

SIEMENS

系统手册

SINAMICS

S120

电源进线

版本

09/2018

www.siemens.com/drives

适用于：
固件版本 5.1

法律资讯

警告提示系统

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

△危险

表示如果不采取相应的小心措施，**将会**导致死亡或者严重的人身伤害。

△警告

表示如果不采取相应的小心措施，**可能**导致死亡或者严重的人身伤害。

△小心

表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。

注意

表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

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

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。

由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

△警告

Siemens

产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到

Siemens

推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 ® 的都是 Siemens AG

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

责任免除

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

前言

目标

本文档旨在介绍向联合电网或孤岛电网发电所需的 **SINAMICS** 设备和功能。其中只涉及发电所需的硬件组件和相关的软件功能/选件。硬件组件有别于工业应用中广泛使用的常规 **SINAMICS** 供电/回馈单元。软件通过选件提供附加的功能。更多关于硬件/软件功能、选型说明等详细信息将在单独的文档中进行描述，这些文档可从当地的西门子办事处获取，作为对本文档的补充使用。

目标读者

本文档用于指导系统集成工程师和原装设备制造商（**OEM**）如何操作、设置和调试 **SINAMICS** 设备及其对应软件功能进行发电。

适用性

本文档适用于以下设备：

- 调节型电源模块，书本型，订货号 ...AA3
- 调节型电源模块，风冷式装机装柜型，订货号 ...AA4
- 调节型电源模块，液冷式装机装柜型，订货号 ...AA4
- 调节型电源模块，水冷式装机装柜型，订货号 ...AA8

其他参考文档

- **SINAMICS S120/S150** 参数手册
- **SINAMICS S120** 调试手册
- **SINAMICS S120** 驱动功能手册
- **SINAMICS S120** 风冷式装机装柜型功率单元手册
- **SINAMICS S120** 液冷式装机装柜型功率单元手册
- **SINAMICS S120** 水冷式装机装柜型功率单元（用于共同的冷却回路）手册
- **SINAMICS S120** 书本型功率部件手册
- **SINAMICS LV** 选型手册

因特网址

更多产品最新信息请参见以下网址: <http://www.siemens.com> (<http://www.siemens.com>)

关于 SINAMICS 的信息请您参见: www.siemens.com/sinamics
(www.siemens.com/sinamics)

应用软件说明参见: 应用软件和工具
(<https://support.industry.siemens.com/zh/ww/en/ps/ae>)

技术支持

欧洲/非洲时区	
电话	+49 (0) 911 895 7222
传真	+49 (0) 911 895 7223
网址	https://support.industry.siemens.com/sc/ww/en/sc/2090

美洲时区	
电话	+1 423 262 2522
传真	+1 423 262 2200
网址	techsupport.sea@siemens.com

亚洲 / 太平洋时区	
电话	+86 1064 757 575
传真	+86 1064 747 474
网址	support.asia.automation@siemens.com

说明

各个国家当地的技术咨询电话号码请访问下列网址:

http://w3.siemens.com/aspa_app/

欧盟符合性声明

EMC 指令及低压指令的欧盟符合性声明可向西门子股份公司的业务单元 DF MC 或 PD LD 在各地的分公司进行查询/索取。

目录

前言	3
1 基本安全说明	11
1.1 一般安全说明	11
1.2 操作静电敏感元器件 (ESD)	15
1.3 工业控制系统信息安全 (Industrial Security)	16
1.4 驱动系统 (电气传动系统) 的遗留风险	17
2 概述	19
3 电网类型	21
3.1 联合电网	21
3.2 孤岛电网	22
3.3 微电网	24
4 标准和指令	25
4.1 保护和安全	25
4.2 EMC	25
4.3 电源谐波	25
4.4 电网指令/标准	26
4.5 德国、意大利、美国和中国的标准	26
5 功能模块	29
5.1 概述	29
5.2 典型的发电应用	32
5.3 功能模块的说明	34
5.3.1 功能模块“电网变压器”	34
5.3.1.1 对电网有利的变压器励磁	34
5.3.1.2 变压器数据检测	35
5.3.1.3 电网滤波器和变压器监控	35
5.3.2 功能模块“电网稳态控制”	35
5.3.2.1 孤岛电网中的黑启动	39
5.3.2.2 孤岛电网与外部电网的同步	39
5.3.3 功能模块“电网动态支持”	40
5.3.3.1 电网动态支持	40
5.3.3.2 孤岛电网识别电网监控	43

5.3.3.3	电压-时间监控	44
5.3.3.4	频率-时间监控	44
5.3.3.5	其他可激活的监控	45
5.3.4	功能模块“Cosine Phi 显示”	45
5.3.5	功能模块“辅助控制”	47
5.3.5.1	无功电流和视在电流的限值	47
6	对功能模块的详细说明	49
6.1	用于电流闭环控制运行的辅助控制	49
6.1.1	背景信息	49
6.1.2	电网动态支持	50
6.1.3	电流直流分量控制器	52
6.1.4	负序电流控制器	54
6.1.5	对电网有利的变压器励磁	55
6.2	用于电网稳态运行的闭环控制	56
6.2.1	背景信息	56
6.2.2	V/f 稳态控制	60
6.2.3	对功率摆动的抑制	64
6.2.4	电流直流分量控制器	64
6.2.5	直流母线电压最小/最大闭环控制	65
6.3	附加功能	66
6.3.1	用附加 VSM10 测定电网电压	66
6.3.2	变压器模型和检测	66
6.4	调节型电源模块的背靠背运行	67
7	调试	69
7.1	安全技术说明	69
7.2	前提条件	70
7.3	基本调试	70
7.3.1	装机装柜型变频器	71
7.3.2	书本型变频器	71
7.4	调试示例，适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器	72
7.4.1	结构	72
7.4.2	概述	73
7.4.3	创建向孤岛电网发电所需的功能模块	74
7.4.4	创建第二个 VSM10	75
7.4.5	调整拓扑结构，指定 VSM10	76
7.4.6	在专家参数列表中进行更多的参数设置	77
7.4.7	信号接口	88
7.5	调试示例，适用于联合电网、带电网动态支持的变频器	92
7.5.1	结构	92
7.5.2	概述	94

7.5.3	创建向联合电网发电所需的功能模块	95
7.5.4	创建第二个 VSM10	95
7.5.5	调整拓扑结构, 指定 VSM10	96
7.5.6	在专家参数列表中进行更多的参数设置	96
7.5.7	用于电网监控的附加参数设置	103
7.5.8	信号接口	108
7.6	电网变压器调试	110
7.6.1	调试: 对电网有利的变压器励磁	110
7.6.2	重要参数一览	116
7.6.3	功能图	119
7.7	调试: 电网稳态控制	120
7.7.1	孤岛电网中的黑启动	120
7.7.2	孤岛电网与外部电网的同步	123
7.7.3	重要参数一览	130
7.7.4	功能图	134
7.8	调试: 电网动态支持	134
7.9	电网监控调试	136
7.9.1	调试: 孤岛电网识别	136
7.9.2	调试: 电压-时间监控	136
7.9.3	调试: 频率-时间监控	138
7.9.4	对其他监控的调试	140
7.9.5	重要参数一览	141
7.9.6	功能图	141
7.10	调试: Cos phi 显示	142
7.11	调试: 附加控制	144
7.11.1	调试: 有功、无功及视在电流限制	144
7.11.2	有功电流限制	145
7.11.3	无功及视在电流限制	145
7.11.4	采用电网动态支持时的电流限制	146
7.11.5	电网稳态控制中的视在电流限制	148
7.11.6	针对书本型调节型电源模块的提示	149
7.11.7	重要参数一览	149
7.11.8	功能图	150
7.12	针对具有较小短路功率和可调电网参数的电网的调试提示	150
7.12.1	概述	150
7.12.2	控制器相应于电网短路功率的自动调整	151
7.12.3	手动根据电网短路功率调节控制器	153
7.12.4	ALM 装机装柜型 2 设备的鲁棒性控制器设置	154

8	设备一览	155
8.1	控制单元	155
8.2	电压监控模块 VSM10	155
8.3	风冷式调节型接口模块	155
8.3.1	书本型结构	155
8.3.2	装机装柜型设备	156
8.4	用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块	158
8.4.1	描述	158
8.4.2	安全提示	160
8.4.3	接口说明	163
8.4.3.1	概览	163
8.4.3.2	连接示例	165
8.4.3.3	电源/负载接口	166
8.4.3.4	端子排 X9	167
8.4.3.5	X41 EP端子 / 温度传感器连接	168
8.4.3.6	端子排 X42	169
8.4.3.7	DRIVE-CLiQ 接口 X400, X401, X402	170
8.4.3.8	ALM中控制接口模块上 LED 的含义	170
8.4.4	外形尺寸图	172
8.4.5	电气连接	174
8.4.6	技术数据	176
8.4.6.1	允许的升压系数范围	184
8.4.6.2	降容系数	184
8.5	液冷式调节型接口模块	185
8.5.1	装机装柜型设备	185
8.6	用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块	186
8.6.1	描述	186
8.6.2	安全提示	188
8.6.3	接口说明	190
8.6.3.1	一览	190
8.6.3.2	接线示例	192
8.6.3.3	电源接口和负载接口	193
8.6.3.4	端子排 X9	194
8.6.3.5	X41 EP端子 / 温度传感器连接	195
8.6.3.6	端子排 X42	196
8.6.3.7	DRIVE-CLiQ 接口 X400, X401, X402	197
8.6.3.8	冷却回路的接头	197
8.6.3.9	调节型电源模块中控制接口模块上 LED 的含义	198
8.6.4	外形尺寸图	200
8.6.5	安装	203
8.6.6	技术参数	206
8.6.6.1	允许的升压系数范围	210

8.6.6.2	降容系数	210
8.6.7	冷却剂和凝露保护	210
8.7	水冷式装机装柜型调节型接口模块, 用于共同的冷却回路	211
8.7.1	装机装柜型设备	211
8.8	用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路	212
8.8.1	描述	212
8.8.2	安全提示	214
8.8.3	接口说明	216
8.8.3.1	一览	216
8.8.3.2	接线示例	217
8.8.3.3	电源接口和负载接口	218
8.8.3.4	端子排 X9	219
8.8.3.5	X41 EP端子 / 温度传感器连接	220
8.8.3.6	端子排 X42	221
8.8.3.7	DRIVE-CLiQ 接口 X400, X401, X402	222
8.8.3.8	冷却回路的接头	222
8.8.3.9	调节型电源模块中控制接口模块上 LED 的含义	223
8.8.4	外形尺寸图	225
8.8.5	安装	227
8.8.6	技术数据	229
8.8.6.1	允许的升压系数范围	233
8.8.6.2	降容系数	233
8.8.7	冷却剂和凝露保护	233
9	功能图	235
A	附录	237
A.1	词汇表	237
A.2	电缆终端	237
索引	239

基本安全说明

1.1 一般安全说明



⚠ 警告

其他能源可导致电击危险和生命危险

接触带电部件可能会造成人员重伤，甚至是死亡。

- 只有专业人员才允许在电气设备上作业。
- 在所有作业中必须遵守本国的安全规定。

通常有以下安全步骤：

1. 准备断电。通知会受断电影响的组员。
2. 给驱动系统断电并确保不会再次接通。
3. 请等待至警告牌上说明的放电时间届满。
4. 确认功率接口和安全接地连接无电压。
5. 确认辅助电压回路已断电。
6. 确认电机无法运动。
7. 检查其他所有危险的能源供给，例如：压缩空气、液压、电池、燃料电池和水。将能源供给置于安全状态。
8. 确保正确的驱动系统已经完全闭锁。

结束作业后以相反的顺序恢复设备的就绪状态。



⚠ 警告

连接不合适的电源可导致电击危险

连接不合适的电源会导致可接触部件携带危险电压，从而导致人员重伤，甚至是死亡。

- 所有的连接和端子只允许使用可以提供 SELV(Safety Extra Low Voltage: 安全低压) 或 PELV(Protective Extra Low Voltage: 保护低压) 输出电压的电源。

1.1 一般安全说明



!**警告**

设备损坏可导致电击危险

未按规定操作会导致设备损坏。设备损坏后，其外壳或裸露部件可能会带有危险电压，接触外壳或这些裸露部件可能会导致重伤或死亡。

- 在运输、存放和运行设备时应遵循技术数据中给定的限值。
- 不要使用已损坏的设备。



!**警告**

电缆屏蔽层未接地可导致电击危险

电缆屏蔽层未接地时，电容超临界耦合可能会出现致命的接触电压。

- 电缆屏蔽层和未使用的功率电缆芯线（如抱闸芯线）至少有一侧通过接地的外壳接地。



!**警告**

缺少接地可导致电击危险

防护等级 I

的设备缺少安全接地连接或连接出错时，在其裸露的部件上会留有高压，接触该部件会导致重伤或死亡。

- 按照规定对设备进行接地。



!**警告**

运行时断开插接可产生电弧

运行时断开插接会产生电弧，从而导致人员重伤或死亡。

- 如果没有明确说明可以在运行时断开插接，则只能在断电时才能断开连接。

注意

功率接口松动可造成财产损失

紧固扭矩太小或振动会导致功率接口松动。可能因此导致火灾、设备损坏或功能故障。

- 用规定的紧固扭矩拧紧所有功率接口。
- 请定期检查所有的功率接口，尤其是在运输后。



内置型设备内可引起火灾

发生火灾时，内置型设备的外壳无法避免火苗和烟雾冒出。这可能导致人员重伤或财产损失。

- 将内置型设备安装在合适的金属控制柜中，从而保护人员免受火苗和烟雾伤害，或者对人员采取其他合适的防护措施。
- 确保烟雾只能经所设安全通道排出。



电磁场可能导致心脏起搏器故障或影响医疗植入体

在电气能源技术设备例如变压器、变频器或电机运行时会产生电磁场(EMF)。因此可能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。

- 此类人员至少应和电气设备保持 2 m 的间距。



无线电设备或移动电话可导致机器意外运动

在设备的无屏蔽范围内使用发射功率超过 1W 的无线电设备或移动电话，会干扰设备功能。功能异常会对设备功能安全产生影响并能导致人员伤亡或财产损失。

- 大约距离组件 2 m 时，请关闭无线电设备或移动电话。
- 仅在已关闭的设备上使用“SIEMENS Industry Online Support App”。



绝缘过载可引起电机火灾

在 IT

电网中接地会使电机绝缘增加负荷。绝缘失效可产生烟雾，引发火灾，从而造成严重人身伤害或死亡。

- 使用可以报告绝缘故障的监控设备。
- 尽快消除故障，以避免电机绝缘过载。

1.1 一般安全说明



警告

通风空间不足可引起火灾

通风空间不足会导致过热，产生烟雾，引发火灾，从而造成人身伤害。这可能就是导致重伤或死亡的原因。此外，设备/系统故障率可能会因此升高，使用寿命缩短。

- 组件之间应保持规定的最小间距，以便通风。



警告

缺少警示牌或警示牌不清晰可导致未知危险

缺少警示牌或警示牌不清晰可导致未知危险。未知危险可能导致人员重伤或死亡。

- 根据文档检查警示牌的完整性。
- 将缺少的警示牌固定在组件上，必要时安装本国语言的警示牌。
- 替换掉不清晰的警示牌。

注意

不符合规定的电压/绝缘检测可损坏设备

不符合规定的电压/绝缘检测可导致设备损坏。

- 进行机器/设备的电压/绝缘检测前应先断开设备，因为所有的变频器和电机在出厂时都已进行过高压检测，所以无需在机器/设备内再次进行检测。



警告

安全功能失效可导致机器意外运动

无效的或不适合的安全功能可引起机器意外运动，可能导致重伤或死亡。

- 调试前请注意相关产品文档中的信息。
- 对整个系统和所有安全相关的组件进行安全监控，以确保安全功能。
- 进行适当设置，以确保所使用的安全功能是与驱动任务和自动化任务相匹配并激活的。
- 执行功能测试。
- 在确保了机器的安全功能能正常工作后，才开始投入生产。

说明

Safety Integrated 功能的重要安全说明

使用 Safety Integrated 功能时务必要注意 Safety Integrated 手册中的安全说明。

1.2 操作静电敏感元器件 (ESD)

静电敏感元器件 (ESD)

是可被静电场或静电放电损坏的元器件、集成电路、电路板或设备。



注意

电场或静电放电可损坏设备

电场或静电放电可能会损坏单个元件、集成电路、模块或设备，从而导致功能故障。

- 仅允许使用原始产品包装或其他合适的包装材料（例如：导电的泡沫橡胶或铝箔）包装、存储、运输和发运电子元件、模块和设备。
- 只有采取了以下接地措施之一，才允许接触元件、模块和设备：
 - 佩戴防静电腕带
 - 在带有导电地板的防静电区域中穿着防静电鞋或配带防静电接地带
- 电子元件、模块或设备只能放置在导电性的垫板上（带防静电垫板的工作台、导电的防静电泡沫材料、防静电包装袋、防静电运输容器）。

1.3 工业控制系统信息安全 (Industrial Security)

说明

工业控制系统信息安全 (Industrial Security)

西门子提供了含工业安全功能的产品和解决方案，以支持设备、系统、机器和电网的安全运行。

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

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

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

工业控制系统信息安全 (Industrial Security)

(<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)

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

为了能始终获取产品更新信息，请通过以下链接订阅西门子工业安全 RSS

Feed: 工业控制系统信息安全 (Industrial Security)

(<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)。



警告

篡改软件会引起不安全的驱动状态

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

- 请使用最新版软件。
- 根据当前技术版本，将自动化组件和驱动组件整合至设备或机器的整体工业控制系统信息安全方案中。
- 在整体工业控制系统信息安全方案中要注意所有使用的产品。
- 采取相应的保护措施（如杀毒软件）防止移动存储设备中的文件受到恶意软件的破坏。

说明

工业安全功能选型手册

更多有关工业安全的选型手册，请访问网址

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/108862708>)。

1.4 驱动系统（电气传动系统）的遗留风险

机器或设备制造商在依据相应的本地指令（比如欧盟机械指令）对机器或设备进行风险评估时，必须注意驱动系统的控制组件和驱动组件会产生以下遗留风险：

1. 调试、运行、维护和维修时机器或设备部件意外运行，原因（举例）：
 - 编码器、控制器、执行器和连接器中出现了硬件故障和/或软件故障
 - 控制器和驱动器的响应时间
 - 运行和/或环境条件不符合规定
 - 凝露/导电杂质
 - 参数设置、编程、布线和安装出错
 - 在电子器件附近使用无线电装置/移动电话
 - 外部影响/损坏
 - X射线辐射、电离辐射和宇宙辐射
2. 在出现故障时，组件内/外部出现异常温度、明火以及异常亮光、噪音、杂质、气体等，原因可能有：
 - 零件失灵
 - 软件故障
 - 运行和/或环境条件不符合规定
 - 外部影响/损坏
3. 危险的接触电压，原因（举例）：
 - 零件失灵
 - 静电充电感应
 - 电机运转时的电压感应
 - 运行和/或环境条件不符合规定
 - 凝露/导电杂质
 - 外部影响/损坏
4. 设备运行中产生的电场、磁场和电磁场可能会损坏近距离的心脏起搏器支架、医疗植入体或其它金属物。
5. 当不按照规定操作以及/或违规处理废弃组件时，会释放破坏环境的物质并且产生辐射。
6. 影响通讯系统，如中央控制发送器或通过电网进行的数据通讯

其它有关驱动系统组件产生的遗留风险的信息见用户技术文档的相关章节。

1.4 驱动系统（电气传动系统）的遗留风险

概述

从评估所需逆变系统的角度来说，电气的发电方式可以分成两种：

- 利用旋转机械的发电
- 不利用旋转机械的发电

可再生能源发电受环境条件变化的影响非常明显，例如：受风力或太阳辐射的强度的影响，其他关联因素为荷电态存储应用中的存储源。发电机直接在电网上运行时，输出电压的幅值和频率不断变化，因此，发电设备和用电设备之间需要进行解耦。这一任务是由现代功率电子元器件来完成的。

说明

IT 电网中的无变压器运行

对于 IT 电网中的无变压器运行，请咨询专家意见

说明

同步电压或共模模式

有关的同步电压或共模模式的信息参见低压选型手册选型手册 LV
(<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/83180185>)。

利用旋转机械的电气发电技术的能量流动

无论是采用石化燃料热能或核能的发电技术，还是采用太阳能、风能、水能、生物能等可再生能源的发电技术，通常都是由发电机将动能转换为电能，再通过配电网络输送给用电系统。

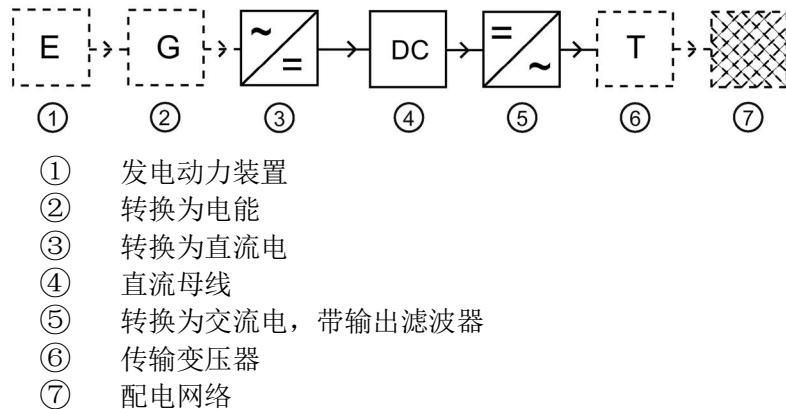


图 2-1 利用旋转机械的电气发电技术的能量流动

不利用旋转机械的电气发电技术的能量流动

电池、燃料电池或光伏等能源是通过化学过程或半导体来转换电能的。这些能源产生的直流电通常必须首先转换成3相交流电，然后才能输送给配电网络。

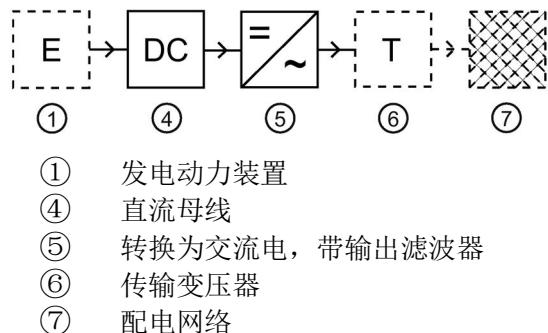


图 2-2 不利用旋转机械的电气发电技术的能量流动

电网类型

3.1 联合电网

联合电网是由大型发电设备（就电功率而言）构成的大规模、跨区域的电网。此种电网由供电公司运营，该公司承担供电责任，故亦制定并网规范。并入联合电网的发电单元的电压及频率必须与给定的联合电网同步。

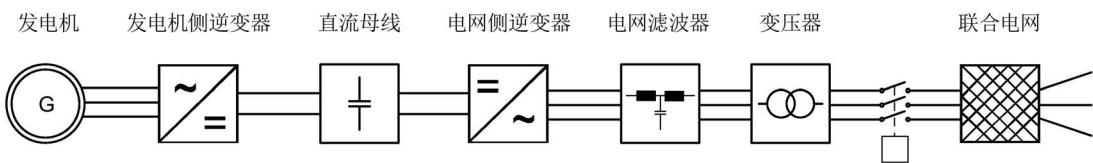


图 3-1 联合电网上发电设备的基本规范

要求

每家电网运营公司都制定了发电设备并网规范。不同国家的具体限值可能有所区别并于并网标准（Grid Codes）中定义，因此必须针对具体设备加以考量。

例如在德国，“联邦能源与水资源经济协会”（BDEW）就制定了以下并网规范：

- 故障穿越（Fault Ride Through, FRT）：
在出现特定短时间故障时不从电网断开。
此类故障特别是包括两个或所有三个相位之间的电压骤降或短路。
- 电网动态支持：
在上述电压骤降或短路期间，必须向电网注入无功电流，以抵消电压偏差。
- 必要时提供稳定的无功功率用于维持电网稳定运行
- 遵循 EN 50160 中规定的电压质量限值

所有发电厂都必须遵守这些规范。

用于联合电网的功能模块

针对发电设备在联合电网上的运行，电网运营公司可要求与并网标准的一致性。

为满足因并网标准而产生的要求，需要使用软件功能。

这些软件功能在功能模块中定义且必须显式激活。

为满足因并网标准而产生的要求，通常需要调节型电源模块的以下功能模块：

- 功能模块“电网变压器”(页 34)
- 功能模块“电网动态支持”(页 40)

若并不要求与并网标准的一致性，则无需激活功能模块“电网动态支持”。

此种情况可能会出现于电池存储系统，如果其并非发电设备。

3.2 孤岛电网

孤岛电网对受限的区域进行供电，且不与公共联合电网或其他电网连接。电网运营公司必须保持孤岛电网中所消耗功率和所产生的功率之间的平衡，为此可采用储能器。

电网运营公司可制定针对孤岛电网的单独规定。这些规定可有别于公共电网运行公司的规定。

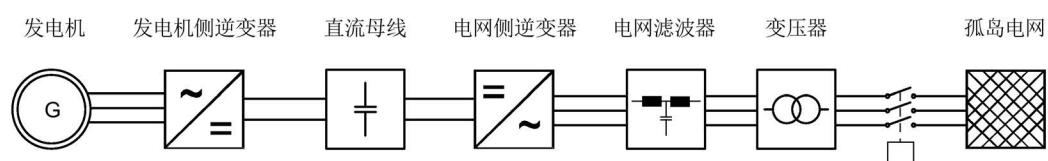


图 3-2 孤岛电网的基本结构图

对分布式发电系统的要求

- 孤岛电网的黑启动

此功能是指在针对外部电网的隔离开关打开的情况下，以零电压为起点向孤岛电网注入电压。

通常亦需要组件黑启动 (DC 24 V 电源)。

- 控制电网电压和频率并快速根据负载变化调整输出功率
- 电网短路时提供所有必需的短路电流
- 提供维持电网电压所需的无功功率
- 短路后向电网注入电压并保持频率

对上级孤岛电网控制系统的要求

- 额定频率下的发电系统功率（有功功率/无功功率）和用电系统功率（有功功率/无功功率）相匹配

使用隔离变压器

- 当孤岛电网中需要零线时，必须在孤岛电网侧采用星点构成件或者有负载星点的隔离变压器。
- 所采用的隔离变压器还须具备以下功能：避免可能因发电装置上的循环逆变器而产生的不允许的接地电流。

用于孤岛电网的功能模块

为在孤岛电网中运行，需要若干附加的软件功能。这些软件功能在功能模块中定义且必须显式激活。

为在孤岛电网上运行，需要调节型电源模块的以下功能模块：

- 功能模块“电网变压器”（页 34）
- 功能模块“电网稳态控制”（页 35）

3.3 微电网

微电网是一种包含多个发电设备、用电设备及可能设有的存储器的局域电力系统，其既可与大型联合电网连接，又可独立（即作为包含一个或多个发电设备的孤岛电网）运行。

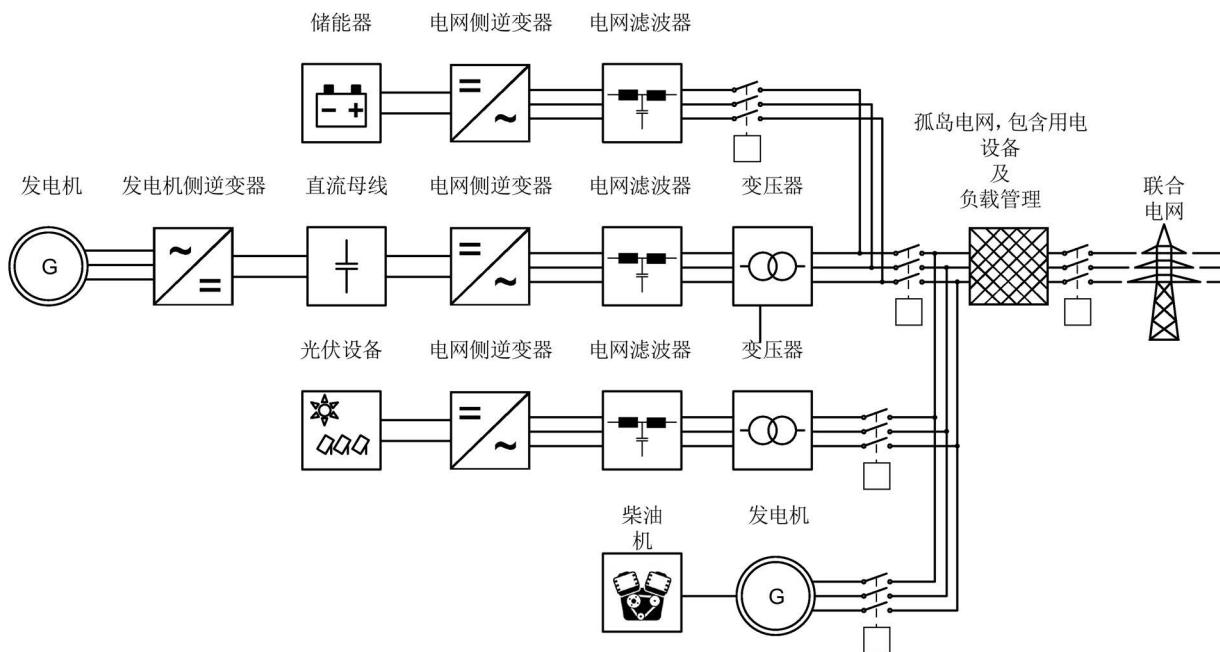


图 3-3 微电网

要求

若微电网从联合电网断开，则针对孤岛电网之要求亦适用于该微电网，其中，在启动时必须将发电单元与当前的电网频率及电网电压同步。

此外，必须对能源混合体，即各发电设备的供能进行控制（“Load Sharing”），以实现对用电装置的可靠供电。

但微电网若与联合电网耦合，则针对并入联合电网之发电单元的要求适用。

此外，必须对这两种运行模式间的过渡进行控制。

用于微电网的功能模块

微电网既可构成孤岛电网又可连接至联合电网，故其必须满足上两个章节中的所有要求。相应地，需要在调节型电源模块中激活上述所有功能模块。

标准和指令

在将电能注入电网时，根据使用地会存在不同的要求。

这些要求通常为各国所特有，且部分取决于各电网运营公司的特定指令。

此外还存在发电应用本身造成的具体条件。为符合这些要求，需要采用特定硬件组件及在上级控制系统中进行设置。

下文列出的对标准规定的提示并非详尽无遗。

以下属性满足工业应用环境下装机装柜型调节型电源模块的要求。

4.1 保护和安全

在保护/安全领域内，符合标准 EN 61800-5-1。

EN 61800-5-1: 可调速电力传动系统

第 5 部分: 安全性要求

主章节 1: 电气及热要求

对于北美市场，调节型电源模块符合 UL508C

UL508C: Power Conversion Equipment (电力转换设备)

4.2 EMC

调节型电源模块符合 EMC 标准 EN 61800-3

EN 61800-3: 可调速电力传动系统

第 3 部分: EMC 要求，包括特定测试方法

4.3 电源谐波

采用自换向 IGBT 电源（如 S120 调节型电源模块）时，需要遵循标准 IEEE 519（电源系统的谐波控制的推荐实施规范和要求）的限值。

4.4 电网指令/标准

将能量馈入电网的基本前提条件是：遵循电网运营公司的电网指令。

这些电网指令在世界各地存在细节差异，并取决于电压等级、国家及电网运营公司。

但就对发生电网故障时之特性、电网及设备保护、电网干扰或 EMC

的要求而言，这些电网指令又具有较大的相似性。

为遵循此类电网指令，需要包含电源、逆变器、滤波器及保护装置的整套设备。

相应地，根据此类指令的认证同样仅针对完整的发电设备（参见“概述”章节中的附图），而非针对单个组件。

电网逆变器 SINAMICS

调节型电源模块能够穿越并识别电网故障、实现无功功率控制及测定测量值、实现电网及设备保护，从而提供对整套设备进行认证时所需的所有支持功能。

为符合电压及电流谐波限值，需要采用与相应要求相匹配的电网滤波器和 EMC 滤波器。

需要在具体情况下对 SINAMICS

电网滤波器调节型电源模块的可用性，以及对增设附加电抗器或滤波器的方案进行验证。

4.5 德国、意大利、美国和中国的标准

德国的并网要求/标准

连接公共低压电网

指令 VDE-AR-N 4105

适用于对德国低压电网的供电。该指令涉及整个发电单元，故设备制造商必须就设备进行一致性声明。

就该指令的所有涉及电网变频器的要求而言，SINAMICS

书本型调节型电源模块均能藉由附加功能及相应布线加以满足。西门子可为此提供操作说明、测试记录及子一致性说明，以协助设备制造商验证其发电单元的一致性。对于该电源变频器而言无需特定认证。

VDE 使用规范 VDE-AR-N

4105:2011-08：低压电网上的发电设备，针对低压电网上的发电设备的连接和并联运行的最低技术要求

连接中压电网

BDEW：针对中压电网上的发电设备的技术指令，针对中压电网上的发电设备的连接和并联运行的指令，版本 2008.06. 补充

4：“针对特定要求的控制及过渡期限，作为对技术指令的补充”，2013.01.01。

将来 BDEW 会被 VDE 4110 替代。

意大利的并网要求/标准

就对意大利电网的供电而言，所适用的标准为：针对低压电网的标准 CEI 0-21 和针对中压电网的标准 CEI 0-

16。为此，变频器需要经过特定认证，该认证仅能由经委任的检测实验室出具。西门子提供已经过 CEI 0-16 和 CEI 0-21 认证的 120 kVA 电网变频器，其为以 SINAMICS S120 为基础的即插即用型控制柜。可通过并联实现更高的功率。其他经认证之解决方案尚处于研发阶段，请向西门子联系人咨询当前进度。

美国的并网要求/标准

在美国，对采用变频器的发电应用而言，通常（即某些州例外）适用的标准为 UL1741（针对配电用逆变器、变频器、控制器和系统互连设备的 UL 标准）。

为此，变频器需要经过认证，该认证仅能由经委任的检测实验室出具。西门子提供已经过 UL1741 和 IEEE 1547 认证的 120 kVA 电网变频器（“UL1741 列名”），其为以书本型 SINAMICS S120 调节型电源模块为基础的即插即用型控制柜。可通过并联实现更高的功率。

SINAMICS S120 装机装柜型组件（调节型电源模块 + 风冷式电机模块）具有“UL1741 认可”标志，故系统集成工程师可利用这些组件开发出经过 UL1741 认证的变频器解决方案（“UL1741 列名”）。

SINAMICS 软件亦经过 UL 认证（SINAMICS 固件 4.8: UL1998）。

中国的并网要求/标准

经认证之解决方案尚处于研发阶段，请向西门子联系人咨询当前进度。

功能模块

在本章节中将对用于向孤岛电网或微电网供电，或用于满足因联合电网的并网标准而产生的要求的功能模块进行说明。

5.1 概述

联合电网和孤岛电网对发电系统的开环控制和闭环控制有不同的要求。在固件中提供了用于选择相应闭环控制任务的功能模块。功能模块激活后，该功能模块中包含的参数才可见，参数相关信息参见参数手册。

- **功能模块“电网变压器”**

功能模块“电网变压器”用于励磁、同步以及将电网变压器连接至联合电网或孤岛电网。此外，可将该功能模块与功能模块“电网稳态控制”相结合来实现孤岛电网的黑启动以及将孤岛电网与联合电网同步。

功能模块“电网变压器”不需要许可证。

该功能模块中包含下列子功能：

- 对电网有利的变压器励磁
- 变压器数据检测
- 变压器模型，用于将变压器纳入电网闭环控制和电网动态支持
- 负序电流闭环控制，用于对电网不对称性进行补偿
- 直流分量闭环控制，用于避免 AC 电流中的直流分量，从而防止变压器饱和
- 对附加 VSM10 模块的支持功能，用于在变压器励磁和孤岛电网同步时进行电压测量
- 电网滤波器和变压器监控
- 附加的电网 PLL 及同步控制
- 扩展电流限值

此功能块在操作软件 STARTER 中激活。

详细的激活步骤请参见“电网变压器调试 (页 110)”章节。

- 功能模块“电网稳态控制”

功能模块“电网稳态控制”用于构建孤岛电网。网侧逆变器的任务是对电网频率和电网电压进行闭环控制，因此承担了“电网构成件”的功能。所实现的功率取决于孤岛电网中的用电设备和其他可能设有的发电设备。附加设定值还可通过上级控制系统对发电量进行调整。直流母线中存在的直流电压必须由其他节点（例如发电机侧逆变器）进行闭环控制，或由其他源（例如电池）提供。

功能模块“电网稳态控制”需要许可证，该许可证需要（另行）订购。

运行中随时可在运行模式“电网闭环控制”与“电流闭环控制或 Vdc 控制”之间切换。但需要注意的是，退出电网闭环控制时功率会被调为零；亦即，必须暂时通过其他源对孤岛电网中可能尚存在的用电设备进行供电。

一旦取消电网闭环控制，则至少有一个其他发电单元在孤岛电网中继续控制频率和电压。

该功能模块中包含下列子功能：

- 针对电网电压和频率的电网稳态控制
- 针对连接点的电网电压闭环控制
- 孤岛电网黑启动，用于构建独立的孤岛电网
- 孤岛电网与另一电网的同步
- 在出现电网故障时提供短路电流（穿越电网故障，Fault Ride Through）
- 附加稳态控制和阻尼接通，用于避免负载尖峰或功率摆动，以实现电网稳定化（对发电机动态特性的模仿）
- 稳态特性曲线上空运行点的附加设定值

- 功能模块“电网动态支持”

功能模块“电网动态支持”能够实现对电网故障的穿越，并如许多并网标准中针对短路所要求的，允许注入支持电网的无功电流。与针对孤岛电网的电网稳定运行不同，在此情形下，调节型电源模块作为带直流母线电压闭环控制和电网电流闭环控制功能的电网支持器运行。在此运行方式下，将馈入直流母线的所有功率发给电网。

功能模块“电网动态支持”需要许可证，该许可证需要（另行）订购。

调节型电源模块在电流及直流母线电压闭环控制中运行。

电网稳态控制必须去激活（p5401 = 0）。

故“动态电网支持”通常用于向联合电网发电。即便是在孤岛电网中，此运行方式亦有意义，例如用于藉由直流母线电压闭环控制以收益最优方式运行的 PV 逆变器。此时该孤岛电网中的其他发电设备必须提供充分的频率及电网电压闭环控制。

除动态支持外，该功能模块亦提供丰富的用于就频率和电压幅值对电网进行监控的功能。可将监控限值参数设置为固定值，或以与时间相关的方式将其设置为特性曲线。

此外，可通过防孤岛功能对意外构成的孤岛电网进行识别。此功能通常用于在联合电网中进行发电。若划分出频率闭环控制或电网电压闭环控制不足的子电网，则可能导致（连接至此子电网的）调节型电源模块切断。

该功能模块中包含下列子功能：

- 利用无功电流进行电网动态支持（可设置对称及不对称的电网支持）
- 在出现电网故障时提供短路电流（穿越电网故障，**Fault Ride Through**），以便遵循并网标准
- 利用频移算法主动进行孤岛电网识别
- 扩展式电压检测及频率检测，用于电网故障后的自动重启
- 可自定义的控制点曲线（电压-时间监控和频率-时间监控），用于在电网故障期间根据当地并网指令（**Grid Code**）对电压和频率进行监控。

● 功能模块“Cosine Phi 显示”

借助功能模块“Cosine Phi 显示”能够在连接点上进行精确的 **cosPhi** 测量（误差：一般 $<1\%$ ）。

针对电流测定，可将匹配的、带电压输出端的电流互感器连接在 **VSM10** 上。

该功能模块中包含下列子功能：

- 对连接点上的位移因数进行分析
- 计算 **cos φ** 值

● 功能模块“辅助控制”

该功能模块的大多数功能（负序电流闭环控制、扩展电流极限、同步控制参数设置）亦包含在功能模块“电网变压器”和“电网动态支持”中。

当不需要模块“电网变压器”和“电网动态支持”的主功能时，选择功能模块“辅助控制”。

需要许可证的功能模块

功能模块“电网稳态控制”和“电网动态支持”必须作为 **SINAMICS S120** 存储卡的选件订购：

- 书本型设备：
与功率及应用对应的许可证
- 装机装柜型设备：
S01: 电网动态支持, 用于向联合电网发电
S02: 电网闭环控制, 用于并入孤岛电网

固件版本 V5.1, 且包含用于装机装柜型设备的选件 **S02: 6SL3054-0FB00-1BA0-Z S02**

后续许可的获得请咨询技术支持（请见“前言（页 3）”）。

如需购买请咨询专家意见。

5.2 典型的发电应用

以下应用中通常需要发电用功能模块：

- 用于联合电网运行的光伏 (PV) 逆变器
功能模块“电网变压器”和“电网动态支持”。
- 可用于孤岛及联合电网运行的电池存储系统
功能模块“电网变压器”和“电网稳态控制”
在联合电网上运行变频器时, 仅当将电池系统视作发电设备（而不是用电设备）时, 才必须使用功能模块“电网动态支持”。
- 水力涡轮和小型风力设备
功能模块“电网变压器”和“电网动态支持”。
功能模块“电网稳态控制”仅用于孤岛电网运行。
- 应用于船舶上的轴带发电机驱动
功能模块“电网变压器”和“电网稳态控制”。
- 电网耦合, 用于改善电网质量的应用
功能模块“电网变压器”、“电网稳态控制”和“电网动态支持”。
- 电网模仿（例如针对采用其他电网参数的国家的设备测试, 例如美国 <-> 欧洲）
功能模块“电网变压器”、“电网稳态控制”。

说明

以下使用规则适用于供电用功能模块：

- **功能模块“电网变压器”（不需要许可证）**

当在发电应用中需要采用电网变压器时，则需要此功能模块；或

- 运行孤岛电网；或

- 需要附加 VSM 的测量数据。

- **功能模块“电网稳态控制”（需要许可证）**

孤岛电网上的有助于电网 V/f

控制的运行（电网构成件运行）（典型应用：孤岛电网中的发电装置，带电池的电网缓冲系统）。

- **功能模块“电网动态支持”（需要许可证）**

在联合电网上运行，存在并网指令中的要求和电网监控要求（防孤岛、故障穿越）。

- **功能模块“Cosine Phi 显示”（不需要许可证）**

在连接点上进行精确的 cosPhi 测量。

5.3 功能模块的说明

5.3.1 功能模块“电网变压器”

任务

此功能模块的主要任务是在将发电系统并入电网前给电网变压器励磁。

当变压器为发电系统的一部分、和发电系统同时从电网断开时，始终需要事先给变压器励磁。

若不通过逆变器给变压器励磁，在闭合断路器时会涌入非常大的变压器接通电流，这种电流可能会导致对电网的有害干扰。

在通过断路器将发电系统与电网连接前，根据电网对电压幅值、频率及角位置进行调整（同步）。

此外，此功能模块还可用于检测变压器数据，

这样便可以补偿变压器在运行时出现的压降，改善发电系统在入网点上的运行特性。

可借助专用的负序电流闭环控制针对性地对不对称的电流进行调节。

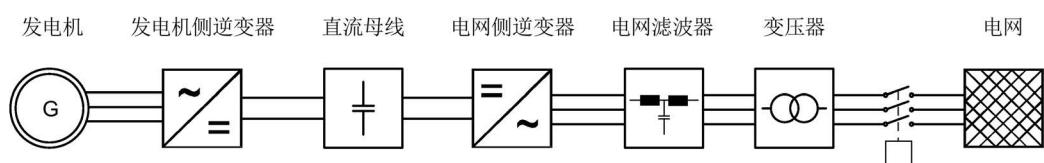


图 5-1 带变压器及断路器的发电系统的示意图

5.3.1.1 对电网有利的变压器励磁

该功能用于在连接至现有电网前对电网变压器进行励磁。励磁所需的能量必须由直流母线提供。

此项功能需要两个电压监控模块（VSM10）。第一个

VSM10（包含在装机装柜型调节型接口模块中，或在书本型调节型电源模块中增设）在变压器二次侧上对调节型电源模块的输出电压进行测量。如果在发电系统与孤岛电网之间存在隔离开关，则需要 VSM10(2)

来对孤岛电网的电压进行测量。在控制单元中借此计算出电压的幅值、频率和相位。当达到同步，且一次侧变压器电压与电网电压一致时，可将断路器闭合。

激活功能模块“电网变压器”后，VSM10(2) 的设置参数便会显示在专家参数列表中。

5.3.1.2 变压器数据检测

对变压器的主电感和漏电感、相移角及电压补偿进行检测。

5.3.1.3 电网滤波器和变压器监控

如上文所述，许多发电设备入网规范都要求发电系统在短暂的电网短路期间提供短路电流。但是发电系统内部（逆变器和入网点之间）的短路必须立即触发跳闸，以避免增加设备损坏。

借助电网滤波器和变压器监控功能，可对外部电网短路（需要发电设备提供电网支持）和发电系统内部短路（触发安全跳闸）进行区分或检测。为此，应在电网滤波器中附装带电压输出端的电流互感器，其可通过第一个 VSM10 的模拟量输入进行数据采集。

5.3.2 功能模块“电网稳态控制”

任务

在电网正常运行时，ALM作为“电网支持件”向电网注入正弦波电网电流。借助功能模块“电网稳态控制”，ALM也可作为“电网构成件”运行，即ALM直接控制电网电压和电网频率，而不是直流母线电压和无功电流。通过稳态特性曲线，可在孤岛电网里不用进行其他通讯就实现一个包含其他发电设备的（比如柴油发电机）稳定的电网运行。

借助此功能模块，调节型电源模块能够构建孤岛电网、（作为单独的电网构成件或与其他发电设备一同）稳定运行孤岛电网，以及根据需要将孤岛电网与外部电网同步。

运行模式“电网闭环控制”的前提条件是：直流母线电压由所连接的发电设备（发电机逆变器、电池、光伏板等）设定或控制。

说明

自动跳闸

如果在此运行方式下出现频率错误（即达到所设置的超频阈值 p0284 的 120 % 或欠频阈值 p0285 的 80 %），ALM

会自动跳闸，以进行自我保护（防止过电流、过压、超温等）。而电网中较小的频率及电压偏差、电压骤降或相位跃变则因 FRT 功能（Fault Ride Through）而不会导致跳闸。必须激活滤波器监控

p3667，以便在发生设备内部（例如调节型接口模块中的）短路时立即实现故障跳闸。根据具体应用的要求，例如还可采用可参数设置的电网监控（p5540 及之后的参数）。

过电流（F30001、F6200，A6205 = 128

后）、过电压（Vdc_max、F30002、F30003、F6200，A6205 = 16 后）、超温、I2t 情况下的跳闸限值参见参数手册。

功能

- 对电网电压和电网频率进行控制（电网构成件）
- 通过稳态特性曲线，静态地和动态地将负载分配到电网中的其他发电设备上
- 提供无功电流和短路电流以清除电网故障
- “孤岛电网黑启动”功能用于构建并维持独立的孤岛电网。
- “孤岛电网与外部电网的同步”功能用于将孤岛电网与外部电网连接。为此，在运行中改变孤岛电网的电压幅值和频率，使其在隔离开关闭前与外部电网匹配。
- 电网频率和电网电压的控制以及负载的分配，以保持电网稳定运行
- 频率和电压的可调整的空运行点和附加设定值
- 顺序控制和电流限制控制，用于消除电网电压骤降和短路故障
- 占空比控制，用于达到最佳占空比，使发电设备对电网干扰降至最低
- 直流分量清除，确保电网电流没有直流分量，以避免变压器中的饱和效应
- 电压控制，用于补偿变压器上的压降
- 用于实现孤岛电网稳定化的衰减器和滤波器
- 如果直流母线电压已超出了被参数化过的限值，使用直流母线电压闭环控制实现输出功率的自动调整

运行方式“电网闭环控制”

如本章节开头所述，功能模块“电网稳态控制”包含运行方式“电网闭环控制”，其用于对孤岛电网中的电网频率和电网电压进行闭环控制。下表为常规电流及直流母线闭环控制与电网闭环控制的主要区别

控制方式		
	电网电流 直流母线电压	电网频率 电网电压
孤岛电网	设备作为用电设备或功率较小的下级发电设备运行（电网支持件）	设备作为孤岛电网上的唯一或大功率发电设备运行
能量输送 有功功率	将直流母线中的全部可用功率输送到电网中，不管电网的当前状态如何（在标准条件下）。	对电网的频率和电压进行控制，取决于运行点，将变化的有功功率输送到电网中
负载分配	只能由上级能量管理系统来外部指定设定值	通过稳态特性曲线自动分配附加设定值可超过外部设定值（如能量管理系统）。
稳态无功功率补偿	允许（固定设定值） ¹⁾	自动提供所需的电网无功功率
动态无功功率补偿（包括电网故障）	只能通过功能模块“电网动态支持”或通过外部指令源指定设定值提供	自动提供所需的电网无功功率
发生“电网短路”故障时的短路电流	只能通过功能模块“电网动态支持”提供	装机装柜型设备： 自动，最高达基准电流的 123 % (r5479[5]) 书本型设备： 最高达基准电流的 90 % (r5479[5])
直流母线电压	通过网侧逆变器对直流母线电压进行控制	需要通过其他组件来保持直流母线电压

¹⁾ 此外有如下的应用软件说明：无功功率补偿应用说明
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/105643094>)

在两种运行方式中均能与现有电网进行同步。

实现同步后，运行中可随时在普通的电流/电压直流母线控制与电网闭环控制之间进行切换。在两种控制方式中，网侧逆变器都可作为功率输入点或功率输出点运行，这取决于有效的直流母线电压和无功电流的设定值，或取决于电网频率和电网电压。

在运行方式“电网闭环控制”中，电网中的（例如负载切换后的）功率摆动可能会引发送入直流母线的能量流，进而导致直流母线电压迅速提升。在发电组件无法接收功率的情况下

下（例如柴油发电机或满电量的电池）尤其需要注意这一点。根据具体应用的要求，可能需要采用临时的用电设备，例如制动电阻。

电网频率和电网电压的控制以及负载的分配，以保持电网稳定运行

可借助稳态功能与其他发电设备一同构建孤岛电网并对其进行供电。为此，该孤岛电网的所有发电设备必须具有相似的稳态功能。在此情形下，在发电设备间无需增设通讯连接来实现对电网频率和电网电压的共同控制。稳态功能的参数设置决定了发电设备之间的负载分配。

所谓频率稳态控制根据所接收和发出的有功功率计算出调节型电源模块的输出频率的设定值（即电网频率设定值）。

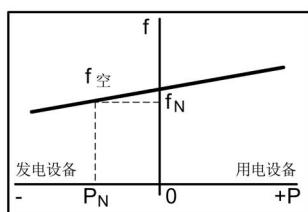


图 5-2 频率稳态控制

电压稳态控制根据所接收和发出的无功电流确定输出电压的设定值。

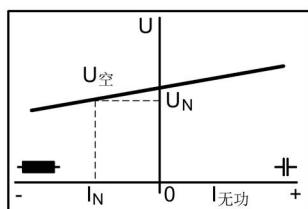


图 5-3 电压稳态控制

若电网中的所有发电设备具有相似的稳态功能，则会在孤岛电网中实现针对频率和电压的稳定运行点。例如可通过对空运行频率的缓慢的上级二次控制实现对额定频率和额定电压的回馈。

说明

在高负载情况下维持电网频率在允许的频率限值之内（通过调整电网稳态设定值），是上级控制系统的任务。

电网电压的振动抑制

为对负载变化后的功率摆动或电网电压幅值的振动进行抑制，可采用附加频率稳态控制请见“对功率摆动的抑制 (页 64)”一章。

5.3.2.1 孤岛电网中的黑启动

描述

“孤岛电网黑启动”功能用于构建独立的孤岛电网并通过电网稳态控制加以维持。

在进行黑启动 ($p5580 =$

2) 时，首先会检查孤岛电网是否无电压。随后将供电系统与孤岛电网之间的断路器闭合，并提高发电系统的电压，直至孤岛电网中达到额定电压。

可通过模式设置来设置自动黑启动 ($p5580 =$

3)。若孤岛电网中已存在电压，则直接切换至电网稳态运行（“常规地”接通现有电网）。否则进行黑启动。

前提条件

需要具备功能模块“电网变压器”。

为启动电网，调节型电源模块需要一电源（例如不间断电源），以对设备风扇提供电源电压，及为其他组件提供 DC 24 V 控制电压。

此外还需要用于直流母线电源的能源。如有必要，还应对直流母线进行合适的预充电。

如果在发电系统与孤岛电网之间存在隔离开关，则需要第 2 个 VSM10 来对待与发电系统连接的孤岛电网的电压进行测量。

5.3.2.2 孤岛电网与外部电网的同步

在通过断路器将孤岛电网与外部带电电网连接前，必须根据外部电网对该孤岛电网的电压幅值、频率和角位置进行调节。为此采用“孤岛电网同步”功能。

该功能的典型应用为：视需要将微电网与联合电网连接，或构建由多个微电网构成的联合电网。

如果在孤岛电网和外部电网之间有一个隔离开关，则需要第 3 个 VSM10，来测量与孤岛电网连接的外部电网的电压和频率。

5.3.3 功能模块“电网动态支持”

该功能模块包含用于在电压骤降时对电网进行支持的“电网动态支持”功能，以及用于识别孤岛电网的意外形成的“孤岛电网识别电网监控”功能。

“电网动态支持”功能用于借助调节型电源模块中的直流母线电压控制，在电流闭环控制或电网电流注入运行中穿越电网故障。其典型应用示例为 PV 逆变器，或连接至配电网的风能设备的电网逆变器。

而上一章节所涉及的是针对孤岛电网应用的不采用直流母线电压控制的电网电压注入运行。

5.3.3.1 电网动态支持

“电网动态支持”功能用于发电系统在电网电压骤降的情况下为电网提供特定时间的支持，此时间由电网运营公司视地区规定。

可借助专用的负序电流闭环控制针对性地对不对称的电流进行调节。

中压电网的发电设备必须参与到电网动态支持中，典型应用例如为：

- 在出现电网故障时不允许从电网断开。
- 电网电压故障时必须为电网提供部分无功功率（例如在电网短路时提供短路电流）。
- 在故障被排除后，不能像在故障前一样吸收感性无功功率。

功能

“电网动态支持”包含电网监控和支持所需的附加功能。借此可满足多数重要的并网指令的要求。

是否满足其他指令的要求则需要在具体情况下进行验证，必要时可通过调整参数设置加以确保。

“电网动态支持”激活时，受控的ALM即使在电网出现故障时（即电网电压的幅值和相位错误）仍保持升压运行。此时，它根据定义的随电网电压故障而变化的电网动态支持特性曲线计算出需要注入的附加无功电流，向电网注入该电流，维持电网稳定运行。

电网电压过低时，附加无功电流会引起输出电压的升高，电网电压过高时则会引起输出电压的降低。

说明

已激活的电网支持 (BI: p5501 = 1-信号) 无功电流设定值限制在设备额定电流值 (r0207) 之内。

下面展示了一张“电网动态支持”特性曲线示例图，其符合德国 BDEW 公布的发电设备接入中压电网的规范

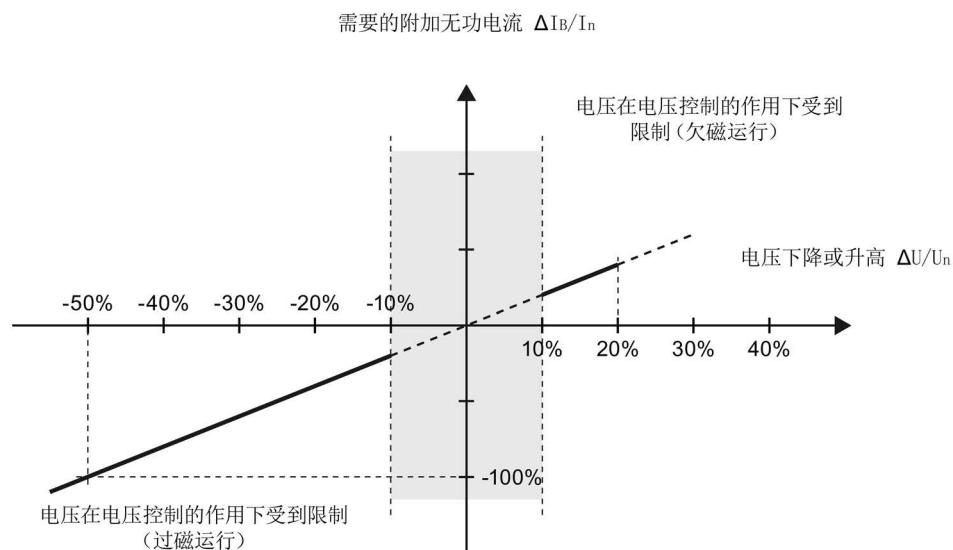


图 5-4 电网动态支持，符合德国BDEW公布的中压电网入网技术规范

曲线的说明

- 电压死区：
在 $0.9 \times U_n \leq 1.1 \times U_n$ 之间的区域对电网动态支持无要求。
- 励磁时间 $< 20 \text{ ms}$ (典型值 10 ms)。
- 在返回电压死区后，电压支持会再保持 500 ms (p5507[0], 可设置)。
- 无功电流： $I_B = k \times ((U - U_0)/U_n) \times I_n$
- 特性曲线参数的预设与上图的特性曲线对应。
- 可对故障穿越 (Fault Ride Through) 期间有功电流及无功电流的大小和对称性进行定义。借此便可根据电网指令或特定应用进行调整。

$$\Delta I_B = I_B - I_{B0}$$

$$\Delta U = U - U_0$$

k : 特性曲线斜率

U_n : 额定电压

I_n : 额定电流

U_0 : 故障前的电压

I_{B0} : 故障前的无功电流

U : 瞬时电压 (故障时)

I_B : 无功电流

发电设备入网规范示例：德国 BDEW 协会发布的入网规范

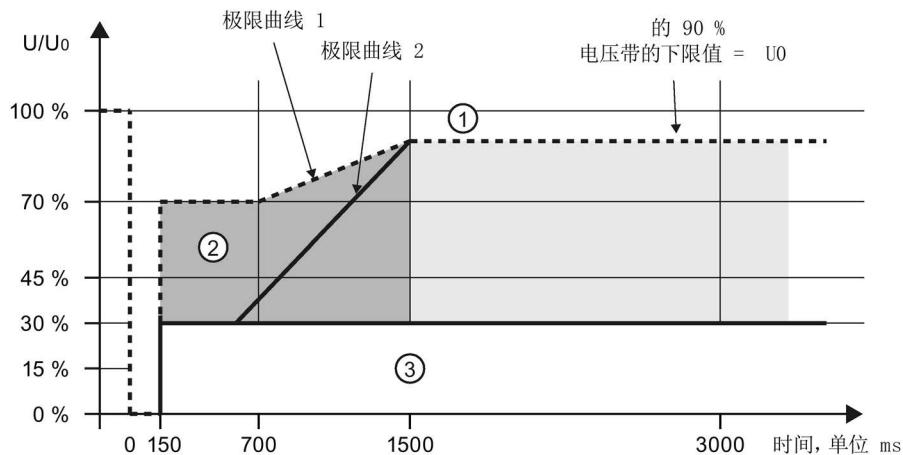


图 5-5 入网点上电压的极限特性曲线

电压曲线的说明：

- ① 如果电压曲线在极限曲线 1 上方，表明电网能稳定运行
- ② 如果电压曲线落在极限曲线 1 和 2 之间，则必须咨询电网运营公司，是让设备继续保持在电网上，还是从电网上断开。
- ③ 如果电压曲线落在此区域，应立即从电网断开发电设备。

“电网动态支持”功能确保了网侧逆变器至少在此规范要求的时间内能够保持电网稳定运行。取决于参数设置和承受的发热预负载，逆变器最长可以提供 2 秒的电网短路支持。跳闸时间条件（例如上图所示的 150 ms 短路条件）因各个国家的发电设备入网规范而有所不同，必须借助电网监控（p5540ff）、DCC 或在上级控制系统中设计。

说明

自动跳闸

如果在此运行方式下出现频率错误（即达到所设置的超频阈值的 120 % 或欠频阈值的 80 %），ALM

会自动跳闸，以进行自我保护（防止过电流、过压、超温等）。在所有其他情况下，ALM 都会根据特性曲线向电网注入无功电流，维持电网稳定运行。

过电流（F30001、F6200，A6205 = 128

后）、过电压（Vdc_max、F30002、F30003、F6200，A6205 = 16 后）、超温、I2t 情况下的跳闸限值参见相应的设备手册。

注意**因过电压引起的其他电网组件的损坏**

在无附加监控的情况下，即使是在子电网完全从联合电网断开（意外的孤岛电网形成）的情况下，电网动态支持仍能维持调节型电源模块在断开的子电网中的循环运行。

特定而言，在存在高电阻电网故障的情况下，上文述及的用于变频器自保护的跳闸条件不会对剩余电网中产生的 AC

过电压和频率变化进行阻止，其可能会导致子电网内的其他电网组件发生故障或损坏。故在激活了电网支持的情况下，必须采取适宜的措施来确保符合具体应用中的电压和频率限值。

- 借助“电网监控”功能，该功能模块便能实现适宜的内部监控。为此，用 p5540ff 激活电网监控，并以适宜的方式对功能进行参数设置（参见“调试：电网动态支持（页 134）”一章）。
- 作为替代方案，例如可通过 DCC 在控制单元内、在外部控制系统中或通过独立的保护系统来实现电网及设备保护。
- 如果在高电阻的电源故障时出现谐振作用（如1 kHz 范围内的、由于电网滤波器而出现的震荡），对此震荡可通过激活一作用于控制器输出电压（p5200ff）的带阻滤波器来增大阻尼。

与正常运行的区别

在正常运行中（无电网动态支持）出现严重的电网故障时（超出了 A06205 的触发阈值），脉冲会被锁定，ALM

的升压运行也因此被锁定，直到电网恢复。在电网故障期间时ALM无法向电网注入有功或无功电流。

通过分析警告位 r3405.2 或将警告 A06205

改设为“故障”，可在发生电网故障时实现快速的安全跳闸。

5.3.3.2 孤岛电网识别电网监控

“孤岛电网识别电网监控”功能用于主动继续执行孤岛电网识别。

若发电系统并入联合电网，与电网的连接可能会断开。

此断开或为有意的操作（例如因过载或在设备上作业而将子电网断开），或为意外发生的状况（例如风暴或土方施工中的突然断线）。

当在供电系统与断开点间还设有用电设备时，则会产生孤岛电网。

此孤岛电网系意外产生，且因缺少电网闭环控制而不稳定。

出于对人员的保护以及实现常规的电网重建，供电系统应检测孤岛电网的产生并切断供电。

功能

由于缺少电网闭环控制，孤岛电网形成通常会迅速导致超出（高于或低于）频率及电压限值，故通过频率及电压监控便能识别出孤岛电网形成。

但若发电系统所产生的及剩余孤岛电网中所消耗的功率恰好为同等大小，则频率或电压处于其限值内，并无法或无法足够迅速地识别出孤岛电网形成。

针对此种情形，需要采用主动的孤岛电网识别，如调节型电源模块的“孤岛电网识别电网监控”。

该功能以“频移”法工作，亦即，若该功能激活，则调节型电源模块持续尝试主动改变电网频率。但这仅能在孤岛电网中实现，即始终能可靠且迅速地识别出孤岛电网形成。

说明

在电网短路（r5502.4 =

1）期间，主动孤岛电网识别被禁用，以便提供无功电流来支持电网故障穿越。

针对仍可能存在的在形成孤岛电网时跳闸的要求，例如可利用下文描述的电压-时间监控加以满足。

5.3.3.3 电压-时间监控

电压-时间监控提供两条特性曲线，其各具 10 个用于对时间及对应的电压值进行设置的可调控制点。

一条特性曲线用于对电压过高（HVRT: High Voltage Ride

Through, 高电压穿越）进行监控，另一特性曲线用于对电压骤降（LVRT: Low Voltage Ride Through, 低电压穿越）进行监控。

在超出以此种方式为电网电压曲线定义的公差范围时，系统会通过状态位及信息予以提示。

这样便能对电网电压进行监控，并在发生电网故障后根据电网运营公司的规定进行响应。

5.3.3.4 频率-时间监控

频率-时间监控提供两条特性曲线，其各具 10 个用于对时间及对应的频率值进行设置的可调控制点。

一条特性曲线用于对频率过高（HFRT: High Frequency Ride

Through, 高频穿越）进行监控，另一特性曲线用于对频率低下（LVRT: Low Voltage Ride Through, 低频穿越）进行监控。

在超出以此种方式为频率曲线定义的公差范围时，系统会通过状态位及信息予以提示。

这样便能对电网频率进行监控，并在发生电网故障后根据电网运营公司的规定进行响应。

5.3.3.5 其他可激活的监控

接通或重启时对附加电压/频率阈值的监控

在接通或重启时，各电网指令均要求在使能运行前对电压及/或频率进行附加测试。

在测试期间进行监控，确定是否符合电压阈值和频率阈值。

针对常规的接通过程，通过 p5545[6]

来设置测试持续时间，对于自动重启则设设定一自有测试持续时间（p5545[7]）。

5.3.4 功能模块“Cosine Phi 显示”

背景知识

就调节型电源模块而言，在基本配置中提供经平滑的功率因数作为显示值（r0038）。

在此，功率因数 λ 被定义为商

$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

但特别是在并网标准和针对发电单元的技术指令中，要求对位移因数（即 $\cos \phi$ ）进行分析。

与功率因数不同，位移因数的定义如下

$$\cos \varphi_1 = \frac{P}{S_1}$$

为计算视在功率 S_1 （根据定义同样针对有功功率），采用电压和电流的基振。

若谐波无功功率或畸变无功功率不等于零，则 $\lambda < \cos \varphi_1$ ，且 r0038 中显示的功率因数劣于实际的 $\cos \phi$ 。

此外，通常需要为整个设备的连接点设定位移因数。

例如在预连接了变压器的情况下，此点可能有别于 r0038 所基于的电网滤波器连接端子。

借助可选择激活的功能模块“Cosine Phi 显示”，能够以可灵活配置的方式对 $\cos \phi$ 值进行计算。

说明

定义位移因数 $\cos \phi$

位移因数 $\cos \phi$ 被等效定义为：同一频率的电压和电流的正弦振动间的相位角 ϕ 的余弦。为更为精确地表示，根据相应频率或阶数添加一下标。

由于可借助 VSM10 对电压和电流进行测量，故将这些值（而非功率）用作 $\cos \phi$ 显示的输入信号。

说明

符号定义

符号定义与电网标准中的应用一致（例如 VDE-AR-4105）。

- 就欠励运行（负无功电流：r0076 < 0）而言，较小的输出电压或滞后电流用正号表示。
 - 就过励运行（正无功电流：r0076 > 0）而言，较大的输出电压或超前电流用负号表示。
-

5.3.5 功能模块“辅助控制”

5.3.5.1 无功电流和视在电流的限值

背景知识

借助电流限值，可根据应用的要求对调节型电源模块的运行特性进行调整。有针对不同电流类型、运行状态和参数类型的电流限值可供使用。

其中存在以下区别：

- **有功电流**

电网电流分量，其处于具有电网电压的相位中，并引起连接在直流母线上的负载与电网之间的有功功率交换。

- **无功电流**

电网电流分量，相对电压电压具有

90° 相移。无功电流会引起电网电感和电容的压降，以及电网阻抗的电阻分量中的损耗。但无功电流不涉及连接在直流母线上的负载与电网之间的功率交换。

- **视在电流**

有功电流和无功电流的矢量和构成称作视在电流的总电流。每个电网相位中的电流幅值限制均等同于视在电流限制。

- **负序电流**

就不对称的 3 AC

电流（电网相位分支中的幅值不同）而言，可以数学方式将电流拆分为一与电网电压同步的正序系统（有功电流和无功电流的基振）和一反向的电流向量（所谓负序系统）。

负序系统例如在 2

相电压骤降时出现，且同样不涉及有功功率周期平均值，而是产生具有双倍电网频率的功率谐波。

说明

有功功率的定义

负载和电网之间交换的有功功率的定义为：一个电网周期内电压和电流之积的积分。闭环控制系统所计算出的电流的瞬时值（例如 r0076、r0078）并非周期平均值，而是包含谐波分量。

说明

这些限值在电网稳态控制中无效。

对功能模块的详细说明

6.1 用于电流闭环控制运行的辅助控制

6.1.1 背景信息

下图展示了用于结合典型设备配置对联合电网进行供电的电网逆变器的闭环控制结构。标记为灰色的区域为补充的功能块，其用于满足世界各地的不同的低压及中压电网指令的要求。

但需要指出的是，仅能通过整个发电系统（例如包含驱动部件）来满足所有电网的要求，例如用于在电网超频时减小有功功率。

闭环控制基本通过以电网频率旋转的有功-无功坐标进行， V_{dc} 控制器和有功电流控制器构成级联结构。

借助旋转运算符（派克转换）将有功及无功电流控制器的输出电压换算为具静态 α β 坐标的空间向量或相电压。 **PWM**

调制器对电网逆变器在下一脉冲周期的切换操作进行测定。

旋转运算符所需的电网角系借助 **PLL** 根据电网电压计算得出。

6.1 用于电流闭环控制运行的辅助控制

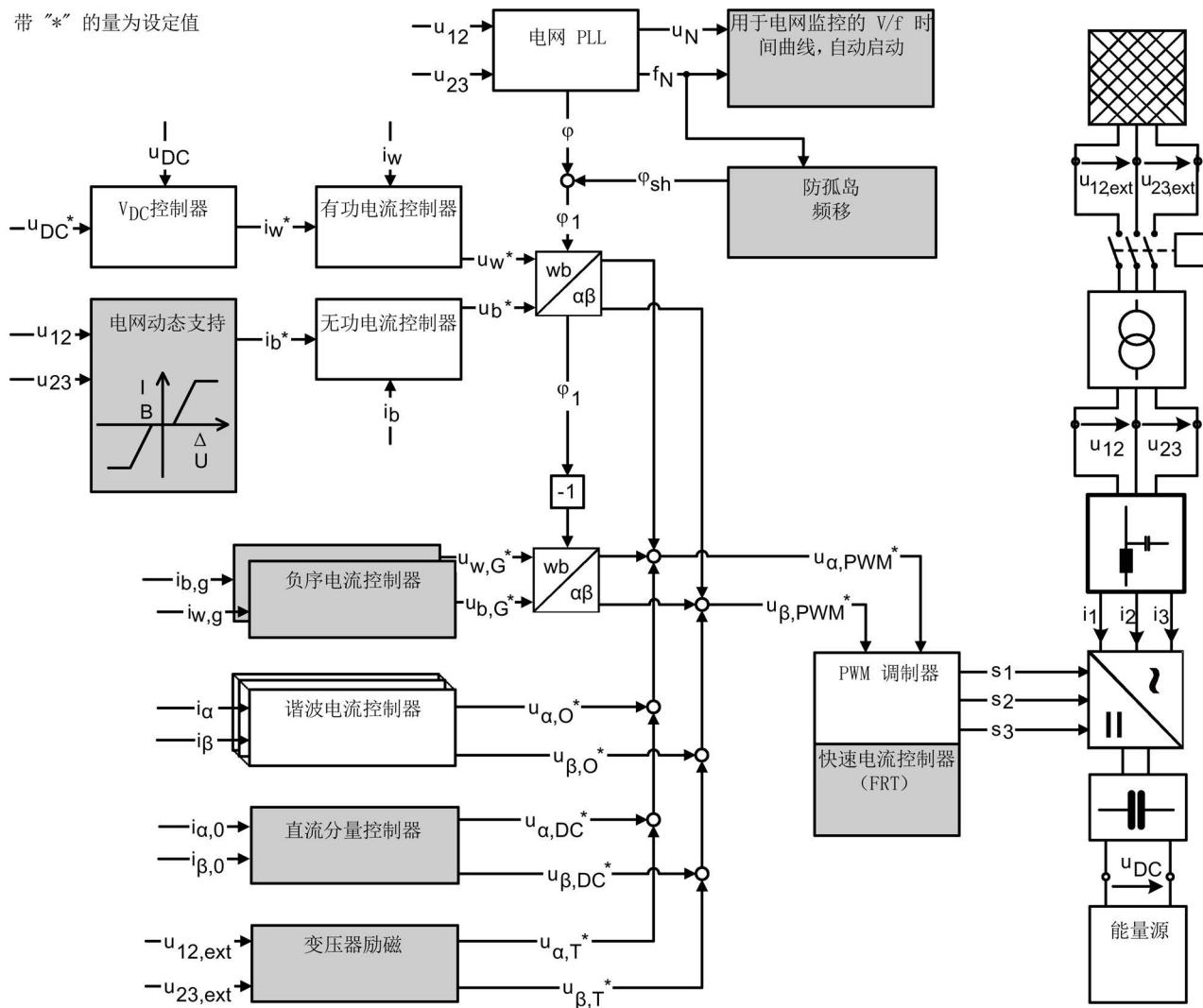


图 6-1 用于电流闭环控制运行的辅助模块

6.1.2 电网动态支持

背景知识

如同许多指令中所要求的，借助可参数设置的特性曲线，可根据电网电压与其额定值的偏差来给定无功电流的设定值。此要求的背景为电网逆变器的电感特性，该电网逆变器的最简电路图系由受控电压源与电感 L

串联而成。电网逆变器和电网的不同电压值在无功轴中依据以下公式形成电流：

$$I_b = (U_{\text{电网}} - U_{WR}) / j \omega L$$

相应地，无功电流会导致逆变器输出端 u12、u23 上的电压变化。

选择特性曲线时，需确保将电网电压变化抵消，从而有助于电网电压的稳定化（逆变器用作电网支持系统）。

应用

采用此功能（p5500 至 p5529）的前提条件是：功能模块“电网动态支持”激活。

整体功能包括两个互相关联的子功能：其一为根据用 p5505 和 p5506 定义的、可根据当地电网运营公司的要求加以配置的特性曲线来发出无功电流。另一子功能为：对穿越较大及可能不对称的电压骤降（FRT）时的快速电流限制进行设置。

通过为电网电流（p5503）和电网电压（p5504）设定信号源，可为发电设备的不同连接点配置电网支持功能。特定而言，也可选择位于连接变压器的电网侧上的连接点。

建议为了负序系统的计算将配置位保留为预设置 (p5500.3 = 1)

。否则，特别是在存在不对称的电网故障的情况下通常无法实现电流对称性。若电网故障期间不需要发出有功功率和无功功率（Z 模式），亦可在模式 p5500.3 = 0 中以无负序控制器的方式工作。此方案在电网条件恶劣（例如弱电网）的情况下较为有利。

在出现电网电压骤降时，通常可不再将所有可用的有功功率传递至电网。随后直流母线电压提升。根据应用的边界条件，若电源侧未采取对应措施，可能会持续提升直至因直流母线中的过压而发生故障跳闸。为避免此情形以及重新降低 V_{dc} ，在达到 V_{dc} 阈值 p5508[0] 时，给予有功电流比无功电流分量更高的优先级。相应地，在低于 V_{dc} 阈值（参见 p5508[1]）时，亦可视情况注入电动有功电流，以避免因欠压而发生跳闸。

说明

通过电网电流的动态限制（例如参见 p3524、p3528、p3529、p5520），例如可根据电网支持的运行状态（r5502、r5522）实现与各电网指令的特定要求的匹配。

说明

在 p5500.5 = 1 时稳态无功电流设定值也被限制。这一点在小 k 因素中（如控制特性曲线的较小斜率 p5506）尤其要注意（参阅 FP 7996/7997）

6.1.3 电流直流分量控制器

背景知识

特别是对于发电设备中的应用而言，电网逆变器通常需要遵循极小的相电流直流分量限值。

举例而言，即便较小的直流分量亦会对电网变压器的运行造成负面影响

[“用于对与包含可断开的功率半导体开关的自换向变流器连接的变压器的励磁电流中的畸变进行控制的方法和装置”，EP0896420，B. Weiss，西门子股份公司]：

相电流中的直流分量会使变压器的磁工作点发生移动。这会在运行中造成不对称的电流曲线，其中，该不对称性与该移动的幅度密切相关。当变压器在额定电压下运行时，其磁方面的利用率通常极高，亦即，励磁电流已具有可见且对称的畸变。这些畸变具有对称性并仅会造成奇数个谐波。若该变压器上存在直流分量，即便非常小的直流幅值便可能导致励磁电流中的极大畸变。就现代变压器而言，用于直流分量的限值仅允许为额定交流的千分比。在此情形下，这些畸变不再会被通常大得多的一次电流所掩盖，而是产生非常大的励磁电流尖峰，该励磁电流尖峰会在一次电流曲线中以可见的方式造成影响。这些影响包括因电磁流力而产生的噪音、偶数个输出电压谐波，乃至因在电阻或电感上造成的较高电压尖峰而产生的绝缘故障。

常规的有功及无功电流控制器便能通过其比例支路显著减小 AC 电流中的直流分量，并确保变流器-变压器可靠地运行。

此外，为了在无连接变压器的情况下也满足并网指令的要求，可采用一专门用于对剩余直流分量进行控制的附加控制器。

此外，不允许将相电流中的直流分量与自三相电流拆分出的对称分量中的所谓“零分量”混淆。最后，此处并非涉及在一个电网周期内求平均值时（在单线中）的直流分量，而是以同相方式流入所有 3 线并例如通过地线返回的电流分量。

应用

使用直流分量控制器（p3648 至 p3654）的前提条件是：功能模块“电网变压器”激活。

通过选择比例增益 $p3650 > 0$ 来接通控制器。值 $p3650 = 100 \%$ 相当于正确设置了变压器的主电感（p5492）的情况下推荐预设置。

若变压器的主电感未知（铭牌、数据表），也可对主电感进行测量（p5480 = 11）。其中需要注意的是，特别是对于励磁电流较小（主电感 L_H 较大）的变压器而言，检测结果 r5491 对干扰量非常敏感，可借助 VSM10 独立测定滤波器电流（r3671、r3672）来改善 L_H 测定的可靠性。为此，必须已通过 $p3678 > 0$ 激活滤波器监控。

若对所设置的主电感 p5492

的有效性存有疑虑，则建议选择较小的直流分量控制器增益（例如 p3650 = 30 %），以避免不稳定性。

说明

直流分量控制会增大计算负荷和减小闭环控制系统的鲁棒性，因为会产生额外的固有振动。因此请仅于必要时激活此控制。

说明

直流分量控制 (p3650) 在电流闭环控制运行中和变压器磁化中运行。在电网稳态运行 (p5401[0] = 1) 中电网稳态的直流分量控制 (p5436) 生效。

6.1.4 负序电流控制器

背景知识

根据某些电网指令（Grid-Code），即使是在电网故障或电压骤降不对称的情况下亦需要注入对称的电网电流，亦即，所有三个电网相位中的电流幅值均相同。

与波动的电网电压相结合时，上述情形必然会导致功率波动，针对该功率波动将直流母线电容器用作能量缓冲器。

出发点为将电流拆分为对称的分量，据此亦可借助针对零分量、正序系统和负序系统的复合幅值对每个 3 相系统进行分析。

该负向系统在时间范围内与逆向的空间向量对应，即以取反的电网角 $-\phi$ 进行坐标转换。

在负序系统设定值为“0”的情况下，控制器通过一双倍电网频率下的信号分量对变频器输出电压进行调制，从而产生一对称的 3 相电流。

通过适宜地设定负序电流设定值，可视需要对单个电网相位进行支持。

在正序设定值与负序设定值相同的极端情形下，甚至可实现无电流的电网相位。

应用

在相电流的频谱中，可注意到因 2 倍及多倍电网频率下的频率线而产生的负序系统。

以设定值零（p3641）激活负序控制（p3640 = 1），来对该电流不对称性进行调节。

负序控制器的增益与常规正序电流控制的增益系数对应，故不可独立设置。

积分时间则可视需要受到调整（p3639）。

在一般应用中，不为零的设定值无意义。在 FRT

期间，在系统内部直接接通可能需要的不对称支持电流（p5509[8]）。

在电网动态支持的预设为 p5500.3 = 1 时，系统会自动激活负序控制，以便即使是在出现 2 相电网故障时亦确保电流对称性。

电网电压或电网电流中的负序系统与会导致直流母线电压的相应振动的功率脉动相连。

但为了继续对直流母线电压的决定性平均值进行动态控制，借助可设置的带阻滤波器对 V_{dc} 进行适宜的滤波（p3645）。

说明

负序控制会增大计算负荷和减小闭环控制系统的鲁棒性，因为会产生额外的固有振动。因此请仅于必要时激活此控制。

6.1.5 对电网有利的变压器励磁

背景知识

若设备连接点位置变压器的一次侧上，则需要在接通时采用变压器预充电的形式，以避免不允许的浪涌电流及电网闪络。该功能块利用直流母线中的可用功率来在变压器端子上以同相方式建立电压。随后可以近乎无电流的方式将主开关闭合。

应用

当将变压器模型（r5497、r5498）例如用于电压闭环控制，或电流直流分量控制生效（p3650 或

p5436）时，需要设定匹配的变压器数据（p5436、p5492）。就单纯的变压器磁化而言，无需进行变压器数据检测。

变压器参数（p5436、p5492）的预设系针对相应调节型电源模块功率。若无有意义的数据可用，或无法测量出有意义的数据（另见“电流直流分量控制器”部分），则建议保留预设值。

若应用的预充电回路仅能产生较小的、不足以实现充分的变压器励磁的直流母线电压（控制系数 r0074

受限），则可减小针对励磁的目标值（p5494[0]）。在将电网接触器闭合时，所需的剩磁仅会产生相对较小且通常允许的再冲电电流脉冲。

V_{dc} 过小的典型迹象为：因为过调制运行而产生的较高的相电流（r0074 > 100 %）。

可对励磁期间的最大电流消耗进行监控，以避免预充电回路过载（p5494[1]）。借此例如能及时终止意外接地的变压器的励磁尝试。

状态显示于 r5482 和 r5499 中。

若无变压器存在，可参数设置一个 1:1

变压器（以便利用其他功能，如直流分量控制器等）。

在励磁过程中要激活电流直流分量控制（p3650）

，尤其是对于励磁电流小的变压器或者励磁持续时间很长时。

此外请参阅“电流直流分量控制器（页 52）”一章和“电流直流分量控制器（页 64）”一章。

6.2 用于电网稳态运行的闭环控制

6.2.1 背景信息

下图展示了基于动能的发电系统的模块化结构，其包含发电机、变频器系统、用于根据标准减小脉频电网干扰的电网滤波器以及电网变压器。通过对输出电压的绝对值及角度进行调节，采用 3 线连接、无内部储能器（例如 B6

电桥）的逆变器一般具有对两个独立量进行闭环控制的能力。在发电机侧，例如借助下级电流闭环控制通过 dq

坐标将这些逆变器用于磁通及转矩/转速闭环控制。针对电网侧，将这些电流相应区分为有功轴和无功轴；有功电流闭环控制用于上级 Vdc

控制器。借助无功电流控制器可设置特定的针对电网的 $\cos \phi$ 。

在第一次接近时，采用此配置以与电网状态及电网参数无关的方式将电网电流注入。故发电系统相对电网而言近似于电流源，其功率仅取决于一次能量源的功率。在此情形下，电网逆变器持续地对电网电压的变化的幅值及频率进行跟踪。就能随时接收瞬时发电功率以及对幅值和频率进行闭环控制的电网而言，上述功能原理为前提条件。故该功能原理适用于对联合电网的供电运行。

在孤岛电网中，当发电设备所达到的电网总功率分量过大时，会违背这些前提条件。此时则需要具备以下特性的电压源：提供当前所需的、具备定义的电压幅值及频率的用电系统功率。对于这些控制量而言，电网变压器的两种自由度皆为所需。相应地，必须控制产生于另外电源（如发电机逆变器、电池）的直流母线电压，以此确保产生的功率和需要的功率之间的平衡。如果电源是逆变器发电机，那么通常使用的是以级联结构连接的转矩控制器和 Vdc 控制器。

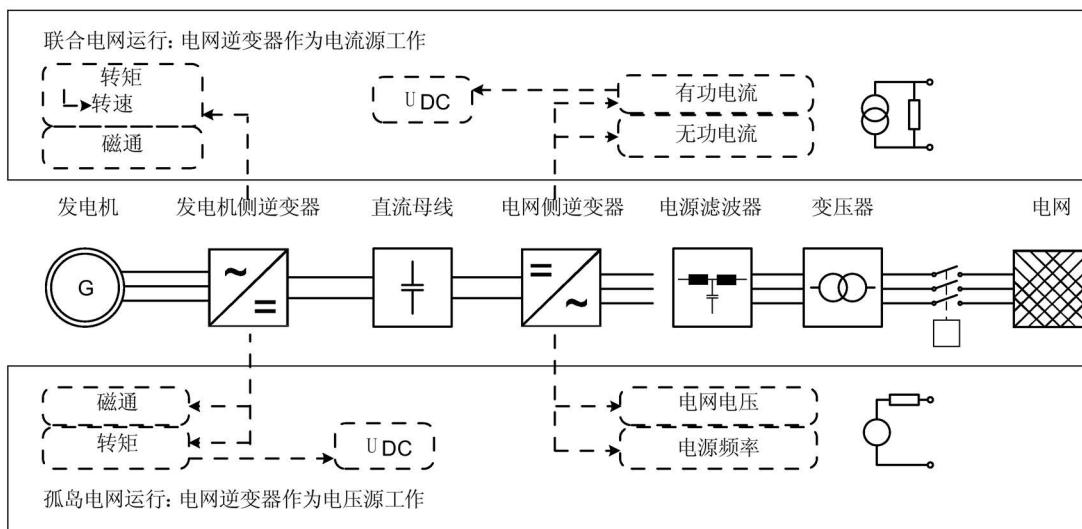


图 6-2 闭环控制基本原理

一览

在孤岛电网运行中，发电设备必须如上文所述对电及频率保持提供协助（电网构成件）。尽管可通过逆变器注入电压和频率，但无法不借助高成本的附加通讯来在针对性分配负载的情况下实现与其他发电系统的稳定共同运行。

就主要为电感式的电网 ($X \gg R$) 而言，根据对两个电网连接点之间的二端口的一般性视在功率观察，电压角或频率的变化主要对交换的有功功率 P

造成影响，而电压幅值则主要对无功功率造成影响。基于逆变器的换向电感和发电机及许多负载的电感特性，在典型微电网中可将前提条件 $X \gg R$ 作为已满足的条件。

因此，对逆变器输出电压的频率 $f_{\text{稳态}}$ 和幅值 $U_{\text{稳态}}$ 而言，采用下列稳态特性曲线（见下图）：

- $f_{\text{稳态}}(t) = f_0 - k_f p(t)$ ，其中 f_0 为空运行频率
- $U_{\text{稳态}}(t) = U_0 - k_U i_b(t)$ ，其中 U_0 为空运行电压

在此，针对电压稳态特性曲线使用无功电流

i_b ，而非无功功率。因此，即使是在电网电压骤降（高无功电流，低无功功率）的情况下也能给定有意义的设定值。特性曲线斜率 k_f 和 k_U 的典型值为 3 %，但很大程度上取决于特定应用。

借助对稳态输出进行平滑来对旋转机器的特性进行模仿，从而在自发电机和逆变器混合发电的情况下实现稳定的稳态电网形成，以及在电网中存在负载跃变的情况下实现所期望的过渡特性。频率轴中的时间常量 T_{f1} 与发电机的机械惯量相对应。 T_{f1}

越大，负载跃变开始时的频率变化就越小，必须首先提供给逆变器系统的功率就越多。快速附加稳态控制 T_{f2}

6.2 用于电网稳态运行的闭环控制

可实现临时的频率变化，以避免此类功率尖峰。如此便产生阻尼效应，其对电网中的功率摆动进行抑制。借助用于电压轴的时间

T_U ，逆变器系统能够对孤岛电网中的发电机电感进行调整。下级电压控制器用于确保连接端子上的电压幅值的稳态精度，以及对逆变器发电系统的阻抗进行补偿。

用“*”标识的大小表示设定值

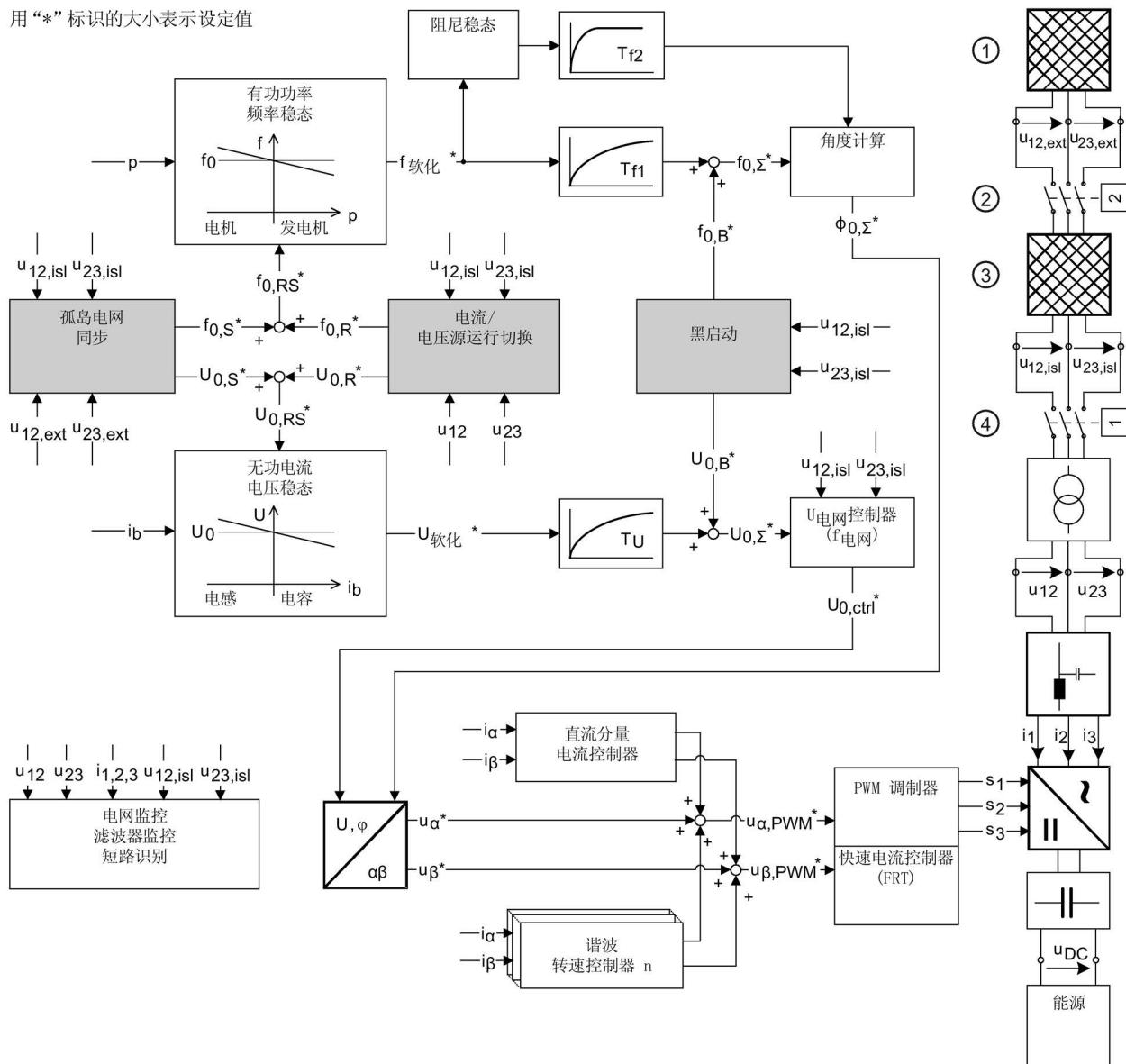


图 6-3 电网稳态控制

稳态特性曲线 $f_{\text{稳态}}(t)$ 和 $U_{\text{稳态}}(t)$

展示了用于对微电网的发电设备之间的功率均衡性进行闭环控制的比例控制器。就 f_0 及 U_0 所需的用于在负载变化后返回 $f-U$

额定值的后续闭环控制而言，其并非此处示出的闭环控制的一部分，而是上级电力管理系统的任务。

在电网构成件运行中，电流由负载决定。谐波相关电流（例如基于非线性用电设备）在逆变器和电网连接点之间产生相应的电压降，可借助对输出电压的谐波闭环控制来减小该电压降。直流分量控制器以与上述方案并行的方式对相电压中可能存在的故障直流分量进行抑制，否则该故障直流分量会导致变压器饱和效应以及电网中的功率波动。

对发电系统的另一重要要求为：提供较高的短路电流来对电网故障进行清除（触发熔断器）。在此，快速电流控制器实现对单驱动中的或与其他源结合的（不）对称电网故障的稳定穿越（FRT）。短路清除后，在不增设换向件的情况下对发电设备进行再同步。持续的电网故障会在所定义的时间后将电网监控切断，并在存在内部设备故障的情况下对短路电流的维持造成阻碍。

针对微电网中的应用，除联合电网模式和孤岛电网模式外，亦支持所有可采用的运行切换（上图，灰色标记部分）。

- **黑启动**

此功能描述的是：在针对外部电网的隔离开关 2

打开时，以零电压为出发点构建孤岛电网电压 $U_{12\text{isl}}$ 、 $U_{23\text{isl}}$ 。

- **孤岛电网同步**

此功能块在运行中根据外部电网 $U_{12\text{ext}}$ 、 $U_{23\text{ext}}$

对孤岛电网的幅值、频率及相位进行调整。随后可以近乎无电流的方式将隔离开关 2 闭合（通过上级管理系统协调），以及在微电网与电网之间进行功率交换。

- **运行模式切换**

即使是在隔离开关 2

打开的情况下，也可将发电设备自电压源运行切换至电流注入模式。举例而言，当有足够的数目的电网构成件生效时，各再生发电设备（例如光伏）均可作为电流源以最大功率工作。

6.2.2 V/f 稳态控制

背景知识

就在一个具有共同频率及幅值的工作点上的稳定运行而言，电网中的发电单元之间的负载平衡为必需条件，宜借助所谓稳态特性曲线（见下图）加以实现。稳态控制也可包括平滑元件（PT1），用于对电网的当前时间常量进行调整。举例而言，随着输出功率增大，发电设备的频率降低。

电网中的每台主动参与频率及电压保持的发电设备均借助这些特性曲线计算其输出电压及频率的当前设定值。就传统的发电站而言，可将此方案与所谓一次控制进行比较。举例而言，若所有发电单元具有相同的额定功率和相同的特性曲线，则在电网中产生一 f/V 工作点，在该工作点上所有发电设备均向所需的总负载提供相同的功率。亦即，在发电设备不进行相互通讯的情况下实现对称的负载分配。

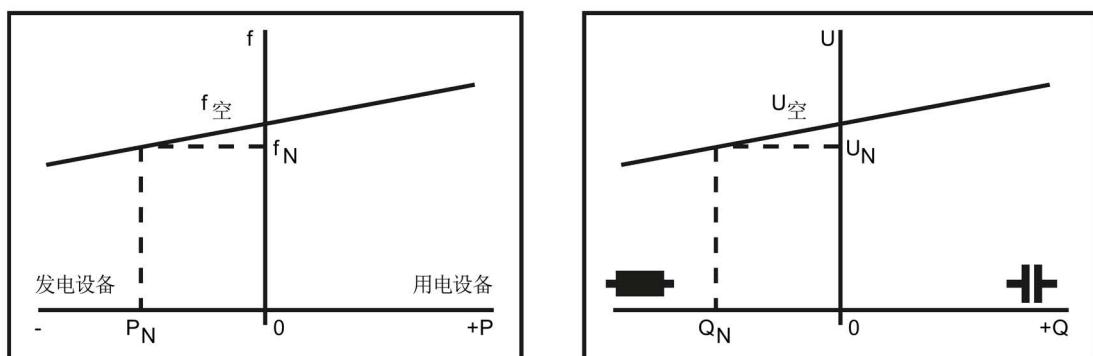


图 6-4 用于频率和电压的有功功率稳态特性曲线和无功功率稳态特性曲线

下面以包含 2 台发电设备和一个用电负载 P_V

的有功功率特性曲线的简单示例对工作原理进行说明（下图）：针对第一和第二发电设备的输出频率，特性曲线斜率分别为 k_1 和 k_2 ，空运行频率同为 f_0 ：

$$f_{E1} = f_0 + k_1 \times P_1, \dots, f_{E2} = f_0 + k_2 \times P_2.$$

基于功率和 $P_1 + P_2 + P_V = 0$

这一条件，对第二发电设备而言，以下与第一设备的功率的关联性适用：

$$f_{E2} = f_0 + k_2 \times (-P_1 - P_V).$$

因此，可对第二发电设备的特性曲线进行镜像，并以偏移 P_V 的方式记录在第一发电设备的 $P-f$ 图中，以便对所产生的具有共同频率 f_A 的工作点进行说明。其中，第一发电设备承担所需总功率的分量 P_{E1} 。

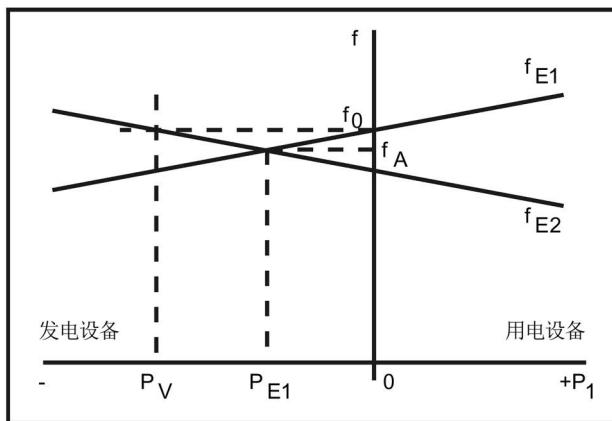


图 6-5 电网中多个发电设备的共同工作点

电网中的一次控制通常为快速 P

控制，其无法将控制偏差调节至零。稳态精度系通过缓慢的上级二次控制实现，其例如对稳态特性曲线的空运行点进行移动，从而平均达到电网额定频率。为此，视情况还需要手动接通其他发电设备。

应用

使用“V/f 稳态控制”（p5400 至 p5479）

的前提条件为：功能模块“电网稳态控制”激活。

- 必须为空运行频率 p5405、空运行电压 p5415

以及特性曲线斜率（p5407、p5417）设定适宜的稳态设置。在包含多个发电设备的电网中，例如可由用于孤岛电网的能量管理功能来承担这些任务。为此亦可采用用于同步给定设定值的 BiCo 信号宿。

若运行仅包含一个发电单元的孤岛电网，则也可将稳态特性曲线的斜率设置为 0。

以多个发电设备运行时，典型斜率值为 3 %

上下。过大的斜率会造成频率和电压大幅波动。特别是在该电网上在电流闭环控制模式中运行其他自换向逆变器时，由于这些逆变器无法足够快速地对电网波动进行跟踪，可能会导致电网的稳定性问题。

- 通过信号宿 p5403 和 p5404

确定电网电流和电压的实际值，其用于计算稳态输入量，即有功功率和无功电流。电压稳态控制的输出量为逆变器端子上的电压。负载电流会造成逆变器和发电设备的连接点之间的阻抗上的电压降（例如在滤波器上或连接于上游的变压器上）。为对这些电压降进行补偿，以及根据所需连接点上的稳态对电压设定值进行设置，使用附加的电压控制器 p5425。通常将该电压控制器的积分时间 p5427

设置为大于稳态功能的平滑时间 p5419。

- 输出电压的谐波含量很大程度上取决于占空比 **r0074**，即逆变器的 **AC** 端子上的电压相对直流母线电压的比例。在 **r0074** 约为 **94 %** 的情况下能够将电网干扰控制在最优程度。若输出电压在恒定直流母线电压下发生改变，则谐波含量会提升。因此，通过用于直流母线电压控制器的附加设定值 **r5433**（例如 **{VECTOR}p3511 = {ALM}r5433**），可以与运行点相关的方式对谐波含量进行优化。预设置中对占空比无限制。特别是在过调制范围（**r0074 > 100 %**）中，即使是在电网谐波较低的情况下也会借此产生巨大的电流分量。可通过 **p5432[1]** 限制占空比来防止这种情形。在过调制情形下，根据 **U** 稳态特性曲线，对输出电压的限制会导致基频无功电流增大。
- 在谐波控制器的帮助下，特别是对电网中的非线性负载而言，能够将输出电压的（因发电设备的内阻抗上的畸变电流而造成的）较低的电网频率谐波（特别是 **5.te** 和 **7.te**）减小。通过 **p5440** 进行激活。
- 可通过 **p5401[0]**
在常规电流闭环控制运行（通常为调节型电源模块指定直流母线闭环控制）和作为电压源的稳态运行之间进行切换。此切换在运行时随时可以进行。
在从电流闭环控制切换至电网闭环控制时，需要确保设置的稳态参数与瞬时的电网频率及幅值匹配。否则会根据该稳态产生较高的有功及无功功率。
在从电网闭环控制向电流闭环控制切换时，需要确保在过渡斜坡中对稳态控制的空运行点进行内部调节，从而以近乎无功率的方式执行运行切换。就该较短的过渡时间而言，孤岛电网的其他发电设备必须提供可能的用电负载。一般而言，当孤岛电网与外部电网连接，或借助其他（功率足够高）的发电单元来保持频率及电压时，可实现此种切换。
- 视需要，可通过 **p5401[1]** 使能或禁用稳态特性曲线。在电网闭环控制生效（**p5401[0] = 1**），但特性曲线被禁用的情况下，系统内部会持续地根据电网调整空运行点，从而使发电单元平均而言处于空运行中。上述方案的前提条件是：其他发电单元对电网频率及幅值进行闭环控制。例如可使用此功能以非常简单的方式实现发电设备的热备份。在发生电网故障的情况下，设备可不间断地对电网进行供电。
此外，特性曲线禁用还可用于：在稳态参数（空运行点、斜率）未正确匹配的情况下切换至稳态运行，并于随后进行适宜的稳态设置。
- 激活了电网闭环控制时，必须通过其他直流母线组件来进行 **V_{dc}** 控制。例如可通过电池缓冲系统或 **PV** 模块来实现这一点。对于驱动应用而言，通常通过电机逆变器来进行 **V_{dc}** 控制。为此，状态信号 **r5402.0** 例如可用于在矢量驱动对象中将 **V_{dc}** 控制器 **p3513** 禁用。

说明

用 p5478

进行电流限制（例如用于驱动的重载启动、变压器接通及电网短路）的相关内容参见章节“调试：有功、无功及视在电流限制（页 144）”。

说明

在应用情形“联合电网上的运行”中，原则上适用如下设置建议：

- 必须选择足够小的平滑时间 p5409/p5419，如 30 ms。
 - 必须选择足够大的电网稳态的斜率 p5407/5417，如与预设置相匹配。
 - 快速阻尼的附加电网稳态 p5413 必须被激活，如 $p5413 = 50\%$
 - 此外， $p5401[1] = 0$ 的自动空运行的前提是，稳态 (r5410/r5420) 的空运行点不被持续地改变（如被一个控制器）。
-

6.2.3 对功率摆动的抑制

特别是当多个发电设备在电网中工作时，会出现功率摆动及非期望的功率尖峰。

例如，在电网中的有功负载跃变式提升的情况下，发电设备在短时间内承担负载主分量，其频率最多保持在原有水平或穿越最小骤降。旋转式发电设备（发电机）至少会暂时经历转速下降，而逆变器即使是在最大负载变化下亦能保持输出频率恒定。但这可能会造成非期望的电网逆变器过载。

为在此类负载变化下实现发电设备之间的均匀负载分布，借助 PT1 元件 p5409 和 p5419 对旋转机器的基本时间过渡特性进行模仿。该时间常量越大，作为发电设备的调节型电源模块的特性就越“强”，且调节型电源模块上的负载尖峰也就越大（而同一电网中的“较弱”发电设备的负载则暂时减小）。亦即，p5409

的较大取值与具有较大转动惯量或较大旋转质量的发电机相对应。故需要根据其他电网发电设备的时间特性对这些时间参数进行调整。

当电网参数和稳态设置导致不稳定的工作点时，即使是在电网用电设备未引起负载变化的情况下，仍可能出现发电设备间的功率摆动。

为在孤岛电网中设有多个发电设备的情况下确保电网稳定性，强烈建议为稳态控制设置至少一个抑制选项：

- 通过快速附加稳态控制

p5413，对负载跃变时出现的超出电网稳态设定值的发电机频率骤降进行模仿。其可换算为闭环控制的差分分量，从而将控制回路中的阻尼适度提高（p5413 = 50 % … 100 %）。

- 作为替代方案或根据需要，还可通过显式 DT1 支路对稳态控制进行补充（p5476 = 50 % … 100 %）。

此外，当使用短路功率很高的电网稳态时，推荐立即激活附加稳态控制，如与公共电网连接时（p5413 > 30 %）。

6.2.4 电流直流分量控制器

应用

背景信息参照描述电流闭环控制运行中的直流分量控制的章节，参见“电流直流分量控制器（页 52）”一章。

不同之处在于，电网闭环控制运行中的直流分量控制通常为必需功能，特别是在孤岛电网中设有若干变压器的情况下。（在电流闭环控制运行中，基频电流闭环控制通常便能对直流分量进行充分的补偿）

控制器系自动预设。其中，假设变压器具有典型数据且功率处于调节型电源模块的大小范围内。若不满足该假设，则必须对变压器主电感 p5492、总电阻 p5436 和控制器积分时间 p5437

进行相应的设置（为此另见参数说明）。若数据表中未提供，可借助检测步骤来测量主电感。为此同样参照描述电流闭环控制运行中的直流分量控制的章节。

说明

对直流分量控制器的不当设置（特别是过高的控制器增益 p5436）可能会导致电网闭环控制整体不稳定。

说明

参数 p5436

在变压器励磁期间无效。为在励磁期间避免变压器中的饱和效应（特别是在控制系数 r0074 较大的情况下），建议通过 p3650 激活直流分量控制。

6.2.5 直流母线电压最小/最大闭环控制

应用

正如前面章节写的那样，在电网稳态运行中直流母线电压原则上必须由另一个组件决定。这个组件一般是有直流母线电压闭环控制 (Vector_p3510)

的电机逆变器（电机模块）。如果此直流母线电压闭环控制未在所有运行点生效，例如由于功率限值或只可能有一个电流方向（有整流器的发电机），那么调节型电源模块必须也在电网稳态运行中对直流母线电压进行稳定化。为此可对直流母线电压使用最小/最大闭环控制 (ALM_p1250)。由参数 ALM_p1241 和 ALM_p1245

可定义直流母线电压阈值，一旦越出阈值范围则激活闭环控制。调节型电源模块的输出功率也会相应地通过改变输出频率进行调节。由此，依据已设定的频率稳态，显然无法再遵循功率设定。

电网稳态运行的 Vdc

最小闭环控制在原则上只有在孤岛电网中有更多的组件接通时才是生效的，这些组件随电网频率显著地改变功率。这里的例子包括在可充分适应或大或小的功率输出的运行点的其他发电机，或可充分适应或大或小的功率输入的电网电机。否则，在越过 Vdc 最小或最大闭环控制接通电平时可能出现严重的电网错误（欠频/超频和欠压、过压）。

6.3 附加功能

6.3.1 用附加 VSM10 测定电网电压

根据图 6-3 电网稳态控制

(页 58)，对于孤岛电网形成领域中的许多应用而言，需要附加的电压测量值。为此，功能模块“电网变压器”支持藉由至多 2 个附加 VSM10 进行分析。

通过装机装柜型调节型接口模块标配的 VSM10 来测定电压 u_{12}/u_{23} 。需要注意的是 ALM/AIM 并联的情形，这些并联组件中的每个均包含一个 VSM10，其用于计算出平均测量值，在此将其视作单独一个生效的 VSM10。上述功能的管理参数为 p0140ff

及其后的参数。（就采用书本型调节型电源模块的发电应用而言，根据规定需要在调节型接口模块上设置一个 VSM10。）

当需要使用“变压器励磁”功能时，必须使用一个附加 VSM10 来测定电压 $u_{12_{\text{isl}}}/u_{23_{\text{isl}}}$ 。建议针对电网稳态控制采用该 VSM10，以确保精确地遵循稳态特性曲线。不过，需要时，也可使用变压器模型 (r5498) 来计算电压。

但在此情形下，模型参数中的错误必定会导致错误的电压值以及包含多个发电设备的孤岛电网中的功率分配偏差。

上述功能的管理参数为 p0150[0] 及其后的参数，VSM 测量值在参数 p5460 的下标 0 中提供。

当需要使用“孤岛电网同步”功能时，必须使用一个附加 VSM10 来测定电压 $u_{12_{\text{ext}}}/u_{23_{\text{ext}}}$ 。上述功能的管理参数为 p0150[1]ff 及其后的参数，VSM 测量值在参数 p5460 的下标 1 中提供。

6.3.2 变压器模型和检测

除转换比外，变压器亦相位回转角、漏电感（产生电压降）及主电感等其他重要属性，其对励磁电流及直流分量控制的设置起决定性作用。

就变压器励磁的功能而言，精确的转换比及回转角具有重要意义。这两个参数均可从变压器数据表获取，且必须尽可能精确地在 p6420[0] 和 p6421[0] 中进行设置。可通过 p5480 = 12 进行精测量（显示于 r6440、r6441 中），从而借助最优设置将电网接触器闭合时的补偿电流最小化（参见章节“调试示例，适用于联合电网、带电网动态支持的变频器 (页 92)”中的附图）。

此外，通过将 p5480 = 13 与电网检测 p3410 = 1 相结合，还能对变压器漏电感 (r5489) 进行测定。为了可重复执行测量，随后应将

p5480 设为 1, 接着再重新设为

13。若为诸如电网电压闭环控制这些功能使用的并非经转换的变压器一次侧的 VSM 测量值 (r5488), 而是借助模型计算出的结果 (r5498), 则 p5490 的精确设置非常重要。

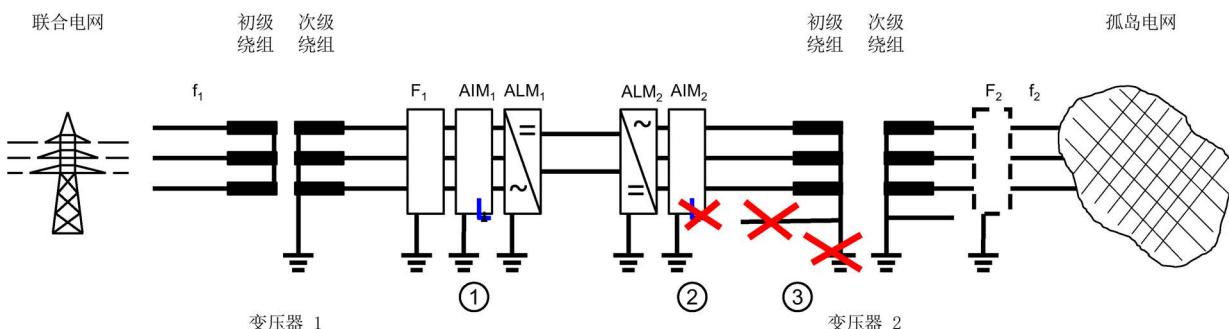
就孤岛电网同步的功能而言, 必须为孤岛电网与外部电网之间的变压器设置相应参数 p6420[1] 和

p6421[1]。在此无自动测量程序可用。重要之处在于, 对调节型接口模块和外部电网之间的电压比例参数进行赋值。在两个变压器串联的情况下, 这意味着回转角叠加, 且必须将转换比相乘。

借助测试模式 p5480 =

101、102, 可在未连接至电网的情况下, 对断路器尚处于打开状态的发电设备的运行进行检测。

6.4 调节型电源模块的背靠背运行



- f_1 联合电网的频率
 f_2 孤岛电网的频率
 F_1 联合电网的电网滤波器
 F_2 孤岛电网的电网滤波器

图 6-6 背对背运行 - 基本结构图

调节型电源模块的背靠背运行是指将两个调节型电源模块连接在一个直流母线中。其中, 藉由一个调节型电源模块 (ALM₁) 对该直流母线进行供电, ALM₂ 产生一个 (电压及频率) 去耦的电网。在 AC 侧, 在两个独立的电网中运行这两个调节型电源模块。典型应用为: 对公共电网中的孤岛电网进行供电, 以及建立电网的紧密耦合 (例如用于频率转换)。这两个独立电网间的不允许的 (例如通过容性接地星点实现的) 接地连接会导致过电流、不稳定性和过电压, 进而可能使其他电网组件 (例如电网部件) 受损。

6.4 调节型电源模块的背靠背运行

孤岛电网上的调节型电源模块的 AC

连接与孤岛电网变压器的一次侧之间也不允许存在其他低电阻接地连接（例如无星点接地）。特定而言，上述限制也适用于 PE

线在电网星点上的容性连接。因此，在多数情形下必须在孤岛电网中将调节型接口模块（包括其中的 VSM10 的接地环）的接地环移除。

因此，包含 2

个调节型电源模块（第一调节型电源模块设于供电电网、直流母线上，第二调节型电源模块用于形成孤岛电网）可具有如下结构：

- 第一调节型电源模块（供电电网）的电网滤波器，带调节型接口模块中的接地环（①）。
- 第二调节型电源模块（孤岛电网）的电网滤波器，不带调节型接口模块（包括其中的 VSM10 的接地环）中的接地环（②）。
- 孤岛电网上的调节型电源模块的 AC
连接与孤岛电网变压器的一次侧之间也不允许存在其他低电阻接地连接（例如调节型电源模块与孤岛电网变压器之间无星点接地，③）。
- 在孤岛电网变压器的二次侧上允许采用星点接地（例如变压器的星点接地，将 EMC 滤波器接地等）。

上面的章节介绍了用于动态发电或发电的功能，以及需要进行的参数设置。

下面结合两个应用示例以表格形式对典型设备配置所需的调试步骤进行说明。随后还会对诸如变压器参数的设置等各个方面进行单独说明。

7.1 安全技术说明



未遵循基本安全说明和遗留风险

未遵循章节 1 中的基本安全说明和遗留风险可导致人员重伤或死亡。

- 请遵守基本安全说明。
- 进行风险评估时应考虑到遗留风险。

7.2 前提条件

硬件

- 控制单元 CU320-2 PN 或 CU320-2 DP
- 调节型电源模块:
 - 书本型, 订货号 ...AA3
 - 装机装柜型风冷式或液冷式, 订货号 ...AA4, 配备对应的调节型接口模块
 - 装机装柜型水冷式, 订货号 ...AA8 配有相应地调节型电源模块
- 数量取决于应用的、用于测量电压的电压监控模块 (VSM10)
- 直流母线的直流电源, 例如电机模块 (通过发电机或电池旋转式发电的情况下)

软件

- STARTER, 版本 5.1 或更高
用于 SINAMICS V5.1 的 SSP
- SINAMICS S120 固件版本 5.1 或更高
- CU320-2 的存储卡, 含以下选件中的一个:
 - 书本型设备:
与功率及应用对应的许可证
 - 装机装柜型设备:
 - S01: 电网动态支持, 用于向联合电网发电
 - S02: 电网闭环控制, 用于并入孤岛电网

客户自行提供的硬件

- 变压器
- 电网接触器
- 发电机

7.3 基本调试

在使用 STARTER 进行离线调试时必须通过货号选择变频器。

7.4 调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

7.3.1 装机装柜型变频器

表格 7-1 用于 3 AC 380 ... 480 V 电网电压的装机装柜型变频器的订货号

调节型电源模块	电网电压	额定功率, 3 AC 400 V 条件下	额定馈电/反馈电流
6SL3330-7TE35-0AA4	3 AC 380 ... 480 V	300 kW	490 A
6SL3330-7TE41-0AA4	3 AC 380 ... 480 V	630 kW	985 A
6SL3330-7TE41-4AA4	3 AC 380 ... 480 V	900 kW	1405 A

表格 7-2 用于 3 AC 500 ... 690 V 电网电压的装机装柜型变频器的订货号

调节型电源模块	电网电压	额定功率, 3 AC 690 V 条件下	额定馈电/反馈电流
6SL3330-7TG41-0AA4	3 AC 500 ... 690 V	1100 kW	1025 A
6SL3330-7TG41-3AA4	3 AC 500 ... 690 V	1400 kW	1270 A
6SL3335-7TG35-8AA4	3 AC 500 ... 690 V	630 kW	575 A
6SL3335-7TG41-3AA4	3 AC 500 ... 690 V	1400 kW	1270 A
6SL3335-7TG41-6AA4	3 AC 500 ... 690 V	1700 kW	1560 A
6SL3335-7TG41-3AA8	3 AC 500 ... 690 V	1400 kW	1270 A
6SL3335-7TG41-6AA8	3 AC 500 ... 690 V	1700 kW	1560 A

7.3.2 书本型变频器

书本型变频器的技术数据参见对应的设备手册。

7.4 调试示例，适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

7.4.1 结构

发电机设备

此处以发电机旋转产生电能向孤岛电网发电作为示例进行说明。

孤岛电网可由多个发电设备进行供电。

发电机由一个电动机或涡轮机驱动。能源可以是沼气、太阳能、天然气、柴油或水力。

原理图一览

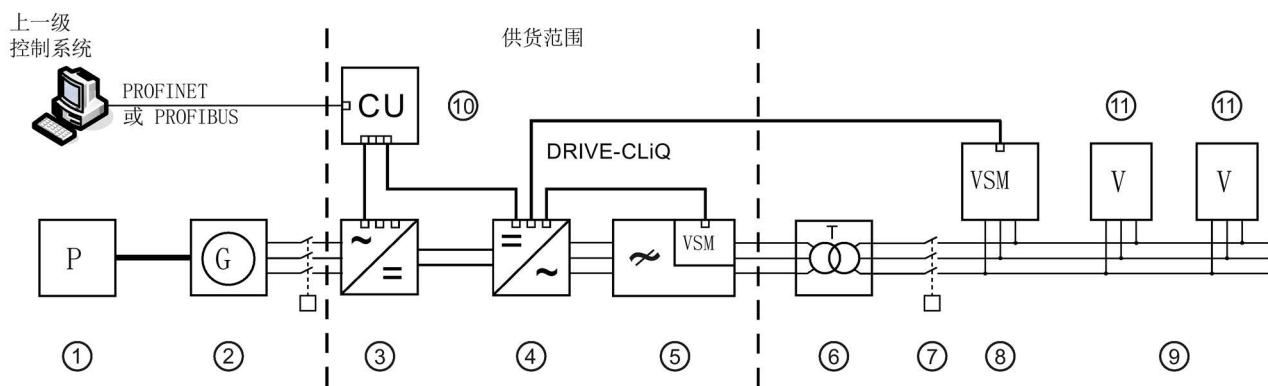


图 7-1 通过发电机向孤岛电网发电

表格 7-3 通过发电机向孤岛电网发电时采用的组件

编号	描述
1	驱动机械（涡轮机、叶轮等）
2	发电机
3	电机模块（Motor Module）
4	调节型电源模块（Active Line Module）
5	集成了电压监控模块 VSM10 的调节型接口模块（AIM）
6	电网变压器
7	断路器
8	用于测量变压器一次侧电网电压的电压监控模块 VSM10
9	孤岛电网（低压）
10	控制单元
11	用电设备

7.4.2 概述

调试步骤

执行以下步骤对适用于孤岛电网的 ALM 进行离线调试。

ALM 需要参与孤岛电网的频率及电压闭环控制。

在此使用发电机进行发电, 以作示范。

1. 创建项目。

2. 创建驱动设备。

将用于向电网发电的驱动设备命名为“INFEED”。

将用于对电机模块（在矢量控制中）进行闭环控制的驱动设备命名为“MOTORINVERTER”。

3. 激活驱动设备 MOTORINVERTER 上的功能模块:

- 激活功能模块“工艺控制器”, 必要时也激活功能模块“扩展信息/监控”。
- 设置控制方式“n闭环控制/M闭环控制 + V/f 控制, I/f 控制”。

4. 激活驱动设备 INFEED

上的功能模块（参见章节“创建向孤岛电网发电所需的功能模块 (页 74)”）。

5. 创建附加 VSM10, 其用于测量电网变压器一次侧的电网电压 (No. 8)。

6. 创建可能需要的附加

VSM10, 其用于针对“孤岛电网与外部电网的同步”功能测量联合电网电压。

另见“孤岛电网与外部电网的同步 (页 123)”。

7. 调整拓扑结构, 指定 VSM10。

8. 在专家参数列表中进行其他参数设置。

在此必须遵循用于检测和设置变压器数据的各个步骤的顺序（参见

“调试: 对电网有利的变压器励磁 (页 110)”）。

对于弱电网（电感较大、短路功率较小）还需遵循另外一些设置建议（参见“控制器相应于电网短路功率的自动调整 (页 151)”一章）。

说明

调试说明

基本调试步骤参见 SINAMICS S120 调试手册。

7.4.3 创建向孤岛电网发电所需的功能模块

在项目中在“INFEED”下右击“INVERTER”，然后选择“Properties”（属性）。

- 在标签“Function

modules”（功能模块）中选择模块“电网变压器”和“电网稳态控制”，以及根据需要选择其他模块。

说明

通过上一级控制系统激活功能模块

也可通过上一级控制系统激活功能模块。在此控制单元参数 p0009 必须设置为“2”（确定驱动类型的功能模块）。

之后可通过控制单元参数“p0108[x].y = 1”激活单独的功能模块。

这里必须将索引“x”设置为 INFEED 的对象号。

发电功能模块位“y”的含义如下：

- （位 03 = 附加控制）
- 位 04 = 电网变压器
- （位 07 = 电网动态支持）
- 位 12 = 电网稳态控制

功能模块通过设置 p0009 = 0 激活。

7.4.4 创建第二个 VSM10

如已在线通过自动配置对带有完整 DRIVE-CLiQ 拓扑的驱动设备进行了调试, 则 VSM10 模块已经存在于拓扑中。此时不必更改数量, 而是应根据下面章节的描述检查分配并作必要的调整。

离线配置项目的步骤

在项目中在“Infeeds”下双击“INFEED”下的“Configuration”(配置), 在配置窗口中单击“Wizard...”(向导)。

- 在第一个窗口中不要进行修改。
- 在第二个窗口的“VSM数量”复选框中根据需要进行选择。
针对每个调节型电源模块将一个 VSM 计入“Number of VSMs”, 若需增设一个 VSM10, 必须将该数量加 1。
尽管复选框显示为灰色, 依然可通过箭头键增加 VSM 的数量。

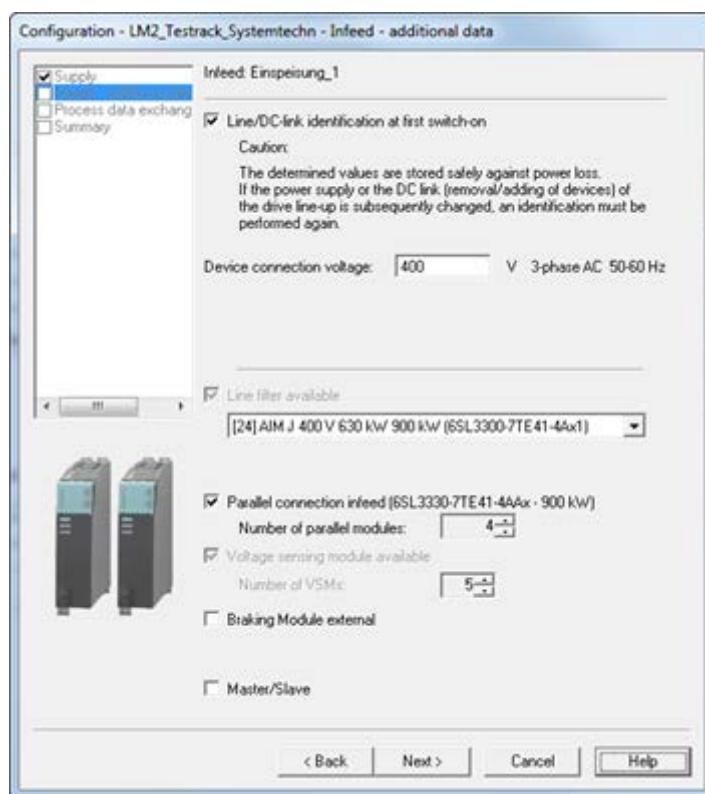


图 7-2 创建第二个 VSM10 模块

- 继续浏览窗口, 而不进行修改, 最后退出向导。
- 这样便在拓扑结构中添加了一个附加的 VSM10。

7.4.5 调整拓扑结构，指定 VSM10

在项目中双击“Topology”（拓扑结构），打开拓扑视图。

在经过上述调试后，拓扑结构显示如下：

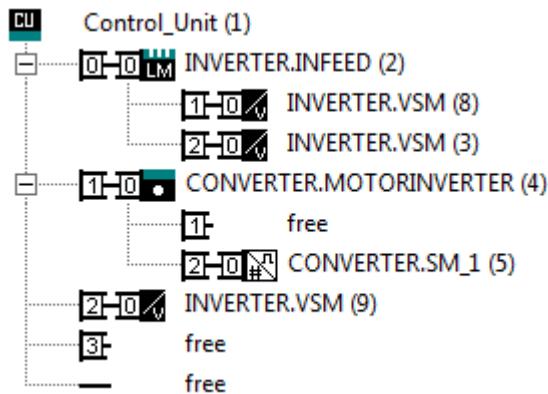


图 7-3 拓扑结构

拓扑视图中组件右侧括号中的数字即为所谓的“组件编号”。

- 用于变频器的闭环控制功能的 VSM10 必须连接至 INFEED 的 DRIVE-CLiQ 插口 -X402（书本型：-X202）。
- 而（位于电网变压器的一次侧的）用于与电网同步的 VSM10 必须连接至供电器 INFEED 的 DRIVE-CLiQ 插口 X401（书本型：X201）。
- 可选的用于与外部电网同步的 VSM10 必须连接在控制单元的未占用的 DRIVE-CLiQ 插口上。

必须通过专家参数列表检查项目中现有的 VSM10

被指定给了哪个接口，必要时进行修改。

下面的设置针对的是上面显示的拓扑结构：

- VSM10(3)负责检测逆变器的输出电压。
`INFEED.p0140 = 1` (访问级 4)
`INFEED.p0141[0] = 3` (访问级 4)
- 组件编号为 8 的 VSM10 负责变频器与孤岛电网的同步 (VSM2 功能)。
`INFEED.p0150 = 2` (访问级 4)
`INFEED.p0151[0] = 8` (访问级 4)
- 组件编号为 9 的 VSM10 (视需要) 负责变频器与外部电网的同步 (VSM3 功能)。
`INFEED.p0150 = 2` (访问级 4)
`INFEED.p0151[1] = 9` (访问级 4)

说明

参数 p5460[0]...p5474[0] 负责 VSM2 功能。

参数 p5460[1]...p5474[1] 负责 VSM3 功能。

7.4.6 在专家参数列表中进行更多的参数设置

下面为重要设置参数及其典型值一览，并包含对孤岛电网应用的提示信息。

此一览表可在调试时提供帮助。此表并不代替之前章节的说明或参数手册中的参数描述和功能图。

根据应用，在具体情形下也可能需要对表中未列出的参数进行修改。

驱动设备“INFEED”的参数设置

在项目中在“Infeeds”下右击“INFEED”，然后选择“Expert list”（专家参数表）。

表格 7-4 驱动设备“INFEED”的参数设置

参数	值	附注
p0210	例如400 V 或 690 V	输入逆变器的输入电压 变压器的发电侧的/调节型接口模块的连接点上的额定电压。
p0840[0]	例如 INFEED.r2090.0	BI:ON/OFF1 通过 PROFIdrive PZD1 位 0 控制 针对调节型电源模块的接通指令，视情况开始直流母线预充电
p0844[0]	例如 CONTROL_UNIT. r0722.0	BI:CDS 0 中的第 1 个 OFF2，通过控制单元的 DI0 (-X122.1) 控制 用于调节型电源模块的 OFF2 指令的信号宿
p0852[0]	例如固定值 1	BI:使能运行 在未进行此运行使能的情况下，调节型电源模块依据 p0840 = 1 在预充电完成后保持运行就绪状态。此外变压器励磁也需要此使能。
p0860	例如 CONTROL_UNIT. r0722.1	BI:电源接触器反馈信息 为实现变压器励磁的正常功能，断路器的反馈触点必须为连接状态。在此示例中，在控制单元的端子 DI1 (-X122.2) 上进行布线
p0861	例如200 ms ¹⁾	电网接触器监控时间 发电机开关接通/反馈信息监控。 待设置的值取决于所使用的开关的开关时间。

7.4 调试示例，适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	值	附注
脉冲频率摆动		
p1810.2	是 ¹⁾	<p>激活脉冲频率摆动（访问级 4）</p> <p>脉冲频率摆动用于实现脉频电压分量及电流分量在频率范围内的分布。当需要在 2 kHz 至 9 kHz 的频率下减小干扰功率时，则需要实现此点。此情形在孤岛电网中颇为常见。</p>
p5456.4	否 ¹⁾	<p>禁用摆动振幅（访问级 4）</p> <p>通过此位对电网稳态运行中的摆动功能进行控制。</p>
p1810.4	是 ¹⁾	<p>禁用摆动振幅（访问级 4）</p> <p>视所使用的滤波器而定：采用标准调节型接口模块时：是</p> <p>通过此位针对常规电流闭环控制运行（非电网稳态运行）对摆动功能进行控制。在采用标准调节型接口模块时，建议采用设置“是”。</p>
p1811	例如5 % ¹⁾	<p>脉动频率摆动幅值（访问级 4）</p> <p>采用设置值 5 %</p> <p>时，在脉频干扰功率方面能够满足对孤岛电网的典型要求。</p>
直流母线控制		
p3410	0	检测方式 - 检测关
p3415[0]	10.00 %	<p>励磁电流 L 检测 - 运行 1</p> <p>CZK 检测用测量电流的幅值</p> <p>在采用短路功率较小的电网时，建议将测量电流减小至 10 %（视情况减小至 7 %），从而在检测期间实现稳定的电网运行。另见章节“控制器相应于电网短路功率的自动调整（页 151）”。</p>
p3415[1]	10.00 %	<p>励磁电流 L 检测 - 运行 2</p> <p>CZK 检测用测量电流的幅值</p> <p>在采用短路功率较小的电网时，建议将测量电流减小至 10 %（视情况减小至 7 %），从而在检测期间实现稳定的电网运行。</p> <p>如设置了与 p3415[0] 相同的值，则会阻止“运行 2”。</p>
p3510	例如p0210 * 1.5	<p>直流母线电压设定值</p> <p>在 3 AC 690 V 设备上为 DC 1035 V</p> <p>在正常情形下，所选择的设定值不应小于电网电压的 1.5 倍，否则会对电流闭环控制的设置范围造成严重限制并产生电流谐波。</p> <p>同上文所述，通过最大升压系数 p3508 对设定值进行限制。</p>

7.4 调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	值	附注
p3560	例如50 %	电源 Vdc 控制器的比例增益 提示: 针对弱电网 (短路功率较小) 的设置
p3603	例如0 %	电流前馈系数, 差分分量 出现负载冲击、控制器动态响应差时可最多提高到 50 %。 提示: 针对弱电网 (短路功率较小) 的设置
p3615	例如50 %	电流控制器比例增益 提示: 针对弱电网 (短路功率较小) 的设置
发电机运行		
p5401[0]	例如 INFEED.r2090.1	BI: 电网稳态控制激活 - 通过 PROFIdrive PZD1, 位 1 激活电网闭环控制 借助 p5401[0] = 1, 调节型电源模块从电流闭环控制运行切换至作为电压源运行 (电网 稳态运行)。此时不再注入电流, 而是根据所连接的负载以及电网频率 和电网电压的特性曲线产生电流。
p5401[1]	例如1	BI: 电网稳态控制激活 - 稳态设定值激活 借助 p5401[1] = 1 使稳态特性曲线 p5405ff 和 p5415ff 生效。为实现稳定的发电运行, 必须根据当前的孤岛电网工作点, 对电 压及频率的空运行点的设置进行调整 (特别是在多个发电设备之间实现 负载分配)。 借助 p5401[1] = 0 于系统内部对电压及频率稳态的空运行点进行跟踪, 从而在调节型电源 模块上产生平均为零的视在功率 (针对空运行点的参数 p5405/p5406 和 p5415/p5416 去激活)。
p5403[0, 1]	例如 p5403[0] = r5497[0] p5403[1] = r5497[1]	CI: 电网稳态控制, 电流信号源 通过这些设置, 电网稳态便可在电网变压器的连接点上作用 (请注意参 数描述中的说明)。
p5404[0, 1]	例如 p5404[0] = r5488[0] p5404[1] = r5488[1]	CI: 电网稳态控制, 电压信号源 通过这些设置, 电网稳态便可在电网变压器的连接点上作用 (请注意参 数描述中的说明)。
p5405	例如100 %	电网稳态控制, 频率稳态控制空运行频率 根据其他发电设备的对应空运行频率以及所期望的负载分配得出适宜的 值。

7.4 调试示例，适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	值	附注
p5406[0]	例如0 ¹⁾	电网稳态控制，频率稳态控制附加设定值 在包含多个发电装置的孤岛电网中，借助上级孤岛电网控制系统，根据瞬时负载条件及发电条件对空运行频率进行动态调整。
p5407	例如4 % ¹⁾	电网稳态控制，频率稳态控制斜率 根据其他发电设备的对应斜率值以及所期望的负载分配得出适宜的值。 例如通过以下步骤得到有意义的设置值：量柴油发电机的特性曲线斜率，并将p5407设置为与其相同的值。
p5409	例如150 ms	电网稳态控制，频率稳态控制平滑时间 孤岛电网中的其他发电设备必须同样具有频率稳态控制，但以特定的“惯量”对负载变化进行响应。为在孤岛电网中出现负载跃变的情况下避免各发电设备中的负载尖峰，至少功率近似的发电设备需要具有相似的动态特性。在有功功率变化的情况下通过p5409来设置该动态特性。
p5413	例如50 %	电网稳态控制，附加频率稳态控制斜率 附加稳态控制对负载跃变时的动态转速骤降或发电机过调进行模仿。这种通过附加稳态控制“追加”输出频率的方案能够避免调节型电源模块中的负载尖峰，此外还有助于对孤岛电网中的功率摆动进行抑制。
p5415	例如100 % ¹⁾	电网稳态控制，电压稳态控制空运行电压 根据其他发电设备的对应空运行电压以及所期望的负载分配得出适宜的值。 例如通过以下步骤得到有意义的设置值：测量柴油发电机的空运行电压，并在测试模式2中将输出电压设置为与之相同的值。
p5416[0]	例如0 ¹⁾	电网稳态控制，电压稳态控制附加设定值 在包含多个发电装置的孤岛电网中，借助上级孤岛电网控制系统，根据瞬时负载条件及发电条件对空运行电压进行动态调整。
p5417	例如4 % ¹⁾	电网稳态控制，电压稳态控制斜率 根据其他发电设备的对应斜率值以及所期望的负载分配得出适宜的值。 例如通过以下步骤得到有意义的设置值：测量柴油发电机的特性曲线斜率，并将p5417设置为与其相同的值。
p5419	例如150 ms	电网稳态控制，电压稳态控制平滑时间 孤岛电网中的其他发电设备必须同样具有电压稳态控制，但以特定的“惯量”对负载变化进行响应。为在孤岛电网中出现负载跃变的情况下避免各发电设备中的负载尖峰，至少功率近似的发电设备需要具有相似的动态特性。在有功功率变化的情况下通过p5419来设置该动态特性。

7.4 调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	值	附注
p5425[0, 1]	例如r5488[1, 2]	<p>CI: 电网稳态控制, 电压闭环控制信号源</p> <p>通过为电压闭环控制选择信号源, 确定为哪个点进行电压误差补偿 (或确定电压稳态控制对哪个点生效)。</p> <p>通过示范设置对调节型电源模块的端子电压进行调节, 从而在所选择的测量点上根据稳态产生设定电压 (在此为断路器上的 VSM2 电压)。</p>
p5426	例如50 %	<p>电网稳态控制, 电压闭环控制比例增益</p> <p>电压稳态控制 p5415ff</p> <p>针对发电单元的输出电压提供设定值。首先在电网逆变器的端子上实现此电压。在载荷条件下, 特别是电感 (换向电抗器、变压器) 上的电压降会导致 (例如断路器上的) 连接点上的对应电压偏差。电压闭环控制用于对此电压误差进行补偿</p>
p5427	例如500 ms	<p>电网稳态控制, 电压闭环控制积分时间</p> <p>电压闭环控制用于相对较慢地对稳态电压误差进行调节。因此, 所选择的积分时间常量应大于电压即频率稳态控制的平滑时间。</p>
5430[1]	例如105 %	<p>占空比控制器设置 - 最大占空比的设置。</p> <p>限制占空比, 避免输出电压谐波。</p>
p5432[0, 1]	例如 p5432[0] = 50 V p5432[1] = -50 V	<p>占空比限制, 输出电压</p> <p>调节型电源模块的输出电压的脉频谐波分量取决于占空比 (AC 电压与 DC 电压的比例), 最优设置为 r0074 = 94 %。</p> <p>因此, 借助控制系统控制器可根据当前的 AC 孤岛电网电压对直流母线电压的设定值进行调整。在具体应用中需要注意的是: 用于 Vdc 控制的组件 (在此: 发电机侧逆变器) 是否在所有运行状态下均适于对直流母线电压进行相应修改 (发电机控制的电压裕量, Vdc 最大限制等)。</p>

7.4 调试示例，适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	值	附注
p5436	1)	<p>直流比例控制器比例增益</p> <p>特别是当孤岛电网中设有若干变压器或电网电机时，需要激活此控制来防止 AC</p> <p>电流中的直流分量。控制参数系基于调节型电源模块测量数据预设（假定：变压器功率大致等于调节型电源模块的功率）。</p> <p>但根据设备可能需要进行调整，以实现电网稳态控制的稳定运行。为此，若数据表中无可用值，可利用 $p5480 = 11$ 对变压器主电感 p5492 进行检测。必要时必须在运行中对控制器增益 p5436 进行调整。为此，对电流直流分量 r5448[2, 3] 的曲线进行分析。</p> <p>提示</p> <p>参数 p5436</p> <p>在变压器励磁期间无效。为在励磁期间避免变压器中的饱和效应（特别是在控制系数 r0074 较大的情况下），建议通过 p3650 激活直流分量控制。</p>
p5451	例如1	<p>BI:电流回差控制器运行方式</p> <p>此参数用于定义：在孤岛电网中，调节型电源模块当前是（= 0）否（= 1）为功率最高的发电设备。其中，其决定性作用的并非发电单元的额定功率，而是短路功率（例如标称值较小的柴油发电机能提供较大的短路电流）。在调节型电源模块中使用此运行方式信息，以便在电网短路后快速而稳定地与另一发电单元重新同步。请注意对 p5478[0,1] 的如下描述。</p>
p5478[0, 1]	<p>例如</p> <p>装机装柜型设备： p5478[0] = 90 % p5478[1] = 123 %</p> <p>书本型设备： p5478[0] = 90 % p5478[1] = 90 %</p>	<p>电网稳态控制电流限值</p> <p>用于电流闭环控制运行的电流限值（例如 p3530ff）在电网稳态运行中不生效，而是仅采用根据 p5478 的视在电流限制。</p> <p>其中对普通运行（孤岛电网电压 $>$ p5459[2]）和电网短路进行区分。例如可在普通运行中采用较小的电流限值，以便在孤岛电网中实现电机的重载启动。达到电流限值时，输出电压会骤降至某种程度，从而持续遵循该电流限值（且电机借助有所降低的电压继续启动）。当孤岛电网中有更高功率的可用于短路电流的源时（p5451 = 1），电流限值 (p5478[0]) 也适用于短路情形（即电网电压 $<$ p5459[2]）。所得到的电流限值显示于 r5479 中，单位为安培。</p>

7.4 调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	值	附注
电网变压器		
p5480	例如1 (普通运行)	<p>变压器励磁模式 变压器励磁激活 注意: 在励磁去激活且直流母线预充电完成的情况下, 对断路器的操纵与可能存在的变压器的运行状态无关。 若设有变压器, 上述情形可能会导致电网部件或设备部件过载或损坏。 建议采用外部独立式同步监控。 另见下文描述变压器励磁的章节。</p>
p5481[0]	例如2 s	<p>变压器励磁时间: 电压斜坡上升时间 用于变压器励磁的斜坡时间。</p>
p5481[1]	例如0.7 s ¹⁾	<p>变压器励磁时间: 断路器开关时间 若设置的时间小于实际开关时间, 在使能脉冲时可能会在断路器上出现过大电流, 长时间会引起损坏。 提示: 长时间存在的开关反馈信号不是表示开关动作结束的安全信号! 提示: 如果在入网时出现异常 (例如过电流、过电压、电网掉电 F6200), 应提升断路器开关时间。</p>
p5483	例如1	<p>BI: 电网断路器使能 (该参数用于设置在电压斜坡后接通断路器的信号源) 选择了变压器励磁和同步时, 用于使能断路器的闭合。 例如可利用此使能, 以与电网同步的方式将发电设备保持在热备份状态中, 并借助上升沿将这些设备无延迟地投入电网运行。</p>
p5486[0]	例如400 V	<p>变压器一次侧额定电压, 供电变压器 输入孤岛电网额定电压 (在应用示例中: 开关 7 的端子上的额定电压)。 根据 p0210 与 p5486[0] 的比例在系统内部计算出变压器的转换比。</p>
p5487[0]	例如 INFEED.r5461[0]	<p>变压器一次侧电压信号源, 线电压 u12 针对断路器 (7) 上测量的相间电压 u12 的信号输入, 用于在调节型电源模块上进行变压器二次侧换算。 经换算并转换为向量的电压值显示于 r5488[0, 1] 中。</p>
p5487[1]	例如 INFEED.r5462[0]	<p>变压器一次侧电压信号源, 线电压 u23 针对断路器 (7) 上测量的相间电压 u23 的信号输入, 用于在调节型电源模块上进行变压器二次侧换算。 经换算并转换为向量的电压值显示于 r5488[0, 1] 中。</p>

7.4 调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	值	附注
p5490	1)	变压器漏电感 取自变压器的数据表, 或通过变压器检测 ($p5480 = 13$) 测量
p5492	1)	变压器主电感 取自变压器的数据表, 或通过变压器检测 ($p5480 = 11$) 测量。 请注意参数手册中对 r5491 的提示!
r5493	-	CO/BO: 电网断路器控制信号 位 0: 布线中包含用于对外部直流母线预充电进行控制的数字量输出。 举例而言, 在与现有电网连接前需要进行变压器励磁, 但此时尚无法通过能量源/发电机建立直流母线电压的情况下, 便需要采用外部直流母线充电。在设计外部预充电时需要注意的是, 必须对励磁期间电网滤波器和变压器中的损耗进行填补 (参见功能图 FP7990)。
p5494[0]	例如 93 %	励磁标定系数值 此设置参数用于定义变压器励磁所要达到的额定电压百分比。实际情形下通常不需要 100 % 的理想值, 因为在将开关闭合时, 微小的跃变式剩磁会引起不允许的瞬时电流。 特别是在通过独立的整流电路进行外部直流母线预充电的情况下, 当可达到的直流母线电压的大小不足以实现 100 % 的变压器励磁时, 需要减小励磁程度。其中需要注意的是, 调节型电源模块的占空比在励磁期间不可达到过调制范围 ($r0074 > 100 %$), 以避免谐波电流和直流分量。
p6420[0]	1)	电网变压器相移, 供电变压器 输入变压器的回转角。联结组标号 Dy5 => -150° (通过变压器检测、 $p5480 = 12$ 精确测定)。 为了在 $p5480 = 12$ 模式中成功执行变压器检测, 必须手动进行粗略设置 (另见下文描述变压器调试的章节)。 提示: 在供电变压器上的开关闭合的情况下, 若电压 $r3468[0, 1]$ 和 $r5488[0, 1]$ 的时间曲线在弱负载条件下近乎重叠, 则表示 p6420[0] 和 p6421[0] 的设置正确。
p6421[0]	1)	电网变压器的增益设置, 供电变压器 (通过变压器检测、 $p5480 = 12$ 精确测定) 为了在 $p5480 = 12$ 模式中成功执行变压器检测, 必须手动进行粗略设置 (另见下文描述变压器调试的章节)。

7.4 调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	值	附注
针对黑启动的附加参数设置		
p5580	例如2	<p>孤岛电网黑启动模式</p> <p>黑启动是指在原先无电压的电网中建立电压。需要注意的是, 在黑启动前必须在设备侧确保发电设备的自供电。</p> <p>进行黑启动 (p5580 = 2) 时, 在将变频器与孤岛电网之间的断路器闭合前, 系统首先会检查孤岛电网是否无电压。随后提高发电系统的电压, 直至孤岛电网中达到额定电压。可通过 p5580 = 3 设置自动黑启动。</p> <p>若孤岛电网中已存在电压, 则直接切换至电网稳态运行 (“常规地” 接通现有电网)。否则进行黑启动。</p>
p5581[0]	例如2 s	<p>孤岛电网时间, 黑启动电压斜坡持续时间</p> <p>设置电网电压的斜坡持续时间。</p>
p5581[1]	例如1 s	<p>孤岛电网时间, 黑启动断路器开关时间</p> <p>为电网变压器的电网侧上的断路器设置开关时间。</p> <p>该开关时间结束后, 才能确保电网与变压器的不间断连接。</p>
p5586[0]	例如3 % ¹⁾	<p>孤岛电网标定系数值, 黑启动电压限值</p> <p>若孤岛电网中的电压大于 p5586[0] * p0210, 则不执行黑启动。这可能是因为电网中的电容器放电缓慢。</p>

¹⁾ 数值取决于设备, 在根据设备配置进行调整时尤其需要注意。

驱动设备 “MOTORINVERTER” 的参数设置

在项目中在 “Drives” 下右击 “MOTORINVERTER”, 然后选择 “Expert list” (专家参数表)。

下表用于对发电机侧逆变器进行参数设置, 其包含针对发电设备的电网稳态运行的特殊设置。对发电机控制的调试参见相关手册。

说明

直流母线电压控制功能在驱动设备 “MOTORINVERTER” 上是 “工艺控制器” 功能模块的一部分。功能模块可在调试期间激活。

说明

通过上一级控制系统激活功能模块

也可通过上一级控制系统激活功能模块。在此控制单元参数 p0009

必须设置为“2”（确定驱动类型的功能模块）。之后可通过控制单元参数“p0108[x].y = 1”激活单独的功能模块。

这里必须将索引“x”设置为 MOTORINVERTER 的对象号。

工艺控制器功能模块位“y”的含义如下：

- 位 16 = 工艺控制器

功能模块通过设置 p0009 = 0 激活。

表格 7-5 驱动设备“MOTORINVERTER”的参数设置

参数	值	附注
p1200[0]	例如1	DDS 0 中的“捕捉启动”运行方式 “捕捉启动”总是有效，在设定值方向启动 “捕捉启动总是有效”特别应在无编码器的应用中使用。
p1300[0]	例如20	DDS 0 中的开环/闭环控制方式 转速闭环控制（无编码器）
p1501[0]	例如1	BI:CDS 0 中切换转速/转矩闭环控制 1 信号 = 转矩控制 0 信号 = 转速控制
工艺控制器		
p3422	1)	直流母线总电容 提示： 设置成与 INFEED.p3422 相同的值（在直流母线检测后！）
p3510	例如1035 V 在 AC 690 V 设备上	直流母线电压设定值 正常设置：与 INFEED.p3510 相同的值。视情况进行调整，使得控制系数控制器（INFEED.r5433）可在其限制内工作。
p3511	例如 INFEED.r5433	Cl：直流母线电压附加设定值 与变频器的“控制系数控制器输出”一值互联。 此 BICO 互联用于确保：在调节型电源模块的电网稳态运行中，直流母线电压与当前电网电压匹配，从而将电网电压的谐波含量最小化。

7.4 调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	值	附注
p3513	例如 INFEED.r5402.0	BI: 禁止电压闭环控制运行 与变频器的“电网稳态控制不生效”信号互联。 此 BICO 互联用于确保: 当调节型电源模块处于电网稳态运行中时, 电机逆变器对直流母线电压进行控制。
p3520[0]	例如 INFEED.r0082	CI: 直流母线前馈功率 (未标准化) 与变频器的“有功功率实际值”一值互联。 与 p3519 的功率前馈相反, p3520 应是一个未定标的数值, 这样则不必考虑驱动对象的不同功率基准值 (r2004)。
p3521[0]	例如 80 %	直流母线前馈功率的标定系数 特定而言, 为了在电网稳态运行中对电网侧负载跃变进行控制, 需要对直流母线电压控制器中的功率需求进行前馈控制。建议采用约 80 % 至 100 % 的标定系数。
p3523[0]	例如 8 ms	直流母线前馈功率的平滑 特定而言, 为了在电网稳态运行中对电网侧负载跃变进行控制, 需要对直流母线电压控制器中的功率需求进行前馈控制。为对高频干扰分量进行抑制, 建议对前馈控制信号进行 1 ms 至 10 ms 的平滑。
p3560	例如 70 %	Vdc 控制器的比例增益 若需要 Vdc 具备极高的动态特性, 则建议采用 < 100 % 的设置值, 以便提高控制器的鲁棒性。

¹⁾ 数值取决于设备, 在根据设备配置进行调整时尤其需要注意。

7.4.7 信号接口

描述

驱动设备运行需要下列信号或提供这些信号用于监控。

传送给驱动设备的信号

与上级控制系统通讯中的典型信号列表。

表格 7-6 传送给驱动设备的信号

参数	驱动对象	信号	类型	单位
p0840[0]	INFEED	BI:ON/OFF1 控制字 1 位 0 的信号源设置 (ON/OFF1)。	位	-
p5401[0]	INFEED	BI:激活供电电网稳态控制 • 1 信号: 激活电网稳态控制、取消直流母线 电压控制/电流控制。 • 0 信号: 激活直流母线电压控制/电流控制 、取消电网稳态控制。	位	-
p5401[1]	INFEED	BI:激活电网稳态设定值 (p5405, p5406, p5415, p5416) • 1 信号: 激活设定值 • 0 信号: 取消设定值。	位	-
p3611	INFEED	CI: 供电无功电流附加设定值 p5401 = 0 时用于维持电网运行的无功负载设定值	Unsigned32 / FloatingPoint 32	-
p5406[0...1]	INFEED	CI: 电网稳态控制频率稳态附加设定值 p5401 = 1 时用于维持电网运行的动态频率附加设定值	Unsigned32 / FloatingPoint 32	-
p5416[0...1]	INFEED	CI: 电网稳态控制电压稳态附加设定值 p5401 = 1 时用于维持电网运行的动态电压附加设定值	Unsigned32 / FloatingPoint 32	-

7.4 调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	驱动对象	信号	类型	单位
p5451	INFEED	BI:电流回差控制器运行方式 与柴油发电机并联运行 1 信号: 共同运行 (INFEED) 和其他发电设备共同向孤岛电网发电, INFEED 并非具有最大短路功率的发电设备) 0 信号: 单独运行 (INFEED) 单独向孤岛电网发电, 或者是具有最大短路功率的发电设备)	位	-
p5480	INFEED	变压器励磁模式 0 = 去激活 1 = 正常运行 注意: 在励磁去激活且直流母线预充电完成的情况下, 对断路器的操纵与可能存在的变压器的运行状态无关。 若设有变压器, 上述情形可能会导致电网部件或设备部件过载或损坏。 建议采用外部独立式同步监控。	整数, 16 位	-
p5483	INFEED	BI:电网断路器使能 (该参数用于设置在电压斜坡后接通断路器的信号源) 选择了变压器励磁和同步时, 用于使能断路器的闭合。 例如可利用此使能, 以与电网同步的方式将发电设备保持在热备份状态中, 并借助上升沿将这些设备无延迟地投入电网运行。	Unsigned32 / Binary	-
p5580	INFEED	黑启动模式设置。 此功能用于向孤岛电网注入电压。在此情形下, 调节型电源模块作为所连接的孤岛电网的电网电压源或电网构成件。	整数, 16 位	-

7.4 调试示例，适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

驱动设备发出的信号

与上级控制系统通讯中的典型信号列表。

表格 7-7 驱动设备发出的信号

参数	驱动对象	信号	类型	单位
r0899.0	INFEED	接通就绪 1 信号：接通就绪 0 信号：接通未就绪	位	-
r0899.1	INFEED	运行就绪 1 信号：运行就绪 0 信号：运行未就绪	位	-
r0899.2	INFEED	使能运行 1 信号：使能运行 0 信号：使能未运行	位	-
r0046.0	INFEED	缺少 OFF1 使能 1 信号：缺少 OFF1 使能 0 信号：未缺少 OFF1 使能	位	-
r2139.3	INFEED	存在故障 1 信号：存在故障 0 信号：不存在故障 当一个或多个驱动对象中出现故障时，会设置 1 信号	位	-
r2139.7	INFEED	存在警告 1 信号：存在警告 0 信号：不存在警告 当一个或多个驱动对象中出现警告时，会设置 1 信号	位	-
r5402	INFEED	电网稳态控制状态字	Unsigned16	-
r5411[1]	INFEED	电网控制，频率稳态控制用有功功率（经过平滑） 显示用于保持稳态频率的输入有功功率。	FloatingPoint 32	kW
r5421[1]	INFEED	电网闭环控制，电压稳态控制用无功电流（经过平滑） 显示用于保持稳态电压的输入无功电流。	FloatingPoint 32	A

7.4 调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器

参数	驱动对象	信号	类型	单位
r0068	INFEED	电流实际值绝对值 显示电流实际值的绝对值。	FloatingPoint 32	Aeff
r5410	INFEED	电网闭环控制, 频率稳态控制输出 显示经过平滑的频率稳态控制用输出频率 。	FloatingPoint 32	Hz
r0025	MOTORINVERTER	经过平滑的输出电压 显示经过平滑的功率部件输出电压。	FloatingPoint 32	Veff
r0027	MOTORINVERTER	经过平滑的电流实际值绝对值 显示经过平滑的电流实际值绝对值。	FloatingPoint 32	Aeff
r0024	MOTORINVERTER	经过平滑的输出频率 显示经过平滑的变频器频率。	FloatingPoint 32	Hz
r0070	MOTORINVERTER	直流母线电压实际值 显示测量出的直流母线电压实际值。	FloatingPoint 32	V
r0722.0	CU	CU 数字输入状态 DI 0 (X122.1) 断路器反馈信息 (前提条件是反馈信号与控制单元的 DI0, 端子 -X122.1 连接)	位	-
r5482	INFEED	针对变压器励磁、黑启动及孤岛电网同步 显示顺序控制的状态	整数, 16 位	-

7.5 调试示例，适用于联合电网、带电网动态支持的变频器

7.5.1 结构

光伏设备

这里以光伏设备向联合电网发电作为示例进行说明。

闭环控制

光伏发电的特点是单向的能量流动：从直流母线流向联合电网。太阳能电池的最佳工作电压或直流母线电压和工作点密切相关，是取得最佳效率的关键因素。最大功率（最大功率点，MPP）下的设定电压值自然受到光照实际强度的影响，但也受其他许多参数影响，例如环境温度。

外部控制系统中的上级最大功率点控制（MPP）会确定最佳的直流母线（ V_{dc} ）设定值，将该值传送到ALM的控制环中。

为此ALM在运行方式“直流母线电压控制”下运行。

结构

组合太阳能电池，使电池可以直接对ALM的直流母线进行充电。

过程

发电设备的上级控制系统闭合直流接触器（选件），发出开始发电的指令（假设光照充足）。由光伏板产生的直流母线电压至少需达到变压器二次侧电压的1.5倍。随后首先对电网变压器进行励磁，并使变压器和电网同步。这些步骤所需的功率必须由光伏板提供。在达到同步前，位于电网变压器一次侧的VSM10模块会检测电网电压。达到同步后断路器闭合，开始向电网发电。

电网故障

根据并网指令的电网故障穿越 (Fault Ride Through) 通过电网逆变器按照所期望的参数设置自动进行。

原理图一览

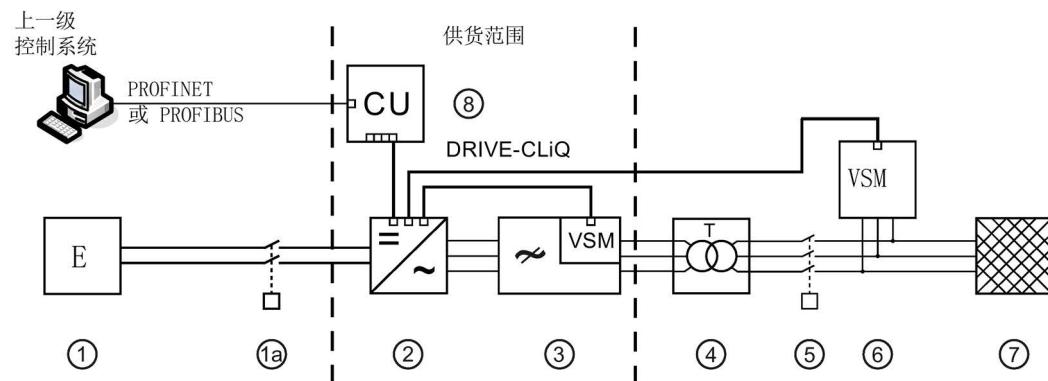


图 7-4 向联合电网发电

表格 7-8 向联合电网发电所需的组件

编号	描述
1	光伏设备
1a	直流接触器 (选件)
2	调节型电源模块
3	集成了电压监控模块 VSM10 的调节型接口模块 (AIM)
4	电网变压器
5	断路器
6	用于测量变压器一次侧电网电压的电压监控模块 VSM10
7	联合电网
8	控制单元

7.5.2 概述

调试步骤

执行以下步骤对适用于联合电网、带电网动态支持功能的变频器进行离线调试。

此处以光伏设备作为发电设备举例说明。

1. 创建项目。
2. 创建驱动设备。
用于向电网发电的驱动设备标为“INFEED”。
3. 创建向联合电网发电所需的功能模块。
4. 创建第二个 VSM10, 用于测量电网变压器一次侧的电网电压。
5. 调整拓扑结构, 指定 VSM10。
6. 在专家参数列表中进行其他参数设置。

在此必须遵循用于检测和设置变压器数据的各个步骤的顺序 (参见
“调试: 对电网有利的变压器励磁 (页 110)”)。

对于弱电网 (电感较大、短路功率较小) 还需遵循另外一些设置建议 (参见“控制器相应于电网短路功率的自动调整 (页 151)”一章)。

说明

调试说明

基本调试步骤参见 SINAMICS S120 调试手册。

说明

访问级

某些需要设置的参数仅在访问级

4 (服务) 下才可见。此访问级受到密码保护。仅经过授权的人员参加西门子的专家培训
才能获取所需密码。

7.5.3 创建向联合电网发电所需的功能模块

在项目中在“INFEED”下右击“INVERTER”，然后选择“Properties”（属性）。

- 在标签“Function

modules”（功能模块）中选择模块“电网变压器”和“电网动态支持”，以及根据需要选择其他模块。

说明

通过上一级控制系统激活功能模块

也可通过上一级控制系统激活功能模块。在此控制单元参数 p0009 必须设置为“2”（确定驱动类型的功能模块）。

之后可通过控制单元参数“p0108[x].y = 1”激活单独的功能模块。

这里必须将索引“x”设置为 INFEED 的对象号。

发电功能模块位“y”的含义如下：

- （位 04 = 附加控制）
- 位 04 = 电网变压器
- 位 07 = 电网动态支持
- （位 12 = 电网稳态控制）

功能模块通过设置 p0009 = 0 激活。

7.5.4 创建第二个 VSM10

如已在线通过自动配置对带有完整 DRIVE-CLiQ 拓扑的驱动设备进行了调试，则 VSM10 模块已经存在于拓扑中。

此时不必更改数量，而是应根据下面章节的描述检查分配并作必要的调整。

离线配置项目的步骤

在项目中在“Infeeds”下双击“INFEED”下的“Configuration”（配置），在配置窗口中单击“Wizard...”（向导）。

- 在第一个窗口中不要进行修改。
- 在第二个窗口中“Number of VSMs”（VSM 数量）的复选框中选择数量“2”。针对每个调节型电源模块将一个 VSM 计入“Number of VSMs”，若需增设一个 VSM10，必须将该数量加 1。
- 继续浏览窗口，而不进行修改，最后退出向导。
- 这样便在拓扑结构中添加了一个附加的 VSM10。

7.5.5 调整拓扑结构，指定 VSM10

在项目中双击“Topology”（拓扑结构），打开拓扑视图。

在经过上述调试后，拓扑结构显示如下：

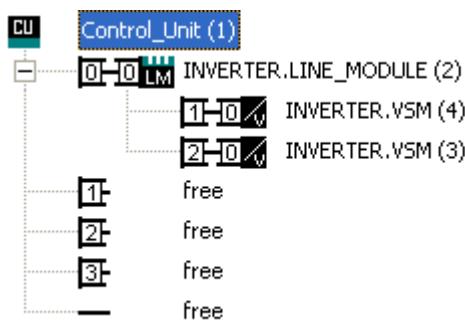


图 7-5 拓扑结构

拓扑视图中组件右侧括号中的数字即为所谓的“组件编号”。

- 用于变频器的闭环控制功能的 VSM10 必须连接至 INVERTER 的 DRIVE-CLiQ 插口 -X402（书本型：-X202）。
- 而（位于电网变压器的一次侧的）用于与电网同步的 VSM10 必须连接至 INFEED 的 DRIVE-CLiQ 插口 -X401（书本型：-X201）。

必须通过专家参数列表检查项目中现有的 VSM10

被指定给了哪个接口，必要时进行修改。

下面的设置针对的是上面显示的拓扑结构：

- VSM10(3)负责检测逆变器的输出电压。
INFEED.p0140 = 1 (访问级 4)
INFEED.p0141[0] = 3 (访问级 4)
- 组件编号为 4 的 VSM10 负责变频器与联合电网的同步（VSM2 功能）。
INFEED.p0150 = 1 (访问级 4)
INFEED.p0151[0] = 4 (访问级 4)

7.5.6 在专家参数列表中进行更多的参数设置

下面为重要设置参数及其典型值一览，并包含对联合电网应用的提示信息。

此一览表可在调试时提供帮助。此表并不代替之前章节的说明或参数手册中的参数描述和功能图。

根据应用，在具体情形下也可能需要对表中未列出的参数进行修改。

驱动设备“INFEED”的参数设置

在项目中在“Infeeds”下右击“INFEED”，然后选择“Expert list”（专家参数表）。

表格 7-9 驱动设备“INFEED”的参数设置

参数	值	附注
p0210	¹⁾	输入电网整流器的设备输入电压（根据变压器二次侧上或 AIM 连接端子上的电压的额定值）
p0840[0]	例如 INFEED.r2090.0	BI:ON/OFF1 通过 PROFIdrive PZD1 位 0 控制 用于调节型电源模块的接通指令
p0844[0]	例如 CONTROL_UNIT. r0722.0	BI:CDS 0 中的第 1 个 OFF2, 通过控制单元的 DI0 (-X122.1) 控制 用于调节型电源模块的 OFF2 指令的信号宿
p0852[0]	例如1	BI:使能运行 用于变压器励磁和闭环控制供电运行的使能
p0860	例如 CONTROL_UNIT. r0722.1	BI:电源接触器反馈信息 为实现变压器励磁的正常功能, 断路器的反馈触点必须为连接状态。就此示例值而言, 在控制单元的端子 DI1 (-X122.2) 上进行布线
p0861	例如200 ms ¹⁾	电网接触器监控时间 断路器接通/反馈信息监控。 待设置的值取决于所使用的开关的开关时间。
脉冲频率摆动		
p1810.2	例如: 否	激活脉冲频率摆动 (访问级 4) 脉冲频率摆动用于实现脉频电压分量及电流分量在频率范围内的分布。 当需要在 2 kHz 至 9 kHz 的频率下减小干扰功率时, 则需要实现此点。 在电流闭环控制运行中, 脉频摆动会在电流测量值中造成额外的谐波, 故仅当需要将其与电网滤波器结合来遵循脉频干扰限值时, 才建议激活此功能。 在采用调节型接口模块时通常不需要摆动!
p1810.4	例如: 否	禁用摆动振幅 (访问级 4) 若通过 p1810.2 激活了脉频摆动, 可借助 p1810.4 为调节型电源模块的正常运行使能摆动幅值 p1811。

7.5 调试示例，适用于联合电网、带电网动态支持的变频器

参数	值	附注
p5526[0].4 p5526[1].4	例如：否	禁用摆动振幅（访问级 4） 若通过 p1810.2 激活了脉频摆动，可借助 p5526.4 为采用电网动态支持（p5501 = 1）的运行使能摆动幅值 p1811。
p1811	例如 0 % ¹⁾	脉动频率摆动幅值（访问级 4） 若激活并使能了摆动，可借助此设置参数选择摆动幅值。该设置值越大，输出电压的脉冲频谱就越宽，但电流测量值中的谐波也越大。通常 5 % 左右的设置值便已足够。
直流母线控制		
p3410	0	检测方式 - 检测关
p3415[0]	10.00 % ¹⁾	励磁电流 L 检测 - 运行 1 CZK 检测用测量电流的幅值 在采用短路功率较小的电网时，建议将测量电流减小至 10 %（视情况减小至 7 %），从而在检测期间实现稳定的电网运行。 在电网短路功率极小 (RSC < 3) 的情况下很可能无法进行检测，参阅章节“控制器相应于电网短路功率的自动调整（页 151）”。
p3415[1]	10.00 % ¹⁾	励磁电流 L 检测 - 运行 2 CZK 检测用测量电流的幅值 在采用短路功率较小的电网时，建议将测量电流减小至 10 %（视情况减小至 7 %），从而在检测期间实现稳定的电网运行。 在电网短路功率极小 (RSC < 3) 的情况下很可能无法进行检测，参阅章节“控制器相应于电网短路功率的自动调整（页 151）”。
p3510	例如 p0210 * 1.5	直流母线电压设定值 在 3 AC 400 V 设备上为 DC 600 V 在正常情形下，所选择的设定值不应小于电网电压的 1.5 倍，否则会对电流闭环控制的设置范围造成严重限制并产生电流谐波。 同上文所述，通过最大升压系数 (p3508) 对直流母线电压 (p3510) 的设定值进行限制。
p3511	¹⁾	CI：直流母线电压附加设定值 借助用于附加设定值的模拟量互联接口可实现可变的直流母线电压设定值，例如在光伏应用中进行上级 MPP 控制时。

参数	值	附注
电网变压器		
p5460	¹⁾	<p>VSM2 输入电网电压除数</p> <p>为电压监控模块 2 (VSM2) 设置电压除数。</p> <p>借助测量变压器, 亦可将 VSM 的 100 V 输入端用于测量中压电网中的电压。</p> <p>在一次侧电压为 20 kV 并连接至 -X521 (100 V 输入端), 且测量互感器的除数为 200:1 时, 需要设置 20000 % 的值。</p>
p5480	例如1 (普通运行)	<p>变压器励磁模式</p> <p>另见下文描述变压器励磁的章节。</p>
p5481[0]	例如2 s	<p>变压器励磁启动时间/开关时间/超时: 电压斜坡上升时间</p> <p>电网变压器励磁的斜坡时间。</p>
p5481[1]	例如1 s ¹⁾	<p>变压器励磁启动时间/开关时间/超时: 断路器开关时间</p> <p>若设置的时间小于实际开关时间, 在使能脉冲时可能会在开关出现上过大电流, 长时间会引起损坏。</p> <p>提示: 长时间存在的开关反馈信号不是表示开关动作结束的安全信号!</p> <p>提示: 如果在入网时出现异常 (例如过电流、过电压、电网掉电 F6200), 应提升断路器开关时间。</p>
p5483	例如1	<p>BI:接通变压器励磁断路器信号源</p> <p>(该参数用于设置在电压斜坡后接通断路器的信号源)</p> <p>选择了变压器励磁和同步时, 用于使能断路器的闭合。</p>
p5486[0]	例如10000 V	<p>变压器一次侧额定电压, 供电变压器</p> <p>输入供电变压器的位于联合电网侧的连接点上的额定电压。</p> <p>根据 p0210 与 p5486[0] 的比例在系统内部计算出变压器的转换比。</p>
p5487[0]	例如 INFEED.r5461[0]	<p>变压器一次侧电压信号源, 线电压 u12</p> <p>针对断路器 (5) 上测量的相间电压 u12</p> <p>的信号输入, 用于在调节型电源模块上进行变压器二次侧换算。</p> <p>经换算并转换为空间向量的电压值显示于 r5488[0, 1] 中。</p>
p5487[1]	例如 INFEED.r5462[0]	<p>变压器一次侧电压信号源, 线电压 u23</p> <p>针对断路器 (5) 上测量的相间电压 u23</p> <p>的信号输入, 用于在调节型电源模块上进行变压器二次侧换算。</p> <p>经换算并转换为空间向量的电压值显示于 r5488[0, 1] 中。</p>

7.5 调试示例，适用于联合电网、带电网动态支持的变频器

参数	值	附注
p5490		变压器漏电感 取自变压器的数据表，或通过变压器检测（ $p5480 = 13$ ）测量 另见：电网变压器调试章节
p5492		变压器主电感 取自变压器的数据表，或通过变压器检测（ $p5480 = 11$ ）测量。 请注意参数手册中对 $r5491$ 的提示！
p6420[0]	¹⁾	电网变压器相移，供电变压器 输入变压器的回转角。联结组标号 Dy5 => -150°（通过变压器检测、 $p5480 = 12$ 精确测定）。 为了在 $p5480 = 12$ 模式中成功执行变压器检测，必须手动进行粗略设置（另见下文描述变压器调试的章节）。
p6421[0]	¹⁾	电网变压器的增益设置，供电变压器 (通过变压器检测、 $p5480 = 12$ 精确测定) 为了在 $p5480 = 12$ 模式中成功执行变压器检测，必须手动进行粗略设置（另见下文描述变压器调试的章节）。
电网动态支持		
p5500	例如88(hex)	电网动态支持的配置。 此设置用于定义调节型电源模块在穿越电网电压骤降（0 % 剩余电压除外）时的特性。 针对向联合电网的供电，即使是存在不对称的电网故障的情况下，并网指令通常仍要求经定义的支持电流和正弦形电流曲线。为此必须设置 $p5500.3 = 1$ 。 通过采用动态电流限值，能够在电压动态变化的情况下改善电流闭环控制： $p5500.7 = 1$ 。 其他设置位（用于无功及有功电流支持方式的模式及用于计算支持无功电流的模式）参见参数手册。

参数	值	附注
p5501	例如1	<p>BI: 激活动态电网支持 用于激活电网动态支持的信号。</p> <p>当电网电压处于所选择的公差带 p5505[0, 2] 外时, 才会显示出与调节型电源模块的正常运行 (p5501 = 1) 的区别: 在此情形下 (r5502.1 = 1) 将一附加的无功电流注入电网, 其大小 p5506 取决于电网电压误差。而与当前电网电压波动无关的稳态无功电流设定值则仍须通过 p3610/p3611 来设定。</p> <p>在支持激活 (即 p5501 = 1) 的情况下对内部电流闭环控制进行扩展, 从而借助定义的电网电流穿越电网故障 (Fault Ride Through), 而调节型电源模块的故障跳闸仅用于对功率部件和调节型接口模块进行自保护 (直流母线中的过载、过电压/欠电压)。因此, 为实现电网保护, 在存在电压及频率偏差的情况下必须根据当地的要求对电网监控进行设置。</p>
p5504	例如 p5504[0] = r5488[0] p5504[1] = r5488[1]	<p>CI: 电网动态支持, 电压信号源 如果使用了变压器并且发电设备的连接点不在调节型电源模块的连接侧, 而是比如在中压侧, 则尤其需要使用 r5488 进行布线。</p>
p5505[0..3]	根据特定国家的规范 ¹⁾	电网动态支持特性曲线, 电压值
p5506[0..3]	根据特定国家的规范 ¹⁾	电网动态支持特性曲线, 无功电流设定值
p5507[0]	例如20 ms ¹⁾	<p>电网动态支持时间, 电网动态支持最小时间 此设置参数用于定义: 在借助动态无功电流进行的支持结束前, 电网电压需要重新处于公差限值内的时间。</p> <p>根据相应的电网指令, 在此必须选择比预设置小得多的值 (例如对于中国而言)。</p>
p5507[3]	例如8 ms ¹⁾	<p>电网动态支持时间, 瞬时值平滑时间 此设置参数用于定义将电压拆分成正序系统和负序系统时的快速平滑时间。特别是就电感较大的电网而言, 所选择的平滑应大于预设置, 以避免谐振。</p>

7.5 调试示例，适用于联合电网、带电网动态支持的变频器

参数	值	附注
p5508[0]	例如-30 V ¹⁾	电网动态支持 V_{dc} 阈值，过电压偏移 电网短路开始时的跃变式负载切换回加剧因 V_{dc} 过电压而造成的故障跳闸风险。此设置参数用于为直流母线电压 (V_{dc_max} - p5508[0]) 定义一阈值，在超出该阈值时，调节型电源模块控制以提高 有功功率输出的方式进行响应。在 PV 应用中，该阈值例如必须大于光伏板的空运行电压。
p5509[0]	例如20 %	电网动态支持标定系数值，电网支持开始/结束时的无功电流斜坡 若电网指令中针对动态支持电流要求 $> 30\text{ ms}$ 的上升时间，则通常 $p5509[0] = 10\% \dots 20\%$ 的斜坡斜率便足以避免控制量的过调。
p5509[1]	例如0.1 %	电网动态支持，标定系数值超出 V_{dc} 阈值时的无功电流斜坡 采用 $p5509[1] = 0.1\%$ 这一设置时，在达到 V_{dc} 阈值 p5508 时不减小支持电流。许多电网指令中均要求此保持。
p5509[5]	例如85 %	电网动态支持标定系数值，电流限制标定系数 重要提示：这些针对调节型模块视在电流的限值随电网动态支持的激活 而生效 ($p5501 = 1$)，故当该电网电压处于允许的公差范围内时，该限值亦生效。 若用于发电运行的调节型电源模块不具备数据页所要求的过载能力（即 最大电流 r0209），则需要相应减小视在电流限值，以便改善电压骤降时的瞬时 响应。
p5509[6]	例如5 %	电网动态支持标定系数值，用于快速负序计算的电网电压变化 此设置参数用于定义将电压拆分成正序系统和负序系统时，用于对该拆 分进行快速调整的电压阈值。特别是就短路功率较小的电网而言，所选 择的阈值应大于预设置 (3 % .. 5 %)，以避免谐振。
p5509[7]	例如100 %	电网动态支持标定系数值，电网不对称性，正序系统电流限值 若即使在电网电压骤降不对称的情况下仍需要支持电流（根据相关电网 指令），则必须相应地为正序电流打开电流限值 p5509[7]。
p5509[8]	例如0.1 %	电网动态支持标定系数值，电网不对称性，负序系统电流限值 即使是在电压骤降不对称的情况下，多数电网指令仍要求对称的支持电 流（纯正序支持：p5509[8] = 0.1 %）。若负序系统亦需要动态支持，可 相应地将电流限值提升至 100%。

参数	值	附注
p5509[9]	例如20 %	电网动态支持标定系数, 电网不对称性, 电网支持开始时的最小值就不对称的电网电压骤降而言, 所适用的要求及设置部分有别于对称的情形。故需要一个用于识别不对称性的起点的阈值。在弱电网条件下, 该值应大于预设置 (在此为 20 %)。
p5509[10]	例如10 %	电网动态支持标定系数, 电网不对称性, 电网支持结束时的最小值就不对称的电网电压骤降而言, 所适用的要求及设置部分有别于对称的情形。故需要一个用于识别不对称性的终点的阈值。在弱电网条件下, 该值应大于预设置 (在此为 10 %)。
p5509[11]	例如25 %	电网动态支持标定系数值, 有功电流限制标定系数 一旦电网电压超出公差 (r5502.1 = 1) 并注入动态支持电流, 此有功电流限值便立即生效。必须根据相应电网指令的要求来进行设置。 与上述情形不同, 当电网电压小于 p5529[2] 并于随后识别出电网短路 (r5502.4 = 1) 时, Q 模式和 Z 模式 (参见参数说明 p5500) 中的有功电流限制才生效。

¹⁾ 数值取决于设备, 在根据设备配置进行调整时尤其需要注意。

7.5.7 用于电网监控的附加参数设置

电网监控由可通过配置参数 p5540 设置的三个部分构成:

1. 对电网电压及频率的一般监控 (通过 p5540.0 激活)。在超出限值 p5543 和 p5544 时触发故障信息 F6851。
此外, 在接通时可通过 p5540.9 激活电压测试和频率测试。为此, 在使能运行前对限值 p5543[2, 3] 和 p5544[2, 3] 进行检查并等待, 直至遵循这些限值。
2. 在实际的孤岛电网状态下, 对电网频率进行主动控制, 从而达到 (通过 p5540 位 1 激活) 监控限值 (点 1)。
3. 电压-时间监控和频率-时间监控 (通过 p5540.4 和 p5540.7 激活)。在电压-时间监控或频率-时间监控激活时, 监控阈值 p5543 和 p5544 去激活。

监控通过信号输入 p5541 激活, 状态显示于 r5542 中。

必须根据特定国家的规范来设置所允许的电压限值及频率限值 (p5543, p5544)。

为同时进行采用无功电流的电网动态支持和孤岛电网识别, 所选择的孤岛电网识别的延时 p5545[0] 至少需等于允许电压骤降完成的持续时间。

电网监控的参数设置

在项目中在“**Infeeds**”下右击“**INFEED**”，然后选择“**Expert list**”（专家参数表）。

表格 7-10 驱动设备“INFEED”的参数设置

参数	值	附注
p5540.0	1	电网监控配置，电压监控和电网监控。 以故障穿越（ Fault Ride Through ）功能为基础，在动态支持激活时，调节型电源模块仅出于自保护原因而发生跳闸。 必须单独激活电网保护 （因频率故障或电压故障而跳闸）。作为 p5540.0 监控的替代方案，可通过灵活特性曲线（p5540.4，见下文）或于外部通过独立控制系统进行监控。
p5540.1	例如0	电网监控配置，激活 AISL (Anti Islanding) 频移法。 频移法会主动改变所馈送的频率。在形成孤岛电网的情况下，这会导致超出允许的频带。此时系统随故障 F06851 跳闸。 仅当实际情形下需要时，才建议激活主动防孤岛功能！
p5541	1	Bl: 激活电网监控 必须输入用于激活电网动态支持的信号源。
p5543	根据特定国家的规范 ¹⁾	电网监控电压阈值
p5544	根据特定国家的规范 ¹⁾	电网监控频率阈值
p5545[0]	根据特定国家的规范： 允许的 100 % 电压骤降的持续时间	电压监控及频率监控最小跳闸时间
p5547[0]	例如0.1 Hz	AISL (Anti Islanding) 频移激励频率 在频率变化低于所设置的激励频率时，将其作为普通电网频率变化。在频率变化高于所设置的激励频率时，对孤岛电网识别的算法进行激励。
p5548[0]	例如0.1	设置电网监控中的增益 设置频移法中用于频率偏差的增益。

参数	值	附注
电网同步中的监控的参数设置		
p5540.9	例如1 ¹⁾	电网同步电压/频率测试 接通时激活附加脉冲测试及频率测试。为此, 在使能运行前对限值 p5543[2, 3] 和 p5544[2, 3] 进行检查并等待, 直至遵循这些限值。超出电压限值及频率限值的状况会显示在 r5542 中。
p5545[7]	例如60000 ms ¹⁾	电网同步重启测试时间 自动重启 (p1207 及其后参数) 时, 电网的频率测试及电压测试 (p5543, p5544) 的持续时间。

¹⁾ 数值取决于设备, 在根据设备配置进行调整时尤其需要注意。

就上述采用电压及频率阈值 (p5543, p5544) 的电网监控而言, 作为替代方案, 可借助特性曲线进行可灵活调整的电网保护, 如下表所示。

电压-时间监控和频率-时间监控的参数设置

在项目中在 “Infeeds” 下右击 “INFEED”, 然后选择 “Expert list” (专家参数表)。

表格 7- 11 驱动设备 “INFEED” 的参数设置

参数	值	附注
p5540.4	¹⁾	仅当电压监控和频率监控激活 (p5540.0 = 1) 时, 才可激活频率时间特性曲线 (HVRT - High Voltage Ride Through, LVRT - Low Voltage Ride Through)。 禁用 p5543 的监视阈值。 生效的是通过 p5550 到 p5554 设置的电压时间监控 (显示在 r5542 的 10 和 11 位中)。
p5540.5	¹⁾	FRT (Fault Ride Through) 跳闸延迟 电压骤降后的特性设置 (Low Voltage Ride Through) 0 信号 = 立即跳闸。 1 信号 = p5545[2] 中的时间结束后才跳闸。

7.5 调试示例，适用于联合电网、带电网动态支持的变频器

参数	值	附注
p5540.7	¹⁾	仅当电压监控和频率监控激活 (p5540.0 = 1) 时，才可激活频率时间特性曲线 (HFRT - High Frequency Ride Through, LFRT - Low Frequency Ride Through)。禁用 p5544 的监视阈值。生效的是通过 p5555 到 p5559 设置的频率时间监控 (显示在 r5542 的 12 和 13 位中)。
p5545[2]	例如 3000 ms ¹⁾	FRT LVRT (Low Voltage Ride Through) 跳闸时间
p5545[3]	例如 0 ¹⁾	FRT (Fault Ride Through) 电压恢复等待时间
p5545[4]	例如 0 ¹⁾	FRT (Fault Ride Through) 频率恢复等待时间
p5550[0]	例如 120 % ¹⁾	针对 FRT (Fault Ride Through) 电网监控，设置电网故障的 HVRT (High Voltage Ride Through) 的进入阈值。以 p0210 的百分比进行设置。
p5550[1]	例如 80 % ¹⁾	针对 FRT (Fault Ride Through) 电网监控，设置电网故障的 LVRT (Low Voltage Ride Through) 的进入阈值。以 p0210 的百分比进行设置。
p5551[0]…p5551[9]	根据特定国家的规范 ¹⁾	设置 HVRT (High Voltage Ride Through) 电压特性曲线的时间值。若电压在监控范围 (p5551[9]) 内未返回允许的公差范围 (p5550[0, 2])，系统会随故障 F06851 跳闸。
p5552[0]…p5552[9]	根据特定国家的规范 ¹⁾	设置 HVRT (High Voltage Ride Through) 电压特性曲线的电压值。以 p0210 的百分比进行设置。
p5553[0]…p5553[9]	根据特定国家的规范 ¹⁾	设置 LVRT (Low Voltage Ride Through) 电压特性曲线的时间值。若电压在监控范围 (p5553[9]) 内未返回允许的公差范围 (p5550[1, 2])，系统会随故障 F06851 跳闸。
p5554[0]…p5554[9]	根据特定国家的规范 ¹⁾	设置 LVRT (Low Voltage Ride Through) 电压特性曲线的电压值。以 p0210 的百分比进行设置。
p5555[0]	例如 0.5 Hz ¹⁾	针对 FRT (Fault Ride Through) 电网监控，设置电网故障的 HFRT (High Frequency Ride Through) 的频率进入阈值。以相对额定频率 p0211 的偏差来进行设置
p5555[1]	例如 -0.7 Hz ¹⁾	针对 FRT (Fault Ride Through) 电网监控，设置电网故障的 LFRT (Low Frequency Ride Through) 的频率进入阈值。以相对额定频率 p0211 的偏差来进行设置

参数	值	附注
p5556[0]…p5556[9]	根据特定国家的规范 ¹⁾	设置 HFRT (High Frequency Ride Through) 频率特性曲线的时间值。 若频率在监控范围 (p5556[9]) 内未返回允许的公差范围 (p5555[0, 2]) , 系统会随故障 F06851 跳闸。
p5557[0]…p5557[9]	根据特定国家的规范 ¹⁾	设置 HFRT (High Frequency Ride Through) 频率特性曲线的频率值。 以相对额定频率 p0211 的偏差来进行设置。
p5558[0]…p5558[9]	根据特定国家的规范 ¹⁾	设置 LFRT (Low Frequency Ride Through) 频率特性曲线的时间值。 若频率在监控范围 (p5558[9]) 内未返回允许的公差范围 (p5555[1, 2]) , 系统会随故障 F06851 跳闸。
p5559[0]…p5559[9]	根据特定国家的规范 ¹⁾	设置 LFRT (Low Frequency Ride Through) 频率特性曲线的频率值。 以相对额定频率 p0211 的偏差来进行设置。

¹⁾ 数值取决于设备, 在根据设备配置进行调整时尤其需要注意。

7.5.8 信号接口

描述

驱动设备运行需要下列信号或提供这些信号用于监控。

传送给驱动设备的信号

与上级控制系统通讯中的典型信号列表。

表格 7-12 传送给驱动设备的信号

参数	驱动对象	信号	类型	单位
p0840[0]	INFEED	BI: ON/OFF1 控制字 1 位 0 的信号源设置 (ON/OFF1)。	位	-
p5501	INFEED	BI: 电网动态支持激活 1 信号: 激活电网动态支持。 0 信号: 将电网动态支持去激活。	位	-
p3511	INFEED	CI: 直流母线电压附加设定值 上一级外部 MPP 控制器的调节信号输入	Unsigned32 / FloatingPoint 32	-
p3611	INFEED	CI: 无功电流附加设定值 p5501 = 0 时用于维持电网运行的无功负载设定值	Unsigned32 / FloatingPoint 32	-
p5480	INFEED	变压器励磁模式 0 = 关闭 1 = 正常模式 注意: 在励磁去激活且直流母线预充电完成的情况下, 对断路器的操纵与可能存在的变压器的运行状态无关。 若设有变压器, 上述情形可能会导致电网部件或设备部件过载或损坏。 建议采用外部独立式同步监控。	整数, 16 位	-
p5541	INFEED	BI: 电网监控激活 激活电网监控的信号源 1 信号: 激活电网监控 0 信号: 禁用电网监控	Unsigned32 / Binary	-

驱动设备发出的信号

与上级控制系统通讯中的典型信号列表。

表格 7-13 驱动设备发出的信号

参数	驱动对象	信号	类型	单位
r0899.0	INFEED	接通就绪 1 信号: 接通就绪 0 信号: 接通未就绪	位	-
r0899.1	INFEED	运行就绪 1 信号: 运行就绪 0 信号: 运行未就绪	位	-
r0899.2	INFEED	使能运行 1 信号: 使能运行 0 信号: 不使能运行	位	-
r0046.0	INFEED	缺少 OFF1 使能 1 信号: 缺少 OFF1 使能 0 信号: 不缺少 OFF1 使能	位	-
r2139.3	INFEED	故障存在 1 信号: 故障存在 0 信号: 故障不存在	位	-
r2139.7	INFEED	警告存在 1 信号: 警告存在 0 信号: 警告不存在 当一个或多个驱动对象中出现警告时, 会设置 1 信号	位	-
r5502	INFEED	电网动态支持的状态字	Unsigned16	-
r5482	INFEED	变压器励磁状态 变压器励磁的状态	整数	-
r0068	INFEED	电流实际值绝对值 显示电流实际值的绝对值。	FloatingPoint32	Aeff
r0070	INFEED	直流母线电压实际值	FloatingPoint32	V
r0072[1]	INFEED	电网滤波器输入端子上的电压	FloatingPoint32	Veff
r0082	INFEED	有功功率实际值	FloatingPoint32	kW

7.6 电网变压器调试

参数	驱动对象	信号	类型	单位
r0722.0	CU	CU 数字输入状态 DI 0 (X122.1) 断路器反馈信息 (前提条件是反馈信号与控制单元的 DI0, 端子 -X122.1 连接)	位	-
r5542	INFEED	电网监控状态字	Unsigned16	-

7.6 电网变压器调试

7.6.1 调试: 对电网有利的变压器励磁

DRIVE-CLiQ 拓扑结构

为了使自动调试生效, 必须使用以下 DRIVE-CLiQ 拓扑结构。选择了别的 DRIVE-CLiQ 拓扑结构时, 用户必须在 STARTER 工具的离线配置中手动指定所有 VSM10。

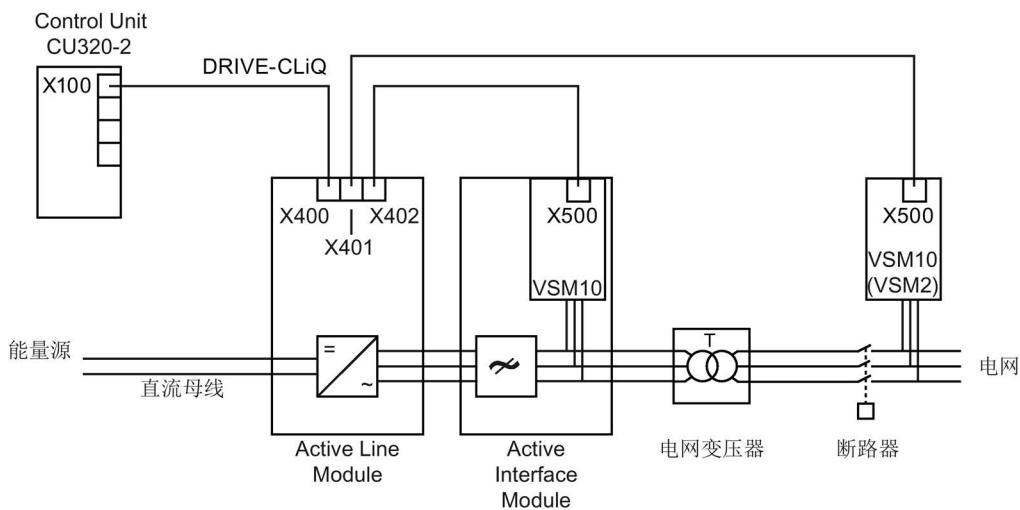


图 7-6 以装机装柜型为例的 DRIVE-CLiQ 拓扑结构

工作流程

在直流母线预充电完成后开始励磁。

变压器和电网之间的断路器断开时, ALM

会生成输出电压用于变压器一次侧 (电网侧) 的同步励磁。

在进行励磁时, 变压器的剩磁或者电网滤波器中的剩余电压也会被一同考虑。

励磁过程：

1. 通电后, $r0899.8 = 1$ 。
2. 直流母线预充电结束时, $r0899.11 = 1$ 。
3. 变压器励磁期间, $r0899.8 = 1$ 且 $r0899.11 = 1$ 。
4. 变压器励磁结束后, 变频器处于“运行就绪”状态: $r0899.1 = 1$ ($r0899.8 = 0$ 且 $r0899.11 = 1$)。
5. 断路器的反馈信号必须通过 $p0860$ 互联, 以便及时终止变压器励磁 (采用 ALM 时为内部脉冲禁用)。开关时间结束后, 自动进入受闭环控制的 ALM 运行。

说明

若该应用需要在已同步的状态下长时间等待外部的断路器闭合, 则可将该开关的反馈信号用于使能 $p5483$ 。

为对断路器进行操纵, 将参数

$r0863.1$ (外部主接触器的通断) 用作输出。如果“电网变压器”功能激活 (励磁模式 $p5480 > 0$), 则在预励磁结束后通过 $r0863.1$ 发出闭合命令以及实现同步。

变压器数据检测

为通过调节型电源模块对变压器上的电压降进行正常的补偿, 以及对孤岛电网的入网点上的电压进行闭环控制, 需要将变压器的主电感、漏电感及相移角考虑在内。这些变压器专用数据或为变压器制造商所知, 且必须在孤岛电网的调节型电源模块的专家参数表的设置参数中手动输入, 或者, 通过以下测量程序以下文描述的顺序来测定这些数据。

同样, 接下来检测直流母线电容以及在与联合电网连接的情况下电网电感。

请注意, 为测量相移角、漏电感和电网电感, 需要通过闭合的断路器连接至联合电网。在下文所述的手动修改参数的过程中, 必须借助参数

$p0010$ (变频器调试) 切换至“快速调试”状态, 其中, 随后必须将该参数重新置 0 (“就绪”)。

联结和联结组

三相变压器的联结为输入侧或输出侧的绕组支路连接而成的星形、三角形或曲折联结。这些联结构成件及对应的矢量图参见下图。联结组表示的是变压器的两个绕组支路的联结, 以及电压矢量的相位的特性参数。这些联结用以下字母表示:

- 星形接线: Y, y
- 三角形接线: D, d
- 曲折联结: Z, z

大写字母表示高压绕组的联结，小写字母表示低压绕组的联结。在联结组中将大写字母前置。若将星形或曲折联结中的绕组的星点引出，则相应表示为 YN 或 ZN，以及 yn 或 zn。

特性参数（0; 5 等）在矢量图中给出：低压相对高压的滞后量为 30° 的多少倍。其中，矢量为逆时针旋转。

常用的联结组为 Yy0 (Yy6)、Yz5 (Yz11)、Dy5 (Dy11)。

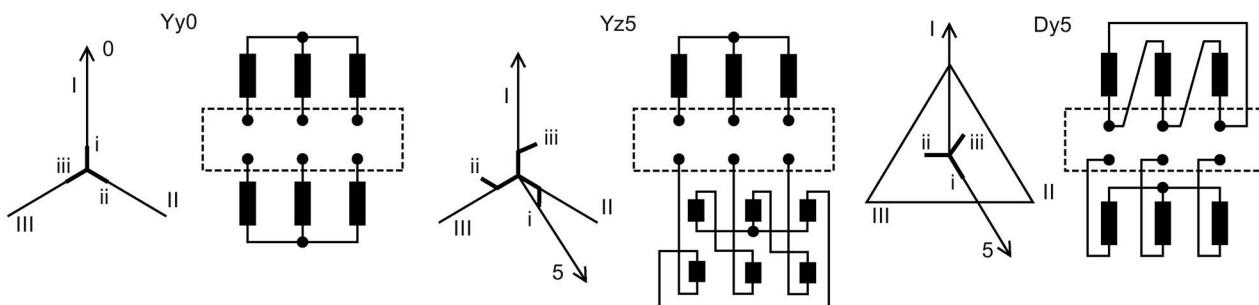


图 7-7 三相变压器的联结和联结组

检测步骤

1. 执行测量前，必须输入变压器的一次侧电压 (p5486[0]) 和二次侧电压 (p0210) 的额定值，以及输入生效的相移角 (p6420[0])。即使是对相移进行测量（如第 3 步所述），也必须先在 p6420[0] 中输入尽可能准确的值；例如，针对 Dyn5 类型的变压器，必须在 p6420[0] 中输入 -150° 的值。

为对在以下测量中流入联合电网的电流进行限制，必须在首次接通前如下设置参数
 $p3415: p3415[0] = p3415[1] = 5$
%。也可根据当前的系统状态对该参数进行离线修改。

2. 主电感：

通过 $p5480 = 11$

接通调节型电源模块，对变压器的主电感进行检测。所显示的警告仅用于提供信息，不必继续留意。

测量期间必须确保对直流母线的供电。测量时不将断路器闭合，故在此不必于孤岛电网侧连接至联合电网。

测量完成后，系统将主电感的测量值写入 r5491，必须将此测量值手动输入 p5492。为手动修改参数 p5492，必须借助参数 p0010（变频器调试）切换至“快速调试”状态，其中，随后必须将该参数重新置 0（“就绪”）。

3. 相移角：

通过 $p5480 = 12$

接通孤岛电网的调节型电源模块，检测有效相移角，并为有效的转换比测定补偿值。

必须将测量值 r6440 和 r6441 接收至设置参数

p6420[0] (孤岛电网与电网滤波器电压之间的电压旋转角) 和
p6421[0] (针对有效转换比的补偿值, 例如通过测量变压器实现)。
在此测量中, 系统将断路器闭合。随后必须将参数 **p5480** 置 0 (“去激活”)。

4. 直流母线电容和电网电感:

参数 **p5580** (孤岛电网黑启动模式) 的设置必须为: **p5580 = 0**。通过 **p3410 = 5** 接通调节型电源模块, 对电网电感和直流母线电容进行检测。所显示的警告仅用于提供信息, 不必继续留意。

系统根据测量值自动进行控制器优化, 并将这些设置掉电保存。在此测量中将断路器闭合, 整流器完全投入运行, 并在入网点上测试性地将定义的无功电流注入外部电压。

参数 **p3410**

在测量后会自动复位。在上述警告消失且显示信息 “OK” 后, 必须手动关闭调节型电源模块 (**p840.0 = 0**)。

5. 漏电感:

通过 **p5480 = 13**

接通调节型电源模块, 对生效的变压器漏电感进行检测。在测量过程中断路器会从系统中关闭。必须将测量值 **r5489** 接收至设置参数 **p5490**。为手动修改参数 **p5490**, 必须借助参数

p0010 (变频器调试) 切换至 “快速调试” 状态, 其中, 随后必须将该参数重新置 0 (“就绪”)。

6. 测量完成后, 必须将用于检测变压器数据的控制参数 **p5480** 手动设置为 “1 = 普通运行”。

说明

- 修改幅值、频率和角位置可能会导致孤岛电网中的其他组件的非期望特性。
- 孤岛电网中的用电设备的影响:
为电压、频率和相位角选择斜坡时间时, 必须确保不会造成用电设备过载或故障跳闸 (**p5586[1...6]**)。
- 相移角 (**p6420[0, 1]**) 的正确参数设置常会造成问题。仅当针对孤岛电网或外部电网的断路器闭合时, 才能在不增设测量辅助工具的情况下进行检查。
第一种情形例如可通过黑启动产生。若开关关闭, 则: **r5498[0, 1, 2] = r5488[0, 1, 2]** bzw. **r5498[0, 1, 2] = r5488[3, 4, 5]**。
例如可通过跟踪功能对随时间变化的量进行比较。在无电压且随后建立电压状态下无法将开关闭合时 (例如在孤岛电网与联合电网之间切换), 可使用带差分电压测头的示波器在闭合指令前对开关的一次侧和二次侧上的电压的一致性进行检查。

说明

为在励磁期间避免变压器中的饱和效应（特别是在控制系数 r0074 较大的情况下），强烈建议通过 p3650 激活直流分量控制。

在弱电网上运行

当连接点上的短路功率比 (RSC) 小于 10

时，则称之为“弱电网功率”。这常见于以下情形：供电变压器的额定功率小于调节型电源模块的连接值。在此情形下，必须减小闭环控制的动态前馈：

- 在首次通电前设置以下参数：
p3560 = 50 %, p3615 = 50 %, p3603 = 0 %, p3415[0] = p3415[1] = 5 %。
- 若无前馈的控制动态特性不足以应对具体应用的负载周期（例如由于负载跃变），可将前馈 p3603 最高提升至 50 %。
- 如果这些设置未成功，请在“控制器相应用于电网短路功率的自动调整 (页 151)”一章中查阅详细说明。



危险

过电流保护装置动作过慢可引发电击危险和火灾

过电流保护装置不动作或动作过慢可引发电击危险和火灾。

- 为保护人身安全和防范火灾，电网馈入点的短路功率和回路阻抗必须符合本文档的技术数据中的要求，这样才能使安装的过电流保护装置及时动作。
- 当无法实现技术数据中所要求的最小短路电流时，必须在设备侧采取其他保护措施。

电网滤波器和变压器监控

p3678 和 p3679

用作该监控功能的设置参数。可借助这些参数为电网滤波器监控设置阈值和监控时间。超出这些值时会触发安全监控及故障 F6855（变频器：电网滤波器监控进行响应）。

滤波器电流测量通过电流互感器在调节型接口模块内完成。在 VSM10 上进行连接。电流互感器增益的参数化在 p3670 中完成。

依据调节型接口模块的型号产生出以下值：

订货号	电流互感器增益
6SL3300-7TE38-4AA1	50
6SL3300-7TE41-4AA1	50
6SL3300-7TG35-8AA1	50
6SL3300-7TG37-4AA1	50
6SL3300-7TG41-3AA1	50
6SL3305-7TG41-3AA5	80
6SL3305-7TG41-3AA5	80

电网变压器功率与调节型电源模块功率的比例

特别是在电网变压器的功率与电网变频器的功率不同的情况下，必须注意直流分量控制器的设置（电网稳态控制激活时为 p5436，否则为 p3650）。

在使用了变压器励磁的电网稳态控制中，除了 p5436 还应设置 p3650，以避免变压器励磁时的直流分量。

具有特殊拓扑结构的孤岛电网

无断路器的电网

视具体情形，在调节型电源模块/调节型接口模块与电网之间可不设断路器，或者不通过 SINAMICS

系统控制该开关，且通过外部系统在开关的两侧确保电压的一致性，如此便可在无第 2 个 VSM 的情况下实现孤岛电网运行。

此时，仅能利用调节型接口模块上的 VSM 的电压测量值。这意味着与出厂设置的区别，特别是 p5487[0] = r3661
p5487[1] = r3662。

无隔离变压器的电网

一般而言，在调节型电源模块/调节型接口模块与孤岛电网之间需要设置隔离变压器。当孤岛电网中不需要 N

7.6 电网变压器调试

线，且孤岛电网中的所有用电设备及电缆均适用于电网相对地电位的脉频电位跃变时，可视情况省去该变压器。此外，为进行滤波器监控（p3678），需要滤波器与电网之间的电感 $uk \geq 5$

%。为此可将变压器替换为电抗器。在无滤波器监控的情况下不允许进行短路清除，且必须设置 $p5458[1] = 0.01$

s。必须在具体情况下对这些条件进行验证。必要时请联系客户咨询部门。

无法进行变压器数据检测（ $p5480 = 11$ ，

12）。若直流分量控制（p5492, p5436）的预设值不适用，则必须根据具体的孤岛电网属性来确定适宜的设置。

说明

针对孤岛电网的参数设置，在无变压器运行中必须选择 1:1 变压器（ $p5486[0] = p0210$ ）。

若替换为电抗器，此电抗器的电感应作为漏电感（p5490）来输入。



危险

未设隔离变压器的情况下，孤岛电网中的绝缘过载时可引发火灾

就孤岛电网中的用电设备及电缆的绝缘而言，因 kV 范围内的脉频电位跃变而造成的绝缘过载可能会导致触电或火灾。

- 请确保孤岛电网中的用电设备及电缆适用于 kV 范围内的相对地电位的脉频电位跃变。

7.6.2

重要参数一览

对电网有利的变压器励磁

- p5480 变压器励磁模式
- p5481[0...2] 变压器励磁时间
- r5482 电网同步状态
- p5483 BI: 电网断路器使能
- p5484[0...2] 变压器励磁控制动态特性
- p5485[0...1] 变压器励磁电压阈值
- p5486[0...1] 变压器一次侧测量电压
- p5487[0...3] CI: 变压器一次侧电压信号源

- r5488[0...5] CO: 经转换的变压器二次侧电压
- r5489 检测出的变压器漏电感
- p5490 变压器漏电感
- r5491 检测出的变压器主电感
- p5492 变压器主电感
- r5493.0...1 CO/BO: 电网断路器控制信号
- p5494[0...1] 励磁标定系数值
- r5497[0...1] CO: 变压器二次侧电流
- r5498[0...2] CO: 变压器二次侧电压
- r5499.0...6 CO/BO: 电网同步状态字

PLL2

- p5571 电网 PLL2 激活信号源
- r5572.0...3 CO/BO: 电网 PLL2 状态字
- p5574[0...1] 电网 PLL2 电压信号源
- p5580 孤岛电网黑启动模式
- p5581[0...8] 孤岛电网时间
- p5582[0...1] CO: 孤岛电网同步设定值控制
- p5583[0...2] BI: 孤岛电网同步信号源
- p5584[0...2] 孤岛电网同步控制动态特性
- p5585[0...1] 孤岛电网同步电压阈值
- p5586[0...6] 孤岛电网比例标定值
- r6311[0...1] CO: 电网 PLL2 频率
- r6313 CO: 电网 PLL2 经平滑电压
- r6314 CO: 电网 PLL2 相位角
- r6316 CO: 电网 PLL2 测得的电网角
- p6420[0...1] VSM 相对变频器的输入电压相移
- p6421[0...1] 电网电压测量增益设置
- p6422 电网电压旋转场方向
- p6423 PLL2 动态特性

7.6 电网变压器调试

- p6425 电网电压有功/无功分量平滑时间常量
- r6440 检测出的变压器相移
- r6441 检测出的变压器增益设置

用于变压器一次侧电压的 VSM2 的显示值和参数设置

- p5460 VSM2 输入, 电网电压的电压除数
- r5461[0…n] CO: VSM2 输入, 电网电压 $u_1 - u_2$
- r5462[0…n] CO: VSM2 输入, 电网电压 $u_2 - u_3$
- r5464[0…n] CO: VSM2 温度检测状态
- p5465[0…n] VSM2 温度传感器类型
- r5466[0…n] CO: VSM2 温度 KTY
- p5467[0…n] VSM2 超温警告阈值
- p5468[0…n] VSM2 超温跳闸阈值
- p5469[0…n] VSM2 超温回差
- p5470[0…n] VSM2 10 V 输入, 电流互感器增益
- r5471[0…n] CO: VSM2 10 V 输入, 电流互感器 1 实际值
- r5472[0…n] CO: VSM2 10 V 输入, 电流互感器 2 实际值
- r5473[0…n] CO: VSM2 10 V 输入 1 实际值
- r5474[0…n] CO: VSM2 10 V 输入 2 实际值

直流分量控制器

- p3648[0..1] CO: 变压器直流分量控制器电流实际值
- r3649 变压器直流分量控制器积分时间
- p3650 变压器直流分量控制器比例增益
- p3651 变压器直流分量控制器限制
- r3652[0…1] CO: 变压器直流分量控制器调节值
- p3654 变压器直流分量控制器 PT2 极限频率

滤波器监控

- p3670 VSM 10 V 输入, 电流互感器增益
- p3678[0…1] 滤波器监控阈值
- p3679[0…1] 变压器滤波器监控时间

其他

- p5406[0...1] CI: 电网稳态控制, 频率稳态控制附加设定值
- p5416[0...1] CI: 电网稳态控制, 电压稳态控制附加设定值

7.6.3 功能图

- 7987 负序控制器
- 7988 孤岛电网黑启动顺序控制
- 7989 孤岛电网同步顺序控制
- 7990 变压器模型
- 7991 电网滤波器监控
- 7992 PLL2 (Phase-Locked Loop 2, 锁相环 2)
- 7993 变压器励磁, 电压阈值
- 7994 变压器励磁, 顺序控制

7.7 调试: 电网稳态控制

电网稳态控制的调试请参见章节“调试示例, 适用于孤岛电网的、具电压及频率闭环控制功能的变频器 (页 72)”以及功能概述章节 (“功能模块“电网稳态控制” (页 35)”)。

7.7.1 孤岛电网中的黑启动

前提条件

通过二进制互联输出 r0863.1 对用于连接变频器和孤岛电网的断路器进行控制。

断路器的反馈信息必须与 p0860 连接。

电网稳态控制运行 (p5401) 必须激活。

黑启动的流程

1. r5482 = 1: 过程未激活

等待接通指令 (p0840)。

孤岛电网黑启动必须激活 (p5580 = 2, 3)。

变压器测试运行必须去激活 (p5480 ≤ 1)。

2. r5482 = 100: 黑启动电网检查

检查孤岛电网的电网电压的绝对值 (r0072[2]) 是否低于 p5586[0] 中的电压限值。

3. r5482 = 101: 等待 PLL

等待电网 PLL 的准备就绪提示 (r3452 ≥ 4)。

4. r5482 = 102: 黑启动去励斜坡运行

去励斜坡用于将调节型接口模块的电网滤波器中可能尚储存有的能量消除。

5. r5482 = 103: 黑启动等待电压阈值 p5586[0]

检查孤岛电网的电网电压的绝对值 (r0072[2]) 在时间 p5581[3] 内是否低于 p5586[0] 中的电压限值。

6. r5482 = 104: 黑启动等待 LSS (断路器) 使能 (p5483 = 1 信号)

等待用于将变频器与孤岛电网相连的断路器的使能 (p5483), 以及等待电网稳态控制 (p5401) 的激活。

反馈信号应通过 p0860 连接。状态在 r0863.1 中显示。

7. r5482 = 105: 黑启动等待 LSS (断路器) 开关时间

等待用于将变频器与孤岛电网相连的断路器的开关时间 (p5581[1])。

8. **r5482 = 106:** 黑启动等待电网稳态生效
等待电网稳态控制启动 (r5402.1 = 1)。
9. **r5482 = 107:** 黑启动励磁斜坡
在可参数设置的启动时间 (p5581[0]) 内将变频器的电压提升至额定电压。
其中使用现有的电网稳态控制，以对孤岛电网中的负载波动进行补偿。
10. **r5482 = 108:** 黑启动电网检查完成
检查孤岛电网的电压和频率是否位于允许的公差限值内 (p0282 < r0072[2] < p0281 且 p0285 < r0066[1] < p0284)。
11. **r5482 = 109:** 结束黑启动

设置

通过 p5580 对孤岛电网黑启动进行配置。

- 0:去激活
- 2:电网黑启动:
执行黑启动，前提条件是电网电压小于 p5586[0]。
- 3:自动电网黑启动:
 - a) 当电网电压小于 p5586[0] 时，执行黑启动 (同 p5580 = 2)。
 - b) 当电网电压处于 p0281 与 p0282 之间，且频率处于 p0284 与 p0285 之间时，变频器与现有孤岛电网同步。
 - 若既不符合 a) 又不符合 b)，系统会等待，并在 p5581[2] 中的时间结束后随故障 F6503 终止接通尝试。

提示

- 常通过变压器将供电系统与孤岛电网连接。借助“黑启动”功能，以斜坡方式将此变压器与电网一同磁化。将无电压的的变压器接通至带电的孤岛电网会产生较高的浪涌电流和电网干扰，故通常应加以避免。
在这些情形下（非黑启动），可借助“变压器励磁” (p5480 = 1) 功能，在将发电系统常规地与电网同步前，在变压器中平缓地建立电压。
- “黑启动”功能所需的 BiCo
连接与“变压器励磁”功能 (p5480) 相同。在黑启动中，除电网变压器外，亦对所连接的孤岛电网进行励磁。
- 第 2 个 VSM10 对变频器与孤岛电网间的断路器的电网侧的电网电压进行测定 (FP 7990)。

电压测量值显示于参数 r5461[0] / r5462[0]

中, 并用作变压器模型中的电压换算的输入 (p5487[0] = r5461[0], p5487[1] = r5462[0])。通过 p5486[0] 设置 (孤岛电网与变频器的输入间的) 变压器转换比。

- 孤岛电网与电网滤波器电压之间的电压旋转角必须在参数 p6420[0] 中进行设置。可通过参数 p6421[0] 对剩余的 (例如因测量变压器造成的) 增益误差进行修正。例如可通过跟踪, 或通过分析 r3661 (变压器的二次侧) 及 r5461[0] (变压器的一次侧, 孤岛电网) 来进行测定或检查。
- 功能图 FP7990 给不同的 VSM10 清晰分配了不同的测量任务, 任务不允许互换。不同 VSM10 的分配, 请见下面章节, 图中 VSM10 与编号的分配关系为:
VSM_1 = ③、VSM_2 = ⑥、VSM_3 = ⑩。
 - 根据可能存在的功率部件及电网滤波器的并联, VSM_1 被指定给 p0141 (测量值 r3661, r3662)。
 - VSM_2 系通过 p0151[0] 定义, 其测量值显示在 r5461[0] 和 r5462[0] 中。
 - VSM_3 系通过 p0151[1] 定义, 其测量值显示在 r5461[1] 和 r5462[1] 中。

重要参数一览

- p5401 BI: 激活电网稳态控制
- r5479[0...5]: 电网稳态控制, 允许的电流
- p5483 BI: 电网断路器使能
- p5486[0] 变压器一次侧额定电压 - 供电变压器
- p5487[0, 1] CI: 变压器一次侧电压信号源 - 供电变压器
- p5580 孤岛电网黑启动模式
- p5581[0...4] 孤岛电网时间 - 黑启动
- p5586[0] 黑启动电压限值

功能图

- 7988 孤岛电网黑启动顺序控制

7.7.2 孤岛电网与外部电网的同步

配置

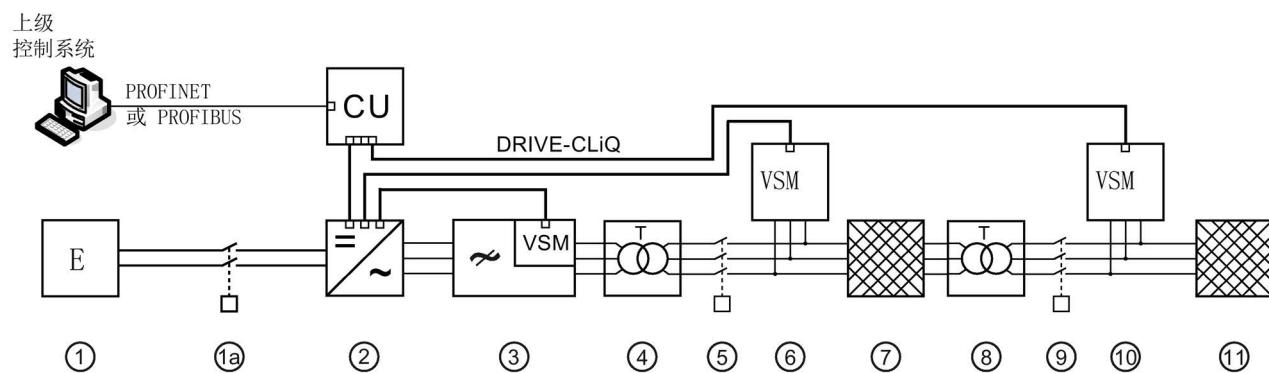


图 7-8 用于以与联合电网耦合的方式向孤岛电网供电的配置, 以装机装柜型设备为例

表格 7-14 以与联合电网耦合的方式向孤岛电网供电时的组件

编号	描述
1	直流电压源
1a	直流接触器 (选件)
2	调节型电源模块
3	<ul style="list-style-type: none"> 集成了电压监控模块 VSM10 的调节型接口模块 (针对装机装柜型设备) 增设了电压监控模块 VSM10 的调节型接口模块 (针对书本型设备)
4	电网变压器
5	断路器, 用于将变频器连接至孤岛电网
6	电压监控模块 VSM10, 用于测量孤岛电网的电网电压
7	孤岛电网
8	孤岛电网变压器
9	断路器, 用于将孤岛电网连接至联合电网
10	电压监控模块 VSM10, 用于测量联合电网的电网电压
11	联合电网

前提条件

需要第 3 个VSM10, 其用于对待与孤岛电网连接的外部电网的电压和频率进行测量。

同步完成后, 通过二进制互联输出 **r5493.1**

对用于将孤岛电网与外部电网连接的外部断路器进行控制。必须将该断路器的反馈信号与一在参数 **p5583[1]** 中相应设置的数字量输入互联。

在孤岛电网中建立电压。为此, 视情况在孤岛电网同步前执行孤岛电网黑启动。

同步流程

1. **r5482 = 1:** 等待

开始信号为二进制互联输入 **p5583[0]** 上的 1 信号。

电网闭环控制必须激活 (**r5402.1 = 1**)。

变频器必须接通（脉冲必须已使能）。

断路器不允许闭合, 因为通过二进制互联输入 **p5583[1]** 进行反馈。

2. **r5482 = 200:** 孤岛电网同步电网检查

检查外部电网在时间段 **p5581[7]** 内是否遵循电压及频率公差（参见 **p0281 ... p0285**）。

3. **r5482 = 201:** 孤岛电网同步 U/f 斜坡

通过可参数设置的斜坡 (**p5584[1]**), 根据外部电网, 缓慢地对孤岛电网的电压幅值和频率进行调整, 直至电压偏差和频率偏差小于阈值 **p5586[6]** 和 **p5586[5]**。

4. **r5482 = 202:** 孤岛电网同步角斜坡

通过可参数设置的斜坡 (**p5584[0]**) 将孤岛电网的频率暂时降低并重新升高, 直至角偏差或频率偏差小于阈值 **p5586[4]** 和 **p5586[5]**。

5. **r5482 = 203:** 孤岛电网同步闭环控制

通过可设置的控制器 (**p5584[0...2]**) 对孤岛电网与外部电网之间可能存在电压差、频率差及角差进行调节, 直至实现孤岛电网与外部电网的同步。

6. **r5482 = 204:** 孤岛电网同步等待 LSS 反馈

将位 **p5493.1**

置位并等待针对孤岛电网的断路器反馈信息, 反馈系通过二进制互联输入 **p5583[1]** 进行。

7. **r5482 = 205:** 孤岛电网同步等待 LSS 开关时间

等待孤岛电网断路器的开关时间 (**p5581[5]**)。

8. **r5482 = 206:** 孤岛电网同步等待电网闭环控制失效

保持此状态, 直至电网闭环控制去激活。

设置

- 通过 p5481[6] 设置所允许的用于实现电网同步的最大时间。若在此时间内未实现同步, 系统会随 F06504 跳闸。
- 同步完成后, 针对电压及频率的、用于与外部电网匹配的附加设定值 (r5582) 仍保持生效。可同时通过 p5583[2] 调整标准设定值 (p5406[0], p5416[0]) 来将附加设定值复位。在省略了附加设定值的情况下, 必须通过相应调整主设定值 (p5406, p5416) 来加以补偿。

说明

孤岛电网中的更多发电机与外部电网的同步

与外部电网的同步原则上在孤岛电网中有更多的发电机时才可能。为此, 需要将频率和电压 (r5582[0, 1]) 的同步设定值发送到下级发电机并由下级发电机立即实现。

针对孤岛电网与外部电网的同步的附加参数设置

下面为重要设置参数及其典型值一览, 并包含对孤岛电网与外部电网同步应用的提示信息。
此一览表可在调试时提供帮助。此表并不代替之前章节的说明或参数手册中的参数描述和功能图。
根据应用, 在具体情形下也可能需要对表中未列出的参数进行修改。

表格 7-15 驱动设备“INFEED”的参数设置

参数	值	附注
p5486[1]	例如690 V	<p>变压器一次侧额定电压, 孤岛电网变压器</p> <p>在 p5486[1] 中设定需要暂时通过开关 (9) 与孤岛电网连接的外部电网的额定电压。这样一来, 即使在孤岛电网与外部电网之间设有孤岛电网变压器 (8), 也能实现孤岛电网同步。</p> <p>提示 1: 在 r5488[3,4,5] 中显示的电压产生于调节型电源模块连接口处外部电网电压的换算。正如上图所示, 当其间接通了额外的供电变压器时, 电压值 r5488[3,4,5] 便不再是孤岛电网的电压或孤岛电网变压器的二次侧电压。</p> <p>提示 2: 一般来说, 对于电压幅值, 不需要注意变压器的串联 (如上图), 而只需注意相移角 (请见 p6420[1])。</p> <p>设置电网变压器的额定一次侧电压, 该变压器的二次侧上连接有一借助调节型电源模块处于电网稳态运行 (p5401) 中的孤岛电网。</p> <p>该变压器的一次侧通常通过断路器与联合电网或另一孤岛电网连接。通过设置一次侧电压和设置设备输入电压 (p0210) 来定义电网同步时 (因此不需与电网变压器铭牌上的转换比相同) 孤岛电网变压器的转换比。</p>
p6420[1]	¹⁾	<p>变压器相移, 孤岛电网变压器</p> <p>设置孤岛电网变压器和供电变压器的总回转角。系统不提供自动检测该回转角的功能。</p> <p>需要注意的是, 在将外部电压换算为调节型电源模块的连接点时 (参见 r5488[3, 4]), 需要将连接于其间的所有变压器的回转角之和纳入计算并输入到 p6420[1] 中。</p> <p>提示: 在供电变压器及孤岛电网变压器上的开关闭合的情况下, 若电压 r3468[0, 1] 和 r5488[3, 4] 的时间曲线在弱负载条件下近乎重叠, 则表示 p6420[1] 和 p6421[1] 的设置正确。</p>

参数	值	附注
p6421[1]	例如 100 % ¹⁾	变压器增益设置, 孤岛电网变压器 设置总补偿系统, 用于对外部电网与调节型电源模块的连接点之间的电压转换比进行精调。系统不提供自动检测该补偿系数的功能。
p5487[2]	例如 INFEED.r5461[1]	Cl: 变压器一次侧电压信号源, 孤岛电网变压器 u12 针对电网隔离开关 (9) 上测量的相间电压的信号源, 用于内部换算成调节型电源模块的连接点。 经换算并转换为空间向量的电压值显示于 r5488[3, 4] 中。 该换算将相对 p0210 的转换比 p5486[1]、回转角 p6420[1] 及补偿系数 p6421[1] 考虑在内。
p5487[3]	例如 INFEED.r5462[1]	Cl: 变压器一次侧电压信号源, 孤岛电网变压器 u23 针对电网隔离开关 (9) 上测量的相间电压的信号源, 用于内部换算成调节型电源模块的连接点。 经换算并转换为空间向量的电压值显示于 r5488[3, 4] 中。
p5571	INFEED.r5499.5	Bi: 电网 PLL2 激活信号源 设置用于激活 PLL2 的信号源, 其用于对外部电网的频率、相位角及幅值进行测定。 孤岛电网 (p5493[0]) 与 PLL2 的输出信号 (r6311[1], r6313, r6314) 同步。
p5574[0, 1]	例如 INFEED.r5488[3, 4]	Cl: 电网 PLL2 电压信号源 为与外部电网同步, 必须借助附加电网 PLL2 测定其频率、幅值及相位。PLL2 的输入信号必须是外部电网的经换算的电压测量值 (在此为 r5488[3, 4])。
p5581[5]	例如 1 s	同步断路器开关时间 为位于电网变压器的电网侧的断路器设置开关时间。
p5581[6]	例如 60 s	同步最大时间 设置所允许的最大时间。若在该最大时间结束时仍未实现电网同步, 系统会输出故障 F06504。

参数	值	附注
p5583[0]	例如 CONTROL_UNIT.r0722 .3	BI:孤岛电网同步信号源, 启动 针对孤岛电网与外部电网的同步的启动指令的信号源。
p5583[1]	例如 CONTROL_UNIT.r0722 .4	BI:孤岛电网同步信号源, 断路器反馈信息 针对孤岛电网与外部电网间的断路器反馈信号的信号源。
p5583[2]	例如 CONTROL_UNIT.r0722 .5	BI:孤岛电网同步信号源, 设定值复位 用于在孤岛电网同步完成后, 将电压及频率的附加设定值 (r5582[0, 1]) 复位的信号源。 必须同时借助该复位指令对外部循环附加设定值 (p5406[0], p5416[0]) 进行相应调整。 说明: 同步系通过适宜的、用于电网稳态的附加设定值实现, 亦即, 连接电网后, 电网稳态的原始设置不再适用。在将同步过程中的附加设定值复位时, 应用程序必须按照时间对旧的稳态设置进行修正。
p5586[1]	例如0.5 %	孤岛电网标定系数值, 同步电网角斜坡 (以额定频率 p0211 的百分比) 设置允许的最大频率偏差, 以便在孤岛电网同步中对电网相位角进行调整。
p5586[2]	例如1 %	孤岛电网标定系数值, 同步频率斜坡 (以每秒的额定频率 p0211 的百分比) 设置斜坡速度, 以便在孤岛电网同步中对电网频率进行调整。
p5586[3]	例如1 %	孤岛电网标定系数值, 同步电压斜坡 (以每秒的额定电压 p0210 的百分比) 设置斜坡速度, 以便在孤岛电网同步中对电网电压进行调整。

¹⁾ 数值取决于设备, 在根据设备配置进行调整时尤其需要注意。

对电网振动的抑制

例如可通过以下设置实现良好的抑制效应: $p5413 = 50 \% \times p5407$, 且 $p5414 = 10 \% \times p5409$ 。阻尼的强度随 p5413 增加。

抑制效应可额外或另外选择使用 DT1 滤波器 p5476 进行提高。

提示

- 修改幅值和频率可能会导致孤岛电网中的其他组件的非期望特性（例如发电机、电网电机）。应用程序负责确保所有组件的适用性。
- 孤岛电网中的用电设备的影响:**
为待同步电网参数选择斜坡时间时，必须确保不会造成用电设备过载或故障跳闸（p55 86[1...6]）。
- 与孤岛电网中的其他发电单元的相互作用:**
待同步的供电系统必须为孤岛电网中唯一一个对电网电压及电网频率进行控制的发电单元。若还有其他发电设备参与孤岛电网中的电压及频率闭环控制，则必须通过实时通讯连接将频率与电压的偏移值（r5582[0, 1]）传送至这些其他发电设备。
- 必需的第 3VSM10**
对孤岛电网与外部电网间的断路器的电网侧的电网电压进行测定（FP 7990）。
电压测量值显示于参数 r5461[1] / r5462[1]
中，并用作变压器模型中的电压换算的输入（p5487[2] = r5461[1], p5487[3] = r5462[1]）。通过 p5486[1] 设置（外部电网与变频器输入之间的）变压器转换比。
外部电网与电网滤波器电压之间的电压回转角必须在参数 p6420[1] 中设置。
可通过参数 p6421[1] 对剩余的（例如因测量变压器造成的）增益误差进行修正。
- 为确保两个电网的可靠同步，需要获知外部电网的幅值、频率及角位置的精确值。
这些量作为孤岛电网同步的设定值。
一种可靠的方法是采用所谓“锁相环”，即一种用于根据测得的外部电网电压实际值来稳定地计算所需量的控制环。
功能模块“电网变压器”提供一通用的 PPL，输入量为所测得的以 alpha/beta 坐标表示的电压空间向量。
故可进行以下参数设置：
 - 将外部电网的换算为 alpha/beta 坐标的电压值与 PLL 的输入连接: p5574[0, 1] = r5488[3, 4]
 - 随同步的开始将 PLL2 激活: p5571 = r5499.5
 - 用于同步的电压、频率及角位置的设定值显示于 r6311[1]、r6313 和 r6314 中。
- 相移角 (p6420[0, 1])** 的正确参数设置常会造成问题。仅当针对孤岛电网或外部电网的断路器闭合时，才能在不增设测量辅助工具的情况下进行检查。
第一种情形例如可通过黑启动产生。若开关关闭，则: r5498[0, 1, 2] = r5488[0, 1, 2] bzw. r5498[0, 1, 2] = r5488[3, 4, 5]。
例如可通过跟踪功能对随时间变化的量进行比较。
在无电压且随后建立电压状态下无法将开关闭合时（例如在孤岛电网与联合电网之间

切换), 可使用带差分电压测头的示波器在闭合指令前对开关的一次侧和二次侧上的电压的一致性进行检查。

重要参数一览

- r5482 电网同步状态
- p5486[1] 变压器一次侧额定电压 - 孤岛电网变压器
- p5487[2, 3] CI: 变压器一次侧电压信号源 - 孤岛电网变压器
- p5571 BI: 电网 PLL2 激活信号源
- r5572 CO/BO: 电网 PLL2 状态字
- p5574[0...1] CI: 电网 PLL2 电压信号源
- p5581[0...8] 孤岛电网时间
- r5582[0...1] CO: 孤岛电网同步设定值控制
- p5583[0...2] BI: 孤岛电网同步信号源
- p5584[0...2] 孤岛电网同步控制动态特性
- p5585[0...1] 孤岛电网同步电压阈值
- p5586[0...6] 孤岛电网比例标定值
- r6311[0...1] CO: 电网 PLL2 频率
- r6313 CO: 电网 PLL2 经平滑电压
- r6314 CO: 电网 PLL2 相位角
- r6316 CO: 电网 PLL2 测得的电网角

功能图

- 7989 孤岛电网同步顺序控制

7.7.3 重要参数一览

电网闭环控制

- r0206[0...4] 功率部件的额定功率
- r0207[0...4] 功率部件的额定电流

- p0210 设备输入电压
- p0211 电网额定频率
- p1300[0...n] 开环/闭环运行方式

电网稳态控制

- p5401 BI: 电网稳态控制激活
- r5402.0...5 CO/BO: 电网稳态控制, 状态字
- p5403[0...1] CI: 电网稳态控制, 电流信号源
- p5404[0...1] CI: 电网稳态控制, 电压信号源
- p5405 电网稳态控制, 频率稳态控制的空运行频率
- p5406[0...1] CI: 电网稳态控制, 频率稳态控制附加设定值
- p5407 电网稳态控制, 频率稳态控制的斜率
- p5408 CI: 电网稳态控制, 频率稳态控制的动态斜率
- p5409 电网稳态控制, 频率稳态控制的平滑时间
- r5410 电网稳态控制, 频率稳态控制的输出
- r5411[0...1] 电网稳态控制, 频率稳态控制的有功功率
- r5412 电网稳态控制, 电网角
- p5413 电网稳态控制, 附加频率稳态控制的斜率
- p5414 电网稳态控制, 附加频率稳态控制的平滑时间
- p5415 电网稳态控制, 电压稳态控制的空运行电压
- p5416[0...1] CI: 电网稳态控制, 电压稳态控制的附加设定值
- p5417 电网稳态控制, 电压稳态控制的斜率
- p5418 CI: 电网稳态控制, 电压稳态控制的动态斜率
- p5419 电网稳态控制, 电压稳态控制的平滑时间
- r5420 电网稳态控制, 电压稳态控制的输出
- r5421[0...1] 电网稳态控制, 电压稳态控制的无功电流
- r5422[0...1] 电网稳态控制, 电压稳态控制的无功功率
- p5423 电网稳态控制, 附加电感
- p5424 电网稳态控制, 附加电感的平滑时间
- p5425[0...1] 电网稳态控制, 电压闭环控制的信号源

- p5426 电网稳态控制, 电压闭环控制的比例增益
- p5427 电网稳态控制, 电压闭环控制的积分时间
- p5428[0...3] 电网稳态控制, 电压闭环控制的短路
- r5429 电网稳态控制, 电压闭环控制的输出

黑启动同步

- p5580 孤岛电网黑启动模式
- p5581[0...8] 孤岛电网时间
- p5582[0...1] CO: 孤岛电网同步设定值控制
- p5583[0...2] BI: 孤岛电网同步信号源
- p5584[0...2] 孤岛电网同步控制动态特性
- p5585[0...1] 孤岛电网同步电压阈值
- p5586[0...6] 孤岛电网比例标定值

通用电网闭环控制参数

- r5444[0...1] 电网稳态控制, 电网电压绝对值
- r5445[0...11] 电网稳态控制, 电压 Alpha/Beta 分量
- r5446[0...1] 电网稳态控制, 电网电压有功/无功分量
- r5447 CO: 电网稳态控制, 电网电流绝对值
- r5448[0...3] 电网稳态控制, 电网电流 Alpha/Beta 分量
- r5449[0...1] 电网稳态控制, 电网电流有功/无功分量
- r5450[0...5] CO: 电网稳态控制, 设定值生效
- p5476 电网稳态控制, 阻尼增益
- p5477 电网稳态控制, 阻尼平滑时间
- p5478[0...1] 电网稳态控制, 电流限值
- r5479[0...5] 电网稳态控制, 允许的电流

控制系数控制器

- p5430[0...1] 控制系数控制器, 设置
- p5431 控制系数控制器, 动态特性
- p5432[0...1] 控制系数控制器, 输出电压限制
- r5433 CO: 控制系数控制器, 输出

直流分量控制器

- p5434 直流分量控制器, 低通极限频率
- p5435 直流分量控制器, 低通阻尼
- p5436 直流分量控制器, 比例增益
- p5437 直流分量控制器, 积分时间
- p5438 直流分量控制器, 限制

谐波控制器

- p5440 谐波控制器, 带通滤波器激活
- p5441[0...3] 谐波控制器, 带通滤波器增益
- p5442[0...3] 谐波控制器, 带通滤波器平均频率
- p5443 谐波控制器, 带通滤波器总增益

电流回差控制器

- p5451 BI: 电流回差控制器, 运行方式
- r5452.0...3 CO/BO: 电流回差控制器, 顺序控制状态字
- p5453[0...5] 电流回差控制器, 过电流极限
- p5454[0...5] 电流回差控制器, 过电流回差宽度
- p5455[0...5] 电流回差控制器, 过电流公差范围
- p5456[0...2] 电流回差控制器, 配置
- p5457[0...2] 电流回差控制器, 脉冲频率切换
- p5458[0...1] 电流回差控制器, 运行状态最长时间
- p5459[0...3] 电流回差控制器, 顺序控制状态切换

其他

- p1241 Vdc_max 控制器的接通电平
- p1245 Vdc_min 控制器的接通电平
- p1250 Vdc 控制器的比例增益

7.7.4 功能图

- 7982 电网稳态控制, 电压后续控制
- 7983 直流分量控制, 谐波控制
- 7984 控制系数控制
- 7986 过电流顺序控制

7.8 调试: 电网动态支持

电网动态支持的调试请参见章节“调试示例, 适用于联合电网、带电网动态支持的变频器 (页 92)”以及功能概述章节 (“功能模块“电网动态支持” (页 40)”)。

重要参数一览

- p5500 电网动态支持, 配置
- p5501 BI: 电网动态支持激活
- r5502.0...4 CO/BO: 电网动态支持的状态字
- p5503[0...1] CI: 电网动态支持, 电流信号源
- p5504[0...1] CI: 电网动态支持, 电压信号源
- p5505[0...3] 电网动态支持, 特性曲线电压值
- p5506[0...3] 电网动态支持, 特性曲线无功电流设定值
- p5507[0...3] 电网动态支持, 时间
- p5508[0...1] 电网动态支持, Vdc 阈值
- p5509[0...11] 电网动态支持, 标定系数
- r5510[0...7] CO: 动态电网支持输出
- r5511[0...1] CO: 电网动态支持, 电网电压幅值
- r5512[0...1] CO: 电网动态支持, 电网电压绝对值
- r5513[0...3] CO: 电网动态支持, 电网电压正序/负序系统
- r5514[0...1] CO: 电网动态支持, 电流设定值 Alpha/Beta
- r5515[0...1] CO: 电网动态支持, 有功功率显示
- r5516[0...1] CO: 电网动态支持, 无功功率显示

- p5518 CI: 电网动态支持, 电网相位角信号源
- p5519 CI: 电网动态支持, 电网频率信号源
- p5520 CI: 电网动态支持, FRT 电流限值信号源
- r5522.0...3 CO/BO: 电网动态支持, 顺序控制状态字
- p5523[0...2] 电网动态支持, 过电流极限
- p5524[0...2] 电网动态支持, 回差宽度
- p5525[0...2] 电网动态支持, 过电流公差范围
- p5526[0...2] 电网动态支持, 过电流调制器配置
- p5527[0...2] 电网动态支持, 脉冲频率切换
- p5528[0...1] 电网动态支持, 运行状态最长时间
- p5529[0...3] 电网动态支持, 顺序控制状态切换

功能图

- 7996 特性曲线
- 7997 电流限制
- 7998 顺序控制

7.9 电网监控调试

7.9.1 调试：孤岛电网识别

通过将参数 p5541 置位和配置 p5540.1 来激活孤岛电网识别 (Anti-Islanding, AISL)。通过 p5543 和 p5544 来为频率及电压设置允许的限值。若超出这些限值，系统会在状态字 r5542 中予以提示。如若在等待时间 p5545[0] 内超限仍然存在，则会触发报警 F6851。

7.9.2 调试：电压-时间监控

激活

通过 $p5540.4 = 1$ 激活电压-时间监控。此时，在其他情形下生效的简单阈值监控 (p5543) 被去激活。

出现电网故障时的特性

- 一旦电网电压的一个相位处于阈值 p5550[0] 上或处于阈值 p5550[1] 下，便视作电网故障开始。
- 一旦电网电压的所有相位均处于阈值 (p5550[0] - p5550[2]) 下或处于阈值 (p5550[1] + p5550[2]) 上，则视作故障结束。
- 在电网故障期间。系统对两条电压特性曲线进行监控。
 - 超出 HVRT 曲线 (电压过高) 时，系统会立即随故障 F6851 跳闸。
 - 低于 LVRT 曲线 (电压骤降) 时，系统会立即随故障 F6851 跳闸。
在 $p5540.5 = 1$ 的情况下，延时 p5545[2] 结束后才会进行跳闸。
这样必要时可耐受在电网恢复期间仍会短暂出现的电压骤降。
- 若电网电压在参数设置的故障持续时间 p5551[9] 或 p5553[9] 内未返回设置的公差范围，系统会随故障 F6851 跳闸。在将所选择的回差 p5550[2] 考虑在内的情况下，公差范围的下限为 p5550[0] - p5550[2]，上限阈值为 p5550[1] + p5550[2]。

电压骤降监控的示例

以下监控特性曲线参数设置示例系针对下图中的电压。

所需的特性曲线取决于特定国家的电网指令及各电网运营公司的要求：

- 在电压骤降持续 200 ms 后，必须将供电运行维持在下图所示的极限曲线上方的范围内。
- 在此示例中，一旦电网电压低于额定电压的 80 %，系统便识别出电网故障开始：p5550[1] = 80 %。
- 当所有电网相电压在 p5545[3] 的时间跨度内均处于通过 p5550[0, 1] 和 p5550[2] 定义的阈值内时，系统会识别出故障穿越（Fault Ride Through）结束。电压重新降至 p5550[1] 以下，时间点 p5553[0] 起开始新的特性曲线监控过程

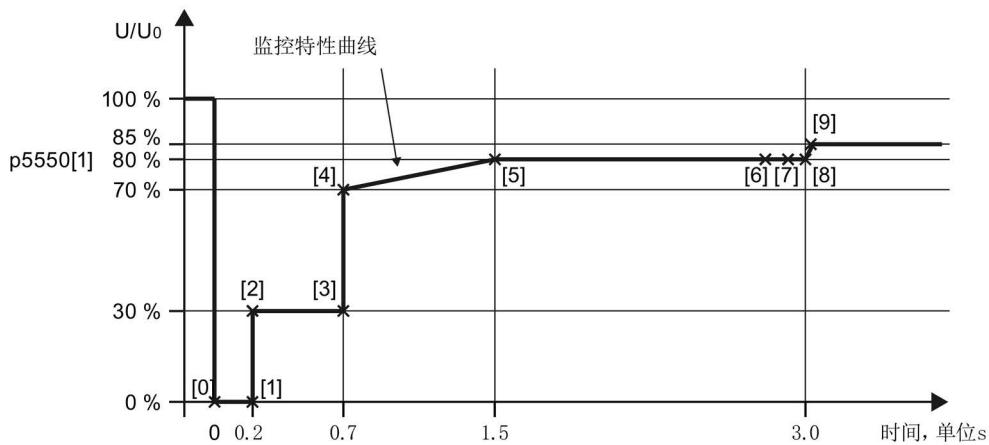


图 7-9 电压-时间监控的示例

下表为 LVRT 特性曲线的设置。

表格 7-16 LVRT 特性曲线的设置

LVRT 时间值, 单位 s	LVRT 电压值, 单位 %
p5553[0] = 0.00	p5554[0] = 0.00
p5553[1] = 0.20	p5554[1] = 0.00
p5553[2] = 0.20	p5554[2] = 30.00
p5553[3] = 0.70	p5554[3] = 30.00
p5553[4] = 0.70	p5554[4] = 70.00
p5553[5] = 1.50	p5554[5] = 80.00
p5553[6] = 2.98	p5554[6] = 80.00
p5553[7] = 2.99	p5554[7] = 80.00
p5553[8] = 3.00	p5554[8] = 80.00
p5553[9] = 3.01	p5554[9] = 85.00

提示

- p5553[x] 中的时间值必须以升序输入。
例如在对阶跃进行简单的参数设置时也允许使用同样的以升序排列的时间值。
- p5553[9] 中的时间值定义的是故障穿越的最大持续时间，因此始终需要定义。
若电压未在该时间内回到公差带范围内，则会触发报警 F6851。
若并非需要所有控制点，可为点 p5553[9] 之前的控制点设置相同的电压值。

7.9.3 调试：频率-时间监控

激活

通过 p5540.7 = 1 激活频率-时间监控。
此时，在其他情形下生效的简单阈值监控（p5544）被去激活。

出现电网故障时的特性

- 一旦频率处于阈值 p5555[0] 上或处于阈值 p5555[1] 下，便视作电网故障开始。
- 一旦频率处于阈值（p5555[0] - p5555[2]）下或处于阈值（p5555[1] + p5555[2]）上，则视作故障结束。
- 在电网故障期间。系统对两条频率特性曲线进行监控。
 - 超出 HFRT 曲线（频率过高）时，系统会立即随故障 F6851 跳闸。
 - 低于 LFRT 曲线（频率低下）时，系统会立即随故障 F6851 跳闸。
- 若频率在参数设置的故障持续时间 p5556[9] 或 p5558[9] 内未返回设置的公差范围，系统会随故障 F6851 跳闸。在将所选择的回差 p5555[2] 考虑在内的情况下，公差范围的下限为 p5555[0] - p5555[2]，上限阈值为 p5555[1] + p5555[2]。

频率-时间监控的示例

以下监控特性曲线参数设置示例系针对下图中的电网频率。

所需的特性曲线取决于特定国家的电网指令及各电网运营公司的要求：

- 一旦频率超出 $p5555[0] = 0.5 \text{ Hz}$ 的阈值，系统便识别出频率过高（HFRT）。
- 而一旦频率低于 $p5555[1] = -0.7 \text{ Hz}$ 的阈值，系统则识别出频率低下（LFRT）。
- 电网故障开始后，应如下图所示对频率曲线进行监控。
- 在超出上方的曲线或低于下方的曲线时，系统会立即跳闸。

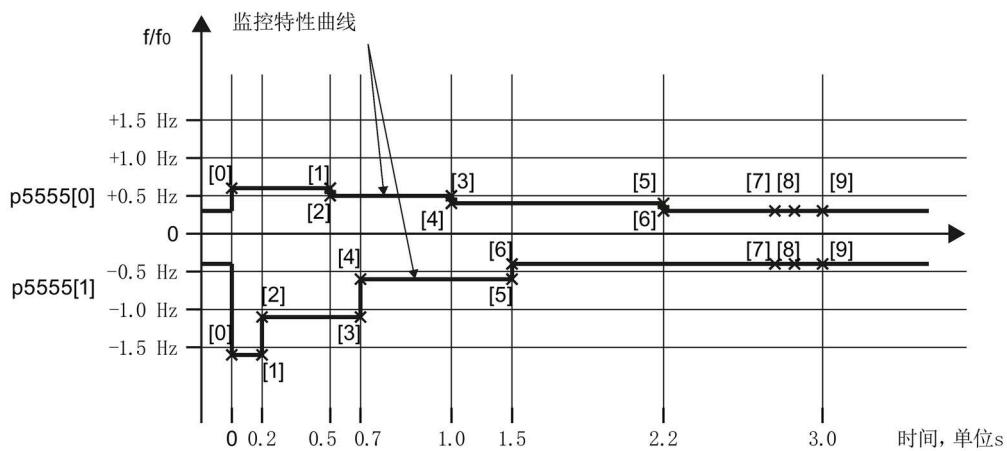


图 7-10 频率-时间监控的示例

下表为频率-时间监控的设置。

表格 7-17 用于频率监控的特性曲线的设置

时间值, 单位 s	频率值, 单位 Hz
频率过高 (HFRT)	
p5556[0] = 0.00	p5557[0] = 0.6
p5556[1] = 0.50	p5557[1] = 0.6
p5556[2] = 0.50	p5557[2] = 0.5
p5556[3] = 1.00	p5557[3] = 0.5
p5556[4] = 1.00	p5557[4] = 0.4
p5556[5] = 2.20	p5557[5] = 0.4
p5556[6] = 2.20	p5557[6] = 0.3
p5556[7] = 2.98	p5557[7] = 0.3
p5556[8] = 2.99	p5557[8] = 0.3
p5556[9] = 3.00	p5557[9] = 0.3

时间值, 单位 s	频率值, 单位 Hz
频率低下 (LFRT)	
p5558[0] = 0.00	p5559[0] = -1.6
p5558[1] = 0.20	p5559[1] = -1.6
p5558[2] = 0.20	p5559[2] = -1.1
p5558[3] = 0.70	p5559[3] = -1.1
p5558[4] = 0.70	p5559[4] = -0.6
p5558[5] = 1.50	p5559[5] = -0.6
p5558[6] = 1.50	p5559[6] = -0.4
p5558[7] = 2.98	p5559[7] = -0.4
p5558[8] = 2.99	p5559[8] = -0.4
p5558[9] = 3.00	p5559[9] = -0.4

提示

- p5556[x] 或 p5558[x] 中的时间值必须以升序输入。
例如在对阶跃进行简单的参数设置时也允许使用同样的以升序排列的时间值。
- p5556[9] 或 p5558[9]
中的时间值定义的是故障穿越的最大持续时间，因此始终需要定义。
若频率未在该时间内回到公差带范围内，则会触发报警 F6851。
若并非需要所有控制点，可为点 p5556[9] 或 p5558[9]
之前的控制点设置相同的电压值。

7.9.4 对其他监控的调试

一些电网指令要求在接通发电设备前的规定时间内进行电网测试。

尤其是在自动重启激活时，在电网完全恢复前会阻止自动接通。

同步前电压监控和频率监控的激活状态通过 r5542.14 显示。

超出电压限值和频率限值的状态显示在 r5542.6 ... r5542.9 中。

激活

通过 p5540.9 = 1 激活监控。

此外必须在 p5543[2, 3] 和 p5544[2, 3]
中设置对应的阈值，在默认设置中这些阈值被去激活。

7.9.5 重要参数一览

用于孤岛电网识别电网监控的参数

- p5540 电网监控, 配置
- p5541 BI: 激活电网监控
- r5542.0...14 CO/BO: 电网监控状态字
- p5543[0...3] 电网监控, 电压阈值
- p5544[0...3] 电网监控, 频率阈值
- p5545[0...7] 电网监控, 时间
- p5547[0] 电网监控, 频率
- p5548[0] 电网监控, 增益
- p5550[0...2] 电网监控, 电网故障阈值电压特性曲线
- p5551[0...9] 电网监控, HVRT 时间值
- p5552[0...9] 电网监控, HVRT 电压值
- p5553[0...9] 电网监控, LVRT 时间值
- p5554[0...9] 电网监控, LVRT 电压值
- p5555[0...2] 电网监控, 电网故障阈值频率特性曲线
- p5556[0...9] 电网监控, HFRT 时间值
- p5557[0...9] 电网监控, HFRT 频率值
- p5558[0...9] 电网监控, LFRT 时间值
- p5559[0...9] 电网监控, LFRT 频率值

其他

- p3612 CI: 变频器无功功率前馈控制

7.9.6 功能图

- 7999 孤岛电网识别电网监控

7.10 调试: *Cos phi* 显示

前提条件

- 就

$\cos \phi$ 计算这一功能而言, 在调试时必须激活调节型电源模块的功能模块“附加模块 **Cosine Phi**”。为此可使用 p3473 到 p3479 的附加参数。

如果有第二个用于 $\cos \phi$ 显示的 VSM10, 则还应额外激活 FM 电网变压器。

- 正确的 $\cos \phi$

显示的前提条件是: 在相同的电网上, 即以相同的电网频率来运行调节型电源模块和电压监控模块。特定而言, 参数 r0066

必须显示正确的电网频率, 或者, 调节型电源模块必须处于运行状态。在测量点和调节型电源模块的连接点之间允许设有变压器, 必须对可能与之相关联的相位旋转(相序交换)进行参数设置(参见 p3475)。

- $\cos \phi$ 显示的输入量为测量点上的相电流和线电压。

- 基本上可用任意工具来测定测量值(i1、i2、u12、u23), 并通过 BiCo 互联(p3473, p3474) 将其导入计算块。但需要注意可能因信号传输而产生的时滞(参见应用部分中的“校准参数 p3479”)。

- VSM10 具有两个用于最高达 3 AC 690 V_{eff} 的电网电压的测量输入端和用于 +/-10 V 的电流-电压变换器, 故尤其适用于测定测量值。必须根据具体应用选择适宜的换流器, 以及对向电流强度的换算(p3670)进行参数设置。

- 原则上, 亦可将调节型电源模块控制(r3467, r3468)的电网模型中的电流或电压用于 $\cos \phi$ 显示。但(特别是电网滤波器的)不可避免的部件偏差会影响显示精度。

应用

- 可同时为同一点网上的两个不同的连接点测定和计算 $\cos \phi$

值(例如一个在设备整体与电网的连接点上的外部 $\cos \phi$, 以及一个在逆变器端子上的内部 $\cos \phi$)。因此这些参数具 2 重含义。

- 借助 p3475 来对这两个独立的 $\cos \phi$ 显示进行激活(位 0)和配置。

- 配置位 1

用于定义, 电压和电流的输入信号是采用空间向量坐标(Alpha/Beta)还是采用三线显示(相位 R、S、T)。这样便能既采用内部电网模型中的信号(例如 r3467, r3468), 又采用 VSM10 测量值(例如 r5461, r5471)。

- 配置位 2 用于定义, 在

$\cos \phi$ 测量点(电压、电流)与调节型电源模块的端子之间是否存在基于变压器的相序互换。

- 根据所选择的配置, 必须在 p3473 和 p3474 中针对这些 $\cos \phi$ 测量点对电流实际值和电压实际值的信号源进行参数设置。
- 测量值系通过绝对值 (r3478) 和符号 (r3477) 显示。特别是在 $r3478 = 1$ 的情况下, 最小程度的电流相移亦会导致符号切换。通过选择适宜的平滑 p3476 可避免意外切换, 以及确保所要求的测量响应时间。

- **$\cos \phi$**

显示的精度的决定性因素为: 将电流及电压测量的所有时滞和延时考虑在内。当不采用 VSM10 来测量电流, 或因通讯总线而产生了额外时滞时, 可通过 p3479 对测量进行调整。

通过同时采用两个 $\cos \phi$ 显示, 无需外部测量仪便能方便地对 $\cos \phi$ 计算进行校准。其中, 第一显示 r3478[0]

利用调节型电源模块的内部电流测量以及电网滤波器上的 VSM10 电压。第二显示 r3478[1]

利用针对特定应用的调节型电源模块与调节型接口模块之间相同电流的外部测量, 以及采用三线坐标的相同的 VSM10 电压:

- p3473[0] = r3467[2],
- p3473[1] = r3467[3],
- p3474[0] = 缺省值,
- p3474[1] = 缺省值,
- p3475[0] = 1,
- p3473[2] = 例如 r5471[0],
- p3473[3] = 例如 r5472[0],
- p3474[2] = r3661,
- p3474[3] = r3662,
- p3475[1] = 3。

在时滞 p3479[1] 的设置正确的情况下, 运行中 r3478[0] 和 r3478[1] 的显示相同: 可视需要借助独立的外部参考测量仪来提升校准精度。

校准参数 p3479 的默认设置系针对采用 VSM10 的 10 V 输入端的电流测量。在校准正确的情况下, $\cos \phi$ 显示误差通常 <0.01 。

重要参数一览

- p3473[0...3] Cl: cos phi 显示, 电流信号源
- p3474[0...3] Cl: cos phi 显示, 电压信号源
- p3475[0...1] cos phi 显示, 配置
- p3476[0...1] cos phi 显示, 平滑时间
- r3477[0...1] CO: cos phi 显示, 实际值符号
- r3478[0...1] CO: cos phi 显示, 实际值绝对值
- p3479[0...1] cos phi 显示, 电流测量时滞

功能图

- 8951 调节型电源 - Cos phi - 显示

7.11 调试: 附加控制

7.11.1 调试: 有功、无功及视在电流限制

前提条件

选择电流控制模式

- 沿电动 ($r0078 > 0$) 及再生反馈 ($r0078 < 0$) 方向的有功电流的限值 p3528 至 p3533
为常规调节型电源模块控制的一部分, 且在电网稳态控制未激活时始终可用。限值在电网稳态运行中无效。
- 设置参数 p3524 至 p3527 用于实现无功及视在电流限制。
为此需要激活以下功能模块中的至少一个: 电网变压器、附加控制、电网动态支持。
- 可通过 p5509 和 p5520
对经调整的、用于穿越电网故障的电流限值进行参数设置。为此需要功能模块“电网动态支持”。

电网稳态运行

- 在采用电网稳态控制的孤岛电网运行中, 调节型电源模块相对电网起电压源的作用; 电流及 $\cos \phi$ 由电网中的用电设备决定。相应地, 只能对视在电流的限值进行设置(p5478)。为此需要功能模块“电网稳态控制”。

应用

将总电流 (视在电流) 的瞬时值限制为允许的最大电流

r0209, 不进行附加设置。若有功电流和无功电流的矢量和超出此最大值, 则系统首先将电流设定值的无功分量减小至零。亦即, 在过载情形下, 有功电流具有比无功电流更高的优先级。

7.11.2 有功电流限制

可针对两个能量流方向“电动”及“再生反馈”将有功电流的限值设置为不同的值。

若达到电动电流限值, 系统会将比通过有功电流设定值给定的值要小的有功功率导入直流母线。直流母线电压通常会因此而下降, 但仅会降低至取决于负载的整流值 ($V_{dc} \approx 1.35 V_{电网}$)。

在此直流母线电压下, 因结构类型制约而未经控制的再冲电电流以与二极管桥式电路类似的方式流动。

因此, 电动有功电流限值仅在“直流母线电压足够高”这一边界条件下生效。

有功电流限制例如可用于在负载周期中减小电网电流尖峰的高度 (以较大的直流母线电压波动为代价), 或应用于以下情形: 至少暂时通过直流母线中的另一组件对直流母线电压进行控制。

7.11.3 无功及视在电流限制

同样可分别针对容性 ($r0075 > 0$) 和感性 ($r0075 < 0$) 无功电流设定值来进行无功电流限制 (p3525, p3526)。亦可通过 BiCo 互联进行动态限制 (p3524)。

在使用视在电流限值 p3527

的情况下, 在对有功电流设定值进行调整前, 同样首先将无功分量减小 (必要时减小至 0)。

电流实际值和状态信号的对应显示参数参见功能图 FP8945。

7.11 调试：附加控制

在此需要提及在 $\cos \phi$

不等于一的情况下针对持续运行的降容特性曲线（SINAMICS选型手册 低压）。

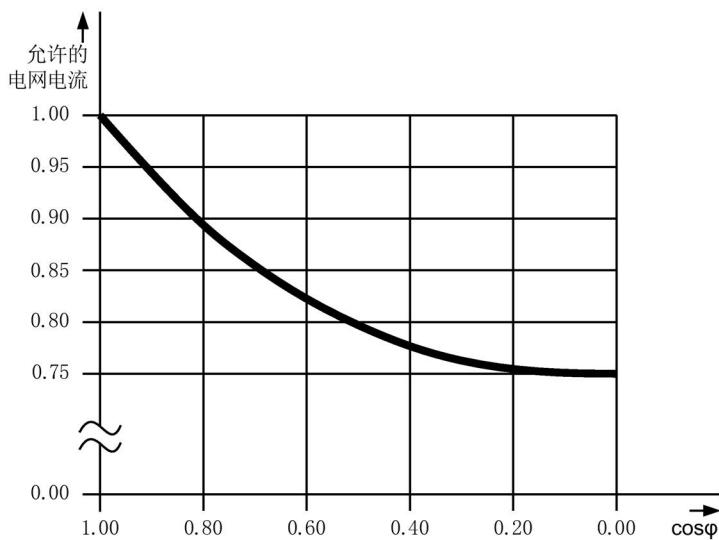


图 7-11 $\cos \phi$ 不等于一时的降容特性曲线

7.11.4 采用电网动态支持时的电流限制

根据电网运营公司的并网指令，对发电设备在电网故障期间的电流曲线有特定的要求。其中，同样要求该电流曲线有助于提供短路电流，亦即，在电网故障期间注入定义的无功电流。因此在电网支持激活（p5501 =

1）的情况下，无功电流设定值具有比有功电流更高的优先级，此点不同于普通运行。亦即，必要时系统会将调节型电源模块的有功功率减小，以便根据 p5506 向电网提供无功功率。

在激活了“电网动态支持”功能（p5501 = 1）的情况下，下列参数的设置适用：

- p5509[5]: 附加生效的视在电流限值。
- p5509[7]: 越过电压不对称性的公差范围 (r5502.2 = 1) 时额外生效的无功电流限值
借助设置 p5509[7] = 0.1 %，例如可根据特性曲线（p5506）针对不对称的电网故障将支持电网的无功电流去激活。
- p5509[8]: 越过电压不对称性的公差范围 (r5502.2 = 1) 时额外生效的负序视在电流限值
借助设置 p5509[8] = 0.1 %，针对不对称的电网故障来阻止原本需要的、不对称的支持电流。多数电网指令均要求此点。

- **p5509[10]:** 在超出电网电压的公差范围时 (r5502.1 =
1) 附加生效的有功电流限值。
这样便可以在存在电网电压偏差时降低发电设备的有功功率。
- **p5520:** 在超出电网电压的公差范围时 (r5502.1 =
1) 附加生效的动态视在电流限值。
这样便能根据具体应用实现电网故障期间的视在电流曲线。
- **p5500.6 = 1:** 在超出电网电压的公差范围时 (r5502.1 =
1) 附加生效的内部视在电流限值。该限值与电网故障开始前的经平滑的视在电流对应。
根据各电网指令的规定, 如此便能将电网故障前及电网故障期间的总电流保持为相同的值。
- **p5500.8 = 1:** 电网短路 (r5502.4 = 1, r5522.3 =
1) 期间, 系统内部将有功电流设定值设置为零。
根据各电网指令的规定, 这样便能借助单纯的无功功率输出穿越 FRT (Fault Ride Through) (Q 模式)。
- **p5500.9 = 1:** 电网短路 (r5502.4 = 1, r5522.3 =
1) 期间, 系统内部将有功电流设定值和无功电流设定值设置为零。
根据各电网指令的规定, 这样便能不借助功率输出穿越 FRT (Fault Ride Through) (Z 模式)。
- 当直流母线电压接近跳闸上限时, 系统可在短时间内将无功功率提供在电网动态支持中的优先级自动去激活。为避免保护跳闸, 系统通过 p5508
减小无功电流, 并可将所有有功功率用于降低直流母线电压。
- 就上述有条件的电流限制而言, 系统会区分
 - 允许的电网电压公差范围 (对称及不对称)
状态信号: r5502.1, r5502.2
设置参数: p5505[0, 2], p5509[9, 10]
 - 对因欠电压而产生的电网短路的识别
状态信号: r5502.4, r5522.3
设置参数: p5529[2, 3]。

补充提示/参数设置建议:

- 若要求在电网恢复后较快地构建有功功率（例如中国），则建议对“电网动态支持最小时间”进行如下设置: $p5507[0] = 10 \dots 20 \text{ ms}$ 。
背景: 在电网骤降时, 可设置已减小的有功电流的条件。在电网故障结束后会一步步恢复原先的有功功率。
- 若电网故障开始后可供用于构建无功电流的持续时间足够大，则建议将用于支持电流的起始斜坡减小（例如 $p5509[0] = 10 \%$ ）。这样便可避免在故障开始阶段出现过电压。
- 在许多情形下，即便直流母线电压接近其跳闸限值（例如 $p5508 = -40 \text{ V}$ ），也不允许降低电网故障期间的无功电流。为此设置 $p5509[1] = 0.1 \%$ 。
- 若即便对不对称电网故障也需要无功电流支持（例如中国 GB/T 19964:2012），则需要设置 $p5509[7] = 100 \%$ 。此外，为穿越所有故障类型，建议设置 $p5509[8] = 0.1 \%$ 及 $p5509[11] = 20 \dots 50 \%$ 。但亦可视需要采用更小及更大的值。相应地，必须将所允许的总电流选取为足够大的值（ $p5509[5] > 70 \%$ ）。
- 此外针对常见于测试实验室的弱电网条件，建议设置: $p3603 = 0 \dots 50 \%$, $p5507[3] = 8 \text{ ms}$, $p5509[6] = 3 \%$ 。
- 此外，就在频率稳定的联合电网上的运行而言，建议针对动态支持采用较大的 PLL 平滑时间: $p3458[1] = 50 \text{ ms}$ 。

7.11.5 电网稳态控制中的视在电流限制

在电网闭环控制运行 ($p5401[0] = 1$) 中，调节型电源模块相对电网起电压源的作用。其用于对电网电压和频率进行维持和控制，以及用于提供相应用电设备所需的功率。在调节型电源模块过载的情况下，必须通过上级功率控制器对电网闭环控制进行调整，从而在孤岛电网中实现有意义且稳定的负载分配。

通过对视在电流（或总电流）进行限制，可使调节型电源模块免受过电流影响。在限制情形下，系统自动对输出电压及频率进行调整，故不会产生不允许的电流。

借助 $p5478$ 可分别为正常运行和短路清除设置独立的视在电流限值。

通常为正常运行（特征为相对较小的电网电压骤降）选择较小的电流限值。这样便能实现在待供电的孤岛电网中的驱动的重载启动等功能：电流限制导致（除电网稳态功能外）输出电压减小，从而实现较为缓慢的启动，并将电流减小至调节型电源模块针对重载持续时间所能实现的程度。

在单驱动短路状态下（状态信号 $r5402.4 = 1$ ，阈值 $p5459[2, 3]$ ，单驱动 $p5451 = 0$ ）电流限值 $p5478[1]$ 生效，借此可在短时间内实现较高的最大电流（时间限值 $p5458[1]$ ），从而对电网短路清除提供支持。

7.11.6 针对书本型调节型电源模块的提示

在电网闭环控制运行中, 短路电流 p5478[1] 被限制为最大电流 (r0209) 的 100 % (默认设置 90 %)。

在电网动态支持激活时, 调节型电源模块视在电流 p5509[5] 被限制为最大电流 r0209 的 80 %。

用于电网动态支持的无功电流的默认设置为零 (p5506[..] = 0)。

电网故障期间的有功电流及负序电流的默认设置同样为零 (p5509[7] = p5509[8] = p5509[11] = 0)。借助这些默认设置, 可以近乎无电流的方式穿越电网故障。

可就与默认设置的偏差向负责办事处进行咨询。

7.11.7 重要参数一览

Vdc 实际值滤波器 5 的参数

- p1656 信号滤波器激活
- p1677 Vdc 实际值滤波器 5, 类型
- p1678 Vdc 实际值滤波器 5, 分母固有频率
- p1679 Vdc 实际值滤波器 5, 分母阻尼
- p1680 Vdc 实际值滤波器 5, 分子固有频率
- p1681 Vdc 实际值滤波器 5, 分子阻尼

输出电压设定值滤波器 5 的参数

- p5200 信号滤波器激活
- p5201 输出电压设定值滤波器 5, 类型
- p5202 输出电压设定值滤波器 5, 分母固有频率
- p5203 输出电压设定值滤波器 5, 分母阻尼
- p5204 输出电压设定值滤波器 5, 分子固有频率
- p5205 输出电压设定值滤波器 5, 分子阻尼

7.12 针对具有较小短路功率和可调电网参数的电网的调试提示

电流实际值滤波器 7 的参数

- p5211 电流实际值滤波器 7, 类型
- p5212 电流实际值滤波器 7, 分母固有频率
- p5213 电流实际值滤波器 7, 分母阻尼
- p5214 电流实际值滤波器 7, 分子固有频率
- p5215 电流实际值滤波器 7, 分子阻尼

其他

- p3612 CI: 变频器无功功率前馈控制

7.11.8 功能图

- 8940 控制系数裕量控制器/直流母线电压控制器 ($p3400.0 = 0$)
- 8946 电流前馈/电流控制器/控制组 ($p3400.0 = 0$)

7.12 针对具有较小短路功率和可调电网参数的电网的调试提示

7.12.1 概述

特别是在孤岛电网、测试电网中，或在使用较长的电网电缆进行连接的情况下，与调节型电源模块的额定功率相比，电网短路功率常较小（例如 RSC 值 < 10 ）。此种“弱”电网在调节型电源模块连接点上具有较高的电感。由电网和调节型接口模块构成的系统的谐振属性随电网电感剧烈变化，并需要对闭环控制进行调节。

在这些电网上的调节型电源模块的运行经常导致故障，如 F06200（一个或多个相位分支的故障）或 A06205 (F)（至少在一个相位分支上的电压骤降），有一部分已经在电网识别时产生。

发生这些故障时首先要排除其他的故障源，如接线错误、实际的电源故障或对 p0210 的错误设置。

7.12.2 控制器相对于电网短路功率的自动调整

通常借助电网数据检测 ($p3410 = 4$ 或

5) 来自动进行必要的控制器调节。为此要在常规运行前进行一次电网参数和直流母线电容测量, 相应地优化控制器的参数。然后保存获得的设置值, 调节型电源模块自动转入常规运行。如果电网连接点或直流母线大小显著改变, 则建议使用一个新的电网 ID。

优势在于, 经优化的控制器设置是与给定的电网条件相符合的。

一般而言, 该控制器优化能够提高弱电网中的闭环控制的鲁棒性, 以及提高上升时间和控制时间。“鲁棒性”的概念在这里表示控制器面对不稳定的电网短路功率的适应性。

通过 $p3410 = 5$

进行的检测包含将重要控制参数调回出厂设置, 此举非常重要, 尤其在检测过程出故障之后。如果事先有其他参数改变, 也可通过 $p0970 = 1$ 进行一次完全的复位。

在电网短路功率极小的极端情况下, 可能需要额外手动设置参数。极端情况的标志可能为, 检测过程中断、直流母线电压不稳定、受控运行时电网电流 ($r0068$) 或滤波器电压 ($r0072[1]$)

剧烈的谐波。在极小的电网短路功率下, 动态响应中的损失是一个必然的结果。

若自动控制器优化不稳定, 且因过电压和/或过电流故障而中断, 可减小测量电流, 以便使供电电网的负载最小化:

设置 $p3415[0] = p3415[1] = 7\%$, 并通过 $p3410 = 5$ 重新进行优化。

此外要注意的是, 需要将频率和电压限值 $p0281 \cdots p0286$ 设置为电网所要求的限值。

在不稳定的电网短路功率下, 应在中等典型电网短路功率下进行自动的控制器设置, 而不是在极端功率下。这在孤岛电网的应用中意味着, 发电系统功率和用电系统功率应该相匹配。

7.12 针对具有较小短路功率和可调电网参数的电网的调试提示

在具体情况下，下面的手动参数设置是必要的：

- 可将电网电流控制和直流母线电压控制的增益系数减小；此外可将电流闭环控制的前馈减小。这些措施尤其适用于无跃变式负载、对控制动态特性的要求相对较低的应用。在具体情况下，参数设置必须在上面提到的电网数据检测之前完成。

典型设置例如

- $p3560 = 25 \% \cdots 50 \%$ (没有直流母线，如：1个调节型电源模块 + 2个装机装柜型电机模块)
- $p3560 = 100 \% \cdots 150 \%$ (大型直流母线，例如：4个调节型电源模块 + 4个装机装柜型电机模块)
- $p3603 = 25 \% \cdots 50 \%$
- $p3615 = 50 \%$

特别是就随时间变化的电网条件而言，亦可通过 BiCo 信号输入以动态且时间同步的方式进行控制器调节 (p3561, p3604, p3616)。

- 在弱电网上运行时，常会出现由逆变器、电网滤波器和电网构成的系统的临界谐振点，其大致为调节型电源模块控制器频率的 $1/4$ (0.25 / p0115[0])。为进行分析，例如可对相电流 (r0069) 和滤波器电压 (r3661, r3662) 进行高时间分辨率的跟踪及 FFT 计算。

为对谐振点进行抑制，可为调节型电源模块输出电压配置带阻滤波器 (p5201 ff)。视需要亦可为电流实际值 (p5211 ff) 激活一带阻滤波器。所有带阻滤波器的默认配置均针对 1000 Hz 条件下的禁用频率：

- 通常通过调节型电源模块的 Vdc 控制器来对直流母线电压的振荡进行控制。若上述方案因振动频率而无法实现，或就某个应用而言为不期望的方案，可为该 Vdc 实际值配置带阻滤波器 (p1677 ff)。
- 通过 p3520，可在直流母线电压闭环控制中，对连接在直流母线上的电机模块的功率进行前馈控制。这一点在可供使用的动态响应因鲁棒性的设置而不再足够时是必要的。

在扩展至驱动对象的互联中，必须注意标定系数要正确，参见 p3519。

- 特别是就随时间变化的电网条件而言，亦可通过 BiCo 信号输入以动态且时间同步的方式进行控制器调节。在功能模块“辅助控制”激活后，可通过 p3561/p3604/p3616 进行后续的控制器增益。例如单独的电机模块可以从直流母线的运行中分离。或者，驱动系统中有孤岛电网中开关场景的信息，因而允许为如上的参数进行信号设定。

7.12.3 手动根据电网短路功率调节控制器

在 SINAMICS 固件版本 V4.8

及更高版本中，电流和电压闭环控制的鲁棒性会配合可改变的电网参数而进一步扩展。这里的目的是，通过唯一的一个控制器设置，在极不稳定的 RSC 值环境下，实现稳定的、无波动的运行，比如常出现的是在船舶电网中。

进行设置的应该优先是有经验的调试人员，因为放弃了自动测量和控制器参数化，所有的设置都是手动的。新的设置参数有一部分在“服务”访问级别中。

需要注意的是，控制器设置通常在第一次运行使能前完成并不可通过事后以 $p3410 = 4/5$ 进行的电网识别进行覆盖。

此外要注意的是，需要将频率和电压限值 $p0281 \dots p0286$ 设置为电网所要求的限值。

参数	设置值	附注
p3410	0	电网识别去激活 (否则将覆盖下面的参数设置)
p3421	$2 \times p0223$	
p3422	总直流母线电容	累计设备数据页中的值 (如果数据页不可用，可使用之前 p3410 的电网 ID 的 p3422 设置值。)
p3424	p0223	如果使用了用户专用的电网滤波器，在这里输入换向电抗器的值
p3425[0]	100 %	
p3425[1]	100 %	
p3425[2]	175 %	
p3425[3]	400 %	
p3560	50 % … 150 %	若直流母线较大，则应选择较高的值
p3614[0]	0	
p3614[1]	0	
p3614[2]	$2.5 \times p0115[0]$	
p3562	50 % … 100 %	在设置值 50 % 时启动并且按情况提高
p3603	30 % … 100 %	在设置值 30 % 时启动并且按情况提高
p3615	50 % … 100 %	在设置值 50 % 时启动并且按情况提高
p3519/p3520	例如 VECTOR.r0082[2]	如果在应用中需要

7.12.4 ALM 装机装柜型 2 设备的鲁棒性控制器设置

对于新的带有调节型接口模块 $p0220 > 110$ 的装机装柜型-2

调节型电源模块，可使用鲁棒性的控制器设计（相似章节“手动根据电网短路功率调节控制器 (页 153)”）作为通过 $p3410 = 6$ 进行的自动设置。

这里只会在一个被大幅缩短的测量中计算出直流母线的大小。所有其他的控制器参数已在选择 $p3410 = 6$ 时设定好了。因而一般情况下 $RSC \geq 5$ 时也不需再手动设置控制器。

优势在于，改变了电网参数之后（如切换到另一个电网）控制器参数不需要调整，因而也不需要其他的电网 ID。

当 $3 < RSC < 5$ 时，在具体情况下可能需要手动调整参数 $p3560, p3603, p3615, p3614, p3425$ （如“手动根据电网短路功率调节控制器

(页 153)”一章所述）。应将测量电流减小到 $p3415[0] = p3415[1] = 7\%$ 。

此外， $p0220 > 110$ 的新设备也可通过 $p3410 = 5$

进行调试（如“控制器相应于电网短路功率的自动调整

(页 151)”一章所写，包括手动设置的提示）。这一点尤其在对于动态响应有很高的要求、连接了大功率电网时 ($RSC > 20$) 适用。

设备一览

8.1 控制单元

对控制单元 CU320-2 PN 和 CU320-2 DP 的说明参见
控制单元和补充性系统组件设备手册
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109754294>)。

8.2 电压监控模块 VSM10

对电压监控模块 VSM10 的说明参见 控制单元和补充性系统组件设备手册
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109754294>)。

8.3 风冷式调节型接口模块

8.3.1 书本型结构

调节型接口模块用于在电源端连接调节型电源模块。

它包含以下功能单元:

- 电源电抗器
- 低频滤波器/接通频率滤波器
- 进线滤波器, 无线电抗干扰能力在最大屏蔽电机电缆总长为 350 m 时达到 EN61800-3 C3 类

和调节型电源模块相连并且设备安装符合 EMV 指令时, 需达到以下无线干扰电压类别:

- EN 61800-3 类别 C3 (无附加电源滤波器) 电缆总长度至 350 m (屏蔽), 适用于 16 kW、36 kW、55 kW、80 kW 和 120 kW 的组件
- EN 61800-3 类别 C2 (有附加基本电源滤波器) 电缆总长度至 350 m (屏蔽), 适用于 16 kW、36 kW、55 kW、80 kW 和 120 kW 的组件
- EN 61800-3 类别 C3 (有基本电源滤波器) 电缆总长度至
 - 为 630 m、组件为 16 kW 和 36 kW 时
 - 为 1000 m、组件为 55 kW、80 kW 和 120 kW 时

8.3 风冷式调节型接口模块

调节型接口模块包含一个内置的风扇。组件运行必须使用 24-V 电源。同样，也需要连接调节型电源模块和温度信号触点。

对风冷式调节型接口模块的说明参见 书本型功率部件手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109754297/zh>)。

8.3.2 装机装柜型设备

调节型接口模块 (Active Interface Module, AIM) 和装机装柜型ALM (Active Line Modules) 相连使用。AIM包含一个具有基本干扰抑制的清洁电源滤波器、用于ALM的预充电回路、电网电压测量装置和监控传感器。

在 GI 型中已经配有分路接触器，使结构更加紧凑。HI 型和 JI 型必须单独配备分路接触器。

通过清洁电源滤波器可以尽量以抑制电源谐波。

AIM包含：

- 清洁电源滤波器
- 电源电抗器
- 预充电回路
- 分路接触器 (GI 型上配有)
- 电网电压测量模块 VSM10
- 风扇

对风冷式调节型接口模块的说明参见 风冷装机装柜型功率单元设备手册 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/92323898/0/zh>)。

说明

经改变的电网输入电压

在供电运行中，用于 3 AC 380 ... 480 V 的调节型接口模块的允许的电网输入电压为：
3 AC 320 V -10 % (-15 % < 1 min) ... 3 AC 480 V +10 %

UL 许可仅适用于受限的电压范围 380 V -10 % (-15 % < 1 min) ... 3 AC 480 V +10 %，故其与 UL 标志一同被注明在铭牌上。

说明

敬请注意 SINAMICS - 低压选型手册中的通用数据。

应执行一次涵盖以下内容的电网分析，尤其应针对孤岛电网和弱电网：

- 整套驱动系统的分析，包括柴油发电机，检测总谐波畸变率(T_{HD})以及与用户电网参数相关的谐波幅值。此时应注意需要采用的运行方式。

进行该分析后，可能需要对驱动系统进行调整，特别是对于调节型接口模块。

该调整无法由地区/用户执行，而是由生产厂家进行并且不在分析的功能范畴内。

总部销售部门的应用咨询可为您的模拟或电网分析提供支持。

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

8.4.1 描述

调节型电源模块即 Active Line

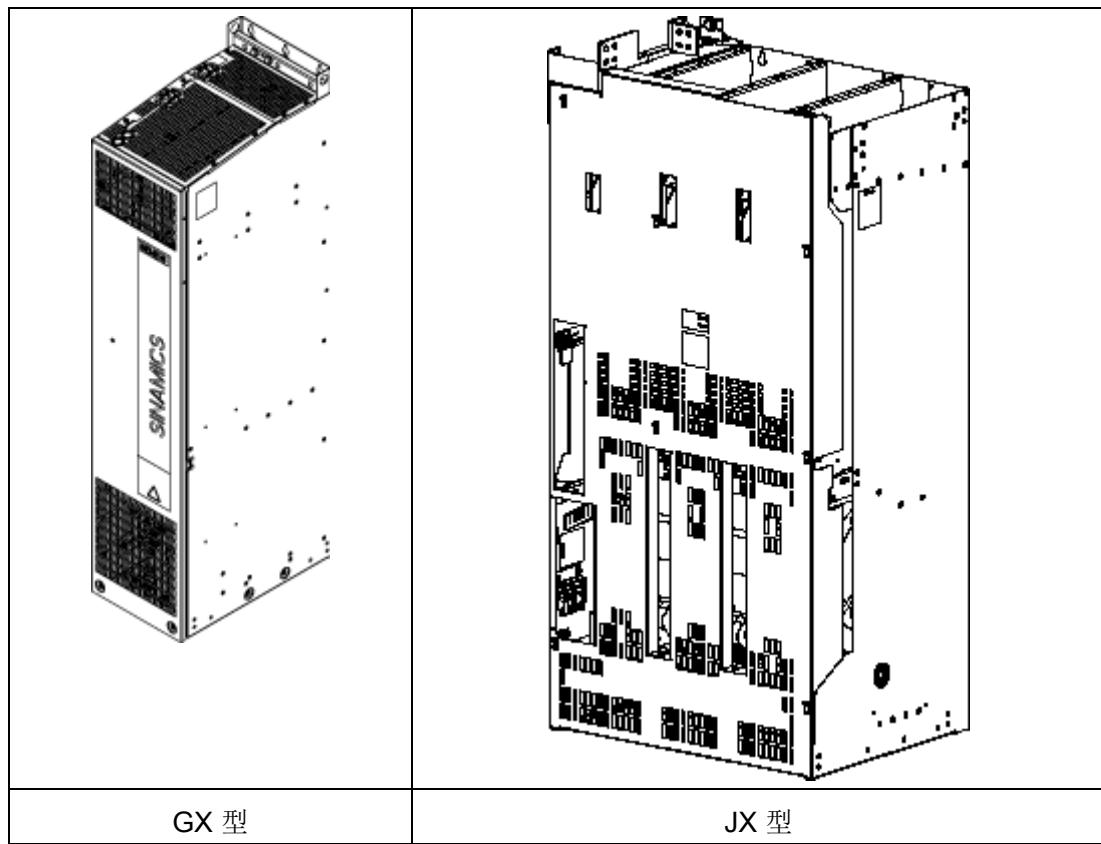
Module (简称ALM) 是作为升压器工作的受控整流/反馈单元，可产生一个受控的直流母线电压。出厂设置中，该电压一般是电源额定电压的 1.5

倍。这样相连的电机模块便可以和电网电压隔开，电网容差或电网波动都不会对电机电压产生影响，进而提高了动态响应能力并改善了控制性能。

此外，必要时调节型电源模块还具有无功功率补偿的功能。

特别是针对光伏应用，调节型电源模块 3 AC 320 V … 480 V 具有最高达 320 V 的 AC 输入电压范围和非常宽广的 DC 电压范围。技术数据包含对 3 AC 320 V 输入电压下的运行的补充。

表格 8-1 发电用ALM的简图



调节型电源的组成部件

调节型电源由一个调节型接口模块(AIM)和一个调节型电源模块(ALM)组成。

如果其中使用了 GX 型的 ALM，则在相应的 AIM

中已经配备了分路接触器。该外形尺寸的调节型电源模块和调节型接口模块的防护等级为 IP20。

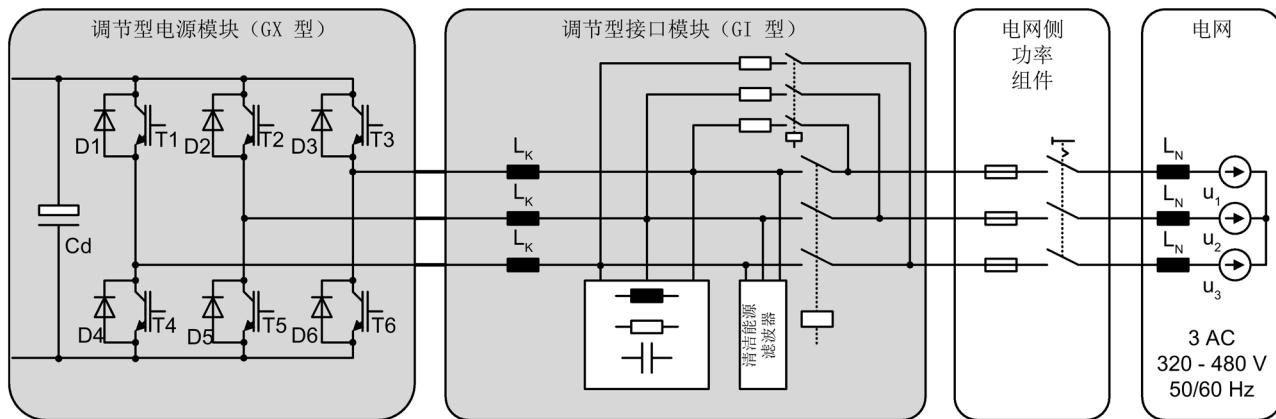


图 8-1 调节型电源的简图, GI/GX 型

如果其中使用了 JX 型的 ALM，则在相应的 AIM

中没有配备分路接触器，必须单独配备。该外形尺寸的调节型电源模块和调节型接口模块的防护等级为 IP00。

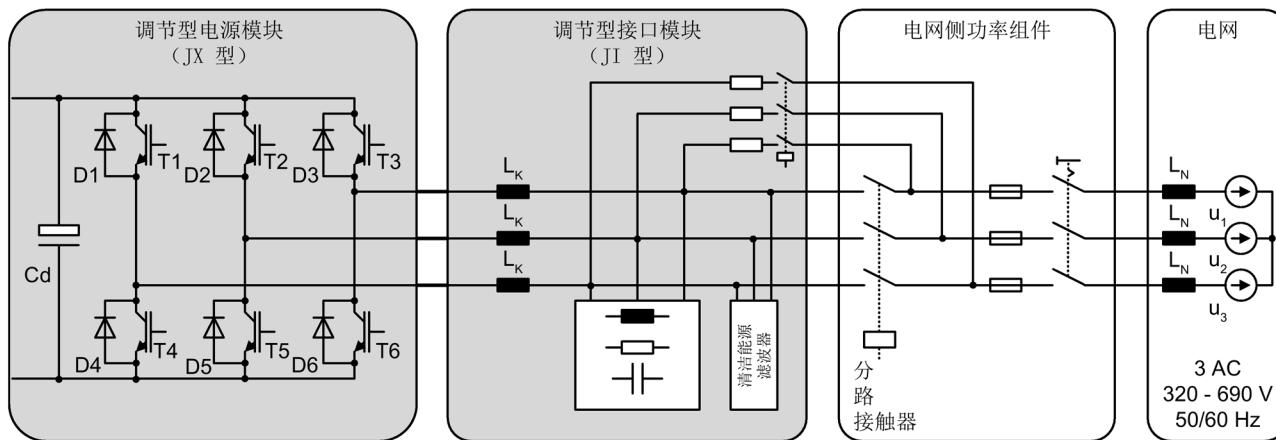


图 8-2 调节型电源的简图, JI/JX 型

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

并联ALM以提高功率

为了提高功率，每次最多只能并联四个相同功率的调节型电源模块。

在并联调节型电源模块时必须遵循以下规定：

- 可以最多并联 4 个相同的调节型电源模块。
- 并联的模块只需由一个共同的控制单元控制。
- 并联时必须使用同一个供电网点，即：不允许接入不同的电网。
- 不管并联了多少个模块，都应将降容系数 5 % 考虑在内。

说明

只有当所有功率单元的硬件型号都相同时，才能将其并联。

8.4.2 安全提示



警告

未遵循基本安全说明和遗留风险

未遵循章节 1 中的基本安全说明和遗留风险可导致人员重伤或死亡。

- 请遵守基本安全说明。
- 进行风险评估时应考虑到遗留风险。



危险

高直流母线电压可引发电击危险

一旦电源模块接到电网上，直流母线就带有高压。接触组件可能会造成人员重伤，甚至是死亡。

- 在进行安装和维护工作前必须将电源模块从电网上断开（例如通过主接触器、主开关和其他可能的能源供给）。

**⚠ 警告**

过电流保护装置动作过慢可导致电击危险和火灾

过电流保护装置不动作或动作过慢可引发电击危险和火灾。

- 为保护人身安全和防范火灾，电网馈入点的短路功率和回路阻抗必须符合本文档的要求，这样才能使安装的过电流保护装置及时动作。

**⚠ 警告**

电源进电线中的保护接地线断线可引起高放电电流

驱动部件通过保护接地线传导高放电电流。保护接地线断线时接触带电部件可能会导致人员重伤，甚至是死亡。

- 注意：外部保护接地线应至少满足下列条件中的其中一个：
 - 保护接地线的布线设有保护，以避免机械损伤。¹⁾
 - 单芯电缆中单根芯线的横截面最小为 10 mm^2 （铜线）。
 - 多芯电缆中单根芯线横截面最小为 2.5 mm^2 （铜线）。
 - 和它平行的第二根保护接地线具有相同的横截面。
 - 它符合当地关于高放电电流装置的保护接地线规定。

¹⁾ 在控制柜或封闭的设备机壳内布线，足以避免机械损伤。

⚠ 警告

通风空间不足可引起火灾

通风空间不足会导致过热，产生烟雾，引发火灾，从而造成人身伤害。此外，电源模块故障率可能会因此升高，使用寿命缩短。

- 必须保持外形尺寸图中所给出的、电源模块上下方和前方的通风空间。

⚠ 小心

超过允许的功率电缆总长度导致过热可引发火灾

超过允许的功率电缆总长度可导致过热并引发火灾。

- 应确保所有功率电缆的总长度（电机电缆、直流母线电缆）不会超出技术数据中给定的数值。

注意

未拆除 HX 和 JX 型设备上的吊具而造成的财产损失

不拆除 HX 和 JX 型设备上的吊具会导致低于必要的电气间隙，而损坏设备。

- 对于 HX 和 JX 型设备，在安装后请拆除红色标记的吊具。

注意

电气连接件松动可造成财产损失

紧固扭矩太小或振动会导致电气连接错误。可能因此导致火灾或功能故障。

- 用规定的紧固扭矩拧紧所有的电气连接件，比如电源端子、电机端子、直流母线连接件。
- 应定期检查所有电气连接件的紧固扭矩并将其拧紧。尤其是在运输之后。

注意

电压测试时未拆除的连接可导致设备损坏

SINAMICS S 系列的组件已经根据 EN 61800-5-1

进行了电压例行测试。测试时如果组件上还有未拆除的装置，该装置可能会受到损坏。

- 在对机械电气设备进行电压测试前，应按照 EN 60204-1 章节 18.4 的要求拆除/拔下 SINAMICS 设备上的所有连接。

注意

使用错误的 DRIVE-CLiQ 电缆可导致设备损坏

使用错误的或非指定 DRIVE-CLiQ 电缆可能会损坏设备或系统或者导致功能异常。

- 只允许使用西门子指定的配套 DRIVE-CLiQ 电缆。

8.4.3 接口说明

8.4.3.1 概览

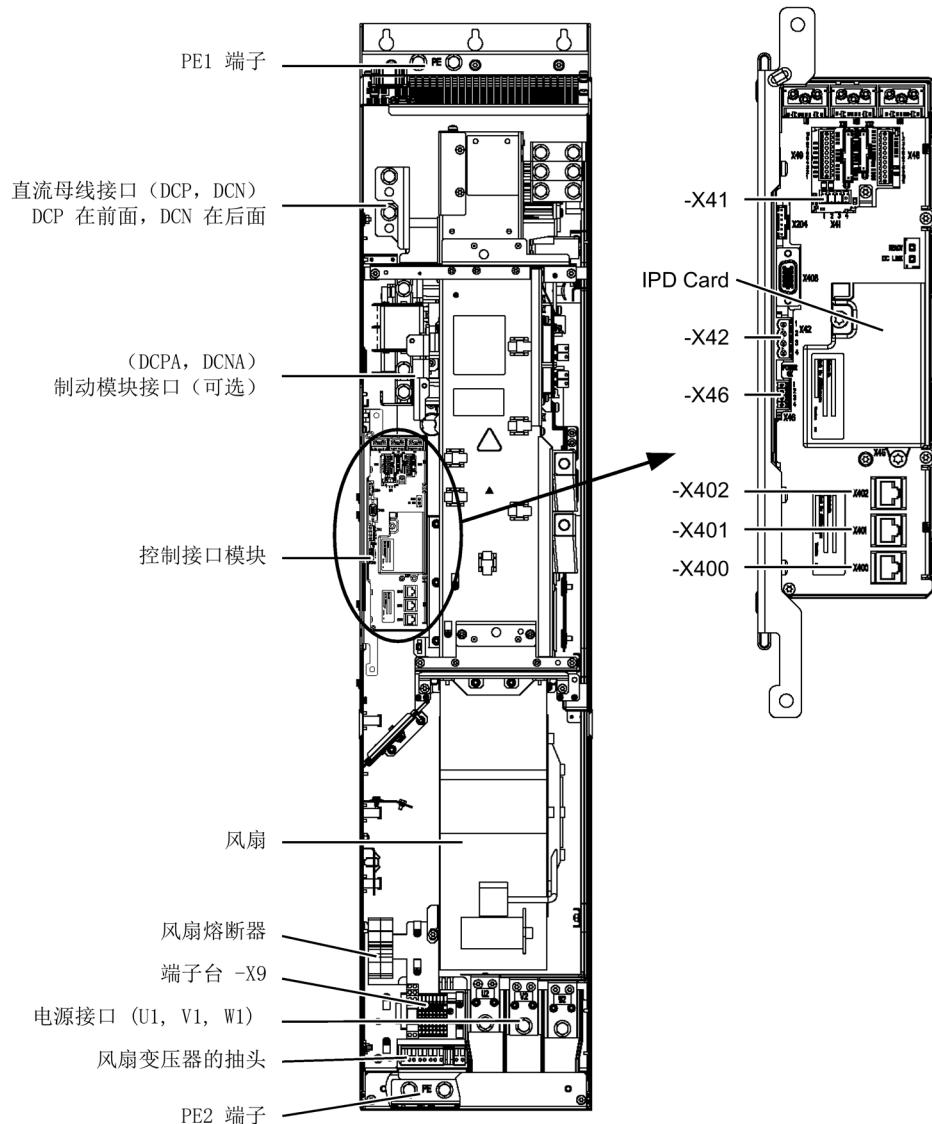


图 8-3 GX 型ALM

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

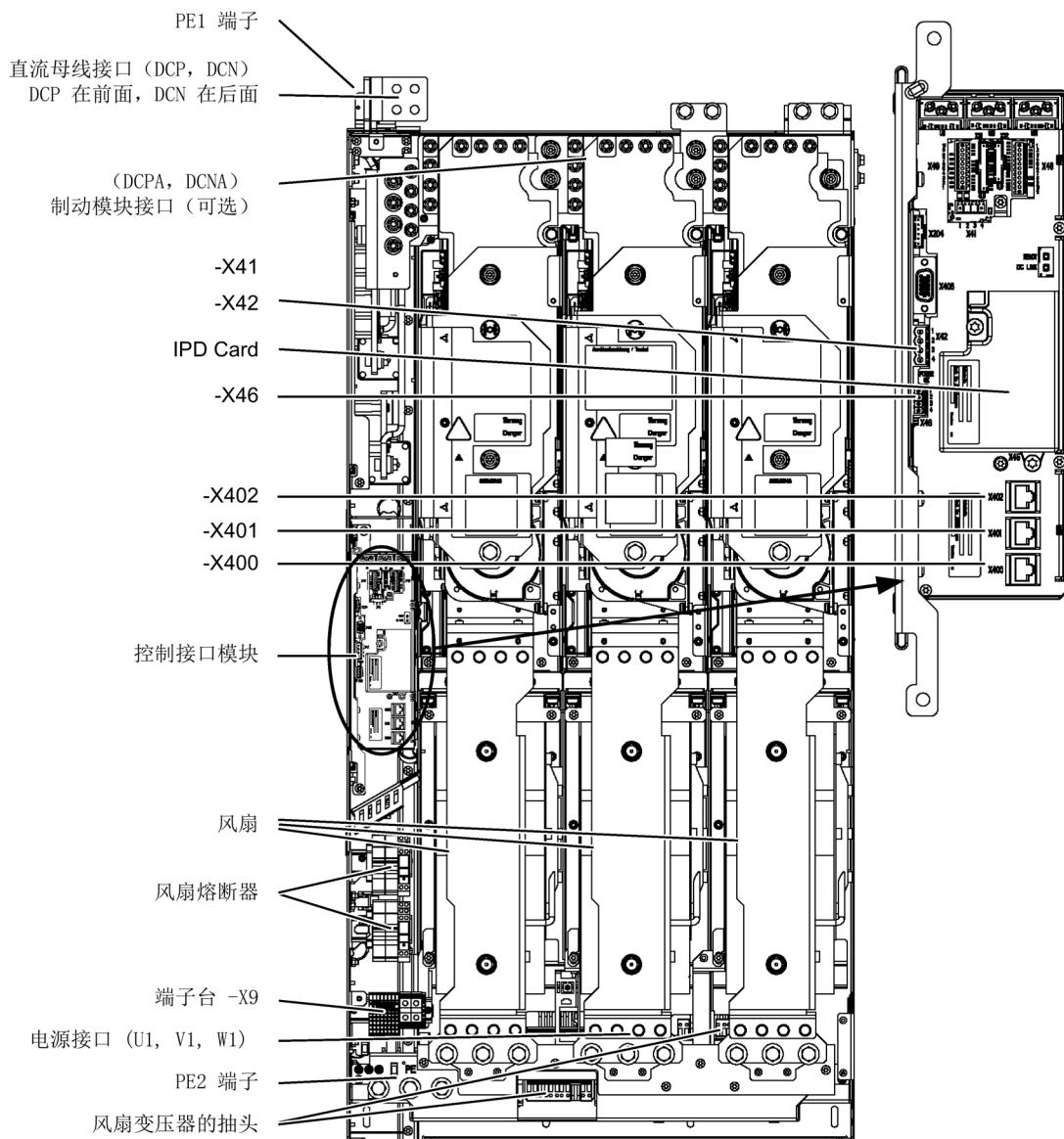


图 8-4 JX 型ALM

8.4.3.2 连接示例

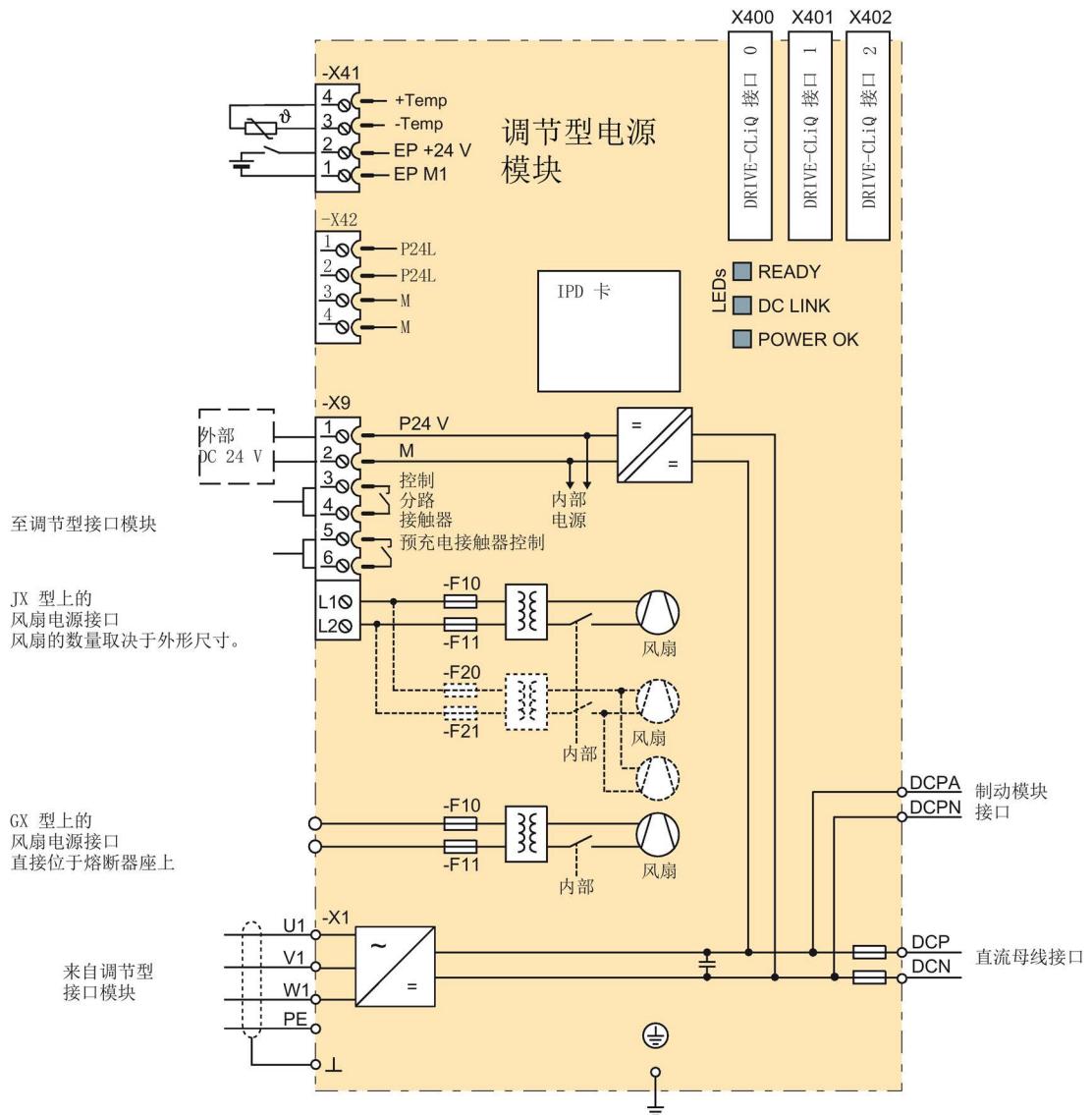


图 8-5 ALM的接线图

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

8.4.3.3 电源/负载接口

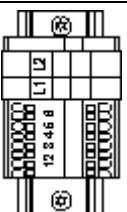
表格 8-2 调节型电源模块的电源接口和负载接口

端子	技术数据
U1, V1, W1 3 AC 功率输入	<p>电压:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 AC 320 V -10 % (-15 % < 1 min) ... 3 AC 480 V +10 % • 3 AC 500 V -10 % (-15 % < 1 min) ... 3 AC 690 V +10 % <p>频率: 47 ... 63 Hz</p> <p>连接螺钉:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GX 型: M10 / 25 Nm, 用于 DIN 46234 / DIN 46235 电缆终端¹⁾ • JX 型: M12 / 50 Nm, 用于 DIN 46234 / DIN 46235 电缆终端¹⁾
DCPA, DCNA 用于制动模块的接口	<p>电压:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DC 480 ... 750 V • DC 750 ... 1035 V <p>接口:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GX 型: 螺栓 M6 / 6 Nm, 用于 DIN 46234 / DIN 46235 电缆终端¹⁾ • JX 型: d = 13 mm (M12 / 50 Nm) 用于母排连接的法兰接口
DCP, DCN DC 功率输出	<p>电压:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DC 480 ... 750 V • DC 750 ... 1035 V <p>接口:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GX 型: 螺钉 M10 / 25 Nm, 用于 DIN 46234 / DIN 46235 电缆终端¹⁾ • JX 型: d = 13 mm (M12 / 50 Nm) 用于母排连接的法兰接口
PE 端子 PE1, PE2	<p>连接螺钉:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GX 型: M10 / 25 Nm, 用于 DIN 46234 / DIN 46235 电缆终端¹⁾ • JX 型: M12 / 50 Nm, 用于 DIN 46234 / DIN 46235 电缆终端¹⁾

¹⁾ 其他类型的电缆终端的尺寸参见附录中的“电缆终端”。

8.4.3.4 端子排 X9

表格 8-3 端子排 X9

端子	信号名称	技术数据
	1 P24V	外部 DC 24 V 供电
2	M	电压: DC 24 V (20.4 ... 28.8 V) 电流消耗: 最大 1.7 A
3	分路接触器控制	连到AIM, X609:11
4		连到AIM, X609:12
5	预充电接触器控制	连到AIM, X609:9
6		连到AIM, X609:10
L1	风扇电源接口 (仅对于 JX 型)	AC 380 ... 480 V / AC 500 ... 690 V
L2		电流消耗: 参见技术数据
最大可连接横截面积: 端子 1...6: 2.5 mm ² 端子 L1, L2: 35 mm ²		

说明

GX 型的风扇电源接口

在 GX 型上, 风扇电源的接接口直接位于熔断器座 -F10或-F11上。

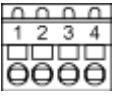
说明

就输入电压为 320 V ... 480 V 的设备而言, 在电压 <380 V 的主电网上运行时, 可不通过该主电网直接供电。在此需要为 1 AC 400 V 的设备风扇配备独立电源, 风扇电流消耗参见技术数据。必须将风扇变压器的抽头改接至 400 V 接口上。

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

8.4.3.5 X41 EP端子 / 温度传感器连接

表格 8- 4 端子排 X41

	端子	功能	技术数据
	1	EP M1 (使能脉冲)	输入电压: DC 24 V (20.4 ... 28.8 V) 电流消耗: 10 mA
	2	EP +24 V (使能脉冲)	
	3	-温度	温度传感器接口 KTY84-1C130 /
	4	+温度	PT1000 / PTC
最大的可连接横截面 1.5 mm ²			



警告

温度传感器上的电弧可引发电击危险

温度传感器未进行安全电气隔离的电机，其信号电子设备可能会出现电弧。

- 只允许连接符合保护隔离规定的温度传感器。
- 如果无法确保安全的电气隔离（例如使用直线电机或第三方电机时），则应使用外部编码器模块（SME120 或 SME125）或端子模块 TM120。

注意

使用非屏蔽电缆连接温度传感器或温度传感器布线错误可造成设备故障

使用非屏蔽电缆连接温度传感器或温度传感器布线错误可导致信号电子功率侧耦合。从而导致所有信号大面积故障（故障信息），严重的会导致整个模块故障（设备损坏）。

- 只允许使用屏蔽电缆连接温度传感器。
- 与电机电缆一同引入的温度传感器电缆，必须成对绞合在一起并分别进行屏蔽。
- 电缆屏蔽层的两侧应大面积的与接地位相连。
- 建议：请使用合适的 Motion Connect 电缆。

注意

错误连接 KTY 温度传感器可导致电机过热

极性接反的 KTY 温度传感器可能无法识别出电机过热。

- 务必要将 KTY 温度传感器极性连接正确。

说明

如果电机的定子绕组中安装有 KTY84-1C130 或 PTC 测量头，就可以使用温度传感器接口。

说明**端子 1 和 2 上的接线**

运行时必须在端子 2 上连接 DC 24V，并将端子 1 接地。电源掉电时会封锁脉冲。

说明

如果在调节型电源模块的上游串联了一个断路器或接触器，而该断路器或接触器在上位控制器给出脉冲使能后接通，则最好将该开关装置经由其辅助触点连接到 EP 端子上，从而避免设备空载合闸时滤波器发生振荡。

8.4.3.6 端子排 X42

表格 8-5 端子排 X42：控制单元、编码器模块和端子模块的电源端子

	端子	功能	技术数据
	1	P24L	控制单元、编码器模块和端子模块的电源 (18 ... 28.8 V)
	2		最大负载电流: 3 A
	3	M	
	4		
最大的可连接横截面 2.5 mm ²			

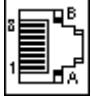
说明**端子排 X42 的连接方式**

该端子排不可用于为任意组件提供 DC 24 V 电源，例如：机械设备上的其他组件，否则可能会使控制接口模块 CIM 的电源过载，进而导致功能故障。

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

8.4.3.7 DRIVE-CLiQ 接口 X400, X401, X402

表格 8- 6 DRIVE-CLiQ 接口 X400, X401, X402

	引脚	信号名称	技术数据
	1	TXP	发送数据 +
	2	TXN	发送数据 -
	3	RXP	接收数据 +
	4	预留, 未占用	
	5	预留, 未占用	
	6	RXN	接收数据 -
	7	预留, 未占用	
	8	预留, 未占用	
	A	+ (24 V)	24 V 电源
	B	M (0 V)	电子地
DRIVE-CLiQ 接口的哑插头 (50 件) 订货号: 6SL3066-4CA00-0AA0			

8.4.3.8 ALM 中控制接口模块上 LED 的含义

表格 8- 7 调节型电源模块中控制接口模块上 LED “READY” 和 “DC LINK” 的含义

LED, 状态		描述
READY	DC LINK	
熄灭	熄灭	缺少电子电源或者超出了所允许的公差范围
绿色	--- 1)	组件运行就绪, 正在进行周期性 DRIVE-CLiQ 通讯。
	橙色	组件运行就绪, 正在进行周期性 DRIVE-CLiQ 通讯。 直流母线电压上电。
	红色	组件准备就绪并启动循环 DRIVE-CLiQ 通讯。 直流母线电压超出了允许的公差范围。
橙色	橙色	正在建立 DRIVE-CLiQ 通讯。
红色	---	组件出现至少一个故障。 备注: LED 的控制与重新设置相应信息无关。

LED, 状态		描述
READY	DC LINK	
闪烁 0.5 Hz: 绿色/红色	---	正在进行固件下载。
闪烁 2 Hz: 绿色/红色	---	固件下载已结束。等待上电。
闪烁 2 Hz: 绿色/橙色 或 红色/橙色	---	通过 LED 识别组件的功能已激活 (p0124)。 备注： 这两种颜色取决于由 p0124 = 1 激活时 LED 的状态。

1) 与 LED “DC LINK” 的状态无关

表格 8-8 调节型电源模块中控制接口模块上 LED “POWER OK” 的含义

LED	颜色	状态	描述
POWER OK	绿色	熄灭	直流母线电压或 -X9 上的控制电压过低。
		亮起	组件准备运行
		闪烁	出现故障。如果在上电后 LED 仍闪烁, 请联系西门子服务部门。



! 警告

接触直流母线的带电部件可引发电击危险

不管 “DC LINK” LED

处于哪种状态, 组件上都存在危险的直流母线电压, 接触这些带电组件可导致人员重伤或死亡。

- 请注意组件上加贴的警示标签。

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

8.4.4 外形尺寸图

GX 型的外形尺寸图

虚线标出了需要保留的通风空间。

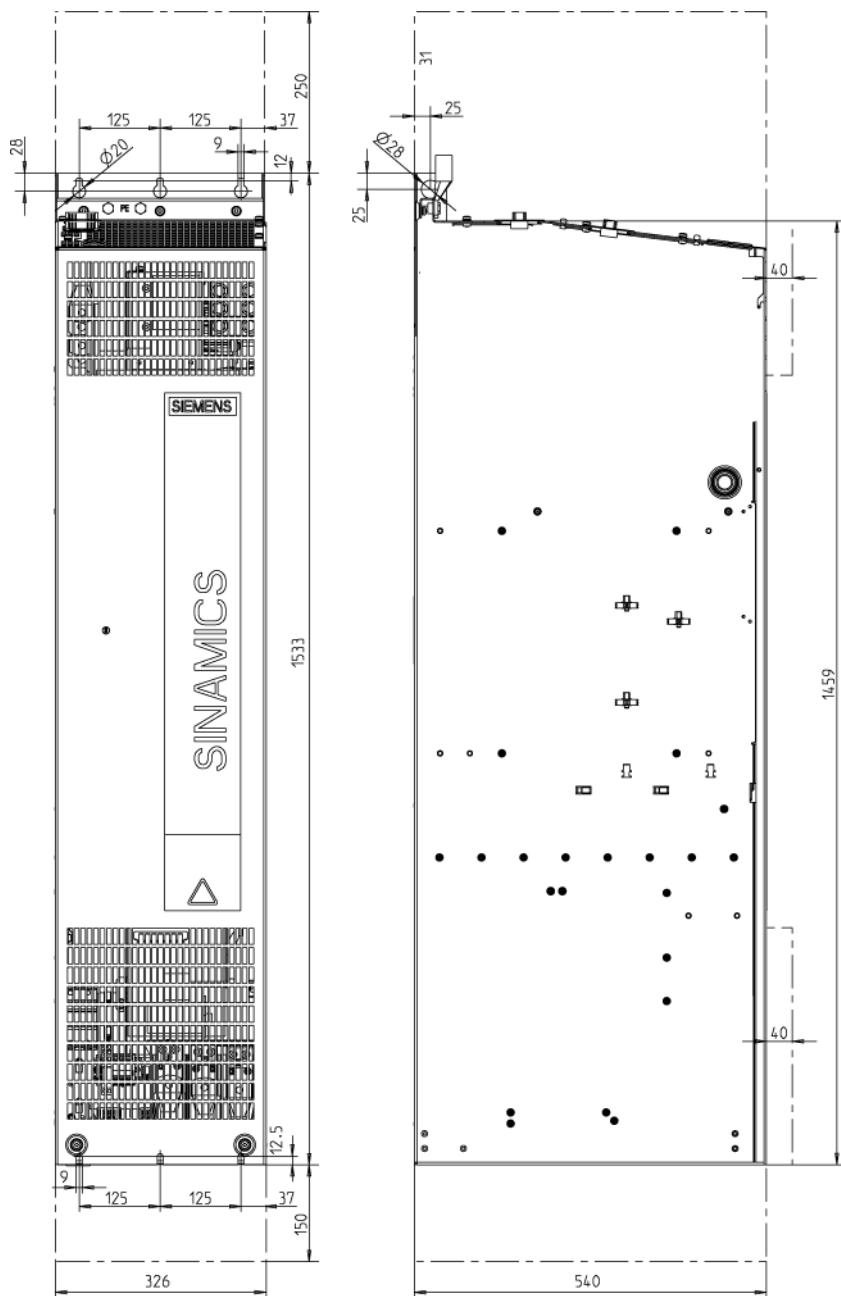


图 8-6 GX 型ALM的外形尺寸图 正视图和侧视图

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

JX 型的外形尺寸图

虚线标出了需要保留的通风空间。

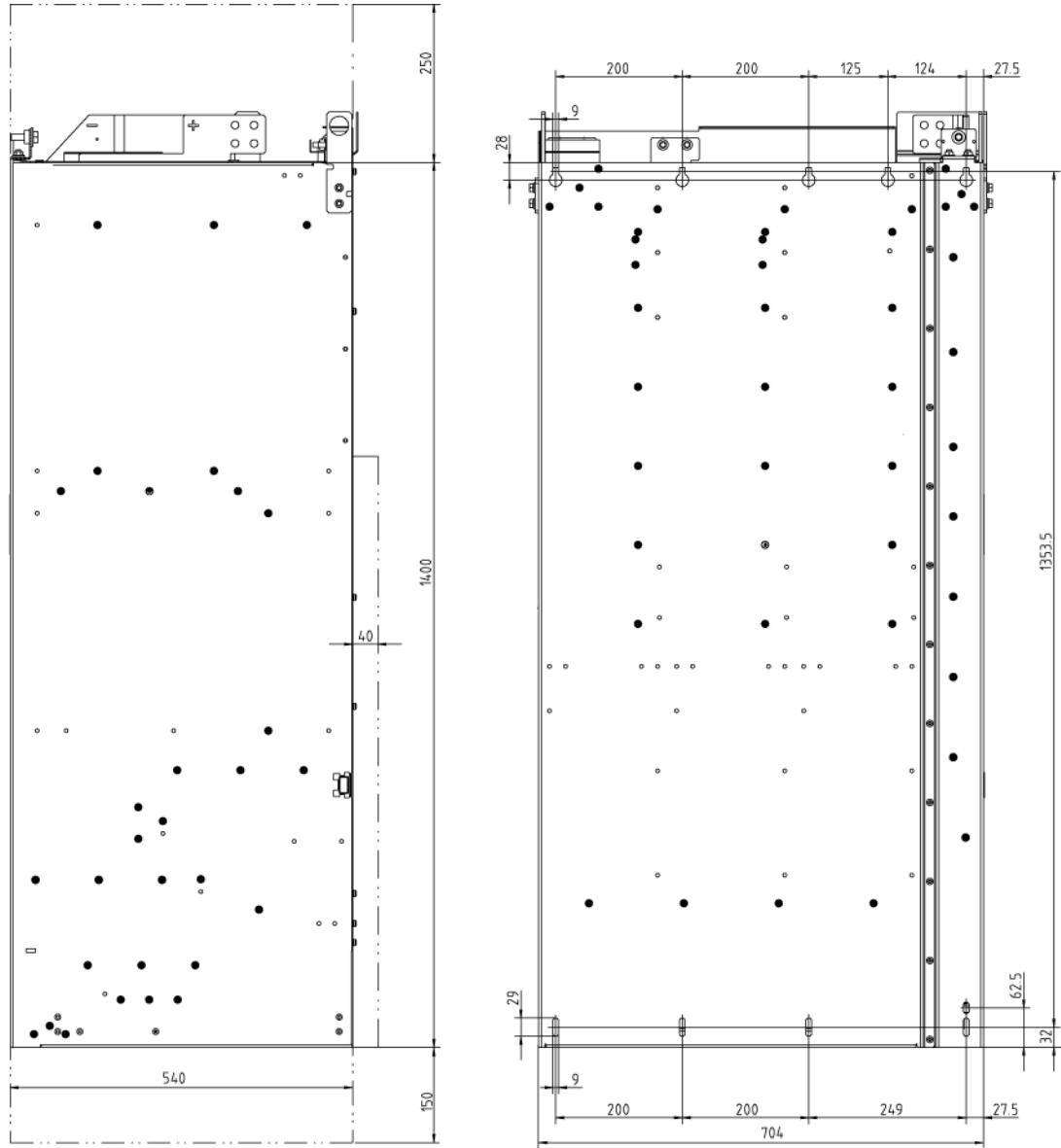


图 8-7 JX 型ALM的外形尺寸图侧视图和背视图

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

8.4.5 电气连接

风扇电压的调整抽头 (-T10)

调节型电源模块中的风扇(-T10)是由变压器从主电源中生成的电压供电的(1 AC 230 V)。变压器的位置参见“接口说明”。

就额定电压为 3 AC 380 ... 480 V 的设备而言，在供电电压低于 380 V 的情况下，需要为设备风扇配备处于规定电压范围内的供电系统。

为了与各个电网电压精确匹配，变压器在初级侧配备了抽头。

必要时，应从出厂时虚线标出的接口改接到实际电网电压上。

说明

在 JX 型 ALM 上装入了两个变压器(-T10 和 -T20)。在该类型的模块上，应相同地设置这两个初级侧的抽头。

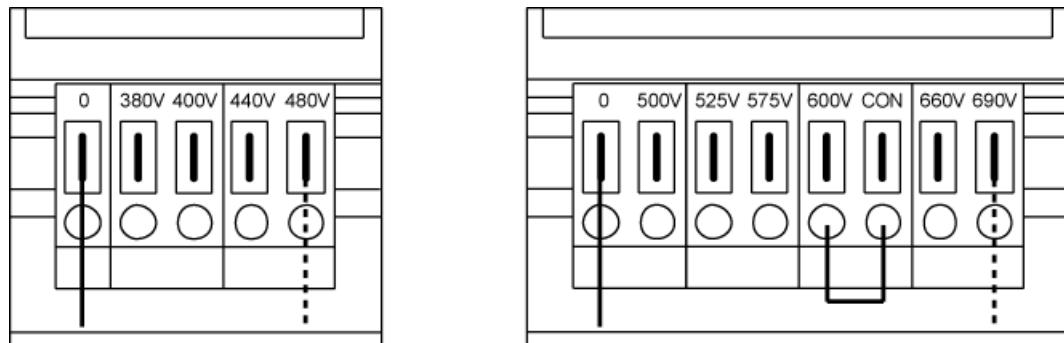


图 8-8 风扇变压器的可调端子(3 AC 380 到 480 V / 3 AC 500 到 690 V)

下表中给出了当前电源电压和对应的风扇变压器抽头（出厂设置：480 V/0 V 或 690 V/0 V）。

说明

在 3 AC 500 V - 690 V 的风扇变压器上，端子“600 V”和端子“CON”已跨接。端子“600V”和“CON”预留用于内部应用。



警告

设备风扇电压不足导致过热可引发火灾

如果没有将端子改接到实际电网电压上，则可能会导致过热，产生烟雾，引发火灾，从而造成人身伤害。

还可能导致风扇熔断器因过载而熔断。

- 请根据实际电网电压调节端子。

表格 8- 9 当前电网电压和对应的风扇变压器设置 (3 AC 320 ... 480 V)

电网电压	风扇变压器上的抽头(-T10)
< 380 V	需要独立电源
380 V ±10 %	380 V
400 V ±10 %	400 V
440 V ±10 %	440 V
480 V ±10 %	480 V

说明

就输入电压为 320 V ... 480 V 的设备而言，在电压 <380 V 的主电网上运行时，可不通过该主电网直接供电。在此需要为 1 AC 400 V 的设备风扇配备独立电源，风扇电流消耗参见技术数据。必须将风扇变压器的抽头改接至 400 V 接口上。

表格 8- 10 当前电网电压和对应的风扇变压器设置 (3 AC 500 ... 690 V)

电网电压	风扇变压器上的抽头(-T10)
500 V ±10 %	500 V
525 V ±10 %	525 V
575 V ±10 %	575 V
600 V ±10 %	600 V
660 V ±10 %	660 V
690 V ±10 %	690 V

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

8.4.6 技术数据

表格 8- 11 调节型电源模块 3 AC 320 ... 480 V 的技术数据, 包含对 3 AC 320 V 光伏应用的补充

订货号	6SL3330 -	7TE35 - 0AA4	7TE41 - 0AA4	7TE41 - 4AA4
额定功率				
- I_{n_DC} (50 Hz, 400 V)	kW	300	630	900
- I_{H_DC} (50 Hz, 400 V)	kW	270	545	780
- I_{n_DC} (50 Hz, 320 V)	kW	270	540	770
- I_{n_DC} (60 Hz, 460 V)	HP	500	900	1250
- I_{H_DC} (60 Hz, 460 V)	HP	400	800	1000
DC 输入功率				
- I_{n_DC} (50 Hz, 320 V)	kW	275	550	785
直流母线电流				
- 额定电流 I_{n_DC}	A	549	1103	1574
- 基本负载电流 I_{H_DC}	A	489	982	1401
- 最大电流 I_{max_DC}	A	823	1654	2361
短路清除电流2 s¹⁾	A	750	1500	2200
短时间过载 1				
- 过载电流	A	700	1250	2100
- 过载持续时间 (时间/ 过载周期)	s / s	5 / 300	5 / 300	5 / 300
- 基本负载电流	A	450	945	1360
短时间过载 2				
- 过载电流	A	625	1150	1800
- 过载时间 (时间/ 过载周期)	s / s	30 / 300	30 / 300	30 / 300
- 基本负载电流	A	450	945	1360
整流电流/反馈电流				
- 额定电流 I_{n_E} ³⁾	A	490	985	1405
- 最大电流 I_{max_E} ⁴⁾	A	735	1477	2107
输入电压				
- 电网电压	V_{ACeff}	3 AC 320 ²⁾ -10 % (-15 % < 1 min) ... 3 AC 480 +10 %		
- 电网频率	Hz	47 ... 63		
- DC 持续电压范围	V_{DC}	520 ... 750		
- 短时间最大 DC 电压 ⁵⁾	V_{DC}	800		
- 电子电源	V_{DC}	24 (20.4 ... 28.8)		
- 直流母线电压	V_{DC}	1.5 x $U_{\text{电网}}$		

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

订货号	6SL3330 -	7TE35 - 0AA4	7TE41 - 0AA4	7TE41 - 4AA4
脉冲频率	kHz	4	2.5	2.5
电流需求				
- 电子装置电流消耗 (DC 24 V)	A	1.35	1.5	1.7
- 风扇电流消耗总和 (AC 400 V)	A	1.8	5.4	5.4
最高环境温度				
- 无降容	° C	40	40	40
- 有降容	° C	55	55	55
效率 $\cos(\phi) = 1$ 时, $U_{n_DC} = 600$ V				
- 额定效率, $U_{n_AC} = 3$ AC 400 V, I_{n_E}	%	98	98	98
- 最大效率 (含相关电网滤波器	%	98.3	98.4	98.6
AIM, $U_{n_AC} = 3$ AC 400 V 时				
- 欧洲效率 (含相关电网滤波器	%	97.2	97.1	97.8
AIM), $U_{n_AC} = 3$ AC 400 V 时				
损耗功率 ⁶⁾				
- 最大损耗功率	kW	5.1	10.1	13.3
- 待机	W	36.5	40	45
- 运行中辅助运行的自有损耗	W	990	3280	3280
电网电流谐波 (T_{HDi})	%	5	5	5
电网类型		TN, IT	TN, IT	TN, IT
直流母线电容				
- 调节型电源模块	μF	9600	18900	28800
- 传动组, 最大	μF	76800	230400	230400
冷却空气需求	m ³ /s	0.36	1.08	1.08
声压级 ⁷⁾				
L_{pA} (1 m) 50/60 Hz	dB(A)	69 / 73	71 / 73	71 / 73
电源/负载接口		用于螺钉的法兰接口		
		M10	M12	M12
最大连接截面积				
- 电源接口(U1, V1, W1)	mm ²	2 x 240	6 x 240	6 x 240
- 直流母线接口(DCP, DCN)	mm ²	2 x 240	母排	母排
- PE 端子 PE1	mm ²	2 x 240	1 x 240	1 x 240
- PE 端子 PE2	mm ²	2 x 240	3 x 240	3 x 240

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

订货号	6SL3330 -	7TE35 - 0AA4	7TE41 - 0AA4	7TE41 - 4AA4
最大电缆长度 (所有电机电缆和直流母线之和)				
- 已屏蔽	m	2700	3900	3900
- 未屏蔽	m	4050	5850	5850
防护等级		IP20	IP00	IP00
外形尺寸				
- 宽度	mm	326	704	704
- 高度	mm	1533	1480	1480
- 深度	mm	545	550	550
外形尺寸		GX	JX	JX
重量	kg	136	450	450
推荐的熔断器⁸⁾		3NE1436-2 1 630 3	3NE1436-2 2 630 3	3NE1448-2 2 850 3
最小短路电流⁹⁾	A	8000	16000	21000

1) 值仅在电网稳态运行中有效。

2) UL 许可仅适用于受限的电压范围 380V -10% (-15 % < 1 min) ... 3 AC 480 +10 %, 故其与 UL 标志一同被注明在铭牌上。

3) 在 $\cos \phi < 1$ 时的持续运行中需要依据低压选型手册“基础知识和系统描述”部分“调节型电源”一章注意降容特性曲线。

4) 在包含 S01 运行时, 无功电流限制在额定电流 $I_{n,E}$ 之内。

5) 允许的持续的直流母线电压为 750 V。短时间内可为 800 V。 (一分钟内每秒最多五次)。

6) 给出的损耗功率为 100 % 满负载时的最大值。在其他运行状态下都小于该值。

7) 有源整流柜和有源整流接口柜的总声压级。

8) 安装 UL 认证的系统必须使用此处规定的熔断器。

9) 安全触发指定熔断器所需的最小电流。

孤岛电网运行时要设计出相应的保护方案。

注意

每一次短路都会缩短设备熔断器的寿命。

较长的持续短路，或者较小间隔的不断短路，会减少调节型电源模块的寿命。

短路清除电流并不用于触发设备熔断器，而是用于连接的用电设备的事后设置的熔断单元。

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

表格 8- 12 调节型电源模块 3 AC 500 ... 690 V 的技术数据

订货号	6SL3330 -	7TG41 - 0AA4	7TG41 - 3AA4		
额定功率					
- I_{n_DC} (50 Hz, 690 V)	kW	1100	1400		
- I_{H_DC} (50 Hz, 690 V)	kW	980	1215		
- I_{n_DC} (50 Hz, 500 V)	kW	780	965		
- I_{H_DC} (50 Hz, 500 V)	kW	710	880		
- I_{n_DC} (60 Hz, 575 V)	HP	1250	1500		
- I_{H_DC} (60 Hz, 575 V)	HP	1000	1250		
直流母线电流					
- 额定电流 I_{n_DC}	A	1148	1422		
- 基本负载电流 I_{H_DC}	A	1022	1266		
- 最大电流 I_{max_DC}	A	1722	2133		
短路清除电流2 s¹⁾	A	1700	2600		
短时间过载 1					
- 过载电流	A	1500	1870		
- 过载持续时间 (时间/ 过载周期)	s / s	5 / 300	5 / 300		
- 基本负载电流	A	1000	1239		
短时间过载 2					
- 过载电流	A	1300	1600		
- 过载时间 (时间/ 过载周期)	s / s	30 / 300	30 / 300		
- 基本负载电流	A	1000	1239		
整流电流/反馈电流					
- 额定电流 I_{n_E} ²⁾	A	1025	1270		
- 最大电流 I_{max_E} ³⁾	A	1537	1905		
输入电压					
- 电网电压	V_{ACeff}	3 AC 500 -10 % (-15 % < 1 min) ... 3 AC 690 +10 %			
- 电网频率	Hz	47 ... 63			
- 电子电源	V_{DC}	24 (20.4 ... 28.8)			
- 直流母线电压	V_{DC}	1.5 x $U_{\text{电网}}$			
脉冲频率	kHz	2.5	2.5		

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

订货号	6SL3330 - 7TG41 - 0AA4	7TG41 - 3AA4		
电流需求				
- 电子装置电流消耗 (DC 24 V)	A	1.7	1.7	
- AC 500 V	A	4.4	4.4	
- AC 690 V	A	3.1	3.1	
最高环境温度				
- 无降容	° C	40	40	
- 有降容	° C	55	55	
效率 cos(phi) = 1 时, $U_{n_DC} = 1035$ V, $U_{n_AC} = 3$ AC 690 V, I_{n_E}	%	98	98	
电网类型		TN, IT	TN, IT	
直流母线电容				
- 调节型电源模块	μF	14400	19200	
- 传动组, 最大	μF	153600	153600	
损耗功率⁴⁾				
- 50 Hz 690 V	kW	13.6	16.5	
- 60 Hz 575 V	kW	12.9	15.3	
冷却空气需求	m ³ /s	1.08	1.08	
声压级⁵⁾				
L_{pA} (1 m) 50/60 Hz	dB(A)	71 / 73	71 / 73	
电源/负载接口		用于螺钉的法兰接口		
		M12	M12	
最大连接截面积				
- 电源接口(U1, V1, W1)	mm ²	6 x 240	6 x 240	
- 直流母线接口(DCP, DCN)	mm ²	母排	母排	
- PE 端子 PE1	mm ²	1 x 240	1 x 240	
- PE 端子 PE2	mm ²	3 x 240	3 x 240	
最大电缆长度 (所有电机电缆和直流母线之和)				
- 已屏蔽	m	2250	2250	
- 未屏蔽	m	3375	3375	
防护等级		IP00	IP00	

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

订货号	6SL3330 -	7TG41 - 0AA4	7TG41 - 3AA4		
外形尺寸					
- 宽度	mm	704	704		
- 高度	mm	1480	1480		
- 深度	mm	550	550		
外形尺寸		JX	JX		
重量	kg	450	450		
推荐的熔断器⁶⁾		3NE1436-2	3NE1438-2		
- 相位数量 (并联)		2	2		
- 额定电流		630	800		
- IEC 60269 规定的规格		3	3		
最小短路电流⁷⁾	A	16000	20000		

1) 值仅在电网稳态运行中有效。

2) 在 $\cos \phi < 1$

时的持续运行中需要依据低压选型手册“基础知识和系统描述”部分“调节型电源”一章注意降容特性曲线。

3) 在包含 S01 运行时，无功电流限制在额定电流 $I_{n,E}$ 之内。

4) 给出的损耗功率为 100 % 满负载时的最大值。在其他运行状态下都小于该值。

5) 有源整流柜和有源整流接口柜的总声压级。

6) 安装 UL 认证的系统必须使用此处规定的熔断器。

7) 安全触发指定熔断器所需的最小电流。

孤岛电网运行时要设计出相应的保护方案。

注意

每一次短路都会缩短设备熔断器的寿命。

较长的持续短路，或者较小间隔的不断短路，会减少调节型电源模块的寿命。

短路清除电流并不用于触发设备熔断器，而是用于连接的用电设备的事后设置的熔断单元。

过载能力

调节型电源模块具有过载余量。

过载的判断标准是，在过载前后以基本负载电流运行（此处使用了 300 s 的工作周期时间作为基准）。

重过载

相对于重过载的基本负载电流 I_{H_DC} ，该模块具有 150 % 过载 60 秒，最大电流 I_{max_DC} 持续 5 秒的过载能力。

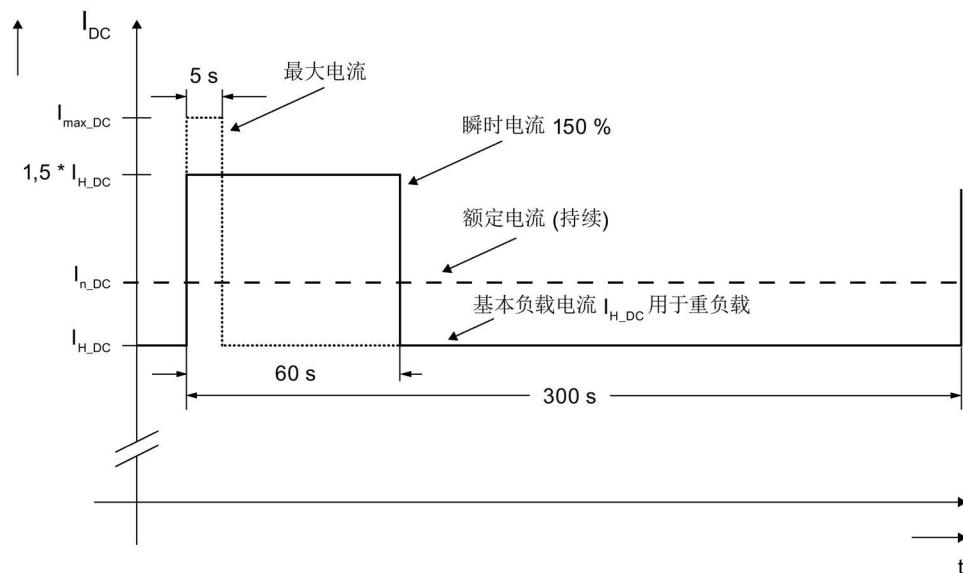


图 8-9 重过载

8.4 用于发电应用的装机装柜型风冷式调节型电源模块

8.4.6.1 允许的升压系数范围

升压系数 (HSF) 是直流母线电压 V_{DC} 和进线电压的有效值的商: $HSF = V_{DC} / V_{AC, \text{有效}}$ 。

由于存在允许的升压系数范围, 在某些设备上无法同时使用最大 AC 进线电压范围和最大 DC 电压范围, 亦即, 根据所允许的升压系数范围, 或是最大 AC 进线电压范围的使用对最大 DC 范围构成限制, 或是最大 DC 电压范围的使用对最大 AC 电压范围。直流母线电压 (p3510) 的设定值的默认设置与 1.5 的升压系数 (HSF) 对应, 下表中的限值适用。必须相对应于最大升压系数 (p3508) 进行调整。

表格 8-13 升压系数

调节型电源模块 (Active Line Module)	调节型接口模块	进线电压	额定电流	允许的升压系数 范围	最大升压系数 (p3508)
6SL3330- 7TE35-0AA4	6SL3300- 7TE35-0AA0	320 ... 480 V	490 A	1.42 ... 3.0	3.0
6SL3330- 7TE41-0AA4	6SL3300- 7TE41-4AA0	320 ... 480 V	985 A	1.42 ... 2.3	2.3
6SL3330- 7TE41-4AA4	6SL3300- 7TE41-4AA0	320 ... 480 V	1405 A	1.42 ... 2.3	2.3
6SL3330- 7TG41-0AA4	6SL3300- 7TG41-3AA0	500 ... 690 V	1025 A	1.42 ... 2.0	2.0
6SL3330- 7TG41-3AA4	6SL3300- 7TG41-3AA0	500 ... 690 V	1270 A	1.42 ... 2.0	2.0

8.4.6.2 降容系数

在使用调节型电源模块时, 必须注意与环境温度、安装高度及 $\cos \phi$ 相关的功率减小。

为此参见选型手册 低压: 选型手册 LV

(<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/83180185>)

可参考此处的应用说明来测定可用的无功功率: 无功功率补偿应用说明

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/105643094>)

8.5 液冷式调节型接口模块

8.5.1 装机装柜型设备

液冷式调节型接口模块和液冷式装机装柜型调节型电源模块组合使用。液冷式调节型接口模块包含一个具有基本干扰抑制的清洁电源滤波器、用于调节型电源模块的预充电回路、电网电压测量装置和监控传感器。

JIL 型必须单独配备分路接触器。

通过清洁电源滤波器可以尽量以抑制电源谐波。

液冷式调节型接口模块包含：

- 清洁电源滤波器
- 滤波电抗器
- 预充电回路
- 电网电压测量模块 VSM10

液冷式调节型接口模块由以下组件构成：

- 滤波电抗器
- 滤波器模块
- 配套的连接件（压力软管、电缆、软管接头）

对液冷式调节型接口模块的说明参见 液冷式装机装柜型功率单元设备手册
(<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/109752561/zh>)。

说明

敬请注意 SINAMICS - 低压选型手册中的通用数据。

应执行一次涵盖以下内容的电网分析，尤其应针对孤岛电网和弱电网：

- 整套驱动系统的分析，包括柴油发电机，检测总谐波畸变率(T_{HD})以及与用户电网参数相关的谐波幅值。此时应注意需要采用的运行方式。

进行该分析后，可能需要对驱动系统进行调整，特别是对于调节型接口模块。

该调整无法由地区/用户执行，而是由生产厂家进行并且不在分析的功能范畴内。

总部销售部门的应用咨询可为您的模拟或电网分析提供支持。

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

8.6.1 描述

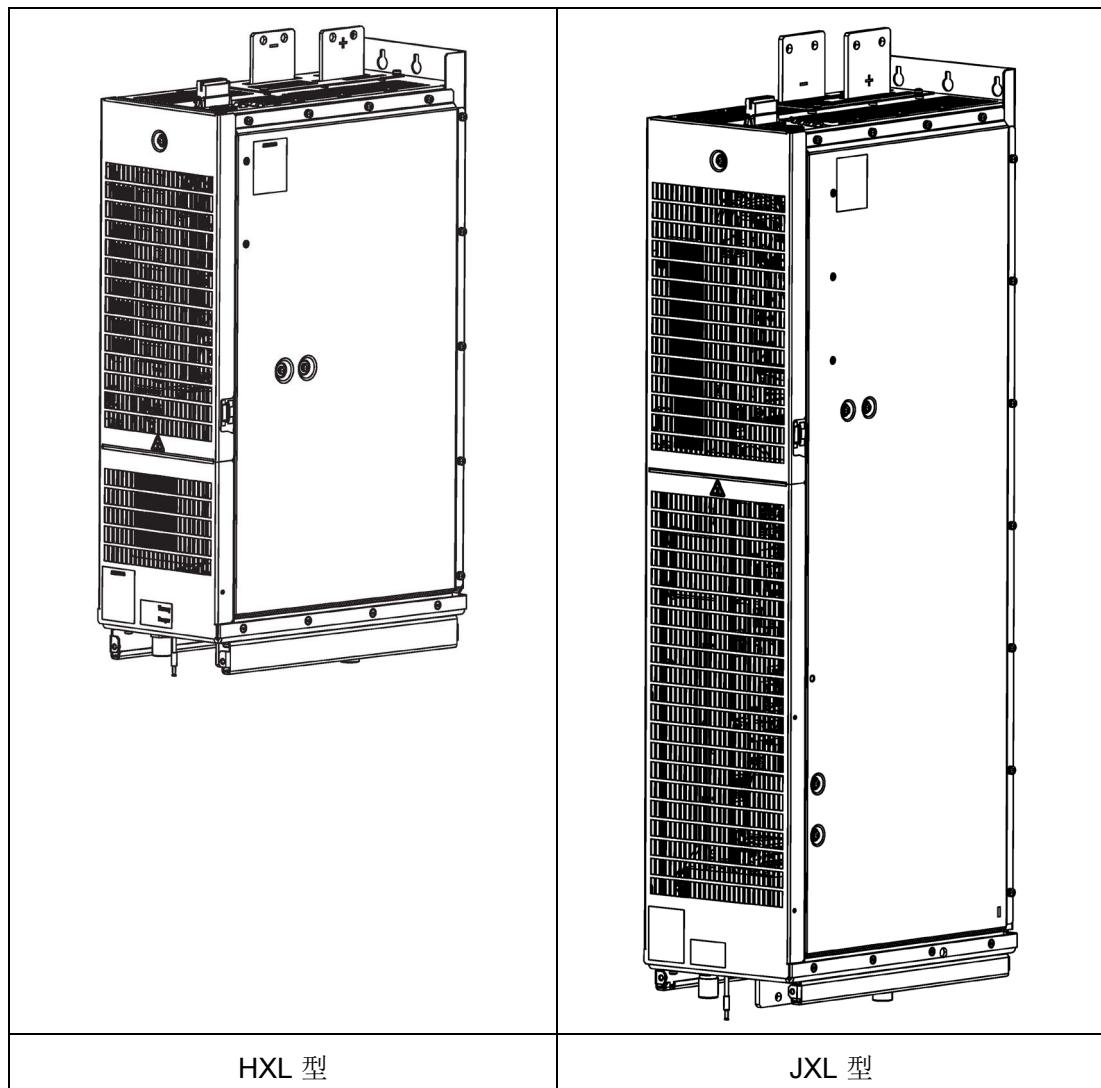
调节型电源模块即 Active Line

Module (简称ALM) 是作为升压器工作的受控整流/反馈单元，可产生一个受控的直流母线电压。出厂设置中，该电压一般是电源额定电压的 1.5

倍。这样相连的电机模块便可以和电网电压隔开，电网容差或电网波动都不会对电机电压产生影响，进而提高了动态响应能力并改善了控制性能。

此外，必要时调节型电源模块还具有无功功率补偿的功能。

表格 8- 14 发电用 ALM



用于电网供电的调节型电源的组成部件

调节型电源由一个调节型接口模块(AIM)和一个调节型电源模块(ALM)组成。

如果其中使用了 HXL 或 JXL

型的调节型电源模块，则在相应的调节型接口模块中没有配备分路接触器，您必须单独配备。该外形尺寸的调节型电源模块和调节型接口模块的防护等级为 IP00。

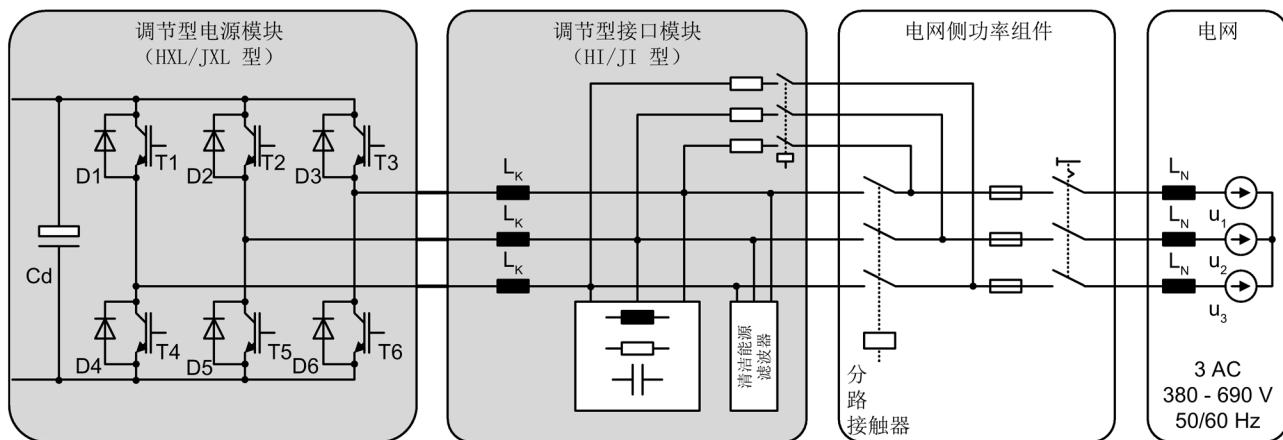


图 8-10 调节型电源 HI/HXL 型和 JI/JXL 型的概览

并联ALM以提高功率

为了提高功率，每次最多只能并联四个相同功率的调节型电源模块。

在并联调节型电源模块时必须遵循以下规定：

- 可以最多并联 4 个相同的调节型电源模块。
- 并联的模块只需由一个共同的控制单元控制。
- 并联时必须使用同一个供电网点，即：不允许接入不同的电网。
- 不管并联了多少个模块，都应将降容系数 5 % 考虑在内。

说明

只有当所有功率单元的硬件型号都相同时，才能将其并联。

8.6.2 安全提示

**未遵循基本安全说明和遗留风险**

未遵循章节 1 中的基本安全说明和遗留风险可导致人员重伤或死亡。

- 请遵守基本安全说明。
- 进行风险评估时应考虑到遗留风险。

**高直流母线电压可引发电击危险**

一旦电源模块接到电网上，直流母线就带有高压。接触组件可能会造成人员重伤，甚至是死亡。

- 在进行安装和维护工作前必须将电源模块从电网上断开（例如通过主接触器、主开关和其他可能的能源供给）。

**过电流保护装置动作过慢可导致电击危险和火灾**

过电流保护装置不动作或动作过慢可引发电击危险和火灾。

- 为保护人身安全和防范火灾，电网馈入点的短路功率和回路阻抗必须符合本文档的要求，这样才能使安装的过电流保护装置及时动作。

**电源进电线中的保护接地线断线可引起高放电电流**

驱动部件通过保护接地线传导高放电电流。保护接地线断线时接触带电部件可能会导致人员重伤，甚至是死亡。

- 注意：外部保护接地线应至少满足下列条件中的其中一个：
 - 保护接地线的布线设有保护，以避免机械损伤。¹⁾
 - 单芯电缆中单根芯线的横截面最小为 10 mm^2 （铜线）。
 - 多芯电缆中单根芯线横截面最小为 2.5 mm^2 （铜线）。
 - 和它平行的第二根保护接地线具有相同的横截面。
 - 它符合当地关于高放电电流装置的保护接地线规定。

¹⁾ 在控制柜或封闭的设备机壳内布线，足以避免机械损伤。



通风空间不足可引起火灾

通风空间不足会导致过热，产生烟雾，引发火灾，从而造成人身伤害。此外，电源模块故障率可能会因此升高，使用寿命缩短。

- 必须保持外形尺寸图中所给出的、电源模块上下方和前方的通风空间。



超过允许的功率电缆总长度导致过热可引发火灾

超过允许的功率电缆总长度可导致过热并引发火灾。

- 应确保所有功率电缆的总长度（电机电缆、直流母线电缆）不会超出技术数据中给定的数值。

注意

在母排和冷却液接口上放置重物可损坏设备

在母排和冷却液接口上放置重物可损坏设备。

- 从设备中突出的母排和冷却液接口不允许用作运输时的把手或受力点。

注意

电气连接件松动可造成财产损失

紧固扭矩太小或振动会导致电气连接错误。可能因此导致火灾或功能故障。

- 用规定的紧固扭矩拧紧所有的电气连接件，比如电源端子、电机端子、直流母线连接件。
- 应定期检查所有电气连接件的紧固扭矩并将其拧紧。尤其是在运输之后。

注意

电压测试时未拆除的连接可导致设备损坏

SINAMICS S 系列的组件已经根据 EN 61800-5-1

进行了电压例行测试。测试时如果组件上还有未拆除的装置，该装置可能会受到损坏。

- 在对机械电气设备进行电压测试前，应按照 EN 60204-1 章节 18.4 的要求拆除/拔下 SINAMICS 设备上的所有连接。

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

注意

使用错误的 DRIVE-CLiQ 电缆可导致设备损坏

使用错误的或非指定 DRIVE-CLiQ 电缆可能会损坏设备或系统或者导致功能异常。

- 只允许使用西门子指定的配套 DRIVE-CLiQ 电缆。

8.6.3 接口说明

8.6.3.1 一览

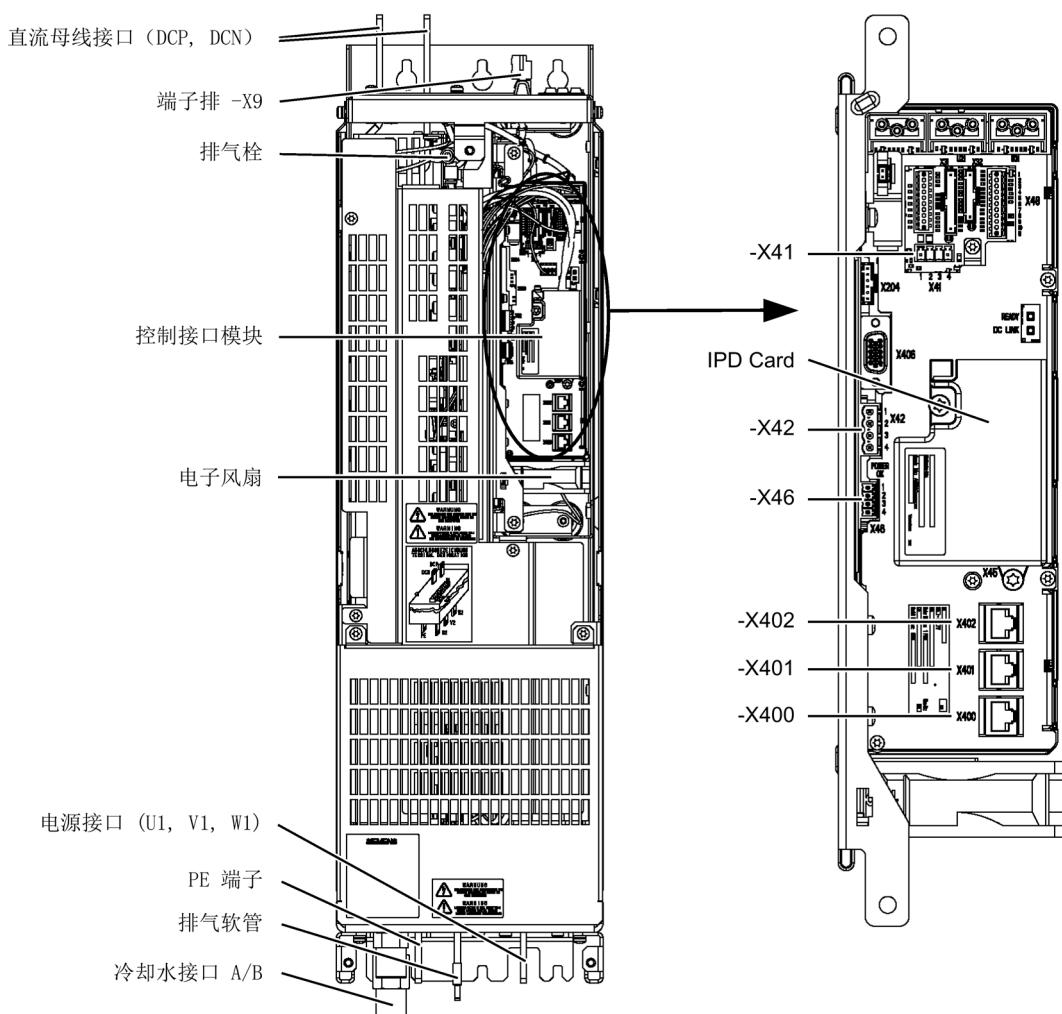


图 8-11 HXL 型调节型电源模块

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

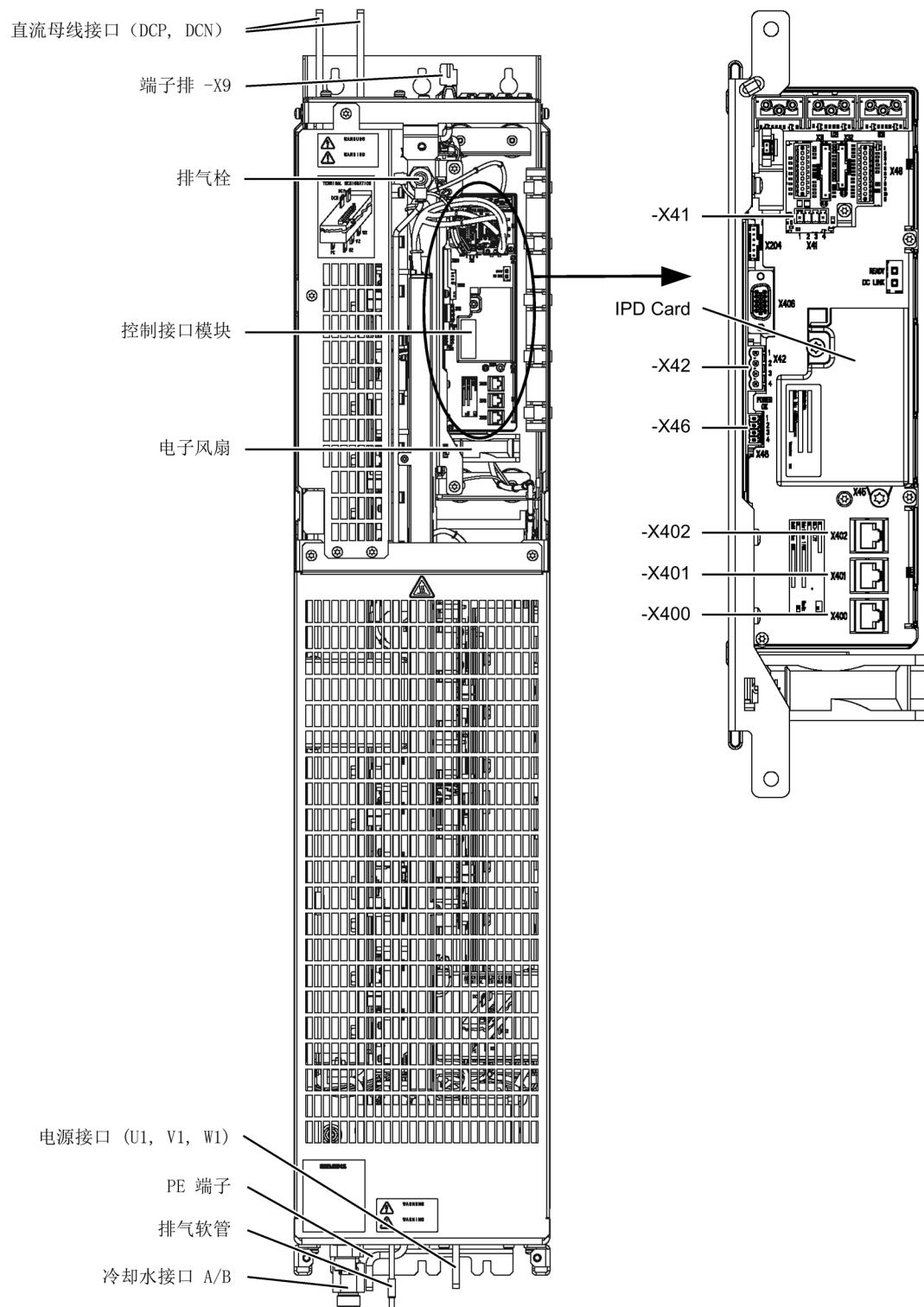


图 8-12 JXL 型调节型电源模块

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

8.6.3.2 接线示例

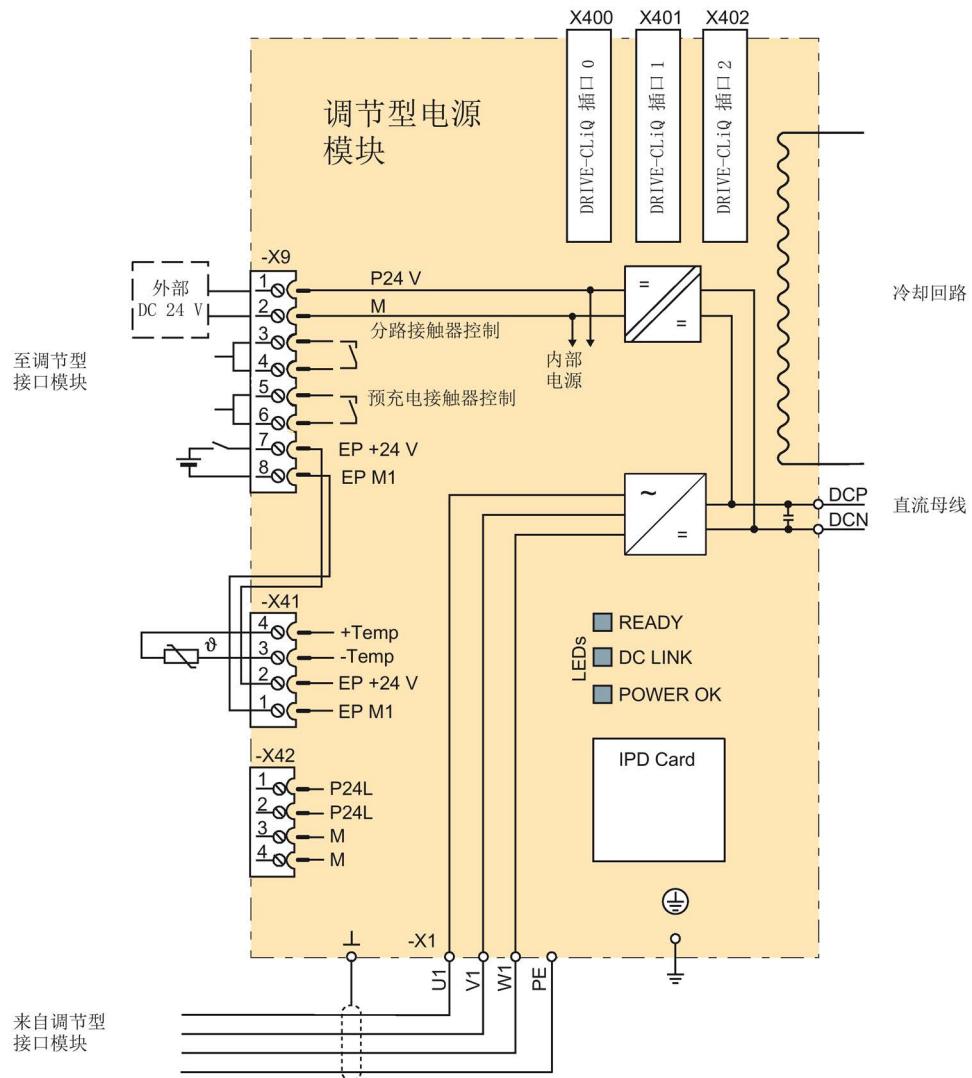


图 8-13 调节型电源模块的接线示例

8.6.3.3 电源接口和负载接口

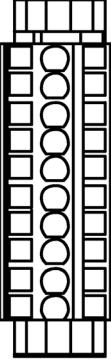
表格 8- 15 调节型电源模块的电源接口和负载接口

端子	技术数据
U1, V1, W1 3 AC 功率输入	<p>电压:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 AC 500 V -10 % (-15 % < 1 min) ... 3 AC 690 V +10 % <p>频率: 47 ... 63 Hz</p> <p>连接片:</p> <ul style="list-style-type: none"> • HXL 型: $d = 13 \text{ mm}$ (M12 / 50 Nm) , 用于 DIN 46234 / DIN 46235 电缆终端¹⁾ • JXL 型: $d = 13 \text{ mm}$ (M12 / 50 Nm) , 用于母排连接
DCP, DCN DC 功率输出	<p>电压:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DC 750 ... 1035 V <p>连接片: $d = 13 \text{ mm}$ (M12 / 50 Nm) , 用于母排连接</p>
PE 端子	<p>连接片:</p> <ul style="list-style-type: none"> • HXL 型: $d = 13 \text{ mm}$ (M12 / 50 Nm) , 用于 DIN 46234 / DIN 46235 电缆终端¹⁾ • JXL 型: $d = 13 \text{ mm}$ (M12 / 50 Nm) , 用于母排连接

¹⁾ 其他类型的电缆终端的尺寸参见附录中的“电缆终端”。

8.6.3.4 端子排 X9

表格 8- 16 端子排 X9

	端子	信号名称	技术数据
	1	P24 V	电压: DC 24 V (20.4 ... 28.8 V) 电流消耗: 参见技术数据
	1	P24 V	
	2	M	
	2	M	
	3	分路接触器控制	连到调节型接口模块, -X609;11
	4		连到调节型接口模块, -X609;12
	5	预充电接触器控制	连到调节型接口模块, -X609;9
	6		连到调节型接口模块, -X609;10
	7	EP +24 V (使能脉冲)	输入电压: DC 24 V (20.4 ... 28.8 V) 电流消耗: 10 mA
	8	EP M1 (使能脉冲)	
最大的可连接横截面 1.5 mm ²			

说明

端子 7 和 8 上的接线

运行时必须在端子 7 上连接 DC 24 V, 并将端子 8 接地。电源掉电时会封锁脉冲。

说明

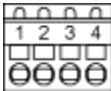
形成电源电压回路

“P24

V”或“M”这两个端子在连接器中跨接在一起。这样即使连接器被拔出也能形成电压回路。

8.6.3.5 X41 EP端子 / 温度传感器连接

表格 8- 17 端子排 X41

	端子	功能	技术数据
	1	EP M1 (使能脉冲)	与端子 -X9:8 相连接
	2	EP +24 V (使能脉冲)	与端子 -X9:7 相连接
	3	-温度	温度传感器接口 KTY84-1C130 / PT1000 / PTC
	4	+温度	
最大的可连接横截面 1.5 mm ²			



! 警告

温度传感器上的电弧可引发电击危险

温度传感器未进行安全电气隔离的电机，其信号电子设备可能会出现电弧。

- 只允许连接符合保护隔离规定的温度传感器。
- 如果无法确保安全的电气隔离（例如使用直线电机或第三方电机时），则应使用外部编码器模块（SME120 或 SME125）或端子模块 TM120。

注意

使用非屏蔽电缆连接温度传感器或温度传感器布线错误可造成设备故障

使用非屏蔽电缆连接温度传感器或温度传感器布线错误可导致信号电子功率侧耦合。从而导致所有信号大面积故障（故障信息），严重的会导致整个模块故障（设备损坏）。

- 只允许使用屏蔽电缆连接温度传感器。
- 与电机电缆一同引入的温度传感器电缆，必须成对绞合在一起并分别进行屏蔽。
- 电缆屏蔽层的两侧应大面积的与接地位相连。
- 建议：请使用合适的 Motion Connect 电缆。

注意

错误连接 KTY 温度传感器可导致电机过热

极性接反的 KTY 温度传感器可能无法识别出电机过热。

- 务必要将 KTY 温度传感器极性连接正确。

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

说明

如果电机的定子绕组中安装有 KTY84-1C130 或 PTC 测量头, 就可以使用温度传感器接口。

说明

如果在调节型电源模块的上游串联了一个断路器或接触器, 而该断路器或接触器在上位控制器给出脉冲使能后接通, 则最好将该开关装置经由其辅助触点连接到 EP 端子上, 从而避免设备空载合闸时滤波器发生振荡。

说明

连接到端子排 -X9

端子-X41:1 和 -X41:2 通过成型电缆与端子-X9:8 和 -X9:7 连在一起。

8.6.3.6 端子排 X42

表格 8- 18 端子排 X42: 控制单元、编码器模块和端子模块的电源端子

端子	功能	技术数据		
	1	P24L	控制单元、编码器模块和端子模块的电源 (18 ... 28.8 V) 最大负载电流: 3 A	
	2			
	3	M		
	4			
最大的可连接横截面 2.5 mm ²				

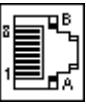
说明

端子排 X42 的连接方式

该端子排不可用于为任意组件提供 DC 24 V 电源, 例如: 机械设备上的其他组件, 否则可能会使控制接口模块 CIM 的电源过载, 进而导致功能故障。

8.6.3.7 DRIVE-CLiQ 接口 X400, X401, X402

表格 8- 19 DRIVE-CLiQ 接口 X400, X401, X402

引脚	信号名称	技术数据
	1 TXP	发送数据 +
	2 TXN	发送数据 -
	3 RXP	接收数据 +
	4 预留, 未占用	
	5 预留, 未占用	
	6 RXN	接收数据 -
	7 预留, 未占用	
	8 预留, 未占用	
	A + (24 V)	24 V 电源
B M (0 V)		电子地
DRIVE-CLiQ 接口的哑插头 (50 件) 订货号: 6SL3066-4CA00-0AA0		

8.6.3.8 冷却回路的接头

表格 8- 20 冷却回路的接头

连接	技术数据
冷却液接口 A: 输水	管螺纹 ISO 228 - G 3/4 B (外部螺纹 3/4", 扁平密封的)
冷却水接口 B: 出水	
紧固扭矩	60 Nm

说明

密封圈备件

螺纹的密封圈只能在初次安装冷却回路时使用。拆卸后重新安装时必须装入新的密封圈。密封圈备件从市场上即可购得, 名为“Viton-Polymer 扁平密封圈, 硬度 75 (+/-5), 肖氏 A” (Viton 是缩写为 FPM 和 FKM 的合成橡胶的商品名)。外形尺寸为: 外直径 26 mm, 内直径 15 mm, 厚度 1.5 mm。

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

8.6.3.9 调节型电源模块中控制接口模块上 LED 的含义

表格 8- 21 调节型电源模块中控制接口模块上 LED “READY” 和 “DC LINK” 的含义

LED, 状态		描述
READY	DC LINK	
熄灭	熄灭	缺少电子电源或者超出了所允许的公差范围
绿色	---	组件运行就绪, 正在进行周期性 DRIVE-CLiQ 通讯。
	橙色	组件运行就绪, 正在进行周期性 DRIVE-CLiQ 通讯。 直流母线电压上电。
	红色	组件准备就绪并启动循环 DRIVE-CLiQ 通讯。 直流母线电压超出了允许的公差范围。
橙色	橙色	正在建立 DRIVE-CLiQ 通讯。
红色	---	组件出现至少一个故障。 备注: LED 的控制与重新设置相应信息无关。
闪烁 0.5 Hz: 绿色/红色	---	正在进行固件下载。
闪烁 2 Hz: 绿色/红色	---	固件下载已结束。等待上电。
闪烁 2 Hz: 绿色/橙色 或 红色/橙色	---	通过 LED 识别组件的功能已激活 (p0124)。 备注: 这两种颜色取决于由 p0124 = 1 激活时 LED 的状态。

¹⁾ 与 LED “DC LINK” 的状态无关

表格 8- 22 调节型电源模块中控制接口模块上 LED “POWER OK” 的含义

LED	颜色	状态	描述
POWER OK	绿色	熄灭	直流母线电压或 -X9 上的控制电压过低。
		亮起	组件准备运行
		闪烁	出现故障。如果在上电后 LED 仍闪烁, 请联系西门子服务部门。

**⚠ 警告**

接触直流母线的带电部件可引发电击危险

不管“DC LINK” LED

处于哪种状态，组件上都存在危险的直流母线电压，接触这些带电组件可导致人员重伤或死亡。

- 请注意组件上加贴的警示标签。

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

8.6.4 外形尺寸图

HXL 型的外形尺寸图

虚线标出了需要保留的通风空间。

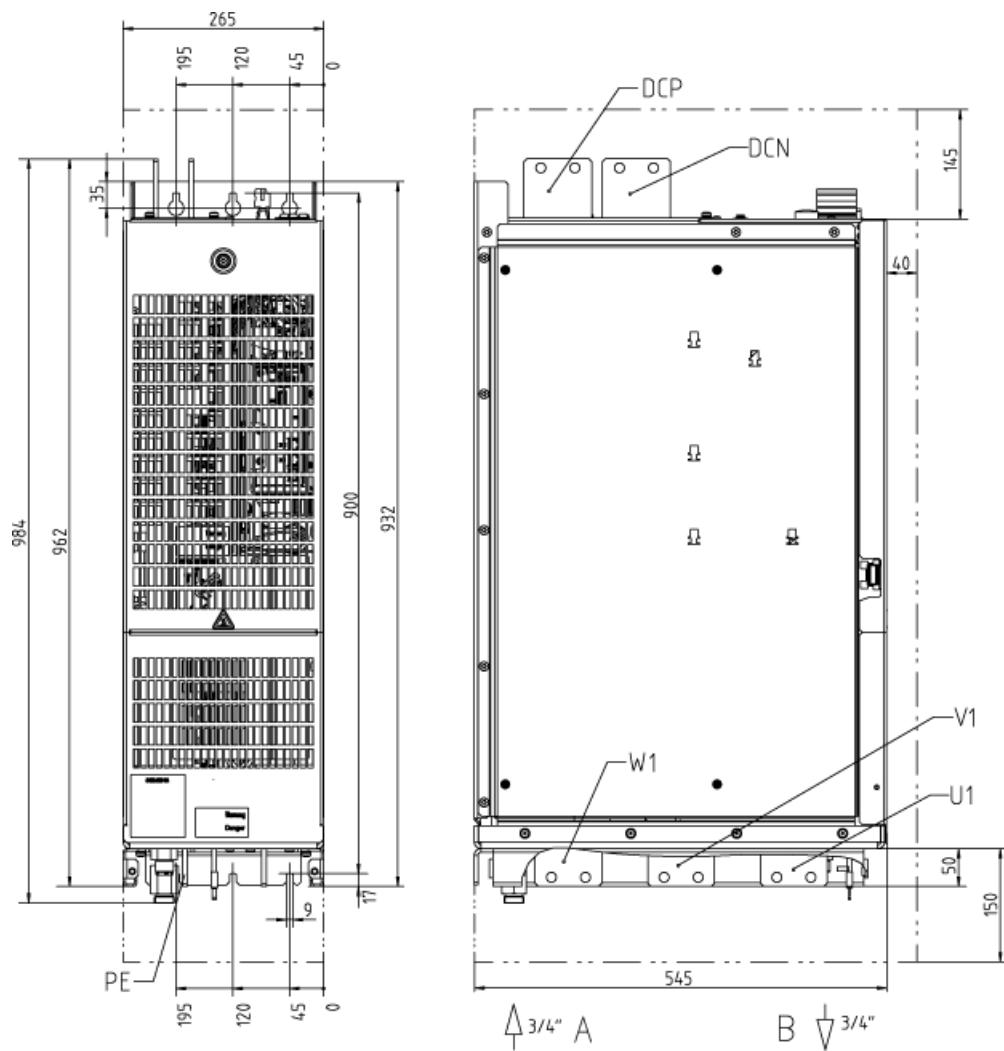


图 8-14 HXL 型调节型电源模块的外形尺寸图：正视图和侧视图

JXL 型的外形尺寸图

虚线标出了需要保留的通风空间。

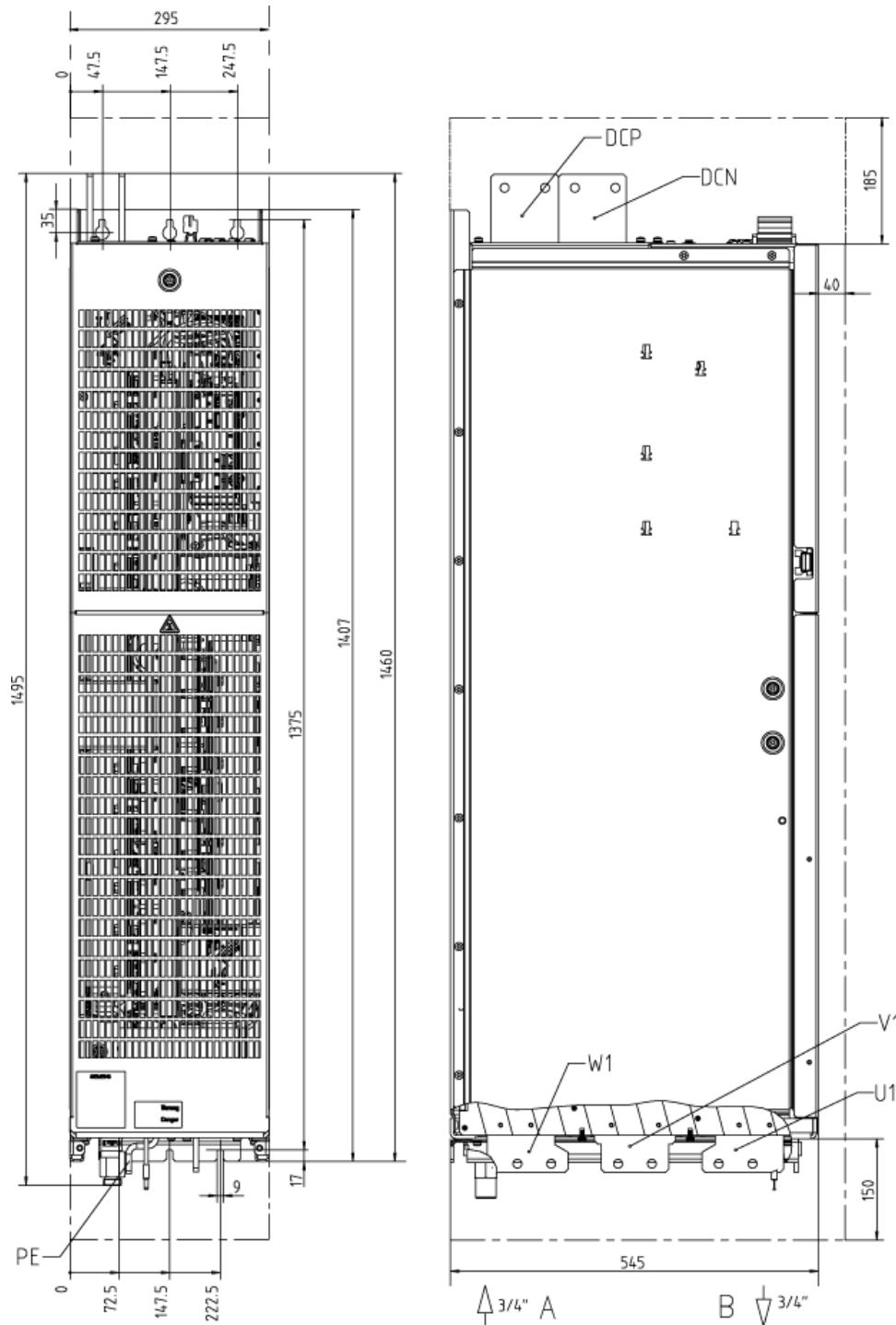


图 8-15 JXL 型调节型电源模块的外形尺寸图, 订货号为 6SL3335-7TG41-3AA4。正视图和侧视图

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

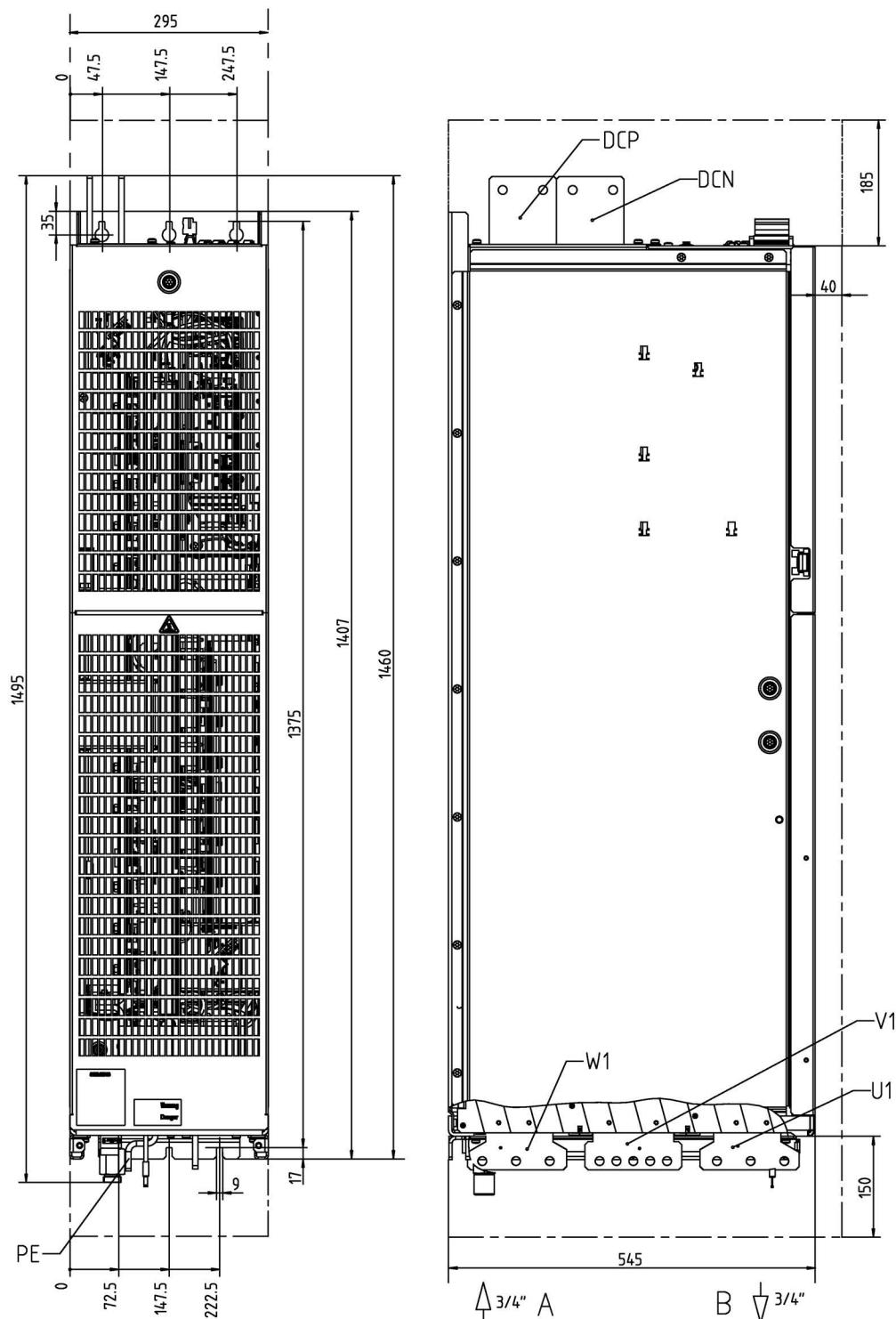


图 8-16 JXL 型调节型电源模块的外形尺寸图, 订货号为 6SL3335-7TG41-6AA4。正视图和侧视图

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

8.6.5 安装

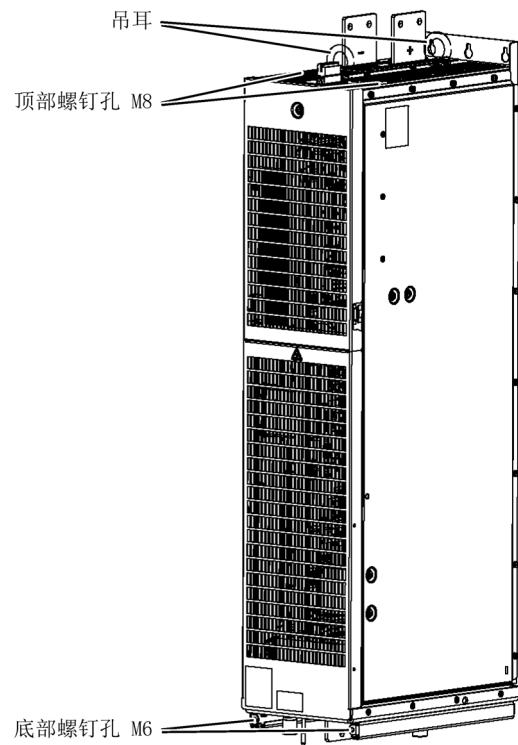


图 8-17 辅助机械零部件：吊耳/螺钉孔

吊耳

调节型电源模块发货时配有吊耳。使用此装置可以将模块从托盘上提升并运输至安装位置。

说明

水平运输

允许水平运输。

不允许将吊耳旋入电源模块底部的螺纹孔中。

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

注意

未按规定运输可损坏设备

不按规定运输设备可导致壳体或母排上出现机械负载，从而导致设备损坏。

- 运输时请使用吊绳或吊链垂直运动的吊具。
- 母排不允许在运输时用作支架或用于固定吊具。
- 只允许手动拧紧吊耳。安装完成后必须拆除吊耳。请妥善保存吊耳，以备将来运输之用。

辅助机械零部件：螺钉孔

由于调节型电源模块的壳体非常薄，所以在安装到控制柜中时必须利用机械装置加固模块两侧。为此在模块的上下方均设有螺钉孔。

多个模块需要紧贴安装时，可通过此螺钉孔固定在一起。一个模块单独安装时，可在模块侧面和控制柜之间装入加固板进行加固。

保护罩

在调节型电源模块的底部装有保护罩（下图中的“1”处），用于运输。调节型电源模块拆除包装后和运输期间均可以放置在此保护罩上。

在固定到安装位置前需要拆除保护罩，此时拧松 4 个螺钉（图中“2”处）即可拆下保护罩。



放置在保护罩上的模块可能会翻倒，压伤人员

放置在保护罩上的模块可能会翻倒，压伤人员。

- 为此，应对放置在保护罩上的模块进行固定，防止其翻倒。

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

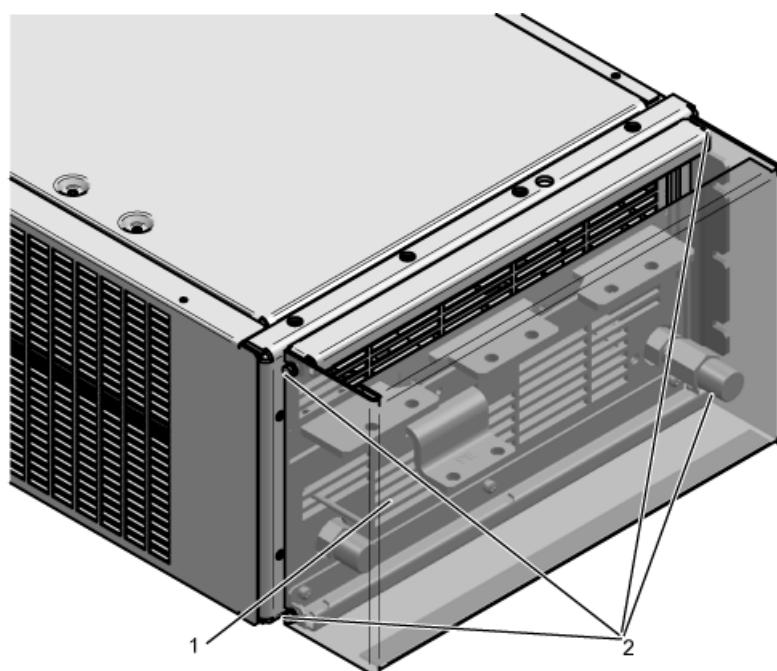


图 8-18 保护罩

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

8.6.6 技术参数

表格 8- 23 调节型电源模块 3 AC 500 ... 690 V 的技术数据

订货号	6SL3335 -	7TG35 - 8AA4	7TG41 - 3AA4	7TG41-6AA4
额定功率				
- 在 $I_{L\ DC}$ (50 Hz 690 V) 时	kW	630	1400	1700
- 在 $I_{H\ DC}$ (50 Hz 690 V) 时	kW	620	1215	1490
- 在 $I_{L\ DC}$ (50 Hz 500 V) 时	kW	447	965	1180
- 在 $I_{H\ DC}$ (50 Hz 500 V) 时	kW	450	880	1080
- 在 $I_{L\ DC}$ (60 Hz 575 V) 时	HP	675	1500	1855
- 在 $I_{H\ DC}$ (60 Hz 575 V) 时	HP	506	1250	1530
直流母线电流				
- 额定电流 $I_{N\ DC}$	A	644	1422	1740
- 基本负载电流 $I_{L\ DC}$	A	627	1386	1700
- 基本负载电流 $I_{H\ DC}$	A	573	1266	1550
- 最大电流 $I_{max\ DC}^1)$	A	966	2133	2620
短路清除电流 1 s²⁾	A	1146	2403	2689
短时间过载 1				
- 过载电流	A	678	1500	1842
- 过载持续时间 (时间/ 过载周期)	s / s	5 / 300	5 / 300	5 / 300
- 基本负载电流	A	565	1250	1535
短时间过载 2				
- 过载电流	A	598	1320	1620
- 过载时间 (时间/ 过载周期)	s / s	30 / 300	30 / 300	30 / 300
- 基本负载电流	A	565	1250	1535
供电电流/反馈电流				
- 额定电流 $I_{N\ E}^3)$	A	575	1270	1560
- 最大电流 $I_{max\ E}^4)$ ⁵⁾	A	862	1905	2055
输入电压				
- 电网电压	V_{ACeff}	3 AC 500 -10 % (-15 %, 不超过1分钟) ... 3 AC 690 +10 %		
- 电网频率	Hz	47 ... 63 Hz		
- 电子电源	V_{DC}	24 (20.4 ... 28.8)		
- 直流母线电压	V_{DC}	1.5 x $U_{电源}$		
脉冲频率	kHz	2.5	2.5	2.5

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

订货号	6SL3335 -	7TG35 - 8AA4	7TG41 - 3AA4	7TG41-6AA4
电子电流消耗 (DC 24 V)	A	1.6	1.46	1.5
冷却方式		液冷, 集成有铝制换热器		
损耗功率, 最大值 ⁶⁾				
- 50 Hz 690 V	kW	5.61	13.55	17.96
- 60 Hz 575 V	kW	4.89	12.6	15.7
- 由环境通风量规定	kW	0.16	0.61	0.79
最高冷却液温度				
- 无降容	° C	45	45	45
- 有降容	° C	50	50	50
额定体积流量	l/min	16	27	27
适用于压降为 70 kPa 时的水 ⁷⁾				
集成换热器的冷却液体积	dm ³	0.74	1.56	1.56
直流母线电容				
- 调节型电源模块	μF	9670	19330	21000
- 传动组, 最大	μF	59200	153600	210000
声压级				
L _{pA} (1 m) 50/60 Hz 时	dB(A)	54	56	56
电源/负载接口		用于螺钉 M12 的法兰接口		
最大连接截面积				
- 电源端子 (U1, V1, W1)	mm ²	4 x 185	母排	母排
- 直流母线端子 (DCP, DCN)	mm ²	母排	母排	母排
- PE 端子	mm ²	4 x 185	母排	母排
最大电缆长度				
(所有电机电缆和直流母线之和)				
- 已屏蔽	m	2250	2250	2250
- 未屏蔽	m	3375	3375	3375
防护等级		IP00	IP00	IP00
外形尺寸				
- 宽度	mm	265	295	295
- 高度	mm	1002	1516	1516
- 深度	mm	545	545	545
外形尺寸		HXL	JXL	JXL

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

订货号	6SL3335 - 8AA4	7TG35 - 8AA4	7TG41 - 3AA4	7TG41-6AA4
重量	kg	110	220	230
推荐的熔断器		3NE1447-2 ⁸⁾ 1 A	3NE1438-2 ⁸⁾ 2 670 3	3NE1436-2 ⁸⁾ 3 630 3
最小短路电流⁹⁾	A	8400	20000	24000

1) 该电流指在 300 s 的负载循环时间中可持续过载 5 秒的电流，过载以额定直流母线电流为判断依据。

2) 值仅在电网稳态运行中有效。

3) 在 $\cos \phi < 1$

时的持续运行中需要依据低压选型手册“基础知识和系统描述”部分“调节型电源”一章注意降容特性曲线。

4) 在包含 S01 运行时，无功电流限制在额定电流 $I_{n,E}$ 之内。

5) 该电流指在 300 s 的负载循环时间中可持续过载 5 秒的电流，过载以额定供电电流/反馈电流为判断依据。

6) 给出的损耗功率为 100 % 满负载时的最大值。在其他运行状态下都小于该值。

7) 该数值适用于冷却液是纯水的情况，其它冷却液参见 SINAMICS S120 设备手册，“液冷式装机装柜型功率部件”章节。

8) 安装 UL 认证的系统必须使用此处规定的熔断器。

9) 安全触发指定熔断器所需的最小电流。

孤岛电网运行时要设计出相应的保护方案。

注意

每一次短路都会缩短设备熔断器的寿命。

较长的持续短路，或者较小间隔的不断短路，会减少调节型电源模块的寿命。

短路清除电流并不用于触发设备熔断器，而是用于连接的用电设备的事后设置的熔断单元。

过载能力

调节型电源模块具有过载余量。

过载的判断标准是，在过载前后以基本负载电流运行（此处使用了 300 s 的工作周期时间作为基准）。

重过载

相对于重过载的基本负载电流 I_{H_DC} ，该模块具有 150 % 过载 60 秒，最大电流 I_{max_DC} 持续 5 秒的过载能力。

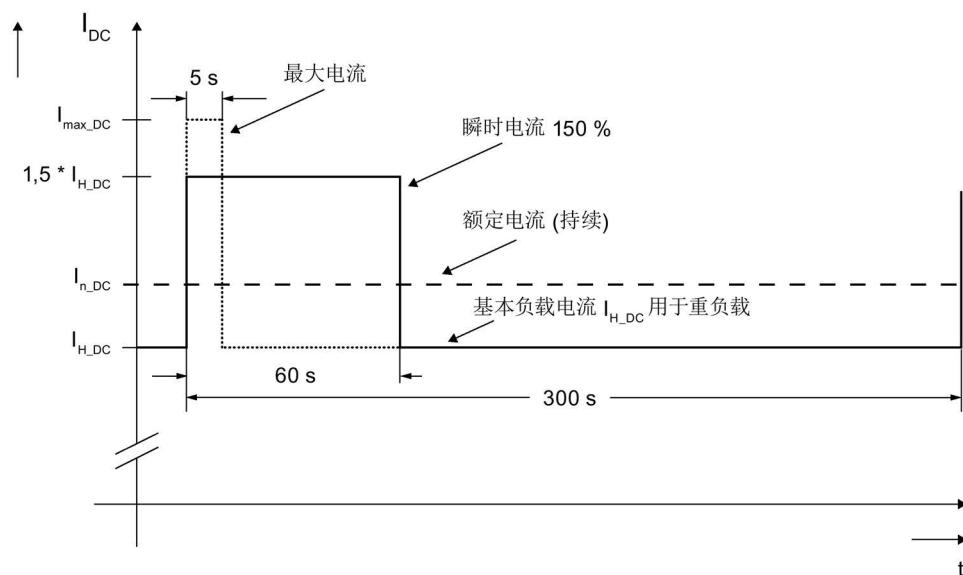


图 8-19 重过载

8.6 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块

8.6.6.1 允许的升压系数范围

升压系数 (HSF) 是直流母线电压 V_{DC} 和进线电压的有效值的商: $HSF = V_{DC} / V_{AC, \text{有效}}$ 。

由于存在允许的升压系数范围, 在某些设备上无法同时使用最大 AC 进线电压范围和最大 DC 电压范围, 亦即, 根据所允许的升压系数范围, 或是最大 AC 进线电压范围的使用对最大 DC 范围构成限制, 或是最大 DC 电压范围的使用对最大 AC 电压范围。直流母线电压 (p3510) 的设定值的默认设置与 1.5 的升压系数 (HSF) 对应, 下表中的限值适用。必须相对应于最大升压系数 (p3508) 进行调整。

表格 8- 24 升压系数

调节型电源模块	调节型接口模块	进线电压	额定电流	允许的升压系数范围	最大升压系数 (p3508)
6SL3335-7TG35-8AA4	6SL3300-7TG35-8AA0	500 ... 690 V	575 A	1.42 ... 2.0	2.0
6SL3335-7TG41-3AA4	6SL3305-7TG41-3AA0	500 ... 690 V	1270 A	1.42 ... 2.0	2.0
6SL3335-7TG41-6AA4	6SL3305-7TG41-6AA0	500 ... 690 V	1560 A	1.42 ... 2.0	2.0

8.6.6.2 降容系数

在使用液冷式调节型电源模块时, 必须注意与冷却剂温度、环境温度、安装高度及 $\cos \phi$ 相关的功率减小。

为此参见选型手册 低压: 选型手册 LV

(<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/83180185>)

可参考此处的应用说明来测定可用的无功功率: 无功功率补偿应用说明

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/105643094>)

8.6.7 冷却剂和凝露保护

在使用液冷式调节型电源模块时, 必须注意冷却剂定义并防止凝露。

为此参见选型手册 低压: 选型手册 LV

(<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/83180185>)

8.7 水冷式装机装柜型调节型接口模块, 用于共同的冷却回路

8.7.1 装机装柜型设备

水冷式调节型接口模块和水冷式装机装柜型调节型电源模块组合使用。水冷型 AIM 包含一个具有基本干扰抑制的清洁电源滤波器、用于 ALM 的预充电回路、电网电压测量装置和监控传感器。

JIL 型必须单独配备分路接触器。

通过清洁电源滤波器可以尽量以抑制电源谐波。

水冷式调节型接口模块包含:

- 清洁电源滤波器
- 滤波电抗器
- 预充电回路
- 电网电压测量模块 VSM10

水冷式调节型接口模块由以下组件构成:

- 滤波电抗器
- 滤波器模块
- 配套的连接件 (压力软管、电缆、软管接头)

对水冷式调节型接口模块的说明参见水冷式 (共用冷却回路) 装机装柜型功率单元设备手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/109751832/zh>)。

说明

敬请注意 SINAMICS - 低压选型手册中的通用数据。

应执行一次涵盖以下内容的电网分析, 尤其应针对孤岛电网和弱电网:

- 整套驱动系统的分析, 包括柴油发电机, 检测总谐波畸变率(T_{HD})以及与用户电网参数相关的谐波幅值。此时应注意需要采用的运行方式。

进行该分析后, 可能需要对驱动系统进行调整, 特别是对于调节型接口模块。

该调整无法由地区/用户执行, 而是由生产厂家进行并且不在分析的功能范畴内。

总部销售部门的应用咨询可为您的模拟或电网分析提供支持。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块，用于共同的冷却回路

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块，用于共同的冷却回路

8.8.1 描述

调节型电源模块即 Active Line

Module (简称ALM) 是作为升压器工作的受控整流/反馈单元，可产生一个受控的直流母线电压。出厂设置中，该电压一般是电源额定电压的 1.5

倍。这样相连的电机模块便可以和电网电压隔开，电网容差或电网波动都不会对电机电压产生影响，进而提高了动态响应能力并改善了控制性能。

此外，必要时调节型电源模块还具有无功功率补偿的功能。

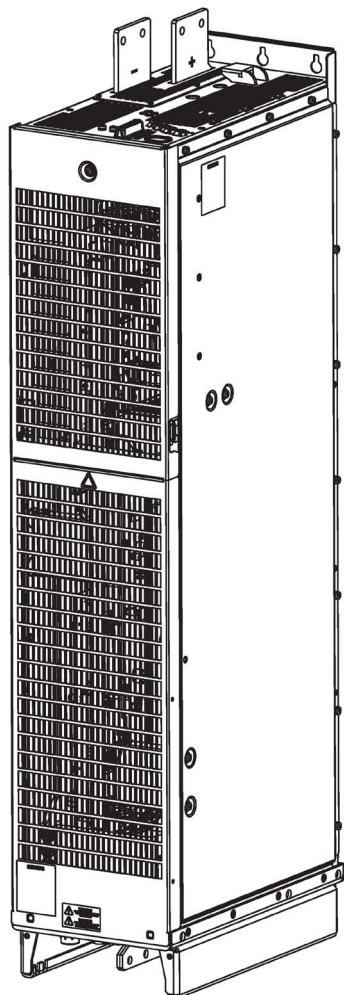


图 8-20 JXL 型

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块，用于共同的冷却回路

用于电网供电的调节型电源的组成部件

调节型电源由一个调节型接口模块(AIM)和一个调节型电源模块(ALM)组成。

如果其中使用了 JXL

型的调节型电源模块，则在相应的调节型接口模块中没有配备分路接触器，您必须单独配备。该外形尺寸的调节型电源模块和调节型接口模块的防护等级为 IP00。

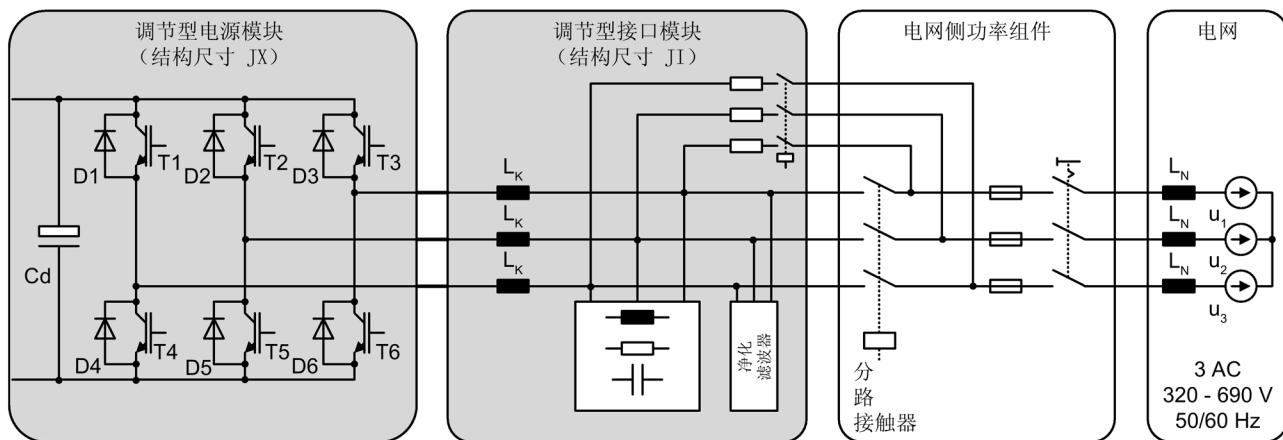


图 8-21 调节型电源 JIL/JXL 型的概览

并联ALM以提高功率

为了提高功率，每次最多只能并联四个相同功率的调节型电源模块。

在并联调节型电源模块时必须遵循以下规定：

- 可以最多并联 4 个相同的调节型电源模块。
 - 并联的模块只需由一个共同的控制单元控制。
 - 并联时必须使用同一个供电网点, 即: 不允许接入不同的电网。
 - 不管并联了多少个模块, 都应将降容系数 5 % 考虑在内。

说明

只有当所有功率单元的硬件型号都相同时，才能将其并联。

8.8.2 安全提示



警告

未遵循基本安全说明和遗留风险

未遵循章节 1 中的基本安全说明和遗留风险可导致人员重伤或死亡。

- 请遵守基本安全说明。
- 进行风险评估时应考虑到遗留风险。



危险

高直流母线电压可引发电击危险

一旦电源模块接到电网上，直流母线就带有高压。接触组件可能会造成人员重伤，甚至是死亡。

- 在进行安装和维护工作前必须将电源模块从电网上断开（例如通过主接触器、主开关和其他可能的能源供给）。



警告

过电流保护装置动作过慢可导致电击危险和火灾

过电流保护装置不动作或动作过慢可引发电击危险和火灾。

- 为保护人身安全和防范火灾，电网馈入点的短路功率和回路阻抗必须符合本文档的要求，这样才能使安装的过电流保护装置及时动作。



警告

电源进电线中的保护接地线断线可引起高放电电流

驱动部件通过保护接地线传导高放电电流。保护接地线断线时接触带电部件可能会导致人员重伤，甚至是死亡。

- 注意：外部保护接地线应至少满足下列条件中的其中一个：
 - 保护接地线的布线设有保护，以避免机械损伤。¹⁾
 - 单芯电缆中单根芯线的横截面最小为 10 mm^2 （铜线）。
 - 多芯电缆中单根芯线横截面最小为 2.5 mm^2 （铜线）。
 - 和它平行的第二根保护接地线具有相同的横截面。
 - 它符合当地关于高放电电流装置的保护接地线规定。

¹⁾ 在控制柜或封闭的设备机壳内布线，足以避免机械损伤。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

**!
警告****通风空间不足可引起火灾**

通风空间不足会导致过热, 产生烟雾, 引发火灾, 从而造成人身伤害。此外, 电源模块故障率可能会因此升高, 使用寿命缩短。

- 必须保持外形尺寸图中所给出的、电源模块上下方和前方的通风空间。

**!
小心****超过允许的功率电缆总长度导致过热可引发火灾**

超过允许的功率电缆总长度可导致过热并引发火灾。

- 应确保所有功率电缆的总长度 (电机电缆、直流母线电缆) 不会超出技术数据中给定的数值。

注意**在母排和冷却液接口上放置重物可损坏设备**

在母排和冷却液接口上放置重物可损坏设备。

- 从设备中突出的母排和冷却液接口不允许用作运输时的把手或受力点。

注意**电气连接件松动可造成财产损失**

紧固扭矩太小或振动会导致电气连接错误。可能因此导致火灾或功能故障。

- 用规定的紧固扭矩拧紧所有的电气连接件, 比如电源端子、电机端子、直流母线连接件。
- 应定期检查所有电气连接件的紧固扭矩并将其拧紧。尤其是在运输之后。

注意**电压测试时未拆除的连接可导致设备损坏**

SINAMICS S 系列的组件已经根据 EN 61800-5-1

进行了电压例行测试。测试时如果组件上还有未拆除的装置, 该装置可能会受到损坏。

- 在对机械电气设备进行电压测试前, 应按照 EN 60204-1 章节 18.4 的要求拆除/拔下 SINAMICS 设备上的所有连接。

注意**使用错误的 DRIVE-CLiQ 电缆可导致设备损坏**

使用错误的或非指定 DRIVE-CLiQ 电缆可能会损坏设备或系统或者导致功能异常。

- 只允许使用西门子指定的配套 DRIVE-CLiQ 电缆。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

8.8.3 接口说明

8.8.3.1 一览

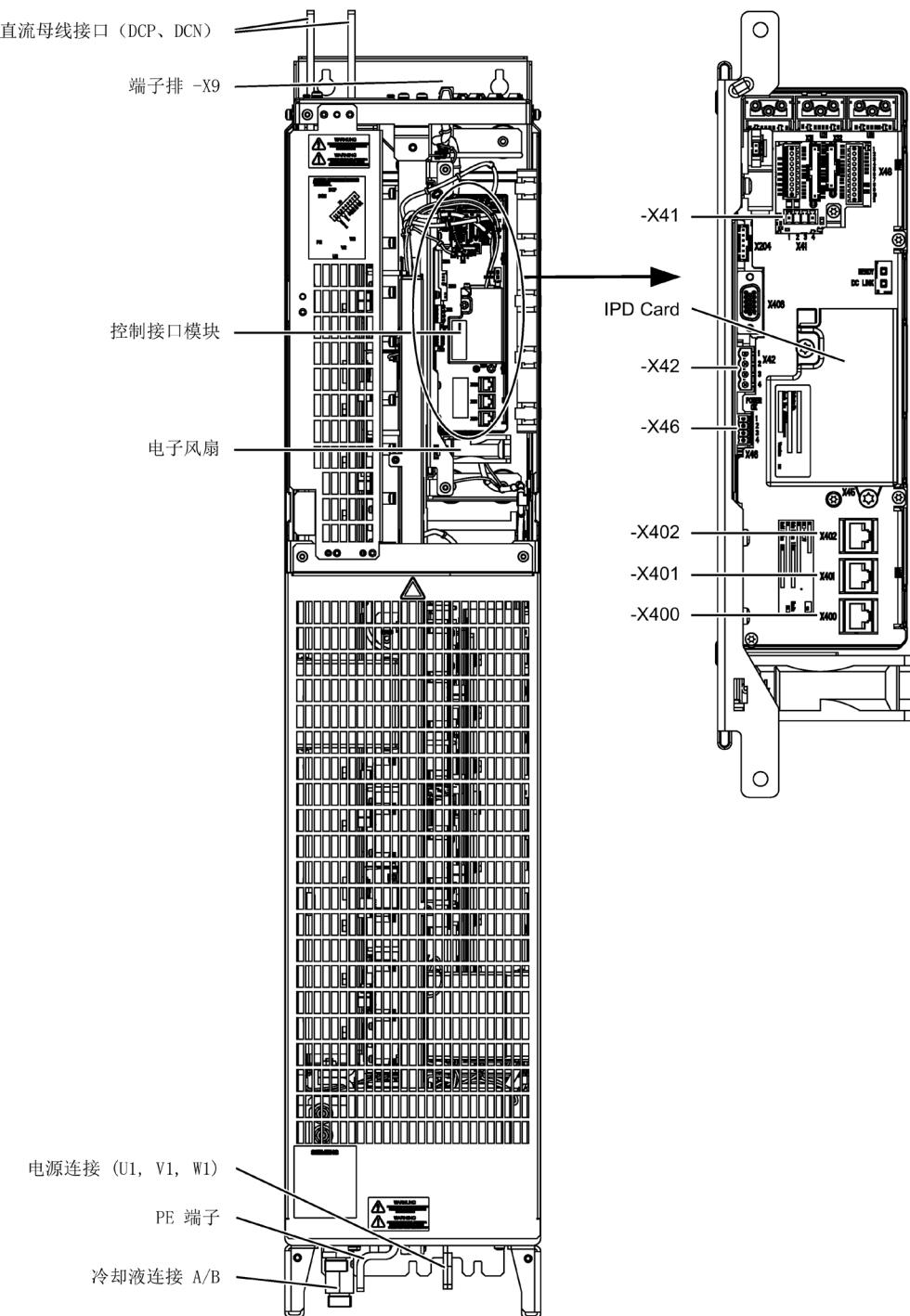


图 8-22 JXL 型调节型电源模块

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

8.8.3.2 接线示例

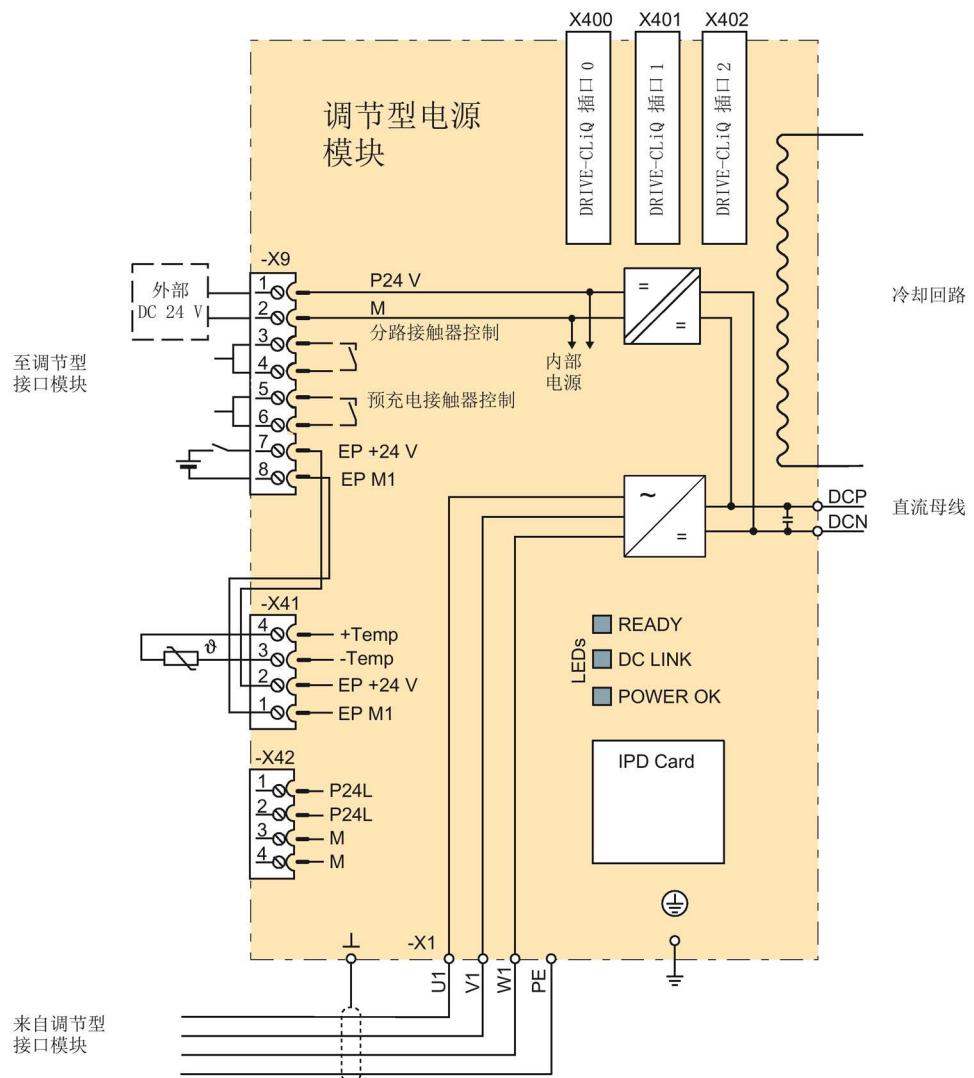


图 8-23 调节型电源模块的接线示例

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块，用于共同的冷却回路

8.8.3.3 电源接口和负载接口

表格 8- 25 调节型电源模块的电源接口和负载接口

端子	技术数据
U1, V1, W1 3 AC 功率输入	<p>电压:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 AC 380 V -10 % (-15 %, 不超过 1 分钟) ... 3 AC 480 V +10 % • 3 AC 500 V -10 % (-15 % < 1 min) ... 3 AC 690 V +10 % <p>频率: 47 ... 63 Hz</p> <p>连接片:</p> <ul style="list-style-type: none"> • JXL 型: $d = 13 \text{ mm}$ (M12 / 50 Nm), 用于母排连接
DCP, DCN DC 功率输出	<p>电压:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DC 570 ... 720 V • DC 750 ... 1035 V <p>连接片: $d = 13 \text{ mm}$ (M12 / 50 Nm), 用于母排连接</p>
PE 端子	<p>连接片:</p> <ul style="list-style-type: none"> • JXL 型: $d = 13 \text{ mm}$ (M12 / 50 Nm), 用于母排连接

¹⁾ 其他类型的电缆终端的尺寸参见附录中的“电缆终端”。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

8.8.3.4 端子排 X9

表格 8-26 端子排 X9

	端子	信号名称	技术数据
	1	P24 V	电压: DC 24 V (20.4 ... 28.8 V) 电流消耗: 参见技术数据
	1	P24 V	
	2	M	
	2	M	
	3	分路接触器控制	连到调节型接口模块, -X609;11
	4		连到调节型接口模块, -X609;12
	5	预充电接触器控制	连到调节型接口模块, -X609;9
	6		连到调节型接口模块, -X609;10
	7	EP +24 V (使能脉冲)	输入电压: DC 24 V (20.4 ... 28.8 V) 电流消耗: 10 mA
	8	EP M1 (使能脉冲)	
最大的可连接横截面 1.5 mm ²			

说明

端子 7 和 8 上的接线

运行时必须在端子 7 上连接 DC 24 V, 并将端子 8 接地。电源掉电时会封锁脉冲。

说明

形成电源电压回路

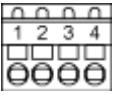
“P24

“V”或“M”这两个端子在连接器中跨接在一起。这样即使连接器被拔出也能形成电压回路。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块，用于共同的冷却回路

8.8.3.5 X41 EP端子 / 温度传感器连接

表格 8- 27 端子排 X41

	端子	功能	技术数据
	1	EP M1 (使能脉冲)	与端子 -X9:8 相连接
	2	EP +24 V (使能脉冲)	与端子 -X9:7 相连接
	3	-温度	温度传感器接口 KTY84-1C130 / PT1000 / PTC
	4	+温度	
最大的可连接横截面 1.5 mm ²			



警告

温度传感器上的电弧可引发电击危险

温度传感器未进行安全电气隔离的电机，其信号电子设备可能会出现电弧。

- 只允许连接符合保护隔离规定的温度传感器。
- 如果无法确保安全的电气隔离（例如使用直线电机或第三方电机时），则应使用外部编码器模块（SME120 或 SME125）或端子模块 TM120。

注意

使用非屏蔽电缆连接温度传感器或温度传感器布线错误可造成设备故障

使用非屏蔽电缆连接温度传感器或温度传感器布线错误可导致信号电子功率侧耦合。从而导致所有信号大面积故障（故障信息），严重的会导致整个模块故障（设备损坏）。

- 只允许使用屏蔽电缆连接温度传感器。
- 与电机电缆一同引入的温度传感器电缆，必须成对绞合在一起并分别进行屏蔽。
- 电缆屏蔽层的两侧应大面积的与接地位相连。
- 建议：请使用合适的 Motion Connect 电缆。

注意

错误连接 KTY 温度传感器可导致电机过热

极性接反的 KTY 温度传感器可能无法识别出电机过热。

- 务必要将 KTY 温度传感器极性连接正确。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路**说明**

如果电机的定子绕组中安装有 KTY84-1C130 或 PTC 测量头, 就可以使用温度传感器接口。

说明

如果在调节型电源模块的上游串联了一个断路器或接触器, 而该断路器或接触器在上位控制器给出脉冲使能后接通, 则最好将该开关装置经由其辅助触点连接到 EP 端子上, 从而避免设备空载合闸时滤波器发生振荡。

说明**连接到端子排 -X9**

端子-X41:1 和 -X41:2 通过成型电缆与端子-X9:8 和 -X9:7 连在一起。

8.8.3.6 端子排 X42

表格 8-28 端子排 X42: 控制单元、编码器模块和端子模块的电源端子

	端子	功能	技术数据
	1	P24L	控制单元、编码器模块和端子模块的电源 (18 ... 28.8 V)
	2		最大负载电流: 3 A
	3	M	
	4		
最大的可连接横截面 2.5 mm ²			

说明**端子排 X42 的连接方式**

该端子排不可用于为任意组件提供 DC 24 V 电源, 例如: 机械设备上的其他组件, 否则可能会使控制接口模块 CIM 的电源过载, 进而导致功能故障。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

8.8.3.7 DRIVE-CLiQ 接口 X400, X401, X402

表格 8- 29 DRIVE-CLiQ 接口 X400, X401, X402

	引脚	信号名称	技术数据
	1	TXP	发送数据 +
	2	TXN	发送数据 -
	3	RXP	接收数据 +
	4	预留, 未占用	
	5	预留, 未占用	
	6	RXN	接收数据 -
	7	预留, 未占用	
	8	预留, 未占用	
	A	+ (24 V)	24 V 电源
	B	M (0 V)	电子地
DRIVE-CLiQ 接口的哑插头 (50 件) 订货号: 6SL3066-4CA00-0AA0			

8.8.3.8 冷却回路的接头

表格 8- 30 冷却回路的接头

连接	技术数据
冷却液接口 A: 输水	管螺纹 ISO 228 - G 3/4 B
冷却水接口 B: 出水	(外部螺纹 3/4", 扁平密封的)
紧固扭矩	60 Nm

说明

密封圈备件

螺纹的密封圈只能在初次安装冷却回路时使用。拆卸后重新安装时必须装入新的密封圈。密封圈备件从市场上即可购得, 名为“Viton-Polymer 扁平密封圈, 硬度 75 (+/-5), 肖氏 A”(Viton 是缩写为 FPM 和 FKM 的合成橡胶的商品名)。外形尺寸为: 外直径 26 mm, 内直径 15 mm, 厚度 1.5 mm。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

8.8.3.9 调节型电源模块中控制接口模块上 LED 的含义

表格 8- 31 调节型电源模块中控制接口模块上 LED “READY” 和 “DC LINK” 的含义

LED, 状态		描述
READY	DC LINK	
熄灭	熄灭	缺少电子电源或者超出了所允许的公差范围
绿色	--- ¹⁾	组件运行就绪, 正在进行周期性 DRIVE-CLiQ 通讯。
	橙色	组件运行就绪, 正在进行周期性 DRIVE-CLiQ 通讯。 直流母线电压上电。
	红色	组件准备就绪并启动循环 DRIVE-CLiQ 通讯。 直流母线电压超出了允许的公差范围。
橙色	橙色	正在建立 DRIVE-CLiQ 通讯。
红色	---	组件出现至少一个故障。 备注: LED 的控制与重新设置相应信息无关。
闪烁 0.5 Hz: 绿色/红色	---	正在进行固件下载。
闪烁 2 Hz: 绿色/红色	---	固件下载已结束。等待上电。
闪烁 2 Hz: 绿色/橙色 或 红色/橙色	---	通过 LED 识别组件的功能已激活 (p0124)。 备注: 这两种颜色取决于由 p0124 = 1 激活时 LED 的状态。

¹⁾ 与 LED “DC LINK” 的状态无关

表格 8- 32 调节型电源模块中控制接口模块上 LED “POWER OK” 的含义

LED	颜色	状态	描述
POWER OK	绿色	熄灭	直流母线电压或 -X9 上的控制电压过低。
		亮起	组件准备运行
		闪烁	出现故障。如果在上电后 LED 仍闪烁, 请联系西门子服务部门。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路



!**警告**

接触直流母线的带电部件可引发电击危险

不管“DC LINK” LED

处于哪种状态, 组件上都存在危险的直流母线电压, 接触这些带电组件可导致人员重伤或死亡。

- 请注意组件上加贴的警示标签。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块，用于共同的冷却回路

8.8.4 外形尺寸图

JXL 型的外形尺寸图

虚线标出了需要保留的通风空间。

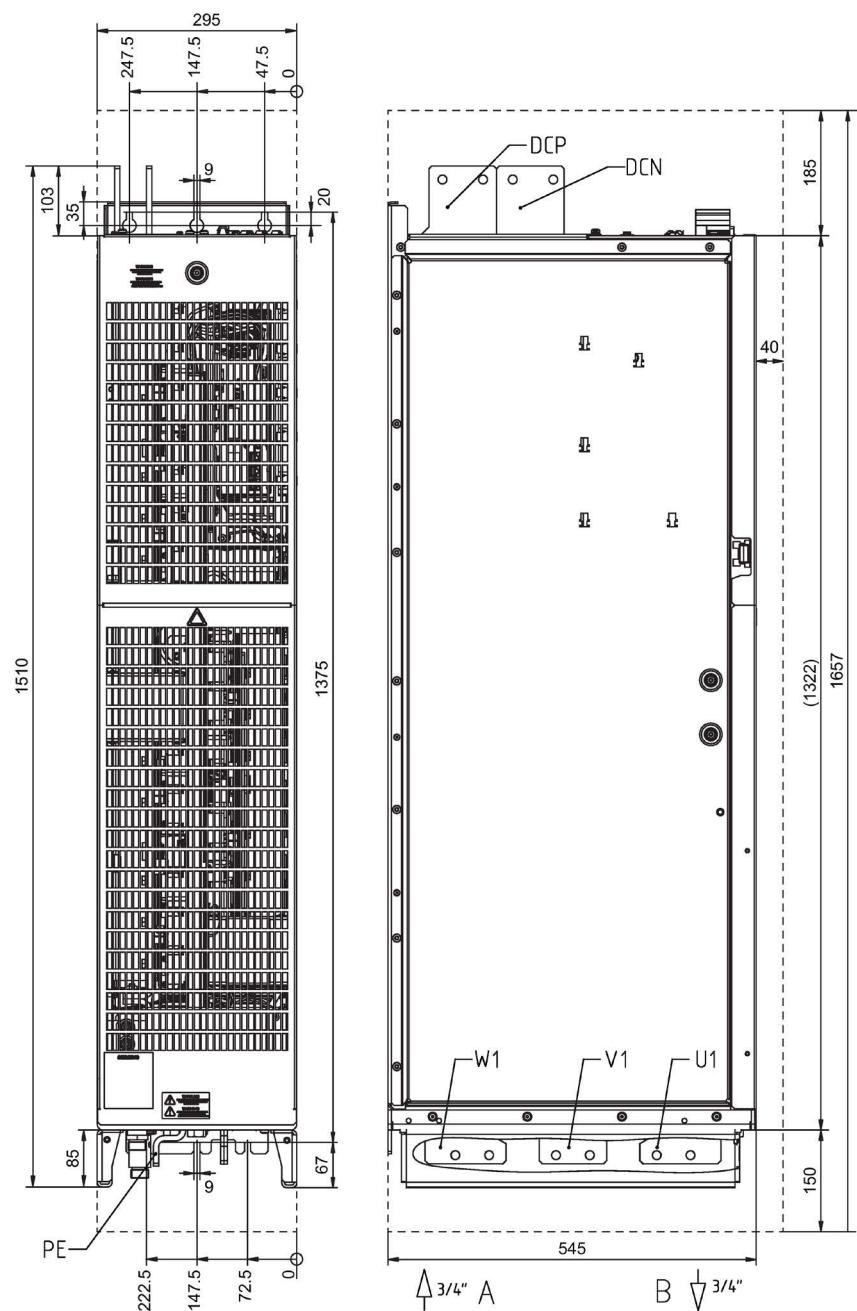


图 8-24 JXL 型调节型电源模块的外形尺寸图，订货号 6SL3335-7TG41-3AA8。正视图和侧视图

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

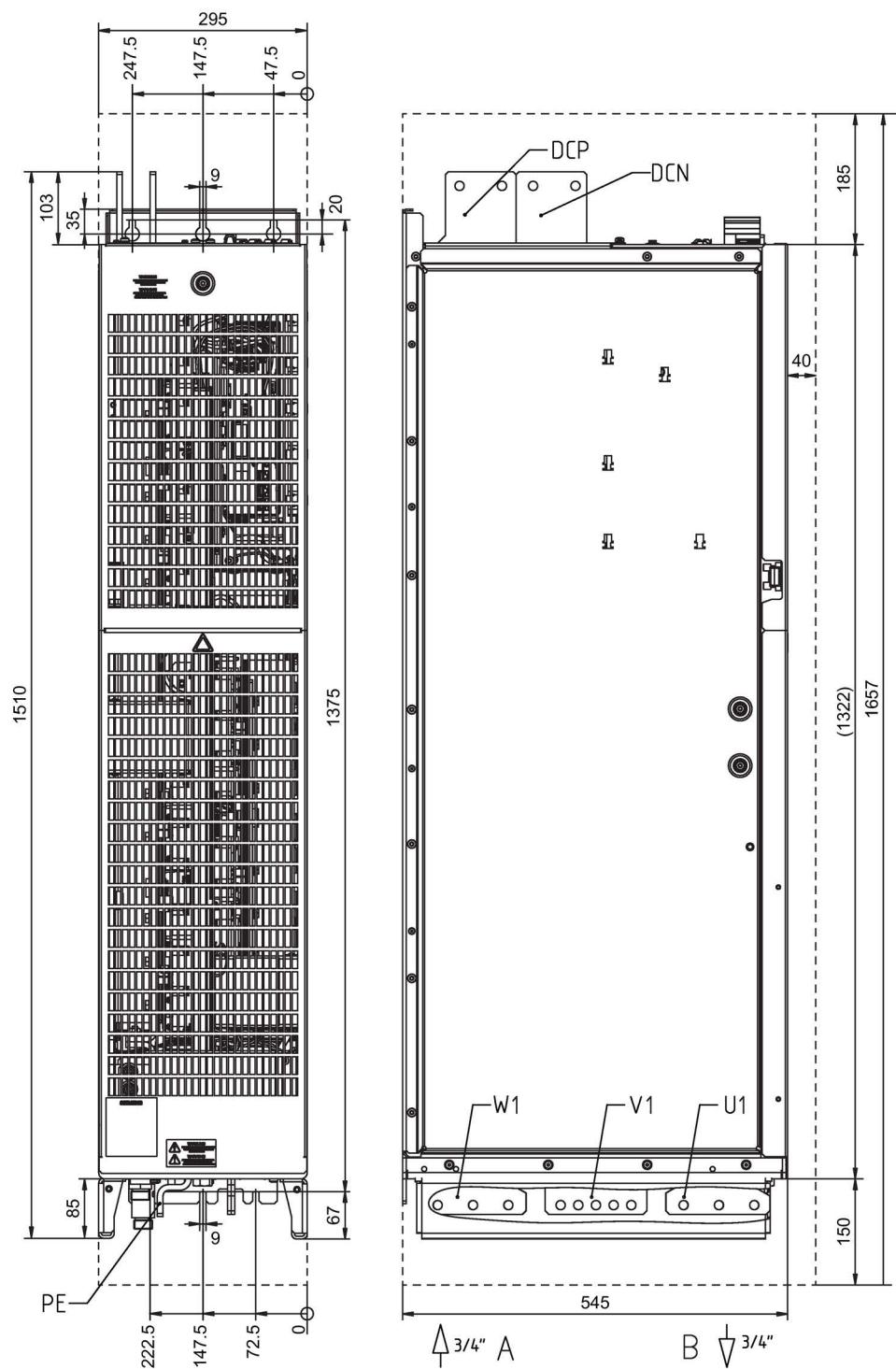


图 8-25 JXL 型调节型电源模块的外形尺寸图, 订货号 6SL3335-7TG41-6AA8。正视图和侧视图

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块，用于共同的冷却回路

8.8.5 安装

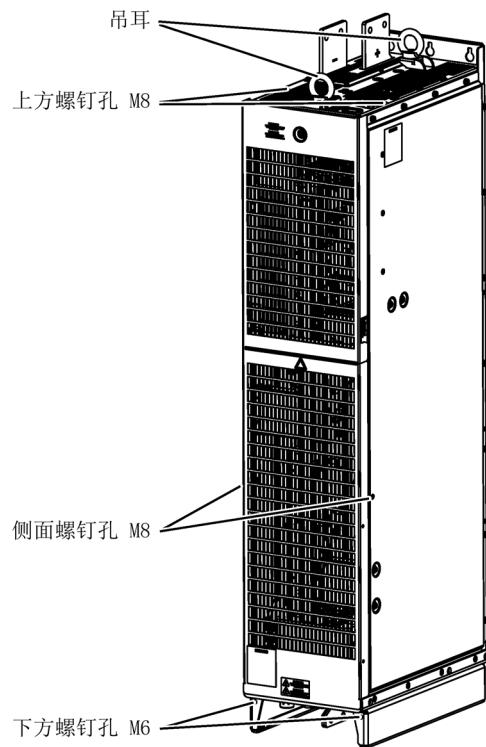


图 8-26 辅助机械零部件：吊耳/螺钉孔

设备底部的母排截面

母排截面位于设备的底部，用于运输时将设备放置在安装板上并用于安装和拆卸。

说明

功率单元的安装辅助装置

安装调节型电源模块时可以使用功率单元的安装辅助装置，参见“水冷式（共用冷却回路）装机装柜型功率单元设备手册

[\(<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/109751832/zh>\)](https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/109751832/zh)”。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块，用于共同的冷却回路

吊耳

调节型电源模块发货时配有吊耳。使用此装置可以将模块从托盘上提升并运输至安装位置。

说明

水平运输

允许水平运输。

不允许将吊耳旋入电源模块底部的螺纹孔中。

注意

未按规定运输可损坏设备

不按规定运输设备可导致壳体或母排上出现机械负载，从而导致设备损坏。

- 运输时请使用吊绳或吊链垂直运动的吊具。
- 母排不允许在运输时用作支架或用于固定吊具。
- 只允许手动拧紧吊耳。安装完成后必须拆除吊耳。请妥善保存吊耳，以备将来运输之用。

辅助机械零部件：螺钉孔

由于调节型电源模块的壳体非常薄，所以在安装到控制柜中时必须利用机械装置加固模块两侧。为此在模块的上下方以及侧面均设有螺钉孔。

多个模块需要紧贴安装时，可通过此螺钉孔固定在一起。一个模块单独安装时，可在模块侧面和控制柜之间装入加固板进行加固。

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

8.8.6 技术数据

表格 8-33 调节型电源模块 3 AC 500 ... 690 V 的技术数据

订货号	6SL3335 -	7TG41 - 3AA8	7TG41-6AA8	
额定功率				
- 在 $I_{L\ DC}$ (50 Hz 690 V) 时	kW	1400	1700	
- 在 $I_{H\ DC}$ (50 Hz 690 V) 时	kW	1215	1490	
- 在 $I_{L\ DC}$ (50 Hz 500 V) 时	kW	965	1180	
- 在 $I_{H\ DC}$ (50 Hz 500 V) 时	kW	880	1080	
- 在 $I_{L\ DC}$ (60 Hz 575 V) 时	HP	1500	1855	
- 在 $I_{H\ DC}$ (60 Hz 575 V) 时	HP	1250	1530	
直流母线电流				
- 额定电流 $I_{N\ DC}$	A	1422	1740	
- 基本负载电流 $I_{L\ DC}$	A	1386	1700	
- 基本负载电流 $I_{H\ DC}$	A	1266	1550	
- 最大电流 $I_{max\ DC}^1)$	A	2133	2620	
短路清除电流 1 s²⁾	A	2403	2689	
短时间过载 1				
- 过载电流	A	1500	1842	
- 过载持续时间 (时间/ 过载周期)	s / s	5 / 300	5 / 300	
- 基本负载电流	A	1250	1535	
短时间过载 2				
- 过载电流	A	1320	1620	
- 过载时间 (时间/ 过载周期)	s / s	30 / 300	30 / 300	
- 基本负载电流	A	1250	1535	
供电电流/反馈电流				
- 额定电流 $I_{N\ E}^3)$	A	1270	1560	
- 最大电流 $I_{最大\ E}^4)$ ⁵⁾	A	1905	2055	
输入电压				
- 电网电压	V_{ACeff}	3 AC 500 -10 % (-15 %, 不超过1分钟) ... 3 AC 690 +10 %		
- 电网频率	Hz	47 ... 63 Hz		
- 电子电源	V_{DC}	24 (20.4 ... 28.8)		
- 直流母线电压	V_{DC}	1.5 x $U_{电源}$		
脉冲频率	kHz	2.5	2.5	
电子电流消耗 (DC 24 V)	A	1.46	1.5	

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

订货号	6SL3335 -	7TG41 - 3AA8	7TG41-6AA8	
冷却方式		集成有铜镍合金的水冷型换热器		
损耗功率, 最大值 ⁶⁾				
- 50 Hz 690 V	kW	13.55	17.96	
- 60 Hz 575 V	kW	12.6	15.7	
- 由环境通风量规定	kW	0.61	0.79	
最高冷却液温度				
- 无降容	° C	45	45	
- 有降容	° C	50	50	
额定体积流量	l/min	27	27	
适用于压降为 70 kPa 时的水 ⁷⁾				
集成换热器的冷却液体积	dm ³	1.56	1.56	
直流母线电容				
- 调节型电源模块	μF	19330	21000	
- 传动组, 最大	μF	153600	210000	
声压级				
L _{pA} (1 m) 50/60 Hz 时	dB(A)	56	56	
电源/负载接口		用于螺钉 M12 的法兰接口		
最大连接截面积				
- 电源端子 (U1, V1, W1)	mm ²	母排	母排	
- 直流母线端子 (DCP, DCN)	mm ²	母排	母排	
- PE 端子	mm ²	母排	母排	
最大电缆长度				
(所有电机电缆和直流母线之和)				
- 已屏蔽	m	2250	2250	
- 未屏蔽	m	3375	3375	
防护等级		IP00	IP00	
外形尺寸				
- 宽度	mm	295	295	
- 高度	mm	1516	1516	
- 深度	mm	545	545	
外形尺寸		JXL	JXL	
重量	kg	230	240	

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

订货号	6SL3335 -	7TG41 - 3AA8	7TG41-6AA8	
推荐的熔断器		3NE1438-2 ⁸⁾ 2 A	3NE1436-2 ⁸⁾ 3 630 3	
- 相位数量 (并联) - 额定电流 - IEC 60269 规定的规格		800 3		
最小短路电流⁹⁾	A	20000	24000	

1) 该电流指在 300 s 的负载循环时间中可持续过载 5 秒的电流, 过载以额定直流母线电流为判断依据。

2) 值仅在电网稳态运行中有效。

3) 在 $\cos \phi < 1$

时的持续运行中需要依据低压选型手册“基础知识和系统描述”部分“调节型电源”一章注意降容特性曲线。

4) 在包含 S01 运行时, 无功电流限制在额定电流 I_{n_E} 之内。

5) 该电流指在 300 s 的负载循环时间中可持续过载 5 秒的电流, 过载以额定供电电流/反馈电流为判断依据。

6) 给出的损耗功率为 100 % 满负载时的最大值。在其他运行状态下都小于该值。

7) 该数值适用于冷却液是纯水的情况, 其它冷却液参见 SINAMICS S120 设备手册, “水冷式装机装柜型功率部件, 用于共同的冷却回路”章节。

8) 安装 UL 认证的系统必须使用此处规定的熔断器。

9) 安全触发指定熔断器所需的最小电流。

孤岛电网运行时要设计出相应的保护方案。

注意

每一次短路都会缩短设备熔断器的寿命。

较长的持续短路, 或者较小间隔的不断短路, 会减少调节型电源模块的寿命。

短路清除电流并不用于触发设备熔断器, 而是用于连接的用电设备的事后设置的熔断单元。

过载能力

调节型电源模块具有过载余量。

过载的判断标准是, 在过载前后以基本负载电流运行 (此处使用了 300 s 的工作周期时间作为基准)。

重过载

相对于重过载的基本负载电流 I_{H_DC} , 该模块具有 150 % 过载 60 秒, 最大电流 I_{max_DC} 持续 5 秒的过载能力。

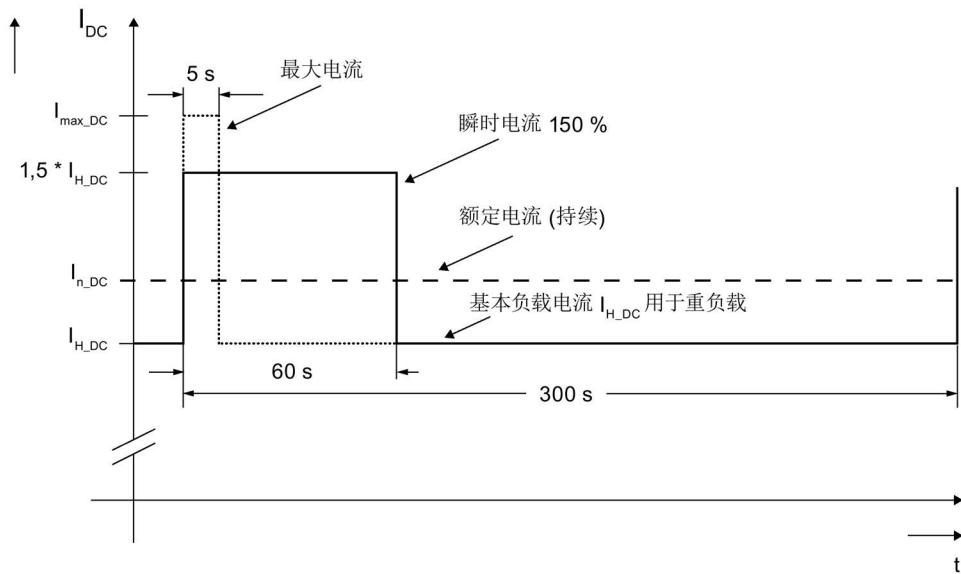


图 8-27 重过载

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路**8.8.6.1 允许的升压系数范围**

升压系数 (HSF) 是直流母线电压 V_{DC} 和进线电压的有效值的商: $HSF = V_{DC} / V_{AC, \text{有效}}$ 。

由于存在允许的升压系数范围, 在某些设备上无法同时使用最大 AC 进线电压范围和最大 DC 电压范围, 亦即, 根据所允许的升压系数范围, 或是最大 AC 进线电压范围的使用对最大 DC 范围构成限制, 或是最大 DC 电压范围的使用对最大 AC 电压范围。直流母线电压 (p3510) 的设定值的默认设置与 1.5 的升压系数 (HSF) 对应, 下表中的限值适用。必须相应用对最大升压系数 (p3508) 进行调整。

表格 8- 34 升压系数

调节型电源模块	调节型接口模块	进线电压	额定电流	允许的升压系数范围	最大升压系数 (p3508)
6SL3335-7TG41-3AA8	6SL3305-7TG41-3AA7	500 ... 690 V	1270 A	1.42 ... 2.0	2.0
6SL3335-7TG41-6AA8	6SL3305-7TG41-6AA7	500 ... 690 V	1560 A	1.42 ... 2.0	2.0

8.8.6.2 降容系数

在使用水冷式调节型电源模块时, 必须注意与冷却剂温度、环境温度、安装高度及 $\cos \phi$ 相关的功率减小。

为此参见低压选型手册: 选型手册 LV
(<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/83180185>)

可参考此处的应用说明来测定可用的无功功率: 无功功率补偿应用说明
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/105643094>)

8.8.7 冷却剂和凝露保护

在使用水冷式调节型电源模块时, 必须注意冷却剂定义并防止凝露。

为此参见低压选型手册: 选型手册 LV
(<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/83180185>)

8.8 用于发电应用的装机装柜型水冷式调节型电源模块, 用于共同的冷却回路

功能图

以下为发电应用相关功能图一览。这里以上面介绍功能模块的顺序进行排列。

这些功能图包含在“SINAMICS S120/S150 参数手册”中，并与固件版本对应。

表格 9-1 电网变压器

功能图编号:	功能图名称
7987	电网变压器 - 负序控制器
7988	电网变压器 - 孤岛电网黑启动顺序控制
7989	电网变压器 - 孤岛电网同步顺序控制
7990	电网变压器 - 变压器模型 (p5480 = 1)
7991	电网变压器 - 电网滤波器监控
7992	电网变压器 - PLL2 (Phase-Locked Loop 2, 锁相环 2)
7993	电网变压器 - 变压器励磁电压阈值
7994	电网变压器 - 变压器励磁顺序控制
7995	电网变压器 - 孤岛电网同步电压阈值

表格 9-2 电网稳态控制

功能图编号:	功能图名称
7982	电网稳态控制 - 电网稳态控制, 电压后续控制
7983	电网稳态控制 - 直流分量控制, 谐波控制
7984	电网稳态控制 - 占空比控制
7986	电网稳态控制 - 过电流顺序控制

表格 9-3 电网动态支持

功能图编号:	功能图名称
7996	电网动态支持 - 特性曲线
7997	动态电网支持 - 电流限制 (p5501 = 1)
7998	电网动态支持 - 顺序控制
7999	电网动态支持 - 孤岛电网识别电网监控

表格 9- 4 附加控制

功能图编号:	功能图名称
8945	无功电流和视在电流的限值

表格 9- 5 Cos phi 显示

功能图编号:	功能图名称
8951	Cos phi 显示

附录

A.1 词汇表

文档中使用的缩写列表

AISL	Anti Islanding (防孤岛)
FRT	Fault Ride Through (故障穿越)
LSS	Leistungsschutzschalter (断路器)
HFRT	High Frequency Ride Through (高频穿越)
HVRT	High Voltage Ride Through (高压穿越)
LFRT	Low Frequency Ride Through (低频穿越)
LVRT	Low Voltage Ride Through (低压穿越)
MPP	Maximum Power Point (最大功率点)

A.2 电缆终端

装机柜型设备

设备上的接线端子是针对符合 46234 或 DIN 46235 的电缆终端设计的。

对于其他电缆终端的连接，下表列出了最大尺寸。

使用的电缆终端不能超出这些尺寸，否则不能确保接线的机械稳固性和规定的电气间隙。



警告

采用不当的电缆终端而造成的电气间隙不足可引发电击

采用不当的电缆终端可能会造成电气间隙不足，接触时可能会引起死亡或重伤。

- 请确保所采用的电缆终端未超出下表中的最大尺寸。

A.2 电缆终端

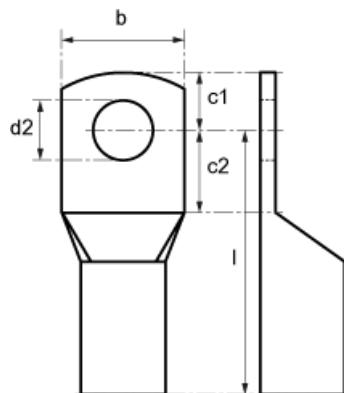


图 A-1 电缆终端的尺寸

表格 A-1 电缆终端的尺寸

螺钉/螺栓	横截面 [mm ²]	d2 [mm]	b [mm]	l [mm]	c1 [mm]	c2 [mm]
M8	70	8.4	24	55	13	10
M10	185	10.5	37	82	15	12
M10	240	13	42	92	16	13
M12	95	13	28	65	16	13
M12	185	13	37	82	16	13
M12	240	13	42	92	16	13
M16	240	17	42	92	19	16

书本型设备

电缆终端的应用规定参见 书本型功率部件手册
[\(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109754297/zh>\)](https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109754297/zh)。

索引

C

$\cos \phi$ 显示, 45

电缆终端, 237
电源模块
 调节型电源模块, 158, 186, 212
电磁场, 13

L

LED

 调节型电源模块, 170, 198, 223

Y

用于发电的功能模块, 29
用于孤岛电网的功能模块, 23
用于联合电网的功能模块, 22
用于微电网的功能模块, 24

V

VSM 拓扑结构, 110

S H

升压系数, 184, 210, 233

W

外形尺寸图
 调节型电源模块, 200, 225
 调节型电源模块 (Active Line Module), 172

F

风冷式调节型接口模块, 156

风扇电压

 调节型电源模块, 174

F

发电动力装置

 不利用旋转机械, 20

 利用旋转机械, 20

发电应用, 32

G

功能模块,

D

对电网有利的变压器励磁, 34, 110

D

电网动态支持, 40

电网闭环控制, 35

电网侧功率组件

 风冷式调节型接口模块, 156

 调节型接口模块, 155

电网滤波器和变压器监控, 35

A

安全说明

 一般安全说明, 11

 电磁场, 13

调节型电源模块, 160, 188, 214

静电敏感元器件, 15

安装

 调节型电源模块, 203, 227

J

技术数据

 调节型电源模块, 176, 206, 229

L

励磁, 110

W

位移因数, 45

Z H

直流母线预充电, 110

B

变压器励磁, 34

变压器数据检测, 35

G

孤岛电网, 22

孤岛电网识别电网监控, 43

B

保护罩, 204

D

调节型电源模块, 158, 186, 212

升压系数, 210, 233

外形尺寸图, 200, 225

调节型电源模块 (Active Line Module)

升压系数, 184

外形尺寸图, 172

调节型电源模块的过载能力, 183, 209, 232

重过载, 183, 209, 232

调节型接口模块, 155, 211

液冷式, 185

调试: 孤岛电网识别, 136

J

接口

 调节型电源模块 (Active Line Module), 163, 190

接线示例

 调节型电源模块 (Active Line Module), 165

基本安全说明, 11

L

联合电网, 21

Y

遗留风险, 17

W

微电网, 24

J

静电敏感元器件, 15

更多信息

Siemens:
www.siemens.com

工业在线支持(服务与支持):
www.siemens.com/online-support

IndustryMall:
www.siemens.com/industrymall

Siemens AG
Process Industries and Drives
Large Drives
Postfach 4743
90025 Nürnberg
德国

Scan the QR-Code
for product
information

