MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

设计指南

VLT® AutomationDrive FC 301/302

0.25-75 kW

www.danfoss.com/drives

THE REAL DRIVE

目录

1 简介 8
1.1 本设计指南的目的 8
1.2 其他资源 8
1.3 缩略语、符号和约定 8
1.4 定义 9
1.5 文档和软件版本 10
1.6 法规遵从性 10
1.6.1 CE 标志 10
1.6.1.1 低电压指令 10
1.6.1.2 EMC 指令 10
1.6.1.3 机械指令 10
1.6.2 符合 UL 10
1.6.3 符合 C-tick 标准 10
1.6.4 符合海运标准 10
1.7 处理说明 11
1.8 安全性 11

2 安全性 12
2.1 安全符号 12
2.2 具备资质的人员 12
2.3 安全事项 12

3 基本操作原理 14
3.1 一般信息 14
3.2 操作说明 14
3.3 操作顺序 14
3.3.1 整流器部分 14
3.3.2 中间部分 14
3.3.3 逆变器部分 14
3.3.4 制动选件 14
3.3.5 负载共享 15
3.4 控制接口 15
3.5 接线示意图 16
3.6 控制 18
3.6.1 控制原理 18
3.6.2 FC 301 vs. FC 302 控制原理 19
3.6.3 VVCplus 下的控制结构 20
3.6.4 无传感器磁通量中的控制结构 （仅限 FC 302 ） 21
3.6.5 带电动机反馈的磁通量中的结构（仅限 FC 302） 22

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

3.6.6 PID 23
3.6.6.1 速度 PID 控制 23
3.6.6.2 调整 PID 速度控制 25
3.6.6.3 过程 PID 控制 25
3.6.6.4 高级 PID 控制 27
3.6.7 VVCplus 模式下的内部电流控制 27
3.6.8 本地（手动启动）和远程（自动启动）控制 27
3.7 参考值处理 28
3.7.1 参考值 28
3.7.2 参考值极限 30
3.7.3 预置参照值和总线反馈值的标定 30
3.7.4 模拟和脉冲参照值和反馈值标定 31
3.7.5 零周围的死区 31
4 产品功能 35
4.1 自动运行功能 35
4.1.1 短路保护 35
4.1.2 过电压保护 35
4.1.3 电动机缺相检测 35
4.1.4 主电源相位不平衡检测 35
4.1.5 打开输出 35
4.1.6 过载保护 36
4.1.7 转子堵转保护 36
4.1.8 自动降容 36
4.1.9 自动能量优化 36
4.1.10 自动切换频率调制 36
4.1.11 高载波频率自动降容。 36
4.1.12 功率波动性能 36
4.1.13 共振衰减 36
4.1.14 温控风扇 36
4.1.15 符合 EMC 标准 37
4.1.16 控制端子的高低压绝缘 37
4.2 自定义应用功能 37
4.2.1 电动机自动整定 37
4.2.2 电动机热保护 37
4.2.3 主电源断电 37
4.2.4 内置 PID 控制器 38
4.2.5 自动重启 38
4.2.6 飞车启动 38
4.2.7 降低速度时的满转矩 38
4.2.8 频率旁路 38

4.2.9 电动机预热 38
4.2.10 4 种可编程菜单 38
4.2.11 动态制动 38
4.2.12 开环机械制动控制 38
4.2.13 闭环机械制动控制/起重机械制动 39
4.2.14 智能逻辑控制 (SLC) 41
4.2.15 安全转矩关断 41
4.3 Danfoss VLT® FlexConcept® 42

5 《系统集成》 43
5.1 环境工作条件 43
5.1.1 湿度 43
5.1.2 温度 43
5.1.3 温度和冷却 43
5.1.4 手工降容 43
5.1.4.1 低速运行时降容 43
5.1.4.2 在低气压时降容 44
5.1.5 声源性噪音 45
5.1.6 振动与冲击 45
5.1.7 腐蚀性环境 45
5.1.7.1 气体 45
5.1.7.2 粉尘暴露 46
5.1.7.3 潜在爆炸环境 46
5.1.8 维护 46
5.1.9 存放 46
5.2 关于 EMC 的一般问题 47
5.2.1 EMC 测试结果 48
5.2.2 辐射要求 49
5.2.3 抗扰性要求 49
5.2.4 电机绝缘 50
5.2.5 电机轴承电流 51
5.3 主电源干扰/谐波 51
5.3.1 谐波在配电系统中的影响 51
5.3.2 谐波抑制标准和要求 52
5.3.3 谐波抑制 52
5.3.4 谐波计算 52
5.4 高低压绝缘 (PELV) 53
5.4.1 PELV - 保护性超低压 53
5.5 制动功能 53
5.5.1 制动电阻器的选择 53

6 产品规范 56
6.1 电气数据 56
6.1.1 主电源 200-240 V 56
6.1.2 主电源电压 380-500 V 58
6.1.3 主电源 525-600 V（仅限 FC 302） 61
6.1.4 主电源 525-690 V（ 仅限 FC 302） 64
6.2 一般规范 66
6.2.1 主电源 66
6.2.2 电机输出和电机数据 66
6.2.3 环境条件 67
6.2.4 电缆规格 67
6.2.5 控制输入/输出和控制数据 67
6.2.6 根据环境温度降低额定值 71
6.2.6.1 根据环境温度的降容 - 机箱类型 A 71
6.2.6.2 根据环境温度降容 - 机箱类型 B 71
6.2.6.3 根据环境温度降容 - 机箱类型 C 74
6.2.7 dU/dt 测试的测量值 76
6.2.8 效率 79
6.2.9 声源性噪音 79

7 如何订购 80
7.1 产品定制软件 80
7.1.1 类型代码 80
7.1.2 语言 82
7.2 订购号 83
7.2.1 选件和附件 83
7.2.2 备件 85
7.2.3 附件包 85
7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301 86
7.2.5 FC 302 的制动电阻器 89
7.2.6 其它扁平式制动电阻器 93
7.2.7 谐波滤波器 94
7.2.8 正弦波滤波器 96
7.2.9 dU/dt 滤波器 98

8 机械安装 100
8.1 安全性 100
8.2 机械尺寸 101
8.2.1 机械安装 103
8.2.1.1 间隙 103

8.2.1.2 墙面安装 103

9 电气安装 105

9.1 安全性 105

9.2 电缆 105

9.2.1 紧固力矩 106

9.2.2 入口孔 107

9.2.3 完成连接后紧固盖板 110

9.3 主电源接线 111

9.3.1 熔断器和断路器 115

9.3.1.1 熔断器 115

9.3.1.2 建议 115

9.3.1.3 符合 CE 标准 115

9.3.1.4 符合 UL 119

9.4 电机连接 124

9.5 接地泄漏电流保护 126

9.6 附加连接 128

9.6.1 继电器 128

9.6.2 断路器和接触器 129

9.6.3 负载共享 129

9.6.4 制动电阻器 130

9.6.5 PC 软件 130

9.6.5.1 MCT 10 130

9.6.5.2 MCT 31 130

9.6.5.3 谐波计算软件 (HCS) 131

9.7 其它电动机信息 131

9.7.1 电机电缆 131

9.7.2 多台电动机的连接 131

9.8 安全性 133

9.8.1 高压测试 133

9.8.2 EMC 接地 133

9.8.3 符合 ADN 规范的安装 133

10 应用示例 134

10.1 常用应用 134

10.1.1 闭环变频器系统 139

10.1.2 转矩极限和停止的编程 139

10.1.3 速度控制的编程 140

11 选件和附件 141

11.1 通讯选件 141

11.2 I/O、反馈和安全选件 141
11.2.1 VLT® 通用 I/O 模块 MCB 101 141
11.2.2 VLT® 编码器选件 MCB 102 143
11.2.3 VLT® 解析器选件 MCB 103 145
11.2.4 VLT® 继电器卡 MCB 105 147
11.2.5 VLT® 安全 PLC 接口选件 MCB 108 149
11.2.6 VLT® PTC 热敏电阻卡 MCB 112 150
11.2.7 VLT® 扩展继电器卡 MCB 113 151
11.2.8 VLT® 传感器输入选件 MCB 114 153
11.2.9 VLT® 安全选件 MCB 15x 154
11.2.10 VLT® C 选件适配器 MCF 106 158
11.3 运动控制选件 158
11.4 附件 160
11.4.1 制动电阻器 160
11.4.2 正弦波滤波器 160
11.4.3 dU/dt 滤波器 160
11.4.4 共模滤波器 160
11.4.5 谐波滤波器 160
11.4.6 IP21/类型 1 机箱套件 160
11.4.7 LCP 远程安装套件 163
11.4.8 A5、B1、B2、C1 和 C2 型机箱的安装托架 164

12 RS-485 安装和设置 166
12.1 安装和设置 166
12.1.1 概述 166
12.2 网络连接 167
12.3 总线终接 167
12.4 RS-485 安装和设置 167
12.5 FC 协议概述 167
12.6 网络配置 168
12.7 FC 协议消息帧结构 168
12.7.1 字符（字节）的内容 168
12.7.2 报文结构 168
12.7.3 报文长度 (LGE) 168
12.7.4 变频器地址 (ADR) 168
12.7.5 数据控制字节 (BCC) 168
12.7.6 数据字段 169
12.7.7 PKE 字段 170
12.7.8 参数号 (PNU) 170
12.7.9 索引 (IND) 170

12.7.10 参数值 (PWE) 170
12.7.11 支持的数据类型 171
12.7.12 转换 171
12.7.13 过程字 (PCD) 171
12.8 示例 171
12.8.1 写入参数值 171
12.8.2 读取参数值 172
12.9 Modbus RTU 概述 172
12.9.1 前提条件 172
12.9.2 用户应具备的知识 172
12.9.3 Modbus RTU 概述 172
12.9.4 带有 Modbus RTU 的变频器 173
12.10 网络配置 173
12.11 Modbus RTU 消息帧结构 173
12.11.1 带有 Modbus RTU 的变频器 173
12.11.2 Modbus RTU 消息结构 173
12.11.3 启动/停止字段 174
12.11.4 地址字段 174
12.11.5 功能字段 174
12.11.6 数据字段 174
12.11.7 CRC 检查字段 174
12.11.8 线圈寄存器编址 174
12.11.9 如何控制变频器 175
12.11.10 Modbus RTU 支持的功能代码 175
12.11.11 Modbus 异常代码 176
12.12 如何访问参数 176
12.12.1 参数处理 176
12.12.2 数据存储 176
12.12.3 IND（索引） 176
12.12.4 文本块 176
12.12.5 转换因数 176
12.12.6 参数值 176
12.13 Danfoss FC 控制协议 177
12.13.1 控制字符合 FC 协议（*8-10 控制行规* = FC 协议） 177
12.13.2 状态字符合 FC 协议 (STW)（*8-10 控制行规* = FC 协议） 178
12.13.3 总线速度参考值 179
12.13.4 同 PROFIdrive 结构对应的控制字 (CTW) 180
12.13.5 符合 PROFIdrive 协议的状态字 (STW) 181

索引 183

1

1 简介

1.1 本设计指南的目的

本设计指南提供了将变频器集成到各种应用中所需的信息。

VLT® 为注册商标。

1.2 其他资源

此外还可以利用其他资源来了解变频器的操作、编程和指令合规性。

- 本*《操作手册》*提供与变频器的安装和启动有关的详细信息。
- *《编程指南》*更详细地介绍了如何使用参数，并且提供了许多应用示例。
- *《VLT® 安全转矩关断操作手册》*介绍如何在 Danfoss 功能安全应用中使用变频器。
- 此外还可以从 Danfoss 获得补充资料和手册。请参阅 *danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm* 中的列表。
- 此外还有一些可能会改变这些资料中所介绍的某些信息的可选设备。有关特定要求，请务必查看选件随附的手册。

请与 Danfoss 供应商联系或访问 *www.danfoss.com* 了解其它信息。

1.3 缩略语、符号和约定

约定

数字列表用于表示过程。
符号列表用于表示其他信息和插图说明。
斜体文本用于表示

- 交叉引用
- 链接
- 脚注
- 参数名称、参数组名称、参数选项

60° AVM	60° 异步矢量调制
A	安培/AMP
AC	交流电
AD	空气放电
AI	模拟输入
AMA	电动机自动整定
AWG	美国线规
°C	摄氏度
CD	恒定放电
CM	通用模式
CT	恒定转矩
DC	直流电
DI	数字输入
DM	差分模式
D-TYPE	取决于变频器
EMC	电磁兼容性
ETR	电子热敏继电器
f_{JOG}	激活点动功能时的电动机频率
f_M	电动机频率
f_{MAX}	变频器在其输出上施加的最大输出频率
f_{MIN}	来自变频器的最低电动机频率
$f_{M,N}$	额定电机频率
FC	变频器
g	克
Hiperface®	Hiperface® 是 Stegmann 的注册商标
hp	马力
HTL	HTL 编码器 (10-30 V) 脉冲 - 高电压晶体管逻辑
Hz	赫兹
I_{INV}	逆变器额定输出电流
I_{LIM}	电流极限
$I_{M,N}$	额定电机电流
$I_{VLT,MAX}$	最大输出电流
$I_{VLT,N}$	变频器提供的额定输出电流
kHz	千赫兹
LCP	本地控制面板
低位 (lsb)	最小有效位
m	米
mA	毫安
MCM	Mille Circular Mil
MCT	运动控制工具
mH	毫亨电感
min	分钟
ms	毫秒
高位 (msb)	最大有效位
η_{VLT}	变频器效率被定义为输出功率和输入功率的比值
nF	毫微法
NLCP	数字式本地控制面板
Nm	牛顿米

n_s	电机同步速度
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
$P_{br,cont.}$	制动电阻器的额定功率（持续制动过程中的平均功率）
PCB	印刷电路板
PCD	过程数据
PELV	保护性超低压
P_m	变频器高过载时的额定输出功率
$P_{M,N}$	额定电机功率
PM 电动机	永磁电动机
过程 PID	PID 调节器可维持所需的速度、压力、温度等
$R_{br,nom}$	额定电阻器阻值，可确保电动机轴上的制动功率达到 150/160% ，且持续 1 分钟
RCD	漏电断路器
再生	反馈端子
R_{min}	变频器所允许的最小制动电阻器阻值
RMS	平方根
RPM	每分钟转数
R_{rec}	制动电阻器的电阻值和阻抗
s	秒
SFAVM	定子磁通定向的异步矢量调制
STW	状态字
SMPS	电源切换模式
THD	总谐波失真
T_{LIM}	转矩极限
TTL	TTL 编码器 (5 V)脉冲- 晶体管逻辑
$U_{M,N}$	额定电机电压
V	伏特
VT	可变转矩
VVC^{plus}	电压矢量控制

表 1.1 缩略语

本文档中使用了下述符号：

⚠警告

表明某种潜在危险情况，将可能导致死亡或严重伤害。

⚠小心

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。

注意

表示重要信息，包括可能导致设备或财产损坏的情况。

1.4 定义

惯性停车
电动机主轴处于自由模式。电动机上无转矩。

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

CT 特性
恒转矩特性，用于所有应用中
（如传送带、容积泵和起重机）。

正在初始化
如果执行初始化 （*14-22 工作模式*），变频器将恢复为默认设置。

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

菜单
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。

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 是一系列用户定义操作，当这些操作所关联的用户定义事件被智能逻辑控制器判断为“真”时，
将执行这些操作。（参数组 *13-** 智能逻辑。*

FC 标准总线
包括使用 FC 协议或 MC 协议的 RS-485。
参阅 *8-30 协议.*

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跳闸。

VT 特性
可变转矩特性用于泵和鼓风机。

1

功率因数
有效功率因数 (lambda) 考虑了所有的谐波并始终小于功率因数 (cosphi) ，后者仅考虑电流和电压的第一个谐波。

$$\cos\varphi = \frac{P[\mathrm{kW}]}{P[\mathrm{kVA}]} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\varphi}{U\lambda \times I\lambda}$$

Cosphi 也称为位移功率因数。

lambda 和 cosphi 在*章 6.2.1 主电源*中均用于说明 Danfoss VLT® 变频器。

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。

此外，功率因数越高，表明不同的谐波电流越小。
所有 Danfoss 变频器的直流回路中都带有内置直流线圈，目的是获得较高的功率因数并减少主电源中的总谐波失真。

1.5 文档和软件版本

我们将对本手册定期进行审核和更新。欢迎所有改进建议。*表 1.2* 列出了文档版本和相应的软件版本。

版本	备注	软件版本
MG33BFxx	替代 MG33BExx	6.72

表 1.2 文档和软件版本

1.6 法规遵从性

变频器按照本部分所述的指令要求进行设计。

1.6.1 CE 标志

CE 标志 (Communauté européenne) 表示该产品制造商遵守所有适用的 EU 指令。变频器设计和生产所适用的 3 个 EU 指令分别为低电压指令、 EMC 指令和（针对具有集成安全功能的装置）机械指令。

CE 标志旨在消除 ECU 中 EC 和 EFTA 成员国之间自由贸易的技术壁垒。CE 标志并不监管产品的质量。从 CE 标志中无法获得技术规格信息。

1.6.1.1 低电压指令

变频器被归类为电子元件，根据低电压指令必须贴有 CE 标志。该指令适用于电压范围为 50 - 1000 V 交流和 75 - 1600 V 直流的所有电气设备。

该指令规定，设备设计必须确保设备在正确安装、维护和按预期方式使用情况下不会危及人员和家畜的安全和健康并保护财产。DanfossCE 标志符合低电压指令，并根据要求提供符合标准声明。

1.6.1.2 EMC 指令

电磁兼容性 (EMC) 表示设备之间的电磁干扰不会影响它们的性能。EMC 指令 2004/108/EC 的基本保护要求规定，产生电磁干扰 (EMI) 或其运行可能受 EMI 影响的设备在设计时必须限制电磁干扰的产生，并且在正确安装、维护和按预期方式使用情况下应具备适度的抗电磁干扰等级。

变频器可用作独立设备或更复杂安装的组成部分。独立使用或作为系统组成部分的设备必须带有 CE 标志。系统不一定带有 CE 标志，但必须符合 EMC 指令的基本保护要求。

1.6.1.3 机械指令

变频器被归类为电子元件，受低电压指令管制，但具有集成安全功能的变频器必须遵守机械指令 2006/42/EC。无安全功能的变频器无需遵守机械指令。如果将变频器集成到机械系统， Danfoss 提供了与变频器相关的安全方面信息。

机械指令 2006/42/EC 涵盖由一组互相连接的部件或设备（其中至少一个部件或设备可进行机械运动）组成的机器。该指令规定，设备设计必须确保设备在正确安装、维护和按预期方式使用情况下不会危及人员和家畜的安全和健康并保护财产。

将变频器用于至少有一个活动部件的机器时，机器制造商必须提供声明，说明遵守所有相关法规和安全措施。DanfossCE 标志遵守具有集成安全功能的变频器的机械指令，并按要求提供符合标准声明。

1.6.2 符合 UL

UL 认证

图 1.1 UL

注意

机箱类型为 T7 的变频器 (525-690 V) 未通过 UL 认证。

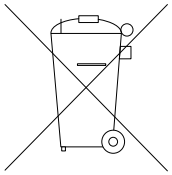
变频器符合 UL508C 热记忆保留要求。有关详细信息，请参阅设计指南中的“电动机热保护”部分。

1.6.3 符合 C-tick 标准

1.6.4 符合海运标准

有关遵守与国际内陆水道运输危险货物相关的欧洲协议 (ADN)，请参阅 *章 9.8.3 符合 ADN 规范的安装*。

1.7 处理说明



装有电子元件的设备不能同生活垃圾一起处理。
必须按照地方和现行法规单独回收。

表 1.3 处理说明

1.8 安全性

变频器包含高压组件，如果操作不当，可能会带来致命伤害。只有经过培训的技术人员才能安装和操作本设备。进行任何修理工作前，必须先断开变频器电源，然后等待指定的时间长度以便存储的电能耗散。

请参阅设备随附以及在线提供的《*操作手册*》，了解：

- 放电时间和
- 详细的安全说明和警告

必须严格遵守安全注意事项和通知以安全操作变频器。

2 安全性

2

2.1 安全符号

本文档中使用了下述符号：

⚠警告

表明某种潜在危险情况，将可能导致死亡或严重伤害。

⚠小心

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。

注意

表示重要信息，包括可能导致设备或财产损坏的情况。

2.2 具备资质的人员

要实现变频器的无故障和安全运行，必须保证正确可靠的运输、存放、安装、操作和维护。仅允许具备资质的人员安装或操作本设备。

具备资质的人员是指经过培训且经授权按照相关法律和法规安装、调试和维护设备、系统和电路的人员。此外，该人员还必须熟悉本文档中所述的说明和安全措施。

2.3 安全事项

⚠警告

高电压

变频器与交流主电源输入线路相连时带有高电压。如果执行安装、启动和维护工作的人员缺乏资质，将可能导致死亡或严重伤害。

- **安装、启动和维护工作只能由具备资质的人员来完成。**

⚠警告

意外启动

变频器接通交流主电源时，电动机可能会随时启动，从而导致死亡、重伤以及设备或财产损坏的风险。 可通过外部开关、串行总线命令、LCP 输入参考信号或消除某个故障状况启动电动机。

1. **为保证人身安全而必须避免电动机意外启动时，请将变频器与主电源断开。**
2. **设置参数之前，按 LCP 上的 [Off]（停止）。**
3. **当变频器连接到交流主电源时，变频器、电动机和任何驱动设备都必须处于运行就绪状态。**

⚠警告

放电时间

即使变频器未上电，变频器直流回路的电容器可能仍有电。如果切断电源后在规定的时间结束之前就执行维护或修理作业，可能导致死亡或严重伤害。

1. **停止电动机。**
2. **断开交流主电源、永磁电动机、远程直流电源（包括备用电池）、UPS 以及与其它变频器的直流回路连接。**
3. **请等电容器完全放电后，再执行维护或修理作业。等待时间在*表 2.1* 中指定。**

电压 [V]	最短等待时间（9 分钟）		
	4	7	15
200-240	0.25-3.7 kW		5.5-37 kW
380-500	0.25-7.5 kW		11-75 kW
525-600	0.75-7.5 kW		11-75 kW
525-690		1.5-7.5 kW	11-75 kW
即使警告指示灯熄灭，也可能存在高压。			

表 2.1 放电时间

⚠警告

漏电电流危险

漏电电流超过 3.5 mA。如果不将变频器正确接地，将可能导致死亡或严重伤害。

- **由经认证的电气安装商确保设备正确接地。**

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

⚠警告

设备危险

接触旋转主轴和电气设备可能导致死亡或严重伤害。

- 确保只有经过培训且具备资质的人员才能执行安装、启动和维护工作。
- 确保所有电气作业均符合国家和地方电气法规。
- 按照本手册中的过程执行。

⚠小心

自由旋转

永磁电动机意外旋转会导致人身伤害和设备损坏。

- 确保阻挡永磁电动机以防意外旋转。

⚠小心

内部出现故障时可能存在危险

未正确关闭变频器时，可能会导致人身伤害。

- 应用电源之前，确保所有安全盖板安装到位且牢靠固定。

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

3 基本操作原理

3.1 一般信息

本章概述了变频器的主要单元和电路， 目的在于描述内部电气和信号处理功能， 此外还说明了内部控制结构。

本章还描述了可用于设计具有先进控制和状态报告性能的强健操作系统的自动和可选变频器功能。

3.2 操作说明

变频器向标准三相感应式电动机提供经调节的交流主电源，从而控制电动机的速度。变频器向电动机提供可变频率和电压。

变频器分为四个主要模块。

- 整流器
- 中间电路
- 逆变器
- 控制和调节

在 *章 3.3 操作顺序*中更详细地介绍了这些模块，并说明电源和控制信号在变频器内部的输送方式。

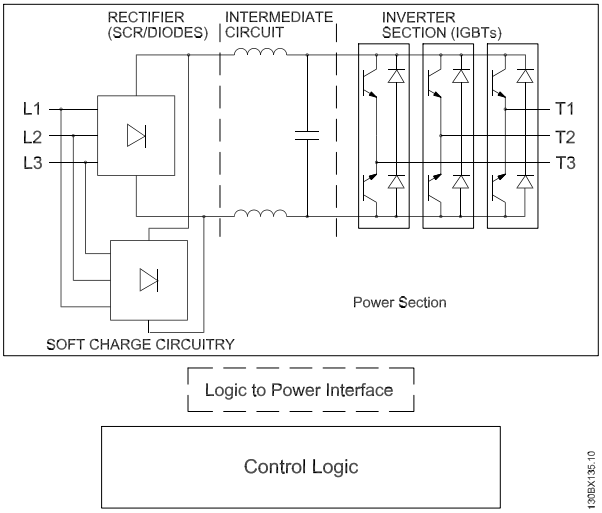


图 3.1 内部控制逻辑

3.3 操作顺序

3.3.1 整流器部分

为变频器通电时，电力首先经过输入端子（L1、L2、L3），然后到达断路器和/或 RFI 选件（取决于设备的配置）。

3.3.2 中间部分

电压在经过整流器部分后，便会到达中间部分。整流电压通过由直流总线感应器和直流总线电容器组组成的正弦波滤波器电路进行平抑。

直流总线感应器提供用于改变电流的串联阻抗。这有助于滤波过程，同时可以减小整流器电路在通常情况下固有的交流输入电流波形的谐波失真。

3.3.3 逆变器部分

在逆变器部分，一旦提供了运行命令和速度参考值， 则 IGBT 开始进行切换，从而形成输出波形。该波形根据 Danfoss VVC^{plus} PWM 原理在控制卡上生成， 可提供最佳性能并最大限度减小电动机中的损耗。

3.3.4 制动选件

配备动态制动选件的变频器含有制动 IGBT 以及用于连接外部制动电阻器的端子 81(R-) 和 82(R+)。

制动 IGBT 的功能是限制中间电路中的电压，以防超过电压上限。为此，它会根据需要将安装在外部的电阻器接入直流总线上来，以分担总线电容器上存在的过高直流电压。过高的直流总线电压通常来源于会使再生能量返回直流总线的牵引负载。例如，当负载驱动电动机时就会造成电压返回到直流总线电路的情况。

将制动电阻器外置有以下优点：根据应用需求选择该电阻器；在控制面板外部耗散能量；防止变频器由于制动电阻器过载而过热。

制动 IGBT 门信号从控制卡上发出，然后通过功率卡和门驱动器卡发送到制动 IGBT。此外，功率卡和控制卡还监视制动 IGBT 和制动电阻器连接，以防发生短路和过载。

3.3.5 负载共享

带有内置负载共享选件的设备含有端子 89 (+) DC 和 88 (-) DC。在变频器内，这些端子被连接到直流回路电抗器和总线电容前面的直流总线。

在使用负载共享端子时可以采用 2 种不同配置。

一种方法是用这些端子将多台变频器的直流总线电路连接到一起。这使处于发电模式的装置能够与运行电动机的另一装置共同分担其过高的总线电压。以这种方式进行负载共享可减少对外部动态制动电阻器的需求，同时还实现节能。从理论上来说，可以通过这种方式连接任意多的变频器，但是所有装置必须具有相同的电压额定值。此外，根据变频器的规格和数量，可能必须在直流回路连接中安装直流电抗器和直流熔断器，并在主电源中安装交流电抗器。尝试这样的配置时需要考虑具体事项，并且应首先咨询 Danfoss 应用工程部门。

第二种方法用专门的直流电源为变频器供电。情况要略微复杂一些。首先是需要一个直流电源。其次，还需要采取一种在通电时对直流总线进行软充电的方法。最后，需要通过电压源为装置内的风扇供电。同样，在尝试这样的配置时应首先咨询 Danfoss 应用工程部门。

3.4 控制接口

3.4.1 控制原理

变频器接收几个来源的控制输入。

- 本地控制面板 (手动模式)
- 可编程模拟、数字和模拟/数字控制端子（自动模式）
- RS-485、USB 或串行通讯端口（自动模式）

接线和正确编程时，控制端子向变频器提供反馈、参考值和其它输入信号； 变频器的输出状态和故障状态、操作辅助设备的继电器和串行通讯接口。此外还提供 24 V 通用电压。可通过装置前端的本地控制面板 (LCP) 或外接来源选择参数选项，从而对控制端子进行各种功能编程。大多数控制线路都是客户提供的，除非在出厂前订购。

3

3.5 接线示意图

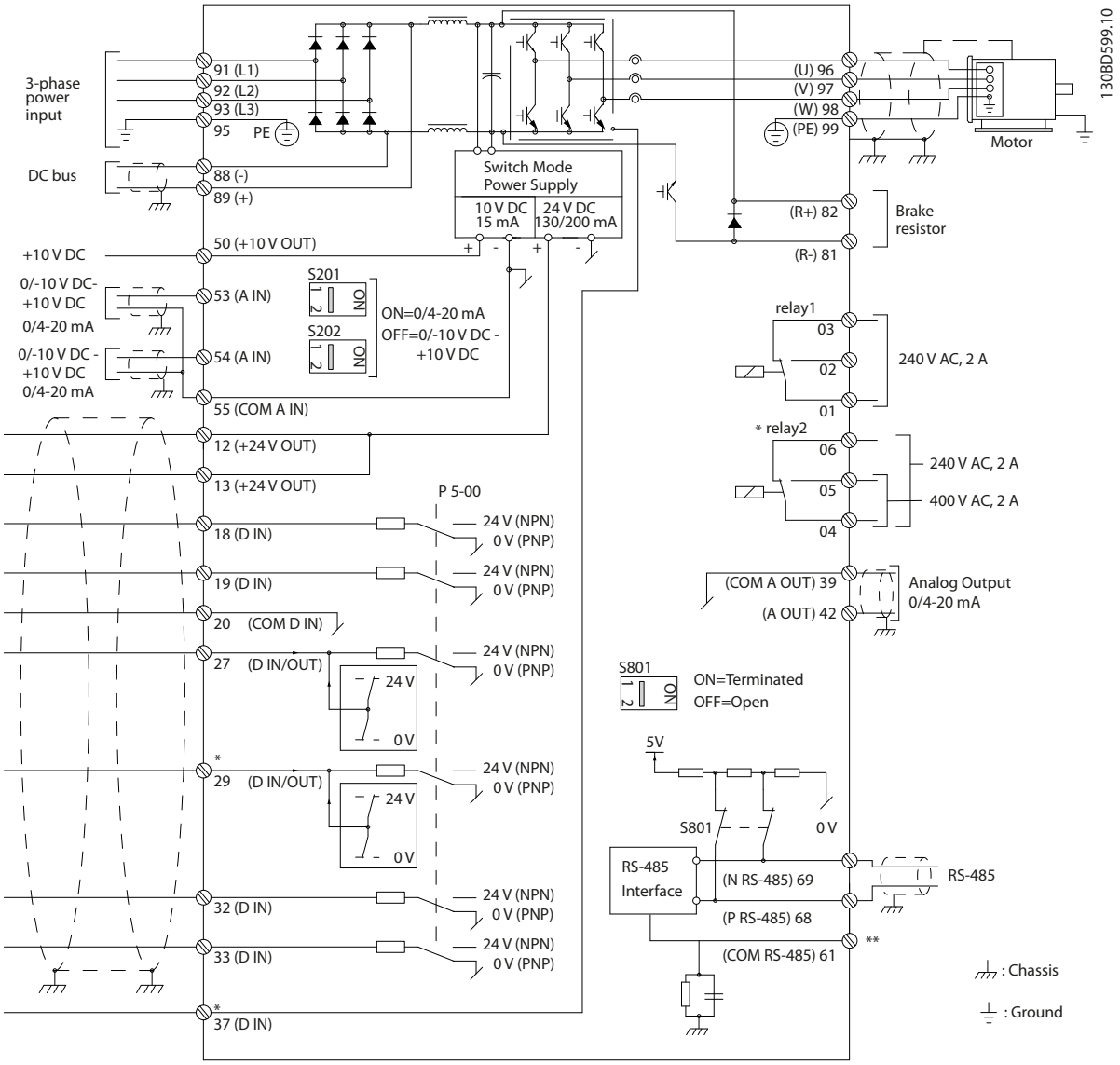
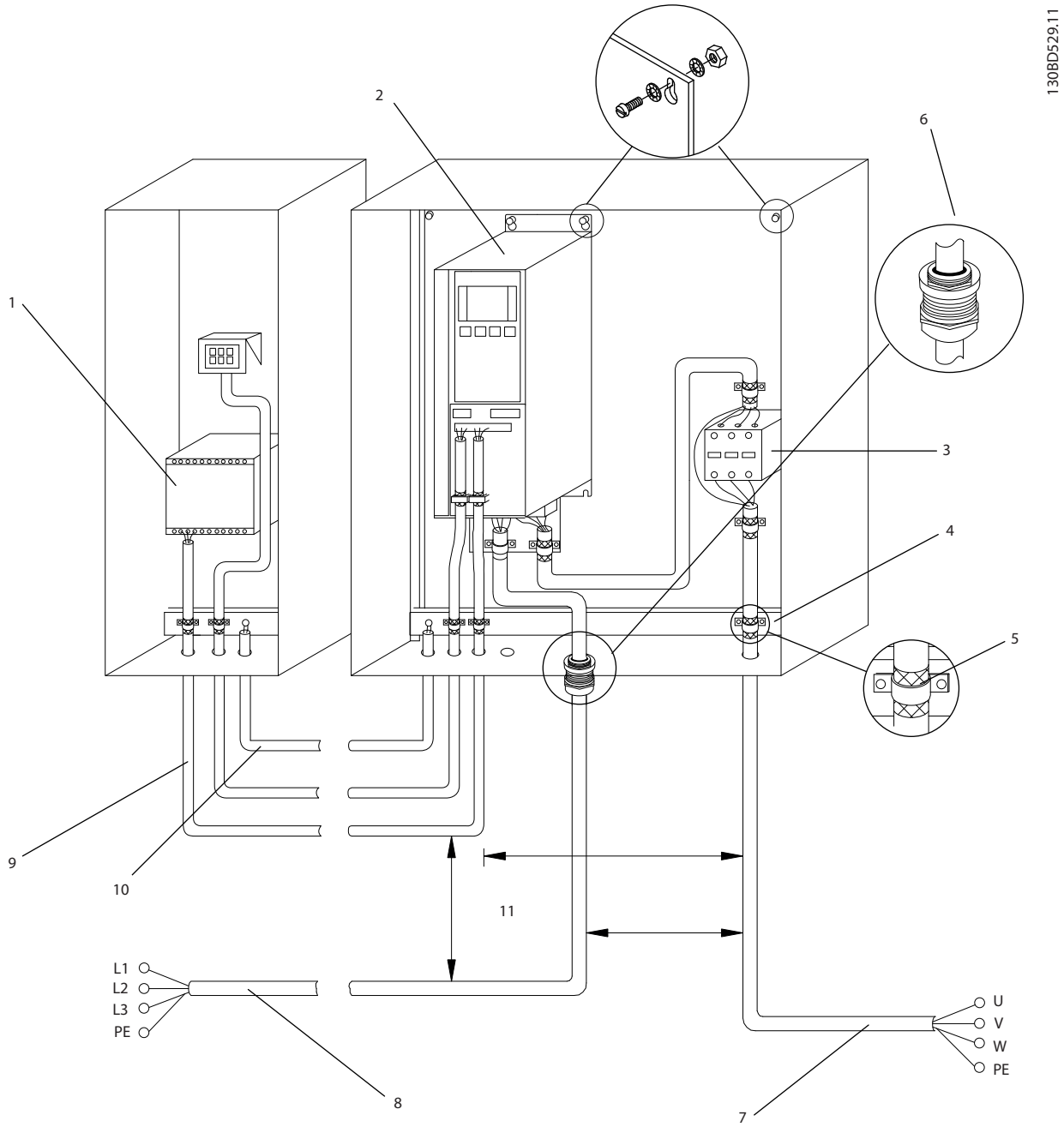


图 3.2 基本接线示意图

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 *VLT® 变频器的安全转矩关断操作手册*。FC 301 中未提供端子 37 （A1 型机箱除外）。继电器 2 和端子 29 在 FC 301 中不起作用。

**请勿连接电缆屏蔽层。



1	PLC	7	电机、3 相和 PE（屏蔽型）
2	变频 器	8	主电源、3 相和强化 PE（未屏蔽型）
3	输出接触器	9	控制接线（屏蔽型）
4	电缆夹	10	电位均衡最小 16 平方毫米（0.025 平方英寸）
5	电缆 绝缘层（已剥开）	11	控制电缆、电动机电缆和主电源电缆之间的间隙：最小 200mm
6	电缆密封管		

图 3.3 符合 EMC 规范的电气连接

有关 EMC 的详细信息，请参阅 *章 4.1.15 符合 EMC 标准*。

注意

EMC 干扰

对电机线路和控制线路使用屏蔽电缆，对输入电源、电机线路和控制线路使用单独电缆。 如果未隔离电源、电机和控制电缆，将可能导致意外操作或降低性能。电源、电动机和控制电缆之间的间隙至少为 200 mm (7.9 in) 。

3.6 控制

3.6.1 控制原理

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

电动机的电压/电流和频率均可变，从而可对三相标准异步电动机和永久磁化电动机进行变速控制。

变频器可以控制电机主轴的速度或转矩。控制类型取决于对 *1-00 配置模式* 的设置。

速度控制

速度控制有 2 种类型：

- 开环速度控制，此模式不需要来自电动机的任何反馈（无传感器）。
- 速度闭环 PID 控制要求向某个输入提供速度反馈。同开环速度控制相比，经过适当优化的闭环速度控制将具有更高的精确性。

在 *7-00 速度 PID 反馈源* 中可选择用作速度 PID 反馈的输入。

转矩控制

转矩控制功能用于下述应用：电动机输出轴上的转矩以张力控制形式来控制相关应用。转矩控制可在 *1-00 配置模式*中（在 VVCplus *[4] 转矩开环*或*带 [2] 电动机速度反馈的磁通控制闭环中）进行选择*。转矩设置是通过设置某个由模拟、数字或总线控制的参考值来实现的。速度上限因数在 *4-21 速度极限因数源*中设置。在采用转矩控制时，建议执行完整 AMA 过程，因为电动机数据的正确与否会对最佳性能的获得具有至关重要的作用。

- 具有编码器反馈的磁通模式闭环在所有 4 个象限中以及所有电动机速度下提供优异性能。
- VVCplus 模式下的开环。该功能用于机械可靠性应用，但精度有限。开环转矩功能基本上仅适用于一个速度方向。该转矩是基于变频器内部的电流测量值来计算的。

速度/转矩参考值

对这些控制值的参考可以是单个参考值，也可以是不同参考值（包括百分比形式的参考值）的叠加。*章 3.7 参考值处理*中详细解释了参考值的处理方法。

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

3.6.2 FC 301 vs. FC 302 控制原理

FC 301 是一种用于变速应用的通用变频器。控制原理基于电压矢量控制 (VVCplus)。
FC 301 可处理异步和 PM 电动机。
FC 301 的电流传感原理基于直流回路或电动机相位的电流测量值。电动机侧的接地故障保护由与控制板相连的 IGBT 中的降饱和电路来实现。
FC 301 的短路保护功能取决于正向直流回路中的电流传感器以及降饱和保护（其反馈来自 3 个低位 IGBT 和制动）。

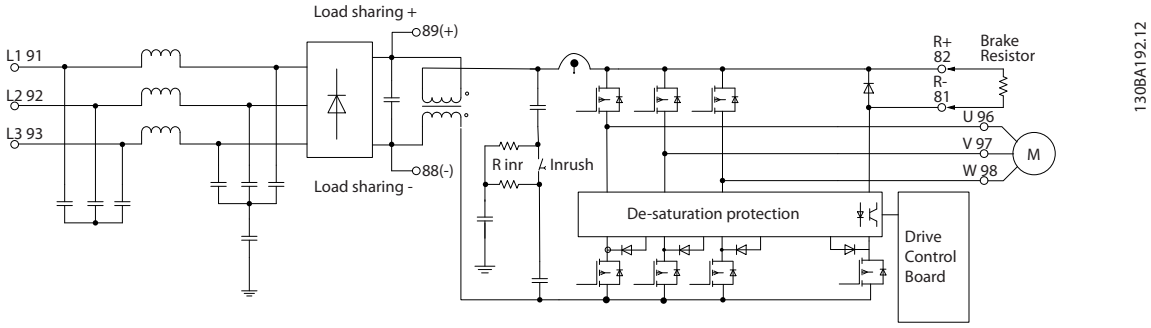


图 3.4 控制原理 FC 301

FC 302 是一种高性能变频器，适用于要求严格的应用场合。该变频器可采用各种类型的电动机控制原理，比如 U/f 特殊电动机型号、VC+ 或磁通矢量电动机控制。
FC 302 可以控制永磁同步电动机（无刷伺服电动机）和普通的鼠笼异步电动机。
FC 302 的短路保护功能取决于 3 个位于电动机相位中的电流传感器以及降饱和保护（其反馈来自制动）。

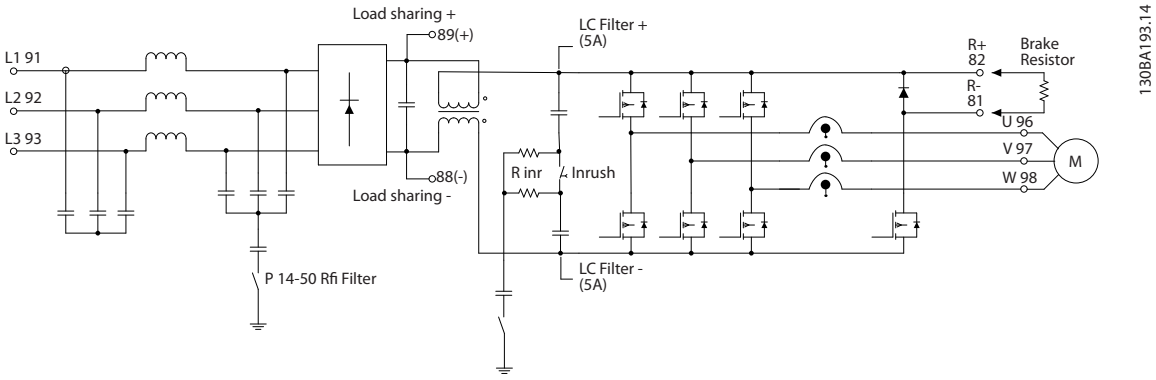


图 3.5 控制原理 FC 302

3

3.6.3 VVCplus 下的控制结构

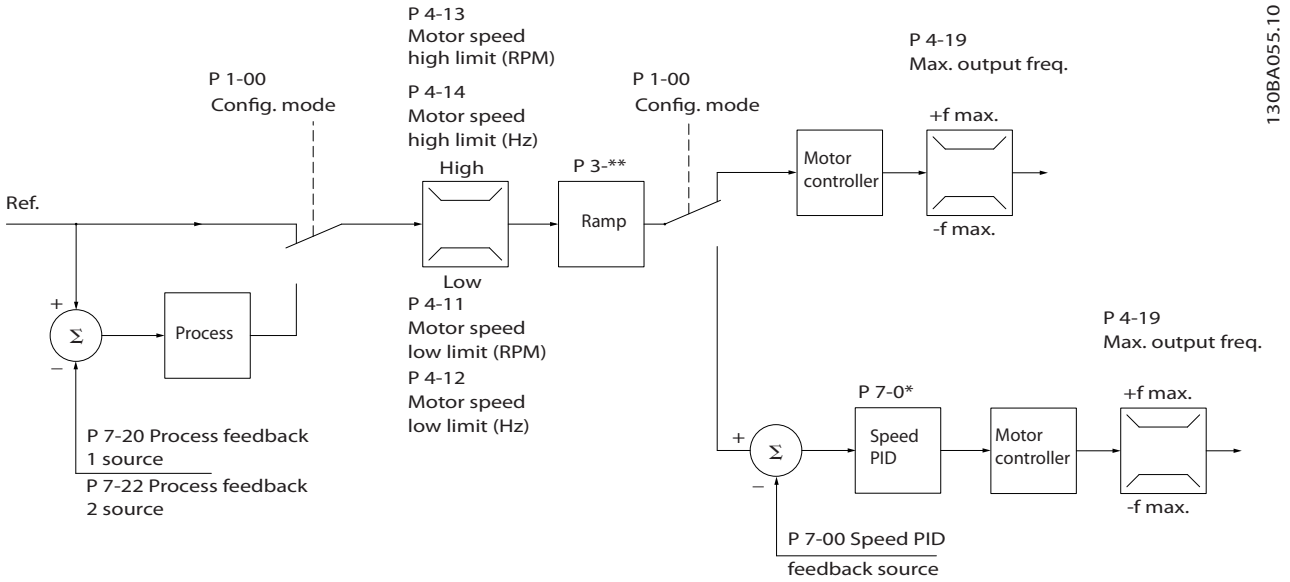


图 3.6 VVCplus 开环和闭环配置下的控制结构

请参阅《*编程指南*》中的“*不同变频器控制模式下的有效/无效参数*”，了解有关根据所选的交流电动机或 PM 非突出电动机可选用哪种配置的概述。在 *图 3.6* 所显示的配置中， *1-01 电动控制原理* 设为 *[1] VVCplus*， *1-00 配置模式* 设为 *[0] 速度开环*。在收到了参考值处理系统的最终参考值后，首先会对最终参考值进行加减速限制和速度限制，然后才将它发送给电机控制。电动机控制的输出受频率上限的限制。

如果 *1-00 配置模式* 设为 *[1] 速度闭环*，则结果参考值在经过加减速限制和速度限制后，传递给速度 PID 控制。速度 PID 控制参数位于参数组 *7-0*速度 PID 控制*。从“速度 PID 控制”中产生的参考值将发送给电机控制（受频率极限的限制）。

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

3.6.4 无传感器磁通量中的控制结构 （仅限 FC 302 ）

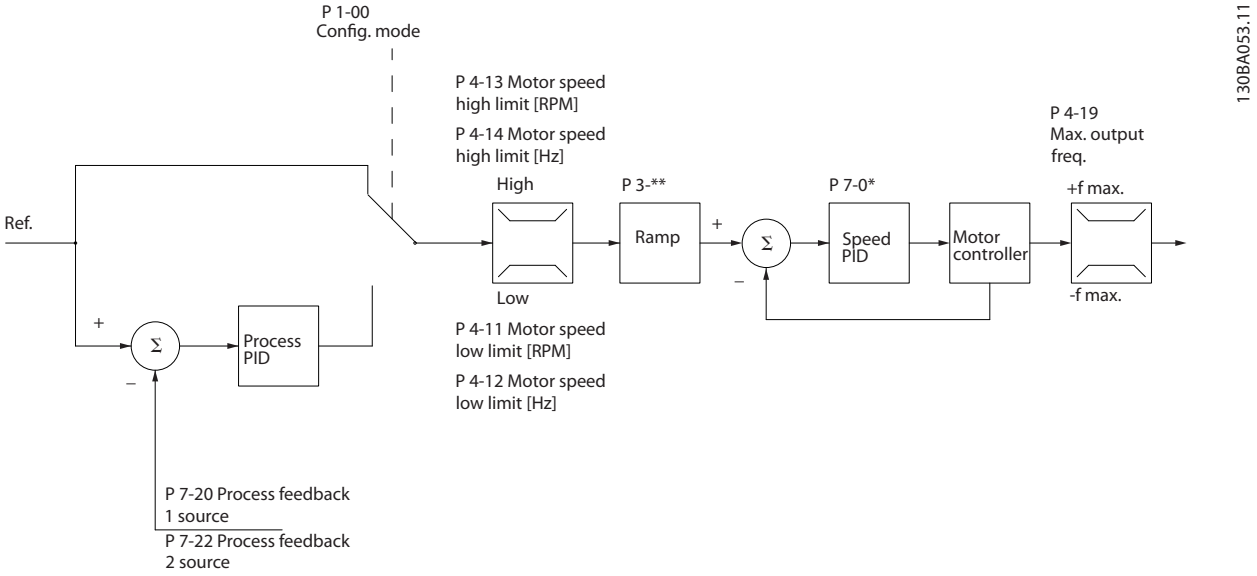


图 3.7 无传感器磁通矢量开环和闭环配置下的控制结构

请参阅《*编程指南*》中的“*不同变频器控制模式下的有效/无效参数*”，了解有关根据所选的交流电动机或 PM 非突出电动机可选用哪种配置的概述。在显示的配置中，*1-01 电动控制原理* 被设为 *[2] 无传感器矢量*，*1-00 配置模式* 被设为 *[0] 速度开环*。在收到了参考值处理系统的最终参考值后，首先会对最终参考值进行加减速限制和速度限制（由所指定的参数设置确定）。

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

若要使用过程 PID 控制进行闭环控制（比如在控制应用中控制速度或压力），请在 *1-00 配置模式* 中选择 *[3] 过程*。过程 PID 参数位于以下参数组中：*7-2* 过程控制器 反馈* 和 *7-3* 过程 PID 控制*。

3

3.6.5 带电动机反馈的磁通量中的结构（仅限 FC 302）

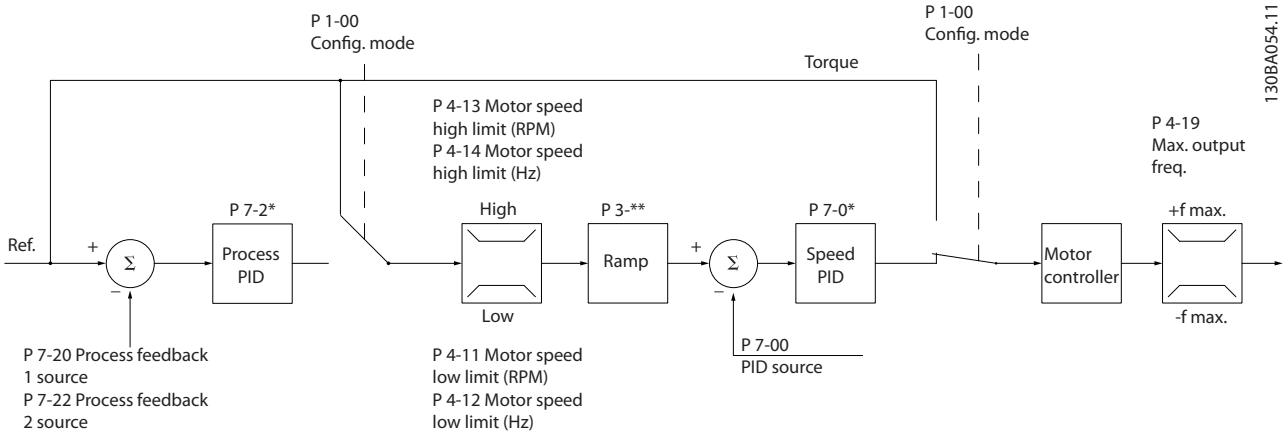


图 3.8 磁通矢量带反馈配置下的控制结构（仅限 FC 302）

请参阅《*编程指南*》中的“*不同变频器控制模式下的有效/无效参数*”，了解有关根据所选的交流电动机或 PM 非突出电动机可选用哪种配置的概述。在显示的配置中，*1-01 电动控制原理* 被设为 *[3] 磁通矢量带反馈* ，*1-00 配置模式* 被设为 *[1] 速度闭环*。

该配置下的电动机控制有赖于直接安装在电动机上的编码器或解析器发出的反馈信号（在 *1-02 磁通矢量电动机反馈源*中设置）。

若要使用最终参考值作为速度 PID 控制的输入，请在 *1-00 配置模式* 中选择 *[1] 速度闭环*。速度 PID 控制参数位于参数组 *7-0* 速度 PID 控制*。

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

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

3.6.6 PID

3.6.6.1 速度 PID 控制

不论电动机上的负载如何变化，速度 PID 控制均保持恒定的电动机速度。

1-00 配置模式	1-01 电动控制原理			
	U/f	VVCplus	无传感器矢量	磁通矢量带反馈
[0] 开环速度	已激活	已激活	已激活	不可用
[1] 闭环速度	不可用	未激活	不可用	已激活
[2] 转矩	不可用	不可用	不可用	未激活
[3] 过程	未激活	未激活	未激活	不可用
[4] 转矩控制开环	不可用	未激活	不可用	不可用
[5] 摆频	未激活	未激活	未激活	未激活
[6] 表面卷绕机	未激活	未激活	未激活	不可用
[7] 扩展 PID 速度开环	未激活	未激活	未激活	不可用
[8] 扩展 PID 速度闭环	不可用	未激活	不可用	未激活

表 3.1 具有激活速度控制的控制配置

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

注意

速度控制 PID 将在默认参数设置下工作，但强烈建议调整参数以优化电机控制性能。必须正确调整这 2 个磁通矢量电动控制原理，才能使其得到充分利用。

表 3.2 汇总可针对速度控制进行设置的特性。有关编程的信息详细，请参阅 *VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302《编程指南》*。

参数	功能说明	
7-00 速度 PID 反馈源	选择速度 PID 应该从哪个输入获得其反馈。	
7-02 速度 PID 比例增益	该值越高，控制越快。但值太高可能会导致振荡。	
7-03 速度 PID 积分时间	排除稳态速度错误。值越低，反应速度越快。但值太低可能会导致振荡。	
7-04 速度 PID 微分时间	提供与反馈变化率成比例的增益。设置为零将禁用微分器。	
7-05 速度 PID 微分极限	如果给定应用中的参考值或反馈发生快速变化（这表示偏差变化迅速），则微分器将很快起主要作用。因为微分器能对偏差变化做出反应。偏差变化越快，微分器增益就越强。这样可以限制微分器增益，以便设置适于慢速变化的合理微分时间和适于快速变化的适当快速增益。	
7-06 速度 PID 低通滤波	低通滤波器可消除反馈信号的振荡，从而提高稳态性能。但是滤波时间过长会影响速度 PID 控制的动态性能。 参数 7-06 的 实际设置采用来自编码器上的每转脉冲数 (PPR)：	
	编码器 PPR	**7-06 速度 PID 低通滤波**
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms
7-07 速度 PID 反馈传动比	变频器将速度反馈乘以此比值。	
7-08 速度 PID 前馈因数	参考信号按指定的数量绕过速度控制器。这种功能增加了速度控制环路的动态性能。	
7-09 Speed PID Error Correction w/ Ramp	加减速和实际速度之间的速度误差将被保持在本参数设置的范围内。如果速度误差超过在本参数中输入的值，则会通过加减速以受控方式来校正速度误差。	

表 3.2 速度控制的相关参数

3

请按照显示的顺序编程（请参阅《*编程指南*》中的设置说明）
在*表 3.3*中，假设其他所有参数和开关都保持默认设置。

功能	参数	设置
1) 确保电动机正常运行。请执行下列操作：		
使用铭牌上的数据设置电动机参数。	1-2*	按照电动机铭牌的指示
执行电动机自动整定。	1-29 自动电动机调整（AMA）	[1] 启用完整 AMA
2) 检查电动机是否正在运行，编码器连接是否正常。请执行下列操作：		
按 LCP 上的 [手动启动] 。检查电动机是否正在运行，并记下其转动方向（以下称为“正向”） 。		设置一个正参考值。
转至 *16-20 电动机角度*。按照正向慢慢转动电机。必须慢慢转动（非常低的 RPM 即可），以便于确定 *16-20 电动机角度* 中的值是在增大还是减小。	16-20 电动机角度	不可用。（只读参数）注意： 如果值不断增大，到 65535 时会溢出，并重新从 0 开始。
如果 *16-20 电动机角度* 正在减少，则应更改 *5-71 29/33 码盘方向* 中的编码器方向。	5-71 29/33 码盘方向	[1] 计数器顺时针（如果 *16-20 电动机角度* 在减少）
3) 确保变频器极限值设置为安全值：		
为参考值设置可以接受的极限值。	3-02 最小参考值 3-03 最大参考值	0 RPM（默认） 1500 RPM （默认）
检查加减速设置是否在变频器功能和允许的应用操作规范范围内。	3-41 斜坡 1 加速时间 3-42 斜坡 1 减速时间	默认设置 默认设置
为电机速度和频率设置可以接受的极限值。	4-11 电机速度下限 4-13 电机速度上限 4-19 最大输出频率	0 RPM（默认） 1500 RPM（默认） 60 Hz （默认 132 Hz）
4) 配置速度控制，并选择电动控制原理：		
激活速度控制。	*1-00 配置模式*	[1] 闭环速度
选择电动控制原理。	1-01 电动控制原理	[3] 磁通矢量带反馈
5) 配置并标定速度控制的参考值：		
将模拟输入 53 设置为参考值源。	3-15 参考值来源 1	非必需设置（默认）
将模拟输入 53 0 RPM (0V) 标定为 1500 RPM (10V)。	6-1*	非必需设置（默认）
6) 将 24 V HTL 编码器信号配置为电动机控制和速度控制：		
将数字输入 32 和 33 设置为 HTL 编码器输入。	5-14 端子 32 数字输入 5-15 端子 33 数字输入	[0] 无功能（默认值）
选择端子 32/33 作为电动机反馈。	1-02 磁通矢量电动机反馈源	非必需设置（默认）
选择端子 32/33 作为速度 PID 反馈。	7-00 速度 PID 反馈源	非必需设置（默认）
7) 调整速度控制 PID 参数：		
在适当时候使用调整规则或手动调整。	7-0*	请参阅指导原则
8) 保存以完成：		
将参数设置保存到 LCP 进行安全保管。	0-50 LCP 复制	[1] 将所有参数传到 LCP

表 3.3 编程顺序

3.6.6.2 调整 PID 速度控制

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

30-83 速度 PID 比例增益 的值依赖于电动机和负载的组合惯性，所选择的带宽可以使用下列公式计算：

$$参数.7-02 = \frac{总惯量\left[kgm^2\right] x 参数.1-25}{参数.1-20 x 9550} x 带宽[rad/s]$$

注意

***1-20 电动机功率 [kW]* 是电动机功率，单位为 kW（即公式中输入“4”kW 而不是“4000”W）。**

带宽的实际值为 20 rad/s。根据下面的公式检查 *7-02 速度 PID 比例增益* 计算的结果 （如果使用 SinCos 反馈等高分辨率反馈，则不必进行检查）：

$$参数.7-02MAX = \frac{0.01 x 4 x 编码器分辨率 x 参数.7-06}{2 x \pi} x 最大转矩波口[\%]$$

建议 *7-06 速度 PID 低通滤波* 的起始值为 5 ms（编码器分辨率越低，所需的滤波值越高）。通常来说，3% 的最大转矩波动是可以接受的。对于增量编码器，编码器分辨率位于 *5-70 端子 32/33 每转脉冲* （在标准变频器上为 24 V HTL）或 *17-11 分辨率 (PPR)* （在编码器选件 MCB 102 上为 5 V TTL）。

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

最大限度降低过冲， 可将 *7-03 速度 PID 积分时间* 设置为 2.5 s（因应用不同而异）。

将 *7-04 速度 PID 微分时间* 设置为 0 ，直到其他参数均调整好为止。如有必要，可在结束调整时稍微增加此设置。

3.6.6.3 过程 PID 控制

过程 PID 控制可用于控制那些可以用传感器测量的应用参数（如压力、温度和流量），以及那些通过泵或风扇会受到所连接电机影响的参数。

表 3.4 显示了可以进行过程控制的控制配置。使用磁通矢量电动控制原理时，还需要认真调整速度控制 PID 参数。请参考*章 3.6 控制*，查看“速度控制”的适用情况。

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

表 3.4 带有过程控制的控制配置

注意

过程控制 PID 将在默认参数设置下工作，但强烈建议调整参数以优化应用控制性能。2 个磁通矢量电动控制原理特别依赖正确的速度控制 PID 调整（在调整过程控制 PID 之前），只有对这两个磁通矢量电动控制原理进行了正确调整，才能有效运用它们的全部功能。

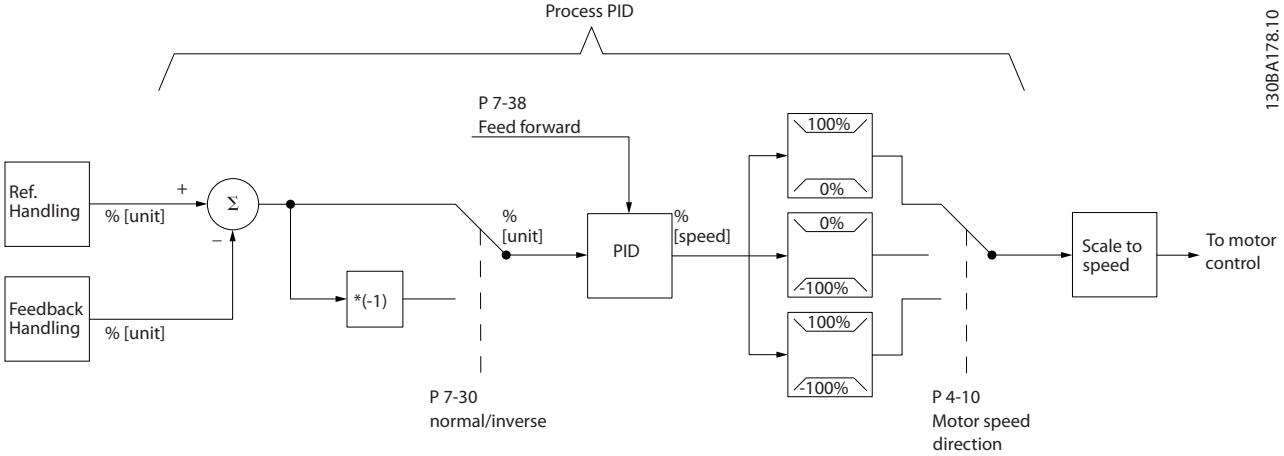


图 3.9 过程 PID 控制图

表 3.5 汇总可针对过程控制设置的特性。

参数	功能说明
7-20 过程 CL 反馈 1 的源	选择过程 PID 应该从哪个源（例如模拟或脉冲输入）获得反馈
7-22 过程 CL 反馈 2 的源	可选： 确定过程 PID 是否（以及从哪里）获得其他反馈信号。如果选择了其他反馈源，则将叠加这 2 个反馈信号，然后再在过程 PID 控制中使用。
7-30 过程 PID 正常/反向控制	在 *[0] 正常操作*下，如果反馈逐渐低于参考值，则过程控制将增加电动机速度。在同样的情况下，但在 [1] 反向操作中，过程控制将降低电动机速度。
7-31 过程 PID 防积分饱和	防积分饱和功能可保证当达到频率极限或转矩极限时，积分器将设置为对应于实际频率的增益。这样可避免在出现无法通过速度更改来补偿的故障时进行积分。通过选择“*[0] 关*”可以禁用此功能。
7-32 过程 PID 控制启动速度值	在某些应用中，要达到所需速度/设置点可能需要很长时间。在此类应用中，最好在激活过程控制之前先通过变频器设置一个固定的电动机速度。这可以通过在 *7-32 过程 PID 控制启动速度值* 中设置过程 PID 启动值（速度）来实现。
7-33 过程 PID 比例增益	该值越高，控制越快。但值太高可能会导致振荡。
7-34 过程 PID 积分时间	排除稳态速度错误。值越低，反应速度越快。但值太低可能会导致振荡。
7-35 过程 PID 微分时间	提供与反馈变化率成比例的增益。设置为零将禁用微分器。
7-36 过程 PID 微分增益极限	如果给定应用中的参考值或反馈发生快速变化（这表示偏差变化迅速），则微分器将很快起主要作用。因为微分器能对偏差变化做出反应。偏差变化越快，微分器增益就越强。这样可以限制微分增益以允许为缓慢变化设置合理的微分时间。
7-38 过程 PID 前馈因数	在过程参考值和获得该参考值所需的电动机速度之间有良好相关性（接近于线性）的应用中，可以使用前馈因数来获得更好的过程 PID 控制动态性能。
5-54 端子 29 滤波时间 （脉冲端子 29）、 5-59 端子 33 滤波时间 （脉冲端子 33）、 6-16 53 端滤波器时间 （模拟端子 53）、 6-26 54 端滤波器时间 （模拟端子 54） 6-36 端子 X30/11 滤波器时间常数 6-46 端子 X30/12 滤波器时间常数 35-46 Term. X48/2 Filter Time Constant	如果电流/电压反馈信号有振荡，则可以使用低通滤波器来使其衰减。该时间常量代表反馈信号中所发生脉动的速度极限。 示例： 如果低通滤波器设置为 0.1 秒，则极限速度为 10 RAD/秒（0.1 秒的倒数），相当于 (10/(2 x π))= 1.6 Hz。这表示滤波器可以消除那些每秒波动超过 1.6 次的所有电流和电压。只有对频率（速度）变化小于 1.6 Hz 的反馈信号才执行该控制。 低通滤波器可以提高稳态性能，但选择过长的滤波时间会影响过程 PID 控制的动态性能。

表 3.5 过程控制相关参数

3.6.6.4 高级 PID 控制

有关高级 PID 控制参数，请参阅 *VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 《编程指南》*

3.6.7 VVCplus 模式下的内部电流控制

当电动机电流/转矩超过 *4-16 电动时转矩极限*、*4-17 发电时转矩极限* 和 *4-18 电流极限*中设置的转矩限值时，积分电流控制被激活。
当变频器在电机运行或发电运行中达到电流极限时，变频器会尝试尽快降低到预置转矩极限以下，同时不使电机失控。

3.6.8 本地（手动启动）和远程（自动启动）控制

您可以通过本地控制面板 (LCP) 以手动方式运行变频器，也可以借助模拟、数字输入和串行总线远程运行变频器。如果 *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*允许，则可以通过按 LCP 上的 [手动启动] 和 [关] 来启动和停止变频器。可通过 [复位] 来对报警进行复位。按下 [手动启动]后，变频器随即进入手动模式并（默认）使用本地参考值（可用 LCP 上的导航键来设置）。

按下 [自动启动] 后，变频器随即进入自动模式并（默认）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、更改加减速和参数菜单等的详细信息，请参阅参数组 *5-1* 数字输入*或参数组 *8-5* 串行通讯。*

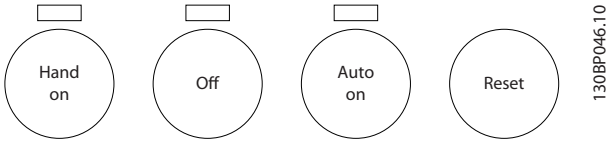


图 3.10 操作键

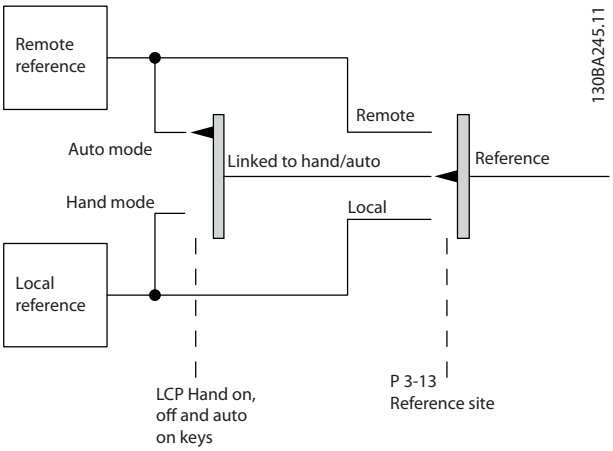


图 3.11 有效参考值

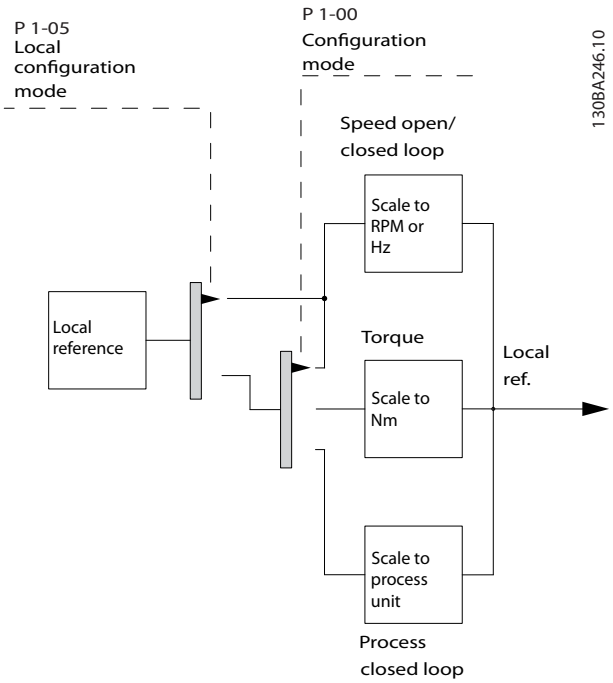


图 3.12 配置模式

有效参考值和配置模式

有效参考值可以是本地参考值，也可以是远程参考值。

在 *3-13 参考值位置* 中，通过选择 *[2] 本地*，可以永久选择本地参考值。
要永久选择远程参考值，请选择 *[1] 远程*。通过选择 *[0] 联接到手动/自动*（默认值），参考值位置将根据激活的模式来确定。（手动模式或自动模式）。

[手动启动] [自动启动] 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 3.6 本地/远程参考值激活条件

1-00 配置模式 决定了在远程参考值有效时要使用的应用控制原理（例如速度、转矩或过程控制）的类型。
*1-05 本地模式配置*决定了在激活了本地参考值时要使用的应用控制原理的类型。任何时候这两个参考值中都有一个是有效的，但不可能两个同时有效。

3

3.7 参考值处理

3.7.1 参考值

模拟参考值
施加在输入 53 或 54 上的模拟信号。信号可为电压 0-10 V (FC 301 和 FC 302) 或-10 至 +10 V (FC 302)。电流信号 0-20 mA 或 4-20 mA。

二进制参考值
信号施加在串行通讯端口（RS-485 端子 68 - 69）上。

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
施加在端子 29 或 33（在 *5-13 端子 29 数字输入* 或 *5-15 端子 33 数字输入 [32] 基于脉冲时间*中进行选择）的脉冲参考值。在参数组 *5-5* 脉冲输入* 中进行标定。

Ref_{MAX}
确定 100% 满额值（通常是 10 V、20 mA）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 0 V、0 mA、4 mA）时的参考值输入和产生的参考值之间的关系。*3-02 最小参考值*中设置的最小参考值。

本地参考值
当变频器在 [Hand On]（手动）按钮处于活动状态的情况下工作时，本地参考值将有效。通过 [▲]/[▼] 和 [◄]/[►] 导航键调整参考值。

远程参考值
图 3.13 显示了用于计算远程参考值的参考值处理系统。

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

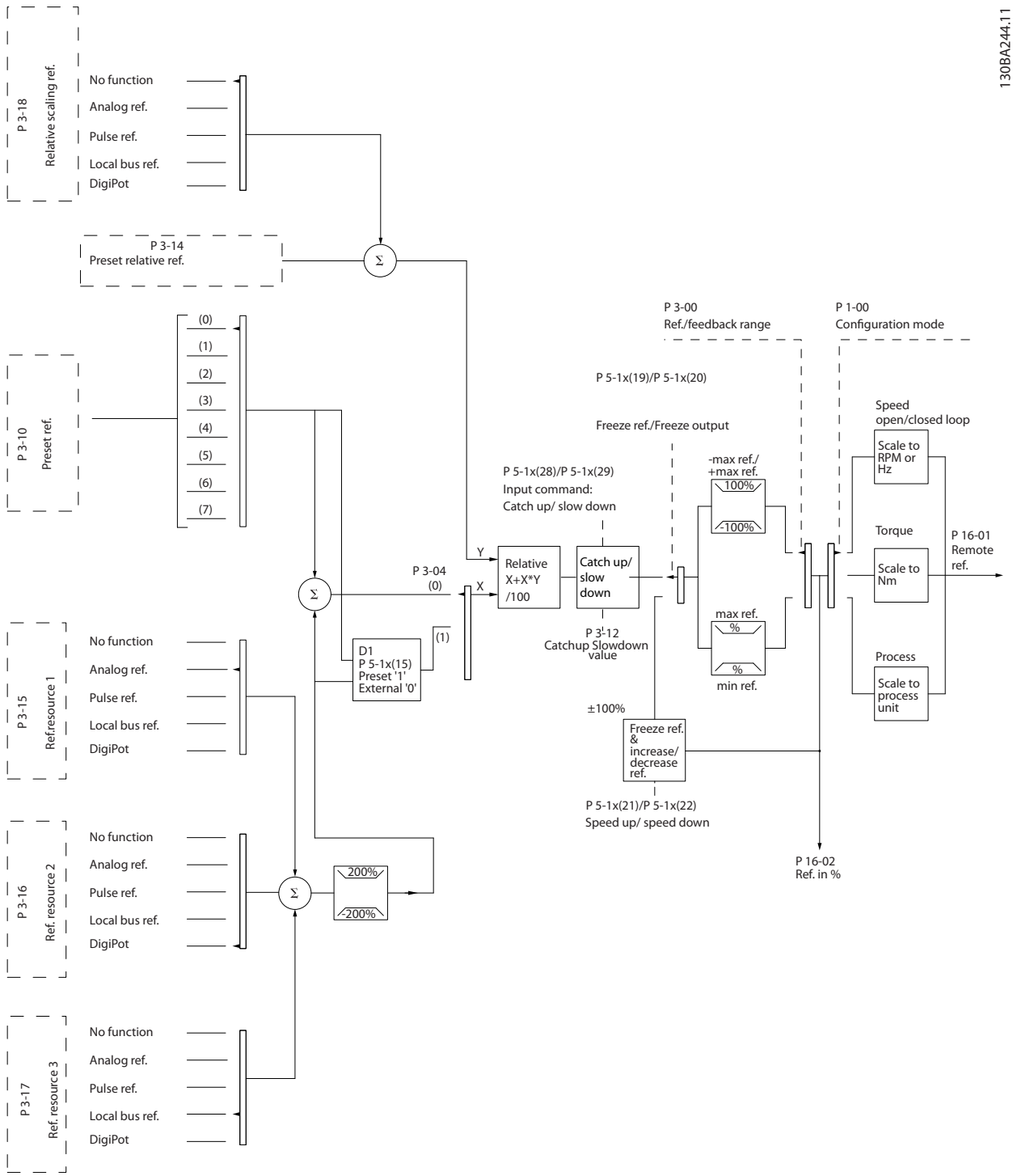

130BA244.11
P 3-18
Relative scaling ref.
No function
Analog ref.
Pulse ref.
Local bus ref.
DigiPot
P 3-14
Preset relative ref.
Σ
P 3-10
Preset ref.
(0)
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(7)
P 3-00
Ref./feedback range
P 1-00
Configuration mode
P 5-1x(19)/P 5-1x(20)
Freeze ref./Freeze output
Speed
open/closed loop
Scale to
RPM or
Hz
P 5-1x(28)/P 5-1x(29)
Input command:
Catch up/ slow down
-max ref./
+max ref.
100%
-100%
Torque
P 16-01
Remote
ref.
Y
X
Relative
X+X*Y
/100
Catch up/
slow
down
Scale to
Nm
P 3-04
(0)
max ref.
%
%
min ref.
P 3-12
Catchup Slowdown
value
D1
P 5-1x(15)
Preset '1'
External '0'
(1)
Process
Scale to
process
unit
P 3-15
Ref.resource 1
No function
Analog ref.
Pulse ref.
Local bus ref.
DigiPot
±100%
Freeze ref.
&
increase/
decrease
ref.
P 5-1x(21)/P 5-1x(22)
Speed up/ speed down
P 16-02
Ref. in %
P 3-16
Ref. resource 2
No function
Analog ref.
Pulse ref.
Local bus ref.
DigiPot
200%
-200%
P 3-17
Ref. resource 3
No function
Analog ref.
Pulse ref.
Local bus ref.
DigiPot

图 3.13 远程参考值

3

远程参考值每隔一个扫描间隔计算一次，最初由 2 类参考值输入组成：

1. X（实际参考值）： 外部选定参考值（最多四个）的总和（参阅 *3-04 参考功能*），包括固定预置参考值（*3-10 预置参考值*）、可变模拟参考值、可变数字脉冲参考值、各种串行总线参考值的任意组合（由 *3-15 参考值来源 1*、*3-16 参考值来源 2* 和 *3-17 参考值来源 3* 的设置确定），其单位由变频器控制（[Hz]、[RPM]、[Nm] 等）。
2. Y（相对参考值）： 一个固定预置参考值（*3-14 预置相对参考值*）和一个可变模拟参考值（ *3-18 相对标定参考值源*）的和，单位为 [%]。

这 2 类参考值输入按以下计算公式组合： 远程参考值 = X + X * Y / 100%。如果未使用相对参考值，则将 *3-18 相对标定参考值源* 设置为 *[0] 无功能*并将 *3-14 预置相对参考值*设置为 *0%*。*升速/降速*功能和*锁定参考值*功能均可由变频器上的数字输入来激活。《*编程指南*》中介绍了相关功能和参数。
参数组 6-1* *模拟输入 1* 和 *6-2* 模拟输入 2* 中介绍了模拟参考值的标定，参数组 *5-5* 脉冲输入*中介绍数字脉冲参考值的标定。
参考值的极限和范围在参数组 *3-0* 参考值极限* 中设置。

3.7.2 参考值极限

3-00 参考值范围、*3-02 最小参考值* 和 *3-03 最大参考值* 定义了所有参考值汇总的允许范围。必要时，可将所有参考值的汇总进行锁定。结果参考值（锁定之后）与所有参考值汇总之间的关系如 *图 3.14* 所示。

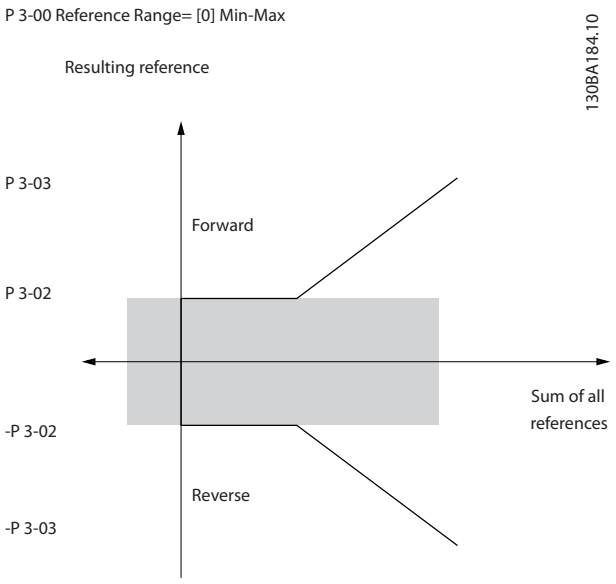


图 3.14 结果参考值与所有参考值总和之间的关系

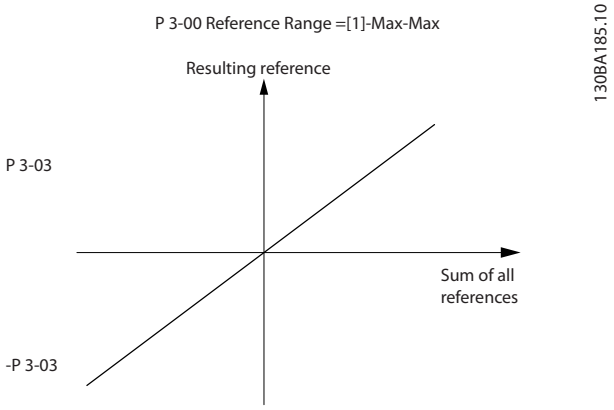


图 3.15 结果参考值

除非 *1-00 配置模式* 设置为 *[3] 过程*，否则 *3-02 最小参考值* 的设置值不能小于 0。在该情况下，结果参考值（锁定之后）与所有参考值汇总之间的关系如*图 3.16* 所示。

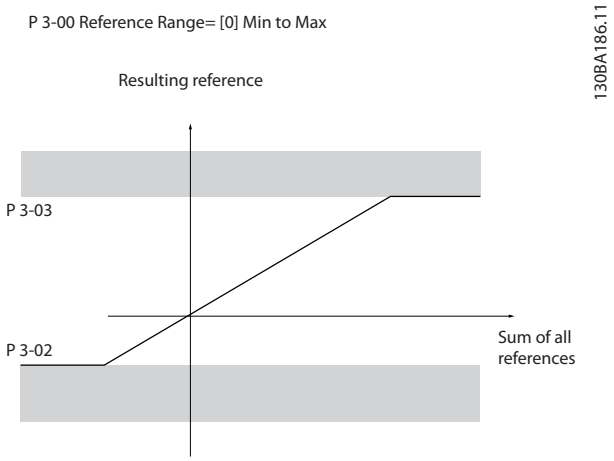


图 3.16 将 *1-00 配置模式* 设置为 *[3] 过程*时的所有参考值汇总

3.7.3 预置参照值和总线反馈值的标定

预置参照值根据下列规则标定：

- 当 *3-00 参考值范围*： [0] 最小 - 最大时，0% 参考值等于 0 [单位]，其中单位可以是任何单位，如 rpm、m/s、bar 等。100% 参考值等于 (abs (*3-03 最大参考值*) 和 abs (*3-02 最小参考值*))的绝对值的较大者。
- 当 *3-00 参考值范围*： [1] -Max - +Max，0% 参考值等于 0 [单位]，-100% 参考值等于 -最大参考值，100% 参考值等于最大参考值。

总线参考值根据下列规则标定：

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

3.7.4 模拟和脉冲参照值和反馈值标定

参考值和反馈在模拟输入和脉冲输入中的标定方式相同。唯一的区别是，在指定最小和最大“端点值”（ 中 P1 和 P2 *图 3.17*）之上或之下的参考值将锁定在一起，而反馈则不然。

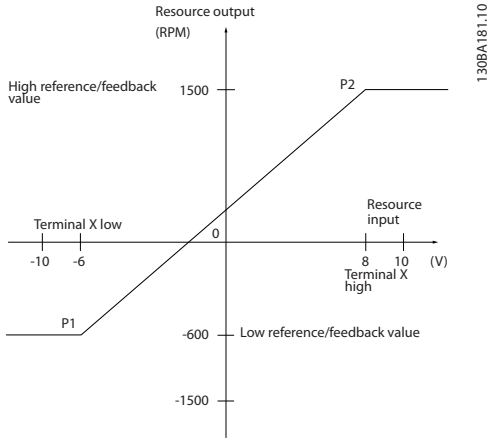


图 3.17 模拟和脉冲参照值和反馈值标定

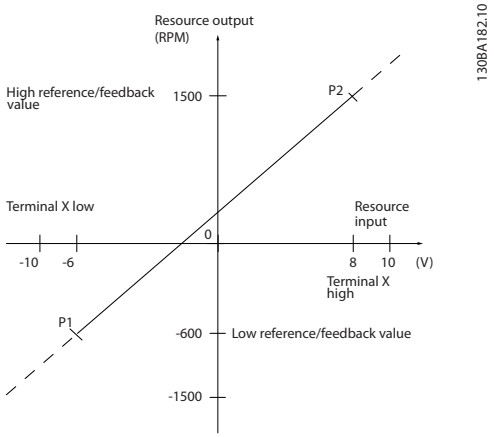


图 3.18 参考值输出标定

3.7.5 零周围的死区

在某些情况下，参考值（少数情况下反馈值也是如此）在零左右应该具有一个死区（即确保机器在参考值“接近零”时停止）。

要激活死区并设置死区大小，应进行以下设置：

- 最小参考值或最大参考值必须为零。换言之，P1 或 P2 必须在 *图 3.19* 的 X 轴上。
- 且定义标定图的两个点位于同一象限内。

死区的大小由 P1 或 P2 定义，如*图 3.19* 所示。

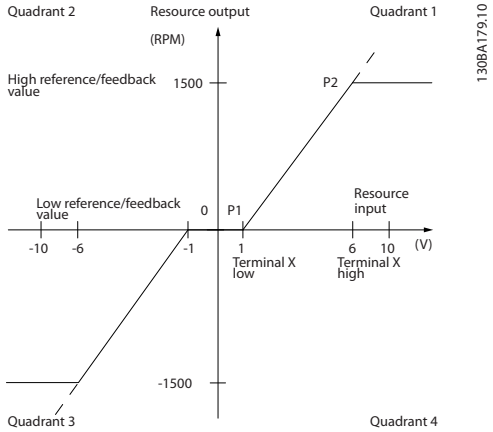


图 3.19 死区

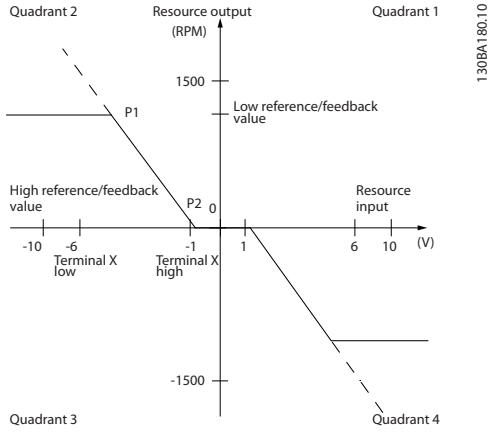


图 3.20 反向死区

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

3

图 3.21 说明了如何锁定极限在最小 – 最大极限范围之内的参考值输入。

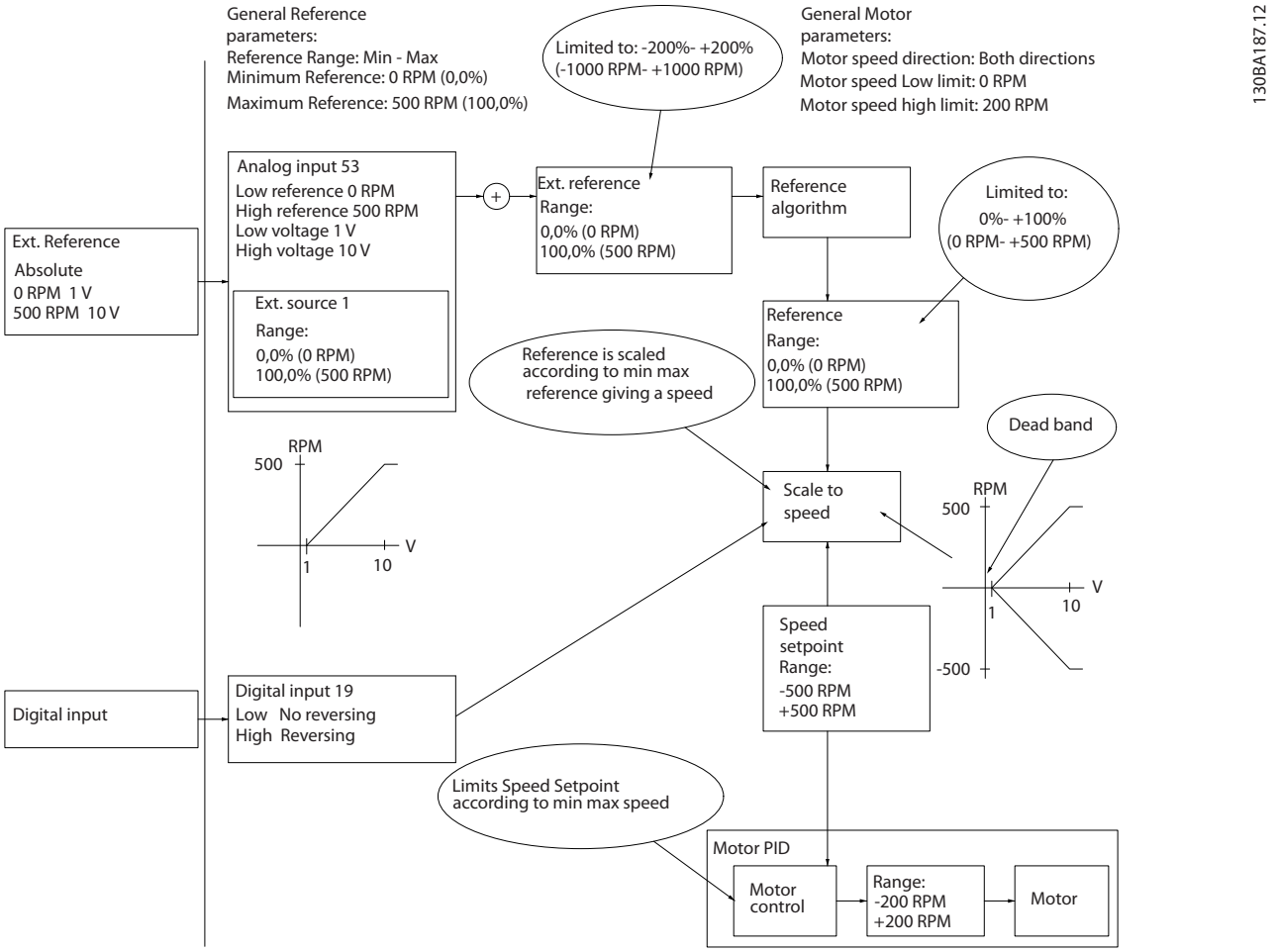


图 3.21 正参考值带死区，数字输入激活反向

图 3.22 说明了极限在最大负值至最大限值范围之外的参考值输入在与实际参考值叠加之前如何锁定到输入上限和下限之间。此外*图 3.22*还说明了实际参考值如何通过参考值算法锁定到最大负值至最大正值范围内。

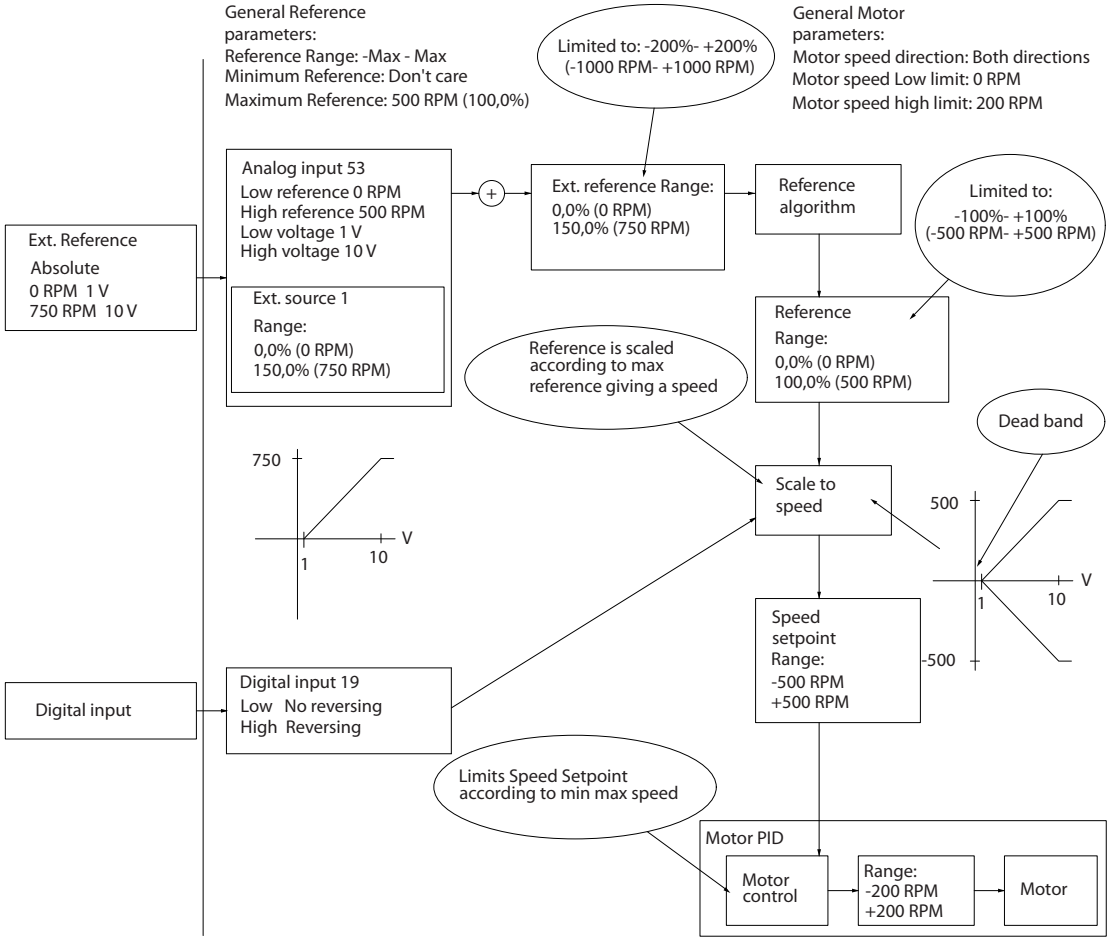


图 3.22 正参考值带死区，数字输入激活反向。锁定规则

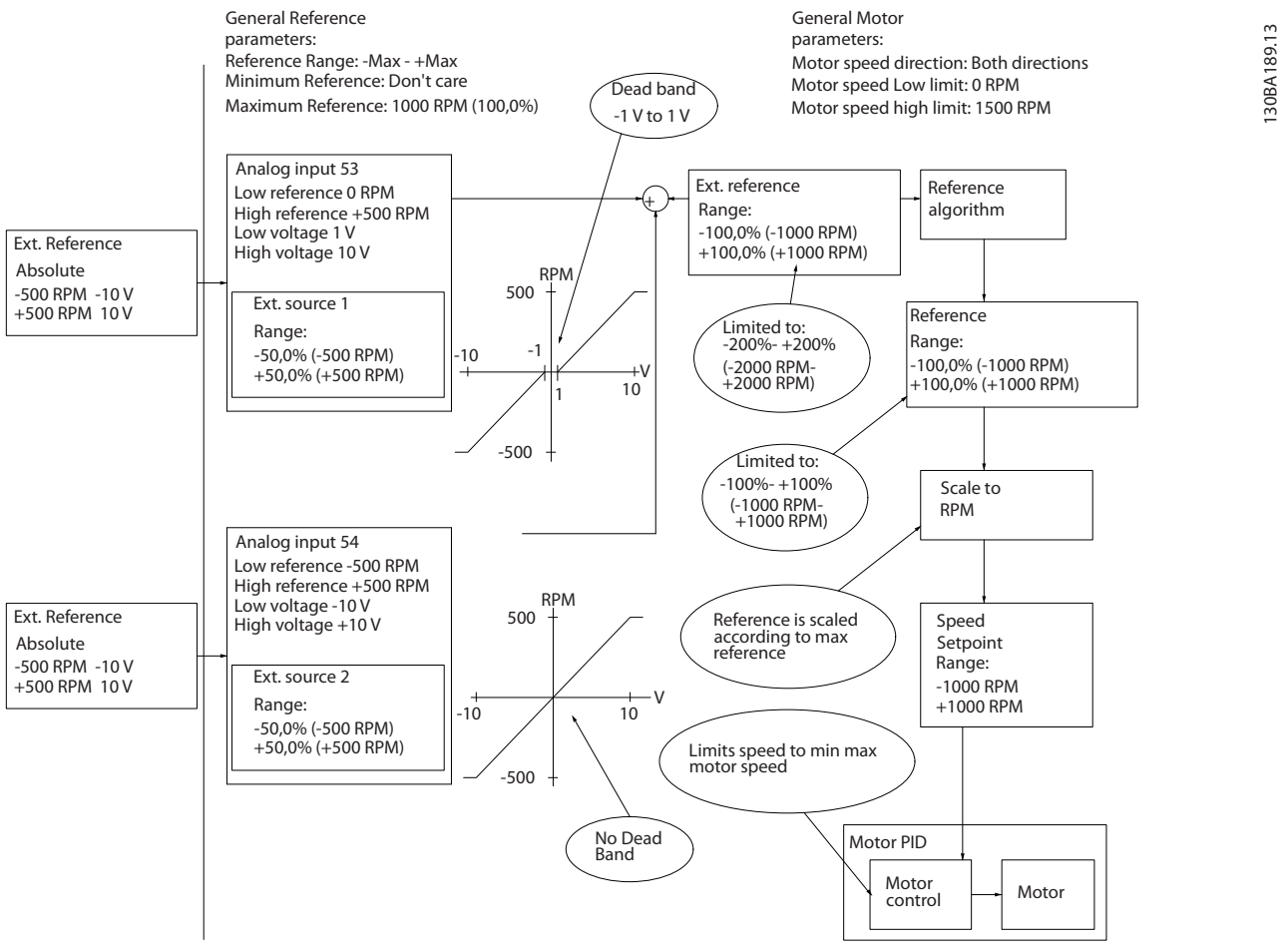


图 3.23 负到正的参考值，带死区，符号决定方向，“-最大 - +最大”

4 产品功能

4.1 自动运行功能

变频器运行时即可激活这些功能。这些功能无需编程或设置。了解提供了这些功能可优化系统设计，并且可能避免安装多余的部件或功能。

变频器具有各种内置的保护功能，可对自身和其所运行的电动机进行保护。

4.1.1 短路保护

电动机（相位-相位）
通过测量电动机三个相位中各个相位的电流或者直流回路的电流，可以实现对电动机中变频器的短路保护。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，逆变器将被关闭（报警 16 跳闸锁定）。

主电源侧
正常工作的变频器会限制它可从电源获得的电流。仍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）。*有关详细信息，请参阅*章 9.3 主电源接线*。

注意

这也是确保符合 IEC 60364 标准（从而通过 CE 认证）或 NEC 2009 标准（从而通过 UL 认证）所要求的。

制动电阻器
防止变频器的制动电阻器发生短路。

负载共享
为了防止直流总线出现短路且变频器过载，应将所有连接装置的直流熔断器与负载共享串联安装。*有关详细信息，请参阅*章 9.6.3 负载共享*

4.1.2 过电压保护

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。这包括以下情况：

- 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。为了防止出现此问题，将根据 *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*的值进行内部计算，并据此自动限定 *4-19 最大输出频率* 的值。

注意

为避免电动机速度过快（例如，由于过度的风车效应），应为变频器配备制动电阻器。

可通过制动功能（*2-10 制动功能*） 和/或利用过电压控制（*2-17 过压控制*）来处理过电压问题。

制动功能
连接制动电阻器以耗散多余的制动能量。连接制动电阻器后在制动期间允许存在较高的直流回路电压。

交流制动是无需安装制动电阻器即可改进制动功能的另一种方法。该功能可在电动机进行发电性工作时控制其过磁化。该功能可增强 OVC 功能。通过增加电机中的电力损耗，OVC 功能将可以在不超出过压极限的情况下增加制动转矩。

注意

交流制动的效果不如使用电阻器情况下的动态制动。

过电压控制 (OVC)
OVC 可降低因直流回路过压而使变频器跳闸的风险。这种情况可通过自动延长加减速时间进行控制。

注意

可利用所有控制内核、 PM VVCplus、 Flux OL 和 PM 电动机 Flux CL 激活 PM 电动机的 OVC 功能。

注意

在起重应用中不得启用 OVC。

4.1.3 电动机缺相检测

电动机缺相功能 （*4-58 电机缺相功能*） 在默认情况下启用，以避免电动机在相位缺失情况下受损。默认设置为 1,000 ms，但可进行调整以实现更快检测。

4.1.4 主电源相位不平衡检测

在主电源严重不平衡的情况下运行会缩短电动机的寿命。如果电动机持续在接近额定负载的情况下工作，则说明问题很严重。在主电源不稳定情况下（*14-12 输入缺相功能*），默认设置会使变频器跳闸。

4.1.5 打开输出

允许在电动机和变频器之间的输出添加一个切换开关。可能会显示故障信息。启用飞车启动以捕获旋转的电动机。

4.1.6 过载保护

转矩极限
转矩极限功能可防止电动机在任何速度下过载。转矩限值在 *4-16 电动时转矩极限* 和/或 *4-17 发电时转矩极限* 中进行控制，而转矩限值发出跳闸警告前的时间在 *14-25 转矩极限跳闸延迟*中进行控制。

电流极限
电流极限在 *4-18 电流极限* 中进行控制，而变频器跳闸前的时间在 *14-24 转矩极限跳闸延迟* 中进行控制。

速度极限
最小速度极限 *4-11 电机速度下限* 或 *4-12 电动机速度下限 [Hz]* 将运行速度限制在某个范围内，如 30 和 50/60Hz 之间。
最大速度极限：（*4-13 电机速度上限* 或 *4-19 最大输出频率* 限制变频器所能提供的最大输出速度。

ETR
ERT 是一种根据内部测量值来模拟双金属继电器的电子功能。*图 4.1* 中对该特性进行了说明。

电压极限
当达到特定的硬编码电压水平时，逆变器会关闭，以保护晶体管和中间电路电容器。

过温
变频器配有内置温度传感器，可通过硬编码限值立即对临界值作出反应。

4.1.7 转子堵转保护

有时可能会出现由于过载或其他因素导致转子锁定的情况（轴承或应用导致出现锁定的转子的情况）。这会导致电动机绕组过热（必须使转子自由运动以正确冷却）。变频器能够利用开环 PM 磁通量控制和 PM VVC^{plus} 控制（*30-22 Locked Rotor Protection*）检测锁定的转子。

4.1.8 自动降容

变频器会持续检查是否存在临界情况：

- 控制卡或散热片上的临界高温
- 高电机负载
- 高直流回路电压
- 低电机转速

作为对临界情况的反应，变频器会调整开关频率。对于临界的内部高温和低电机转速，变频器还可能将 PWM 模式强制更改为 SFAVM。

注意

当 *14-55 输出滤波器* 设置为 *[2] 固定式正弦滤波器* 时，自动降容操作将会不同。

4.1.9 自动能量优化

自动能量优化 (AEO) 指导变频器持续监测电动机上的负载，并调整输入电压以最大限度提高效率。在轻负载情况下，电压降低，电动机电流减至最小。电动机效率提高、热度下降，运行更安静。由于变频器自动调节电动机电压，因此无需选择 V/Hz 曲线。

4.1.10 自动切换频率调制

变频器生成较短的电脉冲，以形成交流波形。载波频率为这些脉冲的速率。低载波频率（较慢脉冲速率）会使电动机发出噪音，因此最好选择较高的载波频率。但是较高的载波频率使变频器变热，从而限制向电动机供应的电流量。使用绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 意味着较非常高的速度切换。

自动切换频率调制可自动调节这些状况，从而提供最高的载波频率而不会使变频器过热。通过提供经调节的高载波频率，能够在可听噪音控制至关重要的情况下在慢速时消除电动机运行噪音，并在需要时为电动机提供全输出功率。

4.1.11 高载波频率自动降容。

变频器目的是在 3.0 和 4.5 kHz 的载波频率范围内实现持续的全负载运行。高于 4.5 kHz 的载波频率可使变频器热度升高，要求输出电流降容。

变频器的自动功能为负载相关的载波频率控制。该功能使电动机可拥有负载所允许的高载波频率。

4.1.12 功率波动性能

变频器可承受晶体管、短暂跳闸、短时间电压降和电压浪涌等主电源波动。变频器可自动补偿±10%的额定输入电压，从而提供全额定电动机电压和转矩。一旦选择了自动重启，变频器在电压跳闸后将自动启动。变频器可通过飞车启动功能在启动前与电动机转动同步。

4.1.13 共振衰减

可通过共振衰减消除高频率电动机共振噪音。可进行自动或手动选择频率衰减。

4.1.14 温控风扇

内部冷却风扇由变频器的传感器进行温度控制。冷却风扇在低负载运行过程中或处于睡眠模式或待机模式时通常不运行。这可降低噪音、提高效率并延长风扇的使用寿命。

4.1.15 符合 EMC 标准

电磁干扰 (EMI) 或射频干扰 (RFI，在存在射频情况下) 是因电磁感应或外部源辐射而影响电路的干扰。变频器的设计符合变频器 IEC 61800-3 的 EMC 产品标准和欧洲标准 EN 55011。为了遵守 EN 55011 中规定的辐射水平，必须对电动机电缆进行屏蔽和正确端接。有关 EMC 性能的详细信息，请参阅 *章 5.2.1 EMC 测试结果*。

4.1.16 控制端子的高低压绝缘

所有控制端子和输出继电器端子均与主电源进行点绝缘。这意味着控制器电路完全与输入电流隔离。输出继电器端子自身需要进行接地。该绝缘符合严苛的保护性超低压 (PELV) 对绝缘的要求。

形成高低压绝缘的组成有：

- 电源，包括信号绝缘
- IGBT 门驱动器、触发变压器和光学耦合器
- 输出电流霍尔效应传感器

4.2 自定义应用功能

这些是编程用于变频器以增强系统性能的最常用功能。这些功能只需进行最小的编程或设置。了解这些功能的存在可优化系统设计并可以避免安装多余的部件或功能。有关激活这些功能的说明，请参阅产品特定的《*编程指南*》。

4.2.1 电动机自动整定

电动机自动整定 (AMA) 为用于测量电动机电气特性的自动测试程序。AMA 提供电动机的准确电子型号。它使变频器能够利用电动机计算出最佳性能和效率。运行 AMA 程序还可以最大限度发挥变频器的自动能量优化功能。无需转动电动机和使负载与电动机解耦即可执行 AMA 程序。

4.2.2 电动机热保护

电动机热保护有 3 种方式：

- 通过以下其中一个部件进行直接温度感应
  - 电动机绕组中在标准 AI 或 DI 处连接的 PTC- 或 KTY 传感器
  - 电动机绕组和电动机轴承中在传感器输入卡 MCB 114 处连接的 PT100 或 PT1000
  - PTC 热敏电阻卡 MCB 112 (ATEX 认证) 上的 PTC 热敏电阻输入
- DI 上的机械热敏开关 (Klixon 类型)
- 通过内置的电子热敏继电器 (ETR)

ETR 通过测量电流、频率和运行时间计算电动机的温度。变频器以百分比形式显示电动机上的热负载，并可以在可编程的过载设置点发出警告。

过载时可编程选件使变频器能够停止电动机、减少输入或忽略状况。即使在低速，变频器也可以达到 I2t Class 20 电子电动机过载标准。

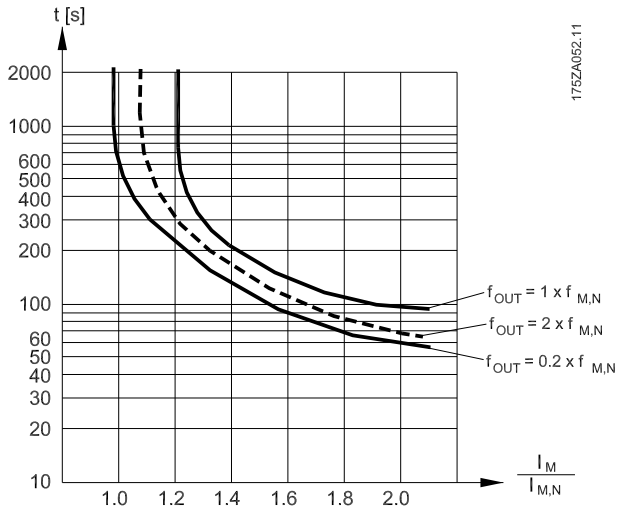


图 4.1 ETR 特性

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。
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。计算出的温度作为读出参数可在 *16-18 电动机发热* 中看到。ATEX 区域的 EX-e 电动机还提供特殊的 ETR 版本。该功能可输入特定曲线以保护 Ex-e 电动机。《*编程指南*》引导用户完成整个设置。

4.2.3 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变频器惯性运动的时间。

可以配置变频器 (*14-10 主电源故障*) 以在主电源断开期间区别各类行为，例如：

- 一旦直流回路的能量耗尽就发生跳闸锁定
- 每当主电源恢复 (*1-73 飞车启动*) 时就会利用飞车启动进行惯性停车
- 借能运行
- 受控减速

飞车启动
这一选择可以“捕获”因主电源断开而自由旋转的电动机。此选项对离心机和风扇非常重要。

借能运行
这一选择确保只要系统中存在能量，变频器就会保持运行。对于短时的主电源断开，当主电源恢复时，操作也恢复，不会停止应用或在任何时间放松控制。可以选择借能运行的几种变形。

可以在 *14-10 主电源故障* 和 *1-73 飞车启动* 中配置主电源断开时的变频器行为。

4

4.2.4 内置 PID 控制器

内置比例-积分-微分 (PID) 控制器可用，无需使用辅助控制设备， PID 控制器维持闭环系统的稳定控制，且必须在其中保持调节压力、流量、温度或其它系统要求。变频器可以响应远程传感器的反馈信号，提供自主控制的电机速度。

变频器可以接受来自 2 个不同设备的 2 个反馈信号。此功能允许根据不同的反馈要求调节系统。变频器通过对两个信号进行比较来做出旨在优化系统性能的控制决定。

4.2.5 自动重启

变频器可以通过编程在非关键跳闸（比如瞬时停电或波动）后自动重新启动电动机。此功能消除了手动复位，并增强了远程控制系统的自动化操作。可以限制重新启动尝试次数以及尝试间隔时间。

4.2.6 飞车启动

飞车启动允许变频器在任何一个方向与全速旋转的工作电动机同步。这可以防止因过电流消耗而跳闸。它最大限度地减少了系统的机械应力，因为在变频器启动时电动机的速度没有骤变。

4.2.7 降低速度时的满转矩

变频器遵循一个变化 V/ Hz 曲线，即使在降低速度时也可以提供电机满转矩。满输出扭矩可以与电动机的最大设计工作速度相一致。这不同于以低速提供降低的电动机转矩的可变扭矩变频器，也不同于在低于全速时产生过量电压、热量和电动机噪音的恒定扭矩变频器。

4.2.8 频率旁路

在一些应用中，系统的运行速度可能会造成机械谐振。这会产生过量噪音，并可能损坏系统的机械部件。变频器有 4 个可编程旁路频率带宽。电动机可以利用这些带宽跳过产生系统谐振的速度。

4.2.9 电动机预热

为了在寒冷或潮湿环境中预热电动机，可以不间断地为电动机注入少量直流电流，以避免其出现冷凝和冷启动效应。这可以不必再使用空间加热器。

4.2.10 4 种可编程菜单

变频器有 4 个菜单，可单独对它们进行编程。通过使用“多重菜单”，可以在通过数字输入或串行命令激活的独立编程功能之间切换。独立菜单有多种用途，比如更改参考值、用于昼/夜或夏/冬运行，或控制多台电动机。LCP 上显示激活的菜单。

通过下载可拆卸 LCP 的信息，可以在变频器之间复制菜单数据。

4.2.11 动态制动

动态制动由下列内容建立：

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

4.2.12 开环机械制动控制

这些参数用于控制电磁（机械）制动操作，通常在起重应用中使用。
要控制机械制动，需要使用继电器输出（继电器 01 或继电器 02）或经过编程的数字输出（端子 27 或 29）。一般来说，该输出在变频器不能“夹持”电动机（例如，因为负载过大）期间应保持关闭。在 *5-40 继电器功能*、*5-30 端子 27 数字输出* 或 *5-31 端子 29 数字输出* 中，可以为带有电磁制动的应用选择 *[32] 机械制动控制*。如果选择 *[32] 机械制动控制*，机械制动在启动后将关闭，直到输出电流超过了在 *2-20 抱闸释放电流* 中选择的电流水平。在停止期间，当速度低于在 *2-21 激活制动速度* 中指定的水平时，机械制动将激活。如果变频器进入报警状态（过电流或过压状态），机械制动会立即切入。在安全力矩停止期间也是如此。

注意

在发生报警情况时，保护模式和跳闸延时（*14-25 转矩极限跳闸延迟* 和 *14-26 逆变器故障时的跳闸延迟*）可能会使机械制动的激活时间被延后。在起重应用中必须禁用这些功能。

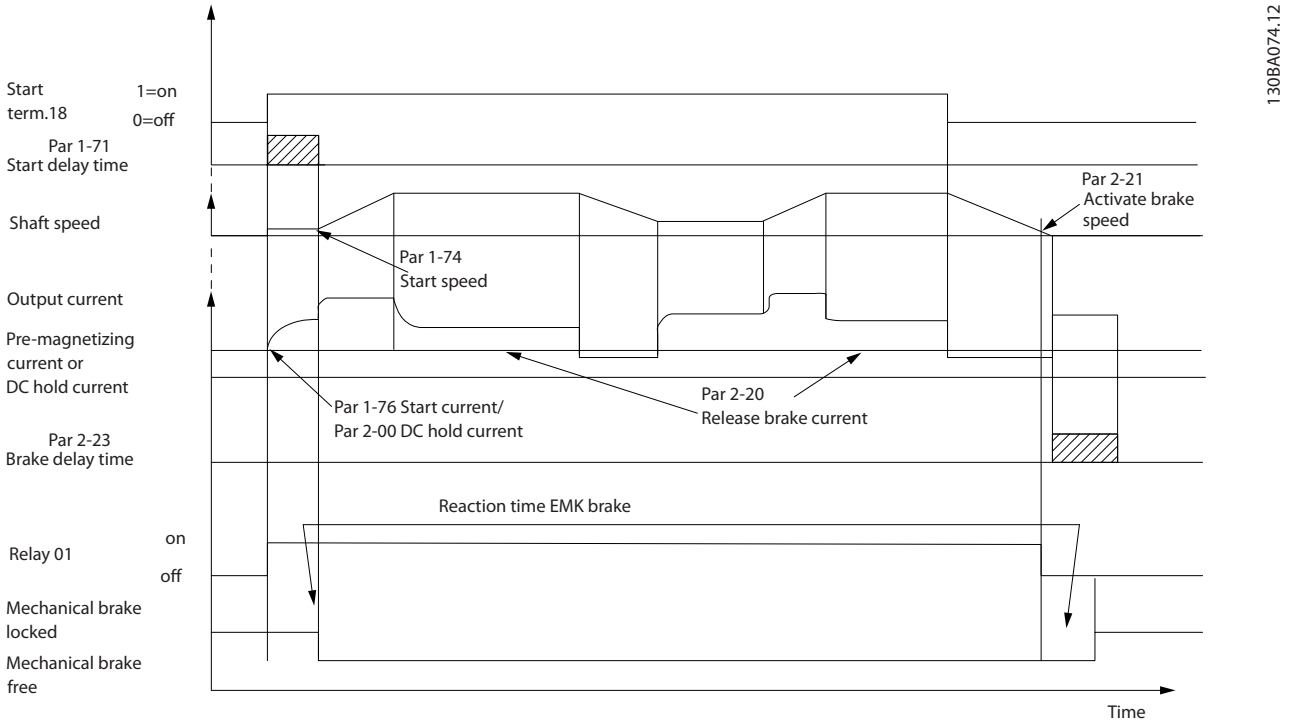


图 4.2 机械制动

4.2.13 闭环机械制动控制/起重机械制动

起重机械制动控制支持以下功能：

- 2 个通道用于机械制动反馈以提供更多保护，防止电缆断裂导致意外行为。
- 整个周期全程监测机械制动反馈。这可保护机械制动，尤其是在多个变频器连接到同一主轴时。
- 无加速直到反馈确认机械制动已打开。
- 改善停止时的负载控制情况。如果 *2-23 激活制动延时* 设置得过短，将激活 W22 且不允许转矩减速。
- 当电动机从制动接管负载时，可配置转换。可增加 *2-28 增益放大因数* 以最大程度地减少移动。为获得非常平稳的过渡，可在更换过程中将设置从速度控制更改为位置控制。
    - 将 *2-28 增益放大因数* 设置为 0 以在 *2-25 抱闸释放时间* 期间启用启用位置控制。这将启用参数 *2-30 Position P Start Proportional Gain* 至 *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time*，它们是位置控制的 PID 参数。

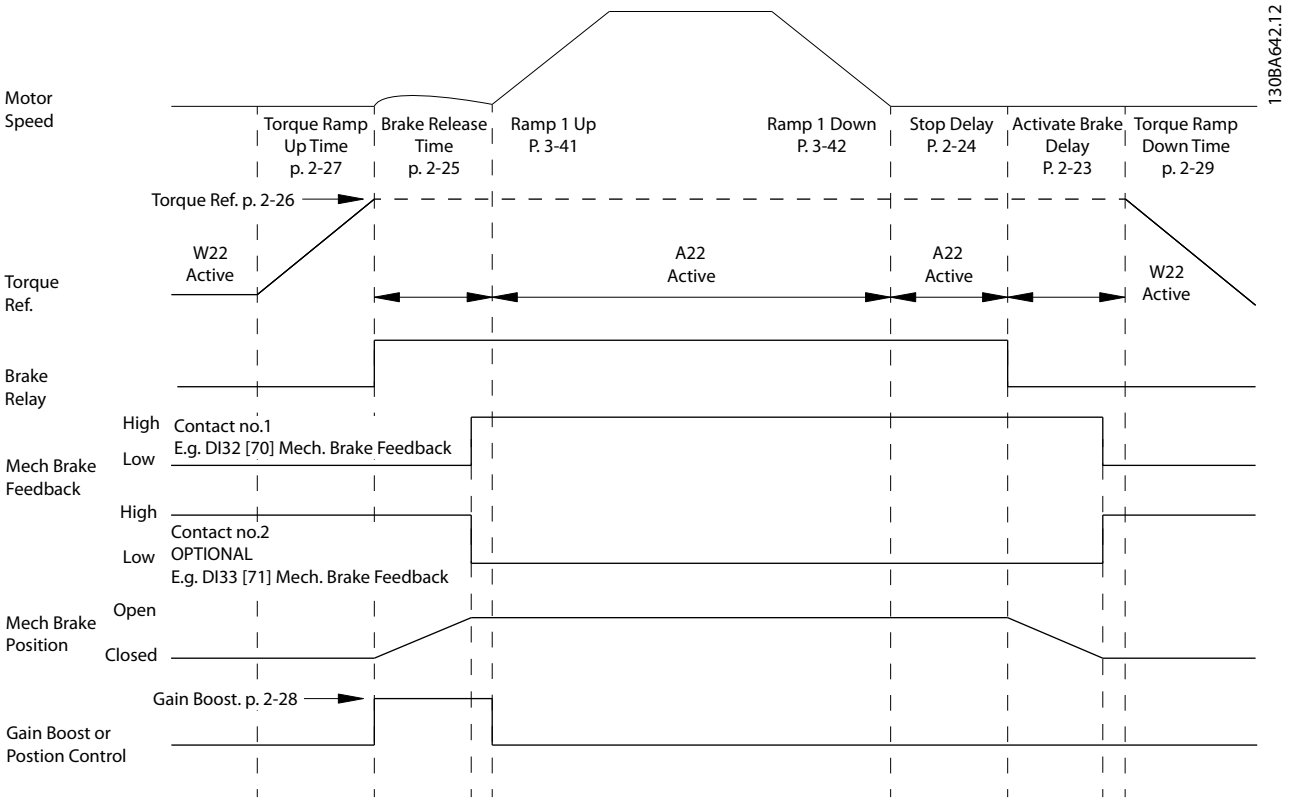


图 4.3 起重机械制动控制的抱闸释放过程 此制动控制仅在带电动机反馈的磁通矢量中可用，对于异步和非突出 PM 电动机可用。

2-26 转矩参考值 至 *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* 仅对起重机械制动控制（带电动机反馈的磁通矢量）可用。通过设置 *2-30 Position P Start Proportional Gain* 至 *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time*，可实现在 *2-25 抱闸释放时间*期间（负载从机械制动转给变频器的时间） 内从速度控制更改为位置控制的非常平稳的过渡。
2-30 Position P Start Proportional Gain 至 *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* 在将 *2-28 增益放大因数* 设置为 0 时被激活。*有关详细信息，请参阅*图 4.3*。

注意

要查看起重应用中的高级机械制动控制的示例，请参阅 *章 10 应用示例*。

4.2.14 智能逻辑控制 (SLC)

智能逻辑控制 (SLC) 是一系列用户定义的操作（请参阅 *13-52 条件控制器动作* [x]），当关联的用户定义*事件*（请参阅 *13-51 条件控制器事件* [x]）被 SLC 判断为“真”时，将执行这些操作。
触发事件的条件可能是某个特定状态，也可能是在逻辑规则或比较器操作数的输出为“真”时。这将导致相关操作，如 *图 4.4* 所示。

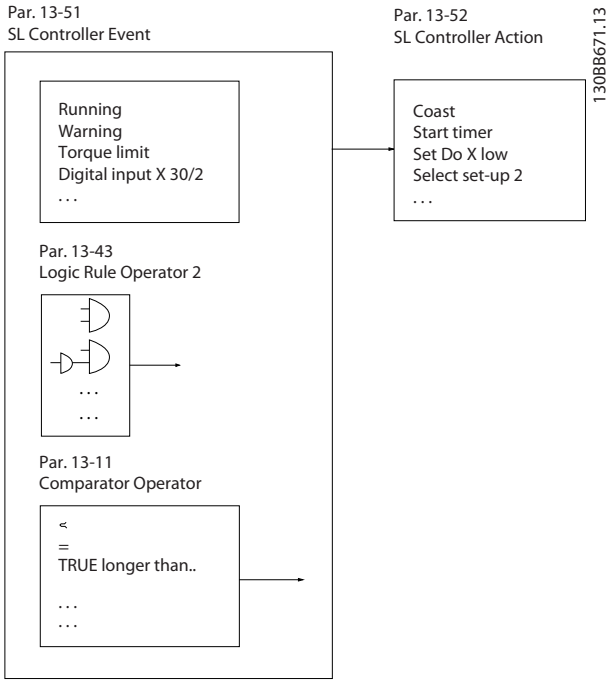


图 4.4 SCL 事件和操作

事件和操作都有自己的编号，两者关联在一起（状态）。这意味着，当事件 [0] 符合条件（值为“真”）时，将执行操作 [0]。此后会对*事件* [1] 进行条件判断，如果值为“真”，则执行*操作* [1]，依此类推。无论何时，只能对一个事件进行判断。如果某个事件的条件判断为“假”，在当前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* [0]（并且仅判断*事件* [0]）的真假。仅当对事件 [0] 的条件判断为 TRUE 时，SLC 才会执行操作 [0]，并且开始判断事件 [1] 的真假。可以设置 1 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* [0]/*操作* [0] 开始执行该序列。*图 4.5* 显示一个包含 4 个事件/操作的示例：

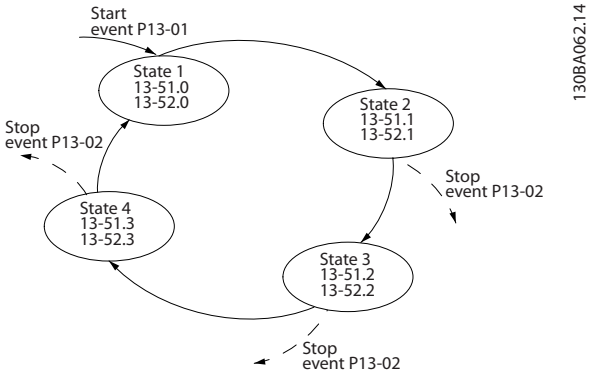


图 4.5 对 4 个事件/操作编程时的执行顺序

比较器

这些比较器可将连续的变量（如输出频率、输出电流、模拟输入等）与固定的预置值进行比较。

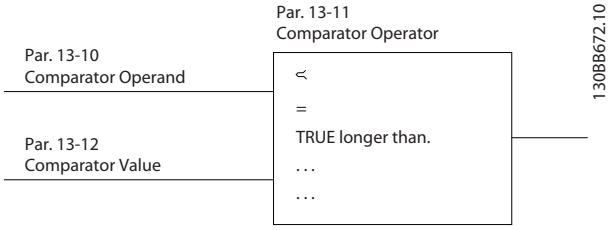


图 4.6 比较器

逻辑规则

使用逻辑运算符 AND、OR、NOT，将来自计时器、比较器、数字输入、状态位和事件的布尔输入（“真”/“假”输入）进行组合，最多组合 3 个。

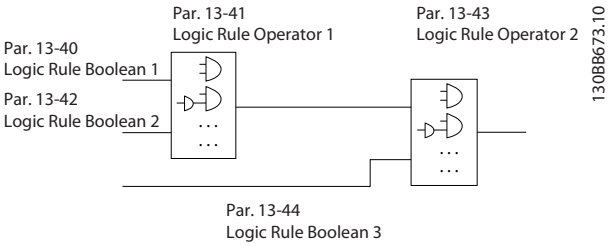


图 4.7 逻辑规则

4.2.15 安全转矩关断

有关安全力矩关断的信息，请参考《*VLT® 变频器系列安全力矩关断操作手册*》。

4.3 Danfoss VLT® FlexConcept®

Danfoss VLT® FlexConcept® 是一种高效节能、灵活和具有成本效益的变频器解决方案，主要用于传送机。该概念由受 VLT® AutomationDrive FC 302 或 VLT® Decentral Drive FCD 302 驱动的 VLT® OneGearDrive® 组成。

4

OneGearDrive 基本上是一种带伞齿轮的永磁电动机。伞齿轮可具有不同的传动比。

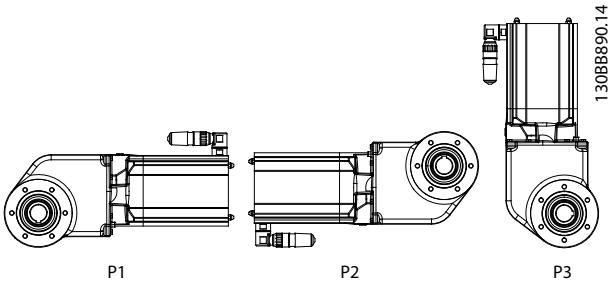


图 4.8 OneGearDrive

OneGearDrive 可由以下功率的 VLT® AutomationDrive FC 302 和 VLT® 分布式变频器 FCD 302 驱动，具体取决于实际应用的需求：

- 0.75 kW
- 1.1 kW
- 1.5 kW
- 2.2 kW
- 3.0 kW

当在 FC 302 或 FCD 302 中的 里选择了 *[1] PM，非突出 SPM* 时，可以在 *1-11 电动机制造商* 中选择 OneGearDrive，并自动设置推荐的参数。

有关详细信息，请参阅《*VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 编程指南*》、《*VLT® OneGearDrive 选型指南*》和 *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/VLTFlexConcept/*

5 《系统集成》

5.1 环境工作条件

5.1.1 湿度

虽然频率转换器可以在高湿度（相对湿度高达 95%）下正常工作，但始终必须避免冷凝。当变频器温度比潮湿的环境空气更低时就有一定的冷凝风险。空气中的水分还会在电子元件上凝结，造成短路。冷凝可以出现在不带电的装置上。当由于环境条件可能会出现冷凝时，建议安装机柜加热器。避免安装易受霜冻影响的地方。

此外，将变频器调到待机模式（装置连接到电源）也可以减少冷凝的风险。然而，确保有足够的功率消耗以避免变频器电路受潮。

5.1.2 温度

为所有变频器指定最低和最高的环境温度限制。避免极端环境温度可延长设备寿命，并最大限度地提高整个系统可靠性。遵循列出的建议可获得最佳性能和最长的延长设备寿命。

- 尽管转换器可以在低至 -10 °C 的温度下工作，但只有在 0 °C 或更高温度时才能以额定负载正常工作。
- 不要超过最高温度限制。
- 当电子元件超出其设计温度工作时，温度每升高 10 °C，使用寿命缩短 50%。
- 即使有 IP54、IP55 或 IP66 防护等级的设备也必须遵守规定的环境温度范围。
- 可能需要在机柜或安装现场加装空调。

5.1.3 温度和冷却

变频器有内置风扇，以确保最佳冷却效果。主风扇强制气流沿散热器上的冷却散热片流动，确保内部空气的冷却。某些功率的变频器还在控制卡旁边安装一个小辅助风扇，确保内部空气循环以避免热点。主风扇由变频器的内部温度控制，并且速度随着温度逐渐升高，当冷却需求不高时会降低噪音和能耗，有需求时则确保有最大冷却效果。风扇控制可以通过 *14-52 风扇控制* 调节以适应任何应用，也能防止在非常寒冷气候下的不利冷却效果。如果变频器内部温度过高，它会降低额定开关频率和模式，有关详细信息，请参阅见 *章 5.1.4 手工降容*。

为所有变频器指定最低和最高的环境温度限制。避免极端环境温度可延长设备寿命，并最大限度地提高整个系统可靠性。遵循列出的建议可获得最佳性能和最长的延长设备寿命。

- 尽管转换器可以在低至 -10 °C 的温度下工作，但只有在 0 °C 或更高温度时才能以额定负载正常工作。
- 不要超过最高温度限制。
- 不要超过最大 24 小时平均温度。
  （24 小时平均温度是最高环境温度减 5 °C。
  举例：最高温度为 50 °C，则最大 24 小时平均温度为 45 °C）。
- 请遵守顶部和底部的最小间隙要求（*章 8.2.1.1 间隙*）。
- 作为一条经验法则，当电子元件超出其设计温度工作时，温度每升高 10 °C，使用寿命缩短 50%。
- 即使有高防护等级的设备也必须遵守规定的环境温度范围。
- 可能需要在机柜或安装现场加装空调。

5.1.4 手工降容

在出现下述任何一种情况时应考虑降容。

- 在 1000 米以上（低气压）工作
- 低速运行
- 电动机电缆很长
- 具有较大横截面积的电缆
- 高环境温度

有关详细信息，请参考 *章 6.2.6 根据环境温度降低额定值*。

5.1.4.1 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。

5.1.4.2 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 *图 5.1* 降低环境温度 (TAMB) 或最大输出电流 (Iout) 的额定值。

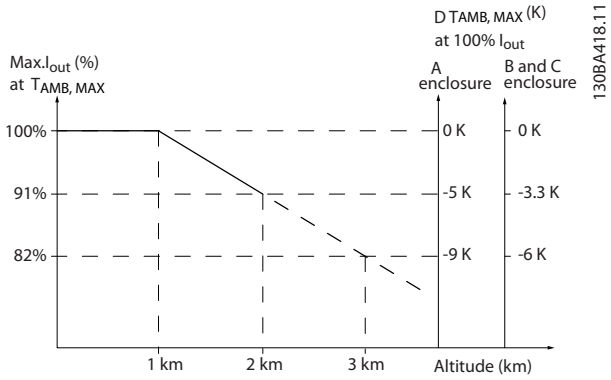


图 5.1 在 $T_{AMB,\ MAX}$ 下输出电流降容与海拔的关系（机架规格 A、B 和 C）。当海拔超过 2,000 米时，请咨询 Danfoss 有关 PELV 事宜。

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。这里以 2,000 米海拔时在 $T_{AMB,\ MAX}$ = 50 °C 下针对机箱类型 B 情况为例介绍了如何查看上述图表。当温度为 45 °C ($T_{AMB,\ MAX}$ - 3.3 K) 时，可以获得 91% 的额定输出电流。当温度为 41.7 °C 时，则可以获得 100% 的额定输出电流。

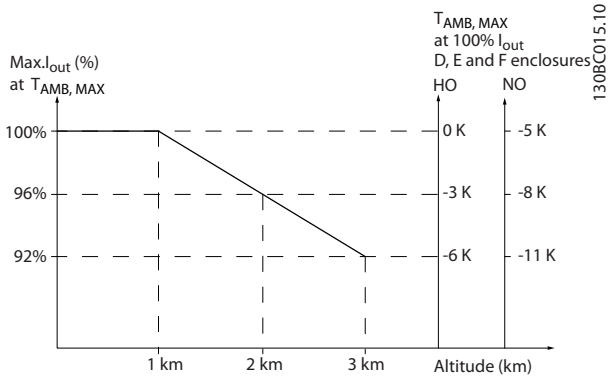


图 5.2 在 $T_{AMB,\ MAX}$ 下输出电流降容与海拔的关系（机箱类型 D3h）。

5.1.5 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
- 射频干扰滤波器的扼流装置
- 内部风扇

有关声源性噪音等级，请参阅 *章 6.2.9 声源性噪音*。

5.1.6 振动与冲击

变频器已按照 IEC 68-2-6/34/35 和 36 标准规定的步骤进行了测试。这些测试使设备在 18 至 1,000 Hz 范围内随机以 3 个方向受到 0.7 g 力量 2 小时。所有 Danfoss 变频器符合以下要求，这些要求与墙壁或地面上安装设备，以及在固定到墙壁或地面上的面板上安装设备的
条件相同。

5.1.7 腐蚀性环境

5.1.7.1 气体

腐蚀性气体，如硫化氢、氯气或氨气，可损害变频器的电气和机械部件。冷却空气的污染也可能导致 PCB 轨道和门密封件逐渐分解。污水处理设施或游泳池往往存在腐蚀性污染物。腐蚀性环境的一个明显现象是铜腐蚀。

在腐蚀性环境，推荐使用受限制的 IP 机箱以及有保形涂层的电路板。有关保形涂层值，请参阅 *表 5.1*。

注意

变频器标配有等级 3C2 涂层。可根据要求提供 3C3 类涂层。

气体类型	设备	类别				
		3C1	3C2		3C3	
			平均值	最大值	平均值	最大值
海盐	不适用	无	盐雾		盐雾	
硫氧化物	mg/m^3	0.1	0.3	1.0	5.0	10
硫化氢	mg/m^3	0.01	0.1	0.5	3.0	10
氯	mg/m^3	0.01	0.1	0.03	0.3	1.0
氯化氢	mg/m^3	0.01	0.1	0.5	1.0	5.0
氟化氢	mg/m^3	0.003	0.01	0.03	0.1	3.0
氨	mg/m^3	0.3	1.0	3.0	10	35
臭氧	mg/m^3	0.01	0.05	0.1	0.1	0.3
氮	mg/m^3	0.1	0.5	1.0	3.0	9.0

表 5.1 保形涂层类等级

最大值是不超过每天 30 分钟的短暂峰值。

5

5.1.7.2 粉尘暴露

在高粉尘暴露的环境中安装变频器往往是不可避免的。灰尘会影响 IP55 或 IP66 防护等级的墙面或机架安装式设备，也会影响 IP21 或 IP20 防护等级的柜装设备。在此类环境中安装变频器时应当考虑下述 3 个方面。

降低冷却
粉尘会在设备表面以及电路板和电子元件内部积垢。这些积垢充当绝缘层，阻碍热量传递到周围空气，从而降低了冷却能力。这些组件会变得更热。这将导致电子元器件加速老化，并且设备的使用寿命缩短。设备背面散热片上的粉尘沉积也会降低设备的使用寿命。

冷却风扇
冷却设备的气流由通常位于设备后部的冷却风扇产生。粉尘可能渗透进风扇转子的小轴承，并引起摩擦。这会导致轴承损坏及风扇故障。

过滤器
高功率变频器都配有冷却风扇，将热空气从设备内部排出。只要超过一定尺寸，这些风扇都配有过滤垫。在粉尘很大的环境中使用时，这些过滤器很快会被堵塞。在上述条件下必须采取预防措施。

定期维护

在上述条件下，建议在定期维护时清洁变频器。去除散热片和风扇上的灰尘并清洁过滤垫。

5.1.7.3 潜在爆炸环境

在潜在爆炸环境中工作的系统必须满足特定条件。欧盟指令 94/9/EC 规定了电子设备在潜在爆炸性环境中的操作。

在潜在爆炸性环境中由变频器控制的电机必须采用 PTC 温度传感器监测温度。点火防护等级为 D 或 E 的电动机被批准用于这种环境。

- e 类包括防止发生任何火花。固件版本为 V6.3x 或更高版本的 FC 302 配备了一个“ATEX ETR 温度监控”功能，用于专门批准的 Ex-e 电动机运行。当与 PTC 热敏电阻卡 MCB112 这类 ATEX 认证的 PTC 监测设备结合时，安装并不需要获得某个一致认可机构的单独认可，即不需要配对。
- d 类包括确保当火花发生时，它被控制在一个受保护的区域。虽然不需要审批，但还是要求有特殊接线和控制。
- d/e 组合在潜在爆炸性环境中最常用。电动机本身具有 e 点火防护等级，而电动机接线和连接环境符合 e 类标准。对 e 连接空间的限制包括在该空间所允许的最大电压。变频器的输出电压通常限于电源电压。输出电压的调制可能会产生 e 类不允许的高峰值电压。在实践中，对变频器输出使用正弦滤波器已被证明是一种衰减高峰值电压的有效手段。

注意

不要在潜在爆炸环境中安装变频器。在机柜中将变频器安装在此区域外。推荐对变频器输出使用正弦波滤波器以衰减 dU/dt 电压上升和峰值电压。电机电缆应尽可能短。

注意

带 MCB 112 选件的 VLT® AutomationDrive 设备有针对潜在爆炸环境的 PTB 认证电动机热敏电阻传感器监测功能。当利用正弦波输出滤波器操作变频器时，无需使用屏蔽电机电缆。

5.1.8 维护

功率不超过 Danfoss 90 kW 的变频器是免维护的。高功率变频器（额定功率为 110 kW 或更高）有内置过滤垫，需要操作员根据粉尘和污染物暴露情况定期进行清洁。在大多数环境中建议的冷却风扇维护间隔为大约 3 年，电容维护间隔大约 5 年。

5.1.9 存放

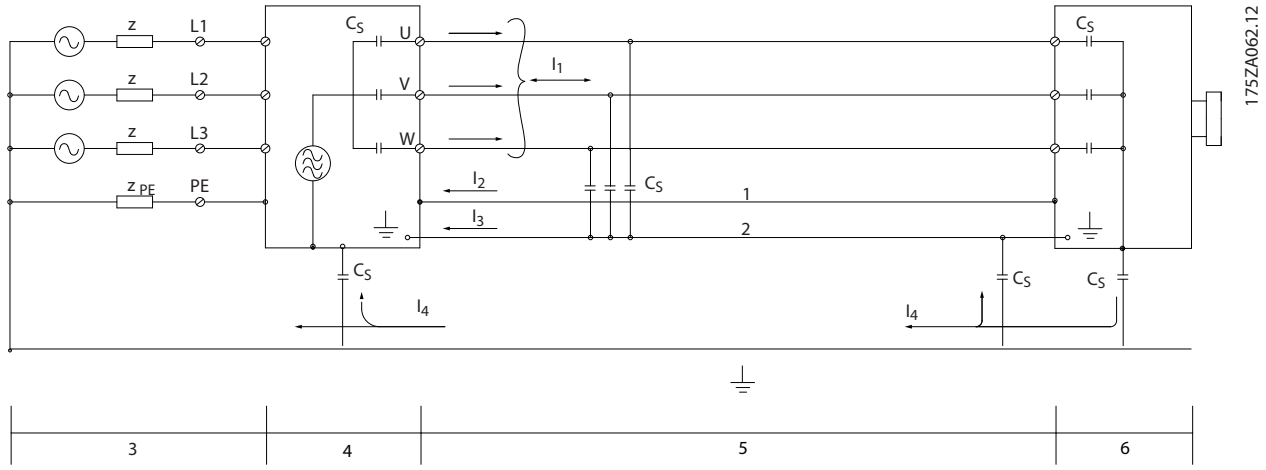
像所有的电子设备一样，变频器必须存放在干燥的地方。存放期间无需定期组装（电容器充电）。

建议在安装之前一直保持设备包装密封。

5.2 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 5.3* 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。
使用屏蔽电机电缆会增大泄漏电流（请参阅 *图 5.3*），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 5.3* 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纽结（辫子状）。辫状屏蔽丝网端部纽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。



1	地线	4	变频器
2	屏蔽丝网	5	屏蔽电机电缆
3	交流主电源	6	电机

图 5.3 会产生漏电电流的情况

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缆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）。

5.2.1 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）以及电动机和屏蔽电机电缆 (Ölflex Classic 100 CY) 组成的系统在额定开关频率下获得的。*表 5.2*列出了合规的电动机电缆的最大长度。

注意

在其它安装中条件可能会有显著变化。

注意

有关并行电机电缆，请参阅 *表 9.19*。

5

射频干扰滤波器类型		传导性干扰			辐射性干扰		
		电缆长度 [m]					
标准和要求	EN 55011/CISPR 11	B 类	A 类组 1	A 类 第 2 组	B 类	A 类 第 1 组	A 类 第 2 组
	EN/IEC 61800-3	类别 C1	类别 C2	类别 C3	类别 C1	类别 C2	类别 C3
H1							
FC 301	0-37 kW 200-240 V	10	50	50	否	是	是
	0-75 kW 380-480 V	10	50	50	否	是	是
FC 302	0-37 kW 200-240 V	50	150	150	否	是	是
	0-75 kW 380-480 V	50	150	150	否	是	是
H2/H5							
FC 301	0-3.7 kW (200-240 V)	否	否	5	否	否	是
FC 302	5.5-37 kW 200-240 V[2]	否	否	25	否	否	是
	0-7.5 kW 380-500 V	否	否	5	否	否	是
	11-75 kW 380-500 V[2]	否	否	25	否	否	是
	11-22 kW 525-690 V[2]	否	否	25	否	否	是
	30-75 kW 525-690 V[2]	否	否	25	否	否	是
H3							
FC 301	0-1.5 kW 200-240V	2.5	25	25	否	是	是
	0-1.5 kW 380-480V	2.5	25	25	否	是	是
H4							
FC 302	1.1-7.5 kW 525-690 V	否	100	100	否	是	是
	11-22 kW 525-690 V	否	100	100	否	是	是
	11-37 kW 525-690 V[3]	否	150	150	否	是	是
	30-75 kW 525-690 V	否	150	150	否	是	是
Hx[1]							
FC 302	0.75-75 kW 525-600 V	否	否	否	否	否	否

表 5.2 EMC 测试结果（辐射） 最大电机电缆长度

[1] 可按照 EN/IEC 61800-3 类别 C4 使用 Hx 型号。

[2] T5，22-45 kW 和 T7，22-75 kW 符合带有 25 米长电机电缆的 A 类组 1。适用系统的一些限制（请联系 Danfoss 了解详细信息）。

HX、H1、H2、H3、H4 或 H5 在 EMC 滤波器类型代码的第 16-17 位中定义，请参阅 表 7.1。

[3] IP20

5.2.2 辐射要求

用于变频器的 EMC 产品标准定义了 4 个类别（C1、C2、C3 和 C4）以及对辐射和抗扰度的规定要求。*表 5.3*说明了 4 个类别的定义以及 EN55011 的同等分类。

类别	定义	EN 55011 中的同等辐射类别
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 5.3 IEC61800-3 和 EN55011 的相关性

使用一般（传导）辐射标准时，变频器需要符合 *表 5.4* 中的限制。

环境	一般辐射标准	EN 55011 中的同等辐射类别
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 5.4 一般辐射标准和 EN 55011 之间的相关性

5.2.3 抗扰性要求

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。

5

请参阅 *表 5.5*。

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}
负载共享	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	10 V/m	—

表 5.5 EMC 抗扰性表

1) 电缆屏蔽注射

5.2.4 电机绝缘

与变频器一起使用的现代化设计的电动机具有高度绝缘，可作为新一代具有高 dU/dt 的高效率 IGBT。在旧电机改装中，必须确认电机绝缘，或者利用 dU/dt 滤波器或正弦波滤波器（必要时）来抑制。dU/dt。

如果电动机电缆长度 ≤ *章 6.2 一般规范*中列出的最大电缆长度，建议使用 *表 5.6* 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 ≤ 420	标准 U_{LL} = 1300
420 V < U_N ≤ 500	增强 U_{LL} = 1600
500 V < U_N ≤ 600	增强 U_{LL} = 1800
600 V < U_N ≤ 690	增强 U_{LL} = 2000

表 5.6 电机绝缘

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

5.2.5 电机轴承电流

为了尽量减小轴承和轴的电流，需要将以下组件与从动机的连接接地：

- 变频器
- 电机
- 从动机
- 电机

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 在电机与负载电机之间直接接地。
3. 降低 IIGBT 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。

5.3 主电源干扰/谐波

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

谐波电流	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

表 5.7 转换非正弦电流

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。因此，如果设备的整流器负载百分比较高，则应使谐波电流尽可能低，以避免变压器过载和电缆过热。

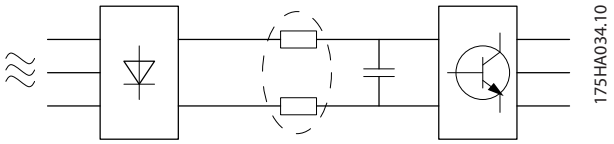


图 5.4 中间电路线圈

注意

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

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

表 5.8 谐波电流比较 RMS 输入电流

为了保证谐波电流较低，变频器标配有中间电路线圈。直流线圈可将总谐波失真度 (THD) 降至 40%。

5.3.1 谐波在配电系统中的影响

在 *图 5.5* 中，一个变压器连接在中压电源的公共耦合点 PCC1 的初级侧。变压器的阻抗为 Z_{xfr}，并且为多个负载提供能量。将所有负载连在一起的公共耦合点是 PCC2。各个负载通过阻抗为 Z_1、Z_2、Z_3 的电缆连接。

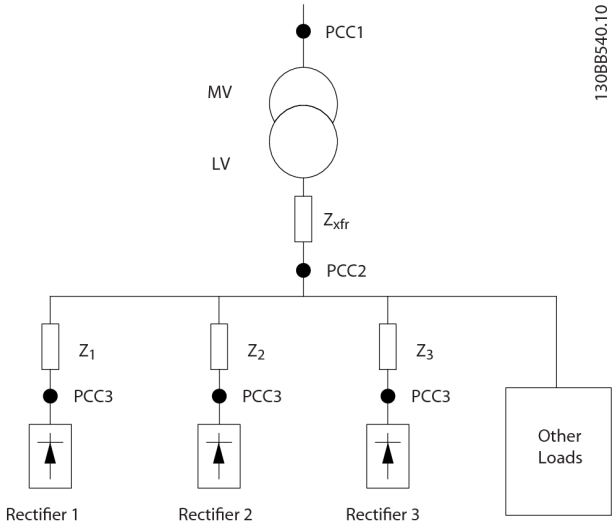


图 5.5 小配电系统

由于配电系统的阻抗造成的压降，非线性负载产生的谐波电流会导致电压失真。阻抗越高，电压失真度越大。

电流失真与设备性能有关系，并与各个负载相关。电压失真与系统性能有关系。在仅知道负载的谐波性能的情况下，无法确定 PCC 中的电压失真度。为了预测 PCC 中的失真度，还必须知道配电系统的配置及相关阻抗。

短路率 R_{sce} 是一个常用来描述电网阻抗的术语，它是 PCC 处的供电电压的短路视在功率 (S_{sc}) 与负载的额定视在功率 (S_{equ}) 的比值。

$$Rsce = \frac{Sce}{Sequ}$$

其中 $Ssc = \frac{U^2}{Zsupply}$ 和 $Sequ = U \times Iequ$

谐波的负面影响以 2 次方形式施加

- 谐波电流会造成系统损耗（在线路和变压器中）
- 谐波电压失真会对其他负载造成干扰，并增加其他负载中的损耗

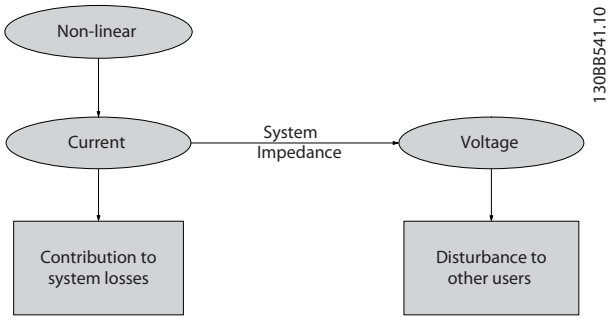


图 5.6 谐波的负面影响

5.3.2 谐波抑制标准和要求

谐波抑制要求包括

- 针对特定应用的要求
- 必须遵守的标准

针对不同应用的要求与存在技术方面的谐波抑制理由的特定系统有关。

示例

当一台 250 kVA 变压器连接 2 台 110 kW 电动机时，如果一台电动机直接连接在电网上，另一台由变频器供电，则该变压器足以满足需求。但如果 2 台电机都由变频器供电，则变压器将供不应求。在系统中采用传统谐波抑降措施，或选择低谐波变频器，可以让 2 台电机都靠变频器工作。

当前存在多种谐波抑制标准、法规和建议。不同的地区和行业有不同的标准。以下是常见标准：

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

有关各种标准的具体详情，请参阅《*AHF005/010 设计指南*》。

在欧洲，如果设施通过公共电网连接，则最大 THVD 为 8%。如果设施有自己的变压器，则限制为 10% THVD。VLT® AutomationDrive 的设计可承受 10% THVD。

5.3.3 谐波抑制

当存在额外的谐波抑制要求时，可以采用 Danfoss 提供的一系列抑制设备。其中包括：

- 12 脉冲变频器
- AHF 滤波器
- 低谐波变频器
- 有源滤波器

在选择适用的解决方案时应考虑多个因素：

- 电网情况，比如背景失真、主电源失衡、谐振和供电类型（变压器/发电机）
- 应用情况，比如负载曲线、负载数量和负载大小
- 地方/国家要求/法规，比如 IEEE519、IEC、G5/4 等
- 总拥有成本，比如初期成本、效率、维护等

如果变压器负载有 40%以上为非线性负载，则始终考虑谐波抑制。

5.3.4 谐波计算

Danfoss 提供谐波计算工具，请参阅 *章 9.6.5 PC 软件*。

5.4 高低压绝缘 (PELV)

5.4.1 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 高低压绝缘主要包括 6 个位置（见 *图 5.7*）：

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)，含直流回路的信号绝缘。
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。

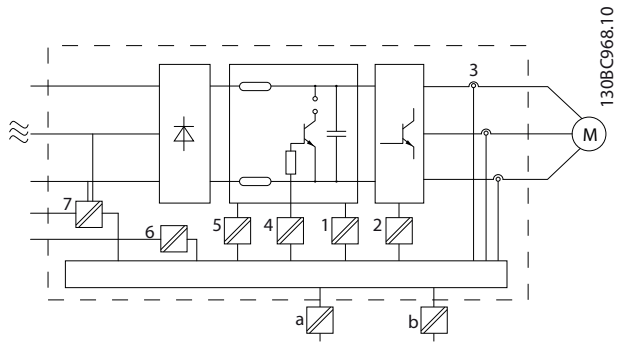


图 5.7 高低压绝缘

功能性高低压绝缘（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：
当海拔超过 2000 米时，请咨询 Danfoss 有关 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会导致生命危险。
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 2.1* 中规定的时间。
仅当特定设备的铭牌上标明更短时间时，才允许等待更短时间。

5.5 制动功能

制动功能应用于电动机主轴上负载的制动，可以作为动态制动也可以作为机械制动。

5.5.1 制动电阻器的选择

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。有关详细信息，请参阅《*制动电阻器设计指南*》。

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 5.8* 下图显示了一个典型的制动周期。

注意

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

该电阻的间歇工作周期按下述方式计算：

工作周期 = t_b/T

T = 周期（秒）
t_b 为周期内的制动时间（秒）

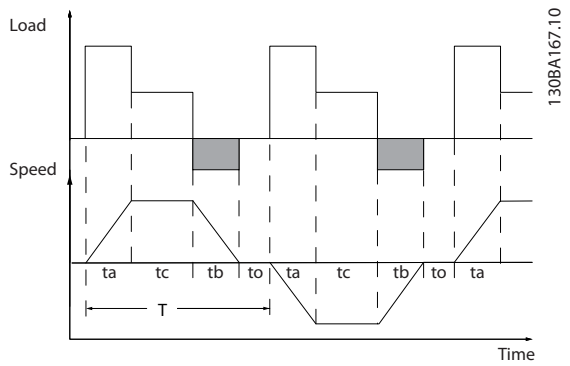


图 5.8 典型的制动周期

	周期时间（秒）	100% 转矩时的制动工作周期	过载转矩 (150/160%) 时的制动工作周期
200-240 V			
PK25-P11K	120	持续	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
380-500 V			
PK37-P75K	120	持续	40%
P90K-P160	600	持续	10%
P200-P800	600	40%	10%
525-600 V			
PK75-P75K	120	持续	40%
525-690 V			
P37K-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40%[1]	10%[2]
P630-P1M0	600	40%	10%

表 5.9 高过载重转矩水平时的制动

[1] 500 kW，86% 制动转矩下/560 kW，76% 制动转矩下

[2] 500 kW，130% 制动转矩下/560 kW，115% 制动转矩下

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

注意

确保电阻器在设计上可以承受所要求的制动时间。

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

$$ED\,(工作周期) = \frac{tb}{T\ cycle}$$

其中，tb 是以秒为单位的制动时间，而 T cycle 是总的周期时间。

制动电阻的计算方式如下：

$$Rbr\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{Ppeak}$$

其中

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

制动电阻取决于中间电路电压 (U_{dc})。
FC 301 和 FC 302 制动功能被设定在 4 个主电源电压范围内。

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

表 5.10 制动极限 [UDC]

注意

如果使用的不是 Danfoss 制动电阻器，请检查制动电阻器是否能承受 410 V、820 V、850 V、975 V 或 1130 V 电压。

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

$$R_{rec}\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{电机} \times Mbr\,(\%) \times \eta_{VLT} \times \eta_{电机}}$$

η_{motor} 通常为 0.90
η_{VLT} 通常为 0.98

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

$$200V: Rrec = \frac{107780}{P电机} [\Omega]$$

$$480V: Rrec = \frac{375300}{P电机} [\Omega] \text{ 1)}$$

$$480V: Rrec = \frac{428914}{P电机} [\Omega] \text{ 2)}$$

$$500V: Rrec = \frac{464923}{P电机} [\Omega]$$

$$600V: Rrec = \frac{630137}{P电机} [\Omega]$$

$$690V: Rrec = \frac{832664}{P电机} [\Omega]$$

1) 对于主轴输出 ≤ 7.5 kW 的变频器

2) 对于主轴输出为 11-75 kW 的变频器

注意

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

注意

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

小心

制动电阻器在制动期间和之后会变得非常热。

- **为了避免人身伤害，请勿触摸制动电阻器。**
- **为避免火灾风险，请在安全环境中安放制动电阻器。**

小心

D-F 机箱类型的变频器含有多个制动斩波器。因此，对于这些机箱类型，每个制动斩波器都需要使用一个制动电阻器。

5.5.2 制动电阻器连线

EMC（绞线电缆/屏蔽）

为了达到变频器的规定 EMC 性能，请使用屏蔽电缆/电线。如果使用的是非屏蔽电线，建议对电线进行铰接以减小制动电阻器和变频器之间缆线的电气噪音。

为了获得更好的 EMC 性能，可以使用金属屏蔽丝网。

5.5.3 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，减速时间会延长。

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）。

6 产品规范

6.1 电气数据

6.1.1 主电源 200-240 V

类型名称	PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
典型主轴输出 [kW]	0.25	0.37	0.55	0,75	1.1	1.5	2.2	3.0	3.7
机箱 IP20（仅限 FC 301）	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-
机箱 IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP55、IP66 机箱	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
输出电流									
持续 (200-240 V) [A]	1.8	2.4	3.5	4.6	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7
间歇 (200-240 V) [A]	2.9	3.8	5.6	7.4	10.6	12.0	17.0	20.0	26.7
持续 kVA (208 V) [kVA]	0.65	0.86	1.26	1.66	2.38	2.70	3.82	4.50	6.00
最大输入电流									
持续 (200-240 V) [A]	1.6	2.2	3.2	4.1	5.9	6.8	9.5	11.3	15.0
间歇 (200-240 V) [A]	2.6	3.5	5.1	6.6	9.4	10.9	15.2	18.1	24.0
附加规范									
主电源、电机、制动和负载共享的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) （最小 0.2 (24)）								
断路器的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)								
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] 3)	21	29	42	54	63	82	116	155	185
效率 2)	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

表 6.1 主电源 200-240 V，PK25-P3K7

类型名称	P5K5		P7K5		P11K	
高/正常过载 [1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO
典型主轴输出 [kW]	5.5	7.5	7.5	11	11	15
机箱 IP20	B3		B3		B4	
机箱 IP21、IP55、IP66	B1		B1		B2	
输出电流						
持续 (200-240 V) [A]	24.2	30.8	30.8	46.2	46.2	59.4
间歇（60 秒过载） (200-240 V) [A]	38.7	33.9	49.3	50.8	73.9	65.3
持续 kVA (208 V) [kVA]	8.7	11.1	11.1	16.6	16.6	21.4
最大输入电流						
持续 (200-240 V) [A]	22.0	28.0	28.0	42.0	42.0	54.0
间歇（60 秒过载） (200-240 V) [A]	35.2	30.8	44.8	46.2	67.2	59.4
附加规范						
主电源、电机、制动和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 [4] [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,-,- (2,-,-)	
主电源、制动和负载共享的 IP21 最大电缆横截面积 [4] [mm^2] ([AWG])	16,10,16 (6,8,6)		16,10,16 (6,8,6)		35,-,- (2,-,-)	
电机的 IP21 最大电缆横截面积 [4] [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,25,25 (2,4,4)	
断路器的最大电缆横截面积 [4] [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6,8,8)					
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] [3]	239	310	371	514	463	602
效率 [2]	0.96		0.96		0.96	

表 6.2 主电源 200-240 V，P5K5-P11K

类型名称	P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
高/正常过载 [1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
典型主轴输出 [kW]	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37	37	45
机箱 IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
机箱 IP21、IP55、IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
输出电流										
持续 (200-240 V) [A]	59.4	74.8	74.8	88.0	88.0	115	115	143	143	170
间歇（60 秒过载） (200-240 V) [A]	89.1	82.3	112	96.8	132	127	173	157	215	187
持续 kVA (208 V [kVA]	21.4	26.9	26.9	31.7	31.7	41.4	41.4	51.5	51.5	61.2
最大输入电流										
持续 (200-240 V) [A]	54.0	68.0	68.0	80.0	80.0	104	104	130	130	154
间歇（60 秒过载） (200-240 V) [A]	81.0	74.8	102	88.0	120	114	156	143	195	169
附加规范										
主电源、制动和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300MCM)		150 (300MCM)	
主电源和电机的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300MCM)		150 (300MCM)	
制动和负载共享的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
断路器的最大电缆横截面积 [4] [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350MCM, 300MCM, 4/0)	
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] [3]	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
效率 [2]	0.96		0.97		0.97		0.97		0.97	

表 6.3 主电源 200-240 V，P15K-P37K

6.1.2 主电源电压 380-500 V

类型名称	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
典型主轴输出 [kW]	0.37	0.55	0,75	1.1	1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5
机箱 IP20（仅限 FC 301）	A1	A1	A1	A1	A1	–	–	–	–	–
机箱 IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP55、IP66 机箱	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
输出电流 160% 高过载，持续 1 分钟										
主轴输出 [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
持续 (380-440 V) [A]	1.3	1.8	2.4	3.0	4.1	5.6	7.2	10	13	16
间歇 (380-440 V) [A]	2.1	2.9	3.8	4.8	6.6	9.0	11.5	16	20.8	25.6
持续 (441-500 V) [A]	1.2	1.6	2.1	2.7	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14.5
间歇 (441-500 V) [A]	1.9	2.6	3.4	4.3	5.4	7.7	10.1	13.1	17.6	23.2
持续 kVA (400 V) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.1	2.8	3.9	5.0	6.9	9.0	11
持续 kVA (460 V) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.4	2.7	3.8	5.0	6.5	8.8	11.6
最大输入电流										
持续 (380-440 V) [A]	1.2	1.6	2.2	2.7	3.7	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4
间歇 (380-440 V) [A]	1.9	2.6	3.5	4.3	5.9	8.0	10.4	14.4	18.7	23
持续 (441-500 V) [A]	1.0	1.4	1.9	2.7	3.1	4.3	5.7	7.4	9.9	13
间歇 (441-500 V) [A]	1.6	2.2	3.0	4.3	5.0	6.9	9.1	11.8	15.8	20.8
附加规范										
主电源、电机、制动和负载共享的 IP20、IP21 最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) （最小 0.2(24)）									
主电源、电机、制动和负载共享的 IP55、IP66 最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12)									
断路器的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)									
最大额定负载时的预计功率损耗 [W]3)	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
效率 2)	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

表 6.4 主电源 380-500 V (FC 302)，380-480 V (FC 301)，PK37-P7K5

类型名称	P11K		P15K		P18K		P22K	
高/正常过载 1)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
典型主轴输出 [kW]	11	15	15	18.5	18.5	22.0	22.0	30.0
460 V 时的典型主轴输出 [HP]	15	20	20	25	25	30	30	40
机箱 IP20	B3		B3		B4		B4	
IP21 机箱	B1		B1		B2		B2	
机箱 IP55、IP66	B1		B1		B2		B2	
输出电流								
持续 (380-440 V) [A]	24	32	32	37.5	37.5	44	44	61
间歇（60 秒过载）(380-440 V) [A]	38.4	35.2	51.2	41.3	60	48.4	70.4	67.1
持续 (441-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52
间歇（60 秒过载）(441-500 V) [A]	33.6	29.7	43.2	37.4	54.4	44	64	57.2
持续 kVA (400 V) [kVA]	16.6	22.2	22.2	26	26	30.5	30.5	42.3
持续 kVA (460 V) [kVA]		21.5		27.1		31.9		41.4
最大输入电流								
持续 (380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
间歇（60 秒过载）(380-440 V) [A]	35.2	31.9	46.4	37.4	54.4	44	64	60.5
持续 (441-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
间歇（60 秒过载）(441-500 V) [A]	30.4	27.5	40	34.1	49.6	39.6	57.6	51.7
附加规范								
主电源、制动和负载共享的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
电机的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
主电源、电机、制动和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
断路器的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)							
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] 3)	291	392	379	465	444	525	547	739
效率 2)	0.98		0.98		0.98		0.98	

表 6.5 主电源 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P11K-P22K

6

类型名称	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
高/正常过载 [1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
典型主轴输出 [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
IP21 机箱	C1		C1		C1		C2		C2	
机箱 IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
机箱 IP55、IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
输出电流										
持续 (380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
间歇（60 秒过载）(380-440 V) [A]	91.5	80.3	110	99	135	117	159	162	221	195
持续 (441-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
间歇（60 秒过载）(441-500 V) [A]	78	71.5	97.5	88	120	116	158	143	195	176
持续 kVA (400 V) [kVA]	42.3	50.6	50.6	62.4	62.4	73.4	73.4	102	102	123
持续 kVA (460 V) [kVA]		51.8		63.7		83.7		104		128
最大输入电流										
持续 (380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
间歇（60 秒过载）(380-440 V) [A]	82.5	72.6	99	90.2	123	106	144	146	200	177
持续 (441-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
间歇（60 秒过载）(441-500 V) [A]	70.5	64.9	88.5	80.3	110	105	143	130	177	160
附加规范										
主电源、电机的 IP20 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
制动和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
主电源和电机的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300MCM)	
制动和负载共享的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
主电源断路器的最大电缆横截面积 [4] [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] [3]	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
效率 [2]	0.98		0.98		0.98		0.98		0.99	

表 6.6 主电源 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P30K-P75K

6.1.3 主电源 525-600 V（仅限 FC 302）

类型名称	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
典型主轴输出 [kW]	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
机箱 IP20、IP21	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
IP55 机箱	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
输出电流								
持续 (525-550 V) [A]	1.8	2.6	2.9	4.1	5.2	6.4	9.5	11.5
间歇 (525-550 V) [A]	2.9	4.2	4.6	6.6	8.3	10.2	15.2	18.4
持续 (551-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	6.1	9.0	11.0
间歇 (551-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.2	7.8	9.8	14.4	17.6
持续 kVA (525 V) [kVA]	1.7	2.5	2.8	3.9	5.0	6.1	9.0	11.0
持续 kVA (575 V) [kVA]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	6.1	9.0	11.0
最大输入电流								
持续 (525-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	4.1	5.2	5.8	8.6	10.4
间歇 (525-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.6	8.3	9.3	13.8	16.6
附加规范								
主电源、电机、制动和负载共享的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) （最小 0.2 (24)）							
断路器的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] 3)	35	50	65	92	122	145	195	261
效率 2)	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

表 6.7 主电源 525-600 V（仅限 FC 302 ），PK75-P7K5

6

类型名称	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
高/正常过载 1)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
典型主轴输出 [kW]	11	15	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37
575 V 时的典型主轴输出 [HP]	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
机箱 IP20	B3		B3		B4		B4		B4	
机箱 IP21、IP55、IP66	B1		B1		B2		B2		C1	
输出电流										
持续 (525-550 V) [A]	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
间歇 (525-550 V) [A]	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
持续 (551-600 V) [A]	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
间歇 (551-600 V) [A]	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
持续 kVA (550 V) [kVA]	18.1	21.9	21.9	26.7	26.7	34.3	34.3	41.0	41.0	51.4
持续 kVA (575 V) [kVA]	17.9	21.9	21.9	26.9	26.9	33.9	33.9	40.8	40.8	51.8
最大输入电流										
持续（550 V 时）[A]	17.2	20.9	20.9	25.4	25.4	32.7	32.7	39	39	49
间歇（550 V 时） [A]	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
持续（575 V 时）[A]	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
间歇（575 V 时）[A]	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
附加规范										
主电源、电机、制动和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 4) [mm²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8,-)		10, 10, - (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
主电源、制动和负载共享的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 4) [mm²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)		16, 10, 10 (6, 8, 8)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		50,-,- (1,-,-)	
电机的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 4) [mm²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8,-)		10, 10, - (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		50,-,- (1,-,-)	
断路器的最大电缆横截面积 4) [mm²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)								50, 35, 35 (1, 2, 2)	
最大额定负载时的预计功率损耗 [W]3)	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
效率 2)	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

表 6.8 主电源 525-600 V（仅限 FC 302），P11K-P30K

类型名称	P37K		P45K		P55K		P75K	
高/正常过载 [1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
典型主轴输出 [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
575 V 时的典型主轴输出 [HP]	50	60	60	74	75	100	100	120
机箱 IP20	C3	C3	C3		C4		C4	
机箱 IP21、IP55、IP66	C1	C1	C1		C2		C2	
输出电流								
持续 (525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
间歇 (525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
持续 (551-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
间歇 (551-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
持续 kVA (550 V) [kVA]	51.4	61.9	61.9	82.9	82.9	100.0	100.0	130.5
持续 kVA (575 V) [kVA]	51.8	61.7	61.7	82.7	82.7	99.6	99.6	130.5
最大输入电流								
持续（550 V 时）[A]	49	59	59	78.9	78.9	95.3	95.3	124.3
间歇（550 V 时） [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
持续（575 V 时）[A]	47	56	56	75	75	91	91	119
间歇（575 V 时）[A]	70	62	85	83	113	100	137	131
附加规范								
主电源、电机的 IP20 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
制动和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
主电源和电机的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
制动和负载共享的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
主电源断路器的最大电缆横截面积 [4] [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350MCM, 300MCM, 4/0)	
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] [3]	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
效率 [2]	0.98		0.98		0.98		0.98	

表 6.9 主电源 525-600 V（仅限 FC 302），P37K-P75K

6

6.1.4 主电源 525-690 V（仅限 FC 302）

类型名称	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
高/正常过载 1)	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO
典型主轴输出 (kW)	1.1	1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5
机箱 IP20	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
输出电流							
持续 (525-550V) [A]	2.1	2.7	3.9	4.9	6.1	9.0	11.0
间歇 (525-550V) [A]	3.4	4.3	6.2	7.8	9.8	14.4	17.6
持续 (551-690V) [A]	1.6	2.2	3.2	4.5	5.5	7.5	10.0
间歇 (551-690V) [A]	2.6	3.5	5.1	7.2	8.8	12.0	16.0
持续 KVA 525 V	1.9	2.5	3.5	4.5	5.5	8.2	10.0
持续 KVA 690 V	1.9	2.6	3.8	5.4	6.6	9.0	12.0
最大输入电流							
持续 (525-550V) [A]	1.9	2.4	3.5	4.4	5.5	8.1	9.9
间歇 (525-550V) [A]	3.0	3.9	5.6	7.0	8.8	12.9	15.8
持续 (551-690V) [A]	1.4	2.0	2.9	4.0	4.9	6.7	9.0
间歇 (551-690V) [A]	2.3	3.2	4.6	6.5	7.9	10.8	14.4
附加规范							
主电源、电机、制动和负载共享的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)（最小 0.2 (24)）						
断路器的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
最大额定负载时的预计功率损耗 (W) 3)	44	60	88	120	160	220	300
效率 2)	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

表 6.10 A3 机箱，主电源 525-690 V IP20/受保护机架，P1K1-P7K5

类型名称	P11K		P15K		P18K		P22K	
高/正常过载 1)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
550 V 时的典型主轴输出 [kW]	7.5	11	11	15	15	18.5	18.5	22
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	11	15	15	18.5	18.5	22	22	30
机箱 IP20	B4		B4		B4		B4	
IP21、IP55 机箱	B2		B2		B2		B2	
输出电流								
持续 (525-550V) [A]	14.0	19.0	19.0	23.0	23.0	28.0	28.0	36.0
间歇（60 秒过载）(525-550V) [A]	22.4	20.9	30.4	25.3	36.8	30.8	44.8	39.6
持续 (551-690V) [A]	13.0	18.0	18.0	22.0	22.0	27.0	27.0	34.0
间歇（60 秒过载）(551-690V) [A]	20.8	19.8	28.8	24.2	35.2	29.7	43.2	37.4
持续 KVA 值（550 V 时）[KVA]	13.3	18.1	18.1	21.9	21.9	26.7	26.7	34.3
持续 KVA 值（690 V 时）[KVA]	15.5	21.5	21.5	26.3	26.3	32.3	32.3	40.6
最大输入电流								
持续（550 V 时）(A)	15.0	19.5	19.5	24.0	24.0	29.0	29.0	36.0
间歇（60 秒过载）（550 V 时）(A)	23.2	21.5	31.2	26.4	38.4	31.9	46.4	39.6
持续（690 V 时）(A)	14.5	19.5	19.5	24.0	24.0	29.0	29.0	36.0
间歇（60 秒过载）（690 V 时）(A)	23.2	21.5	31.2	26.4	38.4	31.9	46.4	39.6
附加规范								
主电源/电机、负载共享和制动的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG]	35, 25, 25 (2, 4, 4)							
主电源断路器的最大电缆横截面积 4) [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)							
最大额定负载时的预计功率损耗 (W) 3)	150	220	220	300	300	370	370	440
效率 2)	0.98		0.98		0.98		0.98	

表 6.11 B2/B4 机箱，主电源 525-690 V IP20/IP21/IP55 - 机架式/NEMA 1/NEMA 12（仅限 (FC 302)，P11K-P22K

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

类型名称	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
高/正常过载 [1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
550 V 时的典型主轴输出 (kW)	22	30	30	37	37	45	45	55	50	75
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
机箱 IP20	B4		C3		C3		D3h		D3h	
IP21、IP55 机箱	C2		C2		C2		C2		C2	
输出电流										
持续 (525-550V) [A]	36.0	43.0	43.0	54.0	54.0	65.0	65.0	87.0	87.0	105
间歇（60 秒过载）(525-550V) [A]	54.0	47.3	64.5	59.4	81.0	71.5	97.5	95.7	130.5	115.5
持续 (551-690V) [A]	34.0	41.0	41.0	52.0	52.0	62.0	62.0	83.0	83.0	100
间歇（60 秒过载）(551-690V) [A]	51.0	45.1	61.5	57.2	78.0	68.2	93.0	91.3	124.5	110
持续 KVA 值（550 V 时）[KVA]	34.3	41.0	41.0	51.4	51.4	61.9	61.9	82.9	82.9	100
持续 KVA 值（690 V 时）[KVA]	40.6	49.0	49.0	62.1	62.1	74.1	74.1	99.2	99.2	119.5
最大输入电流										
持续（550 V 时）[A]	36.0	49.0	49.0	59.0	59.0	71.0	71.0	87.0	87.0	99.0
间歇（60 秒过载）（550 V 时）[A]	54.0	53.9	72.0	64.9	87.0	78.1	105.0	95.7	129	108.9
持续（690 V 时）[A]	36.0	48.0	48.0	58.0	58.0	70.0	70.0	86.0	-	-
间歇（60 秒过载）（690 V 时） [A]	54.0	52.8	72.0	63.8	87.0	77.0	105	94.6	-	-
附加规范										
主电源和电机的最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	150 (300 MCM)									
负载共享和制动的最大电缆横截面积 [mm^2] ([AWG])	95 (3/0)									
主电源断路器的最大电缆横截面积 [4] [mm^2] ([AWG])	95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
最大额定负载时的预计功率损耗 [W] [3]	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
效率 [2]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

表 6.12 B4、C2、C3 机箱，主电源 525-690 V IP20/IP21/IP55 - 机架式/NEMA1/NEMA 12 (仅限 FC 302)，P30K-P75K

关于熔断器额定值，请参阅 章 9.3.1 熔断器和断路器。

[1] 高过载=150% 或 160% 转矩，在 60 秒内。正常过载=110% 转矩，持续 60 秒。

[2] 用 5 米屏蔽的电机电缆在额定负载和额定频率下测量。

[3] 额定负载条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 偏差（容差因电压和电缆情况而异）。
这些值基于典型的电机效率（eff2/eff3 的分界线）。效率较低的电机还会增加变频器及相关设备中的功率损耗。
如果开关频率在默认设置基础上增大，功率损耗将显著上升。
其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。其他选件和客户负载可能使损耗增加 30 W。（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，但是必须允许一定的测量误差 (± 5%)。

[4] 最大电缆横截面积的 3 个值分别适用单芯柔性电线和带护套的柔性电线。

6.2 一般规范

6.2.1 主电源

主电源电压	
供电端子（6 脉冲）	L1, L2, L3
供电电压	200-240 V ±10%
供电电压	FC 301: 380-480 V/FC 302: 380-500 V ±10%
供电电压	FC 302: 525-600 V ±10%
供电电压	FC 302: 525-690 V ±10%

主电源电压低或主电源断电：
如果主电源电压低或主电源断电， 变频器会继续工作，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%）为止。当主电源电压比变频器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 ±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%
真实功率因数 (λ)	额定负载时 ≥ 0.9 标称值
位移功率因数 (cos φ)	整体近似值 (> 0.98)
打开输入电源 L1、L2、L3（上电）（当功率 ≤ 7.5 kW 时）	最多 2 次/分钟。
打开输入电源 L1、L2、L3（上电）（当功率为 11-75 kW 时）	最多 1 次/分钟。
打开输入电源 L1、L2、L3（上电）（当功率 ≥ 90 kW 时）	最多 1 次/2 分钟。
环境符合 EN60664-1 标准要求	过电压类别 III/ 污染度 2

此设备适用于能够提供不超过 100,000 RMS 安培的均方根对称电流和最大电压为 240/500/600/690 V 的电路。

6.2.2 电机输出和电机数据

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[3]
磁通矢量模式下的输出频率	0-300 Hz
输出切换	无限制
加减速时间	0.01-3600 s

转矩特性	
启动转矩（恒定转矩）	10 分钟后，最大 160%，持续 60 秒[1]。
启动/过载转矩（可变转矩 ）	10 分钟后，最大 110%，最长持续 0.5 秒[1]
磁通模式中的转矩升高时间 (对于 5 kHz fsw)	1 ms
VVC^{plus} 中的转矩升高时间（与 fsw 无关）	10 ms

[1] 相对于额定转矩的百分比。
[2] 转矩响应时间取决于应用和负载，但转矩从 0 增至参考值的时间通常为转矩升高时间的 4 到 5 倍。
[3] 为客户提供输出频率为 0-1000 Hz 的特别型号。

6.2.3 环境条件

环境	
机箱	IP20/机架式，IP21/类型 1，IP55/ 类型 12，IP66/ 类型 4X
振动测试	1.0 g
最大 THVD	10%
最高相对湿度	5% - 93%，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_2S 测试	Kd 类
环境温度	最高 50 °C（24 小时平均最高温度 45 °C）
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 至 +65/70 °C
不降容情况下的最高海拔高度	1000 m
EMC 标准，发射	EN 61800-3、EN 55011[1)]
EMC 标准，安全性	EN61800-3、EN 61000-6-1/2

[1)] 请参阅 章 5.2.1 EMC 测试结果。

6.2.4 电缆规格

控制电缆的长度和横截面积[1)]	
最大电机电缆长度，屏蔽电缆	150 m
最大电机电缆长度，非屏蔽电缆	300 m
控制端子的最大横截面积（不带电缆端套的柔性/刚性电线）	1.5 mm^2/16 AWG
控制端子的最大横截面积（带电缆端套的柔性电线）	1 mm^2/18 AWG
控制端子的最大横截面积（带电缆端套和固定环的柔性电线）	0.5 mm^2/20 AWG
控制端子电缆的最小横截面积	0.25 mm^2/24 AWG

[1)] 关于电源电缆，请参阅 章 6.1 电气数据 中的电气表格。

6.2.5 控制输入/输出和控制数据

6.2.5.1 数字输入

数字输入	
可编程数字输入	FC 301: 4 (5)[1)]/FC 302: 4 (6)[1)]
端子号	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
逻辑	PNP 或 NPN
电压水平	直流 0 - 24 V
电压水平，逻辑‘0’PNP	< 直流 5 V
电压水平，逻辑‘1’PNP	>直流 10 V
电压水平，逻辑‘0’ NPN[2)]	>直流 19 V
电压水平，逻辑‘1’ NPN[2)]	< 直流 14 V
最高输入电压	28 V 直流
脉冲频率范围	0-110 kHz
（工作周期）最小脉冲宽度	4.5 ms
输入电阻，Ri	大约 4 kΩ

安全停止端子 37[3,4] （端子 37 拥有固定的 PNP 逻辑）	
电压水平	0-24 V 直流
电压水平，逻辑‘0’PNP	<4 V 直流
电压水平，逻辑‘1’PNP	>直流 20 V
最高输入电压	28 V 直流
24 V 时的典型输入电流	50 mA rms
20 V 时的典型输入电流	60 mA rms
输入电容	400 nF

所有数字输入与供电电压 （PELV） 及其它高电压端子之间均电气绝缘。

[1] 也可以将端子 27 和 29 设为输出。

[2] 不包括安全停止输入端子 37。

[3] 有关端子 37 和安全停止功能的更多信息，请参阅《VLT® 变频器 - 安全转矩关断操作手册》。

[4] 当连同安全停止功能一起使用带有内置直流线圈的接触器时，在将其关闭时务必要让来自线圈的电流形成一个回路。这可以通过在线圈两端连接一个惯性二极管（或者有着更快响应速度的 30 或 50 V MOV）来实现。可以购买带有这种二极管的典型接触器。

6

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	-10 到 + 10 V（可调节）
输入电阻，Ri	约 10 kΩ
最高电压	± 20 V
电流模式	开关 S201/开关 S202 = 开 (I)
电流水平	0/4 到 20 mA（可调节）
输入电阻，Ri	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	100 Hz

模拟输入与供电电压 （PELV） 以及其它高电压端子之间都是绝缘的。

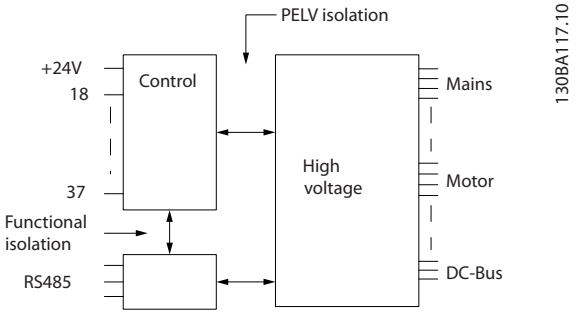


图 6.1 PELV 绝缘

脉冲/编码器输入

可编程脉冲/编码器输入	2/1
脉冲/编码器端子号	29[1)], 33[2)] / 32[3)], 33[3)]
端子 29、32、33 的最大频率	110 kHz（推挽驱动）
端子 29、32、33 的最大频率	5 kHz（开放式集电极）
端子 29、32、33 的最小频率	4 Hz
电压水平	请参阅“数字输入”章节
最高输入电压	28 V 直流
输入电阻，Ri	约 4 kΩ
脉冲输入精度 (0.1-1 kHz)	最大误差： 全范围的 0.1 %
编码器输入精度 (1-11 kHz)	最大误差： 全范围的 0.05 %

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

1) FC 302 仅

2) 脉冲输入是 29 和 33

3) 编码器输入： 32 = A，33 = B

6

数字输出

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

1) 端子 27 和 29 也可以被设置为输入端子。

数字输出与供电电压 (PELV) 以及其他高电压端子之间都是电绝缘的。

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 到 20 mA
最大接地负载 - 模拟输出小于	500 Ω
模拟输出精度	最大误差： 全范围的 0.5%
模拟输出分辨率	12 位

模拟输出与供电电压 (PELV) 以及其他高电压端子都是绝缘的。

控制卡，24 V 直流输出

端子号	12, 13
输出电压	24 V +1, -3 V
最大负载	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。

控制卡，10 V 直流输出

端子号	±50
输出电压	10.5 V ±0.5 V
最大负载	15 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它中央电路，并且与供电电压 (PELV) 是电绝缘的。

控制卡，USB 串行通讯

USB 标准	1.1（全速）
USB 插头	B 类 USB“设备”插头

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

继电器输出

可编程继电器输出	FC 301 所有 kW： 1/FC 302 所有 kW 规格： 2
继电器 01 端子号	1-3（常闭），1-2（常开）
最大终端负载 (AC-1)[1]，1-3（常闭），1-2（常开）（电阻性负载）	交流 240 V，2 A
最大终端负载 (AC-15)[1]（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（仅限 FC 302）端子号	4-6（常闭），4-5（常开）
端子 4-5（常开）的最大负载 (AC-1)[1] （电阻性负载）[2][3] 过压类别 II	交流 400 V，2 A
最大端子负载 (AC-15)[1]，4-5（常开）（cosφ 等于 0.4 时的电感性负载）	交流 240 V，0.2 A
最大终端负载 (DC-1)[1]，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）（cosφ 等于 0.4 时的电感性负载）	交流 240 V，0.2 A
最大终端负载 (DC-1)[1]，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 第 4 和第 5 部分
继电器的触点通过增强的绝缘措施与电路的其余部分隔离开 (PELV)。
[2] 过压类别 II
[3] UL 应用 300 V AC 2A

控制卡性能

扫描间隔	1 ms

控制特性

输出频率为 0-590 Hz 时的分辨率	±0.003 Hz
精确启动/停止的再现精度（端子 18 和 19）	≤±0.1 ms
系统响应时间（端子 18、19、27、29、32、33）	≤ 2 ms
速度控制范围（开环）	1:100 同步速度
速度控制范围（闭环）	1:1000 同步速度
速度精度（开环）	30-4000 rpm： 误差为 ±8 rpm
速度精确度（闭环），取决于反馈装置的分辨率	0-6000 rpm： 误差为 ±0.15 rpm
转矩控制精确度（速度反馈）	最大误差为额定转矩的 ±5%

所有控制特性都基于 4 极异步电机。

6.2.6 根据环境温度降低额定值

6.2.6.1 根据环境温度的降容 - 机箱类型 A

60° AVM - 脉冲宽度调制

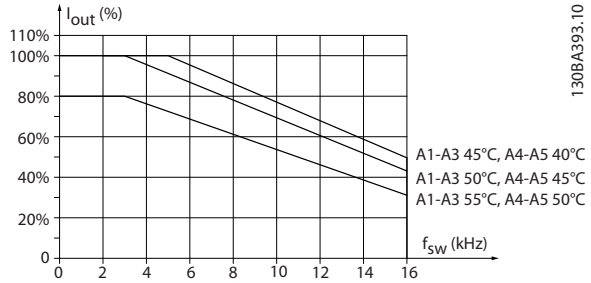


图 6.2 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 A，开关模式为 60° AVM

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

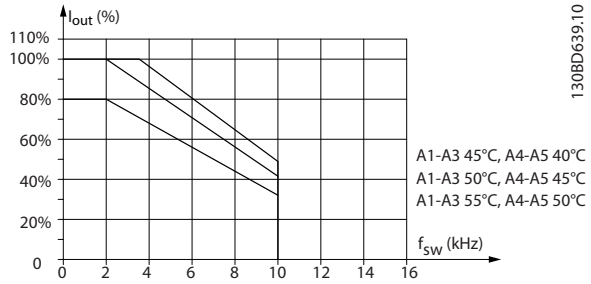


图 6.3 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 A，开关模式为 SFAVM

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

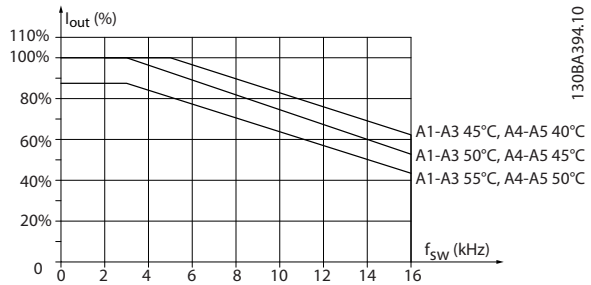


图 6.4 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类 A，开关模式为 60° AVM，电动机电缆的最大长度为 10 m

SFAVM

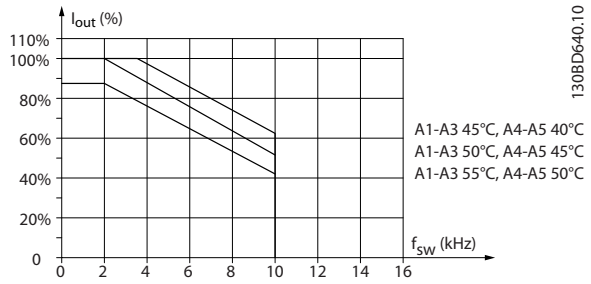


图 6.5 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类 A，开关模式为 SFAVM，电动机电缆的最大长度为 10 m

6.2.6.2 根据环境温度降容 - 机箱类型 B

机箱 B、T2、T4 和 T5

对于机箱类型 B 和 C，降容还取决于在 *1-04 过载模式* 选择的过载模式

60° AVM - 脉冲宽度调制

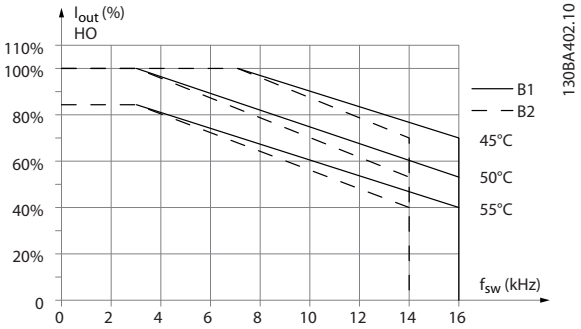


图 6.6 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 B1 和 B2，在高过载模式（160% 过转矩）下使用 60° AVM

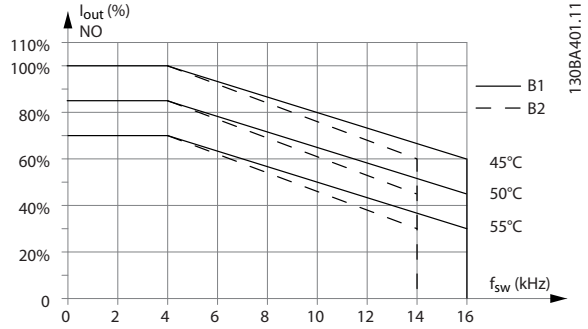


图 6.7 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 B1 和 B2，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 60° AVM

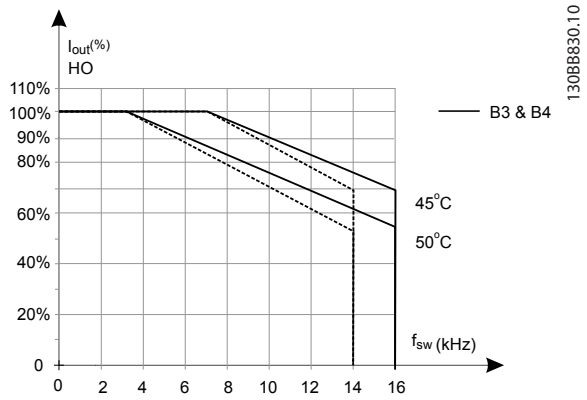


图 6.8 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 B3 和 B4，在高过载模式（160% 过转矩）下使用 60° AVM

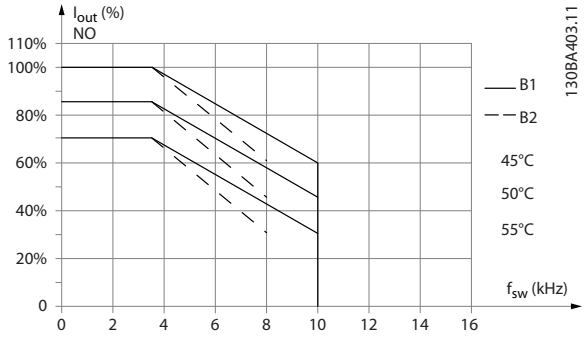


图 6.11 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 B1 和 B2，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

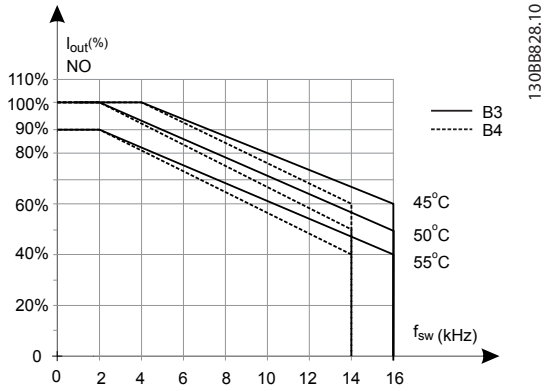


图 6.9 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 B3 和 B4，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 60° AVM

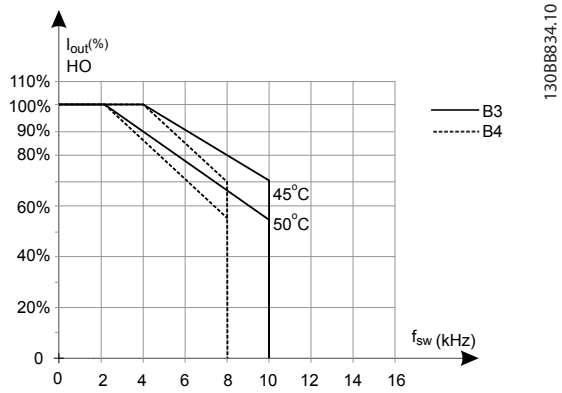


图 6.12 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 B3 和 B4，在高过载模式（160% 过转矩）下使用 SFAVM

SFAVM – 定子频率异步矢量调制

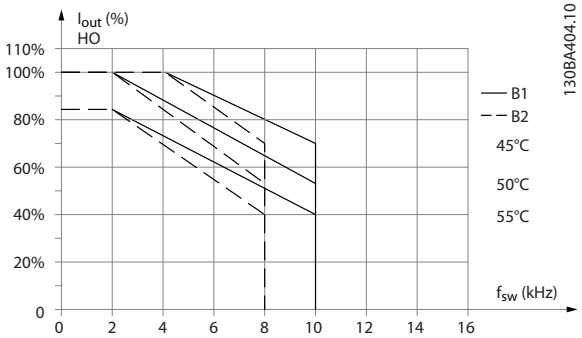


图 6.10 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 B1 和 B2，在高过载模式（160% 过转矩）下使用 SFAVM

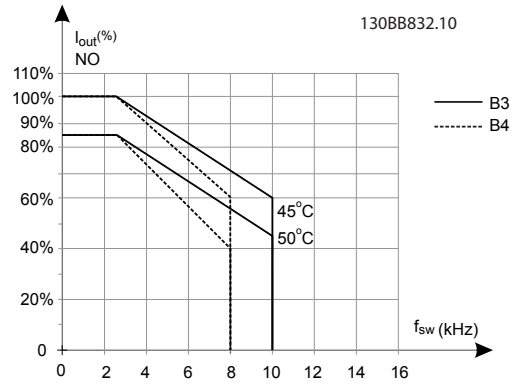


图 6.13 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 B3 和 B4，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

机箱 B，T6
60° AVM – 脉冲宽度调制

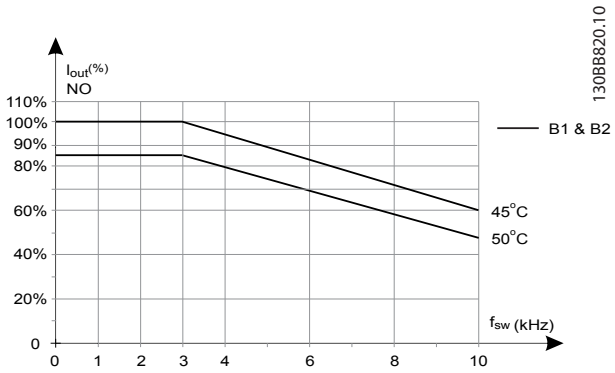


图 6.14 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 – 600 V 变频器，机箱类型 B，60° AVM，常开

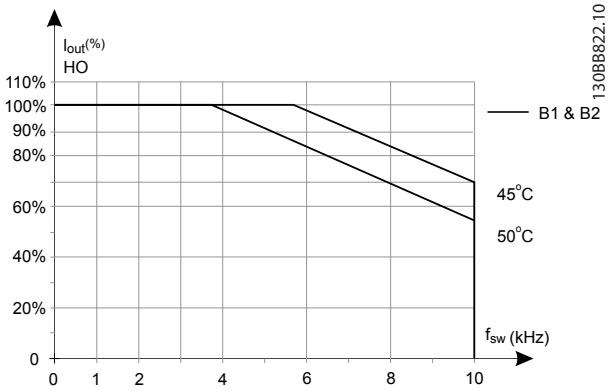


图 6.15 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 – 600 V 变频器，机箱类型 B，60° AVM，HO

SFAVM – 定子频率异步矢量调制

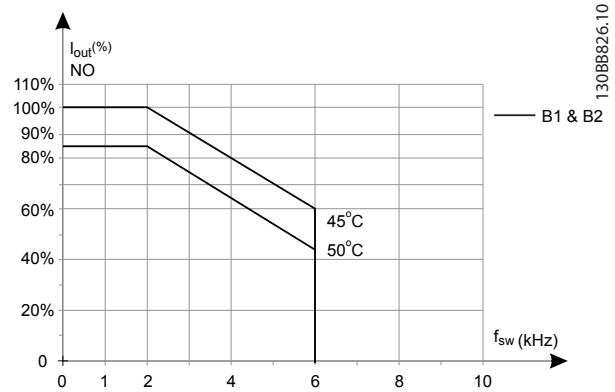


图 6.16 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 – 600 V 变频器，机箱类型 B； SFAVM，NO

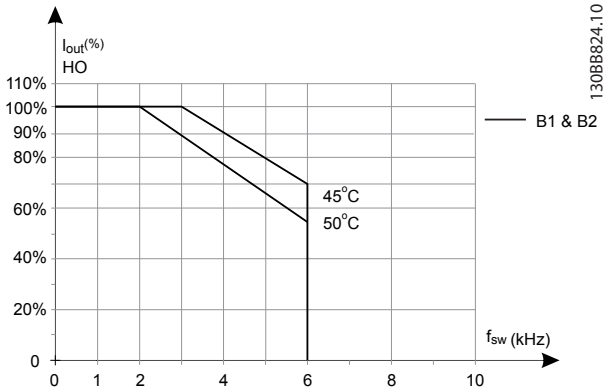


图 6.17 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 – 600 V 变频器，机箱类型 B； SFAVM，HO

机箱 B，T7
机箱 B2 和 B4，525-690 V
60° AVM – 脉冲宽度调制

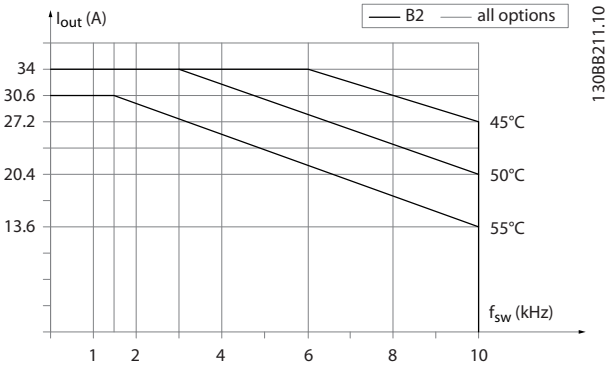


图 6.18 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 – 机箱类型 B2 和 B4，60° AVM。注意： 图中的电流为绝对值，且对高过载和正常过载都有效。

SFAVM – 定子频率异步矢量调制

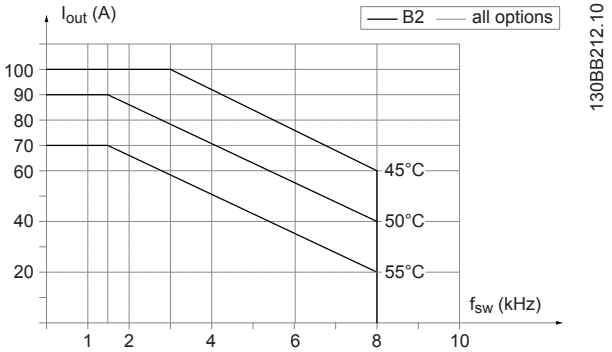


图 6.19 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 – 机箱类型 B2 和 B4，SFAVM。注意： 图中的电流为绝对值，且对高过载和正常过载都有效。

6.2.6.3 根据环境温度降容 - 机箱类型 C

机箱 C、T2、T4 和 T5
60° AVM - 脉冲宽度调制

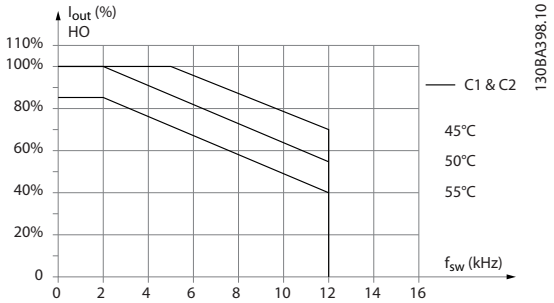


图 6.20 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 C1 和 C2，在高过载模式（160% 过转矩）下使用 60° AVM

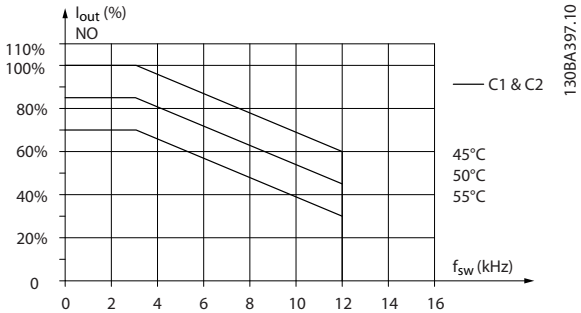


图 6.21 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 C1 和 C2，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 60° AVM

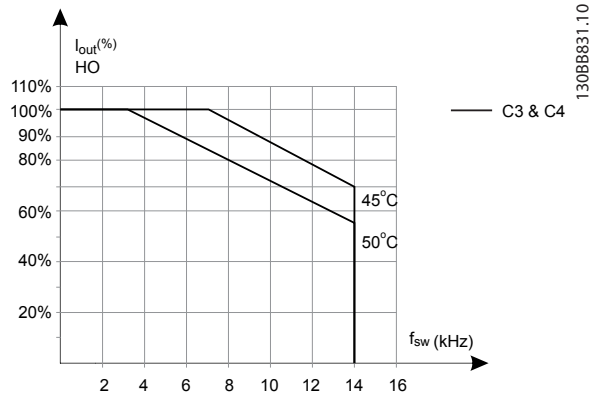


图 6.22 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 C3 和 C4，在高过载模式（160% 过转矩）下使用 60° AVM

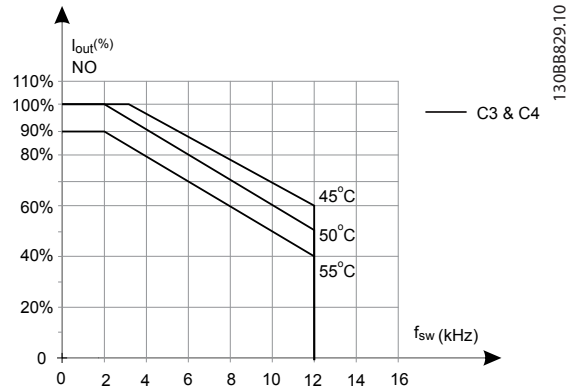


图 6.23 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 C3 和 C4，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 60° AVM

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

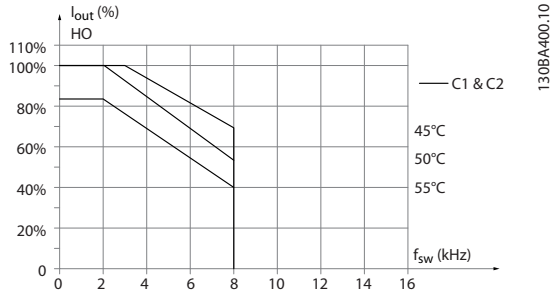


图 6.24 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 C1 和 C2，在高过载模式（160% 过转矩）下使用 SFAVM

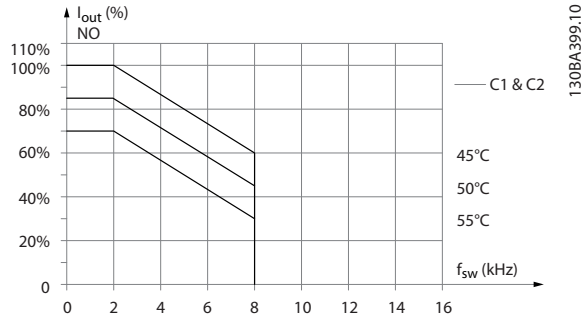


图 6.25 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 C1 和 C2，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

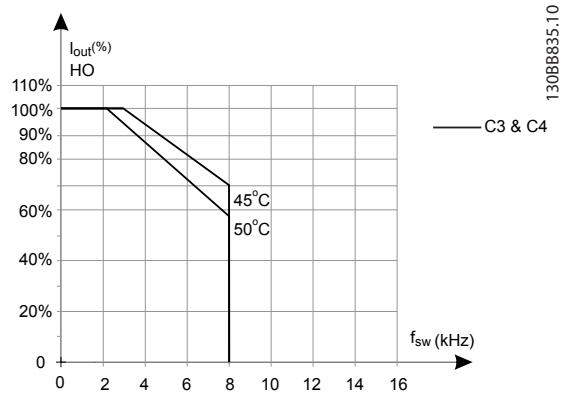


图 6.26 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 C3 和 C4，在高过载模式（160% 过转矩）下使用 SFAVM

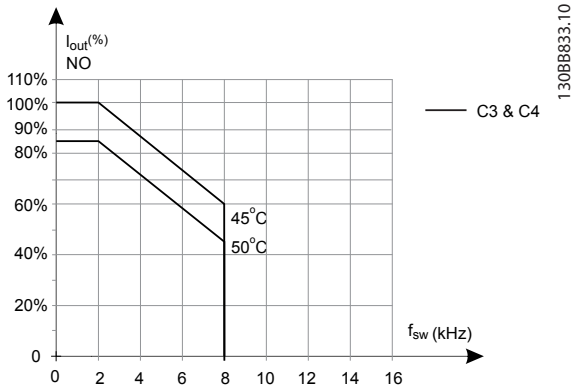


图 6.27 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱类型 C3 和 C4，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

机箱类型 C，T6

60° AVM - 脉冲宽度调制

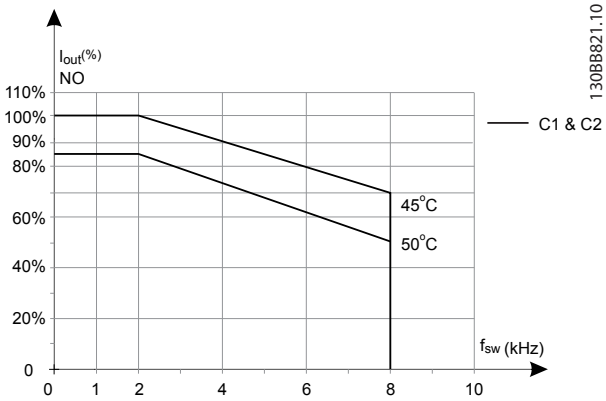


图 6.28 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器，机箱类型 C，60° AVM，常开

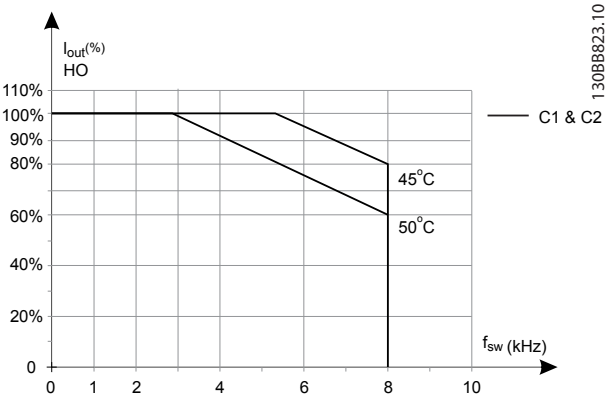


图 6.29 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器，机箱类型 C，60° AVM，HO

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

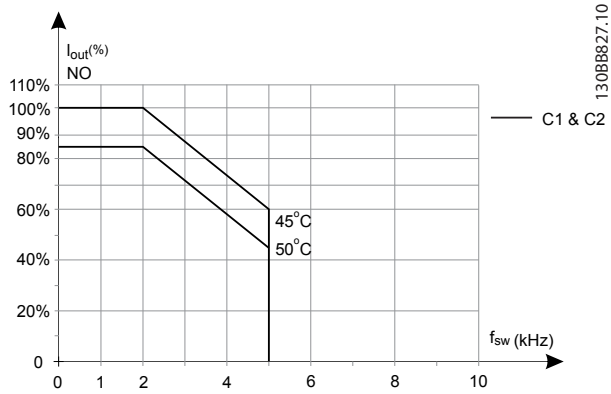


图 6.30 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器，机箱类型 C； SFAVM，NO

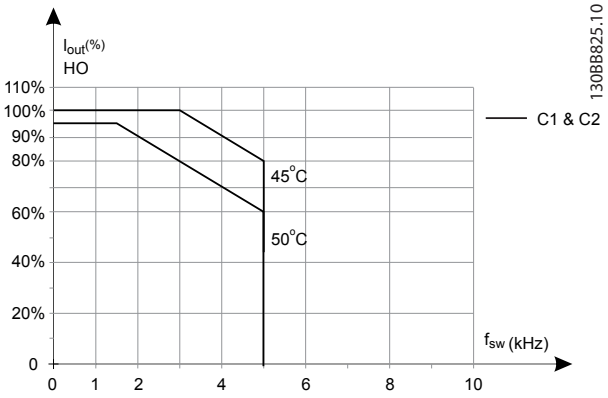


图 6.31 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器，机箱类型 C； SFAVM，HO

机箱类型 C，T7
60° AVM - 脉冲宽度调制

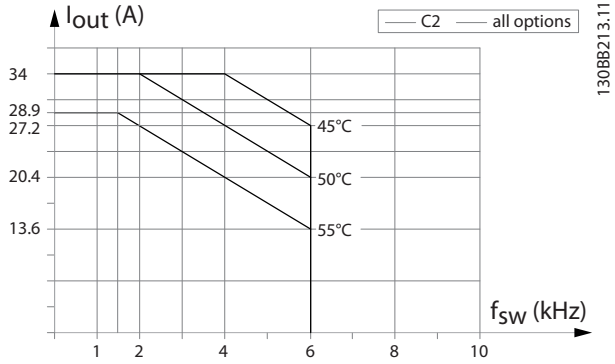


图 6.32 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机箱类型 C2，60° AVM。注意： 图中的电流为绝对值，且对高过载和正常过载都有效。

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

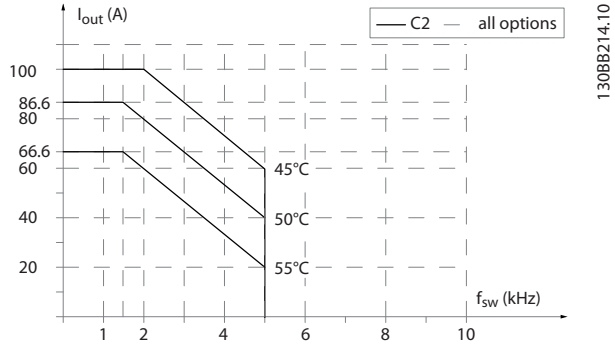


图 6.33 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机箱类型 C2，SFAVM。注意： 图中的电流为绝对值，且对高过载和正常过载都有效。

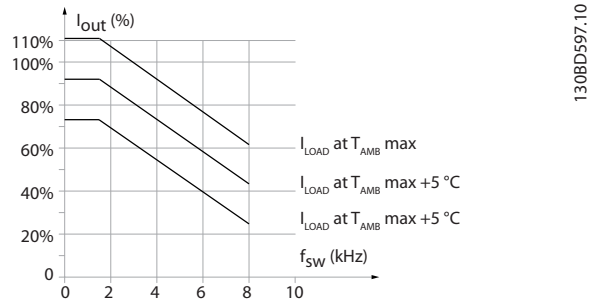


图 6.34 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机箱类型 C3

6.2.7 dU/dt 测试的测量值

对于那些并不是专门为了与变频器一同工作而设计的电动机（没有相绝缘纸或其它强化绝缘措施），为了避免损坏它们， 强烈建议在变频器的输出端安装一个 dU/dt 滤波器或 LC 滤波器。

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：

- 电动机电感
- 电动机电缆（类型、横截面积、长度、屏蔽或非屏蔽）

固有电感在稳定之前引起电机电压的过冲电压峰值。水平取决于在直流回路上的电压。

IGBT 的开/关操作会在电机端子上产生峰值电压。升高时间和峰值电压会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会随着时间的推移受到不利影响。

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。升高时间和峰值电压随电缆长度（100 米）增加。

变频器符合电机设计的 IEC60034-25 和 IEC60034-17 标准。

200-240 V (T2)

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	240	0.13	0.510	3.090
50	240	0.23		2.034
100	240	0.54	0.580	0.865
150	240	0.66	0.560	0.674

表 6.13 P5K5T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240	0.264	0.624	1.890
136	240	0.536	0.596	0.889
150	240	0.568	0.568	0.800

表 6.14 P7K5T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0.556	0.650	0.935
100	240	0.592	0.594	0.802
150	240	0.708	0.587	0.663

表 6.15 P11KT2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240	0.244	0.608	1.993
136	240	0.568	0.580	0.816
150	240	0.720	0.574	0.637

表 6.16 P15KT2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240	0.244	0.608	1.993
136	240	0.568	0.580	0.816
150	240	0.720	0.574	0.637

表 6.17 P18KT2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	240	0.194	0.626	2.581
50	240	0.252	0.574	1.822
150	240	0.488	0.538	0.882

表 6.18 P22KT2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0.300	0.598	1.594
100	240	0.536	0.566	0.844
150	240	0.776	0.546	0.562

表 6.19 P30KT2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0.300	0.598	1.594
100	240	0.536	0.566	0.844
150	240	0.776	0.546	0.562

表 6.20 P37KT2

380-500 V (T4)

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0.640	0.690	0.862
50	480	0.470	0.985	0.985
150	480	0.760	1.045	0.947

表 6.21 P1K5T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0.172	0.890	4.156
50	480	0.310		2.564
150	480	0.370	1.190	1.770

表 6.22 P4K0T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0.04755	0.739	8.035
50	480	0.207		4.548
150	480	0.6742	1.030	2.828

表 6.23 P7K5T4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	480	0.396	1.210	2.444
100	480	0.844	1.230	1.165
150	480	0.696	1.160	1.333

表 6.24 P11KT4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	480	0.396	1.210	2.444
100	480	0.844	1.230	1.165
150	480	0.696	1.160	1.333

表 6.25 P15KT4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	480	0.312		2.846
100	480	0.556	1.250	1.798
150	480	0.608	1.230	1.618

表 6.26 P18KT4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	480	0.288		3.083
100	480	0.492	1.230	2.000
150	480	0.468	1.190	2.034

表 6.27 P22KT4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0.368	1.270	2.853
50	480	0.536	1.260	1.978
100	480	0.680	1.240	1.426
150	480	0.712	1.200	1.334

表 6.28 P30KT4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0.368	1.270	2.853
50	480	0.536	1.260	1.978
100	480	0.680	1.240	1.426
150	480	0.712	1.200	1.334

表 6.29 P37KT4

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	480	0.256	1.230	3.847
50	480	0.328	1.200	2.957
100	480	0.456	1.200	2.127
150	480	0.960	1.150	1.052

表 6.30 P45KT4

380-500 V (T5)

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0.371	1.170	2.523

表 6.31 P55KT5

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0.371	1.170	2.523

表 6.32 P75KT5

600 V (T6)

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	600	0.304	1.560	4.105
50	600	0.300	1.550	4.133
100	600	0.536	1.640	2.448
150	600	0.576	1.640	2.278

表 6.33 P15KT6

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	600	0.084	1.560	7.962
50	600	0.120	1.540	5.467
100	600	0.165	1.472	3.976
150	600	0.190	1.530	3.432

表 6.34 P30KT6

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	600	0.276	1.184	4.290

表 6.35 P75KT6

525-690 V (T7)

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
80	690	0.58	1.728	2369
130	690	0.93	1.824	1569
180	690	0.925	1.818	1570

表 6.36 P7K5T7

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
6	690	0.238	1416	4739
50	690	0.358	1764	3922
150	690	0.465	1872	3252

表 6.37 P45KT7

Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

6.2.8 效率

变频器效率
变频器的负载对其效率基本没有影响。

这还意味着，当选择其它的 U/f 特性时，变频器的效率也不会改变。但 U/f 特性确实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。当电动机电缆超过 30 米长时，效率也会稍微降低。

效率计算
根据*图 6.35* 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 *章 6.2 一般规范* 中所列的特定效率因数相乘：

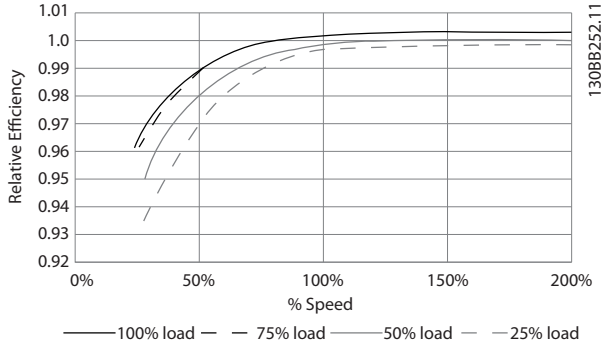


图 6.35 典型效率曲线

示例： 假定一台 55 kW/380-480 VAC 变频器在 25% 负载及 50% 速度下的效率。图中显示为 0.97 - 55 kW 变频器的额定效率是 0.98。因此，其实际效率是：
0.97 x 0.98=0.95。

电动机效率
连接到变频器的电动机的效率取决于磁化级别。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 特性的影响可以忽略。但如果电动机功率大于 11 kW，则效率优势比较明显。
- 开关频率并不影响小型电动机的效率。功率大于 11 kW 的电动机可以将效率提高 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
用变频器的效率乘以电动机的效率就能计算出系统效率：

6.2.9 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
- 射频干扰滤波器的扼流装置
- 内部风扇

有关声源性噪音额定值，请参阅 *表 6.38*。

机箱类型	50% 风扇速度 [dBA]	风扇全速运行 [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

表 6.38 声源性噪音额定值

距离设备 1 米测量值。

6

7 如何订购

7.1 产品定制软件

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	-				P				T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C					D	

130BB836.10

图 7.1 类型代码示例

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类型代码字符串。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*.

7

7.1.1 类型代码

类型代码示例：

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

该字符串中字符的含义见 *表 7.1* 和 *表 7.2*。在上述示例中，变频器内置一个 Profibus DP V1 和一个 24 V 备用电源选件。

说明	位置	可能的选择
产品组	1-3	FC 30x
变频器系列	4-6	301: FC 301 302: FC 302
额定功率	8-10	0.25-75 kW
相数	11	三相 (T)
主电源电压	11-12	T2: 200-240 V T4: 380-480 V T5: 380-500 V T6: 525-600 V T7: 525-690 V
机箱	13-15	E20: IP20 E55: IP 55/NEMA 类型 12 P20: IP20（带背板） P21: IP21/ NEMA Type 1（带背板） P55: IP55/ NEMA Type 12（带背板） Z20: IP 20[1)] E66: IP 66
射频干扰滤波器	16-17	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: 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（仅限 A1 型机箱）[1)] 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。

说明	位置	可能的选择
制动	18	B: 包括制动斩波器 X: 不包括制动斩波器 T: 安全停止，无制动功能 1) U: 安全停止，带制动斩波器 1)
显示	19	G: 图形化本地控制面板 (LCP) N: 数字式本地控制面板 (LCP) X: 无本地控制面板
涂层 PCB	20	C: 有涂层 PCB R: 坚固耐用 X: 无涂层 PCB
主电源选件	21	X: 无主电源选件 1: 主电源断开 3: 主电源断路器及熔断器 2) 5: 主电源断路器、熔断器及负载共享 2, 3) 7: 熔断器 2) 8: 主电源断路器和负载共享 3) A: 熔断器和负载共享 2,3) D: 负载共享 3)
调整	22	X: 标准电缆入口 O: 电缆入口中带有欧洲公制螺纹（仅限 A4、A5、B1、B2、C1、C2） S: 英制电缆入口（仅限 A5、B1、B2、C1 和 C2）
调整	23	X: 无调整
软件版本	24-27	SXXX: 最新版本的标准软件
软件语言	28	X: 未使用

1): FC 301/仅限机箱类型 A1
2) 仅限美国市场
3): 默认情况下，A 型和 B3 型机架内含负载共享功能

表 7.1 订购类型代码 机箱类型 A、B 和 C

说明	位置	可能的选择
A 选件	29-30	AX: 无 A 选件 A0: MCA-101 Profibus DP V1（标准） A4: MCA-104 DeviceNet（标准） A6: CANOpen MCA 105（标准） AN: MCA-121 以太网 IP AL: MCA 120 ProfiNet AQ: MCA 122 Modbus TCP AT: MCA 113 Profibus 转换器 VLT 3000 AU: MCA-114 Profibus 转换器 VLT 5000 AY: MCA 123 Powerlink A8: MCA 124 EtherCAT
B 选件	31-32	BX: 无选件 BK: MCB 101 通用 I/O 选件 BR: MCB 102 编码器选件 BU: MCB 103 解析器选件 BP: MCB 105 继电器选件 BZ: MCB 108 安全 PLC 接口 B2: MCB 112 PTC 热敏电阻卡 B4: MCB 114 VLT 传感器输入 B6: MCB 150 安全选件 TTL B7: MCB 151 安全选件 HTL
C0 选件	33-34	CX: 无选件 C4: MCO 305，可编程运动控制器

说明	位置	可能的选择
C1 选件	35	X: 无选件 R: MCB 113 外接 继电器卡 Z: MCA 140 Modbus RTU OEM 选件
C 选件软件/ E1 选件	36-37	XX: 标准控制器 10: MCO 350 同步控制 11: MCO 351 定位控制
D 选件	38-39	DX: 无选件 D0: MCB 107 外接 24V 直流备用电源

表 7.2 订购类型代码，选件

注意

对于超过 75 kW 的功率规格，请参阅《*VLT® AutomationDrive FC 300 90-1400 kW 设计指南*》。

7.1.2 语言

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

语言包 1	语言包 2	语言包 3	语言包 4
英语	英语	英语	英语
德语	德语	德语	德语
法语	中文	斯洛文尼亚语	西班牙语
丹麦语	韩语	保加利亚语	美国英语
荷兰语	日语	塞尔维亚语	希腊语
西班牙语	泰语	罗马尼亚语	巴西葡萄牙语
瑞典语	繁体中文	匈牙利语	土耳其语
意大利语	印度尼西亚语	捷克语	波兰语
芬兰语		俄语	

表 7.3 语言包

若要订购附带不同语言包的变频器，请与当地销售部门联系。

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

7.2 订购号

7.2.1 选件和附件

说明	订购号	
	无涂层	有涂层
其他硬件		
VLT® 直通面板套件机箱类型 A5	130B1028	
VLT® 直通面板套件机箱类型 B1	130B1046	
VLT® 直通面板套件机箱类型 B2	130B1047	
VLT® 直通面板套件机箱类型 C1	130B1048	
VLT® 直通面板套件机箱类型 C2	130B1049	
VLT® 机箱类型 A5 的安装支架	130B1080	
VLT® 机箱类型 B1 的安装支架	130B1081	
VLT® 机箱类型 B2 的安装支架	130B1082	
VLT® 机箱类型 C1 的安装支架	130B1083	
VLT® 机箱类型 C2 的安装支	130B1084	
VLT® IP 21/类型 1 套件，机箱类型 A1	130B1121	
VLT® IP 21/类型 1 套件，机箱类型 A2	130B1122	
VLT® IP 21/类型 1 套件，机箱类型 A3	130B1123	
VLT® IP 21/类型 1 顶部套件，机箱类型 A2	130B1132	
VLT® IP 21/类型 1 顶部套件，机箱类型 A3	130B1133	
VLT® 背板 IP55/类型 12，机箱类型 A5	130B1098	
VLT® 背板 IP21/类型 1，IP55/类型 12，机箱类型 B1	130B3383	
VLT® 背板 IP21/类型 1，IP55/类型 12，机箱类型 B2	130B3397	
VLT® 背板 IP20/类型 1，机箱类型 B4	130B4172	
VLT® 背板 IP21/类型 1，IP55/类型 12，机箱类型 C1	130B3910	
VLT® 背板 IP21/类型 1，IP55/类型 12，机箱类型 C2	130B3911	
VLT® 背板 IP20/类型 1，机箱类型 C3	130B4170	
VLT® 背板 IP20/类型 1，机箱类型 C4	130B4171	
VLT® 背板 IP66/类型 4X，机箱类型 A5	130B3242	
VLT® 不锈钢背板 IP66/类型 4X，机箱类型 B1	130B3434	
VLT® 不锈钢背板 IP66/类型 4X，机箱类型 B2	130B3465	
VLT® 不锈钢背板 IP66/类型 4X，机箱类型 C1	130B3468	
VLT® 不锈钢背板 IP66/类型 4X，机箱类型 C2	130B3491	
VLT® Profibus 适配器 Sub D9 连接器	130B1112	
IP20 的 Profibus 筛板套件，机箱类型 A1、A2 和 A3	130B0524	
机箱类型 A2/A3 上用于连接直流回路的端子盒	130B1064	
VLT® 螺钉端子	130B1116	
VLT® 扩展件，350 mm 电缆	130B1155	
VLT® USB 扩展件，650 mm 电缆	130B1156	
VLT® 背部机架 A2（容纳 1 个制动电阻器）	175U0085	
VLT® 背部机架 A3（容纳 1 个制动电阻器）	175U0088	
VLT® 背部机架 A2（容纳 2 个制动电阻器）	175U0087	
VLT® 背部机架 A3（容纳 2 个制动电阻器）	175U0086	
本地控制面板		
VLT® LCP 101 数字化本地控制面板	130B1124	
VLT® LCP 102 图形化本地控制面板	130B1107	
VLT® LCP 2 电缆，3 米	175Z0929	
VLT® 面板安装套件（适合所有 LCP 类型）	130B1170	
VLT® 面板安装套件，图形化 LCP	130B1113	

说明	订购号	
	无涂层	有涂层
VLT® 面板安装套件，数字式 LCP	130B1114	
VLT® 面板安装套件，有/无 LCP	130B1117	
VLT® LCP 安装套件盖板 IP55/66，8 米	130B1129	
VLT® 控制面板 LCP 102，图形	130B1078	
VLT® 盖板，带 Danfoss 标志，IP55/66	130B1077	
插槽 A 选件		
VLT® Profibus DP V1 MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CAN 开环 MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS 变频器 MCA 113	130B1245	
VLT® PROFIBUS 变频器 MCA 114		130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
POWERLINK	130B1489	130B1490
EtherCAT	130B5546	130B5646
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
插槽 B 选件		
VLT® 通用 I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® 编码器输入 MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® 解析器输入 MCB 103	130B1127	130B1227
VLT® 继电器选件 MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® 安全 PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC 热敏电阻卡 MCB 112		130B1137
VLT® 安全选件 MCB 140	130B6443	
VLT® 安全选件 MCB 141	130B6447	
VLT® 安全选件 MCB 150		130B3280
VLT® 安全选件 MCB 151		130B3290
用于 C 选件的安装套件		
VLT® C 选件的安装套件，40 mm，机箱类型 A2/A3	130B7530	
VLT® C 选件的安装套件，60 mm，机箱类型 A2/A3	130B7531	
VLT® C 选件的安装套件，机箱类型 A5	130B7532	
VLT® C 选件的安装套件，机箱类型 B/C/D/E/F（不包括 B3）	130B7533	
VLT® C 选件的安装套件，40 mm，机箱类型 B3	130B1413	
VLT® C 选件的安装套件，60 mm，机箱类型 B3	130B1414	
插槽 C 选件		
VLT® 运动控制 MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® 同步控制 MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® 位置 控制器 MCO 351	130B1153	120B1253
中心卷绕控制器	130B1165	130B1166
VLT® 扩展继电器卡 MCB 113	130B1164	130B1264
VLT® C 选件适配器 MCF 106		130B1230
插槽 D 选件		
VLT® 24 V 直流电源 MCB 107	130B1108	130B1208
VLT® EtherNet/IP MCA 121	175N2584	
VLT® 漏电电流监测套件，机箱类型 A2/A3	130B5645	
VLT® 漏电电流监测套件，机箱类型 B3	130B5764	
VLT® 漏电电流监测套件，机箱类型 B4	130B5765	
VLT® 漏电电流监测套件，机箱类型 C3	130B6226	

说明	订购号	
	无涂层	有涂层
VLT® 漏电电流监测套件，机箱类型 C4	130B5647	
PC 软件		
VLT® 运动控制工具 MCT 10，1 个许可证	130B1000	
VLT® 运动控制工具 MCT 10，5 个许可证	130B1001	
VLT® 运动控制工具 MCT 10，10 个许可证	130B1002	
VLT® 运动控制工具 MCT 10，25 个许可证	130B1003	
VLT® 运动控制工具 MCT 10，50 个许可证	130B1004	
VLT® 运动控制工具 MCT 10，100 个许可证	130B1005	
VLT® 运动控制工具 MCT 10，>100 个许可证	130B1006	
选件可以作为出厂配置订购，请参阅订购信息，*章 7.1 产品定制软件*。		

表 7.4 选件和附件的订购号

7.2.2 备件

请咨询 VLT 商店或配置商，了解根据您的规格提供的备件。 *VLTShop.danfoss.com*.

7.2.3 附件包

类型	说明	订购号
附件包		
附件包 A1	附件包，机箱类型 A1	130B1021
附件包 A2/A3	附件包，机箱类型 A2/A3	130B1022
附件包 A5	附件包，机箱类型 A5	130B1023
附件包 A1 - A5	附件包，机箱类型 A1-A5 制动和负载共享连接器	130B0633
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 B4，18.5-22 kW	130B1300
附件包 B4	附件包，机箱类型 B4，30 kW	130B1301
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 C4，55 kW	130B0982
附件包 C4	附件包，机箱类型 C4，75 kW	130B0983

表 7.5 附件包的订购号

7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301

T2, 水平制动 10% 工作周期

FC 301				水平制动 10% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connection IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T2	0.25	368	415.9	410	0.100	175u3004	-	-	-	1.5	0.5
T2	0.37	248	280.7	300	0.100	175u3006	-	-	-	1.5	0.6
T2	0.55	166	188.7	200	0.100	175u3011	-	-	-	1.5	0.7
T2	0.75	121	138.4	145	0.100	175u3016	-	-	-	1.5	0.8
T2	1.1	81.0	92.0	100	0.100	175u3021	-	-	-	1.5	0.9
T2	1.5	58.5	66.5	70	0.200	175u3026	-	-	-	1.5	1.6
T2	2.2	40.2	44.6	48	0.200	175u3031	-	-	-	1.5	1.9
T2	3	29.1	32.3	35	0.300	175u3325	-	-	-	1.5	2.7
T2	3.7	22.5	25.9	27	0.360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1.5	3.5
T2	5.5	17.7	19.7	18	0.570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1.5	5.3
T2	7.5	12.6	14.3	13	0.680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1.5	6.8
T2	11	8.7	9.7	9	1.130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2.5	10.5
T2	15	5.3	7.5	5.7	1.400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	18.5	5.1	6.0	5.7	1.700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3.2	5.0	3.5	2.200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3.0	3.7	3.5	2.800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2.4	3.0	2.8	3.200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

表 7.6 T2, 水平制动 10% 工作周期

FC 301				垂直制动 40% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connec-tion IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T2	0.25	368	415.9	410	0.100	175u3004	-	-	-	1.5	0.5
T2	0.37	248	280.7	300	0.200	175u3096	-	-	-	1.5	0.8
T2	0.55	166	188.7	200	0.200	175u3008	-	-	-	1.5	0.9
T2	0.75	121	138.4	145	0.300	175u3300	-	-	-	1.5	1.3
T2	1.1	81.0	92.0	100	0.450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1.5	2
T2	1.5	58.5	66.5	70	0.570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1.5	2.7
T2	2.2	40.2	44.6	48	0.960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1.5	4.2
T2	3	29.1	32.3	35	1.130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1.5	5.4
T2	3.7	22.5	25.9	27	1.400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1.5	6.8
T2	5.5	17.7	19.7	18	2.200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1.5	10.4
T2	7.5	12.6	14.3	13	3.200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2.5	14.7
T2	11	8.7	9.7	9	5.500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5.3	7.5	5.7	6.000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18.5	5.1	6.0	5.7	8.000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3.2	5.0	3.5	9.000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3.0	3.7	3.5	14.000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2.4	3.0	2.8	17.000	-	-	-	175u3227	35	78

表 7.7 T2，垂直制动 40% 工作周期

FC 301				水平制动 10% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connection IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T4	0.37	1000	1121.4	1200	0.100	175u3000	-	-	-	1.5	0.3
T4	0.55	620	749.8	850	0.100	175u3001	-	-	-	1.5	0.4
T4	0.75	485	547.6	630	0.100	175u3002	-	-	-	1.5	0.4
T4	1.1	329	365.3	410	0.100	175u3004	-	-	-	1.5	0.5
T4	1.5	240	263.0	270	0.200	175u3007	-	-	-	1.5	0.8
T4	2.2	161	176.5	200	0.200	175u3008	-	-	-	1.5	0.9
T4	3	117	127.9	145	0.300	175u3300	-	-	-	1.5	1.3
T4	4	86.9	94.6	110	0.450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1.5	1.9
T4	5.5	62.5	68.2	80	0.570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1.5	2.5
T4	7.5	45.3	49.6	56	0.680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1.5	3.3
T4	11	34.9	38.0	38	1.130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1.5	5.2
T4	15	25.3	27.7	28	1.400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1.5	6.7
T4	18.5	20.3	22.3	22	1.700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1.5	8.3
T4	22	16.9	18.7	19	2.200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1.5	10.1
T4	30	13.2	14.5	14	2.800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2.5	13.3
T4	37	10.6	11.7	12	3.200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2.5	15.3
T4	45	8.7	9.6	9.5	4.200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	55	6.6	7.8	7.0	5.500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	75	4.2	5.7	5.5	7.000	-	-	-	175u3231	10	36

表 7.8 T4, 水平制动 10% 工作周期

FC 301				垂直制动 40% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connec-tion IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T4	0.37	1000	1121.4	1200	0.200	175u3101	-	-	-	1.5	0.4
T4	0.55	620	749.8	850	0.200	175u3308	-	-	-	1.5	0.5
T4	0.75	485	547.6	630	0.300	175u3309	-	-	-	1.5	0.7
T4	1.1	329	365.3	410	0.450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1.5	1
T4	1.5	240	263.0	270	0.570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1.5	1.4
T4	2.2	161	176.5	200	0.960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1.5	2.1
T4	3	117	127.9	145	1.130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1.5	2.7
T4	4	86.9	94.6	110	1.700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1.5	3.7
T4	5.5	62.5	68.2	80	2.200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1.5	5
T4	7.5	45.3	49.6	56	3.200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1.5	7.1
T4	11	34.9	38.0	38	5.000	-	-	-	175u3236	1.5	11.5
T4	15	25.3	27.7	28	6.000	-	-	-	175u3237	2.5	14.7
T4	18.5	20.3	22.3	22	8.000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	22	16.9	18.7	19	10.000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	30	13.2	14.5	14	14.000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	37	10.6	11.7	12	17.000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	45	8.7	9.6	9.5	21.000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	55	6.6	7.8	7.0	26.000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	75	4.2	5.7	5.5	36.000	-	-	-	175u3219	35	81

表 7.9 T4，垂直制动 40% 工作周期

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

7.2.5 FC 302 的制动电阻器

FC 302				水平制动 10% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connection IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T2	0.25	380	475.3	410	0.100	175u3004	-	-	-	1.5	0.5
T2	0.37	275	320.8	300	0.100	175u3006	-	-	-	1.5	0.6
T2	0.55	188	215.7	200	0.100	175u3011	-	-	-	1.5	0.7
T2	0.75	130	158.1	145	0.100	175u3016	-	-	-	1.5	0.8
T2	1.1	81.0	105.1	100	0.100	175u3021	-	-	-	1.5	0.9
T2	1.5	58.5	76.0	70	0.200	175u3026	-	-	-	1.5	1.6
T2	2.2	45.0	51.0	48	0.200	175u3031	-	-	-	1.5	1.9
T2	3	31.5	37.0	35	0.300	175u3325	-	-	-	1.5	2.7
T2	3.7	22.5	29.7	27	0.360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1.5	3.5
T2	5.5	17.7	19.7	18	0.570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1.5	5.3
T2	7.5	12.6	14.3	13.0	0.680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1.5	6.8
T2	11	8.7	9.7	9.0	1.130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2.5	10.5
T2	15	5.3	7.5	5.7	1.400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	14.7
T2	18.5	5.1	6.0	5.7	1.700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3.2	5.0	3.5	2.200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3.0	3.7	3.5	2.800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2.4	3.0	2.8	3.200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

表 7.10 T2, 水平制动 10% 工作周期

FC 302				垂直制动 40% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connection IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T2	0.25	380	475.3	410	0.100	175u3004	-	-	-	1.5	0.5
T2	0.37	275	320.8	300	0.200	175u3096	-	-	-	1.5	0.8
T2	0.55	188	215.7	200	0.200	175u3008	-	-	-	1.5	0.9
T2	0.75	130	158.1	145	0.300	175u3300	-	-	-	1.5	1.3
T2	1.1	81.0	105.1	100	0.450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1.5	2
T2	1.5	58.5	76.0	70	0.570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1.5	2.7
T2	2.2	45.0	51.0	48	0.960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1.5	4.2
T2	3	31.5	37.0	35	1.130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1.5	5.4
T2	3.7	22.5	29.7	27	1.400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1.5	6.8
T2	5.5	17.7	19.7	18	2.200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1.5	10.4
T2	7.5	12.6	14.3	13.0	3.200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2.5	14.7
T2	11	8.7	9.7	9.0	5.500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5.3	7.5	5.7	6.000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18.5	5.1	6.0	5.7	8.000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3.2	5.0	3.5	9.000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3.0	3.7	3.5	14.000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2.4	3.0	2.8	17.000	-	-	-	175u3227	35	78

表 7.11 T2，垂直制动 40% 工作周期

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

FC 302				水平制动 10% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connection IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T5	0.37	1000	1389.2	1200	0.100	175u3000	-	-	-	1.5	0.3
T5	0.55	620	928.8	850	0.100	175u3001	-	-	-	1.5	0.4
T5	0.75	558	678.3	630	0.100	175u3002	-	-	-	1.5	0.4
T5	1.1	382	452.5	410	0.100	175u3004	-	-	-	1.5	0.5
T5	1.5	260	325.9	270	0.200	175u3007	-	-	-	1.5	0.8
T5	2.2	189	218.6	200	0.200	175u3008	-	-	-	1.5	0.9
T5	3	135	158.5	145	0.300	175u3300	-	-	-	1.5	1.3
T5	4	99.0	117.2	110	0.450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1.5	1.9
T5	5.5	72.0	84.4	80	0.570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1.5	2.5
T5	7.5	50.0	61.4	56	0.680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1.5	3.3
T5	11	36.0	41.2	38	1.130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1.5	5.2
T5	15	27.0	30.0	28	1.400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1.5	6.7
T5	18.5	20.3	24.2	22	1.700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1.5	8.3
T5	22	18.0	20.3	19	2.200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1.5	10.1
T5	30	13.4	15.8	14	2.800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2.5	13.3
T5	37	10.8	12.7	12	3.200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2.5	15.3
T5	45	8.8	10.4	9.5	4.200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T5	55	6.5	8.5	7.0	5.500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T5	75	4.2	6.2	5.5	7.000	-	-	-	175u3231	10	36

表 7.12 T5, 水平制动 10% 工作周期

FC 302				垂直制动 40% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connection IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T5	0.37	1000	1389.2	1200	0.200	175u3101	-	-	-	1.5	0.4
T5	0.55	620	928.8	850	0.200	175u3308	-	-	-	1.5	0.5
T5	0.75	558	678.3	630	0.300	175u3309	-	-	-	1.5	0.7
T5	1.1	382	452.5	410	0.450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1.5	1
T5	1.5	260	325.9	270	0.570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1.5	1.4
T5	2.2	189	218.6	200	0.960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1.5	2.1
T5	3	135	158.5	145	1.130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1.5	2.7
T5	4	99.0	117.2	110	1.700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1.5	3.7
T5	5.5	72.0	84.4	80	2.200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1.5	5
T5	7.5	50.0	61.4	56	3.200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1.5	7.1
T5	11	36.0	41.2	38	5.000	-	-	-	175u3236	1.5	11.5
T5	15	27.0	30.0	28	6.000	-	-	-	175u3237	2.5	14.7
T5	18.5	20.3	24.2	22	8.000	-	-	-	175u3238	4	19
T5	22	18.0	20.3	19	10.000	-	-	-	175u3203	4	23
T5	30	13.4	15.8	14	14.000	-	-	-	175u3206	10	32
T5	37	10.8	12.7	12	17.000	-	-	-	175u3210	10	38
T5	45	8.8	10.4	9.5	21.000	-	-	-	175u3213	16	47
T5	55	6.5	8.5	7.0	26.000	-	-	-	175u3216	25	61
T5	75	4.2	6.2	5.5	36.000	-	-	-	175u3219	35	81

表 7.13 T5，垂直制动 40% 工作周期

FC 302				水平制动 10% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connection IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T6	0.75	620	914.2	850	0.100	175u3001	-	-	-	1.5	0.4
T6	1.1	550	611.3	570	0.100	175u3003	-	-	-	1.5	0.4
T6	1.5	380	441.9	415	0.200	175u3005	-	-	-	1.5	0.7
T6	2.2	260	296.4	270	0.200	175u3007	-	-	-	1.5	0.8
T6	3	189	214.8	200	0.300	175u3342	-	-	-	1.5	1.1
T6	4	135	159.2	145	0.450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1.5	1.7
T6	5.5	99.0	114.5	100	0.570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1.5	2.3
T6	7.5	69.0	83.2	72	0.680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1.5	2.9
T6	11	48.6	56.1	52	1.130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1.5	4.4
T6	15	35.1	40.8	38	1.400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1.5	5.7
T6	18.5	27.0	32.9	31	1.700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1.5	7
T6	22	22.5	27.6	27	2.200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1.5	8.5
T6	30	17.1	21.4	19	2.800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2.5	11.4
T6	37	13.5	17.3	14	3.200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2.5	14.2
T6	45	10.8	14.2	13.5	4.200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	55	8.8	11.6	11	5.500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	75	6.6	8.4	7.0	7.000	-	-	-	175u3245	10	32

表 7.14 T6, 水平制动 10% 工作周期

FC 302				垂直制动 40% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
						Danfoss 部件编号					
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connection IP20	电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
T6	0.75	620	914.2	850	0.280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1.5	0.6
T6	1.1	550	611.3	570	0.450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1.5	0.9
T6	1.5	380	441.9	415	0.570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1.5	1.1
T6	2.2	260	296.4	270	0.960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1.5	1.8
T6	3	189	214.8	200	1.130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1.5	2.3
T6	4	135	159.2	145	1.700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1.5	3.3
T6	5.5	99.0	114.5	100	2.200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1.5	4.4
T6	7.5	69.0	83.2	72	3.200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1.5	6.3
T6	11	48.6	56.1	52	5.500	-	175u3148	175u3149	-	1.5	9.7
T6	15	35.1	40.8	38	6.000	-	-	-	175u3239	2.5	12.6
T6	18.5	27.0	32.9	31	8.000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	22	22.5	27.6	27	10.000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	30	17.1	21.4	19	14.000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	37	13.5	17.3	14	17.000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	45	10.8	14.2	13.5	21.000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	55	8.8	11.6	11	26.000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	75	6.6	8.4	7.0	30.000	-	-	-	175u3241	35	66

表 7.15 T6，垂直制动 40% 工作周期

FC 302				垂直制动 40% 工作周期							
变频器数据				制动电阻器数据						安装	
				R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Danfoss 部件编号				电缆横截面积 [mm²]	温控继电器 [A]
电源类型	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]			电线 IP54	螺钉端子 IP21	螺钉端子 IP65	Bolt connection IP20		
T7	1.1	620	830	630	0.360	-	175u3108	175u3109	-	1.5	0.8
T7	1.5	513	600	570	0.570	-	175u3110	175u3111	-	1.5	1
T7	2.2	340	403	415	0.790	-	175u3112	175u3113	-	1.5	1.3
T7	3	243	292	270	1.130	-	175u3118	175u3119	-	1.5	2
T7	4	180	216	200	1.700	-	175u3122	175u3123	-	1.5	2.8
T7	5.5	130	156	145	2.200	-	175u3106	175u3107	-	1.5	3.7
T7	7.5	94	113	105	3.200	-	175u3132	175u3133	-	1.5	5.2
T7	11	69.7	76.2	72	4.200	-	175u3142	175u3143	-	1.5	7.2
T7	15	46.8	55.5	52	6.000	-	-	-	175u3242	2.5	10.8
T7	18.5	36.0	44.7	42	8.000	-	-	-	175u3243	2.5	13.9
T7	22	29.0	37.5	31	10.000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	30	22.5	29.1	27	14.000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	37	18.0	23.5	22	17.000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	45	13.5	19.3	15.5	21.000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	55	13.5	15.7	13.5	26.000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	75	8.8	11.5	11	36.000	-	-	-	175u3212	25	57

表 7.16 T7，垂直制动 40% 工作周期

水平制动： 根据参考值制动协议，工作周期为 10% 和最大 120 秒重复速率。平均功率相当于 6%。
垂直制动： 根据参考值制动协议，工作周期为 40% 和最大 120 秒重复速率。平均功率相当于 27%。
电缆横截面积： 基于 PVC 绝缘铜电缆、30 °C 环境温度和正常散热条件所建议的最小值。
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。
热敏继电器： 外部热敏继电器的制动电流设置。所有电阻器都有内置常闭热敏继电器开关。
IP54 使用 1,000 固定非屏蔽电缆。垂直和水平安装。水平安装需要降容。
IP21 和 IP65 使用螺钉端子进行电缆端接。垂直和水平安装。水平安装需要降容。
IP20 使用螺栓连接进行电缆端接。地面安装。

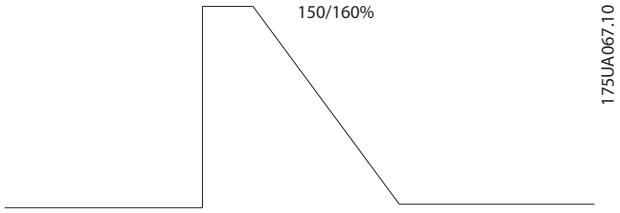


图 7.2 水平负载

图 7.3 垂直负载

7.2.6 其它扁平式制动电阻器

FC 301	P_m	R_{min}	$R_{br,\ nom}$	用于水平传送机的扁平式 IP65		
				R_{rec} 每项	工作周期	订购号
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω//W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0.25	368	416	430/100	40	1002
PK37	0.37	248	281	330/100 或 310/200	27 或 55	1003 或 0984
PK55	0.55	166	189	220/100 或 210/200	20 或 37	1004 或 0987
PK75	0.75	121	138	150/100 或 150/200	14 或 27	1005 或 0989
P1K1	1.1	81.0	92	100/100 或 100/200	10 或 19	1006 或 0991
P1K5	1.5	58.5	66.5	72/200	14	0992
P2K2	2.2	40.2	44.6	50/200	10	0993
P3K0	3	29.1	32.3	35/200 或 72/200	7 14	0994 或 2 x 0992
P3K7	3.7	22.5	25.9	60/200	11	2 x 0996

表 7.17 其它扁平式制动电阻器用于带电源的变频器
FC 301 电源： 200-240 V (T2)

FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	用于水平传送机的扁平式 IP65		
				R_{rec} 每项	工作周期	订购号
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0.25	380	475	430/100	40	1002
PK37	0.37	275	321	330/100 或 310/200	27 或 55	1003 或 0984
PK55	0.55	188	216	220/100 或 210/200	20 或 37	1004 或 0987
PK75	0.75	130	158	150/100 或 150/200	14 或 27	1005 或 0989
P1K1	1.1	81.0	105.1	100/100 或 100/200	10 或 19	1006 或 0991
P1K5	1.5	58.5	76.0	72/200	14	0992
P2K2	2.2	45.0	51.0	50/200	10	0993
P3K0	3	31.5	37.0	35/200 或 72/200	7 或 14	0994 或 2 x 0992
P3K7	3.7	22.5	29.7	60/200	11	2 x 0996

表 7.18 其它扁平式制动电阻器用于带电源的变频器
FC 302 电源： 200-240 V (T2)

FC 301	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	用于水平传送机的扁平式 IP65		
				R_{rec} 每项	工作周期	订购号
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0.37	620	1121	830/100	30	1000
PK55	0.55	620	750	830/100	20	1000
PK75	0.75	485	548	620/100 或 620/200	14 或 27	1001 或 0982
P1K1	1.1	329	365	430/100 或 430/200	10 或 20	1002 或 0983
P1K5	1.5	240.0	263.0	310/200	14	0984
P2K2	2.2	161.0	176.5	210/200	10	0987
P3K0	3	117.0	127.9	150/200 或 300/200	7 或 14	0989 或 2 x 0985
P4K0	4	87	95	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5.5	63	68	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7.5	45	50	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	34.9	38.0	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	25.3	27.7	72/240	4	2 x 0091

表 7.19 其它扁平式制动电阻器用于带电源的变频器
FC 301 电源： 380-480 V (T4)

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	用于水平传送机的扁平式 IP65		
				R_{rec} 每项	工作周期	订购号
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0.37	620	1389	830/100	30	1000
PK55	0.55	620	929	830/100	20	1000
PK75	0.75	558	678	620/100 或 620/200	14 或 27	1001 或 0982
P1K1	1.1	382	453	430/100 或 430/200	10 或 20	1002 或 0983
P1K5	1.5	260.0	325.9	310/200	14	0984
P2K2	2.2	189.0	218.6	210/200	10	0987
P3K0	3	135.0	158.5	150/200 或 300/200	7 或 14	0989 或 2 x 0985
P4K0	4	99	117	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5.5	72	84	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7.5	50	61	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	36.0	41.2	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	27.0	30.0	72/240	4	2 x 0091

表 7.20 其它扁平式制动电阻器用于带电源的变频器
FC 302 电源： 380-500 V (T5)

IP65 是一种带固定电缆的扁平型制动电阻器。

7

7.2.7 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

冷却和通风
IP20： 通过自然对流或利用内置风扇冷却。IP00： 需要额外强制冷却。安装期间确保足够的气流流经滤波器，以防止滤波器过热。流经滤波器的气流要求至少 2 m/秒。

功率和电流额定值		通常使用的电动机	滤波器额定电流 50 Hz	订购号 AHF 005		订购号 AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1.2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
P5K5-P7K5	14.4	7.5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
P11K	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
P15K	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
P18K	34	18.5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
P22K	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
P30K	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
P37K	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
P45K	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
P55K	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
P75K	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207

表 7.21 谐波滤波器，380-415 V，50 Hz

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

功率和电流额定值		通常使用的电动机	滤波器额定电流 60 Hz	订购号 AHF 005		订购号 AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1.2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
P5K5-P7K5	14.4	7.5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
P11K	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
P15K	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
P18K	34	18.5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
P22K	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
P30K	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
P37K	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
P45K	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
P55K	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
P75K	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498

表 7.22 谐波滤波器，380-415 V，60 Hz

功率和电流额定值		通常使用的电动机	滤波器额定电流 60 Hz	订购号 AHF 005		订购号 AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1-7.4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
P5K5-P7K5	9.9+13	7.5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
P11K	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
P15K	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
P18K	31	18.5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
P22K	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
P30K	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
P37K	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
P45K	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
P55K	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
P75K	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494

表 7.23 谐波滤波器，440-480 V，60 Hz

功率和电流额定值		通常使用的电动机	滤波器额定电流 60 Hz	订购号 AHF 005		订购号 AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
P15K	19	16.4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
P18K	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P22K	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P30K	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
P37K	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
P45K	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
P55K	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
P75K	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220

表 7.24 谐波滤波器，600 V，60 Hz

功率和电流额定值		通常使用的电动机	功率和电流额定值		通常使用的电动机	滤波器额定电流	订购号 AHF 005		订购号 AHF 010	
500-550 V			551-690 V			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	7.5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
P15K	19.5	11	P18K	20	18.5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
P18K	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
P22K	29	18.5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
P30K	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
P37K	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
P45K	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
P55K	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
P75K	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288

表 7.25 谐波滤波器，500-690 V，50 Hz

7.2.8 正弦波滤波器

变频器功率和电流额定值						滤波器额定电流			开关频率	订购号	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0.37	1.3	0.37	1.1	2.5	2.5	2	5	130B2404	130B2439
0.25	1.8	0.55	1.8	0.55	1.6						
0.37	2.4	0.75	2.4	0.75	2.1						
		1.1	3	1.1	3	4.5	4	3.5	5	130B2406	130B2441
0.55	3.5	1.5	4.1	1.5	3.4						
0.75	4.6	2.2	5.6	2.2	4.8	8	7.5	5.5	5	130B2408	130B2443
1.1	6.6	3	7.2	3	6.3						
1.5	7.5	-	-	-	-						
-	-	4	10	4	8.2	10	9.5	7.5	5	130B2409	130B2444
2.2	10.6	5.5	13	5.5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12.5	7.5	16	7.5	14.5						
3.7	16.7	-	-	-	-						
5.5	24.2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7.5	30.8	15	32	15	27	38	36	28.5	4	130B2413	130B2448
		18.5	37.5	18.5	34						
11	46.2	22	44	22	40	48	45.5	36	4	130B2281	130B2307
15	59.4	30	61	30	52	62	59	46.5	3	130B2282	130B2308
18.5	74.8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130	180	170	135	3	130B3182	130B3183*
45	170	90	177								

表 7.26 用于变频器的正弦波滤波器，380-500 V

*[1] 标有 * 号的订购号是 IP23。*

变频器功率和电流额定值						滤波器额定电流			开关频率	订购号	
525-600 V		690 V		525-550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0.75	1.7	1.1	1.6	-	-	4.5	4	3	4	130B7335	130B7356
1.1	2.4	1.5	2.2								
1.5	2.7	2.2	3.2								
2.2	3.9	3.0	4.5								
3	4.9	4.0	5.5	-	-	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6.1	5.5	7.5								
5.5	9	7.5	10								
7.5	11	11	13	7.5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18.5	22	15	23						
18.5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

表 7.27 用于变频器的正弦波滤波器，525-690 V

*[1] 标有 * 号的订购号是 IP23。*

参数	设置
14-00 开关模式	[1] SFAVM
14-01 开关频率	请根据各个滤波器来设置。在滤波器产品标签和输出滤波器手册中列出。正弦波滤波器并不允许比个别滤波器指定的开关频率低
14-55 输出滤波器	[2] 固定式正弦滤波器
14-56 输出滤波器的电容	请根据各个滤波器来设置。在滤波器产品标签和输出滤波器手册中列出（仅磁通矢量操作需要）
14-57 输出滤波器的电感	请根据各个滤波器来设置。在滤波器产品标签和输出滤波器手册中列出（仅磁通矢量操作需要）

表 7.28 正弦波滤波器操作的参数设置

7.2.9 dU/dt 滤波器

变频器额定值 [V]										滤波器额定电流 [V]				订购号		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380@60 Hz 200-400/ 440@50 Hz	460/480 @60 Hz 500/525 @50 Hz	575/600 @60 Hz	690 @50 Hz	IP00	IP20*	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12.5	5.5	13	5.5	11	5.5	9.5	1.1	1.6	17	15	13	10	N/A	130B7367*	N/A
3.7	16	7.5	16	7.5	14.5	7.5	11.5	1.5	2.2							
-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	3.2							
								3	4.5							
								4	5.5							
								5.5	7.5							
								7.5	10							
5.5	24.2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836	130B2837
7.5	30.8	15	32	15	27	11	19	15	18							
-	-	18.5	37.5	18.5	34	15	23	18.5	22							
-	-	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46.2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839	130B2840
15	59.4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18.5	74.8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	-	-	-	-	-	-	-	-							
-	-	55	106	75	105	55	87	55	62	106	105	94	86	103B2841	103B2842	103B2843
-	-							75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845	130B2846
37	143	90	177	-	-	90	137	-	-							
45	170	-	-	-	-	-	-	-	-							

* 专用 A3 机箱类型支持地面底座安装和立式并排安装。固定变频器的屏蔽电缆连接。

表 7.29 dU/dt 滤波器，200-690 V

参数	设置
14-01 开关频率	不建议操作开关频率高于个别滤波器指定的频率
14-55 输出滤波器	[0] 无滤波器
14-56 输出滤波器的电容	未使用
14-57 输出滤波器的电感	未使用

表 7.30 dU/dt 滤波器操作的参数设置

8 机械安装

8.1 安全性

请参阅 *章 2 安全性* 了解一般安全说明。

警告

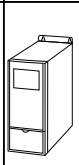
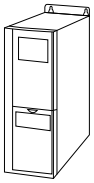
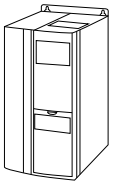
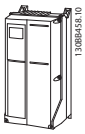
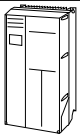
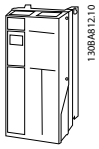
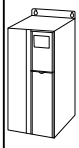
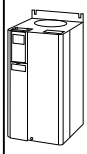
请注意针对组装和现场安装套件的要求。必须严格遵守清单中的规定，以避免严重的人身伤害或设备损坏，特别是在安装大型设备时。

注意

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 小时平均温度。要查看变频器容许的最高温度，请参阅*章 6.2.3 环境条件*。24 小时平均温度比最高温度低 5 °C。

8

8.2 机械尺寸

机箱类型		A1	A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4
Power [kW]	200-240 V	0.25 - 1.5	0.25-2.2		3-3.7		0.25-2.2	0.25-3.7	5.5-7.5	11	5.5-7.5	11-15
	380-480/ 500 V	0.37-1.5	0.37-4.0		5.5-7.5		0.37-4	0.37-7.5	11-15	18.5-22	11-15	18.5-30
	525-600 V				0.75-7.5			0.75-7.5	11-15	18.5-22	11-15	18.5-30
	525-690 V				1.1-7.5					11-22		11-30
图解												
IP		20	20	21	20	21	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA		机架	机架	类型 1	机架	类型 1	类型 12/4X	类型 12/4X	类型 1/12/4X	类型 1/12/4X	机架	机架
高度 [mm]												
背板高度	A	200	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520
带现场总线电缆去耦板时的高度	A	316	374	-	374	-	-	-	-	-	420	595
安装孔之间的距离	a	190	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495
宽度 [mm]												
背板宽度	B	75	90	90	130	130	200	242	242	242	165	230
带有 1 个 C 选件时的背板宽度	B	-	130	130	170	170	-	242	242	242	205	230
带有 2 个 C 选件时的背板宽度	B	-	150	150	190	190	-	242	242	242	225	230
安装孔之间的距离	b	60	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200
深度 [mm]												
不带选件 A/B 时的深度	C	207	205	207	205	207	175	200	260	260	249	242
带选件 A/B	C	222	220	222	220	222	175	200	260	260	262	242
螺钉孔 [mm]												
	c	6.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.25	8.25	12	12	8	-
	d	ø8	ø11	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12	-
	e	ø5	ø5.5	ø5.5	ø5.5	ø5.5	ø6.5	ø6.5	ø9	ø9	6.8	8.5
	f	5	9	9	6.5	6.5	6	9	9	9	7.9	15
最大重量 [kg]		2.7	4.9	5.3	6.6	7.0	9.7	13.5/14.2	23	27	12	23.5
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	搭扣式
金属盖 (IP55/66)		-	-		-		1.5	1.5	2.2	2.2	-	-

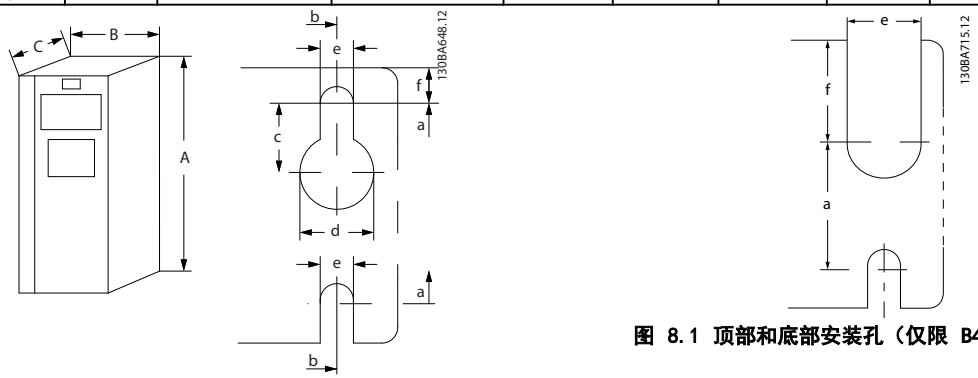
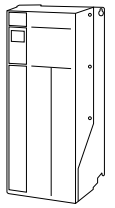
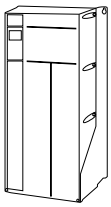
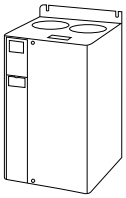
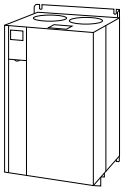
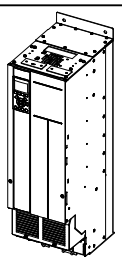


图 8.1 顶部和底部安装孔（仅限 B4、C3 和 C4）

表 8.1 机械尺寸，机箱类型 A 和 B

机箱类型			C1	C2	C3	C4	D3h
Power [kW]	200-240 V		15-22	30-37	18.5-22	30-37	-
	380-480/500 V		30-45	55-75	37-45	55-75	-
	525-600 V		30-45	55-90	37-45	55-90	-
	525-690 V			30-75	37-45		55-75
图解			 130BA814.10	 130BA815.10	 130BA828.10	 130BA829.10	
IP			21/55/66	21/55/66	20	20	20
NEMA			类型 1/12/4X	类型 1/12/4X	机架	机架	机架
高度 [mm]							
背板高度		A	680	770	550	660	909
带现场总线电缆去耦板时的高度		A	-	-	630	800	-
安装孔之间的距离		a	648	739	521	631	-
宽度 [mm]							
背板宽度		B	308	370	308	370	250
带有 1 个 C 选件时的背板宽度		B	308	370	308	370	-
带有 2 个 C 选件时的背板宽度		B	308	370	308	370	-
安装孔之间的距离		b	272	334	270	330	-
深度 [mm]							
不带选件 A/B 时的深度		C	310	335	333	333	275
带选件 A/B		C	310	335	333	333	275
螺钉孔 [mm]							
		c	12.5	12.5	-	-	-
		d	ø19	ø19	-	-	-
		e	ø9	ø9	8.5	8.5	-
		f	9.8	9.8	17	17	-
最大重量 [kg]			45	65	35	50	62
前盖紧固力矩 [Nm]							
塑料盖（IP 防护等级低）			搭扣式	搭扣式	2.0	2.0	-
金属盖 (IP55/66)			2.2	2.2	2.0	2.0	-

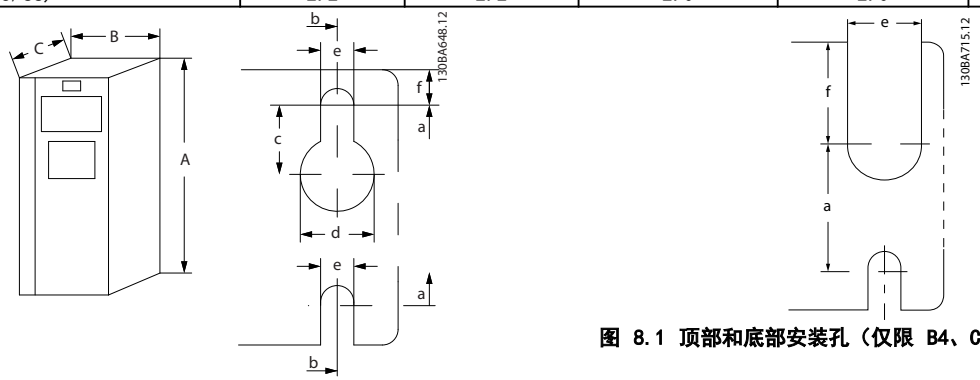


图 8.1 顶部和底部安装孔（仅限 B4、C3 和 C4）

表 8.2 机械尺寸，机箱类型 C 和 D

注意

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。

8.2.1 机械安装

8.2.1.1 间隙

所有机箱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 11 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 8.1* 展示了如何正确安装机架。

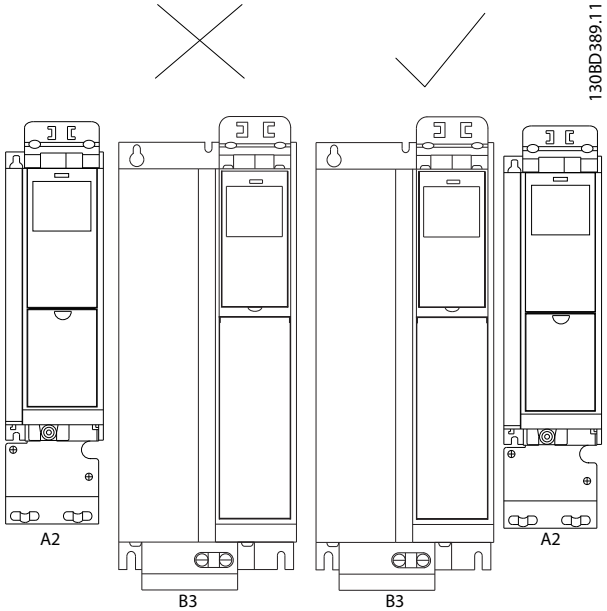


图 8.1 正确的并排安装

如果在 A1、A2 或 A3 型机箱上使用了 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 8.3*。

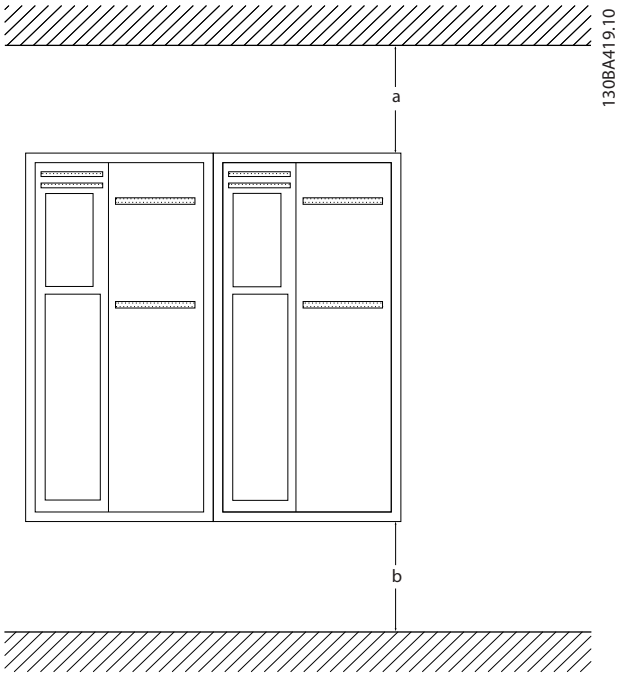


图 8.2 间隙

机箱类型	A1*/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 8.3 为不同机箱类型留出的通风道

8.2.1.2 墙面安装

当在坚实的支撑墙上安装时，可以直接进行安装。

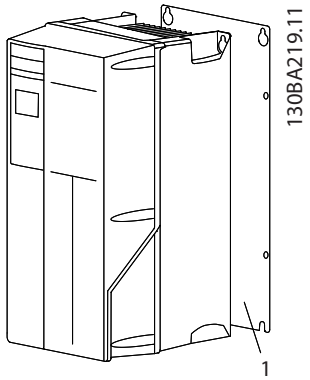
1. 钻孔尺寸应与给定尺寸一致。
2. 使用适合变频器安装表面的螺钉。紧固所有 4 个螺钉。

如果将变频器安装在非实心的支撑墙上时，则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。

注意

背板仅适用于 A4、A5、B1、B2、C1 和 C2 型机箱。

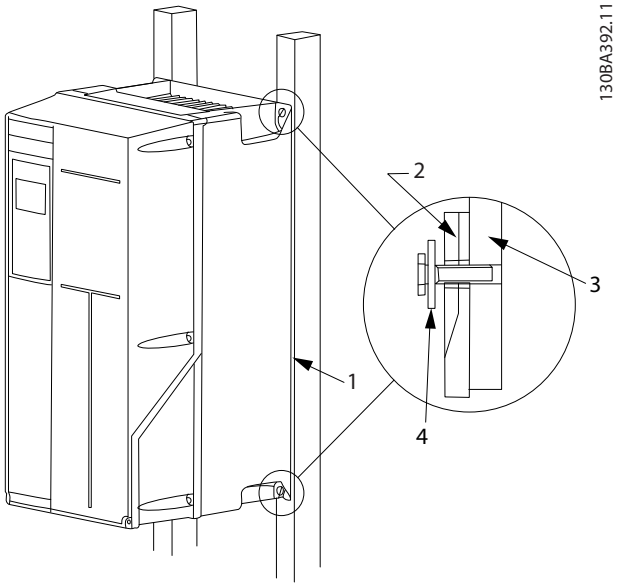
8



1	背板

图 8.3 在非实心支撑墙上安装时需要背板

对于符合 IP66 等级的变频器，需要格外小心以保持耐腐蚀表面。可以使用纤维垫圈或尼龙垫圈来保护环氧涂层。



1	背板
2	IP66 变频器
3	基板
4	纤维垫圈

图 8.4 在非实心支撑墙上安装

9 电气安装

9.1 安全性

请参阅 *章 2 安全性* 了解一般安全说明。

⚠警告

感生电压

如果将输出电机电缆一起布置，感生电压可能会对设备电容器进行充电，哪怕设备处于关闭并被加锁的状态，也会如此。如果未单独布置电机输出电缆或使用屏蔽电缆，则可能导致死亡或严重伤害。

- **单独布置输出电动机电缆，或**
- **使用屏蔽电缆**

⚠小心

触电危险

变频器会在 PE 导体中产生直流电流。

- **当使用残余电流保护装置 (RCD) 来防止触电时，仅允许在电源端使用 B 类 RCD。**

若不遵守建议，RCD 可能无法提供所需的保护。

⚠警告

漏电电流危险

漏电电流超过 3.5 mA。如果不将变频器正确接地，将可能导致死亡或严重伤害。

- **由经认证的电气安装商确保设备正确接地。**

对于电气安全

- 按照相应标准和指令将变频器接地。
- 对输入电源、电机电源和控制接线使用专用接地线。
- 请勿以“菊花链”方式将一台变频器的地线连接至另一变频器的地线上。
- 地线连接应尽可能短
- 请遵守电机制造商的接线要求。
- 该电缆最小横截面积： 10 mm^2（或 2 根单独端接的额定接地线）。

实现符合 EMC 规范的安装

- 使用金属电缆密封管或设备上提供的线夹在电缆屏蔽层和变频器机箱之间建立电气接触（请参阅 *章 9.4 电机连接*）。
- 使用高集束线减小电气干扰。
- 请勿使用辫子状线缆。

注意

电位均衡

如果变频器和系统之间的大地电位不同，可能会出现电气干扰。在系统组件之间安装等势电缆。建议的电缆横截面积： 16 mm^2.

⚠警告

漏电电流危险

漏电电流超过 3.5 mA。如果不将变频器正确接地，将可能导致死亡或严重伤害。

- **由经认证的电气安装商确保设备正确接地。**

9.2 电缆

注意

电缆总体要求

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

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。

9

9.2.1 紧固力矩

机箱类型	200-240 V [kW]	380-500 V [kW]	525-690 V [kW]	电缆用于	紧固力矩 [Nm]
A1	0.25-1.5	0.37-1.5	-	主电源、制动电阻器、负载共享、电动机电缆	0.5-0.6
A2	0.25-2.2	0.37-4	-		
A3	3-3.7	5.5-7.5	1.1-7.5		
A4	0.25-2.2	0.37-4			
A5	3-3.7	5.5-7.5	-		
B1	5.5-7.5	11-15	-	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	11	18.5-22	11-22	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	5.5-7.5	11-15	-	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	11-15	18.5-30	11-30	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	15-22	30-45	-	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	30-37	55-75	30-75	主电源，电动机电缆	14（最大 9 5mm²） 24（超过 95 mm²）
				负载共享、制动电缆	14
				继电器	0.5-0.6
				接地	2-3
C3	18.5-22	30-37	37-45	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	55-75	-	主电源，电动机电缆	14（最大 95 mm²） 24（超过 95 mm²）
				负载共享、制动电缆	14
				继电器	0.5-0.6
				接地	2-3

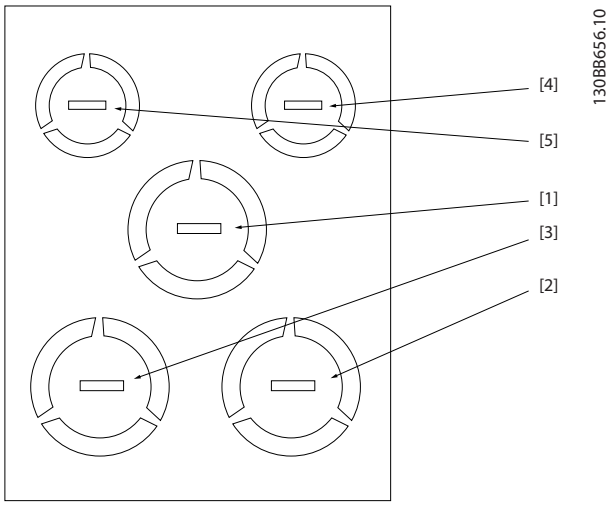
表 9.1 电缆紧固力矩

9

9.2.2 入口孔

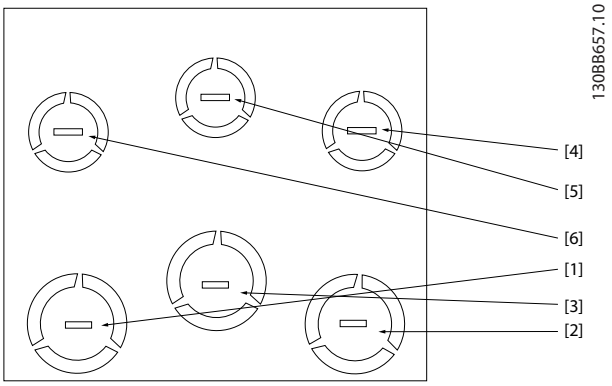
1. 从变频器上拆下电缆入口点（在拆卸挡板时应避免异物落入变频器中）。
2. 在要拆卸的挡板周围必须设有电缆入口点的支撑。
3. 现在可以使用结实的心轴或锤子将挡板拆下来。
4. 清除孔中的毛刺。
5. 将电缆入口点安放到变频器上。

入口孔的用途仅为建议，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）



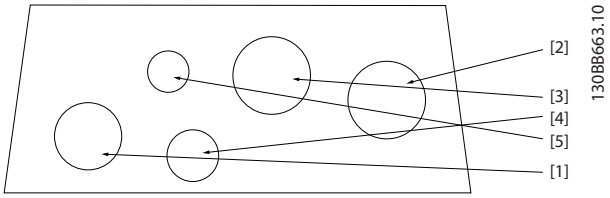
孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[mm]	
1) 主电源	3/4	28.4	M25
2) 电机	3/4	28.4	M25
3) 制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ± 0.2 mm			

图 9.1 A2 - IP21



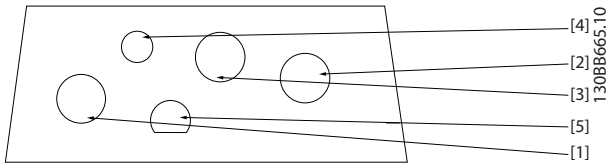
孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[mm]	
1) 主电源	3/4	28.4	M25
2) 电机	3/4	28.4	M25
3) 制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
6) 控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ± 0.2 mm			

图 9.2 A3 - IP21



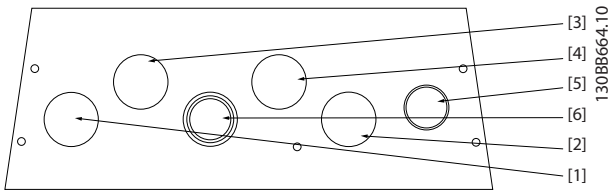
孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[mm]	
1) 主电源	3/4	28.4	M25
2) 电机	3/4	28.4	M25
3) 制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 已取消	-	-	-
1) 公差 ± 0.2 mm			

图 9.3 A4 - IP55



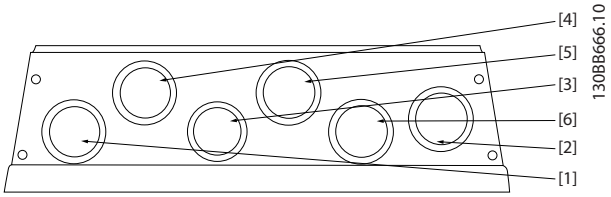
孔编号及建议用途	最接近的公制值
1) 主电源	M25
2) 电机	M25
3) 制动/负载共享	M25
4) 控制电缆	M16
5) 控制电缆	M20

图 9.4 A4 - IP55 螺纹压盖孔



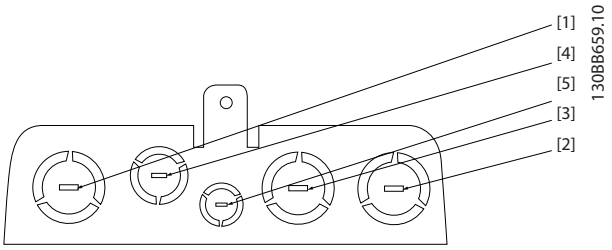
孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[mm]	
1) 主电源	3/4	28.4	M25
2) 电机	3/4	28.4	M25
3) 制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆 2)	3/4	28.4	M25
6) 控制电缆 2)	3/4	28.4	M25
1) 公差 ± 0.2 mm 2) 预留孔			

图 9.5 A5 - IP55



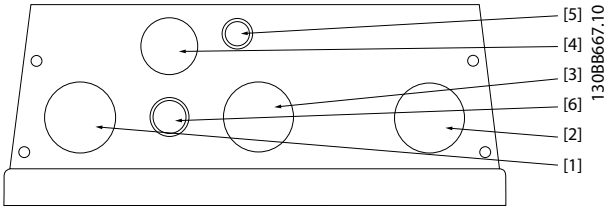
孔编号及建议用途	最接近的公制值
1) 主电源	M25
2) 电机	M25
3) 制动/负载共享	28.4 mm1)
4) 控制电缆	M25
5) 控制电缆	M25
6) 控制电缆	M25
1) 预留孔	

图 9.6 A5- IP55 螺纹压盖孔



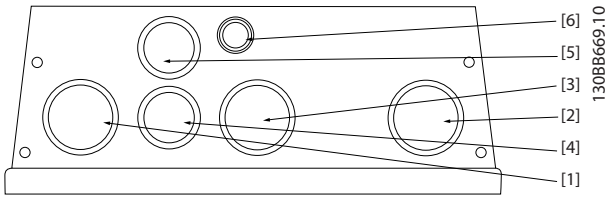
孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[mm]	
1) 主电源	1	34.7	M32
2) 电机	1	34.7	M32
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	1	34.7	M32
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ± 0.2 mm			

图 9.7 B1 - IP21



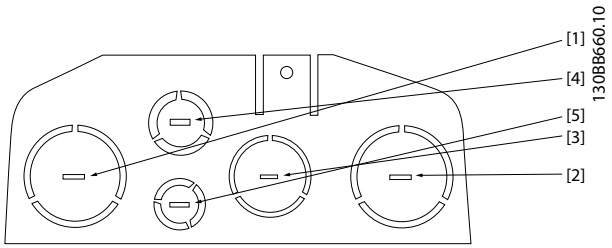
孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[mm]	
1) 主电源	1	34.7	M32
2) 电机	1	34.7	M32
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 控制电缆 2)	1/2	22.5	M20
1) 公差 ± 0.2 mm 2) 预留孔			

图 9.8 B1 - IP55



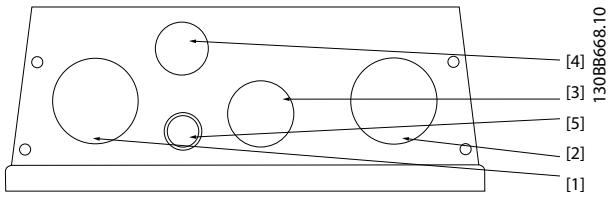
孔编号及建议用途	最接近的公制值
1) 主电源	M32
2) 电机	M32
3) 制动/负载共享	M32
4) 控制电缆	M25
5) 控制电缆	M25
6) 控制电缆	22.5 mm[1)]
1) 预留孔	

图 9.9 B1 - IP55 螺纹压盖孔



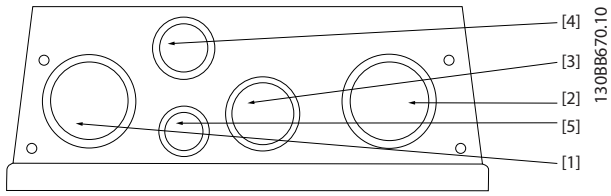
孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[mm]	
1) 主电源	1 1/4	44.2	M40
2) 电机	1 1/4	44.2	M40
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ± 0.2 mm			

图 9.10 B2 - IP21



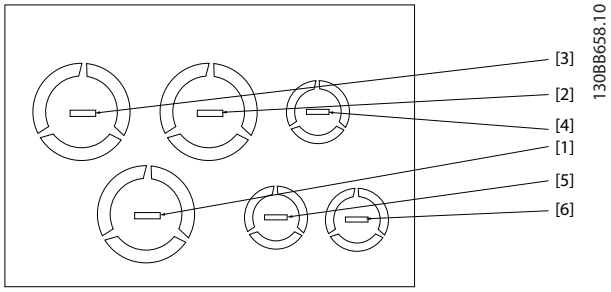
孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[mm]	
1) 主电源	1 1/4	44.2	M40
2) 电机	1 1/4	44.2	M40
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	3/4	28.4	M25
5) 控制电缆 2)	1/2	22.5	M20
1) 公差 ± 0.2 mm			
2) 预留孔			

图 9.11 B2 - IP55



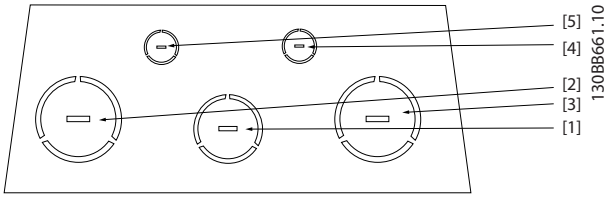
孔编号及建议用途	最接近的公制值
1) 主电源	M40
2) 电机	M40
3) 制动/负载共享	M32
4) 控制电缆	M25
5) 控制电缆	M20

图 9.12 B2 - IP55 螺纹压盖孔



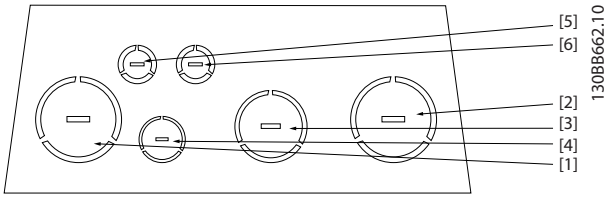
孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[mm]	
1) 主电源	1	34.7	M32
2) 电机	1	34.7	M32
3) 制动/负载共享	1	34.7	M32
4) 控制电缆	1/2	22.5	M20
5) 控制电缆	1/2	22.5	M20
6) 控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ± 0.2 mm			

图 9.13 B3 - IP21



孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[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
1) 公差 ± 0.2 mm			

图 9.14 C1 - IP21



孔编号及建议用途	尺寸 1)		最接近的公制值
	UL [in]	[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
1) 公差 ±0.2 mm			

图 9.15 C2 - IP21

9.2.3 完成连接后紧固盖板

机箱类型	IP20	IP21	IP55	IP66
A1	*	-	-	-
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2.2	2.2
B2	-	*	2.2	2.2
B3	*	-	-	-
B4	*	-	-	-
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 9.2 紧固盖板 (Nm)

9.3 主电源接线

必须使用变频器的端子 95 对电源连接正确接地，请参阅*章 9.1.1 接地*。

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

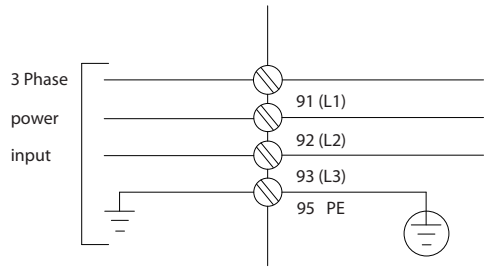


图 9.16 主电源接线

注意

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，请参阅*章 9.3.1.4 符合 UL*。

注意

超过 480 V RMS

损坏变频器和安装的 RFI 滤波器的风险

当在三角形接法接地电网或 IT 电网（包括接地故障状态）上安装时，380-500V (T4,T5) 的范围内的电源输入电压在电源和接地之间不得超过 480 V RMS。

对于一些机箱，如果变频器出厂配置有电源开关，则安装是不同的。下面图解说明各种安装情况。

机箱 A1、A2 和 A3 的主电源接线：

注意

该插头可在功率规格不超过 7.5 kW 的变频器上使用。

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。

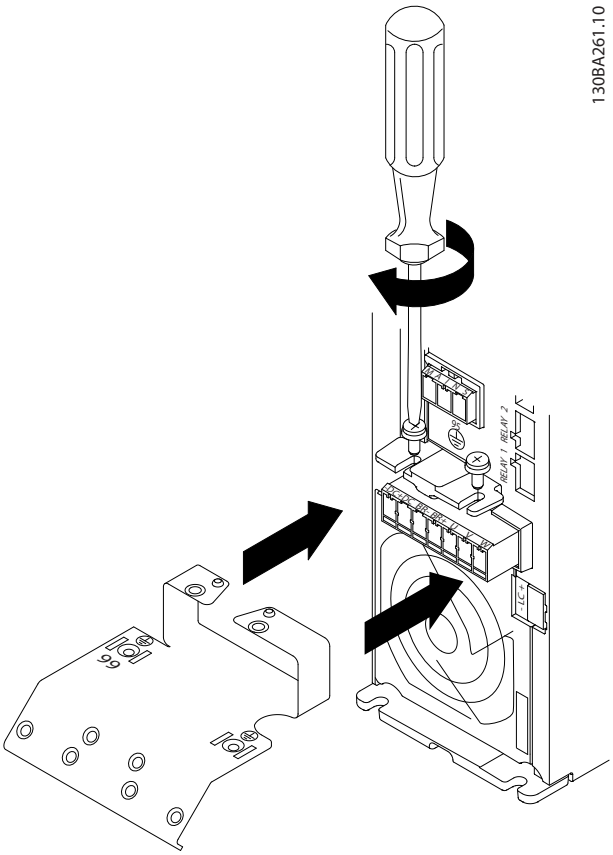


图 9.17 支撑板

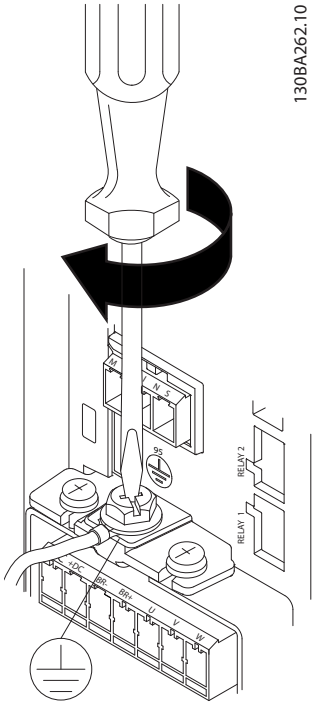


图 9.18 拧紧接地电缆

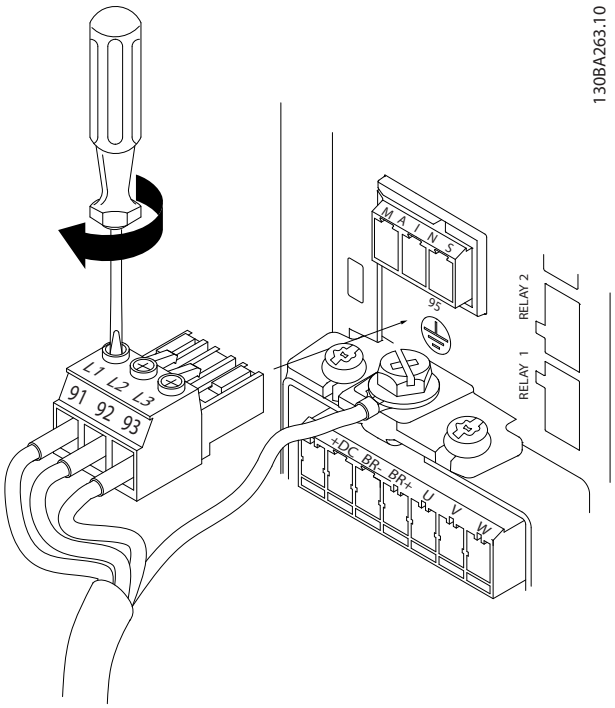


图 9.19 安装主电源插头并拧紧电线

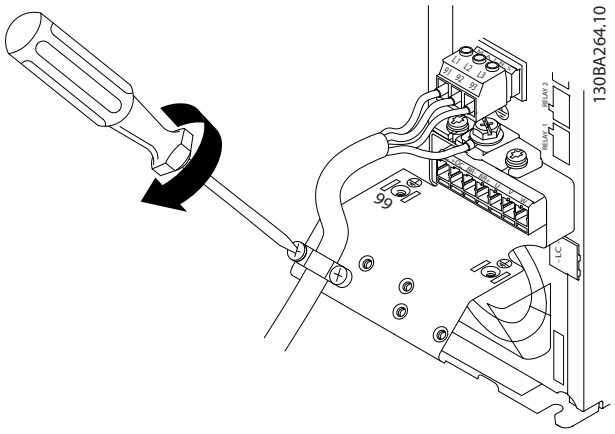


图 9.20 拧紧支撑架

主电源连接器机箱 A4/A5

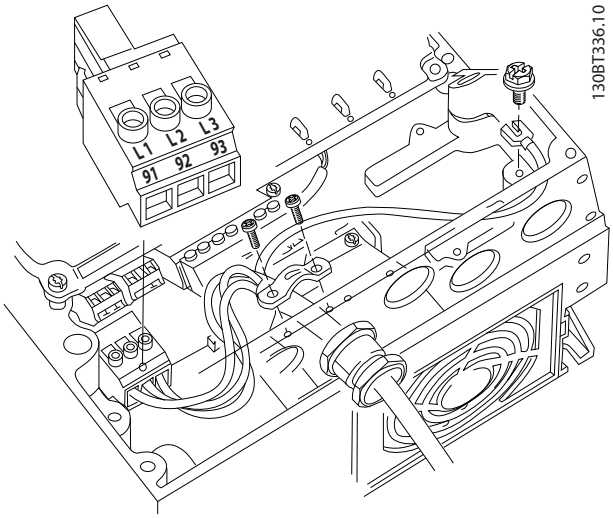


图 9.21 不用断路器连接主电源和接地

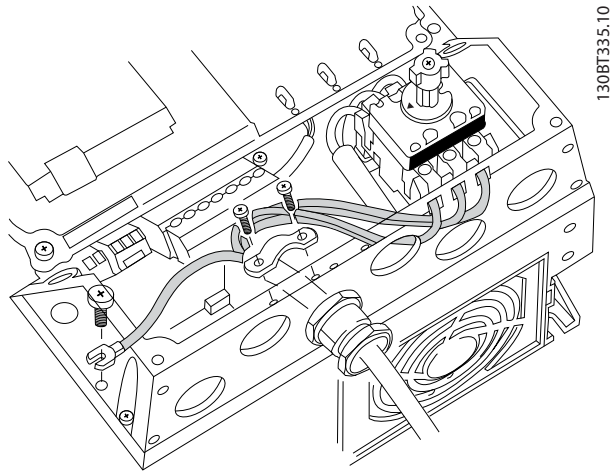


图 9.22 使用断路器连接主电源和接地

如果使用了断路器 (机箱 A4/A5)，将 PE 安装在变频器的左侧。

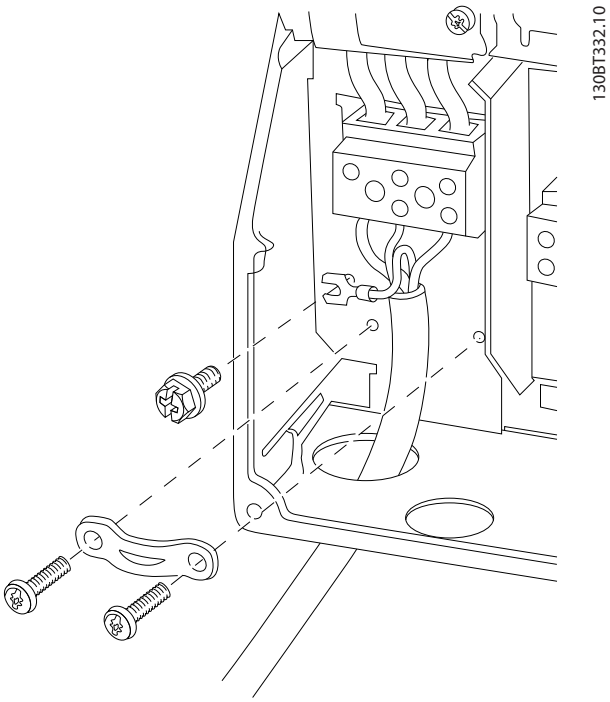


图 9.23 主电源连接机箱 B1 和 B2

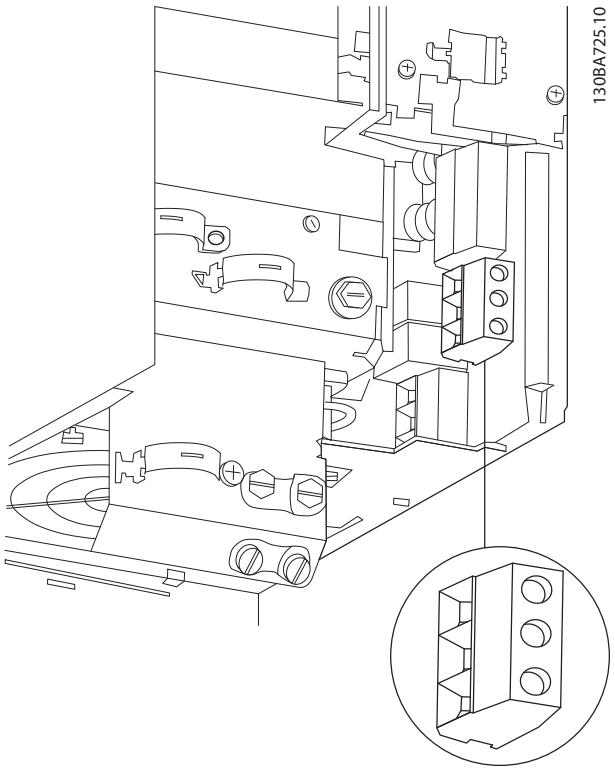


图 9.24 主电源连接机箱 B3

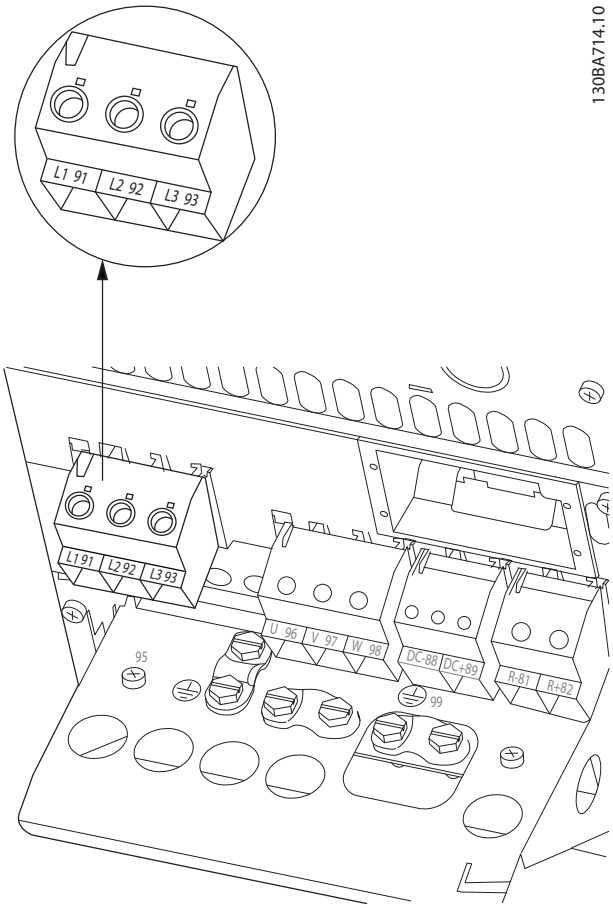


图 9.25 主电源连接机箱 B4

9

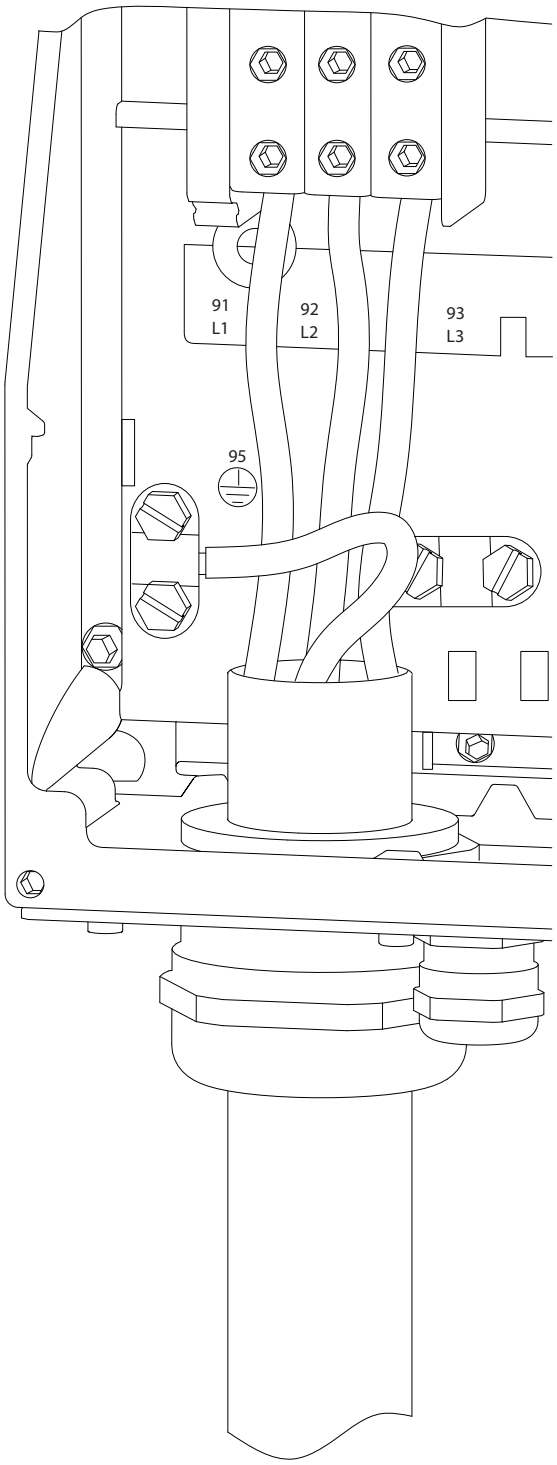


图 9.26 主电源连接机箱 C1 和 C2（IP21/NEMA 类型 1 和 IP55/66/NEMA 类型 12）

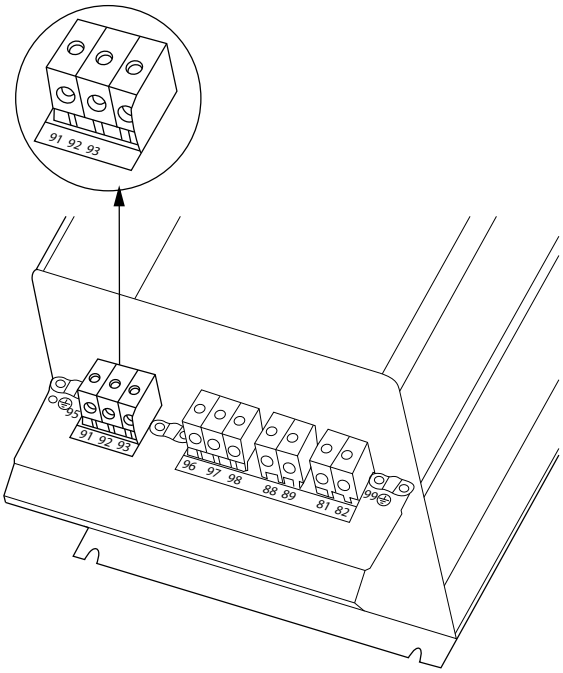


图 9.27 主电源连接机箱 C3 (IP20)

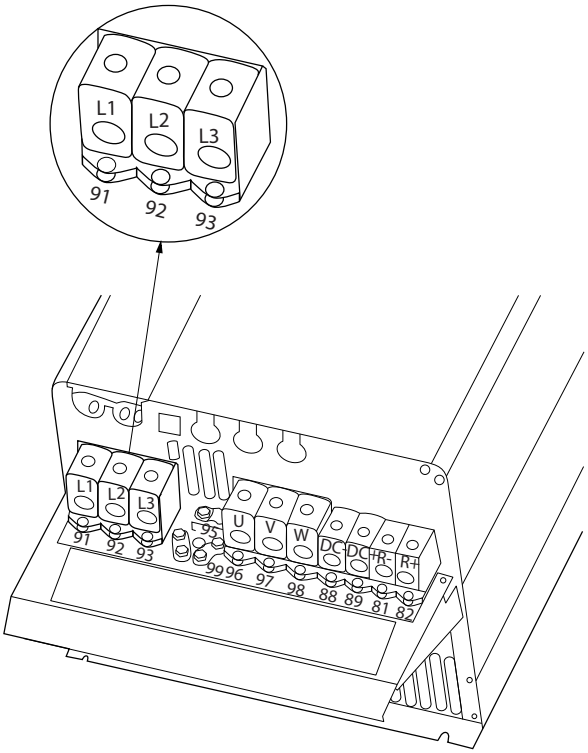


图 9.28 主电源连接机箱 C4 (IP20)

9.3.1 熔断器和断路器

9.3.1.1 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）。

注意

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。

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。

注意

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。

9.3.1.2 建议

章 9.3.1 熔断器和断路器 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。对于大功率规格，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 MN90T*》。

9.3.1.3 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 A_{rms} 对称电流的 240 V、500 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 A_{rms}。

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

下列最大熔断器规格和类型均经过测试：

机箱	功率 [kW]	建议的 熔断器规格	推荐的 熔断器最大规格	建议的断路器 Moeller	最大跳闸水平 [A]
A1	0.25-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.25-2.2	gG-10 (0.25-1.5) gG-16 (2.2)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3.7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.25-2.2	gG-10 (0.25-1.5) 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	5.5-7.5	gG-25 (5.5) gG-32 (7.5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	11	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5.5	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	7.5-15	gG-32 (7.5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	15-22	gG-63 (15) gG-80 (18.5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18.5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	18.5-22	gG-80 (18.5) aR-125 (22)	gG-150 (18.5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

表 9.3 200-240 V，机箱类型 A、B 和 C

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

机箱	功率 [kW]	建议的 熔断器规格	推荐的 熔断器最大规格	建议的断路器 Moeller	最大跳闸水平 [A]
A1	0.37-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.37-4.0	gG-10 (0.37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.37-4	gG-10 (0.37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.37-7.5	gG-10 (0.37-3) gG-16 (4-7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-15	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	18.5-22	gG-50 (18.5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18.5-30	gG-50 (18.5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	30-45	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

表 9.4 380-500 V，机箱类型 A、B 和 C

机箱	功率 [kW]	建议的 熔断器规格	推荐的 熔断器最大规格	建议的断路器 Moeller	最大跳闸水平 [A]
A2	0-75-4.0	gG-10	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-10 (5.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.75-7.5	gG-10 (0.75-5.5) 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
B3	11-15	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18.5-30	gG-40 (18.5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	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	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

表 9.5 525-600 V，机箱类型 A、B 和 C

机箱	功率 [kW]	建议的 熔断器规格	推荐的 熔断器最大规格	建议的断路器 Moeller	最大跳闸水平 [A]
A3	1.1 1.5 2.2 3 4 5.5 7.5	gG-6 gG-6 gG-6 gG-10 gG-10 gG-16 gG-16	gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25	PKZM0-16	16
B2/B4	11 15 18 22	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-32 (18) gG-40 (22)	gG-63	-	-
B4/C2	30	gG-63 (30)	gG-80 (30)	-	-
C2/C3	37 45	gG-63 (37) gG-80 (45)	gG-100 (37) gG-125 (45)		
C2	55 75	gG-100 (55) gG-125 (75)	gG-160 (55-75)		

表 9.6 525-690 V，机箱类型 A、B 和 C

9.3.1.4 符合 UL

下述熔断器适用于能够提供 100,000 A_{rms} 对称电流的 240 V、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 A_{rms}。

熔断器或断路器须符合 NEC 2009。Danfoss 建议采用以下选择。

	建议的最大熔断器规格					
功率 [kW]	Bussmann RK1 型 1)	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型
0.25-0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55-1.1	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	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7.5	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15-18.5	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
22	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
30	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
37	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

表 9.7 200-240 V，机箱类型 A、B 和 C

	建议的最大熔断器规格			
功率 [kW]	SIBA RK1 型	Littel 熔断器 RK1 型	Ferraz-Shawmut CC 型	Ferraz-Shawmut RK1 型 3)
0.25-0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R
0.55-1.1	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	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
7.5	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
11	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
15-18.5	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
22	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
30	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
37	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

表 9.8 200-240 V，机箱类型 A、B 和 C

	建议的最大熔断器规格			
功率 [kW]	Bussmann JFHR2 型 2)	Littel 熔断器 JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2 4)	Ferraz-Shawmut J
0.25-0.37	FWX-5	-	-	HSJ-6
0.55-1.1	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	FWX-50	-	-	HSJ-50
7.5	FWX-60	-	-	HSJ-60
11	FWX-80	-	-	HSJ-80
15-18.5	FWX-125	-	-	HSJ-125
22	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
30	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
37	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

表 9.9 200-240 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。

9

	建议的最大熔断器规格					
功率 [kW]	Bussmann RK1 型	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型
0.37-1.1	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	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
45	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
55	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
75	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

表 9.10 380-500 V，机箱类型 A、B 和 C

	建议的最大熔断器规格			
功率 [kW]	SIBA RK1 型	Littel 熔断器 RK1 型	Ferraz-Shawmut CC 型	Ferraz-Shawmut RK1 型
0.37-1.1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R
1.5-2.2	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	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
18	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
22	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
30	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
37	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
45	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
55	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
75	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

表 9.11 380-500 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)]	Littel 熔断器 JFHR2
0.37-1.1	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.5-2.2	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	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	FWH-50	HSJ-50	-	-
18	FWH-60	HSJ-60	-	-
22	FWH-80	HSJ-80	-	-
30	FWH-100	HSJ-100	-	-
37	FWH-125	HSJ-125	-	-
45	FWH-150	HSJ-150	-	-
55	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
75	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

表 9.12 380-500 V，机箱类型 A、B 和 C

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

	建议的最大熔断器规格					
功率 [kW]	Bussmann RK1 型	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型
0.75-1.1	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	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
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-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

表 9.13 525-600 V，机箱类型 A、B 和 C

	建议的最大熔断器规格			
功率 [kW]	SIBA RK1 型	Littel 熔断器 RK1 型	Ferraz-Shawmut RK1 型	Ferraz-Shawmut J
0.75-1.1	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	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
15	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
18	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
22	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
30	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
37	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
45	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
55	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
75	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

表 9.14 525-600 V，机箱类型 A、B 和 C

	建议的最大熔断器规格					
功率 [kW]	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	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
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-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

表 9.15 525-690 V，机箱类型 A、B 和 C

	建议的最大熔断器规格							
功率 [kW]	最大预熔	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	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
15-18.5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
22	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
30	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
37	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
45	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
55	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
75	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

表 9.16 525-690 V，机箱类型 B 和 C

9.4 电机连接

⚠警告

感生电压

如果将输出电机电缆一起布置，感生电压可能会对设备电容器进行充电，哪怕设备处于关闭并被加锁的状态，也会如此。如果未单独布置电机输出电缆或使用屏蔽电缆，则可能导致死亡或严重伤害。

- **单独布置输出电动机电缆，或**
- **使用屏蔽电缆**

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 5.2.1 EMC 测试结果* 和 *图 3.3*。

有关正确选择电机电缆横截面积和长度的信息，请参阅 *章 6.2 一般规范*。

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%。 电机引出 3 条电线
	U1	V1	W1	PE[1]	三角形连接
	W2	U2	V2		电机引出 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 9.17 端子说明

[1] *保护性接地连接*

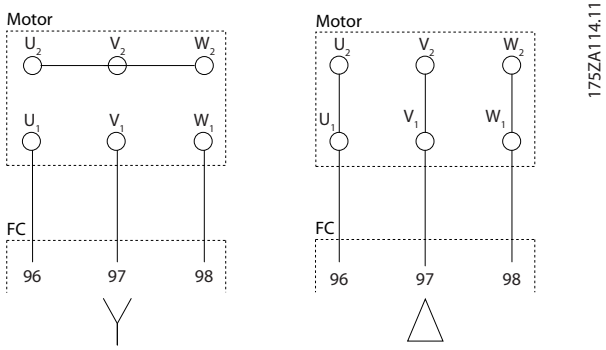


图 9.29 星形和三角形连接

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。.

注意

剥开一条电机电缆，露出电缆夹后面的屏蔽层，并将接地连接与端子 99 相接。

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。

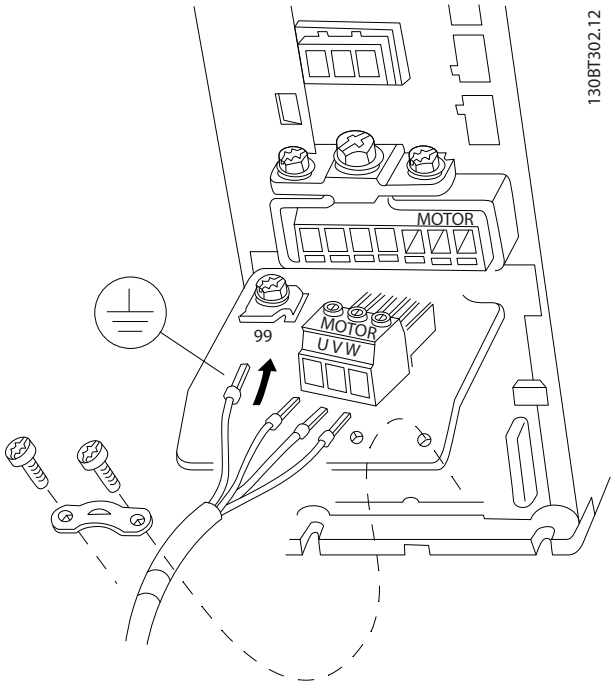


图 9.30 机箱 A1、A2 和 A3 的电动机接线

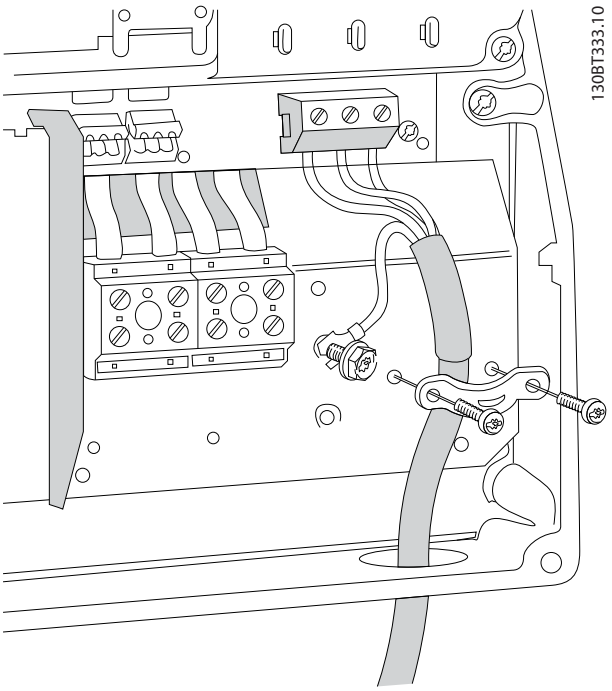


图 9.32 机箱 B1 和 B2 的电动机接线

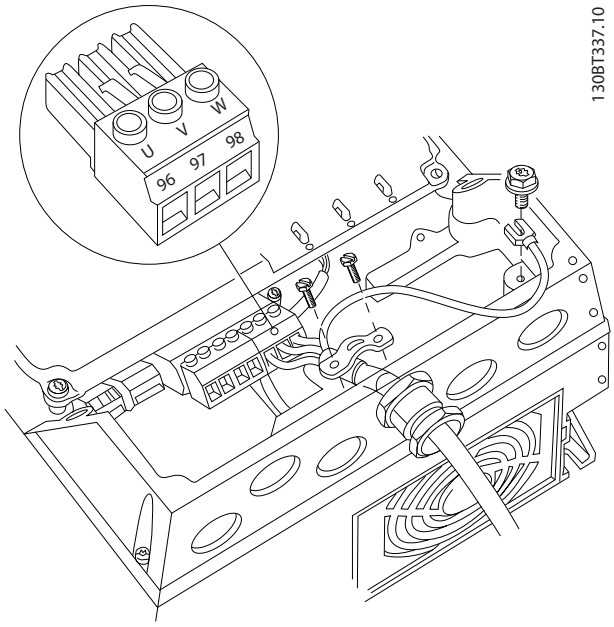


图 9.31 机箱 A4/A5 的电动机接线

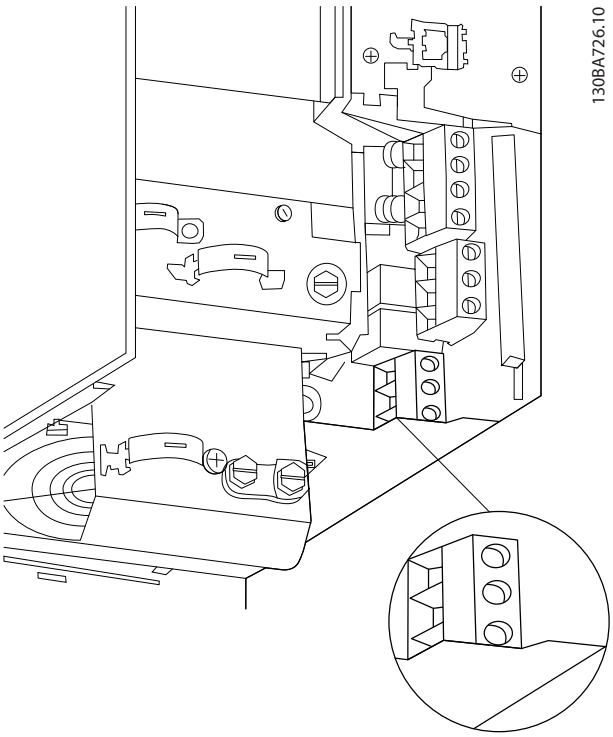


图 9.33 机箱 B3 的电动机接线

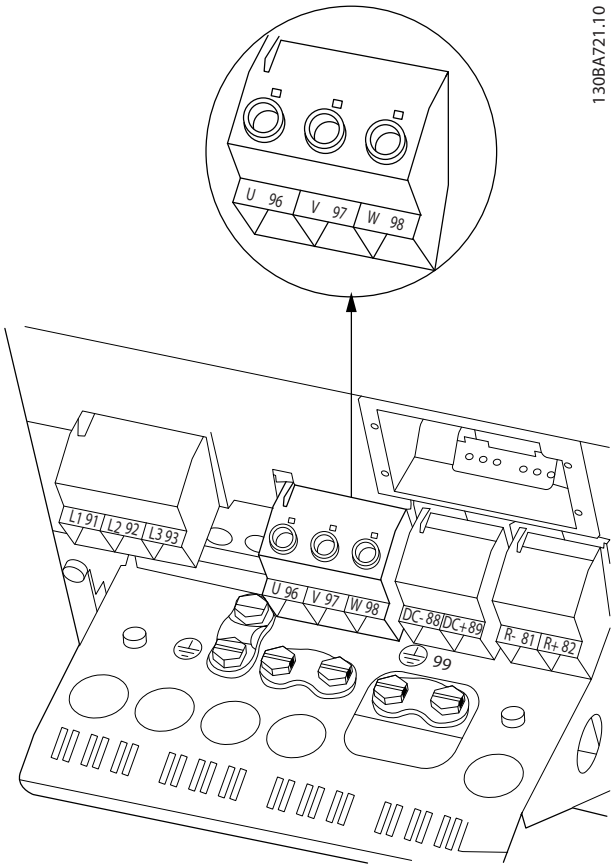


图 9.34 机箱 B4 的电动机接线

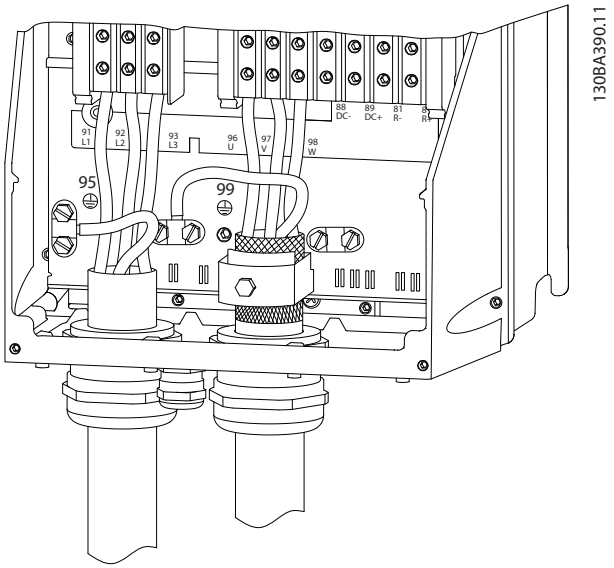


图 9.35 机箱 C1 和 C2（IP21/NEMA 类型 1 和 IP55/66/NEMA 类型 12）的电动机接线

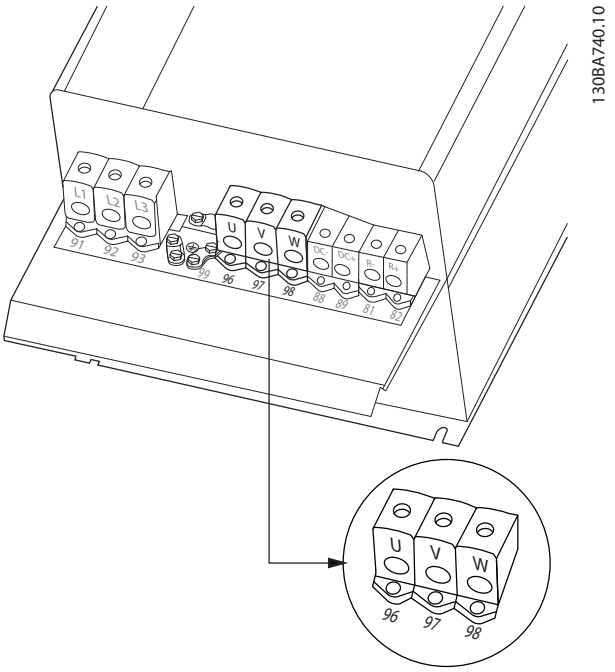


图 9.36 机箱 C3 和 C4 的电动机接线

9.5 接地泄漏电流保护

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。

保护性接地线的横截面积不得小于 10 mm^2，或者包含 2 根单独的横截面积相同的电线作为相位线。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。

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、电动机电缆长度和变频器功率。

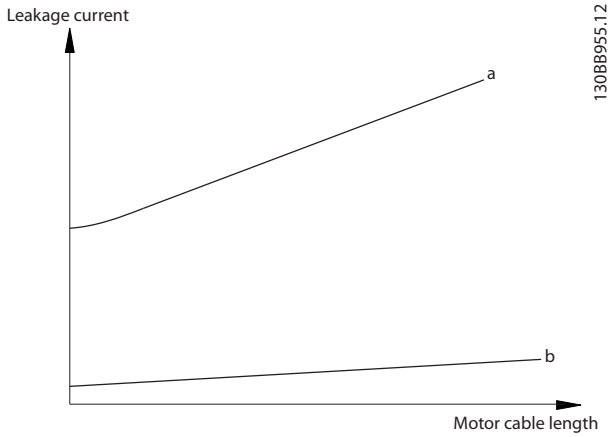


图 9.37 电机电缆长度和功率规格对漏电电流的影响。
功率规格 a > 功率规格 b

漏电电流还取决于线路失真情况。

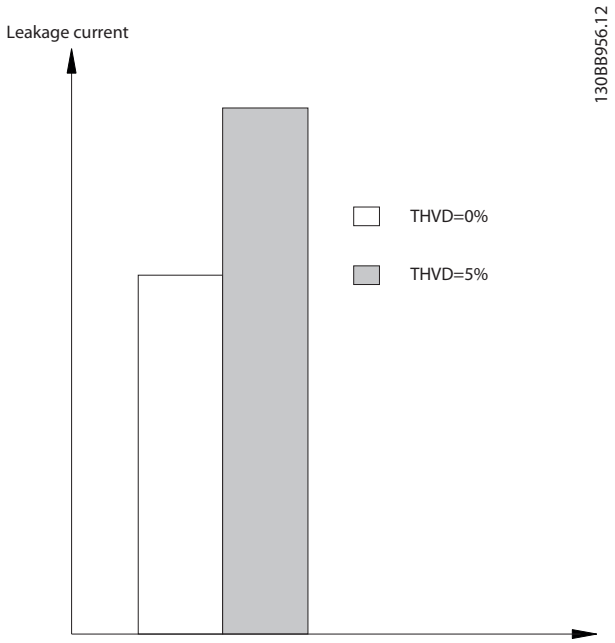


图 9.38 线路失真会影响漏电电流

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 mm^2 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

泄漏电流包括同时来源于主电源频率和开关频率的多个频率。是否检测到的开关频率取决于所使用的 RCD 类型。

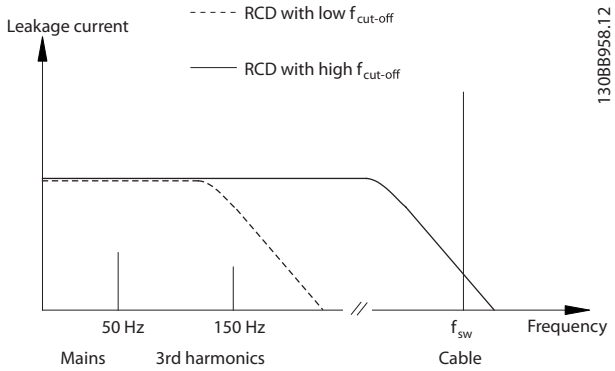


图 9.39 漏电电流的主要成分

由 RCD 检测到的漏电电流量取决于 RCD 的截止频率。

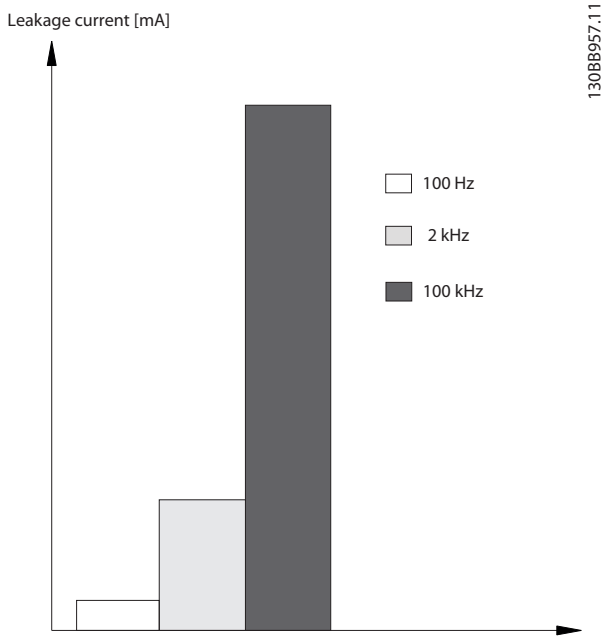


图 9.40 对 RCD 的截止频率的影响作出响应/测量

9

9.6 附加连接

9.6.1 继电器

继电器 1

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

继电器 2（非 FC 301）

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

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。

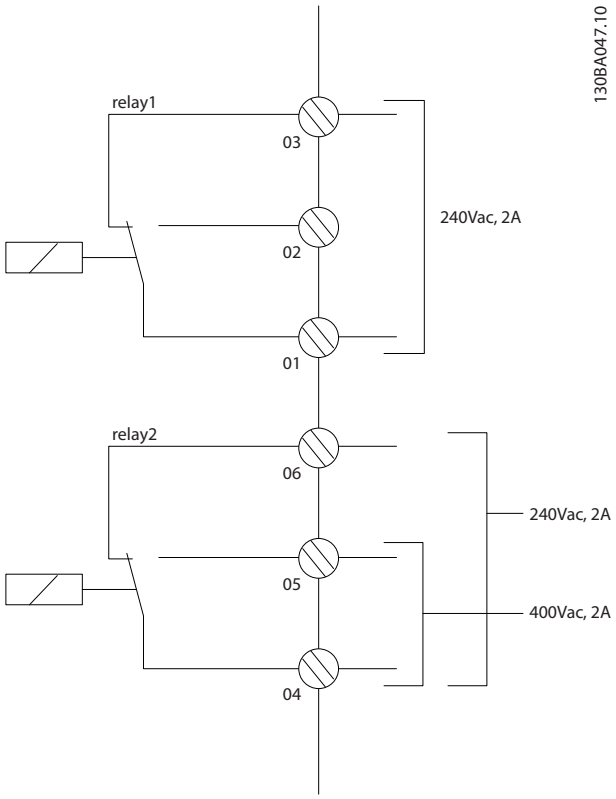


图 9.41 继电器输出 1 和 2

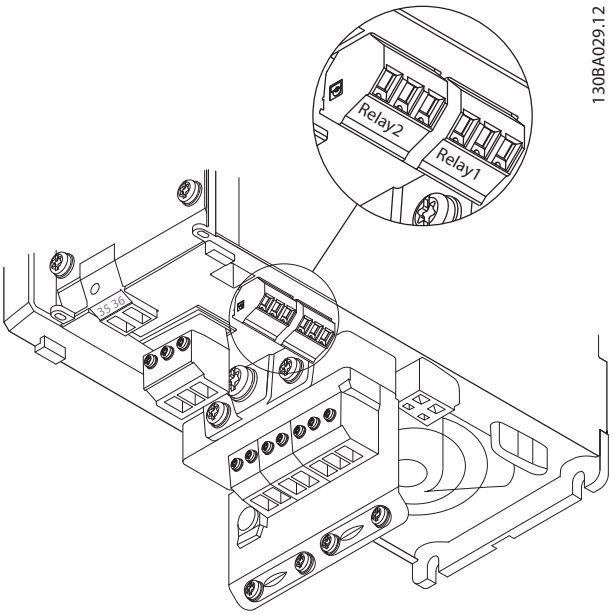


图 9.42 继电器连接端子
（机箱类型 A1、A2 和 A3）

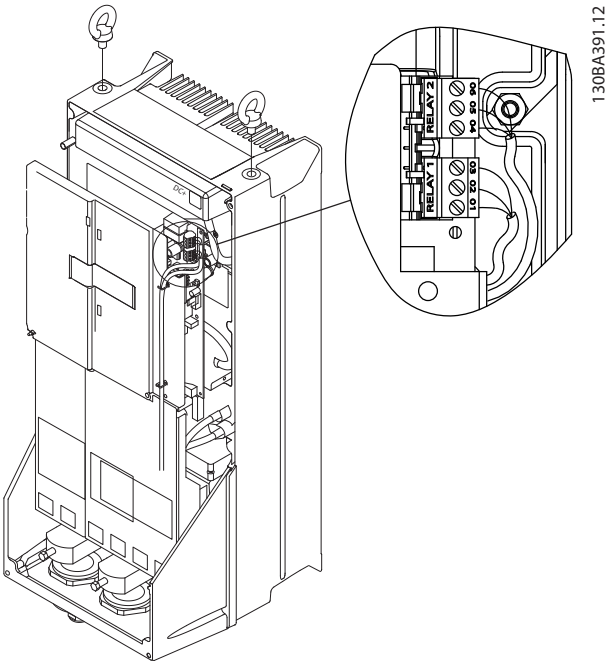


图 9.43 继电器连接端子
（机箱类型 C1 和 C2）

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 9.18 继电器说明

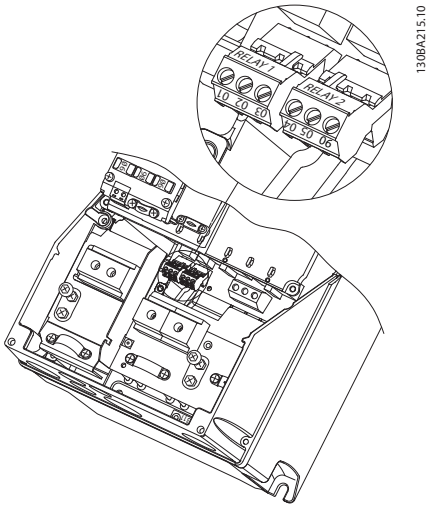


图 9.44 继电器连接端子
（机箱类型 A5、B1 和 B2）

9.6.2 断路器和接触器

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。

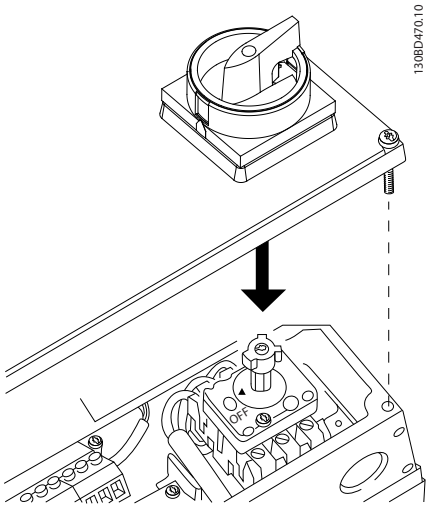
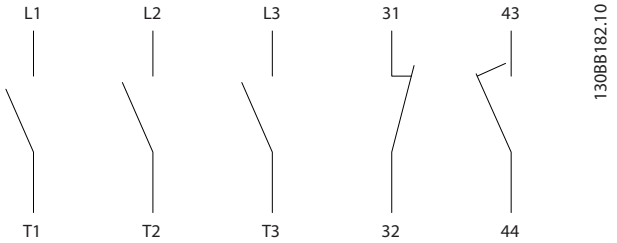
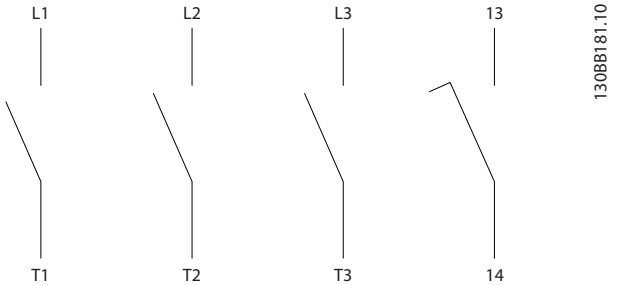


图 9.45 主电源开关的位置



机箱类型	类型
A4/A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303

图 9.46 A4、A5、B1、B2 的端子连接



机箱类型	类型
C1	Kraus&Naimer KG100 T303
C1	Kraus&Naimer KG105 T303
C2	Kraus&Naimer KG160 T303

图 9.47 C1、C2 的端子连接

9.6.3 负载共享

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。

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。

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。

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。

9.6.4 制动电阻器

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。

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。

9.6.5 PC 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。

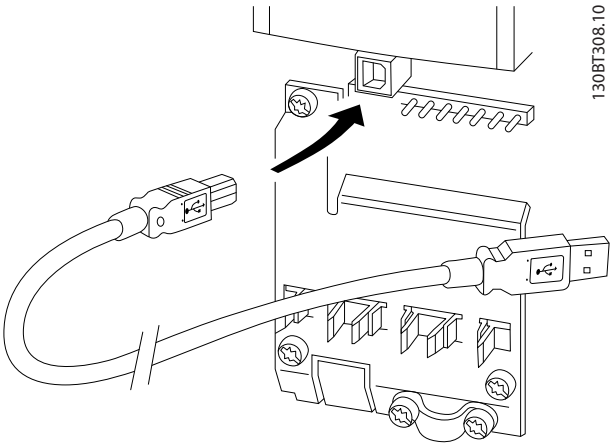


图 9.48 USB 连接

9.6.5.1 MCT 10

若要从 PC 控制变频器，请安装 MCT 10 设置软件。

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*网络*部分选择 USB 端口。
4. 选择*复制*。
5. 选择*项目*部分。
6. 选择*粘贴*。
7. 选择*另存为*。

这样就存储了所有参数。

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*打开*- 显示出已存储的文件。
4. 打开相应的文件。
5. 选择*写入变频器*。

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。下载地址 *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

9.6.5.2 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。

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

9.6.5.3 谐波计算软件 (HCS)

HCS 是高级版谐波计算工具。将计算结果与相关规范进行比较，之后能够打印出来。

请参阅 *www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

9.7 其它电动机信息

9.7.1 电机电缆

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：

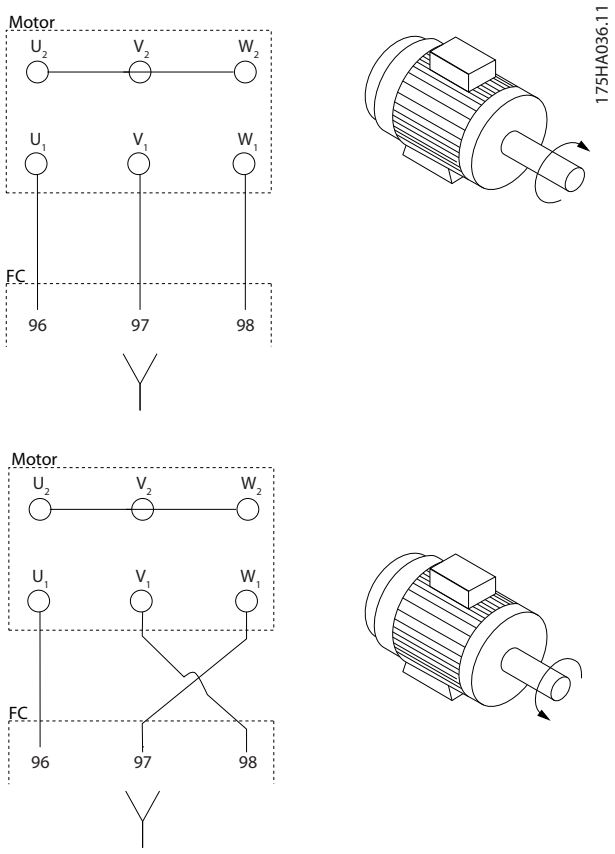


图 9.49 顺时针和逆时针旋转的端子连接

通过更换电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。

9.7.2 多台电动机的连接

注意

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。

变频器可控制多台并联的电机。采用电机并联时必须符合以下要求：

- 在某些应用中可以采用 VCC^{plus} 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}。
- 不要对长电缆使用共用节点连接，请参阅 *图 9.51*。
- 只要并联的每根电缆的长度不超过 10 米，*表 5.2* 中指定的电机电缆总长度即有效，请参阅 *图 9.53* 和 *图 9.54*。
- 考虑电机电缆两端的压降，请参阅 *图 9.54*。
- 对于长并行电缆，使用 LC 滤波器，请参阅 *图 9.54*。
- 对于无并行连接的长电缆，请参阅 *图 9.55*。

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 电动控制原理* 设为 [0] U/f。

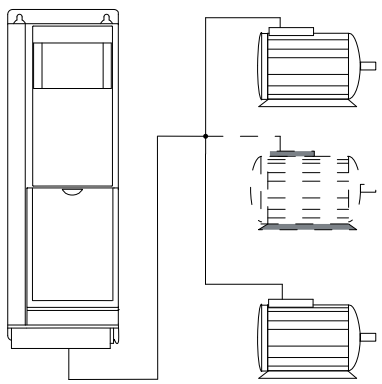


图 9.50 短电缆的共用节点连接

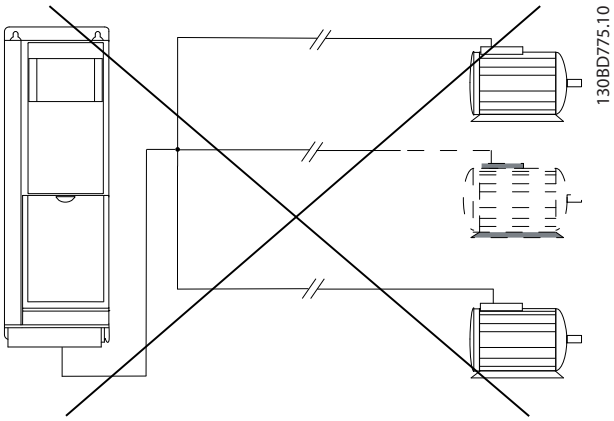


图 9.51 长电缆的共用节点连接

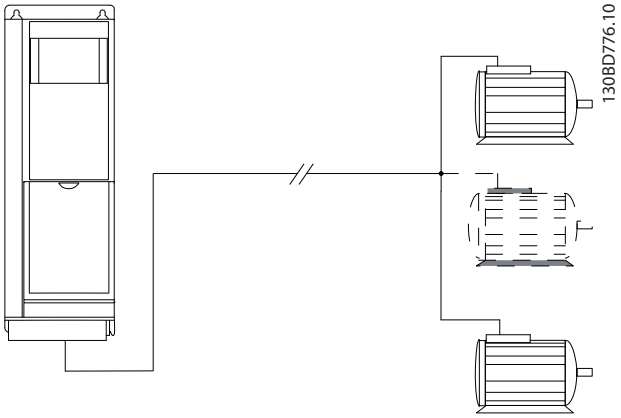


图 9.52 无负载的并行电缆

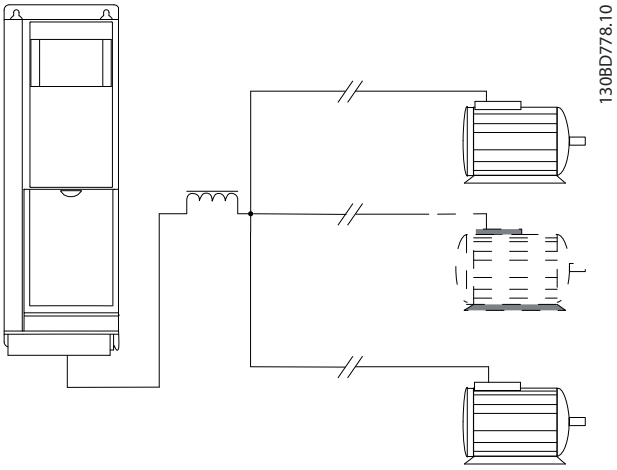


图 9.54 长并行电缆的 LC 过滤器

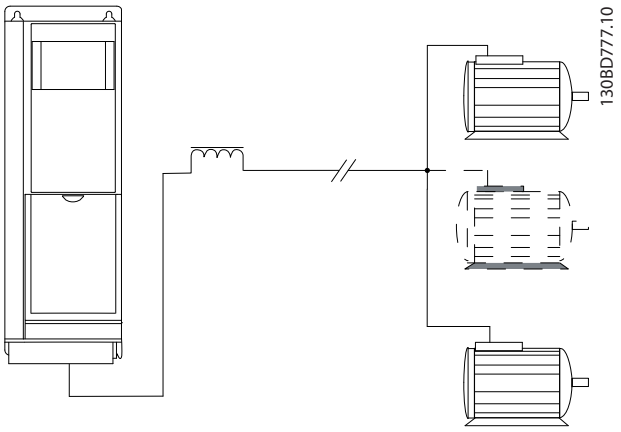


图 9.53 带负载的并行电缆

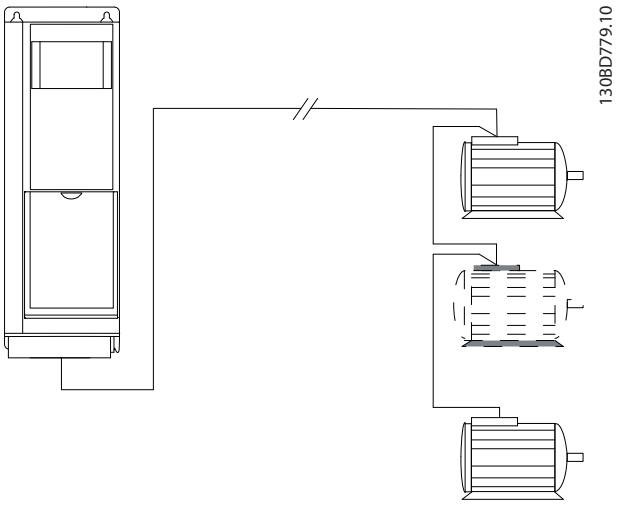


图 9.55 串联长电缆

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]
A1, A2, A4, A5	0.37-0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2.2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1-7.5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

表 9.19 每条并行电缆的最大电缆长度

9.8 安全性

9.8.1 高压测试

通过将端子 U、V、W、L_1、L_2 和 L_3 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。

9.8.2 EMC 接地

正确的 EMC 接地做法

- 遵守以下安全接地方法：
- 保持接地连接尽可能短，以获得最佳 EMC 性能。
- 电线的面积越大，阻抗就越低，EMC 接地性能越好。
- 如果更多带金属柜的设备，则将它们安装在普通金属安装板上，以提高 EMC 性能。

注意

如有必要，在有涂层的部件上使用垫圈来紧固螺栓。

⚠小心

内部出现故障时可能存在危险
未正确关闭变频器时，可能会导致人身伤害。

- **应用电源之前，确保所有安全盖板安装到位且牢靠固定。**

9.8.3 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 9.56*。
- 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。

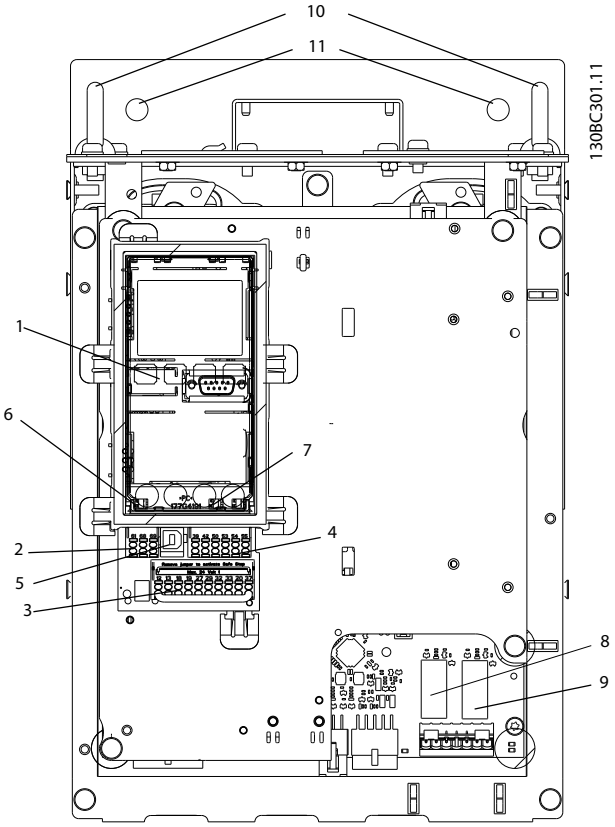


图 9.56 继电器插头的位置，位置 8 和 9

如果要求，可提供制造商声明。

10 应用示例

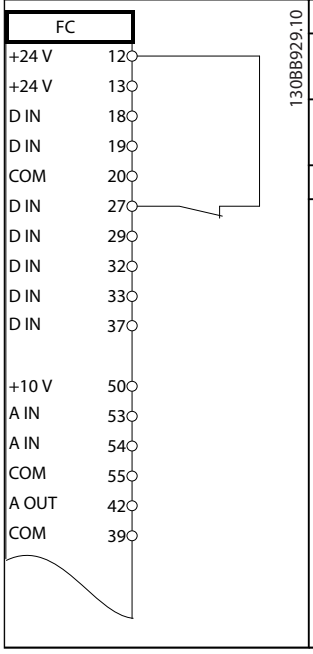
10.1 常用应用

本节的示例旨在提供与常见应用有关的简单参考。

- 除非另有说明，否则参数设置都采用相关区域（在 *0-03 区域性设置* 中选择）的默认值
- 与端子及其设置相关的参数显示在插图的旁侧
- 在需要对模拟端子 A53 或 A54 进行开关设置的地方，还显示了开关设置

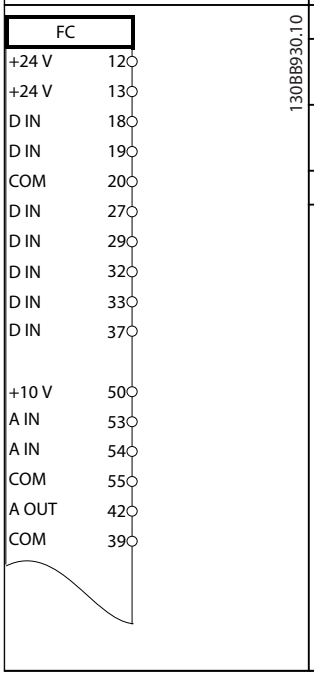
小心

为了符合 PELV 绝缘要求，热敏电阻必须使用加强绝缘或双重绝缘。



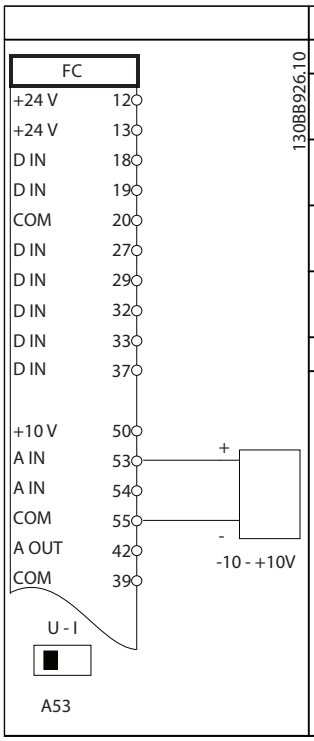
参数	
功能	设置
1-29 自动电动机调整 (AMA)	[1] 启用完整 AMA
5-12 端子 27 数字输入	[2]* 惯性停车反逻辑
*=默认值	
说明/备注： 参数组 1-2* 电机数据必须根据电机来设置	

表 10.1 在连接端子 27 的情况下执行 AMA



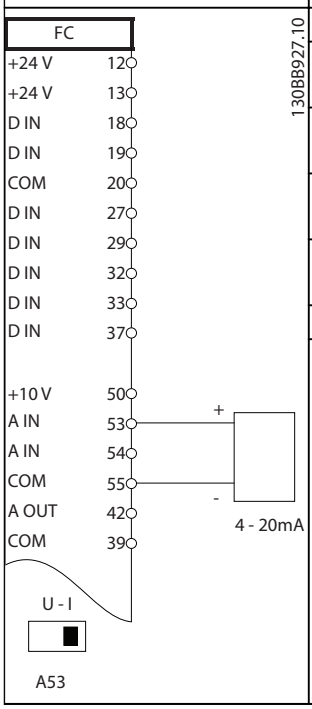
参数	
功能	设置
1-29 自动电动机调整 (AMA)	[1] 启用完整 AMA
5-12 端子 27 数字输入	[0] 无功能
*=默认值	
说明/备注： 参数组 1-2* 电机数据必须根据电机来设置	

表 10.2 在端子 27 未连接的情况下执行 AMA



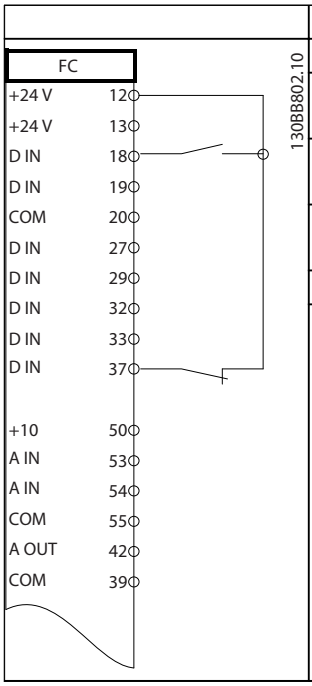
参数	
功能	设置
6-10 端子 53 低电压	0.07 V*
6-11 端子 53 高电压	10 V*
6-14 53 端参考/反馈低	0 RPM
6-15 53 端参考/反馈高	1,500 RPM
*=默认值	
说明/备注：	

表 10.3 模拟速度参考值（电压）



参数	
功能	设置
6-12 端子 53 低电流	4 mA*
6-13 端子 53 高电流	20 mA*
6-14 53 端参考/反馈低	0 RPM
6-15 53 端参考/反馈高	1,500 RPM
*=默认值	
说明/备注：	

表 10.4 模拟量速度参考值（电流）



参数	
功能	设置
5-10 端子 18 数字输入	[8] 启动*
5-12 端子 27 数字输入	[0] 无功能
5-19 端子 37 安全停止	[1] 安全停车报警
*=默认值	
说明/备注： 如果 *5-12 端子 27 数字输入* 设为 *[0] 无功能*时，与端子 27 之间无需跳线。	

表 10.5 带安全转矩关断选项的启动/停止命令

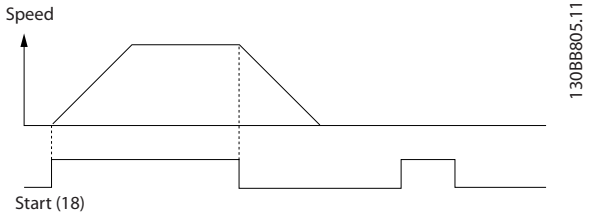
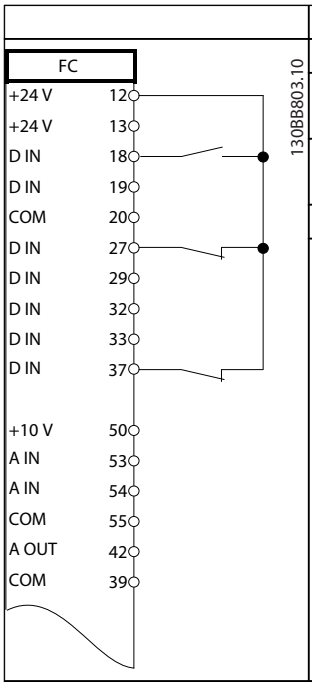


图 10.1 带安全转矩关断的启动/停止



参数	
功能	设置
5-10 端子 18 数字输入	[9] 自锁启动
5-12 端子 27 数字输入	[6] 停止反逻辑
*=默认值	
说明/备注： 如果 *5-12 端子 27 数字输入* 设为 *[0] 无功能*时，与端子 27 之间无需跳线。	

表 10.6 脉冲启动/停止

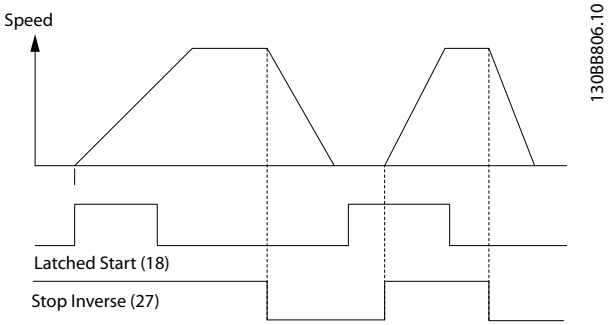
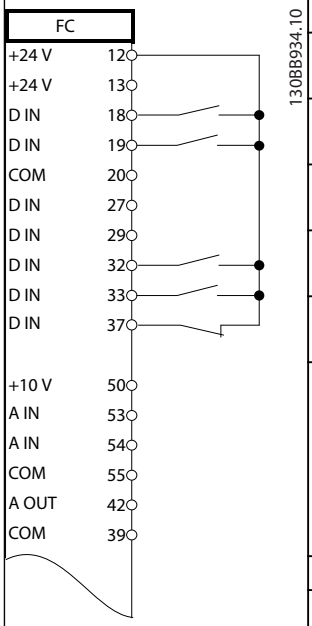


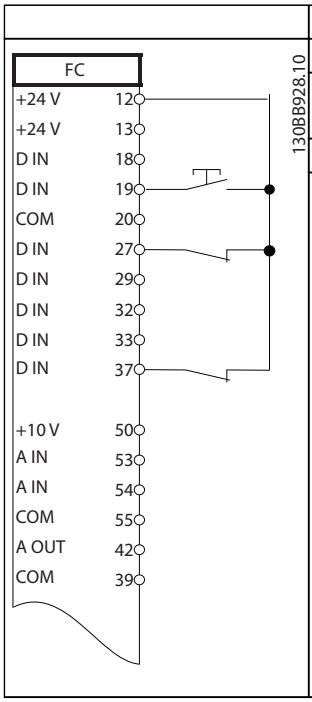
图 10.2 自锁启动/停止反逻辑

10



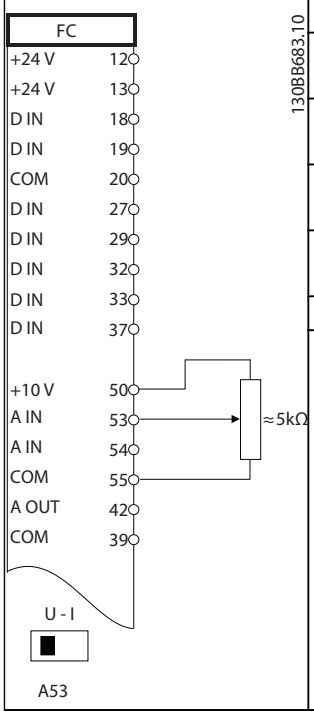
参数	
功能	设置
5-10 端子 18 数字输入	[8] 启动
5-11 端子 19 数字输入	[10] 反向*
5-12 端子 27 数字输入	[0] 无功能
5-14 端子 32 数字输入	[16] 预置参考值位 0
5-15 端子 33 数字输入	[17] 预置参考值位 1
3-10 预置参考值	
预置参考值 0	25%
预置参考值 1	50%
预置参考值 2	75%
预置参考值 3	100%
*=默认值	
说明/备注	

表 10.7 带反向功能和 4 个预设速度的启动/停止



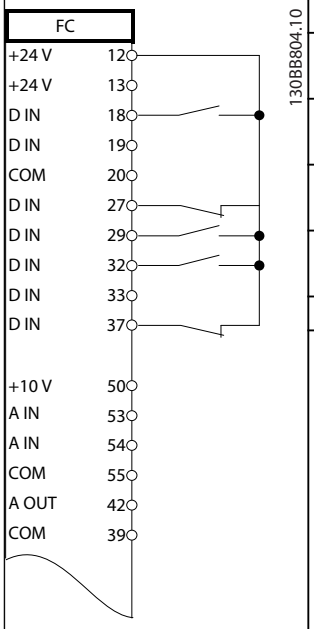
参数	
功能	设置
5-11 端子 19 数字输入	[1] 复位
*=默认值	
说明/备注	

表 10.8 外部报警复位



参数	
功能	设置
6-10 端子 53 低电压	0.07 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
*=默认值	
说明/备注	

表 10.9 速度参考值（使用手动电位计）



参数	
功能	设置
5-10 端子 18 数字输入	[8] 启动*
5-12 端子 27 数字输入	[19] 锁定参考值
5-13 端子 29 数字输入	[21] 加速
5-14 端子 32 数字输入	[22] 减速
*=默认值	
说明/备注	

表 10.10 加速/减速

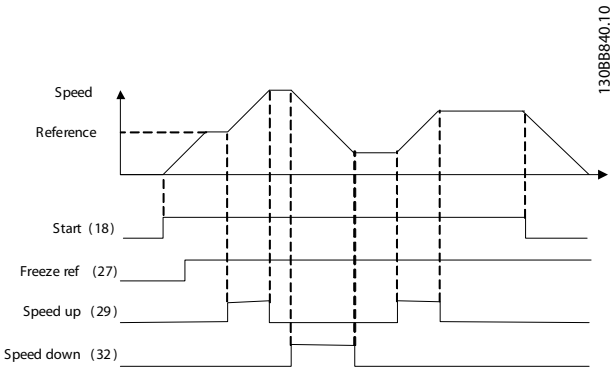
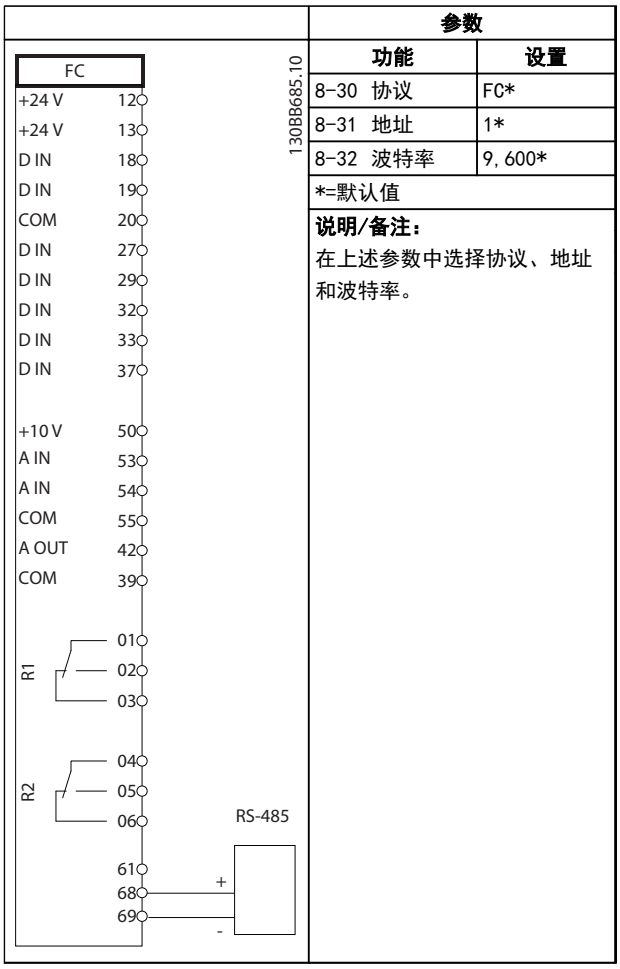
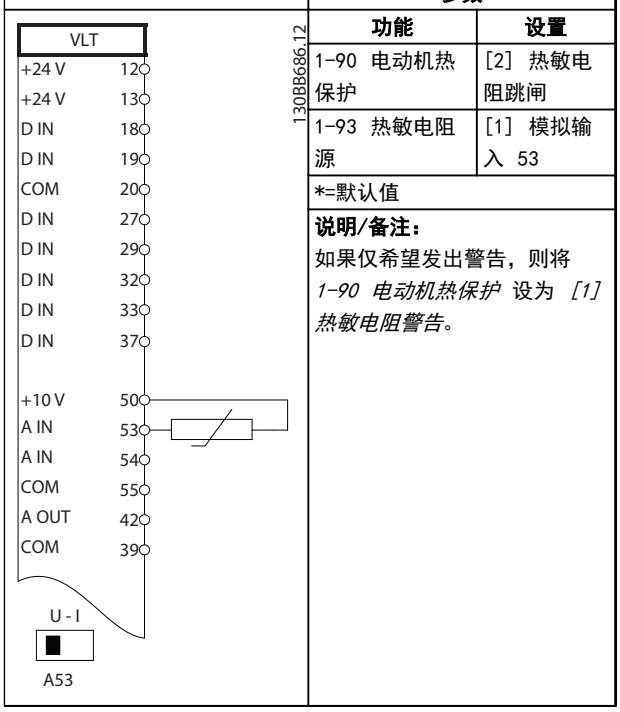


图 10.3 加速/减速



参数	
功能	设置
8-30 协议	FC*
8-31 地址	1*
8-32 波特率	9,600*
*=默认值	
说明/备注： 在上述参数中选择协议、地址和波特率。	

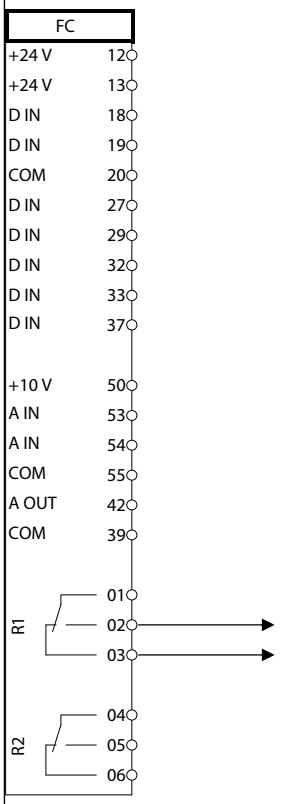
表 10.11 RS-485 网络连接



参数	
功能	设置
1-90 电动机热保护	[2] 热敏电阻跳闸
1-93 热敏电阻源	[1] 模拟输入 53
*=默认值	
说明/备注： 如果仅希望发出警告，则将 *1-90 电动机热保护* 设为 *[1] 热敏电阻警告*。	

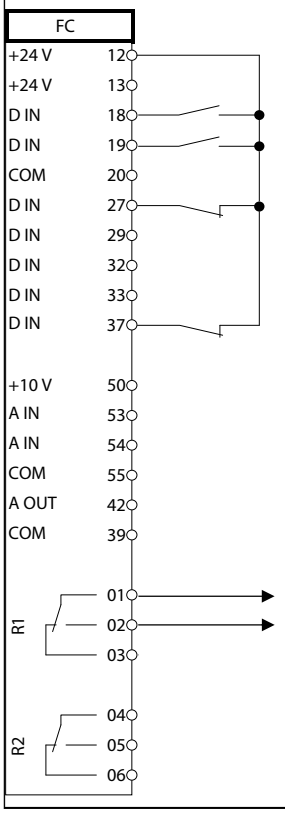
表 10.12 电机热敏电阻

10



参数	
功能	设置
4-30 电动机反馈损耗功能	[1] 警告
4-31 电动机反馈速度错误	100 RPM
4-32 电动机反馈损耗超时	5 s
7-00 速度 PID 反馈源	[2] MCB 102
17-11 分辨率 (PPR)	1024*
13-00 条件控制器模式	[1] 打开
13-01 启动事件	[19] 警告
13-02 停止事件	[44] 复位键
13-10 比较器操作数	[21] 警告编号
13-11 比较器运算符	[1] ≈*
13-12 比较值	90
13-51 条件控制器事件	[22] 比较器 0
13-52 条件控制器动作	[32] 数字输出 A 置为低
5-40 继电器功能	[80] SL 数字输出 A
*=默认值	
说明/备注： 如果反馈监视器中的极限被超过，则将会发出警告 90。SLC 监测警告 90，当警告 90 变为“真”时，则将继电器 1 跳闸。 外部设备可以指示是否需要维护。如果反馈错误在 5 秒钟内再次低于相关极限，则变频器会继续工作，而警告也将消失。但继电器 1 仍将跳闸，直到在 LCP 上按了 [复位]。	

表 10.13 使用 SLC 设置继电器



参数	
功能	设置
1-00 配置模式	[0] 开环速度
1-01 电动控制原理	[1] VVCplus
5-40 继电器功能	[32] 机械制动控制
5-10 端子 18 数字输入	[8] 启动*
5-11 端子 19 数字输入	[11] 启动反转
1-71 启动延迟	0.2
1-72 启动功能	[5] VVCplus/顺时针矢量
1-76 启动电流	$I_{m,n}$
2-20 抱闸释放电流	应用相关
2-21 激活制动速度	电机额定滑差的一半
*=默认值	
说明/备注	

表 10.14 机械制动控制（开环）

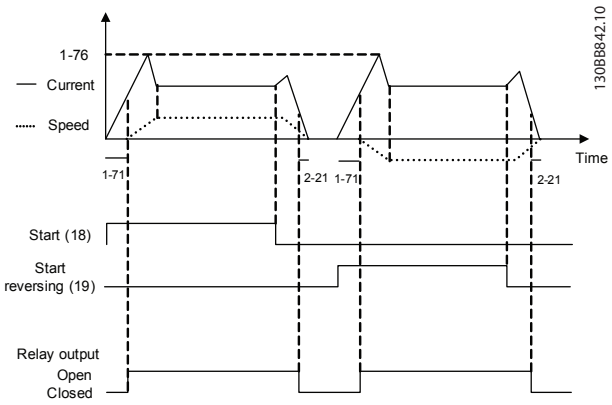


图 10.4 机械制动控制（开环）

10.1.1 闭环变频器系统

变频器系统通常由多个部分组成，比如

- 电机
- 变速箱
- 机械制动
- 变频器
- 作为反馈系统的编码器
- 用于动态制动的制动电阻器
- 传动装置
- 负荷

要求机械制动控制的应用环境通常需要制动电阻器。

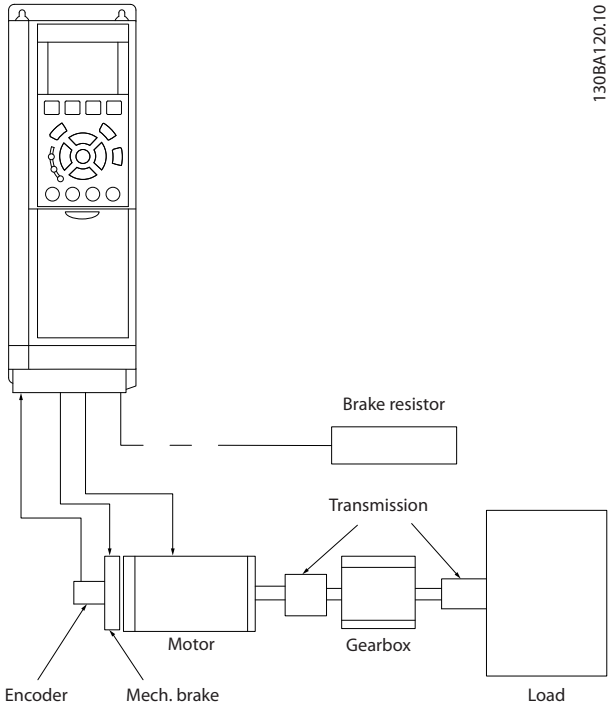


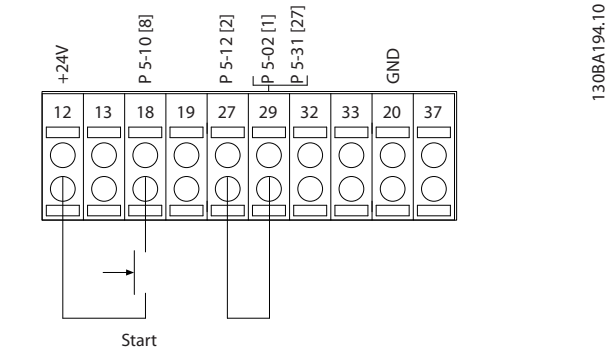
图 10.5 FC 302 闭环速度控制示例

10.1.2 转矩极限和停止的编程

在带有外部机电制动的应用中（例如，起重应用），可通过“标准”的停止命令停止变频器，同时启用外部机电制动。
以下示例说明了如何设置变频器连接。
外部制动可连接到继电器 1 或 2。将端子 27 设置为“[2] *惯性停车，反逻辑*”或“*[3] 惯性/复位，反逻辑*”，将端子 29 设置为“*[1] 端子模式 29 输出*”和“*[27] 转矩极限和停止*”。

说明
如果通过端子 18 启用了停止命令，并且变频器没有达到转矩极限，则电机将减速至 0 Hz。
如果变频器达到转矩极限，并且启用了停止命令，则会激活端子 29 输出（编程设为“*[27] 转矩极限和停止*”）。当传送至端子 27 的信号从“逻辑 1”变为“逻辑 0”时，电动机将开始惯性停车，这样，即使变频器自身无法处理所要求的转矩（比如因为严重过载），也能确保起重停止作业。

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



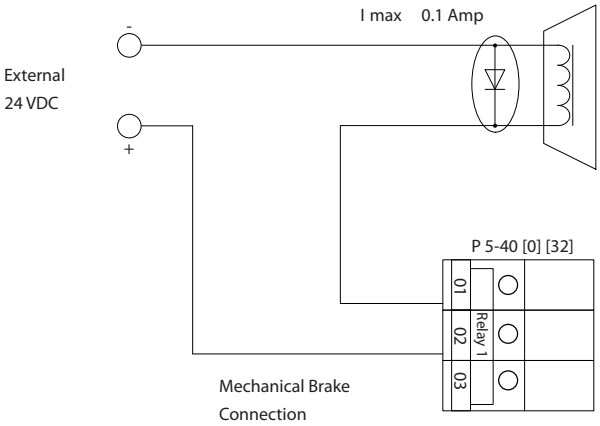


图 10.6 外部电动机械制动

10.1.3 速度控制的编程

所需电机速度通过与端子 53 相连的电位计设置。速度范围是 0 到 1500 RPM（对应电位计上的 0 到 10 V）。启动和停止通过端子 18 连接的开关控制。速度 PID 通过使用 24 V (HTL) 增量编码器作为反馈来监视电机的实际 RPM。反馈传感器是连接到端子 32 和端子 33 的编码器（1024 脉冲每转）。

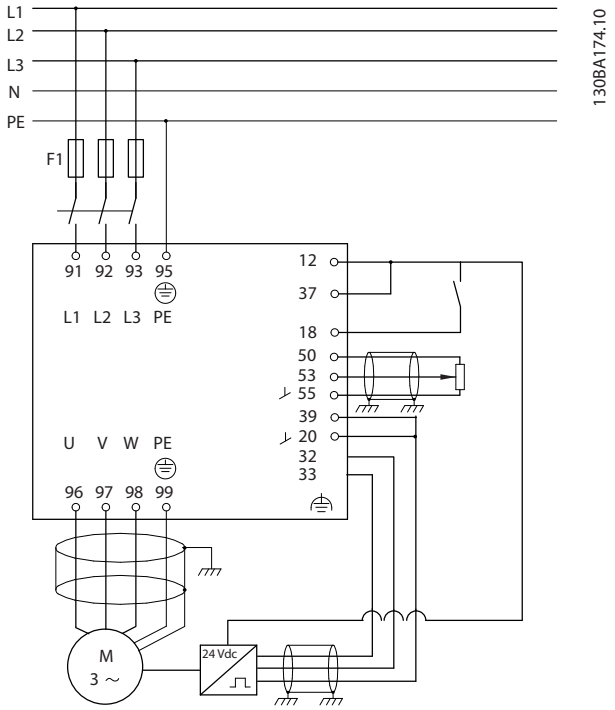
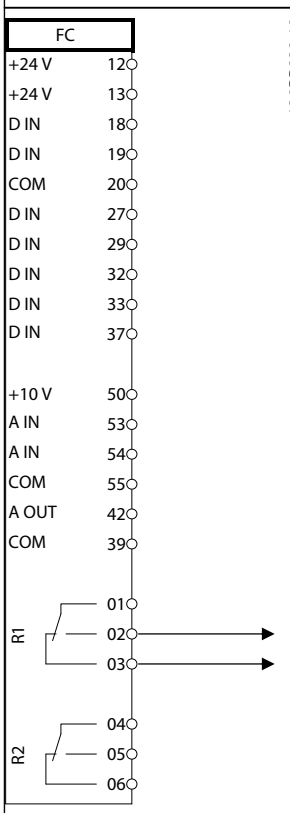


图 10.7 示例 – 速度控制连接

应用示例



	参数	
	功能	设置
	7-00 速度 PID 反馈源	[2] MCB 102
	17-11 分辨率 (PPR)	1024*
	13-00 条件控制器模式	[1] 打开
	13-01 启动事件	[19] 警告
	13-02 停止事件	[44] 复位键
	13-10 比较器操作数	[21] 警告编号
	13-11 比较器运算符	[1] ≈*
	13-12 比较值	90
	13-51 条件控制器事件	[22] 比较器 0
	13-52 条件控制器动作	[32] 数字输出 A 置为低
	5-40 继电器功能	[80] SL 数字输出 A
	* = 默认值	
	说明/备注： 如果编码器的反馈信号与参考值不对应，则会发出警告 90。SLC 监测警告 90，当警告 90 变为“真”时，则将继电器 1 跳闸。 外部设备随后可以指示是否需要维护。	

表 10.15 使用 SLC 设置继电器

11 选件和附件

11.1 通讯选件

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® CAN 开环 MCA 105
- VLT® EtherCAT MCA 124
- VLT® PROFIBUS 变频器 MCA 114
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122
- VLT® POWERLINK MCA 122
- VLT® DeviceNet 变频器 MCA 194

11.2 I/O、反馈和安全选件

11.2.1 VLT® 通用 I/O 模块 MCB 101

MCB 101 用于扩展 FC 301 和 FC 302 的数字与模拟输入和输出的数量。

将 MCB 101 安装在 VLT® AutomationDrive 的插槽 B 中。

内容：

- MCB 101 选件模块
- LCP 扩展固定装置
- 端子盖

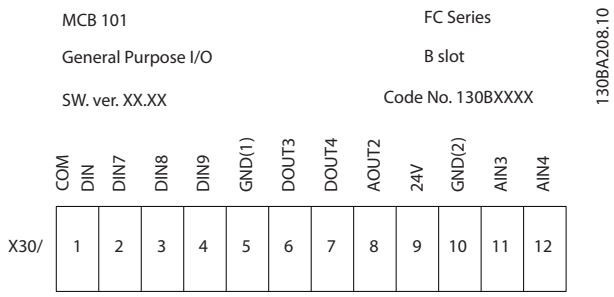


图 11.1 MCB 101 选件

11.2.1.1 MCB 101 中的高低压绝缘

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

如果要借助内部 24 V 电源（端子 9）来切换数字输入 7、8 或 9，则必须建立端子 1 和 5 之间的连接，参阅*图 11.2*。

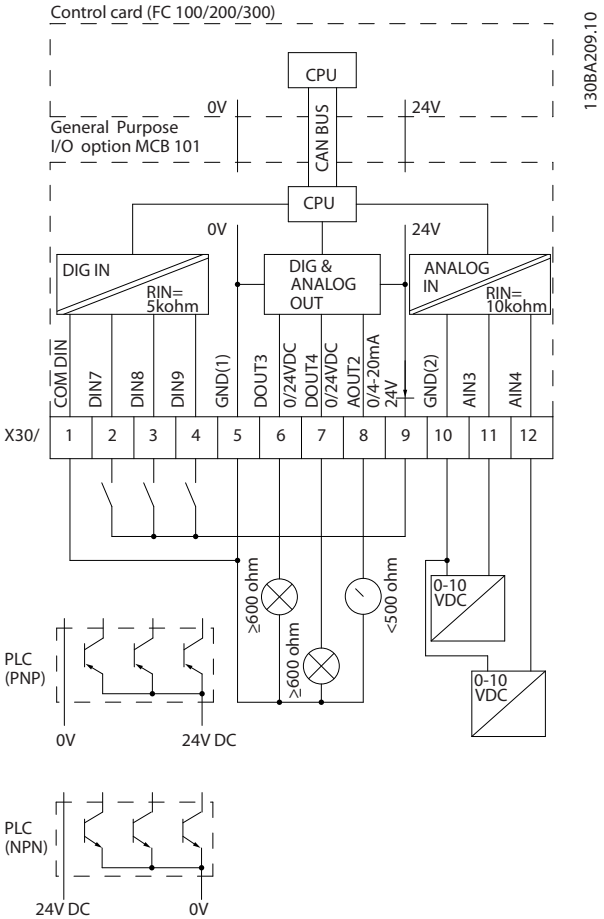


图 11.2 原理图

11

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

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

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

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

11.2.2 VLT® 编码器选件 MCB 102

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

可用于

- VVCplus 闭环
- 磁通矢量速度控制
- 磁通矢量转矩控制
- 永磁电机

支持的编码器类型：
增量编码器： 5 V TTL 型，RS-422，最大频率：
410 kHz
增量编码器： 1 Vpp，正弦-余弦
Hiperface® 编码器： “绝对”和“正弦-余弦”
(Stegmann/SICK)
EnDat 编码器： “绝对”和“正弦-余弦”
(Heidenhain)，支持版本 2.1
SSI 编码器： 绝对

注意

因极性错误的风险，不建议将增量型编码器用于永磁电机。

注意

强烈建议始终通过 MCB102 提供的编码器。应避免使用外部电源为编码器编码器供电。

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

注意

只有卸掉 LCP 才能看到这些指示灯。在 *17-61 反馈信号监测* 中可以选择遇到编码器错误时的反应： *[0] 禁用*，[1] *警告*或 [2] *跳闸*。

单独订购编码器选件套件时，该套件包括：

- 编码器选件 MCB 102
- 加大的 LCP 固定装置和加大的端子盖

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

Connector Designation X31	增量编码器（请参考*图 11.3*）	SinCos 编码器 Hiperface®（请参考*图 11.4*）	EnDat 编码器	SSI 编码器	说明
1	NC			24 V*	24 V 输出（21-25 V, I_{max}: 125 mA）
2	NC	8 VCC			8V 输出（7-12V, I_{max}: 200mA）
3	5 VCC		5 VCC	5 V*	5 V 输出（5 V ± 5%, I_{max}: 200 mA）
4	接地		接地	接地	接地
5	A 输入	COS 输入	COS 输入		A 输入
6	A 反向输入	REFCOS	REFCOS		A 反向输入
7	B 输入	SIN 输入	SIN 输入		B 输入
8	B 反向输入	REFSIN	REFSIN		B 反向输入
9	Z 输入	+数据通讯 (RS-485)	时钟输出	时钟输出	Z 输入或数 + 数据输入 (RS-485)
10	Z 反向输入	-数据通讯 (RS-485)	时钟反向输出	时钟反向输出	Z 输入或 - 数据输入 (RS-485)
11	NC	NC	数据输入	数据输入	将来使用
12	NC	NC	数据反向输入	数据反向输入	将来使用
在 X31.5-12 上最高电压为 5V					

表 11.1 编码器连接

** 编码器电源： 请参阅编码器数据*

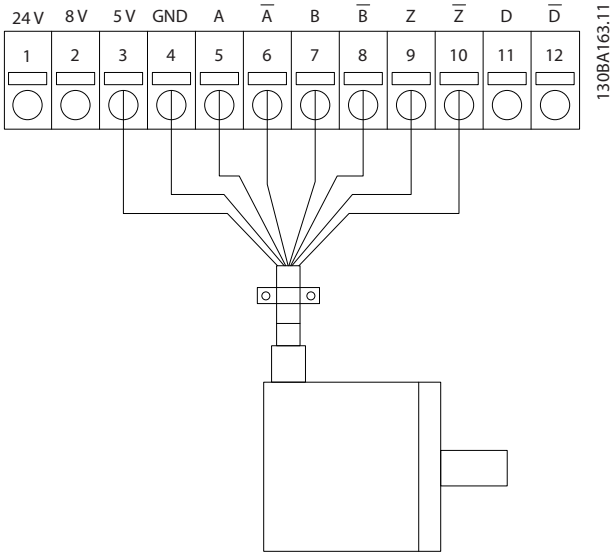


图 11.3 增量编码器

注意

电缆最大长度 150 m。

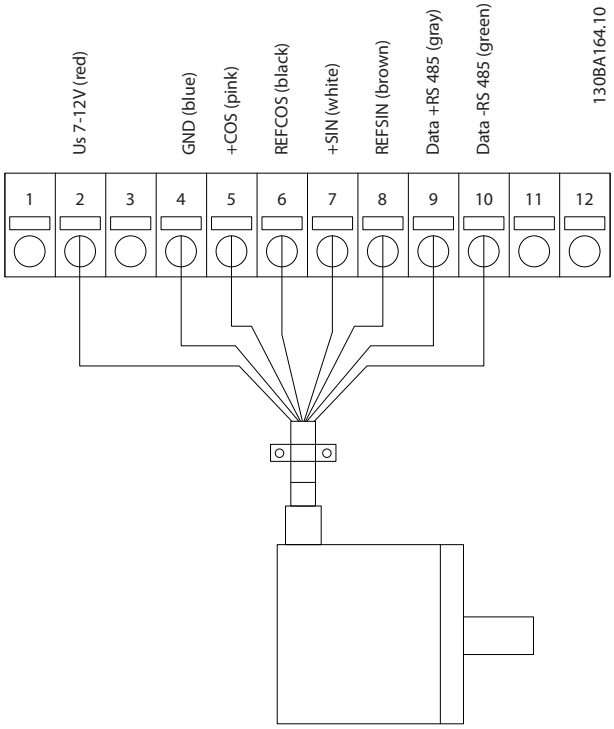


图 11.4 SinCos 编码器 Hiperface

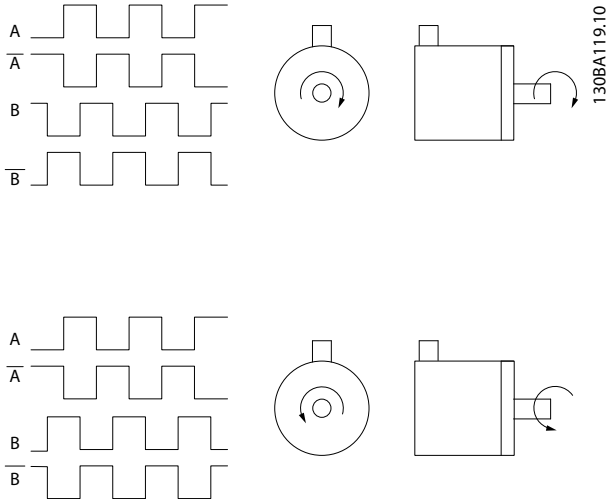


图 11.5 旋转方向

11.2.3 VLT® 解析器选件 MCB 103

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

单独订购解析器选件时，该套件包括：

- 解析器选件 MCB 103
- 加大的 LCP 固定装置和加大的端子盖

参数选择： *17-5* 解析器接口.*

解析器选件 MCB 103 支持多种类型的解析器。

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

表 11.2 解析器规格

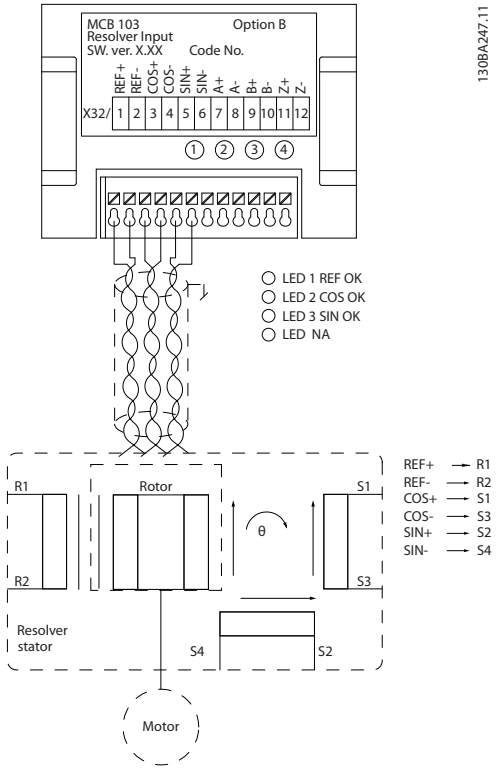


图 11.6 MCB 103 解析器输入

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

当 *17-61 反馈信号监测* 设为 *[1] 警告*或 *[2] 跳闸* 时，这些 LED 指示灯将亮起。

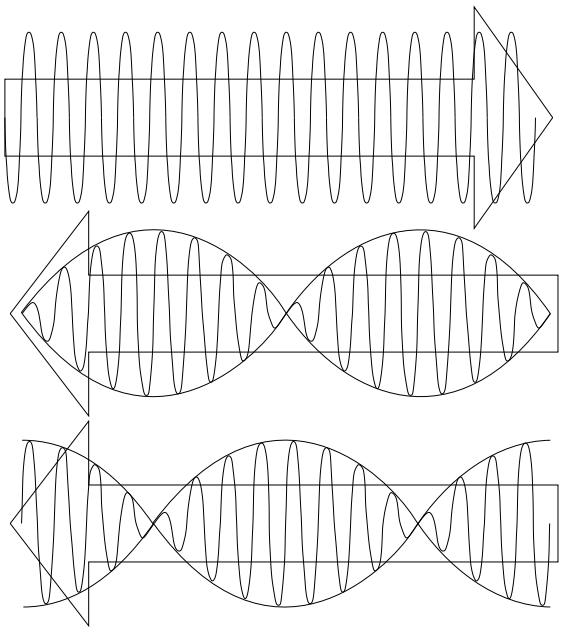


图 11.7 使用解析器作为速度反馈的永磁 (PM) 电机

设置示例
在此范例中，永磁 (PM) 电动机使用解析器作为速度反馈。PM 电机通常必须在磁通矢量模式下运行。
接线
当使用双绞线时，最大电缆长度为 150 m。

注意

解析器电缆必须屏蔽并且同电机电缆分开。

注意

解析器电缆的屏蔽丝网必须正确连接到去耦板和电机侧机箱（接地）。

注意

务必使用屏蔽的电机电缆和制动斩波器电缆。

1-00 配置模式	[1] 闭环速度
1-01 电动控制原理	[3] 磁通矢量带反馈
1-10 电动机结构	[1] PM，非突出 SPM
1-24 电动机电流	铭牌
1-25 电动机额定转速	铭牌
1-26 电动机持续额定转矩	铭牌
AMA 无法在永磁电机上进行	
1-30 定子阻抗 (Rs)	电机数据表
30-80 d 轴电感 (Ld)	电机数据表 (mH)
1-39 电动机极数	电机数据表
1-40 1000 RPM 时的后 EMF	电机数据表
1-41 电动机角度偏置	电动机数据表（通常为 0）
17-50 极数	解析器数据表
17-51 输入电压	解析器数据表
17-52 输入频率	解析器数据表
17-53 变压比	解析器数据表
17-59 解析器接口	[1] 启用

表 11.3 要调整的参数

11.2.4 VLT® 继电器卡 MCB 105

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

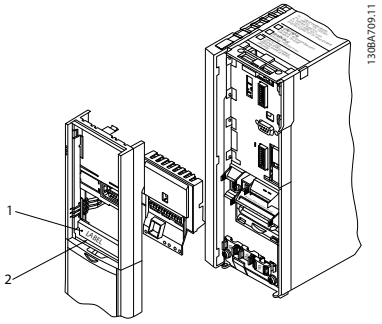
电气数据

最大端子负载 (AC-1)[1]（电阻性负载）	交流 240 V，2 A
最大终端负载 (AC-15)[1]（ cosφ 等于 0.4 时的电感性负载）	交流 240 V，0.2 A
最大端子负载 (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

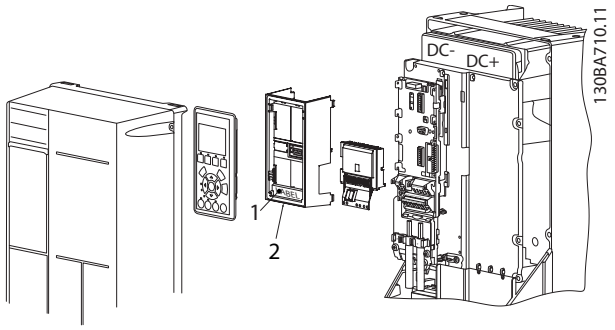
单独订购继电器选件套件时，该套件包括

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



1	**重要说明！** 必须按所示方式（已得到 UL 认证）将标签贴在 LCP 机架上。
2	继电器卡

图 11.8 机箱类型 A2-A3-B3



1	**重要说明！** 必须按所示方式（已得到 UL 认证）将标签贴在 LCP 机架上。
2	继电器卡

图 11.9 机箱类型 A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

警告

警告：双路供电

如何添加继电器卡 MCB 105 选件：

1. 断开变频器的电源。
2. 断开继电器端子上的带电部分的电源连接。
3. 从变频器上拆下 LCP、端子盖和 LCP 固定装置。
4. 将 MCB 105 选件装入插槽 B。
5. 连接控制电缆，并用随附的线夹将电缆夹紧。
6. 确保电缆的剥皮部分具有适当的长度（请参阅 *图 11.11*）。
7. 切勿将带电部分（高压）与控制信号 (PELV) 混在一起。
8. 装上加大的 LCP 固定装置和加大的端子盖。
9. 更换 LCP。
10. 给变频器通电。
11. 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

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

注意

要访问 RS-485 端接开关 S801 或电流/电压开关 S201/S202，请拆卸继电器卡（请参阅 *图 11.8* 和 *图 11.9*，位置 2）。

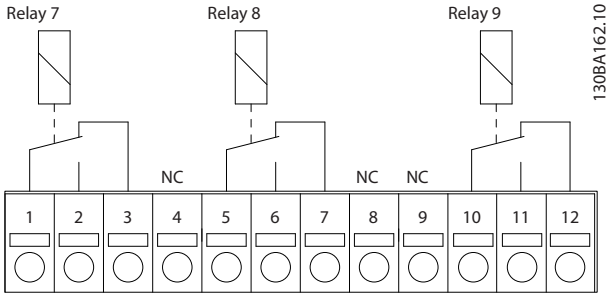


图 11.10 继电器

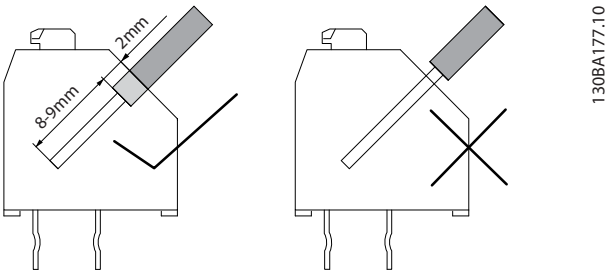
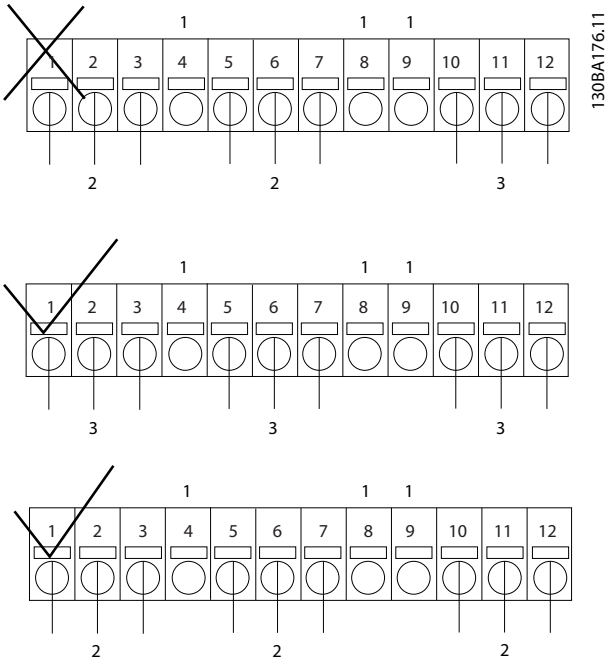


图 11.11 正确的线路插接方式



1	NC
2	带电部分
3	PELV

图 11.12 正确的继电器接线

注意

请勿将 24/48 V 系统与高压系统混在一起。

11.2.5 VLT® 安全 PLC 接口选件 MCB 108

安全 PLC 接口选件 MCB 108 在设计上内置于安全 PLC 的安全双极（正/负）和 FC 302 的安全停止输入端子之间。安全 PLC 接口允许安全 PLC 的安全输出，以维持正/负输出的试验脉冲，而不会影响发往安全停止 T37 的传感器信号。它可结合安全设备一起使用，以满足 IEC61800-5-2 SIL 2、ISO13849-1 类别 3 对安全转矩关断 (STO) 的要求。

选件模块 MCB 108 通过内部的 DC/DC 变频器进行电绝缘，且可以装入选件插槽 B 中。

输入电压 (DC)	18-28 V DC
典型电流输入 (DC)	60 mA
最大电流输入 (DC)	110 mA DC
最大涌入电流 (DC)	500 mA DC
输出电压 (DC)	20 V DC@Vin = 24 V
通导延迟	1 ms
断开延迟	3 ms

请遵守以下预防措施

- 带 MCB 108（包括 X31/9 和端子 37 之间的连接）的 FC 302 必须放入一个 IP54 机箱内。
- 安全停止的激活（即通过移除 MCB 108 双极输入的电压来移除端子 37 的 24 V 直流电压）无法提供电气安全。
- 根据 ISO 13849-1，连接到 MCB 108 双极输入的安全装置必须满足类别 3 / PL d 的要求，以便中断 MCB 108 的电压/电流。这也适用于 MCB108 和安全装置之间的连接。
- 请阅读并遵守安全装置的说明，以便正确将其连接到 MCB108。

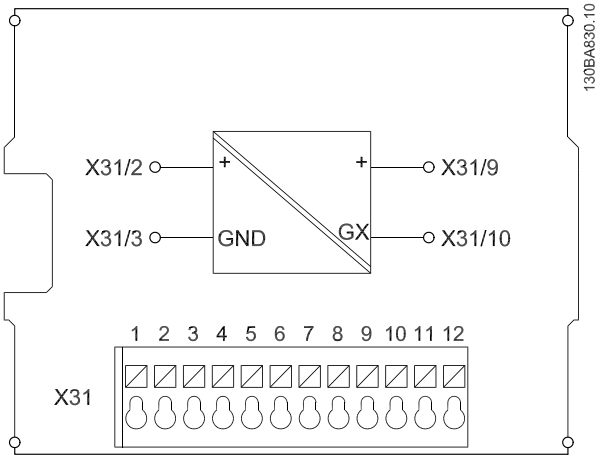


图 11.13 选件模块安全 PLC 接口 MCB 108

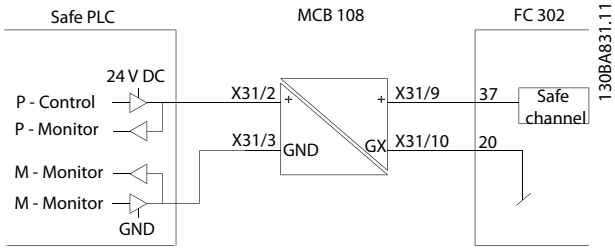


图 11.14 安全 PLC 接口 MCB 108 连接

11.2.6 VLT® 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。对带有安全转矩关断的变频器来说是 B 选件。

有关不同应用可能性，请参阅 *章 10 应用示例*。

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关断功能（端子 37），而 X44/10 则负责将 MCB 112 的安全转矩关断请求通知给变频器，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关断功能（默认为安全停车报警）。

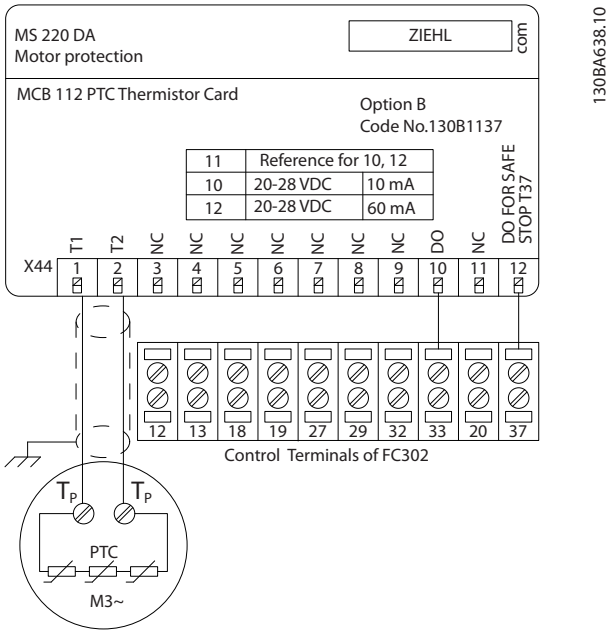


图 11.15 安装 MCB 112

FC 102、FC 202 和 FC 302 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《*VLT® PTC 热敏电阻卡 MCB 112 操作手册*》。

图 11.16 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 ≤ 3.65 Ω; ≤ 9 V, R = ∞
传感器电流	≤ 1 mA
短路	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
功率消耗	60 mA

测试条件	
EN 60 947-8	
测得的抗电涌电压	6000 V
过压类别	III
污染等级	2
测得的绝缘电压 Vbis	690 V
达到 Vi 之前可靠的高低压绝缘电压	500 V
允许的环境温度	-20 °C 到 +60 °C
	EN 60068-2-1 干热
湿度	5-95%，不允许发生冷凝
抗振动性	10 至 1000 Hz 1.14 g
抗冲击性	50 g

安全系统值	
EN 61508，Tu = 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 $*10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
订购号 130B1137	

11.2.7 VLT® 扩展继电器卡 MCB 113

MCB 113 在变频器标准 I/O 基础上添加了 7 个数字输入、2 个模拟输出和 4 个 SPDT 继电器，藉此提高灵活性，并且达到德国 NAMUR NE37 的建议标准。

MCB 113 是 VLT® AutomationDrive 的一款标准 C1 选件，在安装后可以自动被检测到。

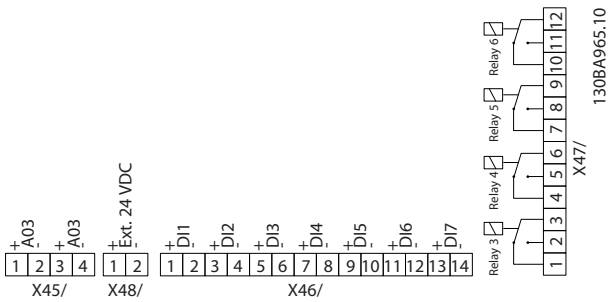


图 11.17 MCB 113 的电气连接

MCB 113 可以连接到 X58/ 上的外部 24V 电源，以确保 VLT® AutomationDrive 和选件卡之间的高低压绝缘。如果不需要高低压绝缘，则可以通过变频器的内置 24V 电源为该选件卡供电。

注意

可以将 24 V 信号与高压信号组合到继电器中，前提是两者之间有一个未使用的继电器。

要设置 MCB 113，请使用参数组 *5-1*（数字输入）*、*6-7*（模拟输出 3）*、*6-8*（模拟输出 4）*、*14-8*（选件）*、*5-4*（继电器）*和 *16-6*（输入和输出）*。

注意

在参数组 *5-4* 继电器*中，数组 [2] 代表继电器 3，数组 [3] 代表继电器 4，数组 [4] 代表继电器 5，而数组 [5] 代表继电器 6。

电气数据

继电器	
数量	4 SPDT
250V AC/30V DC 下的负载	8 A
250 V AC/30 V DC 且 cos = 0.4 下的负载	3.5 A
过压类别（触点和大地之间）	III
过压类别（触点和触点之间）	II
250 V 和 24 V 信号组合	在中间有一个未使用的继电器时可以
最大吞吐延时	10 ms
与大地/机架绝缘，以用于 IT 主电源系统上	

数字输入	
数量	7
范围	0/24 V
模式	PNP/ NPN
输入阻抗	4 kW
低触发电平	6.4 V
高触发电平	17 V
最大吞吐延时	10 ms

模拟输出	
数量	2
范围	0/4 -20 mA
分辨率	11 位
线性	<0.2%

11.2.8 VLT® 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。Danfoss 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，可将继电器或数字输出设为高位激活，方法是在参数组 *5-** 数字输入/输出*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。

11.2.8.1 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 24 V 直流电压（端子 1）。

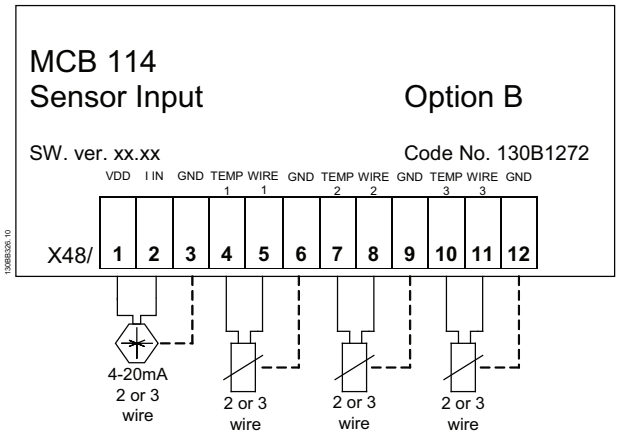
温度传感器输入	
支持 PT100/1000 的模拟输入的数量	3
信号类型	PT100/1000
连接	PT 100 2 线或 3 线/PT1000 2 线或 3 线
PT100 和 PT1000 输入频率	1 Hz（每个通道）
分辨率	10 位
温度范围	-50 - 204 °C -58 - 399 °F

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

11

11.2.8.2 电气连线



端子	名称	功能
1	VDD	为 4-20 mA 传感器供电的 24 V 直流电压
2	I in	4-20 mA 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

图 11.18 MCB 114

11

11.2.9 VLT® 安全选件 MCB 15x

注意

有关 MCB 15x 的详细信息，请参阅《*MCB 15x 安全选件操作手册*》。

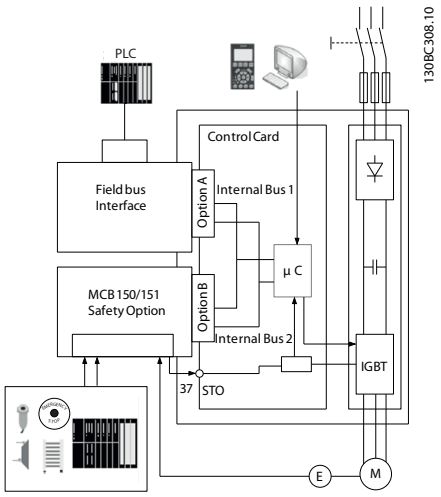


图 11.19 安全变频器系统

MCB 15x 根据 EN IEC61800-5-2 标准执行安全功能。它监视变频器的安全序列，一旦发生错误安全停止和关闭变频器。

MCB 15x 内置在 VLT® AutomationDrive FC 302 中，需要传感器装置为其提供信号。Danfoss 的安全变频器系统包括以下。

- 变频器，VLT® AutomationDrive FC 302
- MCB 15x 内置在变频器中

MCB 15x

- 激活安全功能
- 监控安全运动序列
- 通过连接的 Profibus 现场总线向安全控制系统发送安全功能状态的信号
- 一旦发生错误，激活所选故障反应——安全转矩关断或安全停机 1

MCB 15x 有 2 种类型，一种采用 HTL 编码器接口（MCB 151），另一种采用 TTL 编码器接口（MCB 150）。

MCB 15x 安全选件是 VLT® AutomationDrive FC 302 的一款标准选件，在安装后可以自动被检测到。

MCB 15x 可用于监视设备停止、起动、旋转或横向移动速度。作为速度监控器，该选项通常与附带电磁锁止或解锁安全开关的硬防护检修门和安全门组合使用。当被监视的设备的速度低于设定开关点（其中它的速度不再被认为是危险的）时，MCB 15x 设置 S37 低输出电平。这允许操作员打开安全门。在速度监控应用中，S37 安全输出电平高（当被监控设备的电机速度低于设定的开关点时）。当车速超过设定值时，表明速度过高（危险），安全输出电平低。

变频器

- 断开电动机的电源，
- 将电动机切换到转矩-自由（如果激活了安全转矩关断）

安全控制系统

- 通过 MCB 15x 上的输入激活安全功能
- 评估来自安全设备的信号，比如
  - E-STOP 按钮
  - 非接触式磁性开关
  - 互锁开关
  - 光幕设备
- 处理 MCB 15x 状态功能
- 提供 MCB 15x 和安全控制系统之间的安全连接
- 在激活安全功能（触点短接、短路）时根据安全控制系统和 MCB15 倍之间的信号提供故障检测

正视图

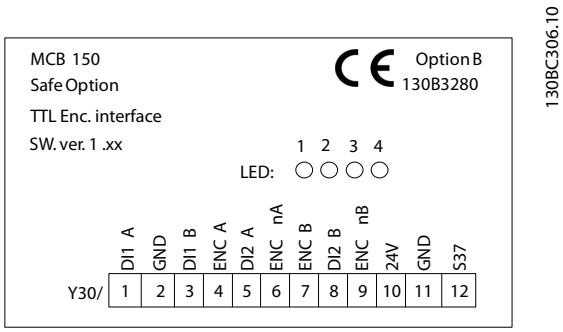


图 11.20 MCB 150

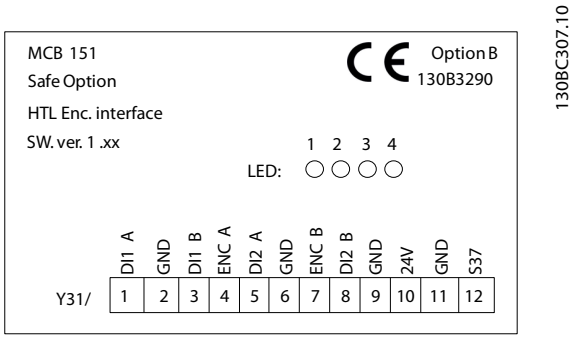


图 11.21 MCB 151

技术规格

MCB 150/MCB 151	
功率消耗	2 W（与 VDD 有关的同等功耗）
电流消耗 VCC (5 V)	< 200 mA
电流消耗 VDD (24 V)	< 30 mA（< 25 mA，用于 MCB 150 时）

数字输入	
数字输入的数量	4（2 x 2-通道数字安全输入）
输入电压范围	0 至 24 V DC
输入电压，逻辑“0”	< 5 V DC
输入电压，逻辑“1”	> 12 V DC
输入电压（最大值）	28 V DC
输入电流（最小值）	6 mA @Vin=24 V（涌入电流 12 mA 峰值）
输入电阻	大约 4 kΩ
高低压绝缘	否
防短路功能	是
输入脉冲识别时间（分钟）	3 ms
偏差时间（分钟）	9 ms
电缆长度	< 30 米（屏蔽或非屏蔽电缆） > 30 米（屏蔽电缆）

数字输出 （安全输出）	
输出数量	1
输出电压低	< 2 V DC
输出电压高	> 19.5 V DC
输出电压（最大值）	24.5 V DC
额定输出电流（24 V 时）	< 100 mA
额定输出电流（0 V 时）	< 0.5 mA
高低压绝缘	否
诊断测试脉冲	300 us
防短路功能	是
电缆长度	< 30 米（屏蔽电缆）

TTL 编码器输入 (MCB 150)	
编码器输入的数量	4（2 x 差分输入 A / A，B / B）
编码器类型	TTL, RS-422/RS-485 增量编码器
输入差分电压范围	-7 至 +12 V DC
输入通用模式电压	-12 至 +12 V DC
输入电压，逻辑“0”（差分）	< -200 mV DC
输入电压，逻辑“1”（差分）	> +200 mV DC
输入电阻	大约 120 Ω
最大频率	410 KHz
防短路功能	是
电缆长度	< 150 m（用屏蔽电缆测试过 - Heidenhain AWM Style 20963 80 °C 30V E63216，100 m 屏蔽电机电缆，电机无负载）

11

HTL 编码器输入 (MCB 151)	
编码器输入的数量	2（2 x 单端输入 A; B）
编码器类型	HTL 增量编码器; HTL 近距离传感器
逻辑输入	PNP
输入电压范围	0 至 24 V DC
输入电压，逻辑“0”	< 直流 5 V
输入电压，逻辑“1”	> 12 V DC
输入电压（最大值）	28 V 直流
输入电阻	大约 4 Ω
最大频率	110 kHz
防短路功能	是
电缆长度	< 100 m（用屏蔽电缆测试过 - Heidenhain AWM Style 20963 80°C 30V E63216，100 m 屏蔽电机电缆，电机无负载）

24 V 电源输出	
供电电压	24 V DC（电压容差: +0：+0.5 V DC 到 -4.5 V DC）
最大输出电流	150 mA
防短路功能	是
电缆长度	< 30 米 (屏蔽或非屏蔽电缆) > 30 米 (屏蔽电缆)

接地 I/O 部分	
电缆长度	< 30 米 (屏蔽或非屏蔽电缆) > 30 米 (屏蔽电缆)

电缆横截面积	
数字输入/输出电源电压	0.75 mm^2/AWG 18，AEH（无塑料套），符合 DIN 46228/1 标准

复位特性	
手动复位时间	≤ 5 ms (MCB 15x) ≤ 5 ms（变频器） ≤ 10 ms（现场总线）
手动复位脉冲时间	10 µs（MCB 15x 和变频器）
自动复位时间	≤ 4 ms
启动复位时间	≤ 5 s (*42-90 Restart Safe Option*)

响应时间	
输入到输出响应时间	≤ 2 ms
SS1/SLS 开始之前的紧急停车	≤ 7 ms
交叉故障检测时间	≤ 3 ms（激活输出时）

11

11.2.10 VLT® C 选件适配器 MCF 106

利用 C 选件适配器 MCF 106，能够向变频器添加额外的 B 选件。在控制卡的标准 A 和 B 插槽中可以安装 1 个 A 选件和 1 个 B 选件，而在 C 选件适配器中可以安装多达 2 个 B 选件。

有关详细信息，请参阅《*VLT® AutomationDrive FC 300，C 选件适配器 MCF 106 安装说明书*》。

11.3 运动控制选件

订购

运动控制选件 (MCO) 作为用于现场安装的选件卡或内置选件提供。如要改装，请购置安装套件。每个机箱有其自己的安装套件。MCO3xx 用于插槽 C0，但可以与插槽 C1 中的其他选件进行组合。

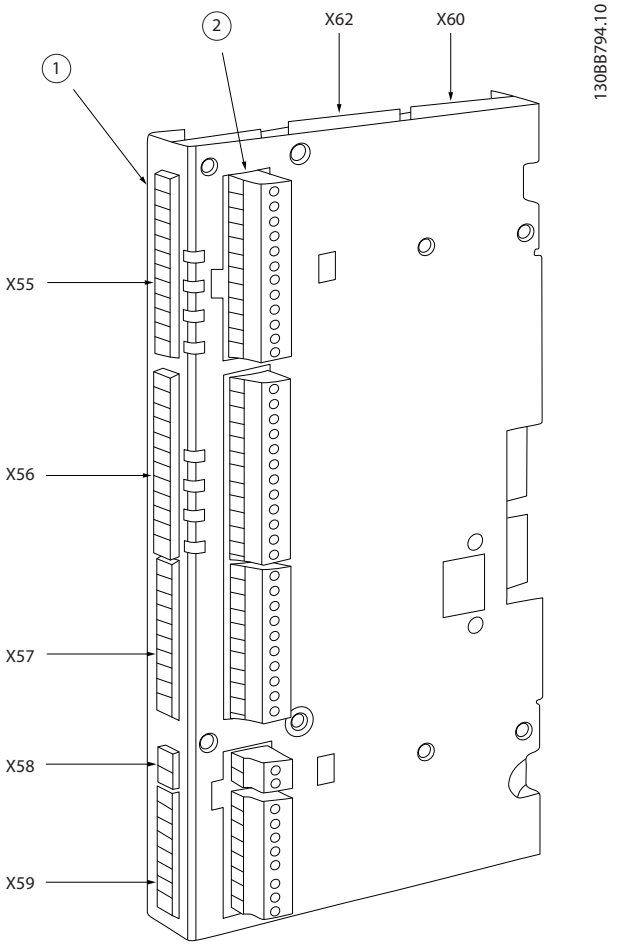
安装套件取决于机箱类型	订购号
书本型	
A2 和 A3（对于一个 C 选件为 40 mm）	130B7530
A2 和 A3（对于 C0 + C1 选件为 60 mm）	130B7531
B3（对于一个 C 选件为 40 mm）	130B1413
B3（对于 C0 + C1 选件为 60 mm）	130B1414
紧凑型	
A5	130B7532
B、C、D、E 和 F（不包括 B3）	130B7533

表 11.4 安装套件订购号

技术规格

对于 A5、B1 和 B2 机箱，所有 MCO 3xx 端子位于控制卡旁。请卸掉前盖以便接触内部部件。

MCO 控制端子为具有螺钉端子的电源插头。对于书本型和紧凑型机箱，都可以相同的方式使用端子 X55、X56、X57、X58 和 X59。



1	书本型端子组
2	紧凑型端子组
X55	编码器 2
X56	编码器 1
X57	数字输入
X58	24 V 直流电源
X59	数字输出
X62	MCO CAN 总线
X60	调试连接 (RS 485)

图 11.22 端子组的位置

端子概况

端子号	描述性名称 编码器 2（反馈）
1	+24 V 电源
2	+8v 电源
3	+5 V 电源
4	接地
5	A
6	非 A
7	B
8	非 B
9	Z/时钟
10	非 Z/非时钟
11	数据
12	非数据

表 11.5 端子组 X55

端子号	描述性名称 编码器 1（主）
1	+24 V 电源
2	N/A
3	+5V 电源
4	接地
5	A
6	非 A
7	B
8	非 B
9	Z/时钟
10	非 Z/非时钟
11	数据
12	非数据

表 11.6 端子组 X56

端子号	描述性名称 数字输入
1	数字输入
2	数字输入
3	数字输入
4	数字输入
5	数字输入
6	数字输入
7	数字输入
8	数字输入
9	数字输入
10	数字输入

表 11.7 端子组 X57

端子号	描述性名称 电源
1	+24 V 电源
2	接地

表 11.8 端子组 X58

端子号	描述性名称 数字输出
1	数字输出/输入
2	数字输出/输入
3	数字输出
4	数字输出
5	数字输出
6	数字输出
7	数字输出
8	数字输出

表 11.9 端子组 X59

端子号	MCO 调试 (RS 485)
[1]CS	控制 选择
62	RxD/TxD - P
63	RxD/TxD - N
66	0 V
67	+5 V

表 11.10 端子组 X60

端子号	MCO CAN 总线
1	N/A
2	CAN - L
3	排扰线
4	CAN - H
5	N/A

表 11.11 端子组 X62

11.3.1 VLT® 运动控制选件 MCO 305

MCO 305 是一个用于 FC 301 和 FC 302 的集成、自由编程运动控制器，有关详细信息，请参阅 *章 11.3.1 运动控制选件*。

11.3.2 VLT® 同步控制器 MCO 350

注意

端子组 X59 具有 MCO 350 的固定功能。

注意

MCO 350 不支持端子组 X62。

注意

端子组 X60 不可用于 MCO 350。

有关详细信息，请参阅 *章 11.3.1 运动控制选件*。

11

11.3.3 VLT® 定位控制器 MCO 351

注意

端子组 X59 具有 MCO 351 的固定功能。

注意

MCO 351 不支持端子组 X62。

注意

端子组 X60 不可用于 MCO 351。

有关详细信息，请参阅 *章 11.3.1 运动控制选件*。

11.4 附件

11.4.1 制动电阻器

在使用电动机进行制动的应用中，电动机中会产生能量，并且该能量被送回变频器中。如果不能将此能量传送回电动机，则会使变频器的直流回路电压增加。在制动频繁和/或具有高惯量负载的应用中，这种情况可能导致变频器发生过压跳闸，并最终使其关闭。此时可以使用制动电阻器来消耗再生制动所产生的过多能量。在选择该电阻器时需要考虑其欧姆值、功率消耗率以及其物理尺寸。Danfoss 提供了一系列专为其变频器设计的电阻器。有关制动电阻器的尺寸，请参阅 *章 5.5.3 通过制动功能进行控制*。在 *章 7 如何订购* 可以找到订购号。

11

11.4.2 正弦波滤波器

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

对于 FC 300，Danfoss 提供用于消除声源性电机噪声的正弦波滤波器。

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

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

11.4.3 dU/dt 滤波器

dU/ dt 滤波器为差模低通滤波器，可降低电动机端子的相间电压峰值，并将上升时间减少一定水平，以降低对电机绕组的绝缘的应力。这尤其在电机电缆很短时是一个问题。

相对于正弦波滤波器（请参阅 *章 11.4.2 正弦波滤波器*），dU/dt 滤波器有一个高于开关频率的截止频率。

11.4.4 共模滤波器

高频共模磁芯可降低电磁干扰并消除放电损坏轴承。它们是特殊的纳米晶磁芯，比普通铁氧体磁芯具有卓越的滤波性能。它们充当一个共模电感器（相位和接地之间）。

共模滤波器围绕电机三相（U，V，W）安装，减少高频共模电流。结果，减小了来自电动机电缆的高频电磁干扰。

11.4.5 谐波滤波器

Danfoss AHF 005 和 AHF 010 是 2 款高级谐波滤波器，它们是通常的谐波捕获滤波器所无法比拟的。Danfoss 谐波滤波器专为符合 Danfoss 变频器的需要而设计。

通过在 Danfoss 变频器前部连接 Danfoss 谐波滤波器 AHF005 或 AHF010，可分别将产生并回传到电源的总谐波电流失真降低到 5% 和 10%。

11.4.6 IP21/类型 1 机箱套件

IP20/ip 4x 顶盖/类型 1 是可选的机箱配件，适用于 IP20 紧凑型设备。
如果使用该机箱套件，可将 IP20 设备升级到符合机箱 IP 21/4X 顶盖/类型 1 标准。

IP4X 适用于所有标准的 IP20 FC 30X 型号。

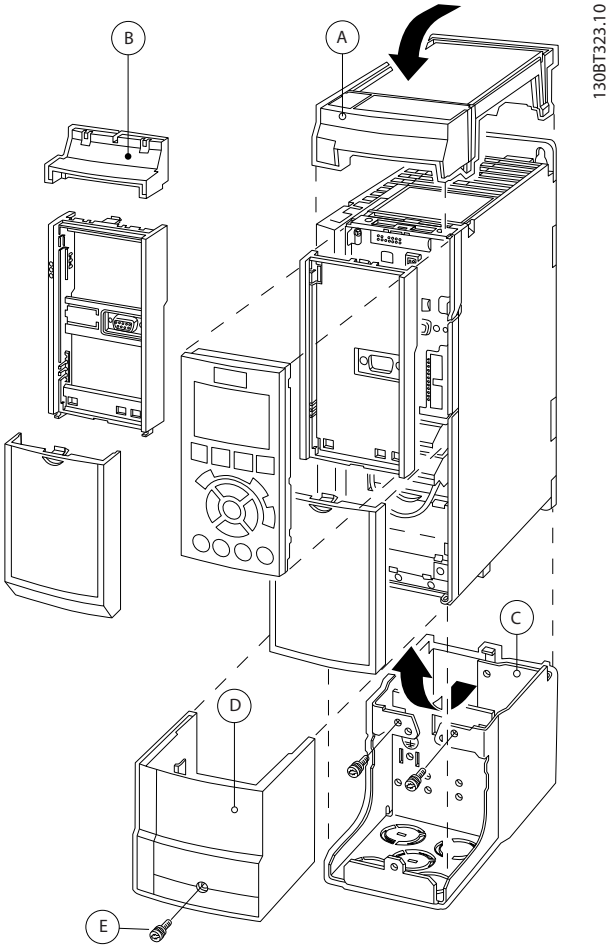


图 11.23 机箱类型 A2

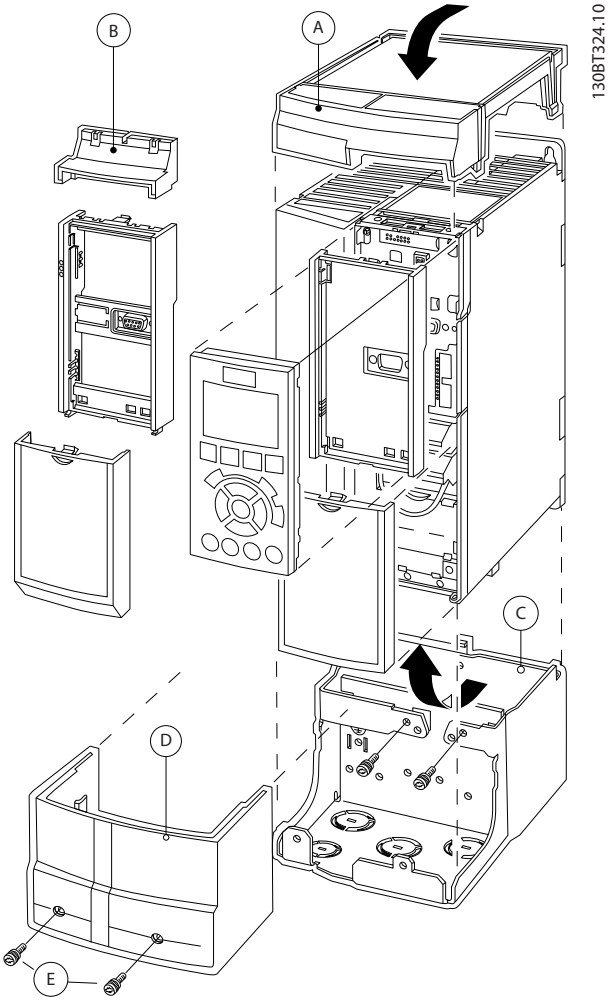


图 11.24 机箱类型 A3

A	顶盖
B	边缘
C	底座部分
D	底座盖
E	螺钉

表 11.12 *图 11.23* **和** *图 11.24* **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： 2 x M25 和 3 x M32
- 规格 A3： 3 x M25 和 3 x M32

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 11.13 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 8.2.1 机械尺寸）*

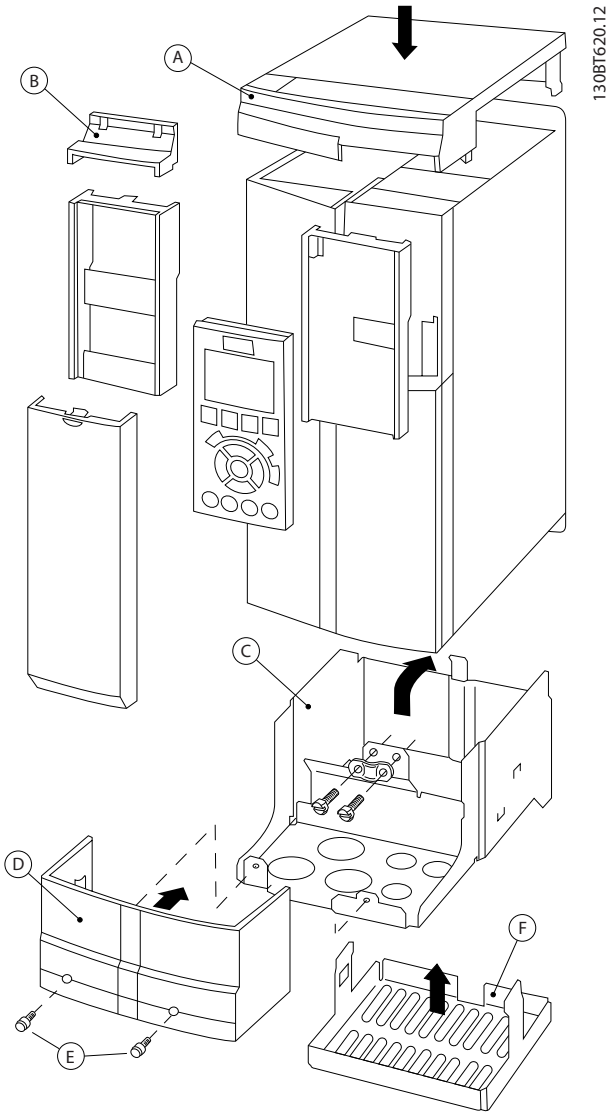


图 11.25 机箱类型 B3

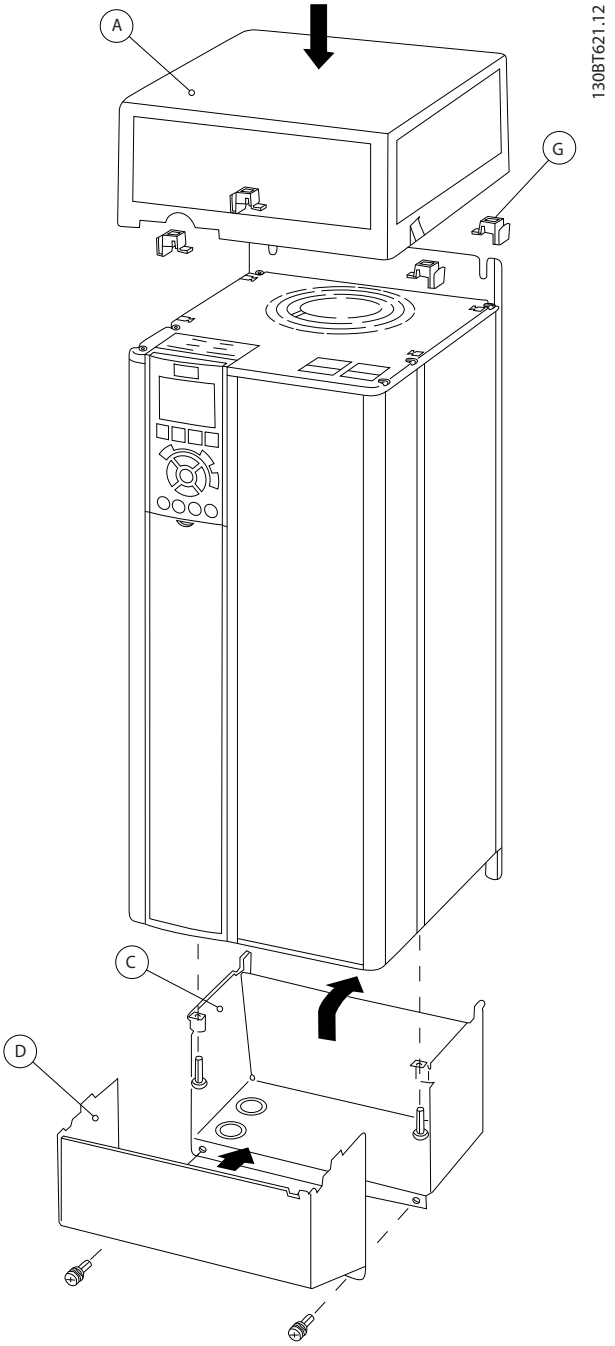


图 11.26 机箱类型 B4 - C3 - C4

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 11.14 *图 11.25* 和 *图 11.25* 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)。

注意

使用 IP 21/IP 4X/类型 1 机箱套件时无法并排安装

11.4.7 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。

LCP 机箱为额定 IP66 等级

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 11.15 技术数据

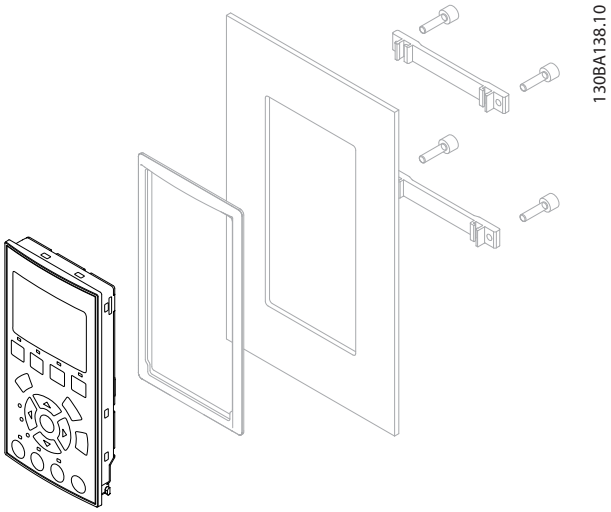


图 11.27 LCP 套件，包括图形 LCP、固定件、3 米长电缆和衬垫。
订购号 130B1113

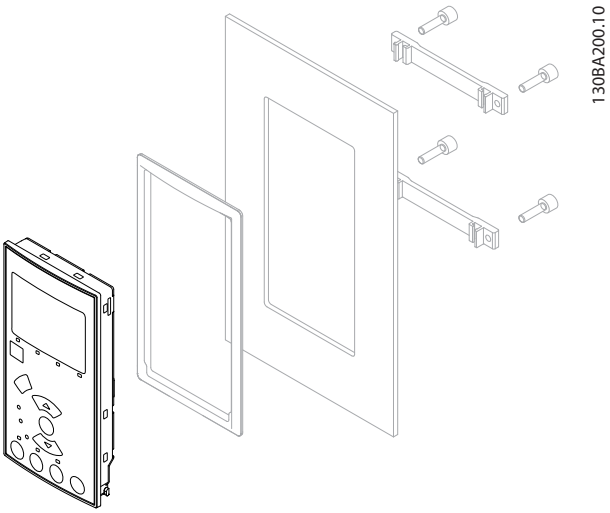


图 11.28 LCP 套件，包括数字式 LCP、固定件和衬垫。
订购号 130B1114

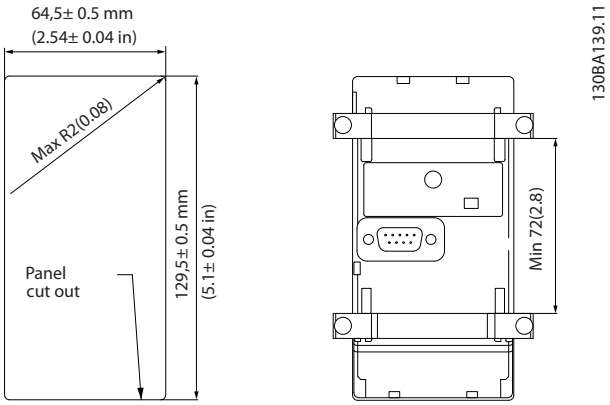


图 11.29 尺寸

11

11.4.8 A5、B1、B2、C1 和 C2 型机箱的安装托架

步骤 1

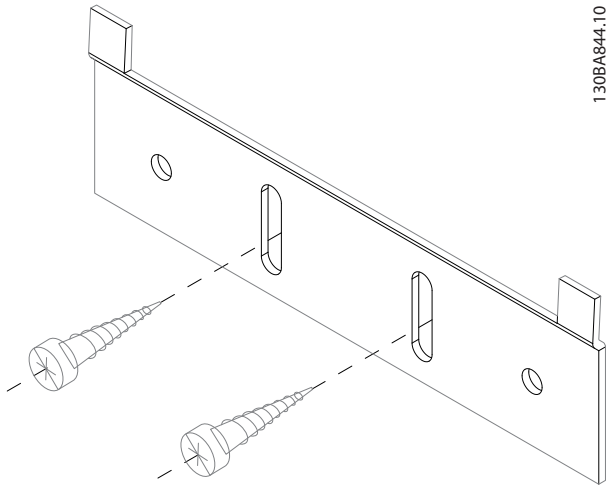


图 11.30 下托架

确定下托架的位置，然后用螺钉安装它。不要完全拧紧螺钉，因为这可能会使变频器的安装变得困难。

步骤 2

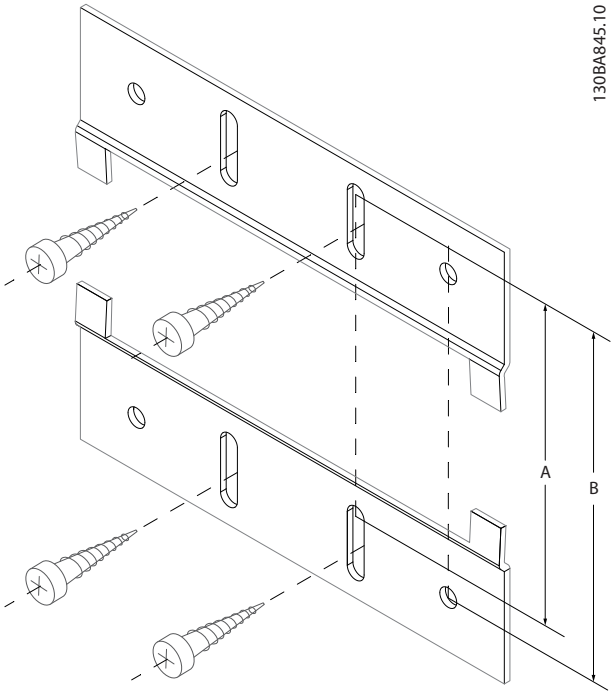


图 11.31 上托架

测量距离 A 或 B，然后确定上托架的位置，但不要紧固它。请参阅 *表 11.16* 中的尺寸。

机箱	IP	A [毫米]	B [毫米]	订购号
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

表 11.16 详细信息

步骤 3

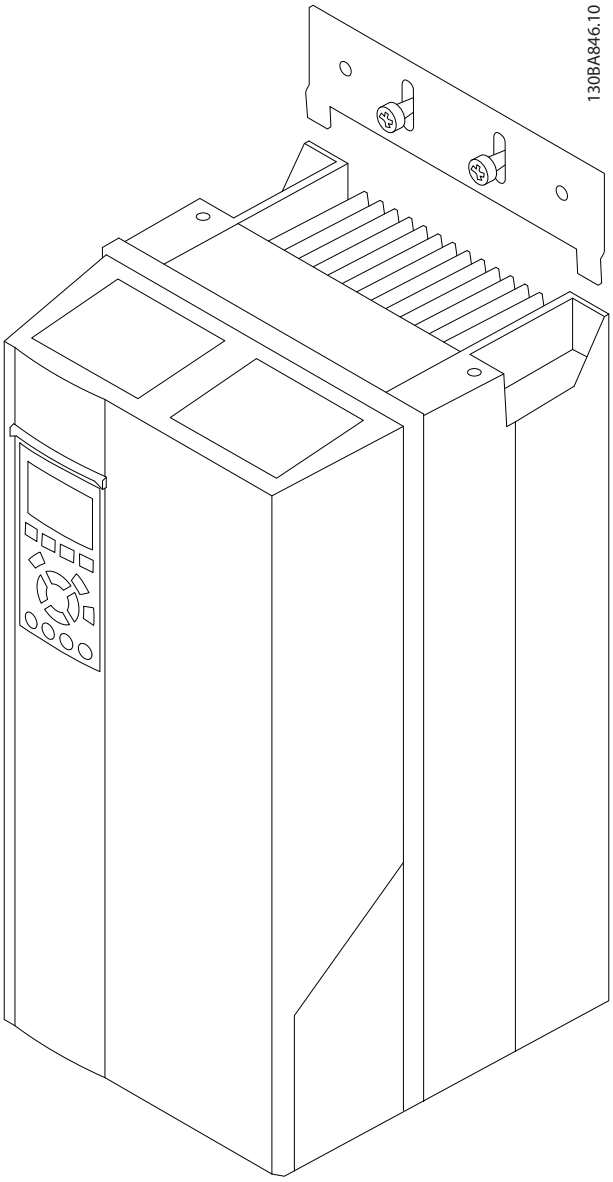


图 11.32 定位

将变频器放在下托架上，然后抬起上托架。当变频器就位后，将上托架放下来。

步骤 4

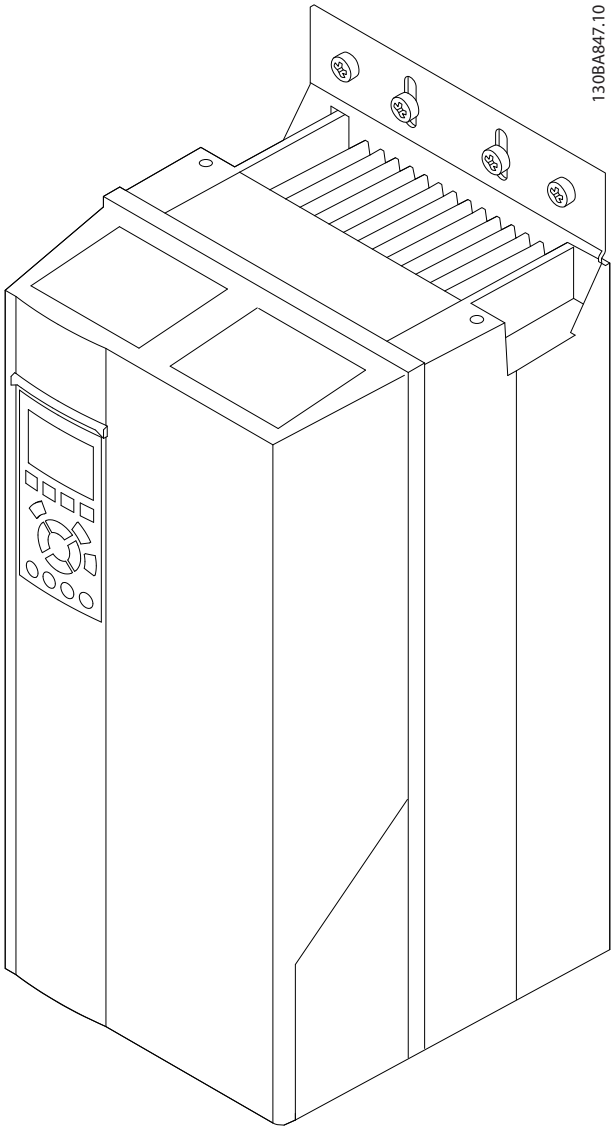


图 11.33 拧紧螺钉

现在拧紧螺钉。要实现额外安全性，可以打眼并在所有眼中都安装螺钉。

12 RS-485 安装和设置

12.1 安装和设置

12.1.1 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，请参阅 *图 12.1*。

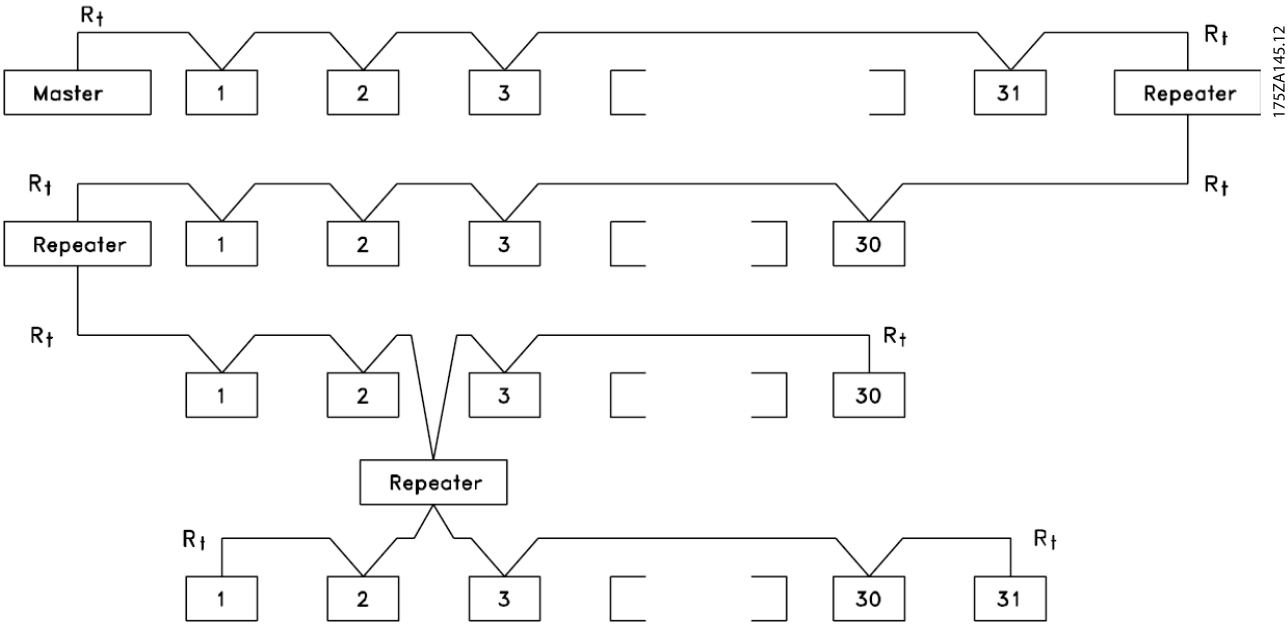


图 12.1 RS 485 总线接口

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 12.1 电缆规格

12.2 网络连接

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 3.5 接线示意图* 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。

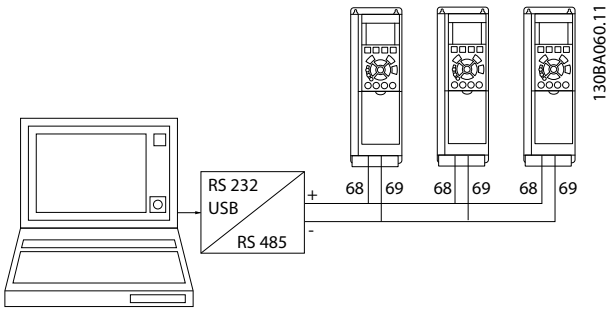


图 12.2 并行连接

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。

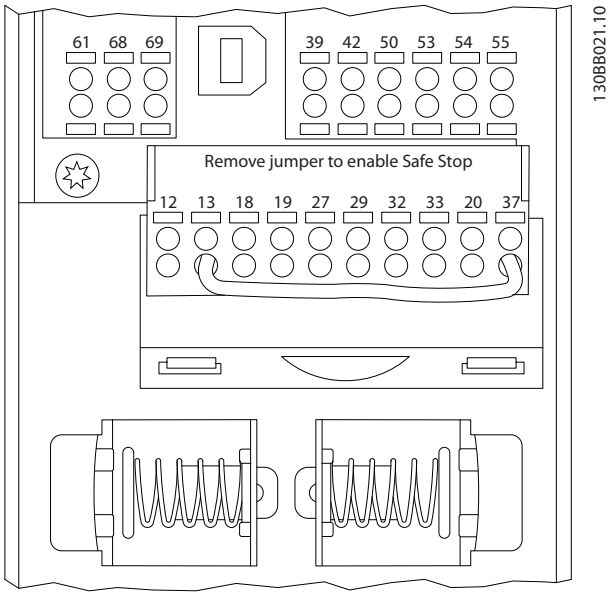


图 12.3 控制卡端子

12.3 总线终接

必须通过电阻器网络在 RS-485 总线两端端接。为此，请将控制卡上的开关 S801 设为“开”。

通讯协议必须设为 *8-30 协议*。

12.4 RS-485 安装和设置

12.4.1 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°。

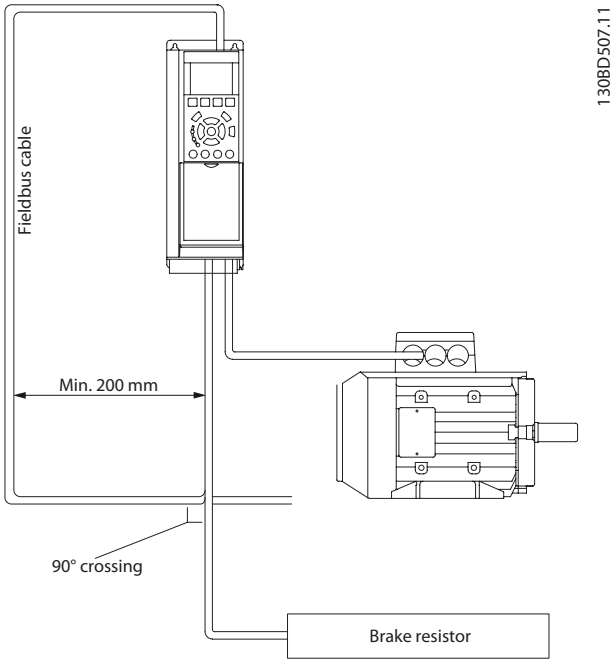


图 12.4 电缆布线

12.5 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

12.6 网络配置

12.6.1 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 FC 端口波特率	2400-115200
8-33 奇偶校验/停止位	偶校验，1 个停止位（默认）

表 12.2 FC 协议参数

12.7 FC 协议消息帧结构

12.7.1 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。

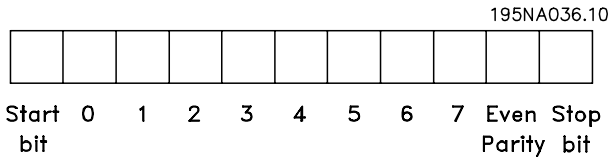


图 12.5 字符内容

12.7.2 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。

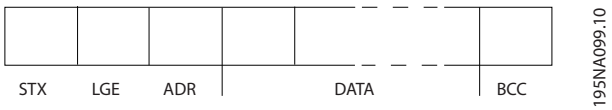


图 12.6 报文结构

12.7.3 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 12.3 电报长度

1) 10 表示固定字符数，而“n”是可变的（取决于文本的长度）。

12.7.4 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。

12.7.5 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。

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

12.7.6 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：

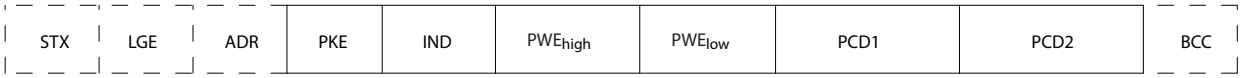
过程块 (PCD)
PCD 由 4 个字节（2 个字）的数据块组成，其中包括：

- 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 12.7 过程块

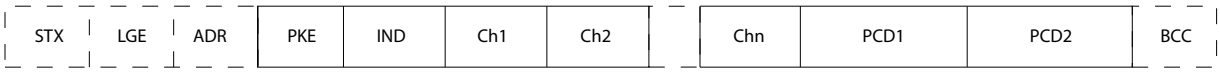
参数块
参数块用于在主站和从站之间传输参数。数据块由 12 个字节（6 个字）组成，并且还包含过程块。



130BA271.10

图 12.8 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 12.9 文本块

12

12.7.7 PKE 字段

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

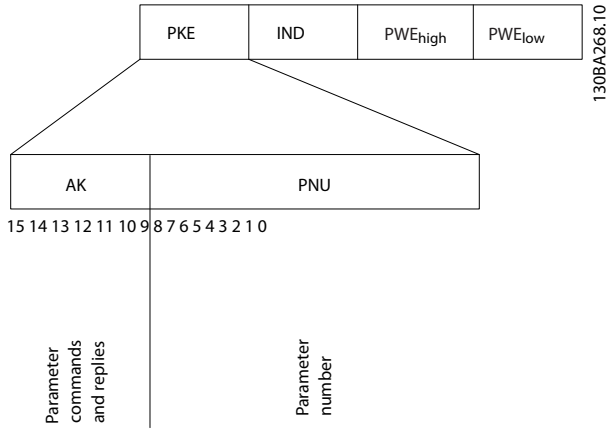


图 12.10 PKE 字段

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

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

表 12.4 参数命令，主⇒从

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

表 12.5 响应，从⇒主

如果命令无法执行，从站会发送这样的响应：
0111 命令无法执行
- 并在参数值 (PWE) 中给出下述故障报告：

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

表 12.6 参数值故障报告

12.7.8 参数号 (PNU)

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

12.7.9 索引 (IND)

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

只有低位字节可作为索引使用。

12.7.10 参数值 (PWE)

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

如果从站对参数请求（读命令）作出了响应，PWE 块中的当前参数值将被传回给主站。如果参数包含的是几个数据选项而不是数字值，如 *0-01 语言*，其中 [0] 为英语，[4] 为丹麦语，则通过在 PWE 块中输入值来选择数据值。请参阅示例 - 选择数据值。串行通讯只能读取包含数据类型 9（文本字符串）的参数。

15-40 FC 类型 到 *15-53 功率卡序列号* 包含数据类型 9。例如，可以读取 *15-40 FC 类型* 中的设备规格和主电源电压范围。在传输（读）文本字符串时，报文的长度是可变的，因为文本具有不同的长度。报文长度在报文的第二个字节 LGE 中定义。使用文本传输时，可以用索引字符表明这是一个读命令还是一个写命令。

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

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

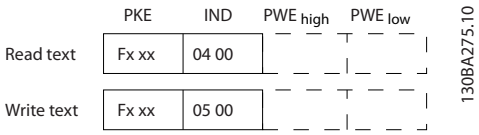


图 12.11 通过 PWE 块输入的文本

12.7.11 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 12.7 支持的数据类型

12.7.12 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 12.8 转换表

12.7.13 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 12.9 过程字 (PCD)

12

12.8 示例

12.8.1 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 12.7.12 转换*。

相应的报文如下：

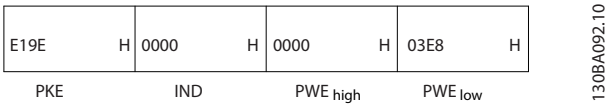


图 12.12 将数据写入 EEPROM

注意

***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 12.13 从站的响应

12.8.2 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 *3-41 斜坡 1 加速时间* 中的参数值
IND = 0000（十六进制）
PWEHIGH = 0000（十六进制）
PWELOW = 0000（十六进制）

1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA094.10

图 12.14 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

130BA267.10

1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

图 12.15 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*。

12.9 Modbus RTU 概述

12.9.1 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。

12.9.2 用户应具备的知识

内置的 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。

12.9.3 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和内容的公用格式。
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。

12.9.4 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
- 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（加减速）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。

12.10 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 12.10 Modbus RTU 参数

12.11 Modbus RTU 消息帧结构

12.11.1 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 12.11* 所示。

起始位	数据字节	停止/奇偶校验	停止

表 12.11 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)

12.11.2 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 12.12* 所示。

启动	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 12.12 典型的 Modbus RTU 消息结构

12

12.11.3 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。

12.11.4 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。

12.11.5 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 12.11.10 Modbus RTU 支持的功能代码* 和 *章 12.11.11 Modbus 异常代码*

12.11.6 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。

12.11.7 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。

12.11.8 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 12.15*）		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 12.13 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
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 12.14 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 12.15 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 12.16 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。*

12.11.9 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。

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

表 12.17 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	返回从站错误计数
		14	返回从站消息计数

表 12.18 功能代码

12.11.11 Modbus 异常代码

有关异常代码响应消息的结构的完整说明，请参考 *章 12.11.5 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 12.19 Modbus 异常代码

12

12.12 如何访问参数

12.12.1 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）表示该参数被设置为 1113.00。

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。

12.12.2 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）。

12.12.3 IND（索引）

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。

12.12.4 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。

12.12.5 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。

12.12.6 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“读取保存寄存器”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 6hex“预置单个寄存器”；对于 2 个寄存器（32 位），使用功能 10hex“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“读取保存寄存器”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）。

12.13 Danfoss FC 控制协议

12.13.1 控制字符合 FC 协议（*8-10 控制行规* = FC 协议）

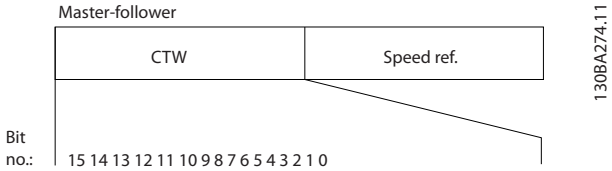


图 12.16 控制字

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
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 12.20 控制字位

关于控制位的说明

位 00/01
位 00 和 01 用于根据 *表 12.21* 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 12.21 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”，则导致加减速。

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，电动机会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 *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*）。

12

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 12.22* 在四种菜单设置之间进行选择。

菜单	位 14	位 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

表 12.22 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。

12.13.2 状态字符合 FC 协议 (STW)（*8-10 控制行规* = FC 协议）

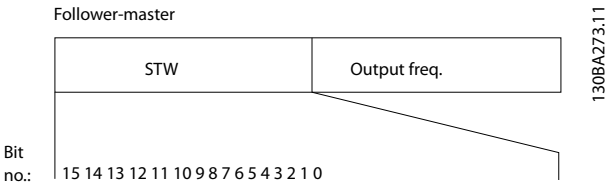


图 12.17 状态字

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 12.23 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[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”： 其中的一个定时器超过了 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”。

12.13.3 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。

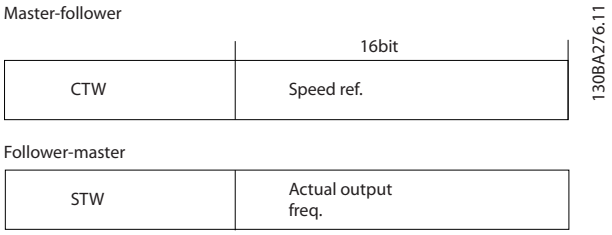


图 12.18 实际输出频率 (MAV)

参考值和 MAV 的标定方式如下：

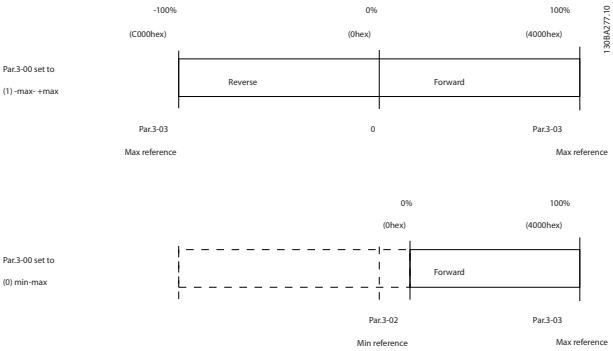


图 12.19 参考值和 MAV

12

12.13.4 同 PROFIdrive 结构对应的控制字 (CTW)

控制字用于从主控制器（如 PC）向 从系统发送命令。

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

表 12.24 控制字位

关于控制位的说明

位 00，关闭 1/打开 1
正常减速停止（使用实际所选减速的减速时间）。
当位 00="0" 时，如果输出频率为 0 Hz，并且在 *5-40 继电器功能* 中选择了 [继电器 123]，则会导致停止，并且激活输出继电器 1 或 2。
当位 0 =“1”时，表明变频器处于状态 1 中： “禁止打开”。

位 01，关闭 2/打开 2：
惯性停止
当位 01="0" 时，如果输出频率为 0 Hz，并且在 *5-40 继电器功能* 中选择了 [继电器 123]，则会导致惯性 停车，并且激活输出继电器 1 或 2。

位 02，关闭 3/打开 3：
使用 *3-81 快停减速时间* 的加减速时间快速停止。当位 02="0" 时，如果输出频率为 0 Hz 且在 *5-40 继电器功能* 中选择了 [继电器 123]，则将导致快速停止，并且激活输出继电器 1 或 2。
当位 02 =“1”时，表明变频器处于状态 1 中： “禁止打开”。

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

注意

在 *8-50 选择惯性停车* 中的选择确定了位 03 如何同数字输入的对应功能相关联。

位 04，快速停止/加减速
使用 *3-81 快停减速时间* 的加减速时间快速停止。
如果位 04 =“0”，则发生快速停止。
当位 04 =“1”时，变频器可以启动（如果其他启动条件满足的话）。

注意

在 *8-51 快速停止选择* 中的选择确定了位 04 如何同数字输入的对应功能相关联。

位 05，保持输出频率/使用加减速
当位 05="0" 时，将维护当前输出频率，即使参考值已被修改也是如此。
当位 05 =“1”时，变频器可以重新执行其调节功能；所发生的操作基于各自的参考值。

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

注意

在 *8-53 启动选择* 中的选择确定了位 06 如何同数字输入的对应功能相关联。

位 07，无功能/复位
关闭后复位。
确认故障缓冲中的事件。
当位 07="0" 时，不会执行复位。
如果位 07 以斜坡方式变为“1”，则在关闭后执行复位。

位 08，点动 1 关/开
激活在 *8-90 总线点动 1 速度* 中预设的速度。仅当位 04=“0”并且位 00-03=“1”时，才能使用“点动 1”。

位 09，点动 2 关/开
激活在 *8-91 总线点动 2 速度* 中预设的速度。仅当位 04=“0”并且位 00 - 03=“1”时，才能使用“点动 2”。

位 10，数据无效/数据有效
用于通知变频器是使用还是忽略控制字。
如果位 10=“0”，则忽略控制字。
位 10=“1”表示将使用控制字。该功能相当重要，因为不论使用哪种类型的报文消息，在报文消息中总会含有控制字，也就是说，如果在更新或读取参数时不使用控制字，则可关闭控制字。

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

位 12，无功能/升速
按照在 *3-12 加速/减速值* 中指定的幅度值增加速度参考值。
如果位 12 =“0”，则不对参考值进行任何修改。
如果位 12 =“1”，则增大参考值。
如果同时激活了减速和加速功能（位 11 和 12=“1”），减速功能将优先，也就是说，将减小速度参考值。

位 13/14，菜单选择
位 13 和 14 用于根据 *表 12.25* 在 4 个参数菜单之中进行选择：

只有在 *0-10 有效设置* 中选择了 *[9] 多重菜单*，才能使用该功能。在 *8-55 菜单选择* 中的选择确定了位 13 和 14 如何同数字输入上的对应功能相关联。只有在 *0-12 此菜单连接到* 中对菜单进行了关联，才能在运行期间更改菜单。

菜单	位 13	位 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

表 12.25 菜单选择

位 15，无功能/反转
位 15=“0” 时，将不执行反向操作。
如果位 15 =“1”，则反向。
注意： 在出厂设置下，反向在 *8-54 反向选择* 中被设为 *数字式*。

注意

只有在选择了*串行通讯*、*逻辑或*或*逻辑与*时，位 15 才能导致反向。

12.13.5 符合 PROFIdrive 协议的状态字 (STW)

状态字用于向主站（例如 PC）通知从站的状态。

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

表 12.26 状态字位

关于状态位的说明

位 00，控制未就绪/就绪
如果位 00 =“0”，则控制字的位 00、01 或 02 为“0”（对应于“关闭 1”、“关闭 2”或“关闭 3”），或者变频器已关闭（跳闸）。
如果位 00="1"，则表明变频器控制已就绪，但不一定已为电源单元供电（针对控制系统外接 24 V 电源的情形）。

位 01，VLT 未就绪/就绪
意义同位 00 相同，只不过已为电源单元供电。变频器已就绪，只等接收启动信号。

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

位 03，无错误/跳闸
当位 03 =“0”时，表明变频器没有错误情况。
当位 03 =“1”时，表明变频器已跳闸。要让变频器启动，首先必须给出复位信号。

位 04，打开 2/关闭 2
当控制字的位 01 为“0”时，则位 04=“0”。
控制字的位 01 为“1”时，则位 04=“1”。

12

位 05，打开 3/关闭 3
当控制字的位 02 为“0”时，则位 05=“0”。
当控制字的位 02 为“1”时，则位 05=“1”。

位 06，可以启动/不能启动
如果在 *8-10 控制字格式* 中选择了 PROFIdrive，则在确认关闭之后、激活“关闭 2”或“关闭 3”之后以及在打开主电源后，位 06 将为“1”。如果控制字的位 00 被设为“0”，并且位 01、02 和 10 被设为“1”，则该位将恢复为“不能启动”。

位 07，无警告/警告
位 07=“0”表示没有警告。
位 07 =“1”表示有警告发生。

位 08，速度≠参考值/速度=参考值
如果位 08 =“0”，则表明电机的当前速度与所设置的速度参考值不同。例如，在以加/减速方式启动/停止期间，速度将发生变化，此时会出现这种情形。
如果位 08 =“1”，则表明电机的当前速度符合所设置的速度参考值。

位 09，本地运行/总线控制：
位 09 =“0”表示已通过 LCP 上的 [停止] 开关使变频器停止，或者在 *3-13 参考值位置*中选择了 [联接到手动] 或 [本地]。
如果位 09 =“1”，则表示可通过串行接口控制变频器。

位 10，超出频率范围/频率范围正常
如果位 10 =“0”，则输出频率超过了在 *4-52 警告速度过低* 和 *4-53 警告速度过高*中设置的极限。
如果位 10 =“1”，则表明变频器在指定的极限范围内。

位 11，未运行/运行
如果位 11 =“0”，则表明电机未运行。
如果位 11 =“1”，则表示变频器有启动信号，或者输出频率大于 0 Hz。

12

位 12，变频器正常/已停止，将自动启动
如果位 12 =“0”，则表明逆变器没有发生短时过载。
如果位 12 =“1”，则表明逆变器已由于过载而停止。但变频器并未被关闭（跳闸），它会在过载情况结束后重新启动。

位 13，电压正常/过压：
如果位 13 =“0”，则表明没有超出变频器的电压限制。
如果位 13 =“1”，则表示变频器中间电路的直流电压过低或者过高。

位 14，转矩正常/过转矩
如果位 14 =“0”，则电机转矩低于在 *4-16 电动时转矩极限* 和 *4-17 发电时转矩极限* 中选择的极限。
当位 14 =“1”时，表明超过了在 *4-16 电动时转矩极限* 或 *4-17 发电时转矩极限* 中选择的极限。

位 15，定时器正常/超时
如果位 15 =“0”，则表明电机热保护和变频器热保护的定时器尚未超过 100%。
如果位 15 =“1”，则表明其中的某个定时器已超过 100%。

索引

C

CE 标志 10

D

DeviceNet 84

E

EMC 干扰 18
EMC 指令 10
EMC 测试结果 48
EMC 辐射 47
EMC 防范措施 167

H

HCS 131
HTL 编码器 154

I

IP21/类型 1 机箱套件 160

J

Jog 177

L

LCP 27, 163

M

MCT 10 130
MCT 31 130
Modbus RTU 173
Modbus RTU 概述 172
Modbus 异常代码 176

P

PELV 134
PID 18, 20, 23, 153
Profibus 84

R

RS-485 137, 166
RS-485 串行通讯 69
RS-485 安装和设置 166

T

TTL 编码器 154

U

U/f 19, 79
USB 串行通讯 70

V

VVCplus 9, 14, 20

一

一般预防措施 11

中

中间电路 14, 35, 76

串

串行通讯 70

主

主电源 10, 51, 61, 62, 63, 66
主电源断开 37
主电源断路器 129

传

传导性干扰 48
传感器 153, 154
传感器电流 14

低

低电压指令 10

保

保护 53

信

信号 154, 155

公

公共耦合点 51

具

具备资质的人员 12

冲

冲击 45

冷

冷凝 43

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

冷却..... 43, 46
冷却条件..... 103

制

制动 IGBT..... 14
制动功率..... 9, 55
制动功能..... 55
制动时间..... 54
制动电阻器..... 14, 53, 160
制动电阻器接线..... 55

前

前盖紧固力矩..... 101, 102

力

力矩，前盖紧固..... 101, 102

功

功能代码..... 175

升

升速/减速..... 30
升高时间..... 76

协

协议概述..... 167

去

去耦板..... 124

参

参考..... 134
参考值极限..... 30

反

反向..... 136

可

可变（平方）转矩应用 (VT)..... 43

启

启动/停止命令..... 135

在

在端子 27 未连接的情况下执行 AMA..... 134
在连接端子 27 的情况下执行 AMA..... 134

地

地线..... 105

声

声源性噪音..... 45, 79

处

处理说明..... 11

外

外部报警复位..... 136

安

安全停止 1..... 154
安全控制系统..... 154
安全要求..... 100
安全转矩关断..... 135, 154

定

定义..... 9

屏

屏蔽/铠装..... 124
屏蔽电缆..... 18

并

并排安装..... 103

应

应用示例..... 134

性

性能..... 70

恒

恒转矩应用（CT 模式）..... 43

惯

惯性停车..... 9, 177, 178

意

意外启动..... 12

抗

抗扰性要求..... 49

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

挡
挡板 107

振
振动 45

接
接线示意图 16

控
控制 线路 18
控制卡 69, 70
控制字 177, 180
控制特性 70
控制线路 105
控制逻辑 14

支
支路保护 115

放
放电时间 12

效
效率 79

数
数字输入 67, 142
数字输出 69, 142

整
整流器 14

断
断路器 111, 115

最
最高温度 43

机
机柜加热器 43
机械制动 38
机械制动控制 138
机械安装 103
机械尺寸 101
机械指令 10

极
极端运行条件 35

标
标定 30

根
根据类型代码订购 80

模
模拟输入 68, 142
模拟输出 69, 142
模拟速度参考值 135

正
正弦波滤波器 96, 124, 160

死
死区 31

气
气流 46

温
温度 43
温度传感器 153

湿
湿度 43

滤
滤波器射频干扰 45, 79
滤波器正弦波 14

漏
漏电电流 12, 105, 126

热
热传感器 14
热保护 10
热敏电阻 9, 134

熔
熔断器 115

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

状
状态字 178, 181

环
环境 67
环境条件 67
环境温度 43

电
电位均衡 105
电位计 136
电动机 线路 18
电动机产生的过电压 35
电动机反馈 22
电动机械制动 139
电动机相位 35
电动机连接 124
电压水平 67
电报长度 (LGE) 168
电机功率 105
电机发热保护 179
电机热敏电阻 137
电机电压 76
电机电缆 105, 124, 131
电机输出 66
电气干扰 105
电缆，屏蔽/铠装 124
电缆，电动机 131
电缆，规格 67
电缆，长度和横截面积 67

直
直流制动 177
直流回路 19, 53
直流总线连接 129

短
短路（电动机相间短路） 35
短路率 52

磁
磁通量 21, 22

端
端子 X30/11, 12 142
端子 X30/1-4 142
端子 X30/6, 7 142
端子 X30/8 142

粉
粉尘 46

约
约定 8

继
继电器输出 70
继电器连接 128

维
维护 46

缩
缩略语 8

网
网络连接 167

脉
脉冲/编码器输入 69
脉冲启动/停止 135
脉冲宽度调制 14

自
自动降容 36
自由旋转 13
自锁启动/停止反逻辑 135

订
订购号 80, 85, 98
订购号，谐波滤波器 94
订购号：正弦波滤波器 96

谐
谐波滤波器 94
谐波计算软件 (HCS) 131

负
负载共享 15

转
转动惯量 35

 Danfoss A/S © 修订日期 2014-04-04 全权所有。

转矩控制..... 18
转矩极限和停止的编程..... 139
转矩特性..... 66

软

软件版本..... 85

辐

辐射性干扰..... 48
辐射要求..... 49

输

输入 电源..... 18
输入电源..... 105
输出，24 V DC..... 69
输出性能 (U, V, W)..... 66

过

过滤器..... 46
过程 PID 控制..... 25

进

进行输出切换..... 35

逆

逆变器..... 14

选

选件和附件..... 85
选配设备..... 8

速

速度 PID..... 18, 20, 23
速度参考值..... 134, 136

锁

锁定参考值..... 30

附

附件包..... 85

降

降容，低气压..... 44
降容，低速运行..... 43
降容，手工..... 43

预

预设速度..... 136

高

高低压绝缘..... 153
高压测试..... 133
高电压..... 12

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

130R0301 MG33BF41 修订日期 2014-04-04