

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

设计指南

VLT® AutomationDrive FC 360

0.37–90 kW, 机箱规格 J1–J7



目录

1 简介

1.1 本设计指南的目的	9
1.2 其他资料来源	9
1.3 文档版本	9
1.4 批准和认证	9
1.4.1 CE 标志	9
1.4.2 低电压指令	9
1.4.3 EMC 指令	10

2 安全性

2.1 安全符号	11
2.2 具备资质的人员	11
2.3 安全事项	11

3 产品概述

3.1 机箱规格概述	14
3.2 电气安装	15
3.2.1 接线图	15
3.2.2 典型电气连接	16
3.2.3 一般要求	17
3.2.4 接地要求	18
3.2.5 主电源接线、电机接线和接地	18
3.2.5.1 连接注意事项	18
3.2.5.2 示例	19
3.2.6 控制线路	19
3.2.6.1 控制线路检修	19
3.2.6.2 控制端子类型	20
3.2.6.3 控制端子功能	21
3.2.6.4 屏蔽控制电缆	22
3.2.6.5 50/60 Hz 接地回路	22
3.2.6.6 避免串行通讯的 EMC 噪声	22
3.3 控制结构	23
3.3.1 控制原理	23
3.3.2 控制模式	23

3.3.3 FC 360 控制原理	23
3.3.4 VVC+ 中的控制结构	25
3.3.5 基本磁通矢量带电机反馈下的控制结构	25
3.3.6 本地 [Hand On] (手动启动) 和远程 [Auto On] (自动启动) 控制	26
3.4 参考值处理	26
3.4.1 本地和远程参考值	26
3.4.2 参考值极限	28
3.4.3 预置参考值和总线反馈值的标定	29
3.4.4 模拟量和脉冲参考值和反馈值的标定	29
3.4.5 零值周围的死区	30
3.5 位置控制	32
3.6 PID 控制	33
3.6.1 速度 PID 控制	33
3.6.1.1 控制配置	33
3.6.1.2 速度控制参数	33
3.6.1.3 速度控制编程示例	34
3.6.1.4 速度 PID 控制的编程顺序	34
3.6.2 过程 PID 控制	35
3.6.2.1 控制配置	35
3.6.2.2 过程控制相关参数	36
3.6.2.3 过程 PID 控制示例	37
3.6.2.4 过程控制器优化	40
3.6.3 Ziegler Nichols 调整方法	40
3.7 EMC 辐射和抗扰性	41
3.7.1 关于 EMC 辐射的一般问题	41
3.7.2 EMC 辐射要求	42
3.7.3 EMC 抗扰性要求	43
3.8 电隔离	43
3.9 接地漏电电流	44
3.10 使用漏电保护器 (RCD)	46
3.11 制动功能	47
3.11.1 机械夹持制动	47
3.11.2 动态制动	47
3.11.3 制动电阻器选择	47
3.11.3.1 简介	47
3.11.3.2 制动电阻计算	48

3.11.3.3 丹佛斯建议的制动电阻计算	48
3.11.4 制动功能控制	49
3.12 智能逻辑控制 (SLC)	49
3.13 极端运行条件	51
3.14 电机热保护	52
4 类型代码和选择	
4.1 订购	54
4.2 出厂编号：选件、附件以及备件	55
4.3 出厂编号：制动电阻器	57
4.3.1 简介	57
4.3.2 出厂编号：制动电阻器 (10%)	57
4.3.3 出厂编号：制动电阻器 (40%)	58
5 规格	
5.1 电气数据	59
5.2 一般规格	61
5.2.1 主电源 (L1, L2, L3)	61
5.2.2 电机输出 (U, V, W)	61
5.2.3 转矩特性	62
5.2.4 环境条件	62
5.2.5 电缆的长度和横截面积	63
5.2.6 数字输入	63
5.2.7 模拟输入	63
5.2.8 脉冲输入	64
5.2.9 数字输出	64
5.2.10 模拟输出	65
5.2.11 继电器输出	65
5.2.12 控制卡, RS485 串行通讯	65
5.2.13 控制卡, 24 V 直流输出	66
5.2.14 控制卡, +10 V 直流输出	66
5.2.15 控制特性	66
5.2.16 控制卡性能	66
5.2.17 保护与功能	66
5.3 熔断器	66
5.3.1 简介	66

5.3.2 推荐熔断器	67
5.4 效率	67
5.4.1 变频器的效率	67
5.4.2 电机效率	68
5.4.3 系统效率	68
5.5 声源性噪音	68
5.6 dU/dt 条件	69
5.7 特殊条件	71
5.7.1 简介	71
5.7.2 手动降容	71
5.7.3 自动降容	75
5.8 机箱规格，额定功率和尺寸	75
5.9 冷却和气流要求	77
5.10 预防性维护建议	77
6 RS485 安装和设置	
6.1 简介	80
6.1.1 概述	80
6.1.2 网络连接	81
6.1.3 硬件设置	81
6.1.4 Modbus 通信的参数设置	81
6.1.5 EMC 防范措施	82
6.2 FC 协议	82
6.2.1 概述	82
6.2.2 带 Modbus RTU 的 FC	82
6.3 FC 协议网络配置	82
6.4 FC 协议消息帧结构	83
6.4.1 字符（字节）的内容	83
6.4.2 报文结构	83
6.4.3 报文长度 (LGE)	83
6.4.4 变频器地址 (ADR)	83
6.4.5 数据控制字节 (BCC)	84
6.4.6 数据字段	84
6.4.7 PKE 字段	84
6.4.8 参数编号 (PNU)	86
6.4.9 索引 (IND)	86

6.4.10 参数值 (PWE)	86
6.4.11 变频器支持的数据类型	87
6.4.12 转换	87
6.4.13 过程字 (PCD)	87
6.5 示例	87
6.5.1 写入参数值	87
6.5.2 读取参数值	88
6.6 Modbus RTU	89
6.6.1 预备知识	89
6.6.2 概述	89
6.6.3 带 Modbus RTU 的变频器	89
6.7 Modbus RTU 网络配置	90
6.8 Modbus RTU 消息帧结构	90
6.8.1 简介	90
6.8.2 Modbus RTU 报文结构	90
6.8.3 启动/停止字段	91
6.8.4 地址字段	91
6.8.5 功能字段	91
6.8.6 数据字段	91
6.8.7 CRC 校验字段	91
6.8.8 线圈寄存器地址	91
6.8.9 如何控制变频器	94
6.8.10 Modbus RTU 支持的功能代码	94
6.8.11 Modbus 异常代码	95
6.9 如何访问参数	95
6.9.1 参数处理	95
6.9.2 数据存储	95
6.9.3 IND (索引)	96
6.9.4 文本块	96
6.9.5 转换因数	96
6.9.6 参数值	96
6.10 示例	96
6.10.1 示例概述	96
6.10.2 读取线圈状态 (01 [十六进制])	96
6.10.3 强制/写入单个线圈 (05 [十六进制])	97
6.10.4 强制/写入多个线圈 (0F [十六进制])	98

6.10.5 读取保持寄存器 (03 [十六进制])	99
6.10.6 预置单个寄存器 (06 [十六进制])	100
6.10.7 预置多个寄存器 (10 [十六进制])	100
6.11 Danfoss FC 控制协议	101
6.11.1 符合 FC 协议的控制字 (参数 8-10 协议 = FC 协议)	101
6.11.2 符合 FC 协议的状态字 (STW)	104
6.11.3 总线速度参考值	106

7 应用示例

7.1 简介	108
7.2 AMA	108
7.3 速度	109
7.4 启动/停止	111
7.5 外部报警复位	112
7.6 电机热敏电阻	112
7.7 编码器连接	113
7.8 编码器方向	114
7.9 闭环变频器系统	115

8 附录

8.1 缩略语和符号	116
8.2 定义	118
8.2.1 变频器	118
8.2.2 输入	119
8.2.3 电机	119
8.2.4 参考值	120
8.2.5 其他	121
8.3 约定	123

1 简介

1.1 本设计指南的目的

本设计指南的阅读对象是具备相应资质的人员，比如：

- 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，以便集成到电机控制和监测系统中。其目的是提供设计注意事项和规划数据，以便将变频器集成到系统中。其中提供的信息适用于为各种应用和系统选择变频器和选件。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。

本手册面向全球受众。因此，无论在何处出现，都会显示国际单位和英制单位。

VLT® 是丹佛斯 A/S 的注册商标。

1.2 其他资料来源

此外还可以利用其他资源来了解高级变频器功能和编程。

- 操作指南中提供了变频器的安装和启动的详细信息。
- 编程指南 更详细地介绍了如何使用参数，并且提供了许多应用示例。
- 与选配设备一起操作的说明。

还可从丹佛斯网站 www.danfoss.com 获得补充资料和手册。

1.3 文档版本

我们将定期对本指南进行审核和更新。欢迎任何改进建议。

本手册的原语言为英语。

表 1: 文档版本

版本	备注
AJ275647605270, 版本 1501	添加 90 kW (125 hp) 正常过载变频器的信息。

1.4 批准和认证

1.4.1 CE 标志

CE 标志 (Conformité Européenne) 表示该产品制造商遵守所有适用的 EU 指令。

适用于变频器设计和制造的 EU 指令如下：

- 低电压指令。
- EMC 指令。
- 机械指令（适用于带有集成的安全功能的设备）。

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

1.4.2 低电压指令

变频器被归类为电子元件，必须根据低电压指令通过 CE 认证。该指令适用于电压范围为 50–1000 V 交流和 75–1500 V 直流的所有电气设备。

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

1.4.3 EMC 指令

电磁兼容性 (EMC) 表示设备部件之间的电磁干扰不会影响它们的性能。EMC 指令 2014/30/EU 的基本保护要求规定，产生电磁干扰 (EMI) 或其运行可能受 EMI 影响的设备在设计时必须限制电磁干扰的产生，并且在正确安装、维护和按预期方式使用情况下应具备适度的抗电磁干扰等级。

变频器可用作独立设备或更复杂系统的组成部分。无论哪种情况，设备上都必须带有 CE 标志。系统不一定带有 CE 标志，但必须符合 EMC 指令的基本保护要求。

2 安全性

2.1 安全符号

丹佛斯文档中使用了下述符号。

	危险
表明某种危险情况，如果不避免该情况，将可能导致死亡或严重伤害。	
	警告
表明某种危险情况，如果不避免该情况，将可能导致死亡或严重伤害。	
	小心
表明某种危险情况，如果不避免该情况，将可能导致轻度或中度伤害。	
注意	
表明重要信息，但不涉及危险情况（例如，与财物损失相关的信息）。	

本指南还包括与高温表面和灼伤危险、高压和电击以及参考说明相关的 ISO 警告符号。

	指示高温表面和灼伤危险的 ISO 警告符号
	指示高电压和电击的 ISO 警告符号
	指示参考说明的 ISO 操作符号

2.2 具备资质的人员

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

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。同时，具备资质的人员还必须熟悉本文档中所述的说明和安全措施。

2.3 安全事项

	警告
	高电压 变频器与交流主电源输入线路、直流电源、负载共享或永磁电机相连时带有高电压。如果执行变频器的安装、启动和维护的人员缺乏资质，则可能导致死亡或严重伤害。 - 只能由具备资质的人员安装、启动和维护变频器。 - 在执行任何维护或修理作业之前，使用适当的电压测量设备，以确保变频器上无剩余电压。

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、从本地控制面板 (LCP) 提供输入参考值信号、通过使用 MCT 10 软件的远程操作或消除故障状态后启动电机

- 断开变频器与主电源的连接。
- 按 LCP 上的 [Off/Reset] (关闭/复位) 键，然后再设置参数。
- 当变频器连接到交流主电源、直流电源或负载共享时，变频器必须已完全连接并组装完毕。

警告



放电时间

变频器包含直流回路电容器，即使变频器未通电，该电容器仍可能带电。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。

- 停止电机。
- 断开交流主电源、永磁电机、远程直流回路电源（包括备用电池）、UPS 以及与其它变频器的直流回路连接。
- 请等待电容器完全放电。最短等待时间在放电时间表表中指定，也可在变频器顶部的铭牌上看到。
- 在执行任何维护或修理作业之前，使用适当的电压测量设备，以确保电容器已完全放电。

表 2: 放电时间

电压 [V]	功率范围 [kW (hp)]	最短等待时间 (分钟)
380-480	0.37–7.5 kW (0.5–10 hp)	4
380-480	11–90 kW (15–125 hp)	15

警告



触电危险 - 泄漏电流危险 >3.5 MA

漏电电流超过 3.5 mA。未将变频器正确连接至保护接地 (PE) 导体，将可能导致死亡或严重伤害。

- 确保增强型保护接地导体符合 IEC 60364-5-54 条款 543.7 或当地有关大接触电流设备的安全法规。变频器的增强型保护接地可通过下述方式来实现：
- PE 导体的横截面积必须至少为 mm² (8 AWG) (铜线) 或 16 mm² (6 AWG) (铝线)。
- 另外使用横截面积与 IEC 60364-5-54 指定的原始 PE 导体相同的 PE 导体，最小横截面积为 2.5 mm² (14 AWG) (机械保护) 或 4 mm² (12 AWG) (无机机械保护)。
- PE 导体完全封闭在护套中，或以其他方式在整个长度范围内提供保护，防止机械损坏。
- 多芯电源电缆的 PE 导体部分的最小横截面积为 2.5 mm² (14 AWG) (固定连接或者可通过工业连接器可插拔。多芯电源电缆应安装适当的应力消除装置。
- 注意：在 IEC/EN 60364-5-54 条款 543.7 和一些应用标准（比如 IEC/EN 60204-1）中, 要求使用增强型保护接地导体的漏电流限值是10 mA。



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。
- 按照本指南中的过程执行。



小心

内部故障危险

如果变频器关闭不当，其内部故障可能导致严重伤害。

- 接通电源前，确保所有安全盖板安装到位且牢靠固定。

注意

高海拔

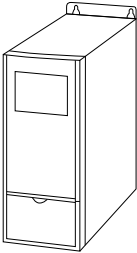
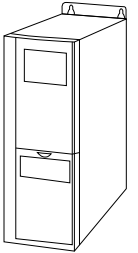
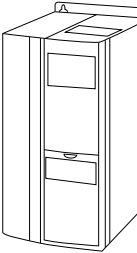
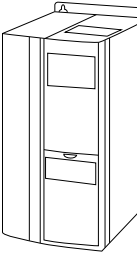
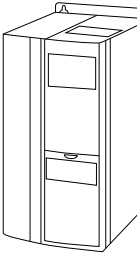
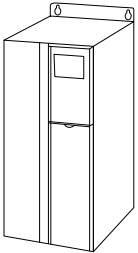
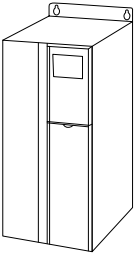
- 当安装地点的海拔超过 2000 米（6562 英尺）时，请联系丹佛斯咨询 PELV 事宜。

3 产品概述

3.1 机箱规格概述

机箱规格取决于功率范围。

表 3: 机箱规格

机箱规格	J1	J2	J3	J4
	 e30ba870.11	 e30ba809.11	 e30ba810.11	 e30ba810.11
机箱防护	IP20	IP20	IP20	IP20
	0.37–2.2 kW/0.5–3 hp (380–480 V)	3.0–5.5 kW/4.0–7.5 hp (380–480 V)	7.5 kW/10 hp (380–480 V)	11–15 kW/15–20 hp (380–480 V)
机箱规格	J5	J6	J7	–
	 e30ba810.11	 e30ba826.11	 e30ba826.11	–
机箱防护	IP20	IP20	IP20	–
	18.5–22 kW/25–30 hp (380–480 V)	30–45 kW/40–60 hp (380–480 V)	55–90 kW/75–125 hp (380–480 V)	–

- 机箱规格 0.37–90 kW (0.5–125 hp) 正常过载类型：过载 110% 持续 1 分钟。
- 机箱规格 0.37–7.5 kW (0.5–10 hp) 高过载类型：过载 160% 持续 1 分钟。
- 机箱规格 11–75 kW (15–100 hp) 高过载类型：过载 150% 持续 1 分钟。

3.2 电气安装

3.2.1 接线图

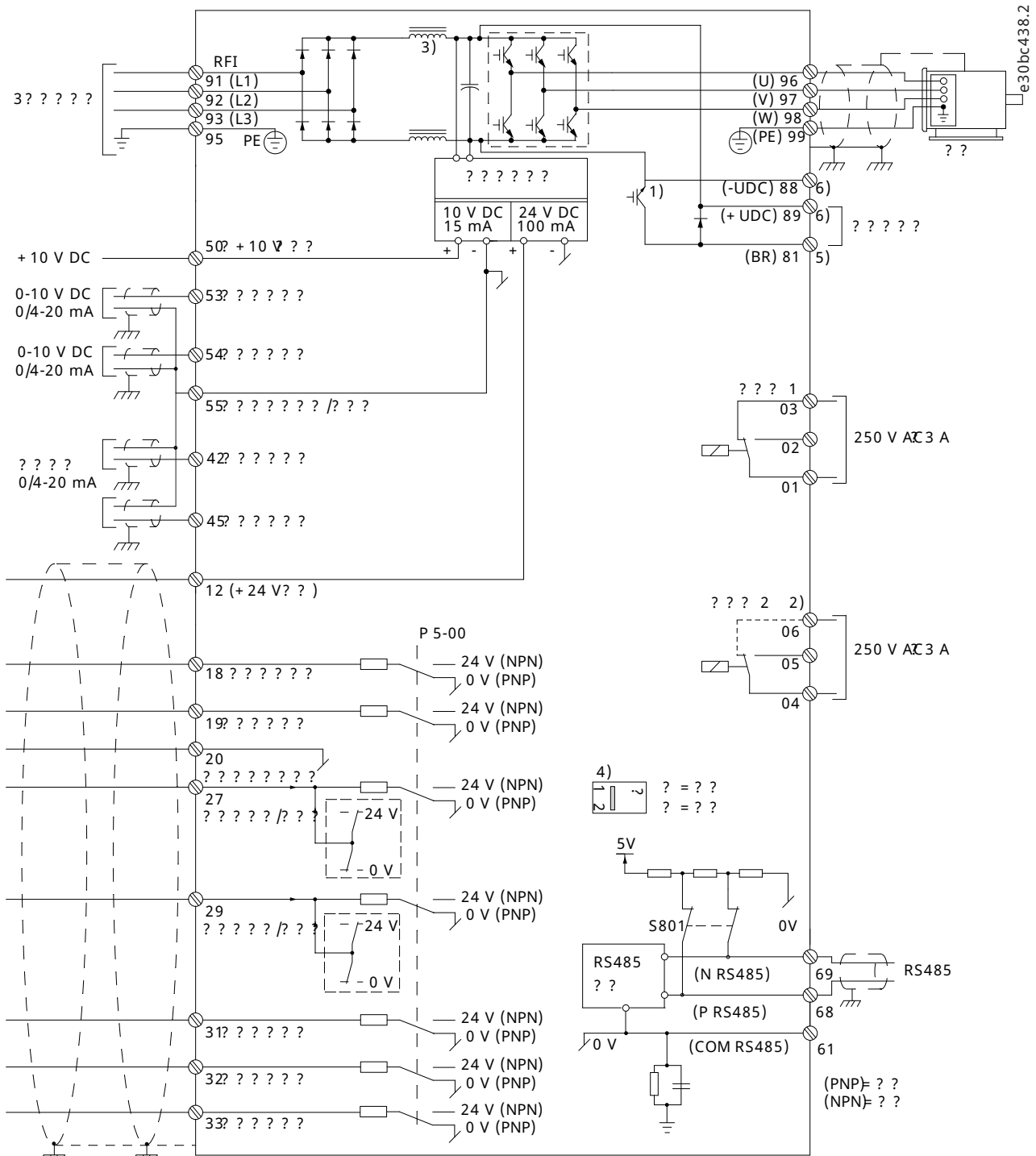


图 1: 基本接线图

A 模拟

D 数字

1) J1-J5 上配有内置制动斩波器。

- 2) 对于 J1-J3, 继电器 2 为两触点极; 对于 J4-J7, 继电器 2 为 3 触点。J4-J7 的 2 号继电器上端子 4、5、6, 常开/常闭逻辑与 1 号继电器相同。继电器在 J1-J5 中为可插拔式, 在 J6-J7 中为固定式。
- 3) J1-J5 中配有单个直流电抗器; J6-J7 中配有两个直流电抗器。
- 4) 开关 S800 (总线端子) 可用于端接 RS485 端口 (端子 68 和 69)。
- 5) J6-J7 中无 BR。
- 6) J1-J7 的端子 81、88 和 89。

3.2.2 典型电气连接

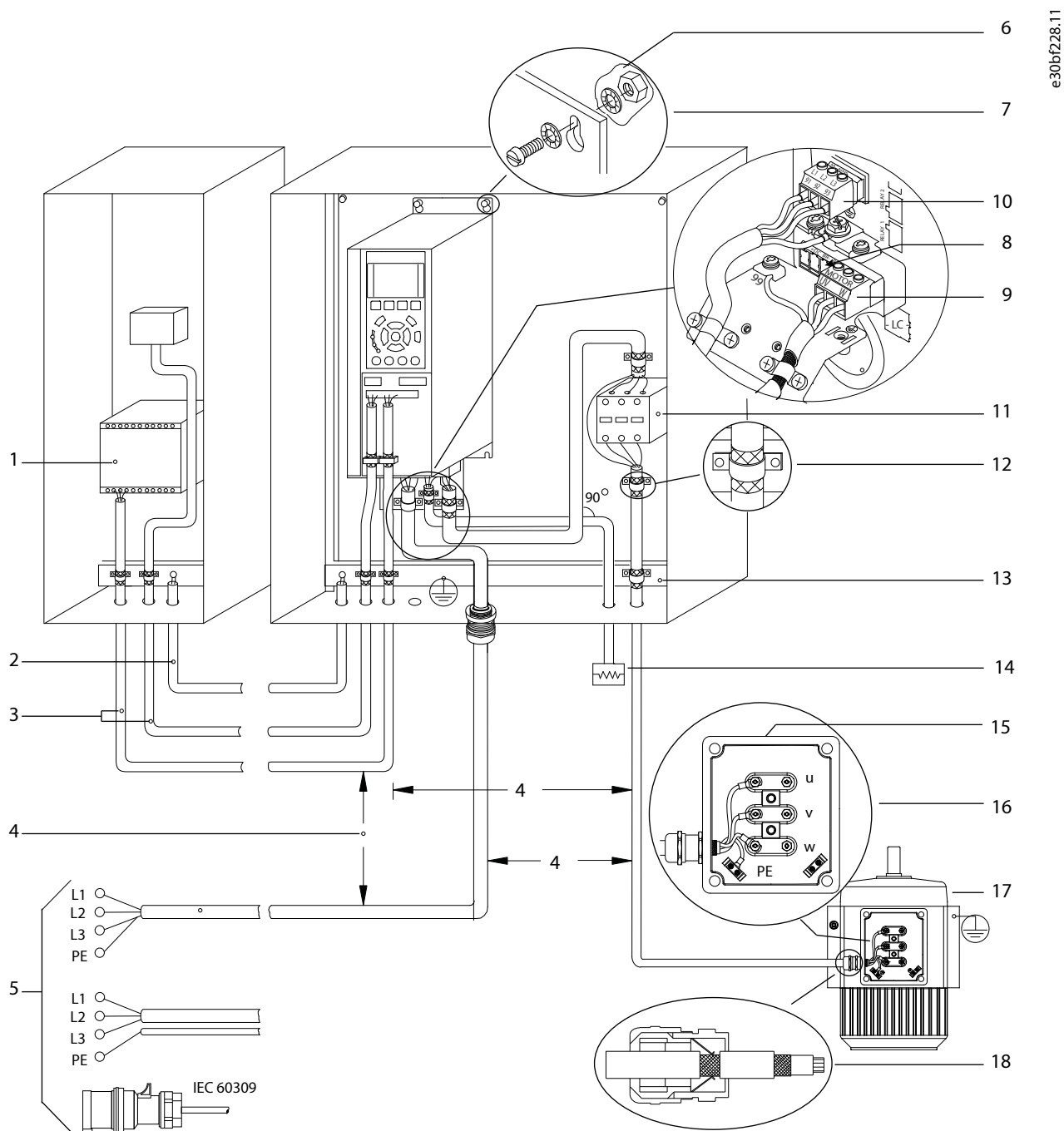


图 2: 典型电气连接

1	PLC	2	最小横截面积为 16 mm ² (6 AWG) 的均衡电缆
3	控制电缆	4	控制电缆、电机电缆和主电源电缆之间至少保持 200 毫米 (7.87 英寸) 的距离。
5	主电源	6	裸 (未涂漆) 表面
7	星形垫圈	8	制动电缆 (屏蔽)
9	电机电缆 (屏蔽)	10	主电源电缆 (非屏蔽)
11	输出接触器等。	12	已剥开的电缆绝缘层
13	通用接地母线。请遵循国家和地方有关机柜接地的要求。	14	制动电阻器
15	金属箱	16	电机接头
17	电机	18	EMC 电缆夹

3.2.3 一般要求



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。
- 按照本指南中的过程执行。

注意

线路隔离

使用 3 根单独的金属线管或单独的屏蔽电缆布置输入电源、电机和控制系统的线路，以实现高频噪声隔离。如果不隔离电源、电机和控制系统的线路，将可能影响变频器和关联设备的性能。

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

- 单独布置输出电机电缆。
- 使用屏蔽电缆。
- 同时锁定所有变频器。

线型和额定值

- 所有接线都必须符合国家和地方法规中关于横截面积和环境温度的要求。
- 丹佛斯建议，所有电力连接均须使用最低额定温度为 75 °C (167 °F) 的铜线来完成。
- 有关建议的线缆规格，请参阅规格一章。

3.2.4 接地要求

警告



接地危险

为了保护操作人员的安全，请务必按照国家 and 地方电气法规以及本手册说明，由正规的电气装置安装技师将变频器正确接地。接地电流高于 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。

- 对于接地电流高于 3.5 mA 的设备，必须对其进行正确的保护性接地。有关详细信息，请参阅接地泄漏电流一章。
- 输入电源、电机电源和控制系统的线路须采用专门的接地线。
- 为了正确接地，请使用设备上提供的线夹。
- 请勿以“菊花链”方式将一台变频器连接到另一个变频器（参见图 3）。
- 地线连接应尽可能短。
- 为了减小电气噪声，请使用高集束线。
- 请遵守电机制造商的接线要求。

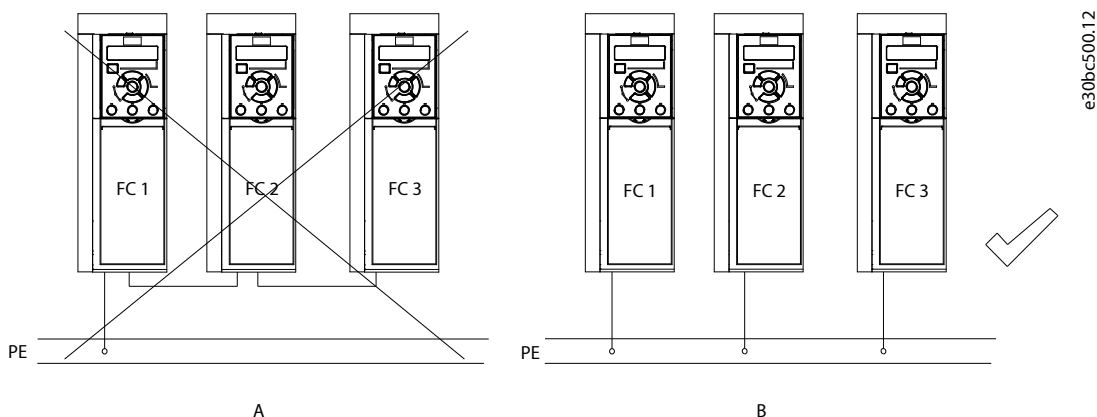


图 3: 接地原理

3.2.5 主电源接线、电机接线和接地

3.2.5.1 连接注意事项

警告



感生电压

如果将输出电机电缆布置在一起，感生电压可能会对设备电容器进行充电，即使设备处于断电并上锁挂牌状态，也会如此。如果未单独布置电机输出电缆或使用屏蔽电缆，则可能导致死亡或严重伤害。

- 应单独布置输出电机电缆或使用屏蔽电缆。
- 同时对所有变频器进行上锁挂牌。

- 请勿在变频器和电机之间安装功率因数修正电容器。
- 请勿在变频器和电机之间连接启动或变极设备。
- 请遵守电机制造商的接线要求。
- 所有变频器都必须使用单独的电力输入源，也可以使用接地参考电力线路。如果由独立的主电源（IT 主电源或浮动三角形连接）或带有接地脚（接地三角形连接）的 TT/TN-S 主电源供电，则将参数 14-50 RFI Filter（RFI 滤波器）设置为 OFF（关）（机箱规格 J6-J7）或卸除 RFI 螺钉（机箱规格 J1-J5）。关闭时，机架与直流回路之间的内部射频干扰滤波电容器将被切断，以避免损坏直流回路并降低地容电流（符合 IEC 61800-3）。
- 请勿在 IT 主电源内的变频器和电机之间安装开关。

3.2.5.2 示例

图 4 和图 5 显示了机箱规格 J1-J5 和机箱规格 J6-J7 的主电源输入、电机和接地。实际配置可能随设备类型和选配设备的不同而存在差异。

对于机箱规格 J1-J5，提供用于电机接线的接地线夹。

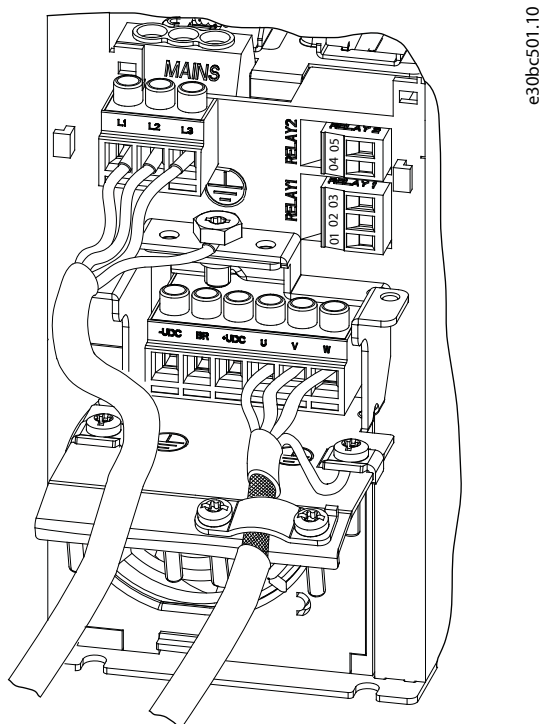


图 4: J1-J5 型机箱的主电源接线、电机接线和接地（以 J2 为例）

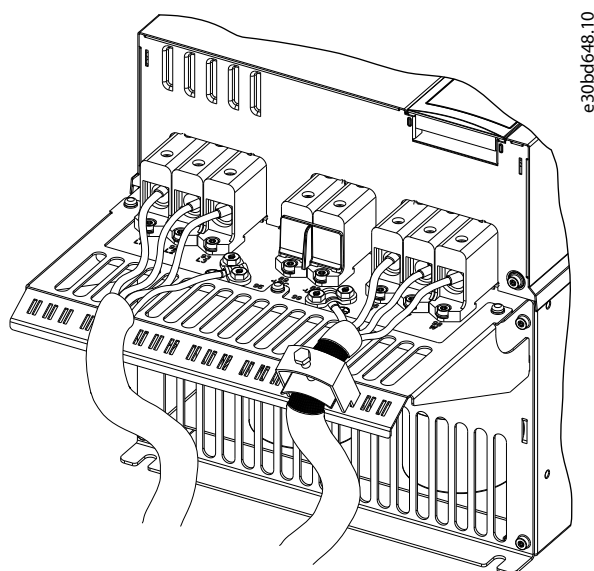


图 5: J6-J7 型机箱的主电源接线、电机接线和接地（以 J7 为例）

3.2.6 控制线路

3.2.6.1 控制线路检修

- 用螺丝刀拆下盖板。参见图 6。

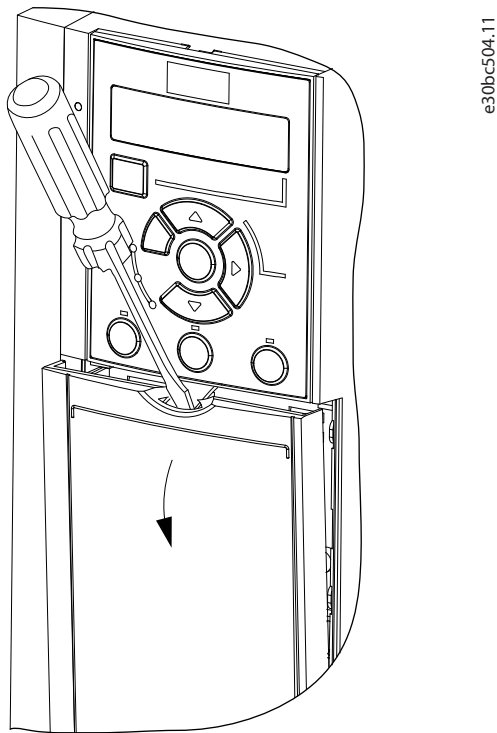


图 6: J1-J7 机箱规格的控制线路检视

3.2.6.2 控制端子类型

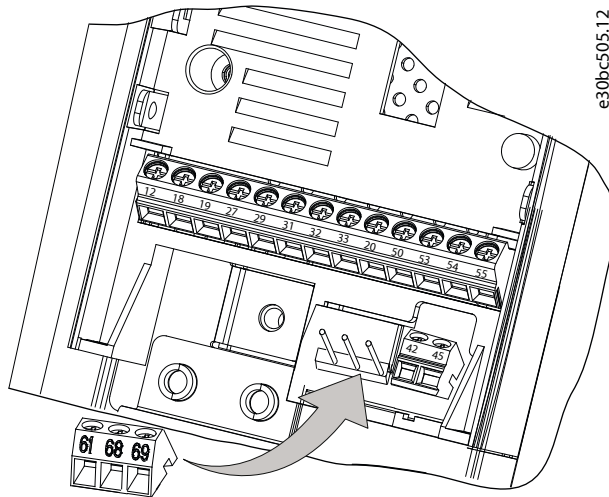


图 7: 控制端子位置

表 4: 端子说明

端子	参数	默认设置	说明
数字 I/O、脉冲 I/O、编码器			
12	-	+24 V 直流	24V 直流供电电压。所有 24 V 负载的最大输出电流为 100 mA。
18	参数 5-10 Terminal 18 Digital Input (端子 18 数字输入)	[8] 启动	数字输入。
19	参数 5-11 Terminal 19 Digital Input (端子 19 数字输入)	[10] 反向	

表 4: 端子说明 - (继续)

端子	参数	默认设置	说明
31	参数 5-16 Terminal 31 Digital Input（端子 31 数字输入）	[0] 无操作	数字输入。
32	参数 5-14 Terminal 32 Digital Input（端子 32 数字输入）	[0] 无操作	数字输入，24 V 编码器。端子 33 可用作脉冲输入。
33	参数 5-15 Terminal 33 Digital Input（端子 33 数字输入）	[0] 无操作	
27	参数 5-12 Terminal 27 Digital Input（端子 27 数字输入） 参数 5-30 Terminal 27 Digital Output（端子 27 数字输出）	DI [2] 惯性停车反逻辑 DO [0] 无操作	
29	参数 5-13 Terminal 29 Digital Input（端子 29 数字输入） 参数 5-31 Terminal 29 Digital Output（端子 29 数字输出）	DI [14] 点动 DO [0] 无操作	可以选择用作数字输入、数字输出或脉冲输出。默认设置为数字输入。端子 29 可用于脉冲输入。
20	–	–	
模拟输入/输出			
42	参数 6-91 Terminal 42 Analog Output（端子 42 模拟输出）	[0] 无操作	可编程模拟输出。在最大阻抗为 500 Ω 的情况下，模拟信号为 0-20 mA 或 4-20 mA，也可配置为数字输出。
45	参数 6-71 Terminal 45 Analog Output（端子 45 模拟输出）	[0] 无操作	
50	–	+10 V DC	10 V DC 模拟供电电压。最大电流为 15 mA，常用于电位计或热敏电阻。
53	参数组 6-1* 模拟输入 53	–	模拟输入。可选择电压或电流。
54	参数组 6-2* 模拟输入 54	–	
55	–	–	模拟输入的公共端子。
串行通讯			
61	–	–	用于电缆屏蔽层的集成 RC 滤波器。遇到 EMC 问题时，只能用于连接屏蔽层。
68 (+)	参数组 8-3* FC 端口设置	–	RS485 接口。控制卡终端电阻开关
69 (-)	参数组 8-3* FC 端口设置	–	
继电器			
01, 02, 03	参数 5-40 Function Relay（功能继电器）[0]	[0] 无操作	C 型继电器输出。这些继电器的具体位置因变频器的配置和尺寸不同而异。可用于交流或直流电压及电阻性或电感性负载。J1-J3 机箱内的 RO2 为 2 极，只有 04、05 端子可用。
04, 05, 06	参数 5-40 Function Relay（功能继电器）[1]	[0] 无操作	

3.2.6.3 控制端子功能

变频器的功能由收到的控制输入信号控制。

- 对于每个端子, 在与它相关的参数中根据它所支持的功能对它进行设置。

- 确认是否已对控制端子进行了与相关功能有关的正确设置。请参阅编程指南中的编程一章了解有关访问参数和编程的详细信息。
- 默认的端子设置将启动变频器并使其在典型工作模式下工作。

3.2.6.4 屏蔽控制电缆

首选方法是使用控制电缆和串行通讯电缆两端附带的屏蔽夹进行固定，以确保尽可能好的高频电缆接触。

如果变频器和 PLC 之间的大地电势不同，电噪声可能会干扰整个系统。通过在距控制电缆尽可能近的位置安装一条均衡电缆，可解决此问题。该电缆最小横截面积：16 mm² (6 AWG)。

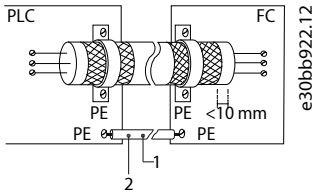


图 8: 两端安装的屏蔽夹

1	最小 16 mm ² (6 AWG)	2	均衡电缆
---	-------------------------------	---	------

3.2.6.5 50/60 Hz 接地回路

使用很长的控制电缆时，可能会形成接地回路。为了消除接地回路，请用一个 100 nF 电容器将屏蔽层的 1 端接地（引线应尽可能短）。

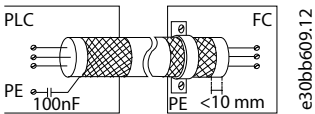


图 9: 与 100 nF 电容的连接

3.2.6.6 避免串行通讯的 EMC 噪声

该端子通过一个内部 RC 回路接地。为减小导体之间的相互干扰，请使用双绞电缆。显示了建议的方法图 10。

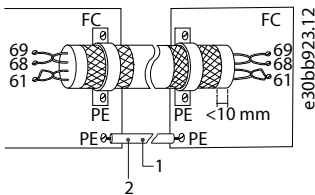


图 10: 双绞线

1	最小 16 mm ² (6 AWG)	2	均衡电缆
---	-------------------------------	---	------

或者也可以省去与端子 61 的连接，如图 11 中所示。

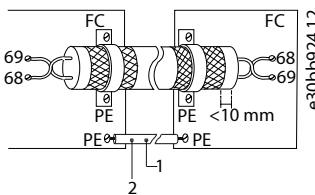


图 11: 双绞电缆（无端子 61）

1	最小 16 mm ² (6 AWG)	2	均衡电缆
---	-------------------------------	---	------

3.3 控制结构

3.3.1 控制原理

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

电机输入的电压/电流和频率均可变，从而可使三相标准交流电机和永磁同步电机实现变速控制。

3.3.2 控制模式

变频器可以控制电机主轴的速度或转矩。设置参数 **1-00 Configuration Mode**（配置模式）决定了控制类型。

速度控制

速度控制有两种类型：

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

选择哪个输入用作参数 **7-00 速度 PID 反馈源** 中的速度 PID 反馈。

转矩控制

转矩控制功能用于下述应用：电机输出轴上的转矩以张力控制形式来控制相关应用。基本磁通矢量闭环类型的性能最佳，尤其是接近零速时。转矩控制可在参数 **1-00 Configuration Mode**（配置模式）中选择。转矩设置是通过设置某个由模拟、数字或总线控制的参考值来实现的。在采用转矩控制时，建议执行完整 AMA 过程，因为正确的电机数据对于获得最佳性能非常重要。

- 闭环。此功能在轴呈中低程度动态变化的应用中使用，可在所有 4 个象限中以及所有电机速度下提供优异性能。必须提供速度反馈信号。确保编码器分辨率至少为 1024 PPR，且编码器的屏蔽电缆接地良好，因为速度反馈信号的准确性很重要。调整参数 **7-06 Speed PID Lowpass Filter Time**（速度 PID 低通滤波时间），以获得最佳速度反馈信号。
- 开环。该功能用于机械可靠性应用，但精度有限。开环转矩功能在两个方向有效。转矩是基于变频器的内部电流测量值来计算的。

速度/转矩参考值

这些控制值的参考可以是单个参考值，也可以是不同参考值（包括百分比形式的参考值）的叠加。参考值处理在参考值处理一章中有详细说明。

3.3.3 FC 360 控制原理

VLT® AutomationDrive FC 360 是一种用于变速应用的通用变频器。其控制原理基于电压矢量控制+ (VVC+) 和基本磁通矢量。

0.37–22 kW (0.5–30 hp)

FC 360 0.37–22 kW (0.5–30 hp) 变频器可处理功率高达 22 kW (30 hp) 的感应电机和永磁同步电机。

FC 360 0.37–22 kW (0.5–30 hp) 变频器的电流传感原理基于直流回路中电阻器的电流测量值。接地故障保护和短路行为由同一电阻器处理。

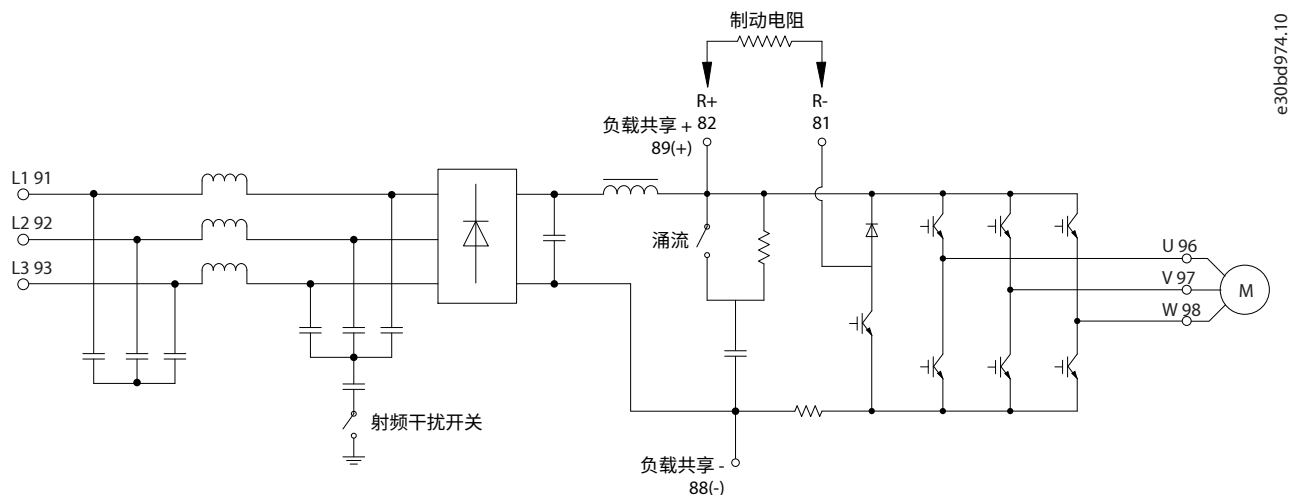


图 12: FC 360 0.37-22 kW (0.5-30 hp) 的控制图

30-90 kW (40-125 hp)

FC 360 30-90 kW (40-125 hp) 变频器的电流传感原理基于电机相中的电流测量值。

FC 360 30-90 kW (40-125 hp) 变频器上的接地故障保护和短路行为由电机相中的 3 个电流电阻器处理。

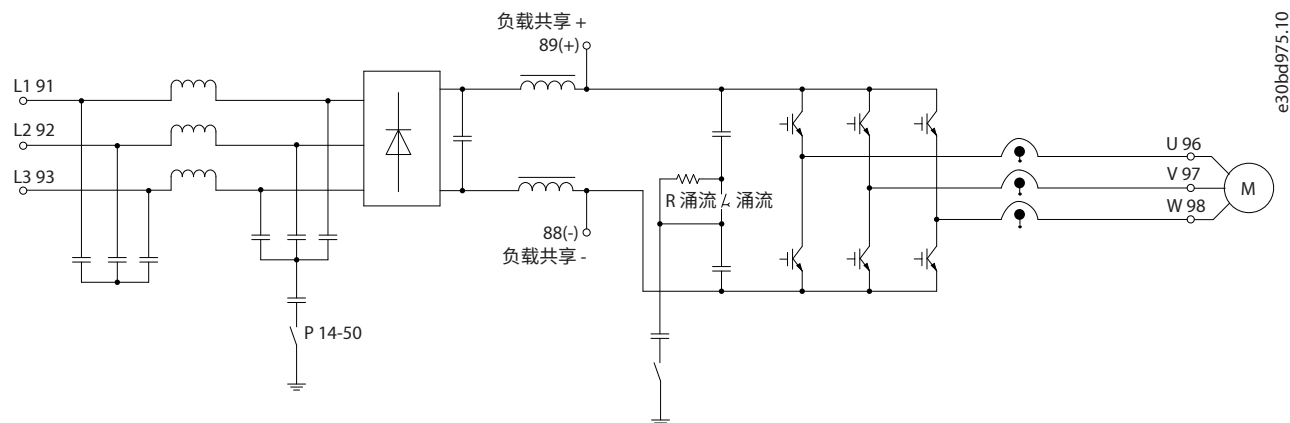


图 13: FC 360 30-90 kW (40-125 hp) 的控制图

3.3.4 VVC+ 中的控制结构

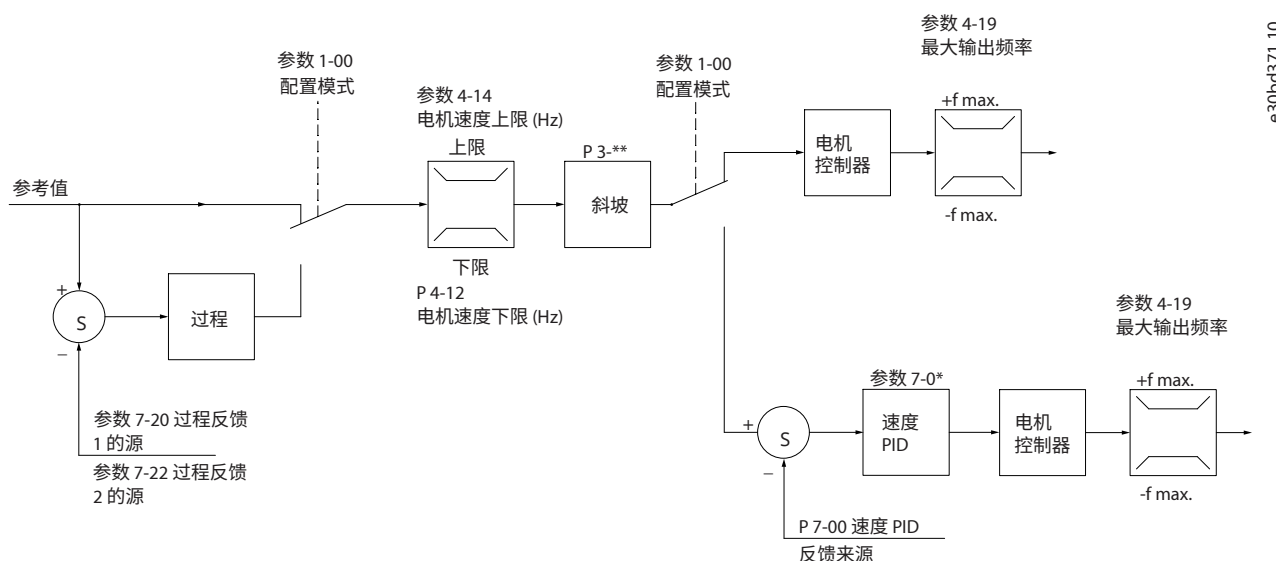


图 14: VVC+ 开环和闭环配置下的控制结构

在图 14 所示的配置中，参数 1-01 Motor Control Principle（电机控制原理）设置为 [1] VVC+，参数 1-00 Configuration Mode（配置模式）设置为 [0] Speed open loop（开环速度）。在收到了参考值处理系统的最终参考值后，首先会对最终参考值进行斜坡限制和速度限制，然后才将它发送给电机控制。之后，电机控制的输出便会受到频率上限的限制。

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

在参数 1-00 配置模式中选择 [3] 过程可使用过程 PID 控制在受控应用中对速度或压力进行闭环控制。过程 PID 参数位于以下参数组中：参数组 7-2* 过程控制 反馈和参数组 7-3* 过程 PID 控制。

3.3.5 基本磁通矢量带电机反馈下的控制结构

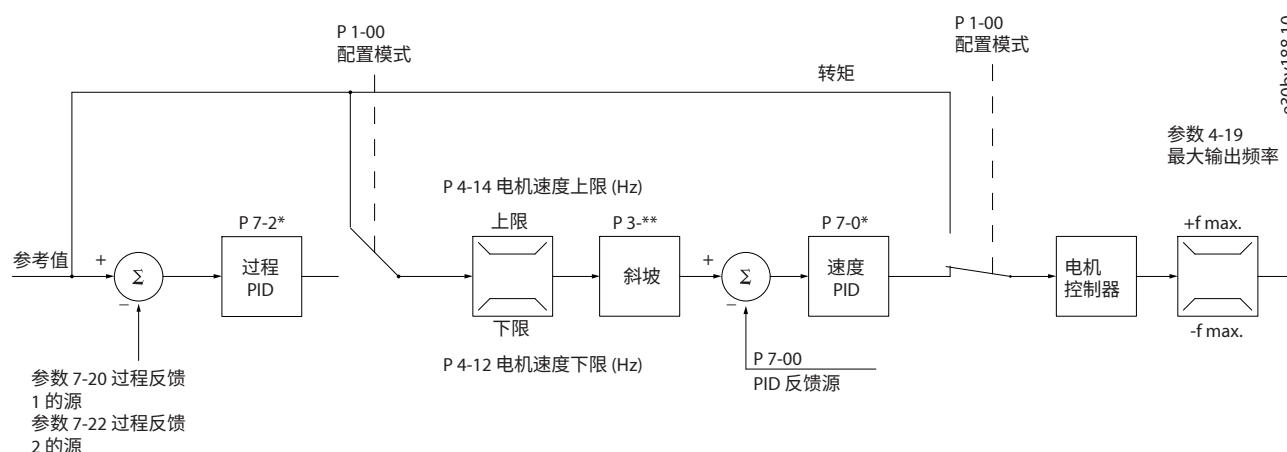


图 15: 基本磁通矢量带电机反馈下的控制结构

在所示的配置中，参数 1-01 Motor Control Principle（电机控制原理）设置为 [3] Flux Basic w/ motor feedb（基本磁通矢量带电机反馈），参数 1-00 Configuration Mode（配置模式）设置为 [1] Speed closed loop（闭环速度）。

在参数 1-00 Configuration Mode（配置模式）中选择 [1] Speed closed loop（闭环速度），以使用结果参考值作为速度 PID 控制的输入。速度 PID 控制参数位于参数组 7-0* 速度 PID 控制中。

在参数 1-00 Configuration Mode（配置模式）中选择 [2] Torque（转矩）以将最终参考值直接用作转矩参考值。转矩控制只能在基本磁通矢量带电机反馈（参数 1-01 Motor Control Principle（电机控制原理））配置下选择。选择这种模式后，参考值将使用 Nm 为单位。由于实际转矩是基于变频器的电流测量值来计算的，因此无需转矩反馈。

在参数 1-00 配置模式中选择 [3] 过程以使用过程 PID 控制在受控应用中对过程变量（比如速度）进行闭环控制。

3.3.6 本地 [Hand On]（手动启动）和远程 [Auto On]（自动启动）控制

通过本地控制面板（图形化 LCP 或数字式 LCP）或通过模拟/数字输入或现场总线远程操作变频器。

按 LCP 上的 [Hand On]（手动启动）和 [Off/Reset]（停止/复位）键可启动和停止变频器。需要通过以下参数进行设置：

- 参数 0-40 [Hand on] Key on LCP（LCP 的手动启动键）。
- 参数 0-44 [Off/Reset] Key on LCP（LCP 的关闭/复位键）
- 参数 0-42 [Auto on] Key on LCP（LCP 的自动启动键）。

当端子设置为复位时，可通过 [Off/Reset]（停止/复位）键或数字输入将报警复位。

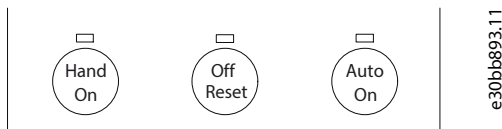


图 16: LCP 控制键

不论参数 1-00 Configuration Mode（配置模式）的设置为何，本地参考值都将强制使配置模式变为开环。

在变频器关机时将恢复本地参考值。

3.4 参考值处理

3.4.1 本地和远程参考值

本地参考值

当变频器在 [Hand On]（手动启动）按钮处于活动状态的情况下工作时，本地参考值将有效。使用向上键、向下键、向右键和 [Back]（返回）键调整参考值。

远程参考值

图 17 显示了用于计算远程参考值的参考值处理系统。

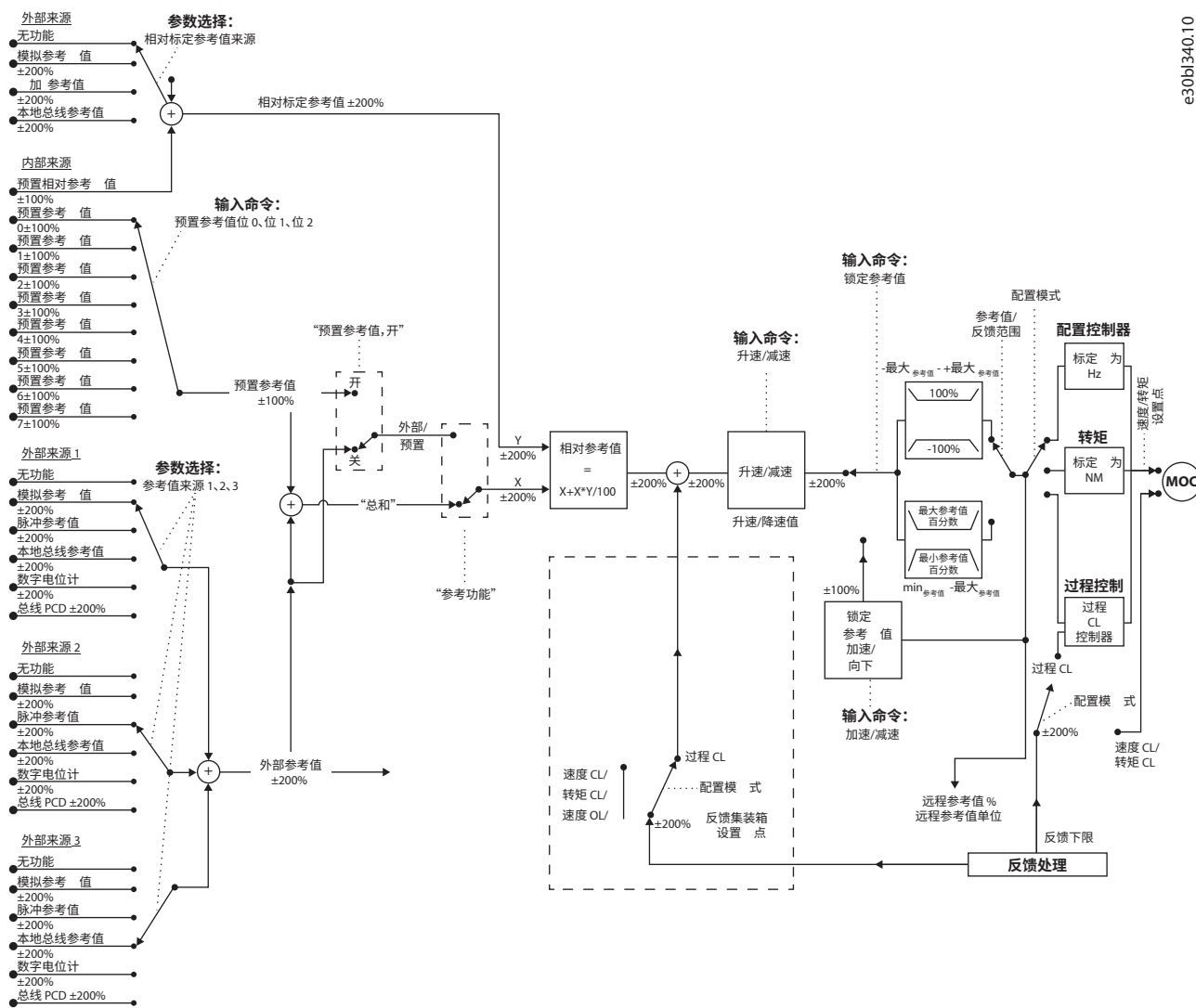


图 17: 远程参考值

远程参考值每一个扫描间隔计算一次，首先包含 2 类参考值输入：

1. X（外部参考值）：选定的外部参考值（最多四个）的总和（请参阅参数 3-04 参考值功能），这些参考值包括变频器监控的任何装置内的固定预置参考值（参数 3-10 预置参考值）、可变模拟参考值、可变数字脉冲参考值和各种现场总线参考值的任意组合（由参数 3-15 参考值 1 源、参数 3-16 参考值 2 源和参数 3-17 参考值 3 源设置决定），单位可以是 [Hz]、[RPM]、[Nm] 等。
2. Y（相对参考值）：1 个固定预置参考值（参数 3-14 预置相对参考值）和 1 个可变模拟参考值（参数 3-18 相对标定参考值源）的和，单位为 [%]。

这 2 类参考值输入按以下计算公式组合：

$$\text{远程参考值} = X + X * Y / 100\%$$

如果未使用相对参考值，则将参数 3-18 相对标定参考值源设置为 [0] 无功能，将参数 3-14 预置相对参考值设置为 0%。变频器上的数字输入可激活升速/减速功能和锁定参考值功能。《编程指南》中介绍了相关功能和参数。

模拟参考值的标定在参数组 6-1* 模拟输入 53 和参数组 6-2* 模拟输入 54 中说明，数字脉冲参考值的标定在参数组 5-5* 脉冲输入中说明。

参考值的极限和范围在参数组 3-0* 参考值极限中设置。

3.4.2 参考值极限

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

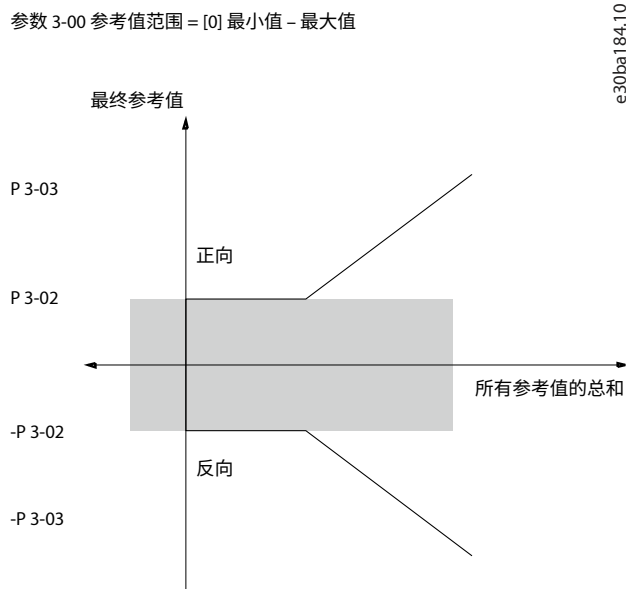


图 18: 参考值范围设置为 0 时的所有参考值总和

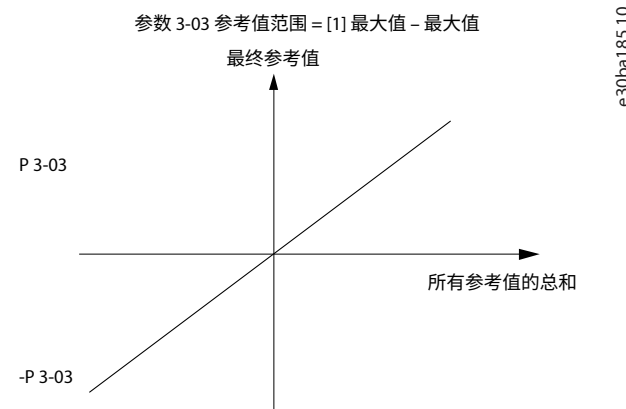


图 19: 参考值范围设置为 1 时的所有参考值总和

参数 3-02 Minimum Reference（最小参考值）的值不能设置为小于 0，除非参数 1-00 Configuration Mode（配置模式）设置为 [3] Process Closed Loop（过程闭环）。在该情况下，所得出的参考值（锁定之后）和所有参考值之和的关系如[图 20](#)所示。

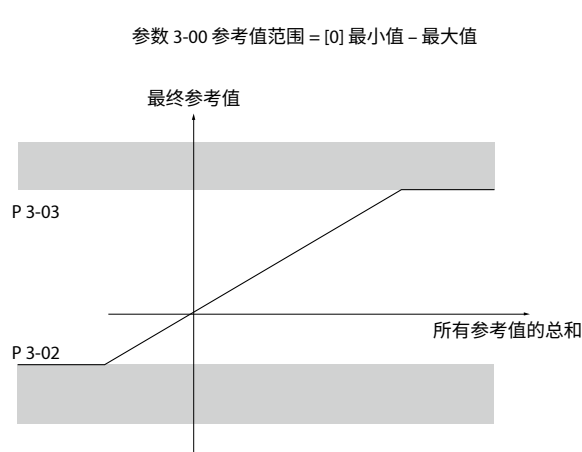


图 20: 最小值范围设置为负值时的所有参考值汇总

3.4.3 预置参考值和总线反馈值的标定

预置参考值根据下列规则标定：

- 当参数 3-00 参考值范围设置为 [0] 最小值 - 最大值) 时，0% 参考值等于 0 [单位]，其中单位可以是任何单位，如 RPM、m/s 和 bar。100% 参考值等于最大值（参数 3-03 最大参考值的绝对值，参数 3-02 最小参考值的绝对值）。
- 当参数 3-00 参考值范围设置为 [1] -最小值 - +最大值时，0% 参考值等于 0 [单位]，100% 参考值等于最大参考值。

总线参考值根据下列规则标定：

- 当参数 3-00 参考值范围设置为 [0] 最小值 - 最大值) 时，0% 参考值等于最小参考值，100% 参考值等于最大参考值。
- 当参数 3-00 参考值范围设置为 [1] -最小值 - +最大值 时，-100% 参考值等于 -最大参考值，100% 参考值等于最大参考值。

3.4.4 模拟量和脉冲参考值和反馈值的标定

参考值和反馈在模拟输入和脉冲输入中的标定方式相同。唯一的区别是，在指定最小和最大“端点值”（图 21 中的 P1 和 P2）之上或之下的参考值将被锁定在一起，而反馈则不然。

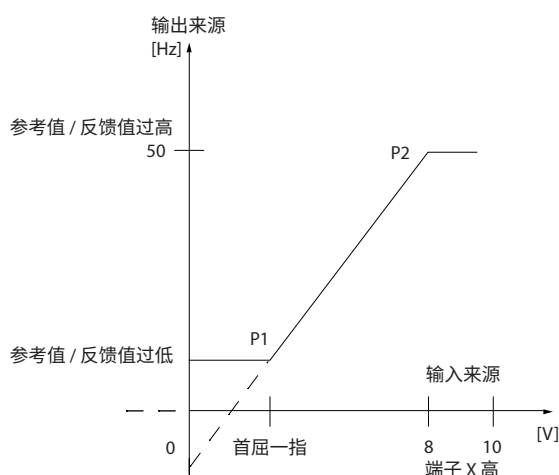


图 21: 最小和最大端点值

端点 P1 和 P2 在下表中定义，具体取决于输入选择。

表 5: P1 和 P2 端点值

输入	模拟 53 电压模式	模拟 53 电流模式	模拟 54 电压模式	模拟 54 电流模式	脉冲输入 29	脉冲输入 33
P1 = (最小输入值, 最小参考值)						
最小参考值	参数 6-14 端子 53 参考/反馈值下限	参数 6-14 端子 53 参考/反馈值下限	参数 6-24 端子 54 参考/反馈值下限	参数 6-24 端子 54 参考/反馈值下限	参数 5-52 端子 29 参考/反馈值下限	参数 5-57 端子 33 参考/反馈值下限
最小输入值	参数 6-10 端子 53 电压下限 [V]	参数 6-12 端子 53 电流下限 [mA]	参数 6-20 端子 54 电压下限 [V]	参数 6-22 端子 54 电流下限 [mA]	参数 5-50 端子 29 低频 [Hz]	参数 5-55 端子 33 低频 [Hz]
P2 = (最大输入值, 最大参考值)						
最大参考值	参数 6-15 端子 53 参考/反馈值上限	参数 6-15 端子 53 参考/反馈值上限	参数 6-25 端子 54 参考/反馈值上限	参数 6-25 端子 54 参考/反馈值上限	参数 5-53 端子 29 参考/反馈值上限	参数 5-58 端子 33 参考/反馈值上限
最大输入值	参数 6-11 端子 53 电压上限 [V]	参数 6-13 端子 53 电流上限 [mA]	参数 6-21 端子 54 电压上限 [V]	参数 6-23 端子 54 电流上限 [mA]	参数 5-51 端子 29 高频 [Hz]	参数 5-56 端子 33 高频 [Hz]

3.4.5 零值周围的死区

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

要激活死区并设置死区大小，请执行下列操作：

- 设置 0 处的最小参考值或最大参考值。换言之，P1 或 P2 必须位于图 22 的 X 轴上。
- 确保定义标定图的两个点位于同一象限内。

死区的大小由 P1 或 P2 定义，如图 22 所示。

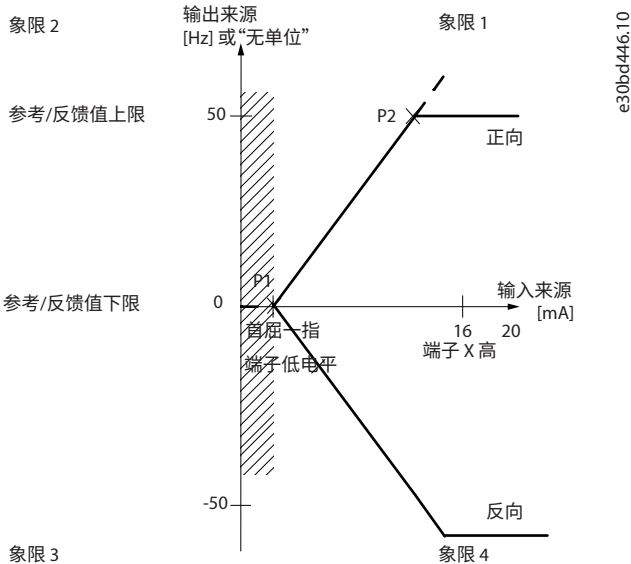


图 22: 死区大小

用例 1: 带死区的正参考值，数字输入激活反向，第 I 部分

图 23 示出了极限在下限到上限范围之内的参考值输入是如何锁定的。

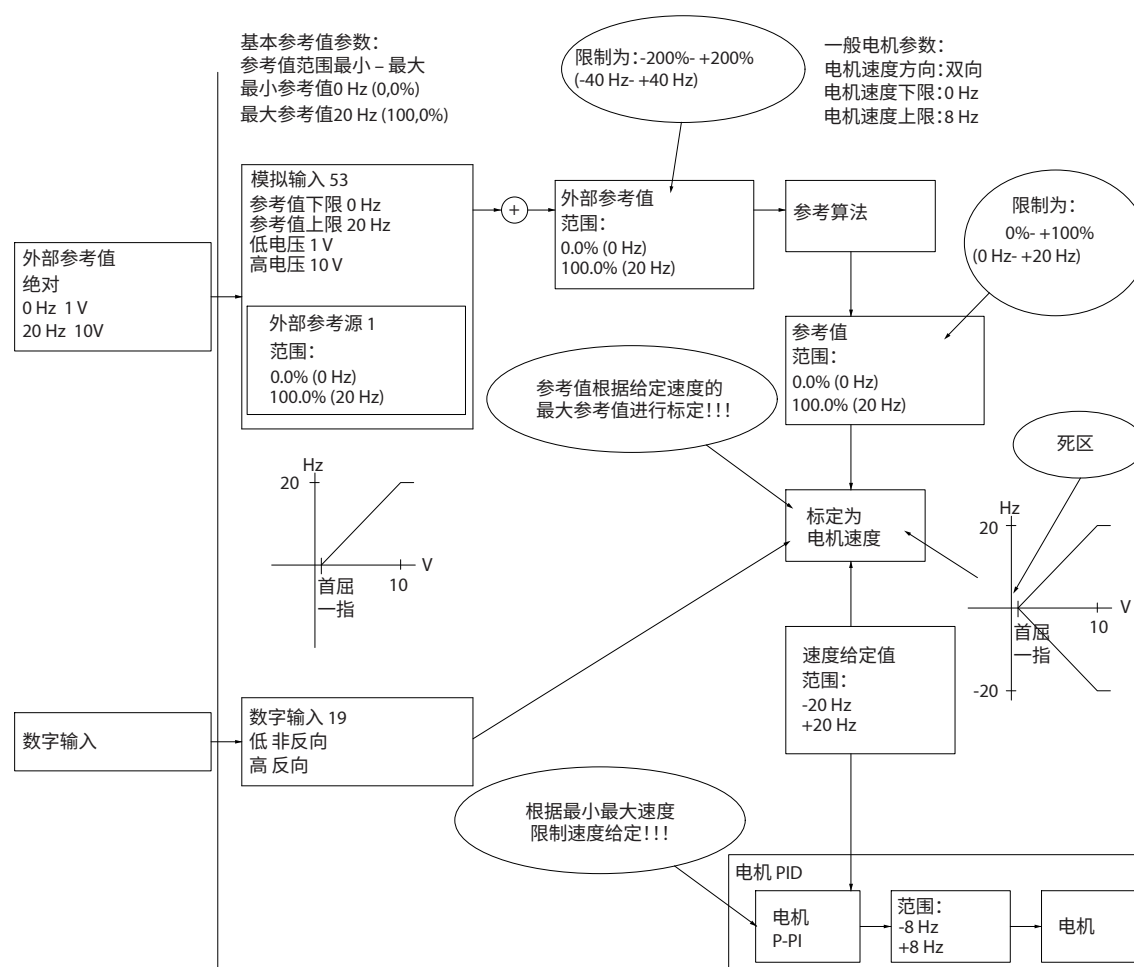


图 23: 锁定极限在下限到上限范围之内的参考值输入

用例 2：带死区的正参考值，数字输入激活反向，第 II 部分

图 24 例示了极限在负最大至正最大范围之外的参考值输入如何在与外部参考值叠加之前锁定到输入上限和下限之间，以及如何使用参考值算法将外部参考值锁定到负最大至正最大范围内。

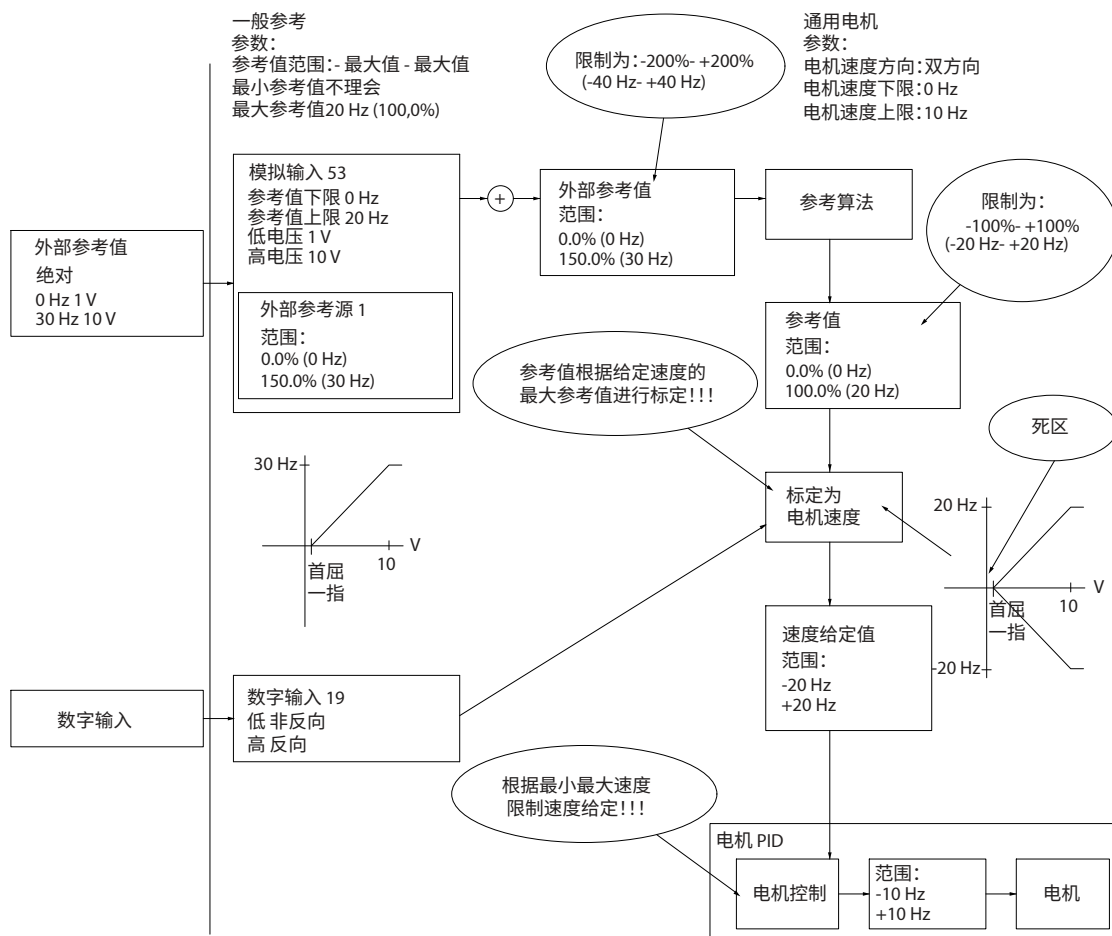


图 24: 锁定极限在负最大到正最大范围之外的参考值输入

3.5 位置控制

在定位和同步模式下，位置 PI 控制器作为外部回路添加，为速度 PID 提供速度参考。

图 25 显示了控制结构和参数，这些参数会影响基本磁通量电机控制的控制行为。

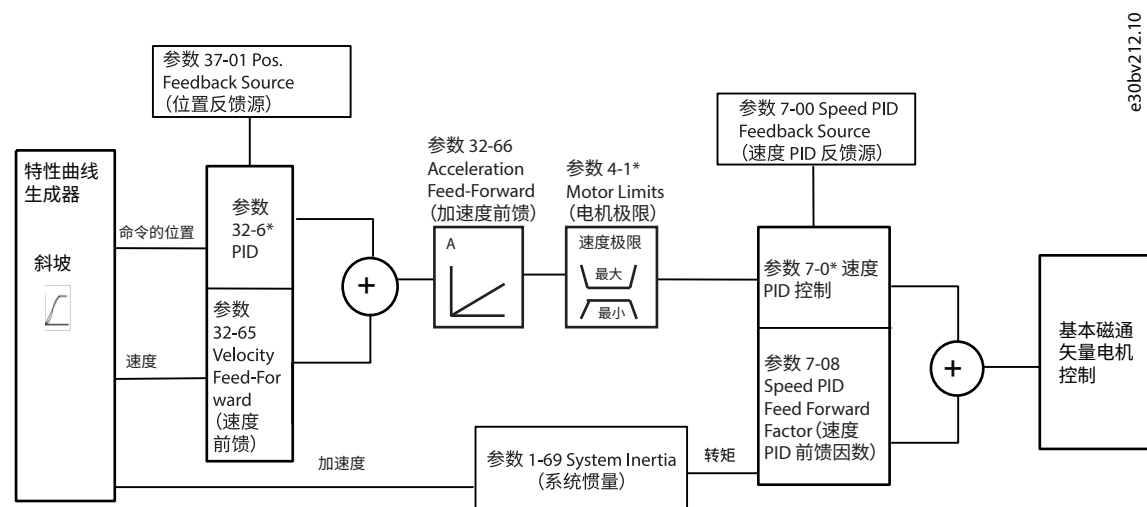


图 25: 位置控制

3.6 PID 控制

3.6.1 速度 PID 控制

3.6.1.1 控制配置

表 6: 控制配置, 激活速度控制

参数 1-00 Configuration Mode (配置模式)	参数 1-01 Motor Control Principle (电机控制原理)		
	U/f	VVC+	基本磁通矢量
[0] 开环	仅适用于 IM 电机	可用	可用
[1] 闭环速度	目前	仅适用于 IM 电机	可用
[2] 转矩闭环	目前	仅适用于 IM 电机	可用
[3] 过程闭环	仅适用于 IM 电机	可用	可用
[4] 转矩开环	目前	可用	可用

3.6.1.2 速度控制参数

表 7: 速度控制参数

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

3.6.1.3 速度控制编程示例

在此例中，速度 PID 控制用于维护恒定的电机速度，而无论电机负载如何变化。所需电机速度通过与端子 53 相连的电位计设置。速度范围是 0-1500 RPM（对应电位计上的 0-10V）。连接到端子 18 的开关用于控制启动和停止。速度 PID 通过使用 24 V (HTL) 增量编码器作为反馈来监视电机的实际 RPM。反馈传感器是连接到端子 32 和端子 33 的编码器（1024 脉冲每转）。端子 32 和 33 的脉冲频率范围为 4 Hz-32 kHz。

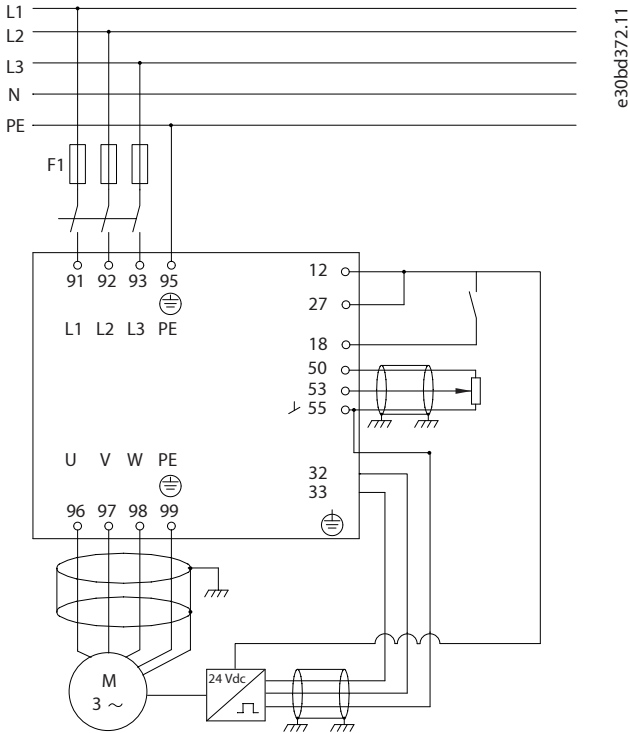


图 26: 速度控制编程

3.6.1.4 速度 PID 控制的编程顺序

按照下表中的步骤设置速度控制（请参阅编程指南中的设置说明）。

在下表中，假设其他所有参数和开关都保持默认设置。

表 8: 速度 PID 控制的编程顺序

功能	参数编号	设置
1) 确保电机正常运行。请执行下列操作：		
使用铭牌数据来设置电机参数。	参数组 1-2* 电机数据	在电机铭牌上标识。
执行 AMA。	参数 1-29 Automatic Motor Adaption (AMA) (电机自整定)	[1] 启用完整 MA
2) 检查电机是否正在运行，编码器连接是否正常。请执行下列操作：		
按 [Hand On]（手动启动）。检查电机是否正在运行，并记下转动方向（以下称作“正向”）。	-	设置一个正参考值。
3) 确保变频器的极限值已设为安全值：		
为参考值设置可以接受的极限值。	参数 3-02 Minimum Reference (最小参考值)	0
	参数 3-03 Maximum Reference (最大参考值)	50

表 8: 速度 PID 控制的编程顺序 - (继续)

功能	参数编号	设置
检查加减速设置是否在变频器能力和允许的应用操作规定之内。	参数 3-41 斜坡 1 加速时间	默认设置
	参数 3-42 斜坡 1 减速时间	默认设置
为电机速度和频率设置可以接受的极限值。	参数 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] (电机速度下限 [Hz])	0 Hz
	参数 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (电机速度上限 [Hz])	50 Hz
	参数 4-19 最大输出频率	60 Hz
4) 配置速度控制，并选择电机控制原理：		
激活速度控制	参数 1-00 Configuration Mode (配置模式)	[1] 闭环速度
选择电机控制原理	参数 1-01 电动控制原理	[1] VVC+
5) 配置并标定速度控制的参考值：		
将模拟输入 53 设置为参考值源。	参数 3-15 Reference 1 Source (参考值 1 来源)	非必需设置 (默认)
标定模拟输入 53 0 Hz (0 V) 至 50 Hz (10 V)	参数组 6-1* 模拟输入 1	非必需设置 (默认)
6) 将 24 V HTL 编码器信号配置为电机控制和速度控制的反馈：		
将数字输入 32 和 33 设置为编码器输入。	参数 5-14 Terminal 32 Digital Input (端子 32 数字输入)	[82] 编码器输入 B
	参数 5-15 Terminal 33 Digital Input (端子 33 数字输入)	[83] 编码器输入 A
选择端子 32/33 作为速度 PID 反馈。	参数 7-00 Speed PID Feedback Source (速度 PID 反馈源)	[1] 24 V 编码器
7) 调整速度控制 PID 参数：		
在适当时候遵循调整原则或手动调整。	参数组 7-0* 速度 PID 控制	-
8) 完成：		
将参数设置保存到 LCP 中进行安全保管。	参数 0-50 LCP Copy (LCP 复制)	[1] 所有参数到 LCP

3.6.2 过程 PID 控制

3.6.2.1 控制配置

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

下表显示了可以进行过程控制的控制配置。请参考控制结构一章，查看“速度控制”的适用情况。

表 9: 控制配置

控制配置	参数 1-01 电动控制原理	
	U/f	VVC+
[3] 过程	目前	过程

注意

过程控制 PID 将在默认参数设置下工作，但建议调整参数以优化应用控制性能。

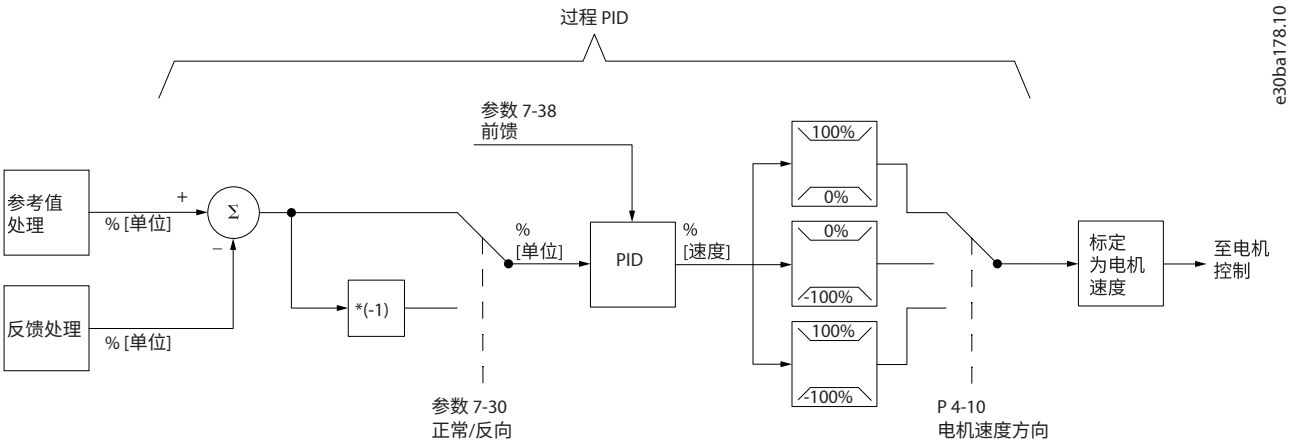


图 27: 过程 PID 控制图

3.6.2.2 过程控制相关参数

表 10: 过程控制参数

参数	功能说明
参数 7-20 Process CL Feedback 1 Resource (过程 CL 反馈 1 的源)	选择过程 PID 应该从哪个源（模拟或脉冲输入）获得反馈。
参数 7-22 Process CL Feedback 2 Resource (过程 CL 反馈 2 的源)	可选：确定过程 PID 是否（以及从哪里）获得其他反馈信号。如果选择了其他反馈源，则将叠加这两个反馈信号，然后再在过程 PID 控制中使用。
参数 7-30 Process PID Normal/Inverse Control (过程 PI 正常/反向控制)	在 [0] Normal operation (正常运行) 下，如果反馈低于参考值，过程控制将增加电机速度。在 [1] Inverse operation (反向操作) 中，过程控制将降低电机速度。
参数 7-31 Process PID Anti Windup (过程 PID 防积分饱和)	防积分饱和功能可保证当达到频率极限或转矩极限时，积分器将设置为对应于实际频率的增益。这样可避免在出现无法通过速度更改来补偿的故障时进行积分。按 [0] Off (关闭) 可禁用此功能。
参数 7-32 Process PID Start Speed (过程 PID 启动速度)	在某些应用中，要达到所需速度/设置点可能需要非常长时间。在此类应用中，在激活过程控制之前先通过变频器设置一个固定的电机速度可能比较有利。通过在参数 7-32 Process PID Start Speed (过程 PID 启动速度) 中设置过程 PID 启动值（速度）来设置固定电机速度。
参数 7-33 Process PID Proportional Gain (过程 PID 比例增益)	该值越高，控制越快。但值太高可能会导致振荡。
参数 7-34 Process PID Integral Time (速度 PID 积分时间)	排除稳态速度错误。值越低，则表示反应速度越快。但值太低可能会导致振荡。
参数 7-35 Process PID Differentiation Time (过程 PID 微分时间)	提供与反馈变化率成比例的增益。设置为零将禁用微分器。
参数 7-36 Process PID Diff. Gain Limit (过程 PID 微分增益极限)	如果给定应用中的参考值或反馈发生快速变化（这表示偏差变化迅速），则微分器将很快起主要作用。因为微分器能对偏差变化做出反应。偏差变化越快，微分器增益就越强。这样可以限制微分增益以允许为缓慢变化设置合理的微分时间。

表 10: 过程控制参数 - (继续)

参数	功能说明
参数 7-38 Process PID Feed Forward Factor (过程 PID 前馈因数)	在过程参考值和获得该参考值所需的电机速度之间有良好的相关性（并接近于线性）的应用中，可以使用前馈因数来获得更好的过程 PID 控制动态性能。
- 参数 6-16 Terminal 53 Filter Time Constant (端子 53 滤波时间常数) (模拟端子 53) - 参数 6-26 Terminal 54 Filter Time Constant (端子 54 滤波时间常数) (模拟端子 54)	如果电流/电压反馈信号出现振荡，则可以使用低通滤波器来使其衰减。 示例：如果低通滤波器设置为 0.1 秒，则极限速度将为 10 RAD/秒（0.1 秒的倒数），相当于 $(10/(2 \times \pi)) = 1.6$ Hz。这意味着滤波器将减弱那些变化频率超过每秒 1.6 次振荡的所有电流/电压。只有对频率（速度）变化小于 1.6 Hz 的反馈信号才执行该控制。 低通滤波器可以提高稳态性能，但选择过长的滤波时间会降低过程 PID 控制的动态性能。

3.6.2.3 过程 PID 控制示例

图 28 是通风系统中使用的过程 PID 控制示例：

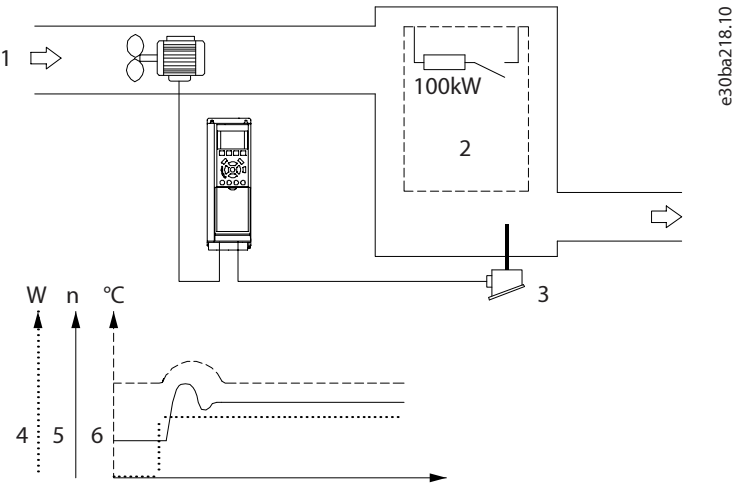


图 28: 通风系统中的过程 PID 控制

1	冷空气	2	产热过程
3	温度传感器	4	热量
5	风扇转速	6	温度

在通风系统中，可以使用 0-10 V 的电位计将温度设置在 -5 °C 至 +35 °C (23-95 °F) 之间。要保持设定温度恒定，请使用过程控制。

这种控制类型是反向的，即，当温度升高时，通风速度随之提高，同时产生更多的空气。当温度降低时，速度随之减小。所使用的传感器是温度传感器，其工作范围为 -10 °C 至 +40 °C (14-104 °F)，4-20 mA。

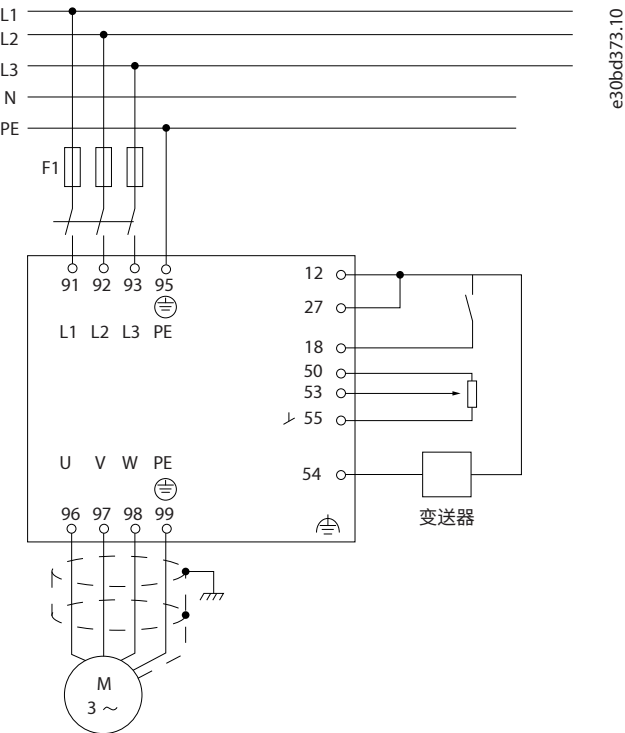


图 29: 2 线传感器

1. 通过与端子 18 相连的开关来控制启动/停止。
2. 通过与端子 53 相连的电位计（-5 °C 至 +35 °C (23-95 °F)，0-10 V DC）来测量温度参考值。
3. 通过与端子 54 相连的传感器（-10 °C 至 +40 °C (14-104 °F)，4-20 mA）来获得温度反馈。

表 11: 过程 PID 控制设置示例

功能	参数编号	设置
启动变频器。	参数 14-22 Operation Mode（工作模式）	[2] 初始化 - 执行一次电源循环 - 按复位键
1) 设置电机参数：		
根据铭牌数据设置电机参数。	参数组 1-2* 电机数据	按照电机铭牌上的指示。
执行完整 AMA。	参数 1-29 Automatic Motor Adaption（电机自整定）(AMA)	[1] 启用完整 AMA。
2) 检查电机是否按正确方向运行。 如果简单地按照 U 对 U、V 对 V、W 对 W 的相序将电机连接至变频器，电机主轴通常会顺时针转动（向轴端方向看）。		
按 [Hand On]（手动启动）。通过施加一个手动参考值，检查电机轴的转动方向。	-	-
如果电机的旋转方向与所要求的相反： 1. 在参数 4-10 Motor Speed Direction（电机速度方向）中选择两个方向。 2. 切断主电源并等待直流回路放电。 3. 切换电机相的 2 相。	参数 4-10 Motor Speed Direction（电动机速度方向）	选择正确的电机轴转向。
设置配置模式。	参数 1-00 Configuration Mode（配置模式）	[3] 过程
3) 设置参考值配置，即，参考值处理范围。在参数组 6-** 模拟输入/输出中设置模拟输入标定。		

表 11: 过程 PID 控制设置示例 - (继续)

功能	参数编号	设置
设置参考值/反馈值的单位。 设置最小参考值 (10 °C (50 °F))。 设置最大参考值 (80 °C (176 °F))。 如果设定值由预置值 (数组参数) 确定, 则将其参考值来源设为 [0] No Function (无功能)。	参数 3-01 Reference/ Feedback Unit (参考值/反馈单位) 参数 3-02 Minimum Reference (最小参考值) 参数 3-03 Maximum Reference (最大参考值) 参数 3-10 Preset Reference (预置参考值)	[60] °C, 此单位将在显示器上示出。 -5 °C (23 °F)。 35 °C (95 °F)。 [0] 35%。 $\text{Ref} = \frac{\text{Par.3} - 10(0)}{100} \times ((\text{Par.3} - 03) - (\text{Par.3} - 02)) = 24.5^\circ\text{C}$ 参数 3-14 Preset Relative Reference (预置 相对参考值) 到参数 3-18 Relative Scaling Reference Resource (相对标定参考值源) [0] = No Function (无功能)。
4) 调整变频器的极限:		
将加减速时间设成一个合适的值, 如 20 秒。	参数 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time (斜坡 1 加速时间) 参数 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time (斜坡 1 减速时间)	20 秒 20 秒
设置速度下限。 设置电机速度上限。 设置最大输出频率。	参数 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] (电机速度下限 [Hz]) 参数 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (电机速度上限 [Hz]) 参数 4-19 Max Output Frequency (最大输出频率)	10 Hz 50 Hz 60 Hz
将参数 6-19 Terminal 53 mode (端子 53 模式) 和参数 6-29 Terminal 54 mode (端子 54 模式) 设置为电压或电流模式。		
5) 标定用于参考值和反馈的模拟输入:		
设置“端子 53 低电压”。 设置“端子 53 高电压”。 设置“端子 54 低反馈值”。 设置“端子 54 高反馈值”。 设置反馈来源。	参数 6-10 Terminal 53 Low Voltage (端子 53 电压下限) 参数 6-11 Terminal 53 High Voltage (端子 53 电压上限) 参数 6-24 Terminal 54 Low Ref./Feedb. Value (端子 54 低 参考/反馈值) 参数 6-25 Terminal 54 High Ref./Feedb. Value (端子 54 高 参考/反馈值) 参数 7-20 Process CL Feedback 1 Resource (过程 CL 反馈 1 的源)	0 V 10 V -5 °C (23 °F) 35 °C (95 °F) [2] 模拟输入 54
6) 基本 PID 设置:		
过程 PID 正常/反向。	参数 7-30 Process PID Normal/Inverse Control (过 程 PI 正常/反向控制)	[0] 正常
过程 PID 防积分饱和	参数 7-31 Process PID Anti Windup (过程 PID 防积分饱 和)	[1] 开

表 11: 过程 PID 控制设置示例 - (继续)

功能	参数编号	设置
过程 PID 启动速度。	参数 7-32 Process PID Start Speed (过程 PID 启动速度)	300 RPM
将参数保存到 LCP 中。	参数 0-50 LCP Copy (LCP 复制)	[1] 所有参数到 LCP

3.6.2.4 过程控制器优化

按照 [3.6.1.4 速度 PID 控制的编程顺序](#) 中所述配置基本设置后，优化比例增益、积分时间和微分时间（参数 7-33 Process PID Proportional Gain（过程 PID 比例增益）、参数 7-34 Process PID Integral Time（过程 PID 积分时间）和参数 7-35 Process PID Differentiation Time（过程 PID 微分时间））。

注意

如有必要，可多次启用“启动/停止”，以产生不稳定的反馈信号。

在大多数过程中，完成以下操作步骤：

1. 启动电机。
2. 将参数 7-33 Process PID Proportional Gain（过程 PID 比例增益）设置为 0.3，并增大该值直到反馈信号再次开始失稳为止。然后减小该值，直到反馈信号稳定为止。将比例增益降低 40 - 60%。
3. 将参数 7-34 Process PID Integral Time（过程 PID 积分时间）设置到 20 秒，并减小该值直到反馈信号再次开始失稳为止。然后延长积分时间，直到反馈信号稳定为止，最后将该值再增大 15-50%。
4. 仅将参数 7-35 Process PID Differentiation Time（过程 PID 微分时间）用于快速反应系统（微分时间）。一般取值是所设定积分时间的四倍。当比例增益和积分时间的设置完全优化后使用微分器。确保低通滤波器可以充分减弱反馈信号的振荡。

3.6.3 Ziegler Nichols 调整方法

要调整变频器的 PID 控制，丹佛斯推荐使用 Ziegler Nichols 调整方法。

注意

对于会受到因临界稳定控制设置而引起的振荡损坏的应用场合，切勿使用 Ziegler Nichols 调整方法。

应根据对处于稳定性极限的系统的判断而不是逐步响应对参数进行调整。增大比例增益直至观察到持续振荡（通过对反馈的测量），即，直到系统处于临界稳定状态为止。对应的增益 (K_u) 称作基本增益，是出现振荡时的增益。振荡周期 (P_u)（称作基本周期）按[图 30](#)中所示的方式确定，应在振荡幅度很小时进行测量。

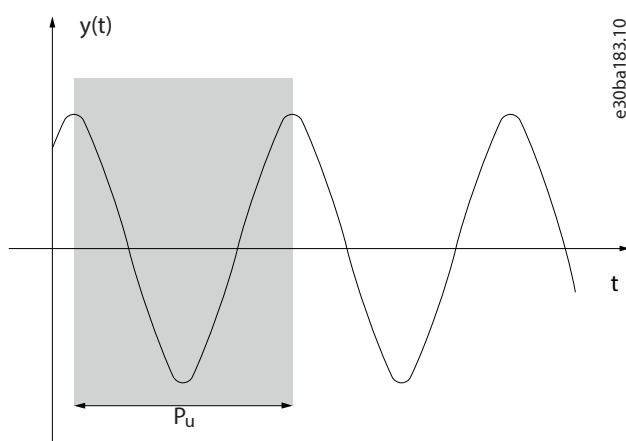


图 30: 临界稳定系统

过程操作员可以对控制器执行最终迭代调整以获得满意的控制效果。

1. 只选择比例控制，即将积分时间设置为最大值，而将微分时间设置为 0。
2. 增大比例增益的值，直至达到不稳点（持续振荡）和临界增益值 K_u 。
3. 测量振荡期以获得关键时间常量 P_u 。
4. 利用下表计算所需的 PID 控制参数。

表 12: 对调节器进行 Ziegler Nichols 调整

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

3.7 EMC 辐射和抗扰性

3.7.1 关于 EMC 辐射的一般问题

系统通常会传导 150 kHz 到 30 MHz 频率范围内的电气干扰。在变频器系统中，变频器、电机电缆和电机会产生 30 MHz 到 1 GHz 范围的空中干扰。电机电缆中的电容性电流与电机的高 dU/dt 特性一起产生了泄漏电流。使用屏蔽电机电缆会增大泄漏电流（请参阅图 31），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，它将在主电源上在 5 MHz 以下的无线电频率范围产生更大的干扰。由于泄漏电流 (I_1) 会通过屏蔽层电流 (I_3) 返回设备，屏蔽的电机电缆仅产生一个微弱的电磁场 (I_4)。

屏蔽层降低了辐射性干扰，但增强了主电源的低频干扰。将电机电缆的屏蔽层同时连接到变频器机壳和电机外壳。此时最好使用附带的屏蔽层夹，以避免屏蔽层端部扭结（辫子状）。屏蔽层夹会增加屏蔽层在高频下的阻抗，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以下目的，则在机箱两端安装屏蔽层：

- 现场总线
- 网络
- 继电器
- 控制电缆
- 信号接口
- 制动

但有时为了避免环路电流，也可能需要断开屏蔽层接地。

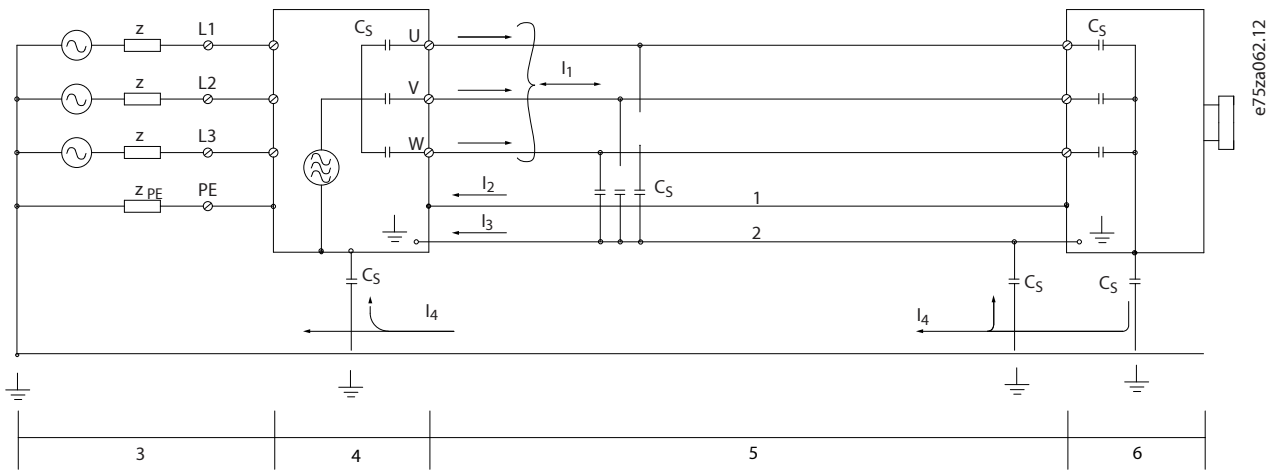


图 31: EMC 辐射

1	接地电缆	2	屏蔽
3	交流主电源	4	变频器
5	屏蔽电机电缆	6	电机

如果要屏蔽层置于变频器的固定板上，则使用金属固定板将屏蔽层电流带回设备。确保从安装板到固定螺钉以及变频器机架都保持良好的电气接触。

在使用无屏蔽电缆时，尽管可能符合抗扰性要求，但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机电缆和制动电缆。不要将传送敏感信号电平的电缆与主电源电缆、电机电缆和制动电缆放在一起。控制电子元件尤其可能产生 50 MHz 以上的无线电干扰（空间干扰）。

3.7.2 EMC 辐射要求

表 13 中的测试结果是使用由变频器（带固定板）、电机和屏蔽电机电缆组成的系统获得的。

表 13: EMC 辐射（滤波器类型：内部）

滤波器	机箱规格和额定功率		A 类组 2/EN 55011 工业环境	
			C3 类/EN/IEC 61800-3 次要环境	
			传导性干扰	辐射性干扰
C3 滤波器	J1	0.37–2.2 kW (0.5–3.0 hp), 380–480 V	5 m (16.4 ft)	是 ⁽¹⁾
	J2	3.0–5.5 kW (4.0–7.5 hp), 380–480 V	5 m (16.4 ft)	
	J3	7.5 kW (10 hp), 380–480 V	5 m (16.4 ft)	
	J4	11–15 kW (15–20 hp), 380–480 V	5 m (16.4 ft)	
	J5	18.5–22 kW (25–30 hp), 380–480 V	5 m (16.4 ft)	
	J6	30–45 kW (40–60 hp), 380–480 V	25 m (82 ft)	
	J7	55–90 kW (75–125 hp), 380–480 V	25 m (82 ft)	

1) 150 kHz 至 30 MHz 的频率范围在 IEC/EN 61800-3 和 EN 55011 之间未统一，不是必须包括。

3.7.3 EMC 抗扰性要求

变频器的抗扰性要求取决于它们的安装环境。工业环境的要求要高于家庭和办公室环境的要求。所有丹佛斯变频器都符合在工业环境中使用的要求。因此，这些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。

要制定电气现象的瞬态脉冲的抗扰性，可在由以下部件组成的系统中执行下列抗扰性测试：

- 变频器（带有相关选项）。
- 屏蔽控制电缆。
- 带有电位计、电机电缆和电机的控制盒。

所有测试均按照以下基本标准执行：

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2) 静电放电 (ESD)：**模拟人体的静电放电。
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3) 辐射抗扰度：**通过幅度调制来模拟雷达和无线电通信设备和移动通信设备的效应。
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4) 瞬态脉冲群：**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) 瞬态浪涌：**模拟安装环境附近的闪电等现象导致的瞬态浪涌。
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6) 传导抗扰度：**模拟无线传输设备与连接电缆的干扰效应。

抗扰度要求应遵循产品标准 IEC 61800-3。有关详细信息，请参考 [表 14](#)。

表 14: EMC 抗扰性要求

电压范围：380–480 V					
产品标准	61800-3				
测试	ESD	辐射抗扰度	瞬态	浪涌	传导抗扰度
认可标准	B	B	B	A	A
主电源电缆	–	–	2 kV CN	2 kV/2 Ω DM 2 kV/12 Ω CM	10 V _{RMS}
电机电缆	–	–	4 kV CCC	–	10 V _{RMS}
制动电缆	–	–	4 kV CCC	–	10 V _{RMS}
负载共享电缆	–	–	4 kV CCC	–	10 V _{RMS}
继电器电缆	–	–	4 kV CCC	–	10 V _{RMS}
控制电缆	–	–	长度 >2 m (6.6 ft) 1 kV CCC	非屏蔽电缆：1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
标准/现场总线电缆	–	–	长度 >2 m (6.6 ft) 1 kV CCC	非屏蔽电缆：1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
LCP 电缆	–	–	长度 >2 m (6.6 ft) 1 kV CCC	–	10 V _{RMS}
机箱	4 kV CD 8 kV AD	10 V/m	–	–	–
定义					
CD: 接触放电 AD: 空气放电		DM: 差分模式 CM: 共模		CN: 通过耦合网络直接注入 CCC: 通过电容耦合夹持注入	

3.8 电隔离

PELV 提供超低电压保护。如果电源为 PELV 类型，且安装符合地方/国家对 PELV 电源的规定，则可避免发生触电。

所有控制端子和继电器端子 01-03/04-06 都符合 PELV（保护性超低压）标准。这种不适用于 400 V 以上的接地三角形支路。

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电隔离效果。EN 61800-5-1 标准对这些要求进行了专门介绍。

构成电气绝缘装置的部件（如图 32 所示）还必须满足较高的绝缘标准并通过 EN 61800-5-1 规定的相关测试。

PELV 电隔离可在 3 个位置出现（如图 32 所示）：

为了保持 PELV，所有与控制端子连接的器件都必须采用 PELV，比如，必须对热敏电阻采用加强绝缘/双重绝缘。

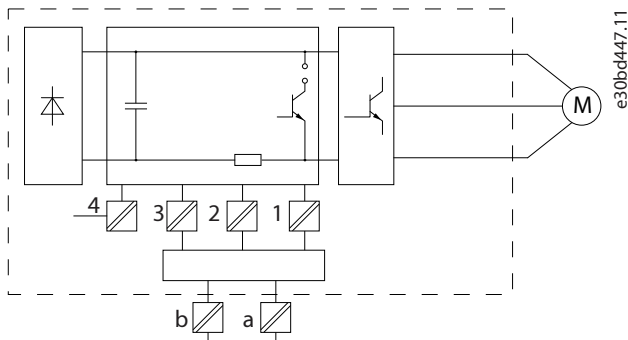


图 32: 电隔离

1	用于控制盒的电源 (SMPS)	2	功率卡与控制盒之间的通信
3	STO 输入和 IGBT 电路之间的绝缘	4	用户继电器

标准 RS485 与 I/O 电路 (PELV) 之间的接口是功能隔离的。



警告

接触任何电气部件前，确保已断开其他电压输入，例如负载共享（直流回路的连接），以及用于借能运行的电机连接。参见安全一章中的放电时间。如果不遵守建议，将可能导致死亡或严重伤害。

3.9 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进行高频开关控制。这会在接地线路中产生漏电电流。变频器输出功率端子中的故障电流可能包含直流成分，这些直流成分可能会对滤波电容器充电，从而导致瞬态接地电流。

接地漏电流由多个成分组成，取决于不同的系统配置，其中包括：

- RFI 滤波。
- 屏蔽电机电缆。
- 电机电缆长度。
- 变频器功率。

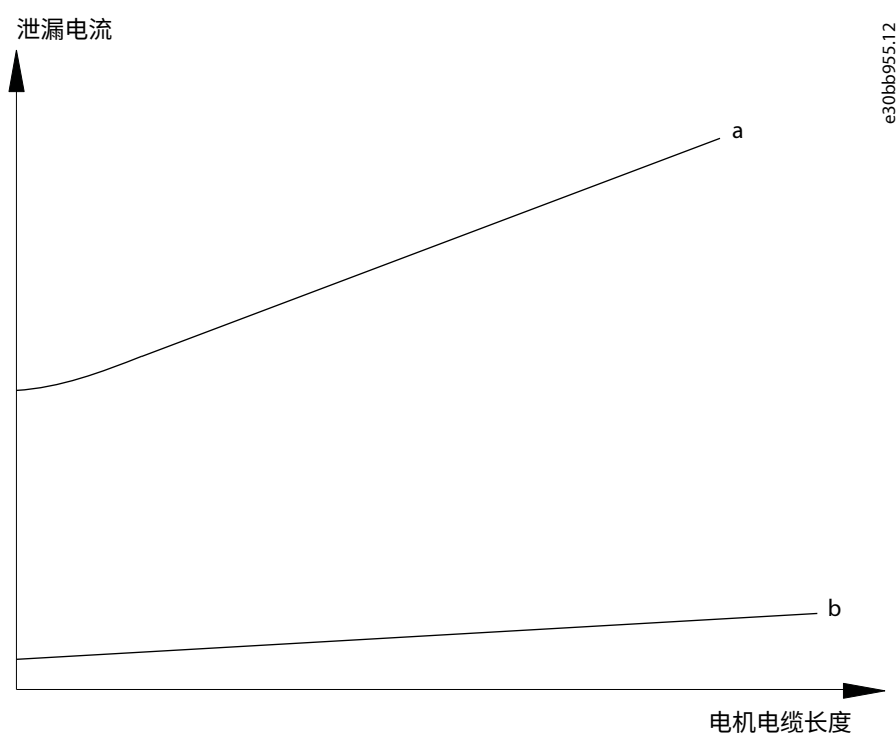


图 33: 电缆长度和功率规格对漏电流的影响， $P_a > P_b$

泄漏电流还取决于线路失真情况。

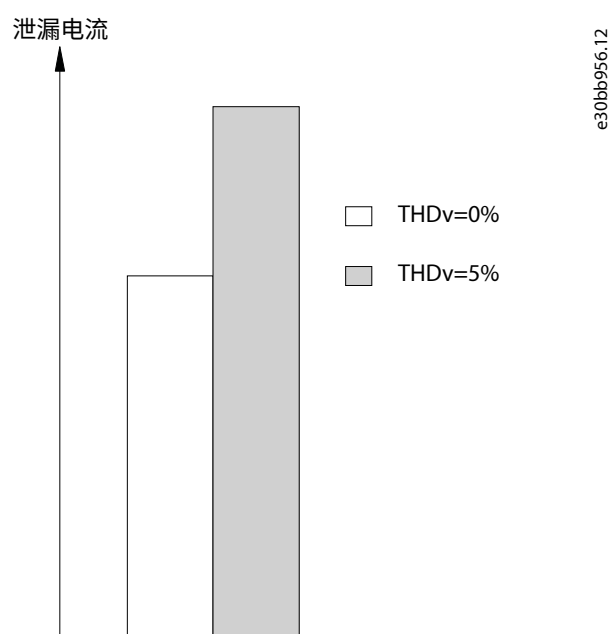


图 34: 电网失真对泄漏电流的影响。

注意

泄漏电流高可能会导致 RCD 关闭。为避免此问题，在为滤波器充电时，拆除 RFI 螺钉（机箱规格 J1 至 J5）或将参数 **14-50 RFI Filter**（RFI 滤波器）设置为 [0] Off（关）（机箱规格 J6 至 J7）。

EN/IEC61800-5-1（功率变频器系统产品标准）要求，如果漏电流超过 3.5mA，则须给予特别注意。增强接地需满足以下防护性接地连接要求之一：

- 横截面积至少为 10 mm² (8 AWG) 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。

3.10 使用漏电保护器 (RCD)

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

- 仅使用可以检测交流和直流的 B 类 RCD。
- 使用带有浪涌延迟功能的 RCD，可防止瞬态接地电流造成的故障。
- 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。

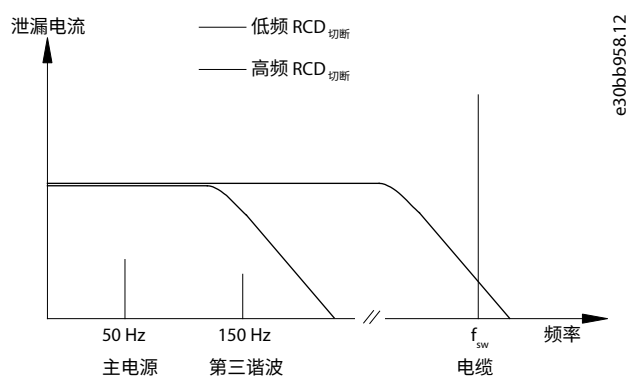


图 35: 主电源造成泄漏电流

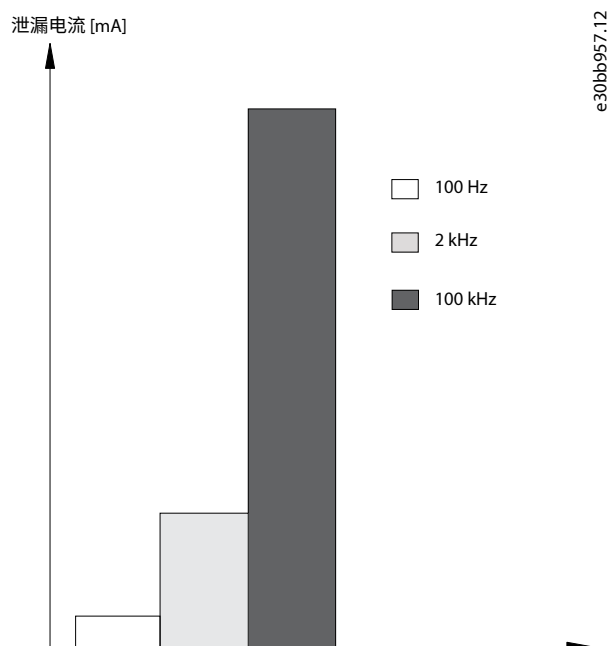


图 36: RCD 的截止频率对做出的响应/执行的测量的影响

3.11 制动功能

3.11.1 机械夹持制动

直接安装在电机上的机械夹持制动通常执行静态制动。

注意

当安全链中包括夹持制动时，变频器不能提供机械制动的安全控制。在安装中包含用于制动控制的冗余电路。

3.11.2 动态制动

动态制动由下列内容建立：

- 电阻器制动：制动 IGBT 通过将制动能量从电机引导至连接的制动电阻（参数 **2-10 Brake Function**（制动功能）= [1] **Resistor brake**（电阻器制动）），可将过电压保持在某个特定阈值之下。调整参数 **P 2-14 Brake Chopper Voltage Reduce**（制动斩波器电压降低）中的阈值，3x380-480 V 为 0 - 70 V 范围。
- 交流制动：制动能量在电机中消耗掉，从而改变了电机功耗。交流制动功能不能在循环频率较高的应用中使用，因为这样可能会使电机过热（参数 **2-10 制动功能**（Brake Function）= [2] **AC brake**（交流制动））。
- 直流制动：添加到交流电流中的过调制直流电流可用作涡流制动（参数 **P 2-02 DC Brake Time**（直流制动时间） $\neq 0$ s）。

3.11.3 制动电阻器选择

3.11.3.1 简介

为满足发电模式更高的制动要求，必须使用一个制动电阻器。使用制动电阻器，可以确保热能被制动电阻器（而不是变频器）所吸收。有关详细信息，请参阅 VLT® Brake Resistor MCE 101 设计指南。

如果在每次制动期间传输到该电阻器的动能大小是未知的，则可以根据周期和制动时间来计算平均功率。电阻器间歇工作周期即为电阻器的工作周期。图 37 下图显示了一个典型的制动周期。

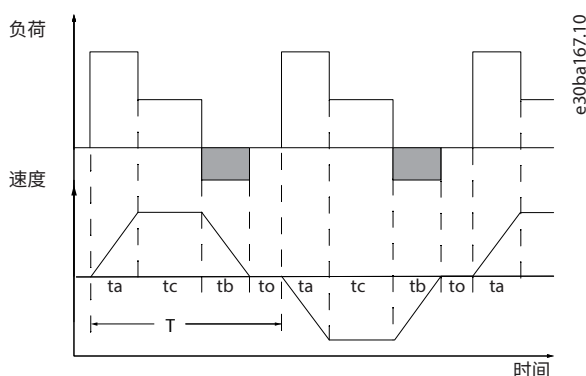


图 37: 典型的制动周期

该电阻器的间歇工作周期按下述方式计算：

$$\text{工作周期} = t_b / T$$

t_b 是制动时间（秒）。

T = 周期时间（秒）。

表 15: 高过载转矩时的制动

功率范围：	0.37–90 kW (0.5–125 hp)
3x380–480 V	
周期时间（秒）	120

表 15: 高过载转矩时的制动 - (继续)

100% 转矩时的制动工作周期	连续
过载转矩 (150/160%) 时的制动工作周期	40%

1) 对于 30–90 kW (40–125 hp) 变频器，需要外部制动电阻器才能满足此表中的规格。

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

注意

确保电阻器在设计上可以承受所要求的制动时间。

3.11.3.2 制动电阻计算

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

$$R_{br}[\Omega] = \frac{U_{dc, br}^2 \times 0.83}{P_{peak}}$$

其中，

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

如上所示，制动电阻取决于直流回路电压 (U_{dc})。

表 16: 制动电阻的阈值

规格	制动生效 $U_{dc, br}$	切断警告	切断 (跳闸)
FC 360 3x380–480 V	770 V	800 V	800 V

可在参数 2-14 Brake Chopper Voltage Reduce (制动斩波器电压降低) 中在 0–70 V 范围内调整该阈值。

注意

确保制动电阻器可承受 410 V 或 820 V 的电压。

3.11.3.3 丹佛斯建议的制动电阻计算

丹佛斯建议按照以下公式计算制动电阻 R_{rec} 。建议的制动电阻值可确保变频器能提供 160% 的最高制动转矩 ($M_{br}(\%)$)。

$$R_{rec}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100 \times 0.83}{P_{motor} \times M_{br}(\%) \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

η_{motor} 通常为 0.80 (≤ 7.5 kW (10 hp)); 0.85 (11–22 kW (15–30 hp))。

η_{VLT} 通常为 0.97。

对于 FC 360，160% 制动转矩下的 R_{rec} 可表示为：

480 V: $R_{rec} = \frac{396349}{P_{motor}} [\Omega]$ ，对于主轴输出 ≤ 7.5 kW (10 hp) 的变频器。

480 V: $R_{rec} = \frac{397903}{P_{motor}} [\Omega]$ 适用于主轴输出为 11–75 kW (15–100 hp) 的变频器。

注意

制动电阻器的阻值不得高于丹佛斯推荐的值。对于具有更高阻值的制动电阻器，可能无法达到 160% 的制动转矩，因为变频器可能由于安全原因而切断。阻值应大于 R_{min} 。

注意

如果制动晶体管发生短路，请使用主电源开关或接触器断开变频器与主电源的连接，防止制动电阻器中持续的功率消耗。变频器可以控制接触器。

注意

制动电阻器在制动期间可能会变得很烫，因此请不要触摸它。为避免火灾风险，请在安全环境中放置制动电阻器。

3.11.4 制动功能控制

制动功能可防止制动电阻器发生短路。为此，制动晶体管将受到监测，以确保能检测到晶体管上的短路故障。可以使用继电器/数字输出来防止制动电阻器因变频器中出现故障而发生过载。

除此之外，制动系统还可读取最近 120 秒的瞬时功率和平均功率。制动系统还可以监测功率激励，以确保它不会超过在**参数 2-12 Brake Power Limit (kW)**（制动功率极限 (kW)）中选择的极限。

注意

制动功率监测并不是一项安全功能。需要使用温度开关来防止制动功率超出限值。制动电阻器电路没有接地泄漏保护。

可以在**参数 2-17 Over-voltage Control**（过压控制）中选择过压控制 (OVC)（专用制动电阻器）作为替代的制动功能。此功能对所有设备均适用。使用此功能可确保避免直流回路电压升高时跳闸。这是通过提高输出频率以限制直流回路电压来实现的。由于可以避免变频器跳闸，因此是一种非常有用的功能，例如，如果减速时间过短。在这种情况下，减速时间延长了。

注意

运行永磁电机时可激活 OVC（**参数 1-10 Motor Construction**（电机结构）设置为 **[1] PM, Non-salient SPM**（PM，隐极 SPM））。

3.12 智能逻辑控制 (SLC)

智能逻辑控制 (SLC) 是一个用户定义的操作序列（请参阅**参数 13-52 SL Controller Action**（SL 控制器操作）[x]），当关联的用户定义事件（请参阅**参数 13-51 SL Controller Event**（SL 控制器事件）[x]）的结果为“真”时，将由 SLC 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。该条件将导致相关操作，如**图 38**所示。

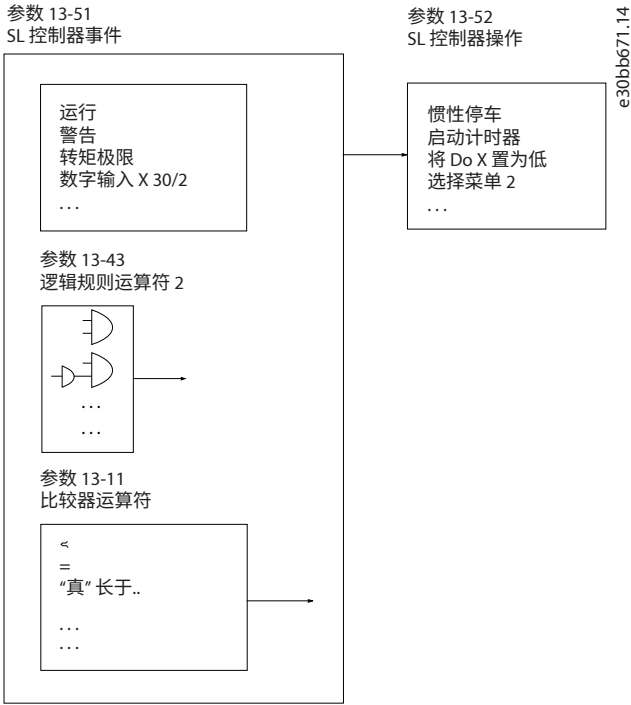


图 38: SLC 事件和操作

每个事件和操作都有编号，并成对关联在一起形成状态，这意味着满足事件 [0]（值为“真”）时，将执行操作 [0]。执行第一个操作后，将对下一事件进行条件判断。如果该事件被判断为“真”，则执行相应操作。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。当 SLC 在每个扫描间隔中启动时，将只判断事件 [0] 的真假。仅当对事件 [0] 的条件判断为“真”时，SLC 才会执行操作 [0]，并且开始判断下一事件的真假。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 39 显示的示例带有四个事件/操作：

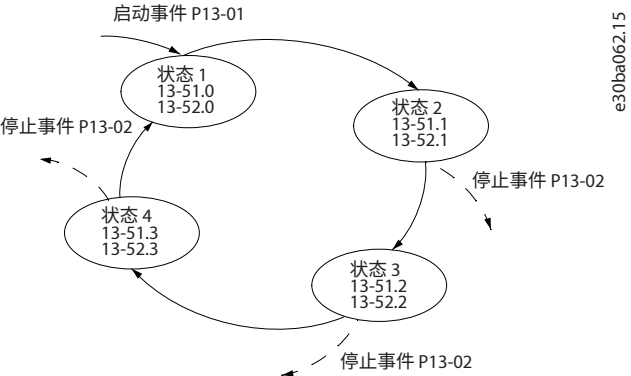


图 39: 对 4 个事件/操作编程时的执行顺序

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。

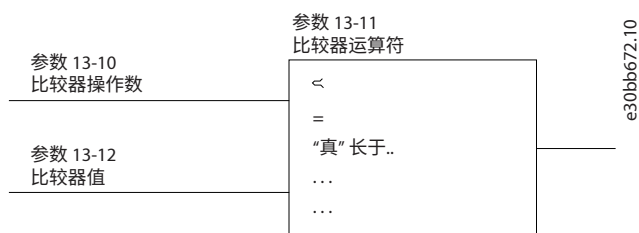


图 40: 比较器

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。

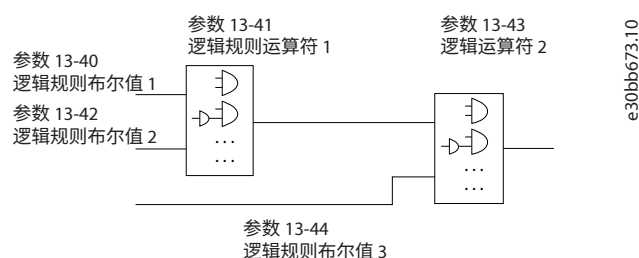


图 41: 逻辑规则

3.13 极端运行条件

短路（电机相间短路）

通过测量电机三相中每一相的电流或者直流回路的电流，可以保护变频器由于短路而损坏。两个输出相之间出现短路会导致变频器过流。当短路电流超过允许的值后，变频器将单独关闭（报警 16，跳闸锁定）。

输出

变频器与电机之间的输出是完全允许的，不会损坏变频器。但可能会显示故障信息。

电机产生的过电压

如果电机用作发电机，则直流回路中的电压会升高。以下情况下会出现此问题：

- 由负载（以变频器的恒定输出频率）驱动电机。
- 减速时，如果惯量较大，摩擦较小，并且减速时间过短，则变频器、电机和安装的系统无法消耗掉量。
- 如果滑差补偿设置不当，可能导致直流回路的电压升高。

如果可能，控制单元会试图更正减速过程（参数 2-17 Over-voltage Control（过压控制））。当达到特定电压水平时，变频器会关闭，以保护晶体管和直流回路电容器。

要选择用于控制直流回路电压水平的方法，请参阅参数 2-10 Brake Function（制动功能）和参数 2-17 Over-voltage Control（过压控制）。

主电源断电

如果发生主电源跌落，变频器将继续运行，直到直流回路电压低于最低停止水平，即 320 V。跌落前的主电源电压和电机负载决定了逆变器惯性运动的时间。

VVC+ 模式下的静态过载

当变频器过载时（达到参数 4-16 Torque Limit Motor Mode（电机模式转矩极限）/参数 4-17 Torque Limit Generator Mode（发电模式转矩极限）中的转矩极限），控制单元会降低输出频率，以降低负载。

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

在转矩极限下的运行时间可以通过**参数 14-25 Trip Delay at Torque Limit**（转矩极限跳闸延迟）进行限定（0-60 秒）。

3.14 电机热保护

为避免对应用造成严重损害，变频器提供了若干专用功能。

转矩极限

转矩极限可防止电机在任何速度下过载。转矩极限在**参数 4-16 电动时转矩极限**和**参数 4-17 发电时转矩极限**中控制。**参数 14-25 转矩极限跳闸延时**用于控制转矩极限警告跳闸前的时间。

电流极限

参数 4-18 电流极限用于控制电流极限，**参数 14-24 电流极限时的跳闸延时**用于控制电流极限警告跳闸前的时间。

速度下限

参数 4-12 电机速度下限 [Hz] 用于设置变频器可提供的最小输出速度。

速度上限

参数 4-14 电机速度上限 [Hz] 或**参数 4-19 最大输出频率**用于限制变频器可提供的最大输出速度。

ETR（电子热敏继电器）

变频器 ETR 功能可测量实际电流、速度和时间来计算电机温度。该功能还可保护电机，防止过热（警告或跳闸）。此外还提供了—个外部热敏电阻输入。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 42](#) 所示。

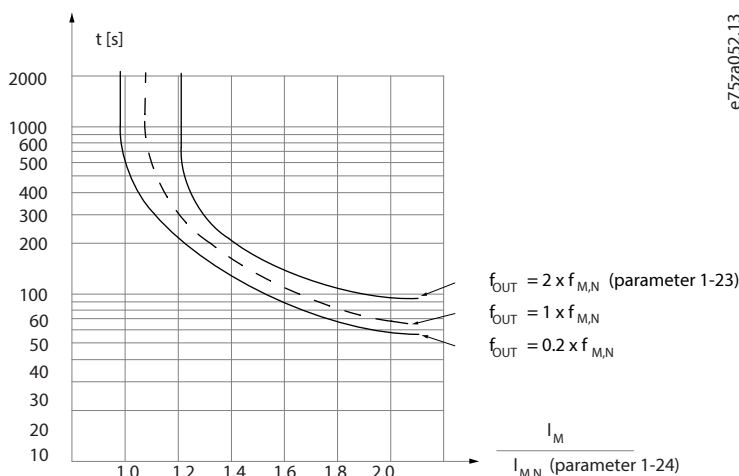


图 42: ETR

X 轴所示为 I_{motor} 与 $I_{motor\ nominal}$ 的比值。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机在低速下过热。ETR 功能根据实际电流和速度计算电机温度。计算出的温度以**参数 16-18 电机热**中的读出参数形式提供。

电机 ETR 功能基于 NEMA 10 类热敏继电器功能。

注意

变频器包含一个软件 ETR 功能，这意味着变频器没有关于电机在不同环境温度和/或海拔 1000 m (3300 ft) 时发生什么情况的信息。软件 ETR 功能无法完全替代热敏电阻继电器，因为热敏电阻继电器包括电机上安装的一个用来控制该继电器的 PTC 传感器。然而，软件 ETR 功能非常灵活，可考虑不同的参数以获得所需的结果。除了软件 ETR 功能外，变频器还具有其他保护功能，例如电流极限和逆变器热保护。在许多情况下，这些功能可防止变频器和电机过载。

4 类型代码和选择

4.1 订购

检查变频器铭牌上的功率规格、电压数据和过载数据，确认设备是否与需求及订购信息相符。

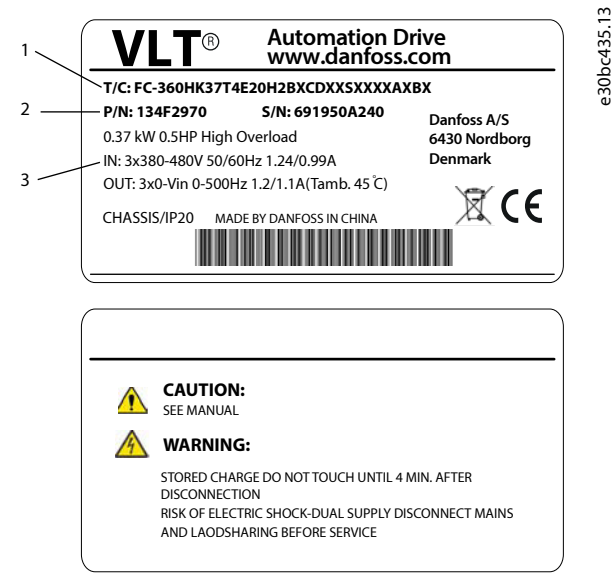


图 43: 铭牌 1 和 2

1	型号代码	2	出厂编号
3	规格		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
F	C	-	3	6	0	H				T	4	E	2	0	H	2	X	X	C	D	X	X	S	X	X	X	X	A	X	B	X
						Q											B											A	0		
																												A	L		

e30bc437.12

图 44: 类型代码字符串

表 17: 类型代码：各种不同功能和选项组合

1-6: 产品名称	
7: 过载	H: 重载 Q: 正常负载 ⁽¹⁾
8-10: 功率规格	0.37-90 kW (0.5-125 hp)。 例如: - K37: 0.37 kW (0.5 hp)⁽²⁾ 1K1: 1.1 kW (1.5 hp) 11 K: 11 kW (15 hp)
11-12: 电压等级	T4: 380–480 V 3 相
13-15: 防护等级	E20: IP20
16-17: RFI	H2: C3 等级
18: 制动斩波器	X: 无 B: 内置 ⁽³⁾

表 17: 类型代码：各种不同功能和选项组合 - (继续)

19: LCP	X: 无
20: PCB 涂层	C: 3C3
21: 主电源端子	D: 负载共享
29-30: 嵌入式现场总线	AX: 无 A0: PROFIBUS AL: PROFINET
31-32: 选件 B	BX: 无选件

1) 0.37–90 kW (0.5–125 hp) 适用于正常负载型号。PROFIBUS 不适用于正常负载。PROFINET 可用于正常负载。

2) 对于所有功率大小，请参阅“主电源 3x380–480 V AC”一章。

3) 0.37–22 kW (0.5–30 hp)，带内置制动斩波器。30–90 kW (40–125 hp)，仅带外置制动斩波器。

4.2 出厂编号：选件、附件以及备件

表 18: 选件和附件的出厂编号

说明	出厂编号
VLT® Control Panel LCP 21	132B0254 ⁽¹⁾
LCP 远程安装套件，包括 3 m 长的电缆	132B0102 ⁽²⁾
盲板，FC 360	132B0262 ⁽¹⁾
图形化 LCP 适配器	132B0281
VLT® graphical control panel LCP 23	132B0801
VLT® Encoder Input MCB 102，FC 360	132B0282
VLT® Resolver Input MCB 103，FC 360	132B0283
VLT® 24 V DC supply MCB 106	132B0368
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1272
用于“MCB, J1, FC 360”的端子盖	132B0263
用于“MCB, J2, FC 360”的端子盖	132B0265
用于“MCB, J3, FC 360”的端子盖	132B0266
用于“MCB, J4, FC 360”的端子盖	132B0267
用于“MCB, J5, FC 360”的端子盖	132B0268
去耦板安装套件，J1	132B0258
去耦板安装套件，J2 和 J3	132B0259
去耦板安装套件，J4 和 J5	132B0260
去耦板安装套件，J6	132B0284
去耦板安装套件，J7	132B0285
LCP 远程安装电缆，3 米（10 英尺）长	132B0132
VLT® Control Panel LCP 21 - RJ45 变频器套件	132B0254

1) 2 种包装：6 件或 72 件。

2) 1 包 2 件。

表 19: 备件型号代码

说明	出厂编号
标准控制盒	132B0255
控制盒（带有 PROFIBUS）	132B0256
控制盒（带有 PROFINET）	132B0257
控制盒（带有 PROFINET）（支持 VLT® 24 V DC Supply MCB 106）	132B2183
用于 J1 0.37–1.5 kW (0.5–2 hp) 的风扇 50x15 IP21	132B0275
用于 J1 2.2 kW (3 hp) 的风扇 50x20 IP21	132B0276
用于 J2 的风扇 60x20 IP21	132B0277
用于 J3 的风扇 70x20 IP21	132B0278
用于 J4 的风扇 92x38 IP21	132B0279
用于 J5 的风扇 120x38 IP21	132B0280
用于 J6 的风扇 92x38 IP21	132B0295
用于 J7 的风扇 120x38 IP21	132B0313
用于 J1–J5 的继电器和 RS485 标头	132B0264
功率控制卡，30 kW (40 hp)	132B0287
功率控制卡，37 kW (50 hp)	132B0290
功率控制卡，45 kW (60 hp)	132B0291
RFI 辅助卡，J6	132B0292
整流器模块，30–37 kW (40–50 hp)	132B0293
整流器模块，45 kW (60 hp)	132B0294
机箱规格 J6 的前盖（金属版本）	132B0296
机箱规格 J6 的前盖（塑料版本）	132B2184
主电源端子，J6	132B0297
电机端子，J6	132B0298
直流总线端子，J6	132B0299
电源控制卡供电电缆，J6	132B0300
风扇加长电缆，J6	132B0301
隔离 RFI 箔，J6	132B0302
功率卡和母线支座，J6	132B0303
功率控制卡，55 kW (75 hp)	132B0305
功率控制卡，75 kW (100 hp)	132B0306
功率控制卡，90 kW (125 hp)	132B1460
功率卡，J7	132B0307
RFI 辅助卡，J7	132B0308
整流器模块，J7	132B0309
带门驱动器电缆的 IGBT 模块，J7	132B0310
直流电容器，55 kW (75 hp)	132B0311
直流电容器，75 kW (100 hp)	132B0312

表 19: 备件型号代码 - (继续)

说明	出厂编号
前盖, J7	132B0314
主电源, 电机端子, 55 kW (75 hp)	132B0315
直流总线端子, 55 kW (75 hp)	132B0316
主电源, 电机, 直流总线端子, 75 kW (100 hp)	132B0317
温度探测电缆, J7	132B0318
电源控制卡供电电缆, J7	132B0319
风扇加长电缆, J7	132B0320
隔离 RFI 箔, J7	132B0321
隔离涌入箔, J7	132B0322

4.3 出厂编号：制动电阻器

4.3.1 简介

丹佛斯提供专为变频器设计的多种电阻器。有关制动电阻器的选型，请参阅制动功能控制一章。本节列出了制动电阻器的订购号。

4.3.2 出厂编号：制动电阻器 (10%)

表 20: FC 360 - 主电源：380–480 V (T4)，10% 工作周期

FC 360	P_m (H0)	R_{min}	$R_{br. nom}$	R_{rec}	$P_{br avg}$	型号代码	周期	电缆横截面积 ⁽¹⁾	热敏继电器	使用 R_{rec} 时的最大制动转矩
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
HK37	0.37	890	1041.98	989	0.030	3000	120	1.5	0.3	139
HK55	0.55	593	693.79	659	0.045	3001	120	1.5	0.4	131
HK75	0.75	434	508.78	483	0.061	3002	120	1.5	0.4	129
H1K1	1.1	288	338.05	321	0.092	3004	120	1.5	0.5	132
H1K5	1.5	208	244.41	232	0.128	3007	120	1.5	0.8	145
H2K2	2.2	139	163.95	155	0.190	3008	120	1.5	0.9	131
H3K0	3	100	118.86	112	0.262	3300	120	1.5	1.3	131
H4K0	4	74	87.93	83	0.354	3335	120	1.5	1.9	128
H5K5	5.5	54	63.33	60	0.492	3336	120	1.5	2.5	127
H7K5	7.5	38	46.05	43	0.677	3337	120	1.5	3.3	132
H11K	11	27	32.99	31	0.945	3338	120	1.5	5.2	130
H15K	15	19	24.02	22	1.297	3339	120	1.5	6.7	129
H18K	18.5	16	19.36	18	1.610	3340	120	1.5	8.3	132
H22K	22	16	18.00	17	1.923	3357	120	1.5	10.1	128
H30K	30	11	14.6	13	2.6	3341	120	2.5	13.3	150
H37K	37	9	11.7	11	3.2	3359	120	2.5	15.3	150

表 20: FC 360 - 主电源：380–480 V (T4)，10% 工作周期 - （继续）

FC 360	P _m (H0)	R _{min}	R _{br. nom}	R _{rec}	P _{br avg}	型号代码	周期	电缆横截面积 ⁽¹⁾	热敏继电器	使用 R _{rec} 时的最大制动转矩
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
H45K	45	8	9.6	9	3.9	3065	120	10	20	150
H55K	55	6	7.8	7	4.8	3070	120	10	26	150
H75K	75	4	5.7	5	6.6	3231	120	10	36	150

1) 所有线缆都必须符合关于电缆横截面积和环境温度的国家和地方法规。

4.3.3 出厂编号：制动电阻器 (40%)

表 21: FC 360 - 主电源：380–480 V (T4)，40% 工作周期

FC 360	P _m (H0)	R _{min}	R _{br. nom}	R _{rec}	P _{br avg}	型号代码	周期	电缆横截面积 ⁽¹⁾	热敏继电器	使用 R _{rec} 时的最大制动转矩
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
HK37	0.37	890	1041.98	989	0.127	3101	120	1.5	0.4	139
HK55	0.55	593	693.79	659	0.191	3308	120	1.5	0.5	131
HK75	0.75	434	508.78	483	0.260	3309	120	1.5	0.7	129
H1K1	1.1	288	338.05	321	0.391	3310	120	1.5	1	132
H1K5	1.5	208	244.41	232	0.541	3311	120	1.5	1.4	145
H2K2	2.2	139	163.95	155	0.807	3312	120	1.5	2.1	131
H3K0	3	100	118.86	112	1.113	3313	120	1.5	2.7	131
H4K0	4	74	87.93	83	1.504	3314	120	1.5	3.7	128
H5K5	5.5	54	63.33	60	2.088	3315	120	1.5	5	127
H7K5	7.5	38	46.05	43	2.872	3316	120	1.5	7.1	132
H11K	11	27	32.99	31	4.226	3236	120	2.5	11.5	130
H15K	15	19	24.02	22	5.804	3237	120	2.5	14.7	129
H18K	18.5	16	19.36	18	7.201	3238	120	4	19	132
H22K	22	16	18.00	17	8.604	3203	120	4	23	128
H30K	30	11	14.6	13	11.5	3206	120	10	32	150
H37K	37	9	11.7	11	14.3	3210	120	10	38	150
H45K	45	8	9.6	9	17.5	3213	120	16	47	150
H55K	55	6	7.8	7	21.5	3216	120	25	61	150
H75K	75	4	5.7	5	29.6	3219	120	35	81	150

1) 所有线缆都必须符合关于电缆横截面积和环境温度的国家和地方法规。

5 规格

5.1 电气数据

表 22: 机箱规格 J1-J3 高过载、主电源为 3x380-480 V AC 时的电气数据

变频器	HK37	HK55	HK75	H1K1	H1K5	H2K2	H3K0	H4K0	H5K5	H7K5
机箱规格	J1	J1	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J3
高过载 = 160% 电流, 持续 60 秒										
典型主轴输出 [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
典型主轴输出 [hp]	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5.5	7.5	10
输出电流 (3 相)										
持续 (3x380-440V) [A]	1.2	1.7	2.2	3	3.7	5.3	7.2	9	12	15.5
持续 (3x441-480 V) [A]	1.1	1.6	2.1	2.8	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14
间歇 (60 秒过载) [A]	1.9	2.7	3.5	4.8	5.9	8.5	11.5	14.4	19.2	24.8
持续 kVA 值 (400 V AC) [kVA]	0.84	1.18	1.53	2.08	2.57	3.68	4.99	6.24	8.32	10.74
持续 kVA 值 (480 V AC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.5	2.8	4.0	5.2	6.8	9.1	11.6
最大输入电流										
持续 (3x380-440V) [A]	1.2	1.6	2.1	2.6	3.5	4.7	6.3	8.3	11.2	15.1
持续 (3x441-480 V) [A]	1.0	1.2	1.8	2.0	2.9	3.9	4.3	6.8	9.4	12.6
间歇 (60 秒过载) [A]	1.9	2.6	3.4	4.2	5.6	7.5	10.1	13.3	17.9	24.2
最大电缆横截面积 (主电源、电机、制动和负载共享) [mm ² (AWG)]	4 (12)									
最大额定负载时的预计功率损耗 [W]	20.88	25.16	30.01	40.01	52.91	73.97	94.81	115.5	157.54	192.83
重量 [kg (lb)], 机箱防护等级为 IP20	2.3 (5.1)	2.3 (5.1)	2.3 (5.1)	2.3 (5.1)	2.3 (5.1)	2.5 (5.5)	3.6 (7.9)	3.6 (7.9)	3.6 (7.9)	4.1 (9.0)
效率 [%]	96.2	97.0	97.2	97.4	97.4	97.6	97.5	97.6	97.7	98.0

表 23: 机箱规格 J1-J3 正常过载、主电源为 3x380-480 V AC 时的电气数据

变频器	QK37	QK55	QK75	Q1K1	Q1K5	Q2K2	Q3K0	Q4K0	Q5K5	Q7K5
机箱规格	J1	J1	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J3
正常过载=110% 电流, 持续 60 秒										
典型主轴输出 [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
典型主轴输出 [hp]	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5.5	7.5	10
输出电流 (3 相)										
持续 (3x380-440V) [A]	1.2	1.7	2.2	3	3.7	5.3	7.2	9	12	15.5
持续 (3x441-480 V) [A]	1.1	1.6	2.1	2.8	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14
间歇 (60 秒过载) [A]	1.3	1.9	2.4	3.3	4.1	5.8	7.9	9.9	13.2	17.1
持续 kVA 值 (400 V AC) [kVA]	0.84	1.18	1.53	2.08	2.57	3.68	4.99	6.24	8.32	10.74
持续 kVA 值 (480 V AC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.5	2.8	4.0	5.2	6.8	9.1	11.6

表 23: 机箱规格 J1-J3 正常过载、主电源为 3x380-480 V AC 时的电气数据 - (继续)

变频器	QK37	QK55	QK75	Q1K1	Q1K5	Q2K2	Q3K0	Q4K0	Q5K5	Q7K5
最大输入电流										
持续 (3x380-440V) [A]	1.2	1.6	2.1	2.6	3.5	4.7	6.3	8.3	11.2	15.1
持续 (3x441-480 V) [A]	1.0	1.2	1.8	2.0	2.9	3.9	4.3	6.8	9.4	12.6
间歇 (60 秒过载) [A]	1.3	1.8	2.3	2.9	3.9	5.2	6.9	9.1	12.3	16.6
最大电缆横截面积 (主电源、电机、制动和负载共享) [mm ² (AWG)]	4 (12)									
最大额定负载时的预计功率损耗 [W]	20.88	25.16	30.01	40.01	52.91	73.97	94.81	115.5	157.54	192.83
重量 [kg (lb)], 机箱防护等级为 IP20	2.3 (5.1)	2.3 (5.1)	2.3 (5.1)	2.3 (5.1)	2.3 (5.1)	2.5 (5.5)	3.6 (7.9)	3.6 (7.9)	3.6 (7.9)	4.1 (9.0)
效率 [%]	96.2	97.0	97.2	97.4	97.4	97.6	97.5	97.6	97.7	98.0

表 24: 机箱规格 J4-J7 高过载、主电源为 3x380-480 V AC 时的电气数据

变频器	H11K	H15K	H18K	H22K	H30K	H37K	H45K	H55K	H75K
机箱规格	J4	J4	J5	J5	J6	J6	J6	J7	J7
高过载 = 150% 电流, 持续 60 秒									
典型主轴输出 [kW]	11	15	18.2	22	30	37	45	55	75
典型主轴输出 [hp]	15	20	25	30	40	50	60	75	100
输出电流 (3 相)									
持续 (3x380-440V) [A]	23	31	37	42.5	61	73	90	106	147
持续 (3x441-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	77	96	124
间歇 (60 秒过载) [A]	34.5	46.5	55.5	63.8	91.5	109.5	135	159	220.5
持续 kVA 值 (400 V AC) [kVA]	15.94	21.48	25.64	29.45	42.3	50.6	62.4	73.4	101.8
持续 kVA 值 (480 V AC) [kVA]	17.5	22.4	28.3	33.3	43.2	54.0	64.0	79.8	103.1
最大输入电流									
持续 (3x380-440V) [A]	22.1	29.9	35.2	41.5	57	70.3	84.2	102.9	140.3
持续 (3x441-480 V) [A]	18.4	24.7	29.3	34.6	49.3	60.8	72.7	88.8	121.1
间歇 (60 秒过载) [A]	33.2	44.9	52.8	62.3	85.5	105.5	126.3	154.4	210.5
最大电缆规格 (主电源、电机、制动) [mm ² (AWG)]	16 (6)				50 (1/0)				95 (3/0)
最大额定负载时的预计功率损耗 [W]	289.53	393.36	402.83	467.52	630	848	1175	1250	1507
重量 [kg (lb)], 机箱防护等级为 IP20	9.4 (20.7)	9.5 (20.9)	12.3 (27.1)	12.5 (27.6)	22.4 (49.4)	22.5 (49.6)	22.6 (49.8)	37.3 (82.2)	38.7 (85.3)
效率 [%]	97.8	97.8	98.1	97.9	98.1	98.0	97.7	98.0	98.2

表 25: 机箱规格 J4–J7 正常过载、主电源为 3x380–480 V AC 时的电气数据

变频器	Q11K	Q15K	Q18K	Q22K	Q30K	Q37K	Q45K	Q55K	Q75K	Q90K
机箱规格	J4	J4	J5	J5	J6	J6	J6	J7	J7	J7
正常过载=110% 电流，持续 60 秒										
典型主轴输出 [kW]	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
典型主轴输出 [hp]	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
输出电流 (3 相)										
持续 (3x380–440V) [A]	23	31	37	42.5	61	73	90	106	147	177
持续 (3x441–480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	77	96	124	160
间歇 (60 秒过载) [A]	25.3	34.1	40.7	46.8	67.1	80.3	99	116.6	161.7	194.7
持续 kVA 值 (400 V AC) [kVA]	15.94	21.48	25.64	29.45	42.3	50.6	62.4	73.4	101.8	122.6
持续 kVA 值 (480 V AC) [kVA]	17.5	22.4	28.3	33.3	43.2	54.0	64.0	79.8	103.1	133
最大输入电流										
持续 (3x380–440V) [A]	22.1	29.9	35.2	41.5	57	70.3	84.2	102.9	140.3	165.6
持续 (3x441–480 V) [A]	18.4	24.7	29.3	34.6	49.3	60.8	72.7	88.8	121.1	142.7
间歇 (60 秒过载) [A]	24.3	32.9	38.7	45.7	62.7	77.3	92.6	113.2	154.3	182.2
最大电缆规格 (主电源、电机、制动) [mm ² (AWG)]	16 (6)				50 (1/0)				95 (3/0)	120 (4/0)
最大额定负载时的预计功率损耗 [W]	289.53	393.36	402.83	467.52	630	848	1175	1250	1507	1781
重量 [kg (lb)], 机箱防护等级为 IP20	9.4 (20.7)	9.5 (20.9)	12.3 (27.1)	12.5 (27.6)	22.4 (49.4)	22.5 (49.6)	22.6 (49.8)	37.3 (82.2)	38.7 (85.3)	40.7 (89.7)
效率 [%]	97.8	97.8	98.1	97.9	98.1	98.0	97.7	98.0	98.2	98.3

5.2 一般规格

5.2.1 主电源 (L1, L2, L3)

供电端子	L1, L2, L3
电源电压	380–480 V: -15% (-25%) ⁽¹⁾ 至 +10%
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) ≤7.5 kW (10 hp)	最多 2 次/分钟
打开输入电源 L1、L2、L3 (上电) 11–90 kW (125 hp)	最多 1 次/分钟

1) 变频器可在 -25% 输入电压的情况下运行，但性能会有所下降。如果输入电压为 -25%，变频器只能达到最大输出功率的 75%；如果输入电压为 -15%，变频器只能达到最大输出功率的 85%。当主电源电压比变频器的最低额定电源电压低 10% 时，将无法实现满转矩。

此设备适用于能够提供少于 5000 RMS 安培的均方根对称电流和最大电压为 480 V 的电路。

5.2.2 电机输出 (U, V, W)

输出电压	电源电压的 0 - 100%
------	----------------

U/f 模式下的输出频率（对于 IM 电机）	0–500 Hz
VVC+/Flux 基本模式下的输出频率（对于 IM 电机）	0–200 Hz
VVC+/Flux 基本模式下的输出频率（对于 PM 电机）	0–400Hz/0–300Hz
输出切换	无限制
斜坡时间	0.01–3600 s

5.2.3 转矩特性

启动转矩（高过载）	最大 160% 且持续 60 秒 ^{(1) (2)}
过载转矩（高过载）	最大 160%，持续 60 秒 ^{(1) (2)}
启动转矩（正常过载）	最大 100%，持续 60 秒 ^{(1) (2)}
过载转矩（正常过载）	最大 100%，持续 60 秒 ^{(1) (2)}
启动电流	最大 200%，持续 1 秒
VVC+ 中的转矩升高时间（与 f_{sw} 无关）	最长 50 ms

- 1) 与额定转矩相关的百分比。对于 11–90 kW (15–125 hp) 变频器，该值为 150%。
 2) 每 10 分钟一次。

5.2.4 环境条件

机箱规格 J1–J7	IP20
振动测试，机箱规格 J1–J7	1.0 g
相对湿度	5–95% (IEC 721-3-3); 工作环境中为 3K3 类（无冷凝）
腐蚀性环境(IEC 60068-2-43) H ₂ S 测试	Kd 类
符合 IEC 60068-2-43 H ₂ S 标准的测试方法（10 天）	
环境温度（在 60 AVM 开关模式下）	
- 降容	最高 55 °C (131 °F) ^{(1) (2)}
- 某些功率下的额定连续输出电流	最高 50 °C (122 °F)
- 在连续输出电流时	最高 45 °C (113 °F) ⁽³⁾
满负载运行时的最低环境温度	0 °C (32 °F)
降低性能运行时的最低环境温度	-10 °C (14 °F)
存放/运输时的温度	-25 至 +65/70 °C (-13 至 +149/158 °F)
不降容情况下的最高海拔高度	1000 米 (3281 英尺)
降容情况下的最大海拔高度	3000 米 (9843 英尺)
EMC 标准，辐射	EN 61800-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
EMC 标准，抗扰性	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6
能效等级 ⁽⁴⁾	IE2

- 1) 请参阅特殊条件一章了解：
 环境温度升高时的降容。
 .
 .
 高海拔时的降容。
 .
 .

- 2) 对于 VLT® AutomationDrive FC 360 的 PROFIBUS 和 PROFINET 型号，为防止控制卡温度过高，请在环境温度超过 45 °C (113 °F) 时避免数字/模拟 I/O 满载。
- 3) 90 kW (125 hp) 变频器在 40 °C (104 °F) 下正常过载。
- 4) 根据 EN 50598-2 在以下条件下确定：
- 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。

5.2.5 电缆的长度和横截面积

最大电机电缆长度，屏蔽	50 m (164 ft)
最大电机电缆长度，非屏蔽	0.37–22 kW (0.5–30 hp)：75 m (246 ft)；30–90 kW (40–125 hp)：100 m (328 ft)
电机、主电源的最大电缆横截面积	请参阅电气数据一章。
控制端子的最大横截面积（柔性/刚性电线）	2.5 mm ² /14 AWG
控制端子电缆的最小横截面积	0.55 mm ² /30 AWG

5.2.6 数字输入

可编程数字输入	7
端子号	18、19、27、29、31、32、33 ¹⁾
逻辑	PNP 或 NPN
电压水平	0–24 V 直流
电压水平，逻辑 0 PNP	< 直流 5 V
电压水平，逻辑 1 PNP	> 直流 10 V
电压水平，逻辑 0 NPN	> 直流 19 V
电压水平，逻辑 1 NPN	< 直流 14 V
最高输入电压	28 V 直流
脉冲频率范围	4 Hz–32 kHz
（工作周期）最小脉冲宽度	4.5 ms
输入电阻，R _i	大约 4 kΩ

1) 端子 27 和 29 也可以设为输出。

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。

5.2.7 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	软件
电压水平	0–10 V
输入电阻，R _i	大约 10 kΩ
最大电压	-15 V 至 +20 V

电流水平	0/4 到 20 mA（可调节）
输入电阻，Ri	大约 200 Ω
最大电流	30 mA
模拟输入的分辨率	11 位
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。

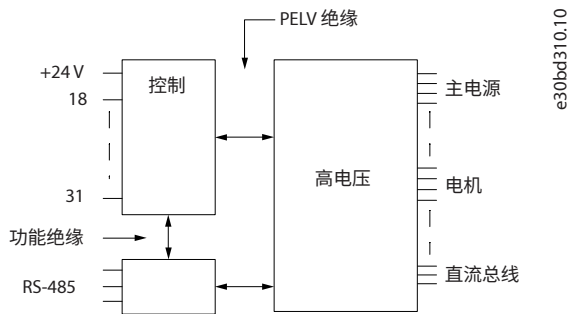


图 45: 模拟输入

注意	
高海拔	
当安装地点的海拔超过 2000 米（6562 英尺）时，请联系丹佛斯咨询 PELV 事宜。	

5.2.8 脉冲输入

可编程脉冲输入	2
脉冲端子号	29, 33
端子 29、33 处的最大频率（推挽驱动）	32 kHz
端子 29、33 处的最大频率（开集）	5 kHz
端子 29 和 33 的最小频率	4 Hz
电压水平	请参阅“数字输入”一节
最高输入电压	28 V 直流
输入电阻，Ri	大约 4 kΩ
脉冲输入精度	最大误差：满量程的 0.1 %

5.2.9 数字输出

可编程数字/脉冲输出	2
端子号	27, 29
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	4 Hz

频率输出的最大输出频率	32 kHz
频率输出精度	最大误差：满量程的 0.1 %
频率输出的分辨率	10 位

1) 端子 27 和 29 也可设为输入。

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。

5.2.10 模拟输出

可编程模拟输出的数量	2
端子号	45, 42
模拟输出的电流范围	0/4–20 mA
模拟输出端和公共端间最大电阻器负载	500 Ω
模拟输出精度	最大误差：满量程的 0.8%
模拟输出分辨率	10 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。

5.2.11 继电器输出

可编程继电器输出	2
继电器 01 和 02	01-03 (常闭)、01-02 (常开)、04-06 (常闭)、04-05 (常开)
01–02/04–05 (常开) 时的最大端子负载 (AC-1) (电阻性负载) ⁽¹⁾	250 V AC, 3 A
01–02/04–05 (常开) 时的最大触点负载 (AC-15) ⁽¹⁾ ($\cos\phi = 0.4$ 时的电感性负载)	250 V AC, 0.2 A
01–02/04–05 (常开) 时的最大触点负载 (DC-1) ⁽¹⁾ (电阻性负载)	30 V DC, 2 A
01–02/04–05 (常开) 时的最大触点负载 (DC-13) ⁽¹⁾ (电感性负载)	24 V DC, 0.1 A
01–03/04–06 (常闭) 时的最大触点负载 (AC-1) ⁽¹⁾ (电阻性负载)	250 V AC, 3 A
01–03/04–06 (常开) 时的最大触点负载 (AC-15) ⁽¹⁾ ($\cos\phi = 0.4$ 时的电感性负载)	250 V AC, 0.2 A
01–03/04–06 (常闭) 时的最大触点负载 (DC-1) ⁽¹⁾ (电阻性负载)	30 V DC, 2 A
01–03 (常闭)、01–02 (常开) 时的最小触点负载	直流 24 V 10 mA, 交流 24 V 20 mA

1) IEC 60947 4 和 5。

继电器的触点通过增强的绝缘措施与电路的其余部分电绝缘。

继电器可在不同负载 (电阻性负载或电感性负载) 上使用, 具有不同生命周期。该生命周期取决于特定负载的配置。

5.2.12 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

RS485 串行通讯电路与供电电压 (PELV) 是电绝缘的。

5.2.13 控制卡，24 V 直流输出

端子号	12
最大负载	100 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。

5.2.14 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 直流电源与供电电压 (PELV) 以及其他高电压端子都是绝缘的。

5.2.15 控制特性

输出频率为 0-500 Hz 时的分辨率	±0.003 Hz
系统响应时间（端子 18、19、27、29、31、32、33）	≤2 ms
速度控制范围（开环）	1:100 同步速度
速度精度（开环）	额定速度的 ±0.5%
速度精确度（闭环）	额定速度的 ±0.1%

所有控制特性都基于 4 极异步电机。

5.2.16 控制卡性能

扫描间隔	1 ms
------	------

5.2.17 保护与功能

- 电子式电机过载热保护。
- 通过监测散热片的温度，可以确保变频器在温度达到某个预定义的水平时将跳闸。除非散热片温度下降到温度极限以下，否则，无法复位过载温度。
- 防止变频器的电机端子 U、V、W 发生短路。
- 如果主电源发生缺相，变频器将跳闸或发出警告（取决于负载和参数设置）。
- 对直流回路电压的监测确保变频器在直流回路电压过低或过高时会跳闸。
- 当电机端子 U、V 和 W 和地 之间发生接地故障时，变频器会受到保护。

5.3 熔断器

5.3.1 简介

建议在供电侧使用熔断器和/或断路器，以便在变频器内部的组件发生故障时防止维修人员受伤和设备损坏（第一故障）。

支路保护

设备、开关装置和机器中的所有支路都必须根据国家/国际法规配备短路保护和过电流保护。

注意

这些建议不包括 UL 标准所要求的支路保护。

警告

可能导致人身伤害和设备损坏

如果出现故障或未遵循建议，则可能造成人员危险以及变频器和其他设备损坏。

- 根据建议选择熔断器。将可承受的破坏限制在变频器内部。

5.3.2 推荐熔断器

注意

必须使用熔断器或断路器，确保符合 IEC 60364 标准以获得 CE 认证。

丹佛斯建议在能够提供 100000 A_{rms}（对称）电流的 380–480 V 电路（取决于变频器的额定电压）上使用表 26 中列出的熔断器。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}。

表 26 中列出了经过测试的推荐的熔断器。

表 26: CE 熔断器，380–480 V，机箱类型 J1–J7

机箱规格	功率 [kW (hp)]	通过 CE 认证的熔断器
J1	0.37–1.1 (0.5–1.5)	gG-10
	1.5 (2)	
	2.2 (3)	
J2	3.0 (4)	gG-25
	4.0 (5.5)	
	5.5 (7.5)	
J3	7.5 (10)	gG-32
J4	11–15 (15–20)	gG-50
J5	18.5 (25)	gG-80
	22 (30)	
J6	30 (40)	gG-125
	37 (50)	
	45 (60)	
J7	55 (75)	aR-250
	75 (100)	
	90 (125)	

5.4 效率

5.4.1 变频器的效率

变频器的负载对其效率基本没有影响。一般来说，在电机额定频率 $f_{M,N}$ 下，效率相同。即使电机提供额定主轴转矩的 100% 或仅 75%（比如在部分负载时），此规则也适用。

这还意味着，即使选择了其他 U/f 特性，变频器的效率也不会更改。

但 U/f 特性会影响电机效率。

如果开关频率值设置为高于默认值，则效率会稍微降低。如果主电源电压为 480 V，或电机电缆超过 30 米（98.4 英尺），效率也会稍微降低。

根据图 46 可计算变频器在不同负载下的效率 (η_{VLT})。将图 46 中的因数与规格表中所列的特定效率因数相乘。

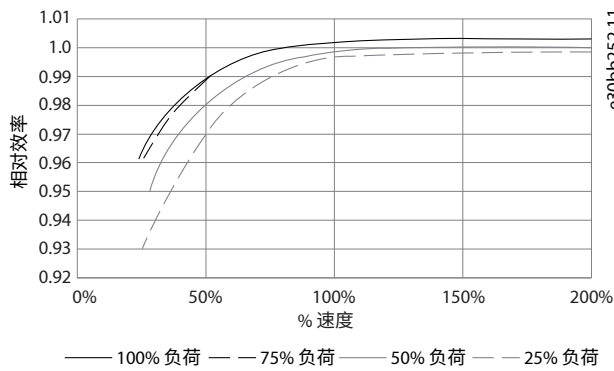


图 46: 典型效率曲线

5.4.2 电机效率

连接到变频器的电机的效率 (η_{MOTOR}) 取决于磁化水平。一般来说，效率的高低与电网运行状况直接相关。电机的效率由电机的类型决定。

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，电机效率几乎保持不变。

在较小的电机中，U/f 特性对效率的影响可以忽略。但是，如果电机功率大于 11 kW (15 hp)，作用将比较明显。

一般地说，开关频率并不影响小型电机的效率。功率大于等于 11 kW (15 hp) 的电机可将效率提高 1-2%，因为在高开关频率时，电机电流的正弦波形更完美。

5.4.3 系统效率

要计算系统效率 (η_{SYSTEM})，请用变频器的效率 (η_{VLT}) 乘以电机效率 (η_{MOTOR})：

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

5.5 声源性噪音

变频器的声源性噪音有 3 个来源：

- 直流回路电抗。
- 内置风扇。
- 射频干扰滤波器电感。

在距离设备 1 米（3.3 英尺）处测得的典型值为：

表 27: 测得的典型值

机箱规格 [kW (hp)]	50% 的风扇额定速度 [dBA]	风扇全速运行 [dBA]
J1 0.37-2.2 (0.5-3.0)	N.A. ⁽¹⁾	51
J2 3.0-5.5 (4.0-7.5)		55
J3 7.5 (10)		54
J4 11-15 (15-20)	52	66
J5 18.5-22 (25-30)	57.5	63

表 27: 测得的典型值 - (继续)

机箱规格 [kW (hp)]	50% 的风扇额定速度 [dBA]	风扇全速运行 [dBA]
J6 30-45 (40-60)	56	71
J7 55-90 (75-125)	63	72

1) 对于 J1-J3, 风扇速度是固定的。

5.6 dU/dt 条件

当变频器IGBT桥臂中的晶体管开/关时, 电机电压会以 du/dt 的比率升高, du/dt 取决于以下因素:

- 电机电缆类型。
- 电机电缆的横截面积。
- 电机电缆的长度。
- 电机电缆是否为屏蔽型。
- 电感。

固有电感稳定在由直流回路电压决定的水平之前, 它首先在电机电压中产生过冲 U_{PEAK} 。上升时间和峰值电压 U_{PEAK} 影响电机的使用寿命。

如果峰值电压过高, 则没有相绕组绝缘措施的电机将受到影响。电机电缆越长, 上升时间就越长, 峰值电压就越高。

IGBT 的开关操作可导致电机端子产生峰值电压。该变频器符合 IEC 60034-25 中有关适用于通过变频器进行控制的电机的要求。本变频器还符合 IEC 60034-17 中有关通过变频器进行控制的标准电机的规定。

在电机端子侧测量以下 dU/dt 数据:

表 28: FC 360 的 dU/dt 数据, 2.2 kW (3.0 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.164	0.98	5.4
50 (164)	400	0.292	1.04	2.81
5 (16.4)	480	0.168	1.09	5.27
50 (164)	480	0.32	1.23	3.08

表 29: FC 360 的 dU/dt 数据, 5.5 kW (7.5 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.18	0.86	3.84
50 (164)	400	0.376	0.96	2.08
5 (16.4)	480	0.196	0.97	3.98
50 (164)	480	0.38	1.19	2.5

表 30: FC 360 的 dU/dt 数据, 7.5 kW (10 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.166	0.992	4.85
50 (164)	400	0.372	1.08	2.33
5 (16.4)	480	0.168	1.1	5.2
50 (164)	480	0.352	1.25	2.85

表 31: FC 360 的 dU/dt 数据, 15 kW (20 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.224	0.99	3.54
50 (164)	400	0.392	1.07	2.19
5 (16.4)	480	0.236	1.14	3.87
50 (164)	480	0.408	1.33	2.61

表 32: FC 360 的 dU/dt 数据, 22 kW (30 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.272	0.947	2.79
50 (164)	400	0.344	1.03	2.4
5 (16.4)	480	0.316	1.01	2.56
50 (164)	480	0.368	1.2	2.61

表 33: FC 360 的 dU/dt 数据, 37 kW (50 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.212	0.81	3.08
53 (174)	400	0.294	0.94	2.56
5 (16.4)	480	0.228	0.95	3.37
53 (174)	480	0.274	1.11	3.24

表 34: FC 360 的 dU/dt 数据, 45 kW (60 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.14	0.64	3.60
50 (164)	400	0.548	0.95	1.37
5 (16.4)	480	0.146	0.70	3.86
50 (164)	480	0.54	1.13	1.68

表 35: FC 360 的 dU/dt 数据, 55 kW (75 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.206	0.91	3.52
54 (177)	400	0.616	1.03	1.34
5 (16.4)	480	0.212	1.06	3.99
54 (177)	480	0.62	1.23	1.59

表 36: FC 360 的 dU/dt 数据, 75 kW (100 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.232	0.81	2.82
50 (164)	400	0.484	1.03	1.70
5 (16.4)	480	0.176	1.06	4.77
50 (164)	480	0.392	1.19	2.45

表 37: FC 360 的 dU/dt 数据, 90 kW (125 hp)

电缆长度[m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μsec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
5 (16.4)	400	0.176	0.91	4.11
50 (164)	400	0.610	0.96	1.26
5 (16.4)	480	0.184	1.06	4.60
50 (164)	480	0.576	1.12	1.56

5.7 特殊条件

5.7.1 简介

在一些特殊条件下, 如果变频器的运行会受到影响, 则可考虑降容。有时候, 必须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。降容可确保关键环节的性能, 否则, 这些环节可能导致跳闸。

5.7.2 手动降容

必须根据下述因素执行手动降容:

- 气压 - 安装在海拔超过 1000 米 (3281 英尺) 的位置。
- 电机速度 - 在定转矩应用中持续低速工作时
- 环境温度 - 超过 45 °C (113 °F), 对于一些类型, 则为超过 50 °C (122 °F), 有关详细信息, 参见以下图和表。

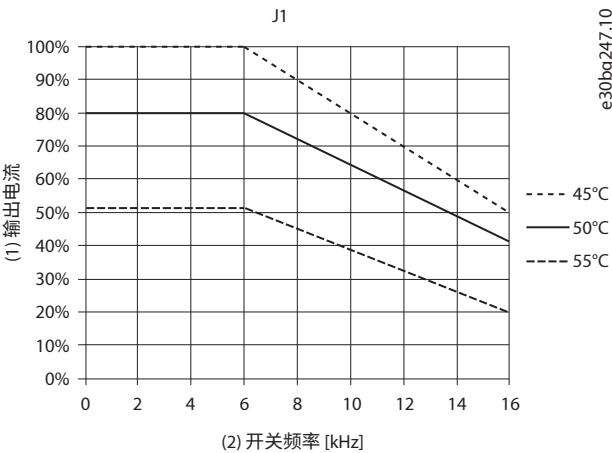


图 47: J1 降容曲线

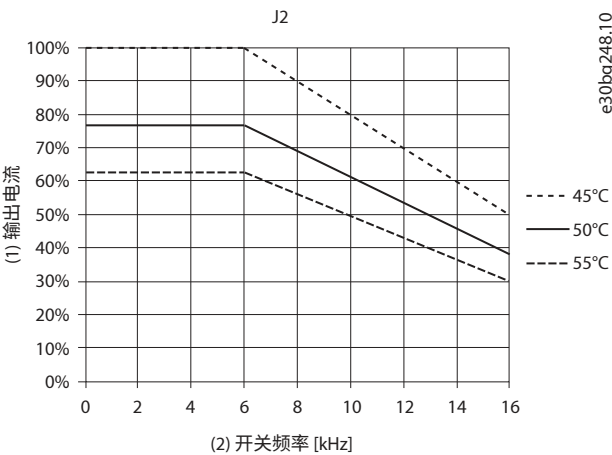


图 48: J2 降容曲线

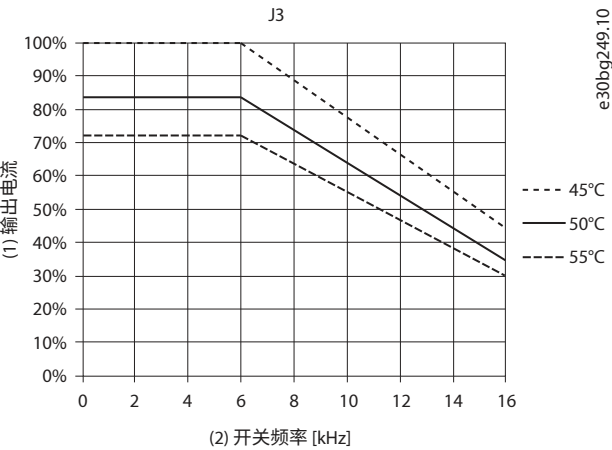


图 49: J3 降容曲线

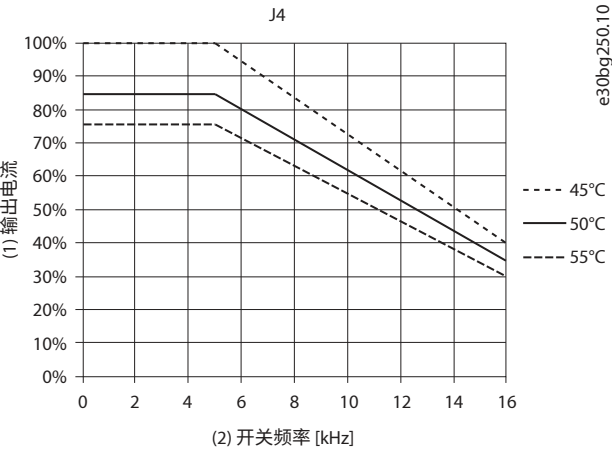


图 50: J4 降容曲线

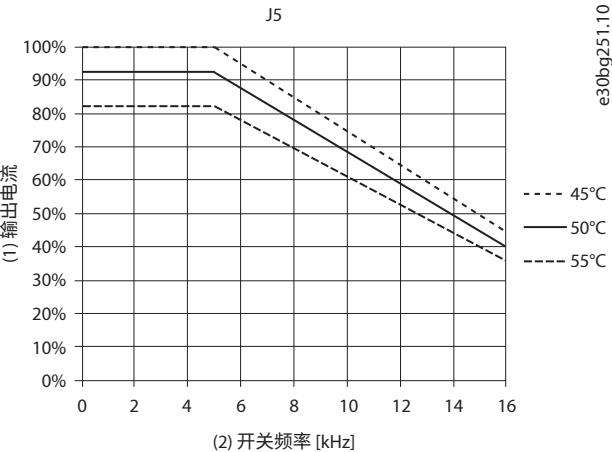


图 51: J5 降容曲线

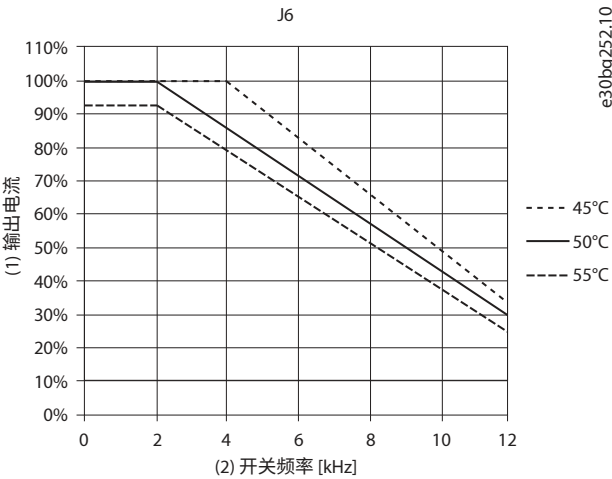


图 52: J6 降容曲线

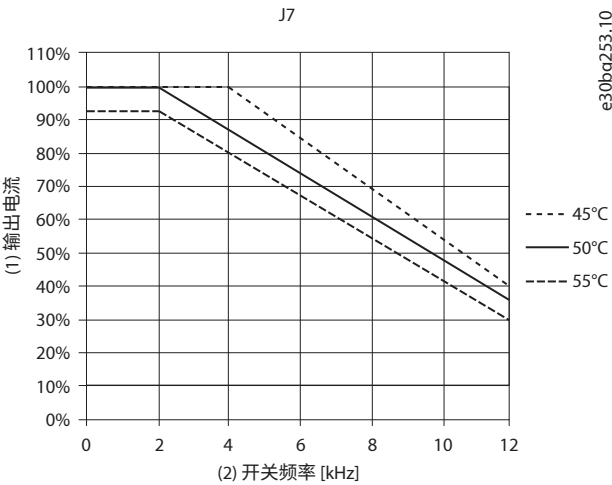


图 53: J7 (55-75 kW/75-100 hp) 降容曲线

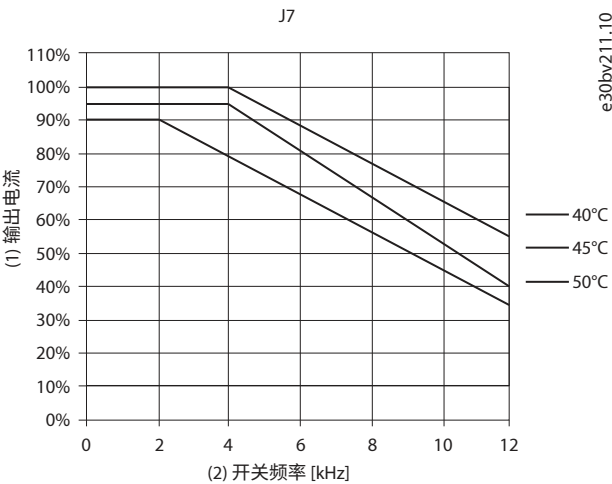


图 54: J7 (90 kW/125 hp) 降容曲线

表 38: 380 V 时的降容

机箱规格	功率范围 [kW (hp)]	45 °C (113 °F) 时的最大输出电流	50 °C (122 °F) 时的最大输出电流
J1	0.37 (0.5)	1.2	1.2
	0.55 (0.75)	1.7	1.7
	0.75 (1.0)	2.2	2.2
	1.1 (1.5)	3.0	3.0
	1.5 (2.0)	3.7	3.0
	2.2 (3.0)	5.3	4.1
J2	3 (4)	7.2	7.2
	4 (5.5)	9.0	9.0
	5.5 (7.5)	12.0	10.2
J3	7.5 (10)	15.5	13.1
J4	11 (15)	23.0	23.0
	15 (20)	31.0	26.0
J5	18.5 (25)	37.0	37.0
	22 (30)	42.5	40.0
J6	30 (40)	61	61
	37 (50)	73	73
	45 (60)	90	77
J7	55 (75)	106	106
	75 (100)	147	125
	90 (125)	177 (40 °C (104 °F) 下测量)	168

表 39: 480 V 时的降容

机箱规格	功率范围 [kW (hp)]	45 °C (113 °F) 时的最大输出电流	50 °C (122 °F) 时的最大输出电流
J1	0.37 (0.5)	1.1	1.1
	0.55 (0.75)	1.6	1.6
	0.75 (1.0)	2.1	2.1
	1.1 (1.5)	3.0	2.8
	1.5 (2.0)	3.4	2.8
	2.2 (3.0)	4.8	3.8
J2	3 (4)	6.3	6.3
	4 (5.5)	8.2	8.2
	5.5 (7.5)	11.0	9.4
J3	7.5 (10)	14.0	11.9
J4	11 (15)	21.0	21.0
	15 (20)	27.0	22.6
J5	18.5 (25)	34.0	34.0
	22 (30)	40.0	37.7

表 39: 480 V 时的降容 - (继续)

机箱规格	功率范围 [kW (hp)]	45 °C (113 °F) 时的最大输出电流	50 °C (122 °F) 时的最大输出电流
J6	30 (40)	52	52
	37 (50)	65	65
	45 (60)	77	76
J7	55 (75)	96	96
	75 (100)	124	117

5.7.3 自动降容

变频器会持续检查是否存在临界情况：

- 控制卡或散热片上的临界高温。
- 高电机负载。
- 低电机转速。
- 触发保护信号（过压/欠压、过流、接地故障和短路）。

作为对临界情况的反应，变频器会调整开关频率。

5.8 机箱规格，额定功率和尺寸

表 40: 机箱规格，额定功率和尺寸

机箱规格		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
功率范围 [kW (hp)]	3 相 380-480 V	0.37-2.2 (0.5-3.0)	3.0-5.5 (4.0-7.5)	7.5 (10)	11-15 (15-20)	18.5-22 (25-30)	30-45 (40-60)	55-90 (75-125)
尺寸 [mm (in)]	高度 A	210 (8.3)	272.5 (10.7)	272.5 (10.7)	317.5 (12.5)	410 (16.1)	515 (20.28)	550 (21.7)
	宽度 B	75 (3.0)	90 (3.5)	115 (4.5)	133 (5.2)	150 (5.9)	231 (9.1)	308 (12.1)
	深度 C	168 (6.6)	168 (6.6)	168 (6.6)	245 (9.6)	245 (9.6)	241 (9.49)	323 (12.72)
	深度 C (带选项 B)	181 (7.1)	181 (7.1)	181 (7.1)	258 (10.2)	258 (10.2)	241 (9.49)	323 (12.72)
最大重量 [kg (lb)]	IP20	0.37-1.5 kW/ 0.5-2.0 hp: 2.3 (5.1)	3.6 (7.9)	4.1 (9.0)	11 kW/15 hp: 9.4 (20.7)	18.5 kW/25 hp: 12.3 (27.1)	30 kW/40 hp: 22.4 (49.4)	55 kW/75 hp: 37.3 (82.2)
							37 kW/50 hp: 22.5 (49.6)	
		2.2 kW/3.0 hp: 2.5 (5.5)			15 kW/20 hp: 9.5 (20.9)	22 kW/30 hp: 12.5 (27.6)	45 kW/60 hp: 22.6 (49.8)	
安装孔 [mm (in)]	a	198 (7.8)	260 (10.2)	260 (10.2)	297.5 (11.7)	390 (15.4)	495 (19.49)	521 (20.5)
	b	60 (2.4)	70 (2.8)	90 (3.5)	105 (4.1)	120 (4.7)	200 (7.87)	270 (10.63)
	c	5 (0.2)	6.4 (0.25)	6.5 (0.26)	8 (0.32)	7.8 (0.31)	140 (5.5)	204 (8.0)
	d	9 (0.35)	11 (0.43)	11 (0.43)	12.4 (0.49)	12.6 (0.5)	8.5 (0.33)	8.5 (0.33)
	e	4.5 (0.18)	5.5 (0.22)	5.5 (0.22)	6.8 (0.27)	7 (0.28)	8.5 (0.33)	8.5 (0.33)
	f	7.3 (0.29)	8.1 (0.32)	9.2 (0.36)	11 (0.43)	11.2 (0.44)	8.5 (0.33)	8.5 (0.33)

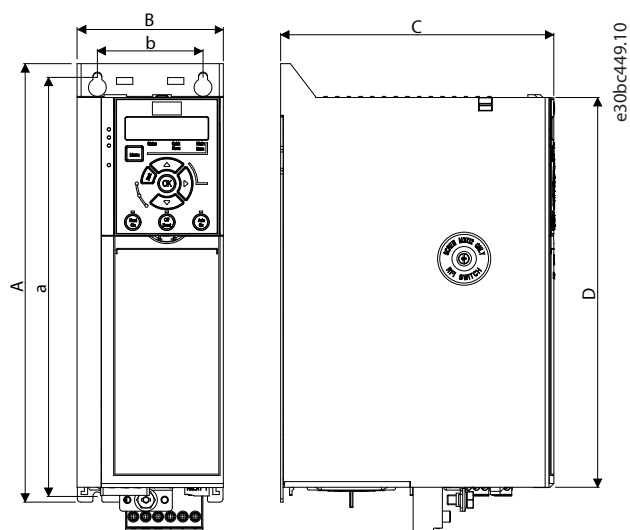


图 55: 尺寸

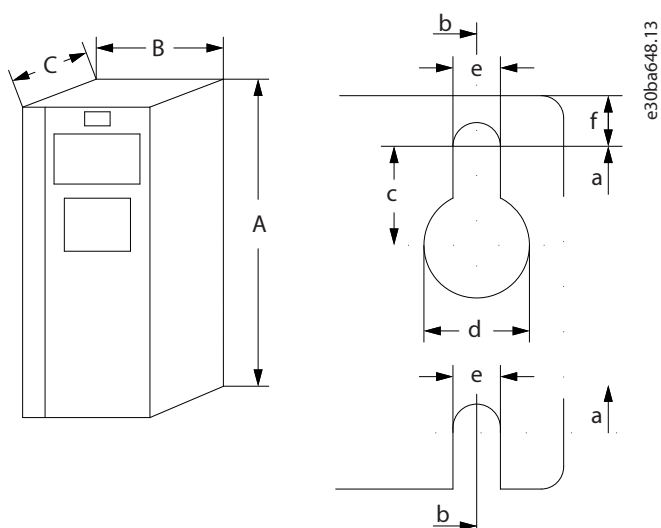


图 56: 顶部和底部安装孔, J1-J5

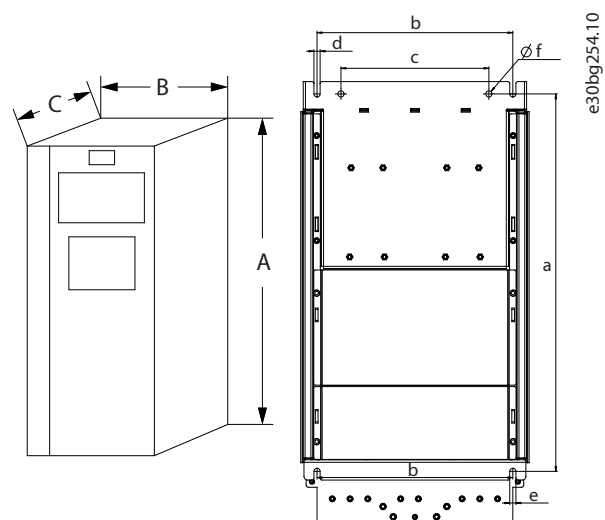


图 57: 顶部和底部安装孔, J6-J7

5.9 冷却和气流要求

- 当温度在 40 °C (104 °F) 和 55 °C (131 °F) 之间，并且海拔超过 1000 米（3300 英尺）时，应考虑降容。请参阅特殊条件一章了解详细信息。
- 可通过以下公式估算变频器的最大加热值。有关变频器在额定负载下的效率，请参阅 [5.1 电气数据](#)。

$$\text{Maximum heating value} \approx \text{Power} \times (1 - \text{Efficiency})$$

- 如果同时在 1 个机柜中安装多个变频器，则应累积热值和通风量。
- 如果有其他加热设备，则根据说明增加通风。
- 如果需要安装防尘筛，则需要根据防尘筛的风阻系数适当增加风量。有关防尘筛的风阻系数，请联系防尘筛供应商。

表 41: 机柜的通风量参考值

功率 [kW (hp)]	机柜的通风量参考值	
	CFM	m ³ /hr
0.37 (0.5)	6	11
0.55 (0.75)	8	13
0.75 (1.0)	9	15
1.1 (1.5)	16	27
1.5 (2.0)	16	27
2.2 (3.0)	20	34
3 (4.0)	25	43
4 (5.0)	28	48
5.5 (7.5)	34	58
7.5 (10)	43	73
11 (15)	89	151
15 (20)	121	206
18.5 (25)	140	237
22 (30)	162	275
30 (40)	178	303
37 (50)	220	374
45 (60)	240	408
55 (70)	257	436
75 (100)	350	595
90 (125)	370	629

5.10 预防性维护建议

一般来说，所有技术设备（包括丹佛斯变频器）都需要最低级别的预防性维护。为确保变频器无故障运行并延长其使用寿命，建议进行定期维护。作为一项良好的服务实践，还建议记录描述维护和服务操作的维护日志，其中包含计数器值、日期和时间。

丹佛斯建议对风冷式变频器/系统执行以下检查并建议了维护间隔。

注意

部件更换的维修计划可能因运行条件而异。在特定条件下，紧张的运行和环境条件相结合会显著缩短部件的使用寿命。这些条件可能包括极端温度、灰尘、高湿度、使用小时数、腐蚀性环境和负载等。

对于在压力条件下的运行，丹佛斯提供 DrivePro® Preventive Maintenance 服务。DrivePro® 服务通过定期维护（包括定制部件更换）延长产品使用寿命，提高产品性能。DrivePro® 服务根据特定应用和工作条件量身定制。

表 42: 风冷式变频器的维护计划

组件	检查间隔 ⁽¹⁾	维修计划 ⁽²⁾	预防性维护操作
安装			
目视检查	1 年	–	检查有无异常现象，例如过热、老化、腐蚀迹象以及存在积灰和损坏部件。
辅助设备	1 年	根据制造商建议	检查设备、环网柜、继电器、断路开关或熔断器/断路器。检查运行和状态，以了解运行故障或缺陷的可能原因。熔断器的连续性检查必须由经过培训的维修人员执行。
EMC 事项	1 年	–	检查线路的电磁容量以及控制线路和电源电缆之间的间隔距离。
电缆布线	1 年	–	检查电机电缆、主电源线路和信号线路的并行布线。避免并行布置线路。避免电缆在没有支撑的情况下裸露在空气中。检查电缆绝缘层的老化和磨损情况。
控制线路	1 年	–	检查线路是否紧固、损坏或压接，或者出现带状线。使用实心压接端正确端连接。建议使用屏蔽电缆和接地 EMC 板或双绞线。
间隙	1 年	–	检查外部间隙是否符合机架和产品类型的冷却气流要求。有关间隙，请参考当地设计法规。
密封	1 年	–	检查机箱、盖板和机箱门的密封是否处于良好状态。
腐蚀性环境	1 年	–	导电性粉尘和腐蚀性气体，如硫化物、氯化物或盐雾可能损害电气和机械部件。空气过滤器不能去除空气中的腐蚀性化学物质。根据调查结果采取行动。
变频器			
编程	1 年	–	根据电机、变频器应用和 I/O 配置检查变频器参数设置是否正确。只允许经过培训的维修人员执行此操作。
控制面板	1 年	–	检查显示屏像素是否完好无损。检查事件日志中的警告和故障。重复事件是潜在问题的迹象。如有必要，请联系当地服务中心。
变频器制冷能力	1 年	–	检查冷却通道的空气通道是否堵塞或受限。散热片必须无灰尘和无冷凝。
电容器，直流回路	1 年	8–15+ 年	电容器的预期使用寿命取决于应用的负载曲线和环境温度。对于要求苛刻的环境中具有重载或高脉动电流的应用，每 8 年更换一次电解电容器，每 12 年更换一次塑料箔电容器。如果符合变频器类型的规格，则每 10-15+ 年更换一次。只允许经过培训的维修人员执行此操作。
清洁和过滤器	1 年	–	每年清洁一次机箱内部，必要时可增加清洁次数。过滤器或机箱内的灰尘水平是下次清洁或更换过滤器的一个指标。
风机	1 年	3-10 年	检查所有冷却风扇的状况和运行状态。关闭电源时，风扇轴应感觉较紧，用手指转动风扇，旋转应几乎无声，且无异常旋转阻力。在运行模式下，风扇振动、过大或奇怪的噪声是轴承磨损的迹象，必须更换风扇。
接地端	1 年	–	变频器系统需要采用专门的接地线将变频器、输出滤波器和电机连接到建筑物接地。检查接地连接是否牢靠，是否有油漆或氧化。不允许采用菊花链连接。如果适用，建议使用编织带。
PCB	1 年	10-12 年	目视检查印刷电路板是否有因老化、腐蚀性环境、灰尘或高温环境造成的损坏或退化迹象。仅允许经过培训的维修人员执行检查和服务操作。

表 42: 风冷式变频器的维护计划 - (继续)

组件	检查间隔 ⁽¹⁾	维修计划 ⁽²⁾	预防性维护操作
电源线和接线	1 年	–	检查变频器连接的连接松脱、老化、绝缘状况以及扭矩是否正确。检查熔断器额定值是否正确，并检查连续性。观察在恶劣环境中是否有任何运行迹象。例如，熔断器外壳变色可能是冷凝或高温的迹象。
振动	1 年	–	检查变频器是否有异常振动或噪声，以确保电子部件的环境稳定。
绝缘垫圈	1 年	10-15 年	检查绝缘体是否因高温和老化而退化。根据发现结果进行更换，或与更换直流电容器同时进行更换。只允许经过培训的维修人员执行此操作。
电池	1 年	7-10 年	根据制造商的建议更换电池。每 7-10 年更换一次控制单元中的实时时钟电池。
备件			
备件	1 年	2 年	将备件在原始包装箱中存放在干燥清洁的环境中。避开高温存放区。电解电容器需要按照维修计划中的规定进行重整。必须由经过培训的维修人员执行重整。
调试前更换设备和长时间存放的设备	1 年	2 年	在不拆卸的情况下，目视检查视野内是否有损坏、水、高湿度、腐蚀和灰尘的迹象。装有电解电容器的交换单元需要按照维修计划中的规定进行重整。必须由经过培训的维修人员执行重整。

1) 定义为调试/启动后的时间或自从上次检查后的时间。

2) 定义为调试/启动之后的时间或自从上次维修计划操作后的时间。

6 RS485 安装和设置

6.1 简介

6.1.1 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 58](#)。

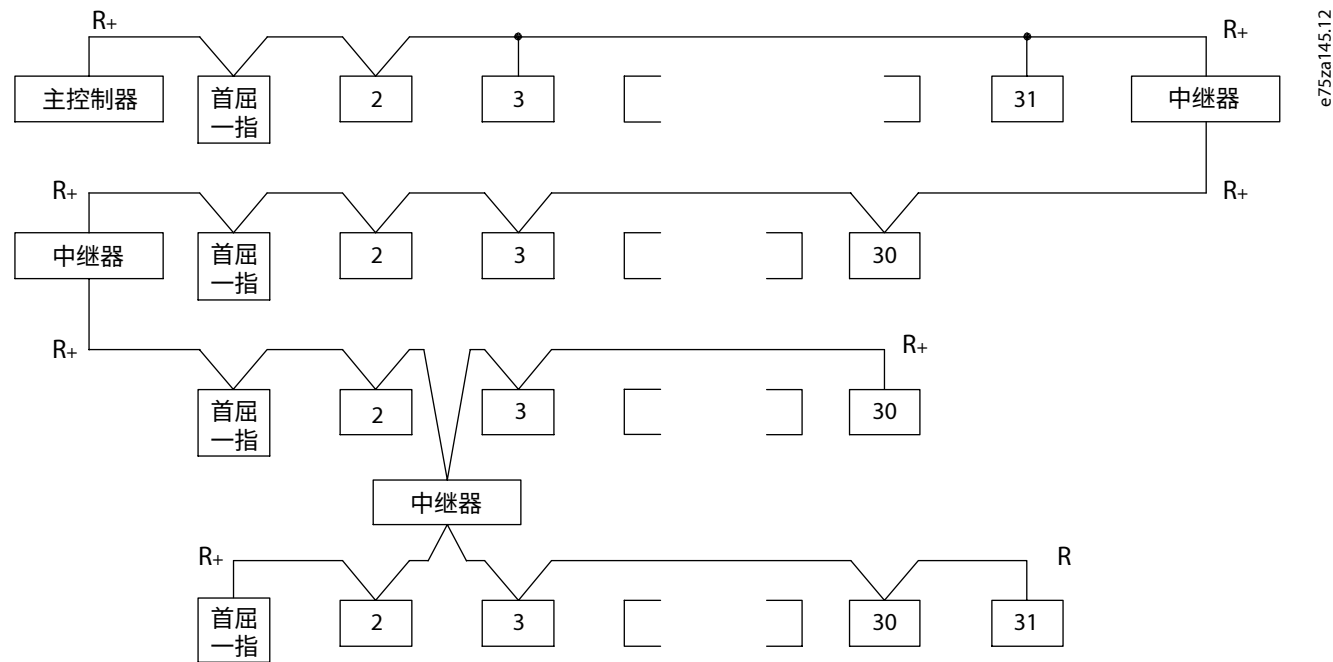


图 58: RS 485 总线接口

注意

安装在一个网络段中的中继器将充当该网络段的一个节点。连接在给定网络中的每个节点必须拥有所有网络段中唯一的节点地址。

可以使用设备的端接开关 (S801) 或偏置端接电阻实现每个网络段两端的端接。总线电缆必须采用屏蔽的双绞线 (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。有时，为了使整个网络保持相同的地电位，必须应用电势均衡电缆，在长电缆的系统中尤其如此。

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

表 43: 电缆规格

电缆	屏蔽双绞线 (STP)
阻抗 [Ω]	120
电缆长度[m (ft)]	最长长度为 1200 米 (3937 英尺，包括分支线路)。 工作站之间的最大距离为 500 米 (1640 英尺)。

6.1.2 网络连接

按下述方式将变频器连接至 RS485 网络（另请参见图 59）：

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

注意

使用屏蔽双绞电缆可降低导体之间的噪声。

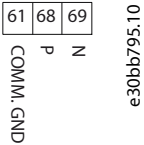


图 59: 网络连接

6.1.3 硬件设置

要端接 RS485 总线, 可使用变频器主控制板上的终端电阻拨码开关。

开关的出厂设置为关闭。

6.1.4 Modbus 通信的参数设置

表 44: Modbus 通讯的参数设置

参数	功能
参数 8-30 协议	选择 RS485 接口使用的应用协议。
参数 8-31 地址	设置节点地址。 ?? 地址范围取决于在参数 8-30 协议中选择的协议。
参数 8-32 波特率	设置波特率。 ?? 默认波特率取决于在参数 8-30 协议中选择的协议。
参数 8-33 奇偶校验/停止位	设置奇偶校验和停止位。 ?? 默认选项取决于在参数 8-30 协议中选择的协议。
参数 8-35 最小响应延时	指定接收请求和传输响应之间的最小延时时间。该功能用于解决调制解调器工作延时问题。
参数 8-36 最大响应延时	指定传输请求和接收回复之间的最大延时时间。
参数 8-37 最大字节间延时	如果传输中断, 可指定 2 个接收字节之间的最大延时, 以确保传输中断时能发生超时。 ?? 默认选项取决于在参数 8-30 协议中选择的协议。

6.1.5 EMC 防范措施

为了使 RS485 网络实现无干扰工作，丹佛斯 建议采取以下 EMC 防范措施。

注意

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。为避免电缆之间的高频噪声耦合，请保持 RS485 通信电缆远离电机电缆和制动电阻电缆。通常而言，保持 200 毫米（8 英寸）的距离就已足够。最好使电缆间距尽可能大，特别是当电缆平行安装且距离较长时。如果 RS485 电缆必须跨越电机电缆和制动电阻电缆，则它与后二者的角度应保持 90°。

6.2 FC 协议

6.2.1 概述

FC 协议（也称为 FC 总线或标准总线）是 丹佛斯 标准现场总线。它定义了一种符合主/从原理的访问方法来通过现场总线进行通信。

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。如果没有被请求，从站自身不会传输任何报文，且各个从站之间无法直接传送报文。通信以半双工模式进行。

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 字节长报文格式，其中还包含参数通道。
- 用于文本的格式。

6.2.2 带 Modbus RTU 的 FC

FC 协议提供了访问变频器的控制字和总线参考值的通道。

Modbus 主站可以借助控制字来控制若干重要的功能：

- 起动。
- 通过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（斜坡）停止。
- 故障跳闸后复位。
- 以多段预置速度运转。
- 反向运转。
- 更改有效菜单。
- 控制变频器内置的 2 个继电器

总线参考值通常用于速度控制。此外还可以访问参数，读取其值，也可以写入某些参数值。通过访问参数，可以使用一系列的控制选项，包括在使用变频器的内部 PID 控制器时，控制变频器的给定值。

6.3 FC 协议网络配置

要启用变频器的 FC 协议，请设置以下参数。

表 45: 启用协议的参数设置

参数	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)

6.4 FC 协议消息帧结构

6.4.1 字符 (字节) 的内容

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



图 60: 字符内容

6.4.2 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)。

接着是若干数据字节 (数量不定, 具体取决于报文的类型)。

报文以一个数据控制字节 (BCC) 作为结束。

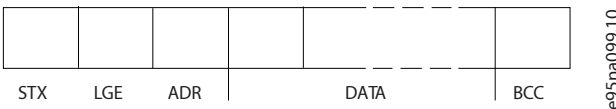


图 61: 报文结构

6.4.3 报文长度 (LGE)

报文长度是数据字节、地址字节 ADR 以及数据控制字节 BCC 三者之和。

表 46: 报文长度

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	$10+n$ 个字节

1) 10 表示固定字符数, 而 n 是可变的 (取决于文本的长度)。

6.4.4 变频器地址 (ADR)

地址格式 1-126

- 位 7=1 (使用 1-126 的地址格式)。

- 位 0-6=变频器地址 1-126。
- 位 0-6 = 0 广播。

从站在对主系统的响应电报中会原封不动地将地址字节发回。

6.4.5 数据控制字节 (BCC)

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

6.4.6 数据字段

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

这 3 种报文类型是：

过程块 (PCD)

PCD 由 4 个字节（2 个字）的数据块组成，其中包括：

- 控制字和参考值（由主站到从站）。
- 状态字和当前输出频率（由从站到主站）。

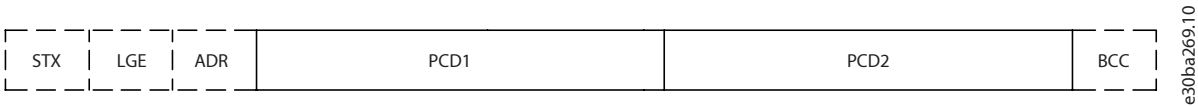


图 62: 过程块

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。

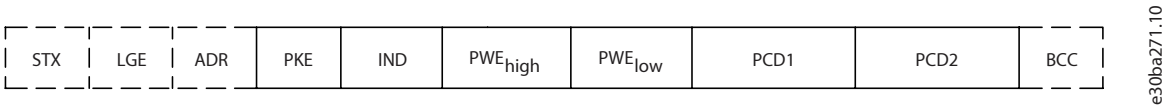


图 63: 参数块

文本块

文本块用于通过数据块读取或写入文本。

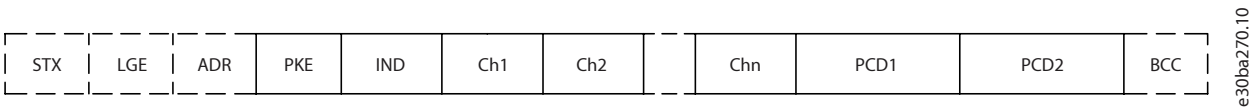


图 64: 文本块

6.4.7 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)。

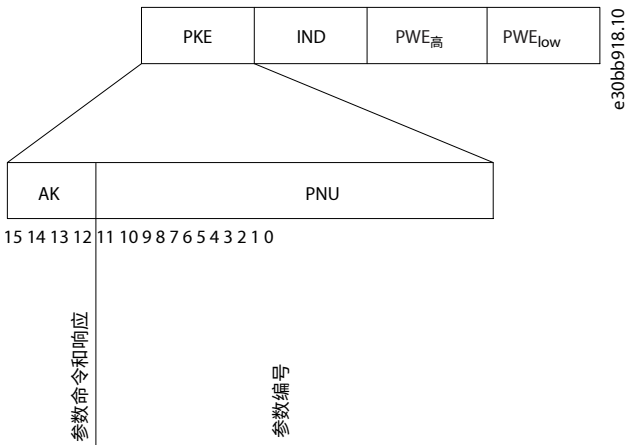


图 65: PKE 字段

位 12-15 用于传输参数命令（由主到从）并将从站处理过的响应传回主站。

表 47: 参数命令

参数命令，主⇒从				
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	读取文本。

表 48: 响应

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

如果命令无法执行，从站发出响应消息 0111 Command cannot be performed（0111 命令无法执行），并在表 49 中给出下述故障报告。

表 49: 从站报告

故障代码	FC+ 规范
0	非法参数编号。
1	参数无法被更改。
2	超出上限或下限。
3	子索引损坏。
4	无数组。
5	错误的数据类型。
6	未使用。
7	未使用。
9	描述元素不可用。
11	没有参数写访问权限。
15	没有可用文本。
17	不能在运行时进行。
18	其他错误。
100	-
>100	-
130	此参数不能通过总线访问。
131	无法写入出厂设置。
132	LCP 无访问权限。
252	未知查看器。
253	请求不受支持。
254	未知属性。
255	无错误。

6.4.8 参数编号 (PNU)

第 0 - 11 位用于传输参数编号。相关参数的功能在变频器编程指南中的参数说明中定义。

6.4.9 索引 (IND)

同时使用索引和参数编号，可对带有索引的参数进行读/写访问，例如**参数 15-30 警报日志：错误代码**。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。

6.4.10 参数值 (PWE)

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

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至主站。如果一个参数包含多个数据选项（例如**参数 0-01 语言**，则可通过在 PWE 块中输入值来选择数据值。串行通信只能读取包含数据类型 9（文本字符串）的参数。

参数 15-40 FC 类型至参数 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。

6.4.11 变频器支持的数据类型

“无符号”数据类型，即在报文中没有运算符。

表 50: 数据类型

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

6.4.12 转换

编程指南包含每个参数的属性的说明。参数值只能以整数形式传输。在传输小数时需要使用转换系数。

参数 4-12 电机速度下限 [Hz] 的转换系数为 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，如果传输的值为 100，将被认为是 10.0。

表 51: 转换

转换索引	转换系数
74	3600
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

6.4.13 过程字 (PCD)

过程字的数据块分为两个部分，各有 16 位，它们总是按照所定义的顺序出现。

表 52: 过程字 (PCD)

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

6.5 示例

6.5.1 写入参数值

将参数 4-14 电机速度上限 [Hz] 改为 100 Hz。

将数据写入 EEPROM。

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

- IND = 0000 (十六进制)。
- PWE_{HIGH} = 0000 (十六进制)。
- PWE_{LOW} = 03E8 (十六进制)。

数据值 1000，对应于 100 Hz，请参阅[6.4.12 转换](#)一章。

相应的报文如 [图 66](#)。

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

e30ba092.10

图 66: 报文

注意

参数 4-14 电机速度上限 [Hz] 是一个单字，用于在 EEPROM 中写入的参数命令为 E。参数 4-14 电机速度上限 [Hz] 为十六进制 19E。

从站对主站的响应如[图 67](#)所示。

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

e30ba093.10

图 67: 主站响应

6.5.2 读取参数值

读取参数 3-41 斜坡 1 加速时间 的值。

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

- IND = 0000 (十六进制)。
- PWE_{HIGH} = 0000 (十六进制)。
- PWE_{LOW} = 0000 (十六进制)。

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

e30ba094.10

图 68: 报文

如果参数 3-41 斜坡 1 加速时间中的值为 10 秒，则从站对主站的响应如[图 69](#)中所示。

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

e30ba267.10

图 69: 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 加速时间的类型为无符号 32 位整数。

6.6 Modbus RTU

6.6.1 预备知识

丹佛斯假设所安装的控制器支持本手册中介绍的接口，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中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。

6.6.2 概述

无论物理通信网络为何种类型，本小节描述了控制器请求访问另一台设备时的过程。这个过程包括 Modbus RTU 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。此外还建立了报文字段布局和内容的通用格式。

在通过 ModBus RTU 网络进行通信期间，协议将：

- 确定每个控制器将如何识别其设备地址。
- 如何识别发送给它的报文。
- 如何确定要采取的操作。
- 如何提取报文中所含的任何数据或其它信息。

如果要求回复，控制器将创建并发送回复报文。

控制器利用主从技术进行通信，该技术仅允许主站发起事件（称为查询）。从站可通过向主站提供所请求的数据，或按查询中的请求进行操作来进行响应。主站可以对单个从站进行寻址，或向所有从站发送广播报文。从站会向对它们单独寻址的查询返回一条响应。但对来自主站的广播查询则不予响应。

Modbus RTU 协议通过提供以下信息来确立主设备的查询格式：

- 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。
- 错误校验字段。

从站的响应报文也使用 Modbus 协议创建。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校验字段。如果在接收报文时发生错误，或者从站无法执行所请求的操作，则从站将创建并发送一条错误消息。或者出现超时。

6.6.3 带 Modbus RTU 的变频器

变频器通过内置的 RS485 接口以 Modbus RTU 格式进行通讯。Modbus RTU 提供了访问控制字和总线参考值的通道。

Modbus 主站可以借助控制字来控制若干重要的功能：

- 起动。
- 多种停止：
 - 惯性停止。
 - 快速停止。
 - 直流制动停止。
 - 正常（斜坡）停止。
- 故障跳闸后复位。
- 以多段预置速度运转。

- 反向运转。
- 更改有效设置。
- 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。通过访问参数，可以使用一系列的控制选项，包括在使用变频器的内部 PID 控制器时，控制变频器的给定值。

6.7 Modbus RTU 网络配置

要启用变频器上的 Modbus RTU，请设置下述参数：

表 53: 启用 Modbus RTU 的参数

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）

6.8 Modbus RTU 消息帧结构

6.8.1 简介

连接在 Modbus 网络上控制器使用 RTU（远程终端设备）模式进行通讯，报文中的每个字节都包含两个 4 位十六进制字符。每个字节的格式如下表所示。

表 54: 各个字节的格式

起始位	数据字节								停止/奇偶校验	停止

表 55: 字节详情

编码系统	8 位二进制、十六进制 0-9, A-F。 在报文的每个 8 位字段中都包括 2 个十六进制字符。
每个字节的位数	• 1 个起始位。 • 8 个数据位，最小有效位先发送。 • 1 个偶/奇校验位；如果无奇偶校验，则没有该位。 • 1 个停止位（如果使用奇偶校验）；如果无奇偶校验，则为 2 个位。
错误校验字段	循环冗余校验 (CRC)。

6.8.2 Modbus RTU 报文结构

传输设备将 Modbus RTU 报文放入一个开始和结束位置已知的帧中。这样，即可在报文开始处指定接收设备，读取地址部分，确定该报文要发送到哪台设备（或所有设备，如果报文为广播型），并了解报文的完成时间。检测到部分报文，因而产生错误。在每个字段中传输的字符必须使用 00-FF 的十六进制格式。变频器会持续监视网络总线，即便在“静默”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，以确定正在被寻址的设备。编址为零的 Modbus RTU 报文是广播报文。不允许响应广播报文。典型的报文帧如下表所示。

表 56: 典型 Modbus RTU 报文结构

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

6.8.3 启动/停止字段

报文以一个静默周期开始。此周期至少为 3.5 个字符间隔。静默周期为多个字符间隔，这可用所选网络波特率下的字符间隔的倍数来选择（显示为启动 T1-T2-T3-T4）。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 个字符的间隔周期，它标志着报文的结束。在此周期之后可以开始新的报文。

将整个报文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 个字符间隔的静默间隔，则接收设备会丢弃不完整的报文，并假设下一字节为新报文的地址字段。类似地，如果新报文在上一条报文之后的 3.5 个字符间隔内便开始，则接收设备会将其视为上一报文的延续。此行为会导致超时（从站无响应），因为对于该组合报文而言，最后的 CRC 字段中的值将无效。

6.8.4 地址字段

报文帧的地址字段包含 8 位。有效的从站设备地址应介于 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报文的地址字段来对从站进行寻址。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。

6.8.5 功能字段

报文帧的功能字段包含 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报文。从主设备向从设备发送的报文，功能代码字段将通知从设备要执行的操作类型。从设备对主设备进行响应时，会使用功能代码字段指示正常（无错）响应或发生了某种错误（称为异常响应）。

对于正常响应，从设备只重复原先的功能代码。对于异常响应，从设备会返回一个代码。该代码相当于原始的功能代码，但是其最大有效位被设为逻辑 1。此外，从设备还将一个唯一的代码放入响应报文的数据字段中。该代码可通知主控制器发生了哪种错误，或异常的原因。另请参阅 Modbus RTU 支持的功能代码和 Modbus 异常代码章节。

6.8.6 数据字段

数据字段由几组两个十六进制数字（范围在 00 至 FF 之间）构建。这些数字都由一个 RTU 字符构成。从主站发送到从站的报文的数据字段包含其他信息，从站必须使用这些信息来执行相应功能。

该信息可包括以下项目：

- 线圈或寄存器地址。
- 要处理的项目数量。
- 字段内的实际数据字节数。

6.8.7 CRC 校验字段

报文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 字段可检查整条报文的内容。它的应用与用于报文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报文中。接收设备会在接收报文过程中重新计算 CRC，并将计算值与 CRC 字段中接收到的实际值相比较。2 个值不相等将会导致总线超时。错误检查字段包含一个 16 位二进制值，该值由两个 8 位字节组成。执行之后，首先附加字段的低位字节，然后是高位字节。CRC 高位字节为报文中发送的最后一个字节。

6.8.8 线圈寄存器地址

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 报文中的所有数据地址均以零为参考。数据项的第一个项目编号被编址为零。例如：可编程控制器中的线圈 1 在 Modbus 报文的数据地址字段中被编址为线圈 0000。线圈 127（十进制）被编址为线圈 007EHEX（十进制的 126）。

保持寄存器 40001 在报文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）。

表 57: 线圈寄存器

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参考范围 0x0-0xFFFF (-200% ... ~200%)。	由主到从
33-48	变频器状态字。	由从到主
49-64	开环模式：变频器输出频率。 闭环模式：变频器反馈信号。	由从到主
65	参数写入控制（由主到从）。	由主到从
	0 = 将参数变化写入变频器的 RAM。	
	1 = 将参数变化写入变频器的 RAM 和 EEPROM。	
66-65536	预留。	-

表 58: 变频器控制字（FC 协议）

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	斜坡停止	启动
08	不复位	复位
09	无点动	点动
10	斜坡 1	斜坡 2
11	数据无效	数据有效
12	继电器 1 关	继电器 1 得电
13	继电器 2 关	继电器 2 开
14	设置 lsb	
15	-	
16	无反向	反向

表 59: 变频器状态字（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

表 59: 变频器状态字 (FC 协议) - (继续)

线圈	0	1
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	不在参考值范围内	运行在参考值范围
42	手动启动模式	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	无电流极限	电流极限
48	无热警告	热警告

表 60: 地址/寄存器

总线地址	写入 Modbus RTU 报文的寄存器值必须比寄存器 ⁽¹⁾	PLC 寄存器	目录	访问	说明
0	1	40001	预留	–	预留给上代 VLT® 5000 和 VLT® 2800 变频器。
1	2	40002	预留	–	预留给上代 VLT® 5000 和 VLT® 2800 变频器。
2	3	40003	预留	–	预留给上代 VLT® 5000 和 VLT® 2800 变频器。
3	4	40004	可用	–	–
4	5	40005	可用	–	–
5	6	40006	Modbus 配置	读/写 (R/W)	仅限 TCP。预留给 Modbus TCP (参数 12-28 Store Data Values (存储数据值) 和参数 12-29 Store Always (始终存储) - 如存储在 EEPROM 中)。
6	7	40007	最近的故障代码	只读	从参数数据库收到的故障代码, 有关详细信息, 请参考 WHAT 38295。
7	8	40008	最新的错误寄存器	只读	发生最新错误的寄存器的地址, 有关详细信息, 请参考 WHAT 38296。
8	9	40009	索引指针	读/写 (R/W)	要访问的参数的下标索引。有关详细信息, 请参考 WHAT 38297。

表 60: 地址/寄存器 - (继续)

总线地址	写入 Modbus RTU 报文的寄存器值必须比寄存器 ⁽¹⁾	PLC 寄存器	目录	访问	说明
9	10	40010	参数 0-01 语言	取决于参数访问权限	参数 0-01语言 (Modbus 寄存器 = 10 参数编号) 为 Modbus 映射中的参数预留的 20 个字节空间。
19	20	40020	参数 0-02 电机速度单位	取决于参数访问权限	参数 0-02 电机速度单位为 Modbus 映射中的参数预留 20 个字节的空
29	30	40030	参数 0-03 区域设置	取决于参数访问权限	参数 0-03 区域设置为 Modbus 映射中的参数预留 20 个字节的空

1) 编号小1。例如，可通过在报文中写入值 0 来读取 Modbus 寄存器 1。

6.8.9 如何控制变频器

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

6.8.10 Modbus RTU 支持的功能代码

Modbus RTU 支持在报文的功能字段中使用下述功能代码：

表 61: 功能代码

功能	功能代码 (十六进制)
读取线圈	1
读取保持寄存器	3
写入单个线圈	5
写入单个寄存器	6
诊断	8
获取通讯事件计数器	B
写入多个线圈	F
写入多个寄存器	10
从属设备 ID	11
读/写多个寄存器	17
封装接口传输	2b

表 62: 功能代码 8 的子功能代码

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。

6.8.11 Modbus 异常代码

有关异常代码响应消息的结构完整说明，请参考[6.8.5 功能字段](#)。

表 63: Modbus 异常代码

代码	名称	含义
1	非法功能	查询中收到的功能代码对于该服务器（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。这还可能表明该服务器（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服务器（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，偏移为 96，长度为 4 的请求成功，偏移为 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服务器（或从设备）来说是不允许的值。这个值指示了组合请求剩余结构中的故障，例如：隐含长度是不正确的。并不意味着，因为 MODBUS 协议不知道任何特殊寄存器的任何特殊值的重要意义，寄存器中被提交存储的数据项有一个应用程序期望之外的值。
4	从设备发生故障	服务器（或从设备）尝试执行请求操作时产生不可重新获得的差错。

6.9 如何访问参数

6.9.1 参数处理

PNU（参数号）是从 Modbus 读/写消息中包含的寄存器地址转换而来的。参数编号以十进制形式转换为 Modbus 格式（10 x 参数编号）。示例：读取参数 3-12 加速/减速值（16 位）：保持寄存器 3120 用于存放参数值。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 用于存放参数值。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。

6.9.2 数据存储

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

6.9.3 IND（索引）

变频器中的一些参数是数组参数，例如**参数 3-10 Preset Reference**（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。

6.9.4 文本块

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

6.9.5 转换因数

参数值只能以整数的形式传输。若要传输小数，请使用转换因数。

6.9.6 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 03（十六进制）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 6（十六进制）预置单个寄存器；对于 2 个寄存器（32 位），使用功能 10（十六进制）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（十六进制）读取保持寄存器可读取这些参数，使用 10（十六进制）预置多个寄存器可写入这些参数。可读取的长度范围为 1 个寄存器（2 个字符）到 10 个寄存器（20 个字符）。

6.10 示例

6.10.1 示例概述

下面章节中的示例显示了各种 Modbus RTU 命令。

6.10.2 读取线圈状态（01 [十六进制]）

说明

该功能将读取变频器中离散输出（线圈）的开/关状态。读取操作不支持广播模式。

查询

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

从“从站设备 01”读取线圈 33-48（状态字）的请求示例。

表 64: 查询

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01（变频器地址）
功能	01（读取线圈）
起始地址，高位	00
起始地址，低位	20（十进制的 32）线圈 33
寄存器数量，高位	00

表 64: 查询 - (继续)

字段名称	示例 (十六进制)
寄存器数量, 低位	10 (十进制的 16)
错误校验 (CRC)	-

响应

根据数据域的每个位将响应报文中的线圈分成为 1 个线圈。状态指示如下：1 = 开；0 = 关。第一个数据字节的 LSB 包含在查询中寻址的线圈。其他线圈跟在该字节的高位端之后，并按从“低位到高位”的顺序出现在后续字节中。

其它线圈依次类推，一直到这个字节的高位端为止，并在后续字节中从低位到高位顺序。字节数量域说明了数据的完整字节数。

表 65: 响应

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

注意

在 Modbus 中使用偏移 -1 对线圈和寄存器进行寻址。比如用“线圈地址32”来访问线圈 33。

6.10.3 强制/写入单个线圈 (05 [十六进制])

说明

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

查询

该查询报文指定对线圈 65 (参数写入控制) 执行强制。线圈地址从 0 开始，如线圈 65 的地址应为 64。强制写数据 = 00 00HEX (关) 或 FF 00HEX (开)。

表 66: 查询

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

响应

正常响应是在强制线圈状态之后返回对查询的回复。

表 67: 响应

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

6.10.4 强制/写入多个线圈（0F [十六进制]）

说明

该功能强制一系列线圈中的每个线圈均为开或关。广播时，该功能将强制所有连接的从站均具有相同的线圈参考值。

查询

该查询报文指定对线圈 17 - 32（速度给定值）强制写入。

注意

线圈地址从 0 开始，如线圈 17 的地址应为 16。

表 68: 查询

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

响应

正常响应返回从站设备地址、功能代码、起始地址和写入线圈的数量。

表 69: 响应

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

6.10.5 读取保持寄存器（03 [十六进制]）

说明

该功能读取从站中保持寄存器的内容。

查询

该查询报文指定起始寄存器和要读取的寄存器数量。寄存器地址从 0 开始，如寄存器 1 - 4 的地址应为 0 - 3。

示例：读取参数 3-03 最大参考值，寄存器 03030。

表 70: 查询

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	03（读取保持寄存器）
起始地址，高位	0B（寄存器地址 3029）
起始地址，低位	D5（寄存器地址 3029）
寄存器数量，高位	00
寄存器数量，低位	02 - （参数 3-03 最大参考值为 32 位长，即 2 个寄存器）
错误校验 (CRC)	-

响应

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

示例：十六进制 000088B8=35.000=35 Hz。

表 71: 响应

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

表 71: 响应 - (继续)

字段名称	示例 (十六进制)
数据, 低位 (寄存器 3031)	60
错误校验 (CRC)	-

6.10.6 预置单个寄存器 (06 [十六进制])

说明

该功能将一个值预置到单个保持寄存器中。

查询

该查询报文指定要预设的寄存器。寄存器地址从 0 开始, 如寄存器 1 的地址应为 0。

示例: 写入参数 1-00 配置模式, 寄存器 1000。

表 72: 查询

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

响应

正常响应是对查询的重复, 在寄存器内容发送完成之后会被返回。

表 73: 响应

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

6.10.7 预置多个寄存器 (10 [十六进制])

说明

该功能将值预置到多个连续的保持寄存器中。

查询

该查询报文指定要预设的寄存器。寄存器地址从 0 开始，如寄存器 1 的地址应为 0。对 2 个寄存器进行预置（将参数 1-24 电机电流设置为 738 (7.38 A)）的请求示例：

表 74: 查询

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	10
起始地址，高位	04
起始地址，低位	07
寄存器数量，高位	00
寄存器数量，低位	02
字节数	04
写入数据，高位（寄存器 4：1049）	00
写入数据，低位（寄存器 4：1049）	00
写入数据，高位（寄存器 4：1050）	02
写入数据，低位（寄存器 4：1050）	E2
错误校验 (CRC)	-

响应

正常响应返回从设备地址、功能代码、起始地址和预置的寄存器数量。

表 75: 响应

字段名称	示例（十六进制）
从站地址	01
功能	10
起始地址，高位	04
起始地址，低位	19
寄存器数量，高位	00
寄存器数量，低位	02
错误校验 (CRC)	-

6.11 Danfoss FC 控制协议

6.11.1 符合 FC 协议的控制字（参数 8-10 协议 = FC 协议）

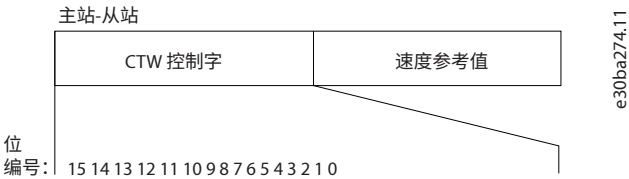


图 70: 与 FC 协议对应的控制字

表 76: 与 FC 协议对应的控制字

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	斜坡
03	惯性停车	非惯性停车
04	快速停止	斜坡
05	保持输出频率	使用斜坡
06	斜坡停止	启动
07	无功能	复位
08	无功能	点动
09	斜坡 1	斜坡 2
10	数据无效	数据有效
11	打开继电器 01	激活继电器 01
12	打开继电器 02	激活继电器 02
13	参数设置	选择低位
15	无功能	反向

关于控制位的说明

位 00/01

位 00 和 01 用于在 4 个参考值之间进行选择，这些值根据下表在**参数 3-10 预置参考值**中预设。

表 77: 控制位

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

注意

在**参数 8-56 预置参考值选择**中，定义位 00/01 如何与数字输入上的对应功能进行门运算。

位 02，直流制动

位 02 = 0：激活直流制动和停止。在**参数 2-01 直流制动电流**和**参数 2-02 直流制动时间**中设置制动电流和持续时间。

位 02 = 1：导致斜坡。

位 03，惯性停车

位 03 = 0：变频器会立即释放电机（关闭输出晶体管），从而使电机惯性停止。

位 03 = 1：如果满足其他启动条件，变频器将启动电机。

在**参数 8-50 选择惯性停车**中，定义位 03 如何与数字输入上的对应功能进行门运算。

位 04, 快速停止

位 04 = 0: 电机斜坡减速直至停止 (减速时间在参数 3-81 快停斜坡时间中设置)。

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设置为 [21] 加速 和 [22] 减速 (参数 5-10 端子 18 数字输入至参数 5-13 端子 29 数字输入) 来更改锁定的输出频率。

注意

如果激活锁定输出功能, 则只能用下述方式之一停止变频器:

- 位 03 惯性停止。
- 位 02, 直流制动
- 数字输入设置为 [5] 直流制动反逻辑、[2] 惯性停车反逻辑或 [3] 惯性/复位反逻辑 (参数 5-10 端子 18 数字输入至参数 5-13 端子 29 数字输入)。

位 06, 斜坡停止/启动:

位 06 = 0: 将导致停止, 在此期间, 电机将根据所选择的减速时间参数减速至停止。

位 06 = 1: 如果满足其他启动条件, 则位 06 允许变频器启动电机。

在参数 8-53 启动选择中, 定义“位 06 斜坡停止/启动”如何与数字输入上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。复位是在信号的上升沿被激活, 即从逻辑 0 变为逻辑 1 时。

位 08, 点动

位 08 = 1: 参数 3-11 点动速度 [Hz] 确定输出频率。

位 09, 选择斜坡 1/2

位 09 = 0: 启用斜坡 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: 启用斜坡 2 (参数 3-51 斜坡 2 加速时间到参数 3-52 斜坡 1 减速时间)。

位 10, 数据无效/数据有效

决定变频器使用还是忽略控制字。

位 10 = 0: 忽略控制字。

位 10 = 1: 使用控制字。由于不论何种电报类型, 始终都包含控制字, 因此该功能具有普遍意义。如果更新或读取参数时无需控制字, 则将它关闭。

位 11, 继电器 01

位 11 = 0: 不激活继电器。

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

位 12, 继电器 02

位 12 = 0: 不激活继电器 02。

位 12 = 1: 如果在参数 5-40 功能继电器中选择了 [37] 控制字位 12, 则激活继电器 02。

位 13, 设置选择

使用位 13，可根据下表在 2 个菜单设置之间进行选择。

表 78: 菜单设置

设置	位 13
1	0
2	1

只有在参数 0-10 有效菜单中选择了 [9] 多菜单时，才能使用该功能。

使用参数 8-55 菜单选择 可以定义位 13 如何与数字输入端上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。仅当选择串行通讯 [2] 逻辑或 [3] 逻辑和时，位 15 才会导致反向。

6.11.2 符合 FC 协议的状态字 (STW)

将参数 8-30 协议设置为 [0] FC。

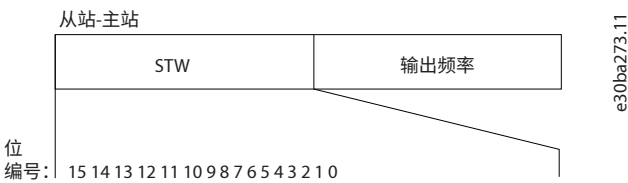


图 71: 状态字

表 79: 同 FC 协议对应的状态字

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	无操作	运行
12	变频器正常	停止，自动启动
13	电压正常	过电压
14	转矩正常	过转矩
15	定时器正常	超时

关于状态位的说明

位 00，控制未就绪/就绪

位 00=0：变频器跳闸。

位 00=1：变频器控制已就绪，但没有接通任何控制电源（如果有外接 24V 控制电源的情形）。

位 01，变频器就绪

位 01=0：变频器尚未就绪。

位 01=1：变频器已做好运行准备，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：变频器释放电机。

位 02=1：变频器通过启动命令启动电机。

位 03，无错误/跳闸

位 03=0：变频器无故障。

位 03=1：变频器跳闸。要恢复运行，请按 [Reset]（复位）。

位 04，无错误/错误（无跳闸）

位 04=0：变频器无故障。

位 04=1：变频器出现一个错误，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：变频器无故障。

位 06=1：变频器发生锁定跳闸。

位 07，无警告/警告

位 07=0：没有警告。

位 07=1：出现警告。

位 08，速度参考值/速度=参考值

位 08=0：电机在运行，但其当前速度与预置的速度参考值不同。在启动/停止期间斜坡时，可能出现这种情形。

位 08=1：电机速度符合预置的速度参考值。

位 09，本地运行/总线控制

位 09=0：在控制面板上激活了 [Off/Reset]（关闭/复位），或者在参数 3-13 参考值位置中选择了 [2] 本地。无法通过串行通信来控制变频器。

位 09=1：可以通过现场总线/串行通信来控制变频器。

位 10，超出频率极限

位 10=0：输出频率达到参数 4-12 电机速度下限 [Hz] 或参数 4-14 电机速度上限 [Hz] 中的值。

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：电机未运行。
- 位 11=1：变频器有启动信号，无惯性停车。

位 12，变频器正常/已停止，自动启动

- 位 12=0：变频器当前无过热。
- 位 12=1：变频器因过热而停止，但设备并未跳闸，因此，一旦温度恢复正常，则会恢复运行。

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：电机电流低于**参数 4-18 电流极限**中设置的电流极限。
- 位 14=1：电机电流超过了**参数 4-18 电流极限**中的电流极限。

位 15，定时器正常/超过限制

- 位 15=0：电机热保护和变频器热保护的计时器尚未超过 100%。
- 位 15=1：其中的一个计时器超过了 100%。

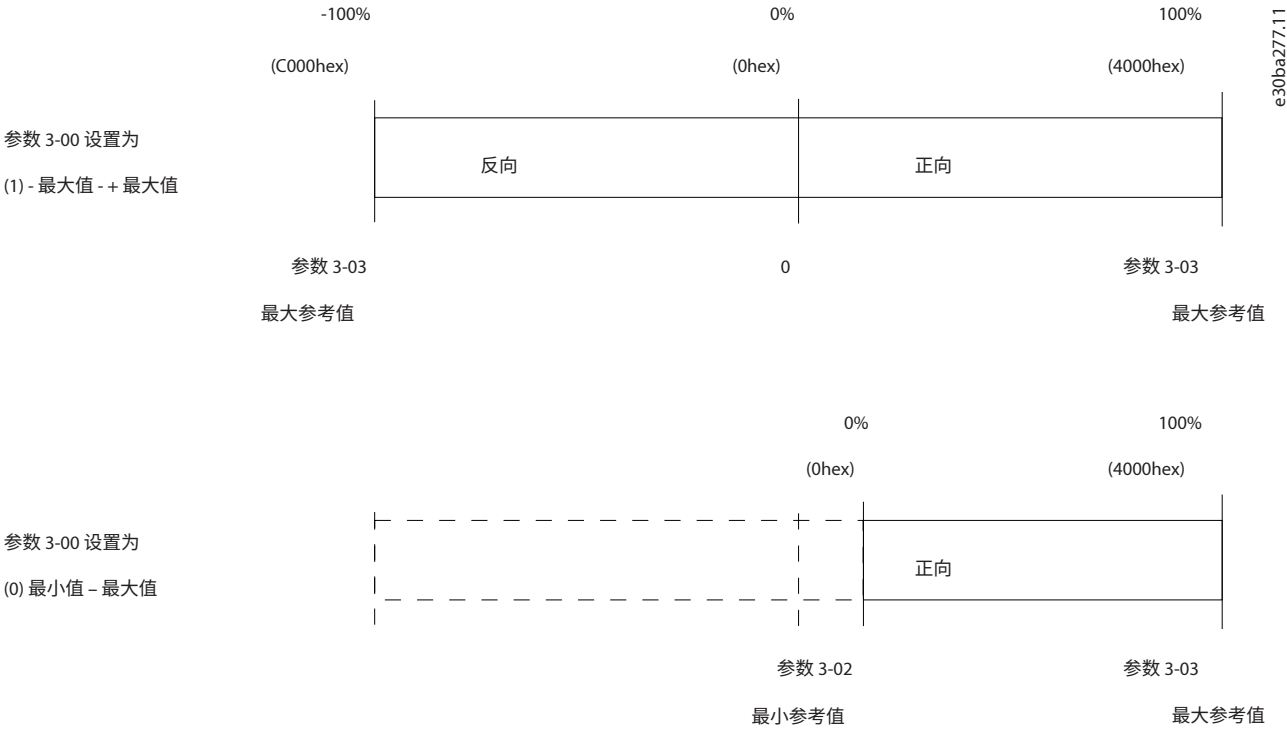
6.11.3 总线速度参考值

以一个相对百分比值的形式将速度参考值传输给变频器。以一个字 16 位的形式传输该值。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 72: 实际输出频率 (MAV)

参考值和 MAV 的标定方式如下：



7 应用示例

7.1 简介

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 53 或 54 进行开关设置时还显示。

7.2 AMA

表 80: 在连接端子 27 的情况下执行 AMA

	参数功能	参数设置
	参数 1-29 自动电机调整 (AMA)	[1] 启用完整 MA
	参数 5-12 端子 27 数字输入	*[2] 惯性停车反逻辑
	*=默认值	
	备注/注释：根据电机规格设置参数组 1-2* 电机数据。	
	?? 如果端子 12 和 27 未连接，请将参数 5-12 端子 27 数字输入设置为 [0] 无操作。	

7.3 速度

表 81: 模拟速度参考值（电压）

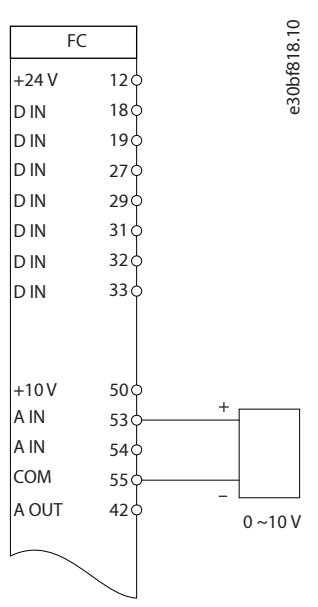
	参数功能	参数设置
 FC +24 V 12 D IN 18 D IN 19 D IN 27 D IN 29 D IN 31 D IN 32 D IN 33 +10 V 50 A IN 53 A IN 54 COM 55 A OUT 42 0 ~ 10 V e30bf818.10	参数 6-10 端子 53 电压下限	*0.07 V
	参数 6-11 端子 53 电压上限	*10 V
	参数 6-14 端子 53 参考/反馈值 下限	*0
	参数 6-15 端子 53 参考值/反馈值 上限	50 Hz
	参数 6-19 端子 53 模式	*[1] 电压
	*=默认值	
	说明/备注:	

表 82: 模拟量速度参考值（电流）

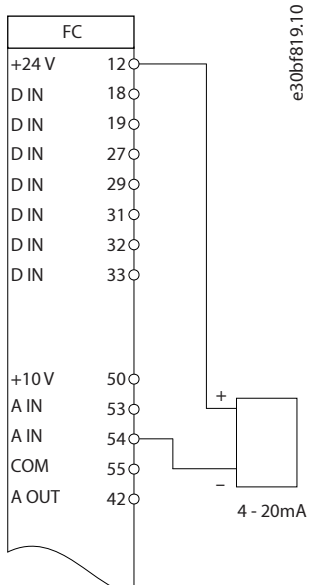
	参数功能	参数设置
 FC +24 V 12 D IN 18 D IN 19 D IN 27 D IN 29 D IN 31 D IN 32 D IN 33 +10 V 50 A IN 53 A IN 54 COM 55 A OUT 42 4 - 20mA e30bf819.10	参数 6-22 端子 54 电流下限	*4 mA
	参数 6-23 端子 54 电流上限	*20 mA
	参数 6-24 端子 54 参考/反馈值 下限	*0
	参数 6-25 端子 54 参考/反馈值 上限	50 Hz
	参数 6-29 端子 54 模式	[0] 电流
	*=默认值	
	说明/备注:	

表 83: 速度参考值（使用手动电位计）

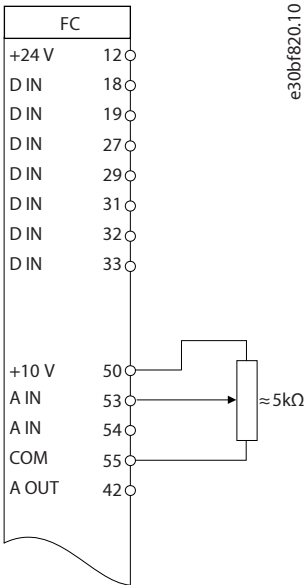
	参数功能	参数设置
	参数 6-10 端子 53 电压下限	*0.07 V
	参数 6-11 端子 53 电压上限	*10 V
	参数 6-14 端子 53 参考/反馈值 下限	*0
	参数 6-15 端子 53 参考值/反馈值 上限	50 Hz
	参数 6-19 端子 53 模式	*[1] 电压
	*=默认值	
	说明/备注:	

表 84: 加速/减速

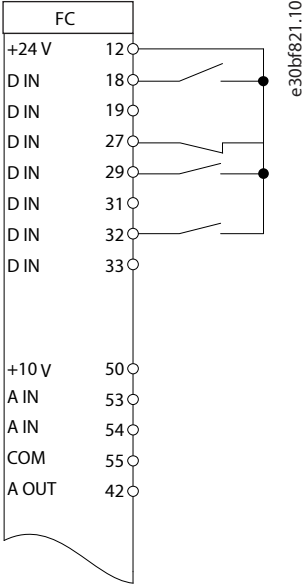
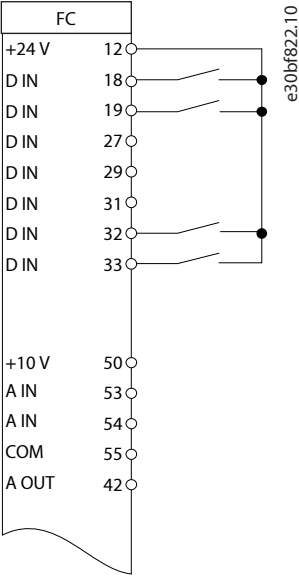
	参数功能	参数设置
	参数 5-10 端子 18 数字输入	*[8] 启动
	参数 5-12 端子 27 数字输入	[19] 锁定参考值
	参数 5-13 端子 29 数字输入	[21] 加速
	参数 5-14 端子 32 数字输入	[21] 减速
	*=默认值	
	说明/备注:	

图 74: 加速/减速

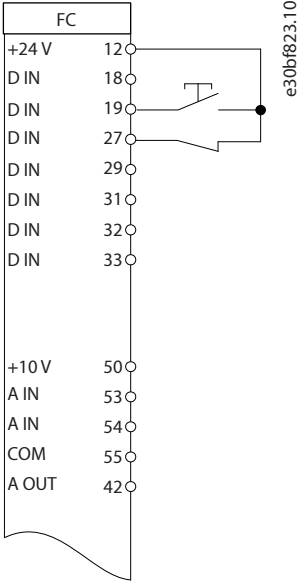
7.4 启动/停止

表 85: 带反向功能和 4 个预设速度的启动/停止

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

7.5 外部报警复位

表 86: 外部报警复位

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

7.6 电机热敏电阻

注意

为了符合 PELV 绝缘要求，必须在热敏电阻上使用加强绝缘或双重绝缘。

表 87: 电机热敏电阻

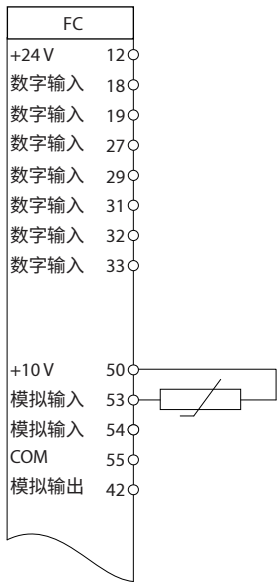
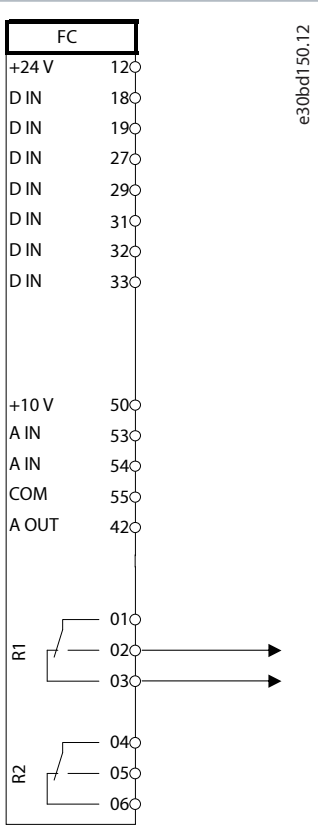
	参数功能	参数设置
	参数 1-90 电机热保护	[2] 热敏电阻跳闸
	参数 1-93 电机热来源	[1] 模拟输入 53
	参数 6-19 端子 53 模式	*[1] 电压
	*=默认值	
	说明/备注: 如果仅需发出警告，则应将参数 1-90 电机热保护设置为 [1] 热敏电阻警告。	

表 88: 使用 SLC 设置继电器

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

7.7 编码器连接

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

- 有关编码器输入的更多信息, 请参阅 VLT® Encoder Input MCB 102 安装指南。
- 有关旋变器输入的更多信息, 请参阅 VLT® Resolver Input MCB 103 安装指南。

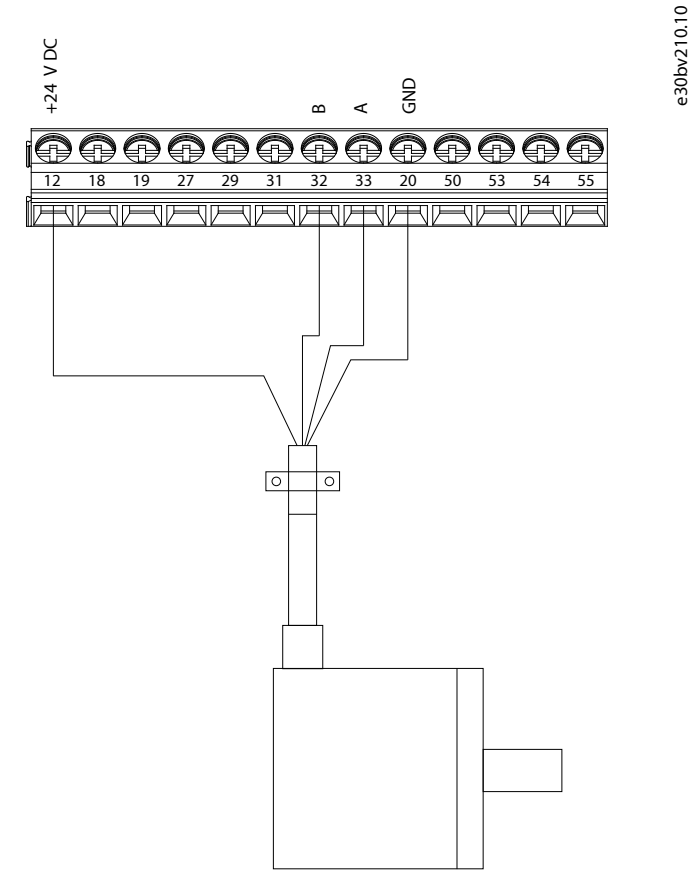


图 75: 24 V 或 10 - 30 V 编码器

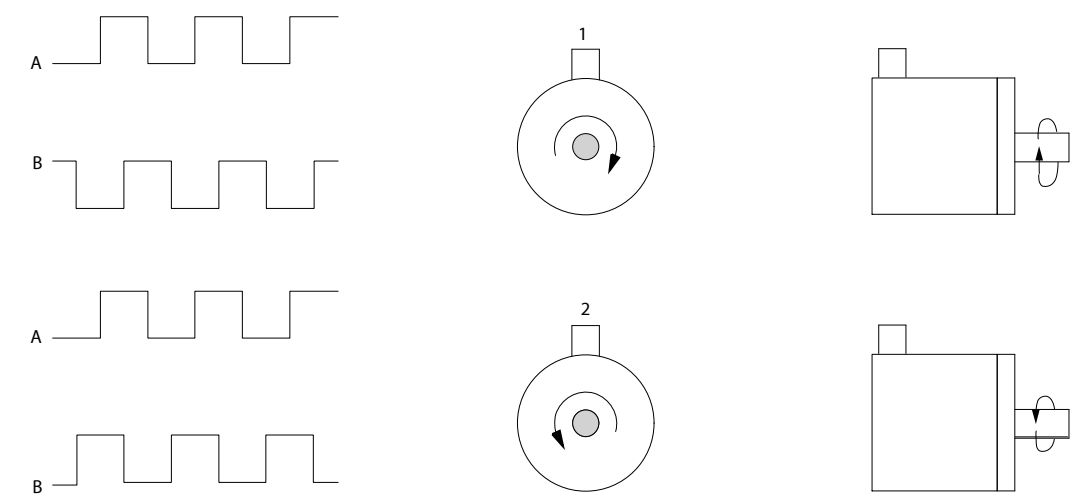


图 76: 24 V 增量型编码器，最大电缆长度 5 米（16.4 英尺）

7.8 编码器方向

脉冲进入变频器的顺序决定了编码器的方向。

- 顺时针方向表示通道 A 在通道 B 前 90 电度。
- 逆时针方向表示通道 B 在通道 A 前 90 电度。

通过观察轴端可确定此方向。

7.9 闭环变频器系统

变频器系统通常由多个部分组成，比如：

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

要求机械制动控制的应用环境通常需要制动电阻器。

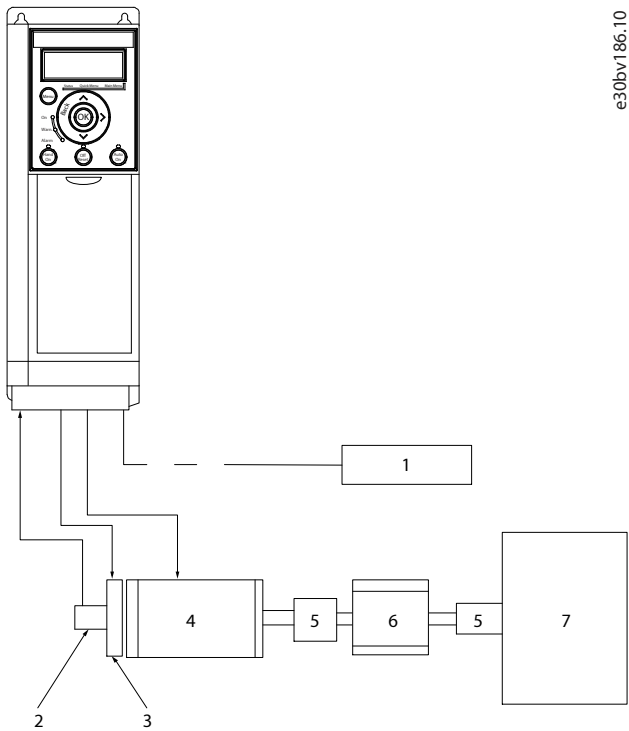


图 77: 闭环速度控制的基本设置

1	制动电阻器	2	编码器
3	机械制动	4	电机
5	传输	6	变速箱
7	负荷		

8 附录

8.1 缩略语和符号

表 89: 缩略语和符号

60° AVM	60° 异步矢量调制
A	安培/AMP
AC	交流电
ACP	应用控制处理器
AD	空气放电
AEO	自动能量优化
AI	模拟输出
AIC	安培断开电流
AMA	电机自整定
AWG	美国线规
°C	摄氏度
CB	断路器
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。
CE	欧洲合规（欧洲安全标准）
CM	共模
CT	恒转矩
DC	直流电
DI	数字输入
DM	差分模式
D-TYPE	取决于变频器
EEPROM	电可擦可编程只读存储器
EMC	电磁兼容性
EMF	电动势
EMI	电磁干扰
ESD	静电放电
ETR	电子热继电器
°F	华氏度
f _{JOG}	激活点动功能时的电机频率。
f _M	电机频率
f _{MAX}	变频器在其输出上施加的最大输出频率。
f _{MIN}	来自变频器的最低电机频率。
f _{M,N}	额定电机频率
FC	变频器
FSP	恒速泵

表 89: 缩略语和符号 - (继续)

g	克
HO	高过载
Hp	马力
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
$I_{VLT,N}$	变频器输出的额定电流
IGBT	绝缘栅双极型晶体管
IP	防护等级
kHz	千赫兹
LCP	本地控制面板
LED	发光二极管
L_d	电机 d 轴电感
L_q	电机 q 轴电感
低位 (lsb)	最小有效位
m	米
mA	毫安
MCM	Mille Circular Mil
MCP	电机控制处理器
MCT	运动控制工具
mH	电感 (毫亨)
min	分钟
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。
NEMA	美国电器制造商协会
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

表 89: 缩略语和符号 - (继续)

PDS	动力驱动系统：一个 CDM 和一个电机
PE	保护性接地
PELV	保护性超低压
P_m	变频器高过载时的额定输出功率
$P_{M,N}$	额定电机功率
永磁电机	永磁电机
过程 PID	维持所需的速度、压力、温度等的比例积分微分调节器。
PWM	脉冲宽度调制
$R_{br,nom}$	确保电机轴上的制动功率达到 150/160%，且持续 1 分钟的额定电阻器阻值。
RCD	漏电保护器
能量回馈	反馈端子
RFI	射频干扰
R_{min}	变频器所允许的最小制动电阻器值
RMS	平方根
RPM	每分钟转数
R_{rec}	丹佛斯制动电阻器的建议的制动电阻器电阻
R_s	定子电阻
s	第二类
SCR	可控硅整流器
SCCR	短路电流额定值
SFAVM	定子磁通定向的异步矢量调制
STW	状态字
开关电源	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
UL	Underwriters Laboratories (进行安全认证的美国组织)
V	伏特
VSP	变速泵
VT	可变转矩
VVC+	电压矢量控制加
X_h	电机主电抗

8.2 定义

8.2.1 变频器

惯性停车

电机主轴处于自由模式。电机无转矩。

$I_{VLT,MAX}$

最大输出电流。

$I_{VLT,N}$

变频器的额定输出电流。

$U_{VLT,MAX}$

最大输出电压。

8.2.2 输入

控制命令

可通过 LCP 和数字输入启动和停止所连接的电机。

功能分为两组。第 1 组中的功能比第 2 组中的功能具有更高优先级。

表 90: 功能组

第 1 组	惯性停止、复位和惯性停止、快速停止、直流制动、停止和 [OFF]（关闭）。
第 2 组	启动、自锁启动、反向启动、点动、锁定输出和 [Hand On]（手动启动）。

8.2.3 电机

电机正在运行

在输出轴上生成扭矩，电机上的速度从 0 RPM 增至最大速度。

f_{JOG}

激活点动功能（通过数字端子或总线）时的电机频率。

f_M

电机频率。

f_{MAX}

电机最大频率。

f_{MIN}

电机最小频率。

$f_{M,N}$

电机额定频率（铭牌数据）。

I_M

电机电流（实际值）。

$I_{M,N}$

额定电机电流（铭牌数据）。

$n_{M,N}$

电机额定速度（铭牌数据）。

n_s

同步电机速度。 $n_s = \frac{2 \times \text{Parameter1} - 23 \times 60s}{\text{Parameter1} - 39}$

n_{slip}

电机滑差。

$P_{M,N}$

电机额定功率（铭牌数据，单位为 kW 或 hp）。

$T_{M,N}$

额定转矩（电机）。

U_M

瞬时电机电压。

$U_{M,N}$

电机额定电压（铭牌数据）。

起步转矩

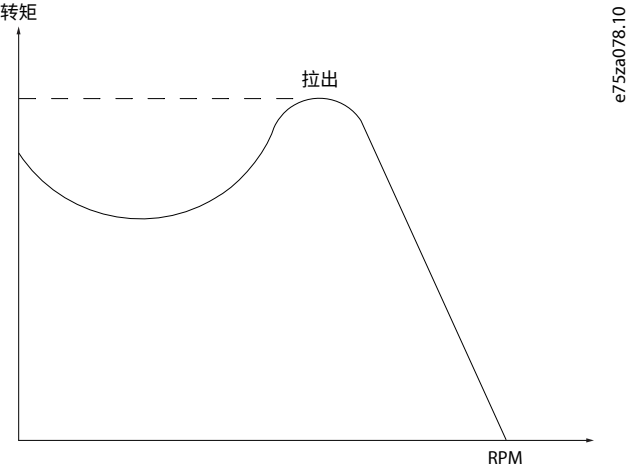


图 78: 起步转矩

η_{VLT}

变频器效率是指输出功率和输入功率的比值。

启动 - 禁用命令

启动-禁用命令属于第 1 组的控制命令。有关详细信息，请参阅输入一章中的表格。

停止命令

停止命令属于第 1 组的控制命令。有关详细信息，请参阅输入一章中的表格。

8.2.4 参考值

模拟参考值

传输到模拟输入端 53 或 54 的信号可为电压或电流。

二进制参考值

通过串行通讯端口传输的信号。

预置参考值

定义的预置参考值，该值可在参考值的 -100% 到 +100% 范围内设置。可以通过数字端子选择的 8 个预置参考值。可以通过总线选择的 4 个预置参考值。

脉冲参考值

传输到数字输入（端子 29 或 33）的脉冲频率信号。

Ref_{MAX}

确定 100% 满量程值（通常是 10 V、20 mA）时的参考值输入和产生的参考值之间的关系。最大参考值在参数 3-03 最大参考值中设置。

Ref_{MIN}

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

8.2.5 其他

模拟输入

模拟输入可用于控制变频器的各项功能。

模拟输入有两种类型：

- 电流输入：0–20 mA 和 4–20 mA。
- 电压输入：0–10 V DC。

模拟输出

模拟输出可提供 0-20 mA 或 4-20 mA 的信号。

电机自整定，AMA

AMA 算法可确定相连电机处于静止状态时的电气参数。

制动电阻器

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

CT 特性

恒转矩特性，用于所有应用中（如传送带、容积泵和起重机）。

数字输入

数字输入可用于控制变频器的多种功能。

数字输出

变频器具有 2 个可提供 24 V 直流（最大 40 mA）的稳态输出。

ETR

电热继电器是基于当前负载及时间的热负载计算元件。其作用是估计电机温度。

FC 标准总线

包括使用 FC 协议或 MC 协议的 RS485 总线。请参阅参数 8-30 协议。

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。

LCP

本地控制面板是对变频器进行控制和编程的完整接口。LCP 可拆卸。使用安装套件选件，可将 LCP 安装到与变频器距离不超过 3 米（9.8 英尺）的前面板上。

GLCP

图形本地控制面板是对变频器进行控制和编程的界面。显示屏是图形式，面板用于显示过程值。GLCP 具有存储和复制功能。

NLCP

数字式本地控制面板是对变频器进行控制和编程的界面。显示屏是数字式的，因此该面板用于显示过程值。NLCP 具有存储和复制功能。

低位 (lsb)

最小有效位。

msb

最大有效位。

MCM

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

联机/脱机参数

对联机参数而言，对其数值的更改将立即生效。按 [OK]（确定）键可激活对脱机参数所做的更改。

过程 PID

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

PCD

过程控制数据。

电源循环

关闭主电源，直到显示屏 (LCP) 熄灭，然后再次打开电源。

功率因数

功率因数表示 I_1 和 I_{RMS} 之间的关系。

$$\text{Powerfactor} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \cos \phi_1}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

对于此变频器， $\cos \phi_1 = 1$ ，因此： $\text{Powerfactor} = \frac{I_1 \times \cos \phi_1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}}$

功率因数表示变频器对主电源施加负载的程度。

功率因数越小，相同功率性能的 I_{RMS} 就越大。

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

此外，功率因数越高，表明不同的谐波电流越小。

借助内置的直流线圈可获得较高的功率因数，从而将对主电源施加的负载降到最低程度。

脉冲输入/增量编码器

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

RCD

漏电保护器。

设置

将参数设置保存在 2 个菜单中。可在这 2 个参数菜单之间切换，并可在 1 个菜单处于有效状态时编辑另一个菜单。

SFAVM

该缩写描述的是开关模式定子磁通定向的异步矢量调制。

滑差补偿

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

智能逻辑控制 (SLC)

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

STW

状态字。

THD

总谐波失真表明了谐波失真的总计。

热敏电阻

安装在需要监测温度的位置（变频器或电机）的温控电阻器。

跳闸

当变频器遭遇过电压等故障或为了保护电机、过程或机械装置时所进入的状态。只有当故障原由消失后，才能重新启动，跳闸状态可通过激活复位来取消，有时候还可通过编程自动复位来取消。请勿将跳闸当做人身安全使用。

跳闸锁定

跳闸锁定是当变频器保护自身并需要人为干预时，所进入的故障状态。导致跳闸锁定的一个示例是，变频器在输出端出现短路。只有通过切断主电源、消除故障原因并重新连接，才可以消除锁定性跳闸。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。

VVC+

与标准电压/频率比控制相比，电压矢量控制 (VVC+) 可在速度参考值发生改变进而负载转矩变化时提高动态稳定性。

60° AVM

请参阅开关模式 60° 异步矢量调制。

8.3 约定

- 带编号的列表用于表示程序和插图说明。
- 符号列表用于表示其他信息。
- 斜体文本用于表示：
 - 交叉引用。
 - 链路。

- 参数名称。
- 参数组名。
- 参数选项。
- 脚注。
- 图中的所有尺寸都以 [mm] (in) 为单位。
- 星号 (*) 表示参数的默认设置。

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

任何信息，包括但不限于产品手册、目录、广告等中包含的产品选择、产品应用或使用、产品设计、重量、尺寸、功率或其他技术信息，无论以书面、口头、电子、在线或通过下载等形式，均仅作信息了解，仅在报价或订单确认书明示表达的情况下并仅在此范围内具备约束力。对于产品目录、手册、视频及其他印刷资料中出现的错误，Danfoss 不予负责。Danfoss 公司保留不另行通知更改产品的权利。此权利同样适用于已经订购但尚未交付的产品，前提是该等更改不应双方约定的产品规格或产品形式、适合度或功能产生重大影响。本资料中的所有商标均为 Danfoss A/S 或 Danfoss 集团公司的财产。Danfoss 和 Danfoss 徽标是 Danfoss A/S 的商标。保留所有权利。

M00139

