

目录

1 如何阅读本设计指南	5
如何阅读本设计指南	5
符号	5
缩略语	6
定义	6
2 安全和符合性	11
安全事项	11
3 FC 300 简介	15
产品概述	15
控制原理	17
FC 300 控制	17
FC 301 与 FC 302 控制原理	17
VVC ^{plus} 中的控制结构	18
无传感器磁通矢量中的控制结构（仅限 FC 302）	19
磁通矢量带反馈下的控制结构	19
VVC ^{plus} 模式下的内部电流控制	20
本地（手动启动）和远程（自动启动）控制	20
参考值极限	22
预置参照值和总线反馈值的标定	22
模拟和脉冲参照值和反馈值标定	23
零周围的死区	23
速度 PID 控制	26
过程 PID 控制	28
Ziegler Nichols 调整方法	32
EMC 测试结果	34
PELV – 保护性超低压	35
接地漏电电流	36
FC 100 中的制动功能	36
机械夹持制动	36
动态制动	37
制动电阻器的选择	37
机械制动控制	40
起重机械制动	41
智能逻辑控制	42
FC 300 的安全停止	43
安全停止功能的安装（仅限 FC 302 以及采用 A1 机箱的 FC 301）	44
安全停止试运行	46
4 FC 300 选件	47

电气数据 - 200-240 V	47
电气数据 - 380-500 V	49
电气数据 - 525-690 V	54
一般规格	59
效率	63
声源性噪音	64
du/dt 条件	64
通过自动调整确保性能	71
5 如何订购	73
产品定制软件	73
订购单型号代码	74
6 如何安装	83
机械安装 - A、B 和 C 型机箱	87
机械安装 - D 和 E 型机箱	90
电气安装 - A、B 和 C 机箱	98
主电源连接和接地	100
主电源连接	102
电动机连接	103
电气安装 - D 和 E 型机箱	105
控制电线	106
电源连接	107
主电源接线	114
电气安装 (续), 所有机箱	115
保险丝	115
控制端子	119
电气安装, 控制端子	119
基本接线示例	120
电气安装, 控制电缆	121
电动机电缆	122
开关 S201、S202 和 S801	123
附加连接	125
继电器连接	127
继电器输出	128
电动机并联	128
电动机热保护	129
如何将 PC 连接到变频器	130
FC 300 PC 软件	130
漏电断路器	136
7 应用示例	137

启动/停止	137
脉冲启动/停止	137
电位计参考值	138
编码器连接	138
编码器方向	138
闭环变频器系统	139
转矩极限和停止的编程	139
电动机自动调整 (AMA)	140
智能逻辑控制器编程	140
SLC 应用范例	141
8 选件和附件	143
安装插槽 A 中的选件模块	143
安装插槽 B 中的选件模块	143
通用输入输出模块 MCB 101	144
编码器选件 MCB 102	147
解析器选件 MCB 103	149
继电器选件 MCB 105	151
24V 备用电源选件 MCB 107	153
MCB 112 VLT® PTC 热敏电阻卡	153
制动电阻器	155
LCP 远程安装套件	155
IP 21/IP 4X/TYPE 1 机箱套件	156
正弦波滤波器	157
9 RS-485 安装和设置	159
RS-485 安装和设置	159
网络配置	161
FC 协议消息帧结构 - FC 300	161
示例	166
Danfoss FC 控制协议	167
索引	176

1

1 如何阅读本设计指南

1.1.1 如何阅读本设计指南

本设计指南介绍了有关 FC 300 的所有内容。

FC 300 的现有资料

- VLT® AutomationDrive FC 300 操作说明 MG. 33. AX. YY 提供了安装和运行该变频器所需的信息。
- VLT® AutomationDrive FC 300 设计指南 MG. 33. BX. YY 详细介绍了有关该变频器、用户设计和应用的所有技术信息。
- VLT® AutomationDrive FC 300 编程指南 MG. 33. MX. YY 提供了有关如何编程的信息，并且包括完整的参数说明。
- VLT® AutomationDrive FC 300 Profibus 操作手册 MG. 33. CX. YY 提供了通过 Profibus 现场总线来控制、监测和设置该变频器所需的信息。
- VLT® AutomationDrive FC 300 DeviceNet 操作手册 MG. 33. DX. YY 提供了通过 DeviceNet 现场总线来控制、监测和设置该变频器所需的信息。

X = 修订号

YY = 语言代码

您可以通过联机方式从 www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation 获取 Danfoss 变频器的技术资料。

1.1.2 符号

在本指南中使用的符号。



注意

表示读者应注意的事项。



表示一般警告。



表示高压警告。

*

表示默认设置

1.1.3 缩略语

1

交流电	AC
美国线规	AWG
安培/AMP	A
自动电动机调整	AMA
电流极限	I_{LIM}
摄氏度	$^{\circ}C$
直流电	DC
取决于变频器	D-TYPE
电磁兼容性	EMC
电子热敏继电器	ETR
变频器	FC
克	g
赫兹	Hz
千赫兹	kHz
本地控制面板	LCP
米	m
毫亨电感	mH
毫安	mA
毫秒	ms
分钟	min
运动控制工具	MCT
毫微法	nF
牛顿米	Nm
额定电动机电流	$I_{M,N}$
额定电动机频率	$f_{M,N}$
额定电动机功率	$P_{M,N}$
额定电动机电压	$U_{M,N}$
参数	par.
保护性超低压	PELV
印刷电路板	PCB
逆变器额定输出电流	I_{INV}
每分钟转数	RPM
秒	s
转矩极限	T_{LIM}
伏特	V

1.1.4 定义

变频器:

D-TYPE

所连接变频器的规格和类型（相关性）。

 $I_{VLT, MAX}$

最大输出电流。

 $I_{VLT, N}$

变频器提供的额定输出电流。

 $U_{VLT, MAX}$

最大输出电压。

输入:

控制命令

您可以通过 LCP 和数字输入来启动和停止所连接的电动机。

功能分为两组。

第 1 组中的功能比第 2 组中的功能具有更高优先级。

第 1 组	复位、惯性停车、复位和惯性停车、快速停止、直流制动、停止和“关闭”键。
第 2 组	启动、脉冲启动、反向、启动反转、点动和锁定输出

电动机：

f_{JOG}

激活点动功能（通过数字端子）时的电动机频率。

f_M

电动机频率。

f_{MAX}

电动机最大频率。

f_{MIN}

电动机最小频率。

$f_{M,N}$

电动机额定频率（铭牌数据）。

I_M

电动机电流。

$I_{M,N}$

电动机额定电流（铭牌数据）。

M-TYPE

所连接电动机的规格和类型（相关性）。

$n_{M,N}$

电动机额定速度（铭牌数据）。

$P_{M,N}$

电动机额定功率（铭牌数据）。

$T_{M,N}$

额定转矩（电动机）。

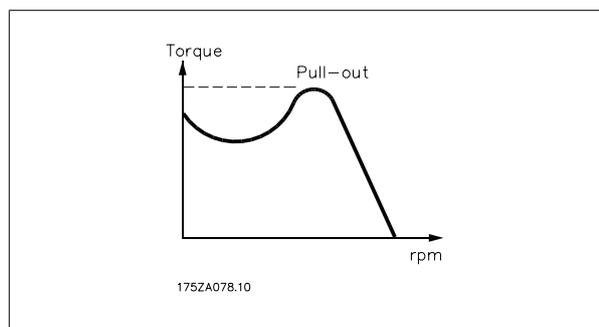
U_M

瞬时电动机电压。

$U_{M,N}$

电动机额定电压（铭牌数据）。

起步转矩



η_{VLT}

变频器效率被定义为输出功率和输入功率的比值。

启动 - 禁用命令

停止命令属于第 1 组的控制命令 - 请参阅该组。

停止命令

请参阅控制命令。

参考值:

模拟参考值

传输到模拟输入端 53 或 54 的信号, 该值可为电压或电流。

二进制参考值

传输到串行通讯端口的信号。

预置参考值

定义的预置参考值, 该值可在参考值的 -100% 到 +100% 范围内设置。可以通过数字端子选择的 8 个预置参考值。

脉冲参考值

传输到数字输入 (端子 29 或 33) 的脉冲频率信号。

Ref_{MAX}

确定 100% 满额值 (通常是 10 V、20mA) 时的参考值输入和产生的参考值之间的关系。参数 3-03 中设置的最大参考值。

Ref_{MIN}

确定 0% 值 (通常是 0V、0mA、4mA) 时的参考值输入和产生的参考值之间的关系。参数 3-02 中设置的最小参考值。

其他:

模拟输入

模拟输入可用于控制变频器的各项功能。

模拟输入有两种类型:

电流输入, 0-20 mA 和 4-20 mA

电压输入, 直流 0-10 V (FC 301)

电压输入, 直流 -10 - +10 V (FC 302)。

模拟输出

模拟输出可提供 0-20 mA、4-20 mA 的信号, 或者提供数字信号。

电动机自动调整 (AMA)

AMA 算法可确定相连电动机处于静止状态时的电气参数。

制动电阻器

制动电阻器是一个能够吸收再生制动过程中所产生的制动功率的模块。该再生制动功率会使中间电路电压增高, 制动斩波器可确保将该功率传输到制动电阻器。

CT 特性

恒转矩特性, 用于所有应用中 (如传送带、容积泵和起重机)。

数字输入

数字输入可用于控制变频器的各项功能。

数字输出

变频器具有两个可提供 24 V 直流信号 (最大 40 mA) 的固态输出。

DSP

数字信号处理器。

ETR

电热继电器是基于当前负载及时间的热负载计算元件。其作用是估计电动机温度。

Hiperface®

Hiperface® 是 Stegmann 的注册商标。

正在初始化

如果执行初始化（参数 14-22），变频器将恢复为默认设置。

间歇工作周期

间歇工作额定值是指一系列工作周期。每个周期包括一个加载时段和卸载时段。操作可以是定期工作，也可以是非定期工作。

LCP

本地控制面板（LCP）是对 FC 300 系列进行控制和编程的完整界面。该控制面板可拆卸，另外也可以借助安装套件选项将其安装在距变频器最多 3 米远的地方（例如安装在前面板上）。

lsb

最小有效位。

msb

最大有效位。

MCM

Mille Circular Mil 的缩写，是美国测量电缆横截面积的单位。1 MCM = 0.5067 mm²。

联机/脱机参数

对联机参数而言，在更改了其数据值后，改动将立即生效。对脱机参数进行更改后，除非您在 LCP 上输入 [OK]（确认），否则改动不会生效。

过程 PID

PID 调节器可调节输出频率，使之与变化的负载相匹配，从而维持所需的速度、压力、温度等。

脉冲输入/增量编码器

一种外接式数字脉冲传感器，用于反馈电动机转速信息。这种编码器用于具有较高速度控制精度要求的应用。

RCD

漏电断路器。

菜单

您可以将参数设置保存在四个菜单中。可在这四个参数菜单之间切换，并在保持一个菜单有效时编辑另一个菜单。

SFAVM

SFAVM 是指被称作“面向定子通量的异步矢量调制”的开关模式（参数 14-00）。

滑差补偿

变频器通过提供频率补偿（根据测量的电动机负载）对电动机滑差进行补偿，以保持电动机速度的基本恒定。

智能逻辑控制 (SLC)

SLC 是一系列用户定义的操作，当这些操作所关联的用户定义事件被 SLC 判断为真时，将执行操作。（参数组 13-xx）。

FC 标准总线

包括使用 FC 协议或 MC 协议的 RS 485。请参阅参数 8-30。

热敏电阻:

温控电阻器被安装在需要监测温度的地方（变频器或电动机）。

跳闸

当变频器遭遇过热等故障或为了保护电动机、过程或机械装置时所进入的状态。只有当故障原因消除后，才能重新启动，跳闸状态可通过激活复位来取消，在有些情况下还可通过编程自动复位来取消。不可因个人安全而使用跳闸。

锁定性跳闸

当变频器在故障状态下进行自我保护并且需要人工干预时（例如，如果变频器在输出端发生短路）所进入的状态。只有通过切断主电源、消除故障原因并重新连接变频器，才可以取消锁定性跳闸。在通过激活复位或在某些情况下通过自动复位（通过编程来实现）取消跳闸状态之前，禁止重新启动。不可因个人安全而使用跳闸。

VT 特性

可变转矩特性，用于泵和风扇。

VVC^{Plus}

与标准电压/频率比控制相比，电压矢量控制（VVC^{Plus}）可在速度参考值发生改变或与负载转矩相关时提高动力特性和稳定性。

60° AVM

60° AVM 表示名为“异步矢量调制”的开关模式（参数 14-00）。

功率因数

功率因数表示 I_1 同 I_{RMS} 之间的关系。

$$\text{功率因数} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\phi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

三相控制的功率因数:

$$= \frac{I_1 \times \cos\phi}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \cos\phi = 1$$

功率因数表示变频器对主电源施加负载的程度。

功率因数越小，相同功率的 I_{RMS} 就越大。

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

此外，功率因数越高，表明不同的谐波电流越低。

借助 FC 300 变频器内置的直流线圈可获得较高的功率因数，从而可将主电源施加的负载降低到最低程度。

2 安全和符合性

2.1 安全事项

2



只要变频器与主电源相连，它就会带有危险电压。如果电动机、变频器或现场总线安装不当，则可能导致设备损坏甚至严重的人员伤亡。因此，必须遵守本手册中的规定以及国家和地方的条例和安全规定。

安全规定

1. 在修理变频器前必须断开变频器的主电源。检查主电源确已断开，等待一段时间后再拔下电动机和主电源插头。
2. 变频器控制面板上的 [关] 按钮不能将设备与主电源断开，因此不能用作安全开关。
3. 必须对设备进行正确接地，防止使用者接触到电源，必须对电动机采取过载保护措施。这些措施应符合国家和地方法规的具体规定。
4. 接地漏电流大于 3.5 mA。
5. 在出厂设置的参数中未包括对电动机的过载保护。如果需要使用此功能，请将参数 1-90 电动机热保护设为同 ETR 跳闸 1 [4] 或 ETR 警告 1 [3] 对应的数据值。
6. 当变频器与主电源连接时，严禁拔下电动机和电源插头。检查电网确已断开，等待一段时间后再拔下电动机和电源插头。
7. 请注意，在安装负载共享（直流中间电路的连接）或外接 24 V 直流电源后，变频器的输入电源不止 L1、L2 和 L3。在开始修理工作前，确保所有电源输入端均已断开，并等待一段时间后再开始修理。

意外启动警告

1. 当变频器与主电源相连时，可采用数字指令、总线指令、参考值或本地停止使电动机停止。如果出于人身安全方面的考虑而必须确保不发生意外启动，这些停止功能是不够的。
2. 如果改变参数，则电动机可能会启动。因此，必须先按停止键 [STOP/RESET]（停止/复位），然后再对数据进行修改。
3. 如果变频器电子器件发生故障，或如果临时过载消除，或主电源或电动机连接故障消除，则已经停止的电动机可能会再次启动。



即使设备已断开与主电源的连接，触碰电气部件也可能导致生命危险。

另外，还需确保所有其他电源输入都已断开，例如外接 24 V 直流电源、负载共享（直流中间电路的连接）以及用于借能运行的电动机连接。有关进一步的安全指导，请参考 FC 300 操作手册 (MG. 33. A8. xx)。

保护模式

一旦电动机电流或直流回路电压超过硬件的极限，变频器便会进入“保护模式”。“保护模式”意味着 PWM 调制策略的改变和较低的开关频率，而这些都是为了尽量减小损失。保护模式会在发生故障后持续 10 秒钟，这不仅提高了变频器的可靠性和耐用性，而且还可以重新建立对电动机的全面控制。“保护模式”不适用于起重应用，因为变频器通常无法离开该模式，因此保护模式会一直持续到制动被激活为止，而这是我们不推荐的。通过将参数 14-26 “逆变器故障时的跳闸延迟”设为零（即，如果某个硬件极限被超过，变频器将立即跳闸），可以禁用“保护模式”。



直流回路电容器在切断电源后仍有电。为避免触电危险，在执行维护之前请将变频器同主电源断开，当使用 PM 电动机时，确保已将其断开。并且必须至少等待下述的规定时间后才能对变频器进行维护：

380 - 500 V	0.25 - 7.5 kW	4 分钟
	11 - 75 kW	15 分钟
	90 - 200 kW	20 分钟
	250 - 400 kW	40 分钟
525 - 690 V	37 - 250 kW	20 分钟
	315 - 560 kW	30 分钟



含电子元件的设备不能同生活垃圾一起处理。
您必须按照地方和现行法规将其与电气和电子废弃物一同回收处理。

FC 300

设计指南

软件版本： 4.8x



本设计指南适用于软件版本为 4.8x 的所有 FC 300 变频器。
通过参数 15-43 可以查看软件版本号。

2.4.1 CE 合格声明和标志

什么是“CE 合格声明和标志”？

CE 标志的目的是，避免在 EFTA（欧洲自由贸易联盟）和 EU（欧盟）内开展贸易时遇到技术障碍。CE 标志由欧盟推出，这种简单的方法可以表明某种产品是否符合相关的欧盟规定。CE 标志与产品的规范或质量无关。同变频器有关的三个欧盟规定如下：

机械规定 (98/37/EEC)

所有安装了关键性活动部件的机器均应符合 1995 年 1 月 1 日开始执行的机械规定。因为变频器在很大程度上属于电气设备，所以不必符合机械规定。但是，如果变频器准备安装在机器上使用，那么我们可提供与变频器相关的安全信息。我们会在制造商声明中对此加以说明。

低压规定 (73/23/EEC)

按照 1997 年 1 月 1 日生效的低压规定，变频器必须有 CE 标志。此项规定适用于所有在交流 50 - 1000 伏和直流 75 - 1500 伏电压范围内工作的电气设备和装置。根据此项规定的要求，Danfoss 在其生产的所有产品上均附有 CE 标志，并可根客户的要求提供合格声明。

EMC 规定 (89/336/EEC)

EMC 是 Electromagnetic Compatibility（电磁兼容性）的缩写。电磁兼容性规定，不同部件/电气设备之间的相互干扰不能影响彼此的正常工作。EMC 规定于 1996 年 1 月 1 日开始生效。根据此项规定的要求，Danfoss 在其生产的所有产品上均附有 CE 标志，并可根客户的要求提供合格声明。要执行符合 EMC 规范的安装，请参阅本设计指南中的说明。此外，我们还详细说明了我们的产品符合的标准。为确保最佳的 EMC 效果，我们提供了在规范中列出的滤波器和其他形式的帮助。

大多数情况下，变频器在各行业中用作大型电气设备或系统的复杂组件。必须注意的是，电气设备或系统最终能否符合 EMC 要求是安装公司的责任。

2.4.2 涉及内容

欧盟“应用委员会指导标准 89/336/EEC”介绍了使用变频器的三种典型场合。有关 EMC 的内容和 CE 标志，请参阅下文。

1. 将变频器直接销售给最终用户。比如将变频器销售给 DIY 市场。最终用户往往是外行。他们可能会在自己组装的机器或厨房设备上安装变频器。这种情况下，变频器必须按照 EMC 规定带有 CE 标志。
2. 所销售的变频器用于设备安装。设备由专业人员建造。比如由专业人员设计和安装的生产设备或加热/通风设备。根据 EMC 规定，不论是变频器还是完工的设备都不必带有 CE 标志。当然，设备必须符合 EMC 规定的基本要求。如果使用的部件、设备和系统带有符合 EMC 规定的 CE 标志，这一点可以得到保证。
3. 变频器作为整个系统的一部分进行销售。这样的系统将作为整体销售，比如空调系统。根据 EMC 规定，整个系统必须带有 CE 标志。厂商要确保在 EMC 规定方面符合 CE 认证，可使用带有 CE 标志的组件，或对系统的 EMC 进行测试。如果仅选用带 CE 标志的组件，则不必测试整个系统。

2.4.3 Danfoss 变频器和 CE 标志

CE 标志具有积极的作用，即促进 EU 和 EFTA 内的贸易。

但是，CE 标志可能涉及多种不同的规范。因此，您必须检查特定的 CE 标志所涉及的内容。

由于所涉及的规范可能大相径庭，因此，当变频器用作系统或设备的组件时，CE 标记可能会使安装者产生错误的认识。

Danfoss 变频器的 CE 认证遵守其中的低压规范。这意味着，只要正确安装了变频器，就能保证它符合低压规范。Danfoss 发表了合格声明，确认其 CE 标志遵从低压规范。

该 CE 标志还适用于 EMC 规定，前提是遵守关于 EMC 规范安装和滤波的说明。在此基础上，Danfoss 发表了符合 EMC 规定的声明。

本设计指南提供了详尽的安装说明，从而可保证您获得符合 EMC 规范的安装。此外，Danfoss 还说明了其不同产品所遵从的标准。

为帮助您获得最佳的 EMC 效果，Danfoss 乐意提供其它类型的援助。

2.4.4 符合 EMC 规定 (89/336/EEC)

正如前文所述，变频器在各行业中多用作大型电气设备或系统的复杂组件。必须注意的是，电气设备或系统最终是否符合 EMC 要求是安装公司的责任。为了帮助安装者，Danfoss 准备了有关动力驱动系统方面的 EMC 安装指导。如果按照符合 EMC 规范的安装说明进行安装，则可以实现所声明的动力驱动系统标准和测试水平。请参阅 EMC 安全性部分。

2.5.1 空气湿度

变频器在 50° C 时符合 IEC/EN 60068-2-3 标准、EN 50178 pkt 9.4.2.2。

变频器含有大量的机械和电子元件。它们或多或少都会受到环境的影响。



不能将变频器安装在带有空气传播的液体、颗粒或气体的环境中，以免影响和损坏电子元件。若不采取必要的保护措施，则会增加停机的风险，从而降低变频器的使用寿命。

液体会通过空气传播并在变频器中冷凝，这可能导致元件和金属部件发生腐蚀。蒸汽、油和盐水也会腐蚀元件和金属部件。这些环境中的设备需要使用 IP 55 级别的机箱。为了加强保护能力，您可以订购作为选件的带涂层印刷电路板。

空气传播的颗粒（如尘粒）可能导致变频器出现机械、电子或热故障。如果变频器的风扇周围存在尘粒，通常可以说明空气传播的颗粒超标。在灰尘很大的环境中，设备应采用 IP 55 级别的机箱或用于 IP 00/IP 20/类型 1 设备的机柜。

在温度和湿度较高的环境中，腐蚀性气体（如硫磺、氮和氯化物）会导致变频器元件发生化学反应。

这些化学反应会快速腐蚀和损坏电子元件。对于这种环境，请将设备安装在通风良好的机柜中，使变频器远离腐蚀性气体。为了增强在这些区域中的保护能力，您可以订购作为选件的带涂层印刷电路板。



注意

将变频器安装在腐蚀性环境中会增加停机的风险，并且会极大缩短变频器的使用寿命。

安装变频器之前，首先应检查环境空气中是否存在液体、颗粒和气体。通过观察这种环境中的现有设备，可达到上述目的。金属部件上是否有水或油，或金属零件是否已腐蚀，通常可表明是否存在有害的空气传播液体。

通过查看现有的设备机柜和电气设备，可以了解尘粒是否超标。存在腐蚀性气体的一个表现是，现有设备上的铜导轨和电缆尾部将变暗。

变频器已按照下列标准规定的步骤进行测试：

变频器可满足以下安装条件，即在厂房的墙壁或地面上，以及在固定到墙壁或地面上的面板中安装。

2

IEC/EN 60068-2-6:
IEC/EN 60068-2-64:

振动（正弦） - 1970
宽带随机振动

3 FC 300 简介

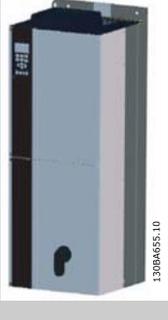
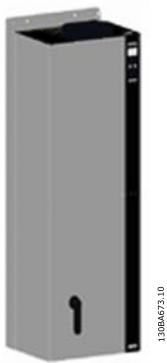
3.1 产品概述

机架大小取决于机箱类型、功率范围和主电源电压

机箱类型		A1	A2	A3	A5
机箱 保护 额定 功率	IP	20/21	20/21	20/21	55/66
	NEMA	机架式/类型 1	机架式/类型 1	机架式/类型 1	类型 12/类型 4X
	0.25 - 1.5 kW (200-240 V)	0.25-3 kW (200-240 V)	3.7 kW (200-240 V)	0.25-3.7 kW (200-240 V)	
	0.37 - 1.5 kW (380-480 V)	0.37-4.0 kW (380-480/500V)	5.5-7.5 kW (380-480/ 500 V) 0.75-7.5 kW (525-600 V)	0.37-7.5 kW (380-480/500 V) 0.75 -7.5 kW (525-600 V)	
机箱类型		B1	B2	B3	B4
机箱 保护 额定 功率	IP	21/55/66	21/55/66	20	20
	NEMA	类型 1/类型 12	类型 1/类型 12	机架	机架
	5.5-7.5 kW (200-240 V)	11 kW (200-250 V)	5.5-7.5 kW (200-240 V)	11-15 kW (200-240 V)	
	11-15 kW (380-480/ 500V)	18.5-22 kW (380-480/ 500V)	11-15 kW (380-480/500 V)	18.5-30 kW (380-480/ 500 V)	
	11-15 kW (525-600 V)	18.5-22 kW (525-600 V)	11-15 kW (525-600 V)	18.5-30 kW (525-600 V)	
机箱类型		C1	C2	C3	C4
机箱 保护 额定 功率	IP	21/55/66	21/55/66	20	20
	NEMA	类型 1/类型 12	类型 1/类型 12	机架	机架
	15-22 kW (200-240 V)	30-37 kW (200-240 V)	18.5-22 kW (200-240 V)	30-37 kW (200-240 V)	
	30-45kW (380-480/ 500V)	55-75 kW (380-480/ 500V)	37-45 kW (380-480/500 V)	55-75 kW (380-480/ 500 V)	
	30-45 kW (525-600 V)	55-90 kW (525-600 V)	37-45 kW (525-600 V)	55-90 kW (525-600 V)	

3

3

机箱类型	D1	D2	D3	D4
				
机箱保护	IP NEMA	IP NEMA	IP NEMA	IP NEMA
	21/54 类型 1/类型 12	21/54 类型 1/类型 12	00 机架	00 机架
额定功率	400 V 时为 90-110 kW (380-500 V) 690 V 时为 37-132 kW (525-690 V)	400 V 时为 132-200 kW (380-500 V) 690 V 时为 160-315 kW (525-690 V)	400 V 时为 90-110 kW (380-500 V) 690 V 时为 37-132 kW (525-690 V)	400 V 时为 132-200 kW (380-500 V) 690 V 时为 160-315 kW (525-690 V)
机箱类型	E1	E2		
				
机箱保护	IP NEMA	IP NEMA		
	21/54 类型 1/类型 12	00 机架		
额定功率	400 V 时为 250-400 kW (380-500 V) 690 V 时为 355-560 kW (525-690 V)	400 V 时为 250-400 kW (380-500 V) 690 V 时为 355-560 kW (525-690 V)		

3.2.1 控制原理

变频器首先把电网的交流电压整流为直流电压，然后再将直流电压转换成幅值和频率均可变的交流电压。

电动机输入的电压/电流和频率均可变，从而可使三相标准交流电动机和永久磁化同步电动机实现无级变速功能。

3.2.2 FC 300 控制

变频器可以控制电动机主轴的速度或转矩。控制类型取决于对参数 1-00 的设置。

速度控制:

速度控制有两种类型:

- 开环速度控制，此模式不需要来自电动机的任何反馈（无传感器）。
- 闭环速度控制，通过 PID 控制来实现，PID 控制要求提供针对输入的速度反馈。同开环速度控制相比，经过适当优化的闭环速度控制具有更高的精确性。

在参数 7-00 中可选择用作速度 PID 反馈的输入。

转矩控制（仅限 FC 302）:

转矩控制是电动机控制的一部分，正确的电动机参数设置非常重要。转矩控制的精确性和持续时间取决于磁通矢量带反馈（参数 1-01 电动机控制原理）。

- “带编码器反馈的磁通矢量”在所有四个象限提供了高级性能，并且适用于所有电动机速度。

速度/转矩参考值:

对这些控制值的参考可以是单个参考值，也可以是不同参考值（包括百分比形式的参考值）的叠加。本节稍后部分对参考值处理进行了详细说明。

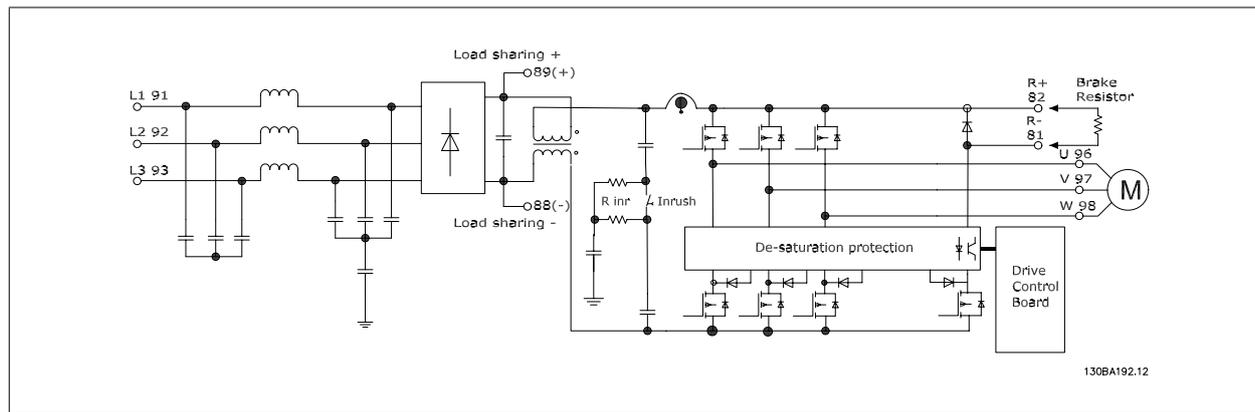
3.2.3 FC 301 与 FC 302 控制原理

FC 301 是一种用于变速应用的通用变频器。其控制原理基于电压矢量控制（VVC^{plus}）。

FC 301 只能用于异步电动机。

FC 301 的电流传感原理基于直流回路或电动机相位的电流测量值。电动机侧的接地故障保护由同控制板相连的 IGBT 中的降饱和和电路来实现。

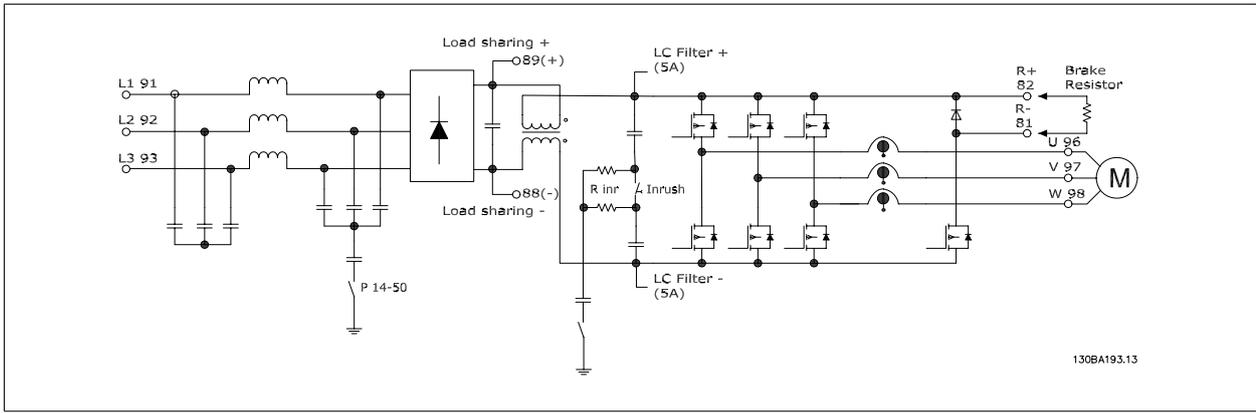
FC 301 的短路保护功能取决于正向直流回路中的电流传感器以及降饱和和保护（其反馈来自 3 个低位 IGBT 和制动）。



FC 302 是一种高性能变频器，适用于要求严格的应用场合。这种变频器可以采用各种类型的电动机控制原理，比如 U/f 特殊电动机模式、VVC^{plus} 或磁通矢量电动机控制。

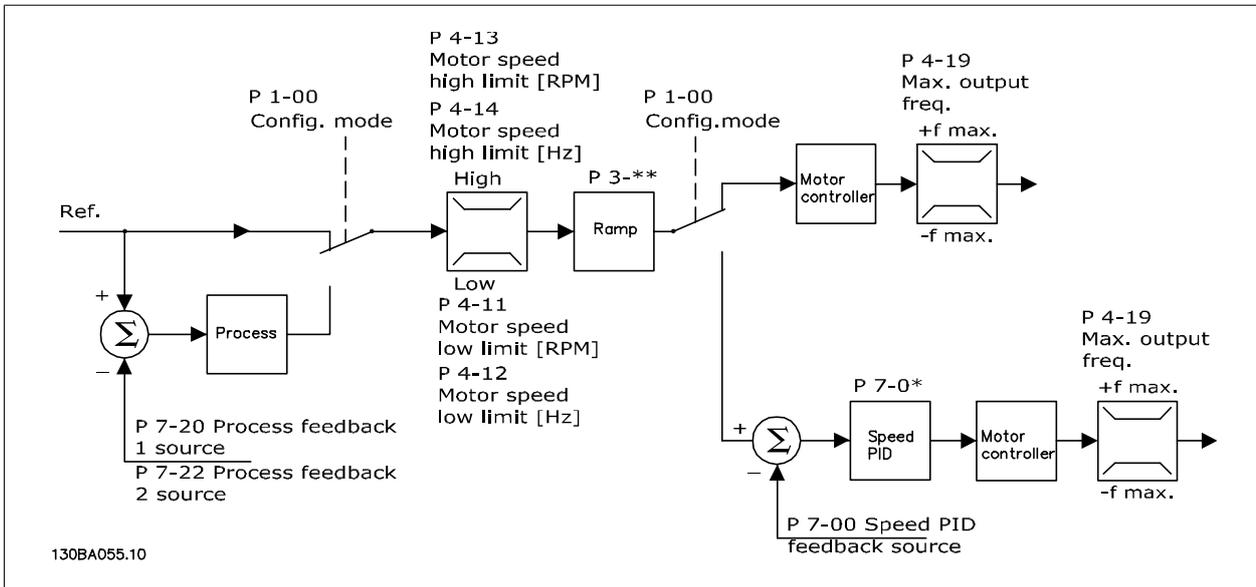
FC 302 可以控制永磁同步电动机（无电刷伺服电动机）和普通的鼠笼异步电动机。

FC 302 的短路保护功能取决于 3 个位于电动机相位中的电流传感器以及降饱和和保护（其反馈来自制动）。



3.2.4 VVC^{plus} 中的控制结构

VVC^{plus} 开环和闭环配置下的控制结构:



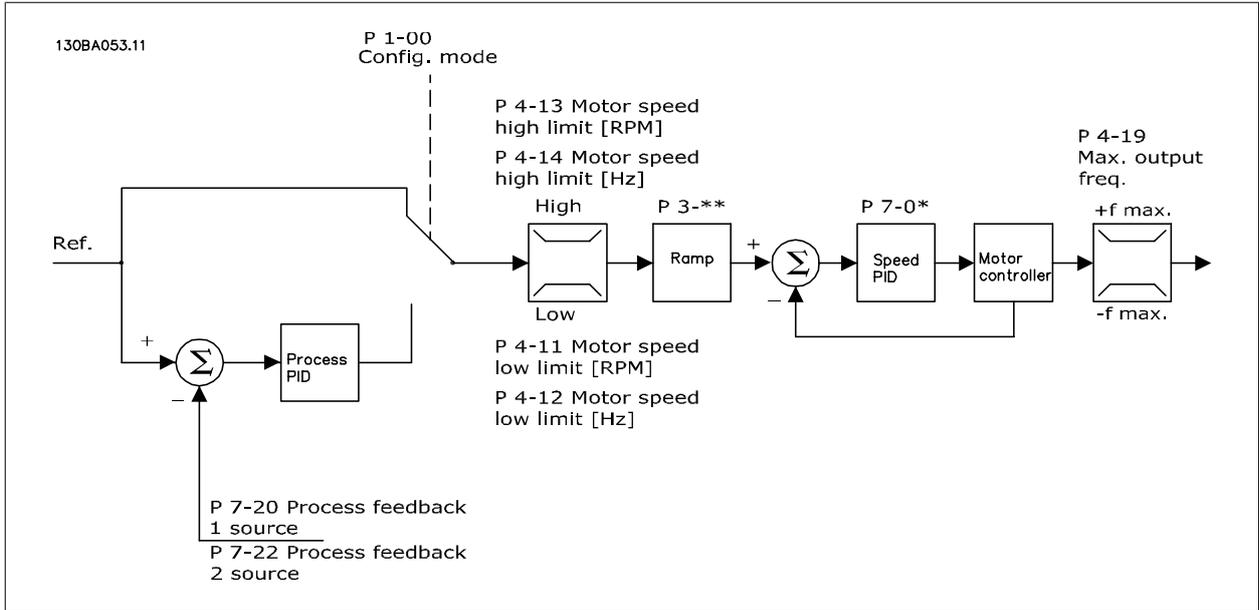
在上图显示的配置中，参数 1-01 电动机控制原理被设为“VVC^{plus} [1]”，参数 1-00 被设为“速度开环 [0]”。在收到了参考值处理系统的最终参考值后，首先会对最终参考值进行加减速限制和速度限制，然后才将它发送给电动机控制。之后，电动机控制的输出便会受到频率上限的限制。

如果参数 1-00 被设为“闭环速度 [1]”，则在对最终参照值进行了加减速限制和速度限制后，就会将其传递给速度 PID 控制。速度 PID 的控制参数位于参数组 7-0* 中。从“速度 PID 控制”中产生的参考值将发送给电动机控制（受频率极限的限制）。

若要使用过程 PID 控制进行闭环控制（比如在控制应用中控制速度或压力），请在参数 1-00 中选择“过程 [3]”。过程 PID 参数位于参数组 7-2* 和 7-3* 中。

3.2.5 无传感器磁通矢量中的控制结构（仅限 FC 302）

无传感器磁通矢量开环和闭环配置下的控制结构。



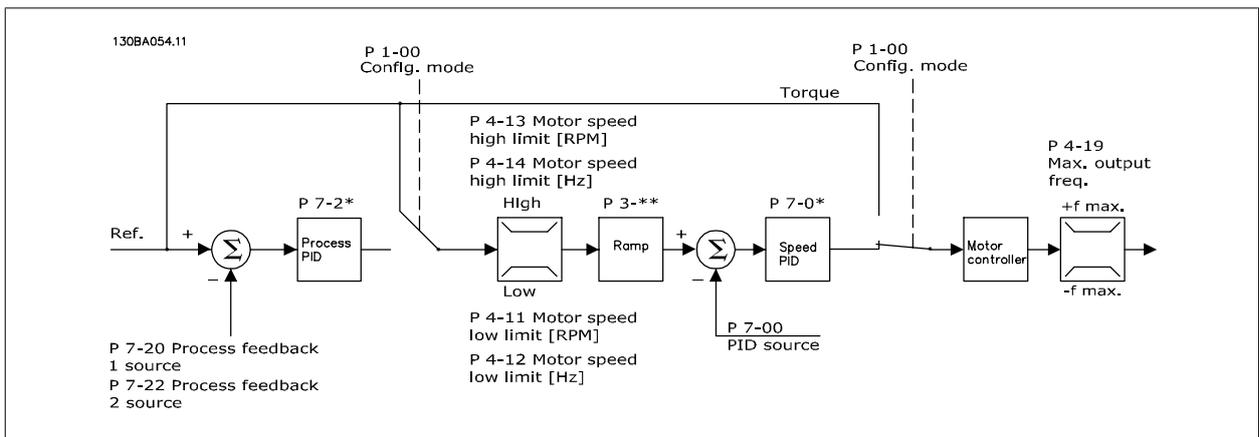
在显示的配置中，参数 1-01 *电动机控制原理* 被设为“无传感器磁通矢量 [2]”，参数 1-00 被设为“开环速度 [0]”。在收到了参考值处理系统的最终参考值后，首先会对最终参考值进行加减速限制和速度限制（由所指定的参数设置确定）。

此时会对速度 PID 生成一个估计的速度反馈，以便控制输出频率。
必须使用速度 PID 的 P、I 和 D 参数（参数组 7-0*）对其进行设置。

若要使用过程 PID 控制进行闭环控制（比如在控制应用中控制速度或压力），请在参数 1-00 中选择“过程 [3]”。过程 PID 参数位于参数组 7-2* 和 7-3* 中。

3.2.6 磁通矢量带反馈下的控制结构

“磁通矢量带反馈”配置下的控制结构（仅适用于 FC 302）：



在显示的配置中，参数 1-01 *电动机控制原理* 被设为“磁通矢量带反馈 [3]” 1-00 被设为“闭环速度 [1]”

该配置下，电动机控制依靠直接安装在电动机上的编码器给出反馈信号（在参数 1-02 *磁通矢量电动机反馈源*中设置）。

若要使用最终参考值作为速度 PID 控制的输入，请在参数 1-00 中选择“闭环速度 [1]”。速度 PID 的控制参数位于参数组 7-0* 中。

若要将最终参考值直接用作转矩参考值，请在参数 1-00 中选择“转矩 [2]”。转矩控制只能在 *磁通矢量带反馈* (参数 1-01 *电动控制原理*) 配置下选择。选择这种模式后，参考值将使用 Nm 为单位。由于实际转矩是基于变频器的电流测量来计算的，因此这种模式不需要转矩反馈。

若要使用过程 PID 控制进行闭环控制（比如在控制应用中的速度或过程变量），请在参数 1-00 中选择“过程 [3]”。

3

3.2.7 VVC^{plus} 模式下的内部电流控制

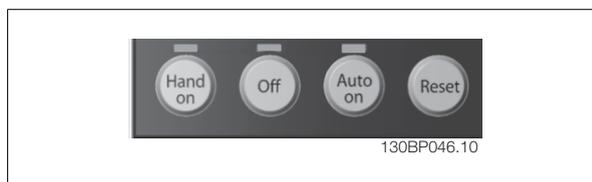
变频器带有一个积分电流极限控制器，它在电动机电流以及转矩高于参数 4-16、4-17 和 4-18 中设置的转矩极限时被启用。当变频器在电动机运行或发电运行中达到电流极限时，变频器会尝试尽快降低到预置转矩极限以下，同时不使电动机失控。

3.2.8 本地（手动启动）和远程（自动启动）控制

您可以通过本地控制面板（LCP）以手动方式运行变频器，也可以借助模拟、数字输入和串行总线远程运行变频器。

您可以借助 LCP 上的 [Hand ON]（手动启动）和 [Off]（停止）键来启动和停止变频器，前提是在参数 0-40、0-41、0-42 和 0-43 中允许这样做。通过 [RESET]（复位）键可将报警复位。按下 [Hand On]（手动启动）键后，变频器随即进入手动模式。在默认情况下，它将使用本地参考值（可以用 LCP 上的箭头键来设置）。

按下 [Auto On]（自动启动）键后，变频器随即进入自动模式。在默认情况下，它将使用远程参考值。在此模式下，可借助数字输入和各种串行接口（RS-485、USB 或可选的现场总线）来控制变频器。有关启动、停止、更改加减速设置和参数菜单的详细信息，请参阅参数组 5-1*（数字输入）或参数组 8-5*（串行通讯）。

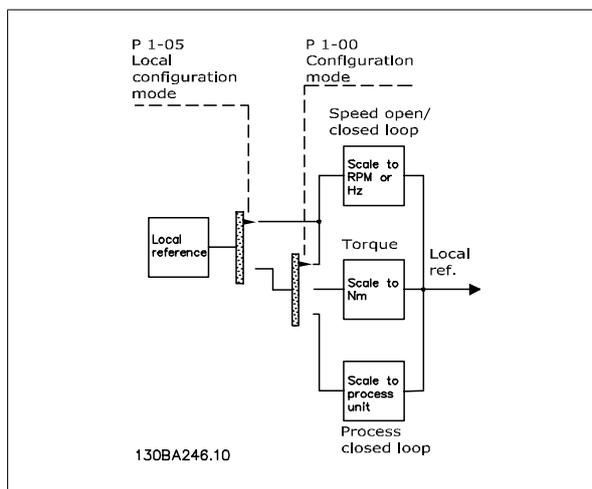
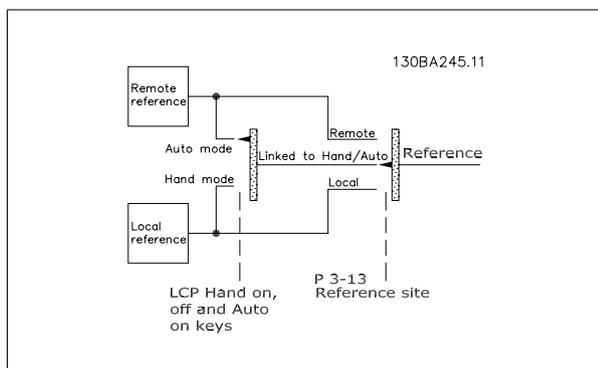


有效参考值和配置模式

有效参考值可以是本地参考值，也可以是远程参考值。

在参数 3-13 *参考值位置*中，通过选择 *本地* [2]，可以永久选择本地参考值。

要永久选择远程参考值，请选择 *远程* [1]。通过选择 *链接到手动/自动* [0]（默认值），参考值位置将取决于活动的模式。（手动模式或自动模式）。



手动启动 自动 LCP 键	参考值位置 参数 3-13	有效参考值
手动	联接到手动/自动	本地
手动 -> 停止	联接到手动/自动	本地
自动	联接到手动/自动	远程
自动 -> 停止	联接到手动/自动	远程
所有键	本地	本地
所有键	远程	远程

该表显示了本地参考值或远程参考值分别在哪些条件下有效。任何时候这两个参考值中都有一个是有有效的，但不可能两个同时有效。

参数 1-00 配置模式决定了在远程参考值有效时（参考上表了解有效条件）要使用的应用控制原理（例如速度、转矩或过程控制）的类型。

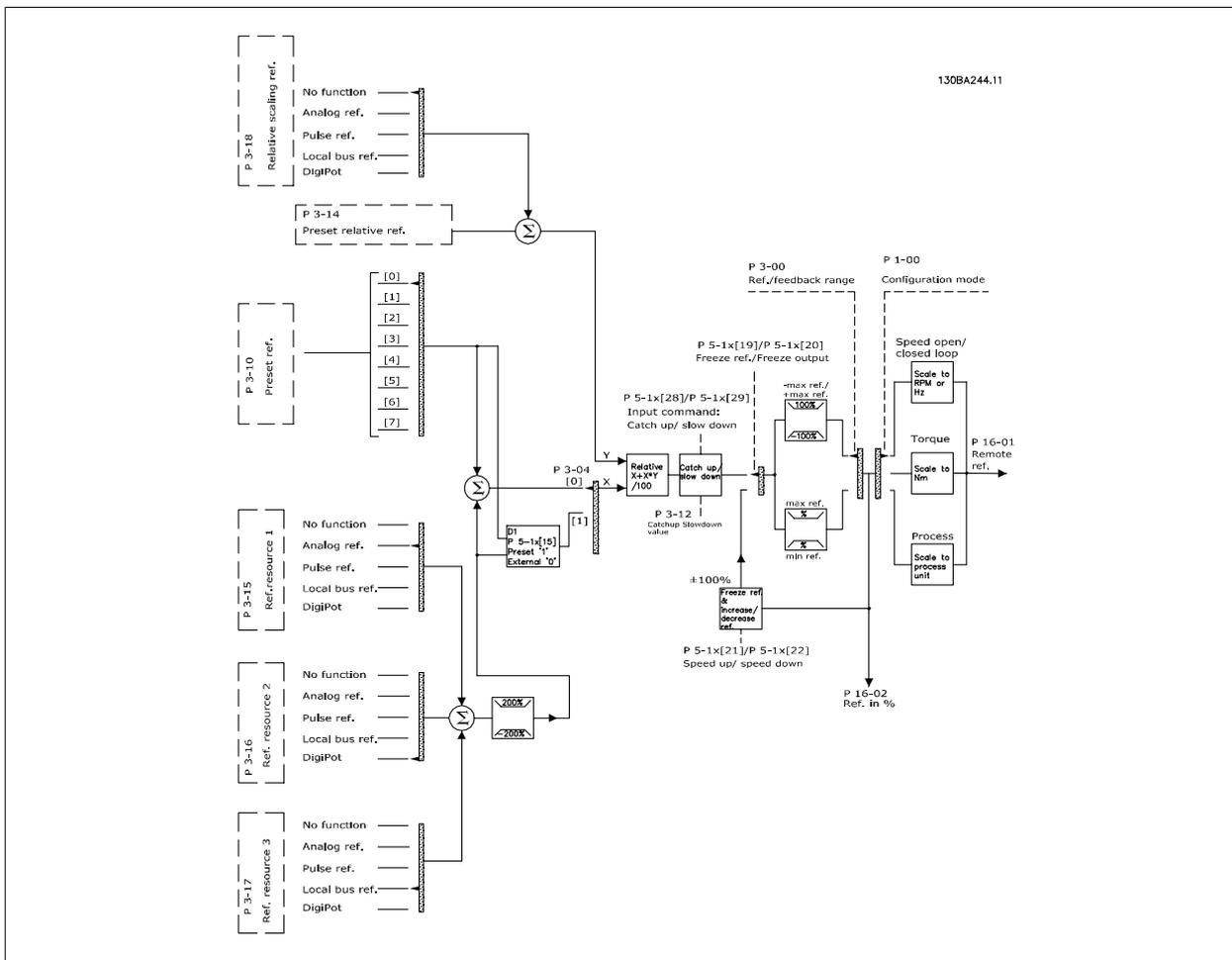
参数 1-05 本地模式配置决定了在激活了本地参考值时要使用的应用控制原理的类型。

参考值处理

本地参考值

远程参考值

下图显示了用于计算远程参考值的参考值处理系统。



远程参考值每隔一个扫描间隔计算一次，该值由两部分组成：

1. X（外部参考值）： 外部选定参考值（最多四个）的总和（参阅参数 3-04），包括固定预置参考值（参数 3-10）、可变模拟参考值、可变数字脉冲参考值和各种串行总线参考值的任意组合（由参数 3-15、3-16 和 3-17 的设置确定），其单位取决于变频器的控制类型（[Hz]、[RPM]、[Nm] 等）。
2. Y（相对参考值）： 一个固定预置参考值（参数 3-14）和一个可变模拟参考值（参数 3-18）的和，单位为 [%]。

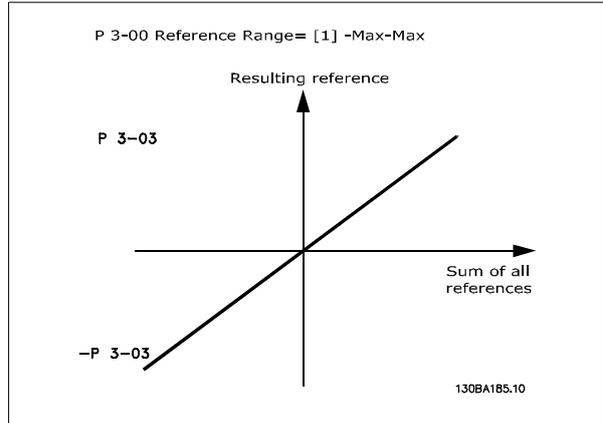
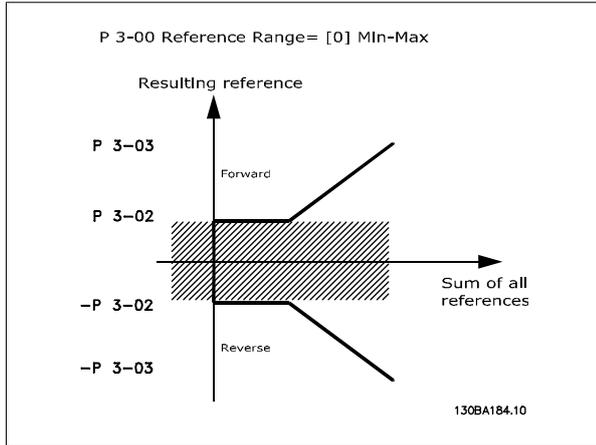
这两部分按以下计算公式组合： $\text{远程参考值} = X + X * Y / 100\%$ 。升速/降速功能和锁定参照值功能均可由变频器上的数字输入来激活。参数组 5-1* 中介绍了这两个功能。

参数组 6-1* 和 6-2* 中描述了模拟参考值的标定，参数组 5-5* 中描述了数字脉冲参考值的标定。

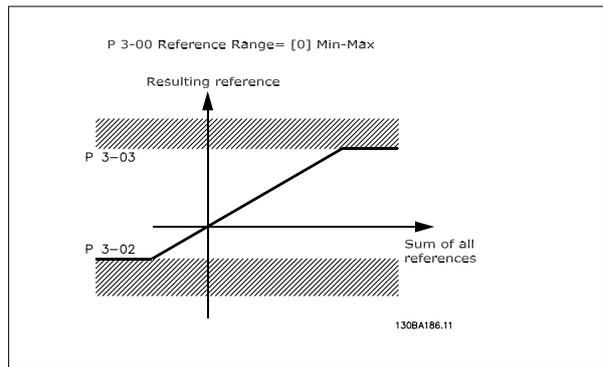
参考值的极限和范围在参数组 3-0* 中设置。

3.2.9 参考值极限

参数 3-00 参考值范围、3-02 最小参考值以及 3-03 最大参考值一起可定义所有参考值汇总的允许范围。必要时，可将所有参考值的汇总进行锁定。所得出的参考值（锁定之后）与所有参考值汇总之间的关系如下图所示。



参数 3-02 最小参考值的设置不能小于 0，除非参数 1-00 配置模式设置为 [3] 过程。在该情况下，所得出的参考值（锁定之后）和所有参考值汇总之间的关系如右图所示。



3.2.10 预置参照值和总线反馈值的标定

预置参照值根据下列规则标定：

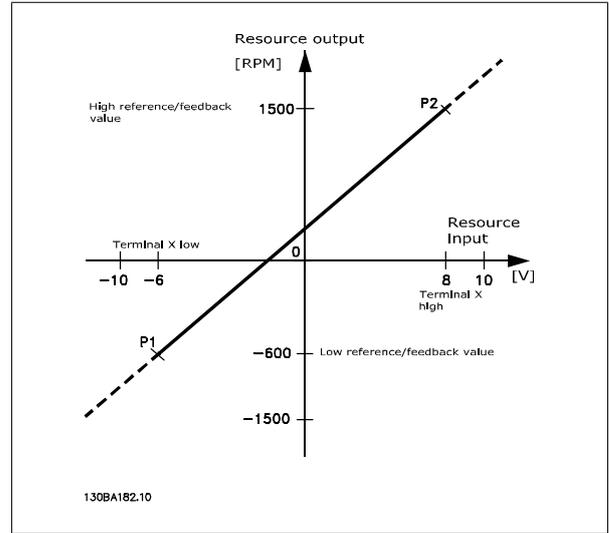
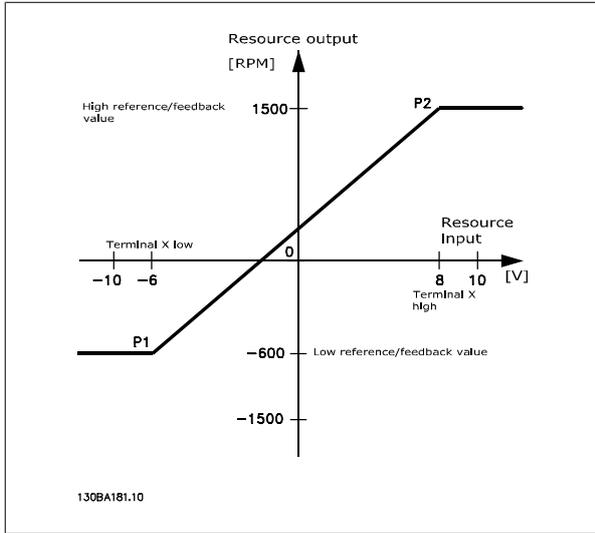
- 当参数 3-00 参考值范围为：[0] 最小 - 最大 % 参考值等于 0 [单位]，其中单位可以是任何单位，如 rpm、m/s、bar 等。100% 参考值等于参数 3-03 最大参考值和参数 3-02 最小参考值的绝对值中的较大者。
- 当参数 3-00 参考值范围为：[1] - 最大 - + 最大，0% 参考值等于 0 [单位]，-100% 参考值等于 -最大参考值，100% 参考值等于最大参考值。

总线参考值根据下列规则标定：

- 当参数 3-00 参考值范围为：[0] 最小 - 最大 要获得最大总线参考值分辨率，总线上的标定为：0% 参考值等于最小参考值，100% 参考值等于最大参考值。
- 当参数 3-00 参考值范围为：[1] - 最大 - + 最大时，-100% 参考值等于 -最大参考值，100% 参考值等于最大参考值。

3.2.11 模拟和脉冲参照值和反馈值标定

参考值和反馈在模拟输入和脉冲输入中的标定方式相同。唯一的区别是，在指定最小和最大“端点值”（下图中 P1 和 P2）之上或之下的参考值将锁定在一起，而反馈则不然。



根据使用的是模拟输入还是脉冲输入，端点 P1 和 P2 由以下参数定义

	模拟 53 S201=OFF	模拟 53 S201=ON	模拟 54 S202=OFF	模拟 54 S202=ON	脉冲输入 29:	脉冲输入 33:
P1 = (最小输入值, 最小参考值)						
最小参考值	参数 6-14	参数 6-14	参数 6-24	参数 6-24	参数 5-52	参数 5-57
最小输入值	参数 6-10 [V]	参数 6-12 [mA]	参数 6-20 [V]	参数 6-22 [mA]	参数 5-50 [Hz]	参数 5-55 [Hz]
P2 = (最大输入值, 最大参考值)						
最大参考值	参数 6-15	参数 6-15	参数 6-25	参数 6-25	参数 5-53	参数 5-58
最大输入值	参数 6-11 [V]	参数 6-13 [mA]	参数 6-21 [V]	参数 6-23 [mA]	参数 5-51 [Hz]	参数 5-56 [Hz]

3.2.12 零周围的死区

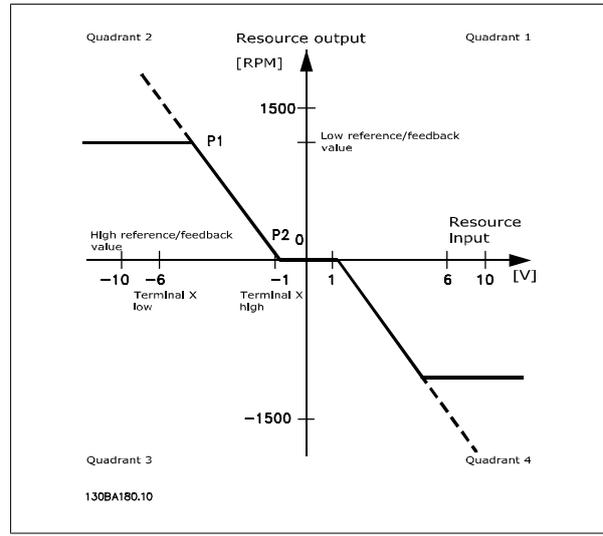
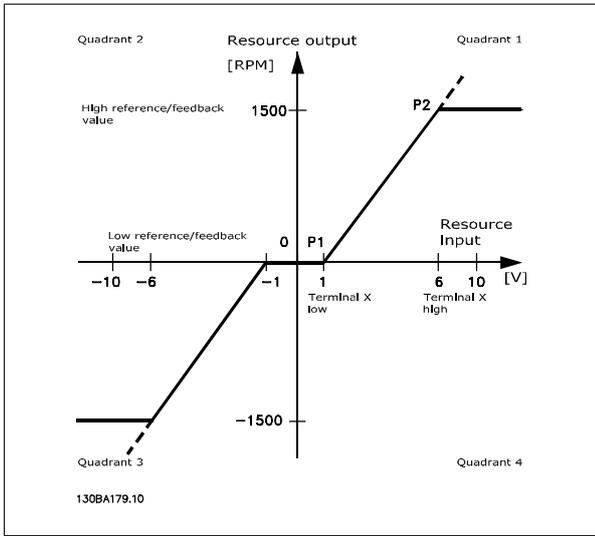
在某些情况下，参考值（少数情况下反馈值也是如此）在捻钵左右应该具有一个死区（即确保机器在参考值捻钵时停止）。

要激活死区并设置死区大小，必须进行下列设置：

- 最小参考值（请参阅上表以获得相关参数）或最大参考值必须为零。换言之，P1 或 P2 必须位于下图的 X 轴上。
- 且定义标定图的两个点位于同一象限内。

死区的大小由 P1 或 P2 定义，如下图所示。

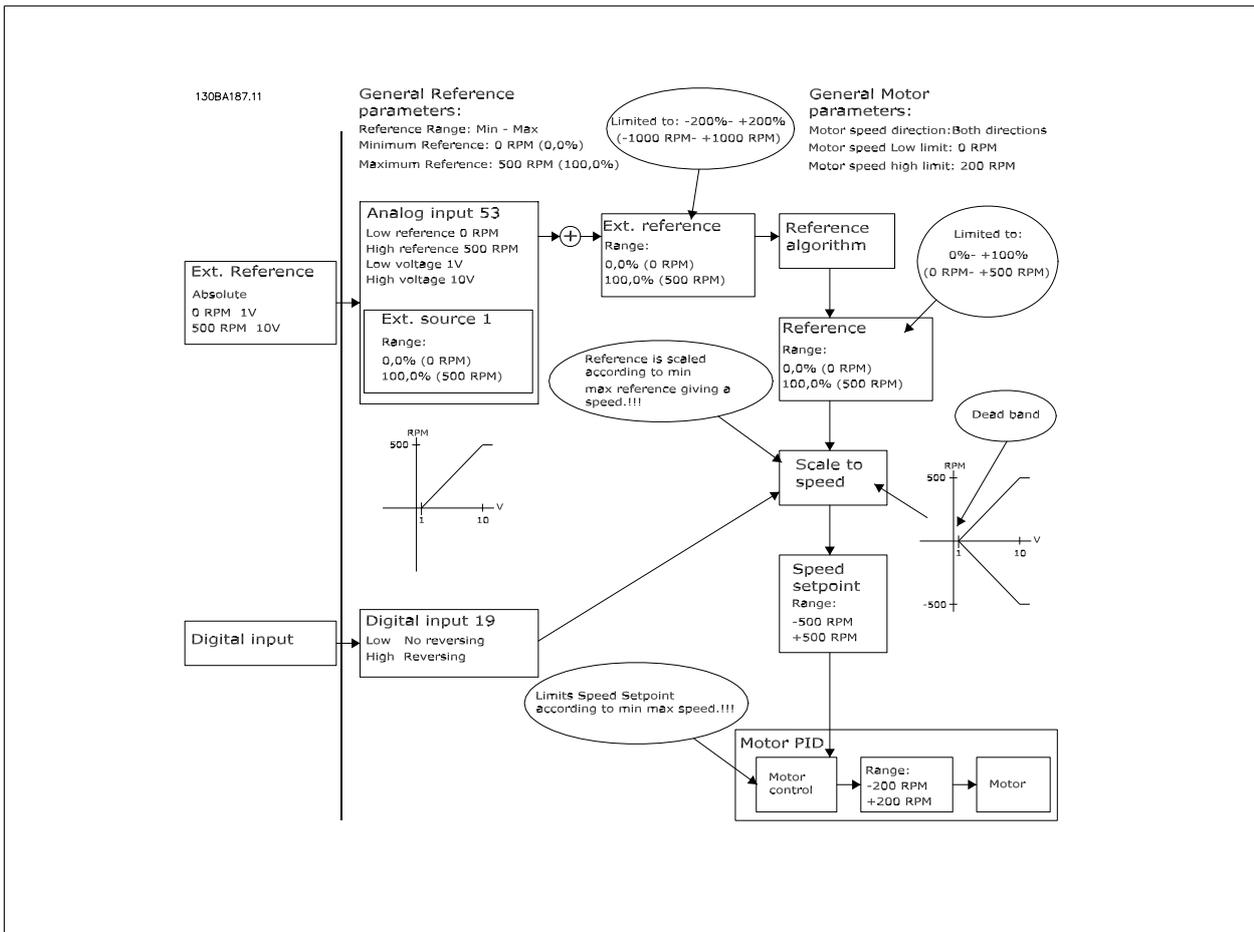
3



因此，参考值端点 P1 = (0 V, 0 RPM) 不会形成任何死区，但例如参考值端点 P1 = (1V, 0 RPM) 则可以形成一个 -1V 到 +1V 的死区（如果此时端点 P2 位于象限 1 或象限 4 中的话）。

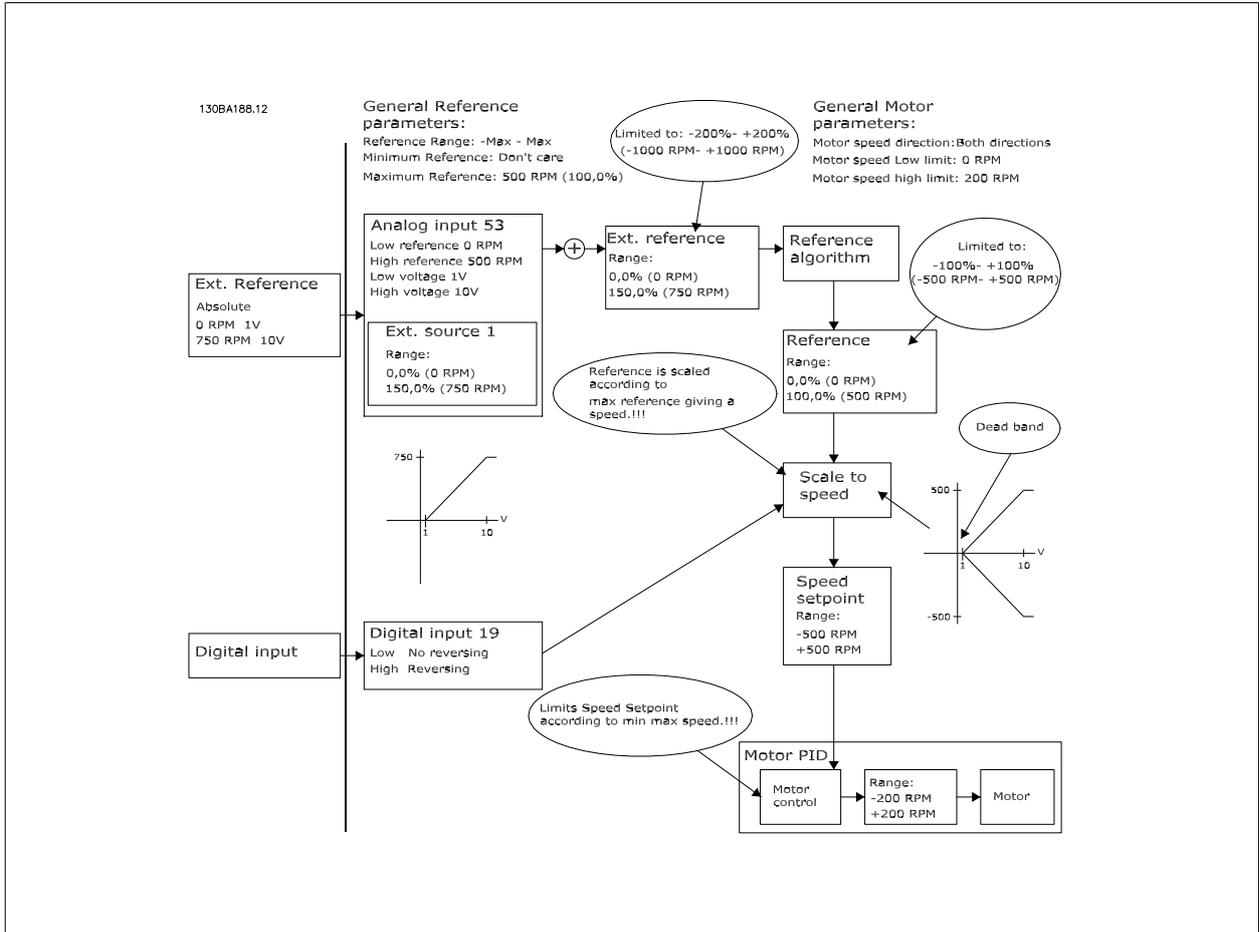
用例 1：正参考值带死区，数字输入激活反向

这个用例显示了极限在最小 - 最大极限范围之内的参考值输入是如何锁定的。

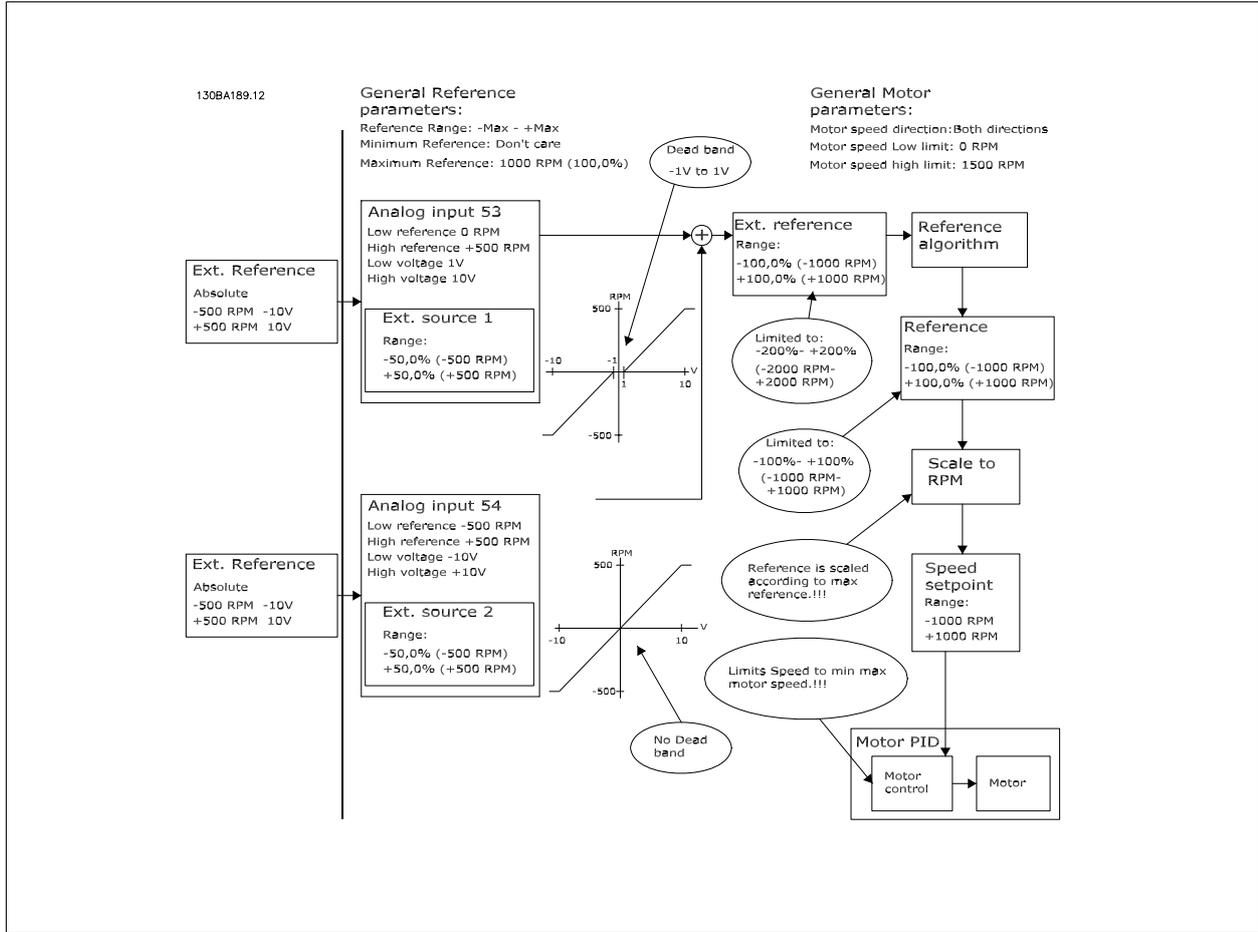


用例 2: 正参考值带死区, 数字输入激活反向。 锁定规则。

这个用例显示了极限在负最大 - 正最大范围之外的参考值输入如何在同外部参考值叠加之前锁定到输入上限和下限之间。 以及外部参考值是如何通过参考值算法锁定“-最大 - +最大”的。



用例 3: 负到正的参考值, 带死区, 符号决定方向, “-最大 - +最大”



3.3.1 速度 PID 控制

该表所示为激活速度控制时的控制配置。

参数 1-00 配置模式	参数 1-01 电动控制原理			
	U/f	VVC ^{plus}	无传感器矢量	磁通矢量带反馈
[0] 开环速度	未激活	未激活	已激活	不可用
[1] 闭环速度	不可用	已激活	不可用	已激活
[2] 转矩	不可用	不可用	不可用	未激活
[3] 过程		未激活	已激活	已激活

注意: “不可用”说明该特定模式根本不存在。“无效”说明该特定模式可用, 但该模式下, 速度控制无效。

注意: 速度控制 PID 将在默认参数设置下工作, 但强烈建议调整参数以优化电动机控制性能。必须正确调整这两个磁通矢量电动控制原理, 才能使其得到充分利用。

下列参数与速度控制有关:

参数	功能说明
反馈参数 7-00	选择速度 PID 应该从哪个输入获得其反馈。
比例增益参数 7-02	该值越高, 控制越快。 但值太高可能会导致振荡。
积分时间参数 7-03	排除稳态速度错误。 值越低, 反应速度越快。 但值太低可能会导致振荡。
微分时间参数 7-04	提供与反馈变化率成比例的增益。 设置为零将禁用微分器。
微分增益极限参数 7-05	如果给定应用中的参考值或反馈发生快速变化 (这表示偏差变化迅速), 则微分器将很快起主要作用。 因为微分器能对偏差变化做出反应。 偏差变化越快, 微分器增益就越强。 这样可以限制微分器增益, 以便设置适于慢速变化的合理微分时间和适于快速变化的适当快速增益。
低通滤波时间参数 7-06	低通滤波器可消除反馈信号的振荡, 从而提高稳态性能。 但滤波时间过长会影响速度 PID 控制的动态性能。 参数 7-06 的实际设置应采用来源编码器上的每转脉冲数 (PPR):
编码器 PPR	参数 7-06
512	10 ms
1024	5 ms
2048	2 ms
4096	1 ms

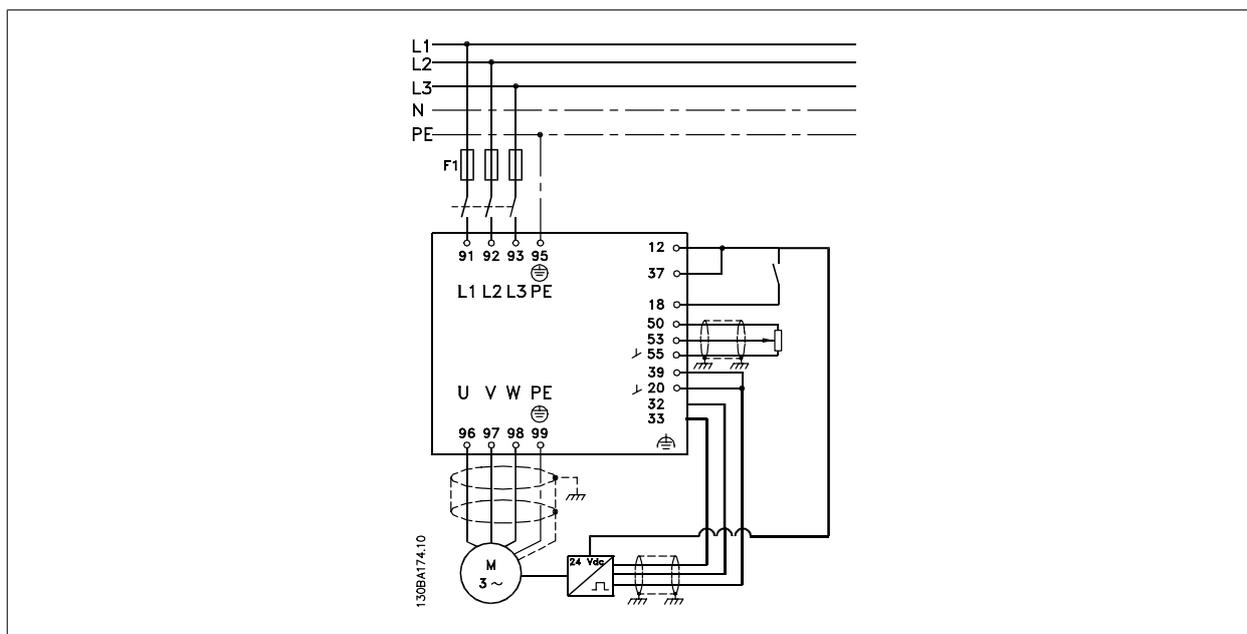
下面给出如何设置速度控制的示例:

在这种情况下, 速度 PID 控制用于维护恒定的电动机速度, 无论电动机负载如何变化。

所需电动机速度通过与端子 53 相连的电位计设置。 速度范围是 0 - 1500 RPM (对应电位计上的 0 - 10V)。

启动和停止通过端子 18 连接的开关控制。

速度 PID 通过使用 24V (HTL) 增量编码器作为反馈来监视电动机的实际 RPM。 反馈传感器是连接到端子 32 和端子 33 的编码器 (1024 脉冲每转)。



在下面的参数列表中, 假设其他所有参数和开关都保持默认设置。

下列功能必须按照显示的顺序编程 - 请参阅编程指南中的设置说明。

功能	参数编号	设置
1) 确保电动机正常运行。请执行下列操作:		
使用铭牌上的数据设置电动机参数	1-2*	按照电动机铭牌的指示
让 VLT 进行自动电动机调整	1-29	[1] 启用完整 AMA
2) 检查电动机是否正在运行, 编码器连接是否正常。请执行下列操作:		
按 LCP 上的“Hand On”(手动启动)键。检查电动机是否正在运行, 并记下转动方向(以下称作“正向”)。		设置一个正参考值。
转到参数 16-20。按照正向慢慢转动电动机。必须慢慢转动(非常低的 RPM 即可), 以便于确定参数 16-20 中的值是在增大还是减小。	16-20	不可用。(只读参数)注意: 如果值不断增大, 到 65535 时会溢出, 并重新从 0 开始。
如果参数 16-20 在减少, 则应更改参数 5-71 中的编码器方向。	5-71	[1] 计数器顺时针(如果参数 16-20 在减少)
3) 确保变频器的极限值已设为安全值。		
为参考值设置可以接受的极限值。	3-02 3-03	0 RPM (默认) 1500 RPM (默认)
检查加减速设置是否在变频器能力和允许的应用操作规定之内。	3-41 3-42	默认设置 默认设置
为电动机速度和频率设置可以接受的极限值。	4-11 4-13 4-19	0 RPM (默认) 1500 RPM (默认) 60 Hz (默认 132 Hz)
4) 配置速度控制, 并选择电动控制原理		
激活速度控制	1-00	[1] 闭环速度
选择电动控制原理	1-01	[3] 磁通矢量带反馈
5) 配置并标定速度控制的参考值		
将模拟输入 53 设置为参考值源	3-15	非必需设置(默认)
将模拟输入 53 0 RPM (0 V) 标定为 1500 RPM (10V)	6-1*	非必需设置(默认)
6) 将 24V HTL 编码器信号配置为电动机控制和速度控制		
将数字输入 32 和 33 设置为编码器输入	5-14 5-15	[0] 无功能(默认)
选择端子 32/33 作为电动机反馈	1-02	非必需设置(默认)
选择端子 32/33 作为速度 PID 反馈	7-00	非必需设置(默认)
7) 调整速度控制 PID 参数		
在适当时候使用调整规则或手动调整	7-0*	请参阅下面的规则
8) 完成!		
将参数设置保存到 LCP 中进行安全保管	0-50	[1] 所有参数到 LCP

3.3.2 调整 PID 速度控制

在负载主要为惯性负载(有少量摩擦)的应用中使用某个磁通矢量电动控制原理时, 将使用下面的调整规则。

参数 7-02 比例增益的值依赖于电动机和负载的组合惯性, 所选择的带宽可以使用下列公式计算:

$$\text{参数 } 7-02 = \frac{\square \square \square [kgm^2] \times \text{参数 } 1-25}{\text{参数 } 1-20 \times 9550} \times \square \square [rad/s]$$

注意: 参数 1-20 是电动机功率, 单位为 kW (即公式中输入 4 kW 而不是 4000 W)。带宽的实际值是 20 rad/s。根据下面的公式检查参数 7-02 计算的结果(如果使用 SinCos 反馈等高分辨率反馈, 则不必进行检查):

$$\text{参数 } 7-02_{\text{MAXIMUM}} = \frac{0.01 \times 4 \times \square \square \square \text{分辨率} \times \text{参数 } 7-06}{2 \times \pi} \times \text{最大} \square \text{转矩} \square [\%]$$

参数 7-06 速度滤波时间的起始值最好为 5 ms (编码器分辨率越低, 需要的滤波值越高)。通常来说, 3% 的最大转矩波动是可以接受的。对于增量编码器, 编码器分辨率位于参数 5-70 (标准变频器上为 24V HTL) 或参数 17-11 (MCB102 选项上为 5V TTL) 中。

通常参数 7-02 的实际最大极限值由编码器分辨率和反馈滤波时间确定, 但应用中的其他因素可能会将参数 7-02 比例增益限制为一个更低的值。

要最小化过冲, 可将参数 7-03 积分时间设置为大约 2.5 s (随应用不同而不同)。

参数 7-04 微分时间应该设置为 0, 直到其他参数全部调整好为止。如有必要, 可在结束调整时稍微增加此设置。

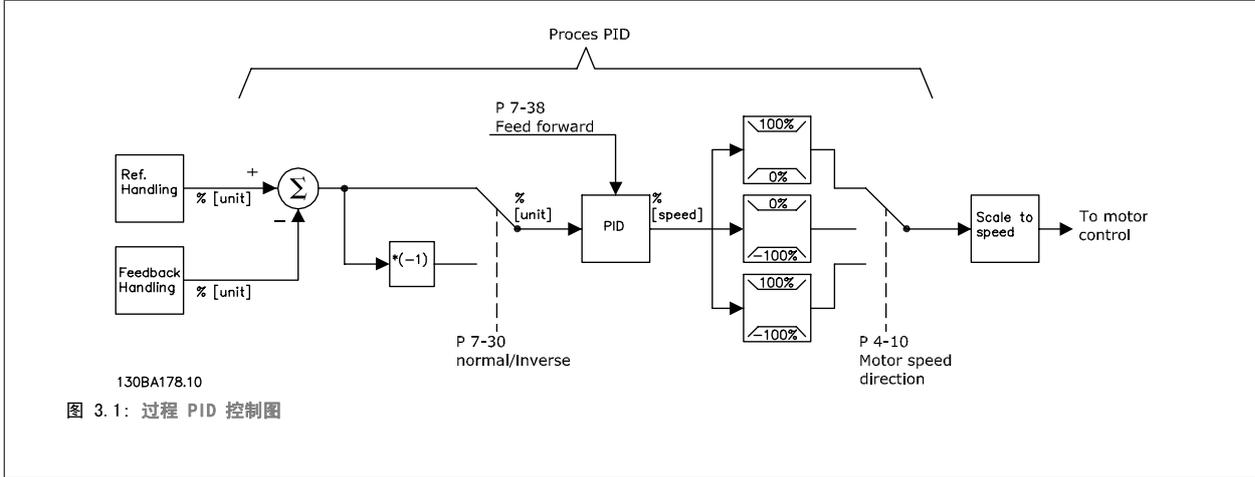
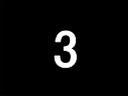
3.3.3 过程 PID 控制

过程 PID 控制可用于控制那些可以用传感器测量的应用参数(例如压力、温度和流量), 以及那些会受到所连接电动机影响(通过泵、风扇或其他设备施加影响)的参数。

该表显示了可以进行过程控制的控制配置。使用磁通矢量电动控制原理时，还需要认真调整速度控制 PID 参数。请参考“控制结构”部分，查看“速度控制”的适用情况。

参数 1-00 配置模式	参数 1-01 电动控制原理			
	U/f	VVC ^{plus}	无传感器矢量	磁通矢量带反馈
[3] 过程	不可用	过程	过程和速度	过程和速度

注意：过程控制 PID 将在默认参数设置下工作，但强烈建议调整参数以优化应用控制性能。两个磁通矢量电动控制原理特别依赖正确的速度控制 PID 调整（在调整过程控制 PID 之前），只有对这两个磁通矢量电动控制原理进行了正确调整，才能有效运用它们的全部功能。

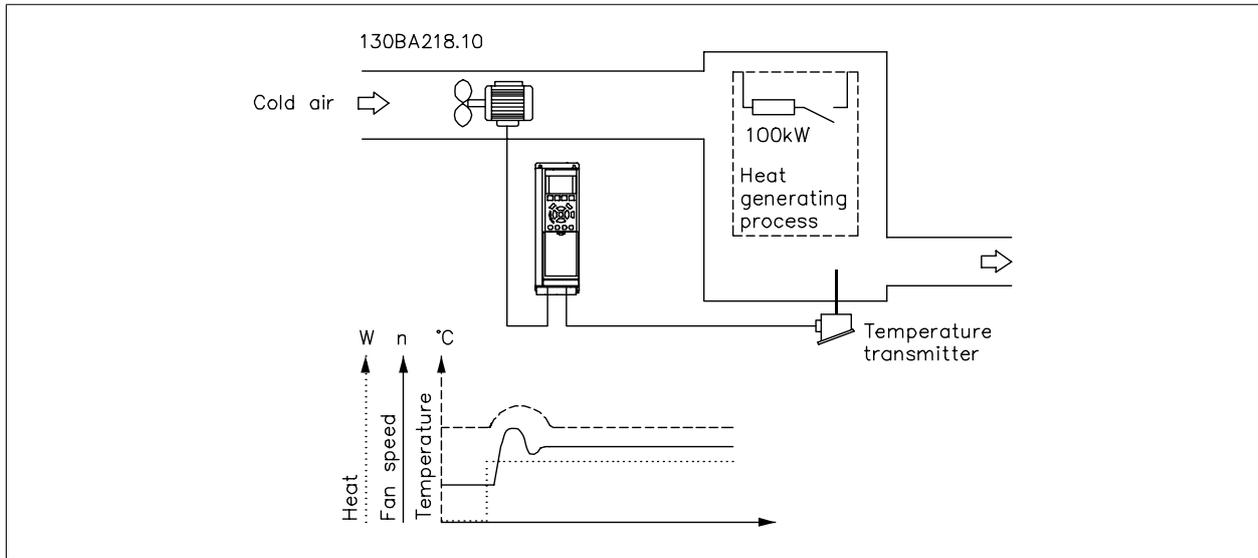


下面的参数与过程控制相关

参数	功能说明
反馈 1 来源, 参数 7-20	选择过程 PID 应该从哪个源（例如模拟或脉冲输入）获得反馈
反馈 2 来源, 参数 7-22	可选：确定过程 PID 是否（以及从哪里）获得其他反馈信号。如果选择了其他反馈源，则将叠加这两个反馈信号，然后再在过程 PID 控制中使用。
正常/反向控制参数 7-30	在 [0] 正常操作下，如果反馈低于参考值，过程控制将增加电动机速度。在同样的情况下，但在 [1] 反向操作中，过程控制将降低电动机速度。
防积分饱和和参数 7-31	防积分饱和功能可保证当达到频率极限或转矩极限时，积分器将设置为对应于实际频率的增益。这样可避免在出现无法通过速度更改来补偿的故障时进行积分。通过选择 [0] “关”可以禁用此功能。
控制启动值参数 7-32	在某些应用中，要达到所需速度/设置点可能需要很长时间。在此类应用中，最好在激活过程控制之前先通过变频器设置一个固定的电动机速度。这可以通过在参数 7-32 中设置过程 PID 启动值（速度）来实现。
比例增益参数 7-33	该值越高，控制越快。但值太高可能会导致振荡。
积分时间参数 7-34	排除稳态速度错误。值越低，反应速度越快。但值太低可能会导致振荡。
微分时间参数 7-35	提供与反馈变化率成比例的增益。设置为零将禁用微分器。
微分增益极限参数 7-36	如果给定应用中的参考值或反馈发生快速变化（这表示偏差变化迅速），则微分器将很快起主要作用。因为微分器能对偏差变化做出反应。偏差变化越快，微分器增益就越强。这样可以限制微分增益以允许为缓慢变化设置合理的微分时间。
前馈因数参数 7-38	在过程参考值和获得该参考值所需的电动机速度之间有良好的相关性（接近于线性）的应用中，可以使用前馈因数来获得更好的过程 PID 控制动态性能。
低通滤波时间参数 5-54（脉冲端子 29）、参数 5-59（脉冲端子 33）、参数 6-16（模拟端子 53）、参数 6-26（模拟端子 54）	如果电流/电压反馈信号有振荡，则可以使用低通滤波器来使其衰减。该时间常量代表反馈信号中所发生脉动的速度极限。 范例：如果低通滤波器设置为 0.1 秒，则极限速度将为 10 RAD/sec（0.1 s 的倒数），相当于 $(10 / (2 \times \pi)) = 1.6 \text{ Hz}$ 。这表示滤波器可以消除那些每秒振荡超过 1.6 次的所有电流和电压。只有对频率（速度）变化小于 1.6 Hz 的反馈信号才执行该控制。 低通滤波器可以提高稳态性能，但选择过大的滤波时间会影响过程 PID 控制的动态性能。

3.3.4 过程 PID 控制示例

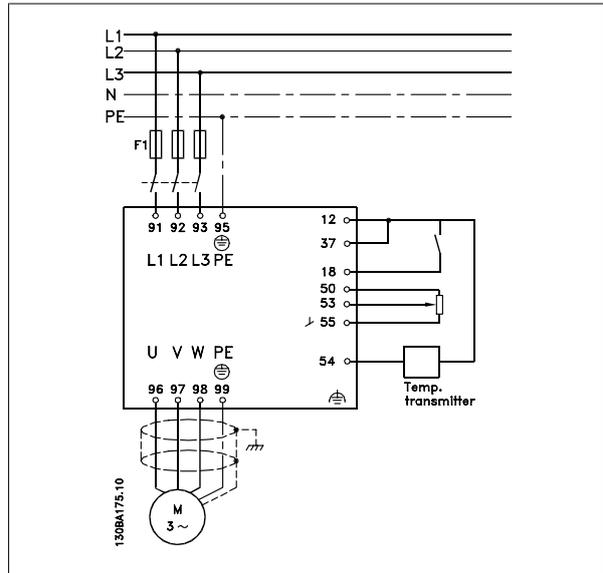
以下是在通风系统中使用的过程 PID 控制的示例：



在通风系统中，可以使用 0-10 V 的电位计将温度设置在 - 5 - 35° C 之间。所设置的温度必须保持恒定，为此需要使用过程控制。

这种控制类型是反向的，即，当温度升高时，通风速度随之提高，以便产生更多的空气。当温度降低时，速度随之减小。所使用的传感器是温度传感器，其工作范围为 -10-40° C，4-20 mA。最小 / 最大速度 300 / 1500 RPM。

注意
示例中显示了一个两线传感器。



1. 通过与端子 18 相连的开关来控制启动/停止。
2. 通过与端子 53 相连的电位计 (-5-35° C, 0-10 VDC) 来测量温度参考值。
3. 通过与端子 54 相连的传感器 (-10-40° C, 4-20 mA) 来获得温度反馈。开关 S202 设置为“打开”（电流输入）。

过程 PID 控制设置示例

功能	参数编号	设置
将变频器初始化	14-22	[2] 初始化 - 执行一次电源循环 - 按复位键
1) 设置电动机参数:		
根据铭牌数据设置电动机参数	1-2*	按照电动机铭牌上的指示
执行一次完整的自动电动机调整 (AMA)	1-29	[1] 启用完整 AMA
2) 检查电动机运行方向是否正确。 如果简单地按照 U 对 U、V 对 V、W 对 W 的顺序将电动机连接至变频器，电动机轴通常会反转 (向轴端方向看)。 按 LCP 上的 [Hand On] (手动启动) 键。通过施加一个手动参考值，检查电动机轴的转动方向。 如果电动机的旋转方向与所要求的相反:		
1. 请在参数 4-10 中更改电动机的转向	4-10	选择正确的电动机轴转向
2. 切断主电源 - 等待直流回路放电 - 交换电动机的任意两相。		
设置配置模式	1-00	[3] 过程
设置本地模式配置	1-05	[0] 开环速度
3) 设置参考值配置, 即, 参考值处理范围。在参数 6-xx 中设置模拟输入的标定		
设置参考值/反馈值的单位	3-01	[60] ° C, 此单位将显示在显示器上
设置最小参考值 (10° C)	3-02	-5° C
设置最大参考值 (80° C)	3-03	35° C
如果设定值由预置值 (数组参数) 确定, 则请将其它参考值来源设为“无功能”	3-10	[0] 35%
		$\text{参考} = \frac{P3 - 10(0)}{100} \times ((P3 - 03) - (p3 - 02)) = 24, 5^\circ C$
		参数 3-14 到参数 3-18 [0] = 无功能
4) 调整变频器的极限:		
将加减速时间设成一个合适的值, 如 20 秒	3-41	20 秒
	3-42	20 秒
设置最小速度极限	4-11	300 RPM
设置电动机速度的最大极限	4-13	1500 RPM
设置最大输出频率	4-19	60 Hz
将 S201 或 S202 设为所需的模拟输入功能, 即伏特 (V) 或毫安 (I) 注意! 这些开关很敏感 - 一次电源循环就会使其恢复默认设置 (即 V)。		
5) 标定用于参考值和反馈的模拟输入		
将端子 53 设为低电压	6-10	0 V
将端子 53 设为高电压	6-11	10 V
将端子 54 设为低反馈值	6-24	-5° C
将端子 54 设为高反馈值	6-25	35° C
设置反馈来源	7-20	[2] 模拟输入端 54
6) 基本 PID 设置		
过程 PID 正常/反向	7-30	[0] 正常
过程 PID 防积分饱和	7-31	[1] On
过程 PID 启动速度	7-37	300 rpm
将参数保存到 LCP 中	0-50	[1] 所有参数到 LCP

过程调节器的优化

现在已经完成了基本设置, 接下来需要做的就是对比例增益、积分时间和微分时间 (参数 7-33、7-34、7-35) 进行优化。在大多数过程中, 可按照下列方法实现这一目的。

1. 启动电动机
2. 将参数 7-33 (比例增益) 设置为 0.3, 并增大该值直到反馈信号再次开始失稳为止。然后减小该值, 直到反馈信号稳定为止。现在将比例增益降低 40-60%。
3. 将参数 7-34 (积分时间) 设置为 20 秒, 并减小该值直到反馈信号再次开始失稳为止。然后延长积分时间, 直到反馈信号稳定为止, 最后将该值再增大 15-50%。
4. 参数 7-35 (微分时间) 仅用在反应速度非常快的系统中。一般取值是所设定积分时间的四倍。只有当比例增益和积分时间完全优化后才能使用微分器。确保反馈信号振荡可以通过反馈信号上的低通滤波器充分衰减。

注意
如有必要, 可多次启用“启动/停止”, 以产生不稳定的反馈信号。

3.3.5 Ziegler Nichols 调整方法

要调整变频器的 PID 控制，可以使用多种调整方法。其中一种是 20 世纪 50 年代开发的一种技术，它经过了长时间的实践检验，至今仍在使用。该方法被称为“Ziegler Nichols 调整法”。



注意

对于会受到因临界稳定控制设置而引起的振荡损坏的应用场合，切勿使用该方法。

3

应根据对处于稳定性极限的系统的判断而不是逐步响应对参数进行调整。增大比例增益直至观察到持续振荡（通过对反馈的测量），即系统处于临界稳定状态为止。相应的增益 (K_u) 被称作最大增益。振荡周期 (P_u)（称作最大周期）按图 1 所示的方式确定。

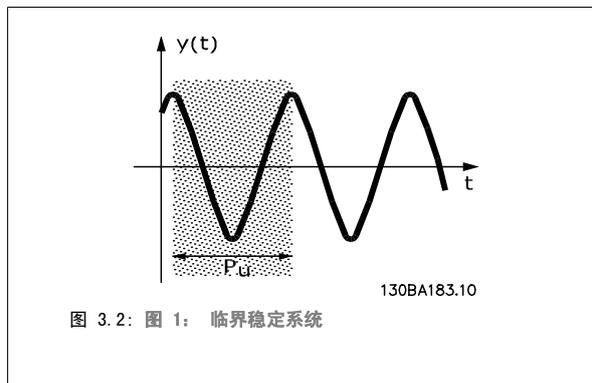


图 3.2: 图 1: 临界稳定系统

P_u 应在振荡振幅较小时测量。然后再从此增益退回，如表 1 所显示。

K_u 是获得振荡时的增益。

控制类型	比例增益	积分时间	微分时间
PI 控制	$0.45 * K_u$	$0.833 * P_u$	-
PID 严格控制	$0.6 * K_u$	$0.5 * P_u$	$0.125 * P_u$
PID 略微过冲	$0.33 * K_u$	$0.5 * P_u$	$0.33 * P_u$

表 1: 根据稳定边界对调节器进行 Ziegler Nichols 调整。

经验表明，根据 Ziegler Nichols 规则进行的控制设置可以为许多系统提供良好的闭环响应。过程操作员可以对控制器执行最终迭代调整以获得满意的控制效果。

逐步操作说明:

- 步骤 1:** 只选择比例控制，即积分时间选择最大值，而微分时间选择零。
- 步骤 2:** 增大比例增益的值，直至达到不稳点（持续振荡）并达到收益临界值 K_c 为止。
- 步骤 3:** 测量振荡期以获得临界时间常量 P_D 。
- 步骤 4:** 利用上表计算所需的 PID 控制参数。

3.4.1 关于 EMC 辐射的一般问题

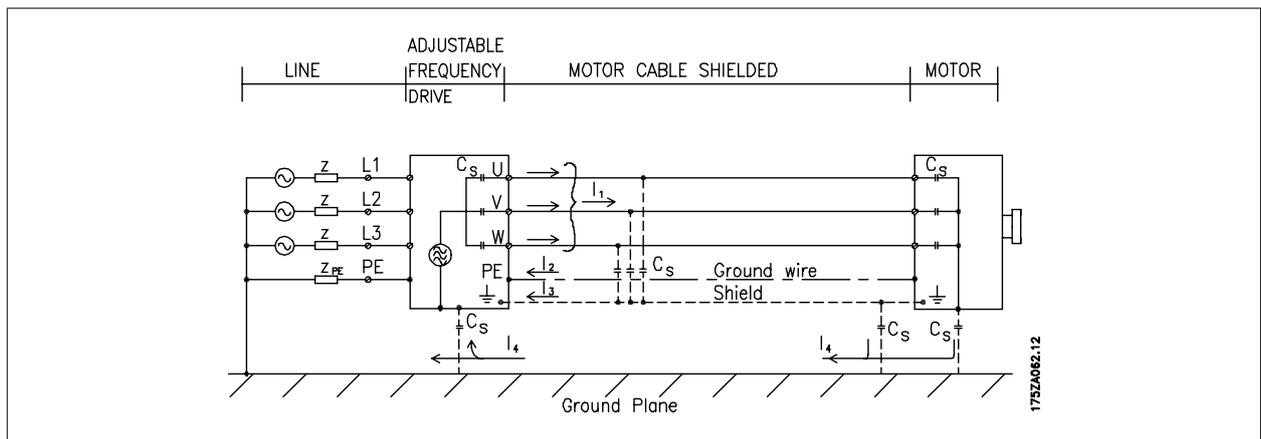
系统通常会传导 150 kHz 到 30 MHz 频率范围内的电气干扰。在变频器系统中，逆变器、电动机电缆和电动机会产生 30 MHz 到 1 GHz 范围的空中干扰。

如下图所示，电动机电缆中的电容性电流同电动机的高 dV/dt 特性一起产生了泄漏电流。

使用屏蔽的电动机电缆会增大泄漏电流（请参阅下图），因为与非屏蔽电缆相比，屏蔽电缆的对地电容更高。如果不对泄漏电流进行滤波，它将在主电源上对 5 MHz 左右以下的无线电频率范围产生更大的干扰。如下图所示，由于泄漏电流 (I_1) 会通过屏蔽丝网电流 (I_3) 返回设备，因此从理论上讲，屏蔽的电动机电缆仅产生一个微弱的电磁场 (I_4)。

屏蔽丝网降低了辐射性干扰，但增强了主电源的低频干扰。电动机电缆的屏蔽丝网必须同时连接到变频器机箱和电动机的机箱。此时最好使用整体性的屏蔽丝网夹，以避免屏蔽丝网端部扭结（辫子状）。屏蔽丝网端部扭结会增加屏蔽丝网在高频下的阻抗，从而降低屏蔽效果并增大泄漏电流 (I_4)。

如果将屏蔽电缆用于现场总线、继电器、控制电缆、信号接口和制动，则必须将屏蔽丝网同时连接到机箱的两端。但有时为了避免电流回路，也可能需要断开屏蔽丝网。



如果要屏蔽丝网放在变频器的固定板上，该固定板必须由金属制成，因为屏蔽丝网电流必须被带回设备。另外，还应确保从固定板到固定螺钉以及变频器机架都有良好的电气接触。

注意
 在使用非屏蔽电缆时，尽管可能符合安全性要求，但却不符合某些辐射要求。

为了尽量降低整个系统（设备 + 安装）的干扰水平，请使用尽可能短的电动机电缆和制动电缆。不要将传送敏感信号电平的电缆同电动机电缆和制动电缆放在一起。控制性电子元件尤其可能产生 50 MHz 以上的无线电干扰（空中干扰）。

3.4.2 EMC 测试结果

下列测试结果是在包含变频器（带有相关选项）、屏蔽控制电缆、控制箱（带电位计）、电动机和电动机屏蔽电缆的系统上获得的。

射频频干扰滤波器类型		传导性干扰			辐射性干扰	
		工业环境	住宅、商业与轻工业	工业环境	住宅、商业与轻工业	
设置		EN 55011 A2 类	EN 55011 A1 类	EN 55011 B 类	EN 55011 A1 类	EN 55011 B 类
H1						
FC301:	0-3.7 kW (200-240 V)	75 m	50 m	10 m	是	No
	0-22 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	是	No
FC302:	0-37 kW 200-240 V	150 m	150 m	50 m	是	No
	0-75 kW 380-480 V	150 m	150 m	50 m	是	No
H2						
FC301/ 302:	0-3.7 kW (200-240 V)	5 m	No	No	No	No
	5.5-37 kW 200-240 V	25 m	No	No	No	No
	0-7.5 kW 380-480 V	5 m	No	No	No	No
	11-75 kW 380-480 V	25 m	No	No	No	No
	90-400 kW 380-480 V	50 m	No	No	No	No
	75-500 kW 525-600 V	150 m	No	No	No	No
H3						
FC301:	0-1.5 kW 200-240 V	50 m	25 m	2.5 m	是	No
	0-1.5 kW 380-480 V	50 m	25 m	2.5 m	是	No
H4						
FC302	90-400 kW 380-480 V	150 m	150 m	No	是	No
	75-315 kW 525-600 V	150 m	150 m	No	No	No
Hx						
FC302	0.75-7.5 kW 525-600 V	-	-	-	-	-

表 3.1: EMC 测试结果（辐射、安全性）

HX、H1、H2 或 H3 在类型代码的第 16 - 17 位定义 EMC 滤波器。

HX - 变频器不带内置的 EMC 滤波器（仅限 600 V 规格的设备）

H1 - 集成的 EMC 滤波器。符合 A1/B 类标准

H2 - 没有附加的 EMC 滤波器。符合 A2 类标准

H3 - 集成的 EMC 滤波器。符合 A1/B 类标准（仅限 A1 型机箱）

H4 - 集成的 EMC 滤波器。符合 A1 类标准

3.4.3 辐射要求

根据可调变频器的 EMC 产品标准 EN/IEC61800-3:2004 的规定，EMC 要求取决于变频器的用途。EMC 产品标准中定义了四个类别。这四个类别的定义以及存在传导辐射的主电源线的要求位于下表中：

类别	定义	传导辐射要求符合 EN55011 中给出的极限
C1	安装在第一种环境中（家庭和办公室，供电电压低于 1000V）的变频器。	B 类
C2	安装在第一种环境中（家庭和办公室，供电电压低于 1000V）的变频器，并且不可插拔也不可移动，只应由专业人员进行安装和调试。	A 类组 1
C3	安装在第二种环境中（工业，供电电压低于 1000V）的变频器。	A 类组 2
C4	安装在第二种环境中（工业，供电电压高于 1000V，额定电流高于 400A）的变频器或无限限线缆。应该制订 EMC 计划。要用于复杂系统的变频器。	

使用一般辐射标准时，变频器需要符合下列极限：

环境	一般标准	传导辐射要求符合 EN55011 中给出的极限
第一种环境（家庭和办公室）	针对居住、商业和轻工业环境的 EN/IEC61000-6-3 辐射标准。	B 类
第二种环境（工业环境）	针对工业环境的 EN/IEC61000-6-4 辐射标准。	A 类组 1

3.4.4 安全性要求

变频器的安全性要求取决于它们的安装环境。工业环境的要求要高于家庭和办公室环境的要求。所有 Danfoss 变频器均符合工业环境标准，因此也符合较低的、具有较大安全宽限的家庭和办公室环境要求。

为了证明对电磁干扰的防范能力，进行了以下安全性测试，使用的系统由变频器（带相关选件）、屏蔽控制电缆和带电位计的控制箱、电动机电缆及电动机组成。

所有测试均按照以下基本标准执行：

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2)：** 静电放电 (ESD)： 模拟人体的静电放电。
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3)：** 外来的调幅电磁场辐射模拟了雷达和无线电通讯设备以及移动通讯的影响。
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4)：** 瞬态脉冲： 模拟接触器、继电器或类似设备在开关时的干扰效应。
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5)：** 瞬态电涌： 模拟安装环境附近的闪电等现象的瞬态电涌。
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6)：** 射频共用模式： 模拟与连接电缆相连的无线传输设备的效应。

请参阅下面的 EMC 安全性表。

电压范围： 200-240 V, 380-480 V					
基本标准	瞬态 IEC 61000-4-4	电涌 IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	辐射性电磁场 IEC 61000-4-3	RF 共 模电压 IEC 61000-4-6
认可标准	B	B	B	A	A
线路	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
电动机	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
制动	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
负载分配	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
控制电缆	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
标准总线	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
继电器电缆	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
应用选件和现场总线选件	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
LCP 电缆	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
外接 24 V 直流电源	2 kV CM	0.5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
机箱	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

AD: 空气放电
 CD: 接触放电
 CM: 通用模式
 DM: 差分模式
 1. 电缆屏蔽注射。

表 3.2: 安全性

3.5.1 PELV – 保护性超低压

PELV 可通过超低压提供保护。如果电源为 PELV 类型，且安装符合地方/国家对 PELV 电源的规定，则可避免发生触电。

所有控制端子和继电器端子 01-03/04-06 都符合 PELV（保护性超低压）标准（不适用于 525-600 V 设备以及三角形接地脚电压高于 300 V 的情况）。

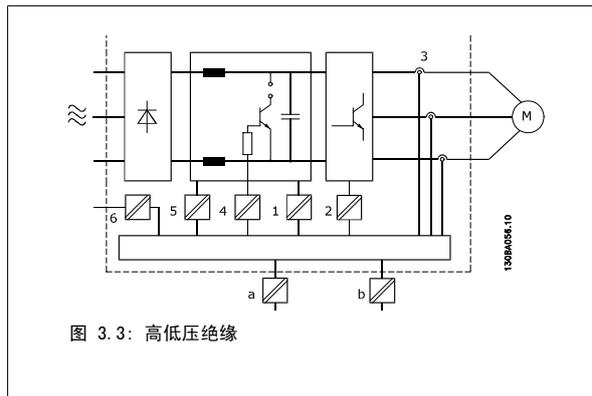
如果能满足较高绝缘要求并保证相应空间间隔，则可以获得令人满意的漏电绝缘效果。EN 61800-5-1 标准对这些要求进行了专门介绍。

提供电气绝缘的部件（如下所述）也必须满足较高的绝缘标准并通过 EN 61800-5-1 规定的相关测试。

PELV 漏电绝缘主要包括六个位置（如下图）：

为了达到 PELV 性能，所有同控制端子的连接都必须是 PELV 的，比如，必须对热敏电阻实行双重绝缘，以加强其绝缘性能。

1. 包括 U_{bc} 信号绝缘的电源 (SMPS)，表示中间电流电压。
2. 驱动 IGBT 的门驱动器 (触发变压器和光学耦合器)。
3. 电流传感器。
4. 光学耦合器，制动模块。
5. 内部的充电、RFI 和温度测量电路。
6. 自定义继电器。



功能性流电绝缘 (图中的 a 和 b) 适用于 24 V 备用电源选件和 RS 485 标准总线接口。



安装在高海拔下:

380 - 500 V: 当海拔超过 3 km 时, 请向 Danfoss Drives 咨询 PELV 事宜。

525 - 690 V: 当海拔超过 2 km 时, 请向 Danfoss Drives 咨询 PELV 事宜。

3.6.1 接地漏电电流



警告:

即使设备已断开与主电源的连接, 触碰电气部件也可能导致生命危险。

另外, 还需确保所有其他电源输入都已断开, 例如负载共享 (直流中间电路的连接), 以及用于借能运行的电动机连接。

使用 VLT AutomationDrive FC 300: 至少等待在安全事项部分中规定的时间。

仅当具体设备的铭牌上标明了更短的等待时间时, 才允许缩短等待时间。



漏电电流

变频器的接地漏电电流大于 3.5 mA。要确保接地电缆同地线接头 (端子 95) 之间有良好的机械连接, 该电缆的横截面积必须不小于 10 平方毫米, 或者使用两根单独终接的额定接地线。

漏电断路器

该设备可在保护性导体中产生直流电流。当使用漏电断路器 (RCD) 提供额外保护时, 在本产品的输入端只能使用 B 类的 RCD (延时型)。另请参阅 RCD Application Note (RCD 应用说明) MN.90.GX.02。

变频器的保护性接地和 RCD 的使用必须始终遵从国家和地方法规。

3.7 FC 100 中的制动功能

制动功能适用于电动机主轴上负载的制动, 可以作为动态制动也可以作为静态制动。

3.7.1 机械夹持制动

直接安装在电动机上的机械夹持制动通常执行静态制动。在某些应用中, 静态夹持转矩用作电动机主轴的静态夹持 (通常为同步永久性电动机)。夹持制动由 PLC 控制, 或直接由变频器的数字输出控制 (继电器或稳定状态)。



注意

当安全链中包括夹持制动时:

变频器不能提供机械制动的安全控制。必须在总安装中包括用于制动控制的冗余电路。

3.7.2 动态制动

动态制动由下列内容建立:

- 电阻器制动: 制动 IGBT 会将过压保持在某个特定的阈值之下, 其方式时将制动能量从电动机定向到连接的制动电阻器 (参数 2-10 = [1])。
- 交流制动: 制动能量在电动机中通过更改电动机中的损耗情况进行分配。交流制动功能不能在循环频率较高的应用中使用, 因为这样可能会使得电动机过热 (参数 2-10 = [2])。
- 直流制动: 添加到交流中的过调制直流电流作为用作旋转电流制动 (参数 2-02 ≠ 0 s)。

3.7.3 制动电阻器的选择

为满足发电式制动操作的更高要求, 必须使用一个制动电阻器。通过使用制动电阻器, 可以确保所产生的能量将被制动电阻器 (而不是变频器) 所吸收。

如果在每次制动期间传输到该电阻器的动能数量是未知的, 则可以根据周期和制动时间 (即间歇工作周期) 来计算平均功率。电阻器间歇工作周期即为电阻器的工作周期。下图显示了一个典型的制动周期。

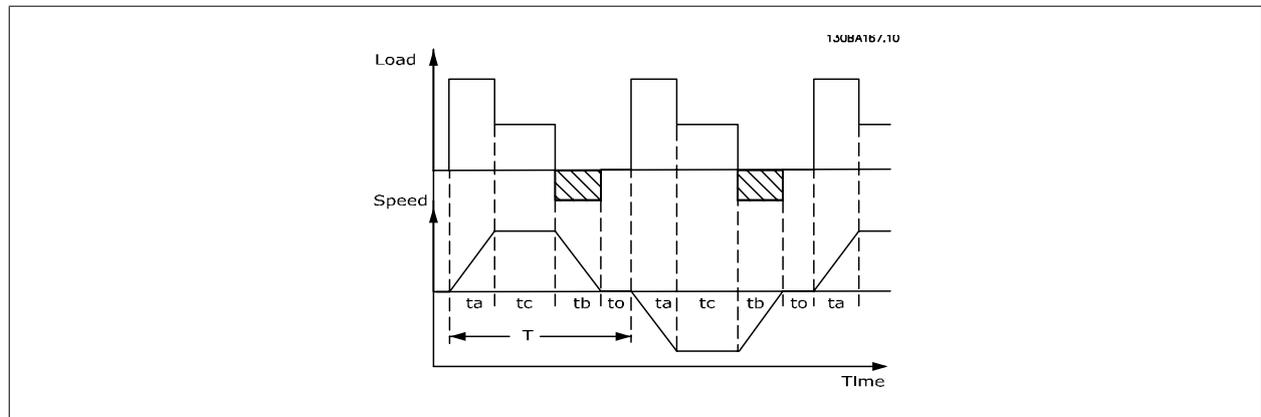
注意
电动机供应商通常使用 S5 来表示许可的负载, 它是一个间歇工作周期的表达式。

该电阻的间歇工作周期按下述方式计算:

$$\text{工作周期} = t_b / T$$

T = 周期 (秒)

t_b 为上述周期内的制动时间 (秒)



	周期时间 (秒)	100% 转矩时的制动工作周期	过载转矩 (150/160%) 时的制动工作周期
200-240 V			
PK25-P11K	120	持续	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
380-500 V			
PK37-P75K	120	持续	40%
P90K-P160	600	持续	10%
P200	600	40%	10%
P250-P400	600	40% ¹⁾	10% ²⁾
525-600 V			
PK75-P75K	120	持续	40%
525-690 V			
P110-P315	600	40%	10%
P355-P560	600	40% ³⁾	10% ⁴⁾

表 3.3: 高过载转矩时制动

1) 在 90% 转矩时为 355KW。在 100% 转矩下，制动工作周期为 13%。在主电源额定电压为 441-500 V、转矩为 100% 的情况下，制动工作周期为 17%。

在 80% 转矩时为 400KW。在 100% 转矩下，制动工作周期为 8%。

2) 基于 300 秒的周期:

对于 355 kW, 转矩为 145%

对于 400 kW, 转矩为 130%

3) 在 80% 转矩时为 500KW

在 71% 转矩时为 560KW

2) 基于 300 秒的周期:

对于 500 kW, 转矩为 128%

对于 560 kW, 转矩为 114%

Danfoss 提供了工作周期为 5%、10% 和 40% 的制动电阻器。如果使用工作周期为 10% 的制动电阻器，则它可以在一个周期的 10% 的时间内吸收制动功率。其余 90% 的周期时间将用于耗散过多的热量。

制动电阻器的最大允许负载由给定间歇工作周期的峰值功率表示，可按下述方式计算:

制动电阻的计算方式如下:

$$R_{br}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}}$$

其中

$$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br} \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT}[W]$$

可以看出，制动电阻取决于中间电路电压 (U_{dc})。

FC 301 和 FC 302 的制动功能被限定在 4 个主电源电压范围内:

规格	正常制动	切断警告	切断 (跳闸)
FC 301 / 302 3 x 200-240 V	390 V (UDC)	405 V	410 V
FC 301 3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 3 x 380-500 V*	810 V/ 795 V	840 V/ 820 V	850 V/ 855 V
FC 302 3 x 525-600 V	943 V	965 V	975 V
FC 302 3 x 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

* 取决于功率大小



注意

如果不使用 Danfoss 制动电阻器，请检查制动电阻器是否能承受 410 V、820 V、850 V、975 V 或 1130 V 的电压。

Danfoss 推荐使用制动电阻 R_{rec} ，该电阻可确保变频器在 160% 的最高制动转矩 ($M_{br}(\%) >$) 时实现制动。相应的公式可表示为：

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{motor} \times M_{br}(\%) \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

η_{motor} 通常为 0.90

η_{VLT} 通常为 0.98

对于 200 V、480 V、500 V 和 600 V 的变频器，160% 制动转矩时的 R_{re} 可以分别表示为：

$$200V : R_{rec} = \frac{107780}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$480V : R_{rec} = \frac{375300}{P_{motor}} [\Omega] \text{ 1)}$$

$$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$600V : R_{rec} = \frac{630137}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$690V : R_{rec} = \frac{832664}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$480V : R_{rec} = \frac{428914}{P_{motor}} [\Omega] \text{ 2)}$$

1) 对于主轴输出 $\leq 7.5 \text{ kW}$ 的变频器

2) 对于主轴输出为 11 - 75 kW 的变频器



注意

所选的电阻器制动电路的阻值不应高于 Danfoss 的推荐值。如果选择了具有更高阻值的制动电阻器，可能无法达到 160% 的制动转矩，因为变频器可能出于安全原因而自动关闭。



注意

如果制动电阻器发生短路，则必须使用电网开关或接触器断开变频器的主电源才能避免制动电阻器上的功率消耗。（接触器可由变频器控制）。



注意

制动电阻器在制动期间或之后温度可能会变得非常高，因此请不要触摸它。

3.7.4 通过制动功能进行控制

通过制动，可以在电动机用作发电机时限制中间电路上的电压。例如，当负载驱动电动机和直流回路上有累积的功率时便会发生这种情况。制动形式为带有外接制动电阻器的斩波器电路。

将制动电阻器外置有以下优点：

- 可以根据目标应用选择制动电阻器。
- 制动能量可在控制面板之外散逸，即该能量可以被利用。
- 如果制动电阻器过载，变频器的电子元件不会过热。

制动功能可防止制动电阻器发生短路。为此，制动晶体管将受到监测，以确保能检测到晶体管的短路。可以使用继电器/数字输出防止制动电阻器发生过载（这在变频器中是一种故障状态）。

除此之外，您还可以借助制动功能获得最近 120 秒的瞬时功率和平均功率。制动系统还可以监测功率激励，以确保它不会超过在参数 2-12 中选择的极限。在参数 2-13 中可以选择相应的功能，一旦传输给制动电阻器的功率超过在参数 2-12 中设置的极限，就会执行该功能。

**注意**

制动功率监测并不属于安全功能；需要温控开关来实现该目的。制动电阻器电路没有接地泄漏保护。

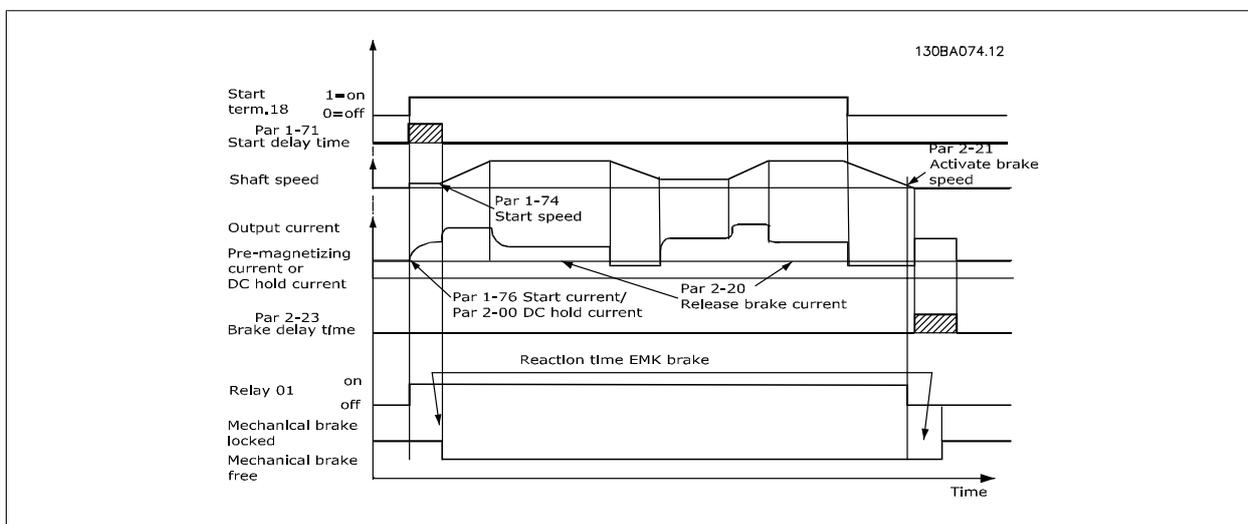
可以在参数 2-17 中选择 *过压控制 (OVC)* (除制动电阻器外) 作为替代的制动功能。此功能对于所有单元均适用。使用此功能可确保避免直流回路电压升高时跳闸。这是通过提高输出频率以限制直流回路电压来实现的。因为可以避免变频器跳闸，所以这是一种非常有用的功能，例如，如果减速时间过短。在这种情况下，减速时间会延长。

3

3.8.1 机械制动控制

在起重应用中必须能够控制电磁制动。为控制该制动，需要使用继电器输出（继电器 1 或 继电器 2）或经过设置的数字输出（端子 27 或 29）。正常而言，该输出在变频器不能控制电动机（例如，因为负载过大）时应该保持关闭。在参数 5-40（数组参数）、参数 5-30 或参数 5-31（端子 27 或 29 数字输出）中可以为带有电磁制动的应用选择 *机械制动控制* [32]。

如果选择 *机械制动控制* [32]，机械制动继电器在启动期间将保持关闭，直到输出电流超过了在参数 2-20 *抱闸释放电流* 中选择的电流水平。在停止期间，当速度低于在参数 2-21 *激活制动速度 [RPM]* 中选择的的速度水平时，机械制动将关闭。如果变频器进入报警状态（如过压时），机械制动会立即切入。在安全停止期间也是如此。



在起降应用中，必须能够控制电磁制动。

逐步操作说明

- 要控制机械制动，可以使用任何继电器输出或数字输出（端子 27 和 29）。如果需要，请使用合适的接触器。
- 在变频器无法驱动电动机时（例如因负载过大或电动机尚未安装），请确保输出处于关闭状态。
- 在连接机械制动之前，请选择参数 5-4*（或参数 5-3*）中的 *机械制动控制* [32]。
- 当电动机电流超过参数 2-20 中的预设值时，将解除制动。
- 当输出频率低于参数 2-21 或 2-22 中设置的频率，并且仅当变频器执行了停止命令时，制动器才会啮合。

**注意**

对于垂直提升或起重应用，请务必保证在发生紧急情况或者单个部件（如接触器等）不能正常工作时可以停止负载。如果变频器处于报警模式或过压状态，机械制动会立即切入。

**注意**

对于起重应用，请确保参数 4-16 和 4-17 中的转矩极限设置比参数 4-18 中的电流极限低。此外还建议将参数 14-25 转矩极限跳闸延时设为“0”，将参数 14-26 逆变器故障时的跳闸延迟设为“0”，并且将参数 14-10 主电源故障设为“[3], 惯性运动”。

3.8.2 起重机械制动

VLT Automation Drive FC 300 提供了专为起重应用设计的机械制动控制。通过参数 1-72 中的选项 [6] 可以激活起重机械制动。它与常规机械制动控制的主要区别是，常规机械制动控制通常使用一个继电器来监视输出电流，而这种起重机械制动则可以直接控制制动继电器。这意味着它不是设置抱闸释放电流，而是定义抱闸释放之前施加在抱闸上的转矩。由于该转矩是直接定义的，因此使得起重应用设置更加直观。

通过使用比例增益放大（参数 2-28），可以实现更快的抱闸释放控制。起重机械制动的的方法基于一个分为 3 步的过程。为了在这个过程中实现尽可能平稳的抱闸释放，电动机控制和抱闸释放将保持同步。

3 步过程

1. 电动机预励磁

为了确保对电动机的夹持并且验证它是否正确安装，首先将对电动机进行预励磁。

2. 应用抱闸转矩

当机械制动将负载夹持住时，只能确定负载的方向，但无法确定其大小。抱闸释放时，该负载必须由电动机接管。为了实现这种接管，则需要起重方向上施加一个由用户定义的转矩（在参数 2-26 中设置）。借此可以将最终接管负载的速度控制器进行初始化。为了减小反冲力对齿轮箱造成的磨损，此转矩将以斜坡方式施加。

3. 抱闸释放

一旦转矩达到在参数 2-26 转矩参考值中设置的值，即发生抱闸释放。释放负载之前的延时由在参数 2-25 抱闸释放时间中设置的值确定。为了在抱闸释放之后的加载步骤中实现尽快反应，可以通过提高比例增益来将速度 PID 控制信号放大。

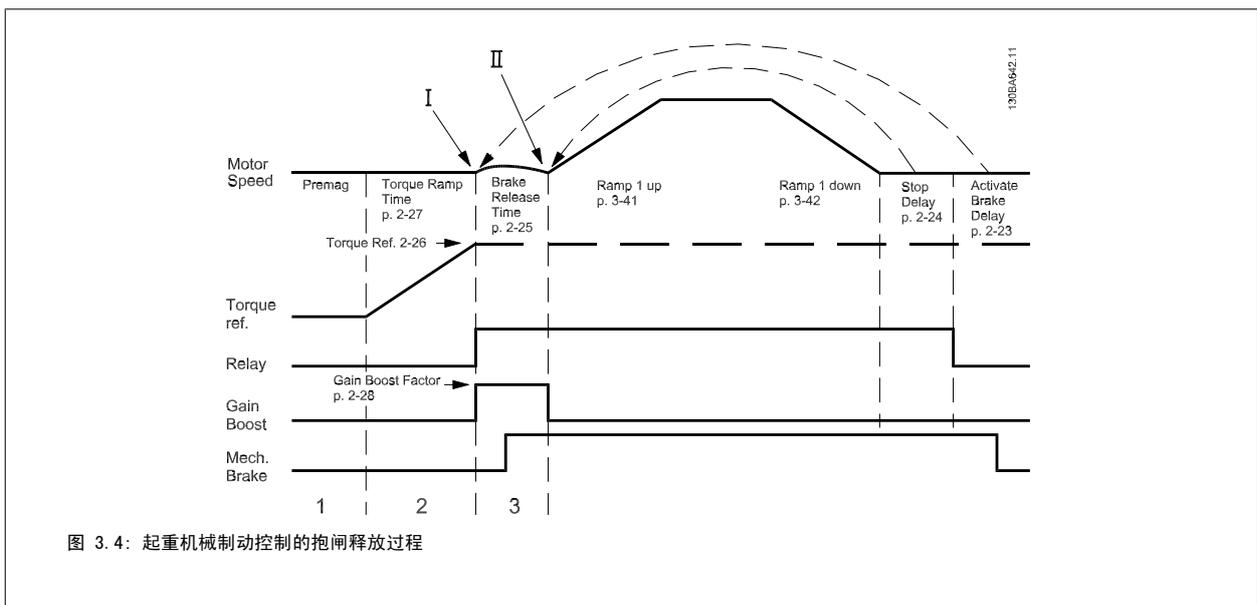


图 3.4: 起重机械制动控制的抱闸释放过程

3.8.3 制动电阻器连线

EMC (绞线电缆/屏蔽)

为了减小制动电阻器和变频器之间缆线的电气噪音，必须使用绞线。

为了获得更好的 EMC 性能，可以使用金属屏蔽丝网。

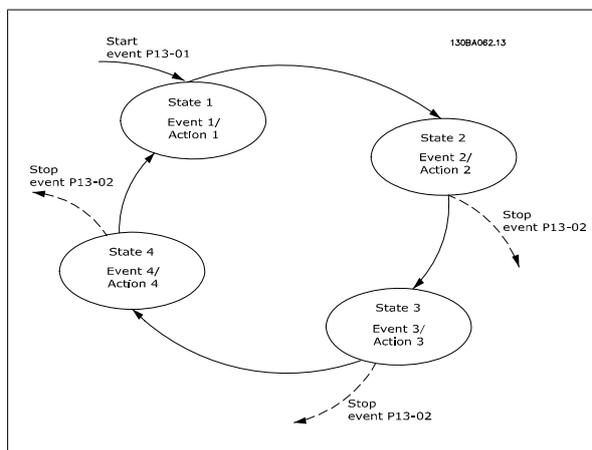
3.9.1 智能逻辑控制

智能逻辑控制 (SLC) 本质上是一个用户定义的操作序列 (请参阅参数 13-52), 当关联的用户定义事件 (请参阅参数 13-51) 被 SLC 判断为 TRUE 时, SLC 将执行这些操作。

事件和操作都有自己的编号, 两者成对地连接在一起形成状态。这意味着, 当事件 [1] 符合条件 (值为 TRUE) 时, 将执行操作 [1]。此后会对事件 [2] 进行条件判断, 如果值为 TRUE, 则执行操作 [2], 依此类推。事件和操作被置于数组参数中。

一次只能对一个事件进行条件判断。如果某个事件的条件判断为 FALSE, 在相关的扫描间隔中将不执行任何操作 (在 SLC 中), 并且不再对其他事件进行条件判断。这意味着, 当 SLC 在每个扫描间隔中启动后, 它将首先判断事件 [1] (并且仅判断事件 [1]) 的真假。仅当对事件 [1] 的条件判断为 TRUE 时, SLC 才会执行操作 [1], 并且开始判断事件 [2] 的真假。

可以设置 0 到 20 个事件和操作。当执行了最后一个事件/操作后, 又会从事件 [1]/操作 [1] 开始执行该序列。图中示例带有 3 个事件/操作:



短路 (电动机相间短路)

通过测量电动机三个相位中每一个相位的电流或者直流回路的电流, 可以实现对变频器的短路保护。两个输出相位之间产生短路可导致逆变器过流。当短路电流超过允许的值后, 逆变器将被单独关闭 (报警 16 跳闸锁定)。

要在负载分配和制动输出端发生短路时保护变频器, 请参阅设计指导原则。

进行输出切换

在电动机与变频器之间进行输出切换是完全允许的。进行输出切换不会损坏变频器。但可能会显示故障信息。

电动机产生的过压

如果电动机用作发电机, 中间电路的电压会升高。这包括以下情况:

1. 负载 (以变频器的恒定输出频率) 驱动电动机, 即负载发电。
2. 在减速时, 如果惯性力矩较大, 则摩擦较小, 减速时间会过短, 从而导致变频器、电动机和系统无法消耗掉能量。
3. 如果滑移补偿设置不当, 可能导致直流回路的电压升高。

如果可能, 控制单元会试图更正减速过程 (参数 2-17 过压控制)。

当达到特定的电压水平时, 逆变器会关闭, 以保护晶体管和中间电路电容器。

要选择控制中间电路电压水平的方法, 请参阅参数 2-10 和参数 2-17。

主电源断电

如果发生主电源断电, 变频器将继续工作, 直到中间电路电压低于最低停止水平 (一般比变频器的最低额定电源电压低 15%)。

断电前的主电源电压和电动机负载决定了逆变器惯性运动的时间。

VVC¹⁰⁸ 模式下的静态过载

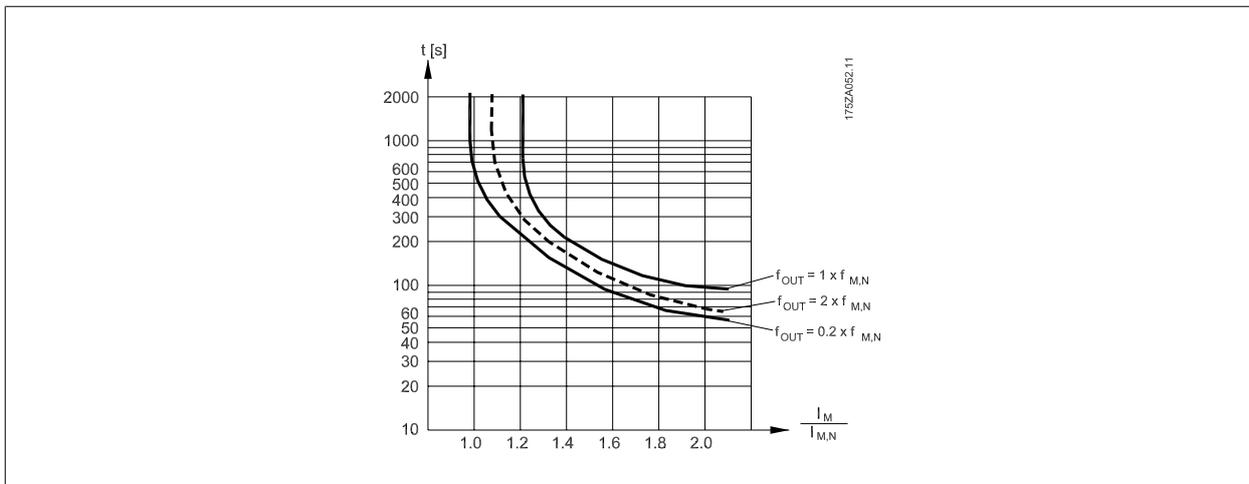
当变频器过载时 (达到参数 4-16/4-17 中的转矩极限), 控制系统会降低输出频率, 以降低负载。

如果过载较为严重, 则会产生电流, 使变频器在大约 5 到 10 秒钟后自动关闭。

在转矩极限下的运行时间可以在参数 14-25 中限定 (0-60 秒)。

3.10.1 电动机热保护

电动机温度是基于电动机电流、输出频率、时间或热敏电阻计算的。请参阅编程指南中的参数 1-90。



3

3.11.1 FC 300 的安全停止

FC 302 以及采用 A1 机箱的 FC 301 可以执行规定的安全功能，安全关闭转矩（由 IEC 61800-5-2 定义）或停止类别 0（在 EN 60204-1 中定义）。

对于采用 A1 机箱的 FC 301：当该变频器内含安全停止功能时，类型代码的第 18 位应该是 T 或 U。如果第 18 位是 B 或 X，则说明不包括安全停止端子 37！

范例：

采用 A1 机箱并带有安全停止功能的 FC 301 的类型代码：FC-301PK75T4Z20H4TGCXXXSXXXXA0BXCXXXX0

该功能是按照 EN 954-1 中安全类别 3 的要求设计和验收的。这个功能被称为“安全停止”。在系统中集成并使用安全停止功能之前，必须对系统进行全面的风险分析，以确定安全停止功能和安全类别是否适当且充分。

安全停止的激活和终止

一旦端子 37 上的 24V 直流电压被切断，安全停止功能便会被激活。安全停止功能的默认设置是“防止意外的重启”行为。这意味着，若要终止安全停止并恢复正常运行，首先必须向端子 37 施加 24 V 直流电压。接着必须给出一个复位信号（通过总线、数字 I/O 或 [Reset]（复位）键）。

通过将参数 5-19 的值从默认值 [1] 设为值 [3]，可以将安全停止功能的行为设为“自动重启”。如果变频器连接了 MCB112 选件，那么自动重启行为将由值 [7] 和 [8] 来设置。

“自动重启”意味着，一旦在端子 37 上重新施加了 24V 直流电压，便会终止安全停止，并恢复正常运行。此时无需复位信号。

重要说明！只有在两种情况下才允许自动重启行为：

1. “防止意外重启”功能由安全停止系统的其它部件来实现。
2. 当安全停止未激活时，可以排除亲临危险区域的需要。尤其是，必须遵守欧盟机械标准以下段落的规定：EN954-1:1996（或 ISO 13849-1:2006）的 5.2.1、5.2.2 和 5.2.3；EN292-2（ISO 12100-2:2003）的 4.11.3 和 4.11.4。

Prüf- und Zertifizierungsstelle
im BG-PRÜFZERT

BGIA
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz
Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften

Type Test Certificate

05 06004
No. of certificate

130BA373.10

Translation
In any case, the German
original shall prevail.

Name and address of the
holder of the certificate:
(customer) Danfoss Drivas A/S, Ulnoas 1
DK-6300 Graasten, Danmark

Name and address of the
manufacturer: Danfoss Drivas A/S, Ulnoas 1
DK-6300 Graasten, Danmark

Ref. of customer: Ref. of Test and Certification Body: Date of issue:
Apf/Koh VE-Nr. 2003 23220 13.04.2005

Product designation: Frequency converter with integrated safety functions

Type: VLT® Automation Drive FC 302

Intended purpose: Implementation of safety function „Safe Stop“

Testing based on: EN 954-1, 1997-03,
DKE AK 226.03, 1998-06,
EN ISO 13849-2: 2003-12,
EN 61800-3, 2001-02,
EN 61800-5-1, 2003-09,

Test certificate: No.: 2003 23220 from 13.04.2005

Remarks: The presented types of the frequency converter FC 302 meet the requirements laid down in the test bases.
With correct wiring a category 3 according to DIN EN 954-1 is reached for the safety function.

The type tested complies with the provisions laid down in the directive 98/37/EC (Machinery).

Further conditions are laid down in the Rules of Procedure for Testing and Certification of April 2004.

Head of certification body: [Signature]
(Prof. Dr. rer. nat. Diemar Rainerl)

Certification officer: [Signature]
(Dipl.-Ing. R. Apfeld)

FZB0E
01.05

Postal address: 53754 Sankt Augustin

Office: Alte Heerstraße 111
53757 Sankt Augustin

Phone: 0 22 41/2 31-02
Fax: 0 22 41/2 31-22 34

3

3.11.2 安全停止功能的安装（仅限 FC 302 以及采用 A1 机箱的 FC 301）

要按照安全类别 3（EN954-1）执行停止类别 0（EN60204）的安装，请遵照以下说明：

1. 必须取下端子 37 和 24 V 直流之间的桥接器（跳线）。仅断开该跳线是不够的。为避免短路，请将其整个取下。请参阅图解中的跳线。
2. 用带有短路保护的电缆连接端子 37 和 24 V 直流。24 V 直流电源必须能通过 EN954-1 类别 3 电路中断设备中断。如果中断设备和变频器放置在同一个安装面板中，您可以使用常规电缆而非上述带保护功能的电缆。
3. 除非 FC 302 本身拥有 IP54 和更高的防护级别，否则必须将其置于 IP 54 机箱中。因此，采用 A1 机箱的 FC 301 也必须始终被放置在 IP 54 机箱中。



图 3.5：端子 37 和 24 VDC 之间的桥接器（跳线）

下图显示了一个符合安全类别 3（EN 954-1）的停止类别 0（EN 60204-1）系统。一个常开的门接触器实现了电路中断。该图还显示了如何连接与安全无关的硬件惯性停车。

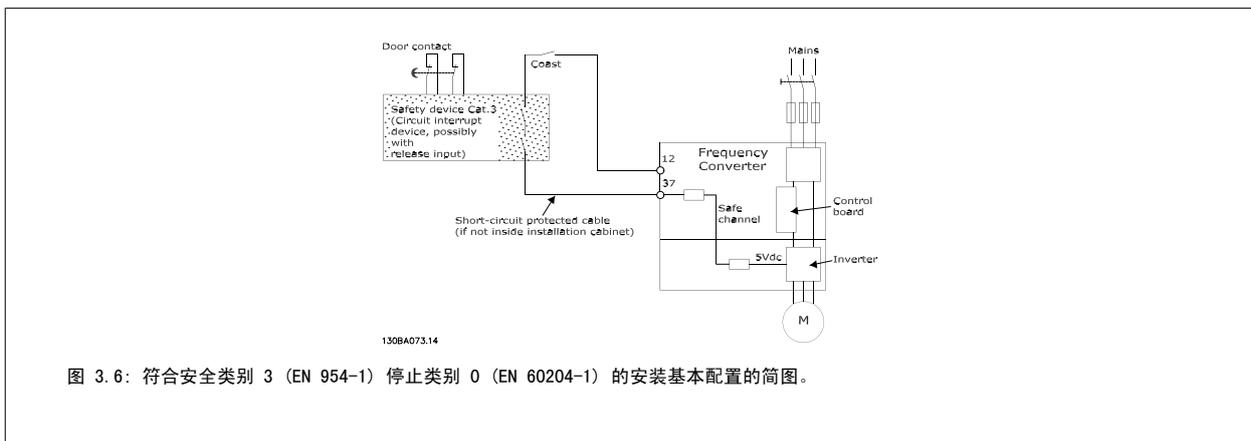


图 3.6: 符合安全类别 3 (EN 954-1) 停止类别 0 (EN 60204-1) 的安装基本配置的简图。

3.11.3 与 MCB112 组合的安全停止系统

热敏电阻模块 MCB112 通过了 Ex 认证，它使用端子 37 作为其与安全有关的断开机制。如果连接了 MCB112，则必须通过其输出 X44/11 与相关安全传感器（如紧急停止按钮、安全防护开关等）之间的“与”运算结果来激活安全停止。这个“与”运算逻辑自身必须符合 EN 954-1 的安全类别 3。从安全“与”逻辑的输出到安全停止端子 37 之间的连接必须带有短路保护。请参阅下图：

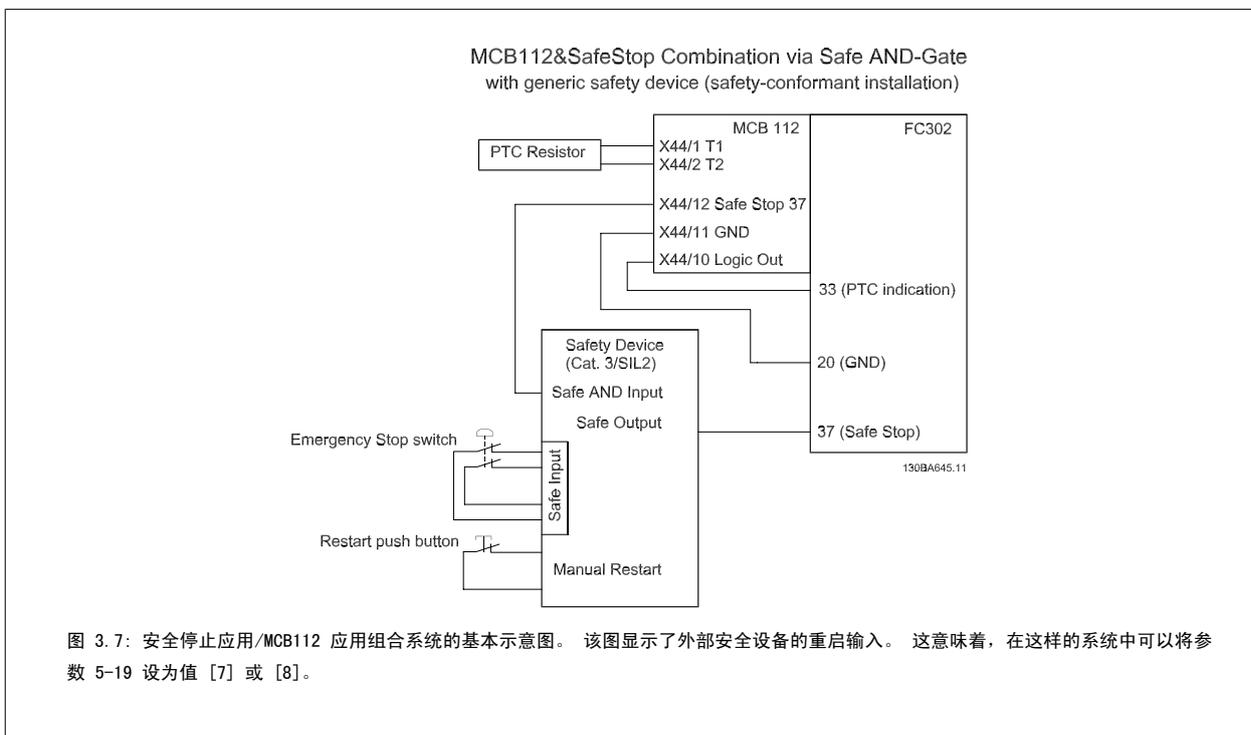


图 3.7: 安全停止应用/ MCB112 应用组合系统的基本示意图。 该图显示了外部安全设备的重启输入。 这意味着，在这样的系统中可以将参数 5-19 设为值 [7] 或 [8]。

安全停止与 MCB112 组合的参数设置

如果连接了 MCB112，则可以在参数 5-19 中进行附加的设置：[1]（默认值）和 [3] 仍然可用，但此时不应设置它们。当仅使用安全停止时，必须要设置它们。如果选择了 [1] 或 [3]，那么一旦 MCB112 被触发，变频器会作出下述反应：给出“危险故障 [A72]”的报警；使变频器安全停止，并且不自动重启。[4] 和 [5] 此时将可用，但也不应使用它们。当仅连接了 MCB112 并且没有其它与安全有关的传感器时，必须要使用它们。如果选择了 [4] 或 [5]，那么一旦安全停止被激活，变频器便会作出下述反应：给出“危险故障 [A72]”的报警；使变频器安全停止，并且不自动重启。对于组合使用安全停止和 MCB112 的情况，必须选择 [6]、[7]、[8] 或 [9]。重要说明！选项 [7] 或 [8] 会将安全停止的行为设为“自动重启”。

这只有在下述两种情况中才被允许：

1. “防止意外重启”功能由安全停止系统的其它部件来实现。
2. 当安全停止未激活时，可以排除亲临危险区域的需要。尤其是，必须遵守欧盟机械标准以下段落的规定：EN954-1:1996（或 ISO 13849-1:2006）的 5.2.1、5.2.2 和 5.2.3；EN292-2（ISO 12100-2:2003）的 4.11.3 和 4.11.4。

3.11.4 安全停止试运行

完成安装后，请首先对使用 FC 300 安全停止功能的系统或应用执行试运行，然后再正式使用。
另外，每当修改了含有 FC 300 安全停止功能的系统或应用后，都需要执行这样的测试。



注意

此类系统或应用要符合安全类别 3 的要求，则必须要顺利通过试运行。

3

试运行（请根据具体情况选择用例 1 或用例 2）：

用例 1：要求安全停止后阻止自动重启（即，仅在参数 5-19 被设为默认值 [1] 时的安全停止，或者当参数 5-19 被设为 [6] 或 [9] 时与 MCB 112 组合的安全停止）：

1. 借助中断设备断开端子 37 的 24 V 直流电源，同时保持 FC 302 对电动机的驱动（即不断开主电源）。如果符合下述情况，则本测试步骤通过：电动机作出了惯性停车反应，机械制动（如果连接）被激活并且在 LCP 上显示了“安全停止 [A68]”报警（如果安装了 LCP）。
2. 发送复位信号（通过总线、数字 I/O 或按 [Reset]（复位）键）。如果电动机保持安全停止状态，并且机械制动（如果连接）保持激活状态，则本测试步骤通过。
3. 再次向端子 37 施加 24 V 直流电压。如果电动机保持惯性停车状态，并且机械制动（如果连接）保持激活状态，则本测试步骤通过。步骤 1.4：发送复位信号（通过总线、数字 I/O 或按 [Reset]（复位）键）。如果电动机再次变得可工作，则本测试步骤通过。

如果通过了所有四个测试步骤（1.1、1.2、1.3 和 1.4），则表明试运行成功。

用例 2：希望并允许安全停止后自动启动（即，仅在参数 5-19 被设为 [3] 时的安全停止，或者当参数 5-19 被设为 [7] 或 [8] 时与 MCB 112 组合的安全停止）：

1. 借助中断设备断开端子 37 的 24 V 直流电源，同时保持 FC 302 对电动机的驱动（即不断开主电源）。如果符合下述情况，则本测试步骤通过：电动机作出了惯性停车反应，机械制动（如果连接）被激活并且在 LCP 上显示了“安全停止 [W68]”警告（如果安装了 LCP）。
2. 发送复位信号（通过总线、数字 I/O 或按 [Reset]（复位）键）。如果电动机保持安全停止状态，并且机械制动（如果连接）保持激活状态，则本测试步骤通过。
3. 再次向端子 37 施加 24 V 直流电压。

如果电动机再次变得可工作，则本测试步骤通过。如果通过了所有三个测试步骤（2.1、2.2 和 2.3），则表明试运行成功。



注意

FC 302 的安全停止功能可用于异步或同步电动机。在变频器的功率半导体内可能会同时发生两个故障。在使用同步电动机时，这可能会引起剩余旋转。旋转可以计算为“角度=360/（电极数量）”。在使用同步电动机的应用中必须考虑这一问题，并确保其对安全的影响不大。异步电动机不存在此问题。



注意

为了在使用“安全停止”功能时符合 EN-954-1 类别 3 的要求，安全停止功能的安装必须符合若干条件。有关详细信息，请参阅安全停止功能的安装部分

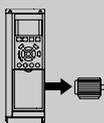
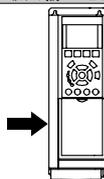


注意

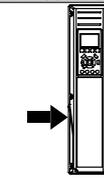
当不慎或者恶意向端子 37 施加电压，并由此造成复位时，变频器不提供安全保护。请通过应用级别或组织级别的中断设备提供这类保护。有关详细信息，请参阅安全停止功能的安装部分。

4 FC 300 选件

4.1 电气数据 - 200-240 V

主电源 3 x 200 - 240 VAC											
FC 301/FC 302											
	PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7		
典型主轴输出 [kW]	0.25	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	3.7		
IP 20/IP 21 机箱	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3		
IP 20 机箱 (仅限 FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-		
IP 55、66 机箱	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
输出电流											
	持续 (3 x 200-240 V) [A]	1.8	2.4	3.5	4.6	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7	
	间歇 (3 x 200-240 V) [A]	2.9	3.8	5.6	7.4	10.6	12.0	17.0	20.0	26.7	
	持续 KVA (交流 208 V) [KVA]	0.65	0.86	1.26	1.66	2.38	2.70	3.82	4.50	6.00	
	最大电缆规格 (主电源, 电动机, 制动) [mm ² (AWG ²)]	0.2 - 4 (24 - 10)									
最大输入电流											
	持续 (3 x 200-240 V) [A]	1.6	2.2	3.2	4.1	5.9	6.8	9.5	11.3	15.0	
	间歇 (3 x 200-240 V) [A]	2.6	3.5	5.1	6.6	9.4	10.9	15.2	18.1	24.0	
	预熔保险丝最大规格 ¹ [A]	10	10	10	10	20	20	20	32	32	
	环境										
	最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴	21	29	42	54	63	82	116	155	185	
	IP20 机箱重量 [kg]	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6	
	A1 (IP20)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	-	-	-	
	A5 (IP55、66)	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	
效率 ⁴	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96		

0.25 - 3.7 kW 仅有 160% 的高过载转矩提供。

主电源 3 x 200- 240 VAC							
FC 301/FC 302							
高/正常负载*	P5K5		P7K5		P11K		
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
典型主轴输出 [kW]	5.5	7.5	7.5	11	11	15	
机箱 IP20	B3		B3		B4		
IP21 机箱	B1		B1		B2		
IP55、66 机箱	B1		B1		B2		
输出电流							
	持续 (3 x 200-240 V) [A]	24.2	30.8	30.8	46.2	46.2	59.4
	间歇 (60 秒过载) (3 x 200-240 V) [A]	38.7	33.9	49.3	50.8	73.9	65.3
	持续 KVA (交流 208 V) [KVA]	8.7	11.1	11.1	16.6	16.6	21.4
最大输入电流							
	持续 (3 x 200-240 V) [A]	22	28	28	42	42	54
	间歇 (60 秒过载) (3 x 200-240 V) [A]	35.2	30.8	44.8	46.2	67.2	59.4
	最大电缆规格 [mm ² (AWG)] ²	16 (6)		16 (6)		35 (2)	
	预熔保险丝最大规格 [A] ¹	63		63		80	
	最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴	239	310	371	514	463	602
	重量, 机箱 IP21、IP 55、66 [kg]	23		23		27	
	效率 ⁴	0.964		0.959		0.964	

* 高过载 = 160% 转矩, 持续 60 秒; 正常过载 = 110% 转矩, 持续 60 秒

4

主电源 3 x 200- 240 VAC											
FC 301/FC 302		P15K		P18K5		P22K		P30K		P37K	
高/正常负载*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
典型主轴输出 [kW]		15	18.5	18.5	22	22	30	30	37	37	45
机箱 IP20		B4		C3		C3		C4		C4	
IP21 机箱		C1		C1		C1		C2		C2	
IP55、66 机箱		C1		C1		C1		C2		C2	
输出电流											
	持续 (3 x 200-240 V) [A]	59.4	74.8	74.8	88	88	115	115	143	143	170
	间歇 (60 秒过载) (3 x 200-240 V) [A]	89.1	82.3	112	96.8	132	127	173	157	215	187
	持续 KVA (交流 208 V) [KVA]	21.4	26.9	26.9	31.7	31.7	41.4	41.4	51.5	51.5	61.2
最大输入电流											
	持续 (3 x 200-240 V) [A]	54	68	68	80	80	104	104	130	130	154
	间歇 (60 秒过载) (3 x 200-240 V) [A]	81	74.8	102	88	120	114	156	143	195	169
	最大电缆规格, IP20 [mm ² (AWG)] ²⁾	35 (2)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
	最大电缆规格, IP 21/55/66 [mm ² (AWG)] ²⁾	90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
	预熔保险丝最大规格 [A] ¹⁾	125		125		160		200		250	
	最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
	重量, 机箱 IP21、IP 55、66 [kg]	45		45		45		65		65	
效率 ⁴⁾	0.96		0.97		0.97		0.97		0.97		

* 高过载 = 160% 转矩, 持续 60 秒; 正常过载 = 110% 转矩, 持续 60 秒

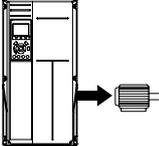
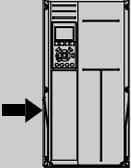
4.2 电气数据 - 380-500 V

主电源 3 x 380 - 500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)												
	PK 37	PK 55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5		
FC 301/FC 302												
典型主轴输出 [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5		
IP20/IP21 机箱	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3		
IP20 机箱 (仅限 FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1							
IP55、66 机箱	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
输出电流												
160% 高过载转矩可持续 1 分钟												
	主轴输出 [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	
	持续 (3 x 380-440 V) [A]	1.3	1.8	2.4	3	4.1	5.6	7.2	10	13	16	
	间歇 (3 x 380-440 V) [A]	2.1	2.9	3.8	4.8	6.6	9.0	11.5	16	20.8	25.6	
	持续 (3 x 441-500 V) [A]	1.2	1.6	2.1	2.7	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14.5	
	间歇 (3 x 441-500 V) [A]	1.9	2.6	3.4	4.3	5.4	7.7	10.1	13.1	17.6	23.2	
	持续 KVA 值 (交流 400 V) [KVA]	0.9	1.3	1.7	2.1	2.8	3.9	5.0	6.9	9.0	11.0	
	持续 KVA 值 (交流 480 V) [KVA]	0.9	1.3	1.7	2.4	2.7	3.8	5.0	6.5	8.8	11.6	
	最大电缆规格 (主电源、电动机、制动) [AWG] ²⁾ [mm ²]	24 - 10 AWG 0.2 - 4 mm ²						24 - 10 AWG 0.2 - 4 mm ²				
	最大输入电流											
		持续 (3 x 380-440 V) [A]	1.2	1.6	2.2	2.7	3.7	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4
		间歇 (3 x 380-440 V) [A]	1.9	2.6	3.5	4.3	5.9	8.0	10.4	14.4	18.7	23.0
		持续 (3 x 441-500 V) [A]	1.0	1.4	1.9	2.7	3.1	4.3	5.7	7.4	9.9	13.0
		间歇 (3 x 441-500 V) [A]	1.6	2.2	3.0	4.3	5.0	6.9	9.1	11.8	15.8	20.8
		预熔保险丝最大规格 ¹⁾ [A]	10	10	10	10	10	20	20	20	32	32
环境 最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾		35	42	46	58	62	88	116	124	187	255	
重量, 机箱 IP20		4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6	
IP55、66 机箱		13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2	
效率 ⁴⁾		0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	

0.37 - 7.5 kW 仅有 160% 的高过载转矩提供。



主电源 3 x 380 - 500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)

FC 301/FC 302		P11K		P15K		P18K		P22K		
高/正常负载*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
典型主轴输出 [kW]		11	15	15	18.5	18.5	22.0	22.0	30.0	
机箱 IP20		B3		B3		B4		B4		
IP21 机箱		B1		B1		B2		B2		
IP55、66 机箱		B1		B1		B2		B2		
输出电流										
	持续 (3 x 380-440 V) [A]	24	32	32	37.5	37.5	44	44	61	
	间歇 (60 秒过载) (3 x 380-440 V) [A]	38.4	35.2	51.2	41.3	60	48.4	70.4	67.1	
	持续 (3 x 441-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52	
	间歇 (60 秒过载) (3 x 441-500 V) [A]	33.6	29.7	43.2	37.4	54.4	44	64	57.2	
	持续 KVA 值 (交流 400 V) [KVA]	16.6	22.2	22.2	26	26	30.5	30.5	42.3	
	持续 KVA 值 (交流 460 V) [KVA]		21.5		27.1		31.9		41.4	
	最大输入电流									
		持续 (3 x 380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
		间歇 (60 秒过载) (3 x 380-440 V) [A]	35.2	31.9	46.4	37.4	54.4	44	64	60.5
		持续 (3 x 441-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
间歇 (60 秒过载) (3 x 441-500 V) [A]		30.4	27.5	40	34.1	49.6	39.6	57.6	51.7	
最大电缆规格 [mm ² / AWG] 2)		16/6		16/6		35/2		35/2		
预熔保险丝最大规格 [A] ¹		63		63		63		80		
最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾		291	392	379	465	444	525	547	739	
IP20 机箱重量 重量, 机箱 IP21、IP 55、66 [kg]		12		12		23.5		23.5		
重量, 机箱 IP21、IP 55、66 [kg]		23		23		27		27		
效率 ⁴⁾		0.98		0.98		0.98		0.98		

* 高过载 = 160% 转矩, 持续 60 秒; 正常过载 = 110% 转矩, 持续 60 秒

主电源 3 x 380 - 500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)											
FC 301/FC 302		P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
高/正常负载*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
典型主轴输出 [kW]		30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
机箱 IP20		B4		C3		C3		C4		C4	
IP21 机箱		C1		C1		C1		C2		C2	
IP55、66 机箱		C1		C1		C1		C2		C2	
输出电流											
	持续 (3 x 380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
	间歇 (60 秒过载) (3 x 380-440 V) [A]	91.5	80.3	110	99	135	117	159	162	221	195
	持续 (3 x 441-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
	间歇 (60 秒过载) (3 x 441-500 V) [A]	78	71.5	97.5	88	120	116	158	143	195	176
	持续 KVA 值 (交流 400 V) [KVA]	42.3	50.6	50.6	62.4	62.4	73.4	73.4	102	102	123
	持续 KVA 值 (交流 460 V) [KVA]		51.8		63.7		83.7		104		128
	最大输入电流										
		持续 (3 x 380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133
间歇 (60 秒过载) (3 x 380-440 V) [A]		82.5	72.6	99	90.2	123	106	144	146	200	177
持续 (3 x 441-500 V) [A]		47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
间歇 (60 秒过载) (3 x 441-500 V) [A]		70.5	64.9	88.5	80.3	110	105	143	130	177	160
最大电缆规格 (IP20), 主电源和电动机 [mm ² (AWG ²)]		35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		150 (300mcm)	
最大电缆规格 (IP20), 负载共享和制动 [mm ² (AWG ²)]		35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
最大电缆规格, IP21/55/66 [mm ² (AWG ²)]		90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
预熔保险丝最大规格 [A] ¹		100		125		160		250		250	
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] ⁴		570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
重量, 机箱 IP21、IP 55、66 [kg]		45		45		45		65		65	
效率 ⁴		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

* 高过载 = 160% 转矩, 持续 60 秒; 正常过载 = 110% 转矩, 持续 60 秒

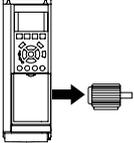
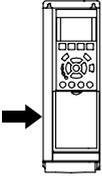
4

主电源 3 x 380 - 500 VAC											
FC 302		P90K		P110		P132		P160		P200	
高/正常负载*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
400 V 时的典型主轴输出 [kW]		90	110	110	132	132	160	160	200	200	250
460 V 时的典型主轴输出 [HP]		125	150	150	200	200	250	250	300	300	350
500 V 时的典型主轴输出 [kW]		110	132	132	160	160	200	200	250	250	315
机箱 IP21, 54		D1		D1		D2		D2		D2	
IP00 机箱		D3		D3		D4		D4		D4	
输出电流											
	持续 (400 V 时) [A]	177	212	212	260	260	315	315	395	395	480
	间歇 (60 秒过载) (400 V 时) [A]	266	233	318	286	390	347	473	435	593	528
	持续 (460/500 V 时) [A]	160	190	190	240	240	302	302	361	361	443
	间歇 (60 秒过载) (460/500 V 时) [A]	240	209	285	264	360	332	453	397	542	487
	持续 KVA 值 (400 V 时) [KVA]	123	147	147	180	180	218	218	274	274	333
	持续 KVA 值 (460 V 时) [KVA]	127	151	151	191	191	241	241	288	288	353
	持续 KVA 值 (500 V 时) [KVA]	139	165	165	208	208	262	262	313	313	384
	最大输入电流										
	持续 (400 V 时) [A]	171	204	204	251	251	304	304	381	381	463
	持续 (460/500 V 时) [A]	154	183	183	231	231	291	291	348	348	427
	最大电缆规格 [mm ² (AWG ²)]	2 x 70 (2 x 2/0)				2 x 185 (2 x 350 mcm)					
	预熔保险丝最大规格 [A] ¹	300		350		400		500		600	
	最大额定负载时的预计功率损耗 [W] ⁴	2641	3234	2995	3782	3425	4213	3910	5119	4625	5893
	重量, 机箱 IP21, IP 54 [kg]	96		104		125		136		151	
	重量, 机箱 IP00 [kg]	82		91		112		123		138	
	效率 ⁴	0.97		0.97		0.97		0.98		0.98	
* 高过载 = 160% 转矩, 持续 60 秒; 正常过载 = 110% 转矩, 持续 60 秒											

主电源 3 x 380 - 500 VAC		P250		P315		P355		P400		
FC 302										
高/正常负载*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
400 V 时的典型主轴输出 [kW]		250	315	315	355	355	400	400	450	
460 V 时的典型主轴输出 [HP]		350	450	450	500	500	600	550	600	
500 V 时的典型主轴输出 [kW]		315	355	355	400	400	500	500	530	
机箱 IP21, 54		E1		E1		E1		E1		
IP00 机箱		E2		E2		E2		E2		
输出电流										
	持续 (400 V 时) [A]	480	600	600	658	658	745	695	800	
	间歇 (60 秒过载) (400 V 时) [A]	720	660	900	724	987	820	1043	880	
	持续 (460/500 V 时) [A]	443	540	540	590	590	678	678	730	
	间歇 (60 秒过载) (460/500 V 时) [A]	665	594	810	649	885	746	1017	803	
	持续 KVA 值 (400 V 时) [KVA]	333	416	416	456	456	516	482	554	
	持续 KVA 值 (460 V 时) [KVA]	353	430	430	470	470	540	540	582	
	持续 KVA 值 (500 V 时) [KVA]	384	468	468	511	511	587	587	632	
	最大输入电流									
	持续 (400 V 时) [A]	472	590	590	647	647	733	684	787	
	持续 (460/500 V 时) [A]	436	531	531	580	580	667	667	718	
	最大电缆规格, 主电源、电动机和负载共享 [mm ² (AWG ²)]	4x240 (4x500 mcm)								
	最大电缆规格, 制动 [mm ² (AWG ²)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)								
	熔断保险丝最大规格 [A] ¹	700		900		900		900		900
	最大额定负载时的预计功率损耗 [W] ⁴⁾	6005	7630	6960	7701	7691	8879	7964	9428	
	重量, 机箱 IP21, IP 54 [kg]	263		270		272		313		
	重量, 机箱 IP00 [kg]	221		234		236		277		
效率 ⁴⁾	0.98		0.98		0.98		0.98			

* 高过载 = 160% 转矩, 持续 60 秒; 正常过载 = 110% 转矩, 持续 60 秒

4.3 电气数据 - 525-690 V

主电源 3 x 525 - 600 VAC (仅限 FC 302)										
FC 302	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5		
典型主轴输出 [kW]	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5		
机箱 IP20, 21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3		
IP55 机箱	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
输出电流										
	持续 (3 x 525-550 V) [A]	1.8	2.6	2.9	4.1	5.2	6.4	9.5	11.5	
	间歇 (3 x 525-550 V) [A]	2.9	4.2	4.6	6.6	8.3	10.2	15.2	18.4	
	持续 (3 x 551-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	6.1	9.0	11.0	
	间歇 (3 x 551-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.2	7.8	9.8	14.4	17.6	
	持续 kVA 值 (525 V AC) [kVA]	1.7	2.5	2.8	3.9	5.0	6.1	9.0	11.0	
	持续 kVA 值 (575 V AC) [kVA]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	6.1	9.0	11.0	
	最大电缆规格 (主电源、电动机、制动) [AWG] ²⁾ [mm ²]	24 - 10 AWG 0.2 - 4 mm ²					24 - 10 AWG 0.2 - 4 mm ²			
	最大输入电流									
		持续 (3 x 525-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	4.1	5.2	5.8	8.6	10.4
		间歇 (3 x 525-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.6	8.3	9.3	13.8	16.6
预熔保险丝最大规格 ¹⁾ [A]		10	10	10	20	20	20	32	32	
环境										
最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾		35	50	65	92	122	145	195	261	
重量, 机箱 IP20 [kg]		6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	
重量, 机箱 IP55 [kg]		13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2	
效率 ⁴⁾		0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	

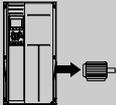
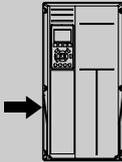
主电源 3 x 525 - 600 VAC													
FC 302		P11K		P15K		P18K5		P22K		P30K			
高/正常负载*													
典型主轴输出 [kW]		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO		
机箱 IP 21、55、66		11	15	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37		
机箱 IP 20		B1		B1		B2		B2		C1			
机箱 IP 20		B3		B3		B4		B4		B4			
输出电流													
	持续 (3 x 525-550 V) [A]	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54		
	间歇 (3 x 525-550 V) [A]	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59		
	持续 (3 x 525-600 V) [A]	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52		
	间歇 (3 x 525-600 V) [A]	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57		
	持续 kVA 值 (550 V AC) [kVA]	18.1	21.9	21.9	26.7	26.7	34.3	34.3	41.0	41.0	51.4		
	持续 kVA 值 (575 V AC) [kVA]	17.9	21.9	21.9	26.9	26.9	33.9	33.9	40.8	40.8	51.8		
	最大电缆规格 IP20 (主电源、电动机、负载共享 和制动) [AWG] ²⁾ [mm ²]	16 (6)				35 (2)							
	最大电缆规格, IP 21、55、 66 (主电源、电动机、负载共享 和制动) [AWG] ²⁾ [mm ²]	16 (6)				35 (2)				90 (3/0)			
	最大输入电流												
		持续 (550 V 时) [A]	17.2	20.9	20.9	25.4	25.4	32.7	32.7	39	39	49	
间歇 (550 V 时) [A]		28	23	33	28	41	36	52	43	59	54		
持续 (575 V 时) [A]		16	20	20	24	24	31	31	37	37	47		
间歇 (575 V 时) [A]		26	22	32	27	39	34	50	41	56	52		
熔断保险丝最大规格 ¹⁾ [A]		63		63		63		80		100			
环境 最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾		225		285		329		700		700			
重量, 机箱 IP21, 55 [kg]		23		23		27		27		27			
重量, 机箱 IP20 [kg]		12		12		23.5		23.5		23.5			
效率 ⁴⁾		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98			

4

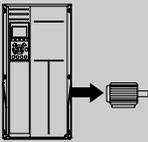
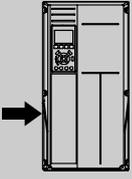
主电源 3 x 525 - 600 VAC		P37K		P45K		P55K		P75K	
FC 302		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
高/正常负载*	典型主轴输出 [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
	机箱 IP21, 55, 66	C1	C1	C1		C2		C2	
	机箱 IP20	C3	C3	C3		C4		C4	
输出电流									
	持续 (3 x 525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
	间歇 (3 x 525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
	持续 (3 x 525-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
	间歇 (3 x 525-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
	持续 kVA 值 (550 V AC) [kVA]	51.4	61.9	61.9	82.9	82.9	100.0	100.0	130.5
	持续 kVA 值 (575 V AC) [kVA]	51.8	61.7	61.7	82.7	82.7	99.6	99.6	130.5
	最大电缆规格 IP20 (主电源、电动机) [AWG] ²⁾ [mm ²]	50 (1)			95 (4/0)			150 (300mcm)	
最大电缆规格 IP20 (负载共享、制动) [AWG] ²⁾ [mm ²]	50 (1)			95 (4/0)					
最大电缆规格, IP 21、55、66 (主电源、电动机、负载共享和制动) [AWG] ²⁾ [mm ²]	90 (3/0)			120 (4/0)					
最大输入电流									
	持续 (550 V 时) [A]	49	59	59	78.9	78.9	95.3	95.3	124.3
	间歇 (550 V 时) [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
	持续 (575 V 时) [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
	间歇 (575 V 时) [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
	预熔保险丝最大规格 ¹⁾ [A]	125		160		250		250	
	环境	850		1100		1400		1500	
	最大额定负载时的预计功率损耗 [W] ⁴⁾	850		1100		1400		1500	
	重量, 机箱 IP20 [kg]	35		35		50		50	
	重量, 机箱 IP21, 55 [kg]	45		45		65		65	
	效率 ⁴⁾	0.98		0.98		0.98		0.98	

主电源 3 x 525- 690 VAC		P37K		P45K		P55K		P75K		P90K	
FC 302		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
高/正常负载*	690 V 时的典型主轴输出 [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90	90	110
	机箱 IP21, 54	D1		D1		D1		D1		D1	
	IP00 机箱	D3		D3		D3		D3		D3	
输出电流											
	持续 (690 V 时) [A]	46	54	54	73	73	86	86	108	108	131
	间歇 (60 秒过载) (690 V 时) [A]	74	59	86	80	117	95	129	119	162	144
	持续 KVA 值 (690 V 时) [KVA]	55	65	65	87	87	103	103	129	129	157
最大输入电流											
	持续 (690 V 时) [A]	50	58	58	77	77	87	87	109	109	128
	最大电缆规格 [mm ² (AWG)]	2x70 (2x2/0)									
	预熔保险丝最大规格 [A] ¹⁾	80		90		125		150		175	
	最大额定负载时的预计功率损耗 [W] ⁴⁾	1355	1458	1459	1717	1721	1913	1913	2262	2264	2662
	重量, 机箱 IP21, IP 54 [kg]	96		96		96		96		96	
	重量, 机箱 IP00 [kg]	82		82		82		82		82	
	效率 ⁴⁾	0.97		0.97		0.98		0.98		0.98	

* 高过载 = 160% 转矩, 持续 60 秒; 正常过载 = 110% 转矩, 持续 60 秒

主电源 3 x 525- 690 VAC														
FC 302		P110		P132		P160		P200		P250		P315		
高/正常负载*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
持续 (550 V 时) [kW]	550 V 时的典型主轴输出 [kW]	90	110	110	132	132	160	160	200	200	250	250	315	
	575 V 时的典型主轴输出 [HP]	125	150	150	200	200	250	250	300	300	350	350	400	
持续 (575/690 V 时) [kW]	690 V 时的典型主轴输出 [kW]	110	132	132	160	160	200	200	250	250	315	315	400	
	机箱 IP21, 54	D1		D1		D2		D2		D2		D2		
IP00 机箱		D3		D3		D4		D4		D4		D4		
输出电流														
	持续 (550 V 时) [A]	137	162	162	201	201	253	253	303	303	360	360	418	
	间歇 (60 秒过载) (550 V 时) [A]	206	178	243	221	302	278	380	333	455	396	540	460	
	持续 (575/690 V 时) [A]	131	155	155	192	192	242	242	290	290	344	344	400	
	间歇 (60 秒过载) (575/690 V 时) [A]	197	171	233	211	288	266	363	319	435	378	516	440	
	持续 KVA 值 (550 V 时) [KVA]	131	154	154	191	191	241	241	289	289	343	343	398	
	持续 KVA 值 (575 V 时) [KVA]	130	154	154	191	191	241	241	289	289	343	343	398	
	持续 KVA 值 (690 V 时) [KVA]	157	185	185	229	229	289	289	347	347	411	411	478	
	最大输入电流													
		持续 (550 V 时) [A]	130	158	158	198	198	245	245	299	299	355	355	408
		持续 (575 V 时) [A]	124	151	151	189	189	234	234	286	286	339	339	390
持续 (690 V 时) [A]		128	155	155	197	197	240	240	296	296	352	352	400	
最大电缆规格 [mm ² (AWG)]		2 x 70 (2 x 2/0)					2 x 185 (2 x 350 mcm)							
预熔保险丝最大规格 [A] ¹		315		350		350		400		500		550		
最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾		2664	3114	2953	3612	3451	4292	4275	5156	4875	5821	5185	6149	
重量, 机箱 IP21, IP 54 [kg]		96		104		125		136		151		165		
重量, 机箱 IP00 [kg]		82		91		112		123		138		151		
效率 ⁴⁾		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98		

* 高过载 = 160% 转矩, 持续 60 秒; 正常过载 = 110% 转矩, 持续 60 秒

主电源 3 x 525- 690 VAC										
FC 302		P355		P400		P500		P560		
高/正常负载*		H0	N0	H0	N0	H0	N0	H0	N0	
550 V 时的典型主轴输出 [kW]	持续	315	355	315	400	400	450	450	500	
	间歇 (60 秒过载)	400	450	400	500	500	600	600	650	
575 V 时的典型主轴输出 [HP]	持续	355	450	400	500	500	560	560	630	
	间歇 (60 秒过载)									
机箱 IP21, 54		E1		E1		E1		E1		
IP00 机箱		E2		E2		E2		E2		
输出电流										
	持续 (550 V 时) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630	
	间歇 (60 秒过载) (550 V 时) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693	
	持续 (575/690 V 时) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630	
	间歇 (60 秒过载) (575/690 V 时) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693	
	持续 KVA 值 (550 V 时) [KVA]	376	448	409	498	498	568	568	600	
	持续 KVA 值 (575 V 时) [KVA]	378	448	408	498	498	568	568	627	
	持续 KVA 值 (690 V 时) [KVA]	454	538	490	598	598	681	681	753	
	最大输入电流									
		持续 (550 V 时) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
		持续 (575 V 时) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
持续 (690 V 时) [A]		366	434	395	482	482	549	549	607	
最大电缆规格, 主电源和负载共享 [mm ² (AWG)]		4x240 (4x500 mcm)								
最大电缆规格, 制动 [mm ² (AWG2)]		2 x 185 (2 x 350 mcm)								
预熔保险丝最大规格 [A] ¹⁾		700		700		900		900		
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] ⁴⁾		5383	6449	5818	7249	7671	8727	8715	9673	
重量, 机箱 IP21, IP 54 [kg]		263		263		272		313		
重量, 机箱 IP00 [kg]		221		221		236		277		
效率 ⁴⁾		0.98		0.98		0.98		0.98		

* 高过载 = 160% 转矩, 持续 60 秒; 正常过载 = 110% 转矩, 持续 60 秒

- 1) 有关保险丝类型的信息, 请参阅 [保险丝](#) 章节。
- 2) 美国线规。
- 3) 用 5 米屏蔽的电动机电缆在额定负载和额定频率下测量。
- 4) 额定负载条件下的典型功率损耗, 可能有 +/-15% 偏差 (同电压和电缆情况的变化相关的容许范围)。这些值基于典型的电动机效率 (eff2/eff3 的分界线)。效率较低的电动机还会增加变频器及相关设备中的功率损耗。如果开关频率在默认设置基础上增大, 功率损耗将显著上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。其它选件和客户负载可能使损耗增加 30W。(满载的控制卡或插槽 A 或插槽 B 选件一般只会分别带来 4W 的额外损耗)。尽管使用了最先进的测量设备, 但是应允许一定的测量误差 (+/-5%)。

4.4 一般规格

主电源 (L1, L2, L3):

供电电压	200-240 V \pm 10%
供电电压	FC 301: 380-480 V/FC 302: 380-500 V \pm 10%
供电电压	FC 302: 525-690 V \pm 10%
供电频率	50/60 Hz
主电源各相位之间的最大临时不平衡	额定供电电压的 3.0%
有效功率因数 (λ)	≥ 0.9 标称值 (额定负载时)
位移功率因数 ($\cos \phi$)	整体近似值 (>0.98)
打开输入电源 L1、L2、L3 (上电) (当功率 ≤ 7.5 kW 时)	最多 2 次/分钟。
打开输入电源 L1、L2、L3 (上电) (当功率为 11-75 kW 时)	最多 1 次/分钟。
打开输入电源 L1、L2、L3 (上电) (当功率 ≥ 90 kW 时)	最多 1 次/2 分钟。
环境符合 EN60664-1 标准要求	过压类别 III/污染度 2

此设备适用于能够提供不超过 100.000 RMS 安培的均方根对称电流和最大电压为 240/500/600/690 V 的电路。

电动机输出 (U, V, W):

输出电压	供电电压的 0-100%
输出频率 (0.25-75 kW)	FC 301: 0.2 - 1000 Hz / FC 302: 0 - 1000 Hz
输出频率 (90-560 kW)	0 - 800* Hz
磁通矢量模式下的输出频率 (仅限 FC 302)	0 - 300 Hz
输出切换	无限制
加减速时间	0.01 - 3600 秒

取决于电压和功率

转矩特性:

启动转矩 (恒定转矩)	160%, 最多持续 60 秒。*
启动转矩	180%, 最多持续 0.5 秒。*
过载转矩 (恒定转矩)	160%, 最多持续 60 秒。*
启动转矩 (可变转矩)	110%, 最多持续 60 秒。*
过载转矩 (可变转矩)	110%, 最多持续 60 秒。

*相对于额定转矩的百分比。

电缆长度和控制电缆的横截面积*:

最大电动机电缆长度, 屏蔽电缆	FC 301: 50 米/FC 301 (A1 机箱): 25 米/FC 302: 150 m
最大电动机电缆长度, 非屏蔽电缆	FC 301: 75 米/FC 301 (A1 机箱): 50 米/FC 302: 300 m
控制端子的最大横截面积 (不带电缆端套的柔性/刚性电线)	1.5 mm ² /16 AWG
控制端子的最大横截面积 (带电缆端套的柔性电线)	1 mm ² /18 AWG
控制端子的最大横截面积 (带电缆端套和固定环的柔性电线)	0.5 mm ² /20 AWG
控制端子的最小横截面积	0.25 mm ² / 24 AWG

* 电源线, 请参阅设计指南中的“电气数据”部分中的表。

保护与功能:

- 电子热敏式电动机过载保护。
- 通过监测散热片的温度, 可以确保变频器在温度达到某个预定义的水平时将跳闸。除非散热片的温度降到在随后页面的表中规定的值以下, 否则过载温度无法复位 (说明 - 这些温度可能会随功率大小、机箱等不同而存在差异)。
- 变频器在电动机端子 U、V 和 W 上有短路保护。
- 如果主电源发生缺相, 变频器将跳闸或发出警告 (取决于负载)。
- 对中间电路电压的监测确保变频器在中间电路电压过低或过高时会跳闸。
- 变频器会不断检查内部温度、负载电流、中间电路上的高电压是否到达临界水平以及电动机速度是否达到下限。作为对这些临界状态的响应, 变频器可以调整开关频率和/或更改开关模式来确保变频器的性能。

数字输入:

可编程数字输入	FC 301: 4 (5) / FC 302: 4 (6)
端子号	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ⁴⁾ , 32, 33
逻辑	PNP 或 NPN
电压水平	直流 0 - 24 V

电压水平, 逻辑 '0' PNP	< 直流 5 V
电压水平, 逻辑 '1' PNP	> 直流 10 V
电压水平, 逻辑 '0' NPN	> 直流 19 V
电压水平, 逻辑 '0' NPN ²⁾	< 直流 14 V
最高输入电压	直流 28 V
脉冲频率范围	0 - 110 kHz
(工作周期) 最小脉冲宽度	4.5 ms
输入电阻, R _i	大约 4 kΩ

安全停止端子 37³⁾ (端子 37 拥有固定的 PNP 逻辑):

电压水平	直流 0 - 24 V
电压水平, 逻辑 '0' PNP	< 直流 4 V
电压水平, 逻辑 '1' PNP	> 直流 20 V
24 V 时的额定输入电流	50 mA rms
20 V 时的额定输入电流	60 mA rms
输入电容	400 nF

所有数字输入与供电电压 (PELV) 及其它高电压端子之间均存在电气绝缘。

1) 可以对端子 27 和 29 进行输出编程。

2) 不包括安全停止输入端子 37。

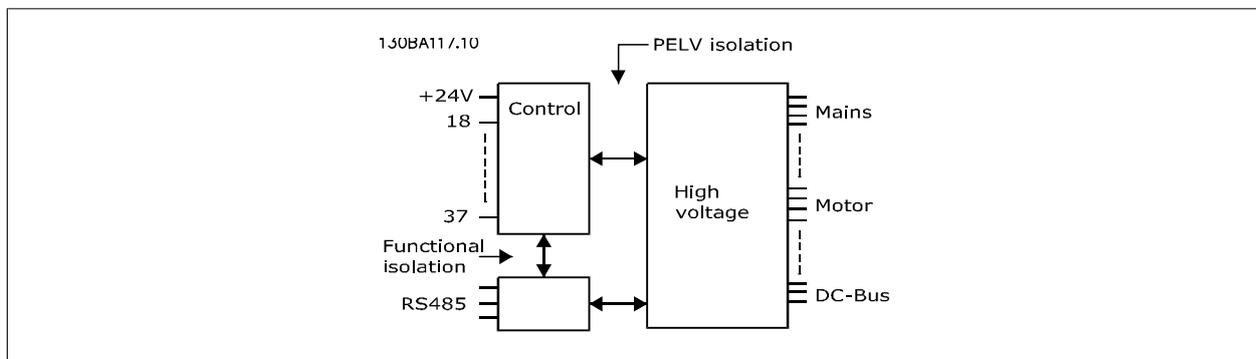
3) 仅在具有安全停止功能的 FC 302 和 FC 301 A1 中才提供了端子 37。它只能用作安全停止功能的输入端子。根据欧盟机械标准 98/37/EC 的要求, 端子 37 适用于 EN 954-1 规定的第 3 类安装 (即 EN 60204-1 的 0 类规定的安全停止)。端子 37 和安全停止功能在设计上符合 EN 60204-1、EN 50178、EN 61800-2、EN 61800-3 和 EN 954-1 标准。要了解如何才能正确和安全地使用安全停止功能, 请参阅“设计指南”中的相关信息和说明。

4) 仅限 FC 302。

模拟输入:

模拟输入的数量	2
端子号	53, 54
模式	电压或电流
模式选择	开关 S201 和开关 S202
电压模式	开关 S201/开关 S202 = 关 (U)
电压水平	FC 301: 0 到 + 10/ FC 302: -10 到 + 10 V (可调节)
输入电阻, R _i	大约 10 kΩ
最高电压	± 20 V
电流模式	开关 S201/开关 S202 = 开 (I)
电流水平	0/4 到 20 mA (可调节)
输入电阻, R _i	大约 200 Ω
最大电流	30 mA
模拟输入的分辨率	10 位 (包括符号)
模拟输入的精度	最大误差为满量程的 0.5%
带宽	FC 301: 20 Hz / FC 302: 100 Hz

模拟输入与供电电压 (PELV) 以及其它高电压端子之间都是绝缘的。



脉冲/编码器输入:

可编程脉冲/编码器输入	2/1
脉冲/编码器端子号	29 ¹⁾ , 33 ²⁾ / 32 ³⁾ , 33 ³⁾
端子 29、32、33 的最大频率	110 kHz (推挽驱动)
端子 29、32、33 的最大频率	5 kHz (开放式集电极)
端子 29、32、33 的最小频率	4 Hz
电压水平	请参阅“数字输入”章节
最高输入电压	直流 28 V
输入电阻, R _i	大约 4 kΩ
脉冲输入精度 (0.1 - 1 kHz)	最大误差: 全范围的 0.1 %
编码器输入精度 (1 - 110 kHz)	最大误差: 全范围的 0.05 %

脉冲和编码器输入 (端子 29、32、33) 与供电电压 (PELV) 以及其它高压端子之间都是绝缘的。

- 1) 仅限 FC 302
- 2) 脉冲输入端子是 29 和 33
- 3) 编码器输入: 32 = A, 33 = B

模拟输出:

可编程模拟输出的数量	1
端子号	42
模拟输出的电流范围	0/4 - 20 mA
最大接地负载 - 模拟输出	500 Ω
模拟输出精度	最大误差: 全范围的 0.5 %
模拟输出分辨率	12 位

模拟输出与电源电压 (PELV) 以及其它高压端子都是电绝缘的。

控制卡, RS 485 串行通讯:

端子号	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
端子号 61	端子 68 和 69 通用

RS 485 串行通讯电路在功能上独立于其它中央电路, 并且与供电电压 (PELV) 是电绝缘的。

数字输出:

可编程数字/脉冲输出	2
端子号	27, 29 ¹⁾
数字/频率输出的电压水平	0 - 24 V
最大输出电流 (汲入电流或供应电流)	40 mA
频率输出的最大负载	1 kΩ
频率输出的最大电容负载	10 nF
频率输出的最小输出频率	0 Hz
频率输出的最大输出频率	32 kHz
频率输出精度	最大误差: 全范围的 0.1 %
频率输出的分辨率	12 位

- 1) 端子 27 和 29 也可以被设置为输入端子。

数字输出与供电电压 (PELV) 以及其他高压端子之间都是电绝缘的。

控制卡, 24 V 直流输出:

端子号	12, 13
输出电压	24 V +1, -3 V
最大负载	FC 301: 130 mA / FC 302: 200 mA

24 V 直流电源与供电电压 (PELV) 是电绝缘的, 但与模拟和数字的输入和输出有相同的电势。

继电器输出:

可编程继电器输出	FC 301 (功率≤7.5 kW): 1 / FC 302 (所有功率规格): 2
继电器 01 端子号	1-3 (常闭), 1-2 (常开)
最大终端负载 (AC-1) ¹⁾ , 1-3 (常闭), 1-2 (常开) (电阻性负载)	交流 240 V, 2 A
最大终端负载 (AC-15) ¹⁾ (cosφ 等于 0.4 时的电感性负载)	交流 240 V, 0.2 A
最大终端负载 (DC-1) ¹⁾ , 1-2 (常开), 1-3 (常闭) (电阻性负载)	直流 60 V, 1 A
最大终端负载 (DC-13) ¹⁾ (电感性负载)	直流 24 V, 0.1 A
继电器 02 (仅限 FC 302) 的端子号	4-6 (常闭), 4-5 (常开)
最大终端负载 (AC-1) ¹⁾ , 4-5 (常开) (电阻性负载) ²⁾³⁾	交流 400 V, 2 A

最大终端负载 (AC-15) ¹⁾ , 4-5 (常开) ($\cos\varphi$ 等于 0.4 时的电感性负载)	交流 240 V, 0.2 A
最大终端负载 (DC-1) ¹⁾ , 4-5 (常开) (电阻性负载)	直流 80 V, 2 A
最大终端负载 (DC-13) ¹⁾ , 4-5 (常开) (电感性负载)	直流 24 V, 0.1 A
最大终端负载 (AC-1) ¹⁾ , 4-6 (常闭) (电阻性负载)	交流 240 V, 2 A
最大终端负载 (AC-15) ¹⁾ , 4-6 (常闭) ($\cos\varphi$ 等于 0.4 时的电感性负载)	交流 240 V, 0.2
最大终端负载 (DC-1) ¹⁾ , 4-6 (常闭) (电阻性负载)	直流 50 V, 2 A
最大终端负载 (DC-13) ¹⁾ , 4-6 (常闭) (电感性负载)	直流 24 V, 0.1 A
最小终端负载 1-3 (常闭), 1-2 (常开), 4-6 (常闭), 4-5 (常开) 的	直流 24 V 10 mA, 交流 24 V 20 mA
环境符合 EN 60664-1 标准要求	过压类别 III/污染度 2

1) IEC 60947 的第 4 和第 5 部分

继电器的触点通过增强的绝缘措施与电路的其余部分隔离开 (PELV)。

2) 过压类别 II

3) UL 应用 300 V AC 2A

控制卡, 10 V 直流输出:

端子号	50
输出电压	10.5 V \pm 0.5 V
最大负载	15 mA

该 10 V 直流电源与供电电压 (PELV) 以及其它高电压端子都是绝缘的。

控制特性:

输出频率为 0 - 1000 Hz 时的分辨率	+/- 0.003 Hz
精确启动/停止的再现精度 (端子 18 和 19)	\leq 0.1 ms
系统响应时间 (端子 18、19、27、29、32、33)	\leq 2 ms
速度控制范围 (开环)	1:100 同步速度
速度控制范围 (闭环)	1:1000 同步速度
速度精度 (开环)	30 - 4000 rpm: 误差为 \pm 8 rpm
速度精确度 (闭环), 取决于反馈装置的分辨率	0 - 6000 rpm: 误差为 \pm 0.15 rpm

所有控制特性都基于 4 极异步电动机

控制卡性能:

扫描间隔	FC 301: 5 ms / FC 302: 1 ms
------	-----------------------------

环境:

机箱 (功率 \leq 7.5 kW)	IP 20, IP 55
机箱, 11-75 kW	IP 21, IP 55
机箱, \geq 90 kW	IP 00, IP 21, IP 54
可用的机箱套件 (功率 \leq 7.5 kW)	IP21/TYP E 1/IP 4X 顶盖
振动测试, $<$ 90 kW	1.0 g RMS
振动测试, \geq 90 kW	0.7 g
最高相对湿度	5% - 93% (IEC 60 721-3-3; 工作环境中为 3K3 类 (无冷凝))
腐蚀性环境 (IEC 60068-2-43) H ₂ S 测试	Kd 类
IEC 60068-2-43 H ₂ S 测试方法 (10 天)	
环境温度, $<$ 90 kW	最高 50 °C (24 小时平均最高温度 45 °C)
环境温度, \geq 90 kW	最高 40 °C (24 小时平均最高温度 40 °C)

高环境温度时会相应降容, 请参阅特殊条件章节

满负载运行时的最低环境温度	0 °C
非满负载运行时的最低环境温度	- 10 °C
存放/运输时的温度	-25 - +65/70 °C
最高海拔高度	1000 m

高海拔时会相应降容, 请参阅特殊条件章节

EMC 标准, 辐射	EN 61800-3、EN 61000-6-3/4、EN 55011
	EN 61800-3、EN 61000-6-1/2、
EMC 标准, 安全性	EN 61000-4-2、EN 61000-4-3、EN 61000-4-4、EN 61000-4-5、EN 61000-4-6

请参阅特殊条件章节

控制卡, USB 串行通讯:

USB 标准	1.1 (全速)
USB 插头	B 类 USB “设备” 插头

通过标准的主机/设备 USB 电缆同 PC 连接。

USB 连接与供电电压 (PELV) 以及其它高电压端子之间都是电绝缘的。

USB 接地不与接地保护绝缘。请仅使用绝缘的便携式电脑与变频器上的 USB 连接器进行 PC 连接。

4.5.1 效率

变频器效率 (η_{VLT})

变频器的负载对其效率基本没有影响。一般来说, 无论电动机提供的是额定主轴转矩还是该值的 75% (在部分负载的情况下), 在额定电动机频率 $f_{M,N}$ 下的效率都是相同的。

这还意味着, 即使选择了其它的 U/f 特性, 变频器的效率也不会更改。

但 U/f 特性会影响电动机的效率。

如果设置的开关频率值高于 5 kHz, 效率会稍微降低。如果主电源电压为 500 V, 或电动机电缆超过 30 米长, 效率也会稍微降低。

电动机效率 (η_{MOTOR})

连接到变频器的电动机的效率取决于磁化级别。一般来说, 效率的高低同电网的运行状况直接相关。电动机的效率由电动机的类型决定。

在额定转矩的 75-100% 的范围内, 无论是由变频器控制还是直接由主电源供电, 电动机的效率一般都会保持不变。

在较小的电动机中, U/f 特性对效率的影响可以忽略。但如果电动机功率大于 11 kW, 作用将比较明显。

一般地说, 开关频率并不影响小型电动机的效率。功率大于 11 kW 的电动机可以改进其效率 (提高 1-2%)。原因是, 在高开关频率时, 电动机电流的正弦波形更为完美。

系统效率 (η_{SYSTEM})

用变频器的效率 (η_{VLT}) 乘以电动机的效率 (η_{MOTOR}) 就能计算出系统的效率:

$$\eta_{\text{SYSTEM}} = \eta_{\text{VLT}} \times \eta_{\text{MOTOR}}$$

4.6.1 声源性噪音

变频器的声源性噪音有三个来源:

1. 直流中间电路线圈。
2. 内置风扇。
3. 射频干扰滤波器的扼流装置。

在距离设备 1 m 远的地方测得的典型值:

机箱	风扇减速运行 (50%) [dBA] ***	风扇全速运行 [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
C1	52	62
C2	55	65
D1+D3	74	76
D2+D4	73	74
E1/E2 *	73	74
E1/E2 **	82	83

* 仅限 315 kW, 380-480 VAC 以及 355 kW, 525-600 VAC!
 ** 保持 E1+E2 的功率大小。
 *** 对于 D 和 E 型, 风扇减速运行的速度为 87% (在 200 V 下测量)。

4.7.1 du/dt 条件

当逆变器桥中的晶体管开/关时, 电动机电压会以 du/dt 的比率升高, du/dt 取决于:

- 电动机电缆 (类型、横截面积、屏蔽或非屏蔽的长度)
- 电感

固有电感稳定在由中间电路电压决定的水平之前, 它首先在电动机电压中产生过冲 U_{PEAK} 。升高时间和峰值电压 355-560 可影响电动机的使用寿命。如果峰值电压过高, 没有相位线圈绝缘措施的电动机更容易受到影响。电动机电缆越短 (比如几米长), 升高时间就越短, 而峰值电压就越低。电动机电缆越长 (比如 100 米), 升高时间就越长, 且峰值电压就越高。

如果电动机没有相绝缘纸或其它适合使用供电 (比如变频器) 的绝缘措施, 可在变频器的输出端安装一个 du/dt 滤波器或正弦波滤波器。

IGBT 的开/关操作会在电动机端子上产生峰值电压。FC300 符合 IEC 60034-25 中有关通过变频器进行控制的电动机的要求。FC 300 还符合 IEC 60034-17 中有关通过变频器进行控制的标准电动机的规定

在实验室测试中测得的值:

电缆长度	1.5 kW, 400 V		4.0 kW, 400 V		7.5 kW, 400 V	
	U_{peak} [V]	du/dt V/ μs	U_{peak} [V]	du/dt V/ μs	U_{peak} [V]	du/dt V/ μs
5	690	1329	890	4156	739	8035
50	985	985	180	2564	1040	4548
150 ¹⁾	1045	947	1190	1770	1030	2828

1) 仅限 FC 302

4.8 特殊条件

4.8.1 降容的目的

在下述情况中使用变频器时必须考虑降容：低气压（高海拔）、低速、电动机电缆较长、电缆的横截面积较大或环境温度较高。本节介绍了所要求的操作。

4.8.2 根据环境温度降低额定值

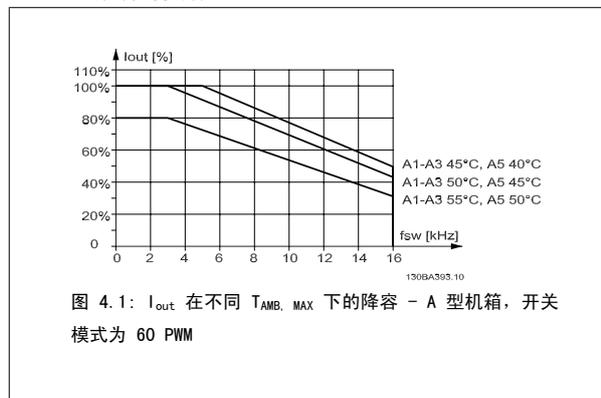
在 24 小时内测量的平均温度 ($T_{AMB, AVG}$) 至少要比所允许的最高环境温度 ($T_{AMB, MAX}$) 低 $5^{\circ}C$ 。

如果变频器在较高的环境温度下工作，则应减小其持续输出电流。

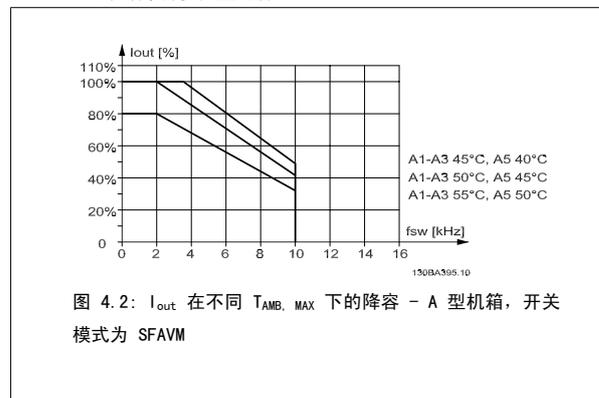
降容取决于开关模式，在参数 14-00 中可将开关模式设为“60 PWM”或“SFAVM”。

A 型机箱

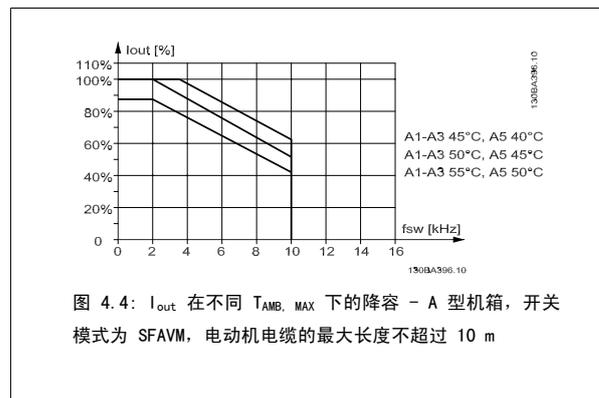
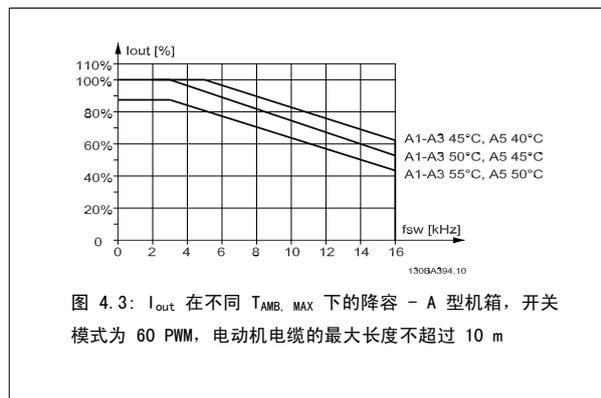
60 PWM - 脉冲宽度调制



SFAVM - 定子频率异步矢量调制



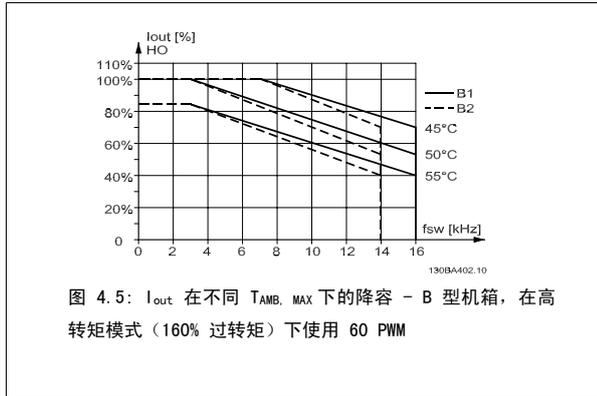
当在 A 型机架中仅使用不超过 10 m 长的电动机电缆时，则仅需要较小的降容。这是因为电动机电缆的长度对建议的降容有相当大的影响。



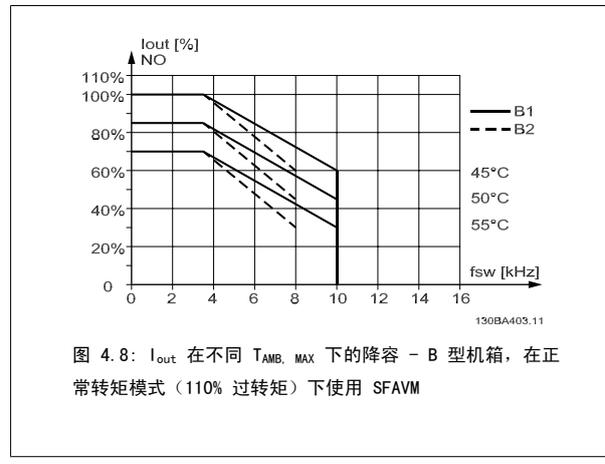
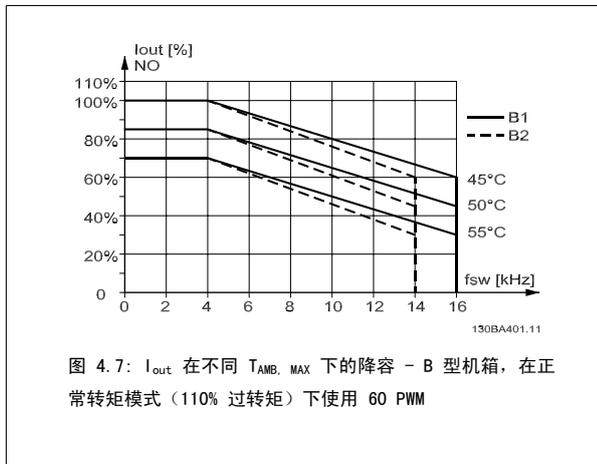
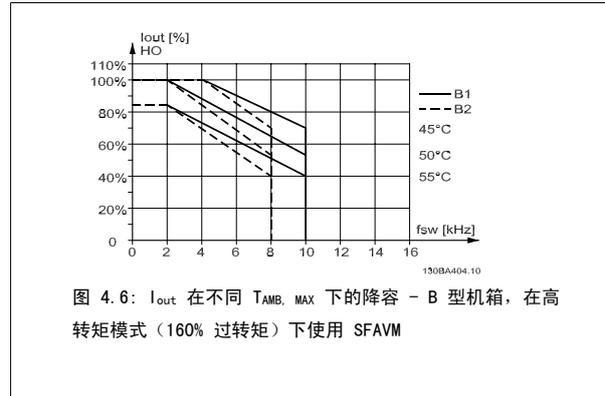
B 型机箱

对于 B 型和 C 型机箱，降容还取决于在参数 1-04 中选择的过载模式

60 PWM - 脉冲宽度调制

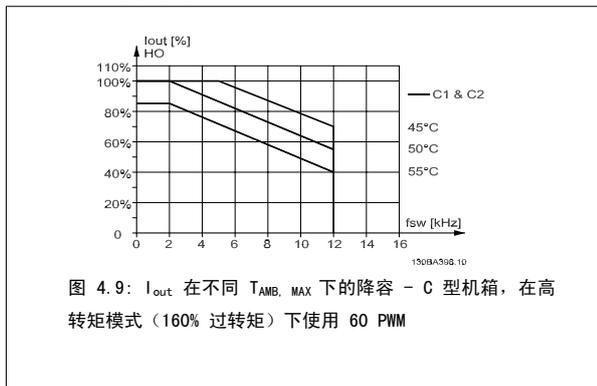


SFAVM - 定子频率异步矢量调制

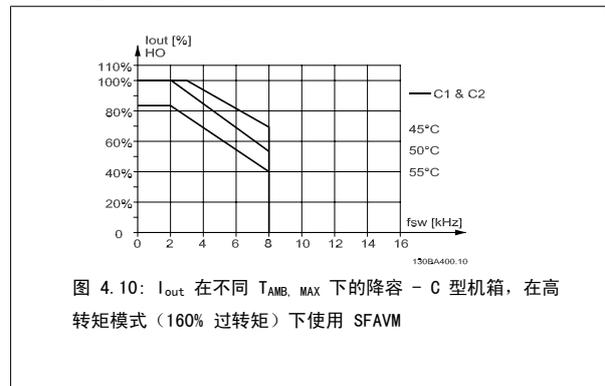


C 型机箱

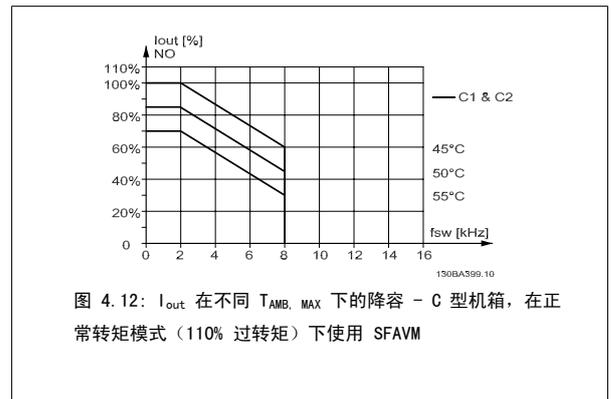
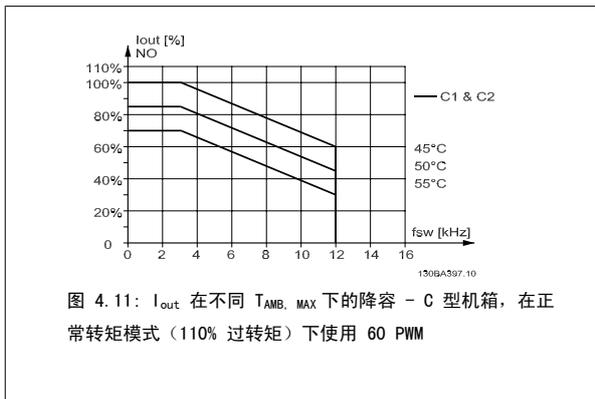
60 PWM - 脉冲宽度调制



SFAVM - 定子频率异步矢量调制

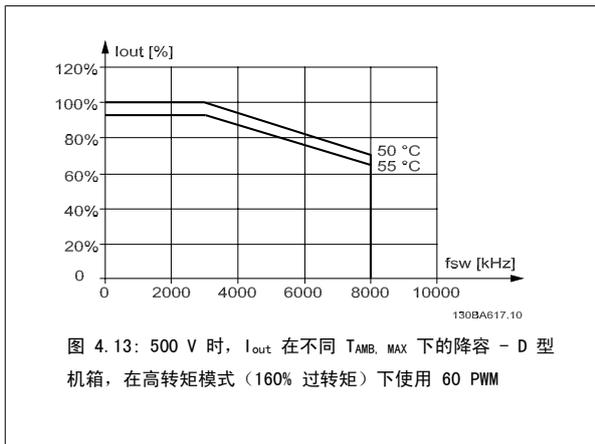


4

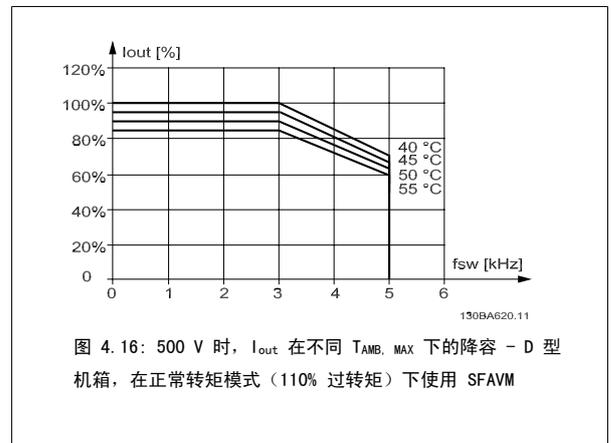
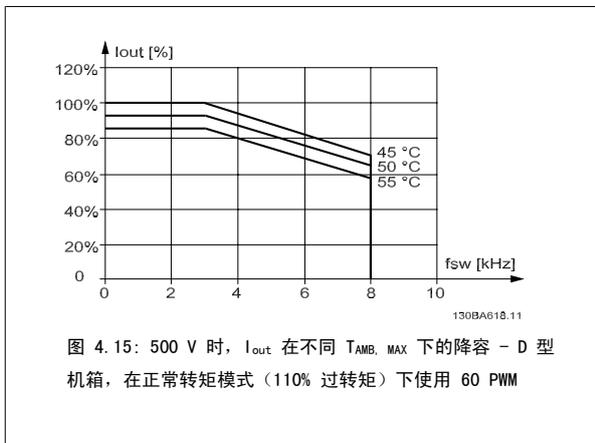
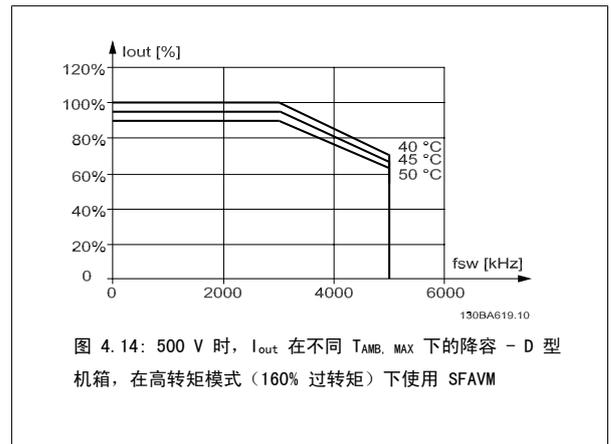


D 型机箱

60 PWM - 脉冲宽度调制, 380 - 500 V



SFAVM - 定子频率异步矢量调制, 380 - 500 V



60 PWM - 脉冲宽度调制, 525 - 690 V (P315 除外)

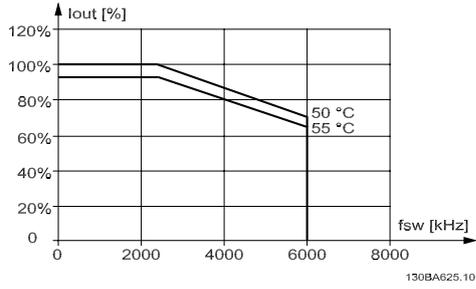


图 4.17: 690 V 时, I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - D 型机箱, 在高转矩模式 (160% 过转矩) 下使用 60 PWM。注意: 对 P315 无效。

SFAVM - 定子频率异步矢量调制, 525 - 690 V (P315 除外)

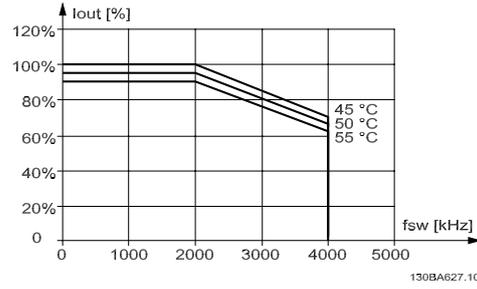


图 4.18: 690 V 时, I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - D 型机箱, 在高转矩模式 (160% 过转矩) 下使用 SFAVM。注意: 对 P315 无效。

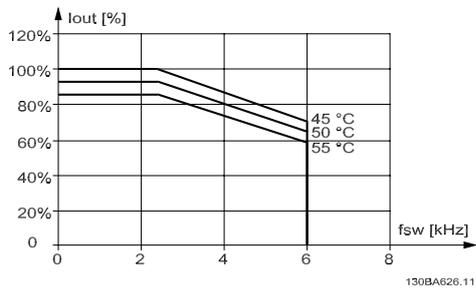


图 4.19: 690 V 时, I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - D 型机箱, 在正常转矩模式 (110% 过转矩) 下使用 60 PWM。注意: 对 P315 无效。

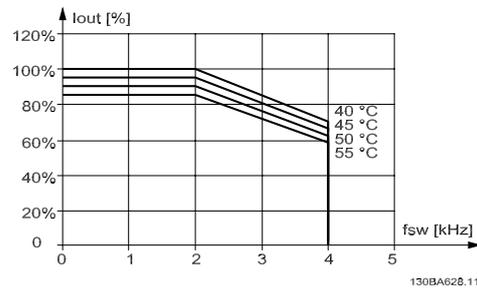


图 4.20: 690 V 时, I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - D 型机箱, 在正常转矩模式 (110% 过转矩) 下使用 SFAVM。注意: 对 P315 无效。

60 PWM - 脉冲宽度调制, 525 - 690 V, P315

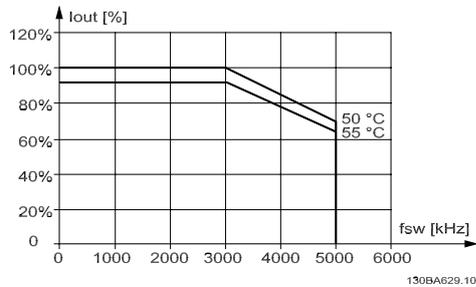


图 4.21: 690 V 时, I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - D 型机箱, 在高转矩模式 (160% 过转矩) 下使用 60 PWM。注意: 仅限 P315。

SFAVM - 定子频率异步矢量调制, 525 - 690 V, P315

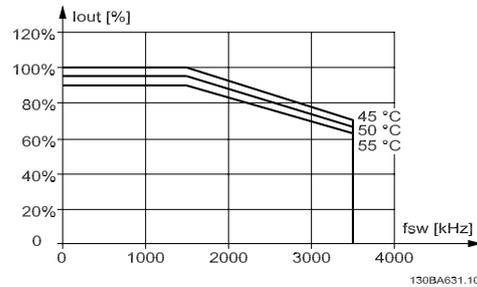
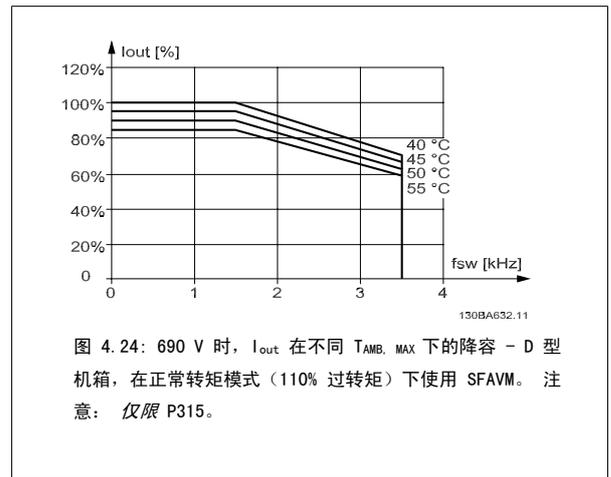
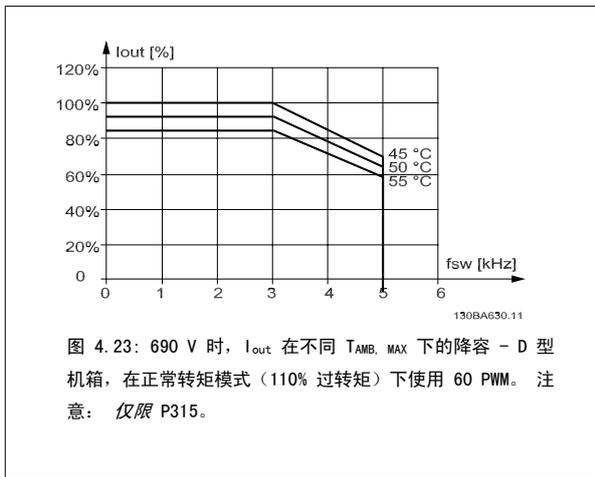
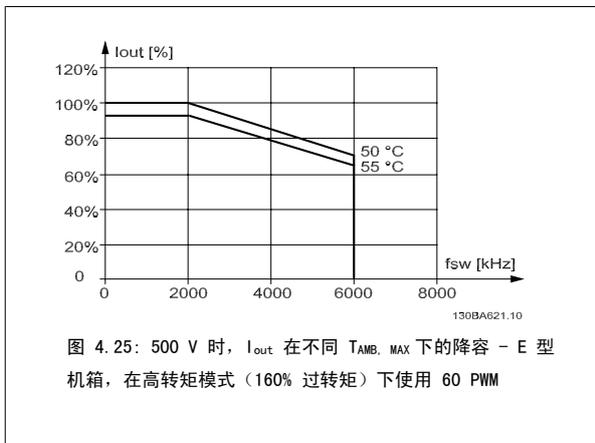


图 4.22: 690 V 时, I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - D 型机箱, 在高转矩模式 (160% 过转矩) 下使用 SFAVM。注意: 仅限 P315。

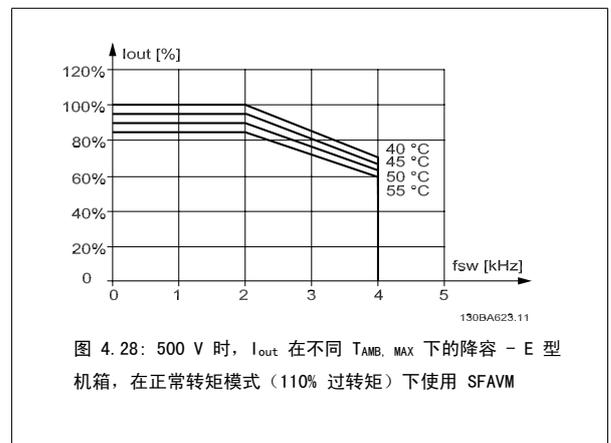
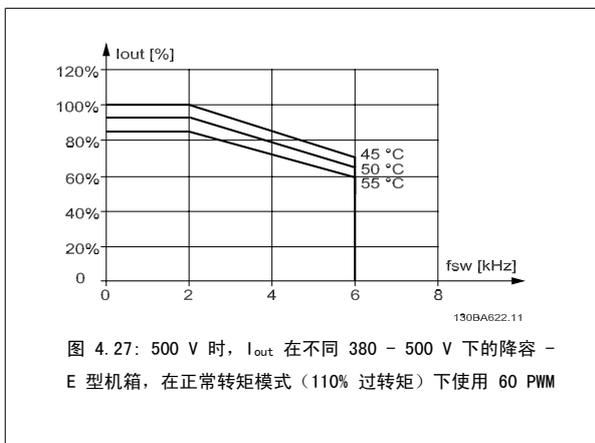
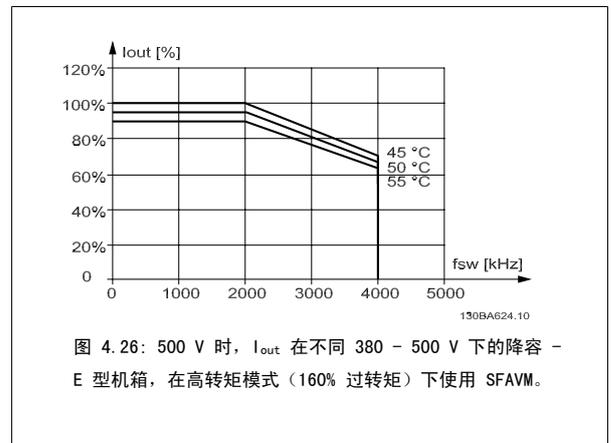


E 型机箱

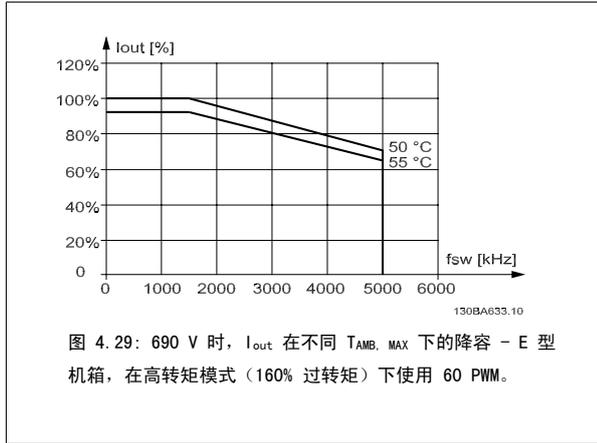
60 PWM - 脉冲宽度调制, 380 - 500 V



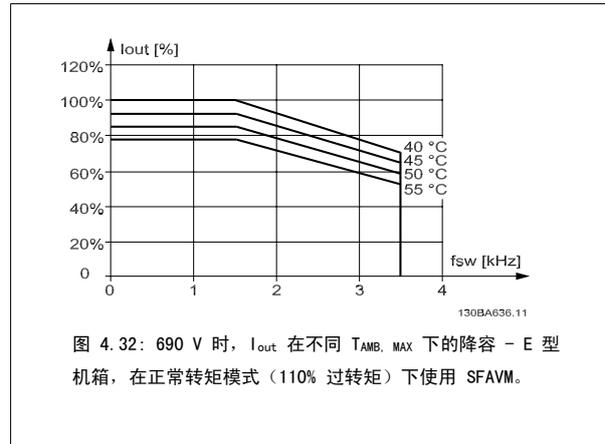
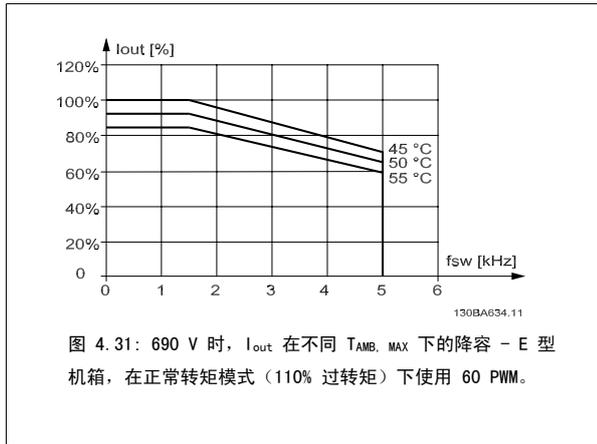
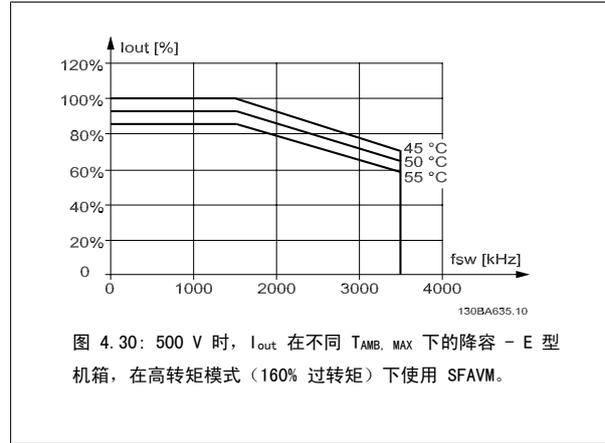
SFAVM - 定子频率异步矢量调制, 380 - 500 V



60 PWM - 脉冲宽度调制, 525 - 690 V



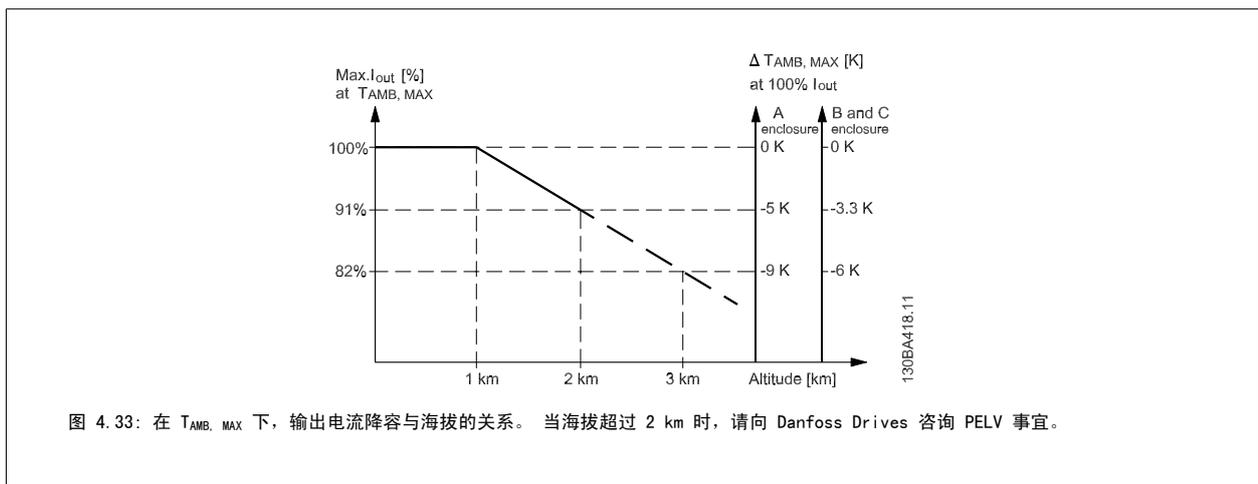
SFAVM - 定子频率异步矢量调制, 525 - 690 V



4.8.3 在低气压时降容

空气的冷却能力在低气压下会降低。

低于 1000 m 海拔时无需降容, 但当超过 1000 m 海拔时, 必须按照下图表降低环境温度 (T_{AMB}) 或最大输出电流 (I_{out}) 的额定值。



另一种办法是降低高海拔下的环境温度, 从而确保在高海拔下获得 100% 的输出电流。此处以 2 km 海拔时的情况为例介绍了如何查看上述图表。当温度为 45° C ($T_{AMB, MAX} - 3.3 K$) 时, 可以获得 91% 的额定输出电流。当温度为 41.7° C 时, 则可以获得 100% 的额定输出电流。

4.8.4 低速运行时降容

将电动机连接到变频器时，需要检查电动机是否有足够的冷却能力。

在恒定转矩应用中，如果转速较低，则可能发生问题。因为电动机风扇可能无法提供所要求的冷却风量，从而限制支持的转矩。因此，如果电动机在 RPM 值不及额定值一半的速度下连续运行，则必须为电动机提供额外的冷却气流（或使用专为这种运行类型设计的电动机）。

此外也可以选用更大规格的电动机来降低电动机的负载水平。但是，变频器的设计限制了电动机的选择余地。

4.8.5 在使用长的或大横截面积的电动机电缆时降容

FC 301 的最大电缆长度为 75 米（非屏蔽电缆）或 50 米（屏蔽电缆），而 FC302 为 300 米（非屏蔽电缆）或 150 米（屏蔽电缆）。

变频器应使用具有额定横截面积的电动机电缆。如果使用横截面积更大的电缆，则每增加一级横截面积，都需要将输出电流的额定值降低 5%。（电缆横截面积越大，接地电容就越大，而接地漏电电流也就越大）。

4.8.6 通过自动调整确保性能

变频器会不断检查内部温度、负载电流、中间电路上的高电压是否到达临界水平以及电动机速度是否达到下限。作为对这些临界状态的响应，变频器可以调整开关频率和/或更改开关模式来确保变频器的性能。

5

5 如何订购

5.1.1 产品定制软件

用户可以按照自己的应用要求来使用订购号系统定制 FC 300 变频器。

对于 FC 300 系列变频器，您可以订购标配变频器和带有集成选件的变频器，只需向当地 Danfoss 销售部门提交用来描述产品的型号代码即可，比如：

FC-312PK75T5E20H1BGCXXSXXXXA0BXCXXXXD0

要了解该字符串中的字符含义，请参阅 *如何选择 VLT* 部分中对订购号的介绍。在上述示例中，变频器将包括一个 Profibus DP V1 和一个 24 V 备用电源选件。

有关 FC 300 标准型号的订购号的内容，也可以在 *FC 300 选择* 章节中找到。

借助网上产品定制软件 (Drive Configurator)，您可以根据您的应用来配置符合您要求的变频器，该软件可为您生成型号代码字符串。产品定制软件将自动生成 8 位数的销售号，您可以将该销售号提交给当地销售部门。

另外，您也可以制订一个含有多种产品的项目清单，然后将其提交给 Danfoss 销售代表。

要访问 Drive Configurator (产品定制软件)，请使用以下网址：www.danfoss.com/drives。

根据是从哪个地区订购变频器，变频器在交付时将自动附带与该地区相关的语言包。一共有 4 个地区语言包，它们涵盖了以下语言：

语言包 1

英语、德语、法语、丹麦语、荷兰语、西班牙语、瑞典语、意大利语和芬兰语。

语言包 2

英语、德语、中文、韩语、日语、泰语、繁体中文和印度尼西亚语。

语言包 3

英语、德语、斯洛文尼亚语、保加利亚语、塞尔维亚语、罗马尼亚语、匈牙利语、捷克语和俄语。

语言包 4

英语、德语、西班牙语、美国英语、希腊语、巴西葡萄牙语、土耳其语和波兰语。

若要订购附带不同语言包的变频器，请与当地的销售部门联系。

5.1.2 订购单型号代码

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
FC-				0	P					T												X	X	S	X	X	X	A	B	C								D

130BA052.14

5

产品组	1-3	<input type="text"/>
VLT 系列	4-6	<input type="text"/>
额定功率	8-10	<input type="text"/>
相数	11	<input type="text"/>
主电源电压	12	<input type="text"/>
机箱	13-15	<input type="text"/>
机箱类型		<input type="text"/>
机箱类别		<input type="text"/>
控制电源电压		<input type="text"/>
硬件配置		<input type="text"/>
射频干扰滤波器	16-17	<input type="text"/>
制动	18	<input type="text"/>
显示屏 (LCP)	19	<input type="text"/>
涂层 PCB	20	<input type="text"/>
主电源选件	21	<input type="text"/>
调整 A	22	<input type="text"/>
调整 B	23	<input type="text"/>
软件版本	24-27	<input type="text"/>
软件语言	28	<input type="text"/>
A 选件	29-30	<input type="text"/>
B 选件	31-32	<input type="text"/>
CO 选件, MCO	33-34	<input type="text"/>
C1 选件	35	<input type="text"/>
C 选件软件	36-37	<input type="text"/>
D 选件	38-39	<input type="text"/>

说明	位置	可能的选项
产品组	1-3	FC 30x
变频器系列	4-6	FC 301 FC 302
额定功率	8-10	0.25-560 kW
相数	11	三相 (T)
主电源电压	11-12	T 2: 200-240 V AC T 4: 380-480 V AC T 5: 380-500 V AC T 6: 525-600 V AC T 7: 525-690 V AC
机箱	13-15	E00: IP00/ 机架式 C00: IP00/ 机架式防腐蚀 E0D: IP00/ 机架式, D 型机箱 C0D: IP00/ 机架式防腐蚀, D 型机箱 E20: IP20 E2D: IP 21/NEMA 类型 1, D1 机箱 E54: IP 55/NEMA 类型 12 E55: IP 55/NEMA 类型 12 E5D: IP00/ 机架式, D 型机箱 P20: IP20 (带背板) P21: IP21/ NEMA Type 1 (带背板) P55: IP55/ NEMA Type 12 (带背板) Z20: IP 20 ¹⁾ E66: IP 66
射频干扰滤波器	16-17	H1: A1/B1 类射频干扰滤波器 H2: 无射频干扰滤波器, 符合 A2 类标准 H3: A1/B1 类射频干扰滤波器 ¹⁾ H4: A1 类射频干扰滤波器 ²⁾ H6: 海上涌射频干扰滤波器 ¹⁾ HX: 无滤波器 (仅限 600 V 规格)
制动	18	B: 包括制动斩波器 X: 不包括制动斩波器 T: 安全停止, 无制动功能 ¹⁾ U: 安全停止, 带制动斩波器 ¹⁾
显示器	19	G: 图形化本地控制面板 (LCP) N: 数字式本地控制面板 (LCP) X: 无本地控制面板
涂层 PCB	20	C: 有涂层 PCB X: 无涂层 PCB
主电源选件	21	X: 无主电源选件 1: 主电源断开 3: 主电源断路器及保险丝 ³⁾ 5: 主电源断开及负载共享 ^{3, 4)} 7: 保险丝 ³⁾ 8: 主电源断开及负载共享 ⁴⁾ A: 保险丝和负载共享 ^{3, 4)} D: 负载共享 ⁴⁾
调整	22	预留
调整	23	预留
软件版本	24-27	实际软件
软件语言	28	

- 1): 仅限采用 A1 机箱的 FC 301
- 2): 仅限 90 kW 以上的功率规格
- 3) 仅限美国市场
- 4): 仅限 11 kW 以上的功率规格

并不是所有选项/选件都适用于每一种 FC 301/FC 302 型号。要了解是否有相应的型号提供, 请访问网上的产品定制软件 (Drive Configurator)。

说明	位置	可能的选项
A 选件	29-30	AX: 无 A 选件 A0: MCA-101 Profibus DP V1 (标准) A1: MCA-101 Profibus DP V1 (顶部接入) A4: MCA-104 DeviceNet (标准) A4: MCA-104 DeviceNet (顶部接入) A6: MCA 105 CANOpen (标准) A6: MCA 105 CANOpen (顶部接入) AN: MCA-121 以太网 IP AT: MCA 113 Profibus 转换器 VLT3000 AY: MCA-123 以太网 PowerLink
B 选件	31-32	BX: 无选件 BK: MCB 101 通用 I/O 选件 BR: MCB 102 编码器选件 BU: MCB 103 解析器选件 BP: MCB 105 继电器选件 BZ: MCB 108 安全 PLC 接口 B2: MCB 112 PTC 热敏电阻卡
C0 选件	33-34	CX: 无选件 C4: MCO 305, 可编程运动控制器。
C1 选件	35	X: 无选件 R: MCB 113 外接 继电器卡
C 选件软件	36-37	XX: 标准控制器 10: MCO 350 同步控制 11: MCO 351 定位控制 12: MCO 352 中心卷绕控制器
D 选件	38-39	DX: 无选件 DO: 直流备用电源 D0: MCB 107 外部 24 V 备用

5.2.1 订购号：选件和附件

类型	说明	订购号	
其他硬件			
直流回路连接器	A2/A3 机架上用于连接直流回路的端子盒	130B1064	
IP 21/4X top/TYPE 1 套件	机箱, 机架大小 A1: IP21/IP 4X Top/TYPE 1	130B1121	
IP 21/4X top/TYPE 1 套件	机箱, 机架大小 A2: IP21/IP 4X Top/TYPE 1	130B1122	
IP 21/4X top/TYPE 1 套件	机箱, 机架大小 A3: IP21/IP 4X Top/TYPE 1	130B1123	
MCF 101 IP21 套件	IP21/NEMA 1 机箱顶盖 (A2 机架)	130B1132	
MCF 101 IP21 套件	IP21/NEMA 1 机箱顶盖 (A3 机架)	130B1133	
MCF 108 背板	A5 IP55/ NEMA 12	130B1098	
MCF 108 背板	B1 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3383	
MCF 108 背板	B2 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3397	
MCF 108 背板	C1 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3910	
MCF 108 背板	C2 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3911	
MCF 108 背板	A5 IP66/ NEMA 4x 不锈钢	130B3242	
MCF 108 背板	B1 IP66/ NEMA 4x 不锈钢	130B3434	
MCF 108 背板	B2 IP66/ NEMA 4x 不锈钢	130B3465	
MCF 108 背板	C1 IP66/ NEMA 4x 不锈钢	130B3468	
MCF 108 背板	C2 IP66/ NEMA 4x Stainless steel	130B3491	
Profibus D-Sub 9	IP20 的 D-Sub 连接器套件, 机架大小 A1、A2 和 A3	130B1112	
Profibus 筛板	IP20 的 Profibus 筛板套件, 机架大小 A1、A2 和 A3	130B0524	
端子盒	用于替换弹簧安装式端子的螺钉端子盒		
	1 个 10 针 pc 连接器, 1 个 6 针 pc 连接器和 1 个 3 针 pc 连接器	130B1116	
	用于 A5/B1 的 USB 电缆加长线	130B1155	
	用于 B2/C1/C2 的 USB 电缆加长线	130B1156	
	扁平式电阻器的底座安装架, 机架大小 A2	175U0085	
	扁平式电阻器的底座安装架, 机架大小 A3	175U0088	
	用于 2 个扁平式电阻器的底座安装架, 机架大小 A2	175U0087	
	用于 2 个扁平式电阻器的底座安装架, 机架大小 A3	175U0086	
LCP			
LCP 101	数字式本地控制面板 (NLCP)	130B1124	
LCP 102	图形化本地控制面板 (GLCP)	130B1107	
LCP 电缆	单独的 LCP 电缆, 长 3 米	175Z0929	
LCP 套件, IP21	面板安装套件, 包括图形化 LCP、固定件、3 米长电缆和衬垫	130B1113	
LCP 套件, IP21	面板安装套件, 包括数字式 LCP、固定件和衬垫	130B1114	
LCP 套件, IP21	适用于所有 LCP 的面板安装套件, 包括固定件、3 米长电缆和衬垫	130B1117	
插槽 A 选件		无涂层	有涂层
MCA 101	Profibus 选件 DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	DeviceNet 选件	130B1102	130B1202
MCA 105	CANopen	130B1103	130B1205
MCA 113	Profibus VLT3000 协议转换器	130B1245	
插槽 B 选件			
MCB 101	通用输入输出选件	130B1125	130B1212
MCB 102	编码器选件	130B1115	130B1203
MCB 103	解析器选件	130B1127	130B1227
MCB 105	继电器选件	130B1110	130B1210
MCB 108	安全 PLC 接口 (DC/DC 转换器)	130B1120	130B1220
MCB 112	ATEX PTC 热敏电阻卡		130B1137
插槽 C 选件			
MCO 305	可编程运动控制器	130B1134	130B1234
MCO 350	同步控制器	130B1152	130B1252
MCO 351	定位控制器	130B1153	120B1253
MCO 352	中心卷绕控制器	130B1165	130B1166
	机架大小 A2 和 A3 的安装套件	130B7530	-
	机架大小 A5 的安装套件	130B7532	-
	机架大小 B 和 C 的安装套件	130B7533	-
插槽 D 选件			
MCB 107	24 V 直流备用电源	130B1108	130B1208
外接选件			
以太网 IP	以太网主站	175N2584	-
PC 软件			
MCT 10	MCT 10 设置软件 - 单用户	130B1000	
MCT 10	MCT 10 设置软件 - 5 位用户	130B1001	
MCT 10	MCT 10 设置软件 - 10 位用户	130B1002	
MCT 10	MCT 10 设置软件 - 25 位用户	130B1003	
MCT 10	MCT 10 设置软件 - 50 位用户	130B1004	
MCT 10	MCT 10 设置软件 - 100 位用户	130B1005	
MCT 10	MCT 10 设置软件 - 用户数量不受限制	130B1006	
选件可以作为出厂配置订购, 请参阅订购信息。有关现场总线和应用选件同较早软件版本的兼容性信息, 请与 Danfoss 供应商联系。			

类型	说明	订购号	
备件			
FC 302 控制板	有涂层	-	130B1109
FC 301 控制板	有涂层	-	130B1126
风扇 A2	风扇, 机架大小 A2	130B1009	-
风扇 A3	风扇, 机架大小 A3	130B1010	-
风扇选件 C		130B7534	-
A5 背板	用于 A5 机箱的背板	130B1098	
FC 300 Profibus 连接器	10 个 Profibus 连接器	130B1075	
FC 300 DeviceNet 连接器	10 个 DeviceNet 连接器	130B1074	
FC 302 10 柱连接器	10 个 10 柱式弹簧安装连接器	130B1073	
FC 301 8 柱连接器	8 个 10 柱式弹簧安装连接器	130B1072	
FC 300 5 柱连接器	10 个 10 柱式弹簧安装连接器	130B1071	
FC 300 RS485 连接器	10 个 3 柱式弹簧安装连接器 (用于 RS 485)	130B1070	
FC 300 3 柱连接器	10 个 3 柱式连接器 (用于继电器 01)	130B1069	
FC 302 3 柱连接器	10 个 3 柱式连接器 (用于继电器 02)	130B1068	
FC 300 主电源连接器	10 个 IP20/21 主电源连接器	130B1067	
FC 300 主电源连接器	10 个 IP 55 主电源连接器	130B1066	
FC 300 电动机连接器	10 个 电动机连接器	130B1065	
FC 300 制动直流总线连接器	10 个制动/负载共享连接器	130B1073	
附件包 A1	附件包, 机架大小 A1	130B1021	
附件包 A5	附件包, 机架大小 A5 (IP55)	130B1023	
附件包 A2	附件包, 机架大小 A2/A3	130B1022	
附件包 B1	附件包, 机架大小 B1	130B2060	
附件包 B2	附件包, 机架大小 B2	130B2061	
MCO 305 附件包		130B7535	

FC 301/302 所选电阻器														
标准 IP 20														
工作周期 10%				工作周期 40%				铝壳 (扁平式) IP65						
FC 301/ FC 302	P _{motor}	R _{in}	R _{br, nom} ^c	R _{rec}	P _{br, max}	订购号	R _{rec}	P _{br, max}	订购号	R _{rec} 每项	工作周期	订购号	最大转矩负载 [%] ^b	
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	%	175Uxxxx	FC 301	FC 302
PK25	0.25	420	466.7	425	0.095	1841	425	0.430	1941	430Ω/100W	40	1002	145	160
PK37	0.37	284	315.3	310	0.250	1842	310	0.800	1942	330Ω/100W	27	1003	145	160
PK47	0.47	284	315.3	310	0.250	1842	310	0.800	1942	310Ω/200W	55	0984	145	160
PK55	0.55	190	211.0	210	0.285	1843	210	1.350	1943	220Ω/100W	20	1004	145	160
PK55	0.55	190	211.0	210	0.285	1843	210	1.350	1943	210Ω/200W	37	0987	145	160
PK75	0.75	139	154.0	145	0.065	1820	145	0.260	1920	150Ω/100W	14	1005	145	160
PK75	0.75	139	154.0	-	-	-	-	-	-	150Ω/200W	27	0989	145	160
PIK1	1.1	90	104.4	90	0.095	1821	90	0.430	1921	100Ω/100W	10	1006	145	160
PIK1	1.1	90	104.4	-	-	-	-	-	-	100Ω/200W	19	0991	145	160
PIK5	1.5	65	75.7	65	0.250	1822	65	0.800	1922	72Ω/200W	14	0992	145	160
P2K2	2.2	46	51.0	50	0.285	1823	50	1.00	1923	50Ω/200W	10	0993	145	160
P3K0	3	33	37.0	35	0.430	1824	35	1.35	1924	35Ω/200W	7	0994	145	160
P3K0	3	33	37.0	-	-	-	-	-	-	72Ω/200W	14	2X0992 ^a	145	160
P3K7	3.7	25	29.6	25	0.800	1825	25	3.00	1925	60Ω/200W	11	2X0996 ^a	145	160
P5K5	5.5	18	19.7	20	1	1826	20	3.5	1926	-	-	-	158	158
P7K5	7.5	13	14.3	15	2	1827	15	5	1927	-	-	-	153	153
P11K	11	9	9.6	10	2.8	1828	10	9	1928	-	-	-	154	154
P15K	15	6.3	7.0	7	4	1829	7	10	1929	-	-	-	150	150
P18K	18.5	5.3	5.7	6	4.8	1830	6	12.7	1930	-	-	-	150	150
P22K	22	4.2	5.0	4.7	6	1954	4.7	-	-	-	-	-	150	150
P30K	30	2.9	3.7	3.3	8	1955	3.3	-	-	-	-	-	150	150
P37K	37	2.4	3.0	2.7	10	1956	2.7	-	-	-	-	-	150	150

^a 订购 2 个, 电阻器必须并联。
^b Danfoss 标准程序使用的电阻器的最大负载。
^c R_{br, no} 是额定 (建议) 电阻器值, 它可以确保电动机主轴制动功率达到 145%/160% 的时间持续 1 分钟。

订购号: 制动电阻器 主电源 380-500 V / 380-480 V		FC 301/302 所选电阻器												
		标准 IP 20					铝壳 (扁平式) IP65							
FC 301/ FC 302	P _{motor} [kW]	R _{in} [Ω]	R _{Br, nom} ^c [Ω]	工作周期 10%			工作周期 40%			R _{rec} 每项 [Ω]	订购号	工作周期 %	订购号	最大转矩负载 [%] ^b
				R _{rec} [Ω]	P _{Br, max} [kW]	订购号	R _{rec} [Ω]	P _{Br, max} [kW]	订购号					
PK37	0.37	620	1360.2	620	0.065	175Uxxxx	830	0.450	175Uxxxx	830Ω/100W	20	175Uxxxx	137	
PK55	0.55	620	915.0	620	0.065	1840	830	0.450	1976	830Ω/100W	20	1000	137	
PK75	0.75	601	667.6	620	0.065	1840	620	0.260	1940	620Ω/100W	14	1001	137	
PK75	0.75	601	667.6	-	-	-	-	-	-	620Ω/200W	40	0982	137	
PIK1	1.1	408	452.8	425	0.095	1841	425	0.430	1941	430Ω/100W	8	1002	137	
PIK1	1.1	408	452.8	-	-	-	-	-	-	430Ω/200W	20	0983	137	
PIK5	1.5	297	330.4	310	0.250	1842	310	0.800	1942	310Ω/200W	16	0984	137	
P2K2	2.2	200	222.6	210	0.285	1843	210	1.35	1943	210Ω/200W	9	0987	137	
P3K0	3	145	161.4	150	0.430	1844	150	2.00	1944	150Ω/200W	5.5	0989	137	
P3K0	3	145	161.4	-	-	-	-	-	-	300Ω/200W	12	2X0985 ^a	137	
P4K0	4	108	119.6	110	0.600	1845	110	2.40	1945	240Ω/200W	11	2X0986 ^a	137	
P5K5	5.5	77	86.0	80	0.850	1846	80	3.00	1946	160Ω/200W	6.5	2X0988 ^a	137	
P7K5	7.5	56	62.4	65	1.0	1847	65	4.50	1947	130Ω/200W	4	2X0990 ^a	137	
P11K	11	38	42.1	40	1.8	1848	40	5.00	1948	80Ω/240W	9	2X0090 ^a	137	
P15K	15	27	30.5	30	2.8	1849	30	9.30	1949	72Ω/240W	6	2X0091 ^a	137	
P18K	18.5	22	24.5	25	3.5	1850	25	12.70	1950	-	-	-	160	
P22K	22	18	20.3	20	4.0	1851	20	13.00	1951	-	-	-	160	
P30K	30	13.5	14.9	15	5.0	1852	15	16	1952	-	-	-	160	
P37K	37	108	12.0	12	6.0	1853	12	19	1953	-	-	-	150	
P45K	45	9.8	10.5	9.8	15	2008	9.8	38	2007	-	-	-	150	
P55K	55	7.3	8.6	7.3	13	0069	7.3	38	0068	-	-	-	150	
P75K	75	5.7	6.2	6.0	15	0067	6.0	45	0066	-	-	-	150	
P90K	90	3.4	5.2	3.8	22	1960	3.8	75	0072	-	-	-	150	
P110	110	2.9	4.2	3.2	27	1961	3.2	90	0073	-	-	-	150	
P132	132	2.3	-	2.6	32	1962	-	-	-	-	-	-	150	
P160	160	1.9	-	2.1	39	1963	-	-	-	-	-	-	150	
P200	200	1.65	-	1.65	56	2x1061	-	-	-	-	-	-	150	
P250	250	1.3	-	1.3	72	2x1062	1.3	-	-	-	-	-	150	
P315	315	1.3	-	1.3	-	2x1062	1.3	-	-	-	-	-	150	
P355	355	1.3	-	1.3	-	2x1062	1.3	-	-	-	-	-	145	
P400	400	1.3	-	1.3	-	2x1062	1.3	-	-	-	-	-	130	

^a 订购 2 个, 电阻器必须并联。
^b Danfoss 标准程序使用的电阻器的最大负载。
^c R_{Br, nom} 是额定 (建议) 电阻器值, 它可以确保电动机主制动功率达到 137%/160% 的时间持续 1 分钟。

5.2.2 订购号：谐波滤波器

谐波滤波器用于减少主电源谐波。

- AHF 010: 10% 电流失真
- AHF 005: 5% 电流失真

380-415V, 50Hz

I _{AHF, N}	通常使用的电动机 [kW]	Danfoss 订购号		变频器规格
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1.1 - 4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19 A	5.5 - 7.5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15 - 18.5	175G6603	175G6625	P15K - P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K
72 A	30 - 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101A	45 - 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144 A	75	175G6607	175G6629	P75K
180 A	90	175G6608	175G6630	P90K
217 A	110	175G6609	175G6631	P110
289 A	132 - 160	175G6610	175G6632	P132 - P160
324 A		175G6611	175G6633	
370 A	200	175G6688	175G6691	P200
434 A	250	2x 175G6609	2x 175G6631	P250
578 A	315	2x 175G6610	2x 175G6632	P315
613 A	350	175G6610 + 175G6611	175G6632 + 175G6633	P350

440-480V, 60Hz

I _{AHF, N}	通常使用的电动机 [HP]	Danfoss 订购号		变频器规格
		AHF 005	AHF 010	
19 A	7.5 - 15	175G6612	175G6634	P7K5 - P11K
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25 - 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72 A	50 - 60	175G6616	175G6638	P30K - P37K
101A	75	175G6617	175G6639	P45K - P55K
144 A	100 - 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K
180 A	150	175G6619	175G6641	P110
217 A	200	175G6620	175G6642	P132
289 A	250	175G6621	175G6643	P160
324 A	300	175G6689	175G6692	P200
370 A	350	175G6690	175G6693	P250
506 A	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578 A	500	2x 175G6621	2x 175G6643	P355

Danfoss 变频器与滤波器的匹配关系是在 400V/480V 的基础上预先计算出来的，并且采用了典型的电动机负载（4 极）和 110% 的转矩。

500-525V, 50Hz

I _{AHF, N}	通常使用的电动机 [kW]	Danfoss 订购号		变频器规格
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1.1 - 5.5	175G6644	175G6656	P4K0 - P5K5
19 A	7.5 - 11	175G6645	175G6657	P7K5

690V, 50Hz

I _{AHF, N}	通常使用的电动机 [kW]	Danfoss 订购号		变频器规格
		AHF 005	AHF 010	
144 A	110, 132	130B2333	130B2298	P110
180 A	160	130B2334	130B2299	P132
217 A	200	130B2335	130B2300	P160
289 A	250	130B2331+2333	130B2301	P200
324 A	315	130B2333+2334	130B2302	P250
370 A	400	130B2334+2335	130B2304	P315

5.2.3 订购号：正弦波滤波器模块，200–500 VAC

主电源 3 x 200–500 V

变频器规格			最小开关频率	最大输出频率	部件号 IP20	部件号 IP00	50Hz 时的额定滤波器 电流
200–240V	380–440V	440–500V					
PK25	PK37	PK37	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2.5 A
PK37	PK55	PK55	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2.5 A
	PK75	PK75	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2.5 A
PK55	P1K1	P1K1	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4.5 A
	P1K5	P1K5	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4.5 A
PK75	P2K2	P2K2	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K1	P3K0	P3K0	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K5			5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
	P4K0	P4K0	5 kHz	120 Hz	130B2444	130B2409	10 A
P2K2	P5K5	P5K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P3K0	P7K5	P7K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P4K0			5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P5K5	P11K	P11K	4 kHz	60 Hz	130B2447	130B2412	24 A
P7K5	P15K	P15K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
	P18K	P18K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
P11K	P22K	P22K	4 kHz	60 Hz	130B2307	130B2281	48 A
P15K	P30K	P30K	3 kHz	60 Hz	130B2308	130B2282	62 A
P18K	P37K	P37K	3 kHz	60 Hz	130B2309	130B2283	75 A
P22K	P45K	P55K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P30K	P55K	P75K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P37K	P75K	P90K	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
P45K	P90K	P110	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
	P110	P132	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P132	P160	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P160	P200	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P200	P250	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P250	P315	3 kHz	60 Hz	130B2314	130B2288	480 A
	P315	P355	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P355	P400	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P400	P450	2 kHz	60 Hz	130B2316	130B2290	750 A
	P450	P500	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P500	P560	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P560	P630	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A
	P630	P710	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A



注意

使用正弦波滤波器时，开关频率应符合参数 14-01 开关频率中的滤波器规格。

5.2.4 订购号： 正弦波滤波器模块，525-600 VAC

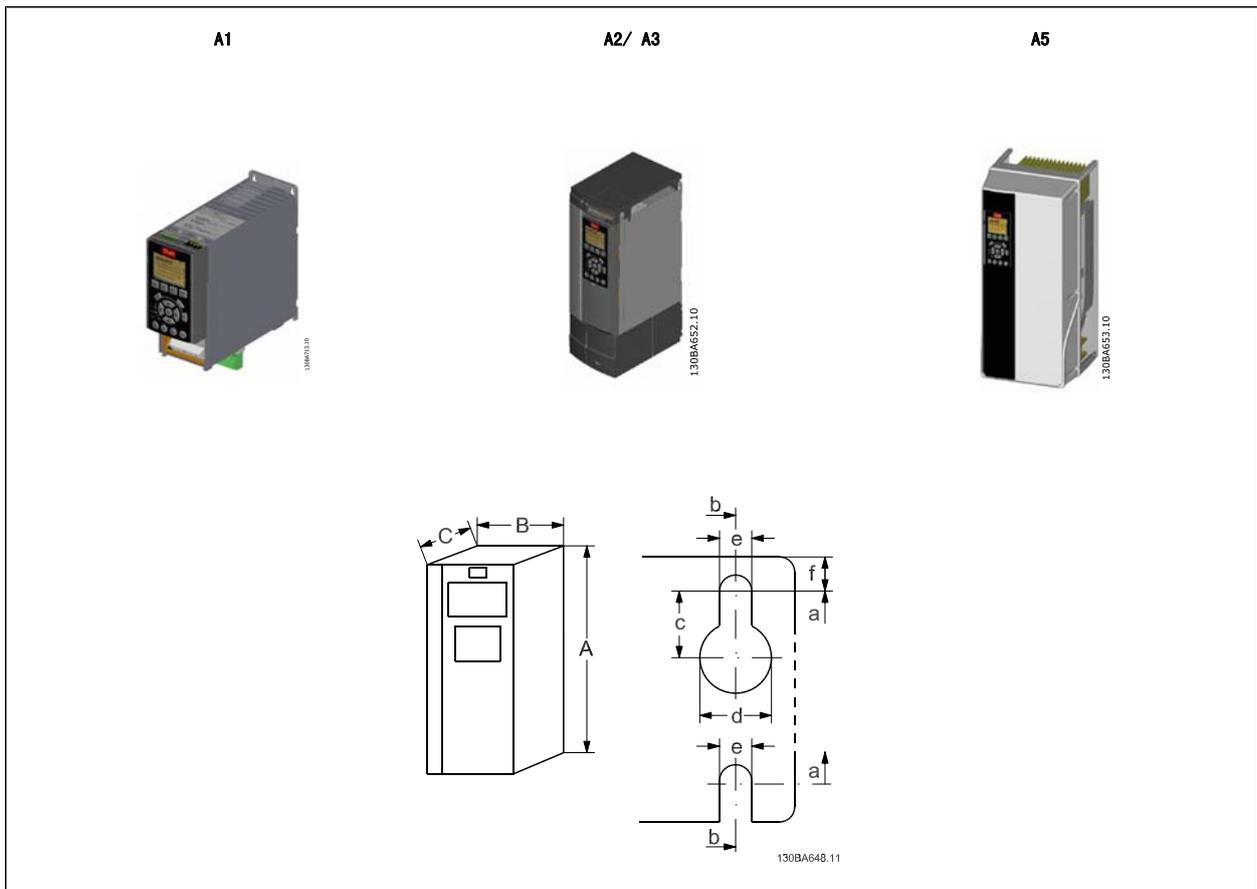
变频器规格		最小切换频率	最大输出频率	部件号 IP20	部件号 IP00	50Hz 时的额定 滤波器电流
525-600V	600V					
PK75		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K1		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P2k2		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P3K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P4K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P5K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P7K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
	P11K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P11K	P15K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P15K	P18K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P18K	P22K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P22K	P30K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P30K	P37K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P37K	P45K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P45K	P55K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P55K	P75K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P75K	P90K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P90K	P110	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P110	P132	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P150	P160	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P180	P200	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P220	P250	2 kHz	60 Hz	130B2348	130B2329	303 A
P260	P315	1.5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P300	P400	1.5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P375	P500	1.5 kHz	60 Hz	130B2271	130B2242	530 A
P450	P560	1.5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P480	P630	1.5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P560	P710	1.5 kHz	60 Hz	130B2382	130B2338	765 A
P670	P800	1.5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
	P900	1.5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
P820	P1M0	1.5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A
P970	P1M2	1.5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A

**注意**

使用正弦波滤波器时，开关频率应符合参数 14-01 开关频率中的滤波器规格。

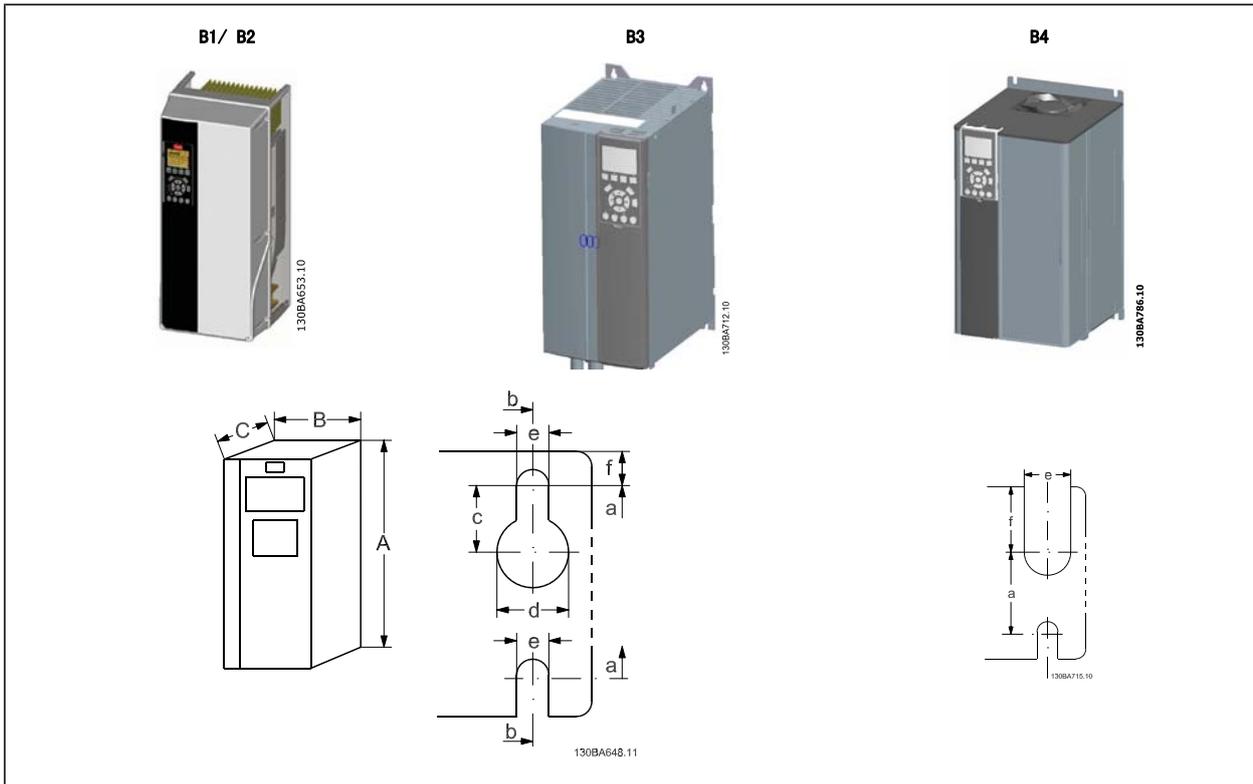
6 如何安装

机械尺寸, A 机箱



机架大小	A1	A2		A3		A5	
	0.25 - 1.5 kW (200-240 V) 0.37-1.5 kW (380-480 V)	0.25-3 kW (200-240 V) 0.37-4.0 kW (380-480/ 500 V)		3.7 kW (200-240 V) 5.5-7.5 kW (380-480/ 500 V) 0.75-7.5 kW (525-600 V)		0.25-3.7 kW (200-240 V) 0.37-7.5 kW (380-480/ 500 V) 0.75-7.5 kW (525-600 V)	
IP	20	20	21	20	21	55/66	
NEMA	机架	机架	类型 1	机架	类型 1	类型 12	
高度							
背板高度	A	200 mm	268 mm	375 mm	268 mm	375 mm	420 mm
带去耦板时的高度	A	316 mm	374 mm		374 mm	-	-
安装孔之间的距离	a	190 mm	257 mm	350 mm	257 mm	350 mm	402 mm
宽度							
背板宽度	B	75 mm	90 mm	90 mm	130 mm	130 mm	242 mm
带有 1 个 C 选件时的背板宽度	B		130 mm	130 mm	170 mm	170 mm	242 mm
带有 2 个 C 选件时的背板宽度	B		150 mm	150 mm	190 mm	190 mm	242 mm
安装孔之间的距离	b	60 mm	70 mm	70 mm	110 mm	110 mm	215 mm
深度							
不带选件 A/B 时的深度	C	207 mm	205 mm	207 mm	205 mm	207 mm	195 mm
带选件 A/B	C	222 mm	220 mm	222 mm	220 mm	222 mm	195 mm
螺钉孔							
	c	6.0 mm	8.0 mm	8.0 mm	8.0 mm	8.0 mm	8.25 mm
	d	ø8 mm	ø11 mm	ø11 mm	ø11 mm	ø11 mm	ø12 mm
	e	ø5 mm	ø5.5 mm	ø5.5 mm	ø5.5 mm	ø5.5 mm	ø6.5 毫米
	f	5 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm
最大重量		2.7 kg	4.9 kg	5.3 kg	6.6 kg	7.0 kg	13.5/14.2 kg

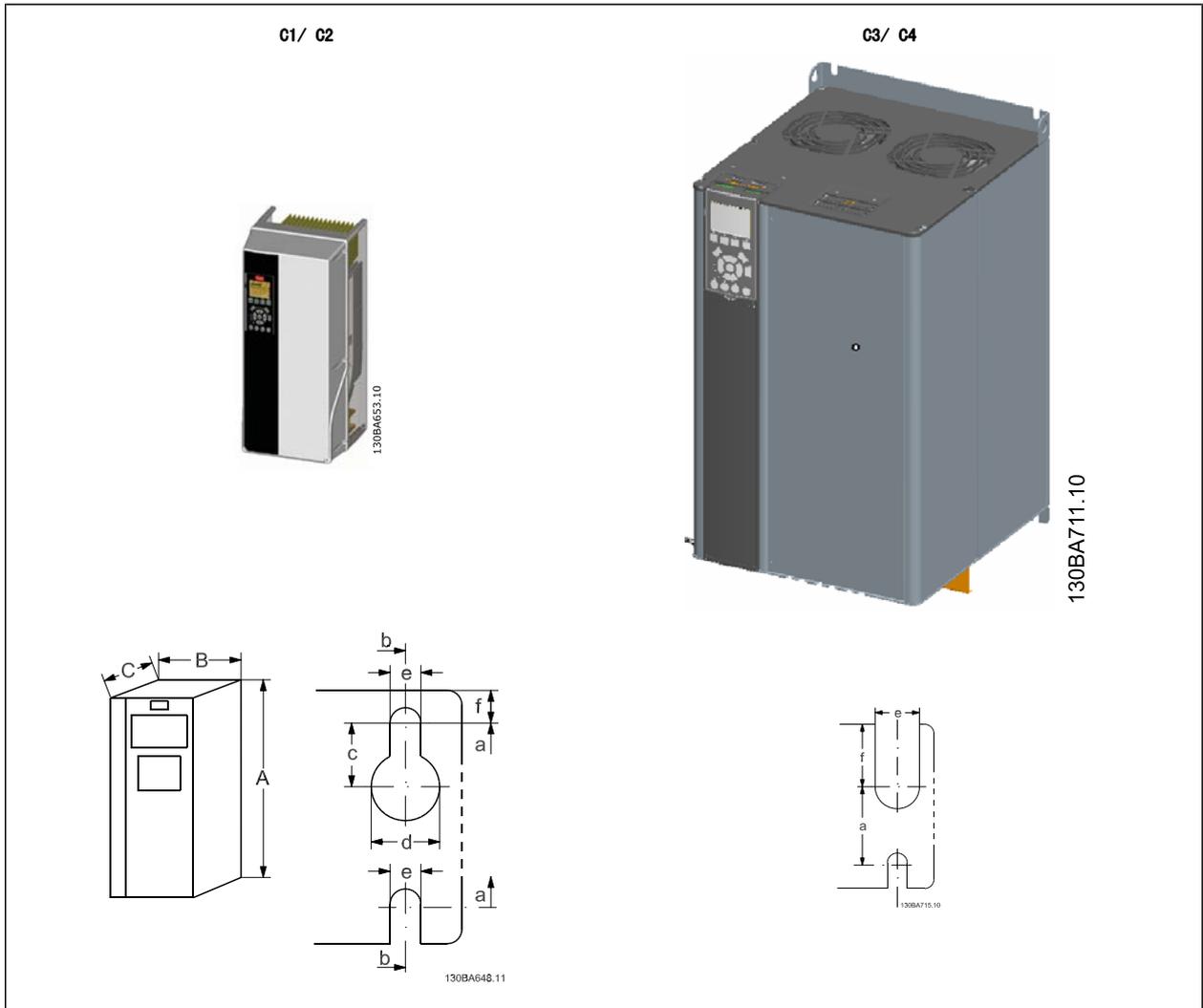
机械尺寸, B 型机箱



机架大小

		B1	B2	B3	B4
		5.5-7.5 kW (200-240 V)	11 kW (200-240 V)	5.5-7.5 kW (200-240 V)	11-15 kW (200-240 V)
		11-15 kW (380-480/500 V)	18.5-22 kW (380-480/ 500 V)	11-15 kW (380-480/500 V)	18.5-30 kW (380-480/ 500 V)
		11-15 kW (525-600 V)	18.5-22 kW (525-600 V)	11-15 kW (525-600 V)	18.5-30 kW (525-600 V)
IP		21/ 55/66	21/55/66	20	20
NEMA		类型 1/类型 12	类型 1/类型 12	机架	机架
高度					
背板高度	A	480 mm	650 mm	399 mm	520 mm
带去耦板时的高度	A	-	-	420 mm	595 mm
安装孔之间的距离	a	454 mm	624 mm	380 mm	495 mm
宽度					
背板宽度	B	242 mm	242 mm	165 mm	230 mm
带有 1 个 C 选件时的背板宽度	B	242 mm	242 mm	205 mm	230 mm
带有 2 个 C 选件时的背板宽度	B	242 mm	242 mm	225 mm	230 mm
安装孔之间的距离	b	210 mm	210 mm	140 mm	200 mm
深度					
不带选件 A/B 时的深度	C	260 mm	260 mm	249 mm	242 mm
带选件 A/B	C	260 mm	260 mm	262 mm	242 mm
螺钉孔					
	c	12 mm	12 mm	8 mm	
	d	∅19 mm	∅19 mm	12 mm	
	e	∅9 mm	∅9 mm	6.8 mm	8.5 mm
	f	9 mm	9 mm	7.9 mm	15 mm
最大重量		23 kg	27 kg		23.5 kg

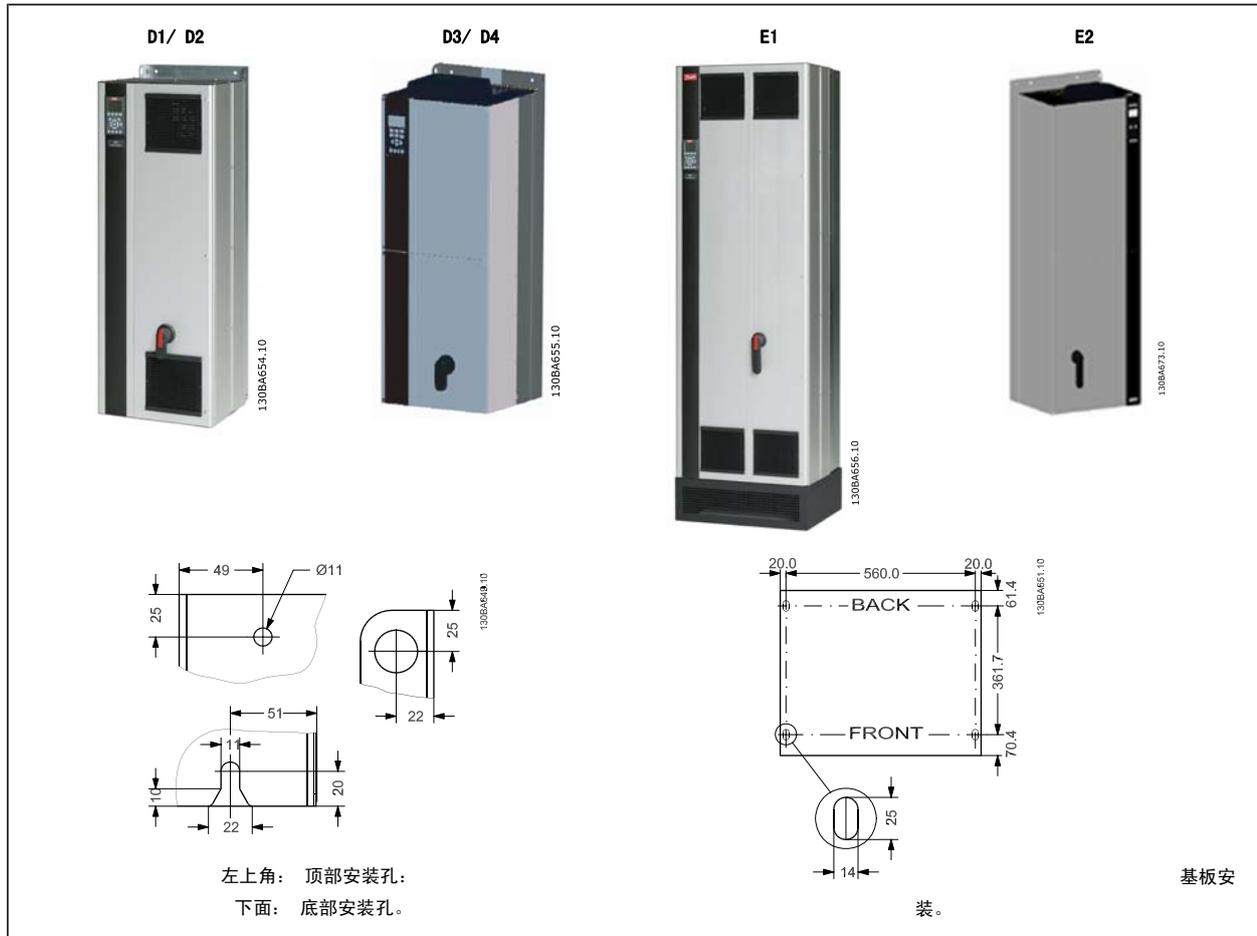
机械尺寸, C 型机箱



6

机架大小	C1	C2	C3	C4
	15-22 kW (200-240 V)	30-37 kW (200-240 V)	18.5-22 kW (200-240 V)	30-37 kW (200-240 V)
	30-45 kW (380-480/ 500 V)	55-75 kW (380-480/ 500 V)	37-45 kW (380-480/ 500 V)	55-75 kW (380-480/ 500 V)
	30-45 kW (525-600 V)	55-90 kW (525-600 V)	37-45 kW (525-600 V)	55-90 kW (525-600 V)
IP	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA	类型 1/类型 12	类型 1/类型 12	机架	机架
高度				
背板高度	A 680 mm	770 mm	550 mm	660 mm
带去耦板时的高度	A 630 mm		630 mm	800 mm
安装孔之间的距离	a 648 mm	739 mm	521 mm	631 mm
宽度				
背板宽度	B 308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
带有 1 个 C 选项时的背板宽度	B 308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
带有 2 个 C 选项时的背板宽度	B 308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
安装孔之间的距离	b 272 mm	334 mm	270 mm	330 mm
深度				
不带选项 A/B 时的深度	C 310 mm	335 mm	333 mm	333 mm
带选项 A/B	C 310 mm	335 mm	333 mm	333 mm
螺钉孔				
c	12 mm	12 mm		
d	∅19 mm	∅19 mm		
e	∅9.8 mm	∅9.8 mm	8.5 mm	8.5 mm
f	17.6 mm	18 mm	18 mm	17 mm
最大重量	43 kg	61 kg	35 kg	50 kg

机械尺寸, D 和 E 型机箱



机架大小	D1	D2	D3	D4	E1	E2
	90 - 110 kW (380 - 500 V)	132 - 200 kW (380 - 500 V)	90 - 110 kW (380 - 500 V)	132 - 200 kW (380 - 500 V)	250 - 400 kW (380 - 500 V)	250 - 400 kW (380 - 500 V)
	37 - 132 kW (525 - 690 V)	160 - 315 kW (525 - 690 V)	37 - 132 kW (525 - 690 V)	160 - 315 kW (525 - 690 V)	355 - 560 kW (525 - 690 V)	355 - 560 kW (525 - 690 V)
IP	21, 54	21, 54	00	00	21, 54	00
Nema	类型 1	类型 1	机架	机架	类型 1	机架
纸板箱尺寸						
运输尺寸						
高度	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm	840 mm	831 mm
宽度	1730 mm	1730 mm	1220 mm	1490 mm	2197 mm	1705 mm
深度	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm	736 mm	736 mm
变频器尺寸						
高度	1159 mm	1540 mm	997 mm	1277 mm	2000 mm	1499 mm
宽度	420 mm	420 mm	408 mm	408 mm	600 mm	585 mm
深度	373 mm	373 mm	373 mm	373 mm	494 mm	494 mm
最大重量	104 kg	151 kg	91 kg	138 kg	313 kg	277 kg

6.2 机械安装 – A、B 和 C 型机箱



注意

本部分讲述 A、B 和 C 型机箱的机械安装。更大变频器的机械安装在后面部分讲述。

附件包：变频器附件包中包括下述部件



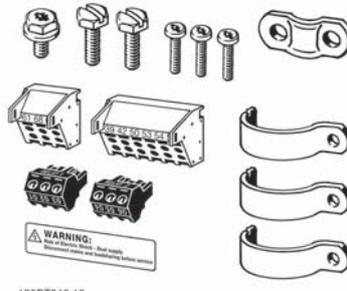
机架大小 A1、A2 和 A3，IP20/机箱



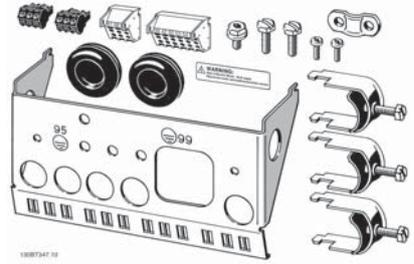
机架大小 A5，IP55/类型 12



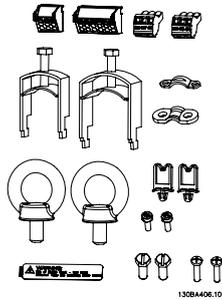
机架大小 B1 和 B2，
IP21/IP55/类型 1/类型 12



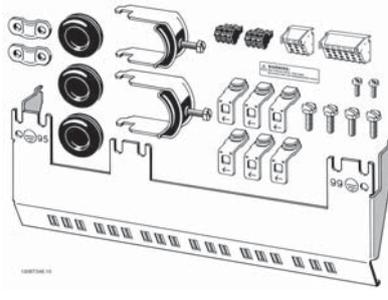
机架大小 B3，IP20/机箱



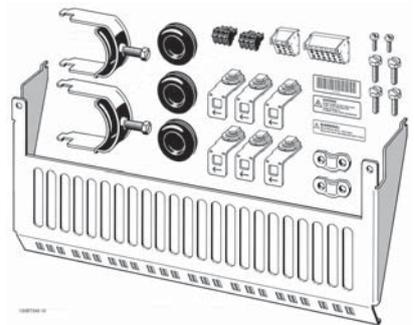
机架大小 B4，IP20/机箱



机架大小 C1 和 C2，IP55/66/类型 1/类型 12



机架大小 C3，IP20/机箱



机架大小 C4，IP20/机箱

1 和 2 仅在带有制动斩波器的设备中存在。对于 FC 301 设备，仅包括一个继电器连接器。对于直流回路连接（负载共享），可以单独订购连接器 1（订购号 130B1064）

对于不带安全停止功能的 FC 301，其附件包中含一个 8 柱连接器。

6.2.1 机械安装

所有 IP20 机架规格以及 IP21/ IP55 机架规格（A1*、A2、A3 除外）都允许采用并排安装方式。

如果使用了 IP 21 机箱套件（130B1122 或 130B1123），则在变频器之间至少必须保留 50 mm 的间隙。

为创造最佳的冷却条件，在变频器的上方和下方应留出自由通风道。请参阅下表。

为不同机箱留出的通风道													
机箱:	A1*	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	
a (mm):	100	100	100	100	100	100	200	200	200	225	200	225	
b (mm):	100	100	100	100	100	100	200	200	200	225	200	225	

表 6.1: * 仅限 FC 301!

1. 钻孔尺寸应与给定尺寸一致。
2. 您必须使用适合变频器安装表面的螺钉。重新紧固所有 4 个螺钉。

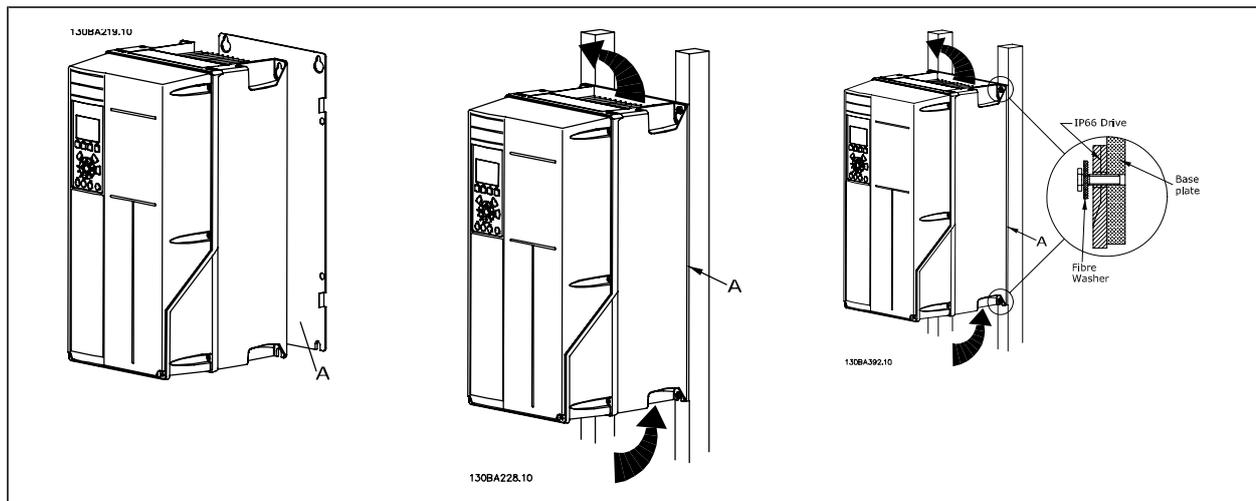
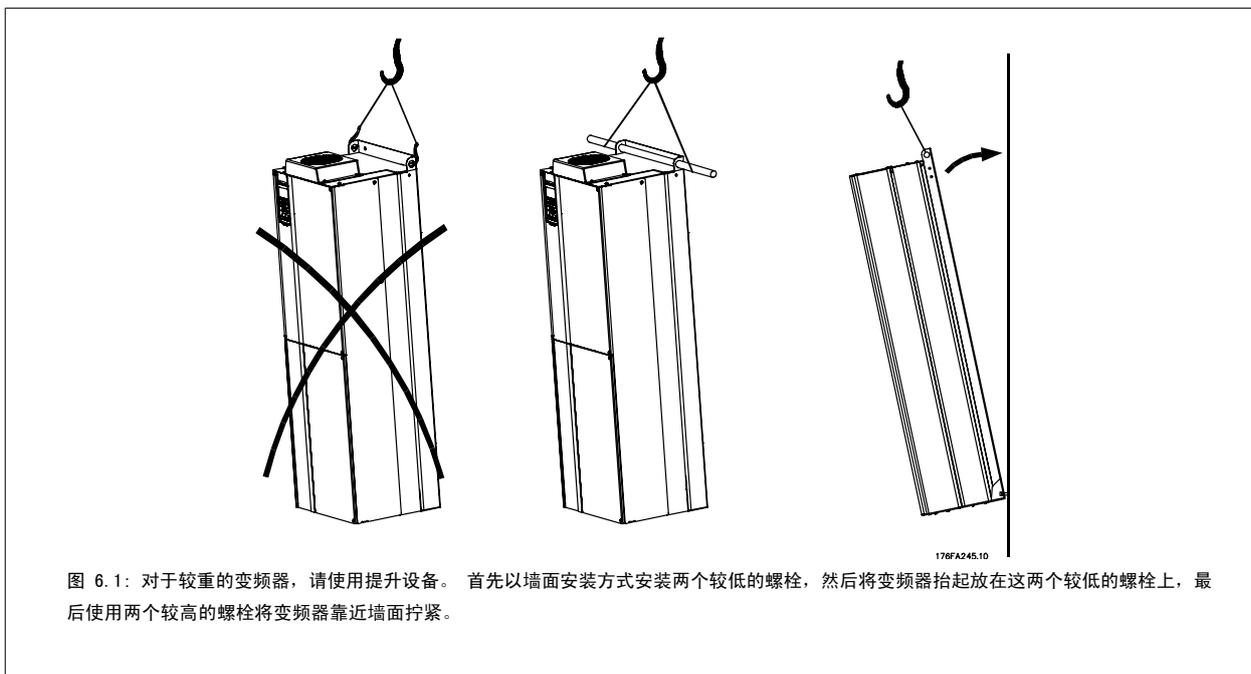


表 6.2: 如果要将 A5、B1、B2、B3、B4、C1、C2、C3 和 C4 规格的机架安装在非实心的支撑墙上，则必须为变频器提供一块背板 (A)，否则无法在散热片上方获得充足的冷却气流。



6.2.2 机械安装的安全要求



请注意针对组装和现场安装套件的要求。必须严格遵守清单中的规定，以避免严重的设备损坏或人身伤害，特别是在安装大型设备时。

变频器采用空气循环冷却。

为防止变频器过热，必须保证环境温度不高于变频器所声明的最高温度，同时也不能超过其 24 小时内的平均温度。要查看变频器容许的最高温度和 24 小时内的平均温度，请参阅根据环境温度降低额定值部分。

如果环境温度在 45 °C - 55 °C 的范围内，则应相应降低变频器的额定容量，请参阅根据环境温度降低额定值。

如果不根据环境温度来相应降低变频器的额定容量，将会缩短变频器的使用寿命。

6.2.3 现场安装

对于现场安装，建议使用 IP 21/IP 4X 顶盖/类型 1 套件或 IP 54/55 型设备。

6.3 机械安装 - D 和 E 型机箱



注意

本部分介绍了 D 和 E 型机箱的机械安装。更小变频器的机械安装在前面部分讲述。

为了确保正确的结果并且避免安装期间的额外工作，在对变频器执行机械安装之前必须做好周密的准备工作。首先请仔细查看本说明最后的机械图，了解空间方面的要求。

6.3.1 所需工具

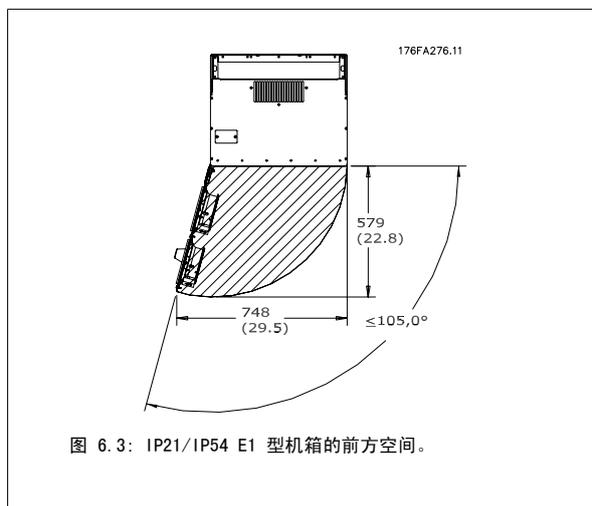
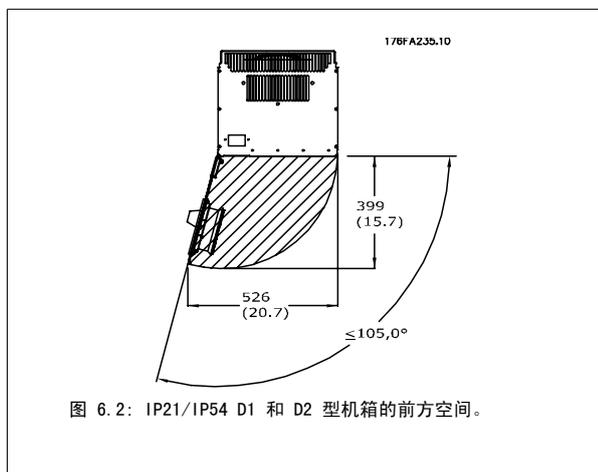
执行机械安装时需要下述工具：

- 带有 10 或 12 mm 钻头的电钻
- 卷尺
- 带有相应公制套筒的扳手 (7-17 mm)
- 扳手加长柄
- 金属片冲头 (用于 IP 21 和 IP 54 设备中的线管或电缆密封管)
- 至少能承受 400 kg (880 lbs) 的起吊棍 (直径为 20 mm 或 0.75 inch 的棍或管)。
- 吊车或其他起重设备 (用于将变频器安放到位)
- 在将 E1 机箱安装到 IP21 和 IP54 机箱中时需要使用 Torx T50 工具。

6.3.2 一般考虑事项

空间

为了确保空气流动和便于连接电缆，在变频器的上方和下方应留出适当空间。此外，在设备前方也应留出打开面板门所需的空间。



注意

气流，请参阅前面的机械尺寸。

线缆通道

务必留出适当的线缆通道，包括电缆弯绕所需的空间。由于 IP00 机箱的开口在底部，因此必须将电缆固定到机箱中用来安装变频器的后面板上 (例如使用电缆夹)。



注意

所有线缆接线盒/接线头必须安装在端子总线条宽度之内

端子位置
(D 型机箱)

在设计电缆通道时请考虑下述端子位置。

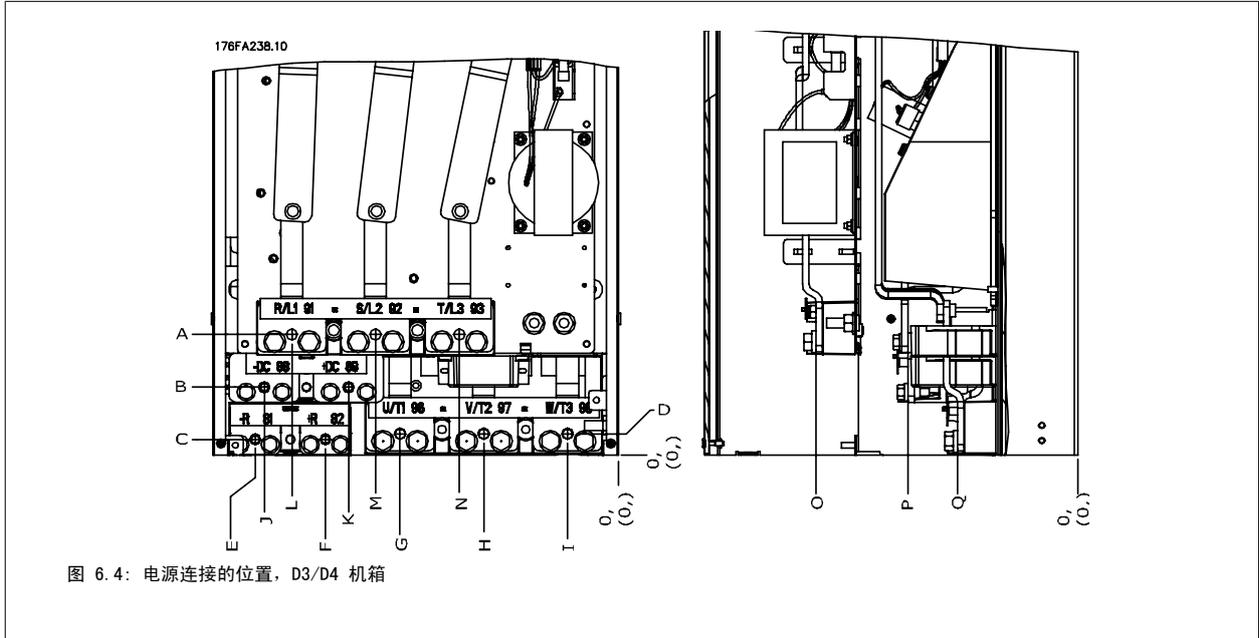


图 6.4: 电源连接的位置, D3/D4 机箱

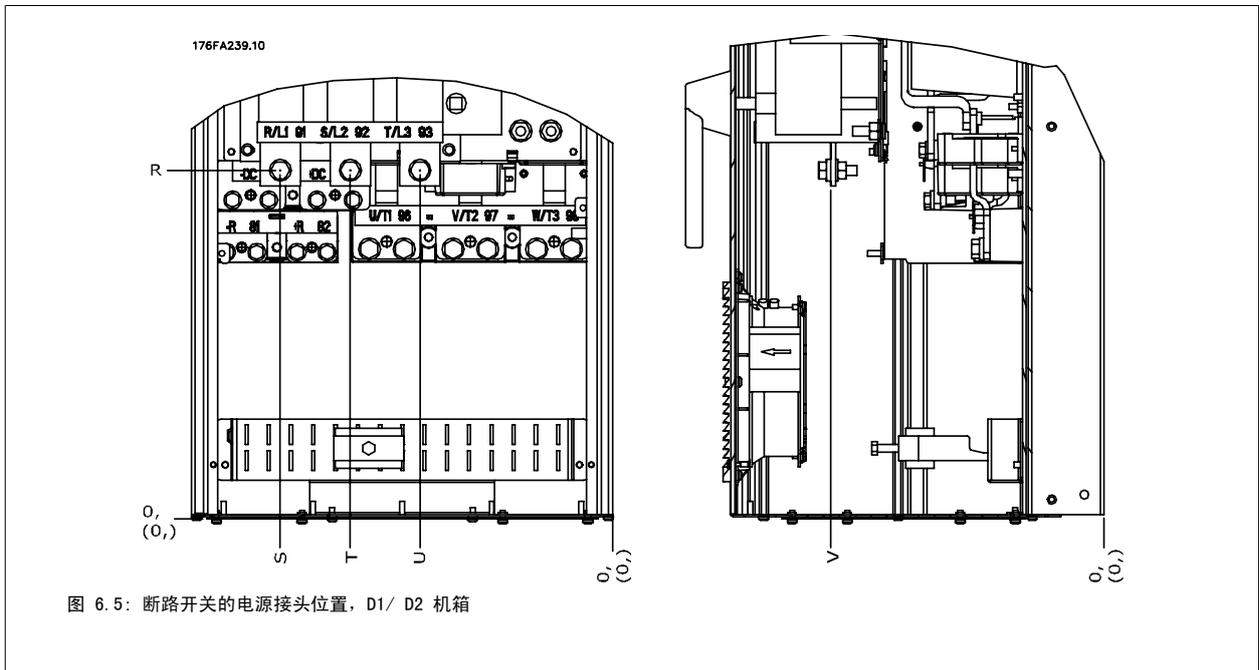


图 6.5: 断路开关的电源接头位置, D1/ D2 机箱

请注意, 电源电缆较重并且难以弯曲。为此, 应选择最佳的变频器位置, 以方便电缆安装。



注意

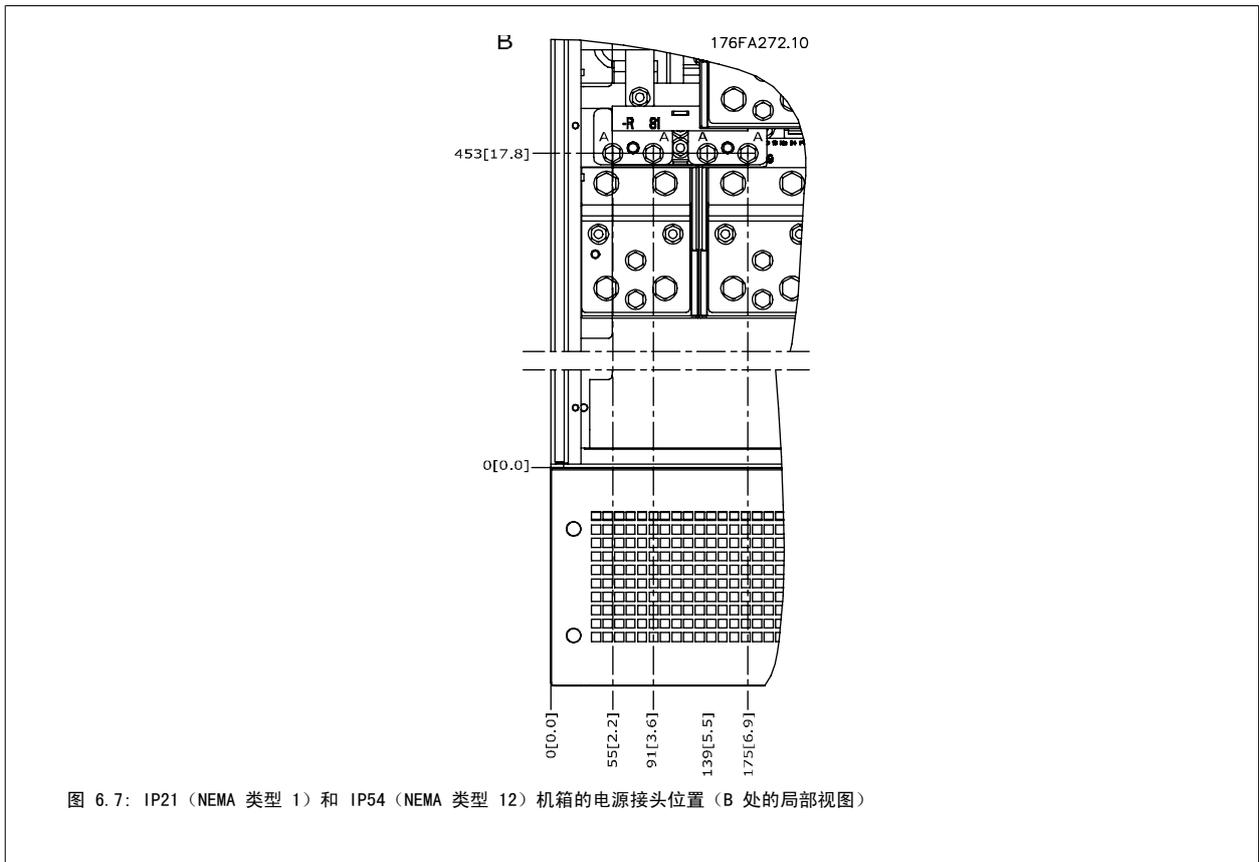
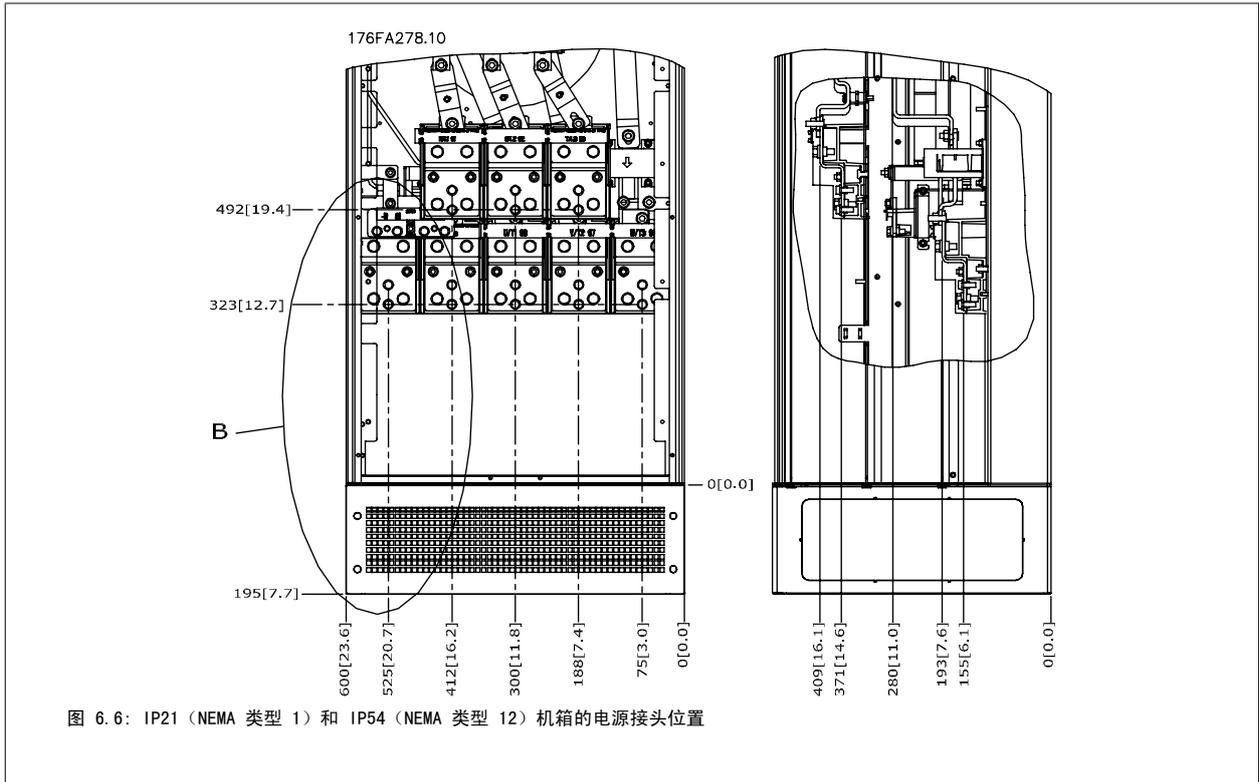
所有 D 型机箱都具有标准的输入端子或断路器。所有端子尺寸均位于下页的表中。

	IP 21 (NEMA 1)/IP 54 (NEMA 12)		IP 00/机架	
	D1 机箱	D2 机箱	D3 机箱	D4 机箱
A	277 (10.9)	379 (14.9)	119 (4.7)	122 (4.8)
B	227 (8.9)	326 (12.8)	68 (2.7)	68 (2.7)
C	173 (6.8)	273 (10.8)	15 (0.6)	16 (0.6)
D	179 (7.0)	279 (11.0)	20.7 (0.8)	22 (0.8)
E	370 (14.6)	370 (14.6)	363 (14.3)	363 (14.3)
F	300 (11.8)	300 (11.8)	293 (11.5)	293 (11.5)
G	222 (8.7)	226 (8.9)	215 (8.4)	218 (8.6)
H	139 (5.4)	142 (5.6)	131 (5.2)	135 (5.3)
I	55 (2.2)	59 (2.3)	48 (1.9)	51 (2.0)
J	354 (13.9)	361 (14.2)	347 (13.6)	354 (13.9)
K	284 (11.2)	277 (10.9)	277 (10.9)	270 (10.6)
L	334 (13.1)	334 (13.1)	326 (12.8)	326 (12.8)
M	250 (9.8)	250 (9.8)	243 (9.6)	243 (9.6)
N	167 (6.6)	167 (6.6)	159 (6.3)	159 (6.3)
O	261 (10.3)	260 (10.3)	261 (10.3)	261 (10.3)
P	170 (6.7)	169 (6.7)	170 (6.7)	170 (6.7)
Q	120 (4.7)	120 (4.7)	120 (4.7)	120 (4.7)
R	256 (10.1)	350 (13.8)	98 (3.8)	93 (3.7)
S	308 (12.1)	332 (13.0)	301 (11.8)	324 (12.8)
T	252 (9.9)	262 (10.3)	245 (9.6)	255 (10.0)
U	196 (7.7)	192 (7.6)	189 (7.4)	185 (7.3)
V	260 (10.2)	273 (10.7)	260 (10.2)	273 (10.7)

表 6.3: 电缆位置如上图所示。尺寸单位为 mm (inch)。

端子位置 - E1 机箱

在设计电缆通道时请考虑下述端子位置。



6

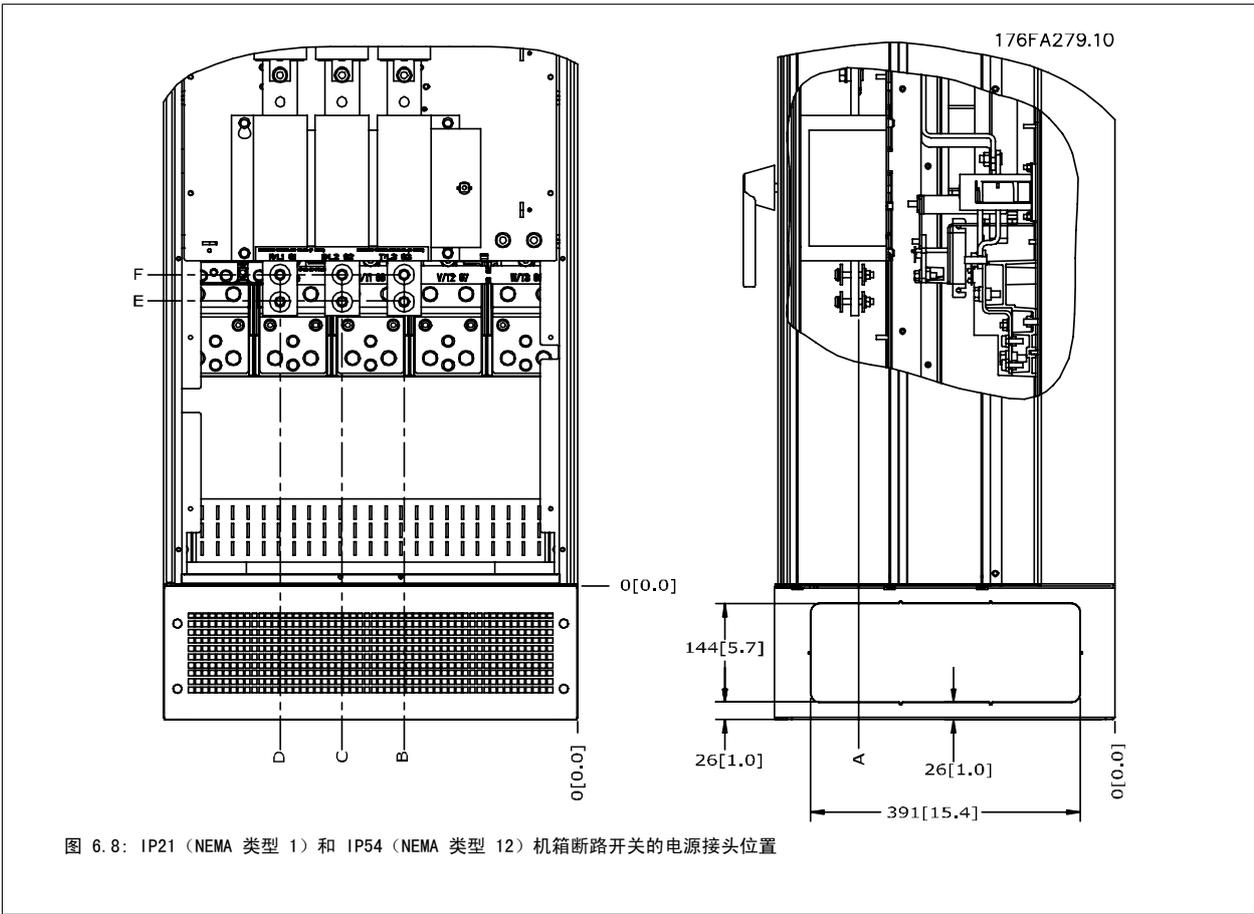


图 6.8: IP21 (NEMA 类型 1) 和 IP54 (NEMA 类型 12) 机箱断路开关的电源接头位置

端子位置 - E2 机箱

在设计电缆通道时请考虑下述端子位置。

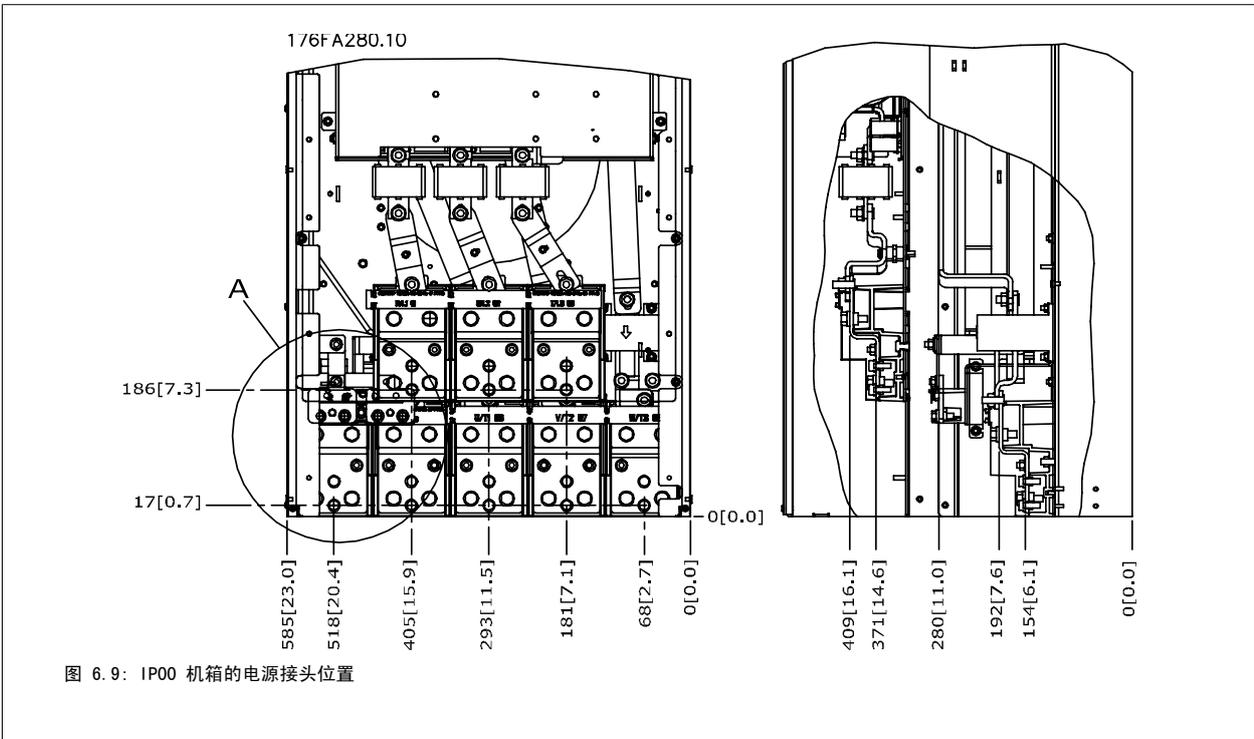


图 6.9: IP00 机箱的电源接头位置

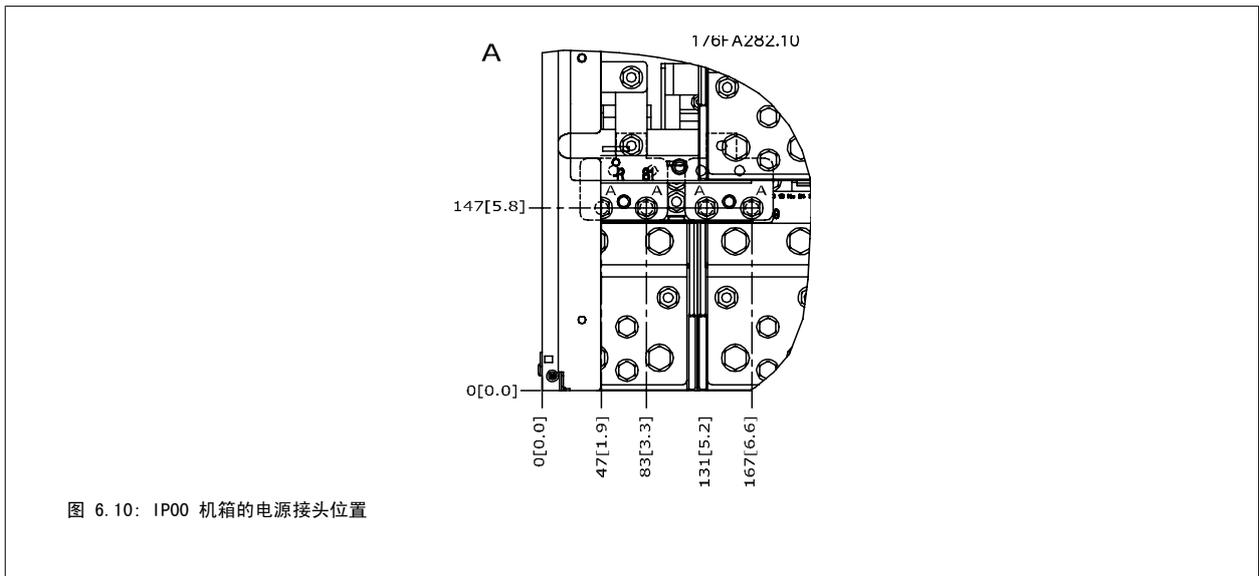


图 6.10: IP00 机箱的电源接头位置

6

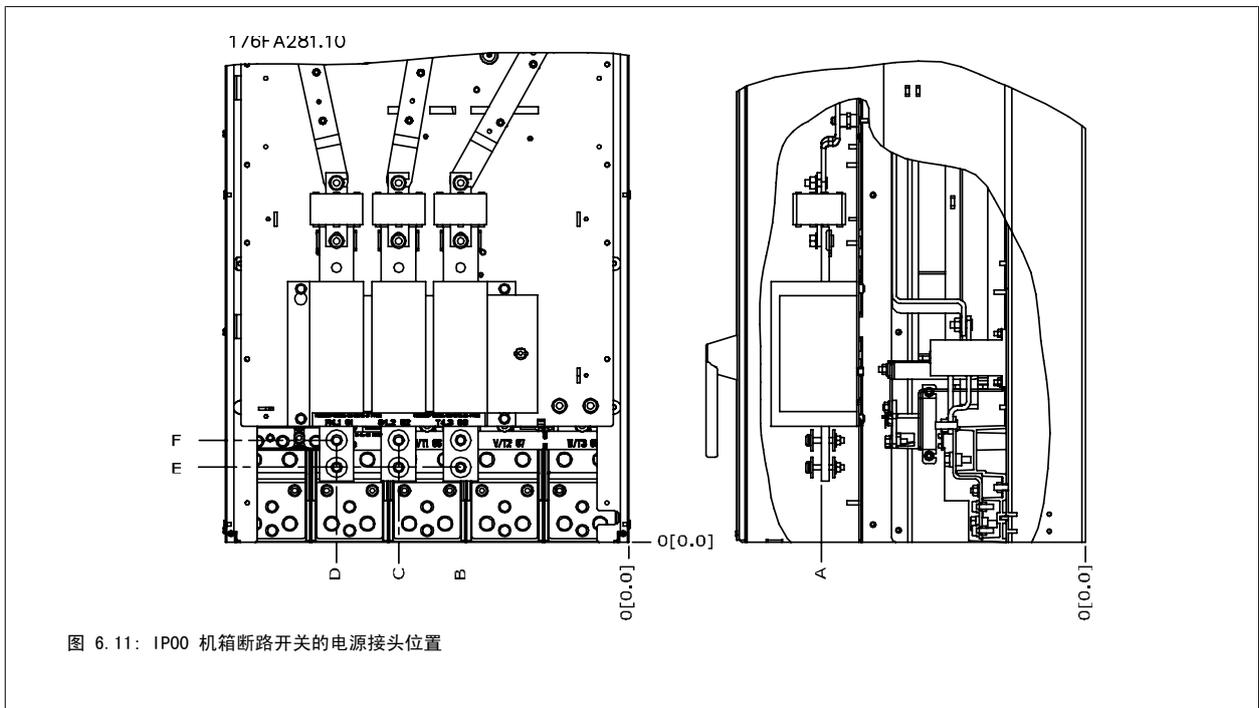


图 6.11: IP00 机箱断路器的电源接头位置

请注意，电源电缆较重并且难以弯曲。为此，应选择最佳的变频器位置，以方便电缆安装。
 每个端子最多可以用接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。

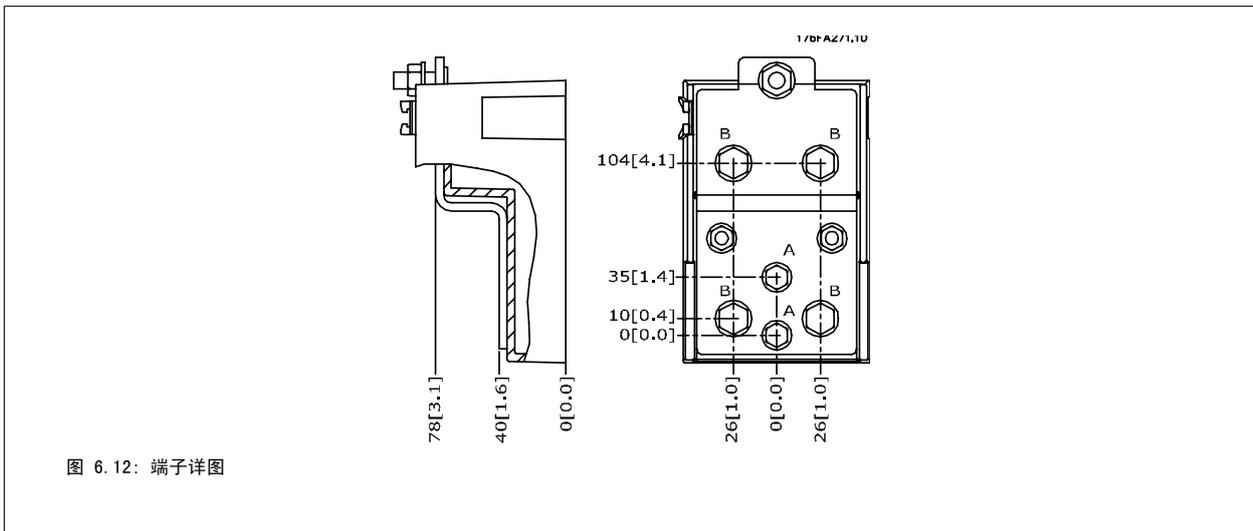


图 6.12: 端子详图

6

**注意**

电源连接可连接到位置 A 或 B

冷却

可以用不同方式实现冷却：在设备底部和顶部使用冷却道；在设备后部使用冷却道；或使用组合方式冷却。

风道冷却

对于安装在 Rittal TS8 机箱中并利用自身风扇进行强制冷却的 IP00/机架式变频器，我们提供了一种优化安装的专用选项。

背部冷却

使用背部的通道可以方便地将设备安装到控制室等位置。对于安装在机箱后部的设备，可以简单采用与风道冷却原理类似的设备冷却方法。热风从机箱背部排出。借此可以避免变频器的冷却热风使控制室的温度升高。

**注意**

若要在变频器内提供额外冷却能力，需要使用一个小型的门装风扇。

有关详细信息，请参阅管道冷却套件在 Rittal 机箱中的安装。

气流

必须保证散热片上有充足的气流。以下是相关的流量。

机箱	门装风扇/顶装风扇气流	散热片上的气流
IP21/NEMA 1 & IP54/NEMA 12	D1 和 D2	170 m ³ /h (100 cfm)
	E1	765 m ³ /h (450 cfm)
IP00/机架式	D3 和 D4	340 m ³ /h (200 cfm)
	E2	255 m ³ /h (150 cfm)
		765 m ³ /h (450 cfm)
		1444 m ³ /h (850 cfm)

表 6.4: 散热片气流

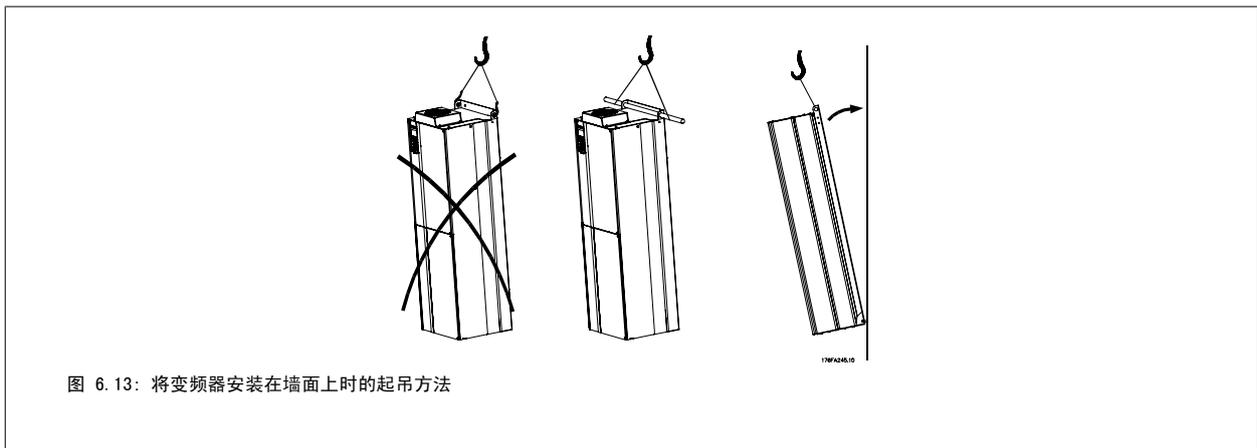
6.3.3 墙面安装 - IP21 (NEMA 1) 和 IP54 (NEMA 12) 设备

这仅适用于 D1 和 D2 机箱。
必须认真考虑设备的安装位置。

在选择最终安装位置时，应考虑下述相关事项：

- 用于实现冷却的自由空间
- 面板门的打开空间
- 底部的电缆入口

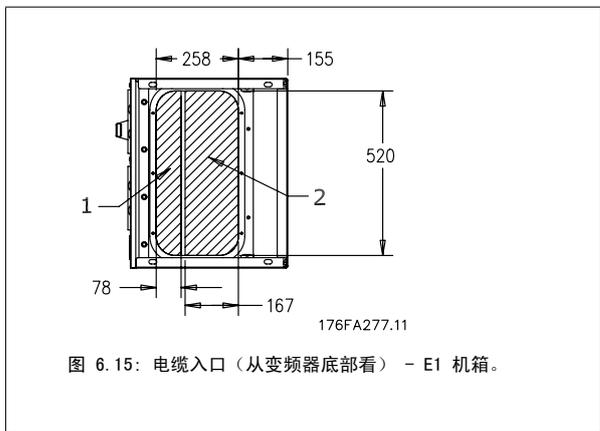
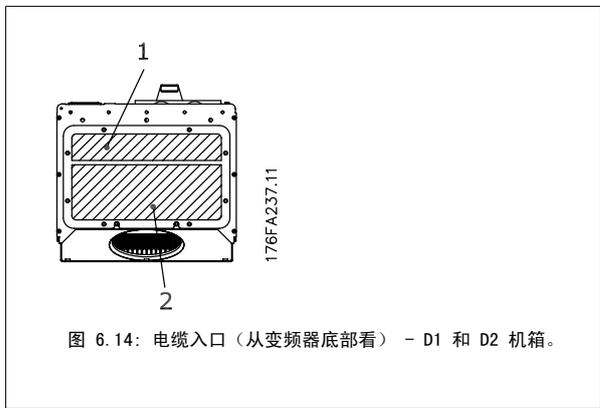
使用安装模板仔细在墙上做好安装孔标记，然后按标记打孔。确保离地面和屋顶有一定距离，以实现冷却。在变频器下方至少要留出 225 mm (8.9 inch) 的距离。装上底部螺栓，然后将变频器吊放到这些螺栓上。抵着墙面将变频器放正，然后装上顶部螺栓。拧紧所有四个螺栓，将变频器固定在墙面上。



6.3.4 密封管/线管入口 - IP21 (NEMA 1) 和 IP54 (NEMA12)

电缆通过底部的密封板来连接。请拆下该板，并确定将密封管或线管的入口放在何处。然后在图板所标明的区域打孔。

为了符合指定的防护等级以及确保设备具有适当的冷却能力，变频器必须安装密封板。如果不安装密封板，则可能导致设备跳闸。



E1 机箱的底板可以安装在机箱内侧或外侧，这提供了安装上的灵活性。也就是说，如果从底部安装密封管和电缆，则可以在将变频器放到底座上之前安装它们。

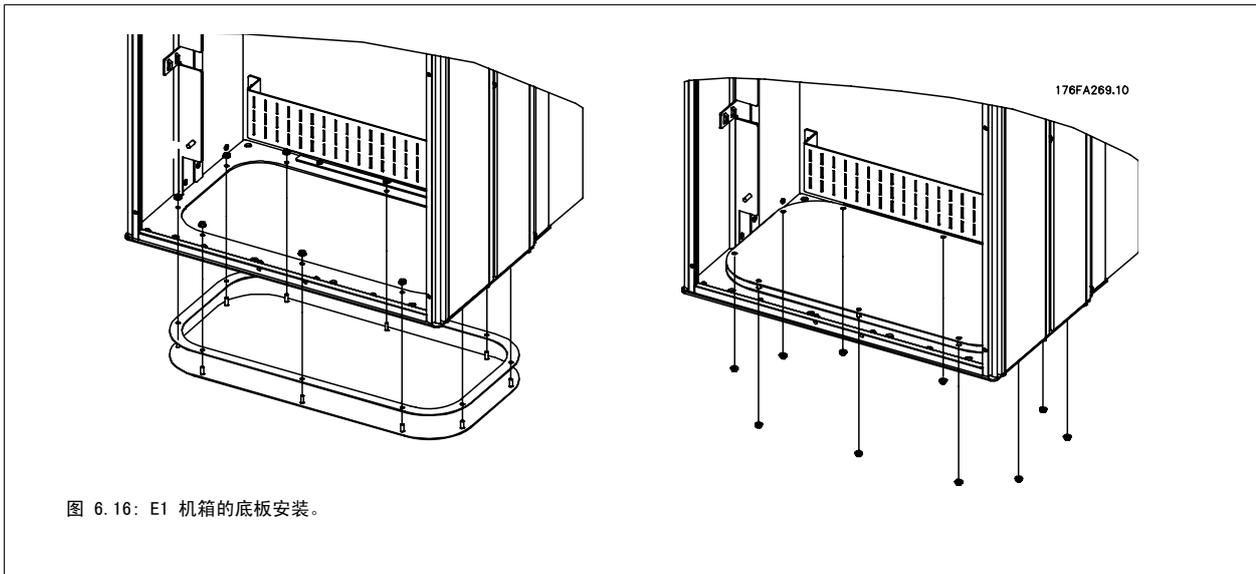


图 6.16: E1 机箱的底板安装。

6.3.5 IP21 遮护板安装 (D1 和 D2 机箱)

为实现 IP21 防护等级，需要按下述方式安装一块单独的遮护板：

- 卸下 2 个正面螺钉
- 插入遮护板，然后装上螺钉
- 用 5,6 Nm (50 in-lbs) 的转矩拧紧螺钉

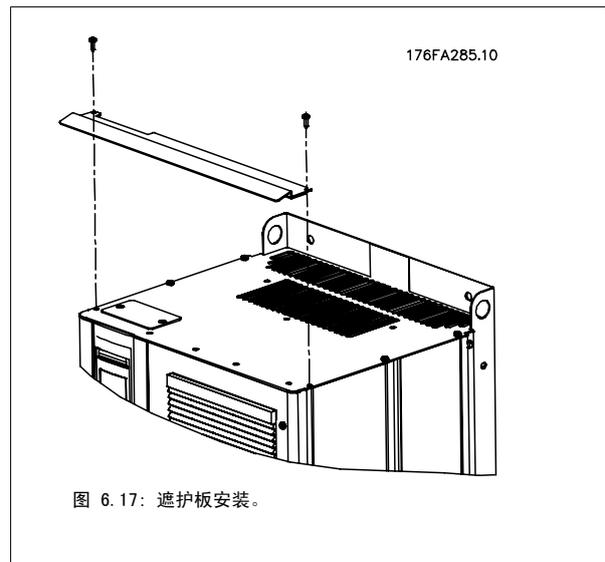


图 6.17: 遮护板安装。

6.4 电气安装 - A、B 和 C 机箱



注意

本部分讲述 A、B 和 C 型机箱的电气安装。更大变频器的电气安装在后面部分讲述。



注意

电缆总体要求

所有接线都必须符合相关国家和地方关于电缆横截面积和环境温度的法规。建议使用铜 (60/75° C) 导体。

铝导体

端子可以使用铝导体进行连接，但导体表面必须清洁，在连接之前，必须除去其氧化层，并使用中性的无酸凡士林油脂进行密封处理。
另外，由于铝导体较软，因此必须在两天之后重新紧固端子的螺钉。保持该连接的气密性是非常重要的，否则铝导体的表面会再次被氧化。

紧固力矩					
机箱	200 - 240 V	380 - 500 V	525 - 690 V	电缆用途:	紧固力矩
A1	0.25-1.5 kW	0.37-1.5 kW	-	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	0.5-0.6 Nm
A2	0.25-2.2 kW	0.37-4 kW			
A3	3-3.7 kW	5.5-7.5 kW	0.75-7.5 kW		
A5	3-3.7 kW	5.5-7.5 kW	0.75-7.5 kW		
B1	5.5-7.5 kW	11-15 kW	-	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	1.8 Nm
				继电器	0.5-0.6 Nm
				接地	2-3 Nm
B2	11 kW	18.5-22 kW	-	主电源、制动电阻器、负载共享电缆	4.5 Nm
				电动机电缆	4.5 Nm
				继电器	0.5-0.6 Nm
				接地	2-3 Nm
B3	5.5-7.5 kW	11-15 kW	-	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	1.8 Nm
				继电器	0.5-0.6 Nm
				接地	2-3 Nm
B4	11-15 kW	18.5-30 kW	-	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	4.5 Nm
				继电器	0.5-0.6 Nm
				接地	2-3 Nm
C1	15-22 kW	30-45 kW	-	主电源、制动电阻器、负载共享电缆	10 Nm
				电动机电缆	10 Nm
				继电器	0.5-0.6 Nm
				接地	2-3 Nm
C2	30-37 kW	55-75 kW	-	主电源、制动电阻器、负载共享电缆	14 Nm
				电动机电缆	10 Nm
				继电器	0.5-0.6 Nm
				接地	2-3 Nm
C3	18.5-22 kW	30-37 kW	-	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	10 Nm
				继电器	0.5-0.6 Nm
				接地	2-3 Nm
C4	37-45 kW	55-75 kW	-	主电源、电动机电缆	14 Nm (最大 95 mm ²) 24 Nm (超过 95 mm ²)
				负载共享、制动电缆	14 Nm
				继电器	0.5-0.6 Nm
				接地	2-3 Nm



6.4.1 拆除外接电缆的挡板

1. 从变频器上拆下电缆入口点（在拆卸挡板时应避免异物落入变频器中）
2. 在要拆卸的挡板周围必须设有电缆入口点的支撑。
3. 现在可以使用结实的心轴或锤子将挡板拆下来。
4. 清除孔中的毛刺。
5. 将电缆入口点安放到变频器上。

6.4.2 主电源连接和接地

**注意**

该插头可在功率规格不超过 7.5 kW 的变频器上插拔。

1. 将 2 个螺钉装入去耦板中，然后推送到位并拧紧。
2. 确保变频器已正确接地。连接至接地线（端子 95）。使用附件包中的螺钉。
3. 将附件包提供的插头 91 (L1)、92 (L2)、93 (L3) 插入变频器底部标有 MAINS（主电源）的端子上。
4. 将主电源线连接到主电源插头。
5. 使用附带的支撑架支撑电缆。

**注意**

检查主电源电压是否与铭牌上的主电源电压一致。

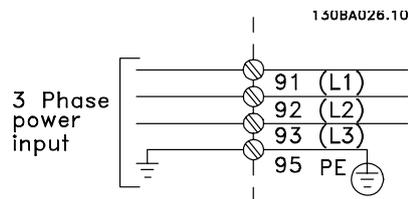
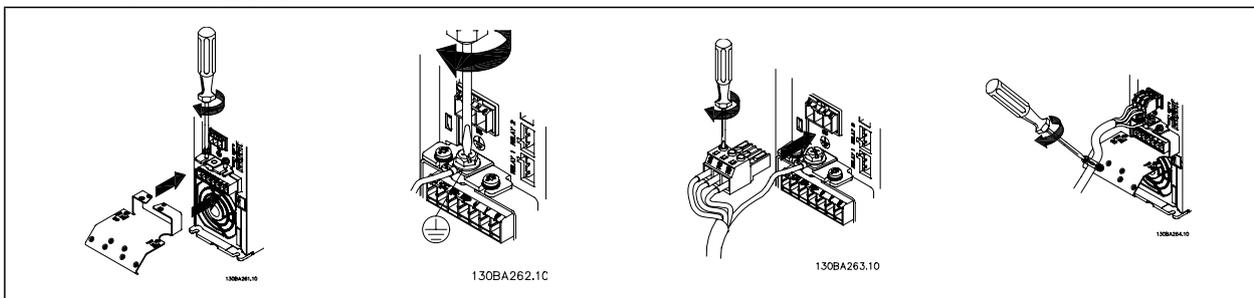
**IT 主电源**

不要将带有射频干扰滤波器的 400 V 变频器连接到相与接地之间的电压超过 440 V 的主电源上。

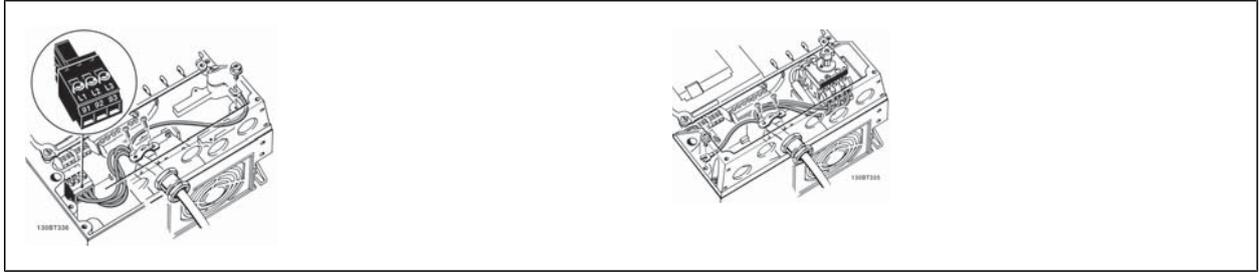


根据 EN 50178，接地线电缆横截面积至少为 10 mm²，或者包含 2 根单独终接的额定主电源电线。

主电源接线安装在主电源开关上，如果包含该开关。

**A1、A2 和 A3 规格机架的主电源接线：**

A5 (IP 55/66) 机箱的主电源连接器



如果使用了断路器 (A5 机箱), 则必须将 PE 安装在变频器的左侧。

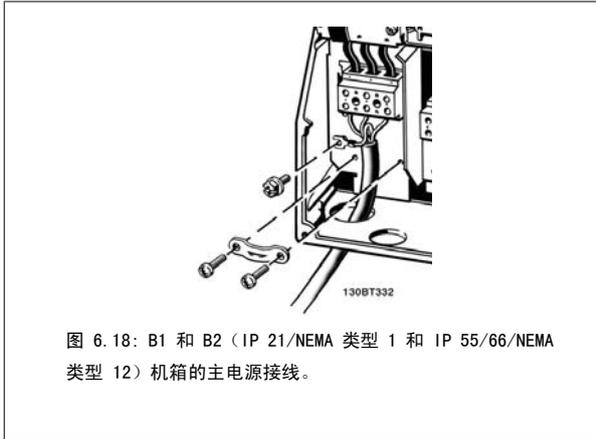


图 6.18: B1 和 B2 (IP 21/NEMA 类型 1 和 IP 55/66/NEMA 类型 12) 机箱的主电源接线。

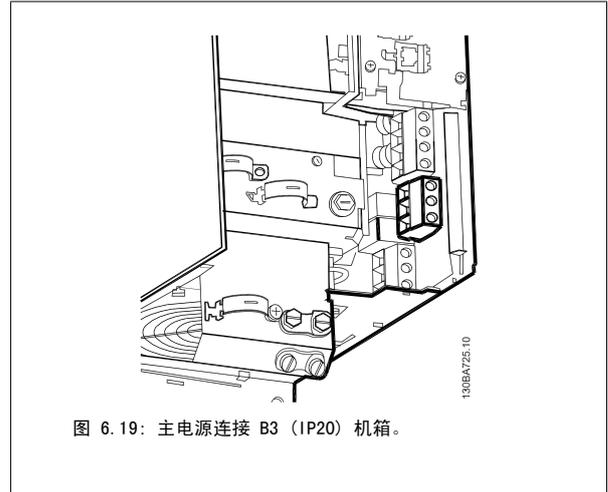


图 6.19: 主电源连接 B3 (IP20) 机箱。

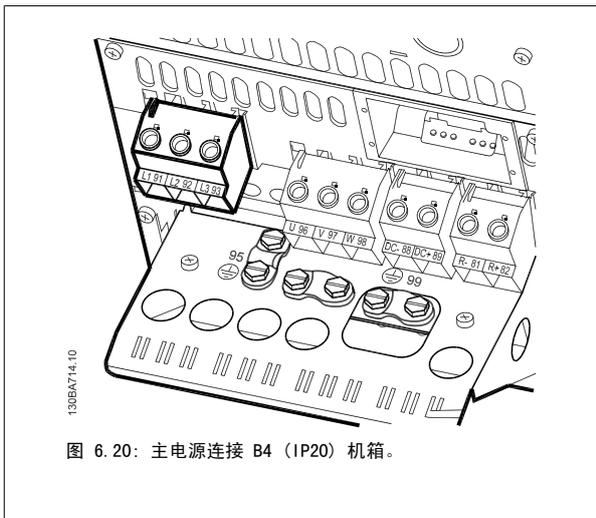


图 6.20: 主电源连接 B4 (IP20) 机箱。

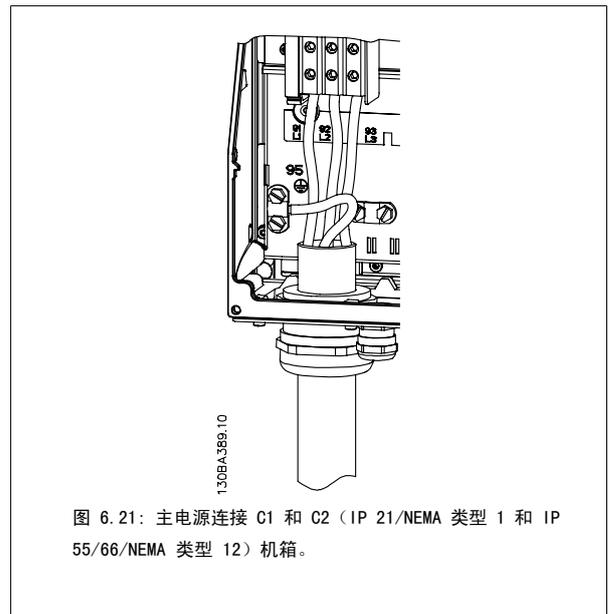


图 6.21: 主电源连接 C1 和 C2 (IP 21/NEMA 类型 1 和 IP 55/66/NEMA 类型 12) 机箱。

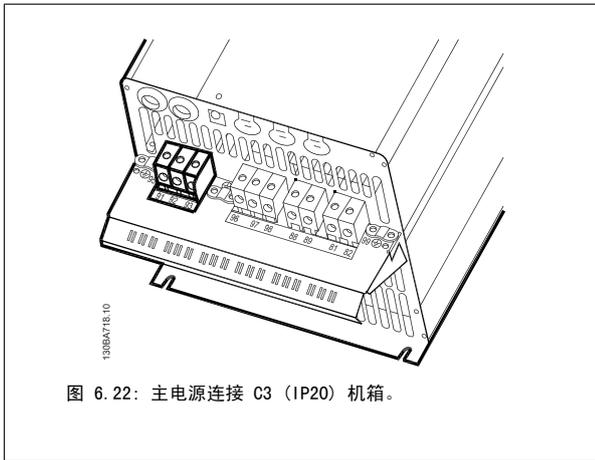


图 6.22: 主电源连接 C3 (IP20) 机箱。

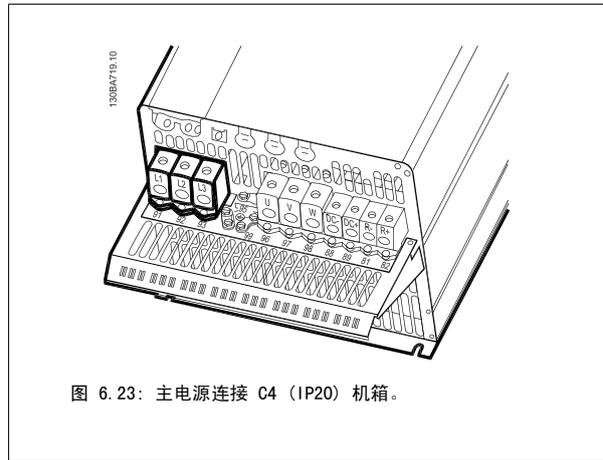


图 6.23: 主电源连接 C4 (IP20) 机箱。

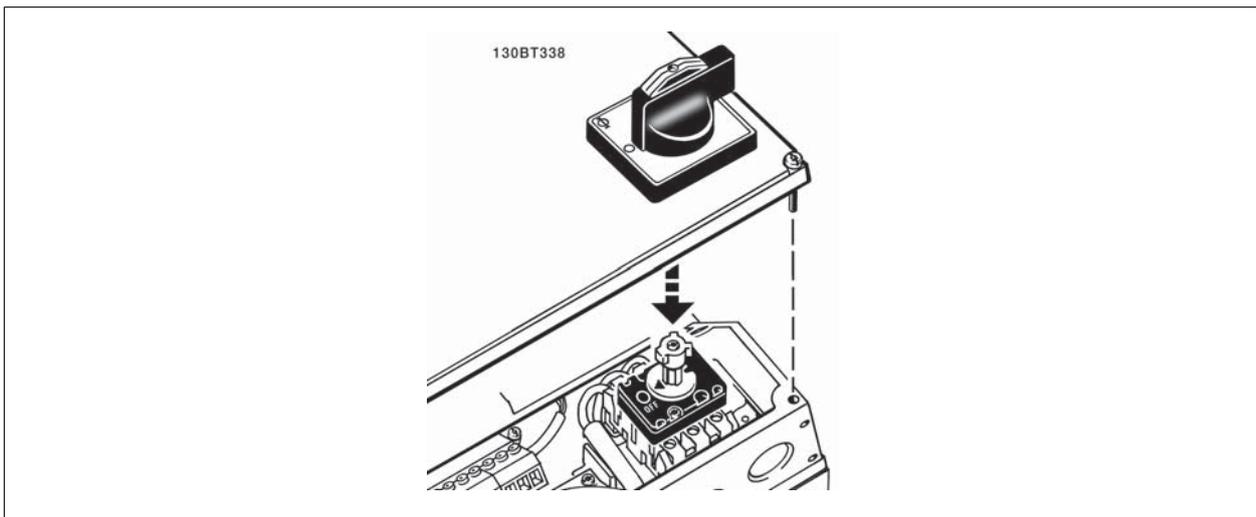
主电源电缆通常采用非屏蔽电缆。

6

6.4.3 主电源连接

装配带有主电源断路器的 IP55/NEMA 类型 12 (A5 机箱)

B1、B2、C1 和 C2 机箱的主电源开关位于机箱左侧。 A5 机箱的主电源开关位于机箱右侧。

**机箱:**

A5
B1
B2
C1 30 kW 高过载
C1 37-45 kW 高过载
C2 55 kW 高过载
C2 75 kW 高过载

类型:

Kraus&Naimer KG20A T303
Kraus&Naimer KG64 T303
Kraus&Naimer KG64 T303
Kraus&Naimer KG100 T303
Kraus&Naimer KG105 T303
Kraus&Naimer KG160 T303
Kraus&Naimer KG250 T303

6.4.4 电动机连接



注意
电动机电缆必须屏蔽/铠装。如果使用非屏蔽/非铠装的电缆，则无法满足某些 EMC 要求。为符合 EMC 辐射规范，请使用屏蔽/铠装电动机电缆。有关详细信息，请参阅 *EMC 测试结果*。

有关如何选择正确的电动机电缆横截面积和长度，请参阅一般规范部分。

电缆的屏蔽： 请不要以扭结方式（辫子状）端接屏蔽丝网。否则会损害在高频下的屏蔽效果。如果必须断开屏蔽丝网以安装电动机绝缘开关或电动机接触器，则必须使屏蔽丝网保持连续并使其高频阻抗尽可能低。

请将电动机电缆的屏蔽连接到变频器的去耦板和电动机的金属机壳上。

连接屏蔽时，请使用表面积尽可能大的电缆夹。在连接时可以使用随变频器提供的安装设备。

如果为了安装电动机绝缘体或电动机继电器而需要分离屏蔽，屏蔽必须保持尽可能低的 HF 阻抗。

电缆长度和横截面积： 变频器已在指定电缆长度和电缆横截面积的情况下进行了测试。如果增大横截面，会使电缆的电容增大，从而导致漏电电流增加。因此，这个时候必须要相应地减小电缆长度。为了减小噪音水平和泄漏电流，请使用尽可能短的电动机电缆。

开关频率： 如果为了降低电动机声源性噪音而为变频器配备了正弦波滤波器，则必须根据正弦波滤波器的说明在参数 14-01 中设置开关频率。

1. 使用附件包中的螺钉和垫圈将去耦板固定到变频器的底部。
2. 将电动机电缆连接到端子 96 (U)、97 (V)、98 (W) 上。
3. 使用附件包中的螺钉连接去耦板上的接地线（端子 99）。
4. 将电源插头 96 (U)、97 (V)、98 (W)（最大功率为 7.5 kW）和电动机电缆插入标有 MOTOR（电动机）的端子中。
5. 使用附件包中的螺钉和垫圈将屏蔽电缆固定到去耦板上。

任何类型的三相异步标准电动机都可以与变频器相连。小功率电动机一般采用星型连接（200/400 V，Y）。大功率电动机通常采用三角形连接（400/690 V，Δ）。有关正确的连接模式和电压，请参阅电动机的铭牌。



图 6.24: A1、A2 和 A3 的电动机连接

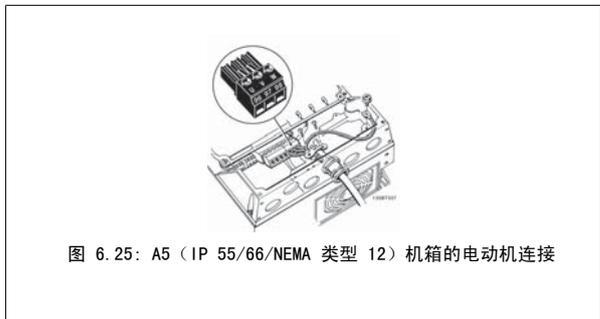


图 6.25: A5 (IP 55/66/NEMA 类型 12) 机箱的电动机连接

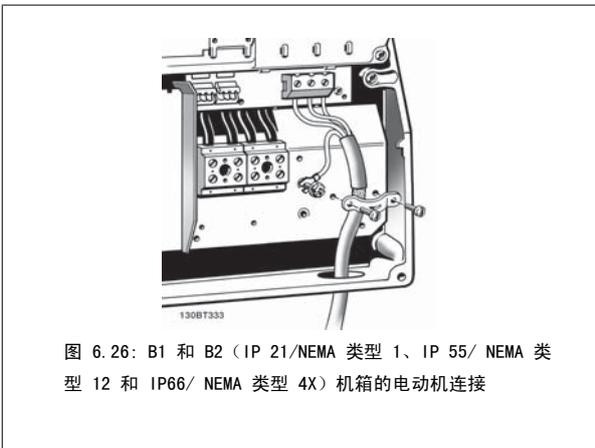


图 6.26: B1 和 B2 (IP 21/NEMA 类型 1、IP 55/ NEMA 类型 12 和 IP66/ NEMA 类型 4X) 机箱的电动机连接

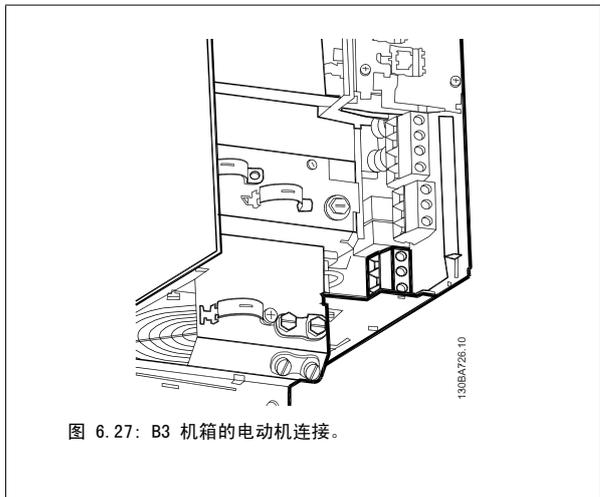
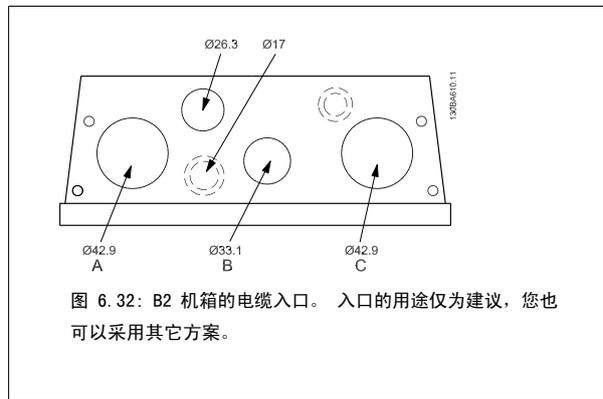
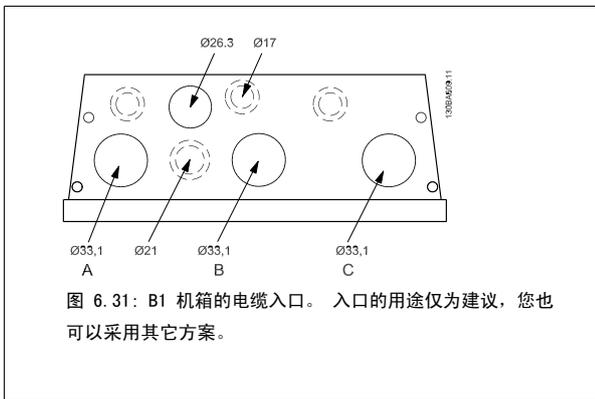
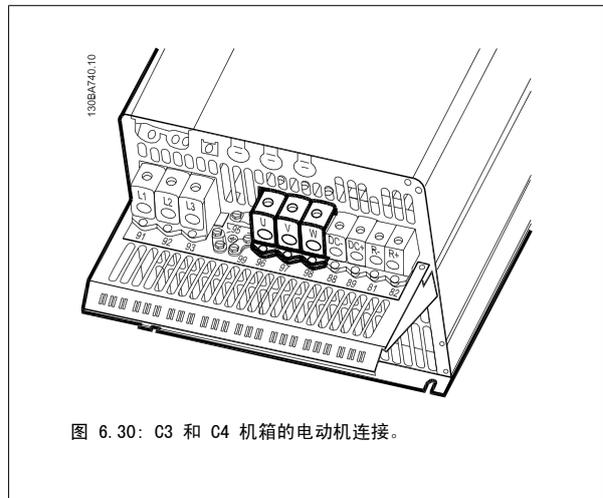
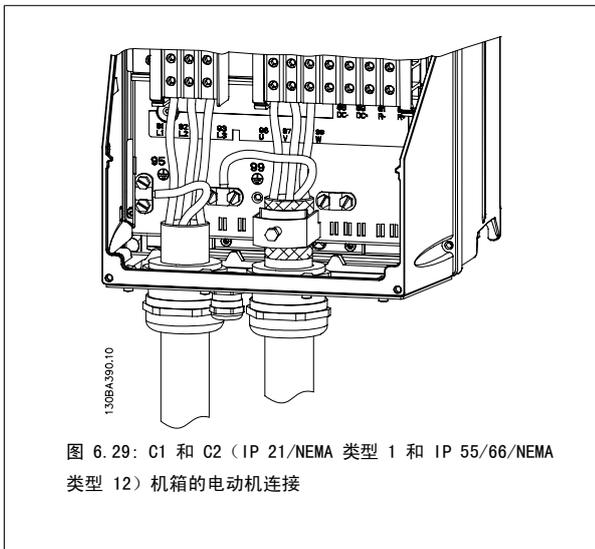
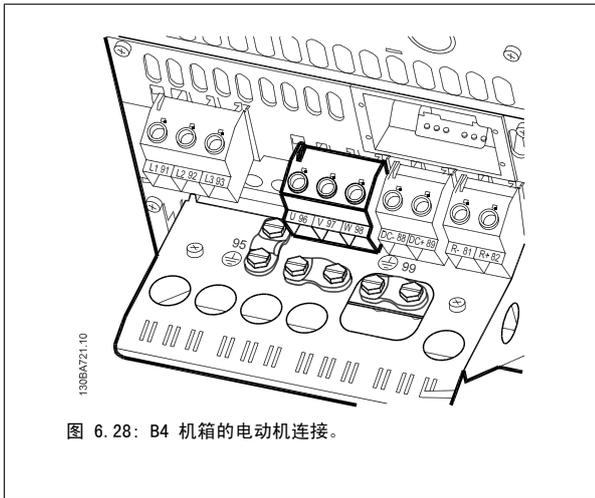


图 6.27: B3 机箱的电动机连接。



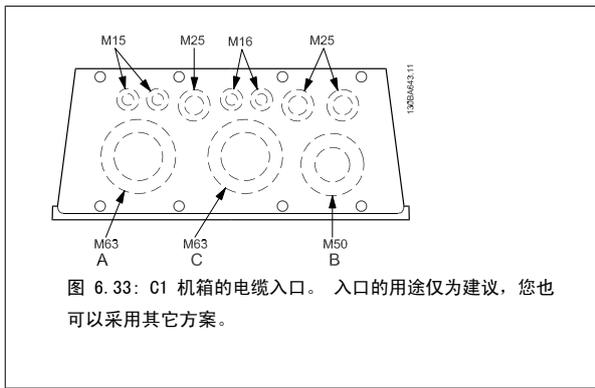


图 6.33: C1 机箱的电缆入口。入口的用途仅为建议，您也可以采用其它方案。

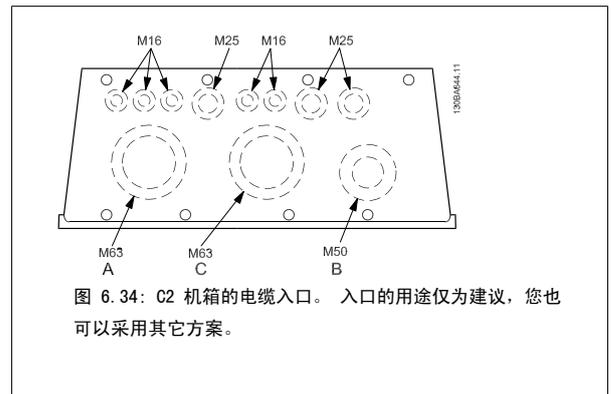
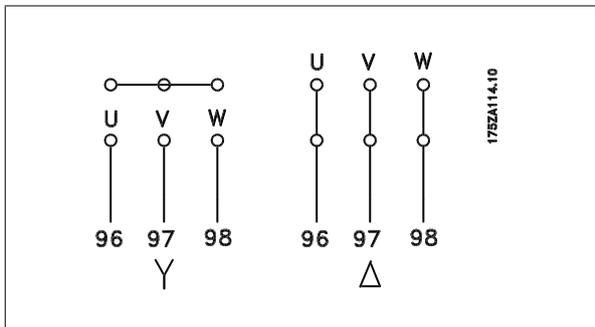


图 6.34: C2 机箱的电缆入口。入口的用途仅为建议，您也可以采用其它方案。

端子号	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	电动机电压为主电源电压的 0-100%。
					电动机引出 3 条电线
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	三角形连接
	W2	U2	V2		电动机引出 6 条电线
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	U2、V2、W2 星形连接
					U2、V2 和 W2 分别互连。

¹⁾保护性接地线



注意
如果电动机没有相绝缘纸或其它适合使用供电设备（比如变频器）的绝缘措施，可在变频器的输出端安装一个正弦波滤波器。

6.5 电气安装 - D 和 E 型机箱

注意
本部分讲述 D 和 E 型机箱的电气安装。更小变频器的电气安装在前面部分讲述。

6.5.1 控制电缆

控制电缆的布线

请按照图中所示将所有控制电缆固定到指定的控制电缆通道上。记住用正确方式连接屏蔽层，以确保最理想的抗电气干扰能力。

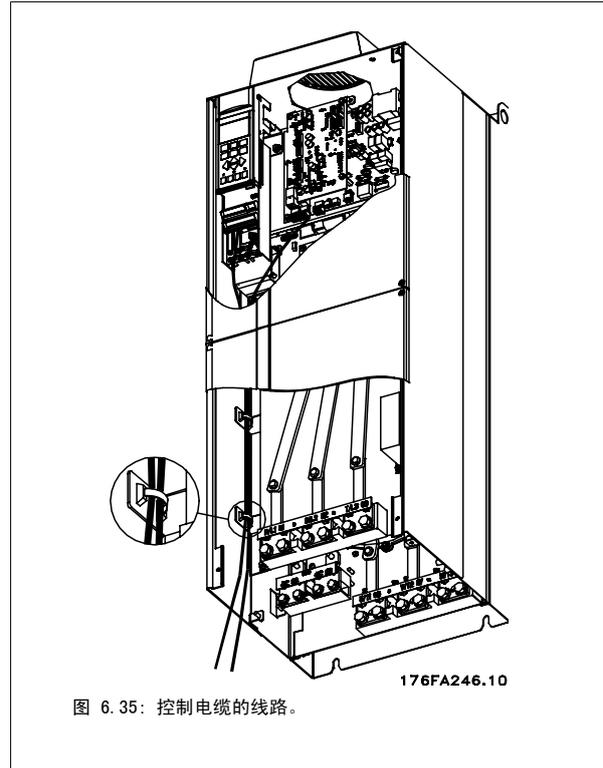


图 6.35: 控制电缆的线路。

现场总线连接

请根据控制卡上的相关选件来进行连接。有关详细信息，请参阅相关的现场总线手册。电缆必须放置在变频器的左内侧，并且应与其他控制电缆固定在一起。

在 IP 00（机架式）和 IP 21（NEMA 1）设备中，还可以如下图所示从设备顶部连接现场总线。在 IP 21（NEMA 1）设备上，首先必须卸掉盖板。

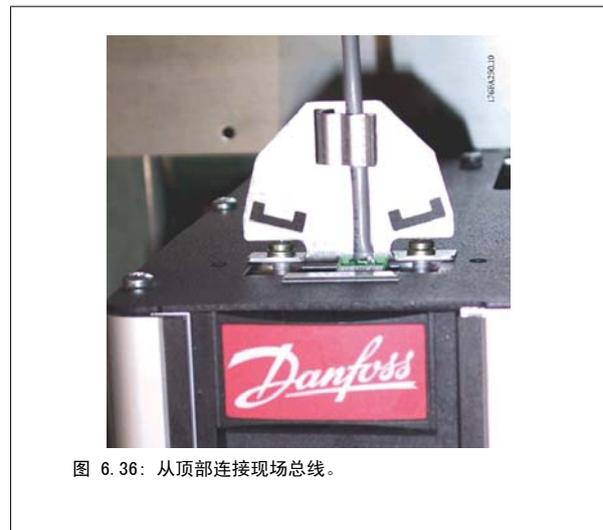


图 6.36: 从顶部连接现场总线。

外接 24 伏直流电源的安装

转矩: 0.5 - 0.6 Nm (5 in-lbs)

螺钉尺寸: M3

No.	功能
35 (-), 36 (+)	外接 24 V 直流电源

外接 24 V 直流电源可用作控制卡及安装的任意选件卡的低压电源。这样完全可在未连接主电源的情况下对 LCP（包括参数设置）进行操作。请注意，连接 24 V 直流电源时将发出低压警告；但是，不会跳闸。

使用 24 V PELV 型直流电源可确保变频器控制端子使用正确的漏电绝缘（PELV 型）。

6.5.2 电源连接

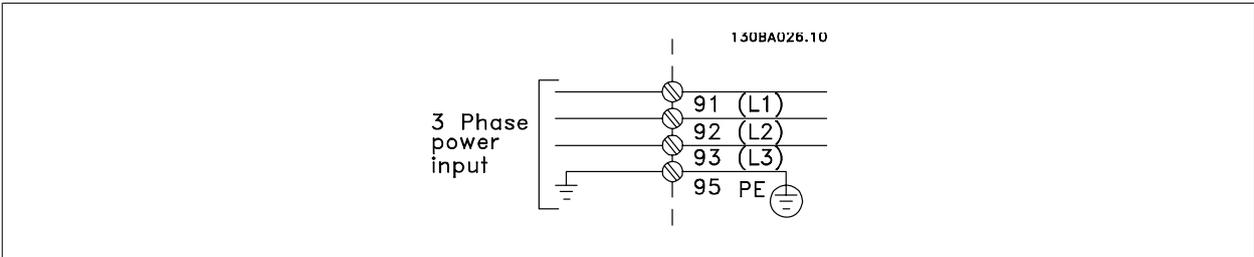
线缆和保险装置

注意
电缆总体要求
所有接线都必须符合相关国家和地方关于电缆横截面积和环境温度的法规。建议使用铜（75° C）导体。

电源电缆的连接情况如下所示。必须根据电流额定值和地方法规来选择电缆的横截面积。有关详细信息，请参阅 *规范章节*。

为了保护变频器，必须使用建议的保险丝，或者设备必须带有内置的保险丝。在保险丝章节的表中介绍了建议的保险丝。请务必根据地方法规来选用适当的保险丝。

主电源接线安装在主电源开关上，如果包含该开关。



注意
电动机电缆必须屏蔽/铠装。如果使用非屏蔽/非铠装的电缆，则无法满足某些 EMC 要求。为符合 EMC 辐射规范，请使用屏蔽/铠装电动机电缆。有关详细信息，请参阅设计指南中的 *EMC 规范*。

有关如何选择正确的电动机电缆横截面积和长度，请参阅 *一般规范* 部分。

电缆的屏蔽：

请不要以扭结方式（辫子状）端接屏蔽丝网。否则会损害在高频下的屏蔽效果。如果必须断开屏蔽丝网以安装电动机绝缘开关或电动机接触器，则必须使屏蔽丝网保持连续并使其高频阻抗尽可能低。

请将电动机电缆的屏蔽连接到变频器的去耦板和电动机的金属机壳上。

连接屏蔽时，请使用表面积尽可能大的电缆夹。在连接时可以使用随变频器提供的安装设备。

电缆长度和横截面积：

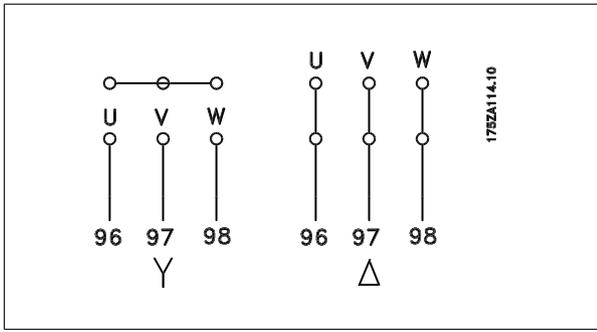
变频器已在指定电缆长度的情况下进行了测试。为了减小噪音水平和泄漏电流，请使用尽可能短的电动机电缆。

开关频率：

如果为了降低电动机声源性噪音而为变频器配备了正弦波滤波器，则必须根据正弦波滤波器的说明在参数 14-01 中设置开关频率。

端子号	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	电动机电压为主电源电压的 0-100%。 电动机引出 3 条电线
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	三角形连接
	W2	U2	V2		电动机引出 6 条电线
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	U2、V2、W2 星形连接 U2、V2 和 W2 分别互连。

¹⁾ 保护性接地线



注意

如果电动机没有相绝缘纸或其它适合使用供电（比如变频器）的绝缘措施，可在变频器的输出端安装一个正弦波滤波器。

6

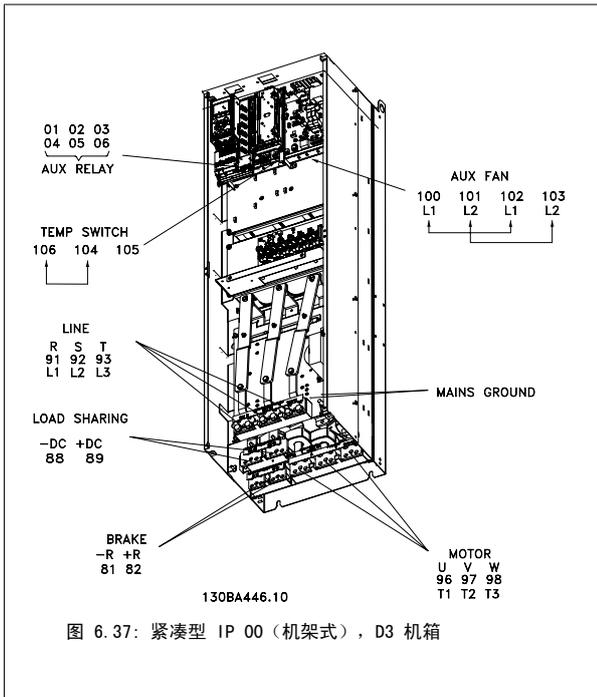


图 6.37: 紧凑型 IP 00 (机架式), D3 机箱

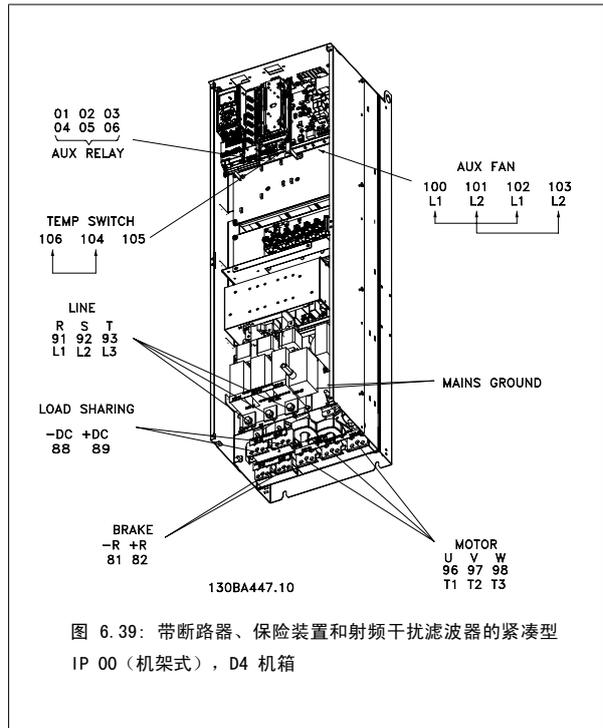


图 6.39: 带断路器、保险装置和射频干扰滤波器的紧凑型 IP 00 (机架式), D4 机箱

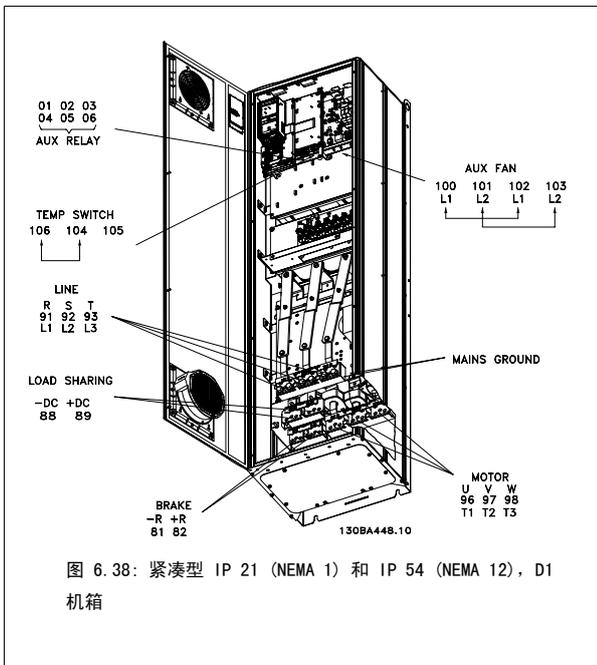


图 6.38: 紧凑型 IP 21 (NEMA 1) 和 IP 54 (NEMA 12), D1 机箱

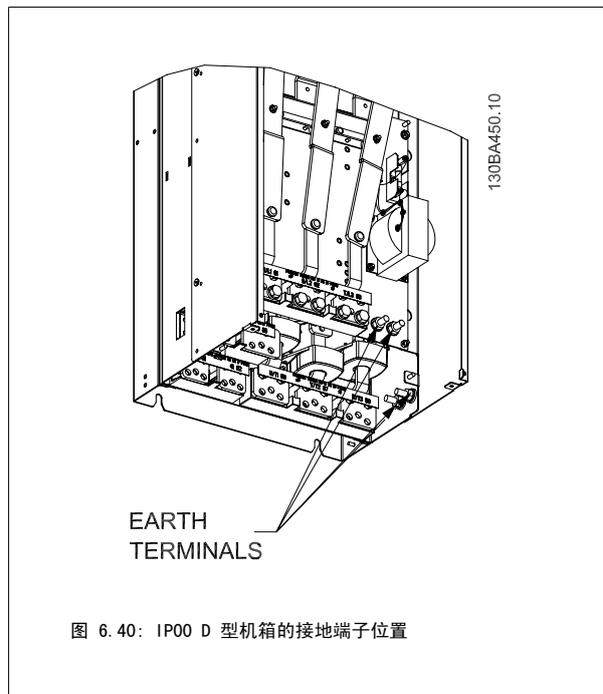
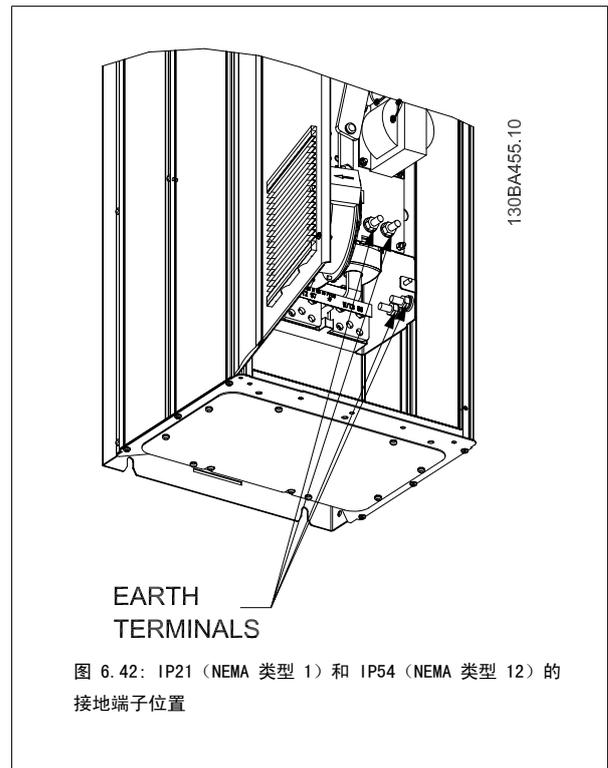
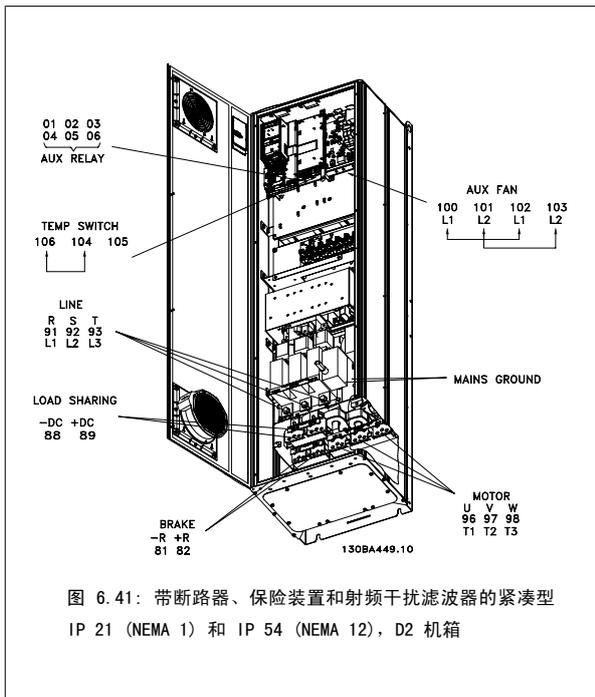


图 6.40: IP00 D 型机箱的接地端子位置



6

 **注意**
显示的示例为 D2 和 D4。D1 和 D3 与它们相同。

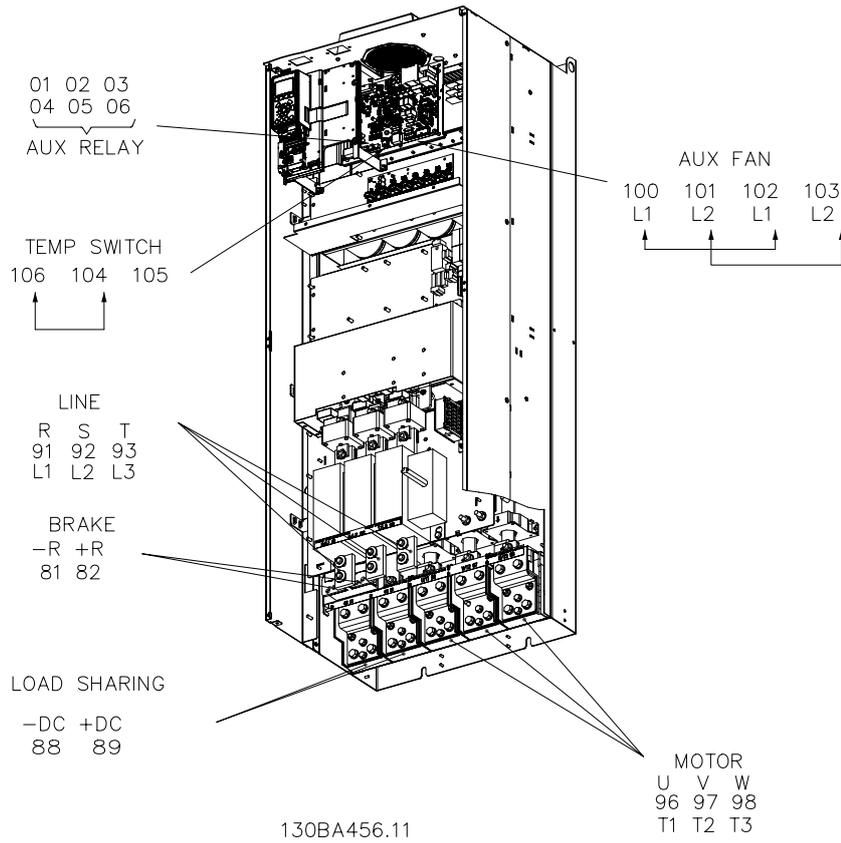


图 6.43: 带断路器、保险装置和射频干扰滤波器的紧凑型 IP 00 (机架式), E2 机箱

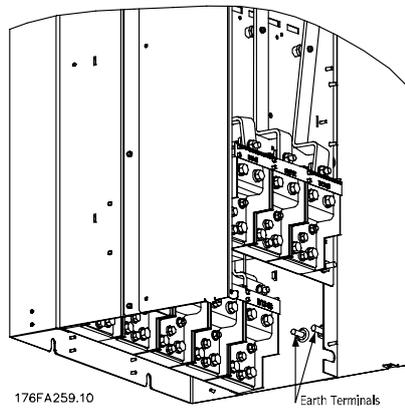


图 6.44: IP00 E 型机箱的接地端子位置

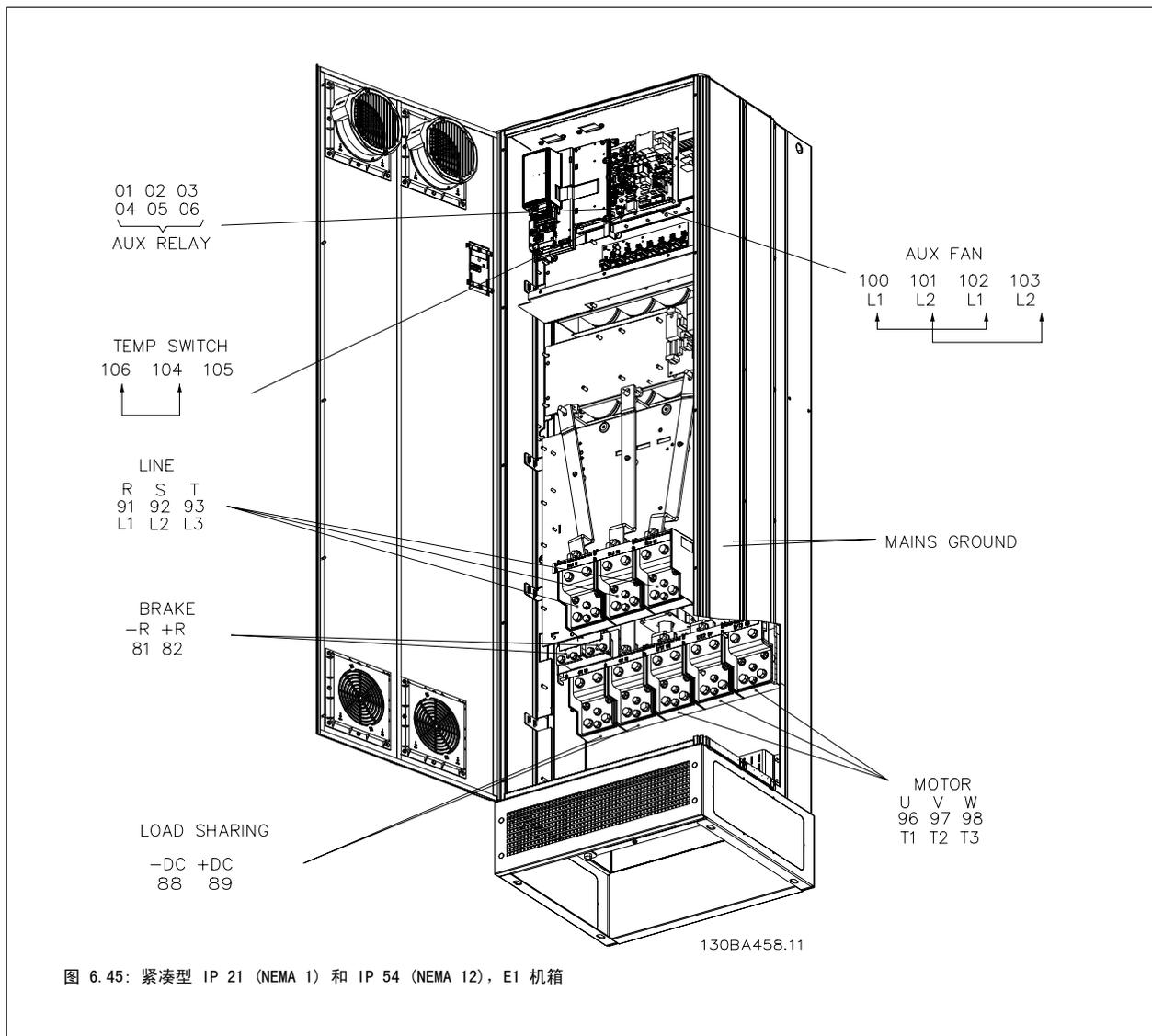


图 6.45: 紧凑型 IP 21 (NEMA 1) 和 IP 54 (NEMA 12), E1 机箱

6.5.3 接地

在安装变频器时需要考虑以下基本问题，以符合电磁兼容性 (EMC) 要求。

- 安全接地: 请注意, 变频器泄漏电流较大, 为保证安全必须采取良好的接地措施。请执行地方安全法规。
- 高频接地: 地线长度应尽可能短。

应尽量降低连接不同接地系统的导体阻抗。通过最大限度地降低导体的长度, 同时增加导体的横截面积, 可以获得尽可能低的导体阻抗。

应使用尽可能低的高频阻抗, 将不同设备的金属机柜安装在机柜背板上。这样可避免每台设备具有不同的高频电压, 并可避免在连接设备的电缆中产生无线电干扰电流。同时也可降低无线电干扰。

为获得较低的高频阻抗, 可将设备的固定螺栓作为与背板连接的高频连接端子。这时必须除去固定点的绝缘漆或类似的绝缘材料。

6.5.4 其他保护措施 (RCD)

在符合地方安全法规要求的前提下, 还可采用其他保护措施, 其中包括 ELCB 继电器、多重保护接地或接地。

如果有接地故障, 则故障电流中可产生直流信号。

如果使用 ELCB 继电器, 则必须按照地方法规的要求进行安装。继电器必须适用于对具有桥式整流电路以及具有上电瞬间对地泄漏电流的 3 相设备的保护。

另请参阅设计指南中的 *特殊条件* 章节。

6.5.5 射频干扰开关

主电源与地线绝缘

如果变频器由与其绝缘的主电源（IT 主电源，浮动三角形连接和接地三角形连接）或带有接地脚的 TT/TN-S 主电源供电，则建议通过参数 14-50 关闭射频干扰开关（OFF）¹⁾。有关进一步的参考信息，请参阅 IEC 364-3。在需要获得最佳 EMC 性能，或使用并联电动机或使用长度在 25 m 以上的电动机电缆时，建议将参数 14-50 设为打开 [ON]。

¹⁾ 525-600/690 V 设备不配备。

在关闭（OFF）情况下，机架与中间电路之间的内置射频干扰电容（滤波电容）被切断，以避免损坏中间电路并降低地线泄漏电流（参阅 IEC 61800-3）。另请参考应用说明书 *由 IT 主电源供电的 VLT*, MN. 90. CX. 02。使用能够与功率电子装置（IEC 61557-8）一起使用的绝缘监测器很重要。

6.5.6 转矩

所有电气连接均务必用正确的转矩拧紧。转矩过低或过高都会导致电气连接不良。使用转矩扳手可以确保正确的转矩

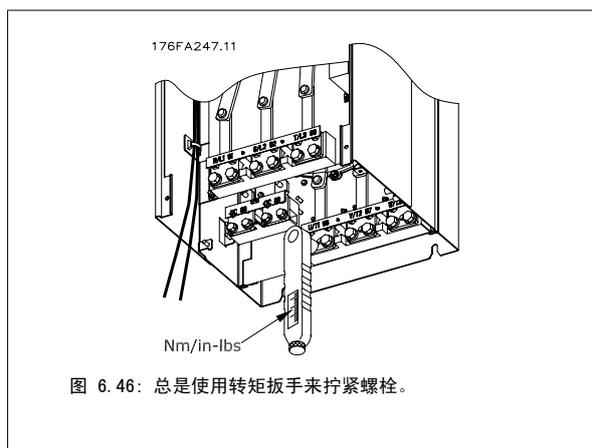


图 6.46: 总是使用转矩扳手来拧紧螺栓。

机箱	端子	转矩	螺栓尺寸
D1、D2、D3 和 D4	主电源	19 Nm (168 in-lbs)	M10
	电动机		
	负载共享	9.5 Nm (84 in-lbs)	M8
	制动		
E1 和 E2	主电源	19 Nm (168 in-lbs)	M10
	电动机		
	负载共享		
	制动	9.5 Nm (84 in-lbs)	M8

表 6.5: 端子转矩

6.5.7 屏蔽电缆

为了确保较高的 EMC 抗干扰能力和较低的辐射性，务必要用正确方式连接屏蔽电缆和铠装电缆。

这些电缆可以用密封管或电缆夹来连接：

- EMC 电缆密封管：使用普通电缆密封管即可确保最理想的 EMC 连接。
- EMC 电缆夹：变频器附带了便于连接的电缆夹。

6.5.8 电动机电缆

电动机必须连接到端子 U/T1/96、V/T2/97、W/T3/98。地线应与端子 99 相连。变频器设备可以与任何类型的三相异步标准电动机一起使用。出厂设置的旋转方向为顺时针方向。VLT 变频器的输出端连接如下：

端子号	功能
96, 97, 98, 99	主电源 U/T1、V/T2、W/T3 接地

- 端子 U/T1/96 连接到 U 相
- 端子 V/T2/97 连接到 V 相
- 端子 W/T3/98 连接到 W 相

更换电动机电缆的两个相或更改参数 4-10 的设置可改变其旋转方向。

6.5.9 制动电缆

(仅在类型代码的第 18 位为字母 B 时才标配)。

端子号	功能
81, 82	制动电阻器端子

制动电阻器的连接电缆必须屏蔽。通过电缆夹将屏蔽丝网与变频器的导电信号板及制动电阻器的金属机箱相连。根据制动转矩确定制动电缆的横截面积。有关安全安装的详细信息，另请参阅 *制动说明书 MI. 90. Fx. yy* 和 *MI. 50. Sx. yy*。

请注意，端子上的直流电压可能高达 1099 V，这取决于电源电压。

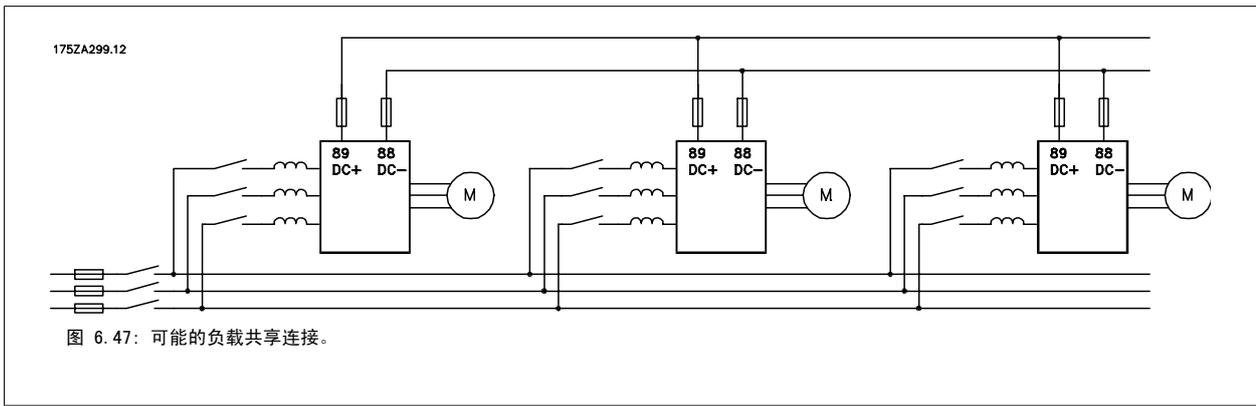
6.5.10 负载共享

(仅在类型代码的第 21 位为字母 D 时才增配)。

端子号	功能
88, 89	负载共享

连接电缆必须屏蔽，并且变频器至直流母线的最大长度为 25 米 (82 英尺)。通过负载共享可链接多台变频器的直流中间电路。

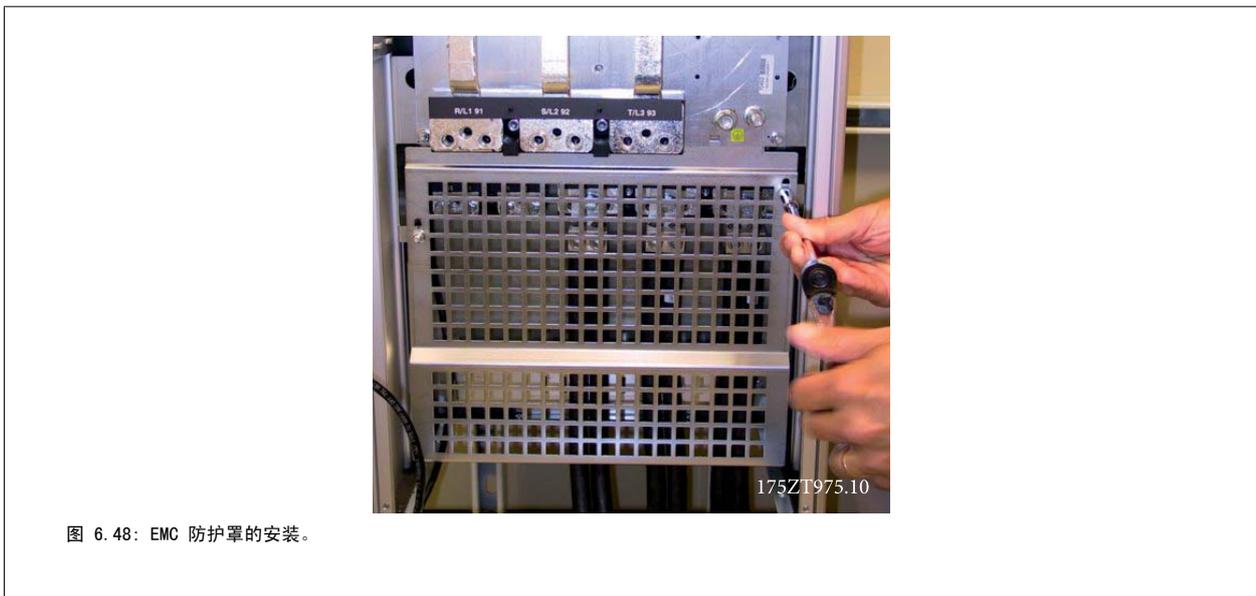
请注意，端子上的直流电压可能高达 1099 VDC。
负载共享功能要求使用其他设备。有关详细信息，请与 Danfoss 联系。



6.5.11 电气噪声防护

为实现最佳的 EMC 性能，在安装主电源电缆之前请安装 EMC 金属盖。

注意：只有带射频干扰滤波器的设备才内含此 EMC 金属盖。



6.5.12 主电源接线

主电源必须连接到端子 91、92 和 93 上。接地线与端子 93 右侧的端子相连。

端子号	功能
91, 92, 93	主电源 R/L1、S/L2、T/L3
94	接地



查看铭牌，确保变频器的电源电压符合您工厂的电力供应情况。

确保该电力供应可以为变频器提供所需的电流。

如果设备没有内置的保险丝，则应确保所用的保险丝具有正确的额定电流规格。

6.5.13 外部风扇电源

当用直流电源为变频器供电，或者风扇必须使用独立电源来工作时，可以采用外接电源。外部电源将被连接到功率卡。

端子号	功能
100, 101	辅助电源 S、T
102, 103	内部电源 S、T

功率卡上的连接器为冷却风扇提供了线电压连接。出厂时安装的风扇由一条公共的交流线路供电（100 和 102 以及 101 和 103 之间的跳线）。如果需要外部电源，则应取下跳线，并将电源连接到端子 100 和 101。此时应使用一个 5 Amp 的保险丝来提供保护。在 UL 应用中，这应该是 Littelfuse KLK-5 或与此等价的保险。

6.6 电气安装（续），所有机箱

6.6.1 保险丝

支路保护：

为了防止整个系统发生电气和火灾危险，设备、开关装置和机器中的所有分支电路都必须根据国家/国际法规带有短路保护和过电流保护。

短路保护：

为避免电气或火灾危险，变频器必须带有短路保护。Danfoss 建议使用下述保险丝，以便在变频器发生内部故障时为维修人员和设备提供保护。变频器针对电动机输出端的短路现象提供了全面的短路保护。

过电流保护：

过载保护可以避免因系统中的电缆过热而导致的火灾危险。变频器提供了内部过电流保护，该功能可用于上游的过载保护（不适用于 UL 应用）。请参阅参数 4-18。此外，也可以在系统中使用保险丝或断路器来提供过电流保护。请始终根据国家的相关法规执行过电流保护。

保险丝必须是专为保护以下规格的电路而设计的：最大可提供 100,000 A_{rms}（对称）电流和 500 V 电压。

不符合 UL

如果不需要遵守 UL/cUL，我们建议使用下述保险丝，以确保符合 EN50178 的规定：

如果不采用建议的保险丝，在发生故障时可能对变频器造成不必要的损坏。

	保险丝最大规格 ¹⁾	电压	类型
K25 - K75	10A	200-240 V	eG 型
1K1-2K2	20A	200-240 V	eG 型
3K0-3K7	32A	200-240 V	eG 型
5K5-7K5	63A	380-500 V	eG 型
11K	80A	380-500 V	eG 型
15K-18K5	125A	380-500 V	eG 型
22K	160A	380-500 V	aR 型
30K	200A	380-500 V	aR 型
37K	250A	380-500 V	aR 型

1) 保险丝最大规格 - 请参照地区/国家/国际法规选择合适的保险丝规格。

	保险丝最大规格 ¹⁾	电压	类型
K37-1K5	10A	380-500 V	eG 型
2K2-4K0	20A	380-500 V	eG 型
5K5-7K5	32A	380-500 V	eG 型
11K-18K	63A	380-500 V	eG 型
22K	80A	380-500 V	eG 型
30K	100A	380-500 V	eG 型
37K	125A	380-500 V	eG 型
45K	160A	380-500 V	aR 型
55K-75K	250A	380-500 V	aR 型

符合 UL

200-240 V

kW	Bussmann RK1 型	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型
K25-K37	KTN-R05	JKS-05	JJN-06	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
K55-1K1	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1K5	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2K2	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3K0	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3K7	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5K5	KTN-R50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7K5	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15K-18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	-	-	-

kW	SIBA RK1 型	Littell fuse RK1 型	Ferraz-Shawmut CC 型	Ferraz-Shawmut RK1 型
K25-K37	5017906-005	KLN-R05	ATM-R05	A2K-05R
K55-1K1	5017906-010	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R
1K5	5017906-016	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R
2K2	5017906-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R
3K0	5017906-025	KLN-R25	ATM-R25	A2K-25R
3K7	5012406-032	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R
5K5	5014006-050	KLN-R50	-	A2K-50R
7K5	5014006-063	KLN-R60	-	A2K-60R
11K	5014006-080	KLN-R80	-	A2K-80R
15K-18K5	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R

kW	Bussmann JFHR2 型	SIBA RK1 型	Littell fuse JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2
22K	FWX-150	2028220-150	L25S-150	A25X-150
30K	FWX-200	2028220-200	L25S-200	A25X-200
37K	FWX-250	2028220-250	L25S-250	A25X-250

对于 240 V 变频器, 可以用 Bussmann 生产的 KTS 保险丝替代 KTN 保险丝。

对于 240 V 变频器, 可以用 Bussmann 生产的 FWX 保险丝替代 FWK 保险丝。

对于 240 V 变频器, 可以用 LITTELE FUSE 生产的 KLSR 保险丝替代 KLN 保险丝。

对于 240 V 变频器, 可以用 LITTELE FUSE 生产的 L50S 保险丝替代 L50S 保险丝。

对于 240 V 变频器, 可以用 FERRAZ SHAWMUT 生产的 A6KR 保险丝替代 A2KR 保险丝。

对于 240 V 变频器, 可以用 FERRAZ SHAWMUT 生产的 A50X 保险丝替代 A25X 保险丝。

380-500 V

kW	Bussmann RK1 型	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型
K37-1K1	KTS-R6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KT-R5	LP-CC-6
1K5-2K2	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3K0	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4K0	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5K5	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7K5	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	-	-	-
45K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	-	-	-

	SIBA	Littel fuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
kW	RK1 型	RK1 型	CC 型	RK1 型
K37-1K1	5017906-006	KLS-R6	ATM-R6	A6K-6R
1K5-2K2	5017906-010	KLS-R10	ATM-R10	A6K-10R
3K0	5017906-016	KLS-R15	ATM-R15	A6K-15R
4K0	5017906-020	KLS-R20	ATM-R20	A6K-20R
5K5	5017906-025	KLS-R25	ATM-R25	A6K-25R
7K5	5012406-032	KLS-R30	ATM-R30	A6K-30R
11K	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
15K	5014006-050	KLS-R50	-	A6K-50R
18K	5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R
22K	2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R
30K	2028220-125	KLS-R100	-	A6K-100R
37K	2028220-125	KLS-R125	-	A6K-125R
45K	2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R

	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann
kW	JFHR2	H 型	T 型	JFHR2
55K	FWH-200	-	-	-
75K	FWH-250	-	-	-
90K	FWH-300	NOS-300	JJS-300	170M3017
P110	FWH-350	NOS-350	JJS-350	170M3018
P132	FWH-400	NOS-400	JJS-400	170M4012
P160	FWH-500	NOS-500	JJS-500	170M4014
P200	FWH-600	NOS-600	JJS-600	170M4016
P250	-	-	-	170M4017
				170M5013
P315	-	-	-	170M6013
P355	-	-	-	170M6013
P400	-	-	-	170M6013

	SIBA	Littel fuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
kW	RK1 型	JFHR2	JFHR2	JFHR2
55K	2028220-200	L50S-225	-	A50-P225
75K	2028220-250	L50S-250	-	A50-P250
90K	2028220-315	L50S-300	-	A50-P300
P110	2028220-315	L50S-350	-	A50-P350
P132	206xx32-400	L50S-400	-	A50-P400
P160	206xx32-500	L50S-500	-	A50-P500
P200	206xx32-600	L50S-600	-	A50-P600
P250	2061032.700	-	6.9URD31D08A0700	-
P315	2063032.900	-	6.9URD33D08A0900	-
P355	2063032.900	-	6.9URD33D08A0900	-
P400	2063032.900	-	6.9URD33D08A0900	-

Ferraz-Shawmut A50QS 保险丝可替代 A50P 保险丝。

所显示的 Bussmann 170M 保险丝使用 -/80 可视指示灯。这些保险丝可以用具有相同尺寸和电流规格的 -TN/80 类型 T、-/110 或 TN/110 类型 T 指示灯式保险丝代替。

550 - 600V

	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann
kW	RK1 型	J 型	T 型	CC 型	CC 型	CC 型
K75-1K5	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
2K2-4K0	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
5K5-7K5	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20

	SIBA	Littel fuse	Ferraz-Shawmut
kW	RK1 型	RK1 型	RK1 型
K75-1K5	5017906-005	KLSR005	A6K-5R
2K2-4K0	5017906-010	KLSR010	A6K-10R
5K5-7K5	5017906-020	KLSR020	A6K-20R

	Bussmann	SIBA	Ferraz-Shawmut
kW	JFHR2	RK1 型	RK1 型
P37K	170M3013	2061032.125	6.6URD30D08A0125
P45K	170M3014	2061032.160	6.6URD30D08A0160
P55K	170M3015	2061032.200	6.6URD30D08A0200
P75K	170M3015	2061032.200	6.6URD30D08A0200
P90K	170M3016	2061032.250	6.6URD30D08A0250
P110K	170M3017	2061032.315	6.6URD30D08A0315
P132K	170M3018	2061032.350	6.6URD30D08A0350
P160K	170M4011	2061032.350	6.6URD30D08A0350
P200K	170M4012	2061032.400	6.6URD30D08A0400
P250K	170M4014	2061032.500	6.6URD30D08A0500
P315K	170M5011	2062032.550	6.6URD32D08A0550
P355K	170M4017	2061032.700	6.9URD31D08A0700
	170M5013		
P400K	170M4017	2061032.700	6.9URD31D08A0700
	170M5013		
P500K	170M6013	2063032.900	6.9URD33D08A0900
P560K	170M6013	2063032.900	6.9URD33D08A0900

所显示的 Bussmann 170M 保险丝使用 -/80 可视指示灯。这些保险丝可以用具有相同尺寸和电流规格的 -TN/80 类型 T、-/110 或 TN/110 类型 T 指示灯式保险丝代替。

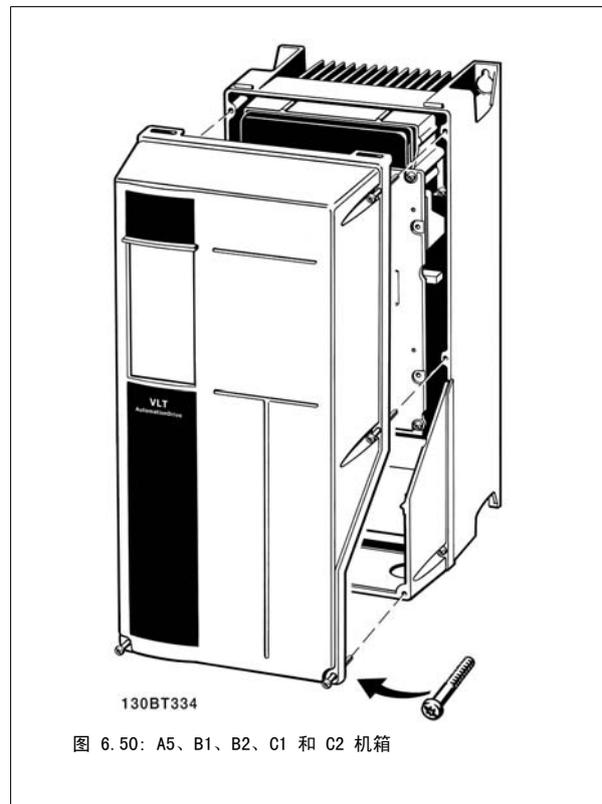
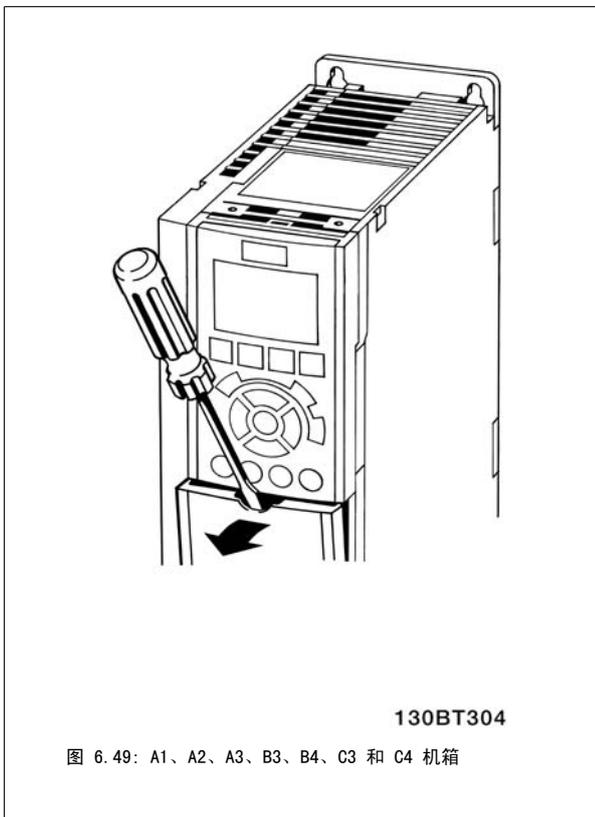
525-600/690 V FC 302 P37K-P75K 变频器中提供的 Bussmann 170M 保险丝为 170M3015。

525-600/690V FC 302 P90K-P132 变频器中提供的 Bussmann 170M 保险丝为 170M3018。

525-600/690V FC 302 P160-P315 变频器中提供的 Bussmann 170M 保险丝为 170M5011。

6.6.2 访问控制端子

控制电缆的所有端子均位于变频器正面的端子盖上。可以使用螺丝刀将端子盖卸掉（请参阅图示）。



6.6.3 控制端子

控制端子, FC 301

图形参考编号:

1. 8 针的数字输入输出插头。
2. 3 针的 RS485 总线插头。
3. 6 针的模拟输入输出插头。
4. USB 连接。

控制端子, FC 302

图形参考编号:

1. 10 针的数字输入输出插头。
2. 3 针的 RS485 总线插头。
3. 6 针的模拟输入输出插头。
4. USB 连接。

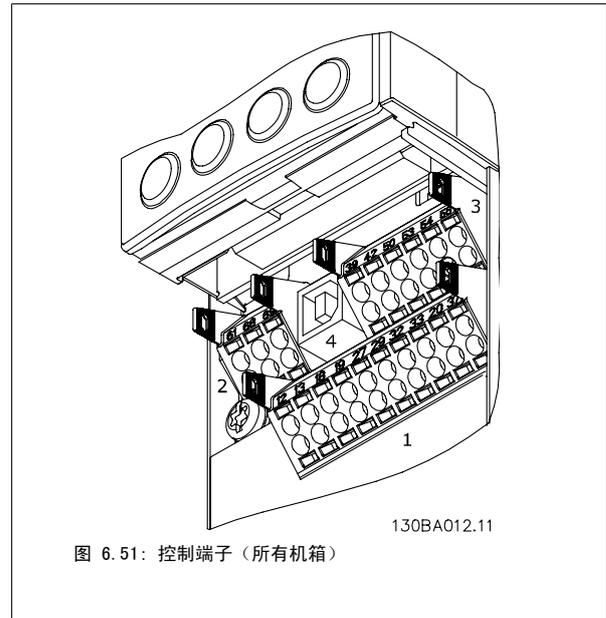


图 6.51: 控制端子 (所有机箱)

6.6.4 电气安装, 控制端子

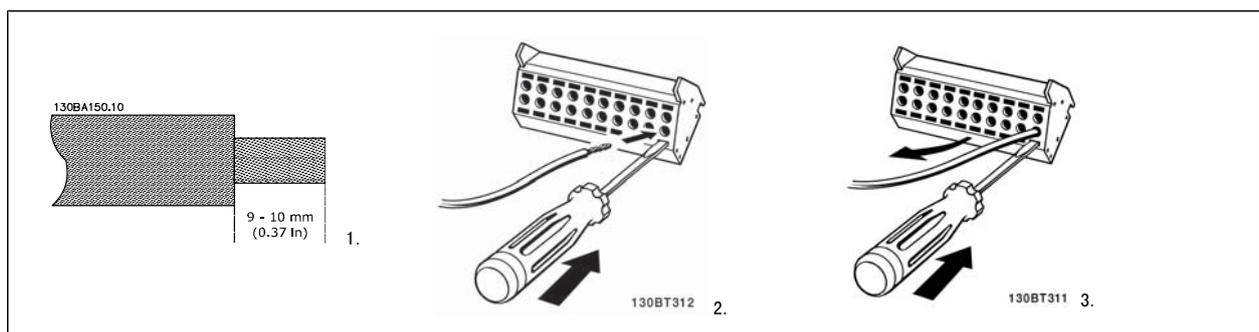
将电缆安装到端子上:

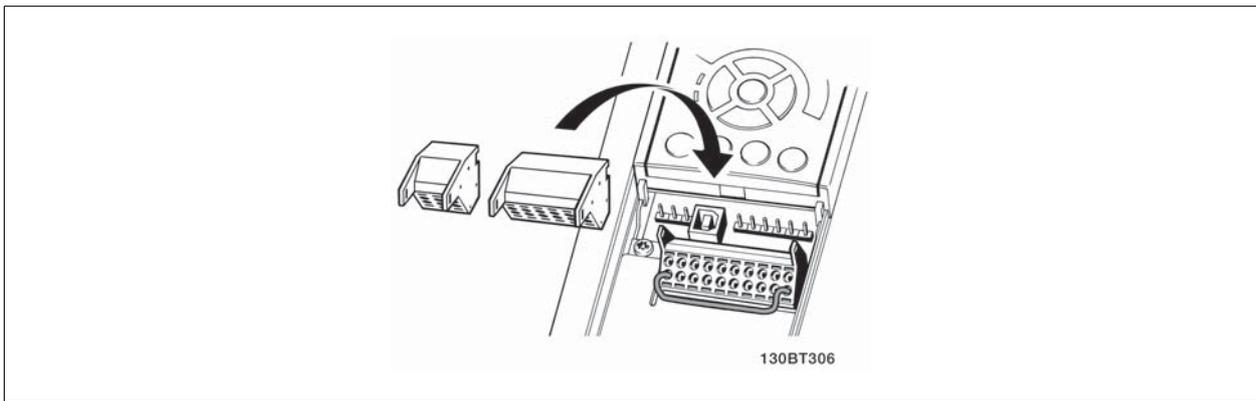
1. 剥去 9-10 mm 的绝缘层
2. 将螺丝刀¹⁾插入方孔中。
3. 将电缆插入相邻的圆孔中。
4. 抽出螺丝刀。此时, 电缆已安装到端子上。

从端子上拆下电缆:

1. 将螺丝刀¹⁾插入方孔中。
2. 拔出电缆。

¹⁾最大 0.4 x 2.5 mm





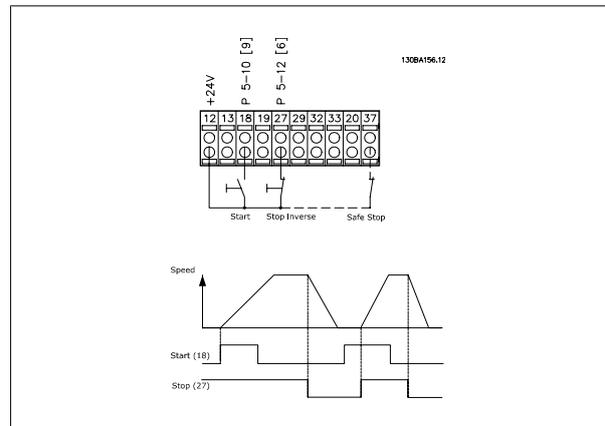
6.6.5 基本接线示例

6

1. 将附件包中的端子安装到变频器的正面。
2. 将端子 18、27 和 37（仅限 FC 302）连接到 +24 V 电源（端子 12/13）

默认设置:

- 18 = 启动, 参数 5-10 [9]
- 27 = 反向停止, 参数 5-12 [6]
- 37 = 反向安全停止



6.6.6 电气安装，控制电缆

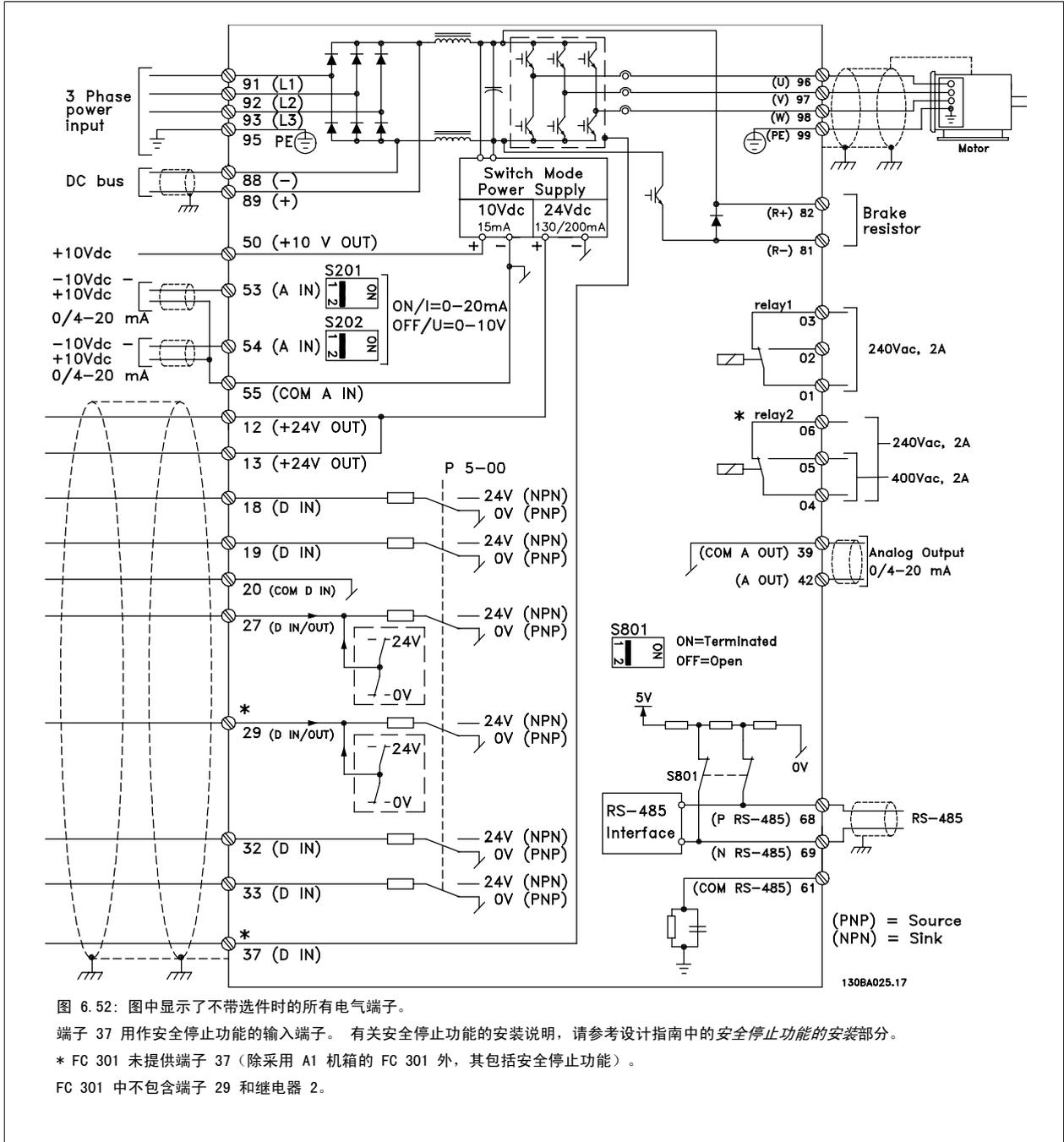


图 6.52: 图中显示了不带选件时的所有电气端子。

端子 37 用作安全停止功能的输入端子。有关安全停止功能的安装说明，请参考设计指南中的安全停止功能的安装部分。

* FC 301 未提供端子 37 (除采用 A1 机箱的 FC 301 外，其包括安全停止功能)。

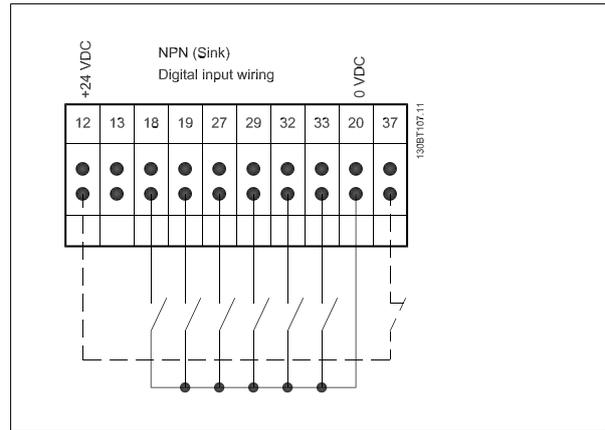
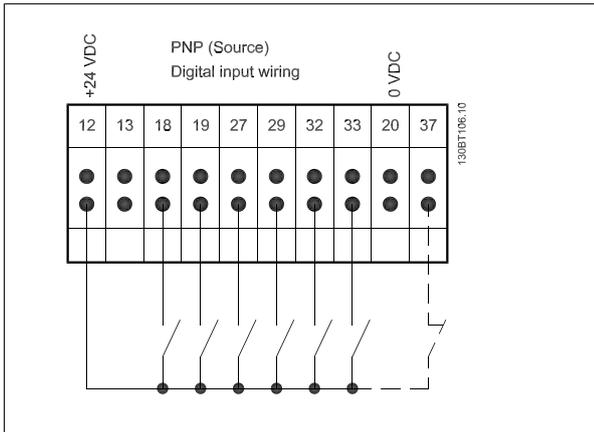
FC 301 中不包含端子 29 和继电器 2。

过长的控制电缆和模拟信号可能会由于主电源线的噪声而形成 50/60 Hz 的接地环路 (这种情况非常少见，要取决于安装)。

如果发生这种情况，则可能必须要破坏屏蔽或在屏蔽与机架之间插入一个 100 nF 的电容。

数字和模拟的输入输出必须分别连接到变频器的公共输入端 (端子 20、55、39)，以避免来自这两个组的接地电流影响其它组。例如，打开数字输入可能会干扰模拟输入信号。

控制端子的输入极性

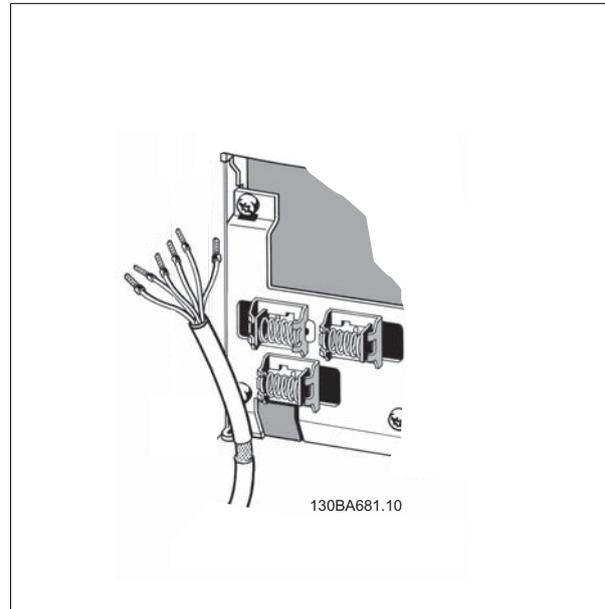


6



注意
控制电缆必须屏蔽/铠装。

有关控制电缆的正确终接方法，请参阅屏蔽/铠装控制电缆接地部分。



6.6.7 电动机电缆

有关如何选择正确的电动机电缆横截面积和长度，请参阅一般规范部分。

- 为符合 EMC 辐射规范，请使用屏蔽/铠装电动机电缆。
- 为了减小噪音水平和泄漏电流，请使用尽可能短的电动机电缆。
- 请将电动机电缆的屏蔽连接到变频器的去耦板和电动机的金属机柜上。
- 连接屏蔽时，请使用表面积尽可能大的电缆夹。在连接时可以使用随变频器提供的安装设备。
- 安装时，屏蔽的两端不要拧转（辫子状），否则会破坏高频屏蔽效果。
- 如果为了安装电动机绝缘体或电动机继电器而需要分离屏蔽，屏蔽必须保持尽可能低的 HF 阻抗。

6.6.8 电动机电缆的电气安装

电缆的屏蔽

请不要以扭结方式（辫子状）端接屏蔽丝网。否则会损害在高频下的屏蔽效果。

如果必须断开屏蔽丝网以安装电动机绝缘开关或电动机接触器，则必须使屏蔽丝网保持连续并使其高频阻抗尽可能低。

电缆长度和横截面积

变频器已在指定电缆长度和电缆横截面积的情况下进行了测试。如果增大横截面，会使电缆的电容增大，从而导致漏电流增加。因此，这个时候必须要相应地减小电缆长度。

开关频率

如果为了降低电动机声源性噪音而为变频器配备了正弦波滤波器，则必须根据正弦波滤波器的说明在参数 14-01 中设置开关频率。

铝导体

不建议使用铝导体。端子可以使用铝导体进行连接，但导体表面必须清洁，在连接之前，必须除去其氧化层，并使用中性的无酸凡士林油脂进行密封处理。

另外，由于铝导体较软，因此必须在两天之后重新紧固端子的螺钉。保持该连接的气密性是非常重要的，否则铝导体的表面会再次被氧化。

6.6.9 开关 S201、S202 和 S801

开关 S201 (A53) 和 S202 (A54) 分别用于选择模拟输入端子 53 和 54 的电流配置 (0 到 20 mA) 或电压配置 (-10 到 10 V)。

开关 S801 (BUS TER.) 可用于端接 RS-485 端口 (端子 68 和 69)。

请参阅电气安装部分中显示所有电气端子的示意图。

默认设置:

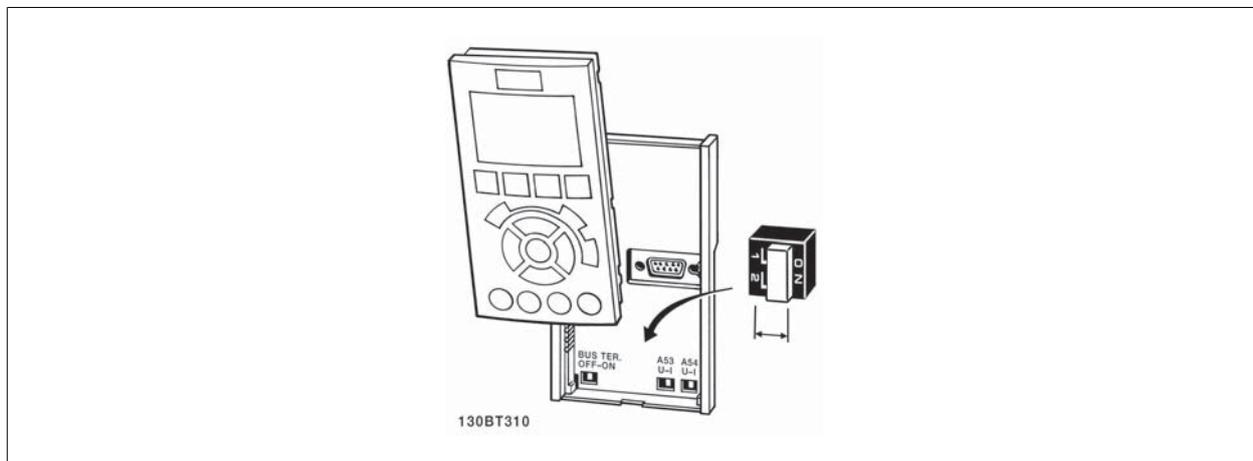
S201 (A53) = OFF (电压输入)

S202 (A54) = OFF (电压输入)

S801 (总线端接) = OFF



在更改 S201、S202 或 S801 的功能时，切勿用蛮力进行切换。操作开关时，建议先拆下 LCP 固定装置 (底座)。当变频器带电时，切勿操作这些开关。



6.7.1 最终设置和测试

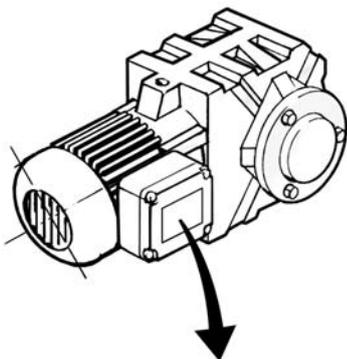
要对设置进行测试并且确保变频器运行，请执行以下步骤。

步骤 1. 找到电动机铭牌。



注意

电动机可能是星形 (Y) 或三角形接法连接 (Δ)。此信息位于电动机铭牌数据中。



BAUER D-73734 ESLINGEN			
3~ MOTOR NR. 1827421		2003	
S/E005A9			
	1,5	kW	
n_2	31,5	/min.	400 Y V
n_1	1400	/min.	50 Hz
$\cos \varphi$	0,80	3,6 A	
1,7L			
B	IP 65	H1/1A	

130BT307

步骤 2. 在该参数列表中输入电动机铭牌数据。

要访问此列表，请首先按 [QUICK MENU] (快捷菜单) 键，然后选择“Q2 快速设置”。

1.	电动机功率 [kW] 或电动机功率 [HP]	参数 1-20 参数 1-21
2.	电动机电压	参数 1-22
3.	电动机频率	参数 1-23
4.	电动机电流	参数 1-24
5.	电动机额定转速	参数 1-25

步骤 3. 启动自动电动机识别 (AMA)

通过执行 AMA，可以确保最佳性能。AMA 会测量来自电动机模型等效图的数据。

- 将端子 37 连接到端子 12 (如果提供了端子 37 的话)。
- 将端子 27 连接到端子 12，或将参数 5-12 设置为“无功能” (参数 5-12 [0])
- 激活 AMA 参数 1-29。
- 选择完全还是精简 AMA。如果安装了正弦波滤波器，则只能运行精简 AMA，否则请在 AMA 过程中卸下正弦波滤波器。
- 按 [OK] (确定) 键。显示屏显示“按 [Hand on] (手动启动) 开始”。
- 按 [Hand on] (手动启动) 键。一个进度条表明了是否正在运行 AMA。

运行过程中停止 AMA

- 按 [OFF] (关) 键 - 变频器将进入报警模式，显示器显示 AMA 已被用户终止。

AMA 执行成功

- 显示屏显示“按 [确定] 完成 AMA”。
- 按 [OK] (确定) 键退出 AMA 状态。

AMA 执行不成功

1. 变频器进入报警模式。 *警告和报警*一章对报警进行了说明。
2. [Alarm Log] (报警记录) 中的“报告值”显示了 AMA 过程在变频器进入报警模式之前最后执行的测量操作。 这些报警的编号以及有关说明有助于进行疑难解答。 如果为了获得服务而与 Danfoss 联系，请务必提供报警编号和报警说明。

注意
执行不成功，通常是因为电动机铭牌数据注册不正确，或者是电动机与变频器之间的功率规格相差过大造成的。

步骤 4. 设置速度极限和加减速时间

最小参考值	参数 3-02
最大参考值	参数 3-03

表 6.6: 设置需要的速度极限和加减速时间。

电动机速度下限	参数 4-11 或 4-12
电动机速度上限	参数 4-13 或 4-14

加速时间 1 [s]	参数 3-41
减速时间 1 [s]	参数 3-42

6.8 附加连接

6.8.1 直流总线连接

直流总线端子用于直流备份，中间电路由外部电源供电。

使用的端子号： 88, 89

欲知详情，请与 Danfoss 联系。

6.8.2 负载共享安装

连接电缆必须屏蔽，并且变频器至直流母线的最大长度为 25 米。

注意
直流总线和负载共享具有额外的设备和安全要求。有关详细信息，请参阅负载共享手册 MI.50.NX.YY。

注意
在 600 V 交流电压下，端子之间最高可能出现 975 V 的直流电压。

6.8.3 制动连接选件

制动电阻器的连接电缆必须屏蔽/铠装。

机箱	A+B+C+D+F	A+B+C+D+F
制动电阻器	81	82
端子	R-	R+

**注意**

动态制动具有额外的设备和安全要求。有关详细信息，请与 Danfoss 联系。

1. 使用电缆夹将屏蔽连接到变频器的金属机柜和制动电阻器的去耦板上。
2. 根据制动电流来确定制动电缆的横截面积。

**注意**

在 600 V 交流电压下，端子之间最高可能出现 975 V 的直流电压。

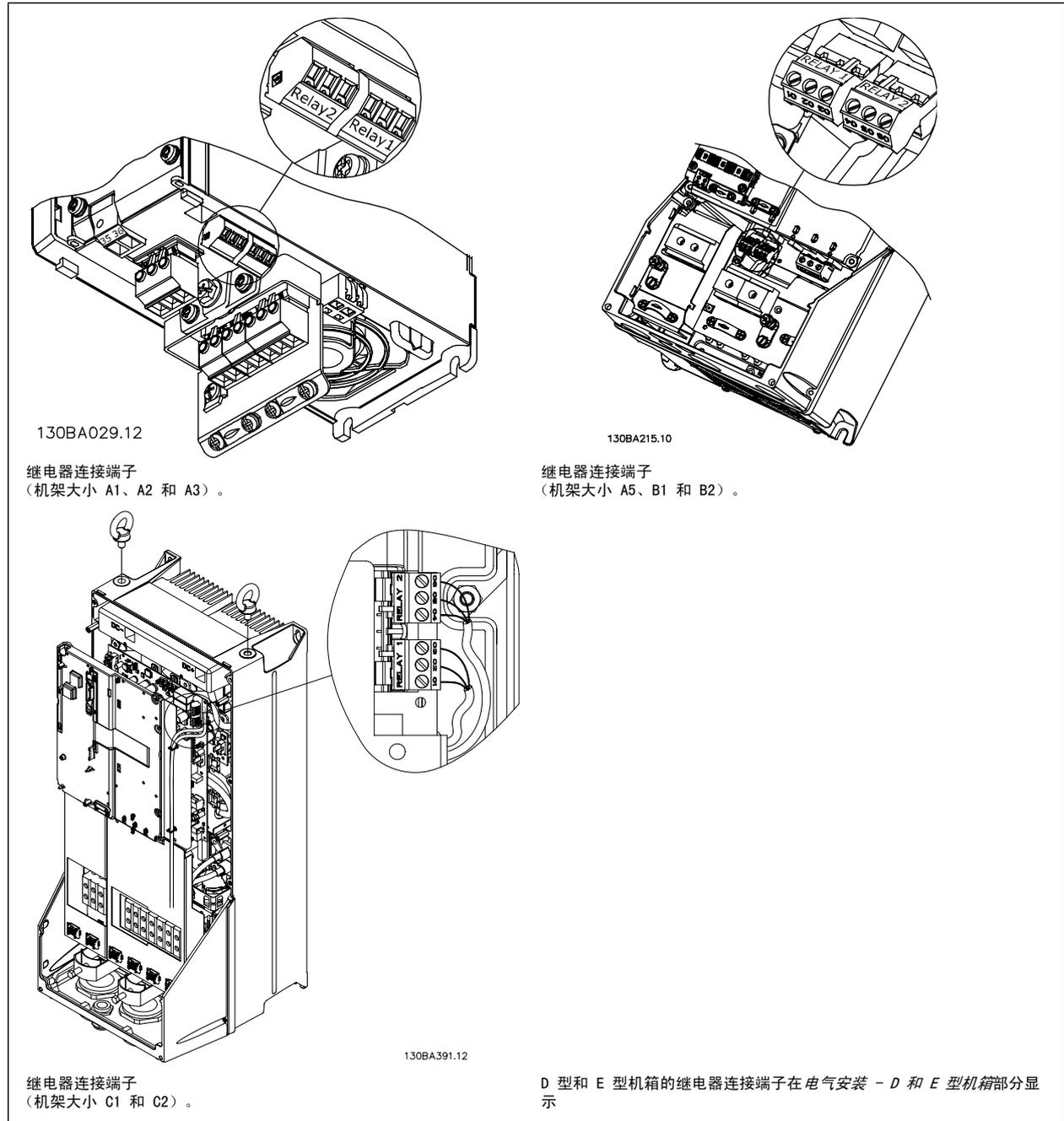
**注意**

如果制动 IGBT 发生短路，请使用主电源开关或接触器断开变频器同主电源的连接来避免制动电阻器上的功率消耗。只有变频器可以控制接触器。

6.8.4 继电器连接

要设置继电器输出，请参阅参数组 5-4* 继电器。

No.	01 - 02	常开
	01 - 03	常闭
	04 - 05	常开
	04 - 06	常闭



6.8.5 继电器输出

继电器 1

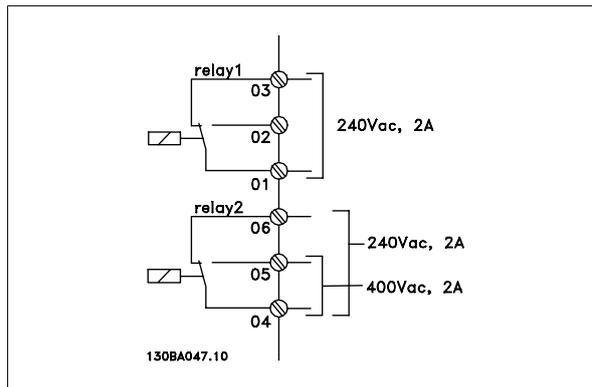
- 端子 01: 通用
- 端子 02: 常开, 240 V AC
- 端子 03: 常闭, 240 V AC

继电器 2 (不适用于 FC 301)

- 端子 04: 通用
- 端子 05: 常开, 400 V AC
- 端子 06: 常闭, 240 V AC

继电器 1 和继电器 2 在参数 5-40、5-41 和 5-42 中设置。

使用选件模块 MCB 105 的其他继电器输出。



6

6.8.6 电动机并联

变频器可控制多台并联的电动机。电动机的总电流消耗不得超过变频器的额定输出电流 I_{inv} 。

建议仅当参数 1-01 中选择了 U/f 时使用。



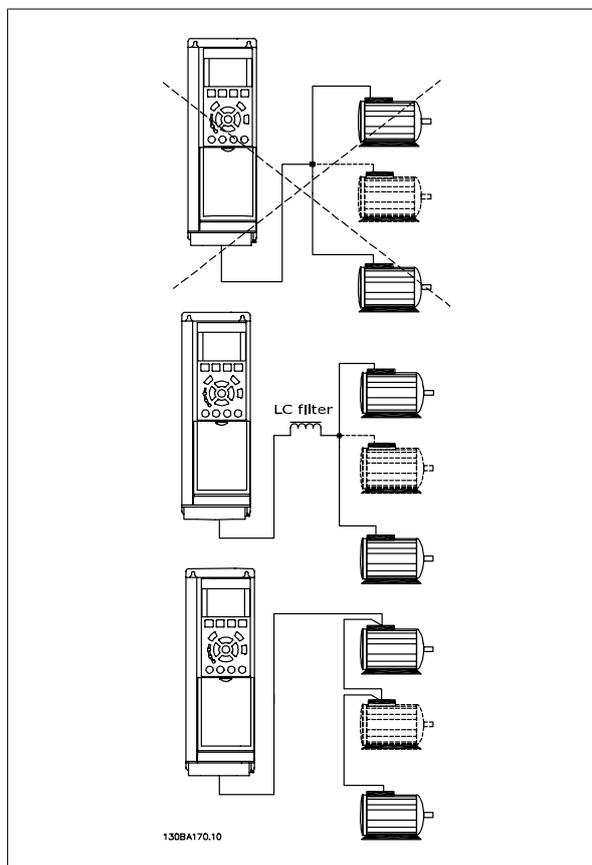
注意

仅在电缆较短时，才建议将系统的电缆连接到一个公共接点（如图 1 所示）。



注意

电动机并联时，不能使用参数 1-02 自动电动机调整 (AMA)，并且必须将参数 1-01 电动控制原理设为特殊电动机特性 (U/f)。



如果电动机的规格相差较大，在启动和 RPM 值低时可能引发问题。原因是，小型电动机的定子欧姆电阻相对较高，它在启动和 RPM 值低时会要求较高的电压。

在具有并联电动机的系统中，不能将变频器的电热继电器 (ETR) 用作单个电动机的电动机保护。请为电动机提供进一步的保护，例如，在每个电动机或单个热敏继电器中使用热敏电阻。（不宜使用电流断路器作为保护装置）。

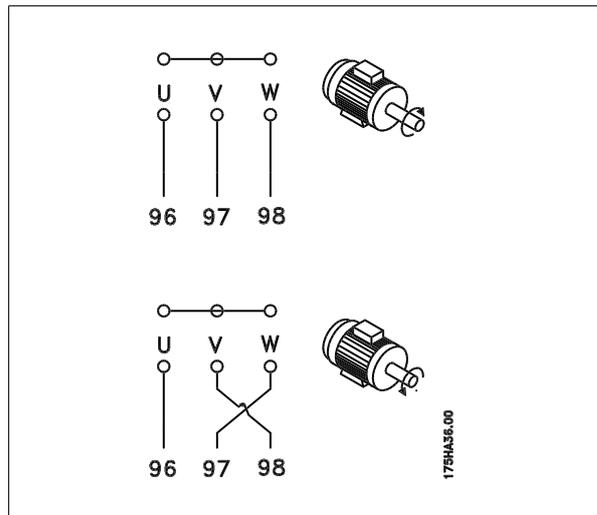
6.8.7 电动机旋转方向

默认设置下的旋转方向为顺时针方向旋转，此时的变频器输出端按照下述方式连接。

- 端子 96 连接到 U 相
- 端子 97 连接到 V 相
- 端子 98 连接到 W 相

通过调换电动机的两个相位，可以改变电动机旋转方向。

电动机旋转检查可使用参数 1-28，按照该屏幕中显示的步骤执行。



6.8.8 电动机热保护

变频器中的电子热敏继电器已通过 UL 认证，可用于保护单台电动机。为此，需要将参数 1-90 电动机热保护设置为 ETR 跳闸，并且将参数 1-24 电动机电流，*I_{M,N}* 设置为电动机的额定电流（参阅电动机铭牌）。

为了实现电动机热保护，还可以使用 MCB 112 PTC 热敏电阻卡选件。该卡通过了 ATEX 认证，可以为存在爆炸危险的区域（区域 1/21 和区域 2/22）中的电动机提供保护。有关详细信息，请参考设计指南。

6.9.1 制动电缆的安装

（仅针对在订购时带有制动斩波器的变频器）。

制动电阻器的连接电缆必须屏蔽。

1. 使用电缆夹将屏蔽丝网与变频器的导电信号板及制动电阻器的金属机柜相连。
2. 根据制动转矩确定制动电缆的横截面积。

端子号	功能
81, 82	制动电阻器端子

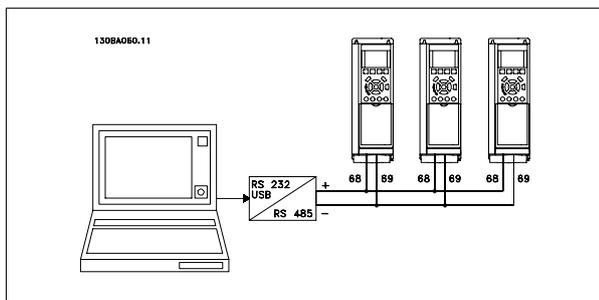
有关安全安装的详细信息，请参阅 Brake Instructions（制动说明）MI.90.FX.YY 和 MI.50.SX.YY。

注意
端子上的直流电压可能高达 960 V，具体要取决于电源电压。

6.9.2 RS 485 总线连接

借助 RS485 标准接口可将一个或多个变频器连接到控制器（或主站）。端子 68 同 P 信号端子（TX+、RX+）相连，端子 69 同 N 信号端子（TX-、RX-）相连。

如果要将多个变频器连接到某个主站，请使用并行连接。



为了避免屏蔽网中出现电势均衡电流，请通过端子 61（该端子经过 RC 回路同机架连接）将电缆屏蔽丝网接地。

总线终结

RS485 总线的两端必须使用电阻器网络终结。为此，请将控制卡上的开关 S801 设为“开”。

有关详细信息，请参阅开关 S201、S202 和 S801 部分。

6



注意

通讯协议必须设为 FC MC（参数 8-30）。

6.9.3 如何将 PC 连接到变频器

若要从 PC 控制变频器，请安装 MCT-10 设置软件。

可通过标准的（主机/设备）USB 电缆或 RS485 接口来连接 PC，请参阅编程指南中的总线连接章节。



注意

USB 连接与供电电压（PELV）以及其它高电压端子之间都是电绝缘的。USB 连接与变频器上的保护接地相连。请仅使用绝缘的便携式电脑与变频器上的 USB 连接器进行 PC 连接。

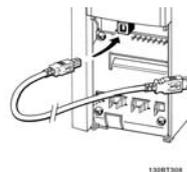


图 6.53: USB 连接。

6.9.4 FC 300 PC 软件

使用 MCT 10 Set-Up Software（MCT 10 设置软件）在 PC 中存储数据：

1. 通过 USB 通讯端口将 PC 连接到本设备
2. 打开 MCT 10 设置软件
3. 选择 USB 端口中的“网络”部分
4. 选择“复制”
5. 选择“项目”部分
6. 选择“粘贴”
7. 选择“另存为”

这样就存储了所有参数。

使用 MCT 10 Set-Up Software（MCT 10 设置软件）将数据从 PC 传输到变频器：

1. 通过 USB 通讯端口将 PC 连接到本设备
2. 打开 MCT 10 设置软件
3. 选择“打开” - 将显示已存储的文件
4. 打开相应的文件
5. 选择“写入变频器”

这样就将所有参数传输到变频器中。

MCT 10 设置软件备有单独的手册。

6.10.1 高压测试

通过将端子 U、V、W、L₁、L₂ 和 L₃ 短路，可执行高压测试。在这个短接电路和机架之间施加直流电压（最高可达 2.15 kV），并且持续 1 秒钟。

**注意**

如果泄漏电流过高，在对全套系统进行高压测试时应暂时断开主电源同电动机的连接。

6.10.2 安全接地

变频器泄漏电流较大，为符合 EN 50178 安全标准，必须采取良好的接地措施。



变频器的接地漏电电流大于 3.5 mA。要确保接地电缆与地线接头（端子 95）有良好的机械连接，电缆的横截面积必须不小于 10 mm²，或者包含 2 根单独终接的额定接地线。

6.11.1 电气安装 - EMC 预防措施

下面是安装变频器时推荐使用的优良工程实践指导原则。要符合 EN 61800-3 *主要环境*，请遵守这些指导原则。如果在 EN 61800-3 *次要环境*（即工业网络或带有专用变压器的安装环境）中安装，您可以不遵守这些指导规则（但不建议这样做）。另请参阅以下段落：*CE 标志*、*关于 EMC 辐射的一般问题*以及 *EMC 测试结果*。

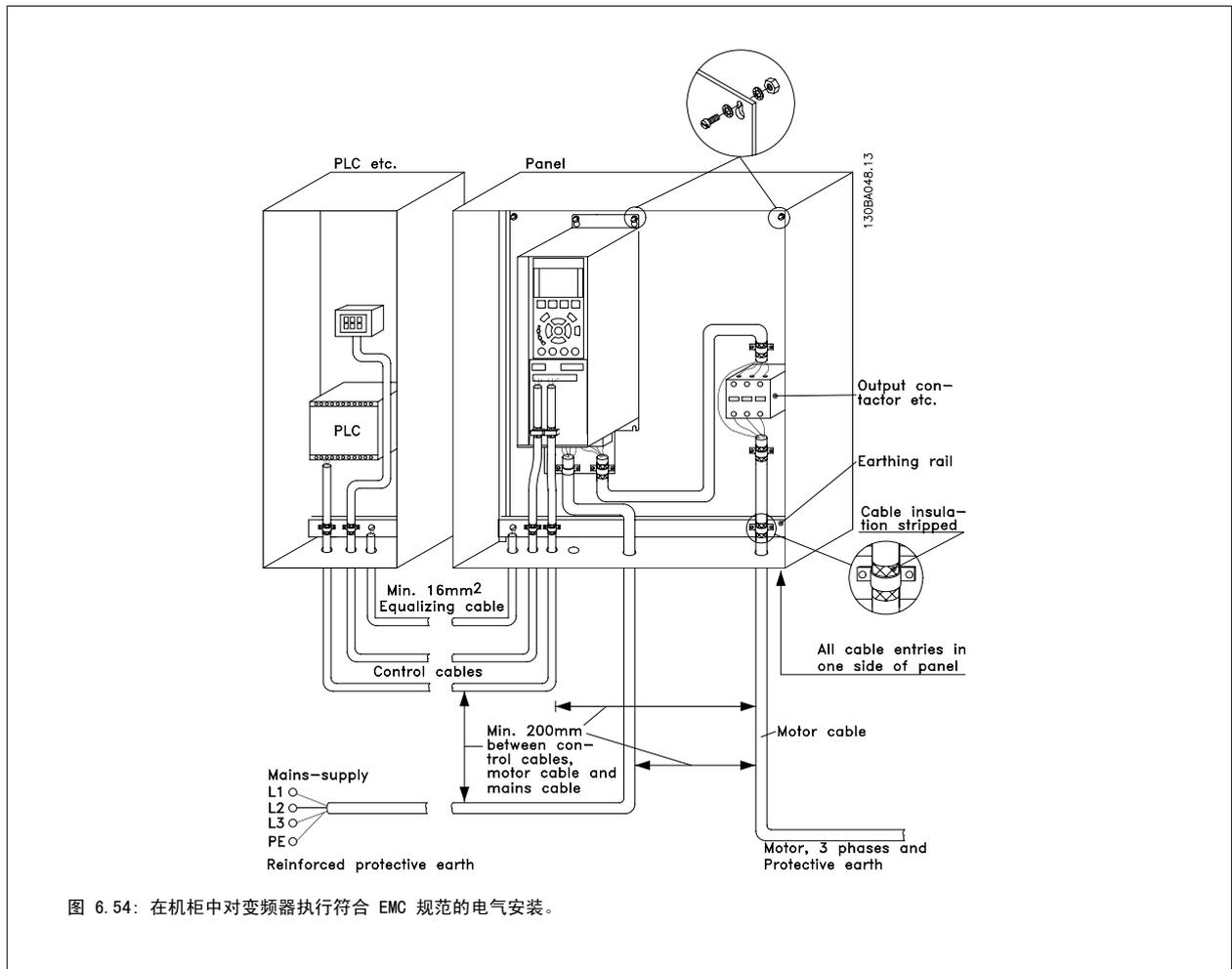
可以确保电气安装符合 EMC 规范的优良工程实践：

- 仅使用屏蔽/铠装电动机电缆和屏蔽/铠装控制电缆。屏蔽丝网的最小覆盖面积应为 80%。必须采用金属屏蔽丝网材料，通常为（但不限于）铜、铝、钢或铅。对主电源电缆没有特殊要求。
- 使用刚性金属线管进行安装时，不必使用带屏蔽的电缆，但电动机电缆必须安装在与控制电缆和主电源电缆不同的线管中。从变频器到电动机，必须全程使用线管。柔性线管的 EMC 性能存在很大差别，因此必须从制造商处获取有关信息。
- 将电动机电缆和控制电缆两端的屏蔽丝网/铠装层/线管接地。在某些情况下，无法将屏蔽丝网两端接地。此时可将屏蔽丝网连接在变频器上。另请参阅 *屏蔽/铠装控制电缆接地*。
- 请不要以扭结方式（辫子状）终接屏蔽丝网/铠装层。否则会增加屏蔽丝网的高频阻抗，从而降低屏蔽丝网在高频下的有效性。使用低阻抗的电缆夹或 EMC 电缆衬垫取而代之。
- 尽可能避免在安装变频器的机柜中使用非屏蔽/非铠装的电动机电缆或控制电缆。

让屏蔽丝网尽量靠近接头。

图中示例显示了如何对 IP 20 变频器执行符合 EMC 规范的电气安装。变频器安装在带有输出接触器的安装机柜中，并与 PLC 相连（后者安装在单独的机柜中）。只要遵循上述的工程实践指导原则，其他安装方式也可以获得良好的 EMC 性能。

如果不按照指导原则进行安装并且使用了非屏蔽的电缆和控制线路，尽管可能符合安全性要求，但却不符合某些辐射要求。请参阅 *EMC 测试结果*部分。



6.11.2 使用符合 EMC 规范的电缆

Danfoss 建议使用屏蔽/铠装电缆，以优化控制电缆的 EMC 安全性并减少电动机电缆的 EMC 辐射。

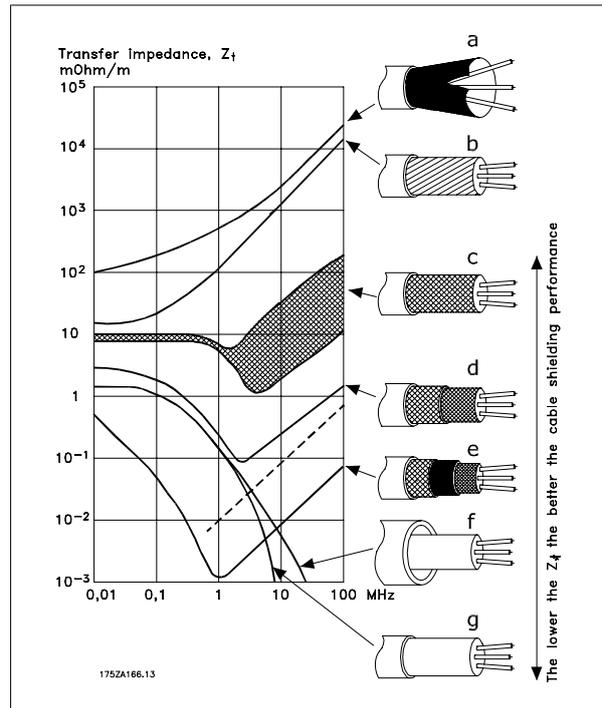
电缆减少输入和输出的电噪声辐射的能力取决于传输阻抗 (Z_T)。通常情况下，电缆的屏蔽丝网设计用于减少电噪声的传输；但传输阻抗 (Z_T) 值较低的屏蔽丝网比传输阻抗 (Z_T) 较高的屏蔽丝网效果更好。

电缆制造商很少提供传输电阻 (Z_T) 的详细说明，但可以通过评估电缆的物理设计对其传输阻抗 (Z_T) 进行估算。

可根据以下因素来评估传输阻抗 (Z_T)：

- 屏蔽丝网材料的传导能力。
- 屏蔽丝网导体之间的接触电阻。
- 屏蔽丝网覆盖面积，即屏蔽丝网覆盖电缆的物理面积（通常以百分比值表示）。
- 屏蔽丝网类型，即是交织型还是扭结型。

- a. 铝铠装铜线。
- b. 扭结铜线电缆或铠装钢丝电缆。
- c. 屏蔽丝网覆盖百分比不等的单层交织铜线。
这是 Danfoss 提供的标准参考电缆。
- d. 双层交织铜线。
- e. 带有磁性屏蔽/铠装中间层的双层交织铜线。
- f. 外罩铜管或钢管的电缆。
- g. 壁厚 1.1 mm 的铅电缆。

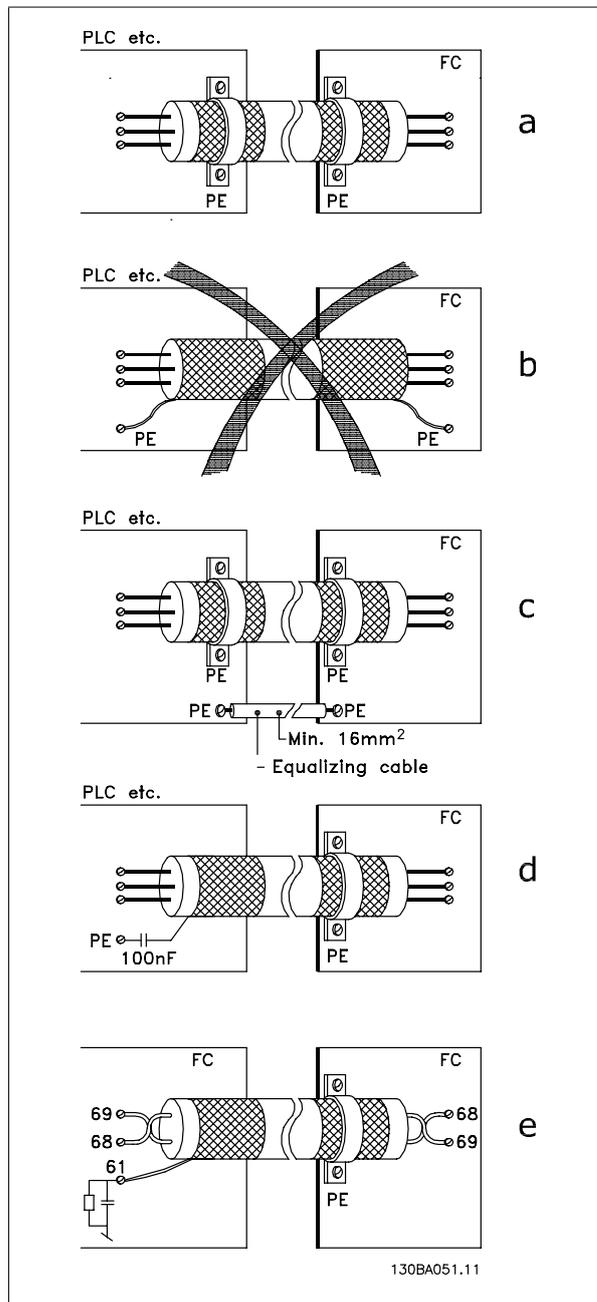


6.11.3 屏蔽/铠装控制电缆的接地

一般说来，控制电缆必须为屏蔽/铠装电缆，且屏蔽丝网的两端必须通过电缆夹与变频器的金属机柜相连。

下图所示为正确的接地方法以及存在疑问时应采取的措施。

- a. **正确接地**
必须在控制电缆和串行通讯电缆两端安装电缆夹，以保证尽可能好的电气接触。
- b. **错误接地**
不要在电缆端部使用纽结（辫状）。否则会增加屏蔽丝网在高频下的阻抗。
- c. **针对 PLC 和该内容之间大地电势的保护：**
如果变频器和 PLC（等）之间的大地电势不同，可能产生干扰整个系统的电噪声。通过在控制电缆旁边安装一条等势电缆，可解决此问题。该电缆最小横截面积：16 mm²。
- d. **50/60 Hz 地线回路**
如果使用很长的控制电缆，则可形成 50/60 Hz 的地线回路。在屏蔽丝网的一端和地线之间连接一个 100nF 的电容器（接头应尽可能短）可解决此问题。
- e. **串行通讯电缆**
两台变频器之间产生的低频噪声电流可通过将屏蔽丝网的一端与端子 61 相连加以消除。该端子通过一个内部 RC 回路与地线相连。使用双绞电缆可降低导体之间的差模干扰。

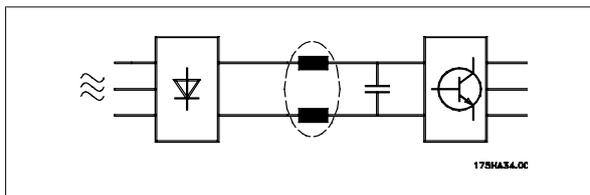


6.12.1 主电源干扰/谐波

变频器从主电源获得非正弦电流，这使得输入电流 I_{RMS} 增加。可利用傅里叶分析对非正弦电流进行转换，将其分为具有不同频率的正弦波电流，即基本频率为 50 Hz 的不同谐波电流 I_N ：

谐波电流 Hz	I_1 50 Hz	I_5 250 Hz	I_7 350 Hz
------------	----------------	-----------------	-----------------

谐波电流不会直接影响功耗，但可增大设备（变压器、电缆）的热损耗。因此，如果设备的整流器负载百分比较高，则应使谐波电流尽可能低，以避免变压器过载和电缆过热。



注意

某些谐波电流可能会干扰与同一个变压器相连的通讯设备，或导致与使用功率因数修正电路有关的共振。

6

谐波电流与 RMS 输入电流的比较：

	输入电流
I_{RMS}	1.0
I_1	0.9
I_5	0.4
I_7	0.2
I_{11-49}	< 0.1

为了保证谐波电流较低，变频器标配中间电路线圈。这通常可以使输入电流 I_{RMS} 降低 40%。

主电源电压失真取决于谐波电流与所用频率下的主电源阻抗的乘积。可借助下列公式根据各个电压谐波计算总电压失真 THD：

$$THD \% = \sqrt{U_{5}^2 + U_{7}^2 + \dots + U_{N}^2}$$

(U 的 $U_N\%$)

6.13.1 漏电断路器

在符合地方安全法规的前提下，可以使用 RCD 继电器、多重保护接地或接地作为附加保护。

如果发生接地故障，在故障电流中可能产生直流成分。

如果使用 RCD 继电器，您必须遵守地方法规的要求。继电器必须能保护具有桥式整流器的 3 相设备并且能够防范上电时的瞬间放电。有关详细信息，请参阅[接地泄漏电流](#)部分。

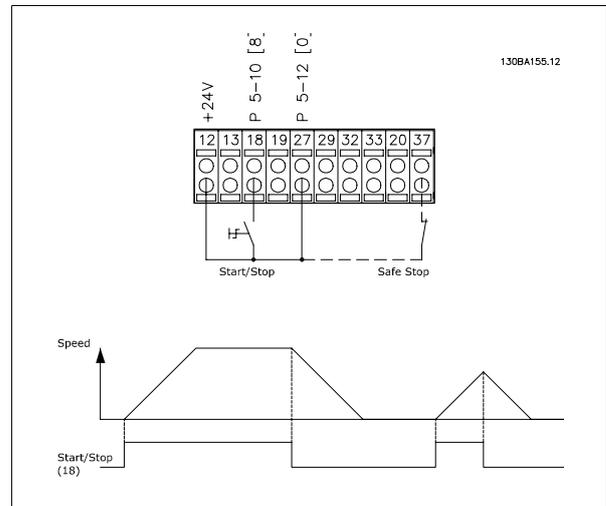
7 应用示例

7.1.1 启动/停止

端子 18 = 参数 5-10 [8] 启动

端子 27 = 参数 5-12 [0] 无功能 (默认值为惯性停车)

端子 37 = 安全停止 (如果拥有该功能的话!)



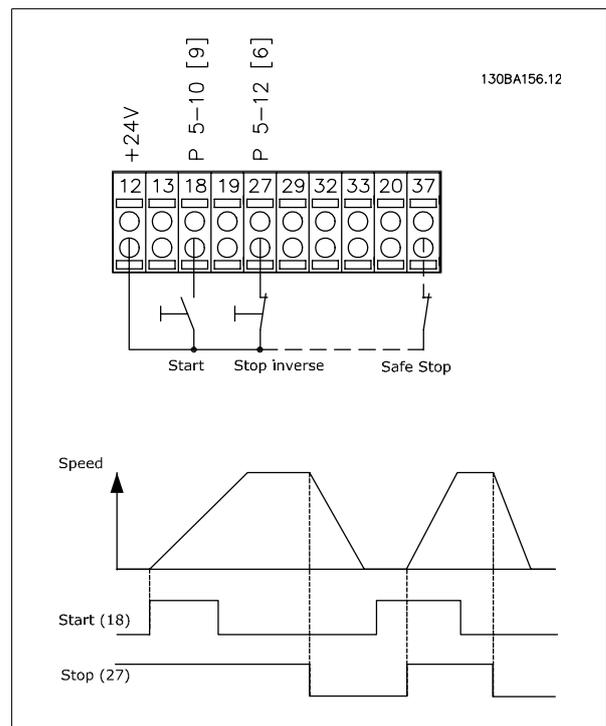
7

7.1.2 脉冲启动/停止

端子 18 = 参数 5-10 [9] 自锁启动

端子 27 = 参数 5-12 [6] 停止反逻辑

端子 37 = 安全停止 (如果拥有该功能的话!)



7.1.3 电位计参考值

通过电位计的电压参照值:

参考值来源 1 = [1] 模拟输入 53 (默认值)

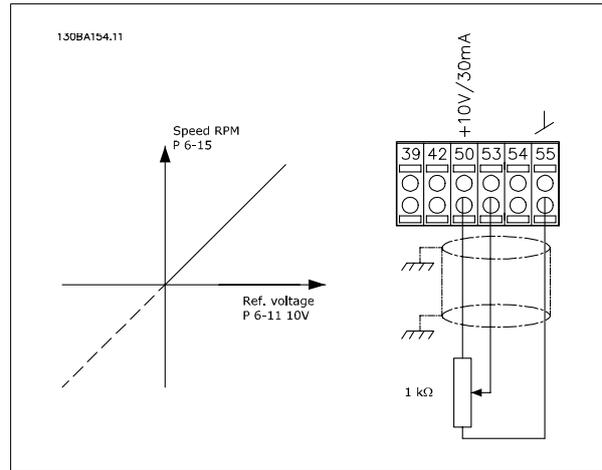
端子 53, 低电压 = 0 伏特

端子 53, 高电压 = 10 伏特

端子 53, 参考值/反馈值下限 = 0 RPM

端子 53, 参考值/反馈值上限 = 1500 RPM

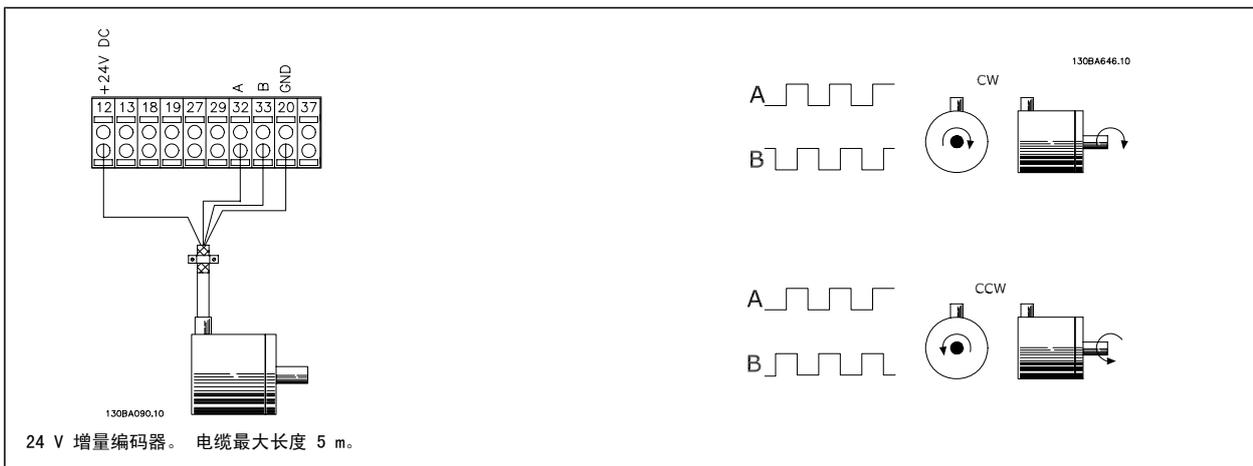
开关 S201 = 关 (U)



7.1.4 编码器连接

本指南旨在为设置编码器与变频器的连接提供方便。设置编码器之前，将显示闭环速度控制系统的基本设置。

变频器的编码器连接



7.1.5 编码器方向

编码器方向由脉冲进入变频器的顺序确定。

顺时针方向表示通道 A 在通道 B 前 90 电度。

逆时针 (CCW) 方向表示通道 B 在 A 之前 90 电度。

通过观察轴端可确定此方向。

7.1.6 闭环变频器系统

变频器系统通常由多个部分组成，比如：

- 电动机
- 附加部分
(变速箱)
(机械制动)
- FC 302 AutomationDrive
- 作为反馈系统的编码器
- 用于动态制动的制动电阻器
- 传动装置
- 负载

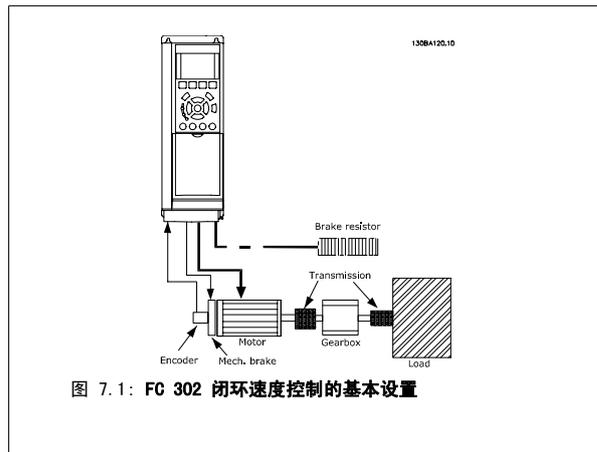


图 7.1: FC 302 闭环速度控制的基本设置

要求机械制动控制的应用环境通常需要制动电阻器。

7.1.7 转矩极限和停止的编程

在带有外部机电制动的应用中（例如，起重应用），可通过“标准”的停止命令停止变频器，同时启用外部机电制动。

以下示例说明了如何设置变频器连接。

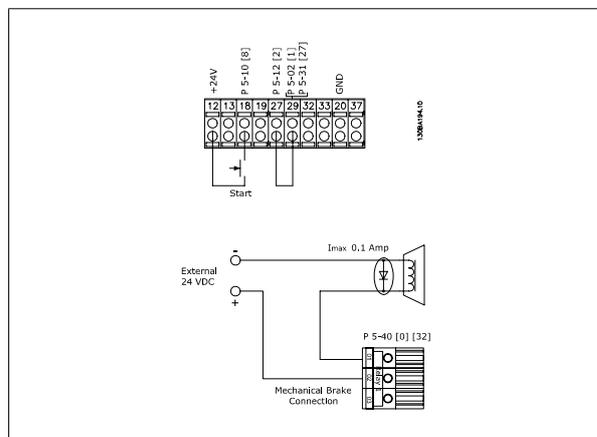
外部制动可连接到继电器 1 或 2，请参阅 *机械制动控制* 段落。将端子 27 设置为“惯性停车，反逻辑 [2]”或“滑停和复位，反逻辑 [3]”，将端子 29 设置为“端子 29 的模式输出 [1] 和转矩极限和停止 [27]”。

说明：

如果通过端子 18 启用了停止命令，并且变频器没有达到转矩极限，则电动机将减速至 0 Hz。

如果变频器达到转矩极限，并且启用了停止命令，则会启用端子 29 输出（设置为“转矩极限和停止 [27]”）。当传至端子 27 的信号从“逻辑 1”变为“逻辑 0”时，电动机将开始惯性停车，这样，即使变频器自身无法处理所要求的转矩（比如因为严重过载），也能确保起重停止作业。

- 通过端子 18 启动/停止
参数 5-10 启动 [8]
- 通过端子 27 快速停止
参数 5-12 惯性停车 [2]
- 端子 29 输出
参数 5-02 端子 29 的模式输出 [1]
参数 5-31 转矩极限和停止 [27]
- 继电器输出 [0]（继电器 1）
参数 5-40 机械制动控制 [32]



7.1.8 电动机自动调整 (AMA)

AMA 是测量停止状态下电动机上的电气电动机参数的算法。这意味着 AMA 本身并不提供任何转矩。

AMA 在系统试运行以及根据所应用的电动机对变频器进行优化调整时非常有用。当默认设置不适用于所连接的电动机时，该功能尤其有用。

通过参数 1-29 可以选择“启用完整 AMA”（确定电动机的所有电气参数）或“启用精简 AMA”（仅确定定子阻抗 R_s ）。

AMA 的整个持续时间从几分钟（针对小电动机）到 15 分钟以上（针对大电动机）不等。

限制和前提：

- 要让 AMA 以最佳方式确定电动机参数，请在参数 1-20 到 1-26 中输入正确的电动机铭牌数据。
- 为实现变频器的最佳调整，请对冷电动机执行 AMA。反复进行 AMA 可能导致电动机发热，从而使定子电阻 R_s 增大。正常而言，这并不重要。
- 只有当电动机额定电流下降至变频器额定输出电流的 35% 时，才会进行 AMA。最多只能对一台特大型电动机执行 AMA。
- 在安装了正弦波滤波器时，可以执行精简 AMA 测试。在使用正弦波滤波器时，请不要执行完整 AMA。如果需要全面设置，请在执行完整 AMA 时拆下正弦波滤波器。完成 AMA 后，再重新插入正弦波滤波器。
- 如果电动机以并联方式耦合在一起，请仅使用精简 AMA（如果需要）。
- 使用同步电动机时，请不要运行全面 AMA。如果应用了同步电动机，请运行精简 AMA 并手动设置扩展的电动机数据。AMA 功能不适用于永磁电动机。
- 变频器在 AMA 过程中不产生电动机转矩。在 AMA 期间，请确保应用不会强制电动机主轴运动（比如在通风系统中，由于风力作用，可能发生该现象）。否则会干扰 AMA 功能。

7

7.1.9 智能逻辑控制器编程

FC 300 中有一个非常有用的新工具，即揭揭唠唠 □ 咧 (Smart Logic Control)，简称为 SLC。

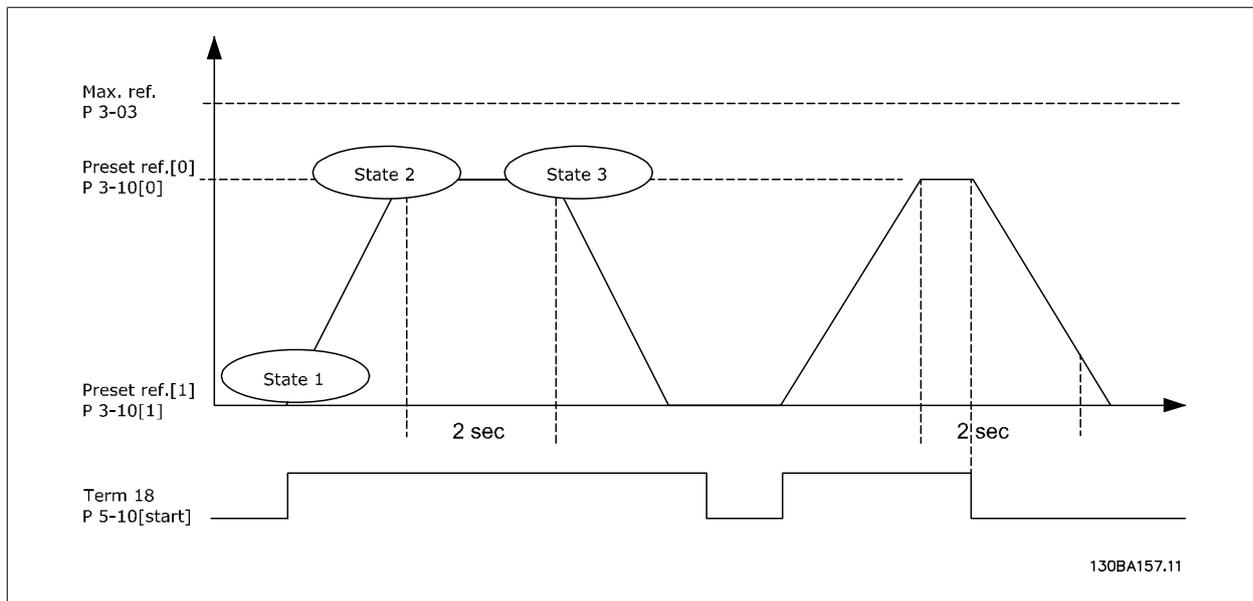
在 PLC 生成简单序列的应用中，SLC 可能会接管主控制的基本任务。

SLC 可对发送至该变频器或变频器生成的事件作出反应。变频器随后将执行预先设置的操作。

7.1.10 SLC 应用范例

一个序列 1:

启动 - 加速 - 以参考值速度运行 2 秒 - 减速并保持主轴直至停止。



在参数 3-41 和 3-42 中将加减速时间设置为所需时间。

$$t_{\text{加减速}} = \frac{t_{\text{acc}} \times n_{\text{norm}} (\text{参数 } 1 - 25)}{\Delta \text{ref} [\text{RPM}]}$$

将端子 27 设置为无功能 (参数 5-12)

将预置参考值 0 设置为第一个预置速度 (参数 3-10 [0]) (最大参考值速度 (参数 3-03) 的百分比)。Ex.: 60%

将预置参考值 1 设置为第二个预置速度 (参数 3-10 [1])。例如: 0% (零)。

在参数 13-20 [0] 中设置恒定运行速度的计时器 0。Ex.: 2 秒

在参数 13-51 [1] 中将事件 1 设置为真 [1]

在参数 13-51 [2] 中将事件 2 设置为使用参考值 [4]

在参数 13-51 [3] 中将事件 3 设置为超时 0 [30]

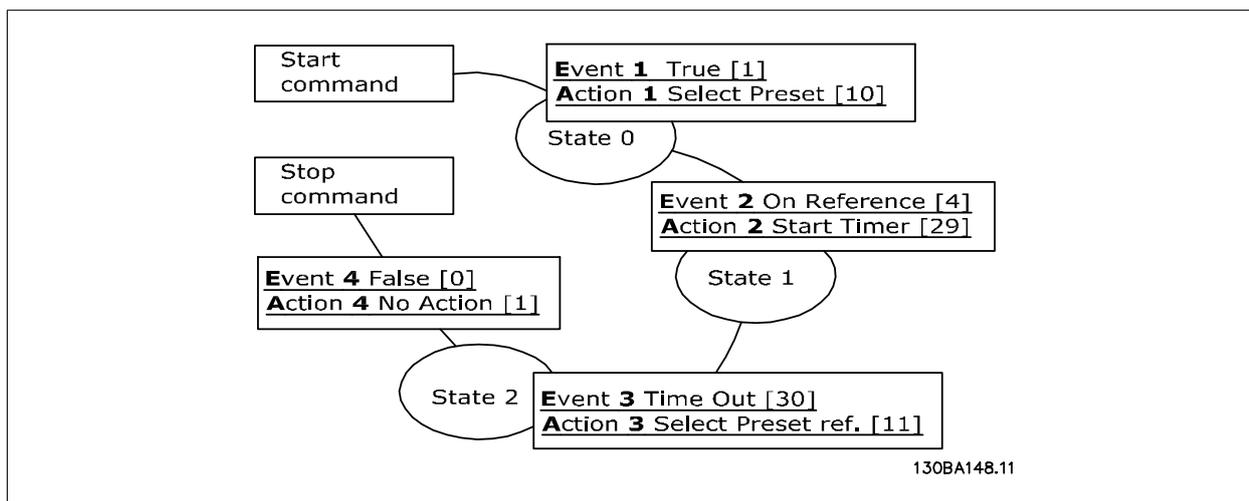
在参数 13-51 [1] 中将事件 4 设置为假 [0]

在参数 13-52 [1] 中将操作 1 设置为选择预置参考值 0 [10]

在参数 13-52 [2] 中将操作 2 设置为启动计时器 0 [29]

在参数 13-52 [3] 中将操作 3 设置为选择预置参考值 1 [11]

在参数 13-52 [4] 中将操作 4 设置为无操作 [1]



在参数 13-00 中将智能逻辑控制设置为开。

向端子 18 发出启动/停止命令。收到停止信号后，变频器将减速并进入自由模式。

8 选件和附件

Danfoss 为 VLT AutomationDrive FC 300 系列提供了丰富的选件和附件。

8.1.1 安装插槽 A 中的选件模块

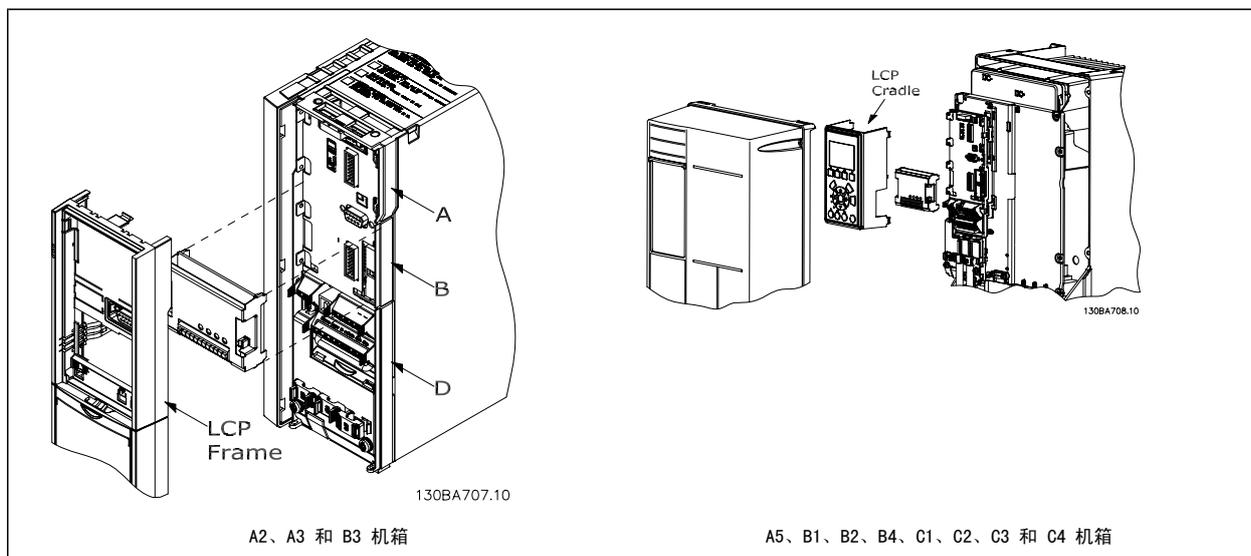
插槽 A 专用于安装现场总线选件。有关详细信息，请参阅单独的操作手册。

8.1.2 安装插槽 B 中的选件模块

必须切断变频器的电源。

将选件模块插入变频器或从变频器中取出选件模块之前，强烈建议对参数数据进行保存（如借助 MCT10 软件）。

- 从变频器上拆下 LCP（本地控制面板）、端子盖和 LCP 机架。
- 将 MCB10x 选件卡安装在插槽 B 中。
- 连接控制电缆，并用随附的线夹将电缆夹紧。
* 拆下扩展 LCP 机架中的挡板，以便将选件安装在扩展 LCP 机架下方。
- 安装扩展 LCP 机架和端子盖。
- 将 LCP 或盲盖安装在扩展 LCP 机架中。
- 给变频器通电。
- 按照一般技术数据部分的介绍，在相应的参数中设置输入/输出功能。



A2、A3 和 B3 机箱

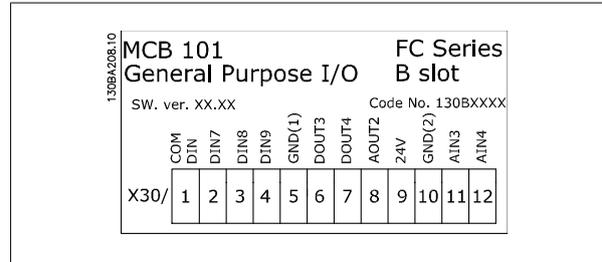
A5、B1、B2、B4、C1、C2、C3 和 C4 机箱

8.2 通用输入输出模块 MCB 101

借助 MCB 101，可以对 FC 301 和 FC 302 AutomationDrive 的数字/模拟输入输出进行扩展。

内容：MCB 101 必须安装在 AutomationDrive 的插槽 B 中。

- MCB 101 选件模块
- LCP 扩展固定装置
- 端子盖



8.2.1 MCB 101 中的高低压绝缘

数字/模拟输入同 MCB 101 和变频器控制卡中的其它输入/输出之间是高低压绝缘的。MCB 101 中的数字/模拟输出同 MCB 101 的其它输入/输出之间是高低压绝缘的，但同变频器控制卡的其它输入/输出之间则不是这样。

如果要借助内部 24 V 电源（端子 9）来控制数字输入 7、8 或 9 的开/关，则必须建立端子 1 和 5 之间的连接（如图所示）。

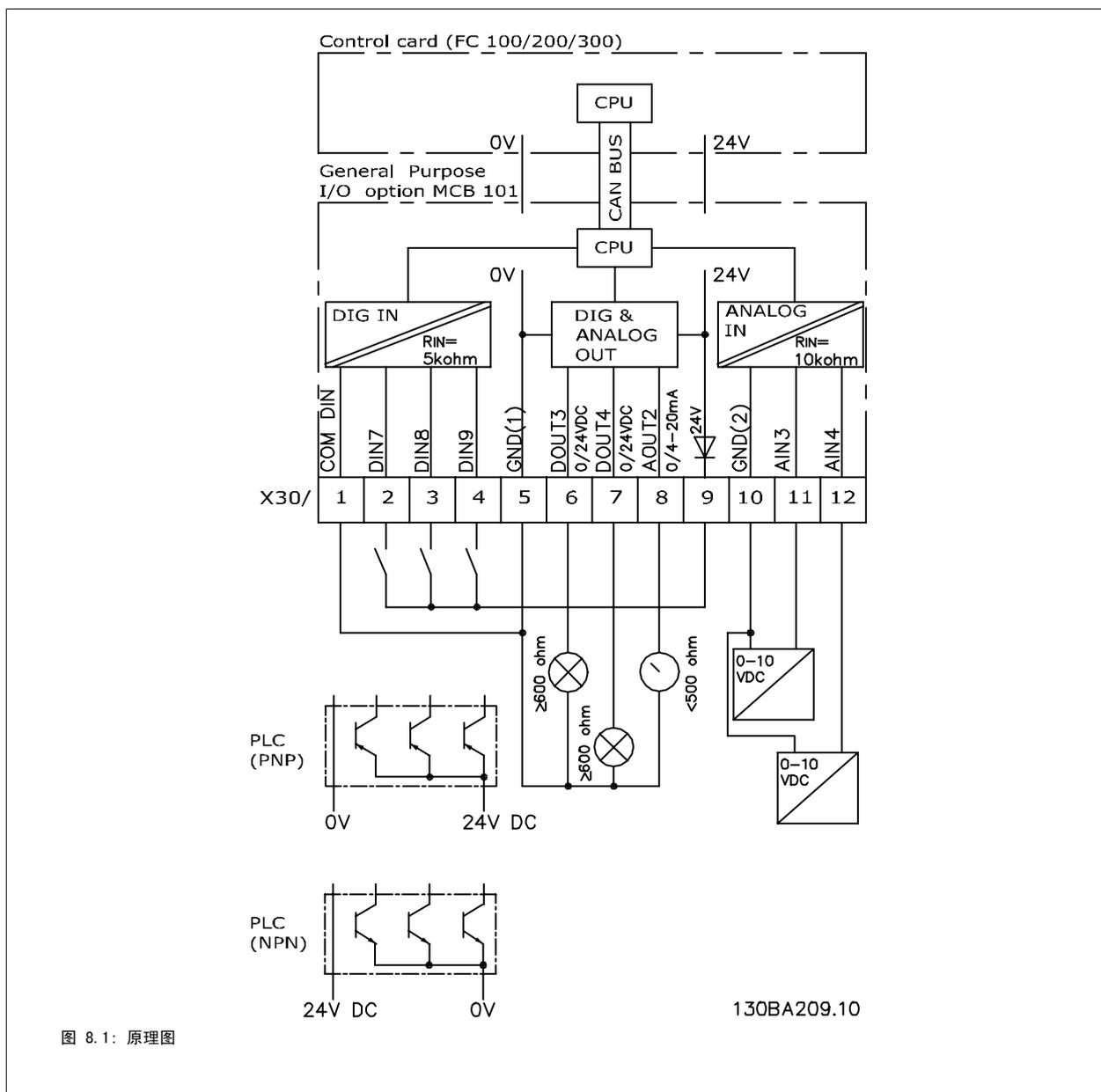


图 8.1: 原理图

8.2.2 数字输入 - 端子 X30/1-4

数字输入:

数字输入的数量	3
端子号	X30. 2、X30. 3、X30. 4
逻辑	PNP 或 NPN
电压水平	直流 0 - 24 V
电压水平, 逻辑“0” PNP (接地 = 0 V)	< 直流 5 V
电压水平, 逻辑“1” PNP (接地 = 0 V)	> 直流 10 V
电压水平, 逻辑“0” NPN (接地 = 24V)	< 直流 14 V
电压水平, 逻辑“1” NPN (接地 = 24 V)	> 直流 19 V
最高输入电压	28 V (持续)
脉冲频率范围	0 - 110 kHz
工作周期, 最小脉冲宽度	4.5 ms
输入阻抗	> 2 kΩ

8.2.3 模拟输入 - 端子 X30/11, 12:

模拟输入	
模拟输入的数量	2
端子号	X30. 11、X30. 12
模式	电压
电压水平	0 - 10 V
输入阻抗	> 10 kΩ
最高电压	20 V
模拟输入的分辨率	10 位 (包括符号)
模拟输入的精度	最大误差为满量程的 0.5%
带宽	FC 301: 20 Hz / FC 302: 100 Hz

8.2.4 数字输出 - 端子 X30/6, 7:

数字输出:	
数字输出的数量	2
端子号	X30. 6、X30. 7
数字/频率输出的电压水平	0 - 24 V
最大输出电流	40 mA
最大负载	≥ 600 Ω
最大电容性负载	< 10 nF
最小输出频率	0 Hz
最大输出频率	≤ 32 kHz
频率输出精度	最大误差: 全范围的 0.1 %

8.2.5 模拟输出 - 端子 X30/8 8:

模拟输出:	
模拟输出的数量	1
端子号	X30. 8
模拟输出的电流范围	0 - 20 mA
最大接地负载 - 模拟输出	500 Ω
模拟输出精度	最大误差: 全范围的 0.5 %
模拟输出分辨率	12 位

8.3 编码器选件 MCB 102

编码器模块可以用作“闭环磁通矢量控制”（参数 1-02）和“闭环磁通速度控制”（参数 7-00）下的反馈源。请在参数组 17-xx 中配置编码器选件

可用于

- VVC^{plus} 闭环
- 磁通矢量速度控制
- 磁通矢量转矩控制
- 永磁电动机

支持的编码器类型:

增量编码器: 5 V TTL 型, RS422, 最大频率: 410 kHz

增量编码器: 1Vpp, 正弦-余弦

Hiperface[®] 编码器: “绝对”和“正弦-余弦”(Stegmann/SICK)

EnDat 编码器: “绝对”和“正弦-余弦”(Heidenhain), 支持版本 2.1

SSI 编码器: 绝对

编码器监测:

4 个编码器通道 (A、B、Z 和 D) 均受到监测, 可以检测断路和短路情况。每个通道都有一个绿色指示灯, 当通道情况正常时, 指示灯将亮起。



注意

只有卸掉 LCP 才能看到这些指示灯。在参数 17-61 中可以选择遇到编码器错误时的反应: “无”, “警告”或“跳闸”。

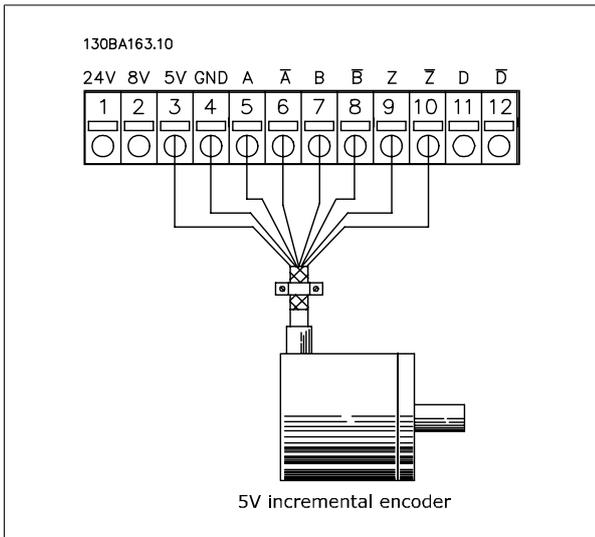
单独订购编码器选件套件时, 该套件包括:

- 编码器模块 MCB 102
- 加大的 LCP 固定装置和加大的端子盖

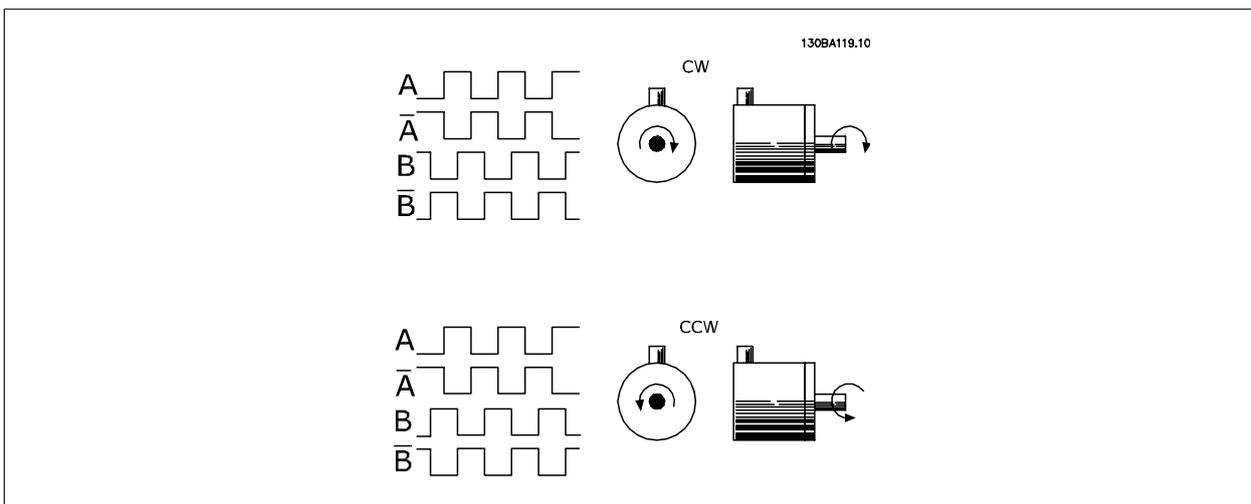
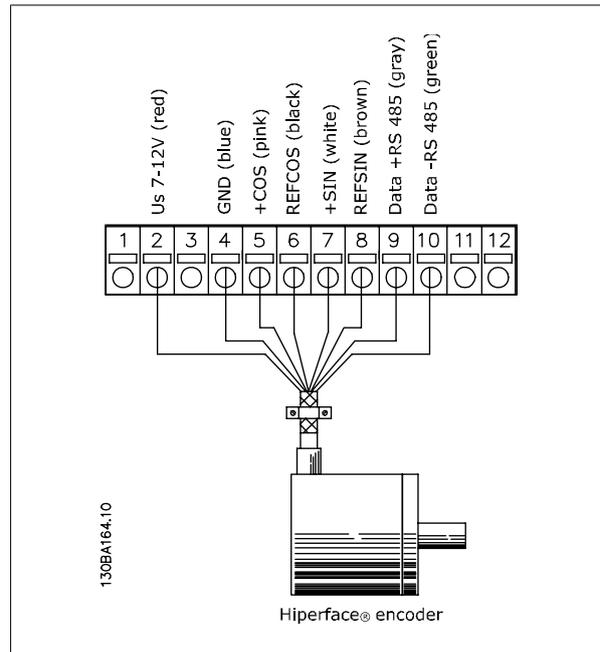
该编码器选件不支持在 2004 年第 50 周之前生产的 FC 302 变频器。最低的软件版本: 2.03 (参数 15-43)

连接器名称 X31	增量编码器 (请参考图 A)	SinCos 编码器 Hiperface® (请参考图 B)	EnDat 编码器	SSI 编码器	说明
1	NC			24 V	24 V 输出 (21-25 V, I _{max} : 125 mA)
2	NC	8 Vcc			8 V 输出 (7-12 V, I _{max} : 200 mA)
3	5 VCC		5 Vcc	5 V	5 V 输出 (5 V ± 5%, I _{max} : 200 mA)
4	接地		接地	接地	接地
5	A 输入	COS 输入	COS 输入	A 输入	A 输入
6	A 反向输入	REFCOS	REFCOS	A 反向输入	A 反向输入
7	B 输入	SIN 输入	SIN 输入	B 输入	B 输入
8	B 反向输入	REFSIN	REFSIN	B 反向输入	B 反向输入
9	Z 输入	数据输入 (RS485)	时钟输出	时钟输出	Z 输入或数据输入 (RS485)
10	Z 反向输入	数据输出 (RS485)	时钟反向输出	时钟反向输出	Z 输入或数据输出 (RS485)
11	NC	NC	数据输入	数据输入	将来使用
12	NC	NC	数据反向输入	数据反向输入	将来使用

在 X31. 5-12 上最高电压为 5V



电缆最大长度 150 m.



8.4 解析器选件 MCB 103

MCB 103 解析器选件用于解析器电动机反馈同 FC 300 AutomationDrive 的对接。解析器一般用作永磁性无电刷同步电动机的电动机反馈设备。

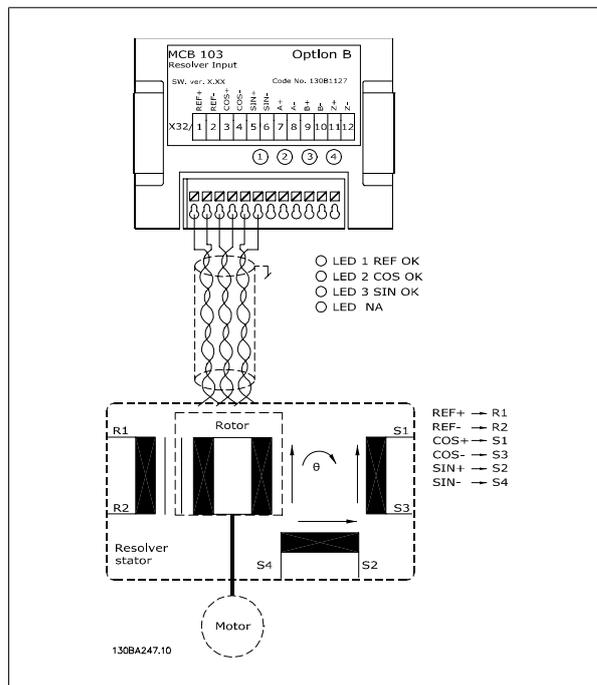
单独订购解析器选件时，该套件包括：

- 解析器选件 MCB 103
- 加大的 LCP 固定装置和加大的端子盖

参数选择：17-5x 解析器接口。

MCB 103 解析器选件支持多种类型的解析器。

解析器规格：	
解析器极数	参数 17-50: 2 *2
解析器输入电压	参数 17-51: 2.0 - 8.0 Vrms *7.0Vrms
解析器输入频率	参数 17-52: 2 - 15 kHz *10.0 kHz
变压比	参数 17-53: 0.1 - 1.1 *0.5
次级输入电压	最大 4 Vrms
次级负载	大约 10 kΩ

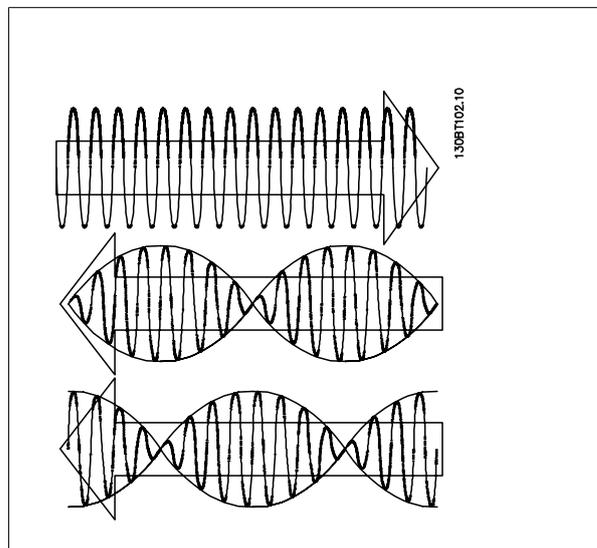


注意
解析器选件 MCB 103 只能与配备转子的解析器类型配套使用。无法使用配备定子的解析器。

LED 指示灯

- 当到达解析器的参考信号正常时，LED 1 亮
- 当来自解析器的余弦信号正常时，LED 2 亮
- 当来自解析器的正弦信号正常时，LED 3 亮

当参数 17-61 设置为警告或跳闸时，这些 LED 指示灯将亮。



设置示例

在此范例中，永磁 (PM) 电动机使用解析器作为速度反馈。PM 电动机通常必须在磁通矢量模式下运行。

接线：

当使用双绞线时，最大电缆长度为 150 m。

**注意**

解析器电缆必须屏蔽并且同电动机电缆分开。

**注意**

解析器电缆的屏蔽丝网必须正确连接到去耦板和电动机侧机箱（接地）。

**注意**

务必使用屏蔽的电动机电缆和制动斩波器电缆。

调整下列参数：

参数 1-00	配置模式	闭环速度 [1]
参数 1-01	电动机控制原理	磁通矢量带反馈 [3]
参数 1-10	电动机结构	PM, 非突出 SPM [1]
参数 1-24	电动机电流	铭牌
参数 1-25	电动机额定转速	铭牌
参数 1-26	电动机连续 额定转矩	铭牌
PM 电动机无法进行 AMA		
参数 1-30	定子阻抗	电动机数据表
参数 1-37	d 轴电感 (Ld)	电动机数据表 (mH)
参数 1-39	电动机极数	电动机数据表
参数 1-40	1000 RPM 时的后 EMF	电动机数据表
参数 1-41	电动机角度偏置	电动机数据表 (通常为 0)
参数 17-50	极数	解析器数据表
参数 17-51	输入电压	解析器数据表
参数 17-52	输入频率	解析器数据表
参数 17-53	变压比	解析器数据表
参数 17-59	解析器接口	启用 [1]

8.5 继电器选件 MCB 105

MCB 105 选件包括 3 个 SPDT 触点，因此必须安装在选件插槽 B 中。

电气数据:

最大端子负载 (AC-1) ¹⁾ (电阻性负载)	交流 240 V, 2 A
最大端子负载 (AC-15) ¹⁾ (cosφ 等于 0.4 时的电感性负载)	交流 240 V, 0.2 A
最大端子负载 (DC-1) ¹⁾ (电阻性负载)	直流 24 V, 1 A
最大端子负载 (DC-13) ¹⁾ (电感性负载)	直流 24 V, 0.1 A
端子最小负载 (直流)	5 V, 10 mA
额定负载/最小负载下的最大切换速率	6 min ⁻¹ /20 sec ⁻¹

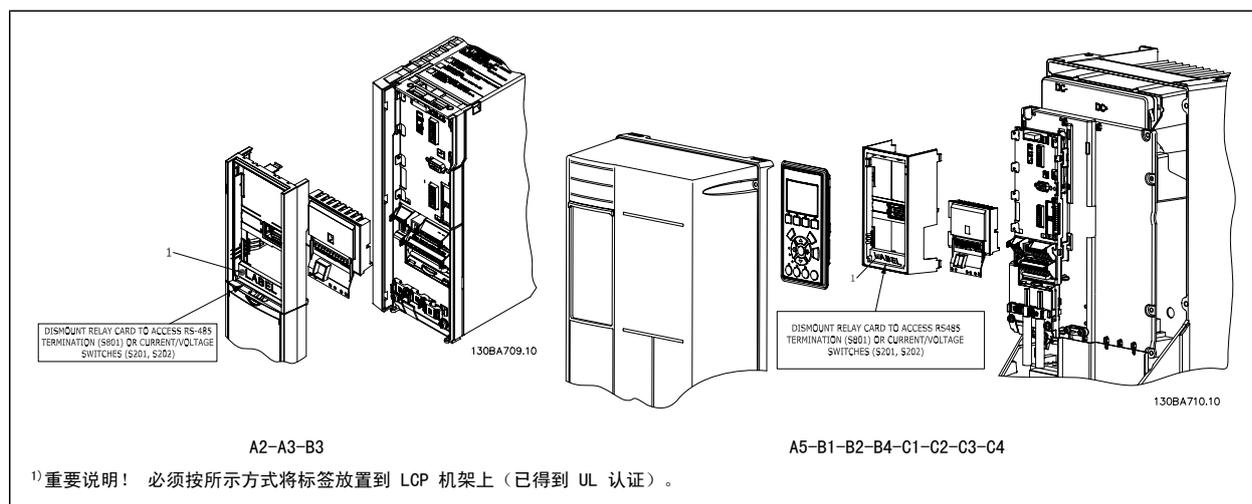
1) IEC 947 的第 4 和第 5 部分

单独订购继电器选件套件时，该套件包括：

- 继电器模块 MCB 105
- 加大的 LCP 固定装置和加大的端子盖
- 用作 S201、S202 和 S801 开关护盖的标牌
- 用于将电缆固定到继电器模块上的电缆束带

该继电器选件不支持在 2004 年第 50 周之前生产的 FC 302 变频器。

最低的软件版本：2.03 (参数 15-43)。



如何添加 MCB 105 选件：

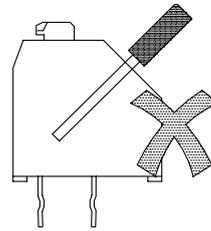
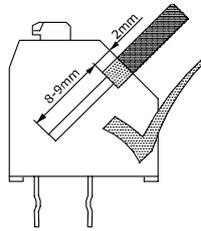
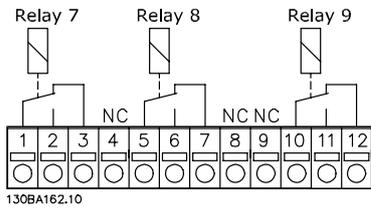
- 必须切断变频器的电源。
- 继电器端子上的带电部分的电源连接必须断开。
- 拆下 FC 30x 的 LCP、端子盖和 LCP 固定装置。
- 将 MCB 105 选件装入插槽 B 中。
- 连接控制电缆，并用随附的线夹将电缆夹紧。
- 确保电缆的剥皮部分具有适当的长度（请参阅下图）。
- 切勿将带电部分（高压）同控制信号（PELV）混在一起。
- 装上加大的 LCP 固定装置和加大的端子盖。
- 重新装上 LCP。

- 给变频器通电。
- 请在参数 5-40 [6-8]、5-41 [6-8] 和 5-42 [6-8] 中选择继电器功能。

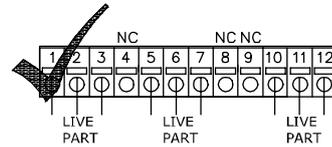
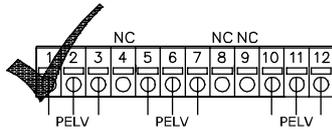
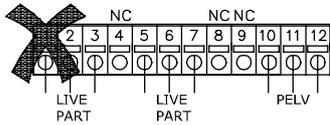


注意

(数组 [6] 代表继电器 7, 数组 [7] 代表继电器 8, 而数组 [8] 代表继电器 9)



130BA176.10



8



请勿将 24/48 V 系统与高压系统混在一起。

8.6 24V 备用电源选件 MCB 107

外接 24 V 直流电源

24 V 外接直流电源可用作控制卡及安装的任意选件卡的低压电源。 这样完全可在未连接主电源的情况下对 LCP（包括参数设置）进行操作。

外接 24 V 直流电源的规格：

输入电压范围	直流 24 V ±15 % (10 秒钟之内最大可达 37 V)
最大输入电流	2.2 A
FC 302 的平均输入电流	0.9 A
电缆最大长度	75 m
输入电容载荷	< 10 uF
加电延迟	< 0.6 s

输入受到保护。

端子号：

端子 35： -外接 24 V 直流电源。

端子 36： 外接 24 V 直流电源的正极。

执行这些步骤：

1. 拆除 LCP 或盲盖
2. 拆除端子盖
3. 拆除电缆去耦板和下面的塑料盖
4. 在选件插槽中插入备用的 24 V 外接直流电源选件
5. 安装电缆去耦板
6. 安装端子盖与 LCP 或盲盖。

当 MCB 107（24 V 备用电源）选件为控制电路供电时，内部的 24 V 电源将自动断开。

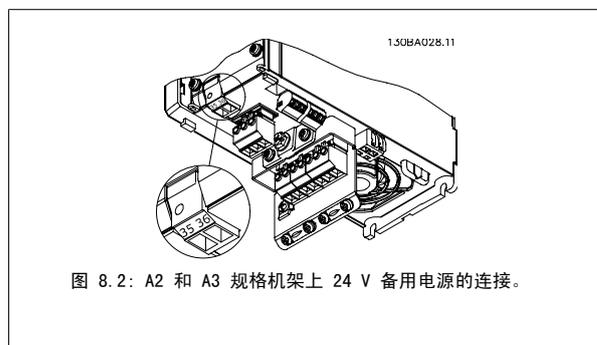


图 8.2： A2 和 A3 规格机架上 24 V 备用电源的连接。

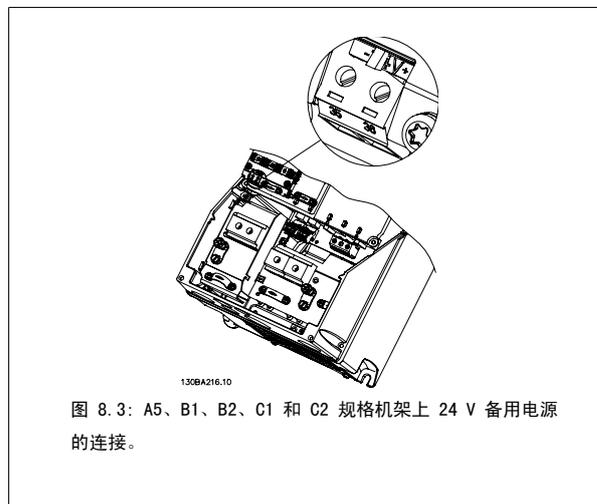


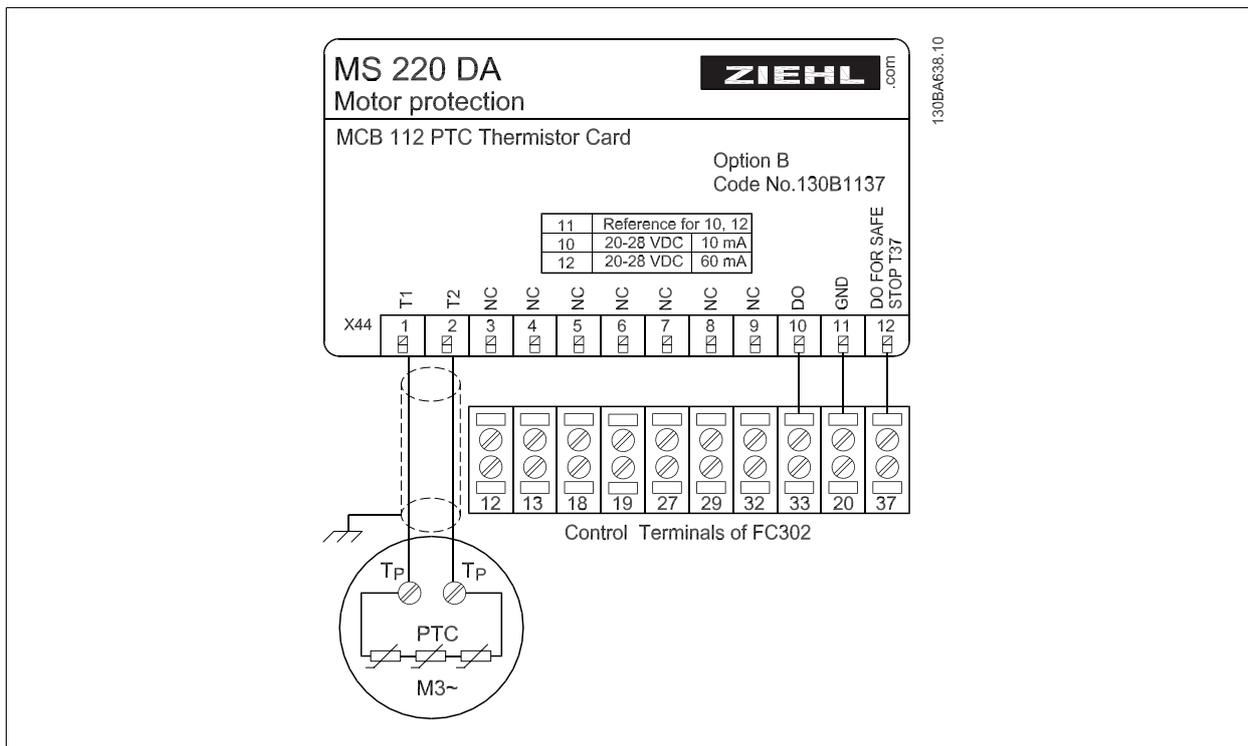
图 8.3： A5、B1、B2、C1 和 C2 规格机架上 24 V 备用电源的连接。

8.7 MCB 112 VLT® PTC 热敏电阻卡

借助 MCB 112 选件，可以用一个 PTC 热敏电阻输入来监视电动机的温度。 它在带有安全停止功能的 VLT® AutomationDrive FC 302 中属于 B 选件。

有关安装该选件的信息，请参阅本节稍前部分的 *安装插槽 B 中的选件模块*。

X44/ 1 和 X44/ 2 是热敏电阻输入，X44/ 12 会根据热敏电阻值来启用 FC 302 的安全停止功能（端子 37），而 X44/ 10 则负责将 MCB 112 的安全停止请求通知给 FC 302，以确保适当的报警处理。必须将 FC302 的某个数字输入（或所装选件的某个数字输入）设为“PCT 卡 1 [80]”，才能使用来自 X44/ 10 的信息。必须将参数 5-19 “端子 37 安全停止”配置为所要求的安全停止功能（默认设置为“安全停止报警”）。



8

随 VLT® AutomationDrive FC 302 一起通过 ATEX 认证

MCB 112 已通过 ATEX 认证。这意味着，安装有 MCB 112 的 VLT® AutomationDrive FC 302 现在可以和电动机一起用于存在爆炸危险的环境中。有关详细信息，请参阅 MCB 112 的操作手册。



电气数据

电阻连接:

符合 DIN 44081 和 DIN 44082 的 PTC

数量	1 到 6 个电阻，串联
切断值	3.3 Ω... 3.65 Ω ... 3.85 Ω
复位值	1.7 Ω 1.8 Ω ... 1.95 Ω
触发误差	± 6°C
传感器环路的总阻抗	< 1.65 Ω
端子电压	≤ 2.5 V, R ≤ 3.65 Ω; ≤ 9 V, R = ∞
传感器电流	≤ 1 mA
短路	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
功率消耗	60 mA

测试条件:

EN 60 947-8	
测得的抗电涌电压	6000 V
过压类别	III
污染度	2

测得的绝缘电压 V_{bis}	690 V
达到 V_i 之前可靠的流电绝缘电压	500 V
允许的环境温度	-20°C ... +60°C
	EN 60068-2-1 干热
湿度	5 --- 95%, 不允许发生冷凝
抗 EMC 性	EN61000-6-2
EMC 辐射	EN61000-6-4
抗振动性	10 ... 1000 Hz 1.14g
抗冲击性	50 g
安全系统值:	
EN 61508, ISO 13849, $T_u = 75^\circ\text{C}$ 持续	
类别	2
SIL	2 (如果维护周期为 2 年) 1 (如果维护周期为 3 年)
HFT	0
PFD (如果每年执行一次功能测试)	$4.10 \cdot 10^{-3}$
SFF	90%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8515 FIT
λ_{DU}	932 FIT
订购号 130B1137	

8.8 制动电阻器

8.8.1 制动电阻器

在使用电动机进行制动的应用中，电动机中会产生能量，并且该能量被送回变频器中。如果不能将此能量传回电动机，则会使变频器的直流回路电压增加。在制动频繁和/或具有高惯量负载的应用中，这种情况可能导致变频器发生过压跳闸，并最终使其关闭。此时可以使用制动电阻器来消耗再生制动所产生的过多能量。在选择该电阻器时需要考虑其欧姆值、功率消耗率以及其物理尺寸。Danfoss 提供了一系列专为其变频器设计的电阻器，在*如何订购*一节中可以找到相应的订购号。

8.9 LCP 远程安装套件

8.9.1 LCP 远程安装套件

通过使用远程安装套件，可将本地控制面板移到机柜的正面。机箱为 IP65。固定螺钉必须使用最大不超过 1 Nm 的转矩拧紧。

技术数据	
机箱:	IP 65 前面板
和设备之间的电缆最大长度:	3 m
通讯标准:	RS 485

订购号 130B1113

130BA138.10

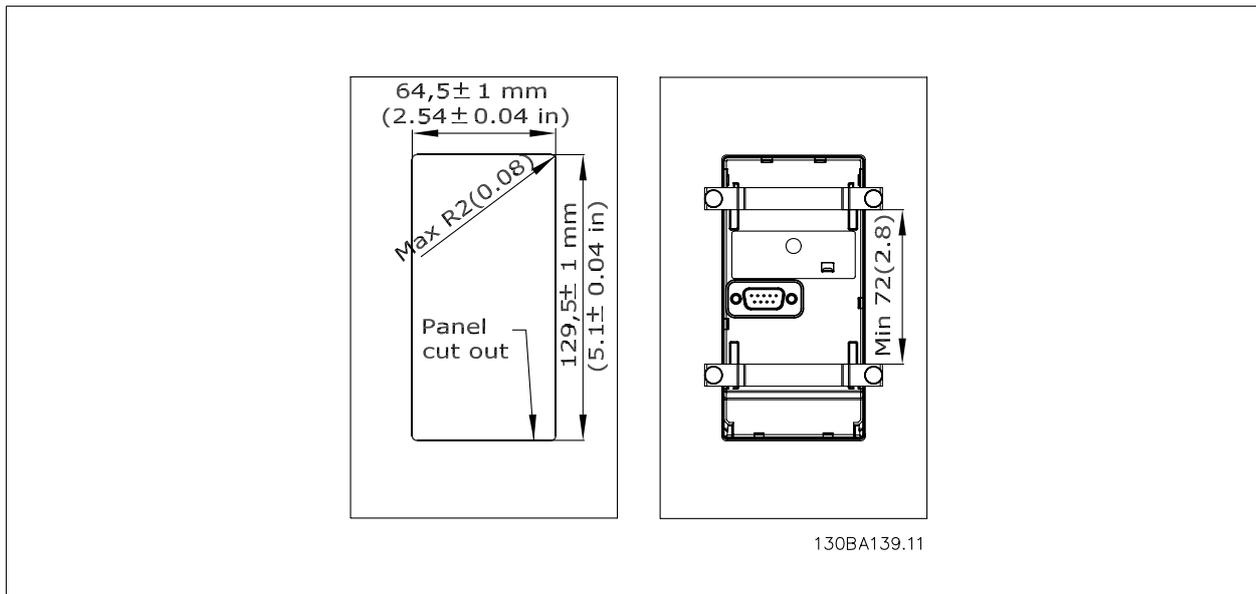
图 8.4: LCP 套件, 包括图形化 LCP、固定件、3 米长电缆和衬垫。

订购号 130B1114

130BA200.10

图 8.5: LCP 套件, 包括数字式 LCP、固定件和衬垫。

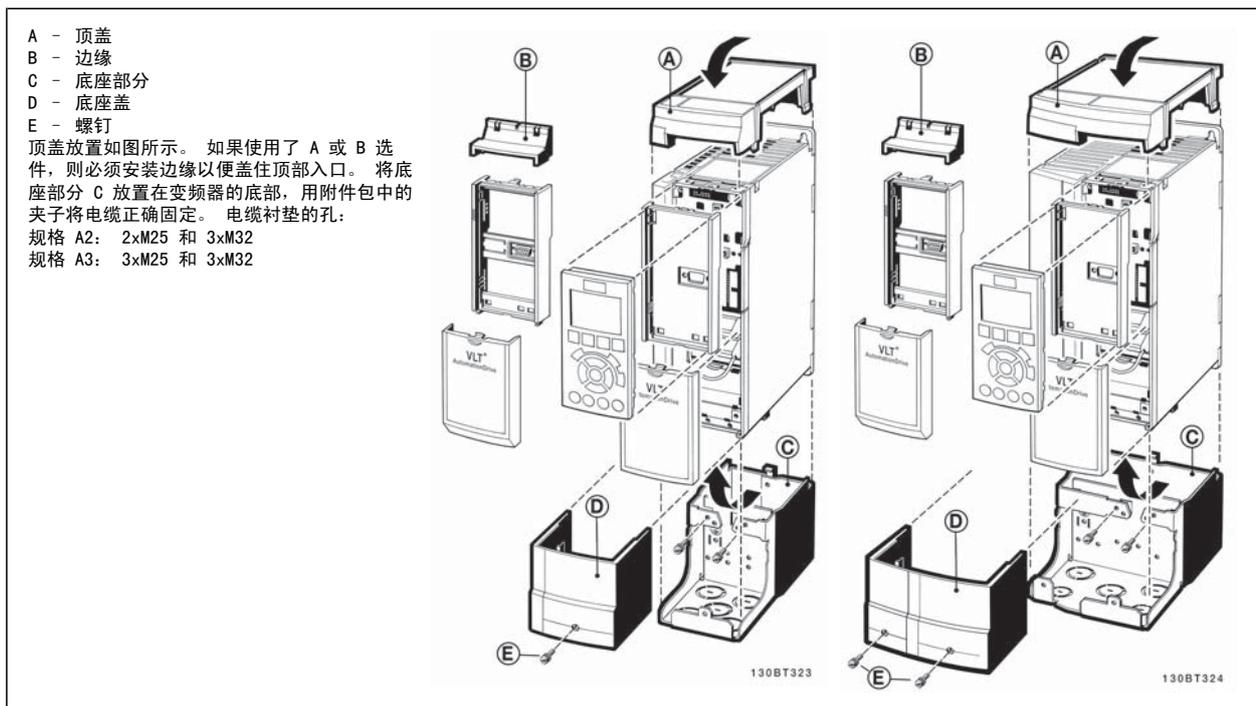
此外还提供了不含 LCP 的 LCP 套件。订购号: 130B1117



8.10 IP 21/IP 4X/TYPE 1 机箱套件

IP 20/IP 4X top/TYPE 1 是可选的机箱配件，适用于 IP 20 紧凑型设备。
通过该机箱套件，可将 IP 20 设备升级到符合机箱 IP 21/4X top/TYPE 1。

IP 4X 顶盖适用于所有标准的 IP 20 FC 30X 型号。



8.11 正弦波滤波器

当电动机由变频器控制时，电动机会发出共振噪声。该噪声源于电动机的设计，每当激活变频器中的逆变器开关时都会发生此现象。共振噪声的频率与变频器的开关频率相对应。

对于 FC 300 系列变频器，Danfoss 可以提供用于消除电动机噪声的正弦波滤波器。

该滤波器可以减小电动机电压、峰值负载电压 U_{PEAK} 以及脉动电流 ΔI 的加速时间，从而让电流和电压变得几乎呈正弦状。这样，电动机的声源性噪声便可以降低到最低程度。

正弦波滤波器线圈中的脉动电流也会导致一些噪声。通过将滤波器放到机柜或类似环境中，可以解决此问题。

9 RS-485 安装和设置

9.1 RS-485 安装和设置

9.1.1 概述

RS-485 是一种兼容多分支网络拓扑的二线总线接口，也就是说，节点可以用总线方式连接，也可以借助公共干线的下垂电缆来连接。一个网络段总共可以连接 32 个节点。

各个网络段靠中继器隔开。请注意，安装在一个网络段中的中继器将充当该网络段的一个节点。连接在给定网络中的每个节点必须拥有在所有网络段中都具有唯一性的节点地址。

可以使用变频器的端接开关 (S801) 或偏置端接电阻网络实现每个网络段两端的端接。总线接线必须始终采用屏蔽的双绞线 (STP)，并且遵守通用的最佳安装实践。

非常重要的一点是，在每个节点处都要保持屏蔽接地的低阻抗性（包括在高频下）。通过增大屏蔽层的接地面积，例如借助电缆夹或导电的电缆连接装置，可以实现这一点。为了使整个网络保持相同的地电位，可能需要采用电势均衡电缆，在使用了长电缆的系统中尤其如此。

为避免阻抗不匹配，请始终在整个网络中使用同一类型的电缆。将电动机连接至变频器时，务必要使用屏蔽的电动机电缆。

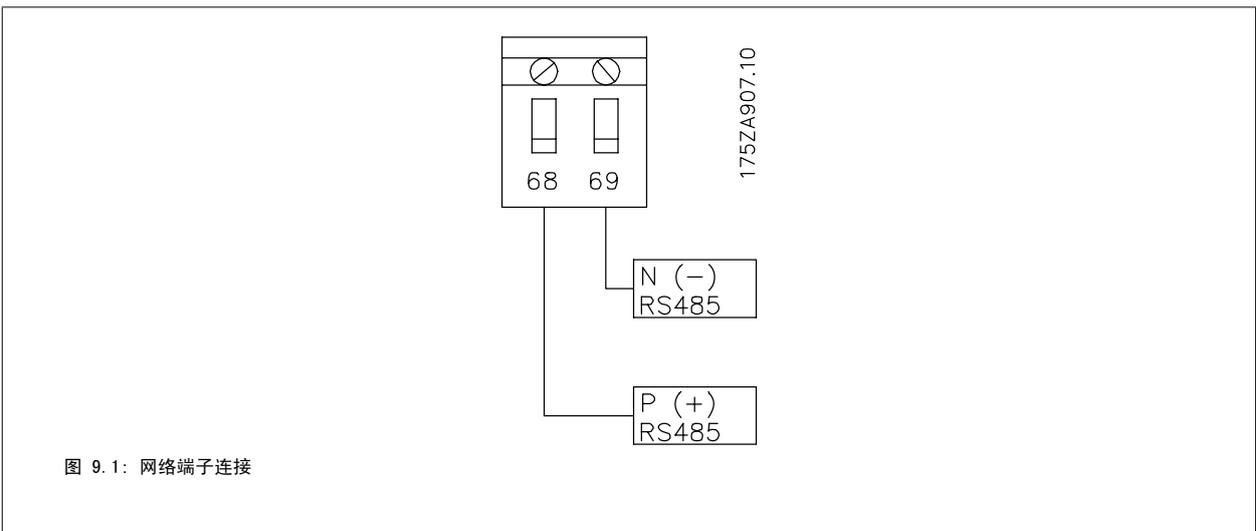
电缆：屏蔽的双绞线 (STP)
阻抗：120 欧姆
电缆长度：最长长度为 1200 米（包括分支线路）
工作站之间的最远距离为 500 米

9.1.2 网络连接

按下述方式将变频器连接至 RS-485 网络（另请参阅图解）：

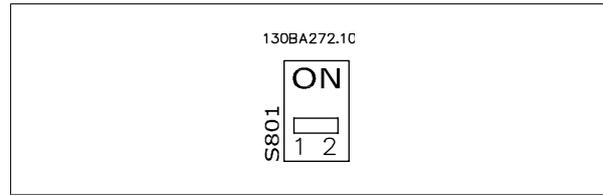
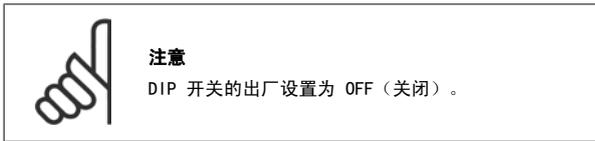
1. 将信号线连接至变频器主控制板的 68 (P+) 和 69 (N-) 号端子上。
2. 将电缆屏蔽连接到电缆夹上。

注意
为了降低导体之间的噪声，建议采用屏蔽的双绞线电缆。



9.1.3 RS 485 总线端接

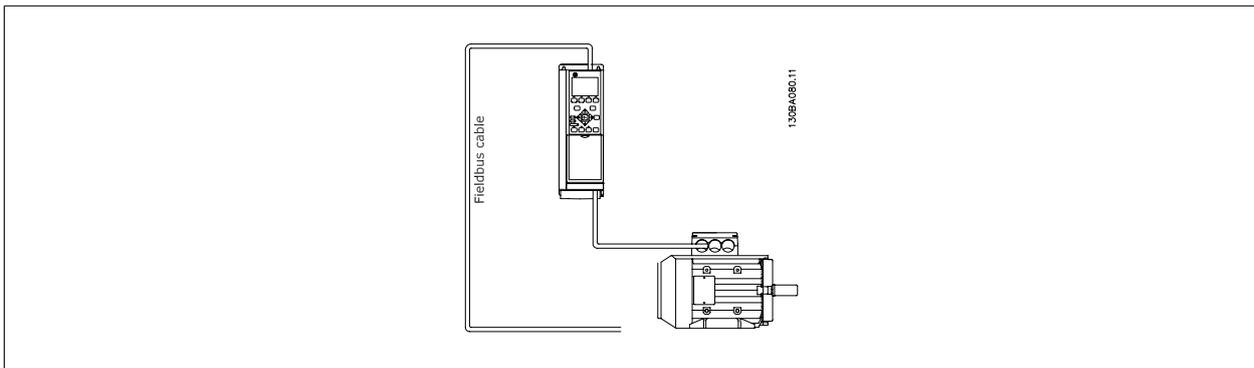
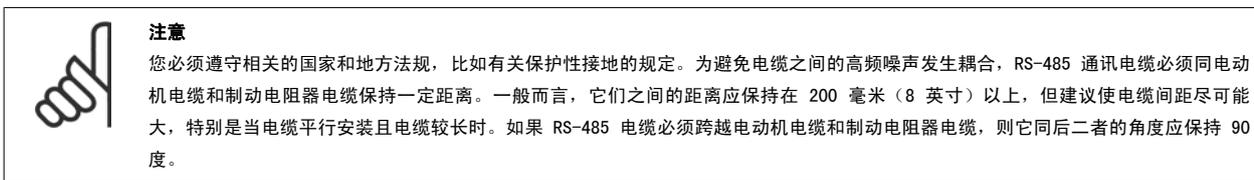
使用变频器主控制板上的端接器 DIP 开关来端接 RS-485 总线。



端接器开关的出厂设置

9.1.4 EMC 防范措施

为了让 RS-485 网络的运行不受干扰，建议采取以下 EMC 防范措施。



FC 协议（也称为 FC 总线或标准总线）是 Danfoss 变频器的标准现场总线。它定义了一种符合主-从原理的访问技术来实现串行总线通讯。最多可以将一个主站和 126 个从站连接至总线。主站通过报文中的地址字符来选择各个从站。如果没有事先请求，从站自身不会传输任何消息。此外，各个从站之间无法直接传送消息。通讯以半双工模式进行。不能将主站的功能转移到另一节点上（单主站系统）。

物理层是 RS-485，因此需要利用变频器内置的 RS-485 端口。FC 协议支持不同的报文格式：用于过程数据的 8 字节短格式以及包含一个参数通道的 16 字节长格式。此外还有用于文本的第三种报文格式。

9.3 网络配置

9.3.1 FC 300 变频器设置

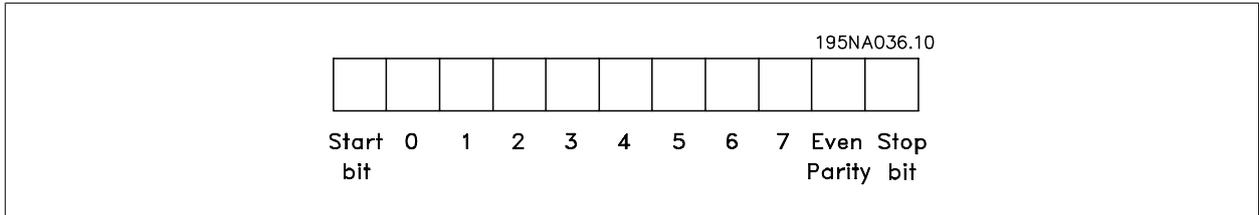
要为变频器启用 FC 协议，请设置下述参数。

参数号	参数名称	设置
8-30	协议	FC
8-31	地址	1 - 126
8-32	波特率	2400 - 115200
8-33	奇偶校验/停止位	偶校验, 1 个停止位 (默认)

9.4 FC 协议消息帧结构 - FC 300

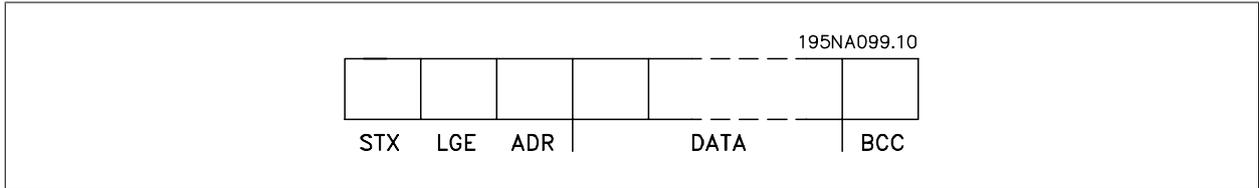
9.4.1 字符 (字节) 的内容

每个字符的传输都是从该字符的起始位开始。随后传输 8 个数据位，对应一个字节。每个字符都由一个奇偶校验位进行保护。当该位符合奇偶校验时 (即 8 个数据位和该奇偶校验位中的 1 的个数在总体上相等时)，它被设为“1”。字符以停止位作为结束，因此，一个字符共包括 11 位。



9.4.2 电报结构

每个报文都以起始字符 (STX) = 02 (十六进制) 开始，之后分别是表示报文长度的字节 (LGE) 和表示变频器地址的字节 (ADR)。再以后是若干数据字节 (数量不定，具体取决于电报的类型)。电报以数据控制字节 (BCC) 作为结束。



9.4.3 报文长度 (LGE)

电报长度是数据字节、地址字节 ADR 以及数据控制字节 BCC 三者的字节数之和。

- 如果报文有 4 个数据字节，则该报文的长度为 $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ 个字节
- 如果报文有 12 个数据字节，则该报文的长度为 $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ 字节
- 如果报文含有文本，则该报文的长度为 $10^{1) + n}$ 字节

1) 10 表示固定字符数，而“n”是可变的 (取决于文本的长度)。

9.4.4 变频器地址 (ADR)

有两种不同的地址格式可供使用。

变频器的地址范围或者为 1-31，或者为 1-126。

1. 地址格式 1-31:

位 7 = 0 (使用 1-31 的地址格式)

位 6 不使用

位 5 = 1: 广播、地址位 (0-4) 不使用

位 5 = 0: 没有广播

位 0-4 = 变频器地址 1-31

2. 地址格式 1-126:

位 7 = 1 (使用 1-126 的地址格式)

位 0-6 = 变频器地址 1-126

位 0-6 = 0 广播

从站在对主站的响应报文中会原封不动地将地址字节发回。

9.4.5 数据控制字节 (BCC)

校验和是以 XOR 函数形式计算的。收到报文的第一个字节之前，所求出的校验和为 0。

9.4.6 数据字段

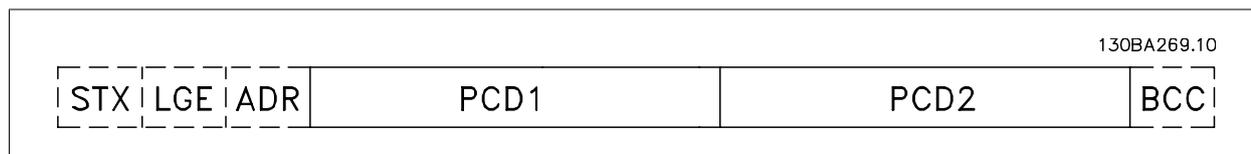
数据块的结构取决于报文类型。有三种报文类型，每种类型都同时适用于控制报文（由主到从）和响应报文（由从到主）。

这三种类型的报文是：

过程块 (PCD)：

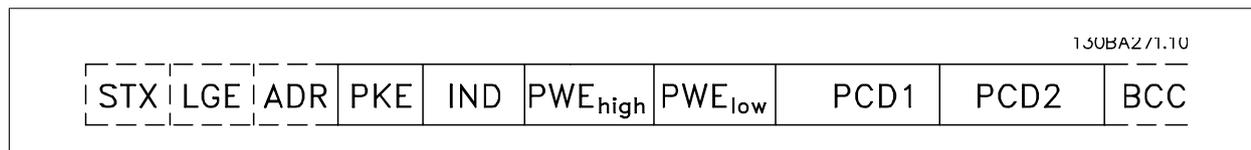
PCD 由 4 个字节 (2 个字) 的数据块组成，其中包括：

- 控制字和参考值 (由主到从)
- 状态字和当前输出频率 (由从到主)。



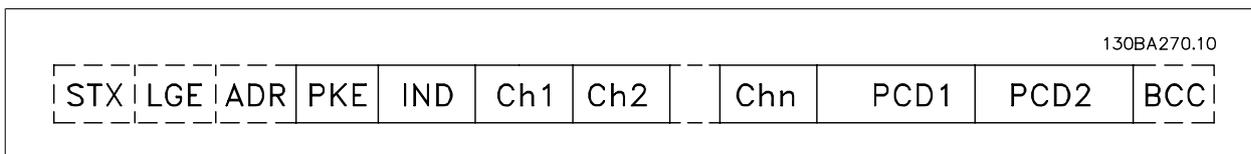
参数块：

参数块用于在主站和从站之间传输参数。数据块由 12 个字节 (6 个字) 组成，并且还包含过程块。



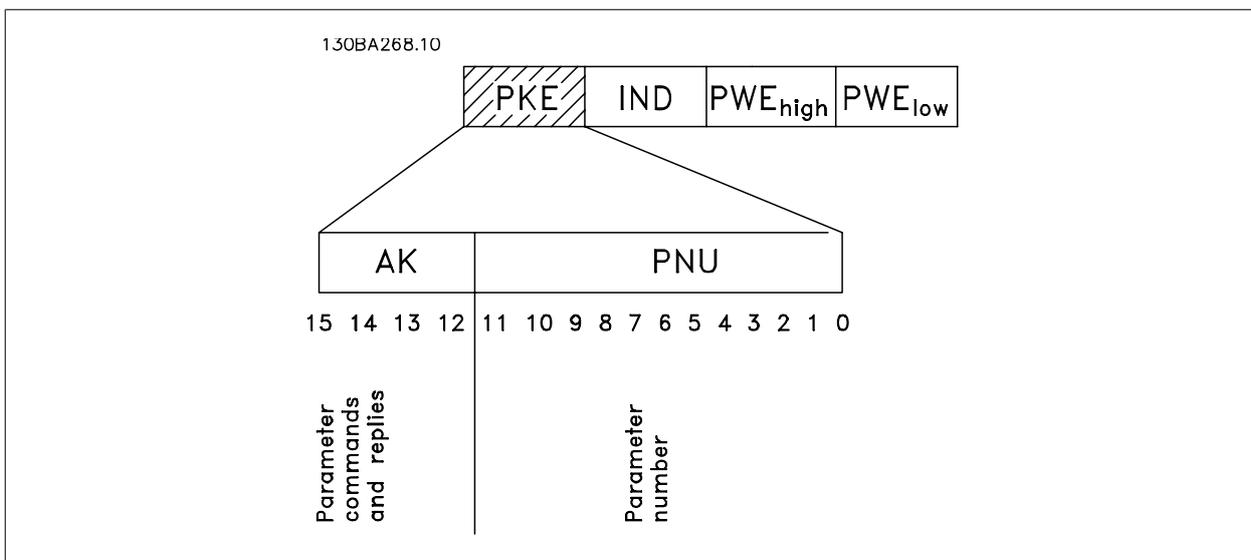
文本块:

文本块用于通过数据块读取或写入文本。



9.4.7 PKE 字段

PKE 字段包含 2 个子字段: 参数命令和响应 AK, 以及参数号 PNU:



第 12-15 位用于传输参数命令 (由主到从) 和将从站处理过的响应传回主站。

主 → 从的参数命令				
位编号				参数命令
15	14	13	12	
0	0	0	0	无命令
0	0	0	1	读取参数值
0	0	1	0	将参数值写入 RAM (字)
0	0	1	1	将参数值写入 RAM (双字)
1	1	0	1	将参数值写入 RAM 和 EEprom (双字)
1	1	1	0	将参数值写入 RAM 和 EEprom (字)
1	1	1	1	读/写文本

从 → 主的响应				
位编号				响应
15	14	13	12	
0	0	0	0	无响应
0	0	0	1	传输的参数值 (字)
0	0	1	0	传输的参数值 (双字)
0	1	1	1	命令无法执行
1	1	1	1	传输的文本

如果命令无法执行，从系统会发送这样的响应：

0111 命令无法执行

- 并在参数值（PWE）中给出下述故障报告：

PWE 低（十六进制）	故障报告
0	使用的参数号不存在
1	对定义的参数没有写访问权限
2	数据值超出了参数的容许范围
3	所使用的下标索引不存在
4	参数不是数组类型
5	数据类型与定义的参数不匹配
11	在变频器的当前模式下无法更改所定义参数的数据。某些参数只有在电动机关闭的情况下才能被更改
82	对定义的参数没有总线访问权限
83	由于已选择了出厂设置，因此不能更改数据

9.4.8 参数号（PNU）

第 0-11 位用于传输参数号。在编程指南的参数说明中定义了有关参数的功能。

9.4.9 索引（IND）

同时使用索引和参数号，可以对具有索引的参数（如参数 15-30 *错误代码*）进行读/写访问。索引包含 2 个字节，1 个低位字节和 1 个高位字节。



注意

只有低位字节可作为索引使用。

9.4.10 参数值（PWE）

参数值块由 2 个字（4 个字节）组成，其值取决于定义的命令（AK）。当 PWE 块不包含任何值时，主站会提示您输入参数值。要更改某个参数值（写操作），请将新值写入 PWE 块中，然后从主站将相关消息发送到从站。

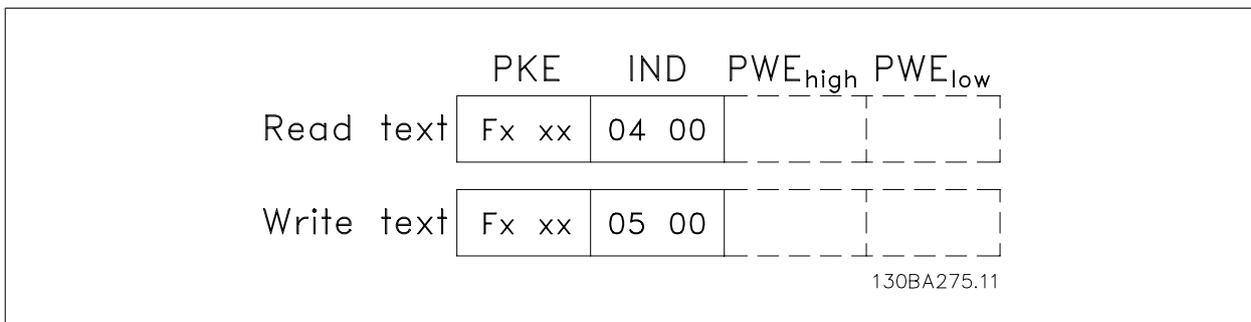
如果从站对参数请求（读命令）作出了响应，PWE 块中的当前参数值将被传回给主站。如果参数包含的是几个数据选项而不是数字值（如在参数 0-01 语言中，[0] 对应于英语，而 [4] 对应于丹麦语），则可以通过在 PWE 块中输入这些数据值来选择相应的值。请参阅示例 - 选择数据值。串行通讯只能读取包含数据类型 9（文本字符串）的参数。

参数 15-40 到 15-53 包含数据类型 9。

例如，可以读取参数 15-40 *FC 类型* 中的设备规格和主电源供电电压范围。在传输（读）文本字符串时，报文的长度是可变的，因为文本具有不同的长度。报文长度在报文的第二个字节 LGE 中定义。使用文本传输时，可以用索引字符表明这是一个读命令还是一个写命令。

要通过 PWE 块读取文本，请将参数命令（AK）设为“F”（十六进制）。索引字符的高位字节必须为“4”。

某些参数含有可通过串行总线写入的文本。要通过 PWE 块写入文本，请将参数命令（AK）设为“F”（十六进制）。索引字符的高位字节必须为“5”。



9.4.11 FC 300 支持的数据类型

“无符号”数据类型，即在电报中没有运算符。

数据类型	说明
3	16 位整数
4	32 位整数
5	8 位无符号整数
6	16 位无符号整数
7	32 位无符号整数
9	文本字符串
10	字节字符串
13	时差
33	预留
35	位序列

9.4.12 转换

有关各个参数的不同属性，请参阅“出厂设置”部分。参数值只能以整数形式传输。因此，在传输小数时需要使用转换因数。

参数 4-12 电动机速度下限的转换因数为 0.1。

若要将最小频率预置为 10 Hz，则要传输的值应为 100，因为转换因数为 0.1，这表示所传输的值将被乘以 0.1。因此，如果传输的值为 100，将被认为是 10.0。

转换表	
转换索引	转换因数
74	0.1
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

9.4.13 过程字 (PCD)

过程字的数据块分为两个部分，各有 16 位，它们总是按照所定义的顺序出现。

PCD 1	PCD 2
控制报文（主⇒从控制字）	引用值
控制报文（从⇒主）状态字	当前的输出频率

9.5 示例

9.5.1 写入参数值

将参数 4-14 电动机速度上限 [Hz] 改为 100 Hz。

将数据写入 EEPROM。

PKE = E19E (十六进制) - 在参数 4-14 电动机速度上限 [Hz] 中写入单字。

IND = 0000 (十六进制)

PWEHIGH = 0000 (十六进制)

PWELOW = 03E8 (十六进制) - 数据值 1000, 对应于 100 Hz, 请参阅“转换”。

相应的报文如下:

130BAU92.1U			
E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

注意: 参数 4-14 是一个单字, 用于在 EEPROM 中写入的参数命令为“E”。参数号 414 用十六进制表示为 19E。

从站到主站的响应将是:

130BAU93.1U			
119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

9

9.5.2 读取参数值

读取参数 3-41 斜坡 1 加速时间的值。

PKE = 1155 (十六进制) - 读取参数 3-41 斜坡 1 加速时间的参数值

IND = 0000 (十六进制)

PWEHIGH = 0000 (十六进制)

PWELOW = 0000 (十六进制)

如果参数 3-41 斜坡 1 加速时间的值为 10 秒, 从站到主站的响应将是:

130BAU94.1U			
1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

130BA267.10			
1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

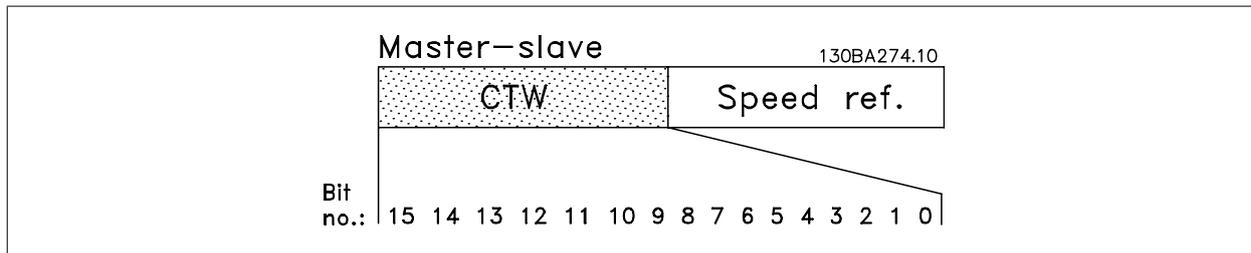


注意

3E8 (十六进制) 对应于 1000 (十进制)。参数 3-41 的转换索引为 -2, 即 0.01。

9.6 Danfoss FC 控制协议

9.6.1 同 FC 结构对应的控制字（参数 8-10 = FC 结构）



位	位值 = 0	位值 = 1
00	参考值	外部选择低位
01	参考值	外部选择高位
02	直流制动	加减速
03	惯性运动	非惯性运动
04	快速停止	加减速
05	保持输出频率	使用加减速
06	加减速停止	启动
07	无功能	复位
08	无功能	点动
09	加减速 1	加减速 2
10	数据无效	数据有效
11	无功能	激活继电器 01
12	无功能	激活继电器 02
13	参数设置	选择低位
14	参数设置	选择高位
15	无功能	反向

关于控制位的说明

位 00/01

使用位 00 和 01，可以根据下表选择在参数 3-10 预置参考值中预置的四个参考值：

预置参考值	参数	位 01	位 00
1	3-10 [0]	0	0
2	3-10 [1]	0	1
3	3-10 [2]	1	0
4	3-10 [3]	1	1

注意
通过在参数 8-56 预置参考值选择中进行选择，可以定义位 00/01 如何同数字输入的对应功能进行门运算。

位 02. 直流制动：

如果位 02 = “0”，则将导致直流制动和停止。可分别在参数 2-01 直流制动电流和参数 2-02 直流制动时间中设置制动电流和持续时间。位 02 = ‘1’ 表示要加减速。

位 03. 惯性停车：

位 03 = “0”：变频器会立即“释放”电动机（关闭输出晶体管），从而使电动机惯性运转直至停止。位 03 = “1”：如果满足其他启动条件，变频器将启动电动机。

注意
通过在参数 8-50 选择惯性停车中进行选择，可以定义位 03 如何同数字输入的对应功能进行门运算。

位 04, 快速停止:

位 04 = “0”：使电动机减速，直至停止（减速时间在参数 3-81 *快停减速时间*中设置）。

位 05, 保持输出频率

位 05 = “0”：锁定当前的输出频率（单位为 Hz）。只能通过将数字输入（参数 5-10 到 5-15）设置为*加速*和*减速*来更改锁定的输出频率。

**注意**

如果激活锁定输出功能，则只有用下述方式才能使变频器停止运转：

- 位 03 惯性停止
- 位 02 直流制动
- 被设置为*直流制动*、*惯性停车*或*复位*和*惯性停车*的数字输入（参数 5-10 到 5-15）。

位 06, 加减速停止/启动:

位 06 = “0”：将导致停止。这期间，电动机会根据所选择的减速参数进行减速，直至停止。位 06 = “1”：如果满足其他启动条件，将允许变频器启动电动机。

**注意**

通过在参数 8-53 *启动选择*中进行选择，可以定义位 06（加减速停止/启动）如何同数字输入的对应功能进行门运算。

位 07, 复位: 位 07 = “0”：不复位。位 07 = “1”：将跳闸复位。复位是在信号的前端被激活的，即从逻辑“0”变为逻辑“1”时。

位 08, 点动:

位 08 = “1”：输出频率由参数 3-19 *点动速度*决定。

位 09, 选择加减速 1/2:

位 09 = “0”：启用加减速 1（参数 3-40 到 3-47）。位 09 = “1”：启用加减速 2（参数 3-50 到 3-57）。

位 10, 数据无效/数据有效:

通知变频器使用或忽略控制字。位 10 = “0”：忽略控制字。位 10 = “1”：使用控制字。由于不论电报类型为何，电报始终都包含控制字，因此该功能具有普遍意义。如果在更新或读取参数时不想使用控制字，可将控制字关闭。

位 11, 继电器 01:

位 11 = “0”：不激活继电器。位 11 = “1”：如果在参数 5-40 *继电器功能*中选择了*控制字位 11*，则激活继电器 01。

位 12, 继电器 04:

位 12 = “0”：不激活继电器 04。位 12 = “1”：如果在参数 5-40 *继电器功能*中选择了*控制字位 12*，则激活继电器 04。

位 13/14, 菜单选择:

使用位 13 和 14，可根据下表在四种菜单设置之间进行选择：

菜单	位 14	位 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

只有在参数 0-10 *有效菜单*中选择了*多重菜单*，才能使用该功能

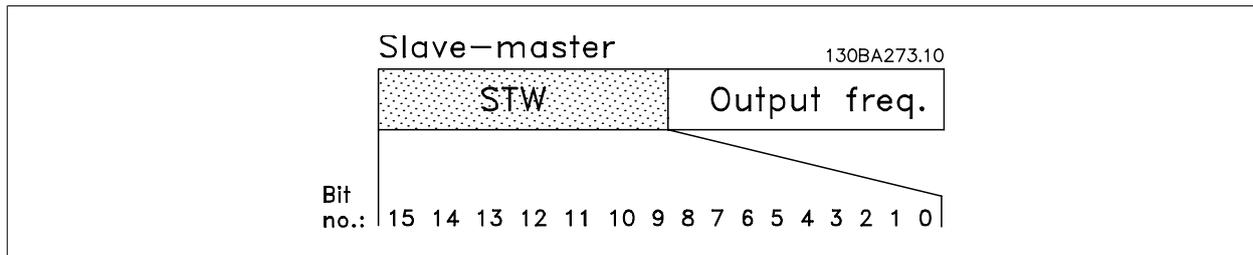
**注意**

通过在参数 8-55 *菜单选择*中进行选择，可以定义位 13/14 如何同数字输入的对应功能进行门运算。

位 15, 反转:

位 15 = “0”：不反转。位 15 = “1”：反向 默认设置下，反转功能在参数 8-54 *反转选择*中被设为数字方式。只有在选择了串行通讯、逻辑或或逻辑与时，位 15 才能导致反向。

9.6.2 同 FC 结构 (STW) 对应的状态字 (参数 8-10 = FC 结构)



位	位 = 0	位 = 1
00	控制未就绪	控制就绪
01	变频器未就绪	变频器就绪
02	惯性运动	启用
03	无错误	跳闸
04	无错误	错误 (无跳闸)
05	预留	-
06	无错误	锁定性跳闸
07	无警告	警告
08	速度 ≠ 参考值	速度 = 参考值
09	本地运行	总线控制
10	超出频率极限	频率极限正常
11	无功能	运行
12	变频器正常	停止, 自动启动
13	电压正常	过压
14	转矩正常	过转矩
15	定时器正常	超时

关于状态位的说明

位 00, 控制未就绪/就绪:

位 00 = “0”: 此后变频器将跳闸。 位 00 = “1”: 变频器控制系统已就绪, 但不一定已为电源单元供电 (针对控制系统外接 24 V 电源的情形)。

位 01, 变频器就绪:

位 01 = “1”: 变频器已作好运行准备, 但通过数字输入或串行通讯激活了惯性停车命令。

02 位, 惯性停车:

位 02 = “0”: 变频器释放电动机。 位 02 = “1”: 变频器通过启动命令启动电动机。

位 03, 无错误/跳闸:

位 03 = “0”: 变频器不在故障模式下。 位 03 = “1”: 此后变频器将跳闸。 要恢复运行, 请按 [Reset] (复位)。

位 04, 无错误/错误 (无跳闸):

位 04 = “0”: 变频器不在故障模式下。 位 04 = “1”: 变频器显示了一个错误, 但没有跳闸。

位 05, 未使用:

在状态字中不使用位 05。

位 06, 无错误/锁定性跳闸:

位 06 = “0”: 变频器不在故障模式下。 位 06 = “1”: 变频器跳闸, 并且被锁定。

位 07, 无警告/警告:

位 07 = “0”: 没有警告。 位 07 = “1”: 发生一个警告。

位 08, 速度 ≠ 参考值/速度 = 参考值:

位 08 = “0”: 电动机正在运行, 但其当前速度与预置的速度参考值不同。 例如, 在启动/停止期间加减速时, 可能出现这种情形。 位 08 = “1”: 电动机速度符合预置的速度参考值。

位 09. 本地运行/总线控制:

位 09 = “0”：在控制单元上激活了 [STOP/RESET] (停止/复位)，或者在参数 3-13 *参考值位置* 中选择了 *本地控制*。不能通过串行通讯来控制变频器。位 09 = “1”：可以通过现场总线/串行通讯来控制变频器。

位 10. 超出频率极限:

位 10 = “0”：输出频率达到参数 4-11 *电动机速度下限* 或参数 4-13 *电动机速度上限* 中的值。位 10 = “1”：输出频率在定义的极限范围内。

位 11. 无功能/运行:

位 11 = “0”：电动机未运行。位 11 = “1”：变频器有启动信号，或者输出频率大于 0 Hz。

位 12. 变频器正常/已停止, 将自动启动:

位 12 = “0”：逆变器不存在短时过热现象。位 12 = “1”：逆变器因为过热而停止，但设备并未跳闸，因此一旦温度恢复正常，仍可继续工作。

位 13. 电压正常/超过极限:

位 13 = “0”：没有电压警告。位 13 = “1”：变频器中间电路的直流电压过低或者过高。

位 14. 转矩正常/超过极限:

位 14 = “0”：电动机电流低于在参数 4-18 *电流极限* 中选择的转矩极限。位 14 = “1”：超过了参数 4-18 *电流极限* 中的转矩极限。

位 15. 定时器正常/超过限制:

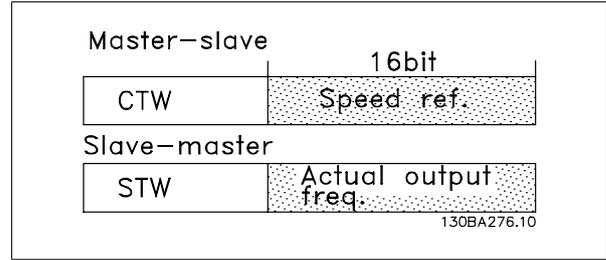
位 15 = “0”：电动机热保护和热保护的计时器尚未超过 100%。位 15 = “1”：其中的一个定时器超过了 100%。

**注意**

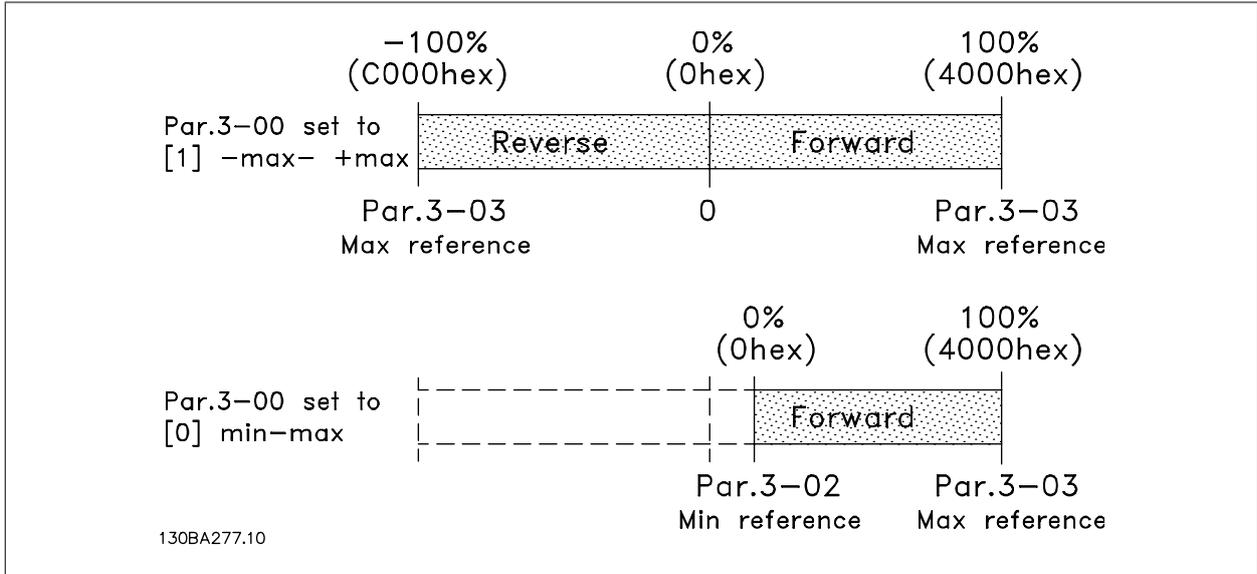
如果 Interbus 选件和变频器之间的连接丢失，或者发生内部通讯问题，则 STW 中的所有位都将被设为“0”。

9.6.3 总线速度参考值

速度参照值以一个以 % 表示的相对值传送给变频器。该值用一个 16 位字的整数 (0-32767) 格式传输； 如果值为 16384 (4000 [十六进制])，则表示 100%。 负数借助 2 的补码表示。 实际输出频率 (MAV) 与总线参考值的标定方式相同。



参考值和 MAV 的标定方式如下：



9.6.4 PROFIdrive 控制结构

本节介绍了 PROFIdrive 结构中控制字和状态字的功能。通过将参数 8-10 控制字格式设为“PROFIdrive”，可以选择此结构。

9.6.5 同 PROFIdrive 结构对应的控制字 (GTW)

控制字用于从主系统（例如 PC）向从系统发送命令。

位	位 = 0	位 = 1
00	关闭 1	打开 1
01	关闭 2	打开 2
02	关闭 3	打开 3
03	惯性停车	非惯性停车
04	快速停止	加减速
05	保持频率输出	使用加减速
06	加减速停止	启动
07	无功能	复位
08	点动 1 关闭	点动 1 打开
09	点动 2 关闭	点动 2 打开
10	数据无效	数据有效
11	无功能	减速
12	无功能	升速
13	参数设置	选择低位
14	参数设置	选择高位
15	无功能	反向

9

关于控制位的说明

位 00, 关闭 1/打开 1

正常减速停止（使用实际所选减速的减速时间）。

当位 00 = “0” 时，如果输出频率为 0 Hz，并且在参数 5-40 继电器功能中选择了 [继电器 123]，则将导致停止，并且激活输出继电器 1 或 2。

当位 00 = “1” 时，表明变频器处于状态 1 中：“禁止打开”。

请参考本节末尾的 PROFIdrive 状态切换图。

位 01, 关闭 2/打开 2:

惯性停止

当位 01 = “0” 时，如果输出频率为 0 Hz，并且在参数 5-40 继电器功能中选择了 [继电器 123]，则将导致停止，并且激活输出继电器 1 或 2。

当位 01 = “1” 时，表明变频器处于状态 1 中：“禁止打开”。请参考本节末尾的 PROFIdrive 状态切换图。

位 02, 关闭 3/打开 3:

使用参数 3-81 快停减速时间中的减速时间快速停止。当位 02 = “0” 时，如果输出频率为 0 Hz，并且在参数 5-40 继电器功能中选择了 [继电器 123]，则将导致快速停止，并且激活输出继电器 1 或 2。

当位 02 = “1” 时，表明变频器处于状态 1 中：“禁止打开”。

请参考本节末尾的 PROFIdrive 状态切换图。

位 03, 惯性停车/不惯性停车

惯性停止，如果位 03 = “0”，将导致停止。当位 03 = “1” 时，变频器可以启动（如果其他启动条件满足的话）。



注意

在参数 8-50（选择惯性停车）中的选择确定了位 03 如何同数字输入上的对应功能发生关系。

位 04, 快速停止/斜坡减速停车

使用参数 3-81 快停减速时间中的减速时间快速停止。

如果位 04 = “0”，则发生快速停止。

当位 04 = “1” 时，变频器可以启动（如果其他启动条件满足的话）。

注意
在参数 8-51 *快速停止选择* 中的选择确定了位 04 如何同数字输入上的对应功能发生关系。

位 05. 保持输出频率/使用加减速

当位 05 = “0” 时，将维持当前的输出频率（即使参考值已被修改）。

当位 05 = “1” 时，变频器可以重新执行其调节功能；此时将按照各自的参考值执行操作。

位 06. 斜坡停止/启动

正常减速停止（使用实际所选减速的减速时间）。此外，如果输出频率为 0 Hz，并且在参数 5-40 *继电器功能* 中选择了“继电器 123”，则还将激活输出继电器 01 或 04。如果位 06 = “0”，将导致停止。当位 06 = “1” 时，变频器可以启动（如果其他启动条件满足的话）。

注意
在参数 8-53 *启动选择* 中的选择确定了位 06 如何同数字输入上的对应功能发生关系。

位 07. 无功能/复位

关闭后复位。

确认故障缓冲中的事件。

如果位 07 = “0”，则不执行复位。

如果位 07 以斜坡方式变为“1”，则在关闭后执行复位。

位 08. 点动 1 关/开

激活在参数 8-90 *总线点动 1 速度* 中预置的速度。仅当位 04 = “0” 并且位 00 - 03 = “1” 时，才能使用“点动 1”。

位 09. 点动 2 关/开

激活在参数 8-91 *总线点动 2 速度* 中预置的速度。仅当位 04 = “0” 并且位 00 - 03 = “1” 时，才能使用“点动 2”。

位 10. 数据无效/数据有效

用于通知变频器是使用还是忽略控制字。如果位 10 = “0”，则忽略控制字；如果位 10 = “1”，则使用控制字。该功能相当重要，因为不论使用哪种类型的电报，在电报中总会含有控制字，也就是说，如果在更新或读取参数时不想使用控制字，可关闭控制字。

位 11. 无功能/减速

用于按照在参数 3-12 *加速/减速值* 中指定的幅度值减小速度参考值。如果位 11 = “0”，则不对参考值进行任何修改。如果位 11 = “1”，则减小参考值。

位 12. 无功能/升速

用于按照在参数 3-12 *加速/减速值* 中指定的幅度值增大速度参考值。

如果位 12 = “0”，则不对参考值进行任何修改。

如果位 12 = “1”，则增大参考值。

如果同时激活了减速和加速功能（位 11 和 12 = “1”），减速功能将优先，也就是说，将减小速度参考值。

位 13/14. 菜单选择

位 13 和 14 用于选择四个参数菜单（根据下表）：

只有在参数 0-10（有效菜单）中选择了多重菜单，才能使用该功能在参数 8-55 *菜单选择* 中的选择确定了位 13 和 14 如何同数字输入上的对应功能发生关系。只有在参数 0-12 *此菜单连接到* 中对菜单进行了关联，才能在运行期间更改菜单。

菜单	位 13	位 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

位 15, 无功能/反转

位 15 = “0” 表示不反向。

如果位 15 = “1”，则反向。

注意：出厂设置下，反向功能在参数 8-54 反向选择中被设为数字输入。

**注意**

只有在选择了串行通讯，逻辑或或逻辑与时，位 15 才能导致反向。

9.6.6 同 PROFIdrive 结构对应的状态字 (STW)

状态字用于向主控制器（例如 PC）通知从系统的状态。

位	位 = 0	位 = 1
00	控制未就绪	控制就绪
01	变频器未就绪	变频器就绪
02	惯性停车	启用
03	无错误	跳闸
04	关闭 2	打开 2
05	关闭 3	打开 3
06	可以启动	不能启动
07	无警告	警告
08	速度 ≠ 参考值	速度 = 参考值
09	本地运行	总线控制
10	超出频率极限	频率极限正常
11	无功能	运行
12	变频器正常	已停止，将自动启动
13	电压正常	过压
14	转矩正常	过转矩
15	定时器正常	超时

关于状态位的说明**位 00, 控制未就绪/就绪**

如果位 00 = “0”，则控制字的位 00、01 或 02 为 “0”（对应于“关闭 1”、“关闭 2”或“关闭 3”），或者变频器已关闭（跳闸）。

如果位 00 = “1”，则表明变频器控制已就绪，但不一定已为电源单元供电（针对控制系统外接 24 V 电源的情形）。

位 01, VLT 未就绪/就绪

意义同位 00 相同，只不过已为电源单元供电。变频器已就绪，只等接收启动信号。

位 02, 惯性停车/启用

如果位 02 = “0”，则控制字的位 00、01 或 02 为 “0”（对应于“关闭 1”、“关闭 2”或“关闭 3”或惯性停车），或者变频器已关闭（跳闸）。

如果位 02 = “1”，则控制字的位 00、01 或 02 为 “1”，变频器未跳闸。

位 03, 无错误/跳闸

当位 03 = “0” 时，表明变频器没有错误情况。

当位 03 = “1” 时，表明变频器已跳闸。要让变频器启动，首先必须给出复位信号。

位 04, 打开 2/关闭 2

当控制字的位 01 为 “0” 时，则位 04 = “0”。

当控制字的位 01 为 “1” 时，则位 04 = “1”。

位 05, 打开 3/关闭 3

当控制字的位 02 为“0”时，则位 05 = “0”。

当控制字的位 02 为“1”时，则位 05 = “1”。

位 06. 可以启动/不能启动

如果在参数 8-10 *控制字格式*中选择了“PROFIdrive”，则在确认关闭之后、激活“关闭 2”或“关闭 3”之后以及在打开主电源后，位 06 将为“1”。

如果控制字的位 00 被设为“0”，并且位 01、02 和 10 被设为“1”，该位将恢复为“不能启动”。

位 07. 无警告/警告

位 07 = “0”表示没有警告。

位 07 = “1”表示有警告发生。

位 08. 速度 ≠ 参考值/速度 = 参考值

如果位 08 = “0”，则表明电动机的当前速度与所设置的速度参考值不同。例如，在以加速/减速方式启动/停止期间，速度将发生变化，此时会出现这种情形。

如果位 08 = “1”，则表明电动机的当前速度符合所设置的速度参考值。

位 09. 本地运行/总线控制

如果位 09 = “0”，则表示已通过控制面板上的停止开关使变频器停止，或者在参数 3-13 *参考值位置*中选择了 [联接到手动] 或 [本地]。

如果位 09 = “1”，则表示可通过串行接口控制变频器。

位 10. 超出频率范围/频率范围正常

如果位 10 = “0”，则输出频率超过了在参数 4-11 *电动机速度下限 (rpm)* 和参数 4-13 *电动机速度上限 (rpm)* 中设置的极限。如果位 10 = “1”，则表明变频器在指定的极限范围内。

位 11. 未运行/运行

如果位 11 = “0”，则表明电动机未运行。

如果位 11 = “1”，则表示变频器有启动信号，或者输出频率大于 0 Hz。

位 12. 变频器正常/已停止，将自动启动

如果位 12 = “0”，则表明逆变器没有发生短时过载。

如果位 12 = “1”，则表明逆变器已由于过载而停止。但变频器并未被关闭（跳闸），它会在过载情况结束后重新启动。

位 13. 电压正常/过压

如果位 13 = “0”，则表明没有超出变频器的电压限制。

如果位 13 = “1”，则表示变频器中间电路的直流电压过低或者过高。

位 14. 转矩正常/过转矩

如果位 14 = “0”，则电动机转矩低于在参数 4-16 *电动时转矩极限*和参数 4-17 *发电时转矩极限*中选择的极限。如果位 14 = “1”，则表明超过了在参数 4-16 *电动时转矩极限*或参数 4-17 *发电时转矩极限*中选择的极限。

位 15. 定时器正常/超时

如果位 15 = “0”，则表明电动机热保护和变频器热保护的定时器尚未超过 100%。

如果位 15 = “1”，则表明其中的某个定时器已超过 100%。

索引

A

Ama 124, 140

C

Ce 合格声明和标志 12

D

Devicenet 5, 76

E

Elcb 继电器 111

Emc 测试结果 34

Emc 规定 (89/336/eec) 12, 13

Etr 128

F

Fc 结构 167

I

Ip 21/type 1 机箱套件 156

It 主电源 112

L

Lcp 6, 9, 20, 155

P

PeLv - 保护性超低压 35

Plc 135

Profibus 5, 76

R

Rcd 9, 36

Rs 485 总线连接 129

Rs-485 159

U

Usb 连接 119

V

VvcpIus 10, 18

VvcpIus 模式下的内部电流控制 20

VvcpIus 模式下的静态过载 42

—

一般考虑事项 90

一般警告 5

不

不符合 UI 115

中

中间电路 39, 42, 64

串

串行通讯 8, 62

主

主电源	10, 47, 54, 55, 56
主电源 (I1, L2, L3)	59
主电源干扰	136
主电源接线	114
主电源断电	42
主电源连接	100, 102

产

产品定制软件	73
--------	----

什

什么是“ce 合格声明和标志”?	12
------------------	----

传

传导性干扰	34
-------	----

低

低压规定 (73/23/eec)	12
低速运行时降容	71

使

使用符合 Emc 规范的电缆	134
----------------	-----

保

保护	13, 35, 36, 115
保护与功能	59
保持输出频率	168
保险丝	115
保险装置	107

冷

冷却	96
冷却条件	88
冷却能力	71

制

制动功率	8, 40
制动功能	39
制动时间	167
制动电缆	113
制动电阻器	37, 155
制动电阻器连线	41

升

升速/降速	22
升高时间	64

去

去耦板	103
-----	-----

参

参考值极限	22
-------	----

反

反馈	19
----	----

同

同 Profidrive 结构对应的控制字 (ctw)	172
同 Profidrive 结构对应的状态字 (stw)	174

启

启动/停止	137
-------	-----

在

在低气压时降容	70
在使用长的或大横截面积的电动机电缆时降容	71

基

基本接线示例	120
--------	-----

墙

墙面安装 - Ip21 (nema 1) 和 Ip54 (nema 12) 设备	97
--	----

声

声源性噪音	64
-------	----

处

处理说明	11
------	----

外

外接 24 V 直流电源	153
外接 24 伏直流电源的安装	106
外部风扇电源	115

安

安全事项	11
安全停止	43
安全性要求	35
安全接地	132

定

定义	6
----	---

射

射频干扰开关	112
--------	-----

屏

屏蔽/铠装	122
屏蔽/铠装控制电缆的接地	135
屏蔽电缆	112

并

并排安装	88
------	----

开

开关 S201、s202 和 S801	123
开关频率	123
开关频率:	107

惯

惯性停车	6, 167, 169
惯性力矩	42

拆

拆除外接电缆的挡板	99
-----------	----

振

振动	14
----	----

接

接地	111, 135
接地漏电流	36, 132

控

控制卡, +10 V 直流输出	62
控制卡, 24 V 直流输出	61
控制卡, rs 485 串行通讯	61
控制卡, usb 串行通讯	63
控制卡性能	62
控制字	167
控制特性	62
控制电缆	121, 122, 132
控制电缆的布线	106
控制端子	119

效

效率	63
----	----

数

数字输入 - 端子 X30/1-4	145
数字输入:	59
数字输出	61
数字输出 - 端子 X30/6, 7	146

智

智能逻辑控制	42
--------	----

本

本地 (手动启动) 和远程 (自动启动) 控制	20
-------------------------	----

机

机械制动	40
机械安装	88, 90
机械安装 - A、b 和 C 型机箱	87, 90
机械尺寸	83
机械规定 (98/37/eec)	12
机电制动	139

极

极端运行条件	42
--------	----

根

根据环境温度降低额定值	65
-------------	----

模

模拟和脉冲参照值和反馈值标定	23
模拟输入	8, 60
模拟输入 - 端子 X30/11, 12	146
模拟输入端	8
模拟输出	61
模拟输出 - 端子 X30/8 8	146

正

正弦波滤波器 105, 108, 157

死

死区 23

气

气流 96

涉

涉及内容 12

漏

漏电断路器 36, 136

漏电流 36

点

点动 7, 168

热

热敏电阻 10

状

状态字 169

环

环境 62

现

现场总线连接 106

电

电位计参考值 138

电动机 59

电动机产生的过压 42

电动机保护 128

电动机参数 140

电动机旋转 129

电动机旋转方向 129

电动机热保护 43, 129, 170

电动机电压 64

电动机电缆 112, 122, 132

电动机自动调整 140

电动机输出 59

电动机连接 103

电动机铭牌 124

电动机额定速度 7

电压水平 59

电气安装 119, 121, 122

电气安装 - A、b 和 C 机箱 98

电气安装 - D 和 E 型机箱 105

电气安装 - Emc 预防措施 132

电气端子 121

电源连接 107

电缆 135

电缆位置 92

电缆夹 132, 135

电缆的屏蔽 122

电缆的屏蔽: 107

电缆的长度和横截面积	59
电缆长度和横截面积	123
电缆长度和横截面积:	107
直	
直流制动	167
直流总线连接	125
相	
相位	42
短	
短路 (电动机相间短路)	42
磁	
磁通矢量	19
空	
空气湿度	13
空间	90
端	
端子位置	91, 93
端子转矩	112
等	
等势电缆	135
线	
线缆	107
线缆通道	90
继	
继电器输出	61
继电器连接	127
编	
编码器反馈	17
缩	
缩略语	6
背	
背部冷却	96
脉	
脉冲/编码器输入	60
脉冲启动/停止	137
腐	
腐蚀性环境	13
自	
自动电动机识别 (ama)	124

订

订购单型号代码	74
订购号	73
订购号: 制动电阻器	77
订购号: 正弦波滤波器模块, 525-600 Vac	82
订购号: 谐波滤波器	80
订购号: 选件和附件	76
订购号: 正弦波滤波器模块, 200-500 Vac	81

访

访问控制端子	118
--------	-----

谐

谐波滤波器	80
-------	----

负

负载共享	113
------	-----

起

起步转矩	7
起重机械制动	41

转

转矩	112
转矩控制	17
转矩极限和停止的编程	139
转矩特性	59

软

软件版本	76
------	----

辐

辐射性干扰	34
-------	----

输

输出性能 (u, V, W)	59
----------------	----

过

过程 Pid 控制	28
-----------	----

进

进行输出切换	42
--------	----

通

通过电位计的电压参照值	138
通过自动调整确保性能	71

速

速度 Pid	17, 18
速度 Pid 控制	26

遮

遮护板安装	98
-------	----

铝

铝导体	123
-----	-----

铭

铭牌数据	124
------------	-----

锁

锁定参照值	22
锁定输出	6

零

零周围的死区	23
--------------	----

顺

顺时针方向旋转	129
---------------	-----

预

预置参照值和总线反馈值的标定	22
----------------------	----

风

风道冷却	96
------------	----

高

高压测试	130
------------	-----