ENGINEERING TOMORROW

设计指南

VLT® AQUA Drive FC 202

110–800 kW，机箱规格 D 和 E

vlt-drives.danfoss.com

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss A/S
6430 Nordborg
Denmark
CVR nr.: 20 16 57 15

Telephone: +45 7488 2222
Fax: +45 7449 0949

EU DECLARATION OF CONFORMITY

Danfoss A/S

Danfoss Drives A/S

declares under our sole responsibility that the

Product category: Frequency Converter
Type designation(s): FC-202XYYYZZ**********

Character X: N or P
Character YYY: K25, K37, K55, K75, 1K1, 1K5, 2K2, 3K0, 3K7, 4K0, 5K5, 7K5, 11K, 15K, 18K, 22K, 30K, 37K, 45K, 55K, 75K, 90K, 110, 132, 150, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1M0, 1M2, 1M4
Character ZZ: S2, S4, T2, T4, T6, T7
* may be any number or letter indicating drive options which do not impact this DoC.
The meaning of the 39 characters in the type code string can be found in appendix 00729776.

Covered by this declaration is in conformity with the following directive(s), standard(s) or other normative document(s), provided that the product is used in accordance with our instructions.

Low Voltage Directive 2014/35/EU

EN61800-5-1:2007 + A1:2017	Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy.

EMC Directive 2014/30/EU

EN61800-3:2004 + A1:2012	Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods.

RoHS Directive 2011/65/EU including amendment 2015/863.

EN63000:2018	Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances

Date: 2020.09.15 Place of issue:	Issued by	Date: 2020.09.15 Place of issue:	Approved by
Graasten, DK	**Signature:** **Name: Gert Kjær** **Title: Senior Director, GDE**	Graasten, DK	**Signature:** **Name: Michael Termansen** **Title: VP, PD Center Denmark**

Danfoss only vouches for the correctness of the English version of this declaration. In the event of the declaration being translated into any other language, the translator concerned shall be liable for the correctness of the translation

Classified as Business

For products including available Safe Torque Off (STO) function according to unit typecode on the nameplate: **T or U at character 18 of the typecode.**

Machine Directive 2006/42/EC

EN/IEC 61800-5-2:2007 (Safe Stop function conforms with STO – Safe Torque Off, SIL 2 Capability)	Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional

Other standards considered:

EN ISO 13849-1:2015 (Safe Stop function, PL d (MTTFd=14000 years, DC=90%, Category 3)	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design
EN/IEC 61508-1:2011, EN/IEC 61508-2:2011 (Safe Stop function, SIL 2 (PFH = 1E-10/h, 1E-8/h for specific variants, PFD = 1E-10, 1E-4 for specific variants, SFF>99%, HFT=0))	Functional safety of electrical/electronic/ programmable electronic safety-related systems Part 1: General requirements Part 2: Requirements for electrical/ electronic / programmable electronic safety-related systems
EN/IEC 62061:2005 + A1:2013 (Safe Stop function, SILCL 2)	Safety of machinery - Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems
EN/IEC 60204-1:2006 + A1:2009 (Stop Category 0)	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements

For products including ATEX option, it requires STO function in the products. The products can have the VLT PTC Thermistor Card MCB112 installed from factory **(2 at character 32 in the typecode)**, or it can be separately installed as an additional part.

2014/34/EU - Equipment for explosive atmospheres (ATEX)

Based on EU harmonized standard:

EN 50495: 2010	Safety devices required for safe functioning of equipment with respect to explosion risks.

Notified Body:
PTB Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig,
has assessed the conformity of the "ATEX certified motor thermal protection systems" of Danfoss FC VLT Drives with Safe Torque Off function and has issued the certificate PTB 14 ATEX 3009.

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 - 500 V 12
4.4 机箱概述，525 - 690 V 14
4.5 套件可用性 16

5 产品功能 17
5.1 自动运行功能 17
5.2 自定义应用功能 19
5.3 Specific VLT® AQUA Drive FC 202 功能 22
5.4 多泵控制概述 23
5.5 基本多泵控制器概述 25
5.6 除屑概述 26
5.7 预/后润滑概述 27
5.8 流量确认概述 28
5.9 最小速度监测高级功能概述 28
5.10 动态制动概述 29
5.11 负载共享概述 29
5.12 再生概述 30
5.13 背部风道冷却概述 30

6 选件和附件概述 33
6.1 现场总线设备 33
6.2 功能扩展 33
6.3 运动控制和继电器卡 34

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

6.4 制动电阻器 35
6.5 正弦波滤波器 35
6.6 dU/dt 滤波器 35
6.7 共模滤波器 35
6.8 谐波滤波器 35
6.9 大功率套件 35

7 规格 36
7.1 电气数据，380-480 V 36
7.2 电气数据，525-690 V 40
7.3 主电源 47
7.4 电机输出和电机数据 47
7.5 环境条件 47
7.6 电缆规格 48
7.7 控制输入/输出和控制数据 48
7.8 机箱重量 51

8 外部和端子尺寸 52
8.1 D1h 外部和端子尺寸 52
8.2 D2h 外部和端子尺寸 58
8.3 D3h 外部和端子尺寸 64
8.4 D4h 外部和端子尺寸 69
8.5 D5h 外部和端子尺寸 74
8.6 D6h 外部和端子尺寸 83
8.7 D7h 外部和端子尺寸 94
8.8 D8h 外部和端子尺寸 104
8.9 E1h 外部和端子尺寸 115
8.10 E2h 外部和端子尺寸 121
8.11 E3h 外部和端子尺寸 127
8.12 E4h 外部和端子尺寸 134

9 机械安装注意事项 141
9.1 存放 141
9.2 起吊设备 141
9.3 工作环境 141
9.4 安装配置 142
9.5 冷却 142
9.6 降容 143

10 电气安装注意事项 147
10.1 安全说明 147
10.2 接线示意图 148

10.3 连接 149
10.4 控制接线和端子 150
10.5 熔断器和断路器 153
10.6 电机 155
10.7 制动 158
10.8 漏电断路器 (RCD) 和绝缘电阻监测器 (IRM) 161
10.9 漏电电流 161
10.10 IT 主电源 162
10.11 与使用主电源 162
10.12 声源性噪音 163
10.13 dU/dt 条件 163
10.14 电磁兼容性 (EMC) 概述 169
10.15 符合 EMC 规范的安装 173
10.16 谐波概述 175

11 变频器的基本操作原理 177
11.1 操作说明 177
11.2 变频器控制 177

12 应用示例 186
12.1 电动机自动整定 (AMA) 的接线配置 186
12.2 模拟速度参考值的接线配置 187
12.3 用于启动/停止的接线配置 187
12.4 用于外部报警复位的接线配置 189
12.5 使用手动电位计的速度参考值的接线配置 189
12.6 用于加速/减速的接线配置 189
12.7 用于 RS485 网络连接的接线配置 190
12.8 用于电机热敏电阻的接线配置 190
12.9 用于带有智能逻辑控制的继电器设置的接线配置 191
12.10 用于潜水泵的接线配置 191
12.11 用于多泵控制器的接线配置 193
12.12 用于恒速泵/变速泵的接线配置 194
12.13 用于变频泵轮换的接线配置 194

13 如何订购变频器 195
13.1 产品定制软件 195
13.2 选件和附件的订购号 198
13.3 滤波器和制动电阻器的订购号 202
13.4 备件 202

14 附录 203
14.1 缩略语和符号 203

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

14.2 定义 204

索引 205

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
MG22B2xx	加入 D1h - D8h 内容	3.10

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 © 12/2017 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

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，如果在 *表 2.1* 规定的时间结束之前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. **请等待电容器完全放电。请参考 *表 2.1*。**
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。**

电压	额定功率（正常过载）	机箱	放电时间（分钟）
380 – 480	110 – 315 kW 150 – 450 hp	D1h – D8h	20
380 – 480	355 – 560 kW 500 – 750 hp	E1h – E4h	40
525 – 690	75 – 400 kW 75 – 400 hp	D1h – D8h	20
525 – 690	450 – 800 kW 450 – 950 hp	E1h – E4h	40

表 2.1 D1h – D8h 和 E1h – E4h 机箱的放电时间

⚠警告

漏电电流危险

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

- **由经认证的电气安装商确保设备正确接地。**

注意

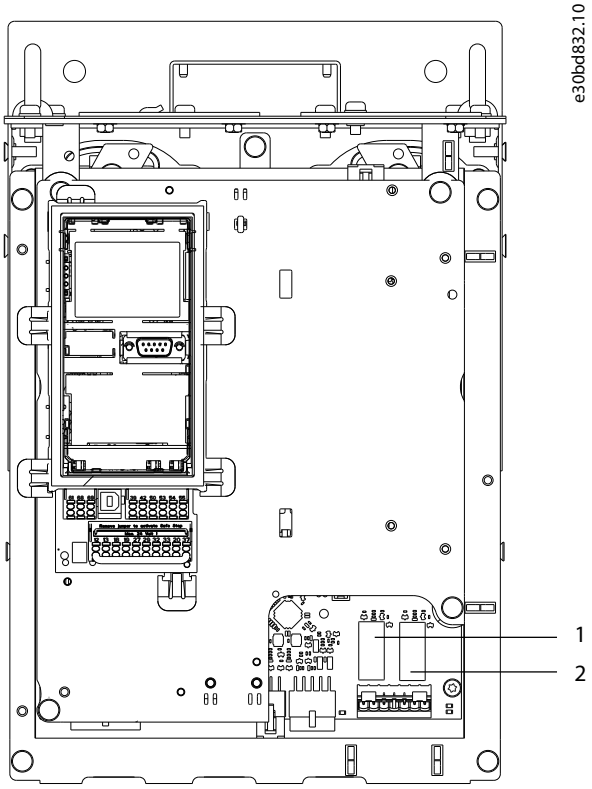
主电源屏蔽安全选件

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 1.99 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) 类型的变频器电压中，只有 525 – 600 V 通过 UL 认证。本变频器符合 UL 61800-5-1 热存储器保持要求。有关详细信息，请参考 *章 10.6.1 电机热保护*。

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

海事应用 – 轮船和石油/天然气平台 – 必须经 1 个或多个海事认证协会认证以获得监管许可和保险。DanfossVLT® AQUA Drive 系列变频器获得多达 12 家不同海事船级社的认证。

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

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 © 12/2017 全权所有。

4 产品概述

4.1 VLT® High-power Drives

本手册中介绍的 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，可避免电机-变频器套件订单的限制。

VLT® 变频器的优势

- 提供各种机箱尺寸和防护等级。
- 能效达到 98%，降低运营成本。
- 独特的背部风道冷却设计，无需更多冷却设备，降低安装和经常性成本。
- 降低控制室冷却设备的功耗。
- 降低拥有成本。
- 全系列 Danfoss 变频器具有统一的用户界面。
- 面向应用程序的启动向导。
- 多语言用户界面。

4.2 按额定功率对机箱规格分类

kW[1)]	hp[1)]	可用机箱
110	150	D1h/D3h/D5h/D6h
132	200	D1h/D3h/D5h/D6h
160	250	D1h/D3h/D5h/D6h
200	300	D2h/D4h/D7h/D8h
250	350	D2h/D4h/D7h/D8h
315	450	D2h/D4h/D7h/D8h
355	500	E1h/E3h
400	600	E1h/E3h
450	600	E1h/E3h
500	650	E2h/E4h
560	750	E2h/E4h

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
75	75	D1h/D3h/D5h/D6h
90	100	D1h/D3h/D5h/D6h
110	125	D1h/D3h/D5h/D6h
132	150	D1h/D3h/D5h/D6h
160	200	D1h/D3h/D5h/D6h
200	250	D2h/D4h/D7h/D8h
250	300	D2h/D4h/D7h/D8h
315	350	D2h/D4h/D7h/D8h
400	400	D2h/D4h/D7h/D8h
450	450	E1h/E3h
500	500	E1h/E3h
560	600	E1h/E3h
630	650	E1h/E3h
710	750	E2h/E4h
800	950	E2h/E4h

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 © 12/2017 全权所有。

4

4.3 机箱概述，380 – 500 V

机箱规格	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h
额定功率 [1]								
400 V (kW) 时的输出	110 – 160	200 – 315	110 – 160	200 – 315	110 – 160	110 – 160	200 – 315	200 – 315
460 V (hp) 时的输出	150 – 250	300 – 450	150 – 250	300 – 450	150 – 250	150 – 250	300 – 450	300 – 450
防护等级								
IP	IP21/54	IP21/54	IP20	IP20	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	类型 1/12	类型 1/12	机架型	机架型	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	0	0	0	0
主电源屏蔽	0	0	-	-	0	0	0	0
空间加热器	0	0	-	-	0	0	0	0
射频干扰滤波器（A1 类）	0	0	0	0	0	0	0	0
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S	S	S
无 LCP	0	0	0	0	0	0	0	0
数字式 LCP	0	0	0	0	0	0	0	0
图形化 LCP	0	0	0	0	0	0	0	0
熔断器	0	0	0	0	0	0	0	0
散热片气流罩板 [3]	0	0	0	0	0	0	0	0
制动斩波器	-	-	0	0	0	0	0	0
再生端子	-	-	0	0	0	0	0	0
负载共享端子	-	-	0	0	-	-	-	-
熔断器 + 负载共享	-	-	0	0	-	-	-	-
断开	-	-	-	-	-	0	-	0
断路器	-	-	-	-	-	0	-	0
接触器	-	-	-	-	-	0	-	0
24 V 直流电源	0	0	0	0	0	0	0	0
尺寸								
高度，mm (in)	901 (35.5)	1107 (43.6)	909 (35.8) 1004 (39.5) [4]	1027 (40.4) 1027 (40.4) [4]	1324 (52.1)	1663 (65.5)	1978 (77.9)	2284 (89.9)
宽度，mm (in)	325 (12.8)	325 (12.8)	250 (9.8)	375 (14.8)	325 (12.8)	325 (12.8)	420 (16.5)	420 (16.5)
深度，mm (in)	379 (14.9)	379 (14.9)	375 (14.8)	375 (14.8)	381 (15.0)	381 (15.0)	386 (15.2)	406 (16.0)
重量，kg (lb)	62 (137)	125 (276)	62 (137) 108 (238) [4]	125 (276) 179 (395) [4]	99 (218)	128 (282)	185 (408)	232 (512)

表 4.3 D1h – D8h 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，O = 可选，虚线表示选件不可用。

3) 不锈钢背部风道选件不带散热片气流罩板。

4) 使用可选的负载共享和再生端子。

机箱规格	E1h	E2h	E3h	E4h
额定功率 [1]				
400 V (kW) 时的输出	355 - 450	500 - 560	355 - 450	500 - 560
460 V (hp) 时的输出	500 - 600	650 - 750	500 - 600	650 - 750
防护等级				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20[2]	IP20[2]
UL 类型	类型 1/12	类型 1/12	机架	机架
硬件选件 [3]				
不锈钢背部风道	0	0	0	0
主电源屏蔽	0	0	-	-
空间加热器	0	0	-	-
射频干扰滤波器（A1 类）	0	0	0	0
Safe Torque Off	S	S	S	S
无 LCP	0	0	0	0
图形化 LCP	0	0	0	0
熔断器	S	S	0	0
散热片气流罩	0	0	0	0
制动斩波器	0	0	0	0
再生端子	0	0	0	0
负载共享端子	-	-	0	0
熔断器 + 负载共享	-	-	0	0
断开	0	0	-	-
断路器	-	-	-	-
接触器	-	-	-	-
24 V 直流电源 (SMPS, 5 A)	-	-	-	-
尺寸				
高度，mm (in)	2043 (80.4)	2043 (80.4)	1578 (62.1)	1578 (62.1)
宽度，mm (in)	602 (23.7)	698 (27.5)	506 (19.9)	604 (23.9)
深度，mm (in)	513 (20.2)	513 (20.2)	482 (19.0)	482 (19.0)
重量，kg (lb)	295 (650)	318 (700)	272 (600)	295 (650)

表 4.4 E1h - E4h 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) 如果机箱配置有负载共享或再生端子，则防护等级为 IP00，否则为 IP20。

3) S = 标准，O = 可选，虚线表示选件不可用。

Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

4.4 机箱概述，525 – 690 V

机箱规格	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h
额定功率 [1]								
690 V (kW) 时的输出	75 – 160	200 – 400	75 – 160	200 – 400	75 – 160	75 – 160	200 – 400	200 – 400
575 V (hp) 时的输出	75 – 200	250 – 400	75 – 200	250 – 400	75 – 200	75 – 200	250 – 400	250 – 400
防护等级								
IP	IP21/54	IP21/54	IP20	IP20	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	类型 1/12	类型 1/12	机架型	机架型	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	–	–	–	–
主电源屏蔽	0	0	0	0	0	0	0	0
空间加热器	0	0	0	0	0	0	0	0
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S	S	S
无 LCP	0	0	0	0	0	0	0	0
数字式 LCP	0	0	0	0	0	0	0	0
图形化 LCP	0	0	0	0	0	0	0	0
熔断器	0	0	0	0	0	0	0	0
散热片气流罩板 [3]	0	0	0	0	0	0	0	0
制动斩波器	–	–	0	0	0	0	0	X0
再生端子	–	–	0	0	–	–	–	–
负载共享端子	–	–	0	0	0	0	0	0
熔断器 + 负载共享	–	–	0	0	–	–	–	–
断开	–	–	–	–	0	0	0	0
断路器	–	–	–	–	–	0	–	0
接触器	–	–	–	–	–	0	–	0
24 V 直流电源	0	0	0	0	0	0	0	0
尺寸								
高度，mm (in)	901 (35.5)	1107 (43.6)	909 (35.8) 1004 (39.5) [4]	1027 (40.4) 1027 (40.4) [4]	1324 (52.1)	1663 (65.5)	1978 (77.9)	2284 (89.9)
宽度，mm (in)	325 (12.8)	325 (12.8)	250 (9.8)	375 (14.8)	325 (12.8)	325 (12.8)	420 (16.5)	420 (16.5)
深度，mm (in)	379 (14.9)	379 (14.9)	375 (14.8)	375 (14.8)	381 (15.0)	381 (15.0)	386 (15.2)	406 (16.0)
重量，kg (lb)	62 (137)	125 (276)	62 (137) 108 (238) [4]	125 (276) 179 (395) [4]	99 (218)	128 (282)	185 (408)	232 (512)

表 4.5 D1h – D8h 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。

3) 不锈钢背部风道选件不带散热片气流罩板。

4) 使用可选的负载共享和再生端子。

机箱规格	E1h	E2h	E3h	E4h
额定功率 [1]				
690 V (kW) 时的输出	450 - 630	710 - 800	450 - 630	710 - 800
575 V (hp) 时的输出	450 - 650	750 - 950	450 - 650	750 - 950
防护等级				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20[2]	IP20[2]
UL 类型	类型 1/12	类型 1/12	机架	机架
硬件选件 [3]				
不锈钢背部风道	0	0	0	0
主电源屏蔽	0	0	-	-
空间加热器	0	0	-	-
射频干扰滤波器（A1 类）	-	-	-	-
Safe Torque Off	S	S	S	S
无 LCP	0	0	0	0
图形化 LCP	0	0	0	0
熔断器	S	S	0	0
散热片气流罩	0	0	0	0
制动斩波器	0	0	0	0
再生端子	0	0	0	0
负载共享端子	-	-	0	0
熔断器 + 负载共享	-	-	0	0
断开	0	0	-	-
断路器	-	-	-	-
接触器	-	-	-	-
24 V 直流电源 (SMPS, 5 A)	-	-	-	-
尺寸				
高度，mm (in)	2043 (80.4)	2043 (80.4)	1578 (62.1)	1578 (62.1)
宽度，mm (in)	602 (23.7)	698 (27.5)	506 (19.9)	604 (23.9)
深度，mm (in)	513 (20.2)	513 (20.2)	482 (19.0)	482 (19.0)
重量，kg (lb)	295 (650)	318 (700)	272 (600)	295 (650)

表 4.6 E1h - E4h 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) 如果机箱配置有负载共享或再生端子，则防护等级为 IP00，否则为 IP20。

3) S = 标准，O = 可选，虚线表示选件不可用。

Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

4.5 套件可用性

套件说明 1)	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h	E1h	E2h	E3h	E4h
NEMA 3R 室外遮阳挡雨板	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
后入/后出冷却套件的 NEMA 3R 防护装置	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
门中的 USB	0	0	0	0	0	0	0	0	S	S	-	-
数字式 LCP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
图形式 LCP2)	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
主电源屏蔽	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
接地排	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
输入面板选项	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
端子盒	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
现场总线电缆的顶部接入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
底座	0	0	-	-	0	0	0	0	S	S	-	-
底入/顶出冷却	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0
底入/顶出冷却	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0
后入/顶出冷却	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
后入/后出冷却	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
顶出（唯一方式）冷却	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

表 4.7 机箱 D1h－D8h 和 E1h－E4h 的可用套件

1) S = 标准，0 = 可选，虚线表示该套件对于相应机箱不可用。有关套件说明和部件号，请参阅章 13.2.6 D1h－D8h 套件的订购号和章 13.2.7 E1h－E4h 套件的订购号。

2) 图形式 LCP 是机箱 D1h－D8h 和 E1h－E4h 的标配。如果需要多个图形式 LCP，可购买该套件。

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 © 12/2017 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。

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

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 10.14.1 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。

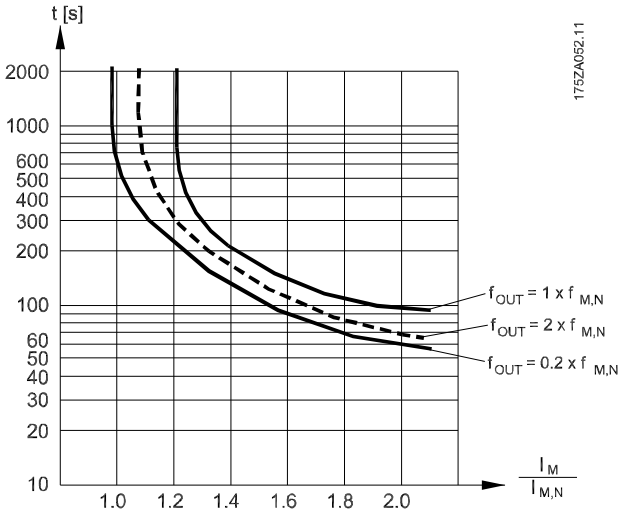


图 5.1 ETR 特性

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 选件或外部设备这样的 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。

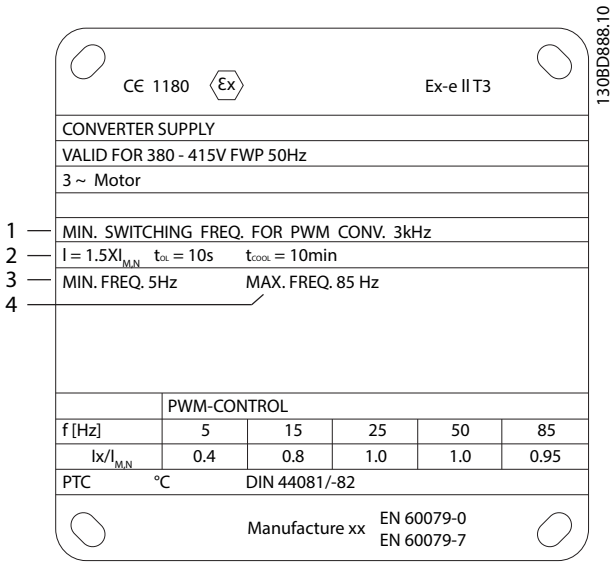
- 确保 Ex-e 电机配有经 ATEX 认证的电机过载保护装置。该装置可监测电机绕组中的温度。如果达到临界温度水平或出现故障，则该装置将关闭电机。
  - VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 选件可按照 ATEX 要求对电机温度进行监控。这是按照 DIN 44081 或 44082 为变频器配置 3－6 个串联的 PTC 热敏电阻的前提条件。
  - 此外也可以采用符合 ATEX 要求的外部 PTC 保护装置。
- 以下情况下需要使用正弦波滤波器：
  - 长电缆（电压峰值）或主电源电压升高而导致电机端子处的电压超过允许的最大电压。
  - 变频器的最小开关频率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

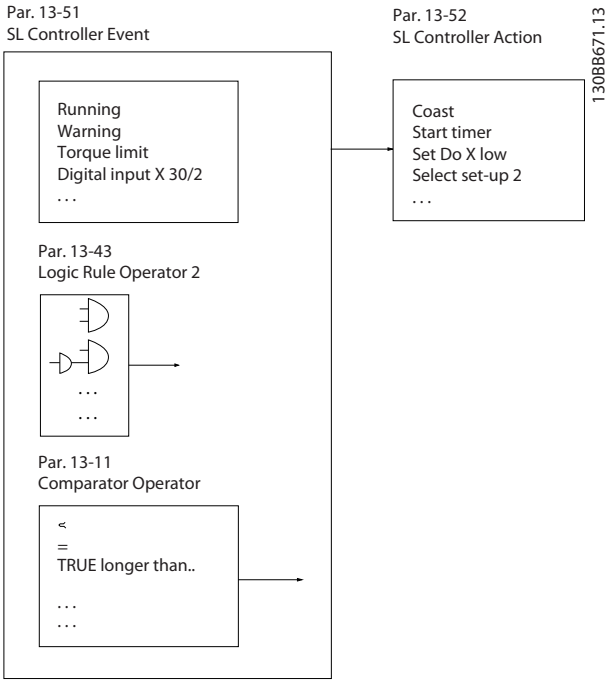


图 5.3 SLC 事件和操作

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。
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：

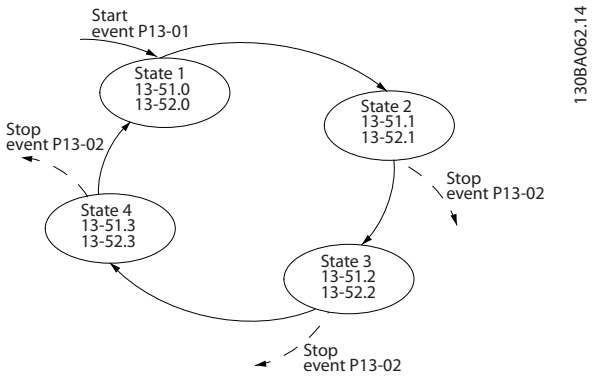


图 5.4 对 4 个事件/操作编程时的执行顺序

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。

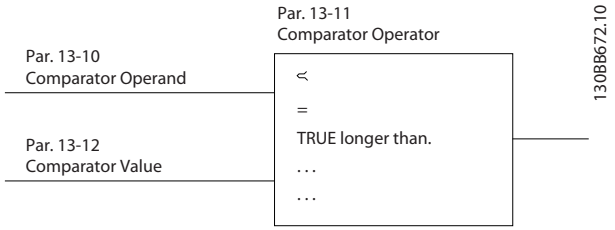


图 5.5 比较器

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。

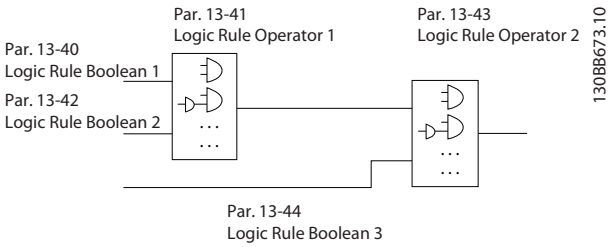


图 5.6 逻辑规则

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 Specific VLT® AQUA Drive FC 202 功能

VLT® AQUA Drive FC 202 专为供水和污水处理应用研制。多种标准和选件功能包括优化的 SmartStart 和快捷菜单，主要用于供水和污水处理应用：

- **多泵控制**
  基本多泵控制是内置的标准功能，最多能够控制 3 台泵。多泵控制可控制多泵系统中单个泵的速度。该功能是一种经济高效的解决方案，例如增强设置。带有多台变速泵的系统需要使用 VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 或 VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102。
- **电动机轮换**
  电动机轮换功能适用于 2 台电动机或 2 台泵共享 1 个变频器的应用。
- **流量补偿**
  流量补偿根据流量调节设置点，可将压力传感器安装在距泵较近的位置。
- **空转检测**
  该功能通过避免空转和泵过热来防止泵出现损坏。
- **曲线末端检测**
  该功能可检测泵何时以最大速度运行，以及未在用户指定时间内达到设置点。
- **除屑**
  此防护性或被动清洁功能为用于污水处理的泵而设计。有关详细信息，请参阅 *章 5.6 除屑概述*。
- **初始/最终加减速**
  设置减速/加速至最小速度的短加减速时间，保护轴承，并确保应用中的潜水泵得到充分冷却。
- **止回阀保护**
  较慢的减速率可保护止回阀，并防止出现水锤现象。
- **STO**
  使用 STO 功能，可在紧急情况下启用 Safe Torque Off（惯性停车）。
- **低流量检测**
  此功能可检测系统的无流量或流量过低的现象。

- **睡眠模式**
  睡眠模式功能通过在无需求时停止泵来实现节能。
- **管道填充模式**
  管道填充模式包括快速填充管道的功能，可避免出现水锤现象。此功能可为卧式和立式管道提供不同的模式。
- **实时时钟**
- **智能逻辑控制 (SLC)**
  SLC 包括设置事件和活动的序列。SLC 可利用比较器、逻辑规则和计时器提供多种 PLC 功能。
- **预/后润滑**
  有关详细信息，请参阅 *章 5.7 预/后润滑概述*。
- **流量确认**
  有关详细信息，请参阅 *章 5.8 流量确认概述*。
- **潜水泵的最小速度监测高级功能**
  有关详细信息，请参阅 *章 5.9 最小速度监测高级功能概述*。
- **预防性维护**
  预防性维护功能可设置变频器的计划维护间隔。

5.3.1 易于设置

SmartStart
利用 SmartStart 向导，现在可更加轻松和经济高效地调试变频器。可在首次通电或恢复出厂设置后，激活 SmartStart，其可指导用户完成一系列简单的步骤，确保精确以及高效地控制电动机。还可通过快捷菜单，直接启动 SmartStart。

- 开环或闭环中的单个泵/电动机。
- 电动机轮换： 当 2 个电动机共用 1 个变频器时。
- 基本多泵控制： 控制多泵系统中单个泵的速度。
- 主站-从站： 最多可控制 8 个变频器和泵，确保整个泵系统顺畅运行。

Quick Menu（快捷菜单）
快捷菜单供水和泵可快速访问最常见的供水和泵功能 VLT® AQUA DriveFC 202：

- 特殊加减速 (初始/最终加减速，止回阀加减速）。
- 睡眠模式。
- 除屑。
- 空转检测。
- 曲线末端检测。
- 流量补偿。
- 用于卧式、立式和混合式管道系统的管道填充模式。
- 控制性能。
- 最小速度监测。

5.4 多泵控制概述

多泵控制器选件可增加可用继电器的数量。一旦安装了其中一个选件，即可通过控制面板管理多泵控制器功能。

VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 和 VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 是附加选件，用于扩展可支持的泵数量以及 VLT® AQUA Drive FC 202 内置的多泵控制器的功能。

可选用以下多泵控制选件：

- 内置基本多泵控制器（标准多泵控制器）。
- MCO 101（扩展型多泵控制器）。
- MCO 102（高级多泵控制器）。

有关更多信息，请参阅*章 12 应用示例*和*编程指南*。

扩展的多泵控制器可以在 2 种不同模式下使用：

- 由 *parameter group 27-** Cascade CTL Option（参数组 27-** 多泵 CTL 选件）* 控制扩展功能。
- 扩展由*参数组 25-** 多泵控制器* 控制的基本多泵控制器的可用继电器数量。

MCO 101 允许最多使用 5 个继电器来进行多泵控制。MCO 102 一共可以控制 8 台泵。该选件允许每台泵以 2 个继电器的方式轮换变频泵。

注意

如果安装了 MCO 102，则可以使用 VLT®Relay Card MCB 105 来将继电器数量扩展到 13 个。

应用
多泵控制是一种常见控制系统，用于以节能方式控制并联的泵或鼓风机。

多泵控制器选件能够控制多台并联的泵：

- 自动启动/关闭单个泵。
- 控制泵速。

使用多泵控制器时，可以根据需要自动启动（切入）和关闭（停止）各台泵，从而使系统的流量或压力输出符合所要求的水平。对于连接到 VLT® AQUA DriveFC 202 的泵，其速度也受到控制，从而可以提供连续范围的系统输出。

预期用途
虽然多泵控制器是针对泵应用而设计的，但是多泵控制器还可用于任何要求多台电动机并排配置的应用。

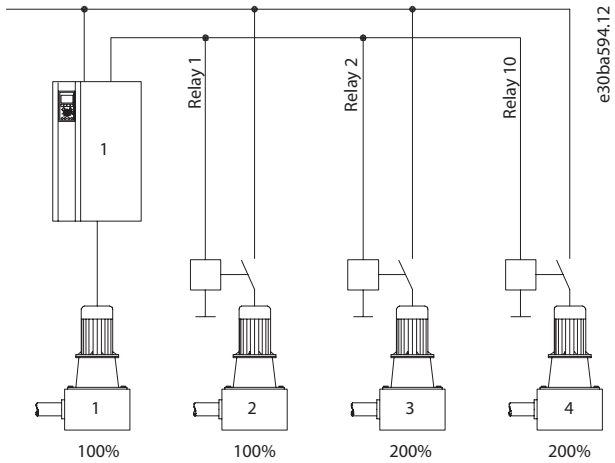
5

工作原理

多泵控制器软件在安装了多泵控制器选件的单台变频器上运行。它可以控制一组泵，各个泵由变频器控制或通过连接到接触器或软启动器进行控制。

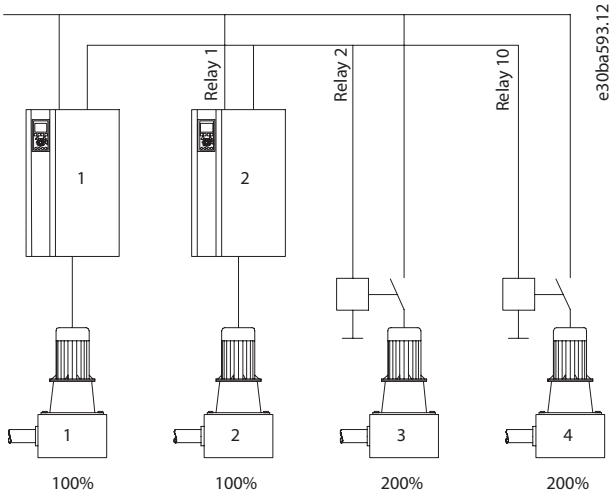
系统（从变频器）中的其他变频器无需任何多泵控制器选件卡。它们在开环模式下运行，并从主变频器接收其速度参考值。与从变频器相连的泵被称为变速泵。

通过接触器软启动器与主电源相连的泵称为恒速泵。无论是变速泵还是恒速泵，所有泵均由主变频器中的继电器控制。多泵控制器选件可以控制由变速泵和恒速泵组成的混合系统。



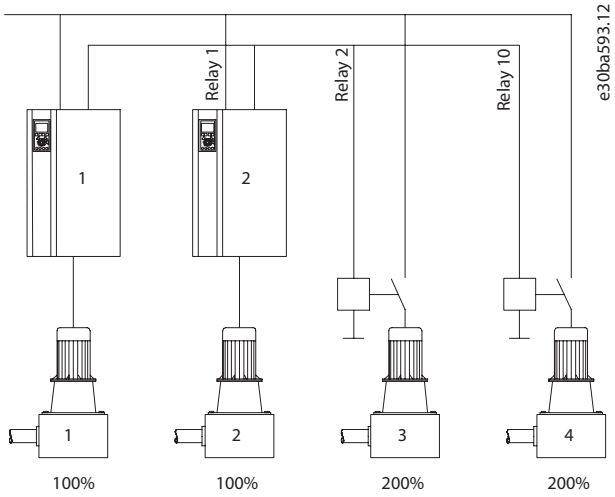
内置	1 VSP + 2 FSP *参数组 25-** 多泵控制器*
VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	1 VSP + 5 FSP *参数组 25-** 多泵控制器*
VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	1 VSP + 8 FSP *参数组 25-** 多泵控制器*

图 5.7 应用概述



内置	-
VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	1 - 6 VSP + 1 - 5 FSP（最多 6 台泵） *parameter group 27-** Cascade CTL Option（参数组 27-** 多泵 CTL 选件）*
VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	1 - 8 VSP + 1 - 7 FSP（最多 8 台泵） *parameter group 27-** Cascade CTL Option（参数组 27-** 多泵 CTL 选件）*

图 5.8 应用概述



内置	-
VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	6 VSP *parameter group 27-** Cascade CTL Option（参数组 27-** 多泵 CTL 选件）*
VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	8 VSP *parameter group 27-** Cascade CTL Option（参数组 27-** 多泵 CTL 选件）*

图 5.9 应用概述

VSP = 变速泵（直接与变频器相连）。
FSP = 恒速泵（可通过接触器、软启动器或星形/三角形启动器连接电动机）。

5.5 基本多泵控制器概述

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。

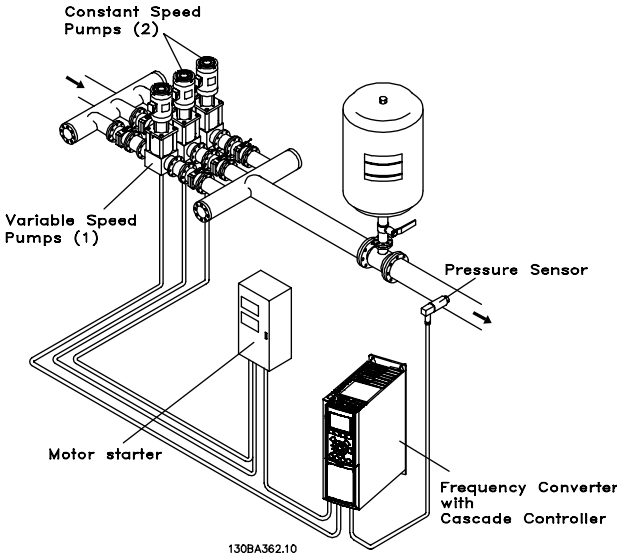


图 5.10 基本多泵控制器

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

5.5.1.1 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。

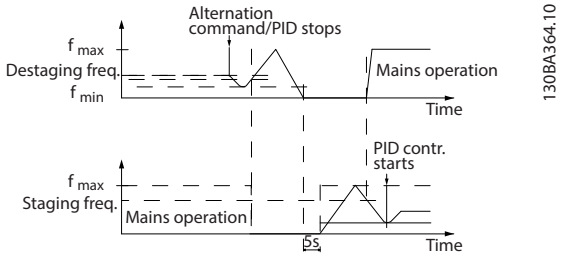


图 5.11 变频泵轮换

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。

5.5.1.2 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。

5.6 除屑概述

除屑功能的作用是，在污水应用中使泵摆脱碎屑影响，以保证泵能正常工作。
在定义除屑事件时，需要定义从变频器开始除屑到除屑完成的时间。在开始除屑时，变频器首先将减速至停止，然后在经过一个停止延时后，开始执行第一个除屑周期。

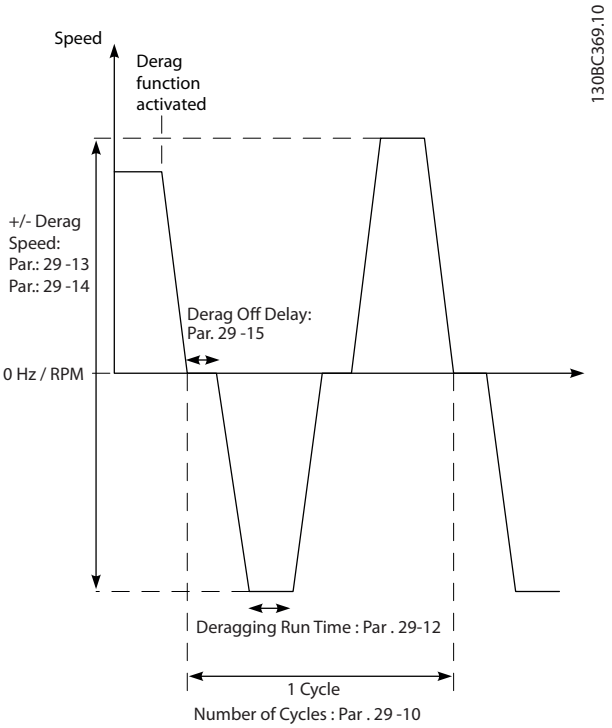


图 5.12 除屑功能

如果在变频器处于停止状态时触发了除屑操作，首个停止延时将被跳过。除屑事件包含多个周期。每个周期都由一个反向脉冲和随后的一个正向脉冲构成。在完成指定的周期数后，便会认为除屑操作完成。更具体地说，在最后一个周期的最后一个脉冲（始终是正向脉冲）中，当除屑运行时间过后，便认为除屑已完成（变频器将以除屑速度运行）。在脉冲之间，变频器输出将在指定的停止延时内保持惯性停车状态，以便泵中的碎屑趋于安定。

注意

如果泵无法反向运行，请勿启用除屑功能。

正在进行的除屑事件可能发出 3 种不同通知：

- 在 LCP 中显示状态： *自动远程除屑*
- 扩展状态字中的一个位
  （第 23 位，80 0000 十六进制）。
- 可以配置某个数字输出来反映当前的除屑状态。

根据应用和用途的不同，此功能可以用作预防性或反应性措施，并且可以用下述方式触发/启动：

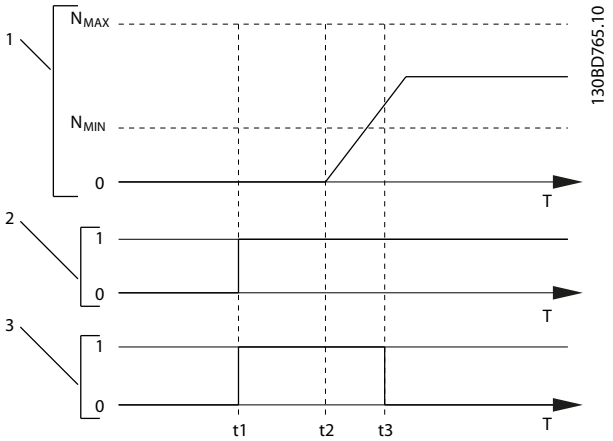
- 执行每个启动命令时（*参数 29-11 Derag at Start/Stop*）。
- 执行每个停止命令时（*参数 29-11 Derag at Start/Stop*）。
- 执行每个启动/停止命令时（*参数 29-11 Derag at Start/Stop*）。
- 提供数字输入时（*参数组 5-1* 数字输入*）。
- 使用智能逻辑控制器执行变频器操作时（*参数 13-52 SL Controller Action*）。
- 执行定时操作时（*参数组 23-** 基于时间的功能*）。
- 出现高功率时（*参数组 29-2* Derag Power Tuning*）。

5.7 预/后润滑概述

某些电动机要求在运行之前和之中润滑其机械部件，以防损坏/磨损。当电动机长时间未运行时，尤其需要润滑。预润滑还可支持需要运行一些排风扇的应用。预润滑功能向外部设备发送信号，以便在运行命令的上升沿开头处，在用户定义时间内开始执行特定操作。此外，可输入启动延时（*参数 1-71 Start Delay*），以便仅在变频器停止时开始预润滑，并在变频器开始加速前完成预润滑。还可配置预润滑，以便外部设备在变频器处于运行状态时随时保持接收信号状态，或便于信号保持到电动机停止时（*参数 29-42 Post Lube Time*）。应用示例包括润滑电动机/泵接线部件的设备或某些类型的排风扇设备。

润滑设备的使用示例：将在启动请求的前沿开始润滑。延迟启动时间，并在延时过后，停止润滑，启动变频器。

图 5.13 显示该功能的不同用途。在此情况下，变频器已开始加速时，延时时间已过。请参阅*表 5.1* 了解相关参数。



1	速度曲线。
2	启动命令（例如端子 18）。
3	预润滑输出信号。
t_1	发出了启动命令（例如将端子 18 设置为有效）。启动延迟计时器（*参数 1-71 Start Delay*）和预润滑计时器（*参数 29-41 Pre Lube Time*）。
t_2	启动延迟计时器归零。变频器开始加速。
t_3	预润滑计时器（*参数 29-41 Pre Lube Time*）归零。

图 5.13 预/后润滑功能示例

参数和名称	说明	设置	设备
参数 29-40 Pre/Post Lube Function	选择预/后润滑功能。在电机开始加减速之前，使用*参数 1-71 Start Delay* 设置延时。	*[0]*Disabled（禁用）* *[1] Pre Lube Only（仅预润滑）* *[2] Pre & Running（预润滑和运行中润滑）* *[3] Pre & Running & Post（预润滑、运行中润滑和后润滑）*	-
参数 29-41 Pre Lube Time	输入启动信号后的信号持续时间。仅在*参数 29-40 Pre/Post Lube Function* 中选择了*[1] Pre lube Only（仅预润滑）*时才使用。	*0 - 600（*10）*	s

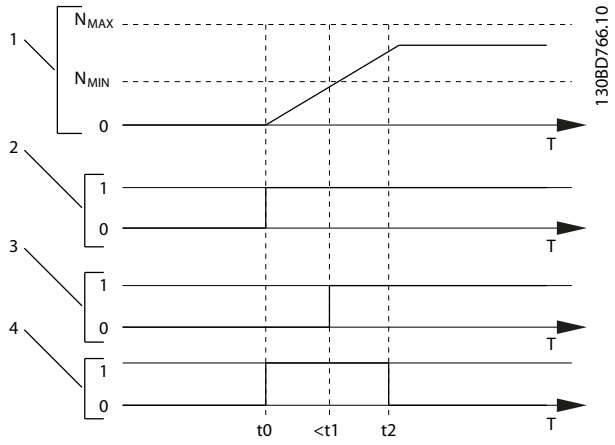
参数和名称	说明	设置	设备
参数 29-42 Post Lube Time	选择电动机停止后的信号持续时间。仅当在*参数 29-40 Pre/Post Lube Function* 中选择 *[3] Pre & running & post（预润滑、运行中润滑和后润滑）* 时才使用。	*0 - 600 (*10)*	s

表 5.1 预/后润滑参数

5

5.8 流量确认概述

流量确认功能适用于在等待外部事件时需要运行电动机/泵的应用。流量确认监测器应从门阀、流量开关或类似外部设备上的传感器获得数字输入，指示出该设备是否处于打开位置以及是否有流量。用户可在 *参数 29-50 Validation Time* 中定义 VLT® AQUA Drive FC 202 等待来自外部设备的数字输入信号以确认流量的时间长度。确认流量后，变频器将在流量确认时间后再次检查信号，然后正常运行。LCP 在流量监测器处于活动状态时显示出状态“*Verifying flow*”（正在确认流量）。如果预期的数字输入信号在流量验证时间或流量确认时间到期之前变为无效，则变频器将跳闸并显示出警报 *alarm 92, No flow*（警报 92，无流量）。



1	速度曲线。
2	启动命令（例如端子 18）。
3	确认存在流量的来自外部设备的数字信号。
4	流量确认。
t_0	发出了启动命令（例如将端子 18 设置为有效）。
t_1	来自外部设备的数字信号在 *参数 29-50 Validation Time* 到期前变为活动状态。
t_2	当*参数 29-51 Verification Time* 过后，变频器将再次检查来自外部设备的信号然后正常运行。

图 5.14 流量确认

参数和名称	说明	设置	设备
参数 29-50 Validation Time	数字输入必须在验证时间段内有效。	*0.1 - 999.0 (*取决于尺寸)*	s
参数 29-51 Verification Time	如果验证时间过后，数字输入仍有效，则确认流量。	*0.1 - 255.0 (*15)*	s

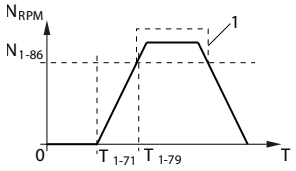
表 5.2 流量确认参数

注意

仅在数字输入配置为流量确认时，才能在 LCP 上看到该参数。

5.9 最小速度监测高级功能概述

一些泵对于低速运行非常敏感。出现此情况的典型原因是低速运行时冷却或润滑不足。
在过载条件下，变频器将使用集成的保护功能保护自身，包括降低速度。例如，电流极限控制器可降低速度。有时，速度可能会低于*参数 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* 和*参数 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* 中指定的速度。
如果速度降至特定值以下，最小速度监测高级功能将会使变频器跳闸。如果泵电动机未在*参数 1-79 Pump Start Max Time to Trip* 指定的时间内达到*参数 1-86 Trip Speed Low [RPM]* 中指定的速度（加速时间太长），变频器将跳闸。发出启动命令时，*参数 1-71 Start Delay* 和*参数 1-79 Pump Start Max Time to Trip* 的定时器将同时启动。例如，这意味着，如果*参数 1-71 Start Delay* 中的值大于等于*参数 1-79 Pump Start Max Time to Trip* 中的值，变频器将永不启动。



T_{1-71}	*参数 1-71 Start Delay.*
T_{1-79}	*参数 1-79 Pump Start Max Time to Trip.* 此时间包括 T_{1-71} 中的时间.
N_{1-86}	*参数 1-86 Trip Speed Low [RPM].* 如果在正常运行过程中，速度降至此值以下，变频器将跳闸。
1	正常工作。

图 5.15 最小速度监测高级功能

5.10 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。

5.11 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® AQUA Drive FC 202 变频器可与其他 VLT® AQUA Drive FC 202 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。

应用最佳做法的负载共享应用的图表如*图 5.16* 所示。有关负载共享应用的更多信息，请联系 Danfoss。

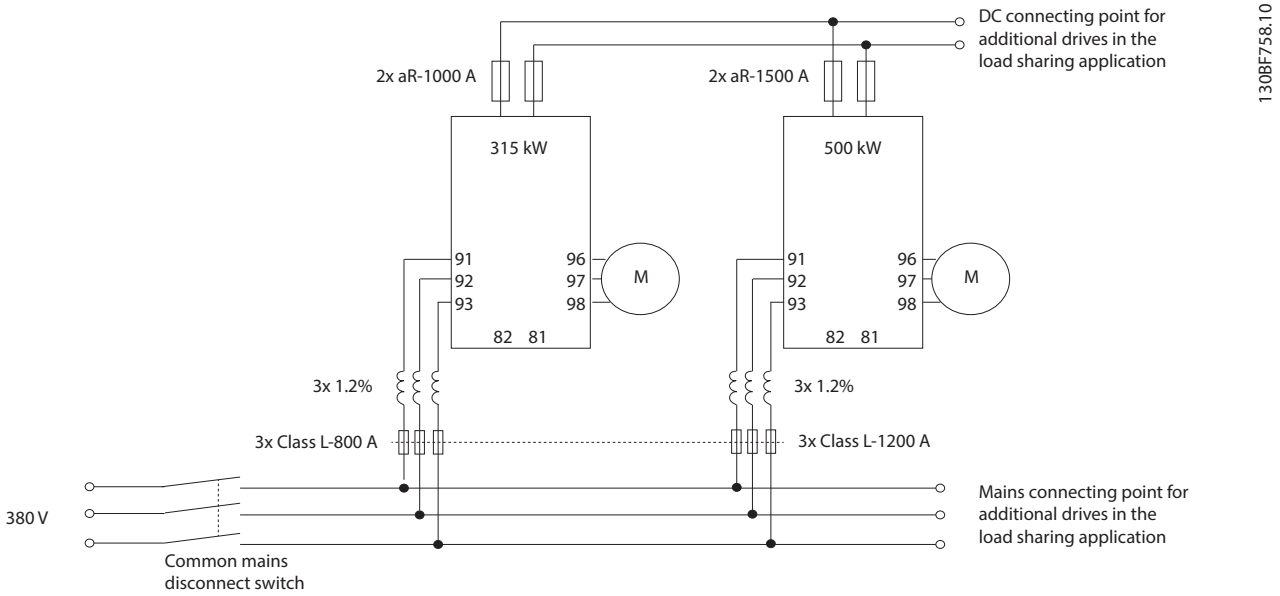


图 5.16 应用最佳做法的负载共享应用的图表

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。

5.12 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。

5.13 背部风道冷却概述

独特的背部风道将冷却空气传过散热片，最大限度减少流经电子元件区域的空气。背部冷却风道和 VLT® 变频器的电子元件区域之间采用 IP54/类型 12 密封。这种背部风道冷却方式，可让 90% 的热损失直接排到机箱外部。这种设计可显著降低内部温度和电子组件的污染，从而提高可靠性并延长组件使用寿命。可使用不同的背部风道冷却套件来根据不同需求重定向气流。

5.13.1 D1h－D8h 机箱的气流

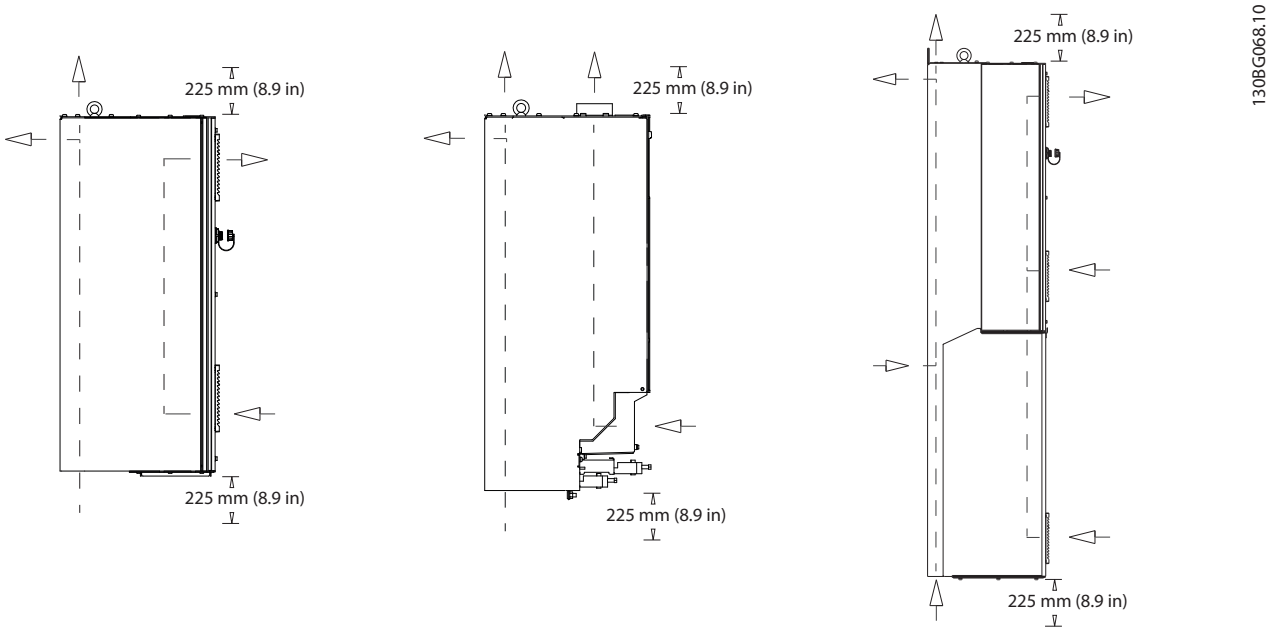


图 5.17 机箱 D1h/D2h（左）、D3h/D4h（中）和 D5h－D8h（右）的标准气流配置。

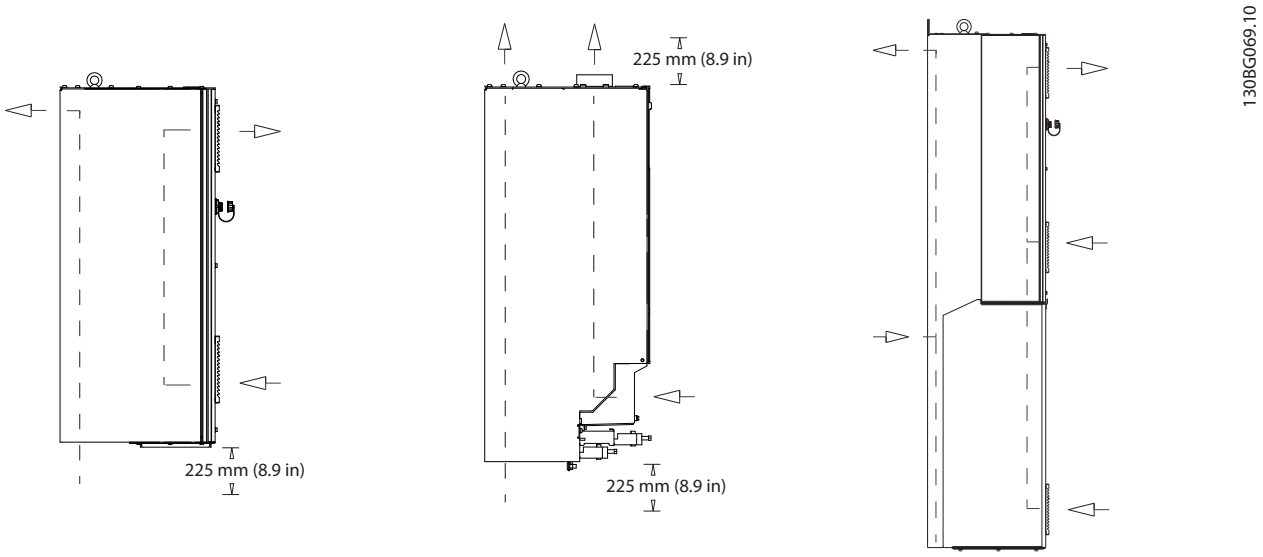


图 5.18 用于 D1h－D8h 机箱的背部风道冷却套件的可选气流配置。
（左）用于机箱 D1h/D2h 的底入/后出冷却套件。
（中）用于机箱 D3h/D4h 的底入/顶出冷却套件。
（右）用于机箱 D5－D8h 的底入/后出冷却套件。

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

5.13.2 E1h－E4h 机箱的气流

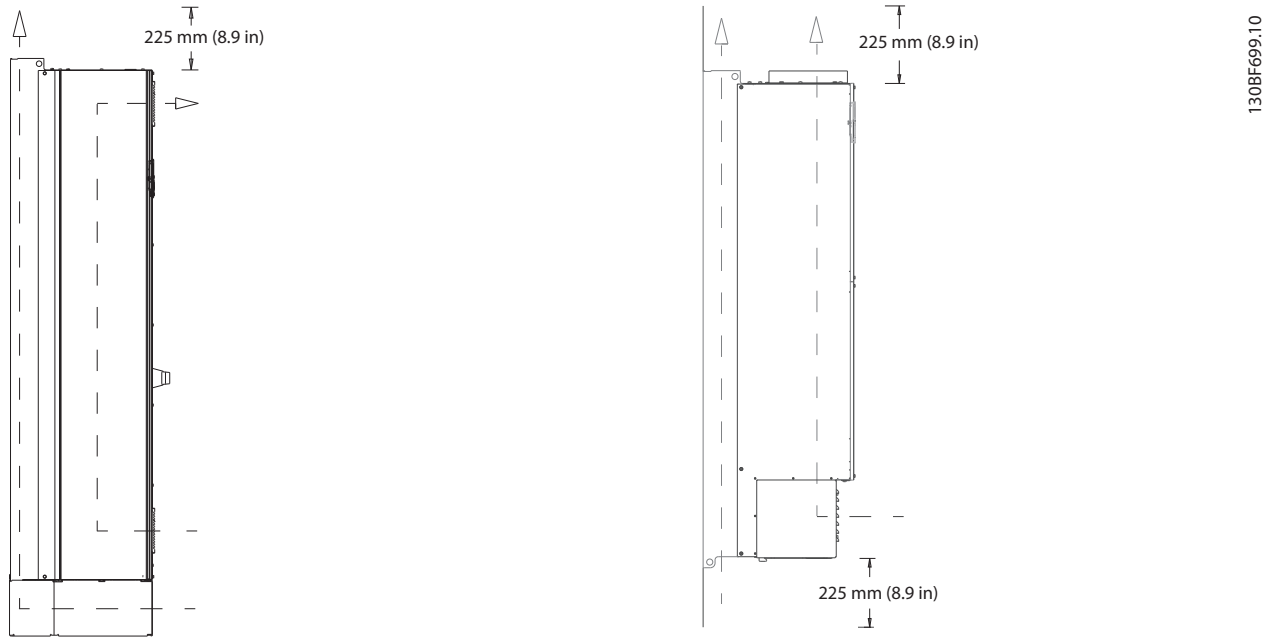


图 5.19 E1h/E2h（左）和 E3h/E4h（右）的标准气流配置

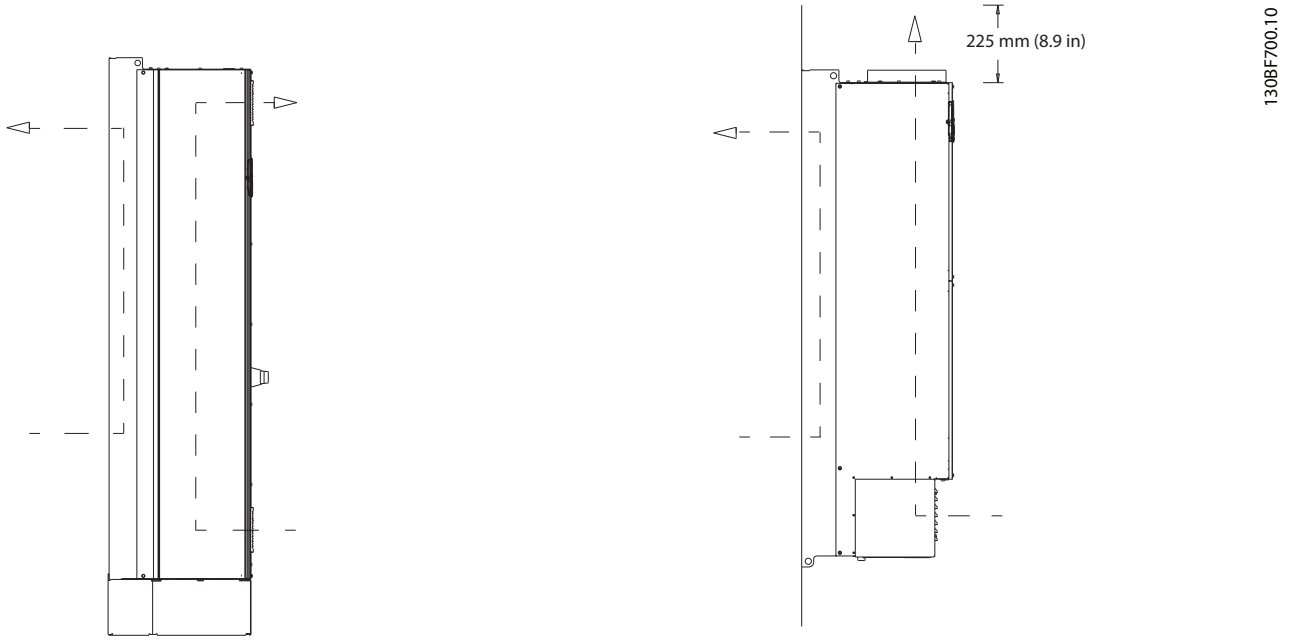


图 5.20 E1h/E2h（左）和 E3h/E4h（右）上通过后壁的可选气流配置

6 选件和附件概述

6.1 现场总线设备

本节介绍 VLT® AQUA DriveFC 202 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 选件和附件的订购号*。

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® 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。

6.1.4 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。

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。

6.1.5 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。

6.2 功能扩展

本节介绍 VLT® AQUA DriveFC 202 系列可使用的功能扩展选件。有关订购号，请参阅*章 13.2 选件和附件的订购号*。

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。

Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

- 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

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。

6.2.6 VLT® Extended Cascade Controller MCO 101

VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 易于安装和升级，可在主/从模式下操作更多泵并执行更高级的泵控制功能。

- 标准多泵设置中最多为 6 台泵。
- 主/从设置中最多 5 台泵。

端子最大负载
- AC-1 电阻性负载 240 V AC 2 A。
- cos fi 为 0.4 时的 AC-15 电感性负载 240 V AC 0.2 A
- DC-1 电阻性负载 24 V DC 1 A。
- cos fi 为 0.4 时的 DC-13 电感性负载 24 V DC 0.1 A。

端子最小负载
- DC 5 V 10 mA。
- 额定负载/最小负载下的最大切换速率：6 min-1/20 s-1。

6.2.7 VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102

VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 安装方便，能升级内置多泵控制器，在主/从模式下最多操作 8 台泵以及使用更高级的泵控制功能。

- 相同的多泵控制器硬件适用于功率高达 1.2 MW 的整个功率范围。
- 标准多泵设置中最多为 8 台泵。主/从设置中最多 8 台泵。

6.3 运动控制和继电器卡

本节介绍 VLT® AQUA DriveFC 202 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 选件和附件的订购号*。

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*。

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 大功率套件

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

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

7 规格

7.1 电气数据，380-480 V

VLT® AQUA Drive FC 202	N110K		N132		N160	
高/正常负载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	HO	NO	HO	NO	HO	NO
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	90	110	110	132	132	160
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	125	150	150	200	200	250
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	110	132	132	160	160	200
机箱规格	D1h/D3h/D5h/D6h					
输出电流（3 相）						
持续（400 V 时）[A]	177	212	212	260	260	315
间歇（60 秒过载）（400 V 时）[A]	266	233	318	286	390	347
持续（460/480 V 时）[A]	160	190	190	240	240	302
间歇（60 秒过载）（460/480 V 时）[kVA]	240	209	285	264	360	332
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	123	147	147	180	180	218
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	127	151	151	191	191	241
持续 kVA 值（480 V 时）[kVA]	139	165	165	208	208	262
最大输入电流						
持续（400 V 时）[A]	171	204	204	251	251	304
持续（460/480 V 时）[A]	154	183	183	231	231	291
每相的电缆最大数量和尺寸						
- 主电源、电机、制动和负载共享电缆 [mm^2 (AWG)]	2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)	
最大外置主电源熔断器 [A][1]	315		350		400	
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	2031	2559	2289	2954	2923	3770
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	1828	2261	2051	2724	2089	3628
效率 [3)]	0.98		0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 590		0 - 590		0 - 590	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	75 (167)		75 (167)		75 (167)	

表 7.1 机箱 D1h/D3h/D5h/D6h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N200		N250		N315	
高/正常负载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	HO	NO	HO	NO	HO	NO
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	160	200	200	250	250	315
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	250	300	300	350	350	450
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	200	250	250	315	315	355
机箱规格	D2h/D4h/D7h/D8h					
输出电流（3 相）						
持续（400 V 时）[A]	315	395	395	480	480	588
间歇（60 秒过载）（400 V 时）[A]	473	435	593	528	720	647
持续（460/480 V 时）[A]	302	361	361	443	443	535
间歇（60 秒过载）（460/480 V 时）[kVA]	453	397	542	487	665	589
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	218	274	274	333	333	407
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	241	288	288	353	353	426
持续 kVA 值（480 V 时）[kVA]	262	313	313	384	384	463
最大输入电流						
持续（400 V 时）[A]	304	381	381	463	463	567
持续（460/480 V 时）[A]	291	348	348	427	427	516
每相的电缆最大数量和尺寸						
- 主电源、电机、制动和负载共享电缆 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
最大外置主电源熔断器 [A][1]	550		630		800	
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2], [3]	3093	4116	4039	5137	5005	6674
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2], [3]	2872	3569	3575	4566	4458	5714
效率 [3]	0.98		0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 590		0 - 590		0 - 590	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	

表 7.2 机箱 D2h/D4h/D7h/D8h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N355		N400		N450	
高/正常负载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	HO	NO	HO	NO	HO	NO
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	315	355	355	400	400	450
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	450	500	500	600	550	600
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	355	400	400	500	500	530
机箱规格	E1h/E3h		E1h/E3h		E1h/E3h	
输出电流（3 相）						
持续（400 V 时）[A]	600	658	658	745	695	800
间歇（60 秒过载）（400 V 时）[A]	900	724	987	820	1043	880
持续（460/480 V 时）[A]	540	590	590	678	678	730
间歇（60 秒过载）（460/480 V 时）[A]	810	649	885	746	1017	803
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	416	456	456	516	482	554
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	430	470	470	540	540	582
最大输入电流						
持续（400 V 时）[A]	578	634	634	718	670	771
持续（460/480 V 时）[A]	520	569	569	653	653	704
每相的电缆最大数量和尺寸 (E1h)						
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	5x240 (5x500 mcm)		5x240 (5x500 mcm)		5x240 (5x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- 制动或再生 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
每相的电缆最大数量和尺寸 (E3h)						
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)		6x240 (6x500 mcm)		6x240 (6x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
- 负载共享或再生 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
最大外置主电源熔断器 [A][2]	800		800		800	
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	6178	6928	6851	8036	7297	8783
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	5322	5910	5846	6933	7240	7969
效率 [3)]	0.98		0.98		0.98	
输出频率	0 - 590 Hz		0 - 590 Hz		0 - 590 Hz	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	
功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
风扇功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
活动浪涌电流冲击卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

表 7.3 机箱 E1h/E3h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N500		N560	
高/正常负载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	HO	NO	HO	NO
400 V 时的典型主轴输出 [kW]	450	500	500	560
460 V 时的典型主轴输出 [hp]	600	650	650	750
480 V 时的典型主轴输出 [kW]	530	560	560	630
机箱规格	E2h/E4h		E2h/E4h	
输出电流（3 相）				
持续（400 V 时）[A]	800	880	880	990
间歇（60 秒过载）（400 V 时）[A]	1200	968	1320	1089
持续（460/480 V 时）[A]	730	780	780	890
间歇（60 秒过载）（460/480 V 时）[A]	1095	858	1170	979
持续 kVA 值（400 V 时）[kVA]	554	610	610	686
持续 kVA 值（460 V 时）[kVA]	582	621	621	709
最大输入电流				
持续（400 V 时）[A]	771	848	848	954
持续（460/480 V 时）[A]	704	752	752	858
每相的电缆最大数量和尺寸 (E2h)				
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)		6x240 (6x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	5x240 (5x500 mcm)		5x240 (5x500 mcm)	
- 制动或再生 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
每相的电缆最大数量和尺寸 (E4h)				
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)		6x240 (6x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
- 负载共享或再生 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
最大外置主电源熔断器 [A][1]	1200		1200	
400 V [W] 时的预计功率损耗 [2], [3]	8352	9473	9449	11102
460 V [W] 时的预计功率损耗 [2], [3]	7182	7809	7771	9236
效率 [3]	0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 590		0 - 590	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		100 (212)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	
功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
风扇功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
活动浪涌电流冲击卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

表 7.4 机箱 E2h/E4h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 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® AQUA Drive FC 202	N75K		N90K		N110K	
高/正常负载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	HO	NO	HO	NO	HO	NO
525 V 时的典型主轴输出 [kW]	45	55	55	75	75	90
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	60	75	75	100	100	125
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	55	75	75	90	90	110
机箱规格	D1h/D3h/D5h/D6h					
输出电流（3 相）						
持续（525 V 时）[A]	76	90	90	113	113	137
间歇（60 秒过载）（525 V 时）[A]	114	99	135	124	170	151
持续（575/690 V 时）[A]	73	86	86	108	108	131
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	110	95	129	119	162	144
持续 kVA 值（525 V 时）[kVA]	69	82	82	103	103	125
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	73	86	86	108	108	131
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	87	103	103	129	129	157
最大输入电流						
持续（525 V 时）[A]	74	87	87	109	109	132
持续（575/690 V 时）	70	83	83	104	104	126
每相的电缆最大数量和尺寸						
- 主电源、电机、制动和负载共享电缆 [mm^2 (AWG)]	2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)	
最大外置主电源熔断器 [A][1]	160		315		315	
575 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	1098	1162	1162	1428	1430	1740
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	1057	1204	1205	1477	1480	1798
效率 [3)]	0.98		0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 590		0 - 590		0 - 590	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	75 (167)		75 (167)		75 (167)	

表 7.5 机箱 D1h/D3h/D5h/D6h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N132		N160	
高/正常负载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
525 V 时的典型主轴输出 [kW]	90	110	110	132
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	125	150	150	200
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	110	132	132	160
机箱规格	D1h/D3h/D5h/D6h			
输出电流（3 相）				
持续（525 V 时）[A]	137	162	162	201
间歇（60 秒过载）（525 V 时）[A]	206	178	243	221
持续（575/690 V 时）[A]	131	155	155	192
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	197	171	233	211
持续 kVA 值（525 V 时）[kVA]	125	147	147	183
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	131	154	154	191
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	157	185	185	230
最大输入电流				
持续（525 V 时）[A]	132	156	156	193
持续（575/690 V 时）	126	149	149	185
每相的电缆最大数量和尺寸				
- 主电源、电机、制动和负载共享电缆 [mm^2 (AWG)]	2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)	
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	160		315	
575 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	1742	2101	2080	2649
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	1800	2167	2159	2740
效率 [3)]	0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 590		0 - 590	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	75 (167)		75 (167)	

表 7.6 机箱 D1h/D3h/D5h/D6h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N200		N250	
高/正常过载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	HO	NO	HO	NO
525 V 时的典型主轴输出 [kW]	132	160	160	200
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	200	250	250	300
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	160	200	200	250
机箱规格	D2h/D4h/D7h/D8h			
输出电流（3 相）				
持续（525 V 时）[A]	201	253	253	303
间歇（60 秒过载）（525 V 时）[A]	301	278	380	333
持续（575/690 V 时）[A]	192	242	242	290
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	288	266	363	319
持续 kVA 值（525 V 时）[kVA]	183	230	230	276
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	191	241	241	289
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	229	289	289	347
最大输入电流				
持续（525 V 时）[A]	193	244	244	292
持续（575/690 V 时）	185	233	233	279
每相的电缆最大数量和尺寸				
- 主电源、电机、制动和负载共享电缆 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350)		2x185 (2x350)	
最大外置主电源熔断器 [A][1]	550		550	
575 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	2361	3074	3012	3723
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	2446	3175	3123	3851
效率 [3)]	0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 590		0 - 590	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	

表 7.7 机箱 D2h/D4h/D7h/D8h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N315		N400	
高/正常过载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
525 V 时的典型主轴输出 [kW]	200	250	250	315
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	300	350	350	400
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	250	315	315	400
机箱规格	D2h/D4h/D7h/D8h			
输出电流（3 相）				
持续（525 V 时）[A]	303	360	360	418
间歇（60 秒过载）（525 V 时）[A]	455	396	540	460
持续（575/690 V 时）[A]	290	344	344	400
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	435	378	516	440
持续 kVA 值（525 V 时）[kVA]	276	327	327	380
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	289	343	343	398
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	347	411	411	478
最大输入电流				
持续（525 V 时）[A]	292	347	347	403
持续（575/690 V 时）	279	332	332	385
每相的电缆最大数量和尺寸				
- 主电源、电机、制动和负载共享电缆 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350)		2x185 (2x350)	
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	550		550	
575 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	3642	4465	4146	5028
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	3771	4614	4258	5155
效率 [3)]	0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 590		0 - 590	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	

表 7.8 机箱 D2h/D4h/D7h/D8h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N450		N500	
高/正常负载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
525 V 时的典型主轴输出 [kW]	315	355	315	400
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	400	450	400	500
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	355	450	400	500
机箱规格	E1h/E3h		E1h/E3h	
输出电流（3 相）				
持续（525 V 时）[A]	395	470	429	523
间歇（60 秒过载）（525 V 时）[A]	593	517	644	575
持续（575/690 V 时）[A]	380	450	410	500
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	570	495	615	550
持续 kVA 值（525 V 时）[kVA]	376	448	409	498
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	378	448	408	498
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	454	538	490	598
最大输入电流				
持续（525 V 时）[A]	381	453	413	504
持续（575/690 V 时）[A]	366	434	395	482
每相的电缆最大数量和尺寸 (E1h)				
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	5x240 (5x500 mcm)		5x240 (5x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- 制动或再生 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
每相的电缆最大数量和尺寸 (E3h)				
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)		6x240 (6x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
- 负载共享或再生 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	800		800	
600 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	4989	6062	5419	6879
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	4920	5939	5332	6715
效率 [3)]	0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 500		0 - 500	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	
功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
风扇功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
活动浪涌电流冲击卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

表 7.9 机箱 E1h/E3h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N560		N630	
高/正常负载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
525 V 时的典型主轴输出 [kW]	400	450	450	500
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	500	600	600	650
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	500	560	560	630
机箱规格	E1h/E3h		E1h/E3h	
输出电流（3 相）				
持续（525 V 时）[A]	523	596	596	630
间歇（60 秒过载）（525 V 时）[A]	785	656	894	693
持续（575/690 V 时）[A]	500	570	570	630
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	750	627	855	693
持续 kVA 值（525 V 时）[kVA]	498	568	568	600
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	498	568	568	627
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	598	681	681	753
最大输入电流				
持续（525 V 时）[A]	504	574	574	607
持续（575/690 V 时）[A]	482	549	549	607
每相的电缆最大数量和尺寸 (E1h)				
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	5x240 (5x500 mcm)		5x240 (5x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- 制动或再生 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
每相的电缆最大数量和尺寸 (E3h)				
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)		6x240 (6x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
- 负载共享或再生 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
最大外置主电源熔断器 [A][1)]	800		800	
600 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	6833	8076	8069	9208
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	6678	7852	7848	8921
效率 [3)]	0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 500		0 - 500	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	
功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
风扇功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
活动浪涌电流冲击卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

表 7.10 机箱 E1h/E3h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 有关部分负载损耗的信息，请参阅 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N710		N800	
高/正常负载 （高过载=150% 电流，持续 60 秒；正常过载=110% 电流，持续 60 秒）	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
525 V 时的典型主轴输出 [kW]	500	560	560	670
575 V 时的典型主轴输出 [hp]	650	750	750	950
690 V 时的典型主轴输出 [kW]	630	710	710	800
机箱规格	E2h/E4h		E2h/E4h	
输出电流（3 相）				
持续（525 V 时）[A]	659	763	763	889
间歇（60 秒过载）（525 V 时）[A]	989	839	1145	978
持续（575/690 V 时）[A]	630	730	730	850
间歇（60 秒过载）（575/690 V 时）[A]	945	803	1095	935
持续 kVA 值（525 V 时）[kVA]	628	727	727	847
持续 kVA 值（575 V 时）[kVA]	627	727	727	847
持续 kVA 值（690 V 时）[kVA]	753	872	872	1016
最大输入电流				
持续（525 V 时）[A]	635	735	735	857
持续（575/690 V 时）[A]	607	704	704	819
每相的电缆最大数量和尺寸 (E2h)				
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)		6x240 (6x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	5x240 (5x500 mcm)		5x240 (5x500 mcm)	
- 制动或再生 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
每相的电缆最大数量和尺寸 (E4h)				
- 无制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)		6x240 (6x500 mcm)	
- 带制动的主电源和电机 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
- 负载共享或再生 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
最大外置主电源熔断器 [A][1]	1200		1200	
600 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	8543	10346	10319	12723
690 V [W] 时的预计功率损耗 [2), 3)]	8363	10066	10060	12321
效率 [3)]	0.98		0.98	
输出频率 [Hz]	0 - 500		0 - 500	
散热片过热跳闸 [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
控制卡过热跳闸 [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	
功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
风扇功率卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
活动浪涌电流冲击卡过热跳闸 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

表 7.11 机箱 E2h/E4h 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 (16.4 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 7.5 环境条件. 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（L1、L2、L3）	
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。

7.4 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]
磁通矢量模式下的输出频率	0 – 300 Hz
输出切换	无限制
加减速时间	0.01 – 3600 s

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	
D1h/D2h/D5h/D6h/D7h/D8h/E1h/E2h 机箱	IP21/类型 1，IP54/类型 12
D3h/D4h/E3h/E4h 机箱	IP20/机架
振动测试（标准/加固）	0.7 g/1.0 g
相对湿度	5% – 95%（IEC 721-3-3；工作过程中为 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

控制电缆的长度和横截面积 1)	
最大电机电缆长度，屏蔽/铠装	150 m (492 ft)
电机电缆最大长度，非屏蔽/非铠装	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*
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 。

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%
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。

Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

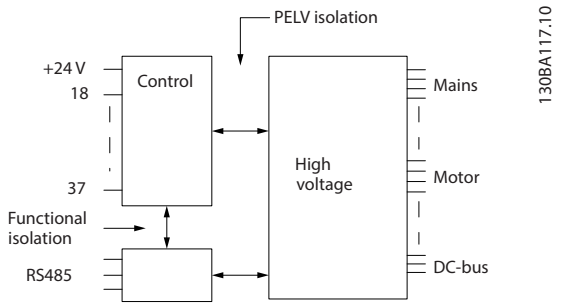


图 7.1 PELV 绝缘

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 7.7.1 数字输入*
最高输入电压	28 V 直流
输入电阻，R_i	大约 4 kΩ
脉冲输入精度 (0.1-1 kHz)	最大误差： 全范围的 0.1 %

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
D1h	62 (137)	62 (137)
D2h	125 (276)	125 (276)
D3h	62 (137) 108 (238) [1]	62 (137) 108 (238) [1]
D4h	125 (276) 179 (395) [1]	125 (276) 179 (395) [1]
D5h	99 (218)	99 (218)
D6h	128 (282)	128 (282)
D7h	185 (408)	185 (408)
D8h	232 (512)	232 (512)

表 7.12 机箱 D1h - D8h 的重量，kg (lb)

1) 带有可选的负载共享和再生端子。

机箱	380 - 480/500 V	525 - 690 V
E1h	295 (650)	295 (650)
E2h	318 (700)	318 (700)
E3h	272 (600)	272 (600)
E4h	295 (650)	295 (650)

表 7.13 机箱 E1h - E4h 重量，kg (lb)

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

8 外部和端子尺寸

8.1 D1h 外部和端子尺寸

8.1.1 D1h 外部尺寸

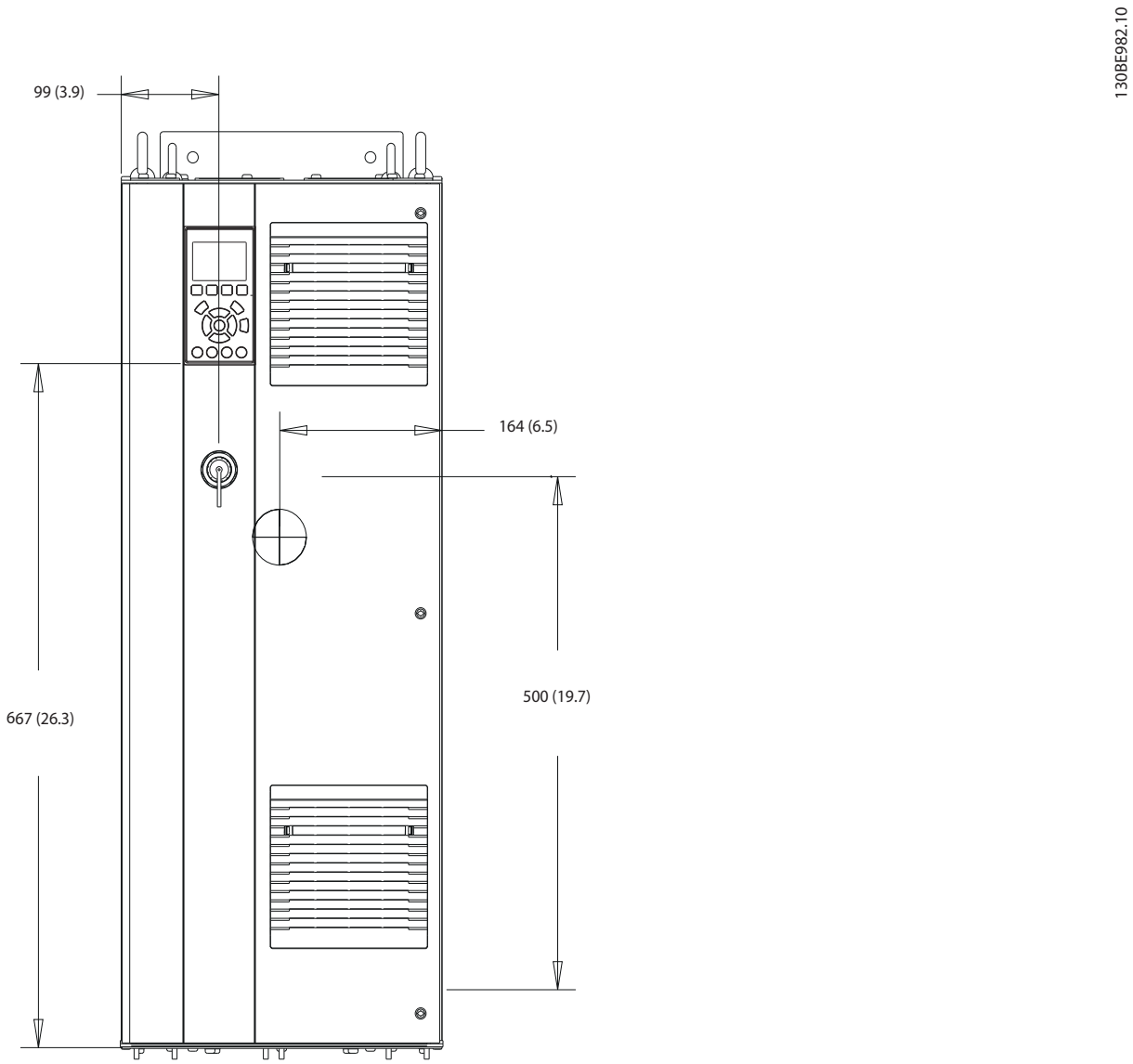


图 8.1 D1h 的正视图

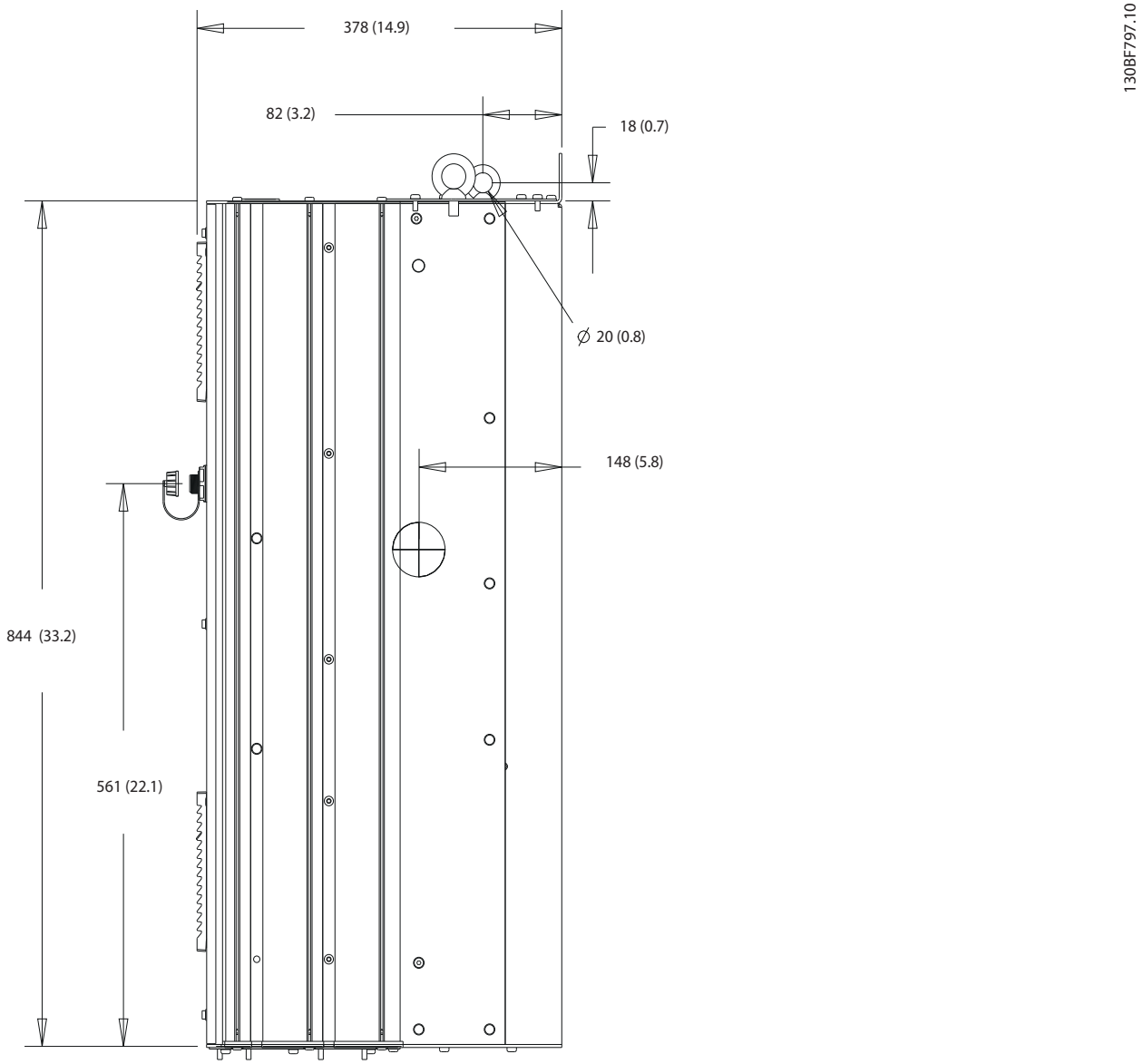


图 8.2 D1h 的侧视图

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

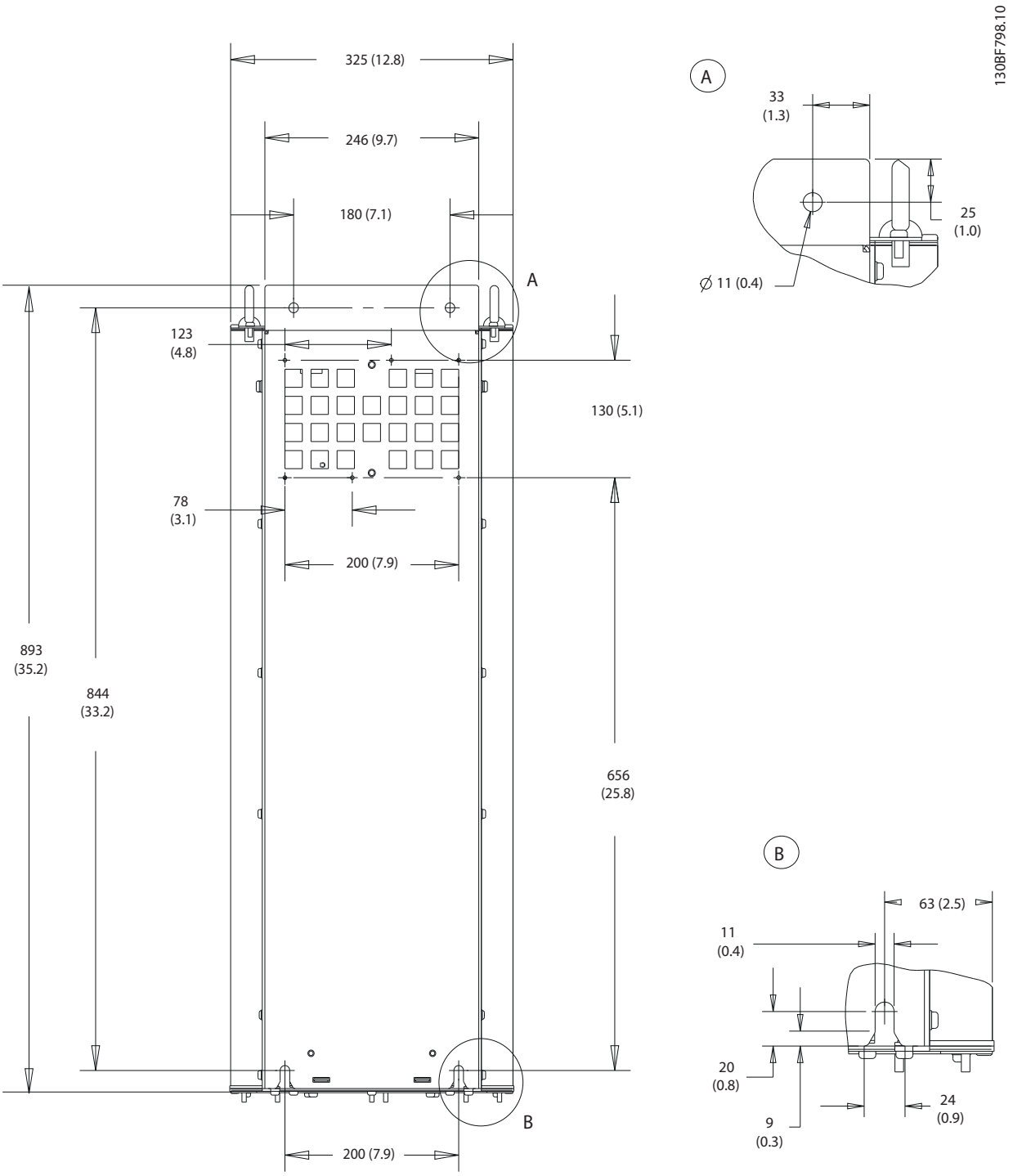

130BF798.10
325 (12.8)
246 (9.7)
180 (7.1)
A
123
(4.8)
130 (5.1)
78
(3.1)
200 (7.9)
893
(35.2)
844
(33.2)
656
(25.8)
B
200 (7.9)
A
33
(1.3)
25
(1.0)
∅ 11 (0.4)
B
63 (2.5)
11
(0.4)
20
(0.8)
9
(0.3)
24
(0.9)

图 8.3 D1h 的后视图

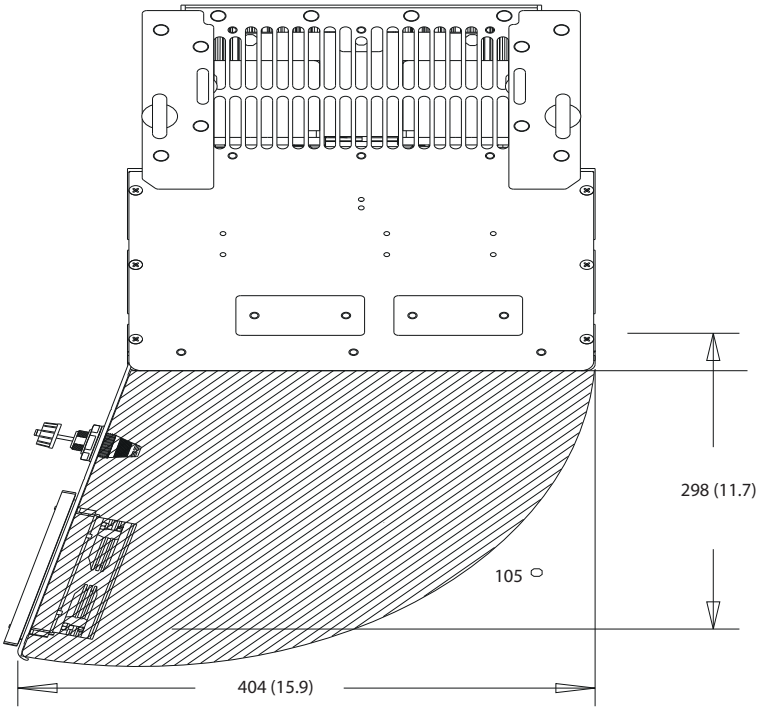
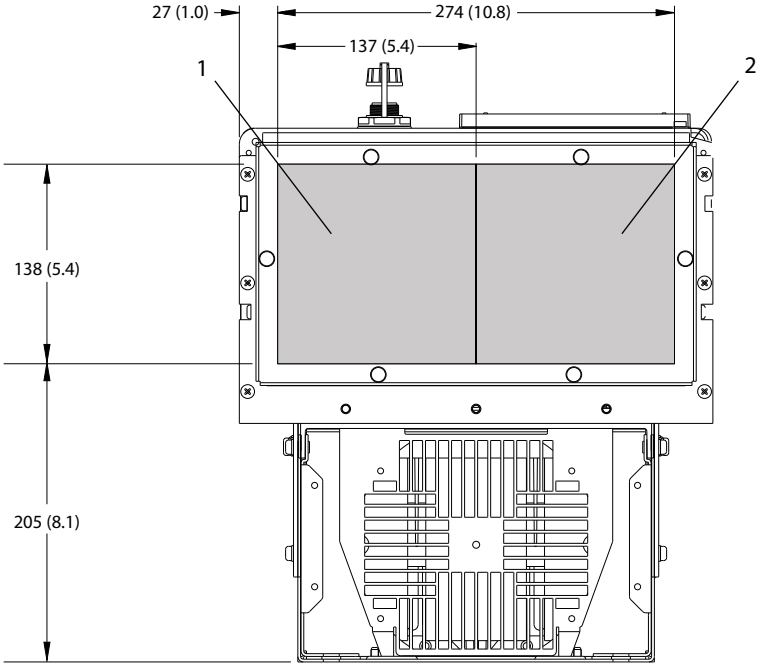


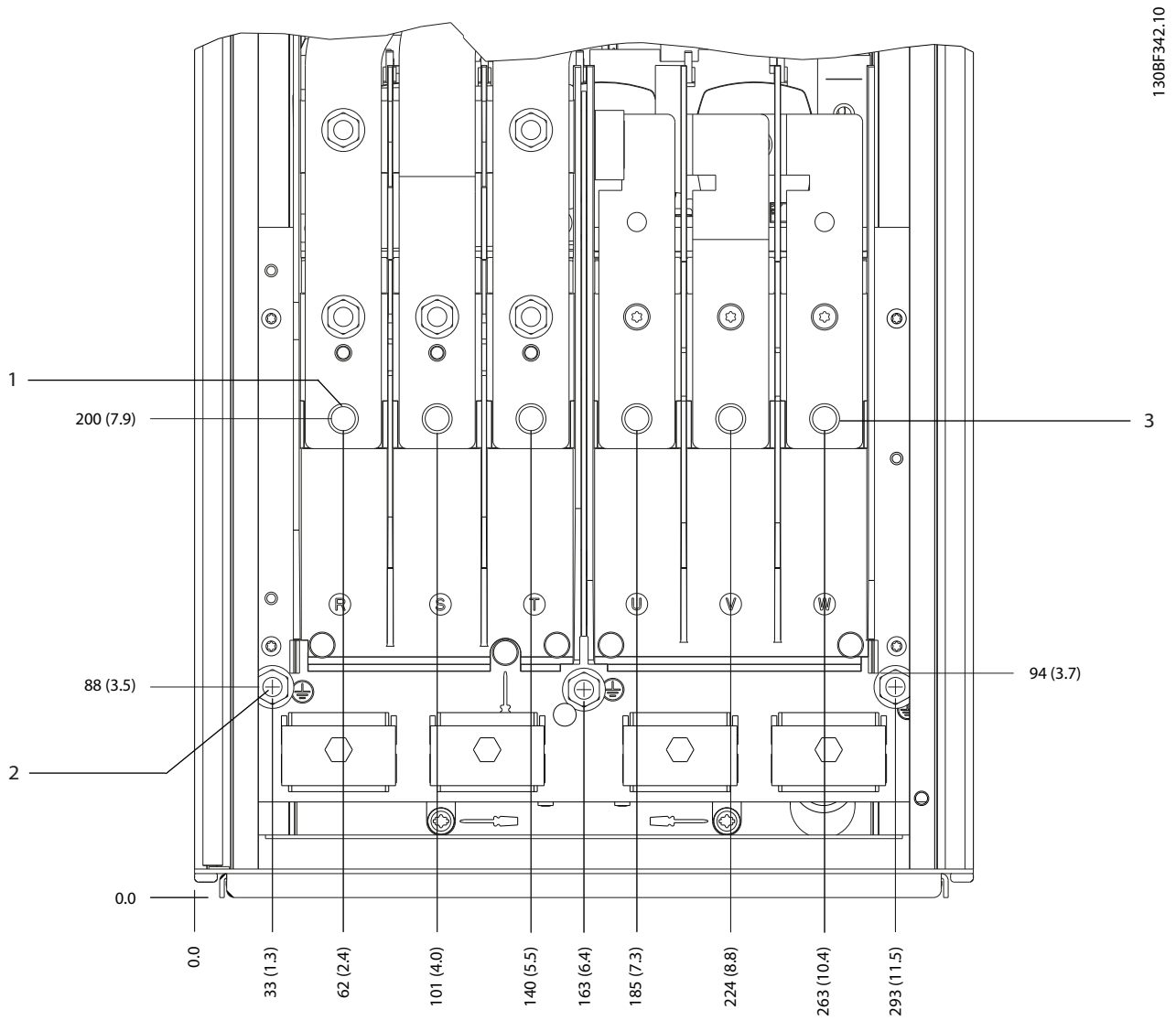
图 8.4 D1h 的门间隙



1	主电源侧	2	电动机侧

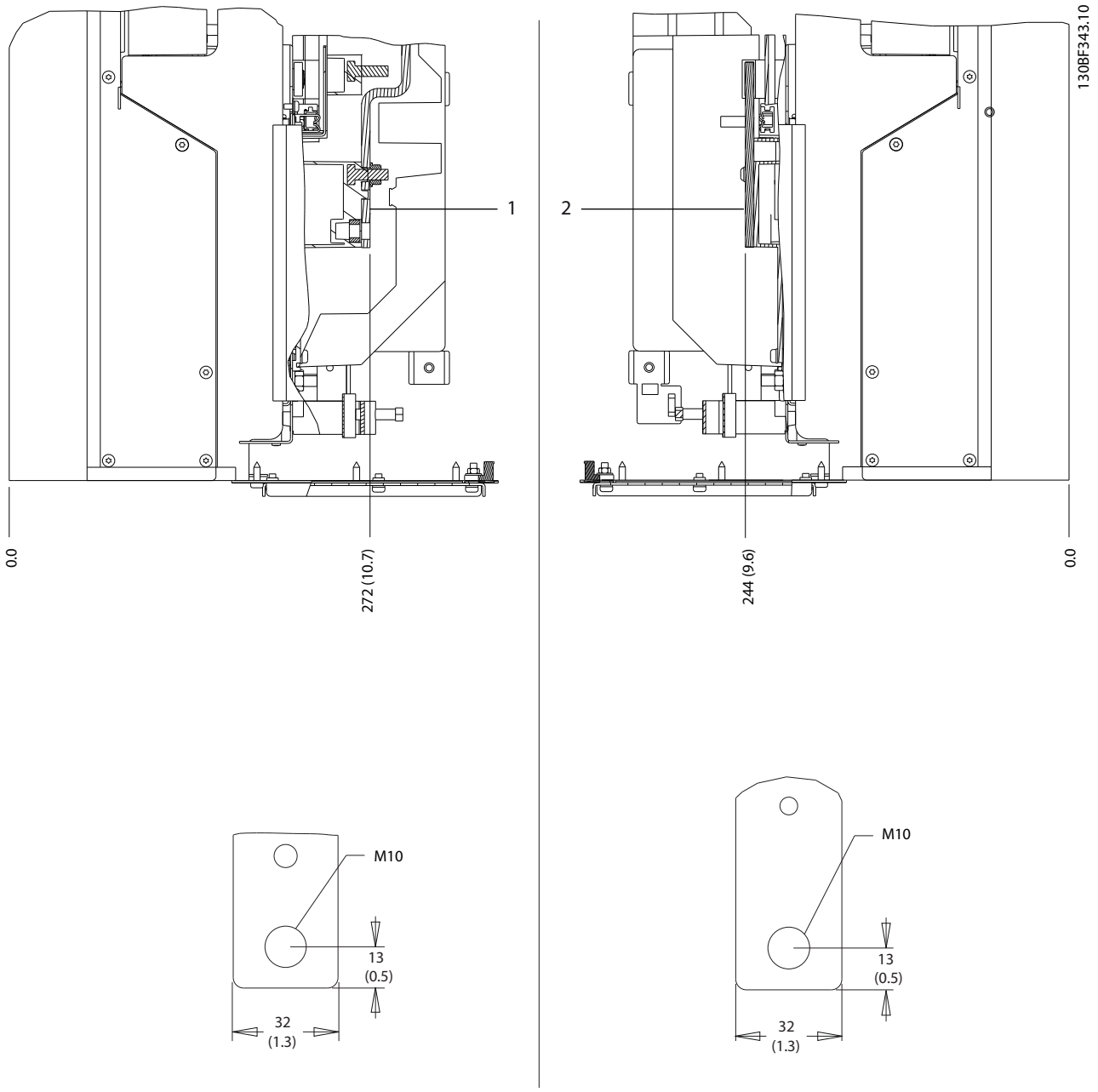
图 8.5 D1h 的密封板尺寸

8.1.2 D1h 端子尺寸



1	主电源端子	3	电机端子
2	接地端子	-	-

图 8.6 D1h 端子尺寸（正视图）



1	主电源端子	2	电机端子

图 8.7 D1h 端子尺寸（侧视图）

8.2 D2h 外部和端子尺寸

8.2.1 D2h 外部尺寸

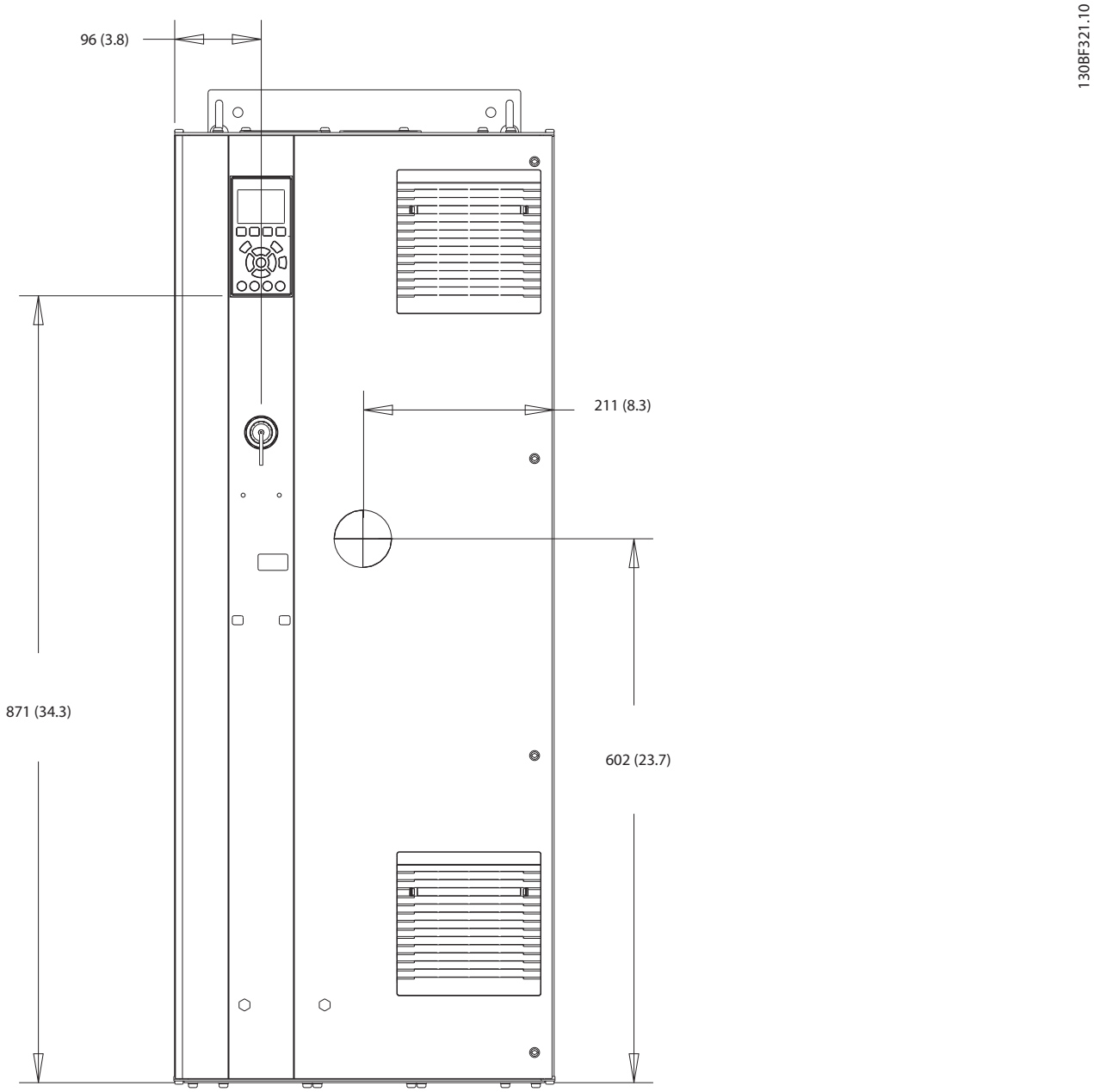


图 8.8 D2h 的正视图

8

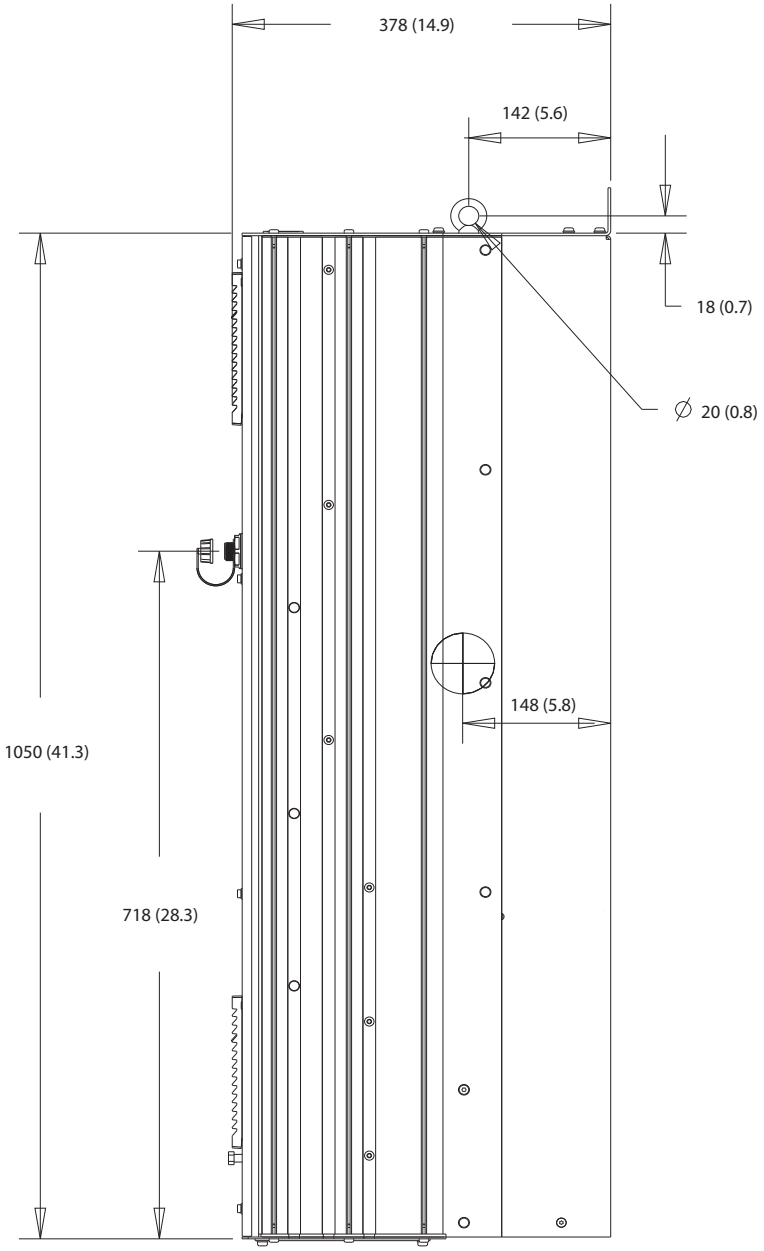


图 8.9 D2h 的侧视图

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

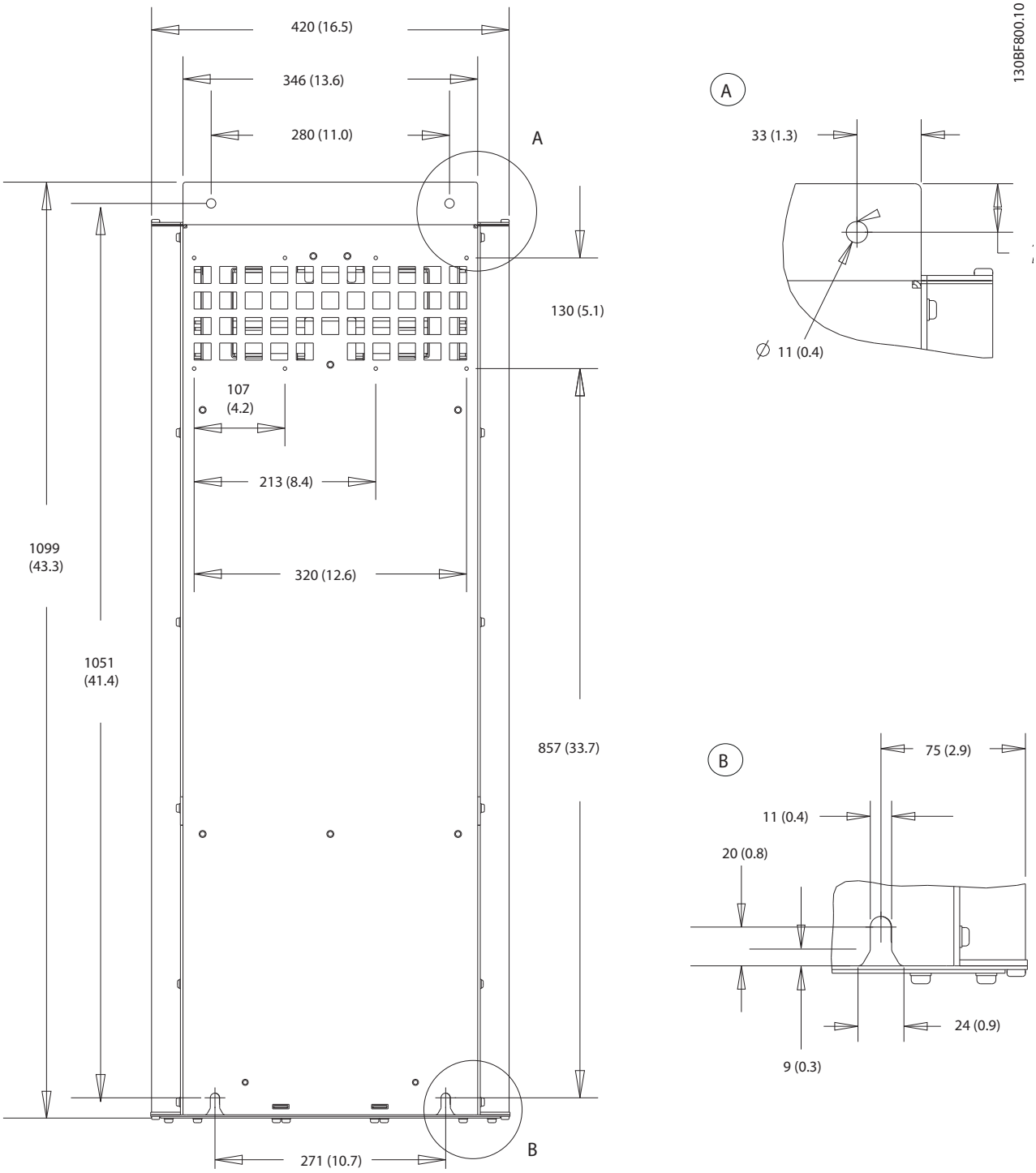


图 8.10 D2h 的后视图

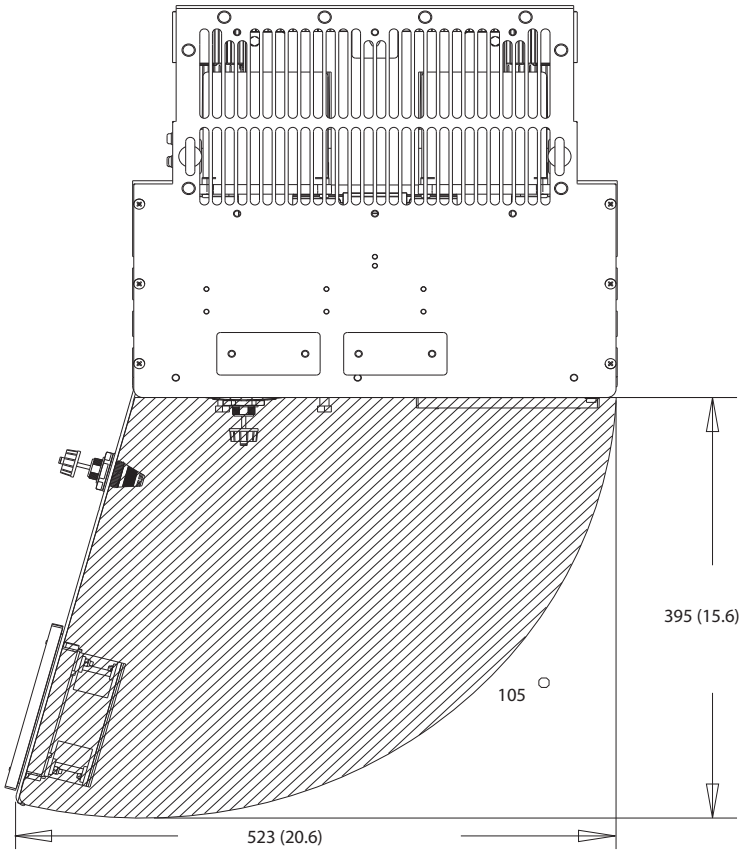
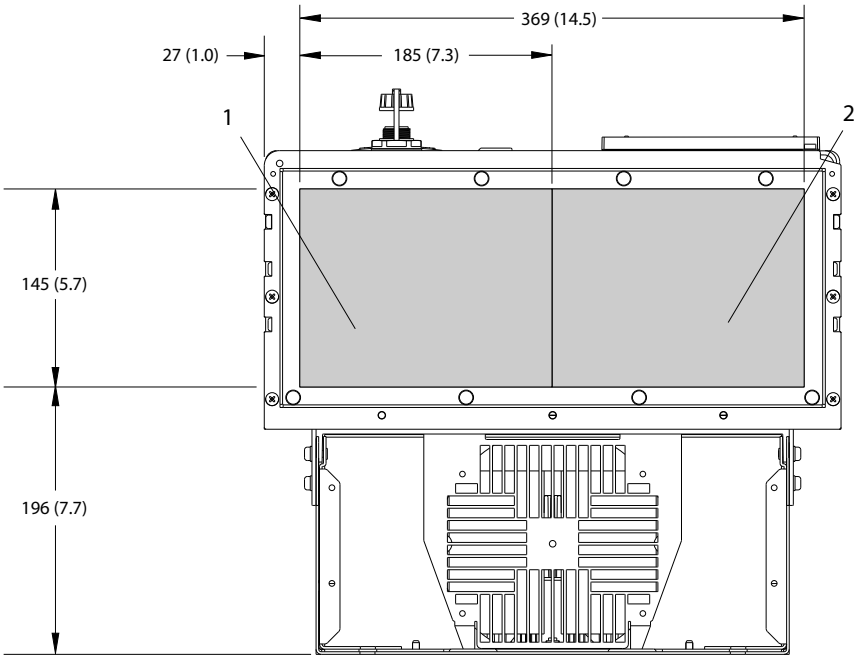


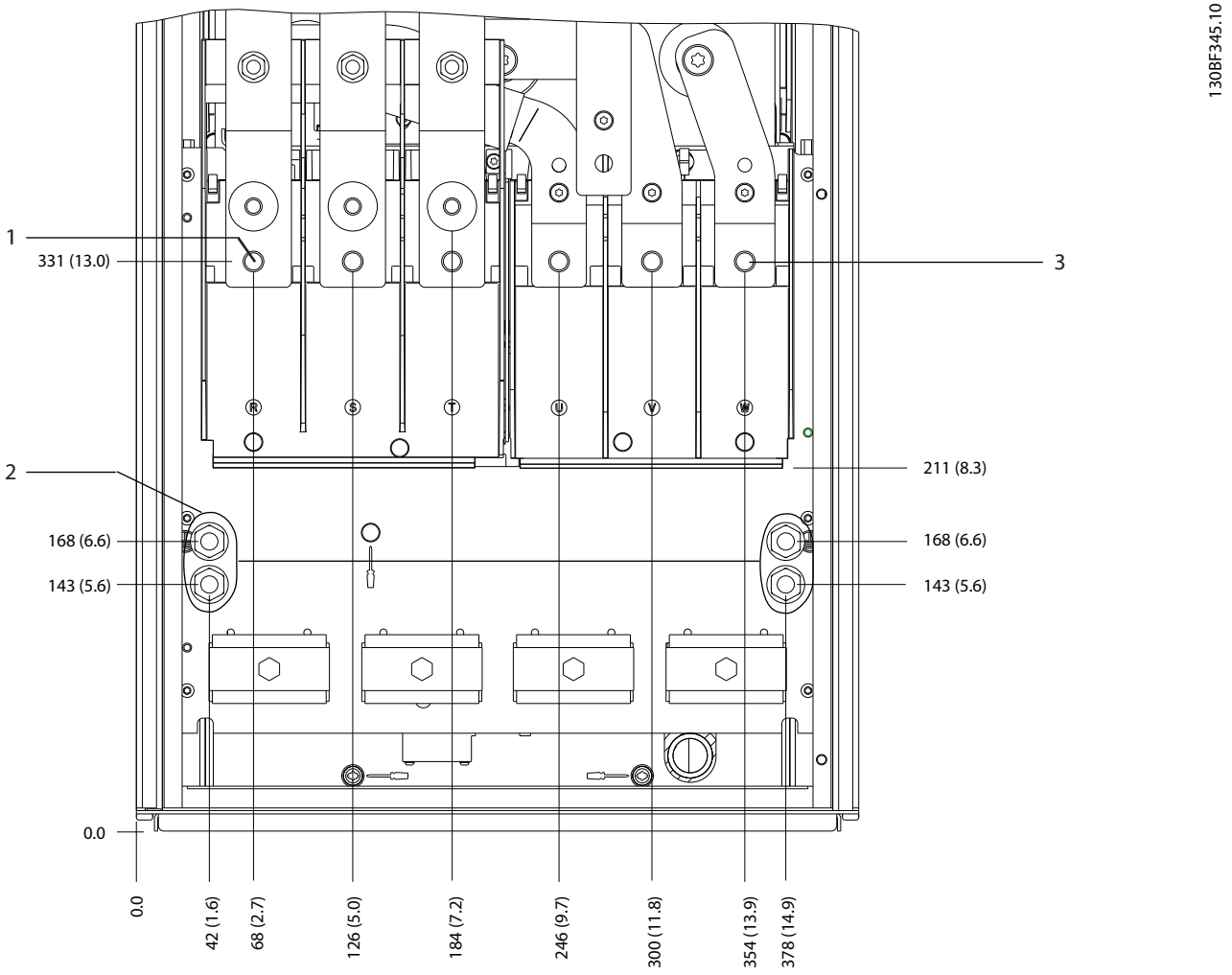
图 8.11 D2h 的门间隙



1	主电源侧	2	电动机侧

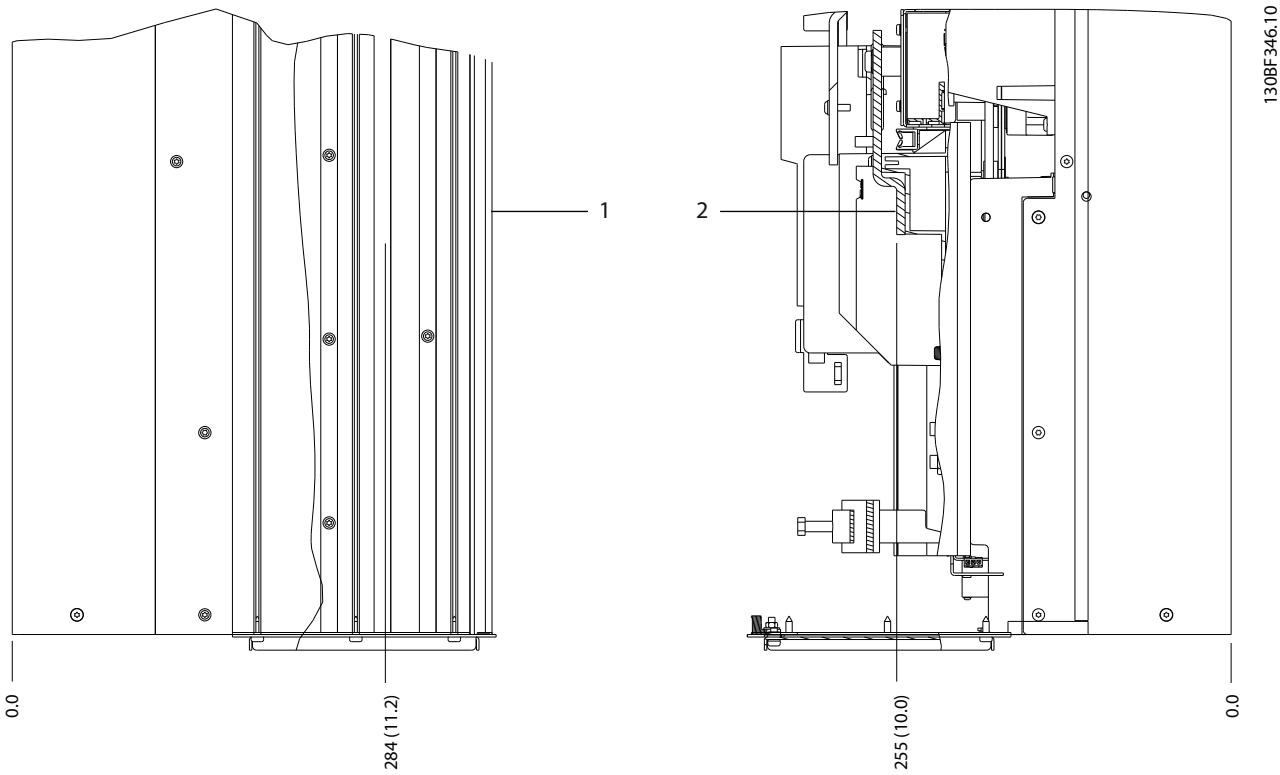
图 8.12 D2h 的密封板尺寸

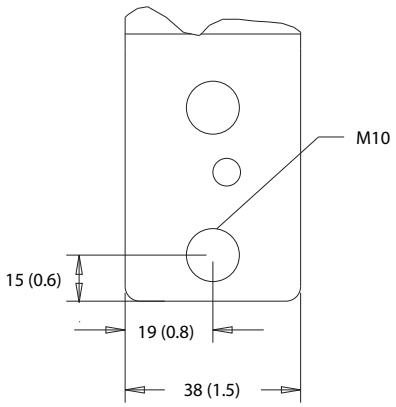
8.2.2 D2h 端子尺寸

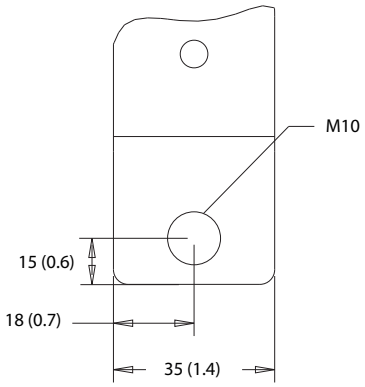


1	主电源端子	3	电机端子
2	接地端子	-	-

图 8.13 D2h 端子尺寸（正视图）







1	主电源端子	2	电机端子

图 8.14 D2h 端子尺寸（侧视图）

8.3 D3h 外部和端子尺寸

8.3.1 D3h 外部尺寸

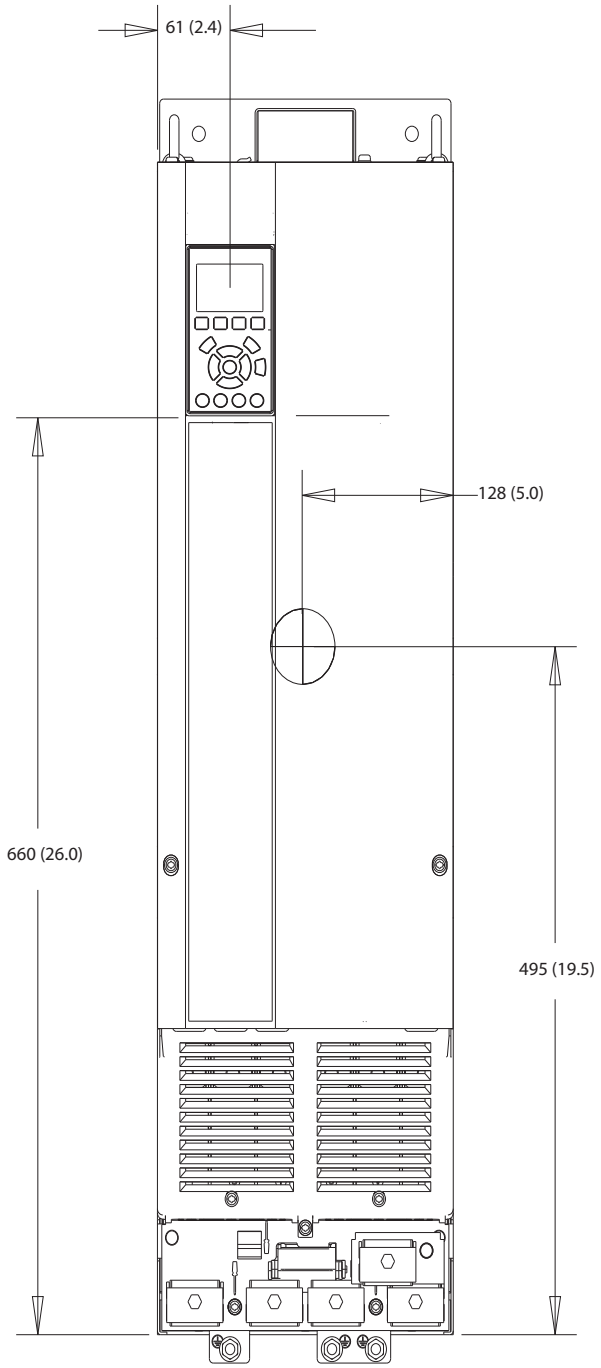


图 8.15 D3h 的正视图

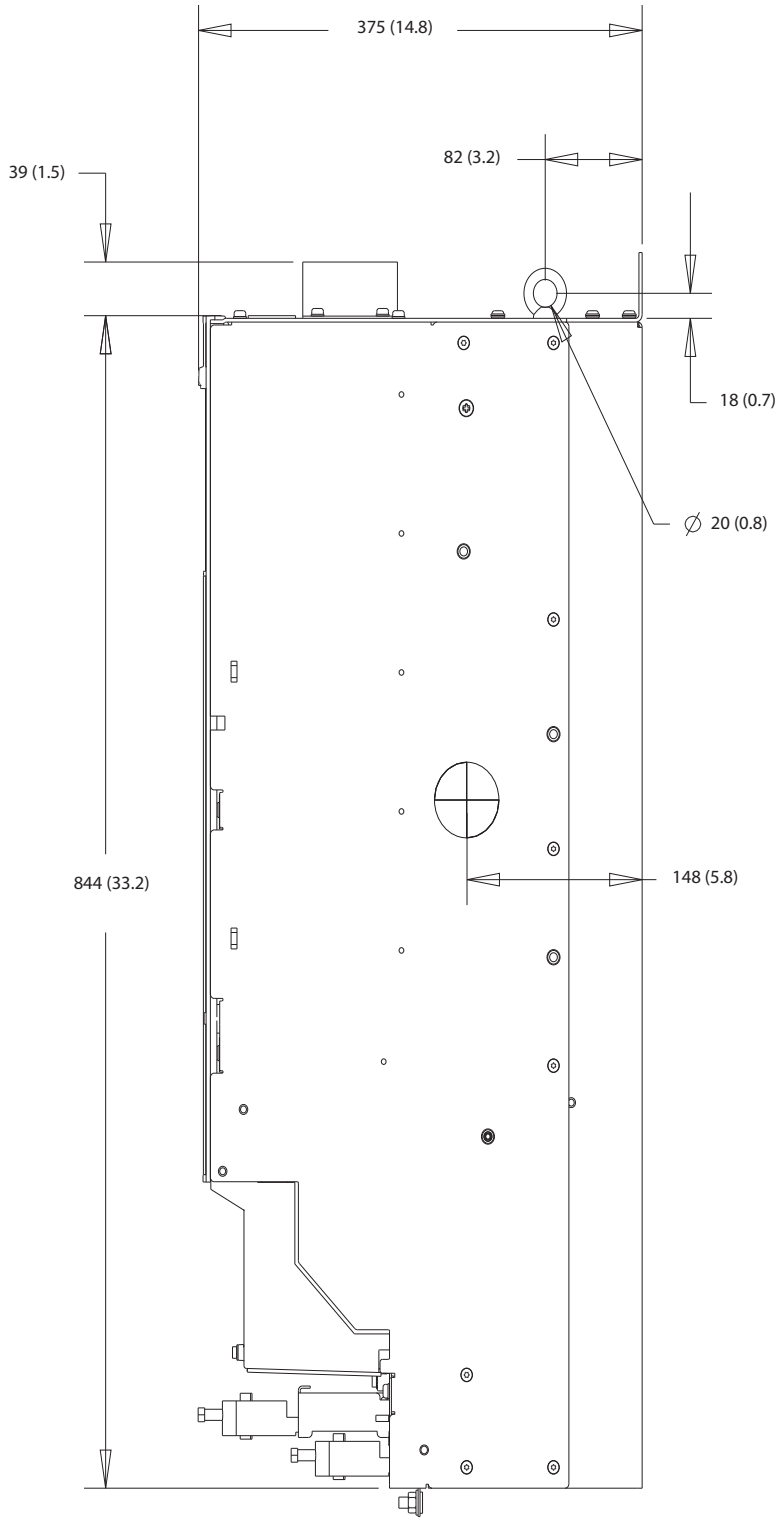


图 8.16 D3h 的侧视图

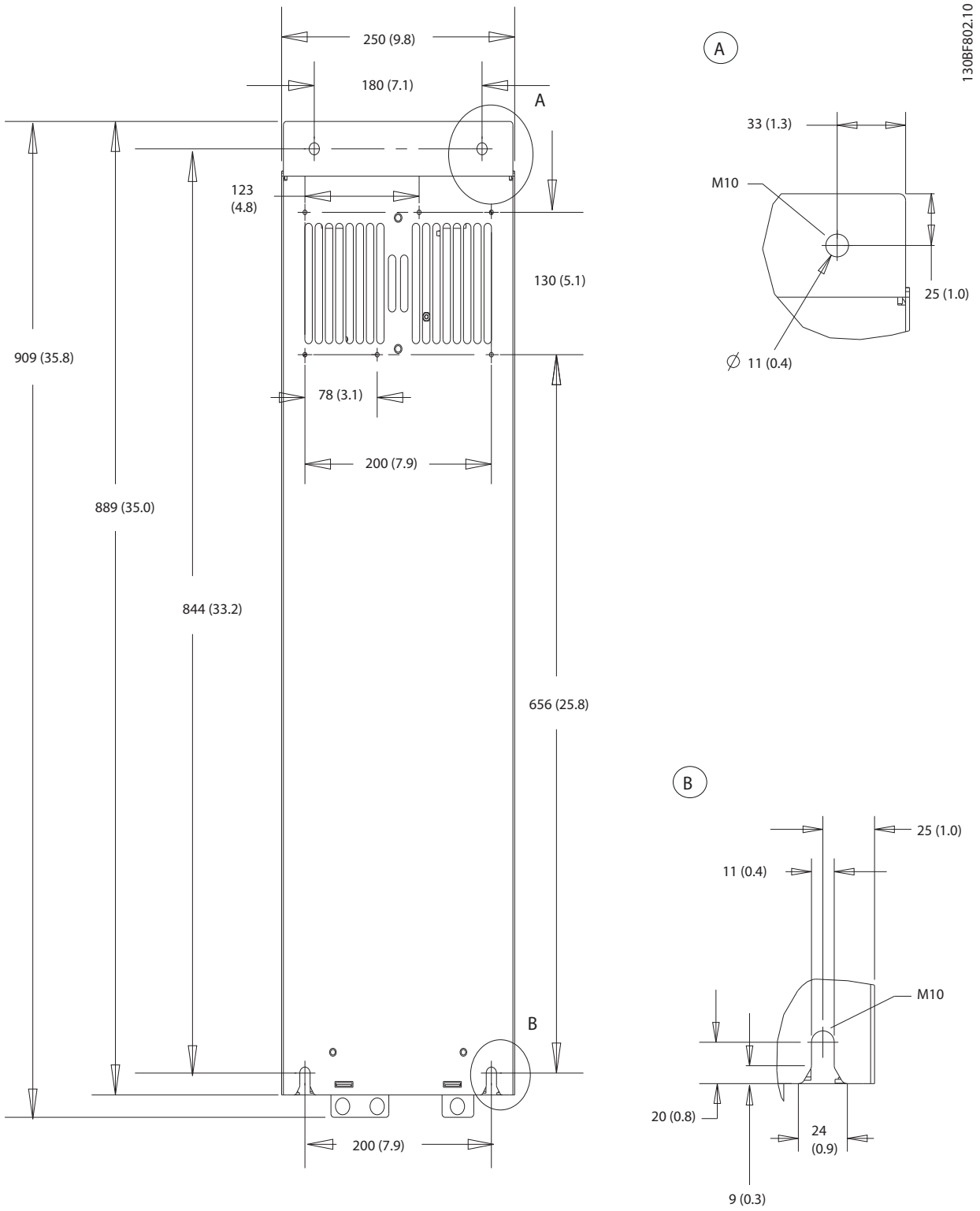
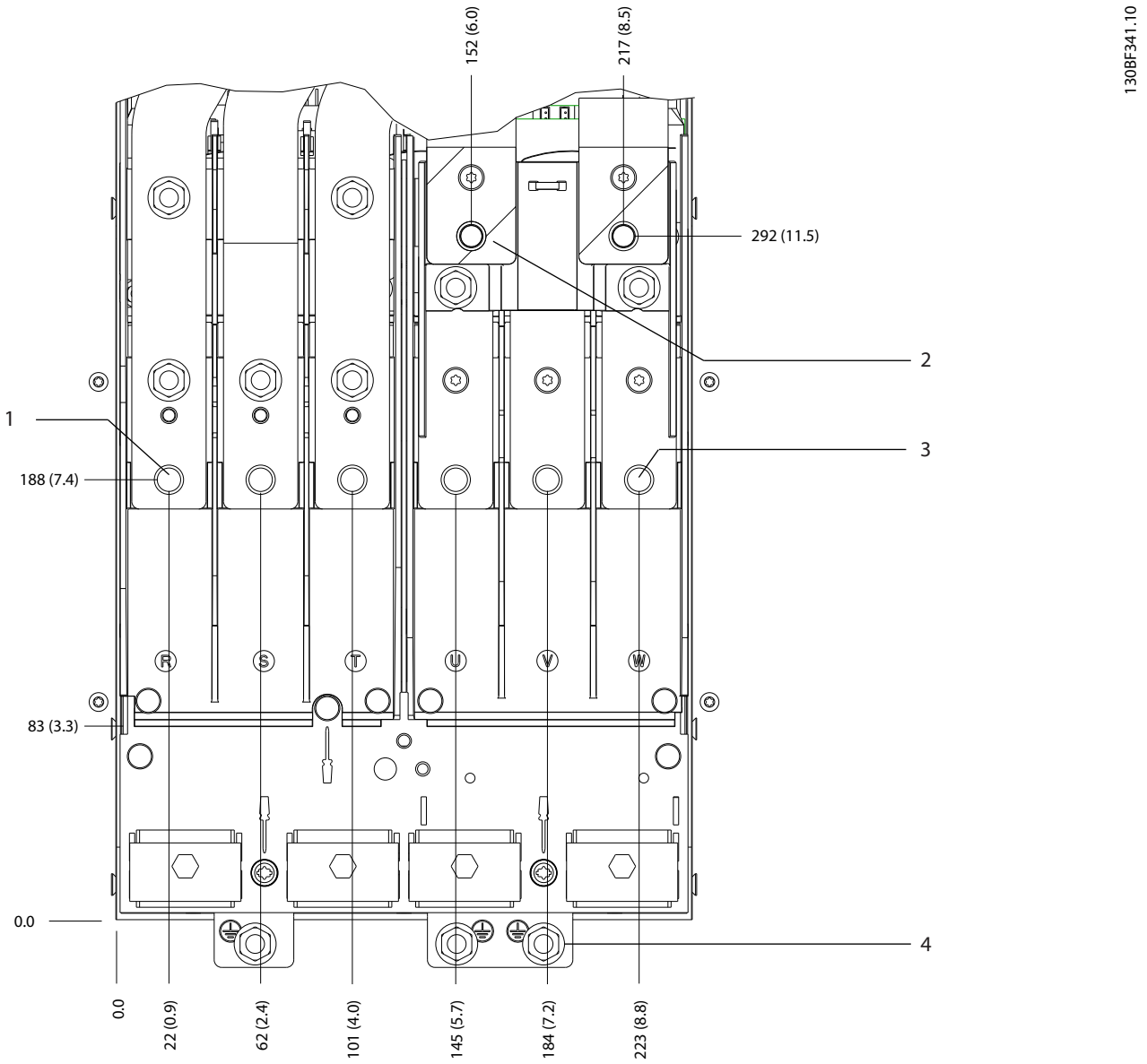


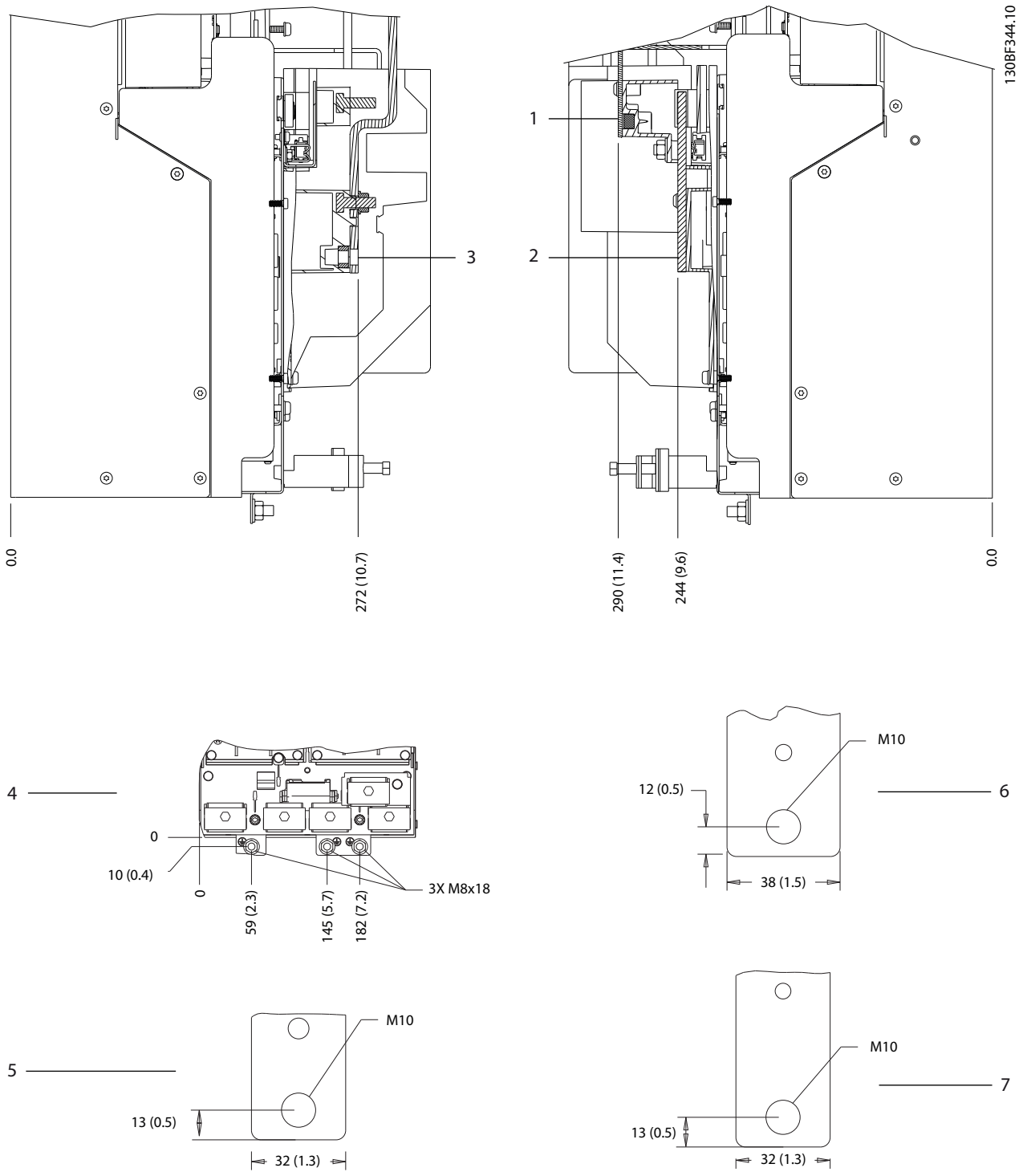
图 8.17 D3h 的后视图

8.3.2 D3h 端子尺寸



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	4	接地端子

图 8.18 D3h 端子尺寸（正视图）



1 和 6	底部制动/再生端子	3 和 5	主电源端子
2 和 7	电机端子	4	接地端子

图 8.19 D3h 端子尺寸（侧视图）

8.4 D4h 外部和端子尺寸

8.4.1 D4h 机箱尺寸

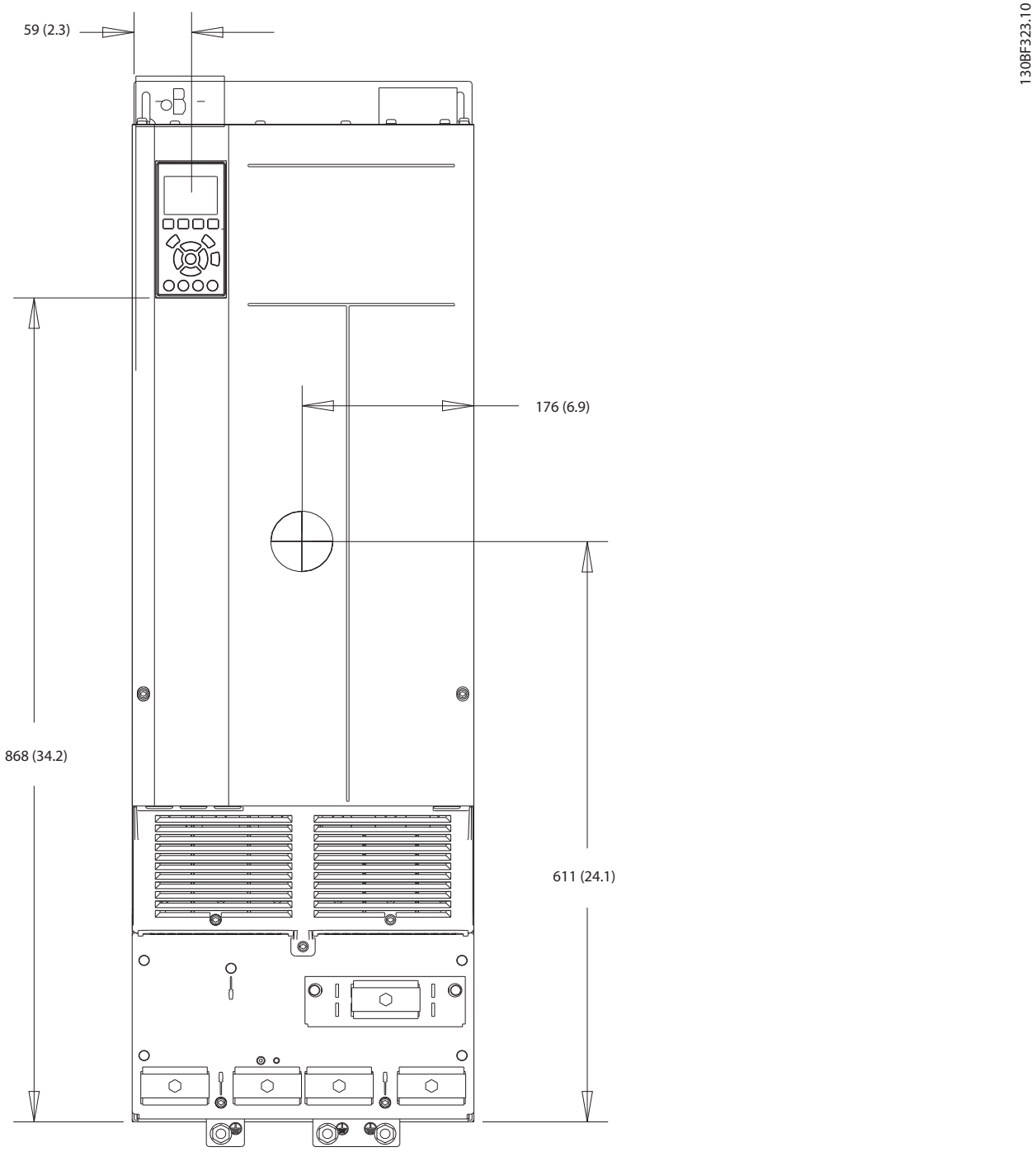


图 8.20 D4h 的正视图

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

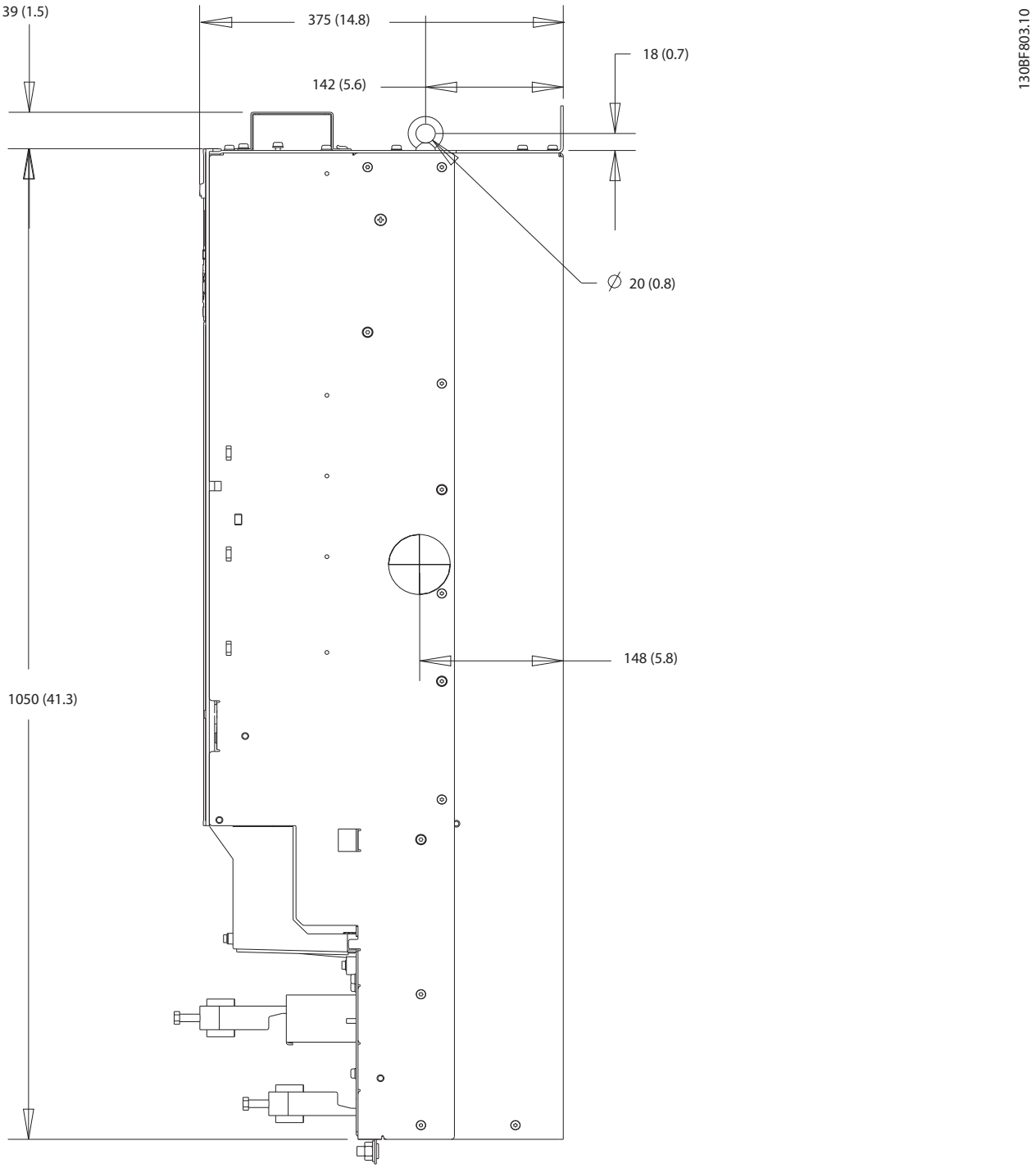


图 8.21 D4h 的侧面尺寸

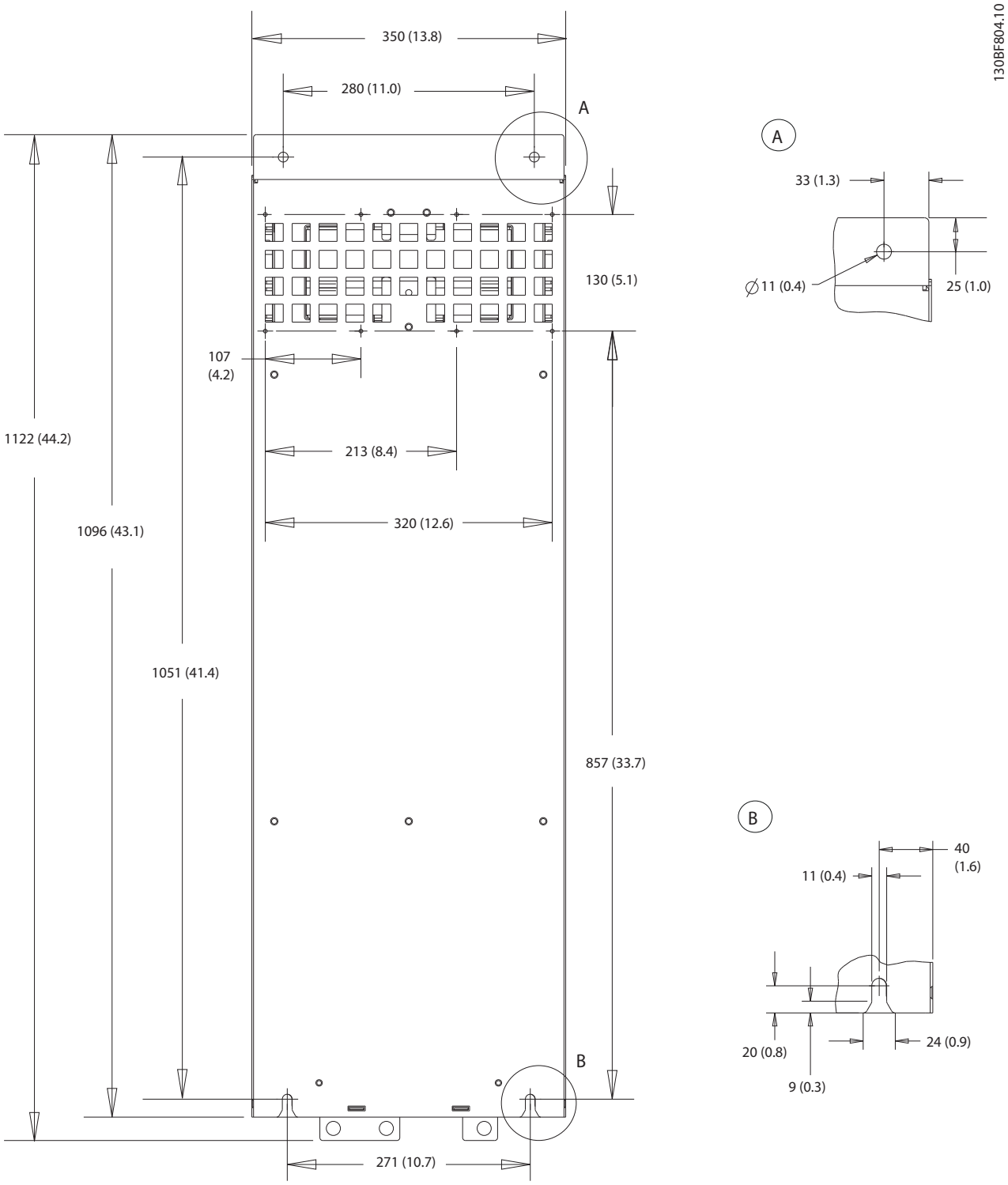
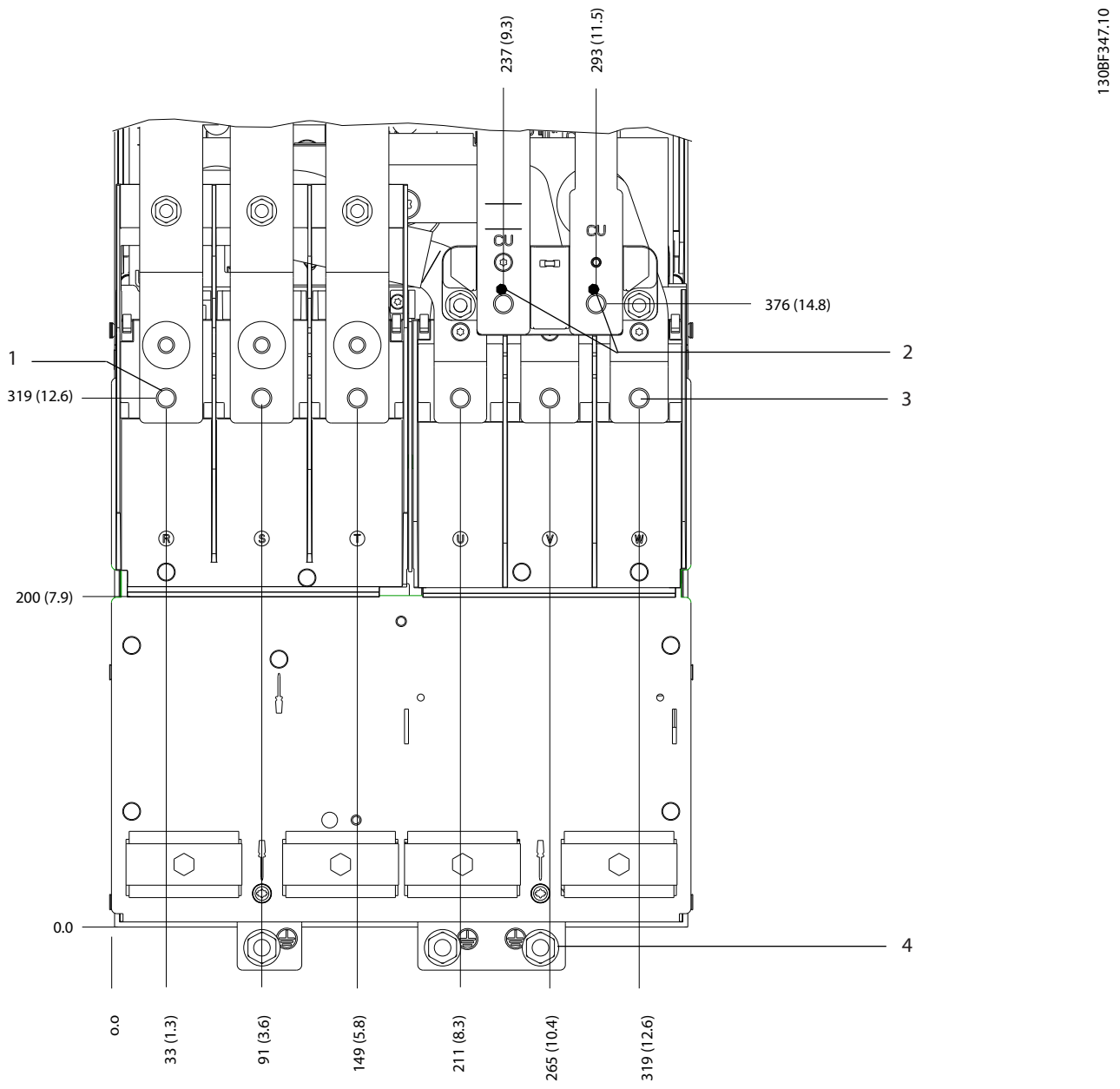


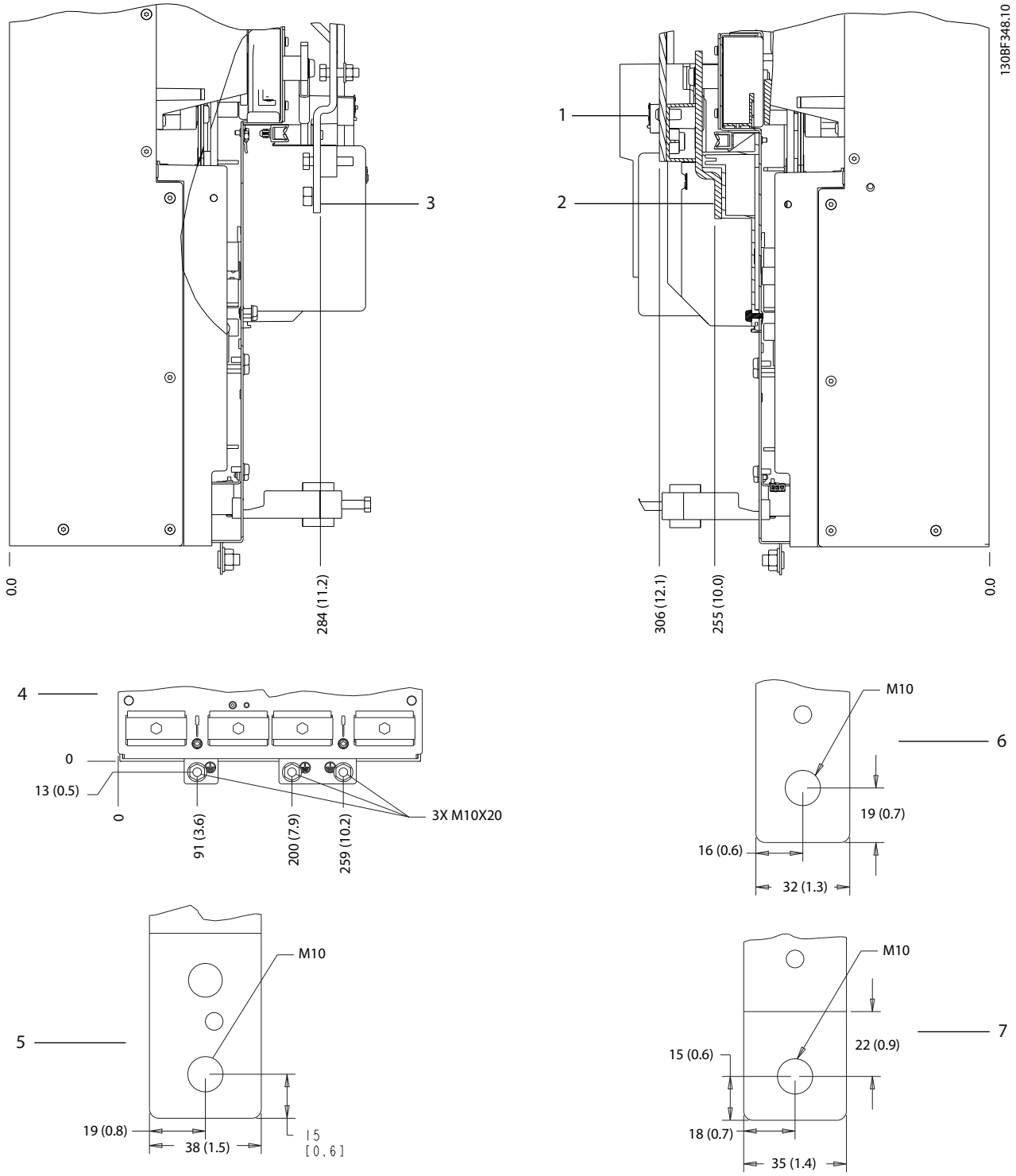
图 8.22 D4h 的后部尺寸

8.4.2 D4h 端子尺寸



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	4	接地端子

图 8.23 D4h 端子尺寸（正视图）



1 和 6	制动/再生端子	3 和 5	主电源端子
2 和 7	电机端子	4	接地端子

图 8.24 D4h 端子尺寸（侧视图）

8.5 D5h 外部和端子尺寸

8.5.1 D5h 外部尺寸

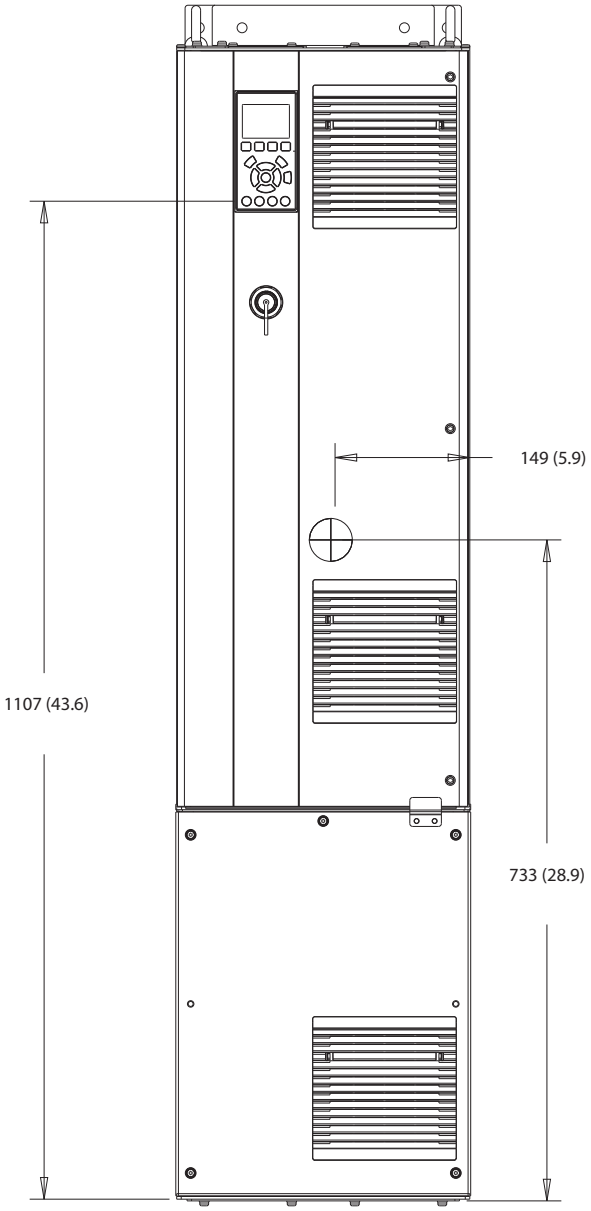


图 8.25 D5h 的正视图

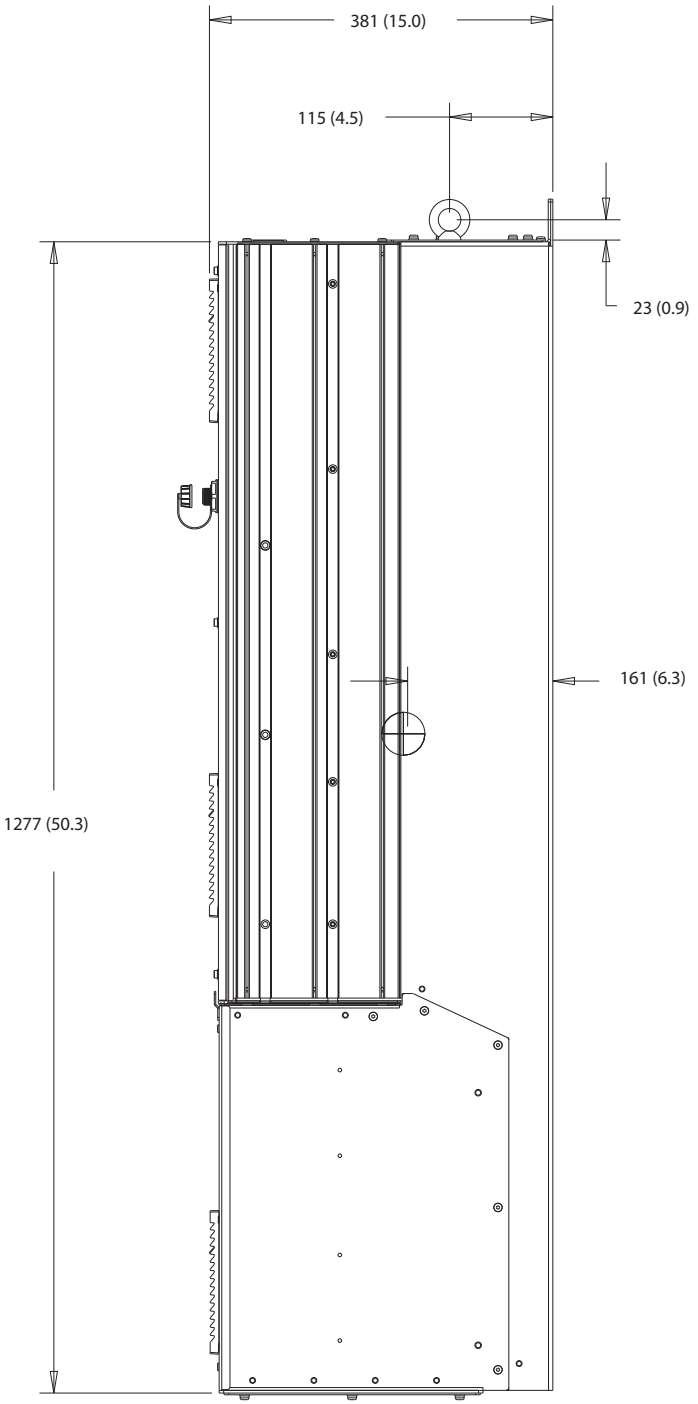


图 8.26 D5h 的侧视图

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

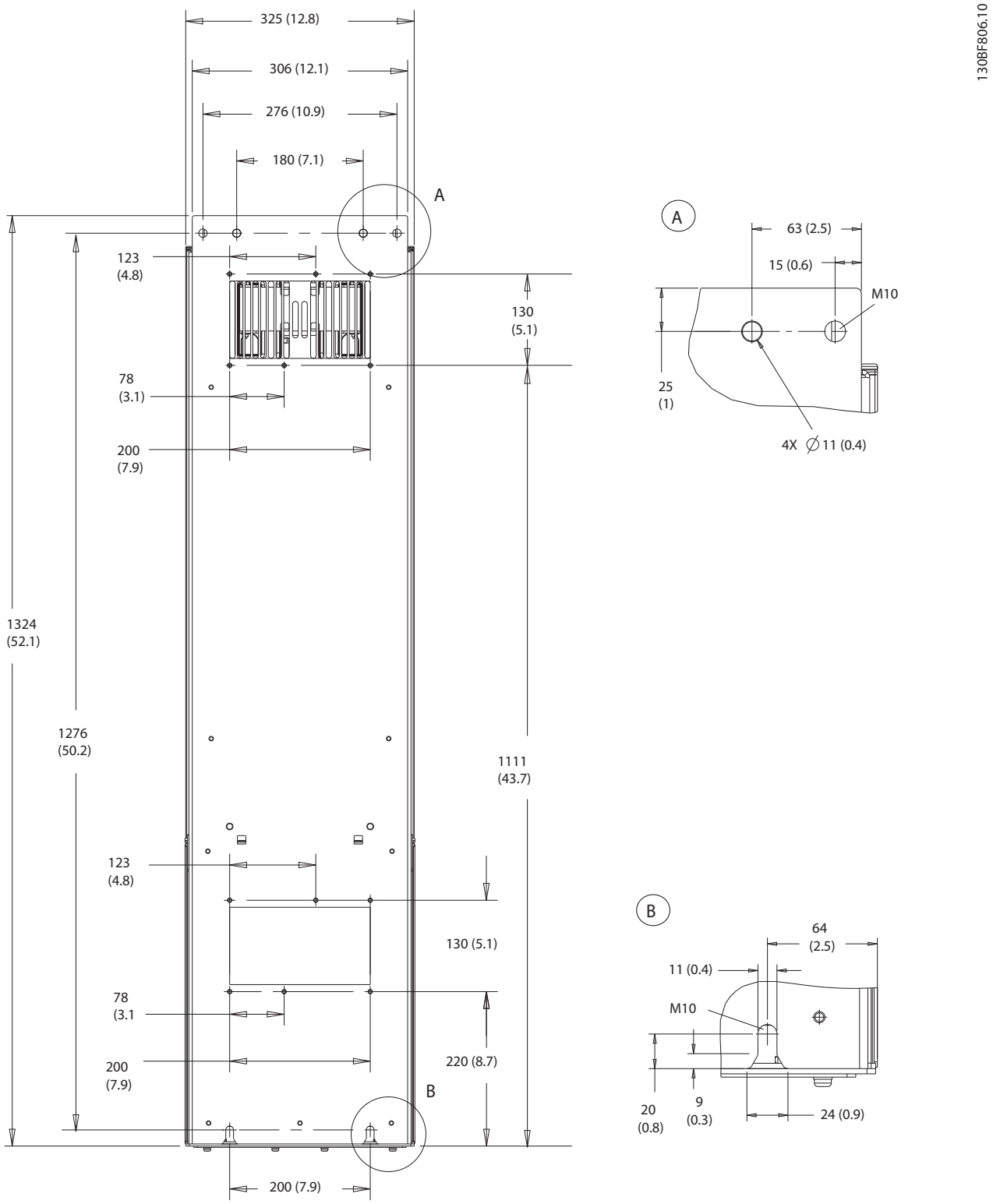


图 8.27 D5h 的后视图

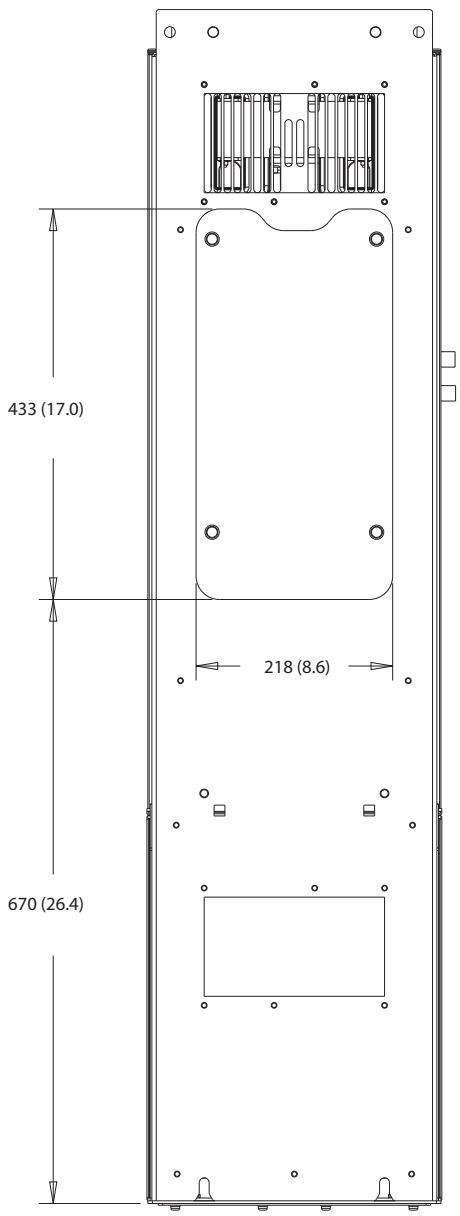


图 8.28 D5h 散热片气流罩尺寸

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

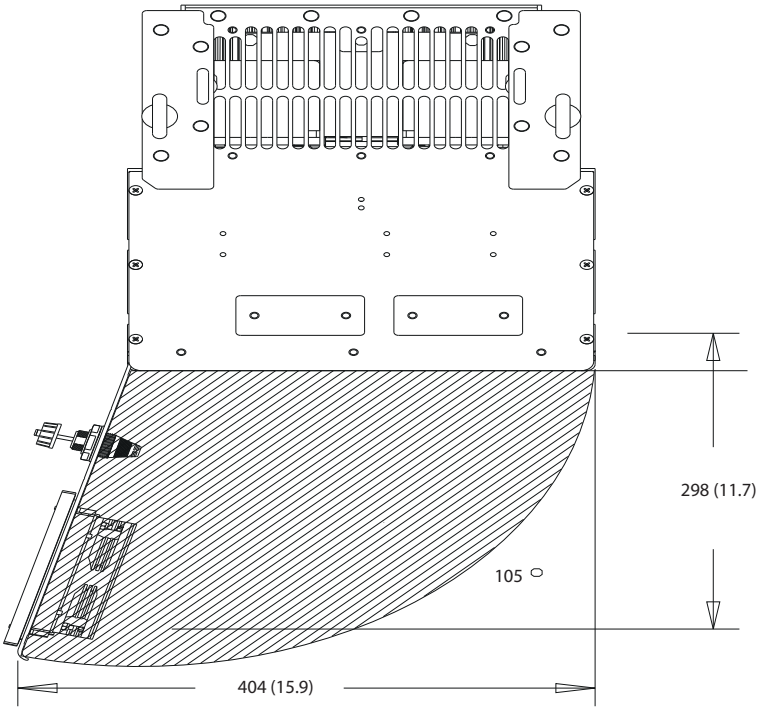
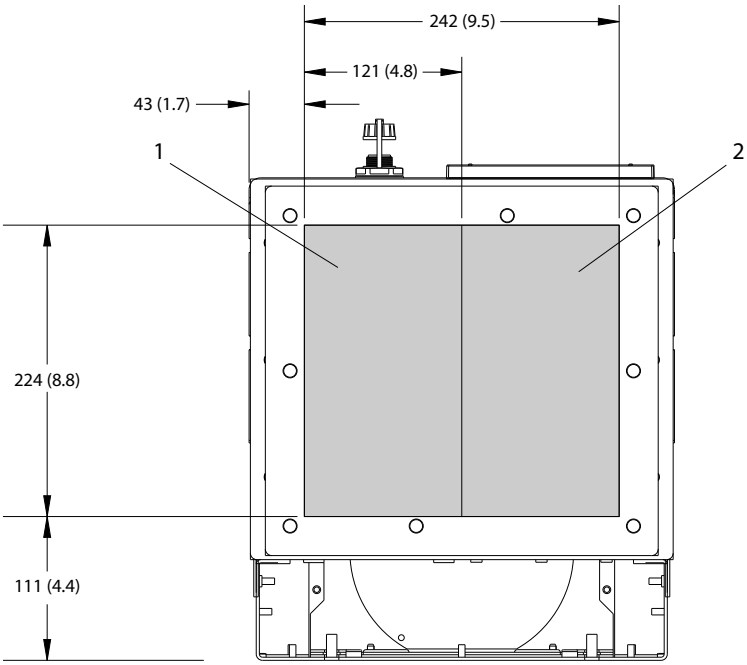


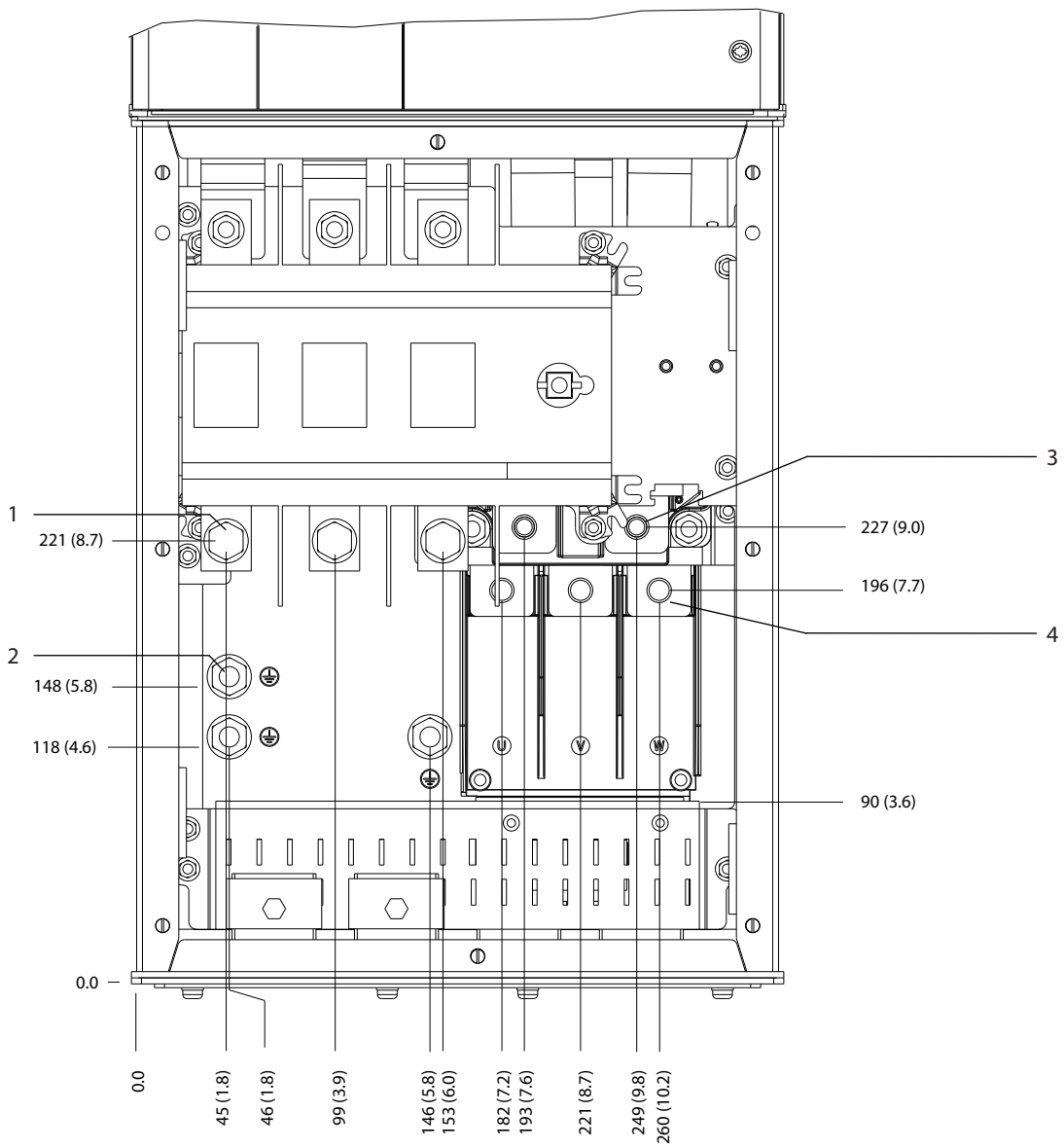
图 8.29 D5h 门间隙



1	主电源侧	2	电动机侧

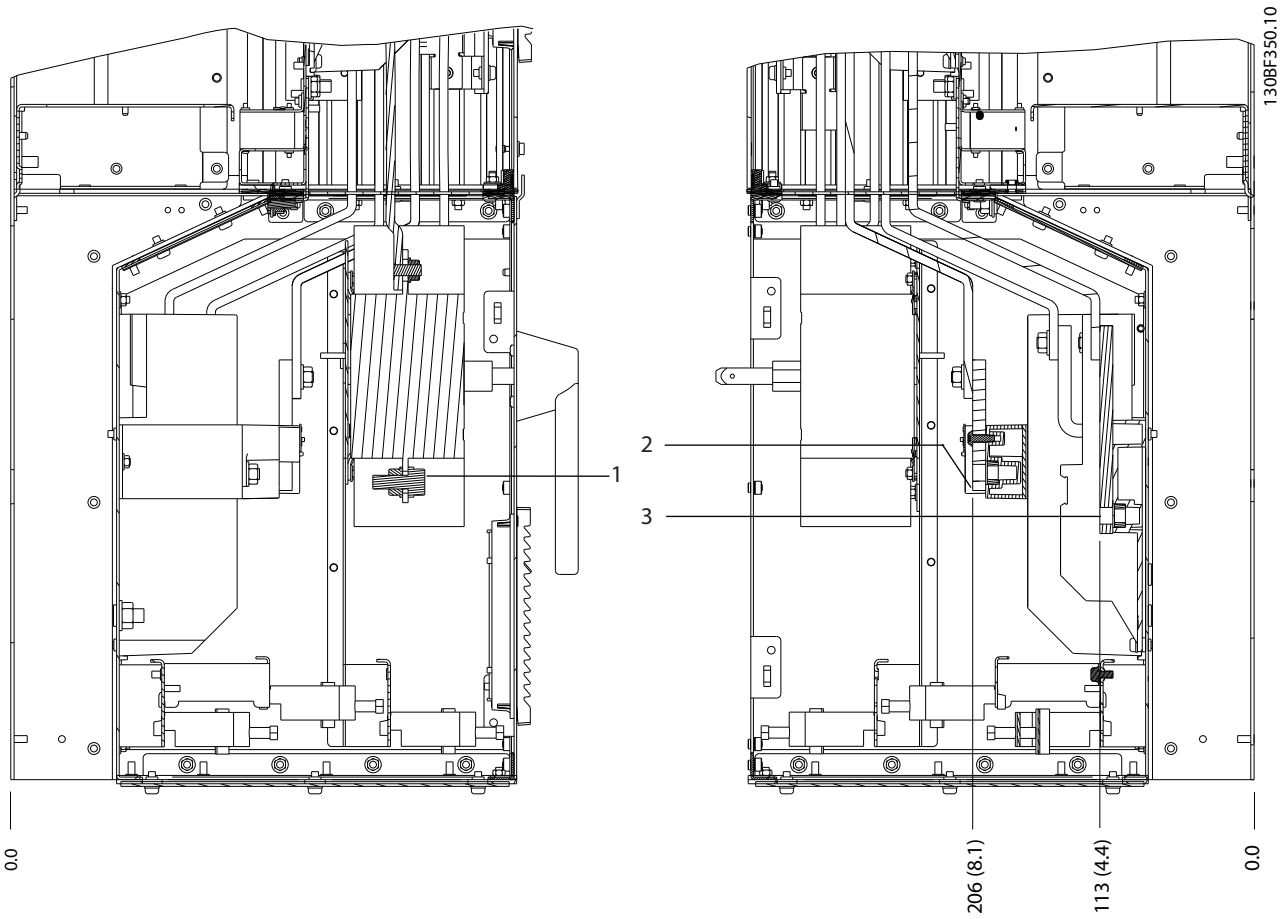
图 8.30 D5h 密封板的尺寸

8.5.2 D5h 端子尺寸



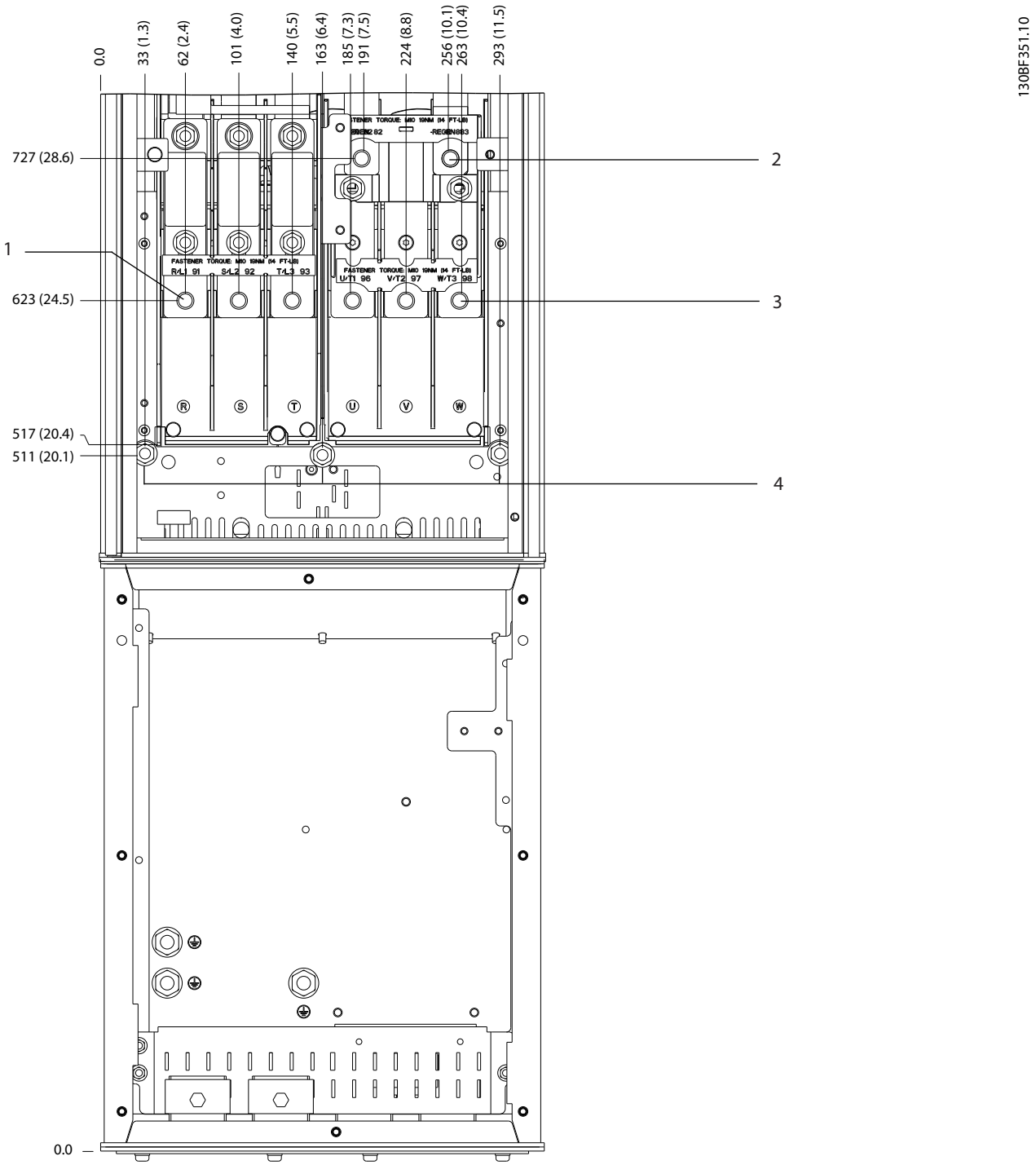
1	主电源端子	3	制动端子
2	接地端子	4	电机端子

图 8.31 带隔离开关选件的 D5h 端子尺寸（正视图）



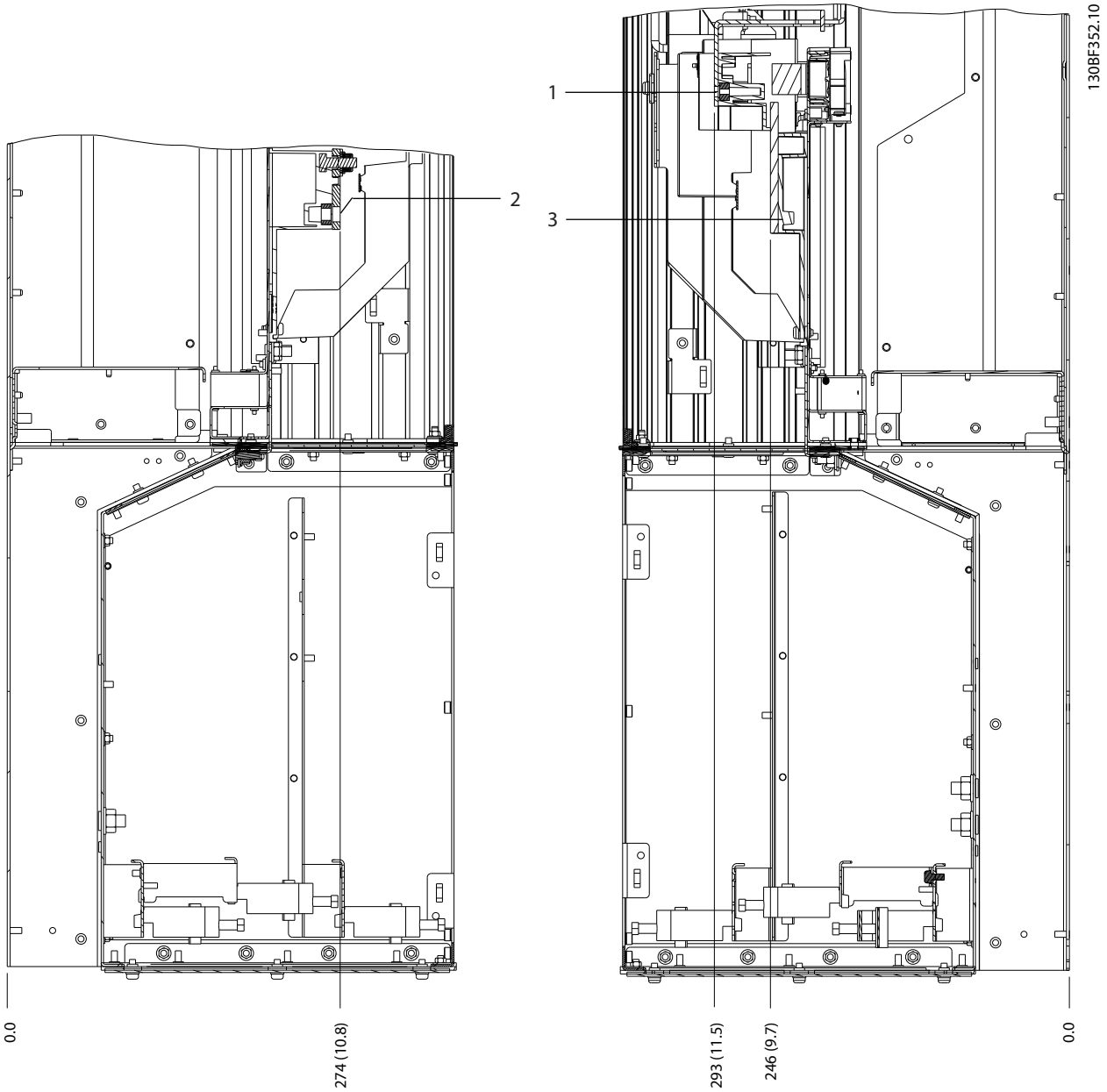
1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	-	-

图 8.32 带隔离开关选件的 D5h 端子尺寸（侧视图）



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	4	接地端子

图 8.33 带制动器选件的 D5h 端子尺寸（正视图）



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	-	-

图 8.34 带制动器选件的 D5h 端子尺寸（侧视图）

8.6 D6h 外部和端子尺寸

8.6.1 D6h 外部尺寸

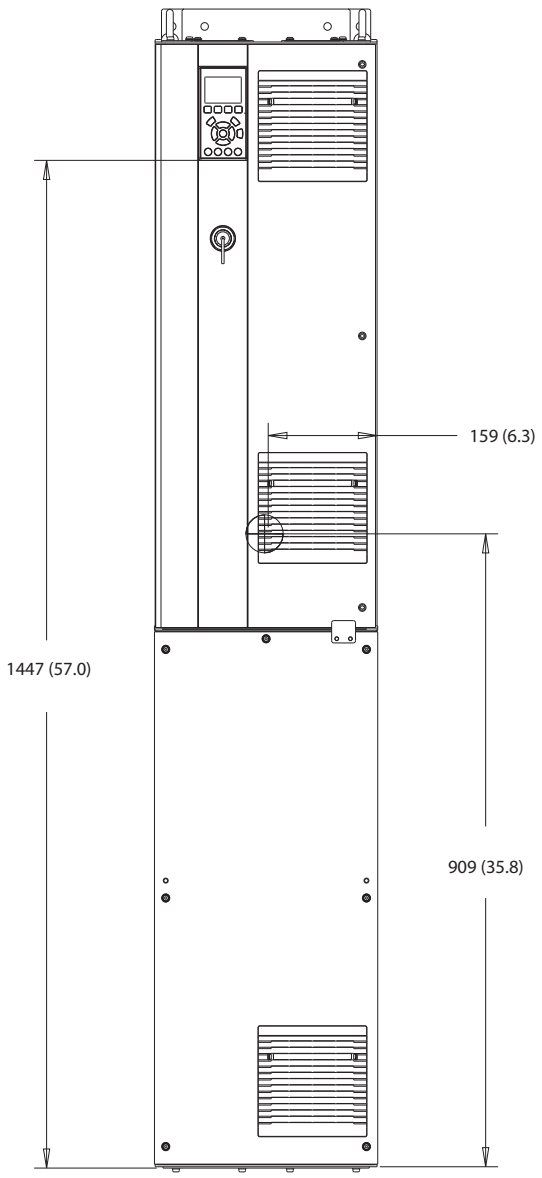


图 8.35 D6h 正视图

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

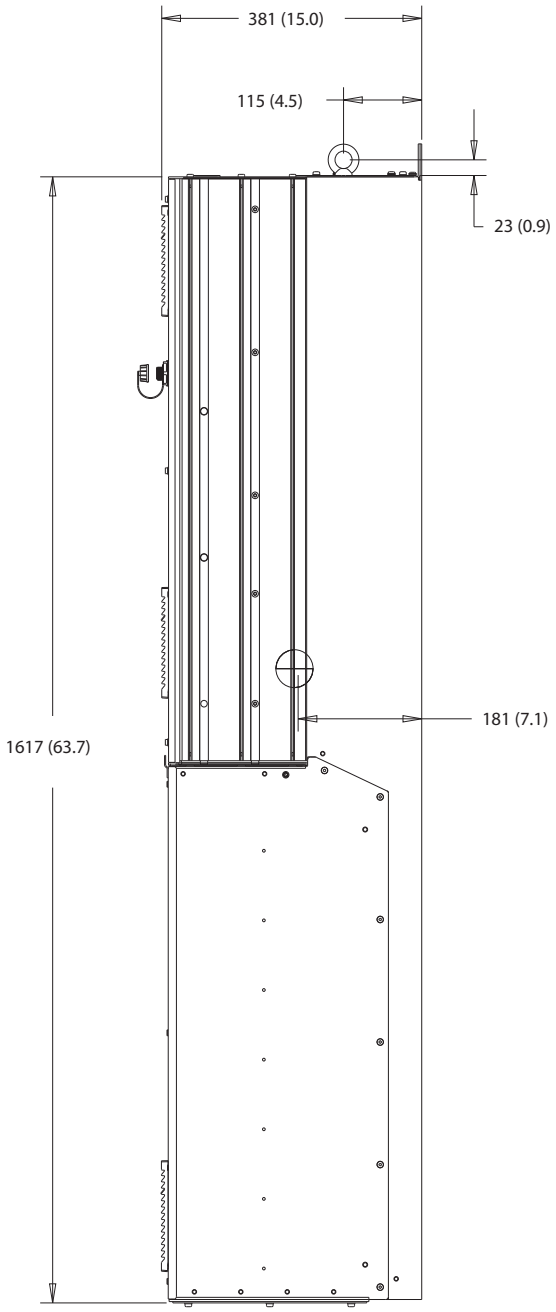


图 8.36 D6h 侧视图

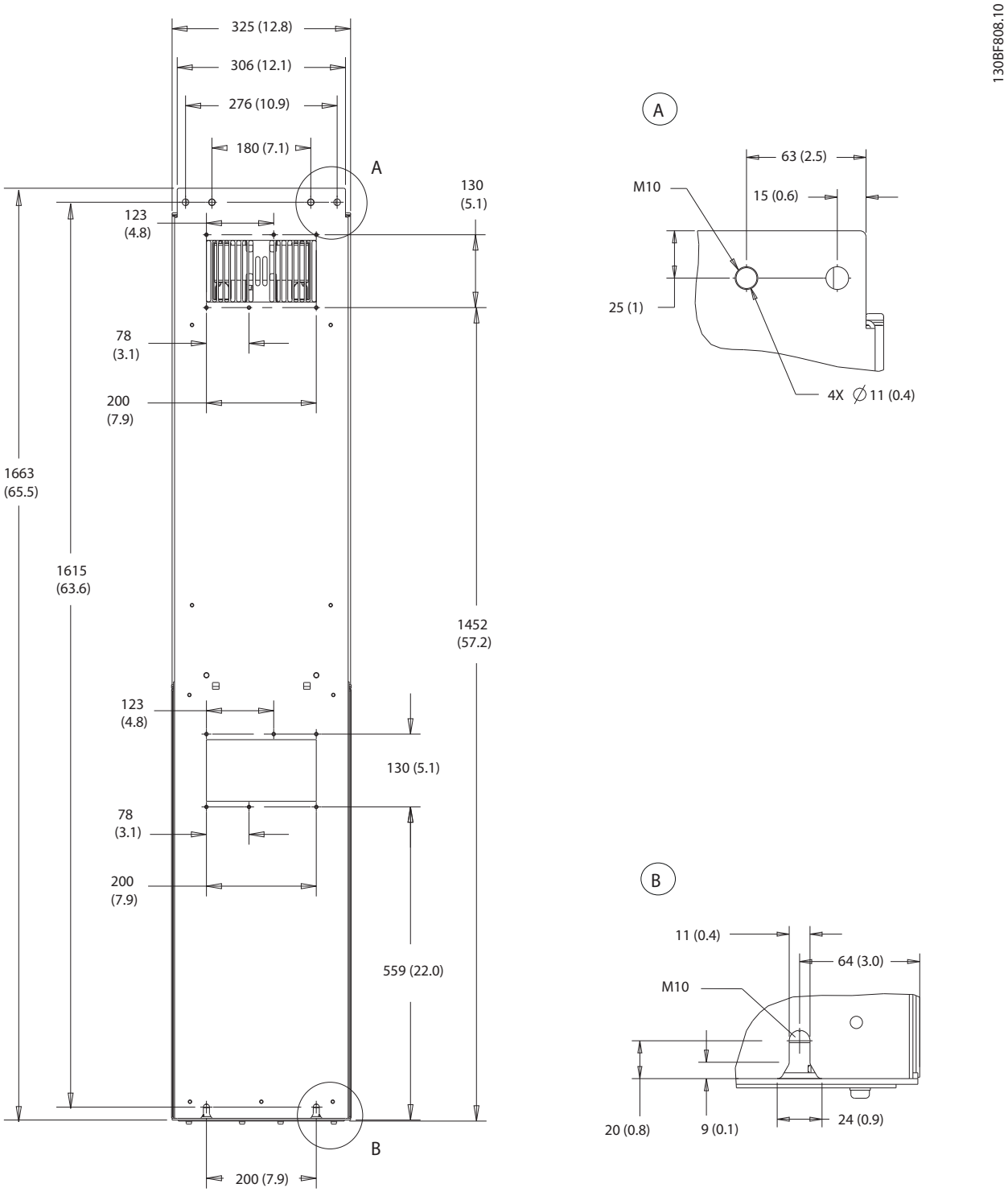

130BF808.10
325 (12.8)
306 (12.1)
276 (10.9)
180 (7.1)
A
130
(5.1)
123
(4.8)
78
(3.1)
200
(7.9)
1663
(65.5)
1615
(63.6)
1452
(57.2)
123
(4.8)
130 (5.1)
78
(3.1)
200
(7.9)
559 (22.0)
B
200 (7.9)
A
63 (2.5)
M10
15 (0.6)
25 (1)
4X ∅11 (0.4)
B
11 (0.4)
64 (3.0)
M10
20 (0.8)
9 (0.1)
24 (0.9)

图 8.37 D6h 后视图

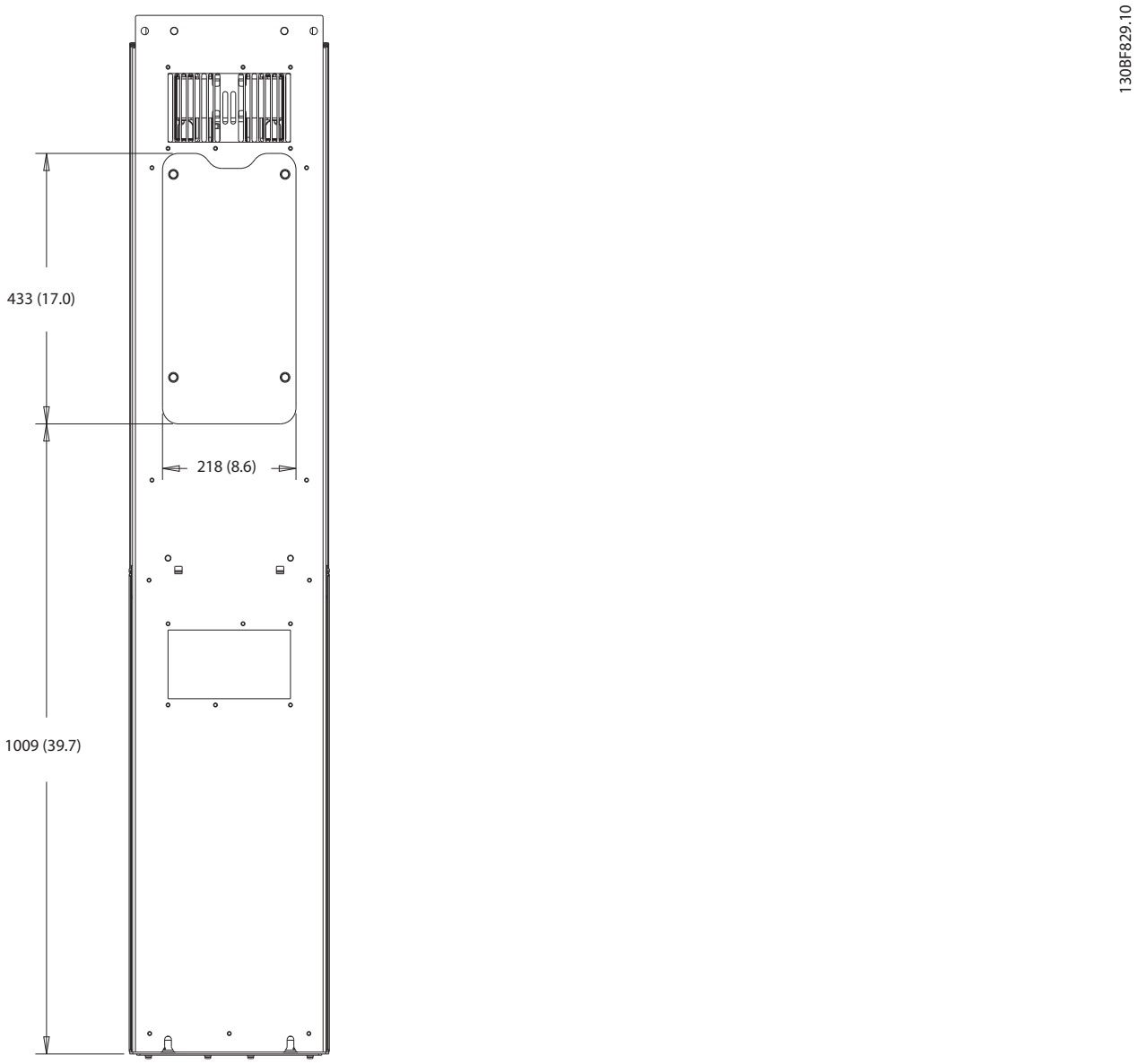


图 8.38 D6h 散热片气流罩尺寸

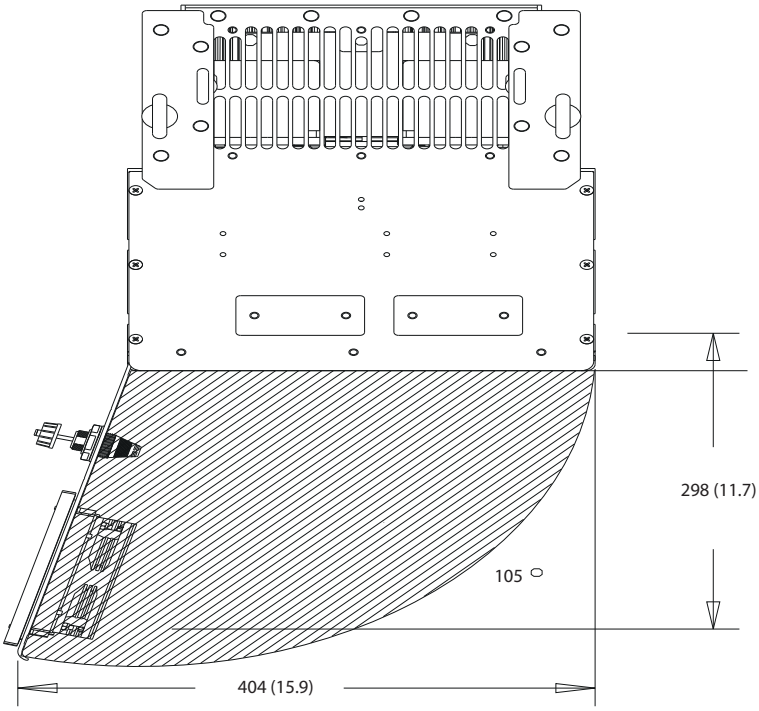
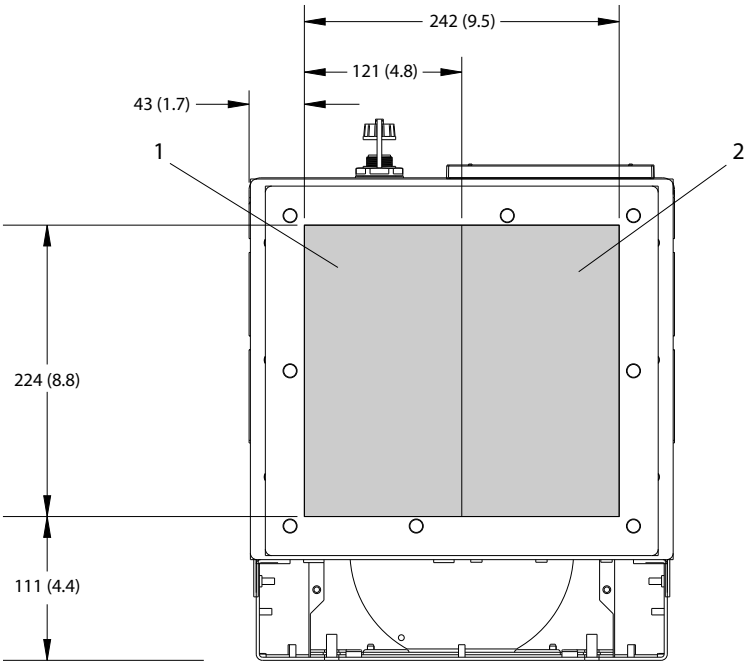


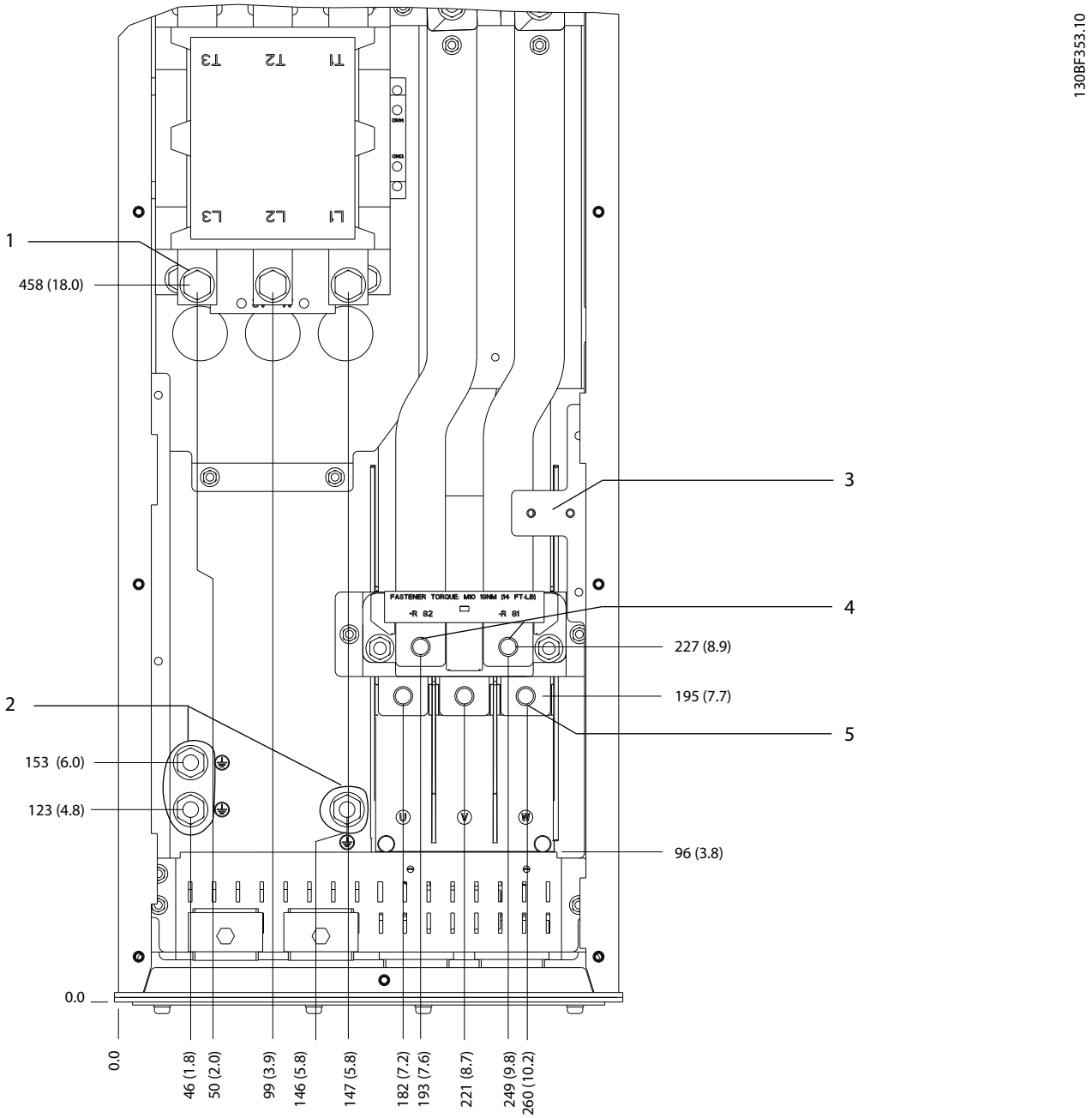
图 8.39 D6h 门间隙



1	主电源侧	2	电动机侧

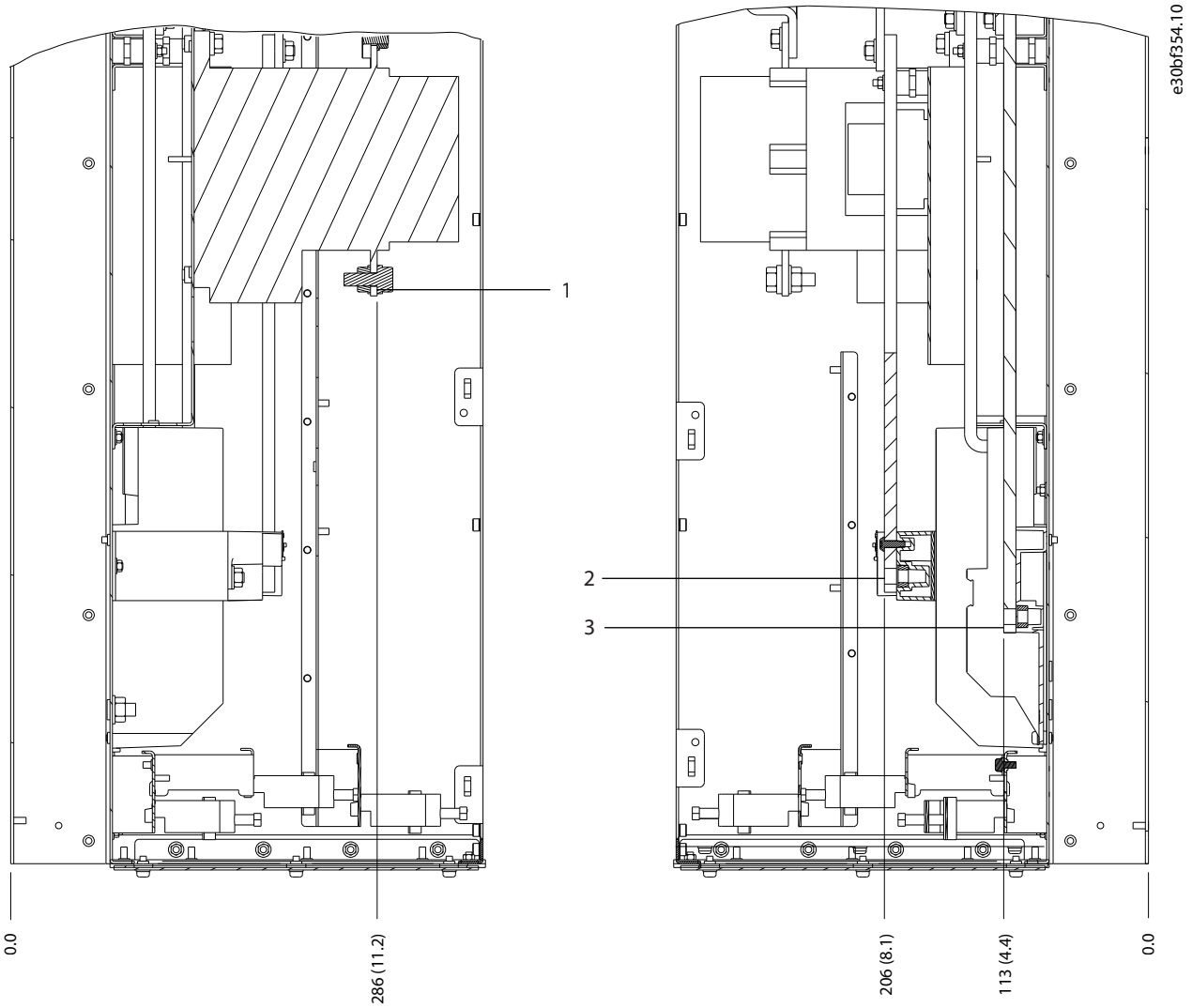
图 8.40 D6h 密封板的尺寸

8.6.2 D6h 端子尺寸



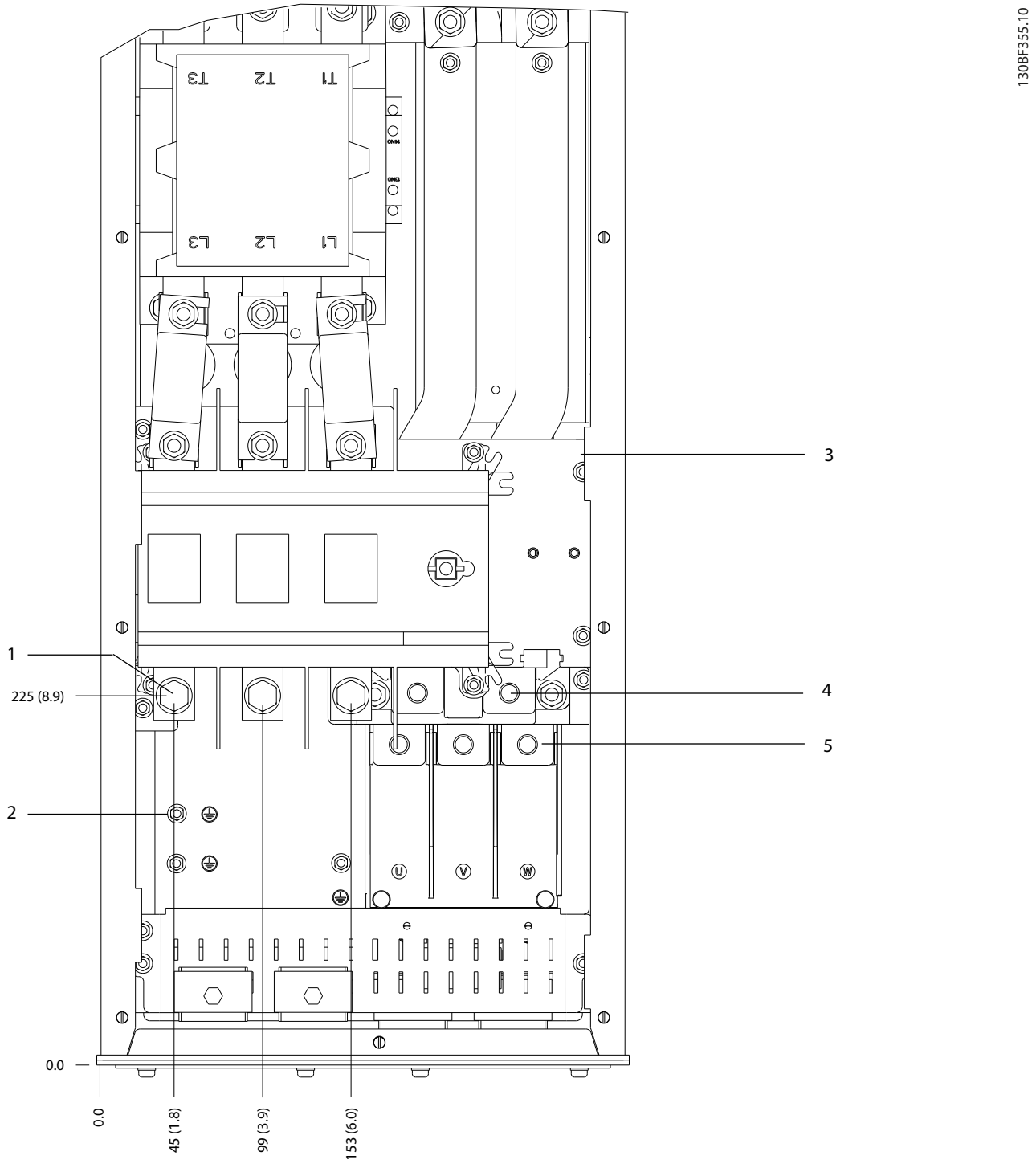
1	主电源端子	4	制动端子
2	接地端子	5	电机端子
3	接触器 TB6 端子盒	–	–

图 8.41 带接触器选件的 D6h 端子尺寸（正视图）



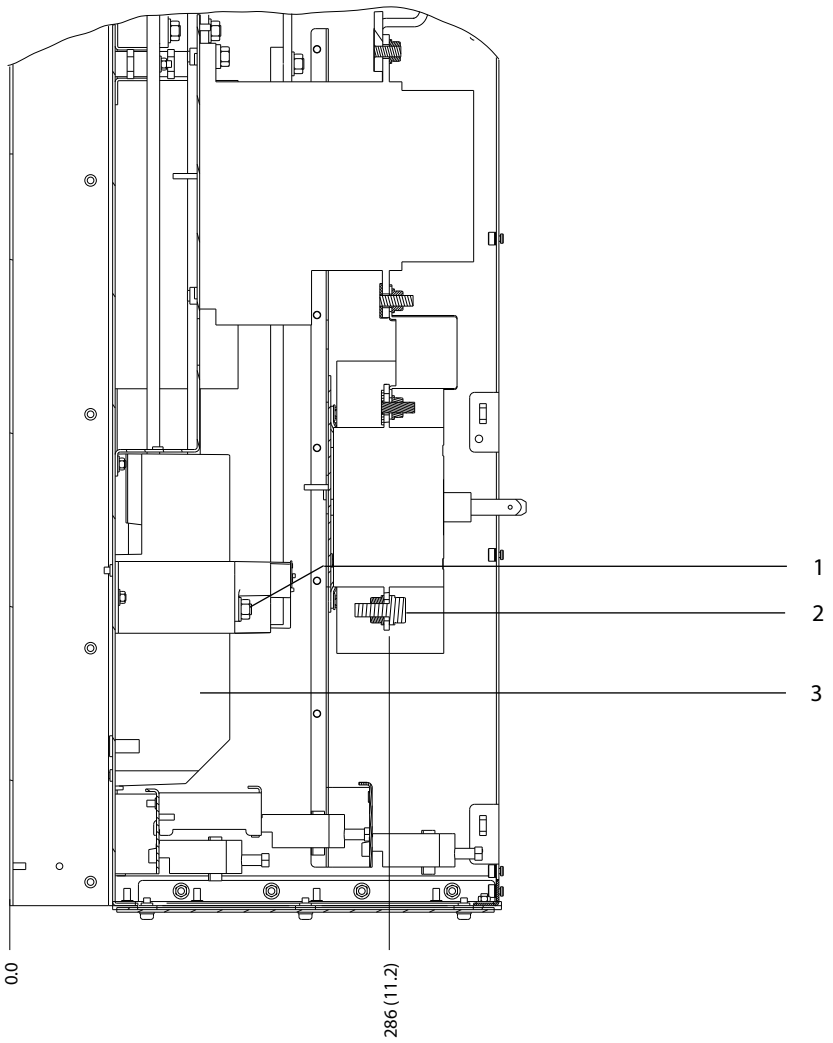
1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	-	-

图 8.42 带接触器选件的 D6h 端子尺寸（侧视图）



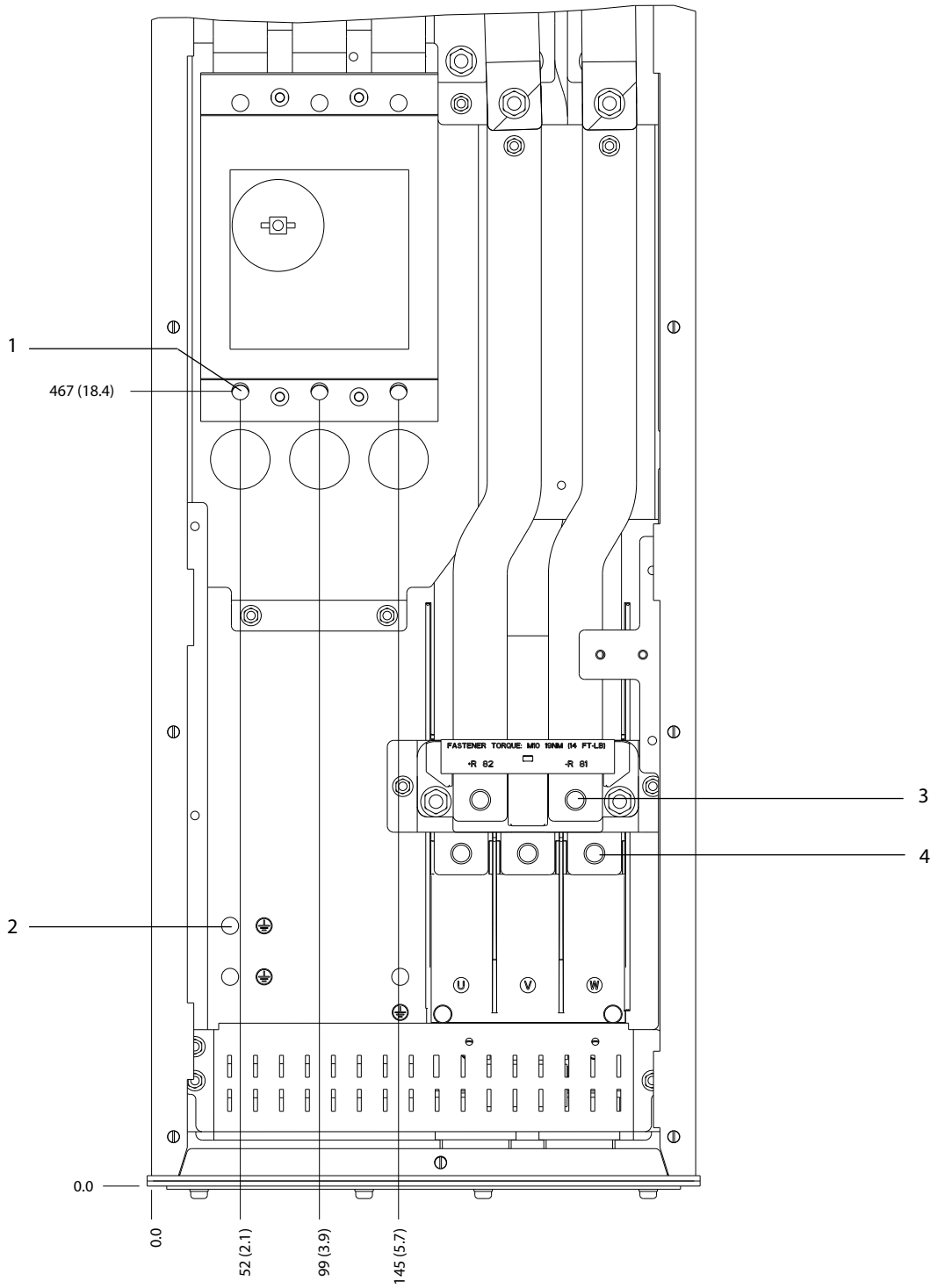
1	主电源端子	4	制动端子
2	接地端子	5	电机端子
3	接触器 TB6 端子盒	-	-

图 8.43 带接触器和隔离开关选件的 D6h 端子尺寸（正视图）



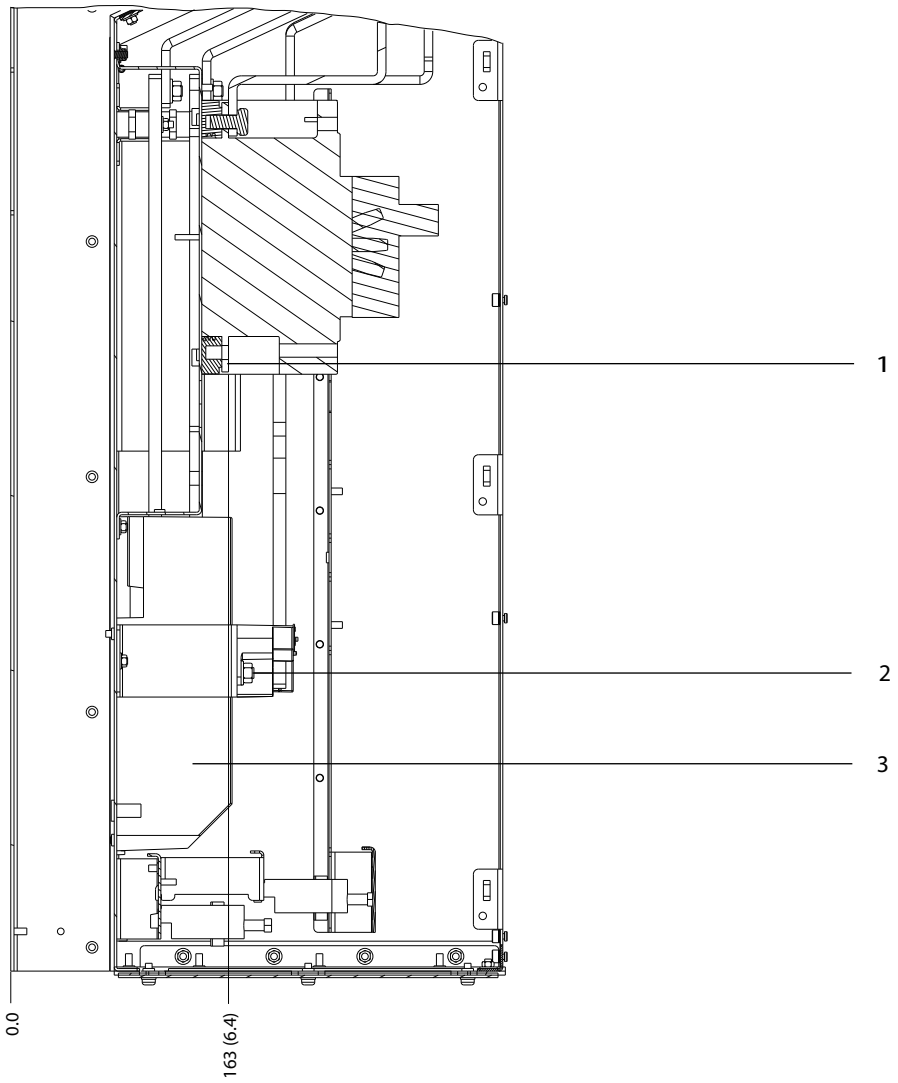
1	制动端子	3	电机端子
2	主电源端子	-	-

图 8.44 带接触器和隔离开关选件的 D6h 端子尺寸（侧视图）



1	主电源端子	3	制动端子
2	接地端子	4	电机端子

图 8.45 带断路器选件的 D6h 端子尺寸（正视图）



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	-	-

图 8.46 带断路器选件的 D6h 端子尺寸（侧视图）

8.7 D7h 外部和端子尺寸

8.7.1 D7h 外部尺寸

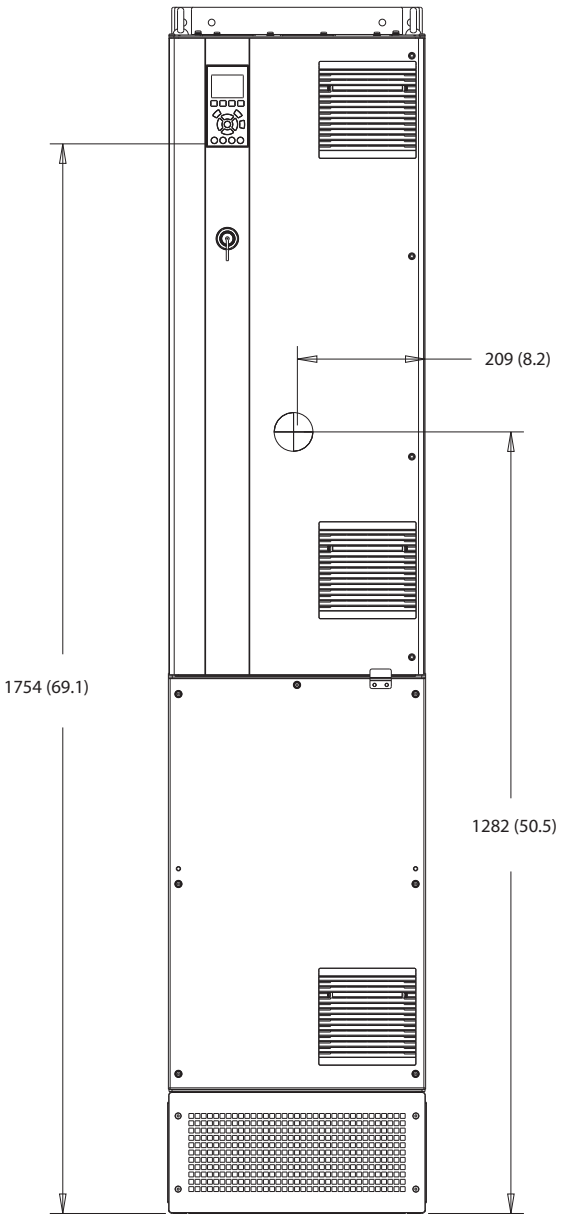


图 8.47 D7h 的正视图

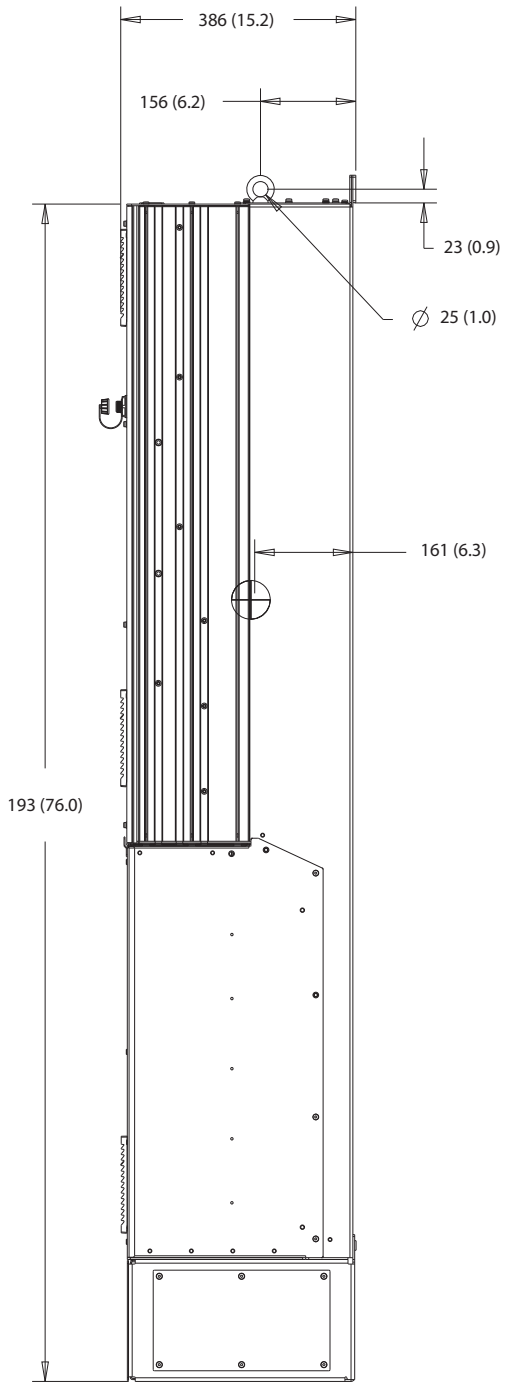


图 8.48 D7h 的侧视图

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

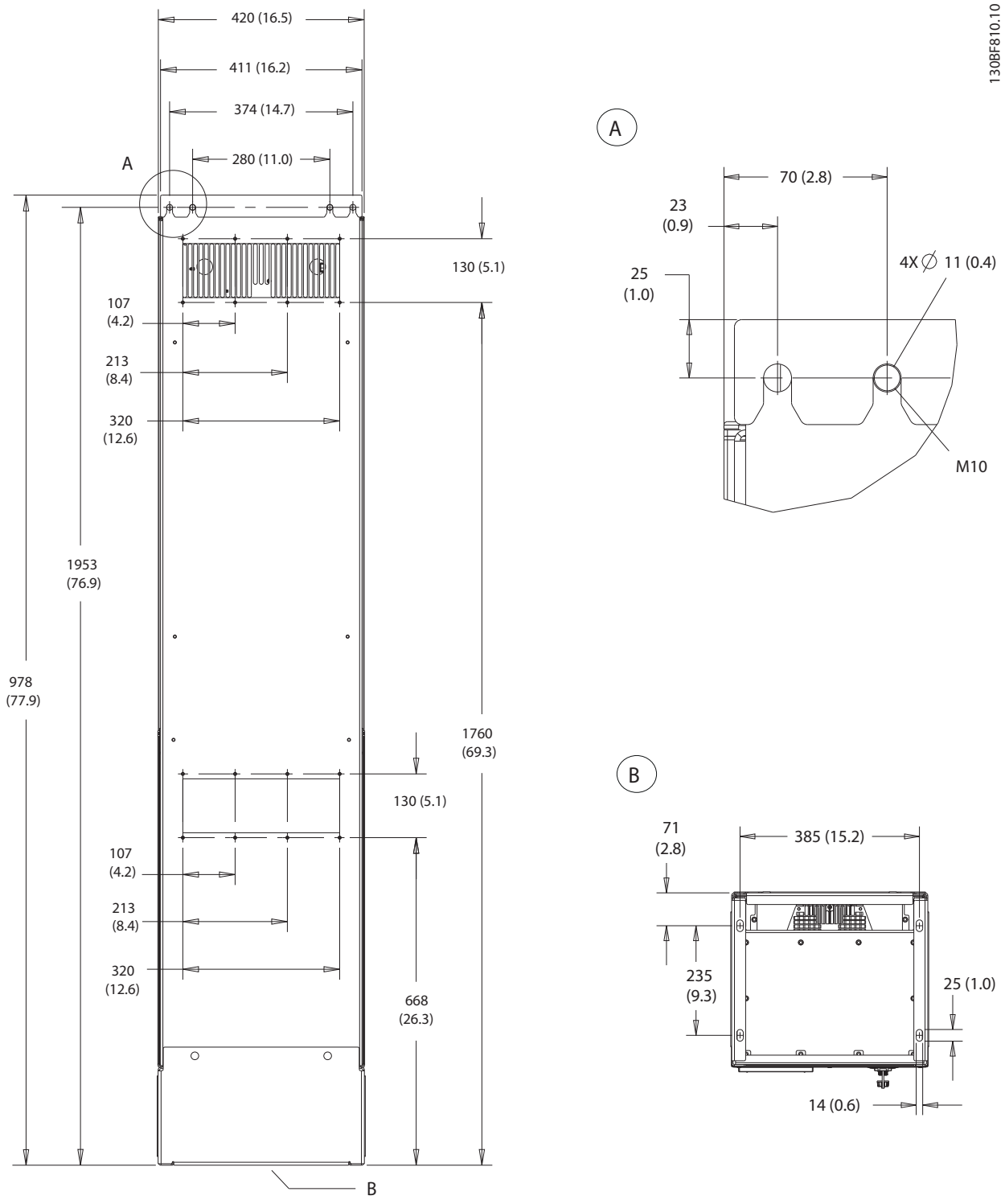
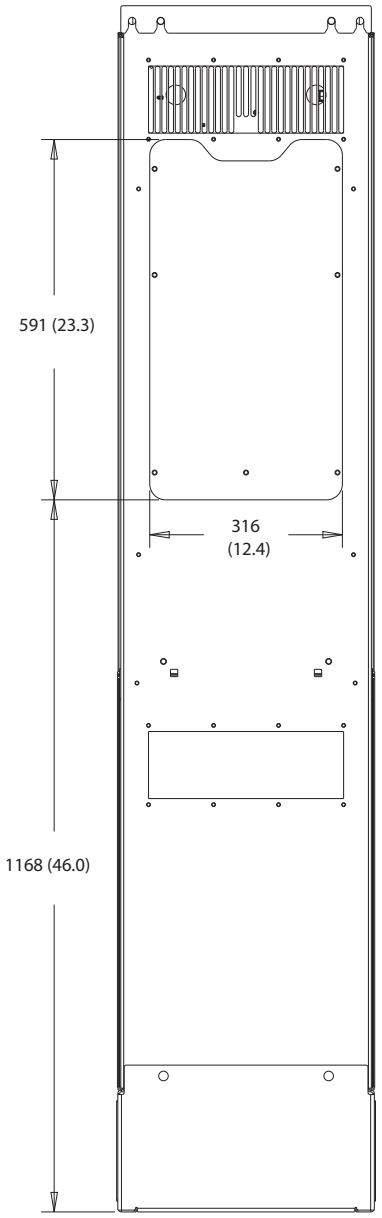


图 8.49 D7h 的后视图



130BF830.10

图 8.50 D7h 的散热片气流罩尺寸

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

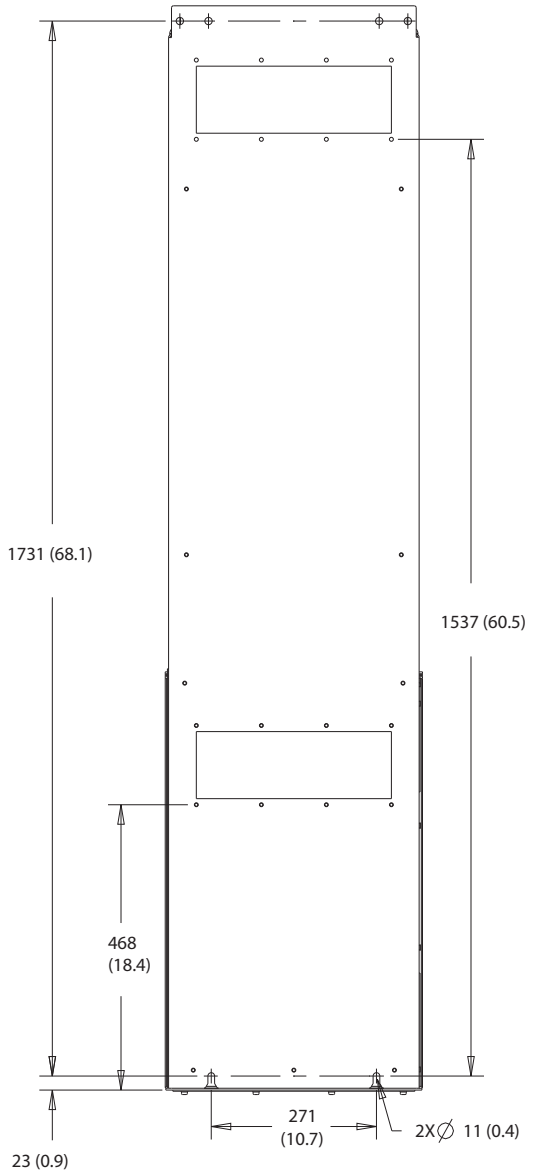


图 8.51 D7h 的壁装型尺寸

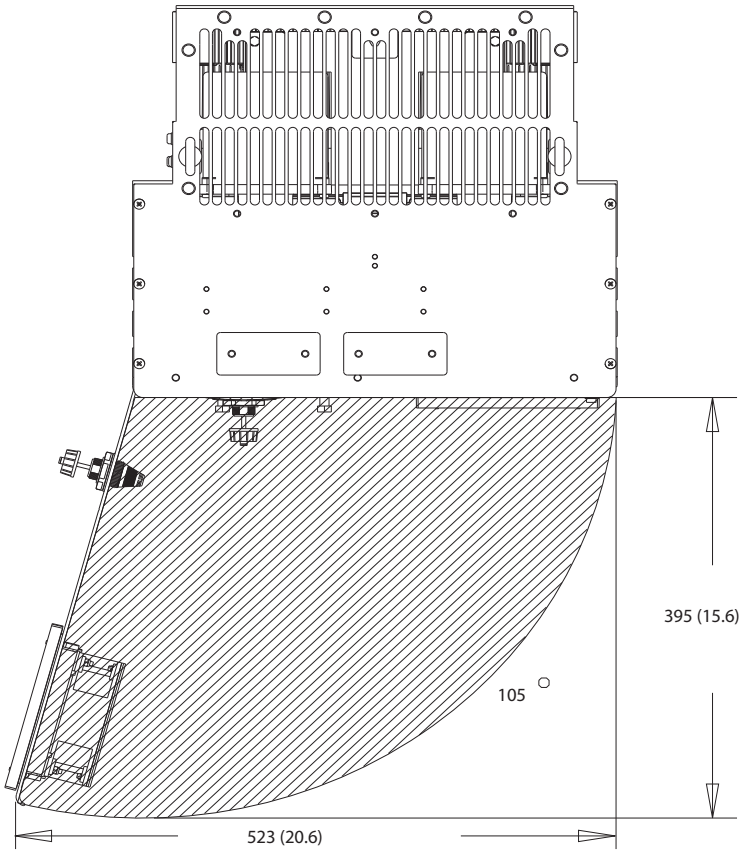
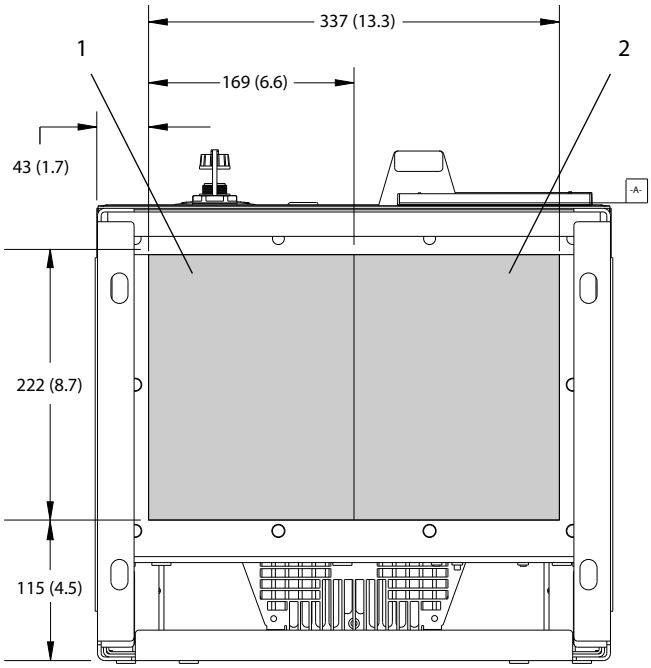


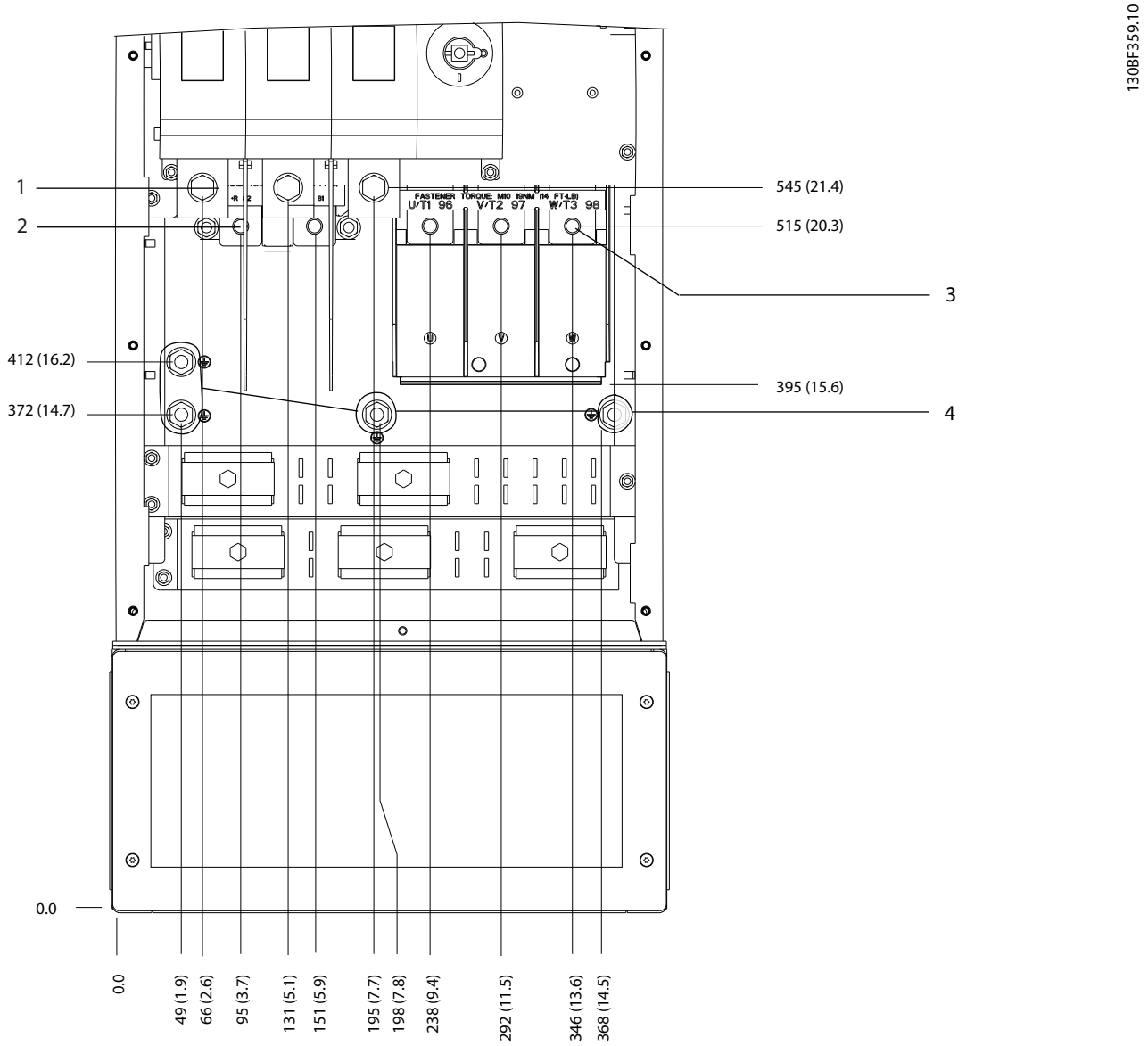
图 8.52 D7h 的门间隙



1	主电源侧	2	电动机侧

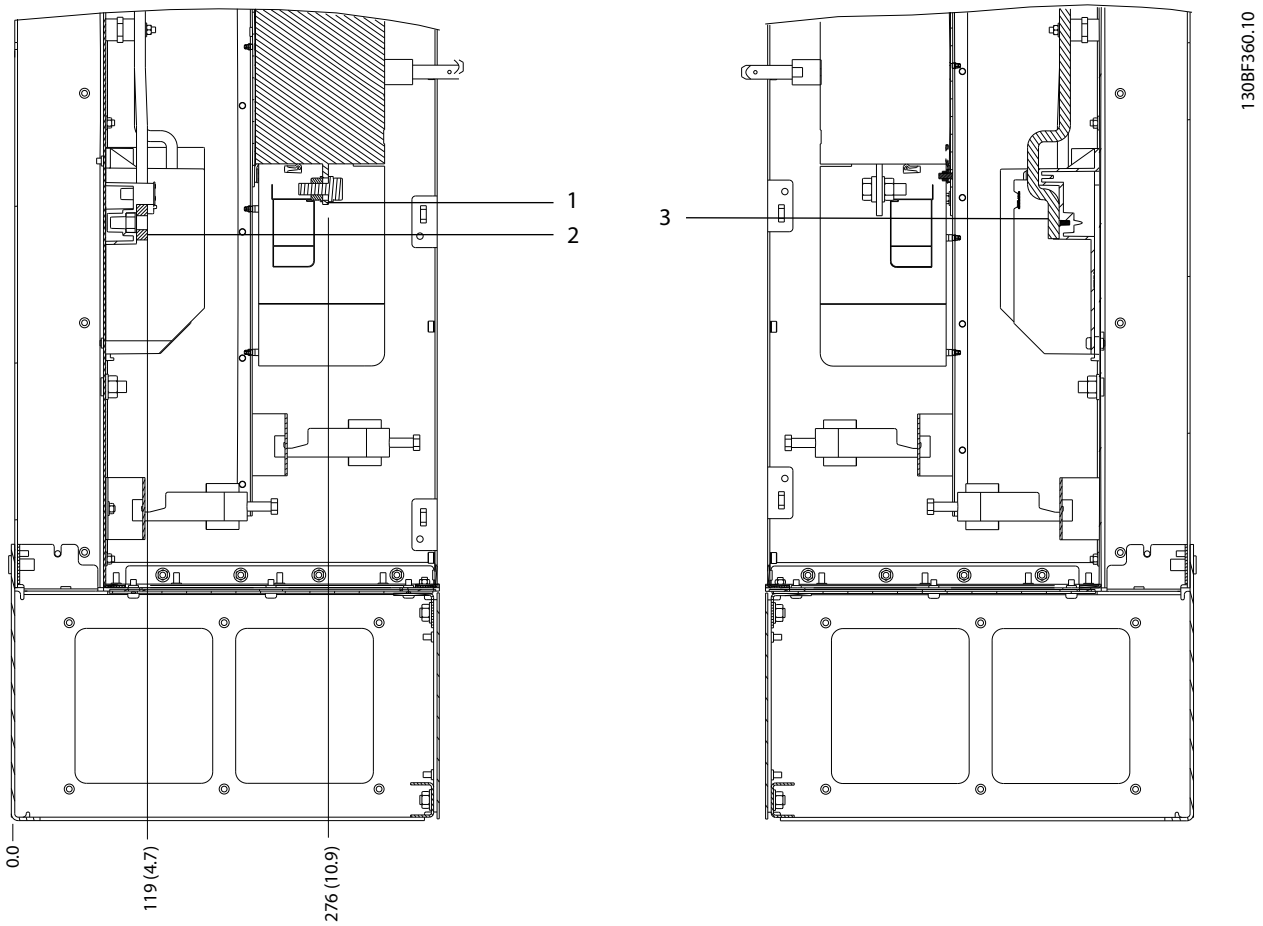
图 8.53 D7h 的密封板尺寸

8.7.2 D7h 端子尺寸



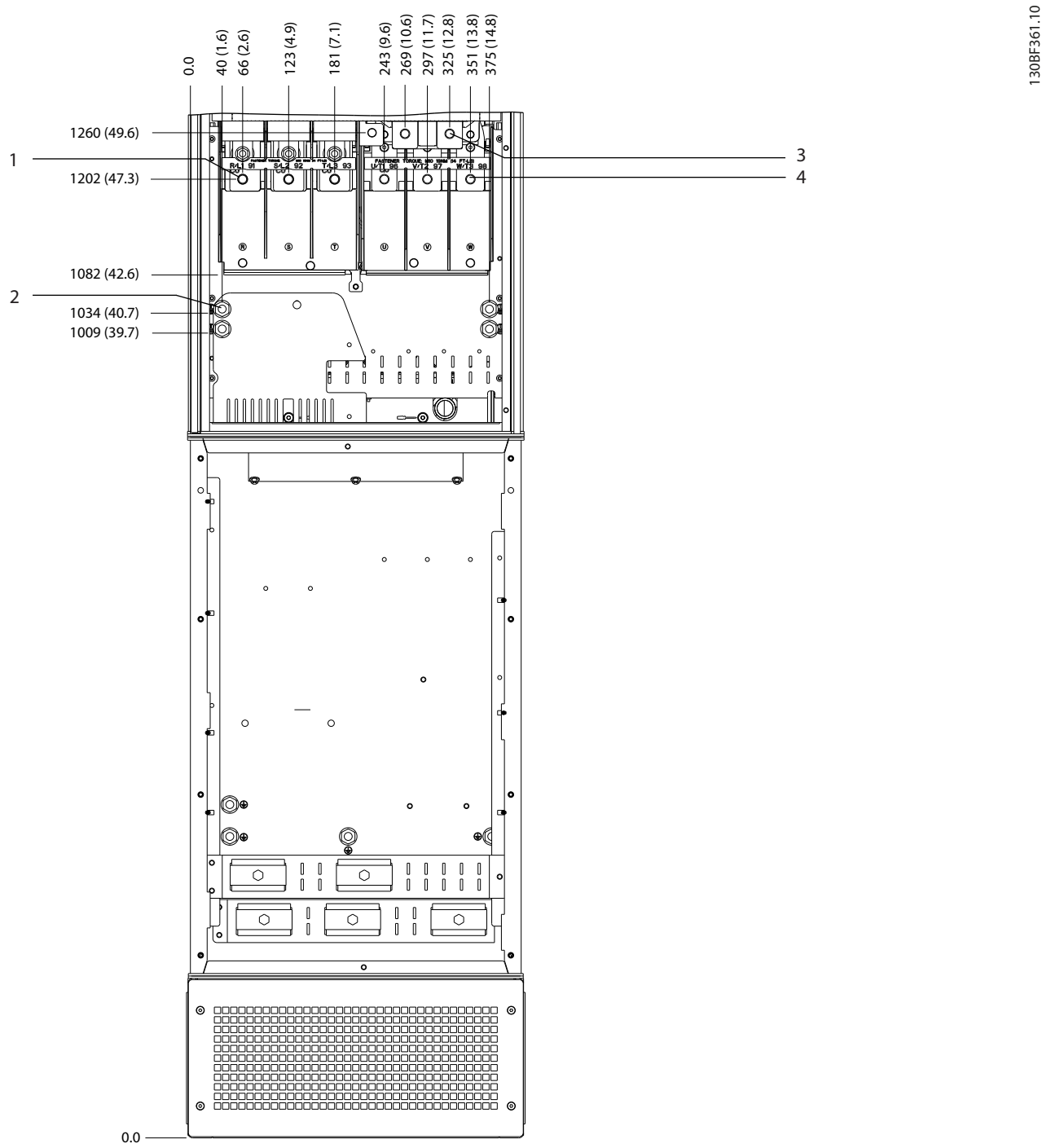
1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	4	接地端子

图 8.54 带隔离开关选件的 D7h 端子尺寸（正视图）



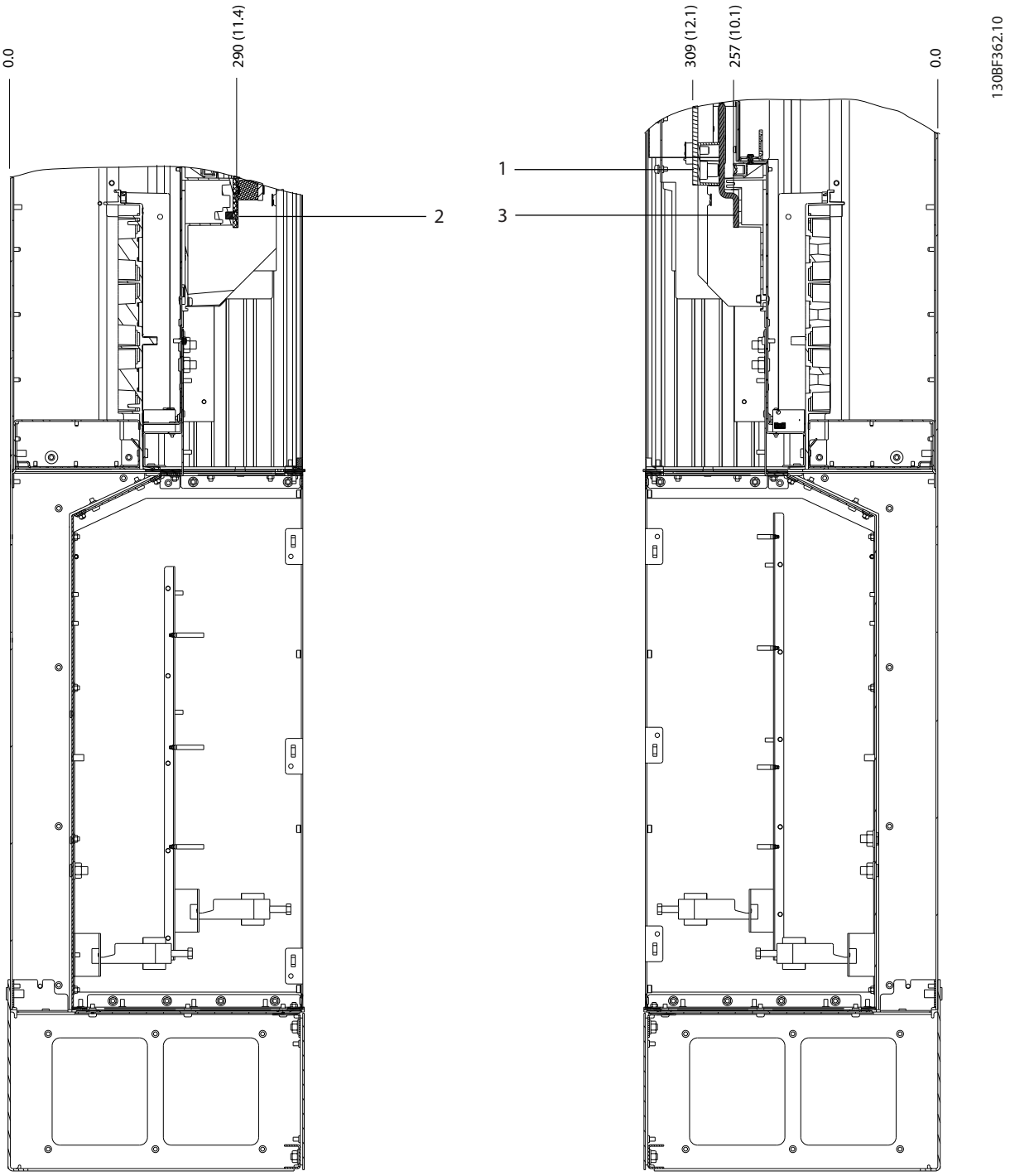
1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	-	-

图 8.55 带隔离开关选件的 D7h 端子尺寸（侧视图）



1	主电源端子	3	制动端子
2	接地端子	4	电机端子

图 8.56 带制动器选件的 D7h 端子尺寸（正视图）



1	制动端子	3	电机端子
2	主电源端子	-	-

图 8.57 带制动器选件的 D7h 端子尺寸（侧视图）

8.8 D8h 外部和端子尺寸

8.8.1 D8h 外部尺寸

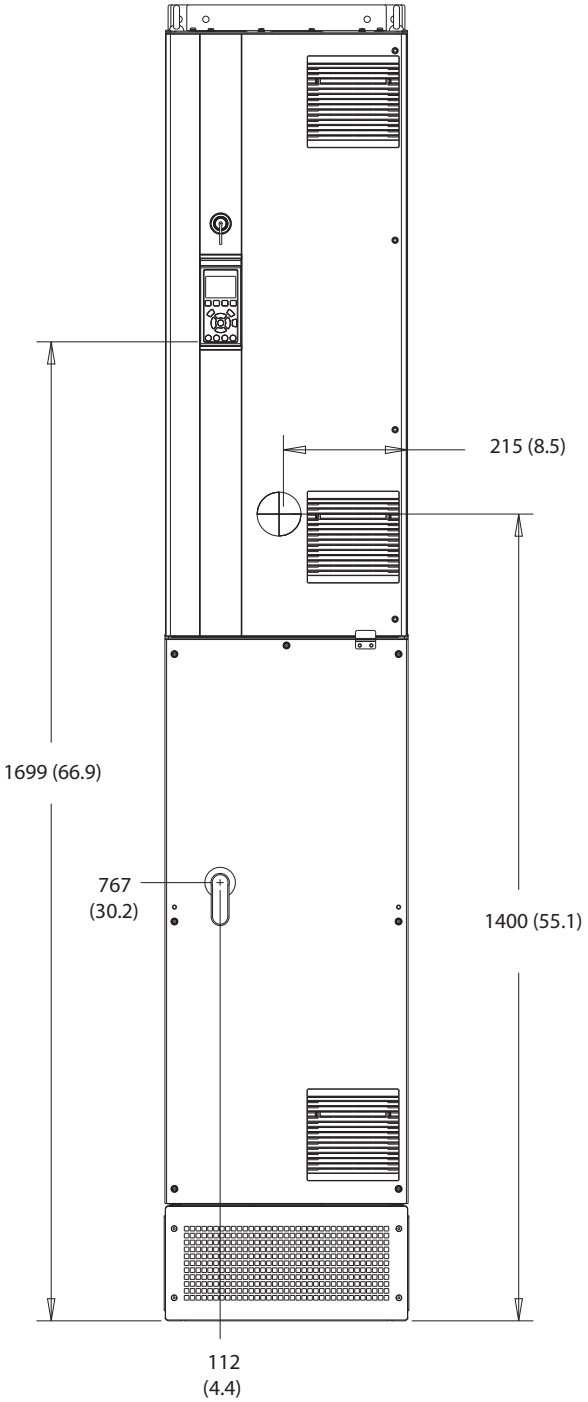


图 8.58 D8h 的正视图

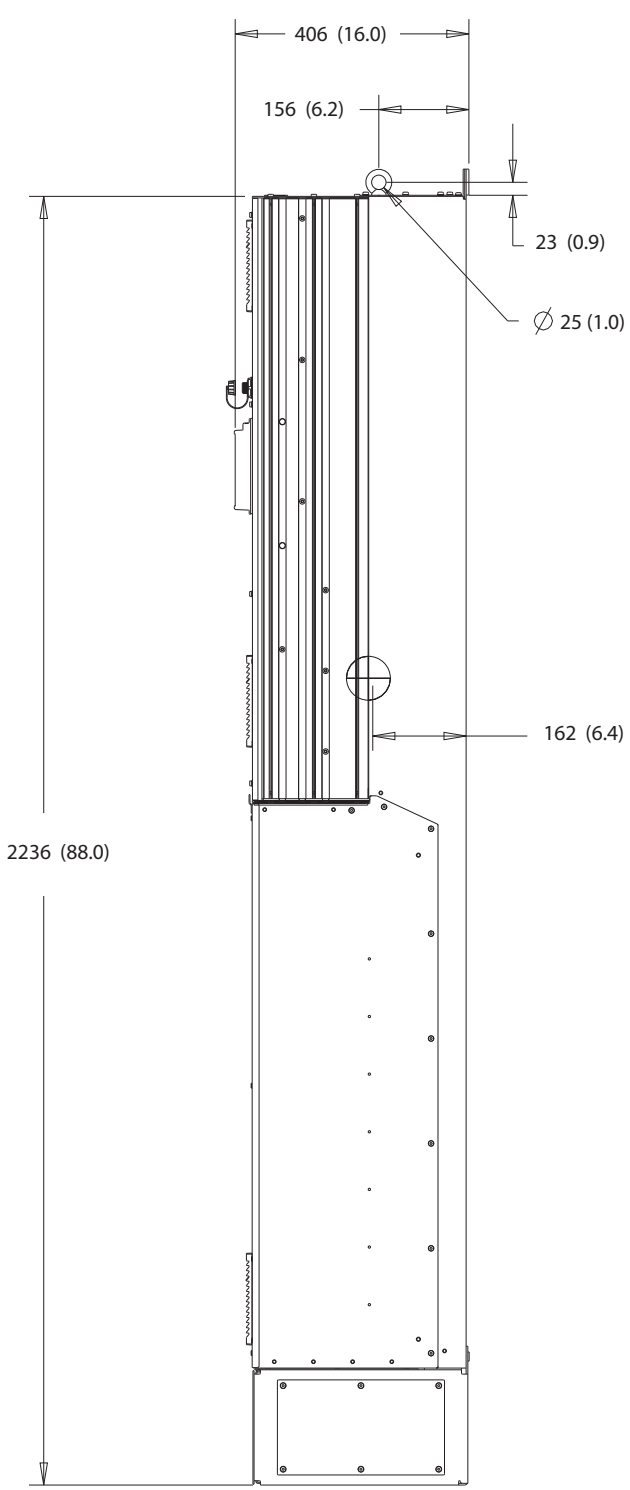


图 8.59 D8h 的侧视图

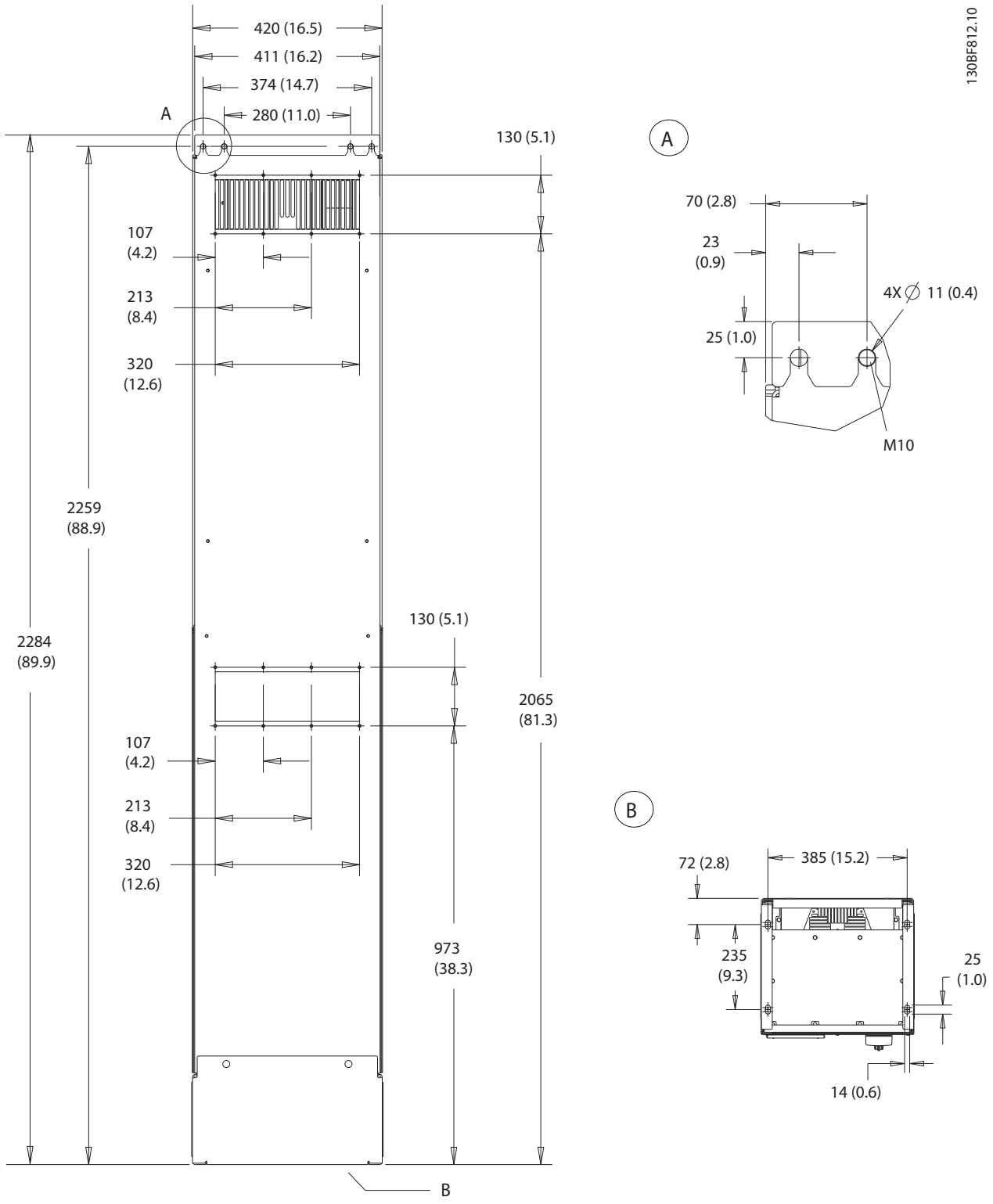


图 8.60 D8h 的后视图

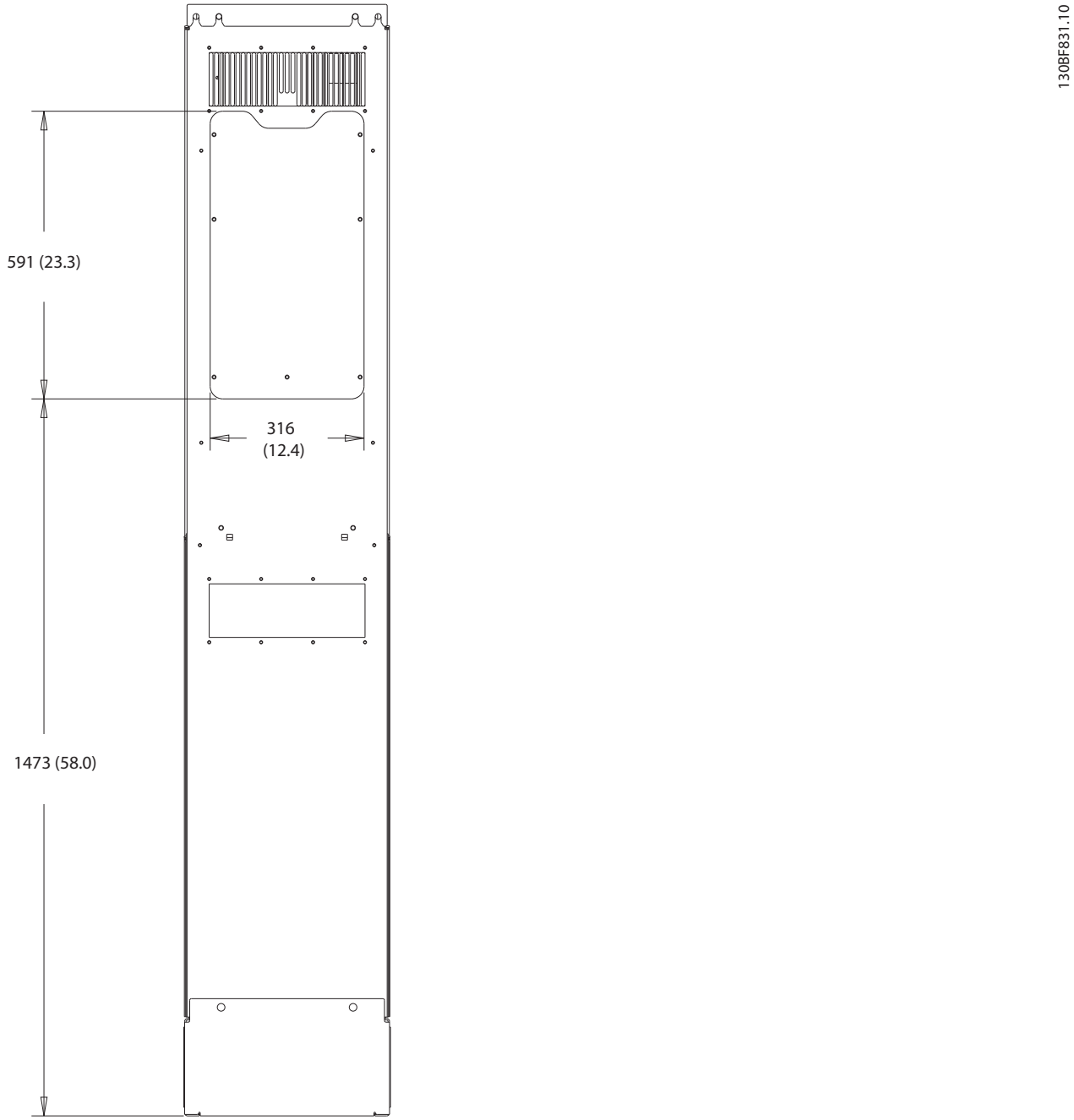


图 8.61 D8h 的散热片气流罩尺寸

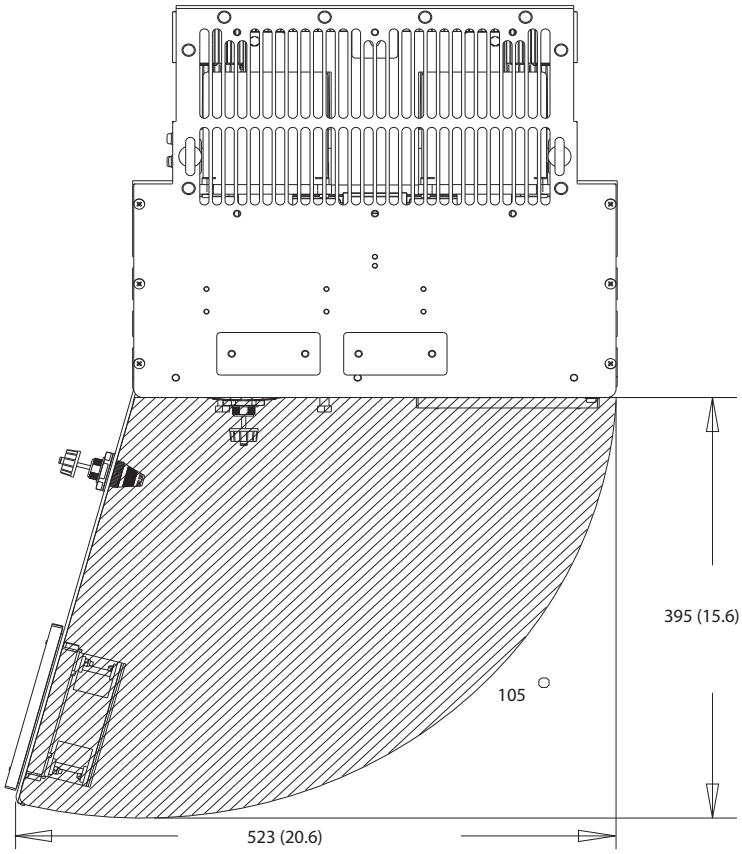
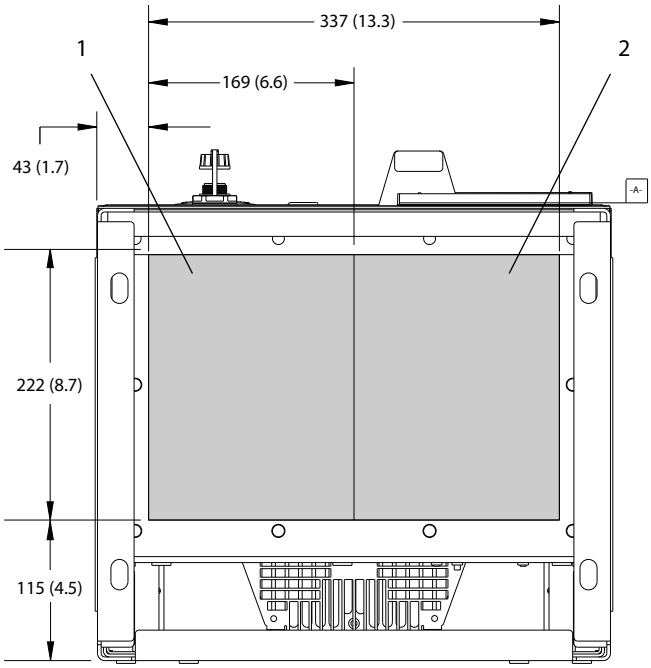


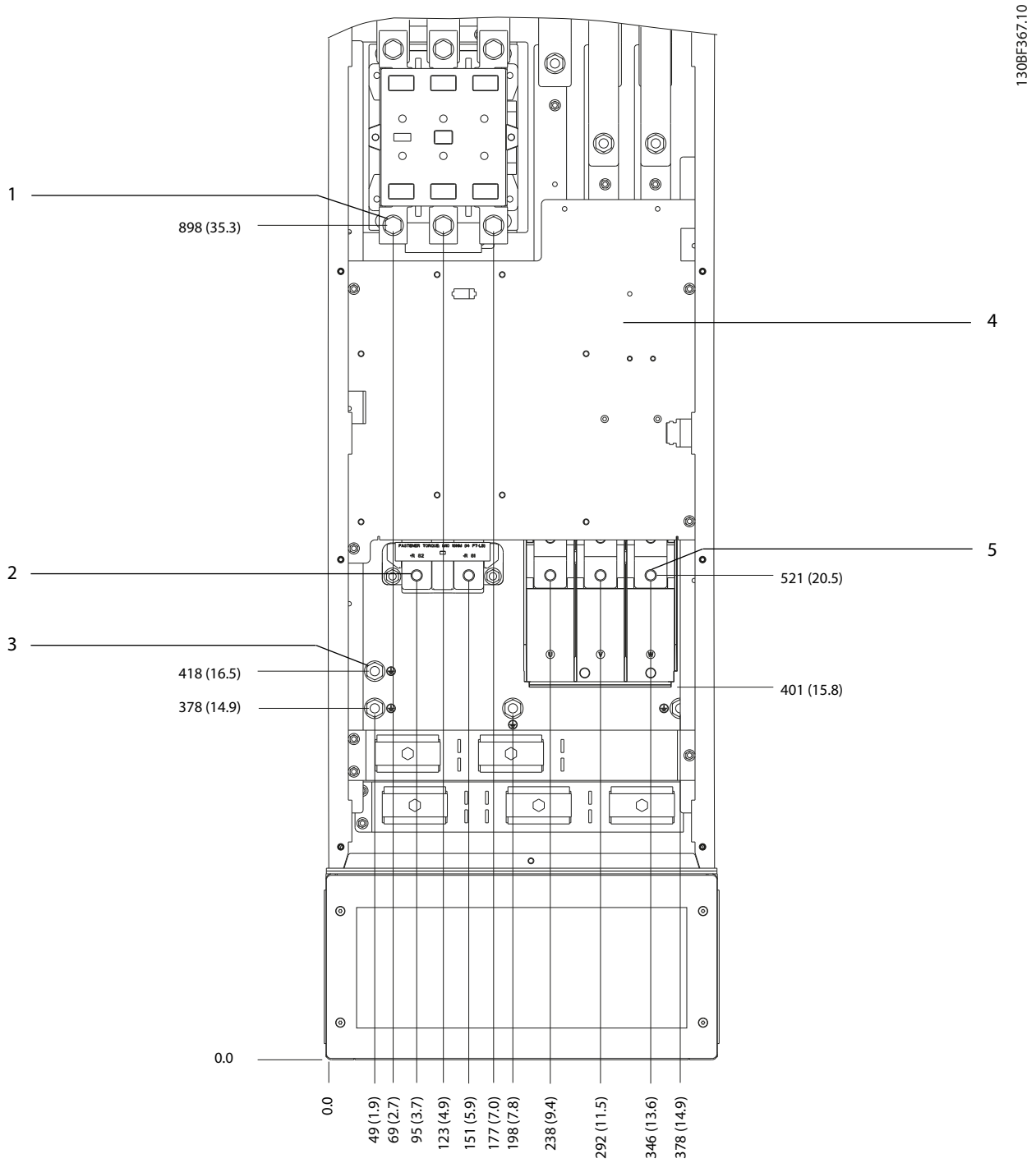
图 8.62 D8h 的门间隙



1	主电源侧	2	电动机侧

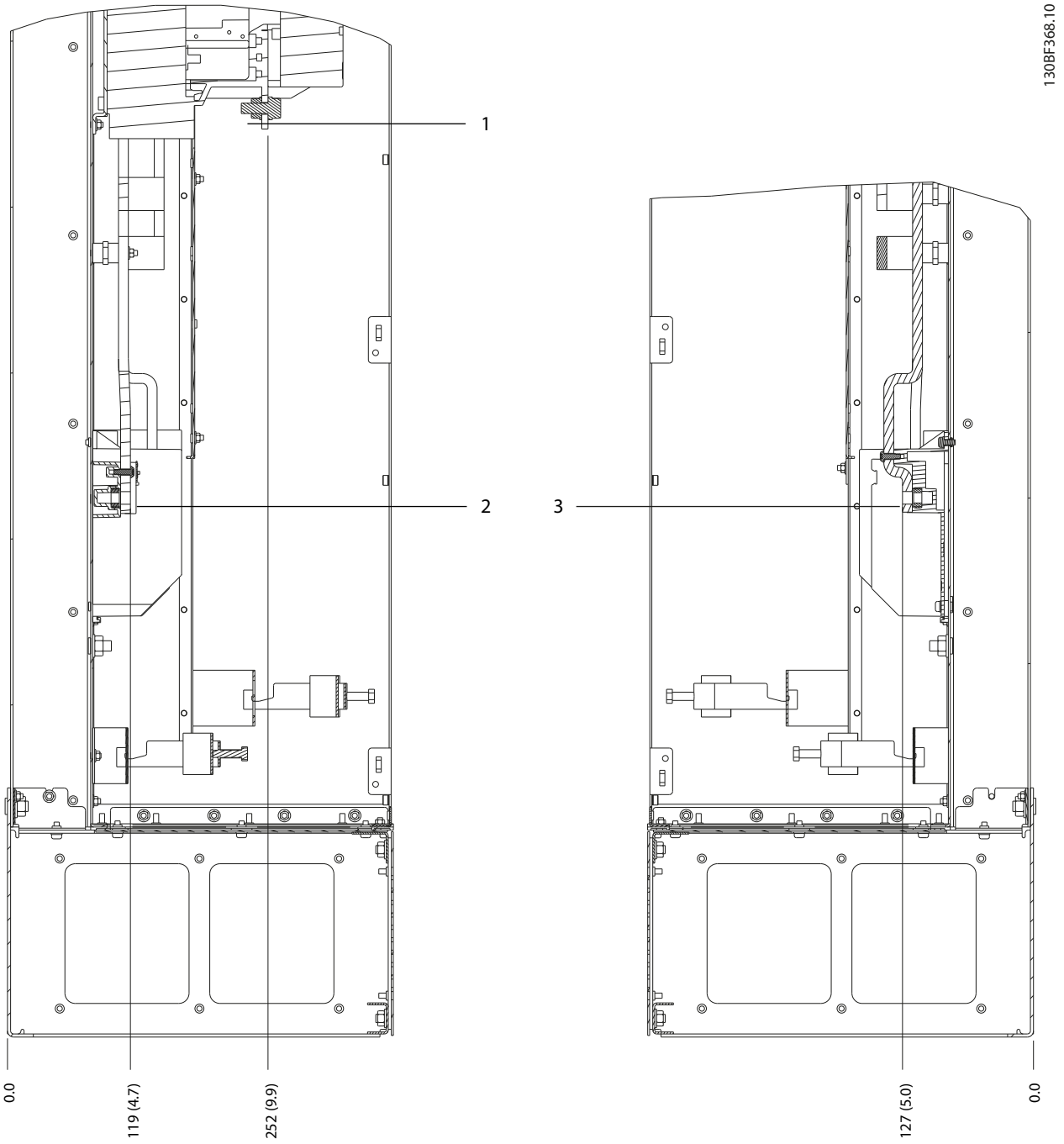
图 8.63 D8h 的密封板尺寸

8.8.2 D8h 端子尺寸



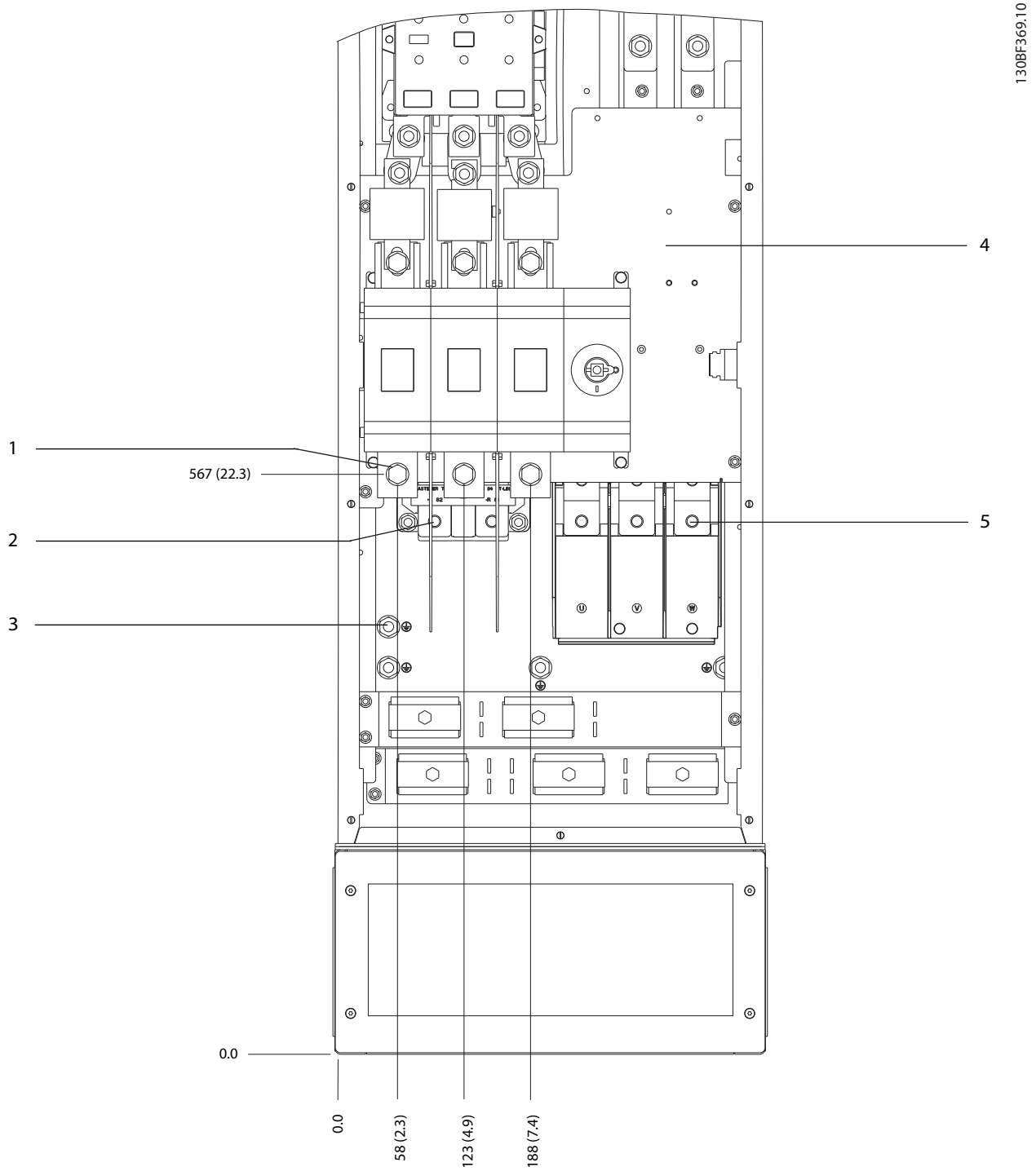
1	主电源端子	4	接触器 TB6 端子盒
2	制动端子	5	电机端子
3	接地端子	-	-

图 8.64 配备接触器选件的 D8h 端子尺寸（正视图）



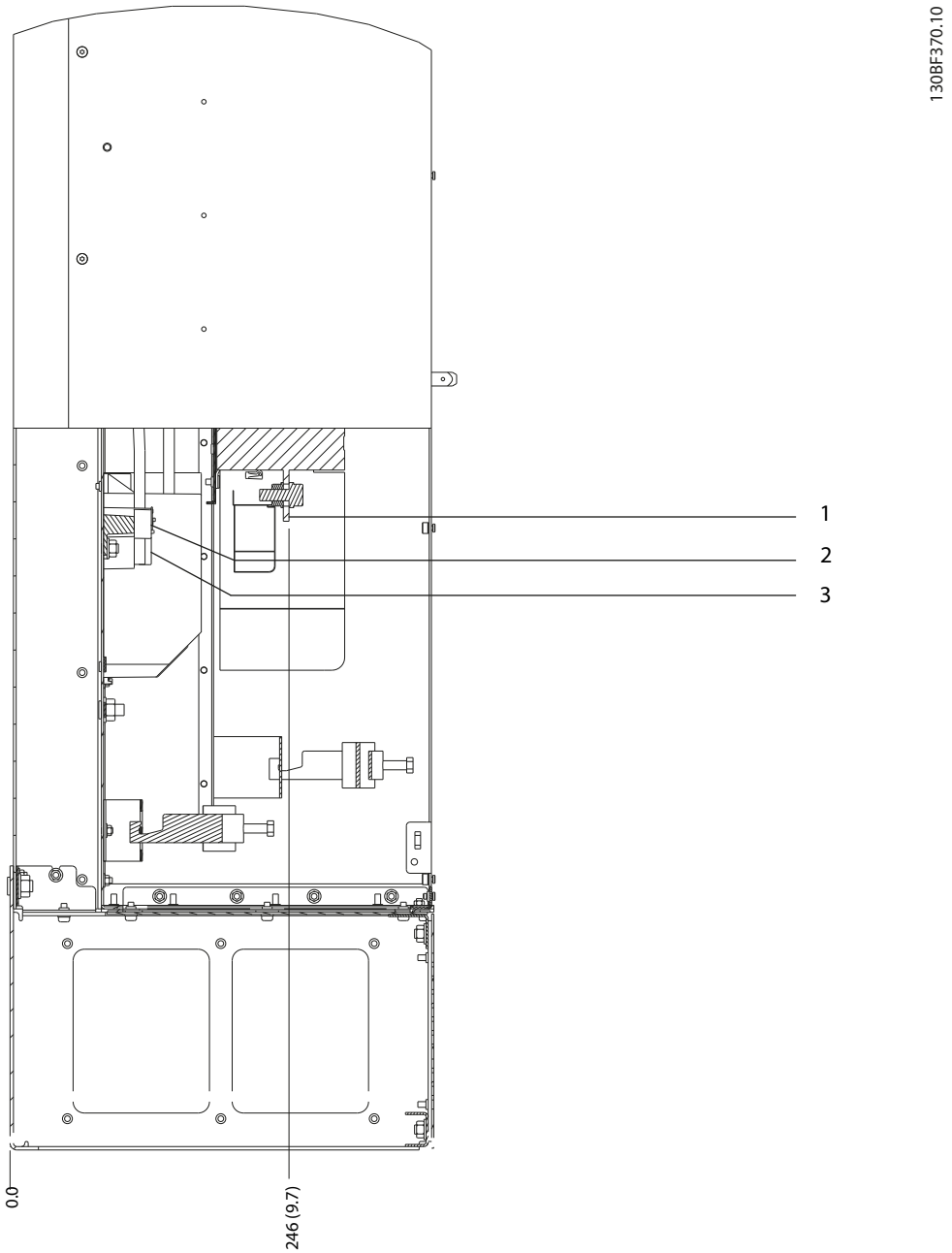
1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	-	-

图 8.65 配备接触器选件的 D8h 端子尺寸（侧视图）



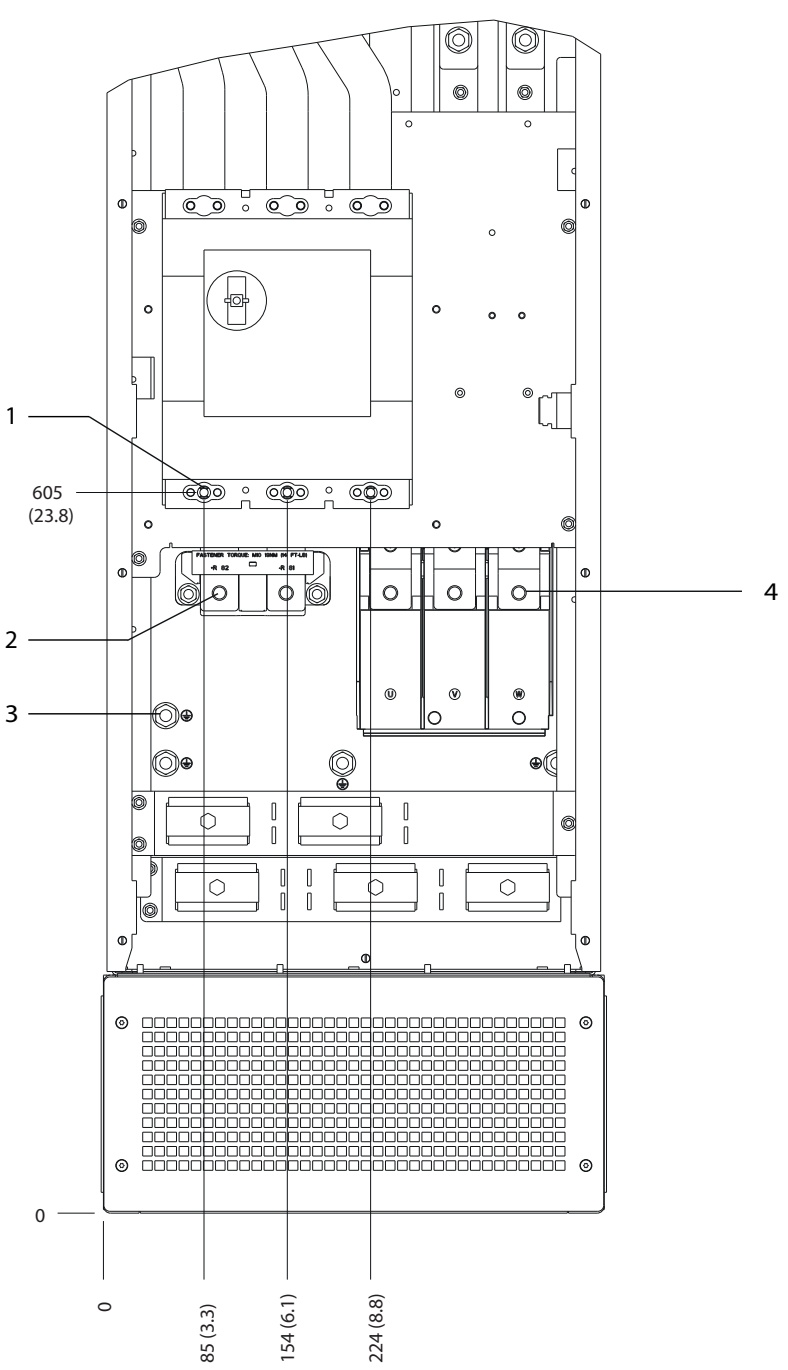
1	主电源端子	4	接触器 TB6 端子盒
2	制动端子	5	电机端子
3	接地端子	-	-

图 8.66 配备接触器和切断器选件的 D8h 端子尺寸（正视图）



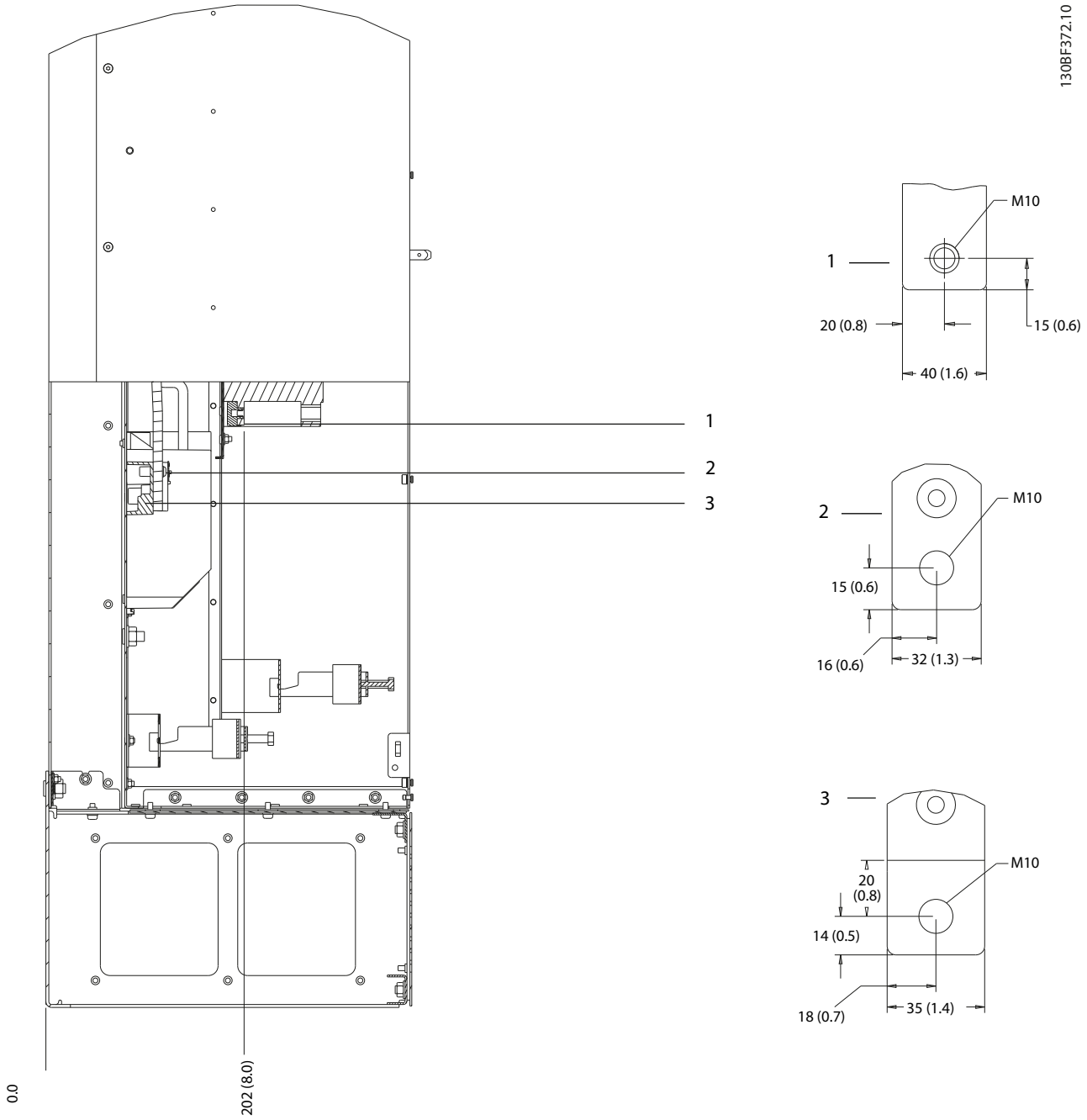
1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	-	-

图 8.67 配备接触器和切断器选件的 D8h 端子尺寸（侧视图）



1	主电源端子	3	接地端子
2	制动端子	4	电机端子

图 8.68 配备断路器选件的 D8h 端子尺寸（正视图）



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动端子	-	-

图 8.69 配备断路器选件的 D8h 端子尺寸（正视图）

8.9 E1h 外部和端子尺寸

8.9.1 E1h 外部尺寸

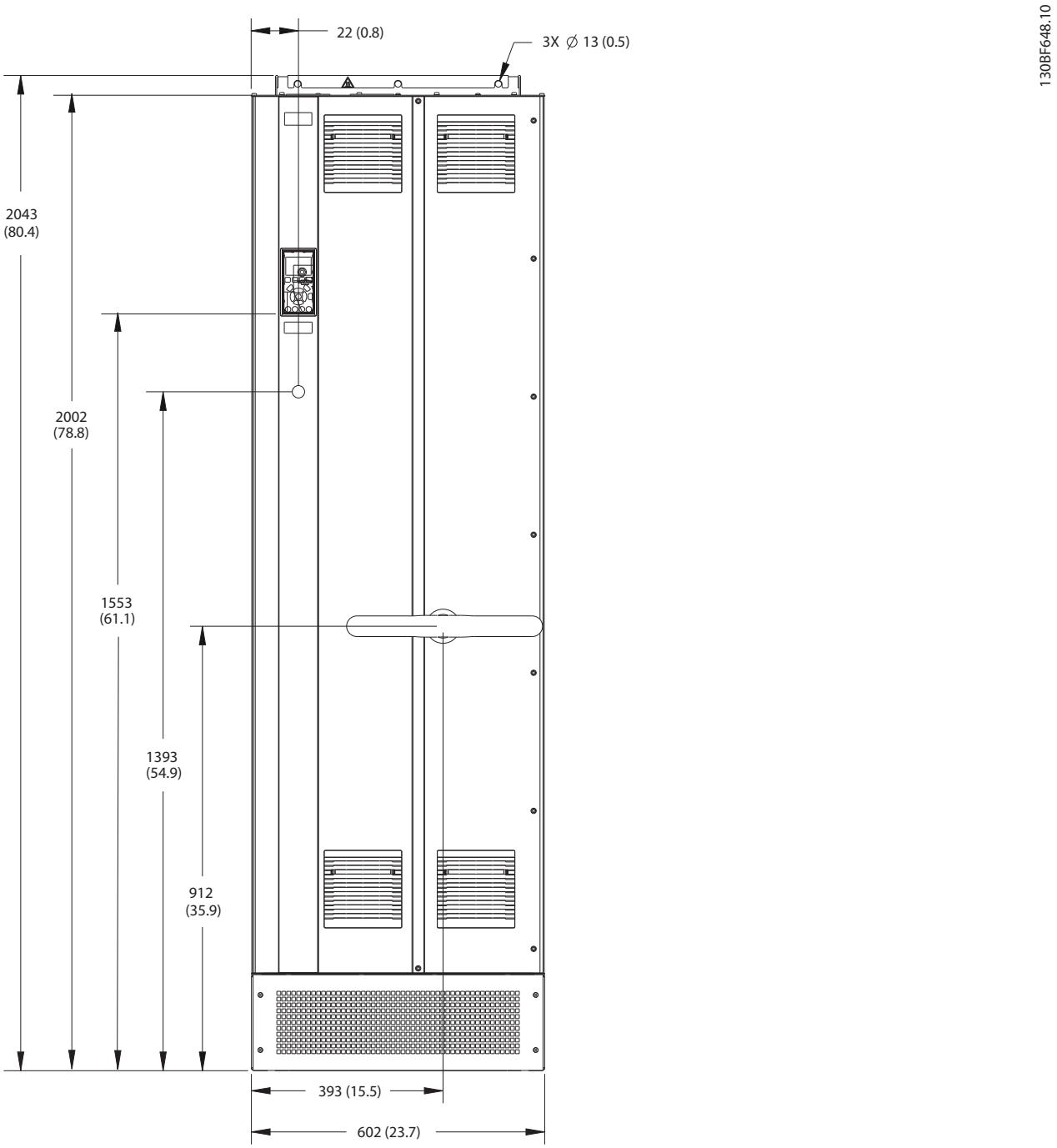
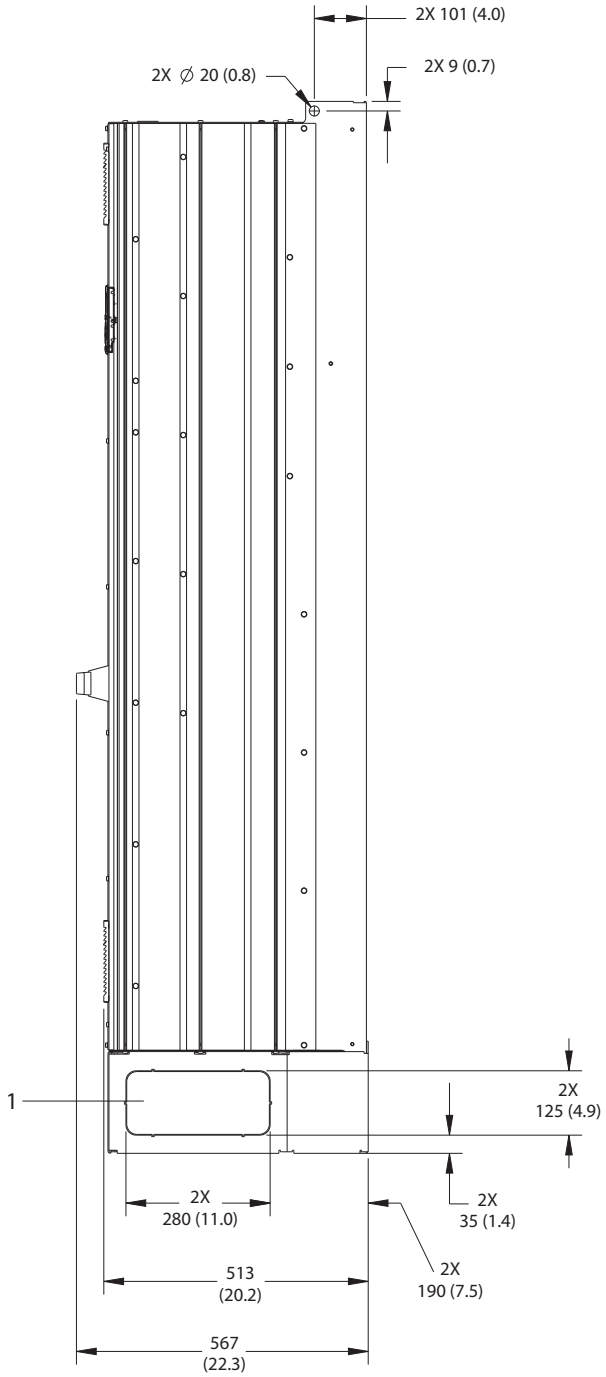
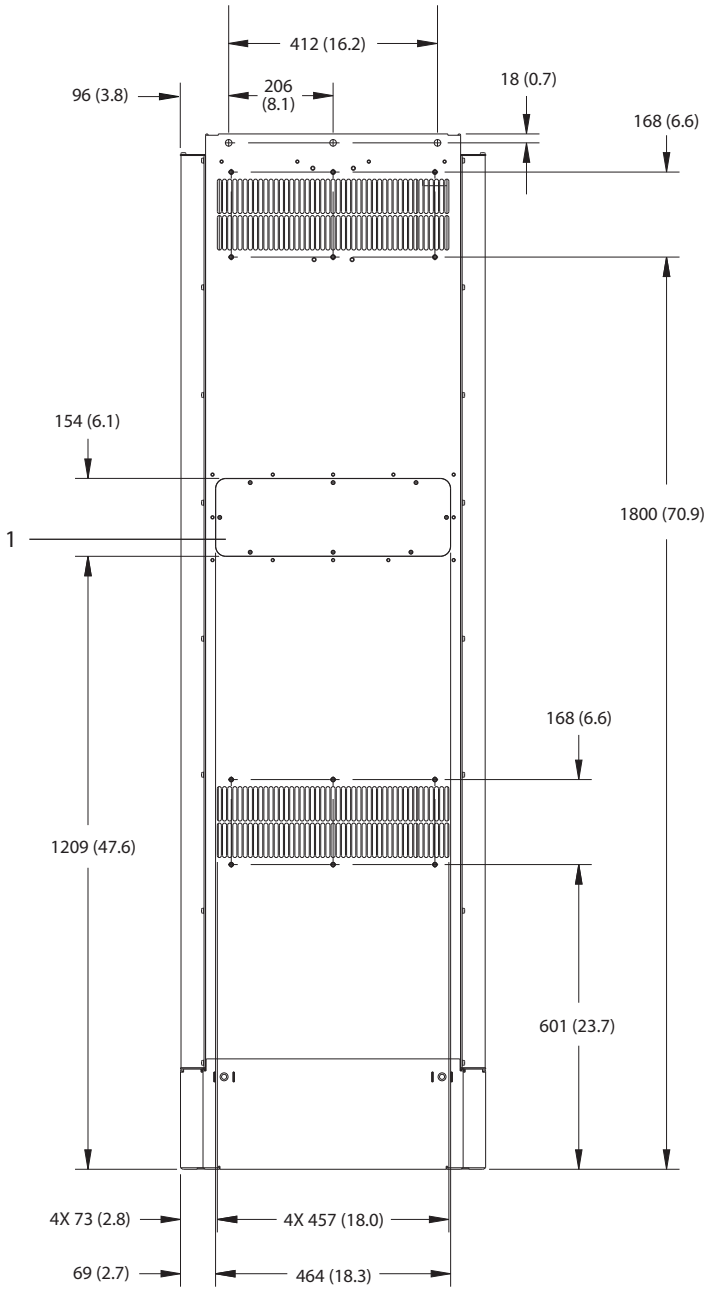


图 8.70 E1h 的正视图



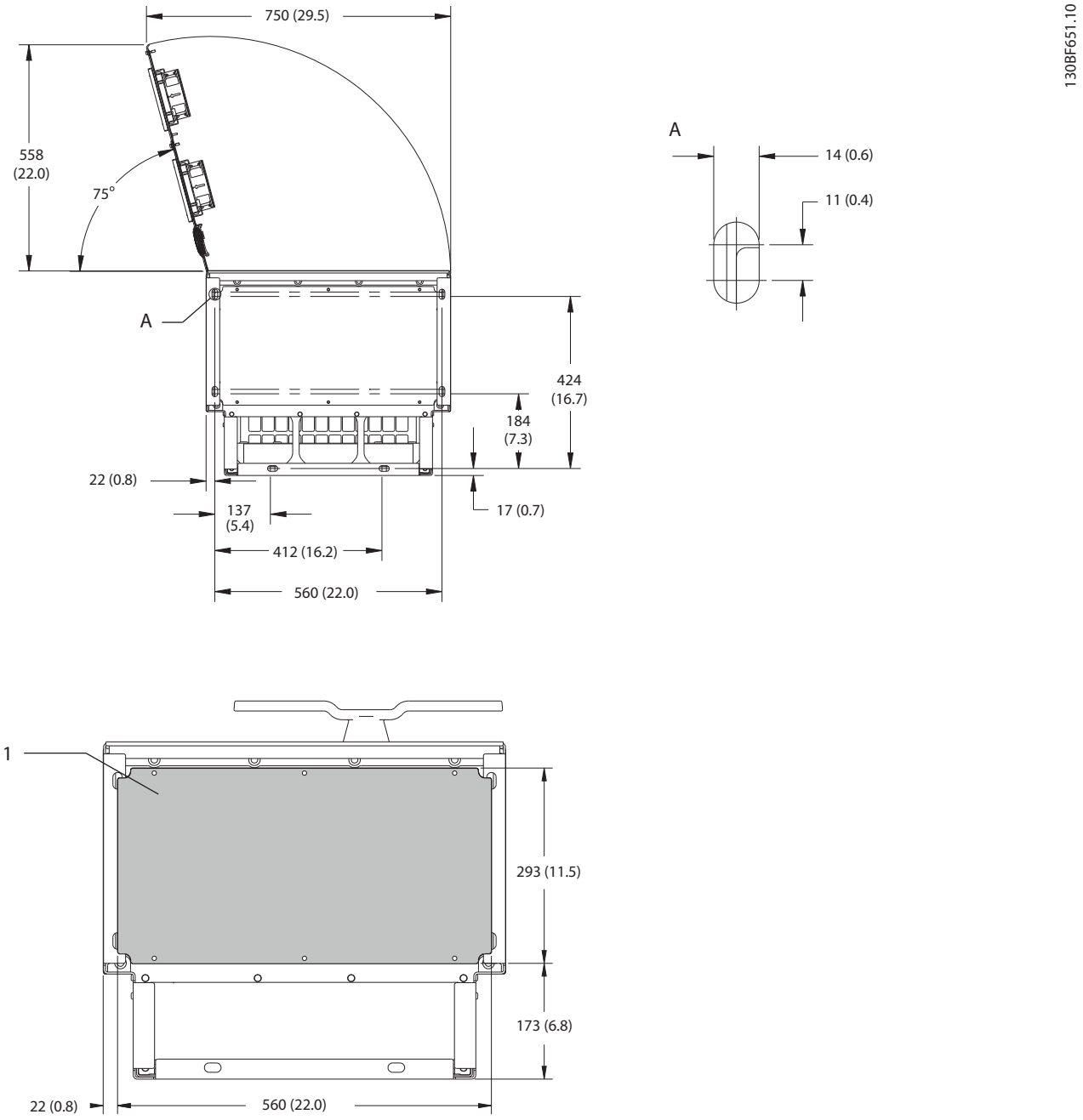
1	挡板

图 8.71 E1h 的侧视图



1	散热片气流罩板（选配）

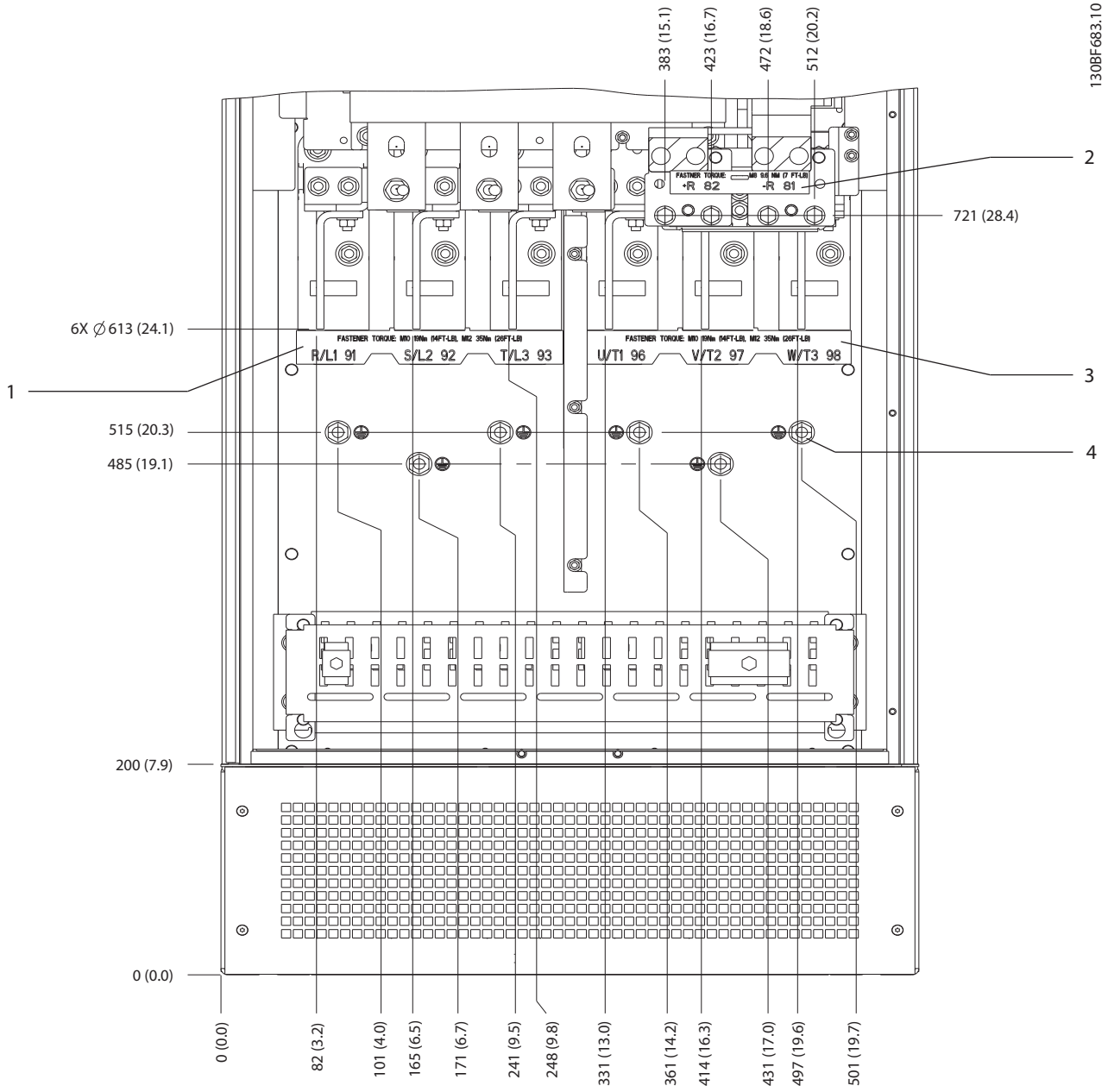
图 8.72 E1h 的后视图



1	密封板

图 8.73 E1h 的门间隙和密封板尺寸

8.9.2 E1h 端子尺寸



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动或再生端子	4	接地端子，M10 螺母

图 8.74 E1h 端子尺寸（正视图）

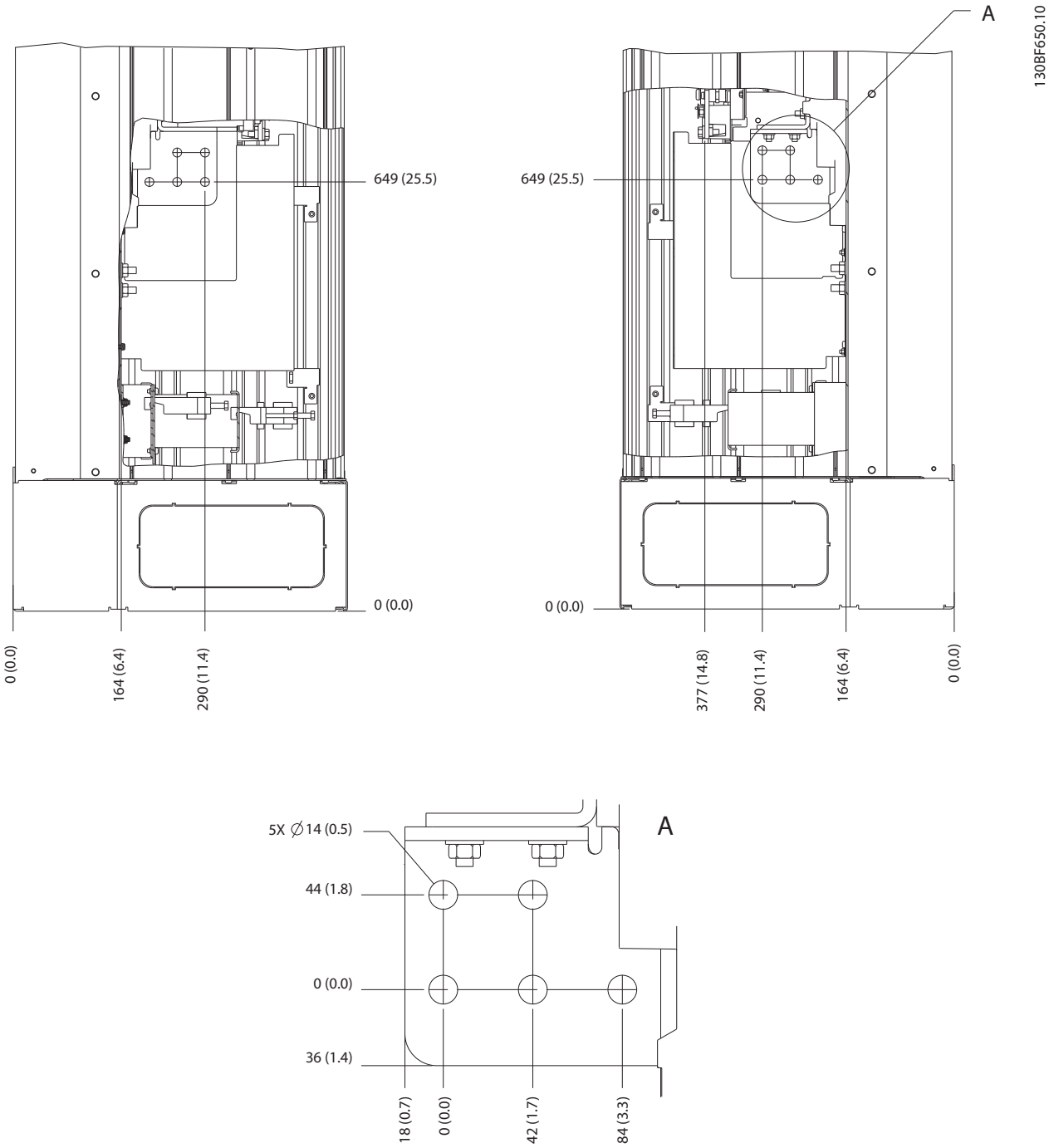


图 8.75 E1h 端子尺寸（侧视图）

8.10 E2h 外部和端子尺寸

8.10.1 E2h 外部尺寸

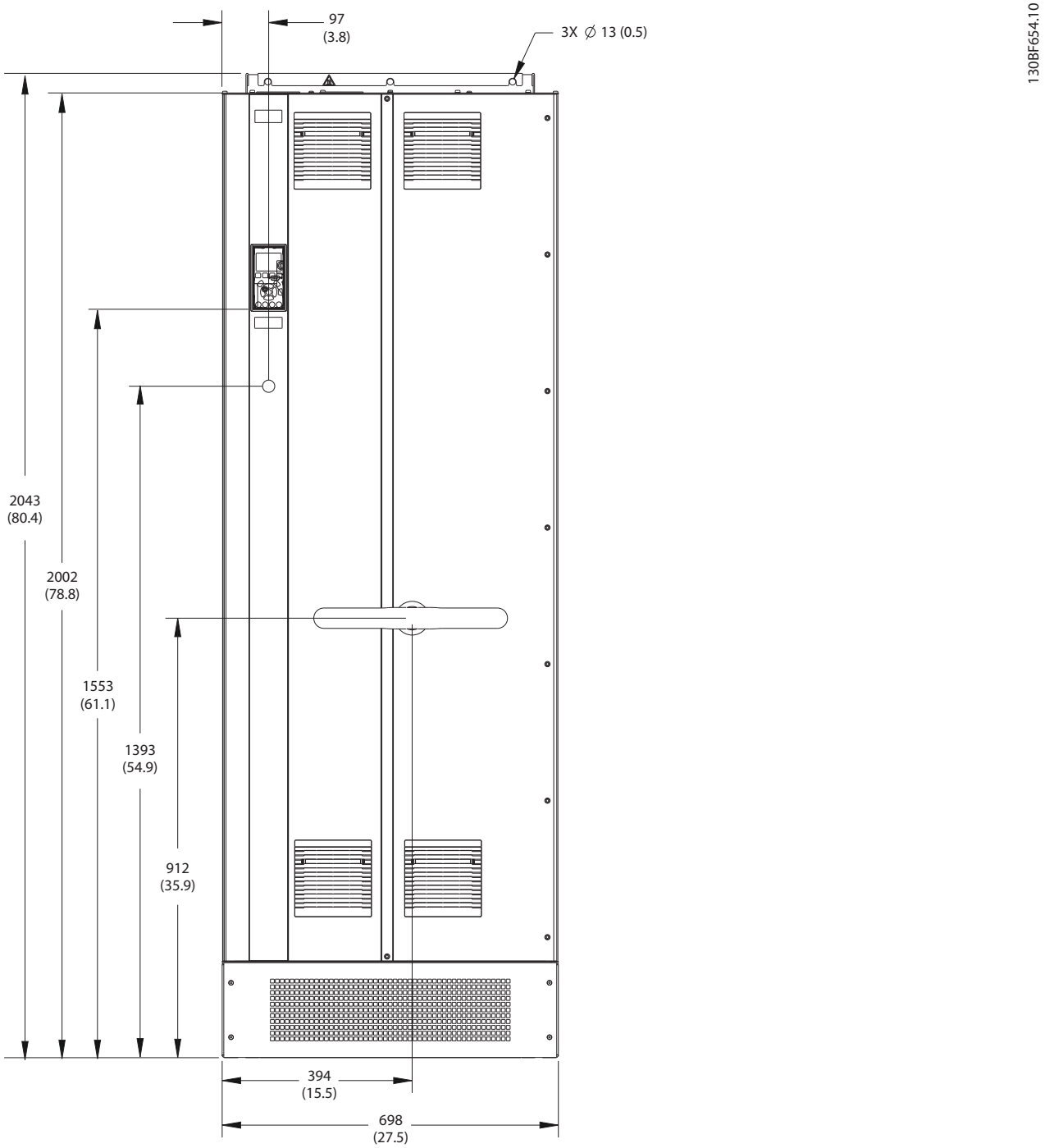
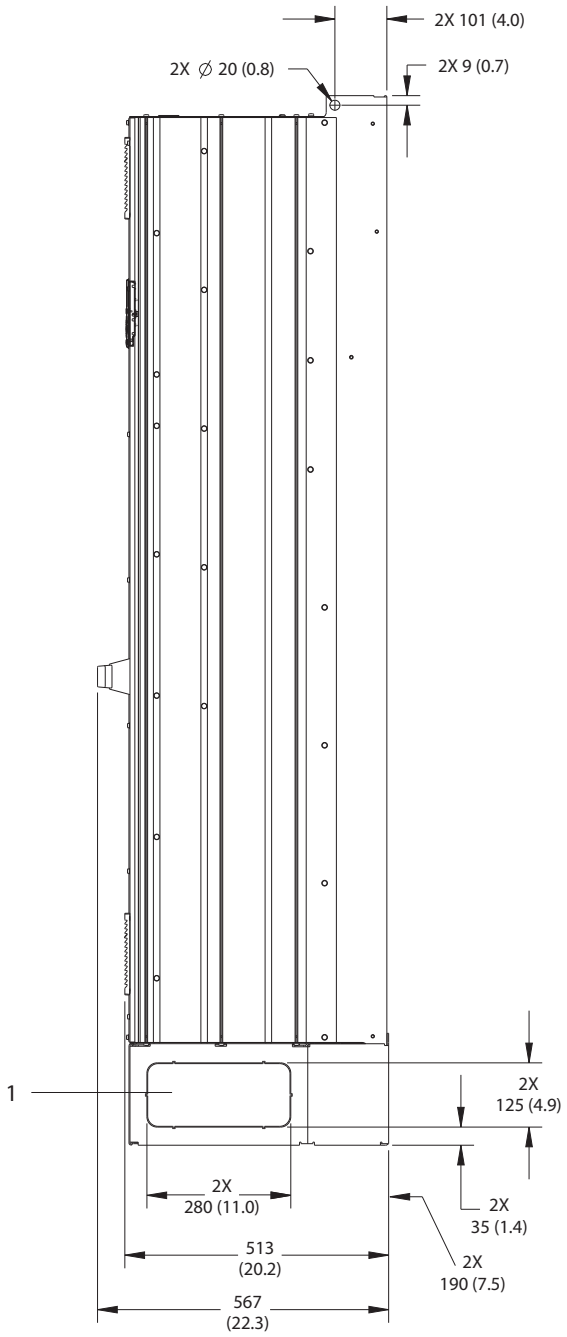
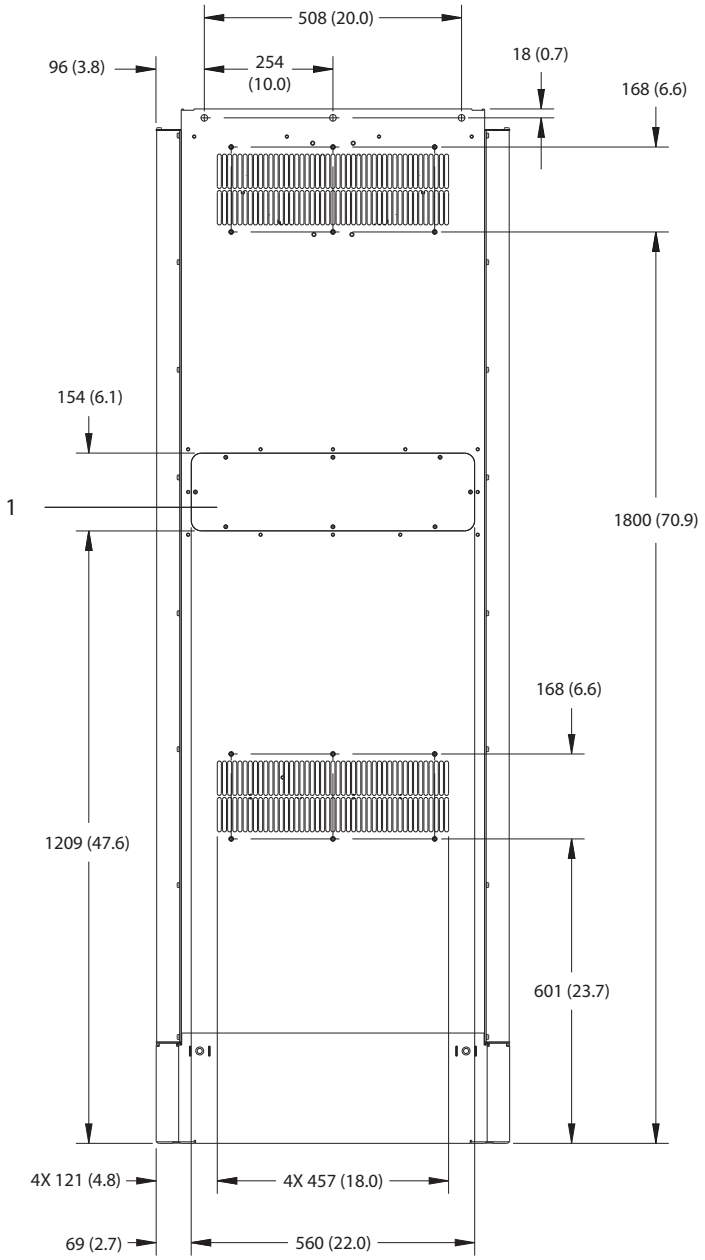


图 8.76 E2h 的正视图



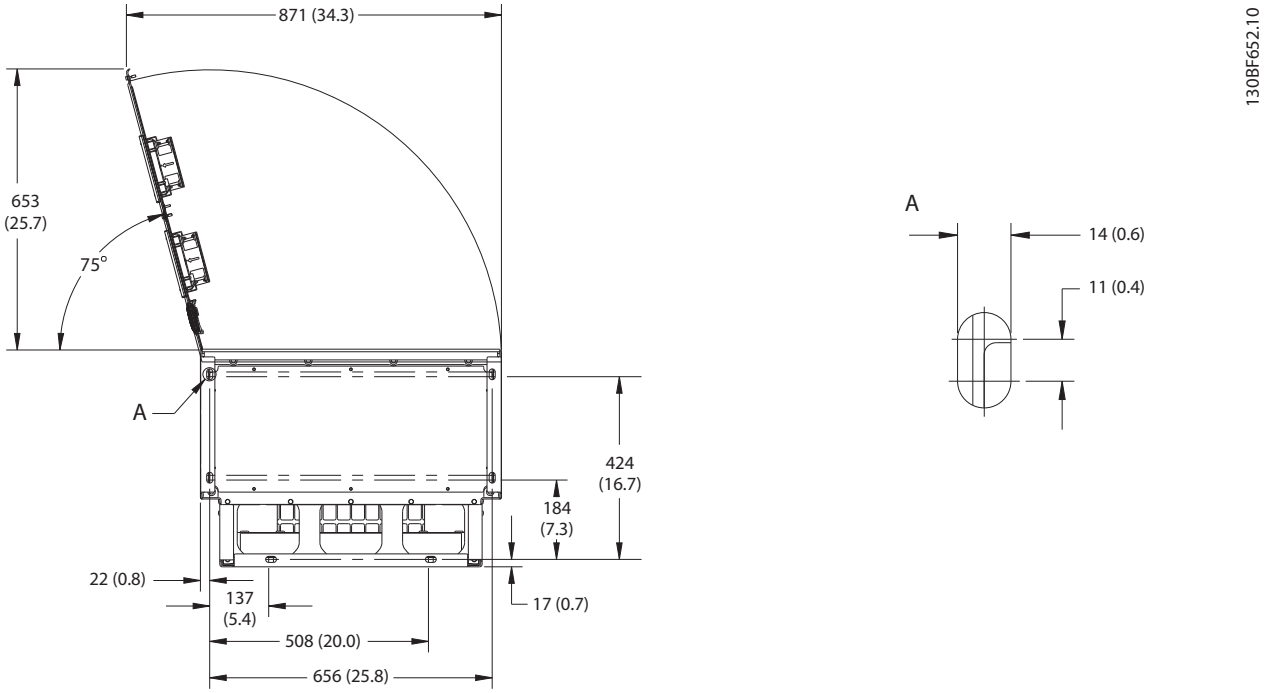
1	挡板

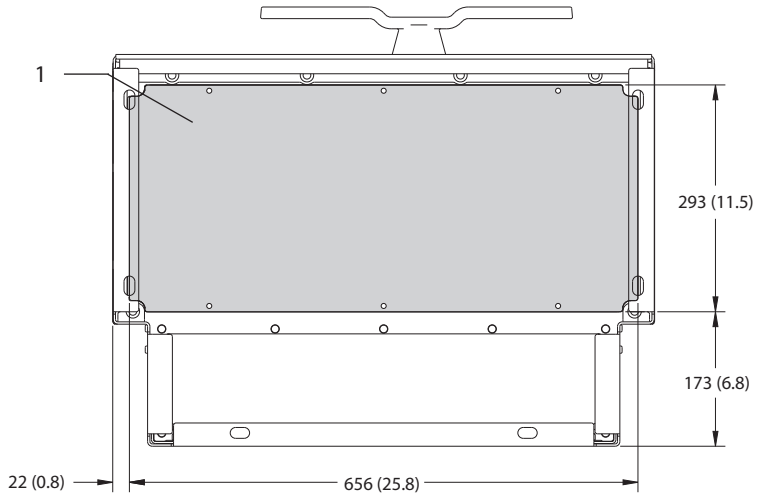
图 8.77 E2h 的侧视图



1	散热片气流罩板（选配）

图 8.78 E2h 的后视图

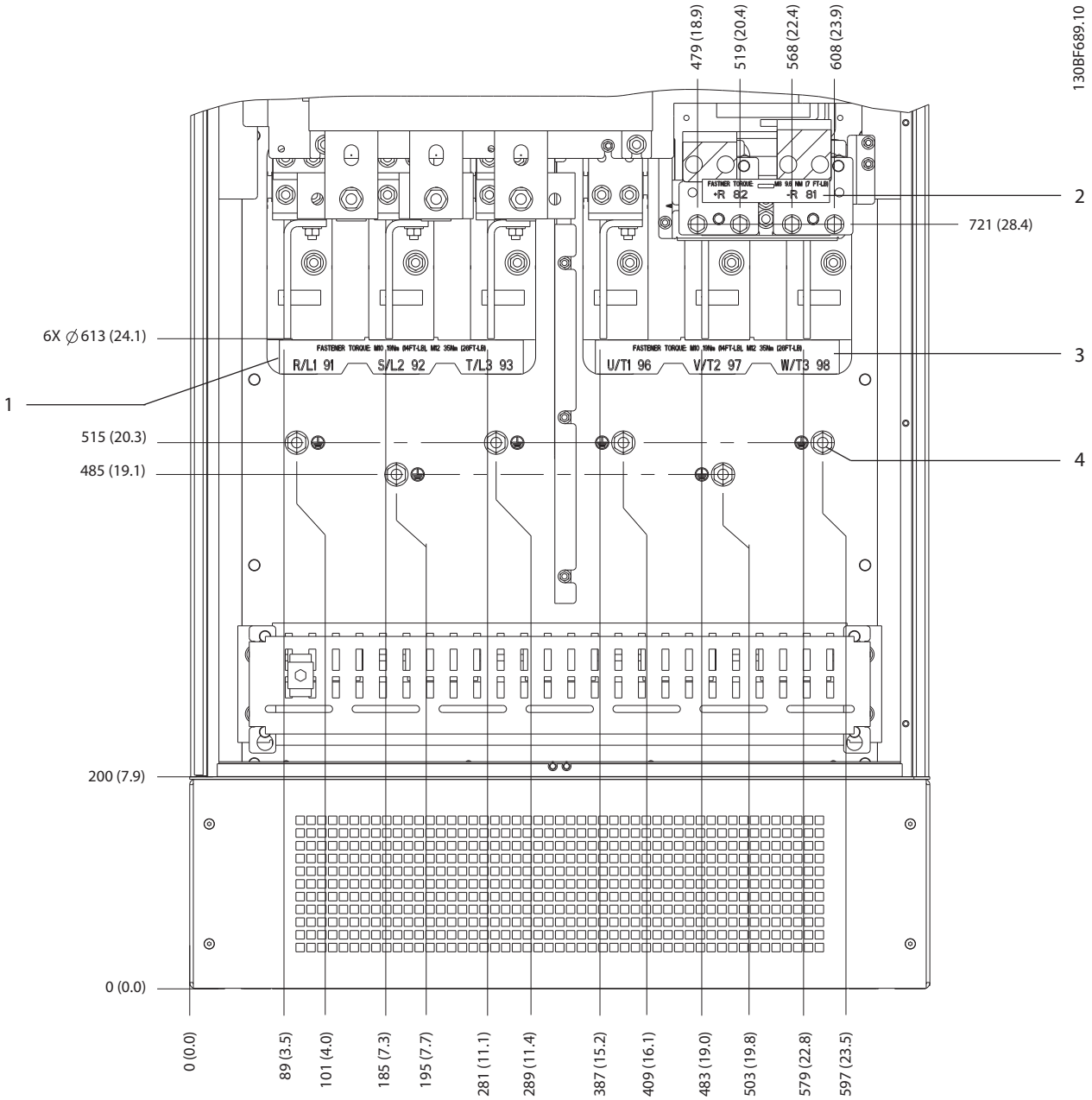




1	密封板

图 8.79 E2h 的门间隙和密封板尺寸

8.10.2 E2h 端子尺寸



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动或再生端子	4	接地端子，M10 螺母

图 8.80 E2h 端子尺寸（正视图）

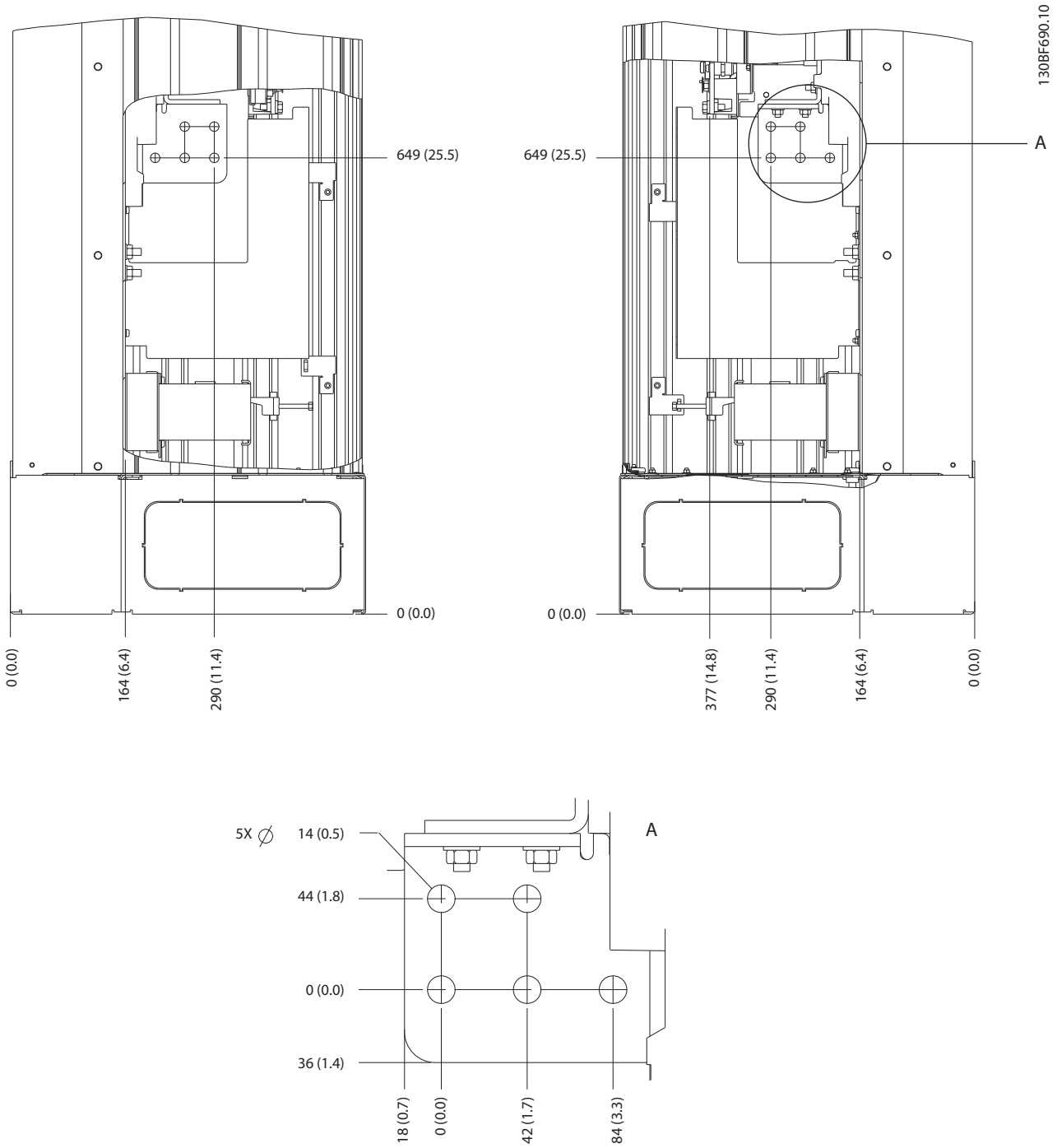


图 8.81 E2h 端子尺寸（侧视图）

8.11 E3h 外部和端子尺寸

8.11.1 E3h 外部尺寸

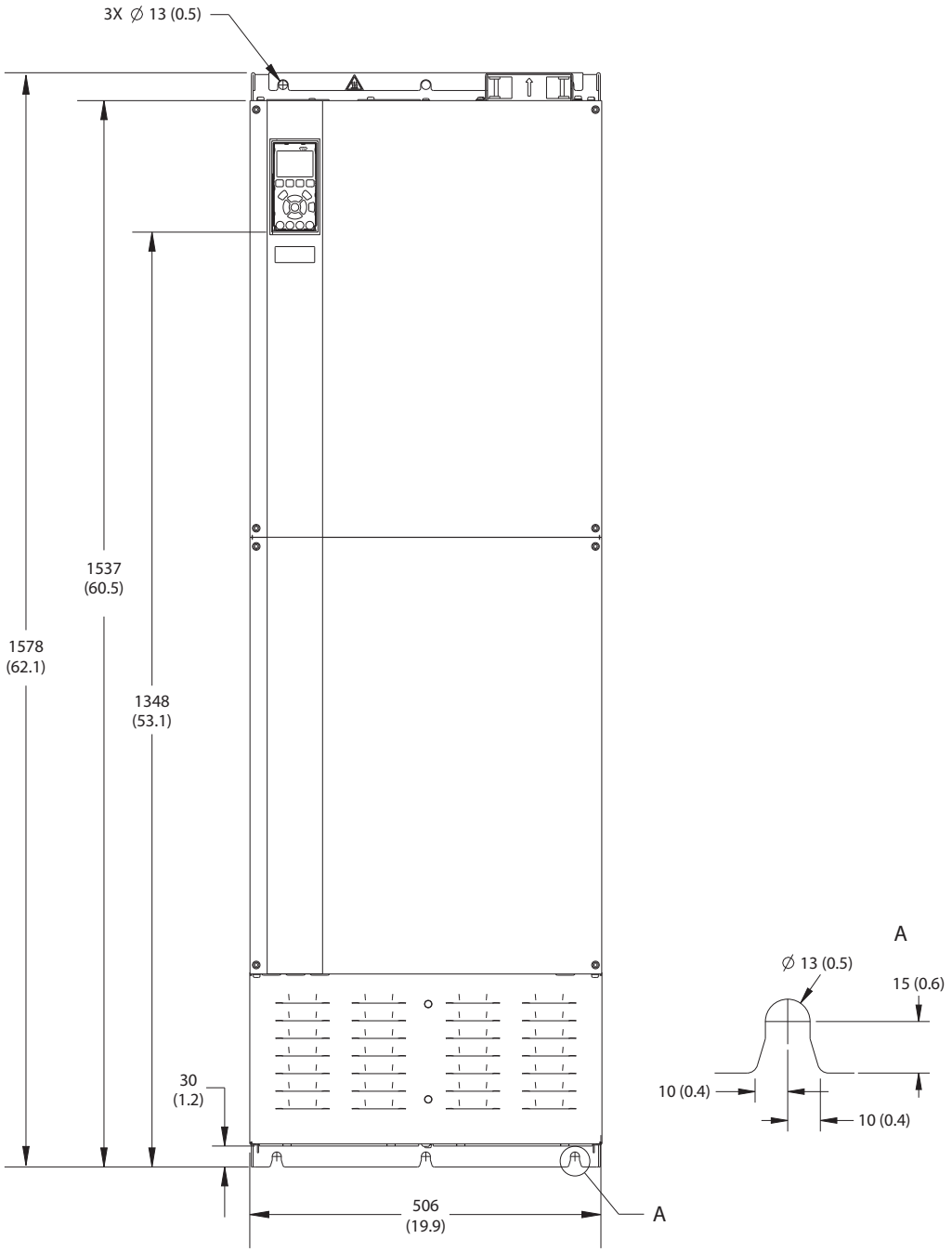


图 8.82 E3h 的正视图

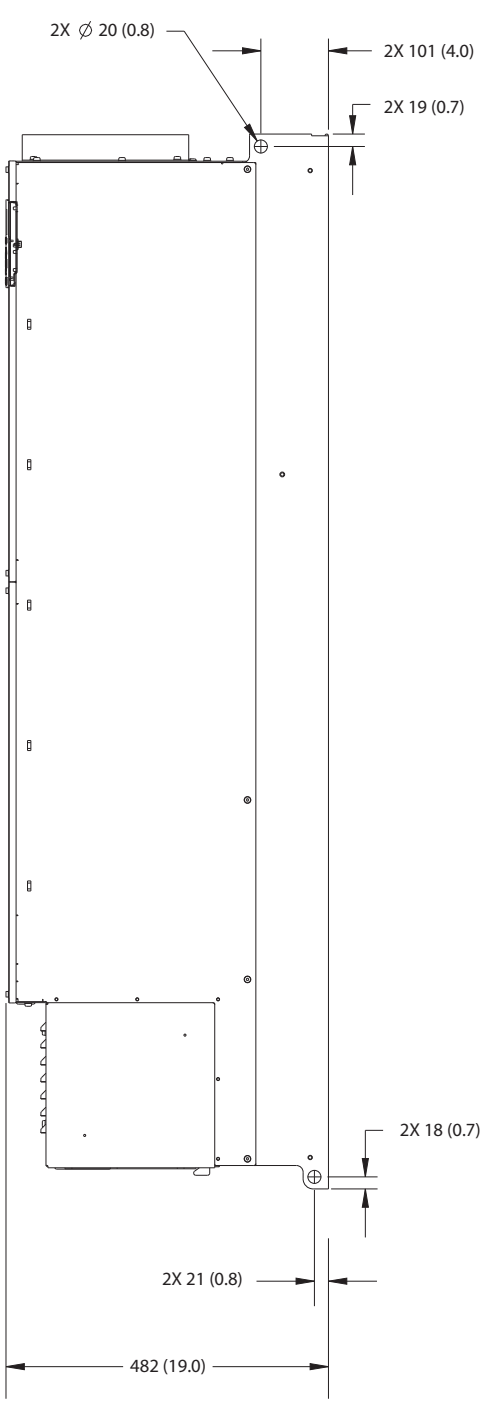
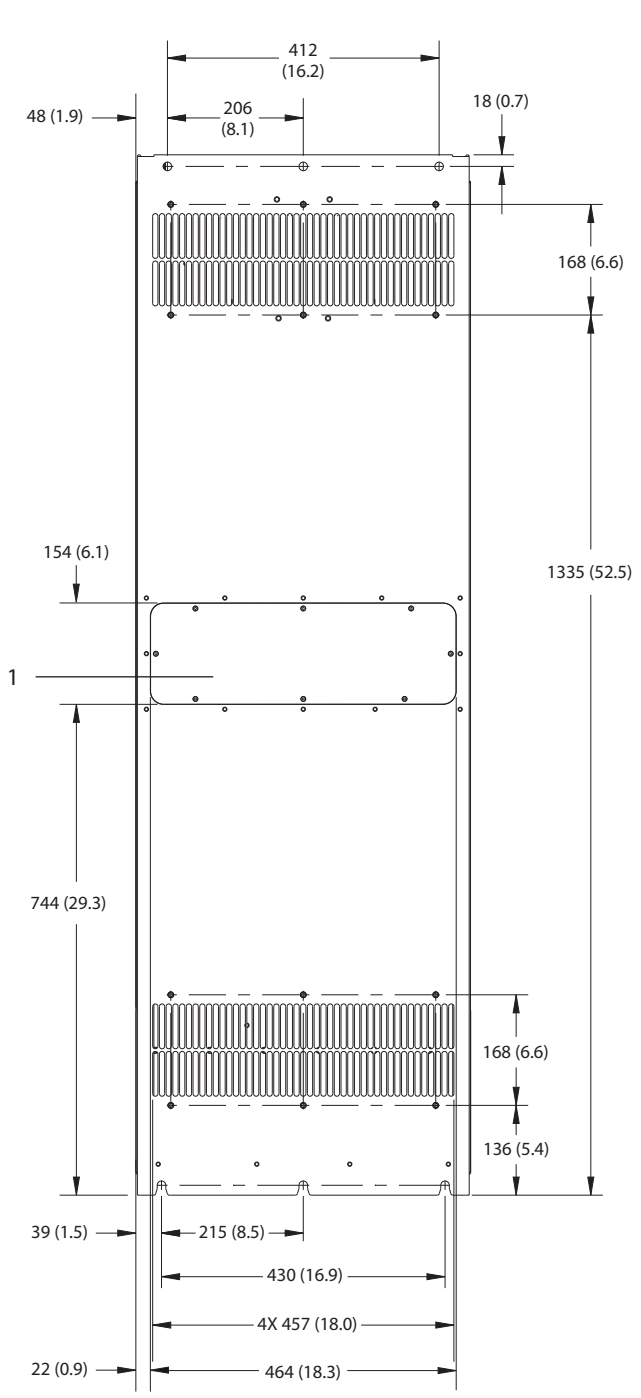
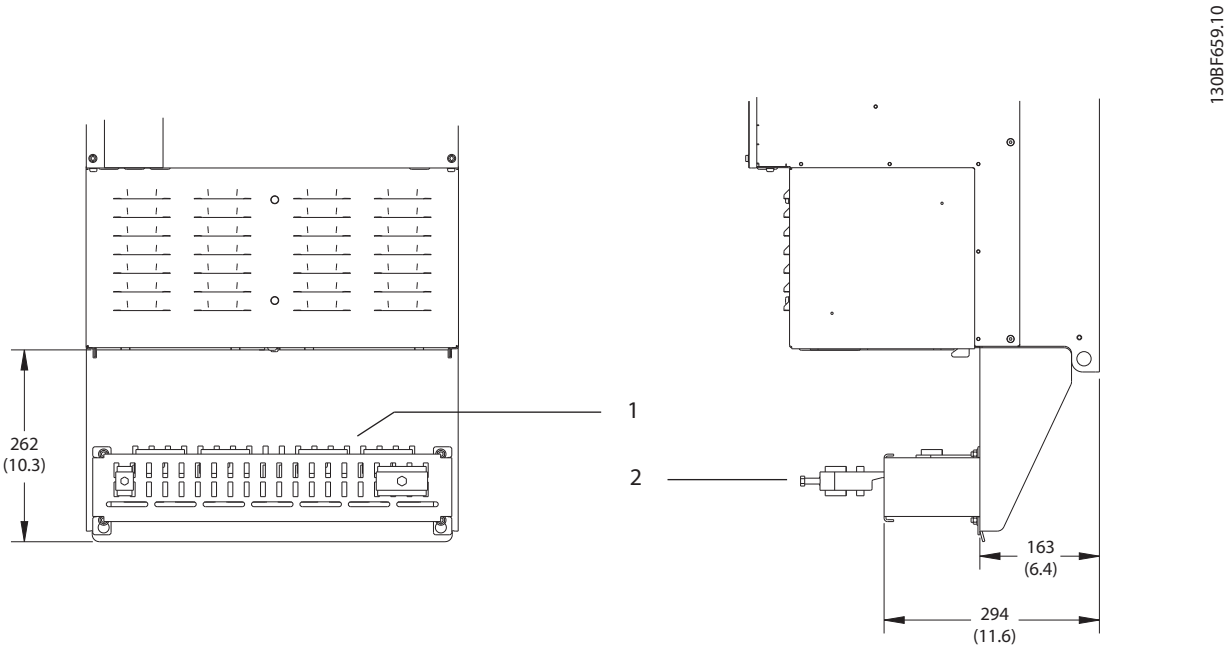


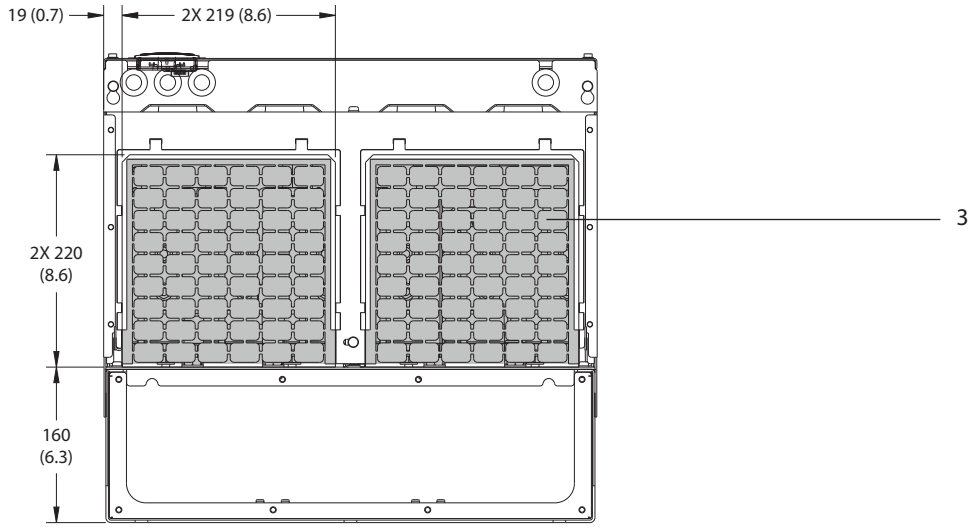
图 8.83 E3h 的侧视图



1	散热片气流罩板（选配）

图 8.84 E3h 的后视图

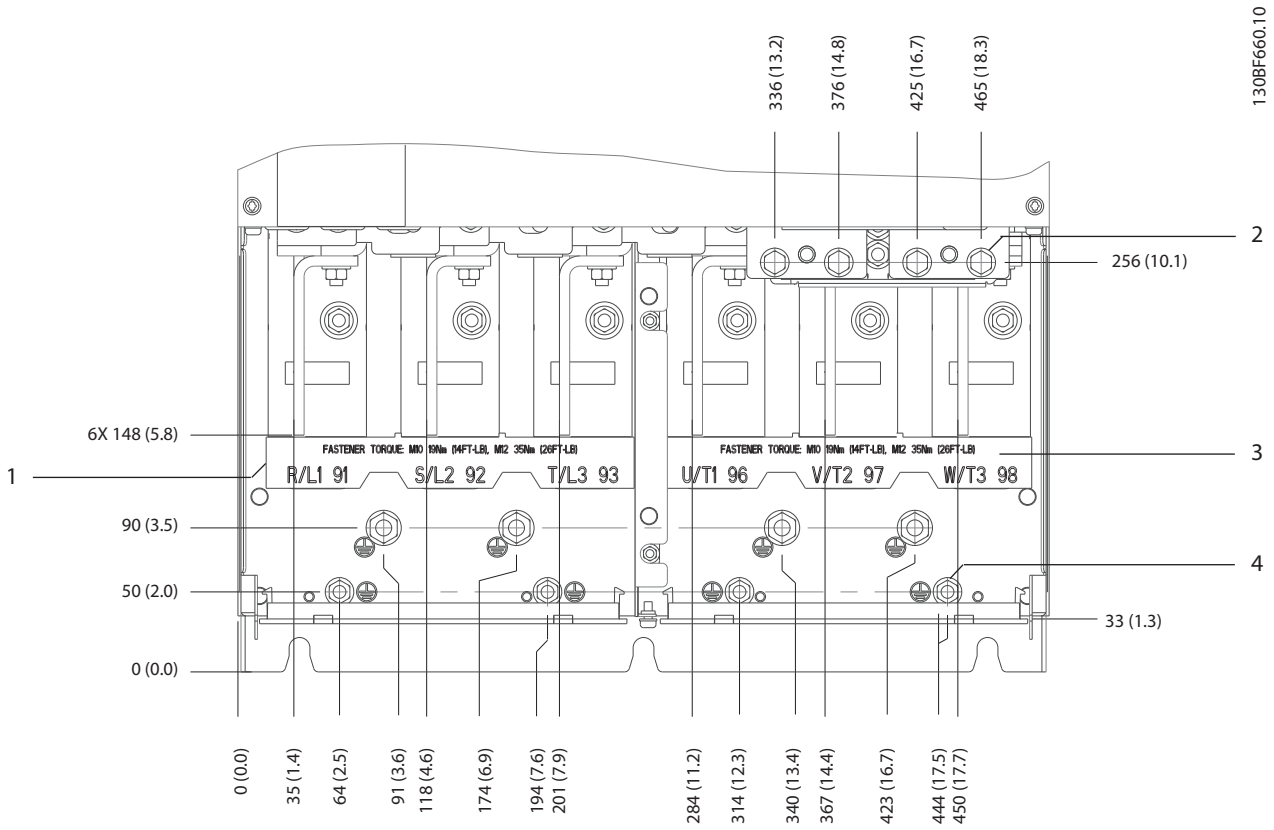




1	射频干扰屏蔽端子（带射频干扰选件时为标配）
2	电缆/EMC 夹
3	密封板

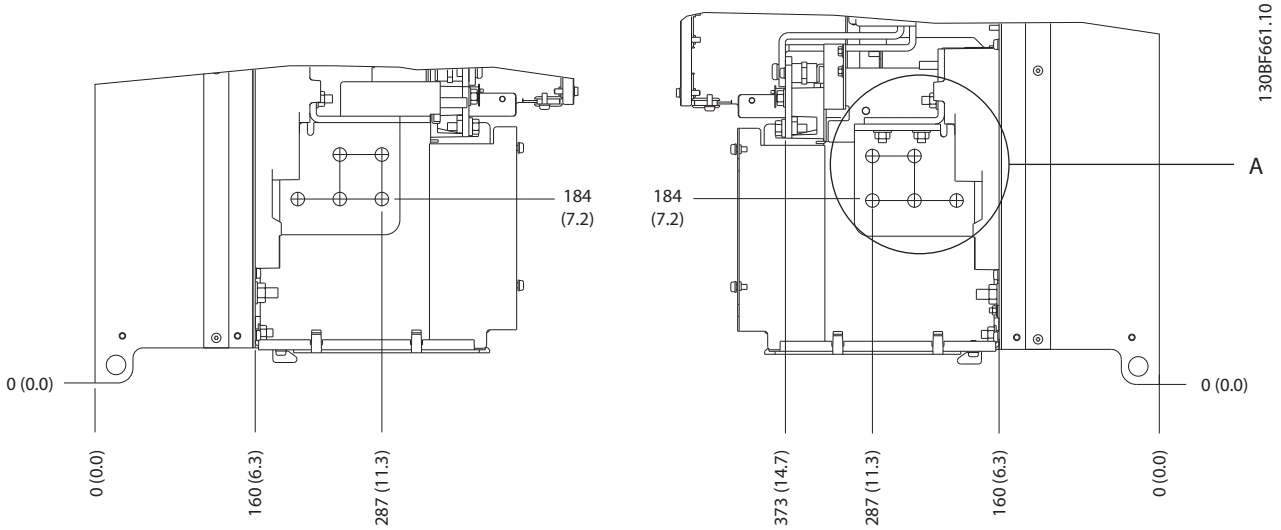
图 8.85 E3h 的射频干扰屏蔽端子和密封板尺寸

8.11.2 E3h 端子尺寸



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动或再生端子	4	接地端子，M8 和 M10 螺母

图 8.86 E3h 端子尺寸（正视图）



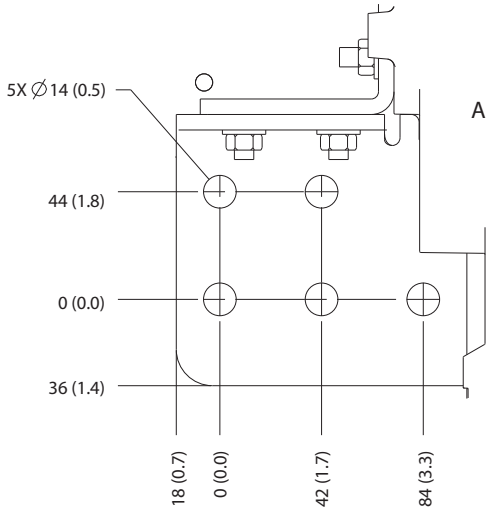


图 8.87 E3h 主电源、电机和接地端子尺寸（侧视图）

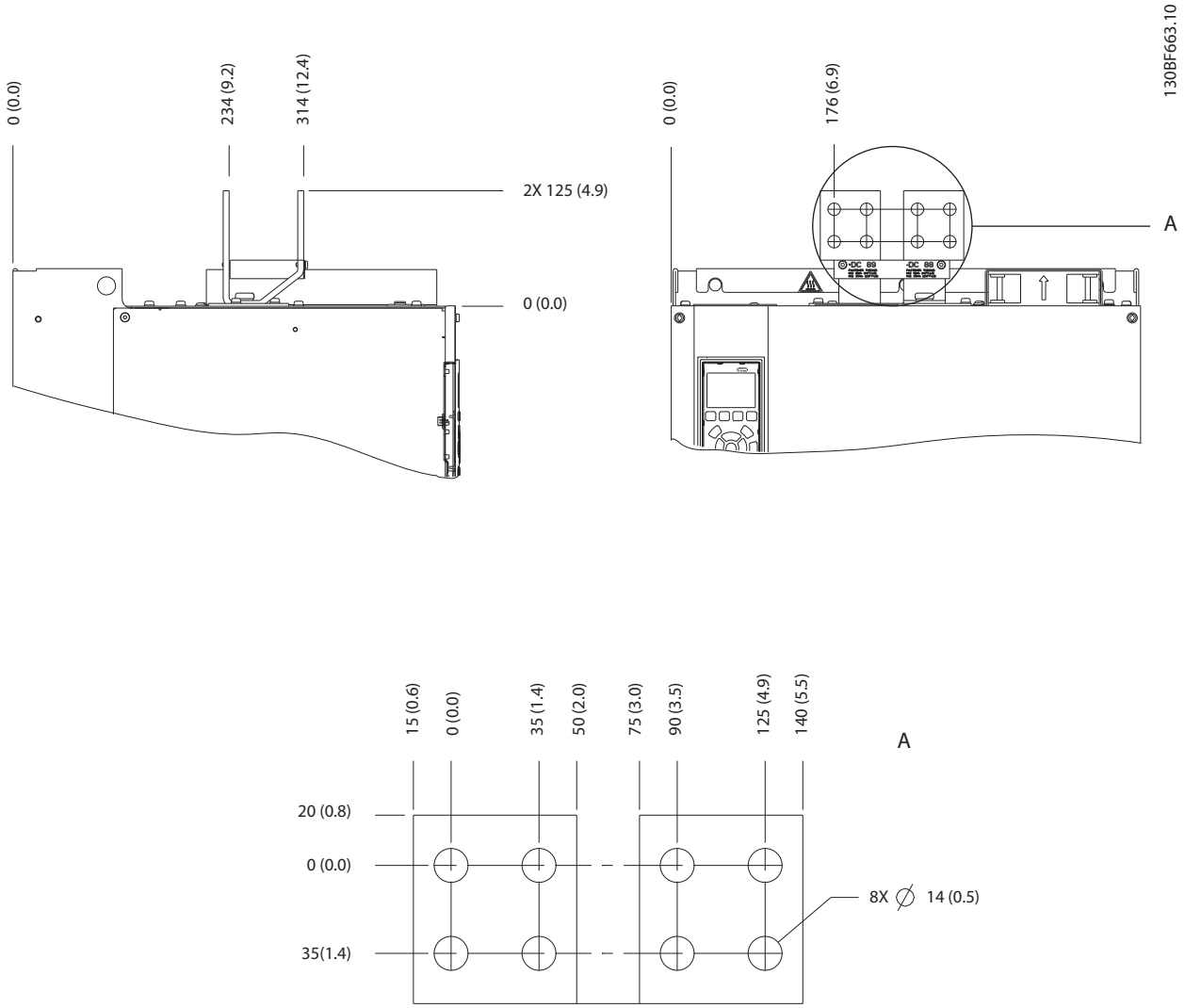


图 8.88 E3h 负载共享/再生端子尺寸

8.12 E4h 外部和端子尺寸

8.12.1 E4h 外部尺寸

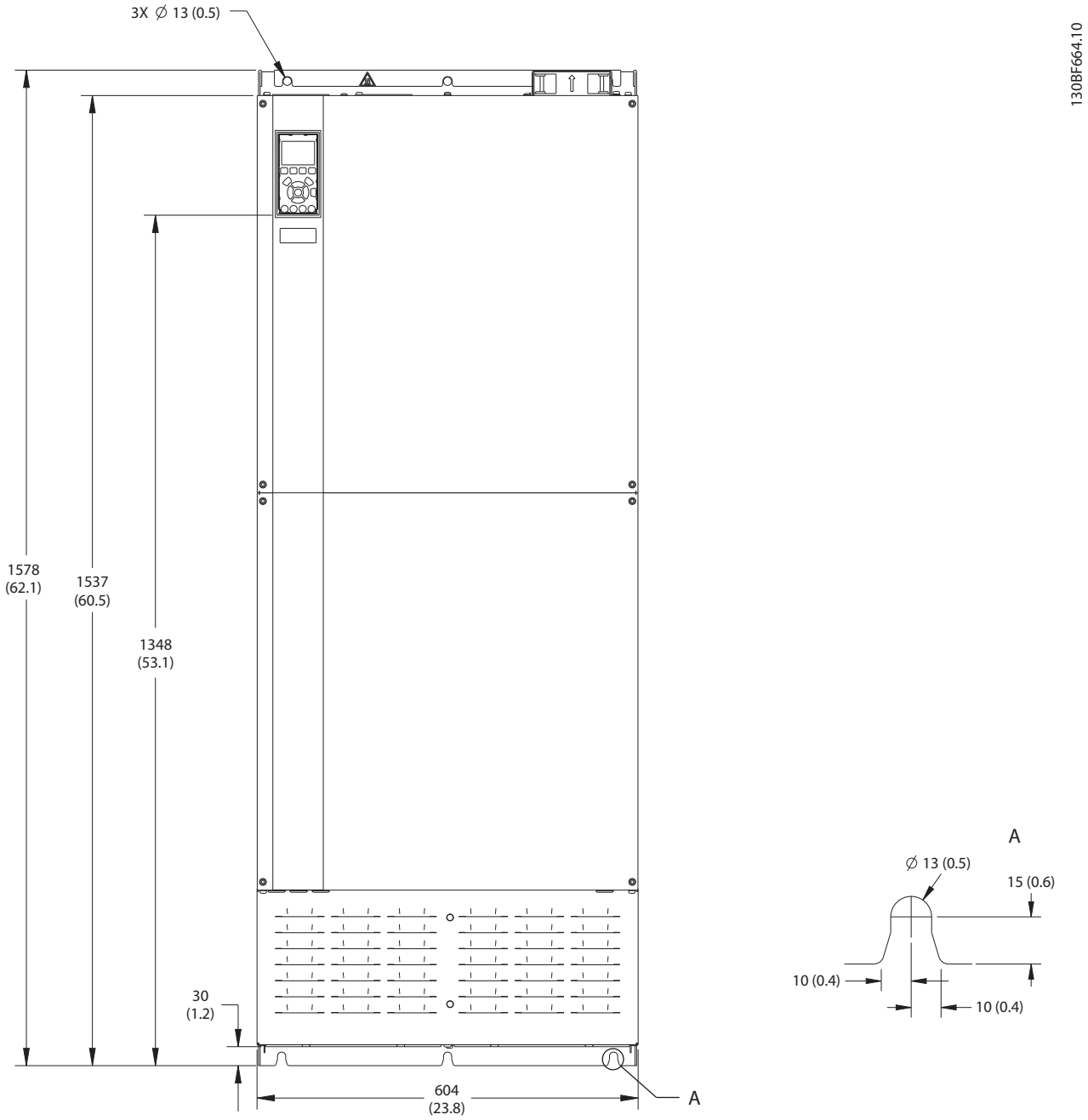


图 8.89 E4h 的正视图

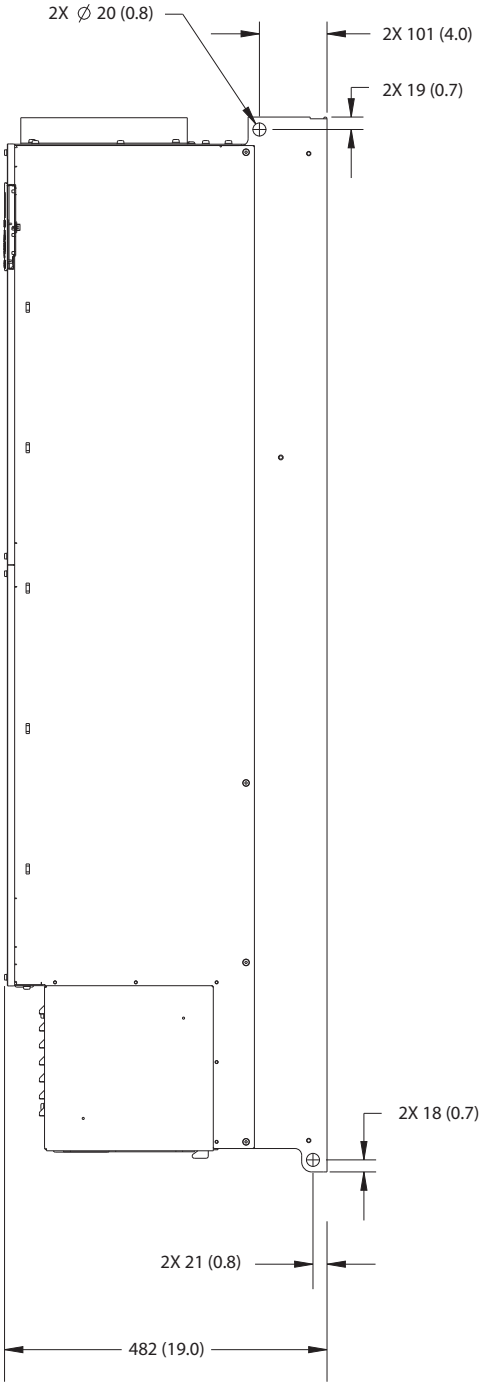
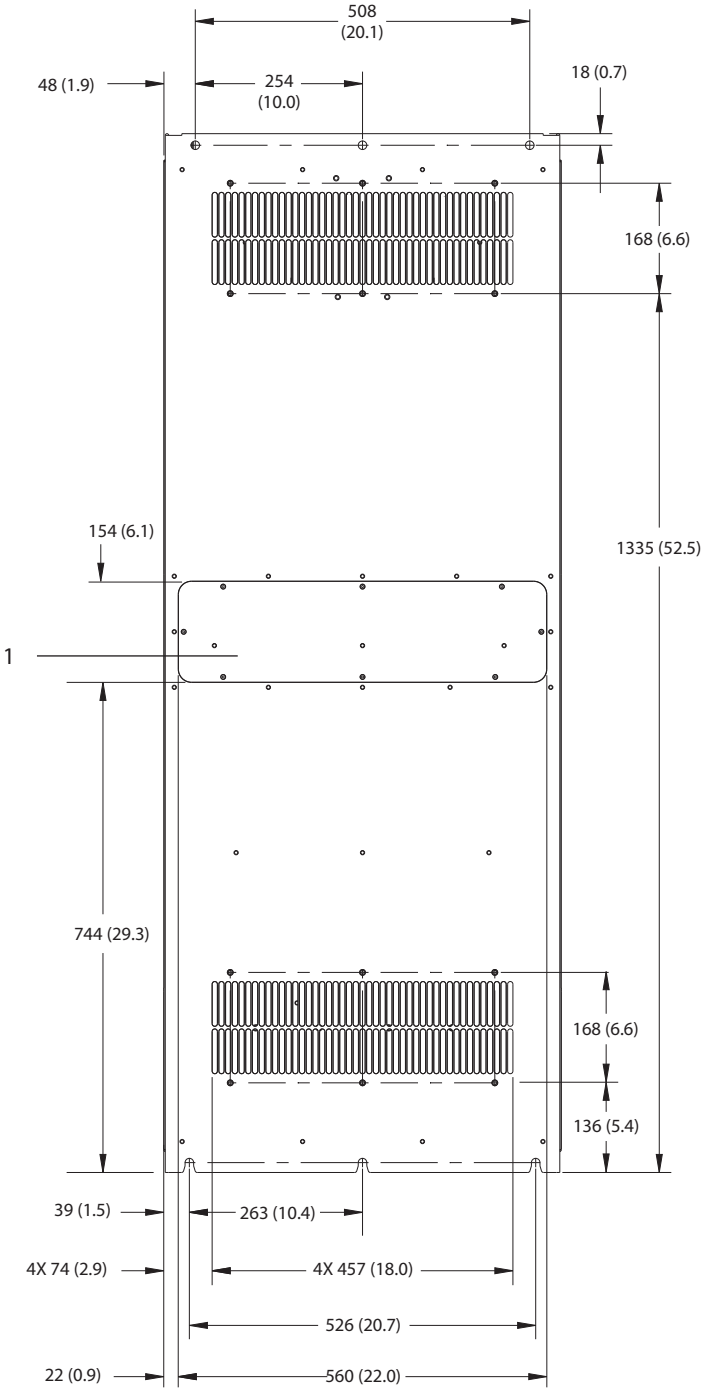
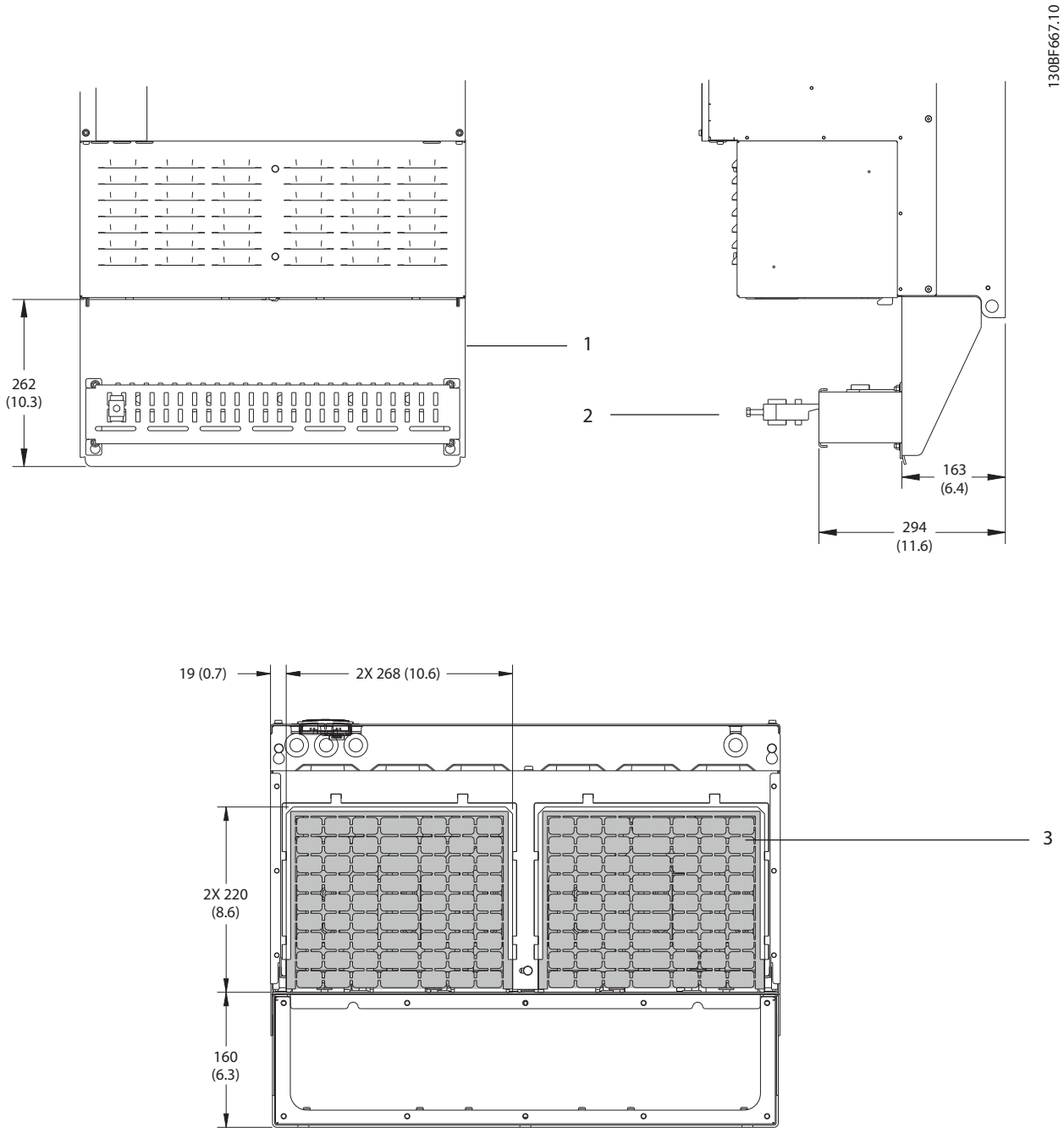


图 8.90 E4h 的侧视图



1	散热片气流罩板（选配）

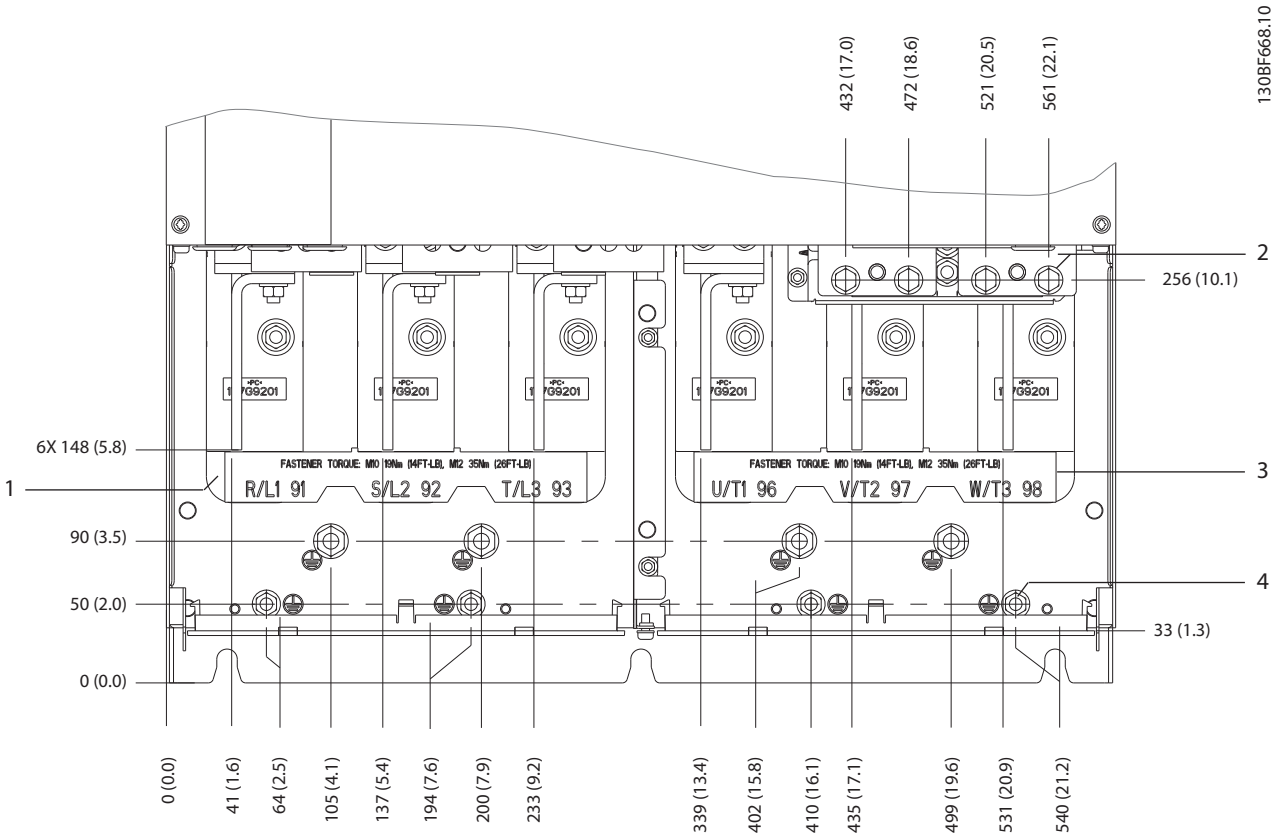
图 8.91 E4h 的后视图



1	射频干扰屏蔽端子（带射频干扰选件时为标配）
2	电缆/EMC 夹
3	密封板

图 8.92 E4h 的射频干扰屏蔽端子和密封板尺寸

8.12.2 E4h 端子尺寸



1	主电源端子	3	电机端子
2	制动或再生端子	4	接地端子，M8 和 M10 螺母

图 8.93 E4h 端子尺寸（正视图）

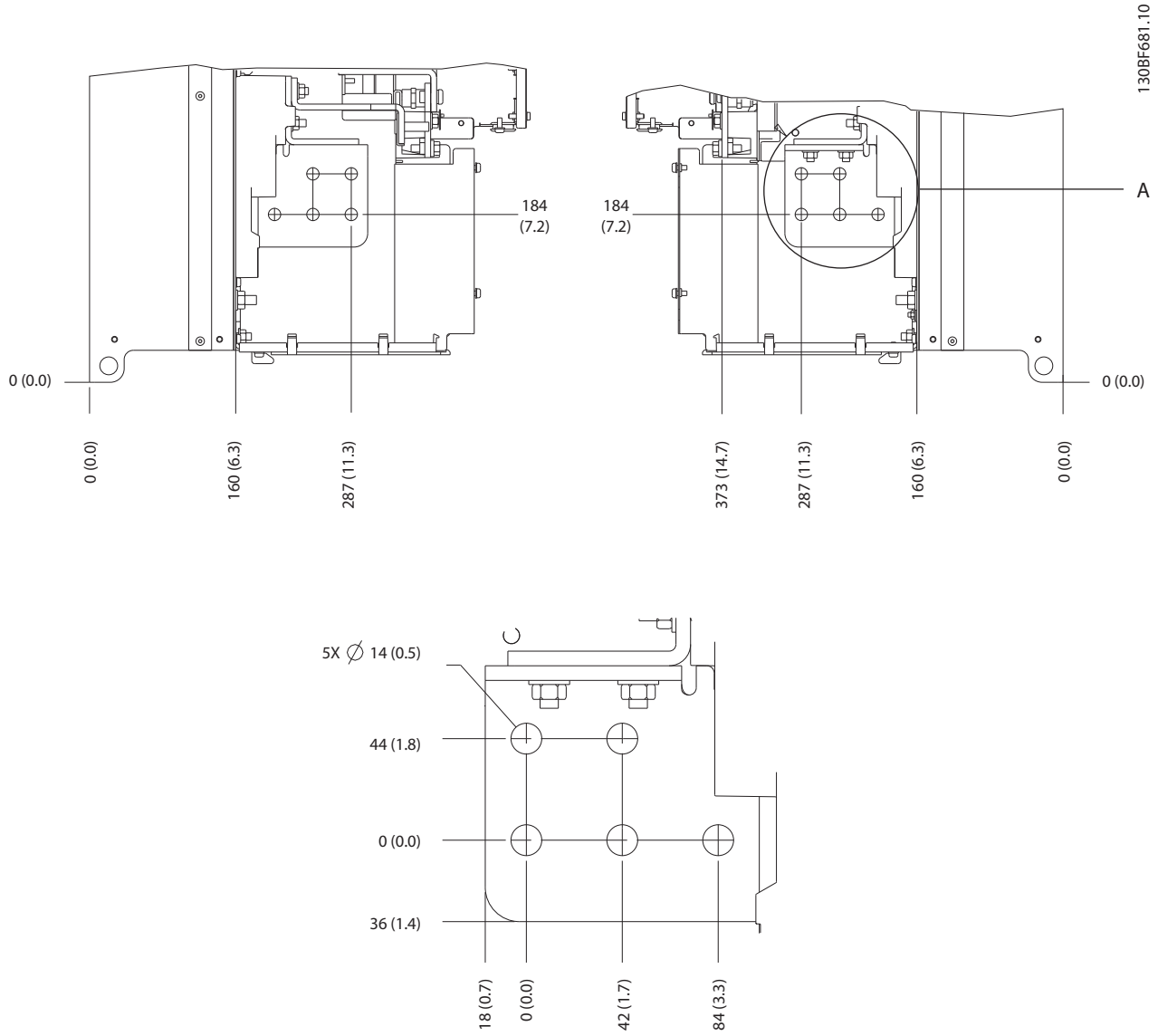
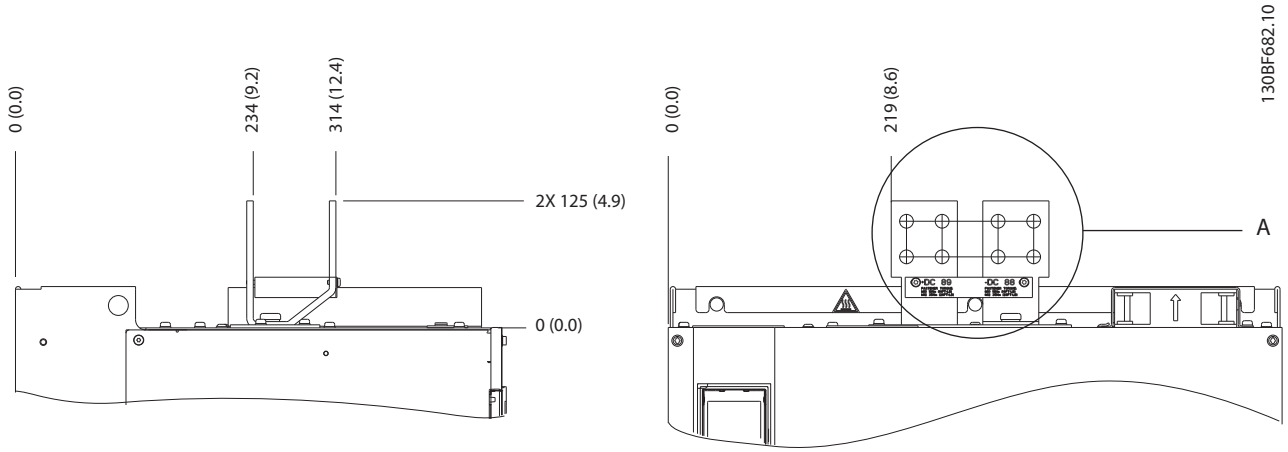


图 8.94 E4h 主电源、电机和接地端子尺寸（侧视图）



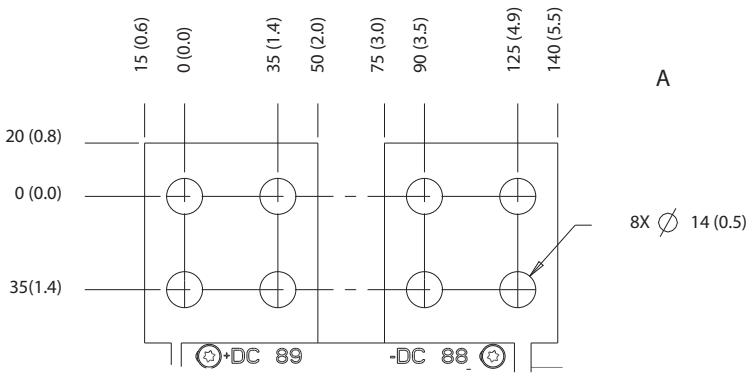


图 8.95 E4h 负载共享/再生端子尺寸

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 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。**
- **有关不同规格机箱的重量，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。**

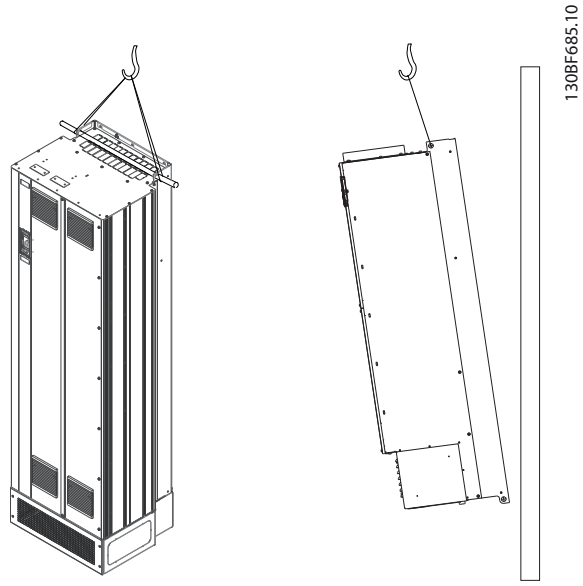


图 9.1 建议的起吊方法

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

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 热敏电阻卡 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	壁装/机柜安装	底座安装（独立）
D1h	X	X
D2h	X	X
D3h	X[1)]	-
D4h	X[1)]	-
D5h	-	X
D6h	-	X
D7h	-	X
D8h	-	X
E1h	-	X
E2h	-	X
E3h	X[2)]	-
E4h	X[2)]	-

表 9.1 安装配置

1) 可采用壁装，但 Danfoss 建议在机箱内使用面板安装方式，因为防护等级更高。

2) 可采用以下配置安装变频器：

- *垂直安装在控制柜的背板上。*
- *上下颠倒垂直安装在控制柜的背板上。联系厂商。*
- *正面朝上水平安装在控制柜的背板上。联系厂商。*
- *侧放水平安装在控制柜的底板上。联系厂商。*

安装注意事项：

- 请将设备放在尽可能靠近电机的位置。请参阅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 5.13 背部风道冷却概述*。
- 确保门能够方便地打开。
- 确保电缆线从底部进入。

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 9.4 安装配置*。

- 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

对于 E3h 和 E4h 机箱（IP20/机架），至少需要在机箱上安装 1 个门装风扇以排出变频器背部风道以外位置的热量。它还将排出变频器内的其它组件产生的热耗。为了选择适当的风扇尺寸，应计算出所需的总气流量。

保证散热片上有充足的气流。

机架	门装风扇/顶装风扇 [m^3/hr (cfm)]	散热片风扇 [m^3/hr (cfm)]
D1h	102 (60)	420 (250)
D2h	204 (120)	840 (500)
D3h	102 (60)	420 (250)
D4h	204 (120)	840 (500)
D5h	102 (60)	420 (250)
D6h	102 (60)	420 (250)
D7h	204 (120)	840 (500)
D8h	204 (120)	840 (500)

表 9.2 D1h－D8h 气流流速

机架	门装风扇/顶装风扇 [m^3/hr (cfm)]	散热片风扇 [m^3/hr (cfm)]
E1h	510 (300)	994 (585)
E2h	552 (325)	1053－1206 (620－710)
E3h	595 (350)	994 (585)
E4h	629 (370)	1053－1206 (620－710)

表 9.3 E1h－E4h 气流流速

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 9.2*。

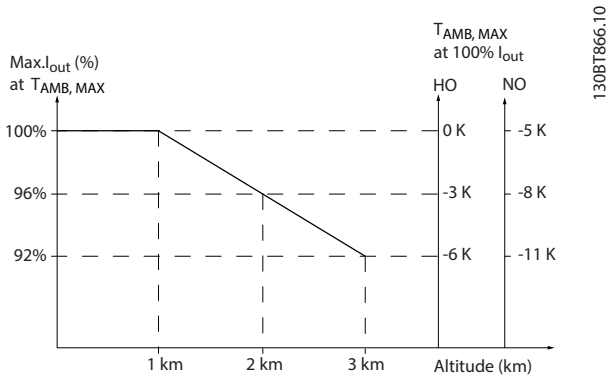


图 9.2 $T_{AMB,MAX}$ 下基于海拔的输出电流降容

图 9.2 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

9.6.3 根据环境温度和开关频率进行降容

注意

出厂降容

Danfoss 已经过降容，适合工作温度（55 °C（131 °F）$T_{AMB,MAX}$ 和 50 °C（122 °F）$T_{AMB,AVG}$）。

参考表 9.4 至表 9.5 中的图表可确定是否必须根据开关频率和环境温度对输出电流降容。在这些图中，I_{out} 表示额定输出电流的百分比，*fsw* 表示开关频率。

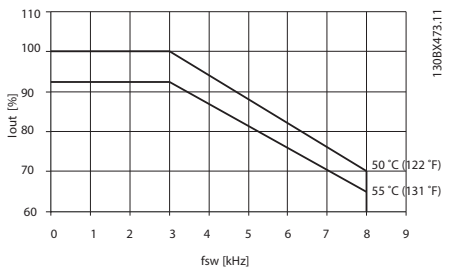
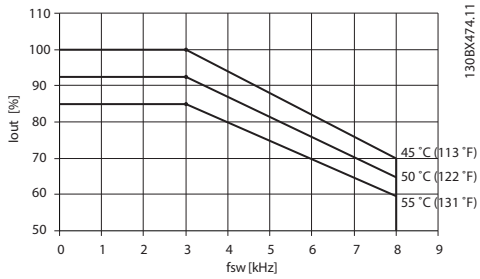
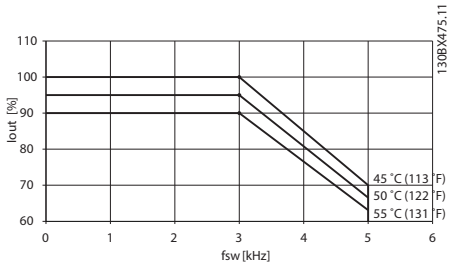
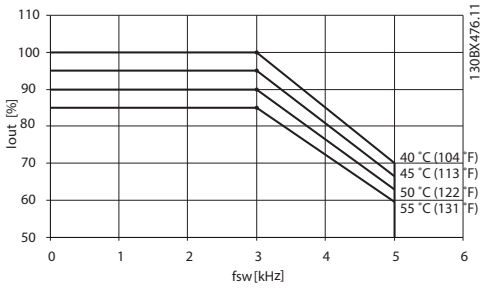
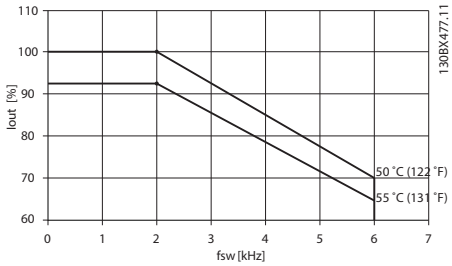
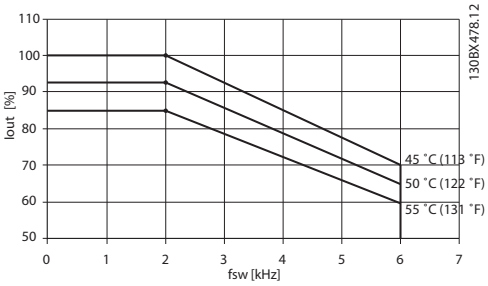
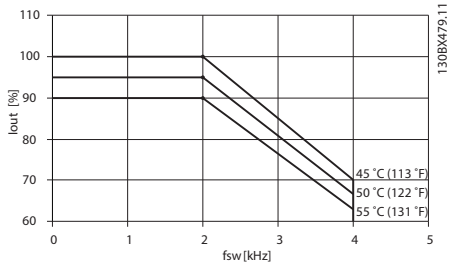
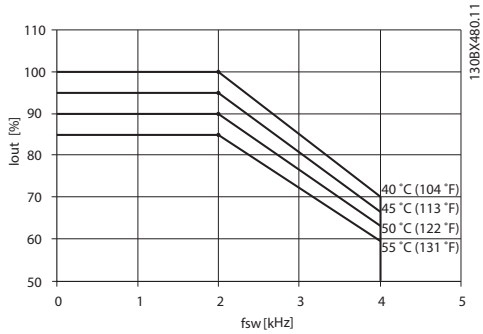
机箱	开关模式	高过载 (HO)，150%	正常过载 (NO)，110%
D1h – D8h N90 至 N250 380 – 480 V	60 AVM		
	SFAVM		
E1h – E4h N315 至 N500 380 – 480 V	60 AVM		
	SFAVM		

表 9.4 额定值为 380 – 480 V 的变频器的降容表

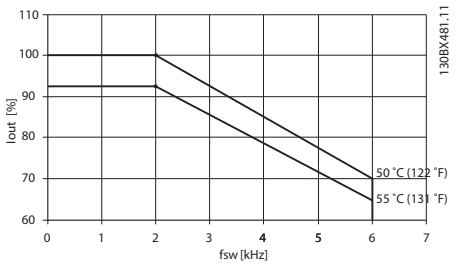
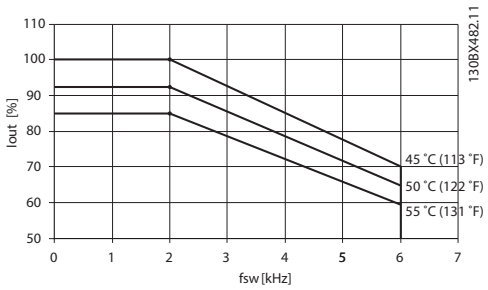
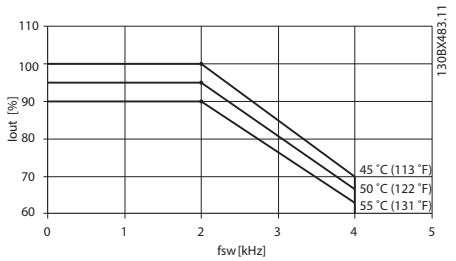
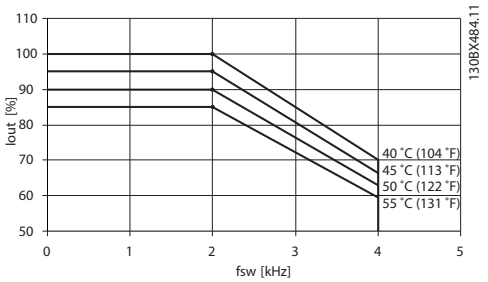
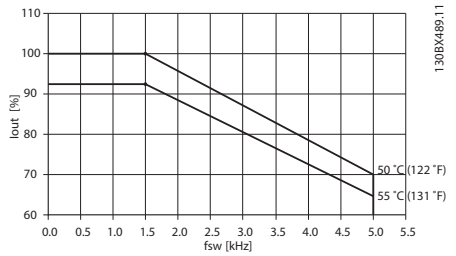
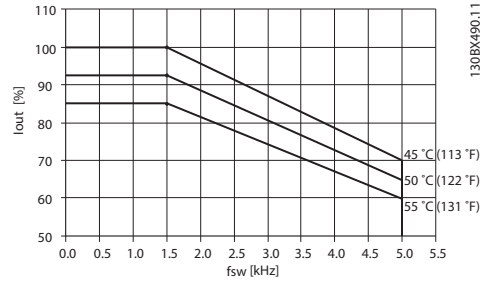
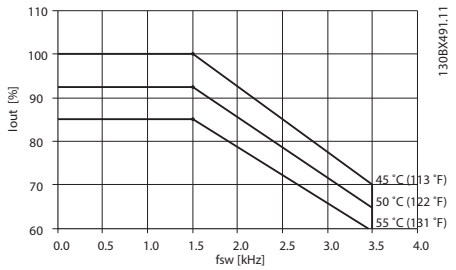
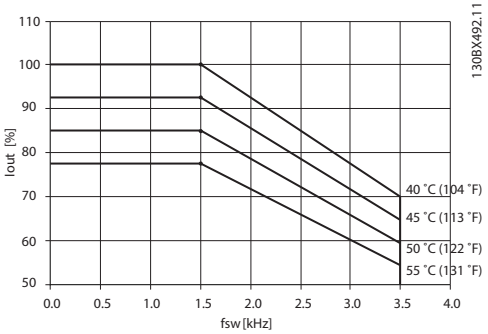
机箱	开关模式	高过载 (HO)，150%	正常过载 (NO)，110%
D1h－D8h N55K 至 N315 525－690 V	60 AVM		
	SFAVM		
E1h－E4h N355 至 N710 525－690 V	60 AVM		
	SFAVM		

表 9.5 额定值为 525－690 V 的变频器的降容表

10 电气安装注意事项

10.1 安全说明

请参阅*章 2 安全性* 了解一般安全说明。

⚠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

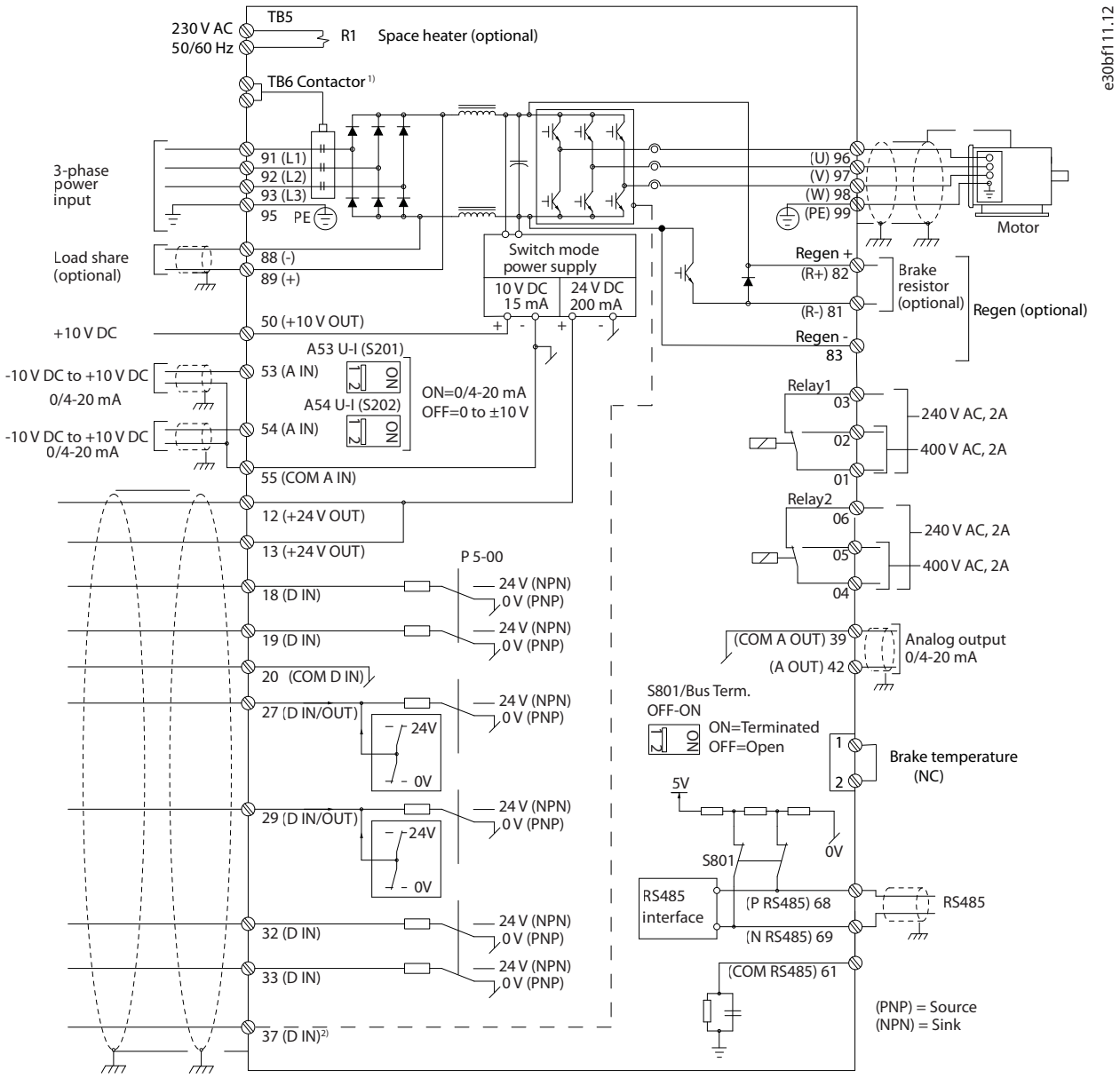


图 10.1 基本接线示意图

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，请参考 VLT® FC 系列 - 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 7.1 电气数据，380-480 V* 和*章 7.2 电气数据，525-690 V* 。

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 10.15 符合 EMC 规范的安装*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）。

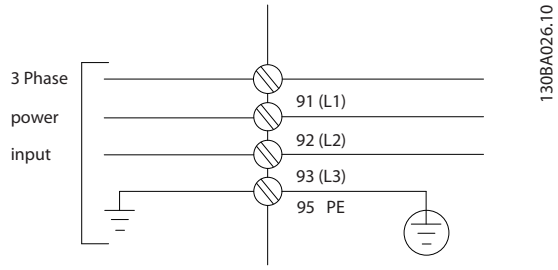


图 10.2 电源电缆连接

注意

电机电缆必须为屏蔽/铠装电缆。如果使用非屏蔽/非铠装的电缆，则无法满足某些 EMC 要求。为符合 EMC 辐射规范，请使用屏蔽/铠装的电机电缆。有关详细信息，请参阅*章 10.15 符合 EMC 规范的安装*。

电缆屏蔽

请不要以纽结方式（辫子状）端接屏蔽丝网。否则会损害在高频下的屏蔽效果。如果必须断开屏蔽丝网以安装电动机绝缘开关或电动机接触器，则在尽可能低的高频阻抗处使屏蔽丝网连续。

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	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

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。

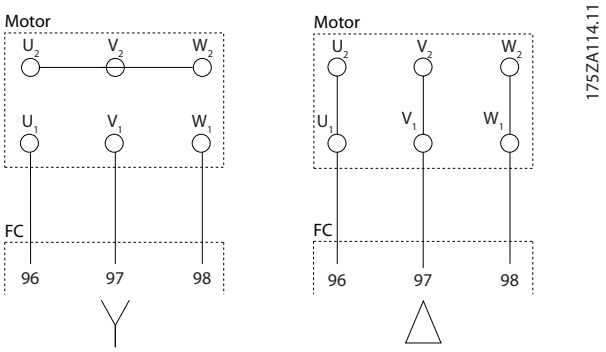


图 10.3 电动机电缆连接

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 10.2 直流总线

10.3.3 负载共享

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 5.11 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 10.3 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 10.4 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 个人计算机连接

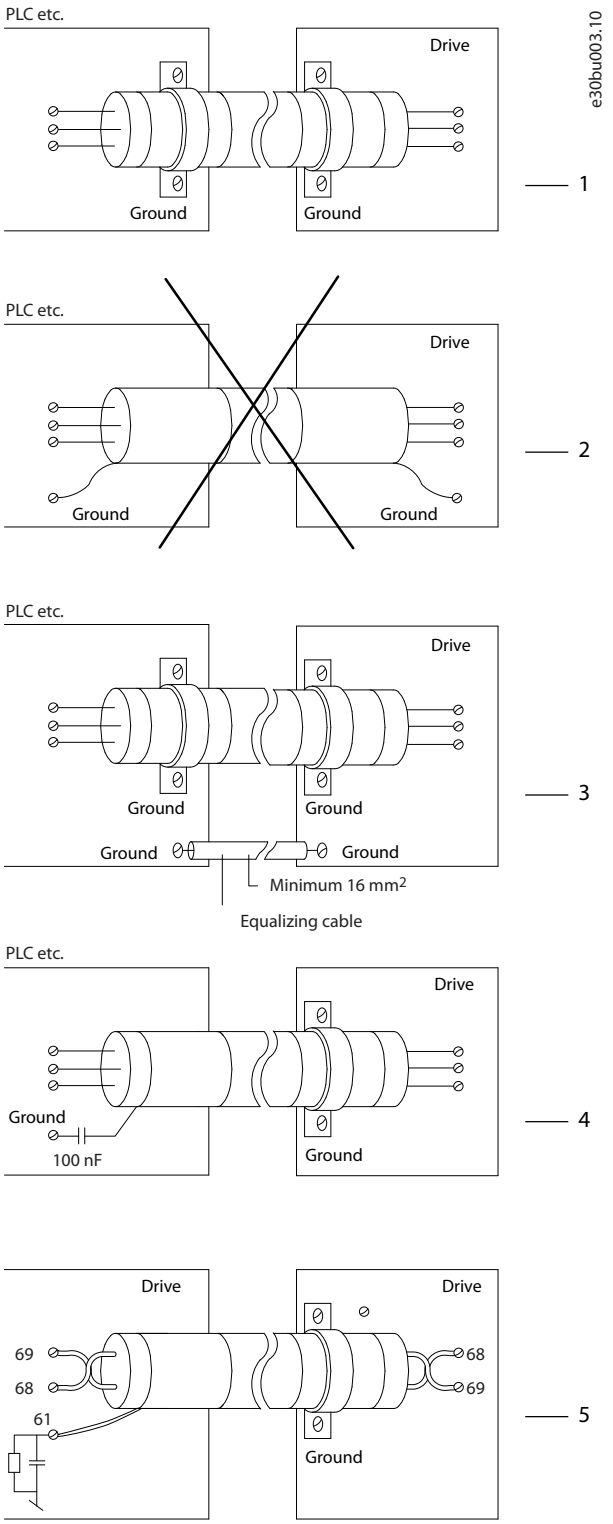
若要从 PC 控制变频器，请安装 MCT 10 设置软件。可通过标准的（主机/设备）USB 电缆或 RS485 接口来连接 PC。有关 RS485 的详细信息，请参阅 VLT® AQUA DriveFC 202*355 – 1400 kW* 设计指南中 *RS485 安装与设置*一节。

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。
为避免穿过 USB 电缆屏蔽层损坏 USB 主机控制器，请遵守*操作指南*中的接地建议中的说明。
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。这些建议可以减小接地电势差，但无法消除因为在 PC USB 端口中将接地线和屏蔽层相连而导致的所有电势差。

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 10.4*。



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 10.4 接地示例

10.4.1 控制电缆的布线

按 *图 10.5* 所示固定和铺设所有控制线缆。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 10.5*。

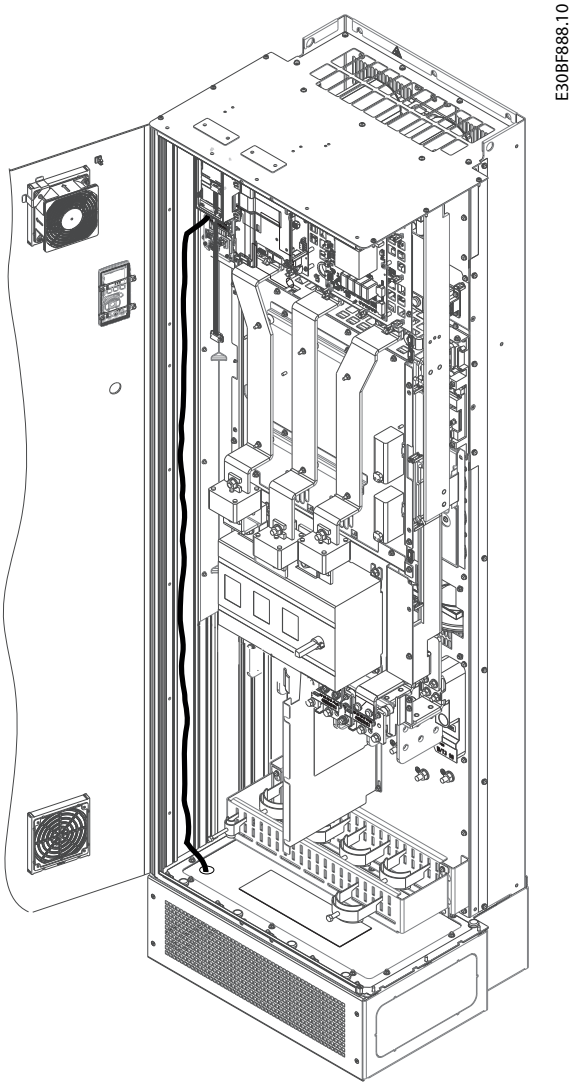


图 10.5 E1h 的控制卡接线路径。相箱 E2h 和 D1h-D8h 的接线路径相同。

10

10.4.2 控制端子

图 10.6 所示为可拆卸的变频器连接器。*表 10.5-表 10.7* 中对端子功能及其默认设置进行了总结。

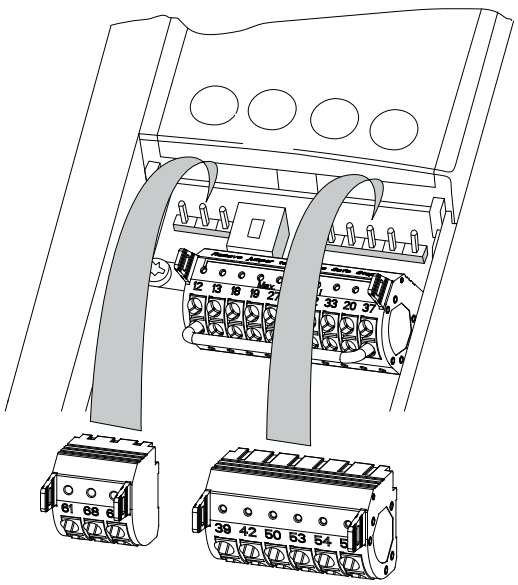
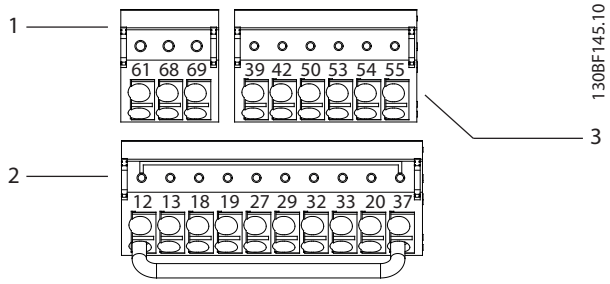


图 10.6 控制端子位置



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 10.7 连接器上的的端子号

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 10.5 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*	
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。

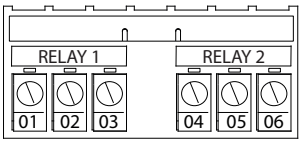
表 10.6 数字输入/输出端子说明

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。

端子	参数	默认设置	说明
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 10.7 模拟输入/输出端子说明

继电器端子



130BF156.10

图 10.8 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 10.8 继电器端子说明

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 (CE) 和 NEC 2009 (UL) 的安装要求。

D1h - D8h 建议采用的熔断器

建议对 D1h - D8h 机箱使用 aR 型熔断器。请参阅 *表 10.9*。

型号	380 - 480 V	525 - 690 V
N75K	-	ar-160
N90K	-	ar-315
N110K	ar-315	ar-315
N132	ar-350	ar-315
N160	ar-400	ar-315
N200	ar-500	ar-550
N250	ar-630	ar-550
N315	ar-800	ar-550
N400	-	ar-550

表 10.9 D1h - D8h 电源/半导体熔断器规格

型号	熔断器选项							
	Bussman	LittelFuse	LittelFuse	Bussmann	Siba	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut (欧洲)	Ferraz-Shawmut (北美)
N110	170M2619	LA50QS300-4	L50S-300	FWH-300A	20 189 20.315	A50QS300-4	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N132	170M2620	LA50QS350-4	L50S-350	FWH-350A	20 189 20.350	A50QS350-4	6,9URD31D08A0350	A070URD31KI0350
N160	170M2621	LA50QS400-4	L50S-400	FWH-400A	20 189 20.400	A50QS400-4	6,9URD31D08A0400	A070URD31KI0400
N200	170M4015	LA50QS500-4	L50S-500	FWH-500A	20 610 31.550	A50QS500-4	6,9URD31D08A0550	A070URD31KI0550
N250	170M4016	LA50QS600-4	L50S-600	FWH-600A	20 610 31.630	A50QS600-4	6,9URD31D08A0630	A070URD31KI0630
N315	170M4017	LA50QS800-4	L50S-800	FWH-800A	20 610 31.800	A50QS800-4	6,9URD32D08A0800	A070URD31KI0800

表 10.10 D1h - D8h 电源/半导体熔断器选件，380 - 480 V

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

型号	Bussmann	Siba	Ferraz-Shawmut（欧洲）	Ferraz-Shawmut（北美）
N75K	170M2616	20 610 31.160	6,9URD30D08A0160	A070URD30KI0160
N90K	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110K	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N132	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N160	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N200	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N250	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N315	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N400	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550

表 10.11 D1h－D8h 电源/半导体熔断器选件，525－690 V

Bussmann	额定值
LPJ-21/2SP	2.5 A, 600 V

表 10.12 建议的 D1h－D8h 空间加热器熔断器

如果变频器未附带主电源隔离开关、接触器或断路器，则变频器在所有电压 (380-690 V) 下的额定短路电流 (SCCR) 均为 100000 A。

如果变频器附带主电源隔离开关，则变频器在所有电压 (380-690 V) 下的 SCCR 均为 100000 A。

如果变频器附带断路器，SCCR 将取决于电压。请参阅 *表 10.13*。

机箱	415 V	480 V	600 V	690 V
D6h	120000 A	100000 A	65000 A	70000 A
D8h	100000 A	100000 A	42000 A	30000 A

表 10.13 附带断路器的 D6h 和 D8h

10

如果变频器附带纯接触器选件，并按照*表 10.14* 提供了外部熔断功能，那么变频器的 SCCR 将如下所述：

机箱	415 V IEC[1)]	480 V UL[2)]	600 V UL[2)]	690 V IEC[1)]
D6h	100000 A	100000 A	100000 A	100000 A
D8h（不包括 N315 T4 型）	100000 A	100000 A	100000 A	100000 A
D8h（仅限 N315 T4 型）	100000 A	向厂家咨询	不适用	不适用

表 10.14 附带接触器的 D6h 和 D8h

1) 使用 Bussmann 的 LPJ-SP 型或 Gould Shawmut 的 AJT 型熔断器。D6h 可以选用的最大熔断器规格为 450 A，D8h 为 900 A。

2) 为符合 UL 认证，必须采用 J 类或 L 类支路熔断器。D6h 可以选用的最大熔断器规格为 450 A，D8h 为 600 A。

建议 E1h－E4h 采用的熔断器

表 10.15 中列出的熔断器适合在能够提供 100000 A_{rms}（对称）的电路上使用，具体取决于变频器额定电压。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}。E1h 和 E2h 变频器附带有内部变频器熔断器以满足 100 kA SCCR 的要求并符合 UL 61800-5-1 封闭变频器的要求。E3h 和 E4h 变频器必须安装 aR 型熔断器才能满足 100 kA SCCR 的要求。

输入电压 (V)	Bussmann 订购号
380－480	170M7309
525－690	170M7342

表 10.15 E1h－E4h 熔断器选项

Bussmann	额定值
LPJ-21/2SP	2.5 A, 600 V

表 10.16 建议的 E1h－E2h 空间加热器熔断器

注意

隔离开关

订购时附带有出厂安装的隔离开关的所有设备都需要使用 L 类支路熔断器，变频器才能满足 100 kA SCCR 的要求。如果使用断路器，则 SCCR 额定值为 42 kA。变频器的输入电压和功率额定值确定了具体的 L 类熔断器。输入电压和额定功率可在产品铭牌上找到。有关铭牌的更多信息，请参阅*操作指南*。

输入电压 (V)	额定功率 [kW (hp)]	短路额定值 (A)	需要的保护
380 - 480	355 - 450 (500 - 600)	42000	断路器
		100000	L 类熔断器，800 A
380 - 480	500 - 560 (650 - 750)	42000	断路器
		100000	L 类熔断器，1200 A
525 - 690	450 - 630 (450 - 650)	40000	断路器
		100000	L 类熔断器，800 A
525 - 690	710 - 800 (750 - 950)	42000	断路器
		100000	L 类熔断器，1200 A

10.6 电机

变频器可以与任何类型的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 10.17 顺时针旋转的电机电缆端子
（出厂默认值）

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 10.9* 中所示的配置。

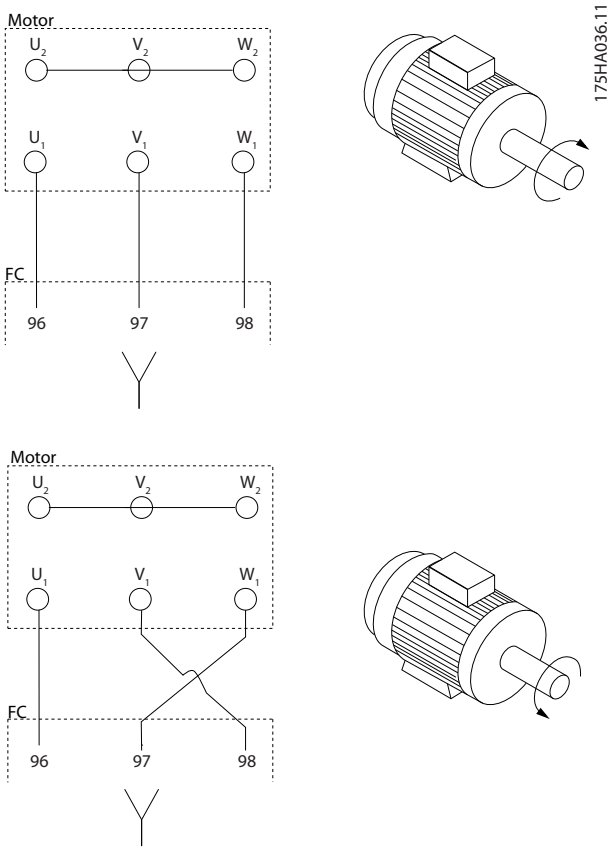


图 10.9 更改电动机旋转情况

10

10.6.1 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*。

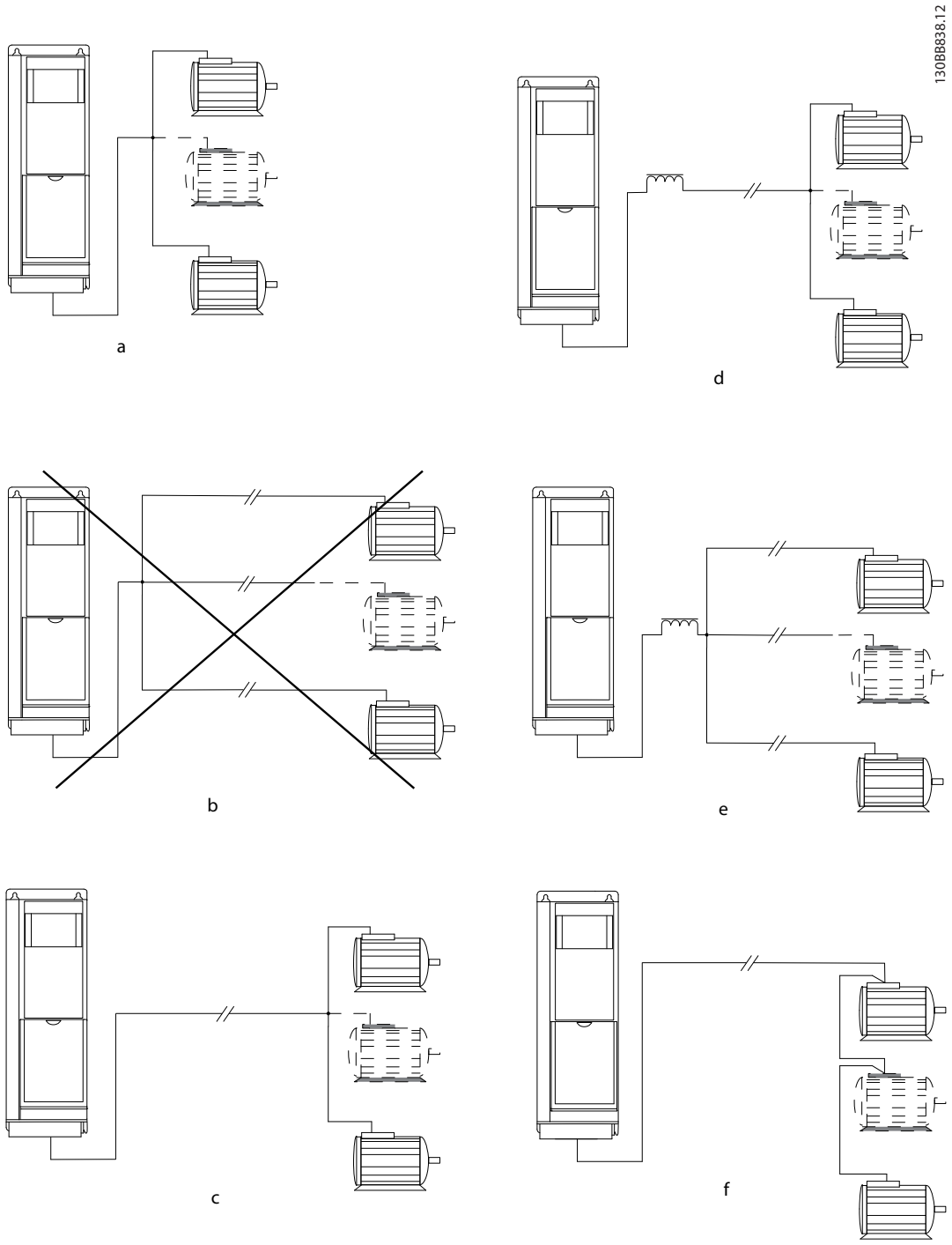
10.6.2 电机并联

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 10.10*。

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*。

10



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 10.10 电机的不同并联方式

10.6.3 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 10.18* 中所示的电机额定绝缘等级。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 10.18 电机额定绝缘等级

10.6.4 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。使用在电机和变频器中具有 360° 旋转接头的屏蔽电缆。
  - 确保变频器与建筑地面之间的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。

10.7 制动

10.7.1 制动电阻器选择

在某些应用（比如隧道或地铁站通风系统）中，所要求的电机停止速度可能无法通过减速控制或惯性停车来获得。在这些应用中，一般可以使用制动电阻器来实现动态制动。通过使用制动电阻器，可以确保所产生的能量将被制动电阻器（而不是变频器）所吸收。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 10.11* 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）

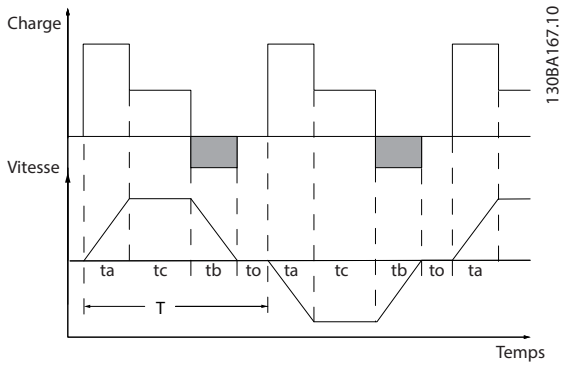


图 10.11 典型的制动周期

	型号					
	N110K	N132	N160	N200	N250	N315
周期时间（秒）	600	600	600	600	600	600
100% 转矩时的制动工作周期	持续	持续	持续	持续	持续	持续
150/160% 转矩时的制动工作周期	10%	10%	10%	10%	10%	10%

表 10.19 D1h－D8h 制动功能，380－480 V

		型号				
		N355	N400	N450	N500	N560
额定制动 [45 °C（113 °F)]	周期时间（秒）	600	600	600	600	600
	电流 (%)	100	70	62	56	80
	制动时间（秒）	240	240	240	240	240
过载制动 [45 °C（113 °F)]	周期时间（秒）	300	300	300	300	300
	电流 (%)	136	92	81	72	107
	制动时间（秒）	30	30	30	30	30
额定制动 [25 °C（77 °F)]	周期时间（秒）	600	600	600	600	600
	电流 (%)	100	92	81	89	80
	制动时间（秒）	240	240	240	240	240
过载制动 [25 °C（77 °F)]	周期时间（秒）	300	300	300	300	300
	电流 (%)	136	113	100	72	107
	制动时间（秒）	30	10	10	30	30

表 10.20 E1h－E4h 制动功能，380－480 V

	型号								
	N75K	N90K	N110K	N132	N160	N200	N250	N315	N400
周期时间（秒）	600	600	600	600	600	600	600	600	600
100% 转矩时的制动工作周期	40	40	40	40	40	40	40	40	40
150/160% 转矩时的制动工作周期	10	10	10	10	10	10	10	10	10

表 10.21 D1h－D8h 制动功能，525－690 V

		型号					
		N450	N500	N560	N630	N710	N800
额定制动 [45 °C（113 °F)]	周期时间（秒）	600	600	600	600	600	600
	电流 (%)	89	79	63	63	71	63
	制动时间（秒）	240	240	240	240	240	240
过载制动 [45 °C（113 °F)]	周期时间（秒）	300	300	300	300	300	300
	电流 (%)	113	100	80	80	94	84
	制动时间（秒）	30	30	30	30	30	30
额定制动 [25 °C（77 °F)]	周期时间（秒）	600	600	600	600	600	60
	电流 (%)	89	79	63	63	71	63
	制动时间（秒）	240	240	240	240	240	240
过载制动 [25 °C（77 °F)]	周期时间（秒）	300	300	300	300	300	300
	电流 (%)	113	100	80	80	94	84
	制动时间（秒）	30	30	30	30	30	30

表 10.22 E1h－E4h 制动功能，525－690 V

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，

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

如公式中所示，制动电阻取决于直流回路电压 (U_{dc})。

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

表 10.23 FC 102 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 ($M_{br(\%)}$) 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% 制动转矩时的 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

所选电阻器制动电路的阻值不应高于 Danfoss 的推荐值。机箱规格 E1h – E4h 包含一个制动斩波器。

注意

如果制动电阻器发生短路，或制动模块或接线中出现接地故障，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或之后温度升高。未在安全环境中正确放置制动电阻器将导致严格伤害或财产损坏。

- **将制动电阻器置于安全环境中，远离易燃物并防止意外接触。**

10.7.2 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。

10.8 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作为附加保护措施。
如果发生接地故障，在故障电流中可能会产生直流成分。如果使用 RCD 继电器，则必须遵守地方法规的要求。继电器必须适用于对具有桥式整流器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 10.9 漏电电流*。

10.9 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。

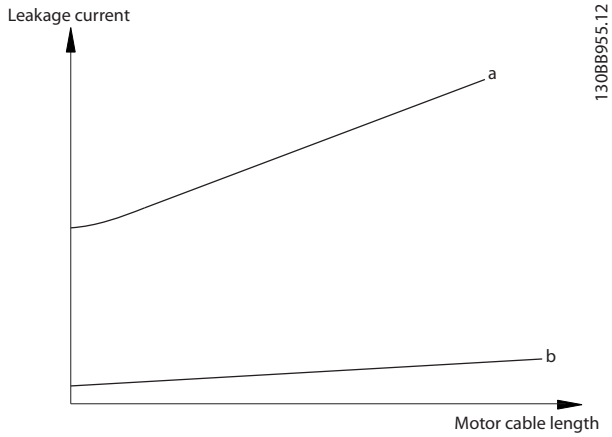


图 10.12 电机电缆长度和功率规格会影响漏电电流。功率规格 a > 功率规格 b。

漏电电流还取决于线路失真情况。

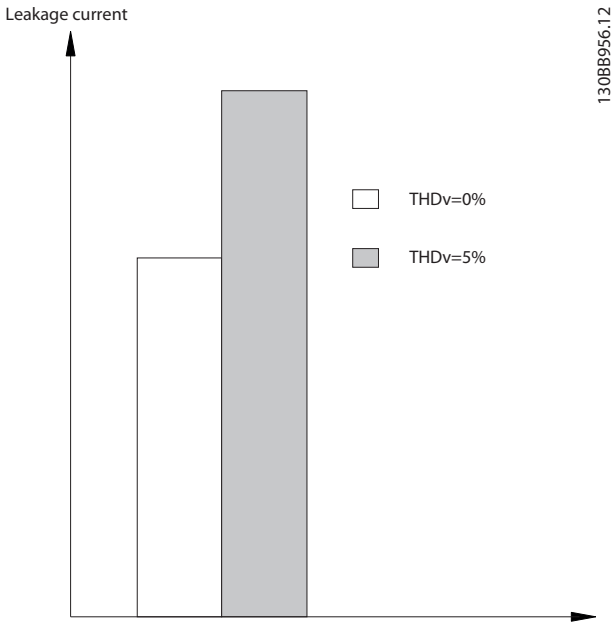


图 10.13 线路失真会影响漏电电流

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。

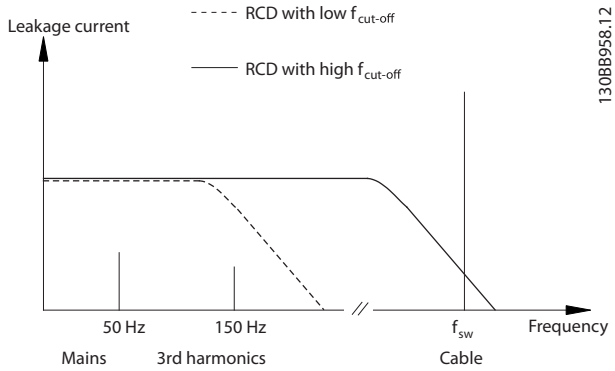


图 10.14 漏电电流的主要成分

由 RCD 检测到的漏电电流量取决于 RCD 的截止频率。

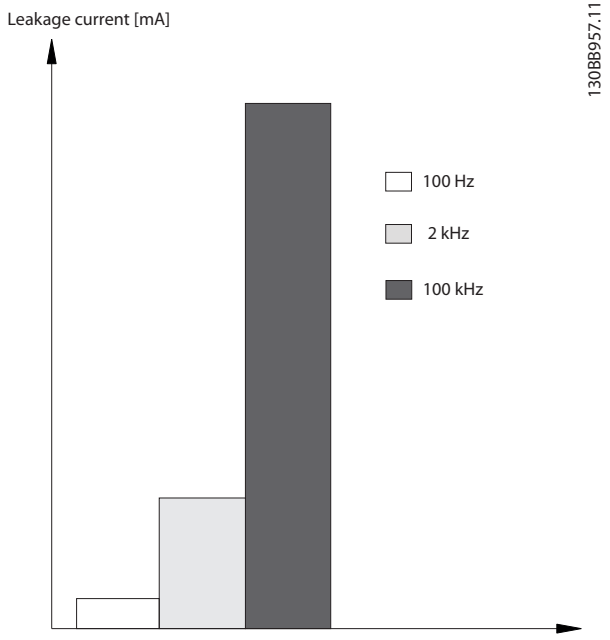


图 10.15 RCD 截止频率对漏电电流的影响

10.10 IT 主电源

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。

10.11 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 10.16* 计算变频器在不同速度和负载下的效率。本图中的因数必须与*章 7.1 电气数据，380-480 V*和*章 7.2 电气数据，525-690 V* 规格表中所列的特定效率因数相乘。

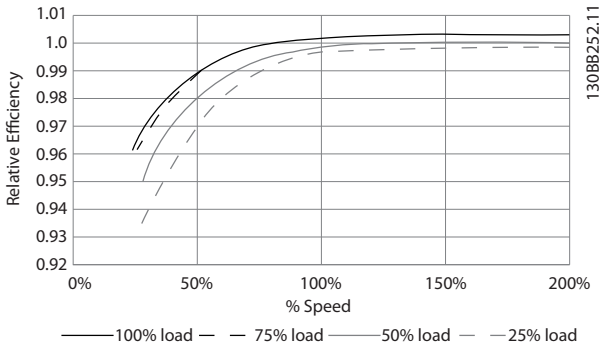


图 10.16 典型效率曲线

范例： 假定一台 160 kW、380-480 V AC 变频器以 25% 的负载和 50% 的速度运行。*图 10.16* 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 (14.75 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 (14.75 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}）：

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

10.12 声源性噪音

变频器的声源性噪音有 3 个来源：

- 直流中间电路线圈。
- 内部风扇。
- 射频干扰滤波器的扼流装置。

表 10.24 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
D1h/D3h/D5h/D6h	73
D2h/D4h/D7h/D8h	75
E1h - E4h	80

表 10.24 声源性噪音

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。

E1h-E4h 机箱规格的一种新的风扇控制算法可帮助提高声源性噪音性能，方法是允许操作人员根据具体情况选择不同风扇操作模式。有关详细信息，请参阅 *参数 30-50 Heat Sink Fan Mode*。

10.13 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，电机电压会以 du/dt 的比率升高，具体取决于电机电缆（类型、横截面积、屏蔽或未屏蔽的长度）和电感。

固有电感稳定在由中间电路电压决定的水平之前，它首先在电动机电压中产生过冲 U_{PEAK}。升高时间 和峰值电压 U_{PEAK} 可影响电机的使用寿命。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。电动机电缆越短（几米长），升高时间就越短，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/关操作会在电机端子上产生峰值电压。本变频器符合 IEC 60034-25:2007 第 2 版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 60034-17:2006 第 4 版中有关由变频器控制的标准电机的规定。

大功率系列

在相应主电源电压下，*表 10.25* 至*表 10.36* 中的功率规格符合 IEC 60034-17:2006 第 4 版中关于受变频器控制的标准电机的要求、IEC 60034-25:2007 第 2 版关于适用于由变频器控制的电机的要求以及 NEMA MG 1-1998 Part 31.4.4.2 中与逆变器控制的电机相关的要求。*表 10.25* 至*表 10.36* 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。

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

10.13.1 机箱 D1h－D8h 的 dU/dt 测试结果

380－480 V 的测试结果

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
110－160 (150－250)	30 (98)	500	0.26	1180	2109
	150 (492)	500	0.21	1423	3087
	300 (984)	500	0.56	1557	1032
200－315 (300－450)	30 (98)	500	0.63	1116	843
	150 (492)	500	0.80	1028	653
	300 (984)	500	0.71	835	651

表 10.25 带有未屏蔽电缆、无输出滤波器的 D1h－D8h 的 NEMA dU/dt 测试结果，380－480 V

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
110－160 (150－250)	30 (98)	500	0.71	1180	1339
	150 (492)	500	0.76	1423	1497
	300 (984)	500	0.91	1557	1370
200－315 (300－450)	30 (98)	500	1.10	1116	815
	150 (492)	500	2.53	1028	321
	300 (984)	500	1.29	835	517

表 10.26 带有未屏蔽电缆、无输出滤波器的 D1h－D8h 的 IEC dU/dt 测试结果，380－480 V

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
110－160 (150－250)	30 (98)	500	-	-	-
	150 (492)	500	0.28	1418	2105
	300 (984)	500	0.21	1530	2450
200－315 (300－450)	30 (98)	500	-	-	-
	150 (492)	500	0.23	1261	2465
	300 (984)	500	0.96	1278	597

表 10.27 带有屏蔽电缆、无输出滤波器的 D1h－D8h 的 NEMA dU/dt 测试结果，380－480 V

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
110－160 (150－250)	30 (98)	500	-	-	-
	150 (492)	500	0.66	1418	1725
	300 (984)	500	0.96	1530	1277
200－315 (300－450)	30 (98)	500	-	-	-
	150 (492)	500	0.56	1261	1820
	300 (984)	500	0.78	1278	1295

表 10.28 带有屏蔽电缆、无输出滤波器的 D1h－D8h 的 IEC dU/dt 测试结果，380－480 V

525－690 V 的测试结果

NEMA 未提供 690 V 变频器的 dU/dt 结果。

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
75－160 (75－200)	30 (98)	690	-	-	-
	150 (492)	690	1.11	2135	1535
	300 (984)	690	1.28	2304	1433
200－400 (250－400)	30 (98)	690	-	-	-
	150 (492)	690	0.42	996	1885
	300 (984)	690	1.38	2163	1253

表 10.29 带有未屏蔽电缆、无输出滤波器的 D1h－D8h 的 IEC dU/dt 测试结果，525－690 V

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
75 - 160 (75 - 200)	30 (98)	690	-	-	-
	150 (492)	690	1.03	2045	1590
	300 (984)	690	1.41	2132	1217
200 - 400 (250 - 400)	30 (98)	690	-	-	-
	150 (492)	690	1.00	2022	1617
	300 (984)	690	1.15	2097	1459

表 10.30 带有屏蔽电缆、无输出滤波器的 D1h - D8h 的 IEC dU/dt 测试结果，525 - 690 V

10.13.2 机箱 E1h - E4h 的 dU/dt 测试结果

380 - 480 V 的测试结果

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
355 - 450 (500 - 600)	5 (16)	460	0.23	1038	2372
	30 (98)	460	0.72	1061	644
	150 (492)	460	0.46	1142	1160
	300 (984)	460	1.84	1244	283
500 - 560 (650 - 750)	5 (16)	460	0.42	1042	1295
	30 (98)	460	0.57	1200	820
	150 (492)	460	0.63	1110	844
	300 (984)	460	2.21	1175	239

表 10.31 带有未屏蔽电缆、无输出滤波器的 E1h - E4h 的 NEMA dU/dt 测试结果，380 - 480 V

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
355 - 450 (500 - 600)	5 (16)	460	0.33	1038	2556
	30 (98)	460	1.27	1061	668
	150 (492)	460	0.84	1142	1094
	300 (984)	460	2.25	1244	443
500 - 560 (650 - 750)	5 (16)	460	0.53	1042	1569
	30 (98)	460	1.22	1200	1436
	150 (492)	460	0.90	1110	993
	300 (984)	460	2.29	1175	411

表 10.32 带有未屏蔽电缆、无输出滤波器的 E1h - E4h 的 IEC dU/dt 测试结果，380 - 480 V

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
355 - 450 (500 - 600)	5 (16)	460	0.17	1017	3176
	30 (98)	460	-	-	-
	150 (492)	460	0.41	1268	1311
500 - 560 (650 - 750)	5 (16)	460	0.17	1042	3126
	30 (98)	460	-	-	-
	150 (492)	460	0.22	1233	2356

表 10.33 带有屏蔽电缆、无输出滤波器的 E1h - E4h 的 NEMA dU/dt 测试结果，380 - 480 V

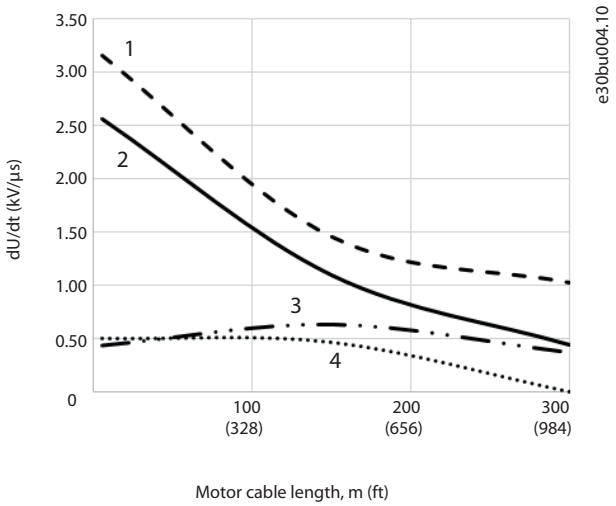
 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [μs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/μs]
355 - 450 (500 - 600)	5 (16)	460	0.26	1017	3128
	30 (98)	460	-	-	-
	150 (492)	460	0.70	1268	1448
500 - 560 (650 - 750)	5 (16)	460	0.27	1042	3132
	30 (98)	460	-	-	-
	150 (492)	460	0.52	1233	1897

表 10.34 带有屏蔽电缆、无输出滤波器的 E1h - E4h 的 IEC dU/dt 测试结果，380 - 480 V

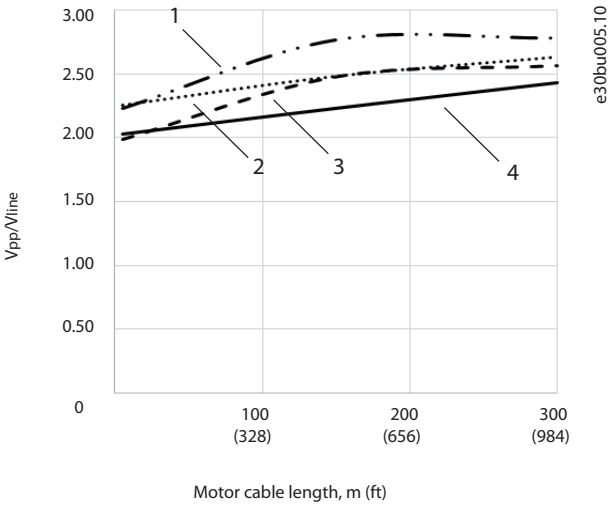
图 10.17 - 图 10.20 展示了各种配置中屏蔽和未屏蔽电缆的电机端子处的电压上升典型速率和峰值电压。

这些值是以稳定状态操作且位于变频器 V_{line} 的 RMS 输入电压范围内时的真实值。当变频器在制动模式下操作时，中间直流回路的电压将提高 20%。此效果类似于将主电源电压提高 20%。对制动应用执行电机绝缘分析时，应考虑此电压升高情况。



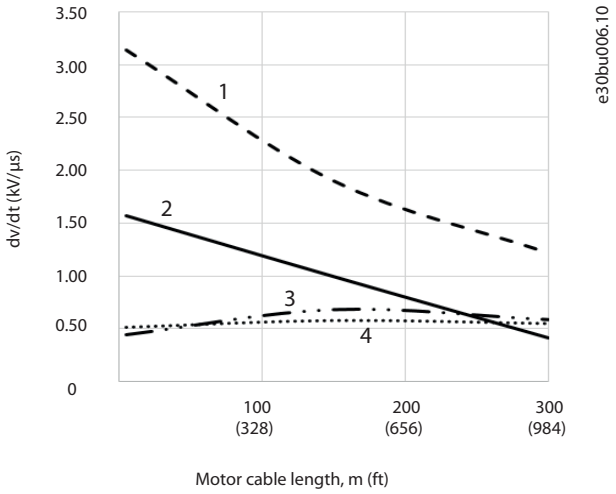
1	无滤波器的未屏蔽电缆
2	无滤波器的屏蔽电缆
3	带 dU/dt 滤波器的未屏蔽电缆
4	带 dU/dt 滤波器的屏蔽电缆

图 10.17 机箱 E1h/E3 的电机端子处的 dU/dt，380 - 480 V



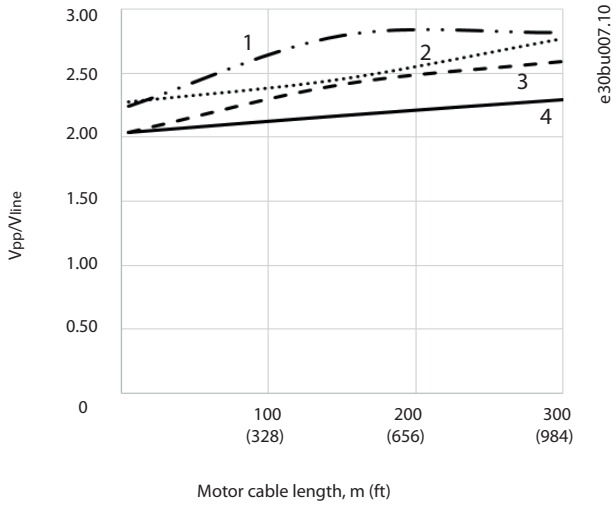
1	带 dU/dt 滤波器的未屏蔽电缆
2	带 dU/dt 滤波器的屏蔽电缆
3	无滤波器的屏蔽电缆
4	无滤波器的未屏蔽电缆

图 10.18 机箱 E1h/E3 的电机端子处的峰值电压，380 - 480 V



1	无滤波器的屏蔽电缆
2	无滤波器的未屏蔽电缆
3	带 dU/dt 滤波器的未屏蔽电缆
4	带 dU/dt 滤波器的屏蔽电缆

图 10.19 机箱 E2h/E4h 的电机端子处的峰值电压，380 – 480 V



1	带 dU/dt 滤波器的未屏蔽电缆
2	带 dU/dt 滤波器的屏蔽电缆
3	无滤波器的屏蔽电缆
4	无滤波器的未屏蔽电缆

图 10.20 机箱 E2h/E4h 的电机端子处的峰值电压，380 – 480 V

525 – 690 V 的测试结果

NEMA 未提供 690 V 变频器的 dU/dt 结果。

功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [µs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/µs]
450 – 630 (450 – 650)	30 (98)	690	0.37	1625	3494
	50 (164)	690	0.86	2030	1895
710 – 800 (750 – 950)	5 (16)	690	0.25	1212	3850
	20 (65)	690	0.33	1525	3712
	50 (164)	690	0.82	2040	1996

表 10.35 带有未屏蔽电缆、无输出滤波器的 E1h – E4h 的 IEC dU/dt 测试结果，525 – 690 V

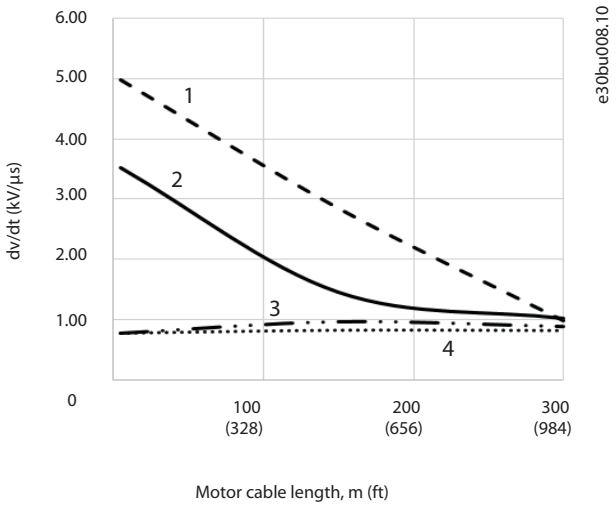
功率范围 [kW (hp)]	电缆 [m (ft)]	主电源电压 [V]	上升时间 [µs]	峰值电压 [V]	dU/dt [V/µs]
450 – 630 (450 – 650)	5 (16)	690	0.23	1450	5217
	48 (157)	690	0.38	1637	3400
	150 (492)	690	0.94	1762	1502
710 – 800 (750 – 950)	5 (16)	690	0.26	1262	3894
	48 (157)	690	0.46	1625	2826
	150 (492)	690	0.94	1710	1455

表 10.36 带有屏蔽电缆、无输出滤波器的 E1h – E4h 的 IEC dU/dt 测试结果，525 – 690 V

图 10.21 – 图 10.24 展示了各种配置中屏蔽和未屏蔽电缆的电机端子处的电压上升典型速率和峰值电压。

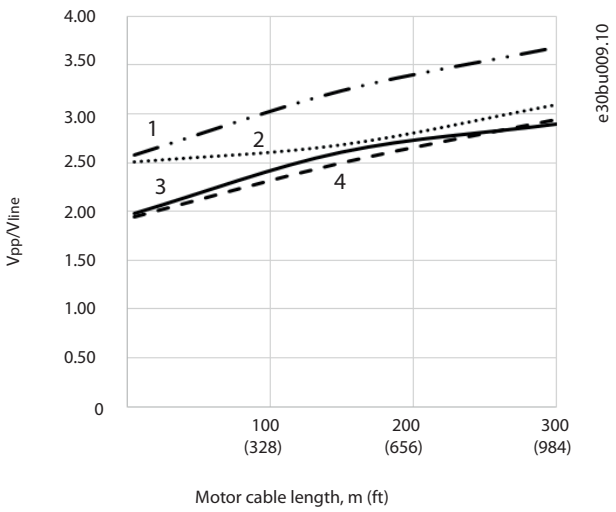
这些值是以稳定状态操作且位于变频器 V_{line} 的 RMS 输入电压范围内时的真实值。当变频器在制动模式下操作时，中间直流回路的电压将提高 20%。此效果类似于将主电源电压提高 20%。对制动应用执行电机绝缘分析时，应考虑此电压升高情况。

10



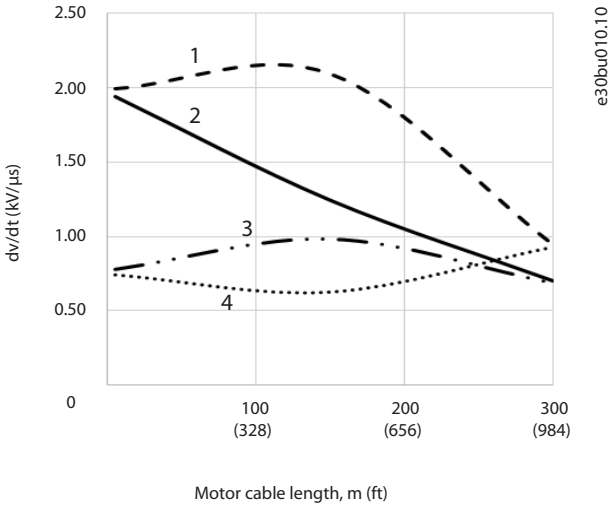
1	无滤波器的未屏蔽电缆
2	无滤波器的屏蔽电缆
3	带 dU/dt 滤波器的未屏蔽电缆
4	带 dU/dt 滤波器的屏蔽电缆

图 10.21 机箱 E2h/E4h 的电机端子处的 dU/dt，525 – 690 V



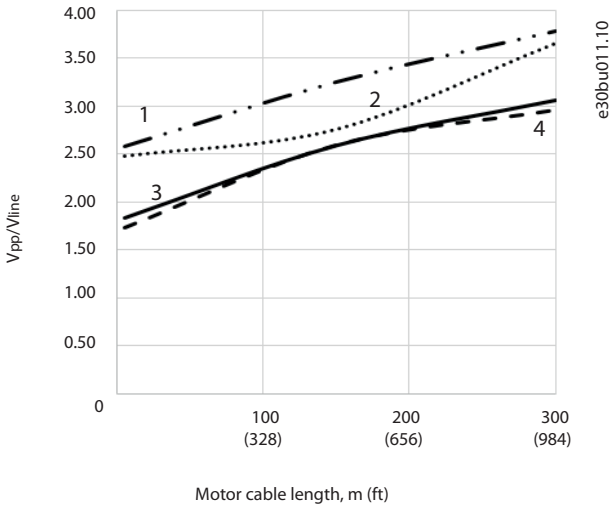
1	带 dU/dt 滤波器的未屏蔽电缆
2	带 dU/dt 滤波器的屏蔽电缆
3	无滤波器的屏蔽电缆
4	无滤波器的未屏蔽电缆

图 10.22 机箱 E2h/E4h 的电机端子处的峰值电压，525 – 690 V



1	无滤波器的屏蔽电缆
2	无滤波器的未屏蔽电缆
3	带 dU/dt 滤波器的未屏蔽电缆
4	带 dU/dt 滤波器的屏蔽电缆

图 10.23 机箱 E2h/E4h 的电机端子处的峰值电压，525 – 690 V



1	带 dU/dt 滤波器的未屏蔽电缆
2	带 dU/dt 滤波器的屏蔽电缆
3	无滤波器的屏蔽电缆
4	无滤波器的未屏蔽电缆

图 10.24 机箱 E2h/E4h 的电机端子处的峰值电压，525 – 690 V

10.14 电磁兼容性 (EMC) 概述

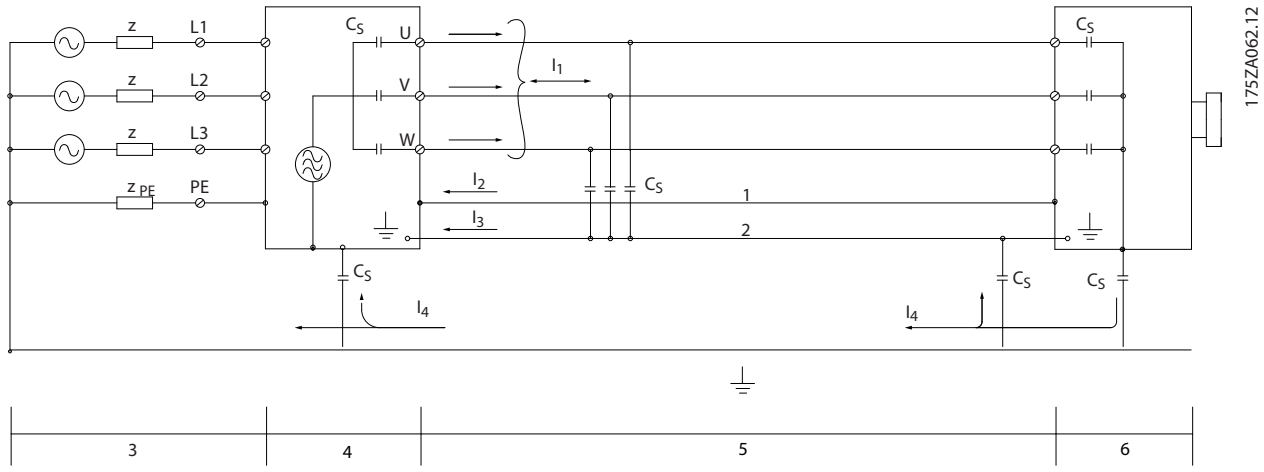
电气设备既会产生干扰，也会受到其他生成源的干扰。这些影响的感此兼容性 (EMC) 取决于设备的功率和谐波特性。

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 10.25*。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 10.25 示出可能的泄漏电流的电模型

10

10.14.1 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/要求	**EN 55011 之间的相关性**	**B 类** 住宅、商业与轻工业	**A 类组 1** 工业环境	**A 类组 2** 工业环境	**B 类** 住宅、商业与轻工业	**A 类组 1** 工业环境	**A 类组 2** 工业环境
	EN/IEC 61800-3	**类别 C1** 第一种环境（家庭和办公室）	**类别 C2** 第一种环境（家庭和办公室）	**类别 C3** 第二种环境（工业）	**类别 C1** 第一种环境（家庭和办公室）	**类别 C2** 第一种环境（家庭和办公室）	**类别 C3** 第一种环境（家庭和办公室）
H2							
FC 202	110 - 560 kW 380 - 480 V	否	否	150 m (492 ft)	否	否	是
	90 - 800 kW 525 - 690 V	否	否	150 m (492 ft)	否	否	是
H4							
FC 202	110 - 560 kW 380 - 480 V	否	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	否	是	是
	90 - 800 kW 525 - 690 V	-	-	-	-	-	-

表 10.37 EMC 测试结果（辐射和抗扰性）

10.14.2 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 10.38* 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 10.38 辐射要求

使用一般辐射标准时，需要利用变频器以符合*表 10.39* 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 10.39 一般辐射标准极限

10.14.3 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 10.40*

- **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。

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

基本标准	瞬态 IEC 61000-4-4	电涌 IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	辐射性 电磁场 IEC 61000-4-3	RF 共 模电压 IEC 61000-4-6
认可标准	**B**	**B**	**B**	**A**	**A**
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}
应用选件和现场总线选件	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
LCP 电缆	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	-	-	10 V_{RMS}
外接 24 V 直流电源	2 V CM	0.5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	-	-	10 V_{RMS}
机箱	-	-	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	-

表 10.40 EMC 抗扰性表，电压范围： 380－480 V、525－600 V 和 525－690 V

1) 电缆屏蔽注射

AD: 空气放电； CD: 接触放电； CM: 共模； DM: 差模

10.14.4 EMC 兼容性

10

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

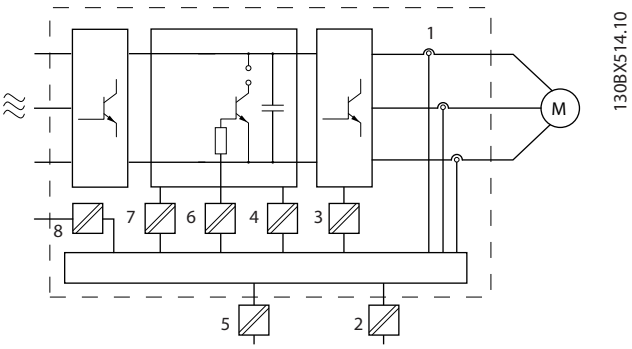
在居住环境中，本产品可能会导致无线电干扰，此时可能需要采取补充抑制措施。

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 10.26* 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 10.26 高低压绝缘

10.15 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 10.27* 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。

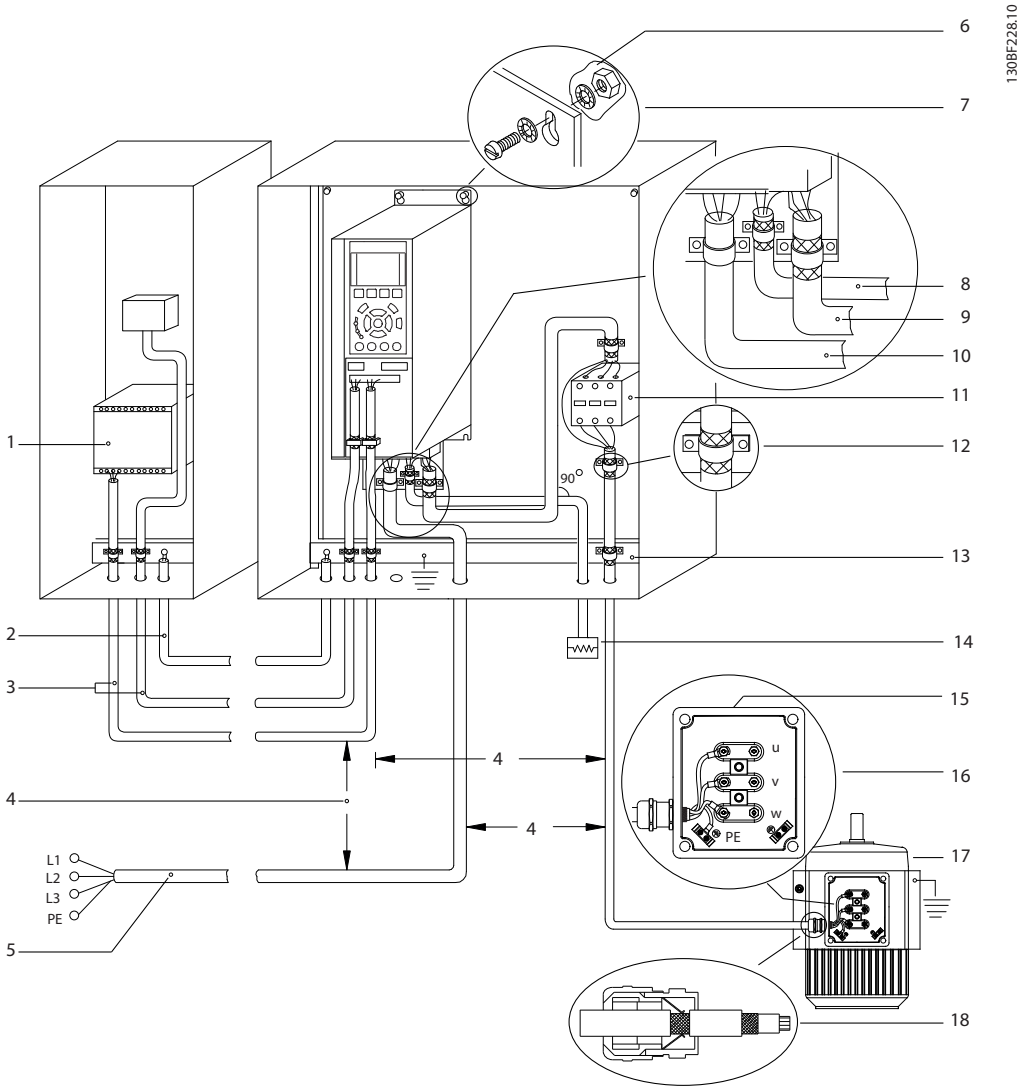
在海拔超过 2000 米（6500 英尺）的位置安装时，请联系 Danfoss 了解 PELV 合规事宜。

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

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 10.27 正确的 EMC 合规安装示例

10.16 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。

10.16.1 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 10.41 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 10.42 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

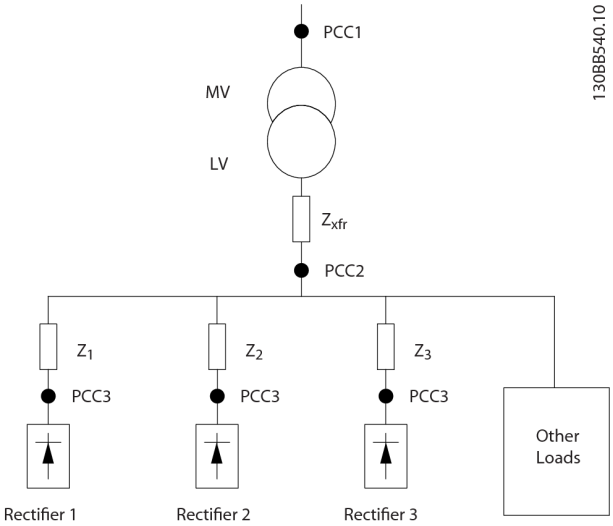
表 10.43 谐波电流比较 RMS 输入电流

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)：

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

10.16.2 谐波在配电系统中的影响

在 *图 10.28* 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 10.28 小配电系统

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

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

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

10.16.3 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 10.44 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 10.45 谐波的兼容性等级

	类别 1	类别 2	类别 3
THDv	5%	8%	10%

表 10.46 总体谐波电压失真 (THDv) 的兼容性等级

10.16.4 谐波合规

Danfoss 变频器符合以下标准：

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

10.16.5 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）。

10.16.6 谐波计算

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。

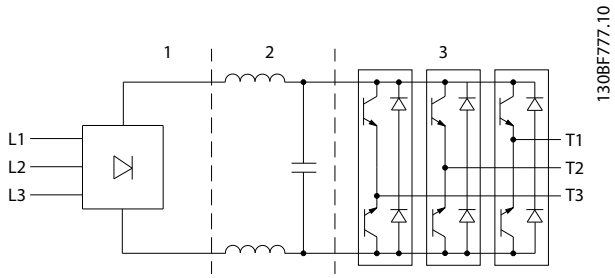
基本形式的变频器由以下四大部分组成：

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*。

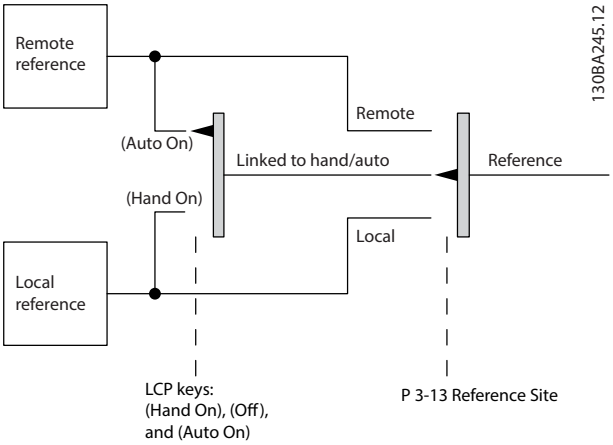


图 11.2 选择有效参考值

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。

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

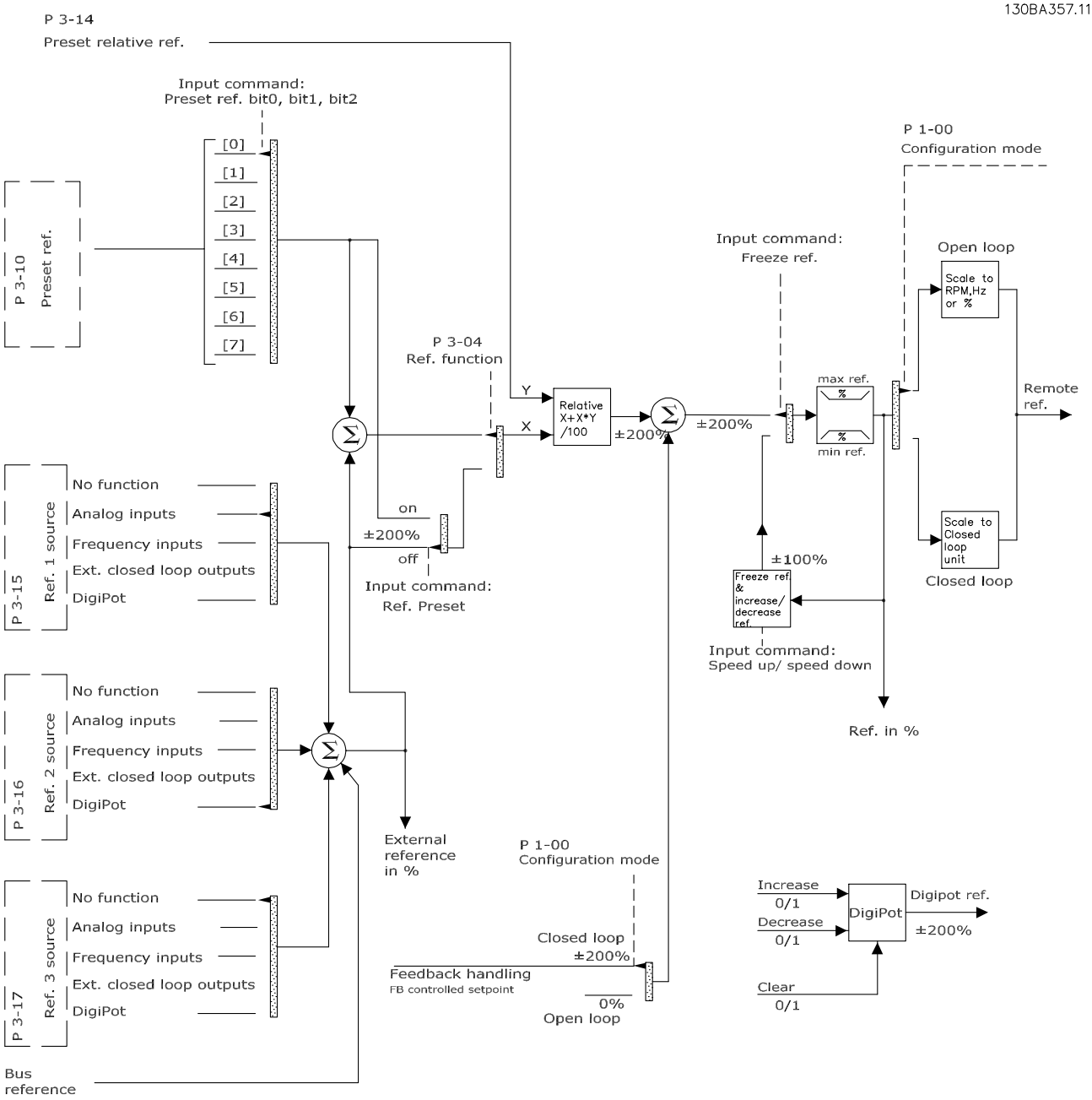


图 11.3 远程处理参考值

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）。

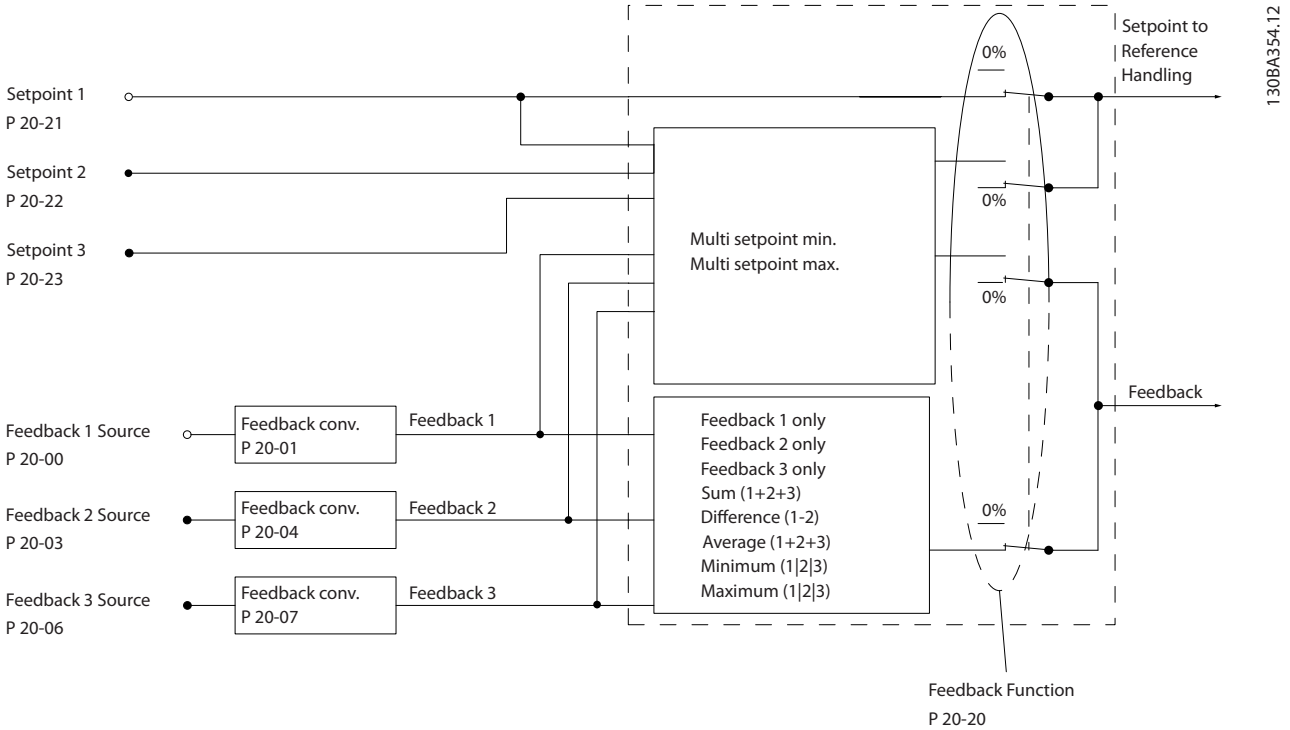


图 11.4 反馈信号处理框图

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*。

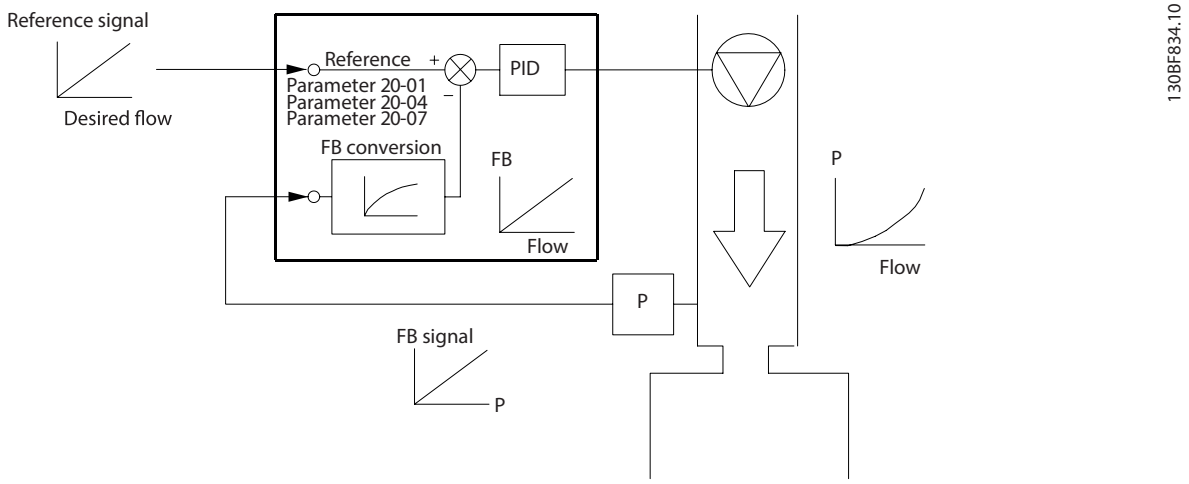


图 11.5 反馈转换

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。

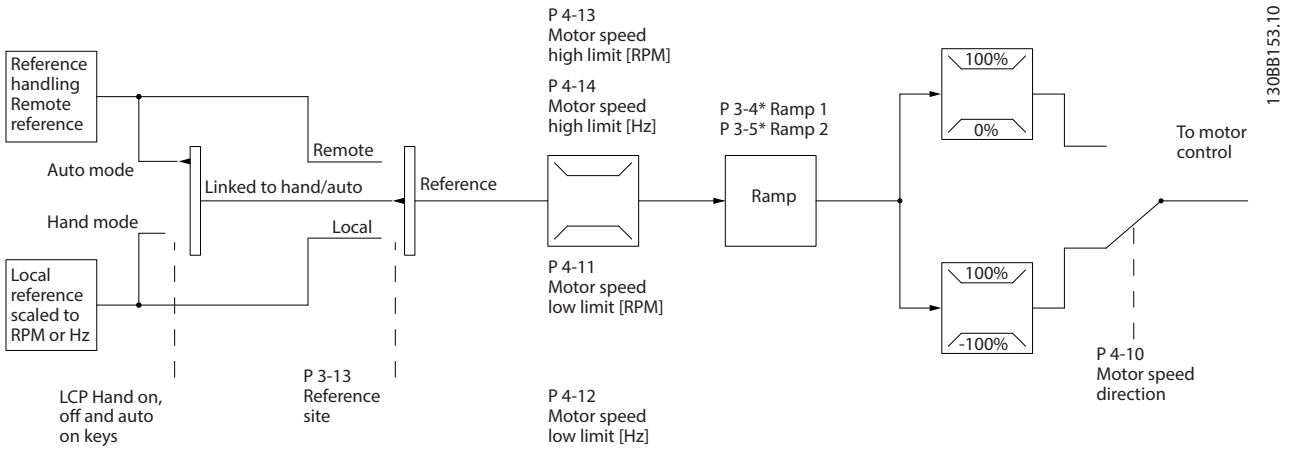


图 11.6 开环控制结构的框图

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 控制用于选择在*参数 7-00 Speed PID Feedback Source* 中将哪个输入用作速度 PID 反馈。
- 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。可在 *参数 1-00 Configuration Mode* 中通过 *[4] VVC+ 开环* 或 *[2] 带电动机速度反馈的闭环磁通矢量控制* 选择转矩控制。转矩设置是通过设置某个由模拟、数字或总线控制的参考值来实现的。速度上限因数在 *参数 4-21 Speed Limit Factor Source* 中设置。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。

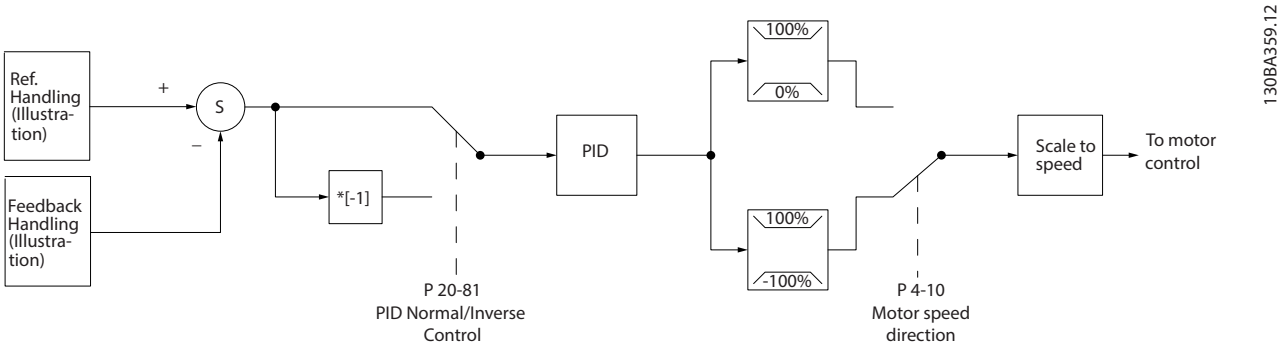


图 11.7 闭环控制器框图

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

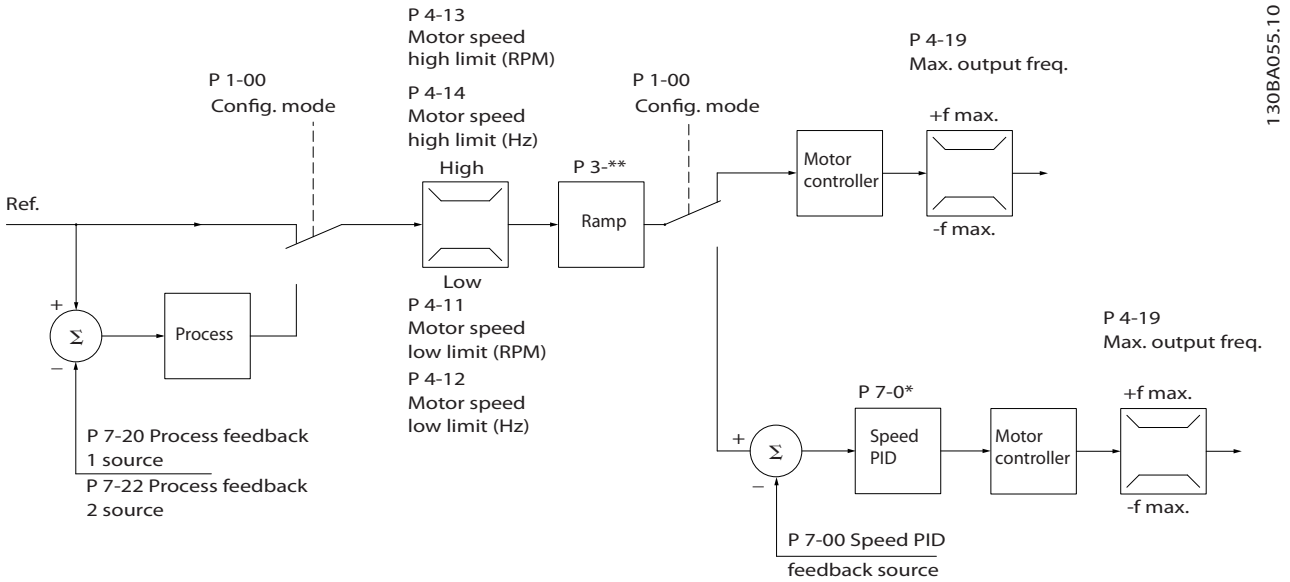


图 11.8 VVC+ 开环和闭环配置下的控制结构

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 无传感器磁通矢量中的控制结构

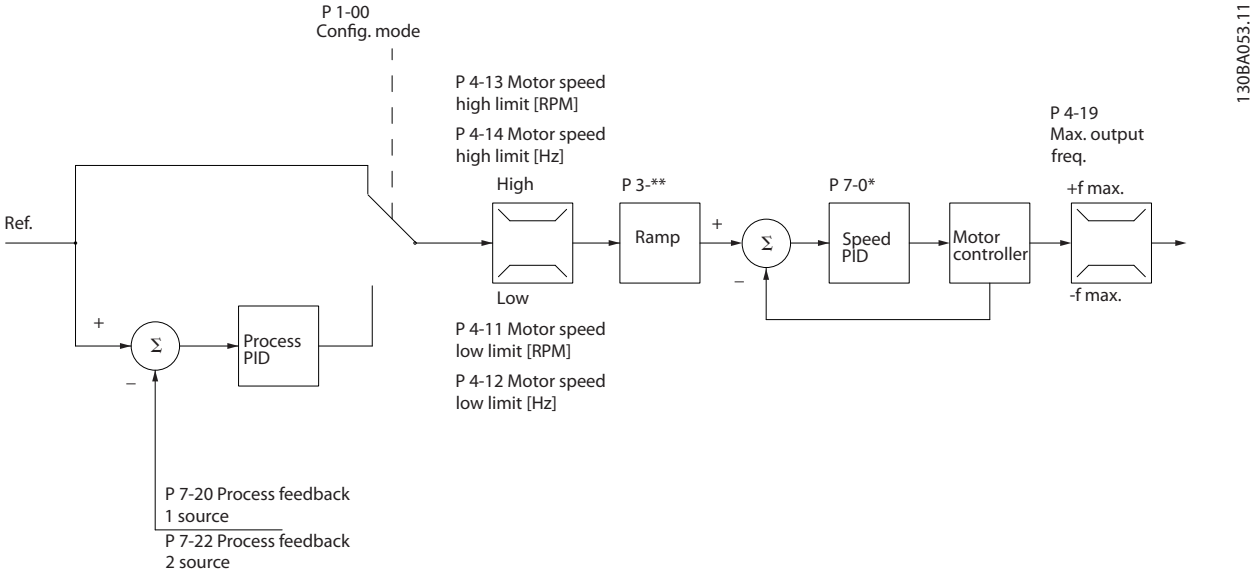


图 11.9 无传感器磁通矢量开环和闭环配置下的控制结构

在*图 11.9* 中，在收到了参考值处理系统的最终参考值后，会对最终参考值进行加减速限制和速度限制（由所指定的参数设置确定）。

参数 1-01 Motor Control Principle 被设置为 *[2] 无传感器矢量* 且*参数 1-00 Configuration Mode* 被设置为 *[0] 开环速度*。此时会对速度 PID 生成一个估计的速度反馈，以便控制输出频率。速度 PID 必须通过其 P、I 和 D 参数进行设置（*参数组 7-0* 速度 PID 控制*）。

若要使用过程 PID 控制对受控应用进行闭环控制，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

11.2.7.3 磁通矢量带反馈下的控制结构

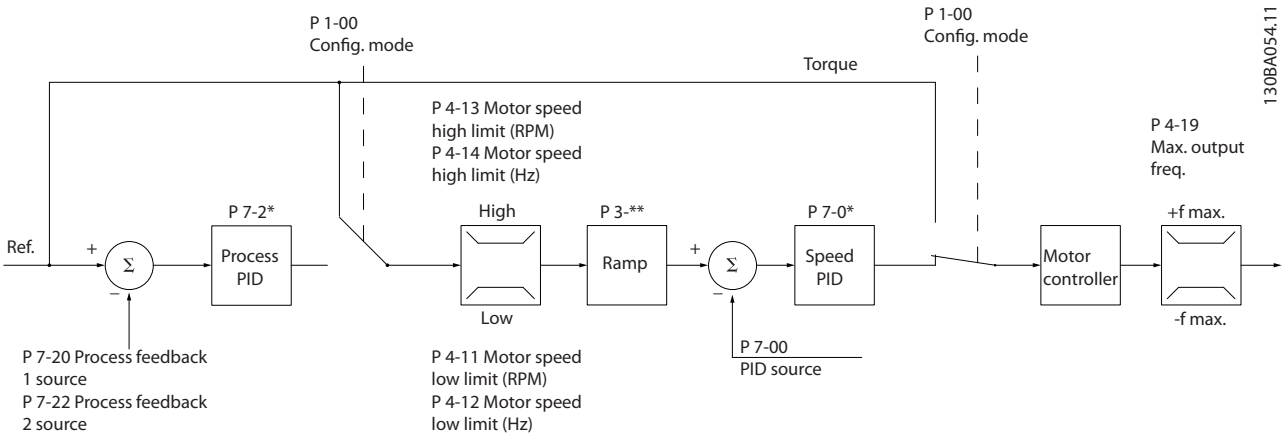


图 11.10 磁通矢量带反馈配置下的控制结构

在*图 11.10* 中，该配置下的电动机控制依赖于直接安装在电动机上的编码器或旋变器发出的反馈信号（在*参数 1-02 Flux Motor Feedback Source* 中设置）。可将结果参考值用作速度 PID 控制的输入，或直接用作转矩参考值。

参数 1-01 Motor Control Principle 被设置为 *[3] 磁通矢量带电机反馈* 且*参数 1-00 Configuration Mode* 被设置为 *[1] 闭环速度*。速度 PID 控制参数位于*参数组 7-0* 速度 PID 控制* 中。

转矩控制只能在*带电机反馈的磁通矢量*（*参数 1-01 Motor Control Principle*）配置下选择。选择这种模式后，参考值将使用 Nm 为单位。由于实际转矩是基于变频器的电流测量值来计算的，因此无需转矩反馈。

过程 PID 控制可用于在控制应用中对速度或压力进行闭环控制。过程 PID 参数位于以下*参数组中：7-2* 过程控制 反馈* 和 *7-3* 过程 PID 控制。*

11.2.7.4 VVC+ 模式下的内部电流控制

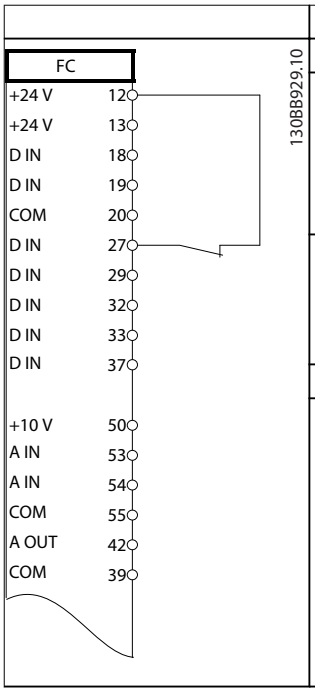
当电机转矩超过*参数 4-16 Torque Limit Motor Mode*、*参数 4-17 Torque Limit Generator Mode* 和*参数 4-18 Current Limit* 中设置的转矩限值时，积分电流极限控制将被激活。
当变频器在电机运行或发电运行中达到电流极限时，变频器会尝试尽快降低到预置转矩极限以下，同时不使电机失控。

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 。

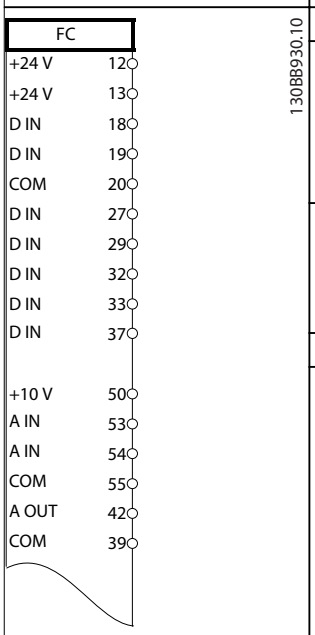
- 除非另有说明，否则参数设置都采用相关区域（在 *参数 0-03 Regional Settings* 中选择）的默认值。
- 与端子及其设置相关的参数显示在插图的旁侧
- 需要时将示出模拟端子 A53 或 A54 的开关设置。
- 对于 STO，使用出厂默认的设置值时，可能需要在端子 12 和端子 37 之间安装跳线。

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

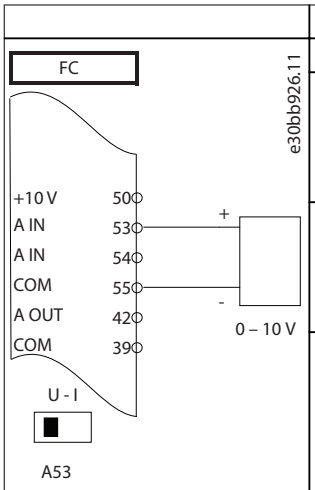


参数	
功能	设置
参数 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	*[1] 启用完整 AMA*
参数 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] 无功能*
*=默认值	
说明/备注： 根据电机数据铭牌设置*参数组 1-2* 电机数据*。	

表 12.2 未连接端子 27 时执行 AMA 的接线配置

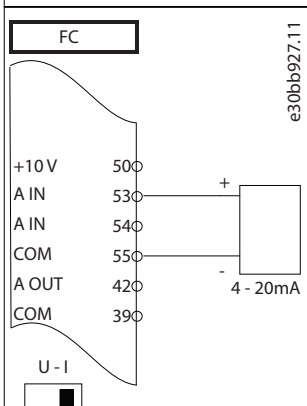
12

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：	

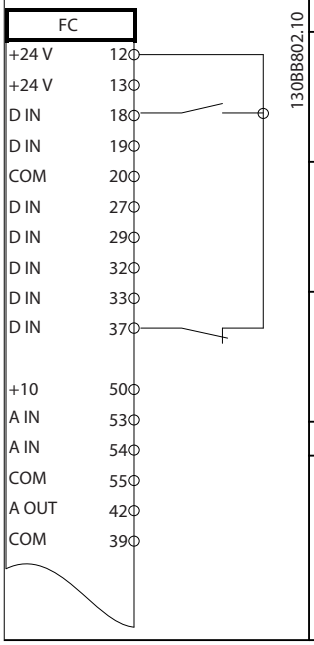
表 12.3 模拟速度参考值的接线配置（电压）



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 Digital Input	*[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

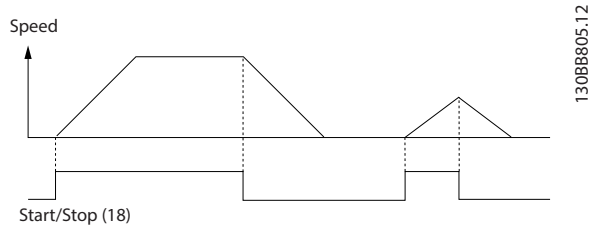
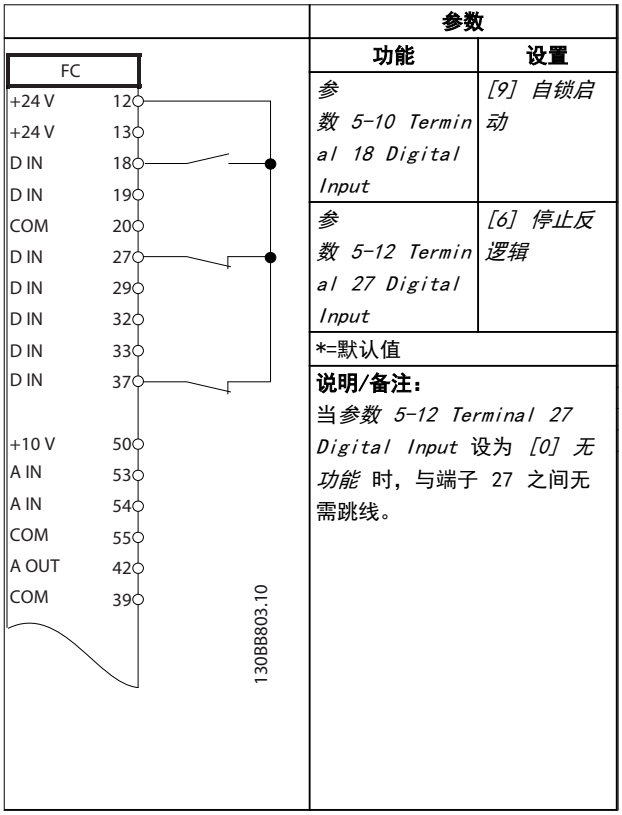


图 12.1 带 Safe Torque Off 的启动/停止



	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

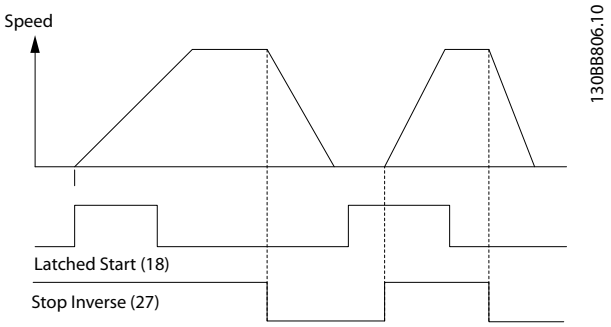
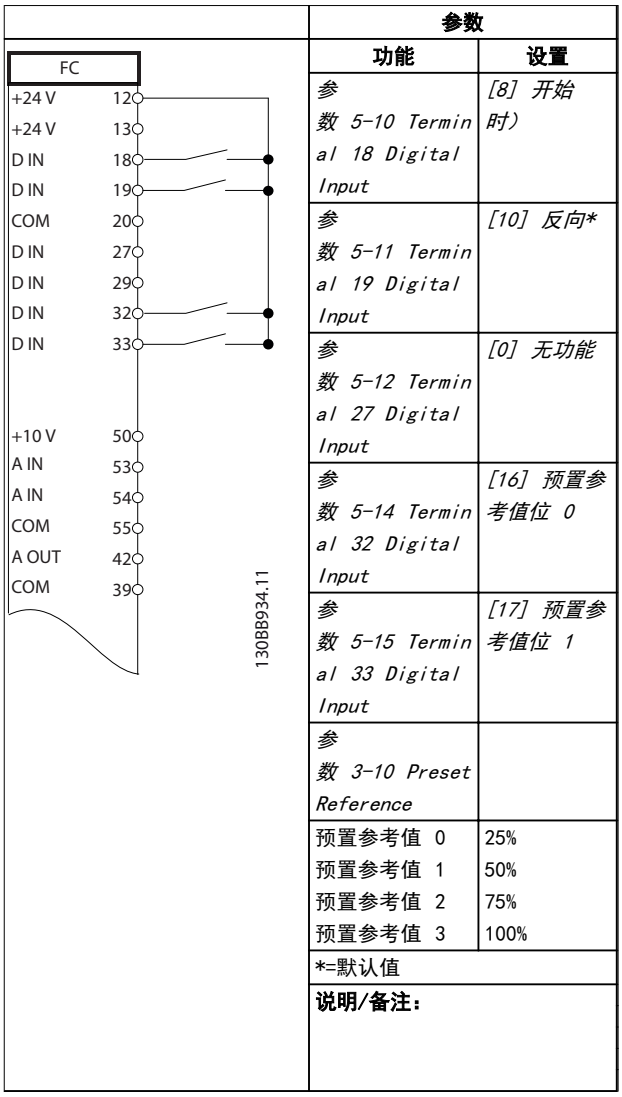


图 12.2 自锁启动/停止反逻辑

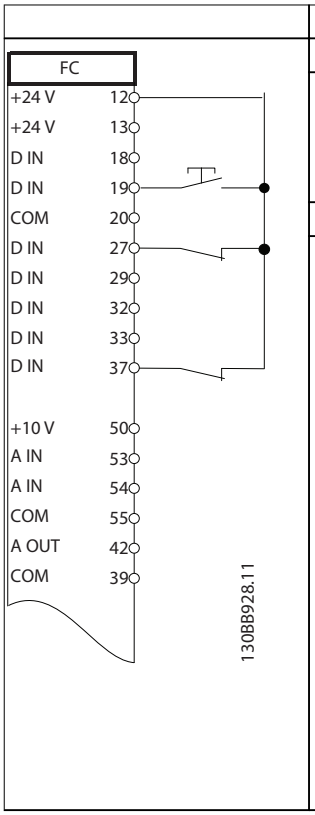


	参数	
	功能	设置
	参数 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] 开始时)*
	参数 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[10] 反向**
	参数 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] 无功能*
	参数 5-14 Terminal 32 Digital Input	*[16] 预置参考值位 0*
	参数 5-15 Terminal 33 Digital Input	*[17] 预置参考值位 1*
	参数 3-10 Preset Reference	
	预置参考值 0 预置参考值 1 预置参考值 2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

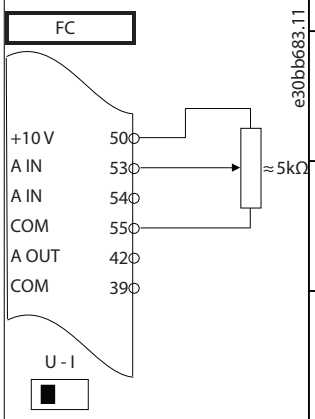
12.4 用于外部报警复位的接线配置



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

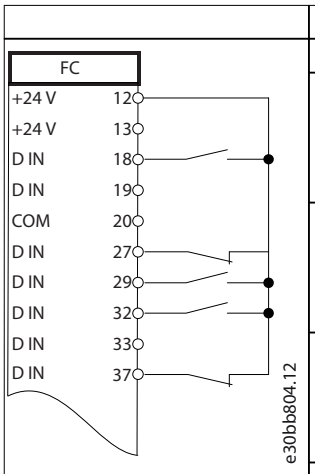
12.5 使用手动电位计的速度参考值的接线配置



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

12

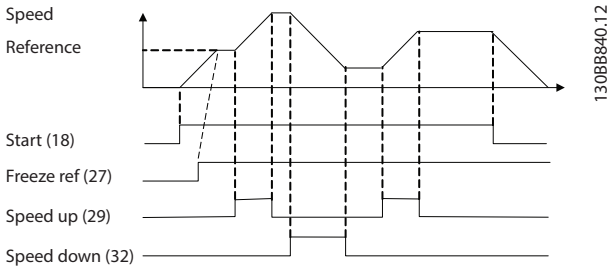
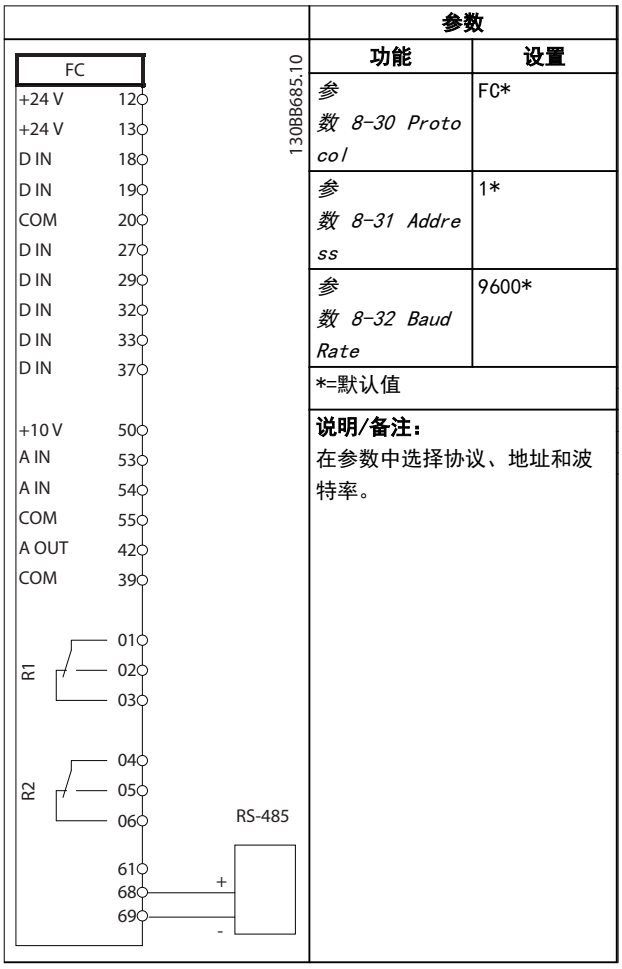


图 12.3 加速/减速

12.7 用于 RS485 网络连接的接线配置



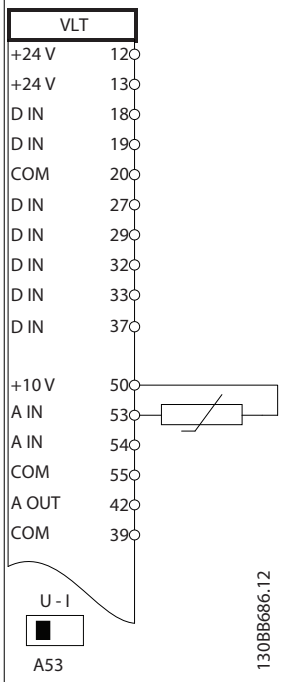
参数	
功能	设置
参数 8-30 Protocol	FC*
参数 8-31 Address	1*
参数 8-32 Baud Rate	9600*
*=默认值	
说明/备注： 在参数中选择协议、地址和波特率。	

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

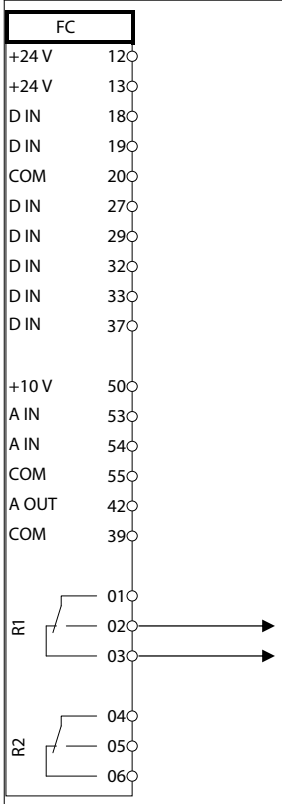
为了符合 PELV 绝缘要求，热敏电阻必须使用加强绝缘或双重绝缘。



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

12.9 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	

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。

12.10 用于潜水泵的接线配置

系统由 Danfoss VLT® AQUA Drive 控制的潜水泵和压力传感器组成。传感器向变频器提供 4-20 mA 反馈信号，变频器通过控制泵的速度来保持恒压。为了为潜水泵应用设计变频器，要考虑一些重要问题。根据电机电流选择变频器。

- CAN 电动机是转子与定子之间带有一个不锈钢罐的电动机，与普通电动机相比，具有更大、电磁阻力更强的气隙。这种更弱的磁场，会导致与具有相似额定功率的普通电机相比，要为这种电机设计更高的额定电流。
- 这种泵包含的止推轴承在以低于最小速度（通常为 30HZ）运行时会损坏。
- 潜水泵电动机中的电动机电抗是非线性的，因此不能进行自动电动机调整 (AMA)。通常情况下，潜水泵运行时使用的电机线缆非常长，可能会消除非线性电机电抗，从而使得变频器能够执行 AMA。如果 AMA 失败，可以在*参数组 1-3* 平均电动机数据*中设置电动机数据（请参阅电动机数据表）。如果 AMA 成功，则变频器将补偿长电机电缆中的压降。如果手动设置了高级电机数据，则必须考虑电机电缆的长度来优化系统性能。
- 系统运行时的泵和电机磨损必须最小，这点也非常重要。Danfoss 正弦波滤波器可以减少电机绝缘压力，延长使用寿命（请查看实际电机绝缘和变频器 du/dt 规范）。大多数潜水泵制造商都要求使用输出滤波器。
- 由于能够防御井中潮湿条件的特殊泵电缆一般没有屏蔽层，所以很难实现 EMC 性能。可以用这种方法来解决：在井上使用屏蔽电缆，并在井管道（如果用钢制成）上安装屏蔽层。正弦波滤波器还可以减少未屏蔽电机电缆的 EMI。

由于井的安装条件，所以要使用专用 CAN 电动机。根据能够在标称功率下运行电动机的输出电流设计系统。

为了防止破坏泵的止推轴承，确保电动机尽快充分冷却，很重要的一点是尽快将泵从停止降到最低速度。大多数潜水泵制造商建议在最长 2 到 3 秒内将泵降到最低速度 (30 Hz)。VLT® AQUA DriveFC 202 针对这些应用设计了初始和最终加减速。初始和最终加减速是 2 个单独的加减速，如果初始加减速启用的话，会将电动机从停止加速到最小速度，并在达到最小速度后自动切换到正常加减速。最终加减速会在停止时执行从最小速度到停止的反向操作。还可根据 *章 5.9 最小速度监测高级功能概述*中的描述考虑启动最小速度高级监测功能。

要为泵提供更多保护，可使用空转检测功能。有关更多信息，请参阅*编程指南*。

可以启用管道填充模式以防止发生水锤现象。Danfoss 变频器能够用 PID 控制器填充立式管道，从而按用户指定的速率（单位/秒）缓慢加压。如果启用，在启动后达到最小速度时，变频器将进入管道填充模式。压力将慢慢上升，直到达到用户指定的填充给定值，之后变频器将自动禁用管道填充模式，并继续正常的闭环运行。

电气连线

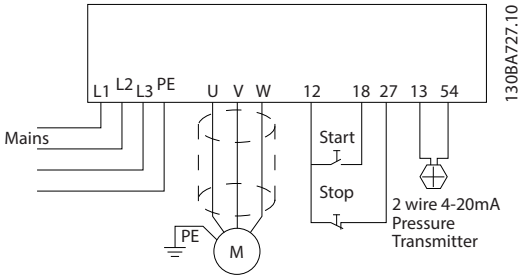


图 12.4 潜水泵应用接线

12

注意

将模拟输入 2（端子 54）的格式设置为 mA。（开关 202）。

参数设置

参数
参数 1-20 Motor Power [kW]/参数 1-21 Motor Power [HP]
参数 1-22 Motor Voltage
参数 1-24 Motor Current
参数 1-28 Motor Rotation Check
确保将*参数 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)*将设置为 *[2] 启用精简 AMA*。

表 12.13 潜水泵的相关参数
应用

参数	设置
参数 3-02 Minimum Reference	最小参考值单位与*参数 20-12 Reference/Feedback Unit* 中单位匹配
参数 3-03 Maximum Reference	最大参考值单位与 *参数 20-12 Reference/Feedback Unit* 中单位匹配
参数 3-84 Initial Ramp Time	(2 s)
参数 3-88 Final Ramp Time	(2 s)
参数 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	（8 s，取决于规格）
参数 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	（8 s，取决于规格）
参数 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]	(30 Hz)
参数 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]	(50/60 Hz)
使用*快捷菜单⇒功能设置* 下的*闭环向导* 可以轻松设置 PID 控制器中的反馈设置。	

表 12.14 潜水泵设置示例
应用

参数	设置
参数 29-00 Pipe Fill Enable	禁用
参数 29-04 Pipe Fill Rate	（反馈单位）
参数 29-05 Filled Setpoint	（反馈单位）

表 12.15 管道填充模式设置示例

性能

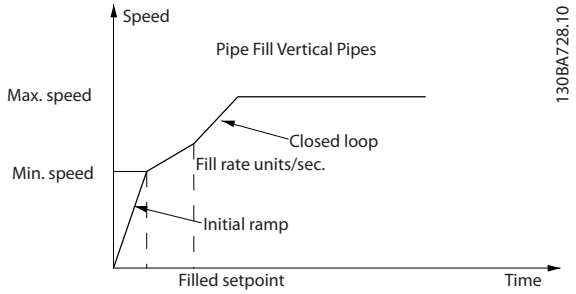


图 12.5 管道填充模式的性能曲线

12.11 用于多泵控制器的接线配置

图 12.6 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。

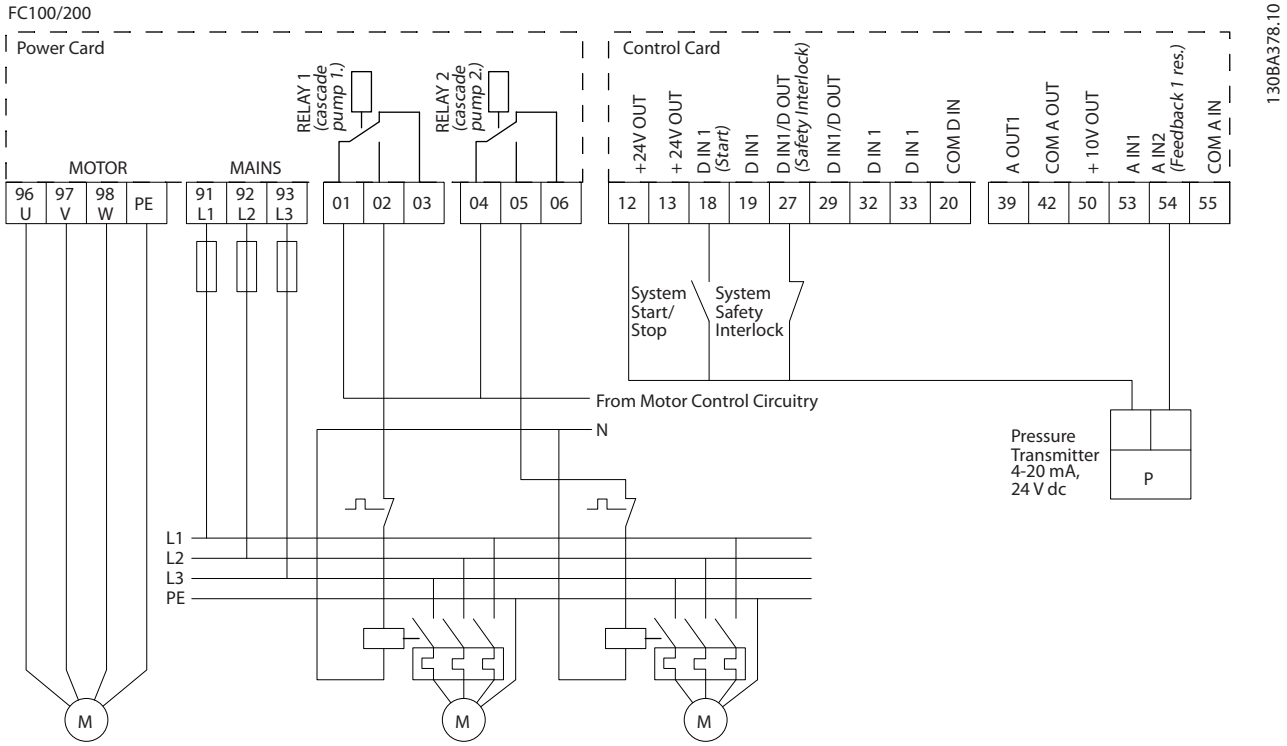


图 12.6 多泵控制器接线图

12

12.12 用于恒速泵/变速泵的接线配置

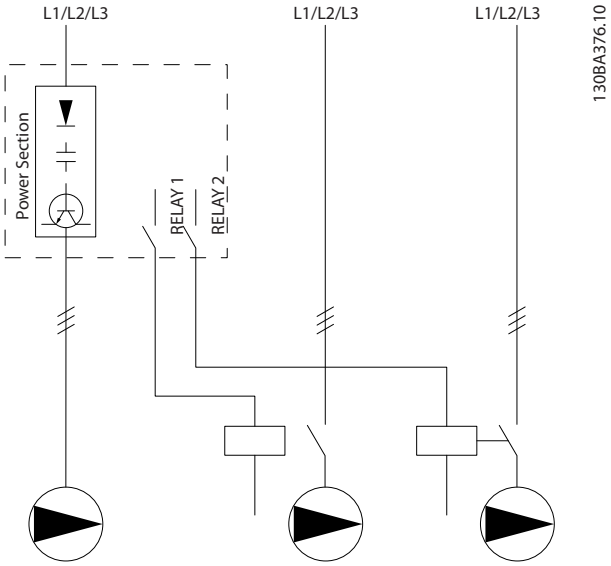


图 12.7 恒速泵/变速泵接线图

12.13 用于变频泵轮换的接线配置

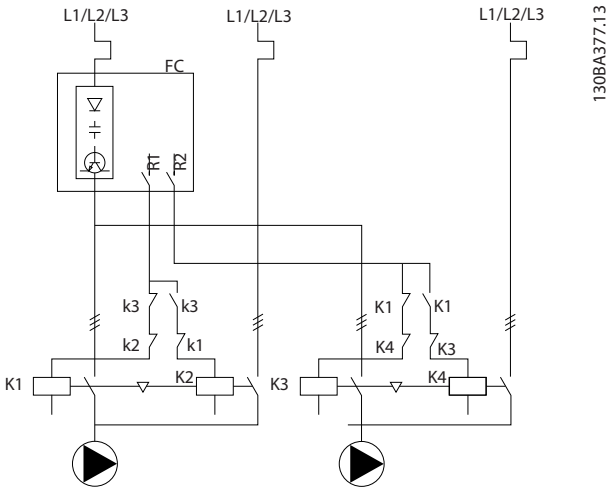


图 12.8 变频泵轮换接线图。

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。

有关调试混合泵和主/从应用的详情，请参阅 *VLT® Cascade Controller Options MCO 101/102 操作说明。*

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	
RFI 滤波器	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	
C0 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-202N355T5E20H4BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

该字符串中字符的含义在*表 13.4* 中定义。在上述示例中，内置有一个 PROFIBUS DP-V1 和一个 24 V 备用电源选件。

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。

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

13.1.1 D1h－D8h 机箱的订购类型代码

说明	位置	可能的选项
产品组	1-6	FC-202
型号	7－10	N55: 55 kW (75 hp) N75: 75 kW (100 hp) N90: 90 kW (125 hp) N110: 110 kW (150 hp) N132: 132 kW (200 hp) N160: 160 kW (250 hp) N200: 200 kW (300 hp) N250: 250 kW (350 hp) N315: 315 kW (400－450 hp)
主电源电压	11-12	T4: 380－480 V AC T7: 525－690 V AC
机箱	13-15	E20: IP20（机架式 - 用于外部机箱安装） E2S: IP20/机架 - D3h 机架 E21: IP21 (NEMA 1) E2D: IP21/类型 1 D1h 机架 E54: IP54 (NEMA 12) E5D: IP54/类型 12 D1h 机架 E2M: IP21 (NEMA 1)，带主电源屏蔽 E5M: IP54 (NEMA 12)，带主电源屏蔽 C20: IP20 (机架式) + 不锈钢背部通道 C2S: IP20/机架式（带有不锈钢暗道）- D3h 机架 H21: IP21 (NEMA 1) + 加热器 H54: IP54 (NEMA 12) + 加热器
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]
制动	18	X: 无制动 IGBT B: 安装了制动 IGBT R: 再生端子 S: 制动 + 再生（仅限 IP 20）
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 R: 有涂层 PCB + 耐震
主电源选件	21	X: 无主电源选件 3: 主电源断路器及熔断器 4: 主电源接触器 + 熔断器 7: 熔断器 A: 熔断器和负载共享（仅限 IP20） D: 负载共享端子 (仅限 IP20) E: 主电源断路 + 接触器 + 熔断器 J: 断路器 + 熔断器
调整	22	X: 标准电缆入口
调整	23	X: 无调整 Q: 散热片气流罩板
软件版本	24-27	实际软件
软件语言	28	X: 标准语言包

表 13.3 D1h－D8h 机箱的订购类型代码

[1] 适用于所有 D 机架。

13.1.2 E1h－E4h 机箱的订购类型代码

说明	位置	可能选项
产品组	1－6	FC-202
型号	7－10	N355: 355 kW (500 hp) N400: 400 kW (550－600 hp) N450: 450 kW (450－600 hp) N500: 500 kW (500－650 hp) N560: 560 kW (600－750hp) N630: 630 kW (650 hp) N710: 710 kW (750 hp) N800: 800 kW (950 hp)
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（仅顶部带有再生/负载共享端子的 E3h/E4h 机箱） E20: IP20/机架 E21: IP21/类型 1 E54: IP54/类型 12 E2M: IP21/类型 1 + 主电源屏蔽 E5M: IP54/类型 12 + 主电源屏蔽 H21: IP21/类型 1 + 空间加热器 H54: IP54/类型 12 + 空间加热器 C20: IP20/类型 1 + 不锈钢背部风道 C21: IP21/类型 1 + 不锈钢背部通道 C54: IP54/类型 12 + 不锈钢背部风道 C2M: IP21/类型 1 + 主电源屏蔽 + 不锈钢背部通道 C5M: IP54/类型 12 + 主电源屏蔽 + 不锈钢背部通道 C2H: IP21/类型 1 + 空间加热器 + 不锈钢背部通道 C5H: IP54/类型 12 + 空间加热器 + 不锈钢背部通道
RFI 滤波器	16－17	H2: 射频干扰滤波器，A2 (C3) 类 H4: 射频干扰滤波器，A1 (C2) 类
制动	18	X: 无制动斩波器 B: 已安装制动斩波器 T: Safe Torque Off (STO) U: 制动斩波器 + safe torque off R: 再生端子 S: 制动斩波器 + 再生端子（仅限 E3h/E4h 机箱）
显示	19	X: 无 LCP G: 图形化 LCP (LCP-102) J: 无 LCP + 门中的 USB L: 图形 LCP + 门中的 USB
涂层 PCB	20	C: 有涂层 PCB R: 有涂层的 PCB 3C3 + 耐震
主电源选件	21	X: 无主电源选件 3: 主电源断路器 + 熔断器 7: 熔断器 A: 熔断器 + 负载共享端子（仅限 E3h/E4h 机箱） D: 负载共享端子（仅限 E3h/E4h 机箱）
硬件，适配 A	22	X: 无选件
硬件，适配 B	23	X: 无选件 Q: 散热片气流罩
软件版本	24－28	SXXX: 最新版本的标准软件 S067: 集成的运动控制软件
软件语言	28	X: 标准语言包

表 13.4 E1h－E4h 机箱的订购类型代码

13

13.1.3 所有 VLT® AQUA DriveFC 202 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 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 BR: VLT® Encoder Input MCB 102 BY: VLT® Extended Cascade Controller MCO 101
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: 无软件选件
D 选件	38 – 39	DX: 无选件 D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

表 13.5 FC 202 的订购类型代码

13.2 选件和附件的订购号

13.2.1 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® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296

表 13.6 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。

13.2.2 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® Analog I/O MCB 109	130B1120	130B1220
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	-	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	130B1108	130B1208

表 13.7 B 选件的订购号

13.2.3 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
VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	130B1154	130B1254

表 13.8 C 选件的订购号

13.2.4 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 13.9 D 选件的订购号

13.2.5 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 13.10 软件选件的订购号

13.2.6 D1h－D8h 套件的订购号

类型	说明	订购号
其他硬件		
NEMA 3R 室外遮阳挡雨板，D1h	遮阳挡雨板用于保护变频器开口，遮挡直射的阳光、雪和落下的碎屑。从工厂订购与此遮阳挡雨板一起使用的变频器时必须确认“NEMA 3R Ready”，这可在 E5S 机箱选件的类型代码中找到。	176F6302
NEMA 3R 室外遮阳挡雨板，D2h	遮阳挡雨板用于保护变频器开口，遮挡直射的阳光、雪和落下的碎屑。从工厂订购与此遮阳挡雨板一起使用的变频器时必须确认“NEMA 3R Ready”，这可在 E5S 机箱选件的类型代码中找到。	176F6303
焊接机箱内的 NEMA 3R 后入/后出冷却套件，D3h	提供防护等级 NEMA 3R 或 NEMA 4。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。	176F3521
Rittal 机箱内的 NEMA 3R 后入/后出冷却套件，D3h	提供防护等级 NEMA 3R 或 NEMA 4。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。	176F3633
焊接机箱内的 NEMA 3R 后入/后出冷却套件，D4h	提供防护等级 NEMA 3R 或 NEMA 4。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。	176F3526
Rittal 机箱内的 NEMA 3R 后入/后出冷却套件，D3h	提供防护等级 NEMA 3R 或 NEMA 4。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。	176F3634
适配器板，D1h/D3h	用于使用具有相同安装配置的 D1h/D3h 替换 D1/D3 机箱的板。	176F3409
适配器板，D2h/D4	用于使用具有相同安装配置的 D2h/D4h 替换 D2/D4 机箱的板。	176F3410
背部风道套件，D3h	用于将机箱转换为底入/顶出通风或仅顶部通风的管道套件。机箱规格： 1800 mm (70.9 in)。	176F3627
背部风道套件，D3h	用于将机箱转换为底入/顶出通风或仅顶部通风的管道套件。机箱规格： 2000 mm (78.7 in)。	176F3629

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

类型	说明	订购号	
背部风道套件，D4h	用于将机箱转换为底入/顶出通风或仅顶部通风的管道套件。机箱规格： 1800 mm (70.9 in)。	176F3628	
背部风道套件，D4h	用于将机箱转换为底入/顶出通风或仅顶部通风的管道套件。机箱规格： 2000 mm (78.7 in)。	176F3630	
底座，D1h	通过这个高 400 mm (15.7 in) 的底座，可将变频器安装在地面上。底座正面带有开口，以便空气进入来冷却电源部件。	176F3631	
底座，D2h	通过这个高 400 mm (15.7 in) 的底座，可将变频器安装在地面上。底座正面带有开口，以便空气进入来冷却电源部件。	176F3632	
底座，D5h/D6h	通过这个高 200 mm (7.9 in) 的底座，可将变频器安装在地面上。底座正面带有开口，以便空气进入来冷却电源部件。	176F3452	
底座，D7h/D8h	通过这个高 200 mm (7.9 in) 的底座，可将变频器安装在地面上。底座正面带有开口，以便空气进入来冷却电源部件。	176F3539	
现场总线电缆的顶部入口，D1h－D8h	可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，但可使用不同的配对连接器来提高防护等级。	176F3594	
门中的 USB，D1h－D8h（IP20/机架）	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。	联系厂商	
门中的 USB，D1h－D8h（IP21/Type 1 和 IP54/Type 12）	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。	联系厂商	
输入板选件，D1h－D8h	可以添加熔断器、隔离开关/熔断器、射频干扰滤波器、射频干扰滤波器/熔断器以及射频干扰滤波器/隔离开关/熔断器选件。	联系厂商	
端子盒	用于替换弹簧端子的螺钉端子盒。 （1 个 10 针、1 个 6 针和 1 个 3 针连接器）	130B1116	
背部风道冷却套件		**标准型**	**不锈钢**
后入/后出（非 Rittal 机箱），D3h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。不包括用于在机箱中进行安装的板。此套件仅适用于 D3h 机箱。	176F3519	176F3520
后入/后出（非 Rittal 机箱），D4h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。不包括用于在机箱中进行安装的板。此套件仅适用于 D4h 机箱。	176F3524	176F3525
底入/后出，D1h/D3h	允许通过变频器底部导入冷却空气并通过后部排出。此套件仅适用于 D1h/D3h 机箱。	176F3522	176F3523
底入/后出，D2h/D4h	允许通过变频器底部导入冷却空气并通过后部排出。此套件仅适用于 D2h/D4h 机箱。	176F3527	176F3528
后入/后出，D1h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适用于 D1h 机箱。	176F3648	176F3656
后入/后出，D2h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适用于 D2h 机箱。	176F3649	176F3657
后入/后出，D3h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适用于 D3h 机箱。	176F3625	176F3654
后入/后出，D4h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适用于 D4h 机箱。	176F3626	176F3655
后入/后出，D5h/D6h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适用于 D5h/D6h 机箱。	176F3530	-
后入/后出，D7h/D8h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适用于 D7h/D8h 机箱。	176F3531	-
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	
外接选件			

类型	说明	订购号
EtherNet/IP	以太网主站。	175N2584

表 13.11 D1h－D8h 机箱的可用套件

13.2.7 E1h－E4h 套件的订购号

类型	说明	订购号	
其他硬件			
PROFIBUS 顶部入口，E1h－E4h	用于实现机箱防护等级 IP54 的顶部入口。	176F1742	
门中的 USB，E1h－E4h	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。	130B1156	
接地汇流条	E1h 和 E2h 变频器的更多接地点。	176F6609	
主电源屏蔽，E1h	屏蔽层（盖板）安装在电源端子前端以防止意外接触。	176F6619	
主电源屏蔽，E2h	屏蔽层（盖板）安装在电源端子前端以防止意外接触。	176F6620	
端子盒	用于替换弹簧端子的螺钉端子盒。 （1 个 10 针、1 个 6 针和 1 个 3 针连接器）	130B1116	
背部风道冷却套件		**标准型**	**不锈钢**
底入/顶出，E3h	允许通过变频器底部导入冷却空气并通过顶部排出。此套件仅适合具有 600 毫米（21.6 英寸）底板的 E3h 机箱。	176F6606	-
底入/顶出，E3h	允许通过变频器底部导入冷却空气并通过顶部排出。该套件仅适合具有 800 毫米（31.5 英寸）底板的 E3h 机箱。	176F6607	-
底入/顶出，E4h	允许通过变频器底部导入冷却空气并通过顶部排出。此套件仅适合具有 800 毫米（31.5 英寸）底板的 E4h 机箱。	176F6608	-
后入/后出，E1h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适合 E1h 机箱。	176F6617	-
后入/后出，E2h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适合 E2h 机箱。	176F6618	-
后入/后出，E3h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适合 E3h 机箱。	176F6610	-
后入/后出，E4h	允许通过变频器后部导入和排出冷却空气。此套件仅适合 E4h 机箱。	176F6611	-
底入/后出，E3h	允许通过变频器底部导入冷却空气并通过后部排出。此套件仅适合具有 600 毫米（21.6 英寸）底板的 E3h 机箱。	176F6612	-
底入/后出，E3h	允许通过变频器底部导入冷却空气并通过后部排出。此套件仅适合具有 800 毫米（31.5 英寸）底板的 E3h 机箱。	176F6613	-
底入/后出，E4h	允许通过变频器底部导入冷却空气并通过后部排出。此套件仅适合具有 800 毫米（31.5 英寸）底板的 E4h 机箱。	176F6614	-
后入/顶出，E3h	允许通过变频器后部导入冷却空气并通过顶部排出。此套件仅适合 E3h 机箱。	176F6615	-
后入/顶出，E4h	允许通过变频器后部导入冷却空气并通过顶部排出。此套件仅适合 E4h 机箱。	176F6616	-
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	
外接选件			
EtherNet/IP	以太网主站。	175N2584	

表 13.12 E1h－E4h 机箱的可用套件

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

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 © 12/2017 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

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

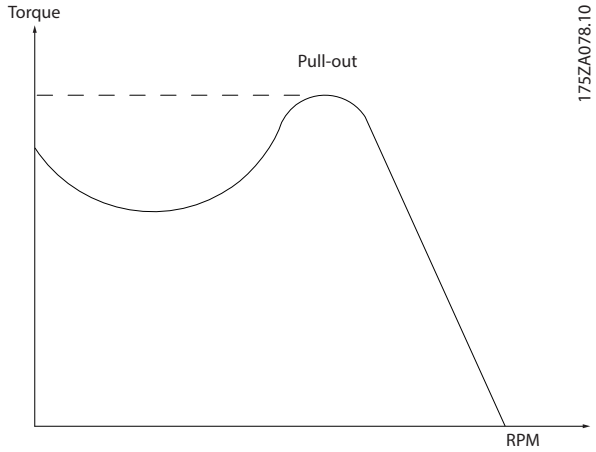


图 14.1 启动转矩表

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。

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。

索引

A

ATEX 监控 ... 20, 142

C

CAN 电动机 ... 191

CE 标志 ... 8

CSA/cUL 认证 ... 8

D

DeviceNet ... 33, 198

DU/dt
- D1h – D8h 的测试结果 ... 164
- E1h – E4h 的测试结果 ... 165
- 概述 ... 163

E

EAC 标志 ... 8

EMC
- 一般问题 ... 169
- 兼容性 ... 172
- 安装 ... 174
- 干扰 ... 173
- 指令 ... 8
- 测试结果 ... 170

ErP 指令 ... 8

EtherNet/IP ... 33

I

IP 额定值 ... 9

IT 主电源 ... 162

M

Modbus
- 选项 ... 33

N

NEMA 防护等级 ... 9

P

PC 连接 ... 150

PELV ... 19, 49, 172

PID
- 控制器 ... 19, 180, 183

PLC ... 150

PROFIBUS ... 33, 198

PROFINET ... 33

PTC 热敏电阻卡 ... 34

R

RCM 标志 ... 9

RFI
- E3h 屏蔽端子的位置 ... 130
- E4h 屏蔽端子的位置 ... 137
- 将开关与 IT 主电源一起使用 ... 162
- 滤波器 ... 172

RS485
- FC 标准总线 ... 204
- 接线 示意图 ... 148
- 接线配置 ... 190
- 端子 ... 152

S

Safe Torque Off
- 接线 示意图 ... 148
- 接线配置 ... 187
- 操作指南 ... 5
- 机械指令合规性 ... 8
- 概述 ... 22
- 端子位置 ... 152

SmartStart ... 23

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 ... 50

V

VVC+ ... 183, 185

与

与使用主电源
- 使用 AMA ... 19
- 变频器效率计算公式 ... 203
- 规格 ... 36, 40
- 计算 ... 162

个

个人计算机 ... 150

串

串行通讯 ... 152

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

主

主电源
断电 20
波动 18
电源规格 47
规格 47
防护罩 6

交

交流制动 29

传

传导性干扰 170
传感器 152
传感器输入选件 34

低

低电压
指令 8
低速运行 143

保

保护
制动功能 17
封装等级 13
电动机温度 19
电源电压不平衡 17
短路 17
过压 17
过流 147
过载 18
额定值 9

借

借能运行 21

傅

傅里叶级数分析 175

公

公共耦合点 175
公式
制动电阻器的额定功率 203
变频器效率 203
电流极限 203
输出电流 203

共

共振衰减 18
共模滤波器 35

具

具备资质的人员 6

再

再生
可用性 13
概述 30
端子 67, 119

冷

冷凝 141
冷却
灰尘警告 141
背部风道冷却概述 30
要求 142

出

出口管制法规 9

制

制动
功能图 159
动态制动 29
用作替代制动功能 160
用制动功能控制 160
限制 160
制动电阻器
定义 204
接线 示意图 148
概述 35
端子 150
订购 202
设计指南 5
选择 158
额定功率计算公式 203

功

功率
因数 204
损耗 36, 40
规格 36, 38
连接 149
额定值 11, 36, 40

加

加热器
使用 141
接线 示意图 148

升

升高时间 163

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

参

参考值
有效参考值 177
远程参考值 177
远程处理 178
速度输入 187

反

反馈
信号 182
处理 179
转换 180

变

变压器 175
变频器
产品系列尺寸 13
定制软件 195
间隙要求 142
额定功率 13

合

合规性
指令 8
符合 ADN 6

启

启动/停止接线配置 187, 188

商

商业环境 171

声

声源性噪音 163

备

备件 202

外

外部尺寸
D1h 52
D2h 58
D3h 64
D4h 69
D5h 74
D6h 83
D7h 94
D8h 104
E1h 115
E2h 121
E3h 127
E4h 134
外部报警复位接线配置 189

多

多泵控制器
与接触器一起使用 24
接线图 193
概述 23

套

套件
机箱可用性 16
订购号 201
说明 201

存

存放 141

安

安全性
手册 6, 147
安装
具备资质的人员 6
电气 147
要求 142
安装配置 142

定

定期化成 141

密

密封板 52, 58, 74, 83, 94, 104, 115

射

射频干扰 19

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

尺

尺寸
D1h 外部 52
D1h 端子 56
D2h 外部 58
D2h 端子 62
D3h 外部 64
D3h 端子 67
D4h 外部 69
D4h 端子 72
D5h 外部 74
D5h 端子 79
D6h 外部 83
D6h 端子 88
D7h 外部 94
D7h 端子 100
D8h 外部 104
D8h 端子 109
E1h 外部 115
E1h 端子 119
E2h 外部 121
E2h 端子 125
E3h 外部 127
E3h 端子 131
E4h 外部 134
E4h 端子 138
产品系列概述 13

居

居住环境 171

屏

屏蔽层
主电源 6
射频干扰端接 130
扭结端部 173
电缆 149, 150

工

工作周期
定义 204
计算 158

带

带宽管理 25

开

开关
A53 和 A54 48, 153
断开 155
开关频率
与 RCD 一起使用 161
正弦波滤波器 35, 149
电源连接 149
降容 18, 145
开环模式
多泵控制器选件 24
框图 181
概述 181

快

快捷菜单 23

惯

惯性停车 26

手

手动启动 177

扩

扩展继电器卡 34

抗

抗扰性要求 171

挡

挡板 116

接

接地 19, 150, 161
接线 示意图
典型应用示例 186
变频器 148
接线图
变频泵轮换 194
多泵控制器 193
恒速泵/变速泵 194

控

控制
操作说明 177
特性 50
类型 182
结构 181
控制卡
RS485 规格 49
规格 50
过热跳闸点 36, 38
控制电缆 150
控制端子 152

操

操作指南 5

放

放电时间 6

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

散

散热片
- 清洁 141
- 罩板 117
- 过热跳闸点 36, 38
- 需要的气流 143

数

数字
- 输入/输出说明和默认设置 152
- 输入规范 48
- 输出规格 49

整

整流器 177

断

断开 155

断路器 155, 161

智

智能逻辑控制
- 接线配置 0 , 0
- 概述 21

最

最小速度监测高级功能 28

有

有效参考值 177

机

机械指令 8

机箱保护 9

标

标定后的参考值 178

模

模拟
- 输入/输出说明和默认设置 153
- 输入规范 48
- 输出规格 49
- 速度参考值的接线配置 187

正

正弦波滤波器 35, 149

气

气体 141

气流
- 速率 143
- 配置 30, 32

泵

泵
- 与使用主电源 25
- 正在切入 26

流

流量确认 28

海

海事认证 9

海拔 144

温

温度 141

湿

湿度 141

滑

滑差补偿 204

漏

漏电断路器 161

漏电电流 6, 161

潜

潜水泵
- 与最小速度监测高级功能一起使用 28
- 接线图 191
- 设置 192

热

热敏电阻
- 定义 204
- 接线配置 190
- 电缆布线 151
- 端子位置 152

熔

熔断器
- 与电源连接一起使用 149
- 规格 153
- 过电流保护 147

爆

爆炸性环境 142

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

环

环境 47, 141

环境条件
- 概述 141
- 规格 47

现

现场总线 33, 151

用

用户输入 177

电

电位计 152, 189

电动机
- CAN 电动机 191
- Ex-e 20
- 反馈 184
- 接线 示意图 148
- 漏电电流 161
- 热保护 19, 156
- 热敏电阻接线配置 190
- 电缆 155, 161
- 绝缘应力 191
- 起步转矩定义 204
- 转速 155
- 输出规格 47
- 铭牌 20

电压失衡度 17

电子热敏继电器 (ETR) 147

电子热过载 19

电容器存放 141

电机
- Ex-d 34
- 保护类别 142
- 全转矩 21
- 减小轴承电流 158
- 并联 156
- 绝缘 158
- 缺相检测 17
- 输出规格 47

电气规格 36, 40

电气规格 380 - 480 V 37

电气规格 525 - 690 V 40

电流
- 内部电流控制 185
- 减小电机 158
- 基本电流 175
- 失真 175
- 漏电电流 161
- 电流极限计算公式 203
- 瞬态接地 161
- 谐波电流 175
- 额定输出电流 203

电磁干扰 19

电缆
- 制动 150
- 均衡 150
- 屏蔽层 149, 173
- 布线 151
- 打开 52, 58, 74, 83, 94, 104, 115
- 控制 150
- 每相的最大数量和尺寸 36, 38
- 电动机电缆 155
- 电源连接 149
- 电缆类型和额定值 147
- 规格 36, 40, 48

电缆夹 150

电阻器制动 29

直

直流制动 29

直流母线
- 操作说明 177
- 端子 149

短

短路
- SCCR 额定值 154
- 保护 17
- 制动 29, 160
- 定义 204
- 比率计算 175

磁

磁通量
- 带电机反馈的磁通矢量下的控制结构 184
- 无传感器磁通矢量中的控制结构 184

端

端子
- RS485 152
- 串行通讯 152
- 制动电阻器 150
- 控制说明和默认设置 152
- 数字输入/输出 152
- 模拟输入/输出 153
- 37 152
- 继电器端子 153
- 负载共享 149

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

端子尺寸
D1h. 56
D2h. 62
D3h. 67
D4h. 72
D5h. 79
D6h. 88
D7h. 100
D8h. 109
E1h. 119
E2h. 125
E3h. 131
E4h. 138

管

管道填充模式. 192

类

类型代码. 195

约

约定. 5

线

线数. 147
另请参阅 *电缆*

绝

绝缘. 158

继

继电器
Card. 34
多泵控制器. 23
扩展继电器卡选件. 34
端子. 153
符合 ADN 规范的安装. 6
规格. 50
选项. 34

维

维护. 141

编

编程指南. 5

缩

缩略语. 203

背

背部风道冷却. 30, 142

能

能源
效率等级. 47

脉

脉冲
用于启动/停止的接线配置. 188
输入规范. 49

自

自动切换频率调制. 18

自动启动. 177

自动电机调整 (AMA)
接线配置. 186
概述. 19
潜水泵. 191

自动能量优化 (AEO). 18

警

警告. 6, 147

计

计算
THDi. 175
制动电阻. 160
制动转矩. 160
标定后的参考值. 178
电阻器工作周期. 158
短路率. 175
谐波软件. 176

订

订购. 195

语

语言包. 195

调

调制. 18, 203

谐

谐波
EN 标准. 176
IEC 标准. 176
功率因数的定义. 204
抑制. 176
概述. 175
滤波器. 35

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

负

负载共享
接线 示意图 148
概述 29
短路保护 17
端子 30, 149
警告 6

起

起吊 141
起步转矩 204

转

转子 18
转矩
控制 182
特性 47

软

软件版本 198

辐

辐射性干扰 170
辐射要求 171

输

输入规范 48
输出
开关 17
接触器 162, 174
规格 49

辫

辫状 173

过

过压
保护 17
制动 35
替代制动功能 160
过温 204
过滤器
DU/dt 滤波器 35
RFI 滤波器 172
共模滤波器 35
正弦波滤波器 35, 149
订购 202
谐波滤波器 35
过电流保护 147
过程控制 182
过载
电子热过载 19
谐波问题 175
限制 18

远

远程参考值 177

逆

逆变器 177

选

选件
功能扩展件 33
多泵控制器 23
机箱可用性 13
现场总线 33
继电器卡 34
订购 197, 198, 199
运动控制 34

通

通用 I/O 模块 33

速

速度
PID 反馈 182
控制 182
用于加速/减速的接线配置 189
速度参考值的接线配置 189

重

重启 21

门

门间隙 52, 58, 74, 83, 94, 104, 115

闭

闭环模式
框图 182
概述 181

降

降容
低速运行 143
开关频率过高 18
概述和原因 143
海拔 144
温度和开关频率 145
温度注意事项 47, 142
自动功能 18

除

除屑 26

 Danfoss A/S © 12/2017 全权所有。

预

预/后润滑. 27, 28
预热. 21

频

频率旁路. 21

风

风扇
温控风扇. 19
需要的气流. 143
风道冷却. 142

飞

飞车启动. 20

高

高低压绝缘. 19, 49, 172
高压警告. 6
高海拔安装. 173

 Danfoss A/S © 12/2017 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

130R0798 MG22B241 12/2017
MG22B241