s = 500 \mu s$ $T_{DC\_最大} = T_{DC\_最大} \times T_{DC\_基本} = 32 \times 125 \mu s = 4 ms$
$T_{CACF}$	$CACF = 1-14$	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： $T_{CACF} = CACF \times T_{DC} = 2 \times 500 \mu s = 1 ms$
$T_{CA\_有效}$	$T_{CA\_有效} < T_{DC}$	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。
$T_{CA\_开始}$	$T_{CA\_开始} > T_{CA\_有效}$	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 $T_{IO\_基本} = T_{IO\_基本} \times 1 ns = 125000 \times 1 ns = 125 \mu s$
$T_{IO\_输入}$	$T_{IO\_输入最小} \leq T_{IO\_输入} < T_{DC}$	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。 $T_{IO\_输入} = T_{IO\_输入} \times T_{IO\_基本}$ $T_{IO\_输入}$ : 整数系数
	$T_{IO\_输入最小}$	$T_{IO\_输入}$ 的最小值 计算公式: $T_{IO\_输入最小} = T_{IO\_输入最小} \times T_{IO\_基本} = 375 \mu s$

名称	极限值	描述
T <sub>IO_输出</sub>	T <sub>IO_输出_有效</sub> + T <sub>IO_输出最小</sub> ≤ T <sub>IO_输出</sub> < T <sub>DC</sub>	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 <sub>IO_输出</sub> = T <sub>IO_输出</sub> × T <sub>IO_基本</sub> T <sub>IO_输出</sub> : 整数系数
	T <sub>IO_输出最小</sub>	T <sub>IO_输出</sub> 的最小值 计算公式: T <sub>IO_输出最小</sub> = T <sub>IO_输出最小</sub> × T <sub>IO_基本</sub> = 250 μs
	T <sub>IO_输出_有效</sub>	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		<b>Data_Exchange</b> 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<sub>DC</sub>)
  - 所有总线节点的 T<sub>DC</sub> 设置必须相同。T<sub>DC</sub> 是整数倍的发送周期。
  - T<sub>DC</sub> > T<sub>CA\_有效</sub> 并且 T<sub>DC</sub> ≥ T<sub>IO\_输出</sub>  
 这样，T<sub>DC</sub> 便足够大，能够和所有总线节点通讯。
- T<sub>IO\_输入</sub>和 T<sub>IO\_输出</sub>
  - T<sub>IO\_输入</sub>和 T<sub>IO\_输出</sub>越短，位置环中的时滞也就越短。
  - T<sub>IO\_输出</sub> > T<sub>CA\_有效</sub> + T<sub>IO\_输出最小</sub>
- 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  $\longleftrightarrow$  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( $T_{\text{CACF}}$ ) 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 中设置最多允许的、没有历史的 IO 控制器生命符号故障数量。

一旦超出了 p0925 中设置的最大数量，则：

1. 输出相应的信息。
2. 作为 IO 设备生命符号输出“0”。
3. 开始重新和 IO 控制器生命符号同步。

- 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( $T_{\text{DC}}$ ) 便增加一个。

### 9.4.7 含 2 个控制器的 PROFINET

#### 9.4.7.1 SINAMICS S 设置

SINAMICS S110 允许通过 PROFINET 将一个自动化控制系统 (A-CPU) 和一个安全控制系统 (F-CPU) 同时连接至一个控制单元。

对于此通讯, SINAMICS S 只支持安全控制系统的报文 30。

下图以 CU305-PN 为例显示此连接方案的原理结构。

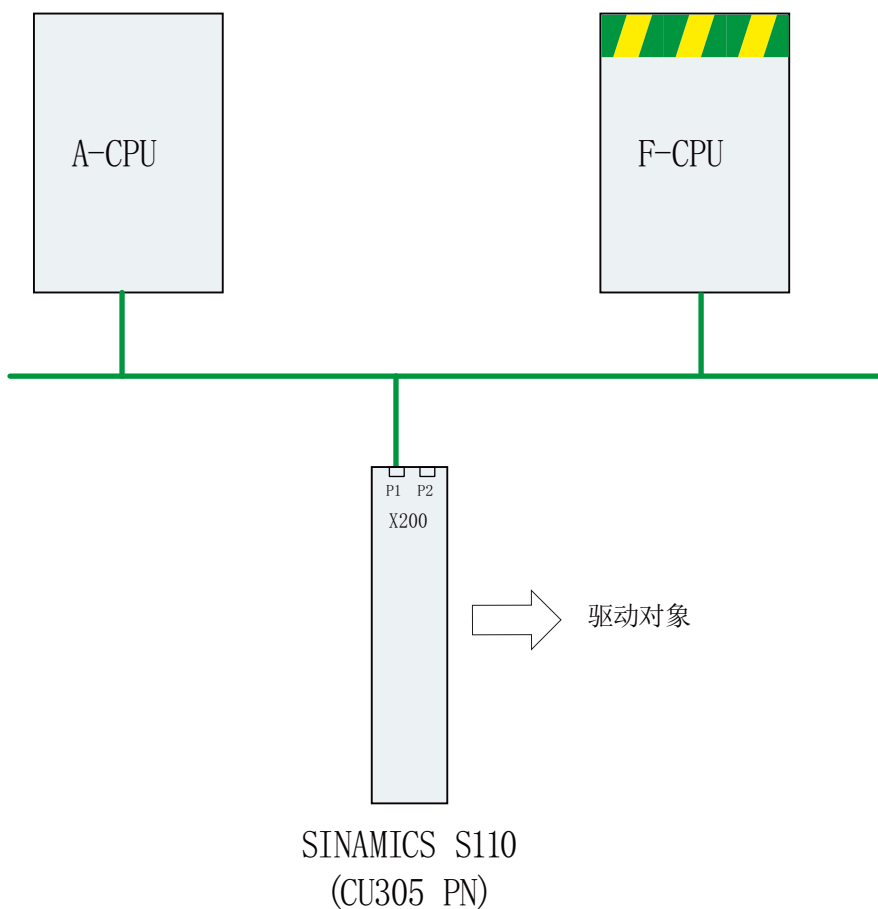


图 9-43 PROFINET 拓扑结构概览

示例

下图显示了含 3 轴的 SINAMICS S110 的配置示例。A-CPU 发送标准报文 105 和标准报文 102。F-CPU 发送两个 PROFIsafe 报文 30。

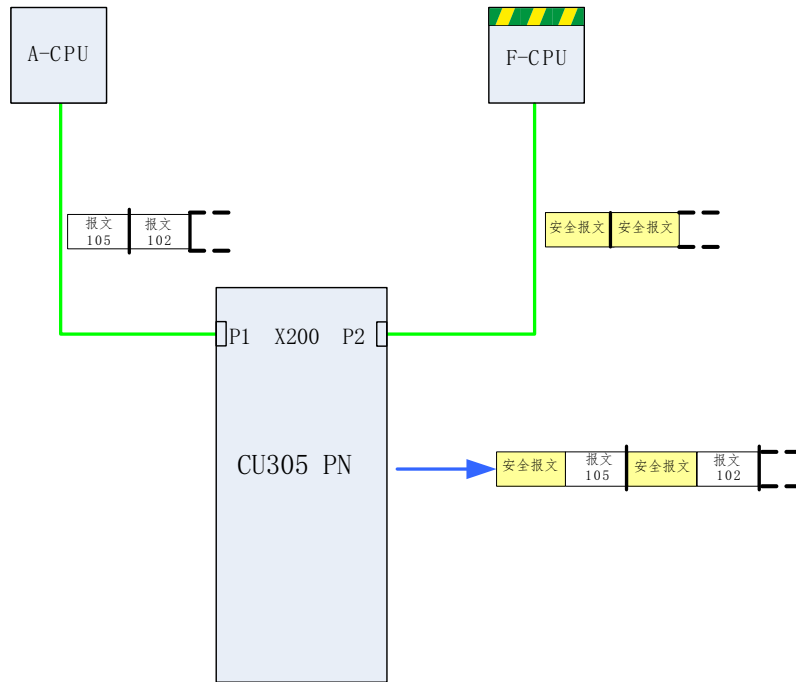


图 9-44 通讯流程示例

配置


按以下步骤对连接进行配置：

- 通过设置参数 p8929 = 2 来定义，通过 PROFINET 接口接收 2 个控制系统的数
- 通过设置参数 p9601.3 = p9801.3 = 1 使能 PROFIsafe。
- 在 HW Config 中配置 PROFINET 通讯（参见章节“配置控制系统”）。
- 系统启动时，SINAMICS S 通过 p8929 = 2 识别出将接收 2 个控制系统的 PROFINET 报文，并根据 HW Config 中的配置建立通讯。

说明

在启动时 SINAMICS S 首先会需要 A-CPU 的配置数据，然后建立与此 CPU 的循环通讯，并会考虑到 PROFIsafe 报文因素。

接下来 SINAMICS S 接收到 F-CPU 的配置后会立即建立与其的循环通讯，并且同样会考虑到 PROFIsafe 报文因素。

 <b>小心</b>
<b>CPU 故障</b> 在一个 CPU 出现故障时，与另一个 CPU 的通讯不会中断。通讯通过两条通道相互独立地进行。 在一个 CPU 出现故障时，与另一个 CPU 的通讯不会受到影响并将继续进行。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。

### 9.4.7.2 配置控制系统

在 **HW Config** 中有两种方案可用于配置 **A-CPU** 和 **F-CPU** 这两个控制系统：您可以

- 使用共享设备（**Shared Device**）功能，在一个共同的项目中对两个控制系统进行配置，或者
- 在独立的项目中分别对两个控制器进行配置。

#### 说明

使用 **HW Config** 进行配置的详细信息请参见 **STEP7** 文档。

#### 在共同项目中合并配置

- 两个控制系统位于一个共同的项目中：



图 9-45 两个 CPU 位于一个 STEP7 项目中

- 将一个带 GSD 的 SINAMICS PROFINET 设备添加至 A-CPU。根据带传输数据配置子槽。

---

**说明**

您负责确保 A-CPU 和 F-CPU 的配置符合所需的通讯特性。

---

- 复制 SINAMICS PROFINET 设备并将其作为共享设备添加至 F-CPU。配置一个无数据的驱动对象，之后配置一个只包含 PROFIsafe 报文 30 子槽的伺服驱动对象。

### 在独立项目中分别配置

- 每个控制系统分别位于一个独立的项目中：
- 将一个带 GSD 的 SINAMICS PROFINET 设备添加至 A-CPU。根据带传输数据配置子槽。

---

**说明**

您负责确保 A-CPU 和 F-CPU 的配置符合所需的通讯特性。

---

- 将一个带 GSD 的 SINAMICS PROFINET 设备添加至 F-CPU。
- 配置一个无数据的驱动对象，之后配置一个只包含 PROFIsafe 报文 30 子槽的伺服驱动对象。

### 9.4.7.3 重要参数一览

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p8929 PN 远程控制器数量
- p9601 驱动集成的 SI 功能使能（处理器 1）
- p9801 驱动集成的 SI 功能使能（处理器 2）

## 9.5 USS 通讯

### 9.5.1 配置 USS 接口

在 STARTER 中将总线接口切换至“USS”后，在对话框 **Communication → Field bus** 中配置接口。

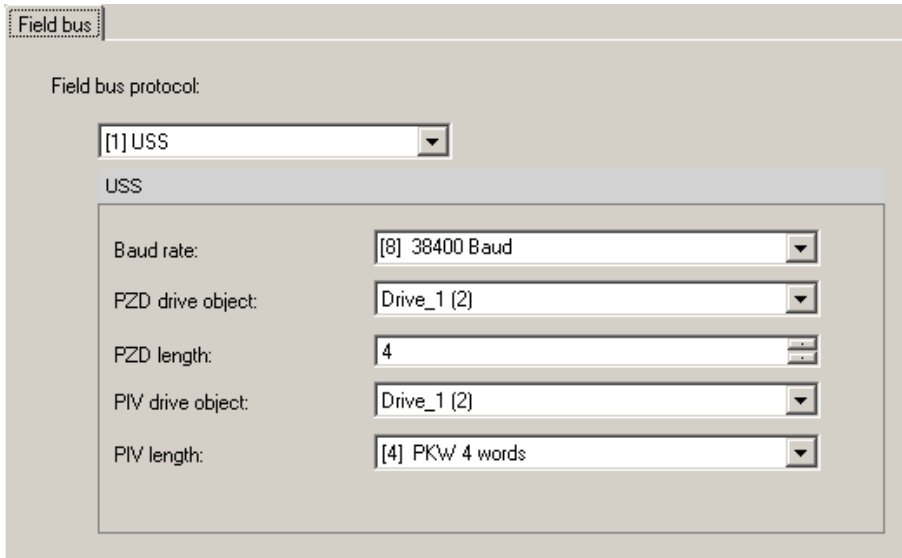


图 9-46 USS 接口配置

请设置以下参数：

- 波特率
- PZD 驱动对象
- PZD 长度
- PKW 驱动对象
- PKW 长度

更多参数信息参见 SINAMICS S110 参数手册。

#### 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p2020 现场总线接口的波特率
- p2021 现场总线接口的地址
- p2022 USS 现场总线接口 PZD 数量
- p2023 USS 现场总线接口 PKW 数量
- p2030 现场总线接口的协议选择
- p2035 USS 现场总线接口的驱动对象编号

## 9.5.2 传输 PZD

### 前提条件

通讯接口设为 USS 协议。

### 确定要传输的过程数据

根据以下步骤确定要传输的过程数据（PZD）：

1. 在 STARTER 工具中选择 <驱动器> → Communication。

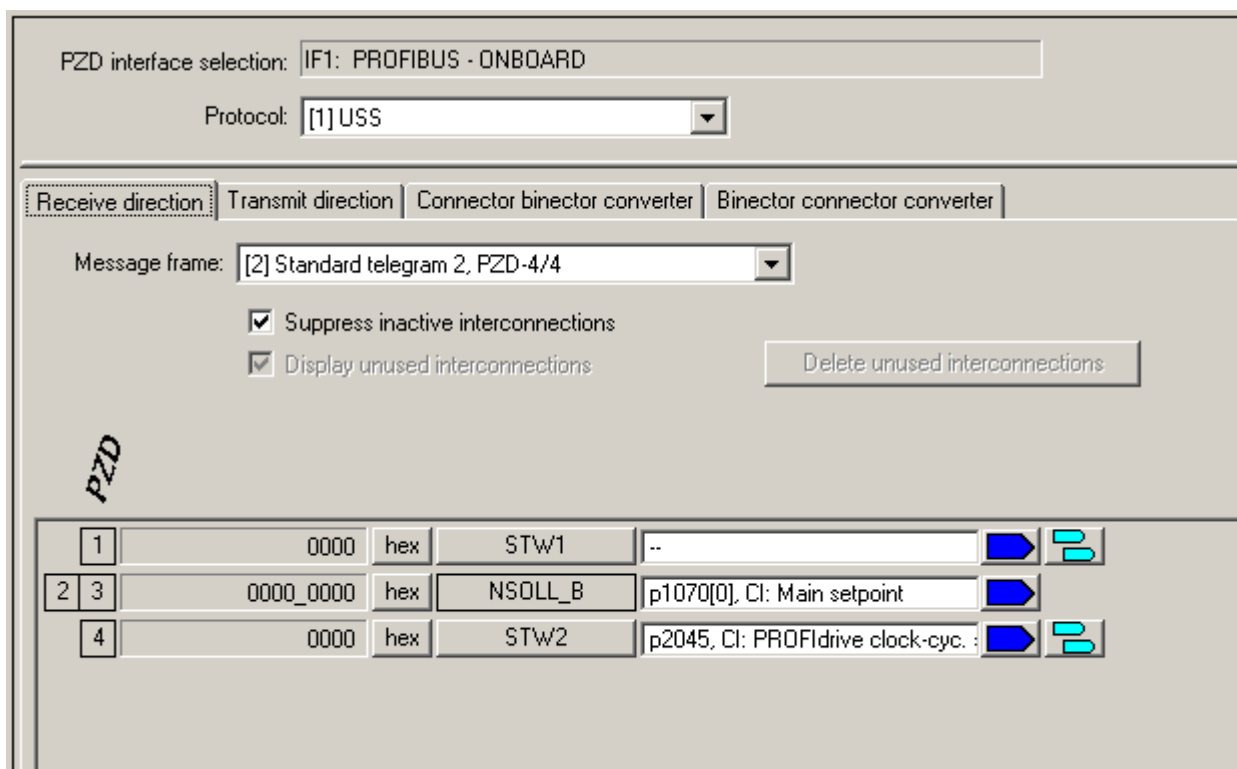


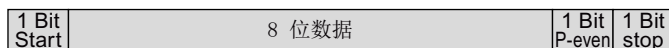
图 9-47 USS: 确定 PZD 接收方向

2. 在标签 **Receive direction** 中定义您想接收的过程数据（PZD）。
3. 在标签 **Transmit direction** 中定义您想发送的过程数据（PZD）。

### 9.5.3 通过 RS485 接口进行 USS 通讯的简介

#### 简介

USS 通讯是通过 RS485 接口实现的，最多可以连接 31 个从站。USS 报文的字符帧格式如下：



连接信息请参见设备手册。

### 9.5.4 USS 报文的结构

#### 描述

下图展示了典型 USS 报文的结构。

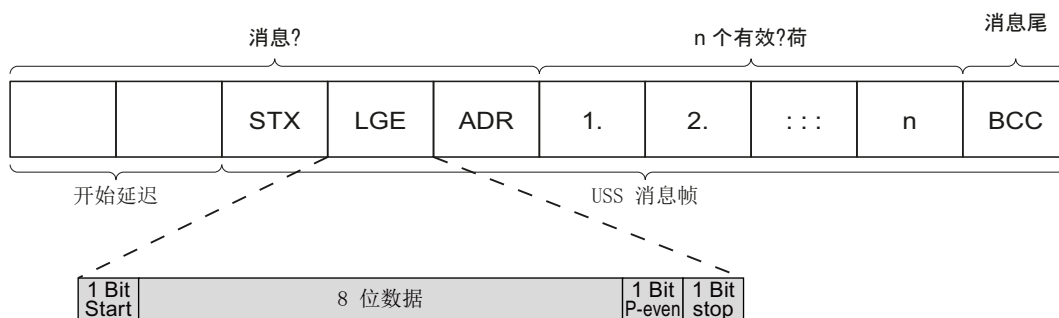


图 9-48 USS 报文的结构

报文的长度可以变化，也可以保持固定。可以通过设置参数 p2022 和 p2023 定义 PZD 和 PKW 的长度。

下面将介绍最常用的固定长度的报文：

STX	1 个字节
LGE	1 个字节
ADR	1 个字节
有效数据	PKW 8 个字节 (4 个字: PKE + IND + PWE1 + PWE2)
	PZD 4 个字节 (2 个字: PZD1 + PZD2)
BCC	1 个字节
总计:	16 个字节 (LGE 显示 14 个字节, 因为 STX 和 LGE 并没有算在 LGE 中)



## 开始延时

开始延时必须至少是两个字符的传送时间，当然，还受波特率的影响。

表格 9- 44 开始延时

波特率 bit/s	每个字符的传送时间 (= 11 位)	每一位的传送时间	最小开始延时
9600	1.146 ms	104.170 $\mu$ s	> 2.291 ms
19200	0.573 ms	52.084 $\mu$ s	> 1.146 ms
38400	0.286 ms	26.042 $\mu$ s	> 0.573 ms
57600	0.191 ms	17.361 $\mu$ s	> 0.382 ms
115200	0.059 ms	5.340 $\mu$ s	> 0.117 ms

注释： 两个字符间的间隔时间不得超过开始延时。

## STX

STX 区是长度为一个字节的 ASCII STX 字符(0x02)，表示一条信息的开始。

## LGE

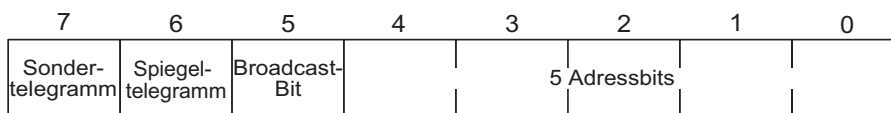
LGE 区的长度为一个字节，指明这一条报文中后跟的字节数量。它是以下字符数的总和：

- 有效数据字符数(数量 n)
- 地址字节(ADR)
- 数据块校验字符(BCC)

显然实际的报文总长度还要多两个字节，因为 STX 和 LGE 没有计算在 LGE 以内。

## ADR

ADR 区的长度为一个字节，是从站节点的地址（如变频器）。该地址字节中的各个位按如下方式寻址：



- 位 5 是广播位。

---

### 说明

在当前的软件版本中还不支持广播功能。

---

- 位 6 = 1 表示镜像报文。  
对节点地址进行检测，被寻址的从站将报文原封不动地返回给主站。

位 5 = 0、位 6 = 0、位 7 = 0 表示设备的正常数据交换。检测节点地址（位 0 ... 位 4）。

## BCC

BCC 表示数据块校验字符(Block Check Character)。它是（除 BCC 本身外）所有报文字节的“异或”（XOR）校验和。

### 9.5.5 USS 报文的有效数据范围

#### 通过 RS485 使用 USS 协议进行通讯的基本参数

p2020	现场总线接口的波特率： 2400 ... 187500 波特
p2021	现场总线接口地址： 0 ... 30
p2022	USS 现场总线接口 PZD 数量： 0 ... 2 ... 16 字
p2023	USS 现场总线接口 PKW 数量： [0 无 PKW 部分, 3 (3 个字), 4 (4 个字), 127 (可变长度)]
p2029	现场总线接口的故障统计： 0 ... 7()
p2030	现场总线接口的协议选择： (0 无协议, 1 USS, 2 PROFIBUS)
p2035	USS 现场总线接口 PKW 驱动对象编号

- p2040            现场总线接口的监控时间： 0 ... 65535 ms。 0 = 无监控
- r2050            CO: IF1 PROFIdrive PZD 接收字
- p2051            CI: IF1 PROFIdrive PZD 发送字
- r2053            IF1 PROFIdrive 诊断 PZD 发送字
- p2080 ... p2089 BI: 数模转换器的状态字 x
- r2090 ... r2099 BO: IF1 PROFIdrive PZD1 位方式接收

**有效数据的结构**

USS 协议的有效数据范围用于传送应用数据。这些数据是通道参数数据和过程数据 (PZD)。

用户数据占用 USS 报文帧中的字节(STX、LGE、ADR、BCC)。数据大小由参数 p2023 和 p2022 定义。下图展示的是参数通道数据和过程数据(PZD)的结构和顺序。

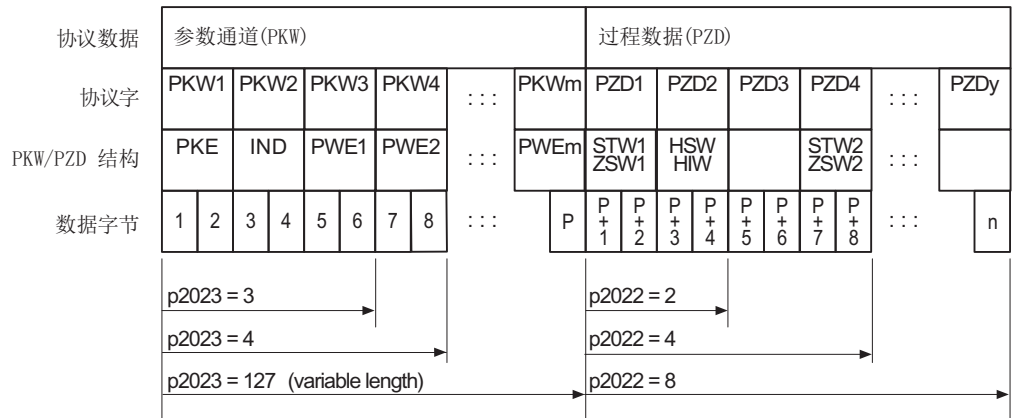


图 9-49 USS 有效数据结构

参数通道的长度由 p2023 定义；过程数据的长度由 p2022 定义。 如果不需要参数通道或 PZD，对应的参数可以设为零（“仅 PKW”或“仅 PZD”）。

“仅 PKW”和“仅 PZD”不能只传送其中之一。需要两个通道时，必须一同传送这两个通道。

### 9.5.6 USS 参数通道的数据结构

#### 描述

USS 协议为变频器应用定义了有效数据结构，主站通过该结构访问作为从站使用的变频器。参数通道可用来监控和更改变频器中的任意一个参数。

#### 参数通道

通过参数通道可以处理和监控过程数据（读/写），如下所述。参数通道可以设置成 3 或 4 个字的固定长度，也可以设置成可变长度。

第一个字通常为参数识别 ID(PKE)，第二个字为参数下标。

第 3、4 个字及之后的字为参数值、文本和说明。

#### 参数识别 ID(PKE)，第一个字

参数识别 ID(PKE)始终为一个 16 位的值。

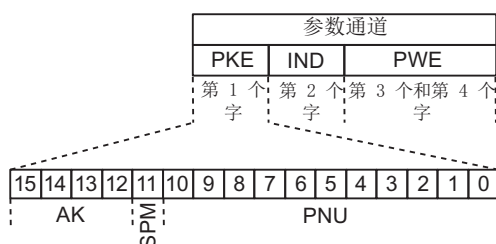


图 9-50 PKE 结构

- 位 0 到 10(PNU)为参数号的剩余部分（取值范围为 1 至 61999）。必须为 ≥ 2000 的参数号增加一个偏移量，其由 IND 字节的高位定义。
- 位 11(SPM)预留，始终为 0。
- 位 12 ... 15 (AK)包含了任务识别 ID 或应答识别 ID。

下表列出了任务报文（主站 → 变频器）中各个任务识别 ID 的含义。

表格 9- 45 任务识别 ID (主站 → 变频器)

任务识别 ID	描述	应答识别 ID	
		正	负
0	无任务	0	7
1	请求参数值	1 / 2	7
2	修改参数值 (单字)	1	7
3	修改参数值 (双字)	2	7
4	请求描述性元素 <sup>1)</sup>	3	7
6	请求参数值 <sup>1) 2)</sup>	4 / 5	7
7	修改参数值 (单字) <sup>1) 2)</sup>	4	7
8	修改参数值 (双字) <sup>1) 2)</sup>	5	7
1)所需参数描述性元素在 IND (第 2 个字) 中定义。 2)ID 1 和 ID 6 相同, ID 2 和 ID 7 相同, ID 3 和 ID 8 相同。我们推荐使用 ID 6、7 和 8。			

下表列出了应答报文 (变频器 → 主站) 中各个应答识别 ID 的含义。任务识别 ID 决定了应答识别 ID。

表格 9- 46 应答识别 ID (变频器 → 主站)

应答识别 ID	描述
0	无应答
1	传送参数值 (字)
2	传送参数值 (双字)
3	传送描述性元素 <sup>1)</sup>
4	传送参数值 (数组、单字) <sup>2)</sup>
5	传送参数值 (数组、双字) <sup>2)</sup>
6	传送数组元素数量
7	无法处理任务, 无法执行任务 (含错误号)
1)所需参数描述性元素在 IND (第 2 个字) 中定义。 2)所需含下标的参数的元素在 IND (第 2 个字) 中定义。	

如果应答识别 ID 为 7 (无法处理任务), 则参数值 2 (PWE2) 中会保存一个错误号, 如下表所示。

表格 9- 47 “无法处理任务”应答的错误号

编号	描述	注释
0	参数号 (PNU) 无效	参数不存在
1	无法修改参数值	参数为只读参数
2	没有达到或超出最大/最小值	-
3	子下标错误	-
4	无数组	某个参数被数组任务寻址且子下标 > 0
5	参数类型/数据类型错误	混淆了单字和双字
6	不允许置位 (只允许复位)	下标超出了参数数组范围[]
7	无法修改描述性元素	描述性元素决不能修改
11	不在“主站控制”状态中	发出修改任务时不在“主站控制”状态中 (见 p0927)
12	缺少关键字	-
17	由于当前运行状态, 无法处理任务	当前的变频器状态和收到的任务不兼容。
101	参数号当前被取消	取决于变频器的运行状态
102	通道宽度不足	通讯通道太窄, 不足以应答
104	参数值无效	参数只允许设为特定值。
106	没有收到任务/任务不被支持。	依据任务识别 ID 5、11、12、13、14、15
200/201	没有达到或超出了修改后的最大/最小值	在运行中还会对最大/最小值施加限制。
204	访问权限不足, 不能修改参数。	-

参数下标 (IND) 的第二个字

在 PROFIdrive 协议中将数组子下标简称为“子下标”。

数据传输结构

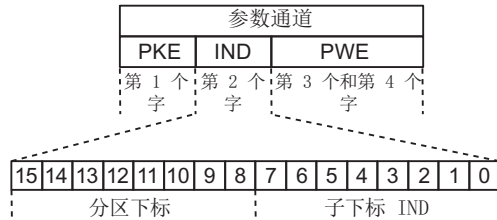


图 9-51 IND 结构

- 数组子下标是一个 8 位的值，它在参数下标(IND)的低位字节中传输（位 0 至 7）。
- 在这种情况下可以通过参数下标的高位字节（位 8 至 15）执行选择附加参数的参数页的任务。该结构符合 USS 协议的要求。

示例：为“p2029，下标 5”在 PKE 和 IND 中进行参数号编码

PKE	IND	PWE1	PWE2
xx   1D	80   05		

参数范围的规则

用于选择参数页的位按以下方式工作：

当该位被置 1 时，在变频器中 - 在继续传输前 - 会对在参数通道任务中传输的参数号 (PNU)增加一个 2000 的偏移量。

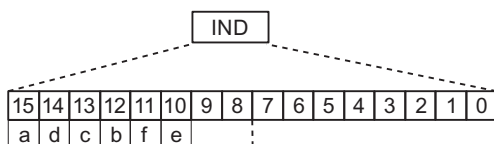


图 9-52 IND 页下标

表格 9-48 PNU 设置规则

参数范围	页下标						位		十六进制值	+ PNU
	a	d	c	b	f	e	9	8		
0000 ... 1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00	0 - 7CF
2000 ... 3999	1	0	0	0	0	0	0	0	0x80	0 - 7CF
4000 ... 5999	0	0	0	1	0	0	0	0	0x10	0 - 7CF
6000 ... 7999	1	0	0	1	0	0	0	0	0x90	0 - 7CF
8000 ... 9999	0	0	1	0	0	0	0	0	0x20	0 - 7CF
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
32.000 ... 33.999	0	0	0	0	0	1	0	0	0x04	0 - 7CF
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
64.000 ... 65.999	0	0	0	0	1	0	0	0	0x08	0 - 7CF

表格 9-49 为“p2029，下标 5”在 PKE 和 IND 中进行参数号编码的示例

	PKE		IND	
十进制	xx	29	128	05
Hex	xx	1D	80	05



## 参数值 PWE

进行 USS 通讯时 PWE 的数量可以不同。16 位值必须使用一个 PWE。如换作 32 位值，则必须使用两个 PWE。

---

### 说明

数据类型 U8 会作为 U16 传送，此时高位字节为零。因此 U8 数组要求每个下标一个 PWE。

---

3 个字的参数通道表示一个典型的数据报文，用于转换 16 位数据或报警信息。设置  $p2023 = 3$  后，则可使用长度固定为 3 个字的模式。

4 个字的参数通道表示一个典型的数据报文，用于转换 32 位数据，需要设置  $p2023 = 4$ 。

设置  $p2023 = 127$  时，可以使用长度可变的参数通道。主站和从站之间的报文长度可表示不同数量的 PWE。

当参数通道的长度固定时（ $p2023 = 3$  或 4），主站必须始终在参数通道中发送 3 或 4 个字。否则从站便不应答报文。从站的应答也只可以是 3 或 4 个字。固定长度时应使用 4 个字，因为 3 个字对许多参数（也就是双字）来说是不够的。参数通道为可变长度时（ $p2023 = 127$ ），主站在参数通道中只发送任务所需的字数量。同样，应答报文也只是实际所需长度。

## 任务/应答的处理规则

- 一个任务或一个应答只能对应一个参数。
- 主站必须不断重复任务，直到收到正确应答。
- 主站通过以下方式识别对所发送任务的应答：
  - 检测应答识别 ID，
  - 检测参数号 PNU，
  - 必要时检测参数下标 IND，或
  - 必要时检测参数值 PWE
- 整个任务必须在一条报文中发送。任务报文不能被分割。应答也同样如此。
- 如果应答报文中含有参数值，当驱动重复应答报文时，总是返回当前的参数值。

### 9.5.7 超时和其他错误

#### 报文超时

字符传送时间对监控超时起着重要作用：

表格 9-50 字符传送时间

波特率 bit/s	每个字符的传送时间 (= 11 位)	每一位的传送时间	字符传送时间
9600	1.146 ms	104.170 $\mu$ s	1.146 ms
19200	0.573 ms	52.084 $\mu$ s	0.573 ms
38400	0.286 ms	26.042 $\mu$ s	0.286 ms
115200	0.059 ms	5.340 $\mu$ s	0.059 ms

下图展示了“剩余传送时间”的含义：

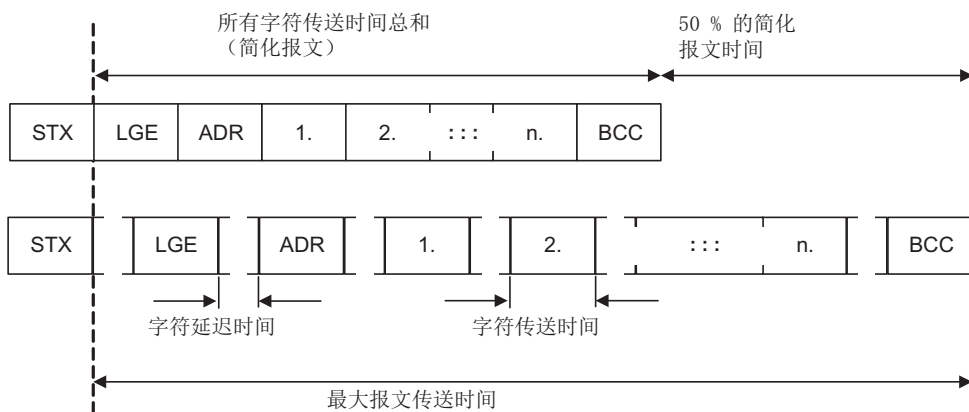


图 9-53 剩余传送时间和字符延时

字符延时可以为零，但必须总是小于开始延时！

下图展示了不同的延迟时间和传送时间：

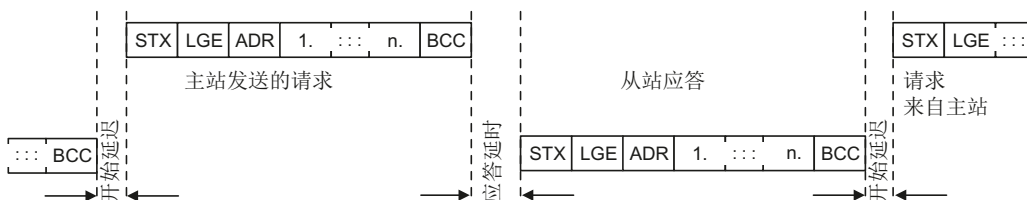


图 9-54 开始延时和应答延时

字符延时                      字符间的暂停时间；必须小于 2 倍的字符传送时间，但也可以为零  
 开始延时                      USS 信息间的暂停时间；必须大于 2 \* 字符传送时间。  
 应答延时                      从站处理时间；必须小于 20 ms，但要大于开始延时！  
 剩余传送时间                 $< 1.5 * (n + 3) * \text{字符传送时间}$  (此时  $n = \text{数据字节的数量}$ )  
 “从站传输” / “主站传“开始延时”、“应答延时”和“剩余传送时间”的总和  
 输”

**主站必须检查以下时间：**

- “应答延时”                从站对 USS 任务的响应时间
- “剩余传送时间”        指从站所发送的应答报文的传输时间

**从站必须检查以下时间：**

- “开始延时”                USS 信息间的暂停时间
- “剩余传送时间”        来自主站的任务报文的传输时间

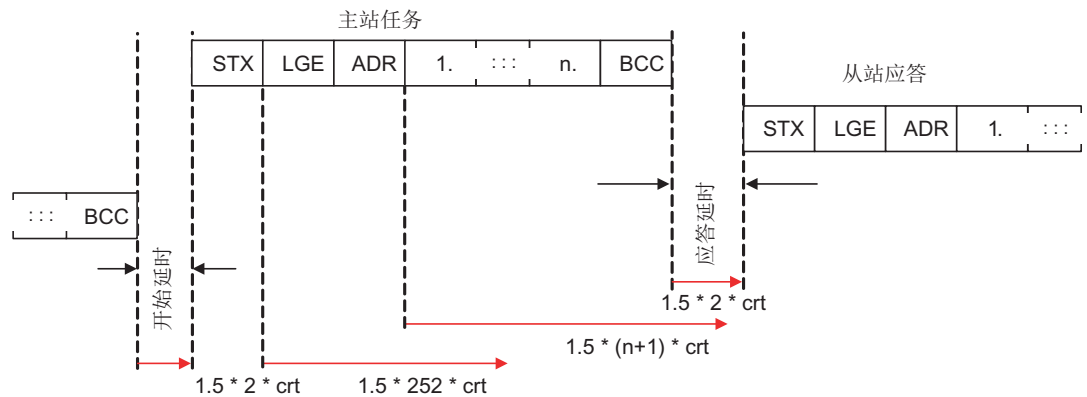


图 9-55 USS 从站上的暂停时间检查

上图为在 USS 从站上进行验证的暂停区域。“crt”表示的是“字符传送时间”（Character Run Time）。最大时间间隔为系数 1.5。“开始延时”和最小“应答延时”是在软件中已确定的值。当超出字符接收的时间时，“剩余传送时间”可监控导致超时的值。

过程暂停

参数 p2040 通过现场总线接口可以确定用于监控接收过程数据的监控时间，单位为 ms。如果在该时间内没有收到过程数据，会输出信息 F01910。

当 p2040 = 0 时，监控关闭。

9.5.8 USS 过程数据通道(PZD)

描述

在这个报文区域，主站和从站不断地进行过程数据(PZD)交换。根据传送方向，过程数据通道内获得 USS 主站发出的任务数据，或从站发出的应答数据。任务包含了控制字和设定值，发给从站；应答中包含了状态字和实际值，发给主站。

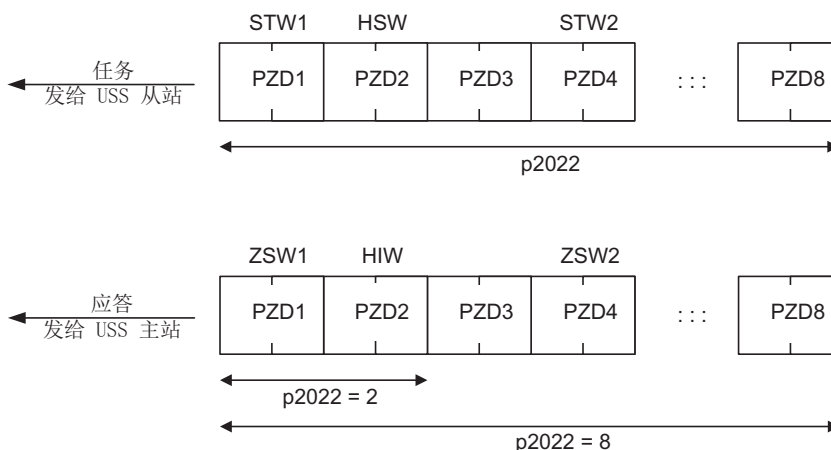


图 9-56 过程数据通道

一条 USS 报文中 PZD 字的数量是由参数 p2022 决定的。前面两个字是：

- 控制字 1(STW1)和主设定值(HSW)
- 状态字 1(ZSW1)和主实际值(HIW)

如果 p2022 ≥ 4，附加控制字 (STW2)会作为第四个 PZD 字传送（缺省设置）。

所有其他 PZD 的信号源都可以通过用于 RS485 接口的参数 p2051 来定义。

## 驱动系统基础知识

### 10.1 参数

#### 参数类型

参数有两种：可调参数和显示参数

- 可调参数（可写、可读）  
这些参数直接影响功能特性。  
示例：斜坡函数发生器的升降时间
- 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

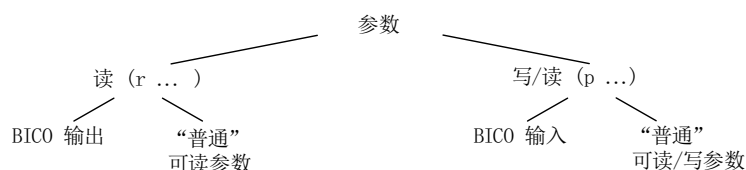


图 10-1 参数类型

所有这些参数都可以通过 PROFIBUS 按照 PROFIdrive 协议定义的机制读取和修改。

#### 参数细分

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，并可以通过参数下标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  
驱动数据组中集合了用于切换驱动器闭环控制设置的参数。

您可以在装置运行时从一个 CDS 切换到另一个 CDS，或从一个 DDS 切换到另一个 DDS。除此以外还有其他类型的一些数据组，这些数据组只能通过切换 DDS 来间接切换。

- EDS Encoder Data Set - 编码器数据组
- MDS Motor Data Set - 电机数据组

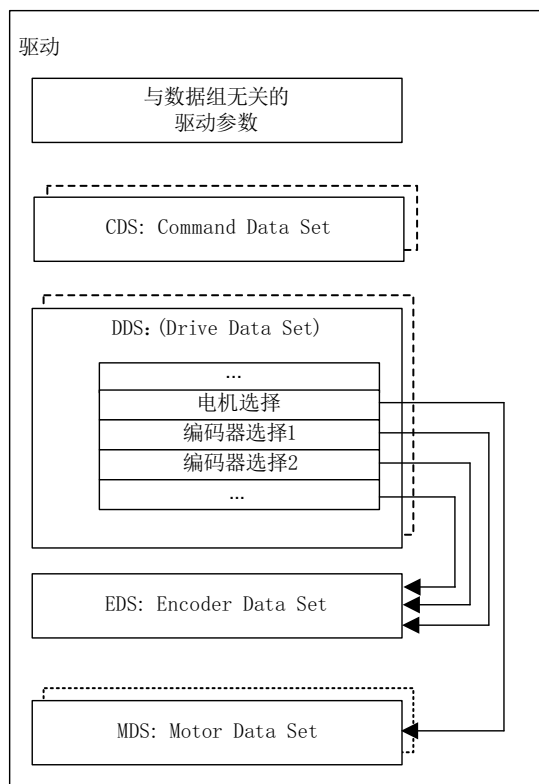


图 10-2 参数细分

### 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。为了能够恢复修改，必须将数据永久储存在控制单元中。

- 备份参数 - 设备和驱动  
p0977 = 1; 会自动复位为 0。

- 使用 STARTER 备份参数

参见功能“从 RAM 复制到 ROM”。

#### 说明

只有在数据保存过程结束后才能够关闭控制单元的电源，也就是说：请在开始保存数据后等待片刻，直到保存过程结束，参数 p0977 又变为 0。

## 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; 会自动复位为 0。
- 复位参数 - 驱动对象“控制单元”上的所有参数  
p0009 = 30 参数复位  
p0976 = 1; 会自动复位为 0。

## 访问级别

参数设有不同的访问级别。在 SINAMICS S110 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 到 4。

表格 10-1 访问级别

访问级别	注释
0 用户自定义	用户自定义列表中的参数
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	需要专业知识的参数，例如：BICO 互联参数。
4 服务	有关访问级别 4（服务）的参数的口令请垂询当地西门子办事处。必须将该口令输入到 p3950 中。

### 说明

参数 p0003 只存在于驱动对象“控制单元”中。

## 10.2 数据组

### 10.2.1 CDS: 指令数据组(Command Data Set)

#### CDS: 指令数据组(Command Data Set)

在一个指令数据组 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。

相应地设置多个 CDS 并在这些数据组之间进行切换，变频器便可以用不同的预设信号源运行。

比如，一个 CDS 包括：

- 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）
  - CI: 转速控制器转速设定值 1（p1155）
  - 力矩限值和定标系数（p1522, p1523, p1528, p1529）

SINAMICS S110 可以管理 2 个 CDS。

以下参数用于选择 CDS 和显示当前 CDS：

二进制互联输入 p0810 用来选择 CDS。

- p0810 BI:指令数据组选择 CDS 位 0

如果选择的 CDS 不存在，则当前的数据组保持生效。选中的数据组由参数 r0836 显示。



示例：在 CDS 0 和 CDS 1 之间切换

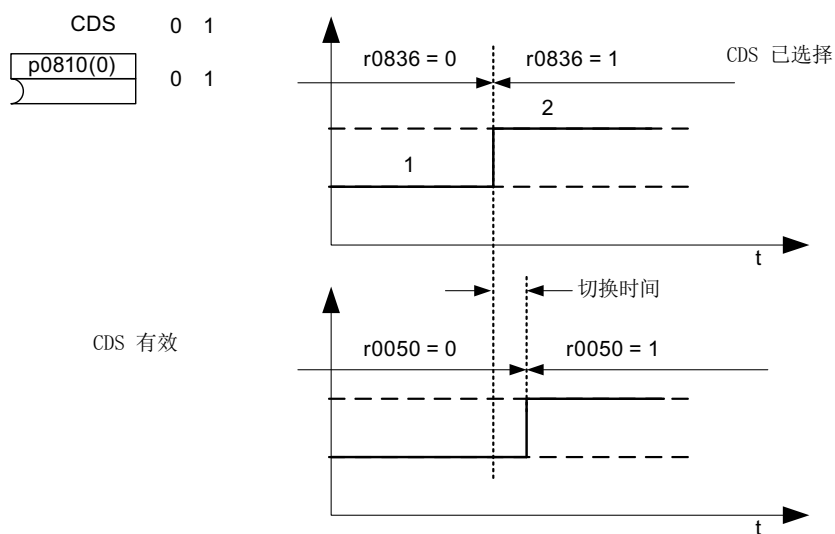


图 10-3 切换指令数据组 (示例)

## 10.2.2 DDS: 驱动数据组 (Drive Data Set)

### DDS: 驱动数据组(Drive Data Set)

驱动数据组中包含各种可调参数，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: 分配的编码器数据组 (EDS)
  - p0188: 分配的编码器数据组 (EDS; 用于外部编码器)
- 各种控制参数，例如：
  - 转速固定设定值 (p1001 至 p1004)
  - 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 S110 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]。

SINAMICS S110 最多可以管理 2 个驱动数据组。驱动数据组的数量由 p0180 设置。驱动数据组的参数可通过下标切换。这样就能简化驱动配置之间的选择（控制方式、电机、编码器）；此外还能通过驱动数据组切换在 SMI 电机和第二电机之间进行切换，第二电机的编码器通过编码器接口 X23 连接。

二进制互联输入 p0820 用来选择驱动数据组。

- p0820 BI: 驱动数据组选择 DDS 位 0

如果切换了 DDS，EDS 和 MDS 也会相应地自动切换。

### 10.2.3 EDS:编码器数据组(Encoder Data Set)

#### EDS:编码器数据组(Encoder Data Set)

编码器数据组（简称 EDS）是多个和驱动配置相关的重要编码器可调参数构成的集合。

- 可调参数，例如：
  - 编码器接口组件号（p0141）
  - 编码器组件号（p0142）
  - 编码器类型选择（p0400）

编码器数据组中涵盖的参数位于专家列表的 D（Datensatz: 数据组）列，标记为“E”并具有下标 [0]。

SINAMICS S110 只支持通过参数 p0187（编码器 1: 电机编码器）或 p0188（编码器 2: 外部编码器）分配给驱动数据组的编码器，始终只能使用两者之一。

SINAMICS S110 上只可进行编码器数据组 0 和“无编码器”之间的切换。

## 10.2.4 MDS: 电机数据组 (Motor Data Set)

### MDS:电机数据组(Motor Data Set)

电机数据组中包含所连接电机的各种可调参数，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。

- 可调参数，例如：
  - 电机组件号 (p0131)
  - 选择电机型号 (p0300)
  - 电机额定数据 (p0304 ff)
  - ...
- 显示参数，例如
  - 计算得到的额定数据 (p0330 ff)
  - ...

在 SINAMICS S110 参数手册中，电机数据组中包含的参数标有“MDS 数据组”，并且具有下标 [0..n]。

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）
- 电机数据的自适应

SINAMICS S110 最多可以管理 2 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。

## 10.2.5 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 8560 指令数据组 (Command Data Set, CDS)
- 8565 驱动数据组 (Drive Data Set, DDS)
- 8575 电机数据组 (Motor Data Set, MDS)
- 8580 功率单元数据组 (Power unit Data Set, PDS)

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

可调参数

- p0130 电机数据组（MDS）数量
- p0139 复制电机数据组 MDS
- p0140 编码器数据组（EDS）数量
- p0180 驱动数据组（DDS）数量
- p0186 电机数据组（MDS）的编号
- p0187 编码器 1 编码器数据组编号
- p0188 编码器 2 编码器数据组编号
- p0809 复制指令数据组 CDS
- p0810 BI:CDS 位 0
- p0819[0...2] 复制驱动数据组 DDS
- p0820 BI:变频器数据组选择 DDS 位 0

## 10.2.6 对数据组的操作

### 复制指令数据组 CDS

参数 p0809 如下设置:

1. p0809[0] = CDS 编号, 复制源
2. p0809[1] = CDS 编号, 复制目标
3. p0809[2] = 1

开始复制。

p0809[2] = 0 时, 复制结束。

---

#### 说明

STARTER 中可以复制指令数据组 (Drive → Configuration → 标签“Command data sets”)。

在相应的 STARTER 窗口中可以选择显示的指令数据组。

---

### 复制驱动数据组 DDS

参数 p0819 如下设置:

1. p0819[0] = DDS 编号, 复制源
2. p0819[1] = DDS 编号, 复制目标
3. p0819[2] = 1

开始复制。

p0819[2] = 0 时, 复制结束。

---

#### 说明

STARTER 中可以复制驱动数据组 (Drive → Configuration → 标签“Drive data sets”)。

在相应的 STARTER 窗口中可以选择显示的驱动数据组。

---

## 复制电机数据组 MDS

参数 p0139 如下设置:

1. p0139[0] = MDS 编号, 复制源
2. p0139[1] = MDS 编号, 复制目标
3. p0139[2] = 1

开始复制。

p0139[2] = 0 时, 复制结束。

---

### 说明

在 **STARTER** 中可通过驱动配置设置驱动数据组。

---

## 未经调试的数据组

您可以结束驱动调试, 即使有些数据组(EDS、MDS、DDS)没有经过调试。

这些没有经过调试的数据组会注明“未经调试”。

“未经调试”属性会显示在 **STARTER** 的专家参数表或操作面板上。

这类数据组不允许激活, 如果您尝试激活, 则会报错。

只有在某个调试步骤中(p0009 ≠ 0, p0010 ≠ 0)

才能将此类数据组指定给 DDS。

---

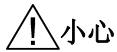
### 说明

如果没有“未经调试”的 DDS, 分配的驱动轴会一直保持控制器禁用状态。

---

## 10.3 存储卡的使用

这一章会为您介绍 SINAMICS S110 上存储卡的一些基本功能。



### 接通已装入存储卡的 CU305

根据已装入存储卡或 CU305 上的数据，SINAMICS S110 会在接通系统时自动执行某些操作（参见以下说明）。请注意这些说明，因为错误的操作会导致驱动器数据丢失或发出错误响应。

如果要以不同的参数设置升级多个设备，则需要使用两张卡，一张用于参数备份，一张用于固件升级。只有在更换备件时，才推荐将固件和参数备份存储到同一张存储卡上。

### 基础知识:

CU305 作为 SINAMICS S110 的控制单元，管理着 3 个存储区域:

1. 易失存储器“RAM”，也称工作存储器。
2. 非易失存储器“ROM”，也称“闪存”。
3. 可选购的移动式存储卡。CU305 只能使用西门子为 SINAMICS S110 提供的存储卡。

运行期间，SINAMICS S110 会在工作存储器中工作。这里保存了运行需要的所有项目数据和应用程序。

要备份工作存储器中的当前数据，必须在关闭装置之前将数据复制到非易失存储器中。详细信息请参见本手册“调试”一章中的“从 RAM 复制到 ROM”一节。

使用可选的存储卡，备份不同的参数数据组并将其传送到其他的 S110 系统中，以进行固件升级或批量调试。Safety Integrated 扩展功能必须使用存储卡。

### 参数数据组

参数数据组包含项目参数和项目本身。对于不同的驱动配置（指使用的功率单元、电机和编码器等）和应用（如功能模块、控制方式等），参数数据组也有所不同。

ROM 中最多可存储 2 个参数数据组，下标为 0 和 10。

存储卡上最多可存储 101 个参数数据组（下标为 0 至 100）。

可以下载参数数据组，也可以将其从存储卡上复制到 ROM 中。

RAM 中有效参数数据组的下标为 0。



### 10.3.1 参数数据组的使用

#### 参数备份

有多种方法可以将参数数据组从非易失存储器中复制到存储卡上：

- 重启系统时自动在存储卡上进行参数备份：

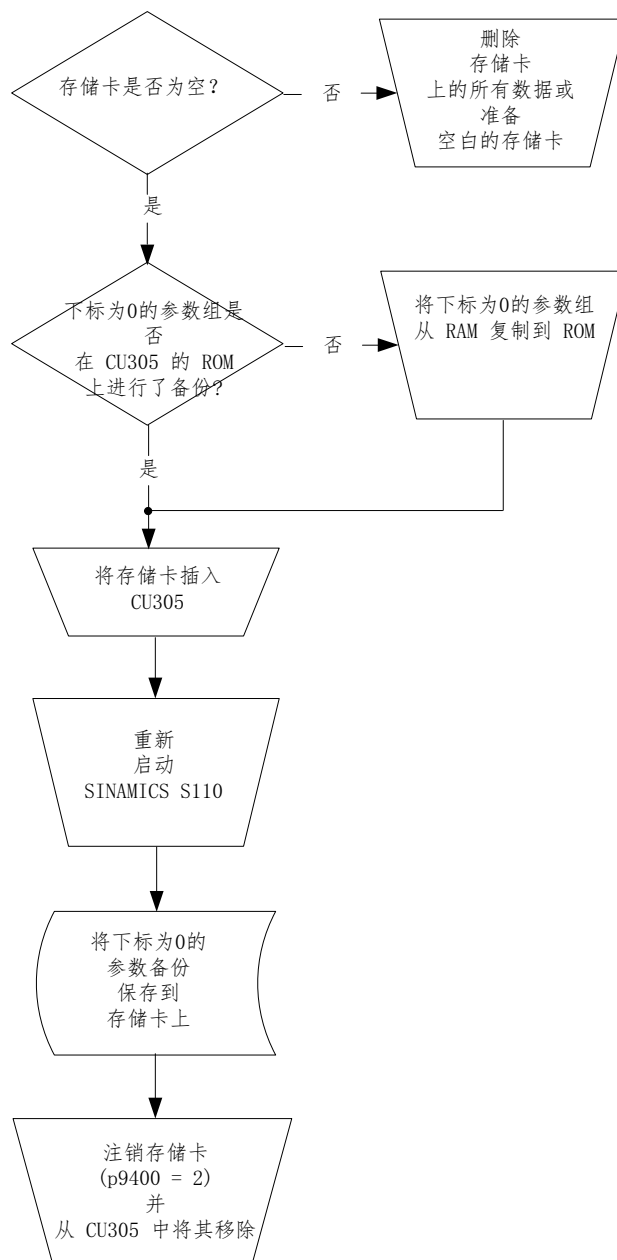


图 10-4 参数备份

也可以按以下方式备份参数数据组，无需重启 CU305:

- 系统接通时:
  - 将存储卡插入 CU305。
  - 设置  $p0977 = 1$ ，执行命令“从 RAM 复制到 ROM”。此时会自动先将当前参数数据组复制到“ROM”中，然后再作为下标为 0 的数据组复制到存储卡中。存储卡上当前下标为 0 的参数数据组无需您的确认直接被覆盖。

- 系统接通时:

用户可使用参数  $p0802$ 、 $p0803$  和  $p0804$  启动从 ROM 到存储卡的数据传送:

- 设置  $p0802 = (0...100)$ ，将存储卡设为传送目标，设置  $p0803 = (0/10/11/12)$ ，将“ROM”设为传送源，并设置  $p0804 = 1$ 。

---

#### 说明

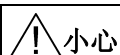
插入的存储卡会在执行从 RAM 复制到 ROM 的过程中被覆盖。

在插入存储卡并执行指令“从 RAM 复制到 ROM”(p0977[1])后，下标为 0 的参数数据组会从 ROM 中被复制到存储卡上。先前下标 0 中存储的参数数据组此时会被覆盖。

---

### 批量调试（复制参数数据组）

有多种方法可以从存储卡复制参数数据组到非易失存储器中:



在系统启动时会覆盖“ROM”中的参数数据组。

CU305 上现有的设置为 0 的参数备份会在执行以下过程时被覆盖!

- 重启系统时自动从存储卡上复制下标为 0 的参数数据组：

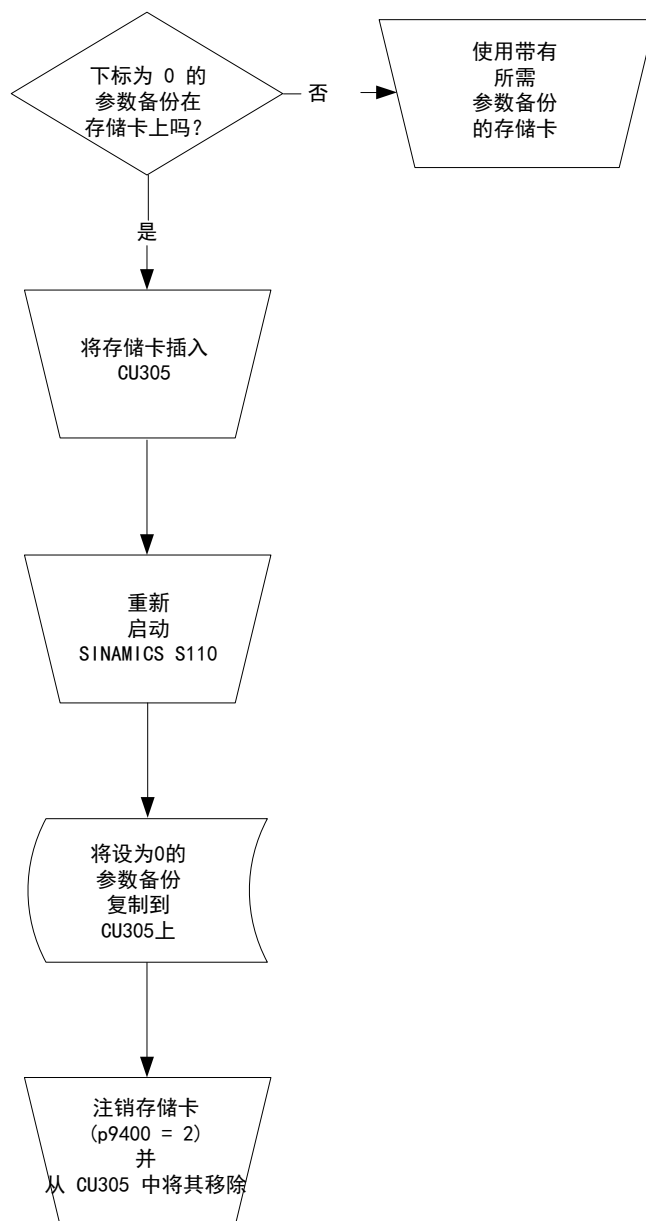


图 10-5 批量调试

也可以按以下方式将参数数据组从存储卡上复制到 CU305 中，无需重启 CU305：

- 系统接通时：用户可使用参数 p0802、p0803 和 p0804 启动从存储卡到 ROM 的数据传送：
  - 设置 p0802 = (0...100)，将存储卡设为传送源，设置 p0803 = (0/10/11/12)，将“ROM”设为传送目标，并设置 p0804 = 2。

**说明**

**通过 p0976 和 p0977 保存和装载所有参数：**

通过参数 p0976 和 p0977 可以保存或重装所有参数。详细信息请参见 SINAMICS S110 参数手册中的参数说明。

### 10.3.2 固件版本的操作

#### 固件升级/降级


如果新版本中提供了更多功能而且需要使用这些功能时，应升级固件版本。

如果需要在已经配备了更高版本的 CU305 中更换备件以使用较低的版本，应进行固件版本降级。

固件升级/降级会持续几分钟时间，CU305 上的 RDY(READY) LED 以红色常亮显示。

所有的升级/降级完成之后，控制单元上的 RDY(READY)和 COM LED 会以红色闪烁（0.5 Hz）并且相应组件上的 RDY(READY) LED 也会以绿色/红色闪烁（2 Hz）。为所有组件重新上电后，固件才会生效。

如要在系统重启时自动进行升级/降级，请执行以下操作：

 <b>小心</b>
<b>固件降级后恢复出厂设置</b> 降级后，参数设置很可能变为错误的！ 建议： <ul style="list-style-type: none"><li>• 降级前在存储卡上进行参数备份。</li><li>• 降级后重新恢复为出厂设置。</li><li>• 之后将参数设置再次复制到 CU305 中（参见章节“参数数据组的使用”）。</li></ul>

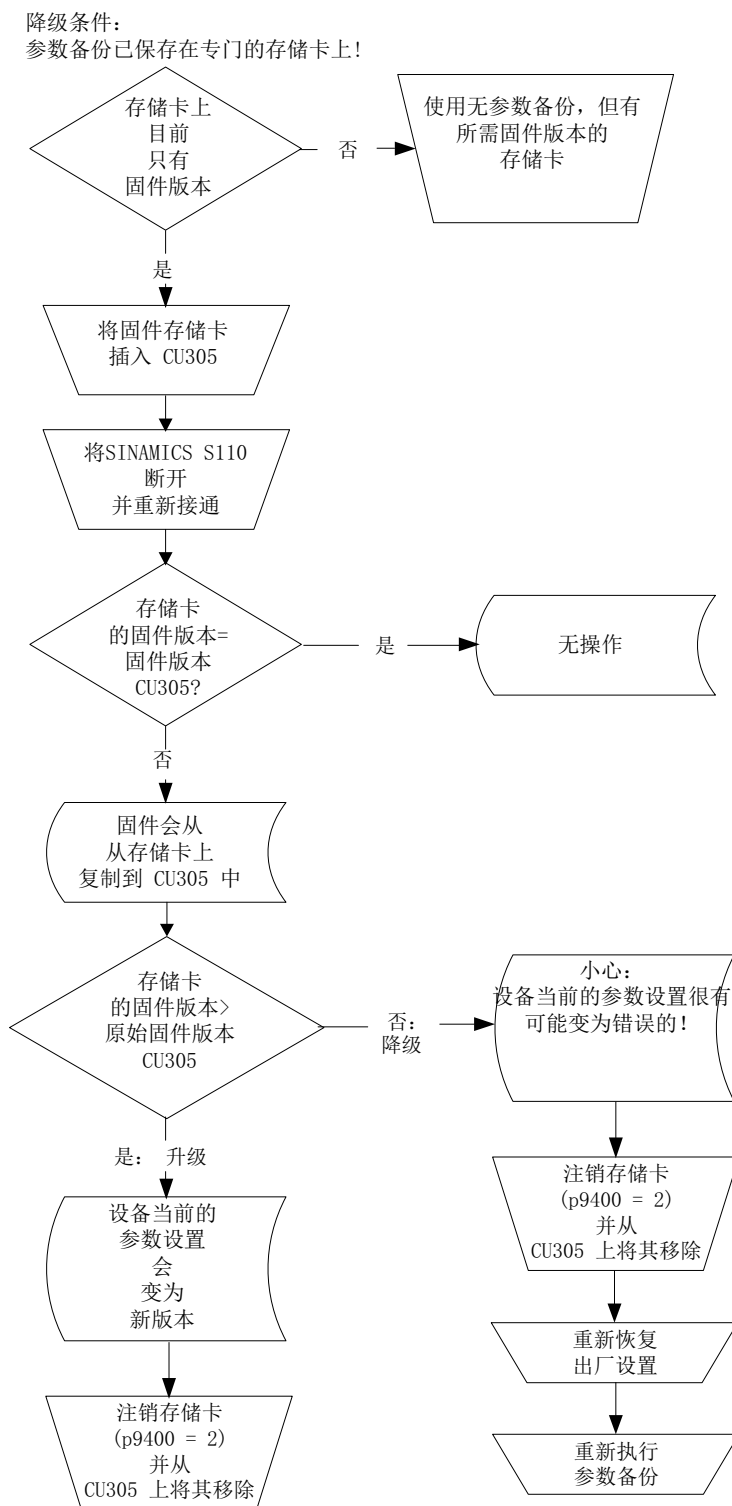


图 10-6 固件升级/降级

### 10.3.3 设备更换

CU305 损坏，需要将其更换并保持当前固件版本。收到带有交付时最新释放的固件版本的新的 CU305。

按以下步骤进行设备更换：

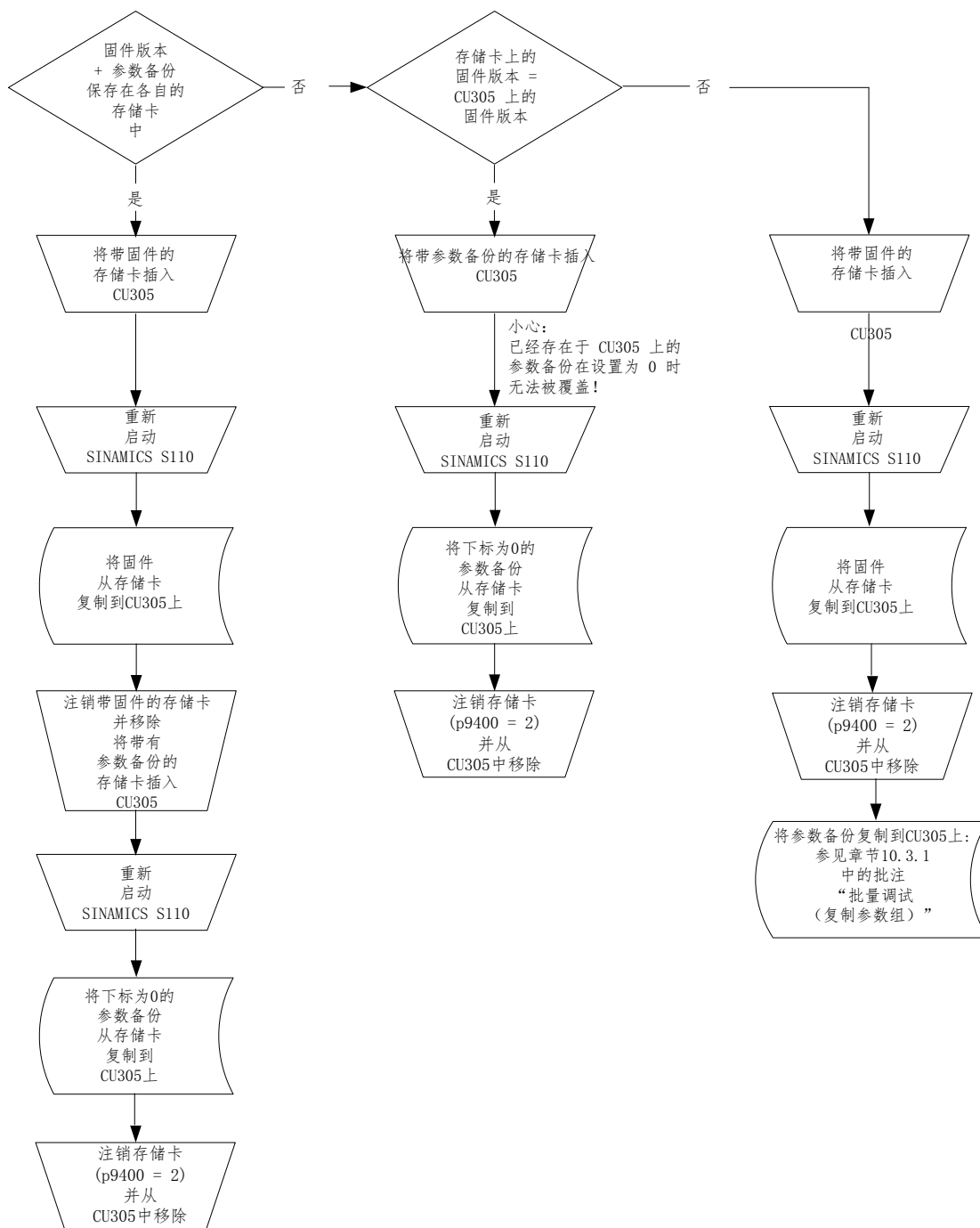


图 10-7 设备更换

### 10.3.4 安全移除存储卡

<b>注意</b>
-----------

如果事先不请求并确认“安全移除”功能，便擅自移除存储卡，可能会损坏卡上的文件系统。存储卡也就不可再用，必须进行维修。
--

如果要从设备中移除存储卡，请按以下步骤操作：

- 设置参数 p9400 = 2。
- 等待 p9400 为“3”时：此时可安全移除存储卡。
- 当 p9400 为“100”时，则**不能**安全移除存储卡。等待对存储卡的访问结束后，通过设置 p9400 = 2 重新请求安全移除存储卡。

### 10.3.5 功能图和参数

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 无

重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p0977:保存所有参数
- p0802:数据传送，存储卡作为传送源/目标
- p0803:数据传送，设备存储器作为传送源/目标
- p0804:启动数据传送
  - p0804 = 1: 从存储卡传送到非易失设备存储器
  - p0804 = 2: 从非易失设备存储器传送到存储卡
  - 如果在进行参数数据传输时出错，该错误也会显示在参数 p0804 中（p0804 = 1001, 1002, 1003 或 1100）。
- p7827 固件升级进度显示
- p9400 安全移除存储卡

## 10.4 BICO 技术：互联信号

### 10.4.1 描述

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。



### 10.4.2 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 10-2 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 10-3 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。

### 10.4.3 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），用于连接两个信号。

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：

- 二进制互联接口：参数号，位编号和驱动对象 ID
- 无下标的模拟量互联接口：参数号和驱动对象 ID
- 有下标的模拟量互联接口：参数号、下标和驱动对象 ID
- 数据类型（模拟量互联输出参数的信号源）

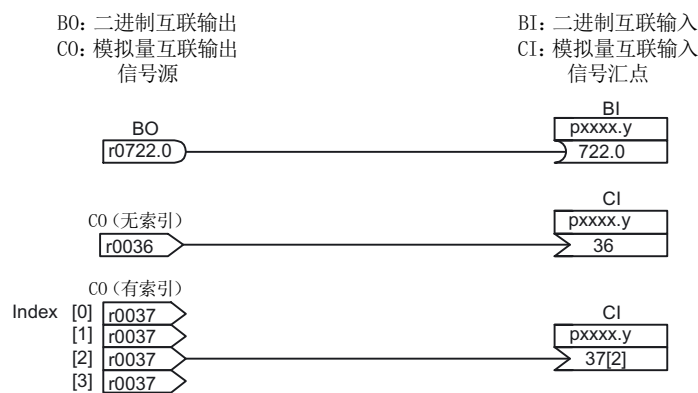


图 10-8 使用 BICO 技术互联信号

#### 说明

模拟量互联输入（CI）不能任意与各模拟量互联输出（CO，信号源）互联。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）可以实现的互联请参见：

文档：SINAMICS S110 参数手册

“参数列表说明”章节中的“可以实现的 BICO 互联组合”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。互联也可以在不同驱动对象之间进行。

### 10.4.4 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。

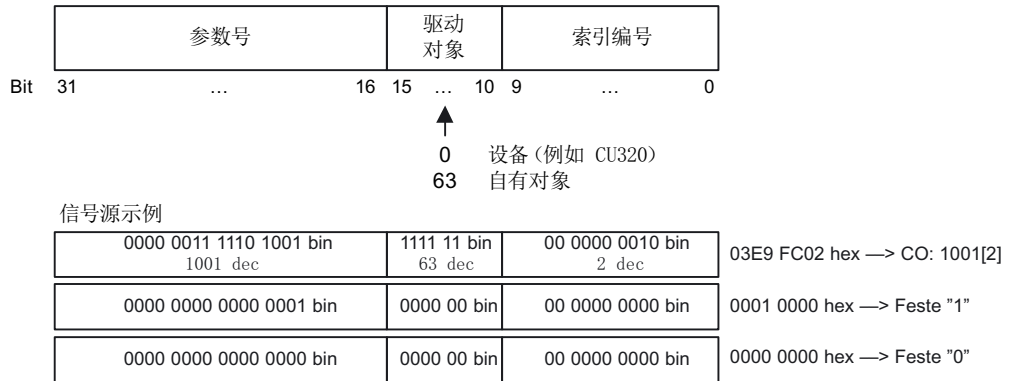


图 10-9 二进制/模拟量互联输出参数的内部编码

### 10.4.5 互联示例

#### 示例: 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。

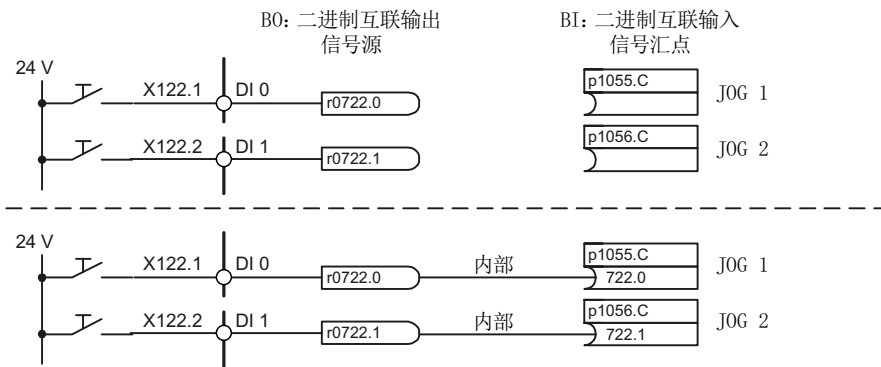


图 10-10 互联数字信号 (示例)

## 10.4.6 BICO 技术的说明

### 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:常数\_%\_1
- p2901[0...n] CO:常数\_%\_2
- p2930[0...n] CO:常数\_M\_1

示例:

这些参数可用于互联主设定值的定标系数或者互联附加力矩。

## 10.4.7 定标

### 模拟量输出的信号

表格 10-4 模拟量输出的信号表

信号	参数	单位	定标 (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

<b>注意</b>
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。

## 10.5 输入/输出

### 10.5.1 输入/输出一览

有以下数字量输入/输出和模拟量输入/输出

表格 10-5 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
CU305	11 <sup>1)</sup>	4 <sup>2)</sup>	1	1	-
1) 可设定： 电位相连或隔离 2) 其中有 4 个“快速输入”					

#### 说明

输入/输出的详细硬件属性请参见文档：

**SINAMICS S110 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文档：

**SINAMICS S110 参数手册**中的功能图。

## 10.5.2 数字量输入输出

### 10.5.2.1 数字量输入

#### 属性

- 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 到 2 个电流控制器周期 (250  $\mu$ s)
- 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。

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 2020 电位隔离的数字量输入 (DI 0 ... DI 3)
- 2021 电位隔离的数字量输入 (DI 16 ... DI 19)
- 2022 电位隔离的数字量输入 (DI 20 ... DI 22)
- 2030 双向数字量输入/输出 (DI/DO 8 ... DI/DO 9)
- 2031 双向数字量输入/输出 (DI/DO 10 ... DI/DO 11)

## 10.5 输入/输出

### 10.5.2.2 数字量输出

#### 属性

- 数字量输出使用独立的电源。
- 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独立的电子电源，才能生效。

---

#### 功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 2032 数字量输出 (DO 16)

### 10.5.2.3 双向数字量输入输出

#### 属性

- 可设为数字量输入或数字量输出。
- 设为数字量输入时：
  - 控制单元上的四个“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。
  - 其它属性和纯粹的数字量输入一样。
- 设为数字量输出时：
  - 属性与单的数字量输出一样。
- 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”



功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 2030 双向数字量输入/输出 (DI/DO 8 ... DI/DO 9)
- 2031 双向数字量输入/输出 (DI/DO 10 ... DI/DO 11)

### 10.5.3 模拟量输入

属性

- 硬件输入滤波器固定设置
- 可设置仿真运行
- 可调整偏移
- 信号可通过 BI 取反
- 求值可设定
- 噪声抑制(p0768)
- 可通过 BI 使能输入
- 输出信号可用于 CO
- 比例
- 平滑

---

#### 说明

比例参数 p0757 至 p0760 不会限制电压值/电流值。

---

功能图（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- 2040 模拟量输入 (AI)

## 10.6 更换 SMI 或 DQI 组件

### 更换 SINAMICS 集成编码器模块 (SMI) 或 DRIVE-CLiQ 集成编码器 (DQI)

若 SINAMICS 集成编码器模块 (SMI) 或 DRIVE-CLiQ 集成编码器 (DQI) 中出现损坏, 请联系您所在地区的西门子办事处进行维修。

## 10.7 系统采样时间

系统中的软件功能以不同的采样时间循环执行。

在配置驱动设备时会自动预设各个功能的采样时间:

- 电流控制器 250  $\mu$ s
- 转速控制器 250  $\mu$ s
- 磁通控制器 250  $\mu$ s
- 设定值通道 4000  $\mu$ s
- 位置控制器 1000  $\mu$ s
- 定位 4000  $\mu$ s
- 工艺控制器 4000  $\mu$ s

在  $p0092 = 1$  时, 采样时间的缺省设置可以实现和控制系统等时同步运行。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)。在自动配置前必须将参数  $p0092$  设为“1”, 从而使采样时间被设置为相应的缺省设置。

### 说明

由于电流控制器的采样频率不可设置, 多极 1FT7 电机无法达到以额定转速运行。

最大转速的计算公式:

$$p1082 \leq 60 / (10 \times \text{电流控制器的采样频率} \times r0313)$$

以 10 极电机为例:  $60 / (10 \times 250 \mu\text{s} \times 5) = 4800 \text{ rpm}$

- $p0009$  设备调试, 参数筛选器
- $p0092$  等时同步 PROFIBUS 运行缺省设置/检查
- $p0097$  选择驱动对象类型
- $p1800$  脉冲频率
- $r9780$  SI 监控周期 (控制单元)
- $r9880$  SI 监控周期 (处理器 2)

## 10.8 许可

### 描述

对于 **Safety Integrated** 扩展功能，**SINAMICS S110** 要求必须为硬件分配所取得的许可。在分配时用户会获得一个 **License Key**（许可证密钥），该密钥将 **Safety Integrated** 扩展功能和硬件加以电子关联。对于硬件许可的分配，您必须使用一个存储卡（需要另外订购）。

许可证密钥作为电子许可证，表明具有软件许可。

需要授权的软件的真实书面证明称为“**Certificate of License**”（许可证）。

---

### 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。

---

### 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，会通过以下报警和控制单元的 **LED** 加以显示：

- **A13000** 许可不充分
- **LED RDY** 以 **0.5 Hz** 的频率绿/红闪烁

---

### 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。

只有获得充分许可后，驱动才能正常运行。

---

### 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：

- **F13010** 功能模块未获许可
- 驱动会通过 **OFF1** 响应停机。
- **LED RDY** 以红色常亮

---

### 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。

---

### 许可证密钥的属性

- 指定用于特定的存储卡。
- 非易失性存储。
- 不能传输。
- 可以使用“WEB 许可证管理器”从许可证数据库中获取。

### 通过“WEB 许可证管理器”生成许可证密钥

为此需要下列信息：

- 存储卡的序列号
- 许可证编号、送货单号（在许可证上）和许可证

1. 调用“WEB 许可证管理器”。

<http://www.siemens.com/automation/license>

2. 选择“Direct Access”。

3. 输入许可证的编号和送货单号。

→ 点击“Next”。

4. 输入序列号。

5. 选择产品，如“SINAMICS S CU3xx”。

→ 点击“Next”。

6. 选择“Available license numbers”。

→ 点击“Next”。

7. 检查分配

→ 点击“Assign”。

8. 如果确保许可证已经正确分配，点击“OK”。

9. 许可证密钥现在显示在画面中，可以输入。

## 输入许可证密码

---

### 说明

在输入许可证密钥前，必须将存储卡插入控制单元。

---

在调试工具 **STARTER** 中不以编码输入 **ASCII** 字符，而是直接输入许可证密钥的字母和数字，它们如同书面的许可证。此时，**ASCII** 码在后台由 **STARTER** 处理。

许可证密钥示例：

**E1MQ-4BEA = 69 49 77 81 45 52 66 69 65** 十进制（**ASCII** 字符）

输入许可证密钥时的步骤，参见示例：

**p9920[0] = E** 第 1 个字符

...

**p9920[8] = A** 第 9 个字符

---

### 说明

如果将 **p9920[x]** 改为 **0**，则所有后面的下标也变为 **0**。

---

输入许可证密钥后按照以下方式激活密钥：

- **p9921 = 1** 激活许可证密钥

参数再次自动复位为 **0**。

## 通过 BOP 20 输入许可证密钥

在通过 **BOP20** 输入许可证密钥时，必须使用密钥的 **ASCII** 码，见上例。在下表中可以输入许可证密钥的字符和相应的十进制数。

表格 10-6 许可证密钥表格

字符												
十进制												

## ASCII 码

表格 10-7 ASCII 码选段

字符	十进制	字符	十进制
-	45	I	73
0	48	J	74
1	49	K	75
2	50	L	76
3	51	M	77
4	52	N	78
5	53	O	79
6	54	P	80
7	55	Q	81
8	56	R	82
9	57	S	83
A	65	T	84
B	66	U	85
C	67	V	86
D	68	W	87
E	69	X	88
F	70	Y	89
G	71	Z	90
H	72	空格键	32

## 重要参数一览（参见 SINAMICS S110 参数手册）

- p9920 许可，输入许可证密钥
- p9921 许可，获得许可证密钥

## 附录

## 11.1 可用的软件功能

与控制单元相连的 SINAMICS S110 版本 4.1 支持以下功能：

编号	软件功能
1	控制方式：伺服控制(Servo Control)
2	固定周期时间 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 电流控制器 250 <math>\mu</math>s</li> <li>• 转速控制器 250 <math>\mu</math>s</li> <li>• 位置控制器 1 ms</li> <li>• EPOS 4 ms</li> </ul>
3	数据组 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 个 DDS</li> <li>• 2 个 MDS</li> <li>• 1 个 EDS</li> <li>• 2 个 CDS</li> </ul>
4	支持的电机型号 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1FK6; 1FK7</li> <li>• 1FT6; 1FT7</li> <li>• 1PH7; 1PH8</li> <li>• 1LA</li> </ul>
5	Safety Integrated 功能 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 基本功能 STO、SBC、SS1，可通过板载端子(F-DI 0)控制；无需授权，无需编码器。 如通过 PROFIsafe 使用基本功能，目前还需要授权，也需要使用安全型编码器。</li> <li>• 扩展功能 SS1（带 SAM）、SS2、SOS、SLS、SSM，可通过板载端子(F-DI 0...2)或 PROFIsafe 控制，需要授权，也需要使用安全型编码器。</li> <li>• 提示：使用 SBC 功能时必须使用安全制动继电器。</li> </ul>

## 11.1 可用的软件功能

编号	软件功能
6	带有 16 个运行程序段的 EPos
7	自由功能块
8	工艺控制器
9	Vdc 控制器（包含动能缓冲）
10	自动重启
11	15 个转速固定设定值
12	1 个转速设定值滤波器
13	2 个电流设定值滤波器
14	扩展制动控制
15	电枢短路制动
16	转速控制器优化
17	电机数据检测
18	磁极位置识别

与控制单元相连的 SINAMICS S110 版本 4.3 SP1 支持以下新功能：

编号	软件功能
1	用于 S7-1200 定位运行的脉冲/方向接口
2	通讯 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 用于 S7-1200 定位运行的 USS 通讯（或者可选择 CU305-DP 上通过 X21 的 PROFIBUS 通讯）</li> <li>• PROFIBUS 从-从通讯</li> </ul>
3	数据组 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 个 EDS (每个 DDS 有 1 个 EDS)</li> </ul>
4	集成了编码器检测的端子(X23)上的 SSI 编码器检测，用于无增量信号的 SSI 编码器
5	伺服控制方式下的 V/f 特性曲线，不仅可作为诊断功能，也可用于一般运行



编号	软件功能
6	<b>Safety Integrated 功能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>SI 基本功能由 PROFIsafe 控制</li> <li>扩展功能: SLS (Safely-Limited Speed) 和 SBR (Safe Brake Ramp) 在不带编码器的情况下也可以用于异步电机</li> <li>扩展功能: Safe Speed Monitor 现具有一个自己的限制参数。此前同一个参数(p9546)也用于 SAM 关机转速</li> </ul>
7	在 SMI 更换备件时进行可用性优化: <ul style="list-style-type: none"> <li>自动备份电机数据和编码器数据</li> <li>使用空 SMI 运行时可不降低比较级别</li> <li>可删除已写入数据的 SMI, 并将其用作备件 SMI</li> <li>SMI 数据错误时发送故障信息</li> </ul>
8	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

与控制单元相连的 SINAMICS S110 版本 4.4 支持以下新功能:

编号	软件功能
1	<b>Safety Integrated 功能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>用于带编码器的同步电机的 SDI (Safe Direction)</li> </ul>
2	<b>通讯</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>可通过参数写入 PROFINET 地址 (例如用于在离线模式下创建完整项目)</li> <li>用于 SINAMICS S 的 PROFINET 模块的共享设备: CU305 PN</li> </ul>

## 11.2 硬件组件的可用性

表格 11-1 自 2011 年 1 月起可订购的硬件组件

编号	硬件组件	订货号	版本	改版
1	CU305 PN		4.4	新版
2	用于 CU305 的 IOP	IOP 释放在 2011 年 6 月左右	4.4	-

## 11.3 缩略语目录

---

### 提示:

以下缩略语目录包含了所有在 SINAMICS 用户手册中使用的缩写及其含义。

---

缩写	缩写的全称	含义
<b>A</b>		
A...	Alarm	警告
AC	Alternating Current	交流电
ADC	Analog Digital Converter	模数转换器
AI	Analog Input	模拟输入
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
ASM	Asynchronmotor	异步电机
<b>B</b>		
BB	Betriebsbedingung	运行条件
BERO	-	非接触式接近开关
BI	Binector Input	二进制互联输入
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit	德国职业安全研究院
BICO	Binector Connector Technology	BICO 互联连接技术
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

缩写	缩写的全称	含义
<b>C</b>		
C	Capacitance	电容
C...	-	安全显示信息
CAN	Controller Area Network	串行总线系统
CBC	Communication Board CAN	CAN 通讯模块
CD	Compact Disc	光盘
CDS	Command Data Set	指令数据组
CF <sup>®</sup>	CompactFlash Card	CF 快速闪存卡
CI	Connector Input	模拟接口输入
CLC	Clearance Control	间隙控制
CNC	Computer Numerical Control	计算机数字控制
CO	Connector Output	模拟接口输出
CO/BO	Connector Output/Binector Output	互联输出
COB-ID	CAN Object-Identification	CAN 对象标识符
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	循环冗余校验
CSM	Control Supply Module	24 伏电源模块
CU	Control Unit	控制单元
CUA	Control Unit Adapter	控制单元适配器
CUD	Control Unit DC MASTER	控制单元 DC 主站
<b>D</b>		
DAC	Digital Analog Converter	数模转换器
DC	Direct Current	直流电
DCB	Drive Control Block	驱动控制模块
DCC	Drive Control Chart	驱动控制图
DCC	Data Cross-Check	交叉数据校验
DCN	Direct Current Negative	负直流电
DCP	Direct Current Negative	正直流电
DDS	Drive Data Set	驱动数据组
DI	Digital Input	数字输入
DI/DO	Digital Input/Digital Output	双向数字输入 / 输出
DMC	DRIVE-CLiQ Hub Module Cabinet	DRIVE-CLiQ 机柜安装式集线器模块
DME	DRIVE-CLiQ Hub Module External	DRIVE-CLiQ 外接集线器模块
DO	Digital Output	数字输出
DO	Drive Object	驱动对象
DP	Decentralized Peripherals	分布式 I/O
DPRAM	Dual Ported Random Access Memory	双向存取存储器

## 11.3 缩略语目录

缩写	缩写的全称	含义
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
<b>E</b>		
EASC	External Armature Short-Circuit	外部电枢短路
EDS	Encoder Data Set	编码器数据组
EGB	Elektrostatisch gef?hrdete Baugruppen	静电敏感元件
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	Electromagnetic Force	电磁力
EMK	Elektromagnetische Kraft	电磁力
EMV	Elektromagnetische Vertr?glichkeit	电磁兼容性
EN	Europ?ische Norm	欧洲标准
EnDat	Encoder-Data-Interface	编码器接口
EP	Enable Pulses	脉冲使能
EPOS	Einfachpositionierer	基本定位器
ES	Engineering System	工程系统
ESB	Ersatzschaltbild	等效电路图
ESD	Electrostatic Sensitive Devices	静电敏感元件
ESR	Extended Stop and Retract	扩展的停止和退回
<b>F</b>		
F...	Fault	故障
FAQ	Frequently Asked Questions	常见问题
FBL	Free Blocks	自由功能块
FCC	Function Control Chart	功能控制图表
FCC	Flux Current Control	流量调节
FD	Function Diagram	功能图
F-DI	Failsafe Digital Input	故障安全数字输入
F-DO	Failsafe Digital Output	故障安全数字输出
FEM	Fremderregter Synchronmotor	他励同步电机
FEPRM	Flash-EPRM	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	光纤
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
<b>G</b>		
GB	Gigabyte	千兆字节
GC	Global Control	Global-Control 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（也为 M）
GSD	Gerätstammdatei	设备主数据：用来说明 PROFIBUS 总线从站的特征
GSV	Gate Supply Voltage	门控电源电压
GUID	Globally Unique Identifier	全球唯一标识符
<b>H</b>		
HF	High frequency	高频
HFD	Hochfrequenzdrossel	高频电抗器
HLG	Hochlaufgeber	斜坡函数发生器
HMI	Human Machine Interface	人机界面
HTL	High-Threshold Logic	高干扰阈值逻辑
HW	Hardware	硬件
<b>I</b>		
i. V.	在准备中	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	标识符
IE	Industrial Ethernet	工业以太网
IEC	International Electrotechnical Commission	国际电工技术标准
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	集成门极换流晶闸管
IL	Impulslöschung	脉冲取消
IP	Internet Protocol	互联网协议
IPO	Interpolator	插补器
IT	Isoliertes Dreiphasennetz	未接地三相交流电电源
IVP	Internal Voltage Protection	内部电压保护
<b>J</b>		
JOG	Jogging	点动
<b>K</b>		
KDV	Kreuzweiser Datenvergleich	交叉数据校验
KIP	Kinetische Pufferung	动能缓冲
Kp	-	比例增益
KTY	-	特殊温度传感器

## 11.3 缩略语目录

缩写	缩写的全称	含义
<b>L</b>		
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	光纤
<b>M</b>		
M	-	转矩的公式符号
M	接地	所有信号电压和工作电压的基准电位，一般定义为 0（也为 GND）
MB	Megabyte	兆字节
MCC	Motion Control Chart	运动控制图
MDS	Motor Data Set	电机数据组
MLFB	Maschinenlesbare Fabrikatebezeichnung	可机读的产品标识
MMC	Man-Machine Communication	人机对话
MMC	Micro Memory Card	微型存储卡
MSB	Most Significant Bit	最高位
MSC	Motor-Side Converter	电机整流器
MSCY_C1	Master Slave Cycle Class 1	主站（等级 1）和从站之间的循环通讯
MSR	Motorstromrichter	电机整流器
MT	Messtaster	测量头
<b>N</b>		
N. C.	Not Connected	未连接
N...	No Report	没有报告或内部报告
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	数字控制装置
NEMA	National Electrical Manufacturers Association	USA（美利坚合众国）的国家测绘总局
NM	Nullmarke	零脉冲
NO	Normally Open (contact)	常开触点
NSR	Netzstromrichter	电源整流器
NVRAM	Non Volatile Random Access Memory	可读写的非易失性存储器

缩写	缩写的全称	含义
<b>O</b>		
OA	Open Architecture	开放式结构
OC	Operating Condition	运行条件
OEM	Original Equipment Manufacturer	原始设备制造商
OLP	Optical Link Plug	光链路插头
OMI	Option Module Interface	选件模块接口
<b>P</b>		
p...	-	设置参数
PB	PROFIBUS	PROFIBUS
PcCtrl	PC Control	主站的控制权
PD	PROFIdrive	PROFIdrive
PDS	Power unit Data Set	功率部件数据组
PE	Protective Earth	保护地线
PELV	Protective Extra Low Voltage	保护低压
PEM	Permanenterregter Synchronmotor	永磁同步电机
PG	Programmiergerät	编程器
PI	Proportional Integral	比例积分
PID	Proportional Integral Differential	比例积分微分
PLC	Programmable Logical Controller	可编程控制器
PLL	Phase-Locked Loop	锁相环
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
PTC	Positive Temperature Coefficient	正温度系数
PTP	Point To Point	点到点
PWM	Pulse Width Modulation	脉宽调制
PZD	Prozessdaten	过程数据
<b>R</b>		
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	故障电流保护开关
RCM	Residual Current Monitor	电流差监控器
RFG	Ramp-Function Generator	斜坡函数发生器
RJ45	Registered Jack 45	8 针连接器件的名称，使用屏蔽型或非屏蔽型的多芯铜导线（8j 水晶头）

## 11.3 缩略语目录

缩写	缩写的全称	含义
RKA	Rückkühlanlage	循环冷却装置
RO	Read Only	只读
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
<b>S</b>		
S1	-	持续运行
S3	-	断续运行
SBC	Safe Brake Control	安全制动控制
SBH	Sicherer Betriebshalt	安全操作停止
SBR	-	安全加速监控
SCA	Safe Cam	安全凸轮
SD Card	SecureDigital Card	安全数字存储卡
SE	Sicherer Software-Endschalter	安全软件限位开关
SG	Sicher reduzierte Geschwindigkeit	安全降低速度
SGA	Sicherheitsgerichteter Ausgang	和安全相关的输出
SGE	Sicherheitsgerichteter Eingang	和安全相关的输入
SH	Sicherer Halt	安全停止
SI	Safety Integrated	<b>Safety Integrated</b>
SIL	Safety Integrity Level	安全集成度
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	机柜式编码器模块
SME	Sensor Module External	外部编码器模块
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
SPC	Setpoint Channel	设定值通道
SPI	Serial Peripheral Interface	连接外设的串行接口
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung	可编程控制器
SS1	Safe Stop 1	安全停止 1 (时间监控、斜坡监控)



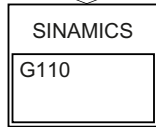
缩写	缩写的全称	含义
SS2	Safe Stop 2	安全停止 2
SSI	Synchronous Serial Interface	同步串行接口
SSM	Safe Speed Monitor	安全速度监控反馈 (n < nx)
SSP	SINAMICS Support Package	SINAMICS 支持包
STO	Safe Torque Off	安全切断力矩
STW	Steuerwort	控制字
<b>T</b>		
TB	Terminal Board	端子板
TIA	Totally Integrated Automation	全集成自动化
TM	Terminal Module	端子模块
TN	Terre Neutre	已接地三相交流电源
Tn	-	积分时间
TPDO	Transmit Process Data Object	传输过程数据对象
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	-	预调时间
<b>U</b>		
UL	Underwriters Laboratories Inc.	美国安全检测实验室公司
UPS	Uninterruptible Power Supply	不间断电源
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	不间断电源
UTC	Universal Time Coordinated	协调世界时
<b>V</b>		
VC	Vector Control	矢量控制
Vdc	-	直流母线电压
VdcN	-	部分直流母线电压 负
VdcP	-	部分直流母线电压 正
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	伏特峰到峰
VSM	Voltage Sensing Module	电压测量模块
<b>W</b>		
WEA	Wiedereinschaltautomatik	自动重启
WZM	Werkzeugmaschine	机床
<b>X</b>		
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)

### 11.3 缩略语目录

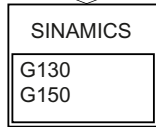
缩写	缩写的全称	含义
Z		
ZK	Zwischenkreis	直流母线
ZM	Zero Mark	零脉冲
ZSW	Zustandswort	状态字

## SINAMICS文档一览

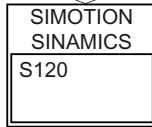
### 通用文档/产品样本



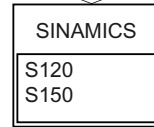
D11.1  
内装式变频器  
0.12 kW 至 3 kW



D11  
内装式变频器  
变频调速柜

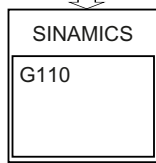


PM21  
SIMOTION, SINAMICS S120 及生产机械  
电机

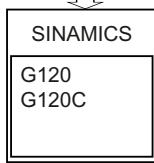


D21.3  
SINAMICS S120 内装式设备  
装机装柜型和变频调速柜  
SINAMICS S150  
变频调速柜

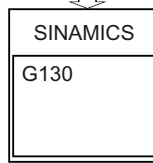
### 制造商/维修文档



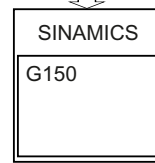
入门指南  
操作说明  
参数手册



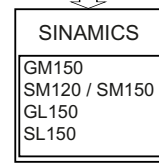
入门指南  
操作说明  
安装手册  
Safety Integrated功能手册  
参数手册



操作说明  
参数手册

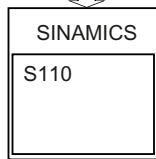


操作说明  
参数手册

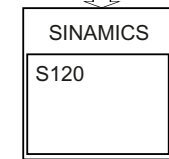


操作说明  
参数手册

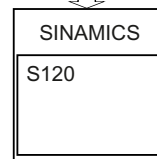
### 制造商/维修文档



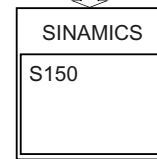
设备手册  
入门指南  
功能手册  
参数手册



入门指南  
调试手册  
CANopen 调试手册  
驱动功能手册  
Safety Integrated 功能手册  
DCC功能手册  
参数手册



控制单元和补充组件手册  
书本型功率单元手册  
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  
变频调速柜手册  
AC 驱动手册



操作说明  
参数手册

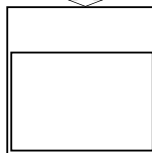
### 制造商/维修文档



SINAMICS  
Manual Collection



选型手册  
电机



选型手册  
EMC 安装规程



# 索引

## A

### ASCII 码

许可, 736

## B

### BICO 技术

固定值, 726

信号互联, 724

这是什么?, 722

转换器, 726

### BOP20

驱动控制字, 121

重要功能, 49, 50

## C

### CBC10, 65

### Change password

Safety Integrated, 436

## D

### DCP 闪烁, 671

## E

### EDS, 344

### EPOS, 233

JOG, 265

被动回参考点, 247

机械系统, 235

拒绝执行任务, 254, 264

绝对值编码器校准, 30

设定值直接给定(MDI), 262

限制, 237

运行程序段, 252

暂停, 254, 264

ESD 注意事项, 6

## F

FAULT\_CODE, 595

FBLOCKS, 289

FREEBLOCKS, 289

## I

IO 监视器, 666

IO 控制器, 666

IO 设备, 666

IRT, 672

比较: RT, 673

IRT, 672

IRT, 672

## J

JOG, 272

EPOS, 265

JOG, 272

## L

### LED

SMC10, 87

SMC20, 87

- SMC30, 88
  - 在控制单元CU305 CAN上, 85
  - 在控制单元CU305 DP上, 85
- LED 诊断法
  - SMC10, 87
  - SMC30, 88
- M
- Motion Monitoring, 334
- O
- OFF3
  - 转矩极限, 195
- P
- p8604, 78, 79
- p8609, 79
- p8641, 79
- PFH 值, 345
- PROFIBUS, 635
  - 报文, 561
  - 采用 PROFIBUS 的运动控制, 617
  - 从-从通讯, 650
  - 接口模式, 564
  - 设备数据, 641
  - 设备主数据文件, 640
  - 设置地址, 638
  - 生命符号, 649, 683
  - 终端电阻, 641
  - 主站等级 1 和 2, 636
  - 组件, 37
- PROFIBUS 地址开关, 638
- PROFIdrive, 554
  - 读取参数, 628
  - 控制器、监视器和驱动设备, 555
  - 写入参数, 631
- Profile Velocity Mode(协议速度模式), 67
- PROFINET
  - 数据传输, 665
- PROFINET IO, 666
  - IRT, 673
  - 地址, 667
- PROFINET IO IRT, 664
- PROFINET IO RT, 664
- PROFINET 接口, 670
- PROFIsafe槽, 448
- R
- RT
  - 比较: IRT, 673
- S
- Safe Acceleration Monitor
  - SAM, 337
- Safe Acceleration Monitor 编码器
  - 带编码器的SAM, 388
- Safe Brake Control
  - SBC, 359
- Safe Brake Ramp
  - SBR, 337, 390
- Safe Direction, 392
  - 带编码器, 392
- Safe Operating Stop
  - SOS, 374, 375
- Safe Speed Monitor
  - SSM, 382
- Safe Stop 1
  - SS1, 356

- time controlled, 356
  - Safe Stop 2
    - SS2, 371
  - Safety Info Channel, 410
  - Safety Integrated
    - Change password, 436
    - Safe Brake Control(SBC), 358
    - Safe Stop 1, 356
    - Safe Torque Off, 353
    - 调试, 428
    - 口令, 340
    - 批量调试, 432
  - Safety Integrated Basic Functions
    - 停止响应, 360
  - Safety Integrated 的调用, 428
  - Safety Integrated 的口令, 340
  - Safety Integrated 功能一览, 336
  - Safety Stop 1
    - SS1, 337
  - SBC
    - Safe Brake Control, 359
  - SBC (基本功能)
    - 验收测试, 477
  - SDI, 392
    - 不带编码器, 394
    - 带编码器, 392
  - SIC
    - 参见, 410
  - SINAMICS 驱动设备, 448
  - SLS速度档, 377
  - SOS
    - Safe Operating Stop, 374
    - 验收测试, 489
  - SS1
    - Safe Stop 1, 356
  - SS1, time controlled
    - Safe Stop 1, 356
  - SS1, time and acceleration controlled (基本功能)
    - 验收测试, 475
  - SS2
    - 验收测试, 486
  - SSI 编码器, 29
    - 增量信号, 29
  - SSM
    - Safe Speed Monitor, 382
    - 验收测试, 510
  - SSM, 无编码器
    - 验收测试, 543
  - STARTER, 44
    - 通过 PROFIBUS 进行在线操作, 48
    - 通过串行接口连接, 38
    - 重要功能, 45
  - STARTER 工具条
    - 显示, 47
  - STARTER 在线操作, 48
  - STO
    - Safe Torque Off, 353
  - STO (基本功能)
    - 验收测试, 473
  - STOP A, 361, 397
  - STOP B, 397
  - STOP C, 397
  - STOP D, 397
  - STOP E, 397
  - STOP F, 361, 397
- T
- T0, T1, 97

## V

V/f 控制

    伺服控制, 144

Vdc 控制

    伺服, 166

## W

WARN\_CODE, 595

## 六划

安全参数, 450

安全槽, 427

安全端子

    调试, 434

安全方向, 392

安全日志, 465

## 七划

报告信息, 102

    外部触发, 109

报警, 102

    报警缓冲器, 106, 402

    报警历史, 106, 402

    配置, 107

报警缓冲器, 106, 402

报警历史, 106, 402

报警值, 106, 402

报文

    标准, 561

    构造, 564

    制造商专用的, 562

    自由, 562

报文 111

    POS\_ZSW1, 593

    POS\_ZSW2, 595

报文 371

    STW1, 567

报文 700, 410

## 十划

被动测量, 601

被动回参考点

    EPOS, 247

## 十二划

编码器

    实际值同步, 405

编码器范围, 220

编码器接口, 597

    被动测量, 601

    参考脉冲搜索, 600

编码器系统, 404

## 九划

标准报文, 561

## 四划

不带编码器、停止响应为, 548

不带编码器的, 545

不带编码器的 SDI (STOP A)

    验收测试, 545

不带编码器的 SLS (STOP A)

    验收测试, 536

不带编码器的 SLS (STOP B), 539

不带编码器的 SBC

    验收测试, 534

不带编码器的 SS1

    验收测试, 531



不带编码器的 STO

验收测试, 529

不带编码器的安全功能

不带编码器的安全功能, 337

## 八划

采样时间, 732

采用 PROFIBUS 的运动控制, 617

参考脉冲搜索, 600

参考值

禁用/保护, 187

参数

类型, 703

细分, 703

参数设置

使用 BOP, 113

使用 STARTER, 44

参数通道, 694

## 十六划

操作界面, 19

## 九划

测量插口, 97

测量用插口, 97

测试停机, 408

测试停机模式, 438

测头

中央, 616

## 十二划

超限, 397

## 十四划

磁极位置识别

伺服, 162

## 四划

从-从通讯

PROFIBUS, 650

从存储卡复制参数数据组到非易失存储器中, 716

## 九划

带编码器、停止响应为, 515

带编码器的, 512

带编码器的 Safely-Limited Speed

带编码器的 SLS, 376

带编码器的 SDI (STOP A)

验收测试, 512

带编码器的 SDI (STOP C)

验收测试, 518

带编码器的 SDI (STOP D)

验收测试, 521

带编码器的 SDI (STOP E)

验收测试, 525

带编码器的 SLS (STOP C)

验收测试, 499

带编码器的 SLS (STOP D)

验收测试, 506

带编码器的 SS1

验收测试, 481

带编码器的 STO

验收测试, 479

带编码器的安全功能, 337

## 八划

单编码器系统, 404

单圈编码器, 220  
单位转换, 185  
单匝绝对值编码器, 30

## 六划

地址  
  互联网上的许可证管理器, 734  
  设置 PROFIBUS 地址, 638

## 五划

电动电位器, 277  
电流设定值滤波器  
  伺服, 137  
电枢短路制动, 192  
  外部, 192  
电压保护  
  内部, 192  
电压提升  
  伺服, 146

## 十划

调试  
  安全端子, 434  
  检查表, 36  
  使用 STARTER, 44  
  使用 STARTER 调试 PROFIsafe, 447

## 八划

定位监控, 228

## 六划

动能缓冲, 166

## 十一划

断路路径测试, 362

## 六划

多圈编码器, 220

## 十五划

额定转速, 732

## 二划

二进制接口, 722

## 四划

方向反转, 203

## 六划

访问级别, 705

## 十三划

跟随误差监控  
  动态, 228  
跟踪, 93  
跟踪(Trace)功能, 93  
  信号记录, 89

## 七划

更换 SMI  
  更换 DQI, 732

## 三划

工具

STARTER, 44

工艺控制器, 205

工作区, 19

## 五划

功能

JOG, 272

Safe Brake Control(SBC), 358

Safe Torque Off, 353

电动电位器, 277

伺服控制, 123

用于伺服控制的的 V/f 控制, 144

运行到固定停止点, 169

转速固定设定值, 276

功能测试, 408

功能模块, 204

工艺控制器, 205

扩展监控功能, 210

扩展制动控制, 212

位置控制, 217

## 六划

共享设备, 684

## 八划

固定设定值, 276

固件升级/降级, 718

## 九划

故障, 102

故障缓冲器, 104

配置, 107

应答, 103

故障概率, 345

故障和报警, 110

BICO 互联连接, 110

警告级, 111

故障缓冲器, 104

故障响应, 397

故障值, 104

## 六划

过程数据, 564

过程数据, 实际值

NIST\_A, 587

NIST\_B, 587

过程数据, 状态字

Gn\_ZSW, 602

MELDW, 588

POS\_ZSW, 591

ZSW1, 582

ZSW2, 586

过程数据、控制字

A\_DIGITAL, 560, 611

CU\_STW, 610

G1\_STW, 565

G2\_STW, 565, 601

G3\_STW, 560

Gn\_STW, 598

MDI\_ACC, 579

MDI\_DEC, 579

MDI\_MOD, 579, 580

MDI\_TARPOS, 578

MDI\_VELOCITY, 579

MDIAcc, 566

MDIDec, 566

MDIMode, 566

MDIPos, 565

MDIVel, 565

- MT\_STW, 612
- Over, 566
- OVERRIDE, 578
- POS\_STW, 575
- POS\_STW1, 566
- POS\_STW2, 566
- PosSTW, 566
- SATZANW, 565, 574
- SI-STW (PROFIsafe-STW), 422, 424
- STW1, 560, 565, 567
- STW1 (定位模式), 569
- STW2, 560, 565, 571
- 过程数据、设定值
  - KPC, 560
  - MOMRED, 560, 566, 573
  - NSOLL\_A, 560, 565, 571
  - NSOLL\_B, 560, 565, 572
- 过程数据、实际值
  - G1\_XIST1, 580, 604
  - G1\_XIST2, 580, 605
  - G2\_XIST1, 581, 608
  - G2\_XIST2, 581, 608
  - NIST\_A, 580
  - NIST\_B, 580
- 过程数据、状态字
  - AKTSATZ, 581
  - CU\_ZSW, 613
  - E\_DIGITAL, 614
  - G1\_ZSW, 580
  - G2\_ZSW, 580, 608
  - MELDW, 581
  - MT\_ZSW, 615
  - PosZSW, 581
  - SI-ZSW (PROFIsafe-ZSW), 423, 425
  - XistP, 581
  - ZSW1, 580
  - ZSW2, 580
- 七划
  - 含 2 个控制器的 PROFINET, 684
- 八划
  - 函数发生器
    - 属性, 90
- 六划
  - 回参考点
    - 简单定位, 242
- 十一划
  - 基本定位器, 233
  - 基本功能的授权, 421
- 十六划
  - 激活 PROFISAFE, 446
- 九划
  - 急动限制, 240
- 五划
  - 记录器, 93
- 七划
  - 技术支持, 5
- 十划
  - 监控功能

扩展, 210

## 十三划

简单定位

回参考点, 242

## 九划

将参数数据组从非易失存储器中复制到存储卡上, 715

## 八划

降级, 718

## 十一划

接通禁止, 582, 585

## 五划

节点保护, 67, 78

## 十九划

警告级

故障和报警, 111

## 九划

绝对值编码器

校准, 243

## 十一划

控制单元

启动时的 LED, 83

控制器设置, 自动

伺服, 149

## 七划

快速输入, 728

## 六划

扩展应答方式, 401

## 九划

脉冲接口/方向接口, 179

## 十四划

模拟量接口, 723

模拟量输出, 728

模拟量输入, 728

信号处理, 731

属性, 731

## 七划

批量调试, 716

## 九划

前言, 3

## 十二划

强制潜在故障检查, 362, 408

强制潜在故障检查定时器, 439

## 四划

切换

转速固定设定值, 276

## 十二划

确定对象号, 628  
确定性, 664  
确定轴号, 628

## 十划

热线, 5

## 八划

软限位开关, 239

## 六划

设备名称, 668  
设备数据, 641  
设定值通道  
    JOG, 272  
    不带, 77  
    带, 77  
    电动电位器, 277  
    方向反转, 281  
    扩展, 271  
    设定值限制, 283  
    设定值修改, 280  
    伺服放大器(Servo Amplifier), 270  
    跳转频带, 283  
    斜坡函数发生器, 扩展, 284  
    旋转方向限制, 281  
    主设定值/附加设定值, 280  
    转速固定设定值, 276  
设定值修改, 280  
设定值源, 272  
设定值直接给定(MDI), 262

## 四划

升级, 718

## 八划

实际值安全检测, 404  
实际值检测, 404  
实际值同步  
    编码器, 405  
实时类别  
    发送周期, 675  
    设置, 674  
    刷新时间, 675  
实时通讯, 664  
使用 BICO 互联, 724  
使用 BICO 互联信号, 724  
使用 STARTER 调试 PROFIsafe, 427  
使用跟踪功能进行信号记录, 89

## 五划

示例  
    设置 PROFIBUS 地址, 638

## 十三划

输入/输出  
    概述, 728  
数据传输  
    PROFINET, 665  
数据组  
    Command Data Set (CDS), 706  
    Drive Data Set (DDS), 708  
    Encoder Data Set (EDS), 709  
    Motor Data Set (MDS), 710  
数字量输出, 728  
    双向, 730  
    信号处理, 730

属性, 730

数字量输入, 728

不生效时, 729

双向, 730

信号处理, 729

属性, 729

## 四划

双向输入输出, 728

## 七划

伺服

Vdc 控制, 166

控制器自动设置, 149

无编码器运行, 150

伺服电流控制

电流控制, 134

电流控制器适配, 134

电流限制和转矩限制, 134

伺服控制, 123

V/f 控制, 144

电流控制器, 134

优化, 148

运行到固定停止点, 169

转矩控制运行, 127

转矩设定值, 129

转速控制器, 123

伺服控制(Servo Control)

激活设定值通道, 270

## 十一划

停止响应, 397

Stop A, 361

Stop F, 361

相对于扩展功能的优先级, 400

优先级, 399

## 十划

通讯

关于 PROFIdrive, 554

通过 PROFIBUS, 635

通讯板, 65

## 六划

同步电机

内部电枢短路, 192

外部电枢短路, 192

同步组, 674

## 七划

位置跟踪

2 极旋转变压器, 30

测量齿轮箱, 220

负载齿轮箱, 222

位置控制, 217

位置控制器, 227

监控, 228

位置实际值格式

2 极旋转变压器, 30

## 十二划

温度传感器

SINAMICS 组件, 31

## 四划

无编码器运行

伺服, 150

## 七划

系统采样时间, 732

系统运行时间, 202

## 八划

限位开关, 228

限制

    转矩设定值, 129

详细信息显示, 19

## 九划

项目导航器, 19

## 十划

校准

    绝对值编码器, 243

## 十一划

斜坡函数发生器, 77

斜坡函数发生器, 扩展, 284

## 四划

心跳, 67, 78

## 九划

信号发生器, 89

信息缓冲器, 402

## 六划

许可证密钥, 734

## 十一划

旋转变压器

    2 极, 30

## 十划

验收测试, 447

    SBC (基本功能), 477

    SOS, 489

    SS1, time and acceleration controlled, 475

    SS2, 486

    SSM, 510

    SSM, 无编码器, 543

    STO (基本功能), 473

    不带编码器、停止响应为, 548

    不带编码器的 SDI (STOP A), 545

    不带编码器的 SLS (STOP A), 536

    不带编码器的 SLS (STOP B), 539

    不带编码器的SBC, 534

    不带编码器的SS1, 531

    不带编码器的STO, 529

    带编码器、停止响应为, 515

    带编码器的 SDI (STOP A), 512

    带编码器的 SDI (STOP C), 518

    带编码器的 SDI (STOP D), 521

    带编码器的 SDI (STOP E), 525

    带编码器的 SLS (STOP A), 492

    带编码器的 SLS (STOP B), 495

    带编码器的 SLS (STOP C), 499

    带编码器的 SLS (STOP D), 502, 506

    带编码器的 SS1, 481, 484

    带编码器的STO, 479

## 十二划

遗留风险, 352



## 七划

应答, 103

应答: 扩展, 401

应用等级, 556

## 十二划

硬限位开关, 239

## 五划

由PROFIsafe和端子控制基本功能, 421

## 十划

预定义连接集, 70

## 七划

运动任务

拒绝, 264

运行程序段, 252

运行到固定停止点, 169

运行任务

拒绝, 254

运行时间计时器, 202

## 十二划

暂停

EPOS, 254, 264

## 十五划

增量信号, 29

## 七划

诊断

通过LED: SMC20, 87

诊断功能, 89

测量插口, 97

跟踪, 93

函数发生器, 89

用于伺服控制的的 V/f 控制, 144

## 八划

制动控制

简易, 196

扩展, 212

制造商专用的报文, 562

## 四划

中央测头

示例, 616

## 九划

轴

垂直, 174

## 五划

主设定值/附加设定值, 280

## 八划

转矩极限

OFF3, 195

转矩控制运行, 127

转矩设定值, 129

转速

最大, 732

转速固定设定值, 276

转速控制器

限制, 123

- 属性, 123
- 转速控制器适配, 125
- 转速设定值滤波器, 124

## 六划

- 自动重启, 189
- 自由 PDO 映射, 70
- 自由报文, 562
- 自由功能块
  - ADD, 304
  - AND, 303
  - AVA, 306
  - BSW, 311
  - DFR, 311
  - DIF, 315
  - DIV, 305
  - INT, 314
  - LIM, 312
  - LVM, 316
  - MFP, 306
  - MUL, 305
  - NOT, 304
  - NSW, 312
  - OR, 303
  - PCL, 307
  - PDE, 308
  - PDF, 309
  - PST, 310
  - PT1, 313
  - RSR, 310
  - SUB, 305
  - XOR, 304
- 采样时间, 290
- 单个功能块的激活, 299
- 调试, 299

- 概述, 289
- 功能块范围, 293
- 计算时间负载, 300
- 可设置的不同硬件采样时间的数量, 301
- 连接至驱动, 295
- 配置和操作, 289
- 示例, 295
- 顺序组, 290
- 应用示例, 289
- 执行顺序, 290

## 十二划

- 最大加速度, 238
- 最大减速度, 238
- 最大速度, 238
- 最大转速, 732
- 最小 Vdc 控制
  - 伺服, 167



Siemens AG  
Industry Sector  
Drive Technologies  
Motion Control Systems  
Postfach 3180  
91050 ERLANGEN  
GERMANY

[www.siemens.com/motioncontrol](http://www.siemens.com/motioncontrol)

保留变更权利  
© 西门子股份公司 2012