MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

设计指南

VLT® Refrigeration Drive FC 103

1.1–90 kW

vlt-drives.danfoss.com

THE REAL DRIVE

目录

1 简介 7
1.1 本设计指南的目的 7
1.2 企业 7
1.3 其他资源 7
1.4 缩写、符号与约定 7
1.5 安全符号 8
1.6 定义 9
1.7 文档和软件版本 9
1.8 批准和认证 9
1.8.1 CE 标志 9
1.8.1.1 低电压指令 10
1.8.1.2 EMC 指令 10
1.8.1.3 机械指令 10
1.8.1.4 ErP 指令 10
1.8.2 符合 C-tick 标准 10
1.8.3 符合 UL 10
1.8.4 符合海运标准 (ADN) 10
1.8.5 出口管制法规 11
1.9 安全性 11
1.9.1 一般安全原则 11

2 产品概述 13
2.1 简介 13
2.2 操作说明 15
2.3 操作顺序 16
2.3.1 整流器部分 16
2.3.2 中间部分 16
2.3.3 逆变器部分 16
2.4 控制结构 17
2.4.1 开环控制结构 17
2.4.2 闭环控制结构 17
2.4.3 本地（手动启动）和远程（自动启动）控制 18
2.4.4 参考值处理 18
2.4.5 反馈处理 20
2.5 自动运行功能 21
2.5.1 短路保护 21
2.5.2 过电压保护 21
2.5.3 电动机缺相检测 21
2.5.4 主电源相位不平衡检测 21

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

2.5.5 打开输出 21
2.5.6 过载保护 21
2.5.7 自动降容 22
2.5.8 自动能量优化 22
2.5.9 自动切换频率调制 22
2.5.10 使用较高开关频率时自动降低额定值 22
2.5.11 温度过高自动降容 22
2.5.12 自动加减速 22
2.5.13 电流极限电路 22
2.5.14 功率波动性能 22
2.5.15 电动机软启动 23
2.5.16 共振衰减 23
2.5.17 温控风扇 23
2.5.18 符合 EMC 标准 23
2.5.19 测量所有三相电动机电流 23
2.5.20 控制端子的高低压绝缘 23
2.6 自定义应用功能 23
2.6.1 电动机自适应 23
2.6.2 电机热保护 23
2.6.3 主电源断电 24
2.6.4 内置 PID 控制器 24
2.6.5 自动重启 24
2.6.6 飞车启动 24
2.6.7 降低速度时的满转矩 24
2.6.8 频率旁路 24
2.6.9 电动机预热 24
2.6.10 四种可编程菜单 24
2.6.11 直流制动 24
2.6.12 睡眠模式 25
2.6.13 允许运行 25
2.6.14 智能逻辑控制 (SLC) 25
2.6.15 Safe Torque Off 功能 26
2.7 故障、警告和报警功能 26
2.7.1 高温运行 26
2.7.2 参考值过高和过低警告 26
2.7.3 反馈过高和过低警告 26
2.7.4 相位失衡或缺相 26
2.7.5 频率过高警告 27
2.7.6 频率过低警告 27
2.7.7 电流过高警告 27

2.7.8 电流过低警告 27
2.7.9 无负载/皮带断裂警告 27
2.7.10 缺失串行接口 27
2.8 用户界面和编程 27
2.8.1 本地控制面板 28
2.8.2 PC 软件 28
2.8.2.1 MCT 10 设置软件 28
2.8.2.2 VLT® 谐波计算软件 MCT 31 29
2.8.2.3 谐波计算软件 (HCS) 29
2.9 维护 29
2.9.1 存放 29
3 《系统集成》 30
3.1 环境工作条件 30
3.1.1 湿度 30
3.1.2 温度 31
3.1.3 冷却 31
3.1.4 电动机产生的过压 32
3.1.5 声源性噪音 32
3.1.6 振动与冲击 32
3.1.7 腐蚀性环境 32
3.1.8 IP 额定值定义 33
3.1.9 射频干扰 33
3.1.10 PELV 和高低压绝缘合规性 33
3.2 EMC、谐波和接地漏电保护 34
3.2.1 关于 EMC 辐射的一般问题 34
3.2.2 EMC 测试结果（辐射） 35
3.2.3 辐射要求 36
3.2.4 抗扰性要求 36
3.2.5 电机绝缘 37
3.2.6 电机轴承电流 37
3.2.7 谐波 38
3.2.8 接地漏电电流 40
3.3 能效 41
3.3.1 IE 和 IES 等级 42
3.3.2 功率损耗数据和效率数据 42
3.3.3 电机损耗和效率 43
3.3.4 动力驱动系统的损耗和效率 43
3.4 主电源整合 43
3.4.1 主电源配置和 EMC 效应 43

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3.4.2 低频率主电源干扰 43
3.4.3 分析主电源干扰 44
3.4.4 降低主电源干扰的选项 44
3.4.5 射频干扰 44
3.4.6 工作场所分类 44
3.4.7 与绝缘输入源配合使用 45
3.4.8 功率因数修正 45
3.4.9 输入功率延时 45
3.4.10 主电源瞬态 45
3.4.11 运行备用发电机 45
3.5 电动机集成 46
3.5.1 电动机选择考虑事项 46
3.5.2 正弦波和 dU/dt 滤波器 46
3.5.3 正确的电动机接地 46
3.5.4 电动机电缆 46
3.5.5 电动机电缆屏蔽 47
3.5.6 多台电动机的连接 47
3.5.7 电机热保护 48
3.5.8 输出接触器 48
3.5.9 能效 49
3.6 其他输入和输出 50
3.6.1 接线示意图 50
3.6.2 继电器连接 51
3.6.3 EMC 兼容的电气连接 52
3.7 机械规划 53
3.7.1 间隙 53
3.7.2 墙面安装 53
3.7.3 访问 54
3.8 选件和附件 54
3.8.1 通讯选件 56
3.8.2 输入/输出、反馈和安全选件 56
3.8.3 正弦波滤波器 56
3.8.4 dU/dt 滤波器 56
3.8.5 谐波滤波器 56
3.8.6 IP21/NEMA 类型 1 机箱套件 57
3.8.7 共模滤波器 59
3.8.8 LCP 远程安装套件 59
3.8.9 机箱规格 A5、B1、B2、C1 和 C2 的安装托架 60
3.9 串行接口 RS485 61
3.9.1 概述 61

3.9.2 网络连接 62
3.9.3 RS485 总线终接 62
3.9.4 EMC 防范措施 62
3.9.5 FC 协议概述 63
3.9.6 网络配置 63
3.9.7 FC 协议消息帧结构 63
3.9.8 FC 协议示例 66
3.9.9 Modbus RTU 协议 67
3.9.10 Modbus RTU 消息帧结构 67
3.9.11 访问参数 70
3.9.12 FC 变频器控制协议 71
3.10 系统设计检查清单 76

4 应用示例 78
4.1 应用示例 78
4.2 选定的应用功能 78
4.2.1 SmartStart 78
4.2.2 启动/停止 78
4.2.3 脉冲启动/停止 79
4.2.4 电位计参考值 79
4.3 应用设置示例 80

5 特殊条件 85
5.1 降容 85
5.2 手工降容 85
5.3 电动机电缆过长或电动机电缆横截面积过大时降低额定值 85
5.4 根据环境温度降低额定值 85

6 类型代码和选择 90
6.1 订购 90
6.1.1 简介 90
6.1.2 类型代码 90
6.2 选件、附件以及备件 91
6.2.1 订购号： 选件和附件 91
6.2.2 订购号： 谐波滤波器 93
6.2.3 订购号： 正弦波滤波器模块，200-480 V AC 93
6.2.4 订购号： 正弦波滤波器模块，525-600/690 V AC 94
6.2.5 谐波滤波器 95
6.2.6 正弦波滤波器 97
6.2.7 dU/dt 滤波器 98
6.2.8 共模滤波器 99

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

7 规格 100
7.1 电气数据 100
7.1.1 主电源 3x200-240 V AC 100
7.1.2 主电源 3x380-480 V AC 102
7.1.3 主电源电压 3x525-600 V AC 104
7.2 主电源 106
7.3 电机输出和电机数据 106
7.4 环境条件 106
7.5 电缆规格 107
7.6 控制输入/输出和控制数据 107
7.7 连接紧固力矩 110
7.8 熔断器和断路器 111
7.9 额定功率、重量和尺寸 116
7.10 dU/dt 测试 117
7.11 声源性噪音额定值 119
7.12 选定选件 119
7.12.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 119
7.12.2 VLT® Relay Card MCB 105 120
7.12.3 VLT® Extended Relay Card MCB 113 121
8 附录 - 选择的图示 124
8.1 主电源接线图 124
8.2 电动机接线图 127
8.3 继电器端子接线图 129
8.4 电缆入口孔 130
索引 134

1 简介

1.1 本设计指南的目的

VLT® Refrigeration Drive FC 103 变频器的本设计指南的阅读对象是：

- 项目和系统工程师。
- 设计顾问。
- 应用程序和产品专家。

本设计指南提供的技术信息，旨在了解变频器的功能，以便集成到电动机控制和监测系统中。

本设计指南的目的是提供设计要素和规划数据，以便让变频器集成到系统中。本设计指南旨在用于选择变频器和各种应用程序和安装的选件。

在设计阶段，查阅详细的产品信息能开发出拥有最佳功能和效率且设计良好的系统。

VLT® 为注册商标。

1.2 企业

章 1 简介: 本设计指南的一般目的以及符合国际指令。

章 2 产品概述: 变频器的内部结构和功能以及操作特征。

章 3 《系统集成》: 环境状况； EMC，谐波以及接地漏电； 主电源输入； 电动机和电动机连接； 其他连接；机械规划； 和选件说明以及可用附件。

章 4 应用示例: 产品应用示例和使用指南。

章 5 特殊条件: 异常操作环境详情。

章 6 类型代码和选择: 订购环境和选件规程，以满足系统预期用途。

章 7 规格: 以表格和图形格式汇总技术数据。

章 8 附录 - 选择的图示: 图形说明汇总：

- 主电源和电动机连接
- 继电器端子
- 电缆入口

1.3 其他资源

可用于了解变频器高级操作、编程和指令合规性的资源：

- *VLT® Refrigeration DriveFC 103《 操作手册》*（参考本手册中的*操作手册*）提供了变频器安装和启动的详细信息。
- 《VLT® Refrigeration Drive FC 103 *设计指南*》提供了将变频器集成到系统中时所需的设计和规划信息。
- *VLT® Refrigeration DriveFC 103《 编程指南 》*（参考本手册中的*编程指南*）更加详细地介绍了如何使用参数，并且提供了许多应用示例。
- *《VLT® Safe Torque Off 操作手册》*介绍如何在 Danfoss 功能安全应用中使用变频器。当配有 STO 选件时，变频器随附本手册。

此外还可以下载可用的补充资料和手册，下载网址：*vlt-drives.danfoss.com/Products/Detail/Technical-Documents.*

注意

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，请务必查看这些选件附随的手册。

请与 Danfoss 供应商联系或访问 *www.danfoss.com* 了解更多信息。

1.4 缩写、符号与约定

60° AVM	60° 异步矢量调制
A	安培/AMP
AC	交流电
AD	空气放电
AEO	自动能量优化
AI	模拟输出
AMA	电机自动整定
AWG	美国线规
°C	摄氏度
CD	恒定流量
CDM	完整变频器模块： 变频器、馈送部分及辅助装置
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

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

1

EMF	电动势
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}	最大输出频率，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
HO	高过载
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	电感（毫亨）
mm	毫米
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	电容（纳法）
NLCP	数字式本地控制面板
Nm	牛顿米
NO	正常过载
n_s	同步电机速度
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
PDS	动力驱动系统： 一个 CDM 和一个电动机
PELV	保护性超低压
P_m	变频器过载时 (HO) 的额定输出功率。
$P_{M、N}$	额定电机功率
PM 电动机	永磁电机
过程 PID	PID（比例积分微分）调节器可维持速度、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}	建议的 Danfoss 制动电阻器的电阻
s	第二位
SFAVM	定子磁通定向的异步矢量调制
STW	状态字
SMPS	开关模式电源
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^+	电压矢量控制加

表 1.1 缩略语

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。
- 链路。
- 脚注。
- 参数名称、参数组名称、参数选项。

所有尺寸单位均为 mm（英寸）。
* 表示参数的默认设置。

1.5 安全符号

本手册使用了下述符号：

⚠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。

1.6 定义

惯性停车
电动机主轴处于自由模式。电动机无转矩。

CT 特性
恒转矩特性，适用于所有应用，例如：

- 传送带。
- 容积式泵。
- 吊车。

正在初始化
如果执行初始化（*参数 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。

功率因数
有效功率因数（lambda）考虑了所有谐波。有效功率因数始终小于仅考虑电流和电压第一个谐波的功率因数（cosphi）。

$$\cos\phi = \frac{P\,(\mathrm{kW})}{P\,(\mathrm{kVA})} = \frac{U\lambda\ x\ I\lambda\ x\ \cos\phi}{U\lambda\ x\ I\lambda}$$

Cosphi 也称为位移功率因数。

lambda 和 cosphi 在*章 7.2 主电源*中均用于说明 DanfossVLT® 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，表明谐波电流越小。
所有 Danfoss 变频器都带有内置直流线圈和直流回路。线圈可确保获得较高的功率因数，并降低主电源的 THDi。

设置
将参数设置保存在四个菜单中。可在这 4 个参数菜单之间切换，并在保持 1 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（根据测量的电动机负载）对电动机滑差进行补偿，以保持电动机速度的基本恒定。

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

FC 标准总线
包括使用 FC 协议或 MC 协议的 RS-485 总线。请参阅*参数 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和取消跳闸状态后，才能重新启动。取消跳闸状态的方式：

- 激活复位，或
- 设置变频器为自动重启

请勿因个人安全而使用跳闸。

跳闸锁定
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。请勿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。

1.7 文档和软件版本

我们将对本手册定期进行审核和更新。欢迎任何改进建议。

表 1.2 显示文档版本和相应软件版本。

版本	备注	软件版本
MG16G2xx	替换 MG16G1xx	1.4x

表 1.2 文档和软件版本

1.8 批准和认证

变频器按照本部分所述的指令要求进行设计。

有关批准和认证的详情，请访问下载区： *vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/*.

1.8.1 CE 标志

图 1.1 CE

CE 标志（Communauté européenne）表示该产品制造商遵守所有适用的 EU 指令。*表 1.3* 中列出了适用于变频器设计和制造的 EU 指令。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

1

注意

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。

注意

具有集成安全功能的变频器必须符合机械指令。

EU 指令	版本
低电压指令	2014/35/EU
EMC 指令	2014/30/EU
机械指令 1)	2014/32/EU
ErP 指令	2009/125/EC
ATEX 指令	2014/34/EU
RoHS 指令	2002/95/EC

表 1.3 适用于变频器的 EU 指令

1) 机械指令合规性仅是具有集成安全功能变频器的要求。

可根据请求提供合规性声明。

1.8.1.1 低电压指令

低电压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。

该指令的目的是操作正确安装、维护和按预期方式使用的电气设备时，确保个人安全，避免财产损失。

1.8.1.2 EMC 指令

EMC（电磁兼容性）指令的目的是降低电磁干扰，增加电气设备和装置的抗干扰性。EMC 指令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。设备在正确安装、维护和按预期方式使用情况下必须具备适度的抗 EMI 等级。

独立使用或作为系统组成部分的电气设备必须带有 CE 标志。无需 CE 标志的设备必须符合 EMC 指令的基本保护要求。

1.8.1.3 机械指令

机械指令的目的是在预期应用中使用机械设备时，确保个人安全和避免财产损失。机械指令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。

具有集成安全功能的变频器必须符合机械指令。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。

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。

1.8.1.4 ErP 指令

ErP 指令为相关能量产品的欧盟生态化设计指令。该指令规定了相关能量产品的生态化设计要求，包括变频器。该指令的目的是增加能源供应安全性的同时，提高能效以及环境保护水平。相关能量产品的环境影响包括整个产品生命周期的能耗。

1.8.2 符合 C-tick 标准

图 1.2 C-tick

C-tick 标签表示符合适用于电磁兼容性 (EMC) 的技术标准。C-tick 合规性是澳大利亚和新西兰市场中电气和电子设备必须满足的要求。

C-tick 监管传导和干扰辐射。对于变频器，使用 EN/IEC 61800-3 中指明的辐射极限。

可根据要求提供合规性声明。

1.8.3 符合 UL

UL 认证

图 1.3 UL

注意

525 - 690 V 变频器未通过 UL 认证。

变频器符合 UL 508C 温度存储要求。有关详细信息，请参考*章 2.6.2 电机热保护*。

1.8.4 符合海运标准 (ADN)

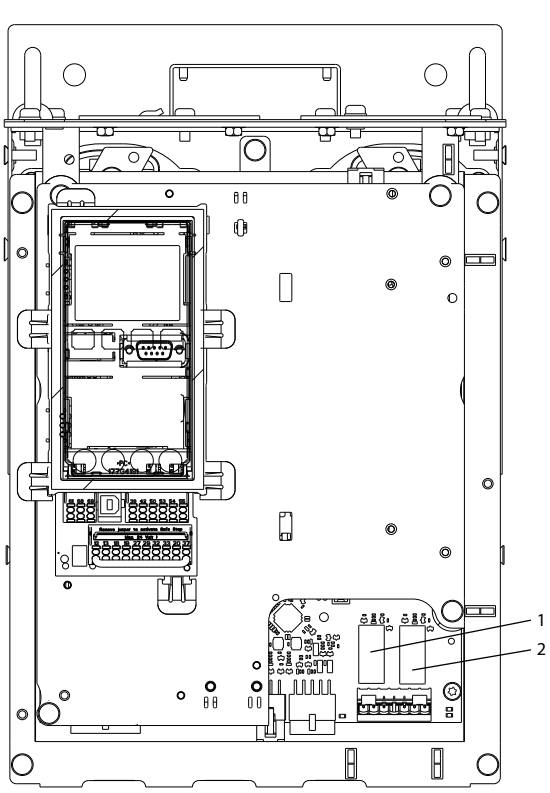
防侵入保护等级为 IP55 (NEMA 12) 或更高的设备可以防止火花形成，并根据有关国际内陆水道运输危险货物的欧洲协议 (ADN) 分类为有限爆炸风险电气设备。

对于防侵入保护等级为 IP20/机架、IP21/NEMA 1 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 *参数 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 1.4*。

- 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 VLT® Extended Relay CardMCB 113。

转至 *vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/* 了解船用认证详情。



1, 2	继电器插头

图 1.4 继电器插头的位置

如果要求，可提供制造商声明。

1.8.5 出口管制法规

变频器受地区和/或国家出口管制法规的约束。

按 ECCN 编号分类受出口管制法规约束的变频器。

可在变频器随附的文件中找到 ECCN 编号。

如果要进行再出口，则出口商负责确保符合相关出口管制法规。

1.9 安全性

1.9.1 一般安全原则

由于变频器含有高压组件，如果操作不当，可能会带来致命伤害。仅限具备资质的人员安装或操作本设备。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。

必须严格遵守安全注意事项和通知以安全操作变频器。

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，具备资质的人员还必须熟悉本操作手册中给出的所有说明和安全措施。

⚠警告

高电压

变频器与交流主电源输入线路、直流电源相连或负载共享时带有高电压。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。

- **仅限具备资质的人员执行安装、启动和维护工作。**

⚠警告

意外启动

当变频器连接到交流主电源、直流电源或负载共享时，电机随时可能启动。在编程、维护或维修过程中意外启动可能会导致死亡、严重人身伤害或财产损失。 可利用外部开关、现场总线命令、从 LCP 输入参考值信号或消除故障状态后启动电机。
要防止电机意外启动：

- **断开变频器与主电源的连接。**
- **按 LCP 上的 [Off/Reset]（停止/复位）键，然后再设置参数。**
- **将变频器连接到交流主电源、直流电源或负载共享时，变频器、电机和所有驱动设备必须已完全连接并组装完毕。**

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

1

⚠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。即使警告指示灯熄灭，也可能存在高压。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 1.4* 中指定。

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

表 1.4 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。

⚠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。

⚠警告

电机意外旋转

自由旋转

永磁电机意外旋转会产生电压，并给设备充电，进而导致死亡、严重人身伤害或设备损坏。

- 确保阻挡永磁电机以防意外旋转。

⚠小心

内部故障危险

未正确关闭变频器时，变频器中的内部故障可能会导致严重伤害。

- 接通电源前，确保所有安全盖板安装到位且牢靠固定。

2 产品概述

2.1 简介

本章概述了变频器的主要单元和电路， 其描述了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。

2.1.1 专用于制冷应用的产品

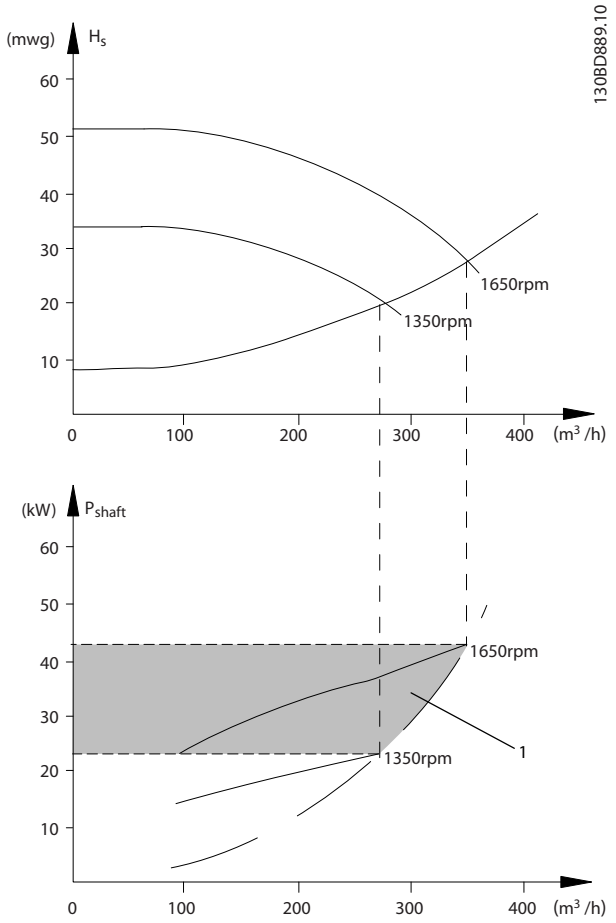
VLT® Refrigeration Drive FC 103 专为制冷应用而设计。集成应用向导可指导用户完成调试过程。标准和可选功能的范围包括：

- 多区域多泵控制器
- 中性区控制。
- 浮动冷凝温度控制。
- 回油管理。
- 多反馈蒸发器控制。
- 多泵控制。
- 空转检测。
- 曲线末端检测。
- 电机轮换。
- STO。
- 睡眠模式。
- 密码保护。
- 过载保护。
- 智能逻辑控制。
- 最小速度监测。
- 信息、警告和报警的自由编程文本。

2.1.2 节能

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

使用变频器控制流量时，在通常应用中，泵速降低 20% 可节约 50% 的能耗。
图 2.1 显示可节约能源的示例。



1	节能

图 2.1 示例： 节能

2.1.3 节能示例

如*图 2.2* 所示，通过更改泵速 (RPM) 来调节流量。只需将速度从额定速度降低 20%，流量也会跟着降低 20%。流量与速度直接成正比。电力消耗最多能降低 50%。
如果目标系统仅需要在一年之中的若干天内提供 100% 的流量，并且在其它时间的平均流量低于额定流量的 80%，总节能量甚至会超过 50%。

图 2.2 描述了流量、压力和功率消耗与离心泵泵速之间的关系。

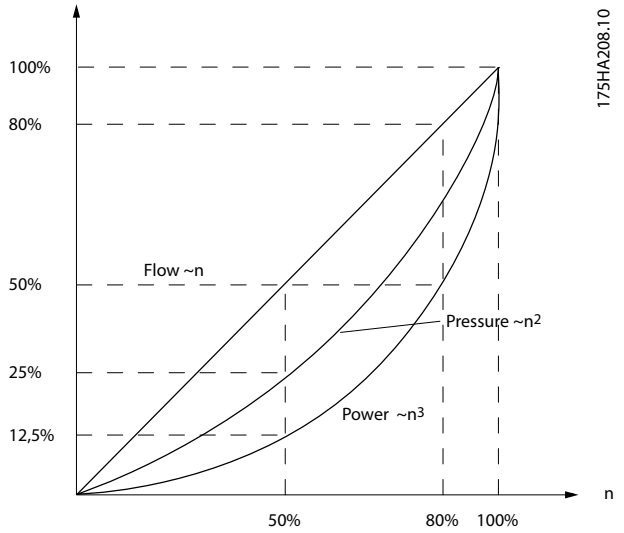
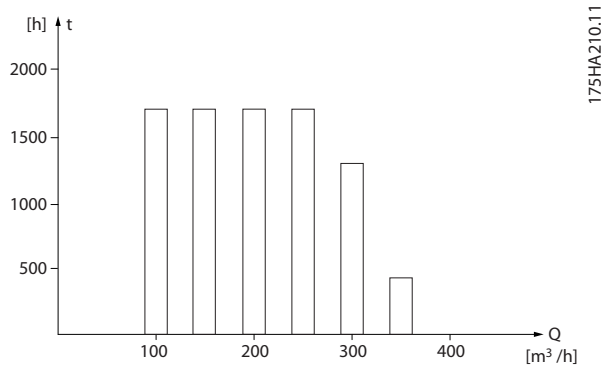


图 2.2 离心泵相似定律



t [h]	流量持续时间。另请参阅 *表 2.2*。
Q [m³/h]	流速

图 2.3 一年的流量分布（持续时间与流速）

$$流量: \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$压力: \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$功率: \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

假设在一定速度范围内效率相同。

Q=流量	P=功率
Q_1=流量 1	P_1=功率 1
Q_2=降低后的流量	P_2=降低后的功率
H=压力	n=速度调节
H_1=压力 1	n_1=速度 1
H_2=降低后的压力	n_2=降低后的速度

表 2.1 相似定律

2.1.4 在一年当中流量有变化的示例

本示例的计算基于从泵数据表获得的泵特性，如*图 2.4*所示。

获得的结果显示，在给定流量分布情况下，一年内的能量节省超过 50%，
请参阅*图 2.3*。投资回报期取决于电价和变频器的价格。在本示例中，与各种阀门和恒速相比较可以看出，投资回报短于一年。

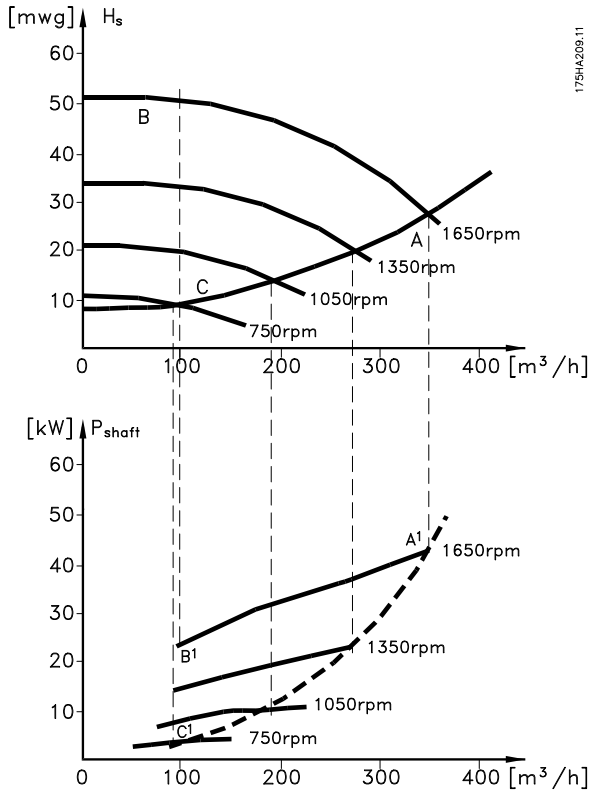


图 2.4 不同速度的能耗

流速	分布		阀门调节		变频器控制	
	%	持续时间	功率	消耗	功率	消耗
[m³/h]		[h]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
350	5	438	42.5[1)]	18.615	42.5[1)]	18.615
300	15	1314	38.5	50.589	29.0	38.106
250	20	1752	35.0	61.320	18.5	32.412
200	20	1752	31.5	55.188	11.5	20.148
150	20	1752	28.0	49.056	6.5	11.388
100	20	1752	23.0[2)]	40.296	3.5[3)]	6.132
Σ	100	8760	-	275.064	-	26.801

表 2.2 结果

1) 点 A1 的功率读数。
2) 点 B1 的功率读数。
3) 点 C1 的功率读数。

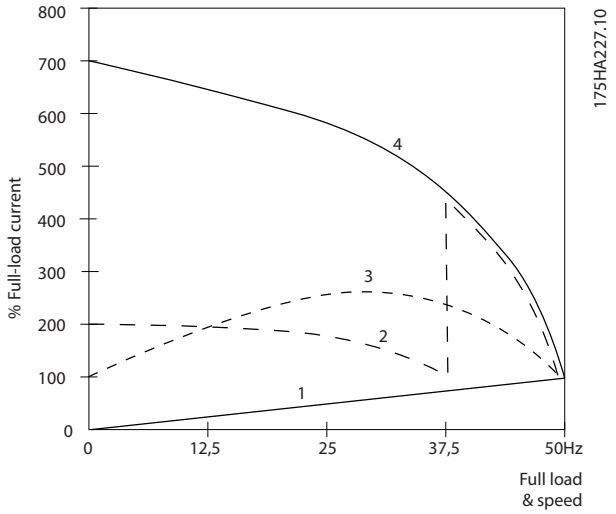
2.1.5 更好的控制

使用变频器控制系统流量或压力，可实现更好地控制。
变频器可以调节压缩机、风扇或泵速度，从而实现对流量和压力的可变控制。
另外，变频器还可以快速调整压缩机、风扇或泵的速度，以便适应系统中新的流量或压力条件。
利用内置的 PI 控制简化流程（流量、水平或压力）。

2.1.6 星形/三角形或软启动器

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

如 *图 2.5* 所示，变频器消耗的电流不会超过额定电流。



1	VLT® Refrigeration Drive FC 103
2	星形/三角形启动器
3	软启动器
4	直接在电网上启动

图 2.5 启动电流

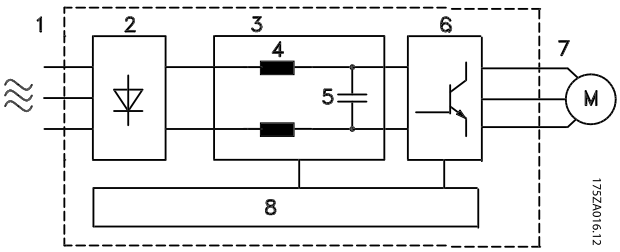
2.2 操作说明

变频器向电动机提供经调节的交流主电源，从而控制其速度。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
- 中间直流母线电路
- 逆变器
- 控制和调节

图 2.6 是变频器内部组件的框图。



面积	标题	功能
1	主电源输入	• 连接到变频器的三相交流主电源。
2	整流器	• 整流桥将交流输入转换成直流电流，以为逆变器供电
3	直流母线	• 中间直流母线电路负责处理直流电流。

2

面积	标题	功能
4	直流电抗器	• 对中间直流电路电压进行滤波。 • 提供主电源瞬态保护。 • 减少 RMS 电流。 • 提高反映回线路的功率因数。 • 减少交流输入上的谐波。
5	电容器组	• 存储直流电。 • 提供针对短时功率损耗的运行保持保护。
6	逆变器	• 将直流转换成受控的 PWM 交流波形，从而为电机提供受控的可变输出。
7	输出到电机	• 供给电机的受控三相输出电源。

面积	标题	功能
8	控制电路	• 为实现有效的操作和控制，输入电源、内部处理、输出和电机电流都会受到监测。 • 系统还会监测并执行用户界面命令和外部命令。 • 可以实现状态输出和控制。

图 2.6 变频器框图

2.2.1 控制结构原理

- 变频器将主电源交流电压整流为直流电压。
- 降直流电压转换成幅值和频率均可变的交流电压。

变频器向电动机供应可变电压/电流和频率，从而可对三相标准异步电动机和非凸永久磁化电动机进行变速控制。

这种变频器可以采用多种电动机控制原理，例如 U/f 特殊电动机模式和 VVC+。此变频器的短路保护功能取决于电动机相位中的 3 个电流传感器。

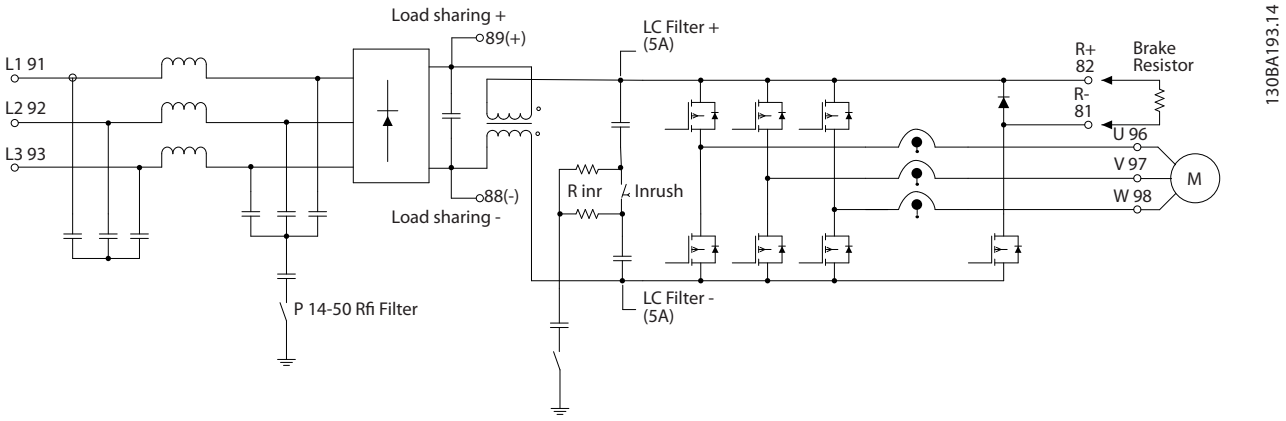


图 2.7 变频器结构

2.3 操作顺序

2.3.1 整流器部分

当为变频器通电时，电力首先经过主端子（L1、L2 和 L3）。根据设备的配置，主电源电力到达断路器和/或射频干扰滤波器选件。

2.3.2 中间部分

电压在经过整流器部分后，便会到达中间部分。经过整流的电压被一个由直流母线感应器和直流母线电容器组构成的滤波器进行了平抑。

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。

2.3.3 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+ 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。

2.4 控制结构

2.4.1 开环控制结构

在开环模式中执行操作时，变频器可通过 LCP 键以手动方式响应输入命令或通过模拟/数字输入或串行总线远程响应输入命令。

在*图 2.8*所示的配置中，变频器以开环模式运行。其可接收通过 LCP（*手动*模式）或远程信号（*自动*模式）发送的输入信号。接收的信号（速度参考值）带有：

- 可编程的最小和最大电动机速度极限（RPM 和 Hz）
- 加速和减速时间。
- 电动机旋转方向

然后传递参考值以控制电动机。

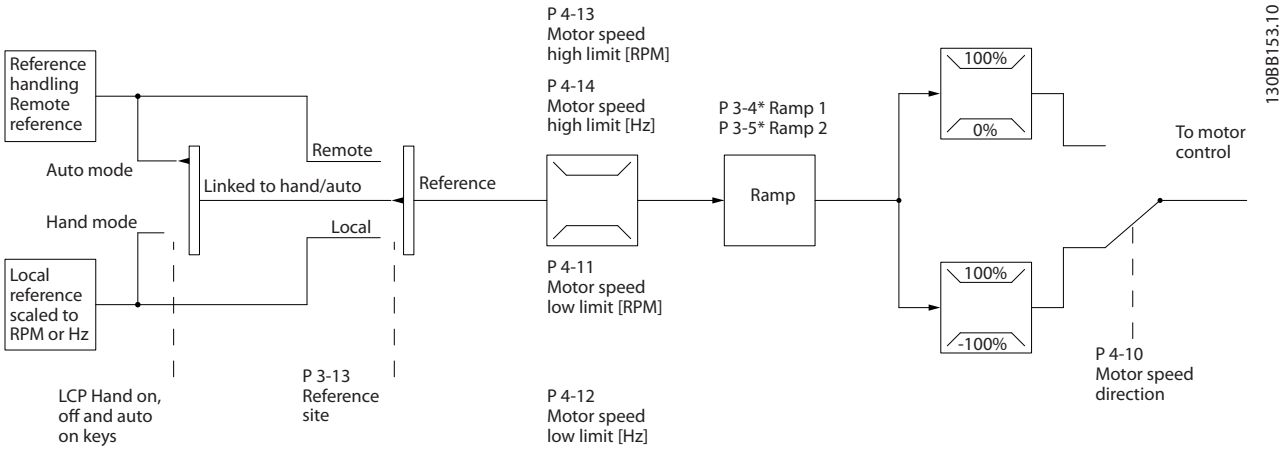


图 2.8 开环模式框图

2.4.2 闭环控制结构

在闭环模式下，内部 PID 控制器允许变频器处理系统参考值和反馈信号，以便作为独立控制部件进行运行。

变频器在闭环模式下独立运行时，可提供状态和报警信息以及多种其他可编程选项，以便监测外置系统。

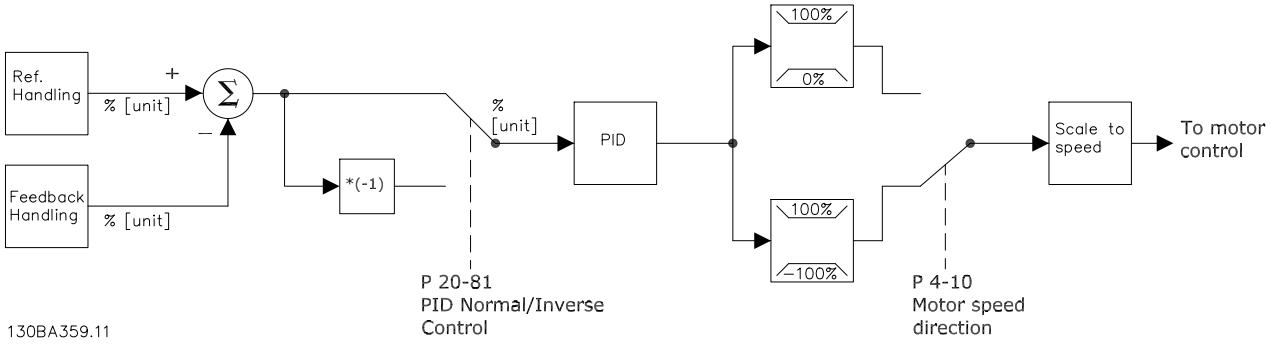


图 2.9 闭环控制器框图

以下面的泵应用为例：为了将管道中的静态压力保持在恒定水平，此应用需要对泵速进行控制（请参阅*图 2.9*）变频器接收来自系统中某个传感器的反馈信号。它将此反馈与设置点参考值进行比较，以确定这两个信号之间的误差（如果存在）。然后，它会调整电动机速度来纠正该误差。 静态压力给定值是变频器的参考值信号。静态压力传感器测量管道中的实际静态压力，并以反馈信号方式将此信息提供给变频器。如果反馈信号大于给定值参考值，则变频器会通过减慢速度来将压力降低。同样，如果管道压力低于给定值参照值，则变频器会通过自动加快速度来增大泵压力。

2

使用变频器闭环的默认值通常就可以提供令人满意的性能，通过调节 PID 参数通常可以优化系统控制。*自动调谐*是为此优化而提供的。

其他可编程特性包括：

- 反向调节 – 当反馈信号较高时，电动机速度会增加。这适用于压缩机压力/温度过高，需提高速度的情况。
- 启动频率 – 在 PID 控制器接管前，让系统快速达到操作状态。
- 内置低通滤波器 – 降低反馈信号噪音。

2.4.3 本地（手动启动）和远程（自动启动）控制

您可以通过 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。

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。远程参考值为默认设置。

- 要使用本地参考值，要在*手动*模式中进行配置。要启用手动模式，修改参数组 *0-4* LCP 键盘*中的参数设置。有关详细信息，请参阅*编程指南*。
- 要使用远程参考值，在*自动*模式（默认模式）下进行配置。在*自动*模式下，可借助数字输入和各种串行接口（RS485、USB 或可选的现场总线）来控制变频器。
- *图 2.10* 说明了有效参考值选择（本地或远程）产生的配置模式。
- *图 2.11* 说明了本地参考值的手动配置模式。

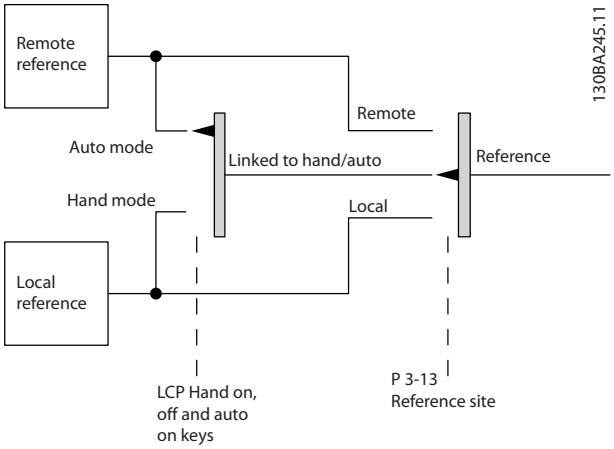


图 2.10 有效参考值

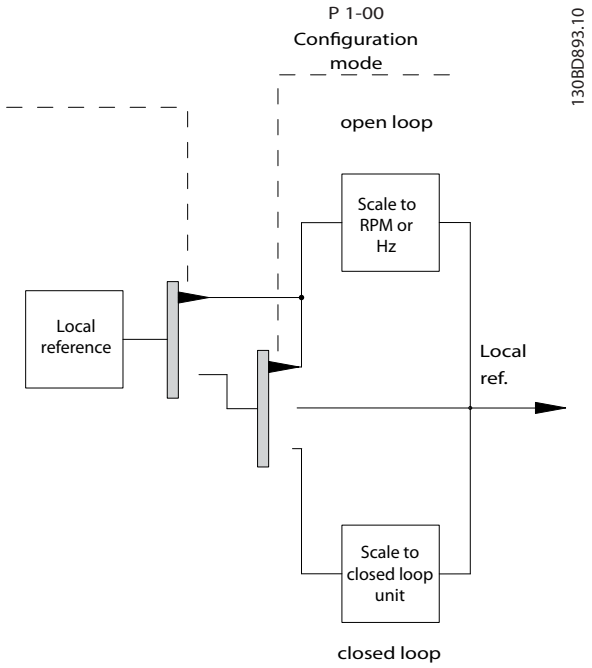


图 2.11 手动配置模式

应用控制原理
远程参考值或本地参考值随时保持有效状态。不能同时激活两个参考值。在*参数 1-00 配置模式*中设置应用控制原理（即开环或闭环），如 *表 2.3* 所示。
当本地参考值有效时，在*参数 1-05 Local Mode Configuration* 中设置应用控制原理。
在*参数 3-13 参考值位置*中设置参考值位置，如*表 2.3* 所示。

有关详细信息，请参阅*编程指南*。

[Hand On] [Auto On] LCP 键	*参数 3-13 参考值位置*	有效参考值
手动	联接到手动/自动	本地
手动⇒停止	联接到手动/自动	本地
自动	联接到手动/自动	远程
自动⇒停止	联接到手动/自动	远程
所有键	本地	本地
所有键	远程	远程

表 2.3 本地和远程参考值配置

2.4.4 参考值处理

开环和闭环操作中均可使用参考值处理。

内部和外部参考值
在变频器中最多可以设置 8 个内部预置参考值。可通过数字控制输入或串行通信总线，在外部选择有效的内部预置参考值。

还可向变频器提供外部参考值，最常用的方法是通过模拟控制输入。所有参考值源和总线参考值相加，便得到总的外部参考值。激活参考值，选择下列参考值之一：

- 外部参考值
- 预置参考值
- 给定值
- 上述 3 项的总和

可以标定激活的参考值。

标定后的参考值按如下方式计算：

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

其中 X 是外部参考值、预置参考值或这两个参考值的和，Y 是*参数 3-14 预置相对参考值*（[%]）。

如果将 Y *参数 3-14 预置相对参考值*设为 0%，则参考值将不受标定的影响。

远程参考值

远程参考值的组成部分（请参阅*图 2.12*）：

- 预置参考值
- 外部参考值：
  - 模拟输入
  - 脉冲频率输入
  - 数字电位计输入
  - 串行通讯总线参考值
- 预置相对参考值
- 由反馈控制的给定值

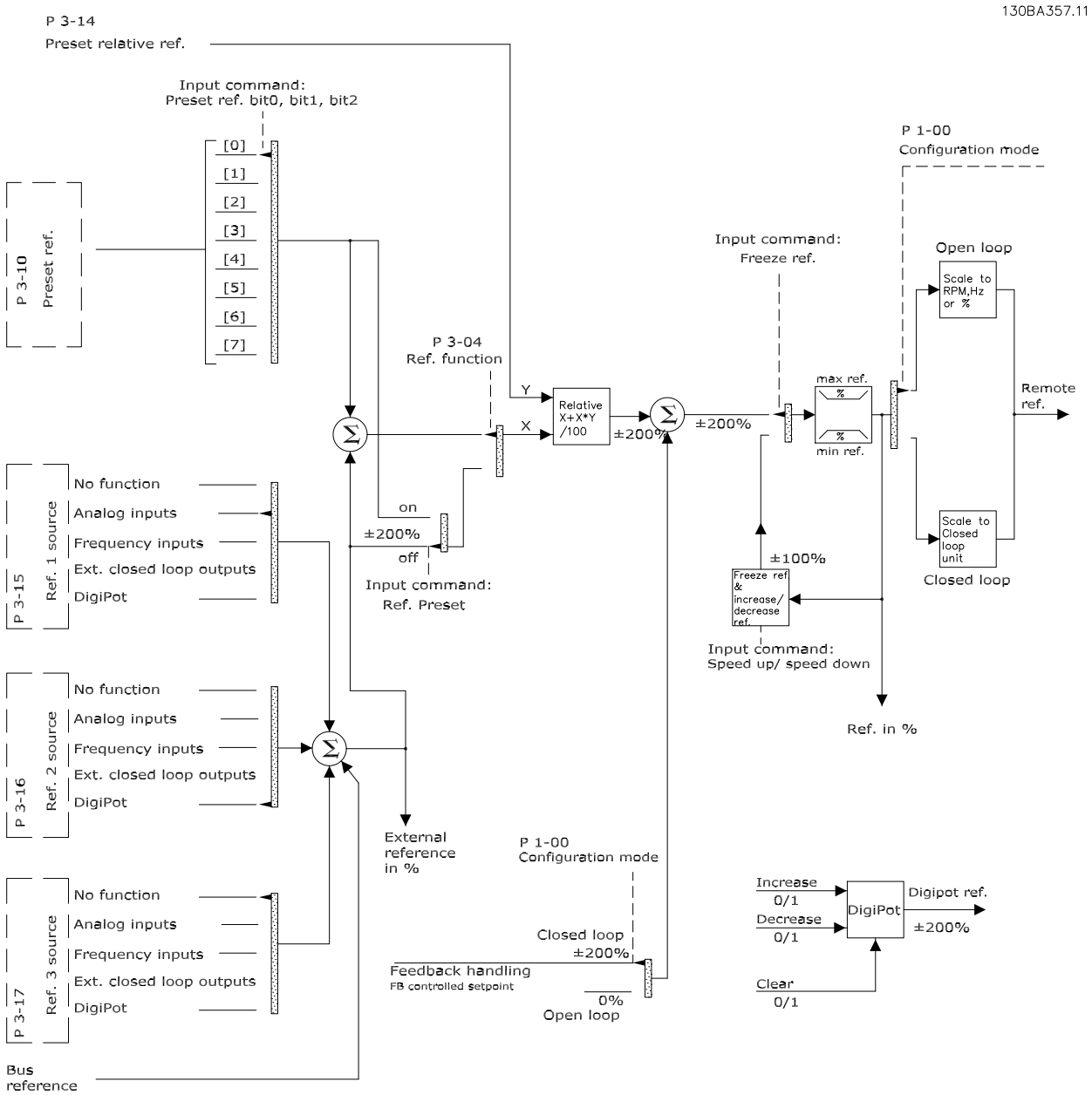


图 2.12 远程参考值处理

2

2.4.5 反馈处理

对于要求高级控制（如多设置点和多种类型的反馈）的应用，可以配置反馈处理（请参阅*图 2.13*。
常见的控制类型有 3 种：

单区域，单给定值
此控制类型为基本反馈配置。给定值 1 与任何其他参考值（如果存在）相加，并选择反馈信号。

多区域，单给定值
此控制类型使用 2 个或 3 个反馈传感器，但只有一个给定值。这些反馈可以相加、相减或取它们的平均值。此外还可以使用最大或最小值。在该配置中仅使用设置点 1。

多区域，给定值/反馈
使用具有最大差值的给定值/反馈对来控制变频器速度。最大值试图将所有区域保持在各自的给定值水平或该水平以下，而最小值试图将所有区域保持在各自的给定值水平或该水平以上。

示例
区域 2，2 个给定值应用。区域 1 的给定值是 15 bar，反馈为 5.5 bar。区域 2 的给定值为 4.4 bar，反馈为 4.6 bar。如果选择最大值，则会将区域 2 给定值和反馈发送到 PID 控制器，因为它们的差值较小（反馈高于给定值，得到负差值）。如果选择了最小值，则会将区域 1 的给定值和反馈发送到 PID 控制器，因为它们的差值较大（反馈低于给定值，得到正差值）。

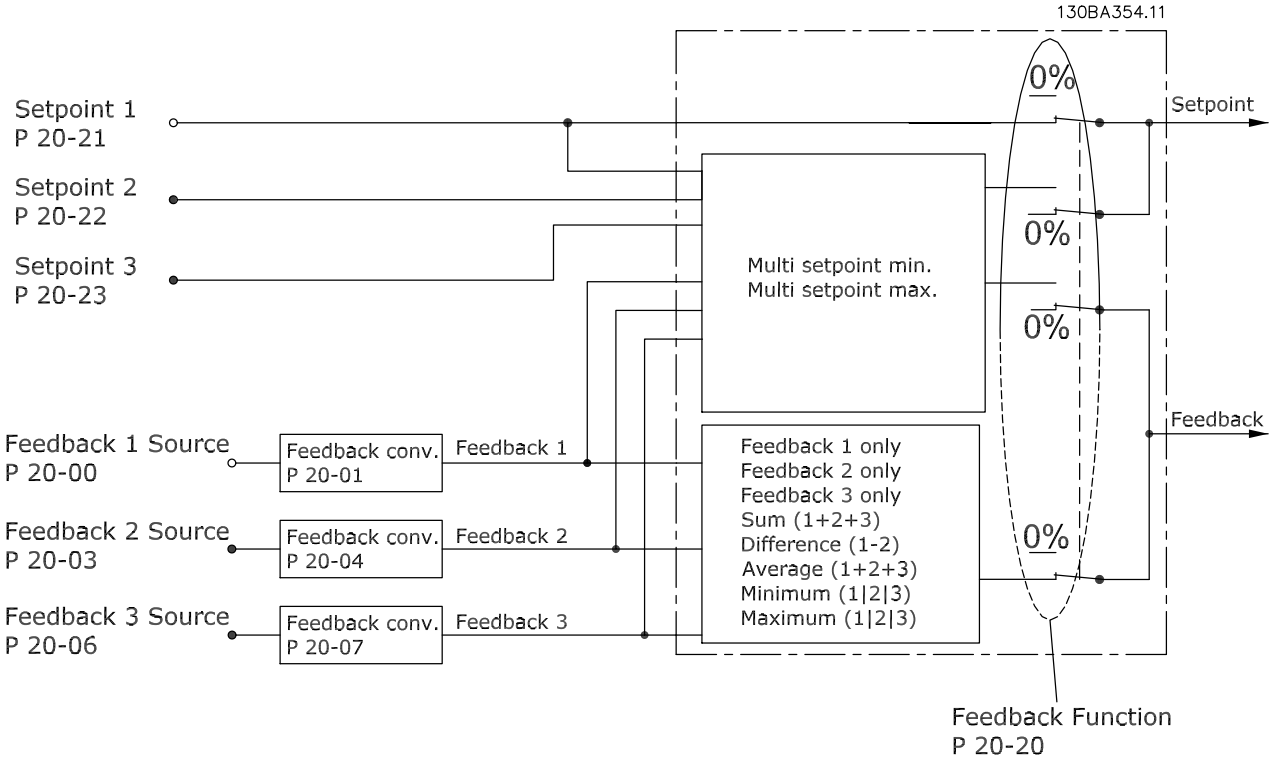


图 2.13 反馈信号处理框图

反馈转换
在某些应用中对反馈信号进行转换非常有用。使用压力信号来提供流量反馈是这方面的一个例子。由于压力的平方根同流量成正比，因此，通过压力信号的平方根会得到一个与流量成正比的值，请参阅*图 2.14*。

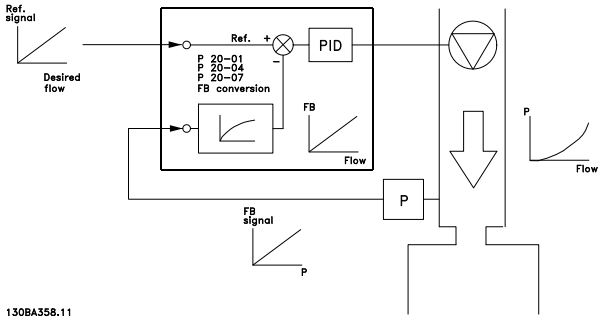


图 2.14 反馈转换

2.5 自动运行功能

变频器运行时即可激活自动运行功能。其中多数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。

有关特定电动机参数任何所需设置的详情，请参阅*编程指南*。

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。

2.5.1 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。在供电侧使用建议的熔断器和/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 7.8 熔断器和断路器*

注意

为确保符合针对 CE 的 IEC 60364 或针对 UL 的 NEC 2009，必须使用熔断器和/或断路器。

2.5.2 过电压保护

电动机产生过电压
当电动机用作发电机时，直流回路电压会增加。将在下列情况中出现此现象：

- 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，如果惯性力较大，摩擦较小，减速时间过短，则会导致变频器、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*参数 1-40 1000 RPM 时的后 EMF*、*参数 1-25 电动机额定转速*和*参数 1-39 电动机极数*的值进行内部计算，并据此自动限定 *参数 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或未受控水流量），应为变频器配备制动电阻器。

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

过压控制 (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

可激活 PM 电动机的 OVC (PM VVC+)。

2.5.3 电动机缺相检测

电动机缺相功能（*参数 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 1000 ms，但可进行调整以实现更快检测。

2.5.4 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（*参数 14-12 输入缺相功能*），默认设置会使变频器跳闸。

2.5.5 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。为捕获旋转的电动机，启用飞车启用。

2.5.6 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 *参数 4-16 电动时转矩极限*或 *参数 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*参数 14-25 转矩极限跳闸延迟*中进行控制。

电流极限
电流极限控制范围为*参数 4-18 电流极限*。

速度极限
利用下列参数中的 1 个或多个参数定义工作速度范围的上限和下限：

- *参数 4-11 电机速度下限.*
- *参数 4-12 电动机速度下限 [Hz]* 和 *参数 4-13 电机速度上限。*
- *参数 4-14 Motor Speed High Limit [Hz].*

例如，可将工作速度范围定义在 30 和 50/60Hz 之间。*参数 4-19 最大输出频率*可限制变频器可提供额最大输出速度。

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。其特性如 *图 2.15* 所示。

电压极限
当达到特定的硬编码电压水平时，变频器会关闭，以保护晶体管和直流电路电容器。

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。

2.5.7 自动降容

变频器会持续检查是否存在临界情况：

- 控制卡或散热片出现高温
- 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 *参数 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。

2.5.8 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，并调整输出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。电动机可受益于：

- 提高变压器效率。
- 减少电机热量。
- 运行更加安静。

由于变频器自动调节电动机电压，因此无需选择 V/Hz 曲线。

2.5.9 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。开关频率为这些脉冲的速率。低开关频率（较慢脉冲速率）会使电动机发出噪音，因此最好选择较高的开关频率。但是较高的开关频率使变频器变热，从而限制向电动机供应的电流量。 自动切换频率调制可自动调节这些状况，从而提供最高的开关频率而不会使变频器过热。通过提供经调节的高开关频率，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。

2.5.10 使用较高开关频率时自动降低额定值

变频器目的是在 3.0 和 4.5 kHz 的开关频率范围内实现持续的全负载运行（此频率范围取决于功率大小）。高于最大许可范围的开关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开关频率控制。该功能使电动机可拥有负载所允许的高开关频率。

2.5.11 温度过高自动降容

温度过高自动降容操作可防止变频器在高温时出现跳闸现象。内部温度传感器测量条件可防止功率组件出现过热现象。变频器可自动降低其开关频率，将其工作温度维持在安全极限范围内。降低开关频率后，变频器最多还可降低 30% 的输出频率和电流，避免出现过温跳闸现象。

2.5.12 自动加减速

相对可用电流而言，如果电动机尝试过快加速负载，则会导致变频器跳闸。同样适用于过快减速。自动加减速通过增大电动机加减速率（加速或减速）来匹配可用电流，来防止出现这些情况。

2.5.13 电流极限电路

当负载超出变频器正常运行的电流容量时（由于变频器或电动机过小），电流极限将降低输出频率，以降低电动机速度和负载。可调计时器可限制将此种情况的运行时间限制为 60 s 或以下。出厂默认极限为电动机额定电流的 110%，以便最大限度降低过流压力。

2.5.14 功率波动性能

变频器可承受的主电源波动，例如：

- 瞬态。
- 短暂失电。
- 短时间压降。
- 电涌。

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

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

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。

2.5.15 电动机软启动

变频器向电动机提供适当电流，以克服负载惯量，并将电动机加速至所需速度。如此可避免向静止或低速运行的电动机提供全主电源电压，防止生成高电流和高温。此自带软启动功能可降低热负荷和机械压力，增加电动机寿命，并让系统更加安静的运行。

2.5.16 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。

2.5.17 温控风扇

变频器中的传感器可控制内部冷却风扇的温度。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。

2.5.18 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 3.2.2 EMC 测试结果（辐射）* 。

2.5.19 测量所有三相电动机电流

持续测量电动机的所有三相输出电流，保护变频器和电动机，防止出现短路、接地故障和缺相。立即检测到输出接地故障 如果电动机缺相，则变频器会立即停止，并报告缺失的相位。

2.5.20 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 的门驱动器、触发器、变压器以及 光耦合器。
- 输出电流霍尔效应传感器。

2.6 自定义应用功能

自定义应用功能是变频器中编程的用于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*编程指南*。

2.6.1 电动机自适应

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。

2.6.2 电机热保护

电动机热保护有 3 种方式：

- 通过电动机绕组中在标准 AI 或 DI 处连接的 PTC 传感器进行直接温度感应。
- DI 上的机械热敏开关（Klixon 类型）。
- 通过异步电动机的内置电子热敏继电器 (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。

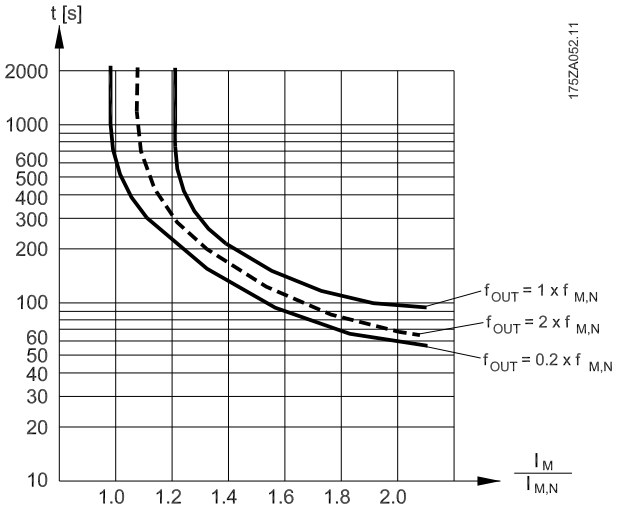


图 2.15 ETR 特性

图 2.15 中的 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 *参数 16-18 电动机发热* 中看到。

2.6.3 主电源断电

如果发生主电源断电，变频器将继续工作，直到直流回路电压低于最低停止水平。最低停止水平一般比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 （*参数 14-10 主电源故障*） 以在主电源断开期间区别各类行为，

- 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 （*参数 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很重要。

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。

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

注意

建议压缩机使用惯性停车，因为大多数情况下，惯量对于飞车启动而言过小。

2.6.4 内置 PID 控制器

4 个内置比例、积分、微分 （PID） 控制器可消除辅助控制设备的使用。

其中一个 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。

使用 3 个其他和独立控制器控制其他过程设备，例如化学进料泵、阀门控制或不同程度的通风。

2.6.5 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。

2.6.6 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。

2.6.7 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。这不同于可变转矩变频器和恒定转矩变频器。可变转矩变频器可在低速时降低电动机转矩。在以低于额定速度的速度运行时，恒定转矩变频器可提供过大的电压、热量和电动机噪音。

2.6.8 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。

2.6.9 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。

2.6.10 四种可编程菜单

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 显示有效菜单。

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。

2.6.11 直流制动

某些应用可能需要制动电动机降速或停止。制动电动机时使用直流电流，可消除独立电动机制动的需求。可将直流制动设置为按周期频率激活或接收到信号后激活。还可编程制动速率。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

2.6.12 睡眠模式

当需求在指定时间内较低时，变频器会自动转入睡眠模式，这会令变频器停止。当系统需求增加后，变频器会重新启动电动机。睡眠模式可节约能源以及降低电动机磨损。与延时时钟不同，变频器在达到预设的唤醒需求水平时始终可以运行。

2.6.13 允许运行

变频器可在启动前，等待远程*系统就绪*信号。当激活此功能时，变频器将保持停止，直到收到启动许可。允许运行可确保允许变频器启动电动机前，系统或辅助设备处于正确状态。

2.6.14 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 *参数 13-52 条件控制器动作* [x]），当关联的用户定义事件（请参阅 *参数 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 2.16* 所示。

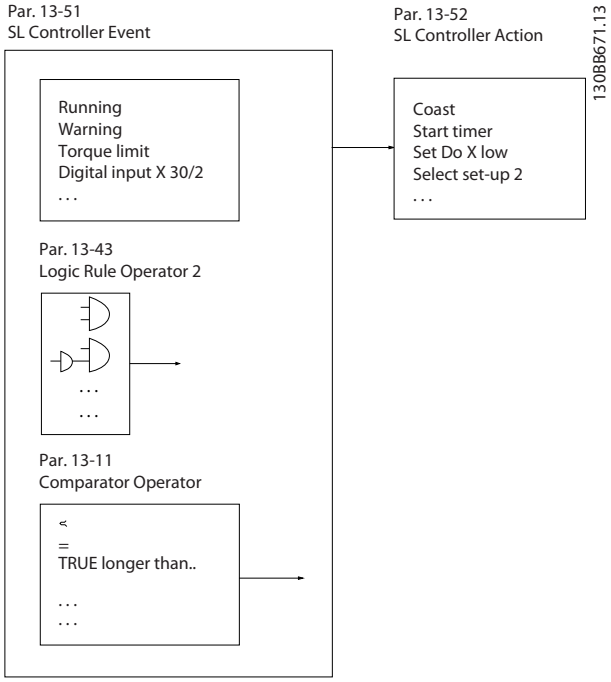


图 2.16 SLC 事件和操作

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 TRUE，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 2.17* 显示的示例带有四个事件/操作：

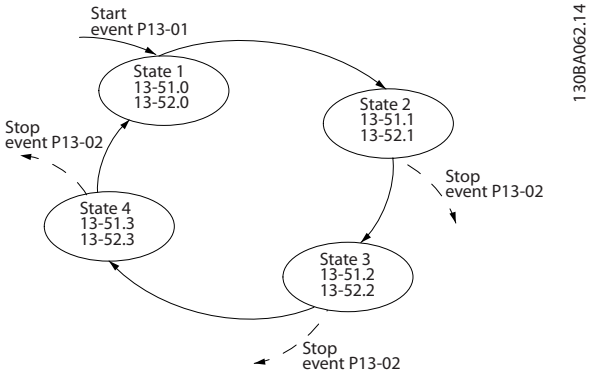


图 2.17 对 4 个事件/操作编程时的执行顺序

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。

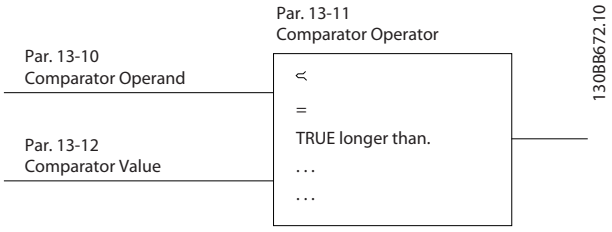


图 2.18 比较器

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，最多组合三个输入。

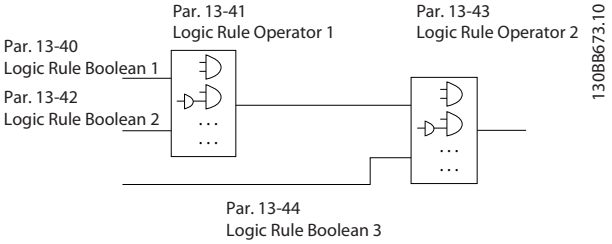


图 2.19 逻辑规则

逻辑规则、计时器和比较器也可在 SLC 序列之外使用。

请参阅 *章 4.3 应用设置示例*查看 SLC 示例。

2

2.6.15 Safe Torque Off 功能

变频器可以通过控制端子 37 提供 Safe Torque Off (STO) 功能。STO 可以停止变频器输出级的功率半导体的控制电压。这样一来便无法生成电动机旋转所要求的电压。当 STO (端子 37) 被激活后，变频器将发出报警、使装置发生跳闸和电动机发送惯性停车。此后需要用手动方式重新启动。可使用 STO 功能紧急停止变频器。在正常工作模式下，无需 STO 时，使用常规停止功能。当使用自动重启时，确保符合 ISO 12100-2 第 5.3.2.5 款的要求。

责任条件
用户须负责确保安装和使用安全停止功能的人员：

- 阅读并理解与 健康、安全和事故预防有关的安全规定。
- 熟悉与特定应用有关的通常要求和安全标准。

用户是指：

- 集成人员。
- 操作人员。
- 服务技术人员。
- 维护技术人员。

标准
在端子 37 上使用 STO 功能时，用户需符合所有安全规定，包括相关法律、法规和准则的要求。可选的 STO 功能符合下述标准：

- EN 954-1： 1996 类别 3
- IEC 60204-1： 2005 类别 0 - 不受控停止
- IEC 61508： 1998 SIL2
- IEC 61800-5-2： 2007 - STO 功能
- IEC 62061： 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1： 2006 类别 3 PL d
- ISO 14118： 2000 (EN 1037) - 预防意外启动

要正确、安全地使用 STO 功能，仅靠所列信息和说明可能还不够。有关 STO 的详细信息，请参考 *VLT® Safe Torque Off 操作手册*。

保护措施

- 安全工程系统的安装与调试应由具备资质和技能的人员来完成。
- 仅在防护等级为 IP54 或同等环境内安装设备。在特殊应用中会要求更高的 IP 防护等级。
- 端子 37 和外部安全设备之间的电缆必须根据 ISO 13849-2 表 D.4 的要求具备短路保护能力。
- 如果电动机轴受到外力的影响（例如悬挂负载），则须采取额外措施 （例如，安全夹持制动）。

2.7 故障、警告和报警功能

变频器可以监测系统运行的许多状态，其中包括主电源状况、电动机负载和性能以及变频器状态。报警或警告并不一定意味着变频器自身存在问题。这可能是监测变频器外部，了解性能极限的条件。变频器具有各种预编程故障、警告和报警响应。选择 其他报警和警告功能，以提高或修改系统性能。

此部分描述了常见报警和警告功能。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。

2.7.1 高温运行

在默认情况下，变频器会在高温时，发出报警，并跳闸。如果选择*自动降容和警告*，则变频器发出情况报警，但仍保持运行状态，并首先通过降低其开关频率来试图冷却本身。然后，在必要情况下，可降低输出频率。

自动降容不会替代根据环境温度降低额定值的用户设置（请参阅*章 5.4 根据环境温度降低额定值*）。

2.7.2 参考值过高和过低警告

在开环模式中，参考值信号直接控制变频器的速度。当达到编程的最大值或最小值时，显示屏会显示闪烁参考值过高或过低警告。

2.7.3 反馈过高和过低警告

在闭环操作中，通过变频器监测选定的高反馈值和低反馈值。适当的情况下，显示屏会显示闪烁高或闪烁低警告。变频器还可监测开环模式运行的反馈信号。尽管信号不会影响变频器在开环模式下的操作，但其有助于通过本地或串行通信来指示系统状态。变频器可处理 39 种不同测量单位。

2.7.4 相位失衡或缺相

直流母线脉动电流过大表示相位不平衡或缺相。当变频器缺少电源相位时，默认操作是发出报警，并让变频器发生跳闸，以保护直流总线电容器。其他选项为发出警告，并将输出电流降低至 30% 的全电流，或发出警告，并继续正常操作。运行连接至不平衡线路的变频器时，直到纠正不平衡情况后，才能达到满意状态。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

2.7.5 频率过高警告

切入诸如压缩机或冷却风扇等额外设备时，变频器可在电动机速度较高时变热。可在变频器中输入特定高频设置。如果输出频率超出设置的警告频率，设备将显示频率过高警告。变频器发出的数字输出可向外部设备发送切入信号。

2.7.6 频率过低警告

在关闭设备时，变频器会在电动机速度较低时变热。可发出警告的选择特定低频设置，并关闭外部设备。在达到工作频率前，变频器不会在停止时或启动时发出频率过低警告。

2.7.7 电流过高警告

此功能类似于频率过高 警告，用于发出警告和切入其他设备的高电流设置除外。在达到设置的工作电流前，在停止或启动时不会激活此功能。

2.7.8 电流过低警告

此功能类似于频率过低警告（请参阅*章 2.7.6 频率过低警告*），用于发出警告和关闭设备的低频率设置除外。在达到设置的工作电流前，在停止或启动时不会激活此功能。

2.7.9 无负载/皮带断裂警告

此功能可用于监测无负载状况，例如 V 形带。在变频器中存储低电流极限后，如果检测到缺失负载，可将变频器设置为发出报警并跳闸或继续运行并发出警告。

2.7.10 缺失串行接口

变频器可检测到串行接口缺失。最多可选择 99 s 的延时时间，避免因串行通讯总线中断而做出响应。超出延时时间时，变频器可使用选项来：

- 维持其最后的速度。
- 转至最大速度。
- 转至预置速度。
- 停止并发出警告。

2.8 用户界面和编程

变频器使用参数来编程其应用功能。参数提供参数描述和可选择或输入数值的选项菜单。*图 2.20* 展示了编程菜单示例。

图 2.20 编程菜单示例

本地用户界面
对于本地编程，可通过按 LCP 上的 [Quick Menu]（快捷菜单）或 [Main Menu]（主菜单）来访问参数。

快捷菜单旨在用于初始设置和电机特性。主菜单可访问所有参数，从而实现高级应用编程。

远程用户界面
对于远程编程，Danfoss 提供开发、存储和传输编程信息的软件程序。借助 MCT 10 设置软件，用户可将 PC 连接至变频器并执行实时编程，且无需使用 LCP 键盘。或用离线方式执行编程，然后只需将其下载到变频器中。或者也可以将整个变频器配置文件载入到 PC 中进行备份存储或分析。可以用 USB 连接器和 RS485 端子来连接变频器。

MCT 10 设置软件 可免费下载 *www.VLT-software.com*. 此外还用部件号 130B1000 提供了相关光盘。用户手册提供了详细的操作说明。另请参阅*章 2.8.2 PC 软件*.

编程控制端子

- 每个控制端子都可以执行特定功能。
- 通过与端子关联的参数可以启用其功能选项。
- 为使采用控制端子的变频器正确工作，端子必须：
  - 正确接线。
  - 根据预期功能进行设置。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

2

2.8.1 本地控制面板

本地控制面板 (LCP) 以图形格式显示在变频器前端，其可通过按钮控制显示用户界面，显示状态信息、警告以及报警、编程参数等内容 。还可使用具有有限显示选项的数字显示器。*图 2.21* 显示 LCP。

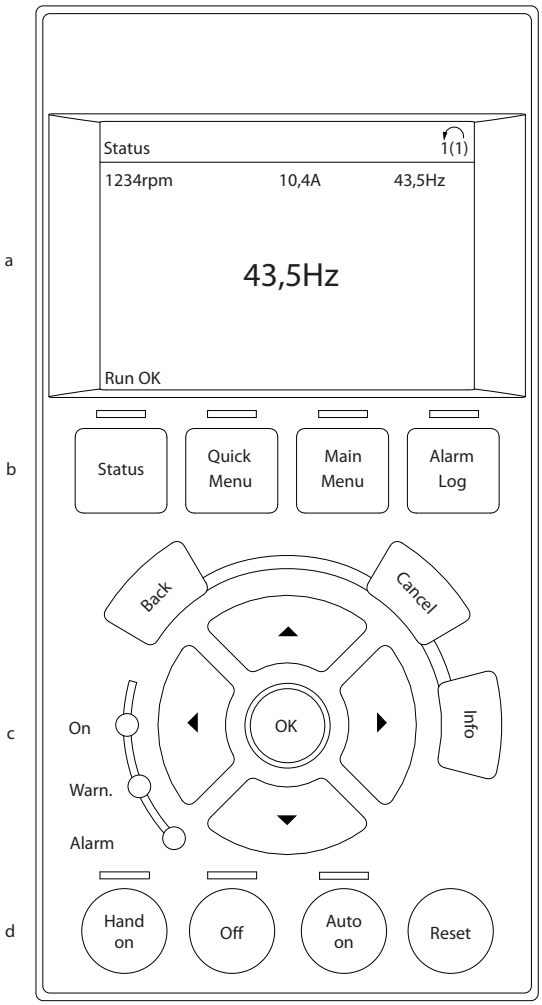


图 2.21 本地控制面板

2.8.2 PC 软件

可通过标准的（主机/设备）USB 电缆或 RS485 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，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，不得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。

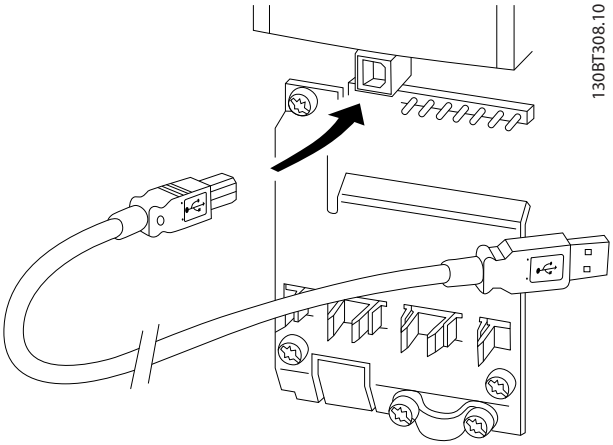


图 2.22 USB 连接

2.8.2.1 MCT 10 设置软件

MCT 10 设置软件旨在调试和服务变频器，包括指导编程多泵控制器、实时时钟、智能逻辑控制器和预防性维护。

此软件可轻松提供控制详情以及系统概览，无论系统大小。该工具可处理所有变频器系列，VLT® Advanced Active Filter AAF 006 以及 VLT® Soft Starter 相关数据。

例 1： 通过 MCT 10 设置软件 在 PC 中存储数据

1. 通过 USB 或 RS485 接口连接 PC 与本设备。
2. 打开 MCT 10 设置软件
3. 选择 USB 端口或 RS485 接口。
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。

例 2： 通过 MCT 10 设置软件 将数据从 PC 传输到变频器

1. 通过 USB 或 RS485 接口连接 PC 与本设备。
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。下载软件和手册：*www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/.*

2.8.2.2 VLT® 谐波计算软件 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。可计算带其他谐波减弱设备的 Danfoss 变频器和非 Danfoss 变频器，例如 Danfoss VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010 和 12-18 脉冲整流器。

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

2.8.2.3 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。

有关详细信息，请参阅 。 *www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

2.9 维护

Danfoss 功率不超过 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。

2.9.1 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。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3 《系统集成》

3

本章介绍了将变频器集成到系统设计中时需要考虑的事项。本章分为三个部分：

- *章 3.1 环境工作条件*
  变频器的环境工作条件，包括：
  - 环境。
  - 机箱。
  - 温度。
  - 降容。
  - 其他考虑事项。
- *章 3.2 EMC、谐波和接地漏电保护*
  从变频器输入到电网中的输入项（再生）包括：
  - 功率。
  - 谐波。
  - 监测。
  - 其他考虑事项。
- *章 3.4 主电源整合*
  从主电源输入到变频器输入项包括：
  - 功率。
  - 谐波。
  - 监测。
  - 接线。
  - 熔断器。
  - 其他考虑事项。
- *章 3.5 电动机集成*
  从变频器输出到电动机输出，包括：
  - 电动机类型。
  - 负载。
  - 监测。
  - 接线。
  - 其他考虑事项。
- *章 3.6 其他输入和输出，章 3.7 机械规划*
  为优化系统设计而集成的变频器输入和输出，包括：
  - 变频器/电动机匹配。
  - 系统特性。
  - 其他考虑事项。

全面的系统设计应能在实现最有效的变频器特性结合的同时，预测潜在问题区域。以下信息提供了规划和说明了集成变频器的电机控制系统的指南。

运行特性提供了多种设计理念，从简单的电动机速度控制到带有以下功能的全面集成的自动化系统：

- 处理反馈。
- 运行状态记录。
- 自动故障响应。
- 远程设置。

完整的设计理念包括需求和用途的详细信息。

- 变频器型号
- 电动机
- 主电源要求
- 控制结构和编程
- 串行通讯
- 设备规格、形状和重量
- 电源和控制接线要求； 型号和长度
- 熔断器
- 辅助设备
- 运输和存放

请参阅*章 3.10 系统设计检查清单*查看选择和设计的实用指南。

了解可优化系统设计的功能和战略选项，并且可能避免安装多余的部件或功能。

3.1 环境工作条件

3.1.1 湿度

尽管变频器可以在高湿度（相对湿度高达 95%）下正常工作，但应避免冷凝。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。确保有足够的功率消耗以避免变频器电路受潮。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3.1.2 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。

- 尽管变频器可以在低至 -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。

3.1.3 冷却

变频器可以热的形式消耗电能。以下建议能有效冷却设备。

- 进入机箱的最大空气温度不得超过 40 °C (104 °F)。
- 昼/夜平均温度不得超过 35 °C (95 °F)。
- 安装设备时，要允许冷却气流自由通过散热器。请参阅*章 3.7.1 间隙*了解正确安装间隙。
- 提供冷却空气的最小前后间隙要求。请参阅*操作说明*了解正确安装要求。

3.1.3.1 风扇

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。

由变频器内部温度控制主风扇。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 *参数 14-52 风扇控制*调节以适应任何应用，也能防止在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。请参阅*章 5.1 降容*了解详情。

3.1.3.2 计算冷却变频器所需的气流量

可按如下方式计算冷却一个机箱内的一台变频器或多台变频器所需的气流量：

1. 确定*章 7 规格*数据表中所有变频器在最大输出时的功率损耗。
2. 加上可同时运行的所有变频器的功率损耗值。得到的和为要转换的热量 Q。让结果乘以因数 f（从*表 3.1* 读取）。例如，海平面的 f = 3.1 m^3 x K/Wh。
3. 确定进入机箱的最高空气温度。让机箱内所需温度减去此温度，例如 45 °C (113 °F)。
4. 让步骤 2 的总和除以步骤 3 的总和。

计算公式为：

$$V = \frac{f \times Q}{T_i - T_A}$$

其中

V = 气流量 (m^3/h)

f = 因数 (m^3 x K/Wh)

Q = 将转换为 W 的热量

T_i = 机箱内的温度 (°C)

T_A = 环境温度 (°C)

f = cp x ρ（空气比热容 x 空气密度）

注意

空气比热容 (cp) 和空气密度 (ρ) 不为常数，取决于温度、湿度以及大气压力。因此，其取决于海拔高度。

表 3.1 表示因数 f 的典型值，根据不同海拔高度计算的。

海拔	空气比热容 cp	空气密度 ρ	因数 f
[米]	[kJ/kgK]	[kg/m^3]	[m^3·K/Wh]
0	0.9480	1.225	3.1
500	0.9348	1.167	3.3
1000	0.9250	1.112	3.5
1500	0.8954	1.058	3.8
2000	0.8728	1.006	4.1
2500	0.8551	0.9568	4.4
3000	0.8302	0.9091	4.8
3500	0.8065	0.8633	5.2

表 3.1 根据不同海拔高度计算的因数 f

示例

在最高环境温度为 37 °C 时，冷却一个机箱内同时运行的 2 个变频器（热损失分别为 295 W 和 1430 W）所需的气流量为多少？

- 两个变频器的热损失总和为 1725 W。
- 1725 W 乘以 3.3 m^3 x K/Wh 得到 5693 m x K/h。
- 45 °C 减去 37 °C 等于 8 °C (=8 K)。
- 5693 m x K/h 除以 8 K 等于： 711.6 m^3h。

如果要求气流量单位为 CFM，则使用转换公式 1 m^3/h = 0.589 CFM 进行转换。

对于上述示例，711.6 m^3/h = 418.85 CFM。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3

3.1.4 电动机产生的过压

如果电动机用作发电机，则直流回路（直流母线）的直流电压会升高。可以 2 种方式出现：

- 当变频器以恒定输出频率运行时，负载会驱动电动机。这通常被称为牵引负载。
- 在减速时，如果负载惯量过大，则将变频器的减速时间设置为较小的数值。

变频器不能生成返回输入的能量。因此，当设置为启用自动加减速时，其会限制接收电动机的能量。如果在减速期间出现过压现象，则变频器尝试通过增加减速时间来完成此工作。如果未成功完成，或如果在以恒定频率运行，负载驱动电动机，且达到关键直流母线电压水平，则变频器会关闭，并显示故障。

3.1.5 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

有关声源性噪音额定值，请参阅 *表 7.40*。

3.1.6 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 1000 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。

3.1.7 腐蚀性环境

3.1.7.1 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 3.2*。

注意

变频器标配电路板有等级 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 1)	平均值	最大值 1)
海盐	n/a	无	盐雾		盐雾	
硫氧化物	mg/m³	0.1	0.3	1.0	5.0	10
硫化氢	mg/m³	0.01	0.1	0.5	3.0	10
氯气	mg/m³	0.01	0.1	0.03	0.3	1.0
氯化氢	mg/m³	0.01	0.1	0.5	1.0	5.0
氟化氢	mg/m³	0.003	0.01	0.03	0.1	3.0
氨气	mg/m³	0.3	1.0	3.0	10	35
臭氧	mg/m³	0.01	0.05	0.1	0.1	0.3
氮气	mg/m³	0.1	0.5	1.0	3.0	9.0

表 3.2 保形涂层类等级

1) 最大值是不超过每天 30 分钟的短暂峰值。

3.1.7.2 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本部分描述的 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。这些组件会变热，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。轴承中的灰尘可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。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3.1.8 IP 额定值定义

		防止固体异物侵蚀	防止接触危险部件的方式
首位数	0	（无保护）	（无保护）
	1	直径≥50 mm	手背
	2	直径 12.5 mm	手指
	3	直径 2.5 mm	工具
	4	直径≥1.0 mm	电线
	5	防尘	电线
	6	防尘	电线
		防止有害影响的渗水现象	
第二个数字	0	（无保护）	-
	1	垂直下落	-
	2	下落角度为 15°	-
	3	波水	-
	4	溅水	-
	5	喷水	-
	6	强效喷水	-
	7	短暂浸水	-
	8	长期浸水	-
		有关详细信息	
首字母	A		手背
	B		手指
	C		工具
	D		电线
		有关详细信息	
附加字母	H	高压设备	-
	M	水测试期间移动的设备	-
	S	水测试期间静止的设备	-
	W	天气条件	-

表 3.3 IP 额定值 IEC 60529 定义

3.1.8.1 机柜选件和额定值

Danfoss 变频器可由三种不同的保护等级：

- 用于机柜安装的 IP00 或 IP20。
- 本地安装的 IP54 或 IP55。
- 关键环境条件的 IP66，例如极高的（空气）湿度或灰尘或侵蚀性气体密度较高。

3.1.9 射频干扰

实践的主要目的是获得能稳定运行的系统，且组件之间无射频干扰。为达到较高的抗干扰等级，建议使用带有优质 RFI 滤波器的变频器。

使用 EN 61800-3 中指定的符合通用标准 EN 55011 B 级限制的 C1 类滤波器。

如果 RFI 滤波器不符合类别 C1（类别 C2 或更低），则在变频器上贴上警告标识。操作人员负责张贴适当标识。

在实践中，RFI 滤波器有 2 种安装方法：

- 内置在设备中
  - 内置滤波器占用机箱内部空间，但可避免装配、接线以及材料产生的额外成本。然而，最重要的优点在于集成滤波器完美的 EMC 合规性和布线。
- 外接选件
  - 安装在变频器输入端的外部 RFI 滤波器选件可引发压降。在实践中，这意味着变频器输入不能达到全主电源电压，可能需要额定值更高的变频器。符合 EMC 极限范围的电动机电缆最长长度为 1-50 m。会产生材料、接线以及装配成本。未测试 EMC 合规性。

注意

为确保变频器/电动机系统不受干扰地运行，始终使用类别 C1 RFI 滤波器。

注意

VLT® Refrigeration DriveFC 103 装置标配有符合类别 C1 (EN 61800-3) 的内置 RFI 滤波器，可与电压为 400 V 系统配合使用，功率额定值可高达 90 kW，或功率额定值为 110 至 630 kW 的类别 C2。FC 103 装置符合屏蔽电动机电缆长达 50 m 的 C1，或屏蔽电动机电缆长达 150 m 的 C2。请参阅 *表 3.4* 了解详情。

3.1.10 PELV 和高低压绝缘合规性

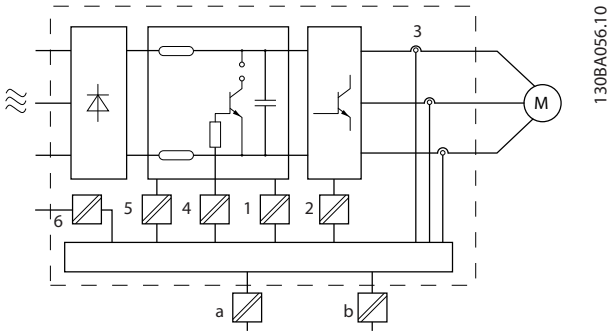
如果电源为保护性超低压 (PELV) 类型，且安装符合地方和国家 PELV 规定，则可确保电击保护。

为了保持控制端子处的 PELV，所有连接必须为 PELV，例如对热敏电阻实行加强/双重绝缘保护。所有 Danfoss 变频器控制和继电器端子均符合 PELV（400 V 以上的接地三角形线路除外）。

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。

如*图 3.1* 所示提供电隔离。描述的组件符合 PELV 和高低压绝缘要求。

Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。



1	包括 VDC 信号绝缘的电源 (SMPS)，表示中间电流电压
2	IGBT 的门驱动器
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
a	用于 24 V 备份选件的高低压绝缘
b	用于 RS485 标准总线接口的高低压绝缘

图 3.1 高低压绝缘

在高海拔下安装

⚠警告

过压超过高海拔限制的安装可能不符合 PELV 要求。组件和关键零件之间的绝缘不充分。存在过压风险。使用外部防护设备或高低压绝缘降低过压风险。

对于高海拔安装，请联系 Danfoss 了解 PELV 合规事宜。

- 380 – 500 V（机箱 A、B 和 C）： 超过 2000 m (6500 ft)
- 380 – 500 V（机箱 D、E 和 F）： 超过 3000 m (9800 ft)
- 525 – 690 V: 超过 2000 m (6500 ft)

3.2 EMC、谐波和接地漏电保护

3.2.1 关于 EMC 辐射的一般问题

变频器（和其他电气设备）可生成干扰其环境的电场或磁场。这些影响的感此兼容性 (EMC) 取决于设备的功率和谐波特性。

系统中电气设备之间的不受控交互作用可降低兼容性和影响可靠性操作。干扰形式：

- 主电源谐波失真。
- 静电放电。
- 电压快速波动。
- 高频率干扰。

电气设备可生成干扰，同时受到其他生成源的干扰。

系统通常会产生 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。
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，如*图 3.2*所示。
使用屏蔽电机电缆会增大泄漏电流（请参阅 *图 3.2*），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。由于漏电电流 (I_1) 会通过屏蔽丝网电流 (I_3) 返回设备，因此屏蔽的电动机电缆仅产生一个微弱的电磁场 (I_4)，请参阅 *图 3.2*。

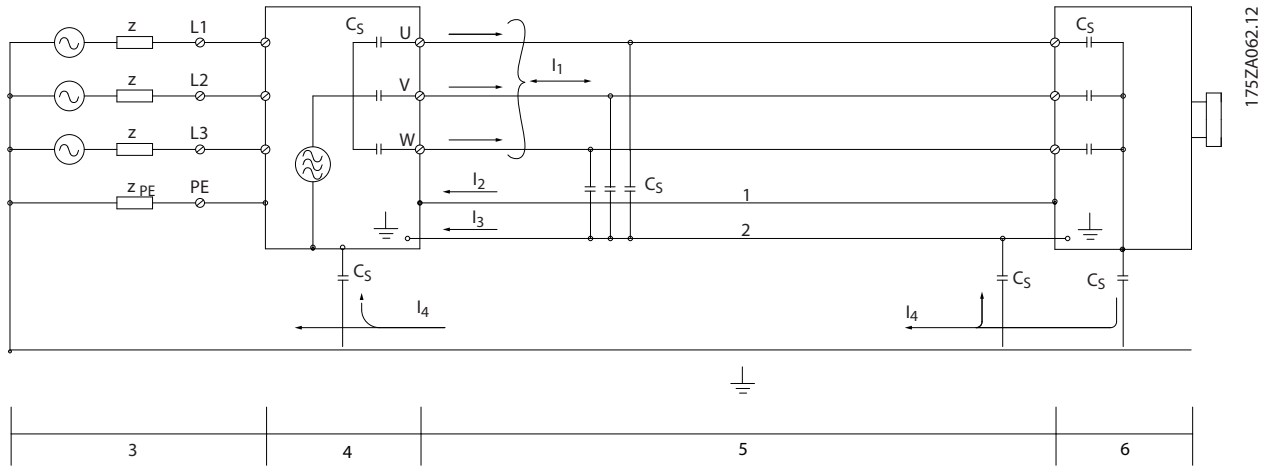
屏蔽丝网降低了辐射性干扰，但增强了主电源的低频干扰。将电动机电缆的屏蔽丝网同时连接到变频器机箱和电动机的机箱。此时最好使用整体性的屏蔽丝网夹，以避免屏蔽丝网端部纽结（辫子状）。辫状屏蔽丝网端部纽结会增加屏蔽丝网在高频下的阻抗，从而降低屏蔽效果并增大泄漏电流 (I_4)。
如果将屏蔽电缆用于继电器、控制电缆、信号接口和制动，则将屏蔽丝网同时连接到机箱的两端。但有时为了避免电流回路，也可能需要断开屏蔽丝网。

如果要将屏蔽丝网放在变频器的固定板上，则使用金属固定板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。尤其是可产生 50 MHz 以上的无线电干扰（空中干扰）的控制性元件。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。



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

图 3.2 产生漏电电流

3.2.2 EMC 测试结果（辐射）

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

射频干扰滤波器类型		传导性干扰			辐射性干扰		
		电缆长度 [m]			电缆长度 [m]		
标准和要求	EN 55011 之间的相关性	B 类 住宅、商业和轻工业	A 类组 1 工业环境	A 类组 2 工业环境	B 类 住宅、商业和轻工业	A 类组 1 工业环境	A 类组 2 工业环境
	EN/IEC 61800-3	类别 C1 第一种环境（家庭和办公室）	类别 C2 第一种环境（家庭和办公室）	类别 C3 第二种环境（工业）	类别 C1 第一种环境（家庭和办公室）	类别 C2 第一种环境（家庭和办公室）	类别 C3 第二种环境（工业）
H1							
1.1 - 22 kW 220 - 240 V		50	150	150	否	是	N/A
1.1 - 45 kW 200 - 240 V		50	150	150	否	是	是
1.1 - 90 kW 380 - 480 V		50	150	150	否	是	是
H2/H5							
1.1 - 22 kW 220 - 240 V		否	否	25	否	否	N/A
1.1 - 3.7 kW 200 - 240 V		否	否	5	否	否	否
5.5 - 45 kW 200 - 240 V		否	否	25	否	否	否
1.1 - 7.5 kW 380 - 480 V		否	否	5	否	否	否
11 - 90 kW 380 - 480 V		否	否	25	否	否	否
HX							
1.1 - 90 kW 525 - 600 V		否	否	否	否	否	否

表 3.4 EMC 测试结果（辐射）

HX、H1 或 H2 在类型代码的第 16 - 17 位定义 EMC 滤波器。
HX - 变频器不带内置的 EMC 滤波器（仅限 600 V 规格的设备）。
H1 - 集成的 EMC 滤波器。符合 A1/B 类标准。
H2 - 没有附加的 EMC 滤波器。符合 A2 类标准。
H5 - 海用型号。与 H2 型号具有同一辐射级别。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3

3.2.3 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 3.5* 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，但必须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。制订 EMC 计划。

表 3.5 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 3.6* 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 3.6 一般辐射标准和 EN 55011 之间的相关性

3.2.4 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。Danfoss 所有变频器均符合工业环境的要求。因此，变频器还符合较低的、具有较大安全宽限的家庭和办公室环境要求。

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

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

请参阅 *表 3.7*。

基本标准	瞬态 2) IEC 61000-4-42)	电涌 2) IEC 61000-4-5	ESD2) 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 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
控制电线	2 kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
标准总线	2 kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
继电器电线	2 kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
应用选件和现场总线选件	2 kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
LCP 电缆	2 kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	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 3.7 EMC 抗扰性表

1) 电缆屏蔽注射。

2) 通常通过测试获得的数值。

3.2.5 电机绝缘

与变频器一起使用的现代化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，确保电动机绝缘，或利用 dU/dt 滤波器或正弦波滤波器（必要时）来抑制。

如果电动机电缆长度 ≤ *章 7 规格*中列出的最大电缆长度，则建议使用*表 3.8*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 3.8 电机绝缘

3.2.6 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

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 确保电机和电机负载已校准。
   - 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 在电机与电机负载之间直接接地（例如泵）。
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. 尽量确保主电源电压与接地平衡。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 滤波器或正弦波滤波器。

3

3.2.7 谐波

带有二极管整流器的电气设备，例如

- 日光灯
- 计算机
- 复印机
- 传真机
- 各种实验室设备以及
- 通信系统

可增加主电源的谐波失真。变频器使用还可导致谐波失真的二极管桥时输入。

变频器不会平分电源线上的电流。此非正弦电流具有的频率是基础电流频率的几倍。这些频率被称为谐波。必须控制主电源上的总谐波失真。尽管谐波电流不会直接影响电气能耗，但其会在接线和传输过程中产生热量。热量可影响在同一电源线上的其他设备。

3.2.7.1 谐波分析

建筑物电气设备的各种特性决定了变频器对设备 THD 的准确谐波影响，以及其满足 IEEE 标准的能力。要总结变频器谐波对特定设备的影响是非常困难的。必要时，可进行系统谐波分析，确定设备影响。

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。可利用傅里叶级数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 或 60 Hz 的不同谐波电流 I_N。

谐波电流并不直接影响功耗，但可增大设备（变压器、感应器、电缆）的热损耗。因此，如果发电厂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、电感器和电缆过载。

缩略语	说明
f_1	基本频率
I_1	基本电流
U_1	基本电压
I_n	谐波电流
U_n	谐波电压
n	谐波次数

表 3.9 谐波相关缩略语

	基本电流 (I_1)	谐波电流 (I_n)		
电流	I_1	I_5	I_7	I_{11}
频率 [Hz]	50	250	350	550

表 3.10 转换非正弦电流

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

表 3.11 谐波电流比较 RMS 输入 电流

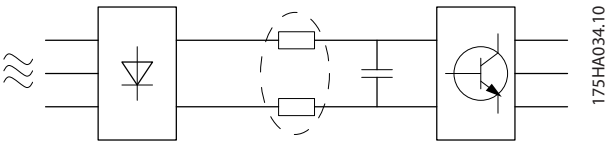


图 3.3 直流回路线圈

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电容器有关的共振。

为保证谐波电流较低，变频器应配有无源滤波器。直流线圈可将总谐波失真降低 (THD) 至 40%。

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

$$THD = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \ldots + U_N^2}}{U1}$$

3.2.7.2 谐波辐射要求

连接到公共供电网络的设备

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

表 3.12 谐波辐射标准

3.2.7.3 谐波测试结果（辐射）

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

表 3.13 说明用户供电和公共供电系统 (R_{sce}) 之间交叉点的短路电源 S_{sc} 大于或等于：

$$S_{SC} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{主电源} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

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

表 3.13 谐波测试结果（辐射）

设备的安装者或用户应负责确保设备仅与短路功率 S_{sc} 大于或等于公式规定值的电源相连。为此请咨询配电网络运营商（如果必要的话）。
咨询配电网运营商，了解将其他功率规格连接至公共供电网络的事宜。

符合多种系统级别的指导标准：
表 3.13 给出的谐波电流数据符合 IEC/EN61000-3-12 中的动力驱动系统产品标准。可以基于它们来计算谐波电流对电源系统的影响，也可以将它们视作符合相关地区性指导标准的证明： IEEE 519 -1992； G5/4。

3.2.7.4 谐波在配电系统中的影响

在 *图 3.4* 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。连接所有负载的公共耦合点是 PCC2。各个负载通过阻抗为 Z_1、Z_2、Z_3 的电缆连接。

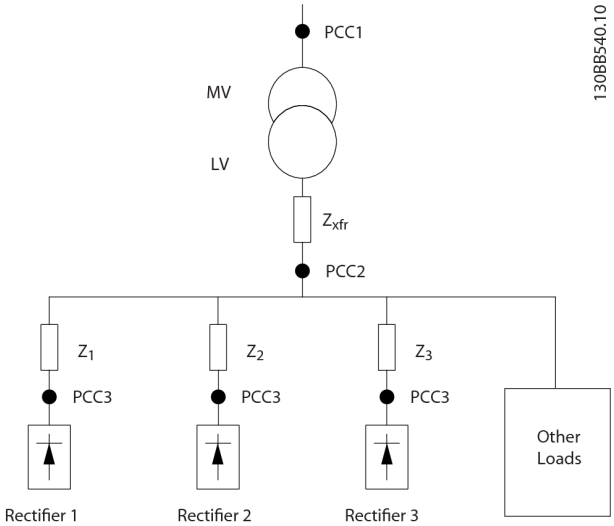


图 3.4 小配电系统

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。

一个用于描述电网阻抗的常用术语是短路率 R_{sce}。这一比率的定义为 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。

$$R_{sce} = \frac{S_{ce}}{S_{equ}}$$

其中 $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{supply}}$ 和 $S_{equ} = U \times I_{equ}$

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。

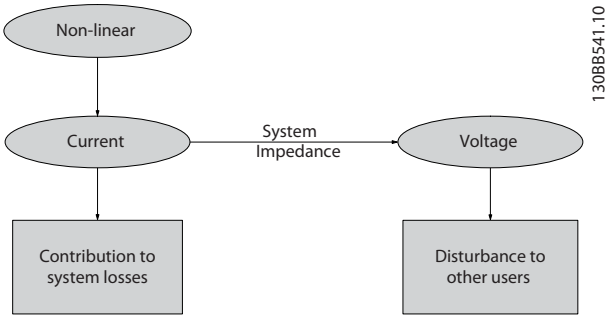


图 3.5 谐波的负面影响

3.2.7.5 谐波抑制标准和要求

谐波抑制要求包括：

- 针对不同应用的要求。
- 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
如果一台电动机直接连接在电网上，另一台由变频器供电，则连接 2 台 110 kW 电动机的一台 250 kVA 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 *VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010 设计指南*。

在欧洲，如果设施通过公共电网连接，则最大 THDv 为 8%。如果设施有自己的变压器，则限制为 10% THDv 。VLT® Refrigeration DriveFC 103 的设计可承受 10% THDv 。

3

3.2.7.6 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。这些为：

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

Danfoss 提供谐波计算工具，请参阅*章 2.8.2 PC 软件*。

3.2.8 接地漏电电流

遵守对漏电电流超过 3.5 mA 的设备进行保护性接地的国家和地方法规。
变频器技术在高功率下利用高频切换。这会在接地线路中产生漏电电流。
接地漏电电流由多个成分组成，这取决于不同的系统配置，其中包括：

- RFI 滤波。
- 电机电缆长度。
- 电动机屏蔽线缆。
- 变频器功率。

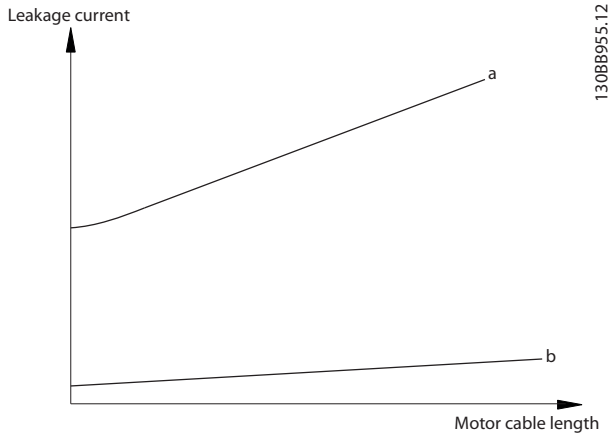


图 3.6 电机电缆长度和功率规格对漏电电流的影响。功率规格 a > 功率规格 b

漏电电流还取决于线路失真情况。

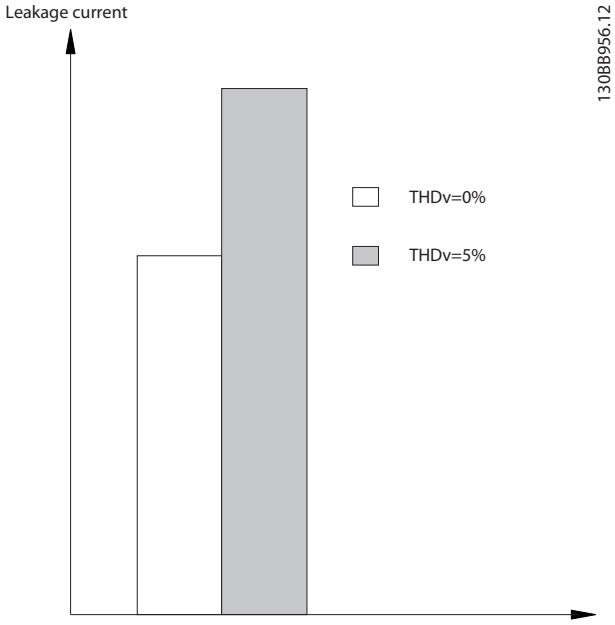


图 3.7 线路失真会影响漏电电流

如果漏电电流超过 3.5 mA，EN/IEC61800-5-1 （动力驱动系统产品标准） 合规性须给予特别注意。增强接地需满足以下防护性接地连接要求：

- 横截面积至少为 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 EN 50178。

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电流的 B 类 RCD。
- 使用带有延迟功能的 RCD，以防瞬态接地电流造成故障。
- 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。

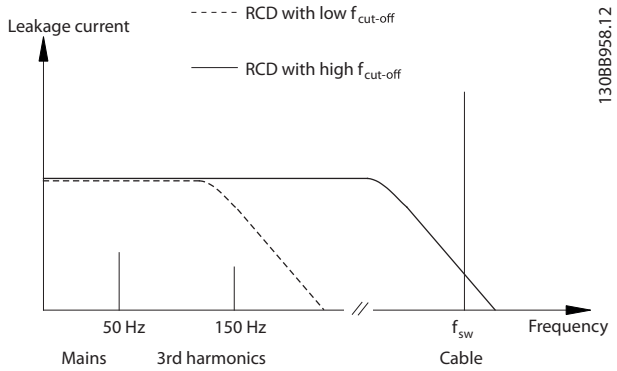


图 3.8 漏电电流的主要成分

由 RCD 检测到的漏电电流量取决于 RCD 的截止频率。

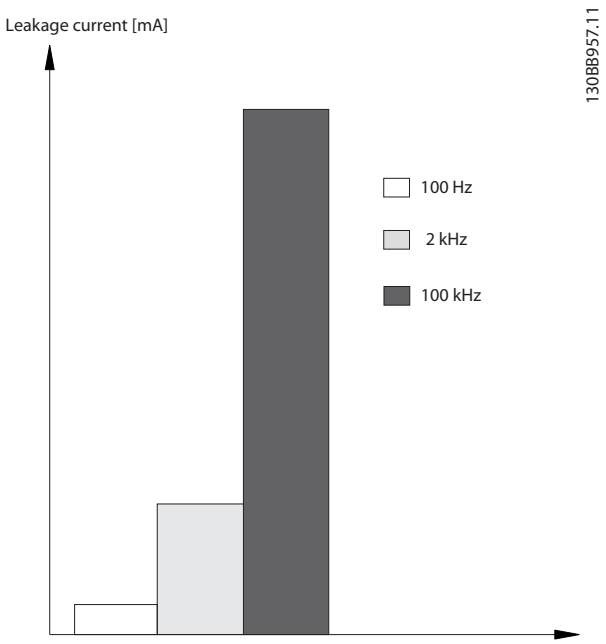


图 3.9 RCD 截止频率对漏电电流的影响

3.3 能效

适用于*功率驱动系统、电机启动器、电子设备及其驱动应用的 EN 50598 生态设计标准*为评估变频器能效提供了指导。

本标准为确定满负载和部分负载的效率等级和能源损耗提供了中立方法。本标准允许结合任何电机和变频器。

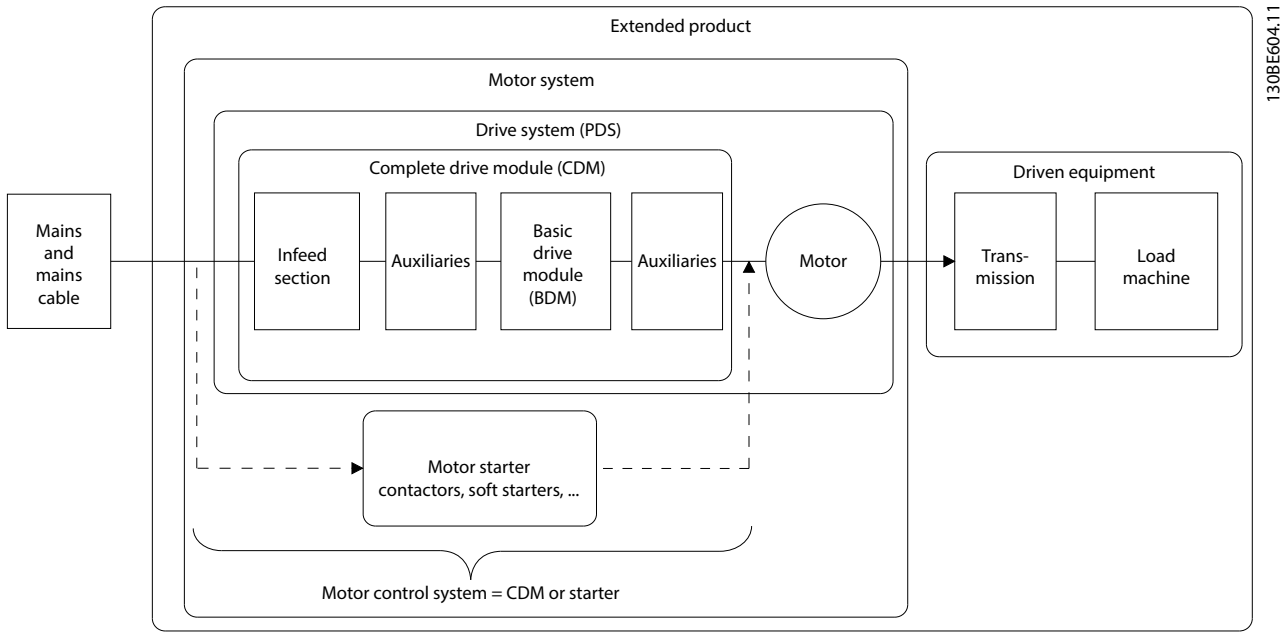


图 3.10 功率驱动系统 (PDS) 和完整变频器模块 (CDM)

3

3.3.1 IE 和 IES 等级

完整变频器模块
根据标准 EN 50598-2，完整变频器模块 (CDM) 包含变频器及其反馈部分及其辅助设备。

CDM 能效等级：

- IE0 =低于技术发展水平
- IE1 = 技术发展水平
- IE2 = 高于技术发展水平

Danfoss 变频器满足能效等级 IE2。在 CDM 标称点确定能效等级。

功率驱动系统
功率驱动系统 (PDS) 包含完整变频器模块 (CDM) 和电机。

PDS 能效等级：

- IES0 = 低于技术发展水平
- IES1 = 技术发展水平
- IES2 = 高于技术发展水平

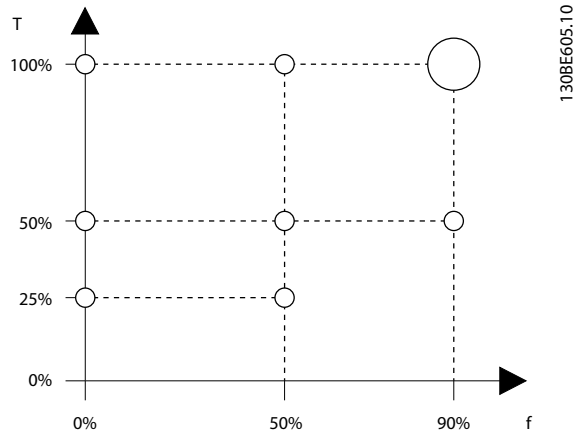
根据电机效率，Danfoss VLT®变频器驱动的电机通常符合能效等级 IES2。

在 PDS 标称点确定能效等级，根据 CDM 和电机损耗进行计算。

3.3.2 功率损耗数据和效率数据

变频器的功率损耗和效率取决于配置和辅助设备。要想了解配置所对应的功率损耗和效率数据，请使用 Danfoss VLT® ecoSmart 应用。

用额定视在输出功率的 % 表示功率损耗数据，根据 EN 50598-2 进行确定。 确定功率损耗数据之后，变频器使用出厂设置，根据要求运行电机的电机数据除外。



T	转矩 [%]
f	频率 [%]

图 3.11 根据 EN 50598-2 确定变频器工作点

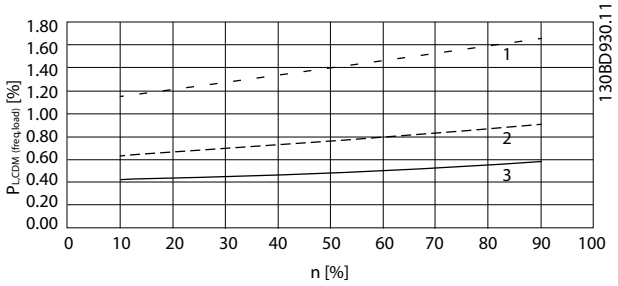
请参考 。 *www.danfoss.com/vltenergyefficiency* 了解*图 3.11* 中指定工作点处的变频器功率损耗和效率数据。

使用 VLT® ecoSmart 应用计算 IE 和 IES 效率等级。可从下列网址获得应用： *vlt-ecosmart.danfoss.com.*

可用数据示例
下列示例展示了带有下列特性变频器的功率损耗和效率数据：

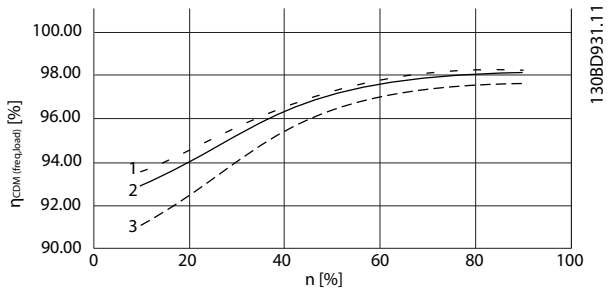
- 功率额定值为 55 kW，额定电压为 400 V。
- 额定视在功率，Sr，67.8 kVA。
- 额定输出功率，P_{CDM} 59.2 kW。
- 额定效率，η_r，98.3%。

图 3.12 和*图 3.13* 展示了功率损耗和效率曲线。速度与频率成正比。



1	100% 负荷
2	50% 负荷
3	25% 负荷

图 3.12 变频器功率损耗数据。 CDM 相对损耗 ($P_{L,\ CDM}$) [%] 与速度 (n) [% of nominal speed]。



1	100% 负荷
2	50% 负荷
3	25% 负荷

图 3.13 变频器效率数据。 CDM 效率 （$\eta_{CDM(freq, load)}$）[%] 与速度 (n) [% of nominal speed]。

功率损耗插补
使用二维插补法确定任意工作点的功率损耗。

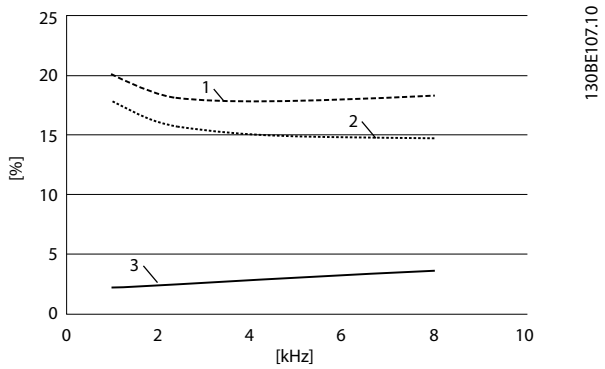
3.3.3 电机损耗和效率

以 50%-100% 的标称电机速度和 75%-100% 的标称转矩运行的电机效率是恒定不变的。这适用于变频器控制电机或由主电源直接供电的情况。

效率取决于电机类型和磁化强度。

有关电机类型的详细信息，请访问下列网址查看电机技术手册： *www.vlt-drives.danfoss.com*.

开关频率
开关频率可影响电机磁化损坏和变频器的开关损耗，如*图 3.14* 所示。



1	电机和变频器
2	仅限电动机
3	仅限变频器

图 3.14 损耗 [%] 与开关频率 [kHz]

注意
变频器会对电机带来额外谐波损耗。将开关频率增加时，这些损耗会降低。

3.3.4 动力驱动系统的损耗和效率

为消除动力驱动系统在不同工作点的功率损耗，计算出每个系统组件在该工作点的功率损耗总和：

- 变频器。
- 电机。
- 辅助设备。

3.4 主电源整合

3.4.1 主电源配置和 EMC 效应

有几种交流电源系统可为变频器供电。每个都会影响系统的 EMC 特性。5 线 TN-S 系统最适用于 EMC，而 IT 系统是最后的选择。

系统类型	说明
TN 主电源系统	有 2 种 TN 主电源配电系统： TN-S 和 TN-C。
TN-S	一种带有独立中性线 (N) 和保护性接地 (PE) 导体的 5 线系统。其能提供最佳的 EMC 属性，还可避免传输干扰。
TN-C	一种在系统中带有公用中性线和保护性接地 (PE) 导体的 4 线系统。结合的中性线和保护性接地导体导致 EMC 特性较差。
TT 主电源系统	一种带有接地中性线导体的 4 线系统，可单独接地变频器装置。适当接地时，其具有良好的 EMC 特性。
IT 主电源系统	一种带有通过阻抗接地或不接地的中性线的绝缘 4 线系统。

表 3.14 交流电源系统类型

3.4.2 低频率主电源干扰

3.4.2.1 非正弦主电源

主电源电压很少是具有恒定幅值和频率的均衡正弦电压。造成此情况的部分原因是吸收主电源非正弦电流或具有非线性特定的负载，例如

- 计算机。
- 电视机。
- 开关模式电源。
- 节能灯。
- 变频器。

无法避免偏差，但能保持咋一定范围内。

3

3.4.2.2 EMC 指令合规性

在欧洲大部分地区，客观评价主电源质量的依据是设备电磁兼容性法令 (EMVG)。符合此法规可确保连接至配电系统的所有设备和网络满足其预期目的，且不会产生问题。

标准型	定义
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	确定主电源电压极限，以观察公共和工业供电网络。
EN 61000-3-2, 61000-3-12	管理连接设备造成的主电源干扰。
EN 50178	监测用于电源安全的电气设备。

表 3.15 主电源质量的 EN 设计标准

3.4.2.3 抗干扰的变频器

每个变频器都会产生主电源干扰。现有标准仅定义了高达 2 kHz 的频率。某些变频器可转移高于 2 kHz 的主电源干扰，无需满足该标准，并将其称为抗干扰变频器。当前正在研究此区域的极限。变频器不会转移主电源干扰。

3.4.2.4 主电源干扰是如何产生的

通常将输入电流波动引发的正弦波形主电源干扰失真称为谐波。根据傅里叶分析，其可处理高达 2.5 kHz 的频率，其对应主电源频率的第 50 个谐波。

变频器的输入整流器可在主电源上生成典型的正弦谐波干扰。当变频器连接至 50Hz 的主电源时，三次谐波 (150 Hz)、五次谐波 (250 Hz) 或七次谐波 (350 Hz) 造成的影响最大。整体谐波量被称为总体谐波失真 (THD)。

3.4.2.5 主电源干扰的影响

谐波和电压波动为两种形式的低频率主电源干扰。连接负载时，其在主电源系统的任何其他点的形式与其在原点的形式不同。因此，评估主电源干扰时，必须综合确定影响范围。这些影响包括主电源馈电、结构和负载。

可因主电源干扰导致欠压警告和缺失更高级功能。

欠压警告

- 由正弦主电源电压失真导致的电压测量有误。
- 仅因为 RMS 真实值测量时考虑到了谐波，因此导致功率测量值不正确。

更大损耗

- 谐波可降低有功功率、视在功率和无功功率。
- 电气负载失真可对其他设备产生声音干扰，或更严重的情况下甚至会破损。
- 因加热导致设备寿命缩短。

注意

谐波量过大会增加功率因素修正设备的负载，甚至导致其损坏。因此，当谐波量过大时，为功率因数纠正设备提供电抗器。

3.4.3 分析主电源干扰

为避免影响主电源质量，可通过多种方式来分析可生成谐波电流的系统或设备。主电源分析程序，例如谐波计算软件 (HCS)，分析系统的谐波设计。可提前测试具体应对措施，确保后续系统的兼容性。

想分析主电源系统，请转至 *http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START* 进行软件下载。

注意

除培训课程、专题研讨会和研习会外，Danfoss 具有精湛的 EMC 专业技术，并且可向客户提供带有详细评估或主电源计算的 EMC 分析。

3.4.4 降低主电源干扰的选项

通常来说，可通过限制脉冲电流幅值来降低变频器的主电源干扰。降低干扰可改善功率因数 λ (lambda)。

推荐可避免主电源谐波的几种方法：

- 变频器中的进线电抗器或直流回路电抗器。
- 无源滤波器。
- 有源滤波器。
- Slim 直流线路。
- 有源前端和低谐波设备。
- 每周期为 12、18 或 24 个脉冲的整流器。

3.4.5 射频干扰

变频器可因其宽度各异的电流脉冲产生射频干扰 (RFI)。变频器和电动机电缆可辐射这些成分，并将其传输到主电源系统中。

使用 RFI 滤波器来降低主电源射频干扰。其可提供抗噪性，保护设备，防止受到高频传导干扰。其还可降低主电源电缆受到的干扰或主电源电缆产生的辐射。此滤波器可将干扰限制在一定范围内。内置滤波器通常为达到特定抗扰性的标配配件。

注意

所有 VLT® Refrigeration DriveFC 103 变频器标配有集成主电源干扰电抗器。

3.4.6 工作场所分类

了解变频器预期工作环境要求是满足 EMC 合规性的最重要的因素。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3.4.6.1 环境 1/B 类： 民用

连接到公共低电压电网的工作场地，其中包括轻工业区域，被分类为环境 1/B 类。它们没有自己单独主电源系统的高压或中压配电变压器。环境分类适用于内部和外部建筑物。某些常见示例：

- 工业区域。
- 住宅。
- 酒店。
- 停车场。
- 娱乐场所。

3.4.6.2 环境 2/A 类： 工业

工业环境未连接至公用电网。而是，其拥有自己的高压或中压配电变压器。环境分类适用于内部和外部建筑物。

将其定义为工业环境，并具有特定电磁条件特性：

- 存在科学、医疗或工业设备。
- 切换大型感应式和电容性负载。
- 产生强大的磁场（例如因高压产生的）。

3.4.6.3 特定环境

可明确界定带有中压变压器的区域与其他区域，用户决定根据哪种环境类型来分类其设备。用户负责确保必要的电磁兼容性，以便特定环境中的所有设备都能实现无故障操作。某些特定环境示例：

- 购物中心。
- 超市。
- 加油站。
- 办公楼。
- 仓库。

3.4.6.4 警告标签

当变频器不符合类别 C1 时，请张贴警告通知。用户负责完成此项工作。根据 EN 55011 A1、A2 和 B 类来消除干扰。最终用户负责适当分类设备，以及纠正 EMC 问题的成本。

3.4.7 与绝缘输入源配合使用

美国的多数公用电源是指接地。尽管美国不通用，但输入电源可能为隔离电源。所有 Danfoss 变频器都可以使用隔离的电力输入源，也可以使用接地参考电力线路。

3.4.8 功率因数修正

功率因素修正设备有助于降低电压和电流之间的相移（φ），以便让功率因数接近设备（cos φ）。这是配电系统中使用大量感应负载（例如电动机或荧光灯镇流器）时所必需的。带有绝缘直流线路的变频器不会吸收主电源系统的任何无功功率或生成任何相功率因数修正变化。其具有的 cos φ 约为 1。

因此，当测量功率因数修正设备的尺寸时，无需考虑受控速度电动机。然而，会产生相位修正设备吸收的电流，因为变频器产生了谐波。电容器的负载和热量因数随生成的谐波数量的增加而增加。因此，要在功率因数修正设备上安装电抗器。电抗器还能防止负载电感和电容器之间产生阻抗。cosφ<1 的变频器也需要在功率因数修正设备中安装电抗器。确定电缆尺寸时，还要考虑较高的无功功率水平。

3.4.9 输入功率延时

为确保正确运行输入电涌抑制电路，观察连续应用输入功率之间的时间延时。

表 3.16 显示输入电源应用之间必须允许的最短时间。

输入电压 [V]	380	415	460	600
等待时间 [s]	48	65	83	133

表 3.16 输入功率延时

3.4.10 主电源瞬态

瞬态是几千伏范围的短暂电压峰值。它们可以以所有配电系统形式出现，包括工业和住宅环境。

雷击是发生瞬态的最常见原因。然而，引发瞬态的其他原因还有开关线路上大型负载，或开关其他主电源瞬态设备（例如功率因素修正设备）。还会因配电系统中的断路器短路、跳闸以及并联线路之间的感应耦合而引发瞬态。

EN 61000-4-1 标准说明了这些瞬态的形式以及其所包含的能量。可有多种方法限制瞬态的有害影响。充气避雷针和电花隙可为防止出现高能瞬态提供一级保护。对于二级保护，多数电气设备，包括变频器，使用压敏电阻器（压敏电阻）来减少瞬态现象。

3.4.11 运行备用发电机

当主电源故障，但又必须持续运行时，使用备用供电系统。其还能与公用电网并联使用，以便达到更高的供电电压。这是结合热和功率设备的常用作法，充分利用通过此种能量转换形式实现的高效率。当发电机提供备用电源时，主电源阻抗通常会高于公共电网供电时的阻抗。这是因为增加了总谐波失真。利用适当设计，可在包含产生谐波设备的系统中运行发动机。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

设计系统时，考虑备用发电机的使用。

- 当系统从主电源操作切换至发电机时，谐波负载通常会增加。
- 设计人员必须计算或测量谐波负载的增量，确保供电量符合法规要求，防止产生谐波问题和设备故障。
- 避免发电机负载不对称，因为如此将导致损耗增加，并可能增加总谐波失真。
- 发电机绕组的 5/6 摆差会降低第 5 个和第 7 个谐波，但其允许第 3 个谐波增加。2/3 摆差会降低第 3 个谐波。
- 如果可能，操作人员应断开功率因数修正设备，因为其可导致系统产生共振现象。
- 电抗器或有源吸收滤波器以及并联运行的电阻负载可降低谐波。
- 并联运行的电容负载可因意外共振效应产生额外负载。

使用主电源分析软件（例如 HCS）可实现更高精度的分析。想分析主电源系统，请转至 *http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START* 进行软件下载。

当操作产生谐波的设备时，谐波极限表中显示了根据无故障设备运行确定的最大负载。

谐波极限

- B2 和 B6 整流器⇒最多为额定发电机负载的 20%。
- 带有电抗器的 B6 整流器⇒最多为额定发电机负载的 20 – 35%，取决于组成部件。
- 受控 B6 整流器⇒最多为额定发电机负载的 10%。

3.5 电动机集成

3.5.1 电动机选择考虑事项

变频器可对电动机产生电应力。因此，匹配电动机和变频器时，要考虑对电机的以下影响：

- 绝缘应力
- 轴承应力
- 热应力

3.5.2 正弦波和 dU/dt 滤波器

输入滤波器可向某些电动机提供优点，以降低电应力，以及延长电缆长度。输出选件包括正弦波滤波器（也称为 LC 滤波器）和 dU/dt 滤波器。dU/dt 滤波器可降低脉冲的急剧上升率。正弦波滤波器可削弱电压脉冲，将其转换为类似正弦输出电压。在某些变频器中，正弦波滤波器符合 EN 61800-3 RFI 类别 C2 为未屏蔽电动机电缆的要求，请参阅*章 3.8.3 正弦波滤波器*。

想了解正弦波和 dU/dt 滤波器的详情，请参阅*章 6.2.6 正弦波滤波器章 3.8.3 正弦波滤波器* 和*章 6.2.7 dU/dt 滤波器*。

想了解正弦波和 dU/dt 滤波器订购号详情，请参阅*章 3.8.3 正弦波滤波器*和*章 6.2.7 dU/dt 滤波器*。

3.5.3 正确的电动机接地

正确的电动机接地对个人安全和满足低压设备 EMC 电气要求至关重要。正确接地对有效使用护套和滤波器至关重要。必须验证设计详情，了解是否实施了适当的 EMC。

3.5.4 电动机电缆

*章 7.5 电缆规格*中提供了电动机电缆建议信息和规格。

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：

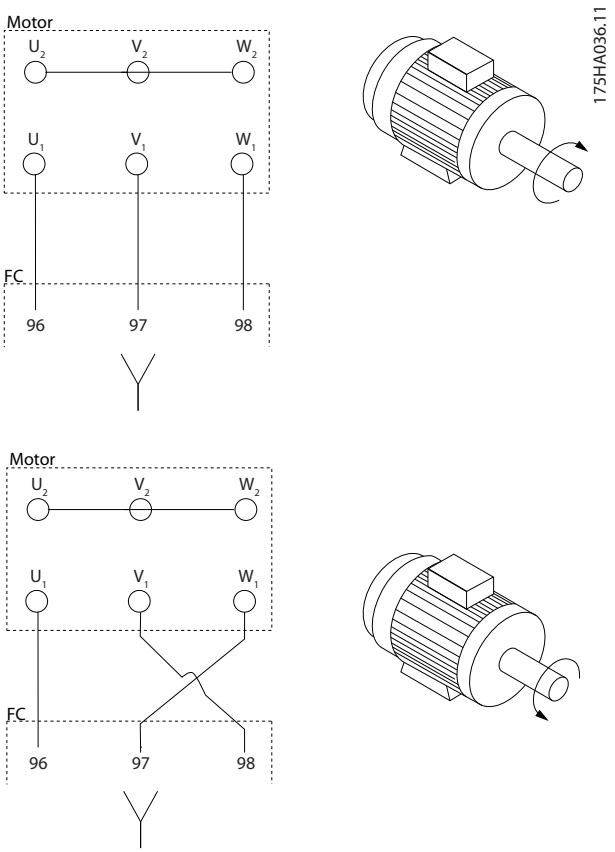


图 3.15 顺时针和逆时针旋转的端子连接

更改电机电缆的两个相或更改 *参数 4-10 电动机速度方向*的设置可改变其旋转方向。

3.5.5 电动机电缆屏蔽

变频器可在其输出端生成峰值脉冲。这些脉冲包含高频组分（扩展到千兆兹范围），其可导致电机电缆产生不良辐射。屏蔽电动机电缆可降低此辐射。

屏蔽的目的是：

- 降低辐射干扰的大小。
- 提高单独设备的抗扰性。

屏蔽层可捕捉高频组件，并将其传回到干扰源，此实例中的干扰源为变频器。屏蔽电动机电缆也可抵抗附近外部源发出的干扰。

即使是优良的屏蔽层也无法完全消除辐射。操作辐射环境中的系统组件时，必须没有降容现象。

3.5.6 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+ 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 3.17*。
- 只要并联的每根电缆的长度不超过 10 米，*表 3.4* 中指定的电机电缆总长度即有效，请参阅 *图 3.19* 和*图 3.20* 。
- 考虑电机电缆两端的压降，请参阅 *图 3.20*。
- 对于长并行电缆，使用 LC 滤波器，请参阅 *图 3.20*。
- 对于无并行连接的长电缆，请参阅 *图 3.21*。

注意

电动机并联时，将*参数 1-01 Motor Control Principle* 设置为 *[0] U/f*。

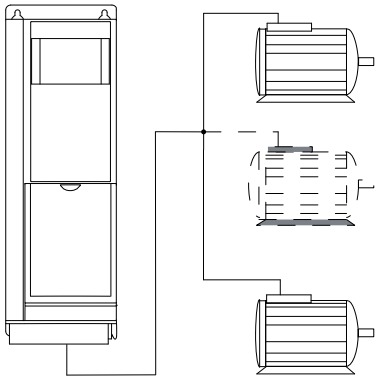


图 3.16 短电缆的共用节点连接

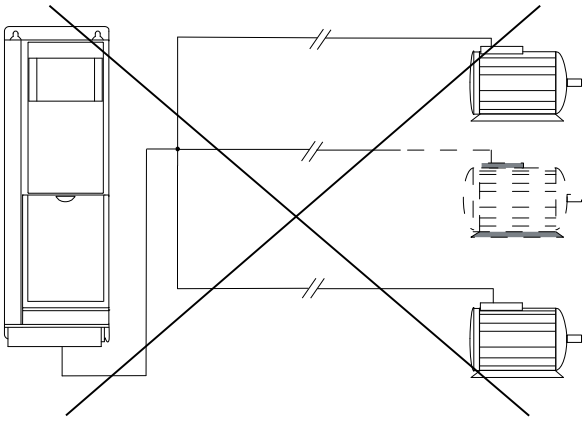


图 3.17 长电缆的共用节点连接

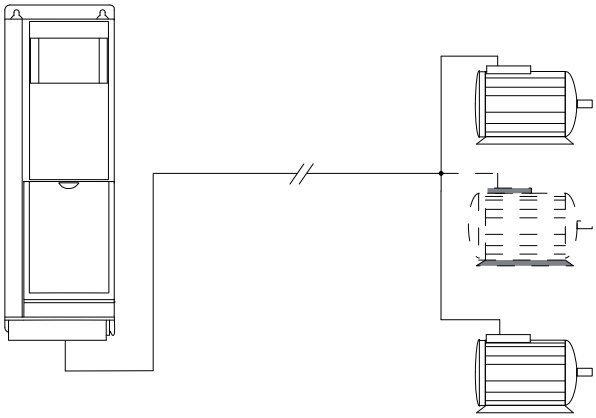


图 3.18 无负载的并行电缆

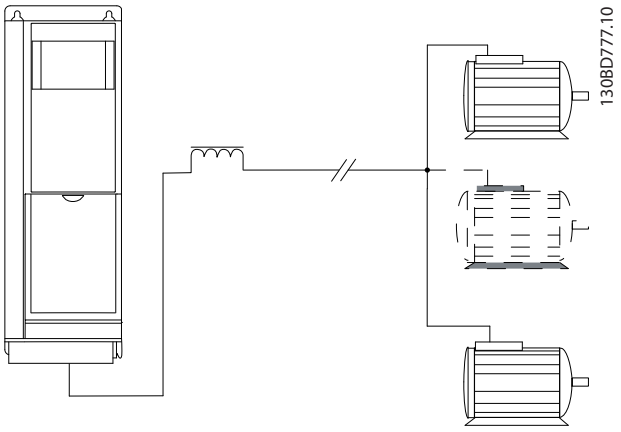


图 3.19 带负载的并行电缆

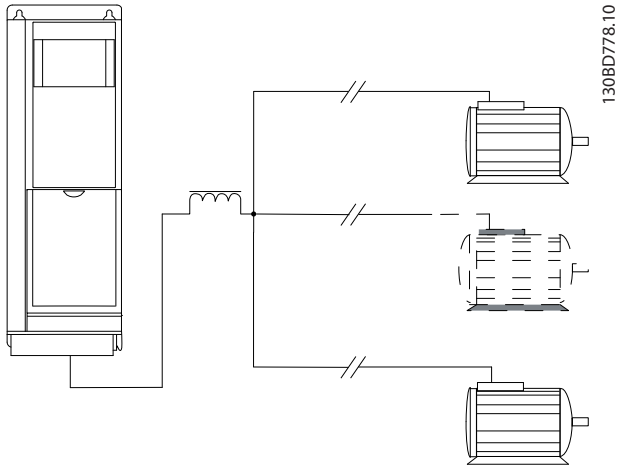


图 3.20 长并行电缆的 LC 过滤器

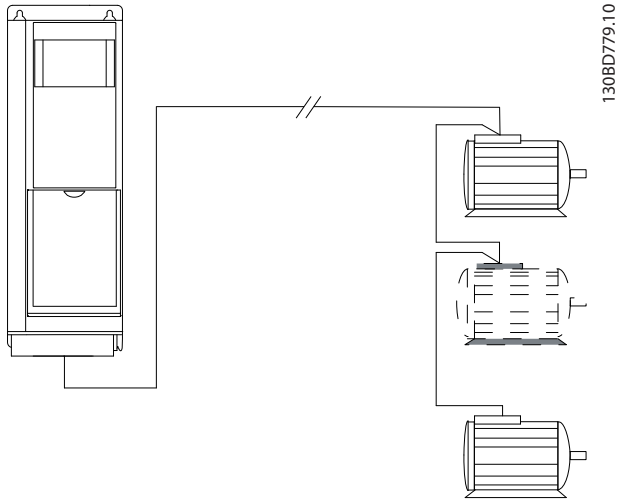


图 3.21 串联长电缆

请参阅 *表 7.7* 了解多个并联电机连接的电缆长度信息。

3.5.7 电机热保护

变频器可以几种方式提供电动机热保护：

- 转矩极限可防止电动机在任何速度下过载。
- 最小限度限制最小运行速度范围，例如在 30 和 50/60 Hz 之间。
- 最大速度限制最大输出速度。
- 输入端可用于外部热敏电阻。
- 异步电动机的电子热继电器 (ETR) 可根据内部测量值来模拟双金属继电器。ETR 通过测量实际电流、速度和时间来计算电动机温度，并通过发出警告或切断电动机电压来防止电动机过热。*图 3.22* 展示了 ETR 的特性。

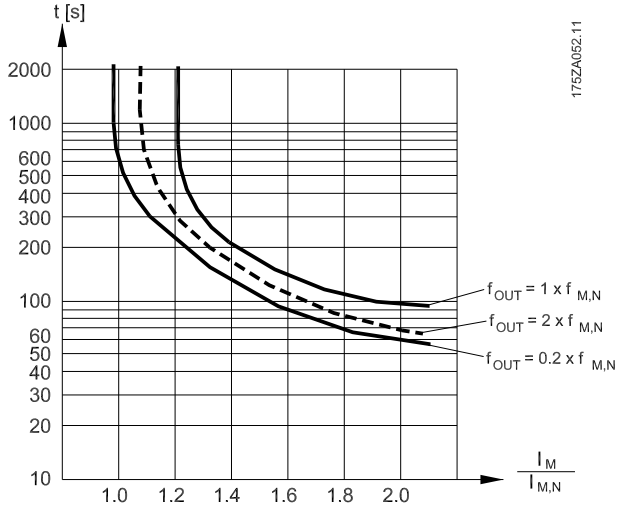


图 3.22 电子热继电器特性

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。

3.5.8 输出接触器

尽管通常不是建议的做法，但操作电动机和变频器之间的输出接触器不会导致变频器损坏。关闭之前打开的输出接触器可将运行的变频器连接至停止的电动机。这可能会导致变频器跳闸并显示故障。

3.5.9 能效

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，即使选择了其它的 U/f 特性，变频器效率也不会更改。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 3.23*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 7.1 电气数据* 中所列的特定效率因数相乘：

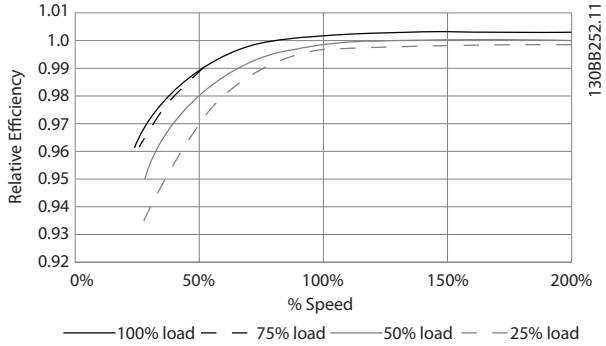


图 3.23 典型效率曲线

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，电动机的效率几乎保持不变。
- 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。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3.6 其他输入和输出

3.6.1 接线示意图

当接线和正确编程时，控制端子可提供：

- 反馈、参考值以及变频器的其他输入信号。
- 变频器的输出状态和故障状态。
- 操作辅助设备的继电器。
- 串行通讯接口。
- 24 V 公用。

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。

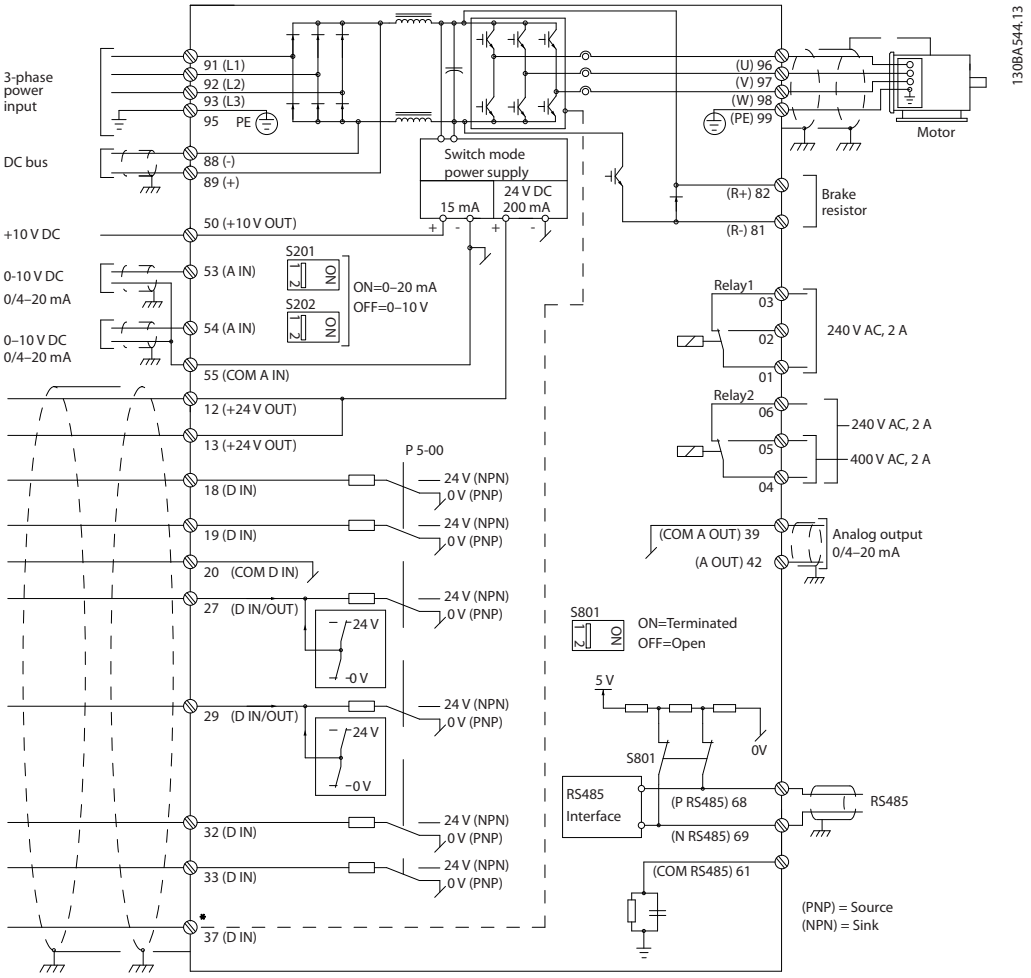


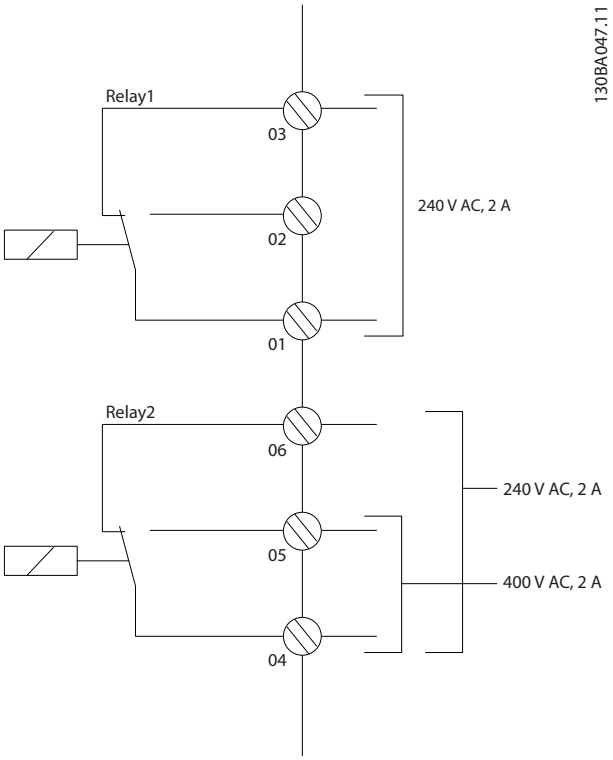
图 3.24 基本接线示意图

A=模拟，D=数字

*端子 37（可选）用于 STO。有关 STO 的详细信息，请参考 *VLT® 变频器 - Safe Torque Off 操作手册。*

**请勿连接电缆屏蔽层。

3.6.2 继电器连接



继电器	端子 1)	说明
1	1	公共
	2	常开 最大值 240 V
	3	常闭 最大值 240 V
2	4	公共
	5	常闭 最大值 240 V
	6	常闭 最大值 240 V
1	01 - 02	连接（常开）
	01 - 03	断开（常闭）
2	04 - 05	连接（常开）
	04 - 06	断开（常闭）

图 3.25 继电器输出 1 和 2，最大电压

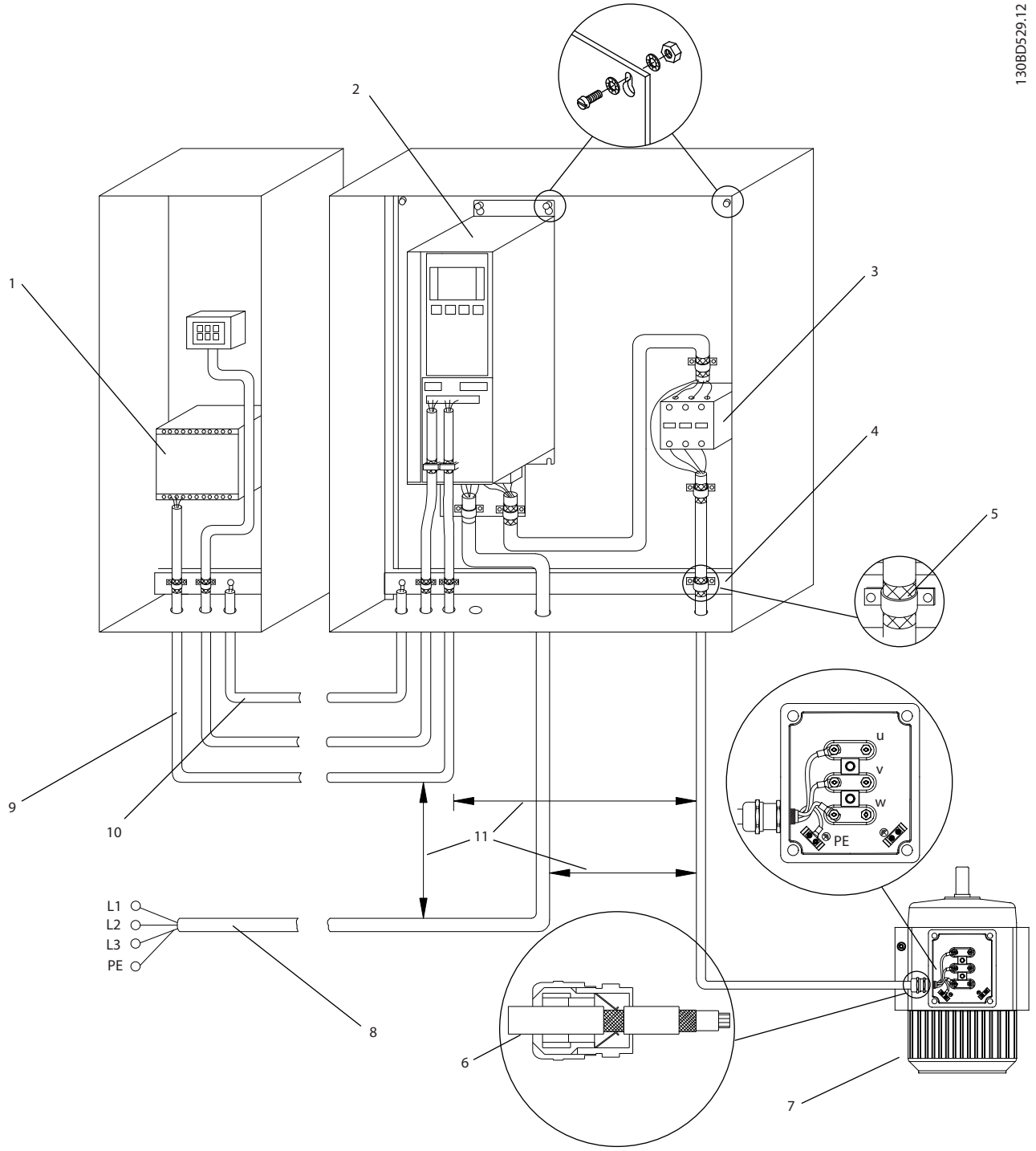
1) 要添加更多继电器输出，安装 VLT® Relay Option Module MCB 105 或 VLT® Relay Option Module MCB 113。

有关输出继电器的详情，请参阅 *章 7 规格*和 *章 8.3 继电器端子接线图*。

有关继电器选件的详情，请参阅 *章 3.8 选件和附件*。

3

3.6.3 EMC 兼容的电气连接



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 minIMUM 16 mm^2 (0.025 in)
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 200 mm
6	电缆密封管		

图 3.26 符合 EMC 规范的电气连接

有关 EMC 的详细信息，请参阅 *章 2.5.18 符合 EMC 标准* 和 *章 3.2 EMC、谐波和接地漏电保护*。

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、电机和控制电缆之间的间隙至少为 200 mm (7.9 in) 。

3.7 机械规划

3.7.1 间隙

并排安装适用于所有机箱规格，使用 IP21/IP4X/TYPE 1 机箱套件时除外（请参阅*章 3.8 选件和附件*）。

水平间隙，IP20

IP20 A 和 B 机箱规格可无间隙的并排安装。但正确的安装顺序十分重要。*图 3.27* 显示如何正确安装。

注意

对于 A2 和 A3，确保变频器之间的间隙至少为 40mm。

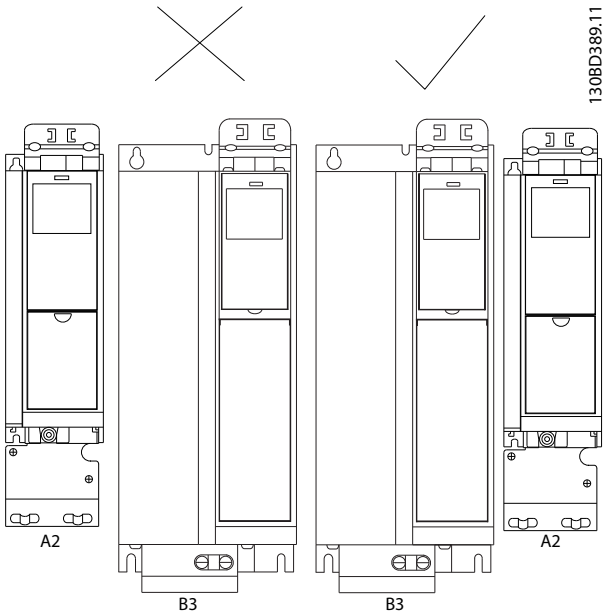


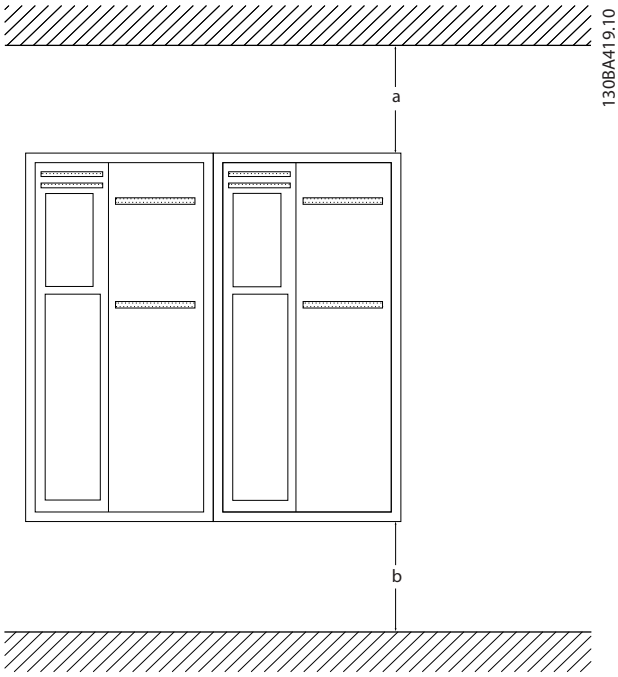
图 3.27 正确的无间隙并排安装

水平间隙，IP21 机箱套件

如果在机箱 A2 或 A3 上使用了 IP21 机箱套件，则确保在变频器之间至少留出 50 mm 的间隙。

纵向间隙

为创造最佳的冷却条件，确保变频器的上方和下方应留出自由通风道。请参阅 *图 3.28*。



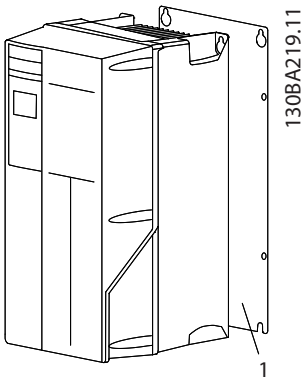
机箱规格	A2/A3/A4/A5/B1	B2/B3/B4/C1/C3	C2/C4
a [毫米]	100	200	225
b [毫米]	100	200	225

图 3.28 纵向间隙

3.7.2 墙面安装

在平坦墙体上安装时，无需背板。

在非平坦的墙面上安装时，使用背板，确保散热片上有足够的冷却空气。仅机箱 A4、A5、B1、B2、C1 和 C2 使用背板。

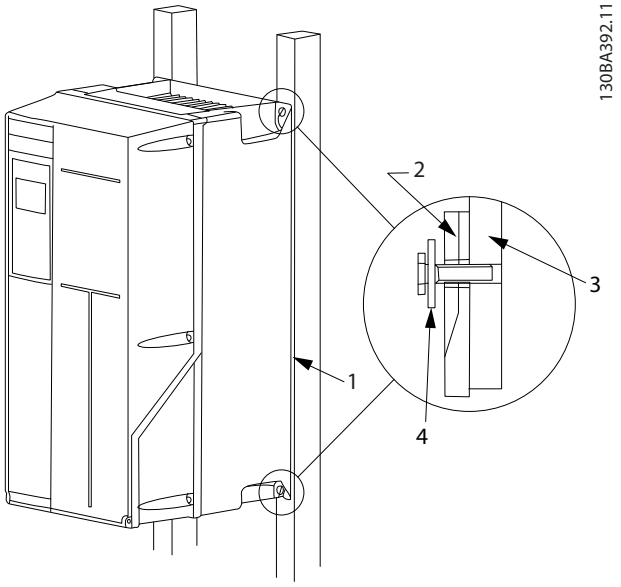


1	背板

图 3.29 背板安装

3

对于防护等级为 IP66 的变频器，使用纤维或尼龙垫圈来保护环氧涂层。



1	背板
2	带有 IP66 机箱的变频器
3	背板
4	纤维垫圈

图 3.30 使用背板安装防护等级为 IP66 的设备

3.7.3 访问

在安装前，计划电缆可访问，请参阅 *章 8.1 主电源接线图* 和 *章 8.2 电动机接线图*中的图。

3.8 选件和附件

选件

想了解订购号，请参阅*章 6 类型代码和选择*

主电源屏蔽

- 安装输入电源端子和输入板前端的 Lexan® 屏蔽层可防止在机箱门打开时出现意外接触。

RFI 滤波器

- 变频器标配有内置的 A2 类 RFI 滤波器。如果需要其他 RFI/EMC 保护等级，可使用 A1 类 RFI 滤波器获得，其可根据 EN 55011 抑制射频干扰和电磁辐射。

漏电断路器 (RCD)

使用铁芯平衡法监测接地和高阻抗接地系统（IEC 术语中的 TN 和 TT 系统）中的接地故障电流。有一个预警点（主报警给定值的 50%）和一个主报警给定值。外部使用的 SPDT 报警继电器与每个给定值相关，其需要外部*窗口类型*变流器（由客户自己准备和安装）。

- 集成到变频器的 Safe Torque Off 电路中。
- IEC 60755 B 类设备监测、脉冲直流和纯直流接地故障电流。
- 10-100% 给定值下的接地故障电流水平的 LED 条形图指示器。
- 内存故障。
- “测试/复位”键。

绝缘电阻监测器 (IRM)

监视系统相导线和大地之间未接地系统（IEC 术语中的 IT 系统）中的绝缘电阻。每个绝缘级别都有一个欧姆预警值和一个主报警给定值。与每个给定值关联的是用于外部用途的 SPDT 报警继电器。

注意

每个未接地 (IT) 系统只能连接一个绝缘电阻监视器。

- 集成到变频器的 Safe Torque Off 电路中。
- 显示绝缘阻值的 LCD 显示器。
- 内存故障。
- INFO（信息）、 TEST（测试）和 RESET（复位）键。

熔断器

- 建议使用熔断器，以便快速实施变频器电流过载保护。熔断器保护可降低变频器损坏，并最大限度缩短发生故障时的运行时间。熔断器需满足海上认证要求。

断开

- 门装把手允许手动操作电源开关，以便给变频器供电或断电，增加运行期间的安全性。断开与机箱门之间存在联锁，防止在有电的情况下打开机箱门。

断路器

- 断路器可远程跳闸，但必须手动复位。断路器与机箱门之间存在联锁，防止在有电的情况下打开机箱门。当以选件订购断路器时，还包含熔断器，以便快速实施变频器电流过载保护。

接触器

- 电控接触器开关可远程给变频器供电和断电。如果订购了 IEC 紧急停车选项，Pilz 安全可监测接触器上的辅助触点。

手动电机启动器

为电动冷却鼓风机提供 3 相电源，这通常是大型电动机所必需的。随附的接触器、断路器或断路开关的负荷端以及 1 类 RFI 滤波器（选件）的输入端均为启动器提供了电源。在电机起动器启动之前，给电源装上熔断器。该电源将在变频器的输入电源关闭时关闭。最多允许两个启动器（如果其中一个启动器为 30 A，则应订购受熔断器保护的电路）。电机启动器集成在变频器的 Safe Torque Off 电路中。

单元的功能包括：

- 操作开关（打开/关闭）。
- 短路和过载保护，以及测试功能。
- 手动复位功能。

带 30 A 保险丝的端子

- 3 相电源，与主电源的输入电压相符，可为客户的辅助设备供电。
- 若选择了两个手动电机启动器，则不适用。
- 端子将在变频器的输入电源关闭时关闭。
- 随附的接触器、断路器或断路开关的负荷端以及 1 类 RFI 滤波器（选件）的输入端均为受熔断器保护的端子提供了电源。

24 V 直流电源

- 5 A，120 W，24 V DC.
- 防止输出过电流、过载、短路和过热。
- 适用于客户提供的附属设备，例如传感器、PLC I/O、接触器、温度传感器、指示灯和/或其他电子硬件。
- 诊断包括一个干式直流电源正常接触、一个绿色的直流电源正常指示灯，以及一个红色的过载指示灯。

外部温度监视

- 旨在监视电动机绕组和/轴承等外部系统组件的温度。包括 8 个通用输入模块外加 2 个专用热敏电阻输入模块。所有 10 个模块都被集成到变频器的 STO 电路中，并且可通过现场总线网络进行监视（需要购买单独的模块/总线耦合器）。订购 STO 制动选件，选择外部温度监测。

串行通讯

VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

- PROFIBUS DP-V1 具有广泛的兼容性、高度可用性、支持所有主要 PLC 供应商并且与未来版本兼容。
- 快速、高效的通信、透明安装、高级诊断和参数化，并且通过 GSD 文件自动配置过程数据。
- 通过 PROFIBUS DP-V1、PROFIdrive 或 Danfoss FC 协议状态机、PROFIBUS DP-V1、主站类型 1 和 2 使 A-循环参数化。
- 订购号：
  - 130B1100 无涂层.
  - 130B1200 涂层（类型 G3/ISA S71.04-1985）。

VLT® LonWorks for ADAP-KOOL® MCA 107

- 在几个处理器之间持续交换信息。
- 在单独网络设备之间直接通信。

VLT® PROFINET MCA 120

PROFINET 提供通过 PROFINET 协议连接到基于 PROFINET 网络的功能。此选件能够处理最短 1 ms 的双向实际数据包间隔的单一连接。

- 内置 web 服务器用于远程诊断和读取变频器基本参数。
- 可配置电子邮件通知，在出现某些警告或报警或再次清除这些警告或报警后，向一个或多个接收目标发送电子邮件信息。
- 使用 TCP/IP 从 MCT 10 设置软件轻松访问变频器配置数据。
- 上载和下载 FTP（文件传输协议）文件。
- 支持 DCP（发现和配置协议）。

更多选件

VLT® General Purpose I/O MCB 101

该 I/O 选件提供更多数量的控制输入和输出：

- 3 个数字输入 0-24 V： 逻辑 ‘0’ < 5 V；逻辑 1>10 V。
- 2 个模拟输入 0－10 V： 分辨率：10 位以上。
- 2 个数字输出：NPN/PNP 推拉式。
- 1 个模拟输出 0/4－20 mA。
- 弹簧式安装的连接件。
- 单独参数设置。
- 订购号：
  - 130B1125 无涂层。
  - 130B1212 涂层（类型 G3/ISA S71.04-1985）。

VLT® Relay Option MCB 105

可使用 3 个附加继电器输出扩展继电器功能。

- 端子最大负载： AC-1 电阻性负载： 交流 240 V，2 A，AC-15。
- 电感性负载 @cos φ 0.4： 交流 240 V，0.2 A，DC-1。
- 电阻性负载： 直流 24 V，1 A，DC-13。
- 电感性负载： @cos φ 0.4： 24 V 直流，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 s-1。
- 订购号：
  - 130B1110 无涂层。
  - 130B1210 涂层（类型 G3/ISA S71.04-1985）。

VLT® Analog I/O Option MCB 109

此模拟输入/输出可轻松装入变频器中，用于升级到高级性能，并利用其它输入/输出进行控制。此选件还可升级带有为变频器内置时钟供电的备用电池的变频器。这可确保变频器的所有时钟功能（如：计时操作）稳定使用。

- 3 个模拟输入，每个输入可配置为电压与温度输入。
- 连接 0-10 V 模拟信号与 PT1000 和 NI1000 温度输入。
- 3 个模拟输出，每个输出可配置为 0-10 V 输出。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

- 随附变频器标准时钟功能的备用电源。备用电池通常持续 10 年（视环境而定）。
- 订购号：
  - 130B1143 无涂层
  - 130B1243 涂层（类型 G3/ISA S71.04-1985）

VLT® Extended Relay Card MCB 113

扩展继电器卡 MCB 113 增加了变频器的输入/输出，提高了灵活性。

- 7 个数字输入。
- 2 个模拟输出。
- 4 个 SPDT 继电器。
- 符合 NAMUR 建议。
- 高低压绝缘功能。
- 订购号：
  - 130B1164 无涂层。
  - 130B1264 有涂层。

VLT® 24 V DC Supply Option MCB 107

该选件用于连接外部直流电源以保持控制单元和任何已安装选件在出现电源故障时正常运行。

- 输入电压范围： 24 V DC ±15%（最大值 37 V，10 s）。
- 最大输入电流： 2.2 A。
- 最大电缆长度： 75 m。
- 输入电容载荷： <10 uF。
- 上电延时： <0.6 s。
- 可轻松将变频器安装在现有机器上。
- 在断电期间保持控制板和选件有效。
- 断电期间保持现场总线有效。
- 订购号：
  - 130B1108 无涂层。
  - 130B1208 涂层（类型 G3/ISA S71.04-1985）。

3.8.1 通讯选件

- VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101
- VLT® AK-LonWorks MCA 107
- VLT® PROFINET MCA 120

有关详细信息，请参阅 *章 7 规格*。

3.8.2 输入/输出、反馈和安全选件

- VLT® General Purpose I/O Module MCB 101
- VLT® Relay CardMCB 105
- VLT® Extended Relay Card MCB 113

有关详细信息，请参阅 *章 7 规格*。

3.8.3 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。共振噪声的频率与变频器的开关频率相对应。

Danfoss 可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。

3.8.4 dU/dt 滤波器

Danfoss 提供的 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 3.8.3 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。

3.8.5 谐波滤波器

VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005 和 AHF 010 是两款高级谐波滤波器，它们是传统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 AHF 005 或 AHF 010，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%。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3.8.6 IP21/NEMA 类型 1 机箱套件

IP20/ip 4x 顶盖/ NEMA 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。

IP 4X 顶盖适用于所有标准的 IP 20 FC 103 型号。

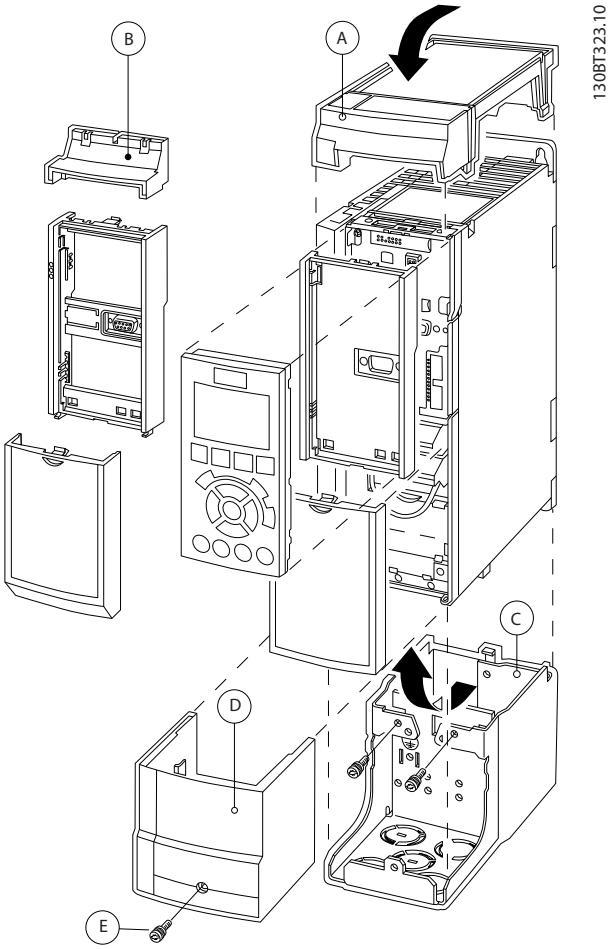
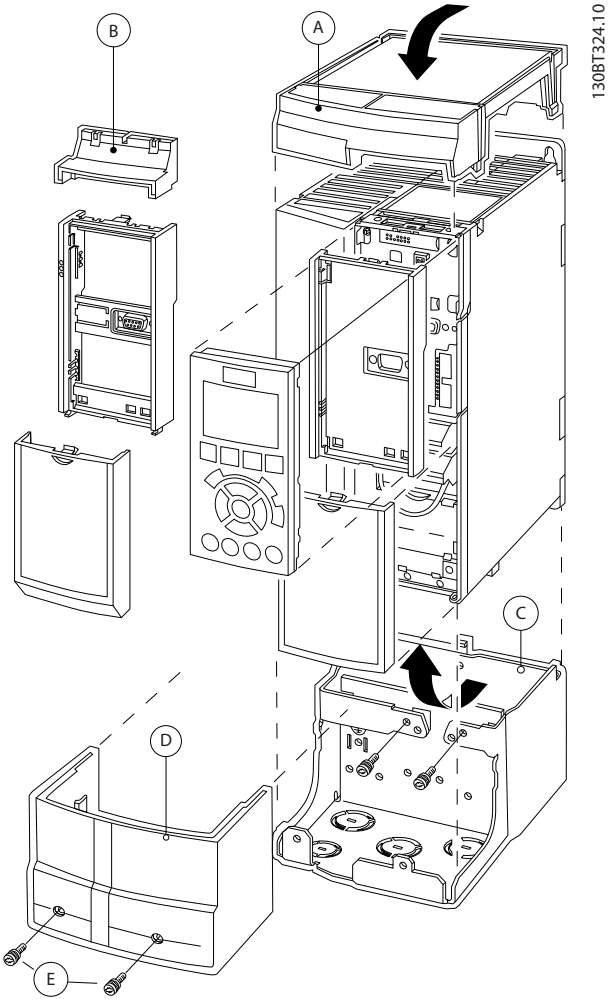


图 3.31 机箱规格 A2



A	顶盖
B	边缘
C	底座部分
D	底座盖
E	螺钉

图 3.32 机箱规格 A3

1. 顶盖放置如图所示。如果使用了 A 或 B 选件，则要安装边缘以便盖住顶部入口。
2. 将底座部分 C 放置在变频器的底部。
3. 用附件包中的夹子将电缆正确固定。

电缆衬垫的孔：

- 规格 A2： 2xM25 和 3xM32。
- 规格 A3： 3xM25 和 3xM32。

机箱类型	高度 A [mm]	宽度 B [mm]	深度 C[1)] [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

表 3.17 尺寸

1) 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 7.9 额定功率、重量和尺寸 ）

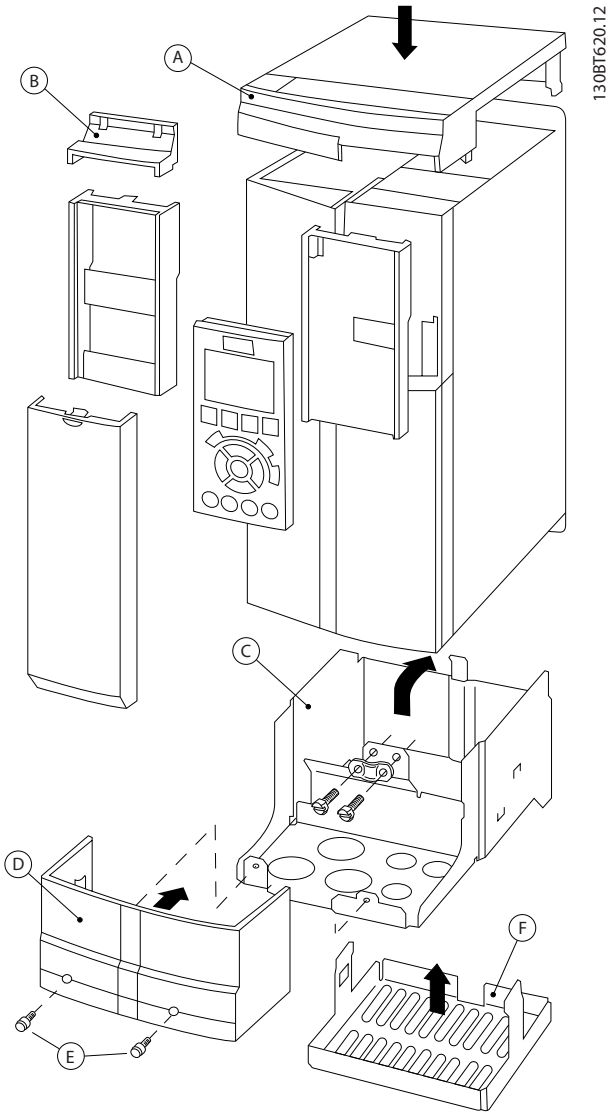


图 3.33 机箱规格 B3

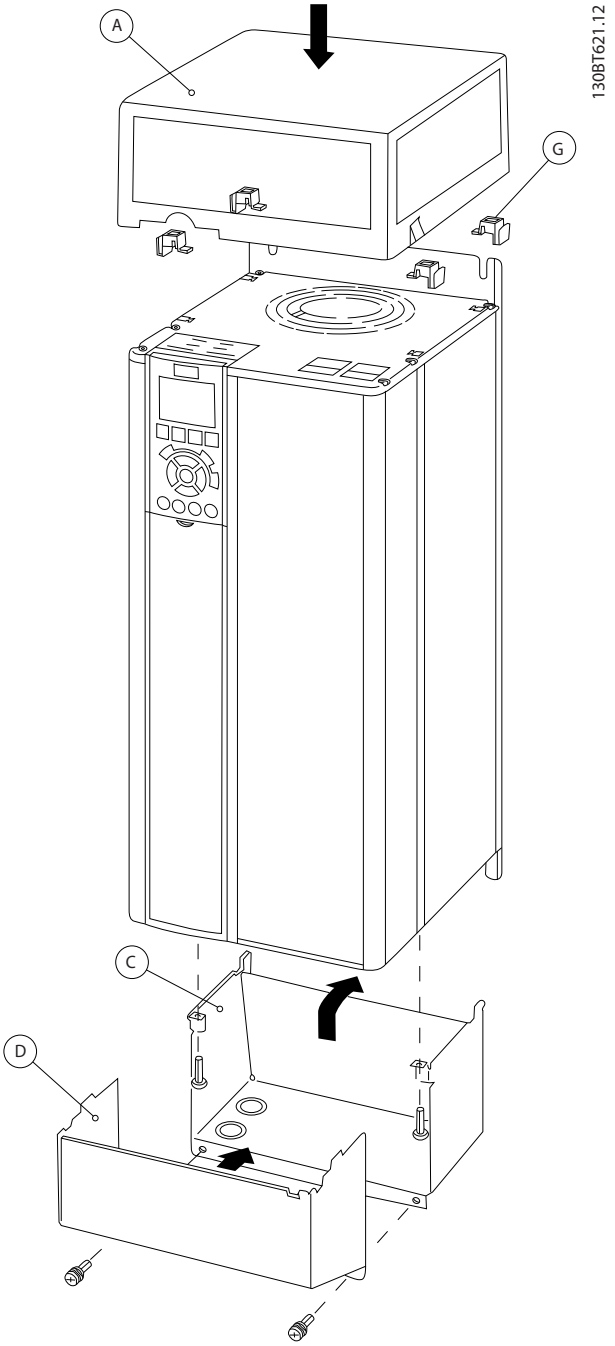


图 3.34 机箱规格 B4、C3 和 C4

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

表 3.18 *图 3.33* 和 *图 3.34* 的图例

如果使用了选件模块 A 和/或 B，则在顶盖 (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

3.8.7 共模滤波器

高频共模磁芯（HF-CM 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。HF-CM 磁芯充当相位于接地之间的一个共模电感器。

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。

所需的磁芯数量取决于电动机电缆长度和变频器电压。每个套件包含 2 个磁芯。请参阅*表 3.19* 确定所需的磁芯数量。

电缆长度 1)	机箱规格				
[米]	A 和 B		C		D
	T2/T4	T7	T2/T4	T7	T7
50	2	4	2	2	4
100	4	4	2	4	4
150	4	6	4	4	4
300	4	6	4	4	6

表 3.19 芯线数量

1) 所需的电缆越长，则堆栈的 HF-CM 磁芯越多。

通过让 3 个电动机相位电缆 (U, V, W) 通过每个磁芯来安装 HF-CM 磁芯，如*图 3.35* 所示。

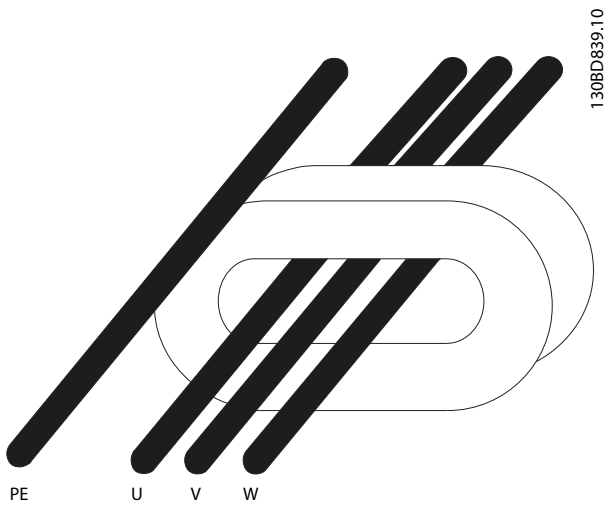


图 3.35 带有电动机相位的 HF-CM 磁芯

3.8.8 LCP 远程安装套件

通过使用远程安装套件，可将 LCP 移到机箱的正面。使用最大值为 1Nm 的转矩拧紧螺钉。

LCP 机箱等级为 IP66。

机箱	IP66 前面板
LCP 和设备之间的电缆最大长度	3 m
通讯标准	RS485

表 3.20 技术数据

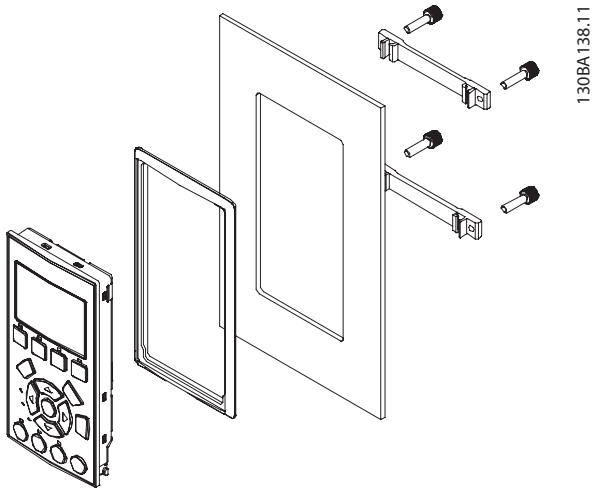


图 3.36 LCP 套件，包括图形 LCP、固定件、3 米长电缆和衬垫
订购号 130B1113

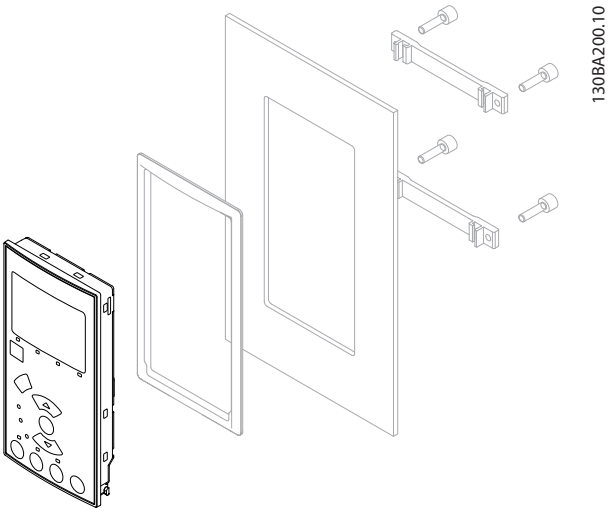


图 3.37 LCP 套件，包括数字式 LCP、固定件和衬垫
订购号 130B1114

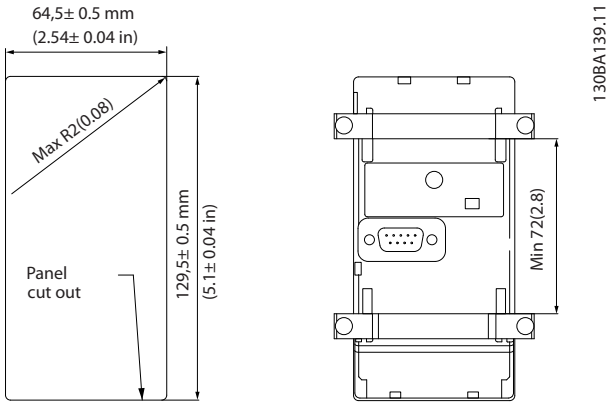


图 3.38 LCP 套件的尺寸

3.8.9 机箱规格 A5、B1、B2、C1 和 C2 的安装托架

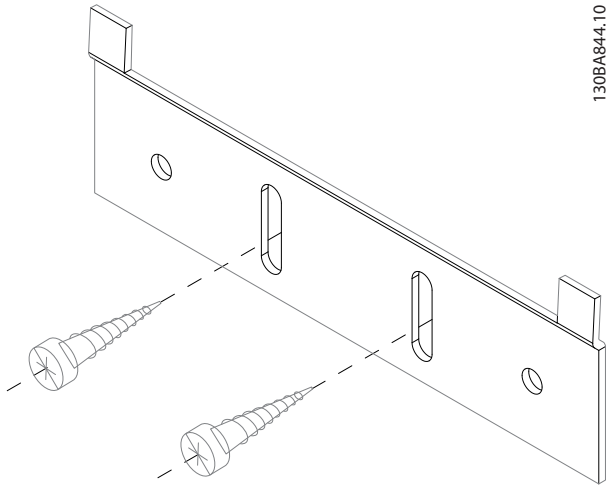


图 3.39 下托架

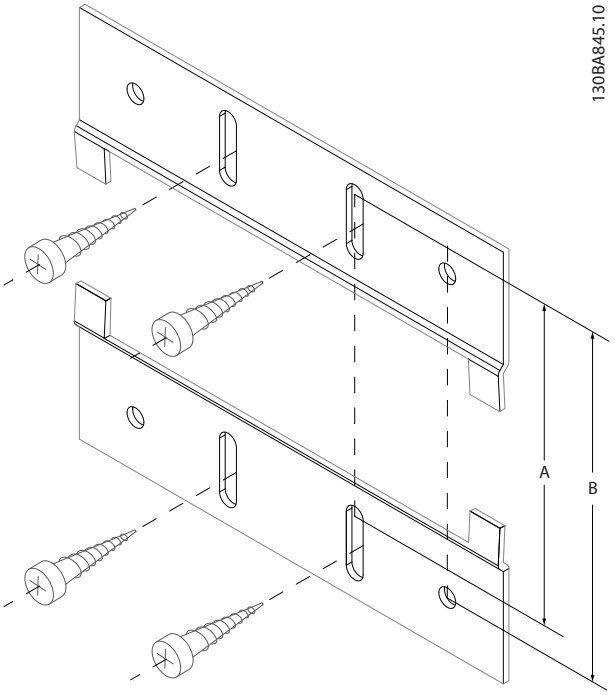


图 3.40 上托架

请参阅 *表 3.21* 中的尺寸。

机箱规格	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 3.21 安装托架详情

3.9 串行接口 RS485

3.9.1 概述

RS485 是一种兼容多分支网络拓扑的 2 线总线接口。可以用总线方式或通过公共干线的分接电缆连接节点。1 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 3.41*。

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（包括分支线路） 工作站之间的最大距离 500

表 3.22 电缆规格

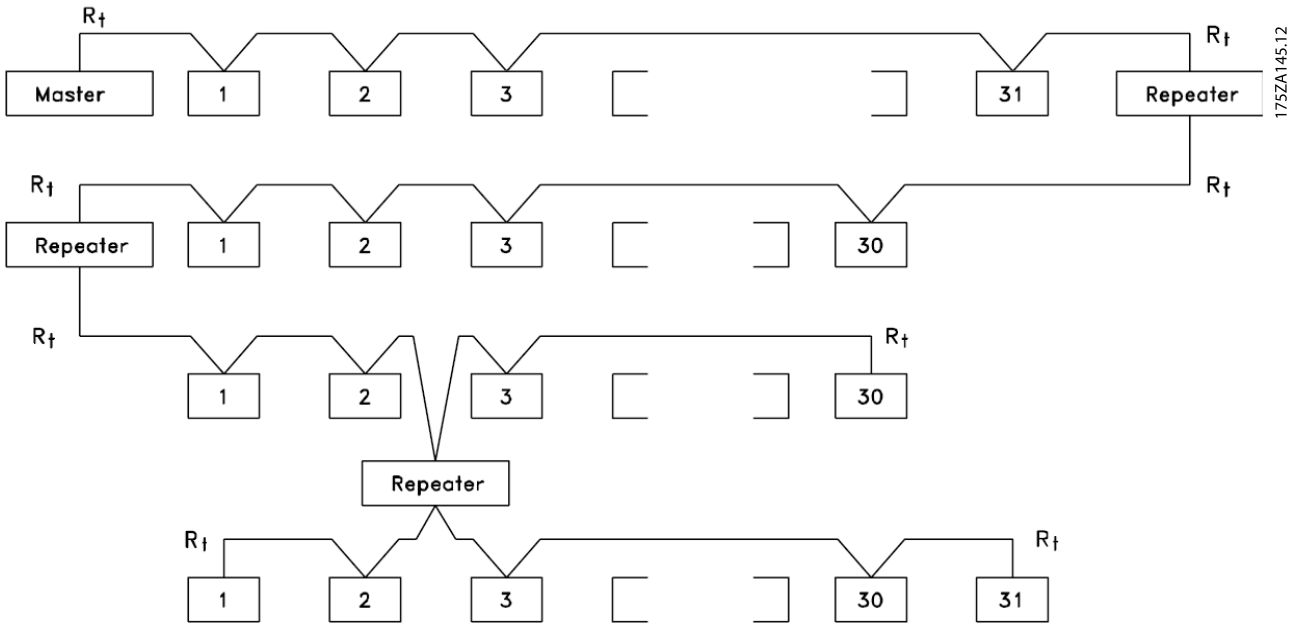
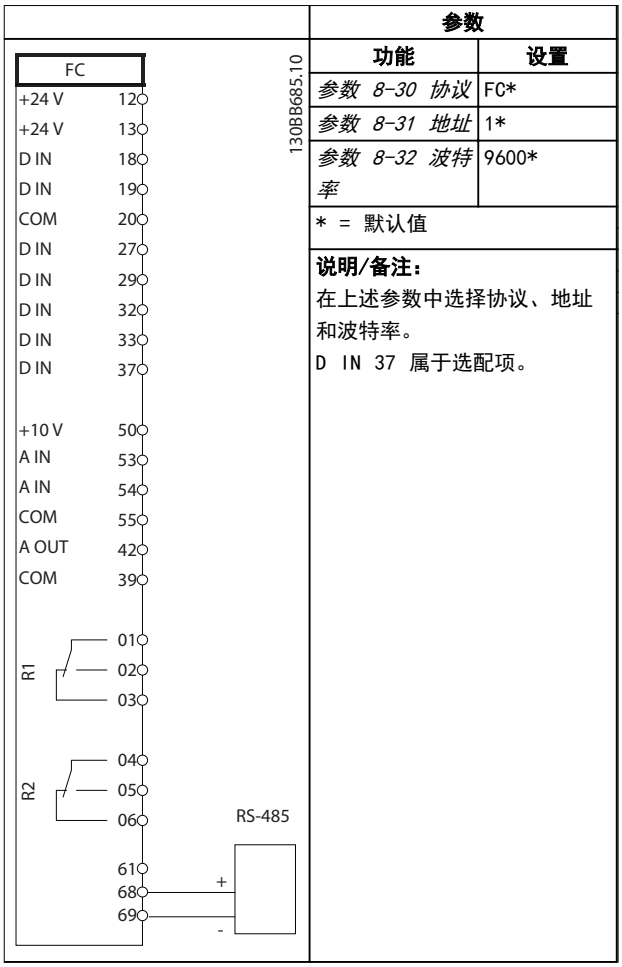


图 3.41 RS 485 总线接口



参数	
功能	设置
参数 8-30 协议	FC*
参数 8-31 地址	1*
参数 8-32 波特率	9600*
* = 默认值	

说明/备注：
在上述参数中选择协议、地址和波特率。
D IN 37 属于选配项。

表 3.23 RS485 网络连接

3.9.2 网络连接

借助 RS485 标准接口可将一个或多个变频器连接到控制器（或主站）。端子 68 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 3.6.1 接线示意图*中的图。

如果要将 1 个以上的变频器连接到某个主站，请使用并联连接。

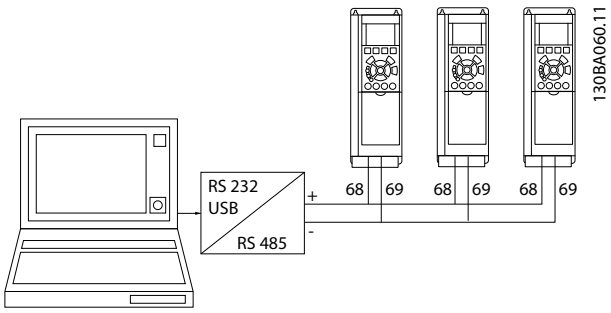


图 3.42 并行连接

为了避免屏蔽丝网中出现电势均衡电流，根据 *图 3.24* 接线。

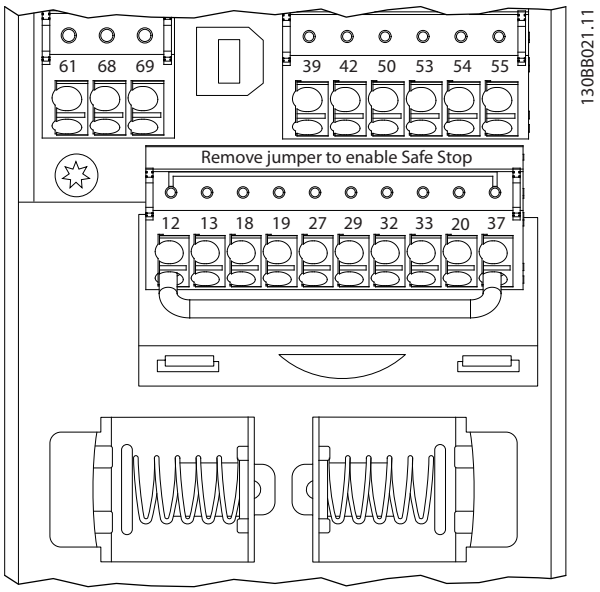


图 3.43 控制卡端子

3.9.3 RS485 总线终接

必须通过电阻器网络在 RS485 总线两端端接。为此，请将控制卡上的开关 S801 设为 ON。

将通讯协议设置为 *参数 8-30 协议*。

3.9.4 EMC 防范措施

为了让 RS485 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。RS485 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 RS485 电缆必须跨越电动机电缆，则二者的角度应保持 90°。

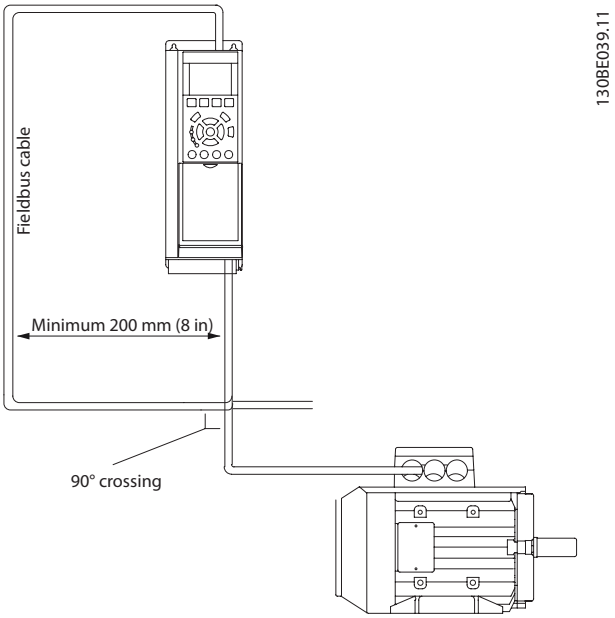


图 3.44 电缆布线

3.9.5 FC 协议概述

FC 协议（也称为 FC 总线或标准总线）是 Danfoss 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现场总线通讯。
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 RS485，因此需要利用变频器内置的 RS485 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。

3.9.6 网络配置

要启用变频器的 FC 协议，请设置下述参数：

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

表 3.24 FC 协议参数

3.9.7 FC 协议消息帧结构

3.9.7.1 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。

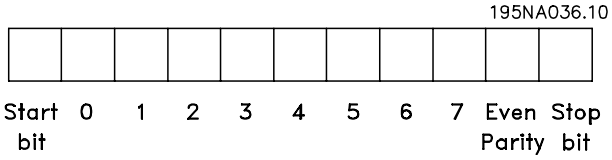


图 3.45 字符内容

3.9.7.2 报文结构

每个报文都具有下列结构：

- 起始字符 (STX)=02 hex。
- 一个字节表示报文长度 (LGE)。
- 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。

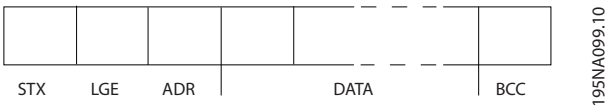


图 3.46 报文结构

3.9.7.3 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
含有文本的报文	10[1)]+n 字节

表 3.25 报文长度

1) 10 表示固定字符数，而 n 是可变的（取决于文本的长度）。

3

3.9.7.4 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。

- 地址格式 1-31
  - 位 7=0（使用 1-31 的地址格式）
  - 位 6 不使用。
  - 位 5=1： 广播、地址位 (0-4) 不使用。
  - 位 5=0： 无广播。
  - 位 0-4=变频器地址 1-31。
- 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。

3.9.7.5 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。

3.9.7.6 数据字段

数据块的结构取决于报文类型。有 3 种类型的电报，每种电报类型都同时适用于控制电报（由主⇒从）和响应电报（由从⇒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）。

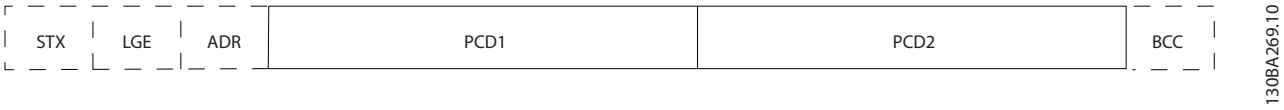


图 3.47 过程块

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。

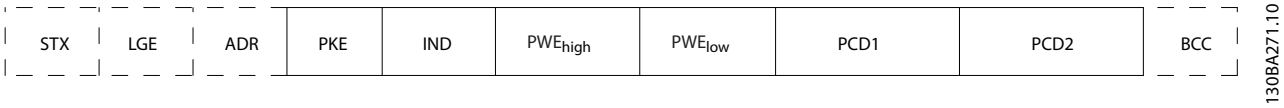


图 3.48 参数块

文本块
文本块用于通过数据块读取或写入文本。

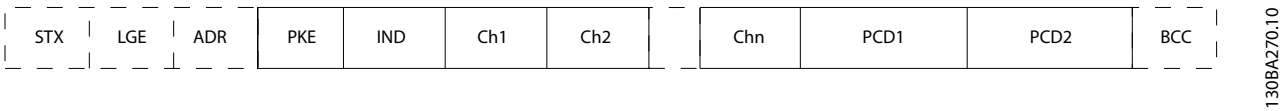


图 3.49 文本块

3.9.7.7 PKE 字段

PKE 字段包含 2 个子字段：

- 参数命令和响应 AK。
- 参数号 PNU。

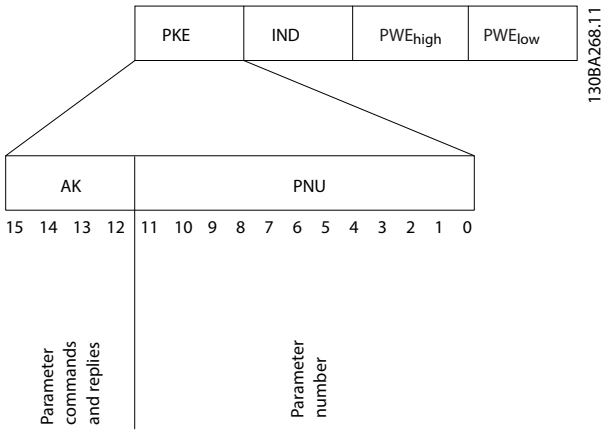


图 3.50 PKE 字段

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

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 3.26 主 ⇒ 从的参数命令

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 3.27 从 ⇒主的响应

如果命令无法执行，从系统会发送这样的响应：
0111 命令无法执行
- 并在参数值 (PWE) 中给出故障报告（请参阅 *表 3.28*）：

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 3.28 参数值故障报告

3.9.7.8 参数号 (PNU)

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

3.9.7.9 索引 (IND)

同时使用索引和参数号，可以对具有索引的参数（如 *参数 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。

3.9.7.10 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 ，*参数 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。串行通讯只能读取包含数据类型 9（文本字符串）的参数。

参数 15-40 FC 类型 到 *参数 15-53 功率卡序列号* 包含数据类型 9。
例如，可以读取 *参数 15-40 FC 类型* 中的设备规格和主电源电压范围。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现场总线写入的文本。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。

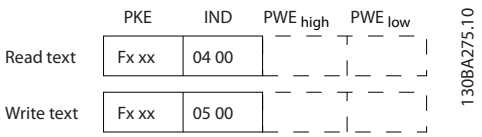


图 3.51 通过 PWE 块输入的文本

3

3.9.7.11 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 3.29 支持的数据类型

3.9.7.12 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。

参数 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：
0 s⇒转换索引 0
0.00s⇒转换索引 -2
0 ms⇒转换索引 -3
0.00ms⇒转换索引 -5

3.9.7.13 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）	参考值
控制报文（从⇒主状态字）	当前的输出频率

表 3.30 过程字 (PCD)

3.9.8 FC 协议示例

3.9.8.1 写入参数值

将 *参数 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*参数 4-14 电动机速度上限 [Hz]* 。
IND=0000（十六进制）
PWEHIGH=0000 hex
PWELOW = 03E8（十六进制） - 数据值 1000，对应于 100 Hz，请参阅 *章 3.9.7.12 转换*。

相应的报文如下：

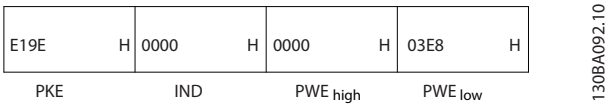


图 3.52 将数据写入 EEPROM

注意

***参数 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：

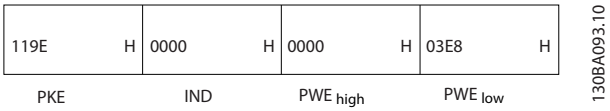


图 3.53 从站响应

3.9.8.2 读取参数值

在 *参数 3-41 斜坡 1 加速时间* 中读取参数值

PKE=1155（十六进制）- 读取 *参数 3-41 斜坡 1 加速时间* 中的参数值
IND=0000（十六进制）
PWEHIGH=0000 hex
PWELOW=0000（十六进制）

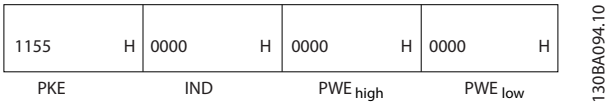


图 3.54 参数值

如果 *参数 3-41 斜坡 1 加速时间* 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 3.55 从站响应

3E8（十六进制）对应于 1000（十进制）。*参数 3-41 斜坡 1 加速时间*的转换索引为 -2，即 0.01。
*参数 3-41 斜坡 1 加速时间*的类型是*无符号 32 位整数*。

3.9.9 Modbus RTU 协议

3.9.9.1 前提条件

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

内置的 Modbus RTU（远程终端设备）可以与任何支持本手册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。

3.9.9.2 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，或采用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响应。但对来自主站的广播查询则不予响应。Modbus RTU 协议通过提供以下内容确定主设备查询的格式：

- 设备（或广播）地址。
- 定义所需操作的功能代码。
- 将发送的任何数据。
- 错误检查字段。

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。如果在接收消息时发生错误，或者从站无法执行所请求的操作，那么从站将返回一条错误消息。或者出现超时。

3.9.9.3 带有 Modbus RTU 的变频器

该变频器通过内置的 RS485 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（变速）停止
- 故障跳闸后复位
- 以各种预置速度运转
- 反向运转
- 更改有效菜单
- 控制变频器的内置继电器

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

3.9.9.4 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
参数 8-30 协议	Modbus RTU
参数 8-31 地址	1 - 247
参数 8-32 波特率	2400 - 115200
参数 8-33 奇偶校验/停止位	偶校验，1 个停止位（默认）

表 3.31 Modbus RTU 参数

3.9.10 Modbus RTU 消息帧结构

3.9.10.1 带有 Modbus RTU 的变频器

控制器被设置为在 Modbus 网络上使用 RTU 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 3.32* 所示。

起始位	数据字节								停止/奇偶校验	停止

表 3.32 各个字节的格式

编码系统	8 位，二进制、十六进制 0 - 9, A - F。在消息的每一个 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)。

3.9.10.2 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 3.33* 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 3.33 典型的 Modbus RTU 消息结构

3.9.10.3 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。

3.9.10.4 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应介于 1 - 247 的范围（0 预留给广播模式，这是所有从站都认可的）。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。

3.9.10.5 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。从主设备向从属设备发送消息时，功能代码字段将通知从属设备要执行的操作类型。从属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）响应或发生了错误（称为异常响应）。对于正常响应，从属设备只重复原先的功能代码。对于异常响应，从站会返回一个代码。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，从属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什么错误，或异常的原因。另请参阅 *章 3.9.10.10 Modbus RTU 支持的功能代码* 和 *章 3.9.10.11 Modbus 异常代码*。

3.9.10.6 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。从主设备发送到从属设备的消息的数据字段包含其他信息，从属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。

3.9.10.7 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。传输设备计算 CRC 值，然后将 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，则会发生总线超时。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。

3.9.10.8 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： 可编程控制器中的被称为*线圈 1* 的线圈作为 Modbus 消息的数据地址字段进行处理。*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 参考 范围 0x0 – 0xFFFF (-200% ... ~200%)。	由主到从
33 – 48	变频器状态字（请参阅*表 3.36*）。	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）。 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	由主到从
66 – 65536	预留。	

表 3.34 线圈说明

线圈	0	1
01	预置参考值，低位 (lsb)	
02	预置参考值，高位 (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 3.35 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 3.36 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 1)
00010 – 00990	000 参数组（参数 0-01 到 0-99）
01000 – 01990	1-00 参数组（参数 100 到 1-99）
02000 – 02990	2-00 参数组（参数 200 到 2-99）
03000 – 03990	3-00 参数组（参数 300 到 3-99）
04000 – 04990	4-00 参数组（参数 400 到 4-99）
...	...
49000 – 49990	49-00 参数组（参数 4900 到 49-99）
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 3.37 保持寄存器

1) 用于指定在访问带索引的参数时使用的索引号。

3.9.10.9 如何控制变频器

在 *章 3.9.10.10 Modbus RTU 支持的功能代码* 和 *章 3.9.10.11 Modbus 异常代码*中列出了可用于 Modbus RTU 信息功能和数据字段的代码。

3.9.10.10 Modbus RTU 支持的功能代码

Modbus RTU 支持在消息的功能字段中使用功能代码（请参阅*表 3.38*）。

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
报告从站 ID	11

表 3.38 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 3.39 功能代码和子功能代码

3.9.10.11 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 3.9.10.5 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 3.40 Modbus 异常代码

3.9.11 访问参数

3.9.11.1 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 *参数 3-12 Catch up/slow Down Value*（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 *参数 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*编程指南*。

3.9.11.2 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）。

3.9.11.3 IND（索引）

变频器中的一些参数是数组参数，如*参数 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。

3.9.11.4 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。

3.9.11.5 转换因数

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。

3.9.11.6 参数值

标准数据类型

标准数据类型有 int 16、int 32、uint 8、uint 16 和 uint 32。它们以 4x 寄存器 (40001 – 4FFFF) 的形式存储。使用功能 03HEX“读取保持寄存器”可读取这些参数。使用以下功能可写入参数：对于 1 个寄存器（16 位），使用功能 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 03 hex *读取保持寄存器*来读取参数，使用功能 10 hex *预置多个寄存器*来写入参数。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）。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3.9.12 FC 变频器控制协议

3.9.12.1 同 FC 结构对应的控制字（*参数 8-10 控制行规* = FC 结构）

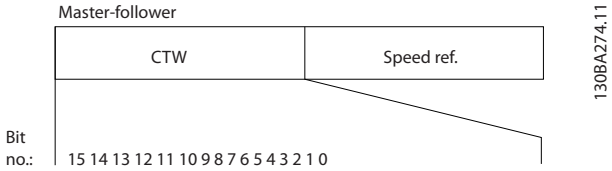


图 3.56 控制字

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 3.41 控制字位

关于控制位的说明

位 00/01
位 00 和 01 用于根据 *表 3.42* 在 *参数 3-10 预置参考值* 中预设的四个参考值之间选择。

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

表 3.42 参考值

注意

通过在 *参数 8-56 预置参考值选择* 中进行选择，可以定义位 00/01 如何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 *参数 2-01 直流制动电流* 和 *参数 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 *参数 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*参数 3-81 快停减速时间* 中设置）。

位 05，保持输出频率
位 05=0： 锁定当前的输出频率（单位为 Hz）。只能通过将数字输入（*参数 5-10 端子 18 数字输入*到*参数 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，则可通过下列方式来停止变频器：

- **位 03 惯性停车。**
- **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（*参数 5-10 端子 18 数字输入*至 *参数 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，变频器将启动电机。

通过在 *参数 8-53 启动选择* 中进行选择，可以定义位 06（加减速停止/启动）如何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，例如，从逻辑 0 变为逻辑 1 时。

位 08，点动
位 08=1:*参数 3-19 点动速度 [RPM]* 确定输出频率。

位 09，选择加减速 1/2
位 09=0： 启用加减速 1（*参数 3-41 斜坡 1 加速时间*到 *参数 3-42 斜坡 1 减速时间*）。
位 09=1： 启用加减速 2（*参数 3-51 斜坡 2 加速时间*到 *参数 3-52 斜坡 2 减速时间*）。

位 10，数据无效/数据有效
通知变频器使用或忽略控制字。
位 10=0： 忽略控制字。
位 10=1： 使用控制字。由于不论电报类型为何，电报始终都包含控制字，因此该功能具有普遍意义。如果在更新或读取参数时不应使用控制字，可将其关闭。

3

位 11，继电器 01
位 11=0： 不激活继电器。
位 11=1： 如果在 *参数 5-40 继电器功能* 中选择了 *[36] 控制字位 11*，则激活继电器 01。

位 12，继电器 04
位 12=0： 不激活继电器 04。
位 12=1： 如果在 *参数 5-40 继电器功能* 中选择了 *[37] 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 3.43* 在四种菜单设置之间进行选择。

设置	位 14	位 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

表 3.43 菜单设置规格

只有在 *参数 0-10 有效设置* 中选择了*[9] 多重菜单*，才能使用该功能。

通过在 *参数 8-55 菜单选择* 中进行选择，可以定义位 13/14 如何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 *参数 8-54 反向选择* 中被设为数字方式。只有在选择了*[1] 总线*、*[2] 逻辑和*或 *[3] 逻辑或*时，位 15 才能导致反向。

3.9.12.2 符合 FC 协议的状态字 (STW)（*参数 8-10 控制行规*=FC 协议）

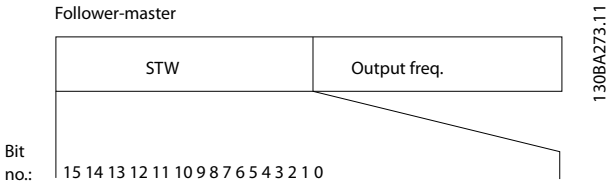


图 3.57 状态字

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	无错误	错误（无跳闸）
05	预留	-
06	无错误	跳闸锁定
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 3.44 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 24V 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。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

位 09，本地运行/总线控制
位 09=0： 在控制单元上激活了 [STOP/RESET]（停止/复位），或者在*参数 3-13 参考值位置*中选择了*[2] 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 *参数 4-11 电机速度下限* 或 *参数 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，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： 变频器直流回路中的直流电压过低或过高。

位 14，转矩正常/超过极限
位 14=0： 电动机电流低于在 *参数 4-18 电流极限* 选择的转矩极限。
位 14=1： 超过了 *参数 4-18 电流极限* 中的转矩极限。

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

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。

3.9.12.3 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。

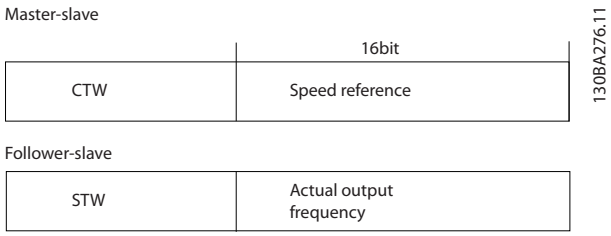


图 3.58 实际输出频率 (MAV)

参考值和 MAV 的标定方式如下：

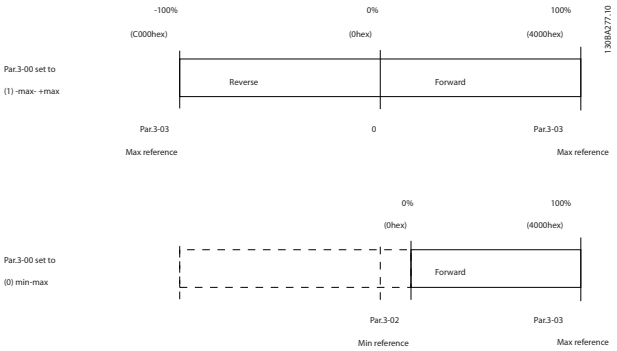


图 3.59 参考值和 MAV

3.9.12.4 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	加减速
05	保持频率输出	使用斜率
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 3.45 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 *参数 5-40 继电器功能* 中选择了*[31] 继电器 123*，则将导致停止，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
如果输出频率为 0 Hz，且在 *参数 5-40 继电器功能*中选择了 *[31] 继电器 123*，当位 01=0 时，惯性停车将停止，并激活输出继电器 1 或 2。

位 02，关闭 3/打开 3：
使用 *参数 3-81 快停减速时间* 的加减速时间快速停止。
如果输出频率为 0 Hz，且在 *参数 5-40 继电器功能*中选择了 *[31] 继电器 123*，当位 02=0 时，将快速停止，并激活输出继电器 1 或 2。
当位 02 = 1 时，表明变频器处于状态 1： *禁止打开*。

位 03，惯性停车/不惯性停车
惯性停止，如果位 03 =0，将导致停止。
如果满足其他启动条件，当位 03=1 时，变频器可启动。

注意

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

位 04，快速停止/斜坡减速停车
使用 *参数 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。
如果满足其他启动条件，当位 04=1 时，变频器可启动。

注意

在 *参数 8-51 Quick Stop Select* 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，将维持当前的输出频率（即使参考值已被修改）。
当位 05 =1 时，变频器可以重新执行其调节功能； 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 *参数 5-40 继电器功能*中选择了*[31] 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。
如果满足其他启动条件，当位 06=1 时，变频器可启动。

注意

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

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

位 08，点动 1 关/开
激活在 *参数 8-90 总线点动 1 速度* 中预设的速度。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*参数 8-91 总线点动 2 速度*中预置的速度。仅当位 04 =0 并且位 00 - 03 =1 时，才能使用“点动 2”。

位 10，数据无效/数据有效
用于通知变频器是否使用或忽略控制字。
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电报，在电报中总会含有控制字。如果在更新或读取参数时不使用控制字，则可将控制字关闭。

位 11，无功能/减速
按照在 *参数 3-12 Catch up/slow Down Value* 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 *参数 3-12 Catch up/slow Down Value* 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 3.46* 在 4 个参数菜单之中进行选择：

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

设置	位 13	位 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

表 3.46 菜单选择

位 15，无功能/反转
位 15 =0 表示不反向。
位 15=1 则反向。

注意

在出厂设置下，反向在 *参数 8-54 反向选择* 中被设为 *[0] 数字输入*。

注意

只有在*参数 8-54 反向选择*选择了*[1] 总线*、*[2] 逻辑和或 [3] 逻辑或*时，位 15 才能导致反向。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3.9.12.5 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	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 3.47 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，变频器未就绪/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。

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
如果已在*参数 8-10 控制行规*中选择 *[1] 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，将位 06 设置为 1，复位无法启动，同时将控制字的位 00 设置为 0，位 01、02 和 10 设置为 1。

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*参数 3-13 参考值位置*中选择了 *[0]联接到手动/自动*或 *[2] 本地*。
如果位 09 =1，则表示可通过串行接口控制变频器。

位 10，超出频率范围/频率范围正常
如果位 10 =0，则输出频率超过了在 *参数 4-52 警告速度过低* 和 *参数 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。

位 12，变频器正常/已停止，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，则表示变频器直流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 *参数 4-16 电动时转矩极限* 和 *参数 4-17 发电时转矩极限* 中选择的极限。
当位 14 =1 时，表明超过了在 *参数 4-16 电动时转矩极限* 或 *参数 4-17 发电时转矩极限* 中选择的极限。

位 15，定时器正常/超时
如果位 15 =0，则表明电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%。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3

3.10 系统设计检查清单

表 3.48 提供了将变频器集成到电动机控制系统的检查清单。本清单旨在作为说明系统要求必需通用类别和选件的提示。

类别	详细信息	注释	☑
FC 型号			
功率			
	伏特		
	电流		
物理			
	尺寸		
	重量		
环境工作条件			
	温度		
	海拔		
	湿度		
	空气质量/灰尘		
	降容要求		
机箱规格			
输入			
电缆			
	类型		
	长度		
熔断器			
	类型		
	规格		
	额定值		
选件			
	连接器		
	触点		
	过滤器		
输出			
电缆			
	类型		
	长度		
熔断器			
	类型		
	规格		
	额定值		
选件			
	过滤器		
控制			
接线			
	类型		
	长度		
	端子连接		
沟通			
	协议		
	连接		
	接线		
选件			
	连接器		
	触点		

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

类别	详细信息	注释	☑
	过滤器		
电机			
	类型		
	额定值		
	电压		
	选件		
专用工具和设备			
	移动和存放		
	安装		
	主电源连接		

表 3.48 系统设计检查清单

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

4 应用示例

4.1 应用示例

VLT® Refrigeration Drive FC 103 专为制冷应用而设计。多种标准和选件功能，包括优化的 SmartStart：

- **电动机轮换**
  电动机轮换功能适用于 2 台电动机共享 1 个变频器的应用（例如风扇或泵）。

注意

不要使用带有压缩机的电机轮换。

- **机组控制**
  基本机组控制是内置的标准功能，最多能够控制 3 台压缩机。机组控制可控制压缩机组中单个压缩机的速度。要控制高达 6 个压缩机，请使用 VLT® Extended Relay CardMCB 113。
- **浮动冷凝温度控制**
  通过检测外部温度，并尽量降低冷凝温度，来降低风扇速度和能耗，进而节约成本。
- **回油管理**
  回油管理可通过监测可变速度压缩机，提高压缩机的可靠性和使用寿命，确保适当润滑。如果已运行一段时间，其可提高速度，将油返回到油箱中。
- **低压和高压监测**
  通过降低现场重置需求，节约成本。变频器可监测系统压力，如果压力达到或接近启用停车阀的水平，则变频器会执行安全停车，之后快速重启。
- **STO**
  STO 在紧急情况下，可启用 Safe Torque Off（惯性停车）。
- **睡眠模式**
  睡眠模式功能通过在无需求时停止泵来实现节能。
- 实时时钟。
- **智能逻辑控制 (SLC)**
  SLC 包括设置事件和活动的序列。SLC 可利用比较器、逻辑规则和计时器提供多种 PLC 功能。

4.2 选定的应用功能

4.2.1 SmartStart

要以最高效且逻辑的方式设置变频器，在变频器中使用的文本和语言应对制冷业的工程师和安装人员来说合理且有意义。为进一步提高安装效率，内置的“设置向导菜单”以一种清晰的结构化方式指导用户完成变频器的设置。

支持以下应用：

- 多压缩机控制。
- 多冷凝器风扇、冷却塔/蒸发冷凝。
- 单风扇和泵。
- 泵系统。

此功能可在首次加电时、重置为出厂设置后或从快捷菜单激活。激活该向导后，变频器将要求提供运行应用所需要的信息。

4.2.2 启动/停止

端子 18 = 启动/停止， *参数 5-10 端子 18 数字输入 [8] 启动。*
端子 27 = 无运行，*参数 5-12 端子 27 数字输入 [0] 无运行*（默认值为*[2] 反向惯性*）。

参数 5-10 端子 18 数字输入 = [8] 启动（默认设置）。

参数 5-12 端子 27 数字输入= [2] 惯性停止反逻辑（默认设置）。

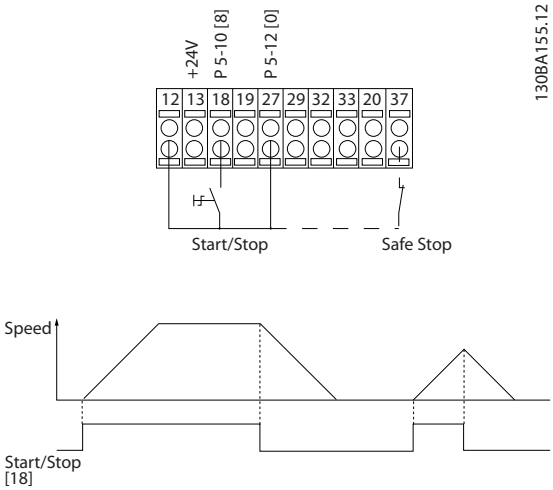


图 4.1 端子 37： 仅在配有 Safe Torque Off (STO) 功能时可用

4.2.3 脉冲启动/停止

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

参数 5-10 端子 18 数字输入= [9] 自锁启动。

参数 5-12 端子 27 数字输入= [6] 停止反逻辑。

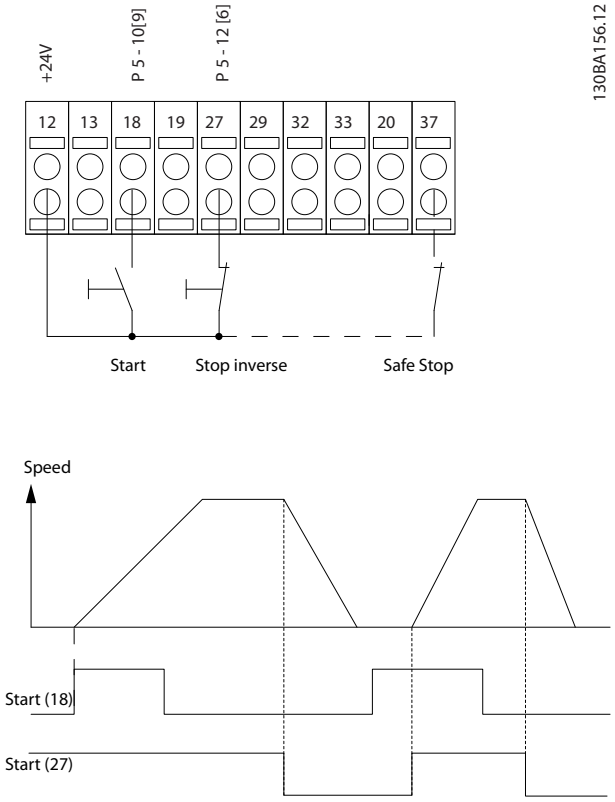


图 4.2 端子 37： 仅随 STO 一起提供

4.2.4 电位计参考值

电位计的电压参考值。

参数 3-15 参照值 1 来源 [1] = 模拟输入 53

参数 6-10 端子 53 低电压 = 0 V

参数 6-11 端子 53 高电压 = 10 V

参数 6-14 53 端参考/反馈低 = 0 RPM

参数 6-15 53 端参考/反馈高 = 1.500 RPM

开关 S201 = 关（U）

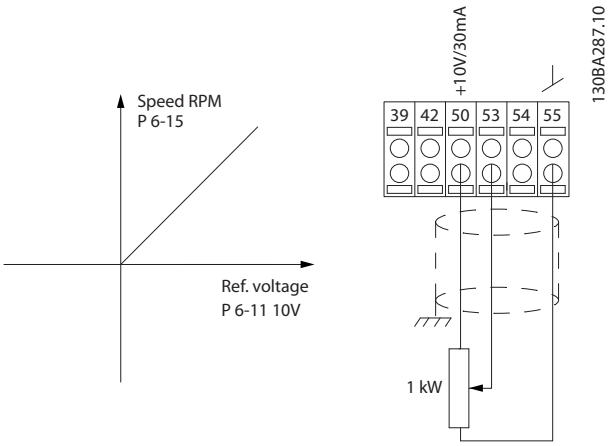


图 4.3 来自电位计的电压参考值

4.3 应用设置示例

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 *参数 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 进行开关设置时还显示。

4

注意

当使用选配的 STO 功能时，为了使变频器能够使用出厂默认的设置值工作，可能需要在端子 12（或 13）和端子 37 之间安装跳线。

SLC 应用范例

一个序列 1：

1. 启动。
2. 加速。
3. 以参考值速度运行 2 秒。
4. 减速。
5. 保持主轴直至停止。

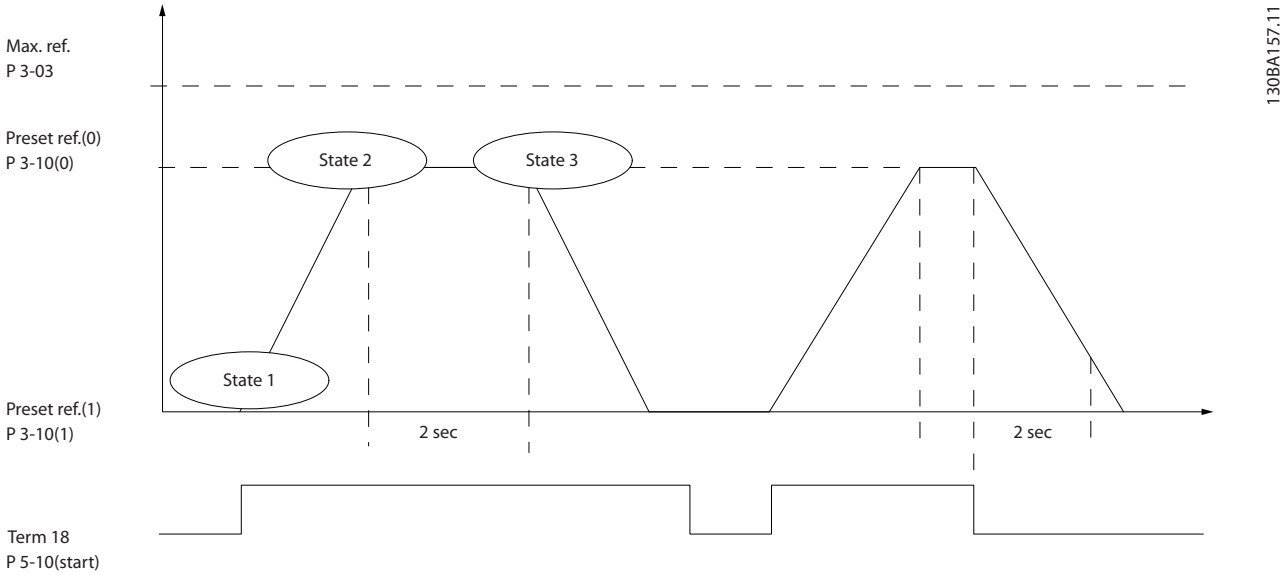


图 4.4 加速/减速

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

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

将端子 27 设置为 *[0] 无功能*（*参数 5-12 端子 27 数字输入*）
将预置参考值 0 设置为第一个预置速度（*参数 3-10 预置参考值* [0]）（用最大参考速度（*参数 3-03 最大参考值*）百分比的形式）。示例： 60%
将预置参考值 1 设置为第二个预置速度（ *参数 3-10 预置参考值*[1]，例如： 0%（零）。
在 *参数 13-20 SL 控制器定时器* [0] 中设置恒定运行速度的计时器 0。示例： 2 s

将 *参数 13-51 条件控制器事件* [1] 中的事件 1 设置为 *[1] 真。*
将*参数 13-51 条件控制器事件* [2] 中的事件 2 设置为 *[4] 使用参考值。*
将 *参数 13-51 条件控制器事件* [3] 中的事件 3 设置为 *[30] 超时 0。*
将*参数 13-51 条件控制器事件* [4] 中的事件 4 设置为 *[0] 假。*

将*参数 13-52 条件控制器动作* [1] 中的操作 1 设置为 *[10] 选择参考值 0*。
将 *参数 13-52 条件控制器动作* [2] 中的操作 2 设置为 *[29] 启动计数器 0*。
将*参数 13-52 条件控制器动作* [3] 中的操作 3 设置为 *[11] 选择参考值 1*。
将 *参数 13-52 条件控制器动作* [4] 中操作 4 设置为 *[1] 无操作*。

将 （*参数 13-00 条件控制器模式* 中）设置为“开”。

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

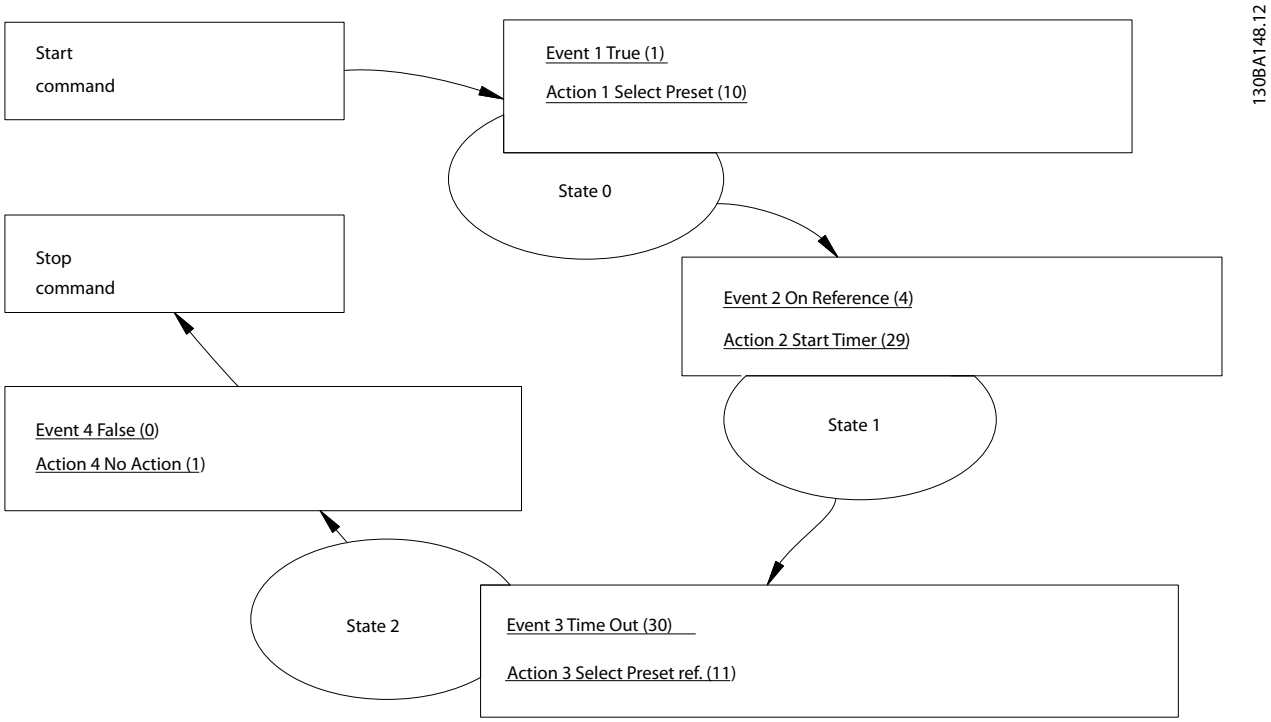
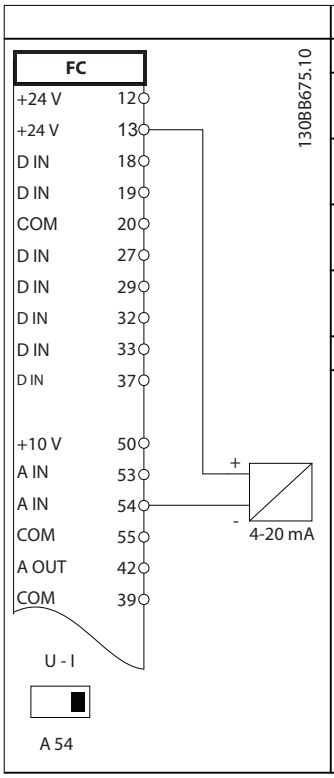


图 4.5 SLC 应用范例

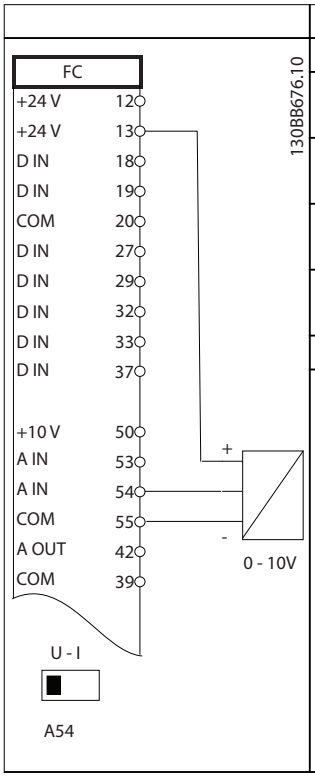
4

4.3.1 反馈



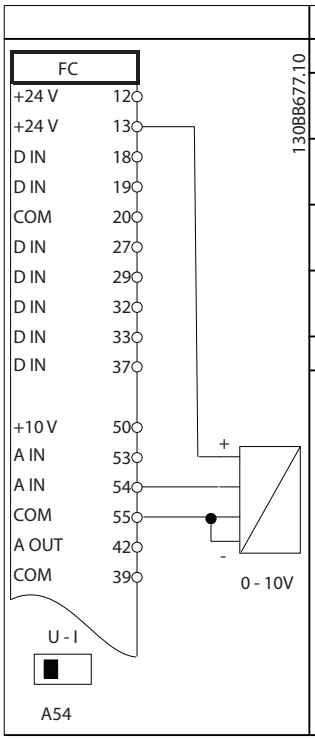
参数	
功能	设置
参数 6-22 端子 54 低电流	4 mA*
参数 6-23 端子 54 高电流	20 mA*
参数 6-24 54 端参考/反馈低	0*
参数 6-25 54 端参考/反馈高	50*
* = 默认值	
说明/备注： D IN 37 属于选配项。	

表 4.1 模拟电流反馈变送器



参数	
功能	设置
参数 6-20 端子 54 低电压	0.07 V*
参数 6-21 端子 54 高电压	10 V*
参数 6-24 54 端参考/反馈低	0*
参数 6-25 54 端参考/反馈高	50*
* = 默认值	
说明/备注： D IN 37 属于选配项。	

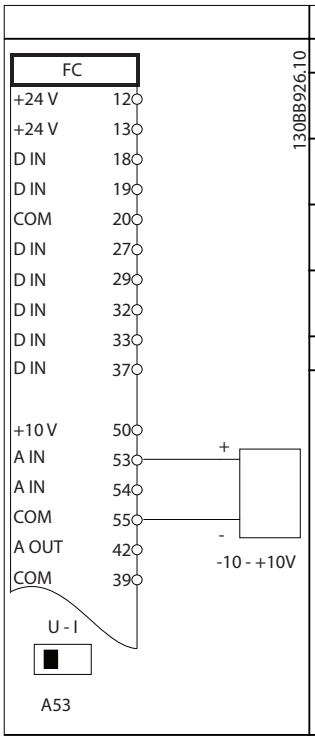
表 4.2 模拟电压反馈变送器（3 线）



参数	
功能	设置
参数 6-20 端子 54 低电压	0.07 V*
参数 6-21 端子 54 高电压	10 V*
参数 6-24 54 端参考/反馈低	0*
参数 6-25 54 端参考/反馈高	50*
* = 默认值	
说明/备注： D IN 37 属于选配项。	

表 4.3 模拟电压反馈变送器（4 线）

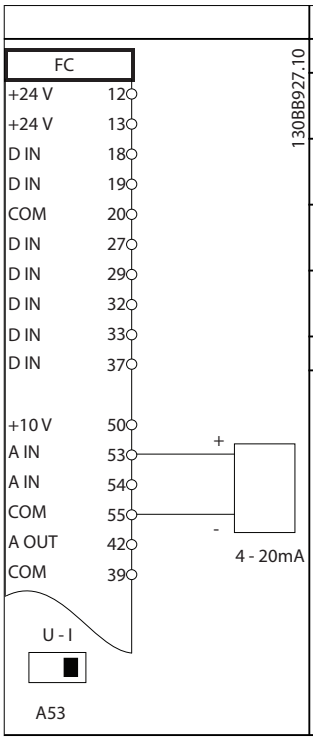
4.3.2 速度



参数	
功能	设置
参数 6-10 端子 53 低电压	0.07 V*
参数 6-11 端子 53 高电压	10 V*
参数 6-14 53 端参考/反馈低	0 Hz
参数 6-15 53 端参考/反馈高	50 Hz
* = 默认值	
说明/备注： D IN 37 属于选配项。	

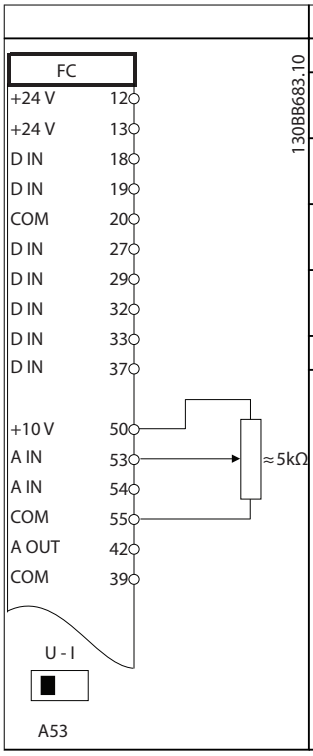
表 4.4 模拟速度参考值（电压）

Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。



参数	
功能	设置
参数 6-12 端子 53 低电流	4 mA*
参数 6-13 端子 53 高电流	20 mA*
参数 6-14 53 端参考/反馈低	0 Hz
参数 6-15 53 端参考/反馈高	50 Hz
* = 默认值	
说明/备注： D IN 37 属于选配项。	

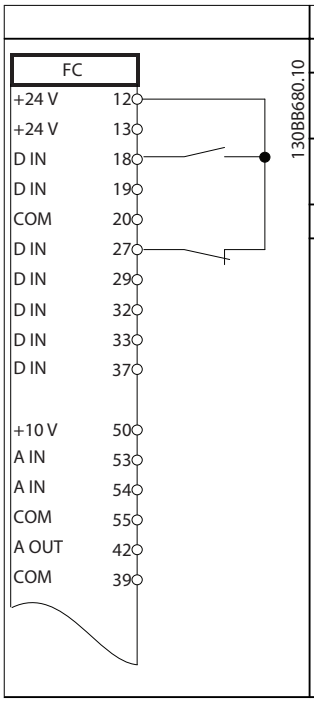
表 4.5 模拟量速度参考值（电流）



参数	
功能	设置
参数 6-10 端子 53 低电压	0.07 V*
参数 6-11 端子 53 高电压	10 V*
参数 6-14 53 端参考/反馈低	0 Hz
参数 6-15 53 端参考/反馈高	50 Hz
* = 默认值	
说明/备注： D IN 37 属于选配项。	

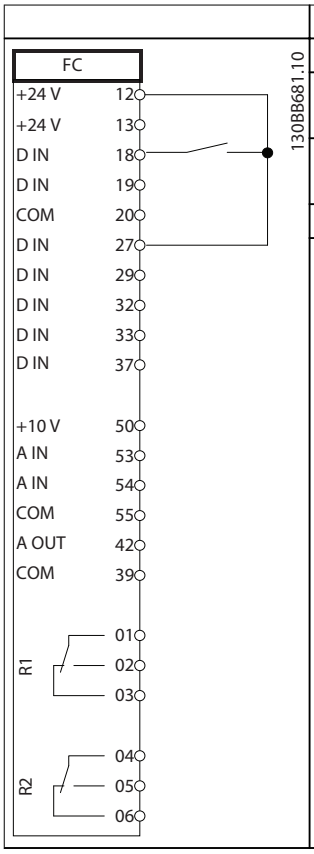
表 4.6 速度参考值（使用手动电位计）

4.3.3 运行/停止



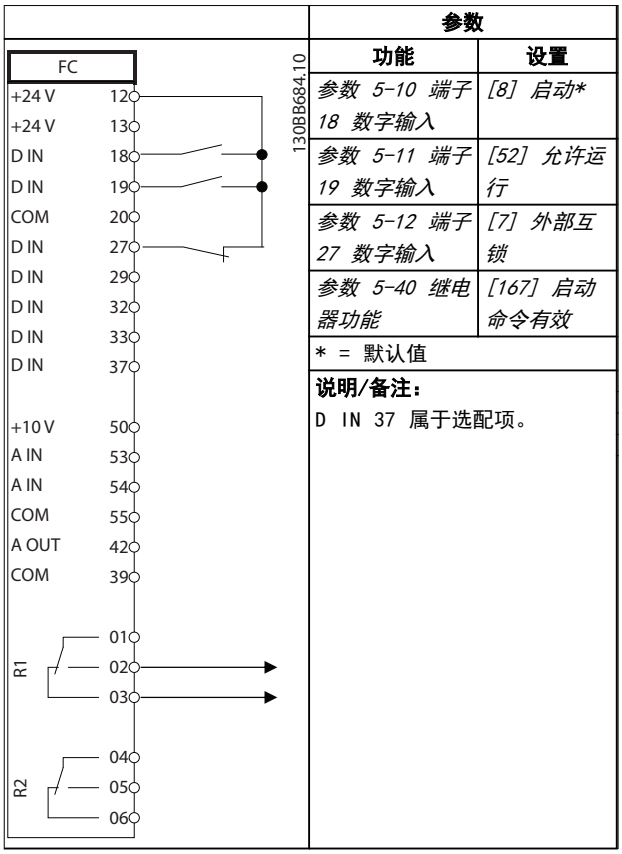
参数	
功能	设置
参数 5-10 端子 18 数字输入	*[8] 启动**
参数 5-12 端子 27 数字输入	*[7] 外部互锁*
* = 默认值	
说明/备注： D IN 37 属于选配项。	

表 4.7 具有外部互锁功能的运行/停止命令



参数	
功能	设置
参数 5-10 端子 18 数字输入	*[8] 启动**
参数 5-12 端子 27 数字输入	*[7] 外部互锁*
* = 默认值	
说明/备注： 当 *参数 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。 D IN 37 属于选配项。	

表 4.8 无外部互锁功能的运行/停止命令



参数	
功能	设置
参数 5-10 端子 18 数字输入	*[8] 启动**
参数 5-11 端子 19 数字输入	*[52] 允许运行*
参数 5-12 端子 27 数字输入	*[7] 外部互锁*
参数 5-40 继电器功能	*[167] 启动命令有效*
* = 默认值	
说明/备注： D IN 37 属于选配项。	

表 4.9 允许运行

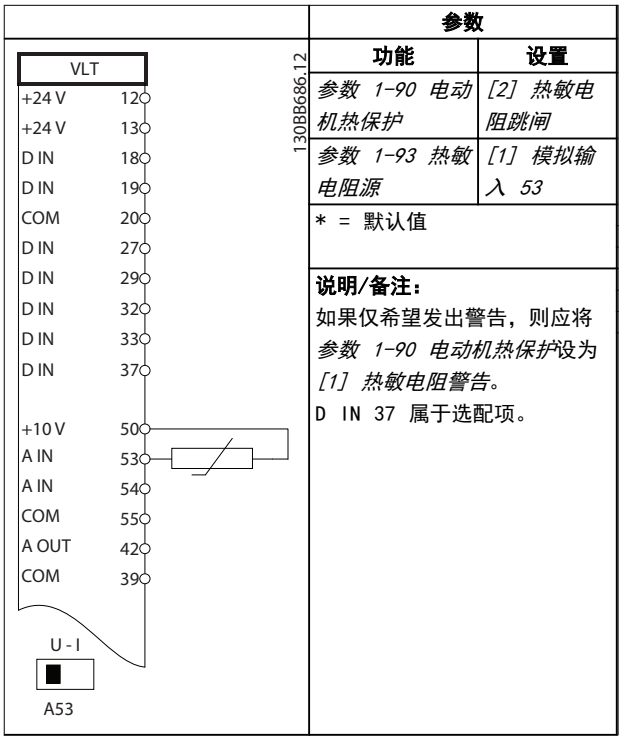
4.3.4 电机热敏电阻

⚠警告

热敏电阻绝缘

可能导致人身伤害或设备损坏。

- **为了符合 PELV 绝缘要求，只能使用具有加强绝缘或双重绝缘的热敏电阻。**



参数	
功能	设置
参数 1-90 电动机热保护	*[2] 热敏电阻跳闸*
参数 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，则应将*参数 1-90 电动机热保护*设为*[1] 热敏电阻警告*。 D IN 37 属于选配项。	

表 4.10 电机热敏电阻

5 特殊条件

5.1 降容

本节提供有关在要求降容的条件下操作变频器的详细数据。有时候，需用手动方式执行降容。另一些时候，变频器可以根据需要自动执行一定程度的降容。降容可确保关键环境的性能，否则，这些环节可能导致跳闸。

5.2 手工降容

5.2.1 何时考虑降容

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 5.4 根据环境温度降低额定值* 。

5.2.2 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，如果电机以不到额定值一半的 RPM 值连续运行，则为电机提供额外的冷却气流。或者，使用旨在用于此类操作的电机。

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。

5.2.3 在低气压时降容

空气的冷却能力在低气压下会降低。

如果变频器在海拔 1000 米以下工作，则不必降容。海拔高于 1000 m 时，根据 *图 5.1* 降低环境温度 (T_{AMB}) 中的最大输出电流 (I_{out}) 。海拔超过 2000 千米时，请向 Danfoss 咨询有关 PELV 事宜。

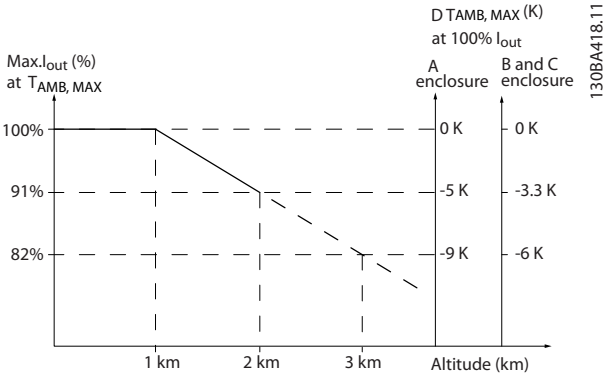


图 5.1 在 $T_{AMB, MAX}$ 时，输出电流降容与海拔的关系（对于机箱规格 A、B 和 C）。

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 2000 米海拔时，在 $T_{AMB, MAX}$ = 50 °C 下以机箱类型 B 情况为例介绍了如何查看*图 5.1* 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。

5.3 电动机电缆过长或电动机电缆横截面积过大时降低额定值

注意

仅适用于高达 90 kW 的变频器。
该变频器的最大电缆长度为 300 米非屏蔽电缆和 150 米屏蔽电缆。
变频器应使用具有额定横截面积的电动机电缆。如果使用横截面积更大的电缆，则每增加一级横截面积，都需要将输出电流的额定值降低 5%。
电缆横截面积越大，接地电容就越大，而接地漏电电流也就越大。

5.4 根据环境温度降低额定值

在 24 小时内测量的平均温度 ($T_{AMB, AVG}$) 至少要比所允许的最高环境温度 ($T_{AMB, MAX}$) 低 5° C。如果变频器在较高的环境温度下工作，则减小持续输出电流。降容取决于开关模式，在 *参数 14-00 开关模式* 中可将开关模式设为 60° AVM 或 SFAVM。

5.4.1 根据环境温度的降容 - 机箱类型 A

60° AVM - 脉冲宽度调制

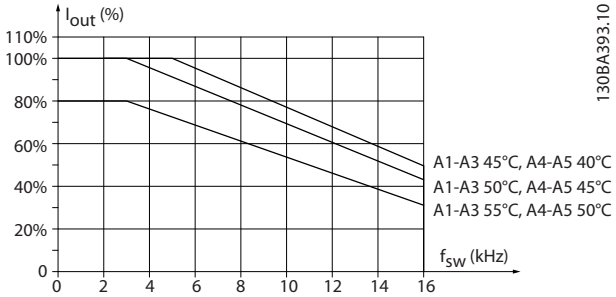


图 5.2 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容（机箱规格 A），采用 60° AVM

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

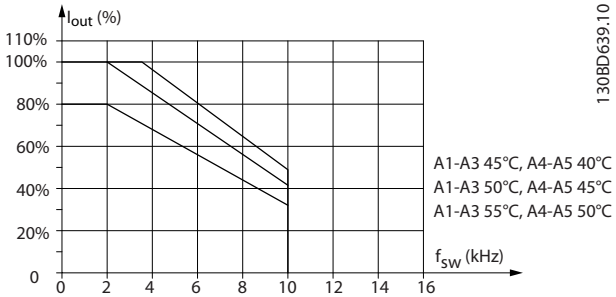


图 5.3 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，使用 SFAVM 的设备规格 A

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

60° AVM

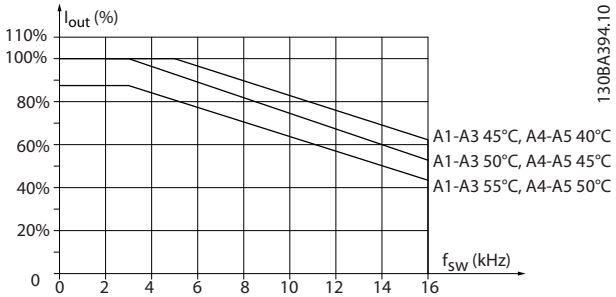


图 5.4 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，使用 60°AVM 和最长为 10 米的电动机电缆的设备规格 A

SFAVM

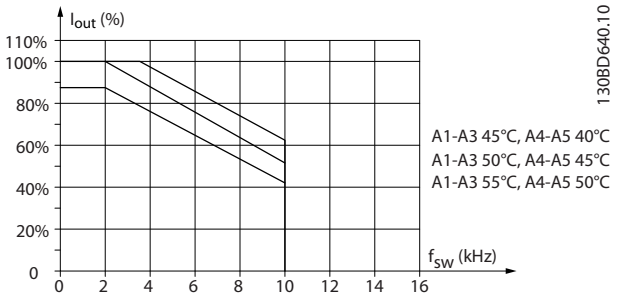


图 5.5 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容 - A 型机箱，开关模式为 SFAVM，电动机电缆的最大长度不超过 10 m

5.4.2 根据环境温度降容 - 机箱类型 B

机箱 B、T2 和 T4
60° AVM - 脉冲宽度调制

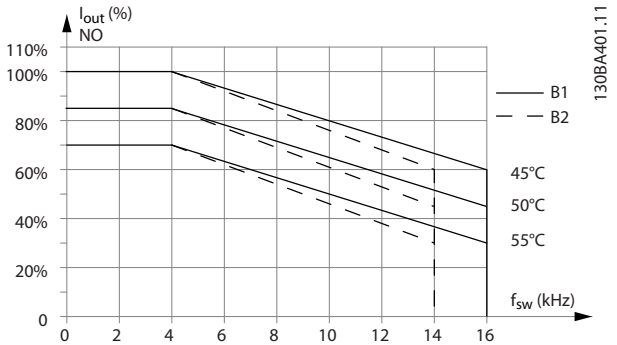


图 5.6 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 B1 和 B2，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 60° AVM

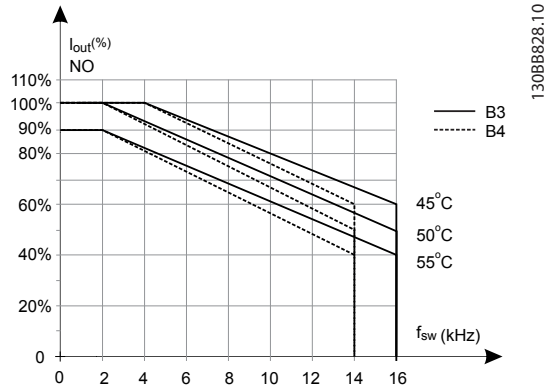


图 5.7 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 B3 和 B4，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 60° AVM

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

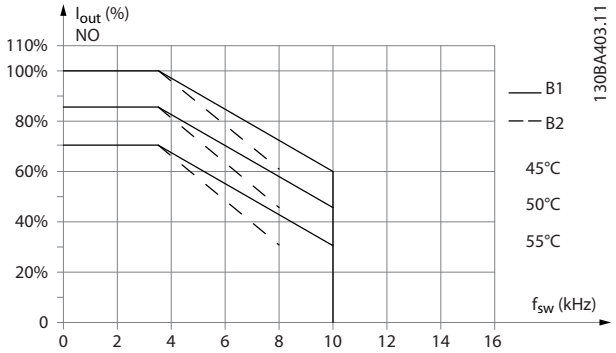


图 5.8 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 B1 和 B2，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

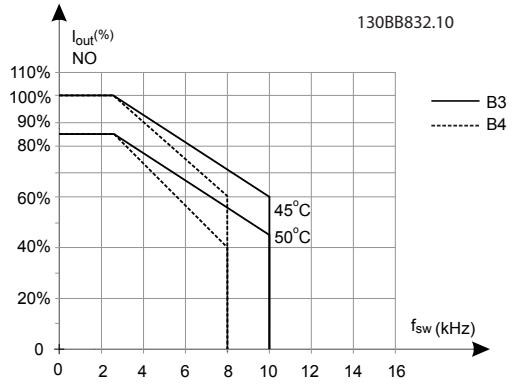


图 5.9 I_{out} 在不同 $T_{AMB, MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 B3 和 B4，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

机箱 B，T6
60° AVM - 脉冲宽度调制

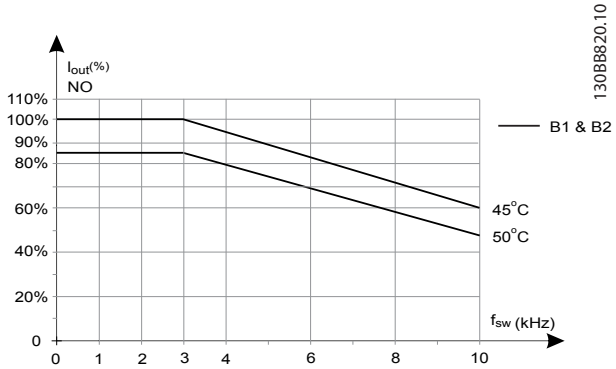


图 5.10 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器，机箱类型 B，60 AVM，常开

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

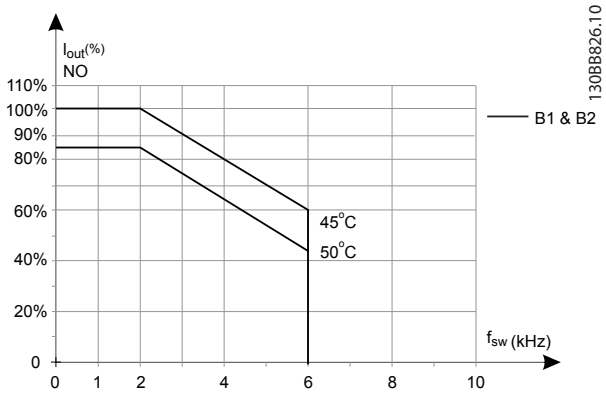


图 5.11 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器，机箱类型 B； SFAVM，NO

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

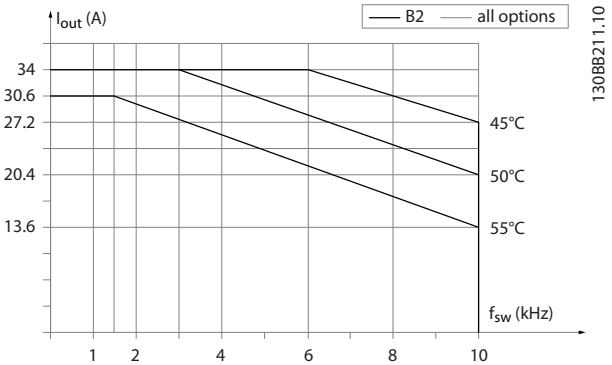


图 5.12 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机箱类型 B2 和 B4，60° AVM。

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

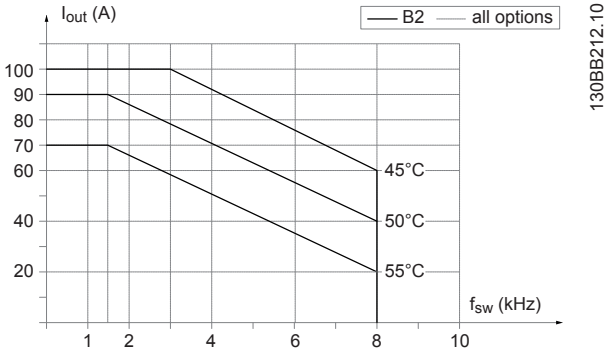


图 5.13 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机箱类型 B2 和 B4，SFAVM。

5.4.3 根据环境温度降容 - 机箱类型 C

机箱 C、T2 和 T4
60° AVM - 脉冲宽度调制

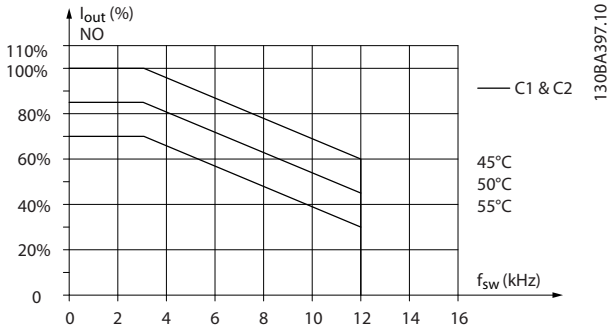


图 5.14 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容，机箱规格 C1 和 C2。，正常过载模式下使用 60° AVM （110% 过转矩）

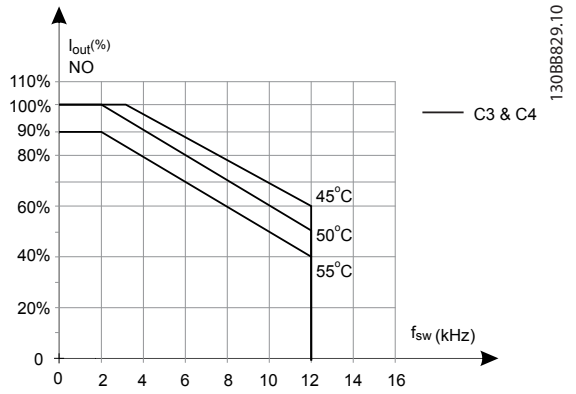


图 5.15 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 C3 和 C4，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 60° AVM

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

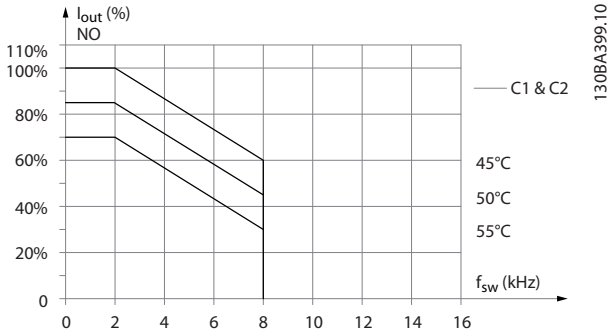


图 5.16 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 C1 和 C2，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

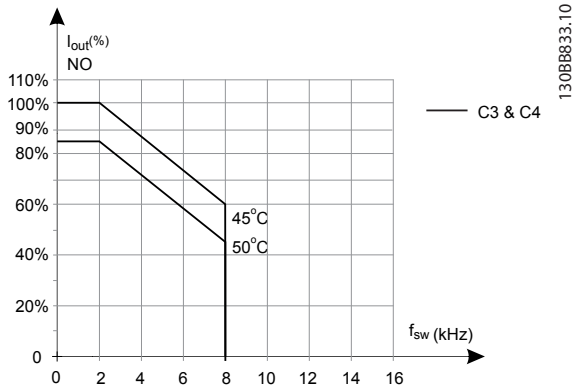


图 5.17 I_{out} 在不同 $T_{AMB,\ MAX}$ 下的降容 - 机箱类型 C3 和 C4，在正常过载模式（110% 过转矩）下使用 SFAVM

机箱规格 C、T6
60° AVM - 脉冲宽度调制

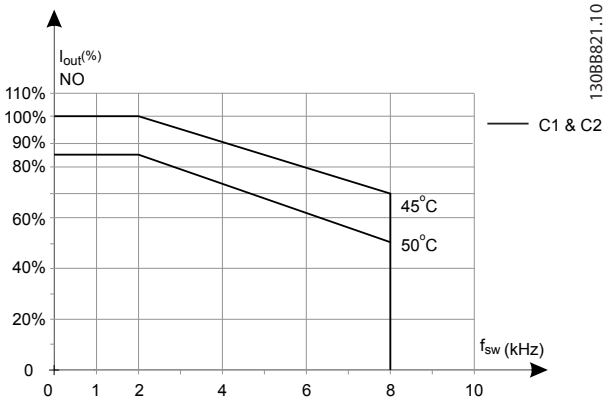


图 5.18 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器，机箱类型 C，60 AVM，常开

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

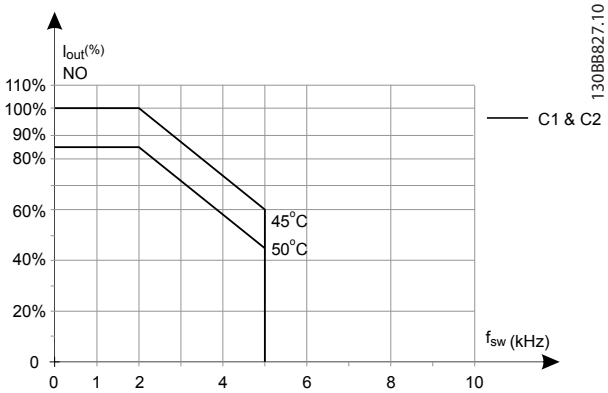


图 5.19 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 600 V 变频器，机箱类型 C； SFAVM，NO

机箱规格 C, T7
60° AVM - 脉冲宽度调制

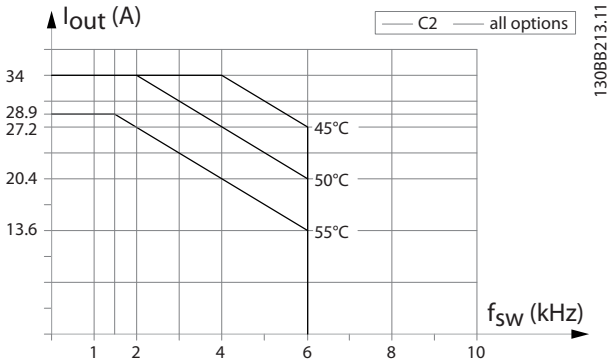


图 5.20 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机箱类型 C2，60° AVM。

SFAVM - 定子频率异步矢量调制

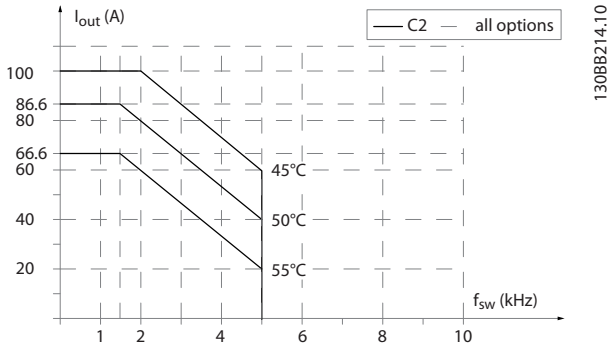


图 5.21 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机箱类型 C2，SFAVM。

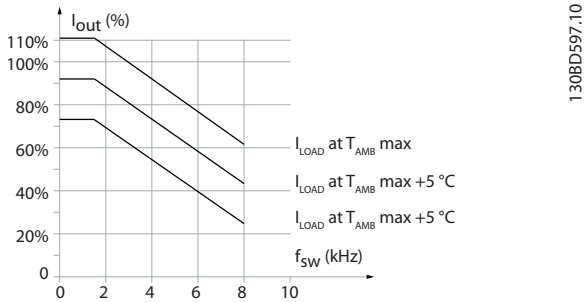


图 5.22 输出电流在不同开关频率和环境温度下的降容 - 机箱类型 C3。

6 类型代码和选择

6.1 订购

6.1.1 简介

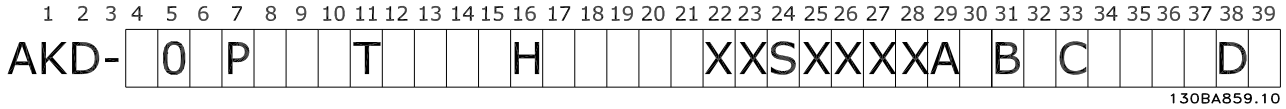


图 6.1 类型代码

借助网上产品产品定制软件 (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 位数的订购号，提交给当地销售部门。

Drive Configurator 还可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。

可使用以下网址了解 drive configurator：
www.danfoss.com/drives.

6.1.2 类型代码

类型代码示例：
FC-103-P18KT4E21H1XGCXXXSXXXXAZBKCXXXXDX

表 6.1 和 *表 6.2* 描述了字符串中字符的含义。在上述示例中，变频器将包括一个 AK-LonWorks 选件和一个通用 I/O 选件。

说明	位置	可配选件 1)
产品组 & VLT 系列	1 – 6	FC 103
额定功率	8 – 10	1.1- 90 kW (P1K1 - P90K)
相数	11	3 阶段 (T)
主电源电压	11 – 12	T 2: 200 – 240 V AC T 4: 380 – 480 V AC
机箱	13 – 15	E20: IP20 E21: IP 21/NEMA 1 E55: IP 55/NEMA 12 E66: IP66 P21: IP21/NEMA 类型 1 有背板 P55: IP55/NEMA 类型 12 有背板 Z55: A4 机箱 IP55 Z66: A4 机箱 IP66
RFI 滤波器	16 – 17	H1: A1/B 类射频干扰滤波器 H2: A2 类射频干扰滤波器 Hx: 无射频干扰滤波器
显示	19	G: 图形化本地控制面板 (GLCP) X: 无本地控制面板
涂层 PCB	20	X: 无涂层 PCB C: 有涂层 PCB
主电源选件	21	X: 无主电源断路开关 1: 带主电源断路开关（仅限 IP55）
调整	22	预留
调整	23	预留
软件版本	24 – 27	实际软件
软件语言	28	

表 6.1 订购类型代码

1) 某些选件的可用性取决于机箱规格。

说明	位置	可配选件
A 选件	29 – 30	AX: 无选件 AZ: VLT® AK-LonWorks MCA 107 A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 AL: VLT® PROFINET MCA 120
B 选件	31 – 32	BX: 无选件 BK: 通用 I/O 选件 MCB 101 BP: VLT® Relay option MCB 105 B0: VLT® Analog I/O option MCB 109
C0 选件，MCO	33 – 34	CX: 无选件
C1 选件	35	X: 无选件 R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
C 选件软件	36 – 37	XX: 标准软件
D 选件	38 – 39	DX: 无选件 D0: VLT® 24 V DC Supply option MCB 107

表 6.2 订购类型代码，选件

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

6.2 选件、附件以及备件

6.2.1 订购号： 选件和附件

注意

选件可以作为出厂配置订购，
请参阅订购信息。

类型	说明	订购号
其他硬件 I		
直流回路连接器	A2/A3 上用于连接直流回路的端子盒	130B1064
IP 21/4X 顶盖/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 A2	130B1122
IP 21/4X 顶盖/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 A3	130B1123
IP 21/4X 顶盖/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 B3	130B1187
IP 21/4X 顶盖/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 B4	130B1189
IP 21/4X 顶盖/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 C3	130B1191
IP 21/4X 顶盖/类型 1 套件	IP21/NEMA1 顶盖 + 底盖 C4	130B1193
IP21/4X 顶盖	IP21 顶盖 A2	130B1132
IP21/4X 顶盖	IP21 顶盖 A3	130B1133
IP 21/4X 顶盖	IP21 顶盖 B3	130B1188
IP 21/4X 顶盖	IP21 顶盖 B4	130B1190
IP 21/4X 顶盖	IP21 顶盖 C3	130B1192
IP 21/4X 顶盖	IP21 顶盖 C4	130B1194
直通面板安装套件	机箱规格 A5	130B1028
直通面板安装套件	机箱规格 B1	130B1046
直通面板安装套件	机箱规格 B2	130B1047
直通面板安装套件	机箱规格 C1	130B1048
直通面板安装套件	机箱规格 C2	130B1049
端子盒	用于替换弹簧安装式端子的螺钉端子盒 1 个 10 针 pc 连接器，1 个 6 针 pc 连接器和 1 个 3 针 pc 连接器	130B1116
背板	A5 IP55/NEMA 12	130B1098
背板	B1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3383
背板	B2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3397
背板	C1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3910
背板	C2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3911
背板	A5 IP66	130B3242
背板	B1 IP66	130B3434
背板	B2 IP66	130B3465
背板	C1 IP66	130B3468
背板	C2 IP66	130B3491
LCP 和套件		
LCP 102	图形化本地控制面板 (GLCP)	130B1107
LCP 电缆	单独的 LCP 电缆，长 3 米	175Z0929
LCP 套件	LCP 安装套件，包括图形化 LCP、固定件、3 米长电缆和衬垫	130B1113
LCP 套件	LCP 安装套件，包括图形化 LCP、固定件和衬垫	130B1114
LCP 套件	适用于所有 LCP 的 LCP 安装套件，包括固定件、3 米长电缆和衬垫	130B1117
LCP 套件	面板安装套件，IP55/IP66 机箱、固定件、8 米长电缆和衬垫	130B1129
LCP 套件	适用于所有 LCP 的 LCP 安装套件，包括固定件和衬垫，不含电缆	130B1170

表 6.3 选件和附件

6

类型	说明	注释
插槽 A 选件		**有涂层订购号**
MCA 107	AK-LonWorks	130B1108
插槽 B 选件		
MCB 101	VLT® General Purpose I/O Module MCB 101	130B1212
MCB 105	VLT® Relay CardMCB 105	130B1210
MCB 109	实时时钟的 VLT® Analog I/O MCB 109 选件和备用电池	130B1243
用于插槽 C 的选件		
MCB 113	VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1264
插槽 D 选件		
MCB 107	24 V 直流备用电源	130B1208

表 6.4 A、B、C 和 D 选件的订购号

有关现场总线和应用选件与较早软件版本的兼容性信息，请与 Danfoss 供应商联系。

6

类型	说明		
备件		**订购号**	**注释**
FC 控制板	带 STO 功能	130B1150	
FC 控制板	无 STO 功能	130B1151	
风扇 A2	风扇，机箱规格 A2	130B1009	
风扇 A3	风扇，机箱规格 A3	130B1010	
风扇 A5	风扇，机箱规格 A5	130B1017	
风扇 B1	外部风扇，机箱类型 B1	130B3407	
风扇 B2	外部风扇，机箱类型 B2	130B3406	
风扇 B3	外部风扇，机箱类型 B3	130B3563	
风扇 B4	外部风扇，18.5/22 kW	130B3699	
风扇 B4	外部风扇，22/30 kW	130B3701	
风扇 C1	外部风扇，机箱类型 C1	130B3865	
风扇 C2	外部风扇，机箱类型 C2	130B3867	
风扇 C3	外部风扇，机箱类型 C3	130B4292	
风扇 C4	外部风扇，机箱类型 C4	130B4294	
其他硬件 II			
附件包 A2	附件包，机箱规格 A2	130B1022	
附件包 A3	附件包，机箱规格 A3	130B1022	
附件包 A5	附件包，机箱规格 A5	130B1023	
附件包 B1	附件包，机箱规格 B1	130B2060	
附件包 B2	附件包，机箱规格 B2	130B2061	
附件包 B3	附件包，机箱规格 B3	130B0980	
附件包 B4	附件包，机箱规格 B4	130B1300	小
附件包 B4	附件包，机箱规格 B4	130B1301	大
附件包 C1	附件包，机箱规格 C1	130B0046	
附件包 C2	附件包，机箱规格 C2	130B0047	
附件包 C3	附件包，机箱规格 C3	130B0981	
附件包 C4	附件包，机箱规格 C4	130B0982	小
附件包 C4	附件包，机箱规格 C4	130B0983	大

表 6.5 备件订购号

Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

6.2.2 订购号： 谐波滤波器

谐波滤波器用于减少主电源谐波。

有关订购号，请参阅 *VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010 设计指南。*

注意

AHF 和正弦滤波器支持需要版本为 1.1x 或以上的软件。支持 dU/dt 滤波器，可用于任何软件版本。

6.2.3 订购号： 正弦波滤波器模块，200-480 V AC

变频器规格			最小切换频率	最大输出频率	部件号 IP20	部件号 IP00	50 Hz 时的额定滤波器电流 [A]
200 - 240 V	380 - 440 V	440 - 480 V					
	P1K1	P1K1	5	120	130B2441	130B2406	4.5
	P1K5	P1K5	5	120	130B2441	130B2406	4.5
	P2K2	P2K2	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K1	P3K0	P3K0	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K5			5	120	130B2443	130B2408	8
	P4K0	P4K0	5	120	130B2444	130B2409	10
P2K2	P5K5	P5K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P3K0	P7K5	P7K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P4K0			5	120	130B2446	130B2411	17
P5K5	P11K	P11K	4	60	130B2447	130B2412	24
P7K5	P15K	P15K	4	60	130B2448	130B2413	38
	P18K	P18K	4	60	130B2448	130B2413	38
P11K	P22K	P22K	4	60	130B2307	130B2281	48
P15K	P30K	P30K	3	60	130B2308	130B2282	62
P18K	P37K	P37K	3	60	130B2309	130B2283	75
P22K	P45K	P55K	3	60	130B2310	130B2284	115
P30K	P55K	P75K	3	60	130B2310	130B2284	115
P37K	P75K	P90K	3	60	130B2311	130B2285	180
P45K	P90K		3	60	130B2311	130B2285	180

表 6.6 主电源 3x200 - 480 V

注意

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

注意

另请参阅“*输出滤波器设计指南*”。

6.2.4 订购号： 正弦波滤波器模块，525-600/690 V AC

变频器规格		最小切换频率	最大输出频率	部件号 IP20	部件号 IP00	50 Hz 时的额定滤波器电流 [A]
525 – 600 V	690 V					
P1K1		2	60	130B2341	130B2321	13
P1K5		2	60	130B2341	130B2321	13
P2k2		2	60	130B2341	130B2321	13
P3K0		2	60	130B2341	130B2321	13
P4K0		2	60	130B2341	130B2321	13
P5K5		2	60	130B2341	130B2321	13
P7K5		2	60	130B2341	130B2321	13
	P11K	2	60	130B2342	130B2322	28
P11K	P15K	2	60	130B2342	130B2322	28
P15K	P18K	2	60	130B2342	130B2322	28
P18K	P22K	2	60	130B2342	130B2322	28
P22K	P30K	2	60	130B2343	130B2323	45
P30K	P37K	2	60	130B2343	130B2323	45
P37K	P45K	2	60	130B2344	130B2324	76
P45K	P55K	2	60	130B2344	130B2324	76
P55K	P75K	2	60	130B2345	130B2325	115
P75K	P90K	2	60	130B2345	130B2325	115
P90K		2	60	130B2346	130B2326	165

表 6.7 主电源 3x525 – 690 V

注意

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

注意

另请参阅“*输出滤波器设计指南*”。

6.2.5 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 1)		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
1.1 - 4.0	1.2 - 9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
5.5 - 7.5	14.4	7.5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
11.0	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
15.0	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
18.0	34	18.5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
22.0	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
30.0	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
37.0	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
45.0	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
55.0	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
75.0	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207
90.0	171	90	171	130B1445	130B1250	130B1294	130B1213

表 6.8 谐波滤波器，380-415 V，50 Hz

功率和电流额定值 1)		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
1.1 - 4.0	1.2 - 9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
5.5 - 7.5	14.4	7.5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
11.0	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
15.0	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
18.0	34	18.5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
22.0	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
30.0	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
37.0	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
45.0	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
55.0	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
75.0	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498
90.0	171	90	171	130B3130	130B2868	130B3089	130B2499

表 6.9 谐波滤波器，380-415 V，60 Hz

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

功率和电流额定值 1)		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
1.1 - 4.0	1 - 7.4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
5.5 - 7.5	9.9 - 13	7.5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
11.0	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
15.0	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
18.0	31	18.5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
22.0	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
30.0	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
37.0	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
45.0	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
55.0	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
75.0	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494
90	154	90	154	130B1798	130B1763	130B1781	130B1495

6

表 6.10 谐波滤波器，440 - 480 V，60 Hz

1) 根据实际工作环境，确定变频器功率和电流额定值。

功率和电流额定值 1)		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
11.0	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
15.0	19	16.4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
18.0	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
22.0	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
30.0	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
37.0	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
45.0	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
55.0	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
75.0	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220
90	106	90	109	130B5270	130B5255	130B5238	130B5221

表 6.11 谐波滤波器，600 V，60 Hz

功率和电流额定值 1)		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
11.0	15	7.5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
15.0	19.5	11	P18K	20	18.5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
18.0	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
22.0	29	18.5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
30.0	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
37.0	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
45.0	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
55.0	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
75.0	89	55	-	-	-	87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288
90.0	110	90	-	-	-	109	130B5026	130B5172	130B5327	130B5289

表 6.12 谐波滤波器，500 - 690 V，50 Hz

1) 根据实际工作环境，确定变频器功率和电流额定值。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

6.2.6 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]		
-	-	1.1	3	1.1	3	4.5	4	3.5	5	130B2406	130B2441
-	-	1.5	4.1	1.5	3.4						
-	-	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 6.13 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 @690 V			开关频率	订购号	
525 - 600 V		551 - 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		
1.1	2.4	1.5	2.2	1.5	2.7	4.5	4	3	4	130B7335	130B7356
1.5	2.7	2.2	3.2	2.2	3.9						
2.2	3.9	3.0	4.5	3.0	4.9						
3	4.9	4.0	5.5	4.0	6.1	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6.1	5.5	7.5	5.5	9.0						
5.5	9	7.5	10	7.5	11						
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 6.14 用于变频器的正弦波滤波器，525 - 600 V 和 525-690 V

*1) 标有 * 号的订购号是 IP23。*

参数	设置
参数 14-00 开关模式	*[1] SFAVM*
参数 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。
参数 14-55 输出滤波器	*[2] 固定式正弦滤波器*
参数 14-56 Capacitance Output Filter	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）。
参数 14-57 Inductance Output Filter	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 6.15 正弦波滤波器操作的参数设置

6.2.7 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[1]	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	130B2841	130B2842*	130B2843
-	-							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	-	-	-	-	-	-	-	-							

表 6.16 dU/dt 滤波器，200-690 V

1) 专用 A3 机箱规格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。

参数	设置
参数 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。
参数 14-55 输出滤波器	*[0] 无滤波器*
参数 14-56 Capacitance Output Filter	未使用
参数 14-57 Inductance Output Filter	未使用

表 6.17 dU/dt 滤波器操作的参数设置

6.2.8 共模滤波器

机箱规格	订购号	磁芯尺寸					重量
		W	w	H	h	d	[kg]
A 和 B	130B3257	60	43	40	25	22.3	0.25
C1	130B7679	82.8	57.5	45.5	20.6	33	-
C2、C3、C4	130B3258	102	69	61	28	37	1.6

表 6.18 共模滤波器，订购号

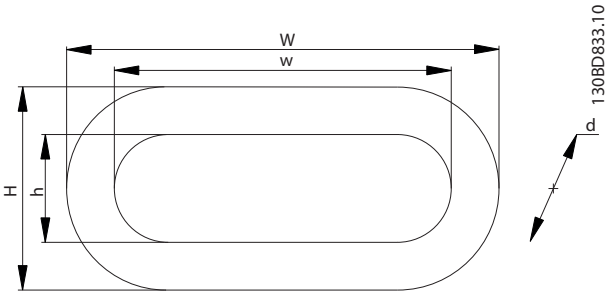


图 6.2 HF-CM 磁芯

7 规格

7.1 电气数据

7.1.1 主电源 3x200-240 V AC

类型名称	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
过载 [1]	NO	NO	NO	NO	NO
典型主轴输出 [kW]	1.1	1.5	2.2	3.0	3.7
208 V 时的典型主轴输出 [hp]	1.5	2.0	2.9	4.0	4.9
IP20/机架 [6]	A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 4X	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
输出电流					
持续(3x200-240V) [A]	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7
间歇(3x200-240 V) [A]	7.3	8.3	11.7	13.8	18.4
持续 kVA 值 (208 V AC) [kVA]	2.38	2.70	3.82	4.50	6.00
最大输入电流					
持续(3x200-240V) [A]	5.9	6.8	9.5	11.3	15.0
间歇(3x200-240 V) [A]	6.5	7.5	10.5	12.4	16.5
更多规格					
最大额定负载时的预计功率损耗 [3] [W] [4]	63	82	116	155	185
主电源、电机、制动和负载共享的 IP20、IP21 最大电缆横截面积 [2] [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (最小值 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 [2] [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)				
断路器的最大电缆横截面积	6, 4, 4 (10, 12, 12)				
效率 [5]	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

表 7.1 主电源 3x200-240 V AC

类型名称	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K
过载 1)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
典型主轴输出 [kW]	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45
208 V 时的典型主轴输出 [hp]	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60
IP20/机架 6)	B3	B3	B3	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 4X	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
输出电流									
持续(3x200-240V) [A]	24.2	30.8	46.2	59.4	74.8	88.0	115	143	170
间歇(3x200-240 V) [A]	26.6	33.9	50.8	65.3	82.3	96.8	127	157	187
持续 kVA 值 (208 V AC) [kVA]	8.7	11.1	16.6	21.4	26.9	31.7	41.4	51.5	61.2
最大输入电流									
持续(3x200-240V) [A]	22.0	28.0	42.0	54.0	68.0	80.0	104.0	130.0	154.0
间歇(3x200-240 V) [A]	24.2	30.8	46.2	59.4	74.8	88.0	114.0	143.0	169.0
更多规格									
最大额定负载时的预计功率损耗 3) [W]4)	269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636
主电源、制动、电机和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 2) [mm^2] ([AWG])	10, 10 (8, 8, -)			35 (2)		50 (1)		150 (300 MCM)	
主电源和电机的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 2) [mm^2] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)			35, -, - (2, -, -)	50 (1)			150 (300 MCM)	
效率 5)	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97

表 7.2 主电源 3x200-240 V AC

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

7.1.2 主电源 3x380-480 V AC

类型名称	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
过载 [1]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
典型主轴输出 [kW]	1.1	1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	1.5	2.0	2.9	4.0	5.0	7.5	10
IP20/机架 [6]	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 4X	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
输出电流							
持续 (3x380-440V) [A]	3	4.1	5.6	7.2	10	13	16
间歇 (3x380-440 V) [A]	3.3	4.5	6.2	7.9	11	14.3	17.6
持续 (3x441 - 480 V) [A]	2.7	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14.5
间歇 (3x441-480 V) [A]	3.0	3.7	5.3	6.9	9.0	12.1	15.4
持续 kVA 值 (400 V AC) [kVA]	2.1	2.8	3.9	5.0	6.9	9.0	11.0
持续 kVA 值 (460 V AC) [kVA]	2.4	2.7	3.8	5.0	6.5	8.8	11.6
最大输入电流							
持续 (3x380-440V) [A]	2.7	3.7	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4
间歇 (3x380-440 V) [A]	3.0	4.1	5.5	7.2	9.9	12.9	15.8
持续 (3x441 - 480 V) [A]	2.7	3.1	4.3	5.7	7.4	9.9	13.0
间歇 (3x441-480 V) [A]	3.0	3.4	4.7	6.3	8.1	10.9	14.3
更多规格							
最大额定负载时的预计功率损耗 [3] [W] [4]	58	62	88	116	124	187	255
主电源、电机、制动和负载共享的 IP20、IP21 最大电缆横截面积 [2] [mm²] ([AWG]) [2]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (最小值 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 [2] [mm²]/ ([AWG]) [2]	4, 4, 4 (12, 12, 12)						
断路器的最大电缆横截面积 [2]	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
效率 [5]	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

表 7.3 主电源 3x380-480 V AC

类型名称	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
过载 1)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
典型主轴输出 [kW]	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
IP20/机架 7)	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 4X	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
输出电流										
持续 (3x380 - 439V) [A]	24	32	37.5	44	61	73	90	106	147	177
间歇 (3x380 - 439 V) [A]	26.4	35.2	41.3	48.4	67.1	80.3	99	117	162	195
持续 (3x440 - 480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
间歇 (3x440 - 480 V) [A]	23.1	29.7	37.4	44	61.6	71.5	88	116	143	176
持续 kVA 值 (400 V AC) [kVA]	16.6	22.2	26	30.5	42.3	50.6	62.4	73.4	102	123
持续 kVA 值 (460 V AC) [kVA]	16.7	21.5	27.1	31.9	41.4	51.8	63.7	83.7	104	128
最大输入电流										
持续 (3x380 - 439V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
间歇 (3x380 - 439 V) [A]	24.2	31.9	37.4	44	60.5	72.6	90.2	106	146	177
持续 (3x440 - 480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
间歇 (3x440 - 480 V) [A]	20.9	27.5	34.1	39.6	51.7	64.9	80.3	105	130	160
更多规格										
最大额定负载时的预计功率损耗 3) [W] 4)	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474
主电源、制动、电机和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 2) [mm²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)			35, -, - (2, -, -)			50 (1)		95 (4/0)	
主电源和电机的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 2) [mm²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)			35, 25, 25 (2, 4, 4)		50 (1)			150 (300 MCM)	
含主电源断路开关：	16, 10, 10 (6, 8, 8)					50, 35, 35 (1, 2, 2)			95, 70, 70 (3/0, 2/70, 2/0)	185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)
效率 5)	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99

表 7.4 主电源 3x380-480 V AC

7

Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

7.1.3 主电源电压 3x525-600 V AC

类型名称	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5
过载 1)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
典型主轴输出 [kW]	1.1	1.5	2.2	3.0	3.7	4.0	5.5	7.5
IP20/机架	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3
IP21/NEMA 1	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3
IP55/NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
IP66/NEMA 4X	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
输出电流								
持续 (3x525-550 V) [A]	2.6	2.9	4.1	5.2	-	6.4	9.5	11.5
间歇 (3x525-550 V) [A]	2.9	3.2	4.5	5.7	-	7.0	10.5	12.7
持续 (3x525-600 V) [A]	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0
间歇 (3x525-600 V) [A]	2.6	3.0	4.3	5.4	-	6.7	9.9	12.1
持续 kVA 值 (525 V AC) [kVA]	2.5	2.8	3.9	5.0	-	6.1	9.0	11.0
持续 kVA 值 (575 V AC) [kVA]	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0
最大输入电流								
持续 (3x525-600 V) [A]	2.4	2.7	4.1	5.2	-	5.8	8.6	10.4
间歇 (3x525-600 V) [A]	2.7	3.0	4.5	5.7	-	6.4	9.5	11.5
更多规格								
最大额定负载时的预计功率损耗 3) [W]4)	50	65	92	122	-	145	195	261
主电源、电机、制动和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 2) [mm^2/(AWG)]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (最小值 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 2) [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (最小值 0.2 (24))							
断路器的最大电缆横截面积 2)	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
效率 5)	0.97	0.97	0.97	0.97	-	0.97	0.97	0.97

表 7.5 主电源电压 3x525-600 V AC

类型名称	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
过载 1)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
典型主轴输出 [kW]	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
IP20/机架	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 4X	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
输出电流										
持续 (3x525-550 V) [A]	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
间歇 (3x525-550 V) [A]	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151
持续 (3x525-600 V) [A]	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
间歇 (3x525-600 V) [A]	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
持续 kVA 值 (525 V AC) [kVA]	18.1	21.9	26.7	34.3	41	51.4	61.9	82.9	100	130.5
持续 kVA 值 (575 V AC) [kVA]	17.9	21.9	26.9	33.9	40.8	51.8	61.7	82.7	99.6	130.5
最大输入电流										
持续 (3x525-600 V) [A]	17.2	20.9	25.4	32.7	39	49	59	78.9	95.3	124.3
间歇 (3x525-600 V) [A]	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
更多规格										
最大额定负载时的预计功率损耗 3) [W]4)	300	400	475	525	700	750	850	1100	1400	1500
主电源、制动和负载共享的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 2[mm²/(AWG)]	16, 10, 10 (6, 8, 8)			35, -, - (2, -, -)		50, -, - (1, -, -)			150 (300 MCM)	
电机的 IP21、IP55、IP66 最大电缆横截面积 2) [mm²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)			35, 25, 25 (2, 4, 4)		50, -, - (1, -, -)			150 (300 MCM)	
主电源、电机、制动和负载共享的 IP20 最大电缆横截面积 2) [mm²/(AWG)]	10, 10, - (8, 8, -)			35, -, - (2, -, -)			50, -, - (1, -, -)		150 (300 MCM)	
断路器的最大电缆横截面积 2)	16, 10, 10 (6, 8, 8)					50, 35, 35 (1, 2, 2)			95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)	185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)
效率 5)	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

表 7.6 主电源电压 3x525-600 V AC

有关熔断器类型的信息，请参阅 章 7.8 熔断器和断路器。

1) 正常过载=110% 转矩，持续 60 秒。

2) 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。

3) 适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

4) 在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅 章 7.4 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

5) 用 5 米屏蔽的电动机电缆在额定负载和额定频率下测量。

6) 使用转换套件可将机箱规格 A2+A3 转换为 IP21。另请参阅 章 3.7 机械规划.

7) 使用转换套件可将机箱规格 B3+B4 和 C3+C4 转换为 IP21。另请参阅 章 3.7 机械规划.

7.2 主电源

主电源电压	
供电端子	L1, L2, L3
供电电压	200 - 240 V ±10%
供电电压	380 - 480 V ±10%
供电电压	525 - 600 V ±10%

主电源电压低/主电源断电：
如果主电源电压过低发生主电源断电，变频器将继续工作，直到直流回路电压低于最低停止水平。最低停止水平一般比变频器的最低额定电源电压低 15%。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)	≥0.9 标称值（额定负载时）
位移功率因数 (cos φ)	接近 1 (>0.98)
打开输入电源 L1、L2、L3（上电）（当功率 ≤ 7.5kW 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）≥ 90 kW	最多 1 次/2 分钟
环境符合 EN60664-1 标准要求	过压类别 III/污染度 2

此设备适用于能够提供不超过 100000 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。

7.3 电机输出和电机数据

电动机输出 (U, V, W)	
输出电压	电源电压的 0 - 100%
输出频率 (1.1-90 kW)	0 - 590[1] Hz
输出切换	无限制
加减速时间	1 - 3600 s

1) 从软件版本 1.10 起，变频器的输出频率被限制在 590 Hz。有关详细信息，请与当地的 Danfoss 合作伙伴联系。

转矩特性	
启动转矩（恒定转矩）	最大 110%，持续 60 秒 [1]
启动转矩	最大 135%，不超过 0.5 秒 [1]
过载转矩（恒定转矩）	最大 110%，持续 60 秒 [1]

1) 相对于额定转矩的百分比。

7.4 环境条件

环境	
IP 额定值	IP20[1]/机架，IP21[2]/类型 1， IP55/类型 12， IP66/类型 4X
振动测试	1.0 g
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 [3]	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 到 +65/70 °C
不降容情况下的最高海拔高度	1000 m

高海拔时额定值会相应降低，请参阅设计指南中的特殊条件

EMC 标准，发射	EN 61800-3
EMC 标准，安全性	EN 61800-3
能效等级 [4]	IE2

请参阅 章 5 特殊条件。

1) 仅限功率≤ 3.7 kW (200-240 V)、≤ 7.5 kW (380-480 V)。
2) 作为功率 ≤ 3.7 kW (200-240 V)、≤7.5 kW (380-480 V) 的机型的机箱套件。
3) 有关高环境温度下的降容，请参阅章 5 特殊条件。
4) 根据 EN50598-2 在以下情况下确定：

- *额定负载。*
- *90% 额定频率。*
- *开关频率出厂设置。*
- *开关模式出厂设置。*

7.5 电缆规格

控制电缆的长度和横截面积 [1]	
最大电动机电缆长度，屏蔽	150 m (492 ft)
最大电动机电缆长度，非屏蔽	300 m (984 ft)
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 7.1 电气数据 中的电气数据表。

7.5.1 用于多个并联电机连接的电缆长度

机箱规格	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]
A2、A4、A5	1.1 - 1.5	400	150	45	20	8
A2、A4、A5	2.2 - 4	400	150	45	20	11
A3、A4、A5	5.5 - 7.5	400	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11 - 90	400	150	75	50	37

表 7.7 每条并行电缆的最大电缆长度

有关详细信息，请参考章 3.5.6 多台电动机的连接。

7.6 控制输入/输出和控制数据

数字输入	
可编程数字输入	4 (6) [1]
端子号	18, 19, 27[1], 29[1], 32, 33
逻辑	PNP 或 NPN
电压水平	0 - 24 V DC
电压水平，逻辑 0 PNP	<5 V DC
电压水平，逻辑 1 PNP	>10 V DC
电压水平，逻辑 0 NPN[2]	>19 V DC
电压水平，逻辑 1 NPN[2]	<14 V DC
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，R_i	大约 4 kΩ

Safe Torque Off (STO) 端子 37[3), 4)] （端子 37 的逻辑始终为 PNP）	
电压水平	0 - 24 V DC
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) safe torque off 输入端子 37 除外。
3) 请参阅 VLT® 变频器 - Safe Torque Off 操作手册了解端子 37 和 safe torque off 的详细信息。
4) 当连同 STO 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。这可以通过在线圈的一个续流二极管（或者有着更快响应速度的 30 V 或 50 V MOV）来形成回路。随这种二极管一起可以购买典型的接触器。

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 V 到 +10 V（可标定
输入电阻，R_i	大约 10 kΩ
最大电压	±20 V
电流模式	开关 S201/开关 S202 = 开 (I)
电流水平	0/4 到 20 mA（可调节）
输入电阻，R_i	大约 200 Ω
最大电流	30 mA
模拟输入的分辨率	10 位（包括符号）
模拟输入的精度	最大误差为满量程的 0.5%
带宽	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。

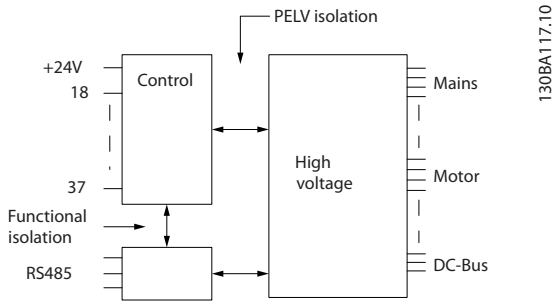


图 7.1 模拟输入的 PELV 绝缘

脉冲输入	
可编程脉冲	2/1
脉冲端子号	29, 33[1)]/32[2)], 33[2)]
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 *章 7.6.1 数字输入*
最高输入电压	28 V 直流
输入电阻，R_i	大约 4 kΩ
脉冲输入精度 (0.1-1 kHz)	最大误差： 全范围的 0.1 %
编码器输入精度 (1-11 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) 脉冲输入端子是 29 和 33。
2) 编码器输入： 32 = A, 33 = B

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

模拟输出与供电电压 (PELV) 以及其他高电压端子都是绝缘的。

控制卡，RS485 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。

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。
数字输出与供电电压 (PELV) 以及其他高电压端子之间都是电绝缘的。

控制卡，24 V 直流输出	
端子号	12, 13
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。

继电器输出	
可编程继电器输出	
继电器 01 端子号	1-3（常闭），1-2（常开）
1 - 3（常闭）、1 - 2（常开）时的最大端子负载 (AC-1)[1)] （电阻性负载）	交流 240 V，2 A
最大端子负载 (AC-15)[1)] （cos φ 等于 0.4 时的电感性负载）	交流 240 V，0.2 A
1 - 2（常开）、1 - 3（常闭）时的最大端子负载 (DC-1)[1)]（电阻性负载）	60 V 直流，1 A
最大端子负载 (DC-13)[1)]（电感性负载）	24 V 直流，0.1 A
继电器 02 端子号	4-6（常闭），4-5（常开）
4-5（常开）时的最大端子负载 (AC-1)[1)] （电阻性负载）[2)3)] 过压类别 II	交流 400 V，2 A
4 - 5（常开）时的最大端子负载 (AC-15)[1)]（cosφ 等于 0.4 时的电感性负载）	交流 240 V，0.2 A
4 - 5（常开）时的最大端子负载(DC-1)[1)]（电阻性负载）	直流 80 V，2 A
4 - 5（常开）时的最大端子负载(DC-13)[1)]（电感性负载）	24 V 直流，0.1 A
4 - 6（常闭）时的最大端子负载(AC-1)[1)]（电阻性负载）	交流 240 V，2 A
4 - 6（常闭）时的最大端子负载 (AC-15)[1)] （cosφ 等于 0.4 时的电感性负载）	交流 240 V，0.2 A
4 - 6（常闭）时的最大端子负载 (DC-1)[1)]（电阻性负载）	直流 50 V，2 A
4 - 6（常闭）时的最大端子负载 (DC-13)[1)]（电感性负载）	24 V 直流，0.1 A
1 - 3 （常闭）、1 - 2（常开）、4 - 6（常闭）、4 - 5（常开）时的最大端子负载	直流 24 V 10 mA，交流 24 V 20 mA
符合 EN 60664-1 的环境	过压类别 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，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）	≤10 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

所有控制特性都基于 4 极异步电机。

7

控制卡性能	
扫描间隔	1 ms

控制卡，USB 串行通讯	
USB 标准	1.1（全速）
USB 插头	B 类 USB 设备插头

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。

7.7 连接紧固力矩

	功率 [kW]			转矩 [Nm]			
机箱	200 - 240 V	380 - 480 V	525 - 600 V	主电源	电机	接地	继电器
A2	1.1 - 2.2	1.1 - 4.0	-	1.8	1.8	3	0.6
A3	3.0 - 3.7	5.5 - 7.5	1.1 - 7.5	1.8	1.8	3	0.6
A4	1.1 - 2.2	1.1 - 4.0	-	1.8	1.8	3	0.6
A5	1.1 - 3.7	1.1 - 7.5	1.1 - 7.5	1.8	1.8	3	0.6
B1	5.5 - 11	11 - 18	11 - 18	1.8	1.8	3	0.6
B2	15	22 - 30	22 - 30	4.5	4.5	3	0.6
B3	5.5 - 11	11 - 18	11 - 18	1.8	1.8	3	0.6
B4	15 - 18	22 - 37	22 - 37	4.5	4.5	3	0.6
C1	18 - 30	37 - 55	37 - 55	10	10	3	0.6
C2	37 - 45	75 - 90	75 - 90	14/24[1)]	14/24[1)]	3	0.6
C3	22 - 30	45 - 55	45 - 55	10	10	3	0.6
C4	37 - 45	75 - 90	75 - 90	14/24[1)]	14/24[1)]	3	0.6

表 7.8 端子紧固

1) 用于不同的线缆规格 x/y，其中 x≤95 mm², y≥95 mm²。

7.8 熔断器和断路器

在供电侧使用建议的熔断器和/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

必须在供电侧使用熔断器才能达到 IEC 60364 (CE) 和 NEC 2009 (UL) 的安装要求。

建议：

- gG 型熔断器。
- Moeller 型断路器。对于其他类型的断路器，应确保进入变频器的能量等于或低于 Moeller 型断路器可提供的能量。

通过选用建议的熔断器和断路器，可以将变频器可能遭受的损害限制在内部。有关详细信息，请参阅*熔断器和断路器应用说明*。

表 7.9 至 *表 7.16* 中的熔断器适用于能够提供 100000 A_{rms} 对称电流的电路（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 100000 A_{rms}。

7.8.1 符合 CE 标准

200 - 240 V

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

表 7.9 200-240 V，机箱类型 A、B 和 C

380 - 480 V

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

表 7.10 380 - 480 V，机箱类型 A、B 和 C

525 - 600 V

机箱类型	功率 [kW]	建议的 熔断器规格	建议的 最大熔断器	建议的断路器 (Moeller)	最大跳闸水平 [A]
A3	5.5 - 7.5	gG-10 (5.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11 - 18	gG-25 (11) gG-32 (15 - 18)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22 - 37	gG-40 (22) gG-50 (30) gG-63 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45 - 55	gG-63 (45) gG-100 (55)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75 - 90	aR-160 (75) aR-200 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A5	1.1 - 7.5	gG-10 (5.1-1.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11 - 18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18.5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22 - 30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37 - 55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75 - 90	aR-200 (75 - 90)	aR-250	NZMB2-A250	250

表 7.11 525 - 600V，机箱类型 A、B 和 C

Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

7.8.2 符合 UL

3x200 - 240 V

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

表 7.12 3x200-240 V，机箱规格 A、B 和 C

	建议的最大熔断器							
功率 [kW]	SIBA RK1 型	LittelFuse RK1 型	Ferraz Shawmut CC 型	Ferraz Shawmut RK1 型 3)	Bussmann JFHR2 型 2)	LittelFuse JFHR2	Ferraz Shawmut JFHR2 4)	Ferraz Shawmut J
1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R	FWX-10	-	-	HSJ-10
1.5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R	FWX-15	-	-	HSJ-15
2.2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R	FWX-20	-	-	HSJ-20
3.0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R	FWX-25	-	-	HSJ-25
3.7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R	FWX-30	-	-	HSJ-30
5.5/7.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R	FWX-50	-	-	HSJ-50
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R	FWX-60	-	-	HSJ-60
15	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R	FWX-80	-	-	HSJ-80
18.5 - 22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R	FWX-125	-	-	HSJ-125
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

表 7.13 3x200-240 V，机箱规格 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 熔断器替代 A2KR 熔断器。

4) 对于 240 V 变频器，可以用 Ferraz-Shawmut 生产的 A50X 熔断器替代 A25X 熔断器。

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3x380 – 480 V

	建议的最大熔断器					
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-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1.5 – 2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7.5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11 – 15	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

表 7.14 3x380 – 480 V，机箱规格 A、B 和 C

	建议的最大熔断器							
功率 [kW]	SIBA RK1 型	LittelFuse RK1 型	Ferraz Shawmut CC 型	Ferraz Shawmut RK1 型	Bussmann JFHR2	Ferraz-Shawmut J	Ferraz-Shawmut JFHR2[1)]	LittelFuse JFHR2
1.1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.5 – 2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R	FWH-25	HSJ-25	-	-
7.5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R	FWH-30	HSJ-30	-	-
11 – 15	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R	FWH-40	HSJ-40	-	-
18	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R	FWH-50	HSJ-50	-	-
22	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R	FWH-60	HSJ-60	-	-
30	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R	FWH-80	HSJ-80	-	-
37	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R	FWH-100	HSJ-100	-	-
45	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R	FWH-125	HSJ-125	-	-
55	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R	FWH-150	HSJ-150	-	-
75	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

表 7.15 3x380 – 480 V，机箱规格 A、B 和 C

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

Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

3x525 - 600 V

	建议的最大熔断器									
功率 [kW]	Bussmann RK1 型	Bussmann J 型	Bussmann T 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	Bussmann CC 型	SIBA RK1 型	LittelFuse RK1 型	Ferraz Shawmut RK1 型	Ferraz Shawmut J
1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5 - 2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7.5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11 - 15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-	2028220-125	KLS-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-	2028220-150	KLS-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-	2028220-200	KLS-175	A6K-175-R	HSJ-175

表 7.16 3x525 - 600 V，机箱规格 A、B 和 C

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

7.9 额定功率、重量和尺寸

机箱类型 [kW]：		A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
200 - 240 V 380 - 480 V 525 - 600 V		1.1 - 2.2 1.1 - 4.0		3.0 - 3.7 5.5 - 7.5 1.1 - 7.5		1.1 - 2.2 1.1 - 4.0	1.1 - 3.7 1.1 - 7.5 1.1 - 7.5	5.5 - 11 11 - 18.5 11 - 18.5	15 22 - 30 11 - 30	5.5 - 11 11 - 18.5 11 - 18.5	15 - 18.5 22 - 37 22 - 37	18.5 - 30 37 - 55 37 - 55	37 - 45 75 - 90 37 - 90	22 - 30 45 - 55 45 - 55	37 - 45 75 - 90 75 - 90
IP NEMA		20 机架	21 类型 1	20 机架	21 类型 1	55/66 类型 12/4X	55/66 类型 12/4X	21/55/66 类型 1/12/4X	21/55/66 类型 1/12/4X	20 机架	20 机架	21/55/66 类型 1/12/4X	21/55/66 类型 1/12/4X	20 机架	20 机架
高度 [mm]															
机箱	A[1]	246	372	246	372	390	420	480	650	350	460	680	770	490	600
背板高度	A	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520	680	770	550	660
带现场总线电缆去耦板时的高度	A	374	-	374	-	-	-	-	-	419	595	-	-	630	800
安装孔之间的距离	a	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495	648	739	521	631
宽度 [mm]															
机箱	B	90	90	130	130	200	242	242	242	165	231	308	370	308	370
背板宽度	B	90	90	130	130	200	242	242	242	165	231	308	370	308	370
带有 1 个 C 选件时的背板宽度	B	130	130	170	170	-	242	242	242	205	231	308	370	308	370
安装孔之间的距离	b	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200	272	334	270	330
深度[2] [mm]															
不带选件 A/B	C	205	205	205	205	175	200	260	260	248	242	310	335	333	333
带选件 A/B	C	220	220	220	220	175	200	260	260	262	242	310	335	333	333
螺钉孔 [mm]															
	c	8.0	8.0	8.0	8.0	8.2	8.2	12	12	8	-	12	12	-	-
直径 ø	d	11	11	11	11	12	12	19	19	12	-	19	19	-	-
直径 ø	e	5.5	5.5	5.5	5.5	6.5	6.5	9	9	6.8	8.5	9.0	9.0	8.5	8.5
	f	9	9	9	9	6	9	9	9	7.9	15	9.8	9.8	17	17
最大重量 [kg]		4.9	5.3	6.6	7.0	9.7	14	23	27	12	23.5	45	65	35	50

[1] 请参阅*图 7.2*和 *图 7.3*了解顶部和底部安装孔。

[2] 机箱深度因安装的选件而异。

表 7.17 额定功率、重量和尺寸

Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

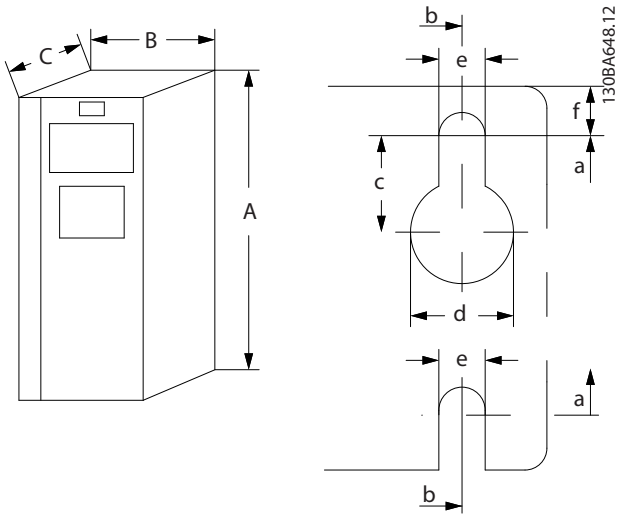


图 7.2 顶部和底部安装孔（请参阅*章 7.9 额定功率、重量和尺寸*）

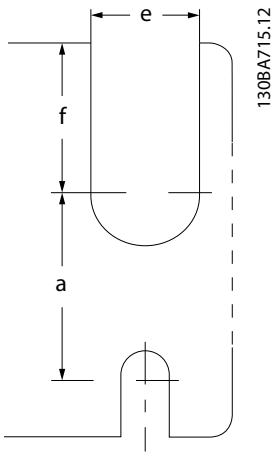


图 7.3 顶部和底部安装孔（B4、C3、和 C4）

7.10 dU/dt 测试

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， 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 的开关操作可导致电机端子产生峰值电压。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增加。

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

对于下文未提及电缆长度和电压的情况，请使用下列内容：

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

数据按 IEC 60034-17 标准进行测量。
电缆长度用米表示。

200 - 240 V (T2)

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

表 7.18 变频器，P5K5，T2

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

表 7.19 变频器，P7K5，T2

电缆长度 [m]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μsec]
36	240	0.264	0.624	1.894
136	240	0.536	0.596	0.896
150	240	0.568	0.568	0.806

表 7.20 变频器，P11K，T2

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

表 7.21 变频器，P15K，T2

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

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

表 7.22 变频器，P18K，T2

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

表 7.23 变频器，P22K，T2

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

表 7.24 变频器，P30K，T2

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

表 7.25 变频器，P37K，T2

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

表 7.26 变频器，P45K，T2

380 - 480 V (T4)

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

表 7.27 变频器，P1K5，T4

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

表 7.28 变频器，P4K0，T4

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

表 7.29 变频器，P7K5，T4

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

表 7.30 变频器，P11K，T4

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

表 7.31 变频器，P15K，T4

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

表 7.32 变频器，P18K，T4

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

表 7.33 变频器，P22K，T4

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

表 7.34 变频器，P30K，T4

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

表 7.35 变频器，P37K，T4

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

表 7.36 变频器，P45K，T4

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

表 7.37 变频器，P55K，T4

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

表 7.38 变频器，P75K，T4

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

表 7.39 变频器，P90K，T4

7.11 声源性噪音额定值

在距离设备 1 m 远的地方测得的典型值：

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

表 7.40 测量值

7.12 选定选件

7.12.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

借助 MCB 101 可以对数字和模拟输入输出进行扩展。

将 MCB 101 安装在变频器的插槽 B 中。

内容：

- MCB 101 选件模块
- LCP 扩展固定装置
- 端子盖

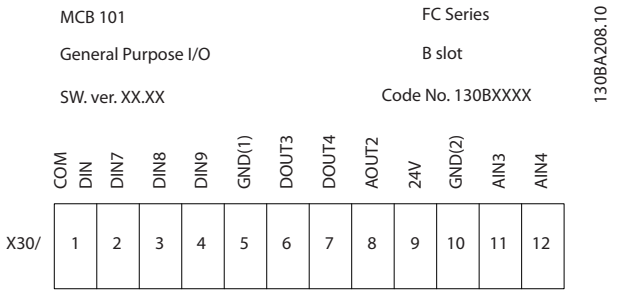


图 7.4 MCB 101 选项

7.12.2 VLT® Relay Card MCB 105

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

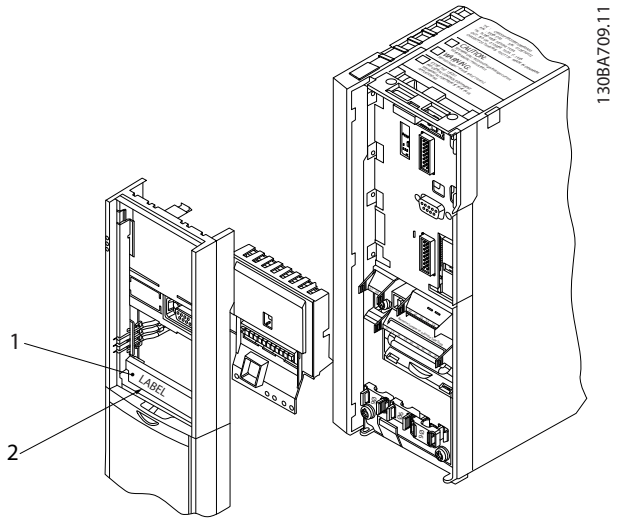
电气数据

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

1) IEC 947 的第 4 和第 5 部分

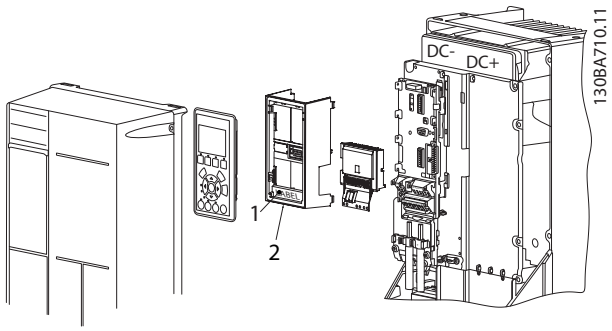
单独订购继电器选件套件时，该套件包括：

- 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	**警告！** 必须按所示方式将标签放置到 LCP 机架上（已得到 UL 认证）。
2	继电器卡

图 7.5 机箱规格 A2、A3 和 B3



1	**警告！** 必须按所示方式将标签放置到 LCP 机架上（已得到 UL 认证）。
2	继电器卡

图 7.6 机箱规格 A5、B1、B2、B4、C1、C2、C3 和 C4

图 7.7 在选件上贴上警告标签

如何添加 MCB 105：

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 安装到插槽 B 中。
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 7.9*）。
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. 重新装上 LCP。
10. 给变频器通电。

11. 请在 *参数 5-40 继电器功能* [6-8]、*参数 5-41 继电器打开延时* [6-8] 和 *参数 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 RS485 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 7.5* 和*图 7.6*，位置 2）。

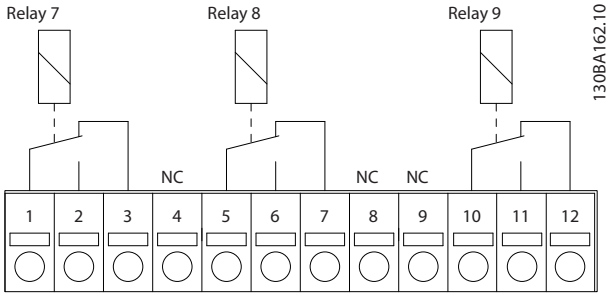


图 7.8 继电器

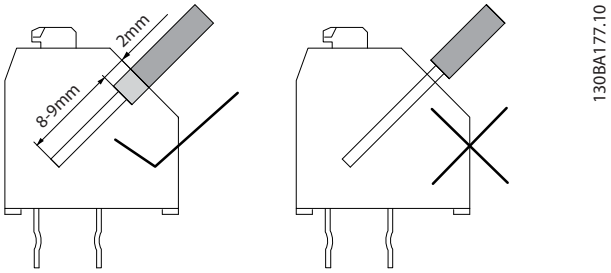
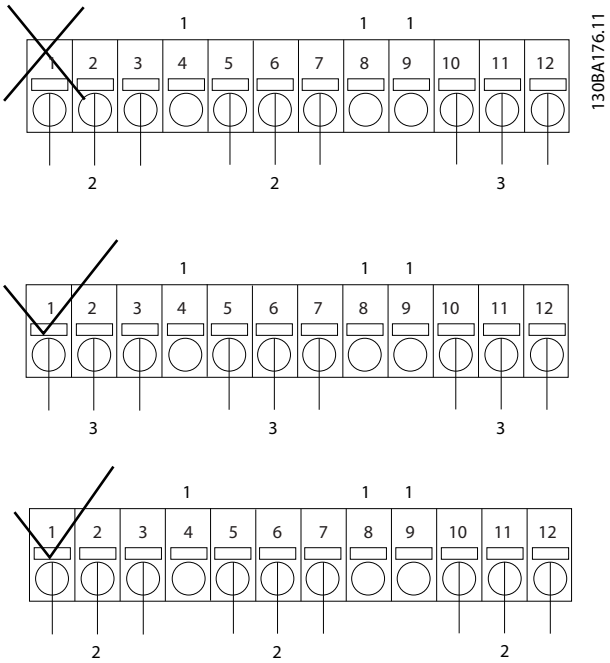


图 7.9 正确的线路插接方式



1	NC
2	带电部分
3	PELV

图 7.10 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。

7.12.3 VLT® Extended Relay Card MCB 113

MCB 113 使用以下方法可扩展变频器 I/O：

- 7 个数字输入。
- 2 个模拟输出。
- 4 个 SPDT 继电器。

扩展的 I/O 可增加灵活性，并达到德国 NAMUR NE37 建议标准。
MCB 113 是一款标准 C1 选件，在安装后可以自动被检测到。

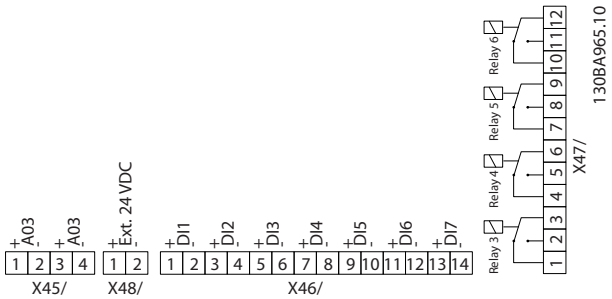


图 7.11 MCB 113 的电气连接

为确保变频器和选件卡之间的高低压绝缘，将 MCB 113 连接到 X48 上的外部 24 V 电源。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

为连接继电器的 24 V 信号和高压信号，确保 24 V 信号和高压信号之前有一个未使用的继电器。

要设置 MCB 113，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。*
- *16-6* 输入和输出。*

注意

参数组 *5-4* 继电器*，

- **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。**
- **数组 [5] 代表继电器 6。**

7

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 cosφ = 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 比特
线性	<0.2%

7.12.4 VLT® LonWorks for ADAP-KOOL® MCA 107

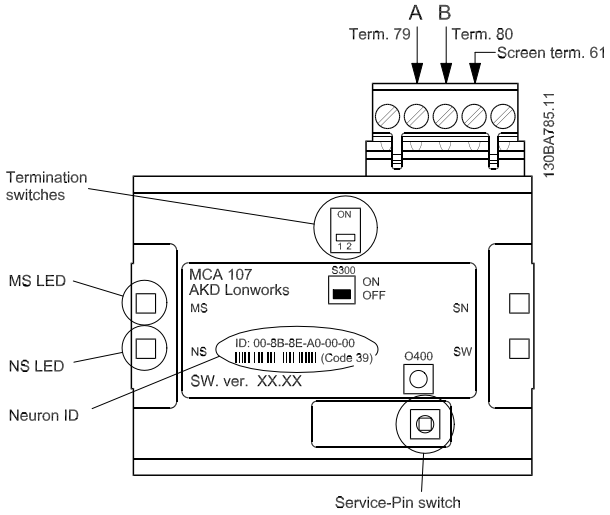


图 7.12 AKD LonWorks 选件

S300 可切换：

- OFF（停止）： 无端接（出厂设置）
- ON（打开）： 单一端接 (120 Ω)

通过按钮开关 O400 可以激活 Service-Pin 功能。

LED 标签	说明
MS	工作 LED（红）
NS	状态 LED（绿）

表 7.41 指示灯

Neuon ID 以文字和条码（代码 39）形式打印在选件上。

8 附录 - 选择的图示

8.1 主电源接线图

此图示集旨在辅助设计阶段的通道规划。
请参阅*操作说明*，了解安装过程，其中包括：

- 安全要求。
- 详细安装规程。
- 备选配置
- 其他图纸。

机箱类型的主电源接线 A2 和 A3

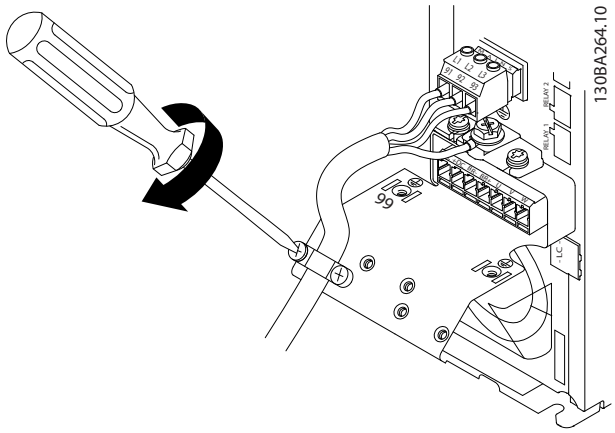


图 8.1 支撑托架

机箱类型的主电源接线 A4/A5

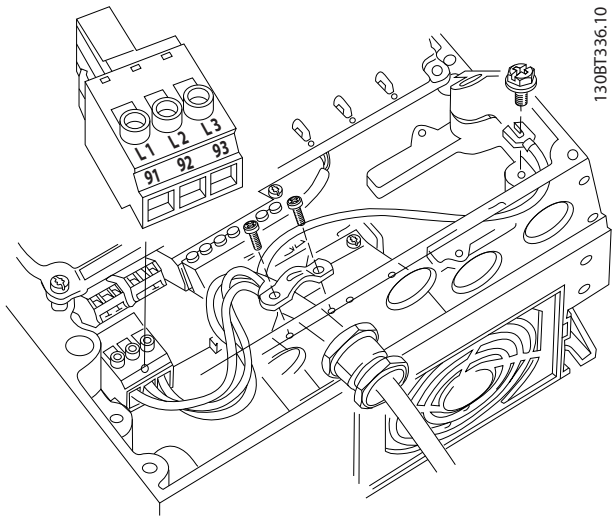


图 8.2 不用断路器连接主电源和接地

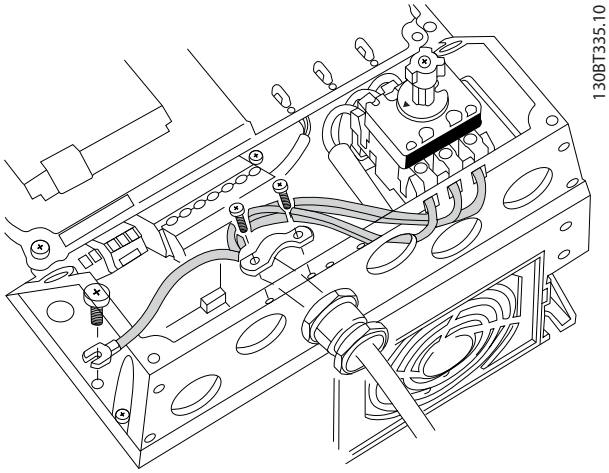


图 8.3 用断路器连接主电源和接地

使用断路器时（机箱 A4/A5），将 PE 安装在变频器的左侧。

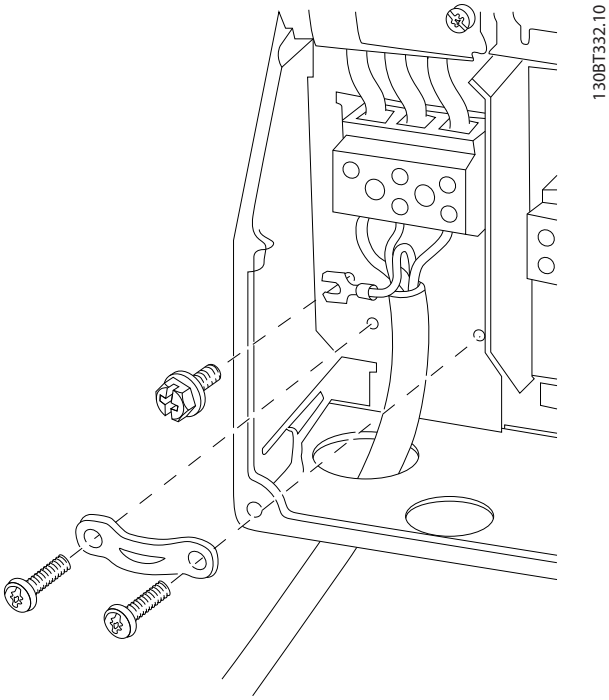


图 8.4 机箱 B1 和 B2 的主电源连接

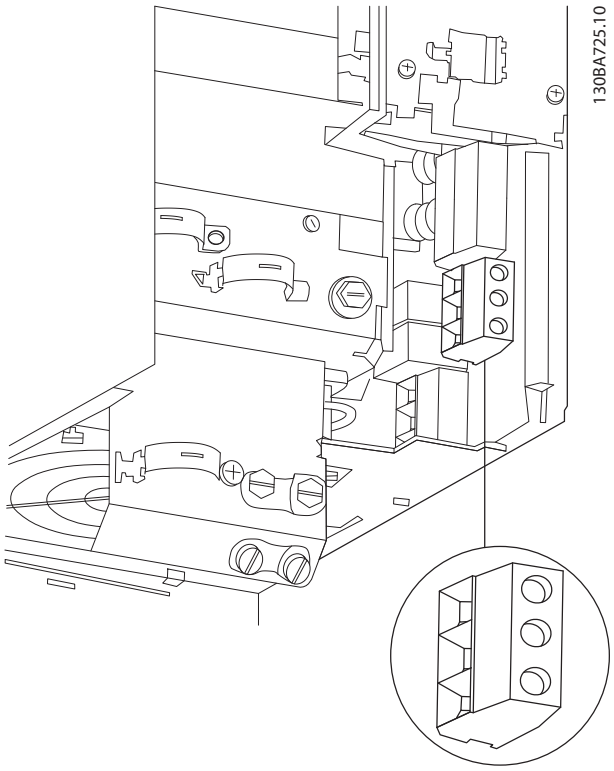


图 8.5 机箱 B3 的主电源接线

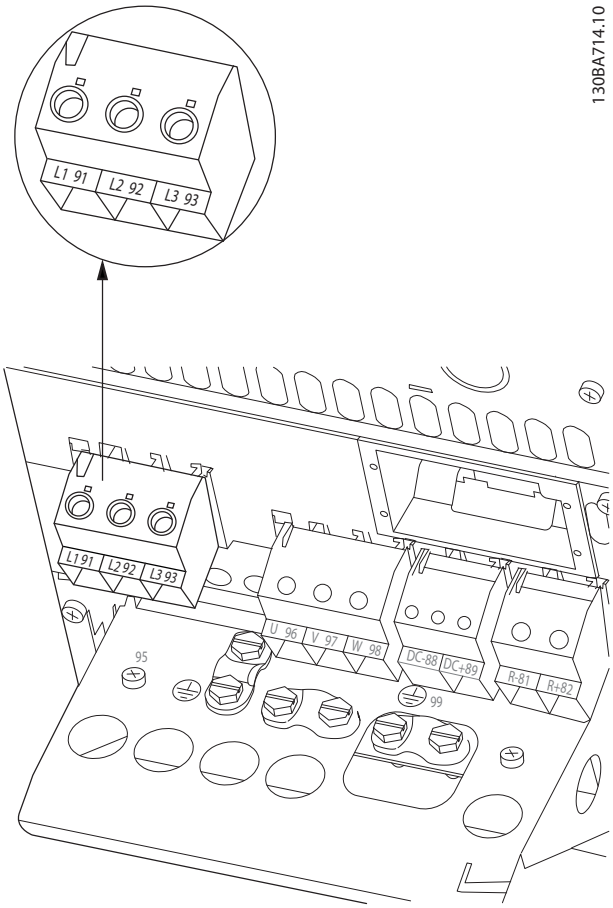


图 8.6 机箱 B4 的主电源接线

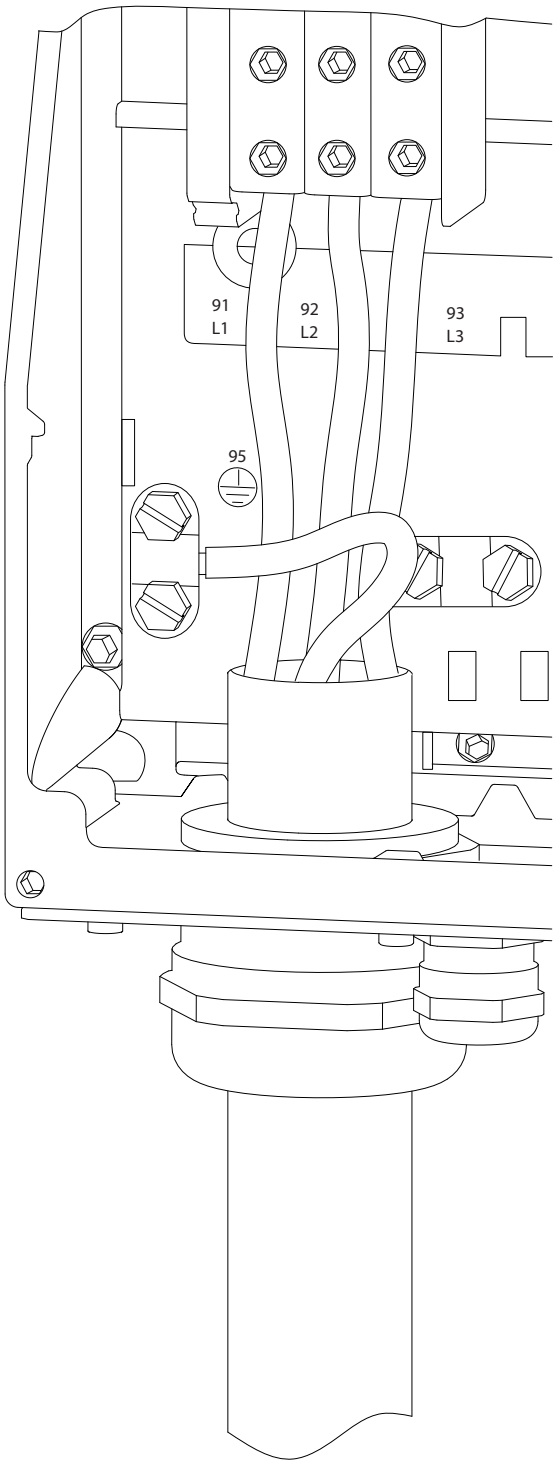


图 8.7 机箱类型 C1 和 C2（IP 21/NEMA 类型 1 和 IP55/66/NEMA 类型 12）的主电源接线

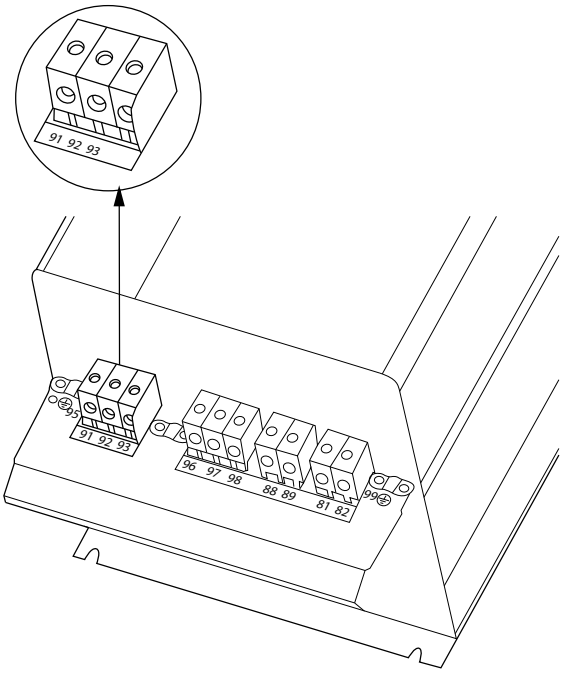


图 8.8 机箱类型 C3（IP20）的主电源接线

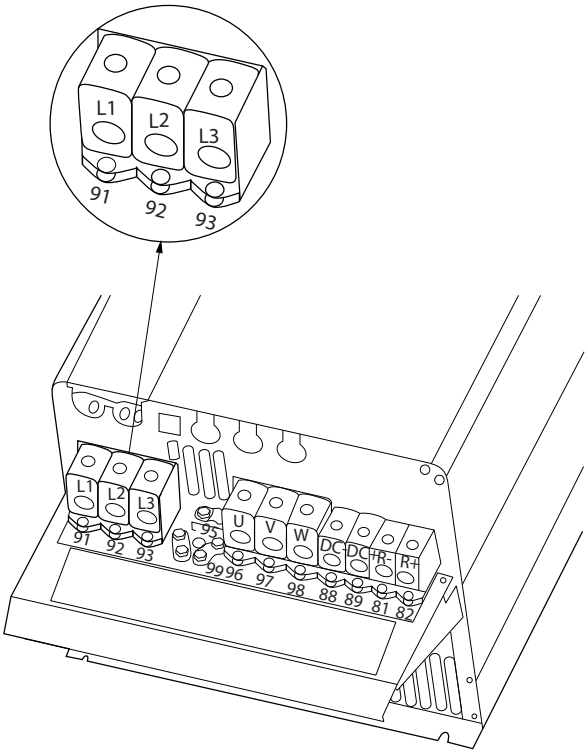


图 8.9 机箱类型 C4（IP20）的主电源接线

8.2 电动机接线图

电机连接

此图示集旨在辅助设计阶段的通道规划。

请参阅*操作说明*，了解安装过程，其中包括：

- 安全要求。
- 详细安装规程。
- 端子说明。
- 备选配置
- 其他图纸。

端子号	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1]	电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		电机的 6 线输出。
	U1	V1	W1	PE[1]	U2、V2、W2 星形连接。 U2、V2 和 W2 分别互连。

表 8.1 端子说明

1) 保护性接地

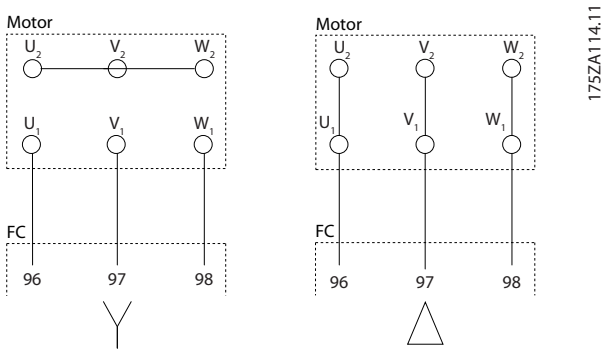


图 8.10 星形和三角形连接

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。

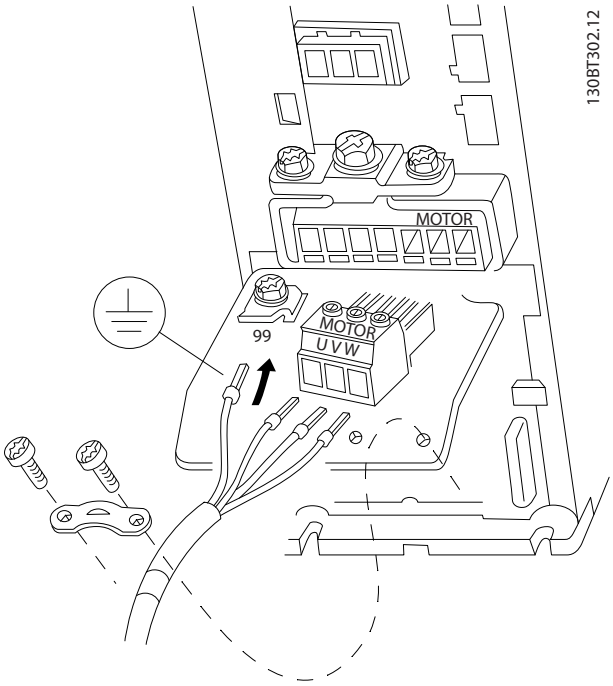


图 8.11 机箱类型 A2 和 A3 的电动机接线

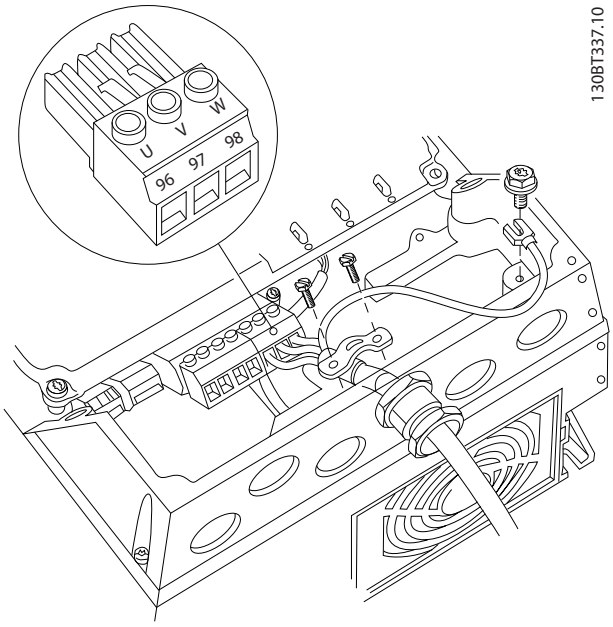


图 8.12 机箱类型 A4/A5 的电动机接线

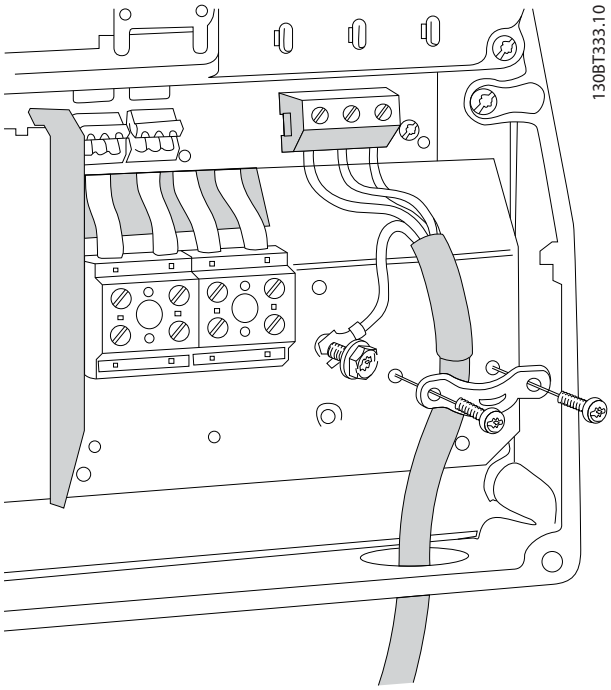


图 8.13 机箱类型 B1 和 B2 的电动机接线

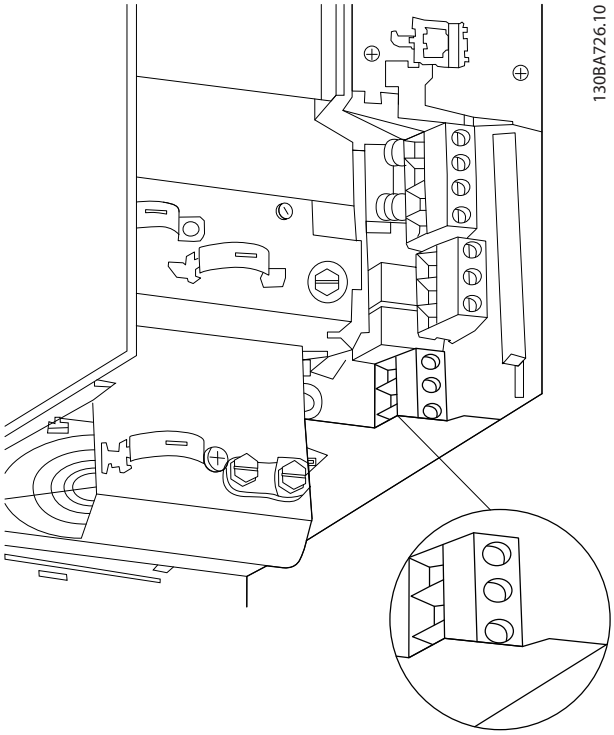


图 8.14 机箱 B3 的电动机接线

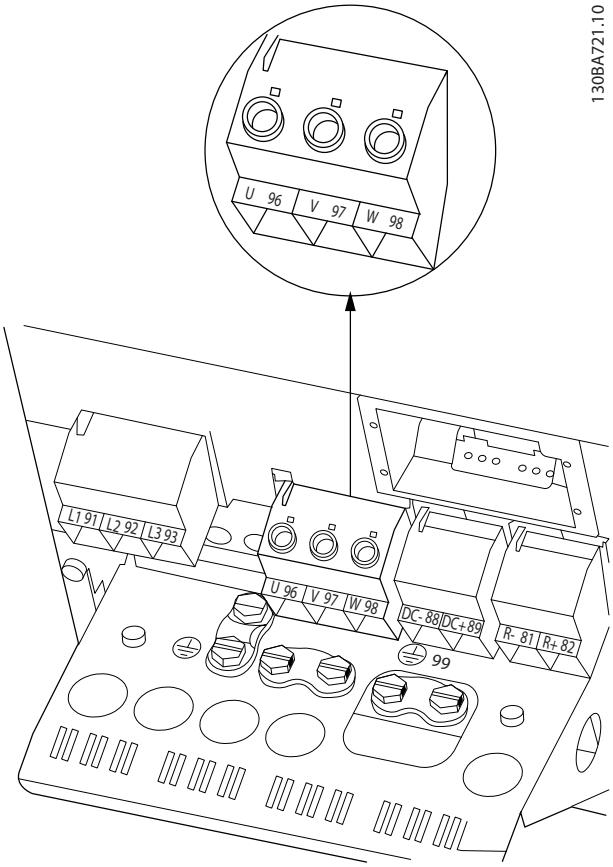


图 8.15 机箱 B4 的电动机接线

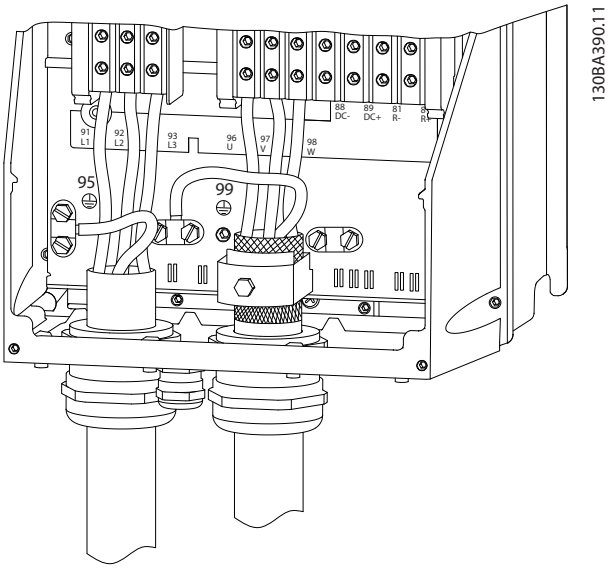


图 8.16 机箱类型 C1 和 C2（IP 21/NEMA 类型 1 和 IP55/66/NEMA 类型 12）的主电源接线

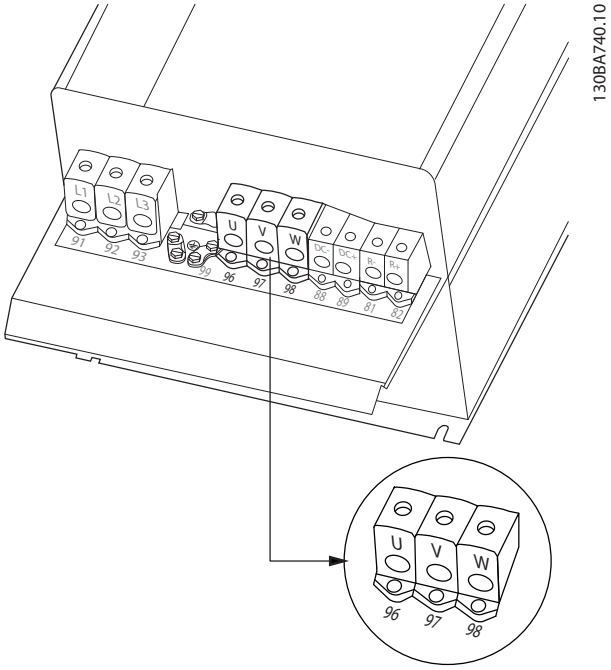


图 8.17 机箱类型 C4 和 C3 的电动机接线

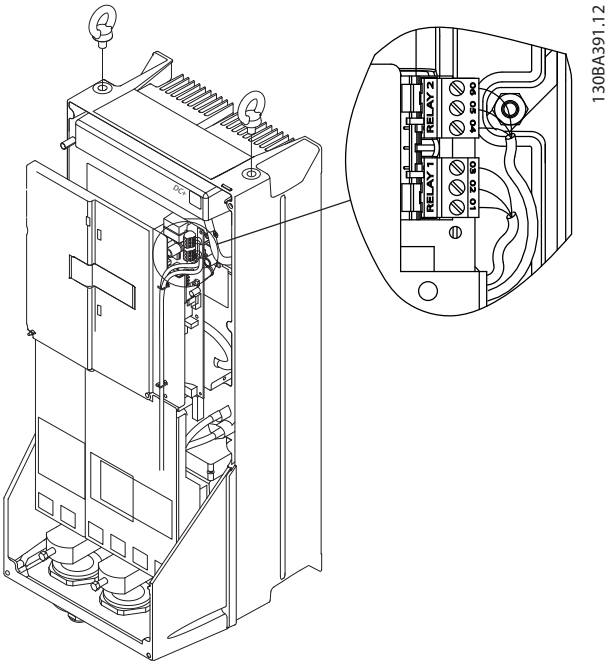


图 8.19 继电器连接端子
（机箱规格 C1 和 C2）

8.3 继电器端子接线图

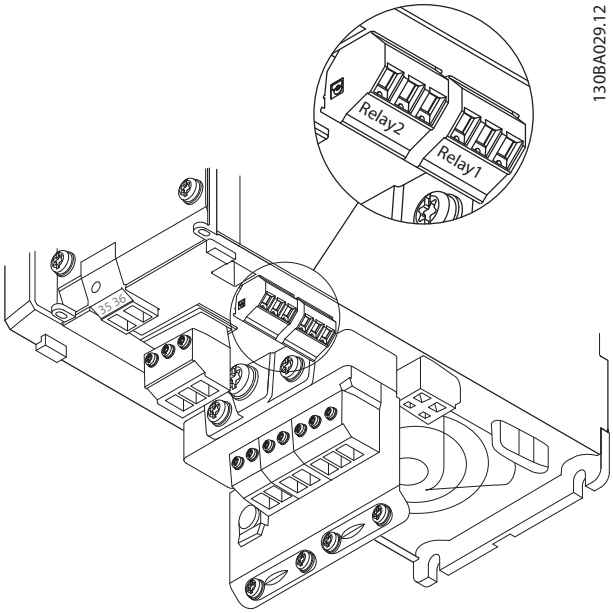


图 8.18 继电器连接端子
（机箱规格 A2 和 A3）。

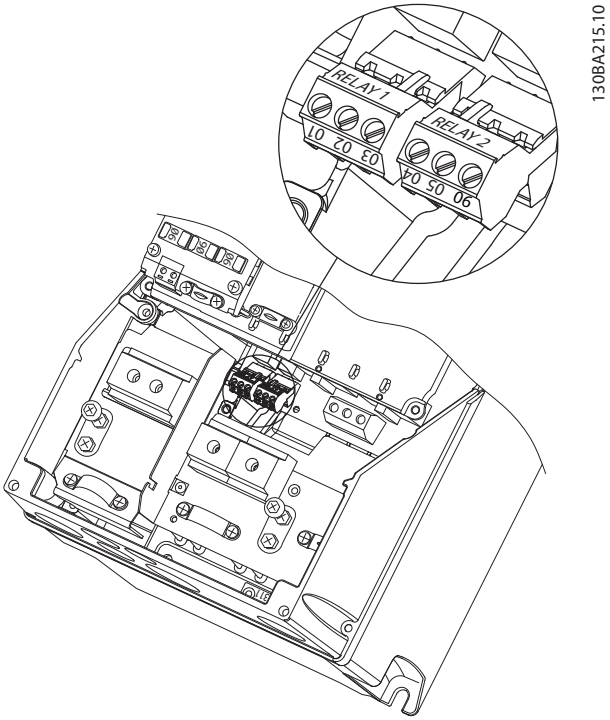
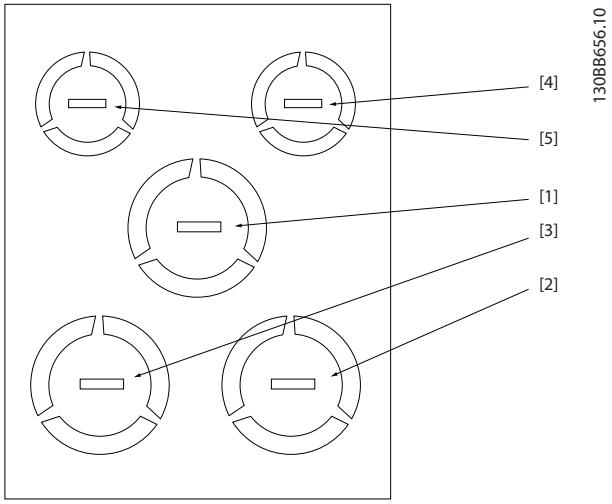


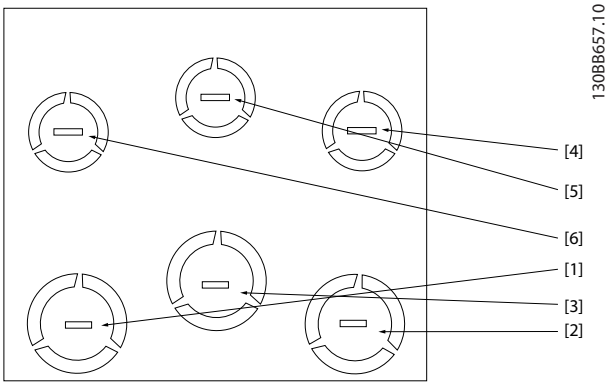
图 8.20 继电器连接端子
（机箱规格 A5、B1 和 B2）。

8.4 电缆入口孔



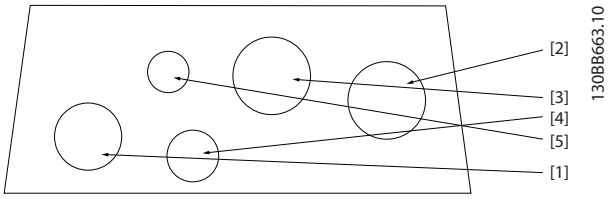
孔编号及建议用途		尺寸 1)		最接近的公制值
		UL [in]	[mm]	
1	主电源	3/4	28.4	M25
2	电机	3/4	28.4	M25
3	制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4	控制电缆	1/2	22.5	M20
5	控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ±0.2 mm				

图 8.21 机箱规格 A2，IP21



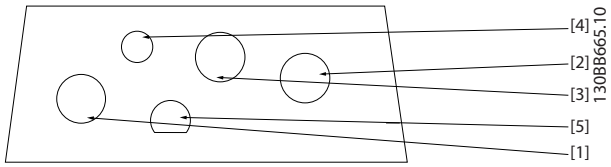
孔编号及建议用途		尺寸 1)		最接近的公制值
		UL [in]	[mm]	
1	主电源	3/4	28.4	M25
2	电机	3/4	28.4	M25
3	制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4	控制电缆	1/2	22.5	M20
5	控制电缆	1/2	22.5	M20
6	控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ±0.2 mm				

图 8.22 机箱规格 A3，IP21



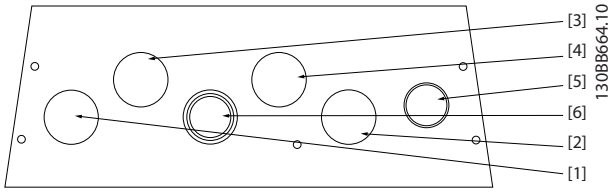
孔编号及建议用途		尺寸 1)		最接近的公制值
		UL [in]	[mm]	
1	主电源	3/4	28.4	M25
2	电机	3/4	28.4	M25
3	制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4	控制电缆	1/2	22.5	M20
5	已取消	-	-	-
1) 公差 ±0.2 mm				

图 8.23 机箱规格 A4，IP55



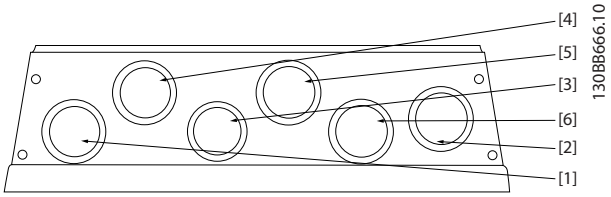
孔编号及建议用途		最接近的公制值
1	主电源	M25
2	电机	M25
3	制动/负载共享	M25
4	控制电缆	M16
5	控制电缆	M20

图 8.24 机箱规格 A4，IP55 螺纹压盖孔



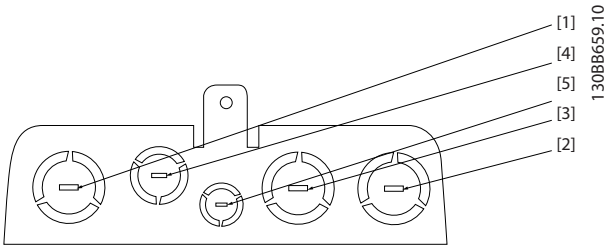
孔编号及建议用途		尺寸 1)		最接近的公制值
		UL [in]	[mm]	
1	主电源	3/4	28.4	M25
2	电机	3/4	28.4	M25
3	制动/负载共享	3/4	28.4	M25
4	控制电缆	3/4	28.4	M25
5	控制电缆 2)	3/4	28.4	M25
6	控制电缆 2)	3/4	28.4	M25
1) 公差 ±0.2 mm				
2) 预留孔				

图 8.25 机箱规格 A5，IP55



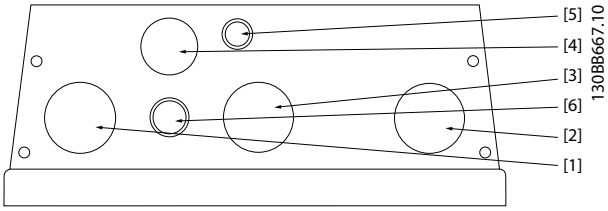
孔编号及建议用途		最接近的公制值
1	主电源	M25
2	电机	M25
3	制动/负载共享	28.4 mm1)
4	控制电缆	M25
5	控制电缆	M25
6	控制电缆	M25
1) 预留孔		

图 8.26 机箱规格 A5，IP55 螺纹压盖孔



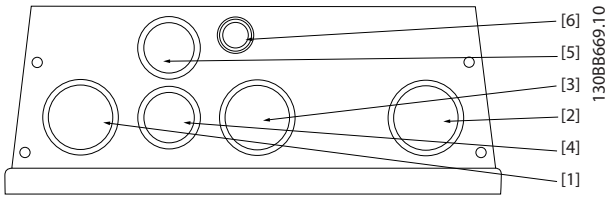
孔编号及建议用途		尺寸 1)		最接近的公制值
		UL [in]	[mm]	
1	主电源	1	34.7	M32
2	电机	1	34.7	M32
3	制动/负载共享	1	34.7	M32
4	控制电缆	1	34.7	M32
5	控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ±0.2 mm				

图 8.27 机箱规格 B1，IP21



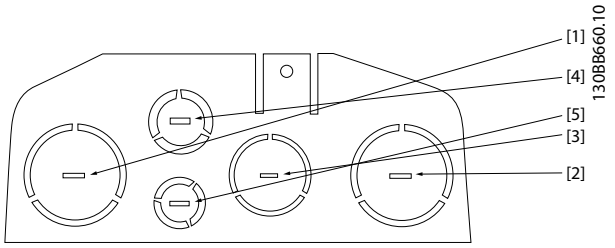
孔编号及建议用途		尺寸 1)		最接近的公制值
		UL [in]	[mm]	
1	主电源	1	34.7	M32
2	电机	1	34.7	M32
3	制动/负载共享	1	34.7	M32
4	控制电缆	3/4	28.4	M25
5	控制电缆	1/2	22.5	M20
5	控制电缆 2)	1/2	22.5	M20
1) 公差 ±0.2 mm				
2) 预留孔				

图 8.28 机箱规格 B1，IP55



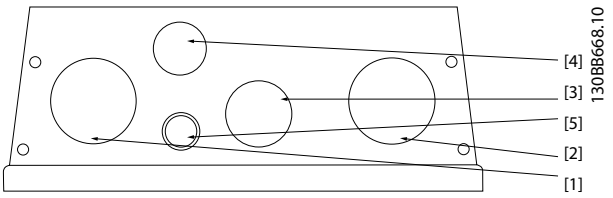
孔编号及建议用途		最接近的公制值
1	主电源	M32
2	电机	M32
3	制动/负载共享	M32
4	控制电缆	M25
5	控制电缆	M25
6	控制电缆	22.5 mm[1)]
1) 预留孔		

图 8.29 机箱规格 B1，IP55 螺纹压盖孔



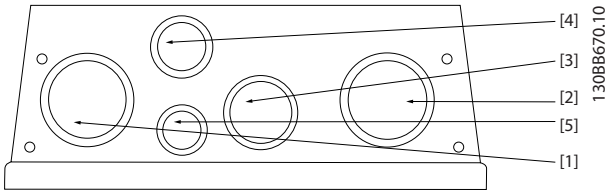
孔编号及建议用途		尺寸 [1)]		最接近的公制值
		UL [in]	[mm]	
1	主电源	1 1/4	44.2	M40
2	电机	1 1/4	44.2	M40
3	制动/负载共享	1	34.7	M32
4	控制电缆	3/4	28.4	M25
5	控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ±0.2 mm				

图 8.30 机箱规格 B2，IP21



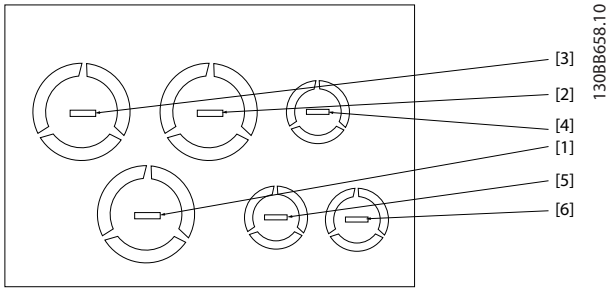
孔编号及建议用途		尺寸 [1)]		最接近的公制值
		UL [in]	[mm]	
1	主电源	1 1/4	44.2	M40
2	电机	1 1/4	44.2	M40
3	制动/负载共享	1	34.7	M32
4	控制电缆	3/4	28.4	M25
5	控制电缆 [2)]	1/2	22.5	M20
1) 公差 ±0.2 mm 2) 预留孔				

图 8.31 机箱规格 B2，IP55



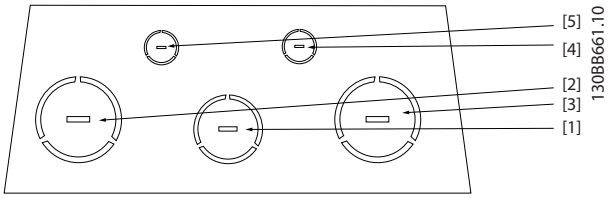
孔编号及建议用途		最接近的公制值
1	主电源	M40
2	电机	M40
3	制动/负载共享	M32
4	控制电缆	M25
5	控制电缆	M20

图 8.32 机箱规格 B2，IP55 螺纹压盖孔



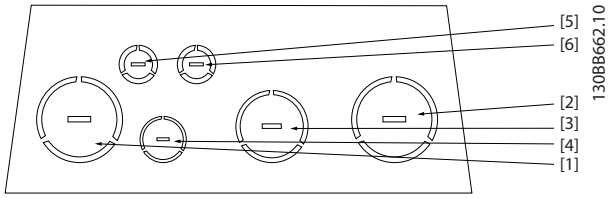
孔编号及建议用途		尺寸 1)		最接近的公制值
		UL [in]	[mm]	
1	主电源	1	34.7	M32
2	电机	1	34.7	M32
3	制动/负载共享	1	34.7	M32
4	控制电缆	1/2	22.5	M20
5	控制电缆	1/2	22.5	M20
6	控制电缆	1/2	22.5	M20
1) 公差 ±0.2 mm				

图 8.33 机箱规格 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 8.34 机箱规格 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 8.35 机箱规格 C2，IP21

8

索引

A

AC
- 交流主电源 16
- 交流波形 16
- 交流电流 16
- 交流输入 16

AEO 7
- 另请参阅 *自动能量优化*

AMA 7, 23
- 另请参阅 *电机自动整定*

C

CDM 42

CFM 31

Cos φ 45, 55, 120, 122

CRC 检查字段 68

D

DC
- 直流制动 67, 69, 71
- 直流回路 21, 117
- 直流电流 24

DU/dt 测试 117

E

EMC
- EMC 7, 34, 36, 37, 53
- 安全性 37
- 实施 46
- 属性 43
- 效应 43
- 特性 43
- 计划 36
- 干扰 53
- 抗扰性要求 34, 36
- 辐射 34
- 辐射要求 34, 36

EMC、谐波和接地漏电保护 34

ETR 8, 22, 23, 48
- 另请参阅 *电子热敏继电器*

F

FC 协议
- 协议概述 63
- 电报长度 (LGE) 63

I

I/O 55, 56, 6, 121

IP 额定值定义 33

IP21/NEMA 类型 1 机箱套件 57

L

Lambda 9, 44

LCP 8, 28, 50, 59, 75
- 另请参阅 *本地控制面板*

M

Modbus RTU
- RS485 接口 67
- 功能代码 69
- 协议 67
- 异常代码 70
- 概述 67
- 消息帧结构 67
- 消息结构 68
- 网络配置 67

O

OVC 21
- 另请参阅 *过压控制*

P

PC 软件 28

PCD 64, 66

PELV 8, 23, 33, 34, 84, 85, 120

PID 控制器 17, 18, 20, 24

Pilz 54

PKE 字段 65

PT1000 55

PTC 传感器 23

R

RCD 8, 40, 54

RFI
- RFI 16, 23, 32, 34, 44, 46
- 滤波器 16, 32, 33, 40, 44, 54, 55

RMS 电流 16

RS485
- EMC 防范措施 62
- RS485 9, 18, 27, 28, 34, 59, 61, 62, 63, 121
- 串行接口 RS485 61
- 安装和设置 61
- 总线端接 62
- 网络连接 62

S

SmartStart 78

STO 7, 13, 26, 50, 78

U

U/f 49

UPEAK 117

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

V

VVC+ 8, 16

三

三角形连接 127

与

与使用主电源
- 与使用主电源 8, 22, 23, 42, 49
- 效率等级 41
- 电机效率 49
- 能效 41
- 能效等级 41

中

中间电路 15

中间部分 16

串

串行通讯
- 控制位 71, 73
- 控制卡，USB 串行通讯 110
- 控制字 71, 73
- 控制字位 71, 73
- 状态字 72, 75

主

主电源
- 主电源屏蔽 54
- 主电源接线 124
- 主电源断电 24
- 主电源电压 9, 38
- 瞬态 16, 45

互

互锁 83

传

传导性干扰 35

传感器电流 16

借

借能运行 24

允

允许运行 25, 84

公

公共供电网络 38

公共耦合点 39

共

共振衰减 23

具

具备资质的人员 11

冲

冲击 32

冷

冷凝 30

冷却 23, 24, 27, 29, 31, 32, 48, 53, 54, 85, 95

冷却条件 53

出

出口管制法规 11

制

制动
- 制动 24
- 制动电流 71
- 制动选件 55

制动电阻器
- 制动电阻器 8, 21

功

功率因数 9, 16, 44, 45, 46

功率损耗 42

功能字段 68

升

升高时间 117

参

参数值 (PWE) 65

参数号 (PNU) 65

参数块 64

参考值
- 参考值 80
- 参考值处理 18, 19
- 外部参考值 18
- 远程参考值 18, 19
- 预置参考值 19

反

反馈
- 反馈 19, 20, 50, 56, 69, 82
- 反馈信号 17, 24
- 反馈处理 20, 30
- 反馈转换 21

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

发

发电机..... 21, 32, 40, 45, 46

变

变压器..... 38

变流量和变压力控制..... 15

变频器地址..... 63, 64

合

合规性
- CE..... 9
- CE 标志..... 9, 10
- C-tick..... 10
- UL 认证..... 10
- 符合船用标准..... 10
- 高低压绝缘..... 23, 28, 33, 34, 122

向

向导..... 13

启

启动/停止..... 78

启动/停止字段..... 68

回

回油..... 13

在

在一年当中流量的变量..... 14

地

地址字段..... 68

墙

墙面安装..... 53

声

声源性噪音..... 32

声源性噪音额定值..... 119

备

备用供电系统..... 45

外

外部互锁..... 83

外部命令..... 16

多

多反馈蒸发器控制..... 13

多泵控制..... 13

存

存放..... 27, 28, 29, 30, 70, 77

安

安全性..... 11, 12, 26, 56, 124, 127

安装托架..... 60

定

定义..... 9, 36, 38, 44

实

实时时钟..... 28

密

密码保护..... 13

射

射频干扰..... 23, 44, 54
- 另请参阅 *RFI*

尺

尺寸..... 58, 60, 76, 116, 130, 131, 132, 133

屏

屏蔽层..... 47

工

工作周期..... 9

并

并排安装..... 53

应

应用
- 区域控制..... 13
- 多泵控制..... 13
- 实时时钟..... 78
- 应用..... 13

开

开关
- 开关损耗..... 43
- 开关频率..... 22, 26, 31, 37, 40, 43, 49, 56, 87, 88, 89, 97, 98, 99
- 进行输出切换..... 21

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

开环 17

快

快捷菜单 27

惯

惯性停车 9, 24, 26, 67, 69, 71, 72, 73, 75, 78

意

意外启动 11

手

手动启动 18

投

投资回报周期 14

护

护套 46

报

报文结构 63

指

指令
- EMC 9
- EMC 指令 10
- ErP 10
- 低电压 9
- 低电压指令 10
- 机械 9
- 机械指令 10

振

振动 32

接

接地 23, 37, 40, 43, 124

接线
- 接线 33, 38, 50, 52, 76
- 示意图 50
- 继电器接线 121

接触器 54

控

控制
- 控制接线 53
- 控制逻辑 15

放

放电时间 12

数

数据
- 数据字段 68
- 数据控制字节 63, 64
- 数据类型 66, 70

整

整流器 15, 16

整流器二极管 38

整流器部分 16

文

文本块 64, 70

断

断开 16, 54

断路器 21, 40, 45, 54, 111

星

星形/三角形启动器 15

星形连接 127

智

智能逻辑控制 9, 13, 25, 28, 78, 80, 81

曲

曲线末端检测 13

更

更好的控制 15

最

最小速度监测 13

本

本地控制面板 8, 28, 50
- 另请参阅 *LCP*

机

机柜加热器 30

机柜选件 33

机械安装 53

机组控制 78

极

极端运行条件 21

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

标

标准
EN 50598. 41
EN 50598-2. 42
标准和指令
EN 50598-2. 42, 107

模

模拟 I/O. 56
模拟速度参考值. 82

欠

欠压. 44

正

正在初始化. 9

比

比例法则. 13
比较器. 25, 78

气

气流. 31, 32, 95
气流量计算. 31

水

水平间隙. 53

涂

涂层. 32, 54

温

温度
最高温度. 31
温度. 31
温度平均值. 31
温度控制. 13
环境温度. 31

湿

湿度. 30, 31, 33, 76

滑

滑差补偿. 9, 21

滤

滤波器
AHF 005. 95
AHF 010. 95
DU/dt. 37, 46, 56, 98, 99, 117
LC. 46, 47, 48, 117
共模滤波器. 59
射频干扰. 33
另请参阅 *RFI*
正弦波. 16, 46, 56
滤波器. 32
谐波滤波器. 56, 93, 95, 96
通用模式. 99

漏

漏电电流. 12

点

点动. 71

热

热传感器. 16
热保护. 10
热敏电阻. 9, 33, 48, 55

熔

熔断器. 21, 54, 76, 111

状

状态字. 64, 66, 69, 72

环

环境
工业. 36, 45
民用. 36, 45

电

电位器参考值. 79
电位计. 83
电压水平. 107
电子热敏继电器. 48
另请参阅 *ETR*
电报长度. 63, 65

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

电机
峰值电压 117
接地 46
热应力 46
热敏电阻 84
电动机启动器 15, 54, 55
电动机相位 21
电动机轮换 13, 78
电机发热保护 10, 23, 48, 73, 84
电机热敏电阻 84
电机电压 117
电机电流 16, 22, 49, 73
电机线路 53
电机缺相 21
电机转矩 75
电机输出 106
电机连接 127
绝缘 37
绝缘应力 46
轴承应力 46
轴承电流 37

电机意外旋转 12

电机自动整定 7, 23
另请参阅 *AMA*

电流
中间电路电压 34
各个谐波电流 39
基本电流 38
漏电电流 34, 40
电流 38
电流回路 34
电流失真 39, 95
电流极限 8, 22
电流测量 23
电流过低 27
电流过高 27
直流电流 16
脉动电流 26, 56
谐波电流 38
谐波电流失真 56
输入电流 38
输出电流 22, 23, 47, 85, 87
过流 24
额定电流 36
额定输出电流 8

电缆
入口孔 130
屏蔽电缆 53
未屏蔽电动机电缆 46
电机电缆 23, 33, 34, 35, 40, 46, 47, 49, 52, 56, 59, 61, 85, 86, 117
电机电缆长度 37, 40, 47, 59
电缆入口 130

相

相似定律 14

相位不平衡 21, 26

睡

睡眠模式 13, 23, 25, 78

瞬

瞬态 32, 40

瞬态保护 16

短

短路
短路 9, 16, 23, 26, 30, 45, 55
短路（电机相间短路） 21
短路保护 21
短路率 39

磁

磁化损耗 43

空

空转检测 13

端

端子 37 26, 50

系

系统设计检查清单 76

索

索引 (IND) 65, 70

紧

紧固端子 110

约

约定 8

纵

纵向间隙 53

线

线圈寄存器 68

给

给定值 19

绝

绝缘电阻监测器 54

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

继

继电器
SPDT 报警继电器 54
SPDT 继电器 121
内置继电器 67
继电器 10, 22, 34, 50, 121, 122
04 72
1 69, 71, 72
2 69, 71
7 121
8 121
9 121
继电器端子 33, 120, 129
继电器输出 51
继电器连接 51
继电器选件 51, 55
输出继电器 23, 73, 74

维

维护 32

缩

缩略语 7, 38

背

背板 53

能

能效等级 106

脉

脉冲启动/停止 79
脉冲宽度调制 16

自

自动加减速 32
自动启动 18
自动能量优化 7, 22, 23
另请参阅 *AEO*
自由旋转 12
自由编程文本 13

节

节能 13, 14, 25

订

订购
DU/dt 滤波器 98
共模滤波器 99
正弦波滤波器 93, 94, 97
谐波滤波器 93
选件和附件 91

调

调制 7, 8, 22, 86, 87, 88

谐

谐波
分析 38
总谐波失真 38
测试结果 38
电压谐波 38
计算谐波 29, 40
谐波 7, 16, 30, 38, 39, 44, 45
谐波失真 9, 34, 38
谐波抑制 40
谐波辐射标准 38
辐射要求 38

负

负载共享 11, 130, 131, 132, 133

跳

跳闸
跳闸 9, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 45, 48, 54, 67, 71, 72, 73, 75, 84, 85
跳闸锁定 9, 21

转

转动惯量 21
转换因数 66, 70
转换索引 66, 67
转矩
CT 特性 9
VT 特性 9
全转矩 24
可变转矩 8
恒定转矩 7
转矩极限 8, 21, 48, 73
转矩特性 106
额定转矩 49

软

软件
HCS 46
另请参阅 *谐波计算软件*
MCT 10 设置软件 28
MCT 31 29
谐波计算软件 (HCS) 29, 44
软件版本 92
软启动器 15

辐

辐射性干扰 35

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

输

输入电源..... 16, 53
输出接触器..... 48, 52

过

过压
电动机产生过电压..... 21
过压..... 21, 32
过压控制..... 21
过温..... 9, 22, 26, 55, 73
过程块..... 64
过程字..... 66
过载
正常过载模式..... 86, 88
过载..... 23, 38, 48, 55
LED..... 55
过载保护..... 13, 21, 54
过载给定值..... 23

运

运行/停止命令..... 83

远

远程安装套件..... 59

逆

逆变器..... 15
逆变器部分..... 16

选

选件
AK-LonWorks..... 56
PROFIBUS..... 55
PROFINET..... 55
多泵控制器..... 28
扩展继电器卡 MCB 113..... 56
继电器卡..... 11, 56, 120, 121
选配设备..... 7

通

通风..... 95

速

速度参考值..... 82
速度极限..... 17, 22, 48

逻

逻辑规则..... 25, 78

重

重量..... 30, 76, 99, 116

闭

闭环..... 17, 18, 24, 26, 69

间

间隙..... 31, 33, 52, 53

阀

阀门控制..... 24

防

防尘..... 29, 32, 33

降

降容
低气压..... 85
低速运行..... 85
冷却..... 85
可变（平方）转矩应用 (VT)..... 85
大横截面积..... 85
恒转矩应用（CT 模式）..... 85
手册..... 85
环境温度..... 85
自动..... 22
降容..... 22, 26, 30, 76, 85, 87, 88

预

预热..... 24
预防性维护..... 28
预防措施..... 11

频

频率旁路..... 24

额

额定功率..... 116

风

风扇.... 9, 13, 15, 23, 24, 27, 29, 31, 32, 58, 85, 95

飞

飞车启动..... 21, 23, 24

高

高海拔..... 34, 85
高电压..... 11

 Danfoss A/S © 08/2015 全权所有。

高频共模磁芯..... 59

丹佛斯(上海)自动控制有限公司
上海市宜山路900号科技大楼C楼20层
电话:021-61513000
传真:021-61513100
邮编:200233

丹佛斯(上海)自动控制有限公司北京办事处
北京市朝阳区工体北路甲2号盈科中心A栋20层
电话:010-85352588
传真:010-85352599
邮编:100027

丹佛斯(上海)自动控制有限公司广州办事处
广州市珠江新城花城大道87号高德置地广场B塔704室
电话:020-28348000
传真:020-28348001
邮编:510623

丹佛斯(上海)自动控制有限公司成都办事处
成都市下南大街2号宏达国际广场11层1103-1104室
电话:028-87774346, 43
传真:028-87774347
邮编:610016

丹佛斯(上海)自动控制有限公司青岛办事处
青岛市山东路40号广发金融大厦1102A室
电话:0532-85018100
传真:0532-85018160
邮编:266071

丹佛斯(上海)自动控制有限公司西安办事处
西安市二环南路88号老三届世纪星大厦25层C座
电话:029-88360550
传真:029-88360551
邮编:710065

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
vlt-drives.danfoss.com

130R0385 MG16G241 08/2015
MG16G241