



设计指南

VLT[®] HVAC Drive FC 102

1.1-90 kW



目录

1 如何阅读本设计指南	6
2 简介： VLT® HVAC Drive	10
2.1 安全性	10
2.2 CE 标志	11
2.3 空气湿度	11
2.4 腐蚀性环境	12
2.5 振动	12
2.6 安全关闭转矩	12
2.7 优点	18
2.8 控制结构	31
2.9 关于 EMC 的一般问题	39
2.10 流电绝缘 (PELV)	44
2.11 接地漏电电流	44
2.12 制动功能	45
2.13 极端运行条件	47
3 选项	49
3.1 选件和附件	49
3.1.1 安装插槽 B 中的选件模块	49
3.1.2 通用 I/O 模块 MCB 101	50
3.1.3 数字输入 - 端子 X30/1-4	51
3.1.4 模拟电压输入 - 端子 X30/10-12	51
3.1.5 数字输出 - 端子 X30/5-7	51
3.1.6 模拟输出 - 端子 X30/5+8	51
3.1.7 继电器选件 MCB 105	52
3.1.8 24 V 备用选件 MCB 107 (选件 D)	54
3.1.9 模拟 I/O 选件 MCB 109	55
3.1.10 PTC 热敏电阻卡 MCB 112	56
3.1.11 传感器输入选件 MCB 114	59
3.1.11.1 订购代号和所含部件	59
3.1.11.2 电气和机械规格	59
3.1.11.3 电气连线	60
3.1.12 LCP 远程安装套件	60
3.1.13 IP21/IP41/ 类型 1 机箱套件	61
3.1.14 IP 21/Type 1 机箱套件	61
3.1.15 输出滤波器	63
4 如何订购	64
4.1 订购单	64

4.2 订购号	66
5 机械安装	76
5.1 机械安装	76
5.1.1 机械安装的安全要求	76
5.1.2 机械尺寸	77
5.1.3 附件包	79
5.1.4 机械安装	80
5.1.5 现场安装	81
6 电气安装	82
6.1 连接 – 机箱类型 A、B 和 C	82
6.1.1 转矩	82
6.1.2 拆除外接电缆的挡板	83
6.1.3 主电源连接和接地	83
6.1.4 电机连接	85
6.1.5 继电器连接	92
6.2 熔断器和断路器	93
6.2.1 熔断器	93
6.2.2 建议	93
6.2.3 符合 CE 标准	94
6.2.4 熔断器表	94
6.3 断路器和接触器	102
6.4 其它电动机信息	103
6.4.1 电动机电缆	103
6.4.2 电动机热保护	103
6.4.3 电动机并联	103
6.4.4 电动机旋转方向	105
6.4.5 电动机绝缘	105
6.4.6 电动机轴承电流	106
6.5 控制电缆和端子	106
6.5.1 访问控制端子	106
6.5.2 控制电缆的布线	107
6.5.3 控制端子	108
6.5.4 开关 S201、S202 和 S801	108
6.5.5 电气安装，控制端子	108
6.5.6 基本接线示例	109
6.5.7 电气安装，控制电缆	110
6.5.8 继电器输出	111
6.6 附加连接	112
6.6.1 直流总线连接	112

6.6.2 负载共享	112
6.6.3 制动电缆的安装	112
6.6.4 如何将 PC 连接到变频器	112
6.6.5 PC 软件	113
6.6.6 MCT 31	113
6.7 安全性	113
6.7.1 高压测试	113
6.7.2 接地	113
6.7.3 安全接地	114
6.7.4 符合 ADN 规范的安装	114
6.8 符合 EMC 规法的安装	114
6.8.1 电气安装 - EMC 预防措施	114
6.8.2 使用符合 EMC 规范的电缆	116
6.8.3 屏蔽型控制电缆的接地	116
6.8.4 射频干扰开关	117
6.9 漏电断路器	117
6.10 最终设置和测试	117
7 应用示例	119
7.1 应用示例	119
7.1.1 启动/停止	119
7.1.2 脉冲启动/停止	119
7.1.3 电位计参考值	120
7.1.4 自动电动机调整 (AMA)	120
7.1.5 智能逻辑控制	120
7.1.6 智能逻辑控制编程	120
7.1.7 SLC 应用范例	121
7.1.8 多泵控制器	123
7.1.9 泵切入和变频泵轮换	123
7.1.10 系统状态和运行	124
7.1.11 恒速泵/变速泵接线图	124
7.1.12 变频泵轮换接线图	124
7.1.13 多泵控制器接线图	125
7.1.14 启动/停止条件	125
8 安装和设置	126
8.1 安装和设置	126
8.2 FC 协议概述	127
8.3 网络配置	128
8.4 FC 协议消息帧结构	128
8.4.1 字符 (字节) 的内容	128

8.4.2 报文结构	128
8.4.3 报文长度 (LGE)	128
8.4.4 变频器地址 (ADR)	128
8.4.5 数据控制字节 (BCC)	129
8.4.6 数据字段	129
8.4.7 PKE 字段	130
8.4.8 参数号 (PNU)	130
8.4.9 索引 (IND)	130
8.4.10 参数值 (PWE)	130
8.4.11 变频器支持的数据类型	131
8.4.12 转换	131
8.4.13 过程字 (PCD)	131
8.5 示例	131
8.5.1 写入参数值	131
8.5.2 读取参数值	132
8.6 Modbus RTU 概述	132
8.6.1 前提条件	132
8.6.2 用户应具备的知识	132
8.6.3 Modbus RTU 概述	132
8.6.4 带有 Modbus RTU 的变频器	133
8.7 网络配置	133
8.8 Modbus RTU 消息帧结构	133
8.8.1 带有 Modbus RTU 的变频器	133
8.8.2 Modbus RTU 消息结构	133
8.8.3 启动/停止字段	134
8.8.4 地址字段	134
8.8.5 功能字段	134
8.8.6 数据字段	134
8.8.7 CRC 检查字段	134
8.8.8 线圈寄存器编址	134
8.8.9 如何控制变频器	135
8.8.10 Modbus RTU 支持的功能代码	135
8.8.11 Modbus 异常代码	136
8.9 如何访问参数	136
8.9.1 参数处理	136
8.9.2 数据存储	136
8.9.3 IND	136
8.9.4 文本块	136
8.9.5 转换因数	136
8.9.6 参数值	136

8.10 示例	137
8.10.1 读取线圈状态 (01 [十六进制])	137
8.10.2 强制/写入单个线圈 (05 [十六进制])	137
8.10.3 强制/写入多个线圈 (0F [十六进制])	138
8.10.4 读取保持寄存器 (03 [十六进制])	138
8.10.5 预置单个线圈 (06 [十六进制])	139
8.10.6 预置多个寄存器 (10 [十六进制])	139
8.11 Danfoss FC 控制协议	140
8.11.1 同 FC 结构对应的控制字 (8-10 控制行规= FC 结构)	140
8.11.2 与 FC 协议对应的状态字 (STW) (8-10 控制行规= FC 协议)	141
8.11.3 总线速度参考值	142
9 一般规范和疑难解答	143
9.1 主电源表	143
9.2 一般规范	152
9.3 效率	156
9.4 声源性噪音	156
9.5 电动机峰值电压	157
9.6 特殊条件	161
9.6.1 降容的目的	161
9.6.2 根据环境温度降低额定值	161
9.6.3 根据环境温度的降容 - 机箱类型 A	161
9.6.4 根据环境温度降容 - 机箱类型 B	162
9.6.5 根据环境温度降容 - 机箱类型 C	163
9.6.6 通过自动调整确保性能	164
9.6.7 在低气压时降容	164
9.6.8 低速运行时降容	165
9.7 疑难解答	166
9.7.1 报警字	170
9.7.2 警告字	171
9.7.3 扩展状态字	172
索引	178

1 如何阅读本设计指南



表 1.1 软件版本

本出版物含有 Danfoss 专有的信息。用户接受和使用本手册，即表示用户同意仅将本文所含信息用于操作 Danfoss 设备，或者用于操作其他供应商提供的用于通过串行通讯线路同 Danfoss 设备通讯的设备。本出版物受丹麦和其它大多数国家/地区的版权法保护。

对根据本手册的说明开发的软件程序，Danfoss 不保证它在每一物理、硬件或软件环境中都能正常工作。

尽管 Danfoss 对本手册的内容进行了测试和检查，但 Danfoss 对本文档不作任何明确或隐含的保证或表示，包括其质量、效能或针对特定目的的适用性。

对使用或无法使用本手册所含的信息而引发的直接、间接、特定、偶然或因果性损害，即使已声明了发生这些损害的可能性，Danfoss 也不负任何责任。尤其是，Danfoss 对任何损失概不负责，这包括（但不限于）利润或收入损失；设备损坏或丢失、计算机程序丢失、数据丢失而导致的损失以及弥补成本；或第三方主张的任何赔偿要求。

Danfoss 保留随时修订该出版物的权利，可能不作事先通知便修改其内容，并且在进行此类修订或更改时没有通知前期用户或当前用户的任何义务。

- 设计指南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。
- 编程指南提供了有关如何编程的信息，并且包括完整的参数说明。
- 应用说明，温度降容指南
- 使用 MCT 10 设置软件操作手册，用户可以从基于 Windows™ 的 PC 环境配置变频器。
- Danfoss VLT® Energy Box 软件请访问 www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions 然后选择“PC 软件下载”
- VLT® HVAC DriveBACnet，操作手册
- VLT® HVAC Drive Metasys，操作手册
- VLT® HVAC Drive FLN，操作手册

Danfoss 印刷技术资料可从当地的 Danfoss 销售部或以下述在线方式获得：

www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm

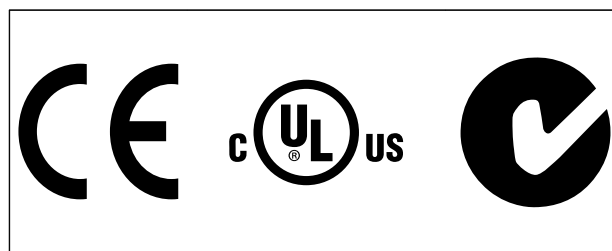


表 1.2

变频器符合 UL508C 温度存储要求。有关更多信息，请参考章 6.4.2 电动机热保护

本文档中使用了下述符号。



表明某种潜在危险情况，将可能导致死亡或严重伤害。



表明某种潜在危险情况，将可能导致轻度或中度伤害。这还用于防范不安全的行为。



表示重要信息，包括可能导致设备或财产损害的情况。

交流电	AC
美国线规	AWG
安培/AMP	安培 /AMP
电机自动整定	AMA
电流极限	I_{LIM}
摄氏度	°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
马力	hp
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
额定电机电流	$I_{M,N}$
额定电机频率	$f_{M,N}$
额定电机功率	$P_{M,N}$
额定电机电压	$U_{M,N}$
永磁电机	PM 电机
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
反馈端子	再生
秒	秒
电机同步速度	n_s
转矩极限	T_{LIM}
伏特	V
最大输出电流	$I_{VLT,MAX}$
变频器提供的额定输出电流	$I_{VLT,N}$

表 1.3 缩略语

1.1.1 定义

变频器：

 $I_{VLT,MAX}$

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 可以通过 LCP 和数字输入来启动/停止相连电动机。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、惯性运动停止、复位和惯性停止、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

表 1.4 功能组

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）。

 $n_{M,N}$

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

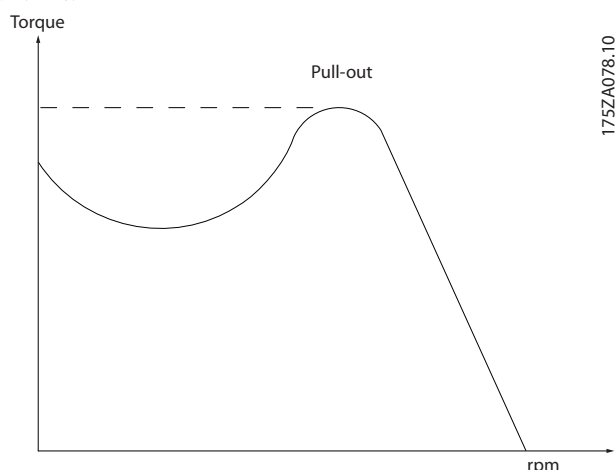


图 1.1 最小启动转矩

 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

启动命令属于第 1 组的控制命令 - 请参阅表 1.4。

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。

总线参考值

传输到串行通讯端口（FC 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。3-03 最大参考值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。中设置的最小参考值 3-02 最小参考值

其他：

高级矢量控制

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。

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

用于螺杆式和涡旋式制冷压缩机的恒定转矩特性。

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 2 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。

继电器输出端子

变频器带有两个可编程的继电器输出。

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。

GLCP

图形化本地控制面板（LCP102）

正在初始化

如果执行了初始化（14-22 工作模式），变频器的可编程参数将恢复为默认设置。

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）由一个可对变频器进行控制和编程的全面型接口组成。该 LCP 可拆卸，并可以安装在距变频器 3 米以内的地方，即借助安装套件选件安装在前面板中。

LCP 有 2 种版本：

- 数字式 LCP101（NLCP）
- 图形化 LCP102（GLCP）

低位 (lsb)

最小有效位。

MCM

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

高位 (msb)

最大有效位。

NLCP

数字式本地控制面板 LCP101

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。按 [OK] (确定) 键以激活对脱机参数所做的更改。

PID 控制器

PID 控制器可调节输出频率，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。

RCD

漏电断路器。

设置

将参数设置保存在四个菜单中。可在这 4 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

称为 SFAVM (面向定子通量的异步矢量调制) 的开关模式 (14-00 开关模式)。

滑差补偿

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

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。

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机、过程或机械装置时所进入的状态。只有当故障原由消失后，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锁定跳闸。

VT 特性

可变转矩特性用于泵和鼓风机。

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

开关模式称为 60° 异步矢量调制 (请参阅 14-00 开关模式)。

1.1.2 功率因数

功率因数表示 I_1 和 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：

$$= \frac{I_1 \times \cos\phi_1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \cos\phi_1 = 1$$

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，相同功率性能的 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小。

借助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

2 简介： VLT® HVAC Drive

2.1 安全性

2.1.1 安全说明

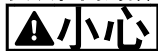


只要变频器与主电源相连，它就会带有危险电压。如果电机、变频器或现场总线安装不当，则可能导致死亡、严重人身伤害或设备损坏。因此，必须遵守本手册中的规定以及国家和地方的条例和安全规定。

安全规定

1. 在修理变频器前必须断开电网。检查电网确已断开，等待一段时间后再拔下电机和电源插头。
2. 变频器 LCP 上的 [Stop/Reset]（停止/复位）键不能将设备与电网断开，因此不能作为安全开关使用。
3. 对设备进行可靠的接地保护，防止使用者接触到电源，并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. 接地漏电电流高于 3.5 mA。
5. 通过 1-90 电动机热保护 可以设置电动机过载保护。如果需要使用此功能，请将 1-90 电动机热保护 设为与“[ETR 跳闸]”（默认值）或“[ETR 警告]”对应的数据值。注意：此功能可在 1.16 倍电动机额定电流和电动机额定频率时开始工作。对于北美市场：ETR 功能可以提供符合 NEC 规定的第 20 类电动机过载保护。
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）和外接 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。

安装在高海拔下



380-500 V，机箱类型 A、B 和 C：当海拔超过 2 km 时，请向 Danfoss 咨询 PELV 事宜。

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



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、或者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，必须始终点按 [Reset]（复位）键；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）以及用于节能运行的电动机连接。有关进一步的安全指导，请参考操作手册。

2.1.2 注意



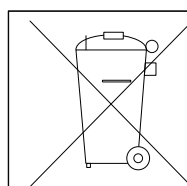
直流回路电容器在切断电源后仍有电。为避免触电危险，在执行维护之前请切断的主电源，并且必须至少等待下述时间后才能对变频器进行维护：

电压 [V]	最短等待时间（分钟）	
	4	15
200-240	1.1-3.7 kW	5.5-45 kW
380-480	1.1-7.5 kW	11-90 kW
525-600	1.1-7.5 kW	11-90 kW
525-690		11 - 90 kW

请注意，即使 LED 指示灯熄灭，直流回路上也可能存在高压。

表 2.1 放电时间

2.1.3 处理说明



装有电子元件的设备不能与生活垃圾一起处理。
必须按照地方现行法规将其与电气和电子废弃物一起单独回收。

2.2 CE 标志

2.2.1 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。变频器受三个欧盟指令的管辖：

机械指令（2006/42/EC）

配备集成安全功能的变频器现在需要遵守机械指令。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，并可根据客户的要求提供合格声明。无安全功能的变频器无需遵守机械指令。但是，如果变频器准备安装在机器上使用，那么我们可以提供与变频器相关的安全信息。

低压指令（2006/95/EC）

根据 1997 年 1 月 1 日的低压规范，变频器必须通过 CE 认证。这个规范适用于所有在 50–1000 V AC 和 75–1500 V DC 电压范围内工作的电气设备和装置。

Danfoss 根据此指令通过了 CE 认证，并可以根据要求提供合格声明。

EMC 指令（2004/108/EC）

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 指令从 1996 年 1 月 1 日生效。Danfoss 根据此指令通过了 CE 认证，并可以根据要求提供合格声明。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，Danfoss 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，Danfoss 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。

2.2.2 涉及内容

欧盟“应用委员会指导标准 2004/108/EC”介绍了使用变频器的三种典型场合。

1. 变频器直接销售给最终用户。这种情况下，变频器必须按照 EMC 规定带有 CE 标志。
2. 变频器作为系统的一部分进行销售。系统将作为整体销售，如空调系统。根据 EMC 规定，整个系统必须带有 CE 标志。厂商可通过对系统的 EMC 进行测试来确保符合 EMC 规定的 CE 认证要求。系统组件无需带有 CE 标志。
3. 所销售的变频器用于设备安装。比如由专业人员和安装的生产设备或加热/通风设备。根据 EMC 规定，变频器必须带有 CE 标志。完工的设备不得带有 CE 标志。当然，该系统必须符合规定的基本要求。这是通过使用带有符合 EMC 规定的 CE 标志的设备和系统来实现的。

2.2.3 Danfoss 变频器和 CE 标志

CE 标志旨在促进 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，请检查特定 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，Danfoss 就能保证它符合低压规范。发表了合格声明，Danfoss 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。

为帮助获得最佳的 EMC 效果，Danfoss 乐意提供其他类型的帮助。

2.2.4 符合 EMC 规定 2004/108/EC

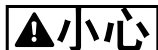
正如前文所述，变频器在各行业中多用作大型电气设备或系统的复杂组件。电气设备或系统最终能否符合 EMC 要求是安装公司的责任。为了帮助安装者，Danfoss 准备了有关动力驱动系统方面的 EMC 安装指导。如果按照符合 EMC 规范的安装说明进行安装，则可以实现所声明的动力驱动系统标准和测试水平。请参阅。

2.3 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。

2.4 腐蚀性环境

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。

IEC 60529 要求的保护等级

安全力矩停止功能只能安装在防护等级为 IP54 或更高的控制机柜（或等同环境）中，并且只能在这样的环境下工作。这是为了防止异物造成端子、连接器、引线和安全类电路之间的串扰故障和短路而要求的。

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。在这样的环境中，设备应采用 IP 54/55 级别的机箱。为了增强保护能力，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 54/55 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。



将变频器安装在腐蚀性环境中会增加停机风险，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。

D 和 E 型机箱的不锈钢暗道选件可以在腐蚀性环境中提供额外保护。变频器内部组件仍需要适当通风。有关附加信息，请与 Danfoss 联系。

2.5 振动

变频器已按照下列标准规定的步骤进行测试：

- IEC/EN 60068-2-6： 振动（正弦） - 1970
- IEC/EN 60068-2-64： 宽带随机振动

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。

2.6 安全关闭转矩

FC 102 可以执行规定的安全功能：安全关闭转矩（STO）（按照 EN IEC 61800-5-2 的定义¹⁾或停止类别 0（按照 EN 60204-12 的定义）。

在系统中集成并使用安全转矩停止功能之前，必须进行全面的风险分析，以确定安全转矩停止功能和安全水平是否适当且足够。其设计和认证标准符合下述要求：

- EN ISO 13849-1 的类别 3
- EN ISO 13849-1:2008 的性能水平 “d”
- IEC 61508 和 EN 61800-5-2 的 SIL 2 性能
- EN 62061 中的 SILCL 2

1) 有关安全关闭转矩 (STO) 功能的详细信息，请参考 EN IEC 61800-5-2。

2) 有关停止类别 0 和 1 的详细信息，请参考 EN IEC 60204-1。

安全转矩停止的激活和终止

要激活安全转矩停止 (STO) 功能，只需断开安全逆变器端子 37 上的电压。通过将安全逆变器连接到提供了安全延时的外接安全设备，可以让系统符合安全转矩停止类别 1 的要求。安全力矩转矩停止功能 FC 102 可用于异步、同步和永磁式电动机。请参阅 章 2.6.1 端子 37 安全力矩停止功能 中的示例。



在安装了安全转矩停止 (STO) 后，必须根据安全转矩停止试运行 章节中的规定执行调试。系统若要符合安全标准，则在最初安装和每次作出改动后，系统必须通过试运行测试。

安全转矩停止技术数据

下列值对应于不同类型的安全水平：

端子 37 的反应时间

- 最长反应时间： 20 ms

反应时间 = 将 STO 输入去能和关闭变频器输出桥之间的延迟。

EN ISO 13849-1 数据

- 性能水平 “d”
- MTTFd（平均无危险故障时间）： 14000 年
- DC（诊断覆盖范围）： 90%
- 类别 3
- 20 年寿命

EN IEC 62061、EN IEC 61508、EN IEC 61800-5-2 数据

- SIL 2 性能, SILCL 2
- PFH (单位小时的危险故障几率) = $1E-10/h$
- SFF (安全故障率) > 99%
- HFT (硬件故障承受力) = 0 (1001 架构)
- 20 年寿命

EN IEC 61508 低需求数据

- 1 年验证测试的 PFD 均值: $1E-10$
- 3 年验证测试的 PFD 均值: $1E-10$
- 5 年验证测试的 PFD 均值: $1E-10$

STO 功能无需维护。

采取安全措施, 比如只有具有相应技能的人员才能打开和在封闭机柜中安装。

SISTEMA 数据

Danfoss 通过一个数据库提供了功能安全数据。这些数据可用于 IFA (德国社会事故保险职业安全与健康研究所) 提供的 SISTEMA 计算工具, 或用于手工计算。这个库处于不断补充和扩展之中。

缩略语	参考值时)	说明
Cat.	EN ISO 13849-1	类别, “B, 1-4”
FIT		故障时间: $1E-9$ 小时
HFT	IEC 61508	硬件故障承受力: $HFT = n$, 即, $n+1$ 次故障可能造成安全功能丧失
MTTFd	EN ISO 13849-1	平均无危险故障时间。单位: 年
PFH	IEC 61508	单位小时的危险故障几率。这个值应在下述情况中测得: 安全设备在高需求 (通常每年超过一次) 或持续工作模式下工作, 与安全有关的系统的使用需求频率每年超过一次
PFD	IEC 61508	要求平均故障概率, 值用于低需求操作。
PL	EN ISO 13849-1	用于规定控制系统的安全部件在可预见情况下执行安全功能的能力的离散水平。水平 a-e
SFF	IEC 61508	安全故障率 [%]; 安全功能或子系统所发生的安全故障和检测到的危险故障在所有故障中的占比。
SIL	IEC 61508	安全保持水平
STO	EN 61800-5-2	安全关闭转矩
SS1	EN 61800-5-2	安全停止 1

表 2.2 与安全功能有关的缩略语

2.6.1 端子 37 安全力矩停止功能

FC 102 可以通过控制端子 37 提供安全转矩停止功能。安全力矩停止可以禁用变频器输出级的功率半导体的控制电压, 从而阻止生成为使电动机旋转而所要求的电压。当安全转矩停止 (T37) 被激活后, 变频器将发出报警、发生跳闸并使电动机惯性停车至停止。此后需要用手动方式重新启动。在急停情况下, 可以使用安全力矩停止功能将变频器停止。在正常工作模式下, 当无需安全力矩停止功能时, 请采用变频器的常规停止功能。采用自动重新启动时, 必须符合 ISO 12100-2 第 5.3.2.5 款的要求。

责任条件

用户须负责确保安装和使用安全转矩停止功能的人员:

- 阅读并理解与健康和安全/事故预防有关的安全规定
- 理解本文介绍的一般要求和安全指导以及设计指南中的附加说明
- 熟悉与特定应用有关的通常要求和安全标准

标准

在端子 37 上使用安全力矩停止功能时, 用户须符合所有安全规定, 包括相关法律、法规和准则的要求。可选的安全转矩停止功能符合下述标准。

IEC 60204-1: 2005 类别 0 - 不受控停止

IEC 61508: 1998 SIL2

IEC 61800-5-2: 2007 - 安全力矩停止 (STO) 功能

IEC 62061: 2005 SIL CL2

ISO 13849-1: 2006 类别 3 PL d

ISO 14118: 2000 (EN 1037) - 预防意外启动

要正确、安全地使用安全转矩停止功能, 仅靠 *操作手册* 中的信息和说明可能还不够。必须遵守相关 *设计指南* 中的有关信息和说明。

保护措施

- 安全工程系统只能由具备资质和技能的人员来安装和调试
- 设备必须安装在 IP54 机柜或等价的环境中。在特殊应用中, 可能要求更高的 IP 防护等级
- 端子 37 和外部安全设备之间的电缆必须根据 ISO 13849-2 表 D.4 的要求具备短路保护能力
- 如果电动机轴受到外力的影响 (比如悬挂负载), 则须采取额外措施 (比如安全夹持制动) 来避免危险

安全转矩停止安装和设置



安全转矩停止功能！

安全转矩停止功能不会切断变频器或辅助电路的主电源电压。对变频器的带电部件或电动机执行作业之前，务必切断主电源供电，并等待在本手册的安全内容下规定的时间。如果不切断设备的主电源供电，并等待规定的时间，将可能导致死亡或严重伤害。

- 不建议借助安全力矩停止功能来停止变频器。如果使用该功能来停止运行中的变频器，设备将跳闸并以惯性方式停止。如果这是不可接受的（比如因为危险），则在使用这种功能之前，必须采用适当停止方式来停止变频器和机械。根据应用的不同，有时可能必须采取机械制动。
- 对于异步和永磁电动机变频器，当有多个 IGBT 功率半导体发生故障时：尽管安全力矩停止功能会被激活，但变频器系统可能产生校准力矩，从而会使电动机轴最大转动 $180/P$ 度。其中 P 表示极对数量。
- 此功能适用于对变频器系统或在仅涉及机器的部位执行机械作业。它无法提供电气安全。此功能不能被作为一种启动和/或停止变频器的控制方式使用。

符合以下要求，以执行变频器的安全安装：

- 取下端子 37 与 12 或 13 之间的跳线。仅断开该跳线还不足以避免短路。（请参阅图 2.1 中的跳线。）
- 将一个提供常闭安全功能的外部安全监视继电器（必须符合该安全装置的说明）连接到端子 37（安全力矩停止）和端子 12 或 13（24 V 直流）。安全监视继电器须符合类别 3/PL “d”（ISO 13849-1）或 SIL 2（EN 62061）要求。

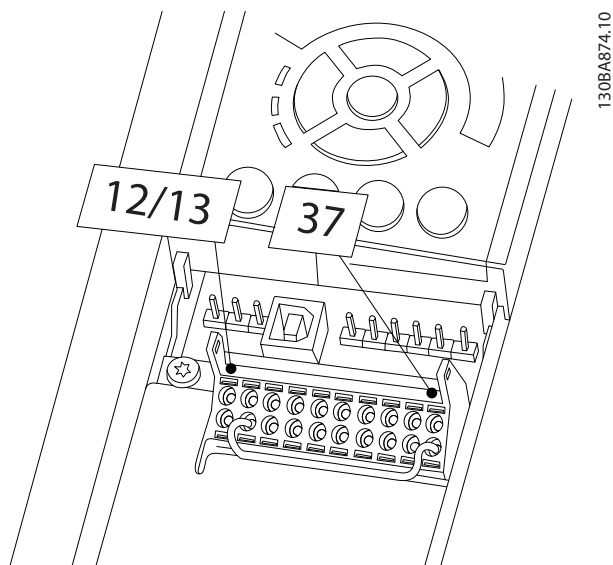


图 2.1 端子 12/13 (24 V) 与 37 之间的跳线

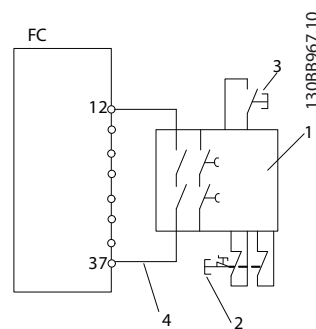


图 2.2 在安全类别 3/PL “d”（ISO 13849-1）或 SIL 2（EN 62061）基础上实现停止类别 0（EN 60204-1）。

1	安全继电器（类别 3, PL d 或 SIL2）
2	紧急停止按钮
3	复位按钮
4	短路保护电缆（如果不在 IP54 安装机柜内的话）

表 2.3 图 2.2 的图例

安全转矩停止试运行

完成安装后，请首先对使用安全转矩停止功能的系统执行试运行，然后再正式使用。另外，每当修改了系统后，都需要执行这样的测试。

STO 示例

当激活急停按钮时，安全继电器将判断急停按钮信号的真假，并触发变频器的 STO 功能（请参阅图 2.3）。此安全功能对应于 IEC 60204-1 规定的 0 类停止（不受控停止）。如果此功能在工作期间被触发，电动机在不受控方式下减速。电动机的电力被稳妥切断，因此不会再运动。对处于静止状态的设备，无需进行监视。如果预计存在外力作用，则采取额外措施，以稳妥防范任何可能运动（比如机械制动）。

注意

对于所有带有安全力矩停止功能的应用，务必要排除端子 37 的线路发生短路的可能。按 EN ISO 13849-2 D4 的规定，这可以借助受保护的线路（屏蔽或分隔）来实现。

SS1 示例

SS1 对应于受控停止，即 IEC 60204-1 规定的 1 类停止（请参阅图 2.4）。当激活安全停止功能时，将执行正常的受控停止。这可以通过端子 27 来激活。在外部安全模块上的安全延时届满后，将触发 STO，且端子 37 将被置为低。按照变频器中的配置进行减速。如果变频器在安全延时届满之后未被停止，则激活 STO 后，将使变频器发生惯性停车。

注意

在使用 SS1 功能时，不会处于安全目的而监视变频器的制动斜坡。

类别 4/PL e 应用示例

当安全控制系统在设计上要求 2 个通道时（以便 STO 功能能激活类别 4/PL e），一个通道可以用安全力矩停止端子 37（STO）来实现，另一个可用一个接触器来实现。此接触器可以连接到变频器的输入或输出功率电路中，并由安全继电器控制（请参阅图 2.5）。此接触器必须用一个辅助导向触点来监视，并连接至安全继电器的复位输入。

将安全力矩停止输入并联到一个安全继电器

如果需要通过一个安全继电器从同一控制线路控制多台变频器，可以直接连接安全转矩关闭输入端子 T37（STO）（请参阅图 2.6）。连接输入会增加故障被传输到不安全方向的可能性，因为一台变频器中的故障可能导致所有变频器的相关功能都被启用。端子 37 发生故障的几率很低，因此最终的故障几率仍然可符合 SIL2 的要求。

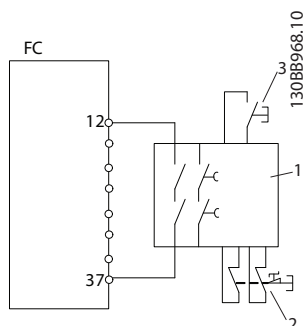


图 2.3 STO 示例

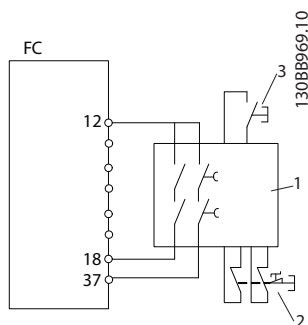


图 2.4 SS1 示例

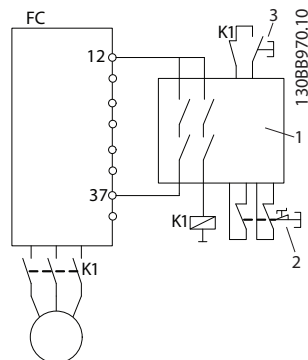


图 2.5 STO 类别 4 示例

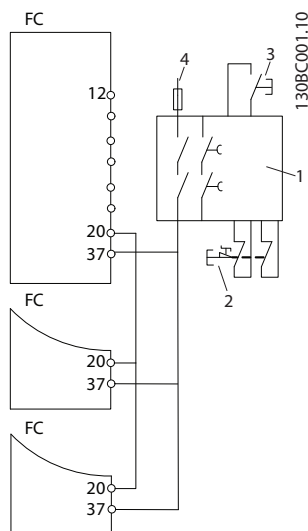


图 2.6 多台变频器并联示例

1	安全继电器
2	紧急停止按钮
3	复位按钮
4	24 V DC

表 2.4 图 2.3 至图 2.6 的图例

警告

激活安全力矩停止（即移除端子 37 的 24 V 直流电压）无法提供电气安全。因此安全力矩停止功能自身不足以实现 EN 60204-1 规定的紧急停止功能。紧急停止功能要求采用电气隔离措施，比如用额外的接触器切断主电源。

1. 要激活安全力矩停止功能，只需断开端子 37 的 24 V 直流电压。
2. 安全力矩停止功能激活后（即，在经过一段响应时间之后），变频器将采用惯性停车（停止在电动机中形成旋转磁场）。在变频器的总体性能范围内，其响应时间通常都不到 10 毫秒。

根据 EN ISO 13849-1 的类别 3 PL d 和 EN 62061 的 SIL 2 的要求，变频器应确保不会因为内部故障而重建旋转磁场。激活安全转矩停止功能后，变频器显示器将显示“安全转矩停止已激活”字样。相关的帮助文本是“已激活安全转矩停止功能”。这表示安全力矩停止功能已被激活，或者表示在激活安全力矩停止功能后尚未恢复正常运行”。



只有断开端子 37 的 24 V 直流电源或者用自身符合 3 类标准/PL “d” (ISO 13849-1) 的安全设备将其电压保持为低时, 才能符合 3 类标准/PL “d” (ISO 13849-1) 的要求。如果电动机受外力作用 (比如纵轴方向的悬挂载荷), 并且某种意外运动 (比如重力导致的运动) 可能造成危险时, 则除非采取额外措施实现防坠保护 (比如必须安装机械制动系统), 否则电动机不应工作。

要在激活安全转矩停止功能后恢复正常运行, 首先必须对端子 37 重新施加 24 V 直流电压 (此时仍会显示“安全转矩停止已激活”字样), 其次必须给出一个复位信号 (通过总线、数字 I/O 或逆变器上的 [Reset] 键)。

安全力矩停止功能的默认设置是“防止意外的重启”行为。这意味着, 若要终止安全力矩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 5-19 端子 37 安全停止的值从默认值 [1] 设为值 [3], 可以将安全力矩停止功能的行为设为“自动重启”。如果变频器连接了 MCB 112 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 上施加了 24V 直流电压, 便会终止安全力矩停止, 并恢复正常运行。此时无需复位信号。



只有在两种情况下才允许自动重启行为:

1. “防止意外重启”功能由安全力矩停止系统的其它部件来实现。
2. 当安全力矩停止未激活时, 可以排除亲临危险区域的需要。尤其是, 必须遵守 ISO 12100-2 2003 的第 5.3.2.5 条

2.6.2 随 MCB 112 一起安装外部安全设备

热敏电阻模块 MCB 112 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 MCB 112, 则必须通过其输出 X44/12 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力矩停止。这意味着安全力矩停止端子 37 的输出仅在来自 MCB 112 输出 X44/12 和来自安全传感器的信号都为高时才为高 (24V)。如果这两个信号中至少有一个为低, 则端子 37 的输出也将为低。带有这个“与”逻辑的安全设备自身必须符合 IEC 61508 的 SIL 2 等级。从带有安全“与”逻辑的安全设备的输出到安全力矩停止端子 37 之间的连接必须带有短路保护。请参阅图 2.7。

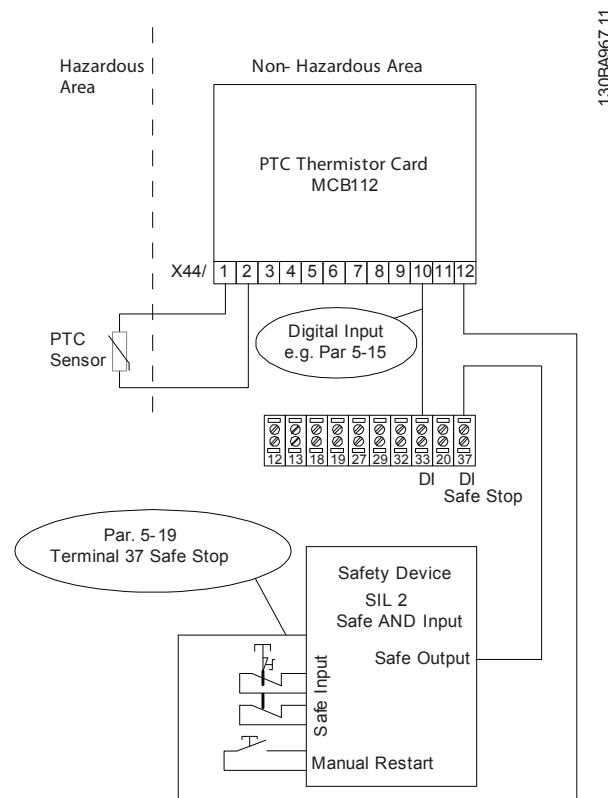


图 2.7 安全力矩停止应用/ MCB 112 应用组合系统的基本示意图。该图显示了外部安全设备的安全重启输入。这意味着, 在这样的系统中可以将 5-19 端子 37 安全停止 设为值 [7] PTC 1 和继电器 W 或 [8] [8] PTC 1 和继电器 A/W。有关进一步的详情, 请参考 MCB 112 操作手册。

随 MCB112 一起使用外部安全设备时的参数设置

连接了 MCB 112 后, 参数 5-19 端子 37 安全停止 将提供额外的选项 ([4] PTC 1 报警 至 [9] PTC 1 和继电器 W/A)。选项 [1] 安全停车报警 和 [3] 安全停车警告 仍可用, 但不用于不带 MCB 112 或没有任何外部安全设备的系统。如果错误选择了 [1] 安全停车报警 或 [3] 安全停车警告, 那么一旦 MCB112 被触发, 变频器便会作出下述反应: 给出“危险故障 [A72]”的报警; 使变频器安全地惯性停车, 并且不自动重启。当使用外部安全设备时, 不应选择选项 [4] PTC 1 报警 和 [5] PTC 1 警告。这些选项用于只有 MCB 112 使用安全转矩停止功能时。如果错误选择了选项 [4] PTC 1 报警 或 [5] PTC 1 警告, 那么一旦外部安全设备触发安全转矩停止, 变频器便会作出下述反应: 给出“危险故障 [A72]”的报警; 使变频器安全地惯性停车, 并且不自动重启。对于外部安全设备与 MCB 112 的组合, 必须选择选项 [6] PTC 1 和继电器 A 至 [9] PTC 1 和继电器 W/A。

注意

注意, 一旦外部安全设备再次被禁用, 则可以借助选项 [7] PTC 1 和继电器 W 和 [8] PTC 1 和继电器 A/W 来自动重启。

这只有在下述情况中才被允许:

- “防止意外重启”功能由安全力矩停止系统的其它部件来实现。
- 当安全力矩停止未激活时, 可以排除亲临危险区域的需要。尤其是, 必须遵守 ISO 12100-2 2003 的第 5.3.2.5 条。

有关详细信息, 请参阅 MCB 112 操作手册。

2.6.3 安全转矩停止试运行

完成安装后, 请首先对使用安全力矩停止功能的系统或应用执行试运行, 然后再正式使用。

另外, 每当修改了含有安全力矩停止功能的系统或应用后, 都需要执行这样的测试。

注意

系统若要符合安全标准, 则在最初安装和每次作出改动后, 系统必须通过试运行测试。

试运行 (请根据具体情况选择用例 1 或用例 2):

用例 1: 要求安全转矩停止后阻止自动重启 (即, 仅在 5-19 端子 37 安全停止 被设为默认值 [1] 时才执行安全转矩停止, 或者当 5-19 端子 37 安全停止 设为 [6] 或 [9] 时组合使用安全转矩停止和 MCB112):

1.1 在 FC 102 驱动电动机的同时 (即主电源未断开的情况下), 借助中断设备断开端子 37 的 24 V 直流电源。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“安全力矩停止 [A68]”报警 (如果安装了 LCP)。

1.2 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力矩停止状态, 并且机械制动 (如果连接) 保持激活状态, 则本测试步骤通过。

1.3 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。

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: 希望并允许安全转矩停止后自动启动 (即, 仅在 5-19 端子 37 安全停止 设为 [3] 时才要求安全转矩停止, 或者当 5-19 端子 37 安全停止 被设为 [7] 或 [8] 时组合使用安全转矩停止和 MCB112):

2.1 在 FC 102 驱动电动机的同时 (即主电源未断开的情况下), 借助中断设备断开端子 37 的 24 V 直流电源。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“安全力矩停止 [W68]”警告 (如果安装了 LCP)。

2.2 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 2 个测试步骤 (2.1 和 2.2) 都通过, 则表明试运行测试通过。

注意

请参阅 章 2.6.1 端子 37 安全力矩停止功能 中关于重启行为的警告

2.7 优点

2.7.1 为何要使用变频器控制鼓风机设备和泵设备？

离心式鼓风机设备和泵设备都服从这些设备所具有的比例法则，这是变频器的立足点。有关详细信息，请参阅比例法则图。

2.7.2 突出优点 - 节能

使用变频器控制风扇或泵的速度时，一个优点是可节省电力。

同风扇和泵系统的其它替代控制系统和技术相比，变频器是一种最理想的能量控制系统。

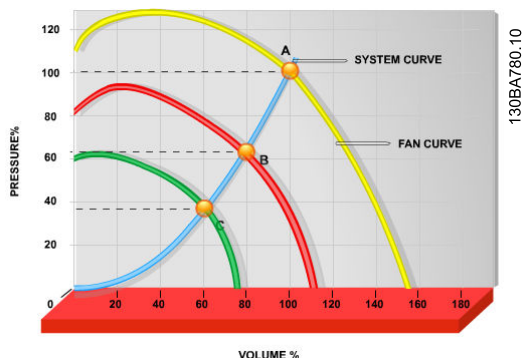


图 2.8 降低风扇容量时的风扇曲线（A、B 和 C）。

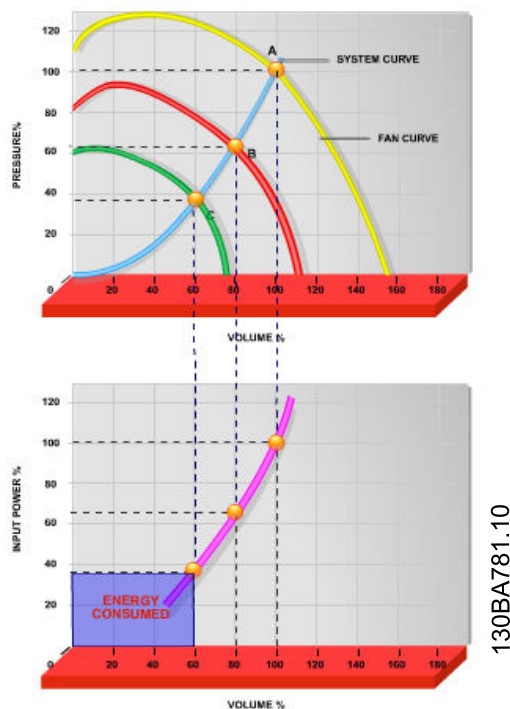


图 2.9 使用变频器将风扇容量降低到 60% 时 - 在典型应用中可以达到超过 50% 的能量节省。

2.7.3 节能示例

如下图（比例法则）所示，通过更改转速，可以控制流量。只需将速度从额定速度降低 20%，流量也会跟着降低 20%。这是由于流量与转速直接成正比。而电力消耗将降低 50%。

如果目标系统仅需要在一年之中的若干天内提供 100% 的流量，并且在其它时间的平均流量将低于额定流量的 80%，总节能量甚至会超过 50%。

比例法则

图 2.10 描述了流量、压力以及功率消耗同转速之间的关系。

Q = 流量	P = 功率
Q ₁ = 额定流量	P ₁ = 额定功率
Q ₂ = 降低后的流量	P ₂ = 降低后的功率
H = 压力	n = 速度调节
H ₁ = 额定压力	n ₁ = 额定速度
H ₂ = 降低后的压力	n ₂ = 降低后的速度

表 2.5 公式中使用的缩略语

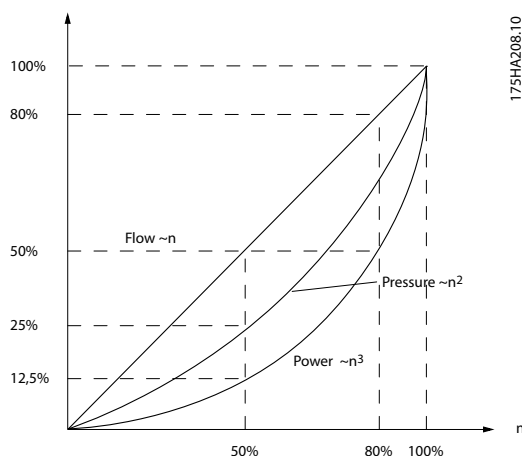


图 2.10 流量、压力以及功率消耗同转速之间的关系。

$$\begin{aligned} \text{流量: } \frac{Q_1}{Q_2} &= \frac{n_1}{n_2} \\ \text{压力: } \frac{H_1}{H_2} &= \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \\ \text{功率: } \frac{P_1}{P_2} &= \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \end{aligned}$$

2.7.4 节能比较

与传统节能解决方案相比，Danfoss 变频器解决方案提供了重大的节能能力。这是因为变频器能够根据系统的热负载控制风扇速度，而且变频器具有一项内置功能，该功能使得变频器可以作为建筑管理系统（BMS）使用。

图 2.12 显示了当风扇容量降低，比如降低到 60% 时，3 个常见解决方案通常可实现的节能。

如 图 2.12 所示，典型应用中的节能量超过 50%。

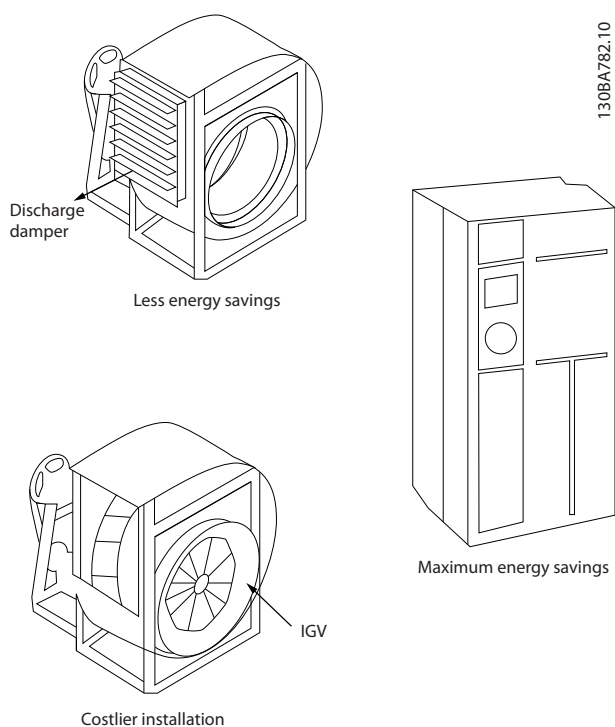


图 2.11 三种常见节能系统

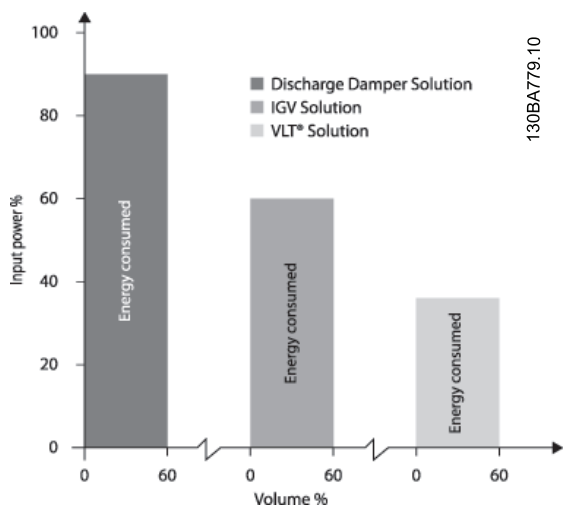


图 2.12 排风阀会在某种程度上降低能耗。入口导流箱提供了 40% 的降低，但安装费用昂贵。Danfoss 变频器解决方案降低能耗超过 50% 并且安装简便。

2.7.5 在一年当中流量有变化的示例

以下示例的计算基于从泵数据表获得的泵特性。获得的结果显示，在给定流量分布情况下，一年内的能量节省超过 50%。投资回收期取决于每 kWh 的价格和变频器的价格。在本示例中，与各种阀门和恒速相比较可以看出，其投资回收期短于一年。

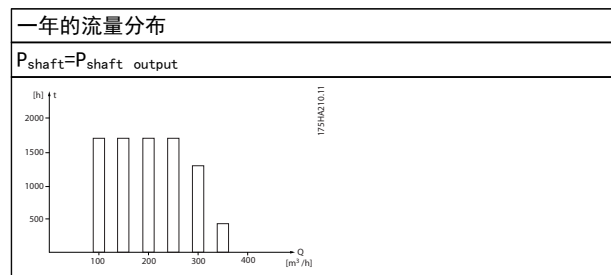


表 2.6 节能

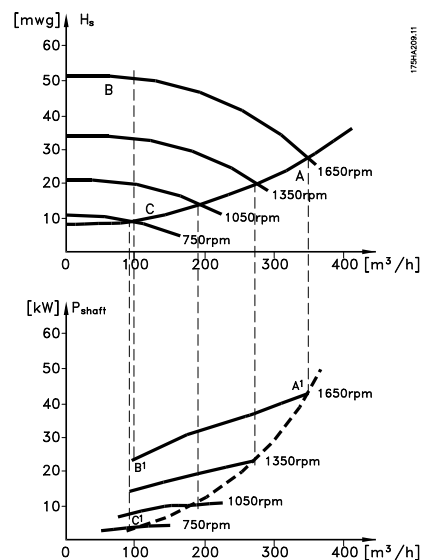


图 2.13 流量有变化的示例

m³/h	分布	小时	阀门调节		变频器控制	
			功率	消耗	功率	消耗
	%		A_1-B_1	kWh	A_1-C_1	kWh
350	5	438	42, 5	18. 615	42, 5	18. 615
300	15	1314	38, 5	50. 589	29, 0	38. 106
250	20	1752	35, 0	61. 320	18, 5	32. 412
200	20	1752	31, 5	55. 188	11, 5	20. 148
150	20	1752	28, 0	49. 056	6, 5	11. 388
100	20	1752	23, 0	40. 296	3, 5	6. 132
Σ	100	8760		275. 064		26. 801

表 2.7 消耗

2.7.6 更好的控制

用变频器控制系统流量或压力，可以实现更好的控制。变频器可以对风扇或泵进行调速，从而实现对流量和压力的可变控制。

另外，变频器还可以快速调整风扇或泵的速度，以便适应系统中新的流量或压力条件。

利用内置的 PID 控制简化流程（流量、水平或压力）控制。

2.7.7 Cos ϕ 补偿

通常来说， $\cos\phi$ 为 1 的 VLT® HVAC Drive 可以为电动机的 $\cos\phi$ 提供功率因数校正。这就表示，确定功率因数校正单位时无需为电动机的 $\cos\phi$ 设置余量。

2.7.8 不再需要星形/三角形启动器或软启动器

当启动大型电动机时，在许多国家都需要使用限制其启动电流的设备。传统的系统普遍使用星形/三角形启动器或软启动器。如果使用变频器，则不需要这些电动机启动器。

如 图 2.14 所示，变频器消耗的电流不会超过额定电流。

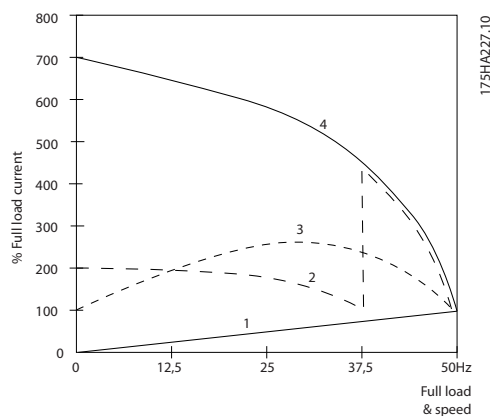


图 2.14 变频器消耗的电流不会超过额定电流

1 VLT® HVAC Drive
2 星形/三角形启动器
3 软启动器
4 直接在电网上启动

表 2.8 图 2.14 的图例

2.7.9 借助变频器实现省钱目的

通过下页的示例可以看出，使用变频器时很多设备都不再需要。可以算一算安装这两种不同系统的成本。在下页的示例中，这两个系统可以用几近相同的价格搭建。

2. 7. 10 不使用变频器

D. D. C.	=	直接数字控制	E. M. S.	=	能量管理系统
V. A. V.	=	变风量			
传感器 P	=	压力	传感器 T	=	温度

表 2.9 图 2.15 和 图 2.16 中使用的缩略语

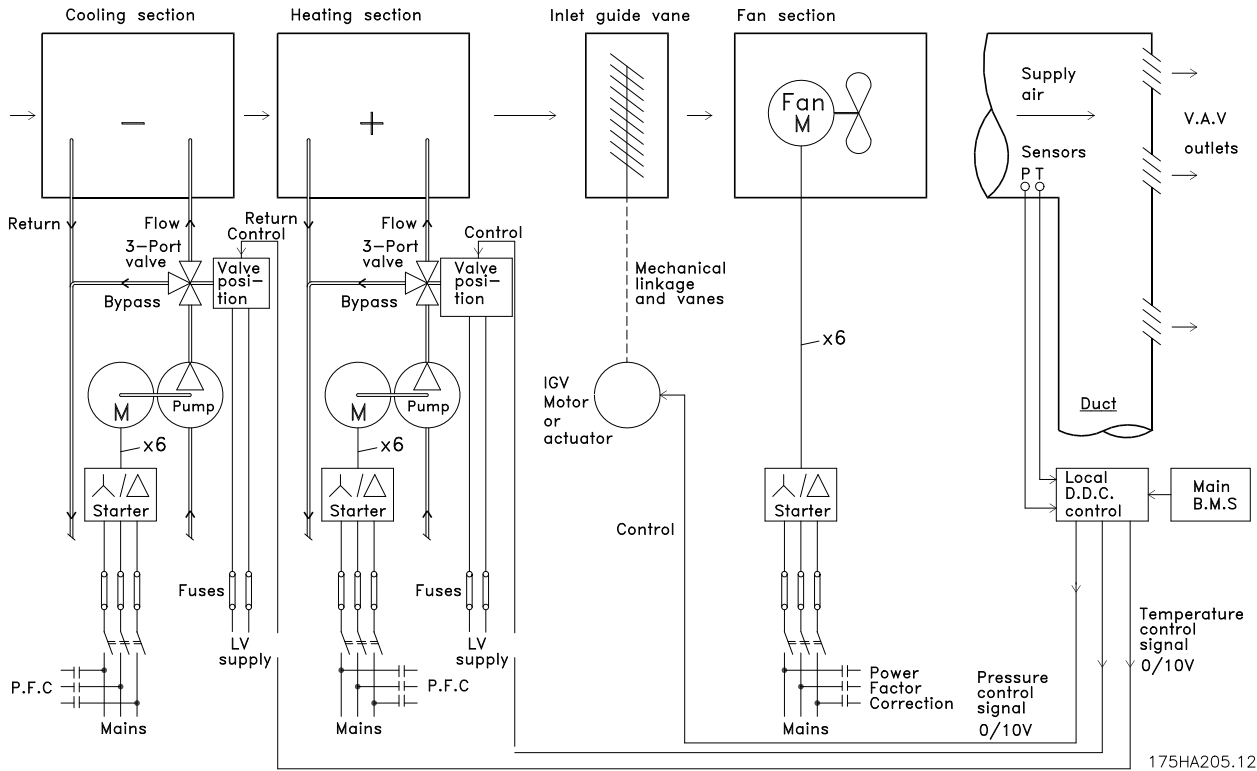


图 2.15 传统鼓风机系统

175HA206.11

MG11BC41

2.7.13 变风量

变风量（VAV）系统用于同时控制通风和温度，以满足建筑物的要求。在对建筑物进行空气调节方面，使用中央 VAV 系统被认为是最节能的方法。设计中央系统而不是分布式系统，可以实现更大的效力。这要归功于使用了比小型电动机和分布式风冷冷却器更具效力的大型鼓风机和大型冷却器。更少的维护要求，也有助于实现节省。

2.7.14 VLT 解决方案

同联合使用阀门和 IGVs 来保持管道系统的恒定压力相比，解决方案可以大幅度节省能量，并且降低安装的复杂程度。不会造成人为的压力下降或者导致鼓风系统的效率降低，它通过降低鼓风系统的速度来提供系统所要求的流量和压力。离心式设备（如鼓风机）的行为遵从离心法则。这意味着鼓风机在速度降低时可以减小它们产生的压力和流量。它们的能耗也因此被大幅度降低。

为了在供回系统之间保持恒定的气流差值，需要对回路鼓风机的频率进行控制。使用 HVAC 的高级 PID 控制器，可以不再需要其它的控制。

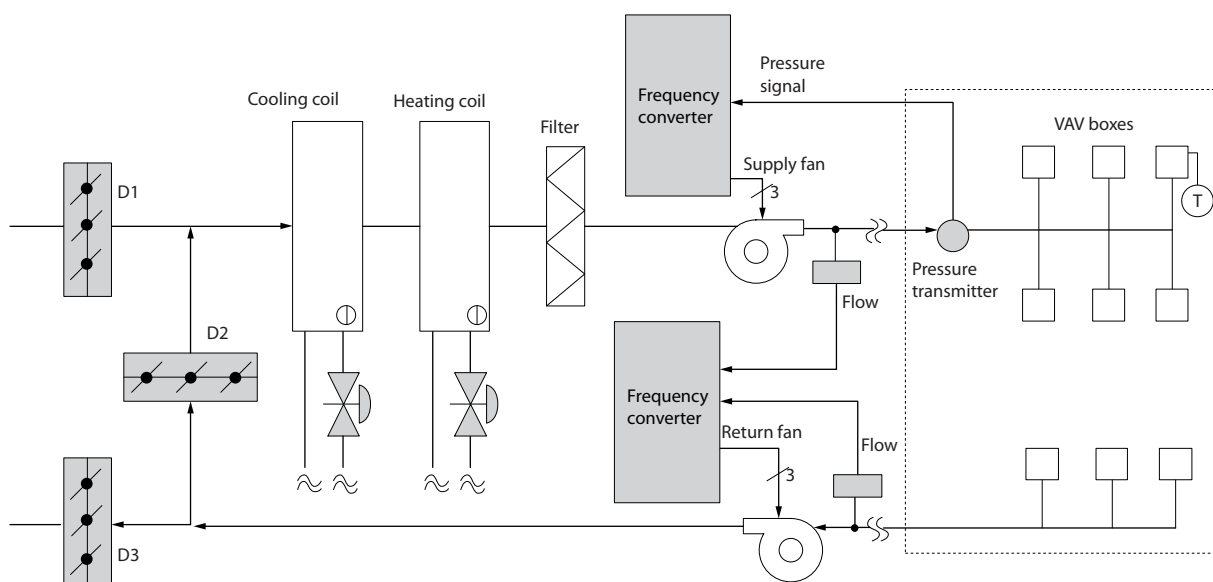


图 2.17 VLT 解决方案

130BB45.10

2.7.15 定风量

定风量 (CAV) 系统是一种中央通风系统，通常用于向大型的公共区域提供一定量经过调节的新鲜空气。它们的出现时间早于 VAV 系统，因此可以在较早的多区域商业建筑中看到它们。这些系统利用配备有加热线圈的空气处理设备 (AHU) 对一定量的新鲜空气进行预热，其中许多系统还用于对建筑物进行空气调节并且带有制冷线圈。为了帮助实现各个区域的加热和制冷要求，通常都会使用通风线圈设备。

2.7.16 VLT 解决方案

变频器不仅能实现明显的节能效果，而且还可以保持对建筑物的完美控制。可以使用温度传感器或二氧化碳传感器作为变频器的反馈信号。不论是控制温度、空气质量还是同时控制这两者，都可以按照建筑物的实际情况来控制 CAV 系统的运转。在受控区域内，如果人数减少，则对新鲜空气的需求也会降低。二氧化碳传感器检测低值，并降低送风鼓风机的速度。而回风设备将作出调整，以保持静态的压力设置点或保持送风量和回风量之间的恒定差值。

对于温度控制，尤其是在空调系统中使用温度控制时，随着外部温度的变化以及受控区域内人数的变化，会存在不同的制冷要求。当温度降到设置点以下时，送风设备可以放慢其速度。回风设备将作出调整，以保持静态的压力设置点。减少了空气流量，也就减少了用于加热或制冷新鲜空气的能量，从而进一步提高了节能水平。

使用一些 Danfoss HVAC 专用变频器功能，增强 CAV 系统的性能。在通风系统的控制中，人们比较关心空气的质量。可以设置变频器的最低可编程频率，因此不论反馈或参考信号如何，都能保持一个最低水平的送风量。变频器还包括一个三区域、三给定值的 PID 控制器，通过它可以同时监测温度和空气质量。因此，即使已达到温度要求，变频器也会根据空气质量传感器的信号保持足够的送风。该变频器可通过监测和比较两个反馈信号来控制回风设备，从而在送风和回风管道之间保持恒定的空气流量差。

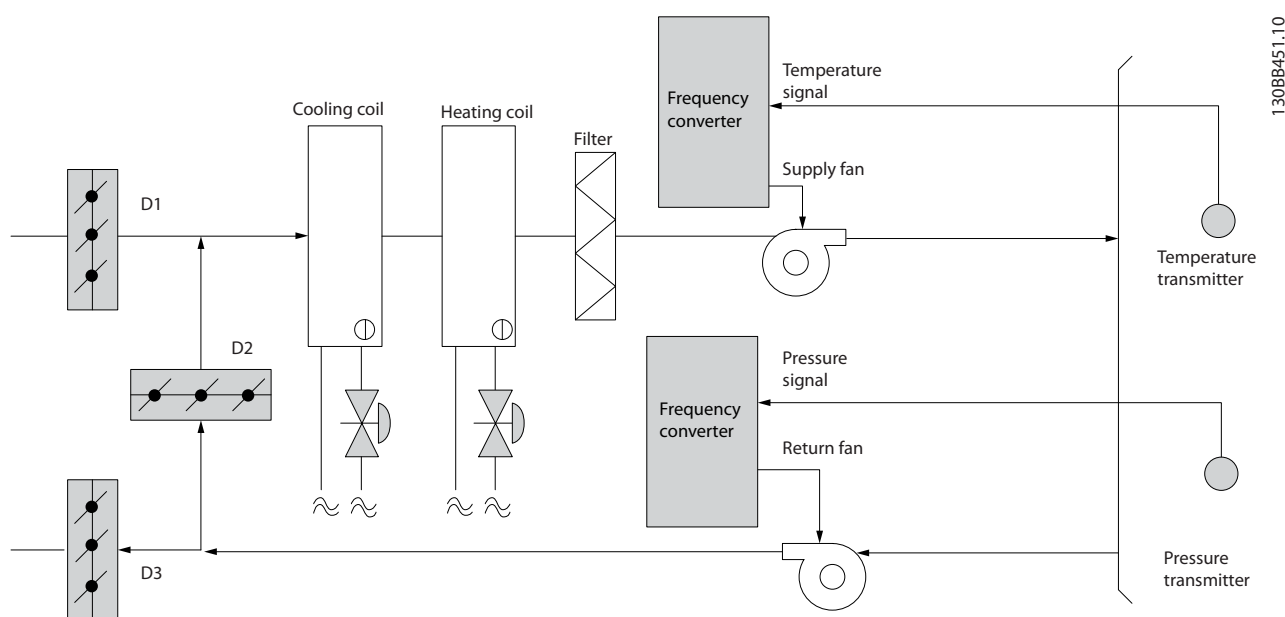


图 2.18 VLT 解决方案

2.7.17 冷却塔鼓风机

冷却塔鼓风机用于在水冷系统中降低冷却用水的温度。水冷冷却器是获得冷却水的最有效方式。同风冷冷却器相比，其效力高出 20%。根据气候的不同，在降低冷却器的冷却用水温度的所有方法中，冷却塔通常具有最出色的节能效果。它们通过蒸发来降低冷却用水的温度。

为了增大冷却塔的冷却表面积，冷却用水被喷洒在冷却塔内的冷却塔“填料”上。冷却塔鼓风机将空气吹到填料和喷洒的水上，以促进水的蒸发。蒸发带走了水的能量，从而使水温降低。冷却水汇聚在冷却塔的水槽中，它们在此又被抽送回冷却器，这个过程周而复始。

2.7.18 VLT 解决方案

使用 VLT 变频器可以将冷却塔鼓风机的速度控制在保持冷却用水温度所要求的水平上。VLT 变频器还可以根据需要打开和关闭鼓风机。

专用变频器提供了几项特殊功能，因此可使用 Danfoss 变频器来增强冷却塔鼓风机应用的性能。随着冷却塔鼓风机的速度下降到某个水平，鼓风机对水冷却的作用将变得微乎其微。另外，在使用变速箱来控制冷却塔鼓风机的频率时，可能至少需要达到 40-50% 的速度。

即使反馈或速度参照值要求更低的速度，由用户编程的最小频率设置也可以保持该最低频率。

作为一种标准功能，您还可以对变频器编程，让它进入“休眠”模式并且停止鼓风机，直到需要更高的速度。再者，某些冷却塔鼓风机的频率可能导致震动，这是您不愿见到的。通过在变频器中设置旁路频率范围，您可以轻而易举地避免这些频率。

2

130BB453.10

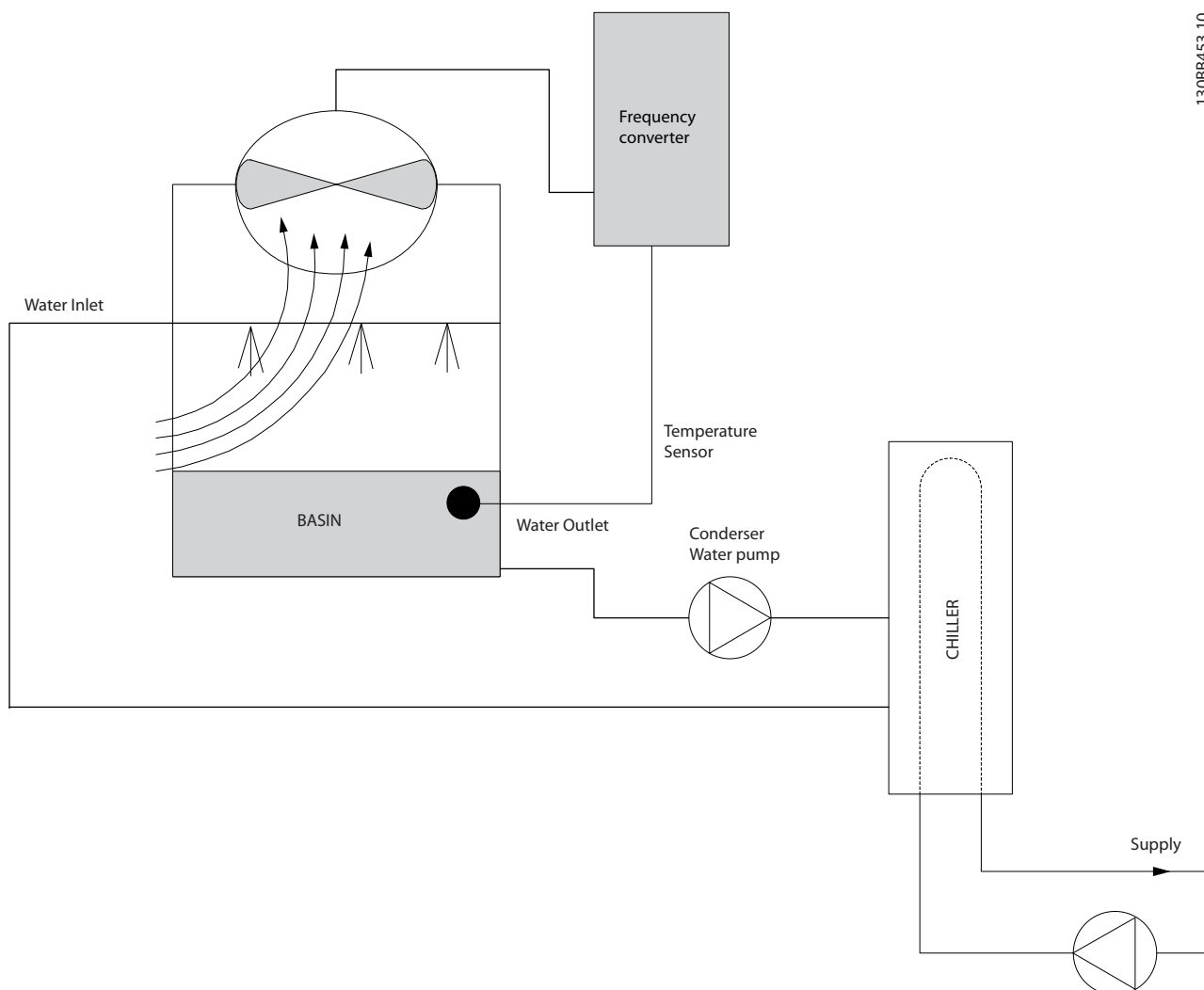


图 2.19 VLT 解决方案

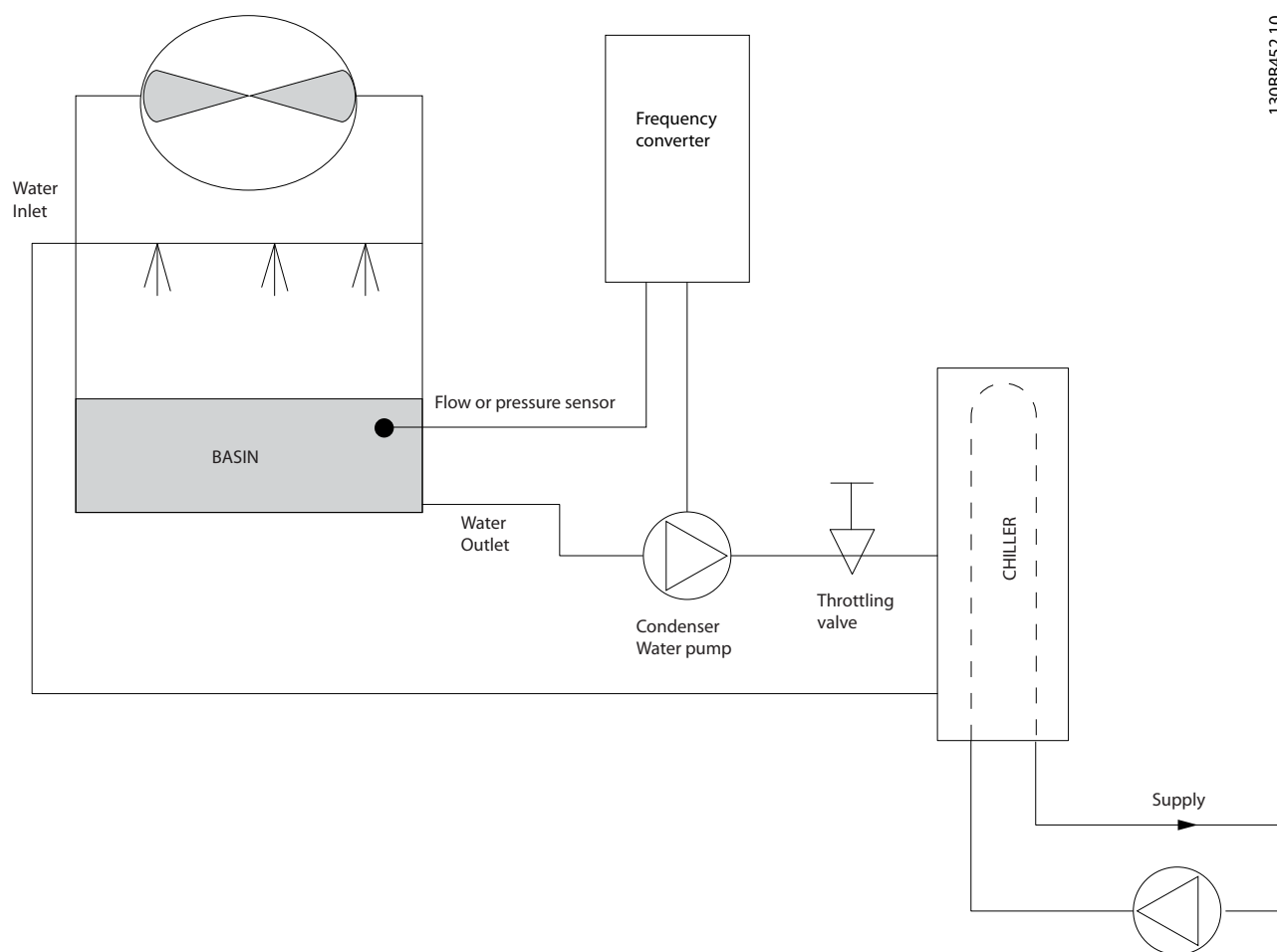
2.7.19 冷凝器泵

冷却水泵主要用于控制水冷冷却器的冷却部分及其对应冷却塔中的水循环。冷却用水会吸收冷却器冷却部分的热量，并且将热量释放到冷却塔内的空气中。在获得冷却水方面，这些系统可以提供最为有效的方式。同风冷冷却器相比，其效力高出 20%。

2.7.20 VLT 解决方案

可以在冷却器的水泵上添加变频器，而不必用节流阀调节水泵或修整泵轮。

同使用减压阀相比，使用变频器将可以直接节省由减压阀吸收的能量。合计起来看，这可以实现 15~20% 或更高的节省水平。泵轮在修整后无法复原，因此，一旦由于情况发生变化而需要更高流量时，就必须更换泵轮。



1308B452.10

图 2.20 VLT 解决方案

2.7.21 主泵

在主/辅助泵系统中，可以使用主泵来为那些在遇到不稳定的流量时难以操作或控制的设备提供恒定的流量。主/辅助泵技术使得主要的生产性循环可以同辅助的配送循环分离开来。借此，冷却器等设备可以获得恒定的设计流量并且实现正常运行，同时允许系统的其余部分存在流量变化。

当冷却器中的蒸发器流速降低时，冷却水将开始变得过冷。发生该现象时，冷却器会试图减弱其冷却能力。如果流速下降过大，或者过快，以致于冷却器无法充分地将其负载分流，冷却器的蒸发器低温保险装置将使冷却器跳闸，此时需要进行手工复位。在大型系统中，尤其是并行安装了两个或多个冷却器时，如果不使用主/辅助泵技术，会经常发生这种情况。

2.7.22 VLT 解决方案

系统的规模以及主循环的规模不同，主循环的能耗也可能大相径庭。

在主系统中添加变频器，可以替代减压阀和/或避免进行泵轮调整，从而降低运行开销。有两种常用的控制方法：

第一种方法使用流量表。由于要实现的流速是已知的并且恒定，因此，只要在每个冷却器的出口安装一个流量计，就可以对泵设备进行直接控制。借助内置的 PID 控制器，变频器可以始终保持适宜的流速，从而在冷却器及其泵系统打开和关闭的过程中可以为主管道循环中变化的阻力提供均衡补偿。

另一种方法为本地速度确定。操作员只需降低输出频率，直到获得设计的流速。

使用变频器降低泵速同调整泵轮极其相似，只不过它不需要任何人力，并且泵设备可以保持更高的效力。平衡压缩机将直接降低泵速，直到获得所希望的流速并且可保持该速度的恒定。当冷却器切入后，泵将在这个速度下工作。由于主循环中没有控制阀或其它可能导致系统曲线发生变化的设备，并且由于切入泵设备和冷却器而导致的变化通常很小，因此该固定速度会始终保持在适宜水平。如果在系统使用期间需要增加流速，变频器可以直接增加泵速，而不需要使用新泵轮。

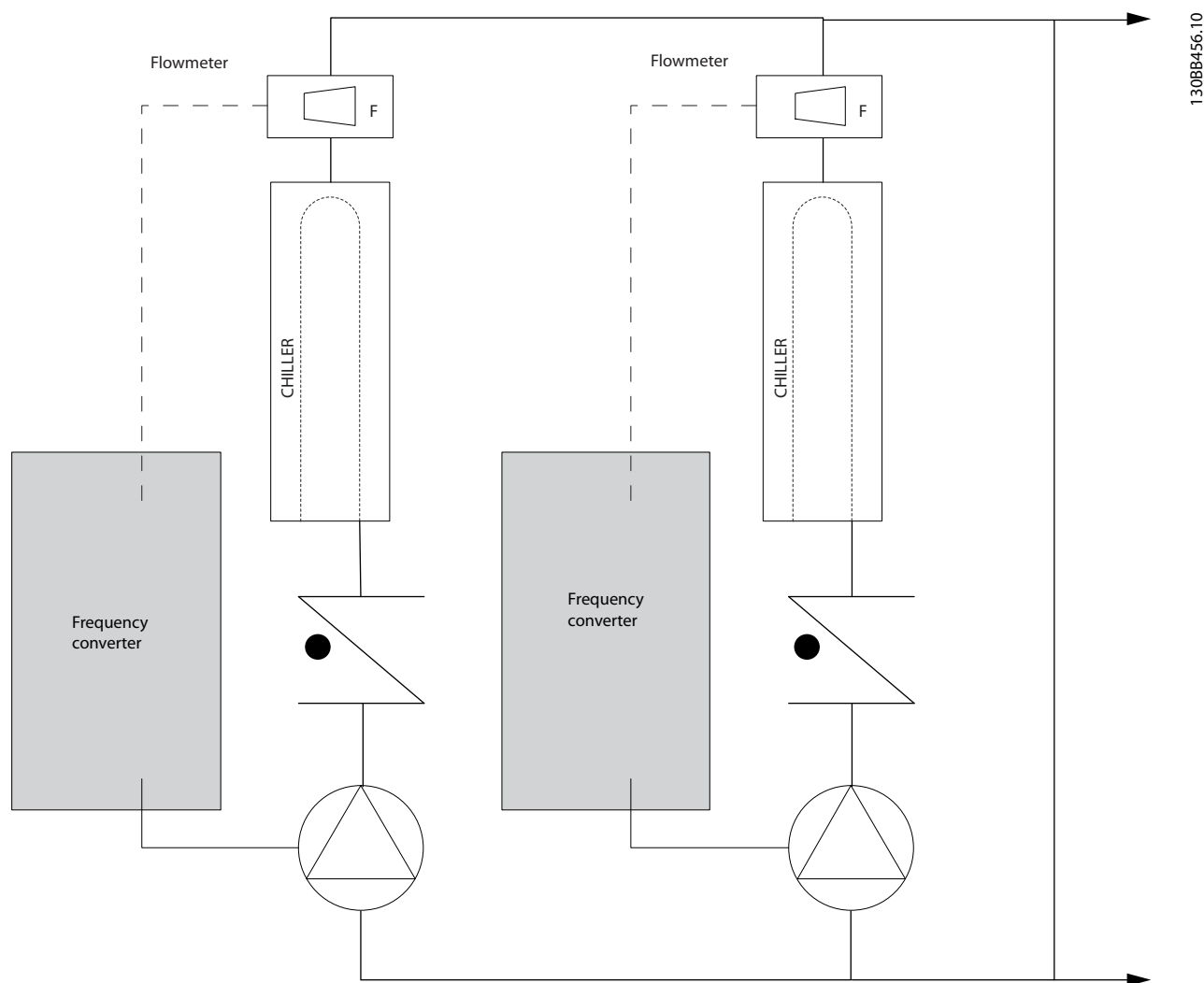


图 2.21 VLT 解决方案

2. 7. 23 辅助泵

在主/辅助水冷泵系统中，辅助泵用于将主要生产循环的冷却水配送到负载处。主/辅助泵系统用于循环性温度控制，并且可以将一个管道循环同另一个管道循环分离开来。在这种情况下，主泵用于保持冷却器的恒定流量，同时允许辅助泵有流量变化，这不仅增强了控制能力，而且还节省了能量。

如果不使用主/辅助式的设计思想，而是设计了流量可变的系统，则当流速下降过大或过快时，冷却器将无法正确分流其负载。此时，冷却器的蒸发器低温保护装置会使冷却器跳闸，从而需要手工复位。在大型系统中，尤其是并行安装了两个或多个冷却器时，会经常发生这种情况。

2. 7. 24 VLT 解决方案

这种使用了双向阀的主-辅助式系统实现了更高的节能水平，并且简化了系统控制问题，但只有添加了变频器，才能真正实现节能和控制能力。

在正确安装了传感器的情况下，添加变频器可以让泵按照系统曲线而不是泵曲线来改变速度。

这样既避免了能量浪费，又避免了双向阀可能遭遇的大多数过压现象。

当达到监控的负载时，双向阀会关闭。这增大了在负载和双向阀中测得的压力差。当这个压力差开始增大时，泵将减速以保持控制方向，同时调用给定值。这个给定值是在设计条件下通过合计负载和双向阀的压降来计算的。

请注意，当并行运行多个泵时，不论是使用单独的专用变频器，还是一个同时运行多个泵，为了实现最大的节能水平，这些泵必须使用相同的速度。

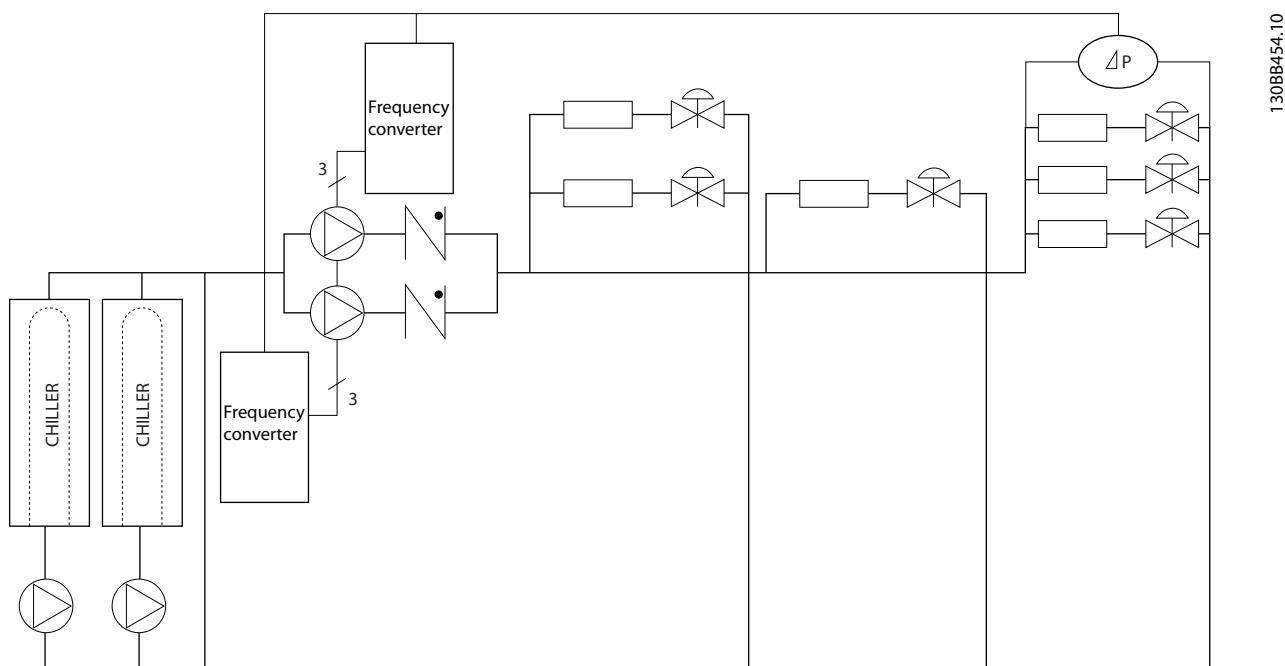


图 2. 22 VLT 解决方案

2.8 控制结构

2.8.1 控制原理

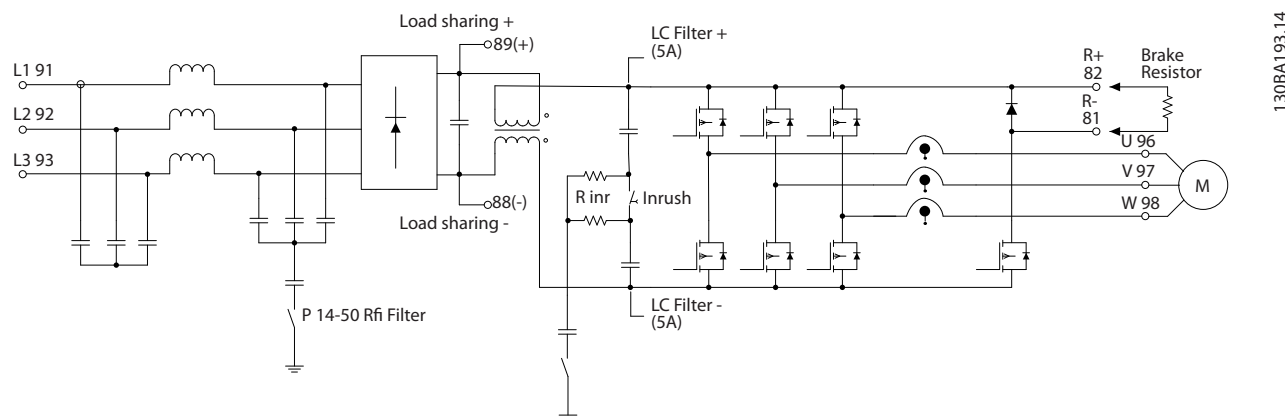


图 2.23 控制结构

本变频器是一种高性能设备，适用于要求严格的应用场合。它可以采用不同类型的电动机控制原理，比如 U/f 特殊电动机模式和 VVC^{plus}，并且可以控制普通的鼠笼式异步电动机。此变频器的短路保护功能取决于电动机相位中的 3 个电流传感器。

在 1-00 配置模式 中选择开环或闭环。

2.8.2 开环控制结构

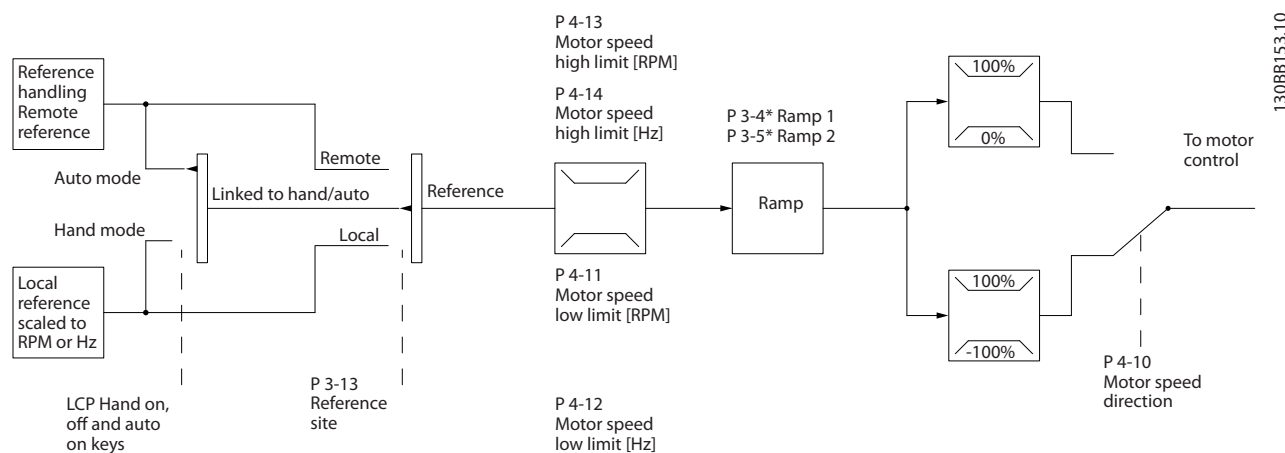


图 2.24 开环结构

在图 2.24 所示的配置中，1-00 配置模式被设为开环 [0]。在收到了参考值处理系统的最终参考值或本地参考值后，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。因此，电动机控制的输出便会受到频率上限的限制。

2.8.3 PM/EC+ 电动机控制

Danfoss EC+ 概念使得在 IEC 标准机箱类型中使用由 Danfoss 变频器操作的高效永磁电动机成为可能。其调试程序与现有的通过采用 Danfoss VVC^{plus} PM 控制策略进行的异步（感应）电动机调试程序相当。

对客户的好处：

- 自由选择电机技术（永磁或感应电动机）
- 安装和操作与感应电动机相同
- 在选择系统组件（比如电动机）时不受厂商限制
- 通过选择最佳组件，实现最高系统效率
- 可以改造现有系统
- 功率规格： 1.1 – 22 kW

电流限制：

- 当前仅支持不超过 22 Kw 的规格
- 当前仅限于非突出型永磁电动机
- 对于永磁电动机不支持 LC 滤波器
- 对于永磁电动机不支持过压控制算法
- 对于永磁电动机不支持借能运行算法
- 对于永磁电动机不支持 AMA 算法
- 无电动机缺相检测
- 无失速检测
- 无 ETR 功能

2.8.4 变频器和永磁电动机的规格选择

永磁电动机的低电动机电感会在变频器中导致电流纹波。

要为给定的永磁电动机选择适合的变频器，请确保：

- 变频器可在所有工作条件下提供所需的功率和电流。
- 变频器的额定功率等于大于电动机的额定功率。
- 变频器规格可保持恒定的 100% 工作负载并具有足够的安全系数。

章 9.1 主电源表中列出了针对不同电压的永磁电动机的电流（A）和典型额定功率（kW）。

额定功率的规格选择示例

例 1

- 永磁电动机规格： 1.5 kW / 2.9 A
- 主电源： 3 x 400 V

变频器	典型 [kW]	460V 时典型 型值 [hp]	持续 [A] (3x380– 440 V)	间歇 [A] (3x380– 440V)	持续 [A] (3x441– 480 V)	间歇 [A] (3x441– 480V)
P1K1	1.1	1.5	3.0	3.3	2.7	3.0
P1K5	1.5	2.0	4.1	4.5	3.4	3.7

表 2.10 1.1 和 1.5 kW 变频器的规格数据

永磁电动机的额定电流值（2.9 A）与 1.1 kW 变频器（3 A @ 400 V）和 1.5 kW 变频器（4.1 A @ 400 V）的额定电流值相匹配。但是，由于电动机的额定功率为 1.5 kW，1.5 kW 变频器是正确的选择。

	电机	变频器 1.5 kW
功率	1.5 kW	1.5 kW
电流	2.9 A	4.1 A @ 400V

表 2.11 规格正确的变频器

例 2

- 永磁电动机规格： 5.5 kW / 12.5 A
- 主电源： 3 x 400 V

变频器	典型 [kW]	460V 时典型 型值 [hp]	持续 [A] (3x380– 440 V)	间歇 [A] (3x380– 440V)	持续 [A] (3x441– 480 V)	间歇 [A] (3x441– 480V)
P4K0	4.0	5.0	10.0	11.0	8.2	9.0
P5K5	5.5	7.5	13.0	14.3	11.0	12.1

表 2.12 4.0 和 5.5 kW 变频器的规格数据

永磁电动机的额定电流值（12.5 A）与 5.5 kW 变频器（13 A @ 400 V）而不是 4.0 kW 变频器（10 A @ 400 V）的额定电流值匹配。由于电动机的额定功率为 5.5 kW，因此 5.5 kW 变频器是正确的选择。

	电机	变频器 5.5 kW
功率	5.5 kW	5.5 kW
电流	12.5 A	13 A @ 400V

表 2.13 规格正确的变频器

2.8.5 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/数字输入或串行总线远程运行变频器。

可以借助 LCP 上的 [Hand]（手动）和 [Off/Reset]（停止/复位）键来启动和停止变频器，前提是在 0-40 LCP 的手动启动键、0-41 LCP 的停止键、0-42 LCP 的自动启动键和 0-43 LCP 的复位键中允许这样做。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 [▲] 和 [▼] 设置）。

按下 [Auto On]（自动启动）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。

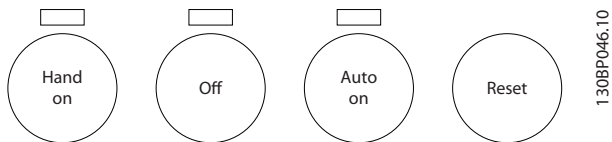


图 2.25 操作键

手动停止 自动 LCP 键	3-13 参考值位置	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

表 2.14 本地或远程参考值条件

表 2.14 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。

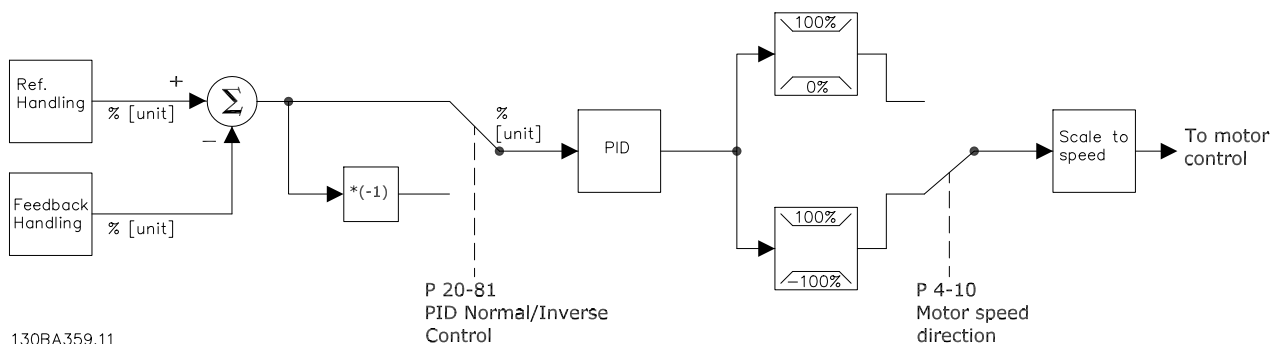
不论 1-00 配置模式的设置为何，本地参考值都将强制使配置模式变为开环。

在关机时将恢复本地参考值。

2.8.6 闭环控制结构

内部闭环控制器使得变频器可以成为受控系统的一个组成部分。变频器接收来自系统中某个传感器的反馈信号。它随后将此反馈与设置点参考值进行比较，以确定这两个信号之间的误差（如果存在）。然后，它会调整电动机速度来纠正该误差。

以下面的泵应用为例：为了将管道中的静态压力保持在恒定水平，此应用需要对泵速进行控制。所要求的静态压力值以给定值参考值的方式提供给变频器。静态压力传感器测量管道中的实际静态压力，并以反馈信号方式将此信息提供给变频器。如果反馈信号大于给定值参考值，则变频器会通过减慢速度来将压力降低。同样，如果管道压力低于设置点参考值，则变频器会通过自动加快速度来增大泵提供的压力。



130BA359.11

图 2.26 闭环控制器框图

使用变频器闭环控制器的默认值通常就可以提供令人满意的性能，但通过对闭环控制器的某些参数进行调整，通常可以优化系统控制。此外还可以对 PI 常量进行自动调整。

2.8.7 反馈处理

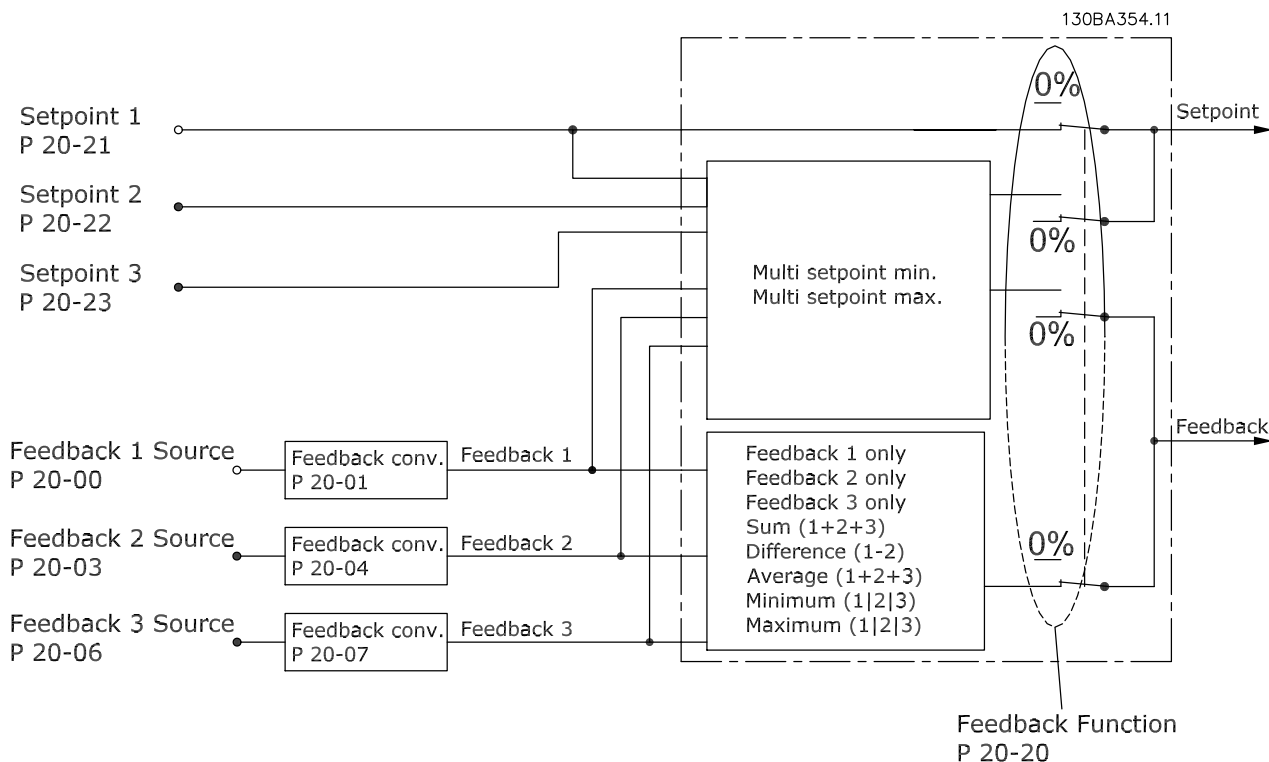


图 2.27 反馈信号处理框图

对于要求高级控制（如多设置点和多反馈）的应用，可以配置反馈处理。常见的控制类型有 3 种。

单区域，单设置点

“单区域，单设置点”是一种基本配置。设置点 1 与任何其他参考值（如果存在。请参阅“参考值处理”）相加，并且使用 20-20 反馈功能 来选择反馈信号。

多区域，单设置点

“多区域，单设置点”使用两个或三个反馈传感器，但只有一个设置点。这些反馈可以相加、相减（仅限反馈 1 和 2）或取它们的平均值。此外还可以使用最大或最小值。在该配置中仅使用设置点 1。

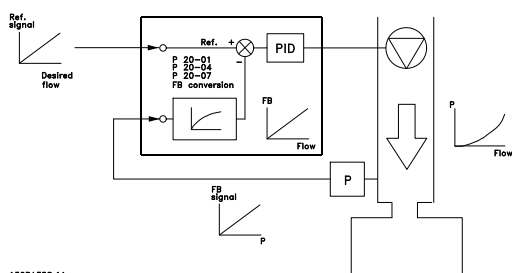
如果选择 [13] 多设置点，则使用具有最大差值的“设置点/反馈”对来控制变频器速度。[14] 多设置点试图将所有区域保持在各自的设置点水平或该水平以下，而 [13] 多设置点试图将所有区域保持在各自的设置点水平或该水平以上。

示例

一个两区域两给定值的应用，其中，区域 1 的给定值为 15 bar，反馈为 5.5 bar。区域 2 的给定值为 4.4 bar，反馈为 4.6 bar。如果选择 [14] 多给定值，则会将区域 1 的设置点和反馈发送到 PID 控制器，因为它们的差值较小（反馈高于设置点，得到负差值）。如果选择 [13] 多给定值，则会将区域 2 的设置点和反馈发送到 PID 控制器，因为它们的差值较大（反馈低于设置点，得到正差值）。

2.8.8 反馈转换

在某些应用中对反馈信号进行转换显得非常有用。使用压力信号来提供流量反馈是这方面的一个例子。由于压力的平方根同流量成正比，因此，通过压力信号的平方根会得到一个与流量成正比的值。在 图 2.28 中显示了这一点。



1308A358.11

图 2.28 反馈转换

2.8.9 参考值处理

开环和闭环操作的详细信息

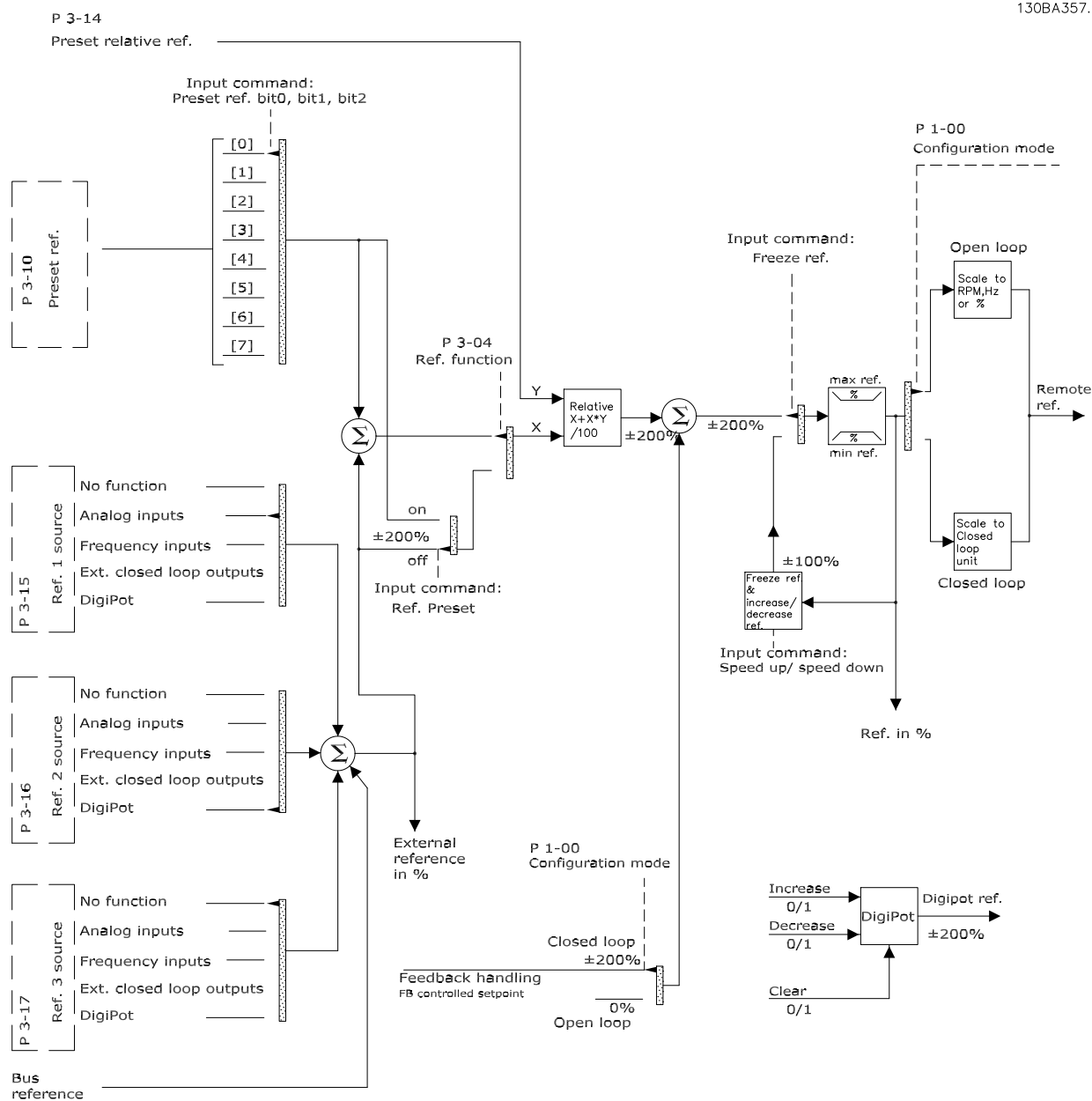


图 2.29 框图显示了远程参考值

远程参考值包括:

- 预置参考值。
- 外部参考值（模拟输入、脉冲频率输入、数字电位计输入和串行通讯总线参考值）。
- 预置相对参考值。
- 由反馈控制的设置点。

在变频器中最多可以设置 8 个预置参考值。可以使用数字输入或串行通讯总线来选择有效的预置参考值。参考值也可以从外部提供（通常是借助某个模拟输入）。这种外部来源可通过 3 个参考值来源参数（3-15 参照值 1 来源、3-16 参照值 2 来源和 3-17 参照值 3 来源）中的其中一个来选择。数字电位计是一种数字式的电位计。这通常也被称为“加速/减速控制”或“浮点控制”。为建立这种控制，需将一个数字输入设为使参考值增大，而将另一个数字输入设为使参考值减小。可以使用第三个数字输入来将数字电位计参考值复位。所有参考值源和总线参考值相加，便得到总的外部参考值。可以选择外部参考值、预置参考值或这两者的和作为有效参考值。最后，可以使用 3-14 预置相对参考值 对该参考值进行标定。

标定后的参考值按如下方式计算：

$$\text{参考值} = X + X \times \left(\frac{Y}{100} \right)$$

其中，X 是外部参考值、预置参考值或这两者的和，而 Y 是一个百分比形式的 3-14 预置相对参考值。

如果将 Y，即 3-14 预置相对参考值 设置为 0%，则参考值将会受到标定的影响。

2.8.10 闭环 PID 控制示例

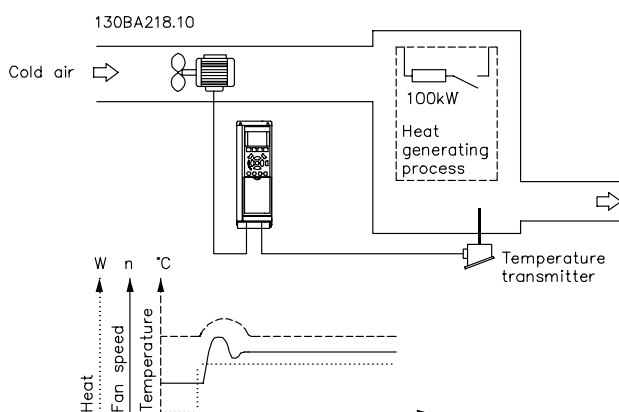


图 2.30 通风系统的闭环控制

在通风系统中，温度被维持在某个恒定水平。使用一个 0-10 V 的电位计将目标温度设在 -5 到 +35 °C 之间。因为这是一个冷却应用，因此，如果温度超过设置点值，则必须增大鼓风机的速度来提供更多的冷却气流。温度传感器的范围为 -10 到 +40 °C，它使用二线传感器来提供 4-20 mA 信号。变频器的输出频率范围为 10 到 50 Hz。

1. 通过连接在端子 12 (+24 V) 和 18 之间的开关来实现启动/停止。
2. 通过连接在端子 50 (+10 V)、53 (输入) 和 55 (公共) 上的电位计 (-5 到 +35 °C, 0 - 10 V) 来测量温度参考值。
3. 通过与端子 54 相连的传感器 (-10 到 40 °C, 4-20 mA) 来获得温度反馈。LCP 后侧的开关 S202 设为“开”（电流输入）。

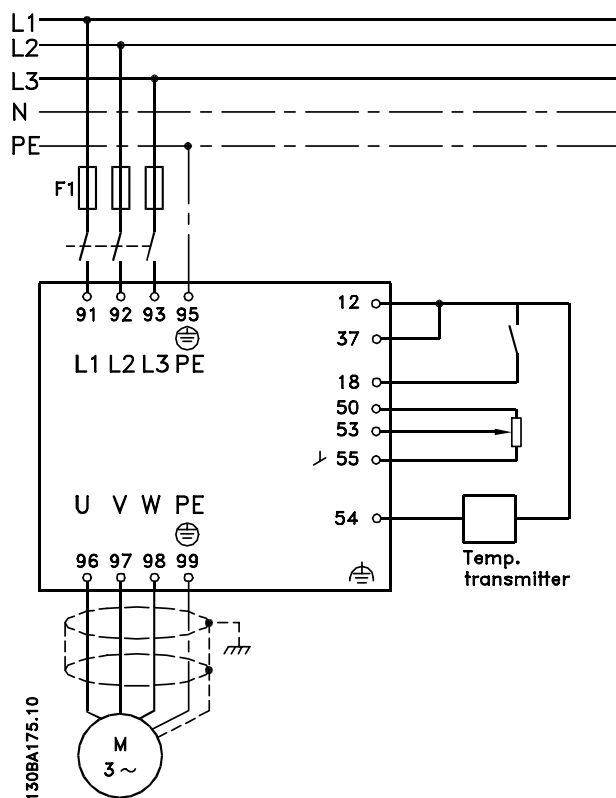


图 2.31 闭环 PID 控制示例

2.8.11 编程顺序



在本示例中假定使用感应电动机，即 1-10 电动机结构 = [0] 异步。

功能	参数	设置
1) 确保电动机正常运行。请执行下列操作：		
使用铭牌数据来设置电动机参数。	1-2*	按照电动机铭牌的指示。
运行“自动电动机调整”。	1-29	[1] 启用完整 AMA，然后运行 AMA 功能。
2) 检查电动机运行方向是否正确。		
运行电动机旋转检查。	1-28	如果电动机的运行方向不正确，请临时断开电源，然后调换电动机两相中的任何一相。

功能	参数	设置
3) 确保变频器极限值设置为安全值		
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	60 s
	3-42	60 s 取决于电动机规格/负载能力! 在手动模式中也能被激活。
如果需要, 应禁止电动机反向运行	4-10	[0] 顺时针方向
设置可接受的电动机速度极限值。	4-12	10 Hz, 电动机最小速度
	4-14	50 Hz, 电动机最大速度
	4-19	50 Hz, 变频器最大输出频率
从开环切换为闭环。	1-00	[3] 闭环
4) 配置 PID 控制器的反馈。		
选择恰当的参考值/反馈值单位。	20-12	[71] Bar
5) 配置 PID 控制器的设置点参考值。		
为设置点参考值设置可接受的极限值。	20-13	0 Bar
	20-14	10 Bar
用开关 S201/S202 选择电流或电压		
6) 标定用于设置点参考值和反馈值的模拟输入。		
根据电位计 (0 - 10 Bar, 0- 10 V) 的压力范围对模拟输入端 53 进行标定。	6-10	0 V
	6-11	10 V (默认值)
	6-14	0 Bar
	6-15	10 Bar
根据压力传感器 (0 - 10 Bar, 4- 20 mA) 对模拟输入端 54 进行标定	6-22	4 mA
	6-23	20 mA (默认值)
	6-24	0 Bar
	6-25	10 Bar
7) 调整 PID 控制器参数。		
根据需要, 调整变频器的闭环控制器。	20-93 20-94	请参阅下文的“PID 控制器优化”。
8) 保存以完成。		
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

表 2.15 编程顺序

2.8.12 调整变频器的闭环控制器

一旦设置了变频器的闭环控制器, 便应测试该控制器的性能。在使用 20-93 PID 比例增益 和 20-94 PID 积分时间 的默认值时, 大多数情况下都能实现可接受的性能。但在某些时候可能需要对这些参数值进行优化, 以实现更快的系统响应, 同时仍能控制速度过冲。

2.8.13 手动 PID 调整

1. 启动电动机。
2. 将 20-93 PID 比例增益 设为 0.3, 并增大该值直到反馈信号开始发生振荡时为止。如果需要, 可以启动和停止变频器或通过逐步更改给定值参照值来尝试引起振荡。接着降低 PID 比例增益, 直到反馈信号变稳定。然后将比例增益降低 40-60%。
3. 将 20-94 PID 积分时间 设为 20 秒, 然后逐渐减小该值直到反馈信号开始发生振荡时为止。如果需要, 可以启动和停止变频器或通过逐步更改给定值参照值来尝试引起振荡。接着增大 PID 积分时间, 直到反馈信号变稳定。然后将积分时间增加 15-50%。
4. 20-95 PID 微分时间 仅应用于反应速度非常快的系统。该值通常是 20-94 PID 积分时间 的 25%。只有对比例增益和积分时间设置进行完全优化后才能使用微分功能。确保反馈信号低通滤波器可以充分减弱反馈信号的振荡 (根据需要来设置参数 6-16、6-26、5-54 或 5-59)。

2.9 关于 EMC 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 图 2.32 所示，电动机电缆中的电容性电流与电动机的高 dU/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（请参阅图 2.32），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 图 2.32 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。将电动机电缆的屏蔽丝网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）。辫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继电器、控制电缆、信号接口和制动，则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。

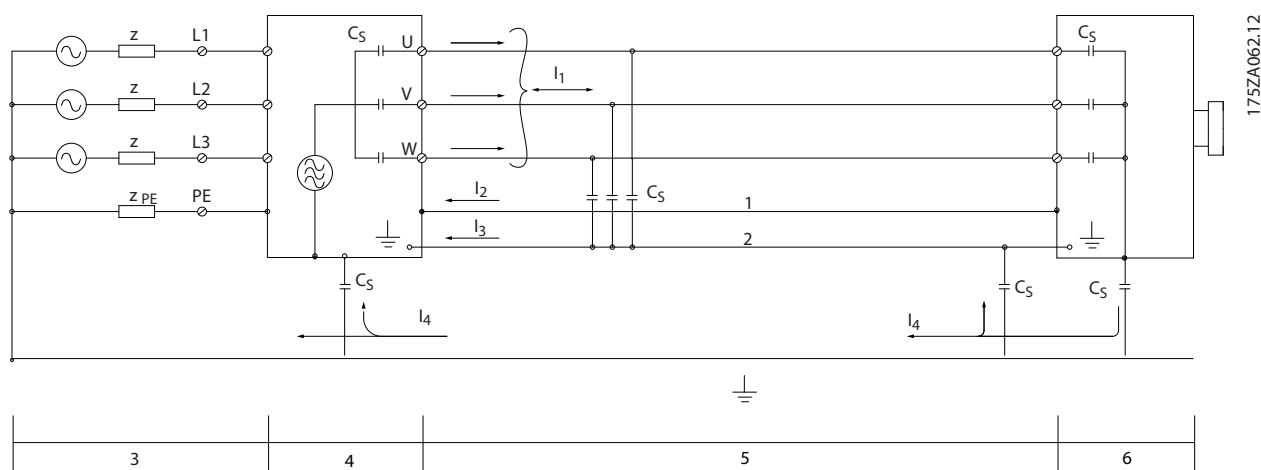


图 2.32 会产生漏电流的情况

1	接地线	4	变频器
2	屏蔽层	5	电动机屏蔽电缆
3	交流主电源	6	电机

表 2.16 图 2.32 的图例

如果要将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，以将屏蔽丝网电流带回设备。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。

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平与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）。有关 EMC 的详细信息，请参阅。

2.9.1 辐射要求

根据可调速变频器的 EMC 产品标准 EN/IEC 61800-3:2004 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。在表 2.17 中给出了这 4 个类别的定义以及对主电源供电电压传导辐射的要求。

类别	定义	传导辐射要求符合 EN 55011 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 1000 V）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 1000 V）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 1000 V）的变频器。	A 类组 2
C4	安装在第二种环境中（供电电压等于或高于 1000 V，或额定电流等于或高于 400 A）的变频器或要用于复杂系统的变频器。	无极限线缆。 应该制订 EMC 计划。

表 2.17 辐射要求

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 EN 55011 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/IEC 61000-6-3 辐射标准。	B 类
第二种环境 （工业环境）	针对工业环境的 EN/IEC 61000-6-4 辐射标准。	A 类组 1

表 2.18 一般辐射标准的极限

2.9.2 EMC 测试结果

下列测试结果是使用由变频器、屏蔽控制电缆、控制箱（带电位计）以及电动机电缆组成的系统获得的。表 2.19 可列出了合规的电动机电缆的最大长度。

射频干扰滤波器类型		传导辐射			辐射性干扰		
		电缆长度 [m]			电缆长度 [m]		
标准和要求	EN 55011	B 类 住宅、商业与 轻工业	A 类组 1 工业环境	A 类组 2 工业环境	B 类 住宅、商业与 轻工业	A 类组 1 工业环境	A 类组 2 工业环境
	EN/IEC 61800-3	类别 C1 第一种环境 (家庭和办公室)	类别 C2 第一种环境 (家庭和办公室)	类别 C3 第二种环境 (工业)	类别 C1 第一种环境 (家庭和办公室)	类别 C2 第一种环境 (家庭和办公室)	类别 C3 第二种环境 (工业)
H1							
FC 102	1.1-45 kW 200-240 V	50	150	150	否	是	是
	1.1-90 kW 380-480 V	50	150	150	否	是	是
H2							
FC 102	1.1-3.7 kW 200-240 V	否	否	5	否	否	否
	5.5-45 kW 200-240 V	否	否	25	否	否	否
	1.1-7.5 kW 380-500 V	否	否	5	否	否	否
	11-90 kW 380-500 V ⁴⁾	否	否	25	否	否	否
	11-22 kW 525-690 V ^{1, 4)}	否	否	25	否	否	否
	30-90 kW 525-690 V ^{2, 4)}	否	否	25	否	否	否
H3							
FC 102	1.1-45 kW 200-240V	10	50	75	否	是	是
	1.1-90 kW 380-480V	10	50	75	否	是	是
H4							
FC 102	11-30 kW 525-690 V ¹⁾	否	100	100	否	是	是
	37-90 kW 525-690 V ²⁾	否	150	150	否	是	是
Hx³⁾							
FC 102	1.1-90 kW 525-600 V	否	否	否	否	否	否

表 2.19 EMC 测试结果 (辐射)

1) 机箱类型 B

2) 机箱类型 C

3) 可按照 EN/IEC 61800-3 类别 C4 使用 Hx 型号

4) T7, 37-90 kW 符合带有 25 米电动机电缆的等级 A 组 1。适用系统的一些限制 (与 Danfoss 联系了解详细信息)

HX、H1、H2、H3、H4 或 H5 在类型代码的第 16-17 位中定义 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 EN 55011 A1/B 类和 EN/IEC 61800-3 Category 1/2 标准

H2 - 没有附加的 EMC 滤波器。符合 EN 55011 A2 类和 EN/IEC 61800-3 Category 3 标准

H3 - 集成的 EMC 滤波器。符合 EN 55011 A1/B 类和 EN/IEC 61800-3 Category 1/2 标准

H4 - 集成的 EMC 滤波器。符合 EN 55011 A1 类和 EN/IEC 61800-3 Category 2 标准

H5 - 海用型号。与 H2 型号具有同一辐射级别

2.9.3 关于谐波辐射的一般问题

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 :

	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

表 2.20 谐波电流

谐波电流并不直接影响功耗,但可增大设备(变压器、电缆)的热损耗。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。

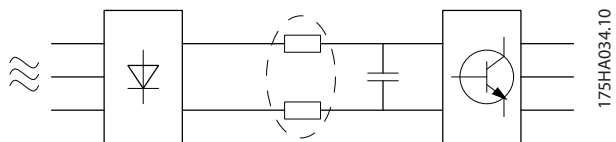


图 2.33 谐波电流



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。

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:

$$THD\% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2} / U_1$$

(U 的 $U_N\%$)

2.9.4 谐波辐射要求

连接到公共供电网络的设备

选件	定义
1	IEC/EN 61000-3-2 A 类标准,对于三相平衡设备(仅适用于总功率不超过 1 kW 的专业设备)。
2	IEC/EN 61000-3-12 标准,16 A-75 A 设备以及从 1 kW 到相电流不超过 16 A 的专业设备。

表 2.21 连接的设备

2.9.5 谐波测试结果(辐射)

T2 和 T4 中小于等于 PK75 的功率规格符合 IEC/EN 61000-3-2 A 类标准。T2 中从 P1K1 到小于等于 P18K 以及 T4 中小于等于 P90K 的功率规格符合 IEC/EN 61000-3-12 标准,见表 4。T4 中 P110 - P450 功率规格还符合 IEC/EN 61000-3-12 标准(虽然这不是强制要求,因为电流大于 75 A)。

	各个谐波电流 I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
实际(典型)	40	20	10	8
R_{sc} 极限 ≥ 120	40	25	15	10
	谐波电流失真因数 (%)			
	THD		PWHD	
实际(典型)	46		45	
R_{sc} 极限 ≥ 120	48		46	

表 2.22 谐波测试结果(辐射)

如果电源 S_{sc} 的短路功率大于或等于:

$$SSC = \sqrt{3} \times RSCE \times U_{mains} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

(用户供电系统和公共供电系统之间的接口点位置 (R_{sce}))

设备的安装者或用户自行负责确保设备仅与短路功率 S_{sc} 大于等于上述规定值的电源相连。如果需要,请咨询配电网络运营商。

在咨询了配电网络运营商后,可以将其它功率规格连接到公共供电网络。

符合多种系统级别的指导标准:

表 2.22 给出的谐波电流数据符合 IEC/EN 61000-3-12 中的动力驱动系统产品标准。可以使用这些数据来计算谐波电流对电源系统的影响,也可以用作符合相关地区性指导标准的证明: IEEE 519-1992; G5/4。

2.9.6 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。

为了证明对电现象的电磁干扰的防范能力，根据以下基本标准进行了下列抗扰性测试：

- 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 表 2.23。

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
电压范围： 200–240 V, 380–500 V, 525–600 V, 525–690 V					
线路	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
电机	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}
控制电线	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}
继电器电线	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 V CM	0.5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
机箱	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10V/m	—

表 2.23 EMC 抗扰性表

1) 电缆屏蔽注射

AD: 空气放电

CD: 接触放电

CM: 通用模式

DM: 差分模式

2.10 流电绝缘 (PELV)

2.10.1 PELV – 保护性超低压

PELV 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, 400 V 以上的接地三角形线路例外。

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流电绝缘效果。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 流电绝缘主要包括 6 个位置 (见 图 2.34) :

为了保持 PELV, 所有与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. 电源 (SMPS) 包括 U_{DC} 的信号绝缘, 指示中间直流回路的电压。
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。
7. 机械制动。

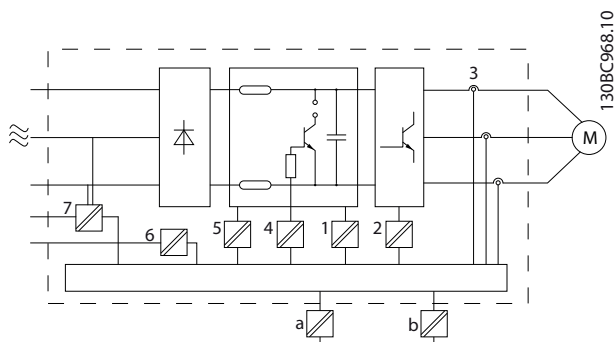


图 2.34 高低压绝缘

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。

警告

安装在高海拔下:

380-500 V, 机箱类型 A、B 和 C: 当海拔超过 2 km 时, 请向 Danfoss 咨询 PELV 事宜。

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

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。

在触摸任何电气部件之前, 至少等待表 2.19 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。

2.11 接地漏电电流

遵守对漏电电流超过 3.5 mA 的设备进行保护性接地的国家和地方法规。

变频器技术在高功率下利用高频切换。这会在接地线路中产生漏电电流。变频器输出功率端子中的故障电流可能包含直流成分, 这些直流成分可能对滤波电容器充电, 从而导致瞬态地电流。

接地漏电电流由多个成分组成, 这取决于不同的系统配置, 包括射频干扰滤波、屏蔽型电动机电缆和变频器功率。

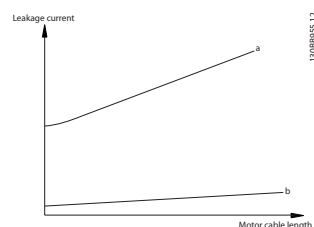


图 2.35 电缆长度和功率规格对漏电电流的影响。Pa > Pb

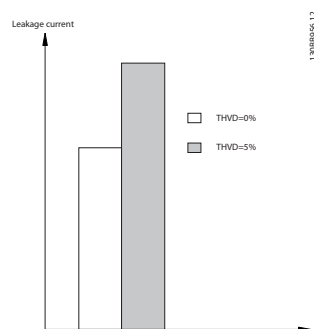


图 2.36 线路失真会影响漏电电流



如果使用了滤波器,则在滤波器充电期间关闭 14-50 射频干扰滤波器 以防高漏电电流接通 RCD 开关。

EN/IEC61800-5-1 (功率变频器系统产品标准) 要求,如果漏电电流超过 3.5mA,则须给予特别注意。必须采用下述方式之一来增强接地措施:

- 截面积至少为 10 mm² 的地线 (端子 95)
- 采用两条单独的并且均符合尺寸规格的接地线

有关详细信息,请参阅 EN/IEC61800-5-1 和 EN50178。

使用 RCD

在使用漏电断路器 (RCD) (也称为接地漏电断路器,简称 ELCB) 时,应符合下述要求:

- 仅使用可以检测交流和直流的 B 类 RCD
- 使用带有涌入延迟功能的 RCD,以防瞬态地电流造成故障
- 根据系统配置和环境因素来选择 RCD 规格

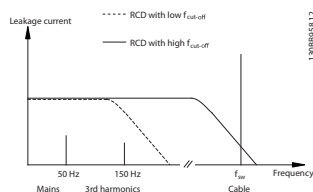


图 2.37 漏电电流的主要成分

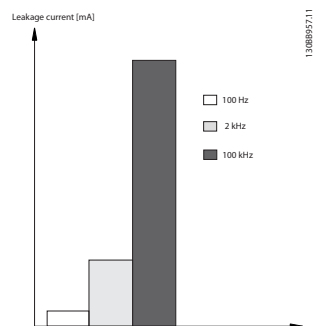


图 2.38 对 RCD 的截止频率的影响作出响应/测量

另请参阅 RCD 应用说明 MN90G。

2.12 制动功能

2.12.1 制动电阻器的选择

在某些应用 (比如隧道通风或地铁站通风系统) 中,所要求的电动机停止速度可能无法通过减速控制或惯性停车来获得。在这些应用中,可以使用制动电阻器来实现动态制动。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。图 2.39 下图显示了一个典型的制动周期。

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 为总周期时间内的制动时间 (秒)

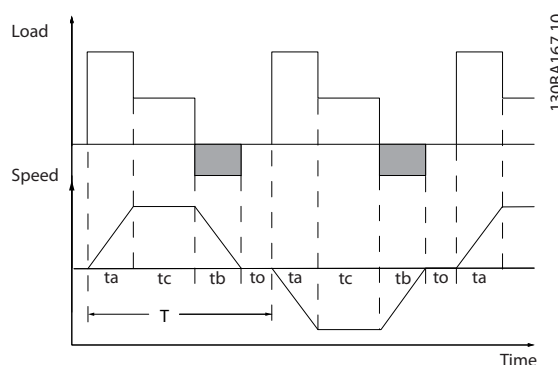


图 2.39 电阻的间歇工作周期

Danfoss 为 VLT® HVAC Drive 变频器系列提供了工作周期为 5%、10% 和 40% 的配套制动电阻器。如果使用工作周期为 10% 的制动电阻器,则最多可以在一个周期 10% 的时间内吸收制动功率,而其余的 90% 的时间将用于该电阻器的散热。

有关进一步的选型建议,请与 Danfoss 联系。

2.12.2 制动电阻器计算

制动电阻的计算方式如下:

$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}}$
其中
$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br} \times \eta_{motor} \times \eta [W]$

表 2.24 制动电阻器计算

可以看出, 制动电阻取决于中间电路电压 (U_{dc})。
变频器的制动功能被设定在 3 个主电源电压范围内:

规格 [V]	正常制动 [V]	切断警告 [V]	切断 (跳闸) [V]
3x200-240	390 (U_{dc})	405	410
3x380-480	778	810	820
3x525-600	943	965	975
3x525-690	1084	1109	1130

表 2.25 在 3 个主电源电压范围内设定的制动功能

注意

如果没有使用 Danfoss 制动电阻器, 请检查制动电阻器是否能承受 410 V、820 V 或 975 V 的电压。

Danfoss 推荐使用制动电阻 R_{rec} , 该电阻可确保在 110% 的最高制动转矩 ($M_{br}(\%)$) 时实现制动。相应的公式可表示为:

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

η_{motor} 通常为 0.90
 η 通常为 0.98

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

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

$$480 V: R_{rec} = \frac{375300}{P_{电动机}} [\Omega]^{1)}$$

$$480 V: R_{rec} = \frac{428914}{P_{电动机}} [\Omega]^{2)}$$

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

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

- 1) 对于主轴输出 $\leq 7.5 \text{ kW}$ 的变频器
- 2) 对于主轴输出 $> 7.5 \text{ kW}$ 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)。

警告

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。

2.12.3 通过制动功能进行控制

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, 制动功能可获得最近 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 2-12 制动功率极限 (kW) 中选择的极限。在 2-13 制动功率监测 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 2-12 制动功率极限 (kW) 中设置的极限, 就会执行该功能。

注意

制动功率监视并不是一项安全功能。出于安全目的, 应配备一个热开关。制动电阻器电路没有接地泄漏保护。

可以在 2-17 过压控制 中选择过压控制 (OVC) (专用制动电阻器) 作为替代的制动功能。此功能对所有设备均适用。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, 减速时间延长了。

注意

在运行 PM 电动机时无法激活 OVC (当 1-10 电动机结构设为 [1] PM 非突出 SPM 时)。

2.12.4 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绞线的电气噪音, 请使用绞线。

为了获得更好的 EMC 性能, 可以使用金属屏蔽丝网。

2.13 极端运行条件

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允许的。可能会显示故障信息。启用飞车启动以捕获旋转的电动机。

电动机产生过电压

如果电动机用作发电机，中间电路的电压会升高。以下情况下会出现过压：

- 负载（以变频器的恒定输出频率）驱动电动机，即负载发电。
- 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。
- 如果滑移补偿设置不当，可能导致直流回路的电压升高。
- PM 电动机工作时产生的反电动势。如果在高转速下惯性回车，PM 电动机的反电动势有可能超过变频器的最大电压容限，从而造成损害。为帮助防止此问题，系统会用 1-40 1000 RPM 时的后 EMF、1-25 电动机额定转速和 1-39 电动机极数的值执行内部计算，并据此自动限定 4-19 最大输出频率 的值。如果电动机可能发生过速（比如因为过度的风车效应），则 Danfoss 建议配备制动电阻器。



警告

变频器必须配备制动斩波器。

如果可能，控制单元会试图更正减速过程（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 2-10 制动功能和 2-17 过压控制。



在运行 PM 电动机时无法激活 OVC（当 1-10 电动机结构设为 [1] PM 非突出 SPM 时）。

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。

VVCplus 模式下的静态过载

当变频器过载时（达到 4-16 电动时转矩极限/4-17 发电时转矩极限 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 14-25 转矩极限跳闸延迟 中限定（0-60 秒）。

2.13.1 电动机热保护

这是 Danfoss 防止电动机过热的方式。它是一种根据内部测量来模拟双金属继电器的电子功能。其特性如图 2.40 所示

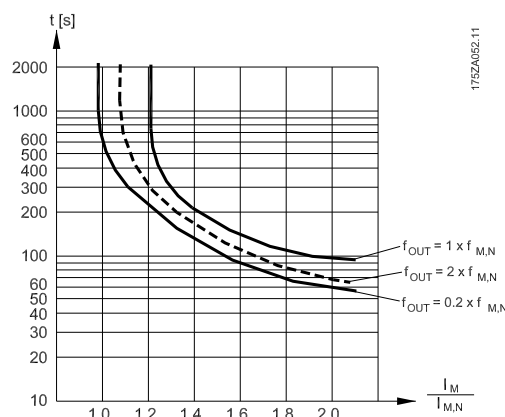


图 2.40 X 轴显示了 I_{motor} 和额定 I_{motor} 的比。Y 轴显示了 ETR 断开并使变频器跳闸之前的时间（秒）。曲线显示了额定速度下、2 倍额定速度下以及 0.2 倍额定速度下的特性。

其中清楚表明，在较低速度下，因为电动机的冷却能力降低，ETR 会在较低热量水平下断开。它以这种方式防止电动机在低速下过热。ETR 功能根据实际电流和速度计算电动机温度。作为 16-18 电动机发热 中的一个读数参数，可以在变频器中查看计算出的温度。

热敏电阻在阻值大于 3 KΩ 时自动断开。

在电动机内部放置一个热敏电阻（PTC 传感器）可以实现绕组保护。

电动机保护可以通过一系列的技术来实现：电动机绕组中的 PTC 传感器；机械热开关（Klixon 类型）；或电子热敏继电器（ETR）。

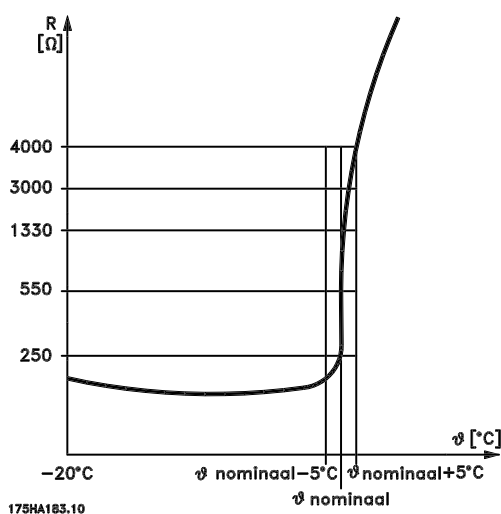


图 2.41 热敏电阻断开

将数字输入和 24 V 用作电源:

示例: 当电动机温度过高时, 变频器将跳闸。

参数设置:

将 1-90 电动机热保护 设为 [2] 热敏电阻跳闸

将 1-93 热敏电阻源设为 [6] 数字输入 33

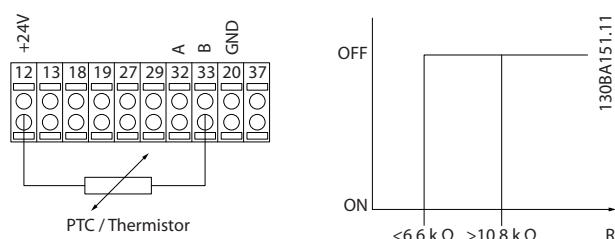


图 2.42 将数字输入和 24 V 用作电源

将数字输入和 10 V 用作电源:

示例: 当电动机温度过高时, 变频器将跳闸。

参数设置:

将 1-90 电动机热保护 设为 [2] 热敏电阻跳闸

将 1-93 热敏电阻源设为 [6] 数字输入 33

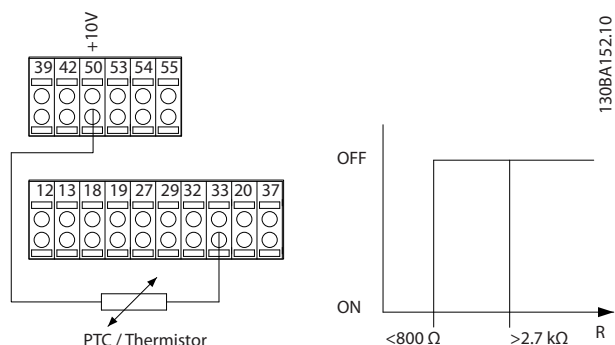


图 2.43 将数字输入和 10 V 用作电源

将模拟输入和 10 V 用作电源:

示例: 当电动机温度过高时, 变频器将跳闸。

参数设置:

将 1-90 电动机热保护 设为 [2] 热敏电阻跳闸

将 1-93 热敏电阻源 设为 [2] 模拟输入 54

不要选择参考源。

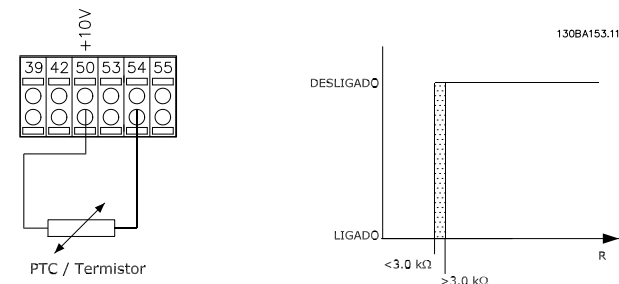


图 2.44 将模拟输入和 10 V 用作电源

输入 数字/模拟	电源电压 V 断路值	阈值 断路值
数字	24	< 6.6 kΩ - > 10.8 kΩ
数字	10	< 800 Ω - > 2.7 kΩ
模拟	10	< 3.0 kΩ - > 3.0 kΩ

表 2.26 阈值断路值

注意

检查所选的供电电压是否符合所使用的热敏电阻元件的规格。

摘要

借助转矩极限功能, 可以在不考虑速度的情况下防止电动机过热。ETR 也可以防止电动机过热, 并且无需任何进一步的电动机保护。这意味着当电动机温度升高时, 将由 ETR 计时器控制电动机在为了防止过热而停止之前可以在高温下运行多长时间。如果电动机在没有达到 ETR 关闭电动机的温度水平时便发生过载, 将通过转矩极限来防止电动机和应用发生过载。

ETR 可以在 1-90 电动机热保护 中激活, 并且通过 4-16 电动时转矩极限 进行控制。转矩极限警告将变频器跳闸之前的时间在 14-25 转矩极限跳闸延迟 中设置。

3 选项

3.1 选件和附件

Danfoss 为变频器提供了丰富的选件和附件。

3.1.1 安装插槽 B 中的选件模块

断开变频器的电源。

对于 A2 和 A3 机箱类型：

1. 从变频器上拆下 LCP、端子盖和 LCP 机架。
2. 将 MCB1xx 选件卡安装在插槽 B 中。
3. 连接控制电缆，并用随附的线夹将电缆夹紧。
拆下选件套装中提供的扩展 LCP 机架的挡板，
以便将选件安装在扩展 LCP 机架下方。
4. 安装扩展 LCP 机架和端子盖。
5. 将 LCP 或盲盖安装在扩展 LCP 机架中。
6. 给变频器通电。
7. 按照 章 9.2 一般规范 的介绍，在相应的参数
中设置输入/输出功能。

对于 B1、B2、C1 和 C2 机箱类型：

1. 拆下 LCP 和 LCP 底座。
2. 将 MCB 1xx 选件卡安装在插槽 B 中。
3. 连接控制电缆，并用随附的线夹将电缆夹紧。
4. 装上底座。
5. 装上 LCP。

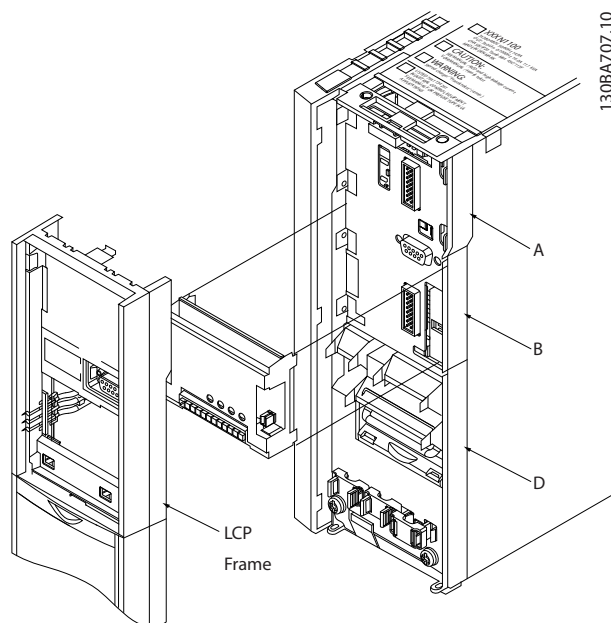


图 3.1 A2、A3 和 B3 机箱类型

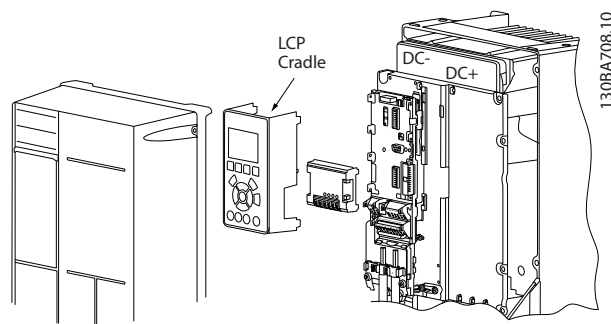


图 3.2 A5、B1、B2、B4、C1、C2、C3 和 C4 机箱类型

3.1.2 通用 I/O 模块 MCB 101

借助 MCB 101，可以扩展变频器的数字/模拟输入输出数量。

MCB 101 必须安装在变频器的插槽 B 中。内容：

- MCB 101 选件模块
- 扩展 LCP 机架
- 端子盖

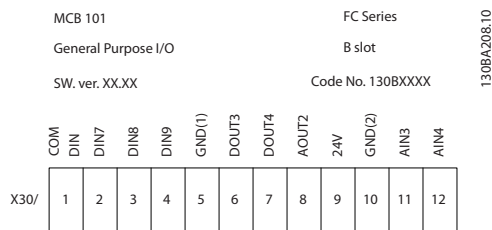


图 3.3

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 3.4 所示）。

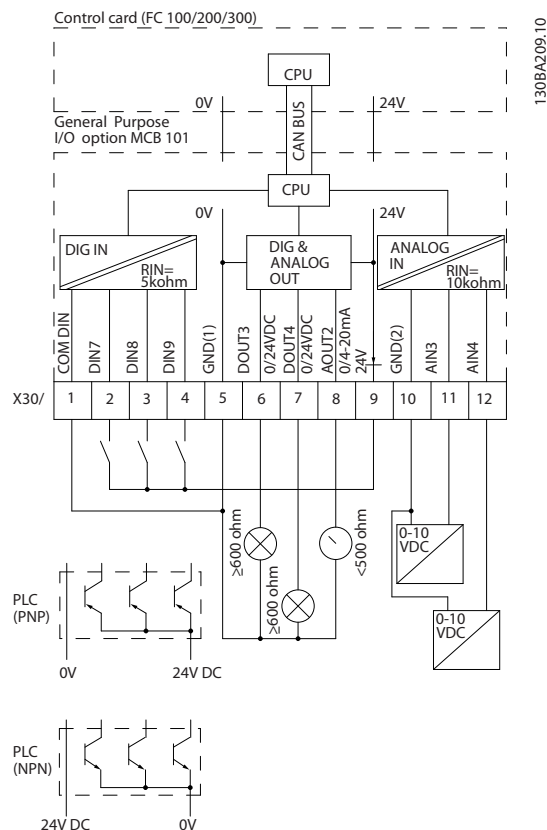


图 3.4 原理图

3.1.3 数字输入 - 端子 X30/1-4

数字输入的数量	电压水平	电压电平	误差	最大 输入阻抗
3	0-24 V 直流	PNP 型: 公共极 = 0 V 逻辑 "0" : 输入 < 直流 5 V 逻辑 "0" : 输入 > 直流 10 V NPN 型: 公共极 = 24 V 逻辑 "0" : 输入 > 直流 19 V 逻辑 "0" : 输入 < 直流 14 V	± 28 V (持续) ± 37 V (最短 10 秒)	约 5k Ω

表 3.1 设置参数: 5-16、5-17 和 5-18

3.1.4 模拟电压输入 - 端子 X30/10-12

模拟电压输入的数量	标准输入信号	误差	分辨率	最大 输入阻抗
2	0-10 V DC	± 20 V (持续)	10 位	约 5k Ω

表 3.2 设置参数: 6-3*、6-4* 和 16-76

3.1.5 数字输出 - 端子 X30/5-7

数字输出的数量	输出水平	误差	最大阻抗
2	0 或 2 V DC	± 4 V	$\geq 600 \Omega$

表 3.3 设置参数: 5-32 和 5-33

3.1.6 模拟输出 - 端子 X30/5+8

模拟输出的数量	输出信号水平	误差	最大阻抗
1	0/4 - 20 mA	± 0.1 mA	< 500 Ω

表 3.4 设置参数: 6-6* 和 16-77

3.1.7 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, 2A
最大端子负载 (AC-15) ¹⁾ (cos φ 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 分钟 ⁻¹ /20 秒 ⁻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
- 扩展的 LCP 机架和加大的端子盖
- 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

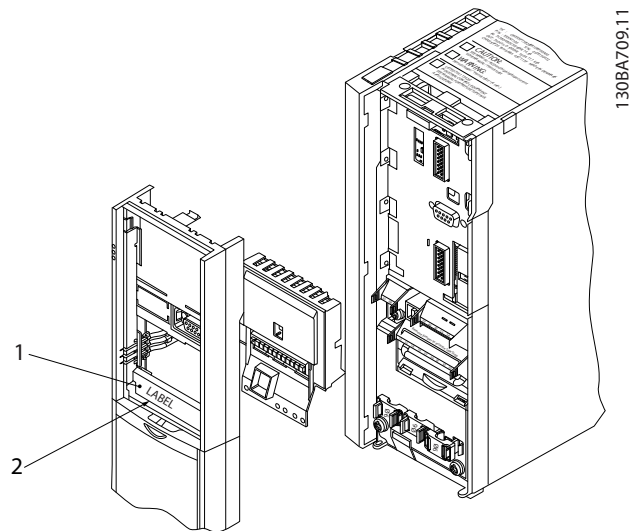


图 3.5 继电器选件 MCB 105

A2-A3-A4-B3	A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4
1) 重要说明！ 必须按所示方式将标签放置到 LCP 机架上（已得到 UL 认证）。	

表 3.5 图 3.5 和 图 3.6 的图例

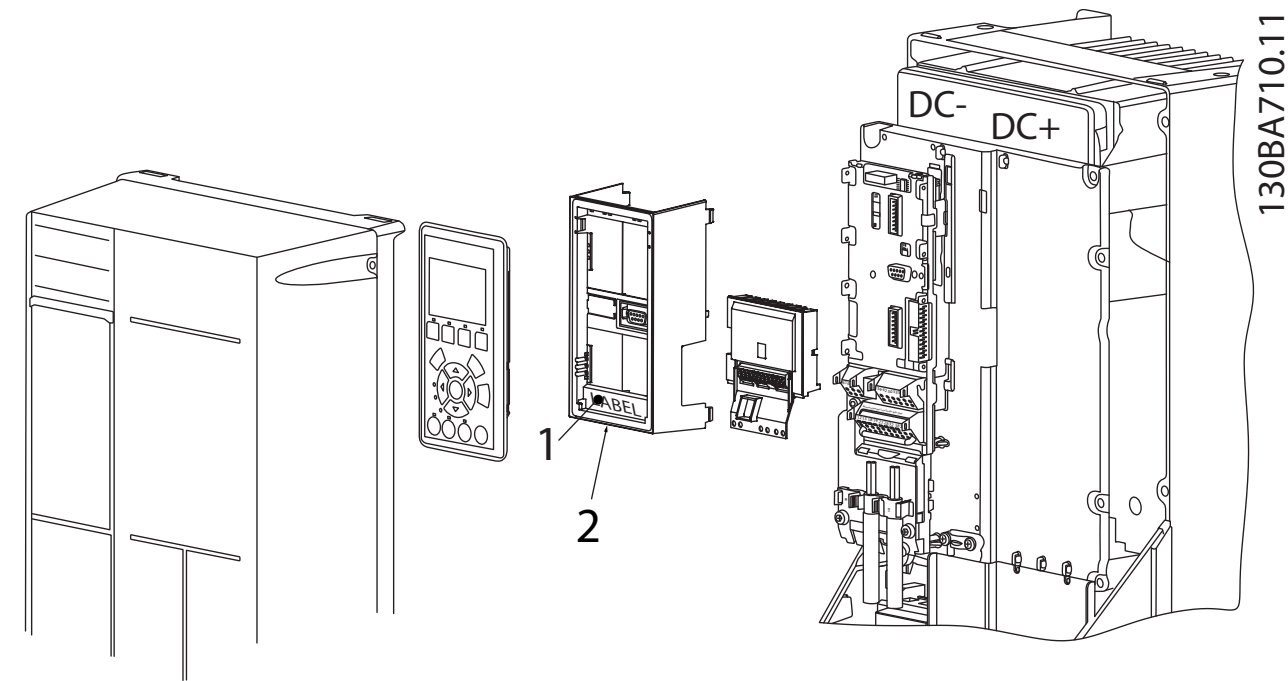


图 3.6 继电器选项套件

警告

警告：双路供电。

如何添加 MCB 105 选项：

- 请参阅选项和附件部分前面介绍的安装说明
- 断开继电器端子上的带电部分的电源连接。
- 切勿将带电部分同控制信号（PELV）混在一起。
- 请在 5-40 继电器功能 [6-8]、5-41 继电器打开延时 [6-8] 和 5-42 继电器关闭延时 [6-8] 中选择继电器功能。

注意

索引 [6] 代表继电器 7，索引 [7] 代表继电器 8，而索引 [8] 代表继电器 9

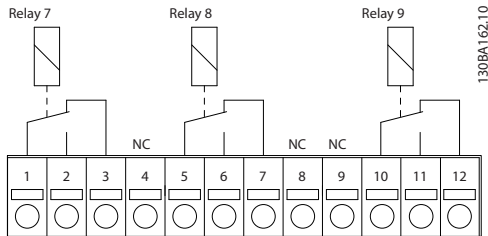


图 3.7 继电器 7、继电器 8 和继电器 9

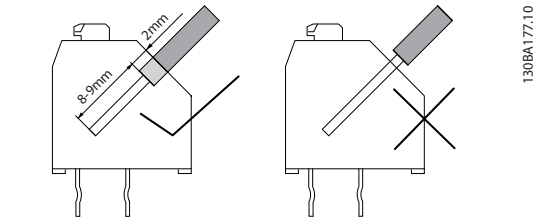


图 3.8 安装

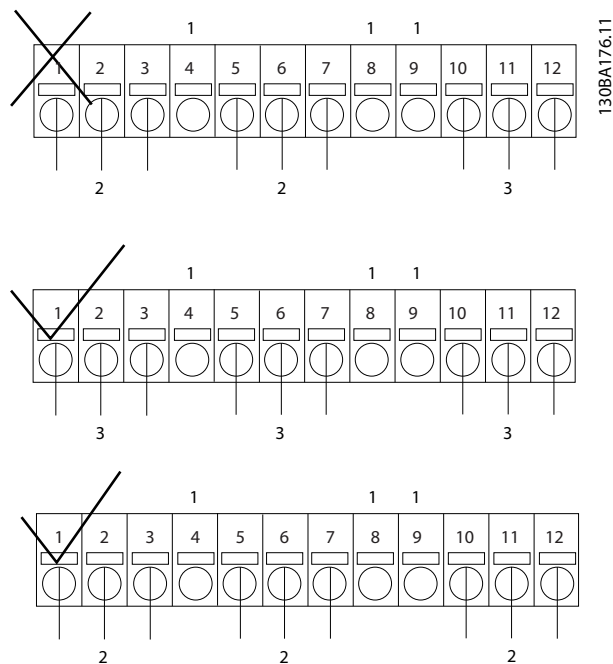


图 3.9 连接

1	NC
2	带电部分
3	PELV

表 3.6 图 3.9 的图例



警告
请勿将低压部分同 PELV 系统连接在一起。在发生单一故障时，整个系统可能变得具有触摸危险，这可能导致死亡或严重伤害。

3.1.8 24 V 备用选件 MCB 107（选件 D）

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。这样一来，即使电源部件没有连接至主电源，LCP 和现场总线也能完全正常运行（包括参数设置）。

输入电压范围	24 V DC $\pm 15\%$ （最大 37 V，10 秒）
最大输入电流	2.2 A
变频器的平均输入电流	0.9 A
电缆最大长度	75 m
输入电容载荷	$<10 \mu\text{F}$
加电延迟	$<0.6 \text{ s}$

表 3.7 外接 24 V 直流电源的规格

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 或盖板。

当使用 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。

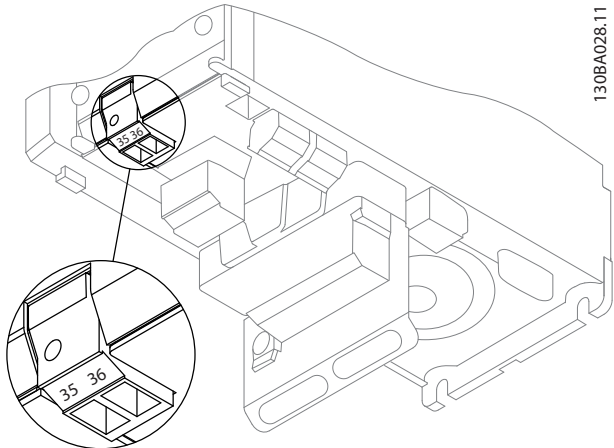


图 3.10 24 V 备用电源的连接（A2-A3）。

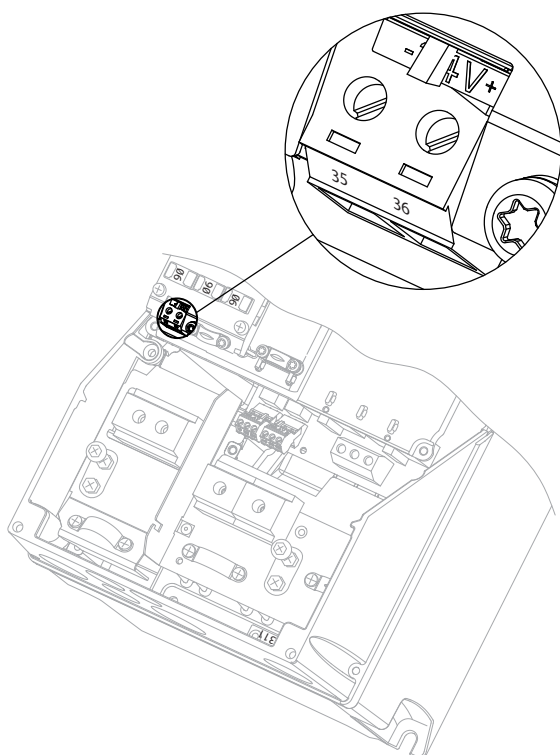


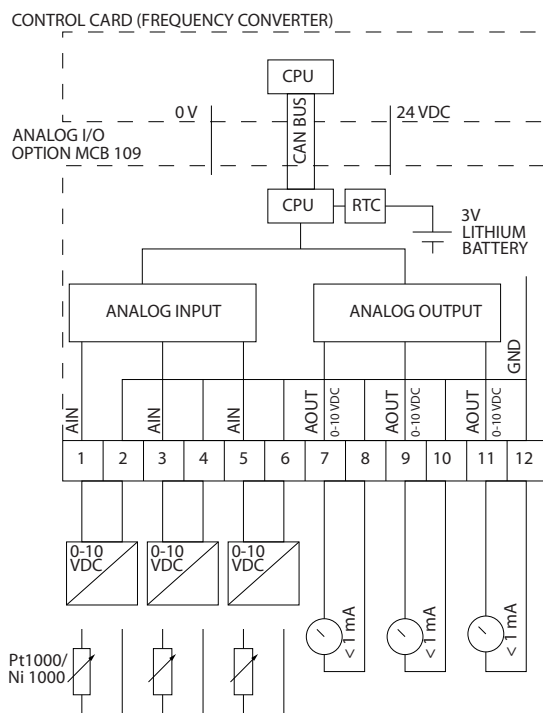
图 3.11 24 V 备用电源的连接 (A5-C2)。

3.1.9 模拟 I/O 选项 MCB 109

该模拟输入输出卡旨在用于下述情况中：

- 为控制卡上的时钟功能提供备用电池
- 作为控制卡上模拟输入//输出选择的一般扩展，例如，用于带有 3 个压力传感器的多区域控制
- 将变频器变成分散型输入输出组，以支持建筑物管理系统（带有传感器输入以及操作阻尼器和阀门执行机构输出）。
- 支持带有以下输入输出的扩展 PID 控制器：用于设置点输入、变送器/传感器输入和执行机构的输出。

130BA216.10



130BA405.11

图 3.12 安装在变频器中的模拟 I/O 的原理图。

模拟输入输出配置

3 × 模拟输入，可处理：

- 0-10 V DC

或

- 0-20 mA （输入电压 0-10V），通过在端子间跨接一个 510Ω 的电阻器（请参阅“注意事项”）
- 4-20 mA （输入电压 2-10V），通过在端子间跨接一个 510Ω 的电阻器（请参阅“注意事项”）
- 0 °C 时为 1000 Ω 的 Ni1000 温度传感器。相应规格符合 DIN43760
- 0 °C 时为 1000 Ω 的 Pt1000 温度传感器。相应规格符合 IEC 60751

3 个提供 0-10V DC 的模拟输出。



注意各种不同电阻器标准组内的可用值：

E12：最接近的标准值为 470Ω，可产生 449.9Ω 和 8.997V 的输入。

E24：最接近的标准值为 510Ω，可产生 486.4Ω 和 9.728V 的输入。

E48：最接近的标准值为 511Ω，可产生 487.3Ω 和 9.746V 的输入。

E96：最接近的标准值为 523Ω，可产生 498.2Ω 和 9.964V 的输入。

模拟输入 - 端子 X42/1-6

参数组：18-3*。另请参阅 VLT® HVAC Drive 编程指南。

用于设置的参数组：26-0*、26-1*、26-2* 和 26-3*。另请参阅 VLT® HVAC Drive 编程指南。

3 x 模拟输入	用作温度传感器输入	用作电压输入
工作范围	-50 到 +150 °C	0 - 10 V DC
分辨率	11 位	10 位
精度	-50 °C ±1 Kelvin +150 °C ±2 Kelvin	满量程的 0.2% (在校准温度下)
采样	3 Hz	2.4 Hz
最大负载	-	± 20 V (持续)
阻抗	-	大约 5 kΩ

表 3.8 模拟输入 - 端子 X42/1-6

当用于电压时，模拟输入可使用每个输入的参数来标定。

当用于温度传感器时，模拟输入标定值可根据指定的温度跨度预设为所需的信号水平。

当模拟输入用于温度传感器时，可以读取 °C 和 °F 形式的反馈值。

使用温度传感器时，用于连接传感器的电缆最长不能超过 80 m (非屏蔽/非扭结电缆)。

模拟输出 - 端子 X42/7-12

参数组：18-3*。另请参阅 VLT® HVAC Drive 编程指南。

用于设置的参数组：26-4*、26-5* 和 26-6*。另请参阅 VLT® HVAC Drive 编程指南。

3 x 模拟输出	输出信号水平	分辨率	线性	最大负载
伏	0-10 V DC	11 位	全范围的 1 %	1 mA

表 3.9 模拟输出 - 端子 X42/7-12

模拟输出可使用每个输出的参数来标定。

所分配的功能可通过参数来选择，此时的选项与控制卡上的模拟输出一样。

有关参数的详细说明，请参考 VLT® HVAC Drive 编程指南。

带备用电池的实时时钟 (RTC)

RTC 数据格式包括年、月、日、小时、分钟和工作日。

25 °C 时，时钟精度高于 ± 20 ppm。

当变频器在 40 °C 的环境温度下工作时，内置的锂备用电池一般至少可以使用 10 年。如果备用电池组失效，则必须更换模拟输入输出选件。

3.1.10 PTC 热敏电阻卡 MCB 112

借助 MCB 112 选件，可以用一个绝缘 PTC 热敏电阻输入来监视电动机的温度。对带有安全转矩停止的变频器来说是 B 选件

有关安装该选件的信息，请参阅 章 3.1.1 安装插槽 B 中的选件模块。另请参阅 章 7 应用示例 中的不同应用可能性。

X44/1 和 X44/2 是热敏电阻输入。X44/12 根据热敏电阻值来启用变频器的安全转矩停止功能 (端子 37)，而 X44/10 则负责将 MCB 112 的安全转矩停止请求通知给变频器，以确保适当的报警处理。必须将某个数字输入参数 (或所装选件的某个数字输入) 设为 [80] PCT 卡 1，才能使用来自 X44/10 的信息。将 5-19 端子 37 安全停止配置为所需的安全转矩停止功能 (默认为安全停车报警)。

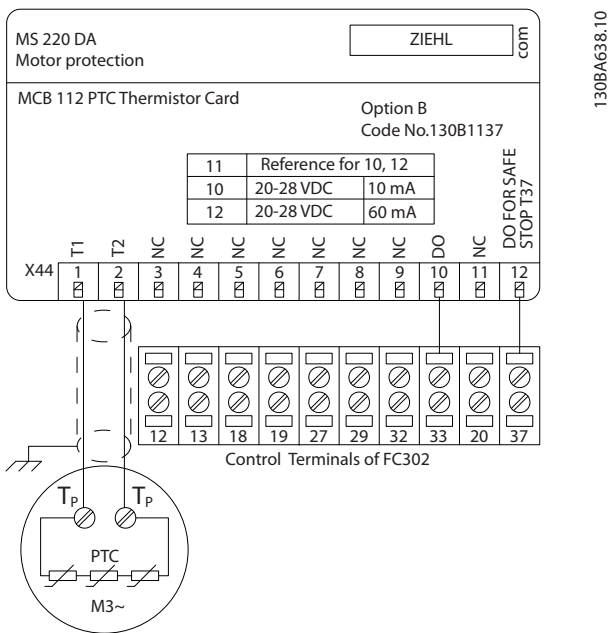


图 3.13 安装 MCB 112

FC 102 的 ATEX 认证

MCB 112 已通过 ATEX 认证。这意味着，安装有 MCB 112 的变频器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 操作手册。



图 3.14 爆炸环境 (ATEX)

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, $R \leq 3.65$ Ω ; ≤ 9 V, $R = \infty$
传感器电流	≤ 1 mA
短路	20 $\Omega \leq R \leq 40$ Ω
功率消耗	60 mW

测试条件

EN 60 947-8

测得的抗电涌电压	6000 V
过压类别	III
污染等级	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
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 1.14 g
抗冲击性	50 g

安全系统值

EN 61508, $T_u = 75$ °C 持续

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	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
订购号 130B1137	

3.1.11 传感器输入选件 MCB 114

传感器输入选件卡 MCB 114 可用于下述情况中：

- 温度变送器 PT100 和 PT1000 借助传感器输入来监视轴承温度
- 作为模拟输入的一般扩展，可以利用 1 个附加输入进行多区控制或压差测量
- 支持带有用于下述目的的输入输出的扩展 PID 控制器：设定值输入、变送器/传感器输入

在设计上采用温度传感器来防止轴承过载的常见电动机配备有 3 个 PT100/1000 温度传感器。一个位于前轴承中，一个位于后轴承中，另一个位于电动机绕组中。传感器输入选件 MCB 114 支持具有单独温度极限（欠温/过温）的 2 线或 3 线传感器。系统在启动时会自动检测传感器类型（PT100 或 PT1000）。

如果测得温度低于用户指定的下限或超出上限，该选件可以发出报警。在显示屏中或通过读取参数可以读取各个传感器输入上测得的不同温度。当发生报警时，系统可将继电器或数字输出设为高位激活，为此请在参数组 5-** 中选择 [21] 热警告。

故障状态有一个通用的警告/报警编号，即，报警/警告 20，温度输入错误。可以设置任何当前输出，使其在发生警告或报警时激活。

3.1.11.1 订购代号和所含部件

标准版本的代号： 130B1172。

有涂层版本的代号： 130B1272。

3.1.11.2 电气和机械规格

模拟输入

模拟输入的数量	1
格式	0-20 mA 或 4-20 mA
线数	2
输入阻抗	<200 Ω
采样率	1 kHz
第 3 位滤波器	100 Hz (3 dB 时)

该选件可为模拟传感器提供 24V 直流电压（端子 1）。

温度传感器输入

支持 PT100/1000 的模拟输入的数量	3
信号类型	PT100/1000
连接	PT 100 2 线或 3 线/PT1000 2 线或 3 线
PT100 和 PT1000 输入频率	1Hz（每个通道）
分辨率	10 位
温度范围	-50 - 204 °C -58 - 399 °F

高低压绝缘

所连接的传感器应与主电源电压绝缘。	IEC 61800-5-1 和 UL508C
-------------------	------------------------

接线

信号电缆的最大长度	500 m
-----------	-------

3.1.11.3 电气连线

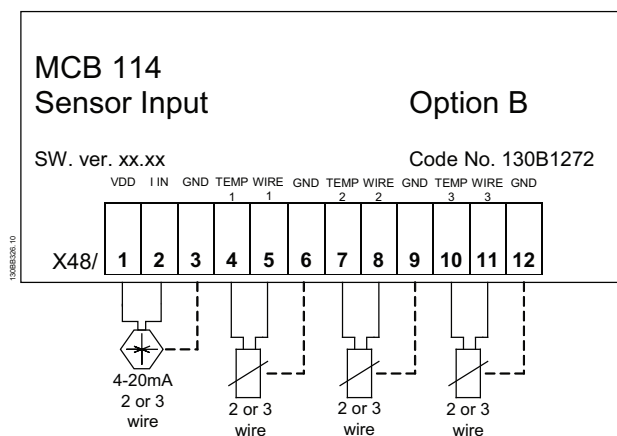


图 3.15 电气连线

端子	名称	功能
1	VDD	为 4-20mA 传感器供电的 24V 直流电压
2	I in	4-20mA 输入
3	接地	模拟输入接地
4, 7, 10	温度 1、2、3	温度输入
5, 8, 11	电线 1、2、3	使用 3 线传感器时的第 3 条线的输入
6, 9, 12	接地	温度输入接地

表 3.10 端子

3.1.12 LCP 远程安装套件

通过使用远程安装套件，可将 LCP 移到机柜的正面。机箱为 IP66。固定螺钉必须使用最大不超过 1 Nm 的转矩拧紧。

机箱	IP66 前面板
和设备之间的电缆最大长度	3 m
通讯标准	RS-485

表 3.11 技术数据

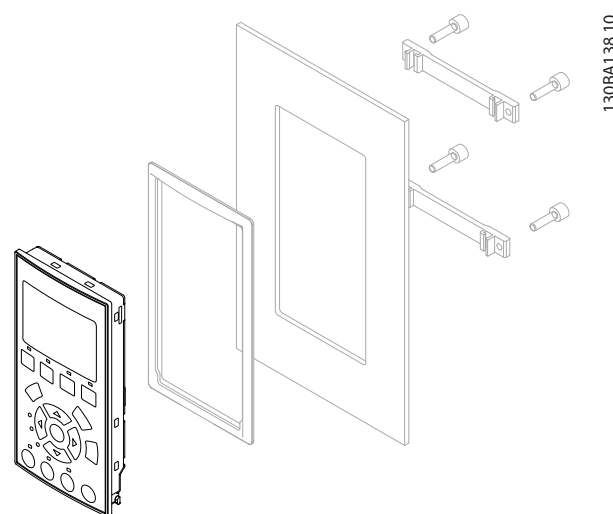


图 3.16 LCP 套件，包括图形 LCP、固定件、3 米长电缆和衬垫。

订购号 130B1113

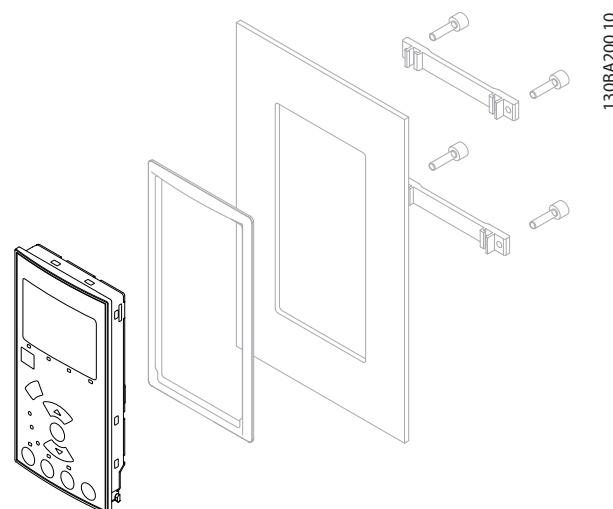


图 3.17 LCP 套件，包括数字式 LCP、固定件和衬垫。

订购号 130B1114

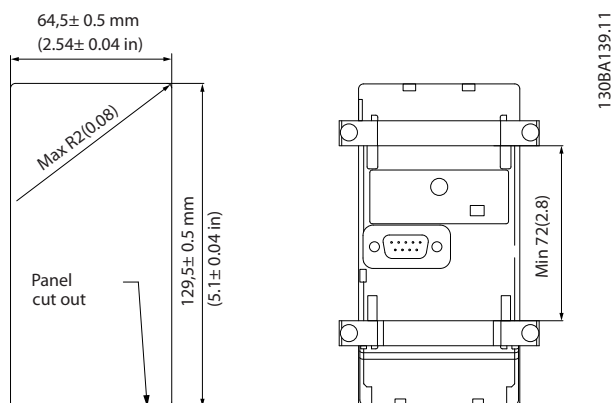


图 3.18 尺寸

3.1.13 IP21/IP41/ 类型 1 机箱套件

IP21/IP41 顶盖/类型 1 是可选的机箱配件，适用于机箱规格为 A2-A3、B3+B4 和 C3+C4 的 IP20 紧凑型设备。通过该机箱套件，可将 IP20 设备升级到符合机箱 IP21/41 顶盖/类型 1。

IP41 顶盖适用于所有标准的 IP20 VLT® HVAC Drive 型号。

3.1.14 IP 21/Type 1 机箱套件

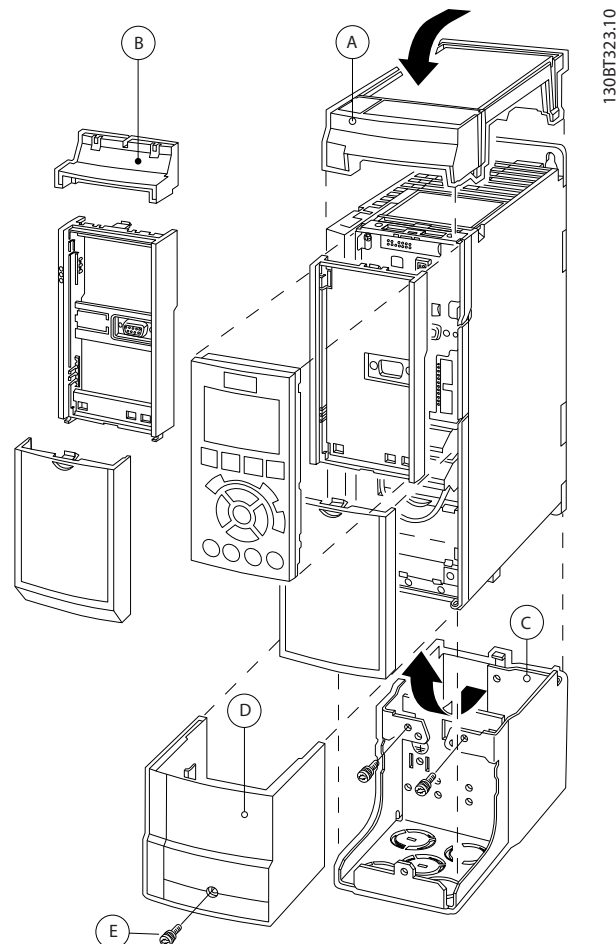


图 3.19 机箱类型 A2

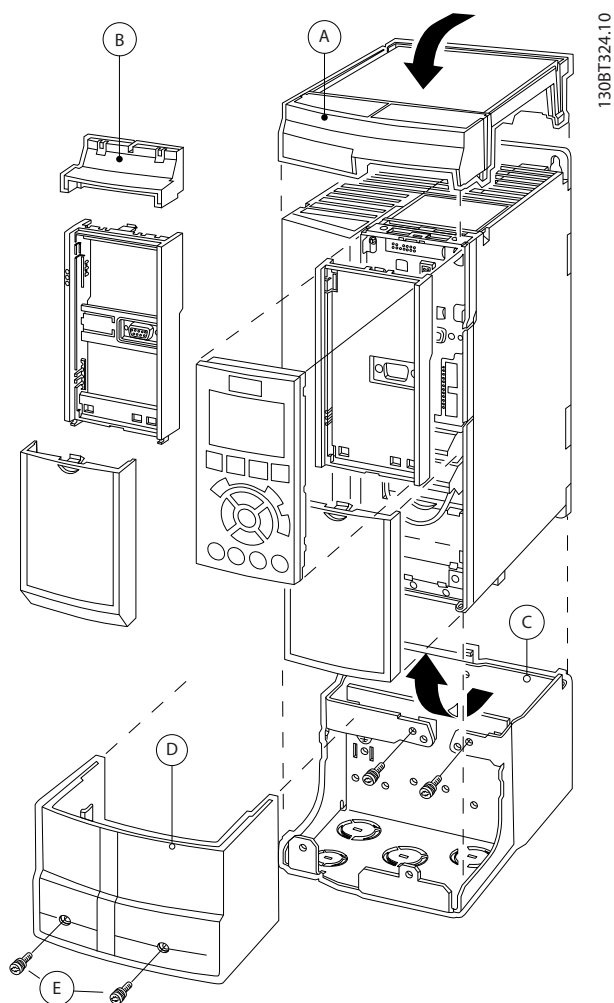


图 3.20 机箱类型 A3

A	顶盖
B	边缘
C	底座部分
D	底座盖
E	螺钉

表 3.12 图 3.19 和 图 3.20 的图例

顶盖放置如图所示。如果使用了 A 或 B 选件，则必须安装边缘以便盖住顶部入口。将底座部分 C 放置在变频器的底部，用附件包中的夹子将电缆正确固定。电缆衬垫的孔：

规格 A2: 2xM25 和 3xM32

规格 A3: 3xM25 和 3xM32

机箱类型	高度 A [mm]	宽度 B [mm]	深度 C* [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

表 3.13 尺寸

* 如果配备了 A/B 选件，该深度会增加（有关详细信息，请参阅 章 5.1.2 机械尺寸）

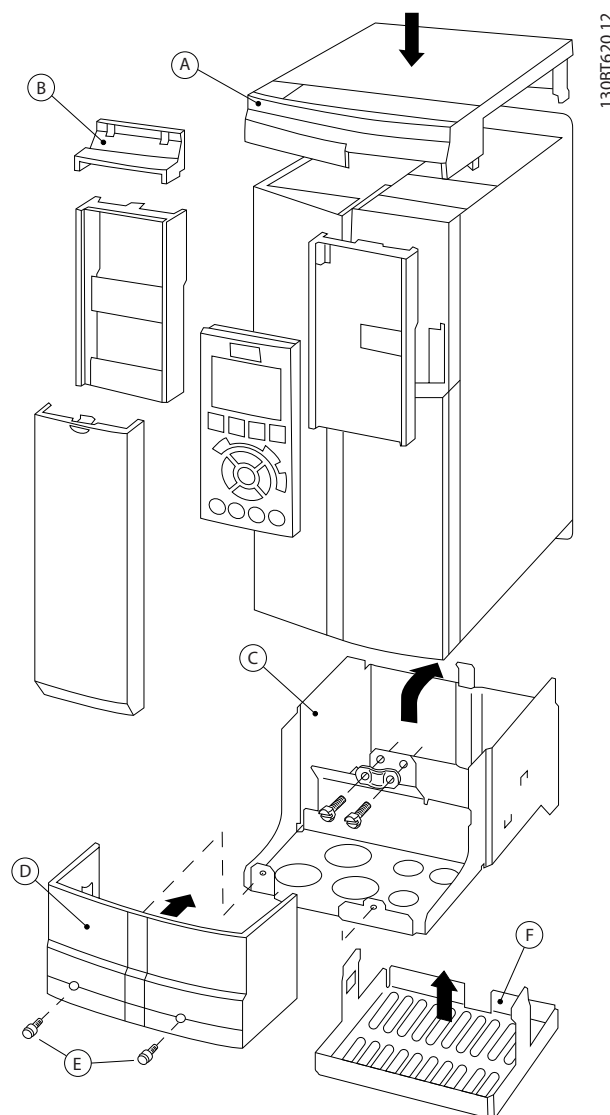


图 3.21 机箱类型 B3

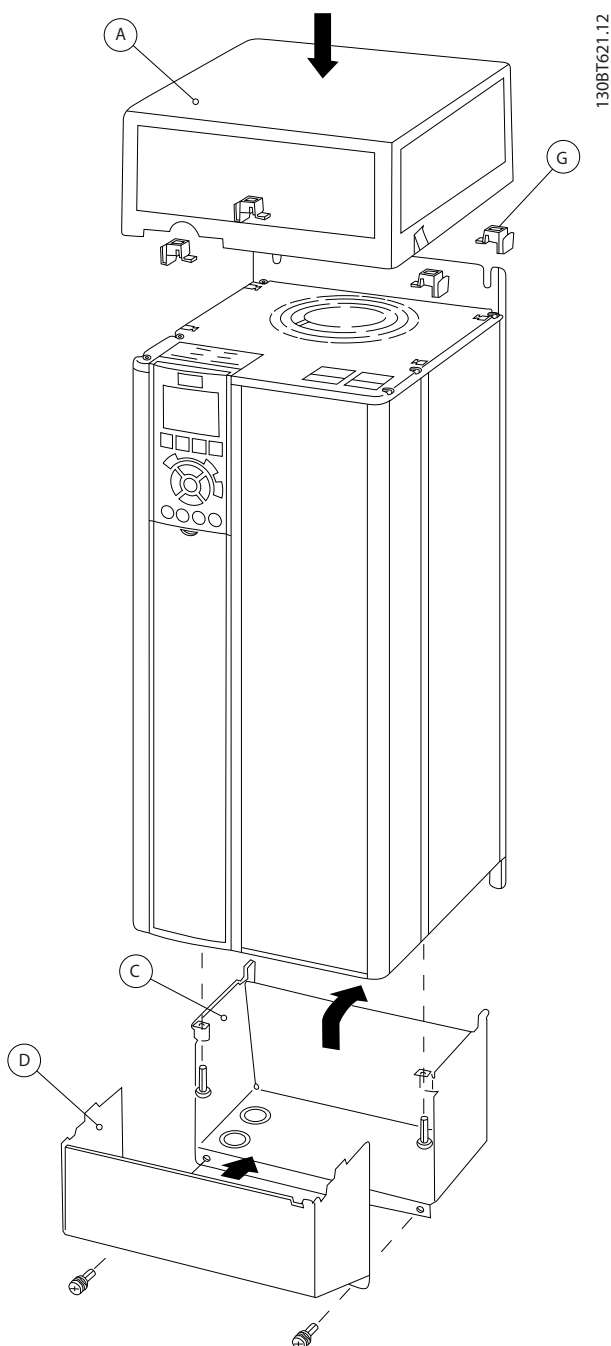


图 3.22 机箱类型 B4 - C3 - C4

A	顶盖
B	边缘
C	底座部分
D	底座盖
E	螺钉
F	风扇盖
G	顶夹

表 3.14 图 3.21 和 图 3.21 的图例

如果使用了选件模块 A 和/或 B，则必须在顶盖 (A) 上安装边缘 (B)。



使用 IP 21/IP 4X/类型 1 机箱套件时无法并排安装

3.1.15 输出滤波器

变频器的高速开关会产生某些副效应，从而对电动机和封闭环境造成影响。这些副效应可借助 2 种不同类型的滤波器来解决：du/dt 滤波器和正弦波滤波器。

du/dt 滤波器

电压和电流的迅速增加通常会导致电动机的绝缘压力。这种快速的能量变化反过来又反映到逆变器的直流回路中，从而导致停机。du/dt 滤波器旨在减少电动机的电压上升时间/快速能量变化，借此防止电动机的绝缘系统提前老化和发生闪络。du/dt 滤波器能有效防止变频器和电动机间连接电缆中的磁噪音辐射。此时的电压波形仍然呈脉冲状，但 du/dt 比率比不带滤波器时小。

正弦波滤波器

正弦波滤波器仅允许低频通过。而高频将被分流，这样可以得到正弦状的相间电压波形和正弦状的电流波形。由于可以获得正弦波形，因此不再需要使用带有增强绝缘功能的特殊变频器电动机。这种波形还可以消除电动机的声源性噪音。

正弦波滤波器除了具有 du/dt 滤波器的功能外，它还可以减小电动机的绝缘压力和承载电流，从而延长电动机的寿命和维修间隔时间。借助正弦波滤波器，可以在电动机安装在远离变频器的应用中使用较长的电动机电缆。但由于该滤波器无法减小电缆中的漏电流，因此电缆长度仍然会受到限制。

4 如何订购

4.1 订购单

4.1.1 产品定制软件

用户可以按照自己的应用要求使用订购号系统定制变频器。

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。

FC-102P18KT4E21H1XGCXXSXXXXAGBKXXXXX

要了解该字符串中的字符含义，请参阅 章 3 选项 中关于订购号的介绍页面。在上述示例中，变频器将包括一个 Profibus LON works 选件和一个通用 I/O 选件。

有关变频器标准型号的订购号，也可以在 章 4 如何订购 中找到。

借助网上产品定制软件（Drive Configurator），可以根据您的应用来配置符合您要求的变频器并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，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。

变频器定制软件界面设置示例：

框中显示的数字指的是类型码字符串的字母/数字 - 从左向右读。

产品组	1-3	
变频器系列	4-6	
额定功率	8-10	
相数	11	
主电源电压	12	
机箱	13-15	
机箱类型		
机箱类别		
控制电源电压		
硬件配置		
射频干扰滤波器	16-17	
制动	18	
显示屏（LCP）	19	
涂层 PCB	20	
主电源选件	21	
调整 A	22	
调整 B	23	
软件版本	24-27	
软件语言	28	
A 选件	29-30	
B 选件	31-32	
C0 选件，MCO	33-34	
C1 选件	35	
C 选件软件	36-37	
D 选件	38-39	

表 4.1 变频器定制软件界面设置示例

4.1.2 中低功率机型的类型代码字符串

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
F C - 0 P T H X X S X X X X A B C D

130BA052.14

图 4.1 类型代码字符串

说明	位置	可能的选项
产品组 & VLT 系列	1-6	FC 102
额定功率	8-10	1.1- 90 kW (P1K1 - P90K)
相数	11	3 相 (T)
主电源电压	11-12	T 2: 200-240 V AC T 4: 380-480 V AC T 6: 525-600 V AC T 7: 525-690 V AC
机箱	13-15	E20: IP20 E21: IP21/NEMA 类型 1 E55: IP55/NEMA 类型 12 E66: IP66 P21: IP21/NEMA 类型 1 有背板 P55: IP55/NEMA 类型 12 有背板 Z55: A4 机架 IP55 Z66: A4 机架 IP66
射频干扰滤波器	16-17	H1: A1/B 类射频干扰滤波器 H2: A2 类射频干扰滤波器 H3: A1/B 类射频干扰滤波器 (电缆长度缩短) Hx: 无射频干扰滤波器
制动	18	X: 不包括制动斩波器 B: 包括制动斩波器 T: 安全停车 U: 安全 + 制动
显示	19	G: 图形化本地控制面板 (GLCP) N: 数字式本地控制面板 (NLCP) X: 无本地控制面板
涂层 PCB	20	X: 无涂层 PCB C: 有涂层 PCB
主电源选件	21	X: 不带主电源断路器和负载共享功能 1: 带主电源断路器 (仅限 IP55) 8: 主电源断路器及负载共享 D: 负载共享 有关最大线缆规格, 请参见第 9 章。
调整	22	X: 标准电缆入口 0: 电缆入口中带有欧洲公制螺纹 (仅限 A4、A5、B1、B2) S: 英制电缆入口 (仅限 A5、B1、B2)
调整	23	预留
软件版本	24-27	实际软件
软件语言	28	

说明	位置	可能的选项
A 选件	29-30	AX: 无选件 A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AG: MCA 108 Lonworks AJ: MCA 109 BACnet 网关 AL: MCA 120 Profinet AN: MCA 121 EtherNet/IP AQ: MCA 122 Modbus TCP
B 选件	31-32	BX: 无选件 BK: MCB 101 通用 I/O 选件 BP: MCB 105 继电器选件 B0: MCB 109 模拟输入输出选件 B2: MCB 112 PTC 热敏电阻卡 B4: MCB 114 传感器输入选件
C0 选件, MCO	33-34	CX: 无选件
C1 选件	35	X: 无选件
C 选件软件	36-37	XX: 标准软件
D 选件	38-39	DX: 无选件 D0: 24 V 备用电源

表 4.2 类型代码说明

4.2 订购号

4.2.1 订购号: 选件和附件

类型	说明	订购号
其他硬件 I		
直流回路连接器	A2/A3 上用于连接直流回路的端子盒	130B1064
IP 21/4X top/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 A2	130B1122
IP 21/4X top/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 A3	130B1123
IP 21/4X top/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 B3	130B1187
IP 21/4X top/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 B4	130B1189
IP 21/4X top/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 C3	130B1191
IP 21/4X top/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 C4	130B1193
IP21/4X 顶盖	IP21 顶盖 A2	130B1132
IP21/4X 顶盖	IP21 顶盖 A3	130B1133
IP 21/4X 顶盖	IP21 顶盖 B3	130B1188
IP 21/4X 顶盖	IP21 顶盖 B4	130B1190
IP 21/4X 顶盖	IP21 顶盖 C3	130B1192
IP 21/4X 顶盖	IP21 顶盖 C4	130B1194
直通面板安装套件	机箱, 机箱类型 A5	130B1028
直通面板安装套件	机箱, 机箱类型 B1	130B1046
直通面板安装套件	机箱, 机箱类型 B2	130B1047
直通面板安装套件	机箱, 机箱类型 C1	130B1048
直通面板安装套件	机箱, 机箱类型 C2	130B1049
Profibus D-Sub 9	用于 IP20 的接头套件	130B1112
Profibus 顶部接入套件	用于 Profibus 连接的顶部接入套件 - D + E 型机箱	176F1742
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
背板	A5 IP55/NEMA 12	130B1098
背板	B1 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3383
背板	B2 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3397
背板	C1 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3910

类型	说明	订购号
其他硬件 I		
背板	C2 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3911
背板	A5 IP66	130B3242
背板	B1 IP66	130B3434
背板	B2 IP66	130B3465
背板	C1 IP66	130B3468
背板	C2 IP66	130B3491
LCP 和套件		
LCP 101	数字式本地控制面板 (NLCP)	130B1124
102	图形化本地控制面板 (GLCP)	130B1107
电缆	单独的电缆 (3 米长)	175Z0929
套件	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	面板安装套件, 包括数字式 LCP、固定件和衬垫	130B1114
套件	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
套件	正面安装套件, IP55 机箱	130B1129
套件	适用于所有 LCP 的面板安装套件, 包括固定件和衬垫, 不含电缆	130B1170

表 4.3 选项可以作为出厂配置订购, 请参阅订购信息。

类型	说明	注释
插槽 A 选项		订购号 有涂层
MCA 101	Profibus 选项 DP V0/V1	130B1200
MCA 104	DeviceNet 选项	130B1202
MCA 108	Lonworks	130B1206
MCA 109	用于内置的 BACnet 网关。不用于继电器选项 MCB 105 卡	130B1244
MCA 120	Profinet	130B1135
MCA 121	以太网	130B1219
插槽 B 选项		
MCB 101	通用输入输出选项	
MCB 105	继电器选项	
MCB 109	实时时钟的模拟 I/O 选项和备用电池	130B1243
MCB 112	ATEX PTC	130B1137
MCB 114	传感器输入 - 无涂层	130B1172
	传感器输入 - 带涂层	130B1272
插槽 D 选项		
MCB 107	24 V 直流备用电源	130B1208
外接选项		
以太网 IP	以太网主站	

表 4.4 选项订购信息

有关现场总线和应用选项与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	注释
备件			
FC 控制板	带安全停止功能	130B1150	
FC 控制板	不带安全停止功能	130B1151	
风扇 A2	风扇, 机箱类型 A2	130B1009	
风扇 A3	风扇, 机箱类型 A3	130B1010	
风扇 A5	风扇, 机箱类型 A5	130B1017	
风扇 B1	外部风扇, 机箱类型 B1	130B3407	
风扇 B2	外部风扇, 机箱类型 B2	130B3406	
风扇 B3	外部风扇, 机箱类型 B3	130B3563	
风扇 B4	外部风扇, 18.5/22 kW	130B3699	
风扇 B4	外部风扇, 22/30 kW	130B3701	
风扇 C1	外部风扇, 机箱类型 C1	130B3865	
风扇 C2	外部风扇, 机箱类型 C2	130B3867	
风扇 C3	外部风扇, 机箱类型 C3	130B4292	
风扇 C4	外部风扇, 机箱类型 C4	130B4294	
其他硬件 II			
附件包 A2	附件包, 机箱类型 A2	130B1022	
附件包 A3	附件包, 机架类型 A3	130B1022	
附件包 A4	无螺纹的机架 A4 的附件包	130B0536	
附件包 A5	附件包, 机箱类型 A5	130B1023	
附件包 B1	附件包, 机箱类型 B1	130B2060	
附件包 B2	附件包, 机箱类型 B2	130B2061	
附件包 B3	附件包, 机箱类型 B3	130B0980	
附件包 B4	附件包, 机箱类型 B4	130B1300	小
附件包 B4	附件包, 机箱类型 B4	130B1301	大
附件包 C1	附件包, 机箱类型 C1	130B0046	
附件包 C2	附件包, 机箱类型 C2	130B0047	
附件包 C3	附件包, 机箱类型 C3	130B0981	
附件包 C4	附件包, 机箱类型 C4	130B0982	小
附件包 C4	附件包, 机箱类型 C4	130B0983	大

表 4.5 附件订购信息

4.2.2 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

I _{AHF, N} [A]	通常使用的电动机 [kW]	Danfoss 订购号		变频器规格
		AHF 005	AHF 010	
10	1.1-4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19	5.5-7.5	175G6601	175G6623	P5K5-P7K5
26	11	175G6602	175G6624	P11K
35	15-18.5	175G6603	175G6625	P15K-P18K
43	22	175G6604	175G6626	P22K
72	30-37	175G6605	175G6627	P30K-P37K
101	45-55	175G6606	175G6628	P45K-P55K
144	75	175G6607	175G6629	P75K
180	90	175G6608	175G6630	P90K
217	110	175G6609	175G6631	P110
289	132	175G6610	175G6632	P132-P160
324	160	175G6611	175G6633	
370	200	175G6688	175G6691	P200
506	250	175G6609 + 175G6610	175G6631 + 175G6632	P250
578	315	2x 175G6610	2x 175G6632	P315
648	355	2x175G6611	2x175G6633	P355
694	400	175G6611 + 175G6688	175G6633 + 175G6691	P400
740	450	2x175G6688	2x175G6691	P450

表 4.6 380-415 V AC, 50 Hz

I _{AHF, N} [A]	通常使用的电动机 [HP]	Danfoss 订购号		变频器规格
		AHF 005	AHF 010	
10	1. 1-4	130B2540	130B2541	P1K1-P4K0
19	5. 5-7. 5	130B2460	130B2472	P5K5-P7K5
26	11	130B2461	130B2473	P11K
35	15-18. 5	130B2462	130B2474	P15K, P18K
43	22	130B2463	130B2475	P22K
72	30-37	130B2464	130B2476	P30K-P37K
101	45-55	130B2465	130B2477	P45K-P55K
144	75	130B2466	130B2478	P75K
180	90	130B2467	130B2479	P90K
217	110	130B2468	130B2480	P110
289	132	130B2469	130B2481	P132
324	160	130B2470	130B2482	P160
370	200	130B2471	130B2483	P200
506	250	130B2468 + 130B2469	130B2480 + 130B2481	P250
578	315	2x 130B2469	2x 130B2481	P315
648	355	2x130B2470	2x130B2482	P355
694	400	130B2470 + 130B2471	130B2482 + 130B2483	P400
740	450	2x130B2471	130B2483	P450

表 4.7 380-415 V AC, 60 Hz

I _{AHF, N} [A]	通常使用的电动机 [HP]	Danfoss 订购号		变频器规格
		AHF 005	AHF 010	
10	1. 5-7. 5	130B2538	130B2539	P1K1-P5K5
19	10-15	175G6612	175G6634	P7K5-P11K
26	20	175G6613	175G6635	P15K
35	25-30	175G6614	175G6636	P18K-P22K
43	40	175G6615	175G6637	P30K
72	50-60	175G6616	175G6638	P37K-P45K
101	75	175G6617	175G6639	P55K
144	100-125	175G6618	175G6640	P75K-P90K
180	150	175G6619	175G6641	P110
217	200	175G6620	175G6642	P132
289	250	175G6621	175G6643	P160
370	350	175G6690	175G6693	P200
434	350	2x175G6620	2x175G6642	P250
506	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578	500	2x 175G6621	2x 175G6643	P355
648	550-600	2x175G6689	2x175G6692	P400
694	600	175G6689 + 175G6690	175G6692 + 175G6693	P450
740	650	2x175G6690	2x175G6693	P500

表 4.8 440-480 V AC, 60 Hz

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。

I _{AHF, N} [A]	通常使用的电动机 [kW]	Danfoss 订购号		变频器规格
		AHF 005	AHF 010	
10	1.1–7.5	175G6644	175G6656	P1K1–P7K5
19	11	175G6645	175G6657	P11K
26	15–18.5	175G6646	175G6658	P15K–P18K
35	22	175G6647	175G6659	P22K
43	30	175G6648	175G6660	P30K
72	37–45	175G6649	175G6661	P45K–P55K
101	55	175G6650	175G6662	P75K
144	75–90	175G6651	175G6663	P90K–P110
180	110	175G6652	175G6664	P132
217	132	175G6653	175G6665	P160
289	160–200	175G6654	175G6666	P200–P250
324	250	175G6655	175G6667	P315
397	315	175G6652 + 175G6653	175G6641 + 175G6665	P400
434	355	2x175G6653	2x175G6665	P450
506	400	175G6653 + 175G6654	175G6665 + 175G6666	P500
578	450	2X 175G6654	2X 175G6666	P560
613	500	175G6654 + 175G6655	175G6666 + 175G6667	P630

表 4.9 500–525 V AC, 50 Hz

I _{AHF, N} [A]	通常使用的电动机 [kW]	Danfoss 订购号		变频器规格
		AHF 005	AHF 010	
43	45	130B2328	130B2293	
72	45–55	130B2330	130B2295	P37K–P45K
101	75–90	130B2331	130B2296	P55K–P75K
144	110	130B2333	130B2298	P90K–P110
180	132	130B2334	130B2299	P132
217	160	130B2335	130B2300	P160
288	200–250	2x130B2333	130B2301	P200–P250
324	315	130B2334 + 130B2335	130B2302	P315
397	400	130B2334 + 130B2335	130B2299 + 130B2300	P400
434	450	2x130B2335	2x130B2300	P450
505	500	*	130B2300 + 130B2301	P500
576	560	*	2x130B2301	P560
612	630	*	130B2301 + 130B2300	P630
730	710	*	2x130B2302	P710

表 4.10 690 VAC, 50 Hz

* 对于更高电流，请与 Danfoss 联系。

4.2.3 订购号： 正弦波滤波器模块，200–500 V AC

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	50 Hz 时的额定滤波器电流 [A]
200–240 [V AC]	380–440 [V AC]	440–480 [V AC]					
	P1K1	P1K1	5	120	130B2441	130B2406	4.5
	P1K5	P1K5	5	120	130B2441	130B2406	4.5
	P2K2	P2K2	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K5	P3K0	P3K0	5	120	130B2443	130B2408	8
	P4K0	P4K0	5	120	130B2444	130B2409	10
P2K2	P5K5	P5K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P3K0	P7K5	P7K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P4K0			5	120	130B2446	130B2411	17
P5K5	P11K	P11K	4	100	130B2447	130B2412	24
P7K5	P15K	P15K	4	100	130B2448	130B2413	38
	P18K	P18K	4	100	130B2448	130B2413	38
P11K	P22K	P22K	4	100	130B2307	130B2281	48
P15K	P30K	P30K	3	100	130B2308	130B2282	62
P18K	P37K	P37K	3	100	130B2309	130B2283	75
P22K	P45K	P55K	3	100	130B2310	130B2284	115
P30K	P55K	P75K	3	100	130B2310	130B2284	115
P37K	P75K	P90K	3	100	130B2311	130B2285	180
P45K	P90K	P110	3	100	130B2311	130B2285	180
	P110	P132	3	100	130B2312	130B2286	260
	P132	P160	3	100	130B2313	130B2287	260
	P160	P200	3	100	130B2313	130B2287	410
	P200	P250	3	100	130B2314	130B2288	410
	P250	P315	3	100	130B2314	130B2288	480
	P315	P315	2	100	130B2315	130B2289	660
	P355	P355	2	100	130B2315	130B2289	660
	P400	P400	2	100	130B2316	130B2290	750
		P450	2	100	130B2316	130B2290	750
	P450	P500	2	100	130B2317	130B2291	880
	P500	P560	2	100	130B2317	130B2291	880
	P560	P630	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P630	P710	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P710	P800	2	100	2x130B2317	2x130B2291	1500
	P800	P1M0	2	100	2x130B2317	2x130B2291	1500
	P1M0		2	100	2x130B2318	2x130B2292	1700

表 4.11 主电源电压 3x200 至 480 V AC

使用正弦波滤波器时，开关频率应符合 14-01 开关频率 中的滤波器规格。



另请参阅“输出滤波器设计指南”。

4.2.4 订购号： 正弦波滤波器模块，525-600/690 V AC

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	50 Hz 时的额定 滤波器电流 [A]
525-600 [V AC]	690 [V AC]					
P1K1		2	100	130B2341	130B2321	13
P1K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P2k2		2	100	130B2341	130B2321	13
P3K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P4K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P5K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P7K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P11K		2	100	130B2342	130B2322	28
P15K		2	100	130B2342	130B2322	28
P18K		2	100	130B2342	130B2322	28
P22K		2	100	130B2342	130B2322	28
P30K		2	100	130B2343	130B2323	45
P37K	P45K	2	100	130B2344	130B2324	76
P45K	P55K	2	100	130B2344	130B2324	76
P55K	P75K	2	100	130B2345	130B2325	115
P75K	P90K	2	100	130B2345	130B2325	115
P90K	P110	2	100	130B2346	130B2326	165
	P132	2	100	130B2346	130B2326	165
	P160	2	100	130B2347	130B2327	260
	P200	2	100	130B2347	130B2327	260
	P250	2	100	130B2348	130B2329	303
	P315	2	100	130B2370	130B2341	430
	P355	1.5	100	130B2370	130B2341	430
	P400	1.5	100	130B2370	130B2341	430
	P450	1.5	100	130B2371	130B2342	530
	P500	1.5	100	130B2371	130B2342	530
	P560	1.5	100	130B2381	130B2337	660
	P630	1.5	100	130B2381	130B2337	660
	P710	1.5	100	130B2382	130B2338	765
	P800	1.5	100	130B2383	130B2339	940
	P900	1.5	100	130B2383	130B2339	940
	P1M0	1.5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M2	1.5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M4	1.5	100	2x130B2382	2x130B2338	1479

表 4.12 主电源电压 3x525-690 V AC

注意

使用正弦波滤波器时，开关频率应符合 14-01 开关频率 中的滤波器规格。

注意

另请参阅“输出滤波器设计指南”。

4.2.5 订购号： dU/dt 滤波器， 380-480V AC

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	50 Hz 时的额定滤波器电流 [A]
380-439 [V AC]	440-480 [V AC]					
P11K	P11K	4	100	130B2396	130B2385	24
P15K	P15K	4	100	130B2397	130B2386	45
P18K	P18K	4	100	130B2397	130B2386	45
P22K	P22K	4	100	130B2397	130B2386	45
P30K	P30K	3	100	130B2398	130B2387	75
P37K	P37K	3	100	130B2398	130B2387	75
P45K	P45K	3	100	130B2399	130B2388	110
P55K	P55K	3	100	130B2399	130B2388	110
P75K	P75K	3	100	130B2400	130B2389	182
P90K	P90K	3	100	130B2400	130B2389	182
P110	P110	3	100	130B2401	130B2390	280
P132	P132	3	100	130B2401	130B2390	280
P160	P160	3	100	130B2402	130B2391	400
P200	P200	3	100	130B2402	130B2391	400
P250	P250	3	100	130B2277	130B2275	500
P315	P315	2	100	130B2278	130B2276	750
P355	P355	2	100	130B2278	130B2276	750
P400	P400	2	100	130B2278	130B2276	750
	P450	2	100	130B2278	130B2276	750
P450	P500	2	100	130B2405	130B2393	910
P500	P560	2	100	130B2405	130B2393	910
P560	P630	2	100	130B2407	130B2394	1500
P630	P710	2	100	130B2407	130B2394	1500
P710	P800	2	100	130B2407	130B2394	1500
P800	P1M0	2	100	130B2407	130B2394	1500
P1M0		2	100	130B2410	130B2395	2300

表 4.13 主电源电压 3 x 380 到 3x480V AC



另请参阅“输出滤波器设计指南”。

4.2.6 订购号： dU/dt 滤波器，525-600/690V AC

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	50 Hz 时的额定滤波器电流 [A]
525-600 [V AC]	690 [V AC]					
P1K1		4	100	130B2423	130B2414	28
P1K5		4	100	130B2423	130B2414	28
P2K2		4	100	130B2423	130B2414	28
P3K0		4	100	130B2423	130B2414	28
P4K0		4	100	130B2424	130B2415	45
P5K5		4	100	130B2424	130B2415	45
P7K5		3	100	130B2425	130B2416	75
P11K		3	100	130B2425	130B2416	75
P15K		3	100	130B2426	130B2417	115
P18K		3	100	130B2426	130B2417	115
P22K		3	100	130B2427	130B2418	165
P30K		3	100	130B2427	130B2418	165
P37K	P45K	3	100	130B2425	130B2416	75
P45K	P55K	3	100	130B2425	130B2416	75
P55K	P75K	3	100	130B2426	130B2417	115
P75K	P90K	3	100	130B2426	130B2417	115
P90K	P110	3	100	130B2427	130B2418	165
	P132	2	100	130B2427	130B2418	165
	P160	2	100	130B2428	130B2419	260
	P200	2	100	130B2428	130B2419	260
	P250	2	100	130B2429	130B2420	310
	P315	2	100	130B2238	130B2235	430
	P400	2	100	130B2238	130B2235	430
	P450	2	100	130B2239	130B2236	530
	P500	2	100	130B2239	130B2236	530
	P560	2	100	130B2274	130B2280	630
	P630	2	100	130B2274	130B2280	630
	P710	2	100	130B2430	130B2421	765
	P800	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P900	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M0	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M2	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M4	2	100	2x130B2430	2x130B2421	1530

表 4.14 主电源电压 3x525 到 3x690V AC

注意

另请参阅“输出滤波器设计指南”。

4.2.7 订购号： 制动电阻器

注意

请参阅 制动电阻器设计指南。

5 机械安装

5.1 机械安装

5.1.1 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，以避免严重的人身伤害或设备损坏，特别是在安装大型设备时。

5

小心

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，请参阅章 9.6.2 *根据环境温度降低额定值*

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，请参阅章 9.6.2 *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。

5.1.2 机械尺寸

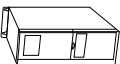
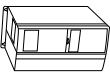
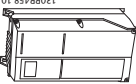
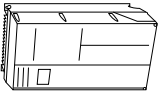
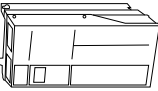
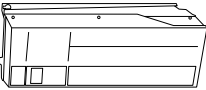
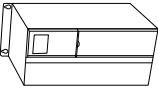
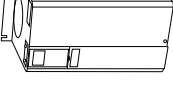
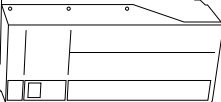
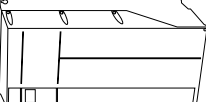
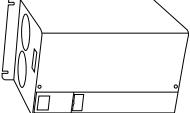
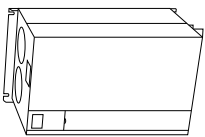
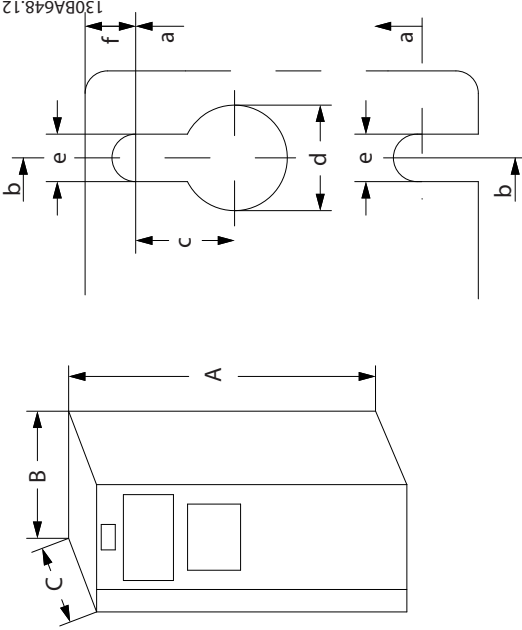
A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
											
IP20/21	IP20/21	IP55/66	IP55/66	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20
											
变频器在交付时随附有附件包，其中含有所需的托架、螺钉和接头。											
顶部和底部安装孔（仅限 B4、C3 和 C4）。											
* 仅适用于 IP55/66 防护等级的 A5											

表 5.1 机械尺寸

机箱类型		A2		A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
		200-240 V		3-3.7	1.1-2.2	1.1-3.7	5.5-11	15	5.5-11	15-18	18-30	37-45	22-30	37-45
额定功率 [kW]	380-480/ 500 V	1.1-2.2		5.5-7.5	1.1-4	1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
	525-600 V	1.1-7.5		1.1-7.5	1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90	
IP NEMA	525-690 V							11-30				37-90		
		20 机架	21 类型 1	20 机架	55/66 类型 12	21/ 55/66 类型 1/ 类型 12	21/55/66 类型 1/ 类型 12	20 机架	20 机架	21/55/66 类型 1/ 类型 12	20 机架	21/55/66 类型 1/ 类型 12	20 机架	20 机架
高度 [mm]	背板高度	A	268	375	390	420	480	650	399	520	680	770	550	660
	带现场总线电缆去耦板时 的高度	A	374	-	-	-	-	-	420	595			630	800
安装孔之间的距离	a	257	350	350	401	402	454	624	380	495	648	739	521	631
	宽度 [mm]													
背板宽度	B	90	130	130	200	242	242	242	165	230	308	370	308	370
	带有 1 个 C 选件时的背 板宽度	B	130	170		242	242	242	205	230	308	370	308	370
带有 2 个 C 选件时的背 板宽度	B <td>150</td> <td>190</td> <td>190</td> <td></td> <td>242</td> <td>242</td> <td>242</td> <td>225</td> <td>230</td> <td>308</td> <td>370</td> <td>308</td> <td>370</td>	150	190	190		242	242	242	225	230	308	370	308	370
	安装孔之间的距离	b	70	110	171	215	210	210	140	200	272	334	270	330
深度 [mm]														
	不带选件 A/B 时的深度	C	205	207	175	200	260	260	249	242	310	335	333	333
带选件 A/B	C <td>220</td> <td>222</td> <td>220</td> <td>175</td> <td>200</td> <td>260</td> <td>260</td> <td>262</td> <td>242</td> <td>310</td> <td>335</td> <td>333</td> <td>333</td>	220	222	220	175	200	260	260	262	242	310	335	333	333
	螺钉孔 [mm]													
最大重量 [kg]	c	8.0	8.0	8.0	8.25	8.25	12	12	8		12.5	12.5		
	d	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12		ø19	ø19		
	e	ø5.5	ø5.5	ø5.5	ø6.5	ø6.5	ø9	ø9	6.8	8.5	ø9	ø9	8.5	8.5
	f	9	9	6.5	6	9	9	9	7.9	15	9.8	9.8	17	17
		4.9	5.3	6.6	9.7	13.5/14.2	23	27	12	23.5	45	65	35	50
前盖紧固力矩 [Nm]														
塑料盖 (IP 防护等级低)		搭扣式		搭扣式		搭扣式		搭扣式		搭扣式		搭扣式		2.0
金属盖 (IP55/66)		-		-		1.5		1.5		2.2		2.2		2.0

5.1.3 附件包

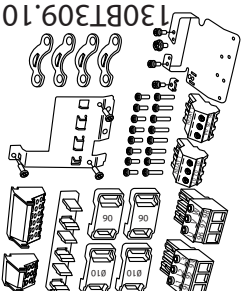
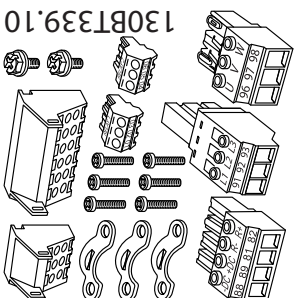
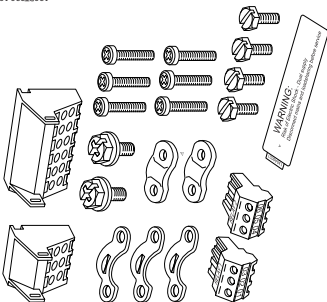
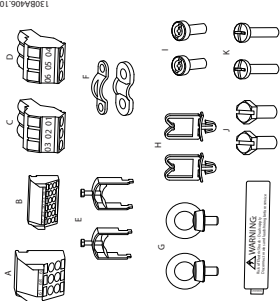
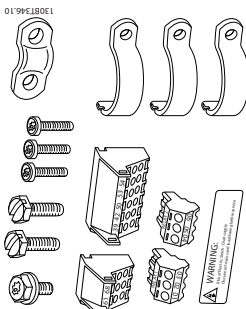
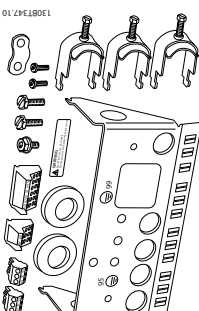
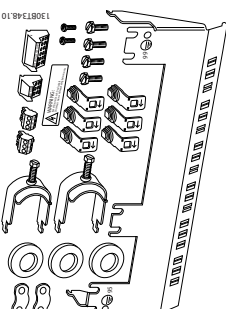
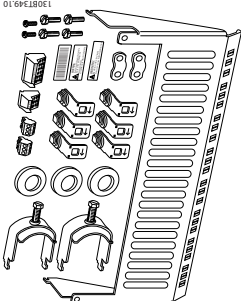
 130BT309.10	 130BT339.10	 130BT309.10	 130BTA06.10
机箱类型 A1、A2 和 A3			
机箱类型 A5			
机箱类型 B1 和 B2			
 130BT309.10	 130BT347.10	 130BT348.10	 130BT349.10
机箱类型 B3		机箱类型 C3	
机箱类型 B4		机箱类型 C4	
1 和 2 仅在带有制动斩波器的设备中才存在。对于直流回路连接（负载共享），可以单独订购连接器 1（订购号 130B1064） 对于不带安全转矩停止功能的 FC 102，其附件包中含一个 8 柱连接器。			

表 5.3 附件包中包含的部件

5.1.4 机械安装

所有机架类型都允许并排安装（除非使用了 IP21/IP4X/类型 1 机箱套件（请参阅 章 3.1 选件和附件）。

并排安装

IP20 A 和 B 机箱可以并排放置且无需留出间隙，但安装顺序很重要。图 5.1 展示了如何正确安装机架。

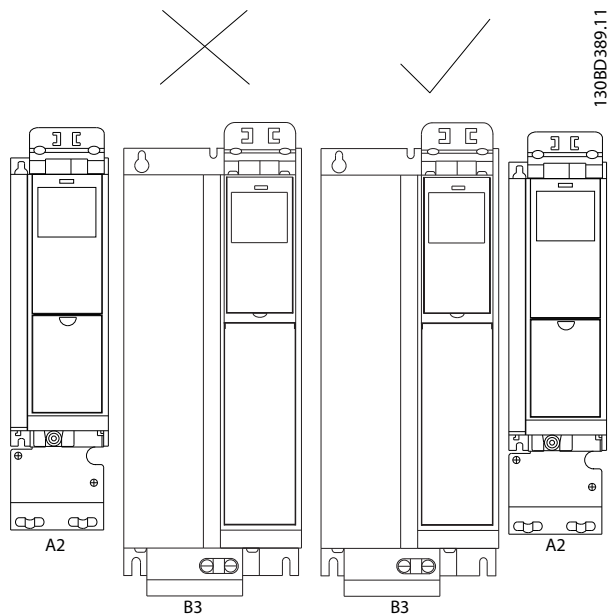


图 5.1 正确的并排安装

如果在机箱类型 A2 或 A3 上使用了 IP 21 机箱套件，则在变频器之间必须至少留出 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。请参阅表 5.4。

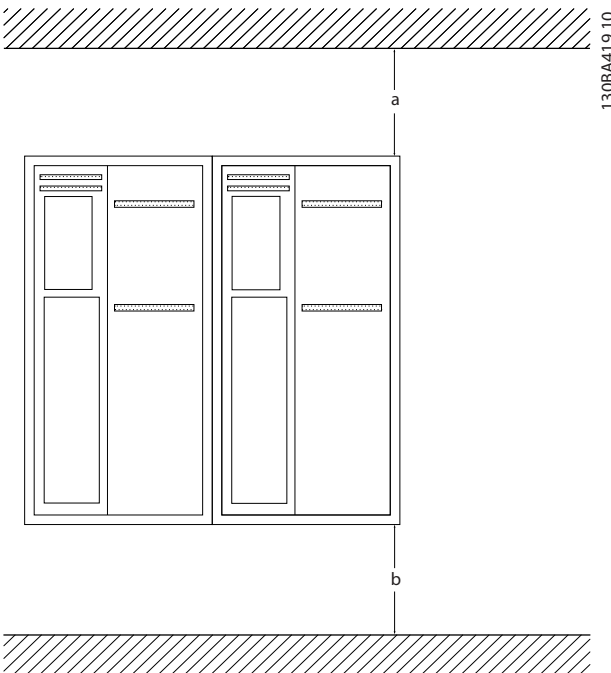


图 5.2 间隙

机箱类型	A2/A3/A4/A5/B1	B2/B3/B4/C1/C3	C2/C4
a [毫米]	100	200	225
b [毫米]	100	200	225

表 5.4 为不同机箱类型留出的通风道

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

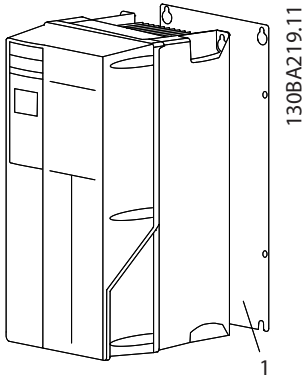


图 5.3 使用背板进行的适当安装

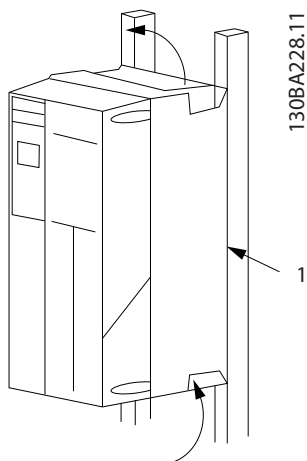


图 5.4 使用导轨进行的适当安装

5.1.5 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。

项目	说明
1	背板

表 5.5 图 5.4 的图例

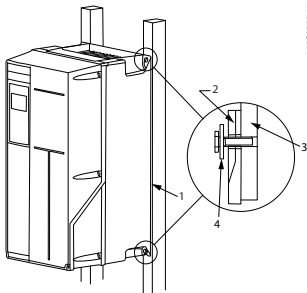


图 5.5 在非实心支撑墙上安装

将 A4、A5、B1、B2、C1 和 C2 类型的机箱安装在非实心的支撑墙上时，必须为变频器提供一块背板“1”，否则无法在散热片上方获得充足的冷却气流。

机箱	IP20	IP21	IP55	IP66
A2	*	*	—	—
A3	*	*	—	—
A4/A5	—	—	2	2
B1	—	*	2. 2	2. 2
B2	—	*	2. 2	2. 2
B3	*	—	—	—
B4	2	—	—	—
C1	—	*	2. 2	2. 2
C2	—	*	2. 2	2. 2
C3	2	—	—	—
C4	2	—	—	—
* = 没有需要紧固的螺钉				
— = 不存在				

表 5.6 盖板紧固力矩 (Nm)

6 电气安装

6.1 连接 – 机箱类型 A、B 和 C

6.1.1 转矩



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。

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。

机箱类型	200–240 V [kW]	380–480 V [kW]	525–690 V [kW]	电缆用于	紧固力矩 [Nm]
A2	1.1–2.2	1.1–4	–		
A3	3–3.7	5.5–7.5	–		
A4	1.1–2.2	1.1–4	–		
A5	1.1–3.7	1.1–7.5	–		
B1	5.5–11	11–18	–	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	1.8
				继电器	0.5–0.6
				接地	2–3
B2	15	22–30	11–30	主电源、制动电阻器、负载共享电缆	4.5
				电动机电缆	4.5
				继电器	0.5–0.6
				接地	2–3
B3	5.5–11	11–18	–	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	1.8
				继电器	0.5–0.6
				接地	2–3
B4	15–18	22–37	–	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	4.5
				继电器	0.5–0.6
				接地	2–3
C1	18–30	37–55	–	主电源、制动电阻器、负载共享电缆	10
				电动机电缆	10
				继电器	0.5–0.6
				接地	2–3
C2	37–45	75–90	37–90	主电源，电动机电缆	14（最大 95 mm ² ） 24（超过 95 mm ² ）
				负载共享、制动电缆	14
				继电器	0.5–0.6
				接地	2–3
C3	22–30	45–55	–	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	10
				继电器	0.5–0.6
				接地	2–3
C4	37–45	75–90	–	主电源，电动机电缆	14（最大 95 mm ² ） 24（超过 95 mm ² ）
				负载共享、制动电缆	14
				继电器	0.5–0.6
				接地	2–3

表 6.1 紧固力矩

6.1.2 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。

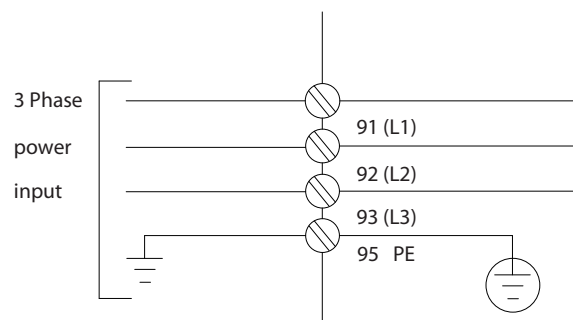


图 6.1 主电源接线

6.1.3 主电源连接和接地

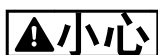


该插头可在功率规格不超过 7.5 kW 的变频器上插拔。

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。



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（如果包含该开关的话）。

机箱类型 A1、A2 和 A3 的电源接线：

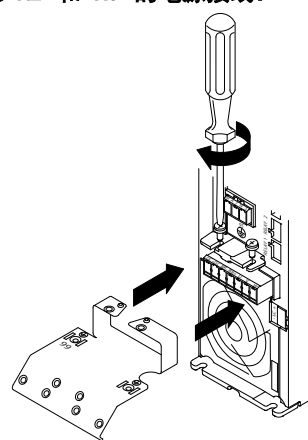


图 6.2 安装固定板

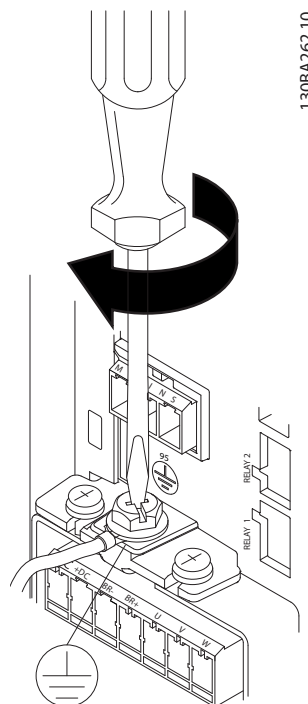


图 6.3 拧紧接地电缆

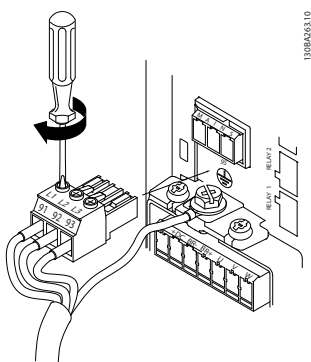


图 6.4 安装主电源插头并拧紧电线

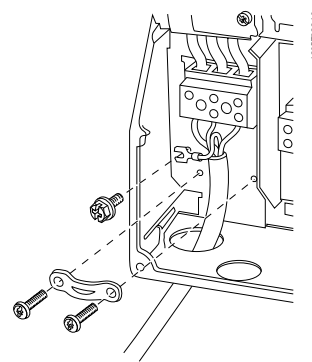


图 6.8 机箱类型 B1 和 B2 (IP 21/NEMA 类型 1 和 IP 55/66/NEMA 类型 12) 的主电源接线

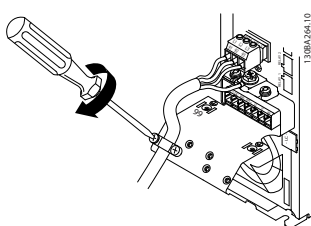


图 6.5 拧紧支撑架

机箱类型 A4/A5 的主电源连接器 (IP55/66)

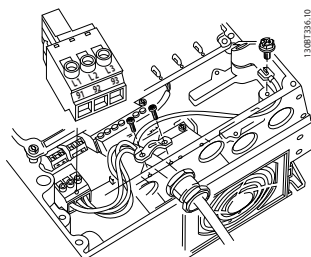


图 6.6 不用断路器连接主电源和接地

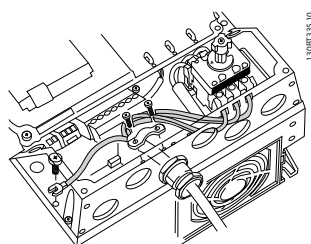


图 6.7 使用断路器连接主电源和接地

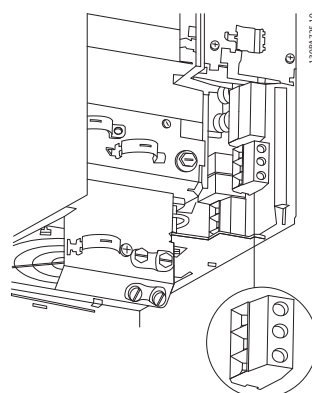


图 6.9 机箱类型 B3 (IP20) 的主电源接线

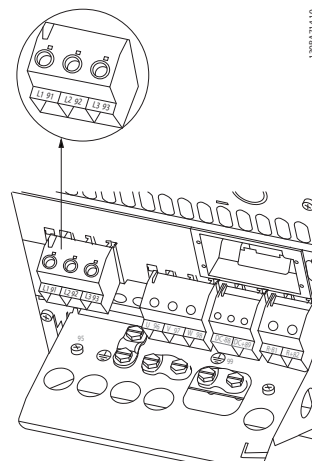


图 6.10 机箱类型 B4 (IP20) 的主电源接线

如果使用了断路器（机箱类型 A4/A5），则必须将 PE 安装在变频器的左侧。

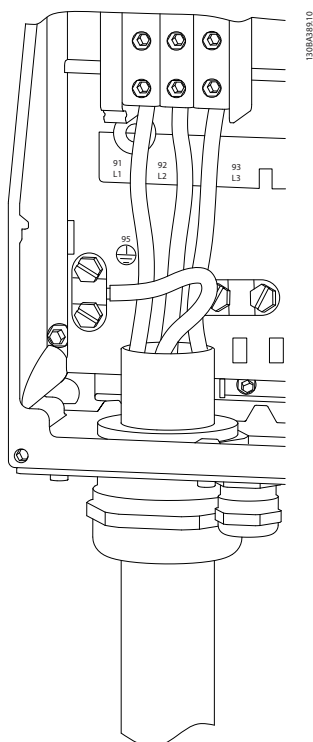


图 6.11 机箱类型 C1 和 C2 (IP 21/NEMA 类型 1 和 IP55/66/NEMA 类型 12) 的主电源接线。

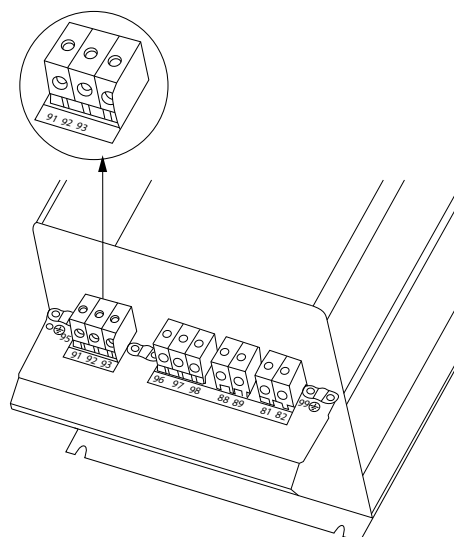


图 6.12 机箱类型 C3 (IP20) 的主电源接线。

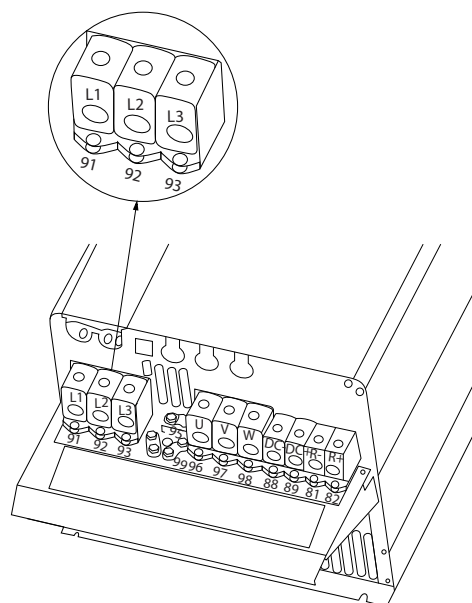


图 6.13 机箱类型 C4 (IP20) 的主电源接线。

主电源电缆通常采用非屏蔽电缆。

6.1.4 电机连接

注意

为符合 EMC 辐射规范, 建议使用屏蔽/铠装电缆。有关详细信息, 请参阅 章 2.9.2 EMC 测试结果。

有关正确选择电动机电缆横截面积和长度的信息, 请参阅 章 9 一般规范和疑难解答。

电缆的屏蔽:

请不要以纽结方式(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。

制作屏蔽接头时, 应让表面积尽可能大(使用电缆夹)。

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漏电电流，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 14-01 开关频率 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（230/400 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。

步骤

1. 剥开电缆外部的绝缘层部分。
2. 将剥开的线缆放在电缆夹下进行机械固定，并在电缆屏蔽层与地面之间建立电气接触。
3. 按照接地说明将接地线连接到最近的接地端。
4. 将三相电机线路连接到端子 96 (U)、97 (V) 和 98 (W) 上，如图 6.14 所示。
5. 按照 章 6.1.1 转矩 中提供的信息拧紧端子。

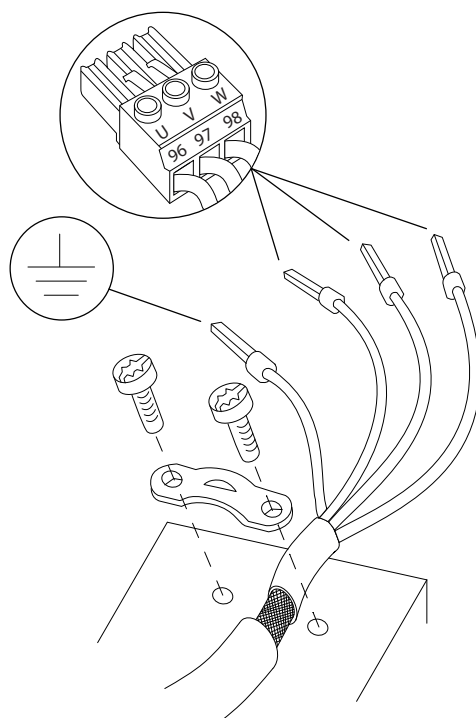


图 6.14 电机连接

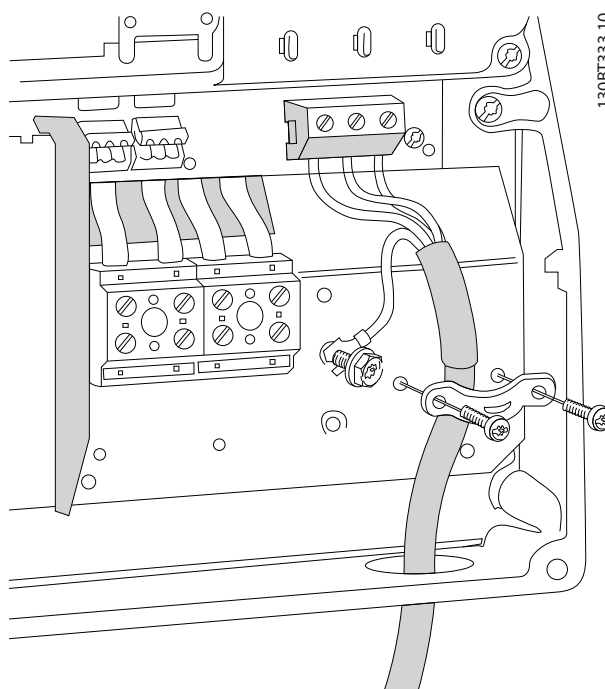


图 6.15 机箱类型 B1 和 B2 (IP 21/NEMA 类型 1、IP 55/NEMA 类型 12 和 IP66/ NEMA 类型 4X) 的电动机接线

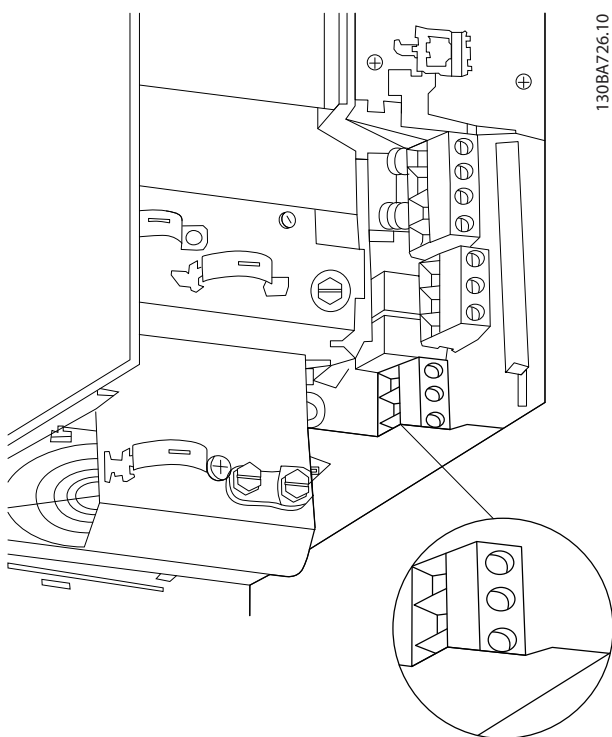


图 6.16 机箱类型 B3 的电动机接线

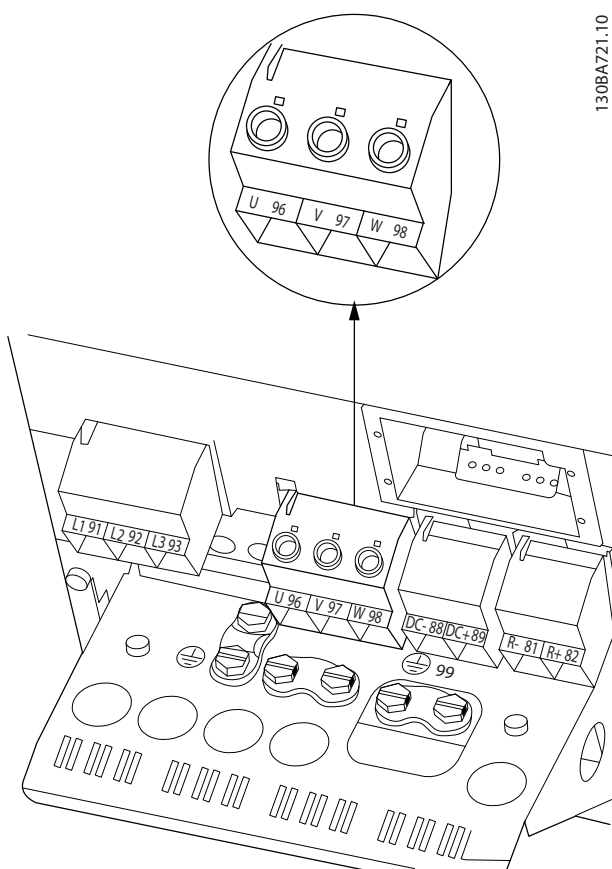


图 6.17 机箱类型 B4 的电动机接线

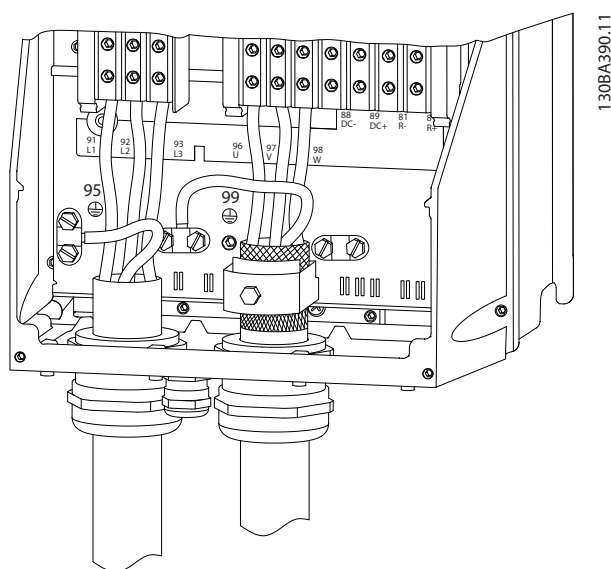


图 6.18 机箱类型 C1 和 C2 (IP 21/NEMA 类型 1 和 IP55/66/NEMA 类型 12) 的电动机接线

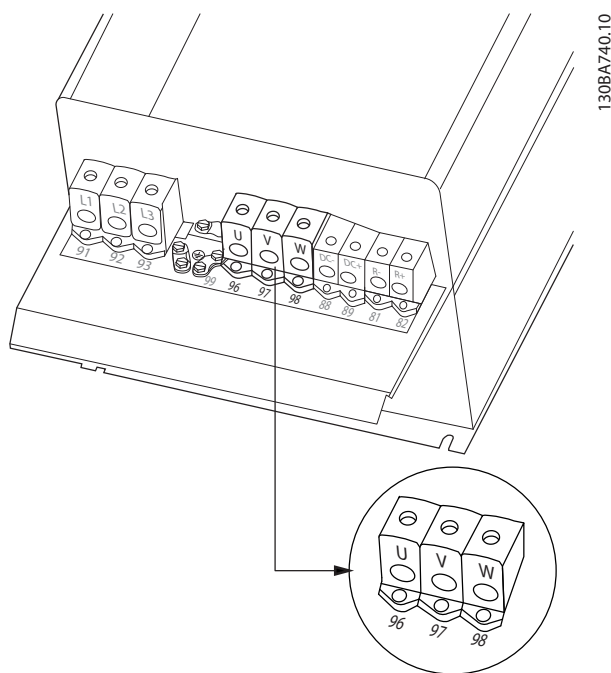


图 6.19 机箱类型 C3 和 C4 的电动机接线

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。

表 6.2 端子说明

1) 保护性接地线

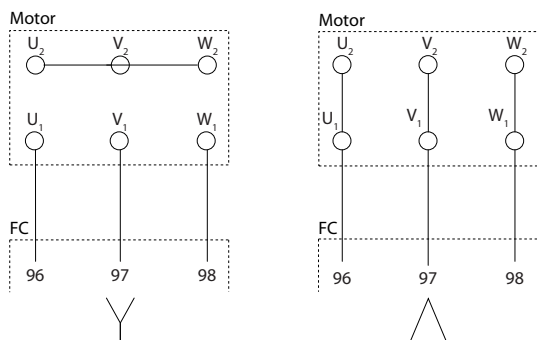


图 6.20 星形和三角形连接

注意

如果电动机没有相绝缘纸或其它适合使用供电电器（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。

电缆入口孔

入口的用途仅为建议，您也可以采用其它方案。未使用的电缆入口可用橡胶垫密封（对于 IP 21）

* 公差 ± 0.2 mm

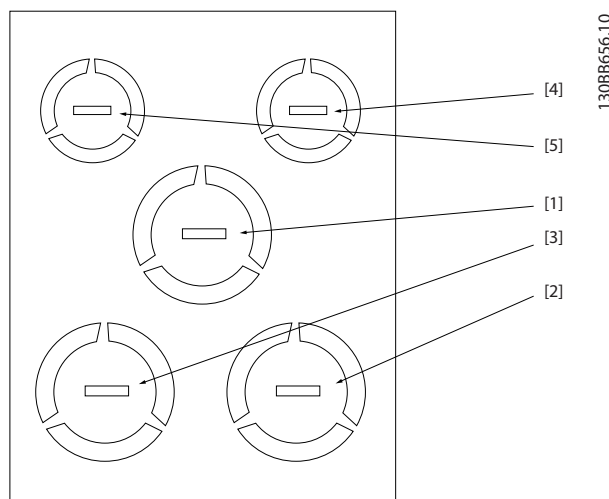


图 6.21 A2 - IP21

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	3/4	28.4	M25
2) 电机	3/4	28.4	M25
3) 制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20

表 6.3 图 6.21 的图例

1) 公差 ± 0.2 mm

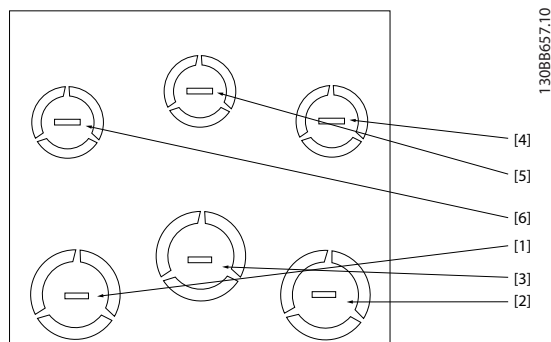


图 6.22 A3 - IP21

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	3/4	28.4	M25
2) 电机	3/4	28.4	M25
3) 制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
6) 控制电缆	1/2	22.5	M20

表 6.4 图 6.22 的图例

1) 公差 ± 0.2 mm

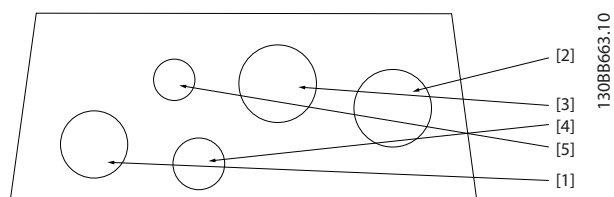


图 6.23 A4 - IP55

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	3/4	28.4	M25
2) 电机	3/4	28.4	M25
3) 制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 已取消	-	-	-

表 6.5 图 6.23 的图例

1) 公差 ± 0.2 mm

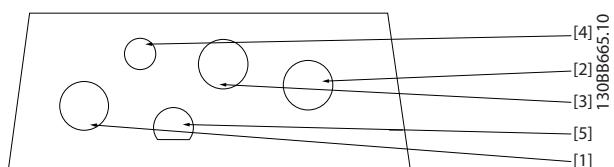


图 6.24 A4 - IP55 螺纹压盖孔

孔编号及建议用途	最接近的公制值
1) 主电源	M25
2) 电机	M25
3) 制动/负载共享	M25
4) 控制电缆	M16
5) 控制电缆	M20

表 6.6 图 6.24 的图例

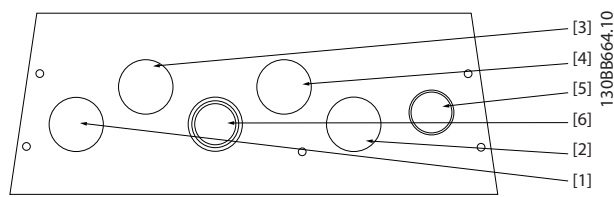


图 6.25 A5 - IP55

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	3/4	28.4	M25
2) 电机	3/4	28.4	M25
3) 制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆 ²⁾	3/4	28.4	M25
6) 控制电缆 ²⁾	3/4	28.4	M25

表 6.7 图 6.25 的图例

1) 公差 ± 0.2 mm

2) 预留孔

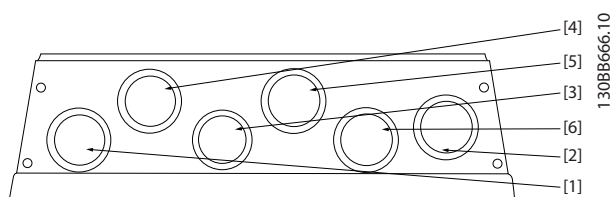


图 6.26 A5- IP55 螺纹压盖孔

孔编号及建议用途	最接近的公制值
1) 主电源	M25
2) 电机	M25
3) 制动/负载共享	28.4 mm ¹⁾
4) 控制电缆	M25
5) 控制电缆	M25
6) 控制电缆	M25

表 6.8 图 6.26 的图例

1) 预留孔

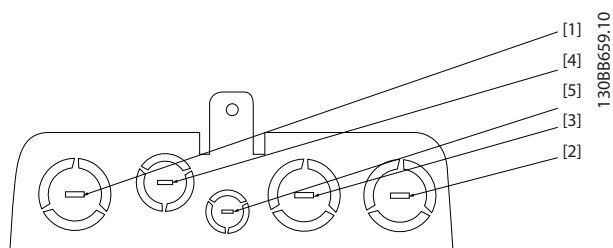


图 6.27 B1 - IP21

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	1	34.7	M32
2) 电机	1	34.7	M32
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	1	34.7	M32
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20

表 6.9 图 6.27 的图例

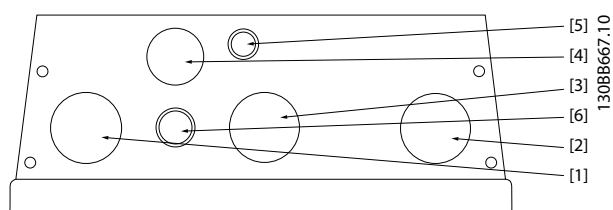
1) 公差 $\pm 0.2 \text{ mm}$ 

图 6.28 B1 - IP55

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	1	34.7	M32
2) 电机	1	34.7	M32
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 控制电缆 ²⁾	1/2	22.5	M20

表 6.10 图 6.28 的图例

1) 公差 $\pm 0.2 \text{ mm}$

2) 预留孔

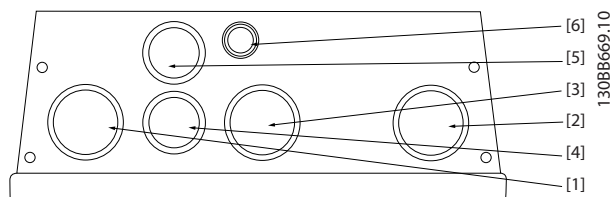


图 6.29 B1 - IP55 螺纹压盖孔

孔编号及建议用途	最接近的公制值
1) 主电源	M32
2) 电机	M32
3) 制动/负载共享	M32
4) 控制电缆	M25
5) 控制电缆	M25
6) 控制电缆	22.5 mm ¹⁾

表 6.11 图 6.29 的图例

1) 预留孔

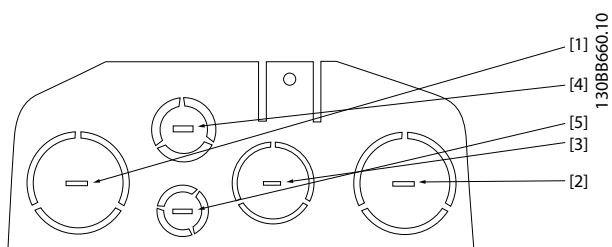


图 6.30 B2 - IP21

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	1 1/4	44.2	M40
2) 电机	1 1/4	44.2	M40
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20

表 6.12 图 6.30 的图例

1) 公差 $\pm 0.2 \text{ mm}$

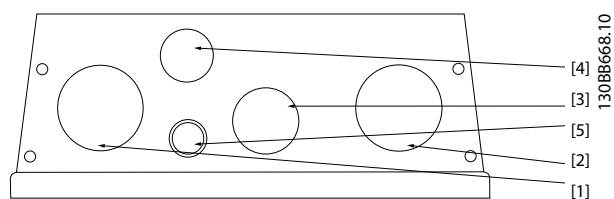


图 6.31 B2 - IP55

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	1 1/4	44.2	M40
2) 电机	1 1/4	44.2	M40
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆 ²⁾	1/2	22.5	M20

表 6.13 图 6.31 的图例

1) 公差 $\pm 0.2 \text{ mm}$

2) 预留孔

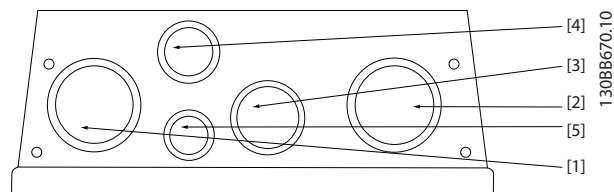


图 6.32 B2 - IP55 螺纹压盖孔

孔编号及建议用途	最接近的公制值
1) 主电源	M40
2) 电机	M40
3) 制动/负载共享	M32
4) 控制电缆	M25
5) 控制电缆	M20

表 6.14 图 6.32 的图例

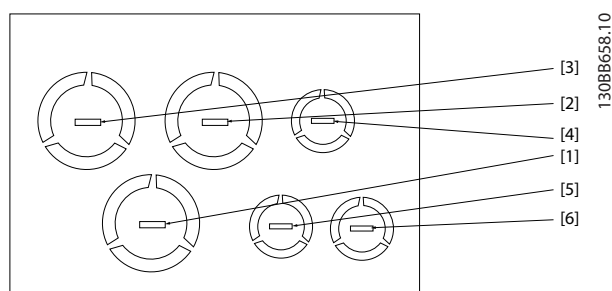


图 6.33 B3 - IP21

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	1	34.7	M32
2) 电机	1	34.7	M32
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
6) 控制电缆	1/2	22.5	M20

表 6.15 图 6.33 的图例

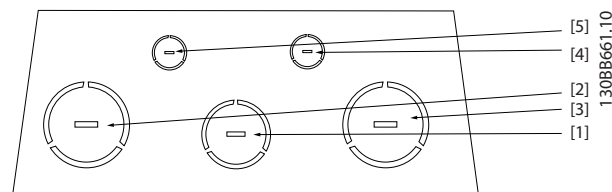
1) 公差 $\pm 0.2 \text{ mm}$ 

图 6.34 C1 - IP21

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	2	63.3	M63
2) 电机	2	63.3	M63
3) 制动/负载共享	1 1/2	50.2	M50
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20

表 6.16 图 6.34 的图例

1) 公差 $\pm 0.2 \text{ mm}$

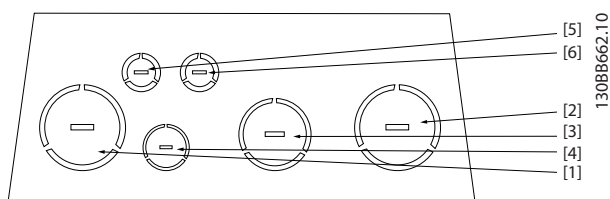


图 6.35 C2 - IP21

孔编号及建议用途	尺寸 ¹⁾		最接近的公制值
	UL [英寸]	[mm]	
1) 主电源	2	63.3	M63
2) 电机	2	63.3	M63
3) 制动/负载共享	1 1/2	50.2	M50
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
6) 控制电缆	1/2	22.5	M20

表 6.17 图 6.35 的图例

1) 公差 ± 0.2 mm

6.1.5 继电器连接

要设置继电器输出，请参阅参数组 5-4* 继电器。

编号	01 - 02	常开
	01 - 03	常闭
	04 - 05	常开
	04 - 06	常闭

表 6.18 继电器说明

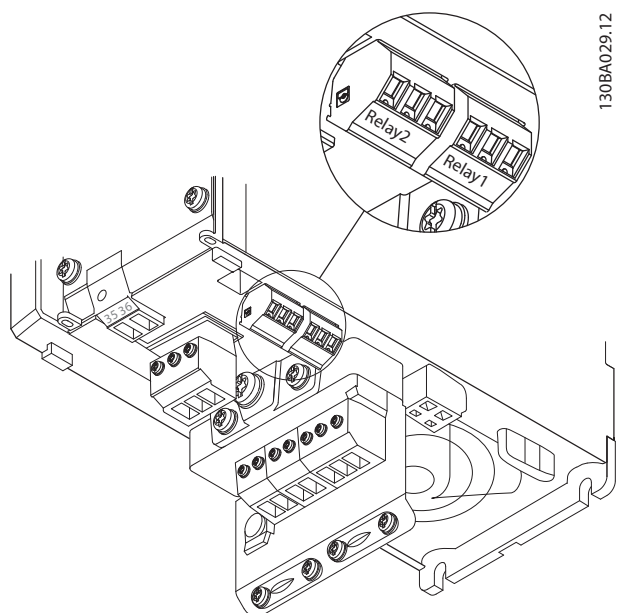


图 6.36 继电器连接端子
(机箱类型 A1、A2 和 A3)。

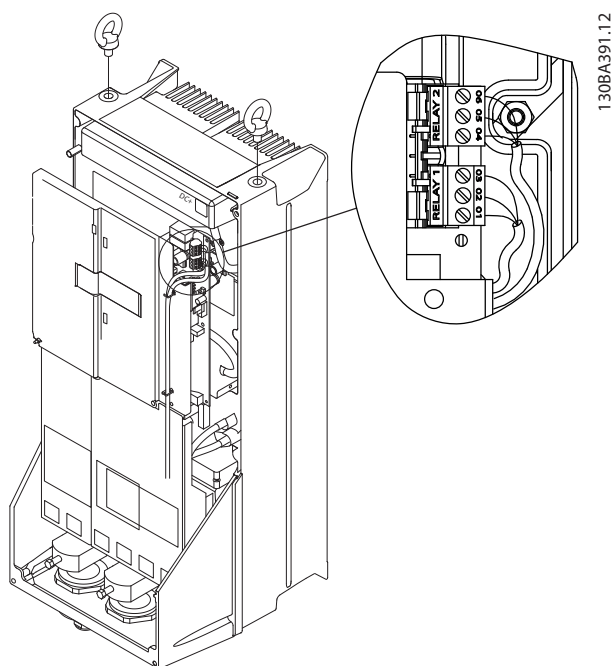


图 6.37 继电器连接端子
(机箱类型 C1 和 C2)。

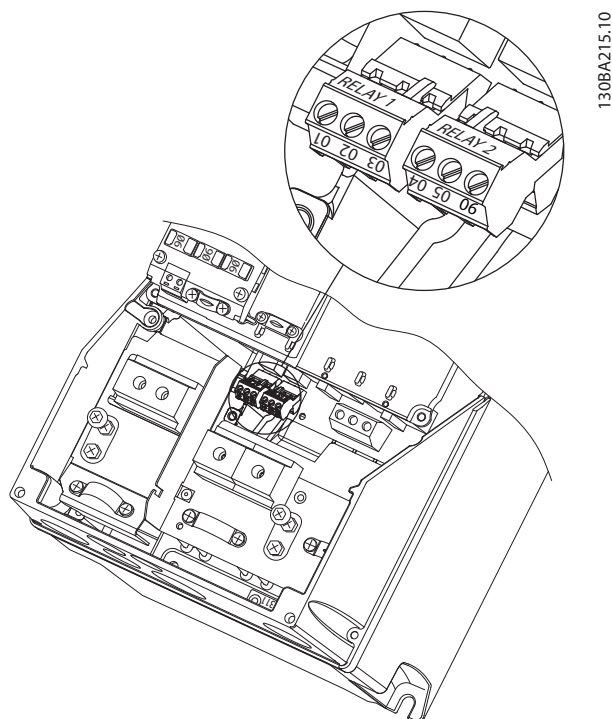


图 6.38 继电器连接端子
(机箱类型 A5、B1 和 B2)。

6.2 熔断器和断路器

6.2.1 熔断器

建议在供电侧使用熔断器和/或断路器作为保护，以防变频器内部的组件发生故障（自身故障）。



必须在电源侧使用熔断器和/或断路器，确保符合针对 CE 的 IEC 60364 或针对 UL 的 NEC 2009 标准。



防止变频器内部的组件故障对人员和财产造成危害。

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。



这些建议不包括 UL 标准所要求的支路保护。

短路保护

Danfoss 建议使用下述熔断器/断路器，以便在变频器发生内部组件故障时为维修人员和财产提供保护。

6.2.2 建议



如果不采用建议的熔断器，在发生故障时可能造成人员危险以及变频器和其他设备损坏。

章 6.2.4 熔断器表 中的表列出了建议的额定电流。对于中小型功率规格，建议使用 gG 型熔断器。对于大规格，建议使用 aR 熔断器。对于断路器，建议使用 Moeller 型断路器。也可以使用其他类型的断路器，但前提是，它们能将进入变频器的能量应限制在与 Moeller 型断路器相同或更低的水平。

通过选用建议的熔断器/断路器，可以将变频器可能遭受的损害主要限制在熔断器/断路器上。

有关详细信息，请参阅熔断器和断路器应用说明。

6.2.3 符合 CE 标准

熔断器或断路器须符合 IEC 60364。Danfoss 建议采用以下选择。

下述熔断器适用于能够提供 100,000 安 rms 对称电流的 240 V、480 V、600 V 或 690 V 电路（取决于变频器的额定电压）。在采用正确熔断器的情况下，变频器的额定短路电流（SCCR）为 100,000 Arms。

下列通过 UL 认证的熔断器是适宜的：

- UL248-4 CC 类 熔断器
- UL248-8 J 类熔断器
- UL248-12 R 类熔断器（RK1）
- UL248-15 T 类熔断器

6

下列最大熔断器规格和类型均经过测试。

6.2.4 熔断器表

机箱类型	功率 [kW]	建议的 熔断器规格	建议的 最大熔断器规格	建议的断路器 Moeller	最大跳闸水平 [A]
A2	1.1-2.2	gG-10 (1.1-1.5) gG-16 (2.2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3.7)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	5.5-11	gG-25 (5.5-7.5) gG-32 (11)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15-18	gG-50 (15) gG-63 (18)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	22-30	gG-80 (22) aR-125 (30)	gG-150 (22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	150
C4	37-45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250
A4	1.1-2.2	gG-10 (1.1-1.5) gG-16 (2.2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0.25-1.5) gG-16 (2.2-3) gG-20 (3.7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5-11	gG-25 (5.5) gG-32 (7.5-11)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	18-30	gG-63 (18.5) gG-80 (22) gG-100 (30)	gG-160 (18.5-22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	160
C2	37-45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250

表 6.19 200-240 V，机箱类型 A、B 和 C

机箱类型	功率 [kW]	建议的 熔断器规格	建议的 最大熔断器规格	建议的断路器 Moeller	最大跳闸水平 [A]
A2	1.1-4.0	gG-10 (1.1-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11-18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-50 (22) gG-63 (30) gG-80 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45-55	gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-150 (45) gG-160 (55)	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A4	1.1-4	gG-10 (1.1-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1.1-7.5	gG-10 (1.1-3) gG-16 (4-7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18.5	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-80 (37) gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250

表 6.20 380-480 V, 机箱规格 A、B 和 C

机箱类型	功率 [kW]	建议的 熔断器规格	建议的 最大熔断器规格	建议的断路器 Moeller	最大跳闸水平 [A]
A3	5.5-7.5	gG-10 (5.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15-18)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-40 (22) gG-50 (30) gG-63 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45-55	gG-63 (45) gG-100 (55)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-160 (75) aR-200 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A5	1.1-7.5	gG-10 (1.1-5.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18.5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (75-90)	aR-250	NZMB2-A250	250

表 6.21 525-600 V, 机箱类型 A、B 和 C

机箱类型	功率 [kW]	建议的 熔断器规格	建议的 最大熔断器规格	建议的断路器 Möller	最大跳闸水平 [A]
A3	1.1	gG-6	gG-25	—	—
	1.5	gG-6	gG-25		
	2.2	gG-6	gG-25		
	3	gG-10	gG-25		
	4	gG-10	gG-25		
	5.5	gG-16	gG-25		
	7.5	gG-16	gG-25		
B2	11	gG-25 (11)	gG-63	—	—
	15	gG-32 (15)	gG-80 (30)		
	18	gG-32 (18)			
	22	gG-40 (22)			
	30	gG-63 (30)			
C2	37	gG-63 (37)	gG-100 (37)	—	—
	45	gG-80 (45)	gG-125 (45)		
	55	gG-100 (55)	gG-160 (55-75)		
	75	gG-125 (75)			
C3	45	gG-80	gG-100	—	—
	55	gG-100	gG-125		

表 6.22 525-690 V, 机箱类型 A、B 和 C

符合 UL

熔断器或断路器须符合 NEC 2009。Danfoss 建议使用以下选择

下述熔断器适用于能够提供 100,000 安 rms 对称电流的 240 V 或 480 V 或 500 V 或 600 V 电路（取决于变频器的额定电压）。在采用正确熔断器的情况下，变频器的额定短路电流（SCCR）为 100,000 Arms。

功率 [kW]	建议的最大熔断器规格					
	Bussmann RK1 型 ¹⁾	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型
1.1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1.5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2.2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3.0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3.7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5-7.5	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
15-18.5	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
22	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
30	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
37	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
45	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

表 6.23 200-240 V，机箱类型 A、B 和 C

功率 [kW]	建议的最大熔断器规格			
	SIBA RK1 型	Littel 熔断器 RK1 型	Ferraz- Shawmut CC 型	Ferraz- Shawmut RK1 型 ³⁾
1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1.5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2.2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3.0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3.7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5.5-7.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
15-18.5	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

表 6.24 200-240 V，机箱类型 A、B 和 C

功率 [kW]	建议的最大熔断器规格			
	Bussmann JFHR2 型 ²⁾	Littel 熔断器 JFHR2	Ferraz- Shawmut JFHR2 ⁴⁾	Ferraz- Shawmut J
1.1	FWX-10	—	—	HSJ-10
1.5	FWX-15	—	—	HSJ-15
2.2	FWX-20	—	—	HSJ-20
3.0	FWX-25	—	—	HSJ-25
3.7	FWX-30	—	—	HSJ-30
5.5-7.5	FWX-50	—	—	HSJ-50
11	FWX-60	—	—	HSJ-60
15-18.5	FWX-80	—	—	HSJ-80
22	FWX-125	—	—	HSJ-125
30	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

表 6.25 200-240 V, 机箱类型 A、B 和 C

- 1) 对于 240 V 变频器, 可以用 Bussmann 生产的 KTS 保险丝替代 KTN 保险丝。
- 2) 对于 240 V 变频器, 可以用 Bussmann 生产的 FWH 保险丝替代 FWX 保险丝。
- 3) 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。
- 4) 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。

功率 [kW]	建议的最大熔断器规格					
	Bussmann RK1 型	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型
1.1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7.5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11-15	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	—	—	—
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	—	—	—
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	—	—	—
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	—	—	—
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	—	—	—
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	—	—	—
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	—	—	—
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	—	—	—
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	—	—	—

表 6.26 380-480 V, 机箱规格 A、B 和 C

建议的最大熔断器规格				
功率 [kW]	SIBA RK1 型	Littell 熔断器 RK1 型	Ferraz- Shawmut CC 型	Ferraz- Shawmut RK1 型
1.1-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7.5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11-15	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
18	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
22	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
30	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
37	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
45	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
55	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
75	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
90	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

表 6.27 380-500 V, 机箱类型 A、B 和 C

建议的最大熔断器规格				
功率 [kW]	Bussmann JFHR2	Ferraz- Shawmut J	Ferraz- Shawmut JFHR2 ¹⁾	Littell 熔断器 JFHR2
1.1-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7.5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11-15	FWH-40	HSJ-40	-	-
18	FWH-50	HSJ-50	-	-
22	FWH-60	HSJ-60	-	-
30	FWH-80	HSJ-80	-	-
37	FWH-100	HSJ-100	-	-
45	FWH-125	HSJ-125	-	-
55	FWH-150	HSJ-150	-	-
75	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

表 6.28 380-480 V, 机箱规格 A、B 和 C

1) Ferraz-Shawmut A50QS 熔断器可替代 A50P 熔断器。

功率 [kW]	建议的最大熔断器规格					
	Bussmann RK1 型	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型
1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTk-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTk-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTk-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTk-R-20	LP-CC-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTk-R-25	LP-CC-25
7.5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTk-R-30	LP-CC-30
11-15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

表 6.29 525-600 V, 机箱类型 A、B 和 C

功率 [kW]	建议的最大熔断器规格			
	SIBA RK1 型	Littel 熔断器 RK1 型	Ferraz- Shawmut RK1 型	Ferraz- Shawmut J
1.1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5.5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7.5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11-15	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

表 6.30 525-600 V, 机箱类型 A、B 和 C

1) 所显示的 Bussmann 170M 型熔断器使用了 -/80 指示灯, 可以替代具有相同尺寸和电流规格的 -TN/80 类型 T、-/110 或 TN/110 类型 T 指示灯式熔断器。

功率 [kW]	建议的最大熔断器规格					
	Bussmann RK1 型	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型
1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTk-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTk-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTk-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTk-R-20	LP-CC-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTk-R-25	LP-CC-25
7.5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTk-R-30	LP-CC-30
11-15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

表 6.31 525-690 V, 机箱类型 A、B 和 C

功率 [kW]	最大预熔	建议的最大熔断器规格						
		Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	Littelfuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz- Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz- Shawmut E2137 J/HSJ
11-15	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
18.5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
30	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
37	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
45	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
55	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
75	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
90	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

表 6.32 *525-690 V, 机箱类型 B 和 C

* 525-600 V 必须符合 UL 标准

6.3 断路器和接触器

6.3.1 主电源连接

装配带有主电源断路器的 IP55/NEMA 类型 12 (A5 型机箱)

主电源开关放置在机箱类型 B1、B2、C1 和 C2 的左侧。A5 机箱的主电源开关位于机箱右侧。

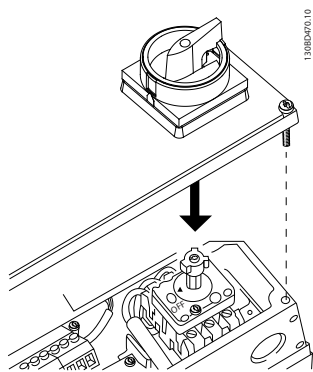


图 6.39 主电源开关的位置

机箱类型	类型	端子连接
A5	Kraus&Naimer KG20A T303	
B1	Kraus&Naimer KG64 T303	
B2	Kraus&Naimer KG64 T303	
C1 37 kW	Kraus&Naimer KG100 T303	
C1 45-55 kW	Kraus&Naimer KG105 T303	
C2 75 kW	Kraus&Naimer KG160 T303	
C2 90 kW	Kraus&Naimer KG250 T303	

表 6.33 各种机箱类型的端子连接

6.4 其它电动机信息

6.4.1 电动机电缆

电动机必须连接到端子 U/T1/96、V/T2/97、W/T3/98。将端子 99 接地。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。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

表 6.34 端子功能

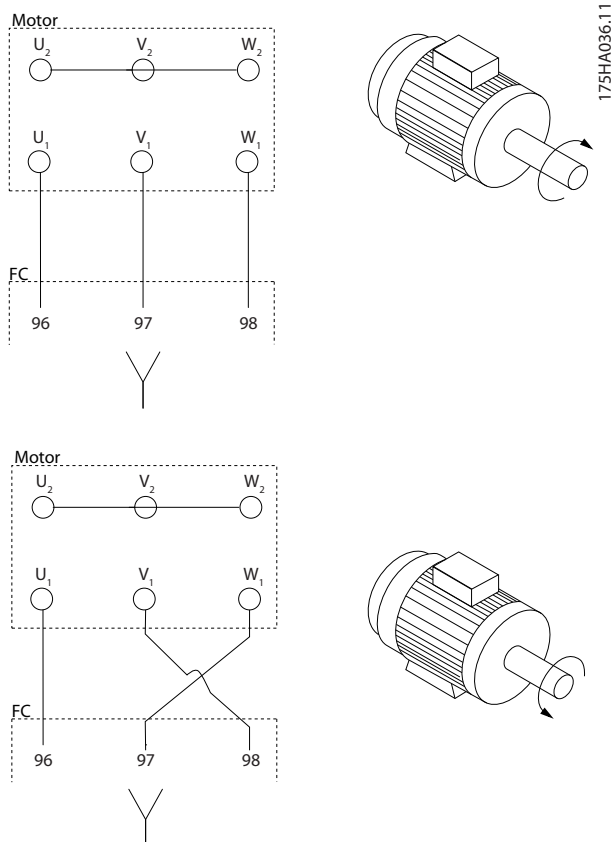


图 6.40 顺时针和逆时针旋转的端子连接

- 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 4-10 电动机速度方向的设置可改变其旋转方向。

电动机旋转检查可使用 1-28 电动机旋转检查，按照该屏幕中显示的步骤执行。

注意

如果改造应用要求各相连接数量不等的线缆，请向厂商咨询有关要求和索取相关文档，或使用带有顶部/底部入口的机柜选件。

6.4.2 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，需将 1-90 电动机热保护 设为 ETR 跳闸，并且将 1-24 电动机电流 设为电动机的额定电流（参阅电动机铭牌）。

对于电动机热保护，还可以使用 PTC 热敏电阻卡选件 MCB 112。该卡通过 ATEX 认证，可以保护那些位于存在爆炸危险的区域（区域 1/21 和区域 2/22）中的电动机。当 1-90 电动机热保护 被设为 [20] ATEX ETR，并且采用 MCB 112 时，可以控制爆炸危险区域中的 Ex-e 电动机。有关如何设置变频器以实现 Ex-e 电动机的安全工作的详细信息，请查阅编程指南。

6.4.3 电动机并联

变频器可控制多台并联的电动机。采用并联电动机连接时必须符合下述要求：

- 使用并联电动机时，建议在 U/F 模式 1-01 电动机控制原理 下运行应用。在 1-55 V/f 特性 - U 和 1-56 V/f 特性 - F 中设置 U/F 图形。
- 在某些应用中可以采用 VCCplus 模式。
- 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} 。
- 如果电动机的绕组阻抗相差较大，将可能导致启动问题，因为低速时的电动机电压可能过低。
- 不能使用变频器的电子热敏继电器（ETR）作为单个电动机的保护装置。请为电动机提供进一步的保护，例如，在每个电动机绕组中使用热敏电阻或使用单独的热继电器。（不宜使用电流断路器作为保护装置）。

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（如图中第一个例子所示）。

注意

电动机并联时，不能使用 1-02 磁通矢量电动机反馈源，并且必须将 1-01 电动机控制原理 设为特殊电动机特性 (U/f)。

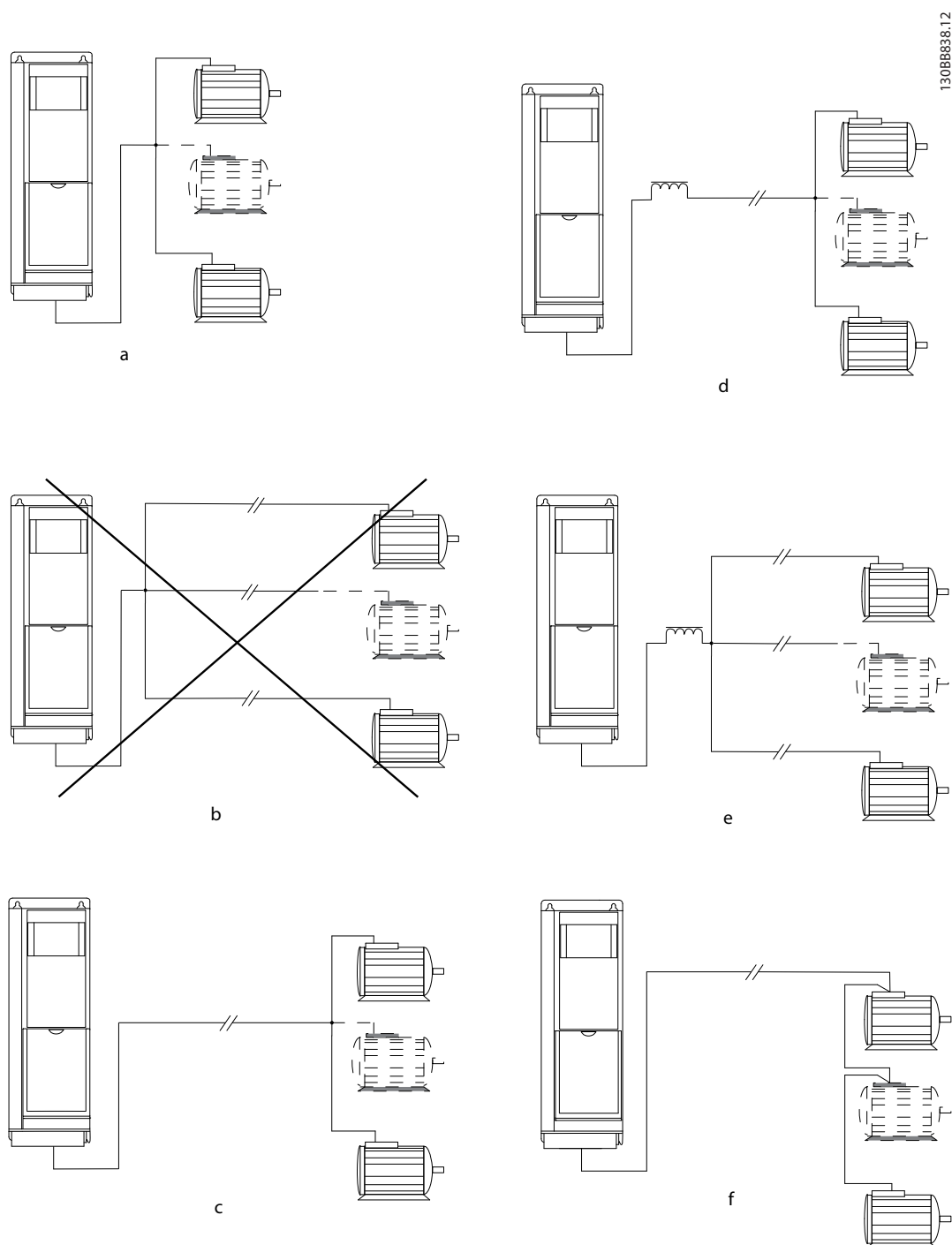


图 6.41 并行电动机连接

c, d) 只有并行电缆保持较短状态（每条电缆的长度短于 10 米）时，在第 4.5 节“一般规格”中指定的电动机电缆总长才有效。

d, e) 考虑电动机电缆上的压降。

e) 注意表 6.35 中指定的最大电动机电缆长度。

e) 对并行长电缆使用 LC 滤波器。

机箱类型	功率规格 [kW]	电压 [V]	1 条电缆 [m]	2 条电缆 [m]	3 条电缆 [m]	4 条电缆 [m]
A5	5	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A5	2.2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-90	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37

表 6.35 每个并行电缆的最大电缆长度取决于并行电缆的数量。

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）。

6.4.4 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 1-28 电动机旋转检查，按照该屏幕中显示的步骤执行。

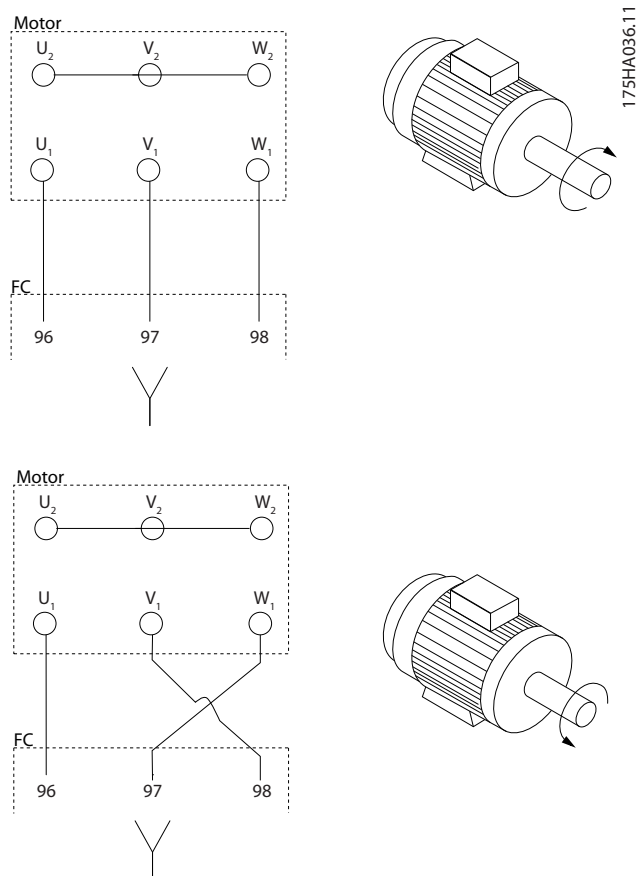


图 6.42 电动机旋转检查步骤

6.4.5 电动机绝缘

如果电动机电缆长度 ≤ 章 9 一般规范和疑难解答 中列出的最大电缆长度，建议使用表 6.36 中列出的电动机绝缘额定值。如果电动机的额定绝缘等级较低，则建议使用 du/dt 或正弦波滤波器。

主电源额定电压 [V]	电动机绝缘 [V]
$U_N \leq 420$	标准 $U_{LL} = 1300$
$420 \text{ V} < U_N \leq 500$	增强 $U_{LL} = 1600$
$500 \text{ V} < U_N \leq 600$	增强 $U_{LL} = 1800$
$600 \text{ V} < U_N \leq 690$	增强 $U_{LL} = 2000$

表 6.36 电动机绝缘

6.4.6 电动机轴承电流

所有随 FC 10290 kW 或更高功率变频器安装的电动机都应安装 NDE（非驱动端）绝缘轴承，以排除流通的轴承电流。为了尽量减小 DE（驱动端）轴承和轴的电流，需要将变频器、电动机、从动机适当接地，并且将电动机与从动机之间的连接也接地。

标准的抑制策略

1. 使用绝缘型轴承。
2. 执行严格的安装规程
 - 2a 确保电动机和负载电动机已校准。
 - 2b 严格遵循 EMC 安装准则。
 - 2c 增强 PE，从而使 PE 的高频阻抗低于输入功率导线
 - 2d 在电动机和变频器之间建立良好的高频连接，例如用屏蔽电缆 360° 连接电动机和变频器
 - 2e 确保变频器与建筑之间的接地阻抗低于机器的接地阻抗。对于泵来说，这可能有些困难。
 - 2f 在电动机与负载电动机之间直接接地。
3. 降低 IGBT 开关频率。
4. 调节逆变器波形，60° 和 SFAVM。
5. 安装轴接地系统或采用绝缘管接头
6. 涂抹导电的润滑脂。
7. 如有可能，请使用最小速度设置。
8. 尽量确保线路电压与接地平衡。这对于 IT、TT、TN-CS 或接地脚系统来说可能有些困难。
9. 使用 dU/dt 滤波器或正弦滤波器。

6.5 控制电缆和端子

6.5.1 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下。可以使用螺丝刀将端子盖卸掉（请参阅图 6.43）。

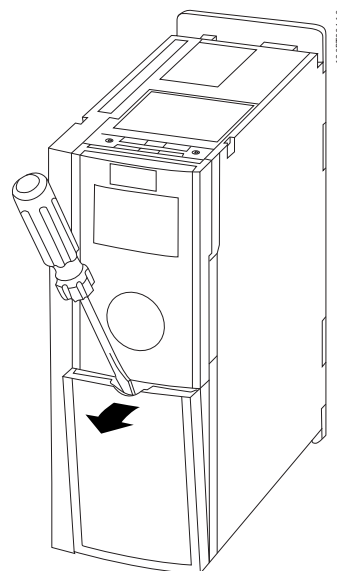


图 6.43 机箱类型 A1、A2、A3、B3、B4、C3 和 C4

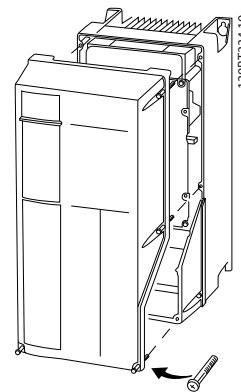


图 6.44 机箱类型 A5、B1、B2、C1 和 C2

6.5.2 控制电缆的布线

请按照图中所示将所有控制电线固定到指定的控制电缆通路上。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。

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内的规定通路中，并且应与其他控制电线固定在一起（见图 6.45）。

在机架式（IP00）和 NEMA 1 设备中，还可以如图 6.46 和图 6.47 所示从设备顶部连接现场总线。在 NEMA 1 设备上，卸掉盖板。

现场总线顶部连接套件号：176F1742

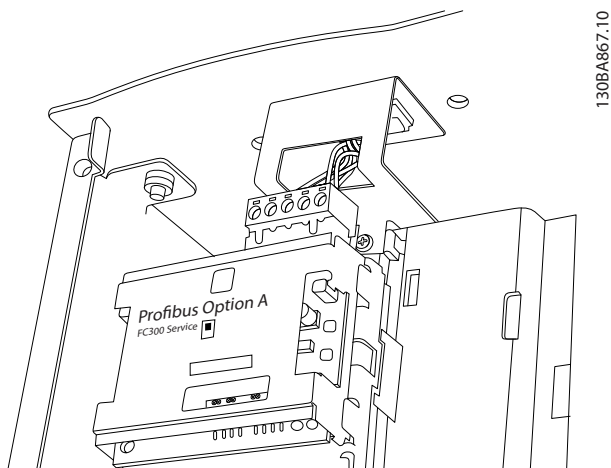


图 6.45 现场总线的内部位置

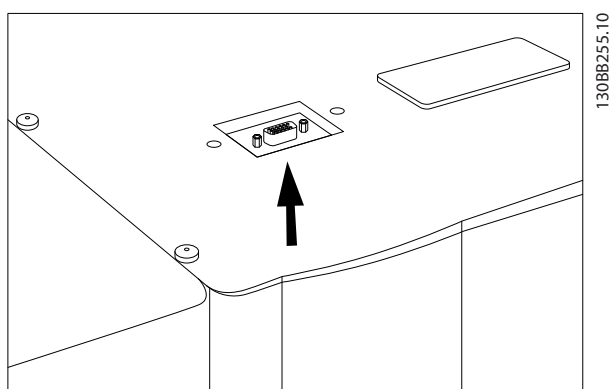


图 6.46 从 IP00 顶部连接现场总线

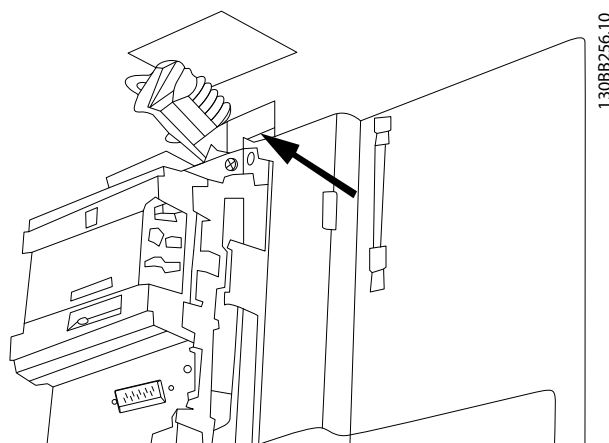


图 6.47 从 NEMA 1 设备顶部连接现场总线

安装外接 24 伏直流电源

转矩：0.5 - 0.6 Nm (5 in-lbs)

螺钉尺寸：M3

编号	功能
35 (-), 36 (+)	外接 24 V 直流电源

表 6.37 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。

注意

连接 24 V 直流电源时将发出低压警告；但不会跳闸。

警告

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）。

6.5.3 控制端子

项目	说明
1	8 针插头数字 I/O
2	3 针的 RS-485 总线插头。
3	6 针的模拟输入输出插头
4	USB 连接

表 6.38 针对 FC 102 的图 6.48 的图例表

项目	说明
1	10 针的数字输入输出插头。
2	3 针的 RS-485 总线插头。
3	6 针的模拟输入输出插头
4	SB 连接

表 6.39 针对 FC 102 的图 6.48 的图例表

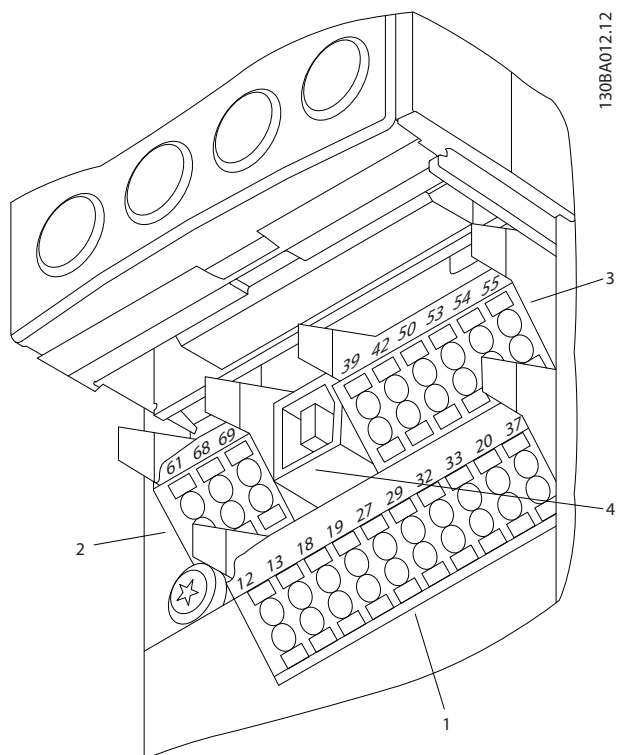


图 6.48 控制端子（所有机箱类型）

6.5.4 开关 S201、S202 和 S801

开关 S201 (A53) 和 S202 (A54) 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)。

默认设置

S201 (A53) = OFF (电压输入)

S202 (A54) = OFF (电压输入)

S801 (总线端接) = 关



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。

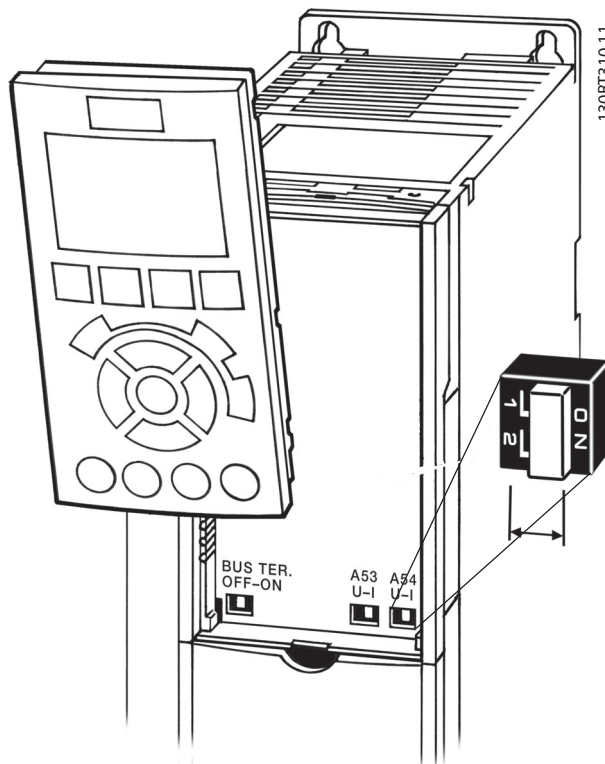


图 6.49 S201、S202 和 S801 开关的位置

6.5.5 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

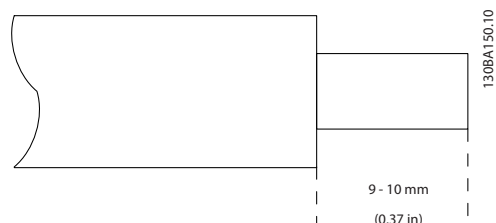


图 6.50 剥去电缆

2. 将螺丝刀¹⁾插入方孔中。

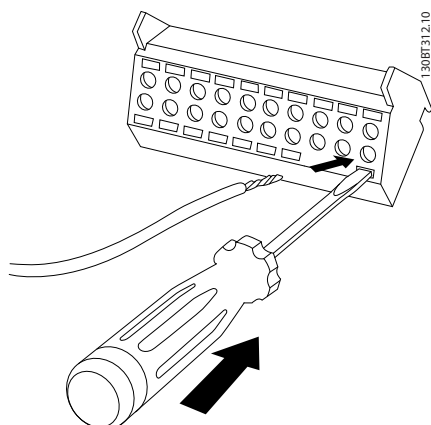


图 6.51 插入螺丝刀

3. 将电缆插入相邻的圆孔中。

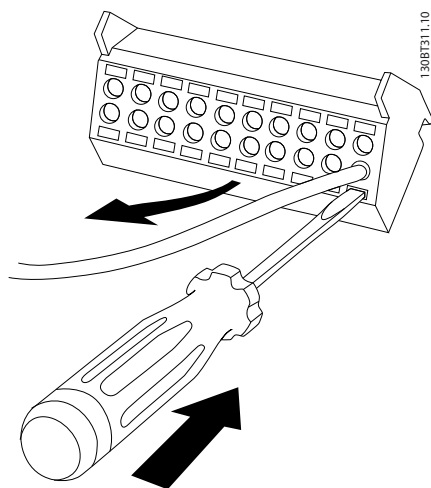


图 6.52 插入电缆

4. 抽出螺丝刀。此时，电缆已安装到端子上。

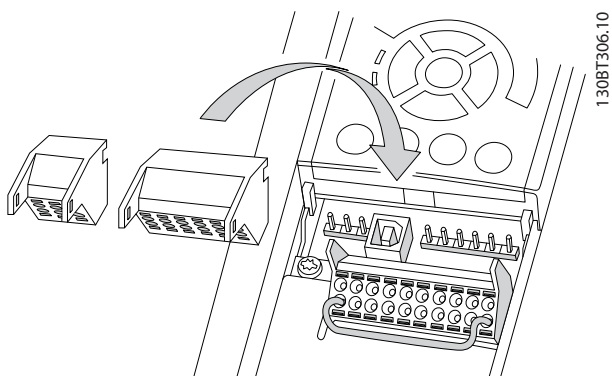


图 6.53 抽出螺丝刀

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

6.5.6 基本接线示例

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

默认设置

18 = 启动, 5-10 端子 18 数字输入 [9]

27 = 停止反逻辑, 5-12 端子 27 数字输入 [6]

37 = 反向安全转矩停止

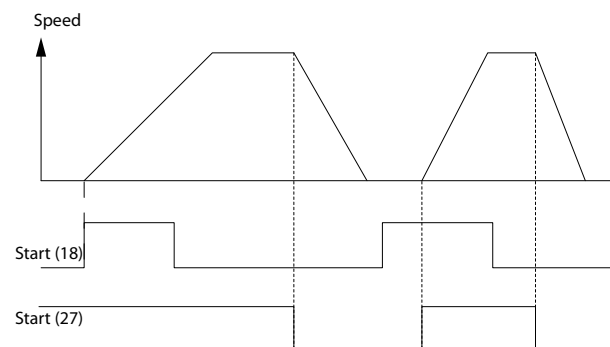
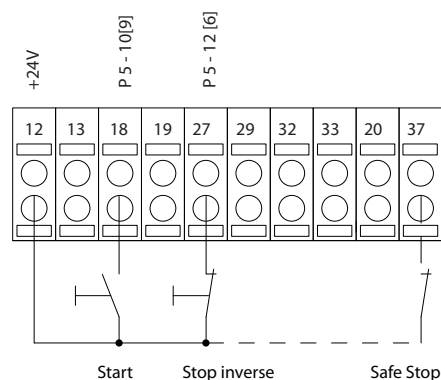


图 6.54 基本接线

1308A156.12

6.5.7 电气安装, 控制电缆

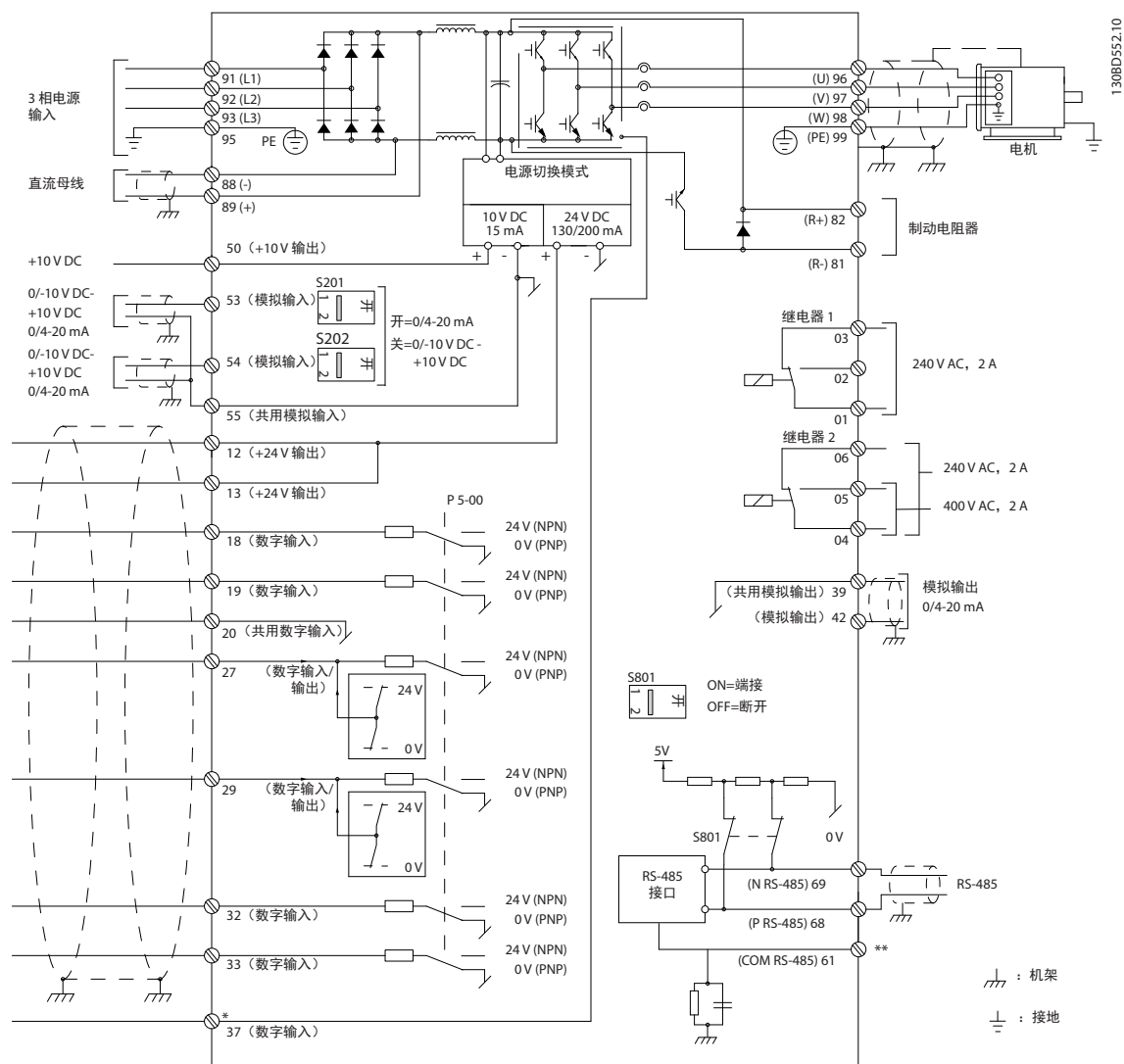


图 6.55 基本接线示意图

A=模拟, D=数字

*端子 37 (可选) 用于安全转矩关断功能。有关安全转矩关断的安装说明, 请参考 Danfoss VL7[®] 变频器的安全转矩关断操作手册。

**请勿连接电缆屏蔽层。

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 的地线回路 (这种情况非常少见, 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他组。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

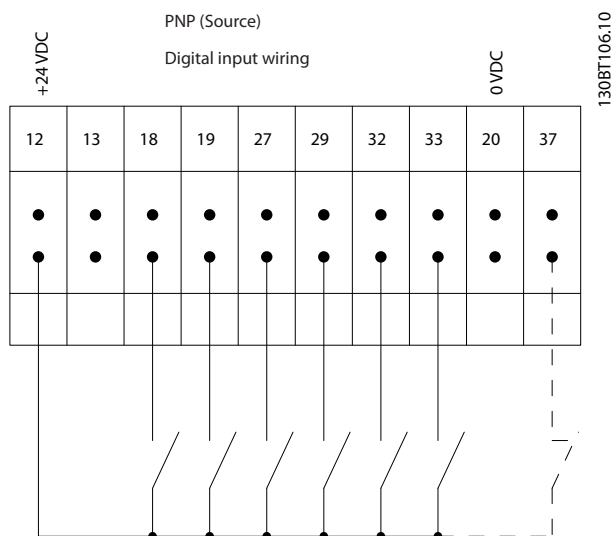


图 6.56 输入极性 PNP (源型)

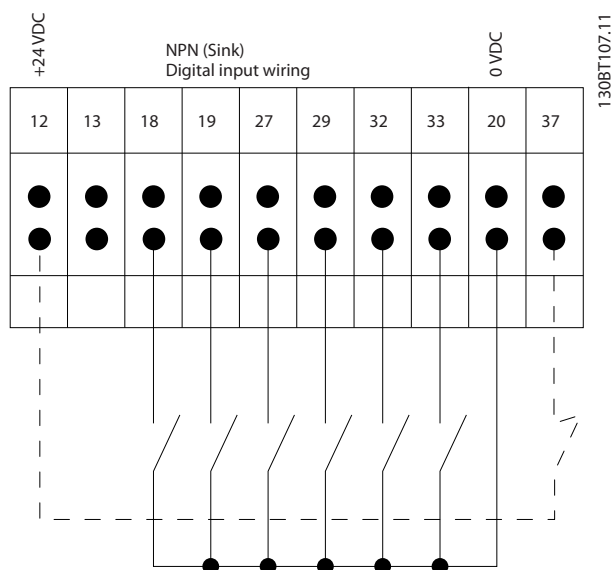


图 6.57 输入极性 NPN (漏型)

注意

为符合 EMC 辐射规范, 建议使用屏蔽/铠装电缆。如果使用非屏蔽/非铠装电缆, 请参阅 章 2.9.2 EMC 测试结果。

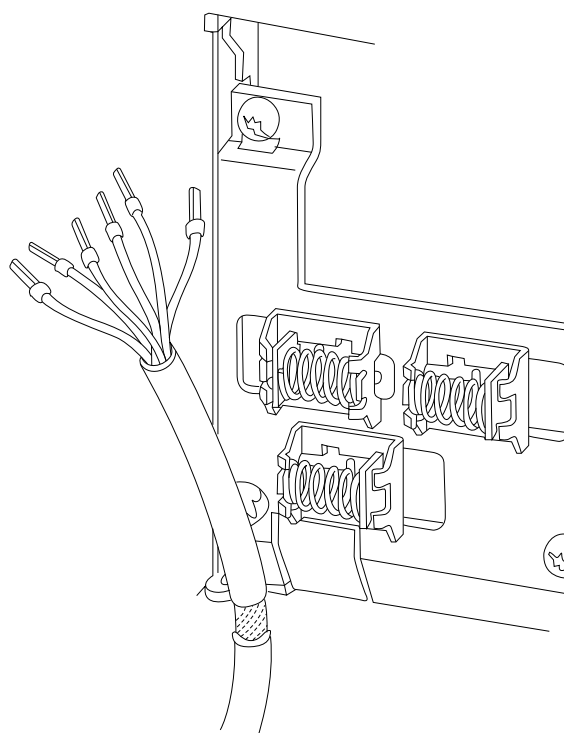


图 6.58 屏蔽/铠装控制电缆的接地

6.5.8 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 5-40 继电器功能、5-41 继电器打开延时 和 5-42 继电器关闭延时 中设置。

其他继电器使用继电器选件模块 MCB 105 输出。

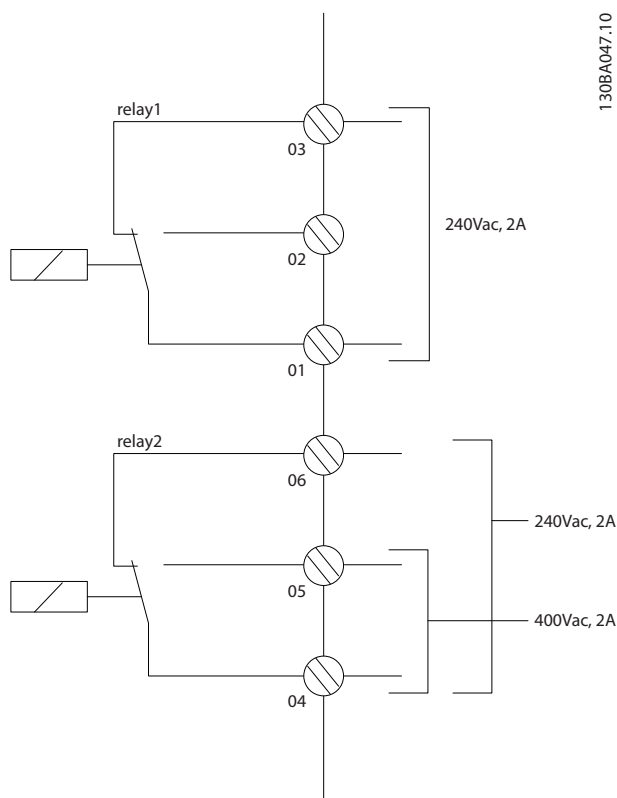


图 6.59 继电器输出 1 和 2

6.6 附加连接

6.6.1 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。它使用端子 88 和 89。

有关详细信息，请与 Danfoss 联系。

6.6.2 负载共享

使用端子 88 和 89 进行负载共享。

连接电缆必须屏蔽，并且变频器至直流母线的最大长度不能超过 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。



警告
注意，端子上的直流电压可能高达 1099 V。
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。



警告
注意，由于直流回路连接，主电源断路器可能无法隔离变频器

6.6.3 制动电缆的安装

连接制动电阻的电缆必须屏蔽，并且变频器至直流母线的最大长度不能超过 25 米（82 英尺）。

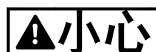
1. 使用电缆夹将屏蔽丝网与变频器的导电信号板及制动电阻器的金属机柜相连。
2. 根据制动转矩确定制动电缆的横截面积。

端子 81 和 82 是制动电阻器端子。

有关安全安装的详细信息，请参阅制动说明。



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与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。



小心
注意，端子上的直流电压可能高达 1099 V，这取决于电源电压。

6.6.4 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 RS-485 接口来连接 PC。

USB 是一种串行总线，它采用 4 条屏蔽电缆，并且接地引脚 4 被连接至 PC USB 端口的屏蔽层。当通过 USB 电缆将 PC 连接至变频器时，PC USB 主机控制器可能存在受损风险。所有标准 PC 的 USB 端口均不具有高低压绝缘性能。

因为未遵守《操作手册》中的“交流主电源连接”中的建议而导致的任何接地电势差，都可能通过 USB 电缆的屏蔽层对 USB 主机控制器造成损害。

当通过 USB 电缆将 PC 连接至变频器时，建议采用具有高低压绝缘功能的 USB 隔离器，以免接地电势差对 PC USB 主机控制器造成损害。

当通过 USB 电缆将 PC 连接至变频器时，不建议采用带有接地引脚的 PC 电源电缆。这虽然可以减小接地电势差，但无法消除因为在 PC USB 端口中将接地线和屏蔽层相连而导致的所有电势差。

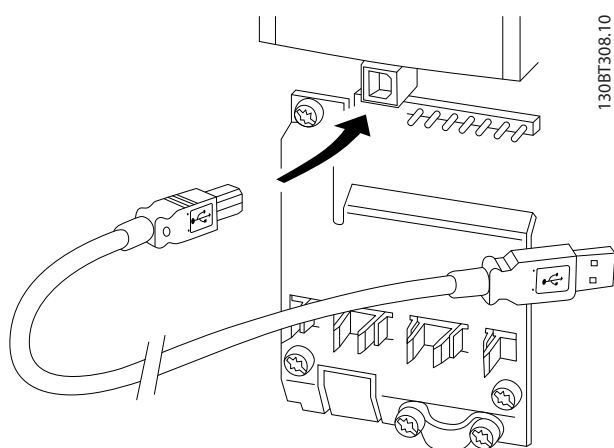


图 6.60 USB 连接

6.6.5 PC 软件

通过 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. 在 *network* 部分选择 USB 端口。
4. 选择 *copy*。
5. 选择 *project* 部分
6. 选择 *paste*。
7. 选择 *save as*。

这样就存储了所有参数。

通过 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 *Open* - 显示出已存储的文件。
4. 打开相应的文件。
5. 选择 *Write to drive*。

现在，所有参数都已传输到变频器。

MCT 10 设置软件备有单独的手册。

6.6.6 MCT 31

用 MCT 31 谐波计算 PC 工具可以方便地估算具体应用中的谐波失真。它可为带其他谐波减弱设备（比如 Danfoss AHF 滤波器和 12-18 脉冲整流器）的 Danfoss 变频器和非 Danfoss 变频器计算谐波失真。

订购号：

请使用订购号 130B1031 来订购包括 MCT 31 PC 工具的光盘。

还可从以下地址下载 MCT 31：www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/softwaredownload。

6.7 安全性

6.7.1 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（对于 380-500V 变频器最高可达 2.15 kV，而对于 525-690V 变频器最高可达 2.525 kV），并且持续 1 秒钟。



警告
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与电动机的连接。

6.7.2 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：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：地线连接应尽可能短

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。

6.7.3 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。

警告

变频器的接地漏电流大于 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，电缆的横截面积不得小于 10 mm²，或者包含 2 根单独终接的额定接地线。

6.7.4 符合 ADN 规范的安装

防侵入保护等级为 IP55 (NEMA 12) 或更高的设备可以防止火花形成，并根据有关国际内陆地水道运输危险货物的欧洲协议 (ADN) 分类为有限爆炸风险电气设备。

对于防侵入保护等级为 IP20、IP21 或 IP54 的设备，可通过以下方式防止火花形成风险：

- 请勿安装主电源开关
- 确保将 14-50 射频干扰滤波器 设置为 [1] 开。
- 拆下标有“RELAY”的所有继电器插头。请参阅图 6.61。
- 检查安装了哪些继电器选件（如果有）。唯一允许的继电器选件是扩展继电器卡 MCB 113。

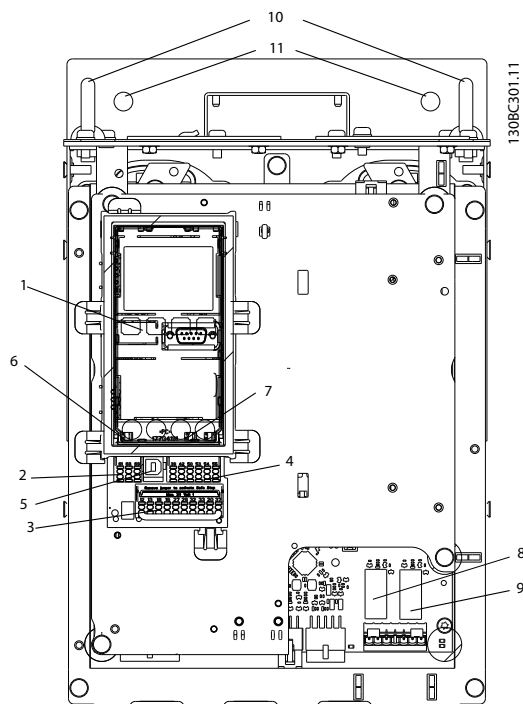


图 6.61 继电器插头的位置，位置 8 和 9

如果要求，可提供制造商声明。

6.8 符合 EMC 法规的安装

6.8.1 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）。另请参阅段落 章 2.2 CE 标志、章 2.9 关于 EMC 的一般问题和 章 2.9.2 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 章 6.8.3 屏蔽型控制电缆的接地。
- 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 6.62 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 章 2.9.2 EMC 测试结果。



115

6.8.2 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结构和设计对其传输电阻 (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

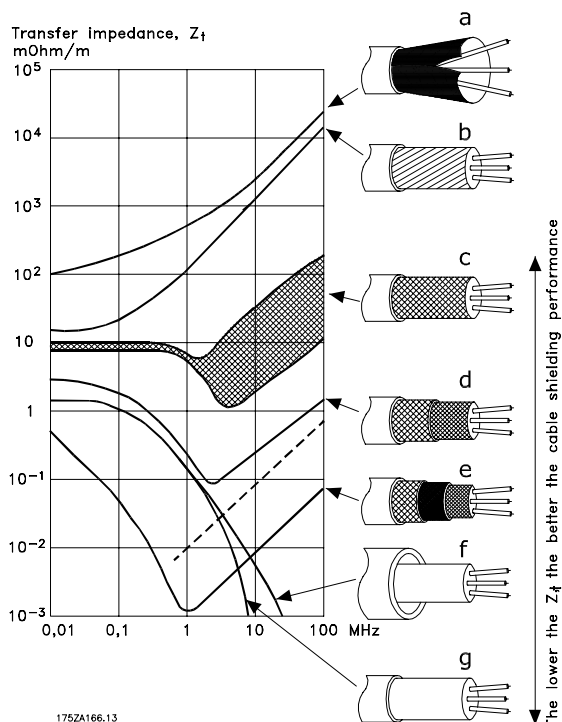


图 6.64 传输阻抗

6.8.3 屏蔽型控制电缆的接地

正确的屏蔽方法

为保证尽可能好的电气接触，大多数情况下的首选方法都是在控制电缆和电缆两端用屏蔽夹加以固定。

如果变频器和 PLC 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。该电缆的最小横截面积：16 mm²。

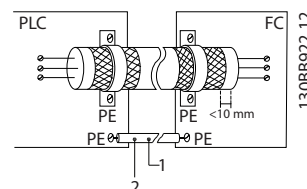


图 6.65 具有均温电缆的控制电缆

1	最小 16 mm ²
2	均衡电缆

表 6.40 图 6.65 的图例

50/60 Hz 接地回路

使用很长的控制电缆时，可能会形成接地回路。为了消除接地回路，请用一个 100 nF 电容器将屏蔽层的一端接地（引线应尽可能短）。

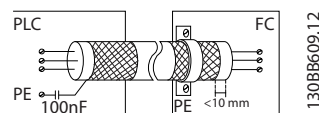


图 6.66 连接至 100 nF 电容的屏蔽接地

避免串行通讯的 EMC 噪声

该端子通过一个内部 RC 回路接地。为减小导体之间的相互干扰，请使用双绞线。

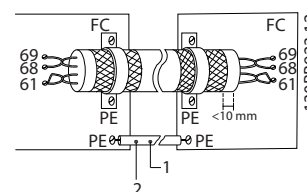


图 6.67 双绞线

1	最小 16 mm ²
2	均衡电缆

表 6.41 图 6.67 的图例

或者也可以省去与端子 61 的连接：

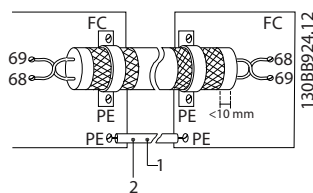


图 6.68 端子 61 未连接

1	最小 16 mm ²
2	均衡电缆

表 6.42 图 6.68 的图例

6.8.4 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）或带有接地脚的 TT/TN-S 主电源供电，则建议通过 14-50 射频干扰滤波器 关闭射频干扰开关。

在关闭状态下，机架（接地）之间的内部电容器、输入射频干扰滤波器和中间电路将被切断。当射频干扰开关关闭时，变频器将无法达到最佳 EMC 性能。

通过打开射频干扰滤波器开关，还可减少接地漏电流，但无法减少由开关逆变器而导致的高频漏电流。使用能够与功率电子装置（IEC61557-8）一起使用的绝缘监视器很重要，例如：Deif 型 SIM-Q、Bender 型 IRDH 275/375 或类似设备。

另请参考应用说明书由 IT 主电源供电的 VLT。



如果未关闭射频干扰开关，且变频器在绝缘电网上运行，则接地故障可能会导致为中间电路充电，并导致直流电容器损坏或产品使用寿命缩短。

6.9 漏电断路器

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

如果发生接地故障，在故障电流中可能会产生直流成分。如果使用 RCD 继电器，则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，请参阅章 2.11 接地漏电流。

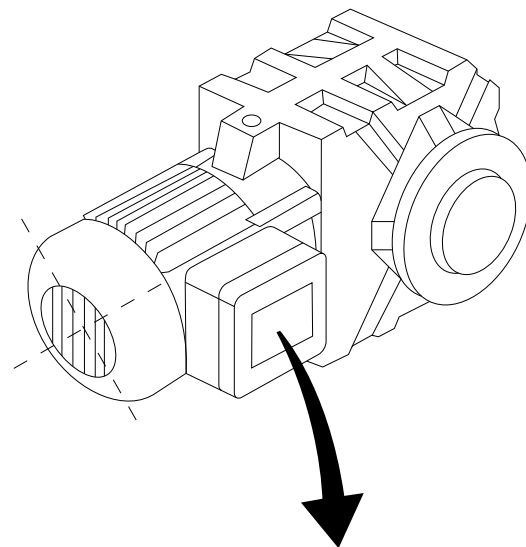
6.10 最终设置和测试

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。



电动机可能采用星形（Y）或三角形连接（Δ）。此信息位于电动机铭牌数据中。



130BT307.10

BAUER D-7 3734 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 0,80		3,6	A	
1,7L				
B	IP 65	H1/1A		

图 6.69 电动机铭牌

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，请按 [Quick Menu]（快捷菜单），然后选择“Q2 快捷设置”。

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

步骤 3. 启动自动电动机调整 (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。

1. 将端子 37 连接到端子 12（如果提供了端子 37 的话）。
2. 将端子 27 连接到端子 12，或将 5-12 端子 27 数字输入设为 [0] “无功能”。
3. 激活 AMA 1-29 自动电动机调整 (AMA)。
4. 选择运行完整或精简的 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。
5. 按 [OK]（确定）。显示屏显示“按手动启动开始”。
6. 按 [Hand On]（手动启动）。一个进度条表明了是否正在运行 AMA。

停止正在运行的 AMA

1. 按 [Off]（停止）- 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

1. 显示屏显示“按确定完成 AMA”。
2. 按 [OK]（确定）退出 AMA 状态。

AMA 执行不成功

1. 变频器进入报警模式。与产品相关的操作手册中的“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。如果要与 Danfoss 联系以获得服务，请务必提供报警编号和报警说明。



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

设置需要的速度极限和加减和速时间：

3-02 最小参考值。

3-03 最大参考值。

4-11 电机速度下限或 4-12 电动机速度下限 [Hz]。

4-13 电机速度上限或 4-14 电动机速度上限 [Hz]。

3-41 斜坡 1 加速时间。

3-42 斜坡 1 减速时间。

7 应用示例

7.1 应用示例

7.1.1 启动/停止

端子 18 = 启动/停止 5-10 端子 18 数字输入 [8] 启动
端子 27 = 无功能 5-12 端子 27 数字输入 [0] 无功能
(默认为惯性停车反逻辑)

5-10 端子 18 数字输入 = 启动 (默认设置)
5-12 端子 27 数字输入 = 惯性停止反逻辑
(默认设置)

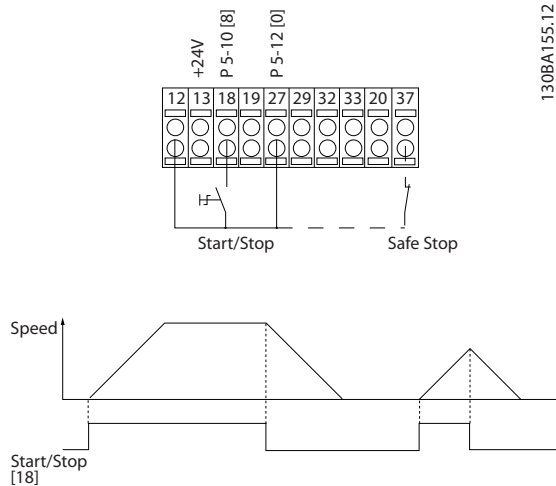


图 7.1 端子 37: 仅随安全停止功能一起提供

7.1.2 脉冲启动/停止

端子 18 = 启动/停止, 5-10 端子 18 数字输入 [9] 自锁启动
端子 27 = 停止 5-12 端子 27 数字输入 [6] 停止反逻辑

5-10 端子 18 数字输入 = 自锁启动
5-12 端子 27 数字输入 = 停止反逻辑

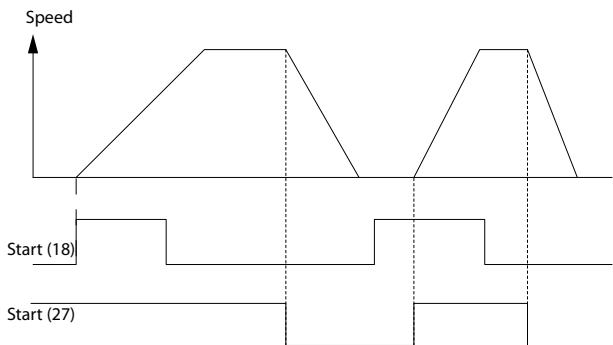
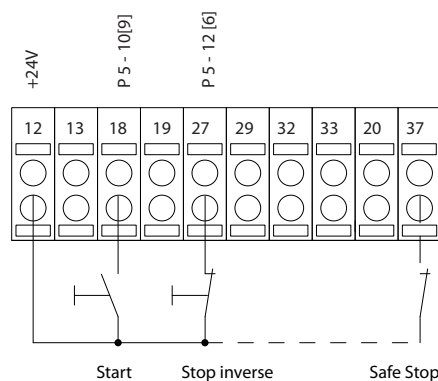


图 7.2 端子 37: 仅用于安全转矩停止功能

7.1.3 电位计参考值

电位计的电压参考值。

3-15 参照值 1 来源 [1] = 模拟输入 53

6-10 端子 53 低电压 = 0 V

6-11 端子 53 高电压 = 10 V

6-14 53 端参考/反馈低 = 0 RPM

6-15 53 端参考/反馈高 = 1.500 RPM

开关 S201 = 关 (U)

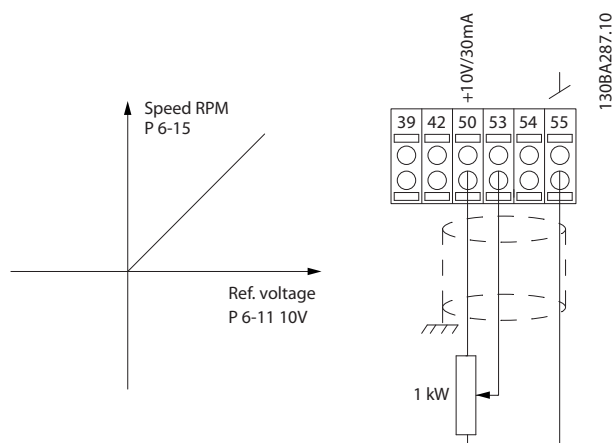


图 7.3 来自电位计的电压参考值

7.1.4 自动电动机调整 (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 自动调谐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。

1-29 自动电动机调整 (AMA) 允许选择“完整 AMA”（确定电动机的所有电气参数）或“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 1-20 电动机功率 [kW] 到 1-28 电动机旋转检查 中输入正确的电动机铭牌数据。
- 为实现变频器的最佳调整，请对静止电动机执行 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 自动调谐。最多只能对一台特大型电动机执行 AMA 自动调谐。
- 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 功能不适用于永久磁性电动机。
- 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。
- 在运行 PM 电动机时无法激活 AMA（当 1-10 电动机结构 设为 [1] PM，非突出 SPM 时）。

7.1.5 智能逻辑控制

变频器中有一个工具，非常有用，它是“智能逻辑控制”（Smart Logic Control，简称 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 的作用是对发送至变频器或在变频器中生成的事件作出反应。变频器随后执行预先设置的操作。

7.1.6 智能逻辑控制编程

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 13-52 条件控制器动作），当关联的用户定义事件（请参阅 13-51 条件控制器事件）被 SLC 判断为“真”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“假”，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] 图 7.4 开始执行该序列。显示的示例带有三个事件/操作：

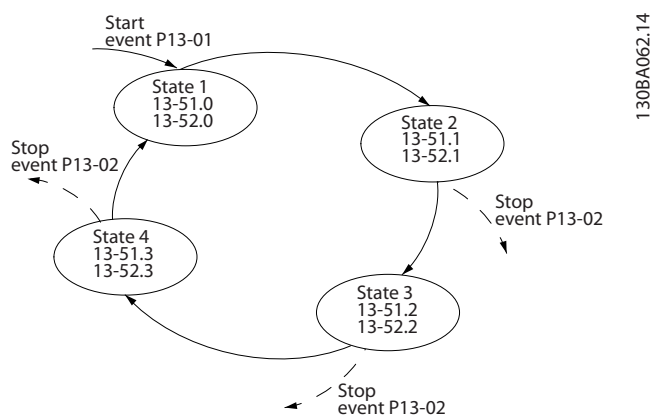


图 7.4 以 3 个事件/操作为例

7.1.7 SLC 应用范例

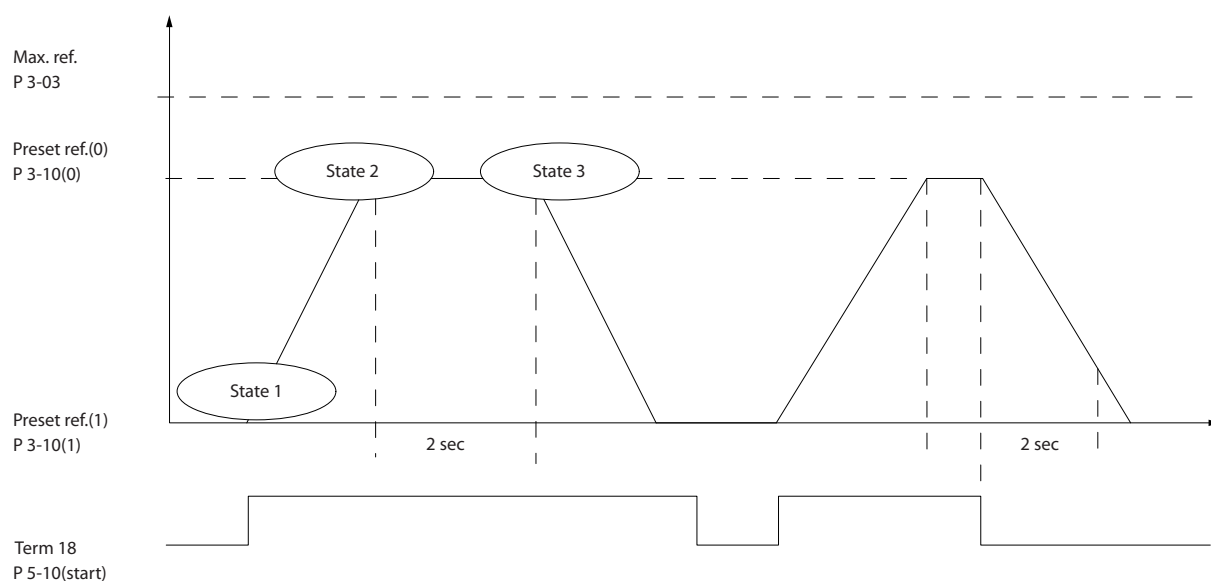


图 7.5 一个序列 1：启动 - 加速 - 以参考值速度运行 2 秒 - 减速并保持主轴直至停止。

在 3-41 斜坡 1 加速时间和 3-42 斜坡 1 减速时间 中将加减速时间设置为所需时间

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

将端子 27 设置为无功能 (5-12 端子 27 数字输入)

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

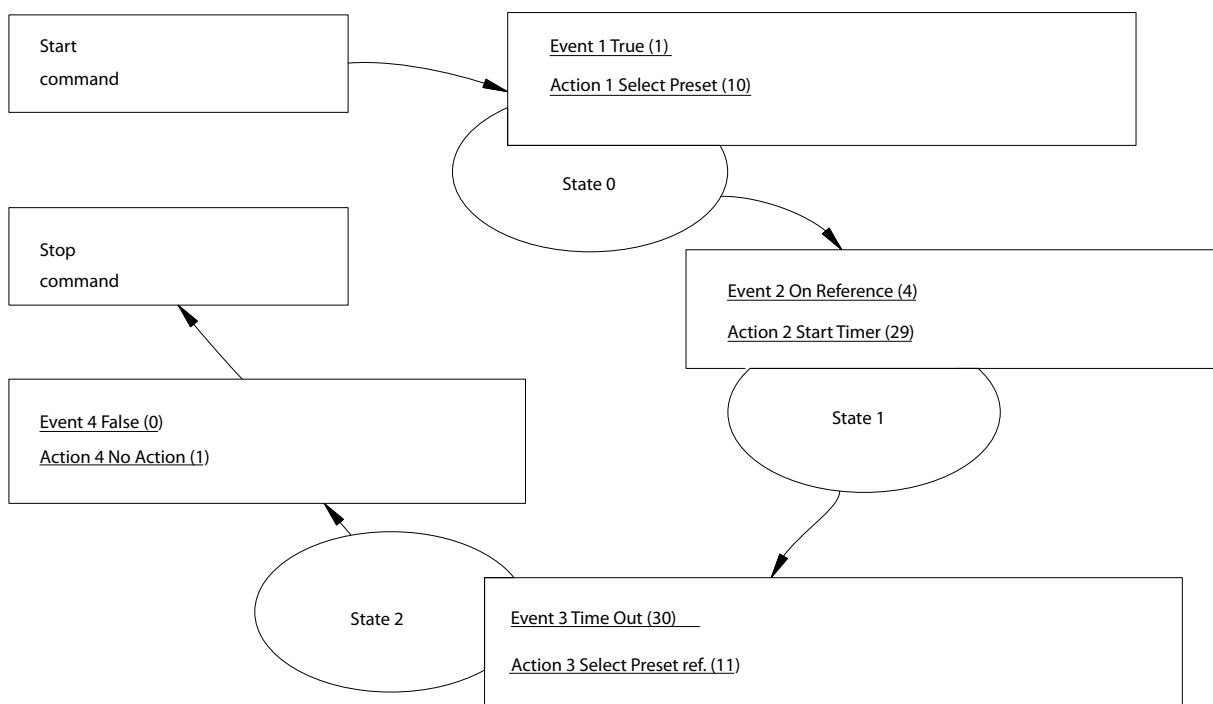
例如：60%

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

在 13-20 SL 控制器定时器 [0] 中设置恒定运行速度的计时器 0。例如：2 秒

在 13-51 条件控制器事件 [1] 中将“事件 1”设为真 [1]
 在 13-51 条件控制器事件 [2] 中将“事件 2”设为使用参考值 [4]
 在 13-51 条件控制器事件 [3] 中将“事件 3”设为超时 0 [30]
 在 13-51 条件控制器事件 [4] 中将“事件 4”设为假 [0]

在 13-52 条件控制器动作 [1] 中将“操作 1”设为选择预置参考值 0 [10]
 在 13-52 条件控制器动作 [2] 中将“操作 2”设为启动计时器 0 [29]
 在 13-52 条件控制器动作 [3] 中将“操作 3”设为选择预置参考值 1 [11]
 在 13-52 条件控制器动作 [4] 中将“操作 4”设为无操作 [1]



130BA148.12

图 7.6 设置事件和操作

在 13-00 条件控制器模式 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。

7.1.8 多泵控制器

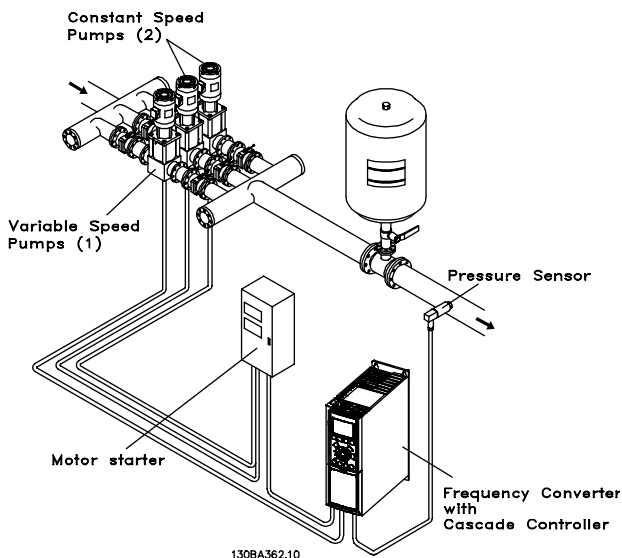


图 7.7 泵应用

多泵控制器用于需要在广泛的动态范围内保持某个压力（“压力差”）或水平的泵应用。在较大的速度变化范围内使用大型泵并不是一种理想的解决方案，因为泵的效率低，并且泵的实际运行速度只能达到其额定满载速度的25%。

在多泵控制器中，变频器通过控制变速电动机来实现对变频泵（变频）的控制，它最多可以切入 2 台另外的恒速泵并控制其开/关。它通过改变初始泵的速度来实现对整个系统的可变速速度控制。借此不仅能保持恒定压力，而且还可以避免压力冲击，从而降低泵系统的系统应力和运行噪音。

固定变频器

电动机必须具有相同的规格。多泵控制器允许变频器借助变频器内置的两个继电器和端子 27、29（数字输入/数字输出）来控制多台具有相同规格的泵（最多 5 台）。当变频泵直接与变频器相连时，另外 4 台泵将由内置的两个继电器和端子 27、29（数字输入/数字输出）来控制。当变频泵固定时，无法选择变频泵轮换。

变频泵轮换

电动机必须具有相同的规格。该功能使变频器可以交替控制系统中的泵（当 25-57 每泵继电器 =1 时，最大泵数为 4。当 25-57 每泵继电器 =2 时，最大泵数为 3）。这种工作模式可以使各台泵的运行时间基本相等，因此有助于降低泵的维护要求、提高可靠性以及延长系统的使用寿命。变频泵的轮换可以根据命令信号或在切入（添加滞后泵）时发生。

这种命令可以是手动轮换或轮换事件信号。如果选择了轮换事件，则每当该事件发生时都会发生变频泵轮换。选项包括：每当某个轮换计时器期满时；或者当变频泵进入睡眠模式时。切入是根据系统的实际负载来确定的。

25-55 负载 $\leq 50\%$ 时轮换 = 1，如果负载 $> 50\%$ ，则不进行轮换。如果负载 $\leq 50\%$ ，则发生轮换。当 25-55 负载 $\leq 50\%$ 时轮换 = 0 时，则无论负载如何，都会进行轮换。总的泵容量是变频泵与滞后恒速泵的容量和。

带宽管理

在多泵控制系统中，为了避免恒速泵频繁开关，所要求的系统压力保持在一个带宽内，而不是维持在某个恒定水平。切入带宽提供了所要求的运行带宽。一旦系统压力发生较大并且较快的变化，立即切泵带宽便会取代切入带宽，以防止系统立即对瞬时的压力变化作出响应。通过设置一个立即切泵带宽计时器，可以防止在系统压力尚未稳定并且尚未建立正常控制之前发生切入。

如果变频器在多泵控制器被启用并在正常运行时发出了一个跳闸报警，则会通过切入和停止恒速泵来保持系统的压力差。为避免频繁的切入和停止并且尽量减小压力波动，系统将使用一个更宽的恒速带宽，而不是切入带宽。

7.1.9 泵切入和变频泵轮换

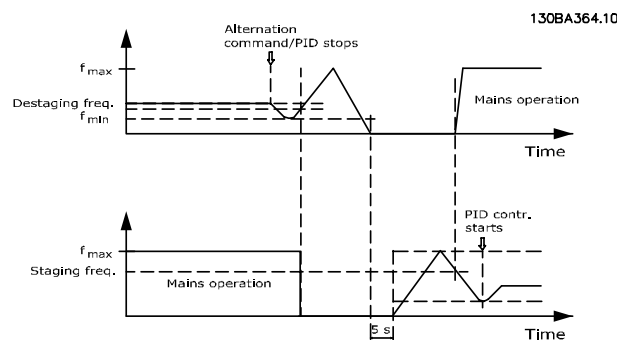


图 7.8 泵切入和变频泵轮换

在启用变频泵轮换时，最多可以对两台泵进行控制。在收到轮换命令后，变频泵会减速到最小频率（ f_{min} ），并在经过一个延迟后加速到最大频率（ f_{max} ）。当变频泵的速度达到停止频率时，恒速泵被切断（停止）。变频泵继续加速，接着减速至停止，而两个继电器也将断开。

恒速泵的继电器在经过一个延迟后切入，此泵随即成为新的变频泵。新变频泵加速到最大速度，接着减速到最小速度。当减速至切入频率时，旧变频泵便会作为新的恒速泵切入到电网中。

当恒速泵在运行时，如果变频泵在最小频率（ f_{min} ）运行的时间为事先设定的时间，则变频泵基本不会对系统造成影响。但在计时器达到事先设置的值后，变频泵将被移除，以避免相关的热循环问题。

7.1.10 系统状态和运行

如果变频泵进入“睡眠模式”，在 LCP 上会显示这一功能。在“睡眠模式”状态下可以实现变频泵的轮换。

启用多泵控制器后，通过 LCP 可查看每台泵和多泵控制器的运行状态。所显示的信息包括：

- 泵的状态。这是分配给每台泵的继电器的状态读数。该信息显示了泵的下述状态：禁用、关闭、依靠变频器运行或依靠电网/电动机启动器运行。
- 多泵状态是多泵控制器的状态读数。该状态信息包括：多泵控制器被禁用、所有泵处于关闭状态、所有泵被紧急功能停止、所有泵正在运行、恒速泵切入/停止以及变频泵发生轮换。
- “无流量时停止”功能可逐一停止恒速泵，直到无流量状态消失为止。

7.1.11 恒速泵/变速泵接线图

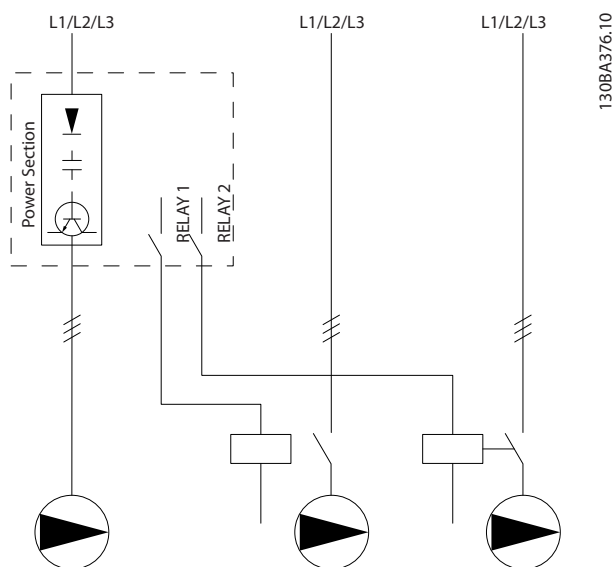


图 7.9 恒速泵/变速泵接线图

7.1.12 变频泵轮换接线图

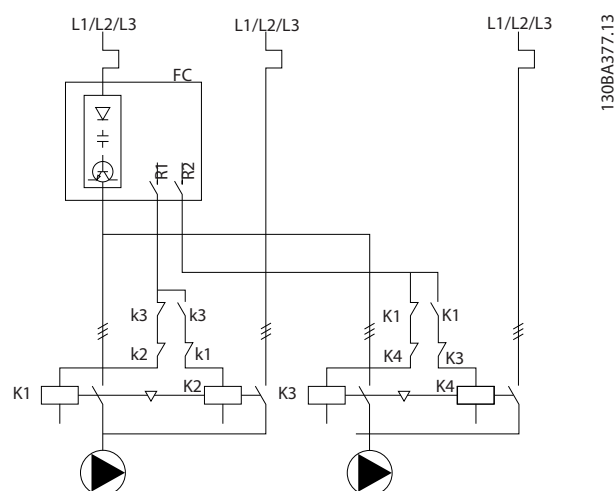


图 7.10 变频泵轮换接线图

每台泵必须与两个带有机电互锁的接触器（K1/K2 和 K3/K4）相连。必须根据当地法规和/或单独要求采用热敏继电器或其他电动机保护装置。

- 继电器 1（R1）和继电器 2（R2）是变频器的内置继电器。
- 当所有继电器被去能后，第一个要被赋能的内置继电器将接入到同其控制的泵相对应的接触器中。如，继电器 1 接入接触器 K1，从而将受其控制的泵变成变频泵。
- K1 通过机械互锁装置实现同 K2 的互锁，借此可防止通过 K1 将电网连接至变频器的输出端。
- K1 上的辅助常闭触点可防止 K3 接入。
- 继电器 2 负责控制接触器 K4，进而实现对恒速泵的开/关控制。
- 在轮换时，两个继电器都被去能，而继电器 2 成为首先被赋能的继电器。

7.1.13 多泵控制器接线图

该接线图显示了内置的 BASIC 多泵控制器同一台变速泵（变频）、两台恒速泵、一个 4 -20 mA 传感器以及系统安全互锁的接线示例。

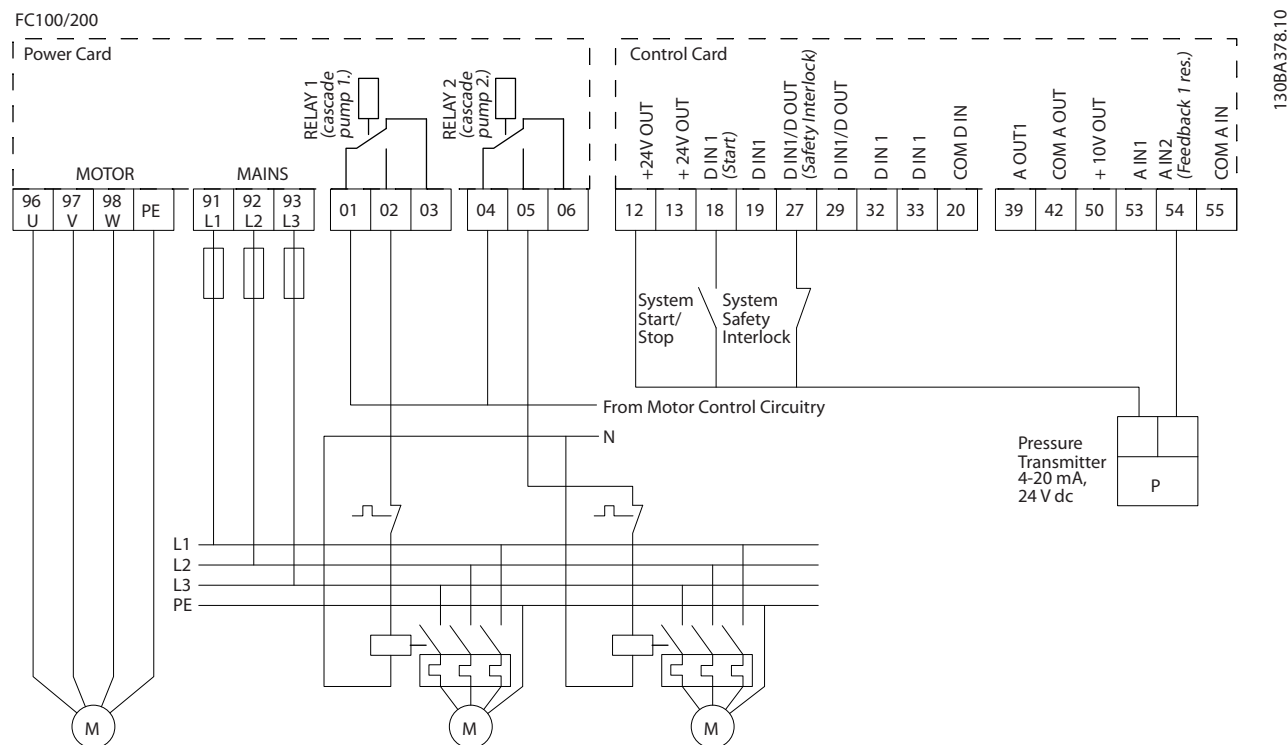


图 7.11 多泵控制器接线图

7.1.14 启动/停止条件

请参阅 5-1* 数字输入。

数字输入命令	变速泵（变频）	恒速泵（滞后）
启动（系统启动/停止）	加速（如果已停止并且存在请求）	切入（如果已停止并且存在请求）
变频泵启动	加速（如果激活了“系统启动”）	不受影响
惯性停车（紧急停止）	惯性停车	断开（对应继电器，端子 27/29 和 42/45）
外部互锁	惯性停车	断开（内置继电器被去能）

表 7.1 分配给数字输入的命令

LCP 键	变速泵（变频）	恒速泵（滞后）
[Hand On]（手动启动）	加速（如果已在正常停止命令下停止）或保持运行（如果在运行）	停止（如果在运行）
[Off]（停止）	减速	正在停止
[Auto On]（自动启动）	根据端子或串行总线的命令启动和停止。多泵控制器只能在变频器处于“自动启动”模式时工作	切入/停止

表 7.2 LCP 键功能

8 安装和设置

8.1 安装和设置

8.1.1 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。

网络段由中继器来划分。



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）。因此，增大屏蔽层的接地面积，例如借助电缆夹或导电的电缆密封管。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 [Ω]	120
电缆长度 [m]	最长 1200 米（包括分支线路） 工作站之间的最大距离为 500 米

表 8.1 电缆规格

借助 RS-485 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 与 P 信号端子（TX+，RX+）相连，端子 69 与 N 信号端子（TX-，RX-）相连。请参阅章 6.8.3 屏蔽型控制电缆的接地 中的图。

如果要将多个变频器连接到某个主站，请使用并联连接。

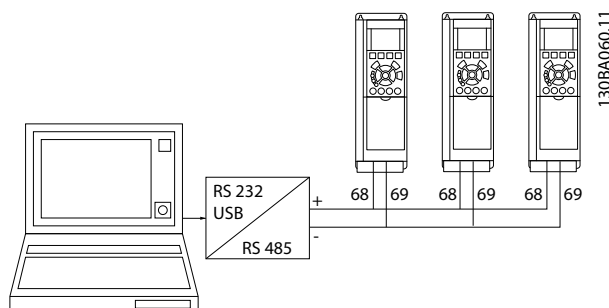


图 8.1 并行连接

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

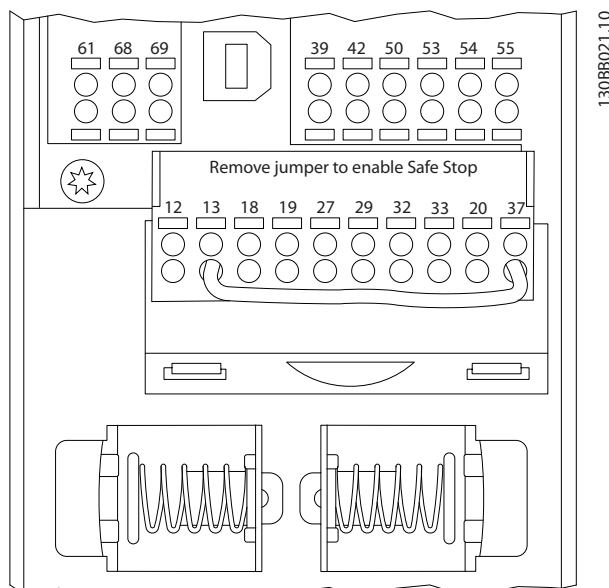


图 8.2 控制卡端子

8.1.2 变频器硬件设置

使用变频器主控制板上的端接器 DIP 开关来端接 RS-485 总线。

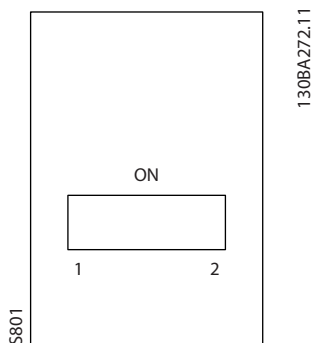


图 8.3 端接器开关的出厂设置

DIP 开关的出厂设置为 OFF（关闭）。

8.1.3 针对 Modbus 通讯的变频器参数设置

下述参数适用于 RS-485 接口（FC 端口）：

参数	功能
8-30 协议	选择 RS-485 接口使用的的应用协议
8-31 地址	设置节点地址。注意：地址范围取决于在 8-30 协议中选择的协议
8-32 波特率	设置波特率。注意：默认波特率取决于在 8-30 协议中选择的协议
8-33 奇偶校验/停止位	设置奇偶校验和停止位数。注意：默认选择取决于在 8-30 协议中选择的协议
8-35 最小响应延迟	指定接收请求和传输响应之间的最小延迟时间。这可以用来解决调制解调器处理导致的延时。
8-36 最大响应延迟	指定传输请求和接收回复之间的最大延迟时间。
8-37 最大字节间延迟	指定接收 2 个字节之间的最大延迟时间，以确保传输中断时能发生超时。

表 8.2 适用于 RS-485 接口（FC 端口）的参数

8.1.4 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。

请遵守相关的国家和地方法规，比如有关保护性接地的规定。RS-485 通讯电缆与电动机电缆和制动电阻器电缆保持一定距离，以避免电缆之间的高频噪声发生耦合。一般而言，它们之间的距离应保持在 200 毫米（8 英寸）以上，但建议使电缆间距尽可能大，特别是当电缆平行安装且电缆较长时。如果 RS-485 电缆必须跨越电动机电缆和制动电阻器电缆，则它与后二者的角度应保持 90°。

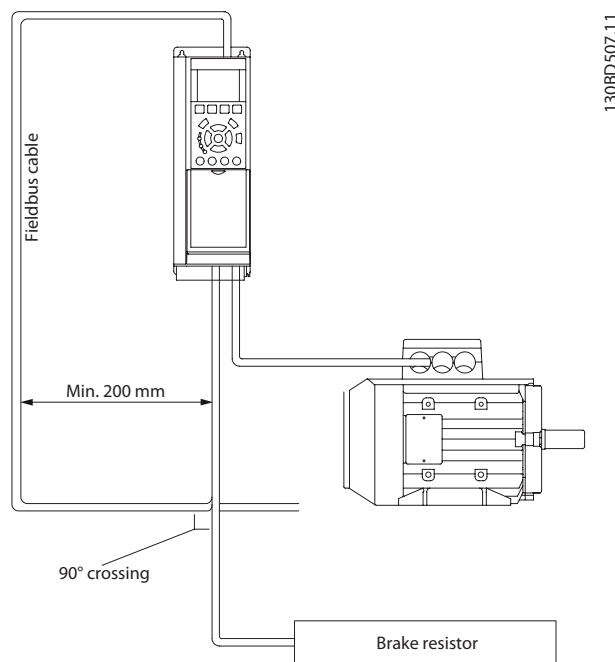


图 8.4 电缆布线

8.2 FC 协议概述

FC 协议（也称为 FC 总线或标准总线）是 Danfoss 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
- 16 字节长格式，其中还包含参数通道。
- 用于文本的格式

8.2.1 带 Modbus RTU 的 FC

FC 协议提供了访问变频器的控制字和总线参考值的能力。

Modbus 主站可以借助控制字来控制若干重要的变频器功能：

- 启动时)
- 以多种方式停止变频器：
惯性停止
快速停止
直流制动停止
正常（变速）停止
- 故障跳闸后复位
- 以各种预置速度运转
- 反向运转
- 有效菜单的更改
- 控制变频器内置的 2 个继电器

总线参考值通常用于速度控制。此外还可以访问参数，读取其值，如果可能还可以将值写入其中。借此可以使用一系列的控制选项，包括在使用变频器内部 PID 控制器时控制变频器的给定值。

8.3 网络配置

8.3.1 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	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)

表 8.3 启用 FC 协议的参数

8.4 FC 协议消息帧结构

8.4.1 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。每个字符都通过奇偶校验位得到保护。当该位符合奇偶校验时，它被设为“1”。奇偶校验是指 8 个数据位和该奇偶校验位中的 1 的个数在总体上相等。字符以停止位作为结束，因此，一个字符共包括 11 位。

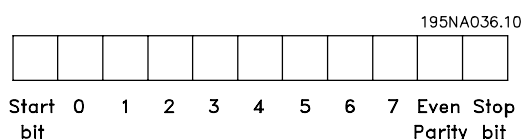


图 8.5 字符内容

8.4.2 报文结构

每个报文都具有下列结构：

1. 起始字符 (STX)=02 Hex
2. 一个字节表示报文长度 (LGE)
3. 一个字节指明变频器地址 (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）。

报文以一个数据控制字节 (BCC) 作为结束。



图 8.6 报文结构

8.4.3 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。

4 个数据字节	LGE=4+1+1=6 个字节
12 个数据字节	LGE=12+1+1=14 个字节
报文包含文本	10 ¹ +n 字节

表 8.4 报文长度

1) 10 表示固定字符数，而“n”是可变的（取决于文本的长度）。

8.4.4 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 (地址格式 1-31 有效)

位 6 不使用

位 5 = 1：广播、地址位 (0-4) 不使用

位 5 = 0：无广播

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

从系统在对主系统的响应电报中会原封不动地将地址字节发回。

8. 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。

8. 4. 6 数据字段

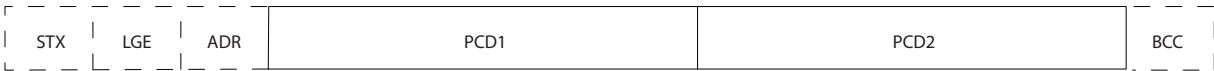
数据块的结构取决于报文类型。有三种报文类型，每种类型都同时适用于控制报文（主⇒从）和响应报文（从⇒主）。

这 3 种报文类型是：

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）



130BA269.10

图 8.7 过程块

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。

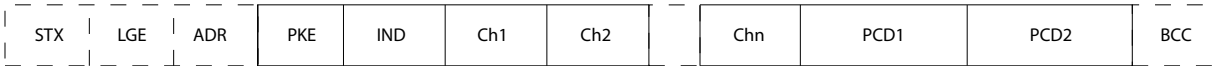


130BA271.10

图 8.8 参数块

文本块

文本块用于通过数据块读取或写入文本。



130BA270.10

图 8.9 文本块

MG1 1BC41

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”。

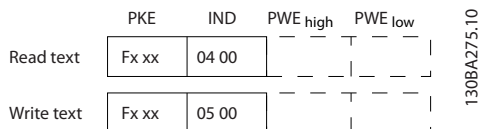


图 8.11 通过 PWE 块输入的文本

8.4.11 变频器支持的数据类型

“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

表 8.8 数据类型和说明

8.4.12 转换

有关各个参数的不同属性，请参阅出厂设置。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子。

4-12 电动机速度下限 [Hz] 的转换因数为 0.1。要将最小频率预设为 10 Hz，则传输的值应是 100。如果转换因数为 0.1，则表示被传输的值将被乘以 0.1。因此，如果值为 100，则会显示为 10.0。

示例：

0s ⇒ 转换索引 0

0.00s ⇒ 转换索引 -2

0ms ⇒ 转换索引 -3

0.00ms ⇒ 转换索引 -5

转换索引	转换因数
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001
-6	0.000001
-7	0.0000001

表 8.9 转换表

8.4.13 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

表 8.10 过程字 (PCD)

8.5 示例

8.5.1 写入参数值

将 4-14 电动机速度上限 [Hz] 更改为 100 Hz。
将数据写入 EEPROM。

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

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 章 8.4.12 转换。

相应的报文如下：

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE high		PWE low	

图 8.12 将数据写入 EEPROM



4-14 电动机速度上限 [Hz] 是一个单字，用于在 EEPROM 中写入的参数命令为“E”。参数号 4-14 用十六进制表示为 19E。

从站对主站的响应为：

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA093.10

图 8.13 从站的响应

8.5.2 读取参数值

在 3-41 斜坡 1 加速时间 中读取参数值

PKE = 1155 (十六进制) - 读取下述参数的值：

3-41 斜坡 1 加速时间

IND = 0000 (十六进制)

PWE_{HIGH} = 0000 (十六进制)

PWE_{LOW} = 0000 Hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA094.10

图 8.14 参数值

如果 3-41 斜坡 1 加速时间 中的值为 10 秒，从站对主站的响应为

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA267.10

图 8.15 从站的响应

3E8 (十六进制) 对应于 1000 (十进制)。3-41 斜坡 1 加速时间的转换索引为 -2，即 0.01。

3-41 斜坡 1 加速时间的类型是无符号 32 位整数。

8.6 Modbus RTU 概述

8.6.1 前提条件

Danfoss 假设所安装的控制器支持本文介绍的接口，并严格遵守在控制器和变频器中规定的所有要求和限制。

8.6.2 用户应具备的知识

Modbus RTU (远程终端设备) 可以与任何支持本文定义的接口的控制器进行通讯。本说明假设用户完全了解控制器的功能和限制。

8.6.3 Modbus RTU 概述

《Modbus RTU 概述》描述了控制器请求访问另一台设备时使用的过程，而没有考虑物理通讯网络的类型。这如何响应来自另一台设备的请求，以及如何检测和报告错误。此外还建立了消息字段布局 and 内容的公用格式。

在通过 ModBus RTU 网络进行通讯期间，协议将确定：

- 每个控制器将如何了解其设备地址
- 如何识别发送给它的消息
- 如何确定要采取的操作
- 如何提取消息中所含的任何数据或其他信息

如果要求回复，控制器将创建并发送回复消息。

控制器利用主从技术进行通讯，该技术仅允许主设备启动事务 (称为查询)。从设备可通过向主设备提供所请求的数据，或执行查询中请求的操作进行响应。

主站可以对单个从站进行寻址，或向所有从站发送广播消息。从站会向对它们单独寻址的查询返回一条响应。但对来自主站的广播查询则不予响应。Modbus RTU 协议通过将设备 (或广播) 地址、定义请求操作的功能代码、待发送的所有数据以及错误检查字段放入查询中，来建立主站的查询格式。也可使用 Modbus 协议创建从站的响应消息。其中包含确认所采取操作的字段、要返回的所有数据及错误检查字段。如果从站在接收消息时发生错误，或者它无法执行所请求的操作，那么从站将构建一个错误消息并通过响应消息发回，否则会发生超时。

8.6.4 带有 Modbus RTU 的变频器

该变频器通过内置的 RS-485 接口以 Modbus RTU 格式进行通讯。Modbus RTU 提供了访问变频器的控制字和总线参考值的能力。

Modbus 主站可以借助控制字来控制若干重要的变频器功能：

- 启动时）
- 以多种方式停止变频器：
 - 惯性停止
 - 快速停止
 - 直流制动停止
 - 正常（变速）停止
- 故障跳闸后复位
- 以各种预置速度运转
- 反向运转
- 更改有效菜单
- 控制变频器的内置继电器

总线参考值通常用于速度控制。此外还可以访问参数，读取其值，如果可能还可以将值写入其中。借此可以使用一系列的控制选项，包括在使用变频器内部 PI 控制器时控制变频器的给定值。

8.7 网络配置

要在该变频器上启用 Modbus RTU，请设置下述参数

参数	设置
8-30 协议	Modbus RTU
8-31 地址	1-247
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）

表 8.11 Modbus RTU 参数

8.8 Modbus RTU 消息帧结构

8.8.1 带有 Modbus RTU 的变频器

控制器被设置为在 Modbus 网络上使用 RTU（远程终端设备）模式进行通讯，消息中的每个字节中都包含两个 4 位十六进制字符。各个字节的格式如表 8.12 所示。

起始位	数据字节	停止/奇偶校验	停止

表 8.12 各个字节的格式

编码系统	8 位二进制、十六进制 0-9, A-F。在消息的每个 8 位字段中都包括 2 个十六进制字符
每个字节的位数	1 个起始位 8 个数据位，最小有效位先发送 1 个偶/奇校验位； 如果无奇偶校验，则不存在位 1 个停止位（如果使用奇偶校验）； 如果无奇偶校验，则为 2 位
错误检查字段	循环冗余校验（CRC）

8.8.2 Modbus RTU 消息结构

传输设备将 Modbus RTU 消息放入一个开始和结束位置已知的帧中。这样，接收设备即可在消息开始处开始读取地址部分，确定该消息对哪台设备进行寻址（或所有设备，如果消息为广播的话），并了解消息的结束时间。检测到部分消息，因而产生错误。在每个字段中传输的字符必须使用从 00 到 FF 的十六进制格式。变频器会持续监视网络总线，即便在“静止”期间也是如此。接收到第一个字段（地址字段）后，每个变频器或设备都会将其解码，以确定被寻址的设备。编址为零的 Modbus RTU 消息是广播消息。不允许响应广播消息。典型的消息帧如表 8.13 所示。

启动时	地址	功能	数据	CRC 检查	终止
T1-T2-T3-T4	8 位	8 位	N x 8 位	16 位	T1-T2-T3-T4

表 8.13 典型的 Modbus RTU 消息结构

8.8.3 启动/停止字段

消息以一个静止段开始。此段至少为 3.5 个字符间隔。这可用所选网络波特率下的字符间隔的倍数来实现（显示为“启动” T1-T2-T3-T4）。所传输的第一个字段为设备地址。在传输完最后一个字符后，紧接着是一个类似的至少为 3.5 个字符间隔的段，它标志着消息的结束。在此段之后可以开始新的消息。必须将整个消息帧作为连续的数据流传输。如果在帧结束之前出现了超过 1.5 个字符间隔的静止段，则接收设备会丢弃不完整的消息，并假设下一字节为新消息的地址字段。类似地，如果新消息在上一条消息完成之后的 3.5 个字符间隔内便开始，则接收设备会将其视为上一条消息的延续。这会导致超时（从站无响应），因为对于该组合消息而言，最后的 CRC 字段中的值将无效。

8.8.4 地址字段

消息帧的地址字段包含 8 位。有效的从设备地址应介于 0 - 247（十进制）范围内。为单台从设备分配的地址位于 1 - 247 范围内。（0 是为广播模式保留的，所有从站均能识别。）主站通过将从站地址放入消息的地址字段，对从站进行寻址。从站发送其响应时，会将自己的地址放在此地址字段中，以使主站了解哪个从站在进行响应。

8.8.5 功能字段

消息帧的功能字段包含 8 位。有效代码的范围为 1 - FF。功能字段用于在主站和从站之间发送消息。从主设备向从设备发送消息时，功能代码字段将通知从设备要执行的操作类型。从设备对主设备进行响应时，会使用功能代码字段指示正常（无错）响应或发生了某种错误（称为异常响应）。对于正常响应，从设备只重复原先的功能代码。对于异常响应，从设备会返回一个代码。该代码相当于原始的功能代码，只不过其最大有效位被设为逻辑 1。此外，从设备还将一个唯一的代码放入响应消息的数据字段中。这样即可通知主控制器发生了哪种错误，或异常的原因。另请参阅 章 8.8.10 Modbus RTU 支持的功能代码 和 章 8.8.11 Modbus 异常代码

8.8.6 数据字段

数据字段是使用几组两个十六进制数字（范围在 00 至 FF 之间）构建的。这些都由一个 RTU 字符构成。从主设备发送到从设备的消息的数据字段包含其他信息，从设备必须使用这些信息执行功能代码定义的操作。这可能包括线圈或寄存器地址、要处理的项目数和字段中实际的数据字节数等。

8.8.7 CRC 检查字段

在消息中包括一个错误检查字段，此字段的工作机制基于循环冗余校验（CRC）方法。CRC 字段可检查整条消息的内容。它的应用与用于消息的单个字符的任何奇偶校验方法均无关。CRC 值是通过传输设备计算的，后者将 CRC 作为最后一个字段附加在消息中。接收设备会在接收消息过程中重新计算 CRC，并将计算值与 CRC 字段中接收到的实际值相比较。如果两个值不相等，则会导致总线超时。错误检查字段包含一个 16 位二进制值，该值由两个 8 位字节组成。此步完成后，首先附加字段的低位字节，然后是高位字节。CRC 高位字节为消息中发送的最后一个字节。

8.8.8 线圈寄存器编址

在 Modbus 中，所有数据都是用线圈和保持寄存器来组织的。线圈保持单个位，而保持寄存器则保持 2 字节字（即 16 位）。Modbus 消息中的所有数据地址均以零为参考。数据项的第一个项目编号被编址为零。例如：可编程控制器中的“线圈 1”在 Modbus 消息的数据地址字段中被编址为线圈 0000。线圈 127（十进制）被编址为线圈 007EHEX（十进制的 126）。保持寄存器 40001 在消息数据地址字段中被编址为寄存器 0000。功能代码字段已指定某个“保持寄存器”操作。因此，“4XXXX”引用值是固有的。保持寄存器 40108 被编址为寄存器 006BHEX（十进制的 107）。

线圈编号	说明	信号方向
1-16	变频器控制字	由主到从
17-32	变频器速度或给定值的参照值范围为 0x0 - 0xFFFF (-200% ... ~200%)	由主到从
33-48	变频器状态字（请参阅表 8.16）	由从到主
49-64	开环模式：变频器输出频率闭环模式：变频器反馈信号	由从到主
65	参数写入控制（由主到从）	由主到从
	0 将参数变化写入变频器的 RAM	
	=	
	1 将参数变化写入变频器的 RAM	
	= 和 EEPROM	
66-65536	预留	

表 8.14 线圈说明

线圈	0	1
01	预置参考值 LSB	
02	预置参考值 MSB	
03	直流制动	无直流制动
04	惯性停止	无惯性停止
05	快速停止	无快速停止
06	锁定频率	无锁定频率
07	加减速停止	启动时)
08	不复位	复位
09	无点动	点动
10	加减速 1	加减速 2
11	数据无效	数据有效
12	继电器 1 关	继电器 1 开
13	继电器 2 关	继电器 2 开
14	设置 LSB	
15	设置 MSB	
16	无反向	反向

表 8.15 变频器控制字 (FC 协议)

线圈	0	1
33	控制未就绪	控制就绪
34	变频器未就绪	变频器就绪
35	惯性停止	安全功能关闭
36	无报警	报警
37	未使用	未使用
38	未使用	未使用
39	未使用	未使用
40	无警告	警告
41	不在参考值下	在参考值下
42	手动模式	自动模式
43	超出频率范围	在频率范围内
44	已停止	运行
45	未使用	未使用
46	无电压警告	电压警告
47	不在电流极限内	电流极限
48	无热警告	热警告

表 8.16 变频器状态字 (FC 协议)

寄存器编号	说明
00001-00006	预留
00007	最近来自 FC 数据对象接口的错误代码
00008	预留
00009	参数索引*
00010-00990	000 参数组 (参数 001 到 099)
01000-01990	100 参数组 (参数 100 到 199)
02000-02990	200 参数组 (参数 200 到 299)
03000-03990	300 参数组 (参数 300 到 399)
04000-04990	400 参数组 (参数 400 到 499)
...	...
49000-49990	4900 参数组 (参数 4900 到 4999)
50000	输入数据: 变频器控制字寄存器 (CTW)。
50010	输入数据: 总线参考值寄存器 (REF)。
...	...
50200	输出数据: 变频器状态字寄存器 (STW)。
50210	输出数据: 变频器主电路实际值寄存器 (MAV)。

表 8.17 保持寄存器

* 用于指定在访问带索引的参数时使用的索引号。

8.8.9 如何控制变频器

本节介绍了可以在 Modbus RTU 消息的功能字段和数据字段中使用的代码。

8.8.10 Modbus RTU 支持的功能代码

Modbus RTU 支持在消息的功能字段中使用下述功能代码。

功能	功能代码
读取线圈	1 (十六进制)
读取保持寄存器	3 (十六进制)
写入单个线圈	5 (十六进制)
写入单个寄存器	6 (十六进制)
写入多个线圈	F (十六进制)
写入多个寄存器	10 (十六进制)
获取通讯事件计数器	B (十六进制)
从属设备 ID	11 (十六进制)

表 8.18 功能代码

功能	功能代码	子功能代码	子功能
诊断	8	1	重新启动通讯
		2	返回诊断寄存器
		10	清空计数器和诊断寄存器
		11	返回总线消息计数
		12	返回总线通讯错误计数
		13	返回总线异常错误计数
		14	返回从站消息计数

表 8.19 功能代码

8.8.11 Modbus 异常代码

有关异常代码响应消息的结构完整说明，请参考章 8.8.5 功能字段。

代码	名称	含义
1	非法功能	查询中收到的功能代码对于该伺服设备（或从设备）来说是不允许的操作。这可能是因为该功能代码仅适用于更新的设备，未在所选设备中实施。这可能表明该伺服设备（或从设备）处于错误状态下，无法处理此类型的请求，原因可能是未进行配置，或未被要求返回寄存器值。
2	非法数据地址	查询中收到的数据地址对于该伺服设备（或从设备）来说是不允许的地址。更为具体来说，参照编号和传输长度的组合无效。对于具有 100 个寄存器的控制器来说，偏差为 96，长度为 4 的请求会成功，偏差为 96 长度为 5 的请求则会产生异常 02。
3	非法数据值	查询数据中包含的值对于该伺服设备（或从设备）来说是不允许的值。这表明一个复杂请求的提示内容结构有问题，如隐含的长度不正确。该错误并不特别表示为寄存器中的存储提供的数据项值超出了该应用程序的预期范围，因为 Modbus 协议不了解任何特定寄存器的任何特定值的特征。
4	从设备发生故障	伺服设备（或从设备）尝试执行请求操作时发生不可恢复的错误。

表 8.20 Modbus 异常代码

8.9 如何访问参数

8.9.1 参数处理

PNU（参数号）是从 Modbus 读/写消息中包含的寄存器地址转换而来的。参数号以十进制形式转换为 Modbus 格式（10 x 参数号）。示例：读取 3-12 加速/减速值（16 位）：保持寄存器 3120 存放参数值。值为 1352（十进制）表示该参数被设置为 12.52%

读取 3-14 预置相对参考值（32 位）：保持寄存器 3410 和 3411 存放参数值。值为 11300（十进制），表示该参数被设为 1113.00 S。

有关参数、尺寸和转换索引的信息，请查看产品的相关编程指南。

8.9.2 数据存储

线圈 65（十进制）可决定是将写入变频器的数据存储到 EEPROM 和 RAM（线圈 65=1），还是仅存储到 RAM 中（线圈 65=0）。

8.9.3 IND

变频器中的一些参数是数组参数，如 3-10 预置参考值。由于 Modbus 不支持在保持寄存器中存放数组，变频器将保持寄存器 9 保留用作数组指针。读取或写入一个数组参数前，设置保持寄存器 9。将保持寄存器设置为值 2，将导致所有后续的读取/写入数组参数的操作都使用索引 2。

8.9.4 文本块

可以像访问其他参数那样访问以文本字符串形式存储的参数。文本块的最大长度为 20 个字符。在对某个参数的读请求中，如果请求的字符数超过该参数存储的字符数，则响应消息会被截断。在对某个参数的读请求中，如果请求的字符数少于该参数存储的字符数，则会用空格填充响应消息。

8.9.5 转换因数

有关各个参数的不同属性，请参阅默认值部分。由于参数值只能以整数形式传输，因此必须使用转换因数来传输小数。

8.9.6 参数值

标准数据类型

标准数据类型有 int16、int32、uint8、uint16 和 uint32。它们以 4x 寄存器（40001 - 4FFFF）的形式存储。使用功能 03HEX “读取保持寄存器”可读取这些参数。使用以下功能可写入参数：对于 1 个寄存器（16 位），使用功能 06HEX “预置单个寄存器”；对于 2 个寄存器（32 位），使用功能 10 HEX “预置多个寄存器”。可读取的长度范围为 1 个寄存器（16 位）到 10 个寄存器（20 个字符）。

非标准数据类型

非标准数据类型为文本字符串，以 4x 寄存器（40001 - 4FFFF）的形式存储。使用功能 03HEX “读取保持寄存器”可读取这些参数，使用功能 10HEX “预置多个寄存器”可写入这些参数。可读取的长度范围为 1 个寄存器（2 个字符）到 10 个寄存器（20 个字符）。

8.10 示例

下述示例显示了各种 Modbus RTU 命令。

8.10.1 读取线圈状态 (01 [十六进制])

说明

该功能读取变频器中离散输出（线圈）的开/关状态。读取操作从不支持广播。

查询

查询消息指定起始线圈和要读取的线圈数。线圈地址从 0 开始，如线圈 33 的地址应为 32。

从“从站设备 01”读取线圈 33-48（状态字）的请求示例。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01（变频器地址）
功能	01（读取线圈）
起始地址，高位	00
起始地址，低位	20（十进制的 32）线圈 33
点数，高位	00
点数，低位	10（十进制的 16）
错误检查（CRC）	-

表 8.21 查询

响应

按照数据字段中每位一个线圈的形式，对响应消息中的线圈状态进行打包。状态指示如下：1=打开；0=关闭。第一个数据字节的 LSB 包含在查询中寻址的线圈。其他线圈跟在该字节的高位端之后，并按从“低位到高位”的顺序出现在后续字节中。

如果返回的线圈数量不是 8 的倍数，则用零填充最后的数据字节中的其余位（向该字节的高位端填充）。“字节数”字段指定数据的完整字节数。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01（变频器地址）
功能	01（读取线圈）
字节数	02（2 字节数据）
数据（线圈 40-33）	07
数据（线圈 48-41）	06（STW=0607 [十六进制]）
错误检查（CRC）	-

表 8.22 响应

注意

在 Modbus 中用显性偏移 -1 来访问线圈和寄存器。比如用“线圈 32”来访问线圈 33。

8.10.2 强制/写入单个线圈 (05 [十六进制])

说明

该功能强制将线圈设为开或关。广播时，此功能强制所有连接的从站均具有相同的线圈参考值。

查询

该查询消息指定将强制线圈 65（参数写入控制）。线圈地址从 0 开始，如线圈 65 的地址应为 64。强制数据 = 00 00HEX（OFF [关]）或 FF 00HEX（ON [开]）。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01（变频器地址）
功能	05（写入单个线圈）
线圈地址，高位	00
线圈地址，低位	40（十进制的 64）线圈 65
强制数据，高位	FF
强制数据，低位	00（FF 00=开）
错误检查（CRC）	-

表 8.23 查询

响应

正常响应是在强制线圈状态之后返回对查询的回复。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	05
强制数据，高位	FF
强制数据，低位	00
线圈数量，高位	00
线圈数量，低位	01
错误检查（CRC）	-

表 8.24 响应

8.10.3 强制/写入多个线圈（0F [十六进制]）

说明

该功能强制一系列线圈中的每个线圈均为 ON（开）或 OFF（关）。广播时，此功能强制所有连接的从站均具有相同的线圈参考值。

查询

该查询消息指定对线圈 17 到 32（速度给定值）执行强制。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01（变频器地址）
功能	0F（写入多个线圈）
线圈地址，高位	00
线圈地址，低位	10（线圈地址 17）
线圈数量，高位	00
线圈数量，低位	10（16 个线圈）
字节数	02
强制数据，高位 （线圈 8-1）	20
强制数据，低位 （线圈 16-9）	00（参考值=2000 [十六进制]）
错误检查（CRC）	-

表 8.25 查询

响应

正常响应返回从设备地址、功能代码、起始地址和强制线圈的数量。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01（变频器地址）
功能	0F（写入多个线圈）
线圈地址，高位	00
线圈地址，低位	10（线圈地址 17）
线圈数量，高位	00
线圈数量，低位	10（16 个线圈）
错误检查（CRC）	-

表 8.26 响应

8.10.4 读取保持寄存器（03 [十六进制]）

说明

该功能读取以下形式的保持寄存器的内容。

查询

查询消息指定起始寄存器和要读取的寄存器数。寄存器地址从 0 开始，如寄存器 1-4 的地址应为 0-3。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	03（读取保持寄存器）
起始地址，高位	0B（寄存器地址 3029）
起始地址，低位	D5（寄存器地址 3029）
点数，高位	00
点数，低位	02 -（参数 3-03 为 32 位长，即 2 个寄存器）
错误检查（CRC）	-

表 8.27 示例：读取 3-03 最大参考值，寄存器 03030。

响应

以每个寄存器两个字节的方​​式将响应消息中的寄存器数据打包，每个字节内的二进制内容均右对齐。对于每个寄存器，第一个字节都包含高位的位，第二个字节都包含低位的位。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	03
字节数	04
数据，高位 （寄存器 3030）	00
数据，低位 （寄存器 3030）	16
数据，高位 （寄存器 3031）	E3
数据，低位 （寄存器 3031）	60
错误检查 （CRC）	-

表 8.28 示例：Hex 0016E360=1.500.000=1500 RPM

8.10.5 预置单个线圈（06 [十六进制]）

说明

该功能将一个值预置到单个保持寄存器中。

查询

查询消息指定要强制的寄存器参考值。寄存器地址从 0 开始，如寄存器 1 的地址应为 0。

示例：写入，1-00 Configuration Mode 寄存器 1000。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	06
寄存器地址，高位	03（寄存器地址 999）
寄存器地址，低位	E7（寄存器地址 999）
预置数据，高位	00
预置数据，低位	01
错误检查（CRC）	-

表 8.29 查询

响应

正常响应是对查询的重复，在传递寄存器内容之后会被返回。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	06
寄存器地址，高位	03
寄存器地址，低位	E7
预置数据，高位	00
预置数据，低位	01
错误检查（CRC）	-

表 8.30 响应

8.10.6 预置多个寄存器（10 [十六进制]）

说明

该功能将值预置到一系列的保持寄存器中。

查询

查询消息指定要预置的寄存器参考值。寄存器地址从 0 开始，如寄存器 1 的地址应为 0。下述请求示例对 2 个寄存器进行预置（设置参数 1-24 = 738 [7.38 A]）

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	10
起始地址，高位	04
起始地址，低位	D7
寄存器数量，高位	00
寄存器数量，低位	02
字节数	04
写入数据，高位 （寄存器 4：1049）	00
写入数据，低位 （寄存器 4：1049）	00
写入数据，高位 （寄存器 4：1050）	02
写入数据，低位 （寄存器 4：1050）	E2
错误检查（CRC）	-

表 8.31 查询

响应

正常响应返回从属设备地址、功能代码、起始地址和预置的线圈数量。

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	10
起始地址，高位	04
起始地址，低位	D7
寄存器数量，高位	00
寄存器数量，低位	02
错误检查（CRC）	-

表 8.32 响应

8.11 Danfoss FC 控制协议

8.11.1 同 FC 结构对应的控制字 (8-10 控制行规 FC 结构)

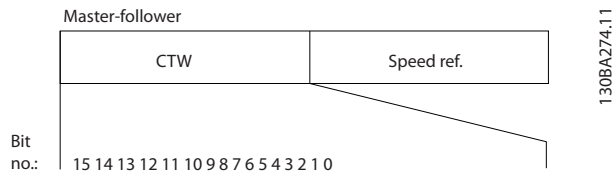


图 8.16 控制字

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	惯性停车	非惯性停车
04	快速停止	加减速
05	保持输出频率	使用斜率
06	加减速停止	启动时)
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

表 8.33 控制字位

关于控制位的说明

位 00/01

位 00 和 01 用于根据表 8.34 在 3-10 预置参考值中预设的四个参考值之间选择。

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

表 8.34 参考值

注意

通过在 8-56 预置参考值选择 中进行选择，可以定义位 00/01 如何与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。制动电流和制动时间分别在 2-01 直流制动电流 和 2-02 直流制动时间 中设置。如果位 02 = “1”，将导致加减速。

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。

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

位 04，快速停止

位 04 = “0”：使电动机减速至停止（在 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（5-10 端子 18 数字输入 到 5-15 端子 33 数字输入）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
- 被编程为直流制动、惯性停止或复位和惯性停止的数字输入端（5-10 端子 18 数字输入 至 5-15 端子 33 数字输入）。

位 06，加减速停止/启动

位 06 = “0”：将导致停止。在此期间，电动机将根据所选择的减速参数减速至停止。位 06 = “1”：如果满足其他启动条件，将允许变频器启动电动机。

通过在 8-53 启动选择 中进行选择，可以定义位 06（加减速停止/启动）如何与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 3-19 点动速度 [RPM] 决定。

位 09，选择加减速 1/2

位 09 = “0”：启用加减速 1（3-41 斜坡 1 加速时间 到 3-42 斜坡 1 减速时间）。位 09 = “1”：启用加减速 2（3-51 斜坡 2 加速时间 到 3-52 斜坡 2 减速时间）。

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应使用控制字，可将其关闭。

位 11, 继电器 01

位 11 = “0”：不激活继电器。位 11 = “1”：如果在 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 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, 选择菜单

使用位 13 和 14，可根据表 8.35 在四种菜单设置之间进行选择。

设置	位 14	位 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

表 8.35 4 种菜单设置

只有在 0-10 有效设置中选择了多重菜单，才能使用该功能。

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

位 15 反向

位 15 = “0”：不反转。位 15 = “1”：反向 默认设置下，反转功能在 8-54 反向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。

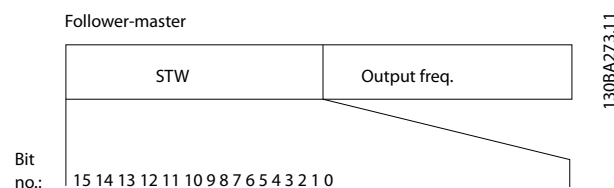
**8.11.2 与 FC 协议对应的状态字 (STW)
(8-10 控制行规= FC 协议)**

图 8.17 状态字

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	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

表 8.36 状态字位

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。

位 02, 惯性停止

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 3-13 参考值位置 中选择了本地控制。不能通过串行通讯控制。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”：输出频率达到在 4-11 电机速度下限 或 4-13 电机速度上限 中设置的值。位 10 = “1”：输出频率在定义的极限范围内。

位 11, 未运行/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”：逆变器上不存在临时过热。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 4-18 电流极限 选择的转矩极限。位 14 = “1”：超过了 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”：某个计时器超过了 100%。

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”。

8.11.3 总线速度参考值

以一个相对百分比值的形式将速度参考值传输给变频器。以一个 16 位字的形式传输该值；作为整数时 (0-32767)，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。

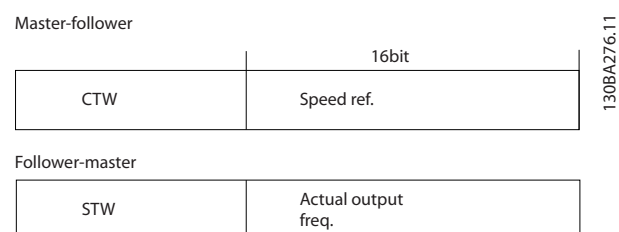


图 8.18 实际输出频率 (MAV)

参考值和 MAV 的标定方式如下：

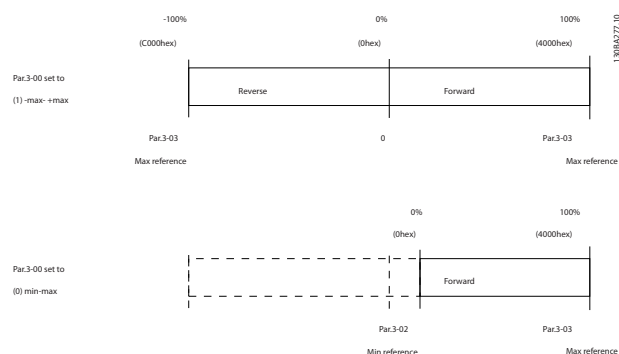


图 8.19 参考值 和 MAV

9 一般规范和疑难解答

9.1 主电源表

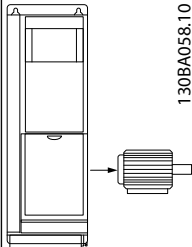
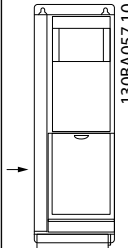
主电源电压 3 x 200-240 V AC - 正常过载 110%，持续 1 分钟						
变频器 典型主轴输出 [kW]		P1K1 1.1	P1K5 1.5	P2K2 2.2	P3K0 3	P3K7 3.7
IP20/机架式 (使用转换套件可将 A2+A3 转换为 IP21)		A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5
208 V 时的典型主轴输出 [hp]		1.5	2.0	2.9	4.0	4.9
输出电流						
 130BA058.10	持续 (3x200-240 V) [A]	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7
	间歇 (3x200-240 V) [A]	7.3	8.3	11.7	13.8	18.4
	持续 kVA 值 (208 V AC) [kVA]	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⁾	4/10				
	最大输入电流					
 130BA057.10	持续 (3x200-240 V) [A]	5.9	6.8	9.5	11.3	15.0
	间歇 (3x200-240 V) [A]	6.5	7.5	10.5	12.4	16.5
	预熔熔断器最大规格 ¹⁾ [A]	20	20	20	32	32
	环境					
	最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾	63	82	116	155	185
	IP20 机箱重量 [kg]	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6
	IP21 机箱重量 [kg]	5.5	5.5	5.5	7.5	7.5
	IP55 机箱重量 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13.5	13.5
	IP66 机箱重量 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13.5	13.5
	效率 ³⁾	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

表 9.1 主电源 3x200-240 V AC

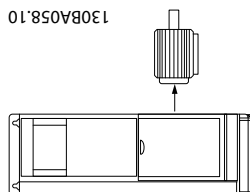
主电源电压 3 x 200-240 V AC - 正常过载 110%，持续 1 分钟 IP20/机架式（使用转换套件可将 B3+4 和 C3+4 转换为 IP21）														
IP21/NEMA 1	B3	B3	B3	B4	B4	C3	C3	C4	C4					
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C2	C2					
IP66/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C2	C2					
典型主轴输出 [kW]	P5K5 5.5	P7K5 7.5	P11K 11	P15K 15	P18K 18.5	P22K 22	P30K 30	P37K 37	P45K 45					
208 V 时的典型主轴输出 [hp]	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60					
输出电流														
	持续 (3x200-240 V) [A]	24.2	30.8	46.2	59.4	74.8	115	143	170					
		16/6				35/2		70/3/0		185/ kcmil 350				
	持续 (3x200-240 V) [A]	22.0	28.0	42.0	54.0	68.0	80.0	104.0	130.0	154.0				
	间歇 (3x200-240 V) [A]	24.2	30.8	46.2	59.4	74.8	88.0	114.0	143.0	169.0				
	熔断熔断器最大规格 ¹⁾ [A]	63	63	63	80	125	160	200	250					
	环境													
	最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾	269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636				
	IP20 机箱重量 [kg]	12	12	12	23.5	23.5	35	50	50	50				
	IP21 机箱重量 [kg]	23	23	23	27	45	45	65	65	65				
	IP55 机箱重量 [kg]	23	23	23	27	45	45	65	65	65				
IP66 机箱重量 [kg]	23	23	23	27	45	45	65	65	65					
效率 ³⁾	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97					
间歇 (3x200-240 V) [A]	26.6	33.9	50.8	65.3	82.3	96.8	127	157	187					
持续	8.7	11.1	16.6	21.4	26.9	31.7	41.4	51.5	61.2					
kVA 值 (208 V AC) [kVA]														
最大电缆规格														
(主电源、电动机、制动) [mm ² /AWG] ²⁾	10/7		35/2		50/1/0 (B4=35/2)		95/4/0		120/250 MCM					

表 9.2 主电源 3x200-240 V AC

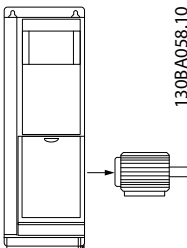
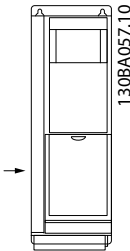
主电源电压 3 x 380-480 V AC - 正常过载 110%，持续 1 分钟									
变频器		P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	
典型主轴输出 [kW]		1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	
460 V 时的典型主轴输出 [hp]		1.5	2.0	2.9	4.0	5.0	7.5	10	
IP20/机架式 (使用转换套件可将 A2+A3 转换为 IP21)		A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3	
IP55/NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5	
IP66/NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5	
输出电流									
	130BA058.10	持续 (3x380-440V) [A]	3	4.1	5.6	7.2	10	13	16
		间歇 (3x380-440V) [A]	3.3	4.5	6.2	7.9	11	14.3	17.6
		持续 (3x441-480V) [A]	2.7	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14.5
		间歇 (3x441-480 V) [A]	3.0	3.7	5.3	6.9	9.0	12.1	15.4
		持续 kVA 值 (400 V AC) [kVA]	2.1	2.8	3.9	5.0	6.9	9.0	11.0
		持续 kVA 值 (460 V AC) [kVA]	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)							
	[[mm²/AWG] ²⁾	4/10							
最大输入电流									
	130BA057.10	持续 (3x380-440V) [A]	2.7	3.7	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4
		间歇 (3 x 380-440 V) [A]	3.0	4.1	5.5	7.2	9.9	12.9	15.8
		持续 (3x441-480 V) [A]	2.7	3.1	4.3	5.7	7.4	9.9	13.0
		间歇 (3x441-480 V) [A]	3.0	3.4	4.7	6.3	8.1	10.9	14.3
		预熔断断路器最大规格 ¹⁾ [A]	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⁾	58	62	88	116	124	187	255
		IP20 机箱重量 [kg]	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6
		IP21 机箱重量 [kg]							
		IP55 机箱重量 [kg]	9.7/ 13.5	9.7/ 13.5	9.7/ 13.5	9.7/ 13.5	9.7/ 13.5	14.2	14.2
		IP66 机箱重量 [kg]	9.7/ 13.5	9.7/ 13.5	9.7/ 13.5	9.7/ 13.5	9.7/ 13.5	14.2	14.2
	效率 ³⁾	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	

表 9.3 主电源 3x380-480 V AC

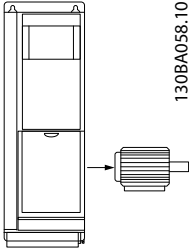
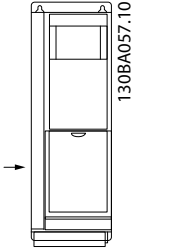
主电源电压 3 x 380-480 V AC - 正常过载 110%，持续 1 分钟											
变频器		P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
典型主轴输出 [kW]		11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
460 V 时的典型主轴输出 [hp]		15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
IP20/机架											
使用转换套件可将 B3+4 和 C3+4 转换为 IP21 (请与 Danfoss 联系)		B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 12		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
输出电流											
	持续 (3x380-439 V) [A]	24	32	37.5	44	61	73	90	106	147	177
	间歇 (3x380-439 V) [A]	26.4	35.2	41.3	48.4	67.1	80.3	99	117	162	195
	持续 (3x440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
	间歇 (3x440-480 V) [A]	23.1	29.7	37.4	44	61.6	71.5	88	116	143	176
	持续 kVA 值 (400 V AC) [kVA]	16.6	22.2	26	30.5	42.3	50.6	62.4	73.4	102	123
	持续 kVA 460 V AC) [kVA]	16.7	21.5	27.1	31.9	41.4	51.8	63.7	83.7	104	128
	最大电缆规格										
	(主电源、电动机、 制动) [mm²/AWG] ²⁾	10/7			35/2			50/1/0 (B4=35/2)		95/ 4/0	120/ MCM250
含主电源断路器		16/6				35/2	35/2		70/3/0	185/ kcmil 350	
最大输入电流											
	持续 (3x380-439 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
	间歇 (3x380-439 V) [A]	24.2	31.9	37.4	44	60.5	72.6	90.2	106	146	177
	持续 (3x440-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
	间歇 (3x440-480 V) [A]	20.9	27.5	34.1	39.6	51.7	64.9	80.3	105	130	160
	预熔熔断器最大规格 ¹⁾ [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
	环境										
	最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474
	IP20 机箱重量 [kg]	12	12	12	23.5	23.5	23.5	35	35	50	50
	IP21 机箱重量 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	IP55 机箱重量 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
IP66 机箱重量 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65	
效率 ³⁾		0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99

表 9.4 主电源 3x380-480 V AC

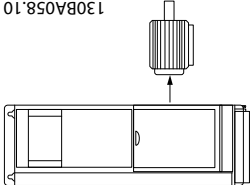
主电源电压 3 x 525 - 600 VAC - 正常过载 110%，持续 1 分钟		P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
大小： 典型主轴输出 [kW] IP20/机架式 IP21 / NEMA 1 IP55 / NEMA 12 IP 66/ NEMA 12	持续	1.1	1.5	2.2	3	3.7	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
	间歇	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
	持续	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
	间歇	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
	持续	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
	间歇	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
	持续 (3x525-550 V) [A]	2.6	2.9	4.1	5.2	-	6.4	9.5	11.5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
	间歇 (3x525-550 V) [A]	2.9	3.2	4.5	5.7	-	7.0	10.5	12.7	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151
	持续 (3x525-600 V) [A]	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
	间歇 (3x525-600 V) [A]	2.6	3.0	4.3	5.4	-	6.7	9.9	12.1	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
	持续 kVA (525 V AC) [kVA]	2.5	2.8	3.9	5.0	-	6.1	9.0	11.0	18.1	21.9	26.7	34.3	41	51.4	61.9	82.9	100	130.5
	持续 kVA (575 V AC) [kVA]	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	17.9	21.9	26.9	33.9	40.8	51.8	61.7	82.7	99.6	130.5
	最大电缆规格， IP 21/55/66 (主电源，电动机，制动) [mm²]/[AWG]²)	4/ 10																	
	最大电缆规格 IP 20 (主电源，电动机，制动) [mm²]/[AWG]²)	4/10																	
	含主电源断路器 开关	4/10																	
		16/6																	
		25/ 4																	
		50/ 1/0																	
		120/ MCM 250																	
		150/ MCM 250 ⁵⁾																	
		185/ kcmil 350																	

表 9.5 带制动的负载共享 95/4/0

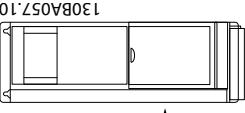
主电源电压 3 x 525 - 600 VAC - 正常过载 110%，持续 1 分钟																				
大小:			P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
最大输入电流																				
	持续 (3x525-600 V) [A]	2.4	2.7	4.1	5.2	-	5.8	8.6	10.4	17.2	20.9	25.4	32.7	39	49	59	78.9	95.3	124.3	
	间歇 (3x525-600 V) [A]	2.7	3.0	4.5	5.7	-	6.4	9.5	11.5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137	
	预熔熔断器最大规格 ¹⁾ [A]	10	10	20	20	-	20	32	32	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250	
	环境																			
	最大额定负载时的 预计功率损耗 [W] ⁴⁾	50	65	92	122	-	145	195	261	300	400	475	525	700	750	850	1100	1400	1500	
	机箱重量 IP20 [kg]	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	-	6.5	6.6	6.6	12	12	12	23.5	23.5	35	35	50	50	
机箱重量 IP21/55 [kg]	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2	23	23	23	27	27	45	45	65	65		
效率 ⁴⁾	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	-	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	

表 9.6 带制动的负载共享 95/ 4/0

主电源电压 3x525-690 V AC							
变频器	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
典型主轴输出 [kW]	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
机箱 IP20 (仅限)	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
输出电流 110% 高过载, 持续 1 分钟							
持续 (3x525-550 V) [A]	2.1	2.7	3.9	4.9	6.1	9	11
间歇 (3x525-550 V) [A]	2.3	3.0	4.3	5.4	6.7	9.9	12.1
持续 kVA 值 (3x551-690 V) [A]	1.6	2.2	3.2	4.5	5.5	7.5	10
间歇 kVA 值 (3x551-690 V) [A]	1.8	2.4	3.5	4.9	6.0	8.2	11
持续 kVA 值 525 V AC	1.9	2.6	3.8	5.4	6.6	9	12
持续 kVA 值 690 V AC	1.9	2.6	3.8	5.4	6.6	9	12
最大输入电流							
持续 (3x525-550 V) [A]	1.9	2.4	3.5	4.4	5.5	8	10
间歇 (3x525-550 V) [A]	2.1	2.6	3.8	8.4	6.0	8.8	11
持续 kVA 值 (3x551-690 V) [A]	1.4	2.0	2.9	4.0	4.9	6.7	9
间歇 kVA 值 (3x551-690 V) [A]	1.5	2.2	3.2	4.4	5.4	7.4	9.9
附加规范							
IP20 最大电缆横截面积 ⁵⁾ (主电源、电动机、 制动和负载共享) [mm ²] / (AWG)	[0.2-4] / (24-10)						
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] ⁴⁾	44	60	88	120	160	220	300
IP20 机箱重量 [kg]	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
效率 ⁴⁾	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

表 9.7 主电源电压 3 x 525-690 V AC IP20

110% 正常过载转矩可持续 1 分钟										
变频器 典型主轴输出 [kW]	P11K 11	P15K 15	P18K 18.5	P22K 22	P30K 30	P37K 37	P45K 45	P55K 55	P75K 75	P90K 90
575 V 时的典型主轴输出 [HP]	10	16.4	20.1	24	33	40	50	60	75	100
IP21/NEMA 1	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2
IP55/NEMA 12	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2
输出电流										
持续 (3x525-550 V) [A]	14	19	23	28	36	43	54	65	87	105
间歇 (3x525-550 V) [A]	15.4	20.9	25.3	30.8	39.6	47.3	59.4	71.5	95.7	115.5
间歇 (3x551-690 V) [A]	13	18	22	27	34	41	52	62	83	100
间歇 (3x551-690V) [A]	14.3	19.8	24.2	29.7	37.4	45.1	57.2	68.2	91.3	110
持续 kVA 值 (550 V AC) [kVA]	13.3	18.1	21.9	26.7	34.3	41	51.4	61.9	82.9	100
持续 kVA 值 (575 V AC) [kVA]	12.9	17.9	21.9	26.9	33.8	40.8	51.8	61.7	82.7	99.6
持续 kVA 值 (690 V AC) [kVA]	15.5	21.5	26.3	32.3	40.6	49	62.1	74.1	99.2	119.5
最大输入电流										
持续 (3x525-690 V) [A]	15	19.5	24	29	36	49	59	71	87	99
间歇 (3x525-690 V) [A]	16.5	21.5	26.4	31.9	39.6	53.9	64.9	78.1	95.7	108.9
预熔熔断器最大规格 ¹⁾ [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	160	160
附加规范										
最大额定负载时的预计功 率损耗 [W] ⁴⁾	201	285	335	375	430	592	720	880	1200	1440
最大电缆规格 (主电源、电动 机、制动) [mm ²]/(AWG)] ²⁾	[35]/(1/0)				[95]/(4/0)					
IP21 重量 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65
IP55 重量 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65
效率 ⁴⁾	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

表 9.8 主电源电压 3 x 525-690 V AC IP21-IP55/NEMA 1-NEMA 12

110% 正常过载转矩可持续 1 分钟		
变频器	P45K	P55K
典型主轴输出 [kW]	45	55
575 V 时的典型主轴输出 [HP]	60	75
IP20/机架	C3	C3
输出电流		
持续 (3x525-550 V) [A]	54	65
间歇 (3x525-550 V) [A]	59.4	71.5
间歇 (3x551-690 V) [A]	52	62
间歇 (3x551-690V) [A]	57.2	68.2
持续 kVA 值 (550 V AC) [kVA]	51.4	62
持续 kVA 值 (575 V AC) [kVA]	62.2	74.1
持续 kVA 值 (690 V AC) [kVA]	62.2	74.1
最大输入电流		
持续 (3x525-550 V) [A]	52	63
间歇 (3x525-550 V) [A]	57.2	69.3
间歇 (3x551-690 V) [A]	50	60
间歇 (3x551-690V) [A]	55	66
预熔熔断器最大规格 ¹⁾ [A]	100	125
附加规范		
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] ⁴⁾	592	720
最大电缆规格 (主电源、电动机、制动) [mm ²] / (AWG) ²⁾	50 (1)	
IP20 重量 [kg]	35	35
效率 ⁴⁾	0.98	0.98

表 9.9 主电源电压 3 x 525-690 V IP20

1) 有关熔断器类型, 请参阅 章 6.2 熔断器和断路器。

2) 美国线规。

3) 用 5 米屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。

4) 正常负载条件下的典型功率损耗, 可能有 $\pm 15\%$ 的偏差 (与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 (IE1/IE2 的分界线)。效率较低的电机还会增加变频器的功率损耗, 反之亦然。

如果开关频率超过标称值, 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。其他选件和客户负载可能使损耗增加 30 W。(尽管满载的控制卡或插槽 A 或插槽 B 选件一般只会分别带来 4 W 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 ($\pm 5\%$)。

5) 电动机和主电源电缆: 300 MCM/150 mm²。

9.2 一般规范

主电源 (L1, L2, L3)

供电电压 200–240 V $\pm 10\%$, 380–480 V $\pm 10\%$, 525–690 V $\pm 10\%$

主电源电压低/主电源断电:

如果主电源电压低或主电源断电, FC 会继续工作, 直到中间电路电压低于最低停止水平 (一般比 FC 的最低额定电源电压低 15%) 为止。当主电源电压比 FC 的最低额定电源电压低 10% 时, 将无法实现启动和满转矩。

供电频率 50/60 Hz $\pm 5\%$

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 () ≥ 0.9 标称值 (额定负载时)

位移功率因数 (cos) 接近 1 (> 0.98)

打开输入电源 L1, L2, L3 (上电) $\leq$ A 型机箱 最多 2 次/分钟

打开输入电源 L1, L2, L3 (上电) $\geq$ B、C 型机箱 最多 1 次/分钟

打开输入电源 L1, L2, L3 (上电) $\geq$ D、E、F 型机箱 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

此单元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 480/600 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 – 590 Hz*

输出切换 无限制

加减速时间 1 – 3600 s

* 取决于功率大小。

转矩特性

启动转矩 (恒转矩) 最大 110%, 持续 1 分钟。*

启动转矩 最大值 135%, 不超过 0.5 秒*

过载转矩 (恒转矩) 最大 110%, 持续 1 分钟。*

* 相对于变频器标称转矩的百分比。

电缆的长度和横截面积

最大电动机电缆长度, 屏蔽/铠装 VLT® HVAC Drive: 150 m

最大电动机电缆长度, 非屏蔽/非铠装 VLT® HVAC Drive: 300 m

电动机、主电源、负载共享和制动电缆的最大横截面积 *

控制端子电缆 (刚性电缆) 的最大横截面积 1.5 mm²/16 AWG (2 x 0.75 mm²)

控制端子电缆 (柔性电缆) 的最大横截面积 1 mm²/18 AWG

控制端子电缆 (带封闭芯线的电缆) 的最大横截面积 0.5 mm²/20 AWG

控制端子的最小横截面积 0.25 mm²

* 有关详细信息, 请参阅主电源电压表!

数字输入

可编程数字输入 4 (6)

端子号 18, 19, 27¹⁾, 29¹⁾, 32, 33,

逻辑 PNP 或 NPN

电压水平 0–24 V 直流

电压水平, 逻辑 '0' PNP < 5 V DC

电压水平, 逻辑 '1' PNP > 10 V DC

电压水平, 逻辑 '0' NPN > 19 V DC

电压水平, 逻辑 '1' NPN < 14 V DC

最高输入电压 28 V 直流

输入电阻, R_i 约 4 k Ω

所有数字输入与供电电压 (PELV) 及其它高电压端子之间均电气绝缘。

1) 也可以将端子 27 和 29 设为输出。

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	0 到 +10 V (可标定)
输入电阻, R_i	约 10 k Ω
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	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	200 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。

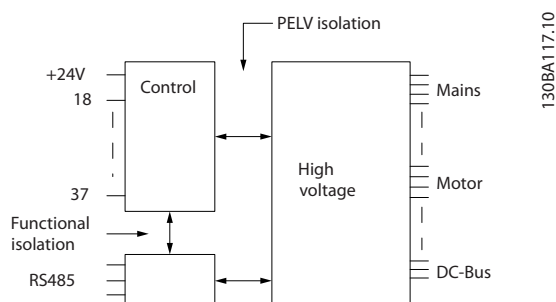


图 9.1 模拟输入的 PELV 绝缘

脉冲输入

可编程脉冲输入	2
脉冲端子号	29, 33
端子 29 和 33 的最大频率	110 kHz (推挽驱动)
端子 29 和 33 的最大频率	5 kHz (开放式集电极)
端子 29 和 33 的最小频率	4 Hz
电压水平	请参阅章 9.2.1
最高输入电压	28 V 直流
输入电阻, R_i	约 4 k Ω
脉冲输入精度 (0.1–1 kHz)	最大误差: 全范围的 0.1 %
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
模拟输出端和公共端间最大电阻器负载	500 Ω
模拟输出精度	最大误差: 满量程的 0.8%
模拟输出分辨率	8 位

模拟输出与供电电压 (PELV) 以及其他高电压端子都是绝缘的。

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 的公共端

RS-485 串行通讯电路在功能上独立于其他中央电路, 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 k Ω
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) 以及其他高电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
最大负载	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	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
最大端子负载 (AC-15) ¹⁾ (@ cos ϕ 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)	60 V 直流, 1 A
最大终端负载 (DC-13) ¹⁾ (电感性负载)	24 V 直流, 0.1 A
继电器 02 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 ϕ 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)	24 V 直流, 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
最大端子负载 (AC-15) ¹⁾ 4-6 (常闭) (@ cos ϕ 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⁾ , 4-6 (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)	24 V 直流, 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
符合 EN 60664-1 的环境	过电压类别 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开 (PELV)。

2) 过压类别 II

3) UL 应用 300 V AC 2 A

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	25 mA

10 V DC 电源与供电电压 (PELV) 以及其他高电压端子都是绝缘的。

控制特性

输出频率为 0 - 590 Hz 时的分辨率	$\pm$ 0.003 Hz
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
速度精度 (开环)	30-4000 rpm: 最大误差为 $\pm$ 8 rpm

所有控制特性都基于 4 极异步电动机

环境:

机箱类型 A	IP 20/机架, IP 21 套件/类型 1, IP55/类型 12, IP 66/类型 12
机箱类型 B1/B2	IP 21/类型 1, IP55/类型 12, IP 66/12
机箱类型 B3/B4	IP20/机架
机箱类型 C1/C2	IP 21/类型 1, IP55/类型 12, IP66/12
机箱类型 C3/C4	IP20/机架
可用的机箱套件	IP21/NEMA 1/IP 4x 位于机箱顶盖
经振动测试机箱 A、B、C	1.0 g
相对湿度	5% - 95% (IEC 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 (在 60 AVM 开关模式下)	
- 降容	最高 55 °C ¹⁾
- 典型 IE2 电动机的额定输出功率 (高达 90% 输出电流)	最高 50 °C ¹⁾
- 在 FC 额定连续输出电流时	最高 45 °C ¹⁾
1) 有关降容的详细信息, 请参阅 章 9.6 特殊条件。	
满负载运行时的最低环境温度	0 °C
降低性能运行时的最低环境温度	- 10 °C
存放/运输时的温度	-25 - +65/70 °C
不降容情况下的最高海拔高度	1000 m
降容情况下的最大海拔高度	3000 m
高海拔时会相应降容, 请参阅 章 9.6 特殊条件	
EMC 标准, 发射	EN 61800-3、EN 61000-6-3/4、EN 55011、IEC 61800-3 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 章 9.6 特殊条件	
控制卡性能	
扫描间隔	5 ms
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

小心

通过标准的主机/设备 USB 电缆与 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 连接不与接地保护绝缘。请仅使用绝缘的便携式电脑/PC 与变频器上的 USB 连接器或绝缘的 USB 电缆/转接器进行连接。

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 $95\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时将跳闸。除非散热片的温度降到 $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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）。为避免散热片温度达到 $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，具有自动降容功能。
- 变频器具有电动机端子 U、V 和 W 发生短路时的保护功能。
- 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。
- 变频器具有电动机端子 U、V 和 W 产生接地故障时的保护功能。

9.3 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 480 V，效率也会稍微降低。

变频器效率计算

根据图 9.2 可以计算变频器在不同负载下的效率。本图中的因数必须与规格表中所列的特定效率因数相乘：

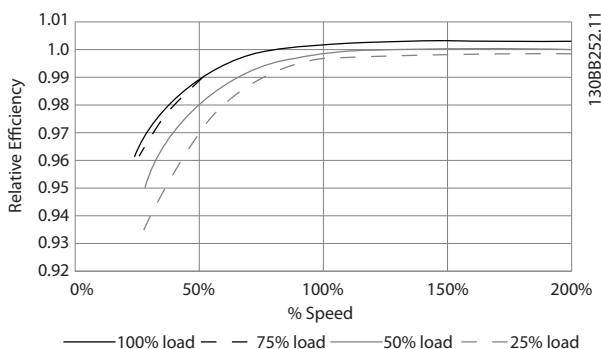


图 9.2 典型效率曲线

示例：假定一台 22 kW/380-480 VAC 变频器在 25% 负载及 50 Hz 下的效率。图中显示为 0.97 - 22 kW FC 的额定效率是 0.98。因此，其实际效率是：
 $0.97 \times 0.98 = 0.95$ 。

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，效率的高低与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：

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

9.4 声源性噪音

变频器的声源性噪音有 3 个来源：

- 直流中间电路线圈。
- 内置风扇。
- 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：

机箱类型	风扇减速运行 (50%) [dBA]	风扇全速运行 [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A4	50	55
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B3	59.4	70.5
B4	53	62.8
C1	52	62
C2	55	65
C3	56.4	67.3
C4	-	-

表 9.10 测量值

9.5 电动机峰值电压

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 U_{PEAK} 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，而峰值电压就越高。

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正弦波滤波器。

对于未提及电缆长度和电压的情况，可以使用下面的经验规则来获得近似值：

1. 升高时间与电缆长度成正比。
2. $U_{PEAK} = \text{直流回路电压} \times 1.9$
(直流回路电压 = 主电源电压 $\times 1.35$)。
3. $dU/dt = \frac{0.8 \times U_{PEAK}}{\text{升高时间}}$

数据按 IEC 60034-17 标准进行测量。

电缆长度用米表示。

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
36	240	0.226	0.616	2.142
50	240	0.262	0.626	1.908
100	240	0.650	0.614	0.757
150	240	0.745	0.612	0.655

表 9.11 变频器，P5K5，T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5	230	0.13	0.510	3.090
50	230	0.23	0.590	2.034
100	230	0.54	0.580	0.865
150	230	0.66	0.560	0.674

表 9.12 变频器，P7K5，T2

电缆长度 [m]		升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
36	240	0.264	0.624	1.894
136	240	0.536	0.596	0.896
150	240	0.568	0.568	0.806

表 9.13 变频器，P11K，T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
30	240	0.556	0.650	0.935
100	240	0.592	0.594	0.807
150	240	0.708	0.575	0.669

表 9.14 变频器, P15K, T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
36	240	0.244	0.608	1.993
136	240	0.568	0.580	0.832
150	240	0.720	0.574	0.661

表 9.15 变频器, P18K, T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
36	240	0.244	0.608	1.993
136	240	0.560	0.580	0.832
150	240	0.720	0.574	0.661

表 9.16 变频器, P22K, T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
15	240	0.194	0.626	2.581
50	240	0.252	0.574	1.929
150	240	0.444	0.538	0.977

表 9.17 变频器, P30K, T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
30	240	0.300	0.598	1.593
100	240	0.536	0.566	0.843
150	240	0.776	0.546	0.559

表 9.18 变频器, P37K, T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
30	240	0.300	0.598	1.593
100	240	0.536	0.566	0.843
150	240	0.776	0.546	0.559

表 9.19 变频器, P45K, T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5	400	0.640	0.690	0.862
50	400	0.470	0.985	0.985
150	400	0.760	1.045	0.947

表 9.20 变频器, P1K5, T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5	400	0.172	0.890	4.156
50	400	0.310		2.564
150	400	0.370	1.190	1.770

表 9.21 变频器, P4K0, T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5	400	0.04755	0.739	8.035
50	400	0.207	1.040	4.548
150	400	0.6742	1.030	2.828

表 9.22 变频器, P7K5, T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
15	400	0.408	0.718	1.402
100	400	0.364	1.050	2.376
150	400	0.400	0.980	2.000

表 9.23 变频器, P11K, T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
36	400	0.422	1.060	2.014
100	400	0.464	0.900	1.616
150	400	0.896	1.000	0.915

表 9.24 变频器, P15K, T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
36	400	0.344	1.040	2.442
100	400	1.000	1.190	0.950
150	400	1.400	1.040	0.596

表 9.25 变频器, P18K, T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
36	400	0.232	0.950	3.534
100	400	0.410	0.980	1.927
150	400	0.430	0.970	1.860

表 9.26 变频器, P22K, T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
15	400	0.271	1.000	3.100
100	400	0.440	1.000	1.818
150	400	0.520	0.990	1.510

表 9.27 变频器, P30K, T4

电缆 长度 [m]	主电源 电压	升高时间 [μsec]	V _{peak} [kV]	dU/dt [kV/μsec]
5	480	0.270	1.276	3.781
50	480	0.435	1.184	2.177
100	480	0.840	1.188	1.131
150	480	0.940	1.212	1.031

表 9.28 变频器, P37K, T4

电缆 长度 [m]	主电源 电压 [V]	升高时间 [μsec]	V _{peak} [kV]	dU/dt [kV/μsec]
36	400	0.254	1.056	3.326
50	400	0.465	1.048	1.803
100	400	0.815	1.032	1.013
150	400	0.890	1.016	0.913

表 9.29 变频器, P45K, T4

电缆 长度 [m]	主电源 电压 [V]	升高时间 [μsec]	V _{peak} [kV]	dU/dt [kV/μsec]
10	400	0.350	0.932	2.130

表 9.30 变频器, P55K, T4

电缆 长度 [m]	主电源 电压 [V]	升高时间 [μsec]	V _{peak} [kV]	dU/dt [kV/μsec]
5	480	0.371	1.170	2.466

表 9.31 变频器, P75K, T4

电缆 长度 [m]	主电源 电压 [V]	升高时间 [μsec]	V _{peak} [kV]	dU/dt [kV/μsec]
5	400	0.364	1.030	2.264

表 9.32 变频器, P90K, T4

9.6 特殊条件

9.6.1 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。

9.6.2 根据环境温度降低额定值

在最高 50 °C 的环境温度下，可保持 90% 的变频器输出电流。

对于 IE 2 电动机的典型满载电流，主轴满输出功率最高可在 50 °C 下保持。
有关更为具体的数据和/或其他电动机或情况的降容信息，请与 Danfoss 联系。

9.6.3 根据环境温度的降容 - 机箱类型 A

60° AVM - 脉冲宽度调制

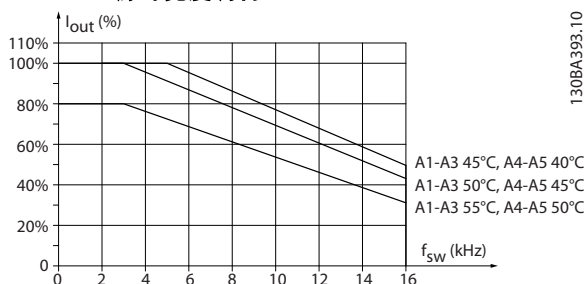


图 9.3 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - 使用 60° AVM 的机箱类型 A

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

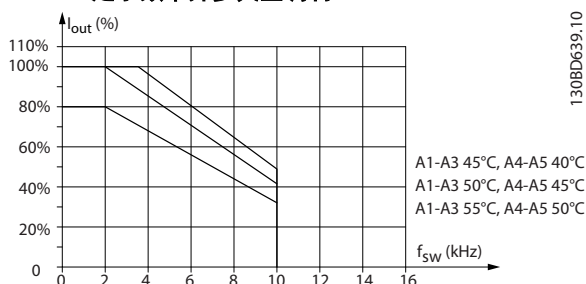


图 9.4 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - 使用 SFAVM 的机箱类型 A

当在 A 型机箱中仅使用不超过 10 米长的电动机电缆时，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。

60° AVM

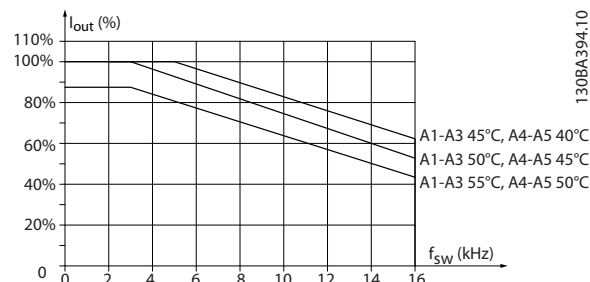


图 9.5 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - A 型机箱，开关模式为 60° AVM，电动机电缆的最大长度不超过 10 m

SFAVM

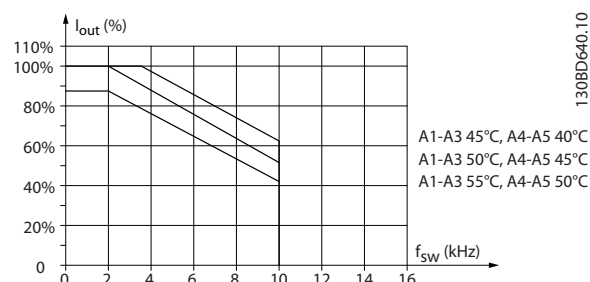


图 9.6 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - A 型机箱，开关模式为 SFAVM，电动机电缆的最大长度不超过 10 m

9.6.3.1 机箱类型 A3, T7

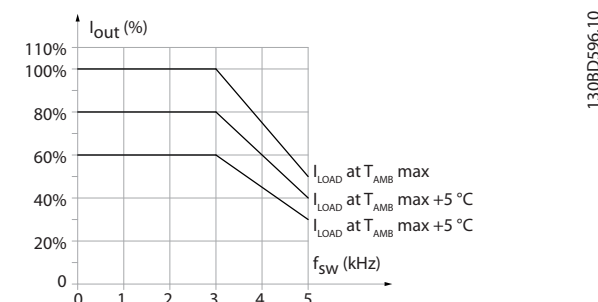


图 9.7 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 A3

9.6.4 根据环境温度降容 - 机箱类型 B

9.6.4.1 机箱类型 B、T2、T4 和 T5

对于 B 型和 C 型机箱，降容还取决于在 1-04 过载模式中选择的过载模式

60° AVM - 脉冲宽度调制

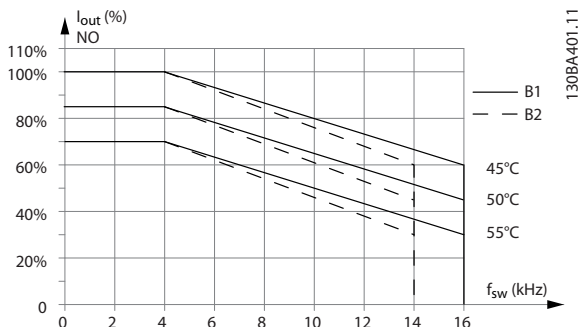


图 9.8 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 B1 和 B2, 在正常过载模式 (110% 过转矩) 下使用 60° AVM

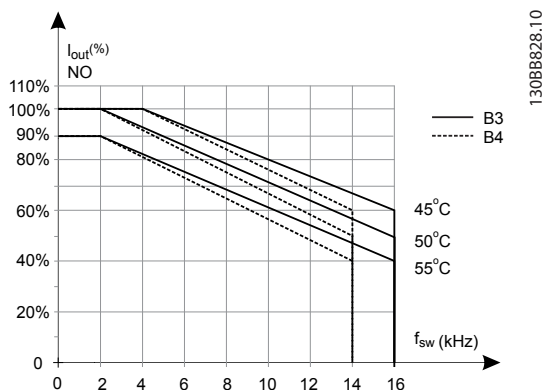


图 9.9 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 B3 和 B4, 在正常过载模式 (110% 过转矩) 下使用 60° AVM

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

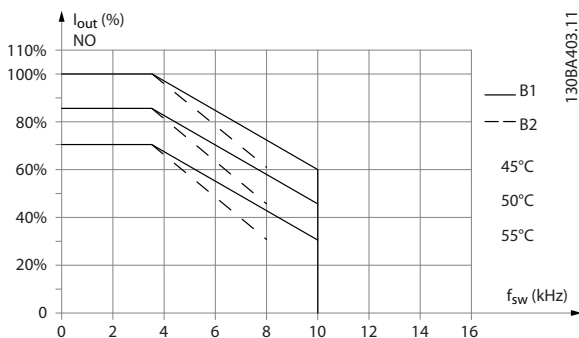


图 9.10 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 B1 和 B2, 在正常过载模式 (110% 过转矩) 下使用 SFAVM

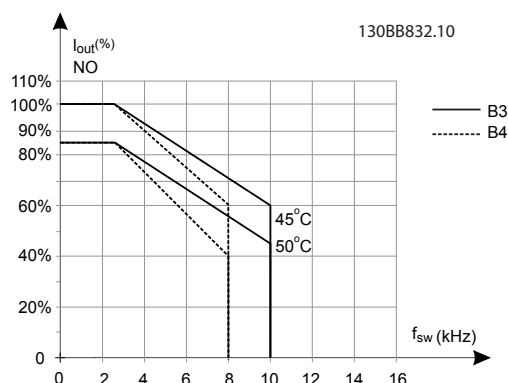


图 9.11 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 B3 和 B4, 在正常过载模式 (110% 过转矩) 下使用 SFAVM

9.6.4.2 机箱类型 B, T6

60° AVM - 脉冲宽度调制

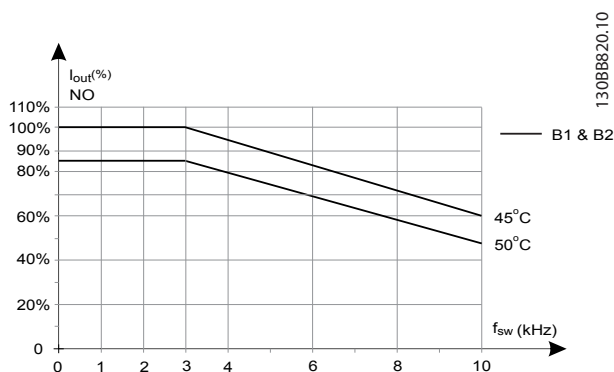


图 9.12 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器, 机架类型 B, 60 AVM, 常开

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

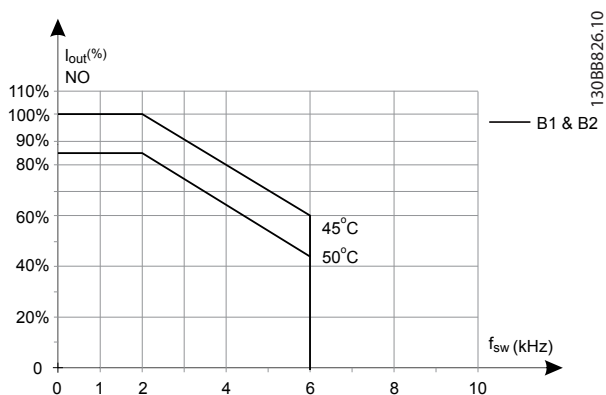


图 9.13 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器, 机架类型 B, SFAVM, 常开

9.6.4.3 机箱类型 B, T7

机箱类型 B2, 525–690 V

60° AVM – 脉冲宽度调制

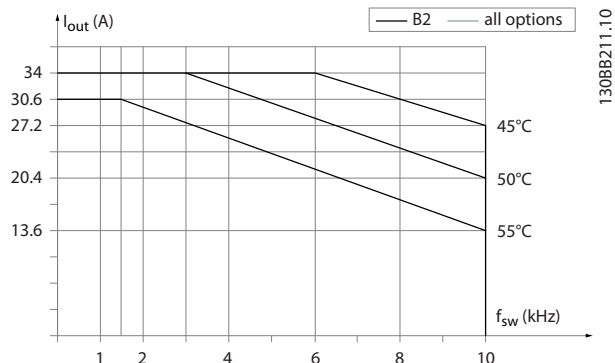


图 9.14 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 – 机箱类型 B2, 60° AVM。注意：图中的电流是绝对值，并适用于高过载和正常过载。

SFAVM – 定子频率异步矢量调制

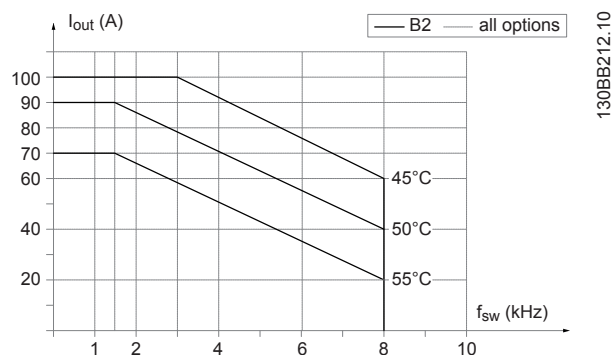


图 9.15 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 – 机箱类型 B2, SFAVM。注意：图中的电流是绝对值，并适用于高过载和正常过载。

9.6.5 根据环境温度降容 – 机箱类型 C

9.6.5.1 机箱类型 C、T2、T4 和 T5

60° AVM – 脉冲宽度调制

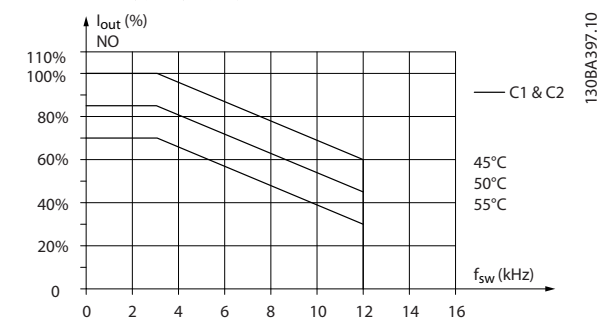


图 9.16 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 – 机箱类型 C1 和 C2, 在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 60° AVM

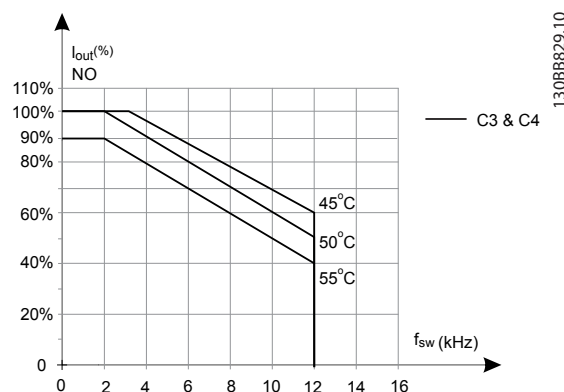


图 9.17 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 – 机箱类型 C3 和 C4, 在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 60° AVM

SFAVM – 定子频率异步矢量调制

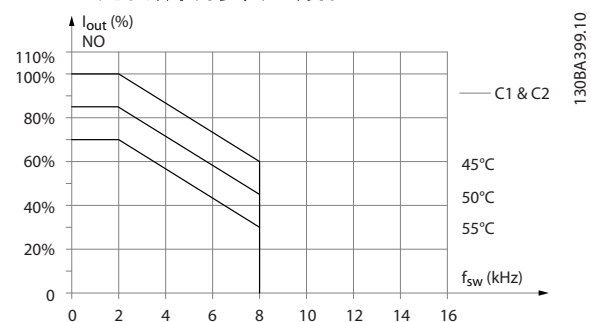


图 9.18 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 – 机箱类型 C1 和 C2, 在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

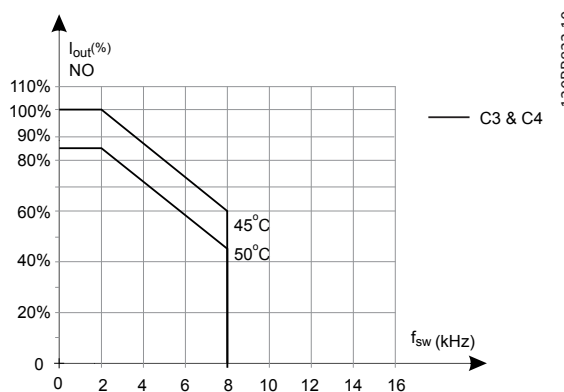


图 9.19 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 – 机箱类型 C3 和 C4, 在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

9.6.5.2 机箱类型 C, T6

60° AVM - 脉冲宽度调制

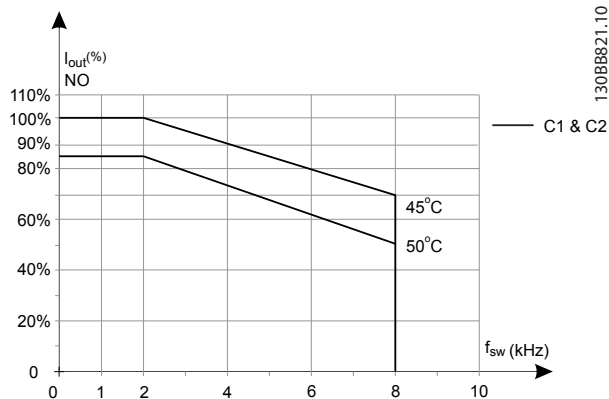


图 9.20 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器, 机架类型 C, 60° AVM, 常开

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

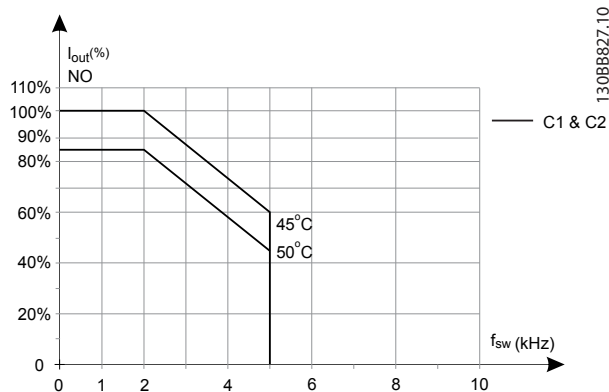


图 9.21 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器, 机架类型 C, SFAVM, 常开

9.6.5.3 机箱类型 C, T7

60° AVM - 脉冲宽度调制

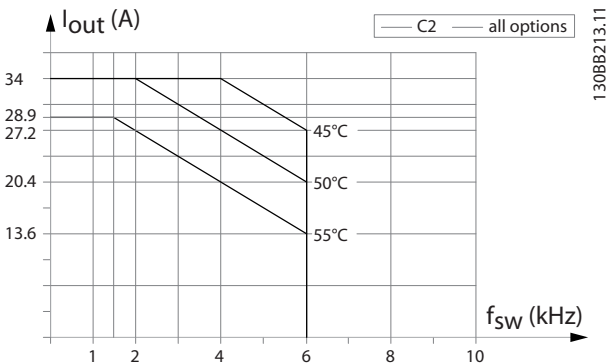


图 9.22 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机架类型 C2, 60° AVM。注意: 图中的电流是绝对值, 并适用于高过载和正常过载。

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

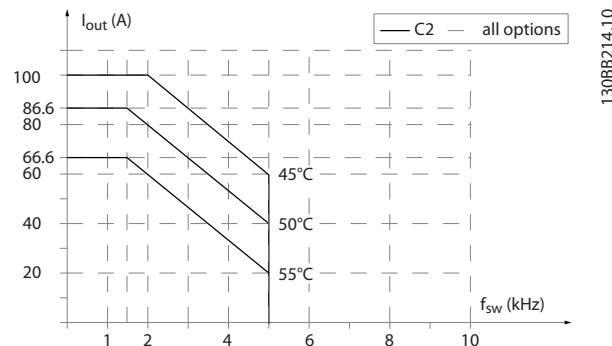


图 9.23 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机箱类型 C2, SFAVM。注意: 图中的电流是绝对值, 并适用于高过载和正常过载。

9.6.6 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。这种自动降低输出电流的能力进一步扩展了工作范围。

9.6.7 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, 必须按照下述图表降低环境温度 (T_{AMB}) 或最大输出电流 (I_{out}) 的额定值。

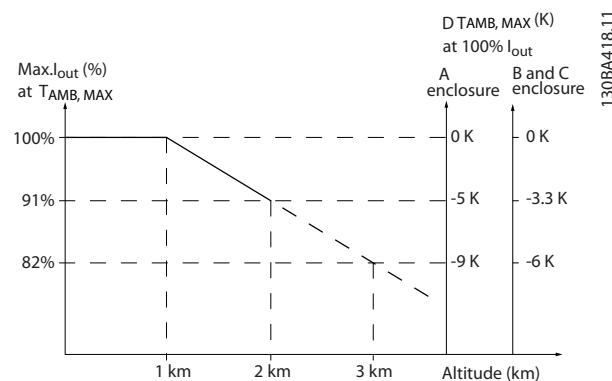


图 9.24 在 $T_{AMB, MAX}$ 下, 输出电流降容与海拔高度的关系 (机箱类型 A、B 和 C)。当海拔超过 2000 米时, 请向 Danfoss 咨询有关 PELV 事宜。

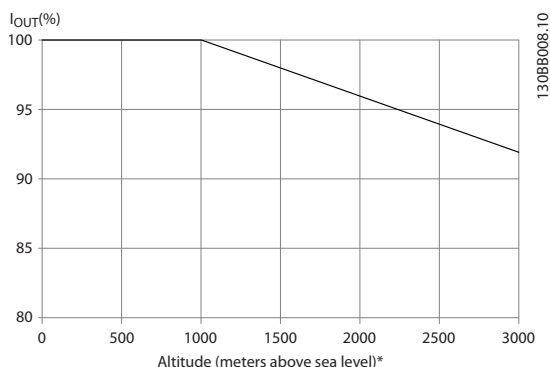


图 9.25 另一种办法是降低高海拔下的环境温度，从而确保在高海拔下获得 100% 的输出电流。

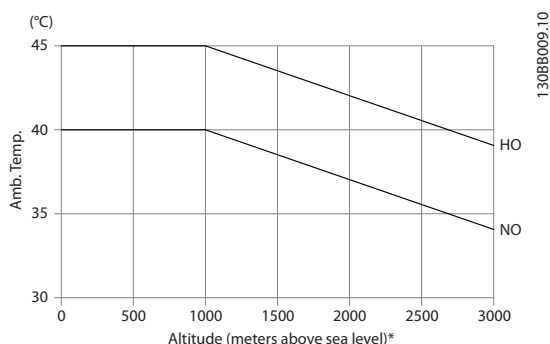


图 9.26 示例：在海拔为 2000 米且温度为 45 °C ($T_{AMB, MAX} - 3.3 K$) 时，可以获得 91% 的额定输出电流。当温度为 41.7 °C 时，则可以获得 100% 的额定输出电流。

在 $T_{AMB, MAX}$ 下，输出电流降容与海拔的关系（机箱类型 D、E 和 F）。

9.6.8 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。

发热水平取决于电动机上的负载以及运行速度和时间。

恒转矩应用（CT 模式）

在恒定转矩应用中，如果转速较低，则可能发生问题。在恒转矩应用中，电动机在低速时可能因为来自电动机集成风扇的冷却空气减少而发生过热。

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。

可变（平方）转矩应用（VT）

在离心泵和风扇等转矩与速度的平方成正比以及功率与速度的立方成正比的 VT 应用中，电动机无需额外冷却或降容。

在下面显示的图中，典型的 VT 曲线在所有速度下都低于降容时的最大转矩和带强制冷却时的最大转矩。

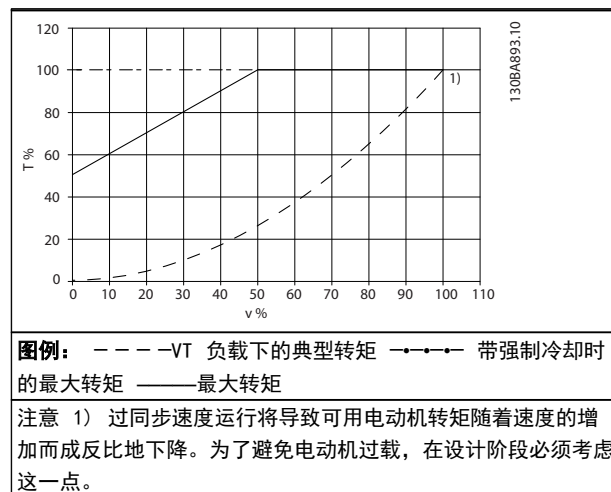


表 9.33 标准电动机在 40 °C 下的最大负载

9.7 疑难解答

报警或警告是通过 前方的相关 LED 发出信号，并在显示器上以代码的形式进行指示。

警告保持活动状态，直至其产生原因不复存在。在某些情况下，电动机可能仍会继续运行。警告消息可能很重要，但也可能并不重要。

发生报警事件时，将跳闸。修正报警产生的原因后，必须复位才能重新运行。

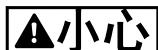
可通过 4 种方式实现：

1. 重置 LCP 上的 [Reset]（复位）。
2. 通过具有“复位”功能的数字输入。
3. 通过串行通讯/选配的现场总线。
4. 通过使用 Auto Reset（自动复位）功能（VLT® HVAC Drive 的默认设置）自动复位，请参阅 FC 102 编程指南中的 14-20 复位模式。



手动复位后，按 LCP 上的 [Reset]（复位），按 [Auto On]（自动启动）或 [Hand On]（手动启动）以重新启动电动机。

如果无法将报警复位，可能是由于导致相关报警的问题尚未得到修正，或者是由于此报警被跳闸锁定（另请参阅表 9.34）。



跳闸锁定型报警具有附加保护，这表示在复位该报警前必须关闭主电源。重新开启主电源后，将不再受阻，在消除其产生原因后可以按上述方法复位。

跳闸锁定型报警也可以使用 14-20 复位模式 中的自动复位功能来复位（警告：此时可能自动唤醒！）

如果警告和报警使用下页表格的代码进行了标记，则表明在报警之前将显示一个警告，或者您可以指定对给定的故障显示警告还是显示报警。

例如，在 1-90 电动机热保护 中就可以进行这种设定。在报警或跳闸后，电动机进行惯性运动，而上的报警和警告指示灯将闪烁。故障修正后，只有报警灯继续闪烁。



当 1-10 电动机结构 被设为 [1] PM，非突出 SPM 时，不会激活电动机缺相检测（编号 30-32）和失速检测。

编号	说明	警告	报警/跳闸	报警/跳闸锁定	参数参考值
1	10V 电压低	X			
2	断线故障	(X)	(X)		6-01
3	无电动机	(X)			1-80
4	主电源缺相	(X)	(X)	(X)	14-12
5	直流回路电压高	X			
6	直流回路电压低	X			
7	直流回路过压	X	X		
8	直流回路欠压	X	X		
9	逆变器过载	X	X		
10	电机 ETR 温度高	(X)	(X)		1-90
11	电动机热敏电阻温度过高	(X)	(X)		1-90
12	转矩极限	X	X		
13	过电流	X	X	X	
14	接地故障	X	X	X	
15	不兼容硬件		X	X	
16	短路		X	X	
17	控制字超时	(X)	(X)		8-04
18	启动失败		X		
23	内部风扇故障	X			
24	外部风扇故障	X			14-53
25	制动电阻器短路	X			
26	制动电阻功率极限	(X)	(X)		2-13
27	制动斩波器短路	X	X		
28	制动检查	(X)	(X)		2-15
29	变频器温度过高	X	X	X	
30	电动机缺 U 相	(X)	(X)	(X)	4-58
31	电动机缺 V 相	(X)	(X)	(X)	4-58
32	电动机缺 W 相	(X)	(X)	(X)	4-58
33	充电故障		X	X	
34	现场总线通讯故障	X	X		
35	超出频率范围	X	X		
36	主电源故障	X	X		
37	相位不平衡	X	X		
38	内部故障		X	X	
39	散热传感器		X	X	
40	数字输出端子 27 过载	(X)			5-00, 5-01
41	T29 过载	(X)			5-00, 5-02
42	X30/6 过载	(X)			5-32
42	X30/7 上的数字输出过载	(X)			5-33
46	功率卡电源		X	X	
47	24 V 电源故障	X	X	X	
48	1.8 V 电源下限		X	X	
49	速度极限	X	(X)		1-86
50	AMA 调整失败		X		
51	AMA 检查 U_{nom} 和 I_{nom}		X		
52	AMA I_{nom} 过低		X		
53	AMA 电动机过大		X		
54	AMA 电动机过小		X		
55	AMA 参数超出范围		X		
56	AMA 被用户中断		X		
57	AMA 超时		X		
58	AMA 内部故障	X	X		
59	电流极限	X			

编号	说明	警告	报警/跳闸	报警/跳闸锁定	参数参考值
60	外部互锁	X			
62	输出频率达到极限	X			
64	电压极限	X			
65	控制卡温度	X	X	X	
66	散热片温度低	X			
67	选件配置已更改		X		
68	安全停车	(X)	X ¹⁾		5-19
69	功率 卡温度		X	X	
70	FC 配置不合规			X	
71	PTC 1 安全停	X	X ¹⁾		
72	危险故障			X ¹⁾	
73	安全停车重启				
76	功率单元设置	X			
79	PS 配置错误		X	X	
80	变频器初始化为默认值		X		
91	模拟输入 54 设置错误			X	
92	无流量	X	X		22-2*
93	空泵	X	X		22-2*
94	曲线结束	X	X		22-5*
95	断裂皮带	X	X		22-6*
96	启动被延迟	X			22-7*
97	停止被延迟	X			22-7*
98	时钟故障	X			0-7*
201	火灾模式处于活动状态				
202	超过火模极限				
203	电动机丢失				
204	转子被锁定				
243	制动 IGBT	X	X		
244	散热片温度	X	X	X	
245	散热传感器		X	X	
246	功率卡电源		X	X	
247	功率卡温度		X	X	
248	PS 配置错误		X	X	
250	新备件			X	
251	新类型代码		X	X	

表 9.34 报警/警告代码表

(X) 取决于参数

1) 不能通过 14-20 复位模式 自动复位

出现报警时将跳闸。跳闸会使电动机惯性停车。通过点按 [Reset] (复位) 或借助数字输入 (参数组 5-1* [1])，可以将跳闸复位。导致报警的起源事件不会损害 或造成危险情况。当出现可能损害 或相连部件的报警时，系统将执行跳闸锁定操作。跳闸锁定只能通过电源循环来复位。

警告	黄色
报警	红色并且闪烁
跳闸被锁定	黄色和红色

表 9.35 LED 指示灯

报警字和扩展状态字					
位	十六进制	十进制	报警字	警告字	扩展状态字
0	00000001	1	制动检查	制动检查	加减速
1	00000002	2	功率 卡温度	功率 卡温度	AMA 正在运行
2	00000004	4	故障	故障	顺时针/逆时针启动
3	00000008	8	控制卡温度	控制卡温度	减速
4	00000010	16	控制 字超时	控制 字超时	升速
5	00000020	32	过电流	过电流	反馈过高
6	00000040	64	转矩极限	转矩极限	反馈过低
7	00000080	128	电机热电阻温度高	电机热电阻温度高	输出电流过高
8	00000100	256	电机 ETR 温度高	电机 ETR 温度高	输出电流过低
9	00000200	512	逆变器过载	逆变器过载	输出频率过高
10	00000400	1024	直流欠压	直流欠压	输出频率过低
11	00000800	2048	直流过压	直流过压	制动检查成功
12	00001000	4096	短路	直流电压过低	最大制动
13	00002000	8192	充电故障	直流电压过高	制动
14	00004000	16384	主电源缺 相	主电源缺 相	超出速度范围
15	00008000	32768	AMA 不正常	无电动机	OVC 激活
16	00010000	65536	断线故障	断线故障	
17	00020000	131072	内部故障	10V 电压过低	
18	00040000	262144	制动器过载	制动器过载	
19	00080000	524288	U 相缺相	制动电阻器	
20	00100000	1048576	V 相缺相	制动 IGBT	
21	00200000	2097152	W 相缺相	速度极限	
22	00400000	4194304	现场总线故障	现场总线故障	
23	00800000	8388608	24 V 电源故障	24 V 电源故障	
24	01000000	16777216	主电源故障	主电源故障	
25	02000000	33554432	1.8 V 电源故障	电流极限	
26	04000000	67108864	制动电阻器	低温	
27	08000000	134217728	制动 IGBT	电压极限	
28	10000000	268435456	选件变动	未使用	
29	20000000	536870912	变频器初始毕	未使用	
30	40000000	1073741824	安全停车	未使用	
31	80000000	2147483648	机械制动过低 (A63)	扩展状态字	

表 9.36 报警字、警告字和扩展状态字的说明

借助串行总线或选配的现场总线可以读取报警字、警告字和扩展状态字来进行诊断。另请参阅 16-90 报警字、16-92 警告字和 16-94 扩展状态字。

9.7.1 报警字

位 (十六进制)	报警字 (16-90 报警字)
00000001	
00000002	功率卡温度过高
00000004	接地故障
00000008	
00000010	控制字超时
00000020	过电流
00000040	
00000080	电动机热敏电阻温度过高
00000100	电机 ETR 温度高
00000200	逆变器过载
00000400	直流回路欠压
00000800	直流回路过压
00001000	短路
00002000	
00004000	主电源缺相
00008000	AMA 不正常
00010000	断线故障
00020000	内部故障
00040000	
00080000	电动机 U 相缺相
00100000	电动机 V 相缺相
00200000	电动机 W 相缺相
00800000	控制电压故障
01000000	
02000000	VDD 电源故障
04000000	制动电阻器短路
08000000	制动斩波器故障
10000000	接地故障 DESAT
20000000	已初始化
40000000	安全停止 [A68]
80000000	

表 9.37 16-90 报警字

位 (十六进制)	报警字 2 (16-91 报警字 2)
00000001	
00000002	预留
00000004	服务跳闸, 类型代码/备件
00000008	预留
00000010	预留
00000020	
00000040	
00000080	
00000100	断裂皮带
00000200	未使用
00000400	未使用
00000800	预留
00001000	预留
00002000	预留
00004000	预留
00008000	预留
00010000	预留
00020000	未使用
00040000	鼓风机错误
00080000	ECB 错误
00100000	预留
00200000	预留
00400000	预留
00800000	预留
01000000	预留
02000000	预留
04000000	预留
08000000	预留
10000000	预留
20000000	预留
40000000	PTC 1 安全停止 [A71]
80000000	危险故障 [A72]

表 9.38 16-91 报警字 2

9.7.2 警告字

位 (十六进制)	警告字 (16-92 警告字)
00000001	
00000002	功率卡温度过高
00000004	接地故障
00000008	
00000010	控制字超时
00000020	过电流
00000040	
00000080	电动机热敏电阻温度过高
00000100	电机 ETR 温度高
00000200	逆变器过载
00000400	直流回路欠压
00000800	直流回路过压
00001000	
00002000	
00004000	主电源缺相
00008000	无电动机
00010000	断线故障
00020000	
00040000	
00080000	
00100000	
00200000	
00400000	
00800000	
01000000	
02000000	电流极限
04000000	
08000000	
10000000	
20000000	
40000000	安全停止 [W68]
80000000	未使用

表 9.39 16-92 警告字

位 (十六进制)	警告字 2 (16-93 警告字 2)
00000001	
00000002	
00000004	时钟故障
00000008	预留
00000010	预留
00000020	
00000040	
00000080	曲线结束
00000100	断裂皮带
00000200	未使用
00000400	预留
00000800	预留
00001000	预留
00002000	预留
00004000	预留
00008000	预留
00010000	预留
00020000	未使用
00040000	风扇警告
00080000	
00100000	预留
00200000	预留
00400000	预留
00800000	预留
01000000	预留
02000000	预留
04000000	预留
08000000	预留
10000000	预留
20000000	预留
40000000	PTC 1 安全停止 [W71]
80000000	预留

表 9.40 16-93 警告字 2

9.7.3 扩展状态字

位 (十六进制)	扩展状态字 (16-94 扩展状态字)
00000001	加减速
00000002	AMA 调谐
00000004	顺时针/逆时针启动
00000008	未使用
00000010	未使用
00000020	反馈过高
00000040	反馈过低
00000080	输出电流过高
00000100	输出电流过低
00000200	输出频率过高
00000400	输出频率过低
00000800	则制动检查成功
00001000	最大制动
00002000	制动
00004000	超出速度范围
00008000	OVC 激活
00010000	交流制动
00020000	密码时间锁
00040000	密码保护
00080000	参考值过高
00100000	参考值过低
00200000	本地参考值 / 远程参考值
00400000	预留
00800000	预留
01000000	预留
02000000	预留
04000000	预留
08000000	预留
10000000	预留
20000000	预留
40000000	预留
80000000	预留

表 9.41 扩展状态字, 16-94 扩展状态字

位 (十六进制)	扩展状态字 2 (16-95 扩展状态字 2)
00000001	关闭
00000002	手动/自动
00000004	未使用
00000008	未使用
00000010	未使用
00000020	已启用继电器 123
00000040	启动被制止
00000080	控制就绪
00000100	变频器就绪
00000200	快速停止
00000400	直流制动
00000800	停止
00001000	待机
00002000	锁定输出请求
00004000	锁定输出
00008000	点动请求
00010000	点动
00020000	启动请求
00040000	启动时)
00080000	已启动
00100000	启动延迟
00200000	睡眠
00400000	睡眠放大
00800000	运行
01000000	旁路
02000000	火灾模式
04000000	预留
08000000	预留
10000000	预留
20000000	预留
40000000	预留
80000000	预留

表 9.42 扩展状态字 2, 16-95 扩展状态字 2

下述警告/报警信息定义了每个警告/报警情况，提供了导致相关情况的可能原因，并详细介绍了解决程序或故障排查程序。

警告 1, 10 V 电压低

控制卡端子 50 的电压低于 10 V。

请移除端子 50 的部分负载，因为 10 V 电源已经过载。最大电流为 15 mA，或者最小阻值为 590 Ω。

相连电位计的短路或电位计的接线不当可能会造成这种情况。

故障诊断

拆除端子 50 的接线。如果警告消失，则说明是接线问题。如果警告未消失，请更换控制卡。

警告/报警 2, 断线故障

仅当在 *6-01 断线超时功能* 中设置后才会出现此警告或报警。某个模拟输入上的信号低于为该输入设置的最小值的 50%。当线路断裂或发送该信号的设备发生故障时可能造成这种情况。

故障诊断

检查所有模拟输入端子上的连接。扩展卡端子 53 和 54 用于信号，端子 55 公用。MCB 101 端子 11 和 12 用于信号，端子 10 公用。MCB 109 端子 1、3、5 用于信号，端子 2、4、6 公用。

检查变频器的编程和开关设置是否与模拟信号类型匹配。

执行输入端子信号测试。

警告/报警 4, 主电源缺相

电源的相位缺失，或者主电源电压太不稳定。变频器的输入整流器发生故障时，也会出现此信息。选项在 *14-12 输入缺相功能* 中设置。

故障诊断

检查变频器的供电电压和供电电流。

警告 5, 直流回路电压高

中间电路电压（直流）超过高压警告极限。该极限取决于变频器的额定电压。设备仍处于活动状态。

警告 6, 直流回路电压低

中间电路电压（直流）低于低电压警告极限。该极限取决于变频器的额定电压。设备仍处于活动状态。

警告/报警 7, 直流回路过压

如果中间电路电压超过极限，变频器稍后便会跳闸。

故障诊断

连接制动电阻器

延长加减速时间

更改加减速类型

激活 *2-10 制动功能* 中的功能

增加 *14-26 逆变器故障时的跳闸延迟*

如果在电源降低期间出现此报警/警告，则使用节能运行 (*14-10 主电源故障*)

警告/报警 8, 直流回路欠压

如果直流回路电压下降到电压下限之下，变频器将检查是否连接了 24 V 直流备用电源。如果未连接 24 V 直流备用电源，变频器将在一个固定的延时后跳闸。这个延时随设备规格而异。

故障诊断

检查供电电压是否与变频器电压匹配。

执行输入电压测试。

执行软充电电路测试。

警告/报警 9, 逆变器过载

变频器将因过载（电流过高，持续时间过长）而切断电源。逆变器电子热保护装置的计数器在达到 98% 时给出警告，并在 100% 时跳闸，同时给出报警。只有在当计数器低于上限的 90% 后，变频器才能复位。故障在于，变频器在超过 100% 过载的情况下运行了过长时间。

故障诊断

将 LCP 上显示的输出电流与变频器的额定电流进行对比。

将 LCP 上显示的输出电流与测得的电机电流进行对比。

在 LCP 上显示变频器热负载并监视该值。当变频器持续在额定电流之上运行时，计数器将增加。当在变频器持续在额定电流之下运行时，计数器将减小。

警告/报警 10, 电机因温度过高而过载

电子热敏保护 (ETR) 显示电动机过热。在 *1-90 电动机热保护* 中可以选择当计数器达到 100% 时，变频器是给出警告还是报警。当电机过载超过 100% 的持续时间过长时，会发生该故障。

故障诊断

检查电动机是否过热。

检查电机是否发生机械过载

检查 *1-24 电动机电流* 中的电动机电流设置是否正确。

确保参数 1-20 到 1-25 中的电机数据正确设置。

如果使用了外部风扇，请检查是否在 *1-91 电动机外部风扇* 中选择了它。

通过在 *1-29 自动电动机调整 (AMA)* 中运行 AMA，可以根据电机来更准确地调整变频器，并且降低热负载。

警告/报警 11, 电机热敏电阻温度过高

检查热敏电阻是否断开。在 *1-90 电动机热保护* 中可以选择变频器是给出警告还是报警。

故障诊断

检查电机是否过热。

检查电机是否发生机械过载。

使用端子 53 或 54 时，检查是否已在端子 53 或 54（模拟电压输入）和端子 50（+10 伏电压）之间正确连接了热敏电阻。同时检查 53 或 54 的端子开关是否设为电压。检查 1-93 热敏电阻源 是否选择了端子 53 或 54。

使用端子 18 或 19 时，请检查是否已在端子 18 或 19（仅数字输入 PNP）和端子 50 之间正确连接了热敏电阻。检查 1-93 热敏电阻源 是否选择了端子 18 或 19。

警告/报警 12, 转矩极限

转矩超过 4-16 电动机转矩极限 或 4-17 发电时转矩极限 中的值。借助 14-25 转矩极限跳闸延迟，可将这个仅发出警告的情况更改为先发出警告然后再给出报警。

故障诊断

如果在加速期间超过电动机转矩极限，则加速时间将被延长。

如果在减速期间超过发电机转矩极限，则减速时间将被延长。

如果在运行期间达到转矩极限，转矩极限可能会被提高。确保系统可以在更高的转矩下安全工作。

检查应用中的电动机电流是否过大。

警告/报警 13, 过电流

超过了逆变器峰值电流极限（约为额定电流的 200%）。该警告将持续 1.5 秒左右，随后变频器将跳闸，并且报警。冲击负载或高惯量负载的快速加速可能造成该故障。如果在加速期间加速很快，则在借能运行之后也可能出现该故障。如果选择了扩展机械制动控制，则可在外部将跳闸复位。

故障诊断

切断电源，然后检查电动机轴能否转动。

请检查电动机的型号是否与变频器匹配。

检查参数 1-20 到 1-25 中的电机数据是否正确。

报警 14, 接地故障

输出相通过电动机与变频器之间的电缆或电动机本身向大地放电。

故障诊断

请切断变频器电源，然后排除接地故障。

检查接地故障。方法是，用兆欧表测量电动机引线和电动机的对地电阻。

报警 15, 不兼容硬件

已安装选件无法与当前的控制板硬件或软件一起工作。

记录下述参数的值，然后与您的 Danfoss 供应商联系：

15-40 FC 类型

15-41 功率范围

15-42 电压

15-43 SWversion

15-45 类型代码字符串

15-49 控制卡软件标志

15-50 功率卡软件标志

15-60 安装的选件

15-61 选件软件版本（对于每个选件插槽）

报警 16, 短路

电动机或电动机线路中发生短路。

切断变频器电源，然后排除短路故障。

警告/报警 17, 控制字超时

变频器没有通讯。

只有当 8-04 控制字超时功能 未被设为 [0] 关时，此警告才有效。

如果 8-04 控制字超时功能 设为 [5] 停止并跳闸，变频器将先给出一个警告，然后减速至停止，随后给出报警。

故障诊断

检查串行通讯电缆上的连接。

增加 8-03 控制字超时时间

检查通讯设备的工作是否正常。

验证是否根据 EMC 要求执行了正确的安装。

报警 18, 启动失败

启动期间的速度在所允许的时间内（在 1-79 压缩机启动到跳闸的最长时间 中设置）未能超过 1-77 压缩机最大启动速度 [RPM]。这可能是由于电动机被阻塞造成的。

警告 23, 内部风扇故障

风扇警告功能是一个附加的保护功能，它检查风扇是否在运行或是否安装了风扇。在 14-53 风扇监测 中可以禁用此风扇警告（将其设为“[0] 禁用”）。

对于 D、E 和 F 机架滤波器，风扇的控制电压受到监视。

故障排除

检查风扇是否正常工作。

对风扇电源执行电源循环，并检查风扇在启动时是否会转动片刻。

检查散热片和控制卡上的传感器。

警告 24, 外部风扇故障

风扇警告功能是一个附加的保护功能，它检查风扇是否在运行或是否安装了风扇。在 14-53 风扇监测 中可以禁用此风扇警告（将其设为“[0] 禁用”）。

故障排除

检查风扇是否正常工作。

对风扇电源执行电源循环，并检查风扇在启动时是否会转动片刻。

检查散热片和控制卡上的传感器。

警告 25, 制动电阻器短路

在运行过程中会对制动电阻器进行监测。如果发生短路，制动功能将被禁用，并显示此警告。变频器仍可工作，但将丧失制动功能。请切断变频器的电源，然后更换制动电阻器（请参阅 2-15 制动检查）。

警告/报警 26, 制动电阻功率极限

传输给制动电阻器的功率的是按最近 120 秒钟运行时间内的平均值来计算的。该计算基于中间电路电压以及在 2-16 交流制动最大电流中设置的制动电阻值。此警告仅在驱散制动功率高于制动电阻功率的 90% 时才有效。如果在 2-13 制动功率监测中选择了 [2] 跳闸, 则当驱散制动功率达到 100% 时, 变频器将跳闸。

警告/报警 27, 制动斩波器故障

在运行过程中会对制动晶体管进行监测, 如果发生短路, 则会禁用制动功能, 并发出警告。变频器仍可运行, 但由于制动晶体管已短路, 因此即使制动电阻器已无效, 也将有大量功率传输给它。

请切断变频器电源, 然后拆除制动电阻器。

警告/报警 28, 制动检查失败

没有连接制动电阻器, 或者它无法正常工作。

检查 2-15 制动检查。

报警 29, 散热片温度

超过了散热片的最高温度。在温度未降到指定的散热片温度之前, 温度故障不会复位。跳闸和复位点因变频器的规格规格而异。

故障诊断

检查是否存在下述情况。

环境温度过高。

电动机电缆太长。

变频器上方和下方的气流间隙不正确。

变频器周围的气流受阻。

散热片风扇损坏。

散热片变脏。

报警 30, 电动机缺 U 相

变频器与电动机之间的电动机 U 相缺失。

请切断变频器电源, 然后检查电动机的 U 相。

报警 31, 电动机缺 V 相

变频器与电动机之间的电动机 V 相缺失。

切断变频器的电源, 然后检查电动机 V 相。

报警 32, 电动机缺 W 相

变频器与电动机之间的电动机 W 相缺失。

切断变频器电源, 然后检查电动机的 W 相。

报警 33, 充电故障

短时间内上电次数过多。让设备冷却到工作温度。

警告/报警 34, 现场总线通讯故障

通讯选件卡上的现场总线不能正常工作。

警告/报警 36, 主电源故障

只有当变频器的供电电压缺失并且 14-10 主电源故障未设成 [0] 无功能时, 此警告/报警才有效。检查变频器的熔断器及设备的主电源。

报警 38, 内部故障

发生内部故障时, 会显示表 9.43 定义的代号。

故障诊断

执行供电循环

检查选件是否正确安装

检查线路是否松脱

可能需要与您的 Danfoss 供应商或服务部门联系。记下代号, 以备进一步的故障排查之用。

编号	文本
0	串行端口无法初始化。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。
256-258	功率卡的 EEPROM 数据有问题或太旧。更换功率卡。
512-519	内部故障。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。
783	参数值超出最小/最大极限
1024-1284	内部故障。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。
1299	插槽 A 中的选件软件版本过旧
1300	插槽 B 中的选件软件版本过旧
1302	插槽 C1 中的选件软件版本过旧
1315	插槽 A 中的选件软件版本不受支持 (不允许)
1316	插槽 B 中的选件软件版本不受支持 (不允许)
1318	插槽 C1 中的选件软件版本不受支持 (不允许)
1379-2819	内部故障。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。
1792	DSP 的硬件复位
1793	电机推导参数未正确传输到 DSP
1794	加电时电源数据未正确传输到 DSP
1795	DSP 已接收到太多未知 SPI 报文
1796	RAM 复制出错
2561	更换控制卡
2820	LCP 堆栈溢出
2821	串行端口溢出
2822	USB 端口溢出
3072-5122	参数值超出了其极限
5123	插槽 A 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
5124	插槽 B 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
5125	插槽 C0 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
5126	插槽 C1 中的选件: 硬件与控制板硬件不兼容
5376-6231	内部故障。与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。

表 9.43 内部故障代号

报警 39, 散热传感器

散热片温度传感器无反馈。

功率卡无法获得来自 IGBT 热传感器的信号。问题可能出在功率卡、门驱动器卡或功率卡和门驱动器卡之间的带状电缆上。

警告 40, 数字输出端子 27 过载

检查与端子 27 相连的负载, 或拆除短路连接。检查 5-00 数字 I/O 模式和 5-01 端子 27 的模式。

警告 41, 数字输出端子 29 过载

检查与端子 29 相连的负载, 或拆除短路连接。检查 5-00 数字 I/O 模式和 5-02 端子 29 的模式。

警告 42, X30/6 或 X30/7 上的数字输出过载

对于 X30/6, 请检查与 X30/6 相连的负载, 或拆除短路连接。检查 5-32 端子 X30/6 数字输出 (MCB 101)。

对于 X30/7, 请检查与 X30/7 相连的负载, 或拆除短路连接。检查 5-33 端子 X30/7 数字输出 (MCB 101)。

报警 45, 接地故障 2

接地故障。

故障诊断

检查是否正确接地并且接地线路是否松脱。

检查线缆规格是否正确。

检查电动机电缆是否发生短路或存在泄漏电流。

报警 46, 功率卡电源

功率卡的电源超出范围。

功率卡上的开关模式电源 (SMPS) 产生 3 个电源: 24 V、5 V、+/- 18 V。当随 MCB 107 选件一起使用 24 V 直流供电时, 只会监视 24 V 和 5 V 电源。当使用三相主电源电压供电时, 所有 3 个供电电压都会被监视。

故障诊断

检查功率卡是否有问题。

检查控制卡是否有问题。

检查选件卡是否有问题。

如果使用了 24 V 直流电源, 请检查其供电是否正常。

警告 47, 24 V 电源故障

24 V DC 在功率卡上测量。外接 24 V DC 备用电源可能过载, 否则请与当地 Danfoss 供应商联系。

警告 48, 1.8 V 电源下限

控制卡上使用的 1.8 V 直流电源超出了所允许的限制。该电源在控制卡上测量。检查控制卡是否有问题。如果存在选件卡, 请检查是否发生过压情况。

警告 49, 速度极限

当速度不在 4-11 电机速度下限和 4-13 电机速度上限所指定的范围内时, 变频器将显示警告。当速度低于在 1-86 跳闸速度下限 [RPM] 中指定的极限时 (启动或停止时除外), 变频器将跳闸。

报警 50, AMA 调整失败

与 Danfoss 供应商或 Danfoss 服务部门联系。

报警 51, AMA 检查 U_{nom} 和 I_{nom}

电机电压、电机电流和电机功率的设置有误。检查参数 1-20 到 1-25 中的设置。

报警 52, AMA I_{nom} 过低

电动机电流过低。请检查这些设置。

报警 53, AMA 电动机过大

电动机太大, 无法执行 AMA。

报警 54, AMA 电动机过小

电动机太小, 无法执行 AMA。

报警 55, AMA 参数超出范围

电机的参数值超出可接受的范围。AMA 无法运行。

报警 56, AMA 被用户中断

用户中断了 AMA。

报警 57, AMA 内部故障

尝试重新启动 AMA。重复重启可能会使电动机过热。

报警 58, AMA 内部故障

请与 Danfoss 供应商联系。

警告 59, 电流极限

电流高于 4-18 电流极限所指定的值。确保参数 1-20 到 1-25 中的电机数据正确设置。电流极限可能被提高。确保系统可以在更高极限下安全工作。

警告 60, 外部互锁

一个数字输入信号表明在变频器外部存在故障状态。已向频率控制器发出外部互锁命令, 从而使其跳闸。清除外部故障状态。要继续正常运行, 请对设置为外部互锁的端子施加 24 V 直流电。将变频器复位。

警告 62, 输出频率极限

输出频率达到在 4-19 最大输出频率中设置的值。检查相关应用, 以确定原因。输出频率极限可能被提高。确保系统可以在更高输出频率下安全工作。当输出低于最大极限时, 警告便会消除。

警告/报警 65, 控制卡温度过高

控制卡的切断温度为 80 °C。

故障排除

- 检查环境温度是否在极限范围内
- 检查过滤器是否堵塞
- 检查风扇工作情况
- 检查控制卡

警告 66, 散热片温度低

变频器温度过低, 无法工作。该警告基于 IGBT 模块中的温度传感器。

提升设备的环境温度。此外, 也可以一旦在电机停止时便为变频器提供少许电流, 为此请设置 2-00 直流夹持/预热电流 (设为 5%) 和 1-80 停止功能。

报警 67, 选件模块配置已更改

自上次关机以来添加或移除了一个或多个选件。检查配置变化是否符合预期, 然后将设备复位。

报警 68, 安全停止已激活

已激活安全力矩停止功能。要恢复正常运行, 请对端子 37 施加 24 V 直流电, 然后通过总线、数字 I/O 或通过按 [Reset] (复位) 发送复位信号。

报警 69, 功率卡温度

功率卡上的温度传感器温度过高或过低。

故障诊断

检查环境温度是否在极限范围内。

检查过滤器是否堵塞。

检查风扇工作情况。

检查功率卡。

报警 70, FC 配置不合规

控制卡和功率卡不兼容。要检查兼容性, 请与供应商联系, 并提供设备铭牌上的类型代码和卡的部件号。

报警 71, PTC 1 安全停止

已从 PTC 热敏电阻卡激活安全转矩停止 MCB 112 (电动机过热)。如果 MCB 112 再次在端子 37 上施加 24 V 直流电源 (当电动机温度达到可接受的水平并且来自 MCB 112 的数字输入未被激活时), 则可以恢复正常运行。为此必须发送一个复位信号 (通过总线、数字 I/O 或通过按 [Reset] (复位))。

报警 72, 危险故障

安全转矩停止并跳闸锁定。出现意外的安全力矩停止命令组合:

- VLT PTC 热敏电阻卡启用了 X44/10, 但未启用安全停止。
- MCB 112 是使用安全力矩停止 (通过 5-19 端子 37 安全停止 中的选项 [4] 或 [5] 指定) 的唯一设备, 已激活安全力矩停止功能但未激活 X44/10。

报警 80, 变频器被初始化为默认值

手动复位后, 参数设置被初始化为默认设置。将设备复位可清除报警。

报警 92, 无流量

在系统中检测到无流量情况。22-23 无流量功能被设为发出报警。排查系统故障, 在消除故障后, 将变频器复位。

报警 93, 空泵

当变频器以高速工作时, 系统中的无流量情况可能表明空泵状态。22-26 空泵功能被设为发出报警。排查系统故障, 在消除故障后, 将变频器复位。

报警 94, 曲线结束

反馈低于给定值。这可能说明存在系统泄漏。22-50 曲线结束功能被设为发出报警。排查系统故障, 在消除故障后, 将变频器复位。

报警 95, 断裂皮带

转矩低于为无负载设置的转矩水平, 表明存在断裂的皮带。22-60 断裂皮带功能被设为发出警报。排查系统故障, 在消除故障后, 将变频器复位。

报警 96, 启动被延迟

由于短周期保护处于活动状态, 电动机启动被延迟。22-76 启动间隔被启用。排查系统故障, 在消除故障后, 将变频器复位。

警告 97, 停止被延迟

由于激活了短周期保护, 电动机的停止被延迟。22-76 启动间隔被启用。排查系统故障, 在消除故障后, 将变频器复位。

警告 98, 时钟故障

时间未设置或 RTC 时钟发生故障。在 0-70 日期和时间中重设时钟。

警告 200, 火灾模式

此警告表明变频器正在火灾模式下工作。一旦转出火灾模式, 该警告便会清除。请参阅报警记录中的火灾模式数据。

警告 201, 火灾模式处于活动状态

这表明频率控制器已转入火灾模式。对设备执行电源循环可消除警告。请参阅报警记录中的火灾模式数据。

警告 202, 超过了火灾模式极限

在火灾模式下工作时, 忽略了一个或多个在正常情况下本会导致设备跳闸的报警情况。在这种情况下工作时, 设备将无法享受质保服务。对设备执行电源循环可消除警告。请参阅报警记录中的火灾模式数据。

警告 203, 电动机丢失

当变频器控制多台电动机时, 检测到欠载情况。这可能说明电动机丢失。检查系统的工作是否正常。

警告 204, 转子被锁定

当变频器控制多台电动机时, 检测到过载情况。这可能说明转子被锁定。检查电动机的工作是否正常。

警告 250, 新备件

变频器中的组件被更换。要以正常模式运行, 请将变频器复位。

警告 251, 新类型代码

更换了功率卡或其他组件, 并且类型代码发生变化。通过复位可消除警告和恢复正常工作。

索引

A

AMA..... 118, 120, 173, 176

AWG..... 143

B

BACnet..... 67

C

CAV 系统..... 24

CE 合格声明和标志..... 11

Cos ϕ 补偿..... 20

D

DeviceNet..... 67

DU/dt 滤波器..... 63

E

EMC 指令 (2004/108/EC)..... 11

EMC 指令 2004/108/EC..... 11

EMC 测试结果..... 40

EMC 辐射..... 39

EMC 防范措施..... 127

ETR..... 105

I

IGVs..... 23

IP 21/类型 1 机箱套件..... 61

IP21/IP41/ 类型 1 机箱套件..... 61

IT 主电源..... 117

L

LCP..... 7, 8, 33, 60

M

MCT 31..... 113

Modbus RTU..... 133

Modbus 异常代码..... 136

Modbus 通讯..... 127

N

Ni1000 温度传感器..... 55

P

Profibus..... 67

Pt1000 温度传感器..... 55

R

RCD..... 9

RS-485..... 126

U

USB 连接..... 108

V

VAV..... 23

VVCplus..... 9

VVCplus 模式下的静态过载..... 47

—

一般规范..... 152

三

三给定值的 PID 控制器..... 24

中

中低功率机型的类型代码字符串..... 65

中央 VAV 系统..... 23

中间电路..... 47, 156, 157

串

串行通讯..... 116, 155

串行通讯端口..... 8

主

主泵..... 28

主电源..... 9

主电源断电..... 47

主电源电压..... 143, 147

主电源连接..... 102

二

二氧化碳传感器..... 24

产

产品定制软件..... 64

什

什么是“CE 合格声明和标志”？..... 11

传

传导辐射..... 0, 41

低

低压指令 (2006/95/EC)	11
低速运行时降容	165

供

供电电压	175
------------	-----

保

保护	12, 44
保护与功能	156
保持输出频率	140

公

公共供电网络	42
--------------	----

关

关于谐波辐射的一般问题	42
-------------------	----

冷

冷凝器泵	27
冷却塔鼓风机	25
冷却条件	80
冷却能力	165

制

制动	175
制动功率	8, 46
制动功能	46
制动电阻器	45, 75
制动电阻器计算	46
制动电阻器连线	46

前

前盖紧固力矩	78
--------------	----

功

功率因数	9
功率因数校正	20
功能代码	135

升

升高时间	157
------------	-----

协

协议概述	127
------------	-----

压

压力差	30
-----------	----

原

原理图	55
-----------	----

去

去耦板	86
-----------	----

参

参数值	136
参数号 (PNU)	130
参考值处理	36

反

反馈	175, 177
----------	----------

变

变送器/传感器输入	55
变频器支持的数据类型	131
变频器硬件设置	127
变频器设置	128
变频泵轮换接线图	124
变风量	23

可

可变 (平方) 转矩应用 (VT)	165
-------------------------	-----

启

启动/停止	119
启动/停止条件	125

回

回路鼓风机	23
-------------	----

在

在一年当中流量有变化	19
在低气压时降容	164

基

基本接线示例	109
--------------	-----

声

声源性噪音	156
-------------	-----

处		并	
处理说明.....	10	并排安装.....	80
复		应	
复位.....	173, 177	应用示例.....	22
外		建	
外接 24 V 直流电源.....	54	建筑物管理系统.....	55
多		建筑管理系统 (BMS) 使用.....	18
多个泵.....	30	开	
多区域控制.....	55	开关 S201、S202 和 S801.....	108
安		开环控制结构.....	31
安全关闭转矩.....	12	恒	
安全性要求.....	43	恒转矩应用 (CT 模式).....	165
安全接地.....	114	惯	
安全要求.....	76	惯性停车.....	140, 141
安全规定.....	10	惯性运动.....	7
安全说明.....	10	意	
安装在高海拔下.....	10	意外启动警告.....	10
安装外接 24 伏直流电源.....	107	手	
定		手动 PID 调整.....	38
定义.....	7	打	
定风量.....	24	打开输出.....	47
实		执	
实时时钟 (RTC).....	56	执行机构的输出.....	55
对		扩	
对流量和压力的可变控制.....	20	扩展状态字.....	172
射		扩展状态字 2.....	172
射频干扰滤波器开关.....	117	投	
屏		投资回收期.....	19
屏蔽/铠装.....	111	报	
屏蔽/铠装电缆.....	85	报文长度 (LGE).....	128
屏蔽控制电缆.....	116	报警/警告代码表.....	168
带		报警和警告.....	166
带 Modbus RTU 的 FC.....	128	报警字.....	170
平			
平衡压缩机.....	28		

挡

挡板..... 83

振

振动..... 12

接

接地..... 86, 113

接地漏电电流..... 114

接地环路..... 116

控

控制卡..... 173

控制卡, 10 V 直流输出..... 154

控制卡, 24 V 直流输出..... 154

控制卡, RS-485 串行通讯..... 153

控制卡, USB 串行通讯..... 155

控制卡性能..... 155

控制字..... 140

控制特性..... 154

控制电缆..... 110, 114, 116

控制端子..... 108

控制能力..... 30

支

支路保护..... 93

放

放电时间..... 10

效

效率..... 156

数

数字输入..... 152, 174

数字输入 - 端子 X30/1-4..... 51

数字输出..... 154

数字输出 - 端子 X30/5-7..... 51

文

文献..... 6

旁

旁路频率范围..... 25

时

时钟功能提供备用电池..... 55

星

星形/三角形启动器..... 20

智

智能逻辑控制..... 120

智能逻辑控制编程..... 120

更

更好的控制..... 20

本

本地（手动启动）和远程（自动启动）控制..... 33

本地速度确定..... 28

机

机械安装..... 80

机械尺寸..... 77

机械指令 (2006/42/EC)..... 11

极

极端运行条件..... 47

根

根据环境温度降低额定值..... 161

模

模拟 I/O 选件 MCB 109..... 55

模拟信号..... 173

模拟电压输入 - 端子 X30/10-12..... 51

模拟输入..... 8, 153, 173

模拟输入//输出选择..... 55

模拟输入端..... 8

模拟输出..... 153

模拟输出 - 端子 X30/5+8..... 51

正

正弦波滤波器..... 63, 88

比

比例法则..... 18

注

注意..... 10

- 泵
泵轮..... 27
- 流
流量表..... 28
- 漏
漏电断路器..... 117
- 点
点动..... 7, 140
- 热
热保护..... 6
热敏电阻..... 9
- 熔
熔断器..... 93, 175
- 版
版权声明、责任限制和修订权利..... 6
- 状
状态字..... 141
- 环
环境..... 155
- 现
现场总线连接..... 107
- 用
用于设置点输入..... 55
- 由
由变频器控制的鼓风系统..... 22
- 电
电位计参考值..... 120
电动机..... 156
电动机产生的过压..... 47
电动机保护..... 105
电动机参数..... 120
电动机峰值电压..... 157
电动机旋转..... 105
电动机旋转方向..... 105
电动机热保护..... 47, 103, 142
电动机电压..... 157
电动机电缆..... 103, 114
电动机输出..... 152
电动机铭牌..... 117
电动机额定速度..... 7
电压不平衡..... 173
电压水平..... 152
电机功率..... 176
电机数据..... 173, 176
电机电流..... 176
电机相位..... 47
电机连接..... 85
电气安装..... 108, 110
电气安装 - EMC 预防措施..... 114
电缆夹..... 114
电缆长度和横截面积..... 152
- 疑
疑难解答..... 166
- 直
直流制动..... 140
直流回路..... 173
直流总线连接..... 112
- 短
短路..... 174
短路（电动机相间短路）..... 47
- 空
空气湿度..... 11
- 突
突出优点 - 节能..... 18
- 符
符合 EMC 规范的电缆..... 116
- 系
系统状态和运行..... 124
- 索
索引 (IND)..... 130
- 继
继电器输出..... 154

继电器连接.....	92
继电器选件.....	52

编

编程.....	173
编程的最小频率设置.....	25
编程顺序.....	37

缩

缩略语.....	7
----------	---

缺

缺相.....	173
---------	-----

网

网络连接.....	126
-----------	-----

脉

脉冲启动/停止.....	119
脉冲输入.....	153

腐

腐蚀性环境.....	12
------------	----

自

自动电动机调整.....	3
自动电动机调整 (AMA).....	118

节

节流阀.....	27
节能.....	18, 19
节能比较.....	18

蒸

蒸发器低温.....	28
蒸发器流速.....	28

警

警告字.....	171
----------	-----

订

订购号.....	64
订购号:.....	72, 73, 74, 75
订购号: 谐波滤波器.....	69
订购号: 选件和附件.....	66

访

访问控制端子.....	106
-------------	-----

读

读取保持寄存器 (03 [十六进制]).....	138
--------------------------	-----

调

调整变频器的闭环控制器.....	38
------------------	----

谐

谐波测试结果 (辐射).....	42
谐波滤波器.....	69
谐波辐射要求.....	42

负

负载共享.....	112
-----------	-----

起

起步转矩.....	8
-----------	---

转

转动惯量.....	47
转矩特性.....	152

软

软件版本.....	6, 67
软启动器.....	20

辅

辅助泵.....	30
----------	----

辐

辐射性干扰.....	0, 41
辐射要求.....	40

输

输入端子.....	173
输出性能 (U, V, W).....	152
输出滤波器.....	63
输出电流.....	173

选

选件.....	52
选件和附件.....	49

通

通讯选件.....	175
通过自动调整确保性能.....	164
通风系统的闭环控制.....	37

铭

铭牌数据.....	117
-----------	-----

锁

锁定输出.....	7
-----------	---

闭

闭环 PID 控制示例.....	37
闭环控制结构.....	33

阀

阀门.....	23
---------	----

附

附件包.....	79
----------	----

震

震动.....	25
---------	----

顺

顺时针方向旋转.....	105
--------------	-----

额

额定电流.....	173
-----------	-----

高

高压测试.....	113
高级矢量控制.....	8



www.danfoss.com/drives

.....
Danfoss 对其目录、手册以及其它印刷资料可能出现的错误不负任何责任。Danfoss 保留未预先通知而更改产品的权利。该限制并适用于已订购但更改并不会过多改变已同意规格的货物。
本材料所引用的商标均为相应公司之财产。Danfoss 及 Danfoss 的标记均为 Danfoss A/S 之注册商标。全权所有。
.....

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
www.danfoss.com/drives

