ENGINEERING TOMORROW

设计指南

VLT® HVAC Drive FC 102

355–1400 kW

vlt-drives.danfoss.com

目录

1 简介 5
1.1 本设计指南的目的 5
1.2 其他资源 5
1.3 文档和软件版本 5
1.4 约定 5

2 安全性 6
2.1 安全符号 6
2.2 具备资质的人员 6
2.3 安全事项 6

3 批准和认证 8
3.1 监管/合规性批准 8
3.2 机箱防护等级 9

4 产品概述 11
4.1 VLT® High-power Drives 11
4.2 按额定功率对机箱规格分类 11
4.3 机箱概述，380 - 480 V 12
4.4 机箱概述，525 - 690 V 15
4.5 套件可用性 18

5 产品功能 19
5.1 自动运行功能 19
5.2 自定义应用功能 21
5.3 特定 VLT® HVAC 变频器功能 24
5.4 基本多泵控制器 36
5.5 动态制动概述 37
5.6 负载共享概述 37
5.7 再生概述 38

6 选件和附件概述 39
6.1 现场总线设备 39
6.2 功能扩展 40
6.3 运动控制和继电器卡 41
6.4 制动电阻器 41
6.5 正弦波滤波器 41
6.6 dU/dt 滤波器 41
6.7 共模滤波器 41
6.8 谐波滤波器 42
6.9 机箱内置选件 42

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

6.10 大功率套件 43

7 规格 44

7.1 电气数据，380-480 V 44

7.2 电气数据，525-690 V 50

7.3 主电源 56

7.4 电机输出和电机数据 56

7.5 环境条件 56

7.6 电缆规格 57

7.7 控制输入/输出和控制数据 57

7.8 机箱重量 60

7.9 机箱 E1 - E2 和 F1 - F13 的气流 61

8 外部和端子尺寸 63

8.1 E1 外部和端子尺寸 63

8.2 E2 外部和端子尺寸 71

8.3 F1 外部和端子尺寸 79

8.4 F2 外部和端子尺寸 86

8.5 F3 外部和端子尺寸 93

8.6 F4 外部和端子尺寸 105

8.7 F8 外部和端子尺寸 116

8.8 F9 外部和端子尺寸 120

8.9 F10 外部和端子尺寸 126

8.10 F11 外部和端子尺寸 132

8.11 F12 外部和端子尺寸 140

8.12 F13 外部和端子尺寸 146

9 机械安装注意事项 154

9.1 存放 154

9.2 起吊设备 154

9.3 工作环境 155

9.4 安装配置 156

9.5 冷却 156

9.6 降容 158

10 电气安装注意事项 160

10.1 安全说明 160

10.2 接线示意图 161

10.3 连接 162

10.4 控制接线和端子 166

10.5 熔断器和断路器 172

10.6 隔离器和接触器 176

10.7 电动机 177
10.8 制动 180
10.9 漏电断路器 (RCD) 和绝缘电阻监测器 (IRM) 182
10.10 漏电电流 182
10.11 IT 网格 183
10.12 与使用主电源 183
10.13 声源性噪音 184
10.14 dU/dt 条件 184
10.15 电磁兼容性 (EMC) 概述 185
10.16 符合 EMC 规范的安装 188
10.17 谐波概述 190

11 变频器的基本操作原理 193
11.1 操作说明 193
11.2 变频器控制 193

12 应用示例 200
12.1 电动机自动整定 (AMA) 的接线配置 200
12.2 模拟速度参考值的接线配置 200
12.3 用于启动/停止的接线配置 201
12.4 用于外部报警复位的接线配置 202
12.5 使用手动电位计的速度参考值的接线配置 203
12.6 用于加速/减速的接线配置 203
12.7 用于 RS485 网络连接的接线配置 204
12.8 用于电机热敏电阻的接线配置 204
12.9 用于多泵控制器的接线配置 205
12.10 用于带有智能逻辑控制的继电器设置的接线配置 206
12.11 用于恒速泵变速泵的接线配置 206
12.12 用于变频泵轮换的接线配置 207

13 如何订购变频器 208
13.1 产品定制软件 208
13.2 选件/套件的订购号 212
13.3 滤波器和制动电阻器的订购号 215
13.4 备件 215

14 附录 216
14.1 缩略语和符号 216
14.2 定义 217
14.3 RS485 安装和设置 217
14.4 RS485: FC 协议概述 219
14.5 RS485: FC 协议报文结构 219

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

14.6 RS485: FC 协议参数示例 222
14.7 RS485: Modbus RTU 概述 223
14.8 RS485: Modbus RTU 报文结构 224
14.9 RS485: Modbus RTU 消息功能代码 227
14.10 RS485: Modbus RTU 参数 227
14.11 RS485: FC 控制协议 228

索引 235

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

1 简介

1.1 本设计指南的目的

本设计指南的阅读对象是：

- 项目和系统工程师。
- 设计顾问。
- 应用程序和产品专家。

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

VLT® 为注册商标。

1.2 其他资源

还可以利用其他资源来了解变频器的高级操作、编程和合规性。

- *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，并且展示了许多应用示例。
- *VLT® FC Series - Safe Torque Off 操作指南* 介绍如何在功能安全应用中使用 Danfoss 变频器。当配有 Safe Torque Off 选件时，变频器随附有本手册。
- *VLT® Brake Resistor MCE 101 设计指南* 介绍如何选择最佳制动电阻器。
- *VLT® Avanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 设计指南* 介绍了谐波、各种抑制方法以及高级谐波滤波器的操作原理。此指南还介绍了如何为某项应用选择正确的高级谐波滤波器。
- *输出滤波器设计指南* 解释了为何必须对特定应用使用输出滤波器以及如何选择最佳 dU/dt 或正弦波滤波器。
- 此外还有一些可能会改变这些资料中所介绍的某些信息的可选设备。有关特定要求，请参阅选件附随的操作说明。

还可从 Danfoss 获得补充资料和手册。请参阅 *drives.danfoss.com/downloads/portal/#/* 中的列表。

1.3 文档和软件版本

我们将对本手册定期进行审核和更新。欢迎所有改进建议。*表 1.1* 列出了文档版本和相应的软件版本。

版本	备注	软件版本
MG16C3xx	删除了 D1h - D8h 内容并实施了新结构。	5.11

表 1.1 文档和软件版本

1.4 约定

- 数字列表用于表示过程。
- 符号列表用于表示其他信息和插图说明。
- 斜体文本用于表示：
  - 交叉引用。
  - 链路。
  - 脚注。
  - 参数名称、参数组名称、参数选项。
- 所有尺寸图都以 mm (in) 为单位。
- 星号 (*) 表示参数的默认设置。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

2 安全性

2

2.1 安全符号

本指南使用了下述符号：

⚠警告

表明某种潜在危险情况，将可能导致死亡或严重伤害。

⚠小心

表明某种潜在危险情况，将可能导致轻度或中度伤害。这还用于防范不安全的行为。

注意

表示重要信息，包括可能导致设备或财产损坏的情况。

2.2 具备资质的人员

仅允许具备资质的人员安装或操作本设备。

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

2.3 安全事项

⚠警告

高电压

变频器与交流主电源输入线路、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。**

⚠警告

漏电电流危险

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

- **由经认证的电气安装商确保设备正确接地。**

⚠警告

放电时间

变频器包含直流回路电容器，即使变频器未通电，该电容器仍带电。即使警告指示灯熄灭，也可能存在高压。在切断电源后，如果没有等待 40 分钟过后就执行维护或修理作业，则可能导致死亡或严重伤害。

1. **停止电机。**
2. **断开交流主电源、远程直流电源（包括备用电池）、UPS 以及与其它变频器的直流回路连接。**
3. **断开或锁定电机。**
4. **等待 40 分钟以便电容器完全放电。**
5. **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。**

⚠警告

火灾危险

制动电阻器在制动期间和之后会变得非常热。为避免财产损坏和/或严重伤害，请在安全环境中安装制动电阻器。

- **为避免火灾风险，请务必在安全的环境中安装制动电阻器。**
- **为避免严重烧伤，请勿在制动电阻器制动期间或之后触摸它。**

注意

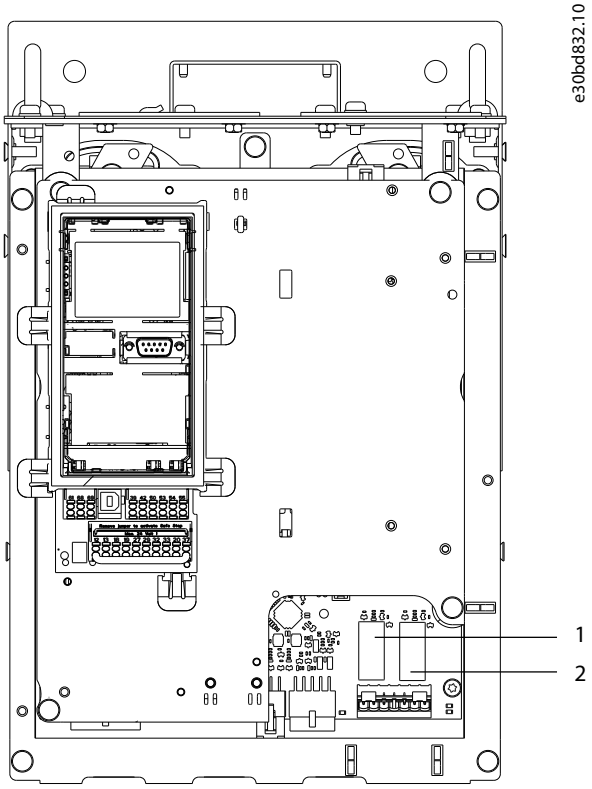
主电源屏蔽安全选件

防护等级为 IP21/IP54（类型 1/类型 12）的机箱可使用主电源屏蔽安全选件。主电源屏蔽功能由安装在机箱内的盖板提供，防止意外触到电源端子，符合 BGV A2、VBG 4 要求。

2.3.1 符合 ADN 规范的安装

为按照国际内陆水道运输危险货物有关的欧洲协议 (ADN) 防止形成火花，必须对防护等级为 IP00（机架）、IP20（机架）、IP21（类型 1）或 IP54（类型 12）的变频器采取预防措施。

- 请勿安装主电源开关。
- 确保将 *参数 14-50 RFI Filter* 设置为 *[1] 开*。
- 拆下标有 *RELAY* 的所有继电器插头。请参阅 *图 2.1*。
- 检查安装了哪些继电器选件（如果有）。唯一允许的继电器选件是 VLT® 扩展继电器卡 MCB 113。



1, 2	继电器插头

图 2.1 继电器插头的位置

3 批准和认证

本节简要说明可在 Danfoss 变频器上找到的各种批准和认证。并非所有认证都可在所有变频器上找到。

3.1 监管/合规性批准

注意

对输出频率施加了限制

从软件版本 3.92 起，变频器的输出频率被限制在 590 Hz 以内，以符合出口管制法规的要求。

3.1.1.1 CE 标志

CE 标志 (Communauté européenne) 表示该产品制造商遵守所有适用的 EU 指令。*表 3.1* 中列出了适用于变频器设计和制造的 EU 指令。

注意

CE 标志并不监管产品的质量。从 CE 标志中无法获得技术规格信息。

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

表 3.1 适用于变频器的 EU 指令

1) 机械指令合规性仅是具有集成安全功能变频器的要求。

注意

具有集成安全功能（如 Safe Torque Off (STO)）的变频器必须符合机械指令要求。

可根据请求提供合规性声明。

低电压指令

根据 2014 年 1 月 1 日的低压规范，变频器必须通过 CE 认证。低压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。

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

EMC 指令

EMC（电磁兼容性）指令的目的是降低电磁干扰，增加电气设备和装置的抗干扰性。EMC 指令的基本保护要求规定，产生电磁干扰 (EMI) 或其运行可能受 EMI 影响的设备在设计时必须限制电磁干扰的产生。设备在正确安装、维护和按预期方式使用情况下必须具备适度的抗 EMI 等级。

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

机械指令

机械指令的目的是在预期应用中使用机械设备时，确保个人安全和避免财产损失。机械指令涵盖由一组互相连接的部件或设备（其中至少一个部件或设备可进行机械运动）组成的机器。

具有集成安全功能的变频器必须符合机械指令。无安全功能的变频器无需遵守机械指令。如果将变频器集成到机械系统，Danfoss 提供了与变频器相关的安全方面信息。

将变频器用于至少有一个活动部件的机器时，机器制造商必须提供声明，说明遵守所有相关法规和安全措施。

3.1.1.2 ErP 指令

ErP 指令是与能量相关的产品（如变频器）的欧盟生态化设计指令。该指令的目的是增加能源供应安全性的同时，提高能效以及环境保护水平。相关能量产品的环境影响包括整个产品生命周期的能耗。

3.1.1.3 UL 列名认证

Underwriters Laboratory (UL) 标志用于基于标准化测试证明产品安全性及其环境声明。T7 (525 – 690 V) 类型的的变频器电压中，只有 525 – 600 V 通过 UL 认证。

3.1.1.4 CSA/cUL

CSA/cUL 认证适用于额定电压为 600 V 或更低值的变频器。该标准可确保，按照提供的操作/安装指南安装变频器后，设备符合有关电气和热安全的 UL 标准。该标志证明产品符合所有要求的工程规范并通过测试。可根据要求提供合规证书。

3.1.1.5 EAC

EurAsian Conformity（欧亚联盟技术认证，EAC) 标志表示产品符合适用于欧亚关税同盟的产品的所有要求和技术法规，该同盟由欧亚经济同盟的成员国组成。

产品铭牌和包装标签上必须都有 EAC 徽标。在 EAC 区域内使用的所有产品都必须在 EAC 区域内的 Danfoss 购买。

3.1.1.6 UKrSEPRO

UKrSEPRO 认证确保制造稳定性以及产品和服务的质量和安全性符合乌克兰监管标准。对于进出乌克兰领土的任何产品，UkrSepro 证书是清关时的必需文件。

3.1.1.7 TÜV

TÜV SÜD 是欧洲安全组织，根据 EN/IEC 61800-5-2 对变频器的功能安全进行认证。TÜV SÜD 测试产品并监测其生产，以确保生产公司符合他们的法规。

3.1.1.8 RCM

Regulatory Compliance Mark（法规符合性标志，RCM）表示符合澳大利亚通讯和媒体当局的 EMC 标记通知中的电信和 EMC/无线通讯设备要求。RCM 现在整合了 A-Tick 和 C-Tick 合规标志的统一合规标志。要在澳大利亚和新西兰市场上投放电子电气设备，必须符合 RCM 标准。

3.1.1.9 海事

为使船舶和石油/天然气钻井平台获得监管许可和保险，必须由一个或多个海事认证机构对这些应用进行认证。多达 12 个不同的船级社对 Danfoss 变频器系列进行了认证。

要查看或打印海事批准和认证，请转至下载区：*drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/.*

3.1.2 出口管制法规

变频器受地区和/或国家出口管制法规的约束。

ECCN 编号用于对受出口管制法规约束的所有变频器进行分类。可在变频器随附的文件中找到 ECCN 编号。

如果要进行再出口，则出口商负责确保符合相关出口管制法规。

3.2 机箱防护等级

VLT® 系列变频器具有各种机箱防护等级，以满足不同应用的需求。机箱防护等级按两个国际标准提供：

- UL 型机箱表明符合 NEMA（美国国家电气制造商协会）标准。机箱的结构和测试要求在 NEMA 标准出版物 250-2003 和 UL 50 第十一版中提供。
- 在全球其余国家/地区使用由 IEC（国际电工委员会）制定的 IP（进入保护）等级。

Danfoss VLT® 系列标准变频器具有各种机箱防护等级，满足 IP00（机架）、IP20（受保护的机架）或 IP21（UL 类型 1）或 IP54（UL 类型 12）的要求。在本手册中，UL 类型简写为“类型”。例如，IP21/类型 1。

UL 类型标准

类型 1 – 供室内使用的机箱，提供防止人员意外与封闭设备接触的保护等级，以及防落灰保护等级。

类型 12 – 通用型机箱，适用于室内，可保护封闭设备以免沾染以下物质：

- 纤维
- 绒毛
- 灰尘
- 轻微泼溅
- 渗液
- 滴液和外部非腐蚀液体冷凝

机箱上不得有穿孔，也不得有线管开口，与防油衬垫一起使用以安装防油或防尘机械装置时除外。门也附带有抗油衬垫。此外，组合控制器的机箱具有铰链门，可水平移动，需要工具才能打开。

IP 标准

表 3.2 列出了两种标准间的对应关系。*表 3.3* 展示了如何读取 IP 数字并定义了防护等级。变频器同时符合两种标准的要求。

NEMA 和 UL	IP
机架	IP00
受保护的机架	IP20
类型 1	IP21
类型 12	IP54

表 3.2 NEMA 和 IP 数字的对应关系

Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

3

第一个数字	第二个数字	防护等级
0	-	无保护。
1	-	防止大于 50 mm (2.0 in) 的物体侵入。手无法接触到机箱内部。
2	-	防止大于 12.5 mm (0.5 in) 的物体侵入。手指无法接触到机箱内部。
3	-	防止大于 2.5 mm (0.1 in) 的物体侵入。工具无法接触到机箱内部。
4	-	防止大于 1.0 mm (0.04 in) 的物体侵入。电线无法接触到机箱内部。
5	-	防尘 - 限制进尘。
6	-	完全防尘。
-	0	无保护。
-	1	垂直水滴防护。
-	2	倾斜 15° 滴水防护。
-	3	倾斜 60° 的水防护
-	4	泼溅水防护。
-	5	喷水防护。
-	6	强力喷水防护。
-	7	短暂浸水防护。
-	8	永久浸水防护。

表 3.3 IP 数字分解

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

4 产品概述

4.1 VLT® High-power Drives

本手册中介绍的 Danfoss VLT® 变频器分为独立型、壁装型或机柜安装型。对于所有标准型电机，每个 VLT® 变频器都是可配置的、兼容且经过效率优化，避免了电机驱动成套装置的限制。这些变频器采用 2 种前端配置： 6 脉冲和 12 脉冲。

VLT® 6 脉冲变频器的好处

- 具有各种机箱尺寸和防护等级。
- 高达 98% 的效率降低了运营成本。
- 独特的背部风道冷却设计减少了对更多冷却设备的需求，降低了安装和再现成本。
- 降低了控制室冷却设备的功耗。
- 降低拥有成本。
- 全系列 Danfoss 变频器使用一致的用户界面。
- 面向应用的启动向导。
- 多语言用户界面。

VLT® 12 脉冲变频器的好处

VLT® 12 脉冲变频器是一种高效率交流变频器，可减少谐波且无需添加电容或感应组件，这些组件通常要求进行网络分析以避免可能的系统共振问题。12 脉冲变频器与常见的 6 脉冲 VLT® 变频器采用相同的模块化设计。有关更多谐波抑制方法，请参阅 *VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010 设计指南*。

12 脉冲变频器可提供与 6 脉冲变频器一样的好处，而且还另外具有以下特点：

- 在任何网络和操作条件下都能保持可靠且高度稳定。
- 非常适合需要从中等电压降低或需要与电网隔离的应用。
- 卓越的输入瞬态抑制能力。

4.2 按额定功率对机箱规格分类

kW[1]	Hp[1]	可用机箱	
		6 脉冲	12 脉冲
315	450	-	F8 - F9
355	500	E1 - E2	F8 - F9
400	550	E1 - E2	F8 - F9
450	600	E1 - E2	F8 - F9
500	650	F1 - F3	F10 - F11
560	750	F1 - F3	F10 - F11
630	900	F1 - F3	F10 - F11
710	1000	F1 - F3	F10 - F11
800	1200	F2 - F4	F12 - F13
1000	1350	F2 - F4	F12 - F13

表 4.1 机箱额定功率，380 - 480 V

1) 所有额定功率都在正常过载情况下获取。
输出在 400 V (kW) 和 460 V (hp) 下测得。

kW[1]	Hp[1]	可用机箱	
		6 脉冲	12 脉冲
450	450	E1 - E2	F8 - F9
500	500	E1 - E2	F8 - F9
560	600	E1 - E2	F8 - F9
630	650	E1 - E2	F8 - F9
710	750	F1 - F3	F10 - F11
800	950	F1 - F3	F10 - F11
900	1050	F1 - F3	F10 - F11
1000	1150	F2 - F4	F12 - F13
1200	1350	F2 - F4	F12 - F13
1400	1550	F2 - F4	F12 - F13

表 4.2 机箱额定功率，525 - 690 V

1) 所有额定功率都在正常过载情况下获取。
输出在 690 V (kW) 和 575 V (hp) 下测得。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

4

4.3 机箱概述，380 – 480 V

机箱规格	E1	E2
额定功率 [1]		
400 V (kW) 时的输出	355 – 450	355 – 450
460 V (hp) 时的输出	500 – 600	500 – 600
前端配置		
6 脉冲	S	S
12 脉冲	–	–
防护等级		
IP	IP21/54	IP00
UL 类型	类型 1/12	机架
硬件选件 [2]		
不锈钢背部风道	–	0
主电源屏蔽	0	–
空间加热器和恒温器	–	–
配有电源插座的机柜灯	–	–
射频干扰滤波器（A1 类）	0	0
NAMUR 端子	–	–
绝缘电阻监测器 (IRM)	–	–
漏电监测器 (RCM)	–	–
制动斩波器 (IGBT)	0	0
Safe Torque Off	0	0
再生端子	0	0
通用电机端子	–	–
带有 Pilz 安全继电器的急停按钮	–	–
带有 Pilz 安全继电器的 Safe Torque Off	–	–
无 LCP	–	–
图形化 LCP	S	S
数字式 LCP	0	0
熔断器	0	0
负载共享端子	0	0
熔断器 + 负载共享端子	0	0
断开	0	0
断路器	–	–
接触器	–	–
手动电机启动器	–	–
带 30 A 保险丝的端子	–	–
24 V 直流电源 (SMPS, 5 A)	0	0
外部温度监视	–	–
尺寸		
高度，mm (in)	2000 (78.8)	1547 (60.9)
宽度，mm (in)	600 (23.6)	585 (23.0)
深度，mm (in)	494 (19.4)	498 (19.5)
重量，kg (lb)	270 – 313 (595 – 690)	234 – 277 (516 – 611)

表 4.3 E1 – E2 变频器，380 – 480 V

1) 所有额定功率都在正常过载情况下获取。输出在 400 V (kW) 和 460 V (hp) 下测得。

2) S = 标准，0 = 可选，虚线表示选件不可用。

Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

机箱规格	F1	F2	F3	F4
额定功率 [1]				
400 V (kW) 时的输出	500 - 710	800 - 1000	500 - 710	800 - 1000
460 V (hp) 时的输出	650 - 1000	1200 - 1350	650 - 1000	1200 - 1350
前端配置				
6 脉冲	S	S	S	S
12 脉冲	-	-	-	-
防护等级				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL 类型	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12
硬件选件 [2]				
不锈钢背部风道	0	0	0	0
主电源屏蔽	-	-	-	-
空间加热器和恒温器	0	0	0	0
配有电源插座的机柜灯	0	0	0	0
射频干扰滤波器 (A1 类)	-	-	-	-
NAMUR 端子	-	-	-	-
绝缘电阻监测器 (IRM)	-	-	0	0
漏电监测器 (RCM)	-	-	0	0
制动斩波器 (IGBT)	0	0	0	0
Safe Torque Off	0	0	0	0
再生端子	0	0	0	0
通用电机端子	0	0	0	0
带有 Pilz 安全继电器的急停按钮	-	-	0	0
带有 Pilz 安全继电器的 Safe Torque Off	0	0	0	0
无 LCP	-	-	-	-
图形化 LCP	S	S	S	S
数字式 LCP	-	-	-	-
熔断器	0	0	0	0
负载共享端子	0	0	0	0
熔断器 + 负载共享端子	0	0	0	0
断开	-	-	0	0
断路器	-	-	0	0
接触器	-	-	0	0
手动电机启动器	0	0	0	0
带 30 A 保险丝的端子	0	0	0	0
24 V 直流电源 (SMPS, 5 A)	0	0	0	0
外部温度监视	0	0	0	0
尺寸				
高度，mm (in)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)
宽度，mm (in)	1400 (55.1)	1800 (70.9)	2000 (78.7)	2400 (94.5)
深度，mm (in)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)
重量，kg (lb)	1017 (2242.1)	1260 (2777.9)	1318 (2905.7)	1561 (3441.5)

表 4.4 F1 - F4 变频器，380 - 500 V

1) 所有额定功率都在正常过载情况下获取。输出在 400 V (kW) 和 460 V (hp) 下测得。

2) S = 标准，O = 可选，虚线表示选件不可用。

Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

4

机箱规格	F8	F9	F10	F11	F12	F13
额定功率 1)						
400 V (kW) 时的输出	315 - 450	315 - 450	500 - 710	500 - 710	800 - 1000	800 - 1000
460 V (hp) 时的输出	450 - 600	450 - 600	650 - 1000	650 - 1000	1200 - 1350	1200 - 1350
前端配置						
6 脉冲	-	-	-	-	-	-
12 脉冲	S	S	S	S	S	S
防护等级						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12
硬件选件 2)						
不锈钢背部风道	-	-	-	-	-	-
主电源屏蔽	-	-	-	-	-	-
空间加热器和恒温器	-	-	0	0	0	0
配有电源插座的机柜灯	-	-	0	0	0	0
射频干扰滤波器 (A1 类)	-	0	-	-	0	0
NAMUR 端子	-	-	-	-	-	-
绝缘电阻监测器 (IRM)	-	0	-	-	0	0
漏电监测器 (RCM)	-	0	-	-	0	0
制动斩波器 (IGBT)	0	0	0	0	0	0
Safe Torque Off	0	0	0	0	0	0
再生端子	-	-	-	-	-	-
通用电机端子	-	-	0	0	0	0
带有 Pilz 安全继电器的急停按钮	-	-	-	-	-	-
带有 Pilz 安全继电器的 Safe Torque Off	0	0	0	0	0	0
无 LCP	-	-	-	-	-	-
图形化 LCP	S	S	S	S	S	S
数字式 LCP	-	-	-	-	-	-
熔断器	0	0	0	0	0	0
负载共享端子	-	-	-	-	-	-
熔断器 + 负载共享端子	-	-	-	-	-	-
断开	-	0	0	0	0	0
断路器	-	-	-	-	-	-
接触器	-	-	-	-	-	-
手动电机启动器	-	-	0	0	0	0
带 30 A 保险丝的端子	-	-	0	0	0	0
24 V 直流电源 (SMPS, 5 A)	0	0	0	0	0	0
外部温度监视	-	-	0	0	0	0
尺寸						
高度，mm (in)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)
宽度，mm (in)	800 (31.5)	1400 (55.2)	1600 (63.0)	2400 (94.5)	2000 (78.7)	2800 (110.2)
深度，mm (in)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)
重量，kg (lb)	447 (985.5)	669 (1474.9)	893 (1968.8)	1116 (2460.4)	1037 (2286.4)	1259 (2775.7)

表 4.5 F8 - F13 变频器，380 - 480 V

1) 所有额定功率都在正常过载情况下获取。输出在 400 V (kW) 和 460 V (hp) 下测得。

2) S = 标准，0 = 可选，虚线表示选件不可用。

Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

4.4 机箱概述，525 – 690 V

机箱规格	E1	E2
额定功率 [1]		
690 V (kW) 时的输出	450 – 630	450 – 630
575 V (hp) 时的输出	450 – 650	450 – 650
前端配置		
6 脉冲	S	S
12 脉冲	–	–
防护等级		
IP	IP21/54	IP00
UL 类型	类型 1/12	机架
硬件选件 [2]		
不锈钢背部风道	–	0
主电源屏蔽	0	–
空间加热器和恒温器	–	–
配有电源插座的机柜灯	–	–
射频干扰滤波器（A1 类）	0	0
NAMUR 端子	–	–
绝缘电阻监测器 (IRM)	–	–
漏电监测器 (RCM)	–	–
制动斩波器 (IGBT)	0	0
Safe Torque Off	S	S
再生端子	0	0
通用电机端子	–	–
带有 Pilz 安全继电器的急停按钮	–	–
带有 Pilz 安全继电器的 Safe Torque Off	–	–
无 LCP	–	–
图形化 LCP	S	S
数字式 LCP	0	0
熔断器	0	0
负载共享端子	0	0
熔断器 + 负载共享端子	0	0
断开	0	0
断路器	–	–
接触器	–	–
手动电机启动器	–	–
带 30 A 保险丝的端子	–	–
24 V 直流电源 (SMPS, 5 A)	0	0
外部温度监视	–	–
尺寸		
高度，mm (in)	2000 (78.8)	1547 (60.9)
宽度，mm (in)	600 (23.6)	585 (23.0)
深度，mm (in)	494 (19.4)	498 (19.5)
重量，kg (lb)	263 – 313 (580 – 690)	221 – 277 (487 – 611)

表 4.6 E1 – E2 变频器，525 – 690 V

1) 所有额定功率都在正常过载情况下获取。输出在 690 V (kW) 和 575 V (hp) 下测得。

2) S = 标准，0 = 可选，虚线表示选件不可用。

4

机箱规格	F1	F2	F3	F4
额定功率 1)				
690 V (kW) 时的输出	710 - 900	1000 - 1400	710 - 900	1000 - 1400
575 V (hp) 时的输出	750 - 1050	1150 - 1550	750 - 1050	1150 - 1550
前端配置				
6 脉冲	S	S	S	S
12 脉冲	-	-	-	-
防护等级				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL 类型	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12
硬件选件 2)				
不锈钢背部风道	0	0	0	0
主电源屏蔽	-	-	-	-
空间加热器和恒温器	0	0	0	0
配有电源插座的机柜灯	0	0	0	0
射频干扰滤波器 (A1 类)	-	-	0	0
NAMUR 端子	-	-	-	-
绝缘电阻监测器 (IRM)	-	-	0	0
漏电监测器 (RCM)	-	-	0	0
制动斩波器 (IGBT)	0	0	0	0
Safe Torque Off	0	0	0	0
再生端子	0	0	0	0
通用电机端子	0	0	0	0
带有 Pilz 安全继电器的急停按钮	-	-	0	0
带有 Pilz 安全继电器的 Safe Torque Off	0	0	0	0
无 LCP	-	-	-	-
图形化 LCP	S	S	S	S
数字式 LCP	-	-	-	-
熔断器	0	0	0	0
负载共享端子	0	0	0	0
熔断器 + 负载共享端子	0	0	0	0
断开	-	-	0	0
断路器	-	-	0	0
接触器	-	-	0	0
手动电机启动器	0	0	0	0
带 30 A 保险丝的端子	0	0	0	0
24 V 直流电源 (SMPS, 5 A)	0	0	0	0
外部温度监视	0	0	0	0
尺寸				
高度，mm (in)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)
宽度，mm (in)	1400 (55.1)	1800 (70.9)	2000 (78.7)	2400 (94.5)
深度，mm (in)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)
重量，kg (lb)	1017 (2242.1)	1260 (2777.9)	1318 (2905.7)	1561 (3441.5)

表 4.7 F1 - F4 变频器，525 - 690 V

1) 所有额定功率都在正常过载情况下获取。输出在 690 V (kW) 和 575 V (hp) 下测得。

2) S = 标准，O = 可选，虚线表示选件不可用。

Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

机箱规格	F8	F9	F10	F11	F12	F13
额定功率 1)						
690 V (kW) 时的输出	450 - 630	450 - 630	710 - 900	710 - 900	1000 - 1400	1000 - 1400
575 V (hp) 时的输出	450 - 650	450 - 650	750 - 1050	750 - 1050	1150 - 1550	1150 - 1550
前端配置						
6 脉冲	-	-	-	-	-	-
12 脉冲	S	S	S	S	S	S
防护等级						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12	类型 1/12
硬件选件 2)						
不锈钢背部风道	-	-	-	-	-	-
主电源屏蔽	-	-	-	-	-	-
空间加热器和恒温器	-	-	0	0	0	0
配有电源插座的机柜灯	-	-	0	0	0	0
射频干扰滤波器 (A1 类)	-	0	-	-	0	0
NAMUR 端子	-	-	-	-	-	-
绝缘电阻监测器 (IRM)	-	0	-	-	0	0
漏电监测器 (RCM)	-	0	-	-	0	0
制动斩波器 (IGBT)	0	0	0	0	0	0
Safe Torque Off	0	0	0	0	0	0
再生端子	-	-	-	-	-	-
通用电机端子	-	-	0	0	0	0
带有 Pilz 安全继电器的急停按钮	-	-	-	-	-	-
带有 Pilz 安全继电器的 Safe Torque Off	0	0	0	0	0	0
无 LCP	-	-	-	-	-	-
图形化 LCP	S	S	S	S	S	S
数字式 LCP	-	-	-	-	-	-
熔断器	0	0	0	0	0	0
负载共享端子	-	-	-	-	-	-
熔断器 + 负载共享端子	-	-	-	-	-	-
断开	-	0	0	0	0	0
断路器	-	-	-	-	-	-
接触器	-	-	-	-	-	-
手动电机启动器	-	-	0	0	0	0
带 30 A 保险丝的端子	-	-	0	0	0	0
24 V 直流电源 (SMPS, 5 A)	0	0	0	0	0	0
外部温度监视	-	-	0	0	0	0
尺寸						
高度，mm (in)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)
宽度，mm (in)	800 (31.5)	1400 (55.1)	1600 (63.0)	2400 (94.5)	2000 (78.7)	2800 (110.2)
深度，mm (in)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)
重量，kg (lb)	447 (985.5)	669 (1474.9)	893 (1968.8)	1116 (2460.4)	1037 (2286.4)	1259 (2775.7)

表 4.8 F8 - F13 变频器，525 - 690 V

1) 所有额定功率都在正常过载情况下获取。输出在 690 V (kW) 和 575 V (hp) 下测得。

2) S = 标准，0 = 可选，虚线表示选件不可用。

Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

4.5 套件可用性

套件说明 1)	E1	E2	F1	F2	F3	F4	F8	F9	F10	F11	F12	F13
门中的 USB	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LCP，数字式	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LCP，图形式 2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LCP 电缆，3 米（9 英尺）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
数字式 LCP 的安装套件（LCP、固定件、衬垫和电缆）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
图形式 LCP 的安装套件（LCP、固定件、衬垫和电缆）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
所有 LCP 的安装套件（固定件、衬垫和电缆）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
电机电缆的顶部入口	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
主电源电缆的顶部入口	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
带隔离器的主电源电缆的顶部入口	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-
现场总线电缆的顶部入口	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
通用电机端子	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
NEMA 3R 机箱	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
底座	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
输入选件板	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IP20 转换	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
顶出（唯一方式）冷却	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
背部风道冷却（后入/后出）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
背部风道冷却（底入/顶出）	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 4.9 机箱 E1－E2、F1－F4 和 F8－F13 的可用套件

1) S = 标准，0 = 可选，虚线表示相应套件对于机箱不可用。有关套件说明和部件号，请参阅章 13.2 选件/套件的订购号。

2) 图形式 LCP 是机箱 E1－E2、F1－F4 和 F8－F13 的标配。如果需要多个图形式 LCP，可购买相应套件。

5 产品功能

5.1 自动运行功能

变频器运行时即可激活自动运行功能。其中多数功能无需编程或设置。变频器具有各种内置的保护功能，可对自身和其所运行的电动机进行保护。

有关特定电动机参数任何所需设置的详情，请参阅*编程指南*。

5.1.1 短路保护

电机（线电压）
通过测量电动机三个相位中各个相位的电流，可以实现对电动机中变频器的短路保护。两个输出相位之间产生短路可导致逆变器过流。当短路电流超过允许的值后，逆变器将被关闭（*Alarm 16, Tripo Lock（报警 16，跳闸锁定）*）。

主电源侧
正常工作的变频器会限制它可以从电源获得的电流。建议在输入侧使用熔断器和/或断路器，因为这可在变频器内部组件发生故障（先导故障）时提供保护。主电源侧的熔断器必须符合 UL 标准。

注意

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

制动电阻器
防止变频器的制动电阻器发生短路。

负载共享
为了防止直流母线出现短路且变频器过载，应将所有连接装置的直流熔断器与负载共享端子串联安装。

5.1.2 过电压保护

电动机产生过电压
如果电动机用作发电机，则直流回路中的电压会升高。以下情况下会出现此现象：

- 负载以变频器的恒定输出频率驱动电动机，即负载发电。
- 在减速时，如果惯性力矩较大，摩擦较小，则减速时间会过短，从而导致无法在变频器系统中消耗掉能量。
- 如果滑移补偿设置不当，可能导致直流回路的电压升高。
- PM 电动机工作时产生的反电动势。如果在高转速下惯性停车，PM 电动机的反电动势有可能超过变频器的最大电压容限，从而造成损害。为了防止出现此问题，将根据*参数 1-40 Back EMF at 1000 RPM*、*参数 1-25 Motor Nominal Speed* 和*参数 1-39 Motor Poles* 的值进行内部计算，并据此自动限定*参数 4-19 Max Output Frequency* 的值。

注意

为避免电机速度过快（例如，由于过度的风车效应），应为变频器配备制动电阻器。

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

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

交流制动是无需安装制动电阻器即可改进制动功能的另一种方法。此功能可控制作为发电机运行的电机的过磁化现象。通过增加电机中的电力损耗，OVC 功能将可以在不超出过压极限的情况下增加制动转矩。

注意

交流制动的效果不如使用电阻器情况下的动态制动。

过压控制 (OVC)
通过自动延长减速时间，OVC 可降低因直流回路过压而使变频器跳闸的风险。

注意

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

5.1.3 电动机缺相检测

电动机缺相功能（*参数 4-58 Missing Motor Phase Function*）在默认情况下启用，以避免电动机在相位缺失情况下受损。默认设置为 1000 ms，但可进行调整以实现更快检测。

5.1.4 电源电压不平衡检测

在电源电压严重不平衡的情况下运行会缩短电机和变频器的使用寿命。如果电动机持续在接近额定负载的情况下工作，则说明问题很严重。如果电源电压不平衡（*参数 14-12 Response to Mains Imbalance*）， 默认设置会使变频器跳闸。

5.1.5 打开输出

允许在电动机和变频器这间添加一个输出开关，但会出现错误消息。Danfoss 不建议对连接到 IT 电网的 525 - 690 V 变频器使用此功能。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

5

5.1.6 过载保护

转矩极限
转矩极限功能可防止电动机在任何速度下过载。转矩极限在 *参数 4-16 Torque Limit Motor Mode* 和 *参数 4-17 Torque Limit Generator Mode* 中控制。转矩极限警告跳闸前的时间在 *参数 14-25 Trip Delay at Torque Limit* 中控制。

电流极限
电流极限在*参数 4-18 Current Limit* 中进行控制，而变频器跳闸前的时间在*参数 14-24 Trip Delay at Current Limit* 中进行控制。

速度极限
速度下限：*参数 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* 或*参数 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]*，用于限制变频器的最小运行速度范围。
速度上限：*参数 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* 或*参数 4-19 Max Output Frequency*，用于限制变频器可提供的最大输出速度。

电子热敏继电器 (ETR)
ERT 是一种根据内部测量值来模拟双金属继电器的电子功能。其特性如 *图 5.1* 所示。

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

过温
变频器配有内置温度传感器，可通过硬编码限值立即对临界值作出反应。

5.1.7 转子堵转保护

有时会出现由于过载或其他因素导致转子锁定的情况。锁定的转子无法充分制冷，继而会使电动机绕组过热。变频器能够利用开环 PM 磁通量控制和 PM VVC+ 控制（*参数 30-22 Locked Rotor Detection*）检测锁定的转子。

5.1.8 自动降容

变频器会持续检查是否存在以下临界情况：
- 控制卡或散热片出现高温。
- 高电机负载。
- 高直流回路电压。
- 低电机转速。

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

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

5.1.9 自动能量优化

自动能量优化 (AEO) 指导变频器持续监测电动机上的负载，并调整输出电压以最大限度提高效率。在轻负载情况下，电压降低，电动机电流减至最小。电动机可受益于：
- 提高变压器效率。
- 减少电机热量。
- 运行更加安静。

由于变频器自动调节电动机电压，因此无需选择 V/Hz 曲线。

5.1.10 自动切换频率调制

变频器生成较短的电脉冲，以形成交流波形。开关频率为这些脉冲的速率。低开关频率（较慢脉冲速率）会使电动机发出噪音，因此最好选择较高的开关频率。但是较高的开关频率使变频器变热，从而限制向电动机供应的电流量。

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

5.1.11 使用较高开关频率时自动降低额定值

变频器目的是在 1.5 – 2 kHz (380 – 480 V) 和 1 – 1.5 kHz (525 – 690 V) 的开关频率范围内实现持续的全负载运行。该频率范围取决于功率大小和额定电压。高于最大许可范围的开关频率可使变频器热度升高，要求输出电流降容。

变频器的自动功能为负载相关的开关频率控制。该功能使电动机从负载所允许的高开关频率中获益。

5.1.12 功率波动性能

变频器可承受的主电源波动，例如：
- 瞬态。
- 短暂失电。
- 短时间压降。
- 电涌。

变频器可自动补偿 ±10% 的额定输入电压，从而提供全额定电动机电压和转矩。一旦选择了自动重启，变频器在电压跳闸后将自动启动。变频器可通过飞车启动功能在启动前与电动机转动同步。

5.1.13 共振衰减

共振衰减可消除高频率电动机共振噪音。可进行自动或手动选择频率衰减。

5.1.14 温控风扇

变频器中的传感器可调节内部冷却风扇的运行。冷却风扇在低负载运行过程中或处于睡眠模式或待机模式时通常不运行。这些传感器可降低噪音、提高效率并延长风扇的使用寿命。

5.1.15 符合 EMC 标准

电磁干扰 (EMI) 和射频干扰 (RFI) 是因电磁感应或外部源辐射而影响电路的干扰。变频器的设计符合变频器 IEC 61800-3 的 EMC 产品标准和欧洲标准 EN 55011。为了遵守 EN 55011 中规定的辐射水平，必须对电动机电缆进行屏蔽和正确端接。有关 EMC 性能的详细信息，请参阅*章 10.15.1 EMC 测试结果*。

5.1.16 控制端子的高低压绝缘

所有控制端子和输出继电器端子均与主电源进行电隔离，这可完全防止输入电流进入控制器电路。输出继电器端子自身需要进行接地。该绝缘符合严苛的保护性超低压 (PELV) 对绝缘的要求。

形成高低压绝缘的组成有：

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

5.2 自定义应用功能

自定义应用功能是变频器中编程的用于增强系统性能的最常用功能。这些功能只需进行最小的编程或设置。有关激活这些功能的说明 ，请参阅*编程指南*。

5.2.1 电动机自适应

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

5.2.2 内置 PID 控制器

通过内置比例-积分-微分 (PID) 控制器，将无需使用辅助控制设备。PID 控制器维持闭环系统的稳定控制，且必须在其中保持调节压力、流量、温度或其它系统要求。

变频器可以使用来自 2 个不同设备的 2 个反馈信号，从而可根据不同反馈要求调整系统。变频器通过对两个信号进行比较来做出旨在优化系统性能的控制决定。

5.2.3 电机热保护

电动机热保护可通过以下方式提供：

- 使用以下组件直接探测温度：
  - 电动机绕组中在标准 AI 或 DI 处连接的 PTC- 或 KTY 传感器。
  - 电动机绕组和电动机轴承中在 VLT® 传感器输入卡 MCB 114 处连接的 PT100 或 PT1000。
  - VLT® PTC Thermistor Card 上的 PTC 热敏电阻输入 MCB 112（ATEX 认证）。
- DI 上的机械热敏开关（Klixon 类型）。
- 内置电子热敏继电器 (ETR)。

ETR 通过测量电流、频率和运行时间计算电动机的温度。变频器以百分比形式显示电动机上的热负载，并可以在可编程的过载设置点发出警告。
过载时可编程选件使变频器能够停止电动机、减少输入或忽略状况。即使在低速，变频器也可以达到 I2t Class 20 电子电动机过载标准。

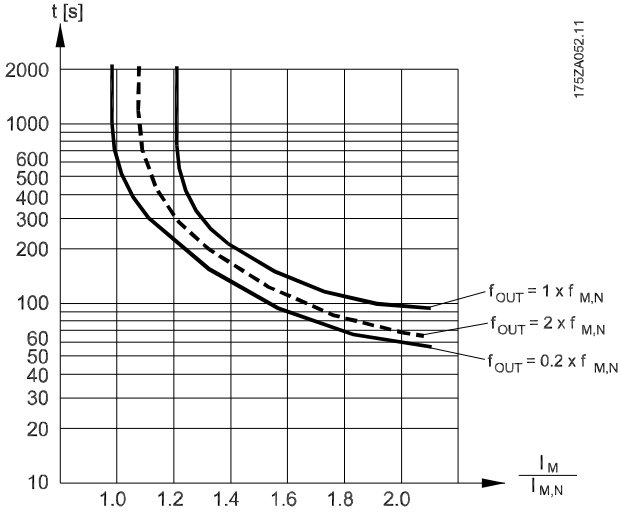


图 5.1 ETR 特性

X 轴显示了 I_{motor} 和额定 I_{motor} 的比。Y 轴显示了 ETR 断开并使变频器跳闸之前的时间（秒）。曲线显示了额定速度下、2 倍额定速度下以及 0.2 倍额定速度下的特性。
在较低速度下，因为电动机的冷却能力降低，ETR 会在较低热量水平下断开。它以这种方式防止电动机在低速下过热。ETR 功能根据实际电流和速度计算电动机温度。计算出的温度作为读出参数可在 *参数 16-18 Motor Thermal* 中看到。
ATEX 区域的 EX-e 电动机还提供特殊的 ETR 版本。该功能可输入特定曲线以保护 Ex-e 电动机。请参阅*编程指南* 查看设置说明。

5.2.4 Ex-e 电机的热保护

变频器配有 ATEX ETR 热监控功能，可按照 EN-60079-7 操作 Ex-e 电机。当与 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 或外部设备这样的 ATEX 认证的 PTC 监测设备一起使用时，系统并不需要获得某个一致认可机构的单独认可。

借助 ATEX ETR 热监控功能，可使用 Ex-e 电机而不是更昂贵、更大且更重的 Ex-d 电机。该功能可确保变频器限制电机电流以防过热。

5

与 Ex-e 电机相关的要求

- 确保 Ex-e 电机已获得批准，可在带有变频器的危险区域（ATEX 区域 1/21、ATEX 区域 2/22）中使用。电机必须经过认证，证明适用于特定危险区域。
- 按照电机认证情况在 1/21 或 2/22 危险区域中安装 Ex-e 电机。

注意

在危险区域外安装变频器。

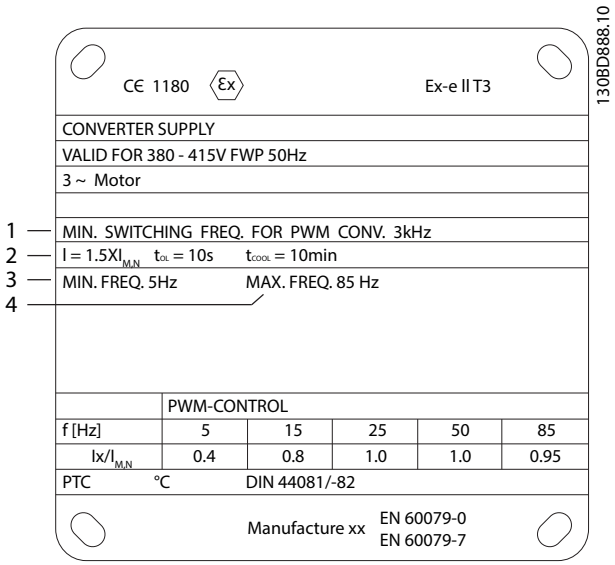
- 确保 Ex-e 电机配有经 ATEX 认证的电机过载保护装置。该装置可监测电机绕组中的温度。如果达到临界温度水平或出现故障，则该装置将关闭电机。
  - VLT® PTC Thermistor MCB 112 选件可按照 ATEX 要求对电机温度进行监控。这是按照 DIN 44081 或 44082 为变频器配置 3－6 个串联的 PTC 热敏电阻的前提条件。
  - 此外也可以采用符合 ATEX 要求的外部 PTC 保护装置。
- 以下情况下需要使用正弦波滤波器：
  - 长电缆（电压峰值）或主电源电压升高而导致电机端子处的电压超过允许的最大电压。
  - 变频器的最小开关频率不符合电机制造商的指定要求。变频器的最小开关频率在*参数 14-01 Switching Frequency* 中显示为默认值。

电机与变频器的兼容性

对于按照 EN-60079-7 认证的电机，电机制造商提供了一个包括限值和规则的数据列表来作为数据表，或者在电机铭牌上标出。在规划、安装、调试、操作和维护过程中，请遵循制造商为以下各项提供的限值和规则：

- 最小开关频率。
- 最大电流。
- 电机最小频率。
- 电机最大频率。

图 5.2 例示出电机铭牌上标示有相关要求的位置。



1	最小切换频率
2	最大电流
3	电机最小频率
4	电机最大频率

图 5.2 显示出变频器要求的电机铭牌

将变频器与电机匹配后，Danfoss 将指定以下额外要求来确保提供足够的电机热保护：

- 请勿超过变频器规格和电机规格之间所允许的最大比率。典型值为 $I_{VLT,\ n} \leq 2 \times I_{m,n}$
- 考虑从变频器到电机的所有压降。如果电机在运行且所用电压低于 U/f 特性中列出的电压，则电流会增加，并触发警报。

有关更多信息，请参阅 *章 12 应用示例* 中的应用示例。

5.2.5 主电源断电

如果发生主电源断电，变频器将继续工作，直到直流回路电压低于最低停止水平。最低停止水平一般比最低额定电源电压低 15%。断电前的主电源电压和电机负载决定了变频器惯性停车的时间。

可以配置变频器（*参数 14-10 Mains Failure*）以在主电源断开期间区别各类行为：

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

飞车启动

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

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

可在 *参数 14-10 Mains Failure* 和 *参数 1-73 Flying Start* 中配置主电源断开时的变频器行为。

5.2.6 自动重启

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

5.2.7 降低速度时的满转矩

变频器遵循一个变化 V/ Hz 曲线，即使在降低速度时也可以提供电机满转矩。满输出扭矩可以与电动机的最大设计工作速度相一致。该变频器分为可变转矩和恒定转矩两种不同型号。可变转矩变频器可在低速时降低电动机转矩。在以低于额定速度的速度运行时，恒定转矩变频器可提供过大的电压、热量和电动机噪音。

5.2.8 频率旁路

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

5.2.9 电动机预热

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

5.2.10 可编程菜单

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

通过从可拆卸 LCP 下载信息，可以在变频器之间复制菜单数据。

5.2.11 智能逻辑控制 (SLC)

智能逻辑控制 (SLC) 是一系列用户定义的操作（请参阅 *参数 13-52 SL Controller Action* [x]），当关联的用户定义事件（请参阅 *参数 13-51 SL Controller Event* [x]）被 SLC 判断为“真”时，将执行这些操作。
触发事件的条件可能是某个特定状态，也可能是在逻辑规则或比较器操作数的输出为“真”时。该条件将导致相关操作，如*图 5.3* 所示。

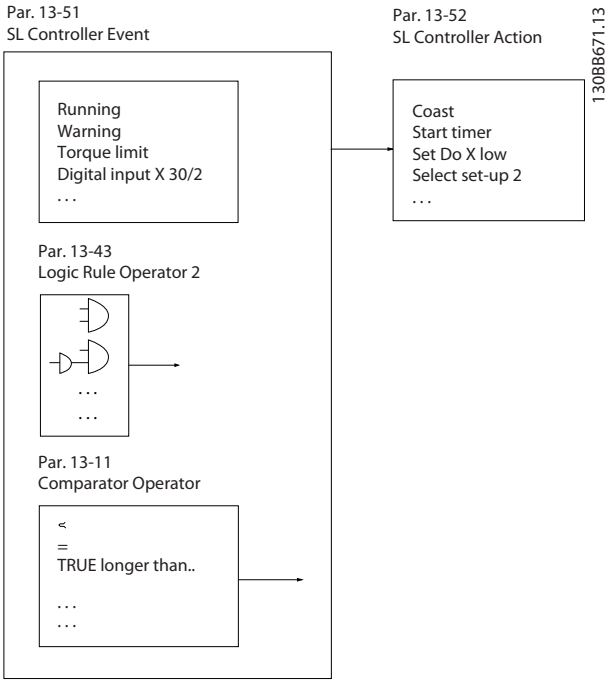


图 5.3 SLC 事件和操作

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。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

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 5.4* 显示的示例带有四个事件/操作：

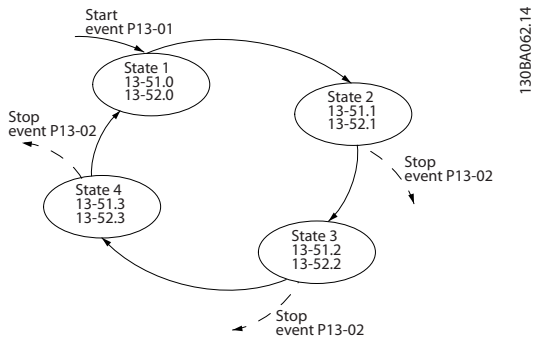


图 5.4 对 4 个事件/操作编程时的执行顺序

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。

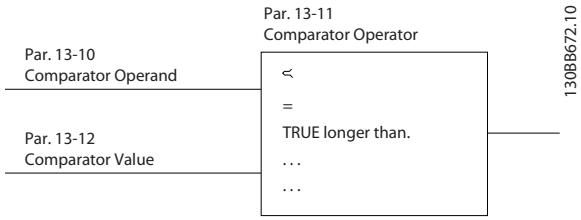


图 5.5 比较器

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。

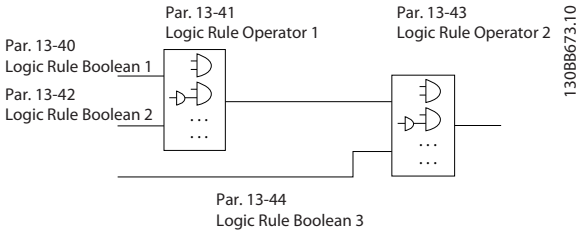


图 5.6 逻辑规则

5.2.12 Safe Torque Off

Safe Torque Off (STO) 功能用于在紧急停止情况下停止变频器。变频器可对异步、同步和永磁式电机使用 STO 功能。

有关 Safe Torque Off 的更多信息，包括安装和调试，请参考 *VLT® FC Series - Safe Torque Off 操作指南*。

责任条件

客户有责任通过以下方式确保人员了解如何安装和操作 Safe Torque Off 功能：

- 阅读并理解与健康、安全和事故预防有关的安全规定。
- 理解 *VLT® FC Series - Safe Torque Off 操作指南* 中提供的一般性和安全规范。
- 熟悉与特定应用有关的一般标准和安全标准。

5.3 特定 VLT® HVAC 变频器功能

离心式鼓风设备和泵设备都服从这些应用所具有的比例法则，这是变频器的立足点。有关详细信息，请参阅 *章 5.3.1 使用变频器节能*。

5.3.1 使用变频器节能

使用变频器控制风扇或泵的速度时，最突出的优点就是节省电力。与用于控制风扇和泵系统的其他控制系统和技术相比，变频器是一种最理想的能量控制系统。

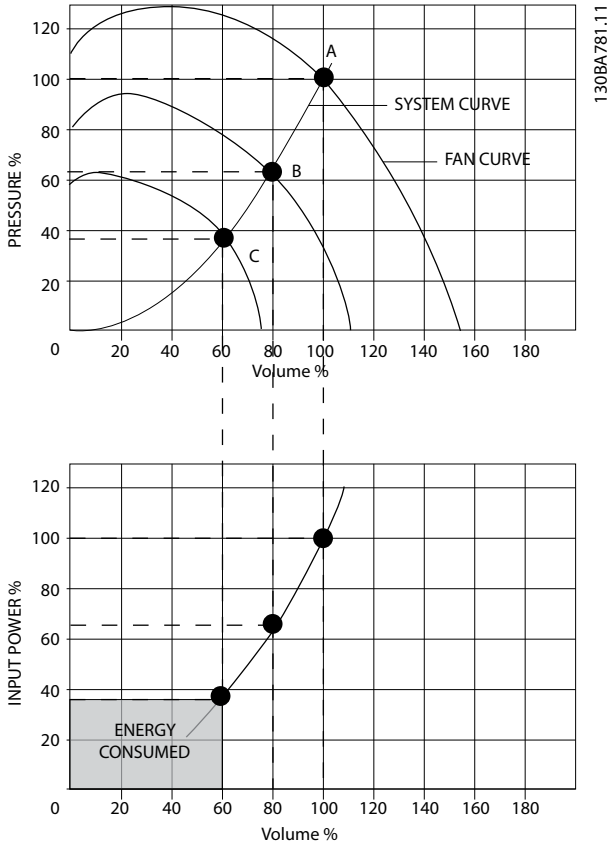


图 5.7 风扇容量降低，可实现节能

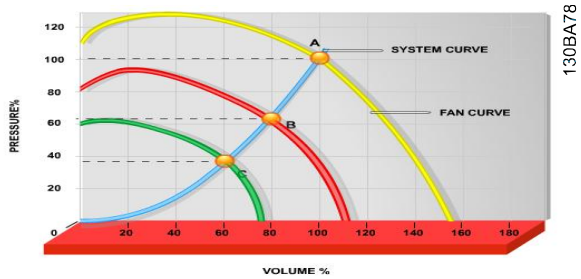


图 5.8 降低风扇容量时的风扇曲线

节能示例

图 5.9 描述了流量、压力以及功率消耗同转速之间的关系。如 *图 5.9* 所示，可通过更改转速来控制流量. 只需将速度从额定速度降低 20%，流量也会跟着降低 20%。流量与转速直接成正比。而电力消耗将降低 50%。

如果系统每年在若干天内以 100% 的流量运行，并且平均流量将低于额定流量的 80%，总节能量甚至会超过 50%。

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

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

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

Q	流量	P	功率
Q_1	额定流量	P_1	额定功率
Q_2	降低后的流量	P_2	降低后的功率
H	压力	n	速度控制
H_1	额定压力	n_1	额定转速
H_2	降低后的压力	n_2	降低后的速度

表 5.1 比例法则定义

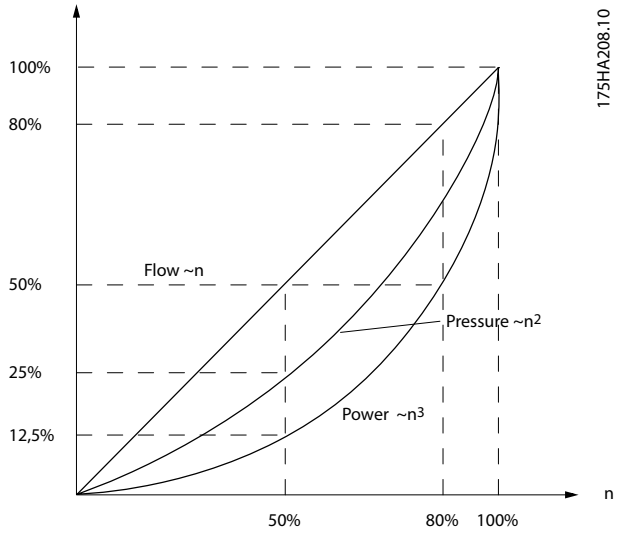


图 5.9 比例法则

节能比较

Danfoss 变频器解决方案与传统节能解决方案相比，节省的能量更多。变频器能够根据系统的热负载控制风扇速度，而且它可以作为楼宇管理系统 (BMS) 使用。

图 *图 5.10* 显示了当风扇容量降低，比如降低到 60% 时，3 个常见解决方案通常可实现的节能。正如图中所示，在典型应用中可获得超过 50% 的节能。

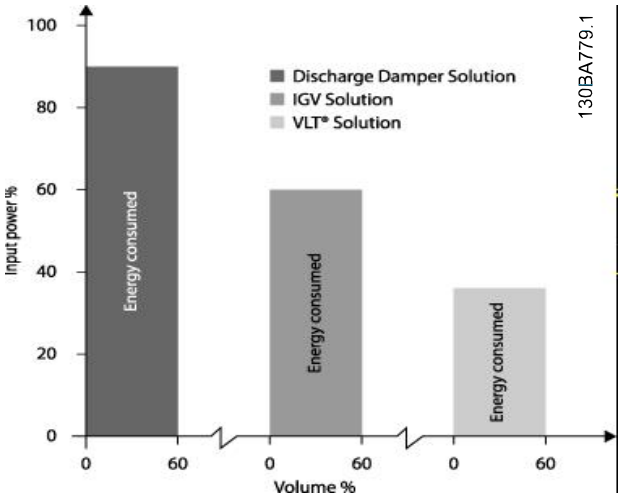


图 5.10 三种常见节能系统

排风阀会降低能耗。入口导流箱提供了 40% 的降低，但安装费用昂贵。Danfoss 变频器解决方案可将能耗降低 50% 以上并且安装简便。

5

在一年当中流量有变化的示例

图 5.11 基于从泵数据表获得的泵特性。获得的结果表明，在给定流量分布情况下，一年内的能量节省超过 50%。投资回报期取决于每 kWh 的价格和变频器的价格。在本示例中，与各种阀门和恒速相比较可以看出，其投资回报期短于一年。

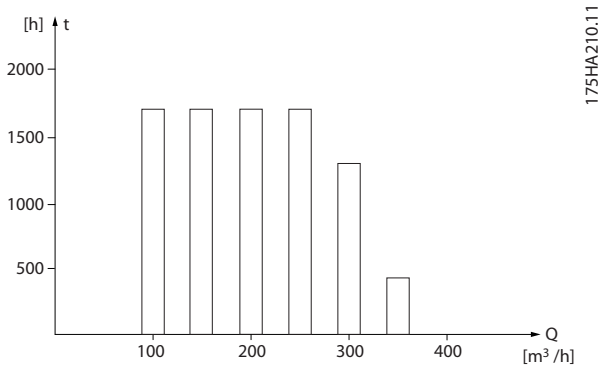


图 5.11 一年的流量分布

m³/h	分布		阀门调节		变频器控制	
	%	小时	功率	消耗	功率	消耗
			A_1-B_1	kWh	A_1-C_1	kWh
350	5	438	42.5	18615	42.5	18615
300	15	1314	38.5	50589	29.0	38106
250	20	1752	35.0	61320	18.5	32412
200	20	1752	31.5	55188	11.5	20148
150	20	1752	28.0	49056	6.5	11388
100	20	1752	23.0	40296	3.5	6132
Σ	100	8760	-	275064	-	26801

表 5.2 节能计算

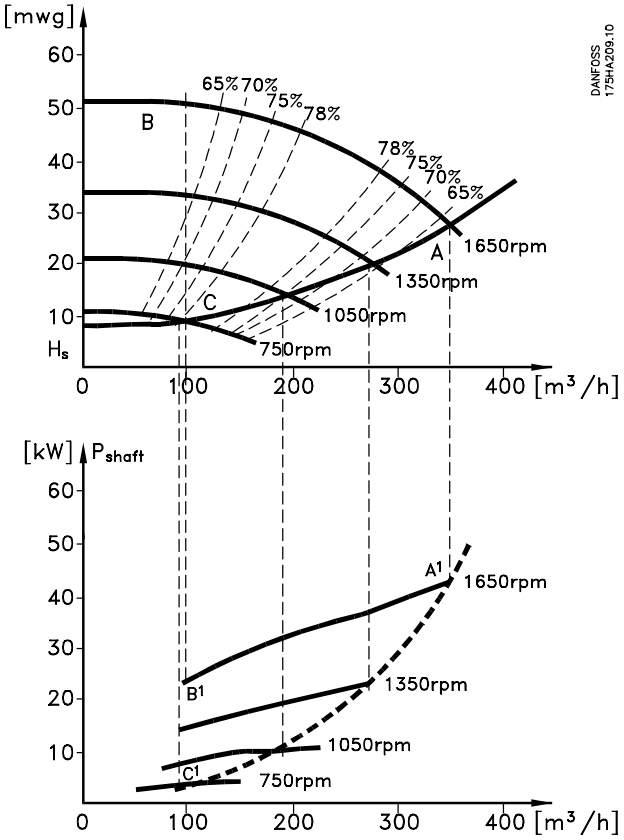


图 5.12 在潜水泵应用中实现节能

5.3.2 使用变频器进行更好控制

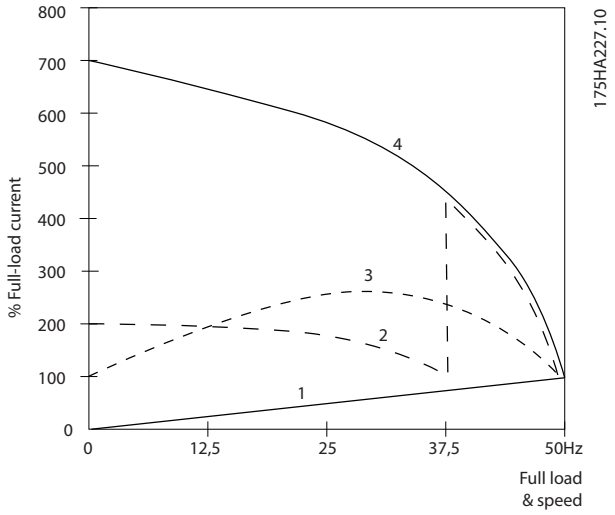
如果使用变频器控制系统流量或压力，可以实现更好的控制。变频器可以对风扇或泵进行调速，通过内置的 PID 控制装置实现对流量和压力的可变控制。另外，变频器还可以快速调整风扇或泵的速度，以便适应系统中新的流量或压力条件。

Cos φ 补偿

通常来说，VLT® HVAC DriveFC 102 的 cos φ 为 1，可以为电动机的 cos φ 提供功率因数校正。这就表示，确定功率因数校正单位时无需为电动机的 cos φ 设置余量。

不需要星形/三角形启动器或软启动器

当启动大型电动机时，在许多国家都需要使用限制其启动电流的设备。传统的系统普遍使用星形/三角形 启动器或软 启动器。如果使用变频器，则不需要使用此类电机启动器。如*图 5.13* 所示，变频器消耗的电流不会超过额定水平。



1	VLT® HVAC Drive FC 102
2	星形/三角形启动器
3	软启动器
4	直接在电网上启动

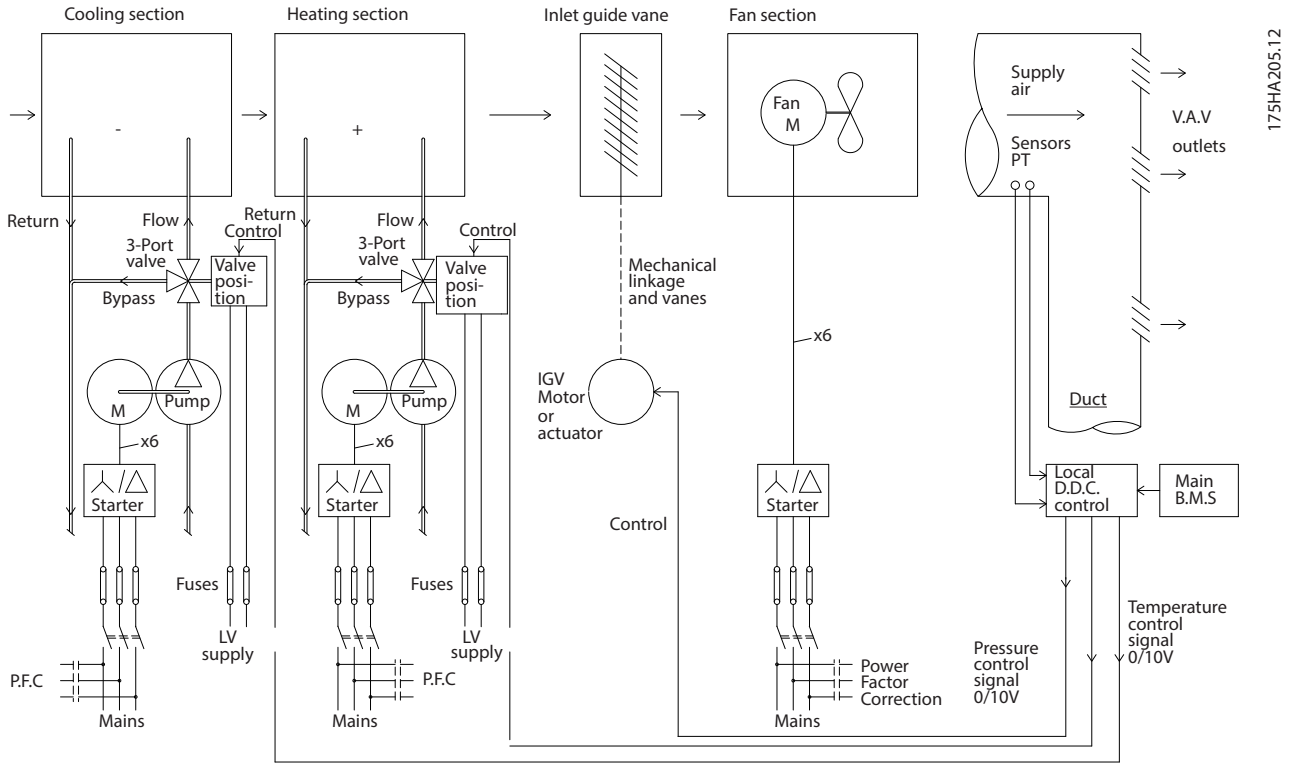
图 5.13 使用变频器的电流消耗

5

5.3.3 使用变频器帮助省钱

使用变频器，可以不再需要通常使用的某些设备。*图 5.14*和*图 5.15* 所示的两个系统可以用几近相同的价格搭建。

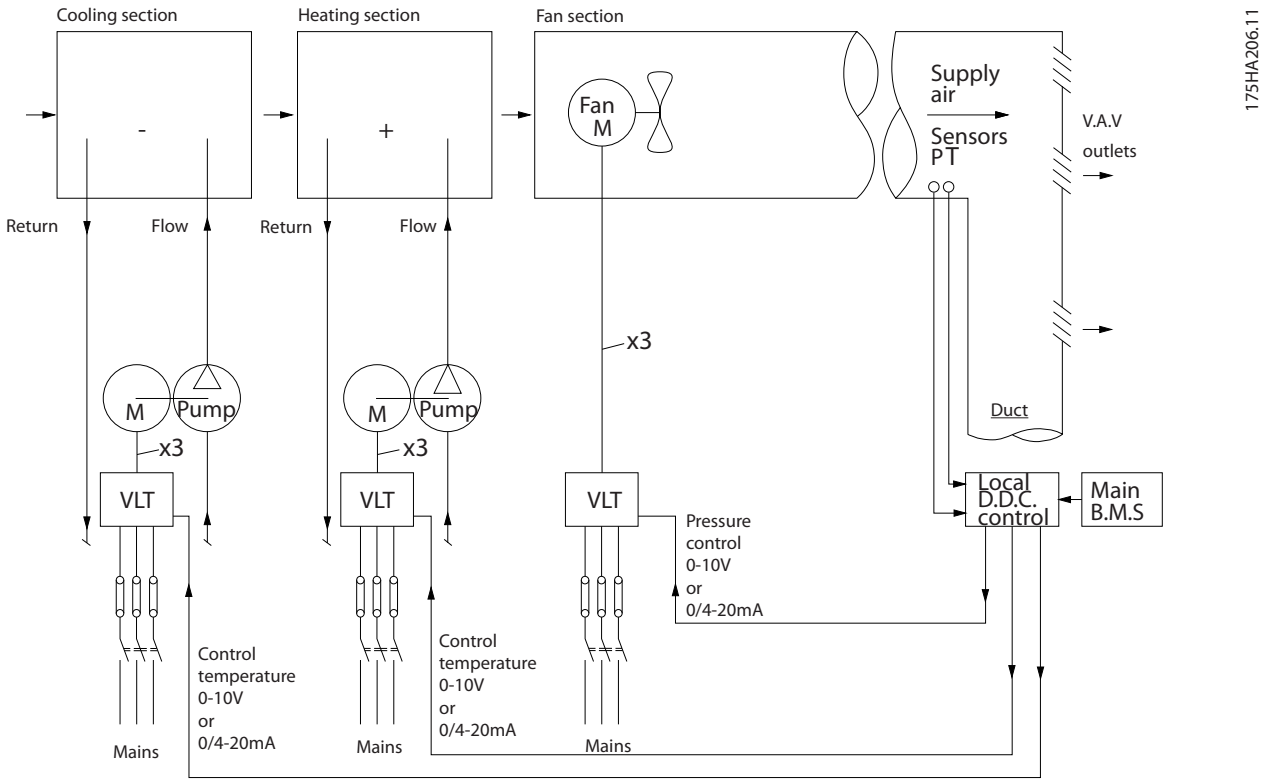
无变频器时的成本



DDC	直接数字控制
VAV	变风量
传感器 P	压力
EMS	能量管理系统
传感器 T	温度

图 5.14 传统鼓风系统

带变频器时的成本



DDC	直接数字控制
VAV	变风量
BMS	楼宇管理系统

图 5.15 由变频器控制的鼓风系统

5.3.4 VLT® HVAC Drive FC 102 解决方案

5.3.4.1 变风量

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

VLT® 解决方案
与联合使用阀门 和 IGV 来保持管道系统的恒定压力相比，变频器解决方案可以节省更多能量，并且降低安装的复杂程度。变频器不会造成人为的压力下降或者导致鼓风系统的效率降低，它通过降低鼓风系统的速度来提供系统所要求的流量和压力。
离心式设备，如鼓风机，在速度降低时可以减小它们产生的压力和流量。它们的能耗也降低。
为了在供回系统之间保持恒定的气流差值，需要对回路鼓风机的频率进行控制。使用 HVAC 驱动器的高级 PID 控制器，可以不再需要其他的控制器。

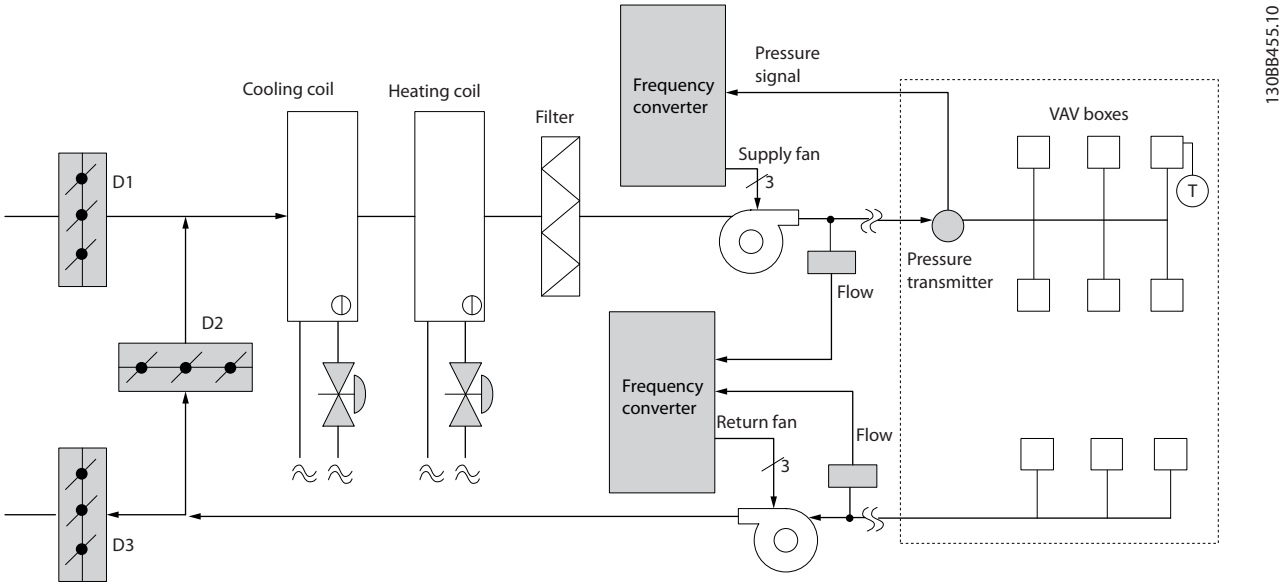


图 5.16 变风量系统中使用的变频器

有关更多信息，请向 Danfoss 供应商索要*变风量： 改进 VAV 通风系统*应用说明。

5.3.4.2 定风量

定风量 (CAV) 系统是一种中央通风系统，用于向大型的公共区域提供一定量经过调节的新鲜空气。它们的出现时间早于 VAV 系统，可以在较早的多区域商业建筑中看到它们。这些系统可利用具有加热线圈的空气处理设备 (AHU) 预热新鲜空气。很多还具有制冷线圈，用于空气调节建筑物。为了帮助实现各个区域的加热和制冷要求，通常都会使用通风线圈设备。

VLT® 解决方案

使用变频器，不仅能实现明显的节能效果，而且还可以保持对建筑物的完美控制。可以使用温度传感器或二氧化碳传感器作为变频器的反馈信号。不论是控制温度、空气质量还是同时控制这二者， 都可以按照建筑物的实际情况来控制 CAV 系统的运转。在受控区域内，如果人数减少，则对新鲜空气的需求也会降低。二氧化碳传感器 检测到二氧化碳含量降低后，可减缓送风设备的速度。而回风设备将作出调整，以保持静态的压力设置点或保持送风量和回风量之间的恒定差值。

基于受控区域的外部温度和人员数量，温度控制需求有差异。当温度降到设置点以下时，送风设备可以放慢其速度。回风设备保持静态的压力设置点。减少空气流量，也就减少了用于加热或制冷新鲜空气的能量，从而提高了节能水平。

可利用 Danfoss HVAC 专用变频器的一些功能，增强 CAV 系统的性能。在通风系统的控制中，人们比较关心空气的质量。可以设置变频器的最低可编程频率，因此不论反馈或参考信号如何，都能保持一个最低水平的送风量。变频器还包括一个 3 区、3 个给定值 PID 控制器， 通过它可以同时监测温度和空气质量。因此，即使已达到温度要求，变频器也会根据空气质量传感器的信号保持足够的送风。该控制器可在送风和回风管道之间保持恒定的空气流量差，监测和比较两个反馈信号从而控制回风设备。

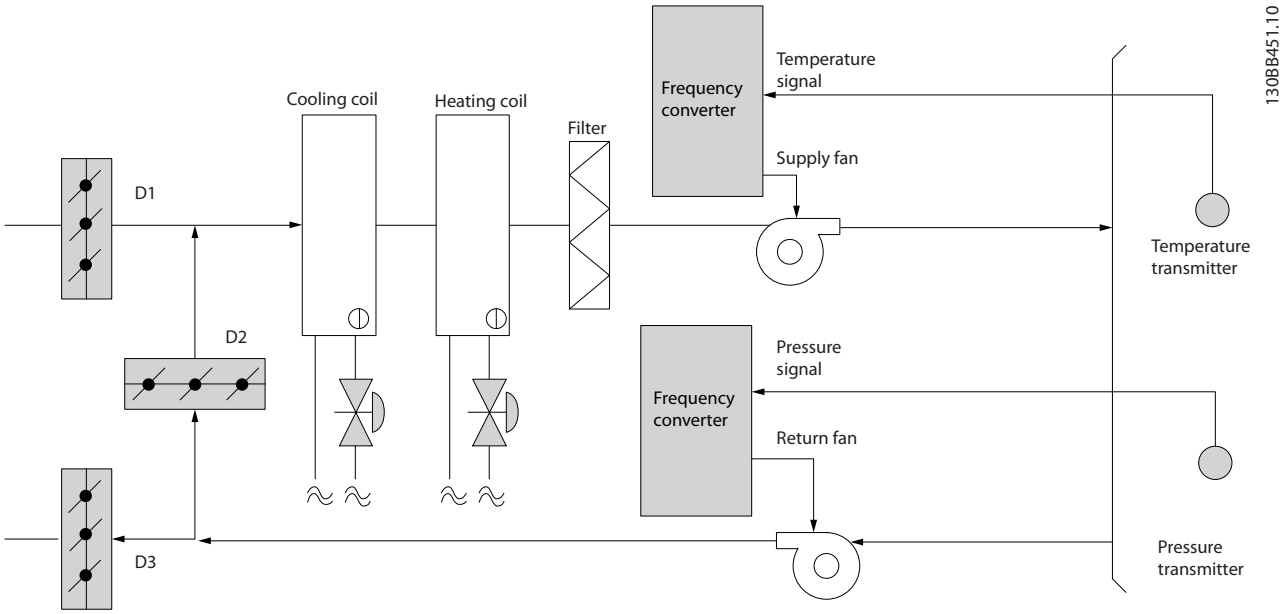


图 5.17 定风量系统中使用的变频器

有关更多信息，请向 Danfoss 供应商索要*定风量： 改进 CAV 通风系统*应用说明。

5.3.4.3 冷却塔鼓风机

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

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

VLT® 解决方案

使用变频器，可以将冷却塔鼓风机的速度控制在保持冷却用水温度所要求的水平上。变频器还可以根据需要打开和关闭鼓风机。利用 Danfoss VLT® HVAC Drive，随着冷却塔鼓风机的速度下降到某个水平，水冷却的作用降低。在使用变速箱来驱动冷却塔鼓风机时，可能至少需要达到 40-50% 的速度。即使反馈或速度参照值要求更低的速度，由用户编程的最小频率设置也可以保持该最低频率。

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

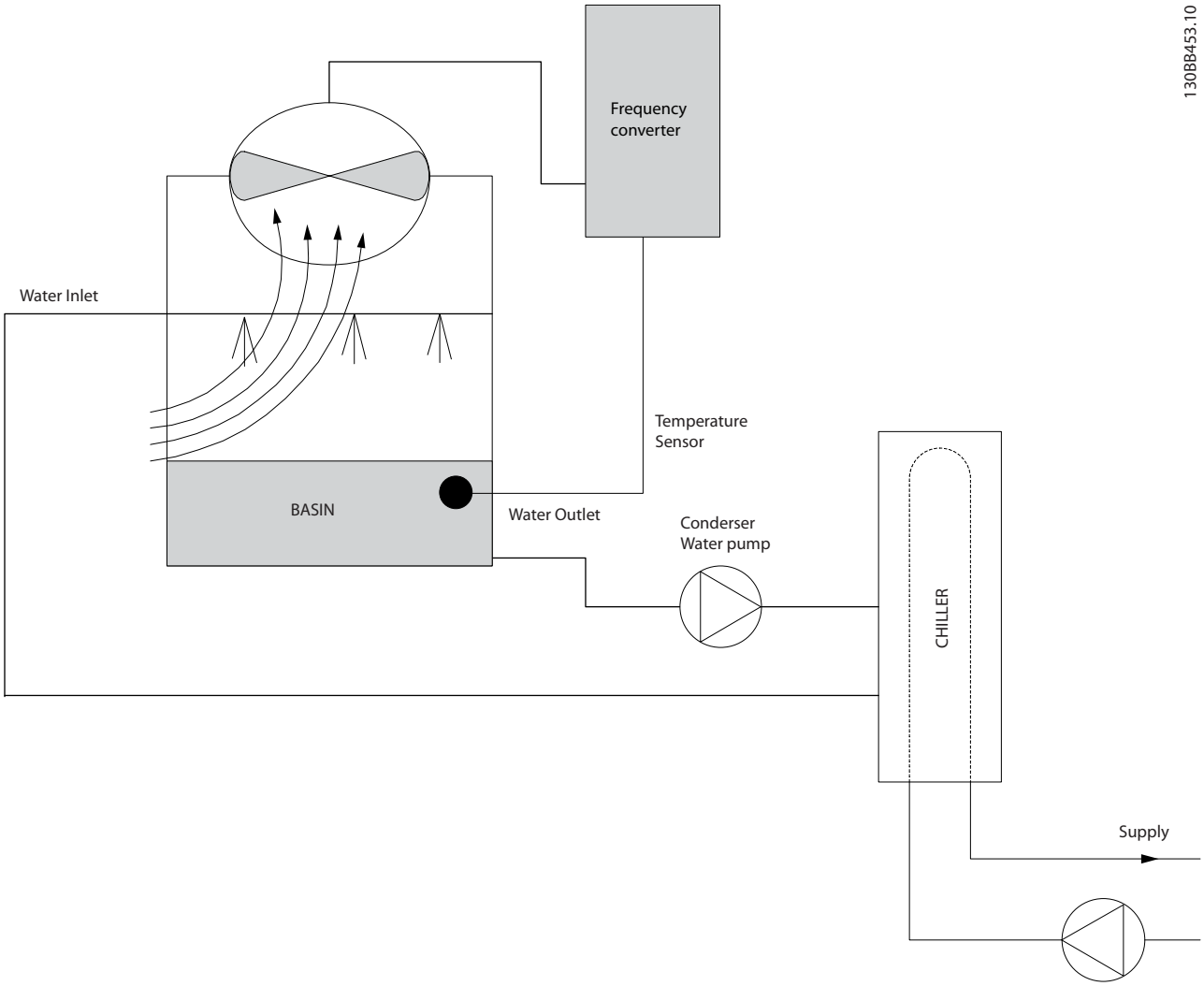


图 5.18 与冷却塔鼓风机一起使用的变频器

有关更多信息，请向 Danfoss 供应商索要*冷却塔鼓风机： 改进冷却塔*应用说明。

5.3.4.4 冷凝器泵

冷却水泵主要用于控制水冷冷却器的冷却部分及其对应冷却塔中的水循环。冷却用水会吸收冷却部分的热量，并且将热量释放到冷却塔内的空气中。这些系统是获得冷却水的最有效方式。同风冷冷却器相比，其效力高出 20%。

VLT® 解决方案

可以在冷凝器的水泵上添加变频器，而不必用节流阀调节水泵或调整泵轮。

同使用节流阀相比，使用变频器将可以直接节省可能被吸收的能量。合计起来看，这种改变可以实现 15 – 20% 或更高的节省水平。泵轮在调整后无法复原。因此，一旦由于情况发生变化而需要更高流量时，就必须更换泵轮。

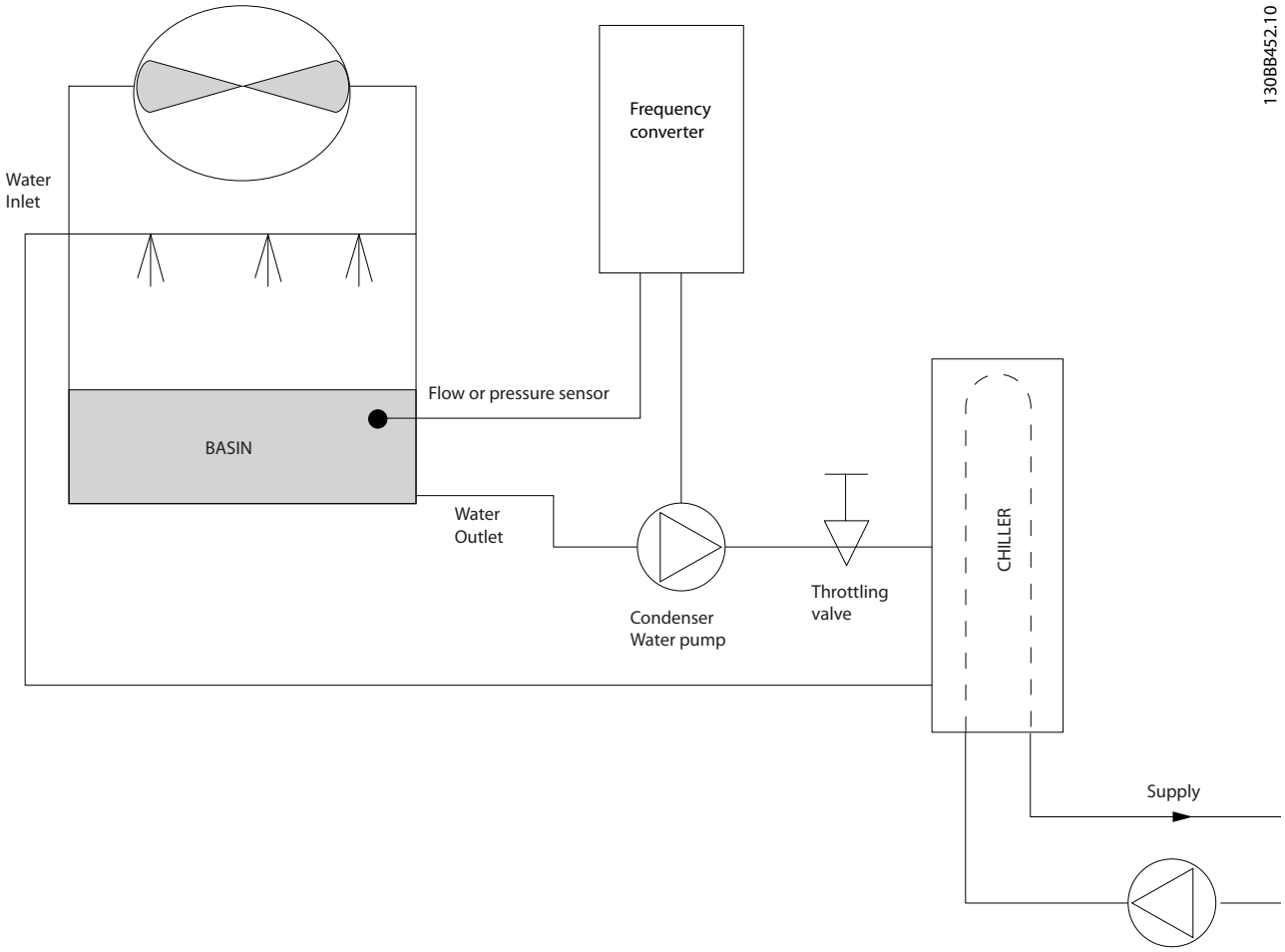


图 5.19 与冷凝器泵一起使用的变频器

有关更多信息，请向 Danfoss 供应商索要*冷凝器泵： 改进冷凝器水泵送系统*应用说明。

5.3.4.5 主泵

在主/辅助泵系统中，主泵可以为那些在遇到不稳定的流量时难以操作或控制的设备提供恒定的流量。主/辅助泵技术使得主要的生产性循环可以同辅助的配送循环分离开来。去耦板可使冷却器等设备获得恒定的设计流量并且实现正常运行，同时允许系统的其余部分存在流量变化。当冷却器中的蒸发器流速降低时，水将开始变得过冷。发生该现象时，冷却器会试图减弱其冷却能力。如果流速下降过大，或者过快，以致于冷却器无法充分地将其负载分流，冷却器的蒸发器低温保险装置将使冷却器跳闸，此时需要进行手动复位。在大型系统中，尤其是并行安装了两个或多个冷却器时，如果不使用主/辅助泵技术，会经常发生这种情况。

VLT® 解决方案

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

- 由于要实现的流速是已知的并且恒定，只要在每个冷却器的出口安装一个流量计，就可以对泵进行直接控制。借助 PID 控制器，变频器可以始终保持适宜的流速，从而在冷却器及其泵系统打开和关闭的过程中可以为主管道循环中变化的阻力提供均衡补偿。
- 操作员可使用本地速度确定法，即通过降低输出频率，直到获得设计的流速。使用变频器降低泵速同调整泵轮相似，但更高效。平衡压缩机会直接降低泵速，直到获得所希望的流速并且可保持该速度的恒定。当冷却器切入后，泵将在这个速度下工作。由于主循环中没有控制阀或其它可能改变系统曲线的系统，并且由于切入泵设备和冷却器而导致的变化很小，因此该固定速度会始终保持在适宜水平。如果在系统使用期间须增加流速，变频器可以直接增加泵速，而不需要使用新泵轮。

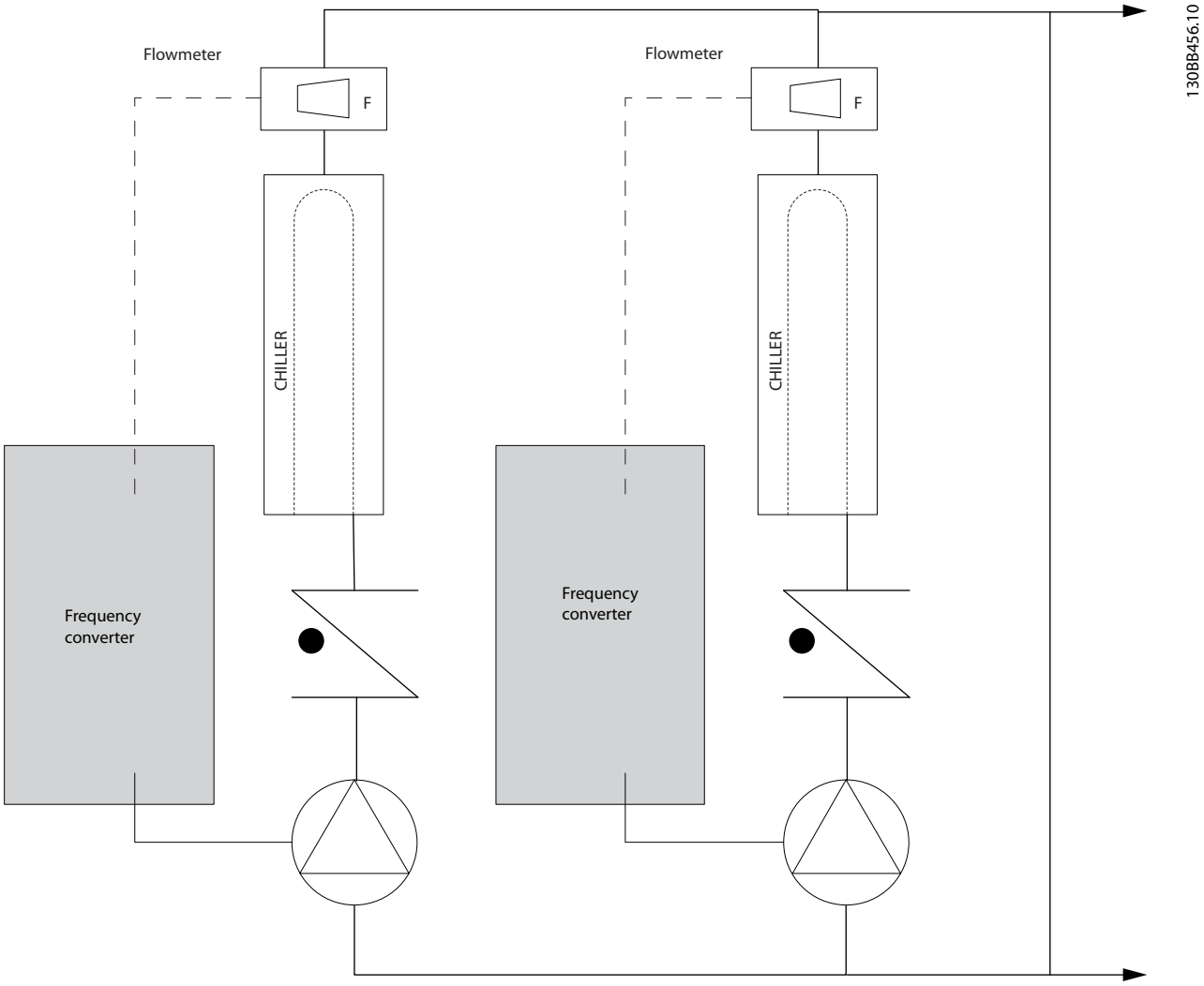


图 5.20 与主/辅泵系统中主泵一起使用的变频器

有关更多信息，请向 Danfoss 供应商索要*主泵： 改进主/辅系统中的主泵*应用说明。

5.3.4.6 辅助泵

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

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

VLT® 解决方案

这种使用了双向阀的主/辅系统可改善耗能和系统控制，利用变频器可进一步提高节能和控制能力。在正确安装了传感器的情况下，添加变频器可使泵速度符合系统曲线而不是泵曲线，这样既避免了能量浪费，又避免了双向阀可能遭遇的大多数过压现象。

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

注意

当并行运行多个泵时，使用几个单独的专用变频器，或者同时运行多个泵的一个变频器，以提高节能水平，这些泵必须使用相同的速度。

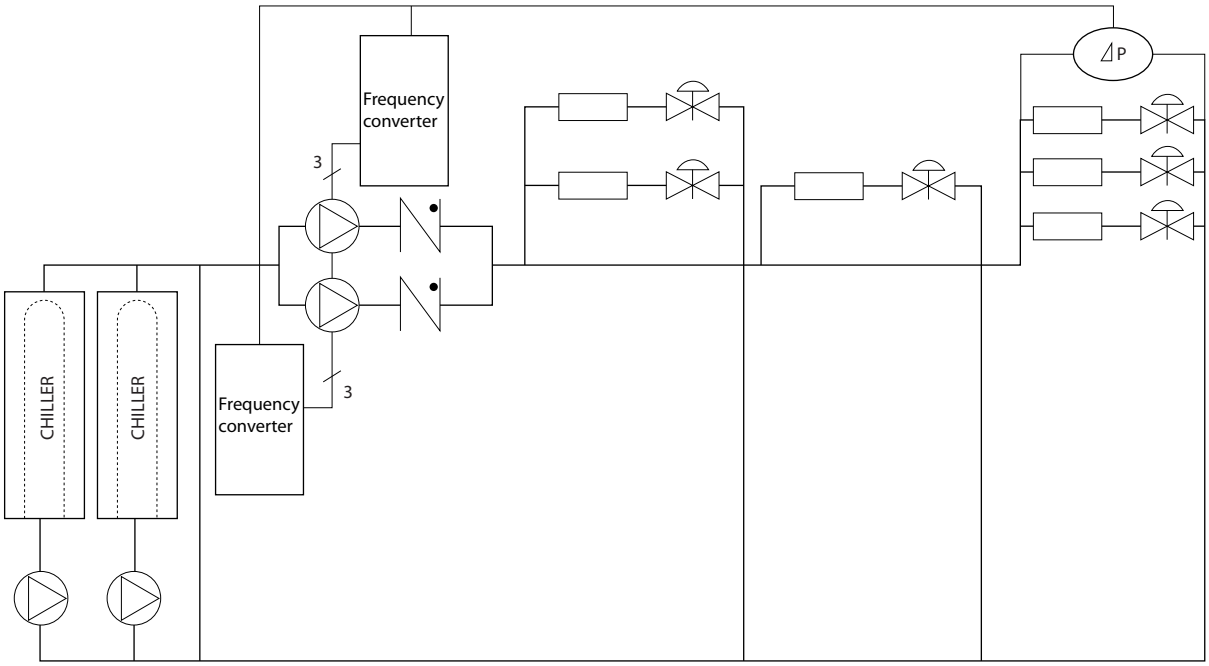


图 5.21 与主/辅泵系统中的辅助泵一起使用的变频器

有关更多信息，请向 Danfoss 供应商索要*辅助泵： 改进主/辅系统的辅助泵*应用说明。

5.4 基本多泵控制器

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

在基本多泵控制器中，变频器可作为变速泵控制变速电动机（变频），它最多可以切入 2 台另外的恒速泵并控制其开关。将其他恒速泵直接或通过软启动器连接到主电源。它通过改变初始泵的速度来实现对整个系统的可变速度控制。变速泵将保持恒定压力，从而降低泵系统应力和运行噪音。

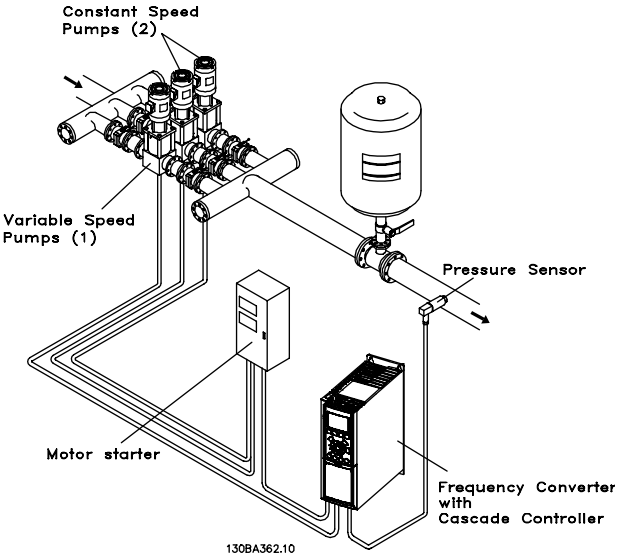


图 5.22 基本多泵控制器

固定变频泵

电动机必须具有相同的规格。基本多泵控制器允许变频器借助 2 个内置的继电器来控制最多 3 台具有相同规格的泵。当变频泵直接与变频器相连时，另 2 台泵将由内置的 2 个继电器来控制。当启用变频泵轮换时，各台泵将同内置继电器相连，变频器此时可以控制 2 台泵。

变频泵轮换

电动机必须具有相同的规格。该功能使变频器可以交替控制系统中的泵（最多 2 台）。这种工作模式可以使各台泵的运行时间基本相等，因此有助于降低泵的维护要求、提高可靠性以及延长系统的使用寿命。变频泵的轮换可以根据命令信号或在切入（添加另外的泵）时发生。

这种命令可以是手动轮换或轮换事件信号。如果选择了轮换事件，则每当该事件发生时都会发生变频泵轮换。选项包括：

- 轮换计时器到期。
- 在预定义的时间。
- 当变频泵进入睡眠模式时。

实际系统负载确定了切入。

通过一个独立参数，可以限制轮换仅在所需总容量超过 50% 时才发生。总的泵容量是变频泵与恒速泵的容量和。

带宽管理

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

如果已启用多泵控制器且变频器发出了一个跳闸报警，则会通过切入和停止恒速泵来保持系统压力差。为避免频繁的切入和退出并且尽量减小压力波动，系统将使用一个更宽的恒速带宽，而不是切入带宽。

5.4.1.1 泵切入和变频泵轮换

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

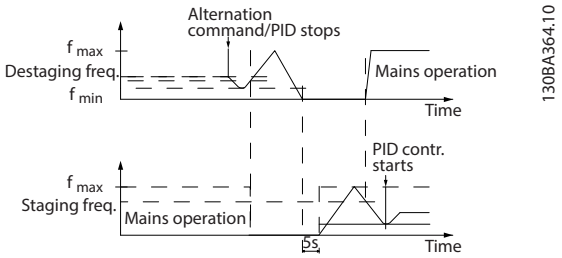


图 5.23 变频泵轮换

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

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

5.4.1.2 系统状态和运行

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

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

- 泵的状态，这是分配给每台泵的继电器的状态读数。该信息显示了泵的下述状态：禁用、关闭、依靠变频器运行或依靠电网/电机启动器运行。
- 多泵状态是多泵控制器的状态读数。显示屏显示以下条件：
  - 多泵控制器被禁用。
  - 所有泵处于关闭状态。
  - 紧急情况导致所有泵被停止。
  - 所有泵正在运行。
  - 正在切入/停止恒速泵。
  - 变频泵轮换正在进行。
- “无流量时停止”功能可逐一停止恒速泵，直到无流量状态消失为止。

5.5 动态制动概述

动态制动使用以下方法之一来降低电机速度：

- 交流制动
  制动能量在电机中通过更改电机中的损耗情况进行分配（*参数 2-10 Brake Function* = [2]）。交流制动功能不能在循环频率较高的应用中使用，因为此情况会导致电动机过热。
- 直流制动
  添加到交流中的过调制直流电流用作旋转电流制动（*参数 2-02 DC Braking Time* ≠ 0 s）。
- 电阻器制动
  制动 IGBT 会将过电压保持在某个特定阈值之下，其方式是将制动能量从电动机定向到连接的制动电阻器（*参数 2-10 Brake Function* = [1]）。有关选择制动电阻器的详细信息，请参阅 *VLT® Brake Resistor MCE 101 设计指南*。

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

制动 IGBT 的功能是限制直流回路中的电压，以防超过电压上限。它通过将将安装在外部的电阻器接入直流总线上来限制电压，以分担总线电容器上存在的过高直流电压。

将制动电阻器外置有以下优点：根据应用需求选择该电阻器；在控制面板外部耗散能量；保护变频器，防止它因为制动电阻器过载而发生过热。

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

5.6 负载共享概述

负载共享是允许连接多个变频器的直流电路的功能，可构建多变频器系统来分担一个机械负载。负载共享可提供以下好处：

节能
以发电模式运行的电机可为在电机模式下运行的变频器供电。

减少备件需求
通常，整个变频器系统只需一个制动电阻器，而不是每个变频器都需要一个制动电阻器。

备用电源
如果主电源出现故障，则所有连接的变频器都可通过备用电源的直流回路供电。应用可继续运行或完成受控的关闭过程。

前提条件

考虑负载共享之前，必须符合以下前提条件：

- 变频器必须配有负载共享端子。
- 产品系列必须相同。只有 VLT® HVAC Drive FC 102 变频器可与其他 VLT® HVAC Drive FC 102 变频器一起使用。
- 放置变频器时，必须一个紧挨另一个，以便变频器之间的接线不超过 25 米（82 英尺）。
- 变频器必须具有相同的额定电压。
- 在负载共享配置中添加制动电阻器时，必须为所有变频器都配置一个制动斩波器。
- 必须在负载共享端子上添加熔断器。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

应用最佳做法的负载共享应用的图表如*图 5.24* 所示。

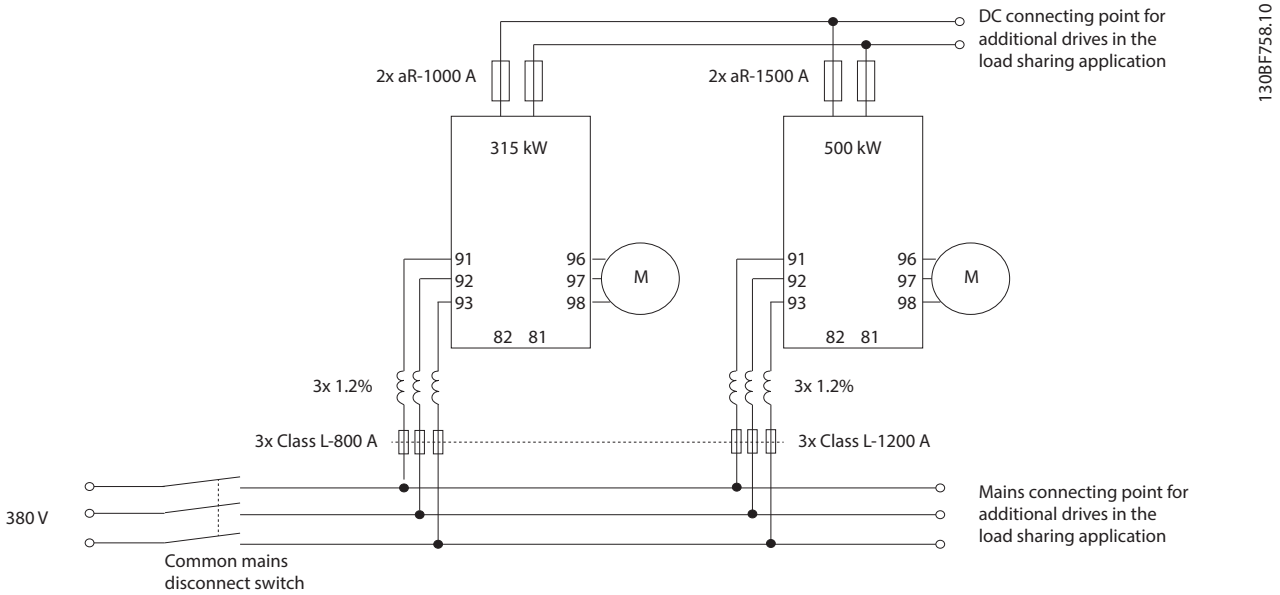


图 5.24 应用最佳做法的负载共享应用的图表

负载共享

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

负载共享端子可采用 2 种不同配置进行连接。

- 这些端子将多台变频器的直流母线电路连接到一起。使用此配置，处于发电模式的装置能够与运行电动机的另一装置共同分担其过高的母线电压。以这种方式进行负载共享可减少对外部动态制动电阻器的需求，同时还实现节能。只要所有装置都具备相同的电压额定值，可以通过这种方式连接任意多的变频器。此外，根据变频器的规格和数量，可能必须在直流回路连接中安装直流电抗器和直流熔断器，并在主电源中安装交流电抗器。尝试这样的配置时需要考虑具体事项。
- 变频器由专门的直流电源供电。此配置要求：
  - 直流电源。
  - 一种在加电时对直流母线进行软充电的机制。

5.7 再生概述

再生通常在连续制动的应用中出现，如吊车/起重机、下向运输机以及能量被从减速电动机中拉出的离心机。

可通过以下选件之一从变频器中去除多余能量：

- 制动斩波器，通过制动电阻器线圈中热的形式耗散多余能量。
- 再生端子，可将第三方再生设备连接到变频器，将多余能量送回到电网。

将多余能量送回电网是在使用连续制动的应用中最高效地利用再生能量的方式。

6 选件和附件概述

6.1 现场总线设备

本节介绍 VLT® HVAC DriveFC 102 系列可使用的现场总线设备。使用现场总线设备可降低系统成本，提高通信速度和效率，并提供更易用的用户界面。有关订购号，请参阅*章 13.2 选件/套件的订购号*。

6.1.1 VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101 提供：

- 广泛的兼容性、高度可用性、支持所有主要 PLC 供应商并且与未来版本兼容。
- 快速、高效的通信、便捷的安装、高级诊断和参数化，并且通过 GSD 文件自动配置过程数据。
- 使用 PROFIBUS DP-V1、PROFIdrive 或 Danfoss FC 协议状态机的非循环式参数化。

6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

VLT® DeviceNet MCA 104 提供：

- ODVA 的变频器协议支持使用 I/O 实例 20/70 和 21/71，确保与现有系统兼容。
- 用户还能体会到 ODVA 的严格符合测试方式的益处，该方式能确保产品互操作。

6.1.3 VLT® LonWorks MCA 108

LonWorks 是一套为楼宇自动化开发的现场总线系统。它可使同一系统（对等）内的各个设备之间进行通信，从而支持离散式控制。

- 无需使用大型主工作站（主/从）。
- 装置直接接受信号。
- 支持 Echelon 自由拓扑接口（灵活接线与安装）。
- 支持内置 I/O 与 I/O 选件（可轻松实施分散 I/O）。
- 可通过总线电缆将传感器信号快速移至其他控制器。
- 经过认证符合 LonMark 3.4 版规范要求。

6.1.4 VLT® BACnet MCA 109

用于全球楼宇自动化的开放通信协议。BACnet 协议是一种全球性协议，可高效率地将楼宇自动化设备的所有部件从执行机构集成至楼宇管控系统中。

- BACnet 是全球楼宇自动化标准。
- 国际标准 ISO 16484-5。
- 该协议无许可费，可用于所有规格的楼宇自动化系统。
- BACnet 选件使变频器可以与运行 BACnet 协议的楼宇管理系统进行通信。
- BACnet 通常用于加热、通风、冷却和气候设备控制。
- BACnet 协议可以轻松地集成到现有控制设备网络中。

6.1.5 VLT® PROFINET MCA 120

VLT® PROFINET MCA 120 融合了最佳性能和最大程度的开放性。选件的目的是使 VLT® PROFIBUS MCA 101 的许多功能能够重复使用，从而最大限度减少用户迁移 PROFINET 的工作量，保障 PLC 程序方面的投资。

- PPO 类型与 VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 一样，便于轻松移植到 PROFINET。
- 内置 Web 服务器用于远程诊断和读取变频器基本参数。
- 支持 MRP。
- 支持 DP-V1。通过诊断，可以轻松、快速并且标准化处理进入 PLC 的警告和故障信息，从而改进系统的带宽。
- 与 VLT® 安全选件 MCB 152 结合使用时支持 PROFIsafe。
- 根据符合级别 B 部署。

6.1.6 VLT® EtherNet/IP MCA 121

以太网将成为未来工厂级通讯的标准。VLT® EtherNet/IP MCA 121 选件基于最新技术，涵盖各种工业应用，甚至包括要求最高的应用。EtherNet/IP™ 将标准商用以太网协议拓展成通用工业协议 （CIP™），与 DeviceNet 中使用的高层协议和对象模型相同。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

该选件提供以下高级功能：

- 内置高性能交换机，支持线形拓扑结构，无需使用外部交换机。
- DLR 环（自 2015 年 10 月起）。
- 先进的交换和诊断功能。
- 内置 Web 服务器。
- 用于服务通知的电子邮件客户端。
- 单播和多播通讯。

6.1.7 VLT® Modbus TCP MCA 122

VLT® Modbus TCP MCA 122 连接到基于 Modbus TCP 的网络。它处理最短 5 毫秒的双向连接间隔，荣膺市场上速度最快的 Modbus TCP 设备之列。为实现主站冗余，该选件可在两个主站之间进行热插拔。

其他功能包括：

- 内置 Web 服务器用于远程诊断和读取变频器基本参数。
- 在出现某些警告或报警或清除这些警告或报警后，可配置电子邮件通知以向一个或多个接收目标发送电子邮件。
- 双主站 PLC 连接以实现冗余。

6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

通过 VLT® BACnet/IP MCA 125 选件，可使用 BACnet/IP 协议或在以太网上运行 BACnet，快速轻松地将变频器集成到楼宇管理系统 (BMS) 中。它可读取和共享数据点并在系统之间传输实际值和请求值。

MCA 125 选件具有 2 个以太网连接器，支持菊花链配置，无需使用外部交换机。VLT® BACnet/IP MCA 125 选件的嵌入式 3 端口网管型交换机包括 2 个外部端口和 1 个内部以太网端口。通过该交换机，可对以太网线缆采用直线结构。通过该选件，可同时控制多个高效永磁电机，监控典型 HVAC 应用中所需的点。除标准功能外，MCA 125 选件还具有以下特性：

- COV（变化值）。
- 多个读/写属性。
- 警报/警告通知
- 更改 BACnet 对象名称以确保用户友好性的能力。
- BACnet 环对象。
- 分段数据传输。
- 基于时间或事件的趋势分析。

6.2 功能扩展

本节介绍 VLT® HVAC DriveFC 102 系列可使用的功能扩展选件。有关订购号，请参阅*章 13.2 选件/套件的订购号*。

6.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 提供更多数量的控制输入和输出：

- 3 个数字输入 0-24 V： 逻辑 0 < 5 V； 逻辑 1 > 10 V。
- 2 个模拟输入 0－10 V： 分辨率：10 位以上。
- 2 个数字输出：NPN/PNP 推拉式。
- 1 个模拟输出 0/4－20 mA。
- 弹簧式安装的连接件。

6.2.2 VLT® Relay Card MCB 105

VLT® Relay Card MCB 105 可使用另 3 个继电器输出扩展继电器功能。

- 保护控制电缆连接。
- 通过弹簧支撑控制线缆连接。

最大切换速率（额定负载/最小负载）
6 分钟$^{-1}$/20 s^{-1}。

端子最大负载
AC-1 电阻性负载： 240 V AC，2 A。

6.2.3 VLT® Analog I/O Option MCB 109

VLT® Analog I/O Option MCB 109 MCB 109 可轻松装入变频器中，用于升级到高级性能，并利用其它输入/输出进行控制。此选件还可升级带有为变频器内置时钟供电的备用电池的变频器。该备用电池可确保变频器稳定使用所有计时操作。

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

6.2.4 VLT® PTC 热敏电阻卡 MCB 112

与内置 ETR 功能和热敏电阻端子相比，VLT® PTC 热敏电阻卡 MCB 112 可提供更多电机监控功能。

- 保护电动机，避免过热。
- 通过 ATEX 认证，可与 EX d 电机配合使用。
- 使用 Safe Torque Off 功能，该功能符合 SIL 2 IEC 61508 的要求。

6.2.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114

VLT® Sensor Input Option MCB 114 通过监测电动机中的轴承和绕组温度来防止电动机过热。

- 三个自检测传感器输入，适用于 2 线或 3 线 PT100/PT1000 传感器。
- 一个附加模拟输入 4 - 20 mA。

6.3 运动控制和继电器卡

本节介绍 VLT® AutomationDrive FC 302 系列可使用的运动控制和继电器卡选件。有关订购号，请参阅*章 13.2 选件/套件的订购号*。

6.3.1 VLT® Extended Relay Card MCB 113

VLT® Extended Relay Card MCB 113 增加了输入/输出，提高了灵活性。

- 7 个数字输入。
- 2 个模拟输出。
- 4 个 SPDT 继电器。
- 符合 NAMUR 建议。
- 高低压绝缘功能。

6.4 制动电阻器

在使用电机进行制动的应用中，电机中会产生能量，并且该能量被送回变频器中。如果不能将此能量传送回电机，则会使变频器的直流回路电压增加。在制动频繁和/或具有高惯量负载的应用中，这种情况可能导致变频器发生过压跳闸，并最终使其关闭。此时可以使用制动电阻器来消耗再生制动所产生的过多能量。在选择电阻器时需要考虑其欧姆值、功率消耗率以及其物理尺寸。Danfoss 提供了一系列专为 Danfoss 变频器设计的不同电阻器。有关制动电阻器的订购号以及如何确定尺寸的详细信息，请参阅*VLT® Brake Resistor MCE 101 设计指南*。

6.5 正弦波滤波器

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

Danfoss 可提供用于消除声源性电机噪声的正弦波滤波器。该滤波器可以减小电动机电压、峰值负载电压 (U_{PEAK}) 以及脉动电流 (ΔI) 的加速时间，从而让电流和电压变得几乎呈正弦状。因此可将电动机噪声降低至最低程度。

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

有关正弦波滤波器的订购号和详细信息，请参阅*输出滤波器设计指南*。

6.6 dU/dt 滤波器

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

相对于正弦波滤波器，dU/dt 滤波器有一个高于开关频率的截止频率。

有关 dU/dt 滤波器的订购号和详细信息，请参阅*输出滤波器设计指南*。

6.7 共模滤波器

高频共模磁芯（HF-CM 磁芯）可降低电磁干扰并消除放电损坏轴承。它们是特殊的纳米晶磁芯，比普通铁氧体磁芯具有卓越的滤波性能。HF-CM 磁芯充当相位于接地之间的一个共模电感器。

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

有关订购号，请参阅*输出滤波器设计指南*。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

6.8 谐波滤波器

VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005 和 AHF 010 是传统的谐波捕获滤波器所无法比拟的。Danfoss 谐波滤波器专用于 Danfoss 变频器。

通过在 Danfoss 变频器前部连接 AHF 005 或 AHF 010，可分别将产生并回传到电源的总谐波电流失真降低到 5% 和 10%。

有关制动电阻器的订购号以及如何确定尺寸的详细信息，请参阅 *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 设计指南*。

6.9 机箱内置选件

6

以下内置选件在订购变频器时的类型代码中指定。

带有耐腐蚀背部风道的机箱
为了进一步提高在恶劣环境下的耐腐蚀能力，可订购带有以下配置的设备，其中包括不锈钢背部风道、更重的板式散热片和升级的风扇。建议在含盐雾环境中使用此选件，比如临海地区。

主电源屏蔽
可在输入电源端子和输入板前端安装 Lexan® 屏蔽层以防止在机箱门打开时出现身体接触。

空间加热器和恒温器
安装在机箱规格为 F 的变频器的内部机柜中，通过自动恒温器控制空间加热器，防止机箱内部出现冷凝。

在默认设置下，恒温器在 10 °C (50 °F) 时打开加热器，在 15.6 °C (60 °F) 时关闭它们。

配有电源插座的机柜灯
为了提高保养和维护过程中的能见度，可在机箱规格为 F 的变频器的内部机柜安装一盏灯。灯罩包括适用于为笔记本电脑或其他设备临时供电的电源插口。可使用两种电压：

- 230 V，50 Hz，2.5 A，CE/ENEC
- 120 V，60 Hz，5 A，UL/cUL

RFI 滤波器
VLT® 变频器系列的标配中集成有 A2 类射频干扰滤波器。如果需要其他 RFI/EMC 保护等级，可使用 A1 类 RFI 滤波器获得，其可根据 EN 55011 抑制射频干扰和电磁辐射。还提供船舶用射频干扰滤波器。

在机箱规格为 F 的变频器上，A1 类射频干扰滤波器要求添加选件柜。

绝缘电阻监测器 (IRM)
监视系统相导线和大地之间未接地系统（IEC 术语中的 IT 系统）中的绝缘电阻。每个绝缘级别都有一个欧姆预警值和一个主报警给定值。与每个给定值关联的是用于外部用途的 SPDT 报警继电器。每个未接地 (IT) 系统只能连接一个绝缘电阻监视器。

- 集成在安全停止电路中。
- 显示绝缘阻值的 LCD 显示器。
- 内存故障。
- INFO（信息）、TEST（测试）和 RESET（复位）键。

漏电断路器 (RCD)
使用铁芯平衡法监测接地和高阻抗接地系统（IEC 术语中的 TN 和 TT 系统）中的接地故障电流。有一个预警点（主报警给定值的 50%）和一个主报警给定值。与每个给定值关联的是用于外部用途的 SPDT 报警继电器。要求外接一个窗户式电流转换器（由客户自己准备和安装）。

- 集成在安全停止电路中。
- IEC 60755 B 类设备监测、脉冲直流和纯直流接地故障电流。
- 10-100% 给定值下的接地故障电流水平的 LED 条形图指示器。
- 内存故障。
- TEST（测试）和 RESET（复位）键。

带有 Pilz 安全继电器的 Safe Torque Off
对机箱规格为 F 的变频器可用。无需选件柜即可在机箱中安装 Pilz 继电器。该继电器在外部温度监测选件中使用。如果需要 PTC 监测，则订购 VLT® PTC 热敏电阻卡 MCB 112。

带有 Pilz 安全继电器的急停按钮
包括一个冗余的四线急停按钮（安装在机箱前部）和一个 Pilz 继电器（与安全停车线路和接触器位置配合使用来监视该按钮）。机箱规格为 F 的变频器要求使用接触器和选件柜。

制动斩波器 (IGBT)
带有 IGBT 制动斩波器电路的制动端子可连接外部制动电阻器。有关制动电阻器的详细数据，请参阅 *VLT® Brake Resistor MCE 101 设计指南*，可从以下位置获取：*drives.danfoss.com/downloads/portal/#/*.

再生端子
可将能量回馈设备连接至直流回路中的电容器组所在侧的直流母线，以用于再生制动。机箱规格 F 的再生端子的规格大约为变频器额定功率的 50%。咨询厂商，根据特定变频器规格和电压确定再生功率极限。

负载共享端子
这些端子连接至直流回路中的整流器侧的直流母线，并允许多个驱动器分享直流母线电源。对于机箱规格为 F 的变频器，负载共享端子的规格大约为变频器额定功率的 33%。咨询厂商，了解根据特定变频器规格和电压确定的负载共享极限。

断开
使用门装把手，可手动操作电源隔离开关，以便给变频器供电或断电，增加运行期间的安全性。隔离开关与机柜门之间进行联锁，防止在有电的情况下打开机柜门。

断路器
断路器可远程跳闸，但必须手动复位。断路器与机柜门之间进行联锁，防止在有电的情况下打开机柜门。订购断路器选件时，还包含熔断器，以便快速实施变频器电流过载保护。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

接触器
使用电控接触器开关，可远程为变频器供电和断电。如果订购了 IEC 紧急停车选件，Pilz 继电器可监测接触器上的辅助触点。

手动电机启动器
为电动冷却鼓风机提供 3 相电源，这通常是大型电动机所必需的。随附的接触器、断路器或隔离开关的负荷端均为启动器提供了电源。如果订购了 1 类射频干扰滤波器，则由射频干扰的输入侧为启动器供电。在电动机起动器启动之前，给电源装上熔断器。该电源将在变频器的输入电源关闭时关闭。最多允许连接两个启动器。如果订购受 30 A 熔断器保护的电路，则只允许使用一个启动器。启动器集成在变频器的安全停车线路中。其功能包括：

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

带 30 A 保险丝的端子

- 3 相电源，与主电源的输入电压相符，可为客户的辅助设备供电。
- 若选择了两个手动电机启动器，则不适用。
- 端子在变频器输入电源关闭时关闭。
- 随附的接触器、断路器或隔离开关的负荷端为端子提供电源。如果订购了 1 类射频干扰滤波器，则由射频干扰的输入侧为启动器供电。

通用电机端子
通用电机端子选件提供了将电机端子从并联逆变器连接到单个端子（每相）所需的总线和硬件，以安装电机侧顶部接入套件。

还推荐使用此选件将变频器输出连接到输出滤波器或输出接触器。使用通用电机端子，无需在每个逆变器和输出滤波器（或电机）的公共点之间使用等长电缆。

24 V 直流电源

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

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

信号类型

- RTD 输入（包括 PT100），3 线或 4 线。
- 热电偶。
- 模拟电流或模拟电压。

更多功能

- 一个通用输出，可根据模拟电压或模拟电流进行配置。
- 2 个输出继电器 (NO)。
- 双行 LC 显示器和 LED 诊断。
- 传感器引出线断开、短路和极性错误检测。
- 传感器引出线断开、短路和极性错误检测。
- 接口设置软件。
- 如果需要 3 个 PTC，则必须添加 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 选件。

有关机箱内置选件的订购号，请参阅 *章 13.1 产品定制软件*。

6.10 大功率套件

可使用大功率套件，比如后壁冷却、空间加热器、主电源屏蔽。请参阅*章 13.2 选件/套件的订购号*了解所有可用套件的简短说明和订购号。

6

7 规格

7.1 电气数据，380-480 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	355	400	450
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	500	600	600
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	400	500	530
机箱规格	**E1/E2**	**E1/E2**	**E1/E2**
输出电流（3 相）			
持续（400 V 时）[A]	658	745	800
间歇（60 秒过载）（400 V 时）[A]	724	820	880
持续（460/480 V 时）[A]	590	678	730
间歇（60 秒过载）（460/480 V 时）[A]	649	746	803
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	456	516	554
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	470	540	582
持续 kVA 值（480 V 时）[kVA]	511	587	632
最大输入电流			
持续（400 V 时）[A]	634	718	771
持续（460/480 V 时）[A]	569	653	704
每相的电缆最大数量和尺寸			
主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
制动 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
负载共享 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	900	900	900
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	7532	8677	9473
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	6724	7819	8527
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 590	0 - 590	0 - 590
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.1 机箱 E1/E2 的电气数据，主电源 3x380 - 480 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	500	560	630	710
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	650	750	900	1000
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	560	630	710	800
机箱规格	**F1/F3**	**F1/F3**	**F1/F3**	**F1/F3**
输出电流（3 相）				
持续（400 V 时）[A]	880	990	1120	1260
间歇（60 秒过载）（400 V 时）[A]	968	1089	1680	1890
持续（460/480 V 时）[A]	780	890	1050	1160
间歇（60 秒过载） （460/480 V 时）[A]	858	979	1155	1276
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	610	686	776	873
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	621	709	837	924
持续 kVA 值（480 V 时）[kVA]	675	771	909	1005
最大输入电流				
持续（400 V 时）[A]	848	954	1079	1214
持续（460/480 V 时）[A]	752	858	1012	1118
每相的电缆最大数量和尺寸				
- 电机 [mm^2 (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F1)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F3)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)
- 负载共享 [mm^2 (AWG)]	8x120 (8x250 mcm)	8x120 (8x250 mcm)	8x120 (8x250 mcm)	8x120 (8x250 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	8x185 (8x350 mcm)	8x185 (8x350 mcm)	8x185 (8x350 mcm)	8x185 (8x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	1600	1600	2000	2000
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	10162	11822	12512	14674
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	8876	10424	11595	13213
A1 RFI、断路器或隔离开关以及接触器的最大附加损耗 [W]（仅限 F3）	963	1054	1093	1230
面板选件的最大损耗 [W]	400	400	400	400
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 590	0 - 590	0 - 590	0 - 590
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.2 机箱 F1/F3 的电气数据，主电源 3x380 - 480 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	800	1000
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	1200	1350
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	1000	1100
机箱规格	**F2/F4**	**F2/F4**
输出电流（3 相）		
持续（400 V 时）[A]	1460	1720
间歇（60 秒过载） （400 V 时）[A]	1606	1892
持续（460/480 V 时）[A]	1380	1530
间歇（60 秒过载）（460/480 V 时）[A]	1518	1683
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	1012	1192
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	1100	1219
持续 kVA 值（480 V 时）[kVA]	1195	1325
最大输入电流		
持续（400 V 时）[A]	1407	1658
持续（460/480 V 时）[A]	1330	1474
每相的电缆最大数量和尺寸		
- 电机 [mm^2 (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F2)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F4)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)
- 负载共享 [mm^2 (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	2500	2500
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	17293	19278
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	16229	16624
A1 RFI、断路器或隔离开关以及接触器的最大附加损耗 [W]（仅限 F4）	2280	2541
面板选件的最大损耗 [W]	400	400
效率 [3)]	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 590	0 - 590
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

表 7.3 机箱 F2/F4 的电气数据，主电源 3x380 - 480 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	355	400	450
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	500	600	600
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	400	500	530
机箱规格	**F8/F9**	**F8/F9**	**F8/F9**
输出电流（3 相）			
持续（400 V 时）[A]	658	745	800
间歇（60 秒过载）（400 V 时）[A]	724	820	880
持续（460/480 V 时）[A]	590	678	730
间歇（60 秒过载）（460/480 V 时）[A]	649	746	803
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	456	516	554
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	470	540	582
持续 kVA 值（480 V 时）[kVA]	511	587	632
最大输入电流			
持续（400 V 时）[A]	634	718	771
持续（460/480 V 时）[A]	569	653	704
每相的电缆最大数量和尺寸			
- 电机 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)]	4x90 (4x3/0 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	700	700	700
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	7701	8879	9670
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	6953	8089	8803
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 590	0 - 590	0 - 590
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.4 机箱 F8/F9 的电气数据，主电源 6x380 - 480 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	500	560	630	710
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	650	750	900	1000
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	560	630	710	800
机箱规格	**F10/F11**	**F10/F11**	**F10/F11**	**F10/F11**
输出电流（3 相）				
持续（400 V 时）[A]	880	990	1120	1260
间歇（60 秒过载）（400 V 时）[A]	968	1089	1232	1386
持续（460/480 V 时）[A]	780	890	1050	1160
间歇（60 秒过载）（460/480 V 时）[A]	858	979	1155	1276
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	610	686	776	873
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	621	709	837	924
持续 kVA 值（480 V 时）[kVA]	675	771	909	1005
最大输入电流				
持续（400 V 时）[A]	848	954	1079	1214
持续（460/480 V 时）[A]	752	858	1012	1118
每相的电缆最大数量和尺寸				
- 电机 [mm^2 (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	900	900	900	1500
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	10647	12338	13201	15436
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	9414	11006	12353	14041
A1 RFI、断路器或隔离开关以及接触器的最大附加损耗 [W]（仅限 F11）	963	1054	1093	1230
面板选件的最大损耗 [W]	400	400	400	400
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 590	0 - 590	0 - 590	0 - 590
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.5 机箱 F10/F11 的电气数据，主电源 6x380 - 480 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	800	1000
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	1200	1350
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	1000	1100
机箱规格	**F12/F13**	**F12/F13**
输出电流（3 相）		
持续（400 V 时）[A]	1460	1720
间歇（60 秒过载）（400 V 时）[A]	1606	1892
持续（460/480 V 时）[A]	1380	1530
间歇（60 秒过载）（460/480 V 时）[A]	1518	1683
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	1012	1192
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	1100	1219
持续 kVA 值（480 V 时）[kVA]	1195	1325
最大输入电流		
持续（400 V 时）[A]	1407	1658
持续（460/480 V 时）[A]	1330	1474
每相的电缆最大数量和尺寸		
- 电机 [mm^2 (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	1500	1500
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	18084	20358
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	17137	17752
A1 RFI、断路器或隔离开关以及接触器的最大附加损耗 [W]（仅限 F4）	2280	2541
面板选件的最大损耗 [W]	400	400
效率 [3)]	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 590	0 - 590
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

表 7.6 机箱 F12/F13 的电气数据，主电源 6x380 - 480 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.2 电气数据，525-690 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
550 V 时的典型主轴输出 [kW]	355	400	450	500
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	450	500	600	650
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	450	500	560	630
机箱规格	**E1/E2**	**E1/E2**	**E1/E2**	**E1/E2**
输出电流（3 相）				
持续（550 V 时）[A]	470	523	596	630
间歇（60 秒过载）（550 V 时）[A]	517	575	656	693
持续（575/690 V 时）[A]	450	500	570	630
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	495	550	627	693
持续 kVA 值（550 V 时）[kVA]	448	498	568	600
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	448	498	568	627
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	538	598	681	753
最大输入电流				
持续（550 V 时）[A]	453	504	574	607
持续（575 V 时）[A]	434	482	549	607
持续（690 V 时）	434	482	549	607
每相的电缆最大数量和尺寸				
- 主电源、电机和负载共享 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	700	700	900	900
600 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	5323	6010	7395	8209
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	5529	6239	7653	8495
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 500	0 - 500	0 - 500	0 - 500
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.7 机箱 E1/E2 的电气数据，主电源 3x525 - 690 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**
550 V 时的典型主轴输出 [kW]	560	670	750
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	750	950	1050
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	710	800	900
机箱规格	**F1/F3**	**F1/F3**	**F1/F3**
输出电流（3 相）			
持续（550 V 时）[A]	763	889	988
间歇（60 秒过载）（550 V 时）[A]	839	978	1087
持续（575/690 V 时）[A]	730	850	945
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	803	935	1040
持续 kVA 值（550 V 时）[kVA]	727	847	941
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	727	847	941
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	872	1016	1129
最大输入电流			
持续（550 V 时）[A]	735	857	952
持续（575 V 时）[A]	704	819	911
持续（690 V 时）[A]	704	819	911
每相的电缆最大数量和尺寸			
- 电机 [mm^2 (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F1)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F3)	8x456 (4x900 mcm)	8x456 (4x900 mcm)	8x456 (4x900 mcm)
- 负载共享 [mm^2 (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	1600	1600	1600
600 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	9500	10872	12316
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	9863	11304	12798
断路器或隔离开关以及接触器的最大附加损耗 [W]（仅限 F3）	427	532	615
面板选件的最大损耗 [W]	400	400	400
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 500	0 - 500	0 - 500
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.8 机箱 F1/F3 的电气数据，主电源 3x525 - 690 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**
550 V 时的典型主轴输出 [kW]	850	1000	1100
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	1150	1350	1550
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	1000	1200	1400
机箱规格	**F2/F4**	**F2/F4**	**F2/F4**
输出电流（3 相）			
持续（550 V 时）[A]	1108	1317	1479
间歇（60 秒过载）（550 V 时）[A]	1219	1449	1627
持续（575/690 V 时）[A]	1060	1260	1415
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	1166	1386	1557
持续 kVA 值（550 V 时）[kVA]	1056	1255	1409
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	1056	1255	1409
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	1267	1506	1691
最大输入电流			
持续（550 V 时）[A]	1068	1269	1425
持续（575 V 时）[A]	1022	1214	1364
持续（690 V 时）[A]	1022	1214	1364
每相的电缆最大数量和尺寸			
- 电机 [mm^2 (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F2)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F4)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)
- 负载共享 [mm^2 (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	1600	2000	2500
600 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	13731	16190	18536
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	14250	16821	19247
断路器或隔离开关以及接触器的最大附加损耗 [W]（仅限 F4）	665	863	1044
面板选件的最大损耗 [W]	400	400	400
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 500	0 - 500	0 - 500
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.9 机箱 F2/F4 的电气数据，主电源 3x525 - 690 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
550 V 时的典型主轴输出 [kW]	355	400	450	500
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	450	500	600	650
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	450	500	560	630
机箱规格	**F8/F9**	**F8/F9**	**F8/F9**	**F8/F9**
输出电流（3 相）				
持续（550 V 时）[A]	470	523	596	630
间歇（60 秒过载）（550 V 时）[A]	517	575	656	693
持续（575/690 V 时）[A]	450	500	570	630
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	495	550	627	693
持续 kVA 值（550 V 时）[kVA]	448	498	568	600
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	448	498	568	627
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	538	598	681	753
最大输入电流				
持续（550 V 时）[A]	453	504	574	607
持续（575 V 时）[A]	434	482	549	607
持续（690 V 时）	434	482	549	607
每相的电缆最大数量和尺寸				
- 电机 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)]	4x85 (4x3/0 mcm)	4x85 (4x3/0 mcm)	4x85 (4x3/0 mcm)	4x85 (4x3/0 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	630	630	630	630
600 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	5323	6010	7395	8209
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	5529	6239	7653	8495
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 500	0 - 500	0 - 500	0 - 500
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.10 机箱 F8/F9 的电气数据，主电源 6x525 - 690 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**
550 V 时的典型主轴输出 [kW]	560	670	750
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	750	950	1050
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	710	800	900
机箱规格	**F10/F11**	**F10/F11**	**F10/F11**
输出电流（3 相）			
持续（550 V 时）[A]	763	889	988
间歇（60 秒过载）（550 V 时）[A]	839	978	1087
持续（575/690 V 时）[A]	730	850	945
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	803	935	1040
持续 kVA 值（550 V 时）[kVA]	727	847	941
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	727	847	941
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	872	1016	1129
最大输入电流			
持续（550 V 时）[A]	735	857	952
持续（575 V 时）[A]	704	819	911
持续（690 V 时）[A]	704	819	911
每相的电缆最大数量和尺寸			
- 电机 [mm^2 (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)]	6x120 (4x900 mcm)	6x120 (4x900 mcm)	6x120 (4x900 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	900	900	900
600 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	9500	10872	12316
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	9863	11304	12798
断路器或隔离开关以及接触器的最大附加损耗 [W]（仅限 F11）	427	532	615
面板选件的最大损耗 [W]	400	400	400
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 500	0 - 500	0 - 500
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.11 机箱 F10/F11 的电气数据，主电源 6x525 - 690 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
正常过载 （正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**NO**	**NO**	**NO**
550 V 时的典型主轴输出 [kW]	850	1000	1100
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	1150	1350	1550
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	1000	1200	1400
机箱规格	**F12/F13**	**F12/F13**	**F12/F13**
输出电流（3 相）			
持续（550 V 时）[A]	1108	1317	1479
间歇（60 秒过载）（550 V 时）[A]	1219	1449	1627
持续（575/690 V 时）[A]	1060	1260	1415
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	1166	1386	1557
持续 kVA 值（550 V 时）[kVA]	1056	1255	1409
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	1056	1255	1409
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	1267	1506	1691
最大输入电流			
持续（550 V 时）[A]	1068	1269	1425
持续（575 V 时）[A]	1022	1214	1364
持续（690 V 时）[A]	1022	1214	1364
每相的电缆最大数量和尺寸			
- 电机 [mm^2 (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F12)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- 主电源 [mm^2 (AWG)] (F13)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)
- 制动 [mm^2 (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	1600	2000	2500
600 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	13731	16190	18536
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	14250	16821	19247
断路器或隔离开关以及接触器的最大附加损耗 [W]（仅限 F13）	665	863	1044
面板选件的最大损耗 [W]	400	400	400
效率 [3)]	0.98	0.98	0.98
输出频率 [Hz]	0 - 500	0 - 500	0 - 500
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

表 7.12 机箱 F12/F13 的电气数据，主电源 6x525 - 690 V AC

1) 关于熔断器额定值，请参阅章 10.5 熔断器和断路器。

2) 正常条件下的典型功率损耗，可能有 ±15% 的偏差（同电压和电缆情况的变化相关的容许范围）。这些值基于典型的电机效率（IE/IE3 的分界线）。效率较低的电机会增加变频器的功率损耗。适用于变频器冷却的尺寸确定。如果开关频率高于默认设置，功率损耗可能会上升。其中已包括 LCP 的功率消耗和控制卡的典型功率消耗。有关符合 EN 50598-2 的功率损耗数据，请参考 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 选件和客户负载可能使损耗增加 30 W，尽管满载的控制卡和插槽 A 或插槽 B 选件每种只增加 4 W 损耗。

3) 用 5 m (16.5 ft) 长的屏蔽电机电缆在额定负载和额定频率下测量。在额定电流处测量的效率。有关能效等级的信息，请参阅章 10.12 与使用主电源. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.3 主电源

主电源电压	
供电端子（6 脉冲）	L1，L2，L3
供电端子（12 脉冲）	L1-1，L2-1，L3-1，L1-2，L2-2，L3-2
供电电压	380 – 480 V ±10%，525 – 690 V ±10%

主电源电压低/主电源断电：
如果主电源电压低或主电源断电，变频器会继续工作，直到直流回路电压低于最低停止水平（一般比变频器的最低额定电源电压低 15%）为止。当主电源电压比变频器的最低额定电源电压低 10% 时，将无法实现启动和满转矩。

供电频率	50/60 Hz ±5%
主电源各相位之间的最大临时不平衡	额定供电电压的 3.0%[1]
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）	最多 1 次/2 分钟
环境符合 EN60664-1 标准要求	过压类别 III/污染度 2

本变频器适用于 480/600 V 下最高可提供 100kA 额定短路电流 (SCCR) 的电路。
1) 基于 UL/IEC61800-3 进行计算。

7

7.4 电机输出和电机数据

电机输出 (U，V，W)	
输出电压	电源电压的 0 - 100%
输出频率	0 – 590 Hz[1]
输出切换	无限制
加减速时间	0.01 – 3600 s

1) 取决于电压和功率。

转矩特性	
启动转矩（恒定转矩）	最大 150%，持续 60 秒[1]，[2]
过载转矩（恒定转矩）	最大 150%，持续 60 秒[1]，[2]

1) 相对于变频器额定电流的百分比。
2) 每 10 分钟一次。

7.5 环境条件

环境	
E1/F1/F2/F3/F4/F8/F9/F10/F11/F12/F13 机箱	IP21/类型 1，IP54/类型 12
E2 机箱	IP00/机架
振动测试	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_2S 测试	Kd 类
腐蚀性气体 (IEC 60721-3-3)	3C3 类
符合 IEC 60068-2-43 标准的测试方法	H2S（10 天）
环境温度（在 SFAVM 开关模式下）	
- 降容	最高 55 °C (131 °F)[1]
- 典型 EFF2 电机的额定输出功率（高达 90% 输出电流）	最高 50 °C (122 °F)[1]
- 在 FC 额定连续输出电流时	最高 45 °C (113 °F)[1]
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 m (3281 ft)
降容情况下的最大海拔高度	3000 m (9842 ft)

1) 有关降容的详细信息，请参阅章 9.6 降容。

EMC 标准，发射	EN 61800-3
EMC 标准，安全性	EN 61800-3
能效等级 1)	IE2

1) 根据 EN50598-2 在以下情况下确定：

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

7.6 电缆规格

控制电缆的电缆长度和横截面积	
最大电机电缆长度，屏蔽	150 m (492 ft)
最大电机电缆长度，非屏蔽	300 m (984 ft)
用于电机、主电源、负载共享和制动的最大电缆横截面积	请参阅 *章 7 规格* 1)
控制端子电缆（刚性电缆）的最大横截面积	1.5 mm^2/16 AWG (2x0.75 mm^2)
控制端子电缆（柔性电缆）的最大横截面积	1 mm^2/18 AWG
控制端子电缆（带封闭芯线的电缆）的最大横截面积	0.5 mm^2/20 AWG
控制端子电缆的最小横截面积	0.25 mm^2/23 AWG

1) 关于电源电缆，请参阅章 7.1 电气数据，380-480 V 和章 7.2 电气数据，525-690 V 中的电气数据。

7.7 控制输入/输出和控制数据

数字输入	
可编程数字输入	4 (6)
端子号	18, 19, 27[1], 29[1], 32, 33
逻辑	PNP 或 NPN
电压水平	0 - 24 V DC
电压水平，逻辑 0 PNP	<5 V DC
电压水平，逻辑 1 PNP	>10 V DC
电压水平，逻辑 0 NPN	>19 V DC
电压水平，逻辑 1 NPN	<14 V DC
最高输入电压	28 V 直流
输入电阻，R_i	大约 4 kΩ

所有数字输入与供电电压 (PELV) 及其它高电压端子之间均电气绝缘。
1) 端子 27 和 29 也可设为输出。

模拟输入	
模拟输入的数量	2
端子号	53, 54
模式	电压或电流
模式选择	开关 A53 和 A54
电压模式	开关 A53/A54=(U)
电压水平	-10 V 到 +10 V（可标定
输入电阻，R_i	大约 10 kΩ
最大电压	±20 V
电流模式	开关 A53/A54=(I)
电流水平	0/4 到 20 mA（可调节）
输入电阻，R_i	大约 200 Ω
最大电流	30 mA
模拟输入的分辨率	10 位（包括符号）
模拟输入的精度	最大误差为满量程的 0.5%

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

带宽	100 Hz

模拟输入与供电电压 (PELV) 以及其它高电压端子之间都是绝缘的。

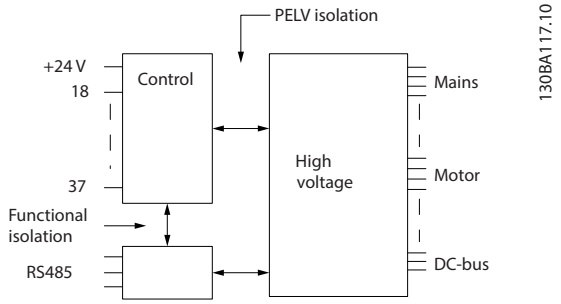


图 7.1 PELV 绝缘

脉冲输入	
可编程脉冲输入	2
脉冲端子号	29, 33
端子 29、33 处的最大频率（推挽驱动）	110 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 *章 7.7 控制输入/输出和控制数据* 中的*数字输入*
最高输入电压	28 V 直流
输入电阻，R_i	大约 4 kΩ
脉冲输入精度 (0.1-1 kHz)	最大误差： 全范围的 0.1 %

模拟输出	
可编程模拟输出的数量	1
端子号	42
模拟输出的电流范围	0/4 - 20 mA
模拟输出端和公共端间最大电阻器负载	500 Ω
模拟输出精度	最大误差： 满量程的 0.8%
模拟输出分辨率	8 位

模拟输出与供电电压 (PELV) 以及其他高电压端子都是绝缘的。

控制卡，RS485 串行通讯	
端子号	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
端子号 61	端子 68 和 69 的公共端

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

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

1) 端子 27 和 29 也可设为输入。

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。

控制卡，24 V 直流输出

端子号	12, 13
最大负载	200 mA

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

继电器输出

可编程继电器输出	2
继电器端子的最大横截面积	2.5 mm^2 (12 AWG)
继电器端子的最小横截面积	0.2 mm^2 (30 AWG)
剥皮线缆的长度	8 mm (0.3 in)
继电器 01 端子号	1-3（常闭），1-2（常开）
1－2（常开）时的最大端子负载(AC-1)[1]（电阻性负载）[2], [3]	交流 400 V，2 A
1－2（常开）时的最大端子负载(AC-15)[1]（cosφ 等于 0.4 时的电感性负载 ）	交流 240 V，0.2 A
1－2（常开）时的最大端子负载(DC-1)[1]（电阻性负载）	直流 80 V，2 A
1－2（常开）时的最大端子负载(DC-13)[1]（电感性负载）	24 V 直流，0.1 A
1－3（常闭）时的最大端子负载(AC-1)[1]（电阻性负载）	交流 240 V，2 A
1－3（常闭）时的最大端子负载(AC-15)[1]（cosφ 等于 0.4 时的电感性负载 ）	交流 240 V，0.2 A
1－3（常闭）时的最大端子负载 (DC-1)[1]（电阻性负载）	直流 50 V，2 A
1－3（常闭）时的最大端子负载 (DC-13)[1]（电感性负载）	24 V 直流，0.1 A
1－3（常闭）、1－2（常开）时的最小端子负载	24 V DC 10 mA，24 V AC 2 mA
符合 EN 60664-1 的环境	过压类别 III/污染度 2
继电器 02 端子号	4-6（常闭），4-5（常开）
4－5（常开）时的最大端子负载(AC-1)[1]（电阻性负载）[2], [3]	交流 400 V，2 A
4－5（常开）时的最大端子负载(AC-15)[1]（cosφ 等于 0.4 时的电感性负载 ）	交流 240 V，0.2 A
4－5（常开）时的最大端子负载(DC-1)[1]（电阻性负载）	直流 80 V，2 A
4－5（常开）时的最大端子负载(DC-13)[1]（电感性负载）	24 V 直流，0.1 A
4－6（常闭）时的最大端子负载(AC-1)[1]（电阻性负载）	交流 240 V，2 A
4－6（常闭）时的最大端子负载(AC-15)[1]（cosφ 等于 0.4 时的电感性负载 ）	交流 240 V，0.2 A
4－6（常闭）时的最大端子负载 (DC-1)[1]（电阻性负载）	直流 50 V，2 A
4－6（常闭）时的最大端子负载 (DC-13)[1]（电感性负载）	24 V 直流，0.1 A
4－6（常闭）、4－5（常开）时的最小端子负载	24 V DC 10 mA，24 V AC 2 mA
符合 EN 60664-1 的环境	过压类别 III/污染度 2

继电器的触点通过增强的绝缘措施与电路的其余部分隔离开 (PELV)。
1) IEC 60947 第 4 和第 5 部分。
2) 过压类别 II。
3) UL 应用 300 V AC 2A。

控制卡，+10 V 直流输出

端子号	50
输出电压	10.5 V ±0.5 V
最大负载	25 mA

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

控制特性

输出频率为 0-1000 Hz 时的分辨率	±0.003 Hz
系统响应时间（端子 18、19、27、29、32、33）	≤2 m/s
速度控制范围（开环）	1:100 同步速度
速度精度（开环）	30-4000 RPM： 最大误差为 ±8 RPM

所有控制特性都基于 4 极异步电机。

控制卡性能

扫描间隔	5 M/S

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

注意

通过标准的主机/设备 USB 电缆与 PC 连接。
USB 连接与供电电压 (PELV) 以及其它高电压端子之间都是电绝缘的。
USB 连接未与接地装置绝缘。请仅使用绝缘的便携式电脑/PC 与变频器上的 USB 连接器或绝缘的 USB 电缆/转接器进行连接。

7.8 机箱重量

机箱	380 - 480/500 V	525 - 690 V
E1	270 - 313 kg (595 - 690 lb)	263 - 313 kg (580 - 690 lb)
E2	234 - 277 kg (516 - 611 lb)	221 - 277 kg (487 - 611 lb)

表 7.13 机箱 E1 - E2 重量，kg (lb)

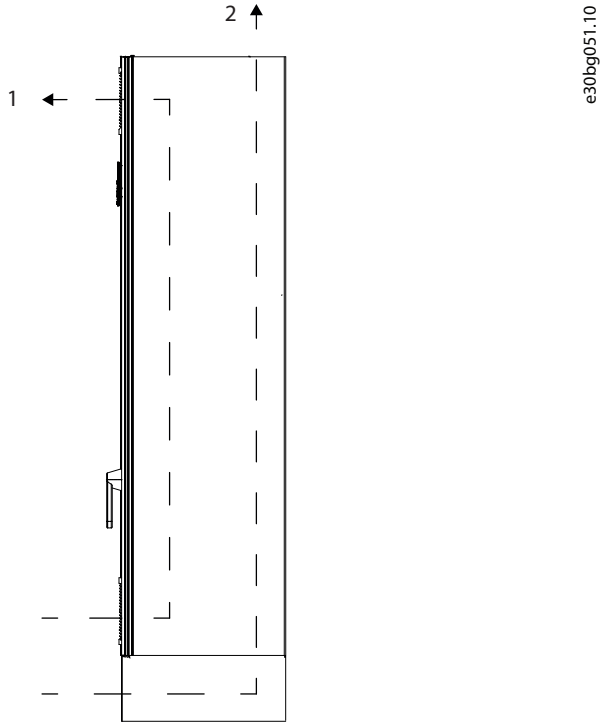
7

机箱	380 - 480/500 V	525 - 690 V
F1	1017 kg (2242.1 lb)	1017 kg (2242.1 lb)
F2	1260 kg (2777.9 lb)	1260 kg (2777.9 lb)
F3	1318 kg (2905.7 lb)	1318 kg (2905.7 lb)
F4	1561 kg (3441.5 lb)	1561 kg (3441.5 lb)
F8	447 kg (985.5 lb)	447 kg (985.5 lb)
F9	669 kg (1474.9 lb)	669 kg (1474.9 lb)
F10	893 kg (1968.8 lb)	893 kg (1968.8 lb)
F11	1116 kg (2460.4 lb)	1116 kg (2460.4 lb)
F12	1037 kg (2286.4 lb)	1037 kg (2286.4 lb)
F13	1259 kg (2775.7 lb)	1259 kg (2775.7 lb)

表 7.14 机箱 F1 - F13 重量，kg (lb)

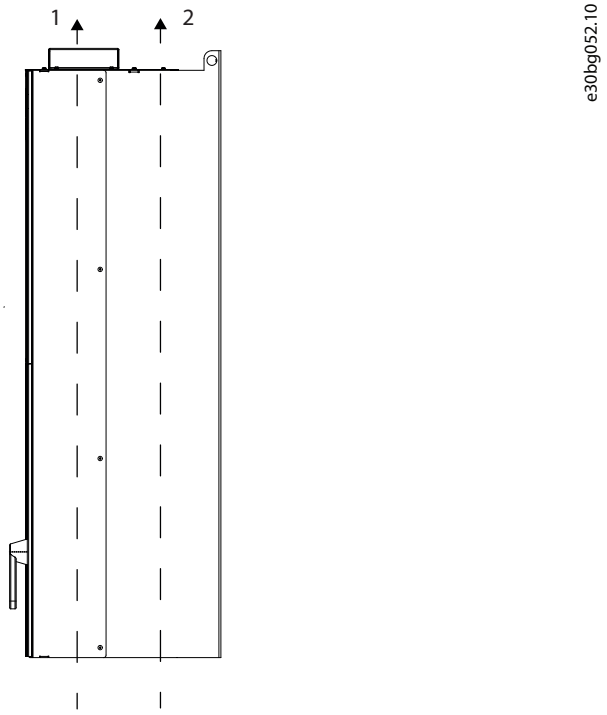
Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

7.9 机箱 E1 – E2 和 F1 – F13 的气流



1	前部风道气流，340 m^3/hr (200 cfm)
2	背部风道气流， 1105 m^3/hr (650 cfm) 或 1444 m^3/hr (850 cfm)

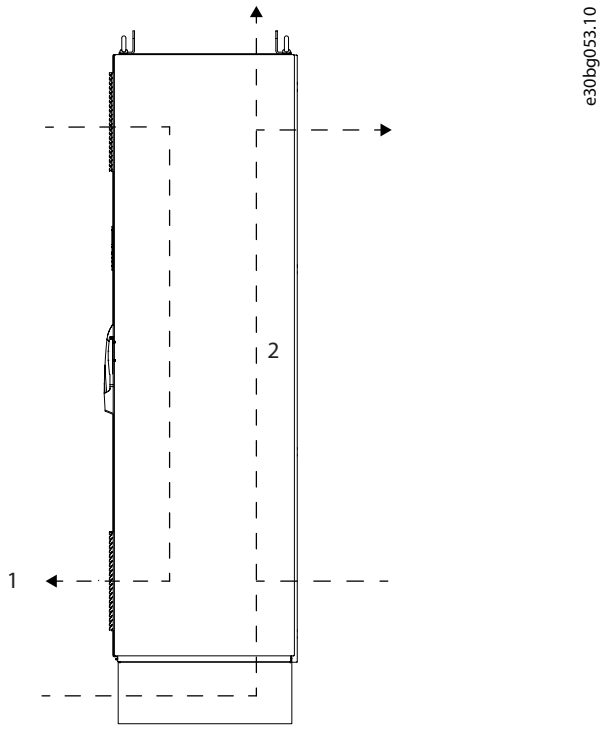
图 7.2 机箱 E1 的气流



1	前部风道气流，255 m^3/hr (150 cfm)
2	背部风道气流， 1105 m^3/hr (650 cfm) 或 1444 m^3/hr (850 cfm)

图 7.3 机箱 E2 的气流

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。



1	前部风道气流 - IP21/Type 1, 700 m^3/hr (412 cfm) - IP54/Type 12, 525 m^3/hr (309 cfm)
2	背部风道气流，985 m^3/hr (580 cfm)

图 7.4 机箱 F1-F13 的气流

8 外部和端子尺寸

8.1 E1 外部和端子尺寸

8.1.1 E1 外部尺寸

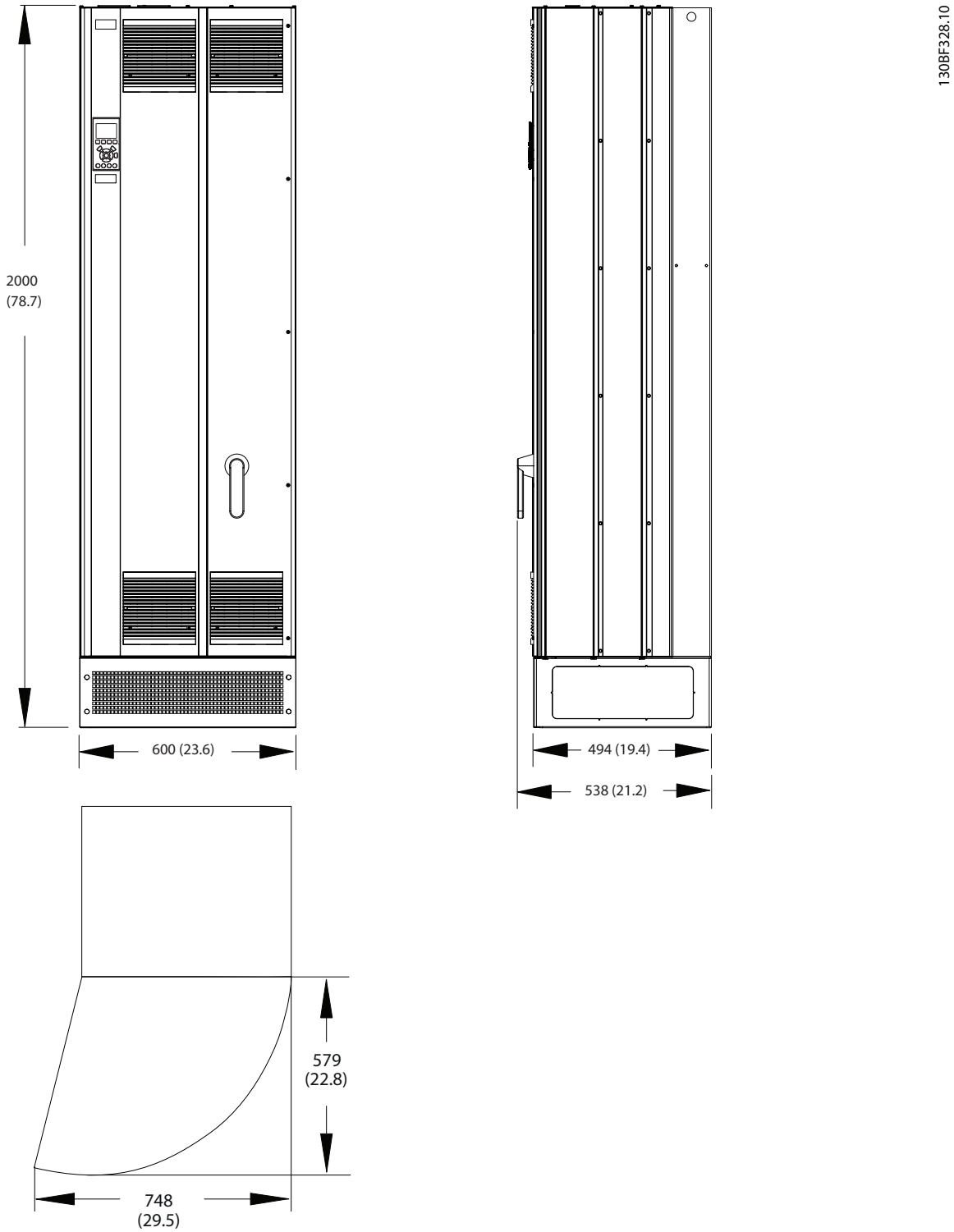
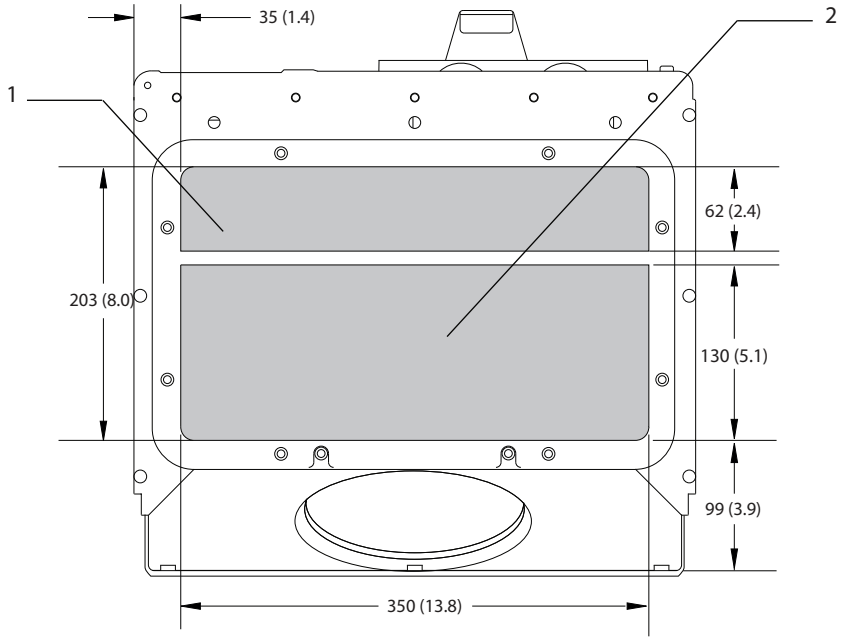


图 8.1 E1 的正面、侧面和门间隙尺寸



1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.2 E1/E2 的密封板尺寸

8.1.2 E1 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。

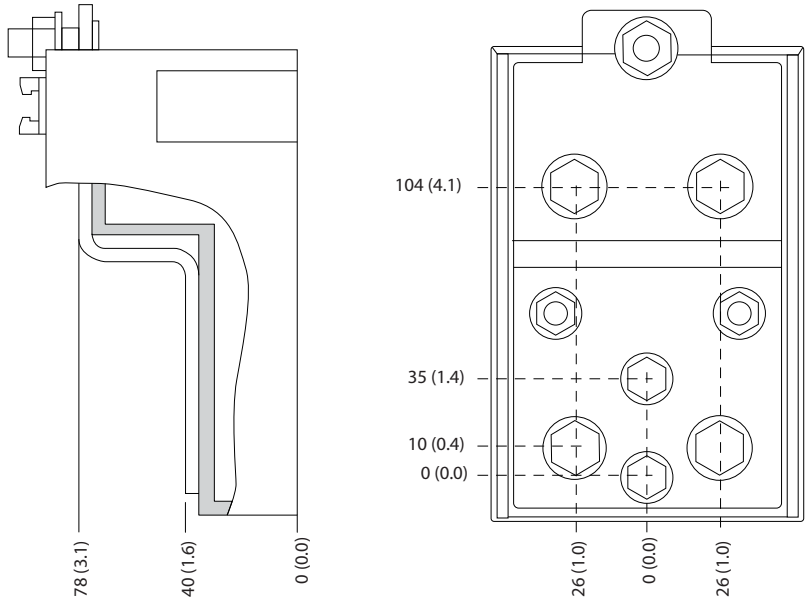
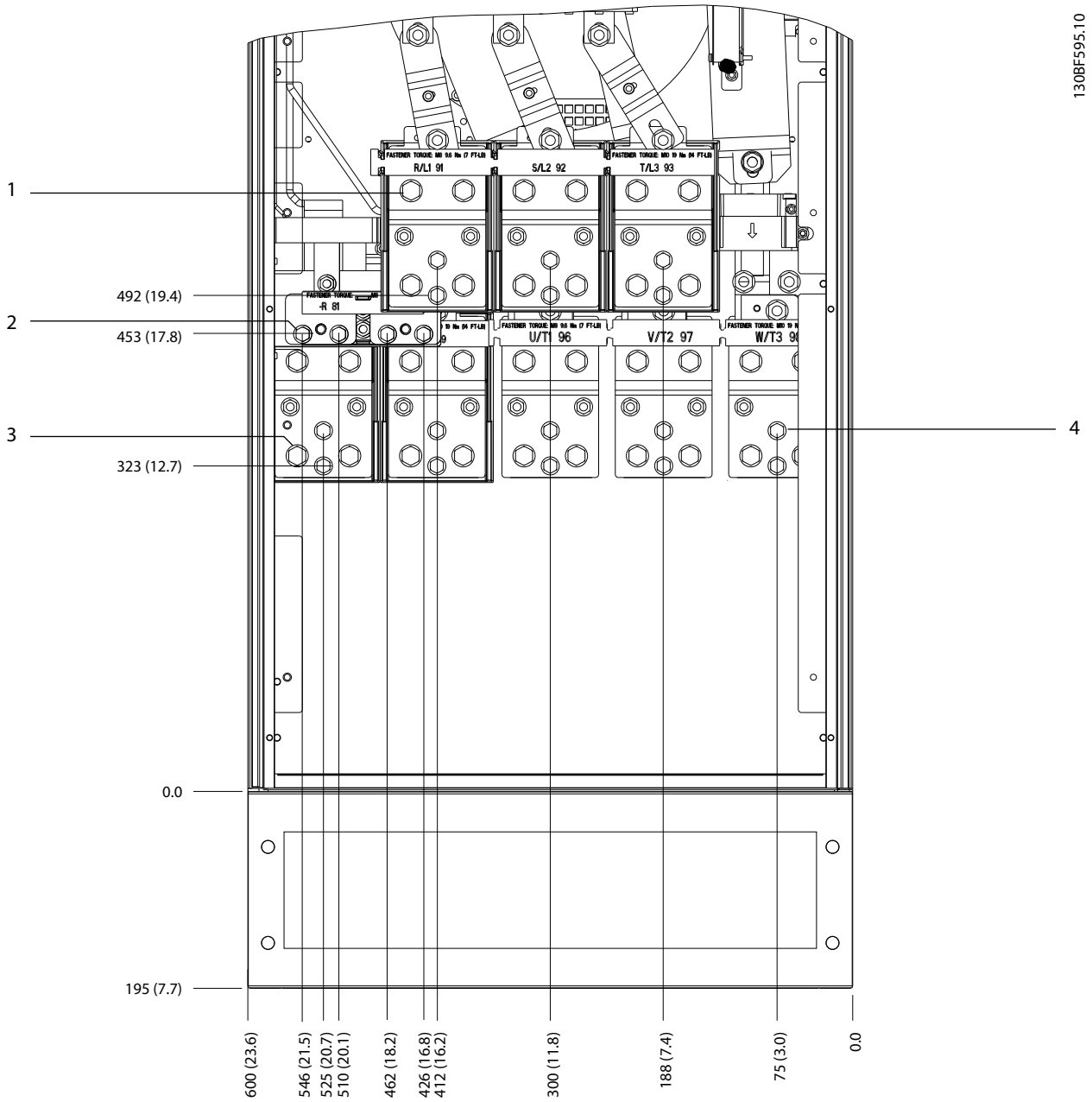
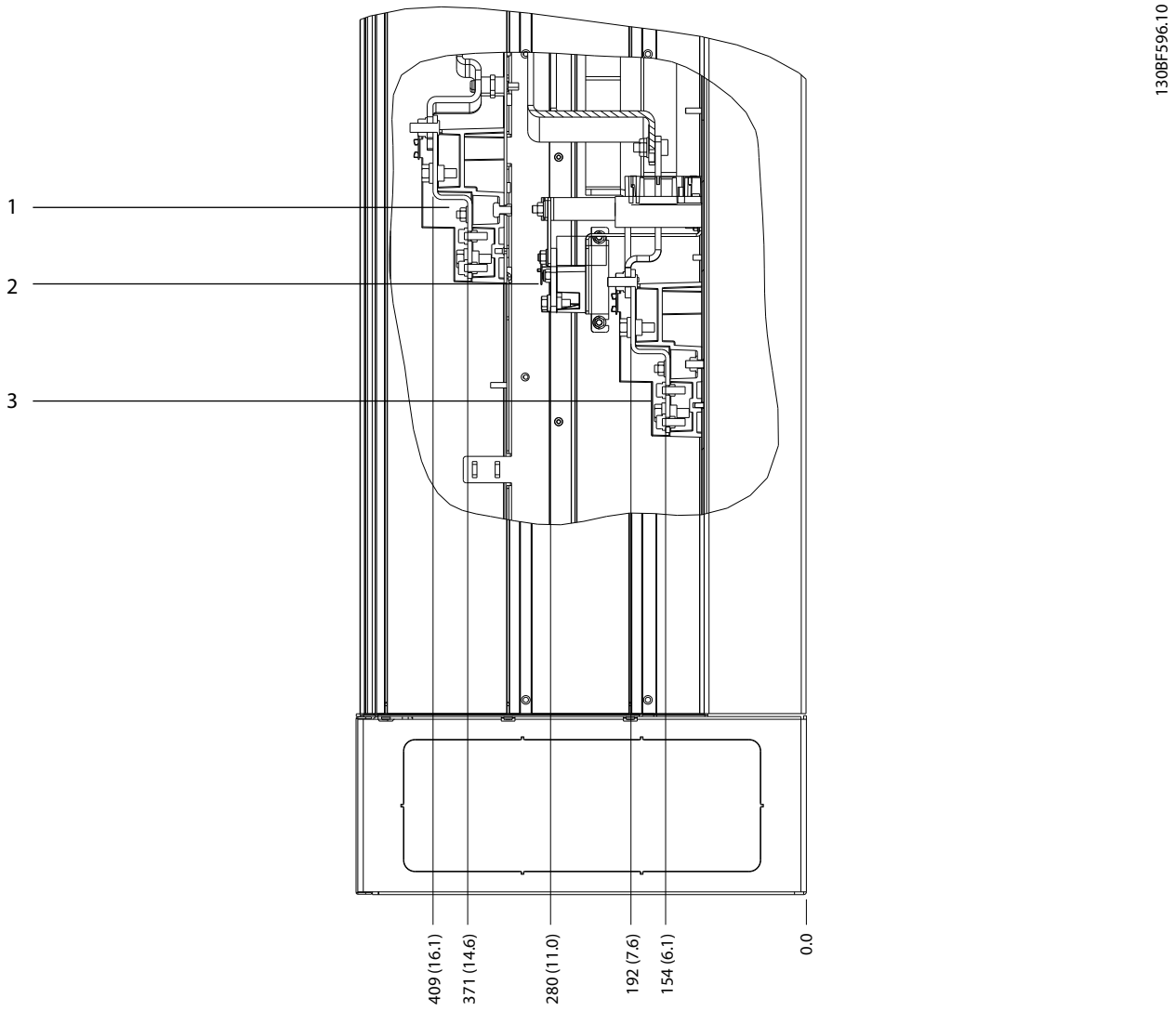


图 8.3 E1/E2 的详细端子尺寸



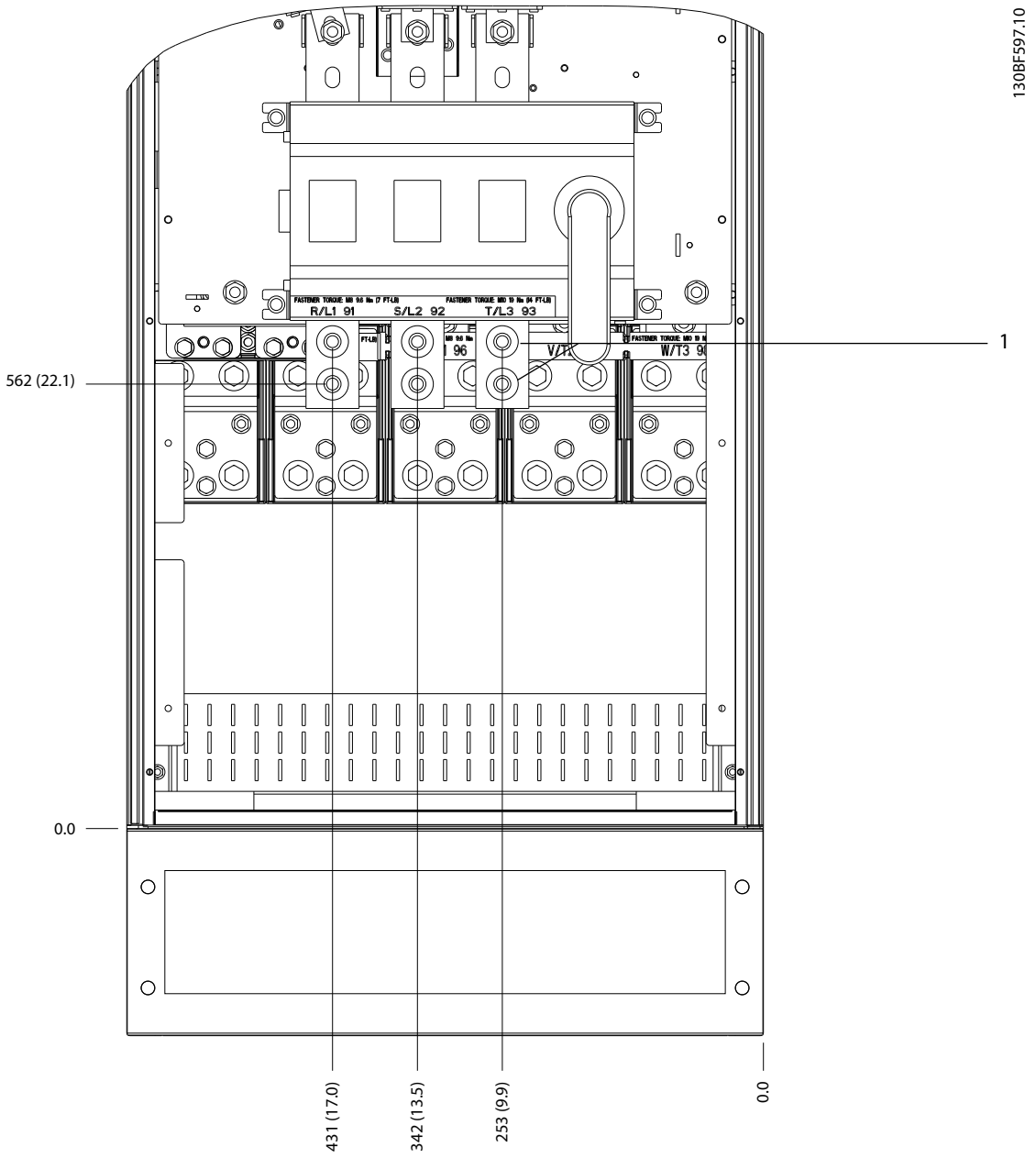
1	主电源端子	3	再生/负载共享端子
2	制动端子	4	电机端子

图 8.4 E1 的端子尺寸（正视图）



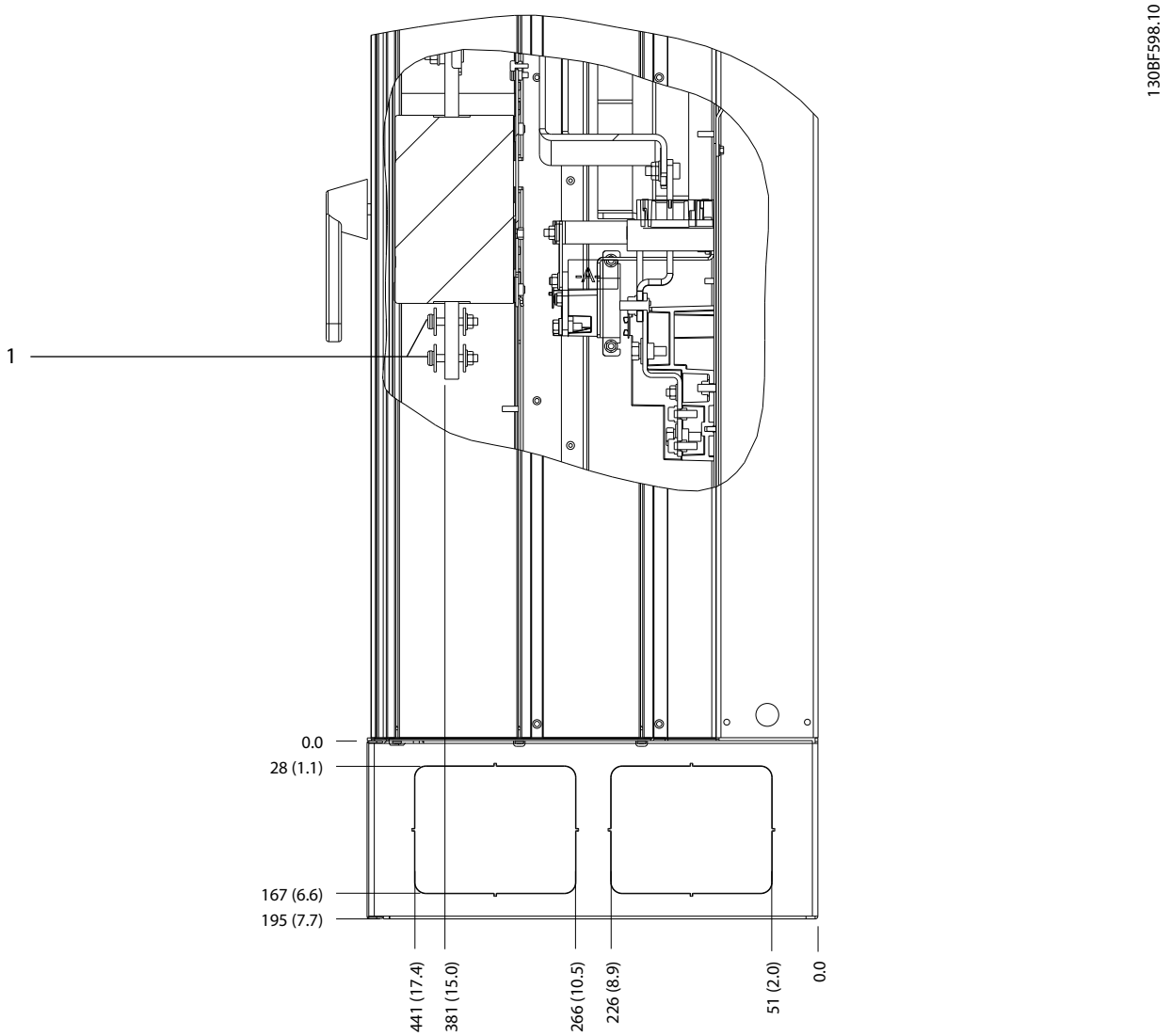
1	主电源端子	2	制动端子
3	电机端子	-	-

图 8.5 E1 的端子尺寸（侧视图）



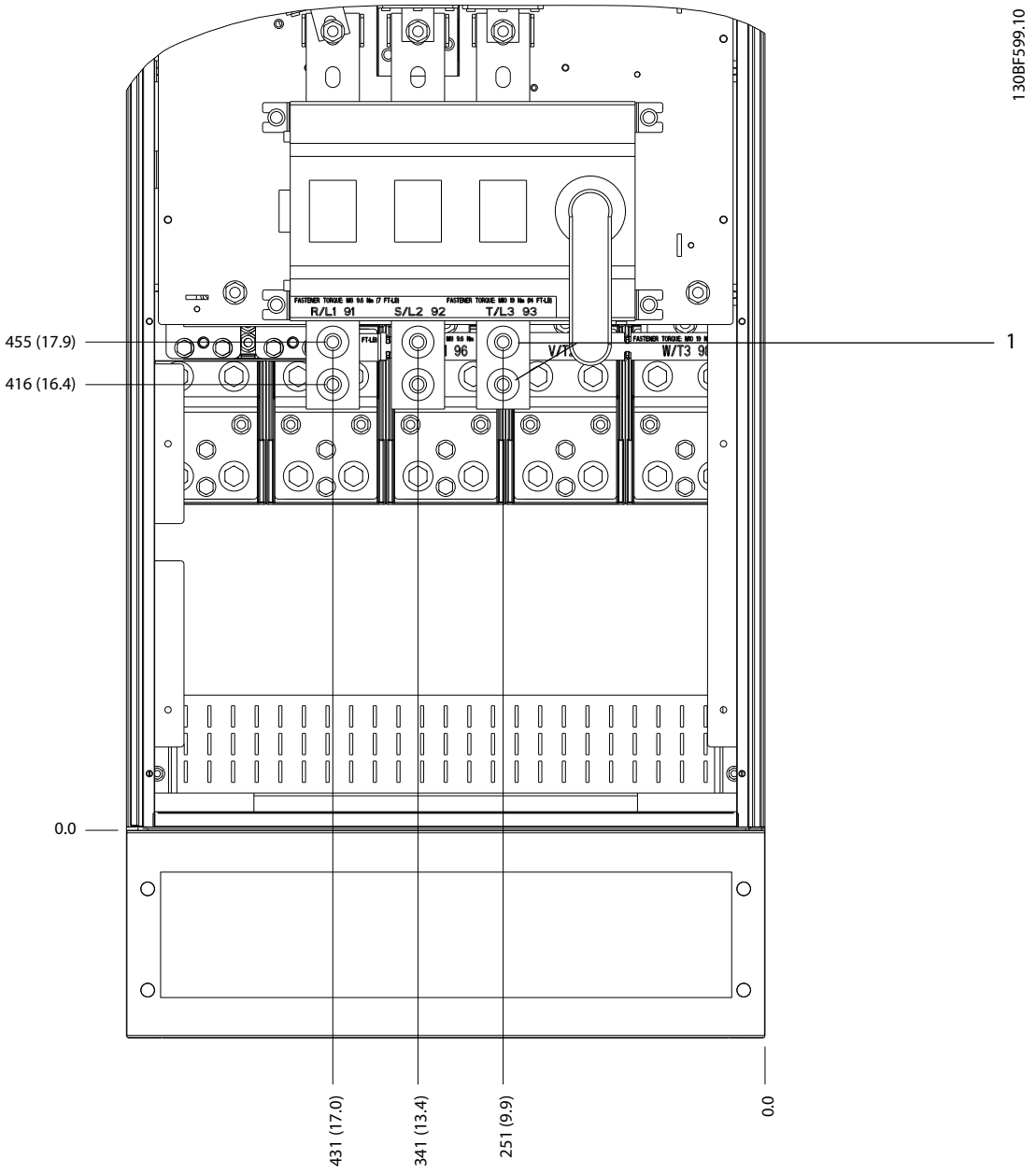
1	主电源端子	-	-

图 8.6 带隔离器的 E1 的端子尺寸（380 – 480/500 V 型号：P315；525 – 690 V 型号： P355 – P560），前视图



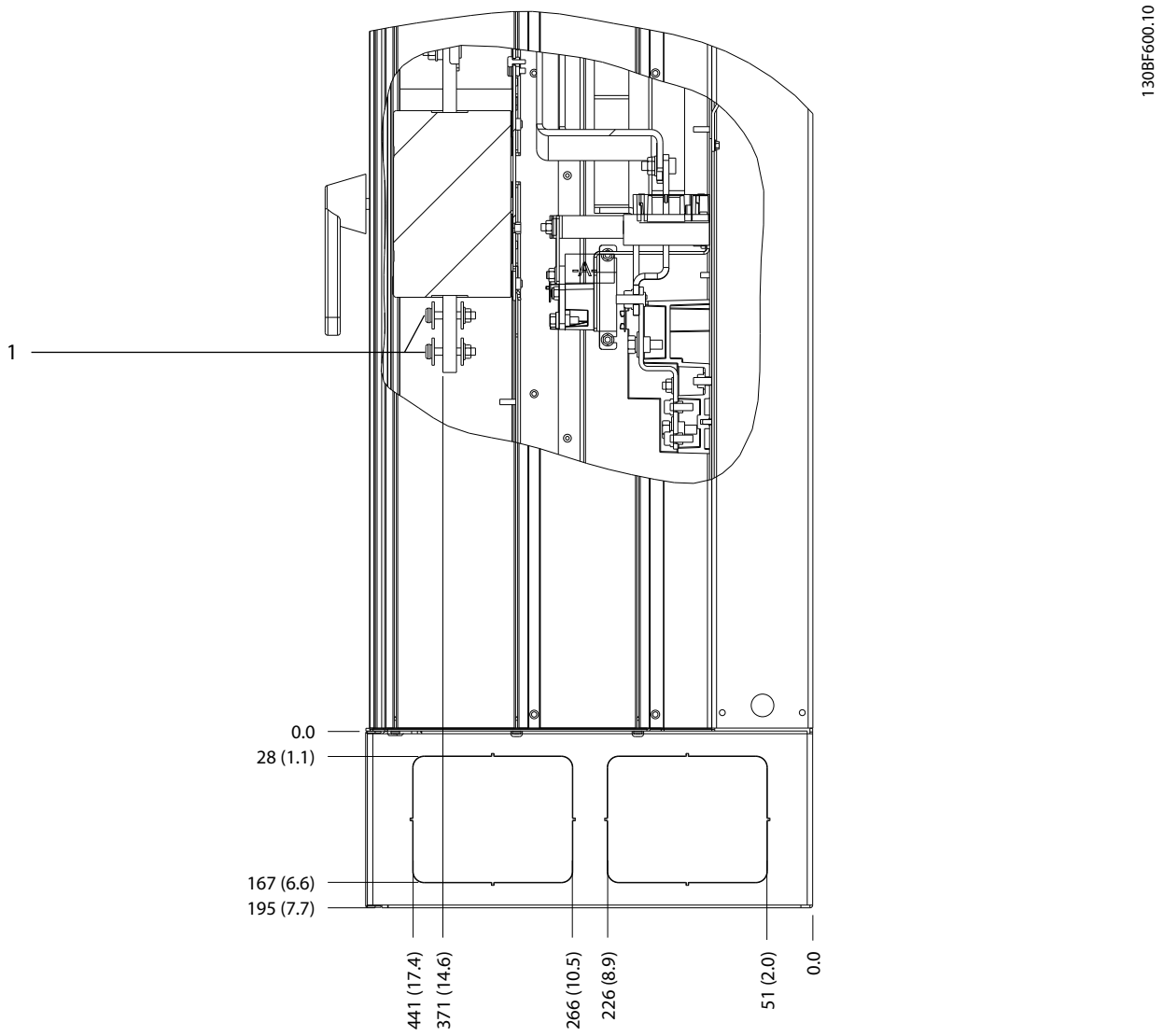
1	主电源端子	-	-

图 8.7 带隔离器的 E1 的端子尺寸（380 – 480/500 V 型号：P315；525 – 690 V 型号： P355 – P560），侧视图



1	主电源端子	-	-

图 8.8 带隔离器的 E1 的端子尺寸（380 – 480/500 V 型号： P355 – P400），前视图



1	主电源端子	-	-

图 8.9 带隔离器的 E1 的端子尺寸（380 - 480/500 V 型号： P355 - P400），侧视图

8.2 E2 外部和端子尺寸

8.2.1 E2 外部尺寸

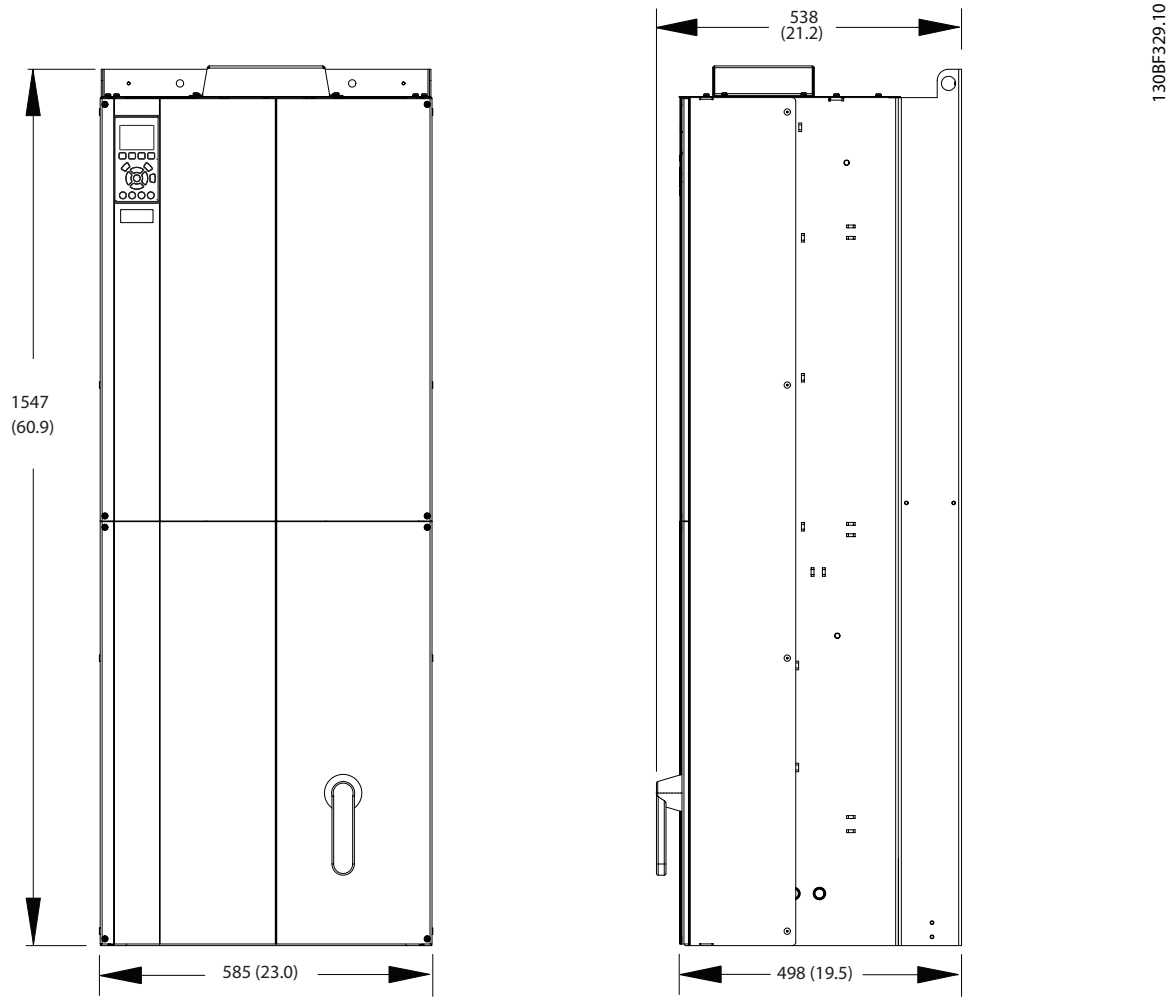
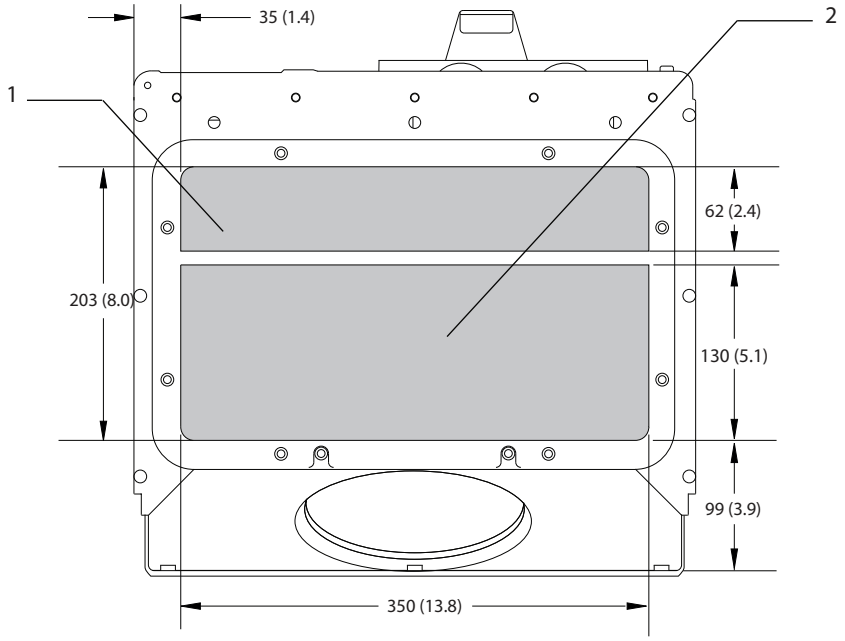


图 8.10 E2 的正面、侧面和门间隙尺寸



1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.11 E1/E2 的密封板尺寸

8.2.2 E2 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。

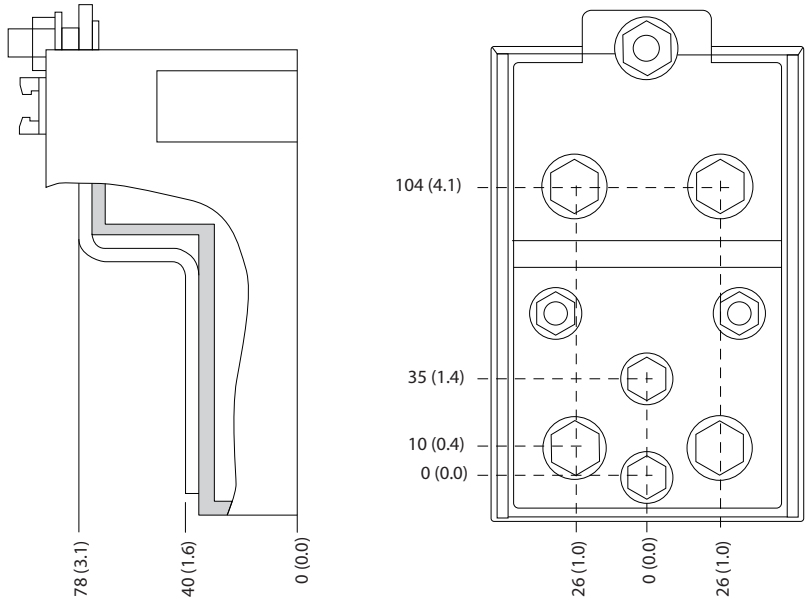
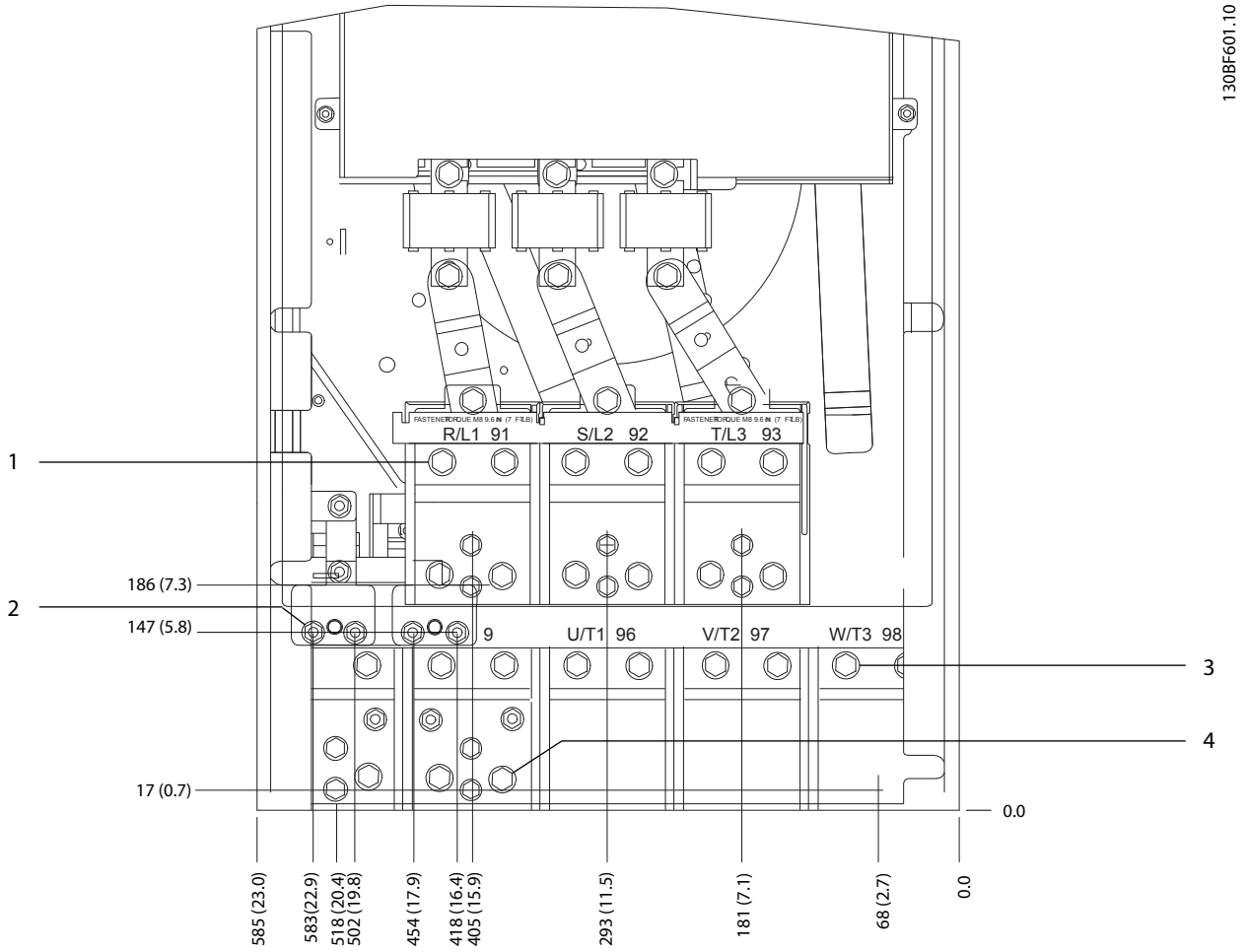
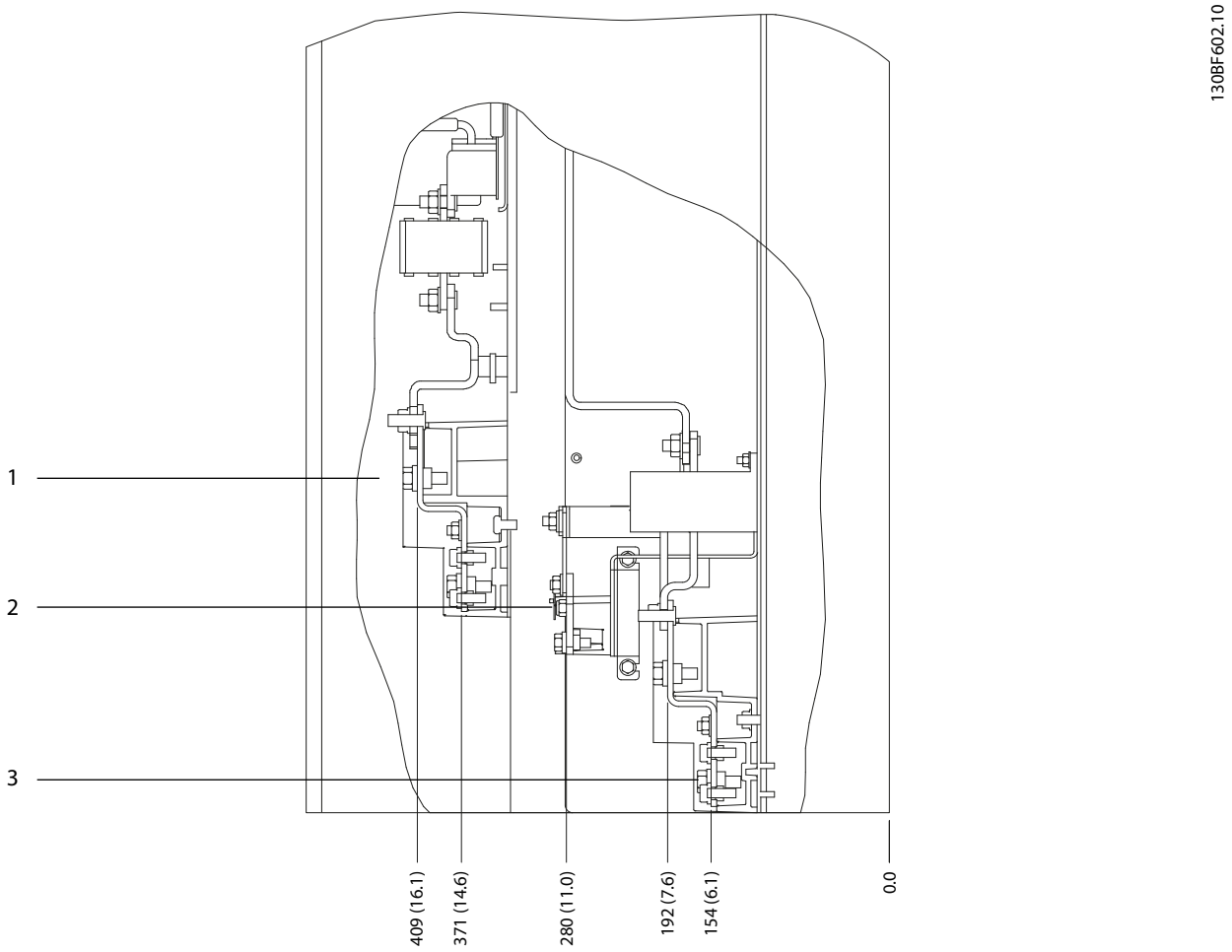


图 8.12 E1/E2 的详细端子尺寸



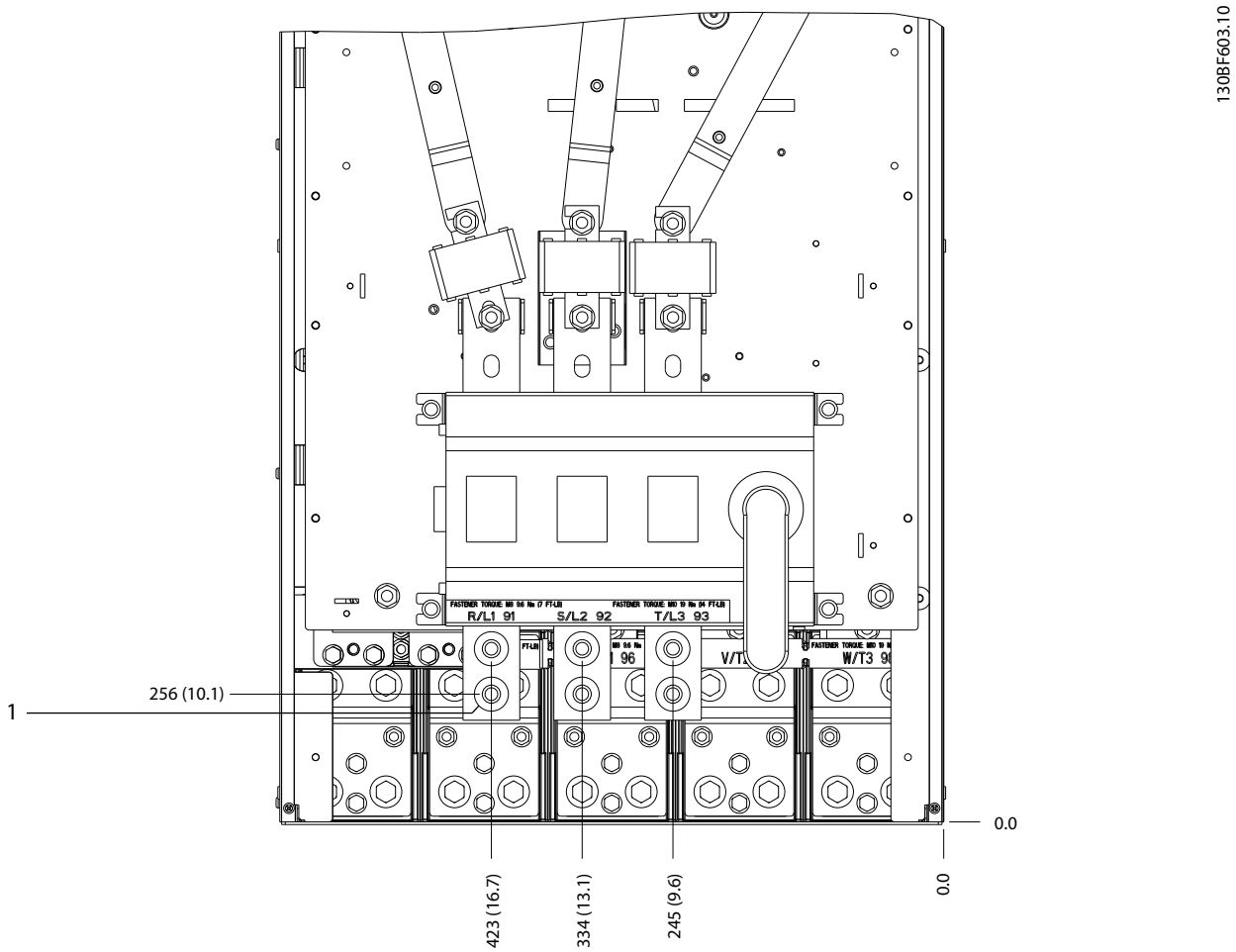
1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	4	再生/负载共享端子

图 8.13 E2 的端子尺寸，正视图



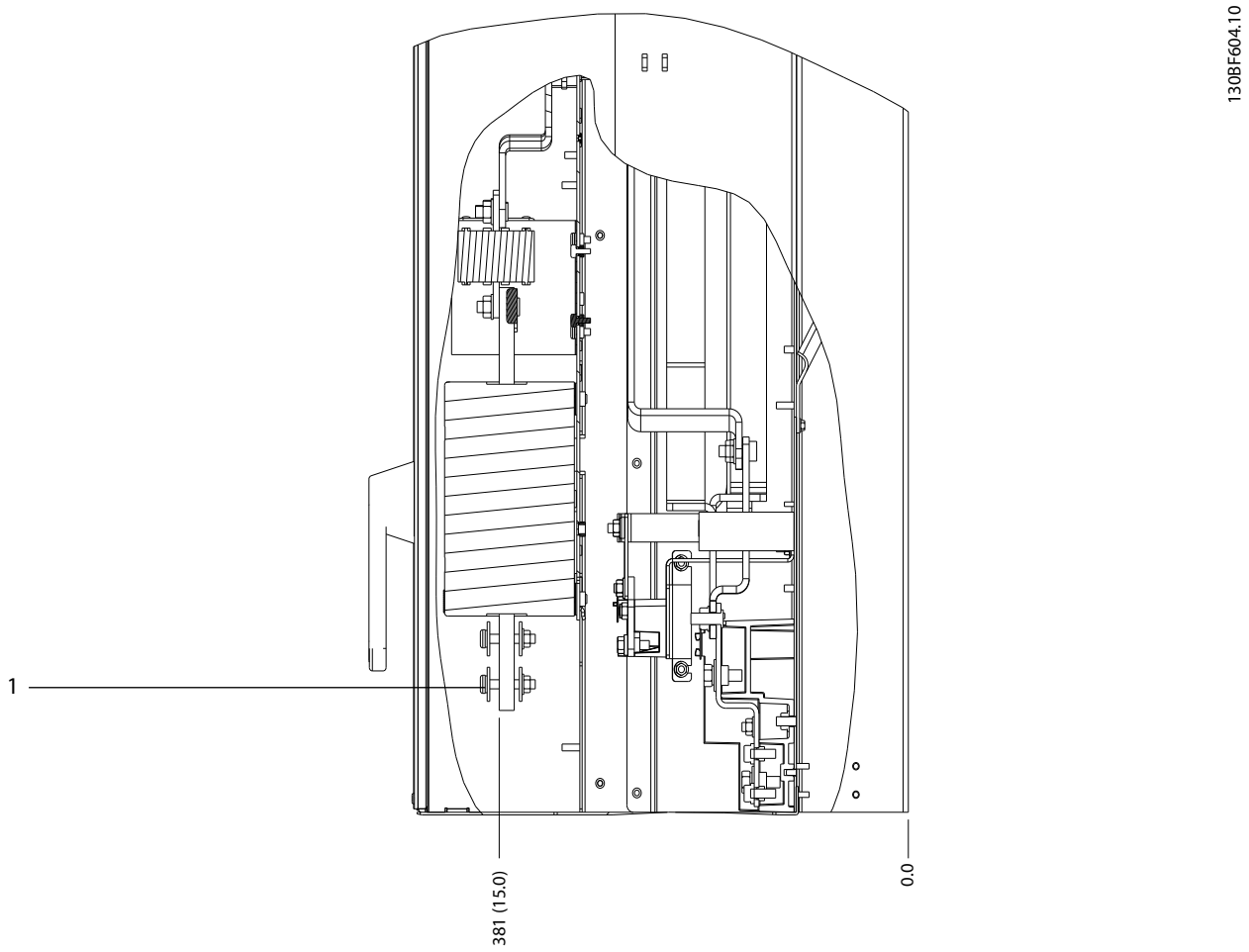
1	主电源端子	2	制动端子
3	电机端子	-	-

图 8.14 E2 的端子尺寸，侧视图



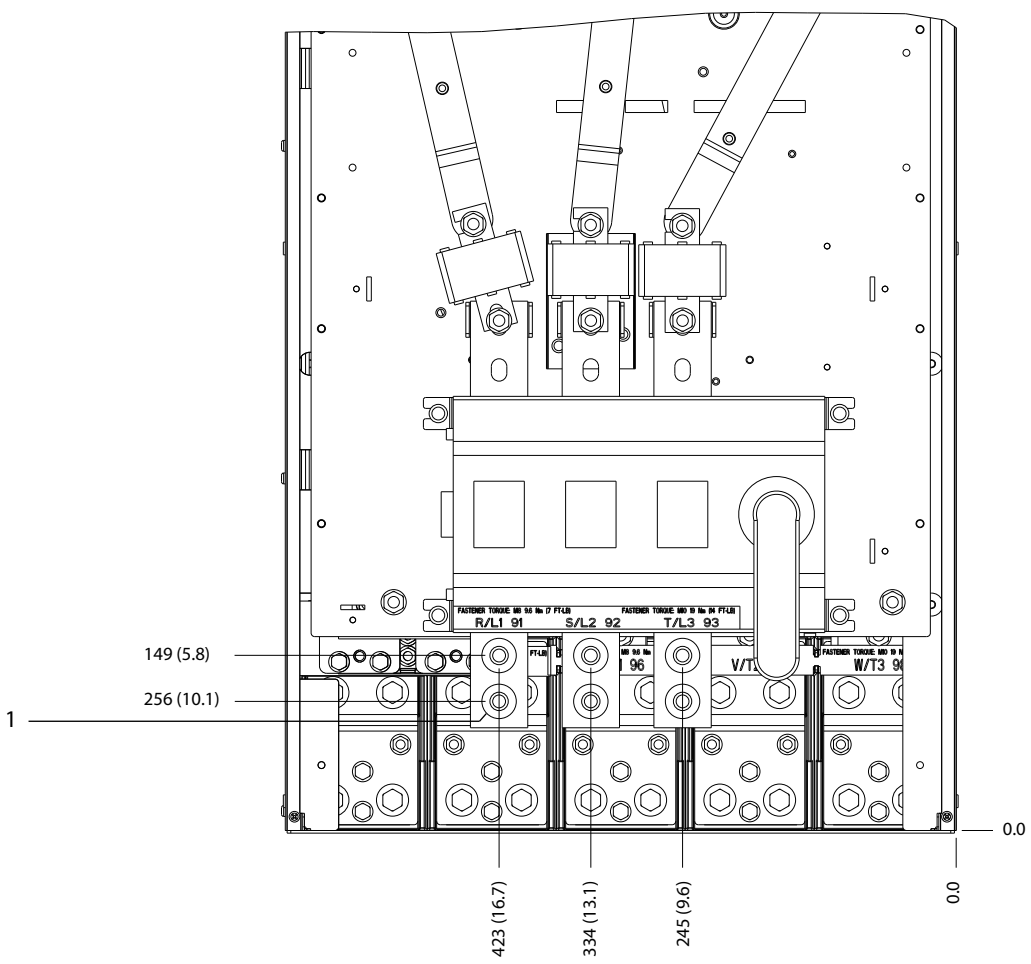
1	主电源端子	-	-

图 8.15 带隔离器的 E2 的端子尺寸（380 – 480/500 V 型号：P315；525 – 690 V 型号： P355 – P560），前视图



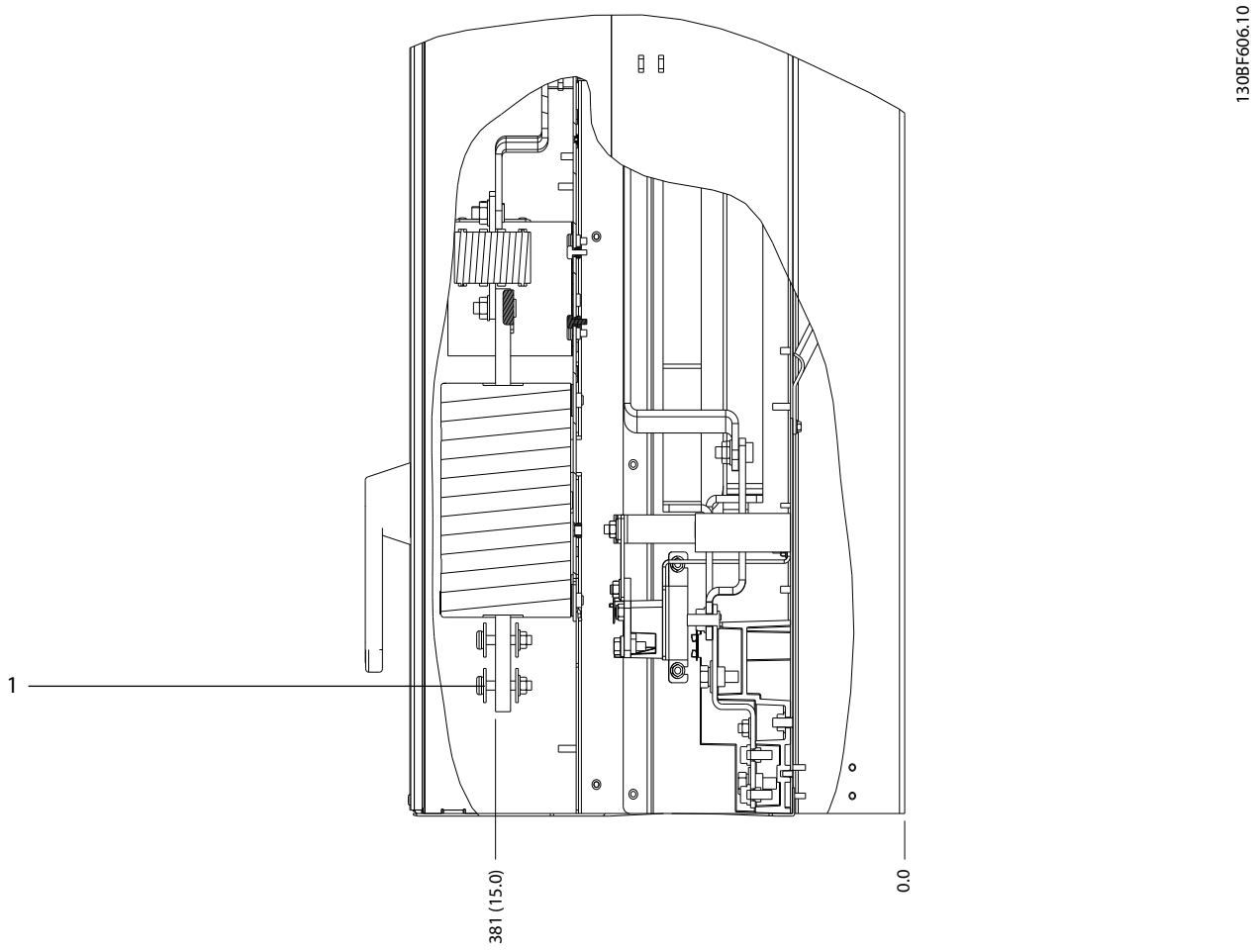
1	主电源端子	-	-

图 8.16 带隔离器的 E2 的端子尺寸（380 – 480/500 V 型号：P315；525 – 690 V 型号： P355 – P560），侧视图



1	主电源端子	-	-

图 8.17 带隔离器的 E2 的端子尺寸（380 – 480/500 V 型号： P355 – P400），前视图



1	主电源端子	-	-

图 8.18 带隔离器的 E2 的端子尺寸（380 – 480/500 V 型号： P355 – P400），侧视图

8.3 F1 外部和端子尺寸

8.3.1 E1 外部尺寸

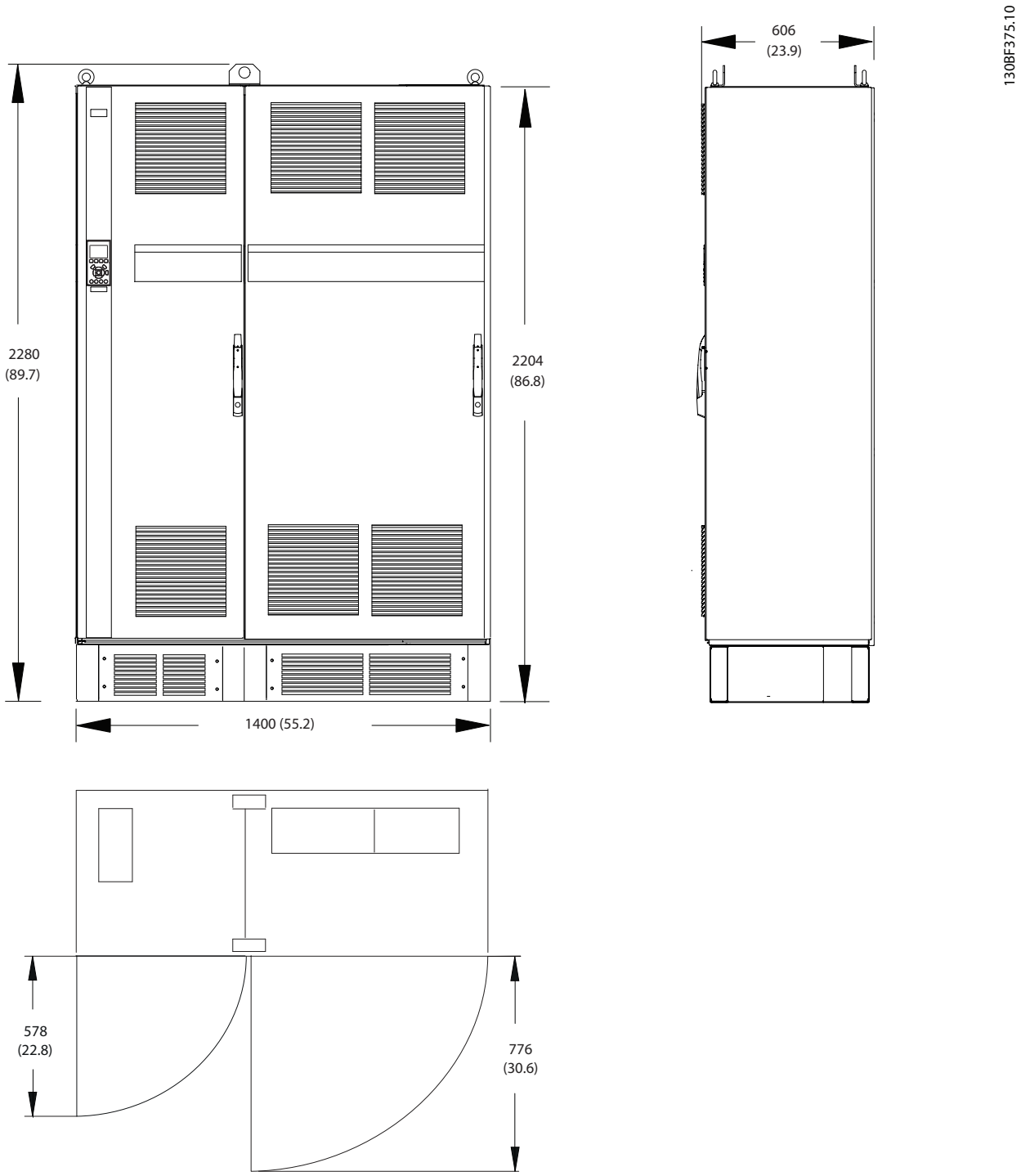
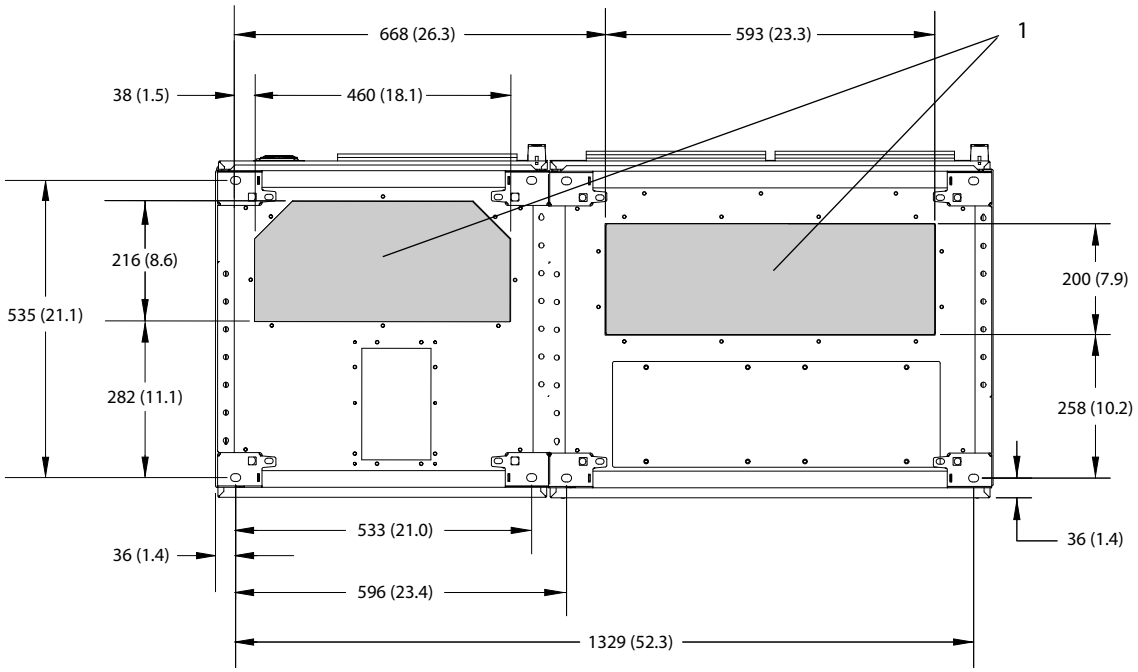


图 8.19 F1 的正面、侧面和门间隙尺寸



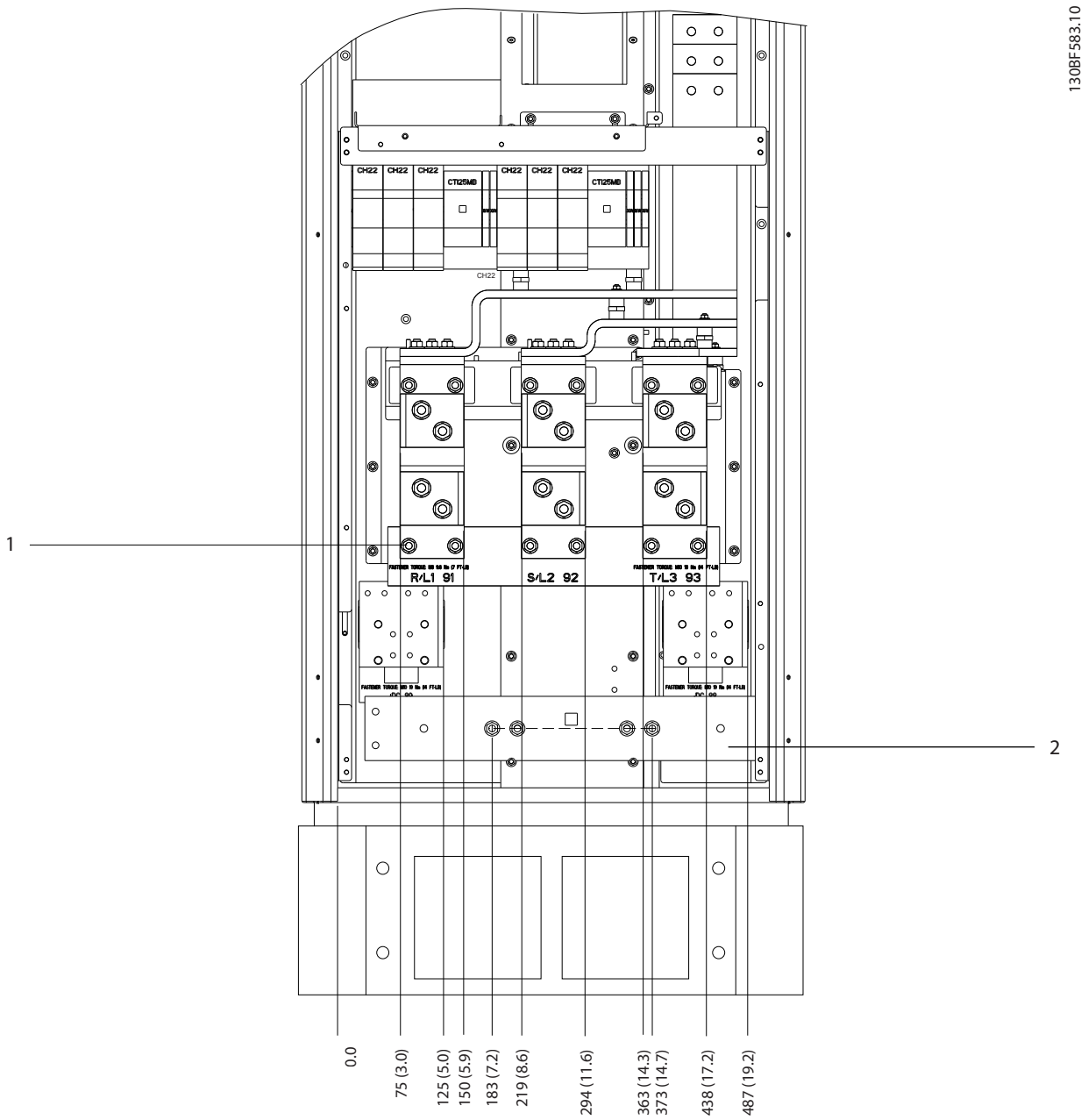
1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.20 F1 的密封板尺寸

8

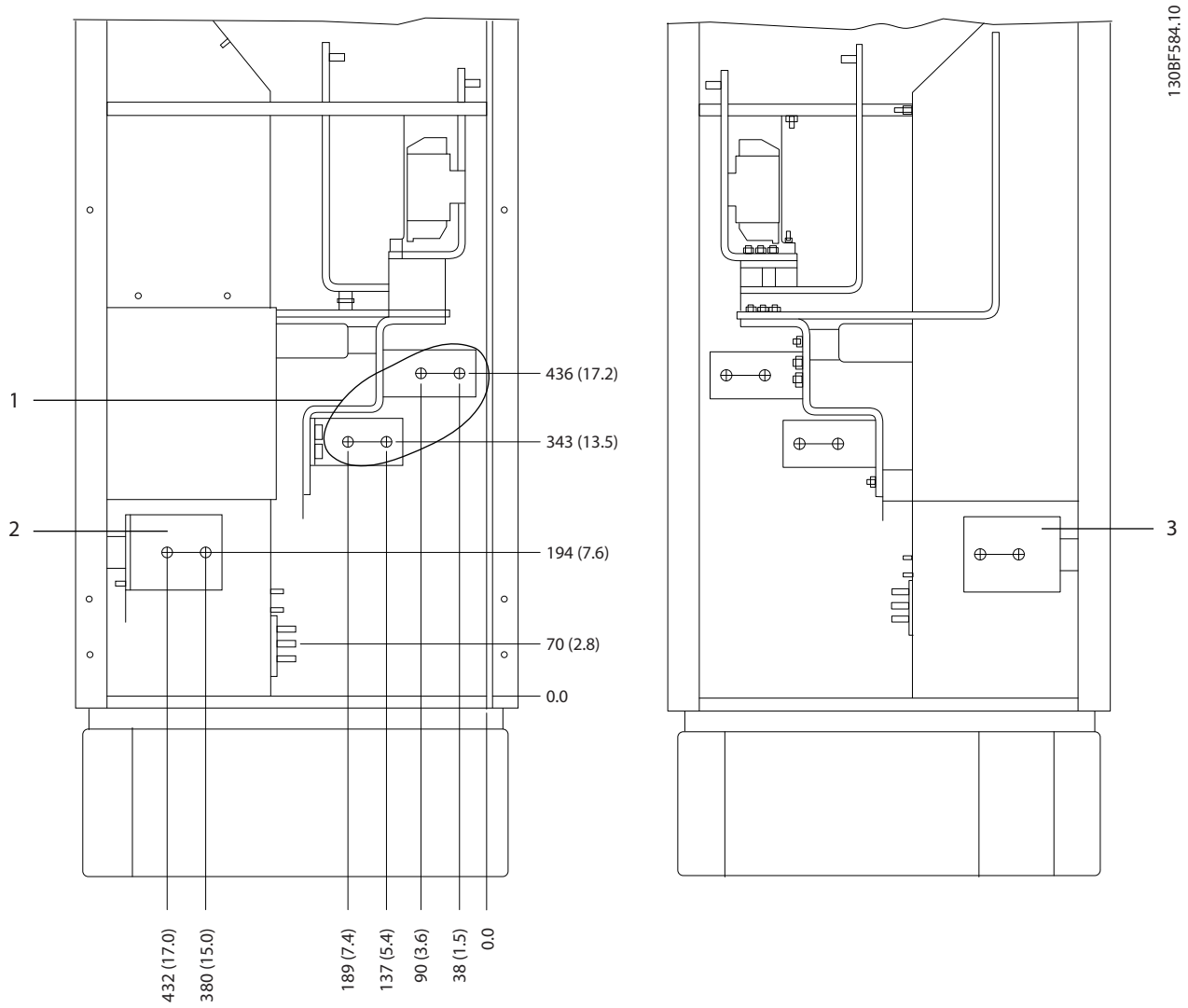
8.3.2 F1 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



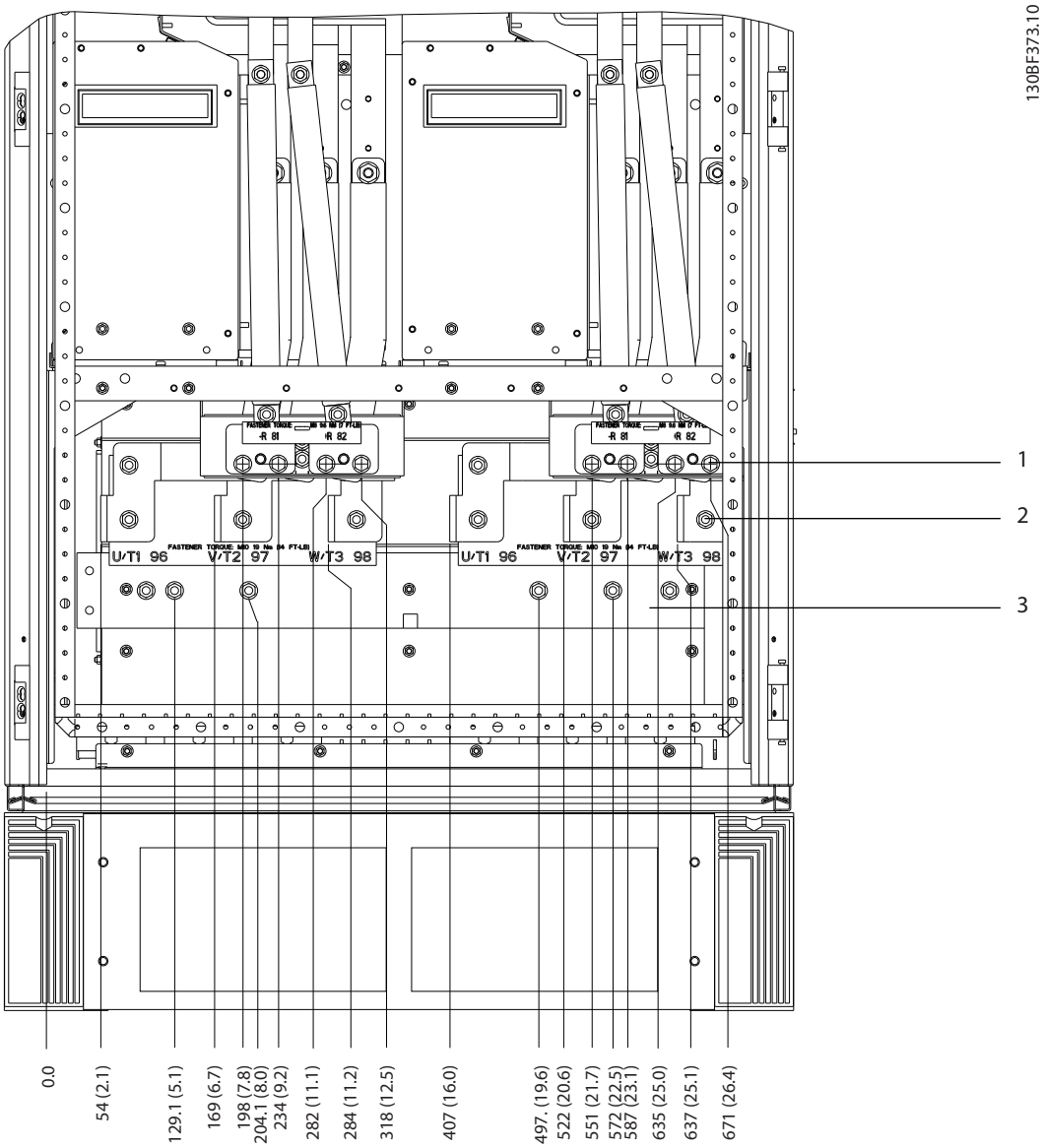
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.21 F1 - F4 整流器机柜的端子尺寸，正视图



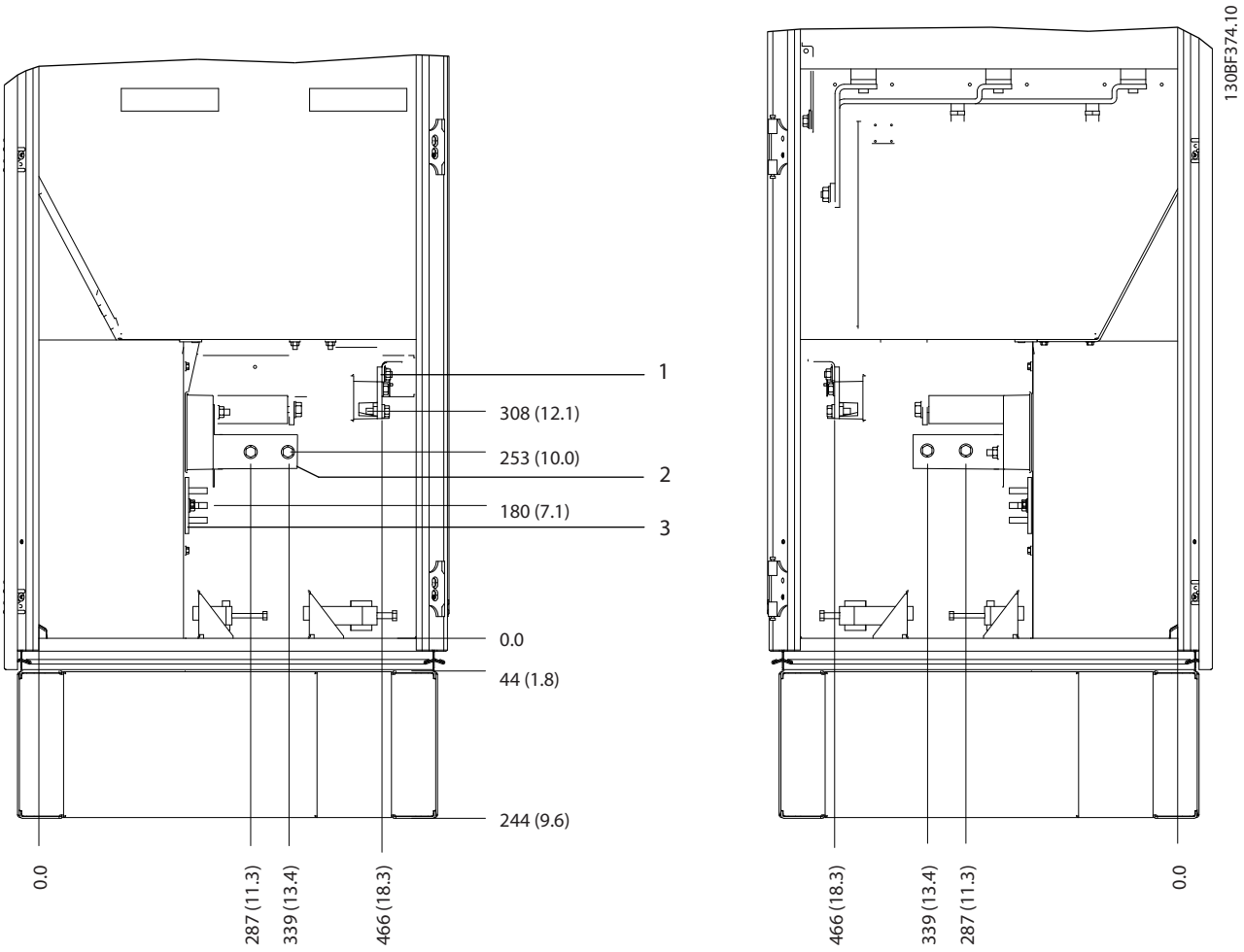
1	主电源端子	3	负载共享端子 （-）
2	负载共享端子 (+)	-	-

图 8.22 F1 - F2 整流器机柜的端子尺寸，侧视图



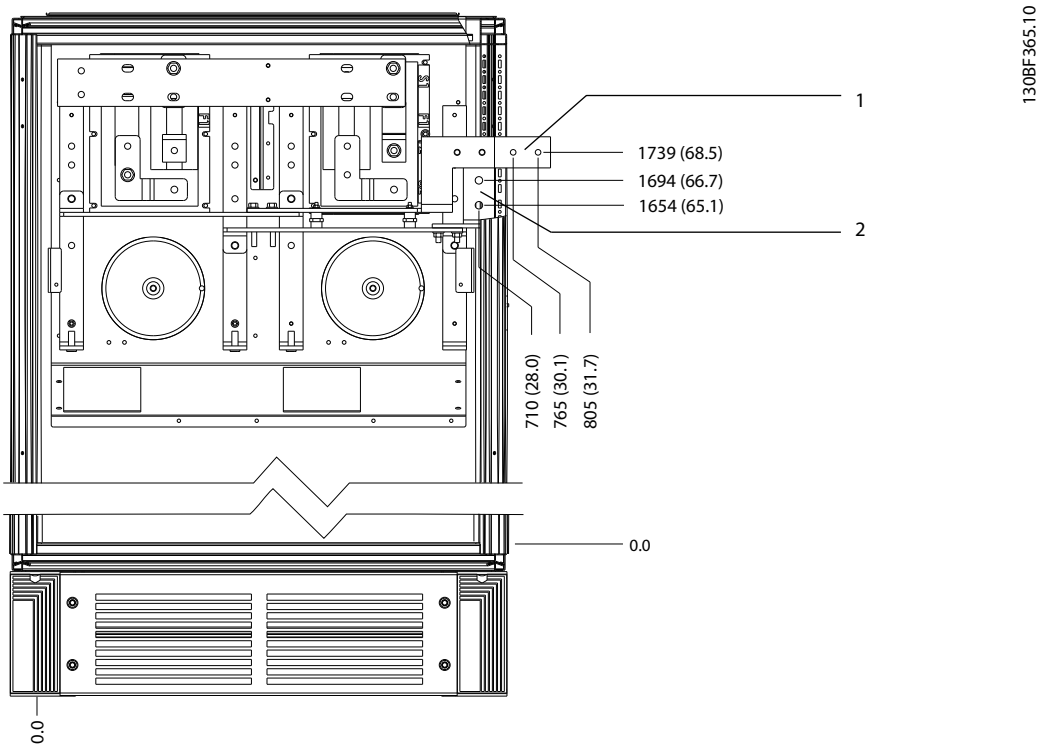
1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.23 F1/F3 逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.24 F1/F3 逆变器机柜的端子尺寸，侧视图



1	DC -	2	DC +

图 8.25 F1/F3 再生端子的端子尺寸，正视图

8.4 F2 外部和端子尺寸

8.4.1 F2 外部尺寸

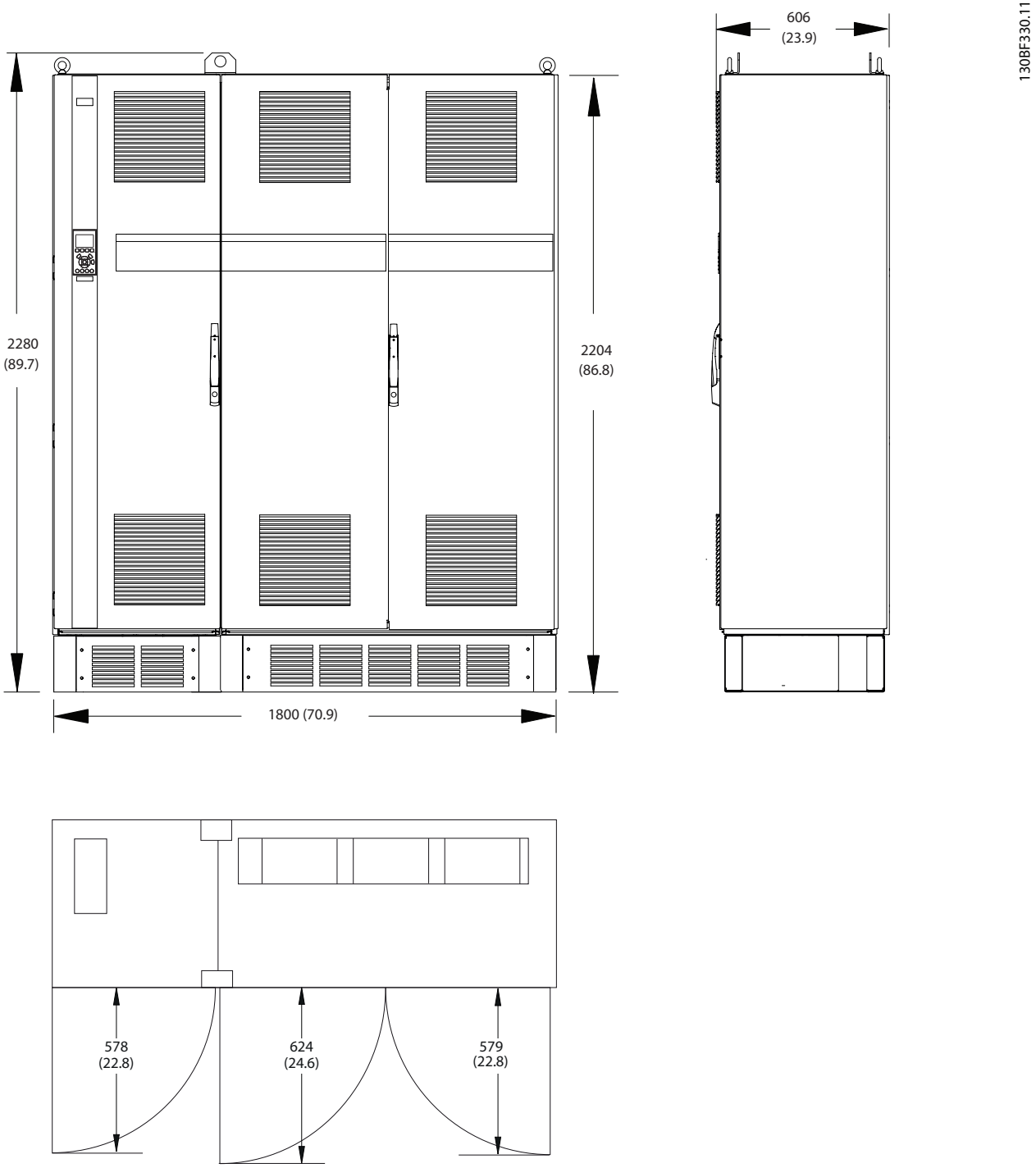
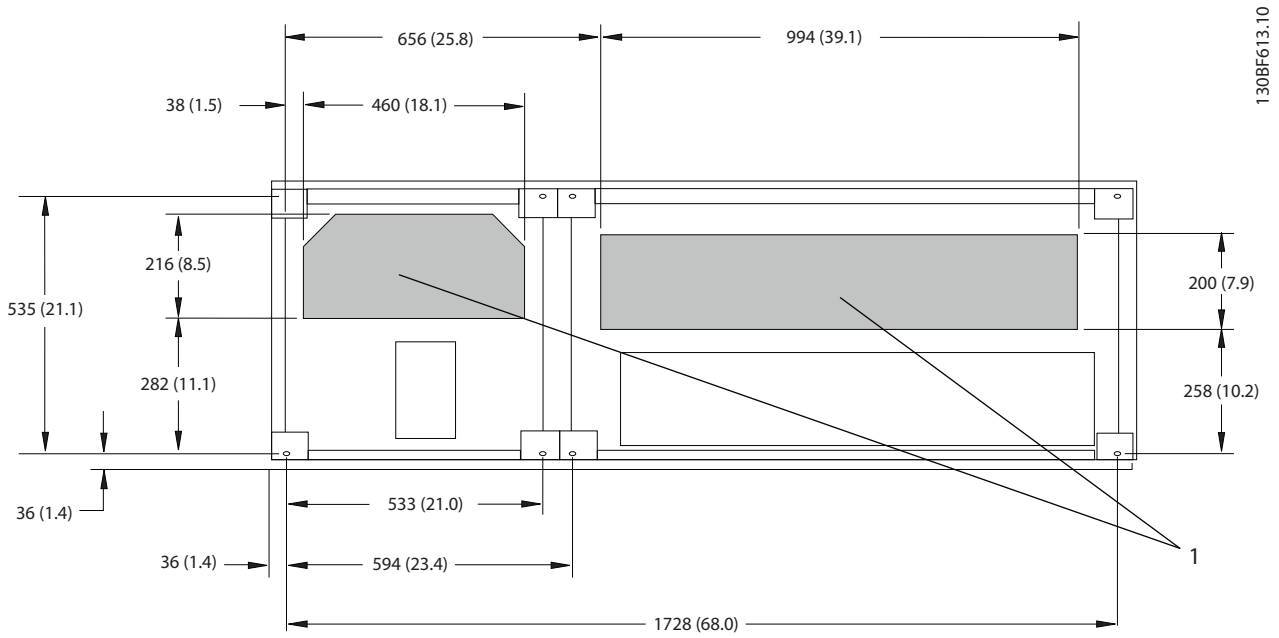


图 8.26 F2 的正面、侧面和门间隙尺寸



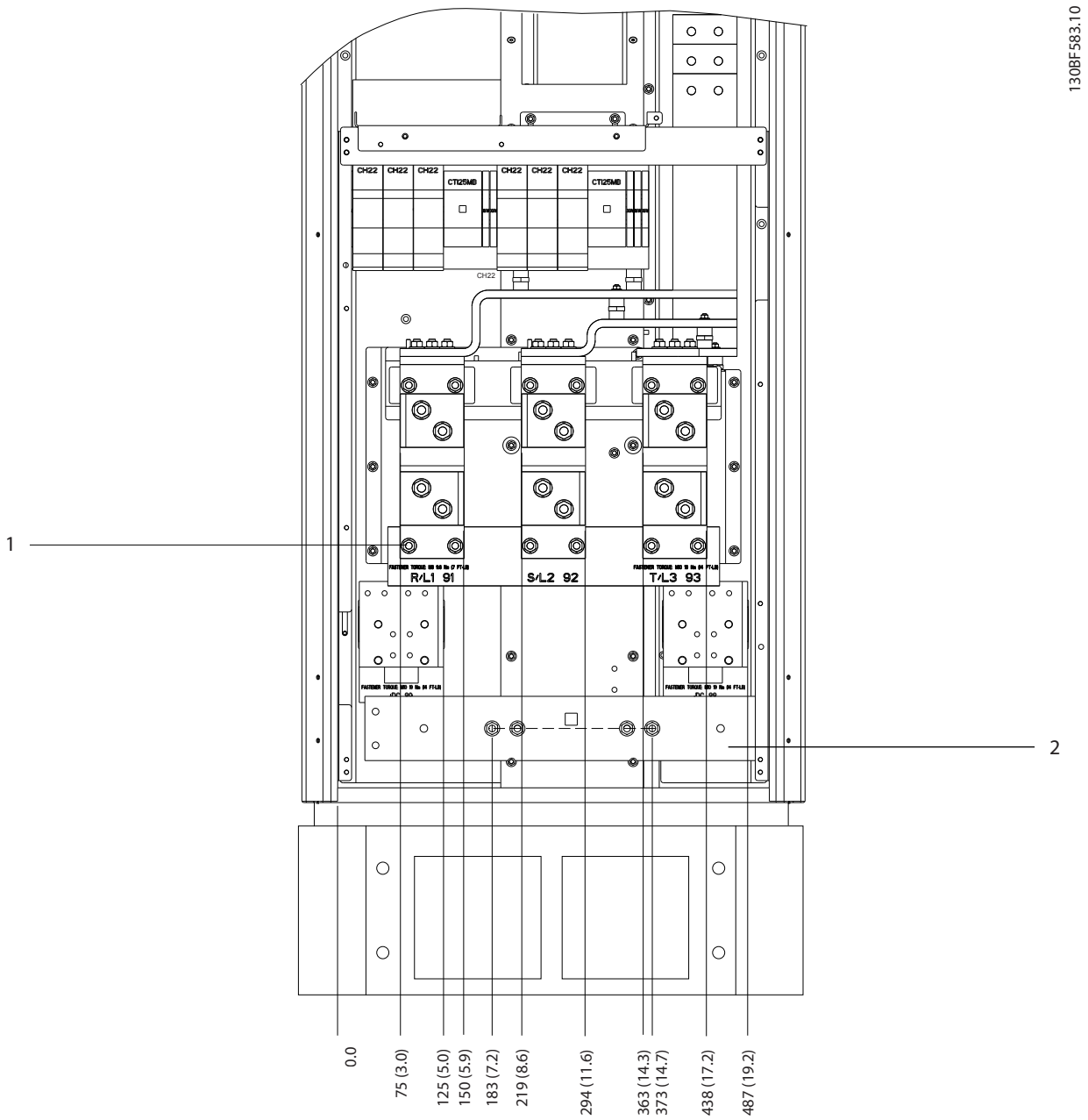
1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.27 F2 的密封板尺寸

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

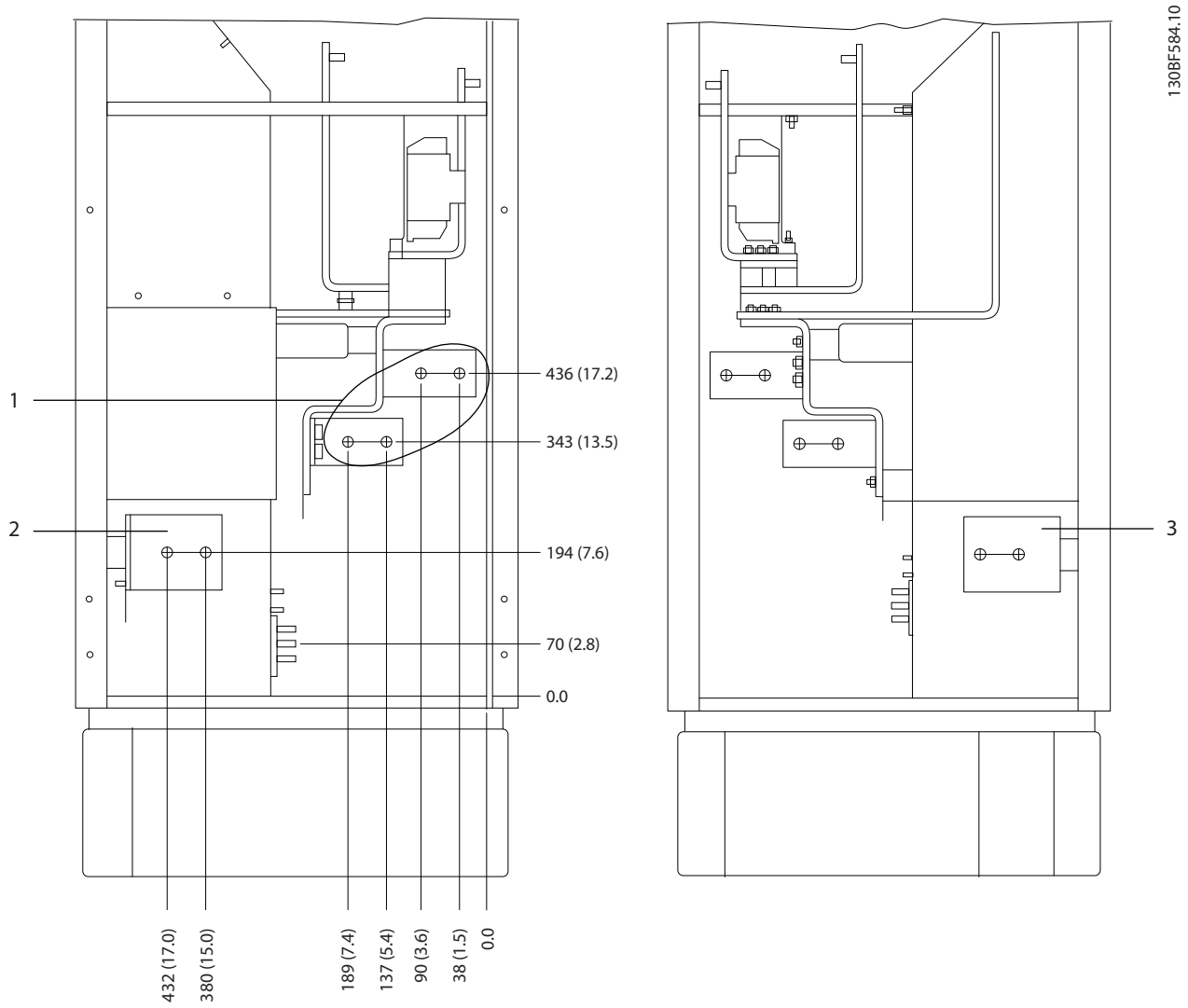
8.4.2 F2 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



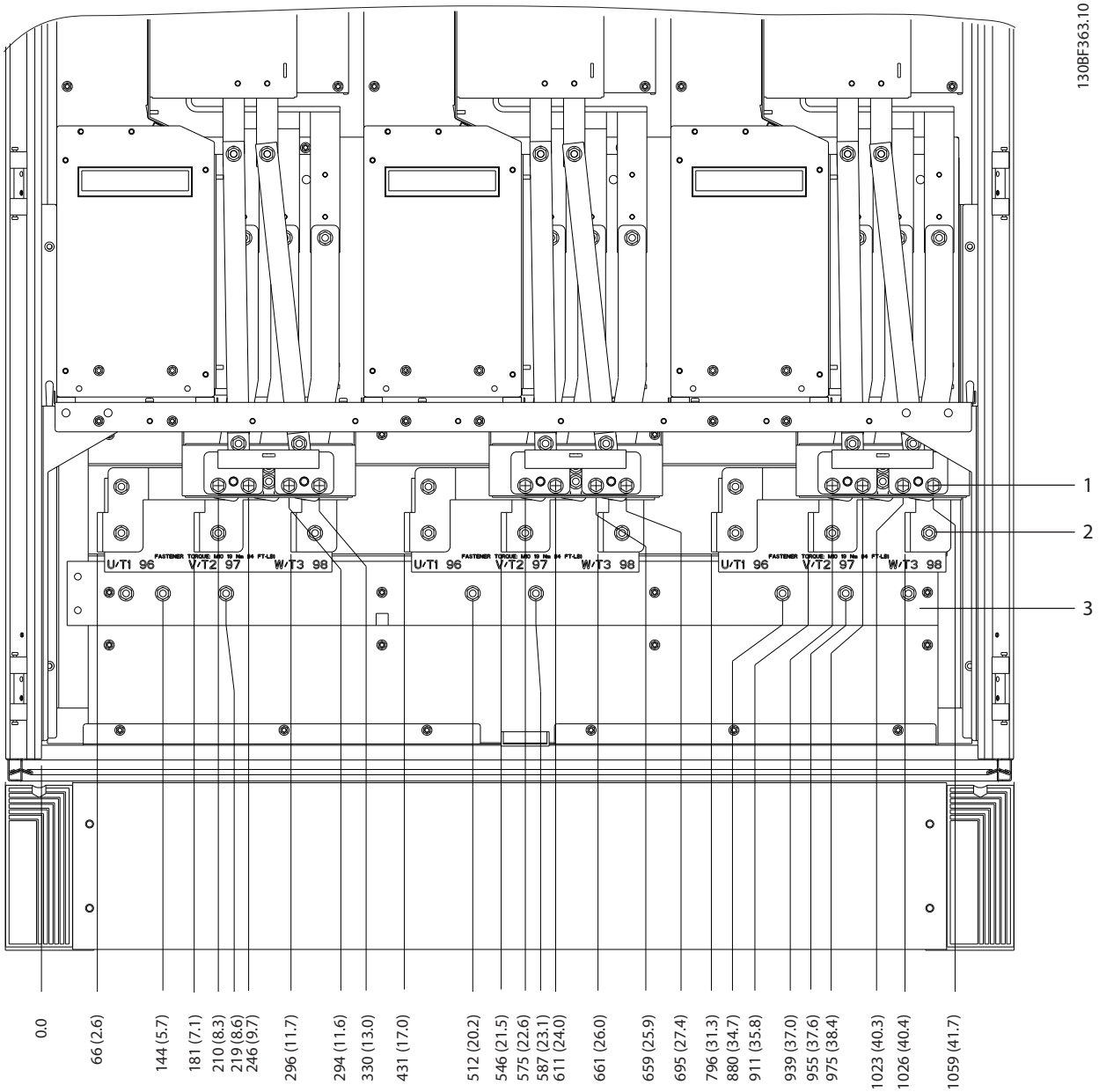
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.28 F1 - F4 整流器机柜的端子尺寸，正视图



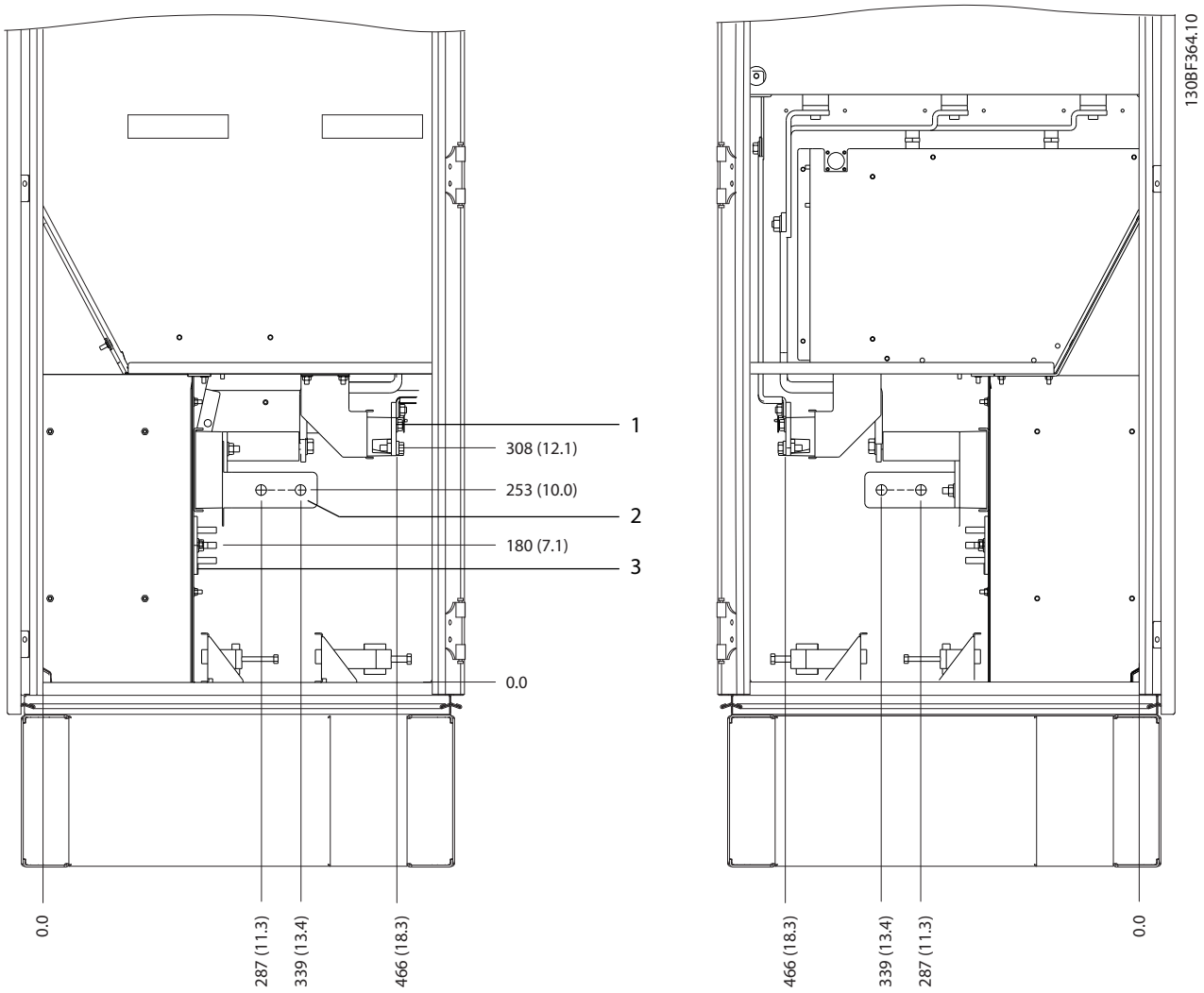
1	主电源端子	3	负载共享端子 （-）
2	负载共享端子 (+)	-	-

图 8.29 F1 - F2 整流器机柜的端子尺寸，侧视图



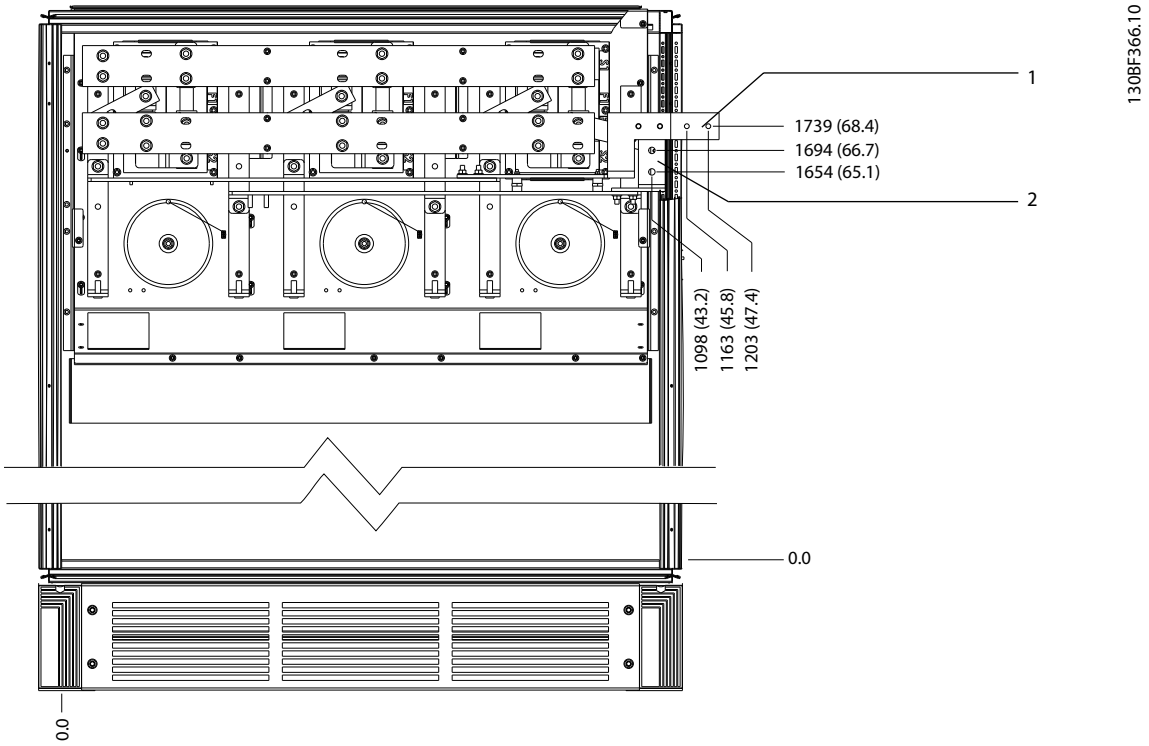
1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.30 F2/F4 逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.31 F2/F4 逆变器机柜的端子尺寸，侧视图



1	DC -	2	DC +

图 8.32 F2/F4 再生端子的端子尺寸，正视图

8.5 F3 外部和端子尺寸

8.5.1 F3 外部尺寸

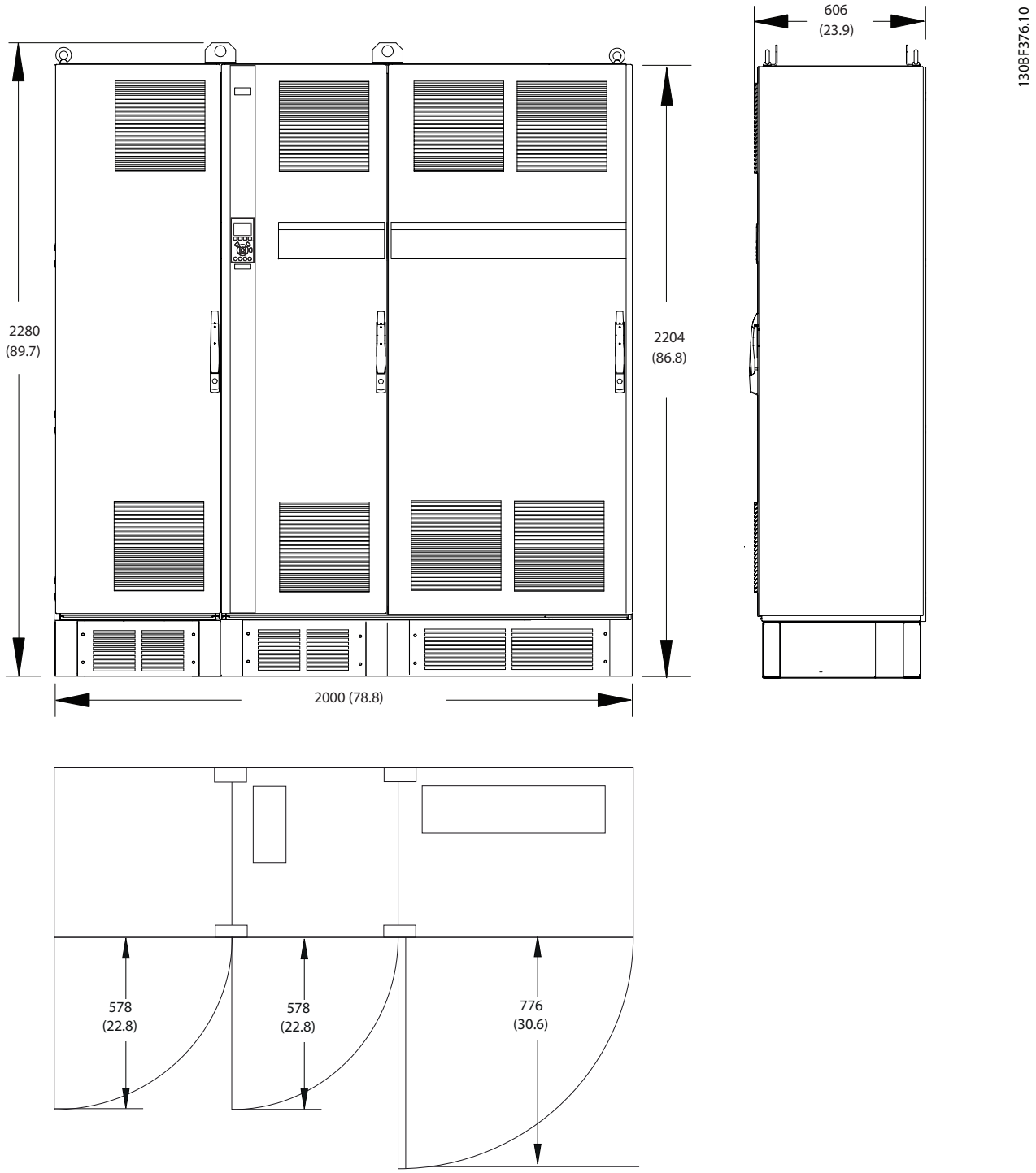
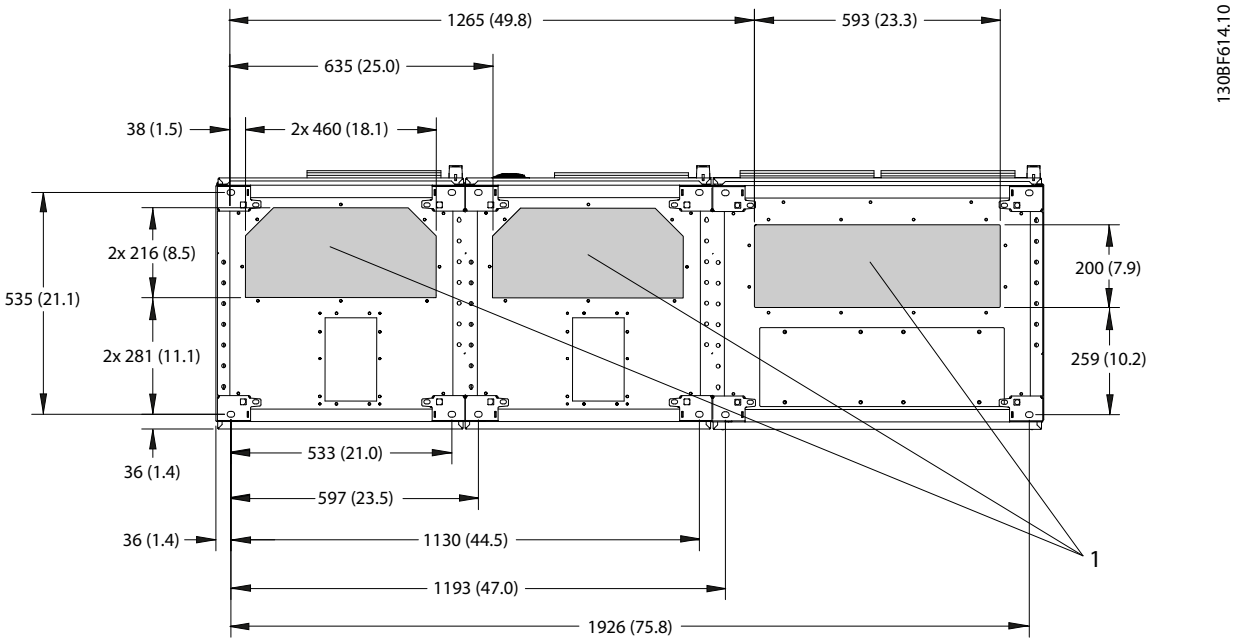


图 8.33 F3 的正面、侧面和门间隙尺寸

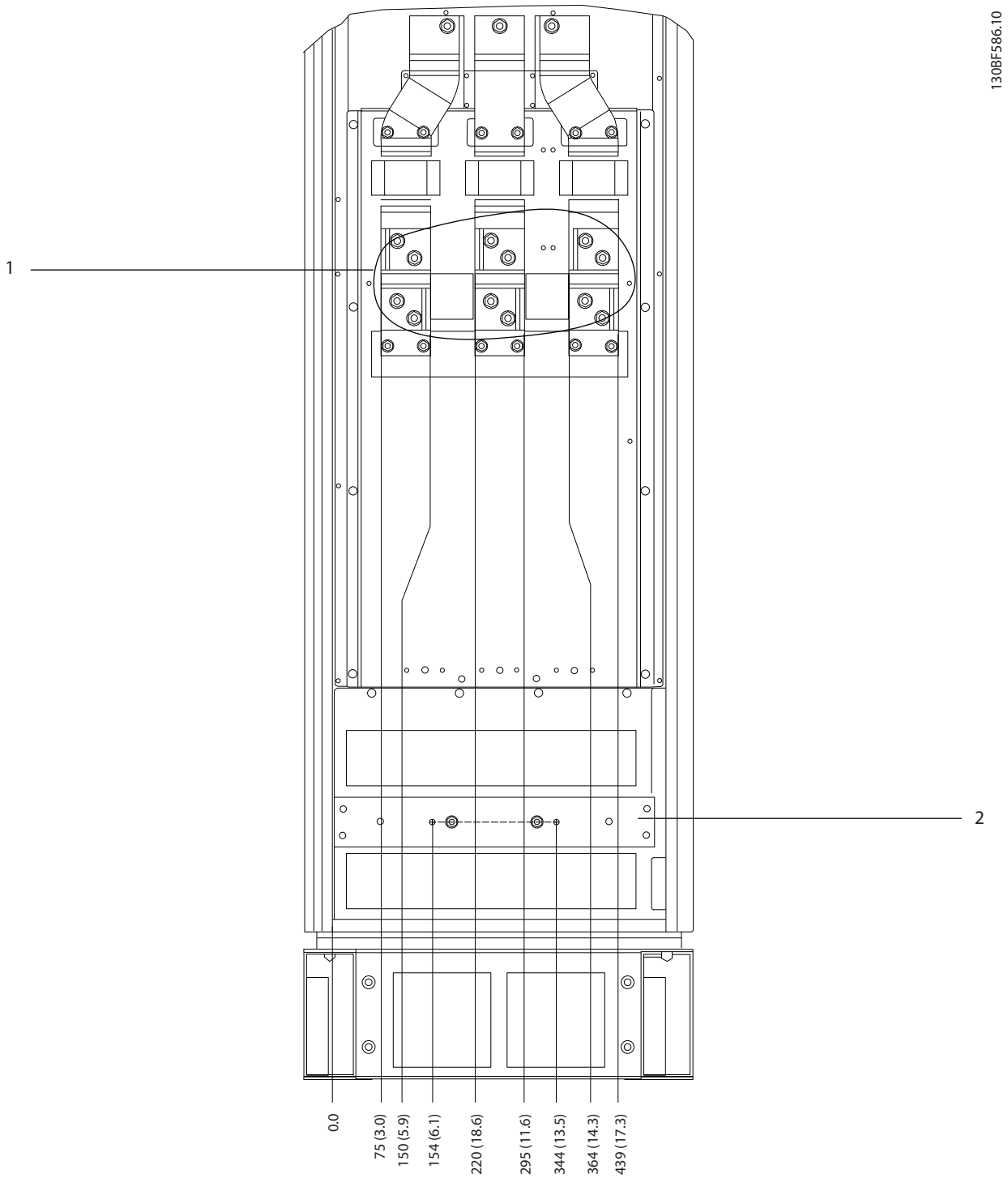


1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.34 F3 的密封板尺寸

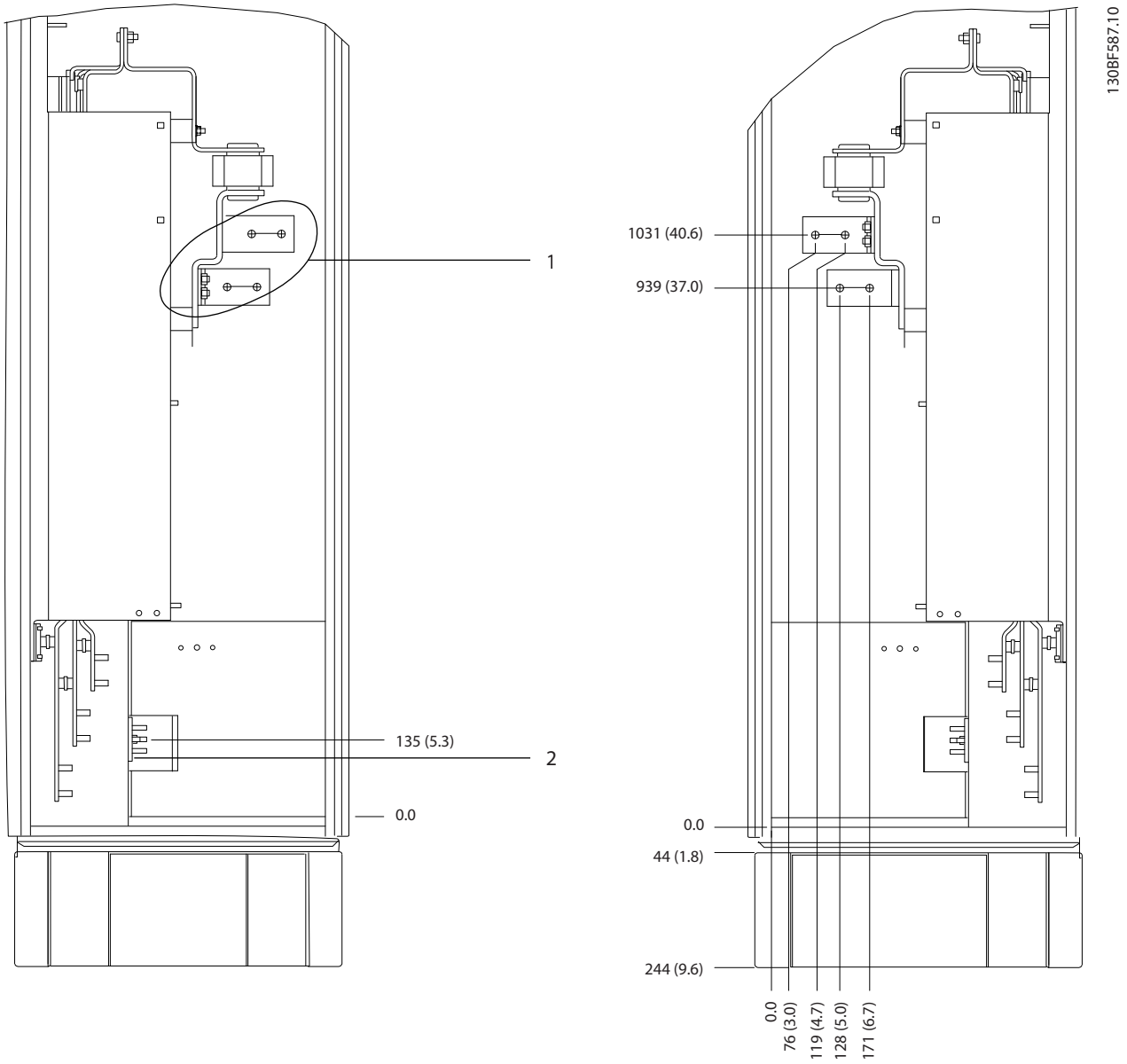
8.5.2 F3 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



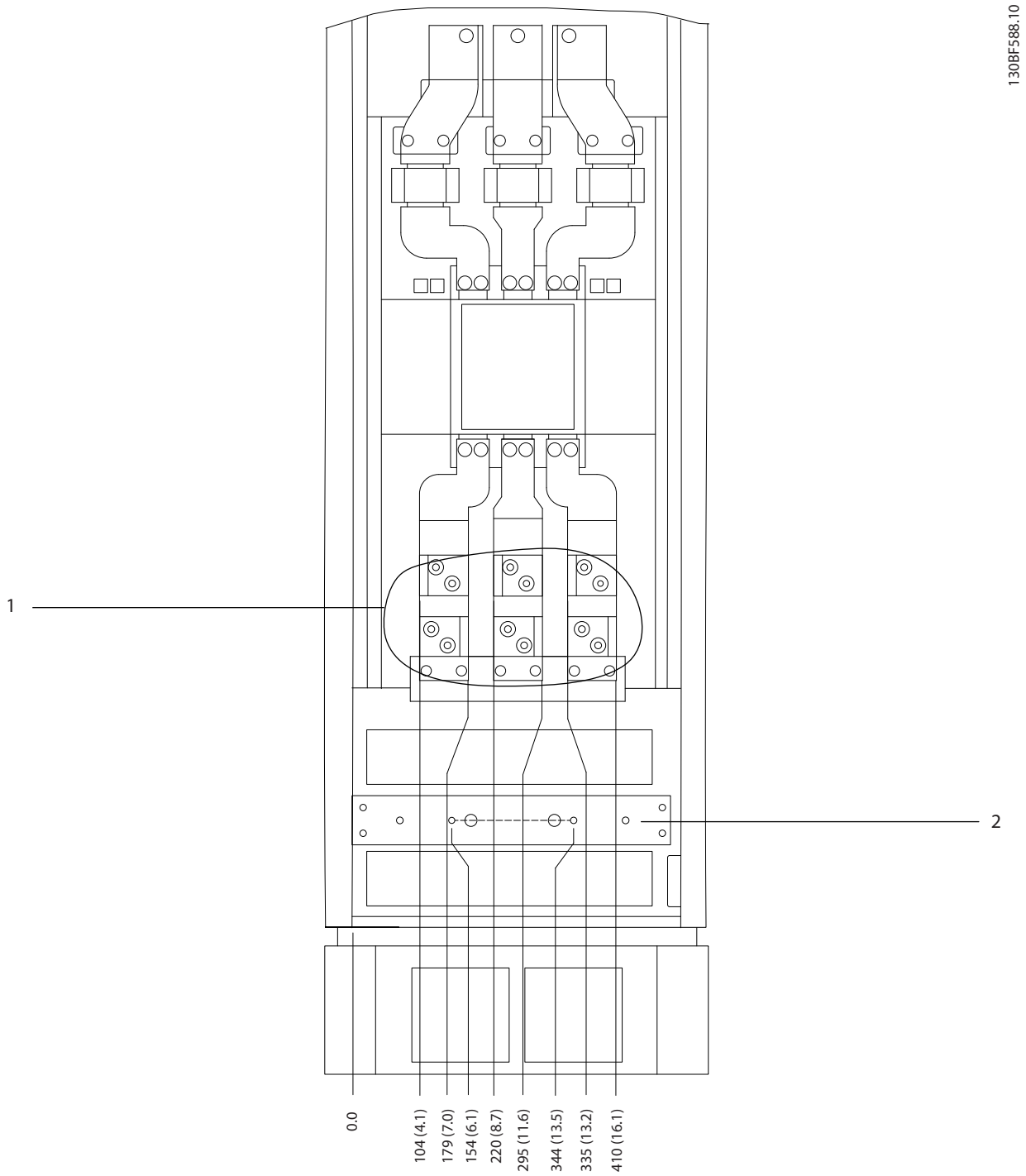
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.35 F3 - F4 选件机柜的端子尺寸，正视图



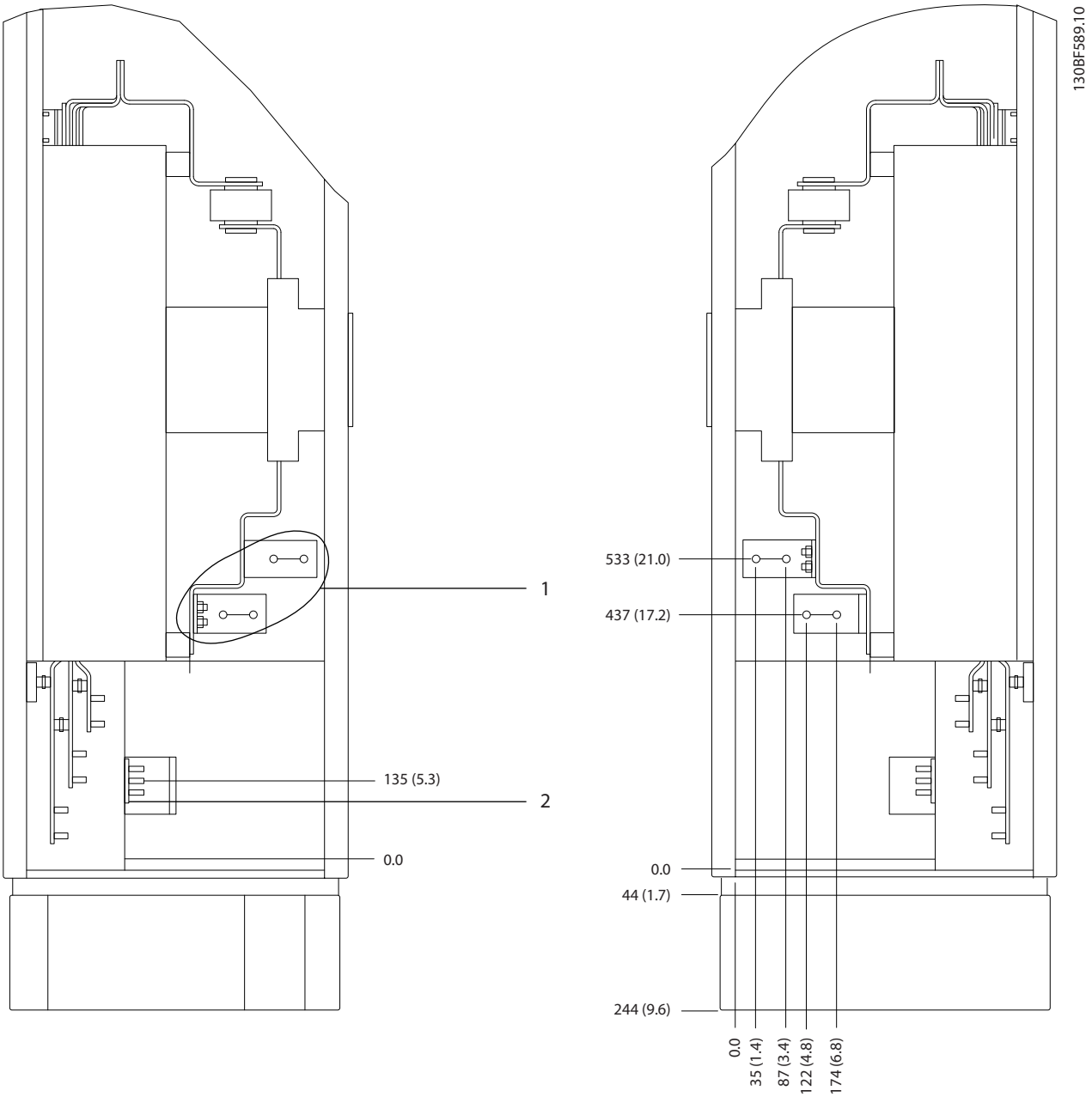
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.36 F3 - F4 选件机柜的端子尺寸，侧视图



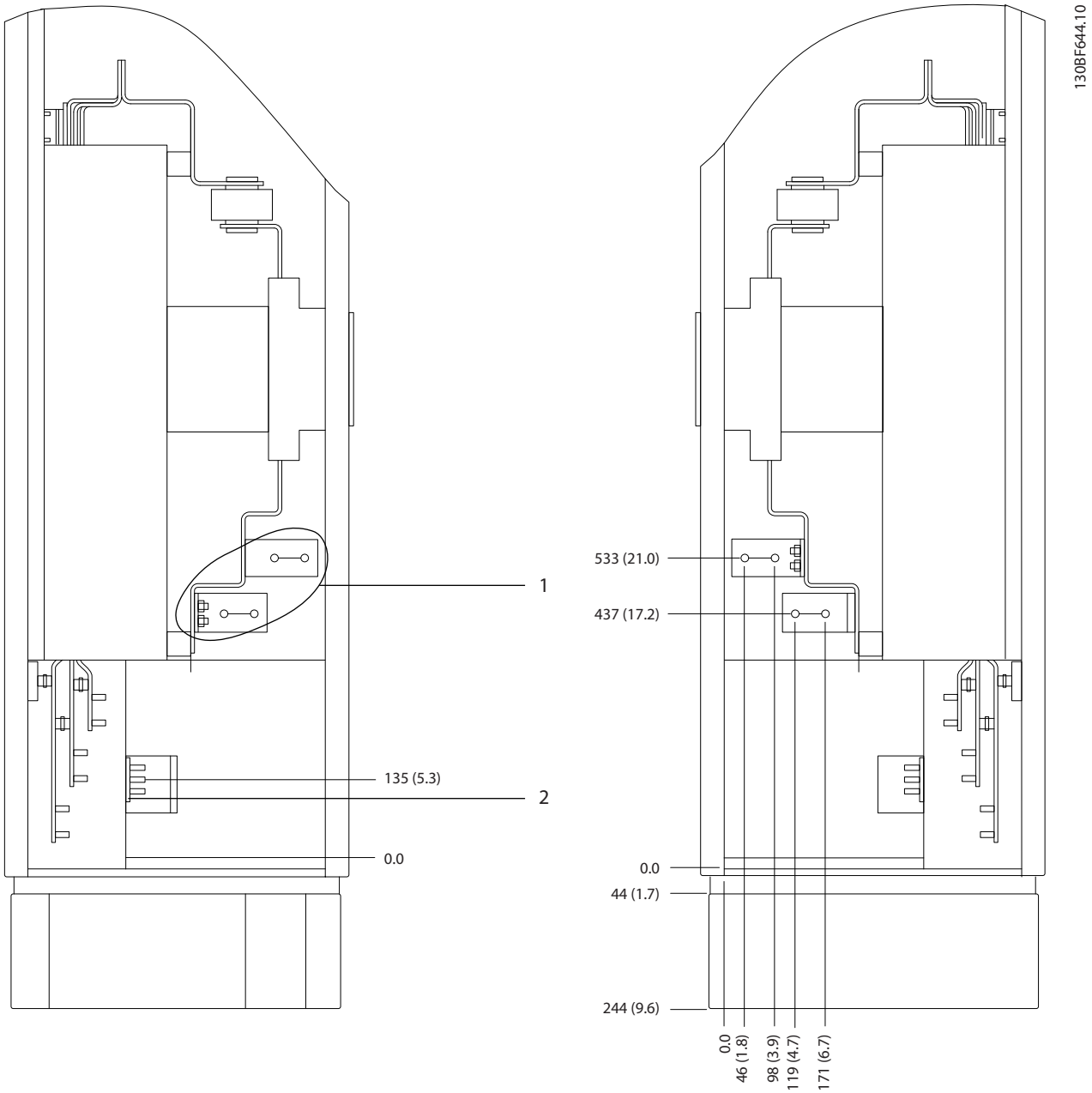
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.37 带隔离器/模壳开关的 F3 - F4 选件机柜的端子尺寸，正视图



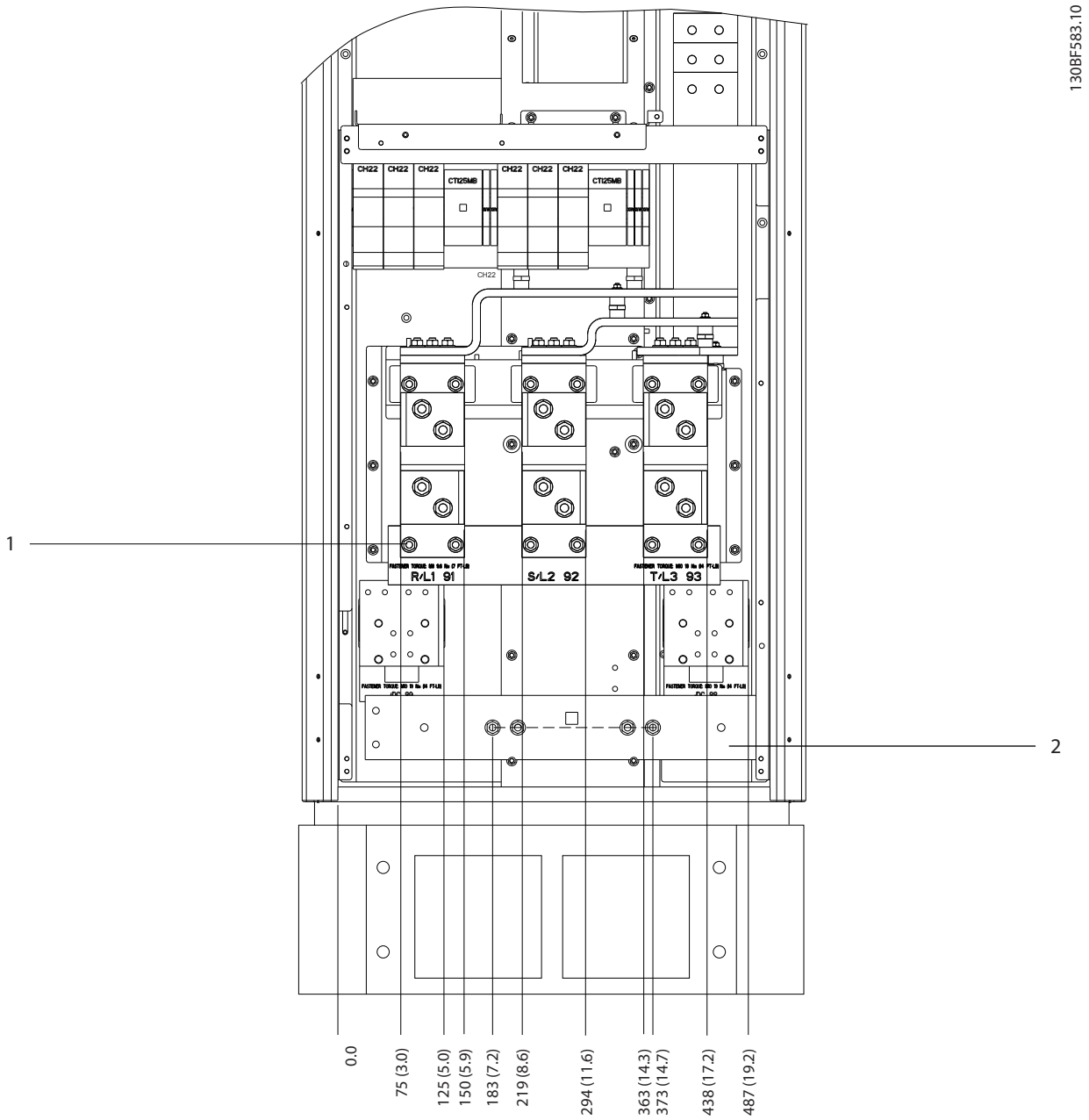
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.38 带隔离器/模壳开关的 F3 – F4 选件机柜的端子尺寸（380 – 480/500 V 型号：P450；525 – 690 V 型号： P630 – P710），侧视图



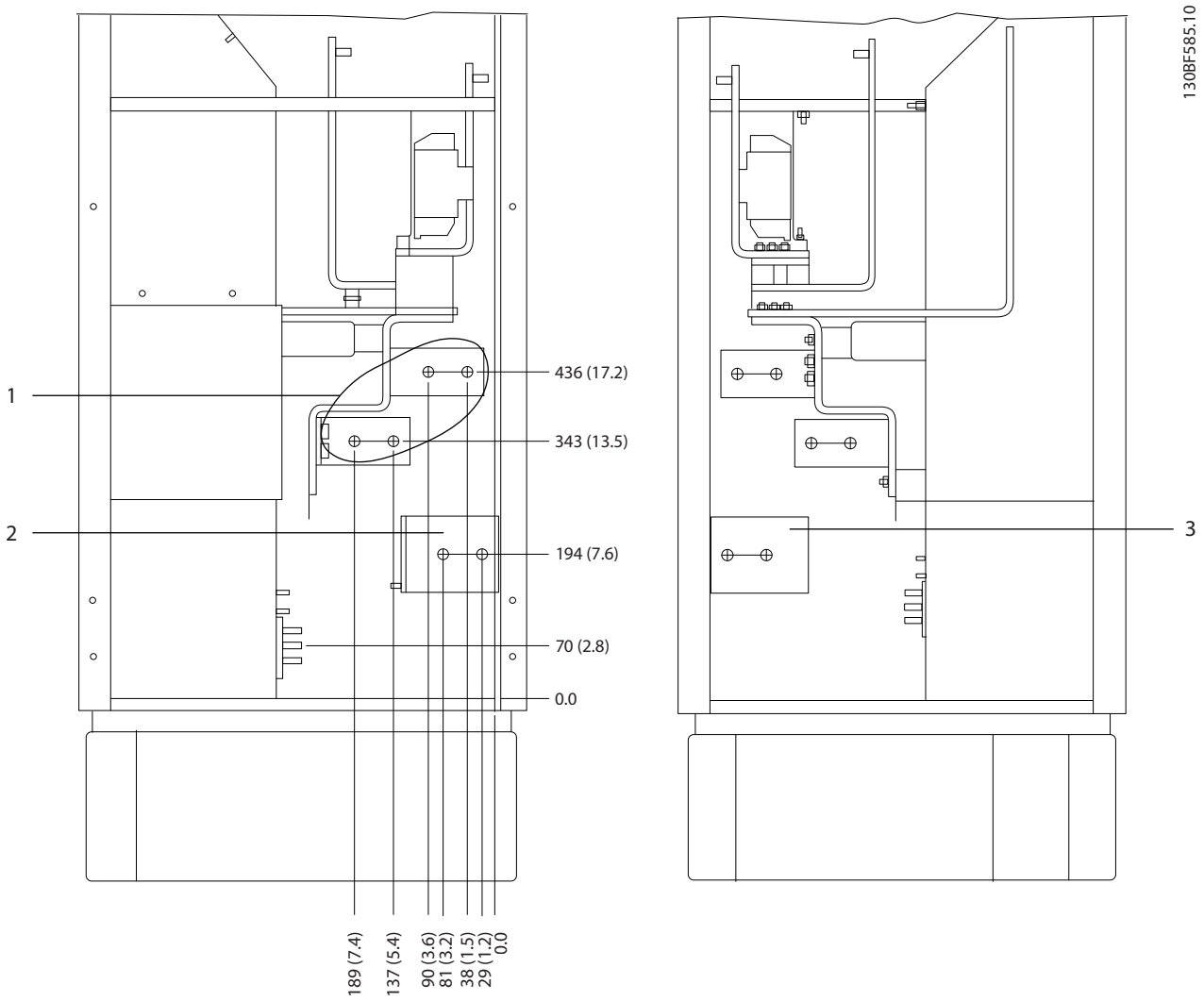
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.39 带隔离器/模壳开关的 F3 – F4 选件机柜的端子尺寸（380 – 480/500 V 型号：P500 – P630；525 – 690 V 型号： P800），侧视图



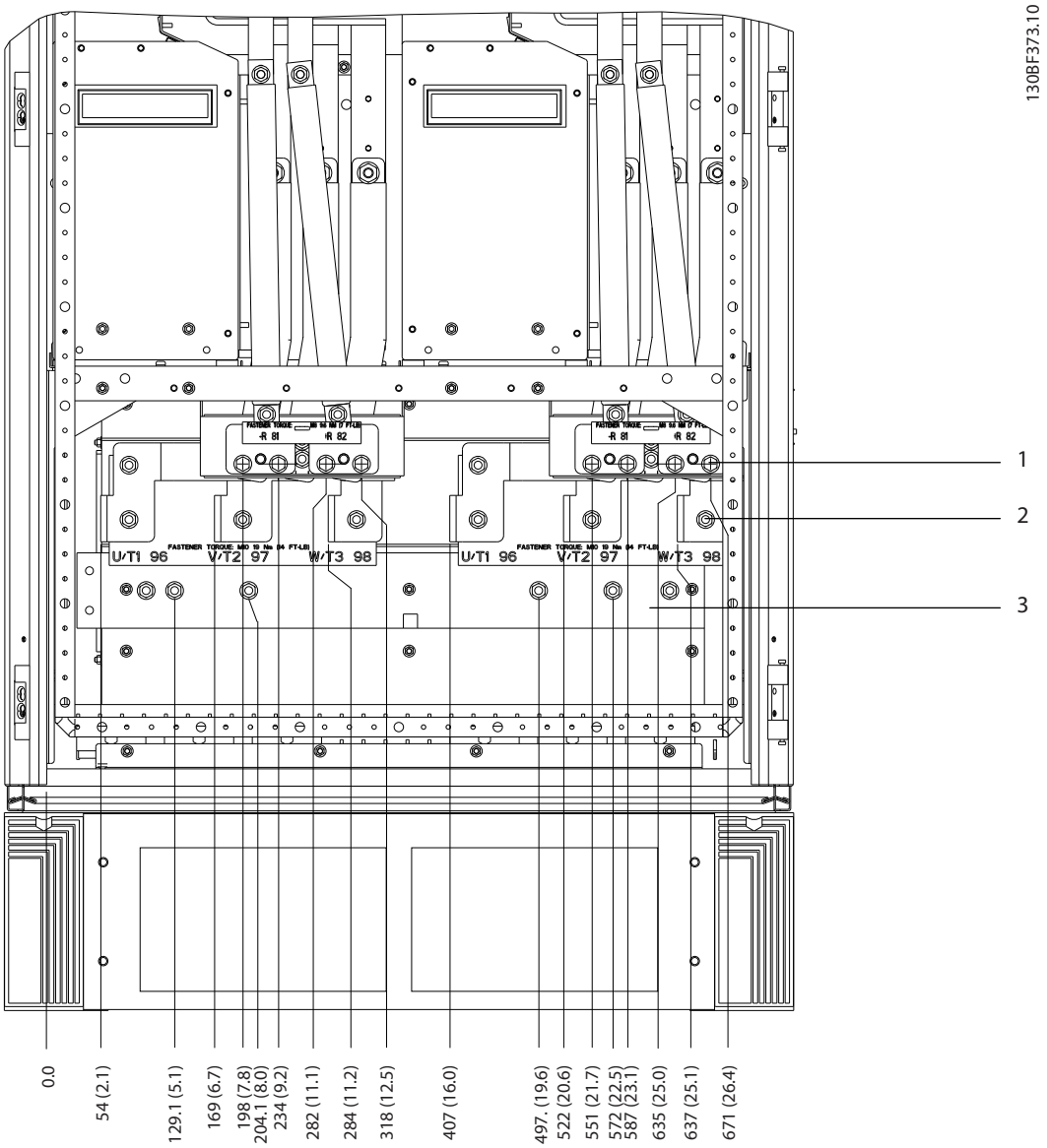
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.40 F1 – F4 整流器机柜的端子尺寸，正视图



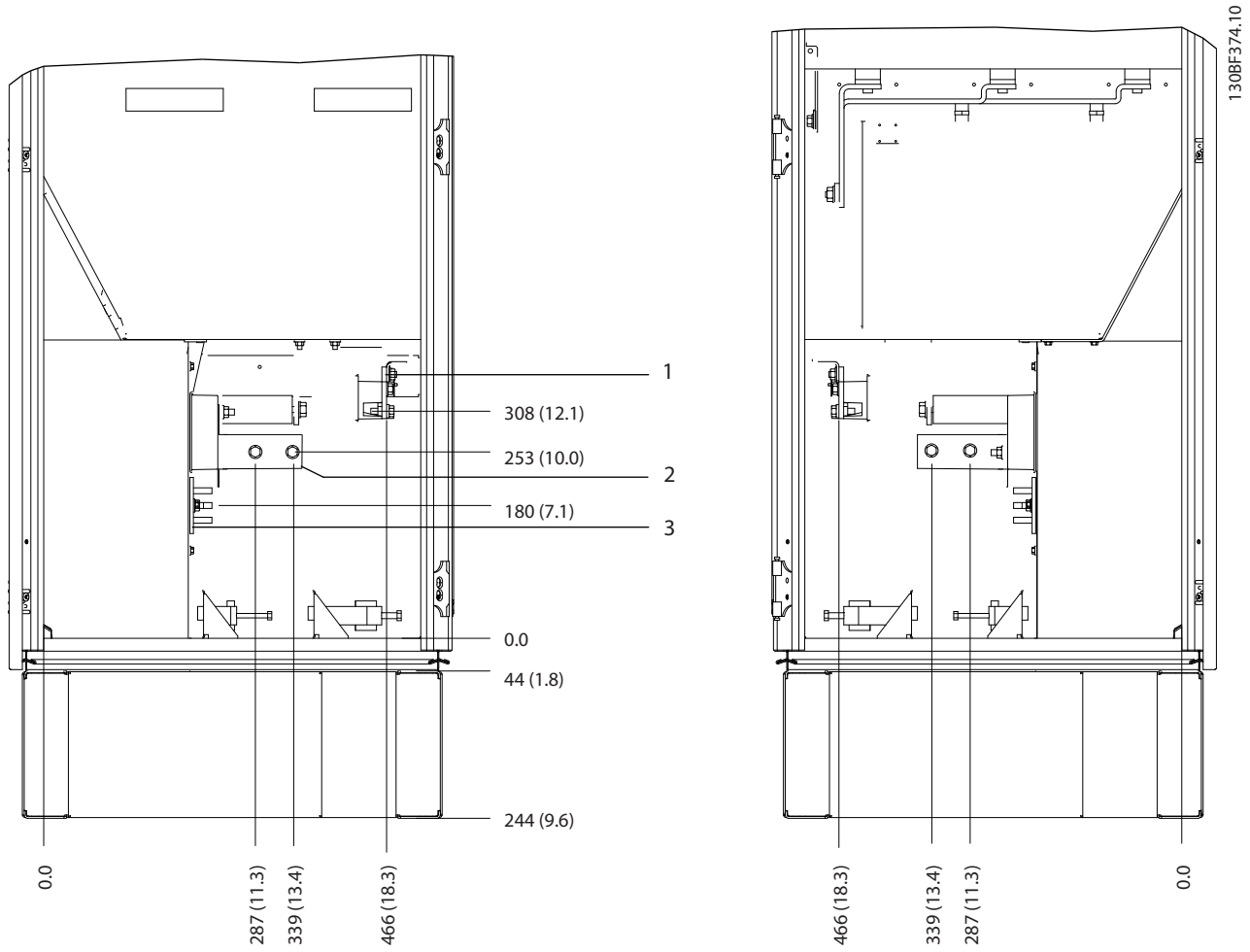
1	主电源端子	3	负载共享端子 （-）
2	负载共享端子 (+)	-	-

图 8.41 F3 - F4 整流器机柜的端子尺寸，侧视图



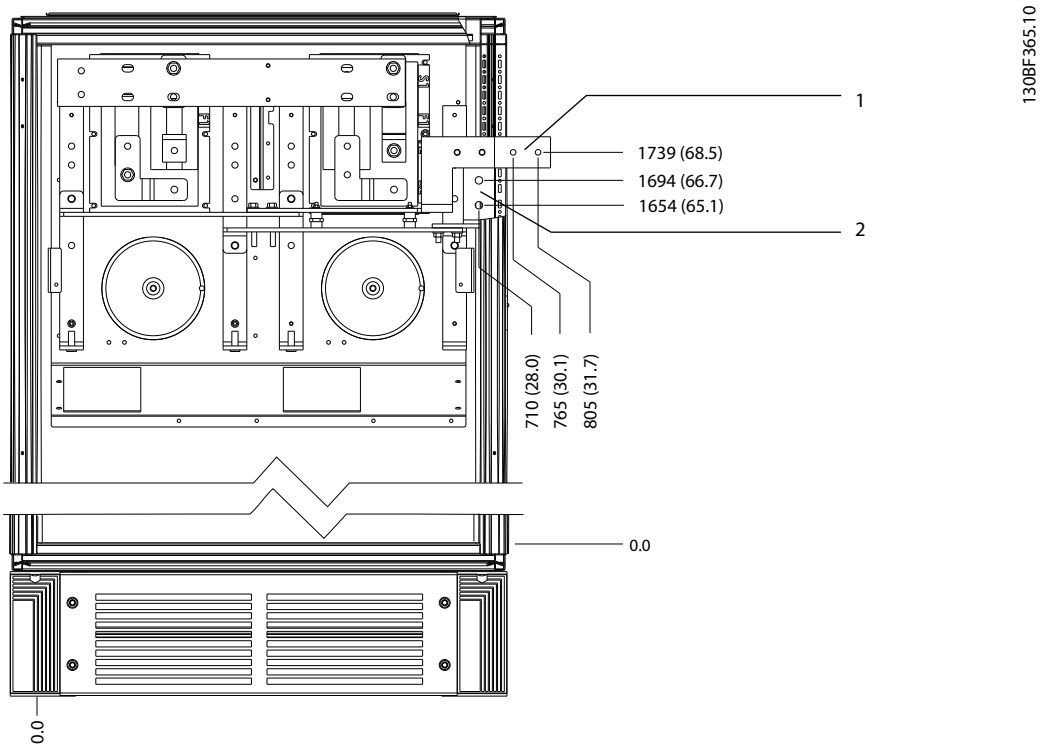
1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.42 F1/F3 逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.43 F1/F3 逆变器机柜的端子尺寸，侧视图



1	DC -	2	DC +

图 8.44 F1/F3 再生端子的端子尺寸，正视图

8.6 F4 外部和端子尺寸

8.6.1 F4 外部尺寸

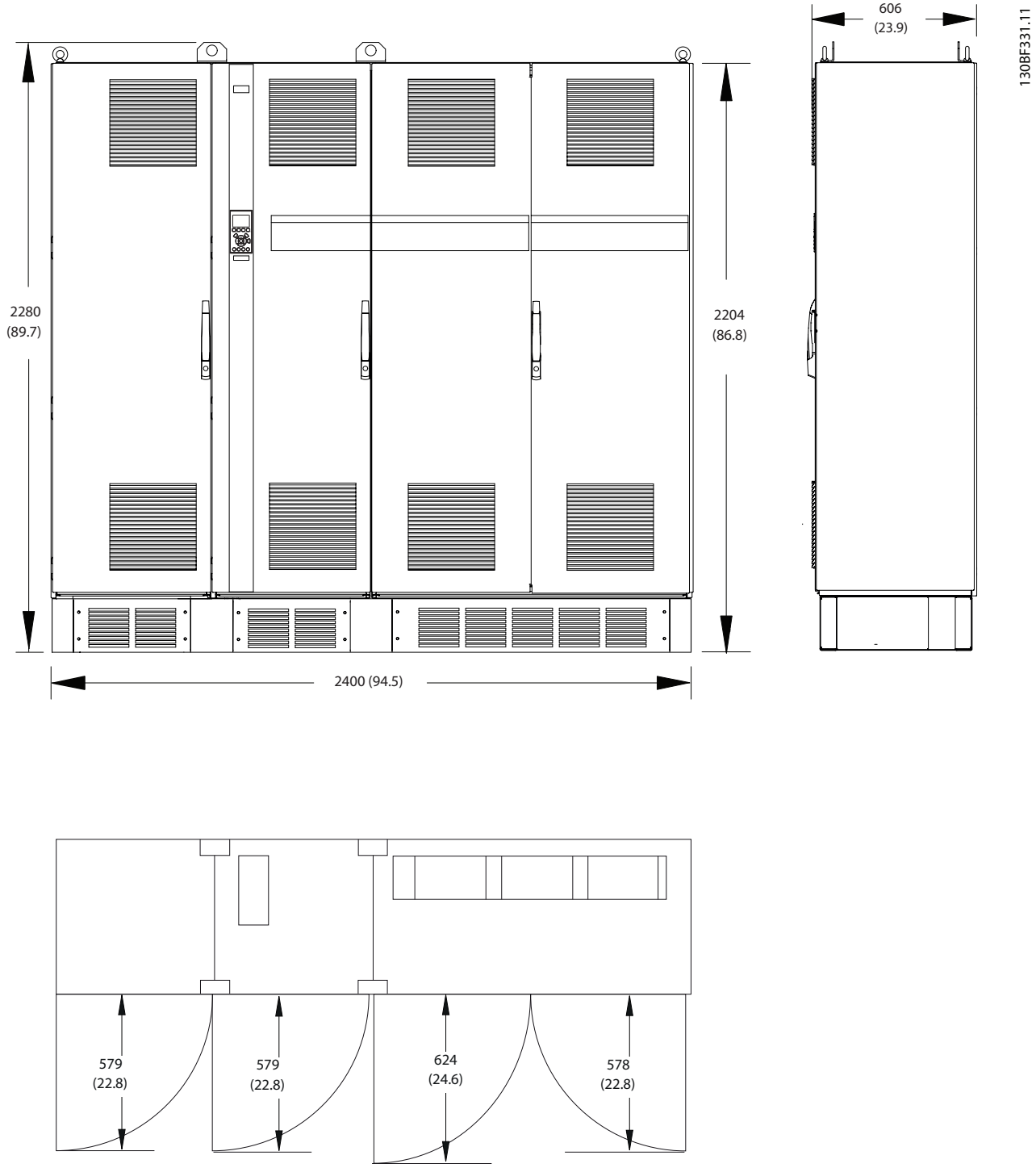
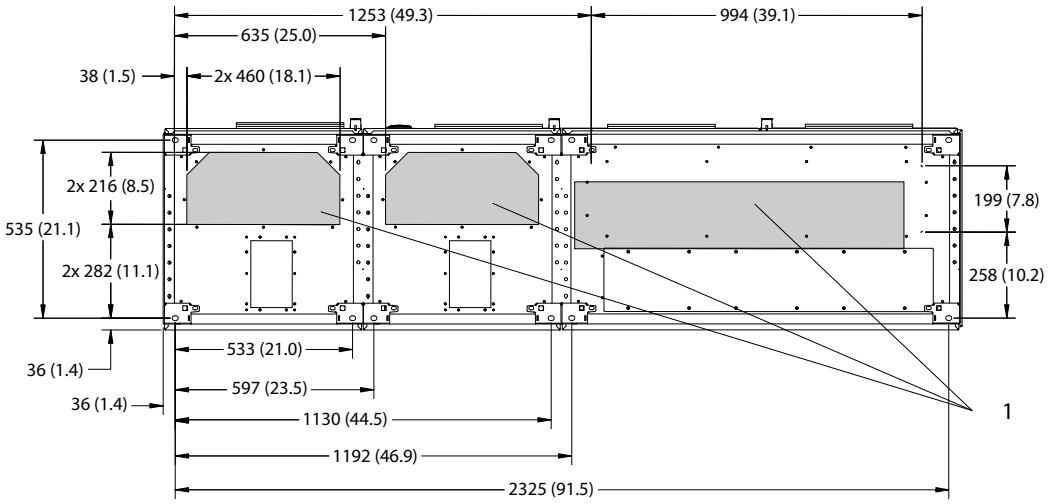


图 8.45 F4 的正面、侧面和门间隙尺寸



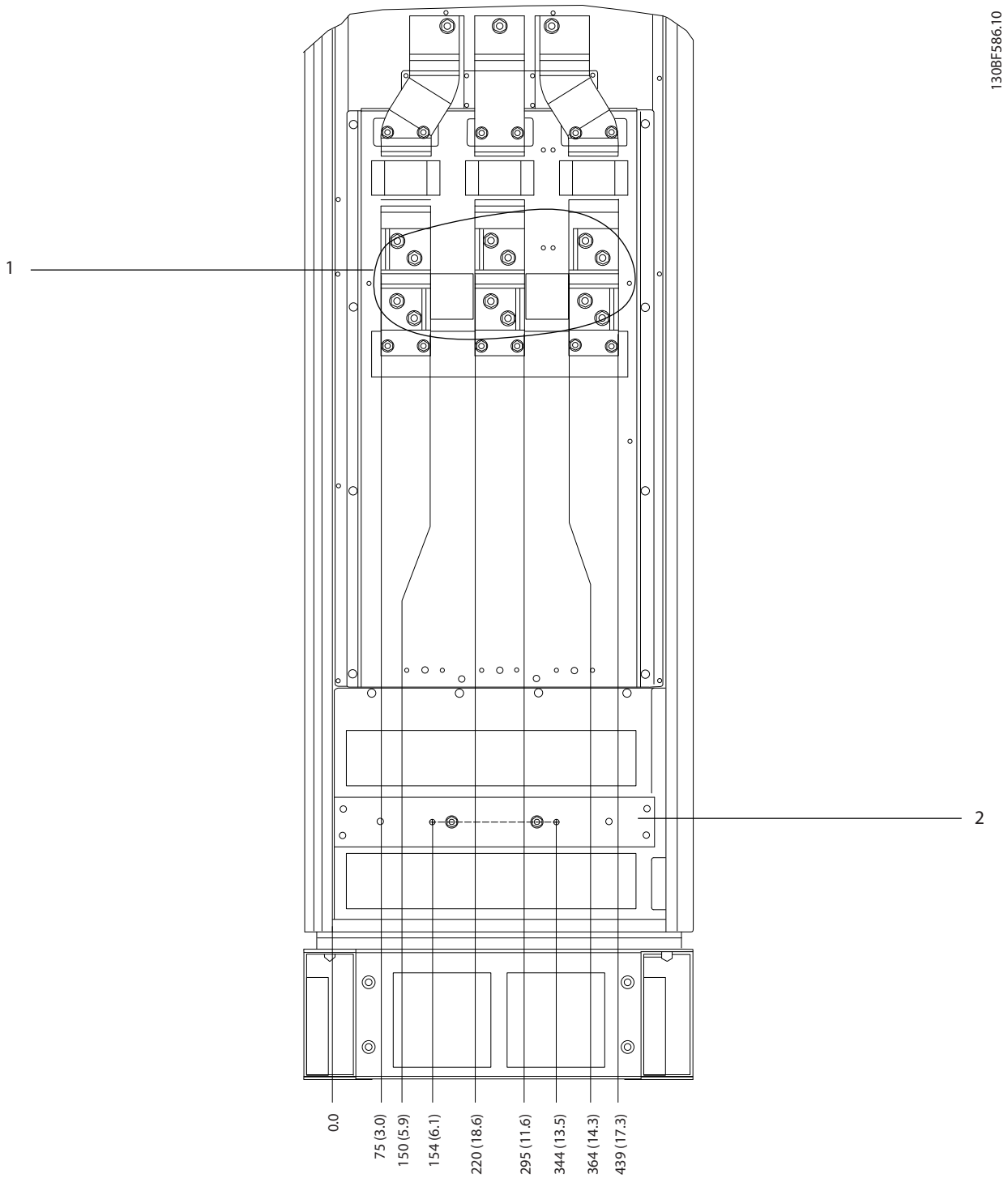
1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.46 F4 的密封板尺寸

8

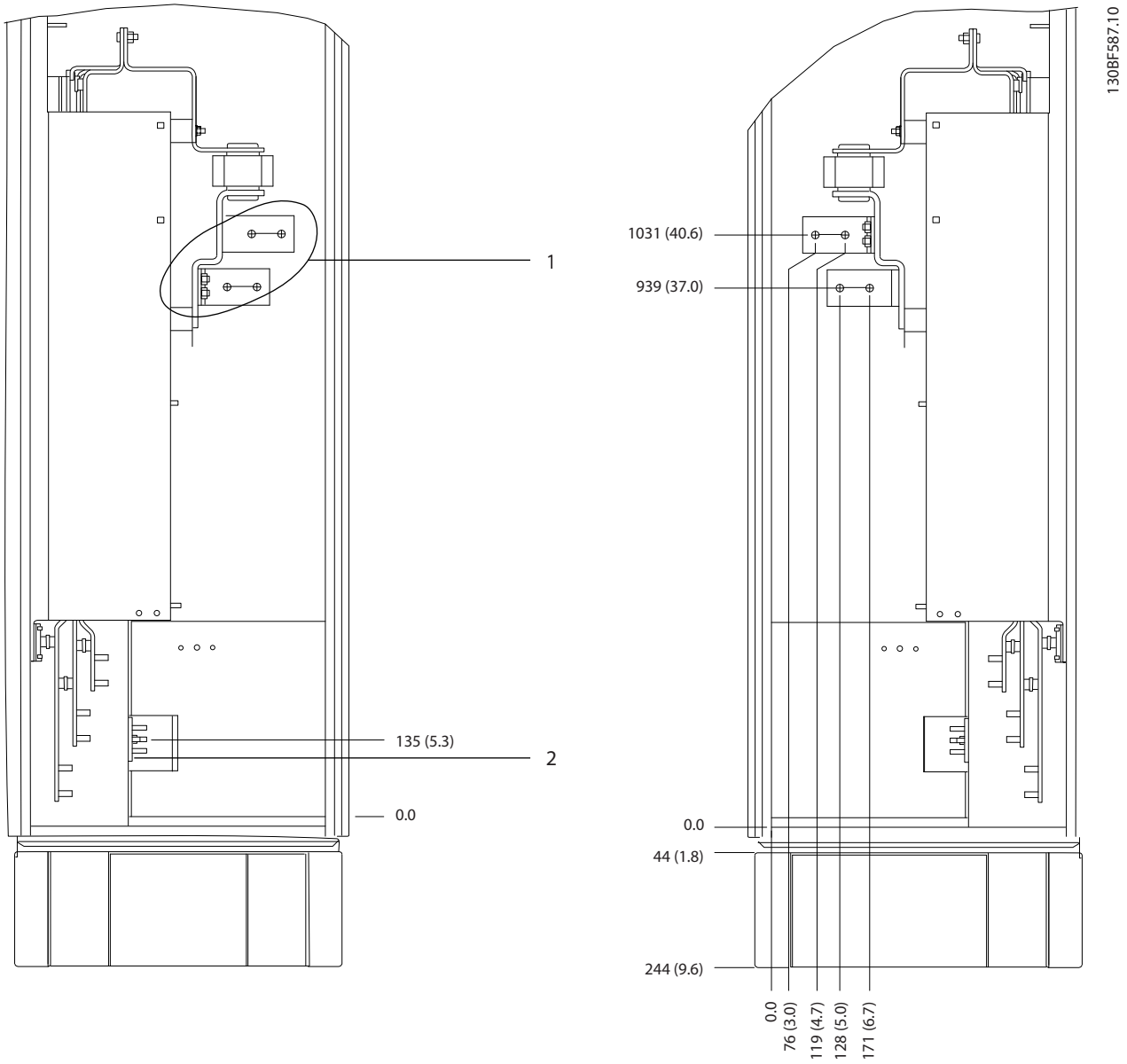
8.6.2 F4 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



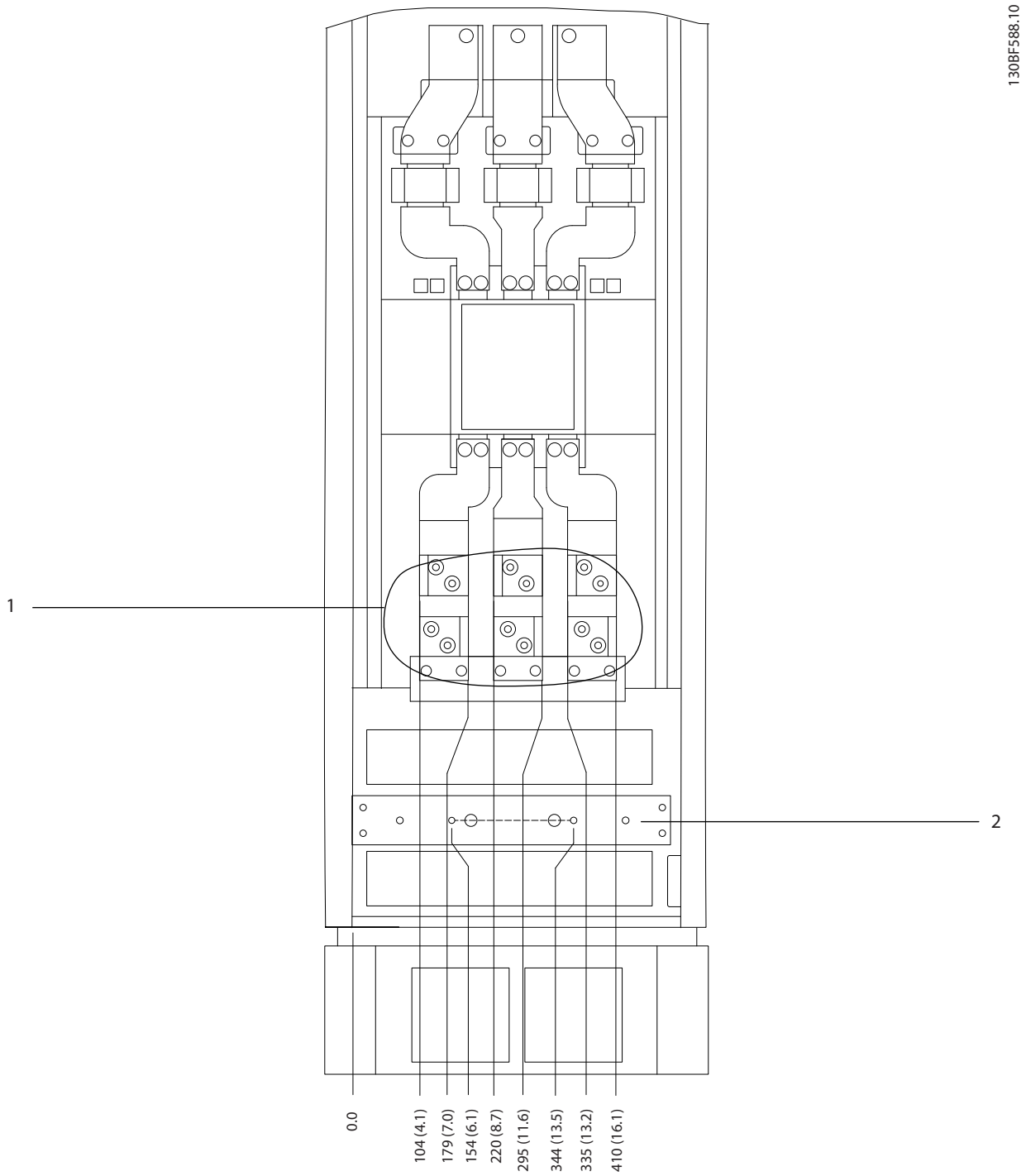
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.47 F3 - F4 选件机柜的端子尺寸，正视图



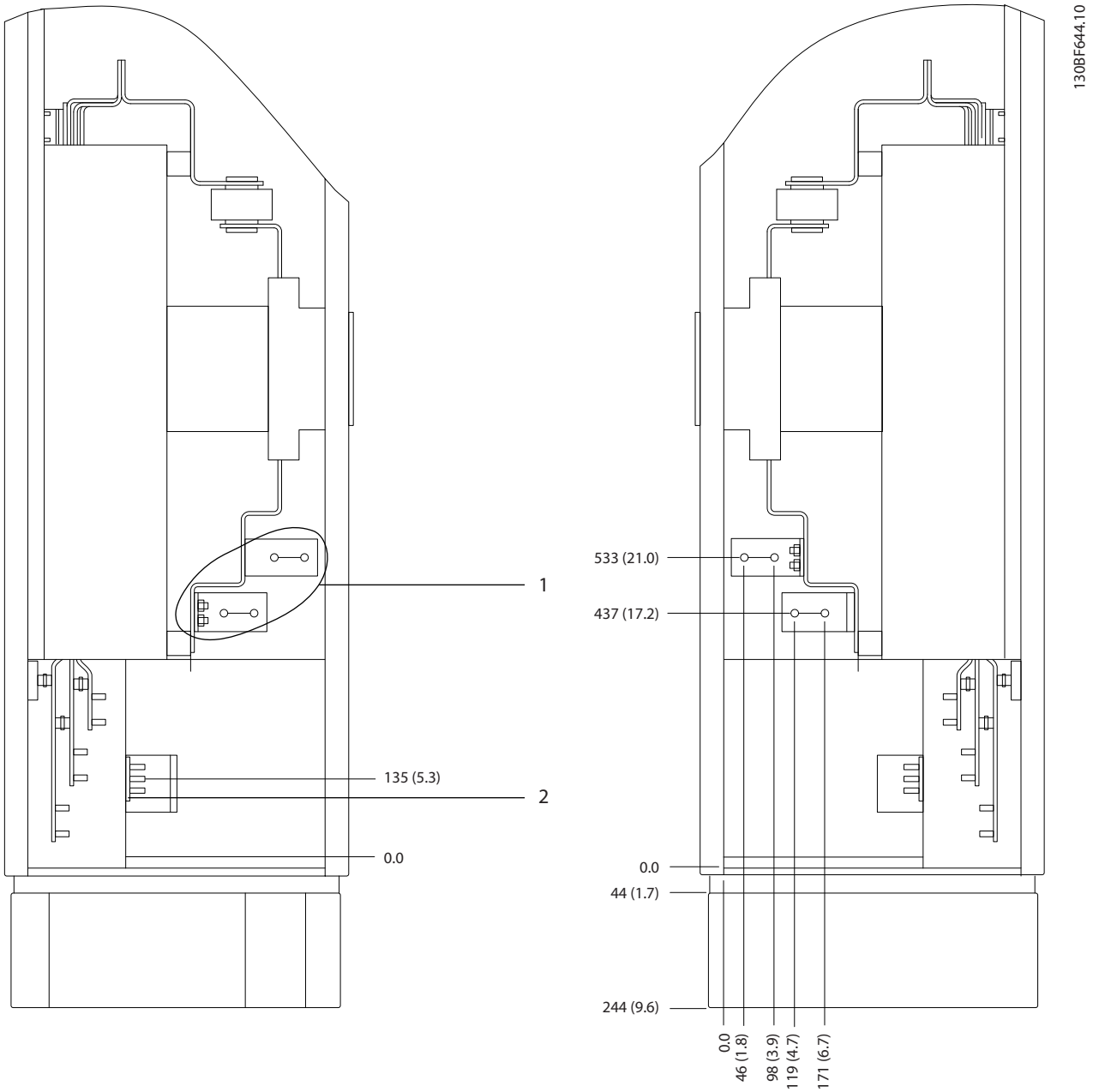
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.48 F3 - F4 选件机柜的端子尺寸，侧视图



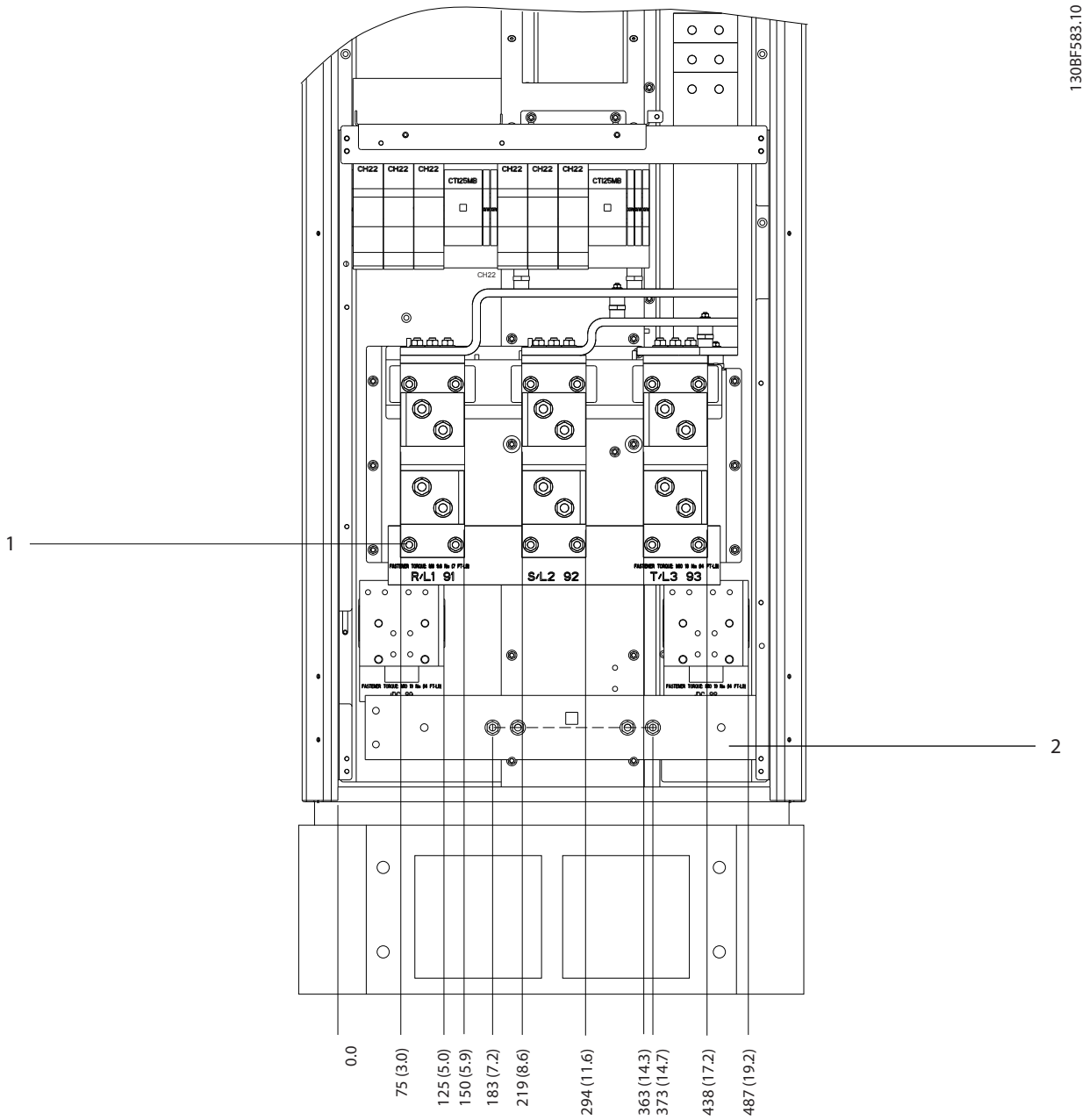
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.49 带隔离器/模壳开关的 F3 - F4 选件机柜的端子尺寸，正视图



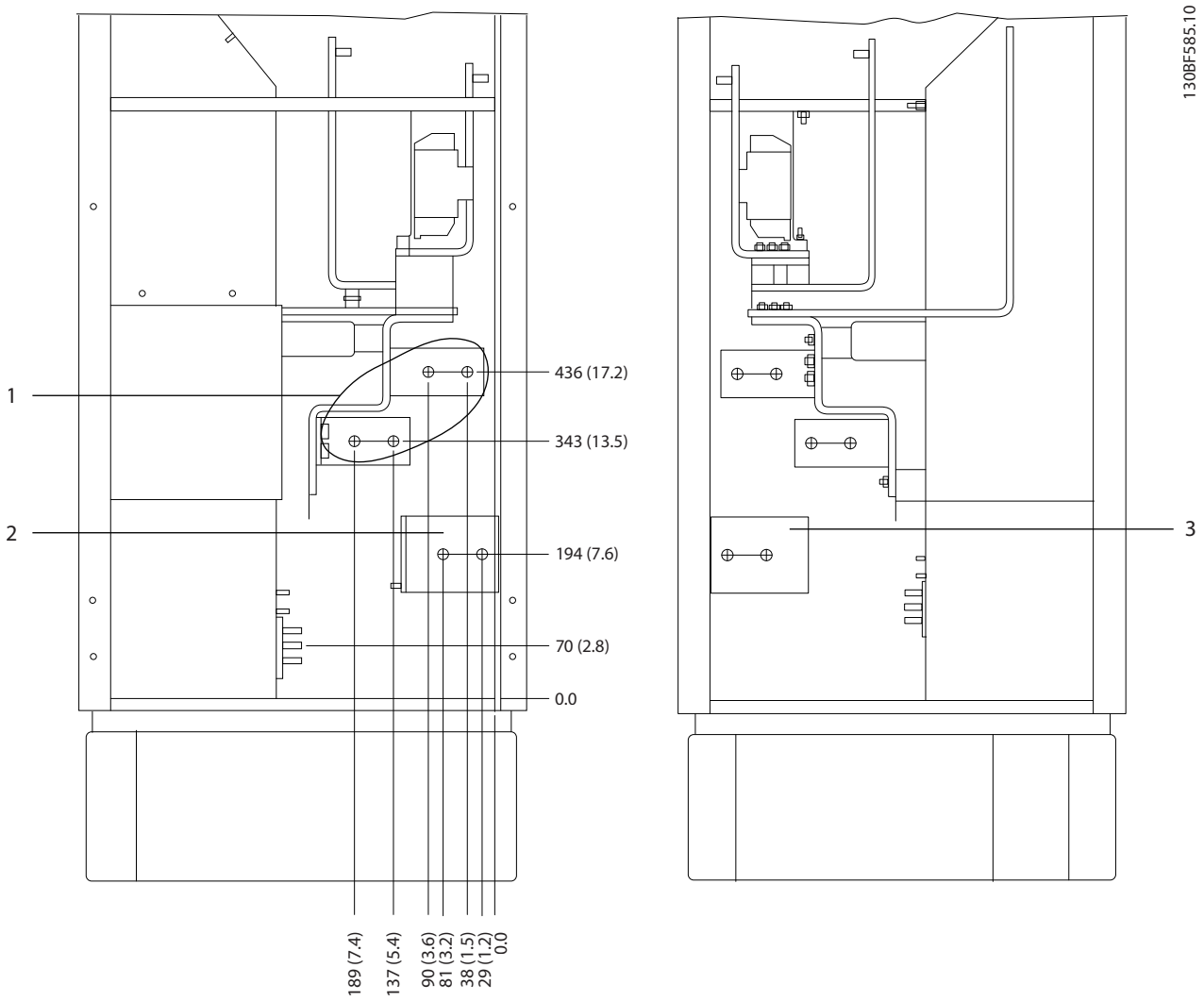
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.50 带隔离器/模壳开关的 F3 - F4 选件机柜的端子尺寸，侧视图



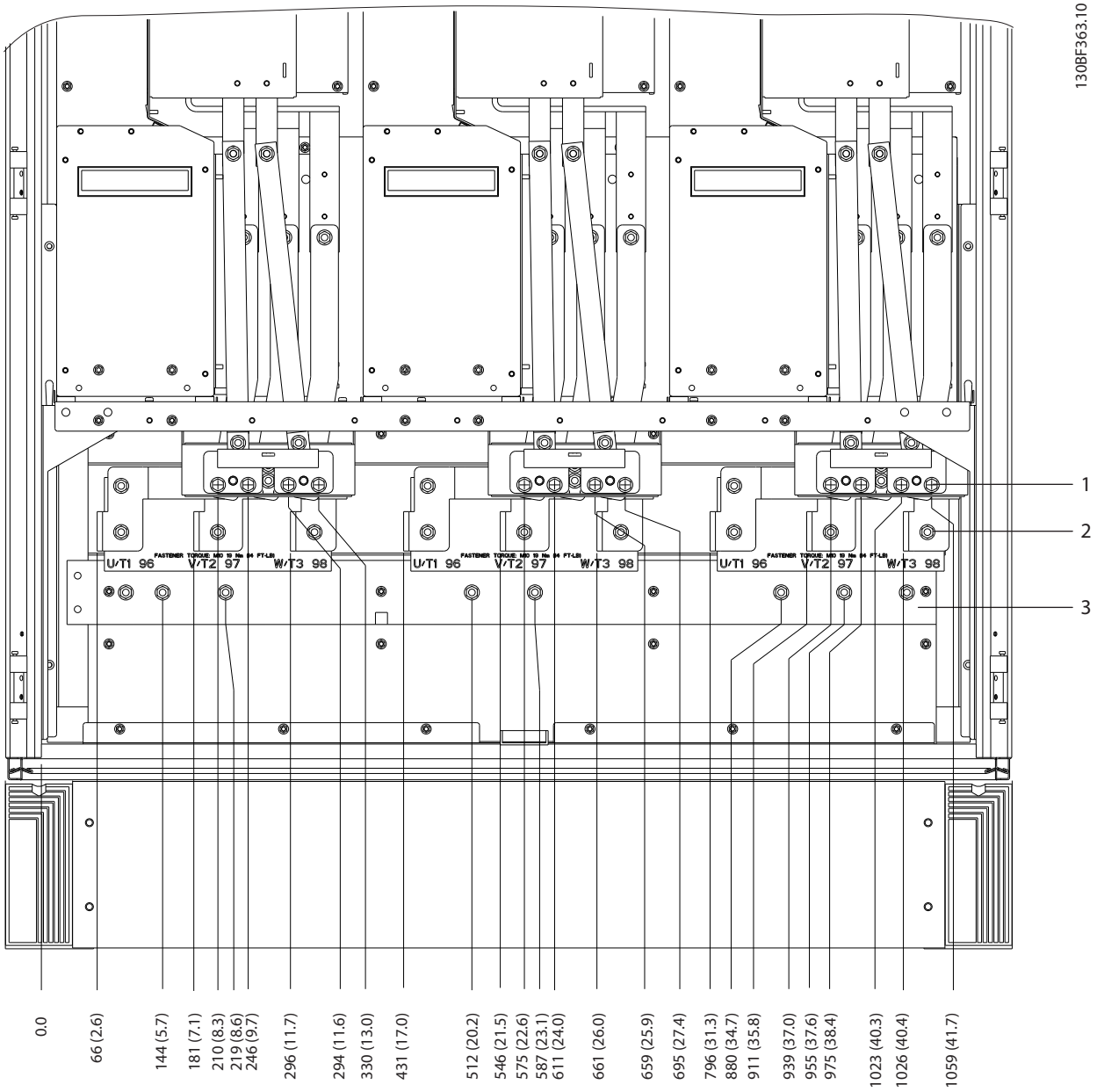
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.51 F1 - F4 整流器机柜的端子尺寸，正视图



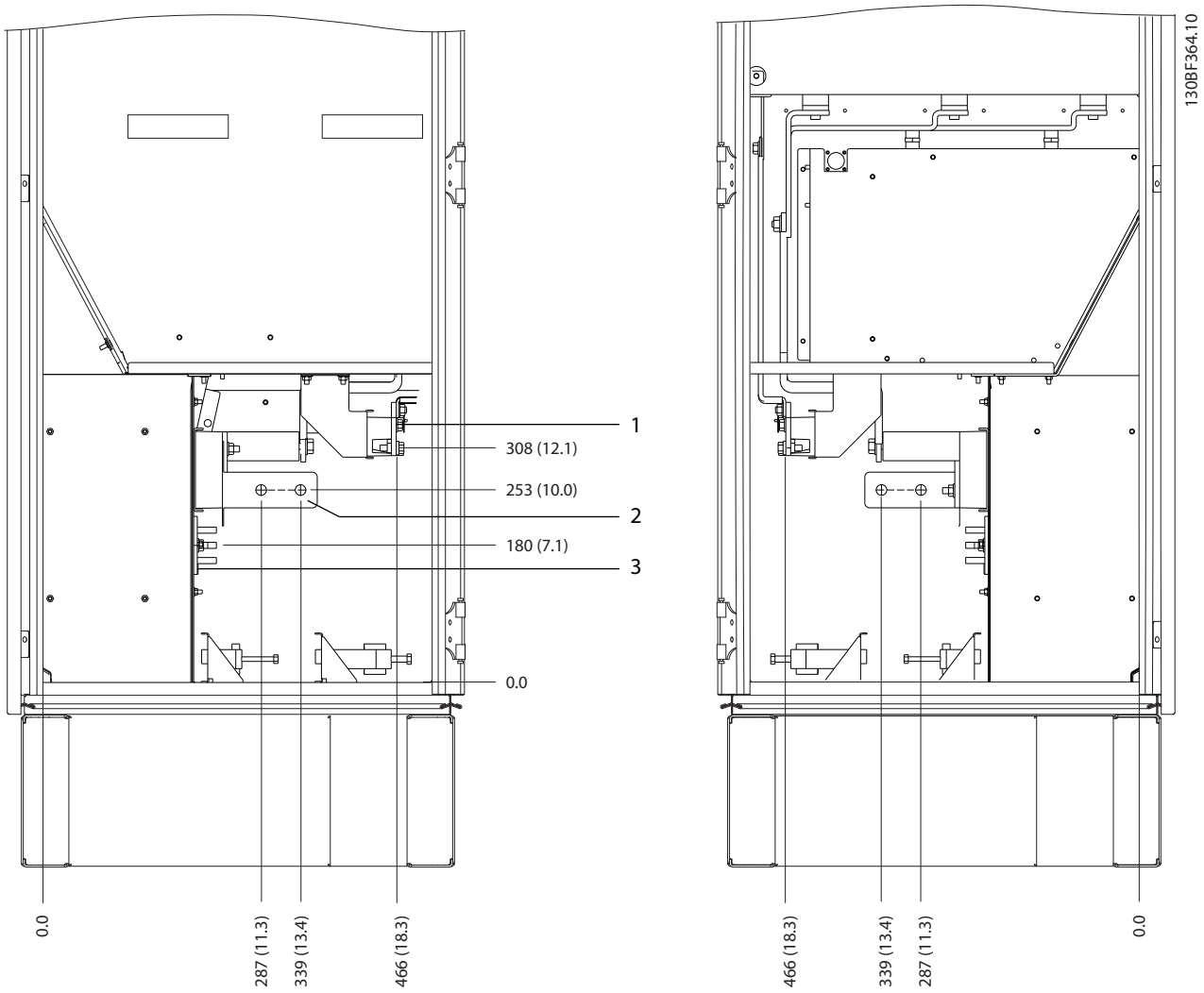
1	主电源端子	3	负载共享端子 （-）
2	负载共享端子 (+)	-	-

图 8.52 F3 - F4 整流器机柜的端子尺寸，侧视图



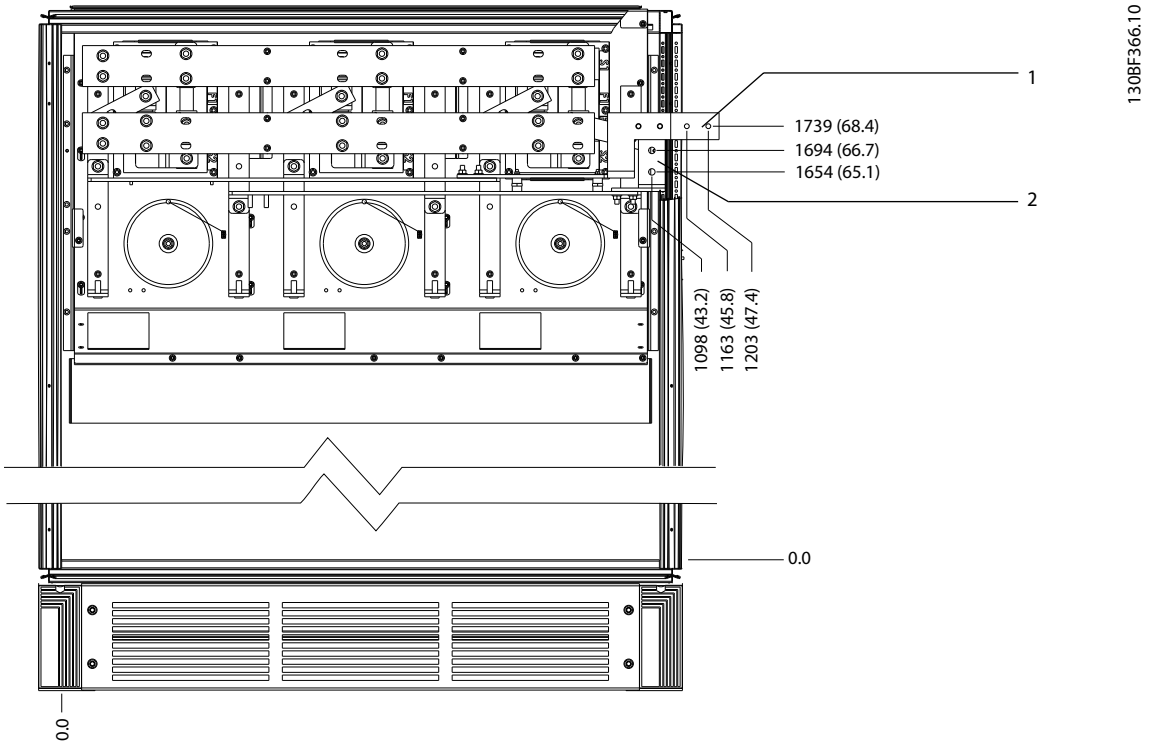
1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.53 F2/F4 逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.54 F2/F4 逆变器机柜的端子尺寸，侧视图



1	DC -	2	DC +

图 8.55 F2/F4 再生端子的端子尺寸，正视图

8.7 F8 外部和端子尺寸

8.7.1 F8 外部尺寸

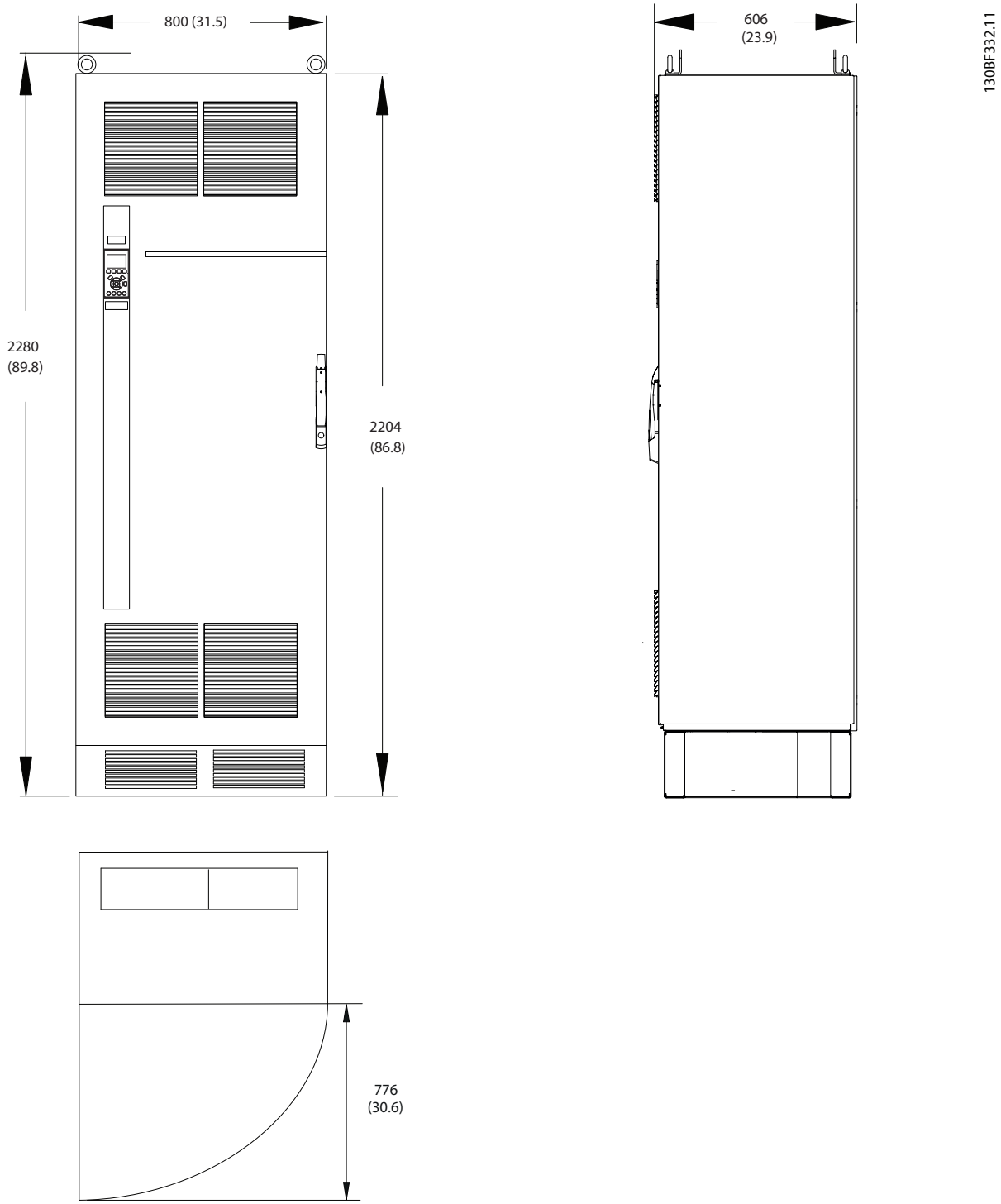
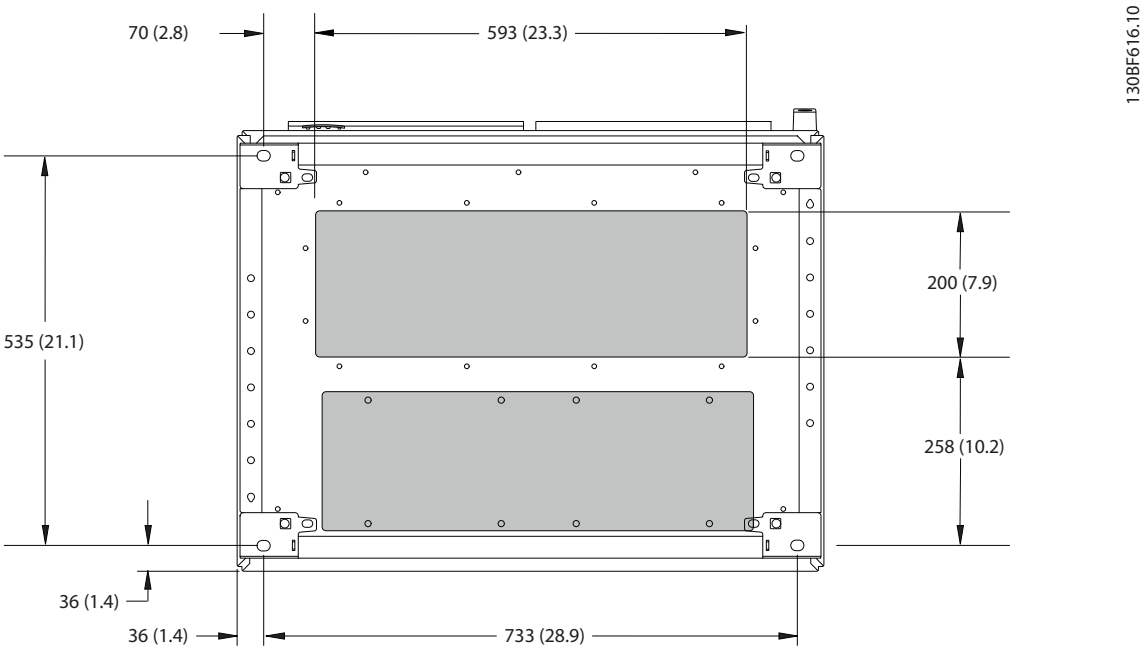


图 8.56 F8 的正面、侧面和门间隙尺寸



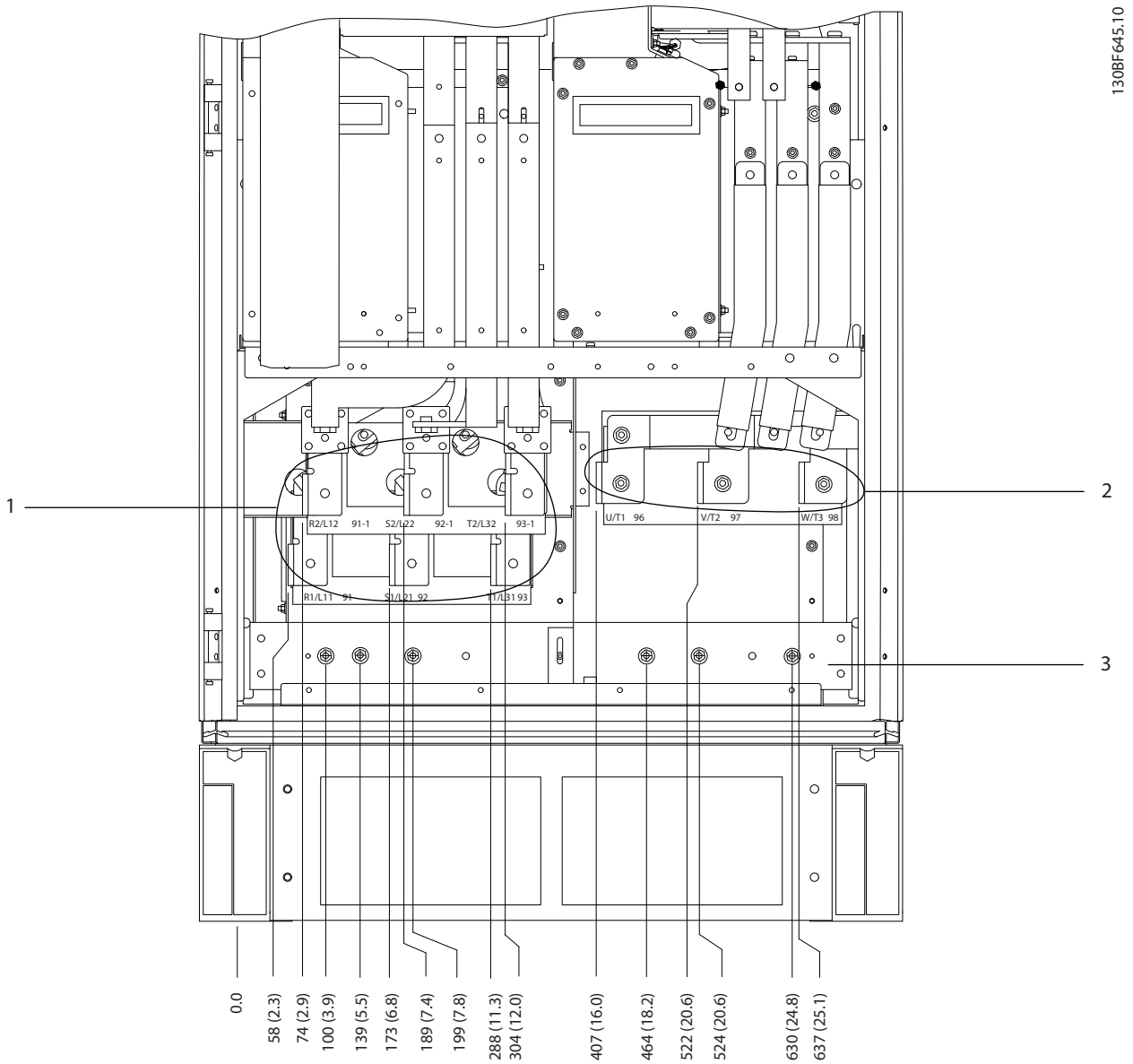
1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.57 F8 的密封板尺寸

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

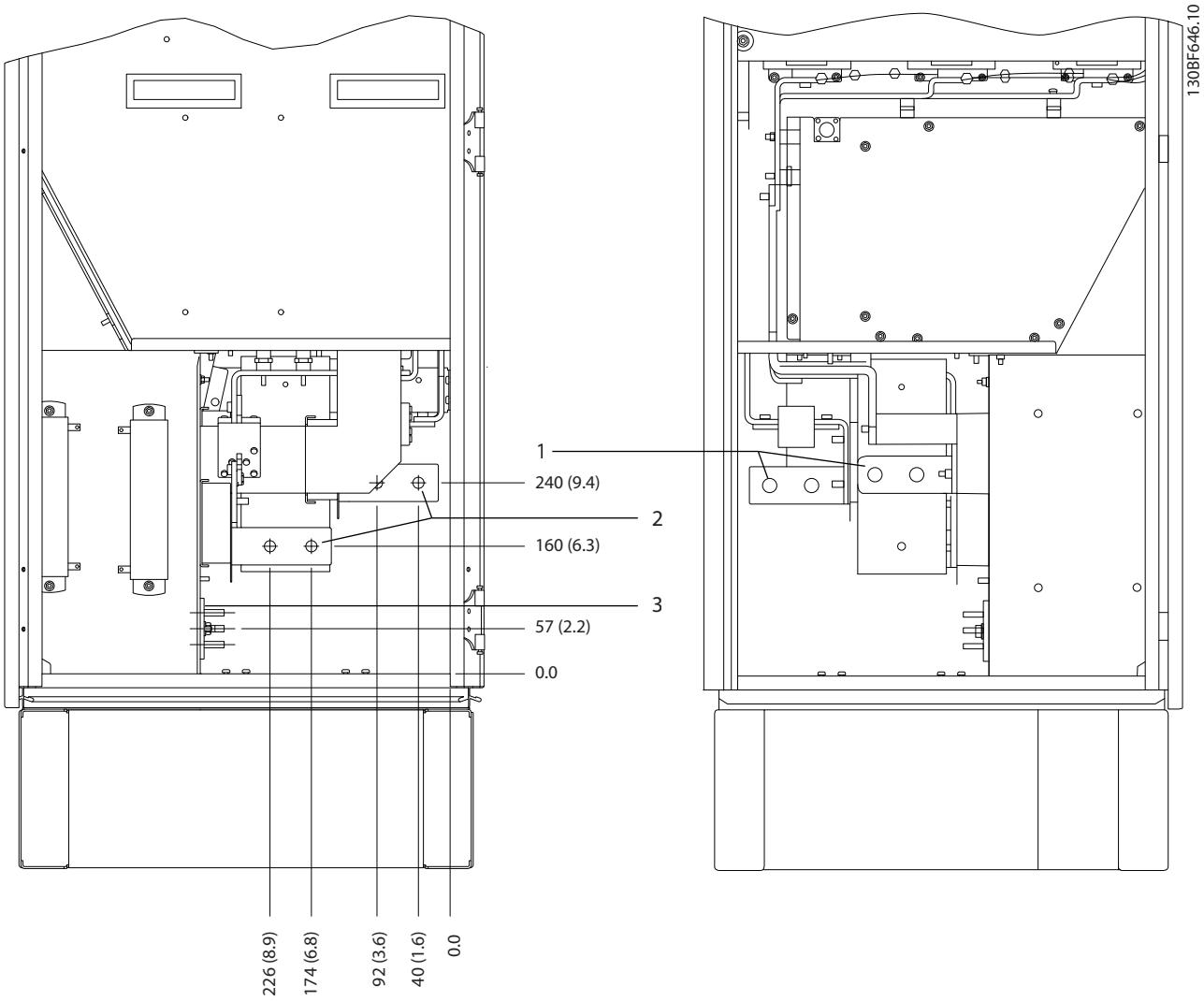
8.7.2 F8 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



1	主电源端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.58 F8 - F9 整流器/逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	主电源端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.59 F8 - F9 整流器/逆变器机柜的端子尺寸，侧视图

8.8 F9 外部和端子尺寸

8.8.1 F9 外部尺寸

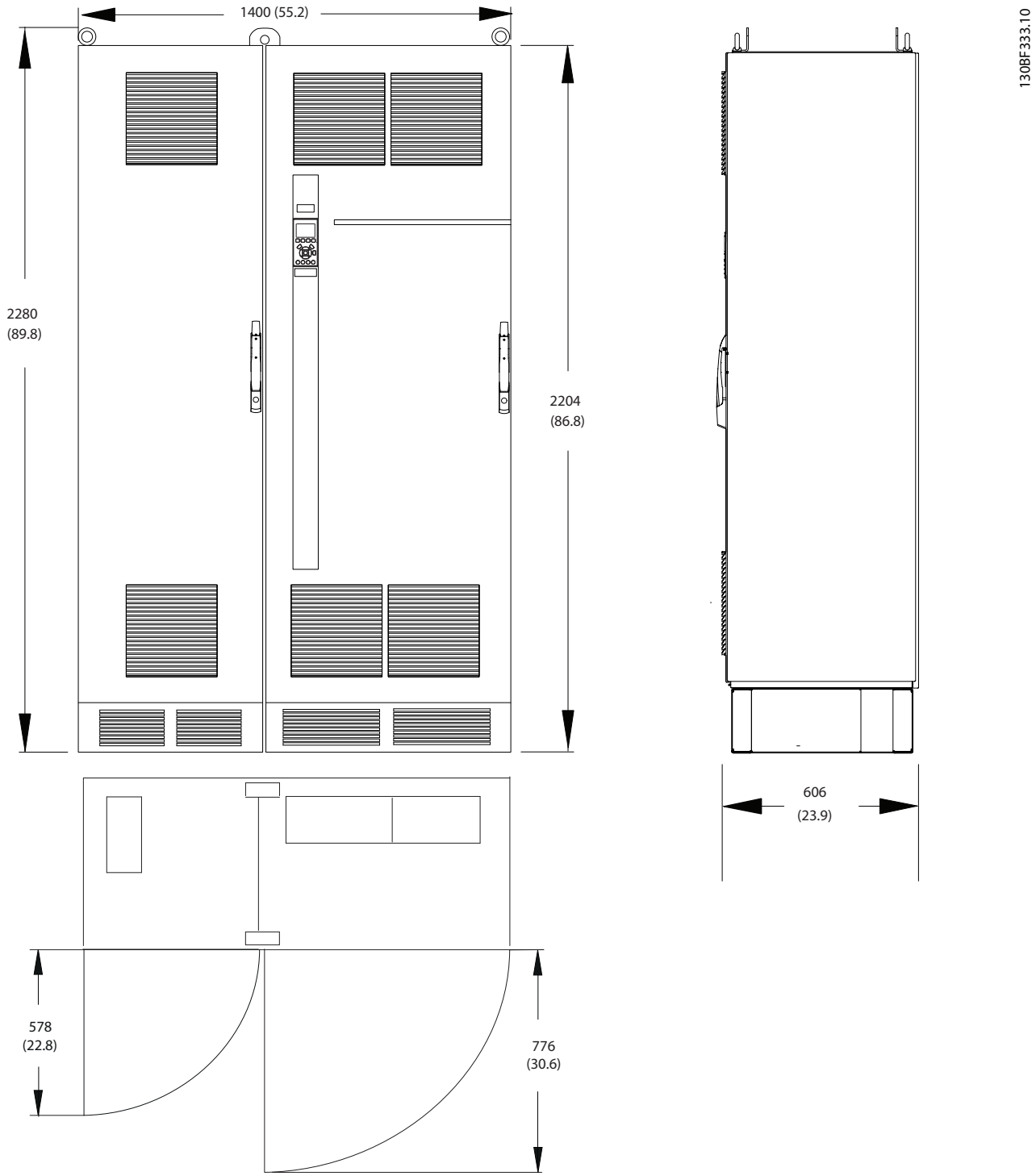
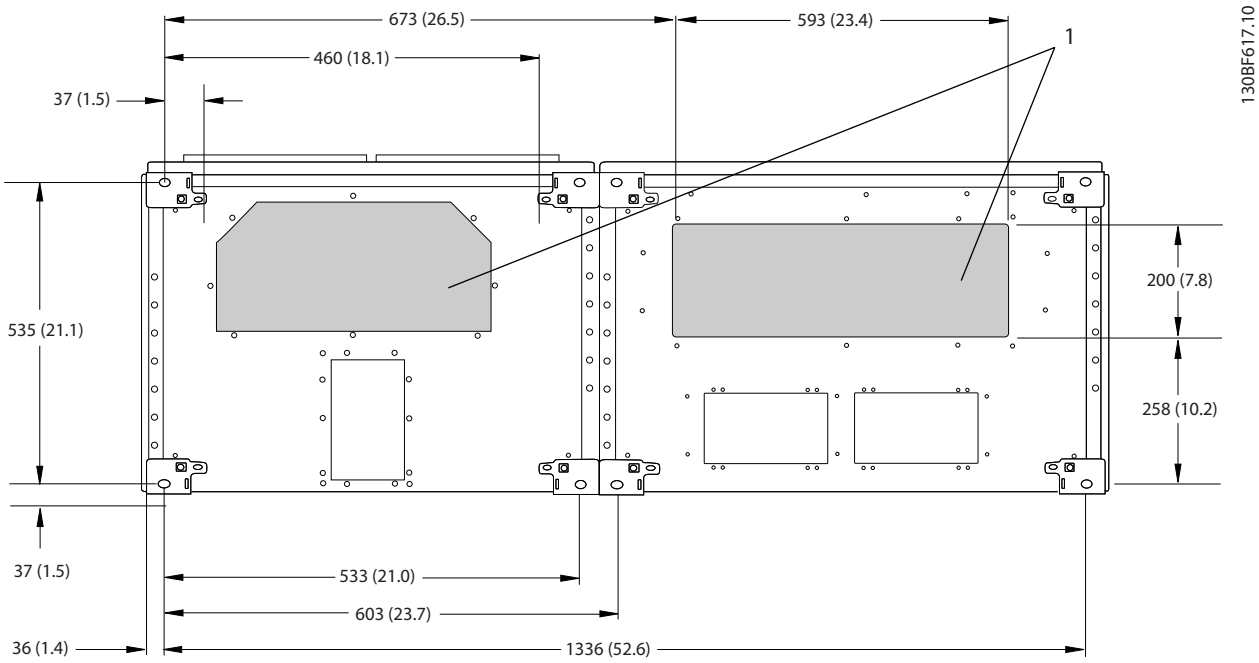


图 8.60 F9 的正面、侧面和门间隙尺寸



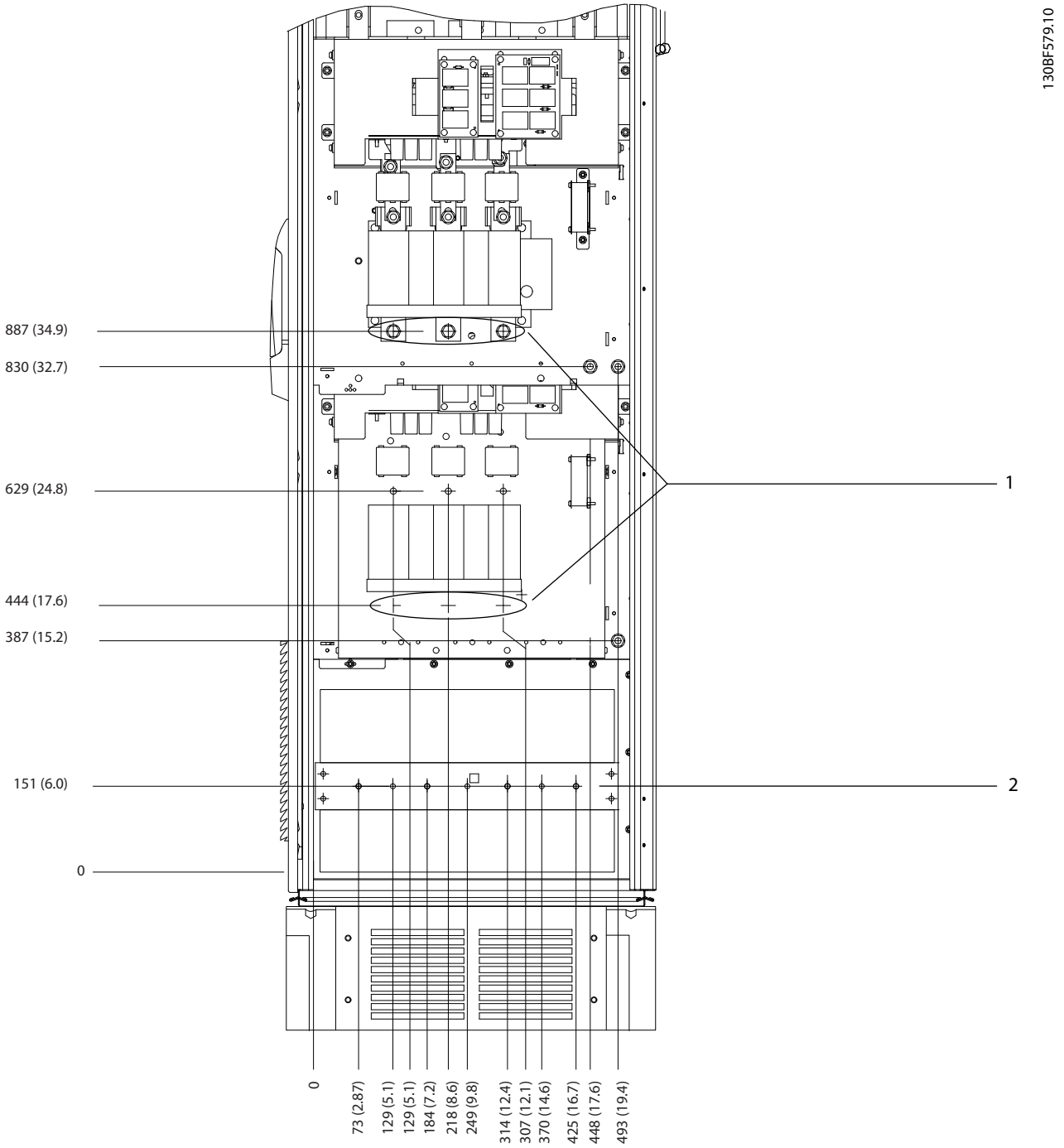
1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.61 F9 的密封板尺寸

8

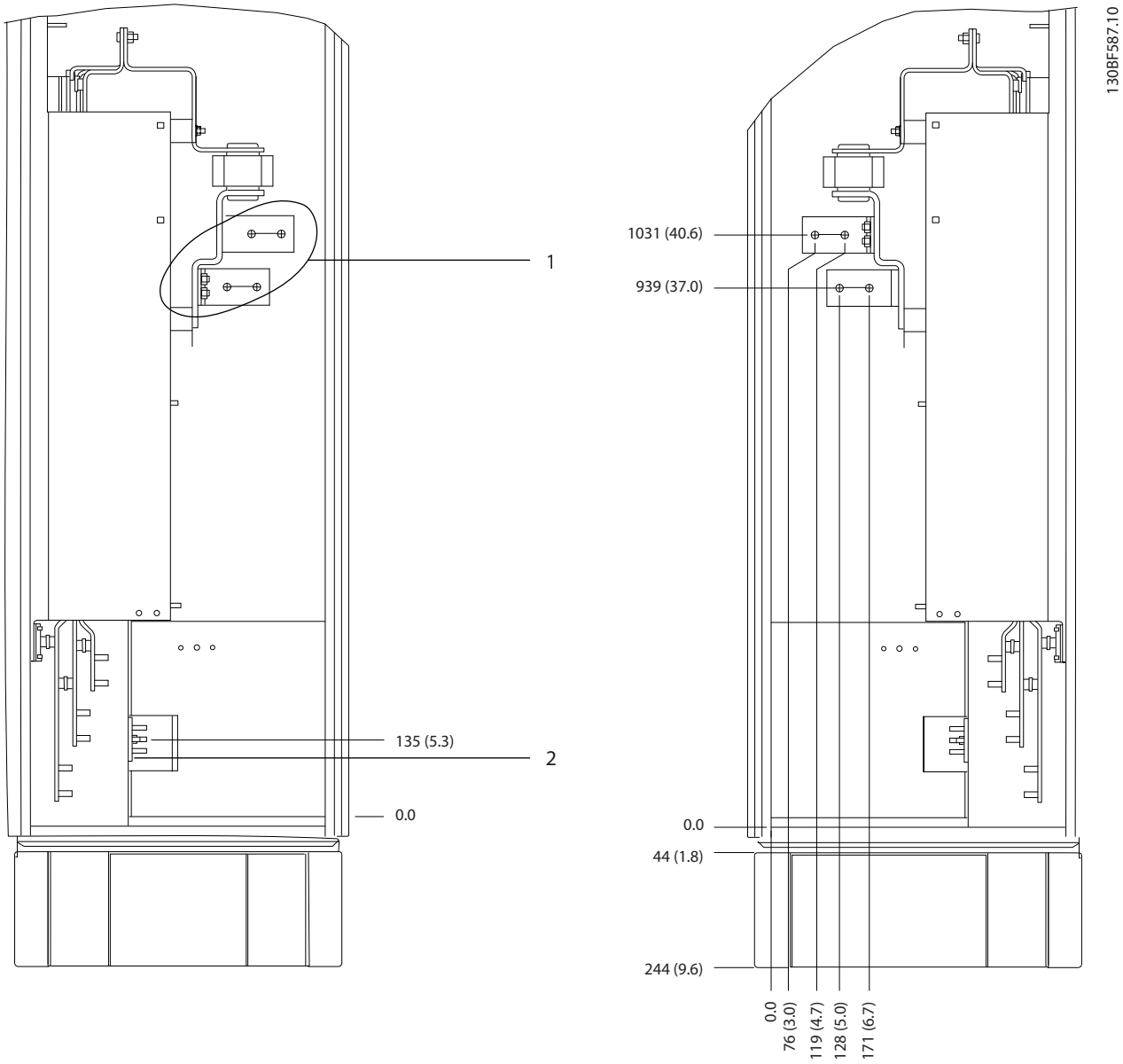
8.8.2 F9 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



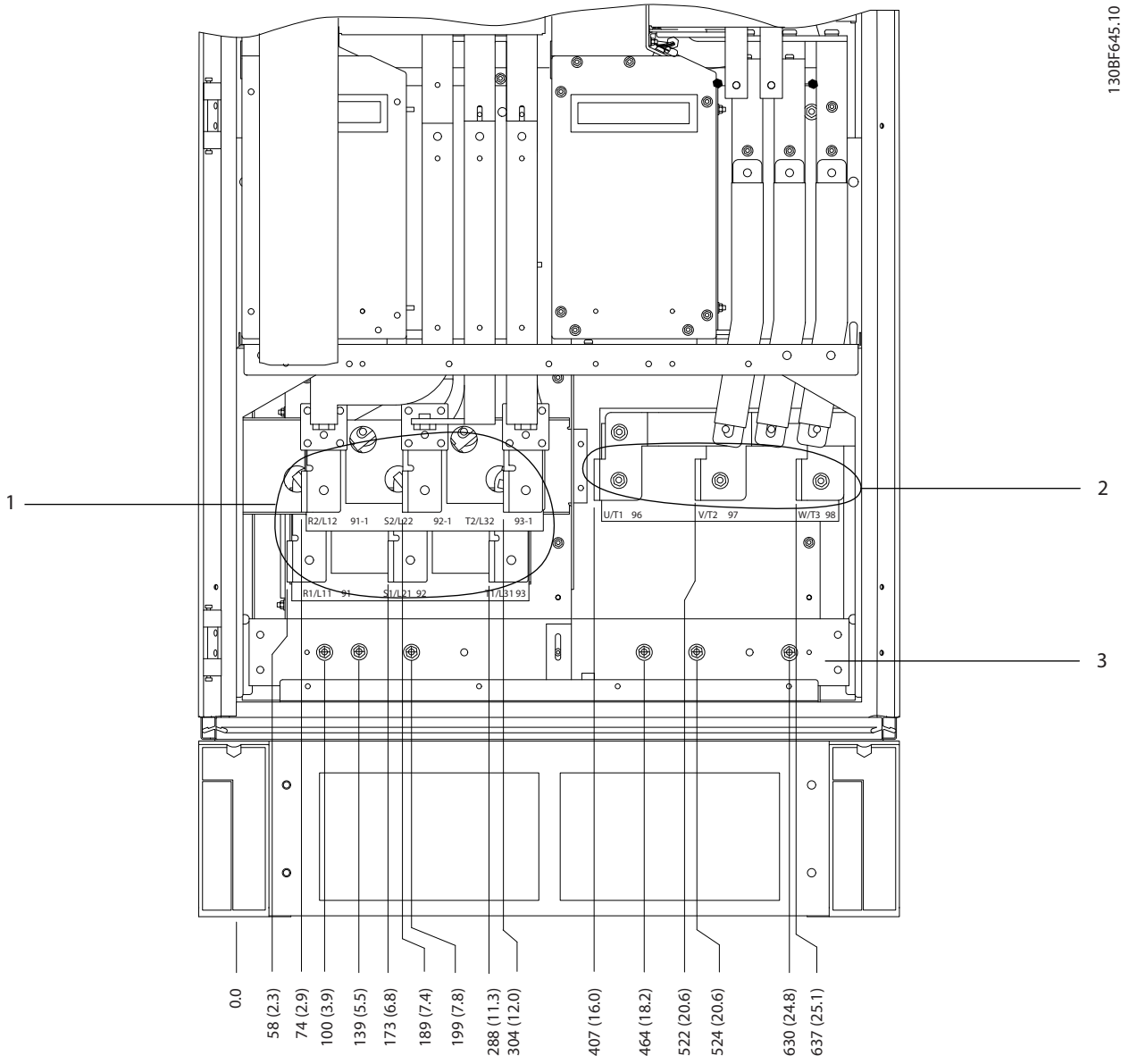
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.62 F9 选件机柜的端子尺寸，正视图



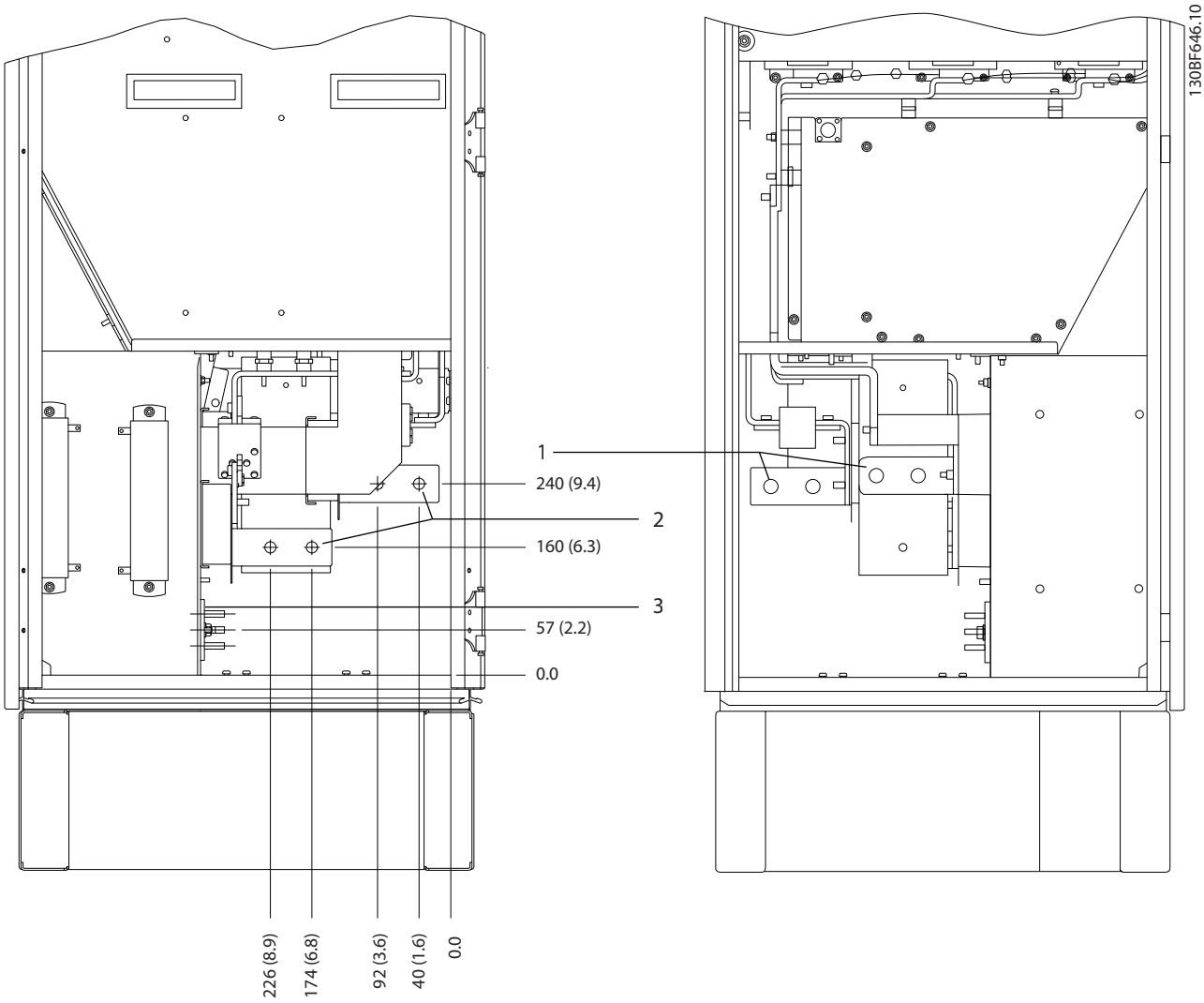
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.63 F9 选件机柜的端子尺寸，侧视图



1	主电源端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.64 F8 – F9 整流器/逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	主电源端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.65 F8 - F9 整流器/逆变器机柜的端子尺寸，侧视图

8.9 F10 外部和端子尺寸

8.9.1 F10 外部尺寸

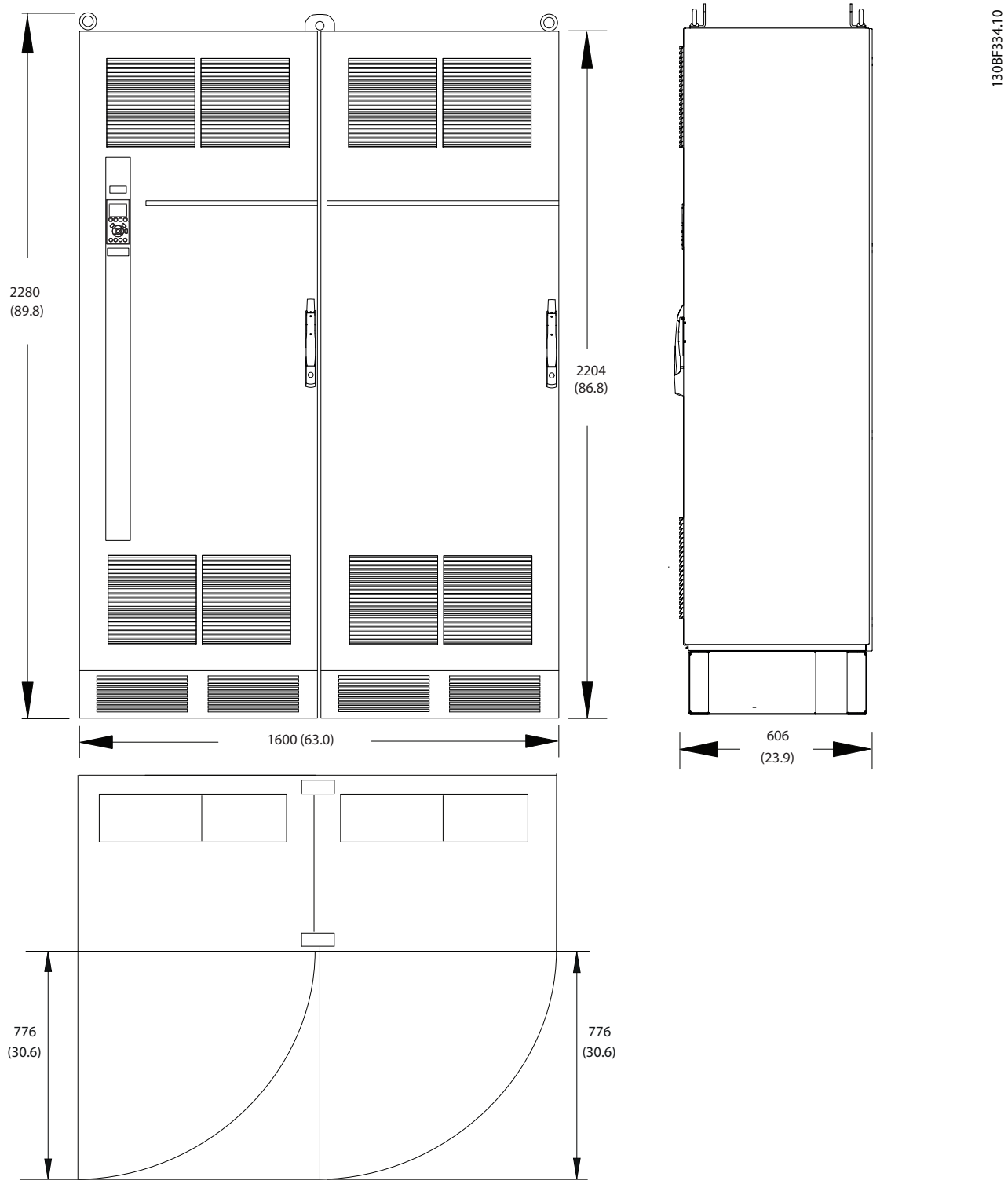
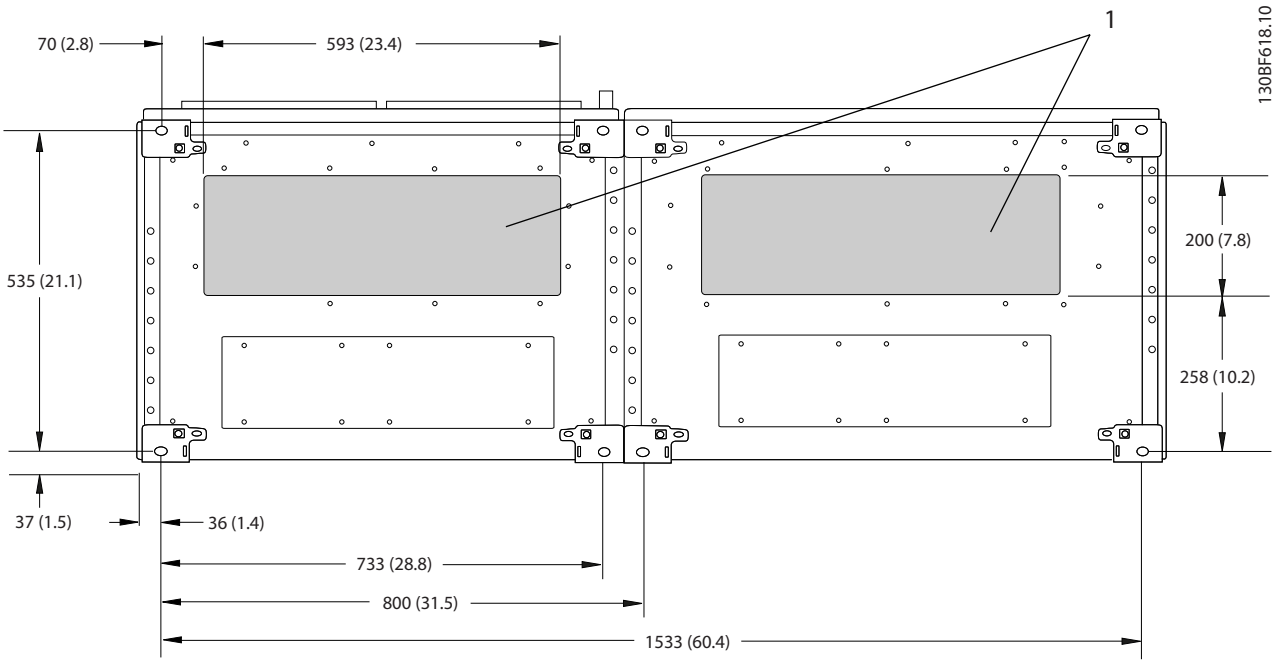


图 8.66 F10 的正面、侧面和门间隙尺寸

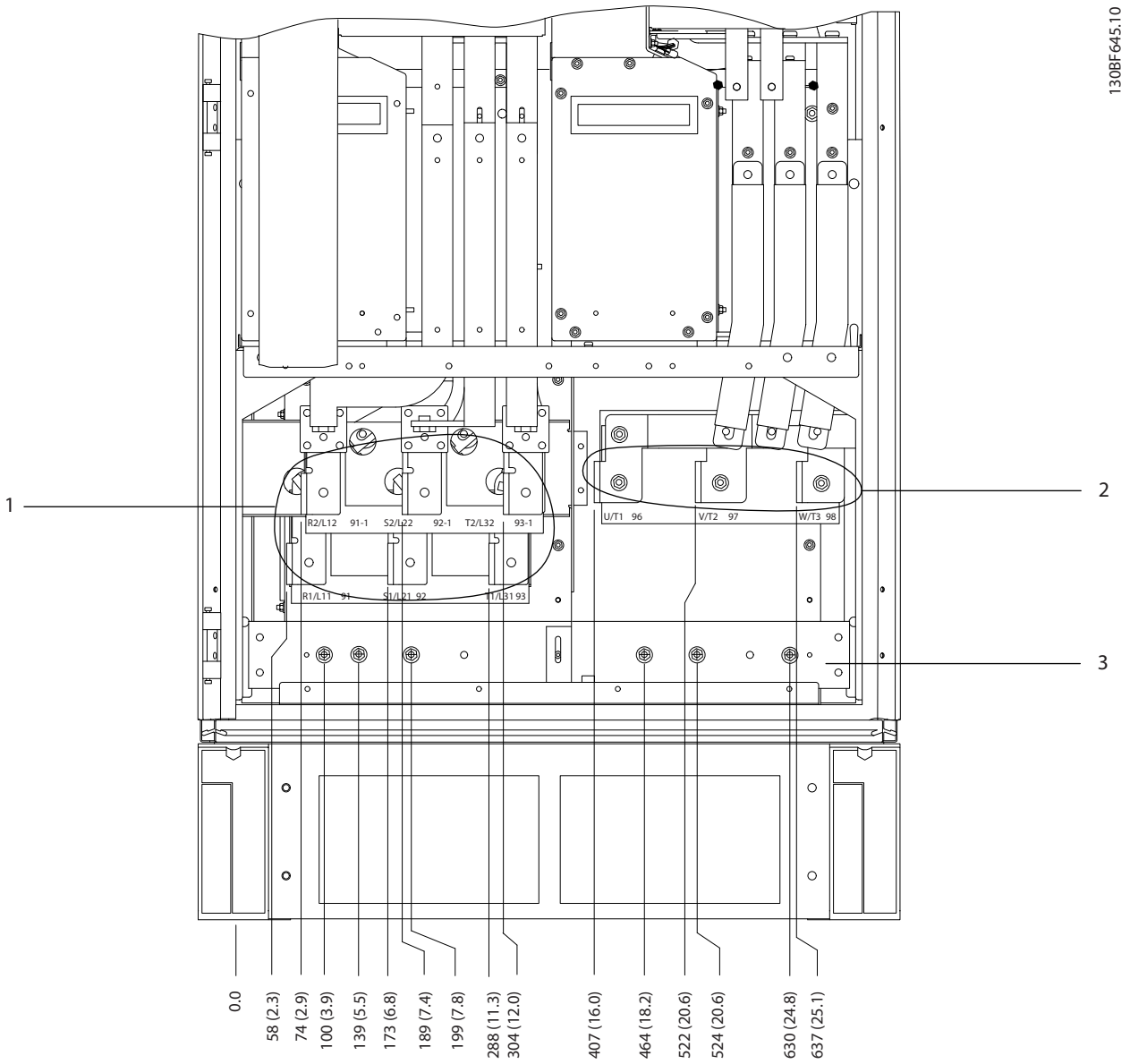


1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.67 F10 的密封板尺寸

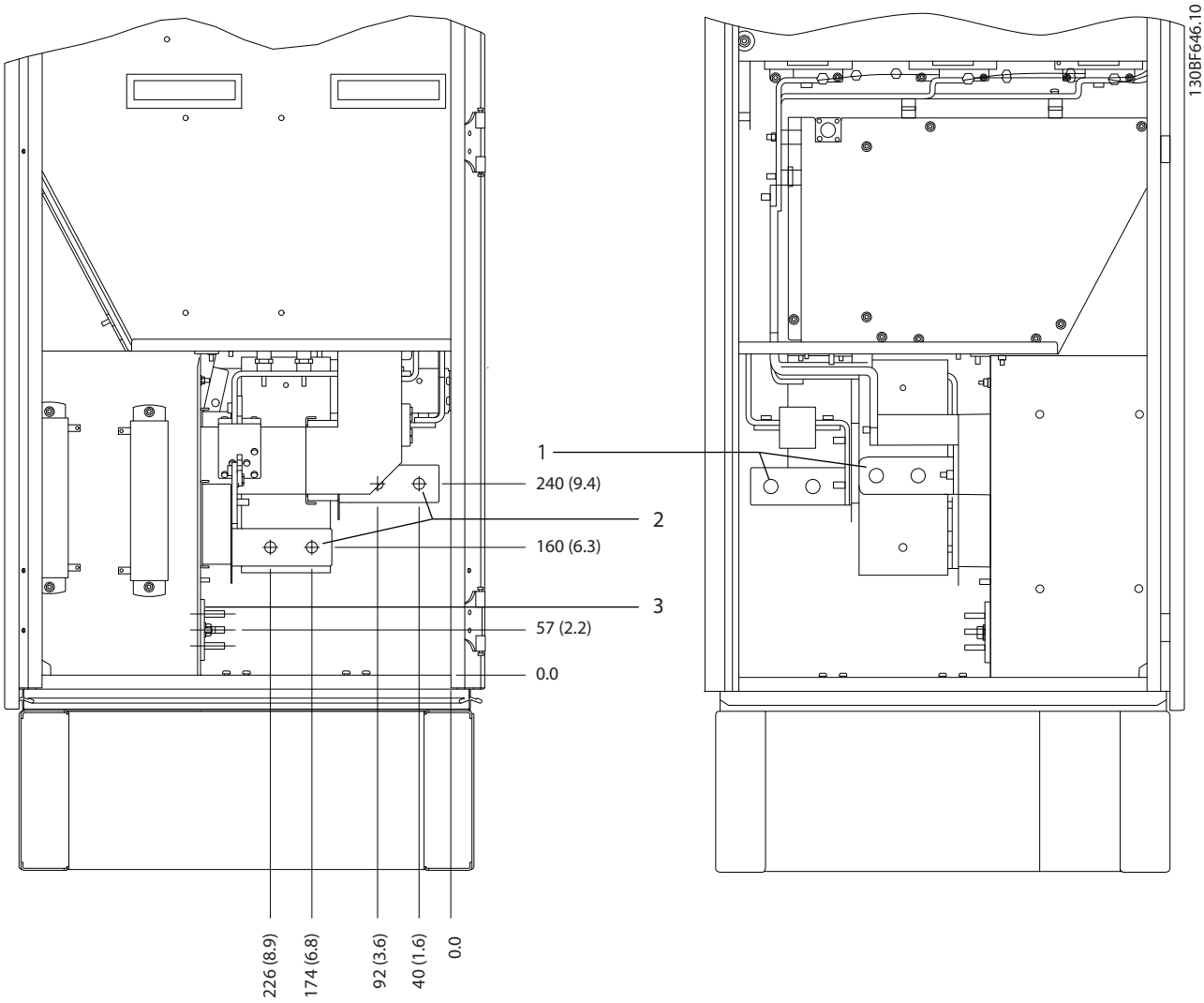
8.9.2 F10 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



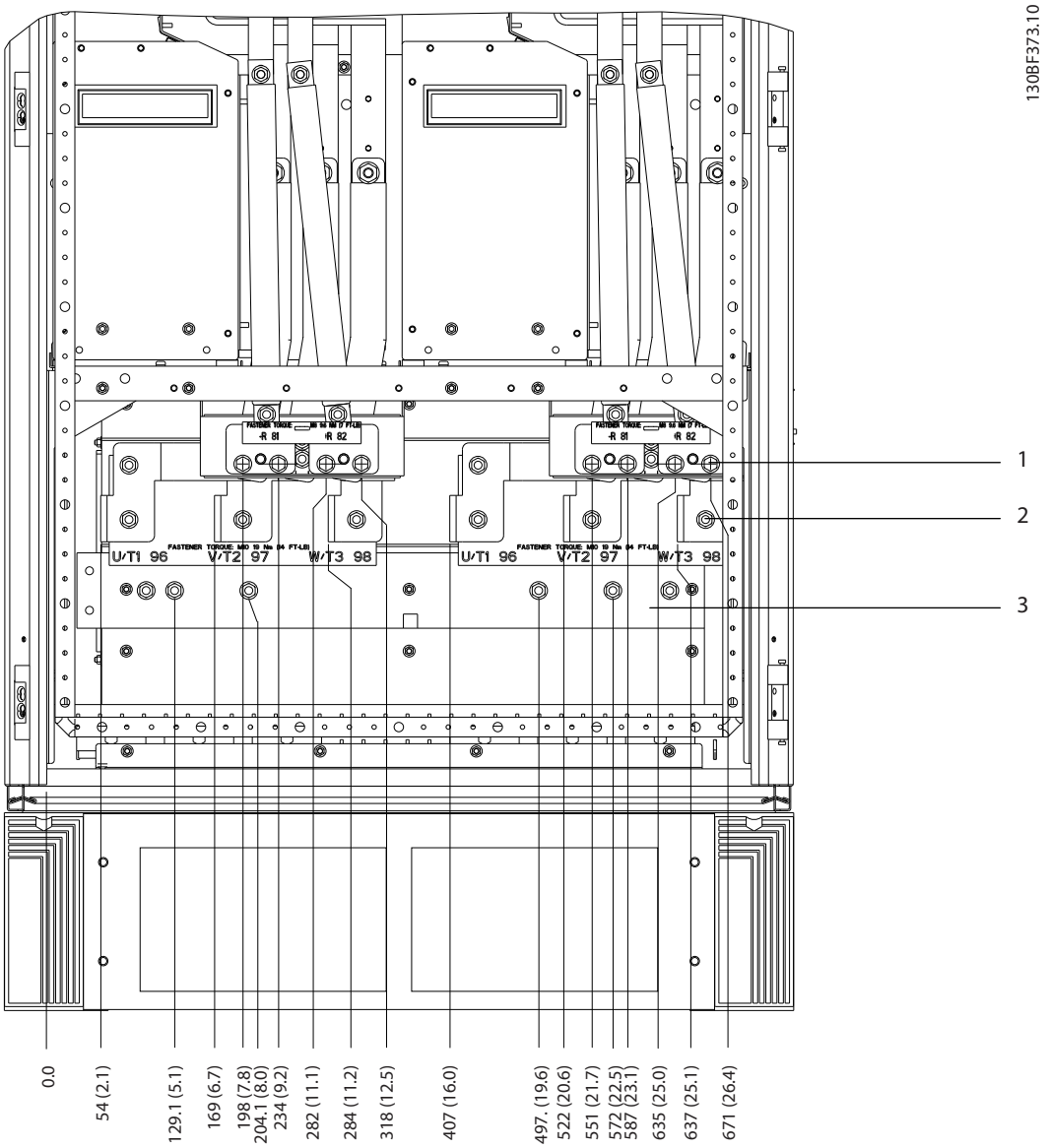
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.68 F10 - F13 整流器机柜的端子尺寸，正视图



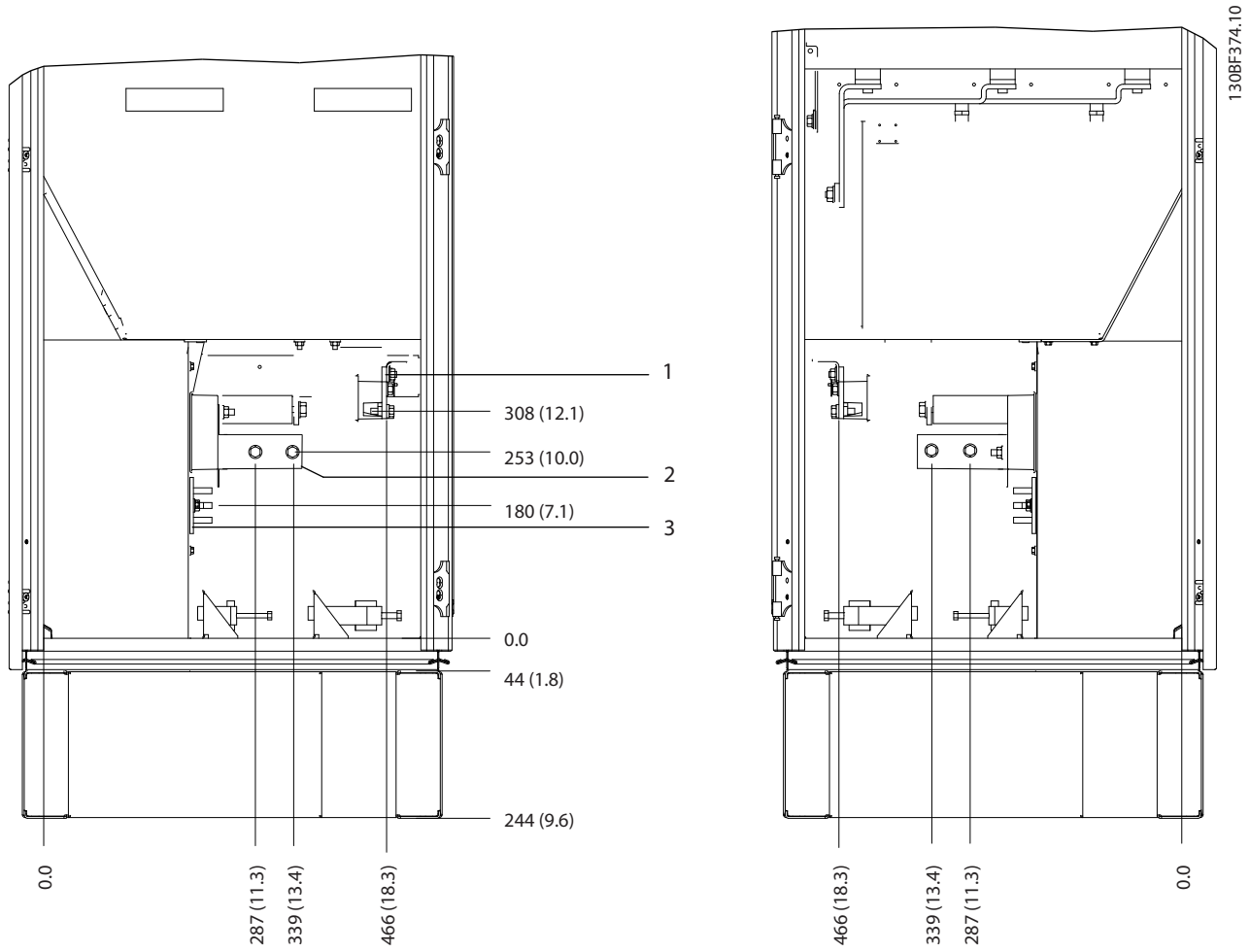
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.69 F10 - F13 整流器机柜的端子尺寸，侧视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.70 F10 - F11 逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.71 F10 – F11 逆变器机柜的端子尺寸，侧视图

8.10 F11 外部和端子尺寸

8.10.1 F11 外部尺寸

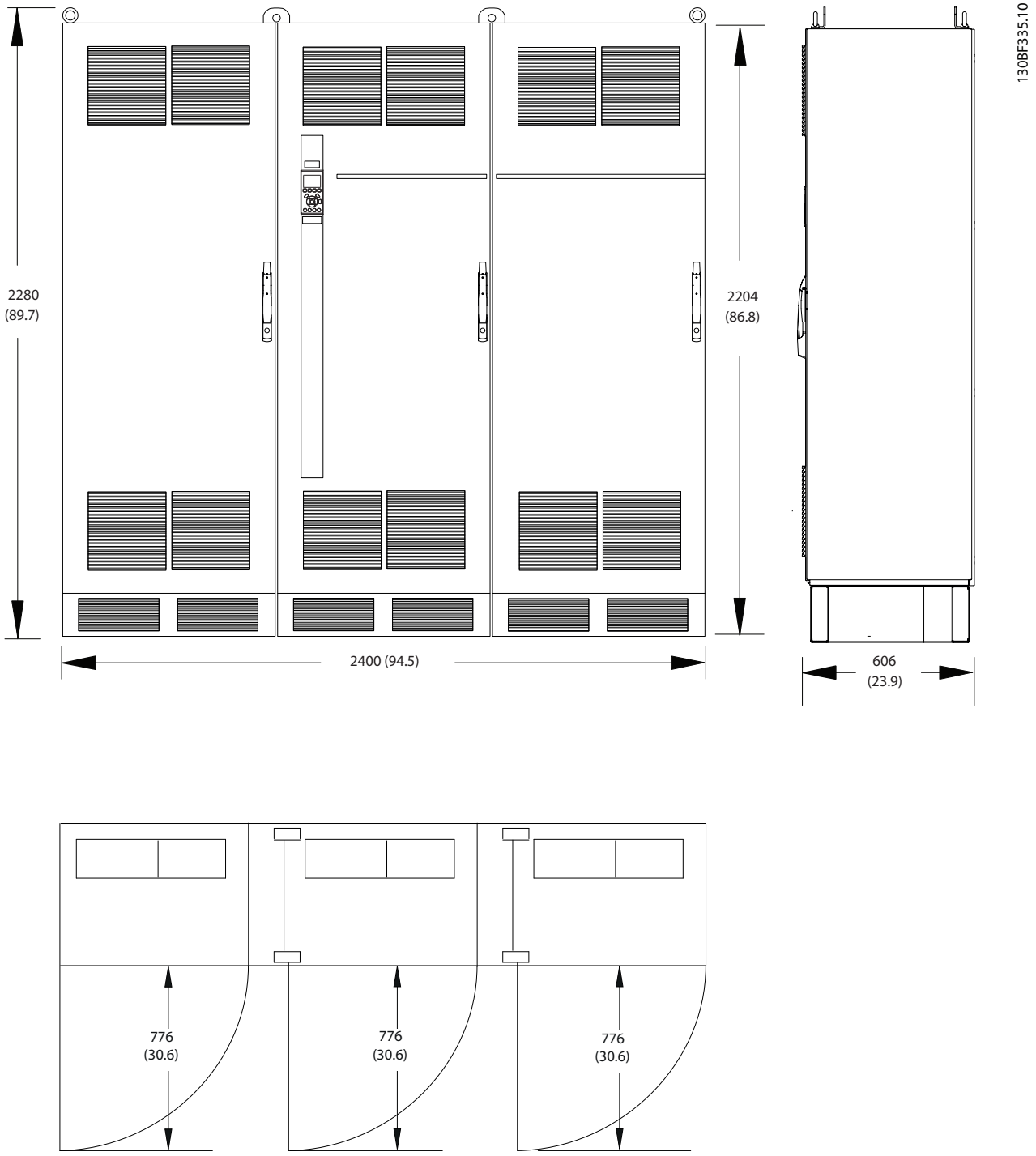
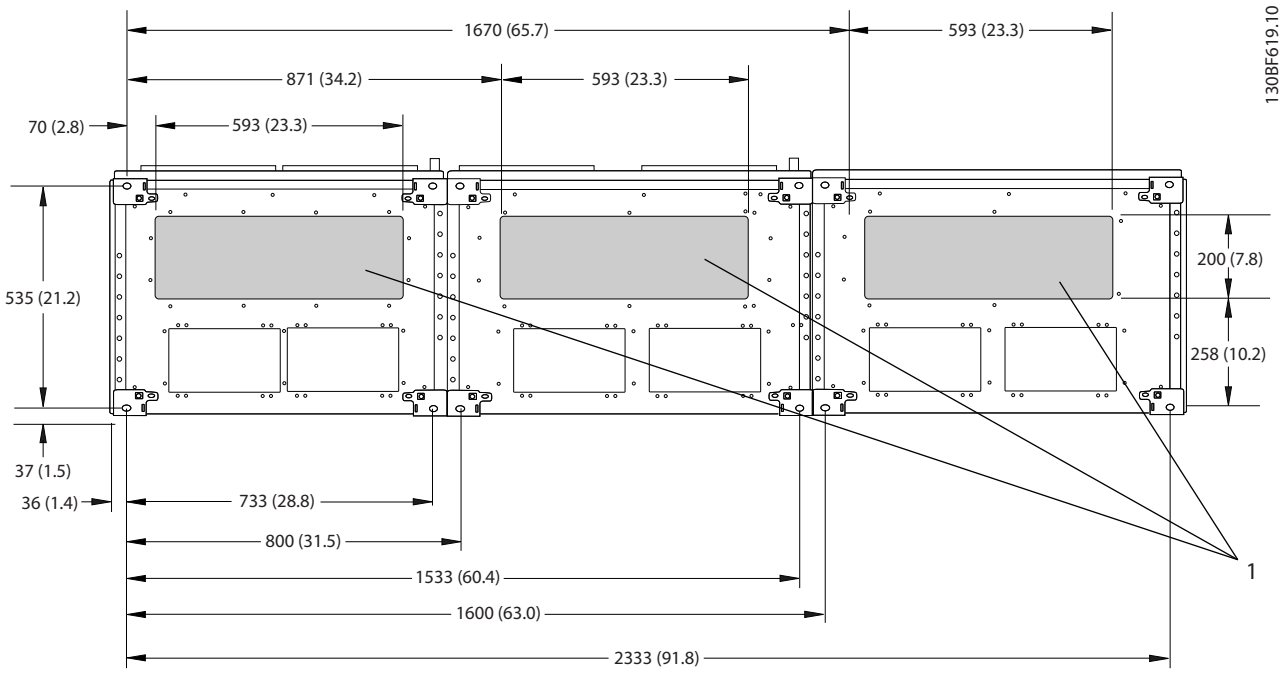


图 8.72 F11 的正面、侧面和门间隙尺寸

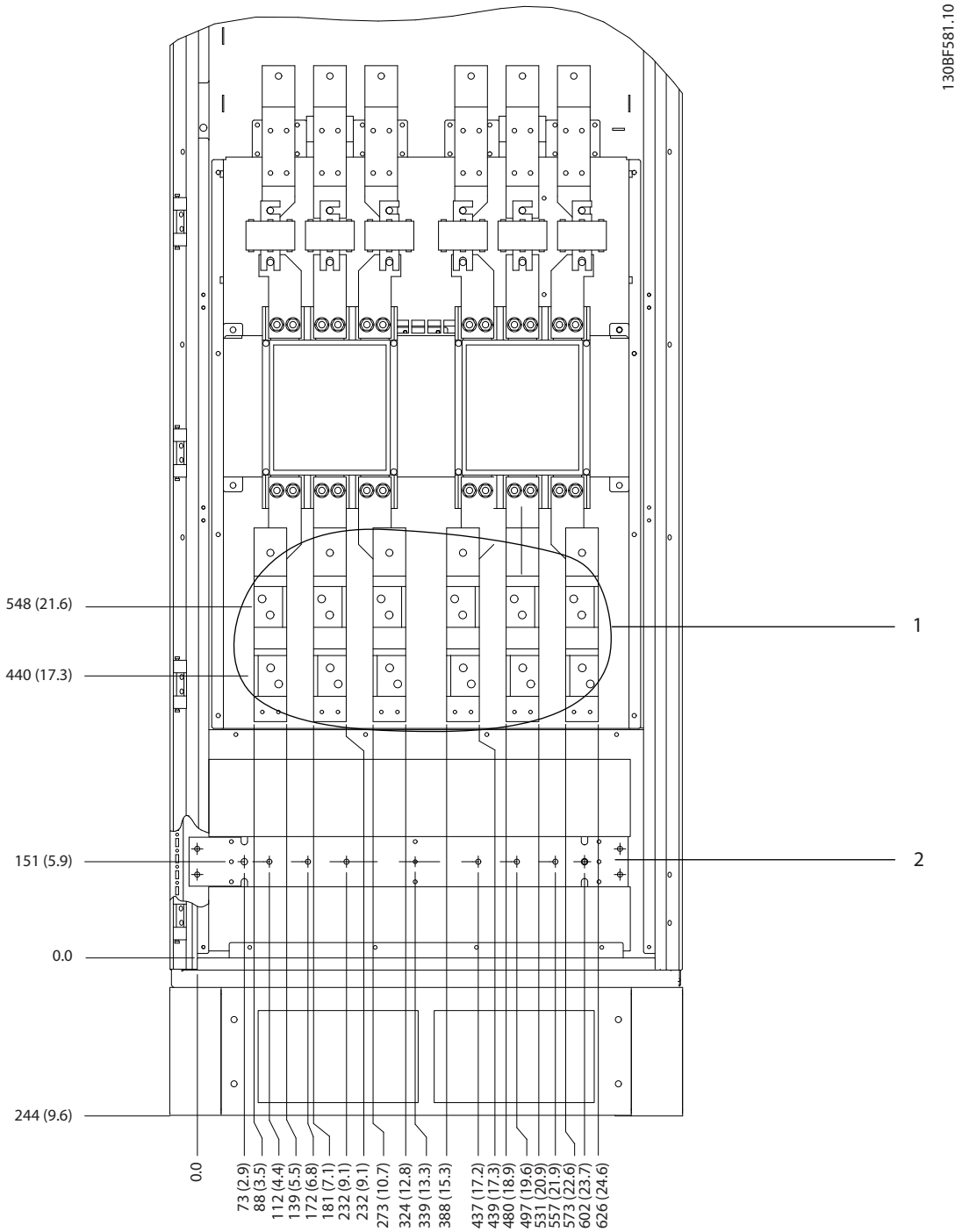


1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.73 F11 的密封板尺寸

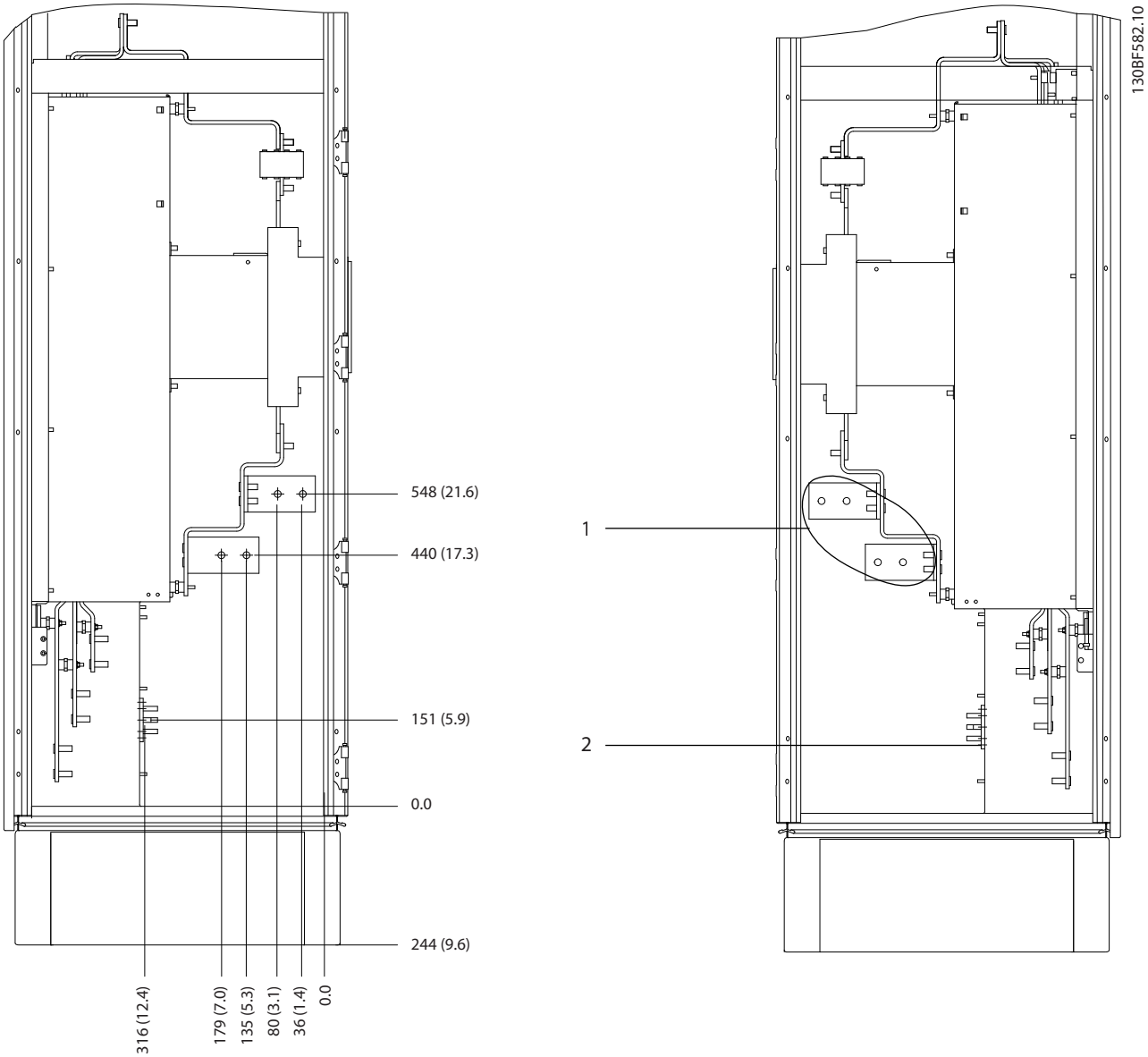
8.10.2 F11 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



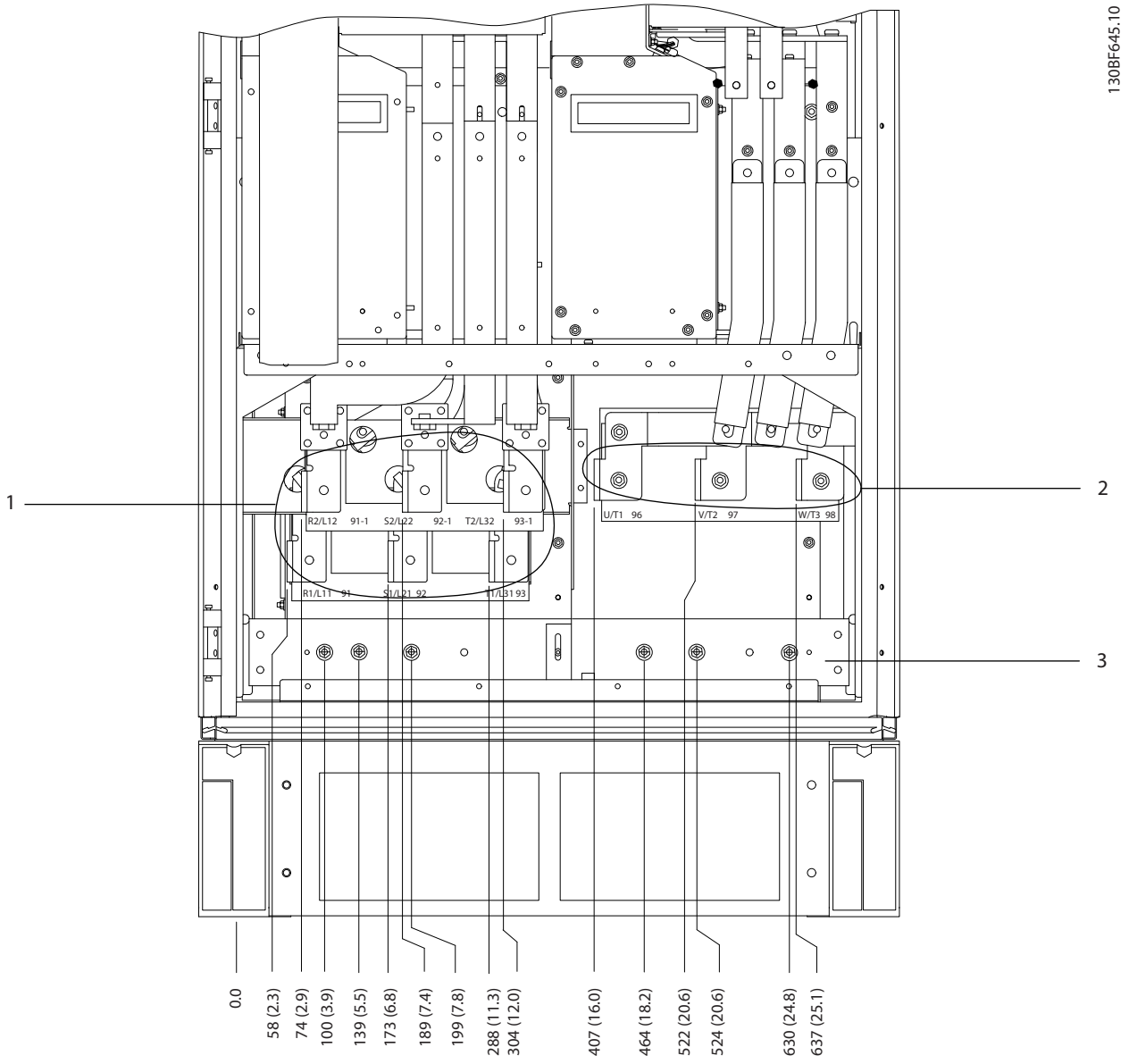
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.74 F11/F13 选件机柜的端子尺寸，正视图



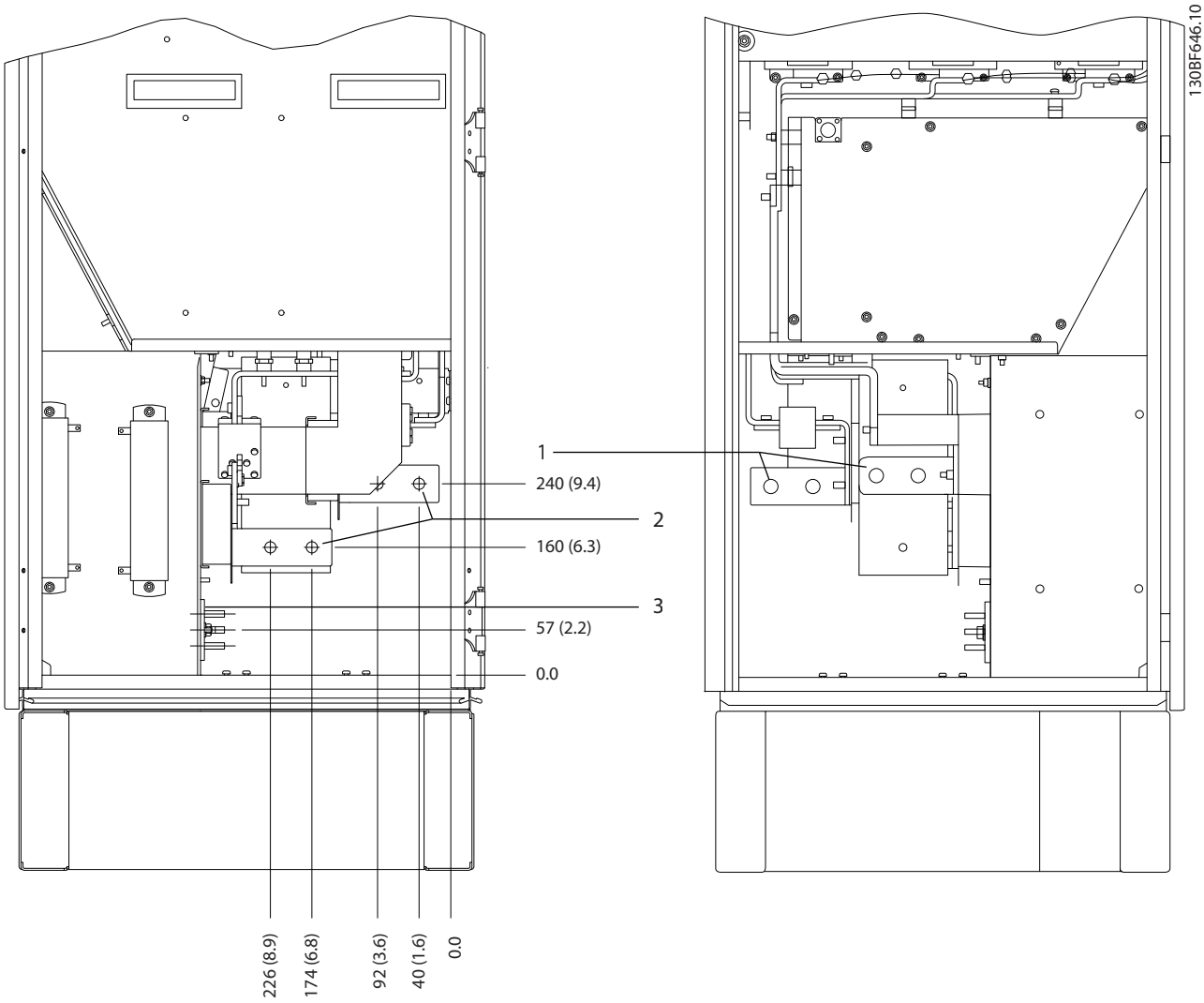
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.75 F11/F13 选件机柜的端子尺寸，侧视图



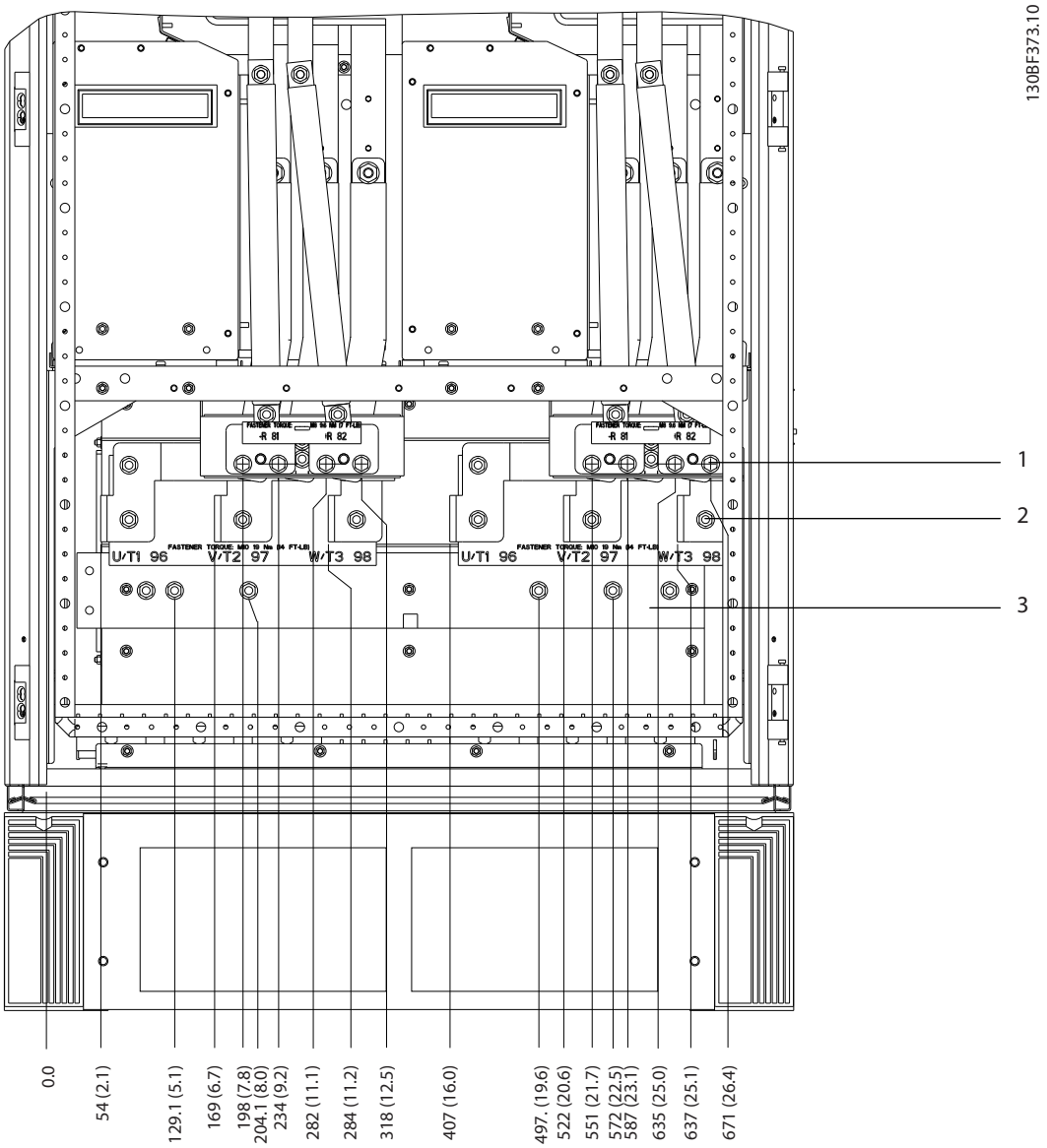
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.76 F10 - F13 整流器机柜的端子尺寸，正视图



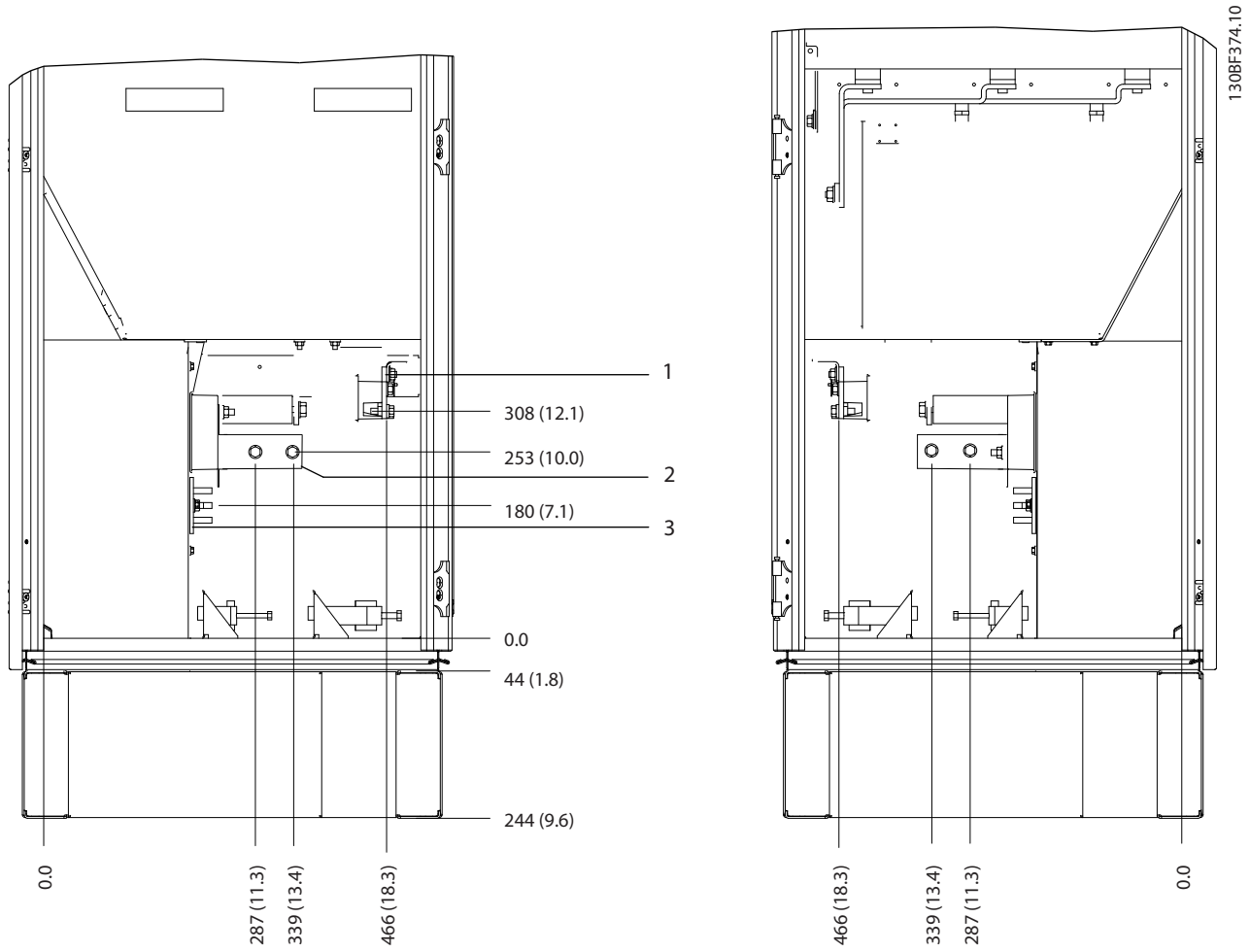
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.77 F10 - F13 整流器机柜的端子尺寸，侧视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.78 F10 - F11 逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.79 F10 – F11 逆变器机柜的端子尺寸，侧视图

8.11 F12 外部和端子尺寸

8.11.1 F12 外部尺寸

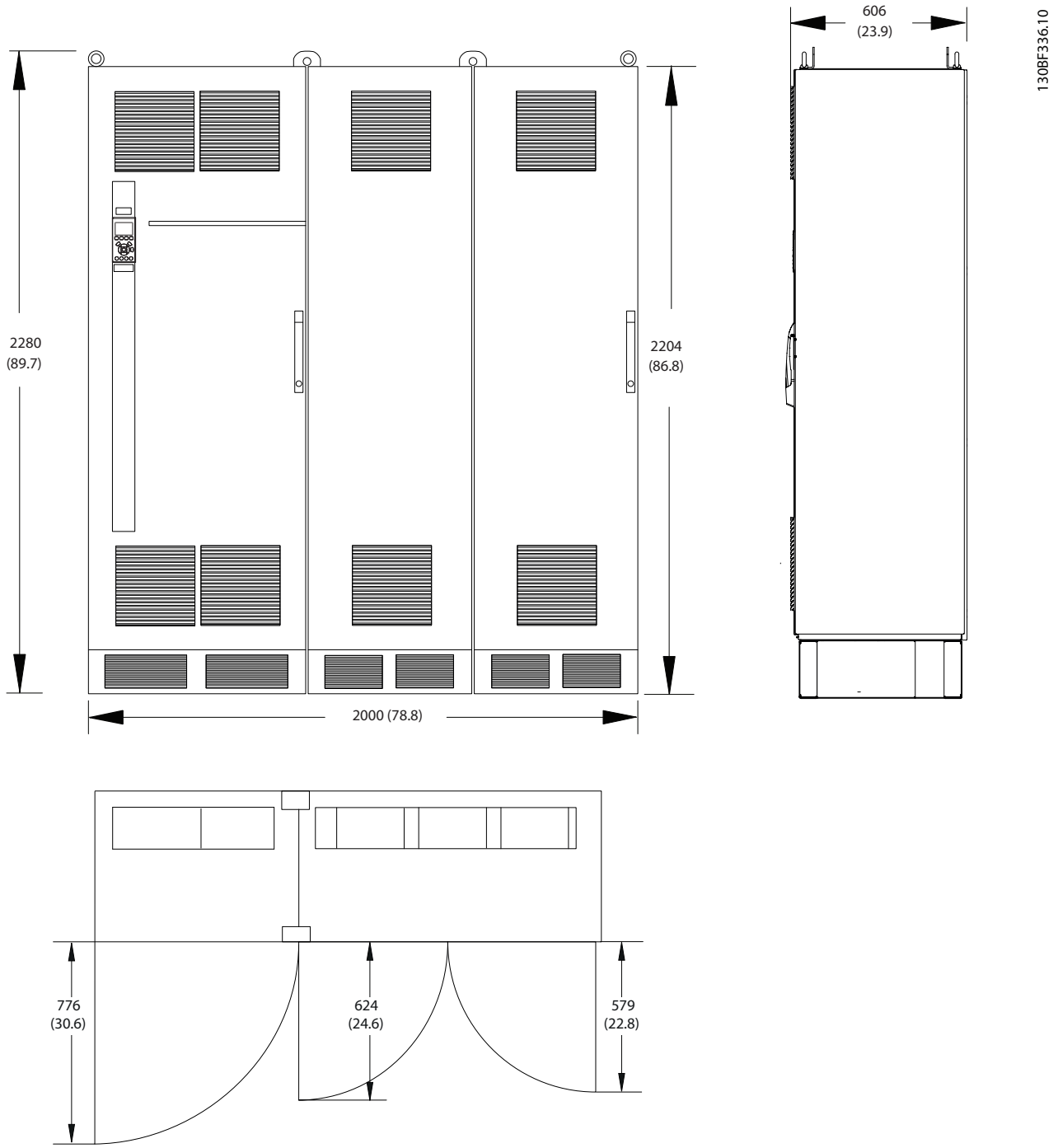
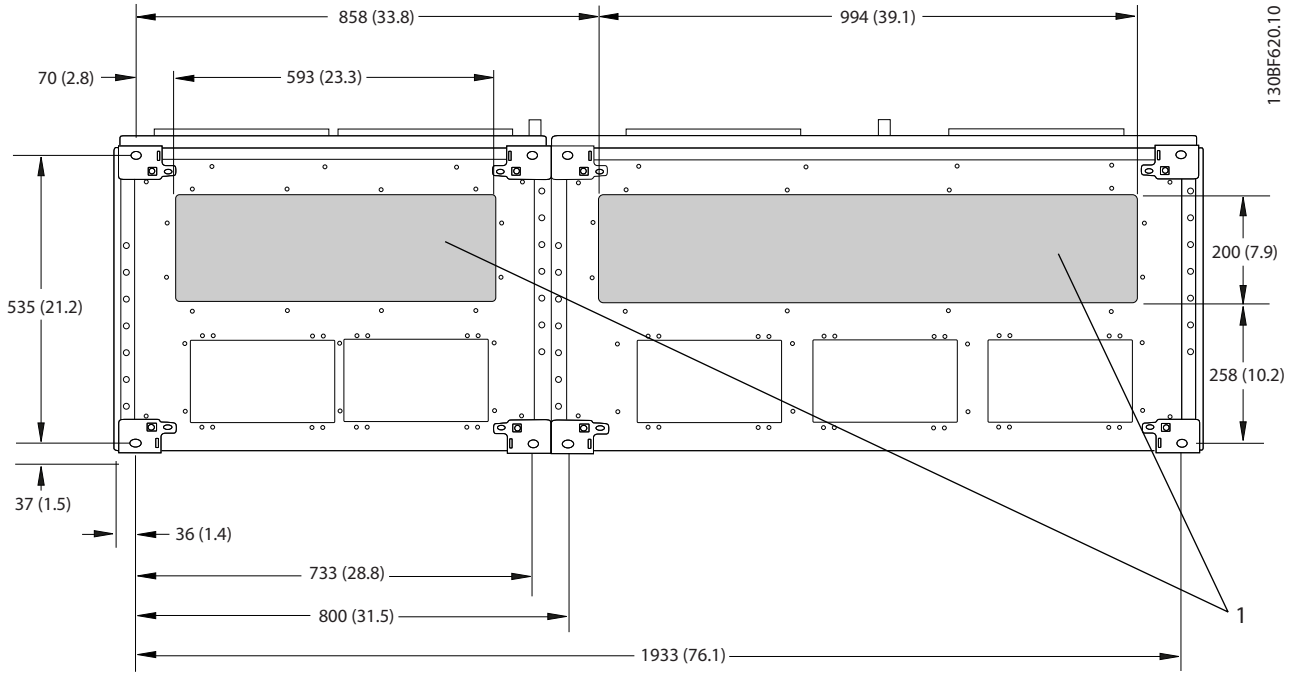


图 8.80 F12 的正面、侧面和门间隙尺寸



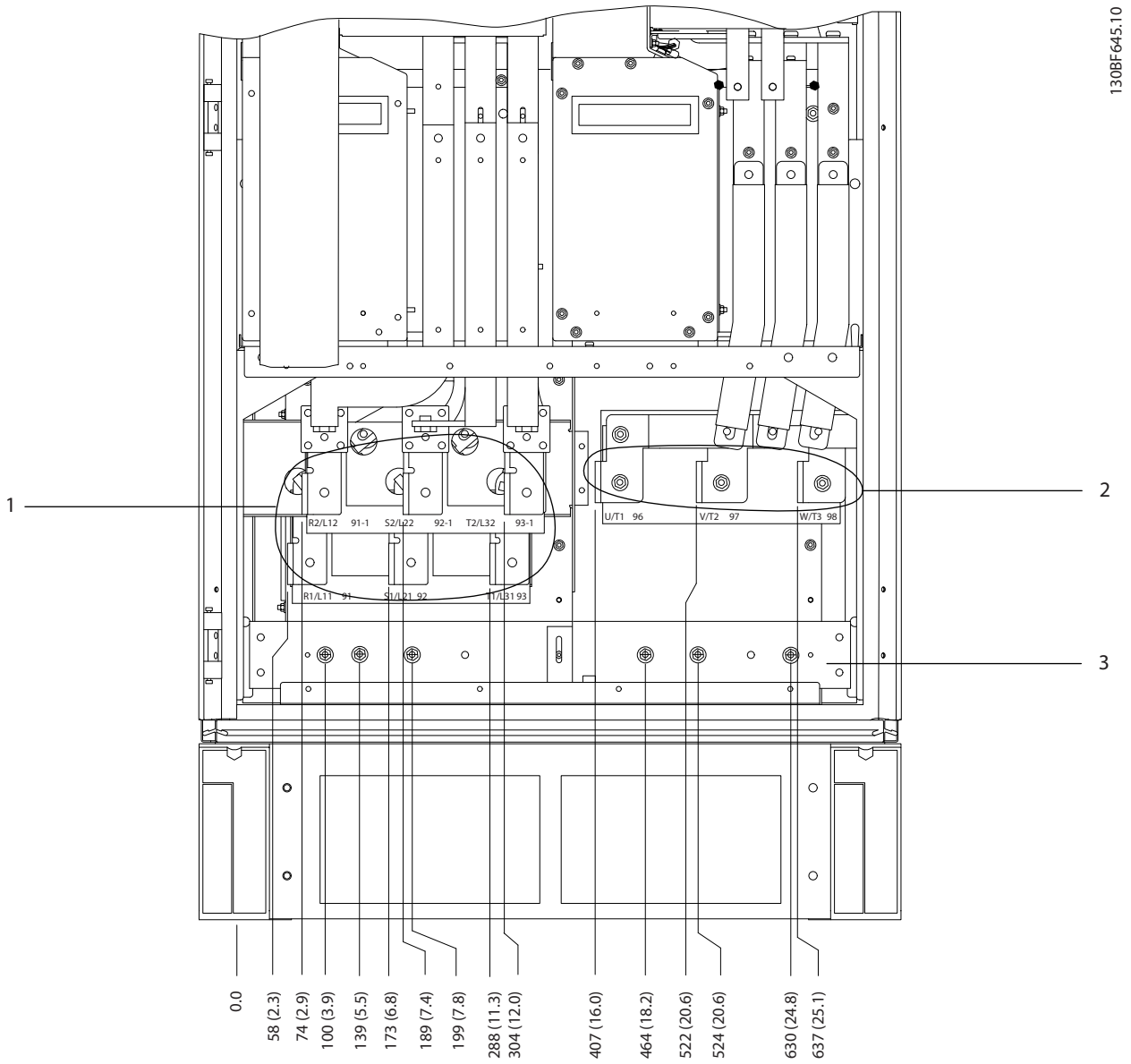
1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.81 F12 的密封板尺寸

8

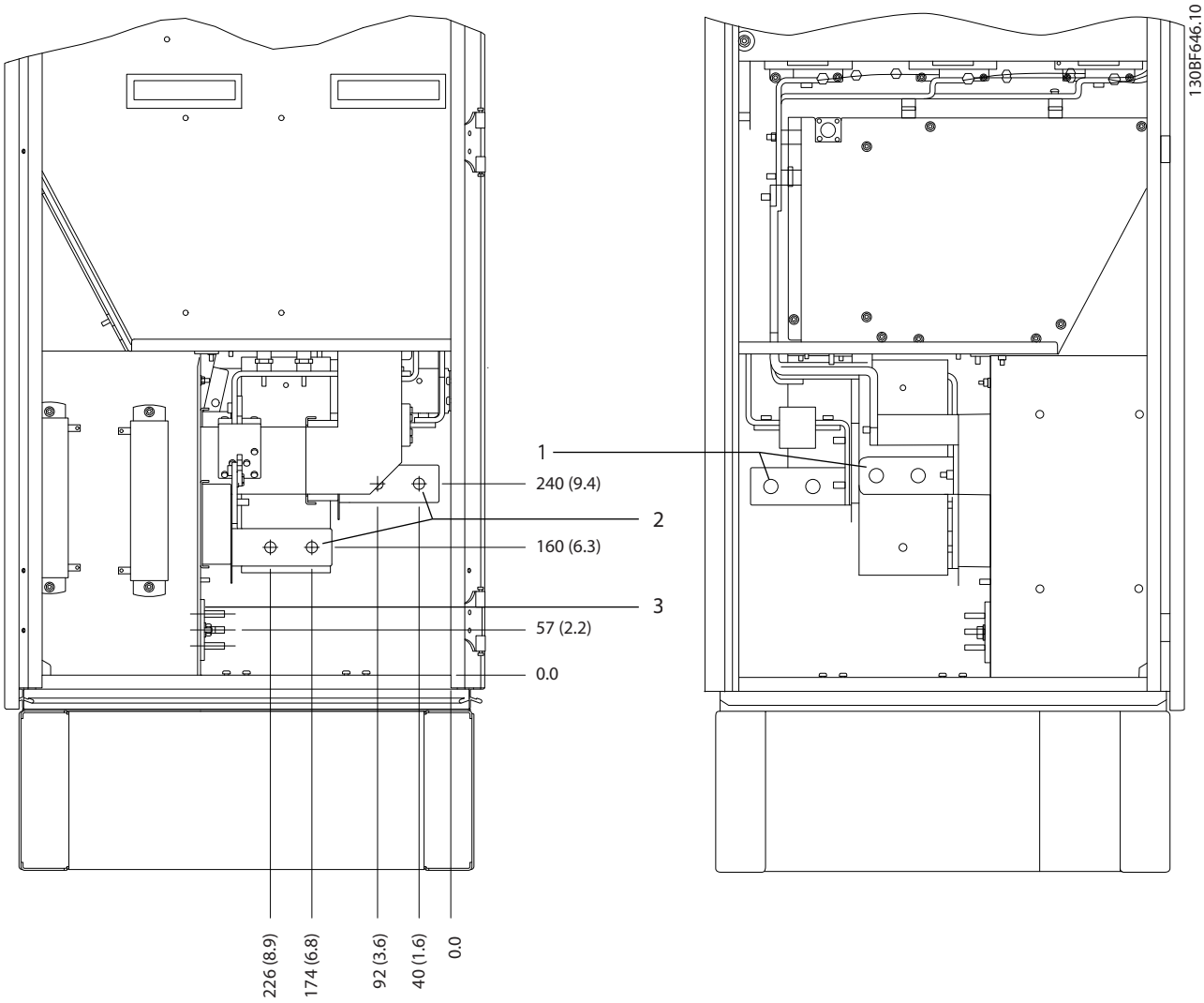
8.11.2 F12 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



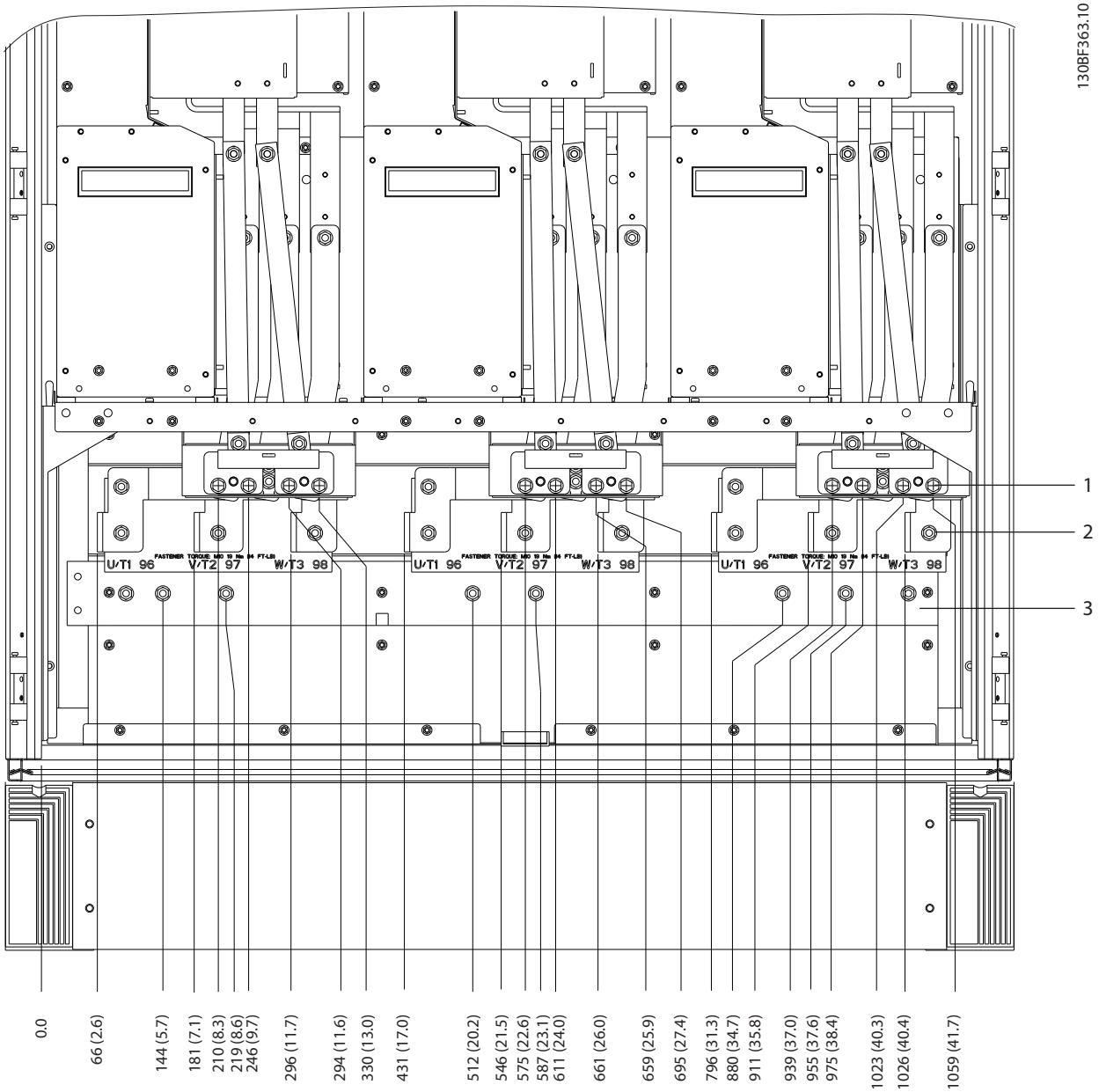
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.82 F10 - F13 整流器机柜的端子尺寸，正视图



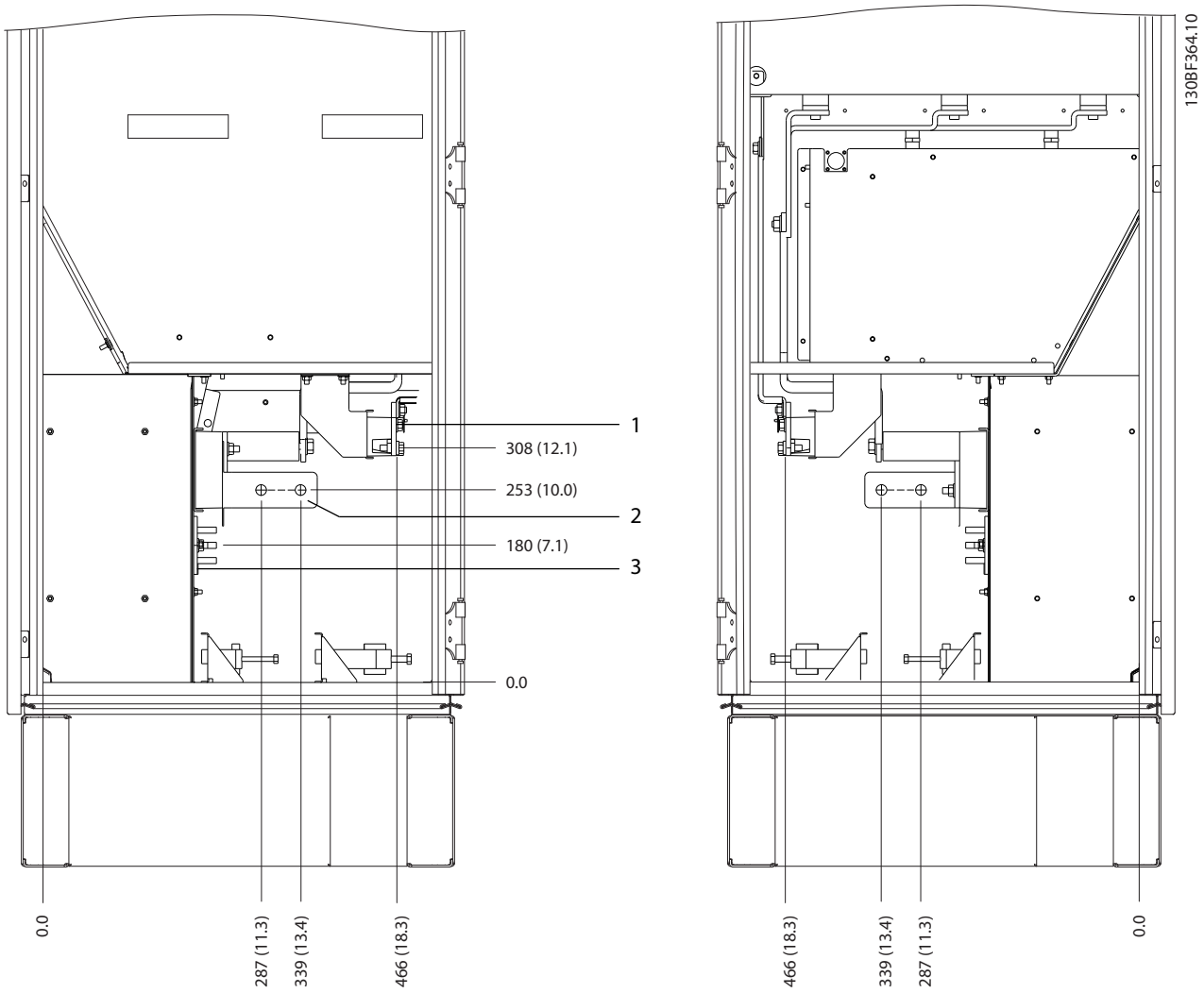
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.83 F10 - F13 整流器机柜的端子尺寸，侧视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.84 F12 - F13 逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.85 F12 – F13 逆变器机柜的端子尺寸，侧视图

8.12 F13 外部和端子尺寸

8.12.1 F13 外部尺寸

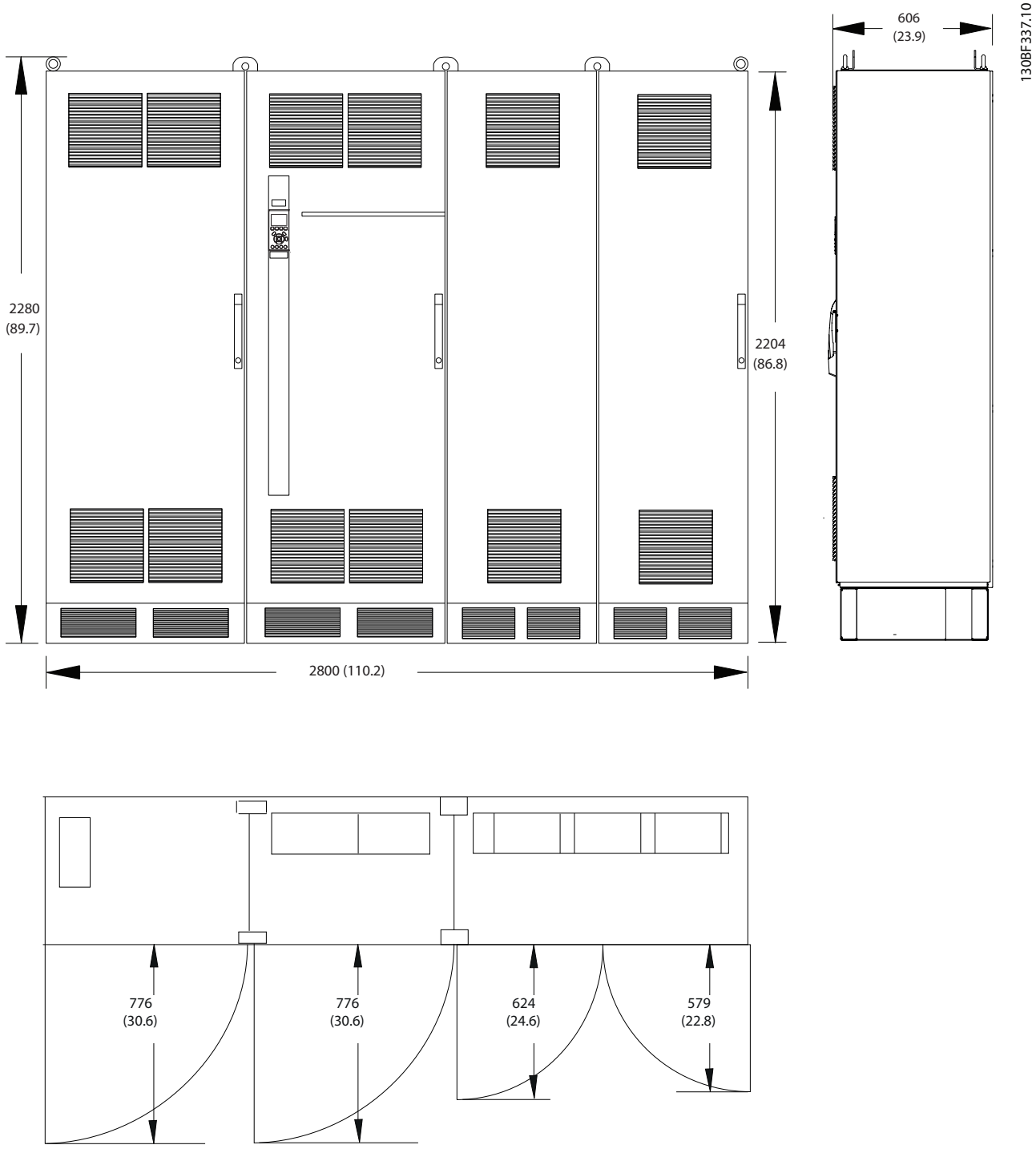
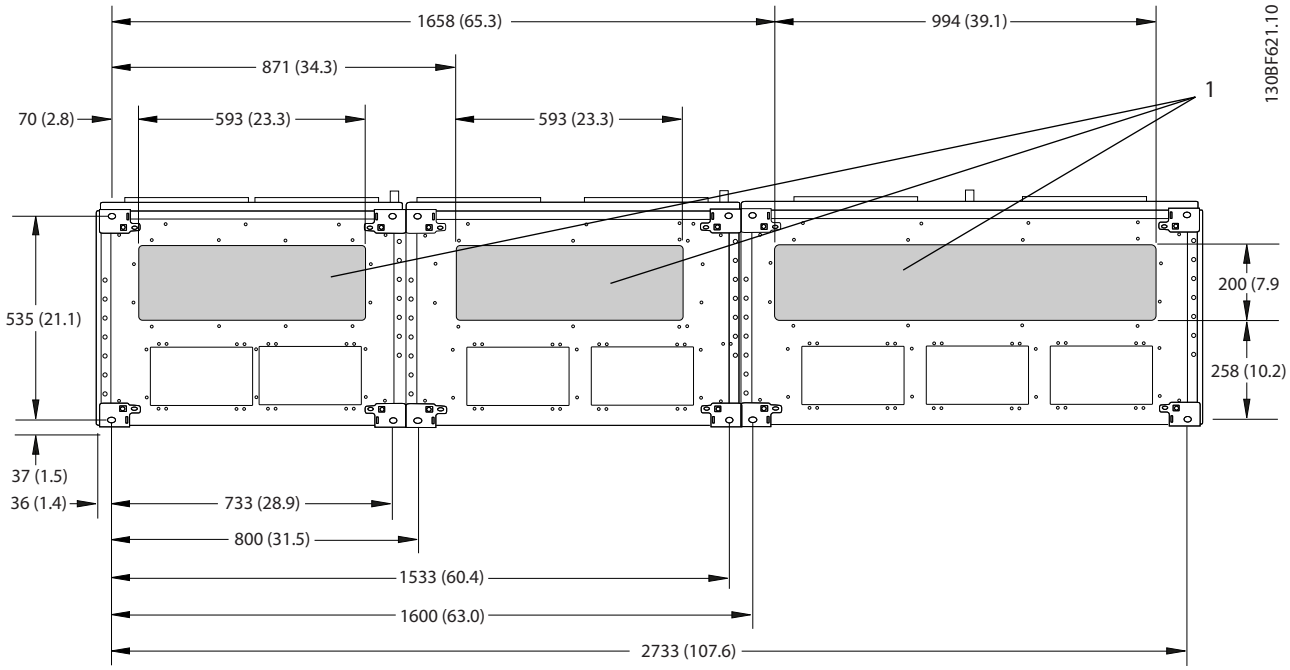


图 8.86 F13 的正面、侧面和门间隙尺寸



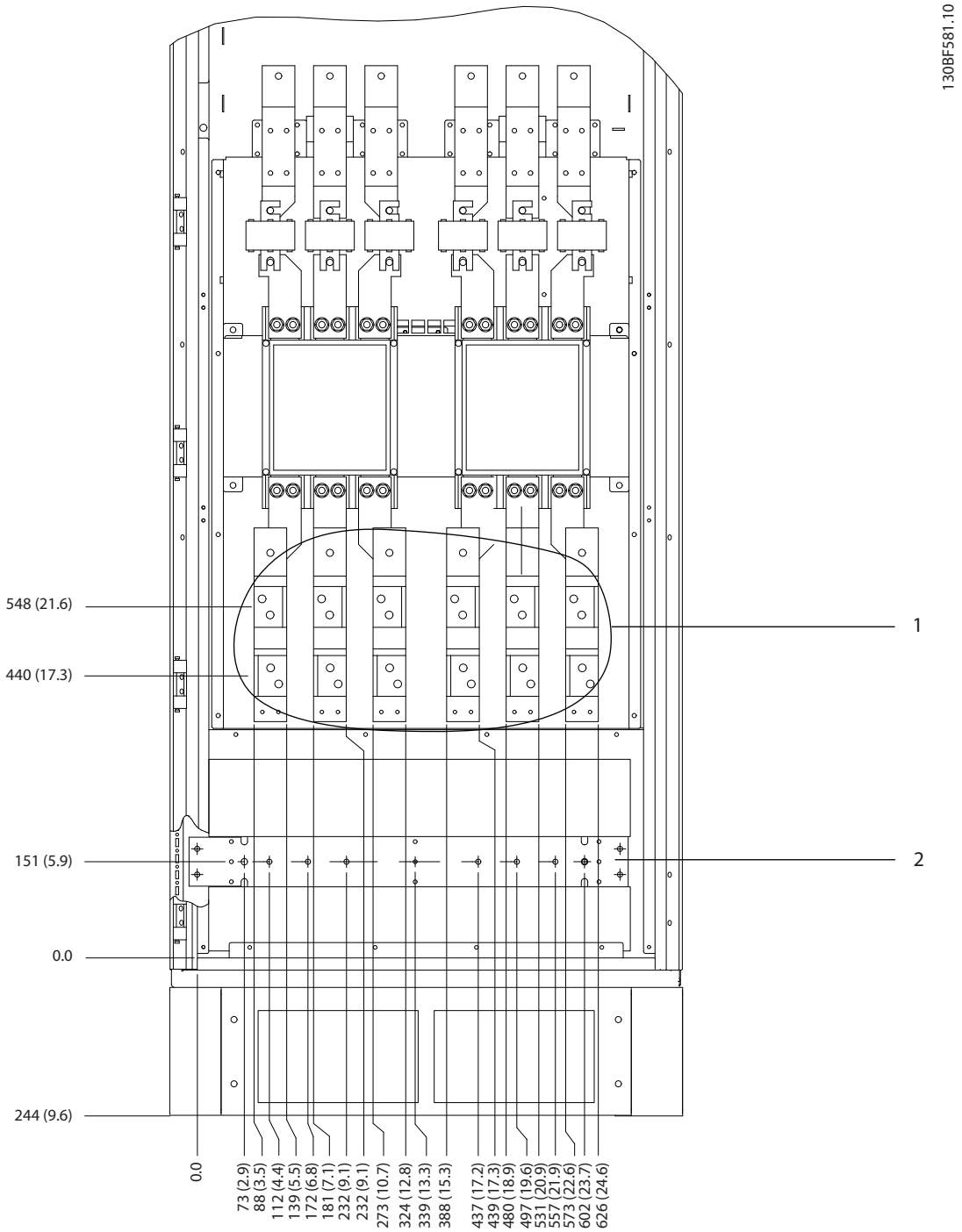
1	主电源侧	2	电动机侧

图 8.87 F13 的密封板尺寸

8

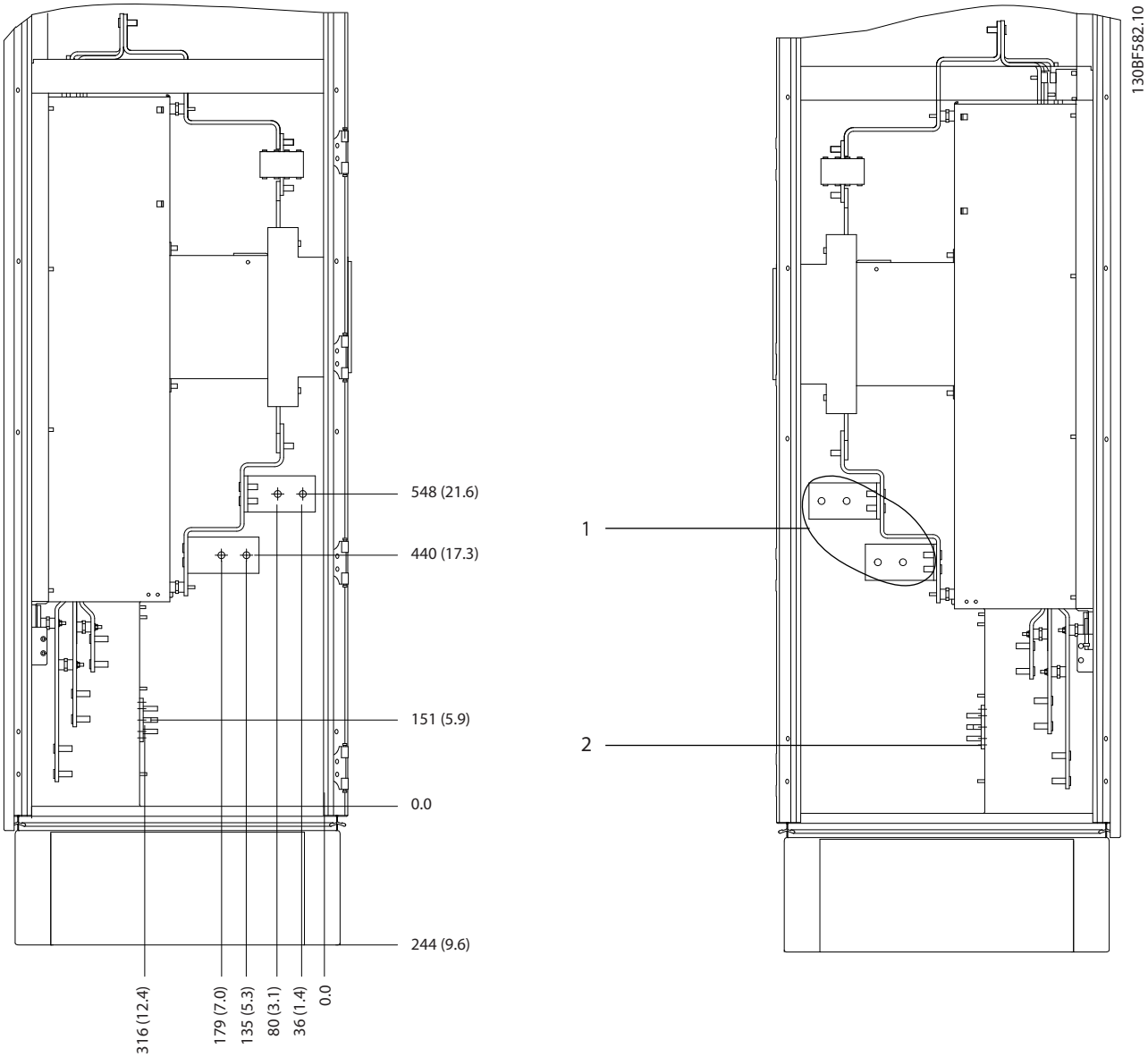
8.12.2 F13 端子尺寸

电源电缆较重并且难以弯曲。为确保轻松安装电缆，请考虑变频器的最佳放置位置。每个端子最多可以用电缆接线头或标准接线盒连接 4 条电缆。地线连接到变频器的相关端接点上。



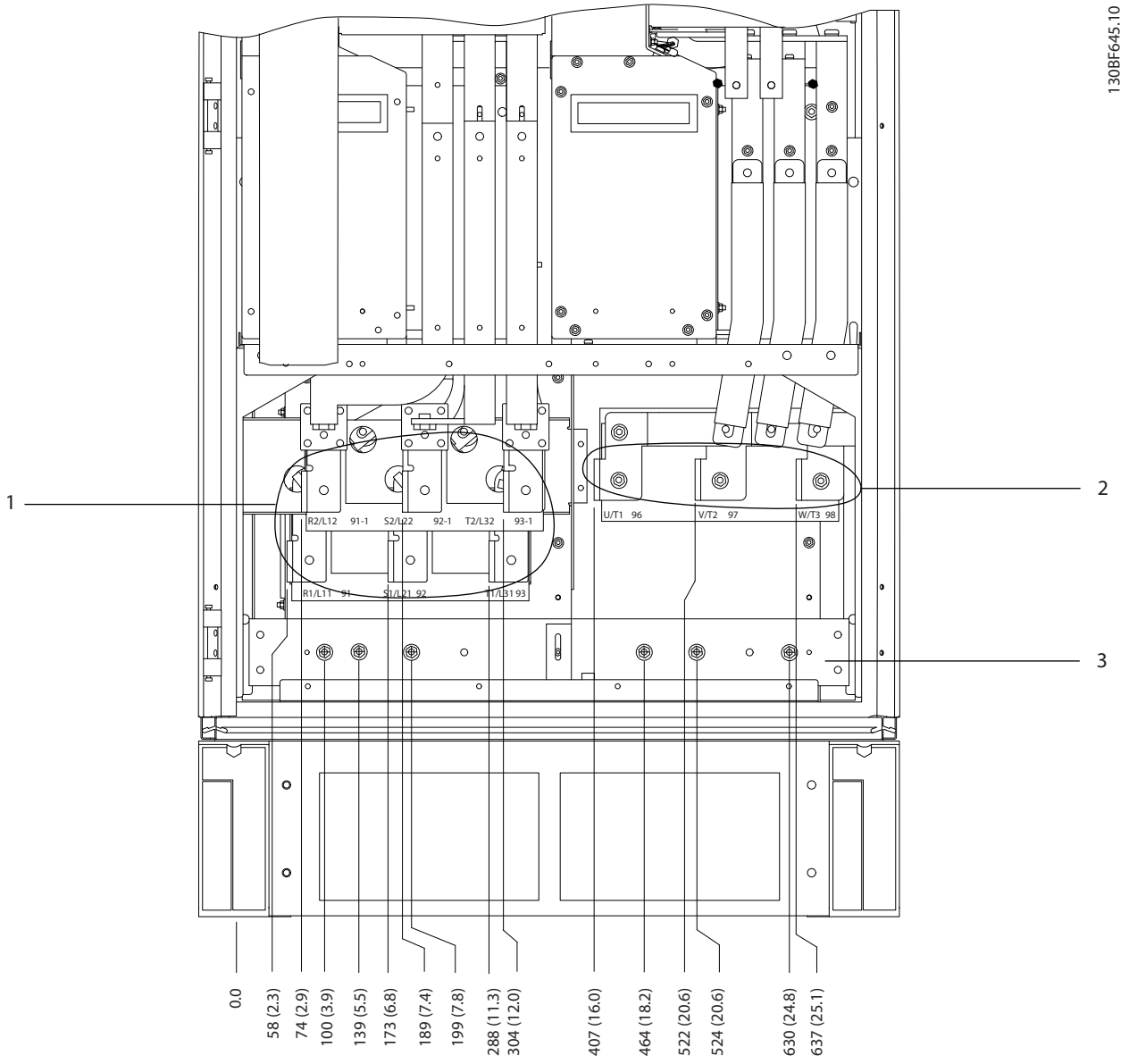
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.88 F11/F13 选件机柜的端子尺寸，正视图



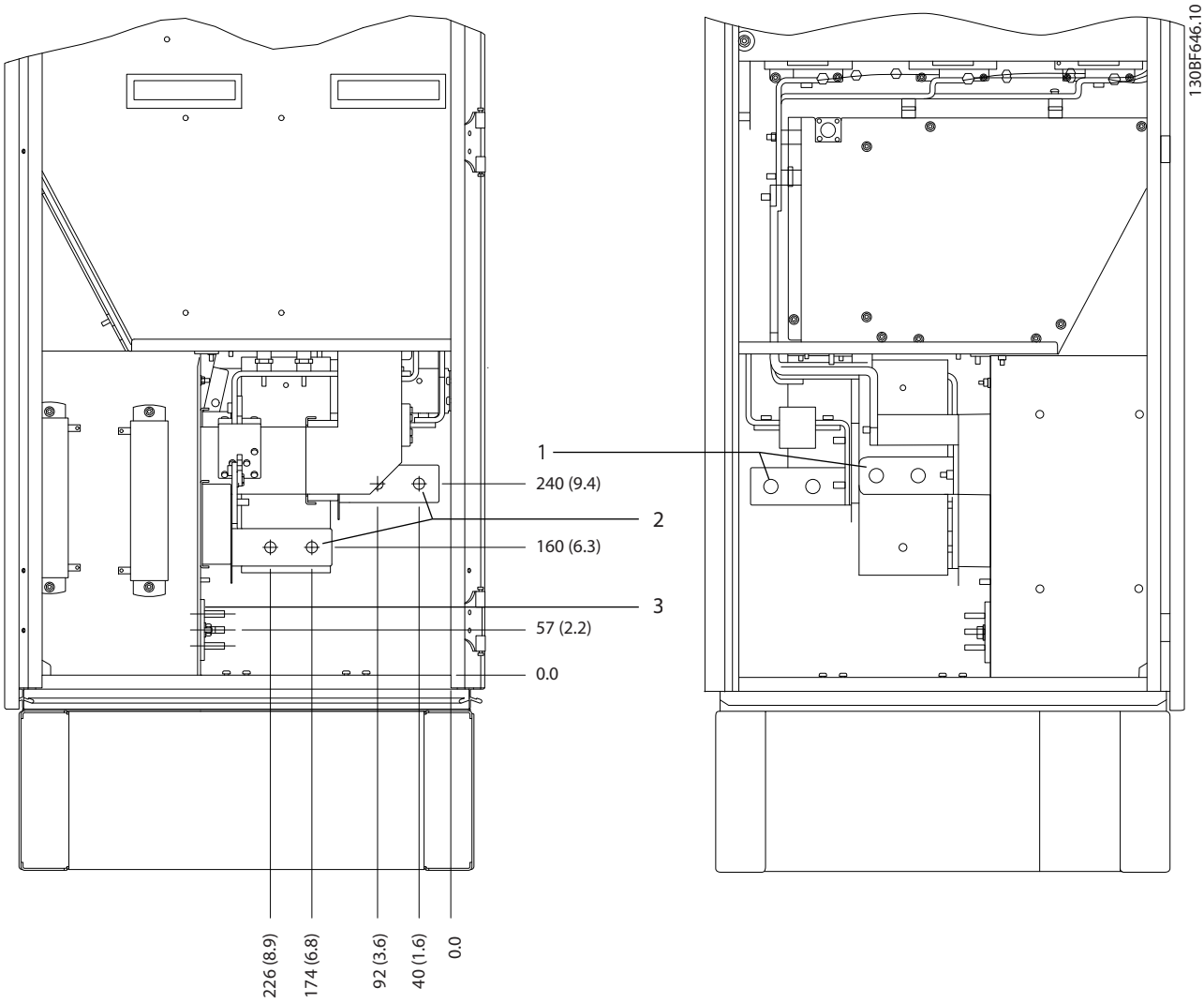
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.89 F11/F13 选件机柜的端子尺寸，侧视图



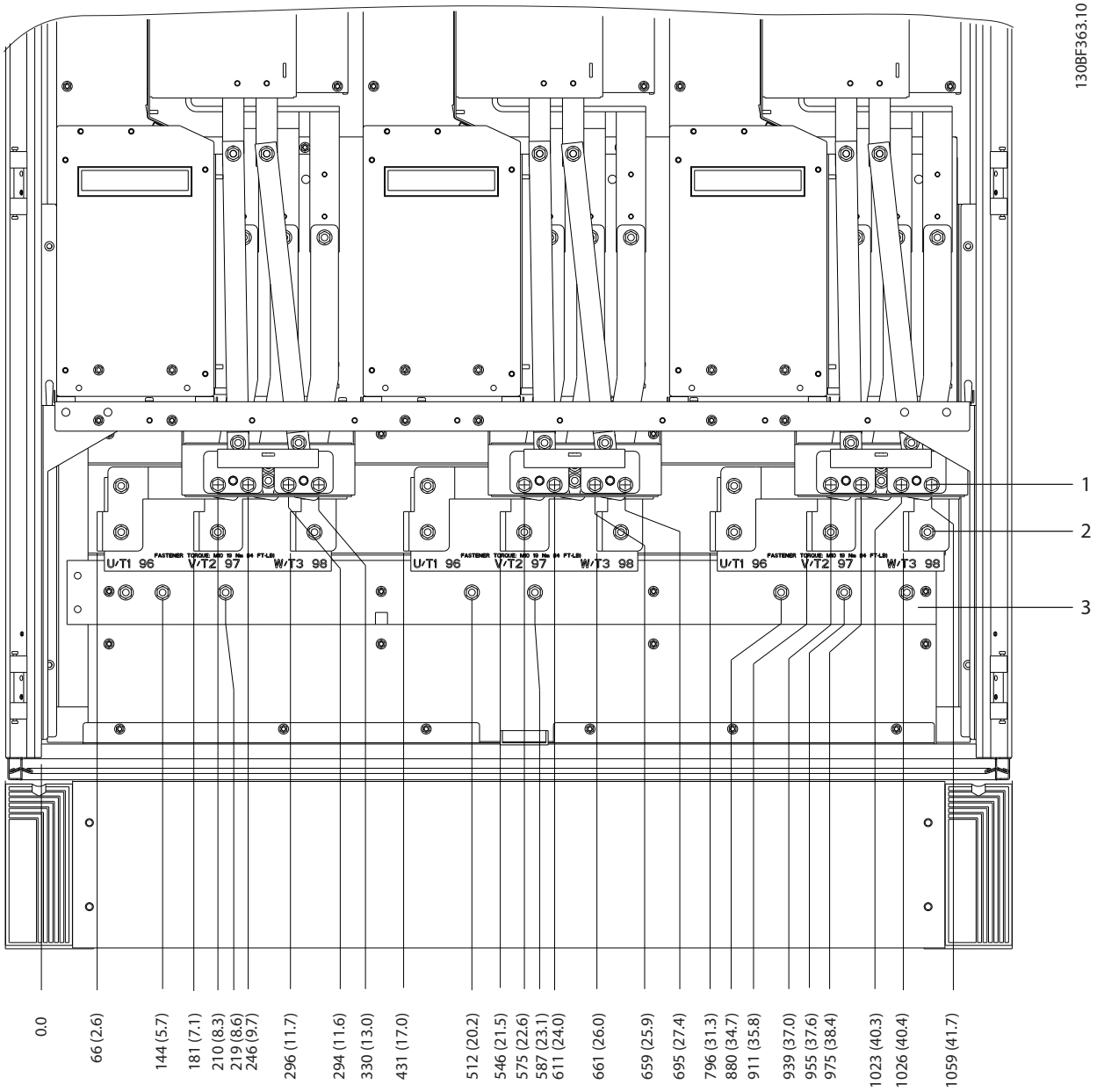
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.90 F10 - F13 整流器机柜的端子尺寸，正视图



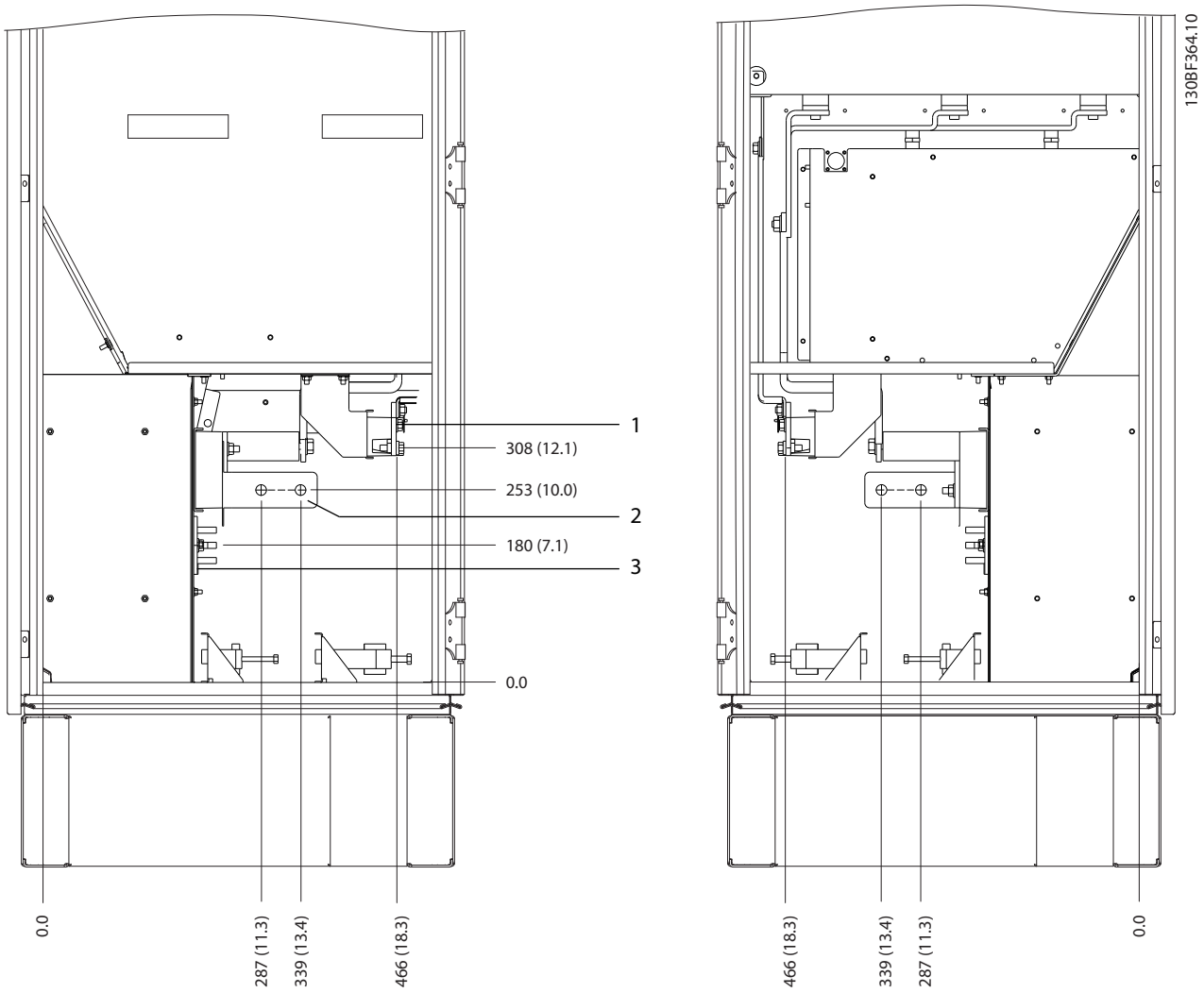
1	主电源端子	2	接地汇流条

图 8.91 F10 - F13 整流器机柜的端子尺寸，侧视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	-	-

图 8.92 F12 - F13 逆变器机柜的端子尺寸，正视图



1	制动端子	3	接地汇流条
2	电机端子	–	–

图 8.93 F12 – F13 逆变器机柜的端子尺寸，侧视图

9 机械安装注意事项

9.1 存放

将变频器存放在干燥位置。设备在安装之前应一直保持包装密封状态。请参阅*章 7.5.1 环境条件* 了解建议的环境温度。

除非存放期超过 12 个月，否则，存放期间无需定期化成（电容器充电）。

9.2 起吊设备

始终用专用的吊环来起吊变频器。为避免吊环发生弯曲，请使用棍棒。

⚠警告

存在伤亡危险

请遵守有关起吊重物的地方安全法规。如果不遵守建议和地方安全法规，将可能导致死亡或严重伤害。

- **确保起重设备的工作状况正常。**
- **有关不同机箱规格的重量，请参阅 *章 4 产品概述*。**
- **起吊棍的最大直径： 20 mm (0.8 in)。**
- **变频器顶端与提升索之间应成 60° 或更大角度。**

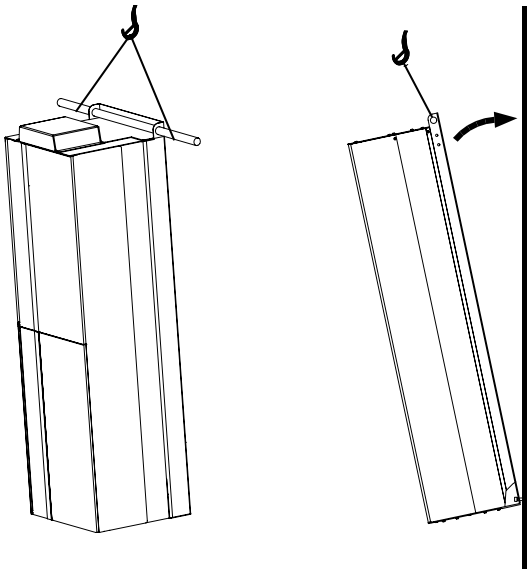


图 9.1 E1 - E2 机箱的建议起吊方法

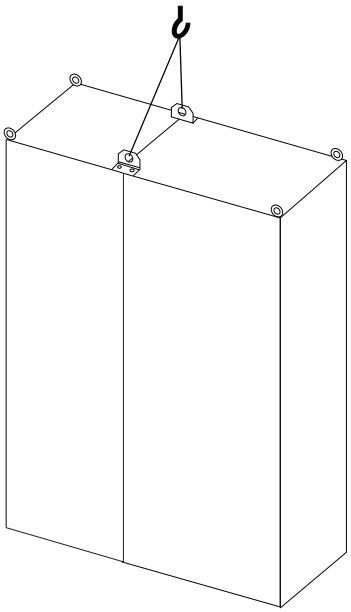


图 9.2 F1/F2/F9/F10 机箱的建议起吊方法

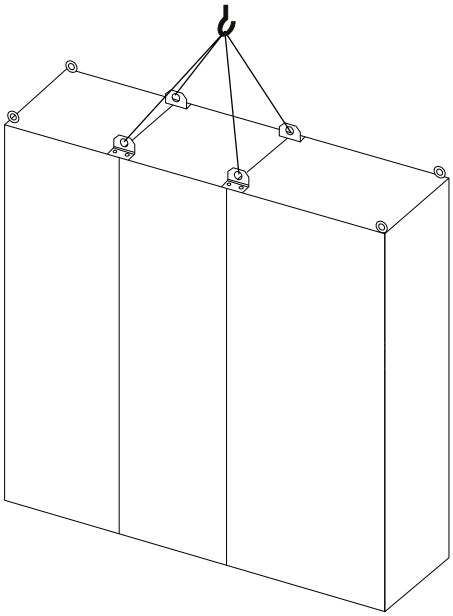


图 9.3 F3/F4/F11/F12/F13 机箱的建议起吊方法

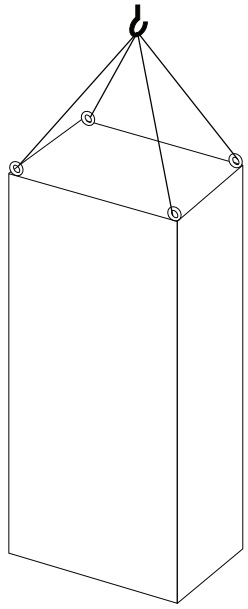


图 9.4 F8 机箱的建议起吊方法

9.3 工作环境

在具有空气传播的液体、颗粒或腐蚀性气体的环境中，确保设备的 IP/类型等级符合安装环境。有关环境条件的规格，请参阅*章 7.5 环境条件*。

注意

冷凝

水分会在电子元件上凝结，造成短路。避免安装在易受霜冻影响的地方。当变频器温度低于周围温度时，安装可选的空间加热器。只要功率耗散保持电路不受潮，在待机模式下工作可降低冷凝风险。

注意

极端环境条件

过高或过低的温度有损设备性能和使用寿命。

- **请勿在环境温度超过 55 °C (131 °F) 的条件下运行。**
- **变频器可在温度低达 -10 °C (14 °F) 时运行。但是，只有在 0 °C (32 °F) 或更高温度下才能保证以额定负载正确运行。**
- **如果温度超过环境温度限值，则必须在机箱或安装现场加装空调系统。**

9.3.1 气体

腐蚀性气体，如硫化氢、氯气或氨气，可损害电气和机械部件。本设备使用带有保形涂层的电路板来降低腐蚀性气体的影响。有关保形涂层的类别规格和额定值，请参阅*章 7.5 环境条件*。

9.3.2 防尘

将变频器安装在尘土飞扬的环境中时，请注意以下事项：

定期维护

当电子组件上积累有灰尘时，这些灰尘将变为绝缘层。此层灰尘会降低组件的冷却能力，组件将会变得更热。环境温度更高，会缩短电子组件的使用寿命。

保持散热片和风扇上未堆积灰尘。有关更多保养和维护信息，请参考*操作指南*。

冷却风扇

风扇提供气流来冷却变频器。当风扇暴露于满是灰尘的环境时，灰尘会损坏风扇轴承，导致风扇过早出现故障。灰尘还会堆积在风扇叶片上，导致不平衡，阻碍风扇正确冷却设备。

9.3.3 潜在爆炸环境

⚠警告

爆炸性环境

不要在可能爆炸的环境中安装变频器。将设备安装在此区域外的机柜中。不遵守此规定会增加严重伤亡风险。

在潜在爆炸环境中工作的系统必须满足特定条件。欧盟指令 94/9/EC (ATEX 95) 规定了电子设备在潜在爆炸性环境中的操作。

- d 类表示出现火花时，该火花被控制在一个受保护的区域。
- e 类禁止出现任何火花。

保护类别为 d 的电机

无需审核。需要进行特殊接线和控制。

保护类别为 e 的电机

当与 VLT® PTC 热敏电阻卡 MCB 112 这类 ATEX 认证的 PTC 监测设备组合使用时，系统并不需要获得某个一致认可机构的单独认可。

保护类别为 d/e 的电机

电动机本身具有 e 点火防护等级，而电动机接线和连接环境符合 d 类标准。要减弱高峰电压，请在变频器输出处使用正弦波滤波器。

在可能发生爆炸的环境中使用变频器时，使用以下组件：

- 点火保护类别为 d 或 e 的电机。
- 用于监测电机温度的 PTC 温度传感器。
- 短电动机电缆。
- 正弦波输出滤波器（未使用屏蔽电机电缆时）。

注意

电机热敏电阻传感器监测

带有 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 选件通过 PTB 认证，可在可能爆炸的环境中使用。

9.4 安装配置

表 9.1 列出了每个机箱的可用安装配置。有关具体的面板安装/壁装或底座安装说明，请参阅*操作指南*。另请参阅*章 8 外部和端子尺寸*。

注意

安装不当可能导致过热和性能下降。

机箱	面板安装/壁装	底座安装（独立）
E1	-	X
E2	X	-
F1	-	X
F2	-	X
F3	-	X
F4	-	X
F8	-	X
F9	-	X
F10	-	X
F11	-	X
F12	-	X
F13	-	X

表 9.1 安装配置

安装注意事项：[1)]

- 请将设备放在尽可能靠近电机的位置。请参阅*章 7.6 电缆规格* 了解最大电机电缆长度。
- 通过将设备安装在稳定表面上来确保设备稳定性。
- 确保安装位置具有足以支撑设备重量的强度。
- 确保在设备周围留出足够空间以便正确冷却。请参考*章 9.5 冷却* 。
- 确保门能够方便地打开。
- 确保电缆线从底部进入。

1) 对于非典型安装，请与工厂联系。

9.5 冷却

注意

安装不当可能导致过热和性能下降。有关正确安装的信息，请参阅*章 8 外部和端子尺寸*。

- 确保在顶部和底部留出空气冷却间隙。间隙要求： 225 毫米（9 英寸）。
- 提供足够的气流流速。请参阅 *表 9.2*。
- 当温度达到 45 °C（113 °F）和 50 °C（122 °F）之间，并且海拔超过 1000 米（3300 英尺）时，应考虑降容。有关降容的详细信息，请参阅*章 9.6 降容*。

变频器采用背部散热风道冷却方式来排出散热片冷却空气。散热片冷却空气带走的热量约占变频器背部散热风道散热量的 90%。如需让面板或房间的背部散热风道空气改向，请执行以下操作：

- **风道冷却**
  当将 IP20/机架式变频器安装在 Rittal 机箱中时，可以借助背部风道冷却套件将散热片冷却空气排出到控制柜之外。通过使用此套件，可以减少控制柜中的热量，并且可安装更小规格的门装风扇。
- **后壁冷却**
  安装设备顶盖和底盖以便背部风道冷却空气从室内排出。

注意

为了排出变频器暗道未涵盖的热量以及安装在机箱内的其它组件所产生的热量，在机箱上需要配备一个门装风扇。为了选择适当的风扇，首先必须计算所要求的总气流量。一些机箱厂商提供了相关的计算气流量的软件。

保证散热片上有充足的气流。

机箱	型号		门装风扇/顶装风扇	散热片风扇
	380 – 480 V	525 – 690 V	[m³/hr (cfm)]	[m³/hr (cfm)]
E1	–	P450 – P500	340 (200)	1105 (650)
E2			255 (150)	1105 (650)
E1	P355 – P450	P560 – P630	340 (200)	1445 (850)
E2			255 (150)	1445 (850)

表 9.2 E1 – E2 气流流速

机箱	防护类型	门装风扇/顶装风扇 [m³/hr (cfm)]	散热片风扇 [m³/hr (cfm)]
F1 – F4	IP21/类型 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/类型 12	525 (309)	985 (580)
F8 – F13	IP21/类型 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/类型 12	525 (309)	985 (580)

表 9.3 F1 – F4 和 F8 – F13 气流流速

9.5.1 外部风道和降容

如果在 Rittal 机柜外部添加了更多风道，则必须使用*图 9.5 – 图 9.7*计算风道中的压降。

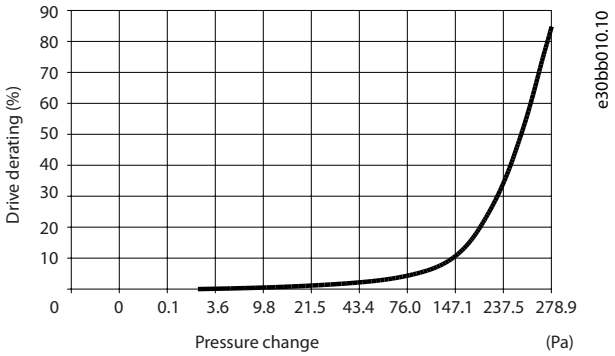


图 9.5 以下机箱随压力变化发生的 降容：E1 – E2 机箱，380 – 480 V 型号： P315 和 525 – 690 V 型号： P450 – P500。气流： 650 cfm (1105 m³/h)

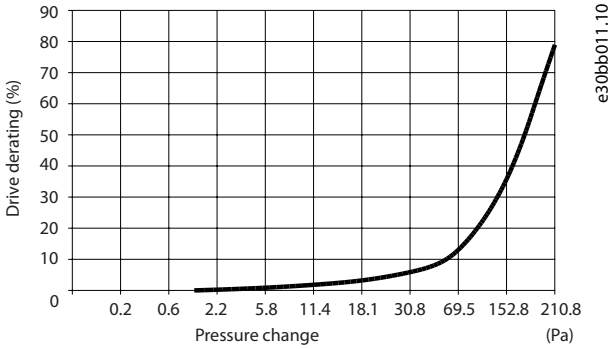


图 9.6 以下机箱随压力变化发生的 降容：E1 – E2 机箱，380 – 480 V 型号： P355 – P450 和 525 – 690 V 型号： P560 – P630。气流： 850 cfm (1445 m³/h)

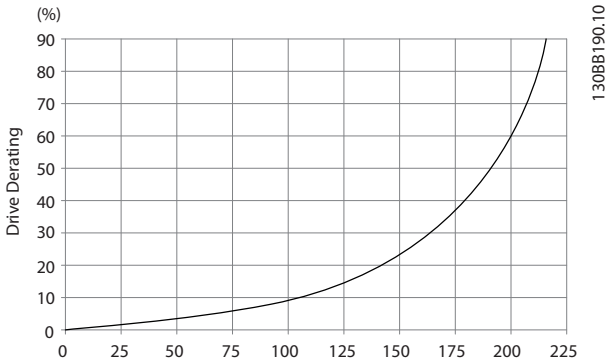


图 9.7 以下机箱随压力变化发生的 降容：F1 – F4 机箱。气流： 580 cfm (985 m³/h)

9

9.6 降容

降容是一种用于降低输出电流的方法，防止变频器在机箱内温度过高时跳闸。如果预计会出现某种极端工作条件，可选择功率更大的变频器来避免降容。这称为手动降容。否则，变频器将自动降低输出电流以消除极端条件下产生的过多的热。

手动降容

当出现以下情况时，Danfoss 建议选择功率规格高一级的变频器（比如选择 P710 来代替 P630）：

- 低速 – 当在恒转矩应用中持续低速工作时。
- 低气压 – 在 1000 米（3281 英尺）以上的海拔下运行。
- 环境温度高 – 在 10 °C（50 °F）环境温度下运行。
- 开关频率过高。
- 电动机电缆很长。
- 具有较大横截面积的电缆。

自动降容

如果存在以下工作条件，变频器将自动更改开关频率或切换模式（PWM 至 SFAVM）来降低机箱内过多的热：

- 控制卡或散热片出现高温。
- 高电机负载或低电机速度。
- 高直流回路电压。

注意

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

9.6.1 低速运行时降容

将电动机连接到变频器时，需要检查电动机是否有足够的冷却能力。所需的冷却水平取决于以下条件：

- 电机上的负载。
- 运行速度。
- 操作时间的长度。

恒定转矩应用

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

如果电动机在 RPM 不及额定值一半的速度下连续运行，则必须为电动机提供额外的冷却气流。如果无法提供额外的冷却气流，则可使用专用于低 RPM/恒定转矩应用的电动机来替代。

可变（平方）转矩应用

在转矩与速度的平方成正比以及功率与速度的立方成正比的可变转矩应用中，电动机无需额外冷却或降容。离心泵和鼓风机是常见的可变转矩应用。

9.6.2 根据海拔降容

空气的冷却能力在低气压下会降低。在海拔不超过 1000 米（3281 英尺）的环境下运行时，不必降容。海拔高于 1000 米（3281 英尺）时，应降低环境温度（T_{AMB}）或最高输出电流（I_{MAX}）。请参考 *图 9.8*。

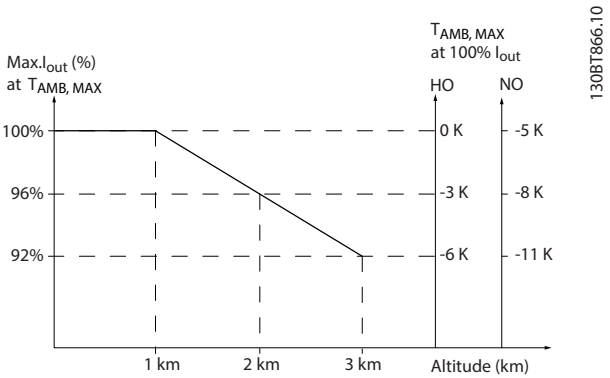


图 9.8 $T_{AMB,MAX}$ 下基于海拔的输出电流降容

图 9.8 展示出 41.7 °C（107 °F）的温度下，可获得 100% 的的额定输出电流。在 45 °C（113 °F）（$T_{AMB,MAX}$-3 K）下，可获得 91% 的额定输出电流。

9.6.3 根据环境温度降低额定值

分别针对 60° AVM 和 SFAVM 提供了图形。60° AVM 开关模式仅占用 2/3 的时间，而 SFAVM 开关模式则持续整个周期。60° AVM 和 SFAVM 的最大开关频率分别为 16 kHz 和 10 kHz。离散开关频率如*表 9.4* 和*表 9.5* 所示。

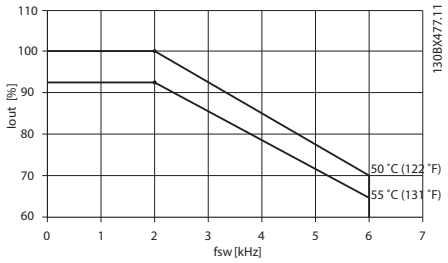
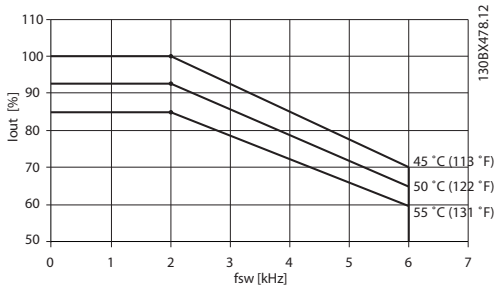
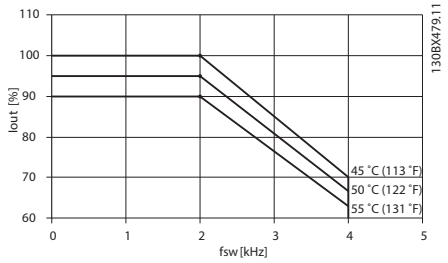
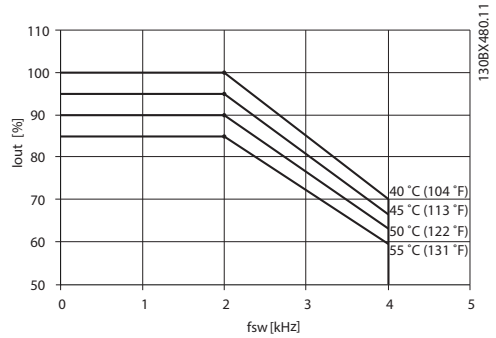
型号	开关模式	高过载 (HO)，150%	正常过载 (NO)，110%
P355 至 P1M0 380 – 480 V	60 AVM		
	SFAVM		

表 9.4 380 – 480 V 的 E1 – E2、F1 – F4 和 F8 – F13 机箱的环境温度降容表

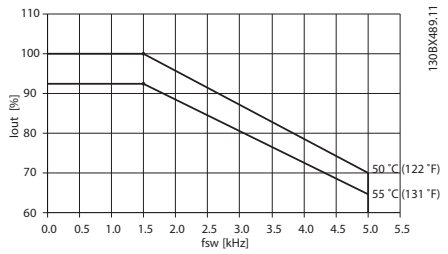
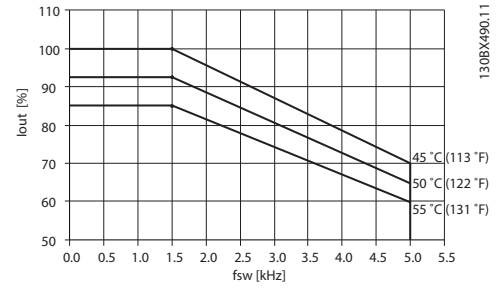
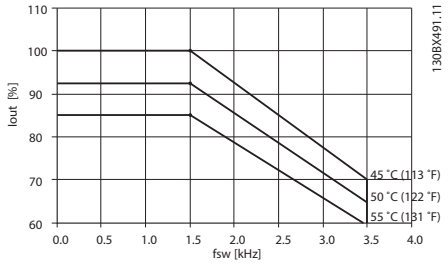
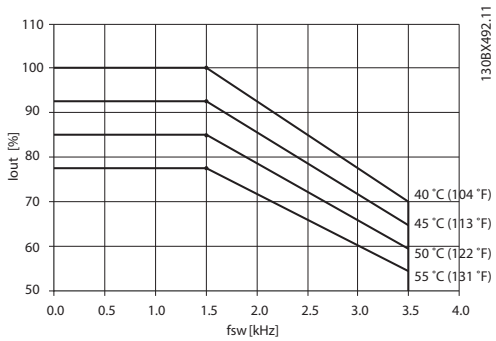
型号	开关模式	高过载 (HO)，150%	正常过载 (NO)，110%
P450 至 P1M4 525 – 690 V	60 AVM		
	SFAVM		

表 9.5 525 – 690 V 的 E1 – E2、F1 – F4 和 F8 – F13 机箱的环境温度降容表

10 电气安装注意事项

10.1 安全说明

有关一般安全说明，请参见 *章 2 安全性*。

⚠警告

感生电压

来自不同变频器的输出电机电缆集中布线而产生的感生电压可能会对设备电容器进行充电，即使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。

- **应单独布置输出电机电缆或使用屏蔽电缆。**
- **同时锁定所有变频器。**

⚠警告

触电危险

变频器可能会在接地导体中产生直流电流，进而可能导致死亡或严重伤害。

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

若不遵守建议，RCD 可能无法提供所需的保护。

过电流保护

- 对于具有多个电机的应用，需要在变频器和电机之间使用诸如短路保护或电机热保护等额外的保护设备。
- 需要使用熔断器来提供短路和过电流保护。如果出厂时没有附带熔断器，则须由安装商提供。请参阅*章 10.5 熔断器和断路器* 中的熔断器最大额定值。

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。
- 建议的电源连接线： 至少 75 °C (167 °F) 等级的铜线。

请参阅*章 7.6 电缆规格* 了解建议使用的线缆规格和类型。

⚠小心

财产损害

在默认设置的参数中未包括对电机的过载保护。要添加此功能，请将 *参数 1-90 Motor Thermal Protection* 设为 *[ETR trip] (跳闸)* 或 *[ETR warning] (警告)*。针对北美市场：ETR 功能可以提供符合 NEC 规定的第 20 类电动机过载保护。如果未将*参数 1-90 Motor Thermal Protection* 设置为 *[ETR trip] (跳闸)* 或 *[ETR warning] (警告)*，则在电机过热的情况下，无法提供电机过载保护，进而导致财产受损。

10

10.2 接线示意图

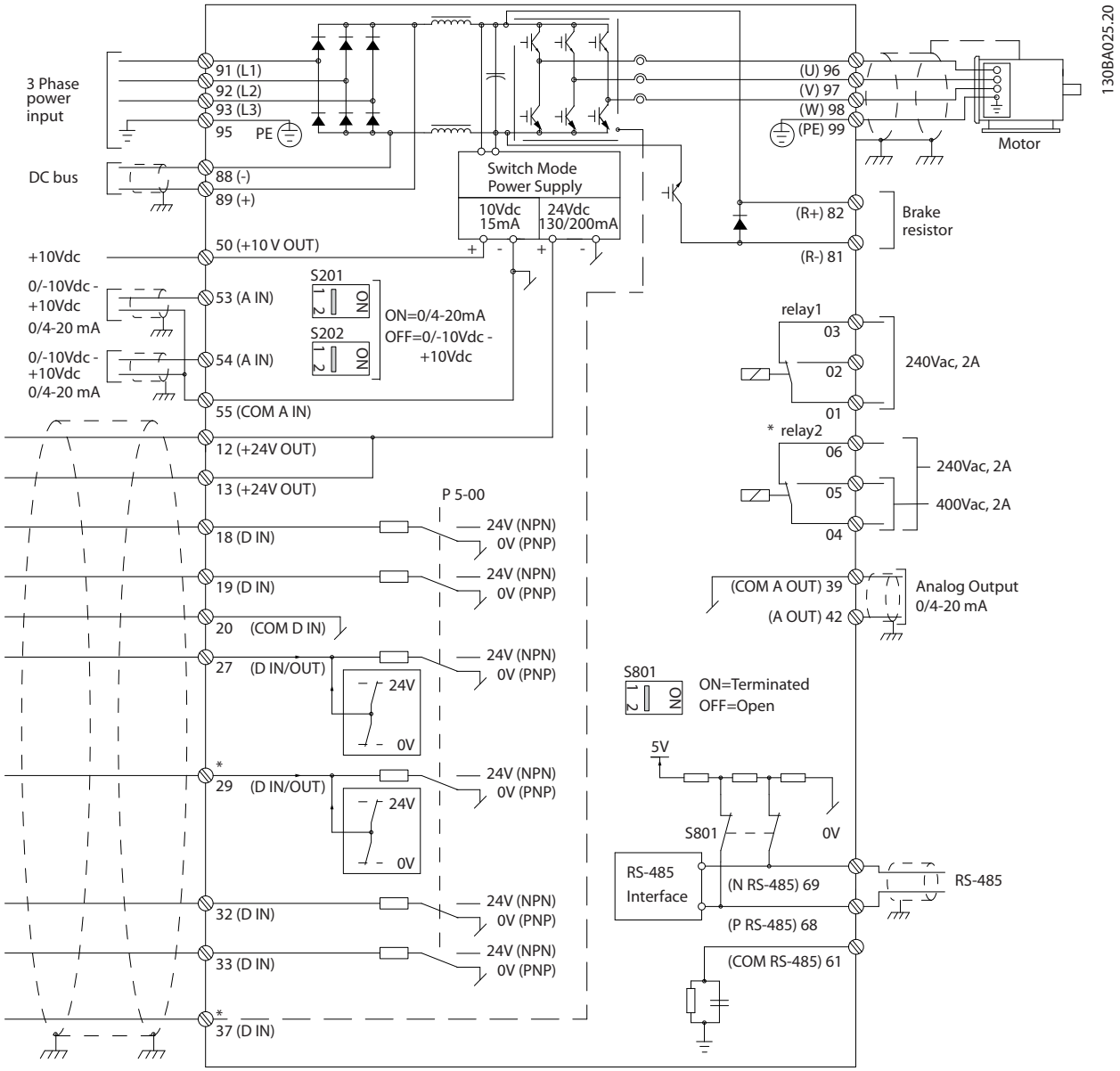


图 10.1 基本接线示意图

A=模拟，D=数字

1) 端子 37（可选）用于 Safe Torque Off 功能。有关 Safe Torque Off 安装说明，请参阅《Safe Torque Off 操作指南》。

10.3 连接

10.3.1 电源连接

注意

所有接线都必须符合相关国家和地方关于电缆横截面积和环境温度的法规。符合 UL 的应用要求采用 75 °C (167 °F) 铜导线。不符合 UL 的应用可以使用 75 °C (167 °F) 和 90 °C (194 °F) 铜导线。

电源电缆的连接情况如*图 10.2* 所示。有关正确选择电动机电缆横截面积和长度的信息，请参阅*章 7.6 电缆规格* 。

为了保护变频器，使用建议的熔断器，除非设备带有内置的熔断器。*章 10.5 熔断器和断路器*中列出了建议的熔断器。确保根据本地法规来选用适当的熔断方式。

主电源接线安装在主电源开关上（如果包含该开关）。

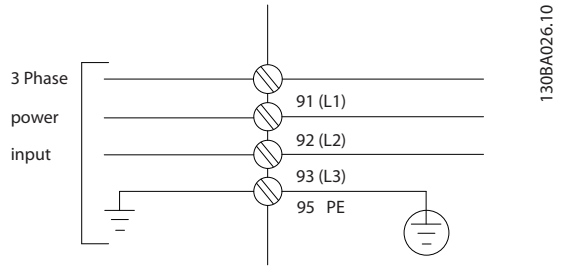


图 10.2 机箱 E1 – E2 和 F1 – F4 的主电源的连接

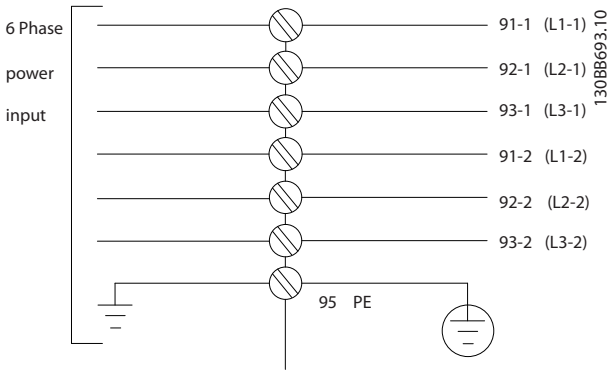
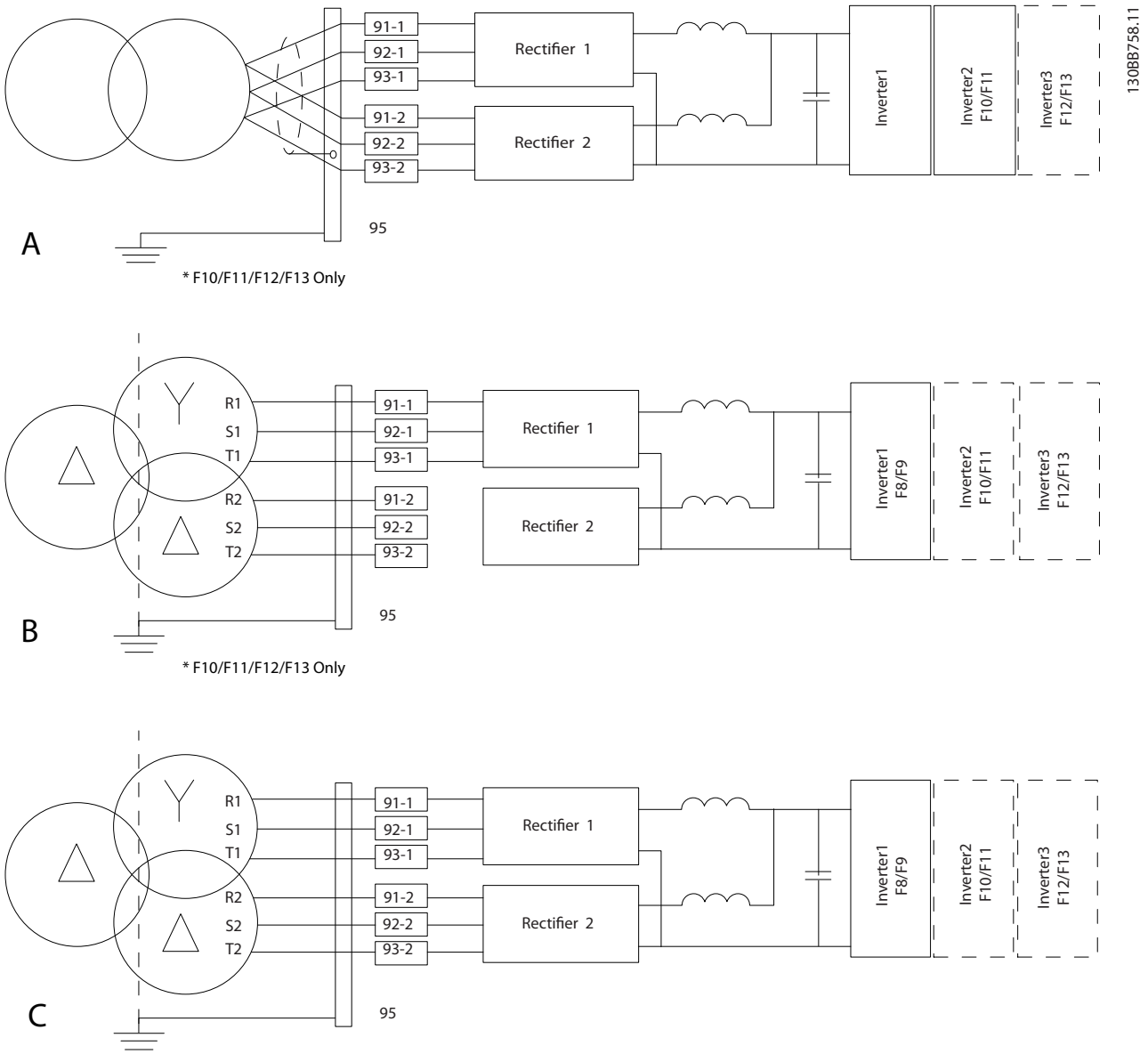


图 10.3 机箱 F8 – F13 的主电源的连接



A	6 脉冲连接件 1)、2)、3)
B	经过改良的 6 脉冲连接件 2)，3)，4)
C	12 脉冲连接件 3)、5)

图 10.4 12 脉冲变频器的主电源选件的连接

1) 所示为并联方式。可以使用具有足够承载能力的单根三相电缆。安装短接母线。
2) 6 脉冲连接方式缺少 12 脉冲整流器抑降谐波的优点。
3) 适合 IT 和 TN 主电源接线方式。
4) 如果其中一个 6 脉冲模块化整流器无法正常工作，仅用一个 6 脉冲整流器即可在降低负载的情况下运行变频器。有关重新连接的信息，请联系 Danfoss。
5) 图中未显示并联的主电源线路。将 12 脉冲变频器用作 6 脉冲时应确保使用相同数量和长度的主电源电缆。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

电缆屏蔽

注意

电机电缆必须为屏蔽电缆。如果使用非屏蔽的电缆，则无法满足某些 EMC 要求。为符合 EMC 辐射规范，请使用屏蔽的电机电缆。有关详细信息，请参阅 *章 10.16 符合 EMC 规范的安装*。

请不要以纽结方式（辫子状）端接屏蔽丝网。否则会损害在高频下的屏蔽效果。如果必须中断屏蔽层，则继续以可能最低的高频阻抗进行屏蔽。

请将电机电缆的屏蔽丝网连接到变频器的去耦板和电动机的金属机壳上。连接屏蔽丝网时，在变频器中使用的安装设备，确保表面积（电缆线夹）尽可能最大。

电缆长度和横截面积

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

开关频率

如果为了降低电机声源性噪音而为变频器配备了正弦波滤波器，则必须根据*参数 14-01 Switching Frequency* 中的说明设置开关频率。

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

表 10.1 机箱 E1 - E2 和 F1 - F4 的电机电缆的连接

1) 保护性接地连接

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

表 10.2 机箱 F8 - F13 的电机电缆的连接

1) 保护性接地连接

注意

如果电机没有相绝缘纸或其它适合使用供电器的加强绝缘装置，可在变频器的输出端安装一个正弦波滤波器。

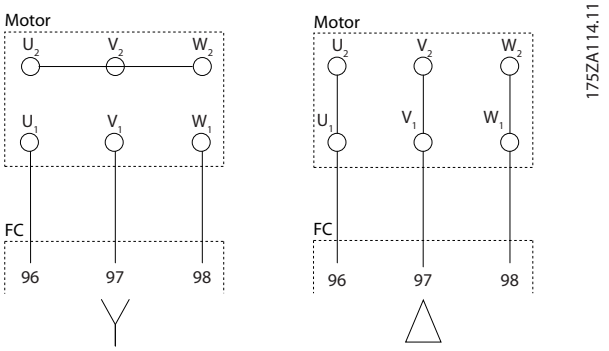


图 10.5 电动机电缆连接

10.3.2 直流总线连接

直流总线端子用于直流备份，直流回路由外部电源供电。

端子	功能
88, 89	直流总线

表 10.3 直流总线

10.3.3 负载共享连接

通过负载共享可链接多台变频器的直流中间电路。有关概述，请参阅*章 5.6 负载共享概述*。

负载共享功能要求使用额外设备并考虑安全事项。有关订购和安装建议，请咨询 Danfoss。

端子	功能
88, 89	负载共享

表 10.4 负载共享端子

连接电缆必须屏蔽，且变频器至直流母线的最大长度不能超过 25 米（82 英尺）。

10.3.4 制动电缆连接

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

- 用电缆夹将屏蔽层连接到变频器的导电背板，以及制动电阻器的金属壳上。
- 根据制动转矩确定制动电缆的横截面积。

端子	功能
81, 82	制动电阻器端子

表 10.5 制动电阻器端子

有关详细信息，请参阅 *VLT® Brake Resistor MCE 101 设计指南*。

注意

如果制动模块中发生短路，请使用主电源开关或接触器断开变频器与主电源的连接来避免制动电阻器上出现过多功率消耗。

10.3.5 变压器连接

与 12 脉冲变频器 (F8 - F13) 结合使用的变压器必须符合以下规范。
负载基于 12 脉冲 K-4 等级的变压器，次级绕组之间的电压和阻抗误差在 0.5% 内。变压器上连接到变频器的输入端子的引线的长度误差保持在 10% 以内。

连接的接线配置	Dy11 d0 或 Dyn 11d0
次级绕组之间的相移	30°
次级绕组之间的压差	<0.5%
次级绕组的短路阻抗	>5%
次级绕组之间的短路阻抗差值	<短路阻抗的 5%
其他	次级绕组不允许接地。建议使用静态屏蔽层

10.3.6 连接外部风扇电源

当用直流电源为变频器供电，或者风扇必须使用主电源以外的独立电源来工作时，可以通过功率卡连接外接电源。

功率卡上的连接器为冷却风扇提供主电源电压。风扇在出厂时配置为连接到一条公共交流线路。在端子 100-102 和 101-103 之间使用跳线。如果需要外部电源，则应取下跳线，并将电源连接到端子 100 和 101。使用 5 安熔断器提供保护。在 UL 应用中，使用 LittelFuse KLK-5 或与此等价的保险。

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

表 10.6 外接电源

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

10.3.7 连接个人计算机

若要从 PC 控制变频器，请安装 MCT 10 设置软件。可通过标准的（主机/设备）USB 电缆或 RS485 接口来连接 PC，请参阅*编程指南*中的*总线连接*章节。

USB 是一种串行总线，它采用 4 条屏蔽电缆，并且接地引脚 4 被连接至 PC USB 端口的屏蔽层。所有标准 PC 的 USB 端口均不具有高低压绝缘性能。
为防止通过 USB 电缆的屏蔽层损坏 USB 主机控制器，请遵循*操作指南* 中介绍的接地建议。
通过 USB 电缆将 PC 连接到变频器时，Danfoss 建议采用具有流电绝缘功能的 USB 隔离器，以免接地电势差对 PC USB 主机控制器造成损害。当通过 USB 电缆将 PC 连接至变频器时，不建议采用带有接地引脚的 PC 电源电缆。虽然这些建议可以减小接地电势差，但无法消除因为在 PC USB 端口中连接接地线和屏蔽层而导致的所有电势差。

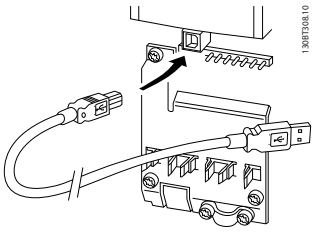


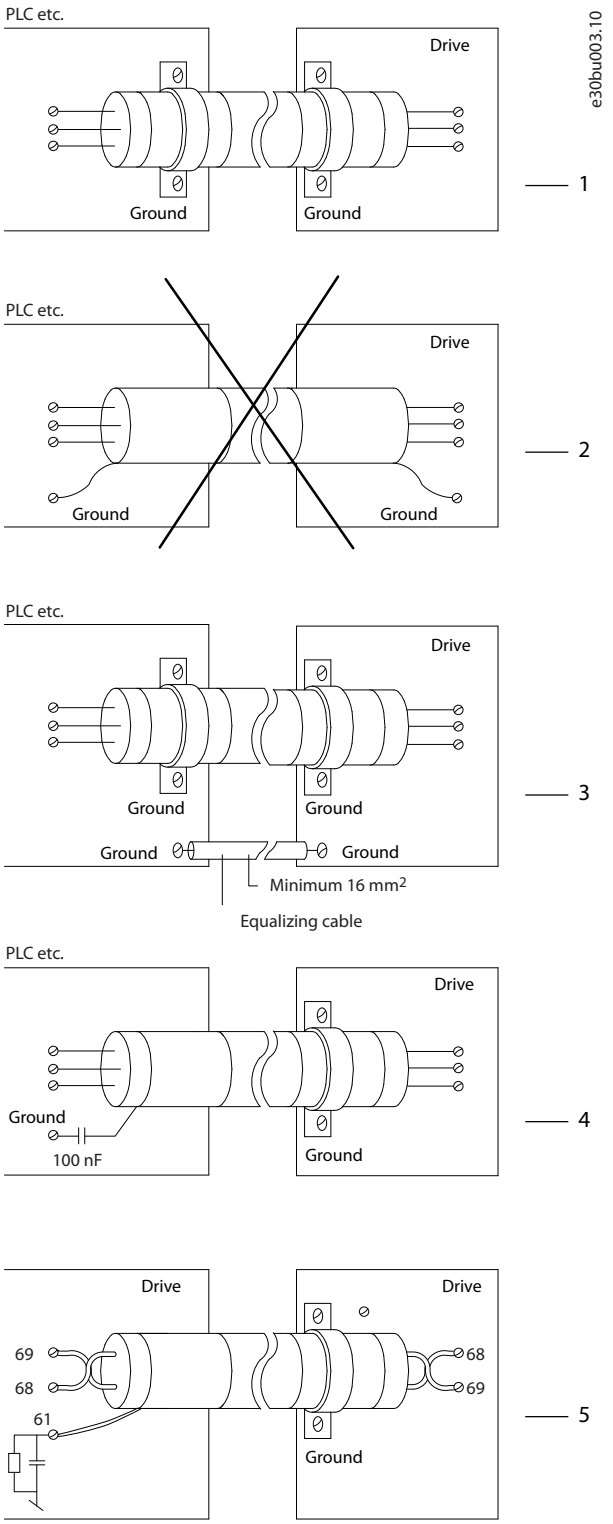
图 10.6 USB 连接

10

10.4 控制接线和端子

必须对控制电缆进行屏蔽，且必须在两端通过电缆夹将屏蔽层连接至设备的金属机柜。

有关控制电缆的正确接地信息，请参阅*图 10.7*。



1	必须在控制电缆和串行通讯电缆两端安装电缆夹，以保证尽可能好的电气接触。
2	不要在电缆端部使用纽结（辫状）。否则会增加屏蔽层在高频下的阻抗。
3	如果变频器和 PLC 之间的大地电势不同，可能产生干扰整个系统的电噪声。在控制电缆旁边安装一条等势电缆。该电缆最小横截面积： 16 mm² (6 AWG)。

4	如果使用长控制电缆，则可形成 50/60 Hz 的接地回路。用一个 100 nF 电容器将屏蔽层的 1 端接地（引线应尽可能短）。
5	使用电缆进行串行通讯时，两台变频器之间产生的低频噪音电流可通过将屏蔽层的一端与端子 61 相连加以消除。该端子通过一个内部 RC 回路接地。使用双绞电缆可降低导体之间的差模干扰。

图 10.7 接地示例

10.4.1 控制电缆的布线

按*图 10.8* 和*图 10.9* 所示固定和布置所有控制线缆。记住用正确方式连接屏蔽层，以确保最理想的抗电气干扰能力。

- 将控制线路与大功率电缆隔离开来。
- 当变频器连接到一个热敏电阻时，确保该热敏电阻器控制线路受到屏蔽且采取加强绝缘/双重绝缘。建议使用 24 V 直流供电电压。

现场总线连接

请根据控制卡上的相关选件来进行连接。请参阅相关的现场总线手册。必须固定电缆并与设备内的其他控制线缆一起布置。请参阅 *图 10.8* 和 *图 10.9*。

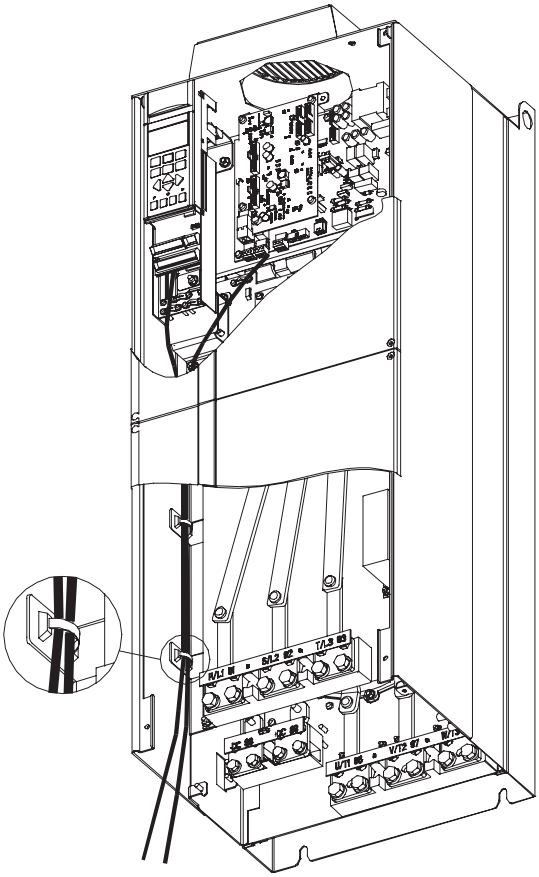
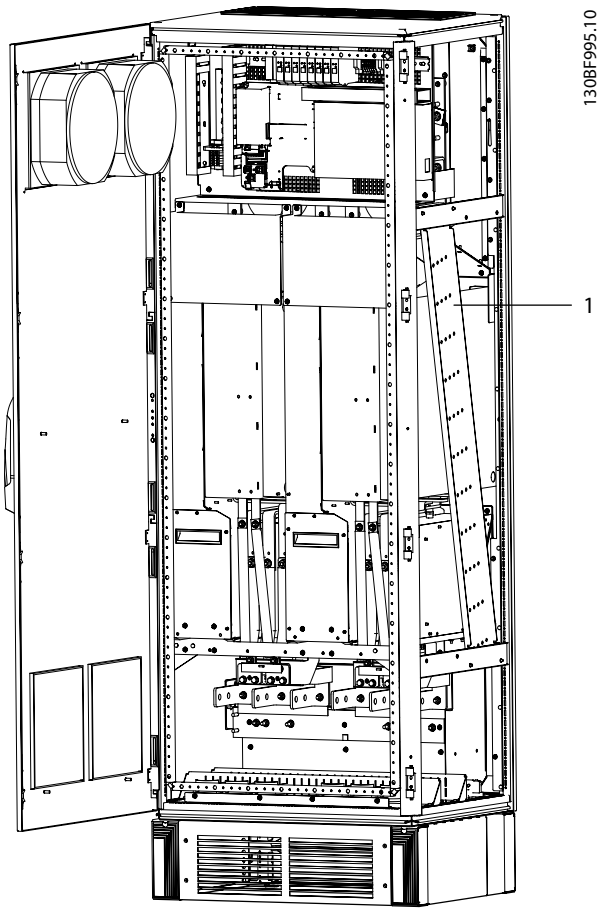


图 10.8 E1 和 E2 机箱的控制卡接线路径



1	用于在 F1 – F13 机箱中对控制电缆进行布线的电缆托架。

图 10.9 F1/F3 的控制卡接线路径。F2/F4 和 F8 – F13 的控制卡接线路径与此相同

在使用 E 机箱的变频器中，还可以如下图所示从设备顶部连接现场总线。在 IP21/54 (NEMA-1/NEMA-12) 设备上，首先必须卸掉盖板。

现场总线顶部连接套件号：176F1742。

10

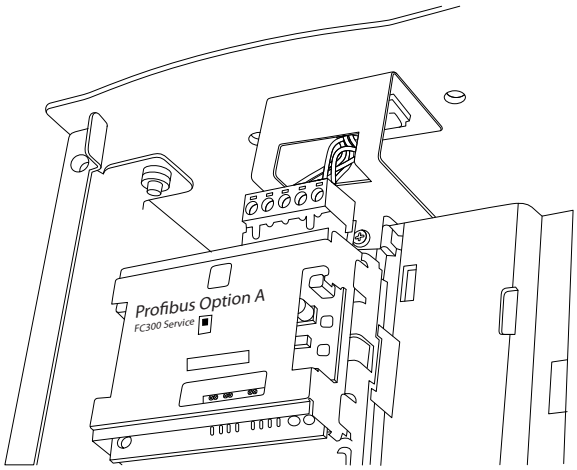
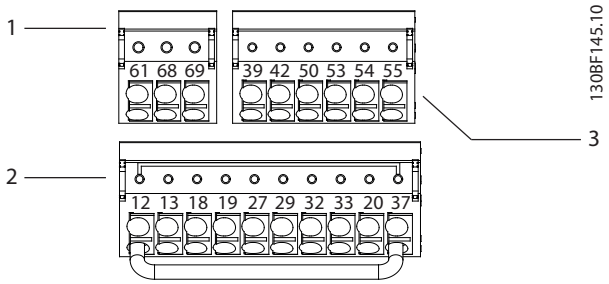


图 10.10 从顶部连接现场总线



1	串行通讯端子
2	数字输入/输出端子
3	模拟输入/输出端子

图 10.12 连接器上的的端子号

10.4.2 控制端子

图 10.11 所示为可拆卸的变频器连接器。*表 10.7-表 10.9* 中对端子功能及其默认设置进行了总结。

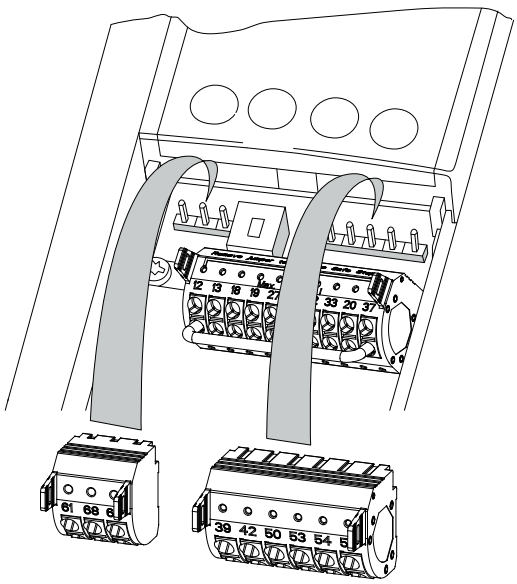


图 10.11 控制端子位置

端子	参数	默认设置	说明
61	-	-	在遇到 EMC 问题时，将集成 RC 滤波器连接到电缆屏蔽层。
68 (+)	*参数组 8-3* FC 端口设置*	-	RS485 接口。控制卡上提供了一个用于总线端接阻抗的开关 (BUS TER.)。
69 (-)	*参数组 8-3* FC 端口设置*	-	

表 10.7 串行通讯端子说明

端子	参数	默认设置	说明
12, 13	-	+24 V 直流	24 V 直流供电电压，用于数字输入和外部传感器。所有 24 V 负载的最大输出电流为 200 mA。
18	*参数 5-10 Terminal 18 Digital Input*	*[8] 开始时)*	数字输入。
19	*参数 5-11 Terminal 19 Digital Input*	*[10] 反向*	
32	*参数 5-14 Terminal 32 Digital Input*	*[0] 无功能*	
33	*参数 5-15 Terminal 33 Digital Input*	*[0] 无功能*	

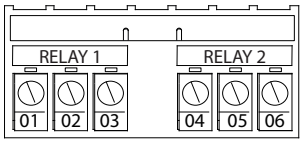
端子	参数	默认设置	说明
27	*参数 5-12 Terminal 27 Digital Input*	*[2] 惯性停车反逻辑*	用于数字输入或输出。默认设置为“输入”。
29	*参数 5-13 Terminal 29 Digital Input*	*[14] JOG*	
20	-	-	数字输入的公共端子，0 V 电压针对 24 V 电源 。
37	-	STO	不使用选配的 STO 功能时，需要在端子 12（或 13）和端子 37 之间安装跳线。此设置使变频器能够使用出厂默认的设置值工作。

表 10.8 数字输入/输出端子说明

端子	参数	默认设置	说明
39	-	-	模拟输出的公共端子。
42	*参数 6-50 Terminal 42 Output*	*[0] 无功能*	可编程模拟输出。在最大值 500 Ω 下为 0 - 20 mA 或 4 - 20 mA。
50	-	+10 V 直流	电位计或热敏电阻的 10 V DC 模拟供电电压。最大值为 15 mA。
53	*参数组 6-1* 模拟输入 1*	参考值	模拟输入。用于电压或电流。利用开关 A53 和 A54 来选择 mA 或 V。
54	*参数组 6-2* 模拟输入 2*	反馈	
55	-	-	模拟输入的公共端子。

表 10.9 模拟输入/输出端子说明

继电器端子



130BF156.10

图 10.13 继电器 1 和继电器 2 端子

- 继电器 1 和继电器 2 位置取决于变频器配置。请参阅*操作指南*。
- 位于内置可选设备上的端子。请参阅随设备选件提供的说明书。

端子	参数	默认设置	说明
01, 02, 03	*参数 5-40 Function Relay* [0]	*[0] 无功能*	C 型继电器输出。用于交流或直流电压及电阻性或电感性负载。
04, 05, 06	*参数 5-40 Function Relay* [1]	*[0] 无功能*	

表 10.10 继电器端子说明

10.4.3 控制电缆的输入极性

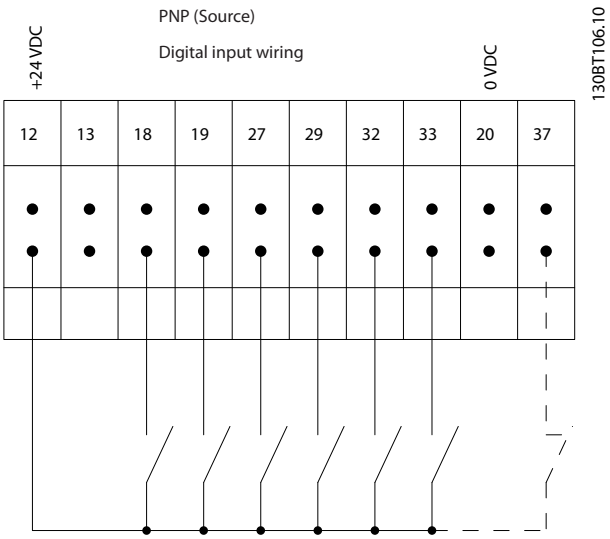


图 10.14 控制端子的输入极性 (PNP 来源)

10

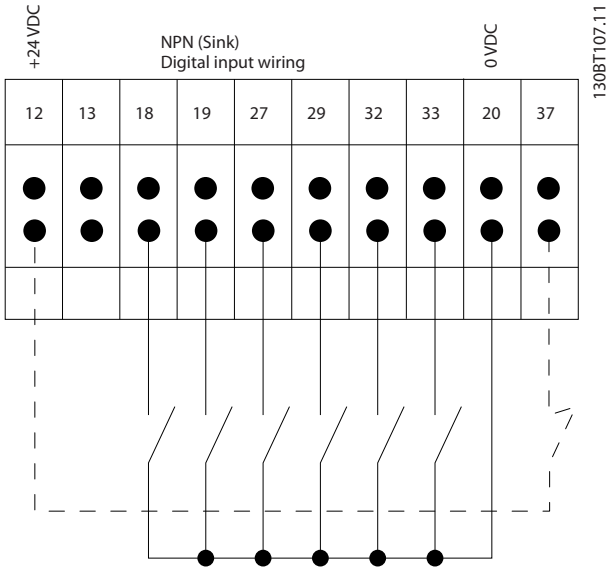


图 10.15 控制端子的输入极性（散热片）

注意

为符合 EMC 辐射规范，请使用屏蔽电缆。有关详细信息，请参阅 *章 10.16 符合 EMC 规范的安装*。

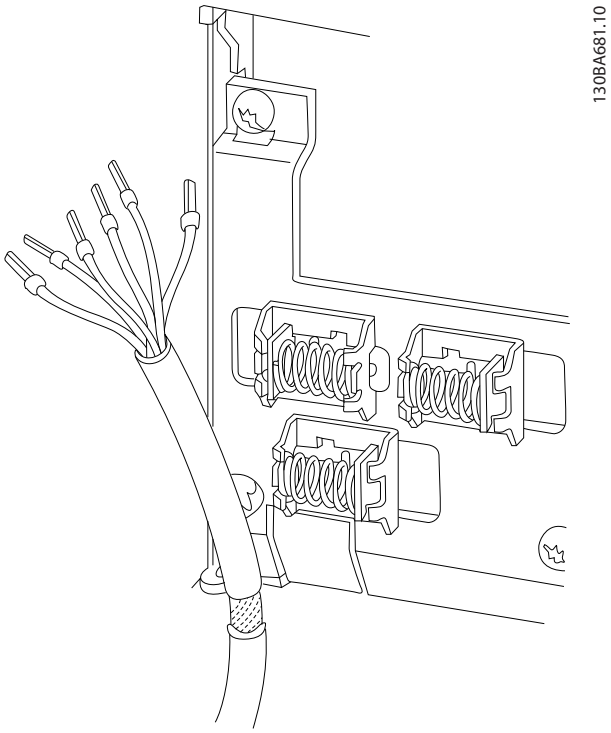


图 10.16 控制电缆的屏蔽丝网端接和应力消除装置

10.4.4 12 脉冲控制端子

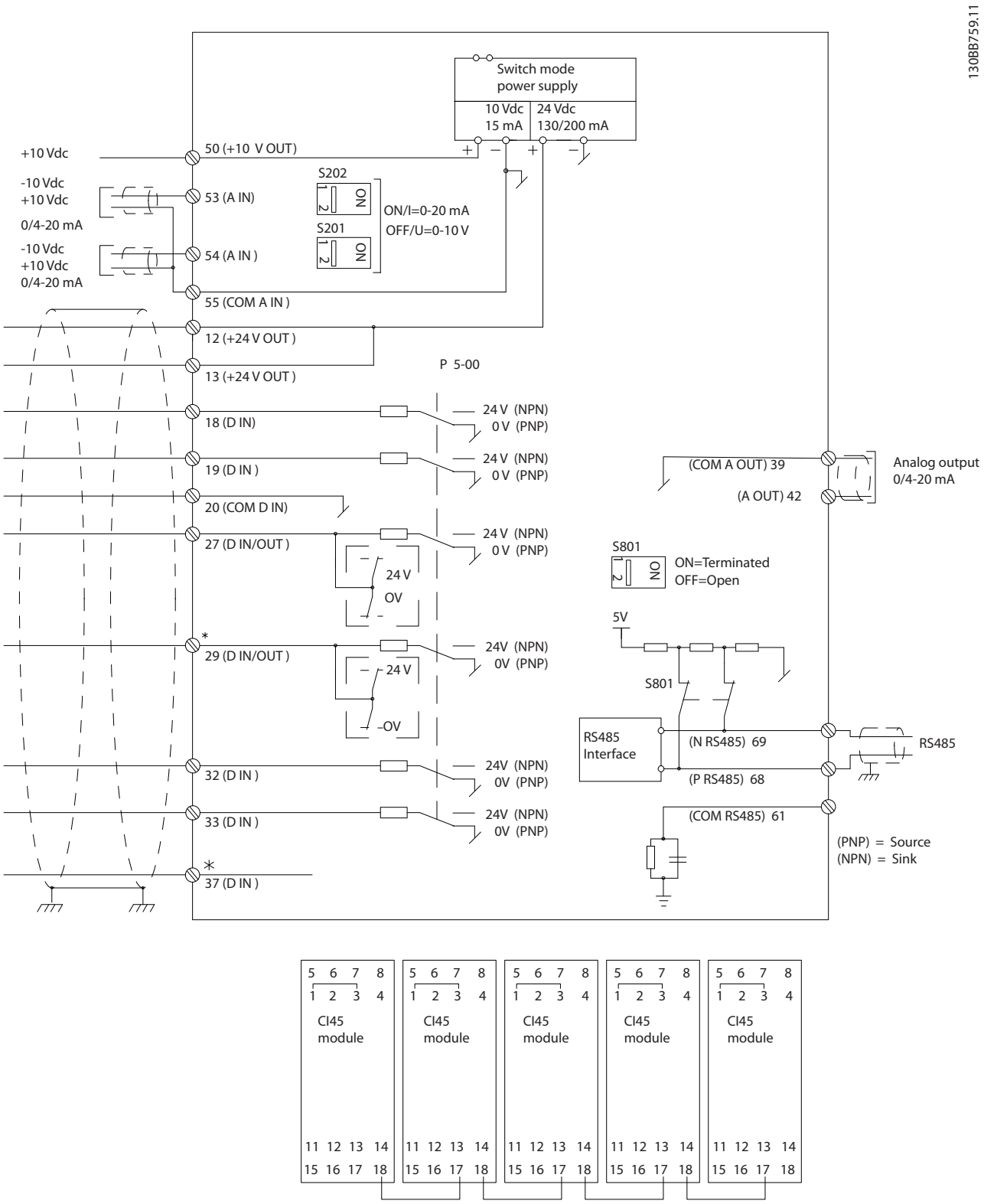


图 10.17 12 脉冲控制端子

10.5 熔断器和断路器

熔断器可以确保将变频器可能遭受的损害限制在内部。为确保符合 EN 50178 标准，请使用推荐的熔断器作为替换件。必须在供电侧使用熔断器才能达到 IEC 60364 (EC) 和 NEC 2009 (UL) 的安装要求。

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

熔断器或断路器须符合 IEC 60364 标准。

机箱	型号	建议的 熔断器规格	建议的 最大熔断器
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
	P450	aR-900	aR-900
F	P500	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P1000	aR-2500	aR-2500

表 10.11 建议使用的符合 CE 标准的熔断器，380 - 480 V

机箱	型号	建议的 熔断器规格	建议的 最大熔断器
E	P450	aR-700	aR-700
	P500	aR-900	aR-900
	P560		
	P630		
F	P710	aR-1600	aR-1600
	P800	aR-2000	aR-2000
	P900	aR-2500	aR-2500
	P1M0		
	P1M2		
	P1M4		

表 10.12 建议使用的符合 CE 标准的熔断器，525-690 V

10.5.1 电源/半导体熔断器选项

型号	建议变频器使用的外部熔断器 Bussmann PN	额定值	变频器内部选件 Bussmann PN	备选的外部 Siba PN	备选的外部 Ferraz Shawmut PN
P315	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P355	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P400	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

表 10.13 380-480 V，机箱 E，符合 UL 标准的主电源熔断器选件

型号	建议的变频器外部熔断器 Bussmann PN	额定值	Drive 内置选件 Bussmann PN	备选的 Siba 部件号
P450	170M7081	1600 A，700 V	170M7082	20 695 32.1600
P500	170M7081	1600 A，700 V	170M7082	20 695 32.1600
P560	170M7082	2000 A，700 V	170M7082	20 695 32.2000
P630	170M7082	2000 A，700 V	170M7082	20 695 32.2000
P710	170M7083	2500 A，700 V	170M7083	20 695 32.2500
P800	170M7083	2500 A，700 V	170M7083	20 695 32.2500

表 10.14 380-480 V，机箱 F，符合 UL 标准的主电源熔断器选件

型号	变频器内置 Bussmann PN	额定值	备选的 Siba 部件号
P450	170M8611	1100 A，1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A，1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A，700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A，700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A，1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A，700 V	20 681 32.1400

表 10.15 380-480 V，机箱 F，逆变器模块直流回路熔断器

注意

为符合 UL 标准，对于交付时未配备纯接触器选件的设备，必须使用 Bussmann 170M 系列熔断器。对于附带纯接触器选件的设备，请参阅*表 10.32* 了解 SCCR 额定值和 UL 熔断器标准。

型号	建议变频器使用的外部熔断器 Bussmann PN	额定值	变频器内部选件 Bussmann PN	备选的外部 Siba PN	备选的外部 Ferraz Shawmut PN
P355	170M4017	700 A，700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P400	170M4017	700 A，700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P500	170M6013	900 A，700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P560	170M6013	900 A，700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

表 10.16 525－690 V，机箱 E，符合 UL 标准的主电源熔断器选件

型号	建议的变频器外部熔断器 Bussmann PN	额定值	Drive 内置选件 Bussmann PN	备选的 Siba 部件号
P630	170M7081	1600 A，700 V	170M7082	20 695 32.1600
P710	170M7081	1600 A，700 V	170M7082	20 695 32.1600
P800	170M7081	1600 A，700 V	170M7082	20 695 32.1600
P900	170M7081	1600 A，700 V	170M7082	20 695 32.1600
P1000	170M7082	2000 A，700 V	170M7082	20 695 32.2000
P1200	170M7083	2500 A，700 V	170M7083	20 695 32.2500

表 10.17 525－690 V，机箱 F，符合 UL 标准的主电源熔断器选件

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

型号	变频器内置 Bussmann PN	额定值	备选的 Siba 部件号
P630	170M8611	1100 A，1000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 A，1000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 A，1000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 A，1000 V	20 781 32.1000
P1000	170M8611	1100 A，1000 V	20 781 32.1000
P1200	170M8611	1100 A，1000 V	20 781 32.1000

表 10.18 525 - 690 V，机箱 F，逆变器模块直流回路熔断器

所显示的 Bussmann 170M 型熔断器使用的是 -/80 指示灯。这些熔断器在外置使用时，可以用具有相同尺寸和电流规格的 -TN/80 类型 T、-/110 或 TN/110 类型 T 指示灯式熔断器代替。为符合 UL 要求，可以使用 UL 认可的任何最低电压为 500 V 并且具有相应额定电流的熔断器。

10.5.2 补充性熔断器

机箱	Bussmann PN	额定值
E 和 F	KTK-4	4 A, 600 V

表 10.19 SMPS 熔断器

规格/类型	Bussmann PN	LittelFuse	额定值
P355 - P400, 525 - 690 V	KTK-4	-	4 A, 600 V
P315-P800, 380 - 480 V	-	KLK-15	15 A, 600 V
P500 - P1M2, 525 - 690 V	-	KLK-15	15 A, 600 V

表 10.20 风扇熔断器

熔断器	规格/类型	Bussmann PN	额定值	备选熔断器
2.5 - 4.0 A	P450 - P800，380 - 480 V	LPJ-6 SP 或 SPI	6 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 6A 熔断器
	P630 - P1M2, 525 - 690 V	LPJ-10 SP 或 SPI	10 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 10A 熔断器
4.0 - 6.3 A	P450 - P800，380 - 480 V	LPJ-10 SP 或 SPI	10 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 10A 熔断器
	P630 - P1M2, 525 - 690 V	LPJ-15 SP 或 SPI	15 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 15A 熔断器
6.3 - 10 A	P450 - P800，380 - 480 V	LPJ-15 SP 或 SPI	15 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 15A 熔断器
	P630 - P1M2, 525 - 690 V	LPJ-20 SP 或 SPI	20 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 20A 熔断器
10 - 16 A	P450 - P800，380 - 480 V	LPJ-25 SP 或 SPI	25 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 25A 熔断器
	P630 - P1M2, 525 - 690 V	LPJ-20 SP 或 SPI	20 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 20A 熔断器

表 10.21 手动电机控制器熔断器

机箱	Bussmann PN	额定值	备选熔断器
F	LPJ-30 SP 或 SPI	30 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 30A 熔断器

表 10.22 保护端子的 30 A 熔断器

机箱	Bussmann PN	额定值	备选熔断器
F	LPJ-6 SP 或 SPI	6 A, 600 V	任何列出的 J 类复合元素延时型 6A 熔断器

表 10.23 控制变压器的熔断器

机箱	Bussmann PN	额定值	备选熔断器
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	任何列出的 CC 类 6A 熔断器

表 10.24 安全继电器线圈熔断器及 Pilz 继电器

10.5.3 主电源熔断器，F8 - F13

下述熔断器适用于能够提供 100000 A_{rms} 对称电流的 240V 或 480V 或 600V 电路（取决于变频器的额定电压）。在采用正确熔断器的情况下，变频器的额定短路电流 (SCCR) 为 100000 A_{rms}。

型号	机箱规格	额定值		Bussmann 部件号	备件 Bussmann 部件号	预计的熔断器功率损耗 [W]	
		[V] (UL)	[A]			400 V	460 V
P250	F8 - F9	700	700	170M4017	176F8591	25	19
P315	F8 - F9	700	700	170M4017	176F8591	30	22
P355	F8 - F9	700	700	170M4017	176F8591	38	29
P400	F8 - F9	700	700	170M4017	176F8591	3500	2800
P450	F10 - F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P500	F10 - F11	700	900	170M6013	176F8592	2625	2100
P560	F10 - F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P630	F10 - F11	700	1500	170M6018	176F8592	45	34
P710	F12 - F13	700	1500	170M6018	176F9181	60	45
P800	F12 - F13	700	1500	170M6018	176F9181	83	63

表 10.25 主电源熔断器，380 - 480 V

型号	机箱规格	额定值		Bussmann 部件号	备件 Bussmann 部件号	预计的熔断器功率损耗 [W]	
		[V] (UL)	[A]			600 V	690 V
P355	F8 - F9	700	630	170M4016	176F8335	13	10
P400	F8 - F9	700	630	170M4016	176F8335	17	13
P500	F8 - F9	700	630	170M4016	176F8335	22	16
P560	F8 - F9	700	630	170M4016	176F8335	24	18
P630	F10 - F11	700	900	170M6013	176F8592	26	20
P710	F10 - F11	700	900	170M6013	176F8592	35	27
P800	F10 - F11	700	900	170M6013	176F8592	44	33
P900	F12 - F13	700	1500	170M6018	176F9181	26	20
P1M0	F12 - F13	700	1500	170M6018	176F9181	37	28
P1M2	F12 - F13	700	1500	170M6018	176F9181	47	36

表 10.26 主电源熔断器，525 - 690 V

型号	Bussmann PN	额定值	Siba
P450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

表 10.27 逆变器模块直流线路熔断器， 380-480 V

型号	Bussmann PN	额定值	Siba
P630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M0	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M2	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

表 10.28 逆变器模块直流线路熔断器， 525-690 V

所显示的 Bussmann 170M 型熔断器使用的是 -/80 指示灯。这些熔断器在外置使用时，可以用具有相同尺寸和电流规格的 -TN/80 类型 T、-/110 或 TN/110 类型 T 指示灯式熔断器代替。为符合 UL 要求，可以使用 UL 认可的任何最低电压为 480 V 并且具有相应额定电流的熔断器。

机箱	型号	类型	默认断路器设置	
			跳闸水平 [A]	时间 [s]
F3	380 - 480 V，型号： P450 525 - 690 V，型号： P630 - P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0.5
F3	380 - 480 V，型号： P500 - P630 525 - 690 V，型号： P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0.5
F4	380 - 480 V，型号： P710 525 - 690 V，型号： P900 - P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0.5
F4	380 - 480 V，型号： P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0.5

表 10.29 断路器，F3 - F4

10

10.6 隔离器和接触器

10.6.1 主电源隔离器，E1 - E2 和 F3 - F4

机箱规格	型号	类型
380 - 480 V		
E1 - E2	P315 - P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500 - P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710 - P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525 - 690 V		
E1 - E2	P355 - P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630 - P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900 - P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

表 10.30 主电源隔离器，机箱 E1 - E2 和 F3 - F4

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

10.6.2 主电源隔离器，F9/F11/F13

机箱规格	型号	类型
380 – 480 V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525 – 690 V		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

表 10.31 主电源隔离器，机箱 F9/F11/F13

10

10.6.3 主电源接触器，F3 – F4

机箱规格	型号和电压	接触器
F3	P450 – P500, 380 – 480 V P630 – P800, 525 – 690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560, 380 – 480 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630. 380 – 480 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900. 525 – 690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710 – P800. 380 – 480 V P1M2, 525 – 690 V	Eaton XTCEC14P22B

表 10.32 主电源接触器，机箱 F3 – F4

注意

客户需要为主电源接触器提供 230V 电源。

10.7 电动机

变频器可以与任何三相异步标准电机一起使用。

端子	功能
96	U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	接地

表 10.33 提供顺时针旋转的电机电缆端子（出厂默认设置）

更换电机电缆的两个相或更改 *参数 4-10 Motor Speed Direction* 的设置可改变其旋转方向。

可使用*参数 1-28 Motor Rotation Check* 执行电机旋转检查，遵循*图 10.18* 中所示的配置。

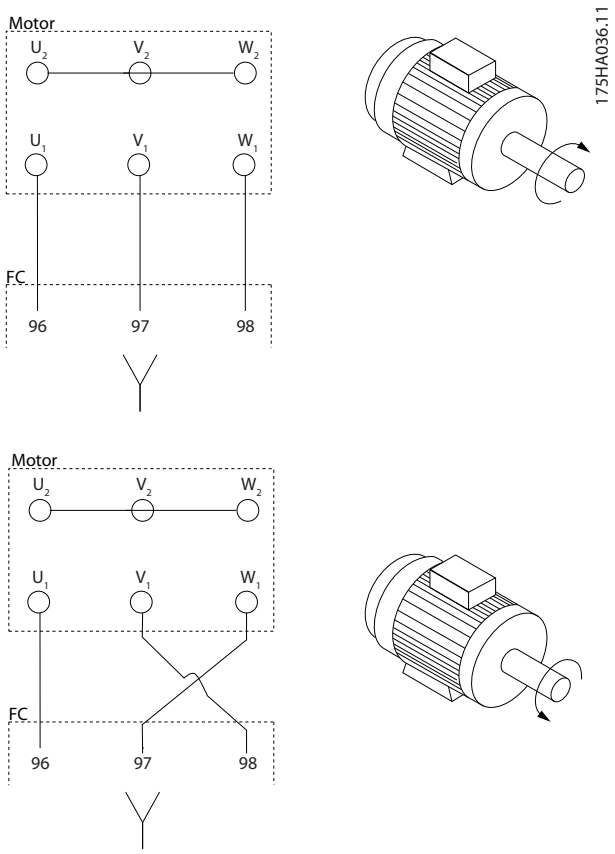


图 10.18 更改电动机旋转情况

机箱 F1/F3 的要求
每个逆变器模块都必须具有相同数量的电机相位电缆，且必须为 2 的倍数（如 2、4、6 或 8）。不允许使用单根电缆。对于逆变器模块端子和相位的第一个公共点之间的电缆，彼此在长度上的相差应保持在 10% 以内。建议的公共点为电机端子。例如，如果逆变器模块 A 使用 100 米（328 英尺）长的电缆，则随后的逆变器模块可使用长度介于 90-110 米（295 – 360 英尺）的电缆。

机箱 F2/F4 的要求
每个逆变器模块必须具有相同数量的电机相位电缆，且数量必须为 3 的倍数（如 3、6、9 或 12）。不允许使用单根或两根电缆。对于逆变器模块端子和相位的第一个公共点之间的电缆，彼此在长度上的相差应保持在 10% 以内。建议的公共点为电机端子。例如，如果逆变器模块 A 使用 100 米（328 英尺）长的电缆，则随后的逆变器模块可使用长度介于 90-110 米（295 – 360 英尺）的电缆。

10.7.1 电机热保护

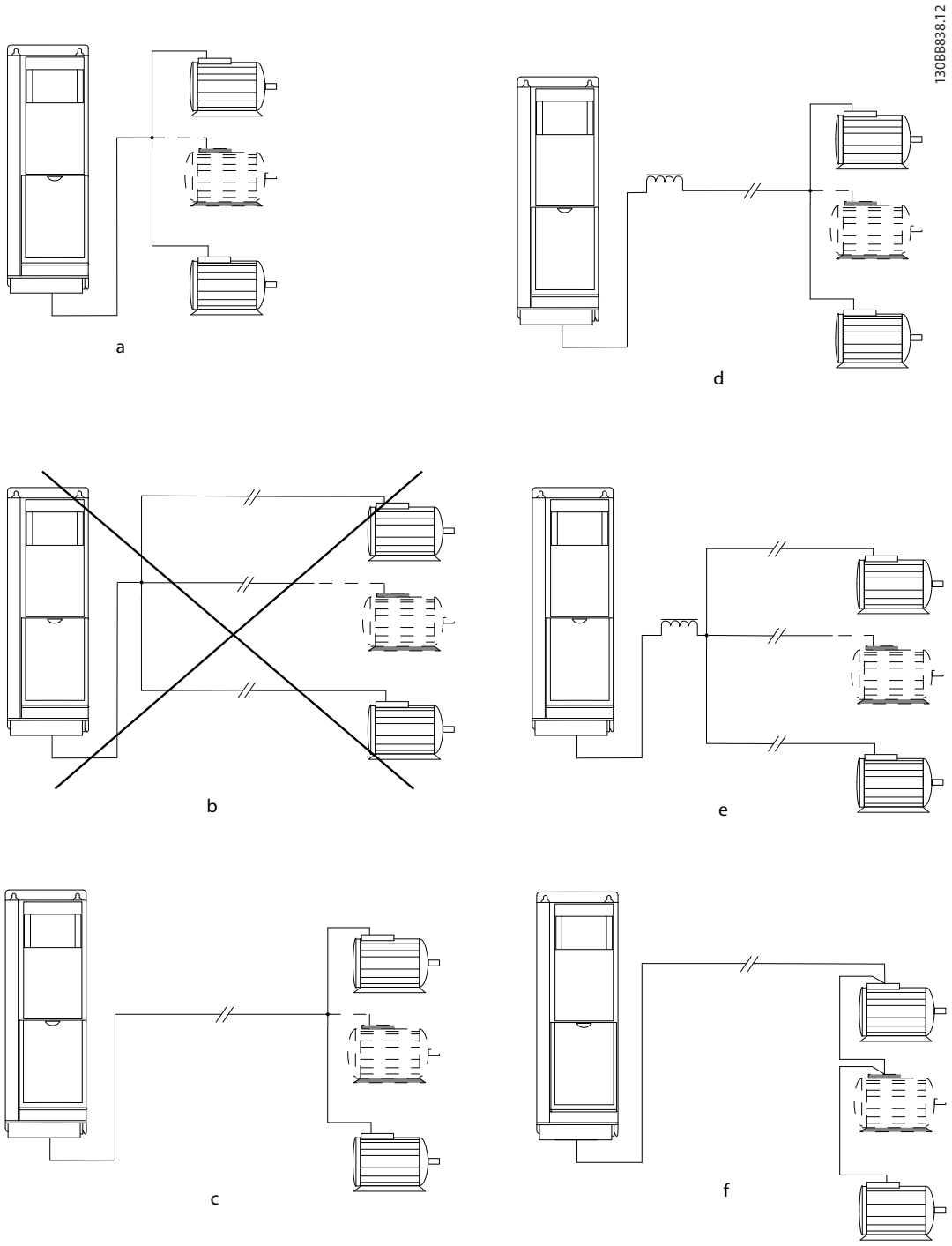
变频器中的电子热敏继电器已通过 UL 认证，当*参数 1-90 Motor Thermal Protection* 设置为 *ETR 跳闸* 且*参数 1-24 Motor Current* 设置为电机额定电流（参见电机铭牌）时，可用于为单台电机提供过载保护。
对于电机热保护，还可以使用 VLT®PTC Thermistor CardMCB 112 选件。该卡通过 ATEX 认证，可以保护存在爆炸危险的区域（区域 1/21 和区域 2/22）中的电机。当*参数 1-90 Motor Thermal Protection* 设为 *[20] ATEX ETR*，并且使用 MCB 112 时，可以控制位于存在爆炸危险的区域中的 Ex-e 电机。有关如何设置变频器以实现 Ex-e 电机的安全工作的详细信息，请参阅*编程指南*。

10.7.2 电机并联

变频器可以控制多台并联电机。有关并联电机的不同配置，请参阅*图 10.19*。

采用电机并联时必须符合以下各点：

- 使用并联电机在 U/F 模式（伏特/ 赫兹）下运行应用。
- 在某些应用中可以采用 VVC+ 模式。
- 电机的总电流消耗不得超过变频器的额定输出电流 I_{INV}。
- 如果电动机的规格相差较大，在启动和 RPM 值低时会引发问题。原因是，小型电机的定子欧姆电阻相对较高，它在启动和 RPM 值低时会要求较高的电压。
- 不能将变频器的电子热敏继电器 (ETR) 用作电机过载保护装置。请为电机提供进一步的过载保护，包括在每个电机绕组中使用热敏电阻或使用单独的热继电器。
- 电动机并联时，不能使用 *参数 1-02 Flux Motor Feedback Source*，并且必须将 *参数 1-01 Motor Control Principle* 设为 *[0] U/f*。



A	仅在电缆较短时，才建议将系统的电缆连接到一个公共接点，如 A 和 B 中所示。
B	注意*章 7.6 电缆规格* 中指定的最大电机电缆长度。
C	只要并联的每根电缆的长度不超过 10 米（32 英尺），*章 7.6 电缆规格* 中指定的电机电缆总长度即有效。
D	考虑电机电缆两端的压降。
E	考虑电机电缆两端的压降。
F	只要并联的每根电缆的长度不超过 10 米（32 英尺），*章 7.6 电缆规格* 中指定的电机电缆总长度即有效。

图 10.19 电机的不同并联方式

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

10.7.3 电机绝缘

对于等于短于*章 7.6 电缆规格* 中列出的最大电缆长度的电机电缆长度，可使用*表 10.34* 中所示的电机绝缘额定值。如果电机的额定绝缘等级较低，Danfoss 建议使用 dU/dt 或正弦波滤波器。

主电源额定电压	电机绝缘
U_N≤420 V	标准 U_{LL} = 1300 V
420 V<U_N≤500 V	增强 U_{LL} = 1600 V
500 V<U_N≤600 V	增强 U_{LL} = 1800 V
600 V<U_N≤690 V	增强 U_{LL} = 2000 V

表 10.34 电机额定绝缘等级

10.7.4 电机轴承电流

要去除与变频器安装在一起的所有电机中的轴承电流循环，请安装 NDE（非驱动端）绝缘轴承。为了尽量减小 DE（驱动端）轴承和主轴的电流，需要将变频器、电机、从动机适当接地，并且将电机与从动机之间的连接也接地。

标准的抑制策略：

- 使用绝缘型轴承。
- 按照正确的安装过程操作。
  - 确保电机和负载电机已校准。
  - 遵循 EMC 安装准则。
  - 增强 PE，从而使 PE 的高频阻抗低于输入功率导线
  - 在电机和变频器之间提供良好的高频连接。在电机和变频器中使用具有 360° 旋转接头的屏蔽电缆。
  - 确保变频器与建筑之间的接地阻抗低于机器的接地阻抗。对于泵来说，这可能有些困难。
  - 在电机与负载电机之间直接接地。
- 降低 IIGBT 开关频率。
- 调节逆变器波形，60° AVM 和 SFAVM。
- 安装轴接地系统或采用绝缘管接头
- 涂抹导电的润滑脂。
- 如有可能，请使用最小速度设置。
- 尽量确保主电源电压与接地平衡。此过程对于 IT、TT、TN-CS 或接地脚系统来说可能有些困难。
- 使用 dU/dt 滤波器或正弦波滤波器。

10.8 制动

10.8.1 制动电阻器选择

为满足电阻器制动的更高要求，必须使用一个制动电阻器。制动电阻器可代替变频器吸收能量。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数量是未知的，则可以根据周期和制动时间（间歇工作周期）来计算平均功率。电阻器间歇工作周期即为电阻器的工作周期。*图 10.20* 示出一个典型的制动周期。

电机供应商通常使用 S5 来表示许可的负载，它是一个间歇工作周期的表达式。该电阻的间歇工作周期按下述方式计算：

工作周期 = t_b/T

T = 周期（秒）
t_b 为周期内的制动时间（秒）

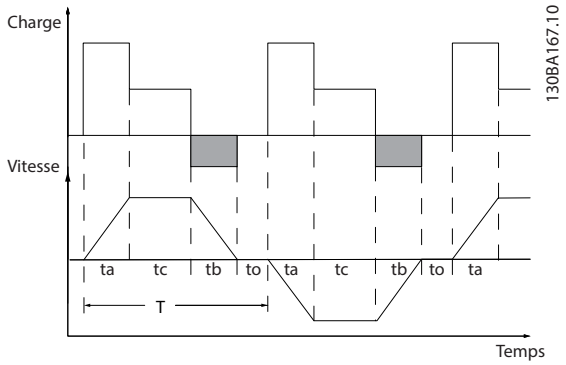


图 10.20 典型的制动周期

380 - 480 V 型号	周期时间（秒）	100% 转矩时的制动工作周期	过载转矩 (150/160%) 时的制动工作周期
P355 - P1000	600	40%	10%
525 - 690 型号	**周期时间（秒）**	**100% 转矩时的制动工作周期**	**过载转矩 (150/160%) 时的制动工作周期**
P560 - P630	600	40%	10%
P710 - P1M4	600	40%	10%

表 10.35 高过载转矩时的制动

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

注意

确保电阻器在设计上可以承受所要求的制动时间。

制动电阻器的最大允许负载由给定的间歇工作周期的峰值功率表示。制动电阻的计算方式如下：

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

其中，

$P_{peak}=P_{motor} x M_{br}$ [%] x η_{motor} x η_{VLT} [W]

如公式中所示，制动电阻取决于直流回路电压 (U_{dc})。

规格	制动激活	切断警告	切断（跳闸）
380 - 480 V[1)]	810 V	828 V	855 V
525 - 690 V	1084 V	1109 V	1130 V

表 10.36 FC 102/FC 202 制动极限

1) 取决于功率大小

注意

检查制动电阻器能否承受 410 V、820 V、850 V、975 V 或 1130 V 的电压。Danfoss 制动电阻器适用于所有 Danfoss 变频器。

Danfoss 推荐使用制动电阻 R_{rec}。此计算可确保变频器在 150% 的最高制动转矩功率 ($M_{br(\%)}$) 时实现制动。相应的公式可表示为：

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

η_{motor} 通常为 0.90

η_{VLT} 通常为 0.98

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

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

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

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

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

注意

所选的电阻器制动电路的阻值不应高于 Danfoss 的推荐值。

注意

如果制动电阻器发生短路，则必须使用主电源开关或接触器断开变频器的主电源或制动电路中的触点，才能避免制动电阻器上的功率消耗。制动电阻器中的连续功率消耗会导致过热、损坏或火灾。

⚠警告

火灾危险

制动电阻器在制动期间和之后会变得非常热。为避免财产损坏和/或严重伤害，请在安全环境中安装制动电阻器。

- **为避免火灾风险，请务必在安全的环境中安装制动电阻器。**
- **为避免严重烧伤，请勿在制动电阻器制动期间或之后触摸它。**

10.8.2 通过制动功能进行控制

可以使用继电器/数字输出来防止制动电阻器发生过载或过热，避免在变频器中导致故障。如果制动 IGBT 过载或过热，则从制动器发送到变频器的继电器/数字信号将关闭制动 IGBT。此继电器/数字信号无法防止制动 IGBT 中出现短路或制动模块或接线中出现接地故障。如果制动 IGBT 中出现短路，则 Danfoss 推荐一种断开制动器的方法。

除此之外，还可以借助制动功能获得最近 120 秒的瞬时功率和平均功率。制动系统可以监测功率激励，以确保它不会超过在*参数 2-12 Brake Power Limit (kW)* 中选择的极限。使用*参数 2-13 Brake Power Monitoring* 可选择当传输给制动电阻器的功率超过*参数 2-12 Brake Power Limit (kW)* 中设置的极限时执行的功能。

注意

制动功率监视并不是一项安全功能。出于安全目的，应在外部接触器上连接一个热开关。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* 中选择*过电压控制 (OVC)* 作为替代的制动功能。此功能对所有设备均有效，可确保当直流回路电压升高时，通过提高输出频率限制直流回路的电压来避免跳闸。

注意

在运行 PM 电机时无法激活 OVC，*参数 1-10 Motor Construction* 当设为 *[1] PM 非突出 SPM* 时。

10

10.9 漏电断路器 (RCD) 和绝缘电阻监测器 (IRM)

在符合地方安全法规的前提下，请使用 RCD 继电器、多重保护接地或接地来提供额外保护。
如果发生接地故障，故障电流中可能会产生直流成分。如果使用 RCD 继电器，则必须遵守地方法规的要求。继电器必须适用于对具有桥式整流电路以及具有上电瞬间对地泄漏电流的 3 相设备的保护。有关详细信息，请参阅*章 10.10 漏电电流*。

10.10 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。
变频器技术可在高功率下利用高频切换。高频切换会在接地线路中产生漏电电流。

接地漏电电流由多个成分组成，这取决于不同的系统配置，其中包括：

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

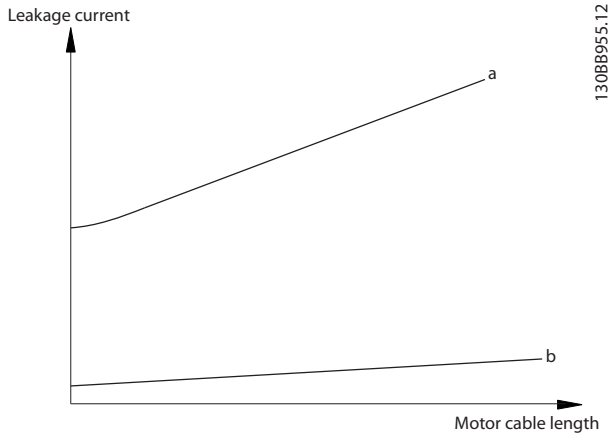


图 10.21 电机电缆长度和功率规格会影响漏电电流。功率规格 a > 功率规格 b。

漏电电流还取决于线路失真情况。

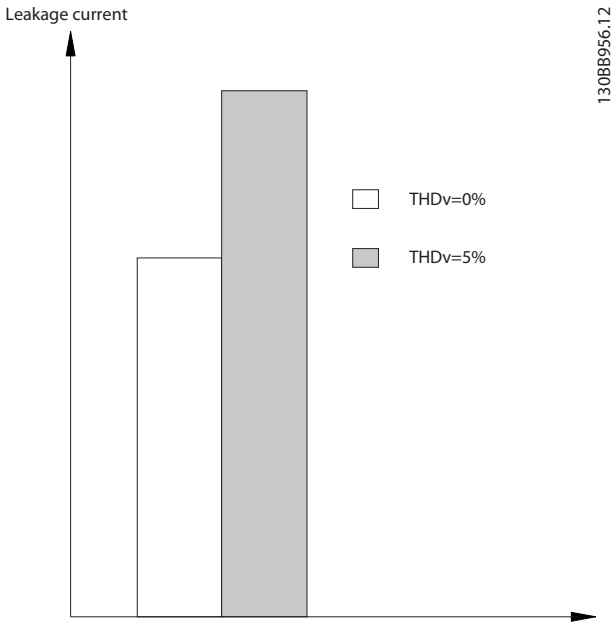


图 10.22 线路失真会影响漏电电流

如果漏电电流超过 3.5 mA，EN/IEC61800-5-1 (动力驱动系统产品标准) 合规性须给予特别注意。

增强接地需满足以下防护性接地连接要求：

- 横截面积至少为 10 mm^2 (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 和 EN 50178。

使用 RCD

在使用漏电断路器 (RCD)（也称为接地漏电断路器）时，应符合下述要求：

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

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

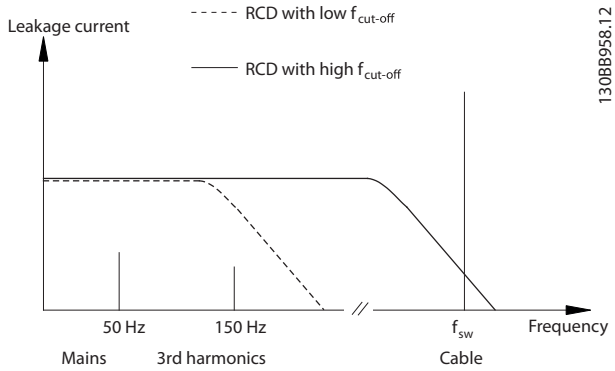


图 10.23 漏电电流的主要成分

由 RCD 检测到的漏电电流量取决于 RCD 的截止频率。

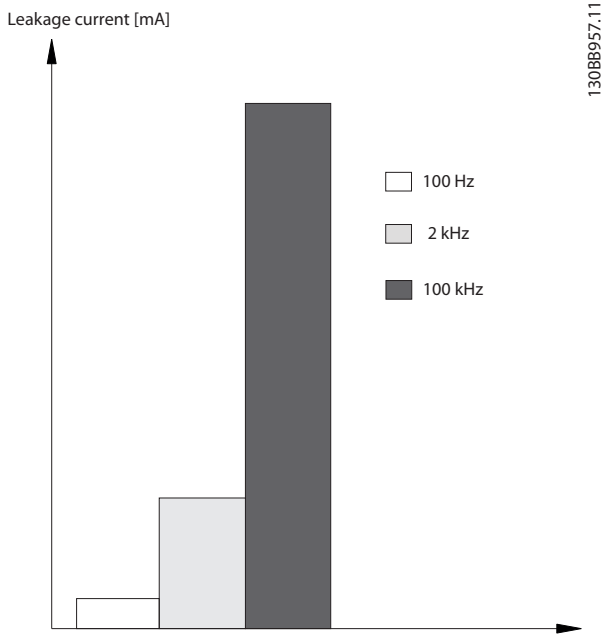


图 10.24 RCD 截止频率对漏电电流的影响

10.11 IT 网格

主电源与地线绝缘

如果变频器由与其绝缘的主电源（IT 主电源，浮动三角形连接和接地三角形连接）或带有接地脚的 TT/TN-S 主电源供电，则建议通过变频器上的*参数 14-50 RFI Filter* 和滤波器上的*参数 14-50 RFI Filter* 来关闭射频干扰开关。有关更详细信息，请参阅 IEC 364-3。在关闭模式下，机架与直流回路之间的滤波电容被切断，以避免损坏直流回路并降低地容电流（符合 IEC 61800-3）。在需要保持最佳 EMC 性能，或使用并联电机或使用长度在 25 米（82 英尺）以上的电机电缆时，Danfoss 建议将*参数 14-50 RFI Filter* 设为 [ON]。另请参考*由 IT 主电源供电的 VLT 应用说明*。使用能够与功率电子装置（IEC 61557-8）一起使用的绝缘监测器很重要。

Danfoss 不建议对连接到 IT 主电源网络的 525 – 690 V 变频器使用输出接触器。

10.12 与使用主电源

变频器的效率 （η_{VLT}）

变频器的负载对其效率基本没有影响。一般地说，无论电动机提供额定主轴转矩的 100% 还是仅 75%（在部分负载的情况下），在电动机额定频率 $f_{M,N}$ 下的效率都是相同的。

即使选择了其它 U/f 特性，变频器的效率也不会更改。但 U/f 特性会影响电动机的效率。

如果设置的开关频率值高于 5 kHz，效率会稍微降低。如果主电源电压为 480 V，或电机电缆超过 30 米（98 英尺）长，效率也会稍微降低。

变频器效率计算

根据*图 10.25* 计算变频器在不同速度和负载下的效率。该图中的因数必须与 *章 7.1 电气数据，380-480 V*和 *章 7.2 电气数据，525-690 V*中的规格表中所列的特定效率因数相乘。

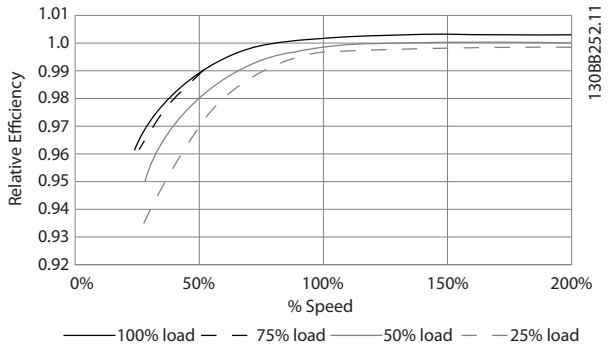


图 10.25 典型效率曲线

范例： 假定一台 160 kW、380-480/500 V AC 变频器以 25% 的负载和 50% 的速度运行。*图 10.25* 显示出 0.97 – 160 kW 变频器的额定效率是 0.98。因此，其实际效率是： 0.97x 0.98=0.95.

电机效率 （η_{MOTOR}）

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

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

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

一般情况下，开关频率并不影响小型电动机的效率。功率大于 11 kW（15 hp）的电机可以改进其效率（提高 1-2%），原因是，在高开关频率时，电机电流的正弦波形更为完美。

系统效率 （η_{SYSTEM}）

要计算系统效率，请用变频器的效率 （η_{VLT}） 乘以电动机的效率 （η_{MOTOR}）：

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

10

10.13 声源性噪音

变频器的声源性噪音有 3 个来源：

- 直流回路线圈。
- 内部风扇。
- 射频干扰滤波器的扼流装置。

表 10.37 列出了在距离设备 1 米（9 英尺）处测得的典型噪音值。

机箱规格	风扇全速运行时的 dBA
E1 – E2[1)]	74
E1 – E2[2)]	83
F1 – F4 和 F8 – F13	80

表 10.37 声源性噪音

1) 仅限 P450 – P500，525 – 690 V。

2) 所有其他使用机箱 E 的型号。

结果是根据 ISO 3744 在受控环境中对声源性噪音强度执行测试所得。已按照 ISO 1996-2 附录 D 针对硬件性能的工程数据记录对噪音进行量化。

10.14 dU/dt 条件

注意

对于那些并不是专门为了与变频器一同工作而设计的电机（没有相绝缘纸或其它强化绝缘措施），为了避免它们提前老化，Danfoss 强烈建议在变频器的输出端安装一个 dU/dt 滤波器或正弦波滤波器。有关 du/dt 和正弦波滤波器的更多信息，请参阅*输出滤波器设计指南*。

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

- 电动机电缆（类型、横截面积、屏蔽或非屏蔽的长度）。
- 电感。

固有电感稳定在由直流回路电压决定的水平之前，它首先在电动机电压中产生过冲 U_{PEAK}。升高时间 和峰值电压 U_{PEAK} 可影响电机的使用寿命。尤其是峰值电压过高时，没有相位线圈绝缘措施的电机更容易受到影响。电机电缆长度会影响升高时间和峰值电压。电机电缆越短（比如几米长），升高时间就越短，而峰值电压就越低。电机电缆越长（比如 100 米（328 英尺）），升高时间就越长，且峰值电压就越高。

IGBT 的开关操作可导致电机端子产生峰值电压。本变频器符合 IEC 60034-25 中有关设计为由变频器控制的电动机的要求。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动机的规定。

大功率系列

在相应主电源电压下，*表 10.38* 至*表 10.39* 内的功率规格符合 IEC 60034-17 关于受变频器控制的普通电机、IEC 60034-25 关于旨在受变频器控制的电机以及 NEMA MG 1-1998 Part 31.4.4.2 与逆变器控制的电机相关的要求。*表 10.38* 和*表 10.39* 中的功率规格不符合 NEMA MG 1-1998 部分 30.2.2.8 关于通用电机的要求。

380 – 480 V

型号	电缆长度 [m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
P315 – P1M0 (380 – 480 V)	30 (98.5)	500	0.71	1165	1389
	30 (98.5)	500[1)]	0.80	906	904
	30 (98.5)	400	0.61	942	1233
	30 (98.5)	400[1)]	0.82	760	743

表 10.38 dU/dt 机箱 E1 – E2 和 F1 – F13，380 – 480 V

1) 带有 Danfoss dU/dt 滤波器。

525 – 690 V

型号	电缆长度 [m (ft)]	主电源电压 [V]	升高时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
P450 – P1M4 (525 – 690 V)	30 (98.5)	690	0.57	1611	2261
	30 (98.5)	575	0.25	–	2510
	30 (98.5)	690[1)]	1.13	1629	1150

表 10.39 dU/dt 机箱 E1 – E2 和 F1 – F13，525 – 690 V

1) 带有 Danfoss dU/dt 滤波器。

10.15 电磁兼容性 (EMC) 概述

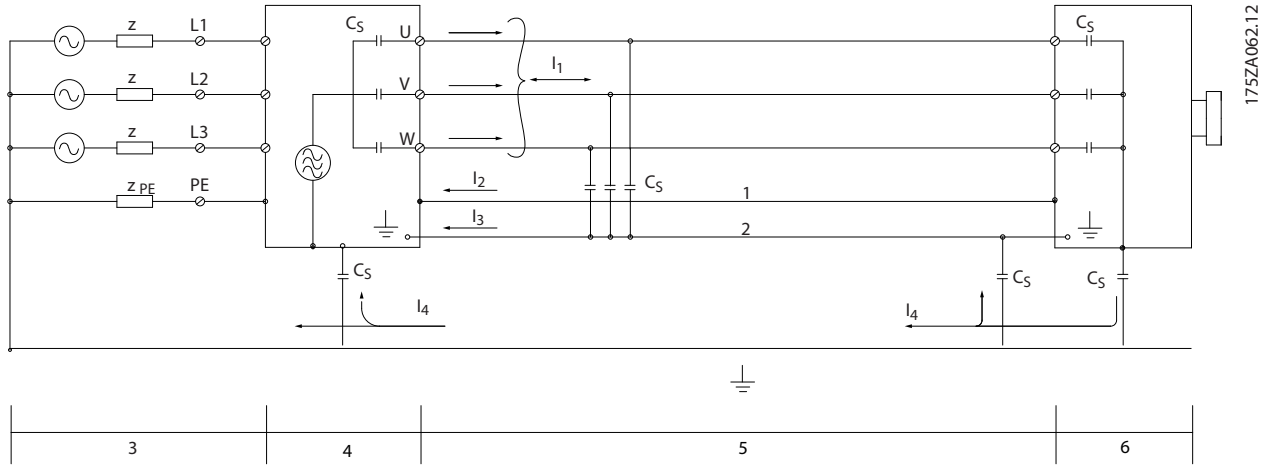
电气设备既会产生干扰，也会受到其他生成源的干扰。这些影响的感此兼容性 (EMC) 取决于设备的功率和谐波特性。

系统中电气设备之间的不受控交互作用可降低兼容性和影响可靠性操作。干扰具有以下形式：

- 静电放电
- 电压快速波动
- 高频率干扰

在 150 kHz 到 30 MHz 频率范围内最常见到电气干扰。在变频器系统中，逆变器、电动机电缆和电动机会产生 30 MHz 到 1 GHz 范围的空中干扰。

电动机电缆中的电容性电流与电动机电压的高 dU/dt 特性相结合而产生泄漏电流。请参阅 *图 10.26*。屏蔽电动机电缆的相线和屏蔽层之间具有更高电容，屏蔽层和地面之间也具有高电容。增加的电缆电容以及其他寄生电容和电动机电感，改变了设备产生的电磁辐射特征。电磁辐射特征发生改变的情况主要出现在小于 5 MHz 的辐射中。大多数泄漏电流 (I1) 会通过 PE (I3) 返回设备，屏蔽的电动机电缆仅产生一个微弱的电磁场 (I4)。屏蔽丝网降低了辐射性干扰，但增强了主电源的低频干扰。



1	地线	Cs	可能的寄生电容分流通路（因安装的系统不同而异）
2	防护罩	I_1	共模泄漏电流
3	交流主电源	I_2	屏蔽电机电缆
4	变频器	I_3	安全接地（电动机电缆中的第四个导体）
5	屏蔽电机电缆	I_4	意外共模电流
6	电动机	-	-

图 10.26 示出可能的泄漏电流的电模型

10.15.1 EMC 测试结果

下列测试结果是在使用一个变频器（带有相关选件）、一根屏蔽控制电缆、一个带有电位计的控制箱、一个电机和电机屏蔽电缆时获取的。

射频干扰滤波器类型		传导性干扰			辐射性干扰		
标准和要求	EN 55011 之间的相关性	B 类 住宅、商业和轻工业	A 类组 1 工业环境	A 类组 2 工业环境	B 类 住宅、商业和轻工业	A 类组 1 工业环境	A 类组 2 工业环境
	EN/IEC 61800-3	类别 C1 第一种环境（家庭和办公室）	类别 C2 第一种环境（家庭和办公室）	类别 C3 第二种环境（工业）	类别 C1 第一种环境（家庭和办公室）	类别 C2 第一种环境（家庭和办公室）	类别 C3 第一种环境（家庭和办公室）
H2							
FC 102	355 - 1000 kW 380 - 480 V	No	No	150 m (492 ft)	No	No	是
	450 - 1400 kW 525 - 690 V	No	No	150 m (492 ft)	No	No	是
H4							
FC 102	355 - 1000 kW 380 - 480 V	No	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	No	是	是
	450 - 1400 kW 525 - 690 V	-	-	-	-	-	-

表 10.40 EMC 测试结果（辐射和抗扰性）

10

10.15.2 辐射要求

根据可调速变频器的 EMC 产品标准 EN/IEC 61800-3:2004 的规定，EMC 要求取决于变频器的安装环境。这些环境要求以及主电源电压要求在*表 10.41* 中定义。

本变频器符合 IEC/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011) 类别 C3 中针对安装在第二种环境中的每相实际电流超过 100 A 的设备规定的 EMC 要求。合规测试使用 150 米（492 英尺）长的屏蔽电机电缆进行。

类别 (EN 61800-3)	定义	传导发射 (EN 55011)
C1	供电电压低于 1000 V 的第一种环境（家庭和办公室）。	B 类
C2	供电电压低于 1000 V 的第一种环境（家庭和办公室），不可插拔也不可移动，只应由专业人员安装或调试系统。	A 类组 1
C3	供电电压低于 1000 V 的第二种环境（工业）。	A 类组 2
C4	具有以下条件的第二种环境： ● 供电电压大于等于 1000 V。 ● 额定电流大于等于 400 A。 ● 适用于复杂系统。	无极限线缆。 必须制订 EMC 计划。

表 10.41 辐射要求

使用一般辐射标准时，需要利用变频器以符合*表 10.42* 中所列要求。

环境	一般标准	传导辐射要求符合 EN 55011 中的极限
第一种环境 （家庭和办公室）	针对居住、商业和轻工业环境的 EN/IEC 61000-6-3 辐射标准。	B 类
第二种环境 （工业环境）	针对工业环境的 EN/IEC 61000-6-4 辐射标准。	A 类组 1

表 10.42 一般辐射标准极限

10.15.3 抗扰性要求

变频器的抗扰性要求取决于安装环境。工业环境的要求要高于家庭和办公室环境的要求。所有 Danfoss 变频器均符合工业和家庭/办公室环境的要求。

为了证明抗瞬态脉冲的能力，进行了以下抗扰性测试，使用的系统由一个变频器（带相关选件）、一根屏蔽控制电缆和一个带电位计的控制箱、电机电缆及电机组成。所有测试均按照以下基本标准执行。有关更详细信息，请参阅*表 10.43*。

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

基本标准	瞬态 IEC 61000-4-4	电涌 IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	辐射 电磁场 IEC 61000-4-3	RF 共 模电压 IEC 61000-4-6
认可标准	B	B	B	A	A
线形	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	-	-	10 V_{RMS}
电动机	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
制动	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
负载共享	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
控制电线	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
标准总线	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
继电器电线	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
应用/现场总线选件	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
LCP 电缆	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
外接 24 V 直流电源	2 V CM	0.5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	-	-	10 V_{RMS}
机箱	-	-	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	-

表 10.43 EMC 抗扰性表，电压范围： 380 – 480/500 V, 525 – 600 V, 525 – 690 V

1) 电缆屏蔽注射。

AD: 空气放电； CD: 接触放电； CM: 共模； DM: 差分模式。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

10.15.4 EMC 兼容性

注意

操作人员职责

根据针对可调速变频器系统的 EN 61800-3 标准，操作人员负责确保符合 EMC 要求。制造商可提供符合标准的运行解决方案。操作人员负责应用这些解决方案并支付相关成本。

可通过两种选择确保电磁兼容性。

- 消除或最大限度地降低辐射干扰源产生的干扰。
- 增强受到接收的信号影响的设备的抗扰性。

RFI 滤波器

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

注意

无线电干扰

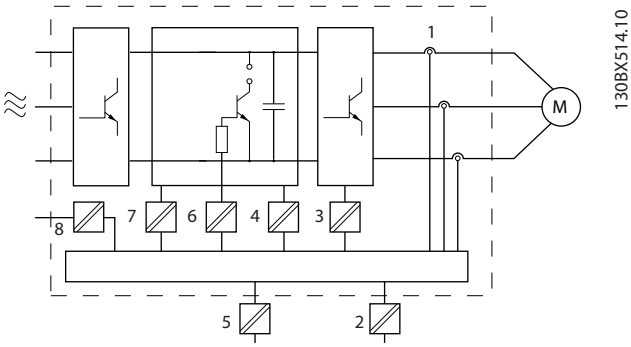
在居住环境中，本产品可能会导致无线电干扰，此时可能需要采取补充抑制措施。

PELV 和电流隔离合规性

所有 E1h-E4h 变频器控制装置和继电器端子均符合 PELV（400 V 以上的接地三角形线路除外）。

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

电流隔离如*图 10.27* 所示。描述的组件符合 PELV 和高低压绝缘要求。



1	电流传感器
2	用于 RS485 标准总线接口的高低压绝缘
3	IGBT 的门驱动器
4	包括 V DC 信号绝缘的电源 (SMPS)，表示中间电流电压
5	用于 24 V 备份选件的高低压绝缘
6	光学耦合器，制动模块（可选）
7	内部的充电、RFI 和温度测量电路。
8	客户继电器

图 10.27 高低压绝缘

10.16 符合 EMC 规范的安装

要使安装符合 EMC 规范，请按照*操作指南* 中的说明操作。有关正确的 EMC 系统的示例，如*图 10.28* 所示。

注意

扭结的屏蔽端部（辫状）

屏蔽丝网端部扭结会增加屏蔽丝网在高频下的阻抗，从而降低屏蔽效果并增大泄漏电流。为避免屏蔽丝网端部扭结，请使用一体化屏蔽丝网夹。

- 如果要与继电器、控制电缆、信号接口、现场总线或制动一起使用，请将屏蔽丝网的两端都连接到机箱。如果接地通路的阻抗高、噪声高或带电，则在一端断开屏蔽丝网的连接以避免形成接地电流回路。
- 使用金属安装板将电流传送回设备。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。
- 对电机输出电缆使用屏蔽电缆。或者在金属线管内使用非屏蔽电机电缆。

注意

屏蔽电缆

如果未使用屏蔽电缆或金属线管，则设备和系统不符合有关射频 (RF) 辐射水平的法规限制。

- 确保电机和制动电缆尽可能短，以降低整个系统的干扰水平。
- 不要将传送敏感信号电平的电缆与电动机电缆和制动电缆放在一起。
- 对于通讯和命令/控制线路，请遵循特定通讯协议标准。例如，USB 必须使用屏蔽电缆，但 RS485/以太网可以使用屏蔽 UTP 或非屏蔽 UTP 电缆。
- 确保所有控制端子连接都是 PELV。

注意

EMC 干扰

对电机和控制接线使用屏蔽电缆。确保将主电源输入、电机和控制电缆相互分开。未隔离这些电缆会导致意外操作或降低性能。主电源输入、电机和控制电缆之间的间隙应至少为 200 毫米（7.9 英寸）。

注意

安装在高海拔下

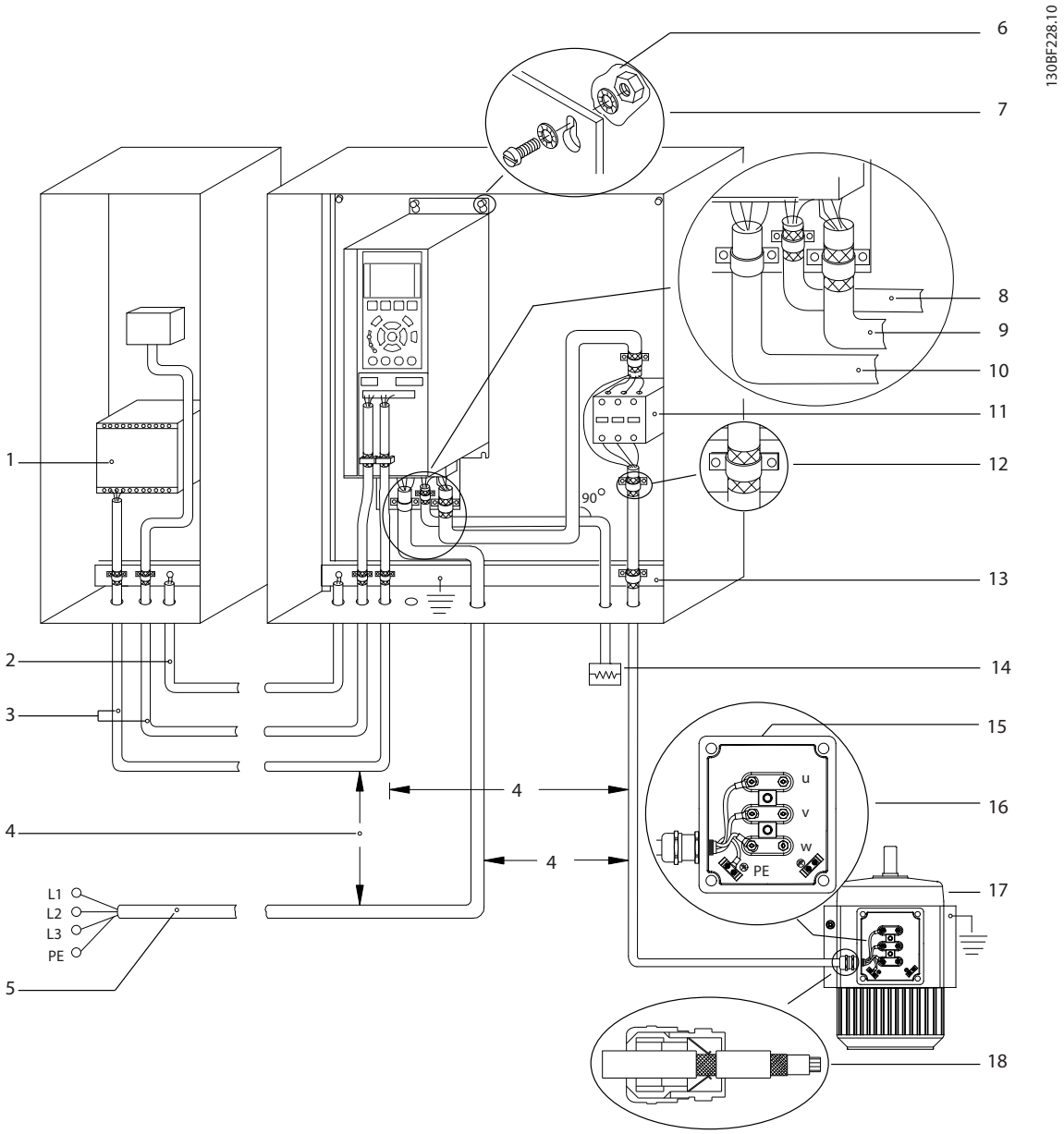
存在过压风险。组件和关键零件之间的绝缘不充分，可能不符合 PELV 要求。使用外部防护设备或高低压绝缘降低过压风险。

在海拔超过 2000 米（6500 英尺）的位置安装时，请联系 Danfoss 了解 PELV 合规事宜。

注意

PELV 合规性

使用保护性超低压 (PELV) 电源防止电击，同时符合国家和地方的 PELV 规定。



1	PLC	10	主电源电缆（非屏蔽）
2	最小横截面积 16 mm^2 (6 AWG) 的均衡电缆	11	输出接触器
3	控制电缆	12	已剥开的电缆绝缘层
4	控制电缆、电机电缆和主电源电缆之间至少保持 200 毫米（7.9 英寸）的距离。	13	通用接地母线。请遵循国家和地方有关机柜接地的要求。
5	主电源电压	14	制动电阻器
6	裸（未涂漆）表面	15	金属箱
7	星形垫圈	16	电机接头
8	制动电缆（屏蔽）	17	电动机
9	电机电缆（屏蔽）	18	EMC 电缆夹

图 10.28 正确的 EMC 合规安装示例

10.17 谐波概述

变频器中存在的非线性负载不会平分电源线上的电流。此非正弦电流中含有的一些频率是基础电流频率的几倍。这些频率被称为谐波。必须控制主电源上的总谐波失真。尽管谐波电流不会直接影响电气能耗，但其会在接线和传输过程中产生热量，并影响在同一电源线上的其他设备。

10.17.1 谐波分析

由于谐波会增加热损失，设计系统时考虑到谐波很重要，可防止变压器、感应器和接线过载。必要时，可进行系统谐波分析，确定设备影响。

可利用傅里叶级数分析对非正弦电流进行转换，将其分为具有不同频率的正弦波电流，即基本频率为 50 Hz 或 60 Hz 的不同谐波电流 I_N 。

缩略语	说明
f_1	基本频率（50 Hz 或 60 Hz）
I_1	基本频率下的电流
U_1	基本频率下的电压
I_n	n^{th} 谐波频率下的电流
U_n	n^{th} 谐波频率下的电压
n	谐波次数

表 10.44 谐波相关缩略语

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

表 10.45 基本电流和谐波电流

电流	谐波电流				
	I_{RMS}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
输入电流	1.0	0.9	0.5	0.2	<0.1

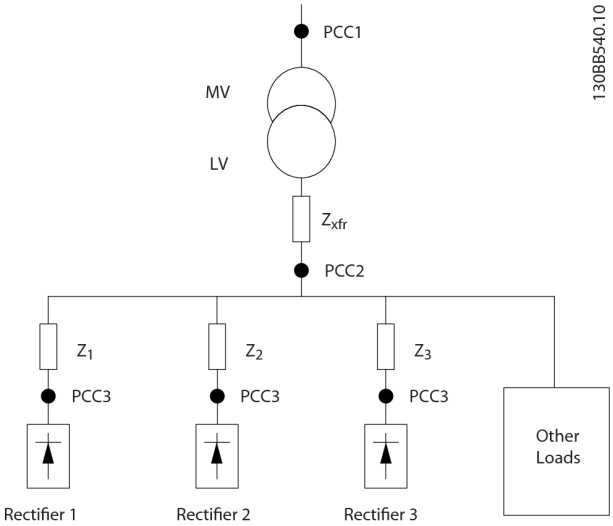
表 10.46 谐波电流与 RMS 输入电流的对比

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

$$THDi = \frac{\sqrt{U25 + U27 + \ldots + U2n}}{U}$$

10.17.2 谐波在配电系统中的影响

在 *图 10.29* 中，一个变压器连接在中压电源的公共耦合点 PCC1 的初级侧。变压器的阻抗为 Z_{xfr}，并且为多个负载提供能量。连接所有负载的公共耦合点是 PCC2。各个负载通过阻抗为 Z_1、Z_2、Z_3 的电缆连接。



PCC	公共耦合点
MV	中压
LV	低电压
Z_{xfr}	变压器阻抗
$Z_{\#}$	接线的阻抗和电感值建模

图 10.29 小配电系统

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

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

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

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

谐波的负面影响

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

10.17.3 IEC 谐波标准

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

标准型	定义
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	定义公共和工业供电网络所需的主电源电压极限。
EN 61000-3-2, 61000-3-12	控制具有更低电流的产品中所连接的设备造成的主电源干扰。
EN 50178	监测用于电源安全的电气设备。

表 10.47 主电源质量的 EN 设计标准

有 2 个欧洲标准用于解决频率范围从 0 Hz 至 9 kHz 中的谐波问题：

EN 61000－2－2（公用低压供电系统的低频传导干扰和信号传输的兼容性水平）
EN 61000－2－2 标准规定了对公共供电网络中的低压交流系统的 PCC（公共耦合点）的兼容性水平的要求。仅为谐波电压和总计电压谐波失真指定了限值。EN 61000－2－2 未对谐波电流定义限值。当总谐波失真 THD(V)=8% 时，PCC 限值与 EN 61000－2－4 类别 2 中指定的那些限值完全相同。

EN 61000－2－4（工业厂房的低频传导干扰和信号传输的兼容性水平）
EN 61000－2－4 标准规定了工业和专用网络中的兼容性水平的要求。该标准还进一步定义了以下 3 类电磁环境：

- 1 类对应于比公共供电网络等级低的兼容性等级，该等级会影响对干扰敏感的设备（实验室设备、一些自动化设备和某些保护装置）。
- 2 类 对应于与公共供电网络同等的兼容性等级。该类别适用于公共供电网络上的 PCC 及工业或其他专用供电网络上的 IPC（内部耦合点）。此类别中，允许使用专用于公共供电网络的任何设备。
- 3 类对应于比公共供电网络等级更高的兼容性等级。该类别仅适用于工业环境中的 IPC。可在存在以下设备的环境中使用该类别：
  - 大型变频器。
  - 焊机。
  - 频繁启动的大型电机。
  - 快速变化的负载。

一般情况下，在未考虑环境中要使用的预期设备和流程时，无法提前定义类别。VLT® 高功率变频器遵循典型供电系统条件（R_{SC}>10 或 $V_{k\ Line}$<10%）下的 3 类限值。

谐波次数 (h)	类别 1 (V_h%)	类别 2 (V_h%)	类别 3 (V_h%)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3.5	5
13	3	3	4.5
17	2	2	4
17<h≤49	2.27 x (17/h) - 0.27	2.27 x (17/h) - 0.27	4.5 x (17/h) - 0.5

表 10.48 谐波的兼容性等级

	类别 1	类别 2	类别 3
THDv	5%	8%	10%

表 10.49 总体谐波电压失真 (THDv) 的兼容性等级

10.17.4 谐波合规

Danfoss 变频器符合以下标准：

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

10.17.5 谐波抑制

为了满足额外的谐波抑制要求，Danfoss 提供下列抑制设备：

- VLT® 12-pulse Drives
- VLT® Low Harmonic Drives
- VLT® Advanced Harmonic Filters
- VLT® Advanced Active Filters

在选择适用的解决方案时应考虑多个因素：

- 电网情况，例如背景失真、主电源失衡、谐振和供电类型（变压器/发电机）。
- 应用情况（负载曲线、负载数量和负载大小）。
- 地方/国家要求/法规（比如 IEEE 519、IEC 和 G5/4）。
- 总拥有成本（初期成本、效率和维护）。

10.17.6 谐波计算

10

使用免费的 Danfoss MCT 31 计算软件可确定电网电压失真度和需要采取的措施。*VLT® Harmonic Calculation* MCT 31 可从以下位置获取： *www.danfoss.com.*

11 变频器的基本操作原理

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

11.1 操作说明

变频器是一种电子控制器，它向三相感应式电动机提供经调节的交流电水平。通过向电动机提供可变频率和电压，变频器可以控制电动机速度或随电动机负载的变化而保持恒定速度。变频器还可以停止和启动电动机并且不会像线路启动那样造成机械应力。

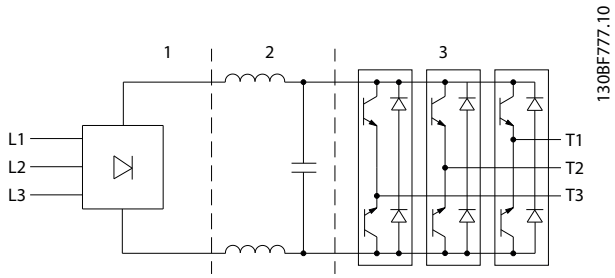
基本形式的变频器由以下四大部分组成：

整流器
整流器由将三相交流电压转换为脉动直流电压的 SCR 或二极管组成。

直流回路（直流总线）
直流回路包括用于稳定脉动直流电压的电抗器和电容器组。

逆变器
逆变器使用 IGBT 来将直流电压转换为电压和频率均可变的交流电压。

控制
控制区域由软件组成，该软件运行硬件以产生用于控制和调节交流电动机的可变电压。



1	整流器（SCR/二极管）
2	直流回路（直流总线）
3	逆变器 （IGBT）

图 11.1 内部处理

11.2 变频器控制

以下过程用于控制和调节电机：

- 用户输入/参考值。
- 反馈处理。
- 用户定义的控制结构。
  - 开环/闭环模式。
  - 电机控制（速度、转矩或过程）。
- 控制算法（VVC+、无传感器磁通矢量、带电机反馈的磁通矢量和内部电流控制 VVC+）。

11.2.1 用户输入/参考值

变频器使用一个输入源（也称为参考值）来控制和调节电机。变频器通过以下方式接收此输入：

- 通过 LCP 手动接收。此方法称为本地（手动启动）。
- 借助模拟/数字输入和各种串行接口（RS485、USB 或可选的现场总线）来远程接收。该方法称为远程（自动启动），是默认输入设置。

有效参考值
“有效参考值”一词指的是活动输入源。 有效参考值在*参数 3-13 Reference Site* 中进行配置。请参阅*图 11.2* 和 *表 11.1*。

有关更多信息，请参阅*编程指南*。

11

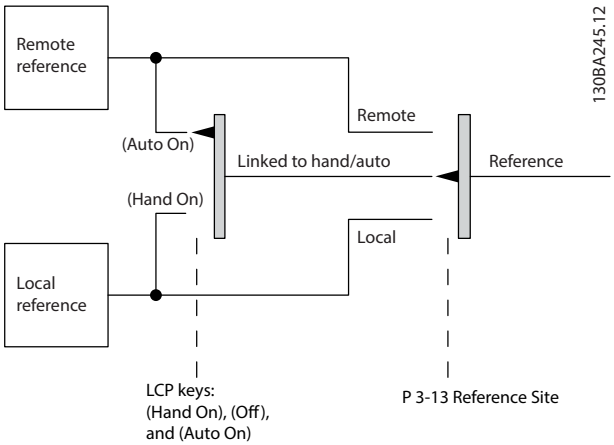


图 11.2 选择有效参考值

LCP 键	*参数 3-13 Reference Site*	有效参考值
[Hand On]	联接到手动/自动	本地
[Hand On]（手动启动）⇒（关）	联接到手动/自动	本地
[Auto On]	联接到手动/自动	远程
[Auto On]（自动启动）⇒（关）	联接到手动/自动	远程
所有键	本地	本地
所有键	远程	远程

表 11.1 本地和远程参考值配置

11.2.2 远程处理参考值

远程处理参考值同时适用于开环和闭环操作。请参阅*图 11.3*。

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

还可为变频器提供外部参考值，最常用的方法是通过模拟控制输入。所有参考值源和总线参考值相加，便得到总的外部参考值。

可从以下参考值中选择有效参考值：

- 外部参考值
- 预置参考值
- 给定值
- 外部参考值、预置参考值和给定值之和

可以标定激活的参考值。标定后的参考值按如下方式计算：

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

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

如果将 Y *参数 3-14 Preset Relative Reference* 设为 0%，则参考值将不受标定的影响。

11

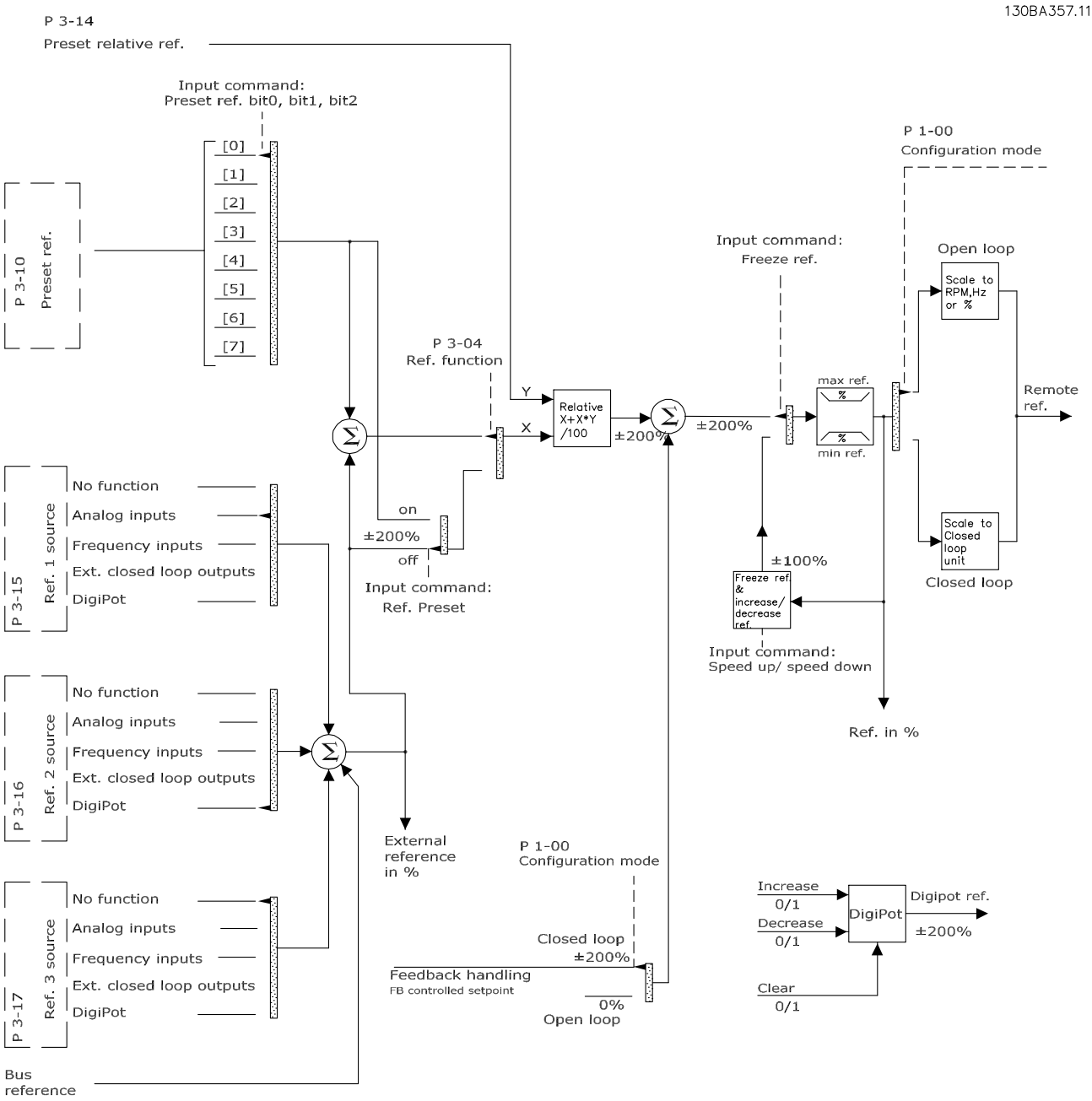


图 11.3 远程处理参考值

11.2.3 反馈处理

对于要求高级控制（如多设置点和多反馈）的应用，可以配置反馈处理。请参阅 *图 11.4*。常见的控制类型有 3 种：

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

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

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

示例

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

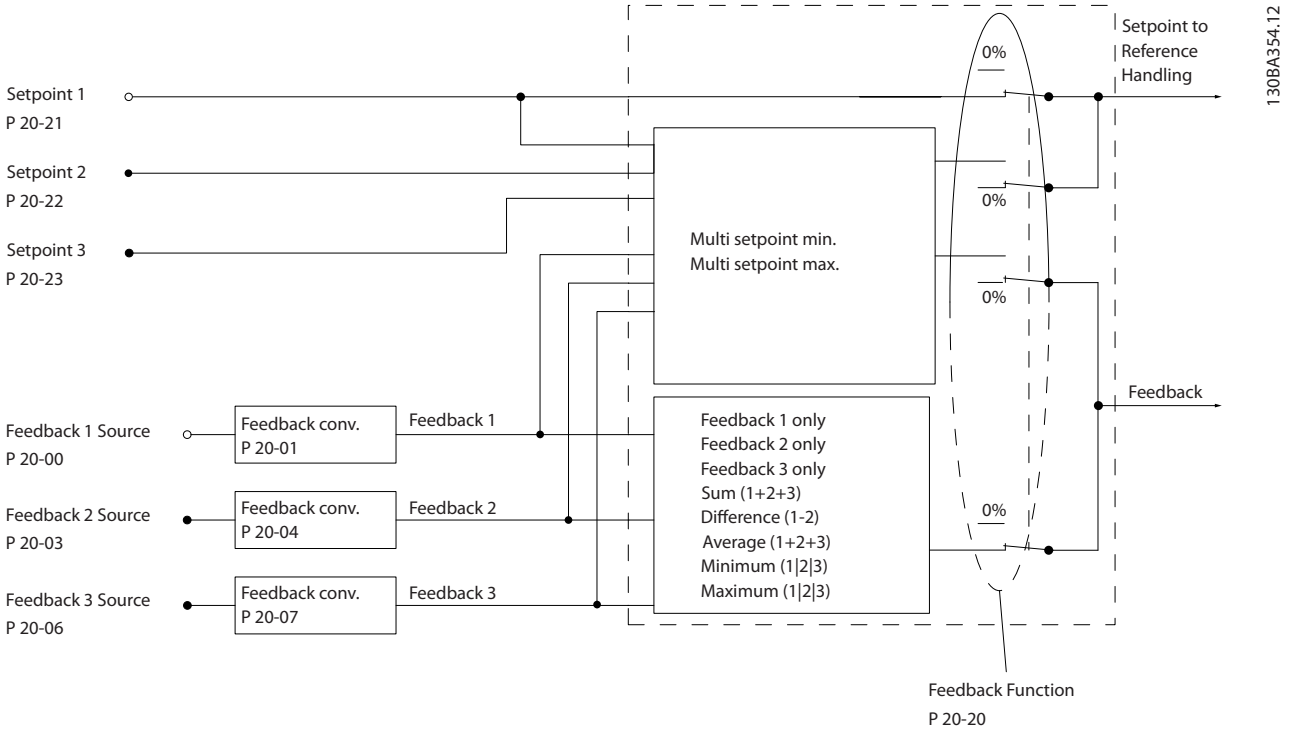


图 11.4 反馈信号处理框图

11

反馈转换

在某些应用中对反馈信号进行转换非常有用。使用压力信号来提供流量反馈是这方面的一个例子。由于压力的平方根同流量成正比，因此，通过压力信号的平方根会得到一个与流量成正比的值，请参阅*图 11.5*。

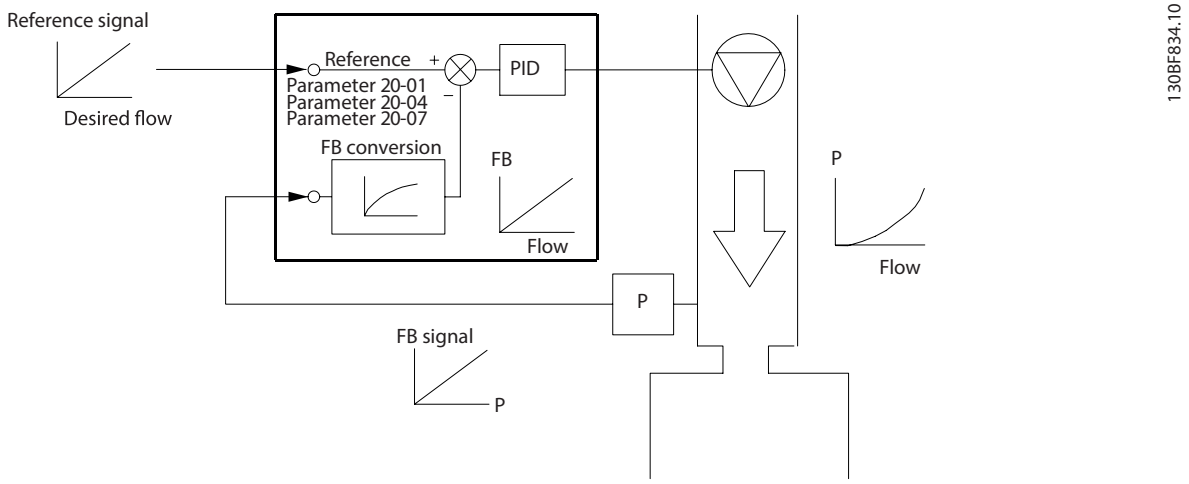


图 11.5 反馈转换

11.2.4 控制结构概述

控制结构是基于用户定义的参考值（如，RPM）控制电机的软件过程以及是否使用（闭环/开环）反馈。操作人员在*参数 1-00 Configuration Mode* 中定义控制方式。

控制结构如下所示：

开环控制结构

- 速度 (RPM)
- 转矩 (Nm)

闭环控制结构

- 速度 (RPM)
- 转矩 (Nm)
- 过程（用户定义的单位，如 ft、lpm、psi、%、bar）

11.2.5 开环控制结构

在开环模式下，变频器使用一个或多个参考值（本地或远程）来控制电机速度或转矩。有两种类型的开环控制：

- 速度控制。电机无反馈。
- 转矩控制。在 VVC+ 模式下使用。该功能用于机械可靠性应用，但精度有限。开环转矩功能仅在一个速度方向有效。转矩是基于变频器内的电流测量值来计算的。请参阅 *章 12 应用示例*。

在*图 11.6* 所示的配置中，变频器以开环模式运行。它可接收通过 LCP（手动启动模式）或远程信号（自动启动模式）发送的输入信号。

接收的信号（速度参考值）带有：

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

然后传递参考值以控制电动机。

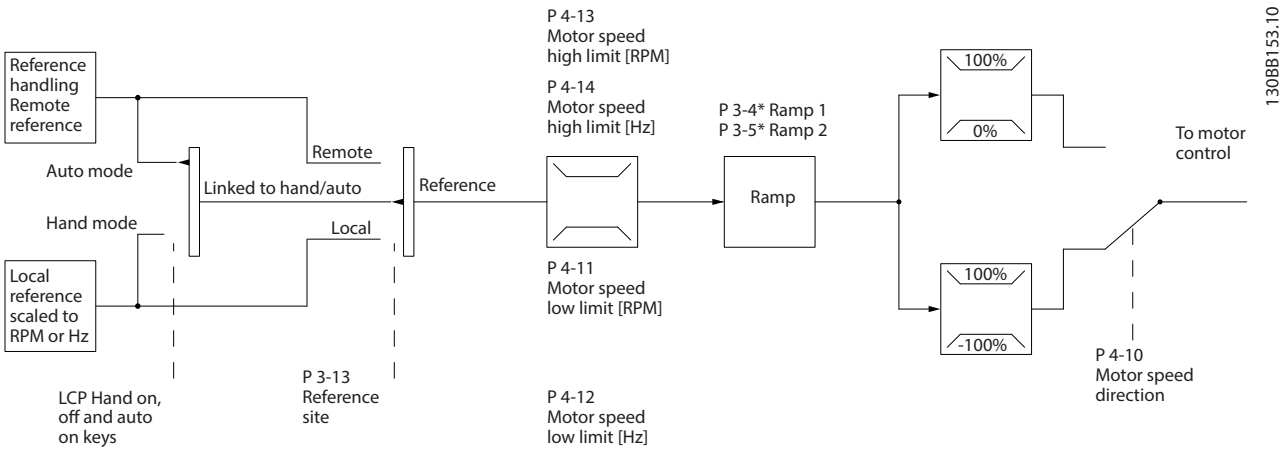


图 11.6 开环控制结构的框图

11.2.6 闭环控制结构

在闭环模式下，变频器使用一个或多个参考值（本地或远程）和反馈传感器来控制电机。变频器接收来自系统中某个传感器的反馈信号。它随后将此反馈与设置点参考值进行比较，以确定这两个信号之间有无误差。然后，它会调整电机速度来纠正该误差。

以下面的泵应用为例：为了将管道中的静态压力保持在恒定水平，此应用需要对泵速进行控制（请参阅*图 11.7*）。变频器接收来自系统中某个传感器的反馈信号。它将此反馈与设置点参考值进行比较，以确定这两个信号之间的误差（如果存在）。然后，它会调整电机速度来补偿该误差。

静态压力给定值是变频器的参考值信号。静态压力传感器测量管道中的实际静态压力，并以反馈信号方式将此信息提供给变频器。如果反馈信号大于设置点参考值，则变频器会通过减慢速度来将压力降低。同样，如果管道压力低于设置点参照值，则变频器会通过加快速度来增大泵压力。

有三种类型的闭环控制：

- 速度控制。此类控制要求向某个输入提供速度 PID 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。 速度控制仅在 VLT® AutomationDrive FC 302 中使用。
- 转矩控制。在具有编码器反馈的磁通模式下使用时，此控制可在所有 4 个象限中以及所有电动机速度下提供优异性能。转矩控制仅在 VLT® AutomationDrive FC 302 中使用。
  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。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至关重要。
- 过程控制。用于控制那些可以用不同传感器测量的应用参数（压力、温度和流量），以及那些通过泵或风扇会受到所连接电机影响的参数。

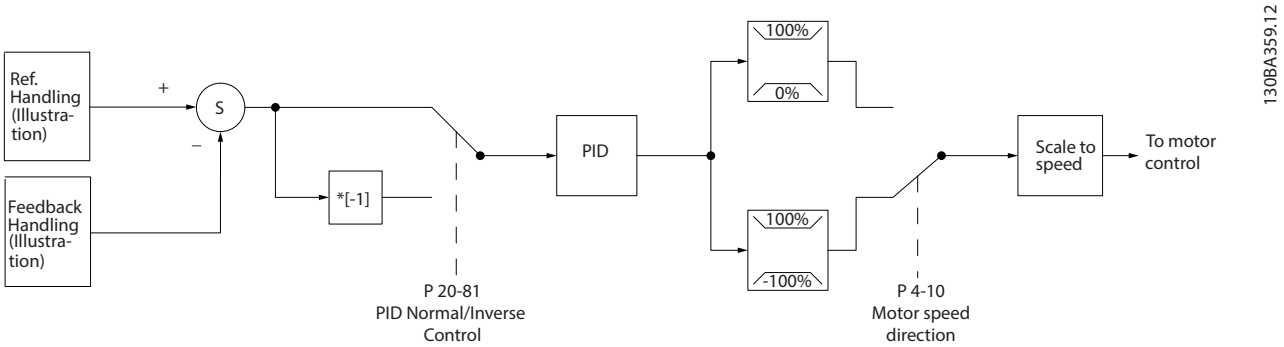


图 11.7 闭环控制器框图

可编程特性

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

- 反向调节 – 当反馈信号较高时，电动机速度会增加。
- 启动频率 – 在 PID 控制器接管前，让系统快速达到操作状态。
- 内置低通滤波器 – 降低反馈信号噪音。

11.2.7 控制处理

请参阅*编程指南* 中的*不同变频器控制模式下的有效/无效参数*，了解有关根据所选的交流电动机或 PM 非突出电动机可选用哪种控制配置的概述。

11.2.7.1 VVC+ 中的控制结构

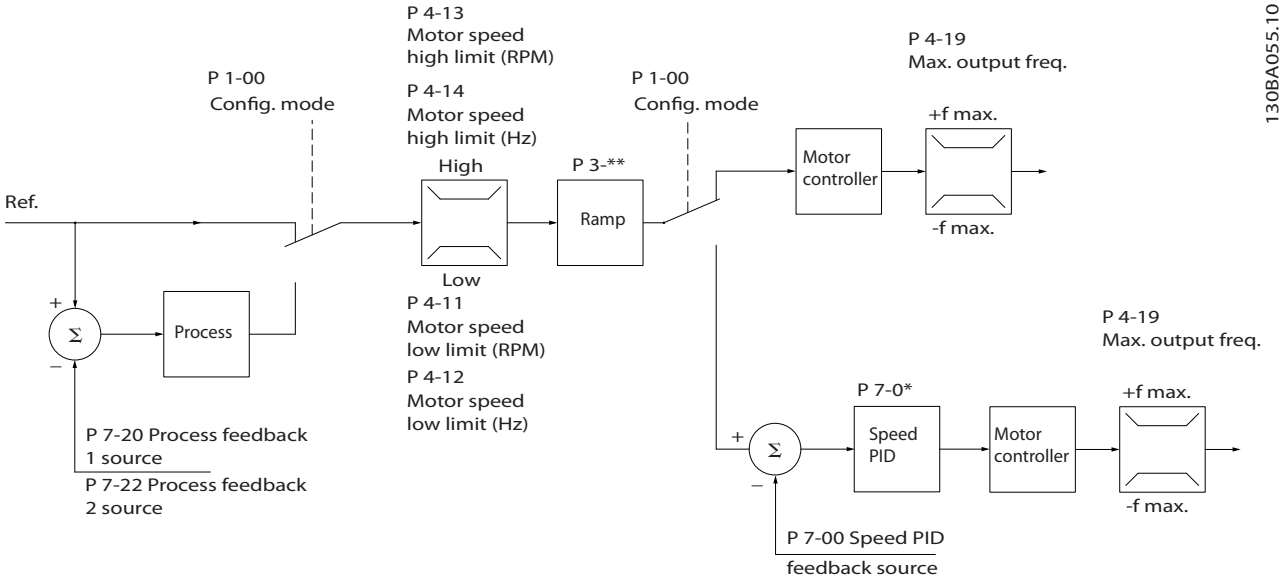


图 11.8 VVC+ 开环和闭环配置下的控制结构

在*图 11.8* 中，在收到了参考值处理系统的最终参考值后，首先会对最终参考值进行加减速限制和速度限制，然后才将它发送给电机控制。之后，电机控制的输出便会受到频率上限的限制。

参数 1-01 Motor Control Principle 被设置为 *[1] VVC+* 且*参数 1-00 Configuration Mode* 被设置为 *[0] 开环速度*。如果 *参数 1-00 Configuration Mode* 设为 *[1] 速度闭环*，则结果参考值在经过加减速限制和速度限制后，传递给速度 PID 控制。速度 PID 控制参数位于*参数组 7-0*速度 PID 控制*中。从“速度 PID 控制”中产生的参考值将发送给电机控制（受频率极限的限制）。

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

11.2.7.2 VVC+ 模式下的内部电流控制

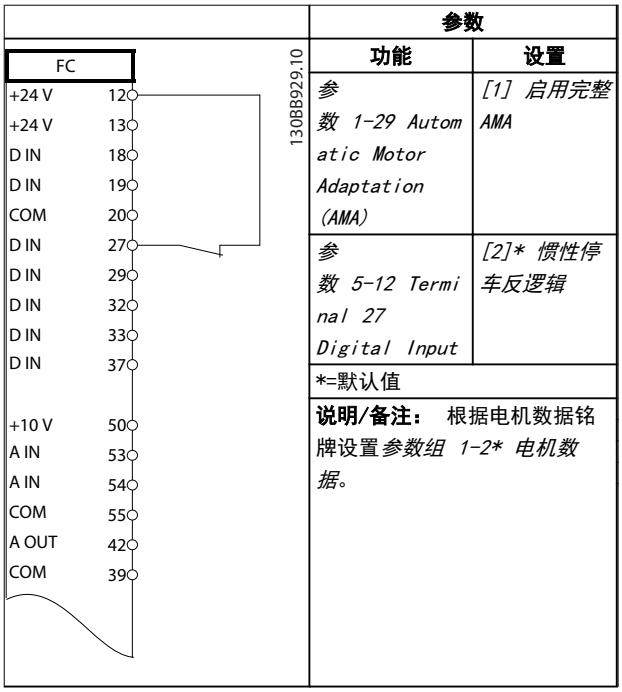
当电动机电流/转矩超过*参数 4-16 Torque Limit Motor Mode*、*参数 4-17 Torque Limit Generator Mode* 和 *参数 4-18 Current Limit* 中设置的转矩限值时，积分电流极限控制被激活。
当变频器在电机运行或发电运行中达到电流极限时，变频器会尝试尽快降低到预置转矩极限以下，同时不使电机失控。

12 应用示例

本节的示例旨在提供与常见应用有关的简单参考 。

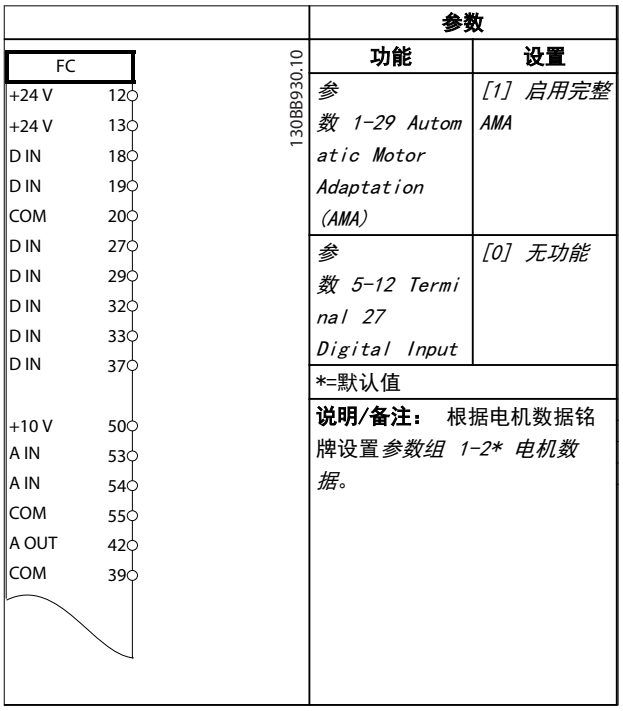
- 除非另有说明，否则参数设置都采用相关区域（在 *参数 0-03 Regional Settings* 中选择）的默认值。
- 与端子及其设置相关的参数显示在插图的旁侧
- 需要时将示出模拟端子 A53 或 A54 的开关设置。
- 对于 STO，使用出厂默认的设置值时，可能需要在端子 12 和端子 37 之间安装跳线。

12.1 电动机自动整定 (AMA) 的接线配置



参数	
功能	设置
参数 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	*[1] 启用完整 AMA*
参数 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[2]* 惯性停车反逻辑*
*=默认值	
说明/备注： 根据电机数据铭牌设置*参数组 1-2* 电机数据*。	

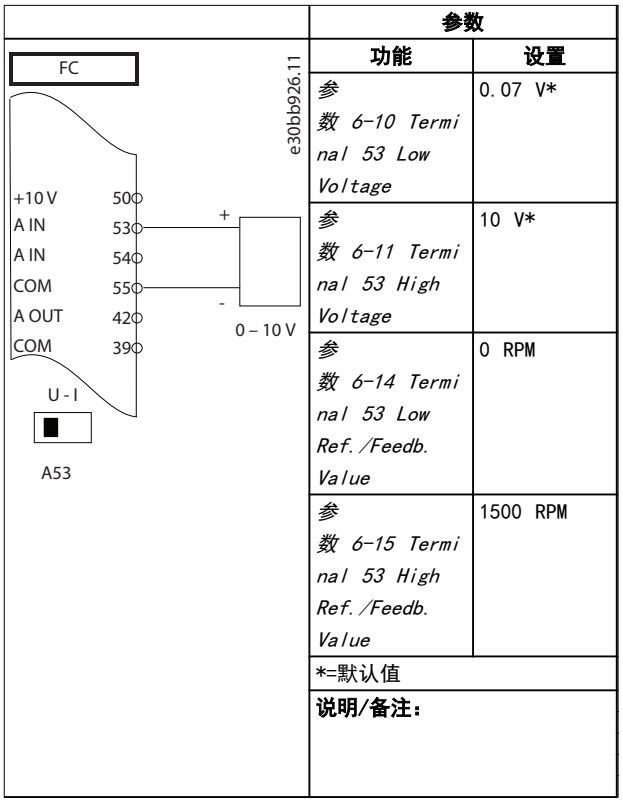
表 12.1 连接端子 27 时执行 AMA 的接线配置



参数	
功能	设置
参数 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	*[1] 启用完整 AMA*
参数 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] 无功能*
*=默认值	
说明/备注： 根据电机数据铭牌设置*参数组 1-2* 电机数据*。	

表 12.2 未连接端子 27 时执行 AMA 的接线配置

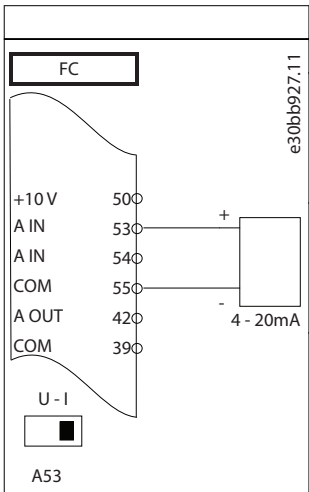
12.2 模拟速度参考值的接线配置



参数	
功能	设置
参数 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0.07 V*
参数 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
参数 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM
参数 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 RPM
*=默认值	
说明/备注：	

表 12.3 模拟速度参考值的接线配置

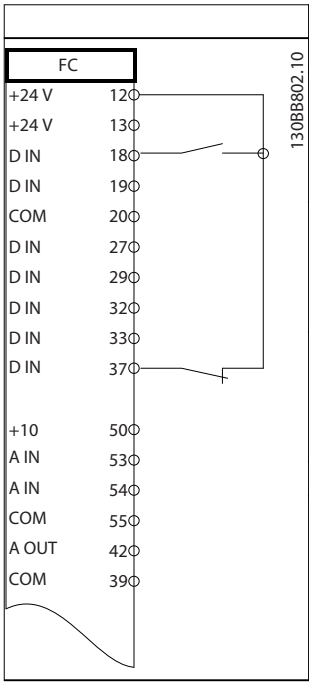
（电压）



参数	
功能	设置
参数 6-12 Terminal 53 Low Current	4 mA*
参数 6-13 Terminal 53 High Current	20 mA*
参数 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM
参数 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 RPM
*=默认值	
说明/备注：	

表 12.4 模拟速度参考值的接线配置
（电流）

12.3 用于启动/停止的接线配置



参数	
功能	设置
参数 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] 启动**
参数 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] 无功能*
参数 5-19 Terminal 37 Safe Stop	*[1] Safe Torque Off 报警*
*=默认值	
说明/备注： 当*参数 5-12 Terminal 27 Digital Input* 设为 *[0] 无功能* 时，与端子 27 之间无需跳线。	

表 12.5 用于带有 Safe Toque Off 的启动/停止命令的 Safe Torque Off

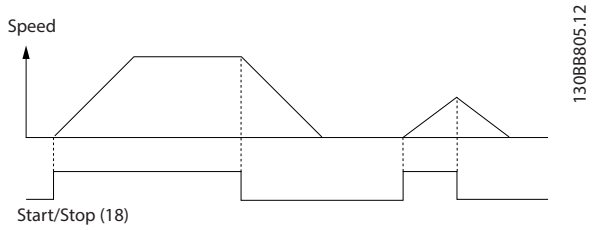
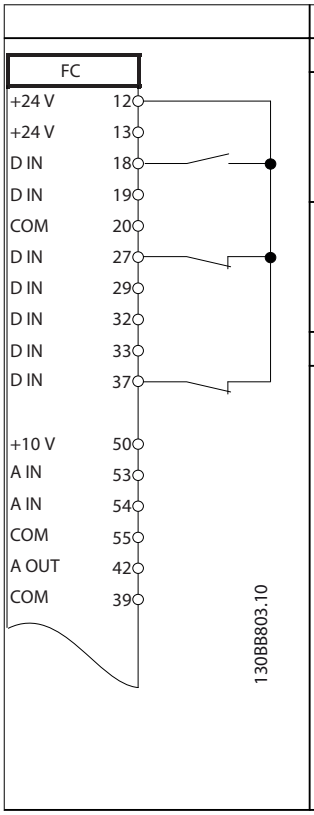


图 12.1 带 Safe Torque Off 的启动/停止



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

表 12.6 用于脉冲启动/停止的接线配置

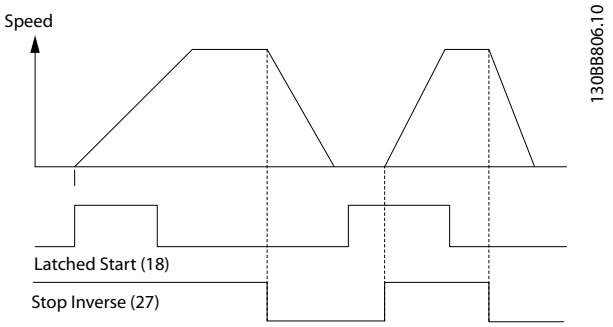
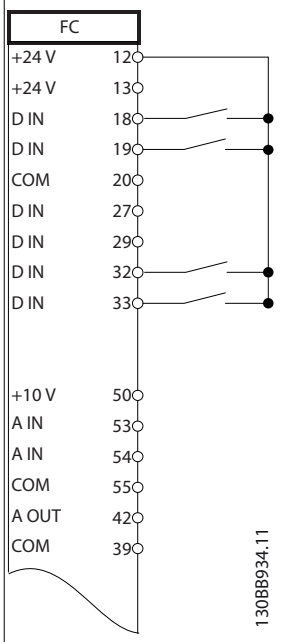


图 12.2 自锁启动/停止反逻辑

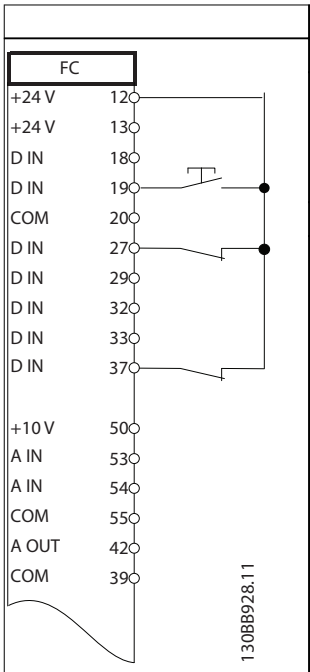
12



参数	
功能	设置
参数 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] 开始时)*
参数 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[10] 反向**
参数 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] 无功能*
参数 5-14 Terminal 32 Digital Input	*[16] 预置参考值位 0*
参数 5-15 Terminal 33 Digital Input	*[17] 预置参考值位 1*
参数 3-10 Preset Reference	
预置参考值 0	25%
预置参考值 1	50%
预置参考值 2	75%
预置参考值 3	100%
*=默认值	
说明/备注：	

表 12.7 用于带反向功能和 4 个预设速度的启动/停止的接线配置

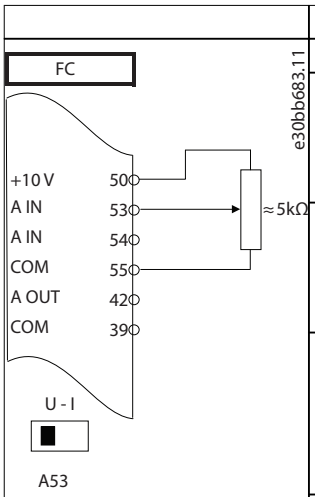
12.4 用于外部报警复位的接线配置



参数	
功能	设置
参数 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[1] 复位*
*=默认值	
说明/备注：	

表 12.8 用于外部报警复位的接线配置

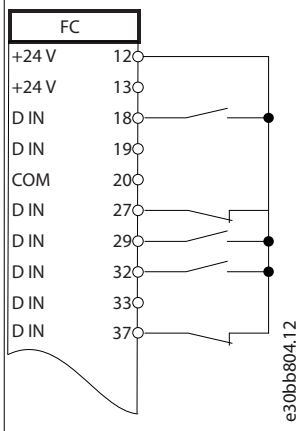
12.5 使用手动电位计的速度参考值的接线配置



参数	
功能	设置
参数 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0.07 V*
参数 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
参数 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM
参数 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 RPM
*=默认值	
说明/备注：	

表 12.9 速度参考值的接线配置（使用手动电位计）

12.6 用于加速/减速的接线配置



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

表 12.10 用于加速/减速的接线配置

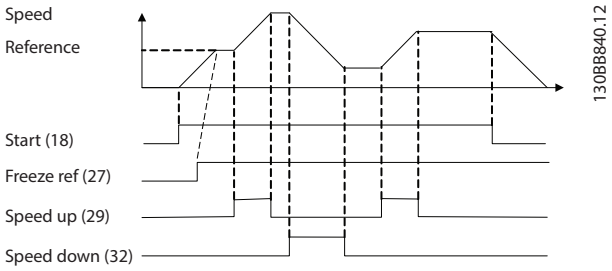
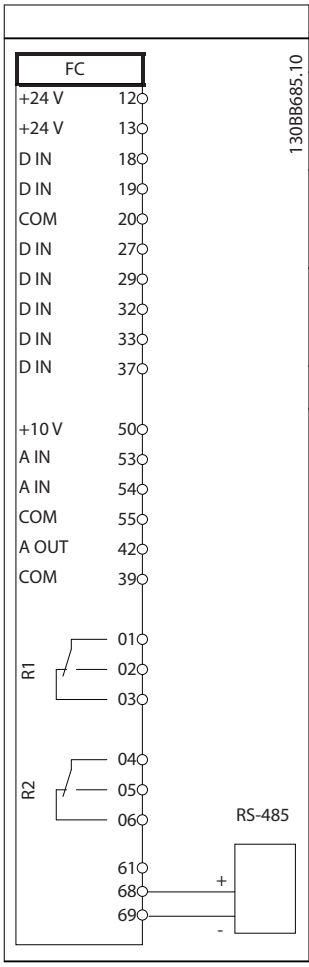


图 12.3 加速/减速

12.7 用于 RS485 网络连接的接线配置



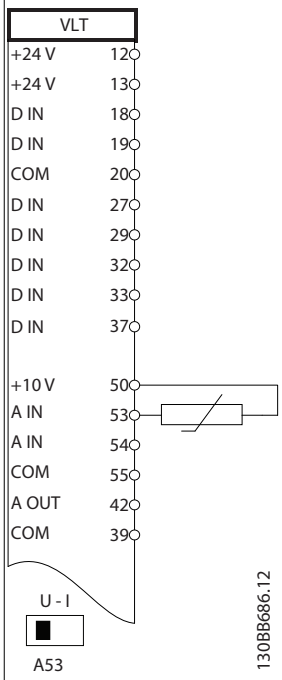
参数	
功能	设置
参数 8-30 Protocol	FC*
参数 8-31 Address	1*
参数 8-32 Baud Rate	9600*
*=默认值	
说明/备注： 在参数中选择协议、地址和波特率。	

表 12.11 用于 RS485 网络连接的接线配置

12.8 用于电机热敏电阻的接线配置

注意

为了符合 PELV 绝缘要求，热敏电阻必须使用加强绝缘或双重绝缘。



参数	
功能	设置
参数 1-90 Motor Thermal Protection	*[2] 热敏电阻跳闸*
参数 1-93 Thermistor Source	*[1] 模拟输入 53*
*=默认值	
说明/备注： 如果仅需要发出警告，则将 *参数 1-90 Motor Thermal Protection* 设为 *[1] 热敏电阻警告*。	

表 12.12 用于电机热敏电阻的接线配置

12

12.9 用于多泵控制器的接线配置

图 12.4 展示了内置的基本多泵控制器同一台变速泵（变频）、两台恒速泵、一个 4-20 mA 传感器以及系统安全互锁的示例。

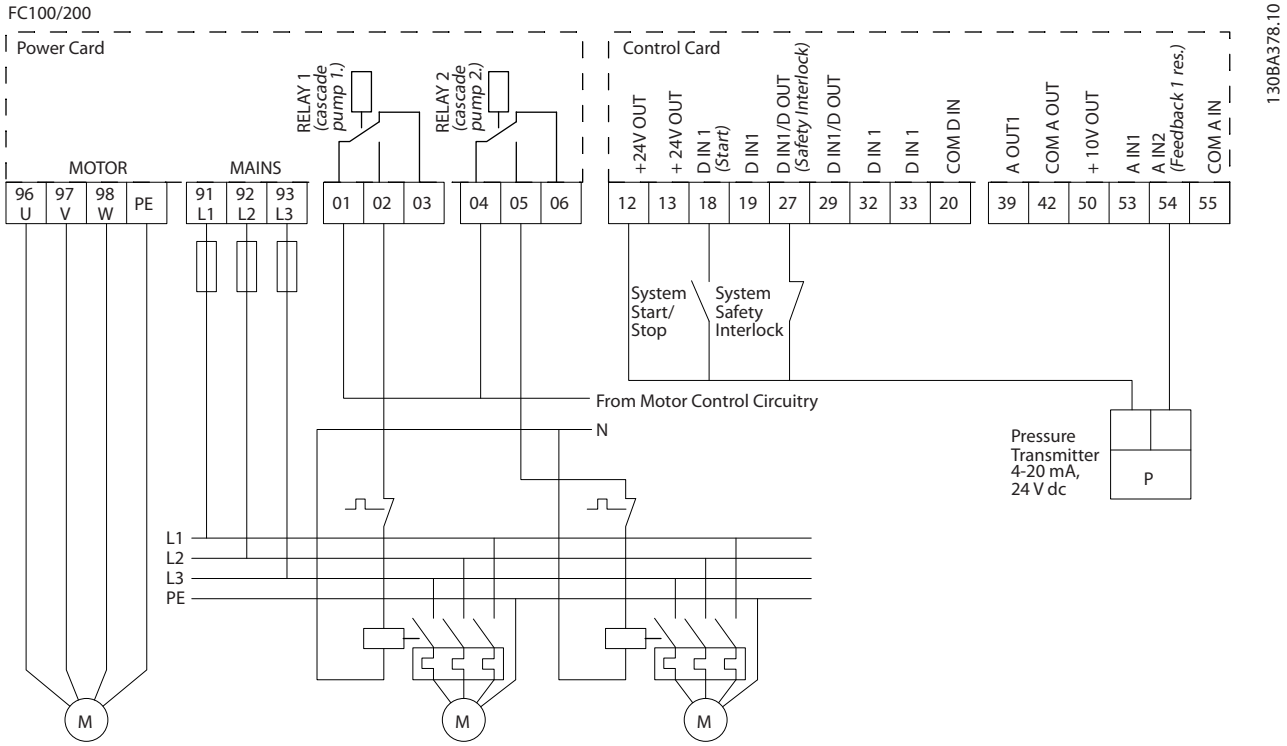
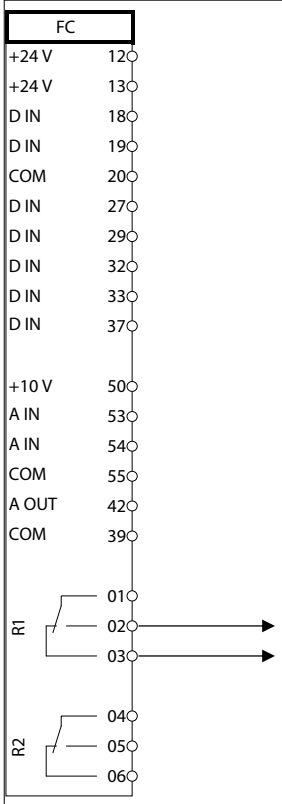


图 12.4 多泵控制器接线图

12

12.10 用于带有智能逻辑控制的继电器设置的接线配置



	参数	
	功能	设置
	参数 4-30 Motor Feedback Loss Function	*[1] 警告*
	参数 4-31 Motor Feedback Speed Error	100 RPM
	参数 4-32 Motor Feedback Loss Timeout	5 s
	参数 7-00 Speed PID Feedback Source	*[2] MCB 102*
	参数 17-11 Resolution (PPR)	1024*
	参数 13-00 SL Controller Mode	*[1] 开*
	参数 13-01 Start Event	*[19] 警告*
	参数 13-02 Stop Event	*[44] 复位键*
	参数 13-10 Comparator Operand	*[21] 警告编号*
	参数 13-11 Comparator Operator	*[1] ≈（约等于）**
	参数 13-12 Comparator Value	90
	参数 13-51 SL Controller Event	*[22] 比较器 0*
	参数 13-52 SL Controller Action	*[32] 数字输出 A 置为低*
	参数 5-40 Function Relay	*[80] SL 数字输出 A*
	*=默认值	

	参数
说明/备注： 如果超过反馈监视器中的极限，则将发出*警告 90 反馈监视*。SLC 监测*警告 90 反馈监视*，如果警告变为真，则触发继电器 1。 外部设备可能需要维修。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。通过在 LCP 上按 [Reset]（复位）复位继电器。	

表 12.13 用于带有智能逻辑控制的继电器设置的接线配置

12.11 用于恒速泵变速泵的接线配置

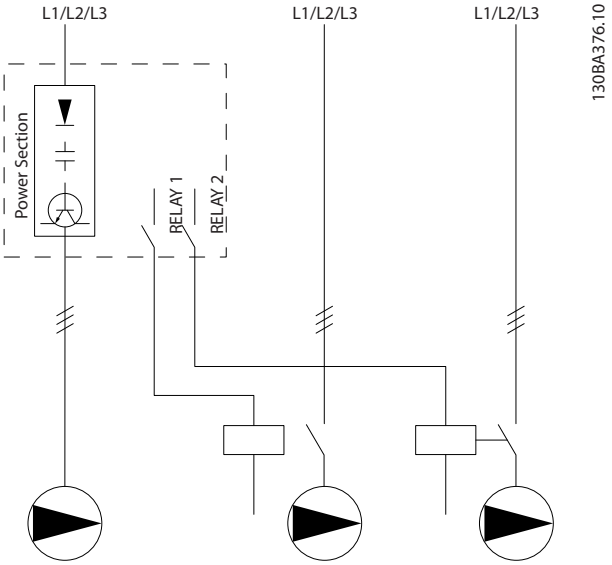


图 12.5 恒速泵/变速泵接线图

12.12 用于变频泵轮换的接线配置

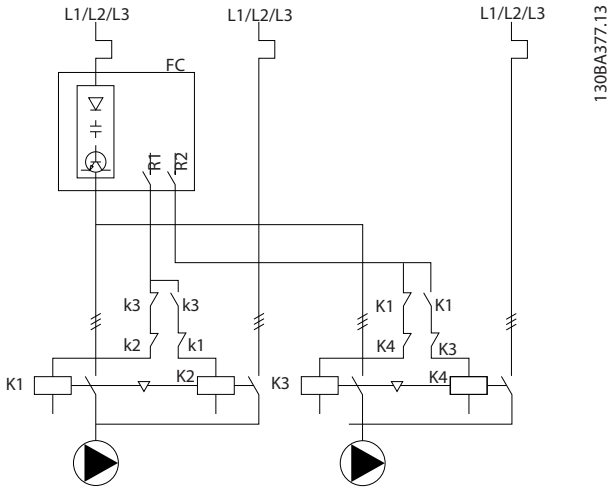


图 12.6 变频泵轮换接线图

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

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

13 如何订购变频器

13.1 产品定制软件

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

130BC530.10

表 13.1 类型代码字符串

产品组	1 – 6	
型号	7 – 10	
主电源电压	11 – 12	
机箱	13 – 15	
硬件配置	16 – 23	
射频干扰滤波器/低谐波变频器/12 脉冲	16 – 17	
制动	18	
显示屏 (LCP)	19	
PCB 涂层	20	
主电源选件	21	
调整 A	22	
调整 B	23	
软件版本	24 – 27	
软件语言	28	
A 选件	29 – 30	
B 选件	31 – 32	
CO 选件，MCO	33 – 34	
C1 选件	35	
C 选件软件	36 – 37	
D 选件	38 – 39	

表 13.2 订购变频器的类型代码示例

使用网上的产品定制软件为独特应用配置正确的变频器。产品定制软件可在以下网址找到： *www.danfoss.com/drives.* 定制软件将创建类型代码字符串以及可提交给当地销售部门的 8 位数的销售号。另外，您也可以编制一个含有多种产品的项目清单，然后将其提交给 Danfoss 销售代表。

类型代码字符串的一个示例为：

FC-102P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

该字符串中字符的含义在本章中定义。在上例中，为一个 F3 变频器配置了以下选件：

- RFI 滤波器
- 带有 Pilz 继电器的 Safe Torque Off
- 有涂层 PCB
- PROFIBUS DP-V1

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

语言包 1
英语、德语、法语、丹麦语、荷兰语、西班牙语、瑞典语、意大利语和芬兰语。

语言包 2
英语、德语、中文、韩语、日语、泰语、繁体中文和印度尼西亚语。

语言包 3
英语、德语、斯洛文尼亚语、保加利亚语、塞尔维亚语、罗马尼亚语、匈牙利语、捷克语和俄语。

语言包 4
英语、德语、西班牙语、美国英语、希腊语、巴西葡萄牙语、土耳其语和波兰语。

若要订购附带不同语言包的变频器，请与当地的 Danfoss 销售部门联系。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

13.1.1 E1 – E2 机箱的订购类型代码

说明	位置	可能选项
产品组	1 – 6	FC-102
型号	8 – 10	P355 – P630
主电源电压	11 – 12	T4: 380 – 480 V AC T7: 525 – 690 V AC
机箱	13 – 15	E00: IP00（机架式 – 用于外部机箱安装） C00: IP00/机架式（带有不锈钢暗道） E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1)，带主电源屏蔽 E5M: IP54 (NEMA 12)，带主电源屏蔽
RFI 滤波器	16 – 17	H2: A2 类射频干扰滤波器（标准） H4: A1 类射频干扰滤波器 [1)] B2: 带有 A2 类射频干扰滤波器的 12 脉冲变频器 B4: 带有 A1 类射频干扰滤波器的 12 脉冲变频器 N2: 带有射频干扰滤波器的 LHD，A2 类 N4: 带有射频干扰滤波器的 LHD，A1 类
制动	18	B: 安装了制动 IGBT X: 无制动 IGBT R: 再生端子 S: 制动 + 再生
显示	19	G: 图形化本地控制面板 LCP N: 数字式本地控制面板 (LCP) X: 无本地控制面板
PCB 涂层	20	C: 有涂层 PCB
主电源选件	21	X: 无主电源选件 3: 主电源隔离器及熔断器 5: 主电源断路、熔断和负载共享 7: 熔断器 A: 熔断器和负载共享 D: 负载共享
调整	22	X: 标准电缆入口
调整	23	X: 无调整
软件版本	24 – 27	实际软件
软件语言	28	X: 标准语言包

表 13.3 E1 – E2 机箱的订购类型代码 [2)]

1) 仅适用于 380 – 480 V。

2) 对于要求海用认证的应用，请咨询厂家。

13

13.1.2 F1 – F4 和 F8 – F13 机箱的订购类型代码

说明	位置	可能选项
产品组	1 – 6	FC-102
型号	8 – 10	P315 – P1400 kW
主电源电压	11 – 12	T4: 380 – 480 V AC T7: 525 – 690 V AC
机箱	13 – 15	C21: IP21/NEMA 类型 1（带有不锈钢暗道） C54: IP54/类型 12（带有不锈钢背部通道） E21: IP 21/ NEMA 类型 1 E54: IP 54/NEMA 类型 12 L2X: IP21/NEMA 1（带有机柜灯和 IEC 230V 电源插座） L5X: IP54/NEMA 12（带有机柜灯和 IEC 230V 电源插座） L2A: IP21/NEMA 1（带有机柜灯和 NAM 115 V 电源插座） L5A: IP54/NEMA 12（带有机柜灯和 NAM 115 V 电源插座） H21: IP21（带有空间加热器和恒温器） H54: IP54（带有空间加热器和恒温器） R2X: IP21/NEMA1（带有空间加热器、恒温器、灯和 IEC 230V 插座） R5X: IP54/NEMA12（带有空间加热器、恒温器、灯和 IEC 230V 插座） R2A: IP21/NEMA1（带有空间加热器、恒温器、灯和 NAM 115V 插座） R5A: IP54/NEMA12（带有空间加热器、恒温器、灯和 NAM 115V 插座）
RFI 滤波器	16 – 17	H2: A2 类射频干扰滤波器（标准） H4: A1 类射频干扰滤波器 HE: 带有 A2 类射频干扰滤波器的 RCD HF: 带有 A1 类射频干扰滤波器的 RCD HG: 带有 A2 类射频干扰滤波器的 IRM HH: 带有 A1 类射频干扰滤波器的 IRM HJ: NAMUR 端子和 A2 类射频干扰滤波器） HK: 带有 A1 类射频干扰滤波器的 NAMUR 端子 HL: 带有 NAMUR 端子和 A2 类射频干扰滤波器的 RCD） HM: 带有 NAMUR 端子和 A1 类射频干扰滤波器的 RCD） HN: 带有 NAMUR 端子和 A2 类射频干扰滤波器的 IRM） HP: 带有 NAMUR 端子和 A1 类射频干扰滤波器的 IRM） N2: 带有 A2 类射频干扰滤波器的低谐波变频器 N4: 带有 A1 类射频干扰滤波器的低谐波变频器 B2: 带有 A2 类射频干扰滤波器的 12 脉冲变频器 B4: 带有 A1 类射频干扰滤波器的 12 脉冲变频器 BE: 12 脉冲 + RCD（用于 TN/TT 主电源） + A2 类射频干扰 BF: 12 脉冲 + RCD（用于 TN/TT 主电源） + A1 类射频干扰 BG: 12 脉冲 + IRM（用于 IT 主电源） + A2 类射频干扰 BH: 12 脉冲 + IRM（用于 IT 主电源） + A1 类射频干扰 BM: 12 脉冲 + RCD（用于 TN/TT 主电源） + NAMUR 端子 + A1 类射频干扰 [1)]
制动	18	B: 安装了制动 IGBT X: 无制动 IGBT C: 带有 Pilz 安全继电器的 Safe Torque Off D: 带有 Pilz 安全继电器和制动 IGBT 的安全转矩停止 R: 再生端子 M: IEC 紧急停止按钮（带有 Pilz 安全继电器） N: IEC 紧急停止按钮（带有制动 IGBT 和制动端子） P: IEC 紧急停止按钮（带有再生端子）
显示	19	G: 图形化本地控制面板 LCP
PCB 涂层	20	C: 有涂层 PCB

说明	位置	可能选项
主电源选件	21	X: 无主电源选件 3: 主电源隔离器及熔断器 5: 主电源断路、熔断和负载共享 7: 熔断器 A: 熔断器和负载共享 D: 负载共享 E: 主电源隔离器、接触器和熔断器 F: 主电源断路器、接触器和熔断器 G: 主电源隔离开关、接触器、负载共享端子和熔断器 H: 主电源断路器、接触器、负载共享端子和熔断器 J: 主电源断路器和熔断器 K: 主电源断路器、负载共享端子和熔断器
电源端子和电机起动器	22	X: 无选件 E: 带 30 A 熔断器的电源端子 F: 受 30 A 熔断器保护的电源端子和 2.5-4 A 手动式电机启动器 G: 受 30 A 熔断器保护的电源端子和 4 - 6.3 A 手动式电机启动器 H: 受 30 A 熔断器保护的电源端子和 6.3 - 10 A 手动式电机启动器 J: 受 30 A 熔断器保护的电源端子和 10 - 16 A 手动式电机启动器 K: 两个 2.5-4 A 手动式电机启动器 L: 两个 4-6.3 A 手动式电机启动器 M: 两个 6.3-10 A 手动式电机启动器 N: 两个 10-16 A 手动式电机启动器
24V 辅助电源和外部温度监视	23	X: 无选件 H: 5A，24V 电源（供客户使用） J: 外部温度监视 G: 5A，24 V 电源（供客户使用）和外部温度监视
软件版本	24 - 27	实际软件
软件语言	28	X: 标准语言包

表 13.4 F1 - F4 和 F8 - F13 机箱的订购类型代码 2)

1) 这要求使用 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 和 VLT® Extended Relay CardMCB 113。

13

13.1.3 所有 VLT® HVAC Drive FC 102 机箱的订购选件

说明	位置	可能选项
A 选件	29 - 30	AX: 无 A 选件 A0: VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 AG: VLT® LonWorks MCA 108 AJ: VLT® BACnet MCA 109 AK: VLT® BACnet/IP MCA 125 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® POWERLINK MCA 122
B 选件	31 - 32	BX: 无选件 B0: VLT® Analog I/O Option MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input Option MCB 114 BK: VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 BP: VLT® Relay CardMCB 105
C0/ E0 选件	33 - 34	CX: 无选件
C1 选件/C 选件适配器中的 A/B	35	X: 无选件 R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
C 选件软件/ E1 选件	36 - 37	XX: 标准控制器
D 选件	38 - 39	DX: 无选件 D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

表 13.5 FC 102 选件的订购类型代码

13.2 选件/套件的订购号

13.2.1 D 选件的订购号： 24 V 备用电源

说明	订购号	
	无涂层	有涂层
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208

表 13.6 D 选件的订购号

13.2.2 软件选件的订购号

说明	订购号
VLT® MCT 10 设置软件 - 1 个用户。	130B1000
VLT® MCT 10 设置软件 - 5 个用户。	130B1001
VLT® MCT 10 设置软件 - 10 个用户。	130B1002
VLT® MCT 10 设置软件 - 25 个用户。	130B1003
VLT® MCT 10 设置软件 - 50 个用户。	130B1004
VLT® MCT 10 设置软件 - 100 个用户。	130B1005
VLT® MCT 10 设置软件 - 用户数量不受限制。	130B1006

表 13.7 软件选件的订购号

13.2.3 套件的订购号

类型	说明	订购号
其他硬件		
门中的 USB，E1 和 F1－F13	使用 USB 扩展线套件，无需打开变频器即可通过笔记本电脑访问变频器控件。	E1－E2 - 130B1156 F1－F13 - 176F1784
顶部入口 - 电机电缆，F1/F3	允许通过电机侧机柜的顶部安装电机电缆。必须与通用的电机端子套件一起使用。仅适用于 F1/F3 机箱。	400 mm (15.7 in) 机柜 - 176F1838 600 mm (23.6 in) 机柜 - 176F1839
顶部入口 - 电机电缆，F2/F4	允许通过电机侧机柜的顶部安装电机电缆。必须与通用的电机端子套件一起使用。仅适用于 F2/F4 机箱。	400 mm (15.7 in) 机柜 - 176F1840 600 mm (23.6 in) 机柜 - 176F1841
顶部入口 - 电机电缆，F8－F13	允许通过电机侧机柜的顶部安装电机电缆。必须与通用的电机端子套件一起使用。仅适用于 F8－F13 机箱。	联系厂商
顶部入口 - 主电源电缆，F1－F2	允许通过主电源侧机柜的顶部安装主电源电缆。该套件必须与通用的电机端子套件一起订购。仅适用于 F1－F2 机箱。	400 mm (15.7 in) 机柜 - 176F1832 600 mm (23.6 in) 机柜 - 176F1833
顶部入口 - 主电源电缆，带隔离器的 F3－F4	允许通过主电源侧机柜的顶部安装主电源电缆。该套件必须与通用的电机端子套件一起订购。仅适用于带隔离器的 F3－F4 机箱。	400 mm (15.7 in) 机柜 - 176F1834 600 mm (23.6 in) 机柜 - 176F1835
顶部入口 - 主电源电缆，F3－F4	允许通过主电源侧机柜的顶部安装主电源电缆。该套件必须与通用的电机端子套件一起订购。仅适用于 F3－F4 机箱。	400 mm (15.7 in) 机柜 - 176F1836 600 mm (23.6 in) 机柜 - 176F1837
顶部入口 - 主电源电缆，F8－F13	允许通过主电源侧机柜的顶部安装主电源电缆。该套件必须与通用的电机端子套件一起订购。仅适用于 F8－F13 机箱。	联系厂商
顶部入口 - 现场总线电缆，E2	允许通过变频器顶部安装现场总线电缆。安装后，该套件的防护等级为 IP20/机架式，但可使用不同的配对连接器来提高防护等级。仅适用于 E2 机箱。	176F1742
通用电机端子，F1－F4	提供将电机端子从并联逆变器连接到单个端子（每相）所需的母线和硬件，以安装电机侧顶部接入套件。此套件与变频器的通用电机端子选件的功能相同。如果在订购变频器时指定配有通用电机端子选件，则安装电机顶部接入套件时，无需使用此套件。 还推荐使用此套件将变频器输出连接到输出滤波器或输出接触器。使用通用电机端子，无需在每个逆变器和输出滤波器（或电机）的公共点之间使用等长电缆。	400 mm (15.7 in) 机柜 - 176F1845 600 mm (23.6 in) 机柜 - 176F1846
NEMA 3R 机箱，E2	适用于与 IP00/IP20/机架式变频器配套使用，以实现 NEMA 3R 或 NEMA 4 防护等级。这些机箱适合室外使用，可在险恶天气提供所需的防护等级。仅适用于 E2 机箱。	焊接型机箱 - 176F0298 Rittal 机箱 - 176F1852
底座，E1－E2	底座套件是一个 400 mm (15.8 in) 高的底座，可将变频器安装在地板上。底座正面带有开口，以便空气进入来冷却电源部件。仅适用于 E1－E2 机箱。	176F6739
输入选件板，E1－E2	允许添加熔断器、隔离器/熔断器、射频干扰滤波器、射频干扰滤波器/熔断器和射频干扰滤波器/隔离器/熔断器。仅适用于 E1－E2 机箱。	联系厂商
IP20 转换，E2	为变频器提供防护等级 IP20/受保护的机架。仅适用于 E2 机箱。	176F1884
背部风道冷却套件		
后入/后出，E1	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。套件包括用于 E1 的顶盖和底盖，防护等级为 IP21/54 (Type1/12)。	176F1946
后入/后出，E2	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。套件包括用于 E2 的顶盖和底盖，防护等级为 IP00（机架式）。	焊接型机箱 - 176F1861 Rittal 机箱 - 176F1783

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

类型	说明	订购号
后入/后出，F1 – F13	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。变频器上已带有板。有关安装说明，请与厂商联系。	联系厂商
底入/顶出，E2	允许通过变频器底部导入冷却空气并通过顶部排出。此套件仅适用于 E2 机箱。	2000 mm (78.7 in) 机柜 - 176F1850 2200 mm (86.6 in) 机柜 - 176F0299
顶出，E2	允许通过变频器顶部排出冷却空气。此套件仅适用于 E2 机箱。	176F1776
LCP		
LCP 101	数字式本地控制面板 (NLCP)	130B1124
LCP 102	图形化本地控制面板 (GLCP)	130B1107
LCP 电缆	单独的 LCP 电缆，长 3 米（9 英尺）	175Z0929
LCP 套件，IP21	面板安装套件，包括图形化 LCP、固定件、3 米（9 英尺）长电缆和衬垫。	130B1113
LCP 套件，IP21	面板安装套件，包括数字式 LCP、固定件和衬垫。	130B1114
LCP 套件，IP21	适用于所有 LCP 的面板安装套件，包括固定件、3 米（9 英尺）长电缆和衬垫。	130B1117

表 13.8 机箱 E1 – E2 和 F1 – F13 的可用套件

13.2.4 A 选件的订购号： 现场总线

说明	订购号	
	无涂层	有涂层
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® LonWorks MCA 108	130B1106	130B1206
VLT® BACnet MCA 109	130B1144	130B1244
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® VACnet/IP MCA 125	-	130B1586

表 13.9 A 选件的订购号

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

13.2.5 B 选件的订购号： 功能扩展

说明	订购号	
	无涂层	有涂层
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relay CardMCB 105	130B1110	130B1210
VLT® 模拟 I/O MCB 109	130B1143	130B1243
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	-	130B1137
CVLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272

表 13.10 B 选件的订购号

13.2.6 C 选件的订购号： 运动控制和继电器卡

说明	订购号	
	无涂层	有涂层
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

表 13.11 C 选件的订购号

13.3 滤波器和制动电阻器的订购号

请参考以下设计指南了解滤波器和制动电阻器的尺寸标注规格和订购号：

- *VLT® Brake Resistor MCE 101 设计指南。*
- *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 设计指南。*
- *输出滤波器设计指南。*

13.4 备件

请查看 VLT® 商店或产品定制软件 (*www.danfoss.com/drives*) 了解应用可用的备件。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

14 附录

14.1 缩略语和符号

60° AVM	60° 异步矢量调制
A	安培/AMP
AC	交流电
AD	空气放电
AEO	自动能量优化
AI	模拟输出
AIC	安培断开电流
AMA	电机自动整定
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	恒定转矩
DC	直流电
DI	数字输入
DM	差分模式
D-TYPE	取决于变频器
EMC	电磁兼容性
EMF	电动势
ETR	电子热敏继电器
°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
HIPERFACE®	HIPERFACE® 是 Stegmann 的注册商标
HO	高过载
Hp	马力
HTL	HTL 编码器 (10 - 30 V) 脉冲 - 高电压晶体管逻辑
Hz	赫兹
I_{INV}	逆变器额定输出电流
I_{LIM}	电流极限
$I_{M,N}$	额定电机电流
$I_{VLT,MAX}$	最大输出电流
$I_{VLT,N}$	变频器提供的额定输出电流
kHz	千赫兹
LCP	本地控制面板
低位 (lsb)	最小有效位
m	米
mA	毫安
MCM	Mille Circular Mil
MCT	运动控制工具
mH	电感（毫亨）
mm	毫米
ms	毫秒
高位 (msb)	最大有效位
η_{VLT}	变频器效率被定义为输出功率和输入功率的比值
nF	电容（纳法）
NLCP	数字式本地控制面板
Nm	牛顿米
NO	正常过载
n_s	同步电机速度
联机/脱机参数	对联机参数而言，在更改了其数据值后，改动将立即生效
$P_{br,cont.}$	制动电阻器的额定功率（持续制动过程中的平均功率）
PCB	印刷电路板
PCD	过程数据
PDS	动力驱动系统： 一个 CDM 和一个电机
PELV	保护性超低压
P_m	变频器高过载时的额定输出功率
$P_{M,N}$	额定电机功率
PM 电机	永磁电机
过程 PID	比例积分微分调节器可维持所需的速度、压力、温度等
$R_{br,nom}$	额定电阻器阻值，可确保电机轴上的制动功率达到 150/160%，且持续 1 分钟
RCD	漏电断路器
再生	反馈端子
R_{min}	变频器所允许的最小制动电阻器值
RMS	平方根
RPM	每分钟转数
R_{rec}	建议的 Danfoss 制动电阻器的电阻
s	第二位
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
SMPS	开关模式电源
THD	总谐波失真
T_{LIM}	转矩极限
TTL	TTL 编码器 (5 V) 脉冲 - 晶体管逻辑
$U_{M,N}$	额定电机电压
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

表 14.1 缩略语和符号

14

14.2 定义

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

起步转矩

$$n_s = \frac{2 \times 参数.1-23 \times 60\,s}{参数.1-39}$$

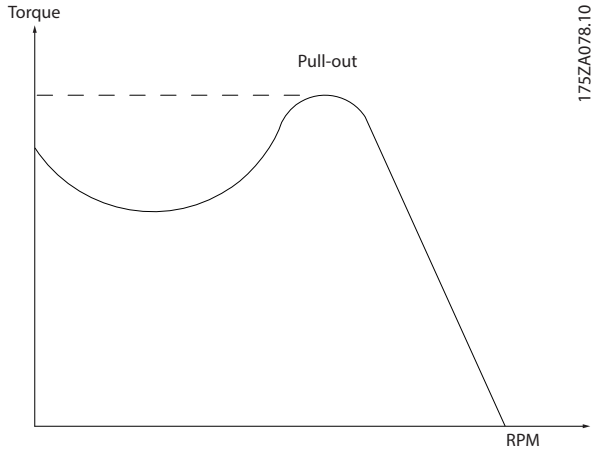


图 14.1 启动转矩表

惯性停车
电动机主轴处于自由模式。电动机无转矩。

CT 特性
恒转矩特性，用于所有应用中（如传送带、容积泵和起重机）。

正在初始化
如果执行初始化（*参数 14-22 Operation Mode*），则变频器将恢复为默认设置。

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

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

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

Cos phi 也称为位移功率因数。

在*章 7.3 主电源* 中，lambda 和 cos phi 均用于说明 Danfoss VLT® 变频器。

功率因数表示变频器对主电源施加负载的程度。功率因数越小，相同功率性能的 I_{RMS} 就越大。此外，功率因数越高，表明谐波电流越小。

所有 Danfoss 变频器的直流回路中都带有内置直流线圈，目的是获得较高的功率因数，并且降低主电源上的 THD。

脉冲输入/增量编码器
一种外接式数字传感器，用于反馈电动机转速和方向信息。编码器用于提供高精度的速度反馈，适用于高度动态的应用。

设置
将参数设置保存在四个菜单中。可在这 4 个参数菜单之间切换，并在保持 1 个菜单有效时编辑另一个菜单。

滑差补偿
变频器通过提供频率补偿（根据测量的电机负载）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*）。

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 Protocol*。

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
当变频器遭遇过热等故障或为了保护电机、过程或机械装置时所进入的状态。只有当故障原由消失且跳闸状态被取消后，才能重新启动。

跳闸锁定
当变频器在故障状态下进行自我保护并且需要人工干预时所进入的状态。只有通过切断主电源、消除故障原因并重新连接，才可以取消锁定性跳闸。在通过激活复位取消跳闸状态之前，禁止重新启动。

VT 特性
可变转矩特性用于泵和鼓风机。

14.3 RS485 安装和设置

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。注意，安装在网络段中的中继器将充当相关网络段中的一个节点。连接在给定网络中的每个节点必须拥有在所有网络段中都具有唯一性的节点地址。
可以使用设备的端接开关 (S801) 或偏置端接电阻网络实现每个网络段两端的端接。总线接线必须始终采用屏蔽的双绞线 (STP)，并且遵守通用的最佳安装实践。
非常重要的一点是，在每个节点处都要保持屏蔽接地的低阻抗性（包括在高频下）。因此，增大屏蔽层的接地面积，例如借助电缆夹或导电的电缆密封管。必要时，为了使整个网络保持相同的接地电势，可能需要采用电势均衡电缆，在使用了长电缆的系统中尤其如此。
为避免阻抗不匹配，请始终在整个网络中使用同一类型的电缆。将电机连接至变频器时，务必要使用屏蔽的电机电缆。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

电缆	屏蔽双绞线 (STP)
阻抗	120 Ω
电缆长度	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（1640.5 英尺）

表 14.2 电机电缆

借助 RS485 标准接口可将一个或多个变频器连接到控制器（或主站）。端子 68 与 P 信号端子 (TX+, RX+) 相连，端子 69 与 N 信号端子 (TX-,RX-) 相连。请参阅 *章 10.16 符合 EMC 规范的安装* 中的示意图。

如果将多个变频器连接到某个主站，请使用并行连接。

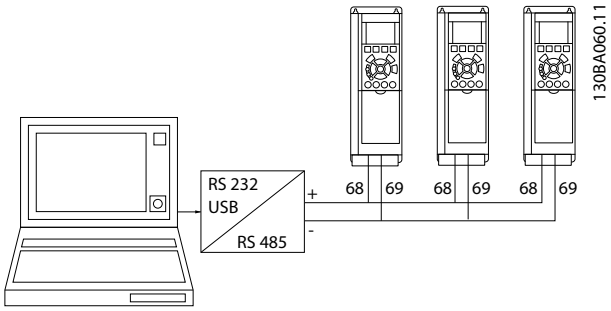


图 14.2 并行连接

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

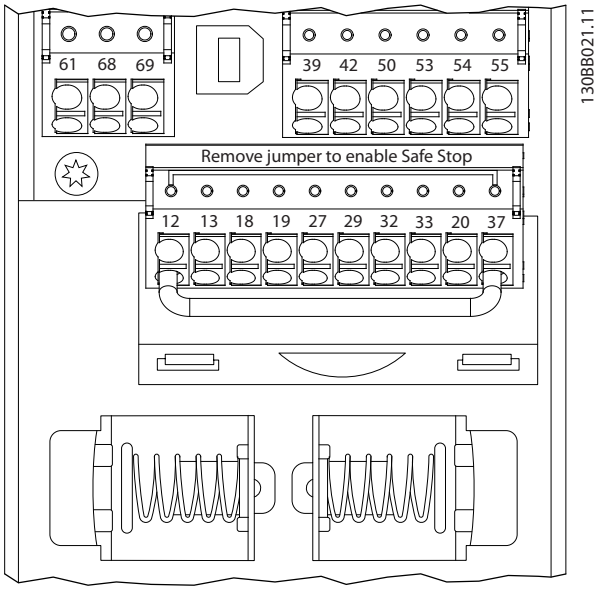


图 14.3 控制卡端子

必须通过电阻器网络在 RS485 总线 两端端接 。为此，请将控制卡上的开关 S801 设为 ON。
有关详细信息，请参阅 *章 10.2 接线示意图*。

通讯协议必须设为 *参数 8-30 Protocol*。

14.3.1 EMC 防范措施

为了使 RS485 网络的运行不受干扰，推荐采取以下 EMC 预防措施。

必须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发生耦合，RS485 通讯电缆必须与电机电缆和制动电阻器电缆保持一定距离。通常而言，保持 2 米（8 英寸）的距离就已足够。但是，当电缆平行安装且电缆较长时，建议使电缆间距尽可能大。如果 RS485 电缆必须跨越电机电缆和制动电阻器电缆，则它与后二者的角度应保持 90°。

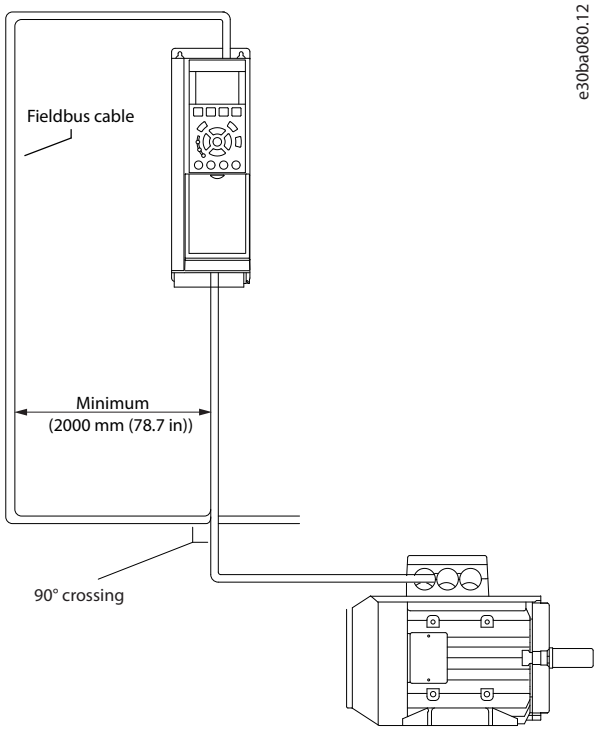


图 14.4 EMC 防范措施

14.4 RS485: FC 协议概述

14.4.1 FC 协议概述

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

物理层是 RS485，因此需要利用变频器内置的 RS485 端口。FC 协议支持不同的报文格式：

- 用于过程数据的 8 字节短格式。
- 16 字节长格式，其中还包含参数通道。
- 用于文本的格式。

14.4.2 变频器设置

要为变频器启用 FC 协议，请设置下述参数。

参数编号	设置
参数 8-30 Protocol	FC
参数 8-31 Address	1 – 126
参数 8-32 Baud Rate	2400 – 115200
参数 8-33 Parity / Stop Bits	偶校验，1 个停止位（默认）

表 14.3 FC 协议参数

14.5 RS485: FC 协议报文结构

14.5.1 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字符 1 的个数在总体上相等。字符以停止位作为结束，因此，一个字符共包括 11 位。

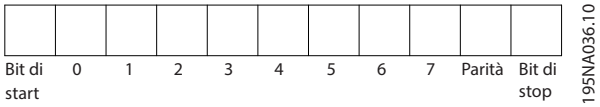


图 14.5 字符（字节）

14.5.2 报文结构

每个报文都具有下列结构：

- 起始字符 (STX)=02 hex。
- 一个字节表示报文长度 (LGE)。
- 一个字节指明变频器地址 (ADR)。

再以后是若干数据字节（数量不定，具体取决于报文的类型）。

报文以一个数据控制字节 (BCC) 作为结束。

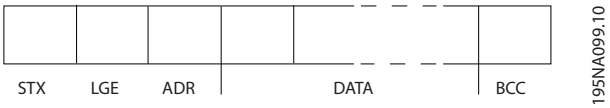


图 14.6 报文结构

14.5.3 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。

- 如果报文有 4 个数据字节，则该报文的长度为：LGE=4+1+1=6 个字节
- 如果报文有 12 个数据字节，则该报文的长度为：LGE=12+1+1=14 个字节
- 如果报文含有文本，则该报文的长度为 10[1)] 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）。

14.5.4 变频器地址 (ADR)

有两种不同的地址格式可供使用。
变频器的地址范围为 1-31 或 1-126。

- 地址格式 1-31
  - 位 7=0（使用 1-31 的地址格式）
  - 位 6 不使用。
  - 位 5=1: 广播、地址位 (0-4) 不使用。
  - 位 5=0 无广播。
  - 位 0 – 4=变频器地址 1 – 31。
- 地址格式 1-126
  - 位 7=1（使用 1-126 的地址格式）。
  - 位 0 – 6=变频器地址 1 – 126。
  - 位 0-6 = 0 广播。

从系统在对主系统的响应报文中会原封不动地将地址字节发回。

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

14.5.5 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。

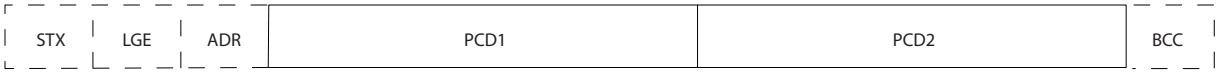
14.5.6 数据字段

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

这 3 种报文类型是：

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

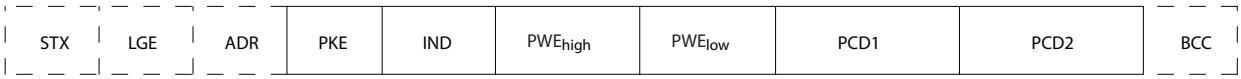
- 控制字和参考值（由主到从）。
- 状态字和当前输出频率（由从到主）。



130BA269.10

图 14.7 PCD

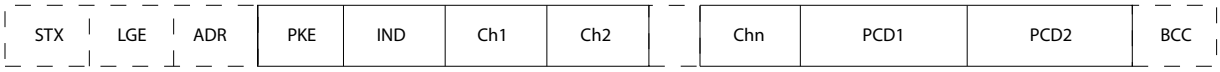
参数块
参数块用于在主站和从站之间传输参数。数据块由 12 个字节（6 个字）组成，并且还包含过程块。



130BA271.10

图 14.8 参数块

文本块
文本块用于通过数据块读取或写入文本。



130BA270.10

图 14.9 文本块

14

14.5.7 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。

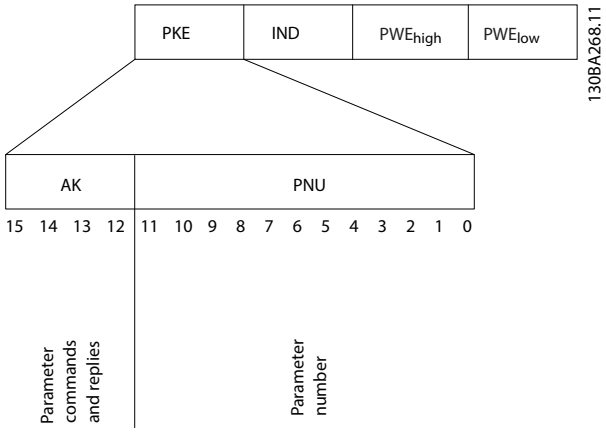


图 14.10 PKE 字段

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

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

表 14.4 主 ⇒ 从的参数命令

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

表 14.5 从 ⇒主的响应

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

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

表 14.6 故障报告

14.5.8 参数号 (PNU)

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

14.5.9 索引 (IND)

同时使用索引和参数号，可以对具有索引的参数（如 *参数 15-30 Alarm Log: Error Code*）进行读/写访问。索引包含一个低位字节和一个高位字节。

只有低位字节可作为索引使用。

14.5.10 参数值 (PWE)

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

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

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

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

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

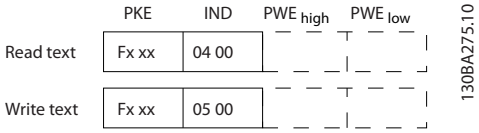


图 14.11 PWE

14.5.11 支持的数据类型

“无符号”数据类型，即在报文中没有运算符。

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

表 14.7 支持的数据类型

14.5.12 转换

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

参数 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] 的转换因数为 0.1。
要将最小频率预设为 10 Hz，则传输的值应是 100。如果转换因数为 0.1，则表示被传输的值将被乘以 0.1。因此，如果传输的值为 100，将被认为是 10.0。

示例：
0s⇒转换索引 0
0.00s⇒转换索引 -2
0 M/S⇒转换索引 -3
0.00 M/S⇒转换索引 -5

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

表 14.8 转换表

14.5.13 过程字 (PCD)

过程字的数据块分为两个部分，各有 16 位，它们总是按照所定义的顺序出现。

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

表 14.9 PCD 序列

14.6 RS485: FC 协议参数示例

14.6.1 写入参数值

将 *参数 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* 更改为 100 Hz。
将数据写入 EEPROM。

PKE= E19E（十六进制） - 写入单字到 *参数 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*。
IND=0000（十六进制）
PWE_{high}=0000 hex
PWE_{low} = 03E8（十六进制） - 数据值 1000，对应于 100 Hz，请参阅 *章 14.5.12 转换*。

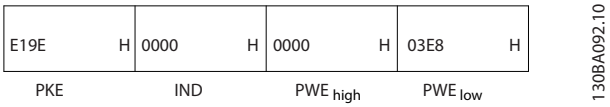


图 14.12 报文

注意

参数 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*是一个单字，用于在 EEPROM 中写入的参数命令为 E。参数号用十六进制表示为 19E。*参数 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]

PKE	IND	PWE high	PWE low
119E H	0000 H	0000 H	03E8 H

130BA093.10

图 14.13 主站到从站的响应

14.6.2 读取参数值

在 *参数 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* 中读取参数值

PKE=1155（十六进制）- 读取 *参数 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* 中的参数值
IND=0000（十六进制）
PWE_{high}=0000 hex
PWE_{low}=0000（十六进制）

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

130BA094.10

图 14.14 参数值

如果 *参数 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* 的值为 10 秒，则从站对主站的响应为：

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

130BA267.10

图 14.15 从站到主站的响应

3E8（十六进制）对应于 1000（十进制）。*参数 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* 的转换索引为 -2。*参数 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* 的类型为*无符号 32 位整数*。

14.7 RS485：Modbus RTU 概述

14.7.1 前提条件

Danfoss 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。

14.7.2 预备知识

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

14.7.3 Modbus RTU 概述

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

在通过 ModBus RTU 网络进行通讯期间，协议将确定：

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

如果要求回复，控制器将创建并发送回复消息。
控制器利用主从技术进行通讯，该技术仅允许一台设备（主设备）启动事务（称为查询）。其他设备（从设备）可通过向主设备提供所请求的数据，或采用查询中请求的操作进行响应。
主站可以对单个从站进行寻址，或向所有从站发送广播消息。从站会向对它们单独寻址的查询返回一条消息（称为响应）。但对来自主站的广播查询则不予响应。Modbus RTU 协议通过将设备（或广播）地址、定义请求操作的功能代码、待发送的所有数据以及错误检查字段放入查询中，来建立主站的查询格式。也可使用 Modbus 协议创建从站的响应消息。其中包含确认所采取操作的字段、要返回的所有数据及错误检查字段。如果从站在接收消息时发生错误，或者它无法执行所请求的操作，那么从站将构建一个错误消息并通过响应消息发回，否则会发生超时。

14.7.4 带 Modbus RTU 的变频器

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

Modbus 主站可以借助控制字来控制若干重要的功能：

- 开始时）
- 通过各种方式停止变频器：
  惯性停止
  快速停止
  直流制动停止
  正常（变速）停止

14

- 故障跳闸后复位。
- 以各种预置速度运转。
- 反向运转。
- 更改有效菜单。
- 控制变频器的内置继电器。

总线参考值通常用于速度控制。此外，还可以访问参数、读取参数值、并在可能时写入参数值，借此可以使用一系列的控制选项，包括在使用变频器内部 PID 控制器时控制变频器的给定值。

14.7.5 带 Modbus RTU 的变频器

要启用变频器上的 Modbus RTU，请设置下述参数：

参数	设置
参数 8-30 Protocol	Modbus RTU
参数 8-31 Address	1 – 247
参数 8-32 Baud Rate	2400 – 115200
参数 8-33 Parity / Stop Bits	偶校验，1 个停止位（默认）

14.7.6 带 Modbus RTU 的变频器

控制器被设置为在 Modbus 网络上使用 RTU 模式进行通讯，消息中的每个字节都包含两个 4-位十六进制字符。各个字节的格式如 *表 14.10* 所示。

起始位	数据字节								停止/奇偶校验	停止

表 14.10 示例格式

编码系统	8 位，二进制、十六进制 0 – 9, A – F。在消息的每一个 8 位字段中都包括 2 个十六进制字符。
每个字节的位数	1 个起始位。 8 个数据位，最小有效位先发送。 1 个偶/奇校验位； 如果无奇偶校验，则不存在位。 1 个停止位（如果使用奇偶校验）； 如果无奇偶校验，则为 2 位。
错误检查字段	CRC（循环冗余校验）

表 14.11 位详细信息

14.8 RS485: Modbus RTU 报文结构

14.8.1 Modbus RTU 报文结构

传输设备将 Modbus RTU 消息放入一个 开始和结束位置已知的帧中。这样，接收设备即可在消息开始处开始读取地址部分，确定该消息对哪台设备进行寻址（或所有设备，如果消息为广播的话），并了解消息的结束时间。检测到部分消息，因而产生错误。在每个字段中传输的字符必须使用从 00 – FF 的十六进制格式。变频器会持续监视网络总线，即便在“静止”期间也是如此。接收到第一个字段（地址字段）后，每个变频器或设备都会将其解码，以确定被寻址的设备。编址为零的 Modbus RTU 消息是广播消息。不允许响应广播消息。典型的消息帧如 *表 14.12* 所示。

开始时）	地址	功能	数据	CRC 检查	终止
T1-T2-T3-T4	8 位	8 位	N x 8 位	16 位	T1-T2-T3-T4

表 14.12 典型 Modbus RTU 报文结构

14.8.2 启动/停止字段

消息以一个静止段开始。此段至少为 3.5 个字符间隔。可用所选网络波特率下的字符间隔的倍数来实现（显示为启动 T1-T2-T3-T4）。所传输的第一个字段为设备地址。在最后传输的字符后， 至少 3.5 个字符间隔的类似时段标记着消息结束。在此段之后可以开始新的消息。必须将整个消息帧作为连续的数据流传输。如果在帧完成前出现超过 1.5 个字符间隔的静止时段， 接收设备将清空不完整的消息，并假定下一字节是新消息的地址字段。同样，如果在上一消息之后 3.5 个字符间隔之前开始一个新消息， 接收设备将把它视作是上一消息的延续， 从而导致超时（从站没有响应）， 因为最终 CRC（循环冗余校验）字段中的值对于组合消息无效。

14.8.3 地址字段

消息帧的地址字段包含 8 位。有效的从设备地址应介于 0 – 247（十进制） 范围内。为单台从设备分配的地址应介于 1 – 247 的范围（0 预留给广播模式，这是所有从站都认可的）。主站通过将从站地址放入消息的地址字段，对从站进行寻址。从站发送其响应时，会将自己的地址放在此地址字段中，以使主站了解哪个从站在进行响应。

14.8.4 功能字段

消息帧的功能字段包含 8 位。有效代码的范围为 1 - FF。功能字段用于在主站和从站之间发送消息。从主设备向从属设备发送消息时，功能代码字段将通知从属设备要执行的操作类型。从设备对主设备进行响应时，会使用功能代码字段指示正常（无错）响应或发生了错误（称为异常响应）。对于正常响应，从属设备只重复原先的功能代码。对于异常响应，从站会返回一个代码。该代码相当于原始的功能代码，只不过其最大有效位被设为逻辑 1。此外，从属设备还将一个唯一的代码放入响应消息的数据字段中。这样即可通知主控制器发生了什么错误，或异常的原因。请参阅*章 14.9.1 Modbus RTU 支持的功能代码* 。

14.8.5 数据字段

数据字段是使用几组两个十六进制数字（范围在 00 至 FF 之间）构建的。这些序列都由一个 RTU 字符构成。从主设备发送到从属设备的消息的数据字段包含其他信息，从属设备必须使用这些信息执行功能代码定义的操作。这类信息可能包括线圈或寄存器地址、项目数以及字段中的实际数据字节数等。

14.8.6 CRC 检查字段

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

14.8.7 线圈寄存器编址

在 Modbus 中，所有数据都是用线圈和保持寄存器来组织的。线圈保持单个位，而保持寄存器则保持 2 字节字（即 16 位）。Modbus 消息中的所有数据地址均从零开始。数据项的第一个项目编号被编址为零。例如： 可编程控制器中的线圈 1 在 Modbus 消息的数据地址字段中被编址为线圈 0000。线圈 127（十进制）被编址为线圈 007EHEX（十进制的 126）。
保持寄存器 40001 在消息数据地址字段中被编址为寄存器 0000。功能代码字段已指定某个保持寄存器操作。因此，4XXXX 引用值是固有的。保持寄存器 40108 被编址为寄存器 006BHEX（十进制的 107）。

线圈编号	说明	信号方向
1 – 16	变频器控制字（请参见 *表 14.14*）。	主站到从站
17 – 32	变频器速度或给定值参考范围 0x0 – 0xFFFF （-200% ... ~200%）。	主站到从站
33 – 48	变频器状态字（请参阅 *表 14.14*）。	主站到从站
49 – 64	开环模式： 变频器输出频率。 闭环模式： 变频器反馈信号。	从站到主站
65	参数写入控制（主站到从站）。	主站到从站
	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 14.13 线圈和保持寄存器

14

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

表 14.14 变频器控制字（FC 协议）

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

表 14.15 变频器状态字（FC 协议）

寄存器编号	说明
00001 – 00006	预留。
00007	最后一个来自 FC 数据对象接口的错误代码。
00008	预留。
00009	参数索引 [1]。
00010 – 00990	000 参数组（参数 001 – 099）。
01000 – 01990	100 参数组（参数 100 – 199）。
02000 – 02990	200 参数组（参数 200 – 299）。
03000 – 03990	300 参数组（参数 300 – 399）。
04000 – 04990	400 参数组（参数 400 – 499）。
...	...
49000 – 49990	4900 参数组（参数 4900 – 4999）。
50000	输入数据： 变频器控制字寄存器 (CTW)。
50010	输入数据： 总线参考值寄存器 (REF)。
...	...
50200	输出数据： 变频器状态字寄存器 (STW)。
50210	输出数据： 变频器主电路实际值寄存器 (MAV)。

表 14.16 保持寄存器

1) 用于指定在访问带索引的参数时使用的索引号。

14.9 RS485: Modbus RTU 消息功能代码

14.9.1 Modbus RTU 支持的功能代码

Modbus RTU 支持在消息的功能字段中使用*表 14.17*功能代码。

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

表 14.17 功能代码

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

表 14.18 功能代码

14.9.2 Modbus 异常代码

有关异常代码消息的结构的完整说明，请参考 至 *章 14.8 RS485: Modbus RTU 报文结构*。

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

表 14.19 Modbus 异常代码

14.10 RS485: Modbus RTU 参数

14.10.1 参数处理

PNU（参数号）是从 Modbus 读/写消息中包含的寄存器地址转换而来的。参数号以十进制形式转换为 Modbus 格式（10 x 参数号）。

14.10.2 数据存储

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

14.10.3 IND

数组索引在保持寄存器 9 中设置，使用它可以访问数组参数。

14.10.4 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。

14.10.5 转换因数

由于参数值只能以整数形式传输，因此必须使用转换因数来传输小数。请参阅 *章 14.6 RS485: FC 协议参数示例*。

14.10.6 参数值

标准数据类型
标准数据类型为 int16、int32、uint8、uint16 和 uint32。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）。

14.11 RS485: FC 控制协议

14.11.1 与 FC 协议对应的控制字

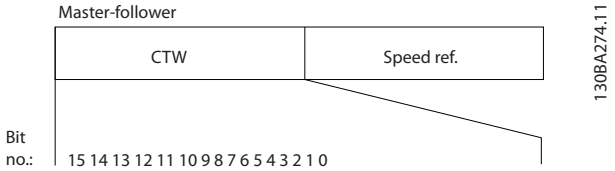


图 14.16 CW 主站到从站

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

关于控制位的说明
位 00/01
位 00 和 01 用于在根据 *表 14.20* 在 *参数 3-10 Preset Reference* 中预设的四个参考值之间选择。

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

表 14.20 控制位

注意
通过在*参数 8-56 Preset Reference Select* 中进行选择，可以定义位 00/01 如何与数字输入的对应功能进行门运算。

位 02，直流制动
如果位 02=0，则将导致直流制动和停止。制动电流和制动时间分别在 *参数 2-01 DC Brake Current* 和 *参数 2-02 DC Braking Time* 中设置。
如果位 02 = 1，则导致加减速。

位 03，惯性停车
位 03=0: 变频器立即关闭输出晶体管，电动机惯性运转直至停止。
位 03=1: 如果满足其他启动条件， 将启动电动机。

通过在*参数 8-50 Coasting Select* 中进行选择，可以定义位 03 如何与数字输入的对应功能进行门运算。

位 04，快速停止
位 04=0: 使电机减速直至停止（减速时间在 *参数 3-81 Quick Stop Ramp Time* 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）。只能使用*参数 5-10 Terminal 18 Digital Input* – *参数 5-15 Terminal 33 Digital Input* 中的数字输入更改锁定的输出频率。

注意
如果保持输出有效，则只能通过下列方式来停止变频器：

- **位 03 惯性停车。**
- **位 02 直流制动。**
- **设置为*直流制动* 的数字输入（*参数 5-10 Terminal 18 Digital Input* – *参数 5-15 Terminal 33 Digital Input*）。*惯性停止* 或*复位* 和*惯性停止*。**

位 06，加减速停止/启动：
位 06=0：将导致停止。在此期间，电机会根据所选择的减速参数减速至停止。
位 06=1：如果满足其他启动条件，变频器将启动电动机。

通过在*参数 8-53 Start Select* 中进行选择，可以定义位 06 如何与数字输入的对应功能进行加减速停止/启动门运算。

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

位 08，点动
位 08=1：输出频率由*参数 3-19 Jog Speed [RPM]* 决定。

位 09，选择加减速 1/2
位 09=0：启用加减速 1（*参数 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time – 参数 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time*）。
位 09=1：启用加减速 2（*参数 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time – 参数 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time*）。

位 10，数据无效/数据有效
通知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。由于不论报文类型为何，报文始终都包含控制字，因此该功能具有普遍意义。如果在更新或读取参数时不想使用控制字，可将控制字关闭。

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

位 12，继电器 04
位 12=0：不激活继电器 04。
位 12=1：如果在*参数 5-40 Function Relay* 中选择了*[37] 控制字位 12*，则激活继电器 04。

位 13/14，选择设置
使用位 13 和 14 根据*表 14.21* 在四种菜单设置之间进行选择。

设置	位 14	位 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

表 14.21 选择设置

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

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

位 15 反向
位 15=0： 不反转。
位 15=1： 反向。默认设置下，反转功能在*参数 8-54 Reversing Select* 中被设为 *[0] 数字输入*。
仅当选择以下选项时，位 15 才会导致反转：

- 串行通讯
- 逻辑或
- 逻辑与

14.11.2 同 FC 协议对应的状态字

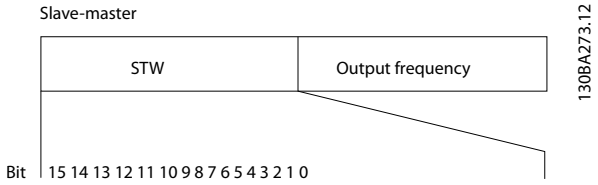


图 14.17 STW 从站到主站

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	锁定性跳闸
07	无警告	警告
08	速度 ≠ 参考值	速度=参考值
09	本地运行	总线控制
10	超出频率极限	频率极限正常
11	无功能	运行
12	变频器正常	停止，自动启动
13	电压正常	过压
14	转矩正常	过转矩
15	定时器正常	超时

位 00，控制未就绪/就绪
位 00=0：变频器跳闸。
位 00=1：变频器控制功能已就绪，但在控制系统外接 24 V 电源的情况下，不一定已为电源单元供电。

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

位 02，惯性停止
位 02=0：变频器释放电动机。
位 02=1：变频器通过启动命令启动电动机。

位 03，无错误/跳闸
位 03=0：变频器不在故障模式下。
位 03=1：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: 变频器不在故障模式下。
位 04=1: 变频器显示出一个错误，但没有跳闸。

位 05，未使用
在状态字中不使用位 05。

位 06，无错误/锁定性跳闸
位 06=0: 变频器不在故障模式下。
位 06=1: 变频器发生锁定跳闸。

位 07，无警告/警告
位 07=0: 没有警告。
位 07=1: 发生一个警告。

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

位 09，本地运行/总线控制
位 09=0: 在控制单元上激活了 [STOP/RESET]（停止/复位），或者在中选择了*[2] 本地参数 3-13 Reference Site*控制。变频器不能通过串行通讯来控制。
位 09 = 1 表示可以通过现场总线/串行通讯来控制。

位 10，超出频率极限
位 10=0： 输出频率达到在 *参数 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* 或 *参数 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* 中设置的值。
位 10=1： 输出频率在定义的极限范围内。

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

位 12，变频器正常/已停止，将自动启动：
位 12=0: 逆变器上不存在临时过热。
位 12=1: 逆变器因为过热而停止，但设备并未跳闸，因此一旦温度恢复正常，仍可继续工作。

位 13，电压正常/超过极限：
位 13=0： 没有电压警告。
位 13=1： 直流回路中的直流电压过低或过高。

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

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

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

14.11.3 总线速度参考值

以一个相对百分比值的形式将速度参考值传输给变频器。以一个 16 位字的形式传输该值； 作为整数时 (0-32767)，如果值为 16384（4000 [十六进制]），则表示 100%。负数借助 2 的补码表示。实际输出频率 (MAV) 与总线参考值的标定方式相同。

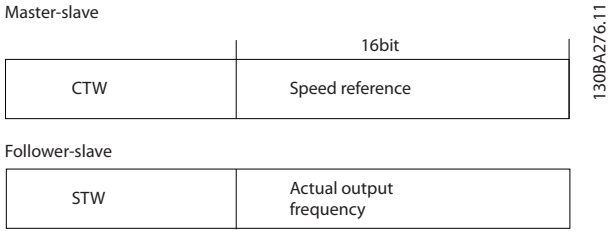


图 14.18 总线速度参考值

参考值和 MAV 的标定方式如 *图 14.19* 所示。

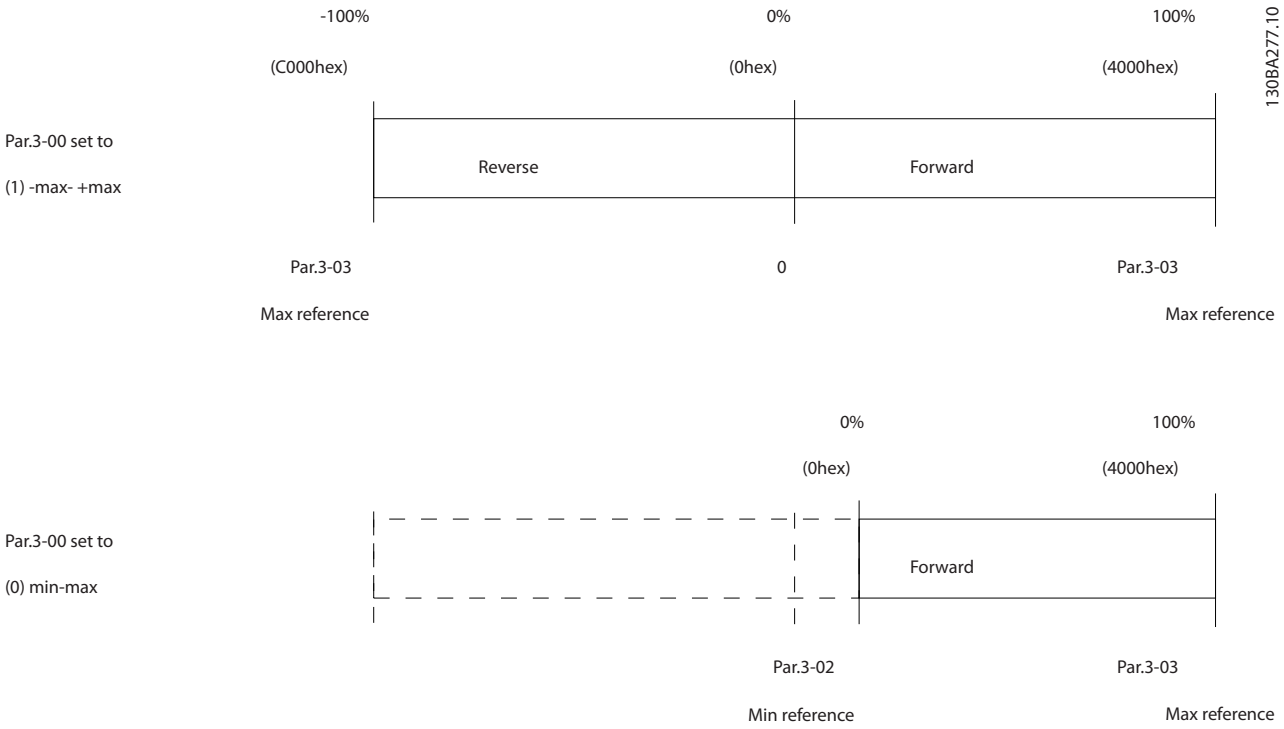


图 14.19 参考值 和 MAV

14.11.4 符合 PROFI 变频器协议的控制字 (CTW)

控制字用于从主系统（例如 PC）向从系统发送命令。

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

表 14.22 控制字的位值，PROFIdrive 协议

关于控制位的说明

位 00，关闭 1/打开 1
正常减速停止（使用实际所选减速的减速时间）。
当位 00 =0 时，如果输出频率为 0 Hz，并且在 *参数 5-40 Function Relay* 中选择了*[31] 继电器* 123，则将导致停止，并且激活输出继电器 1 或 2。
当位 00 =1 时，表明变频器处于状态 1： 禁止打开。

位 01，关闭 2/打开 2：
惯性停止
当位 01 =0 时，如果输出频率为 0 Hz，并且在 *参数 5-40 Function Relay* 中选择了 继电器 *123*，则将导致停止，并且激活输出继电器 1 或 2。
当位 01 =1 时，表明变频器处于状态 1： 禁止打开。
请参考本节末尾的 *表 14.23*。

位 02，关闭 3/打开 3：
使用 *参数 3-81 Quick Stop Ramp Time* 的加减速时间快速停止。
当位 02 =0 时，如果输出频率为 0 Hz，并且在 *参数 5-40 Function Relay* 中选择了 *[31]继电器 123*，则将导致快速停止，并且激活输出继电器 1 或 2。
当位 02 =1 时，表明变频器处于状态 1： 禁止打开。

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

注意
在*参数 8-50 Coasting Select* 中的选择确定了位 03 如何同数字输入的对应功能发生联系。

位 04，快速停止/斜坡减速停车
使用 *参数 3-81 Quick Stop Ramp Time* 的加减速时间快速停止。
如果位 04 =0，则发生快速停止。
如果满足其他启动条件，则当位 04 =1 时，变频器可以启动。

注意
在*参数 8-51 Quick Stop Select* 中的选择确定了位 04 如何同数字输入的对应功能发生联系。

位 05，保持输出频率/使用加减速
当位 05=0 时，即使参考值已被修改，也将维持当前的输出频率。
当位 05 =1 时，变频器可以重新执行其调节功能； 所发生的操作基于各自的参考值。

位 06，加减速停止/启动
正常减速停止（使用实际所选减速的减速时间）。此外，如果输出频率为 0 Hz，并且在 *参数 5-40 Function Relay* 中选择了[31] 继电器 123，则还将激活输出继电器 01 或 04。
如果位 06 =0，将导致停止。
如果满足其他启动条件，则当位 06=1 时，变频器可以启动。

注意
在*参数 8-53 Start Select* 中的选择确定了位 06 如何同数字输入的对应功能发生联系。

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

位 08，点动 1 关/开
激活在 *参数 8-90 Bus Jog 1 Speed* 中预置的速度。仅当 04="0" 且位 00-03=1 时，才能使用“点动 1”。

位 09，点动 2 关/开
激活在 *参数 8-91 Bus Jog 2 Speed* 中预置的速度。仅当位 04="0" 且位 00-03="1" 时，才能使用“点动 2”。

位 10，数据无效/数据有效
通知变频器是使用还是忽略控制字。
如果位 10=0，则将忽略控制字 。
如果位 10=1，则使用控制字。该功能相当重要，因为不论使用哪种类型的报文，在报文中总会含有控制字。例如，如果在更新或读取参数时不适合使用控制字，可将控制字关闭。

位 11，无功能/减速
按照 *参数 3-12 Catch up/slow Down Value* 值中指定的幅度值减小速度参考值。
当位 11 = 0 时，不对参考值进行任何修改。如果位 11 =1，则减小参考值。

位 12，无功能/升速
按照 *参数 3-12 Catch up/slow Down Value* 中指定的幅度值增大速度参考值。
如果位 12 =0，则不对参考值进行任何修改。
如果位 12 =1，则增大参考值。
如果同时激活了减速和加速功能（位 11 和 12 = 1），减速功能将优先，比如，将减小速度参考值。

位 13/14，菜单选择
按照 在 4 个参数设置之间选择*表 14.23*：

只有在*参数 0-10 Active Set-up* 中选择了 *[9] 多重菜单*，才能使用该功能。*参数 8-55 Set-up Select* 中的选择确定了位 13 和 14 如何与数字输入上的对应功能相关联。只有在 *参数 0-12 This Set-up Linked to* 中对菜单进行了关联，才能在运行期间更改菜单。

设置	位 13	位 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

表 14.23 位 13/14 设置选项

位 15，无功能/反转
位 15=0 表示不反向。
位 15=1 则反向。
注意： 在出厂设置下，反向在*参数 8-54 Reversing Select* 中被设为 *[0] 数字输入*。

注意

仅当选择以下选项时，位 15 才会导致反转：

- **串行通讯**
- **逻辑或**
- **逻辑与**

14.11.5 符合 PROFI 变频器协议的状态字 (STW)

状态字向主站通知从站的状态。

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

表 14.24 状态字的位值，PROFIdrive 协议

关于状态位的说明

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

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

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

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

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

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

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

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

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

位 09，本地运行/总线控制
位 09=0 表示已通过 LCP 上的 [Stop]（停止）键停止变频器，或已在*参数 3-13 Reference Site* 中选择了 [0] *联接到手/自动*或 [2] *本地*。
如果位 09 =1，则表示可通过串行接口控制变频器。

位 10，超出频率范围/频率范围正常
如果位 10 =0，则输出频率超过了在 *参数 4-52 Warning Speed Low* 和 *参数 4-53 Warning Speed High* 中设置的极限。
如果位 10 =1，则表明变频器在指定的极限范围内。

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

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

14

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

位 14，转矩正常/过转矩
如果位 14 =0，则电机转矩低于在 *参数 4-16 Torque Limit Motor Mode* 和 *参数 4-17 Torque Limit Generator Mode* 中选择的极限。
当位 14 =1 时，表明超过了在 *参数 4-16 Torque Limit Motor Mode* 或 *参数 4-17 Torque Limit Generator Mode* 中选择的极限。

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

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

索引

A

ATEX 监控 22, 155

C

CAV 系统 31

CE 标志 8

Cos φ 补偿 27

CSA/cUL 认证 8

D

DeviceNet 39, 214

DU/dt 184

E

E1 机箱
- 外部尺寸 63
- 密封板 64
- 端子尺寸 65

E2 机箱
- 外部尺寸 71
- 密封板 72
- 端子尺寸 72

EAC 标志 8

EMC
- RS485 安装预防措施 218
- 一般问题 185
- 兼容性 188
- 安装 189
- 干扰 188
- 指令 8
- 测试结果 186

ErP 指令 8

EtherNet/IP 39

F

F1 机箱
- 外部尺寸 79
- 密封板 80
- 端子尺寸 81

F10 机箱
- 外部尺寸 126
- 密封板 127
- 端子尺寸 128

F11 机箱
- 外部尺寸 132
- 密封板 133
- 端子尺寸 134

F12 机箱
- 外部尺寸 140
- 密封板 141
- 端子尺寸 142

F13 机箱
- 外部尺寸 146
- 密封板 147
- 端子尺寸 148

F2 机箱
- 外部尺寸 86
- 密封板 87
- 端子尺寸 88

F3 机箱
- 外部尺寸 93
- 密封板 94
- 端子尺寸 95

F4 机箱
- 外部尺寸 105
- 密封板 106
- 端子尺寸 107

F8 机箱
- 外部尺寸 116
- 密封板 117
- 端子尺寸 118

F9 机箱
- 外部尺寸 120
- 密封板 121
- 端子尺寸 122

FC 协议 228

I

IGV 30

IP 额定值 9

IT 网格 183

M

Modbus
- RTU 概述 223
- RTU 消息功能代码 227
- 消息结构 224
- 选项 40

N

NEMA 防护等级 9

P

PC 连接 166

PELV 21, 58, 188

PID
- 控制 27
- 控制器 21, 196, 198

PLC 166

PROFIBUS 39, 214

PROFINET 39

PTC 热敏电阻卡 41

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

R

RCM 标志 9

RFI
- 将开关与 IT 网格一起使用 183
- 滤波器 188

RPM 25

RS485
- 参数值 228
- 安装 217
- 接线 示意图 161
- 接线配置 204
- 概述 217
- 端子 168

S

Safe Torque Off
- 接线 示意图 161
- 接线配置 201
- 操作指南 5
- 机械指令合规性 8
- 概述 24
- 端子位置 169

STO 5
- 另请参阅 *Safe Torque Off*

T

TÜV 认证 9

U

UKrSEPRO 认证 8

UL
- 列名标志 8
- 机箱防护等级 9

USB 规格 60

V

VAV 30

VVC+ 199

三

三角形 27

与

与使用主电源
- 使用 AMA 21
- 变频器效率计算公式 216
- 规格 44, 50
- 计算 183

个

个人计算机 166

中

中央 VAV 系统 30

串

串行通讯 168

主

主泵 34

主电源
- 接触器 177
- 断开 176
- 断电 22
- 波动 20
- 规格 56
- 防护罩 6

二

二氧化碳传感器 31

交

交流制动 37

传

传导性干扰 186

传感器 168

传感器输入选件 41

低

低电压
- 指令 8

低速运行 158

保

保护
- 制动功能 19
- 封装等级 12, 13
- 电动机温度 21
- 电源电压不平衡 19
- 短路 19
- 过压 19
- 过流 160
- 过载 20
- 额定值 9

借

借能运行 23

傅

傅里叶级数分析 190

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

公

公共耦合点. 190

公式
制动电阻器的额定功率. 216
变频器效率. 216
电流极限. 216
输出电流. 216

共

共振衰减. 20

共模滤波器. 41

具

具备资质的人员. 6

再

再生
可用性. 12, 13
概述. 38
端子. 85, 92, 104, 115, 209

冷

冷凝. 155

冷却
塔鼓风机. 32
机箱气流流速. 157
灰尘警告. 155
背部风道冷却概述. 156
要求. 156

出

出口管制法规. 9

制

制冷泵. 33

制动
动态制动. 37
用作替代制动功能. 181
用制动功能控制. 181
限制. 181

制动电阻器
安全性. 6, 181
定义. 217
接线 示意图. 161
概述. 41
端子. 165
订购. 215
设计指南. 5
选择. 180
额定功率计算公式. 216

功

功率
因数. 217
损耗. 44, 50
连接. 162
额定值. 11, 44, 50

加

加热器
使用. 155
接线 示意图. 161

升

升高时间. 184

协

协议概述. 219

参

参考值
有效参考值. 193
远程参考值. 194
远程处理. 194
速度输入. 201

反

反馈
信号. 198
处理. 195
转换. 196

变

变压器
谐波的影响. 190
连接的接线配置. 165

变频器
定制软件. 208
概述. 12, 13
订购. 208
间隙要求. 156
额定功率. 12, 13

变风量. 30

合

合规性
指令. 8
符合 ADN. 6

启

启动/停止接线配置. 201, 202

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

商

商业环境 186

声

声源性噪音 184

备

备件 215

外

外部尺寸（示意图） 63
外部报警复位接线配置 202

多

多泵控制器
接线图 205

套

套件
机箱可用性 18
订购号 214
说明 214

存

存放 154

安

安全性
手册 6, 160
安装
具备资质的人员 6
电气 160
要求 156
安装配置 156

定

定期化成 154
定风量 31

密

密封板 63

射

射频干扰 21

尺

尺寸
E1 机箱 63
E2 机箱 71
F1 机箱 79
F10 机箱 126
F11 机箱 132
F12 机箱 140
F13 机箱 146
F2 机箱 86
F3 机箱 93
F4 机箱 105
F8 机箱 116
F9 机箱 120
表 12, 13

居

居住环境 186

屏

屏蔽 170
屏蔽层
主电源 6
扭结端部 188
电缆 164, 166

工

工作周期
定义 217
计算 180

带

带宽管理 36

开

开关
A53 和 A54 57, 169
断开 42
开关频率
与 RCD 一起使用 182
正弦波滤波器 41, 164
电源连接 164
降容 20
开环 197

惯

惯性停车 228

手

手动启动 193

扩

扩展继电器卡 41

Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

抗

抗扰性要求 187

报

报文长度 (LGE) 219

报警复位 202

接

接地 21, 166, 182

接线 示意图
- 典型应用示例 200
- 变频器 161
- 电源连接 162

接线图
- 变频泵轮换 207
- 多泵控制器 205
- 恒速泵/变速泵 206

控

控制
- 操作说明 193
- 特性 59
- 类型 198
- 结构 197

控制卡
- RS485 规格 58
- 规格 59
- 过热跳闸点 44, 50

控制电缆 166, 169

控制端子 168

操

操作指南 5

支

支路保护 172

放

放电时间 6

散

散热片
- 清洁 155
- 过热跳闸点 44, 50
- 需要的气流 157

数

数字
- 输入/输出说明和默认设置 169
- 输入规范 57
- 输出规格 58

整

整流器 193

断

断路器 172, 176, 182

智

智能逻辑控制
- 接线配置 0 , 206
- 概述 23

有

有效参考值 193

本

本地速度确定 34

机

机械指令 8

机箱保护 9

标

标定后的参考值 194

楼

楼宇管理系统 (BMS) 25

模

模拟
- 输入/输出说明和默认设置 169
- 输入规范 57
- 输出规格 58
- 速度参考值的接线配置 201

正

正弦波滤波器 41, 164

比

比例法则 25

气

气体 155

气流
- 外部风道 157
- 机箱 61, 62
- 背部风道 61, 62
- 需要的 157

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

泵

泵
- 与使用主电源 36
- 冷凝器 33
- 初级 34
- 次级 35
- 正在切入 36

海

海事认证 9
海拔 158

温

温度 155

湿

湿度 155

滑

滑差补偿 217

漏

漏电断路器 182
漏电电流 6, 182

热

热敏电阻
- 定义 217
- 接线配置 204
- 电缆布线 167
- 端子位置 169

熔

熔断器
- Pilz 继电器 175
- 与电源连接一起使用 162
- 主电源 175
- 主电源接触器 177
- 主电源断开 176
- 合规性 172
- 手动电机控制器 174
- 控制变压器 174
- 电源/半导体 172
- 补充性 174
- 过电流保护警告 160
- 选件 172
- 风扇 174

爆

爆炸性环境 155

环

环境 56, 155
环境条件
- 概述 155
- 规格 56

现

现场总线 39, 167

用

用户输入 193

电

电位计 169, 203
电动机
- Ex-e 22
- 保护类别 155
- 减小轴承电流 180
- 并联 178
- 接线 示意图 161
- 漏电电流 182
- 热保护 21, 178
- 热敏电阻接线配置 204
- 电缆 164, 177, 182
- 绝缘 180
- 起步转矩 217
- 转速 178
- 输出规格 56
- 铭牌 22

电压失衡度 19
电子热敏继电器 (ETR) 160
电子热过载 21
电容器存放 154
电机
- Ex-d 41
- 全转矩 23
- 缺相检测 19

电气安装 169
电流
- 内部电流控制 199
- 减小电机 180
- 基本电流 190
- 失真 190
- 漏电电流 182
- 电流极限计算公式 216
- 瞬态接地 182
- 谐波电流 190
- 额定输出电流 216

电磁干扰 21

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

电缆
制动 165
均衡 166
屏蔽层 164, 188
布线 167
打开 63
控制 166
每相的最大数量和尺寸 44, 50
电动机电缆 177
电源连接 162
类型和额定值 160
规格 44, 50, 57
电缆夹 166
电阻器制动 37

直

直流制动 37, 228
直流母线
操作说明 193
端子 164

短

短路
SCCR 额定值 173
保护 19, 172
制动 37, 181
定义 217
比率计算 190

端

端子
E1 机箱的尺寸 65
E2 机箱的尺寸 72
F1 机箱的尺寸 81
F10 机箱的尺寸 128
F11 机箱的尺寸 134
F12 机箱的尺寸 142
F13 机箱的尺寸 148
F2 机箱的尺寸 88
F3 机箱的尺寸 95
F4 机箱的尺寸 107
F8 机箱的尺寸 118
F9 机箱的尺寸 122
RS485 168
串行通讯 168
制动电阻器 165
控制说明和默认设置 168
数字输入/输出 169
模拟输入/输出 169
37 169
继电器端子 169
负载共享 164

类

类型代码 208

约

约定 5

线

线数 160
另请参阅 *电缆*

绝

绝缘 180

继

继电器
卡 41
扩展继电器卡选件 41
端子 169
符合 ADN 规范的安装 6
规格 59
选项 40

维

维护 155

编

编码器
定义 217
编程指南 5

缩

缩略语 216

网

网络 连接 218

背

背部风道冷却 156

能

能源
效率等级 56
节约 24, 25, 26

脉

脉冲
用于启动/停止的接线配置 201
输入规范 58

自

自动切换频率调制 20
自动启动 193
自动电机调整 (AMA)
接线配置 200
概述 21
自动能量优化 (AEO) 20

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

警

警告 6, 160

计

计算
THDi 190
制动电阻 181
制动转矩 181
标定后的参考值 194
电阻器工作周期 180
短路率 190
谐波软件 192

订

订购单类型代码 208

语

语言包 208

调

调制 20, 216

谐

谐波
EN 标准 191
IEC 标准 191
功率因数的定义 217
抑制 192
概述 190
滤波器 42

负

负载共享
接线 示意图 161
概述 37
短路保护 19
端子 38, 164
警告 6

起

起吊 154
起步转矩 217

跳

跳闸
定义 217

转

转子 20
转矩
控制 198
特性 56

软

软件版本 214
软启动器 27

辅

辅助泵 35

辐

辐射性干扰 186
辐射要求 186

输

输入规范 57
输出
开关 19
接触器 183, 189
规格 58

辫

辫状 188

过

过压
保护 19
制动 41
替代制动功能 181
过温 217
过滤器
DU/dt 滤波器 41
RFI 滤波器 188
共模滤波器 41
正弦波滤波器 41, 164
订购 215
谐波滤波器 42
过电流保护 160
过程控制 198
过载
电子热过载 21
谐波问题 190
限制 20

远

远程参考值 194

逆

逆变器 193

选

选件
功能扩展件 40
机箱可用性 12, 13
熔断器 172
现场总线 39
继电器卡 41
订购 42, 212, 214, 215
运动控制 41

通

通用 I/O 模块 40

速

速度
PID 反馈 198
控制 198
用于加速/减速的接线配置 203
速度参考值的接线配置 203

重

重启 23

门

门间隙 63

闭

闭环 197, 198

阀

阀门 30

降

降容
低速运行 158
外部风道 157
开关频率过高 20
概述和原因 158
海拔 158
自动功能 20
表 159
规格 56, 156

预

预热 23

频

频率旁路 23

风

风扇
外接电源 165
温控风扇 21
需要的气流 157
风道冷却 156

飞

飞车启动 22

高

高低压绝缘 21, 58, 188
高压警告 6
高海拔安装 188

 Danfoss A/S © 11/2017 全权所有。

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

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

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

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

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

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

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

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

130R0278 MG16C341 11/2017
MG16C341