

iC7-Automation 变频器

1.3-1260 A



Explore our solutions
drives.danfoss.com

目录

1 简介

1.1 本设计指南的目的	11
1.2 预期用途	11
1.3 其他资料来源	11
1.4 规划和设计辅助材料	12
1.4.1 概述	12
1.4.2 查找支持信息	12
1.5 版本历史	12

2 安全性

2.1 安全性	13
2.2 安全符号	13
2.3 医疗器械	13
2.4 一般安全注意事项	13
2.5 具备资质的人员	14

3 批准和认证

3.1 产品批准和认证	16
3.2 标准	17
3.3 出口管制法规	17

4 丹佛斯 iC7 系列

4.1 概述	18
4.2 电气传动系统的生态设计	18
4.2.1 概述	18
4.2.2 功率损耗和效率	19

5 iC7 变频器

5.1 概述	20
5.2 变频器型号和机架名称	20
5.3 功率单元	20
5.4 功率单元选件	22
5.5 控制单元和接口	22

5.5.1 控制单元和接口	22
5.5.2 控制板和标准 I/O	23
5.5.3 通信接口	24
5.5.4 控制面板	24
5.5.5 功能安全	24
5.6 过载能力	24
5.6.1 负载曲线概述	24
5.6.2 低过载 (LO)	25
5.6.3 高过载 (HO1)	25
5.6.4 占空比增加的高过载 (HO2)	26
6 iC7-Automation 应用软件	
6.1 概述	27
6.2 基本功能	27
6.3 控制器	28
6.4 电机控制功能	29
6.5 保护功能	30
6.6 监控功能	31
6.7 功能安全	32
6.8 安全功能	32
6.9 运动应用软件功能	32
6.10 软件工具	33
7 选件和附件	
7.1 选件和附件概述	35
7.2 通信选件	35
7.3 功能扩展选件	35
7.3.1 概述	35
7.3.2 选件插槽	36
7.4 滤波器和制动选件	38
7.4.1 正弦波滤波器	38
7.4.2 dU/dt 滤波器	38
7.4.3 共模滤波器	38
7.4.4 谐波滤波器	38
7.4.5 制动电阻器	39

7.4.6 使用变频器进行制动	39
7.4.6.1 变频器制动概述	39
7.4.6.2 电阻器制动	39
7.4.6.3 选择制动电阻器	39
7.4.6.4 制动性能注意事项	40
7.4.6.5 制动电阻器安装注意事项	41
7.5 套件和附件	42
7.5.1 套件和附件概述	42
7.5.2 背部风道冷却套件	42
7.5.3 底座套件	42
7.5.4 控制面板安装套件和电缆	42
7.5.5 线缆安装套件	43

8 规格

8.1 概述	44
8.2 额定值	44
8.2.1 概述	44
8.2.2 电源电压为 380-500 V 的变频器的额定值	44
8.2.3 电流和功率额定值 (380-440 V AC)	45
8.2.4 电流和额定功率 441-480 V AC	46
8.2.5 电流和功率额定值 (481-500 V AC)	47
8.2.6 制动额定值 (380-500 V AC)	48
8.3 常规技术数据	50
8.3.1 电网侧	50
8.3.2 电机输出和电机数据	50
8.3.3 转矩特性	50
8.3.4 控制特性	51
8.3.5 控制 I/O	51
8.3.5.1 概述	51
8.3.5.2 模拟输入	51
8.3.5.3 模拟输出	52
8.3.5.4 数字和编码器/脉冲输入	52
8.3.5.5 数字和脉冲输出	53
8.3.5.6 继电器输出	53
8.3.5.7 辅助电压	53
8.3.6 功能安全	54

8.3.6.1	功能安全标准和性能	54
8.3.6.2	功能安全 I/O	55
8.3.7	接口板	56
8.3.8	环境条件	57
8.3.8.1	概述	57
8.3.8.2	存储期间的环境条件	57
8.3.8.3	运输期间的环境条件	57
8.3.8.4	运行期间的环境条件	57
8.3.9	放电时间	58
8.4	熔断器和断路器	58
8.4.1	概述	58
8.4.2	IEC 标准熔断器	59
8.4.3	UL 标准熔断器	60
8.4.4	IEC 标准断路器	63
8.4.5	UL 标准断路器和组合式电机控制器	64
8.4.6	直流接口保护	64
8.5	电源连接器	64
8.6	冷却和功率损耗	66
8.6.1	功率损耗	66
8.6.2	气流和噪音水平	67
8.7	能效数据	68
8.8	包装	69
8.9	电缆长度	72
8.10	EMC	73
8.10.1	EMC 合规等级	73
8.10.2	辐射要求	73
8.10.3	抗扰性要求	74
9	外部和端子尺寸	
9.1	概述	75
9.2	IP20/UL 开放式机架 (FA02–FA12)	75
9.3	IP21/UL Type 1 机架 (FK06–FK12)	94
9.4	IP54/IP55/UL Type 12 机架 (FB09–FB12)	106

10 机械安装注意事项

10.1 交付包中的物品	115
10.2 产品标签	115
10.2.1 概述	115
10.2.2 变频器上的产品标签	115
10.2.3 包装标签	117
10.2.4 功能扩展件上的产品标签	117
10.2.5 控制面板上的产品标签	118
10.3 处置	118
10.3.1 建议的处置方法	118
10.3.2 实时时钟电池处置	118
10.4 安装前的存放	119
10.4.1 重整电容器	119
10.4.2 安全运输和存放	119
10.5 安装的前提条件	120
10.5.1 概述	120
10.5.2 工作环境	120
10.6 工作条件下的降容	121
10.6.1 工作条件下的降容概述	121
10.6.2 根据环境温度降低额定值	121
10.6.3 根据海拔降容	122
10.6.4 根据输出频率降容	123
10.6.5 根据开关频率降容	123
10.7 维护注意事项	125
10.7.1 定期维护	125
10.7.2 预防性维护建议	125
10.7.3 维护通道	127
10.7.4 散热片和风扇维护保养	127
10.7.5 更换备用电池	127
10.8 机械安装	128
10.8.1 概述	128
10.8.2 安装注意事项	128
10.8.3 安装位置	129
10.8.4 安装方向	130
10.8.5 推荐的紧固件	131

10.8.6 钻孔图式	132
10.8.7 变频器在系统中的放置	134
10.8.8 冷却	135
10.8.8.1 冷却概述	135
10.8.8.2 强制空气冷却	136
10.8.8.3 背部风道冷却	137
10.8.9 建议的维护检修空间	138

11 电气安装注意事项

11.1 接线图	140
11.2 电网类型和保护	140
11.2.1 电网类型	140
11.2.2 保护性接地电流和电位均衡/漏电流	140
11.2.3 PE 电流测量	141
11.2.4 漏电保护器 (RCD) 保护	142
11.2.5 绝缘监测装置	142
11.3 遵循 EMC 规范的安装指引	142
11.3.1 遵循 EMC 规范的安装指引	142
11.3.2 电源线和接地	145
11.3.3 控制电缆	146
11.4 电机安装注意事项	146
11.4.1 概述	146
11.4.2 支持的电机类型	147
11.4.3 电机绝缘	147
11.4.4 并联电机	147
11.4.5 轴承电流	147
11.4.6 电机热保护	148
11.4.7 电子热敏继电器功能	148
11.4.8 外接传感器	148
11.5 电源线注意事项	149
11.5.1 概述	149
11.5.2 转矩要求	149
11.6 控制电缆连接	150
11.6.1 概述	150
11.6.2 功能安全 I/O (X31、X32)	152

11.6.3 外接 24 V 电源 (X61)	152
11.6.4 数字和模拟 I/O (X11/X12)	152
11.6.5 继电器 (X101/X102)	153
11.6.6 通信端口 (X0、X1、X2)	154
11.6.7 控制面板连接 (X8)	156
11.6.8 功能扩展选件	157
11.6.9 控制电缆连接	157
11.6.10 控制线缆尺寸和剥皮长度	158
11.6.11 电缆屏蔽层连接	159
11.7 STO 安装注意事项	159
12 如何订购	
12.1 选择变频器	161
12.2 型号代码	161
12.2.1 概述	161
12.2.2 电源硬件	162
12.2.3 可选电源硬件 (+Axxx)	164
12.2.4 控制板功能 (+Bxxx)	165
12.2.5 功能扩展选件 (+Cxxx)	166
12.2.6 应用软件与附加功能 (+Dxxx)	166
12.2.7 自定义设置 (+Exxx)	167
12.3 订购滤波器和制动选件	167
12.3.1 谐波滤波器	167
12.3.1.1 谐波滤波器选型指南	167
12.3.1.2 高级谐波滤波器 OF7P2 (380-415 V, 50 Hz 电源)	167
12.3.1.3 高级谐波滤波器 OF7P2 (380-415 V, 60 Hz 电源)	170
12.3.1.4 高级谐波滤波器 OF7P2 (440-480 V, 60 Hz 电源)	172
12.3.1.5 用于高级谐波滤波器 OF7P2 的 IP21/UL Type 1 套件和背板	174
12.3.2 正弦波滤波器	175
12.3.2.1 选型指南	175
12.3.2.2 正弦波滤波器 OF7S1	175
12.3.2.3 S1A02-S1A08 正弦波滤波器的 IP21/UL Type 1 升级套件	178
12.3.3 高频共模磁芯滤波器	178
12.3.3.1 选型指南	178
12.3.3.2 高频共模磁芯滤波器	179
12.4 订购选件和附件	179

12.5 订购自助服务部件	181
---------------	-----

简介

1.1 本设计指南的目的

本设计指南的阅读对象是具备相应资质的人员，比如：

- 项目和系统工程师。
- 设计顾问。
- 应用程序和产品专家。

本设计指南提供的技术信息，旨在了解 iC7 变频器的功能，以便集成到电机控制和监测系统中。其目的是提供设计注意事项和规划数据，以便将变频器集成到系统中。其中提供的信息适用于为各种应用和系统选择变频器和选件。在设计阶段，查阅详细的产品信息能开发出拥有最佳功能和效率且设计良好的系统。

本指南面向全球受众。因此，无论在何处出现，都会显示国际单位和英制单位。

1.2 预期用途

变频器是一种电机控制器，用于：

- 调节电机对系统反馈或外部控制器发出的远程命令的响应速度。动力驱动系统包括变频器、电机及该电机驱动的设备。
- 系统和电机状态监视。

还可使用变频器来提供电机过载保护。

根据具体配置，可独立使用变频器，也可作为更大设备或系统的一部分。可按照当地法律和标准在居住、工业和商业环境中使用变频器。

注意

本产品可能会导致无线电干扰。

- 可能需要采取额外的缓解措施。

注意

可预见的错误使用

- 请勿在不符合指定工作条件和环境的应用中使用变频器。确保满足环境条件中指定的条件。

注意

输出频率极限

- 根据出口管制法规要求，变频器的输出频率被限制为 590 Hz。对于超过 590 Hz 的要求，请联系丹佛斯。

1.3 其他资料来源

此外，还可利用其他资源帮助了解这些功能，以及安全安装和操作 iC7 产品：

- 安全指南，提供与安装 iC7 变频器相关的重要安全信息。
- 安装指南，涵盖变频器的机械和电气安装或功能扩展选件。
- 操作指南，其中包括有关控制选件和其他变频器组件的说明。
- 应用指南，提供针对特定最终用途设置变频器的说明。应用软件包的应用指南还概述了用于操作变频器的参数和值范围、带有推荐参数设置的配置示例以及故障排查步骤。
- 值得了解的变频器事实，可在 www.danfoss.com 下载。

- 其他补充出版物、图纸和指南，可从 www.danfoss.com 获取。
- 最新版本的丹佛斯产品指南可从 www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/ 下载。

1.4 规划和设计辅助材料

1.4.1 概述

丹佛斯 提供访问全部产品信息的权限，在整个产品生命周期内提供支持。

所有 iC7 系列的设计指南、安装指南、安全指南、操作指南和应用指南都可从 www.danfoss.com 下载。也可以订购印刷版指南。

对于每个 iC7 变频器，2D 和 3D 图纸以及接线图均以标准文件格式提供。还提供包含宏、技术数据和 3D 模型的 EPLAN 文件，以支持系统设计。

还提供变频器或电源转换器的配置文件。MyDrive® Suite 提供一些工具，可在产品的整个生命周期（从系统设计到服务）内提供支持。MyDrive® Suite 可从 <https://suite.mydrive.danfoss.com/> 获取。

产品定制软件有助于选择产品，完成该过程后，该工具将提供相关文档和附件列表。

详细的产品信息也可以通过读取产品标签上的二维码来访问。

1.4.2 查找支持信息

- 有关更多信息，请访问公司网站。
1. 转至 www.danfoss.com。
 2. 选择产品。
 3. 选择变频器。
 4. 选择产品系列，例如低压变频器 或系统模块。
 5. 选择产品系列（例如，iC7）。

➡ 浏览器上将打开产品页面，其中提供产品文档、图纸和软件的链接。

1.5 版本历史

我们将定期对本指南进行审核和更新。欢迎任何改进建议。

本指南的原语言为英语。

表 1: 版本历史

版本	备注
AJ319739940640, 版本 0601	增加了有关高频共模滤波器和 OPC UA 的信息，更新了有关正弦波滤波器和可用功能扩展选项的信息。 整个指南进行了少量更新。
AJ319739940640, 版本 0501	更新为包括 Fx08 机架。
AJ319739940640, 版本 0401	更新为包括机架 Fx09-Fx12。
AJ319739940640, 版本 0301	更新为包括机架 Fx06-Fx07。
AJ319739940640, 版本 0201	添加了有关生态设计和能效的信息。 整个指南进行了少量更新。
AJ319739940640, 版本 0101	首次发布。

2 安全性

2.1 安全性

设计变频器时，无法避免一些残余危险。其中一个例子是放电时间，必须遵循才能避免可能的人身伤亡。放电时间在变频器上的危险标签上注明。

有关与产品安装、操作或维护相关的安全预防措施的更多信息，请参阅特定于产品的安装、安全和操作指南。

2.2 安全符号

丹佛斯文档中使用了下述符号。



危险

表明某种危险情况，如果不避免该情况，将可能导致死亡或严重伤害。



警告

表明某种危险情况，如果不避免该情况，将可能导致死亡或严重伤害。



小心

表明某种危险情况，如果不避免该情况，将可能导致轻度或中度伤害。

注意

表明重要信息，但不涉及危险情况（例如，与财物损失相关的信息）。

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



指示高温表面和灼伤危险的 ISO 警告符号



指示高电压和电击的 ISO 警告符号



指示参考说明的 ISO 操作符号

2.3 医疗器械



警告

电磁干扰

变频器和滤波器可能会产生高达 300 GHz 的电磁干扰，这可能会影响起搏器和其他植入医疗器械的功能。

2.4 一般安全注意事项

安装或操作变频器时，请注意说明书中提供的安全信息。有关安装时的安全指引的更多信息，请参考特定于产品的安全指南。有关操作变频器时的安全指引的更多信息，请参考特定于产品的指南。

变频器不适合作为系统中的唯一安全设备。确保根据区域安全准则和事故预防条例，在变频器、电机和附件上安装附加监测和保护装置。

⚠ 小心**自动重启**

自动重新启动功能可能会导致危险。

- 激活任何自动故障复位功能或更改限值之前，确保重启后不会发生危险情况。如果激活了自动复位功能，则在自动故障复位后，电机将自动启动。
- 有关配置自动重启功能的详细信息，请参阅应用指南。

在变频器运行过程中和接通主电源后，保持所有门和盖处于关闭状态，并拧紧接线盒。即使操作指示灯不再点亮，变频器组件和附件仍可带电并连接到电源。

⚠ 警告**缺少安全意识**

本指南提供了有关防止人身伤害和设备或系统损坏的重要信息。忽略此信息将会导致死亡、严重人身伤害或严重的设备损坏。

- 确保完全理解相关应用中存在的危险和应采取的安全措施。
- 在变频器上执行任何电气作业前，请对变频器的所有电源上锁挂牌。

⚠ 警告**危险电压**

变频器与交流主电源相连或连接到直流端子时带有危险电压。如果执行安装、启动和维护工作的人员缺乏资质，将可能导致死亡或严重伤害。

- 仅限具备资质的人员执行安装、启动和维护工作。

⚠ 警告**电击**

- 变频器与交流主电源、直流端子或电机相连时带有危险电压。如果未断开所有电源（包括永磁电机和直流负载共享），将可能导致严重人身伤亡。

⚠ 危险**变频器造成的电击危险**

即使变频器已断开与交流电源的连接，触碰其电气部件也可能导致人身伤亡。

- 触摸任何内部部件之前，请执行以下步骤：
 - 断开主电源的连接。
 - 断开电机连接。
 - 如果有制动选件，则断开制动器。
 - 如果存在负载共享或再生选件，请将它们断开。请等待电容器完全放电。
 - 有关正确的放电时间，请参考变频器上的标签。
 - 使用电压表测量直流回路，确保直流回路电容器已完全放电。

2.5 具备资质的人员

要顺利、安全地操作本设备，只有具备相关资质和技能的人员才能运输、存储、装配、安装、设置、调试、维护和停用本设备。

具有经证明的技能的人员：

- 指有资质的电气工程师，或者是经有资质的电气工程师培训过的人员，具有相应经验，能够按照相关法律和法规来操作装置、系统、设备和机械装置。
- 熟悉有关健康和/或安全/事故预防的基本法规。
- 已阅读并理解变频器附带的所有指南中提供的安全指引，尤其是变频器的操作指南中提供的操作说明。
- 熟悉与特定应用有关的一般标准和专门标准。
- 熟悉中压变频器的结构和操作，以及相关风险。可能需要针对中压系统进行特殊培训。

3 批准和认证

3.1 产品批准和认证

iC7 产品系列符合必须遵循的标准和指令的要求。有关产品获得哪些批准和认证的详细信息，请参见产品标签并访问 <https://www.danfoss.com>。

可根据要求提供证书和符合性声明，也可访问 <https://www.danfoss.com> 来获取。


表 2: 适用于变频器的批准和认证

验收	说明
	本变频器符合欧洲经济区扩展单一市场的相关指令及其相关标准。本变频器符合英国的相关法规及其相关标准。 UKCA 联系信息： Danfoss, 22 Wycombe End, HP9 1NB, Great Britain
	Underwriters Laboratory (UL) 标志用于证明产品安全性及其环境声明基于相关标准测试。电压为 525–690 V 的变频器中，只有 525–600 V 通过 UL 认证。变频器符合 UL 61800-5-1 标准。有关 UL 文件编号，请参阅产品标签。
	RCM 认证标志表示符合电磁兼容性 (EMC) 的适用技术标准。RCM 认证标志是澳大利亚和新西兰市场中电气和电子设备必须带有的标志。RCM 认证标志的监管规定仅涉及传导和辐射干扰。对于变频器，使用 EN/IEC 61800-3 中指明的辐射极限。可根据要求提供合规性声明。
	韩国认证 (KC) 标志表示该产品符合相关的韩国标准。
	TÜV Süd 根据 EN/IEC 61800-5-2 来认证变频器的功能安全。TÜV Süd 测试产品并监测其生产，确保制造公司符合他们的法规。

表 3: 适用于变频器的 EU 指令

欧盟指令	说明
低电压指令 (2014/35/EU)	低电压指令规定，设备设计必须确保设备在正确安装、维护和按预期方式使用情况下不会危及人员和家畜的安全和健康并保护财产。该指令适用于电压范围为 50–1000 V 交流和 75–1500 V 直流的所有电气设备。
EMC 指令 (2014/30/EU)	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，并且在正确安装、维护和按预期方式使用的情况下具有适合的 EMI 抗扰度。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 (2006/42/EC)	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1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驱动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，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1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。
ErP 指令 (2009/125/EC)	ErP 指令为相关能量产品的欧盟生态化设计指令。该指令规定了变频器等能量相关产品的生态设计要求，旨在通过制定最低能效标准来降低产品的能耗和环境影响。

表 3: 适用于变频器的 EU 指令 - (继续)

欧盟指令	说明
RoHS 指令 (2011/65/EU)	有害物质限制指令 (RoHS) 是一个欧盟指令，用于限制有害物质在电子电气产品生产过程中的使用。请访问 www.danfoss.com 了解更多信息。
废弃电子电气设备指令 (2012/19/EU)	废弃电子电气设备指令 (WEEE 指令) 为所有类型的电气产品设定了收集、再利用和回收规范。
	

3.2 标准

安装必须符合国家法规，例如 NEC NFPA 70 或 IEC 60364 系列标准。

建议将以下标准作为安装和操作变频器的指引：

- EN IEC 61800-2:2015 可调速电力驱动系统 - 第 2 部分：一般要求 - 适用低压可调速交流电力驱动系统的规范。
- IEC 61800-3:2022 可调速电力驱动系统 - 第 3 部分：EMC 要求和特定测试方法。
- EN IEC 61800-5-1:2017 可调速电力驱动系统 - 第 5-1 部分：安全要求 - 电、热和能量。
- EN IEC 61800-9-2:2017 可调速电力驱动系统 - 第 9-2 部分：动力驱动系统、电机起动器、电力电子及其驱动应用的生态设计 - 动力驱动系统和电机起动器的能量效率指示器。

有关符合性声明，请访问 www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/。

3.3 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。欧盟和美国均制定了针对所谓的两用产品（同时适合军事和非军事用途的产品）的法规，目前包括能够在 600 Hz 及更高频率下运行的变频器。这些产品仍然可以销售，但需要采取一系列措施，例如许可证或最终用户声明。

美国还对能够在 300-600 Hz 下运行且限制特定国家销售的变频器制定了法规。美国法规适用于在美国制造、从美国出口或通过美国出口、美国技术含量超过 25%（在某些国家为 10%）的所有产品。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。如果要再出口变频器，则出口商负责确保符合相关出口管制法规。

有关详细信息，请与 丹佛斯 联系。

4 丹佛斯 iC7 系列

4.1 概述

丹佛斯 iC7 包括 3 种结合了硬件和软件的产品：

- iC7-Automation
- iC7-Hybrid
- iC7-Marine

该系列包括 3 种硬件型号：

- 变频器
- 变频器柜机
- 系统模块

变频器预装了应用软件，可满足预期应用的需求。可以购买替代应用软件包，某些应用软件仅适用于特定硬件型号。iC7-Automation 变频器可用的应用软件包称为 **Industry** 和 **Motion**。

有关变频器可用的应用软件的详细信息，请参阅 iC7 系列 Industry 应用指南 和 iC7 系列 Motion 应用指南。

4.2 电气传动系统的生态设计

4.2.1 概述

整个系统的能效很重要，并由国际标准 IEC 61800-9-2 涵盖。在某些地区，例如欧洲经济区，遵守最低效率标准是监管部门和法律要求的。

根据 IEC 61800-9-2 标准，变频器按能效等级分为 IE0 至 IE2。根据该标准，在 8 个负载点处测量功率损耗，并以额定视在输出功率的百分比表示，如 [图 1](#) 所示。

连同关于系统其他元件的信息，这些信息可用于计算系统级效率 (IES)。

导致损耗的元素在 [4.2.2 功率损耗和效率](#) 中介绍。

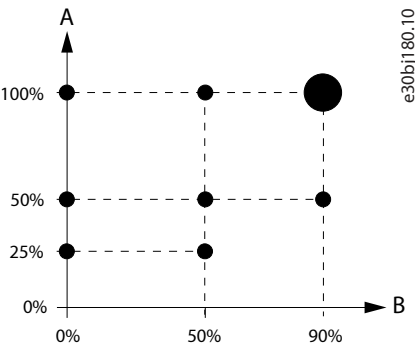


图 1: 遵循 IEC 61800-9-2 标准的操作点

A	产生电流的相对转矩	B	相对额定电机定子频率
---	-----------	---	------------

变频器上贴有效率等级，以及在 100% 额定转矩产生电流和 90% 电机额定定子频率下的功率损耗。

[MyDrive® ecoSmart™](#) 可用于：

- 按照 IEC 61800-9-2 中的定义查找部分负载数据。
- 计算变频器和动力驱动系统的效率等级和部分负载效率（由变频器、电机和输出滤波器组成的系统）。
- 创建记录部分负载损耗数据以及 IE 和 IES 效率等级的报告。

4.2.2 功率损耗和效率

图 2 中展示了导致系统出现功率损耗的元素。

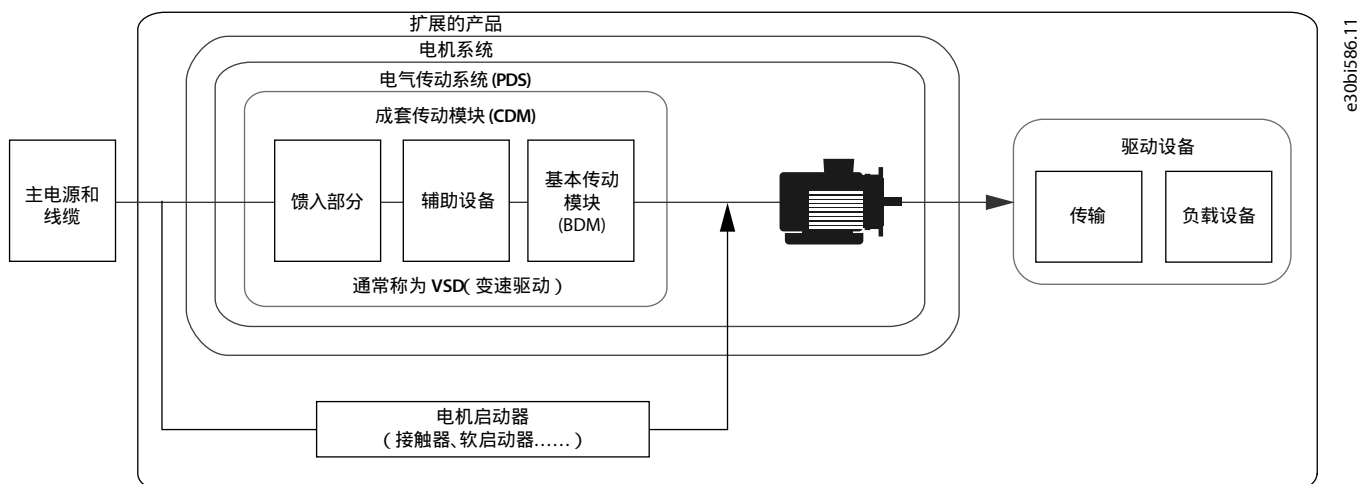


图 2: 传动系统设计

变频器自身仅提供系统总损耗的一部分。以下部件可能会导致系统损耗：

- 主电源电缆
- 外部输入滤波器（可选）。
- 变频器（包括内置滤波器）
- 外部输出滤波器（可选）
- 电机电缆
- 电机

主电源电缆中的损耗主要是由电缆电阻所致。为了将损耗保持在最低水平，电缆长度应尽可能短，且规格与额定电流相匹配。

外部添加的输入滤波器会增加系统损耗。用于平衡相负载的进线电抗器可提供高达满功率 1-2% 的负载相关损耗。专用谐波滤波器的损耗为最大功率的 2-5%。减少谐波失真可减少外部接线和变压器中的损耗，从而降低系统损耗。

变频器的损耗取决于负载，也称为基本传动模块 (BDM)。产品标签上示出了具体分类和功率损耗数据，详细信息可在 [MyDrive® ecoSmart™](#) 中看到。

有关变频器的具体信息，请参阅 [8.7 能效数据](#)。

外接输出滤波器会增加系统损耗：

- 正弦波滤波器可抑制输出频率的脉冲宽度调制 (PWM) 模式，从而产生正弦波输出。由此产生的损耗取决于负载，可达最大功率的 1-1.5%。在带有长电机电缆的系统中使用正弦波滤波器可减少电缆损耗。
- dU/dt 滤波器会增加 PWM 模式的上升时间，从而限制 dU/dt。因此，滤波器会在系统中产生损耗。损耗取决于负载，可达最大功率的 0.5-1%。
- 共模芯线可降低电机电缆中的高频噪声。因此，系统会增加较少的功率损耗。

电机电缆中的损耗主要由欧姆损耗造成，但由于变频器的开关频率，相线之间和对地的电容耦合也会造成损耗。通过仔细选择电机电缆并尽量缩短电缆长度，可以减少因耦合电容而导致的损耗。如果在变频器输出端使用了正弦波滤波器，电容性负载造成的损耗将降低。

电机损耗取决于所选择的电机类型和效率类别。IEC 60034-30-1 定义了从 IE1 到 IE4 的不同效率等级。

5 iC7 变频器

5.1 概述

iC7 变频器是模块化、可配置的变频器，可以通过功能扩展进行补充来满足应用需求。所有选件均可配置，可在订购变频器时进行选择。功能扩展、现场总线和附加软件也可以在以后现场升级时进行添加。

变频器由功率单元、控制单元和应用软件包组成。此外，还提供一系列选件和附件。可用的应用软件包和功能在 iC7-Automation 应用软件一章中介绍。

5.2 变频器型号和机架名称

iC7 变频器的机架名称指示产品的特性。例如，在本指南的插图和技术数据中使用了这些名称。

机架名称由 4 个或 5 个字符组成，例如 **FA04b**：

- 第一个字符是固定的，指示提供变频器功能的硬件。对于 iC7 系列变频器，第一个字符为 **F**。
- 第 2 个字符指示防护等级：
 - **A**: IP20/UL
 - **B**: IP54/UL Type 12 或 IP55/UL Type 12
 - **K**: IP21/UL Type 1
- 第 3 个和第 4 个字符为顺序号 02-12。该编号与产品的特定机架相关联，例如在电流额定值表中使用。
- 第 5 个字符为可选字符，仅适用于具有特定型号和不同尺寸的机架：
 - **a**: 标准深度和高度
 - **b**: 加深型
 - **c**: 加高型

每种机架类型的尺寸在外部和端子尺寸一章中列出。

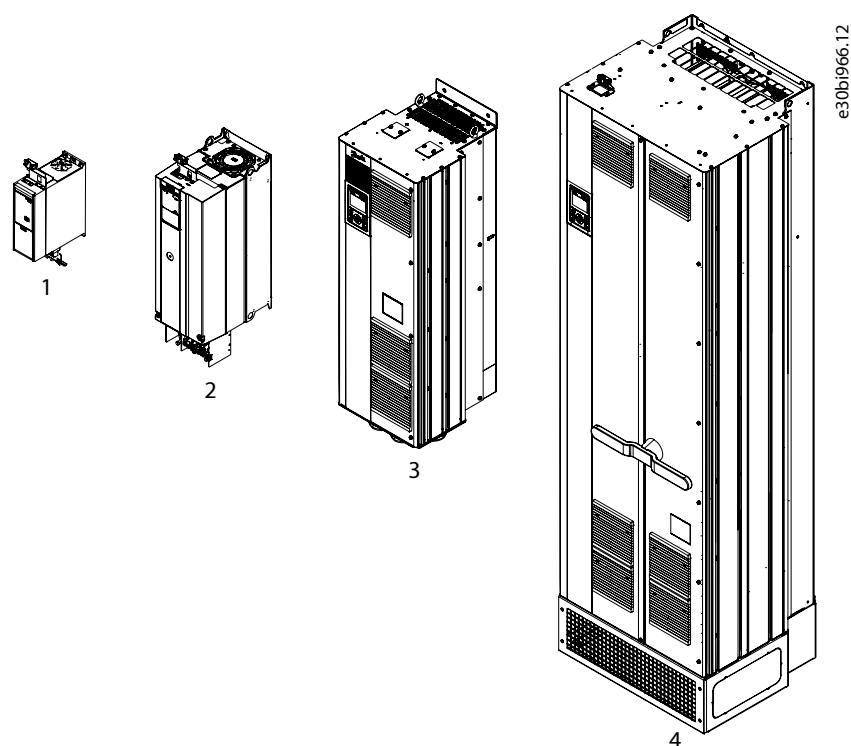
本指南中使用的机架名称示例：

- 机架名称 **FA04b** 表示 IP20/UL 开放式、04 加深型机架。
- 机架名称 **FK06** 表示 IP21/UL Type 1、06 机架。
- 如果插图、文本或表格中的名称适用于所有改型，则第 2 个字符将被替换为 **x**，例如 **Fx06**，表示 **FA06**、**FB06** 和 **FK06**。
- 如果名称适用于具有特定额定值的所有改型，则仅使用前 2 个字符来指示名称，例如，**FA** 表示所有机架，从 **FA02** 到 **FA12**，防护等级为 IP20/UL 开放式。

5.3 功率单元

变频器具有不同的防护等级，适合各种安装位置，例如，安装在机柜中、直接安装在机械设备上、安装在专用控制室中以及自由安装。

- IP20/UL 开放式机架适合安装在封闭机柜和类似装置中。
- IP21/UL Type 1 机架适用于室内安装。
- IP54/IP55/UL Type 12 机架适用于变频器暴露于灰尘和水的环境。



1	IP20/UL 开放式, FA02	2	IP20/UL 开放式, FA06
3	IP21/UL Type 1, FK09	4	IP54/IP55/UL Type 12, FB11

图 3: iC7-Automation 系列中的机架产品

机架改型由 4-5 个字符表示，其中，前 2 个字符指示防护等级，其余字符指示机架的物理尺寸。有关机架名称中字符的详细信息，请参阅 [5.2 变频器型号和机架名称](#)。

变频器适用于广泛的温度范围。标准工作温度范围为 -30 °C 至 +50 °C (-22 °F 至 +122 °F)。降容时，最高工作温度将提高到 60 °C (140 °F)。有关降容的详细信息，请参阅 [10.6.1 工作条件下的降容概述](#)。

这些变频器适合在海拔不超过 4400 米（14400 英尺）的位置使用。当海拔超过 1000 米（3280 英尺）时，应考虑降容。

IP20/UL 开放式机架（电源最高可达 43 A，400 V）配有可插拔电源连接器，便于安装和保养更换。电机输出受到保护，防止出现短路、接地故障和过载。此外，还提供热监视功能，以保护电机。输出端开关无限制，允许在变频器和电机之间使用接触器或隔离开关。变频器可以运行并联的电机。

额定电流为 206 A 及以上（Fx09-Fx12，400 V）的变频器使用背部风道冷却，其中，冷却空气从机柜或冷却室中排出，减少了对额外冷却的需求。热管技术应用于机架 Fx09-Fx12 中的散热片。

集成滤波器可优化 EMC 性能，减少电网谐波，并符合输出要求：

- 可以配置内置的 EMC 滤波器，以满足与 EMC 相关的安装要求。产品包括不带滤波器的变频器、用于工业网络的滤波器（C3 和 C2 兼容型）以及符合家用安装要求的滤波器（C1 兼容型）。安装时的最大电机电缆长度为 300 米（984 英尺）。有关电缆长度的详细信息，请参阅 [8.9 电缆长度](#)。
- 所有变频器均内置直流回路滤波器，可减少电网上的谐波失真。
- 外部 du/dt 滤波器、正弦波滤波器、谐波滤波器和共模 HF 滤波器作为可选附件提供。有关滤波器的更多信息，请参阅滤波器 and 制动选件 一章。

5.4 功率单元选件

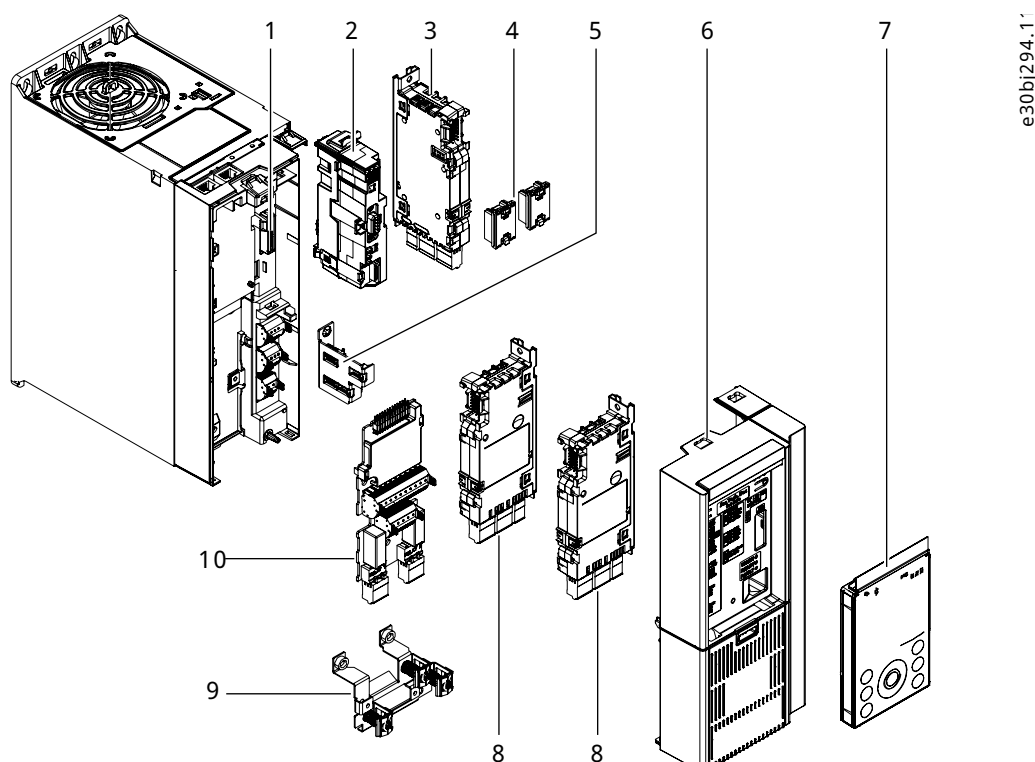
产品架构允许添加可配置的硬件选件，从而提高安装的稳健性：

- 制动斩波器通过在连接的制动电阻器中消耗多余能量来提高制动性能。对于机架最大电流为 43 A（FA02-FA05，400 V）的变频器，制动斩波器是标准配置。
- 使用直流端子，可将多个变频器的直流电容器组连接到一个共用连接器，从而可以在运行期间分享多余能量。有关详细信息，请参阅 iC7-Automation 变频器应用指南中的“使用直流连接器”。最大电流为 43 A（FA02-FA05，400 V）的机架标配有直流端子。
- 可选的主电源开关允许手动断开主电源，从而提高维护保养期间的安全性。主电源开关与机柜盖或门形成联锁，防止在有电情况下打开。如果在订购变频器时选择了主电源开关，则它将预装在变频器中。
- IP21 和 IP54/IP55 变频器提供可选的内置熔断器，可提供额外的变频器内部故障防护。
- 电源端子前面的可选触摸保护装置可提供额外保护，防止在机箱门打开时意外接触。如果在订购机架 FK09-FK12 和 FB09-FB12 时选择了触摸保护选件，则该选件在出厂时已预先安装在变频器中。触摸保护套件也可以作为附件订购，并在现场升级过程中进行安装。
- 变频器的设计符合室内安装和使用的典型条件。如果变频器暴露在更恶劣的环境中，可以选择涂层印刷电路板来提供更好的保护，防止受到环境影响。206 A（Fx09-Fx12，400 V）的变频器标配涂层印刷电路板。
- 散热片检修面板可用于 206 A 及以上（Fx09-Fx12，400 V）的变频器，方便清洁冷却通道中的散热翅片。

5.5 控制单元和接口

5.5.1 控制单元和接口

变频器具有集成控制单元，由集成功能安全的控制板、集成以太网端口、用于附加选件板的选件插槽和控制面板组成。有关控制单元的机械结构图，请参见图 4。



1	控制板	2	接口板
3	插槽 C 中的选件	4	选件连接器
5	EMC 板	6	端子盖
7	控制面板	8	插槽 A 和 B 中的选件
9	EMC 板	10	基本 I/O 板

图 4: 控制单元机械结构

iC7-Automation 附带有工业应用软件包。出厂时可以包含可选应用程序，或以后通过购买证明通证进行添加。

5.5.2 控制板和标准 I/O

控制板概念具有可扩展性，因此在使用中具有很高的灵活性，保护了变频器的设置和操作，并且由于具有可插拔端子，非常易于连接。

- 更高安全性：变频器中集成的基于加密芯片的安全功能可防止对变频器的设置和软件进行未经授权的更改。
- 存储卡读卡器：microSD 卡读卡器可实现软件升级、数据记录或将设置从一个变频器复制到另一个变频器。数据由变频器的安全功能保护。
- 可插拔控制端子：端子是可插拔的，允许跨接控制线缆。
- PELV（电气）隔离的控制端子：所有控制端子和输出继电器端子均与主电源进行电气隔离。该隔离符合保护性超低压 (PELV) 对隔离的要求。
- 集成的功能安全 (SIL 3)：控制板为安全转矩关断 (STO) 安全功能提供双通道、高达 PL e 和 SIL 3 的电气隔离输入以及用于诊断目的的 STO 反馈信号。
- 灵活的基本 I/O：可选的基本 I/O 板增加了 4 个数字输入、2 个组合式数字输入/输出、2 个模拟输入、1 个模拟输出和 2 个继电器输出，以扩展变频器的连通性。最多可在 4 个选件插槽中添加更多 I/O 选件。这些选件提供继电器、数字和模拟 I/O、编码器/旋变支持、温度测量和功能安全 I/O 等附加功能。
- 外部 24 V 直流电源：变频器可以将外部 24 V 直流电源连接到控制板，以便在主电源关闭时继续运行现场总线和控制程序。

5.5.3 通信接口

变频器具有内置通信端口：

- 以太网端口 X1 和 X2 允许连接现场总线系统，支持菊花链和单一连接。所选协议在出厂时已预先配置。Modbus TCP 是标配，其他协议（如 PROFINET RT 和 EtherNet/IP）在出厂时已预先安装，或者可以稍后通过购买证明通证来激活。此外，还支持安全现场总线协议。
- 以太网端口 X0 可用于连接 PC 或用于调试或检修的类似工具。

此外，可将 OPC UA 监控协议作为辅助总线添加到基于以太网的标准现场总线协议中。

5.5.4 控制面板

iC7 系列提供各种接口，包括通过无线通信显示简单状态读数，以及提供变频器参数和设置访问权限的高级用户界面。

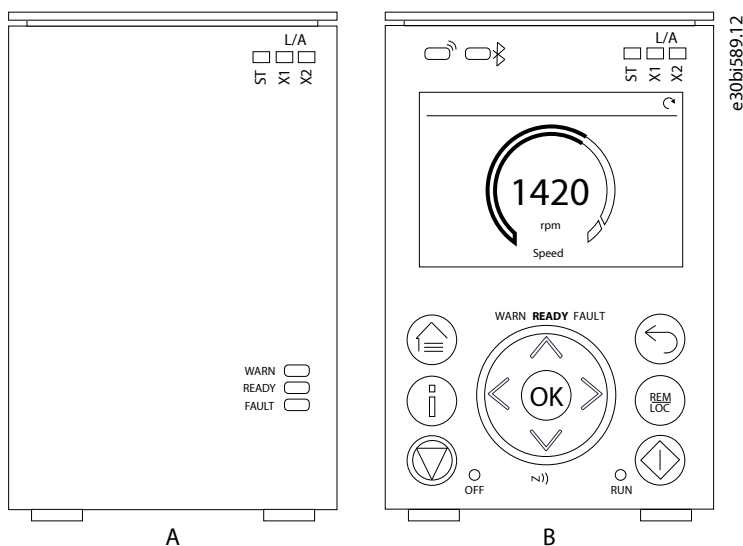


图 5: 控制面板选项

- 盲板 OPX00：**盲板上有指示灯，用于指示变频器和现场总线连接的状态。通常在安装和调试后需要与变频器进行有限交互时，或者当变频器由现场总线控制时使用。
- 控制面板 2.8 OPX20：**控制面板 2.8 通常用于预期与变频器进行定期交互的情况。控制面板 2.8 具有基本状态和现场总线指示灯、2.8 英寸图形显示屏和触觉反馈按键。导航键周围的光环指示变频器状态，从远处可见。

提供用于控制面板外部安装的安装套件。有关详细信息，请参阅 [7.5.4 控制面板安装套件和电缆](#)。

5.5.5 功能安全

变频器提供功能安全特性的可扩展设置。

变频器标配一个电气隔离的双通道安全转矩断开 (SIL 3, PL e) 输入。它还包含一个 STO 反馈输出，可用作状态信号或外部安全设备的诊断信号。此版本的功能安全无法在现场升级。

还可以选择具有 STO、SS1-t 和安全现场总线支持的功能安全选件。此选件包括一个可配置的双通道输入，支持 STO 和基于时间的安全停车 1 (SS1-t)。此外，还支持安全现场总线。

有关订购功能安全选件的详细信息，请参阅 [12.2.4 控制板功能 \(+Bxxx\)](#)。

5.6 过载能力

5.6.1 负载曲线概述

选择变频器时，了解应用的负载特性和负载周期对于确保最佳性能至关重要。

输出电流额定值根据应用的负载曲线进行选择。此外，例如，如果工作温度升高或变频器安装在海拔超过 1000 米（3300 英尺）的位置，则可能对输出电流降容。有关降容的详细信息，请参阅[10.6.1 工作条件下的降容概述](#)。

iC7 变频器具有 3 种额定输出电流类别：

- **低过载 (LO)**：110% 负载至少持续 1 分钟，每 10 分钟一次
- **高过载 (HO1)**：最高可达 160% 的负载持续 1 分钟，每 10 分钟一次，最大起步转矩为 200%
- **占空比增加的高过载 (HO2)**：最高可达 160% 的负载持续 1 分钟，每 5 分钟一次，启动过程中最大起步转矩为 200%

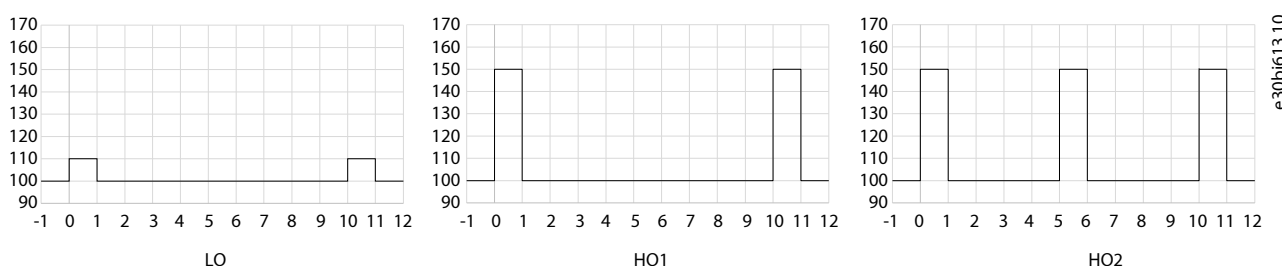


图 6: 低过载曲线、高过载曲线和占空比增加的高过载曲线

启动电机时，可施加 3 秒钟的短时起步转矩。额定值取决于设置和实际电流额定值。

有关额定电压和频率下变频器的额定值，请参阅[8.2.2 电源电压为 380-500 V 的变频器的额定值](#)。

MyDrive® Select 还可用于支持变频器选项，包括计算和优化。

5.6.2 低过载 (LO)

低过载曲线支持在不变化或缓慢变化的负载下运行的应用，其中需要有限的过载能力。它通常用于具有可变转矩负载的应用。

利用低过载曲线，变频器能够每 10 分钟以 110% 的负载运行至少 1 分钟。

使用低过载曲线的典型应用包括：

- 风机
- 离心泵
- 鼓风机和曝气器
- 螺杆式压缩机

5.6.3 高过载 (HO1)

高过载曲线通常适用于需要更高短期过载和恒转矩操作的应用。高过载曲线的典型应用是连续运动。

对于规格不超过 Fx08 的变频器，HO1 标称输出的额定值与低过载相同。对于 Fx09-Fx12，与低过载曲线相比，输出额定值将低 1 个电机规格。

使用高过载曲线时，变频器能够每 10 分钟以高达 160% 的负载运行 1 分钟，起步转矩可达 200%，具体取决于规格。有关特定于变频器的数据，请参阅[8.2.2 电源电压为 380-500 V 的变频器的额定值](#)。

使用高过载曲线的典型应用包括：

- 输送机
- 离心机
- 卧螺离心机
- 活塞式压缩机
- 活塞泵
- 搅拌设备

- 搅拌机
- 自动扶梯
- 挤出机（连续运行）

5.6.4 占空比增加的高过载 (HO2)

当应用采用间歇性或连续性周期工作制时，使用占空比增加的高过载曲线。产生的循环负载需要更多考虑变频器的使用，确保必要的性能和使用寿命。通常还需要增大短期启动转矩。

为了从更高的动态性能获益且不影响使用寿命，输出电流会比 HO1 额定值低 1 个电机规格。

使用占空比增加的高过载曲线时，变频器将能够每 5 分钟以高达 160% 的负载运行 1 分钟，且起步转矩高达 200%，具体取决于电流额定值。

使用占空比增加的高过载曲线的典型应用包括：

- 挤出机
- 持续加速的输送机
- 电梯和升降机
- 起重机
- 定位应用
- 计量泵

6 iC7-Automation 应用软件

6.1 概述

iC7 变频器提供精确的电机控制，并配备集成的功能安全、安全性和连接功能。

iC7-Automation 变频器可用的两个应用软件包是：

- 除非在订购变频器时选择了其他应用，否则，iC7-Automation 变频器标配有 Industry 应用。Industry 应用软件提供速度和转矩控制以及各种功能，支持各种要求苛刻的应用。
- Motion 应用软件提供与 Industry 应用软件相同的电机控制原理范围，并增加了定位和同步功能。Motion 应用软件可在订购变频器时选择，也可在后面进行现场升级。

有关功能及其配置的更多信息，请参阅 iC7 系列 Industry 应用指南 和 iC7 系列 Motion 应用指南。

6.2 基本功能

6.2.1 基本功能概述

iC7 系列 Industry 应用软件的基本功能包括参考值处理、I/O 控制和读数以及机械制动控制等。本节简要介绍使变频器能够控制任何应用的基本功能。

6.2.2 I/O 控制和读数

根据变频器的硬件配置，可使用数字和模拟输入以及数字、模拟和继电器输出。可配置 I/O 并通过它们从变频器控制应用。

如果变频器中安装了功能扩展选件，则相关参数和 I/O 选项将自动显示在参数结构中。

6.2.3 参考值处理

根据应用需求，可以定义来自多个来源的参考值。

参考值的来源包括：

- 模拟输入
- 数字输入可用作脉冲输入或数字电位计
- 来自现场总线的参考值
- 最多 8 个速度预设、4 个转矩预设或 8 个过程预设，每一个都可单独配置（可通过参数、现场总线或数字输入进行选择）
- 来自控制面板的本地参考值
- 本地参考值

可以针对每个工作模式（速度、转矩和过程）单独配置和缩放参考值信号。参考值信号可以相加、相减和相乘，从而生成变频器的参考值。最终参考值的标定范围为 -100% 到 100%。

6.2.4 加减速

该应用支持 4 个线性斜坡和 S 斜坡、一个可使用模拟值调节的可变斜坡以及防摇斜坡，可防止负载在水平移动期间摇摆。

线性加减速将保持恒定的加速度和减速度。S 形加减速提供非线性的加速度和减速度，在加速和减速过程的开始和结束之间平稳过渡。

6.2.5 快速停止

某些情况下，可能需要快速停止应用。为此，变频器支持从同步电机速度到 0 RPM 的特定减速斜坡时间。

6.2.6 限制旋转方向

电机可以预设为仅以一个旋转方向（正或负）运行，避免意外旋转方向。

6.2.7 使用点动模式点动

预定义的速度设置可在调试、维护或检修期间使用。设置包括减速模式（以减速运行）、点动模式（以预置速度运行）和超控模式（此模式覆盖任何参考值设置）。

6.2.8 速度旁路

在运行过程中可以旁路特定电机频率。此功能有助于最大限度降低或避免机器的机械共振，限制系统振动和噪音。

6.2.9 飞车启动

使用飞车启动功能，变频器可在控制电机之前与自由旋转的电机同步。以实际速度接管电机控制，将系统的机械应力降至最低。例如，该功能与风机和离心机应用相关。

6.2.10 主电源跌落

如果主电源跌落且变频器无法继续运行，则可以选择预定义的纠正措施。这些操作包括跳闸、惯性停车或执行受控斜坡减速。

6.2.11 借能运行

当系统中存在足够能量（如惯性或降低负载）时，借能运行使变频器能够在断电情况下保持控制。使用此功能，可对变频器执行受控停止。

6.2.12 共振衰减

可通过共振衰减消除高频电机共振噪音。可自动和手动选择频率衰减。

6.2.13 电机预热

在寒冷潮湿的环境中，必须预热电机以避免冷凝和冷启动。直流启动功能通过电机绕组产生直流电流，保持温度高于环境温度。

6.2.14 机械制动控制

在起重机、升降机和起重葫芦或下向输送机等应用中，当电机不由变频器控制或断电时，将使用机械制动来保持负载静止。

机械制动控制功能通过控制机械制动的激活和停用，来确保机械制动与电机保持负载之间平稳过渡。

6.2.15 负载降低

负载降低功能可确保多个电机（每个电机均由变频器控制并连接到公共机械轴）共享负载。该功能通常用于起重机、绞车或由 2 个或更多电机控制的大型输送机系统。

6.3 控制器

6.3.1 概述

速度和转矩控制包含在 Industry 和 Motion 应用软件中。除了常见的控制功能外，每个应用软件还具有额外的控制功能，以满足应用需求。

表 4: iC7-Automation 应用软件中的控制功能

功能	Industry	Motion
速度控制	x	x
转矩控制	x	x
过程控制	x	—
位置控制	—	x

6.3.2 速度控制器

内置速度 PI 控制器可精确控制电机转速。该控制器在开环和闭环配置中提供控制。

开环模式不需要外部传感器来测量反馈信号。这就简化了安装和调试，并消除了传感器出现故障的风险。

在闭环模式下，增加了速度传感器，可提供高度精确的控制。

可通过内置的自动调谐功能优化速度控制器的参数。

6.3.3 转矩控制器

内置转矩控制器可优化转矩控制。典型的使用案例是绞车或挤出机的张力控制。变频器提供开环控制（电流传感器提供反馈）和闭环控制（由外部速度传感器提供反馈）。

6.3.4 过程控制

过程控制器可以控制需要恒定压力、流量或温度等的系统中的过程。来自应用软件的反馈被连接到变频器，提供实际过程值。通过控制电机速度，控制器可确保输出与提供的参考值匹配。参考值来源和反馈信号将被转换并标定为控制的实际值。控制器提供完整的 PID 控制，包括 PID 参数配置，并通过内置的自动调谐功能进行优化。

6.3.5 位置控制器

内置的位置控制器可提供线性或旋转运动的准确位置控制。位置控制始终是基于 PID 控制器的闭环，但位置反馈可以是：

- 由物理设备（例如，编码器）测量的位置
- 电机控制估计的转子位置，称为“无传感器位置控制”

此位置控制器是集成运动控制功能（如定位和齿轮模式）的基础。

6.4 电机控制功能

6.4.1 电机类型

变频器支持各种标准电机，比如：

- 异步电机
- 永磁电机

6.4.2 转矩特性

支持不同的负载特性，以满足实际应用需求：

- **可变转矩：**风扇和离心泵的典型负载特性，其中，负载与速度的平方成正比。
- **恒转矩：**整个速度范围内需要转矩的机械中使用的负载特性。典型应用包括输送机、挤出机、卧螺离心机、压缩机和绞车。

6.4.3 电机控制原理

可选择不同的控制原理来控制电机，以满足应用需求：

- U/f 控制用于简单的开环操作。
- VVC+（电压矢量控制）在开环和闭环中均可满足通用应用需求。
- FVC+（磁通矢量控制）在开环和闭环中均适用于需要快速响应或高速度或转矩精度的高要求应用。

6.4.4 电机铭牌数据

变频器的典型电机数据在出厂时已预设。预设数据允许操作大多数电机。调试期间，在变频器设置中输入实际电机数据可优化电机控制。

6.4.5 自动电机整定 (AMA)

自动电机整定 (AMA) 优化电机参数，提高主轴性能。根据电机产品标签数据和静止状态下的电机测量值，将重新计算关键电机参数，并用于微调电机控制算法。

6.4.6 自动能量优化 (AEO)

自动能量优化 (AEO) 功能可优化控制，主要为了降低实际负载点的能耗。

6.4.7 负载制动

6.4.7.1 负载制动概述

对于变频器执行的受控负载制动，可以使用各种功能。可根据应用以及必须停止负载的时长来选择特定功能。

6.4.7.2 电阻器制动

在需要快速或持续制动的应用中，通常使用带有制动斩波器的变频器。在应用制动期间，电机产生的多余能量将通过连接的制动电阻器耗散。制动性能取决于具体的变频器额定值和所选的制动电阻器。

6.4.7.3 过压控制 (OVC)

如果制动时间不重要或负载是变化的，则可以使用过压控制 (OVC) 功能来控制应用停止。在定义的减速时间内无法制动时，变频器会延长减速时间。此功能不可应用于起重应用、高惯量系统或需要持续制动的应用。

6.4.7.4 直流制动

在低速制动时，可以使用直流制动功能来改善电机制动。软件为感应电机控制提供可配置的直流制动。它注入用户定义的直流电流。

6.4.7.5 交流制动

在电机非循环运行的应用中，可以使用交流制动来缩短制动时间。在制动期间，过多的能量会通过增加电机中的损耗来耗散。性能取决于电机类型，可在异步电机上提供最佳性能。

6.4.7.6 直流夹持

软件可以在进入正常电机控制之前为直流夹持配置直流启动功能。

6.4.7.7 负载共享

在某些应用中，使用两个或更多变频器同时控制应用。如果其中一个变频器用于制动电机，多余的能量将被馈送到驱动电机的变频器的直流回路，从而降低总能耗。例如，此功能在卧螺离心机和梳理机中非常有用，较小功率规格的变频器在发电机模式下运行。

6.5 保护功能

6.5.1 电机保护功能

变频器提供了各种功能来保护电机和应用。

测量输出电流可提供保护电机。可以检测过电流、短路、接地故障和电机缺相连接，并启动相关保护。

监测速度、电流和转矩极限，为电机和应用提供额外的保护。在极端负载条件下，还提供电机失速保护。

堵转保护可确保变频器不会在电机转子受阻时启动。

电机热保护功能是基于实际负载计算出的电机温度来提供，或通过连接到温度测量选件 OC7T0 的外部温度传感器来提供。支持的传感器类型为 Pt100、Pt1000、Ni1000、KTY84 和 KTY81。

6.5.2 电网保护

变频器可防止电网上出现会影响正常操作的情况。监测电网以发现相间不平衡和缺相情况。当不平衡状况超过指定限值时，变频器会发出可配置的响应，并且可以采取纠正措施。

此外，还会监控电源频率，当变频器超出可接受的限值时，它会按配置的方式做出反应。此外，变频器的软件还提供可选的欠压保护和对电网峰值的可配置响应。

6.5.3 变频器保护功能

变频器在运行期间受到监控和保护。

内置温度传感器可测量实际温度并提供相关信息来保护变频器。如果温度超过其标称温度条件，则对工作参数进行降容。如果温度超出允许的工作范围，变频器将停止运行。

在所有三相上持续监测电机电流。如果两相之间发生短路或出现接地故障，变频器将检测短路并立即关闭。如果在运行过程中，输出电流超过其标称值的时间超过允许的时间，将降低过载能力，直至状况恢复。

变频器会监测直流回路电压。如果超过临界水平，变频器将发出警告。如果情况未解决，变频器将停止运行。

6.5.4 外部滤波器或制动电阻器的保护

监控制动电阻器是否存在热过载（通过计算的热负载或外部传感器）、短路和连接断开情况。

变频器还可以监控外部连接的滤波器的温度。

6.5.5 自动降容

即使超过了额定工作条件，使用变频器的自动降容功能，也能够继续运行。影响运行的典型因素包括温度、高直流回路电压、高电机负载或接近 0 Hz 运行。降容一般指开关频率降低或开关模式改变，从而降低热损耗。

6.6 监控功能

6.6.1 监控功能

变频器提供各种监控功能，可提供有关实际工作条件的信息。下面是一些例子：

速度监测

在运行过程中可以监测电机速度。如果速度超过最小和最大限值，则会通知用户并采取相应措施。

温度监控

可以监控变频器和外接传感器的温度。通过这种方式，可以监控变频器和相关应用的运行条件。

电网监控

在运行期间，变频器能够监控电网状况。它测量每个电源相位的电网电压和电网频率，并计算电网电压不平衡和总谐波失真 (THDv)。

6.6.2 事件日志

通过事件日志，可以访问最新记录的警告和故障，为分析变频器发生的事件提供相关信息。

6.6.3 数据记录和存储

在运行期间，可以记录变频器和相关过程的运行数据。日志记录可以是连续的，也可以由特定事件触发。数据存储存储在变频器中的 microSD 卡中，或直接传输到 MyDrive Insight。此功能提供了收集数据的机会，以便对运行和运行期间发生的事件进行详细分析。

6.6.4 预防性维护

由于在运行期间会出现磨损，必须定期对应用中的元件进行检查和保养。例如，电机轴承、反馈传感器、密封件和滤波器会磨损，必须进行维修保养或更换。使用预防性维护功能，可以在变频器中设置保养间隔。需要维护时，变频器会发出警告。

可以在变频器中设置 10 个预防性维护事项。必须为每个事项指定以下信息：

- 激活维护的触发器类型（例如，运行小时数）
- 维护间隔（例如，1000 小时）

也可以通过现场总线单独设置参数。

6.7 功能安全

变频器标配带有双输入的安全转矩关断功能。附加的安全转矩关断反馈信号指示变频器的状态。

更多功能安全特性作为可选选项提供。该特性集涵盖了广泛的功能安全特性，可在无传感器和闭环设置中工作。此外，还支持安全现场总线作为选件。

6.8 安全功能

注意

请勿将变频器直接连接到互联网，因为端到端连接无法通过丹佛斯软件工具进行保护。建议由经过授权和培训的人员安装变频器，他们了解网络中的安全风险并能够减轻网络中的威胁。通常，任何有物理访问权限的人都可以访问和配置变频器。

变频器提供以下网络安全特性：

- 安全启动链
- 已签名和加密的固件和应用软件
- 安全软件更新
- 许可验证
- 用于所有通信接口的安全连接

6.9 运动应用软件功能

6.9.1 位置控制

Motion 应用软件支持电机、速度和位置控制的多种配置，有反馈或无反馈，可适应大多数应用。

6.9.2 定位模式

iC7 变频器提供 3 种基本定位类型：

- 绝对定位
- 相对定位
- 接触探针定位

定位类型之间的差异是用于定位目标的参考点。

6.9.3 齿轮模式

在齿轮模式下，变频器受位置控制。目标位置由考虑传动比的主站信号给出，从而使从站与主站的运动同步并形成电子轴。

6.9.4 归位

归位功能用于定义设备零点，从而在设备的物理位置和变频器记录的位置值之间创建关系。根据工作模式和反馈类型，在不同情况下需要归位。

6.9.5 接触探针

接触探针功能捕获数字输入信号边缘的实际位置，与工作模式无关。同时支持 2 个接触探针，即接触探针 1 和接触探针 2。

6.9.6 叠加运动

叠加运动是在速度模式或齿轮模式下定位在基础运动的上层，用于在运行时偏移位置。叠加运动由单独的曲线生成器控制，该生成器根据距离、速度和斜坡来计算基础运动上层的速度曲线。

6.10 软件工具

6.10.1 软件工具概述

提供了一套桌面软件工具，这些工具操作简便且能够对变频器进行最高级别的定制。

利用 API 和丹佛斯设备接口，可将这些工具集成到专有系统和业务流程中。MyDrive® 工具可在变频器的整个生命周期（从系统设计到保养）内提供支持。有些工具是免费的，有些工具需要订阅。

有关 MyDrive® 工具的更多信息，请参阅 MyDrive 文档。

6.10.2 MyDrive® Select

MyDrive® Select 根据计算的电机负载电流、环境温度和电流限制来确定变频器的规格。选型结果用图形和数字形式提供，包括计算效率、功率损耗和逆变器负载电流。所得文档以 .pdf 或 .xls 格式提供，可导入 MyDrive® Harmonics 以评估谐波失真，或检验是否符合大多数公认的谐波标准和建议。

MyDrive® Select 作为基于 Web 的工具，可从 select.mydrive.danfoss.com 获取，也可作为移动设备应用从应用商店下载。

6.10.3 MyDrive® Harmonics

MyDrive® Harmonics 估计在安装的系统中添加谐波抑制解决方案的益处，并计算系统谐波失真。无论是新安装的系统还是扩展现有系统，都可以进行评估。

免费版本可快速概述系统的预期整体性能。MyDrive® Harmonics 的专家版需要订阅，这将打开更多功能，包括保存和共享谐波项目、从 MyDrive® Select 导入项目以及添加丹佛斯谐波抑制产品的可能性。

MyDrive® 作为基于 Web 的工具在 <https://harmonics.mydrive.danfoss.com> 上提供。

6.10.4 MyDrive® ecoSmart™

MyDrive® ecoSmart™ 根据 IEC 61800-9 确定所用变频器的能效和系统能效等级。

MyDrive® ecoSmart™ 使用有关所选电机、负载点和变频器的信息来计算丹佛斯变频器的能效等级和部分负载效率，适用于独立式变频器 (CDM) 或带电机的变频器 (PDS)。

MyDrive® ecoSmart™ 作为基于 Web 的工具，可从 ecosmart.mydrive.danfoss.com 获取，也可以作为移动设备应用从应用商店下载。

6.10.5 MyDrive® Insight

MyDrive® Insight 是一款用于调试、设计和监控变频器的软件工具。MyDrive® Insight 可用于配置参数、升级软件、设置功能安全特性和基于工况的监控。microSD 卡可用作数据记录、备份和从备份恢复系统的存储设备。

MyDrive® Insight 中的逻辑功能允许通过图形用户界面定制和控制变频器，而无需单独的编程工具。它允许进行条件控制、故障检测和诊断，以及创建序列和联锁逻辑。可连接带有输入和输出的可编程功能块以控制变频器的数字或模拟输出。有关详细信息，请参阅 MyDrive® Insight 逻辑功能应用指南。

MyDrive® Insight 可从 <https://suite.mydrive.danfoss.com> 下载。

7 选件和附件

7.1 选件和附件概述

iC7 系列还包含各种选件和附件，包括：

- 功能扩展件
- 控制面板
- 通信选件
- 滤波器

单独订购时，选件交付时包括带有基本安装和安全说明的印刷指南。

7.2 通信选件

iC7 变频器的通信选件分为用于控制设备的现场总线协议，以及用于向 SCADA 或云端等提供数据的监控协议。

变频器标配 Modbus TCP 协议。可选择以下现场总线协议：

- PROFINET RT OS7PR
- EtherNet/IP OS7IP
- EtherCAT OS7EC

此外，可将 OPC UA 监控协议作为辅助总线添加到基于以太网的标准现场总线协议中。所有通信协议都可作为出厂备选方案，或通过购买证明通证进行现场升级。

有关通信选件的订购代码，请参阅 [12.2.4 控制板功能 \(+Bxxx\)](#)。

7.3 功能扩展选件

7.3.1 概述

可以为 iC7-Automation 变频器添加更多 I/O 功能，以满足特定应用需求。根据变频器机架的不同，最多可以添加 4 个功能扩展件。

表 5: iC7-Automation 变频器的功能扩展选件

选件	说明
通用 I/O OC7C0	通用 I/O 选件增加了 3 个数字输入、2 个数字输出、2 个模拟输入、1 个模拟输出，并支持温度测量选件（Pt1000、Ni1000 和 KTY81）。
继电器选件 OC7R0	继电器选件提供另外 3 个继电器：2 个常开/常闭和 1 个常开，额定电压和电流不超过 250 V AC/2 A。
编码器/旋变选件 OC7M0	编码器/旋变选件支持连接 1 或 2 个设备，用作速度/位置反馈或参考。支持下列设备类型： <ul style="list-style-type: none">• 增量编码器（TTL、HTL 和 SinCos）• 绝对值编码器（SSI、HIPERFACE®、HIPERFACE DSL®、EnDat、BiSS B/C）• 旋变 支持旋转编码器和线性编码器。此外，还可使用 TTL 编码器模拟输出来镜像一个编码器/旋变输入或其他位置信号。
温度测量选件 OC7T0	温度测量选件增加了 5 个带有补偿输入的温度传感器输入。支持的传感器为 Pt100、Pt1000、Ni1000 和 KTY81。
数字 230 V AC 输入 OC7D0	数字 230 V AC 输入选件增加了 5 个电气隔离的 42-240 V AC 数字输入。

7.3.2 选件插槽

这些选件位于选件插槽 A-E 中。有关选件插槽的详细物理位置的详细信息，请参见图 7。

由于与某些选件位置的连接是通过其他选件建立的，因此，在设计系统时必须遵循以下相关性：

- 插槽 B 中的选件需要插槽 A 中的选件。
- 插槽 D 中的选件需要插槽 C 中的选件。
- 插槽 E 中的选件需要插槽 C 和插槽 D 中的选件。

i 提示: 订购不带选件的机架 Fx02-Fx05 或仅在插槽 A 中使用的选件时，如果以后需要多个选件，请务必仔细考虑。添加更多选件会增加变频器的深度。为确保可升级性，请在订购变频器时选择代码 +CBX0。

表 6: 每个机架的功能扩展件数

机架	选件数	选件插槽
FA02a-FA05a	1	A
FA02b	2	A, B
FA03b-FA04b	3	A, B, C
FA05b	4	A, B, C, D
FA06-FA12	4	A, C, D, E
FB09-FB12		
FK06-FK12		

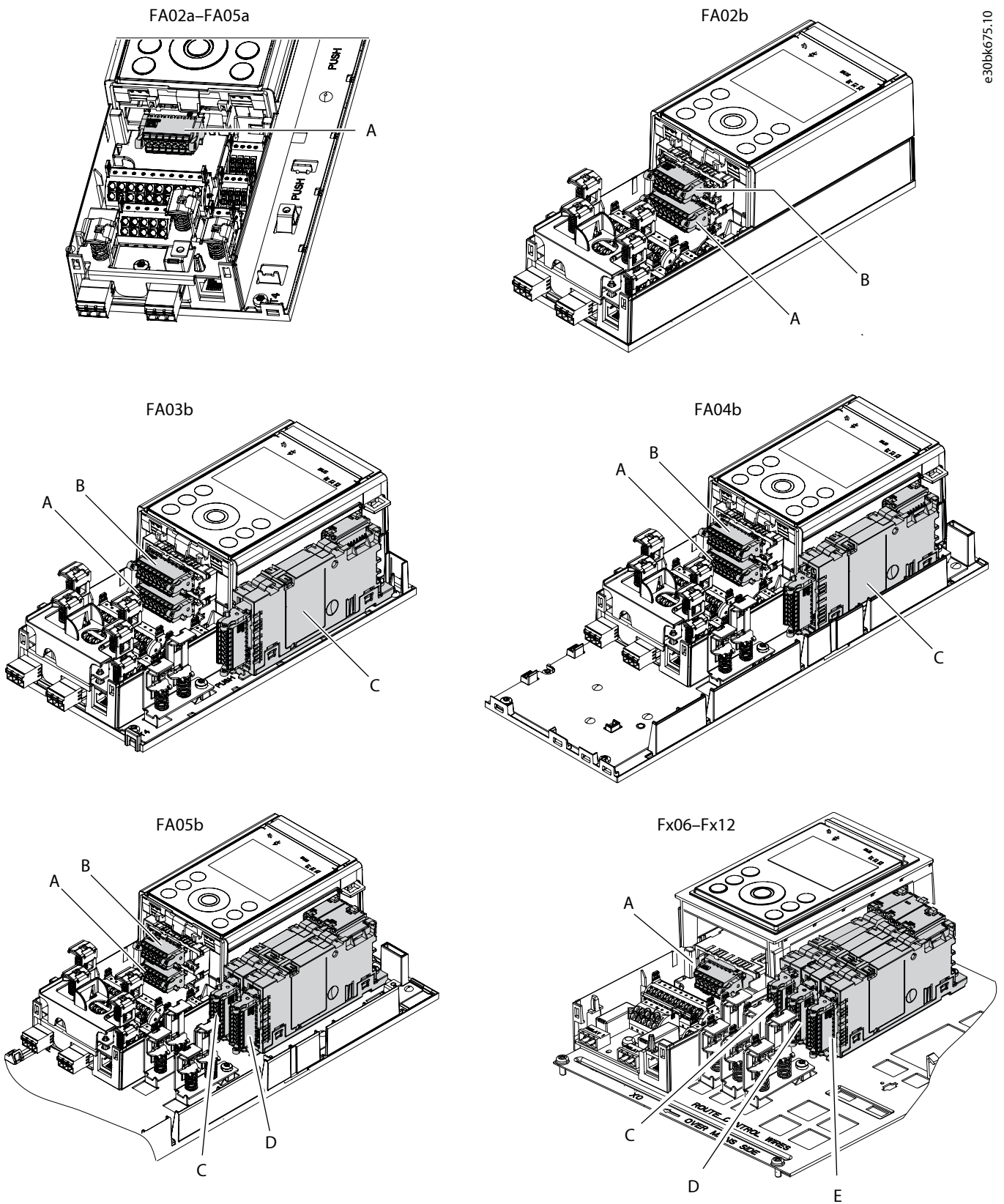


图 7: iC7-Automation 变频器中的选件插槽位置

7.4 滤波器和制动选件

7.4.1 正弦波滤波器

需要额外的电机保护或降低电机的声学开关噪音时，可在变频器的输出端安装正弦波滤波器。

滤波器为电机提供正弦输出。正弦波滤波器还可降低电机绝缘应力，当电机端子上的工作条件超过电机规格时，需要使用正弦波滤波器。正弦波条件序列还可以减少电机的声源性噪音。

可使用 IP21/UL Type 1 套件将 IP20/UL 开放式正弦波滤波器的防护等级升级到 IP21/UL Type 1。有关选择和订购正确的滤波器和附件的指导，请参阅 [12.3.2.1 选型指南](#)。

在输出端使用正弦波滤波器时，务必确保变频器的开关频率与滤波器特性相匹配。对于 iC7-Automation 变频器，可通过在参数组 **3.5 输出滤波器** 中配置以下参数来完成此操作：

- 在参数 **3.5.1 输出滤波器类型** 中，选择 **正弦波滤波器**。
- 在参数 **3.5.2 滤波器电容** 中，以 μF 为单位设置电容。
- 在参数 **3.5.3 滤波器电感** 中，以 mH 为单位设置电感。
- 在参数 **3.5.4 滤波器电感电阻** 中，以 ohm 为单位设置电阻。

iC7-Automation 变频器的默认设置与丹佛斯提供的滤波器相匹配。有关滤波器相关特性的更多信息，请参阅 [12.3.2.2 正弦波滤波器 OF7S1](#)。有关参数的更多信息，请参阅所用应用软件的应用指南。

变频器通过降低电流和开关频率来防止过载。如果滤波器共振频率高于丹佛斯滤波器，则预计变频器输出电流会降容，通常选择规格更高的变频器。滤波器的共振频率的计算公式为：
$$F_{\text{res}} = \frac{1}{2 \times \pi \times \sqrt{L \times C}}$$

最小开关频率应至少为共振频率的 3 倍或更高。

7.4.2 dU/dt 滤波器

当需要额外的电机保护来降低变频器电压换向导致的电机绝缘装置上的 dU/dt 电压应力时，将在变频器输出端安装 dU/dt 滤波器。

与正弦波滤波器相比，dU/dt 滤波器的切断频率更高，电感和电容值更低。使用 dU/dt 滤波器时，提供给电机的电压波形仍为脉冲形，但电流为正弦形。

7.4.3 共模滤波器

高频共模 (HF-CM) 滤波器用于降低共模电流，通常用于降低轴承电流或降低系统接地中循环的高频电流。HF-CM 滤波器可与其他抑制措施一起使用，如 dU/dt 和正弦波滤波器。

有关选择高频共模滤波器的详细信息，请参阅 [12.3.3.1 选型指南](#)。有关订购代码，请参阅 [12.3.3.2 高频共模磁芯滤波器](#)。

对于机架 FK09-FK12 和 FB09-FB12，提供专用的 HF-CM 磁芯套件。对于机架 FK09c/FB09c 和 FK10c/FB10c，磁芯可在出厂时预先安装在变频器中。有关套件的订购代码，请参阅 [12.4 订购选件和附件](#)。

7.4.4 谐波滤波器

谐波滤波器可降低主电源的谐波负载。专用滤波器可将总谐波失真 (THDi) 降低至 5% 或 10%。

高级谐波滤波器 OF7P2 是一种无源谐波滤波器，具有高效的 2 级调谐吸收电路。吸收电路经过专门调谐，可消除从 5 次谐波开始的谐波，并且专为电源频率而设计。

高级谐波滤波器具有紧凑的 IP20/UL 开放式机箱，可轻松集成到现有的面板空间或变频器旁边。滤波器适合安装在坚固表面上。如果将滤波器安装在底座上，或安装在机柜中的孔壁上，则需要背板。

还提供可选的 IP21/UL Type 1 套件，以增强保护。

有关选择和订购正确的滤波器和附件的指导，请参阅 [12.3.1.1 谐波滤波器选型指南](#)。

7.4.5 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来消耗再生制动所产生的过多能量。选择该电阻器时需要基于其欧姆值、功率消耗率以及其物理尺寸。丹佛斯提供专为丹佛斯变频器设计的多种电阻器。

7.4.6 使用变频器进行制动

7.4.6.1 变频器制动概述

对电机及其连接的负载进行制动时，能量会反馈到变频器。因此，直流回路电压将升高。变频器可通过 3 种可能的方法来消耗能量并将直流电压保持在工作范围内：

- 对电机施加交流制动：变频器利用电机（典型感应电机）中的损耗和过磁化，多余的能量会在电机中消耗。对电机施加交流制动通常适用于较小、效率较低的电机，并在制动时间不重要且不需要循环制动的情况下提高制动性能。
- 负载共享：在负载共享场景中，多余能量将与通过直流链路连接的其他变频器共享。可消耗的能量大小取决于系统总负载和使用多余能量的能力。
- 电阻器制动：多余能量通过变频器中的制动斩波器消耗到电阻器中。电阻器必须与应用和变频器相匹配，以提供所需的性能。

制动序列期间消耗能量的持续时间和功率取决于应用特性，例如惯量、负载降低和连续制动。

在变频器的允许负载特性内，可以进行循环制动（每 5 分钟或 10 分钟一次，最长持续 1 分钟）。如果制动时间较长（持续 1 分钟以上，每 5 分钟或 10 分钟一次），则制动功率不得超过变频器的标称功率。

有关制动能力限制的更多信息，请参阅 [8.2.6 制动额定值 \(380-500 V AC\)](#)。

有关电阻器制动的详细信息，请参阅 [7.4.6.2 电阻器制动](#)。

7.4.6.2 电阻器制动

多余的能量在连接到变频器的制动输出端的制动电阻器中消耗。

制动电阻器的规格必须与要从应用中去掉的能量大小、施加的制动功率和变频器的制动电压相匹配。为了正确确定制动电阻器的尺寸，需要以下信息：

- 最大制动功率 (P_{peak})
- 制动周期的持续时间 (t_{cycle})
- 实际制动周期 (t_{brake})

7.4.6.3 选择制动电阻器

根据实际变频器和所需的制动性能选择制动电阻器。选择与特定应用相匹配的电阻器时，请遵循这些说明。

- 计算制动电阻器的最大电阻值：
$$R_{\text{rec}} = \frac{U_{\text{DC}}^2 \times 100}{P_{\text{motor}} \times M_{\text{br}}(\%) \times \eta_{\text{FC}} \times \eta_{\text{motor}}}$$

必须以瓦特为单位输入 P_{motor} 。请参见 [表 7](#) 查看 U_{DC} 额定值。制动电压水平取决于电源电压和设备电压等级选择。设备电压等级在参数 **2.2.1.1 设备电压等级**（参数编号 2832）中设置。

表 7: 用于计算的 U_{DC} 额定值

电源电压	型号代码中的主电源电压	设备电压等级设置	U_{DC} 值 (V)
380-500 V	05	低	705
		中	770
		高	780

$M_{br(\%)}$ 是制动期间的转矩。当制动超过标称转矩（100% 转矩）时，必须遵循对变频器应用的负载曲线（LO、HO1 或 HO2）。

η_{FC} 是变频器的效率， η_{motor} 是电机的效率。

➤ 对于额定电压为 380-500 V 的变频器（型号代码 05），使用 $M_{br\%} = 150\%$ 、 $\eta_{FC} = 0.98$ 、 $\eta_{motor} = 0.96$ ，可以简化计算：

- 对于额定电压为 380-500 V 的变频器，当制动电压设置为“中”或“高”时：

$$R_{rec} = \frac{420000}{P_{motor}}$$

- 对于额定电压为 380-500 V 的变频器时，当制动电压设置为“低”时：

$$R_{rec} = \frac{352000}{P_{motor}}$$

- 检查制动电阻器的电阻是否在变频器的可接受范围内。确保变频器与制动功率匹配。如果选择了电阻值过高的电阻器，变频器将无法以所需的性能水平制动。

为特定应用选择制动电阻器时，请遵循以下额外步骤：

- 计算电阻器中消耗的最大功率：

$$P_{res} > \frac{U_{DC}^2}{R_{rec}}$$

- 根据基于 P_{peak} 、 t_{brake} 和 t_{cycle} 值的制动负载曲线，选择与最大功率相匹配的电阻器，并且可以在给定的安装条件下消耗分散到电阻器的能量（连续额定功率）。

➤ 根据计算结果选择正确的制动电阻器，以满足系统和应用的要求。

?????: 有关设置制动电阻器操作参数（如电阻、功率值和热监控）的信息，请参阅应用指南。

7.4.6.4 制动性能注意事项

变频器必须能够以所需的额定功率制动。有关制动电阻器的最小和最大电阻的信息，请参见表 8。

如果对机架为 Fx02-Fx08 的变频器连续制动，则不得超过变频器的标称功率。

表 8: 额定电压为 380-500 V 的变频器的制动电阻器额定值

产品代码 ⁽¹⁾	R_{min} [Ω]	R_{max} [Ω]
05-01A3	418	4650
05-01A8	418	4650
05-02A4	408	4650
05-03A0	201	2240
05-04A0	198	2240

表 8: 额定电压为 380-500 V 的变频器的制动电阻器额定值 - (继续)

产品代码 ⁽¹⁾	R _{min} [Ω]	R _{max} [Ω]
05-05A6	98	1090
05-07A2	98	1090
05-09A2	52	580
05-12A5	52	580
05-16A0	37	420
05-24A0	25	280
05-31A0	18	200
05-38A0	12.6	140
05-43A0	12.6	140
05-61A0	8	89
05-73A0	8	89
05-90A0	5.3	59
05-106A	5.3	59
05-147A	3.2	36
05-170A	3.2	36
05-206A	3.6	36
05-245A	2.9	29
05-302A	2.4	24
05-395A	2	20
05-480A	1.6	16
05-588A	1.4	14
05-658A	1.5	15
05-736A	0.8	8
05-799A	0.9	9
05-893A	2.0	20
05-1000	0.85	8.5
05-1120	0.9	9
05-1260	0.8	8

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

机架 FA02-FA05 标配内置制动斩波器。对于其他机架，制动斩波器是型号代码中指定的可选选项，例如 +ACBC。

7.4.6.5 制动电阻器安装注意事项

- 使用屏蔽电缆连接制动电阻器，并保持电缆长度尽可能短，以最大限度地减少电磁辐射。连接到制动电阻器的电缆的最大长度为 10 米（33 英尺）。
- 将制动电阻器放置在可以冷却电阻器的位置。为避免火灾风险，请注意环境条件和安装位置，因为制动电阻器在运行期间会变热。避免使用易燃材料关闭制动电阻器。
- 为了确保在过载情况下对制动电阻器提供热保护，变频器可以监控带有内置热敏开关的制动电阻器。有关详细信息，请参考应用指南。

- 安装制动电阻器时，请遵守当地法规和相应电阻器的指导原则。

7.5 套件和附件

7.5.1 套件和附件概述

为支持 iC7-Automation 变频器的安装、灵活布局、可升级性和连续运行，还提供了多种套件、附件和检修部件。

7.5.2 背部风道冷却套件

背部风道冷却适用于机架 Fx09-Fx12，用于替代电气安装柜或电气室内的传统散热方式，其中，热量由额外的风扇或冷却装置去除。

在背部风道冷却装置中，独特的背部风道冷却导管将冷却空气输送到散热片，最大限度减少流经电子元件区域的空气。背部风道冷却导管和 iC7-Automation 变频器的电子元件区域之间的密封达到防护等级 IP54/UL Type 12。背部风道冷却可将 90% 的热损耗直接排出到机箱外部，可以显著减小面板或开关室中的冷却系统尺寸。这种设计可显著降低机箱内部温度和电子组件的污染，提高可靠性并延长组件使用寿命。

可根据需求使用不同的背部风道冷却套件来改变冷却空气流向。有关详细信息，请参阅 [10.8.8.3 背部风道冷却](#)。有关订购冷却套件的信息，请参阅 [12.4 订购选件和附件](#)。

7.5.3 底座套件

FK09-FK12 落地式安装变频器可使用两种底座套件：

- 200 mm (7.9 in)
- 400 mm (15.8 in)

要正确操作变频器，需要一个底座和一个电缆入口板。底座配有前格栅，可提供适合的气流来冷却变频器。

机架 FK10c/FB10c、FK11/FB11 和 FK12/FB12 标配有 200 mm (7.9 in) 底座，因为这些变频器始终采用落地式安装。

[12.4 订购选件和附件](#) 中列出了可用的底座套件。有关安装的详细信息，请参阅套件的安装指南。

7.5.4 控制面板安装套件和电缆

控制面板也可以安装在变频器之外，例如，墙壁或面板上，以便远程控制和监控变频器。安装套件的防护等级为 IP55/UL Type 21。

控制面板需要专用电缆。支持的控制面板电缆的最大长度为 10 米（33 英尺）。

安装套件有两种类型：

- 嵌入式安装套件
- 表贴式安装套件

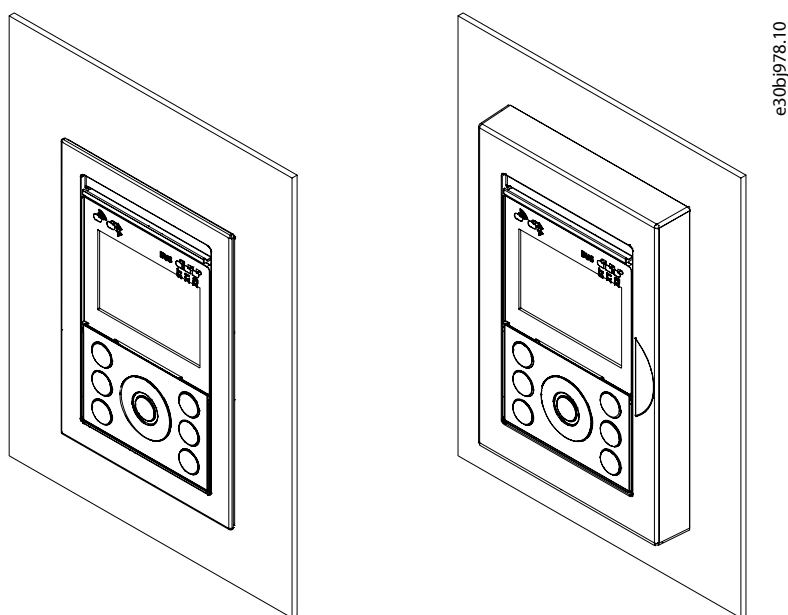


图 8: 控制面板安装在嵌入式安装套件（左）和表贴式安装套件（右）中

[12.4 订购选件和附件](#) 中列出了可用的安装套件和电缆选项。有关固定安装套件的详细信息，请参阅 iC7 系列控制面板安装套件安装指南。

7.5.5 线缆安装套件

还可使用其他线缆安装套件，方便接线并提供额外的接地点。

多线套件可将 3 根导线连接到机架 Fx09-Fx10 中的单个端子。该套件包括用于将多根线缆连接至 3 个主电源端子和 3 个电机端子的部件。接地排套件为 FK09-FK12/FB09-FB12 机架提供了额外的接地点。

有关订购多线和接地排套件的详细信息，请参阅 [12.4 订购选件和附件](#)。

8 规格

8.1 概述

本章介绍为特定应用选择变频器所需的一般技术数据。

8.2 额定值

8.2.1 概述

额定值表提供了变频器在三种额定过载情况下的最大额定值。选择正确的变频器时，请注意电源电压范围。额定过载为：

- 低过载 (LO)：过载能力为 110%，持续 1 分钟，每 10 分钟一次。通常用于需要有限电流或无过载电流的场合。
- 高过载 (HO1)：过载能力可达 160%，持续 1 分钟，每 10 分钟一次。此模式支持在较短时间内增加电流，例如，加快较重负载下的运行速度和循环时间较长的循环操作。
- 占空比增加的高过载 (HO2)：过载能力可达 160%，持续 1 分钟，每 5 分钟一次。此模式支持循环操作增加的操作。

有关过载模式的详细信息，请参阅[5.6.1 负载曲线概述](#)。

在 4 极 IEC2 级感应电机的规定电压水平下，典型的电机功率额定值以 kW 和 HP 指定。

如果非标称条件下运行，则需要降容。有关降容的详细信息，请参阅 [10.6.1 工作条件下的降容概述](#)。

额定值表通过产品代码（由型号代码位置 11-17 中定义的主电源电压代码和电流额定值代码组成，例如 "05-12A5"）来表示变频器。有关型号代码的详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

输入电流额定值 (I_{L-in} 、 I_{HO1-in} 和 I_{HO2-in}) 是 RMS 值。基本输入电流额定值通常低 10%。

表 9: 额定值表中使用的缩写

缩写	长名称	说明
$I_{[X]-in}^{(1)}$	输入电流	所选过载能力下的额定连续输入电流
$I_{[X]}^{(1)}$	额定输出电流	所选过载能力的额定连续输出电流
$I_{[X]-OL}^{(1)}$	过载电流	所选过载能力可用的过载电流（1 分钟）
P_{typ}	典型功率	典型电机功率

1) 在额定值表中，[X] 被替换为相关过载类型的缩写：

L: 低过载

HO1: 高过载

HO2: 高过载 - 占空比增加

8.2.2 电源电压为 380-500 V 的变频器的额定值

电压范围为 380-500 V AC 的变频器在 3 个不同额定电压下的额定值所用单位：

- 400 V 时为 kW
- 460 V 时为 HP
- 500 V 时为 kW

注意

- 选择变频器时，请同时注意电源电压和额定过载。
- 电压范围在参数 [2.2.1.1 设备电压等级](#) 中选择，应根据电源电压选择。

表 10: 工作电压范围

电源电压	型号代码中的主电源电压	设备电压等级设置	电压范围
380-500 V	05	低	380-440 V
		中	441-480 V
		高	481-500 V

8.2.3 电流和功率额定值 (380-440 V AC)

表 11: 电流和功率额定值 (380-440 V AC) - 电压等级: 低 (400 V 下以 kW 为单位表示 P_{typ})

产品代码 ⁽¹⁾	低过载				高过载				占空比增加的高过载				机架
	I_{L-in} [A]	I_L [A]	I_{L-OL} [A]	P_{typ} [kW]	I_{HO1-in} [A]	I_{HO1} [A]	I_{HO1-OL} [A]	P_{typ} [kW]	I_{HO2-in} [A]	I_{HO2} [A]	I_{HO2-OL} [A]	P_{typ} [kW]	
05-01A3	1.1	1.3	1.4	0.37	1.1	1.3	2.1	0.37	0.8	0.9	1.4	0.25	Fx02
05-01A8	1.5	1.8	2.0	0.55	1.5	1.8	2.9	0.55	1.0	1.3	2.1	0.37	Fx02
05-02A4	2.0	2.4	2.6	0.75	2.0	2.4	3.8	0.75	1.5	1.8	2.9	0.55	Fx02
05-03A0	2.6	3.0	3.3	1.1	2.6	3.0	4.8	1.1	2.0	2.4	3.8	0.75	Fx02
05-04A0	3.5	4.0	4.4	1.5	3.5	4.0	6.4	1.5	2.6	3.4	5.4	1.1	Fx02
05-05A6	5.0	5.6	6.2	2.2	5.0	5.6	9.0	2.2	3.5	4.3	6.9	1.5	Fx02
05-07A2	6.5	7.2	7.9	3.0	6.5	7.2	11.5	3.0	5.0	5.6	9.0	2.2	Fx02
05-09A2	8.5	9.2	10.1	4.0	8.5	9.2	14.7	4.0	6.5	8.0	12.8	3.0	Fx02
05-12A5	11.2	12.5	13.8	5.5	11.2	12.5	20.0	5.5	8.5	10.0	16.0	4.0	Fx02
05-16A0	15.3	16.0	17.6	7.5	15.3	16.0	25.6	7.5	11.2	13.0	20.8	5.5	Fx03
05-24A0	22	24	26	11	22	24	38	11	15.0	17.0	27	7.5	Fx04
05-31A0	30	31	34	15	30	31	50	15	22	25	40	11	Fx04
05-38A0	36	38	42	18.5	36	38	57	18.5	30	32	51.2	15	Fx05
05-43A0	43	43	47	22	43	43	65	22	36	38	60.8	18.5	Fx05
05-61A0	57	61	67	30	57	61	92	30	43	46	69	22	Fx06
05-73A0	70	73	80	37	70	73	110	37	57	61	92	30	Fx06
05-90A0	85	90	99	45	85	90	135	45	70	73	110	37	Fx07
05-106A	103	106	117	55	103	106	159	55	85	90	135	45	Fx07
05-147A	139	147	162	75	139	147	221	75	103	106	159	55	Fx08
05-170A	167	170	187	90	167	170	255	90	139	147	221	75	Fx08
05-206A	198	206	227	110	164	170	255	90	142	147	221	75	Fx09
05-245A	236	245	270	132	198	206	309	110	164	170	255	90	Fx09
05-302A	291	302	332	160	236	245	368	132	198	206	309	110	Fx09
05-385A	371	385	424	200	291	302	453	160	236	245	368	132	Fx09
05-395A	380	395	435	200	291	302	453	160	236	245	368	132	Fx10
05-480A	462	480	528	250	371	385	578	200	291	302	453	160	Fx10
05-588A	566	588	647	315	462	480	720	250	371	385	578	200	Fx10

表 11: 电流和功率额定值 (380-440 V AC) - 电压等级: 低 (400 V 下以 kW 为单位表示 P_{typ}) - (继续)

产品代码 ⁽¹⁾	低过载				高过载				占空比增加的高过载				机架
	I _{L-in} [A]	I _L [A]	I _{L-OL} [A]	P _{typ} [kW]	I _{H01-in} [A]	I _{H01} [A]	I _{H01-OL} [A]	P _{typ} [kW]	I _{H02-in} [A]	I _{H02} [A]	I _{H02-OL} [A]	P _{typ} [kW]	
05-658A	633	658	724	355	566	588	882	315	462	480	720	250	Fx11
05-736A	709	736	810	400	633	658	987	355	566	588	882	315	Fx11
05-799A	769	799	879	450	669	695	1043	400	633	658	987	355	Fx11
05-893A	860	893	982	500	769	799	1199	450	709	736	1104	400	Fx12
05-1000	963	1000	1100	560	847	880	1320	500	769	799	1199	450	Fx12
05-1120	1078	1120	1232	630	963	1000	1500	560	860	893	1340	500	Fx12
05-1260	1200	1260	1386	710	1059	1100	1650	630	963	1000	1500	560	Fx12

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

8.2.4 电流和额定功率 441-480 V AC

表 12: 电流和功率额定值 (441-480 V AC) - 电压等级: 中 (460 V 下以 HP 为单位表示 P_{typ})

产品代码 ⁽¹⁾	低过载				高过载				占空比增加的高过载				机架
	I _{L-in} [A]	I _L [A]	I _{L-OL} [A]	P _{typ} [HP]	I _{H01-in} [A]	I _{H01} [A]	I _{H01-OL} [A]	P _{typ} [HP]	I _{H02-in} [A]	I _{H02} [A]	I _{H02-OL} [A]	P _{typ} [HP]	
05-01A3	0.9	1.2	1.3	0.5	0.9	1.2	1.9	0.5	0.7	0.8	1.3	0.33	Fx02
05-01A8	1.3	1.6	1.8	0.75	1.3	1.6	2.6	0.75	0.9	1.1	1.8	0.5	Fx02
05-02A4	1.8	2.1	2.3	1	1.8	2.1	3.4	1	1.3	1.6	2.6	0.75	Fx02
05-03A0	2.3	2.7	3.0	1.5	2.3	2.7	4.3	1.5	1.8	2.1	3.4	1	Fx02
05-04A0	3.1	3.4	3.7	2	3.1	3.4	5.4	2	2.3	3.0	4.8	1.5	Fx02
05-05A6	4.3	4.8	5.3	3	4.3	4.8	7.7	3	3.1	3.4	5.4	2	Fx02
05-07A2	5.7	6.3	6.9	4	5.7	6.3	10.1	4	4.3	4.8	7.7	3	Fx02
05-09A2	7.4	8.2	9.0	5	7.4	8.2	13.1	5	5.7	6.3	10.1	4	Fx02
05-12A5	9.8	11.0	12.1	7.5	9.8	11.0	17.6	7.5	7.4	7.6	12.2	5	Fx02
05-16A0	13.4	14.5	16.0	10	13.4	14.5	23.2	10	9.8	11.0	17.6	7.5	Fx03
05-24A0	20	21	23	15	20	21	34	15	13.0	14.5	23	10	Fx04
05-31A0	26	27	30	20	26	27	43	20	20	21	34	15	Fx04
05-38A0	31	34	37	25	31	34	51	25	26	27	41	20	Fx05
05-43A0	37	40	44	30	37	40	60	30	31	34	51	25	Fx05
05-61A0	50	55	61	40	50	55	83	40	37	40	60	30	Fx06
05-73A0	61	66	73	50	61	66	99	50	50	55	83	40	Fx06
05-90A0	74	81	89	60	74	81	122	60	61	66	99	50	Fx07
05-106A	90	96	106	75	90	96	144	75	74	81	122	60	Fx07
05-147A	122	133	146	100	122	133	200	100	90	96	144	75	Fx08
05-170A	145	156	172	125	145	156	234	125	122	133	200	100	Fx08

表 12: 电流和功率额定值 (441-480 V AC) - 电压等级: 中 (460 V 下以 HP 为单位表示 P_{typ}) - (继续)

产品代码 ⁽¹⁾	低过载				高过载				占空比增加的高过载				机架
	I_{L-in} [A]	I_L [A]	I_{L-OL} [A]	P_{typ} [HP]	I_{HO1-in} [A]	I_{HO1} [A]	I_{HO1-OL} [A]	P_{typ} [HP]	I_{HO2-in} [A]	I_{HO2} [A]	I_{HO2-OL} [A]	P_{typ} [HP]	
05-206A	189	196	216	150	160	166	249	125	150	156	234	125	Fx09
05-245A	231	240	264	200	189	196	294	150	160	166	249	125	Fx09
05-302A	291	302	332	250	231	240	360	200	189	196	294	150	Fx09
05-385A	350	364	400	300	291	302	453	250	231	240	360	200	Fx09
05-395A	350	364	400	300	291	302	453	250	231	240	360	200	Fx10
05-480A	439	456	502	350	350	364	546	300	291	302	453	250	Fx10
05-588A	501	520	572	450	439	456	684	350	350	364	546	300	Fx10
05-658A	568	590	649	500	501	520	780	450	439	456	684	350	Fx11
05-736A	633	658	724	550	568	590	885	500	501	520	780	450	Fx11
05-799A	703	730	803	600	629	653	980	550	568	590	885	500	Fx11
05-893A	755	784	862	650	674	700	1050	550	629	653	980	550	Fx12
05-1000	863	896	986	750	755	784	1176	650	674	700	1050	550	Fx12
05-1120	990	1028	1131	850	863	896	1344	750	755	784	1176	650	Fx12
05-1260	1107	1150	1265	950	990	1028	1542	850	863	896	1344	750	Fx12

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息, 请参阅 [12.2.1 概述](#)。

8.2.5 电流和功率额定值 (481-500 V AC)

表 13: 电流和功率额定值 (481-500 V AC) - 电压等级: 高 (500 V 下以 kW 为单位表示 P_{typ})

产品代码 ⁽¹⁾	低过载				高过载				占空比增加的高过载				机架
	I_{L-in} [A]	I_L [A]	I_{L-OL} [A]	P_{typ} [kW]	I_{HO1-in} [A]	I_{HO1} [A]	I_{HO1-OL} [A]	P_{typ} [kW]	I_{HO2-in} [A]	I_{HO2} [A]	I_{HO2-OL} [A]	P_{typ} [kW]	
05-01A3	0.9	1.2	1.3	0.37	0.9	1.2	1.9	0.37	0.5	0.8	1.3	0.25	Fx02
05-01A8	1.2	1.6	1.8	0.55	1.2	1.6	2.6	0.55	0.8	1.1	1.8	0.37	Fx02
05-02A4	1.6	2.1	2.3	0.75	1.6	2.1	3.4	0.75	1.2	1.6	2.6	0.55	Fx02
05-03A0	2.1	2.7	3.0	1.1	2.1	2.7	4.3	1.1	1.4	2.1	3.4	0.75	Fx02
05-04A0	2.8	3.4	3.7	1.5	2.8	3.4	5.4	1.5	2.1	3.0	4.8	1.1	Fx02
05-05A6	4.0	4.8	5.3	2.2	4.0	4.8	7.7	2.2	2.8	3.4	5.4	1.5	Fx02
05-07A2	5.2	6.3	6.9	3.0	5.2	6.3	10.1	3.0	4.0	4.8	7.7	2.2	Fx02
05-09A2	6.8	8.2	9.0	4.0	6.8	8.2	13.1	4.0	5.2	6.3	10.1	3.0	Fx02
05-12A5	9.0	11.0	12.1	5.5	9.0	11.0	17.6	5.5	6.8	7.6	12.2	4.0	Fx02
05-16A0	12.3	14.5	16.0	7.5	12.3	14.5	23.2	7.5	9.0	11.0	17.6	5.5	Fx03
05-24A0	18.0	21	23	11	18.0	21	34	11	12.0	14.5	23	7.5	Fx04
05-31A0	24	27	30	15	24	27	43	15	18.0	21	34	11	Fx04
05-38A0	29	34	37	18.5	29	34	51	18.5	24	27	41	15	Fx05
05-43A0	34	40	44	22	34	40	60	22	29	34	51	18.5	Fx05

表 13: 电流和功率额定值 (481-500 V AC) - 电压等级: 高 (500 V 下以 kW 为单位表示 P_{typ}) - (继续)

产品代 码 ⁽¹⁾	低过载				高过载				占空比增加的高过载				机架
	I _{L-in} [A]	I _L [A]	I _{L-OL} [A]	P _{typ} [kW]	I _{HO1-in} [A]	I _{HO1} [A]	I _{HO1-OL} [A]	P _{typ} [kW]	I _{HO2-in} [A]	I _{HO2} [A]	I _{HO2-OL} [A]	P _{typ} [kW]	
05-61A0	46	55	61	30	46	55	83	30	34	40	60	22	Fx06
05-73A0	56	66	73	37	46	66	99	37	46	55	83	30	Fx06
05-90A0	68	81	89	45	68	81	122	45	56	66	99	37	Fx07
05-106A	82	96	106	55	82	96	144	55	68	81	122	45	Fx07
05-147A	111	133	146	75	111	133	200	75	90	96	144	55	Fx08
05-170A	133	156	172	90	133	156	234	90	82	133	200	75	Fx08
05-206A	189	196	216	132	160	166	249	110	150	156	234	90	Fx09
05-245A	231	240	264	160	189	196	294	132	160	166	249	110	Fx09
05-302A	291	302	332	200	231	240	360	160	189	196	294	132	Fx09
05-385A	350	364	400	250	291	302	453	200	231	240	360	160	Fx09
05-395A	350	364	400	250	291	302	453	200	231	240	360	160	Fx10
05-480A	439	456	502	315	350	364	546	250	291	302	453	200	Fx10
05-588A	501	520	572	355	439	456	684	315	350	364	546	250	Fx10
05-658A	568	590	649	400	501	520	780	355	439	456	684	315	Fx11
05-736A	633	658	724	450	568	590	885	400	501	520	780	355	Fx11
05-799A	703	730	803	500	629	653	980	450	568	590	885	400	Fx11
05-893A	755	784	862	560	674	700	1050	500	629	653	980	450	Fx12
05-1000	863	896	986	630	755	784	1176	560	674	700	1050	500	Fx12
05-1120	990	1028	1131	710	863	896	1344	630	755	784	1176	560	Fx12
05-1260	1107	1150	1265	800	990	1028	1542	710	863	896	1344	630	Fx12

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

8.2.6 制动额定值 (380-500 V AC)

表 14 中指定的制动额定值是指变频器的制动能力。

表 14: 380-500 V AC 下的制动额定值

产品代 码 ⁽¹⁾	低过载 ⁽²⁾			高过载			占空比增加的高过载			机架
	P _{typ} [kW]	持续制动	循环制动	P _{typ} [kW]	持续制动	循环制动	P _{typ} [kW]	持续制动	循环制动	
05-01A3	0.37	100%	110%	0.37	100%	160%	0.25	100%	160%	Fx02
05-01A8	0.55	100%	110%	0.55	100%	160%	0.37	100%	160%	Fx02
05-02A4	0.75	100%	110%	0.75	100%	160%	0.55	100%	160%	Fx02
05-03A0	1.1	100%	110%	1.1	100%	160%	0.75	100%	160%	Fx02
05-04A0	1.5	100%	110%	1.5	100%	160%	1.1	100%	160%	Fx02
05-05A6	2.2	100%	110%	2.2	100%	160%	1.5	100%	160%	Fx02
05-07A2	3	100%	110%	3	100%	160%	2.2	100%	160%	Fx02
05-09A2	4	100%	110%	4	100%	160%	3	100%	160%	Fx02

表 14: 380-500 V AC 下的制动额定值 - (继续)

产品代码 ⁽¹⁾	低过载 ⁽²⁾			高过载			占空比增加的高过载			机架
	P _{typ} [kW]	持续制动	循环制动	P _{typ} [kW]	持续制动	循环制动	P _{typ} [kW]	持续制动	循环制动	
05-12A5	5.5	100%	110%	5.5	100%	160%	4	100%	160%	Fx02
05-16A0	7.5	100%	110%	7.5	100%	160%	5.5	100%	160%	Fx03
05-24A0	11	100%	110%	11	100%	160%	7.5	100%	160%	Fx04
05-31A0	15	100%	110%	15	100%	160%	11	100%	160%	Fx04
05-38A0	18.5	100%	110%	18.5	100%	150%	15	100%	150%	Fx05
05-43A0	22	100%	110%	22	100%	150%	18.5	100%	150%	Fx05
05-61A0	30	100%	110%	30	100%	150%	22	100%	150%	Fx06
05-73A0	37	100%	110%	37	100%	150%	30	100%	150%	Fx06
05-90A0	45	100%	110%	45	100%	150%	37	100%	150%	Fx07
05-106A	55	100%	110%	55	100%	150%	45	100%	150%	Fx07
05-147A	75	100%	110%	75	100%	150%	55	100%	150%	Fx08
05-170A	90	100%	110%	90	100%	150%	75	100%	150%	Fx08
05-206A	110	100%	110%	90	91%	145%	75	91%	145%	Fx09 ⁽³⁾
05-245A	132	100%	110%	110	91%	145%	90	91%	145%	Fx09 ⁽³⁾
05-302A	160	96%	110%	132	100%	150%	110	100%	150%	Fx09 ⁽³⁾
05-385A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Fx09 ⁽³⁾
05-395A	200	100%	110%	160	100%	150%	132	100%	150%	Fx10 ⁽³⁾
05-480A	250	100%	110%	200	100%	150%	160	100%	150%	Fx10 ⁽³⁾
05-588A	315	79%	95%	250	96%	126%	200	96%	126%	Fx10 ⁽³⁾
05-658A	355	94%	110%	315	100%	137%	250	100%	137%	Fx11 ⁽³⁾
05-736A	400	94%	110%	355	100%	113%	315	100%	113%	Fx11 ⁽³⁾
05-799A	450	72%	83%	400	76%	94%	355	76%	94%	Fx11 ⁽³⁾
05-893A	500	48%	48%	450	56%	56%	400	56%	56%	Fx12 ⁽³⁾
05-1000	560	85%	85%	500	93%	93%	450	93%	93%	Fx12 ⁽³⁾
05-1120	630	61%	61%	560	66%	66%	500	66%	66%	Fx12 ⁽³⁾
05-1260	710	61%	61%	630	66%	66%	560	66%	66%	Fx12 ⁽³⁾

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

2) 对于 Fx09-Fx12 机架，请参阅 [8.3.8.4 运行期间的环境条件](#)，了解低过载模式下的环境温度。

3) 对于循环制动，Fx09、Fx11 和 Fx12 的制动时间为 30 秒，而 Fx10 为 20 秒。

8.3 常规技术数据

8.3.1 电网侧

表 15: 主电源

功能	数据
电源电压（三相）	380–500 V AC ±10%，降低 15% 时转矩性能下降，具体取决于电机类型。
电网类型	TN、TT、IT（接地和非接地电网） 有关与电网类型相关的参数的详细信息，请参考应用指南。
供电频率	45–65 Hz
主电源各相位之间的最大短时不平衡	3% 的额定电压，取决于电网阻抗。
真实功率因数 (λ)	在额定负载和 400 V AC 电源下大于等于 0.9 标称值
位移功率因数	接近 1 (>0.98)
合上已放电变频器的输入电源	Fx02-Fx05：每分钟最多 2 次
	Fx06-Fx08：每分钟最多 1 次
	Fx09-Fx12：每 2 分钟最多 1 次
环境	过电压类别 III/污染度 2

8.3.2 电机输出和电机数据

表 16: 电机输出（U，V，W）

功能	数据
输出电压	电源电压的 0-100%
输出频率	0–590 Hz ⁽¹⁾
频率分辨率	0.001 Hz
输出切换	无限制

1) 取决于电压、电流和控制模式。

8.3.3 转矩特性

表 17: 转矩特性

功能		数据
低过载	过载转矩	110%，最长可持续 60 秒，每 10 分钟一次
	最高转矩 - 起步转矩	140%，持续 3 秒
高过载（在 HO1 额定值下）	过载转矩	160%，持续 60 秒，每 10 分钟一次 (Fx02–Fx04) ⁽¹⁾
		150%，持续 60 秒，每 10 分钟一次 (Fx05–Fx08) ⁽¹⁾
		150%，持续 60 秒，每 10 分钟一次 (Fx09–Fx12)
	最高转矩 - 起步转矩	175-200%，持续 3 秒 (Fx02–Fx05)
		170%，持续 3 秒 (Fx06–Fx08)
		170%，持续 3 秒 (Fx09–Fx12)

表 17: 转矩特性 - (继续)

功能		数据
转矩升高时间	FVC+ (磁通矢量控制)	1 ms
	VVC+ (电压矢量控制)	10 ms

1) 在热极限内

8.3.4 控制特性

以下条件下，所有控制特性均基于 4 极异步电机：

- 变频器已按照电机铭牌数据进行设置。
- 电机自动整定已经结束。
- 电机控制模式已设置为 FVC+。

表 18: 控制特性

功能	数据	
	无速度反馈	带速度反馈
额定转矩下的最小速度	15 RPM	0 RPM
标称功率下的最大速度	4000 RPM	4000 RPM
平均速度准确度	±5 RPM	±0.2 RPM
平均转矩准确度	±4%	±4%

8.3.5 控制 I/O

8.3.5.1 概述

本章介绍控制 I/O 的一般规格。控制 I/O 的实际数量取决于控制部分的配置。

变频器的标准配置如下：

- 24 V 外部备用电源
- 双通道安全输入，带电气隔离
- STO 反馈信号

安装基本 I/O (+BDBA) 后，支持以下附加 I/O：

- 4 个数字输入
- 2 个数字 I/O (用户选择)
- 2 个模拟输入 (电压或电流)
- 1 个模拟输出 (电流)
- 2 个继电器输出 (NC/NO)
- 数字和模拟 I/O 的 24 V 和 10 V 参考值。

除非另有说明，否则，所有控制输入和输出与电源电压和其他高压端子都采用 PELV 电气隔离。

8.3.5.2 模拟输入

除非另有说明，否则，所有控制输入和输出与电源电压和其他高压端子都采用 PELV 流电绝缘。

表 19: 模拟输入

功能	数据
输入模式	电流或电压 ⁽¹⁾
电压模式	电压范围: -10 V 至 10 V (可调) 输入阻抗: 10 kΩ 最大电压: +12 V/-12 V
电流模式	<ul style="list-style-type: none"> 电流范围: 0/4-20 mA (可调) 输入阻抗: 200 Ω 最大电流: 24 mA
分辨率	全量程的 0.1%
精度	全量程的 1 %
带宽	440 Hz
反应时间	< 1 ms
温度传感器支持 ⁽²⁾	Pt1000、Ni1000、KTY81、KTY82、KTY84、PTC

1) 在软件中进行选择。有关详细信息，请参阅应用指南。

2) 为了符合 PELV 要求，必须对传感器进行外部绝缘。

8.3.5.3 模拟输出

除非另有说明，否则，所有控制输入和输出与电源电压和其他高压端子都采用 PELV 流电绝缘。

表 20: 模拟输出

功能	数据
输出范围: 电流	0/4-20 mA
电阻器和 GND 之间的最小负载	500 Ω
分辨率	全量程的 0.1%
精度	全量程的 1 %
带宽	440 Hz
反应时间	< 1 ms

8.3.5.4 数字和编码器/脉冲输入

除非另有说明，否则，所有控制输入和输出与电源电压和其他高压端子都采用 PELV 流电绝缘。

表 21: 数字和编码器/脉冲输入

功能		数据
数字输入	逻辑	可选 PNP 或 NPN
	电压电平	0/24 V
	PNP	<ul style="list-style-type: none">"0": <5 V DC"1": >11 V DC
	NPN	<ul style="list-style-type: none">"0": >19 V DC"1": < 13 V DC
	允许的最大电压	30 V DC
	输入电阻	4.8 kΩ

表 21: 数字和编码器/脉冲输入 - (继续)

功能		数据
热敏电阻输入	PTC ⁽¹⁾	1.5–4 kΩ
脉出/编码器输入	脉冲频率范围	0–110 kHz
	最小工作周期	40%
	精度	<ul style="list-style-type: none"> 位置分辨率: 24 位 速度分辨率: 24 位

1) 为了符合 PELV 要求, 必须对传感器进行外部绝缘。

8.3.5.5 数字和脉冲输出

除非另有说明, 否则, 所有控制输入和输出与电源电压和其他高压端子都采用 PELV 漏电绝缘。

表 22: 数字和脉冲输出 (24 V)

功能	数据
电压水平	0/24 V
最大输出负载 (漏型/源型)	50 mA
频率范围 - 脉冲输出	1–100 kHz
最大负载	1 kΩ
最大频率下的最大电容负载	10 nF
脉冲输出精度	全量程的 0.1%
脉冲输出的分辨率	大于 12 位

8.3.5.6 继电器输出

继电器为供电电压、其他高电压端子和低压控制装置提供 PELV 绝缘。

表 23: 继电器输出

功能	数据
继电器配置	SPDT (NO/NC)
最大端子负载 (AC-1): 阻性负载	250 V AC, 2 A
最大端子负载 (AC-15): $\cos\phi=0.4$ 时的电感性负载	250 V AC, 0.2 A
最大端子负载 (DC-1): 阻性负载	80 V DC, 2 A
最大端子负载 (DC-13): 感性负载	24 V DC, 0.1 A
最小负载	24 V DC, 10 mA
	24 V AC, 20 mA
额定循环次数 (2 A 电阻性负载下)	400.000 次切换

8.3.5.7 辅助电压

变频器可以有多个电源, 操作变频器时必须考虑这些电源。有关必要的安全预防措施的信息, 请参阅特定于产品的安装、安全和操作指南。

辅助电压输出用作模拟和数字输入的参考值。如果主电源断开, 辅助 24 V 输入还将用作控制和现场总线连接的备用电源。所有电压输出都必须为 2 类。

表 24: 辅助电压

功能		数据
24 V 外部电源 (X61)	输入电压	24 V \pm 10%
	最大输入电流	2 A
24 V 输出, 功能安全 (X31、X32)	输出电压	24 V \pm 15%
	最大负载	100 mA
10 V 输出 - 基本 I/O (+BDBA)	输出电压	10 V + 2%
	最大负载	10 mA
24 V 输出 - 基本 I/O (+BDBA)	输出电压	24 V \pm 20%
	最大负载	150 mA

8.3.6 功能安全

8.3.6.1 功能安全标准和性能

iC7-Automation 变频器的所有安全功能均符合本章中列出的标准的要求。有关 iC7-Automation 变频器的功能安全特性的详细信息，请参阅 iC7-Automation 变频器功能安全操作指南。

表 25: 功能安全标准

指令或标准		版本
欧盟指令	机械指令 (2006/42/EC)	EN ISO 13849-1:2015、EN ISO 13849-2: 2012
		EN IEC 61800-5-2:2007
	EMC 指令 (2014/30/EU)	EN IEC 61800-3:2018 – 第二环境
		EN IEC 61326-3-1:2017
	低电压指令 (2014/35/EU)	EN IEC 61800-5-1:2017
安全标准	机器安全性	EN ISO 13849-1:2015、IEC 60204-1:2018
	功能安全	IEC 61508-1:2010、IEC 61508-2:2010、EN IEC 61800-5-2:2017
安全功能	STO, 不可升级 (+BEF1) <ul style="list-style-type: none"> EN IEC 61800-5-2:2017 安全转矩关断 (STO) IEC 60204-1:2018 停止类别 0 	
	STO, SS1-t, 现场总线 (+BEF2) <ul style="list-style-type: none"> EN IEC 61800-5-2:2017 安全转矩关断 (STO), 安全停车 1 (SS1-t) IEC 60204-1:2018 停止类别 0、停止类别 1 	

表 26: 功能安全性能

数据	下限	
	STO, 不可升级 (+BEF1)	STO, SS1-t, 现场总线 (+BEF2)
IEC 61508:2010		
安全完整性级别	最高 SIL 3	最高 SIL 3

表 26: 功能安全性能 - (继续)

数据	下限	
	STO, 不可升级 (+BEF1)	STO, SS1-t, 现场总线 (+BEF2)
相关安全完整性级别的最大诊断测试间隔	SIL 3: 3 个月	
	SIL 2: 12 个月	
硬件故障承受力 (HFT)	1	1
子系统类别	类型 A	类型 B
要求时的平均失效概率 (PFDavg)	$<5 \cdot 10^{-4}$	$<1.5 \cdot 10^{-4(1)(2)}$
每小时危险故障平均频率 (1/h) (PFH)	$<8 \cdot 10^{-9}$	$<7.5 \cdot 10^{-9(1)(2)}$
验证测试间隔 (T1)	20 年	20 年
任务时间 (TM)	20 年	20 年
ISO 13849-1:2015		
类别	Cat 3	Cat 3
诊断 (功能) 测试的覆盖范围	>90%	>90%
性能等级 (PL)	最高 PL e	最高 PL e
相关性能等级的最大诊断测试间隔	PL e: 3 个月	–
	PL d: 12 个月	–
平均无危险故障时间 (MTTFd)	高 (每个通道 100 年)	高 (100 年以上)
故障反应时间 (FRT)	< 30 ms	< 40 ms
响应时间 (从输入到安全状态)	< 30 ms ⁽³⁾	< 30 ms ⁽³⁾
工作模式	高需求, 低需求	高需求, 低需求

1) 在海平面

2) 仅当变频器翻新后, 才能在丹佛斯工厂进行验证测试。

3) 带屏蔽层电缆的输入到输出响应时间。否则, 在最坏的 EMC 条件下, 此值最多可增加 20 ms。

8.3.6.2 功能安全 I/O

除非另有说明, 否则, 所有控制输入和输出与电源电压 (PELV) 和其他高压端子之间都采用电气隔离。

表 27: 安全 I/O 接线盒 X31、X32 上的 24 V 数字输入

功能		数据
数字输入（单端/浮动）	逻辑	PNP
	电压水平	0–24 V DC
	电压水平，逻辑 0 PNP	<5 V
	电压水平，逻辑 1 PNP	>11 V
	功能状态下输入端上的最大电压	30 V
	安全状态下输入端的最大电压	60 V
	输入电流	24 V 下 I_c 大于 5 mA 但小于 8 mA
	等效输入电阻	24 V 下 R_i 大于 3 k Ω 但小于 4.7 k Ω
	隔离	功能
	反接保护	是
	断开状态下的最大输入电流	< 2 mA

表 28: 用于 STO 反馈的 24 V 数字输出

功能	数据
输出类型	源型/漏型
电压额定值	24 V DC 开集/最大 60 V
额定电流	50 mA
隔离	是
过载保护	是
反接保护	是
打开状态电压	>17.4 V
断开状态下的泄漏电流	0.1 mA

8.3.7 接口板

接口板用于连接控制面板和变频器中的功能扩展选项。

表 29: 接口板功能

功能	数据	
内存卡	支持的类型	microSD、microSDHC、microSDXC
实时时钟	日期格式	<ul style="list-style-type: none"> 年、月、日、一周中的某日、小时、分钟、秒 闰年修正
	精度	高于 30 ppm/每天 2.6 s
	备用电池	可更换的 Panasonic BR1632A (3 V, 125 °C) 硬币电池。 ⁽¹⁾
	电池监测	是
	电池预期使用寿命	9 年以上，取决于温度

1) 更换为 Panasonic BR1632A/DBN 型电池。只能由具备相应资质的人员更换电池。

8.3.8 环境条件

8.3.8.1 概述

变频器适合在气候防护环境中安装和使用。可用的防护等级为：

- IP20/UL 开放式（机架 FA02-FA12）
- IP21/UL Type 1（机架 FK06-FK12）
- IP54/IP55/UL Type 12（机架 FB09-FB12）

其中指定了以下条件：

- 运输（请参阅 [8.3.8.3 运输期间的环境条件](#)）
- 存储（请参阅 [8.3.8.2 存储期间的环境条件](#)）
- 运行（请参阅 [8.3.8.4 运行期间的环境条件](#)）

8.3.8.2 存储期间的环境条件

除非另有说明，否则，设计标准所参考的环境如 IEC 60721-3-1:2019 标准所述。括号中给出了基于 IEC/EN 61800-2 的参考值。

表 30: 存储期间的环境条件

功能	数据
环境温度	-40...+55 °C (-40...+131 °F), 70 °C (158 °F) 最多 4 个月
气候条件	1K21 (1K4), 最高 95%, 无冷凝
化学活性物质	1C2 (1C2)
固体颗粒（非导电性）	1S12 (1S12)
振动	1M11 (1M11)
冲击	1M11 (1M11)
生物环境	1B2 (1B12)

8.3.8.3 运输期间的环境条件

除非另有说明，否则，设计标准所参考的环境如 IEC 60721-3-2:2018 标准所述。括号中给出了基于 IEC/EN 61800-2 的参考值。

表 31: 运输期间的环境条件

功能	数据
环境温度	-40...+70 °C (-40...+158 °F)
气候条件	2K11 (2K2), 最高 95%, 无冷凝
化学活性物质	2C2 (2C2)
固体颗粒（非导电性）	2S5 (2S5)
振动	2M5 (2M5)
冲击	2M5 (2M5) 安装在设备上时: 2M4 (2M4)
生物环境	2B1 (2B1)

8.3.8.4 运行期间的环境条件

除非另有说明，否则，设计标准所参考的环境如 IEC 60721-3-3:2019 标准所述。括号中给出了基于 IEC/EN 61800-2 的参考值。

表 32: 运行期间的环境条件

功能	数据
环境温度	24 小时平均值: -30...+45 °C (-22...+113 °F) ⁽¹⁾
	运行 1 小时: -30...+50 °C (-22...+122 °F) ⁽¹⁾
	降容: -30...+60 °C (-22...+140 °F)
	在火灾模式下: -30...+70 °C (-22... +158 °F)
气候条件	3K22 (3K3), 最高 95%, 无冷凝 ⁽²⁾
化学活性物质	<ul style="list-style-type: none">• C3 (P1) 中 - 无涂层变频器 (3C2)• C4 (P2) 高 - 涂层 (3C3)<ul style="list-style-type: none">◆ IP20/UL 开放式和 IP21/UL Type 1 安装在机柜中◆ IP54/IP55/UL Type 12
固体颗粒 (非导电性)	3S6 (3S2)
振动	3M12 (3M4)
冲击	3M12 (3M4)
生物环境	3B1 (3B1)
最高海拔高度	无降容: 1000 米 (3300 英尺)
	降容: <ul style="list-style-type: none">• TN/TT (接地) 电网: 4400 米 (14400 英尺)• IT (未接地电网): 2000 米 (6600 英尺), 符合 PELV 要求。

1) 在低过载模式下, 机架 Fx09-Fx12 的最高温度降低 5 °C (9 °F)。

2) 确保最大温度变化速率为 0.1°C/min, 避免冷凝。

8.3.9 放电时间

放电时间是在断开所有外部电源后, 变频器的直流回路电容器放电所需的时间。

机架	最短等待时间 (分钟)
Fx02–Fx03	5
Fx04–Fx08	15
Fx09–Fx10	20
Fx11–Fx12	40

8.4 熔断器和断路器

8.4.1 概述

为了可靠保护安装电缆和变频器, 必须使用熔断器和/或断路器。必须尽可能靠近变频器安装过电流保护装置。如果发生短路, 熔断器和断路器可保护电源线, 限制对变频器和连接到变频器的部件所造成的损坏。

注意

过热和财产损失

过电流会使变频器内部过热。如果不提供过电流保护，可能引发火灾和财产损失。

- 对于使用多个电机的应用，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附加保护装置。
- 需要使用输入熔断器来提供短路和过电流保护。如果出厂时没有配置熔断器，则应由安装方提供。有关熔断器的规格，请参阅产品专用文档。

必须遵守有关熔断器和断路器的建议，以符合相关法规。如果不遵守建议并且出现问题，则保修可能会受到影响。

有关每种变频器类型的短路电流额定值的详细信息，请参阅 [8.4.2 IEC 标准熔断器](#)。

有关详细信息，请联系 丹佛斯 或参考安装指南。

8.4.2 IEC 标准熔断器

为符合 IEC 要求，建议根据变频器额定值使用 gG 和 aR 熔断器。熔断器额定值不得超过验证额定值。

对于 gG 和 aR 熔断器，请参阅 [表 33](#) 和 [表 34](#)，防止输入电源线或变频器发生短路。如果熔断器类型的动作速度足够快，则可将任一类型的熔断器用于机架 Fx02-Fx08。动作时间取决于供电网络阻抗以及电源电缆的横截面积和长度。对于机架 Fx09-Fx12，只能使用超快速 (aR) 熔断器。

表 33: 推荐用于 IP20/UL 开放式机架 FA02-FA08（电压范围 380-500 V）的 IEC 标准熔断器

产品代码 ⁽¹⁾	机架	功率 [kW]	推荐电流 [A]	测试电流 [A]	熔断器类型	SCCR 最小值 [kA]	SCCR 最大值 [kA]
05-01A3	FA02	0.37	10	16	gG	1.0	100
05-01A8	FA02	0.55	10	16	gG	1.0	100
05-02A4	FA02	0.75	10	16	gG	1.0	100
05-03A0	FA02	1.1	10	16	gG	1.0	100
05-04A0	FA02	1.5	10	16	gG	1.0	100
05-05A6	FA02	2.2	10	16	gG	1.0	100
05-07A2	FA02	3	10	16	gG	1.0	100
05-09A2	FA02	4	16	20	gG	1.0	100
05-12A5	FA02	5.5	20	20	gG	1.0	100
05-16A0	FA03	7.5	25	25	gG	1.0	100
05-24A0	FA04	11	40	50	gG	3.0	100
05-31A0	FA04	15	50	50	gG	3.0	100
05-38A0	FA05	18.5	50	63	gG	3.0	100
05-43A0	FA05	22	63	63	gG	3.0	100
05-61A0	FA06	30	80	100	gG	5.0	100
05-73A0	FA06	37	100	100	gG	5.0	100
05-90A0	FA07	45	125	160	gG	10.0	100
05-106A	FA07	55	160	160	gG	10.0	100
05-147A	FA08	75	200	224	gG	10.0	100
05-170A	FA08	90	224	224	gG	10.0	100

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

表 34: 推荐用于 IP21/UL Type 1 机架 FK06-FK08（电压范围 380-500 V）的 IEC 标准熔断器

产品代码 ⁽¹⁾	机架	功率 [kW]	推荐电流 [A]	测试电流 [A]	熔断器类型	SCCR 最小值 [kA]	SCCR 最大值 [kA]
05-61A0	FK06	30	80	100	gG	5.0	100
05-73A0	FK06	37	100	100	gG	5.0	100
05-90A0	FK07	45	125	160	gG	10.0	100
05-106A	FK07	55	160	160	gG	10.0	100
05-147A	FK08	75	200	224	gG	10.0	100
05-170A	FK08	90	224	224	gG	10.0	100

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

表 35: 推荐用于机架 Fx09-Fx12（电压范围 380-500 V）的 IEC 标准熔断器

产品代码 ⁽¹⁾	机架	功率 [kW] (LO/HO)	推荐的熔断器额定值 [A]	测试电流 [A]	熔断器类型	SCCR 最大值 [kA]
05-206A	Fx09	110/90	315	400	aR	100
05-245A	Fx09	132/110	350		aR	100
05-302A	Fx09	160/132	400		aR	100
05-385A	Fx09	200/160	475	475	aR	100
05-395A	Fx10	200/160	630	800	aR	100
05-480A	Fx10	250/200	630		aR	100
05-588A	Fx10	315/250	800		aR	100
05-658A	Fx11	355/315	1000	1250	aR	100
05-736A	Fx11	400/355			aR	100
05-799A	Fx11	450/400	1250	1250	aR	100
05-893A	Fx12	500/450			aR	100
05-1000	Fx12	560/500			aR	100
05-1120	Fx12	630/560	1800	1800	aR	100
05-1260	Fx12	710/630			aR	100

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

8.4.3 UL 标准熔断器

丹佛斯产品根据 NEC 2023 设计，变频器必须使用熔断器或断路器。丹佛斯建议使用 [表 36](#) 和 [表 37](#) 中列出的熔断器选项。表中列出的这些熔断器适用于能够提供 100 kA_{rms} 对称电流的 240 V、480 V、500 V 或 600 V 电路（取决于变频器的额定电压）。在采用正确熔断器的情况下，变频器的短路电流额定值 (SCCR) 为 100 kA_{rms}。

对于半导体熔断器类型，变频器控制器和过电流保护装置必须集成在同一总成中。

Fx09-Fx12 变频器需要使用 [表 38](#) 中列出的半导体熔断器，才能符合 UL 要求。

熔断器规格仅适用于外部熔断器。

机架 FK06-FK08 可能配有内部熔断器和隔离开关。隔离开关可将最大预期短路额定值降低到 65 kA。如果需要更换内部熔断器，请联系授权服务合作伙伴。

注意

隔离开关 SCCR 要求

订购时附带有出厂安装的隔离开关 (+AJDX) 的所有设备都需要使用相应类支路保护熔断器，才能满足变频器 65 kA SCCR 的要求。

表 36: 推荐用于安装在机柜中的 IP20/UL 开放式机架 FA02-FA08（电压范围 3 x 380-500 V）的规格最高的熔断器

产品代码 ⁽¹⁾	机架	功率 [kW]	推荐电流 [A]	测试电流 [A]	熔断器类型	最小外部 机柜容量 [l (cu ft.)]	SCCR 最小 值 [kA]	SCCR 最大 值 [kA]
05-01A3	FA02	0.37	4	15	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-01A8	FA02	0.55	6	15	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-02A4	FA02	0.75	8	15	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-03A0	FA02	1.1	10	15	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-04A0	FA02	1.5	10	15	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-05A6	FA02	2.2	10	15	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-07A2	FA02	3	10	15	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-09A2	FA02	4	15	20	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-12A5	FA02	5.5	20	20	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-16A0	FA03	7.5	25	25	RK5	52 (1.8)	5.0	100
05-24A0	FA04	11	35	50	RK5	96 (3.4)	5.0	100
05-31A0	FA04	15	50	50	RK5	96 (3.4)	5.0	100
05-38A0	FA05	18.5	50	60	RK5	96 (3.4)	5.0	100
05-43A0	FA05	22	60	60	RK5	96 (3.4)	5.0	100
05-61A0	FA06	30	80	125	T/J	192 (6.8)	5.0	100
05-73A0	FA06	37	100	125	T/J	192 (6.8)	5.0	100
05-90A0	FA07	45	125	200	T/J	240 (8.5)	10.0	100
05-106A	FA07	55	150	200	T/J	240 (8.5)	10.0	100
05-147A	FA08	75	200	225	T/J	288 (10.2)	10.0	100
05-170A	FA08	90	225	225	T/J	288 (10.2)	10.0	100

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

表 37: 推荐用于 IP21/UL Type 1 机架 FK06-FK08（电压范围 3 x 380-500 V）的规格最高的熔断器

产品代码 ⁽¹⁾	机架	功率 [kW]	推荐电流 [A]	测试电流 [A]	熔断器类型	SCCR 最小值 [kA]	SCCR 最大值 [kA]
05-61A0	FK06	30	80	125	T/J	5.0	100
05-73A0	FK06	37	100	125	T/J	5.0	100
05-90A0	FK07	45	125	200	T/J	10.0	100
05-106A	FK07	55	150	200	T/J	10.0	100
05-147A	FK08	75	200	225	T/J	10.0	100
05-170A	FK08	90	225	225	T/J	10.0	100

表 38: 推荐用于 Fx09-Fx12 机架的 UL 标准熔断器

产品代码 ⁽¹⁾	机架	功率 [kW] (LO/HO)	推荐的熔断器 额定值 [A]	测试电流 [A]	熔断器类型	Bussmann PN	SCCR 最大值 [kA]
05-206A	Fx09	110/90	315	400	aR	170M2619	100
05-245A	Fx09	132/110	350		aR	170M2620	100
05-302A	Fx09	160/132	400		aR	170M2621	100
05-385A	Fx09	200/160	475	475	aR	170M9007	100
05-395A	Fx10	200/160	630	800	aR	170M4016	100
05-480A	Fx10	250/200	630		aR	170M4016	100
05-588A	Fx10	315/250	800		aR	170M4017	100
05-658A	Fx11	355/315	1000	1250	aR	170M6014	100
05-736A	Fx11	400/355			aR		100
05-799A	Fx11	450/400	1250	1250	aR	170M7309	100
05-893A	Fx12	500/450			aR		100
05-1000	Fx12	560/500			aR		100
05-1120	Fx12	630/560	1800	1800	aR	170M7340	100
05-1260	Fx12	710/630			aR		100

表 38 中列出的熔断器适合在能够提供 100 kA_{rms} 对称电流的电路上使用，具体取决于变频器额定电压。在采用正确熔断器的情况下，变频器的短路电流额定值 (SCCR) 为 100 kA_{rms}。机架 FK09–FK12 和 FB09–FB12 附带有内部变频器熔断器，满足 100 kA SCCR 的要求。机架 FA09–FA12 必须安装 aR 型熔断器，才能满足 100 kA SCCR 的要求。

注意

隔离开关 SCCR 要求

订购时附带有出厂安装的隔离开关 (+AJFD) 的所有设备都需要使用相应类支路保护熔断器，才能满足变频器 100 kA SCCR 的要求。

如果使用断路器，则 SCCR 额定值小于 100 kA。

- 变频器的产品代码决定了特定等级的熔断器。产品代码在产品标签上注明。
- 有关熔断器和断路器的详细信息，请参阅 [表 39](#)。

表 39: Fx09-Fx12 机架的隔离开关 SCCR 要求（380-500 V 输入电压）

产品代码 ⁽¹⁾	短路额定值 (kA)	需要的保护
05-206A	30	断路器
	100	J 类熔断器，600A
05-245A	30	断路器
	100	J 类熔断器，600A
05-302A	30	断路器
	100	J 类熔断器，600A
05-395A	30	断路器
	100	J、T、L 类熔断器，800 A

表 39: Fx09-Fx12 机架的隔离开关 SCCR 要求 (380-500 V 输入电压) - (继续)

产品代码 ⁽¹⁾	短路额定值 (kA)	需要的保护
05-480A	30	断路器
	100	J、T、L 类熔断器, 800 A
05-588A	30	断路器
	100	J、T、L 类熔断器, 800 A
05-658A	42	断路器
	100	L 类熔断器, 800 A
05-736A	42	断路器
	100	L 类熔断器, 800 A
05-799A	42	断路器
	100	L 类熔断器, 800 A
05-893A	42	断路器
	100	L 类熔断器, 1200A
05-1000	42	断路器
	100	L 类熔断器, 1200A

8.4.4 IEC 标准断路器

表 40 中列出了推荐的断路器。如果断路器将进入变频器的能量限制在等于或低于推荐类型的水平, 则可以使用其他类型的断路器。使用与断路器串联的熔断器, 或将变频器安装到机柜中。

表 40: 推荐用于在 IP20/UL 开放式机架中实现 IEC 标准安装的断路器

产品代码 ⁽¹⁾	机架	制造商和型号	SCCR [kA] ⁽²⁾
05-01A3	FA02	ABB S203P-C16	25
05-01A8		ABB S203P-C16	25
05-02A4		ABB S203P-C16	25
05-03A0		ABB S203P-C16	25
05-04A0		ABB S203P-C16	25
05-05A6		ABB S203P-C16	25
05-07A2		ABB S203P-C16	25
05-09A2		ABB S203P-C20	25
05-12A5		ABB S203P-C20	25
05-16A0	FA03	ABB S203P-C25	25
05-24A0	FA04	ABB S203P-C50	15
05-31A0		ABB S203P-C50	15
05-38A0	FA05	ABB S203P-C63	15
05-43A0		ABB S203P-C63	15

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息, 请参阅 [12.2.1 概述](#)。

2) 电源的最大允许短路额定值 (IEC 61800-5-1)

8.4.5 UL 标准断路器和组合式电机控制器

按照 UL 标准进行安装时，断路器必须与熔断器串联使用，并且组合式电机控制器 (CMC) 适合用作支路保护。短路电流额定值 (SCCR) 必须符合表 41 中给出的额定值。

表 41: 推荐用于在 IP20/UL 开放式机架中实现 UL 标准安装的断路器

产品代码 ⁽¹⁾	机架	制造商和型号	最大跳闸水平 [A]	额定值	最小外部 机柜容量 [l (cu ft.)]
05-01A3	FA02	ABB MS165-16	16	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-01A8		ABB MS165-16	16	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-02A4		ABB MS165-16	16	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-03A0		ABB MS165-16	16	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-04A0		ABB MS165-16	16	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-05A6		ABB MS165-16	16	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-07A2		ABB MS165-16	16	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-09A2		ABB MS165-20	20	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-12A5		ABB MS165-20	20	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-16A0	FA03	ABB MS165-25	25	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	52 (1.8)
05-24A0	FA04	ABB MS165-42	42	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	96 (3.4)
05-31A0		ABB MS165-42	42	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	96 (3.4)
05-38A0	FA05	ABB MS165-54	54	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	96 (3.4)
05-43A0		ABB MS165-54	54	CMC E 型 (480Y/277 V AC) 65 kA	96 (3.4)

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

8.4.6 直流接口保护

变频器的直流接口仅用于某些配置，例如：

- 负载共享
- 从其他变频器供电
- 直流电源

有关负载共享的更多信息，请参阅 iC7-Automation 变频器应用指南中的“使用直流连接器”。

保护措施因设置不同而异。有关更多信息和使用指南，请联系丹佛斯。

8.5 电源连接器

为确保正常运行，请遵循有关横截面尺寸、剥皮长度和紧固扭矩的要求。

这些尺寸适用于单股硬线电缆和多股绞合电缆。除非另有说明，否则，这些规格适用于 IP20/UL 开放式、IP21/UL Type 1 和 IP54/IP55/UL Type 12 机架。在规格不超过 Fx07 的机架上，变频器适合使用耐温等级为 70 °C (158 °F) 的铜电缆。对于 Fx08-Fx12，建议使用耐温等级为 90 °C (194 °F) 的铜电缆。如果没有另外指定，则变频器的环境温度与电缆额定值一致。可以使用横截面积大于等于 35 mm² 的铝电缆。必须通过去除氧化物层并涂抹接合剂来确保正确连接。

对于机架 Fx02-Fx06，相同的规格适用于主电源电缆、机电缆和制动电缆。对于机架 Fx07-Fx12，每种电缆类型的规格不同。此外，还为机架 Fx09-Fx12 指定了最大电缆数量。

注意

在安装过程中，使用允许的最大横截面积的电缆会增加工作难度。

表 42: 电源线选型

机架	端子	横截面积 [mm ² (AWG)] ⁽¹⁾	转矩 [Nm (in-lb)]	剥皮长度 [mm (in)]	连接端子类型	螺钉/接 线片类型
Fx02	全部	0.2-6 (24-10)	0.7 (6.2) ⁽²⁾	10 (0.4)	可插拔端子	SL1/PZ1
Fx03	全部	0.2-6 (24-10)	0.7 (6.2)	10 (0.4)	可插拔端子	SL1/PZ1
Fx04	全部	6-16 (10-6)	1.2-1.5 (17)	15 (0.6)	可插拔端子	SL1/T15
Fx05	全部	10-25 (8-4)	2.0-2.5 (26)	22 (0.9)	可插拔端子	SL2/T20
Fx06	全部	16-35 ⁽³⁾ /50 ⁽⁴⁾ (6-2/1)	14 (124)	17 (0.7)	端子	T30
Fx07	主电源和电机	35-70 ⁽³⁾ /95 ⁽⁴⁾ [(2/0)/ (3/0)]	14 (124)	22 (0.9)	端子	T30
	连接制动和直流	16-35 ⁽³⁾ /50 ⁽⁴⁾ (6-2/1)	14 (124)	17 (0.7)	端子	T30
Fx08	主电源和电机	50-120 ⁽³⁾ / 150 ⁽⁴⁾ (1 - (4/0)/(300MCM))	20 (177)	29 (1.1)	端子	T50
	连接制动和直流	35-70 ⁽³⁾ /95 ⁽⁴⁾ [(2/0) / (3/0)]	14 (124)	22 (0.9)	端子	T30
Fx09	主电源和电机	2x120 (2x4/0)	19 (168)	–	M10 螺栓	电缆接线 头
	连接制动和直流	2x120 (2x4/0)	19 (168)	–	M10 螺栓	电缆接线 头
Fx10	主电源和电机	2x240 (2x400 MCM)	19 (168)	–	M10 螺栓	电缆接线 头
	连接制动和直流	2x240 (2x400 MCM)	19 (168)	–	M10 螺栓	电缆接线 头
FA11	主电源和电机	6x240 (6x500 MCM)	19 (168) / 35 (310)	–	M10 螺栓/M12 螺栓	电缆接线 头
	制动	2x185 (2x350 MCM)	19 (168)	–	M10 螺栓	电缆接线 头
FK11/ FB11	无制动的主电源和电 机	5x240 (5x500 MCM)	19 (168) / 35 (310)	–	M10 螺栓/M12 螺栓	电缆接线 头
	带制动器的主电源和 电机	4x240 (4x500 MCM)	19 (168) / 35 (310)	–	M10 螺栓/M12 螺栓	电缆接线 头
	制动	2x185 (2x350 MCM)	19 (168)	–	M10 螺栓	电缆接线 头
FA12	主电源和电机	6x240 (6x500 MCM)	19 (168) / 35 (310)	–	M10 螺栓/M12 螺栓	电缆接线 头
	制动	2x185 (2x350 MCM)	19 (168)	–	M10 螺栓	电缆接线 头

表 42: 电源线选型 - (继续)

机架	端子	横截面积 [mm ² (AWG)] ⁽¹⁾	转矩 [Nm (in-lb)]	剥皮长度 [mm (in)]	连接端子类型	螺钉/接 线片类型
FK12/ FB12	无制动的主电源和电机	6x240 (6x500 MCM)	19 (168) / 35 (310)	–	M10 螺栓/M12 螺栓	电缆接线头
	带制动器的主电源和电机	5x240 (5x500 MCM)	19 (168) / 35 (310)	–	M10 螺栓/M12 螺栓	电缆接线头
	制动	2x185 (2x350 MCM)	19 (168)	–	M10 螺栓	电缆接线头

1) 对于机架 Fx09-Fx12，还说明了每相电缆的最大数量和尺寸。
2) 0.5–0.6 Nm ≤ 4 mm2; 0.7 Nm > 4 mm2; 4.4–5.3 in-lb ≤ AWG 24–12; 6.2 Nm > AWG 11–10
3) 可连接的导体横截面，细线，带电缆终端套管
4) 可连接的导体横截面，多芯

8.6 冷却和功率损耗

8.6.1 功率损耗

变频器在通电和运行时会因为功率损耗而散热。主要散热源包括：

- 散热片（冷却 IGBT 和 SCR）
- 直流回路感应器
- 直流回路电容器
- 母排（适用于 Fx09-Fx12）

变频器可以并排安装，并使用速度控制风扇来强制冷却。

表 43 中列出了变频器的功率损耗。符合 IEC 61800-9-2 标准的其他工作点的功率损耗数据可在 MyDrive® ecoSmart™ 中找到。

表 43: 不同设备的功率损耗

产品代码 ⁽¹⁾	低过载		高过载		占空比增加的高过载	
	P _{typ} ⁽²⁾ [W]	P _{max} ⁽³⁾ [W]	P _{typ} ⁽²⁾ [W]	P _{max} ⁽³⁾ [W]	P _{typ} ⁽²⁾ [W]	P _{max} ⁽³⁾ [W]
05-01A3	26	31	26	31	24	27
05-01A8	29	36	29	36	26	31
05-02A4	31	44	31	44	29	36
05-03A0	35	52	35	52	32	45
05-04A0	40	67	40	67	37	58
05-05A6	50	83	50	83	43	66
05-07A2	59	105	59	105	49	82
05-09A2	69	126	69	126	63	109
05-12A5	76	175	76	175	71	130
05-16A0	92	221	92	221	77	171
05-24A0	128	315	128	315	95	207
05-31A0	162	397	162	397	133	305
05-38A0	197	484	197	484	169	391

表 43: 不同设备的功率损耗 - (继续)

产品代码 ⁽¹⁾	低过载		高过载		占空比增加的高过载	
	P _{typ} ⁽²⁾ [W]	P _{max} ⁽³⁾ [W]	P _{typ} ⁽²⁾ [W]	P _{max} ⁽³⁾ [W]	P _{typ} ⁽²⁾ [W]	P _{max} ⁽³⁾ [W]
05-43A0	220	541	220	541	195	462
05-61A0	269	650	269	650	207	460
05-73A0	320	817	320	817	269	647
05-90A0	406	992	406	992	344	766
05-106A	461	1204	461	1204	395	977
05-147A	659	1682	659	1682	499	1155
05-170A	708	1845	708	1845	620	1546
05-206A	976	2316	827	1867	738	1604
05-245A	1114	2651	955	2172	817	1771
05-302A	1369	3438	1118	2658	959	2180
05-385A	1648	4053	1357	3041	1139	2434
05-395A	1764	4061	1445	3029	1233	2468
05-480A	2117	5123	1732	3969	1453	3052
05-588A	2570	6348	2111	4975	1733	3889
05-658A	3235	7576	2940	6698	2500	5433
05-736A	3578	8553	3242	7539	2948	6676
05-799A	3854	9339	3400	7962	3242	7495
05-893A	4438	10547	4045	9321	3788	8538
05-1000	4869	11823	4357	10207	4022	9179
05-1120	5152	13354	4622	11638	4164	10197
05-1260	5772	15402	5042	12981	4602	11564

1) 产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。有关详细信息，请参阅 [12.2.1 概述](#)。

2) 额定输出频率的 50% 和额定转矩的 50% 下的绝对功率损耗

3) 额定输出频率的 100% 和额定转矩的 100% 下的绝对功率损耗

8.6.2 气流和噪音水平

为确保变频器的正确冷却，需要适当的气流。这些值说明了相应机架在风扇全速转动时的最大流量。

运行期间，变频器会发出噪音。声压级取决于变频器的尺寸、实际负载和环境条件。噪音的主要来源是变频器的冷却风机。对于 Fx09-Fx12 机架，同时还列出了散热片风扇、顶部风扇或门风扇的气流数据。散热片风扇是在散热片上方提供气流的主风机，顶部风机或门风机在控制电子元件中提供额外的气流。

遵守有关工作环境和人员保护的噪音水平的当地法规。

表 44: IP20/UL 开放式机架 (FA02-FA12) 的气流和噪音水平

机架	气流 (m ³ /h [cfm])		噪音水平 dB (A)		
	散热片风扇	顶部/门风扇	40% 风扇速度	80% 风扇速度	100% 风扇速度
FA02	50 (29)	–	41	49	52
FA03	100 (59)	–	35	50	56

表 44: IP20/UL 开放式机架 (FA02–FA12) 的气流和噪音水平 - (继续)

机架	气流 (m ³ /h [cfm])		噪音水平 dB (A)		
	散热片风扇	顶部/门风扇	40% 风扇速度	80% 风扇速度	100% 风扇速度
FA04	165 (97)	–	40	55	59
FA05	280 (165)	–	46	61	65
FA06	280 (165)	–	46	57	62
FA07	280 (165)	–	50	64	71
FA08	370 (218)	–	54	65	71
FA09	638 (375)	150 (88)	63	75	78
FA10	638 (375)	150 (88)	57	72	79
FA11	994 (585)	660 (390)	61	71	76
FA12	1206 (710)	660 (390)	62	74	78

表 45: IP21/UL Type 1 机架(FK06–FK12) 的气流和噪音水平

机架	气流 (m ³ /h [cfm])		噪音水平 dB (A)		
	散热片风扇	顶部/门风扇	40% 风扇速度	80% 风扇速度	100% 风扇速度
FK06	280 (165)	–	46	57	62
FK07	280 (165)	–	50	64	71
FK08	370 (218)	–	54	65	71
FK09	638 (375)	144 (85)	57	73	77
FK10	638 (375)	204 (120)	57	72	79
FK11	994 (585)	595 (350)	63	73	79
FK12	1206 (710)	1020 (600)	71	75	79

表 46: IP54/UL Type 12 机架(FB09–FB12) 的气流和噪音水平

机架	气流 (m ³ /h [cfm])		噪音水平 dB (A)		
	散热片风扇	顶部/门风扇	40% 风扇速度	80% 风扇速度	100% 风扇速度
FB09	638 (375)	144 (85)	57	73	77
FB10	638 (375)	204 (120)	57	72	79
FB11	994 (585)	595 (350)	63	73	79
FB12	1206 (710)	1020 (600)	71	75	79

8.7 能效数据

iC7 变频器的设计符合 IEC61800-9-2 的要求，并且均达到效率等级 IE2。变频器的相对损耗在产品标签上注明。

变频器的 IE 等级是在 100% 电流和 90% 输出频率下的单个工作点确定的。损耗包括 EMC 滤波器和制动斩波器等，并确定为出厂设置。

有关详细信息，请参阅有关 MyDrive ecoSmart 工具的信息 (<https://ecosmart.mydrive.danfoss.com>)。

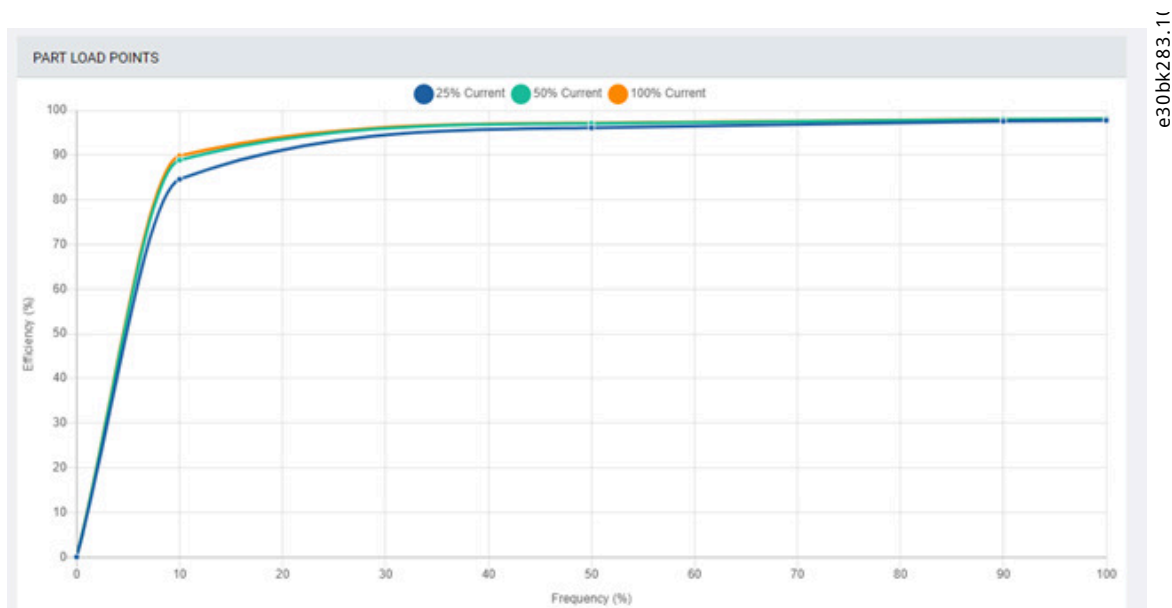
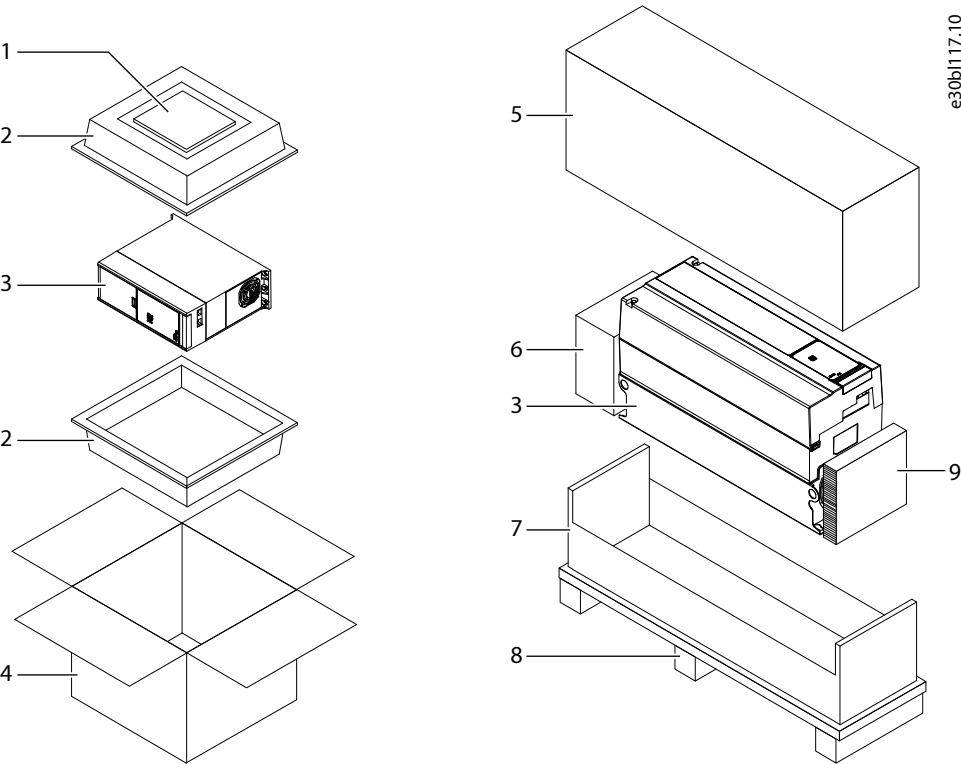


图 9: MyDrive® ecoSmart™ 数据示例

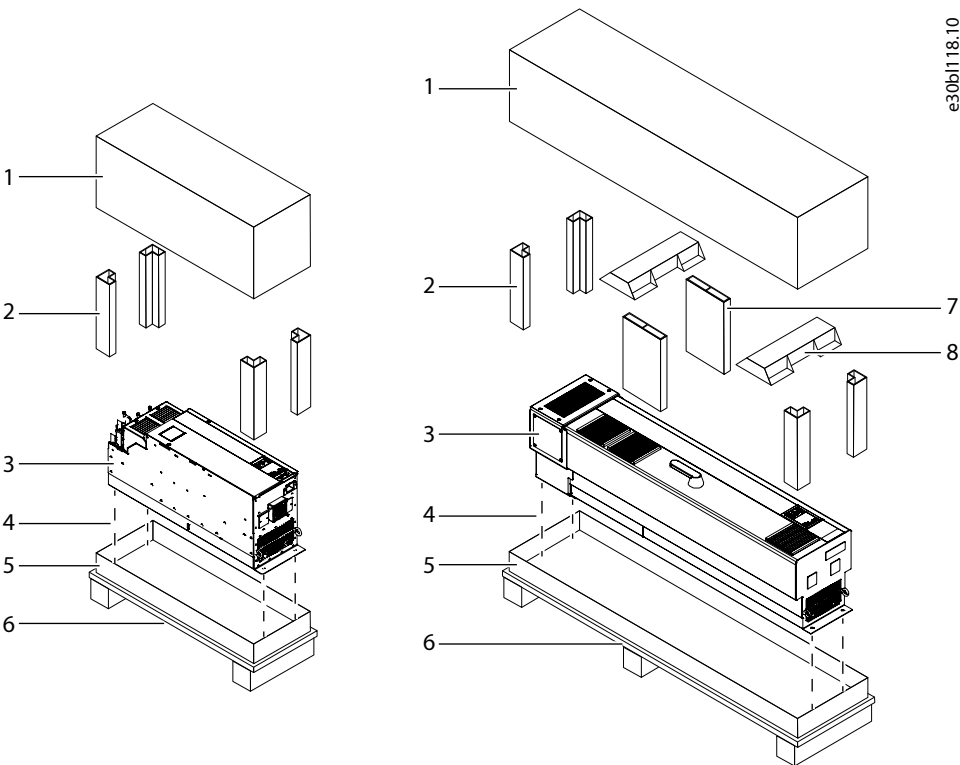
8.8 包装

根据机架的不同，变频器装在简单的纸板包装中运输或固定在木托盘上。



1	安装和安全指导以及附件包	2	插入件
3	变频器	4	纸板箱
5	纸板盖	6	附件盒
7	纸板托盘	8	托盘
9	垫片		

图 10: 机架 Fx02-Fx05（左）的 A 型包装和机架 Fx06-Fx08（右）的 B 型包装



1	纸板盖	2	角部垫片
3	变频器	4	用于将变频器固定到托盘的装配螺钉
5	纸板托盘	6	托盘
7	侧面垫片	8	顶部垫片

图 11: 机架 FA09-FA12、FK09a、FK10a、FK11 和 FK12（左）的 C 型包装以及机架 FK09c 和 FK10c（右）的 D 型包装

包装尺寸和重量取决于机架。表中列出的重量是变频器装运的最大重量。丹佛斯产品配置工具中还列出了每个机架的具体重量。

表 47: IP20/UL 开放式机架的包装尺寸

机架	高度 [mm (in)]	宽度 [mm(in)]	深度 [mm(in)]	最大重量 [kg (lb)]	包装概念
FA02a	196 (7.76)	320 (12.6)	330 (13)	5.25 (11.6)	A
FA02b	196 (7.76)	320 (12.6)	330 (13)	5.5 (12.1)	A
FA03a	220 (8.66)	320 (12.6)	330 (13)	6.15 (13.6)	A
FA03b	220 (8.66)	320 (12.6)	330 (13)	6.45 (14.2)	A
FA04a	291 (11.5)	394 (15.5)	544 (21.4)	12.6 (27.8)	A
FA04b	291 (11.5)	394 (15.5)	544 (21.4)	12.8 (28.2)	A
FA05a	326 (12.8)	394 (15.5)	544 (21.4)	15.1 (33.2)	A
FA05b	326 (12.8)	394 (15.5)	544 (21.4)	15.6 (34.3)	A
FA06	271 (10.67)	434 (17.09)	731 (28.8)	26 (57)	B
FA07	294 (11.6)	471 (18.53)	801 (31.5)	38 (84)	B
FA08	492 (19.4)	382 (15.04)	1048 (41.3)	62 (137)	B
FA09	559 (22)	991 (39)	457 (18)	94 (208)	C
FA10	559 (22)	1194 (47)	546 (21.5)	143 (315)	C

表 47: IP20/UL 开放式机架的包装尺寸 - (继续)

机架	高度 [mm (in)]	宽度 [mm(in)]	深度 [mm(in)]	最大重量 [kg (lb)]	包装概念
FA11	757 (29.8)	1760 (69.3)	793 (31.2)	281 (620)	C
FA12	757 (29.8)	1760 (69.3)	793 (31.2)	357 (787)	C

表 48: IP21/UL Type 1 机架的包装尺寸

机架	高度 [mm (in)]	宽度 [mm(in)]	深度 [mm(in)]	最大重量 [kg (lb)]	包装概念
FK06	271 (10.67)	434 (17.09)	731 (28.8)	28 (61)	B
FK07	294 (11.6)	471 (18.53)	801 (31.5)	38 (84)	B
FK08	492 (19.4)	382 (15.04)	1048 (41.3)	70 (154)	B
FK09a	559 (22)	1168 (46)	457 (18)	104 (229)	C
FK09c	533 (21)	1829 (72)	559 (22)	128 (282)	D
FK10a	559 (22)	1397 (55)	559 (22)	158 (348)	C
FK10c	559 (22)	2388 (94)	610 (24)	208 (458)	D
FK11	767 (30.2)	2191 (86.3)	871 (34.3)	294 (648)	C
FK12	767 (30.2)	2191 (86.3)	871 (34.3)	380 (838)	C

表 49: IP54/IP55/UL Type 12 机架的包装尺寸

机架	高度 [mm (in)]	宽度 [mm(in)]	深度 [mm(in)]	最大重量 [kg (lb)]	包装概念
FB09a	559 (22)	1168 (46)	457 (18)	104 (229)	C
FB09c	533 (21)	1829 (72)	559 (22)	128 (282)	D
FB10a	559 (22)	1397 (55)	559 (22)	158 (348)	C
FB10c	559 (22)	2388 (94)	610 (24)	208 (458)	D
FB11	767 (30.2)	2191 (86.3)	871 (34.3)	294 (648)	C
FB12	767 (30.2)	2191 (86.3)	871 (34.3)	380 (838)	C

8.9 电缆长度

变频器支持使用长达 300 米（984 英尺）的电缆。有关不同电缆类型长度的详细信息，请参阅 [表 50](#)。

有关 EMC 合规性和滤波器的信息，请参阅 [8.10.1 EMC 合规等级](#)。

表 50: 电缆长度

电缆类型	最大长度 [m (ft)]
电机电缆 ⁽¹⁾	屏蔽电缆：300 (984) 有关 EMC 合规性，请参阅 表 52 。 非屏蔽电缆：300 (984)
制动电缆（R+、R-）	10 (33)
直流电缆（+DC、-DC）	请参阅 iC7-Automation 变频器应用指南中的“使用直流连接器”。
控制面板	10 (33) ⁽²⁾

1) 最大长度取决于 EMC 滤波器和电缆类型。

2) 使用控制面板电缆，分为 2.5 米（8 英尺）、5 米（16 英尺）和 10 米（33 英尺）三种。

8.10 EMC

8.10.1 EMC 合规等级

变频器按照相关的 EMC 标准进行设计和测试。性能等级取决于实际变频器和所选的 EMC 合规等级。

EMC 合规等级在以下条件下进行测试：

- 变频器（带有相关选项）
- 屏蔽控制和通信电缆
- 使用数字 I/O 和模拟控制进行外部控制
- 使用屏蔽电缆连接的单电机：Fx02-Fx08 的 Lapp Ölflex Classic 100CY（单根电缆），Fx09-Fx12 的 Helukabel Top Serv 109
- 负载共享和制动电缆
- 标准变频器设置

注意

根据 EMC 指令，系统定义为多种类型的设备、成品和/或组件的组合，并由同一人（系统制造商）进行组合、设计和/或拼装，旨在作为单一功能装置投放市场，供最终用户使用，并通过安装和操作来执行特定任务。

EMC 指令适用于产品/系统和装置，但是，如果一个装置由带有 CE 标志的产品/系统组合而成，则该装置也可视为符合 EMC 指令。装置没有 CE 标志。

根据 EMC 指令，产品/系统制造商有责任满足 EMC 指令的基本要求并通过 CE 认证。对于涉及负载共享和其他直流端子的系统，仅当按照技术文档中所述连接产品的组合时，才能确保符合 EMC 指令。

如果将任何第三方产品连接到变频器上的负载共享或其他直流端子，则无法保证符合 EMC 要求。

如果在居住环境中安装且不符合 C1 类要求，则变频器可能无法在此类位置为无线电接收提供充分保护。在这种情况下，可能需要采取补充抑制措施，例如，使用屏蔽或增加受影响产品之间的距离。

如果变频器不符合 C1 或 C2 类别的要求，则不得将其安装在为住宅供电的公共低电压网络中。在此类网络中使用，预期会存在无线电频率干扰。遵循特定于产品的安装指南中给出的安装说明。

如果变频器的射频干扰滤波器被禁用，则变频器符合类别 C4 的要求。在这种情况下，变频器适用于由不会产生辐射干扰的电源供电的系统，例如，专用变压器或发电机，或低压地下线路。如果未严格遵循安装指南，则可能会出现无线电频率干扰。

8.10.2 辐射要求

根据变频器的 EMC 产品标准 EN/IEC 61800-3 的规定，EMC 要求取决于变频器的预定用途。EMC 产品标准中定义了四个类别。[表 51](#) 中列出了 4 个合规类别的定义。

表 51: 变频器的合规类别和预期用途

合规类别	变频器的预期用途
C1	安装在住宅、商业或轻工业环境的变频器，电源电压低于 1000 V。
C2	电源电压低于 1000 V 的变频器，既不可插入也不可移动，不适合在居住环境中使用。如果安装在商业或轻工业环境中，则应由专业人员进行安装和调试。
C3	变频器安装在工业环境中，不适合在电源电压低于 1000 V 的住宅、商业或轻工业环境中使用。
C4	变频器安装在工业环境的复杂系统中，或电源电压大于等于 1000 V 或额定电流大于等于 400 A 的环境中。

变频器符合 EMC 产品标准 EN/IEC 61800-3 中规定的以下 4 个类别之一的要求。

表 52: 最大电机电缆长度下的 EMC 辐射合规等级

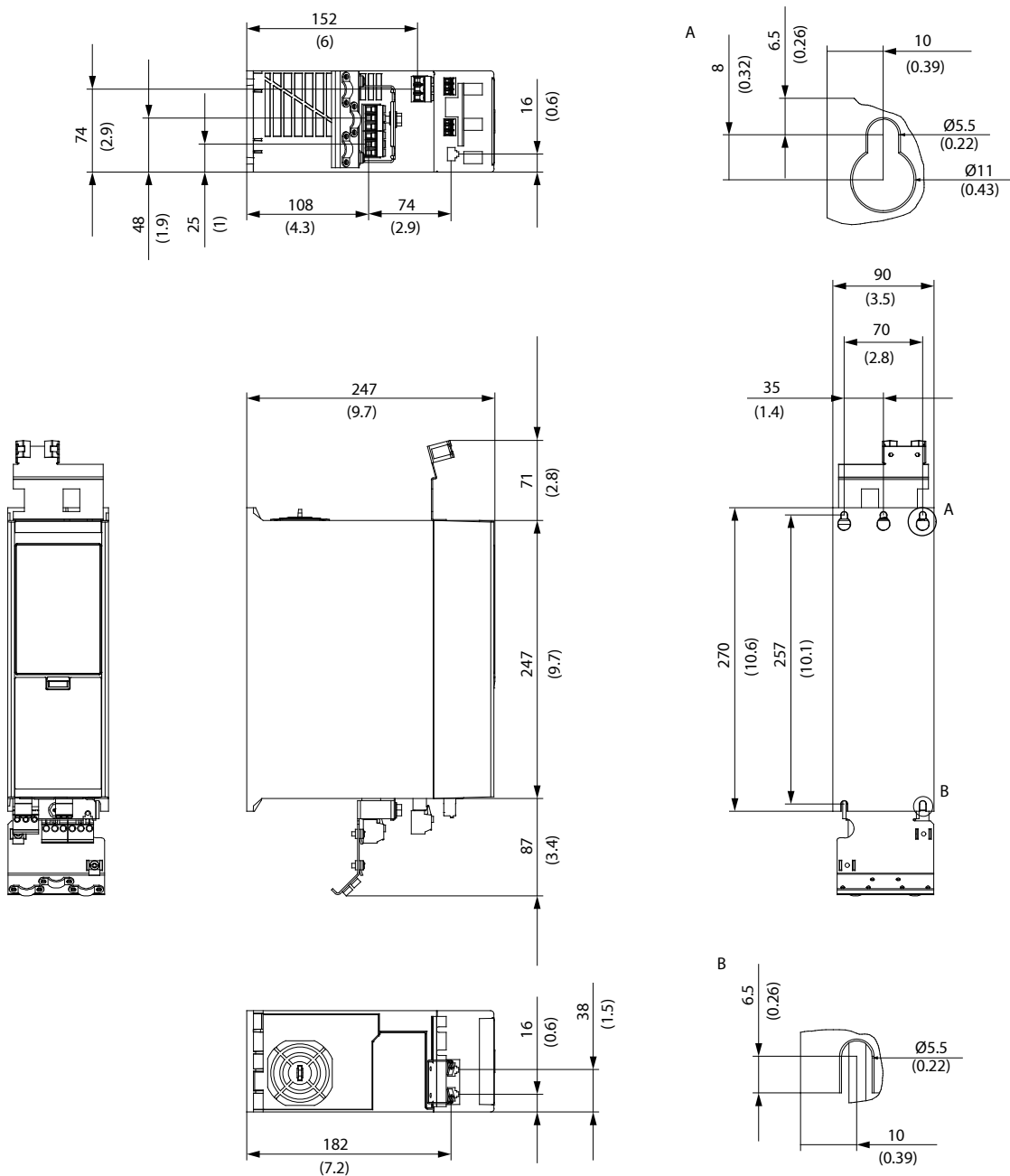
EMC 类别 (型号代码)	机架	EN/IEC 61800-3 合规类别					
		传导性干扰			辐射性干扰		
		C1	C2	C3	C1	C2	C3
		电缆长度[m (ft)]					
F1 - 组合 C1 与 C2 滤波器	Fx02-Fx08	50 (164)	150 (492)	150 (492)	否	是	是
F2 - C2 滤波器	Fx02-Fx08	-	150 (492)	150 (492)	否	是	是
	Fx09-Fx12	-	150 (492)	150 (492)	否	是	是
F3 - C3 滤波器	Fx02-Fx05	-	-	250 (820)	否	否	是
	Fx06-Fx08	-	-	300 (984)	否	否	是
	Fx09-Fx12	-	-	150 (492)	否	否	是
F4 - 无滤波器	Fx02-Fx12	-	-	-	否	否	否

对于机架 Fx02-Fx08，辐射水平是在使用单根电机电缆的情况下测量的，不适用于并联电机电缆。使用长度超过规定最大长度的电缆可能导致超出辐射水平限值。

8.10.3 抗扰性要求

变频器的制造和测试均符合电磁抗扰度的工业要求。由于抗扰度要求低于工业装置，因此符合民用限值要求并具有安全裕度。

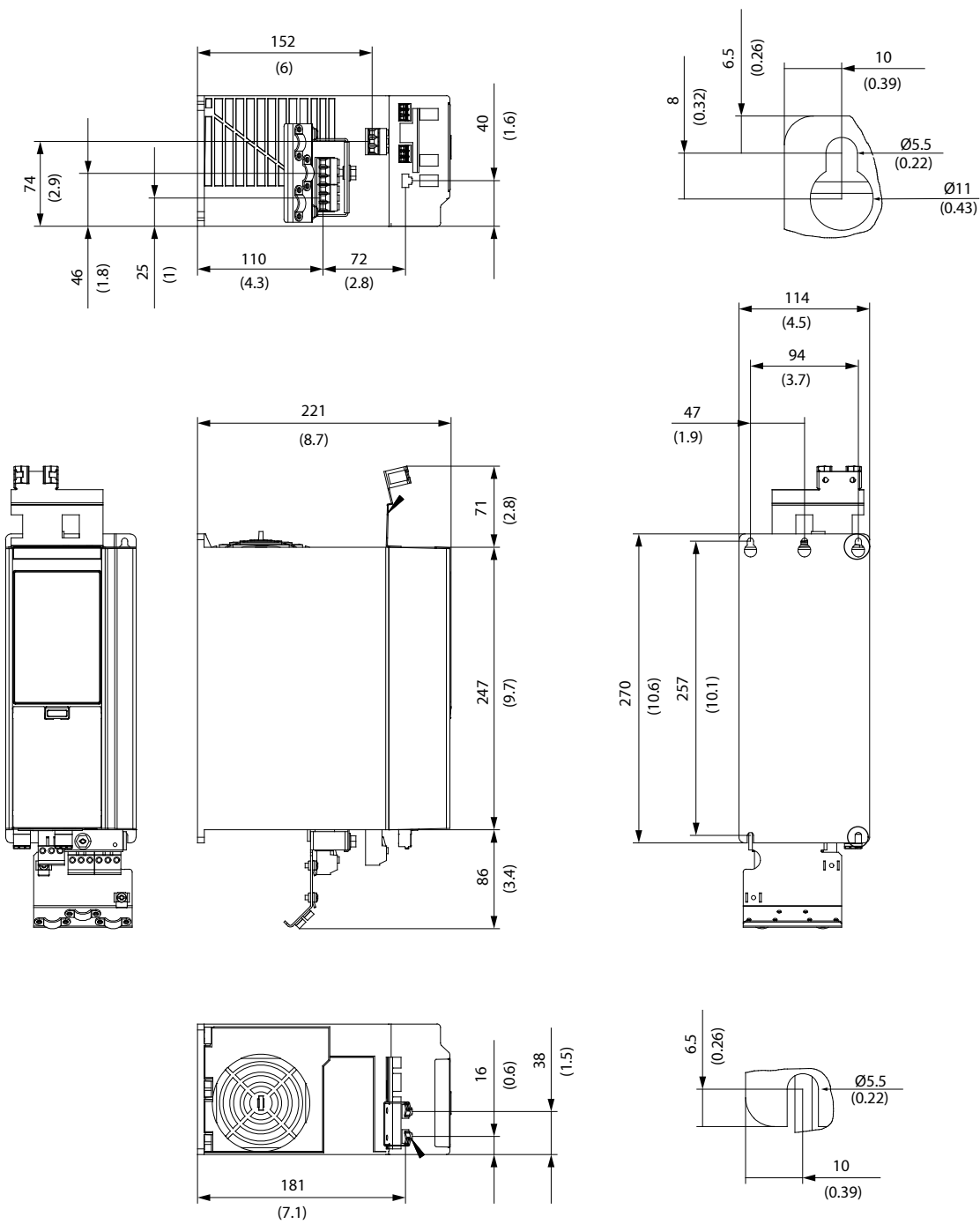
9.2.2 FA02b 尺寸



e30b1464.10

图 13: FA02b 尺寸

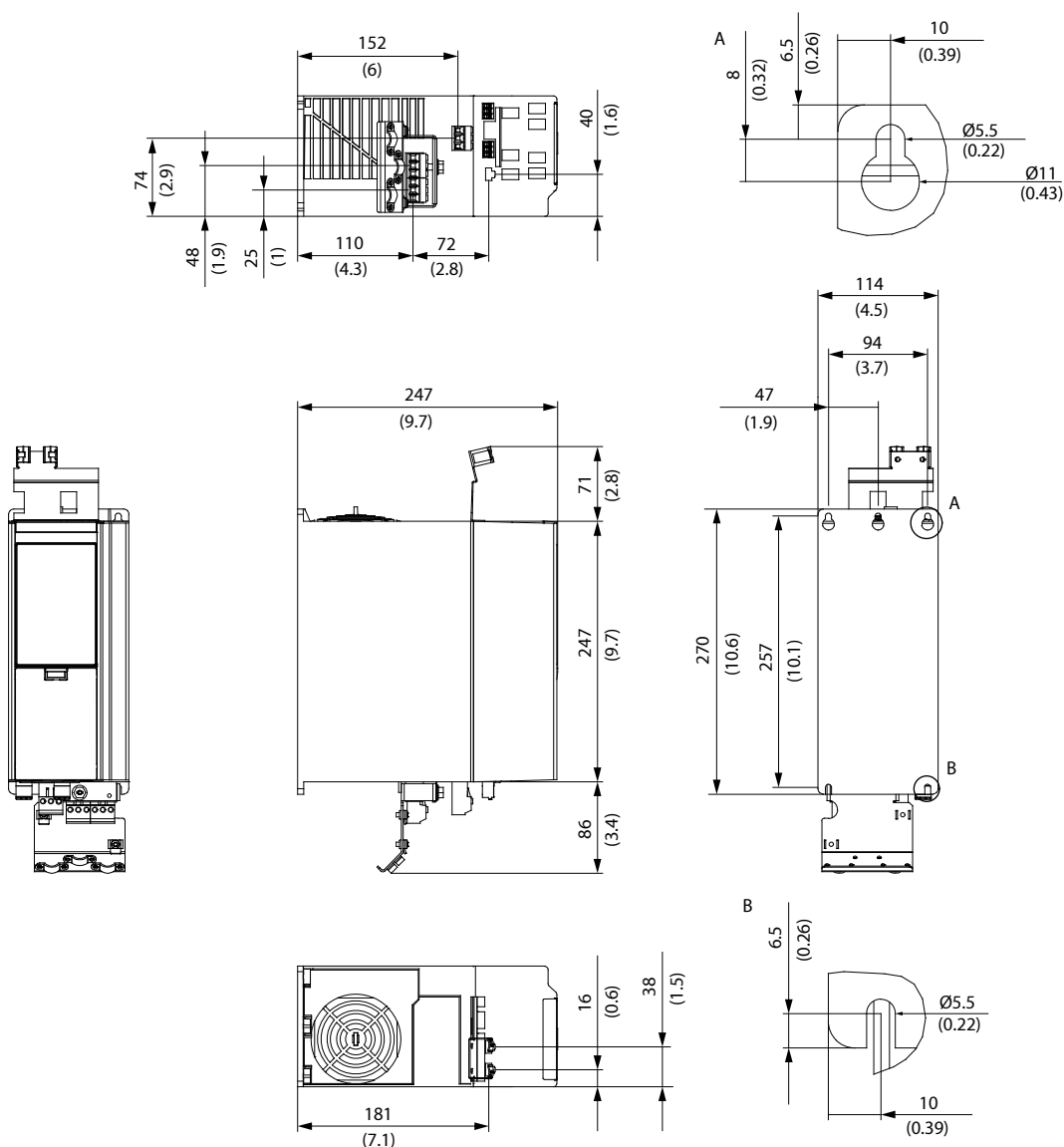
9.2.3 FA03a 尺寸



e30bi465.10

图 14: FA03a 尺寸

9.2.4 FA03b 尺寸



e30br466.10

图 15: FA03b 尺寸

9.2.5 FA04a 尺寸

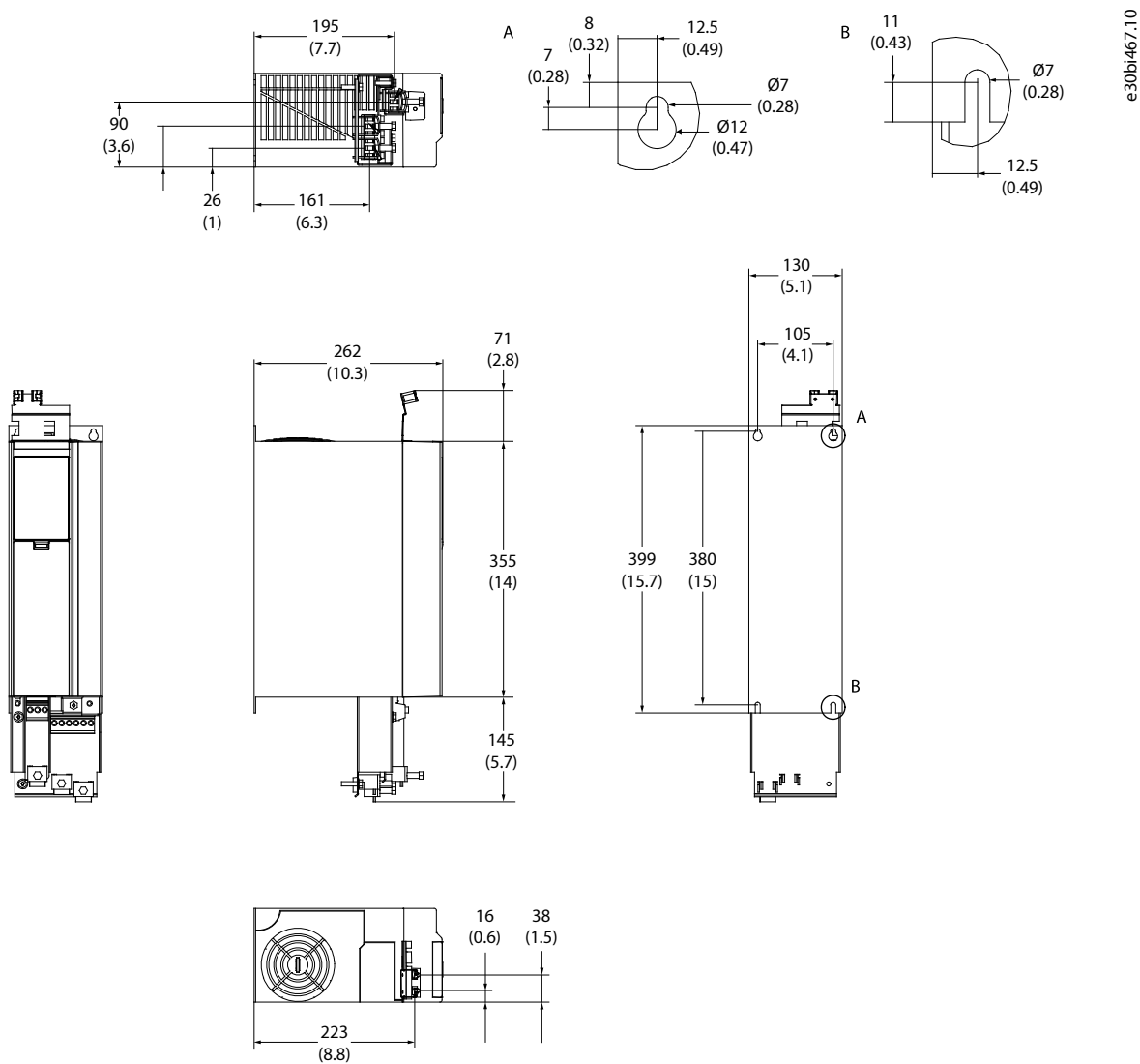


图 16: FA04a 尺寸

9.2.6 FA04b 尺寸

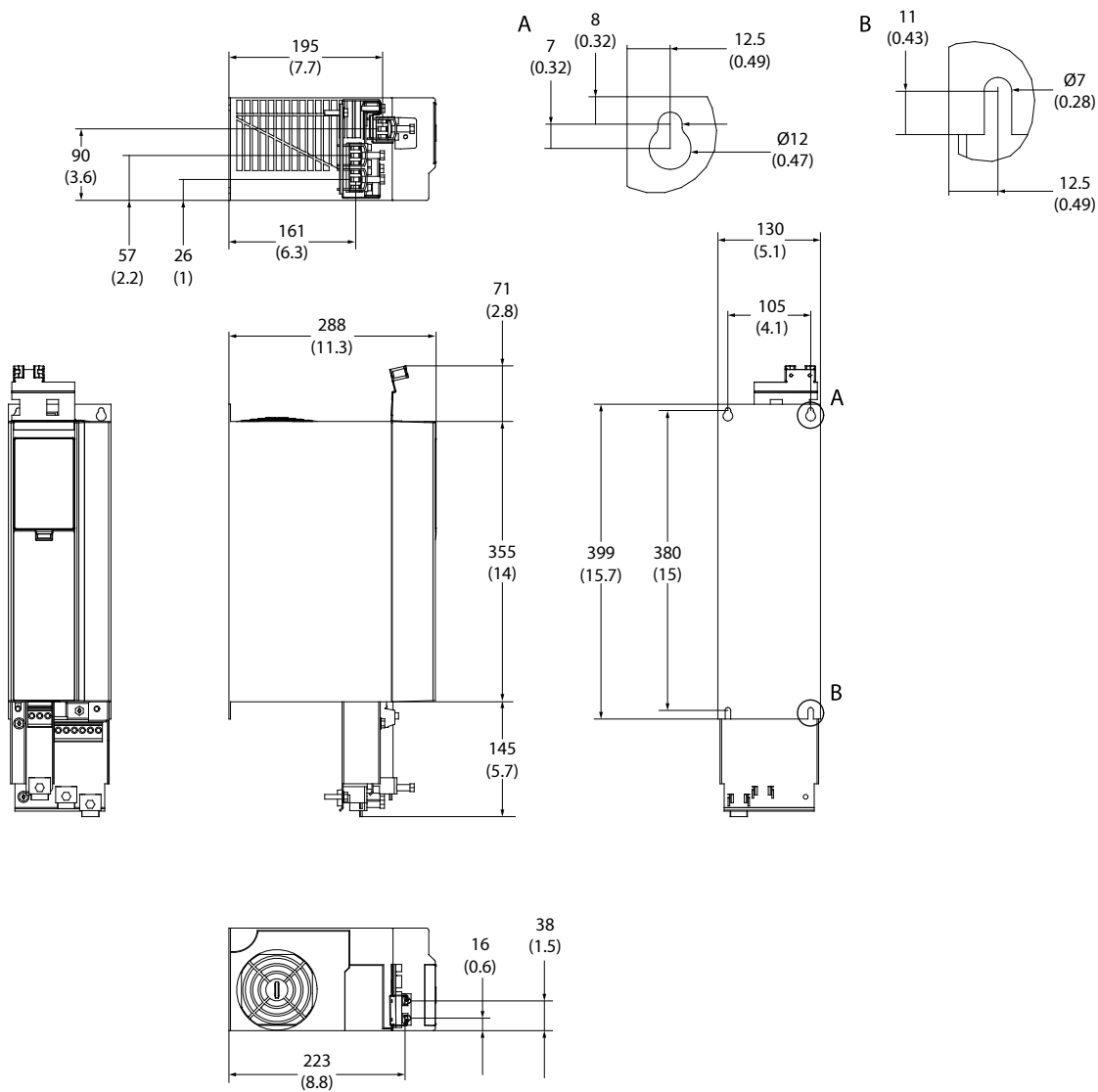


图 17: FA04b 尺寸

9.2.7 FA05a 尺寸

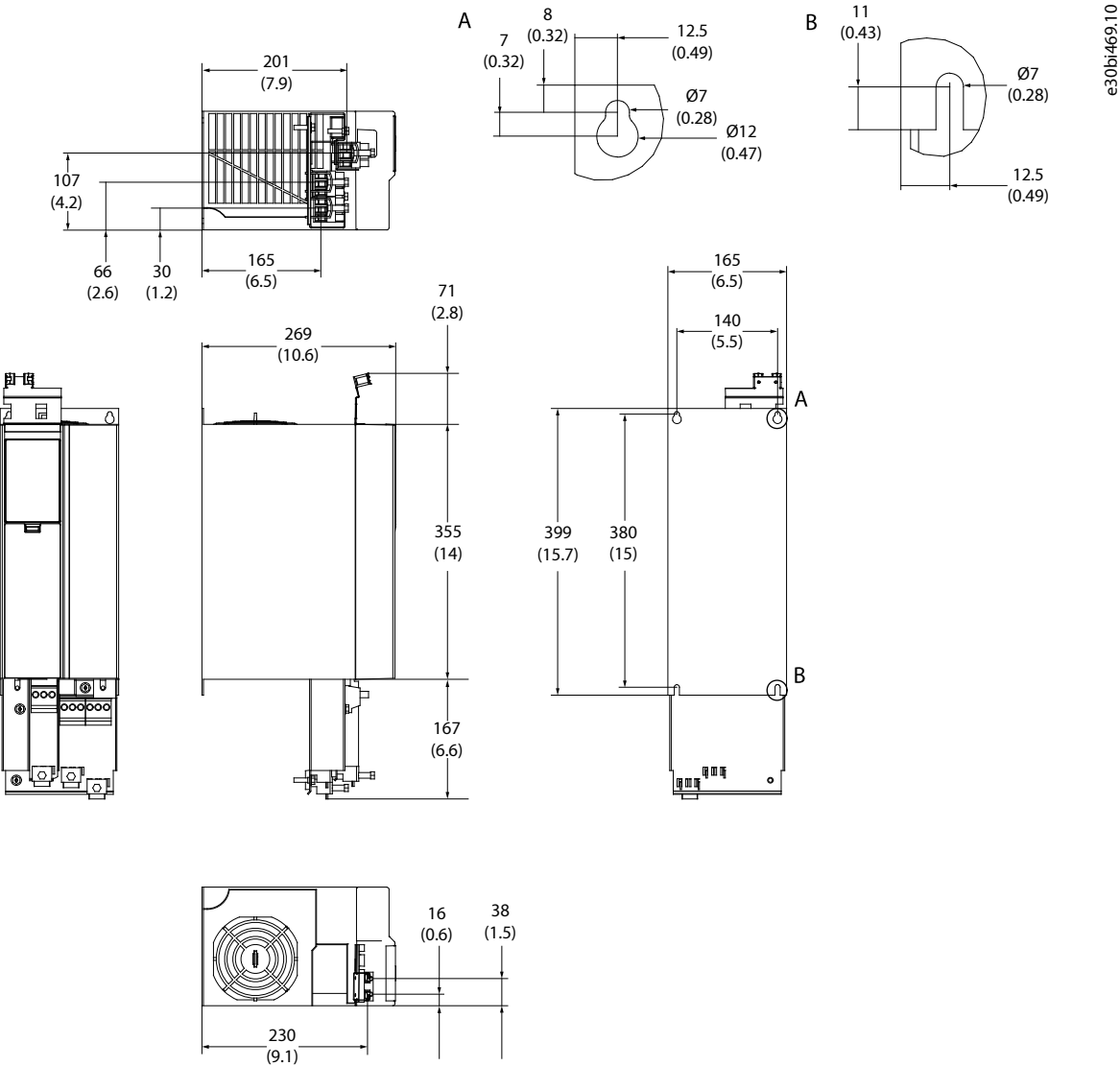


图 18: FA05a 尺寸

9.2.8 FA05b 尺寸

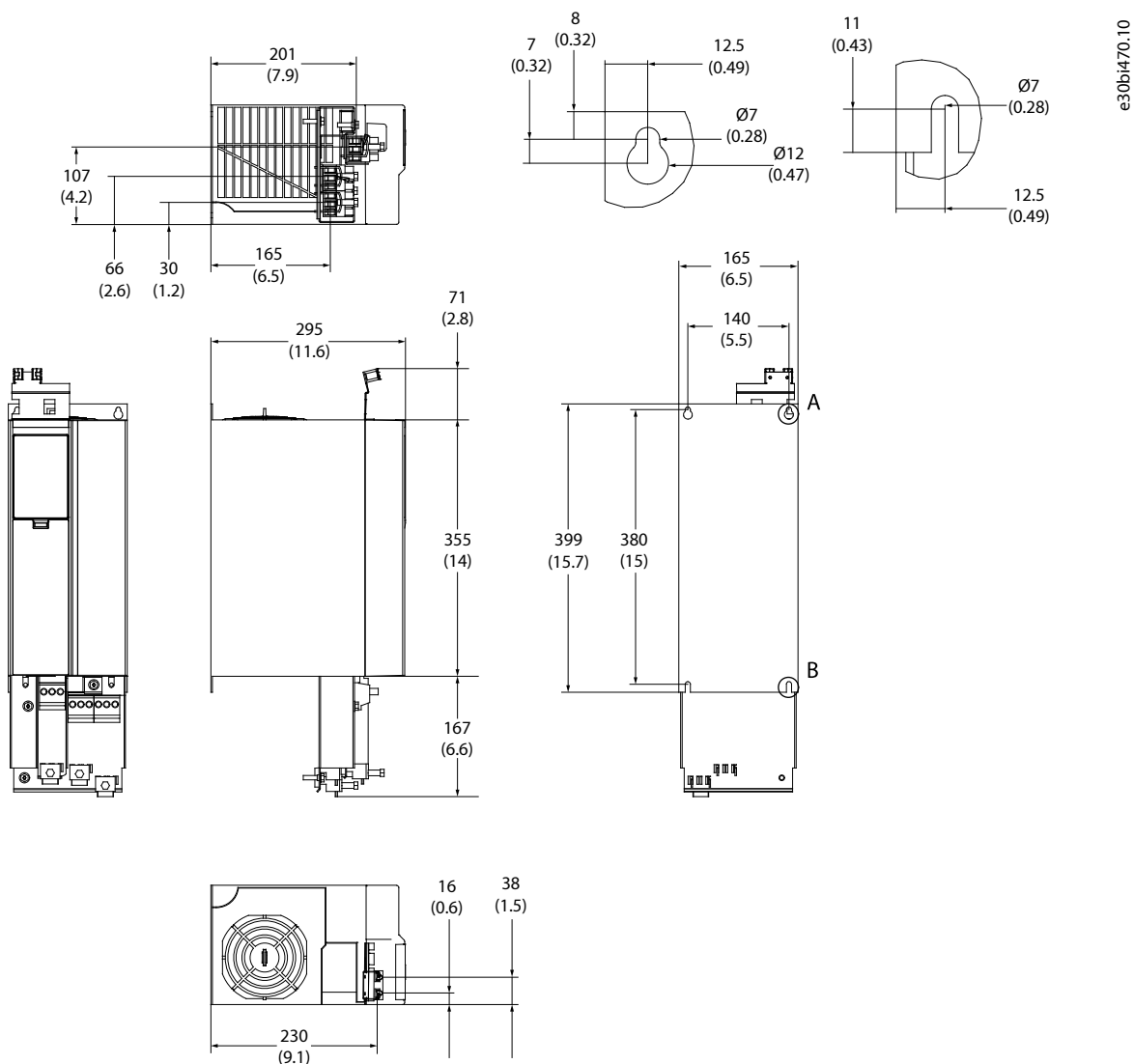


图 19: FA05b 尺寸

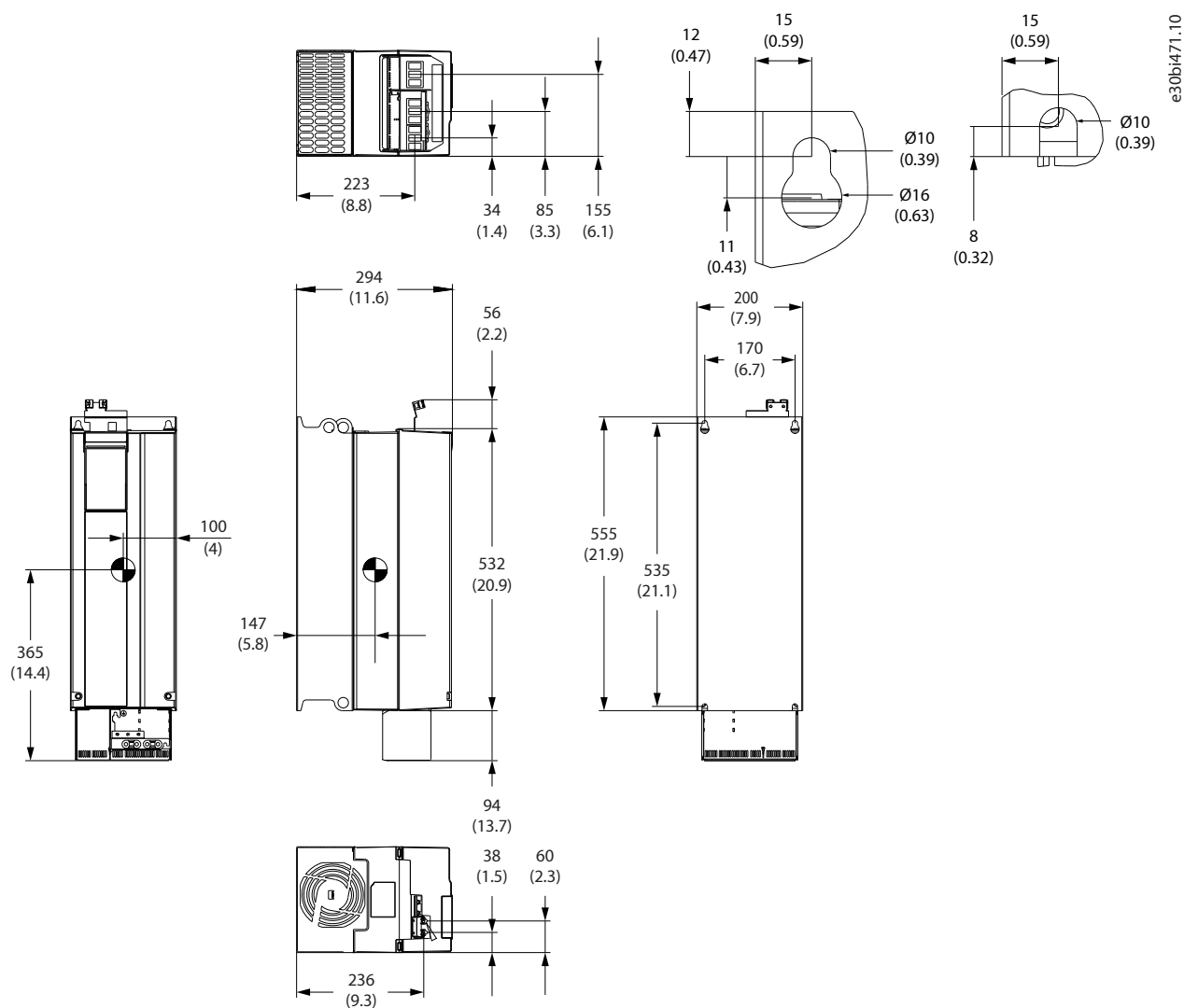


图 20: FA06 尺寸

9.2.10 FA07 尺寸

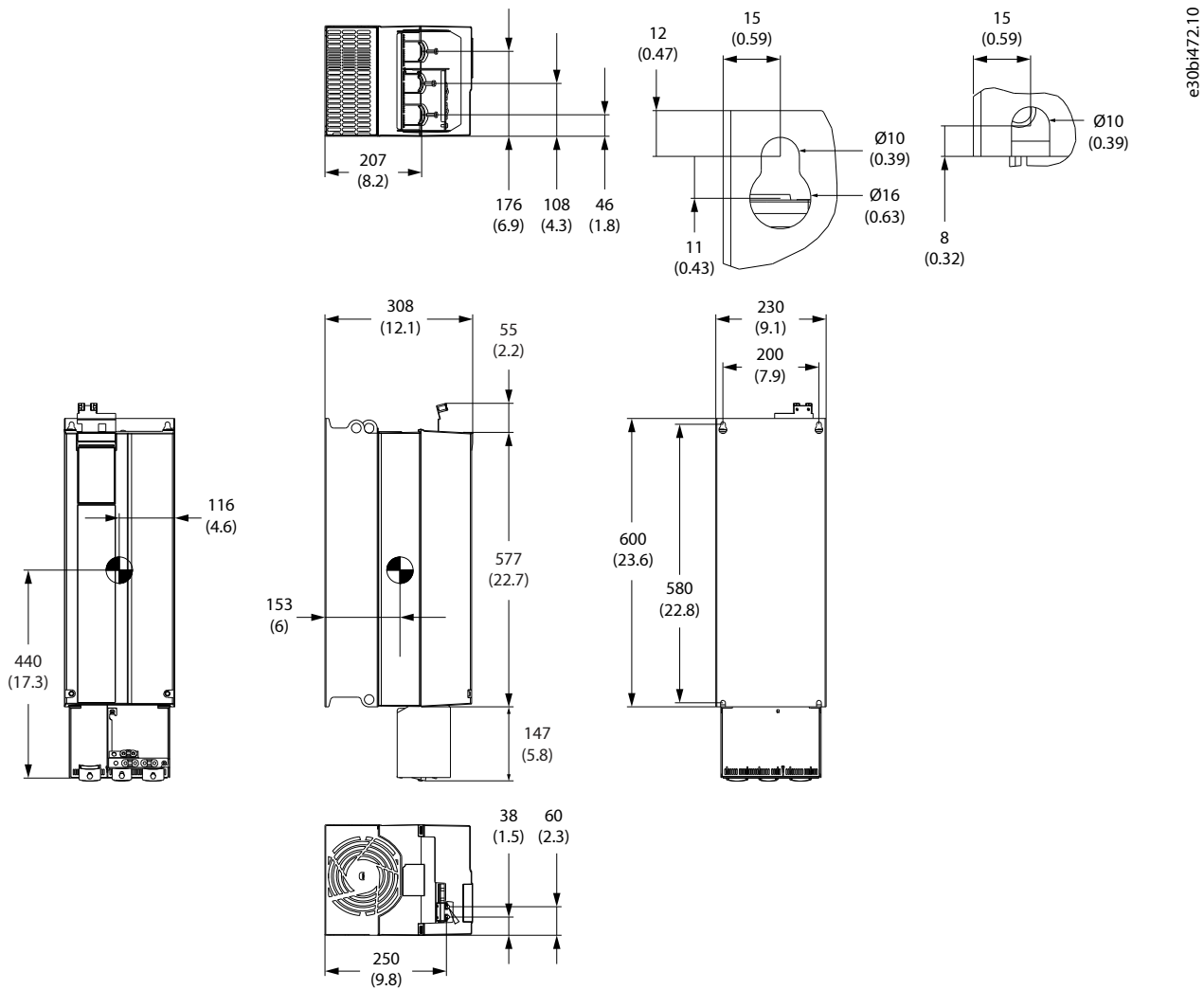


图 21: FA07 尺寸

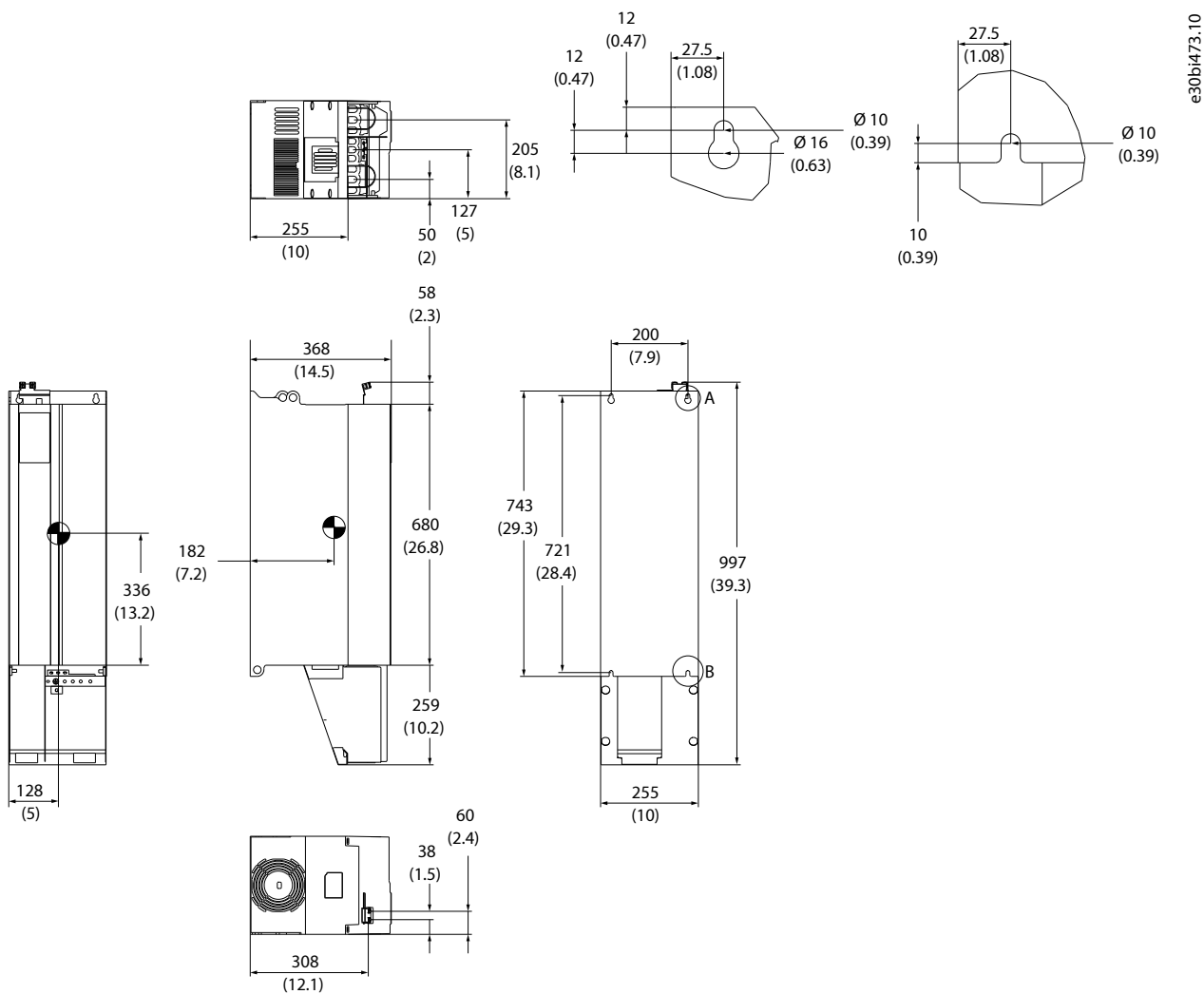


图 22: FA08 尺寸

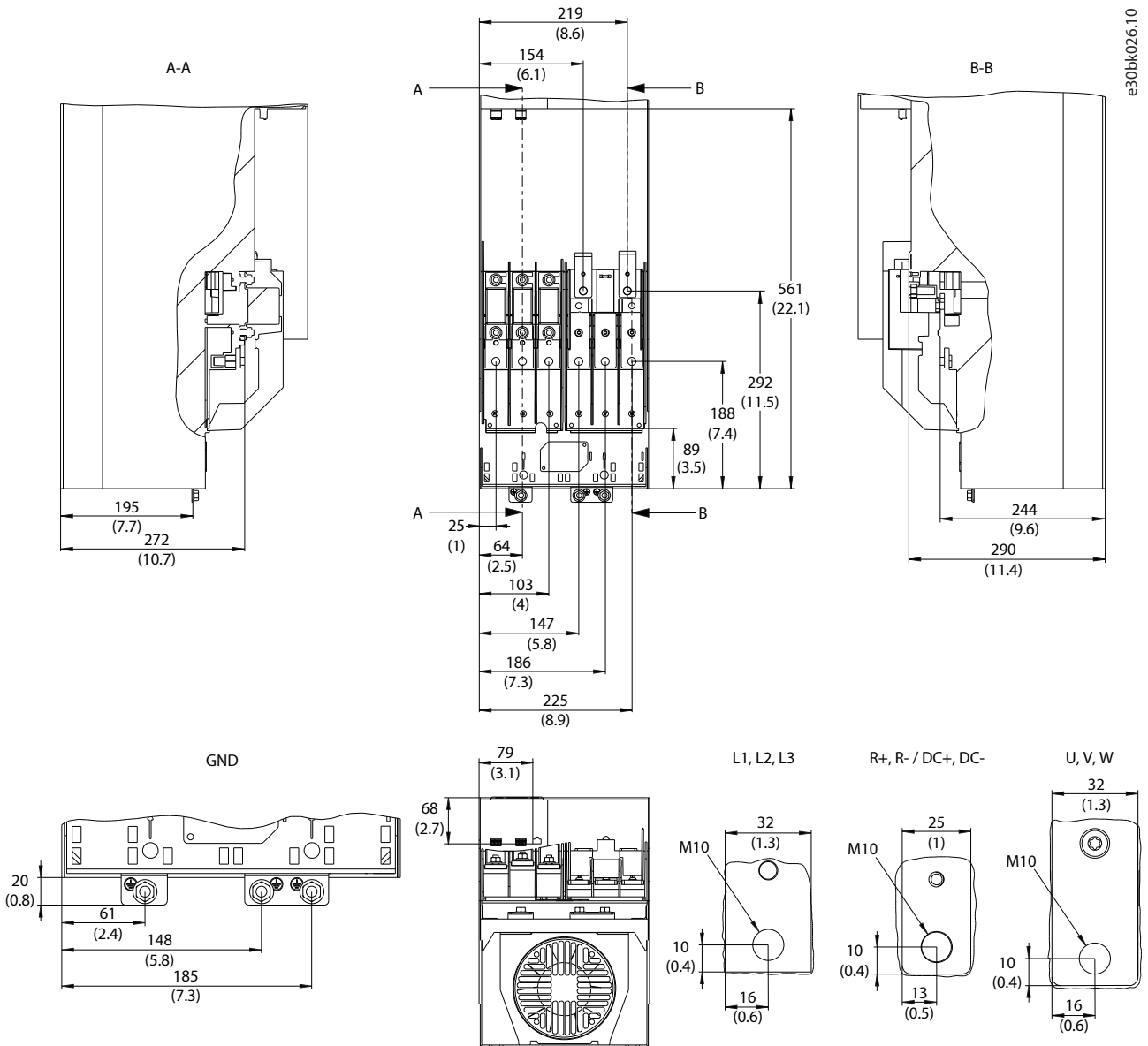


图 24: FA09 端子尺寸

9.2.13 FA10 尺寸

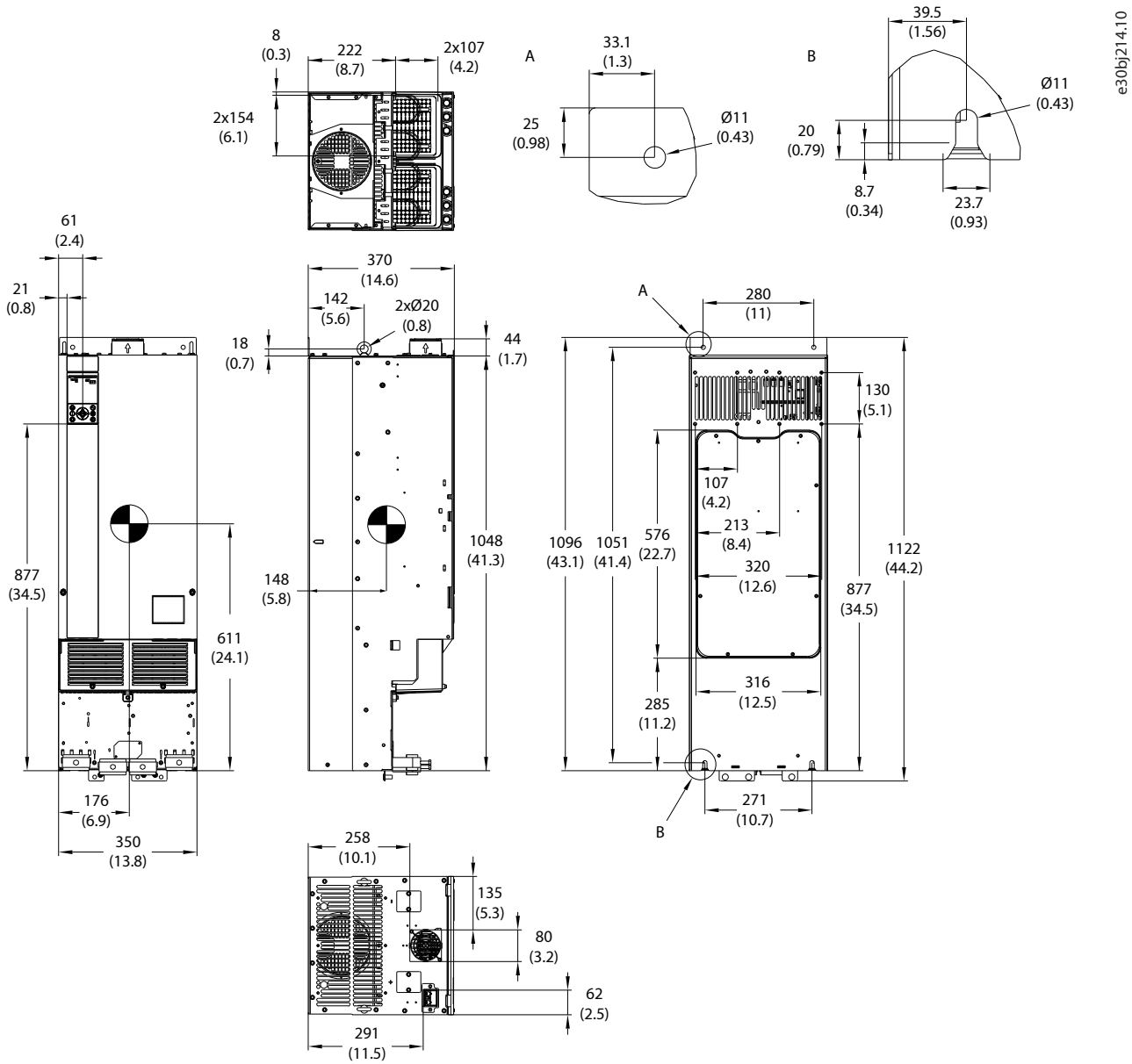


图 25: FA10 外部尺寸

e30bk027.10

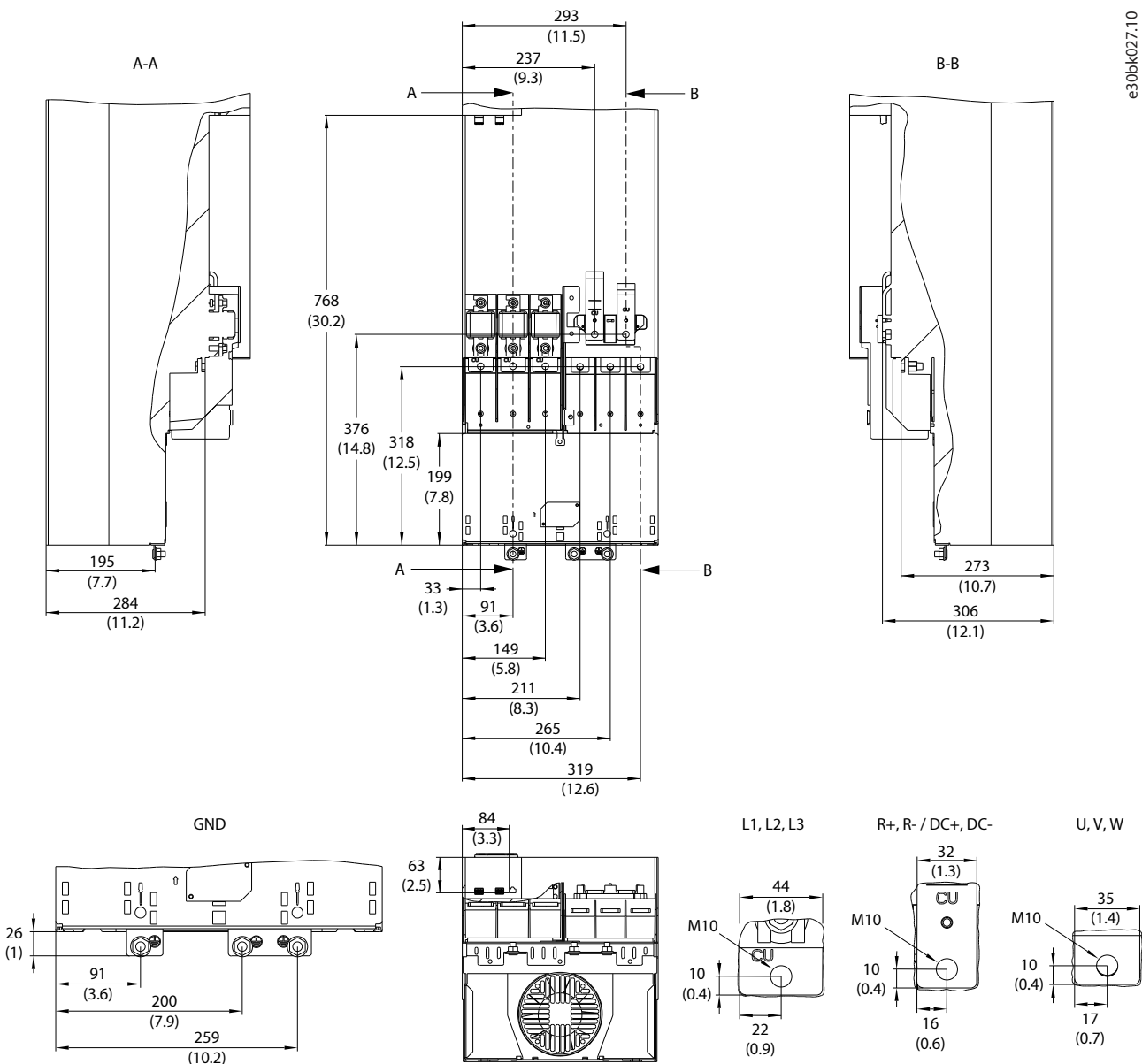


图 26: FA10 端子尺寸

9.2.14 FA11 尺寸

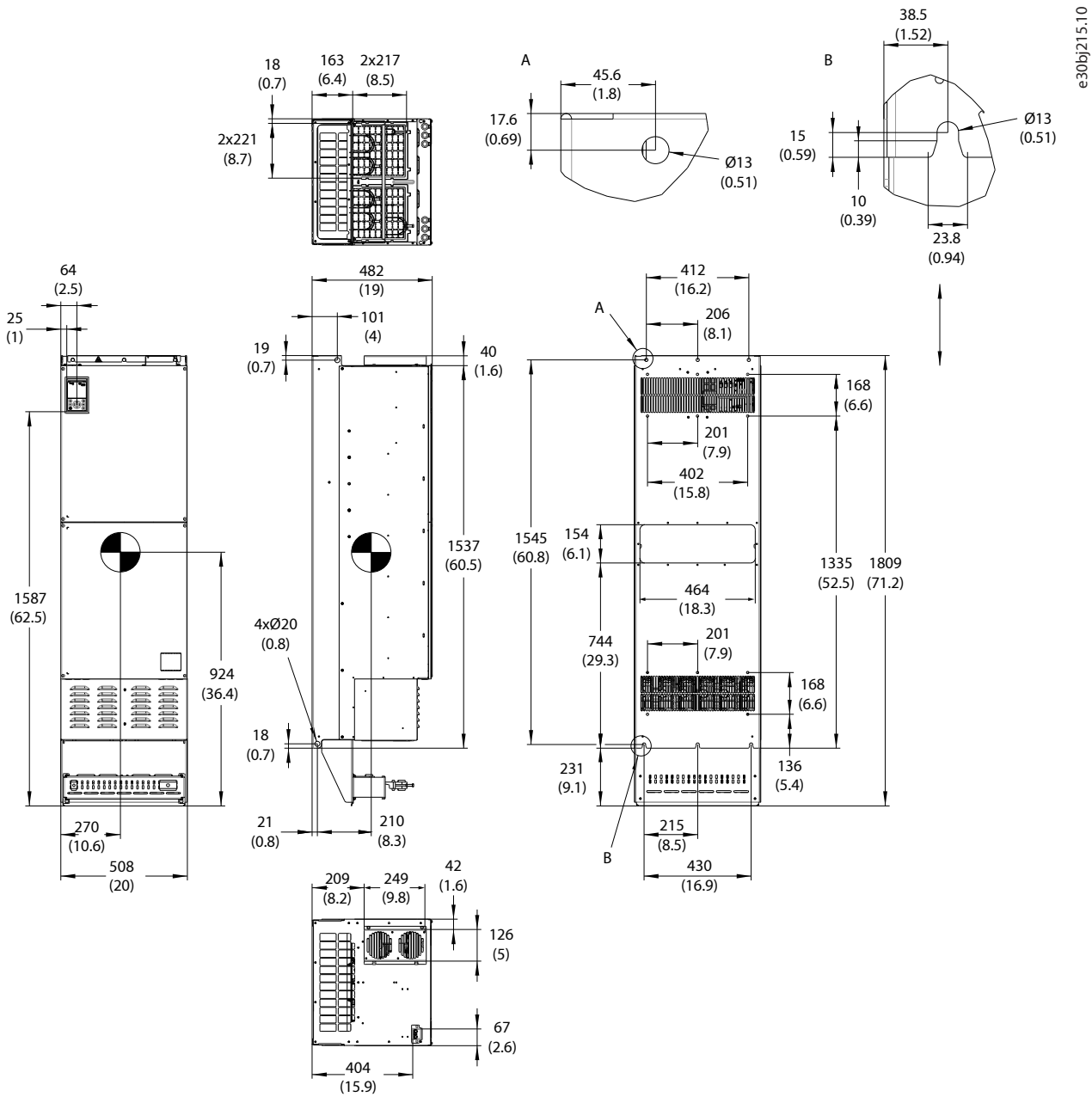


图 27: FA11 外部尺寸

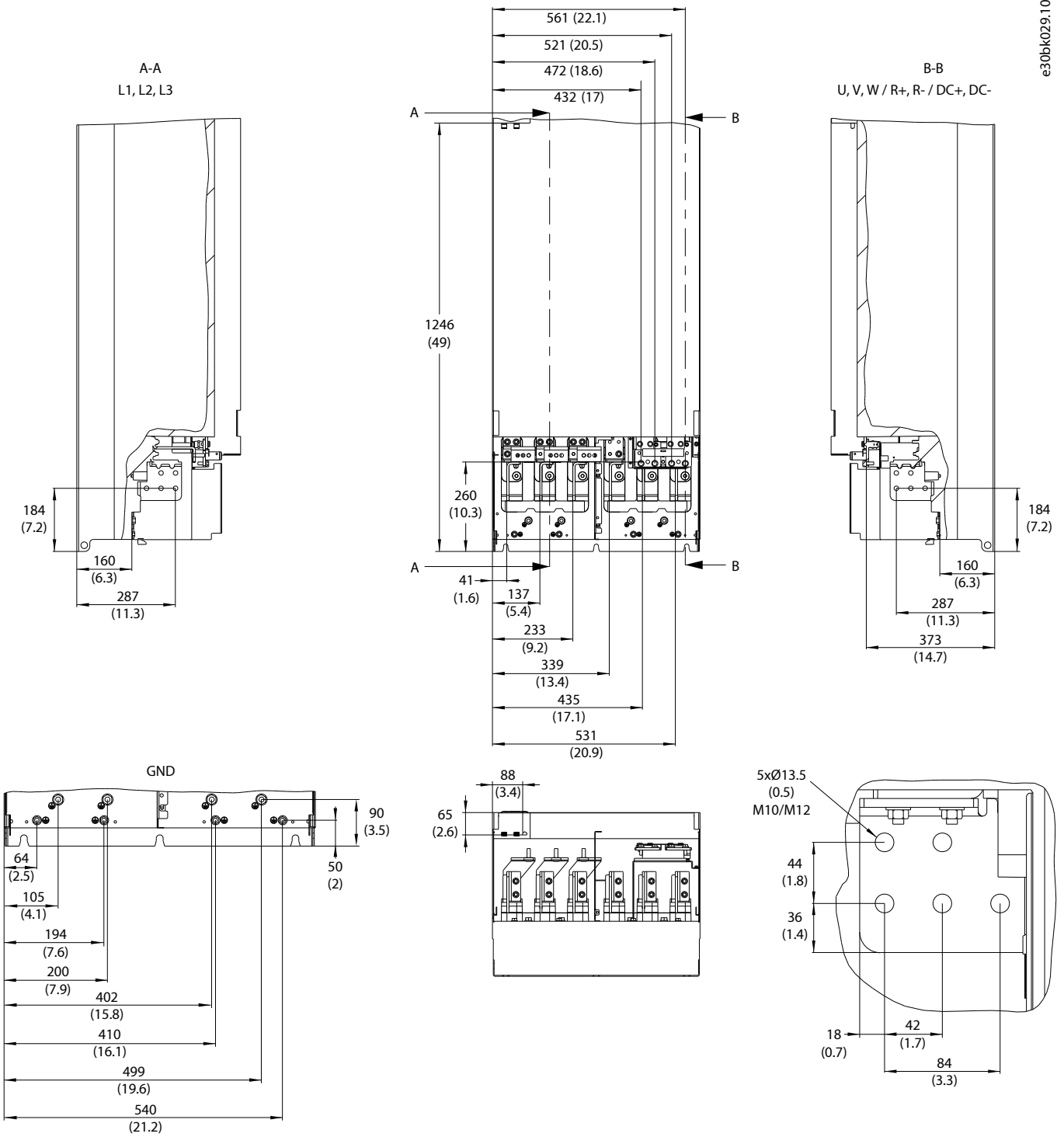


图 28: FA11 端子尺寸

9.2.15 FA12 尺寸

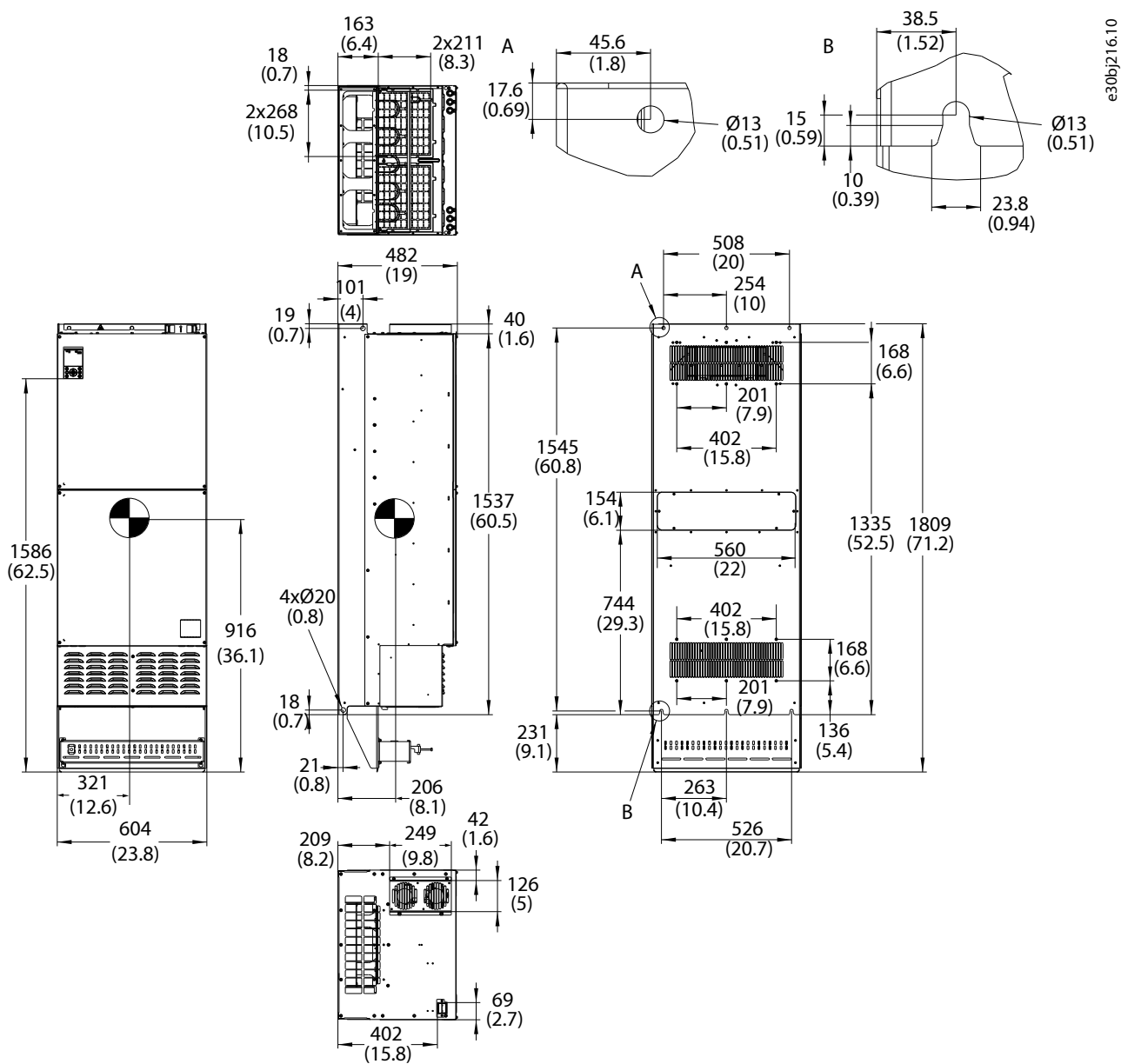


图 29: FA12 外部尺寸

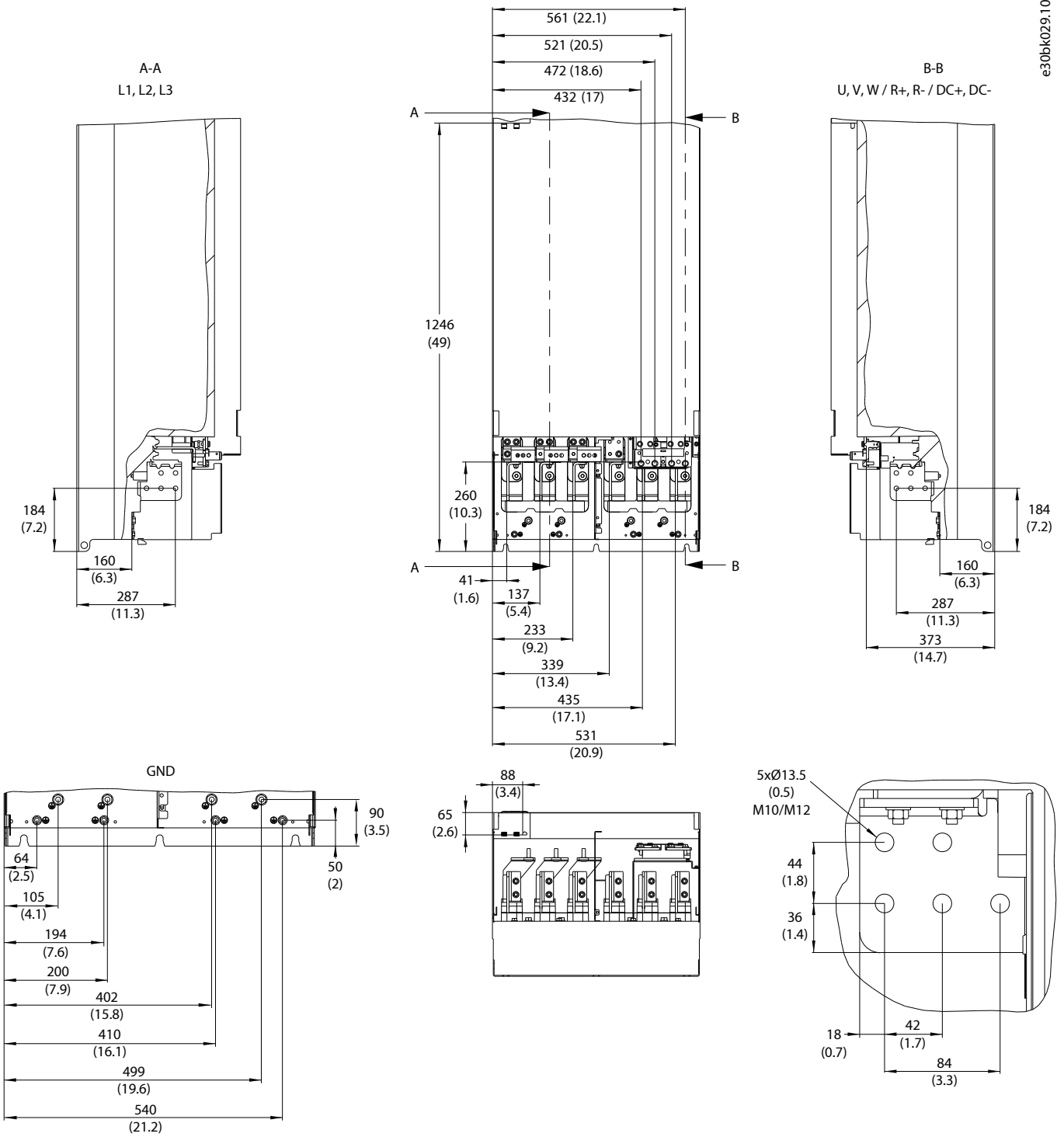


图 30: FA12 端子尺寸

9.3 IP21/UL Type 1 机架 (FK06-FK12)

9.3.1 FK06 尺寸

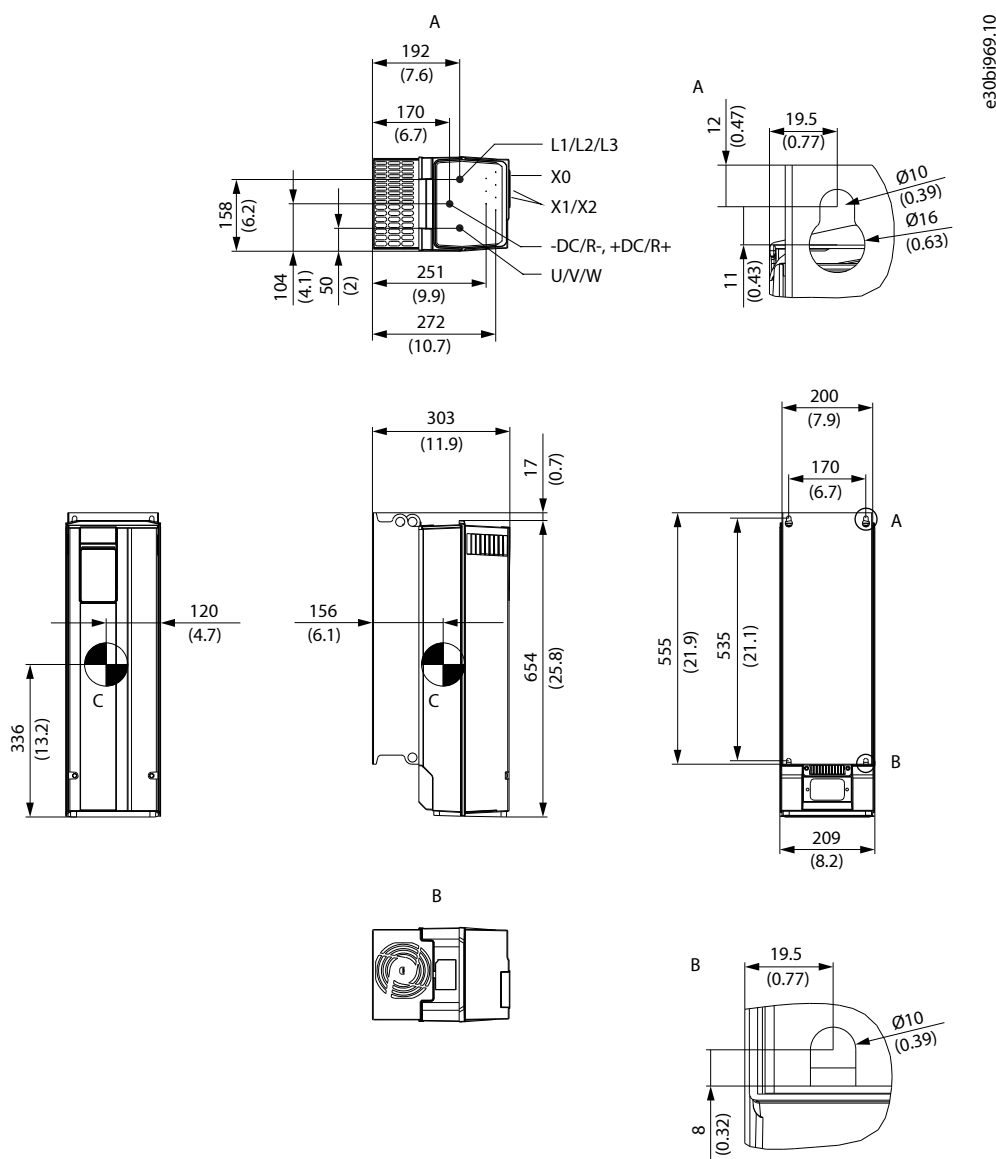
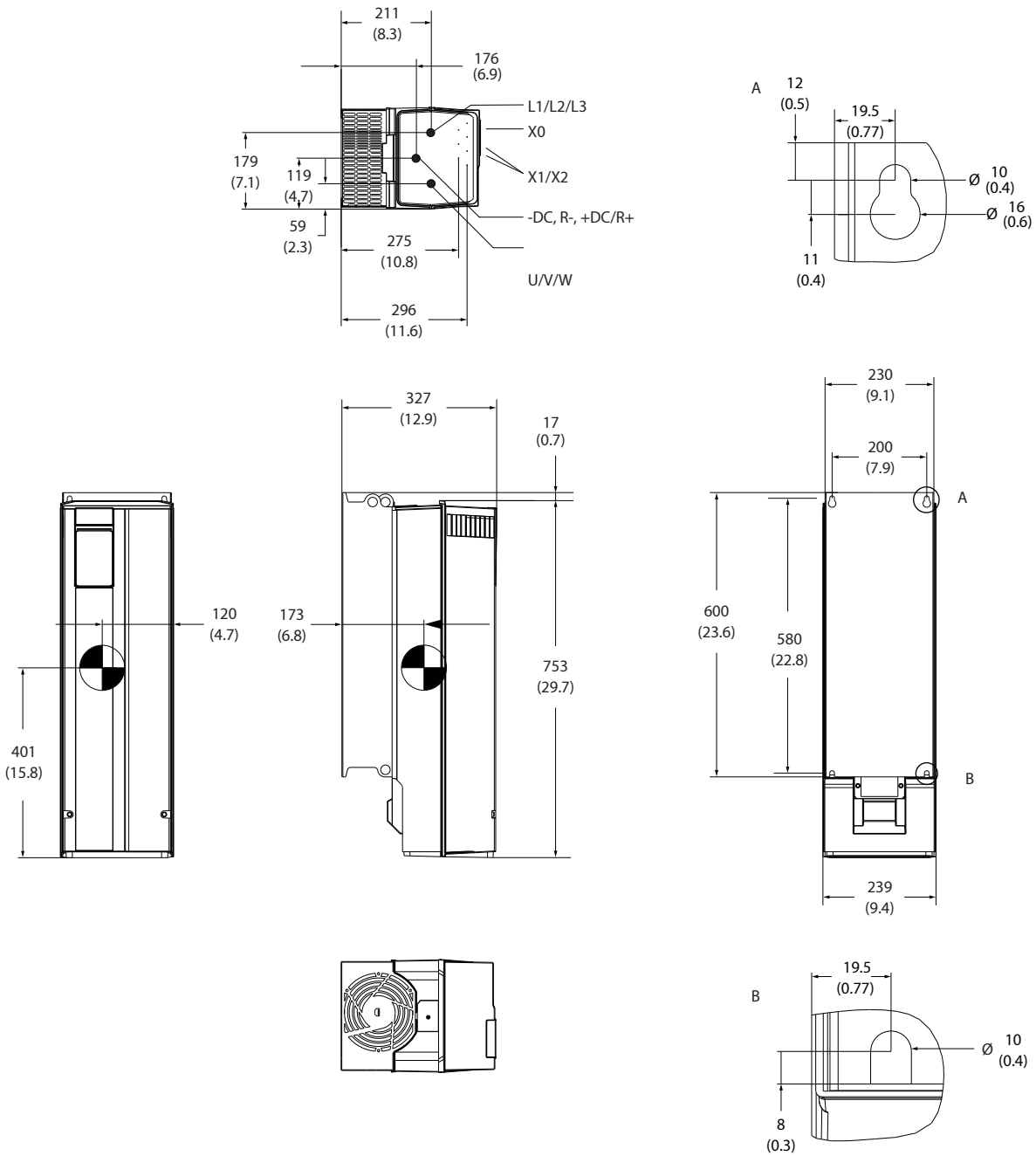


图 31: FK06 尺寸

9.3.2 FK07 尺寸



e30b1970.10

图 32: FK07 尺寸

9.3.3 FK08 尺寸

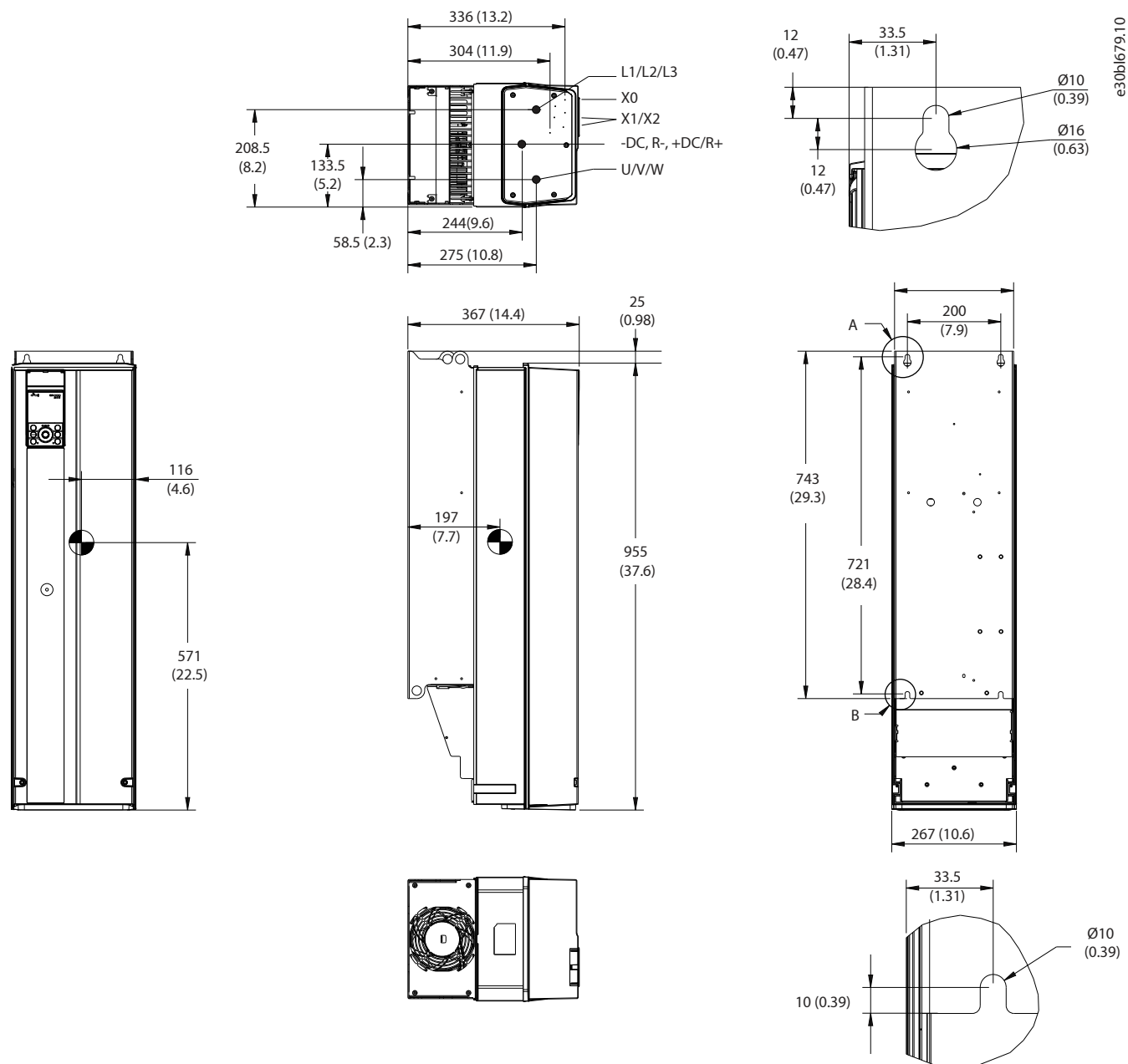


图 33: FK08 尺寸

9.3.4 FK09a 尺寸

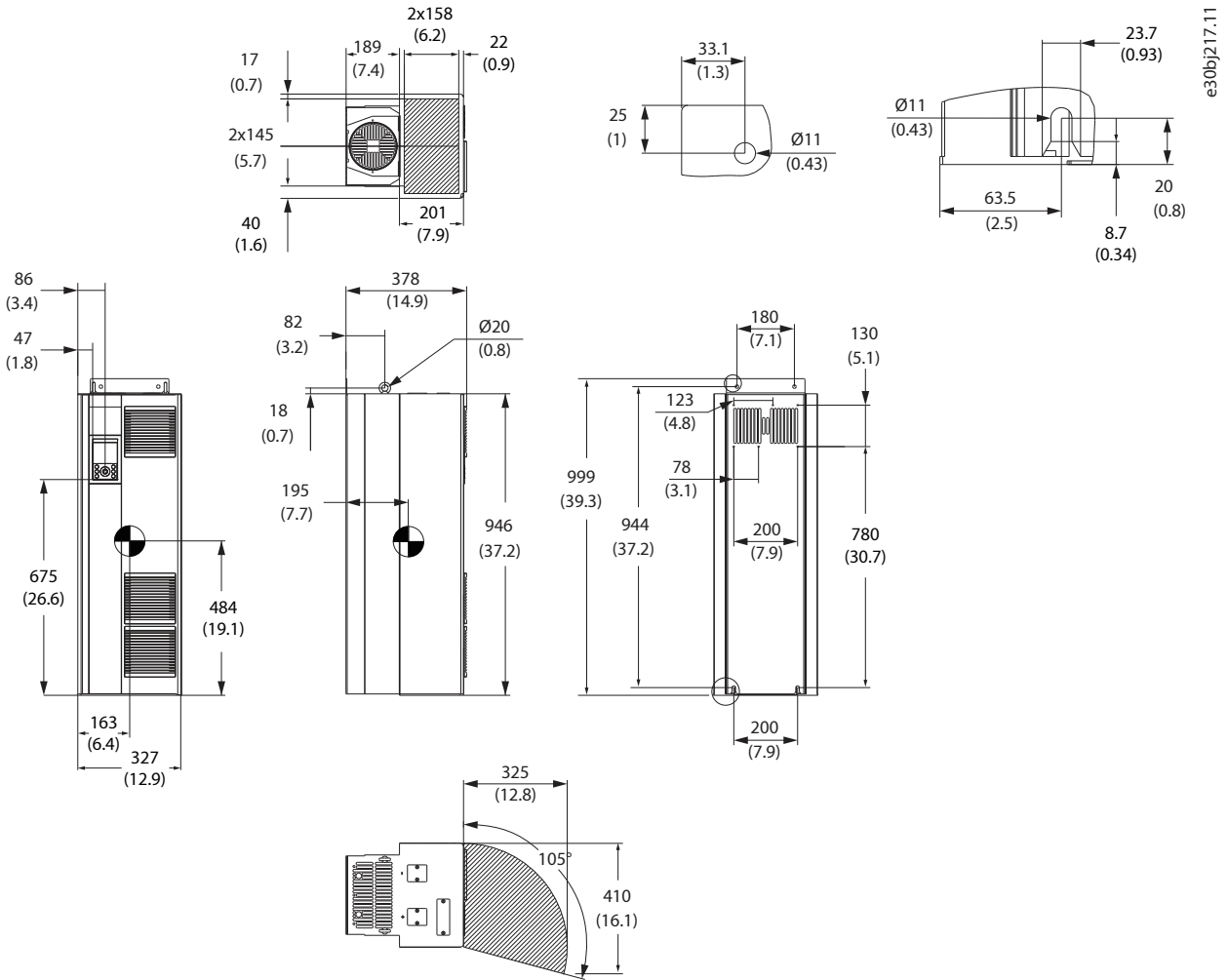


图 34: FK09a 尺寸

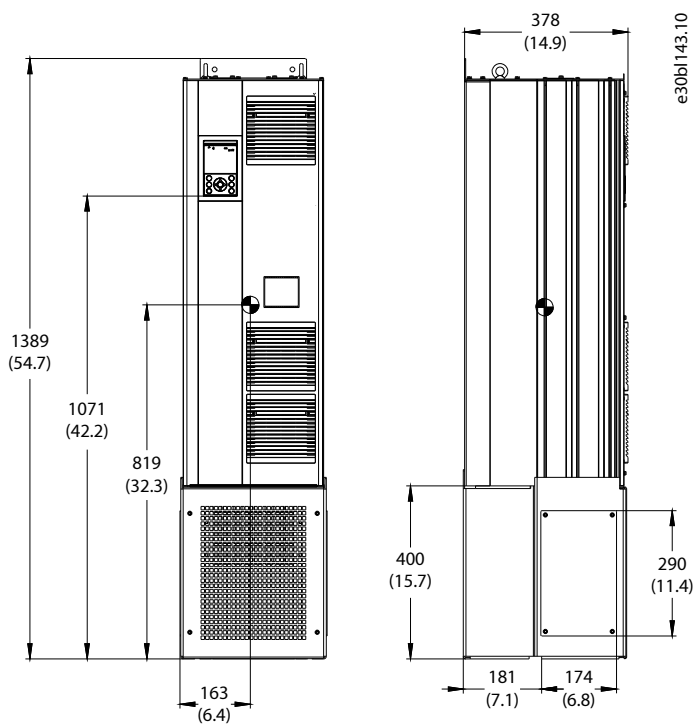


图 35: 带可选底座的 FK09a 尺寸

9.3.5 FK09c 尺寸

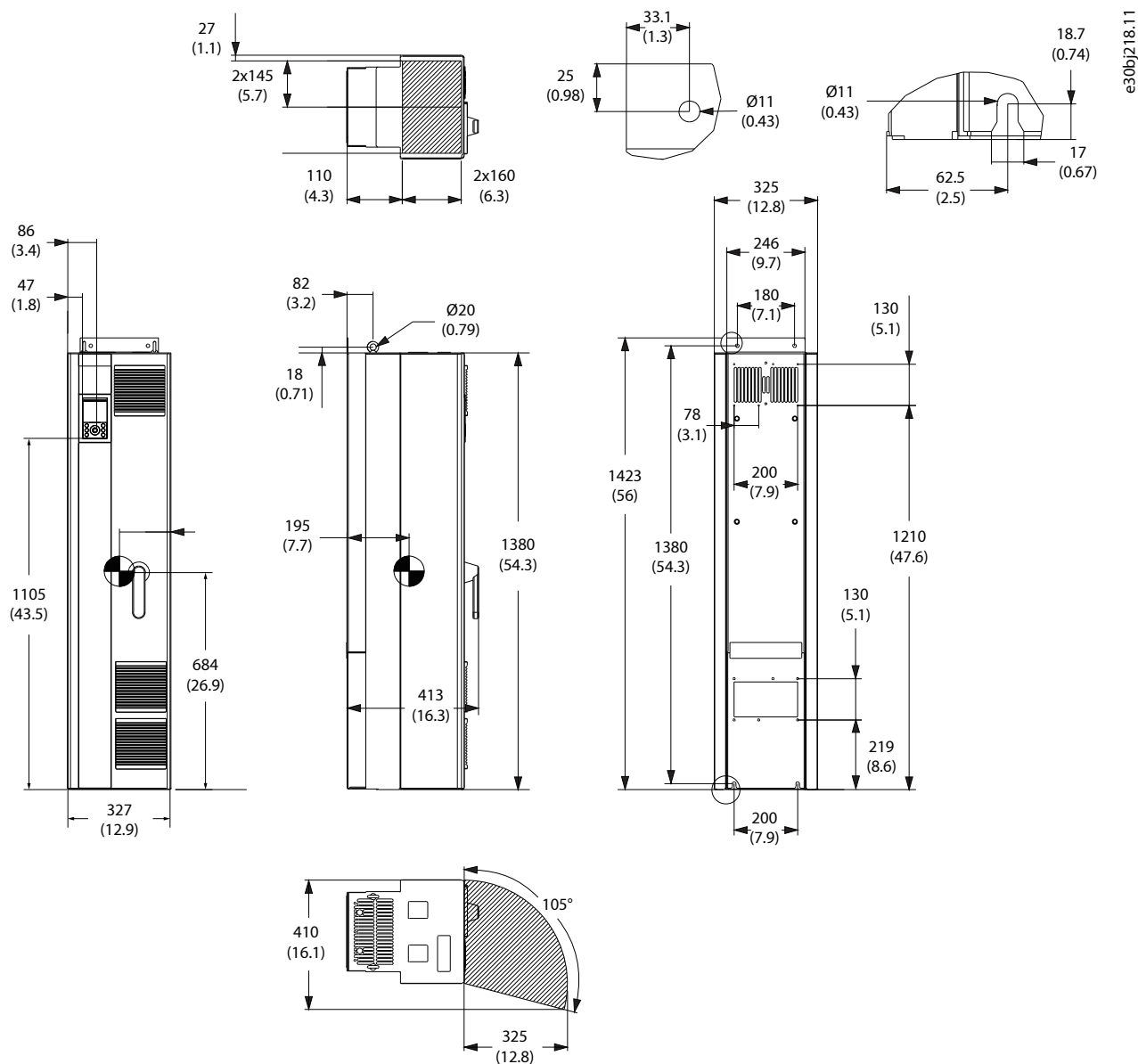


图 36: FK09c 尺寸

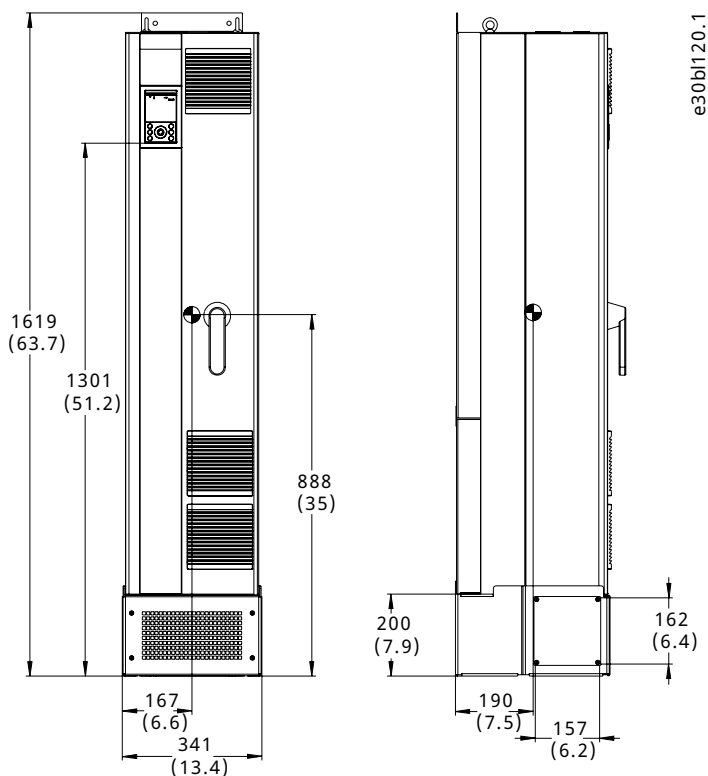


图 37: 带可选底座的 FK09c 尺寸

9.3.6 FK10a 尺寸

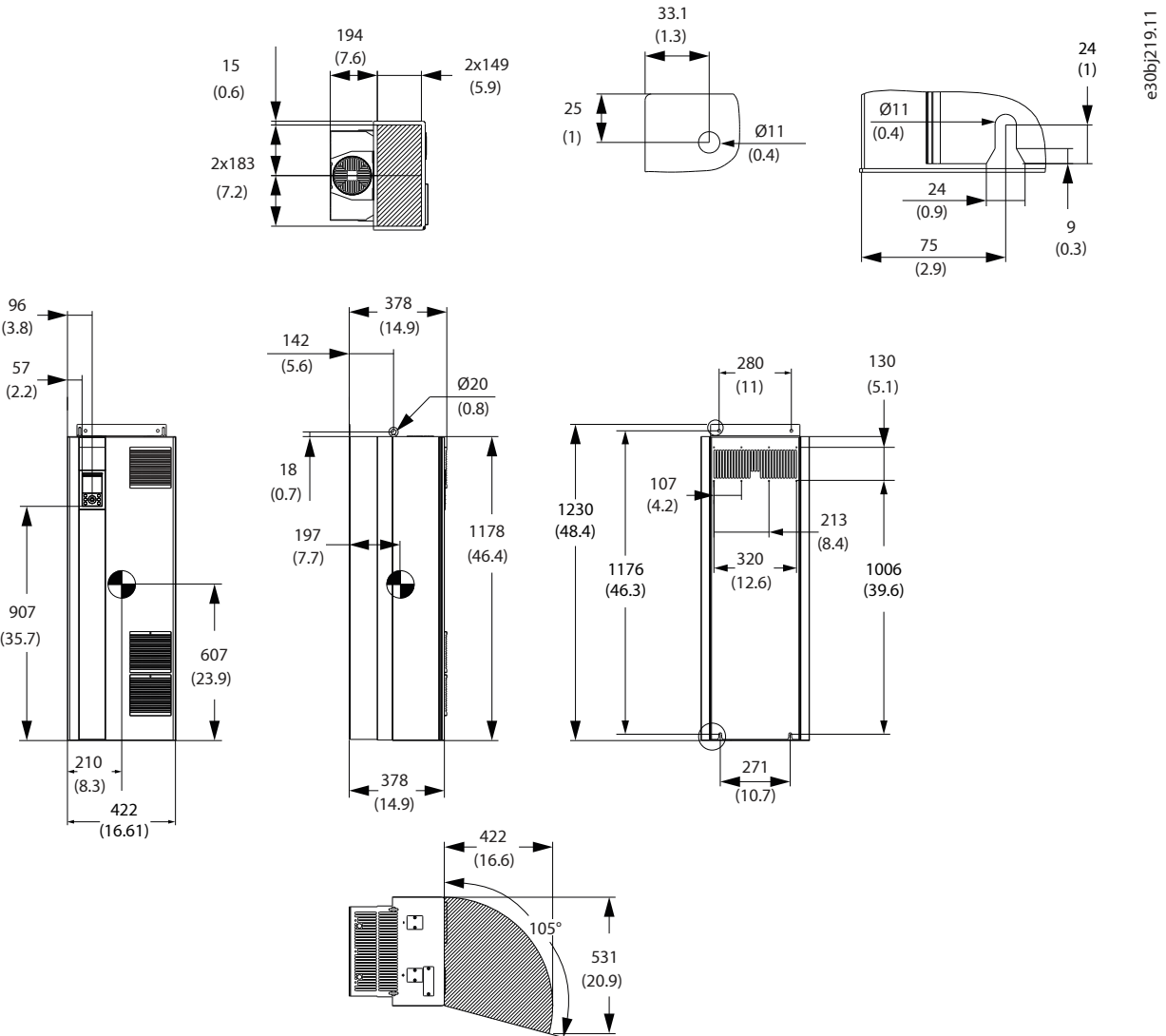


图 38: FK10a 尺寸

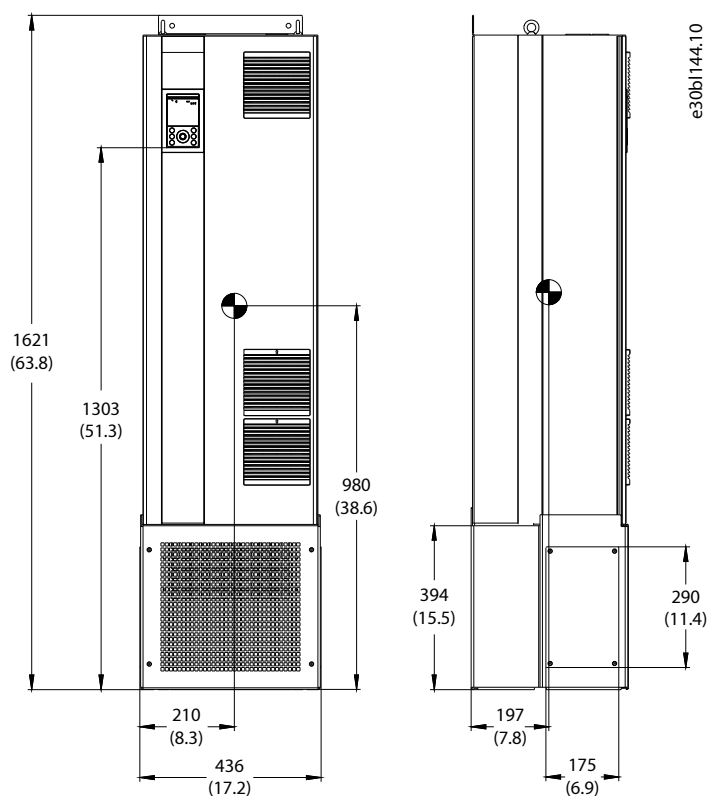
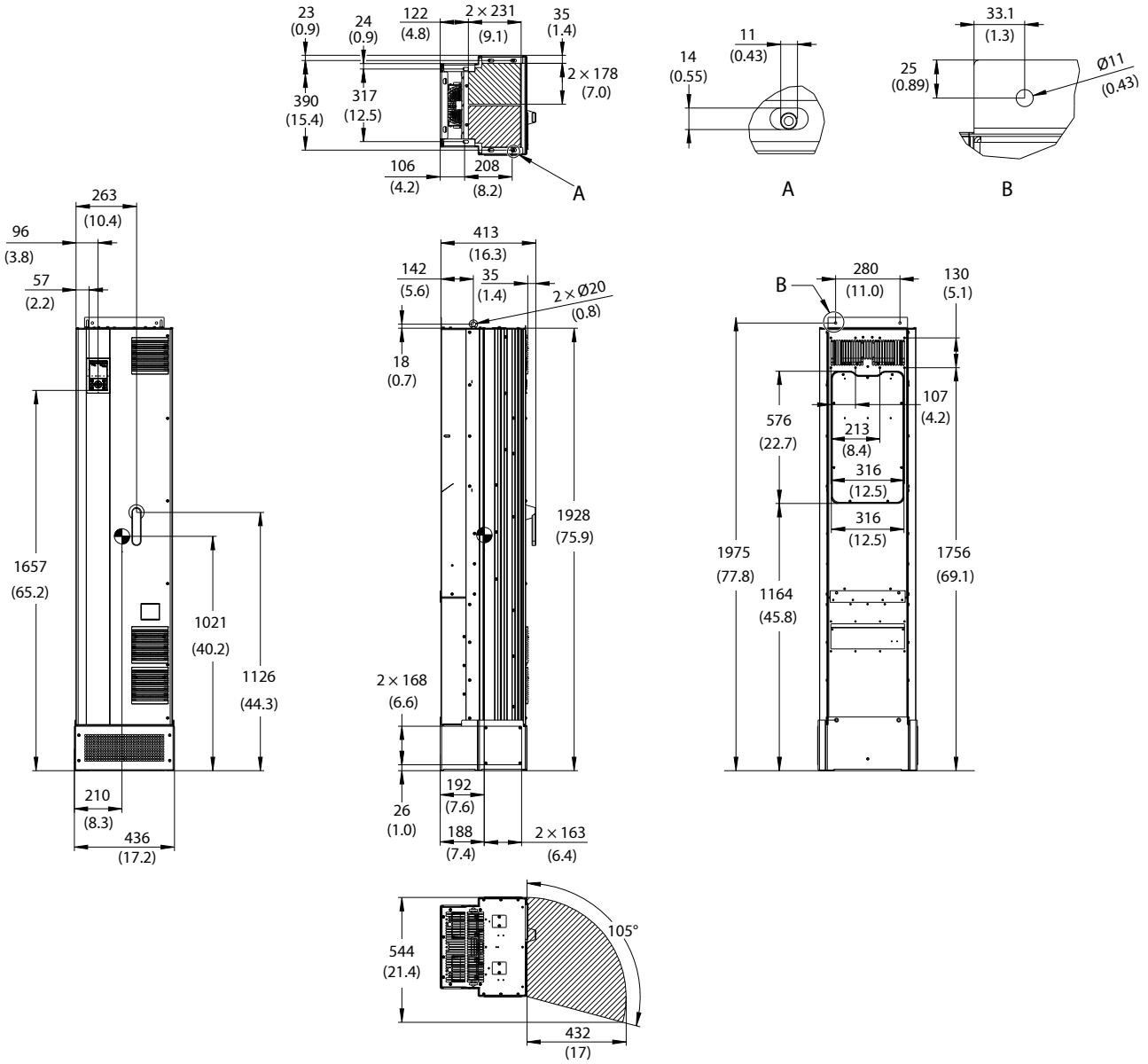


图 39: 带可选底座的 FK10a 尺寸

9.3.7 FK10c 尺寸



e30b)220.13

图 40: FK10c 尺寸

9.3.8 FK11 尺寸

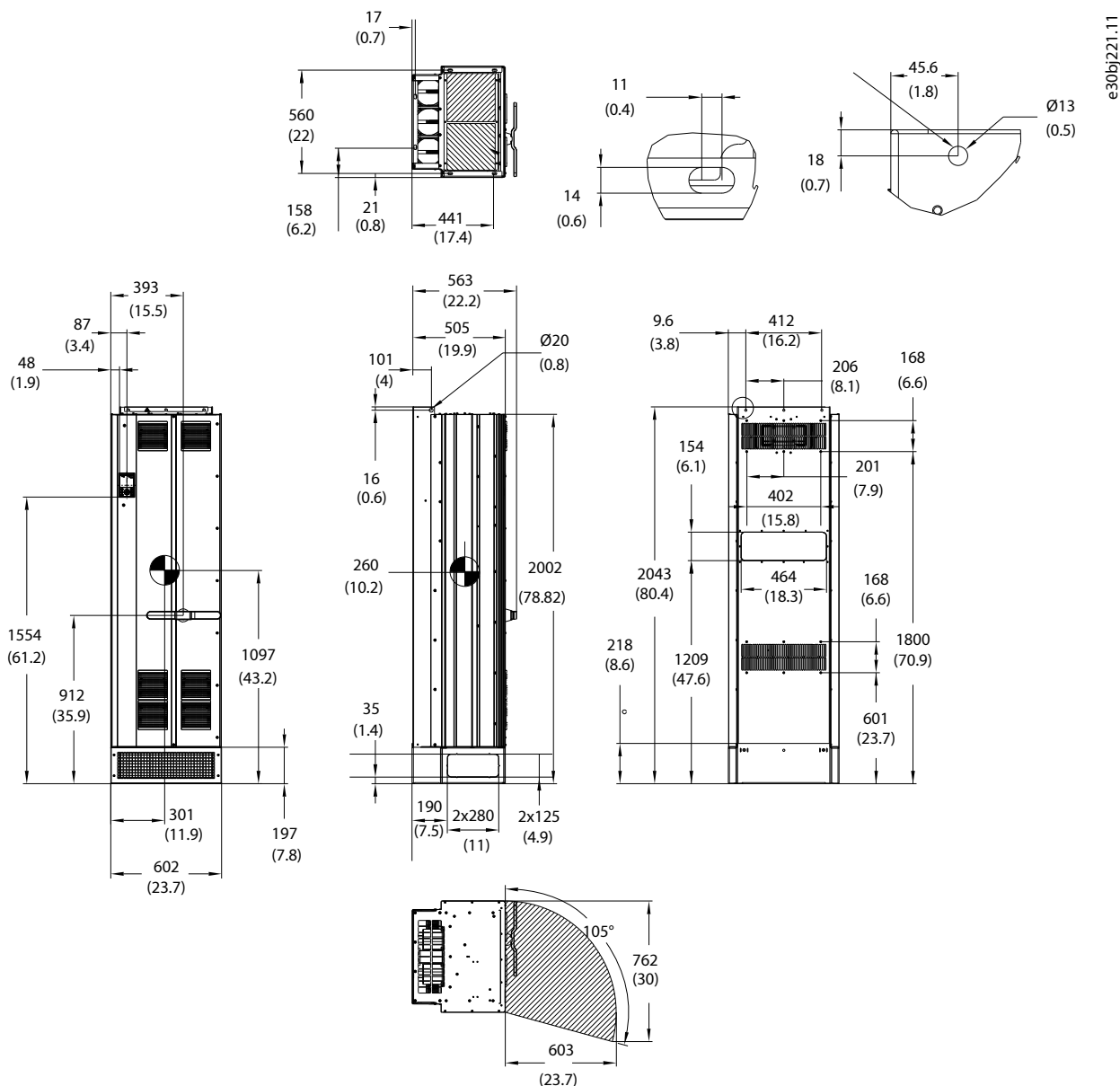


图 41: FK11 尺寸

9.3.9 FK12 尺寸

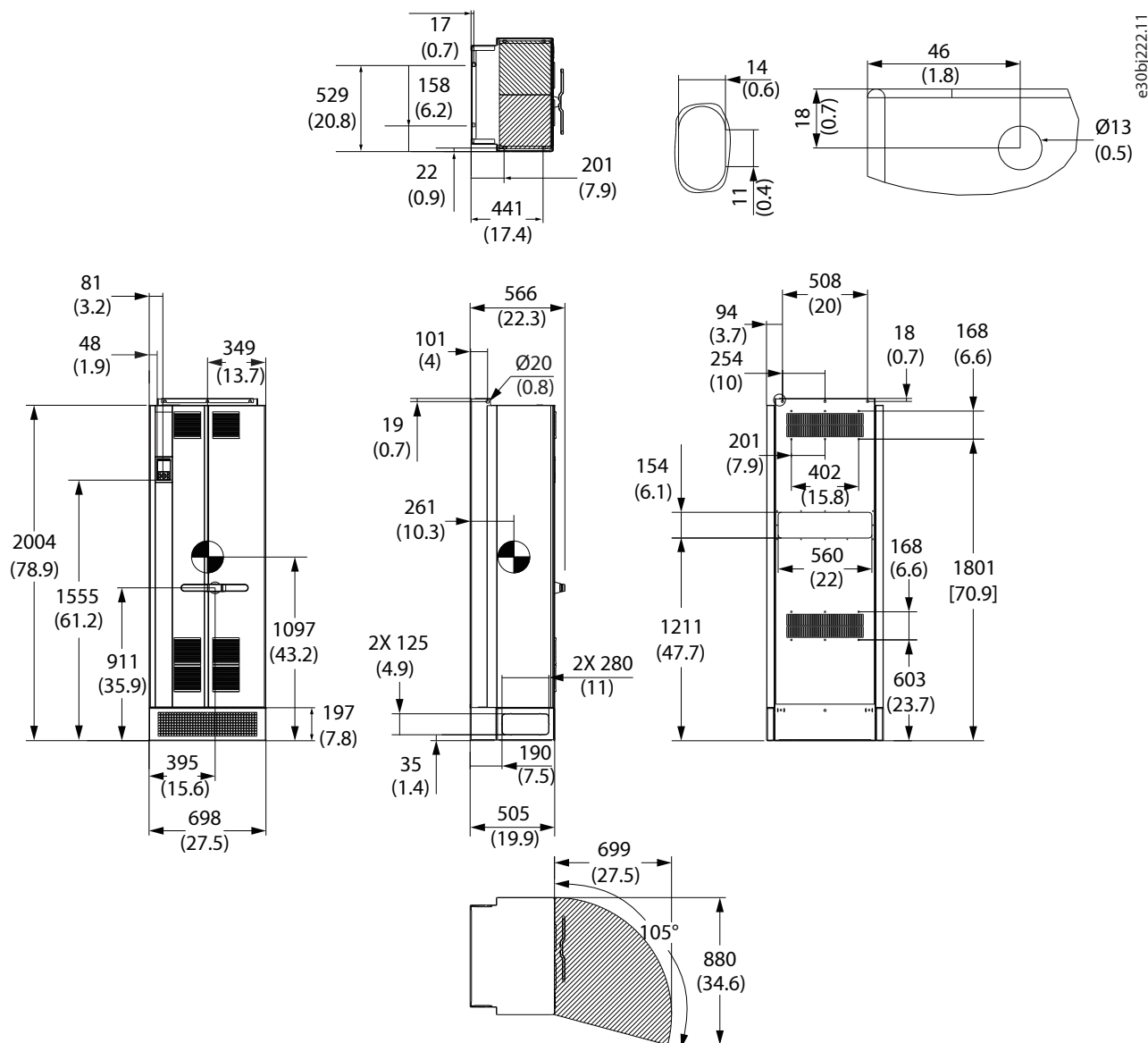


图 42: FK12 尺寸

9.4 IP54/IP55/UL Type 12 机架 (FB09–FB12)

9.4.1 FB09a 尺寸

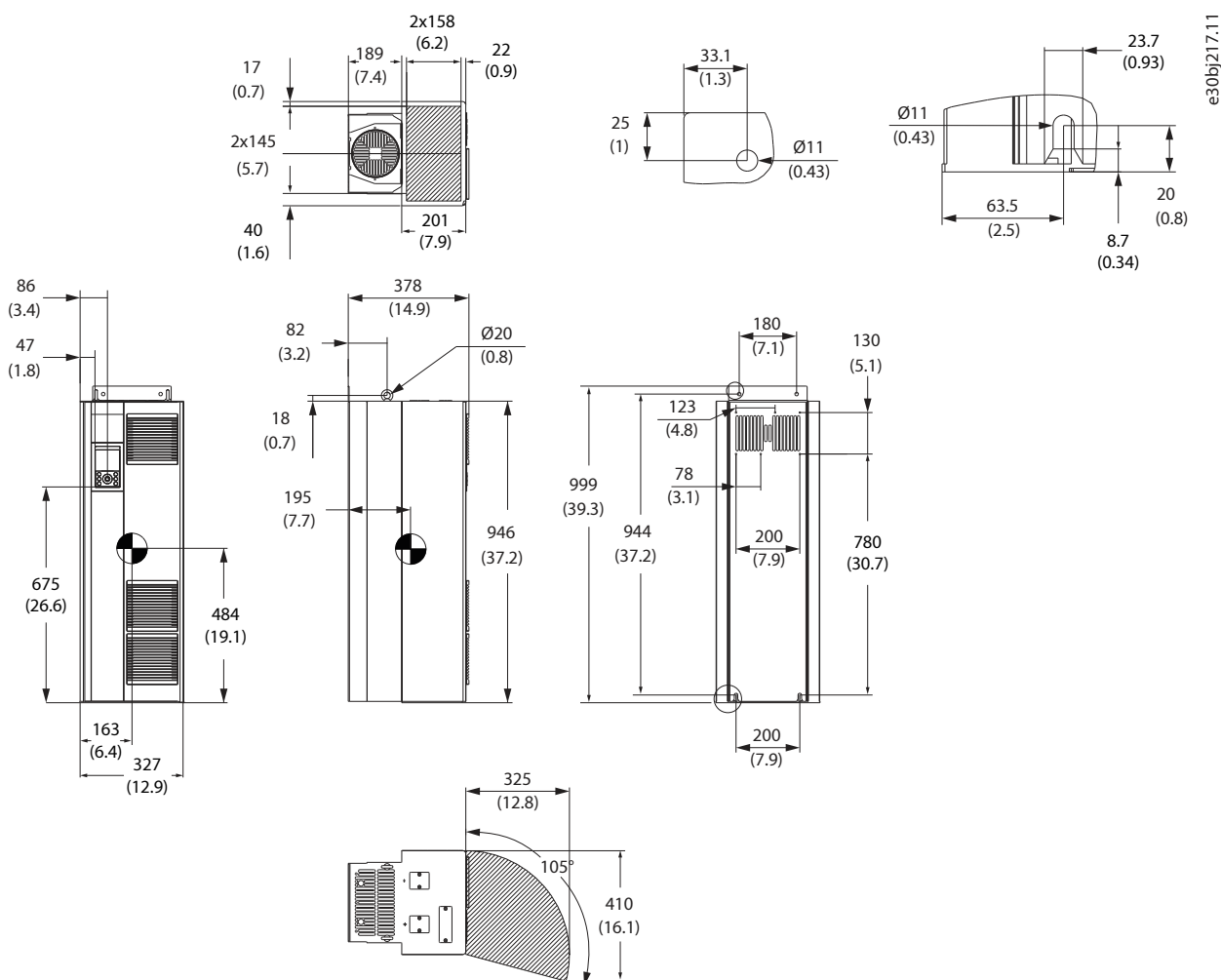


图 43: FB09a 尺寸

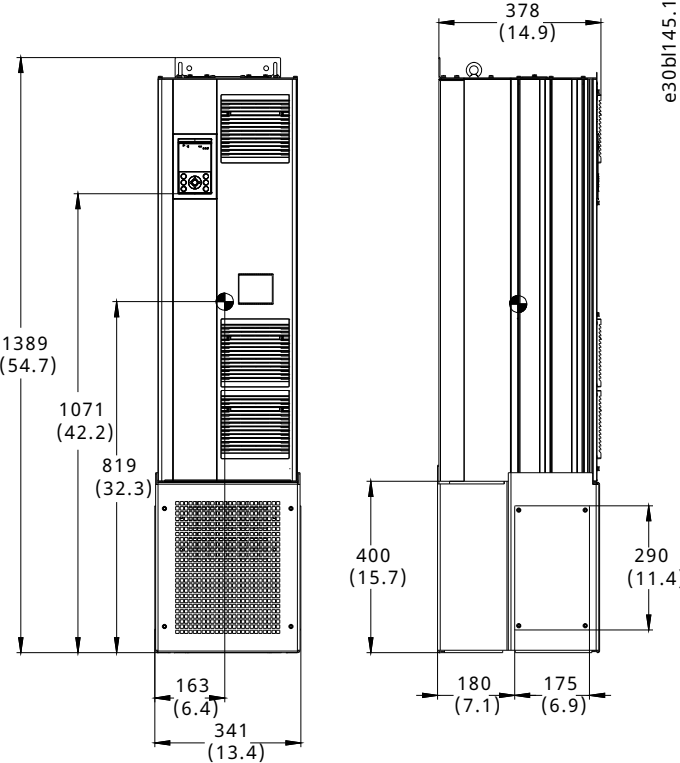


图 44: 带可选底座的 FB09a 尺寸

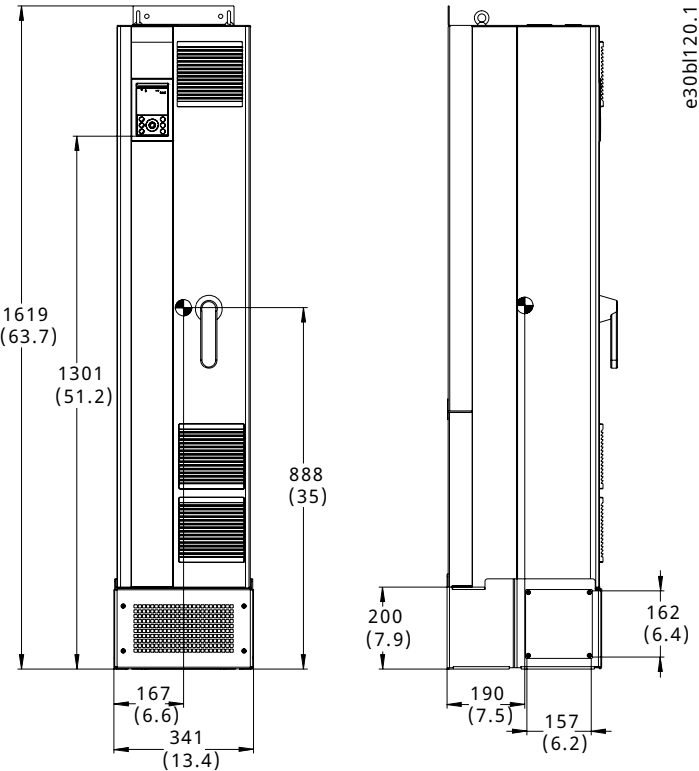


图 46: 带可选底座的 FB09c 尺寸

9.4.3 FB10a 尺寸

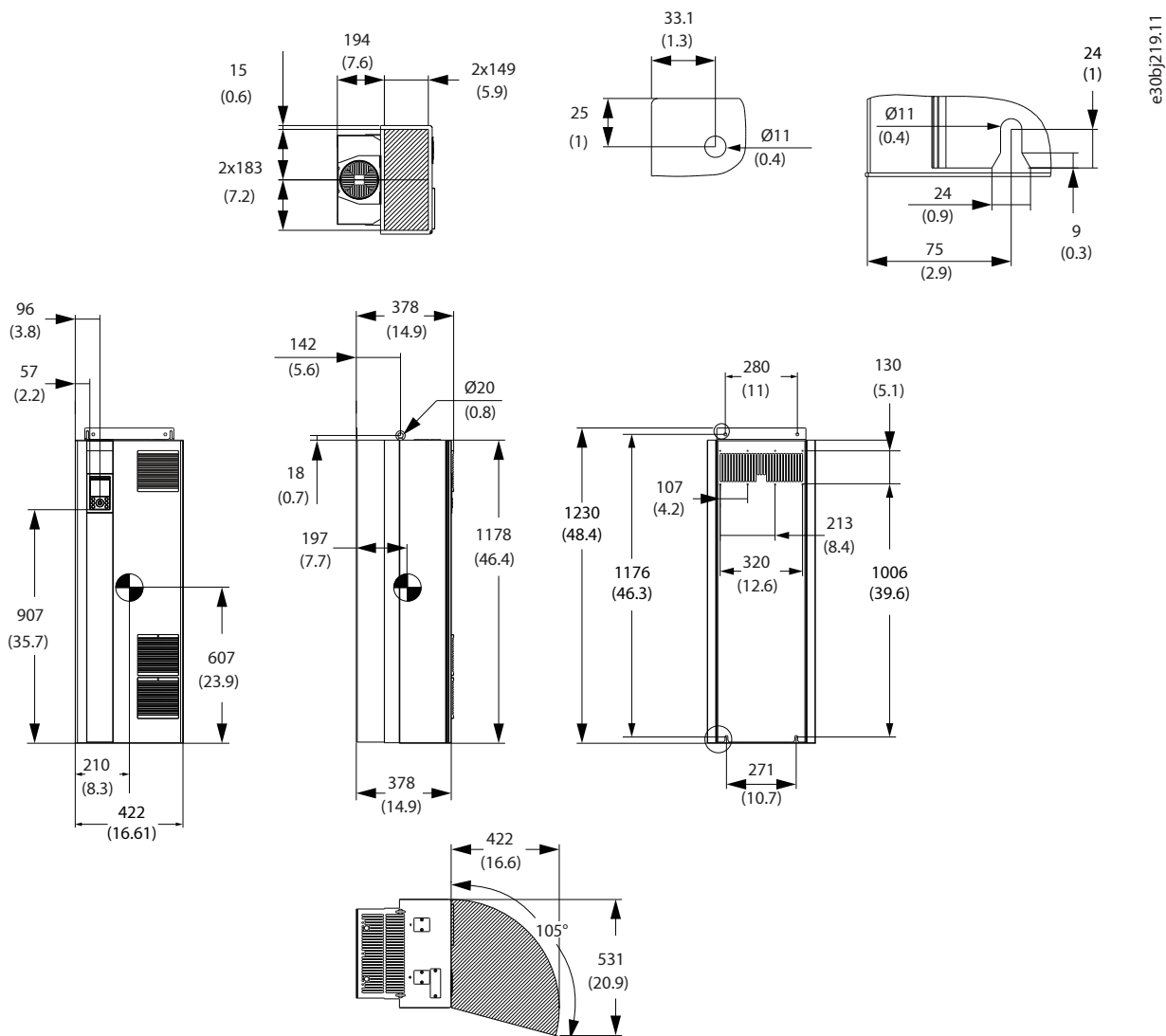


图 47: FB10a 尺寸

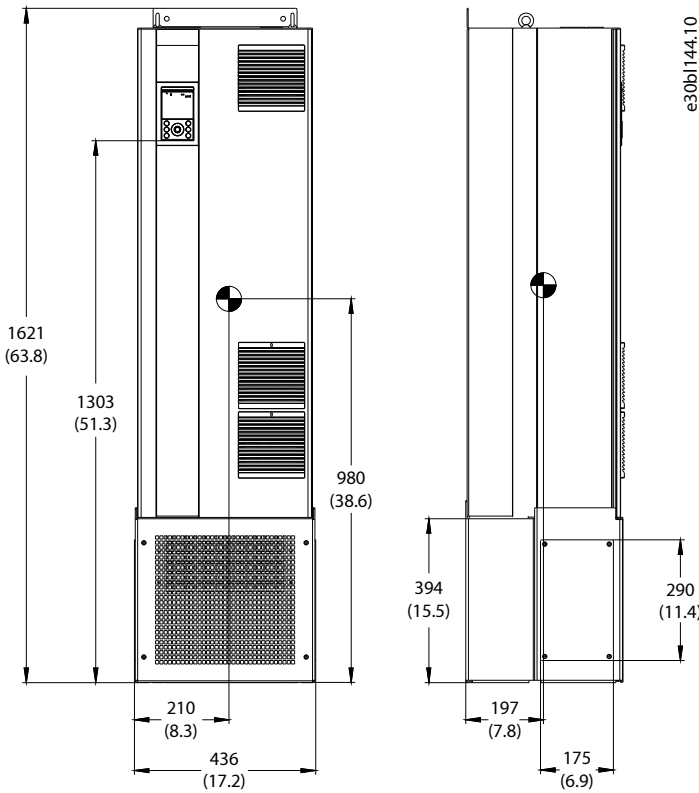
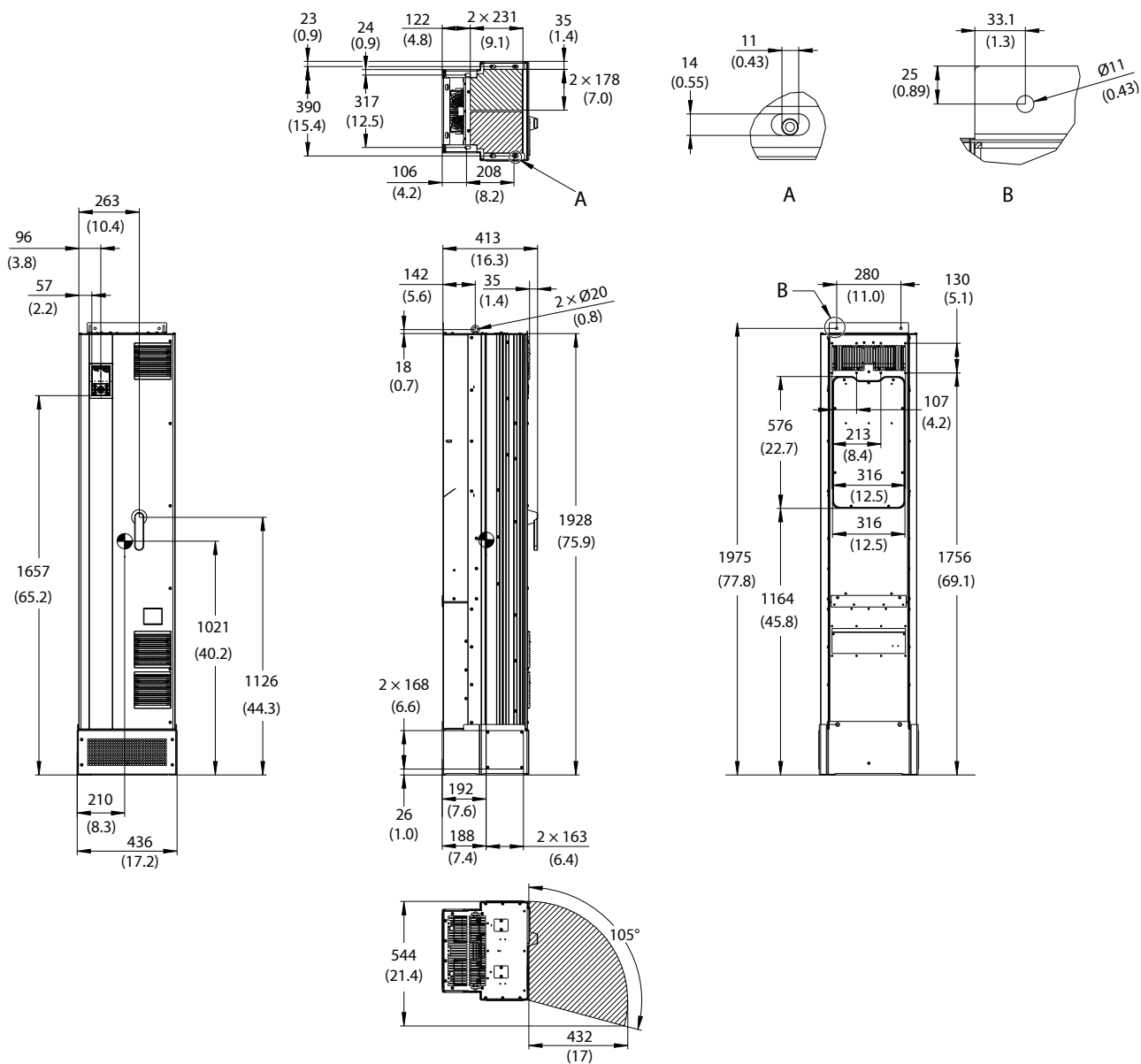


图 48: 带可选底座的 FB10a 尺寸

9.4.4 FB10c 尺寸



e30bj220.13

图 49: FB10c 尺寸

9.4.5 FB11 尺寸

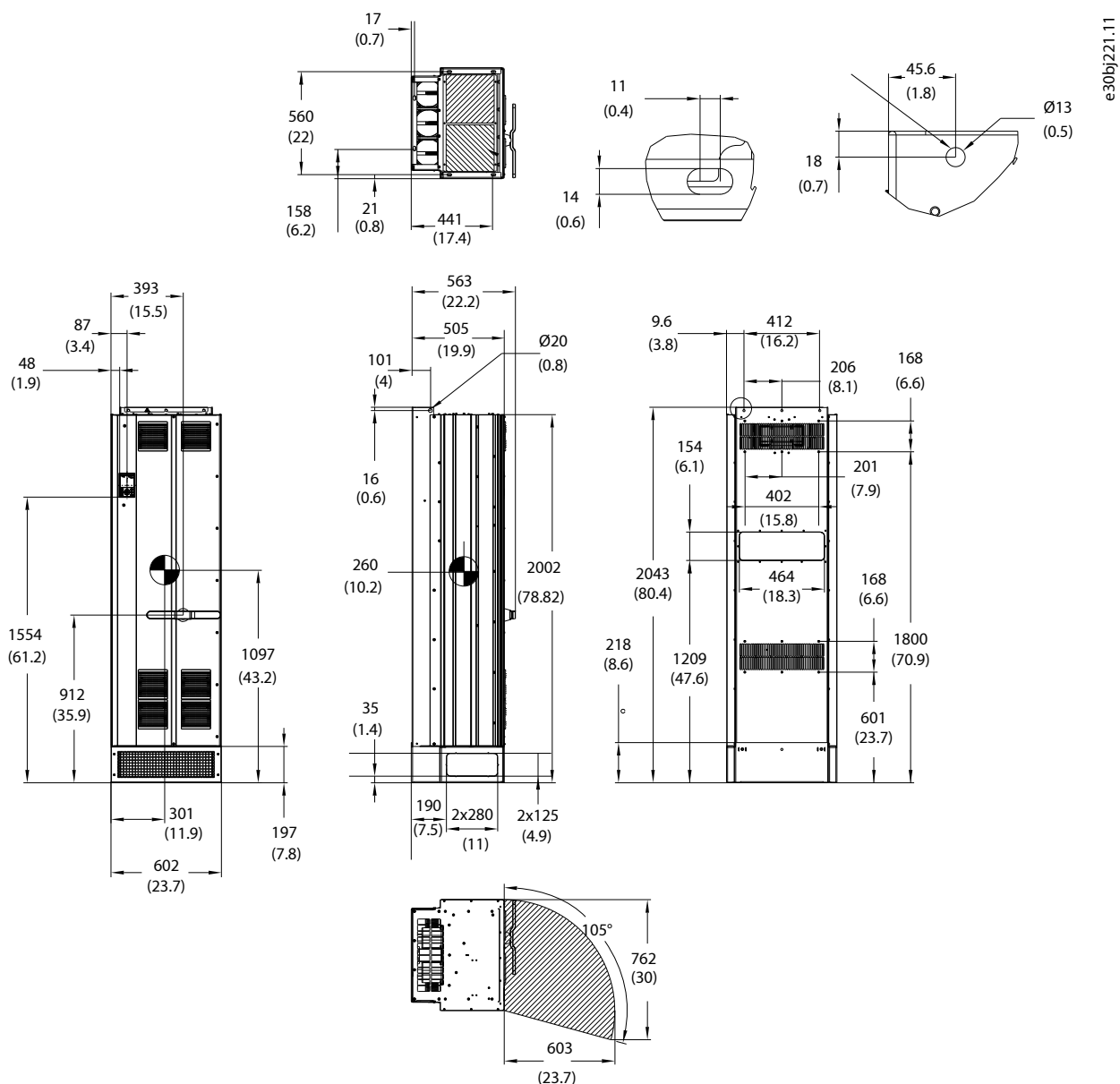


图 50: FB11 尺寸

9.4.6 FB12 尺寸

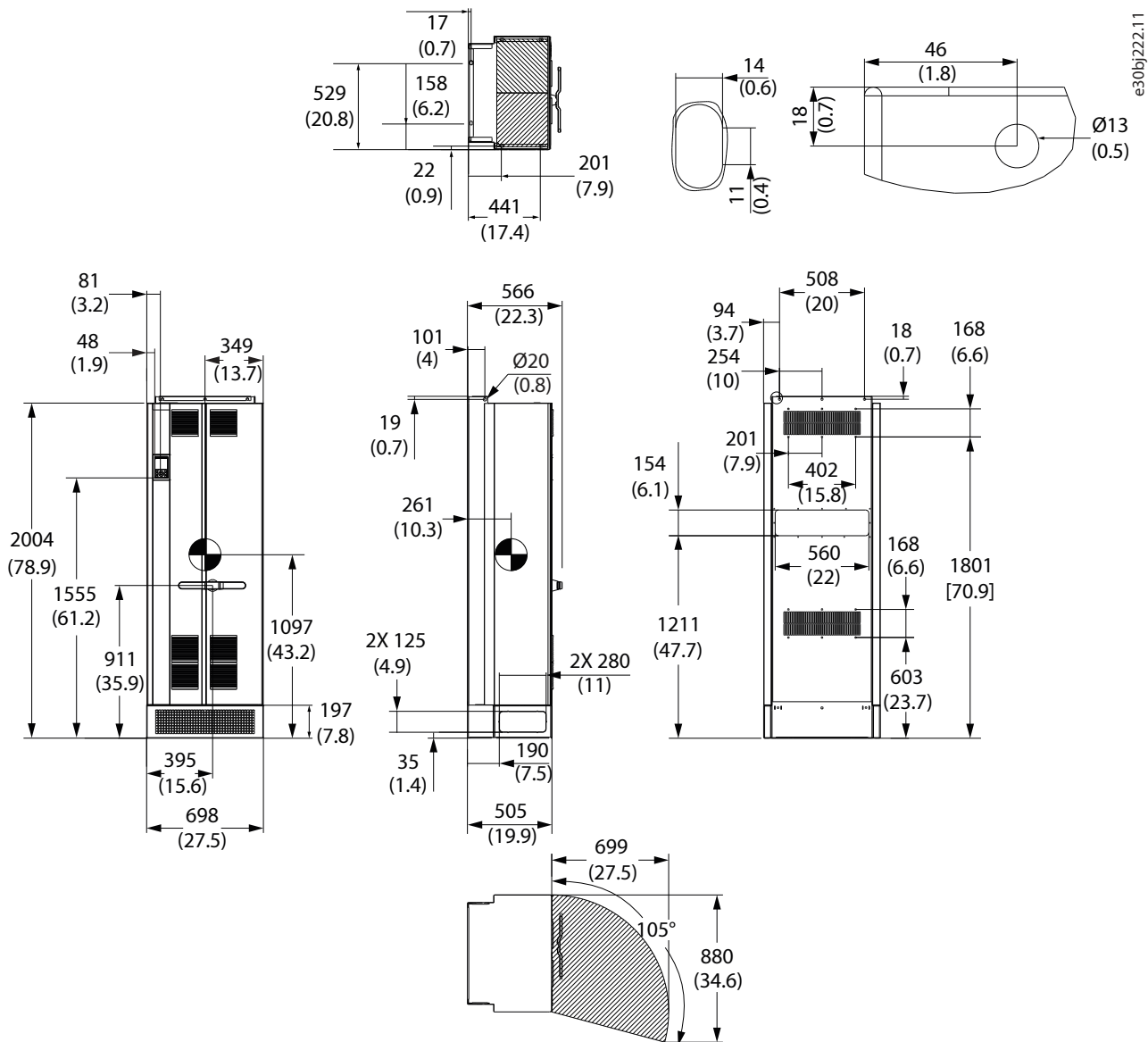


图 51: FB12 尺寸

10 机械安装注意事项

10.1 交付包中的物品

交付包中包括：

- 变频器，包括功能扩展选件（如果订购）。
- 安装变频器所需的附件（例如，连接器、EMC 板、电缆夹）。
- 安全指南，提供与安装变频器相关的重要安全信息。
- 安装指南，提供与变频器的机械和电气安装相关的说明。

10.2 产品标签

10.2.1 概述

变频器、控制面板和功能扩展选件上贴有标签，其中包含法律或法规要求的信息、每个组件的唯一标识和其他相关信息。

10.2.2 变频器上的产品标签

变频器上的产品标签包含标识产品的信息以及法律和法规信息。根据机架的不同，标签位于变频器顶部或前盖上，如图 52 所示。机架 Fx09-Fx12 在变频器内还有一个标签。有关变频器内标签的确切位置，请参见<https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/> 中的图纸。

重新安装机架 FA09-FA12 的盖板时，确保前盖上的产品标签与变频器内部的标签相匹配。

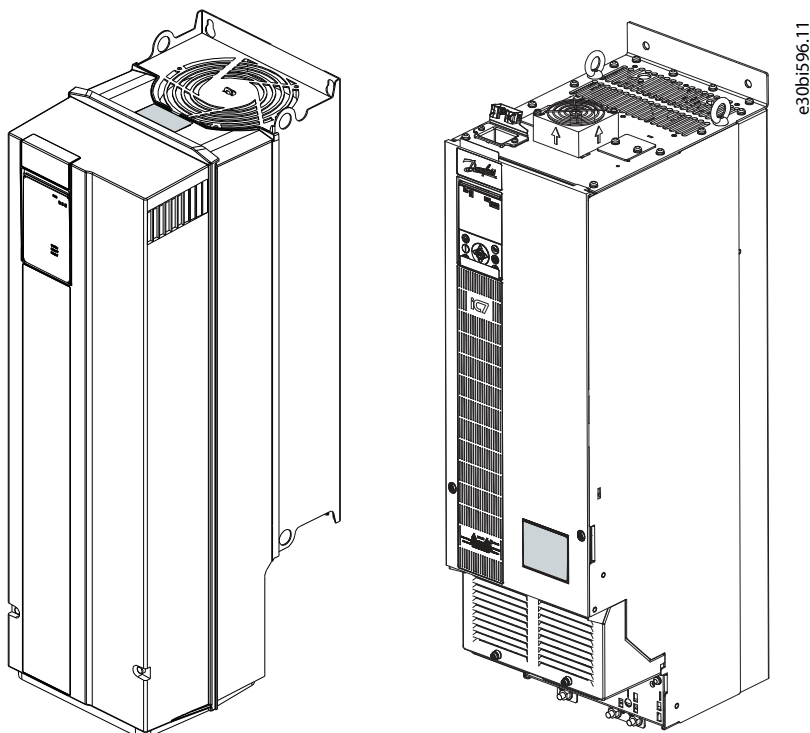


图 52: 产品标签的位置

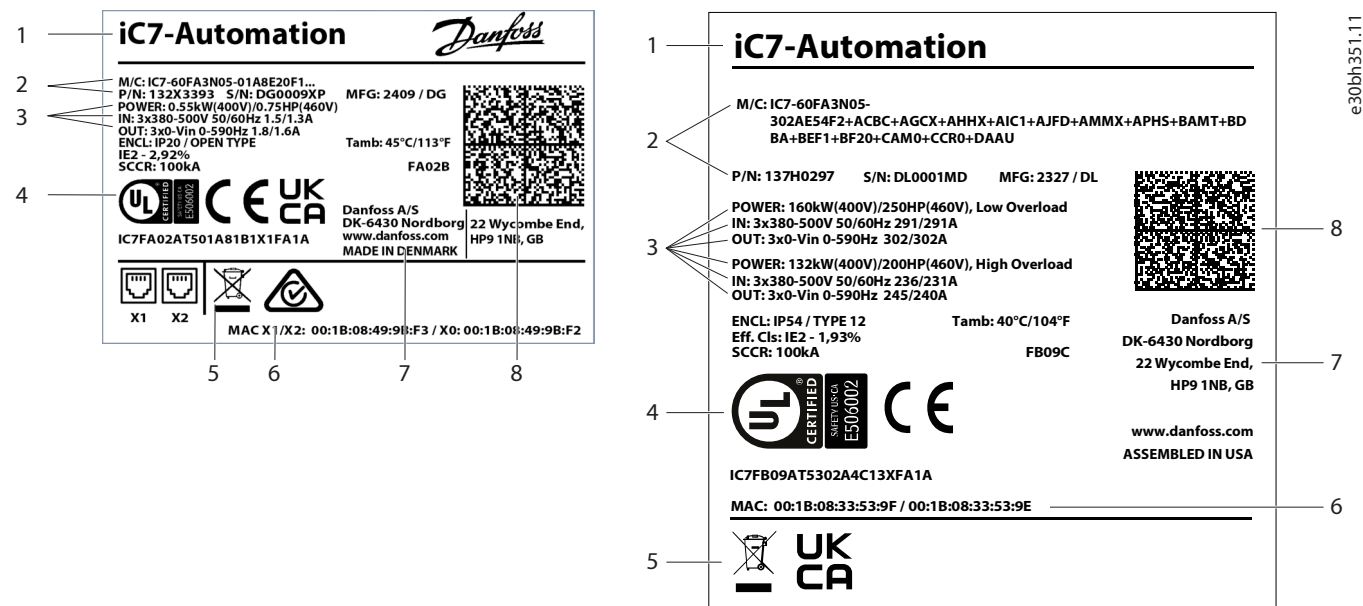


图 53: Fx02-Fx08 (左) 和 Fx09-Fx12 (右) 的产品标签

- 1 产品名称
- 2 M/C、P/N、S/N、MFG
 - M/C 包括机架 Fx02-Fx08 的型号代码的前 22 个字符。对于 Fx09-Fx12，完整的型号代码显示在标签上。完整的型号代码可以从变频器中的参数或二维码中读取。
 - P/N 是实际产品的货号。
 - S/N 是序列号。
 - MFG 指定制造年份和周数，然后是装配地点 ID。
- 3 产品数据
 - 额定值按 3 行显示：
 - ◆ 第一行列出了给定电压下的典型电机额定功率。
 - ◆ 第二行列出了输入额定值（给定输入电压下的电压范围、频率和输入电流）。
 - ◆ 第三行列出了输出额定值（给定输入电压下的电压范围、频率和额定输出电流）。
 如果变频器在 LO 和 HO 模式下的额定电流不同，则同时列出两个额定值。
 - 机箱：列出变频器的防护等级，包括防护等级和符合 UL 标准的等级。
 - 环境温度：列出无需降容的环境温度范围。有关完整数据，请参阅 [10.6.1 工作条件下的降容概述](#)。
 - 效率等级：效率等级符合 ErP 指令。给定值适用于 90% 频率/100% 电流工作点。有关详细信息，请参阅 MyDrive® Select。
 - 机架名称：变频器的机架名称，便于参考文档。
 - SCCR：SCCR 描述了最大允许短路额定值。有关使用特定熔断器时的短路额定值的更多信息，请参阅 [8.4.1 概述](#)。
- 4 UL 和 CE 合规

规定了合规代码以及有关认证限制的详细信息（如有）。
- 5 其他警告和合规信息
- 6 MAC 地址

变频器以太网通信端口的 MAC 地址。
- 7 公司名称和地址
- 8 二维码 - 可使用兼容 Datamatrix ECC 200 的条码阅读器访问 - 包含型号代码、出厂编号、序列号、制造年份和周数。

控制面板和功能扩展件有专用标签。有关详细信息，请参阅 [10.2.4 功能扩展件上的产品标签](#) 和 [10.2.5 控制面板上的产品标签](#)。

10.2.3 包装标签

包装标签位于变频器包装上，包含有关变频器的信息。

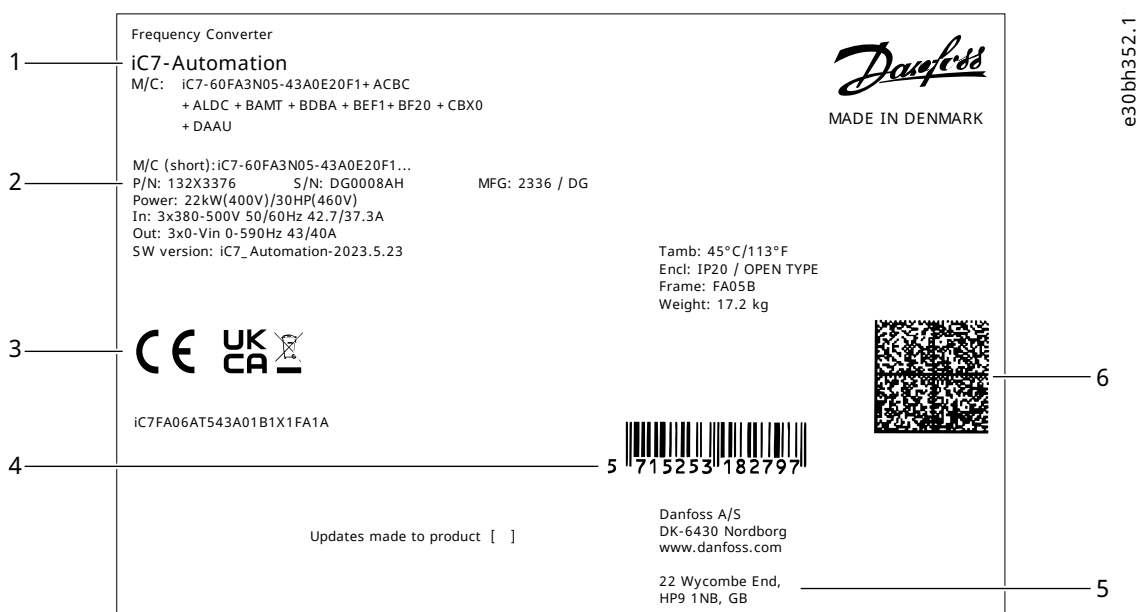


图 54: 包装标签示例

- | | | | |
|---|-----------------|---|--------------------------------------------------------------------|
| 1 | 产品名称和其他特定于产品的数据 | 2 | 出厂编号、序列号和制造年份和周数 (YYWW) |
| 3 | 包装上需要的认证标志 | 4 | 带 EAN 信息的条形码 |
| | 变频器上示出了更多认证标志。 | | |
| 5 | 公司名称和地址 | 6 | 二维码 - 可使用兼容 Datamatrix ECC 200 的条形码阅读器访问 - 包含型号代码、出厂编号、序列号和制造年份及周数 |

10.2.4 功能扩展件上的产品标签

每个功能扩展件都有包含有关选件的基本信息的产品标签。

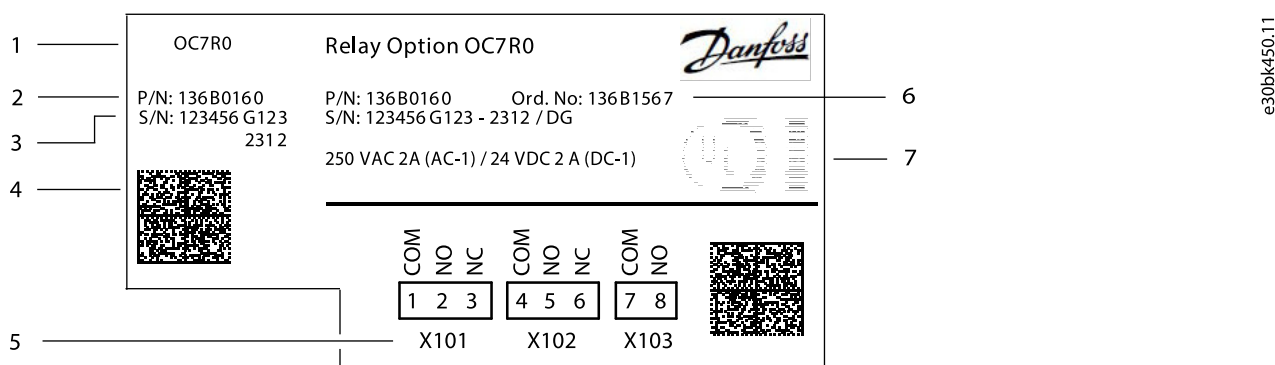


图 55: 功能扩展件上的产品标签示例

- | | | | |
|---|------------------------|---|-------------------------------|
| 1 | 功能扩展件的产品名称 | 2 | 标识选件的出厂编号 |
| 3 | 序列号 | 4 | 二维代码包含出厂编号、序列号、生产年份和生产周以及产品名称 |
| 5 | 选件上的 I/O 连接器标识 | 6 | 用于标识已订购的选件套件的订购号 |
| 7 | 合规和认证标志 (如果未涵盖在变频器认证中) | | |

有关详细信息，请参阅选件文档。

10.2.5 控制面板上的产品标签

产品标签位于控制面板背面。



图 56: 控制面板标签示例

该标签包含以下信息：

- 产品名称、出厂编号和序列号。
- 公司名称和地址。
- 二维码 - 可使用兼容 Datamatrix ECC 200 的条形码阅读器访问 - 包含出厂编号、序列号和制造年份及周数。
- 合规和认证标志。
- 无线电通信和 MAC 地址信息。



附注: 无线电通信和 MAC 地址信息仅适用于具有无线通信功能的控制面板选件。

10.3 处置

10.3.1 建议的处置方法

当产品使用寿命结束时，可以回收利用主要组件。

拆除材料之前，必须先拆卸产品。产品部件和材料可以拆卸和分离。一般来说，所有金属（如钢、铝、铜及其合金）和贵金属都可以作为材料回收。塑料、橡胶和纸板可作为能源进行回收。直径超过 2.5 cm (1 in) 的印刷电路板和大型电解电容器需要根据 IEC 62635 准则进一步处理。为了便于回收，塑料部件均标有相应的识别代码。

请联系当地的丹佛斯办事处，了解有关环境方面的详情以及专业回收商的回收说明。报废处理必须遵守国际和当地法规。

所有产品均按照丹佛斯公司关于禁用和限用物质的指导原则进行设计和制造。有关这些物质的列表，请访问 www.danfoss.com。



产品上的此符号表示不得将其作为生活垃圾处理。含有电子元件的设备不能同生活垃圾一起处理。必须采用适合的回收模式，以便回收电气和电子设备。

- 通过为此目的提供的渠道处置产品。
- 遵守所有当地和当前适用的法律法规。

10.3.2 实时时钟电池处置

按照当地废弃处理规定或适用法律处置旧电池。



小心

火灾或爆炸风险

- 请勿对电池进行充电或拆卸，或将其丢弃在火中。

10.4 安装前的存放

10.4.1 重整电容器

对于处于存储状态且未通电的变频器，可能需要维护变频器中的电容器。

如果变频器在未通电情况下已存储 3 年以上，则需要进行重整。只能对带有直流端子的变频器进行重整。有关直流回路电容器的维护和重整，请参阅 [表 53](#)。

重整电容器时：

- 重整电压必须是额定主电源电压的 1.35-1.45 倍。如果直流回路电压保持在一个低水平并且未达到 $1.41 \times U_{\text{mains}}$ 左右，请与本地服务代理联系。
- 电流消耗不得超过 500 mA。

变频器运行时，未重整的直流回路电容器可能损坏。

表 53: 变频器存储时长和重整建议

存储时长	重整指南
不到 2 年	无需重整。连接至主电源电压。
2-3 年	连接到主电源电压并等待至少 30 分钟，然后再加载变频器。
3 年以上	使用直接连接到变频器的直流回路端子的直流电源，在无负载情况下，将直流电压从 0 依次增加到额定电压的 25%、50%、75% 和 100%，达到每个值时持续 30 分钟。请参考 图 57 。

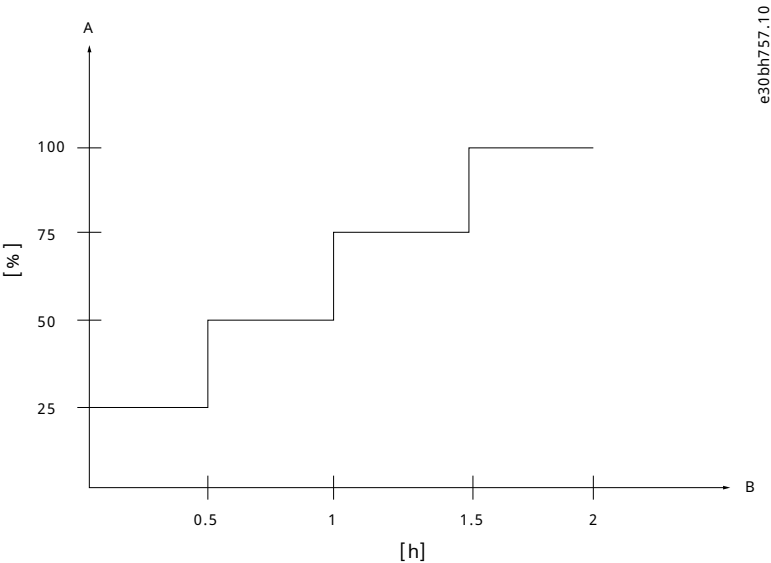


图 57: 直流电容器的重整步骤

A	重整电压（额定电压的百分比）	B	小时
---	----------------	---	----

表 54: 直流电压上升斜坡

交流输入电压	直流回路电压
380–500 V AC	680 V DC

10.4.2 安全运输和存放

遵循产品特定文档中有关运输、存储和正确处理的所有信息。其中包括：

- 如果在安装之前存放变频器，请确保环境条件符合 [8.3.8.2 存储期间的环境条件](#) 中指定的规格。

- 如果包装的存储时间超过 4 个月，则将其存放在受控条件下：
 - 确保温度变化很小。
 - 确保湿度低于 50%。
- 只能使用额定值合适且适合相应用途的起重和搬运设备。
- 检查变频器的重量，必要时使用提升设备提升变频器。在这种情况下，请使用专门设计的吊环/吊杆。
- 在提升变频器之前，请检查包装或变频器上的重心，避免倾斜，以防变频器倾翻。
- 在安装之前，请将变频器保留在其包装中。打开包装后，保护变频器免受灰尘、碎屑和湿气的影响。

10.5 安装的前提条件

10.5.1 概述

为确保变频器在应用中以最佳状态运行，建议在选择变频器之前检查以下几点：

- 根据环境条件检查工作环境。请参考 [8.3.8.4 运行期间的环境条件](#)。
- 考虑变频器的放置和安装过程中的搬运，包括是否需要使用提升设备。有关包装的重量和机械尺寸，请参阅 [8.8 包装](#)；有关变频器的尺寸，请参阅外部和端子尺寸一章。
- 考虑运行期间对变频器进行检修的需求。请参考 [10.8.1 概述](#)。
- 考虑对维护通道的需求。请参考 [10.8.9 建议的维护检修空间](#)。

10.5.2 工作环境

确保变频器安装在指定安装条件下，以确保产品正常运行并达到预期使用寿命。

表 55: 工作环境的规格

环境	规格
温度	必须将变频器安装在工作温度范围符合变频器规格的位置。考虑工作温度和存储温度（未通电的变频器）。如果超过标称的温度额定值，则必须降容。 有关 EMC 的详细信息，请参阅 8.3.8.1 概述 和 10.6.2 根据环境温度降低额定值 。
海拔	确保将变频器安装在允许的海拔高度，以便正确冷却并遵循隔离间距。当海拔超过 1000 米（3300 英尺）时，变频器性能将发生降容。降容适用于最大输出电流或最高工作温度。确保变频器的选型适用于实际应用。最大海拔高度取决于电网配置和电网电压。 有关限制，请参阅 8.3.8.4 运行期间的环境条件 。有关详细信息，请参阅 8.3.8.1 概述 和 10.6.3 根据海拔降容 。
振动和冲击	确保变频器的安装位置不会出现超过其规格的振动和冲击水平。如果暴露于更高的振动和冲击水平，建议安装时使用阻尼器。订购变频器时，如果已获得船舶认证，则可满足特殊要求。 有关详细信息，请参阅 8.3.8.1 概述 。
湿度	必须将变频器安装在湿度水平符合变频器规格的位置。如果安装区域不符合所需条件，可采取替代措施，选择用于安装的其他保护柜、内置加热元件或除湿机。 有关详细信息，请参阅 8.3.8.1 概述 。

表 55: 工作环境的规格 - (继续)

环境	规格
灰尘、纤维和悬浮颗粒	<p>根据防护等级，是否允许接触灰尘、纤维和其他悬浮颗粒的要求也各不相同：</p> <ul style="list-style-type: none"> IP20、IP21、UL 开放式和 UL Type 1 机箱未提供针对灰尘、纤维和其他悬浮颗粒的防护功能，因此，应安装在不存在这些物质的位置，或安装在专用机箱中。 IP54/55 和 UL Type 12 可防止灰尘、纤维和其他悬浮颗粒。 <p>确保悬浮颗粒未堵塞散热片和风扇，因为堵塞会限制变频器的冷却。变频器检测堵塞，然后降低性能或停止运行。请勿在暴露于导电颗粒的位置安装变频器。</p> <p>有关详细信息，请参阅 8.3.8.1 概述。</p> <p>有关散热片和风扇维护的更多信息，请参阅 10.7.4 散热片和风扇维护保养。</p>
气体	<p>安装变频器时，必须遵守有关暴露于气体的要求。变频器不适合安装在存在爆炸性气体的位置。如果暴露于腐蚀性气体，则必须采取相关预防措施。这些预防措施包括：选择防护等级更高的变频器，选择为变频器添加保护层，或将变频器安装在保护机柜中。</p> <p>有关详细信息，请参阅 8.3.8.1 概述。</p>

10.6 工作条件下的降容

10.6.1 工作条件下的降容概述

如果变频器在标称规格之外使用，则必须考虑降容。

以下情况下必须进行降容：

- 最高环境温度为 50 °C (122 °F) 或 45 °C (113 °F)，具体取决于机架。在高于 45 °C (113 °F) 或 40 °C (104 °F) 的平均环境温度下运行 24 小时，需要降容，具体取决于机架。
- 在高于 1000 米 (3300 英尺) 的海拔高度运行。
- 在低输出频率 (< 5 Hz) 下运行。
- 以更高的开关频率运行。

降容通常意味着在降低的输出电流和受限的最高温度下运行。

有关在特定工作条件下降容的详细信息，请参阅：

- [10.6.2 根据环境温度降低额定值](#)
- [10.6.3 根据海拔降容](#)
- [10.6.4 根据输出频率降容](#)
- [10.6.5 根据开关频率降容](#)

MyDrive® Select 支持在为标称规格以外的的工作条件选择变频器时进行更精确的选择。MyDrive® Select 包括有关 iC7 变频器的详细数据。

10.6.2 根据环境温度降低额定值

如果变频器在高于最高标称温度（24 小时内平均温度为 45 °C/113 °F）的情况下运行，则需要降容。

如果 24 小时内的平均温度不超过 45 °C (113 °F)，则允许在最高 50 °C (122 °F) 的温度下运行 1 小时。对于产品代码为 05-1260 的机架 FK12 (IP21/UL Type 1) 和 FB12 (IP54/UL Type 12)，温度低 5 °C (9 °F)。

有关在更高温度和海拔下降容的更多信息，包括降容曲线，请参阅 [10.6.3 根据海拔降容](#)。允许的最高温度为 60 °C (140 °F)。

紧急情况下，可以超控保护功能，并在高达 70 °C (158 °F) 的温度下运行变频器。在此温度下的运行由软件中的专用设置控制，并会影响保修。

10.6.3 根据海拔降容

海拔较高时，冷却效率降低。因此，在海拔超过 1000 米（3300 英尺）时需要降容。

根据 IEC 61800-5-1 电气安全标准，系统电压（电网相地电压）不超过 300 V 时，最大允许海拔为 4400 米（14400 英尺）。当系统电压高于 300 V 时，海拔高度限制为 2000 米（6500 英尺）。所有 200–240 V 电网类型和高达 500 V 的三相星形连接电网（TN、TT、IT）的系统电压均低于 300 V。所有高于 380 V 的三相三角形电网的系统电压均高于 300 V。

如果最高标称温度保持低于 45 °C (113 °F) 或低于 50 °C (122 °F) 且最长持续 1 小时，则可以对输出电流降容。对于产品代码为 05-1260 的机架 FK12 (IP21/UL Type 1) 和 FB12 (IP54/UL Type 12)，温度低 5 °C (9 °F)。

选择变频器时，请遵循基于环境温度和海拔的降容指导原则。如果需要，请选择规格超大的变频器。

如果 24 小时内的平均温度不超过 45 °C (113 °F)，则允许在最高 50 °C (122 °F) 的温度下运行 1 小时。

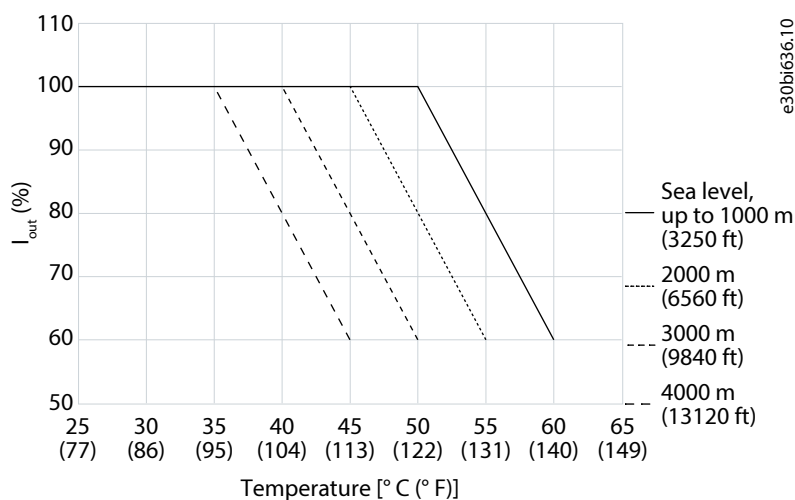


图 58: 输出电流降容与海拔和环境温度的关系（机架 FA02-FA08、FK06-FK08）

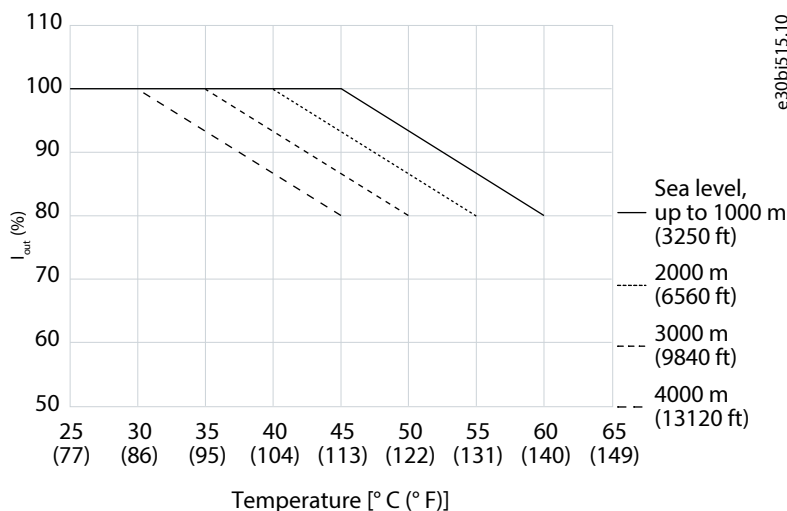


图 59: 输出电流降容与海拔和环境温度的关系（机架 Fx09-Fx12，低过载）

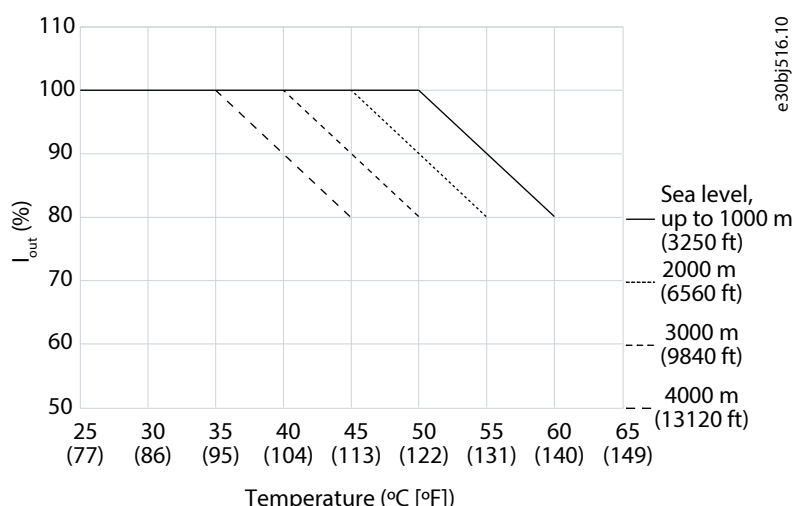


图 60: 输出电流降容与海拔和环境温度的关系 (机架 Fx09-Fx12, 高过载)

10.6.4 根据输出频率降容

在低速运行（输出频率低于 5 Hz）和高输出电流下，变频器会以异常方式承受热负载。为了避免限制变频器的使用寿命，需要降低输出电流。

根据散热片的持续时间和温度，变频器可能会在电机加速或减速（低于 5 Hz）时自动降低瞬时电流容量。

有关更具体的指导，请使用 MyDrive® Select。

10.6.5 根据开关频率降容

当变频器在高于标称开关频率的情况下运行时，需要降低输出电流。

有关每个机架名称的推荐降容，请参见下图。

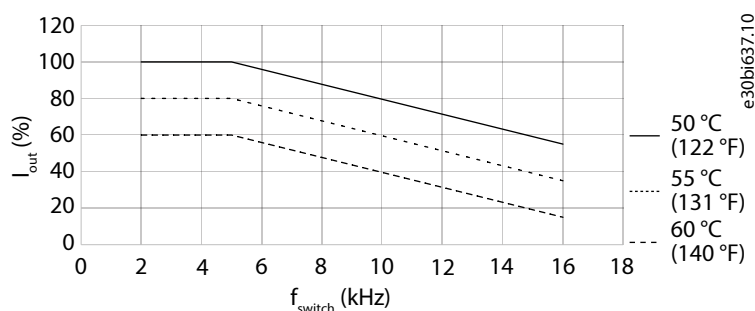


图 61: 低过载 (LO) 和高过载 (HO1) 时输出电流降容与开关频率的关系 (FA02-FA04)

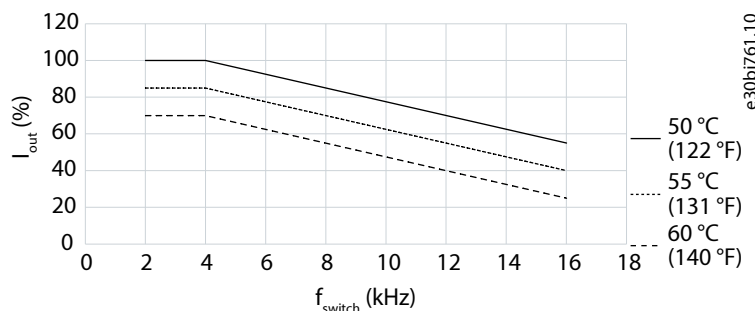


图 62: 低过载 (LO) 和高过载 (HO1) 时输出电流降容与开关频率的关系 (FA05)

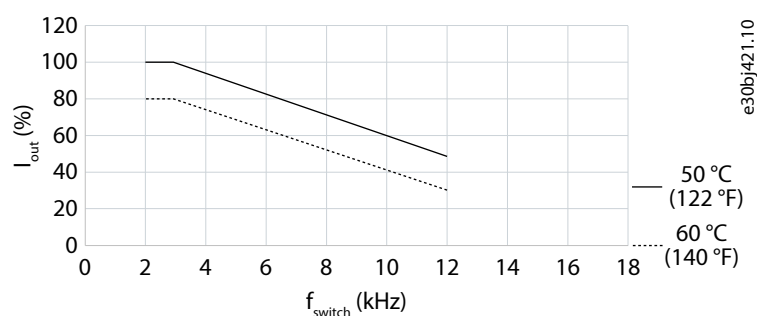


图 63: 低过载 (LO) 和高过载 (HO1) 时输出电流降容与开关频率的关系 (Fx06-Fx08)

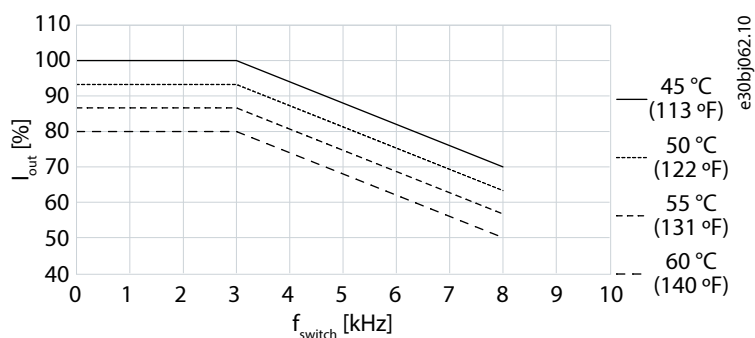


图 64: 低过载 (LO) 时 Fx09-Fx10 的输出电流降容与开关频率的关系

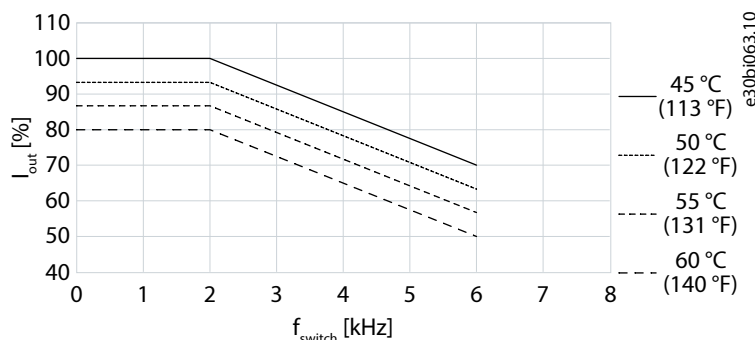


图 65: 低过载 (LO) 时 Fx11-Fx12 的输出电流降容与开关频率的关系

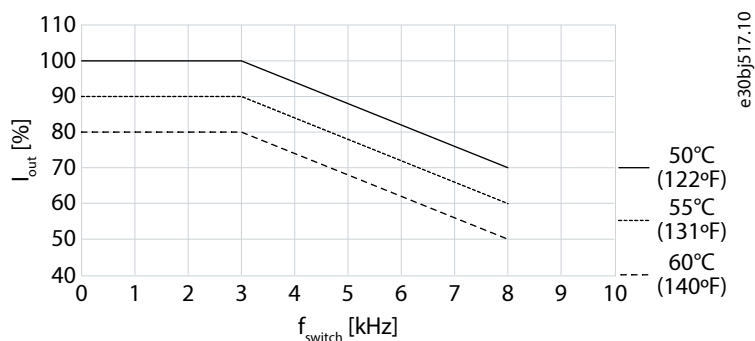


图 66: 高过载 (HO1) 时 Fx09-Fx10 的输出电流降容与开关频率的关系

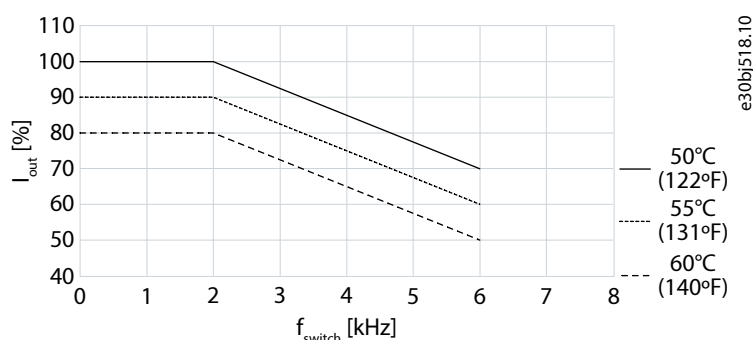


图 67: 高过载 (HO1) 时 Fx11-Fx12 的输出电流降容与开关频率的关系

10.7 维护注意事项

10.7.1 定期维护

在变频器的使用寿命期间，可能需要定期执行维护或保养操作，并确保能够对变频器的相关部件进行检修。

⚠️ 小心

高温表面

即使变频器断电后，其中含有的金属组件的温度仍很高。未遵循变频器上的高温符号（黄色三角形）会导致严重烧伤。

- 小心处理内部组件，比如母线，即使变频器断电后，它们可能仍极烫。
- 请勿触摸标有高温符号（黄色三角形）的外部区域。这些区域在变频器使用过程中和断电后一段时间内都很烫。

典型的维护情况包括：

- 检查变频器上的 I/O 信号。
- 定期检查电源连接和接地情况。
- 将 PC 连接到变频器以读取数据或参数化。

10.7.2 预防性维护建议

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

丹佛斯建议对风冷式变频器执行以下检查并采用以下维护间隔。

注意

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

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

表 56: 风冷式变频器的维护计划

组件	检查间隔 ⁽¹⁾	维修计划 ⁽²⁾	预防性维护操作
安装			
目视检查	1 年	–	检查有无异常现象，例如过热、老化、腐蚀迹象以及存在积灰和损坏部件。

表 56: 风冷式变频器的维护计划 - (继续)

组件	检查间隔 ⁽¹⁾	维修计划 ⁽²⁾	预防性维护操作
辅助设备	1 年	根据制造商建议	检查设备、环网柜、继电器、断路开关或熔断器/断路器。检查运行和状态，以了解运行故障或缺陷的可能原因。熔断器的连续性检查必须由经过培训的维修人员执行。
EMC 事项	1 年	–	检查线路的电磁容量以及控制线路和电源电缆之间的间隔距离。
电缆布线	1 年	–	检查电机电缆、主电源线路和信号线路的并行布线。避免并行布置线路。避免电缆在没有支撑的情况下裸露在空气中。检查电缆绝缘层的老化和磨损情况。
控制线路	1 年	–	检查线路是否紧固、损坏或压接，或者出现带状线。使用实心压接端正确端连接。建议使用屏蔽电缆和接地 EMC 板或双绞线。
间隙	1 年	–	检查外部间隙是否符合机架和产品类型的冷却气流要求。有关间隙，请参考当地设计法规。
密封	1 年	–	检查机箱、盖板和机箱门的密封是否处于良好状态。
腐蚀性环境	1 年	–	导电性粉尘和腐蚀性气体，如硫化物、氯化物或盐雾可能损害电气和机械部件。空气过滤器不能去除空气中的腐蚀性化学物质。根据调查结果采取行动。
变频器			
编程	1 年	–	根据电机、变频器应用和 I/O 配置检查变频器参数设置是否正确。只允许经过培训的维修人员执行此操作。
控制面板	1 年	–	检查显示屏像素是否完好无损。检查事件日志中的警告和故障。重复事件是潜在问题的迹象。如有必要，请联系当地服务中心。
变频器制冷能力	1 年	–	检查冷却通道的空气通道是否堵塞或受限。散热片必须无灰尘和无冷凝。
电容器，直流回路	1 年	8–15+ 年	电容器的预期使用寿命取决于应用的负载曲线和环境温度。对于要求苛刻的环境中负载较大或脉动电流较高的应用，务必事先选择合适规格的变频器，以确保较长的使用寿命。变频器会监测直流回路脉动电压。只允许经过培训的维修人员执行此操作。
清洁和过滤器	1 年	–	每年清洁一次机箱内部，必要时可增加清洁次数。过滤器或机箱内的灰尘水平是下次清洁或更换过滤器的一个指标。
风机	1 年	3-10 年	检查所有冷却风扇的状况和运行状态。关闭电源时，风扇轴应感觉较紧，用手指转动风扇，旋转应几乎无声，且无异常旋转阻力。在运行模式下，风扇振动、过大或奇怪的噪声是轴承磨损的迹象，必须更换风扇。
接地端	1 年	–	变频器系统需要采用专门的接地线将变频器、输出滤波器和电机连接到建筑物接地。检查接地连接是否牢靠，是否有油漆或氧化。不允许采用菊花链连接。如果适用，建议使用编织带。
电源线和接线	1 年	–	检查变频器连接的连接松脱、老化、绝缘状况以及扭矩是否正确。检查熔断器额定值是否正确，并检查连续性。观察在恶劣环境中是否有任何运行迹象。例如，熔断器外壳变色可能是冷凝或高温的迹象。
振动	1 年	–	检查变频器是否有异常振动或噪声，以确保电子部件的环境稳定。
电池	1 年	7-10 年	根据制造商的建议更换电池。每 7-10 年更换一次控制单元中的实时时钟电池。
备件			

表 56: 风冷式变频器的维护计划 - (继续)

组件	检查间隔 ⁽¹⁾	维修计划 ⁽²⁾	预防性维护操作
备件	1 年	2 年	将备件在原始包装箱中存放在干燥清洁的环境中。避开高温存放区。电解电容器需要按照维修计划中的规定进行重整。必须由经过培训的维修人员执行重整。请参考 10.4.1 重整电容器 。
调试前更换设备和长时间存放的设备	1 年	2 年	在不拆卸的情况下，目视检查视野内是否有损坏、水、高湿度、腐蚀和灰尘的迹象。装有电解电容器的交换单元需要按照维修计划中的规定进行重整。必须由经过培训的维修人员执行重整。请参考 10.4.1 重整电容器 。

1) 定义为调试/启动后的时间或自从上次检查后的时间。

2) 定义为调试/启动之后的时间或自从上次维修计划操作后的时间。

10.7.3 维护通道

为确保达到计划的甚至延长变频器使用寿命，丹佛斯建议对变频器、电机、系统以及机柜/机箱执行定期检查和保养操作。为了防止故障、危险和损坏，请定期检查变频器的端子连接是否牢靠，以及是否积聚灰尘等，具体取决于工作条件。

如果丹佛斯变频器在接近或超出设计限制的环境中运行，则需要维护变频器。

使用原装备件更换磨损或损坏的部件。有关服务和支持，请与当地供应商联系。DrivePro® 服务通过调试和及时的计划维护服务，延长 iC7-Automation 的使用寿命并提高其性能。DrivePro® 服务根据应用和工作条件量身定制。

在规划安装时，必须考虑到留出合适的通道以便进行维护保养的需求。一般情况下，建议确保留出：

- 用于维护电力电缆和连接器的通道。
- 用于维护控制线缆的通道。
- 用于清洁冷却系统的通道（冷却通道和风扇过滤器）。
- 用于维护将变频器连接到 PC 的端口的通道。

10.7.4 散热片和风扇维护保养

散热片会吸走冷却空气中的灰尘。如果散热片不干净，变频器将会出现过热警告和故障。必要时，清洁散热片。

变频器中冷却风扇的使用寿命取决于风扇运行时间、环境温度和粉尘浓度。可从变频器上拆下风扇进行清洁。也可从丹佛斯获取替换风扇。

10.7.5 更换备用电池

如果需要更换接口板的电池，请使用[8.3.7 接口板](#)中指定的电池类型和品牌。

使用其他电池可能会导致火灾或爆炸危险。只能由具备相应资质的人员更换电池。



小心

火灾和爆炸危险

- 只能使用 Panasonic BR1632A（3 V，125 °C）纽扣电池进行替换。使用其他电池可能会引发火灾或爆炸。只能由具备相应资质的人员更换电池。
- 有关详细的安全信息，请参阅电池随附的文档。



小心

火灾或爆炸风险

- 请勿对电池进行充电或拆卸，或将其丢弃在火中。

10.8 机械安装

10.8.1 概述

变频器主要安装在墙壁上或变频机柜中，或安装在结构上（例如，金属机架或梁）。有关不同机架的安装表面的更多信息，请参阅 [表 57](#)。

产品设计适用于 IEC 60204-1/60364-5-52/61439-1 和 NPFA 70 的 E/F 型安装，一个托盘中最多可并联三组电源线。

如果机架 FK09-FK12 安装在地面上，则需要专用底座。

表 57: 变频器的安装表面

机架名称	机柜	墙壁	结构	地板
FA02-FA12 ⁽¹⁾	X	–	–	–
FK06–FK08	–	X	X	–
FK09a, FK09c, FK10a	–	X	–	X ⁽²⁾
FK10c, FK11, FK12	–	–	–	X
FB09a, FB09c, FB10a	–	X	–	X ⁽²⁾
FB10c, FB11, FB12	–	–	–	X

1) 此 BDM/CDM/PDS 无法全面降低火灾危险。必须将 IP20/UL 开放式变频器安装在辅助机箱内，或可提供适当的防火保护的受限区域内。

2) 使用底座套件的可选落地式安装。有关订购套件的信息，请参阅 [12.4 订购选件和附件](#)。

有关将变频器安装到不同表面的详细信息，请参阅 [10.8.3 安装位置](#)。

10.8.2 安装注意事项

在选择和规划安装地点时，请注意以下事项：

- 安装表面能够支撑变频器的重量。
- 安装表面必须不可燃。
- 变频器垂直安装，但在特殊情况下，还可以采用替代方向安装。采用替代方向安装变频器会影响变频器的性能。有关详细信息，请参阅 [10.8.4 安装方向](#)。
- 确保有足够的空间来起吊变频器，尤其是需要起吊设备时。
- 起吊变频器时，请遵守当地法规。有关详细信息，请参阅特定于产品的安装和安全指导。
- 适当的入风口和出风口间隔可确保散热片上自由通风，从而实现正确冷却。
- 变频器可以并排安装，以节省空间，也可以安装在控制室的墙壁上。
- 必须在变频器前面留出足够的空间，方便操作控制面板。
- 确保为安装和敷设用于连接变频器的电缆留出适当空间。
- 要取下盖板或打开门以方便维护，必须在变频器前面留出足够空间。

警告



触电危险

触摸未加盖的电机、主电源或直流连接插头或端子会导致严重伤亡。

- 所有用于电机、主电源和直流连接的插头和端子保护盖都必须安装在 IP20 机箱内，以提供 IP20 防护等级。如果未安装插头和端子盖，则防护等级为 IP00。

10.8.3 安装位置

变频器适合安装在防风雨环境中。有关详细信息，请参阅 [8.3.8.1 概述](#)。将变频器安装在墙壁上或机柜中时，必须垂直安装，且安装表面必须坚固、平坦且不易燃。

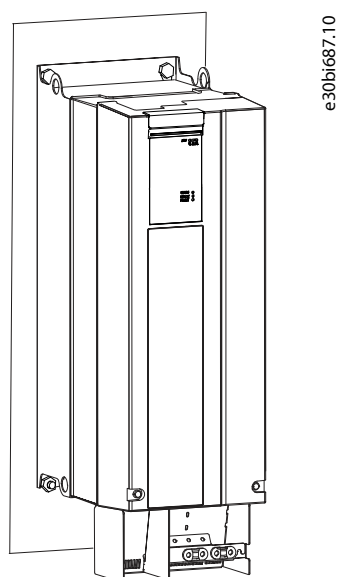


图 68: 安装在墙壁上或机柜中

也可以将 iC7-Automation 变频器安装在结构上（例如金属机架或梁），如 [图 69](#) 所示。切勿使变频器承受结构的弯曲力。必须垂直安装（如 [10.8.4 安装方向](#) 中定义），并且结构必须不可燃。

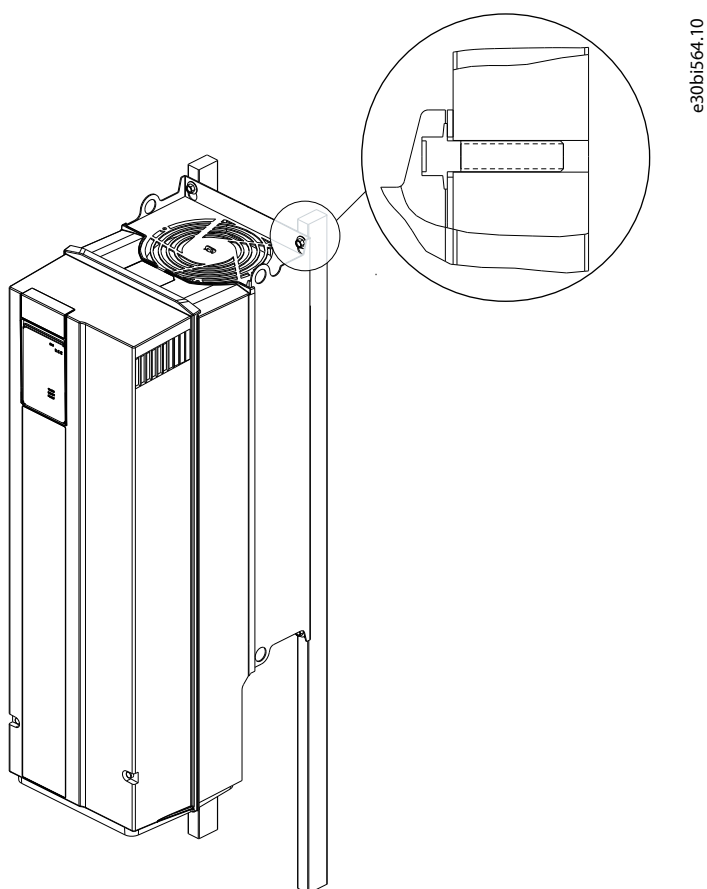


图 69: 安装在结构上

变频器设计有封闭的导风通道，可确保正确的冷却气流。必须将其留在变频器中，以确保正确冷却。如果损坏，则需要新的导风板。有关详细信息，请参阅 [12.5 订购自助服务部件](#)。

防护等级为 IP21/UL Type 1 的机架 FK09-FK12 还可独立安装在地面上。地面安装 FK09-FK10 机架需要专用底座。机架 FK11-FK12 配有底座。有关更多信息，请参阅底座套件的安装指南。

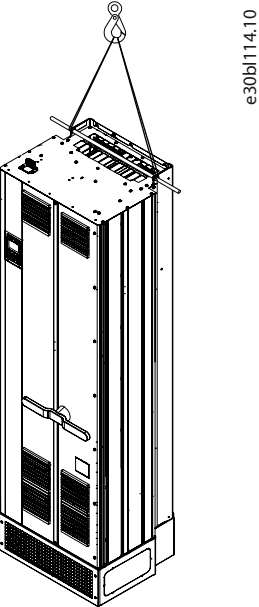


图 70: 安装在底座上

10.8.4 安装方向

根据机架的不同，变频器可以安装在不同方向。垂直方向以外的安装方向会影响变频器性能。有关安装方向对变频器性能的影响的更多信息，请参见[表 58](#)和[表 59](#)。

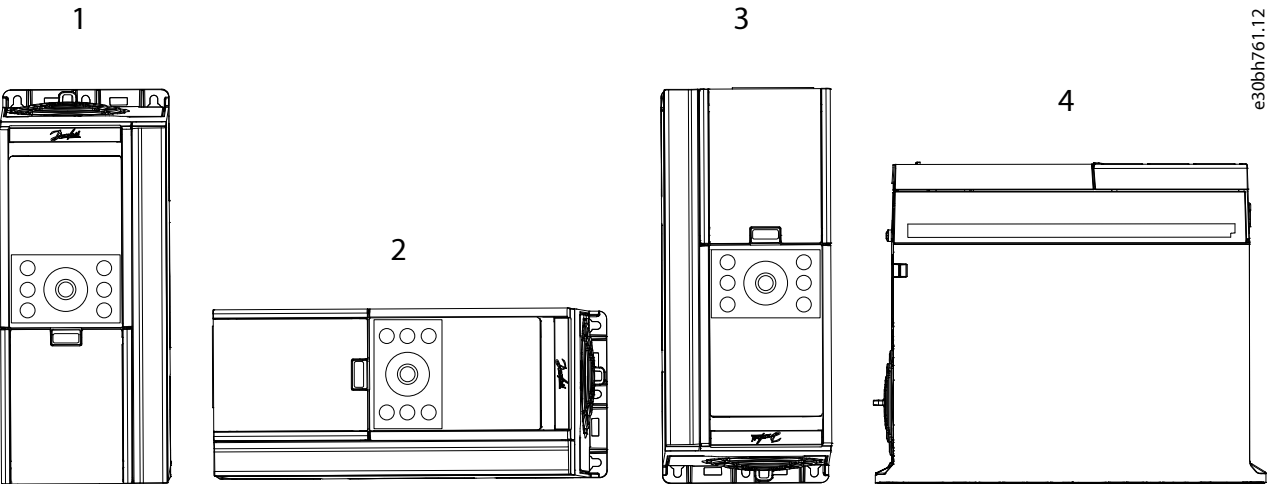


图 71: 变频器的安装方向

表 58: IP20/UL 开放式变频器 (FA02-FA12) 的安装方向及对性能的影响

方向	适用机架	对性能的影响
1 – 垂直安装	FA02-FA12	无
2 - 水平安装（旋转 90°）	FA02-FA08	<ul style="list-style-type: none">抗振和抗冲击能力受限无法并排安装。
	FA09-FA12	无

表 58: IP20/UL 开放式变频器 (FA02–FA12) 的安装方向及对性能的影响 - (继续)

方向	适用机架	对性能的影响
3 - 倒置	无	–
4 - 安装在背面	FA02–FA08	<ul style="list-style-type: none"> 防护等级降低至 IP00 抗振和抗冲击能力受限 无法并排安装。

表 59: IP21/UL Type 1 和 IP54/IP55/UL Type 12 变频器 (FK06–FK12/FB09–FB12) 的安装方向及对性能的影响

方向	适用机架	对性能的影响
1 - 垂直安装	FK06–FK12、FB09–FB12	无
2 - 水平安装 (旋转 90°)	否	–
3 - 倒置	否	–
4 - 安装在背面	FK06–FK08	<ul style="list-style-type: none"> 仅符合 IP20/UL 开放式标准 无防滴水功能 抗振和抗冲击能力受限 无法并排安装。

10.8.5 推荐的紧固件

查看下表中推荐的用于安装变频器的螺钉、螺栓和螺柱的尺寸。

表 60: 推荐用于 IP20/UL 开放式机架的螺钉、螺栓和螺柱

机架	变频器重量 [kg (lb)]	螺钉/螺栓/螺柱尺寸
FA02	4.7 (10.4)	4 x M5 (3/16") ⁽¹⁾
FA03	5.7 (12.6)	4 x M5 (3/16") ⁽¹⁾
FA04	11.6 (25.6)	4 x M6 (3/16")
FA05	14.1 (31.1)	4 x M6 (3/16")
FA06	26 (57)	4 x M8 (5/16")
FA07	38 (84)	4 x M8 (5/16")
FA08	55 (121)	4 x M8 (5/16")
FA09	81 (179)	4 x M10 (3/8")
FA10	127 (280)	4 x M10 (3/8")
FA11	225 (496)	6 x M12 (1/2")
FA12	298 (657)	6 x M12 (1/2")

1) 如果安装地点不会受到振动或冲击，则可以使用 3 个螺钉安装机架 FA02–FA03。有关详细信息，请参阅 [10.8.6.2 壁挂式机架 \(FA02–FA12\) 的钻孔图式](#)。

表 61: 推荐用于 IP21/UL Type 1 机架的螺钉、螺栓和螺柱

机架	变频器重量 [kg (lb)]	螺钉/螺栓/螺柱尺寸
FK06	28 (62)	4 x M8 (5/16")
FK07	38 (84)	4 x M8 (5/16")
FK08	62 (137)	4 x M8 (5/16")
FK09a	89 (196)	4 x M10 (3/8")

表 61: 推荐用于 IP21/UL Type 1 机架的螺钉、螺栓和螺柱 - (继续)

机架	变频器重量 [kg (lb)]	螺钉/螺栓/螺柱尺寸
FK09c	107 (236)	4 x M10 (3/8")
FK10a	139 (306)	4 x M10 (3/8")
FK10c	178 (392)	2 x M10 (3/8") 和 8 x M12 (1/2")
FK11	244 (538)	9 x M12 (1/2")
FK12	327 (721)	9 x M12 (1/2")

表 62: 推荐用于 IP54/IP55/UL Type 12 机架的螺钉、螺栓和螺柱

机架	变频器重量 [kg (lb)]	螺钉/螺栓/螺柱尺寸
FB09a	89 (196)	4 x M10 (3/8")
FB09c	107 (236)	4 x M10 (3/8")
FB10a	139 (306)	4 x M10 (3/8")
FB10c	178 (392)	2 x M10 (3/8") 和 8 x M12 (1/2")
FB11	244 (538)	9 x M12 (1/2")
FB12	327 (721)	9 x M12 (1/2")

10.8.6 钻孔图式

10.8.6.1 概述

准备用于安装的安装孔时，请使用钻孔图式。根据机架的不同，钻孔图式与变频器的安装板或电缆入口板相同。

钻孔图式中不包括冷却所需的空空间、EMC 板和其他延长件。

有关所需的总空间，请参见外部尺寸和端子尺寸一章中的图纸。

10.8.6.2 壁挂式机架 (FA02-FA12) 的钻孔图式

注意

- IP20/UL 开放式机架 FA02-FA03 通常使用 4 个螺钉安装。如果没有受到振动或冲击，则可以只使用 3 个螺钉进行安装。
- 如果使用 3 个螺钉进行安装，请使用上方中间的螺钉位置。使用 4 个螺钉进行安装时，使用上部螺钉的外侧位置。

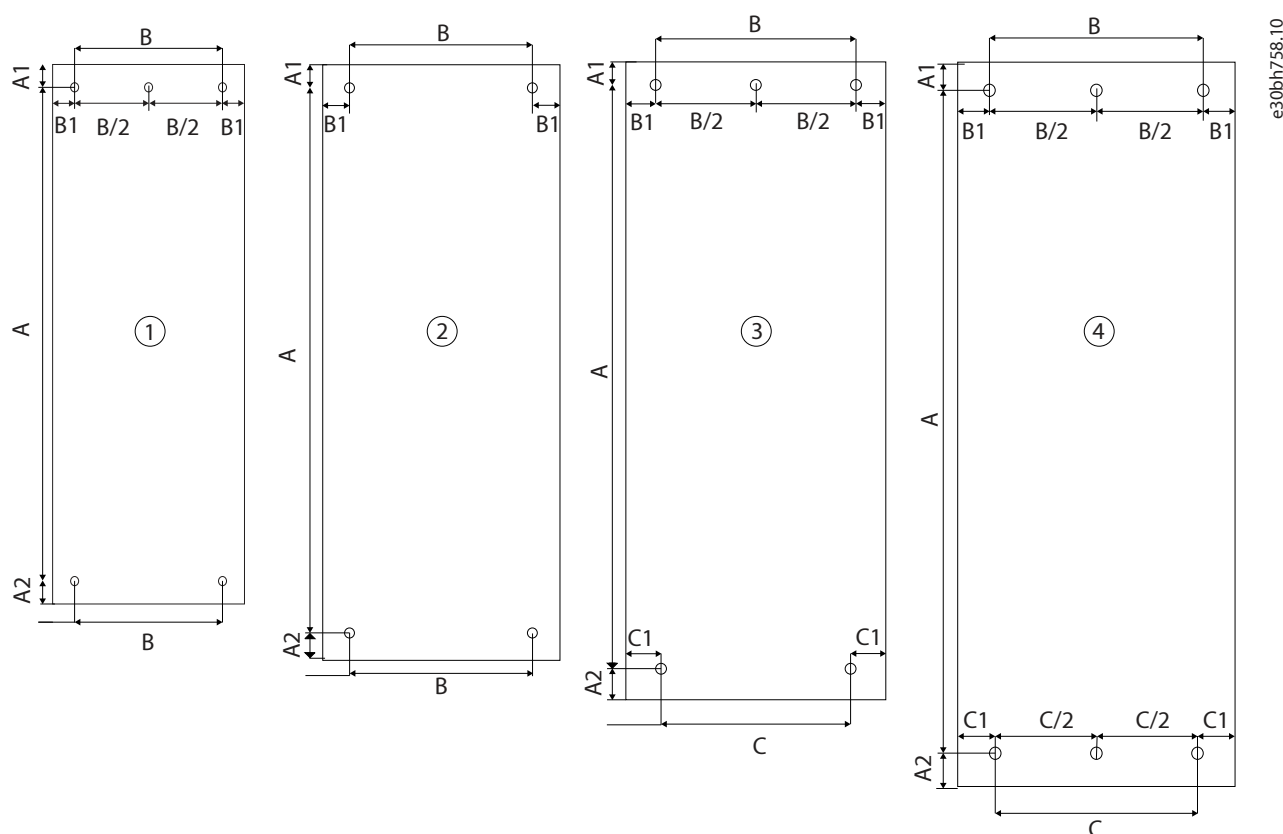


图 72: 机架 FA02-FA12 的钻孔图式

表 63: 壁挂式机架 (FA02-FA12) 的钻孔图式尺寸

机架	钻孔图式	A [mm (in)]	A1 [mm (in)]	A2 [mm (in)]	B [mm (in)]	B1 [mm (in)]	C [mm (in)]	C1 [mm (in)]
FA02	1	257 (10.1)	6.5 (0.26)	6.5 (0.26)	70 (2.8)	10 (0.4)	—	—
FA03	1	257 (10.1)	6.5 (0.26)	6.5 (0.26)	94 (3.7)	10 (0.4)	—	—
FA04	2	380 (15)	8 (0.32)	11 (0.43)	105 (4.1)	12.5 (0.5)	—	—
FA05	2	380 (15)	8 (0.32)	11 (0.43)	140 (5.5)	12.5 (0.5)	—	—
FA06	2	535 (21.1)	12 (0.47)	8 (0.32)	170 (6.7)	15 (0.6)	—	—
FA07	2	580 (22.1)	12 (0.47)	8 (0.32)	200 (7.9)	15 (0.6)	—	—
FA08	2	721 (28.4)	12 (0.47)	10 (0.39)	200 (7.9)	27.5 (1.08)	—	—
FA09	3	844 (33.2)	25 (0.98)	20 (0.79)	180 (7.1)	33.1 (1.3)	200 (7.9)	25 (0.98)
FA10	3	1051 (41.4)	25 (0.98)	20 (0.79)	280 (11.0)	33 (1.3)	271 (10.7)	39.5 (1.56)
FA11	4	1545 (60.8)	17.6 (0.69)	15 (0.59)	412 (16.2)	45.6 (1.8)	430 (16.9)	38.5 (1.52)
FA12	4	1545 (60.8)	17.6 (0.69)	15 (0.59)	508 (20.0)	45.6 (1.8)	526 (20.7)	38.5 (1.52)

10.8.6.3 壁挂式机架 (FB09–FB10a) 的钻孔图式

表 64: 壁挂式机架 (FB09–FB10a) 的钻孔图式尺寸

机架	钻孔图式	A [mm (in)]	A1 [mm (in)]	A2 [mm (in)]	B [mm (in)]	B1 [mm (in)]	C [mm (in)]	C1 [mm (in)]
FB09a	3	944 (37.2)	25 (0.98)	20 (0.79)	180 (7.1)	33.1 (1.3)	200 (7.9)	63.5 (2.5)
FB09c	3	1380 (54.3)	25 (0.98)	18.7 (0.74)	180 (7.1)	33.1 (1.3)	200 (7.9)	62.5 (2.5)
FB10a	3	1176 (46.3)	25 (0.98)	24.5 (0.96)	280 (11)	33.1 (1.3)	271 (10.7)	74.5 (2.93)

10.8.6.4 壁挂式机架 (FK06–FK09, FK10a) 的钻孔图式

表 65: 壁挂式机架 (FK06–FK09, FK10a) 的钻孔图式尺寸

机架	钻孔图式	A [mm (in)]	A1 [mm (in)]	A2 [mm (in)]	B [mm (in)]	B1 [mm (in)]	C [mm (in)]	C1 [mm (in)]
FK06	2	535 (21.1)	12 (0.47)	8 (0.32)	170 (6.69)	19.5 (0.77)	–	–
FK07	2	580 (22.8)	12 (0.47)	8 (0.32)	200 (7.9)	19.5 (0.77)	–	–
FK08	2	721 (28.4)	12 (0.47)	10 (0.39)	200 (7.9)	33.5 (1.3)	–	–
FK09a	3	944 (37.2)	25 (0.98)	20 (0.79)	180 (7.1)	33.1 (1.3)	200 (7.9)	63.5 (2.5)
FK09c	3	1380 (54.3)	25 (0.98)	18.7 (0.74)	180 (7.1)	33.1 (1.3)	200 (7.9)	62.5 (2.5)
FK10a	3	1176 (46.3)	25 (0.98)	24.5 (0.96)	280 (11)	33.1 (1.3)	271 (10.7)	74.5 (2.93)

10.8.6.5 落地式安装机架 (FK10c/FB10c, FK11/FB11, FK12/FB12) 的钻孔图式

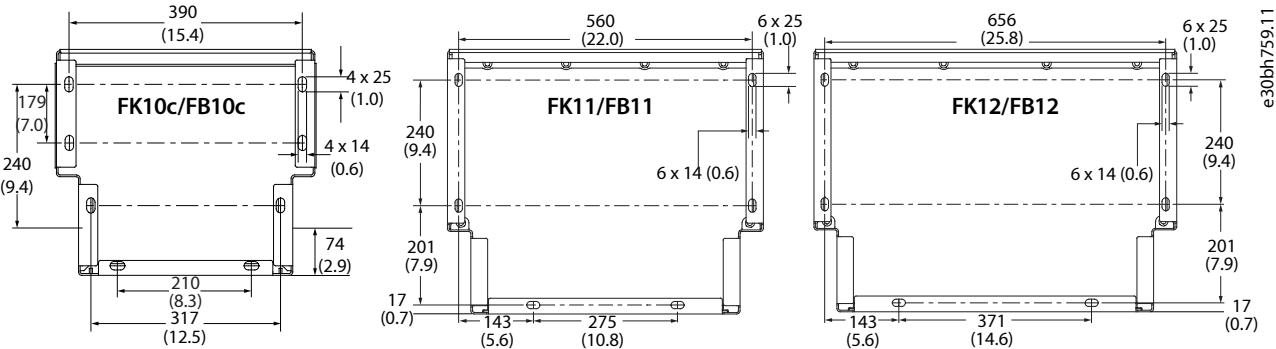


图 73: 电缆入口板中电缆开口的钻孔图式 (FK10c/FB10c, FK11/FB11, FK12/FB12)

10.8.7 变频器在系统中的放置

安装变频器之前，使用适合的紧固件准备安装位置，以便能够安全放置变频器。确保在安装期间有足够的空间来安全处理变频器。每个机架的重心在外部和端子尺寸一章中的图纸中标出。

机架 FA02-FA05 无需起重设备，可由 1 或 2 人提升和安装。查看变频器包装上的重量。将变频器安装到螺钉上并拧紧之前，可以安装所有螺钉。

安装机架 Fx06-Fx10 时，请通过吊耳起吊变频器，如图 74 所示。确保安装时留出适合的空间，以便容纳起重工具。

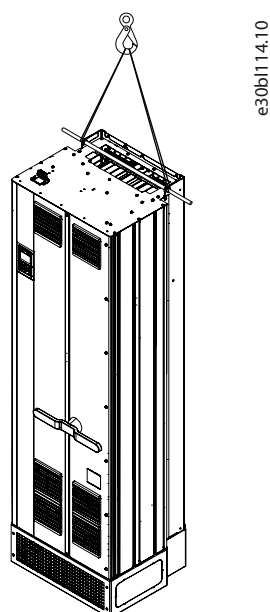


图 74: 通过吊耳起吊 Fx06-Fx10 机架

可在安装前安装下部螺钉或螺栓。将变频器放置在下部螺栓上，然后安装上部螺钉或螺栓。

安装机架 Fx11-Fx12 时，通过吊耳起吊变频器（如[图 75](#)所示）。为避免吊孔发生弯曲，请使用吊杆。

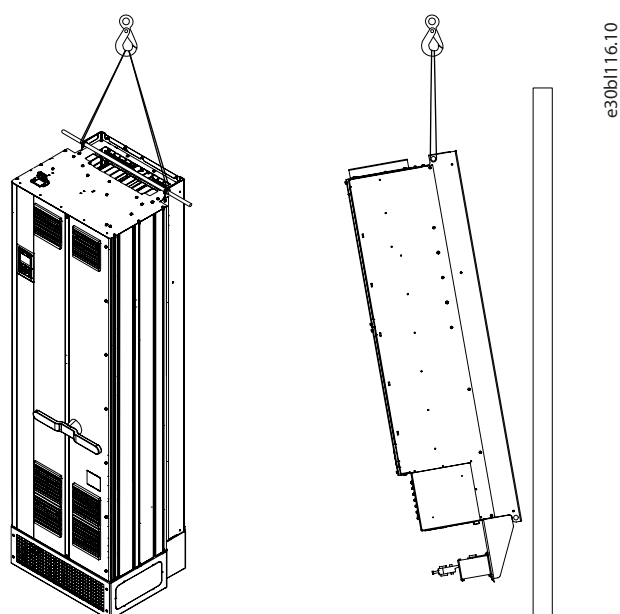


图 75: 使用吊杆起吊 Fx11-Fx12 机架

安装前，安装变频器下部的螺栓。将变频器放在下部螺栓上并朝向墙壁时，安装上部螺栓。如果安装在底座上，请在将变频器放在底座上之前将底座固定到地面上。

10.8.8 冷却

10.8.8.1 冷却概述

所有变频器均通过强制气流进行冷却。机架 Fx09-Fx12 采用背部风道冷却方式，因此，变频器的安装更加灵活。

对于整个安装系统，现场的温度必须通过通风或冷却保持在规定的工作温度范围内。冷却空气的质量必须符合技术规格中定义的环境条件（粉尘、悬浮颗粒、化学物质）。

有关功率损耗和所需冷却气流的更多信息，请参阅 [8.6.1 功率损耗](#) 和 [8.6.2 气流和噪音水平](#)。

10.8.8.2 强制空气冷却

所有变频器均通过强制气流进行风冷。为了确保正确冷却，必须确保变频器上方和下方有足够的间隙。

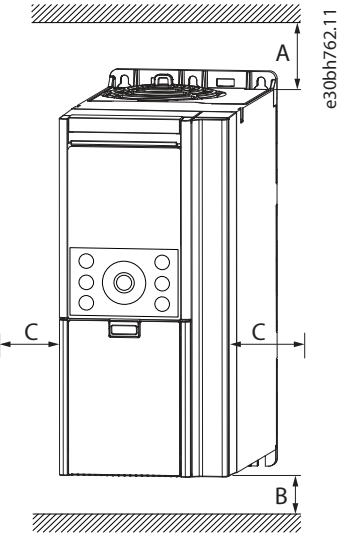


图 76: 冷却间隙

表 66: IP20/UL 开放式机架的冷却间隙

机架	A [mm (in)]	B [mm (in)] ⁽¹⁾	C [mm (in)]
FA02	100 (3.9)	100 (3.9)	0 (0)
FA03	100 (3.9)	100 (3.9)	0 (0)
FA04	100 (3.9)	100 (3.9)	0 (0)
FA05	100 (3.9)	100 (3.9)	0 (0)
FA06	200 (7.9)	200 (7.9)	0 (0)
FA07	200 (7.9)	200 (7.9)	0 (0)
FA08	200 (7.9)	200 (7.9)	0 (0)
FA09	225 (8.9)	225 (8.9)	0 (0)
FA10	225 (8.9)	225 (8.9)	0 (0)
FA11	225 (8.9)	225 (8.9)	0 (0)
FA12	225 (8.9)	225 (8.9)	0 (0)

1) 距离不包括 EMC 板。

表 67: IP21/UL Type 1 机架的冷却间隙

机架	A [mm (in)]	B [mm (in)] ⁽¹⁾	C [mm (in)]
FK06	200 (7.9)	200 (7.9)	0 (0)
FK07	200 (7.9)	200 (7.9)	0 (0)
FK08	200 (7.9)	200 (7.9)	0 (0)
FK09	225 (8.9)	225 (8.9)	–
FK10a	225 (8.9)	225 (8.9)	–
FK10c	225 (8.9)	–	–

表 67: IP21/UL Type 1 机架的冷却间隙 - (继续)

机架	A [mm (in)]	B [mm (in)] ⁽¹⁾	C [mm (in)]
FK11	225 (8.9)	–	0 (0)
FK12	225 (8.9)	–	0 (0)

1) 距离不包括 EMC 板。

表 68: IP54/IP55/UL Type 12 机架的冷却间隙

机架	A [mm (in)]	B [mm (in)] ⁽¹⁾	C [mm (in)]
FB09	225 (8.9)	225 (8.9)	–
FB10a	225 (8.9)	225 (8.9)	–
FB10c	225 (8.9)	–	–
FB11	225 (8.9)	–	0 (0)
FB12	225 (8.9)	–	0 (0)

1) 距离不包括 EMC 板。

10.8.8.3 背部风道冷却

背部风道冷却通过使用封闭风管或专用开口将热量导出机柜或控制室。背部风道冷却适用于机架 Fx09-Fx12。

安装在机柜中的变频器使用封闭风管来最大限度地减少机柜内的散热。管道将外部冷却空气引导至变频器并从安装柜中排出。热损耗降低可最大限度地减少机柜对额外通风或冷却的需求。

也可以从室外将冷却空气导入变频器散热片。加热的空气被排到变频器外部。变频器的顶部和底部冷却开口由盖板封闭，冷却空气从变频器后部导出。

有关通过变频器背面的风管和开口进行冷却的示例，请参见图 77。

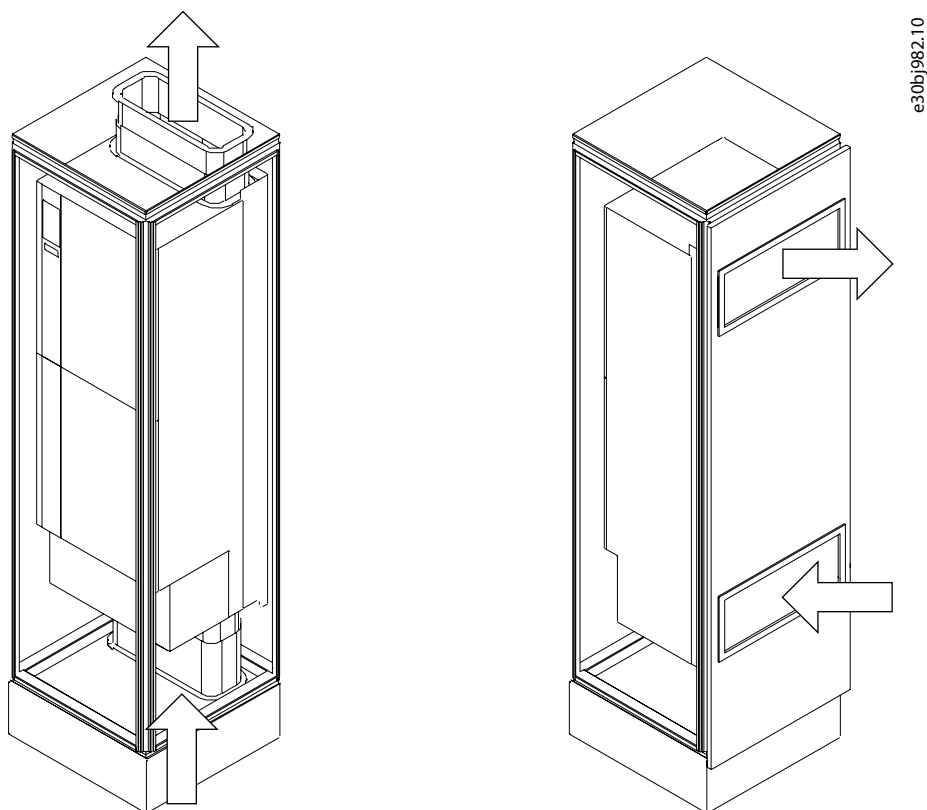


图 77: 背部风道冷却原理示例: 通过风管采用底部进入、顶部排出冷却方式 (左); 通过变频器背面的开口采用背部进入、背部排出冷却方式 (右)

背部风道冷却套件适用于 IP20/UL 开放式机架 (FA09-FA12)。使用这些套件, 可以更简便地将变频器安装到标准工业机架 (如 Rittal) 中。背部风道冷却套件还可用于 IP21/UL Type 1 机架 (FK09-FK12) 和 IP54/IP55/UL Type 12 机架 (FB09-FB12)。

有关可用冷却套件的详细信息, 请参阅 [12.4 订购选件和附件](#)。

10.8.9 建议的维护检修空间

为确保在维护保养时有接触到变频器的通路, 建议在变频器周围预留足够的空间。

一般建议包括:

- 在变频器正面留出足够空间, 用于拆除盖板、检修控制板和从正面安装的选件。
- 变频器上方有足够空间, 用于检修和拆除风扇以进行清洁或保养。
- 变频器下方有足够空间, 用于检修冷却通道入口, 以便清洁和拆除可插拔连接器 (FA02-FA05) 以及安装 EMC 板 (FA02-FA12)。

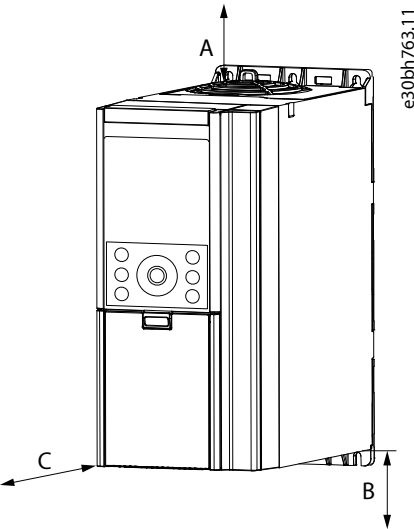


图 78: 建议的维护检修间隙

表 69: 维护检修间隙

机架	建议的检修空间		
	上方 (A) [mm (in)]	下方 (B) [mm (in)]	前方 (C) [mm (in)]
FA02	200 (7.9) ⁽²⁾	200 (7.9) ⁽²⁾	100 (3.9)
FA03	200 (7.9) ⁽²⁾	200 (7.9) ⁽²⁾	100 (3.9)
FA04	200 (7.9) ⁽²⁾	200 (7.9) ⁽²⁾	100 (3.9)
FA05	200 (7.9) ⁽²⁾	200 (7.9) ⁽²⁾	100 (3.9)
Fx06	200 (7.9)	200 (7.9)	400 (15.7) ⁽³⁾
Fx07	200 (7.9)	200 (7.9)	400 (15.7) ⁽³⁾
Fx08	250 (9.8)	300 (11.8)	400 (15.7) ⁽³⁾
Fx09	225 (8.8)	225 (8.8)	400 (15.7) ⁽⁴⁾
Fx10	225 (8.8)	225 (8.8)	600 (23.6) ⁽⁴⁾
Fx11	225 (8.8)	225 (8.8)	800 (31.5) ⁽⁴⁾
Fx12	225 (8.8)	225 (8.8)	800 (31.5) ⁽⁴⁾

- 1) 指代整个系列而不是特定改型时，使用 Fx。例如，将 FA02 和 FK02 描述为系列时，使用 Fx02。
- 2) 足够的冷却导管空间，超出冷却需求。或者，拔下变频器插头，从安装的系统中拆除以进行保养。
- 3) 拆卸盖板所需的间隙。
- 4) 打开门所需的间隙。

11 电气安装注意事项

11.1 接线图

本章简要介绍变频器的典型连接。有关变频器的原理图，请参见图 79。变频器围绕功率单元、控制单元和可选 I/O 选件构建。具体配置取决于变频器型号。

图 79: 带有基于以太网的控制板的变频器的接线图

11.2 电网类型和保护

11.2.1 电网类型

变频器可在具有额定网络供电电压的不同类型的网络中使用：

- TN-S、TN-C、TN-C-S、TT（接地三角形电网）
- IT（未接地三角形电网）

有关与电网类型相关的参数的详细信息，请参考应用指南。

11.2.2 保护性接地电流和电位均衡/漏电流

正确尺寸的保护接地 (PE) 设置对于变频器系统防止触电的安全性至关重要。变频器系统的 PE 连接可确保变频器系统安全，防止单个故障电流在易触及的导电部件（如导电机箱部件）上产生危险电压。

必须按照 EN 60364-5-54:2011 条款 543 和 544 中规定的 PE 连接和补充保护连接要求安装变频器。对于电机侧出现故障时的自动断开，必须确保变频器和电机之间的 PE 连接的阻抗足够低，以确保符合 IEC/EN 60364-4-41:2017 条款 411 或 415。必须按照 IEC/EN 60364-4-41:2017 的规定，通过初始和定期测试来验证阻抗。

当地要求可能也适用。

系统设计符合 IEC/EN 61800-5-1:2017 标准，可确保适合的 PE 连接以及符合 EN 60364-5-54:2011 标准的易触及导电部件的保护性连接。当变频器在特定应用中用作组件时，需要满足与 PE 正确连接的特殊要求，比如 EN 60204-1:2018 和 IEC/EN 61439-1:2021 中指定的要求。

在低压网络中，保护导体 (PE) 和等电位联结导体以及连接到接地电位的结构上可能会产生电流，造成不良影响。由于产生这些电流的原因各不相同，因此，了解这些原因很有好处，这样才能避免。

变频器设置由主电源、变频器、线缆和带负载侧的电机组成。由于有源和无源组件的特点以及系统的电气分布，可能会出现多种现象，从而导致 PE 导体上产生电流。

- 因主电源电缆和/或母排不对称而产生的电感耦合可能会导致流向 PE 的电流，其频率为主电源频率及其谐波频率。
- 由于电机电缆的不对称性，电感耦合可能导致具有电机基频的 PE 电流。
- 作为 EMI 滤波器的一部分，与 PE 之间的直流回路去耦电容可产生 150 Hz/180 Hz 的 PE 电流。
- 主电源上的电压失真/谐波含量通常会导致 150 Hz-2000 Hz 范围内的 PE 电流。
- 因电机电缆电容（从电机相到 PE）而产生的共模电流通常会导致 PE 电流，频率为一般超过 2 kHz 的开关频率和谐波频率。

PE 电流由多种成分组成，并取决于各种系统配置：

- RFI 滤波
- 电机电缆长度
- 电机电缆屏蔽层
- 变频器功率

11.2.3 PE 电流测量

由于电流具有不同的频率，因此，仅测量有效值是无用的。相反，需要执行频率/FFT 测量。这可以使用合适的示波器或特定测量设备来完成。在变频器的 PE 连接处使用电流钳，然后分析有效值，便会导致结果不充分和具有误导性。

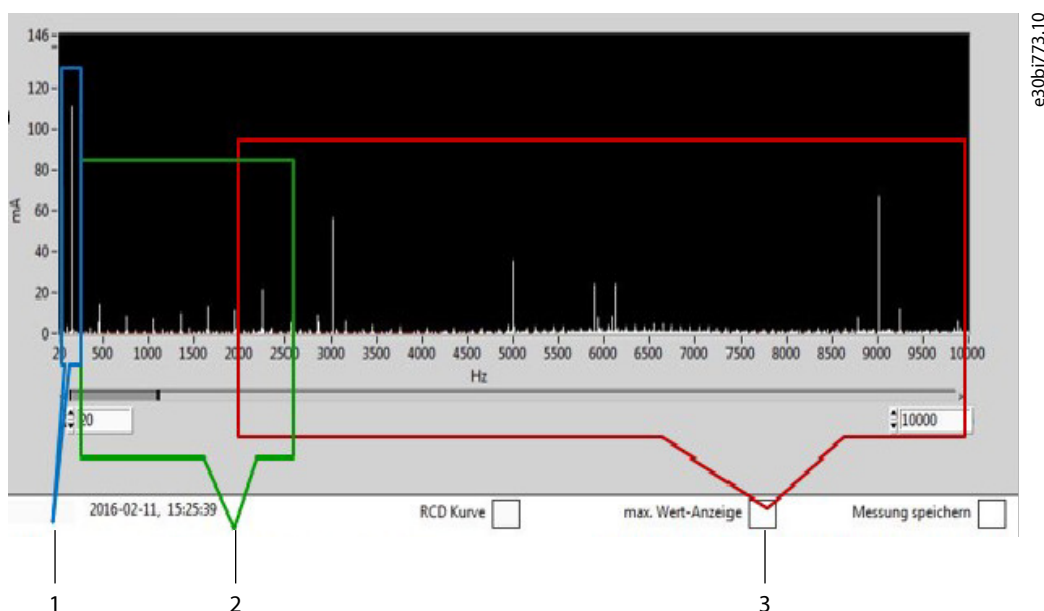


图 80: FFT 测量示例

- | | | | |
|---|------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------|
| 1 | f < 50 Hz: 通常用于非对称电缆和导体中的电感耦合。 | 2 | f = 150–2500 Hz: 电网中的典型谐波分量。

f = 150 Hz: 通常由带有直流回路的整流器产生的共模电流。 |
| 3 | f > 2 kHz: 由于电缆/电机与接地点之间的电容耦合而产生的典型共模电流。 | | |

警告



电击危险 — 泄漏电流危险

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

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

**警告****漏电流危险**

漏电流可能超过 5%。如果不将变频器正确接地，将可能导致死亡或严重伤害。

- 确保接地导线的最小尺寸符合当地有关大接触电流设备的安全法规要求。

保护接地 (PE) 和等电位联结通常相互连接，以便等电位联结电流也分布在整个 PE 系统上。

通过使用短电机电缆、对称电缆（尤其是额定电流大于 50 A 的对称电缆）或导体与 PE 之间的低电容屏蔽电缆，可避免或降低 PE 电流及其对系统的影响。

11.2.4 漏电保护器 (RCD) 保护

可以使用漏电保护器 (RCD) 提供额外保护，防止因绝缘故障或高泄漏电流而导致的故障电流造成触电和火灾危险。如果在变频器前面使用了 RCD，则需要额外考虑。RCD 必须始终按照当地法规进行安装。

**警告****电击和火灾危险 - RCD 合规性**

未使用 B 型漏电保护器 (RCD) 可能会导致 RCD 无法提供预期的保护功能，从而可能导致死亡、火灾或其他严重危害。

- 使用 RCD 提供保护防止电击时，仅允许在电源侧使用 B 型装置。

RCD/RCM 设备无法区分工作电流和故障电流，功能可能会受到影响。即使安装的系统中没有绝缘故障，也会触发 RCD。

由 RCD/RCM 在主电源相上测得的电流可能与测得的 PE 电流不同。这是由于主电源相位上不存在磁耦合 PE 电流造成的。

B 型 RCD 的频率特性未完全标准化，在高频范围内，预计会因供应商不同而存在差异。有关详细信息，请参阅相关 RCD 的文档。

11.2.5 绝缘监测装置

在 IT 电网中运行时，可以使用绝缘监测装置来监控电源线缆、电机、电机线缆和变频器中绝缘的完整性。

典型应用包括：

- 对绝缘系统性能下降的预防性检测。
- IT 主电源上的接地故障检测。

绝缘监测仪是 IT 主电源系统中的关键组件。它支持预防性维护，并在出现接地故障时发出警告。有几种类型的绝缘监测仪具有不同的工作原理，例如，直流电压注入、带交替极性注入的直流电压和电流注入。由于对地电容和变频器会产生共模电压，并非所有绝缘监仪器都与变频器系统兼容。变频器系统安装中使用的绝缘监测仪必须与变频器兼容。

11.3 遵循 EMC 规范的安装指引

11.3.1 遵循 EMC 规范的安装指引

本章对遵循 EMC 规范的正确安装方法进行了一般性介绍。要遵循 EMC 规范进行安装，请按照变频器随附的安装和安全指南中的说明操作。

注意

根据 EMC 指令，系统定义为多种类型的设备、成品和/或组件的组合，并由同一人（系统制造商）进行组合、设计和/或拼装，旨在作为单一功能装置投放市场，供最终用户使用，并通过安装和操作来执行特定任务。

EMC 指令适用于产品/系统和装置，但是，如果一个装置由带有 CE 标志的产品/系统组合而成，则该装置也可视为符合 EMC 指令。装置没有 CE 标志。

根据 EMC 指令，产品/系统制造商有责任满足 EMC 指令的基本要求并通过 CE 认证。对于涉及负载共享和其他直流端子的系统，仅当按照技术文档中所述连接产品的组合时，才能确保符合 EMC 指令。

如果将任何第三方产品连接到变频器上的负载共享或其他直流端子，则无法保证符合 EMC 要求。

如果在居住环境中安装且不符合 C1 类要求，则变频器可能无法在此类位置为无线电接收提供充分保护。在这种情况下，可能需要采取补充抑制措施，例如，使用屏蔽或增加受影响产品之间的距离。

如果变频器不符合 C1 或 C2 类别的要求，则不得将其安装在为住宅供电的公共低电压网络中。在此类网络中使用时，预期会存在无线电频率干扰。遵循特定于产品的安装指南中给出的安装说明。

如果变频器的射频干扰滤波器被禁用，则变频器符合类别 C4 的要求。在这种情况下，变频器适用于由不会产生辐射干扰的电源供电的系统，例如，专用变压器或发电机，或低压地下线路。如果未严格遵循安装指南，则可能会出现无线电频率干扰。

有关如何确保遵循 EMC 规范的正确安装示例，请参见图 81。

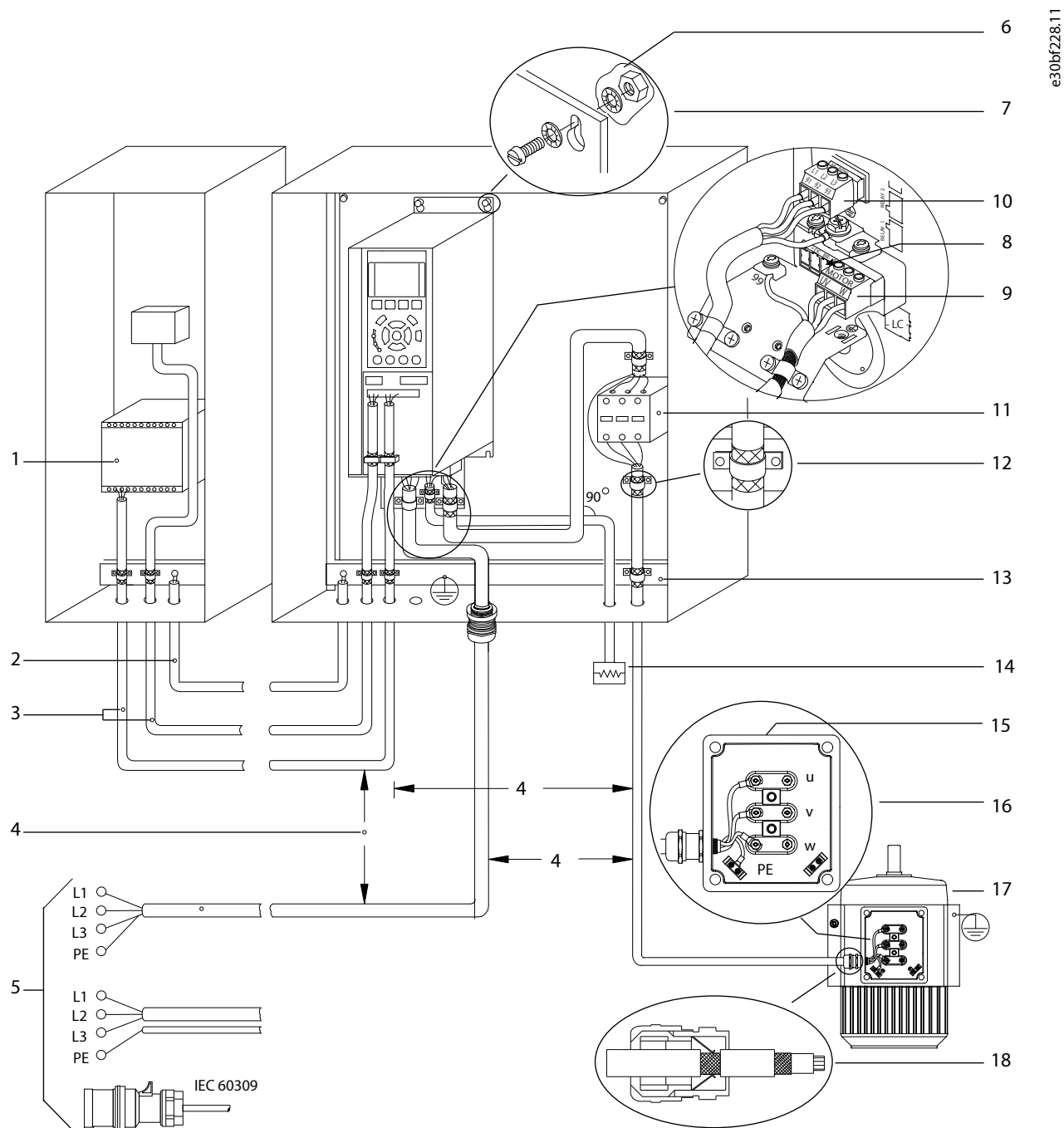


图 81: 正确的 EMC 合规安装示例

- | | | | |
|----|-----------------------------|----|-------------------------------------------|
| 1 | 可编程的逻辑控制器 (PLC) | 2 | 最小横截面积为 16 mm^2 (6 AWG) 的均衡电缆 |
| 3 | 控制电缆 | 4 | 控制电缆、电机电缆和主电源电缆之间至少保持 200 毫米 (7.9 英寸) 的距离 |
| 5 | 主电源选件, 请参阅 IEC/EN 61800-5-1 | 6 | 裸 (未涂漆) 表面 |
| 7 | 星形垫圈 | 8 | 制动电缆 (屏蔽) — 未示出, 但其接地原则与电机电缆相同 |
| 9 | 电机电缆 (屏蔽) | 10 | 主电源电缆 (非屏蔽) |
| 11 | 输出接触器 | 12 | 已剥开的电缆绝缘层 |

- | | |
|------------------------------|------------|
| 13 通用接地母线。请遵循国家和地方有关机柜接地的要求。 | 14 制动电阻器 |
| 15 接线盒 | 16 电机接头 |
| 17 电机 | 18 EMC 电缆夹 |

11.3.2 电源线和接地

根据安装方式和所需的 EMC 合规水平，电机、制动和直流连接需要使用屏蔽电缆。或者，也可以在金属线管中使用非屏蔽电缆。如果使用了屏蔽电缆，务必使屏蔽层 360° 环形接地。使用随附的线夹连接屏蔽层，避免绞结，因为它们会降低屏蔽功能。

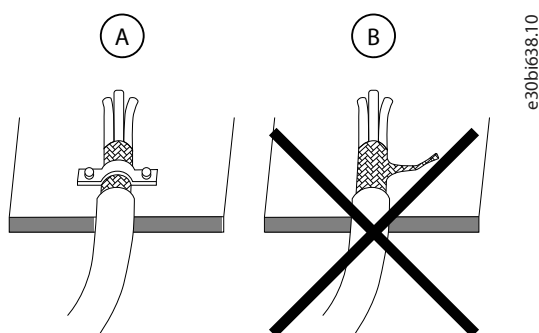


图 82: 安装电缆屏蔽层

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法规限制。

如果使用非屏蔽线缆连接制动电阻器，建议将电线绞合在一起以减小电气噪声。

确保电缆尽可能短，以降低整个系统的干扰水平，并最大限度地减少损耗。

警告



电击危险 — 泄漏电流危险

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

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

按照适用的标准和指令将变频器接地。对输入电源、电机电源和控制接线使用专用接地线。使用符合尺寸要求的单独接地线。连接电机时，请遵循电机制造商的接线要求。

保持地线应尽可能短。接地线的最小电缆横截面积为 10 mm^2 (7 AWG)。另外，也可以使用 2 根单独的额定接地线。请勿以菊花链方式将变频器的地线相互连接在一起（如图 83 所示）。

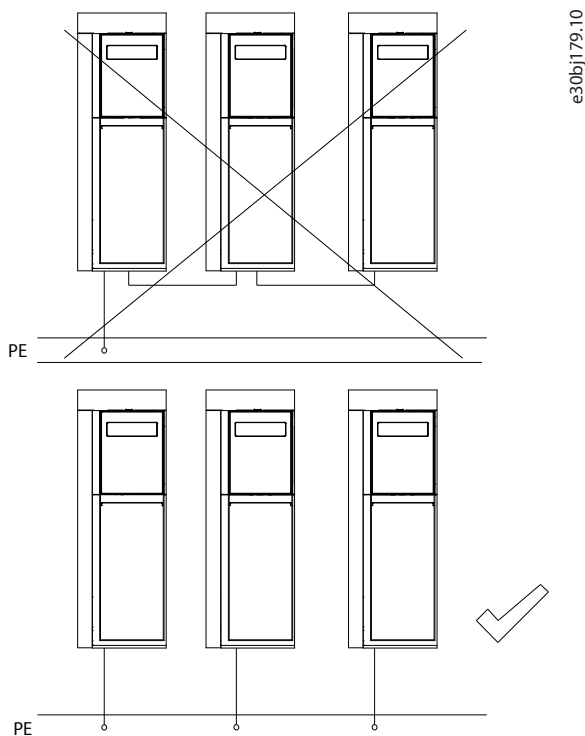


图 83: 接地原理

11.3.3 控制电缆

对控制线路使用屏蔽电缆，避免将控制线缆敷设在功率电源线旁边。最好将控制电缆与电源线（主电源、电机、制动和直流）分开敷设，或者至少保持 200 mm (7.9 in) 的距离。对于可蔽层, c，屏蔽两端都必须连接屏蔽层, c，屏蔽两端都必须连接屏蔽层。

比如，保持 24 V 信号电缆与继电器的 110 V 或 230 V 信号分开。

将变频器连接到一个热敏电阻时，确保使用屏蔽线缆并采用加强绝缘/双重绝缘。建议使用 24 V 直流供电电压。

对于通信目的和命令/控制线路，请遵循特定的协议标准。

11.4 电机安装注意事项

11.4.1 概述

选择变频器时，请考虑以下方面：

- **转矩限制：**当变频器控制电机时，可为该电机设置转矩j极限。选择视在功率额定值与电机的额定电流或功率相匹配的变频器可确保可靠驱动所需的负载。但是，为了使负载平稳加速，并能偶尔承受峰值负载，需要额外的冗余。
- 变频器和电机的**电流额定值**。额定功率只是一个粗略指引。
- 正确的工作电压。
- 确保电机能够承受电机端子上的**最大峰值电压**。
- **所需速度范围：**仅在功率降低时，才能在标称电机电源频率（50 Hz 或 60 Hz）之上运行。在低频率和高转矩下运行可能会导致电机因冷却不足而过热。
- **降容：**同步电机需要降容，通常为减少到三分之一至二分之一，因为功率因数以及由此产生的电流在低频率时可能较高。
- **过载性能：**变频器快速将电流限制为全电流的 160% 或 200%。标准的恒速电机可以承受这些过载。
- **停止电机：**如果需要快速停止电机，应考虑使用制动电阻器（选择 iC7-Automation 上的制动端子）来吸收能量。

- 连接到变频器的输出端子 U-V-W 时，**旋转方向**将遵循 NEMA MG1 和 IEC 60034-8 的规范。确保最终应用中的旋转方向正确，避免潜在的危险情况。如果只需要一个旋转方向，建议将变频器参数设置为仅按相关方向运行。

警告



感生电压

与其他电源电缆一起使用或安装在一起的输出机电缆产生的感生电压会对设备电容器进行充电，哪怕电源关闭并被加锁也会如此。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。

- 应将输出机电缆安装在单独导管中或使用屏蔽电缆。

有关保护变频器系统中的电机绝缘和轴承的基础知识，请参阅 [11.4.3 电机绝缘](#) 和 [11.4.5 轴承电流](#)。

11.4.2 支持的电机类型

iC7-Automation 变频器可兼容：

- 异步交流感应电机。
 - 永磁同步电机
- 变频器独立于电机型号，可以连接到任何品牌的电机。有关如何设置电机的操作说明，请参考相关应用指南。

有关支持的电机类型的详细信息，请联系丹佛斯。

11.4.3 电机绝缘

由变频器给电机供电时，由于电缆中的电压会快速切换和反射，与正弦供电电压相比，其绕组会承受更大的电压应力。

无论频率如何，变频器输出都由大致为变频器直流总线电压的脉冲组成，并且上升时间非常短。根据机电缆和端子的衰减和反射特性，电机端子处的脉冲电压几乎可以达到两倍。这会对电机绕组的绝缘产生很大应力，并可能导致绝缘击穿，从而产生火花。

根据电压和电缆长度，需要对电机使用滤波器或加强绝缘措施。

表 70: 推荐的电机绕组保护

电压 (V)	电缆长度 (m [ft])	保护
500–600	<150 (492)	绝缘和 dU/dt 滤波器
>600	<150 (492)	绝缘和 dU/dt 滤波器
>600	>150 (492)	绝缘

11.4.4 并联电机

许多应用使用多个以相同速度运行的电机。某些情况下，1 个变频器可控制多个电机。控制多个电机时，必须满足以下条件：

- 所有电机必须以相同速度运行。
- 必须将变频器设计为单一故障点。
- 所有电机必须由变频器同时启动。如果在电机运行期间连接了附加电机，则可能需要对变频器加大规格以避免过电流故障。

11.4.5 轴承电流

变频器会产生共模电压，此电压会在电机轴承上产生感应电压，从而导致电流流经电机轴承。为了防止轴承电流，请使用正弦波滤波器、共模滤波器或两者的组合。

轴承电流行为有两种类型：

- 电容式轴承行为

- 电阻式轴承行为

变频器输出电压与变频器产生的固有共模电压相结合会导致轴电压 电机不对称，或使用不对称电机电缆（尤其在电机电流超过 100-200 A 的高功率应用中）也会导致轴电压。

无法直接测量轴承电流。只能在一定程度上测量转子到地的电流。对于 100 kW 及以上的电机规格，可以假设测得的共模电流的 10-30% 为轴承电流。

轴承电流类型是安装中所有元素的综合结果，例如，电机电缆、变频器、电机类型、拓扑结构、轴载荷、机械安装以及系统接地。控制轴承电流的最佳方法是将其共模滤波与正弦波滤波器相结合，或使用可显著降低轴承电流的全模滤波器。

11.4.6 电机热保护

在运行期间，可以监控连接到变频器的电机，以避免过热。

注意

过热和财产损失

过电流会使变频器内部过热。如果不提供过电流保护，可能引发火灾和财产损失。

- 对于使用多个电机的应用，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附加保护装置。
- 需要使用输入熔断器来提供短路和过电流保护。如果出厂时没有配置熔断器，则应由安装方提供。有关熔断器的规格，请参阅产品专用文档。

根据过热的危急程度，可以使用不同的监控方法：

- 内置电子热敏电机监测功能
- 外部连接的传感器（Pt、Ni、PTC 或 KTY 传感器）

有关配置功能的信息，请参阅应用指南。

11.4.7 电子热敏继电器功能

电子热敏继电器 (ETR) 功能无需连接外部设备，即可根据当前负载和时间估算电机温度，从而防止电机发生热过载。

ETR 功能符合 UL 61800-5-1 的相关要求（包括热记忆保持要求），可确保达到 等级 20 保护水平。

注意

财产损失

在默认设置的参数中未包括对电机的过载保护。ETR 功能提供 等级20 电机过载保护。未设置 ETR 功能意味着，在电机过热的情况下，将无法提供电机过载保护，进而可能导致财产受损。

- 启用 ETR 功能。有关详细信息，请参阅应用指南。

11.4.8 外接传感器

可使用 I/O 板上的模拟输入或数字输入或使用功能扩展选件进行监控。传感器必须双重绝缘或在电机和变频器控制之间采用加强绝缘。

通过模拟输入，可使用外部传感器测量温度。

使用数字输入，可以通过 PTC 传感器进行监控。必须将 PTC 从 24 V 直流连接到数字输入。

11.5 电源线注意事项

11.5.1 概述

选择电源线时，请考虑以下各项：

- 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。
- 对于规格不超过 Fx07 的机架，变频器适合与耐温等级为 70 °C (158 °F) 的铜电缆一起使用。对于 Fx08-Fx12，建议使用耐温等级为 90 °C (194 °F) 的铜电缆。如果没有另外指定，则变频器的环境温度与电缆额定值一致。
- 可以使用横截面积大于等于 35 mm² 的铝电缆。必须通过去除氧化物层并涂抹接合剂来确保正确连接。
- 机架 FA02-FA05 的 PE 导线需要使用电缆接线片。

有关电源端子尺寸的详细信息，请参阅 [8.5 电源连接器](#)。这些尺寸适用于单股硬线电缆和多股绞合电缆。

11.5.2 转矩要求

接头必须用正确的转矩拧紧。请参见 [表 71](#)、[表 72](#) 和 [表 73](#)。

表 71: IP20/UL 开放式机架的转矩要求

机架	主电源/电机 [Nm (in-lb)]	直流/制动 [Nm (in-lb)]	接地 [Nm (in-lb)]
FA02	0.7 (6.2)	0.7 (6.2)	2-3 (17.7-26.5)
FA03	0.7 (6.2)	0.7 (6.2)	2-3 (17.7-26.5)
FA04	1.2-1.5 (10.6-13.3)	1.2-1.5 (10.6-13.3)	2-3 (17.7-26.5)
FA05	2.0-2.5 (17.7-22.1)	2.0-2.5 (17.7-22.1)	2-3 (17.7-26.5)
FA06	14 (124)	14 (124)	2-3 (17.7-26.5)
FA07	14 (124)	14 (124)	2-3 (17.7-26.5)
FA08	20 (177)	14 (124)	2-3 (17.7-26.5)
FA09	19 (168)	19 (168)	9.6 (84)
FA10	19 (168)	19 (168)	19 (168)
FA11	19 (168)/35 (310)	19 (168)	9.6 (84)/19 (168)
FA12	19 (168)/35 (310)	19 (168)	9.6 (84)/19 (168)

表 72: IP21/UL Type 1 机架的转矩要求

机架	主电源/电机 [Nm (in-lb)]	直流/制动 [Nm (in-lb)]	接地 [Nm (in-lb)]
FK06	14 (124)	14 (124)	2-3 (17.7-26.5)
FK07	14 (124)	14 (124)	2-3 (17.7-26.5)
FK08	20 (177)	14 (124)	2-3 (17.7-26.5)
FK09 ⁽¹⁾	19 (168)	19 (168)	9.6 (84)
FK10 ⁽²⁾	19 (168)	19 (168)	9.6 (84)
FK11	19 (168)/35 (310)	19 (168)	19 (168)
FK12	19 (168)/35 (310)	19 (168)	19 (168)

1) 同时适用于 FK09a 和 FK09c。

2) 同时适用于 FK10a 和 FK10c。

表 73: IP54/IP55/UL Type 12 机架的转矩要求

机架	主电源/电机 [Nm (in-lb)]	直流/制动 [Nm (in-lb)]	接地 [Nm (in-lb)]
FB09	19 (168)	19 (168)	9.6 (84)
FB10	19 (168)	19 (168)	9.6 (84)
FB11	19 (168)/35 (310)	19 (168)	19 (168)
FB12	19 (168)/35 (310)	19 (168)	19 (168)

11.6 控制电缆连接

11.6.1 概述

示例展示了控制板和可选的基本 I/O 板。介绍标准 I/O 配置时引用了功能和连接器编号。有关 I/O 性能的详细信息，请参阅一般技术数据一章。有关 I/O 寻址的详细信息，请参阅相关应用指南。

标准设置适用于 24 V 逻辑（NPN 逻辑）。反逻辑操作在软件中设置。有关带有可选基本 I/O 板的控制板的所有 I/O 连接器的位置，请参见图 84。

iC7-Automation 变频器中的控制连接器有 3 种不同的颜色，每种颜色都指示连接器的不同特性。

表 74: 控制连接器颜色

颜色	功能
灰色	低电压控制（最高为 24 V）
黑色	支持最高 250 V AC 的隔离 I/O 控制
黄色	功能安全

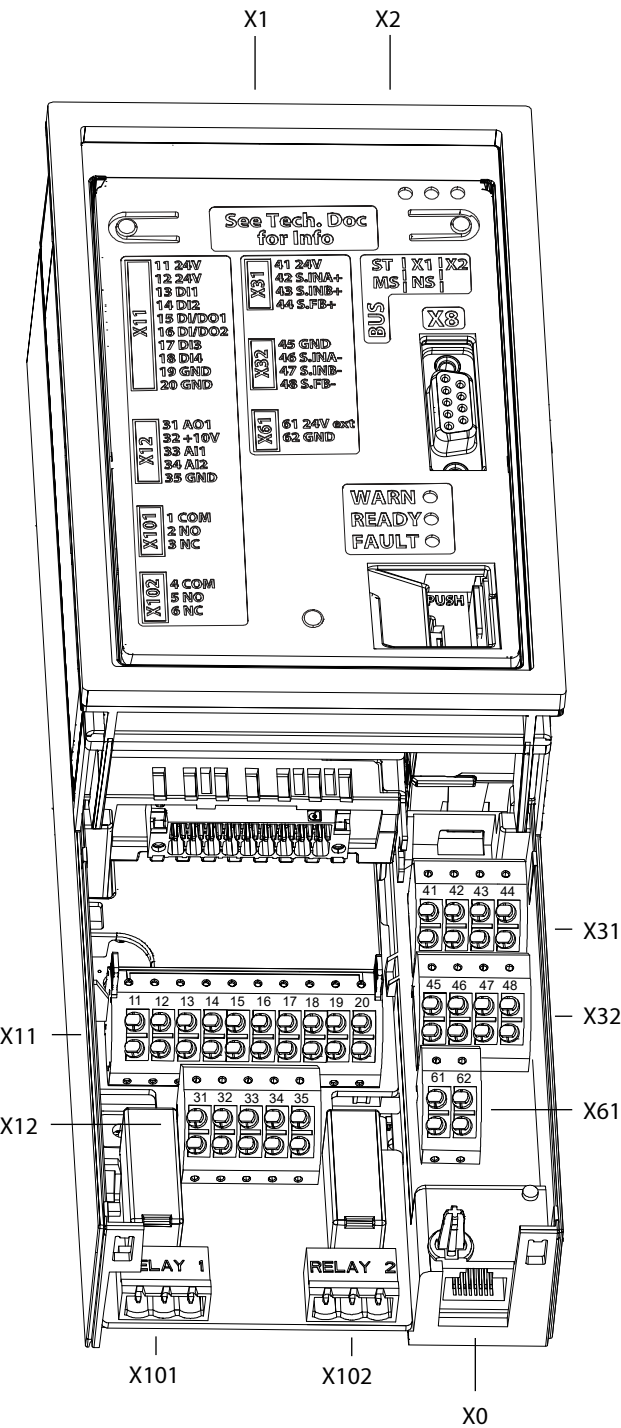


图 84: 不带功能扩展选件的控制板上的连接器位置

表 75: I/O 连接器

位置	连接器名称	功能	颜色
控制板	X31	功能安全连接器	黄色
	X32	功能安全连接器	黄色
	X61	外接 24 V 电源	灰色

表 75: I/O 连接器 - (继续)

位置	连接器名称	功能	颜色
基本 I/O (+BDBA)	X11	数字 I/O 连接器	灰色
	X12	模拟 I/O 连接器	灰色
	X101	继电器 1	黑色
	X102	继电器 2	黑色

变频器可以配备 1-4 个功能扩展选件。选件的数量取决于机架。有关每个机架中选件插槽数量的详细信息，请参见[7.3.1 概述](#)。

11.6.2 功能安全 I/O (X31、X32)

功能安全 I/O 默认配置为双通道 STO 和 STO 反馈。为确保正确安装，I/O 具有 2 个不可互换的连接器。

如果在变频器配置中选择了 **STO，不可升级 (+BEF1)** 以外的功能安全特性，则可以重新配置 I/O。使用功能安全 I/O 时，使用连接器 X31/X32 的 24 V 和 GND 端子。

注意

如果选择了 **STO，不可升级 (+BEF1)**，则控制板仅支持硬线连接 STO，无法重新配置。

表 76: 功能安全 I/O 功能

X31			X32		
端子	端子名称	功能	端子	端子名称	功能
41	24 V	+ 24 V DC 输出	45	GND	0 V/GND
42	S.INA+	+ 安全输入通道 A	46	S.INA-	- 安全输入通道 A
43	S.INB+	+ 安全输入通道 B	47	S.INB-	- 安全输入通道 B
44	S.FB+	+ STO 反馈	48	S.FB-	- STO 反馈

11.6.3 外接 24 V 电源 (X61)

可对变频器进行配置，以将外接 24 V 直流电源连接到控制板。如果主电源断开，则外接 24 V 电源可支持总线通信、内置控制程序和 I/O 控制持续运行。

表 77: 外接 24 V (X61)

端子	功能
61	外接 +24 V 电源
62	GND

11.6.4 数字和模拟 I/O (X11/X12)

附加数字和模拟 I/O 位于可选的基本 I/O 板上。有关每个 I/O 的配置和支持功能，请参见[表 78](#)和[表 79](#)。有关功能细节的详细信息，请参阅相关应用指南。

连接器 X11 涵盖数字 I/O、脉冲 I/O 和编码器支持 (HTL)。标准设置为 NPN 逻辑 (24 V)，但可以通过参数更改为 PNP（负逻辑）。对于其他编码器型号，需要使用编码器/旋变器选件。

连接器 X12 支持模拟 I/O 和温度传感器。

表 78: I/O 连接器 X11: 数字和脉冲 I/O

端子号	端子名称 ⁽¹⁾	功能
11	–	+24 V
12	–	+24 V
13	T13	数字输入 1
14	T14	数字输入 2
15	T15	数字输入/数字输出 1
16	T16	数字输入/数字输出 2 (还支持脉冲输出或脉冲输入)
17	T17	数字输入 3 (还支持编码器输入 A)
18	T18	数字输入 4 (还支持编码器输入 B)
19	–	GND
20	–	GND

1) 端子名称用于在应用软件中识别端子。

表 79: I/O 连接器 X12: 模拟 I/O

端子号	端子名称	功能
31	T31	模拟输出 (0–10 V, 0/4–20 mA)
32	–	+10 V 参考值
33	T33	模拟输入 1 (± 10 V, 0/4–20 mA)
34	T34	模拟输入 2 (± 10 V, 0/4–20 mA)
35	–	GND



小心

热敏电阻绝缘

可能导致人身伤害或设备损坏。

- 为了符合 PELV 绝缘要求，只能在热敏电阻上使用加强绝缘或双重绝缘。

11.6.5 继电器 (X101/X102)

基本 I/O 板上有 2 个继电器。每个继电器都与其他控制装置电气隔离，工作电压最高可达 250 V。必须遵守相关安装要求。

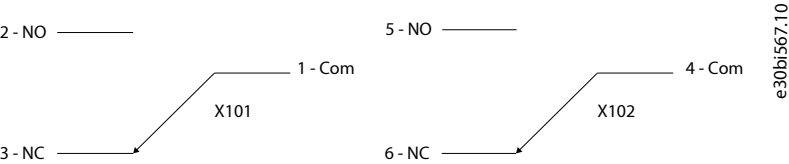


图 85: 继电器 X101 和 X102 的功能

表 80: 连接器 X101 和 X102 的功能

端子 X101 (端子名称: T2) ⁽¹⁾		端子 X102 (端子名称: T5) ⁽¹⁾	
编号	功能	编号	功能
1	公有	4	公有
2	常开 (NO)	5	常开 (NO)
3	常闭 (NC)	6	常闭 (NC)

1) 端子名称用于在应用软件中识别端子。

11.6.6 通信端口 (X0、X1、X2)

11.6.6.1 概述

通信端口的位置取决于机架。所有连接器均位于控制板中，但不同机架的接线不同。

11.6.6.2 FA02-FA12 机架中的通信端口位置

端口 X0 位于控制板上，如图 86 所示。该端口通常用于连接 PC 或类似设备以配置变频器。

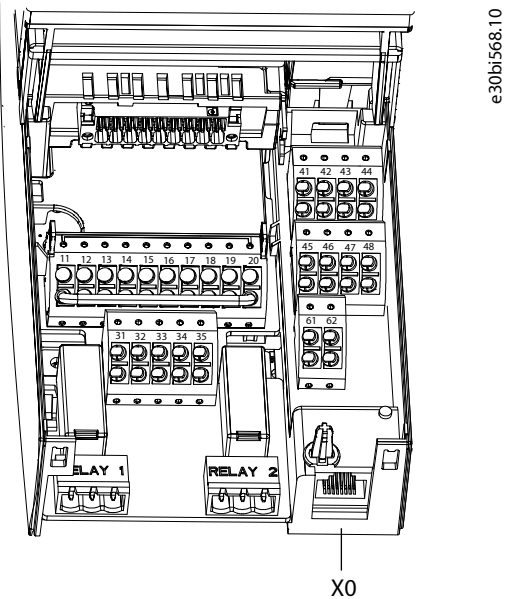


图 86: 控制板上的 X0 端口位置

通信接口 X1 和 X2 位于变频器顶部，如图 87 所示。建议使用工业级 RJ45 连接器进行最佳连接。

组合式屏蔽/固定板（现场总线 EMC 板）以附件形式提供，用于增强电缆的机械固定。有关订购详情，请参见[12.5 订购自助服务部件](#)。

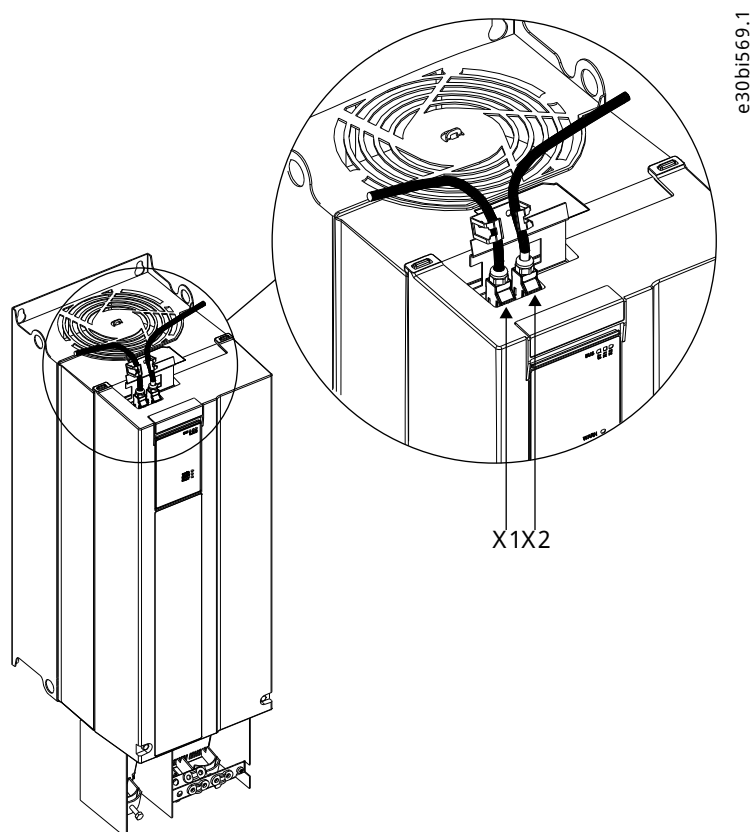


图 87: FA02-FA12 机架中的通信接口 X1/X2 的位置 (带可选 EMC 板)

11.6.6.3 FB09-FB12/FK06-FK12 机架中的通信端口位置

端口 X0 位于控制板上，通信端口 X1 和 X2 位于变频器内。

端口位置和推荐的接线路径如[图 88](#)和[图 89](#)所示。

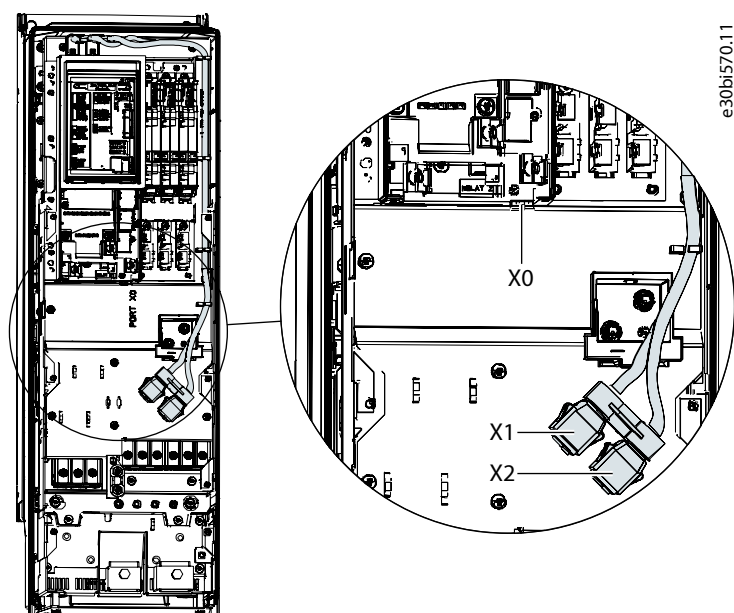


图 88: FK06-FK08 机架中的通信端口 X0、X1 和 X2 位置

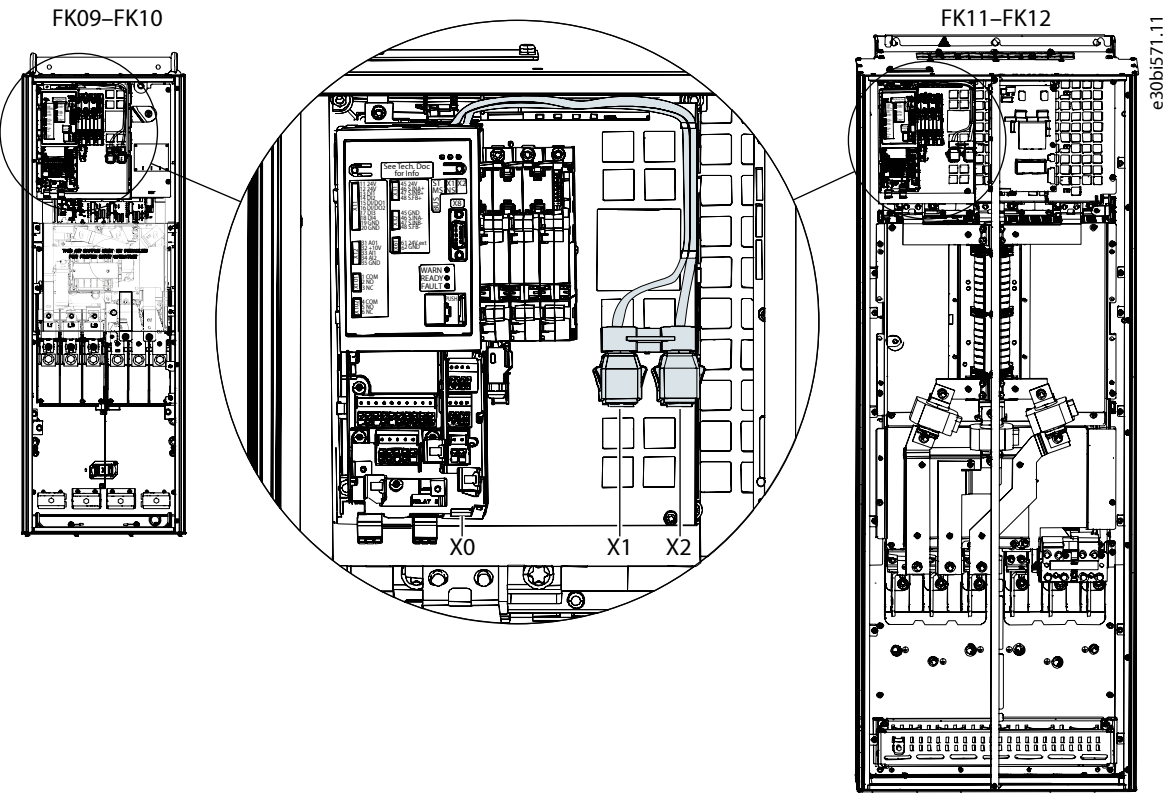


图 89: FB09-FB12/FK09-FK12 机架中的通信端口 X0、X1 和 X2 位置

11.6.7 控制面板连接 (X8)

控制面板通常安装在变频器上。控制面板通过接口板上的 X8 连接器连接到变频器。

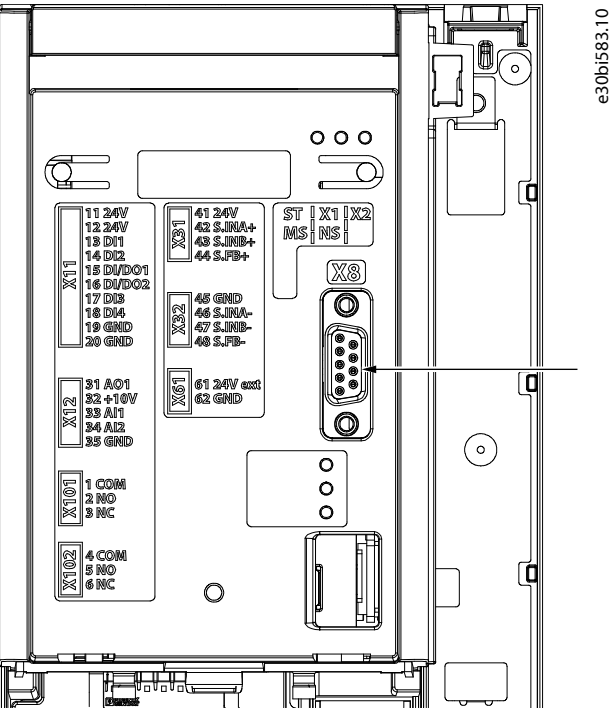


图 90: X8 连接器的位置

也可以使用控制面板安装套件将控制面板安装在外部。有关在外部安装控制面板的更多信息，请参阅 [5.5.4 控制面板](#) 和 iC7 系列控制面板安装套件安装指南。

11.6.8 功能扩展选件

每个变频器可配备 1-4 个附加功能扩展选件，具体取决于机架。*有关详细信息，请参阅[表 81](#) 以下符号用于指示可用性：

- X 表示标准选项。
- O 表示可选选项。
- 虚线 (-) 表示该选项不可用。

这些选件位于选件插槽 A-E 中。有关选件插槽的详细物理位置的详细信息，请参见[7.3.1 概述](#)。

由于与某些选件位置的连接是通过其他选件建立的，因此，在设计系统时必须遵循以下相关性：

- 插槽 B 中的选件需要插槽 A 中的选件。
- 插槽 D 中的选件需要插槽 C 中的选件。
- 插槽 E 中的选件需要插槽 C 和插槽 D 中的选件。

注意

订购无选件或仅有 1 个选件的机架 FA02-FA05 时，如果以后需要多个选件，请务必仔细考虑。

添加更多选件会增加变频器的深度。

- 为确保可升级，建议在插槽 B（代码 +CBX0）中准备现场可升级功能。

表 81: 不同机架可用的选件数量

机架	选件数量	插槽 A	插槽 B	插槽 C	插槽 D	插槽 E
IP20/UL 开放式	FA02a	1	O	-	-	-
	FA02b	2	O	O	-	-
	FA03a	1	O	-	-	-
	FA03b	3	O	O	O	-
	FA04a	1	O	-	-	-
	FA04b	3	O	O	O	-
	FA05a	1	O	-	-	-
	FA05b	4	O	O	O	O
	FA06-FA12	4	O	-	O	O
IP21/UL Type 1	FK06-FK12	4	O	-	O	O
IP54/IP55/UL Type 12	FB09-FB12	4	O	-	O	O

[7.3.2 选件插槽](#) 中展示了不同插槽的位置，以及有关为安装在变频器中的附加功能扩展选件安装控制电缆的建议。

对于 FA02b-FA05b 机架（插槽 A 和 B 中均装有选件），需要额外的 EMC 板来支撑连接的控制电缆。

安装控制电缆时，将线缆连接到所选选件的连接器上，并将电缆固定（屏蔽层连接）在卡箍连接中。

有关选件的控制线路的详细信息，请参阅 iC7 系列功能扩展选件操作指南。

11.6.9 控制电缆连接

对于机架 Fx06-Fx12，控制连接器的位置如[图 91](#) 所示。变频器配有紧固件连接点，用于固定线缆位置。

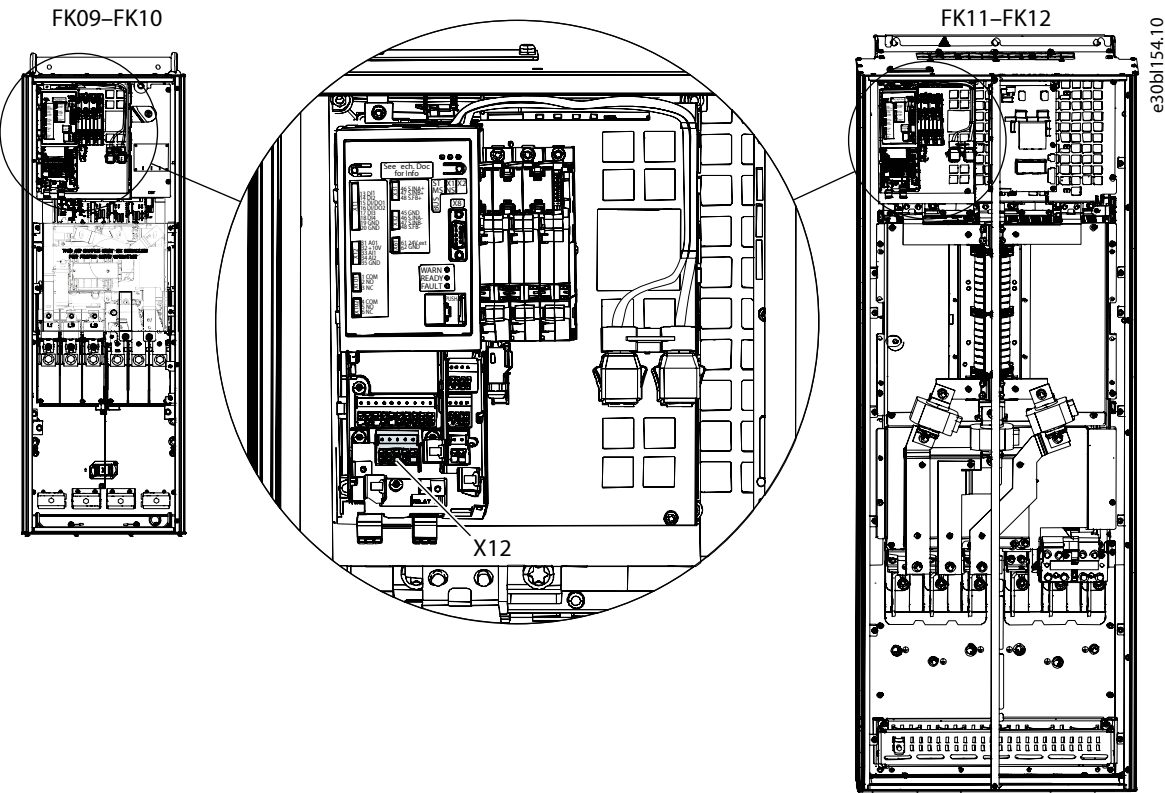


图 91: 机架 FK06-FK12 中的控制接头

11.6.10 控制线缆尺寸和剥皮长度

将单股硬导线推入连接器中即可。如果使用柔性（多芯）线缆，则建议使用套管。使用不带套圈的柔性导线时，使用小螺丝刀推动接头，如[图 92](#)所示。螺丝刀的最大尺寸为 3 mm（接头 X31 和 X32 为 2.5 mm）。

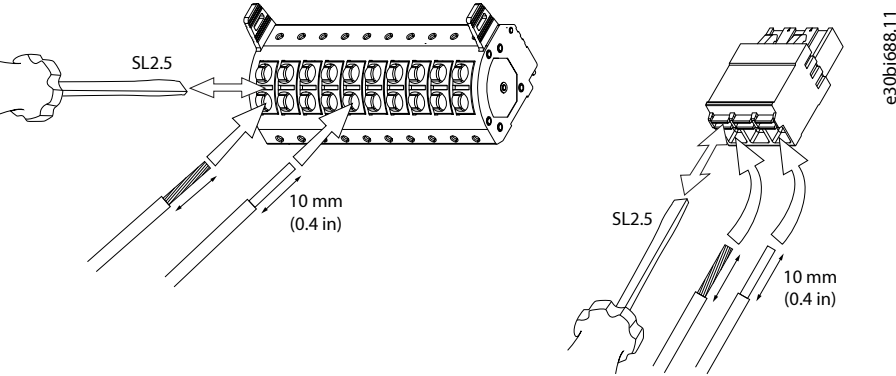


图 92: 将线缆插入连接器

表 82: 连接器 X31、X32 的线缆尺寸

线缆类型	横截面积 [mm ² (AWG)]	剥皮长度 [mm (in)]
实心	0.2-1.5 (24-16)	10 (0.4)
柔性	0.2-1.5 (24-16)	10 (0.4)
带套圈但不带塑料套管的柔性线缆	0.5-1.5 (20-16)	10 (0.4)
带套圈和塑料套管的柔性线缆	0.5 (24)	10 (0.4)

表 83: 连接器 X11、X12、X61 的电缆尺寸

线缆类型	横截面积 [mm ² (AWG)]	剥皮长度 [mm (in)]
实心	0.2-2.5 (24-14)	10 (0.4)
柔性	0.2-2.5 (24-14)	10 (0.4)
带套圈但不带塑料套管的柔性线缆	0.5-2.5 (20-14)	10 (0.4)
不带套圈但带塑料套管的柔性线缆	0.5-1 (20-17)	10 (0.4)

表 84: 连接器 X101、X102 的线缆尺寸

线缆类型	横截面积 [mm ² (AWG)]	剥皮长度 [mm (in)]
实心	0.2-2.5 (24-14)	10 (0.4)
柔性	0.2-2.5 (24-14)	10 (0.4)
带套圈但不带塑料套管的柔性线缆	0.25-2.5 (24-14)	10 (0.4)
不带套圈但带塑料套管的柔性线缆	0.25-2.5 (24-14)	10 (0.4)

11.6.11 电缆屏蔽层连接

电缆屏蔽层必须与 EMC 板上的 EMC 夹完全接触。必须去除电缆绝缘层，露出电缆屏蔽层的整个表面。避免绞结。

对于机架 FA02b-FA05b，使用 2 个 EMC 板。

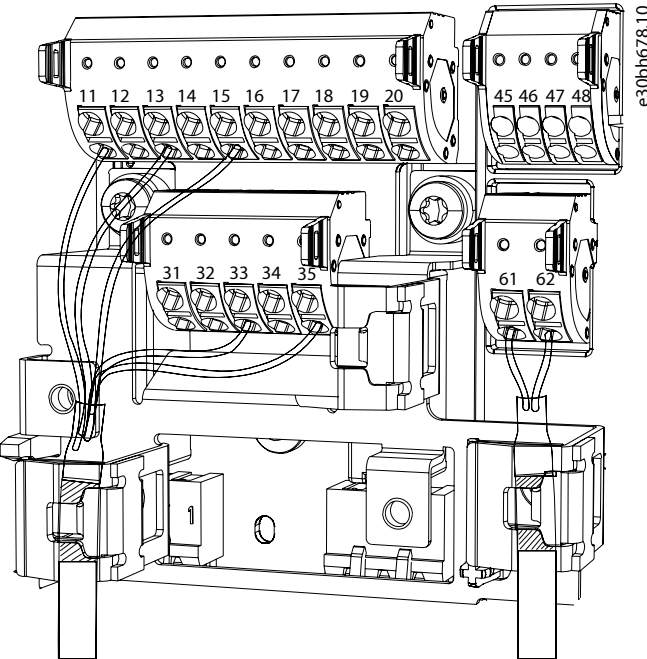


图 93: 电缆屏蔽层的正确连接

11.7 STO 安装注意事项

由于安全输入采用电气隔离，接线中可能存在各种连接和不同极性。

例如，将安全驱动器连接到安全输入端子，并按照图 94 和图 95 所示设置参考电压。支持两个通道上具有相同电压水平 (+24 V) 的设置，但也支持具有不同电压水平 (+24 V 和 GND) 的设置。



有关功能安全的更多信息，请参阅 iC7-Automation 变频器功能安全操作指南。

12 如何订购

12.1 选择变频器

先决条件:

选择变频器时，必须始终首先考虑应用的负载条件。选择最佳额定值需要了解系统的负载曲线，例如，电机电流和功率、应用负载特性和运行条件。有关负载曲线的详细信息，请参阅 [5.6.1 负载曲线概述](#)。

选择变频器时，请遵循以下步骤，确保变频器满足安装和应用要求。

1. 选择符合安装和应用要求的功率单元和功率硬件。
2. 选择控制选件、功能扩展件、通信接口和控制面板。
3. 如果需要，请选择应用软件和附加特性和/或功能。

还可以选择滤波器和制动选件、附件和 Danfoss DrivePro® 服务。有关更多信息，请访问订购网址 <https://www.danfoss.com>。

12.2 型号代码

12.2.1 概述

变频器的配置反映在型号代码中。型号代码可用于识别特定变频器配置及其内置功能。

型号代码类似于以下示例：

iC7-60FA3N05-43A0E20F1+ACBC+ALDC+BAPR+BDBA+BEF1+BF20+CAC0+CBR0+CCT0+DAAU+DD11+EA000001

示例中的型号代码包含以下元素：

表 85: 最终型号代码示例

型号代码	功能
iC7-60	产品组：iC7-60
FA	产品类别：变频器，空冷式
3N	产品类型：3~（三相电源）
05	主电源电压：380–500 V AC
43A0	额定电流：43 A
E20	防护等级：IP20/UL 开放式
F1	EMC 类别：C1 和 C2 类（内置 EMC 滤波器）
+ACBC	集成制动斩波器
+ALDC	直流端子
+BAPR	通信接口，X1/X2：带 PROFINET RT OS7PR 的控制板
+BDBA	标准 I/O：4xDI，2xDI/O，2xAI，1xAO，2xRO
+BEF1	安全转矩关断，不可升级
+BF20	控制面板 2.8 OPX20
+CAC0	插槽 A 中的通用 I/O OC7C0
+CBR0	插槽 B 中的继电器选件 OC7R0
+CCT0	插槽 B 中的温度测量选件 OC7T0

表 85: 最终型号代码示例 - (继续)

型号代码	功能
+DAAU	iC7-Automation
+DD11	Motion 应用程序已添加到应用软件

型号代码由描述基本电源硬件的必填部分（22 个字符）和指示其他功能类别的部分（标识为“加号代码”）组成。型号代码的必填部分中的选项具有固定位置。

表 86: 型号代码中的必填元素

位置	示例	功能
1-6	iC7-60	产品组
7-8	FA	产品类别
9-10	3N	产品类型
11-12	05	电源电压
14-17	43A0	额定电流
18-20	E20	防护等级
21-22	F1	EMC 类别

其他选择以固定字符串表示，每个特定于功能的字符串使用加号 (+) 作为分隔符。加号后的前两个字符表示功能组，其余字符表示选项。配置后，代码按字母顺序列出。为产品定义了标准选项，在本指南中以**粗体**文字表示，且不在型号代码中示出。只有在选择其他选项时，才会在型号代码中示出。

功能类别组在[表 87](#) 中介绍。

表 87: 型号代码中的加号代码组

加号代码组	说明
+Axxx	可选电源硬件功能
+Bxxx	控制硬件
+Cxxx	控制选项
+Dxxx	应用软件与附加功能
+Exxx	自定义设置（仅供参考）

有关型号代码加号代码组中一般相关性的更多信息，请参阅每个加号代码组的专用章节。在介绍每个加号代码组的章节中，使用以下符号表示可用性：

- **X** 表示标准选项。
- **O** 表示可选选项。
- 虚线 (-) 表示该选项不可用。

相关性未详细介绍，但 www.danfoss.com 上的定制软件支持正确选择变频器。

12.2.2 电源硬件

订购变频器时，必须为每个必填元素进行相应选择。[表 88](#)、[表 89](#) 和 [表 90](#) 中展示了每个机架的可用选项。

表 88: IP20/UL 开放式变频器 (FA02-FA12) 的必填电源硬件元素

元素	代码	说明	FA02-FA05	FA06-FA08	FA09-FA12
产品组	iC7-60	iC7-60	X	X	X
产品类别	FA	空冷式变频器	X	X	X
产品类型	3N	3~ (3 相)	X	X	X
主电源电压 ⁽¹⁾	05	380-500 V AC	X	X	X
电流额定值 ⁽¹⁾	01A3-1260	变频器额定值, 以安培为单位。	请参考 8.2.2 电源电压为 380-500 V 的变频器的额定值 。		
防护等级	E20	IP20/UL 开放式	X	X	X
EMC 类别 ⁽²⁾	F1	C1 和 C2 类别	X	X	-
	F2	C2 类别	X	X	X
	F3	C3 类别	X	X	X

1) 主电源电压和电流额定值代码构成了用于标识机架的产品代码, 例如, 在产品标签和本指南的技术规格中。

2) 有关合规水平和推荐电缆长度的更多信息, 请参阅 [8.10.1 EMC 合规等级](#)。

表 89: IP21/UL Type 1 变频器 (FK06-FK12) 的必填电源硬件元素

元素	代码	说明	FK06-FK08	FK09-FK12
产品组	iC7-60	iC7-60	X	X
产品类别	FA	空冷式变频器	X	X
产品类型	3N	3~ (3 相)	X	X
主电源电压 ⁽¹⁾	05	380-500 V AC	X	X
电流额定值 ⁽¹⁾	01A3-1260	变频器额定值, 以安培为单位。	请参考 8.2.2 电源电压为 380-500 V 的变频器的额定值 。	
防护等级	E21	IP21/UL Type 1	X	X
EMC 类别 ⁽²⁾	F1	C1 和 C2 类别	X	-
	F2	C2 类别	X	X
	F3	C3 类别	X	X

1) 主电源电压和电流额定值代码构成了用于标识机架的产品代码, 例如, 在产品标签和本指南的技术规格中。

2) 有关合规水平和推荐电缆长度的更多信息, 请参阅 [8.10.1 EMC 合规等级](#)。

表 90: IP54/IP55/UL Type 12 变频器 (FB09-FB12) 的必填电源硬件元素

元素	代码	说明	FB09-FB12
产品组	iC7-60	iC7-60	X
产品类别	FA	空冷式变频器	X
产品类型	3N	3~ (3 相)	X
主电源电压 ⁽¹⁾	05	380-500 V AC	X
电流额定值 ⁽¹⁾	01A3-1260	变频器额定值, 以安培为单位。	请参考 8.2.2 电源电压为 380-500 V 的变频器的额定值 。
防护等级	E54	IP54/UL Type 12	X

表 90: IP54/IP55/UL Type 12 变频器 (FB09–FB12) 的必填电源硬件元素 - (继续)

元素	代码	说明	FB09–FB12
EMC 类别 ⁽²⁾	F1	C1 和 C2 类别	–
	F2	C2 类别	X
	F3	C3 类别	X

1) 主电源电压和电流额定值代码构成了用于标识机架的产品代码，例如，在产品标签和本指南的技术规格中。

2) 有关合规水平和推荐电缆长度的更多信息，请参阅 [8.10.1 EMC 合规等级](#)。

12.2.3 可选电源硬件 (+Axxx)

其他硬件功能可按照[表 91](#)、[表 92](#) 和 [表 93](#) 列出的方式进行选择。如果在订购变频器时未进行选择，则采用标准选项（以粗体显示）。

表 91: IP20/UL 开放式变频器 (FA02–FA12) 的可选电源硬件组件（类别 +Axxx）

功能	型号代码	选项说明	FA02–FA05	FA06–FA08	FA09–FA12
集成制动斩波器	+ACXX	无	–	X	X
	+ACBC	有 ⁽¹⁾	X	O	O ⁽²⁾
额外环境保护	+AGXX	无	X	X	–
	+AGCX	带涂层的电路板	O	O	X
主电源输入设备	+AJXX	无	X	X	X
	+AJFX	交流熔断器	–	–	O
直流端子	+ALXX	无	–	X	X
	+ALDC	是	X	O	O ⁽²⁾
散热片气流罩板	+APXX	无	X	X	X
	+APHS	是	–	–	O

1) 不适用于型号 05-385A。

2) 不能组合使用直流端子与制动斩波器。FA11 和 FA12 机架不提供直流端子。

表 92: IP21/UL Type 1 变频器 (FK06–FK12) 的可选电源硬件组件（类别 +Axxx）

功能	型号代码	选项说明	FK06–FK08	FK09–FK12
集成制动斩波器	+ACXX	无	X	X
	+ACBC	有 ⁽¹⁾	O ⁽²⁾	O ⁽³⁾
额外环境保护	+AGXX	无	X	–
	+AGCX	带涂层的电路板	O	X
湿度保护设备	+AHXX	无	X	X
	+AHHS	空间加热器	–	O
集成式共模滤波器	+AIXX	无	X	X
	+AIC1	是	–	X ⁽⁴⁾
主电源输入设备	+AJXX	无	X	–
	+AJFX	交流熔断器	O	X
	+AJXD	主电源开关	O ⁽²⁾	–
	+AJFD	交流熔断器和主电源开关	O ⁽²⁾	O

表 92: IP21/UL Type 1 变频器 (FK06–FK12) 的可选电源硬件组件 (类别 +Axxx) - (继续)

功能	型号代码	选项说明	FK06–FK08	FK09–FK12
直流端子	+ALXX	无	X	X
	+ALDC	是	O ⁽²⁾	O ⁽³⁾
触摸保护	+AMXX	无	X	X
	+AMMX	是	–	O
散热片气流罩板	+APXX	无	X	X
	+APHS	是	–	O

- 1) 不适用于型号 05-385A。
 2) 集成制动斩波器与直流端子不能与主电源输入装置（主电源开关或交流熔断器与主电源开关）组合使用。
 3) 不能组合使用直流端子与制动斩波器。Fk09a 与 FK10a 机架不配备直流端子与制动斩波器。FK11 和 FK12 机架不配备直流端子。
 4) 仅适用于 FK09c 和 FK10c。

表 93: IP54/IP55/UL Type 12 变频器 (FB09–FB12) 的可选电源硬件组件 (类别 +Axxx)

功能	型号代码	选项说明	FB09–FB12
集成制动斩波器	+ACXX	无	X
	+ACBC	有 ⁽³⁾	O ⁽³⁾
额外环境保护	+AGXX	无	–
	+AGCX	带涂层的电路板	X
湿度保护设备	+AHXX	无	X
	+AHHS	空间加热器	O
集成式共模滤波器	+AIXX	无	X
	+AIC1	是	X ⁽³⁾
主电源输入设备	+AJXX	无	X
	+AJFX	交流熔断器	O
	+AJXD	主电源开关	–
	+AJFD	交流熔断器和主电源开关	O
直流端子	+ALXX	无	X
	+ALDC	是	O ⁽³⁾
触摸保护	+AMXX	无	X
	+AMMX	是	O
散热片气流罩板	+APXX	无	X
	+APHS	是	O

- 1) 不适用于型号 05-385A。
 2) 不能组合使用直流端子与制动斩波器。FB09a 和 FB10a 机架不配备直流端子和制动器。FB11 和 FB12 机架不配备直流端子。
 3) 仅适用于 FB09c 和 FB10c。

12.2.4 控制板功能 (+Bxxx)

表 94 中列出了控制板功能的可用选项。如果未进行选择，则采用标准配置（以粗体显示）。必须始终选择控制板类型（代码 +BAxx）和功能安全类型（代码 +BExx）。

表 94: 型号代码中的控制板功能

功能	型号代码	选项说明
通信接口, X1/X2	+BAMT	Modbus TCP OS7MT
	+BAPR	PROFINET RT OS7PR
	+BAIP	EtherNet/IP OS7IP
	+BAEC	EtherCAT OS7EC
通信接口, X0	+BBEL	以太网端口, 无协议
	+BBUC	OPC UA OS7UC
标准 I/O	+BDXX	无
	+BDBA	基本 I/O (4 个 DI、2 个 组合 DI/DO、2 个 AI、1 个 AO、2 个 继电器)
功能安全	+BEF1	安全转矩关断 - 不可升级
	+BEF2	STO、SS1-t、现场总线 ⁽¹⁾
控制面板	+BF00 ⁽²⁾	盲板 OPX00
	+BF20	控制面板 2.8 OPX20

1) iC7-Automation 变频器支持 PROFI-safe。未来版本将支持更多现场总线。

2) 不适用于 Fx09-Fx12。

12.2.5 功能扩展选项 (+Cxxx)

有关选项插槽的指导, 请参见 [表 95](#)。

选项的最终代码取决于安装有选项的插槽。例如, 在插槽 B 中安装通用 I/O OC7C0 选项时, 代码为 +CBC0。

表 95: 功能扩展件型号代码

型号代码					功能
插槽 A	插槽 B	插槽 C	插槽 D	插槽 E	
-	+CBXX	-	-	-	无 - 不可升级 ⁽¹⁾
+CAXO	+CBX0	+CCX0	+CDX0	+CEX0	无
+CAC0	+CBC0	+CCC0	+CDC0	+CEC0	通用 I/O OC7C0
+CAR0	+CBR0	+CCR0	+CDR0	+CER0	继电器选项 OC7R0
+CAM0	-	-	-	-	编码器/旋变选项 OC7M0
+CAT0	+CBT0	+CCT0	+CDT0	+CET0	温度测量选项 OC7T0
+CAD0	+CBD0	+CCD0	+CDD0	+CED0	数字 230 V AC 输入 OC7D0

1) 如果机架 FA02-FA05 只需要一个选项, 则选择 +CBXX。机架名称为 FA02a-FA05a。

12.2.6 应用软件与附加功能 (+Dxxx)

[表 96](#) 中列出了应用软件和附加功能的可用选项。如果在订购变频器时未进行选择, 则采用标准选项 (以粗体显示)。

表 96: 型号代码中的应用软件和其他功能选项

功能	型号代码	选项说明
产品系列	+DAAU	iC7-Automation
附加变频器功能 1	+DD1X	无
	+DD11	运动
启用高速	+DI6X	无
	+DI61	已启用 ⁽¹⁾

1) 由于双重用途限制，仅在特殊协议下启用。

12.2.7 自定义设置 (+Exxx)

自定义设置的选项通常基于在标准产品中无法选择的设置。它们仅用于指示可能的改型。

表 97: 型号代码中的自定义设置

功能	型号代码	选项说明
定制文件包 ID	+EAXXXXXX	变频器的自定义设置由 6 位字母数字值指示
产品软件 ID	+ECXX	最新发布版本 ⁽¹⁾
技术文档	+EGXX	无 ⁽²⁾
	+EGIN	含安装指南
特定于客户的标签	+EJXX	无
	+EJCL	有

1) 默认情况下，变频器装有最新发布的软件 (+ECXX)。如果交付的版本不同，则代码不同，可在变频器的型号代码信息中读取。

2) 仅适用于特殊协议。

12.3 订购滤波器和制动选件

12.3.1 谐波滤波器

12.3.1.1 谐波滤波器选型指南

选择的高级谐波滤波器 OF7P2 必须与变频器的输入电流额定值一致。

多个变频器可以连接到一个滤波器。在这种情况下，滤波器和每个变频器都需要输入熔断器。必须根据变频器熔断器选择指南选择熔断器。在 1 个变频器上安装 1 个高级谐波滤波器时，只能将熔断器从变频器的输入移动到滤波器的输入。

丹佛斯建议在 iC7-Automation 变频器上使用 丹佛斯 滤波器。有关详细信息，请参阅滤波器文档。

12.3.1.2 高级谐波滤波器 OF7P2 (380-415 V, 50 Hz 电源)

表 98: 高级谐波滤波器选型表中使用的术语

术语	说明
产品代码	变频器的产品代码。产品代码由电源电压代码和型号代码的电流额定值代码组成。
额定输入电流	变频器的额定输入电流（以 RMS 表示）和所选过载能力的理论基本值。RMS 值是输入电流的有效值，包括高于基本电流或电网频率的谐波。与高级谐波滤波器结合使用时，变频器的标称输入电流对应于基本值。

表 98: 高级谐波滤波器选型表中使用的术语 - (继续)

术语	说明
出厂编号	与变频器工作条件相匹配的滤波器的出厂编号。防护等级为 IP20 和 UL 开放式。提供可选的 IP21/UL Type 1 升级套件，以增强保护。可选的 IP21/UL Type 1 套件有 2 种版本：带和不带集成电容器隔离电路。
机架	滤波器的机架名称。机架名称在选择可选的 IP21/UL Type 1 套件时用作参考。

表 99: 高级谐波滤波器 OF7P2（380-415 V，50 Hz 电网）的选型表

变频器				高级谐波滤波器 OF7P2				
产品代码	额定过载	额定输入电流 380–440 V		额定电流 380-415 V 50 Hz [A]	IP20/UL 开放式			
		RMS [A]	基波 [A]		THDi: 5%		THDi: 10%	
					机架	出厂编号	机架	出厂编号
05-01A3	全部	1.1	–	–	P2AX1i	132N6802	P2AX1i	132N6818
05-01A8	全部	1.5	–	–	P2AX1i	132N6802	P2AX1i	132N6818
05-02A4	全部	2.0	–	–	P2AX1i	132N6802	P2AX1i	132N6818
05-003A	全部	2.6	–	–	P2AX1i	132N6802	P2AX1i	132N6818
05-004A	全部	3.5	–	–	P2AX1i	132N6802	P2AX1i	132N6818
05-05A6	全部	5.0	–	–	P2AX1i	132N6802	P2AX1i	132N6818
05-07A2	全部	6.5	–	–	P2AX1i	132N6802	P2AX1i	132N6818
05-09A2	全部	8.8	–	–	P2AX1i	132N6802	P2AX1i	132N6818
05-12A5	全部	11.2	–	–	P2AX1i	132N6802	P2AX1i	132N6818
05-16A0	全部	15.3	–	–	P2AX1e	132N6803	P2AX1e	132N6819
05-24A0	全部	22.0	–	–	P2AX2e	132N6804	P2AX2i	132N6820
05-31A0	全部	30.0	–	–	P2AX2e	132N6805	P2AX2i	132N6821
05-38A0	全部	36.0	–	–	P2AX3i	132N6806	P2AX3i	132N6822
05-43A0	全部	43.0	–	–	P2AX3i	132N6807	P2AX3i	132N6823
05-61A0	全部	57.0	–	–	P2AX3i	132N6808	P2AX3i	132N6824
05-73A0	全部	70.0	–	–	P2AX4i	132N6809	P2AX4i	132N6825
05-90A0	全部	85.0	–	–	P2AX4e	132N6810	P2AX4e	132N6826
05-106A	全部	103.0	–	–	P2AX5e	132N6811	P2AX5e	132N6827
05-147A	全部	139.0	–	–	P2AX5e	132N6812	P2AX5e	132N6828
05-170A	全部	167.0	–	–	P2AX6e	132N6813	P2AX6i	132N6829
05-206A	LO	198.0	–	–	P2AX6e	132N6814	P2AX6i	132N6831
	HO1	164.0	–	–	P2AX6e	132N6813	P2AX6i	132N6829
05-245A	LO	236.0	–	–	P2AX7i	132N6815	P2AX7i	132N6832
	HO1	198.0	–	–	P2AX6e	132N6814	P2AX6i	132N6831
05-302A	LO	291.0	–	–	P2AX7i	132N6816	P2AX7i	132N6833
	HO1	236.0	–	–	P2AX7i	132N6815	P2AX7i	132N6832

表 99: 高级谐波滤波器 OF7P2 (380-415 V, 50 Hz 电网) 的选型表 - (继续)

变频器				高级谐波滤波器 OF7P2				
产品代码	额定过载	额定输入电流 380-440 V		额定电流 380-415 V 50 Hz [A]	IP20/UL 开放式			
		RMS [A]	基波 [A]		THDi: 5%	THDi: 10%	THDi: 10%	
					机架	出厂编号	机架	出厂编号
05-385A	LO	371.0	–	–	P2AX8e	132N9618	P2AX7i	132N9620
	HO1	291.0	–	–	P2AX7i	132N6816	P2AX7i	132N6833
05-395A	LO	380.0	–	–	P2AX8e	132N9618	P2AX7i	132N9620
	HO1	291.0	–	–	P2AX7i	132N6816	P2AX7i	132N6833
05-480A	LO	462.0	–	–	P2AX8e	132N9619	P2AX8e	132N9621
	HO1	371.0	–	–	P2AX8e	132N9618	P2AX7i	132N9620
05-588A	LO	566.0	–	–	P2AX7i	2 x 132N6816	P2AX7i	2 x 132N6833
	HO1	462.0	–	–	P2AX8e	132N9619	P2AX8e	132N9621
05-685A	LO	633.0	–	–	P2AX8i	2 x 132N6817	P2AX7i	2 x 132N6834
	HO1	566.0	–	–	P2AX7i	2 x 132N6816	P2AX7i	2 x 132N6833
05-736A	LO	709.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9618	P2AX7i	2 x 132N9620
	HO1	633.0	–	–	P2AX8i	2 x 132N6817	P2AX7i	2 x 132N6834
05-799A	LO	769.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9618	P2AX7i	2 x 132N9620
	HO1	669.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9618	P2AX7i	2 x 132N9620
05-893A	LO	860.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9619	P2AX8e	2 x 132N9621
	HO1	769.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9618	P2AX7i	2 x 132N9620
05-1000	LO	963.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9619	P2AX8e	2 x 132N9621
	HO1	847.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9619	P2AX8e	2 x 132N9621
05-1120	LO	1078.0	–	–	P2AX8e	3 x 132N9618	P2AX7i	3 x 132N9620
	HO1	963.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9619	P2AX8e	2 x 132N9621
05-1260	LO	1200.0	–	–	P2AX8e	3 x 132N9619	P2AX8e	3 x 132N9621
	HO1	1059.0	–	–	P2AX8e	3 x 132N9618	P2AX7i	3 x 132N9620

12.3.1.3 高级谐波滤波器 OF7P2（380-415 V，60 Hz 电源）

表 100: 高级谐波滤波器选型表中使用的术语

术语	说明
产品代码	变频器的产品代码。产品代码由电源电压代码和型号代码的电流额定值代码组成。
额定输入电流	变频器的额定输入电流（以 RMS 表示）和所选过载能力的理论基本值。RMS 值是输入电流的有效值，包括高于基本电流或电网频率的谐波。与高级谐波滤波器结合使用时，变频器的标称输入电流对应于基本值。
出厂编号	与变频器工作条件相匹配的滤波器的出厂编号。防护等级为 IP20 和 UL 开放式。提供可选的 IP21/UL Type 1 升级套件，以增强保护。可选的 IP21/UL Type 1 套件有 2 种版本：带和不带集成电容器隔离电路。
机架	滤波器的机架名称。机架名称在选择可选的 IP21/UL Type 1 套件时用作参考。

表 101: 高级谐波滤波器 OF7P2（380-415 V，60 Hz 电源）的选型表

变频器					高级谐波滤波器 OF7P2			
产品代码	额定过载	额定输入电流 380–440 V		额定电流 380-415 V 60 Hz [A]	IP20/UL 开放式			
		RMS [A]	基波 [A]		THDi: 5%		THDi: 10%	
					机架	出厂编号	机架	出厂编号
05-01A3	全部	1.1	–	–	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-01A8	全部	1.5	–	–	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-02A4	全部	2.0	–	–	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-003A	全部	2.6	–	–	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-004A	全部	3.5	–	–	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-05A6	全部	5.0	–	–	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-07A2	全部	6.5	–	–	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-09A2	全部	8.8	–	–	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-12A5	全部	11.2	–	–	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-16A0	全部	15.3	–	–	P2AX1e	132N6492	P2AX1e	132N6786
05-24A0	全部	22.0	–	–	P2AX2e	132N6496	P2AX2i	132N6787
05-31A0	全部	30.0	–	–	P2AX2e	132N6497	P2AX2i	132N6788
05-38A0	全部	36.0	–	–	P2AX3i	132N6498	P2AX3i	132N6789
05-43A0	全部	43.0	–	–	P2AX3i	132N6499	P2AX3i	132N6790
05-61A0	全部	57.0	–	–	P2AX3i	132N6500	P2AX3i	132N6791
05-73A0	全部	70.0	–	–	P2AX4i	132N6501	P2AX4i	132N6792
05-90A0	全部	85.0	–	–	P2AX4e	132N6502	P2AX4e	132N6793
05-106A	全部	103.0	–	–	P2AX5e	132N6503	P2AX5e	132N6794
05-147A	全部	139.0	–	–	P2AX5e	132N6506	P2AX5e	132N6795
05-170A	全部	167.0	–	–	P2AX6e	132N6510	P2AX6i	132N6796
05-206A	LO	198.0	–	–	P2AX7i	132N6511	P2AX6i	132N6798
	HO1	164.0	–	–	P2AX6e	132N6510	P2AX6i	132N6796

表 101: 高级谐波滤波器 OF7P2 (380-415 V, 60 Hz 电源) 的选型表 - (继续)

变频器					高级谐波滤波器 OF7P2			
产品代码	额定过载	额定输入电流 380–440 V		额定电流 380-415 V 60 Hz [A]	IP20/UL 开放式			
		RMS [A]	基波 [A]		THDi: 5%		THDi: 10%	
					机架	出厂编号	机架	出厂编号
05-245A	LO	236.0	–	–	P2AX7i	132N6512	P2AX7i	132N6799
	HO1	198.0	–	–	P2AX7i	132N6511	P2AX6i	132N6798
05-302A	LO	291.0	–	–	P2AX8i	132N6513	P2AX7i	132N6800
	HO1	236.0	–	–	P2AX7i	132N6512	P2AX7i	132N6799
05-385A	LO	371.0	–	–	P2AX8e	132N6514	P2AX7e	132N6801
	HO1	291.0	–	–	P2AX8i	132N6513	P2AX7i	132N6800
05-395A	LO	380.0	–	–	P2AX8e	132N6514	P2AX7e	132N6801
	HO1	291.0	–	–	P2AX8i	132N6513	P2AX7i	132N6800
05-480A	LO	462.0	–	–	P2AX8e	132N9615	P2AX8e	132N9617
	HO1	371.0	–	–	P2AX8e	132N6514	P2AX7e	132N6801
05-588A	LO	566.0	–	–	P2AX8i	2 x 132N6513	P2AX7i	2 x 132N6800
	HO1	462.0	–	–	P2AX8e	132N9615	P2AX8e	132N9617
05-685A	LO	633.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N6514	P2AX7e	2 x 132N6801
	HO1	566.0	–	–	P2AX8i	2 x 132N6513	P2AX7i	2 x 132N6800
05-736A	LO	709.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N6514	P2AX7e	2 x 132N6801
	HO1	633.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N6514	P2AX7e	2 x 132N6801
05-799A	LO	769.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9614	P2AX7e	2 x 132N9616
	HO1	669.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9614	P2AX7e	2 x 132N9616
05-893A	LO	860.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9615	P2AX8e	2 x 132N9617
	HO1	769.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9614	P2AX7e	2 x 132N9616
05-1000	LO	963.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9615	P2AX8e	2 x 132N9617
	HO1	847.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9615	P2AX8e	2 x 132N9617
05-1120	LO	1078.0	–	–	P2AX8e	3 x 132N9614	P2AX7e	3 x 132N9616
	HO1	963.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9615	P2AX8e	2 x 132N9617

表 101: 高级谐波滤波器 OF7P2 (380-415 V, 60 Hz 电源) 的选型表 - (继续)

变频器					高级谐波滤波器 OF7P2			
产品代码	额定过载	额定输入电流 380–440 V		额定电流 380-415 V 60 Hz [A]	IP20/UL 开放式			
		RMS [A]	基波 [A]		THDi: 5%		THDi: 10%	
					机架	出厂编号	机架	出厂编号
05-1260	LO	1200.0	–	–	P2AX8e	3 x 132N9615	P2AX8e	3 x 132N9617
	HO1	1059.0	–	–	P2AX8e	3 x 132N9614	P2AX7e	3 x 132N9616

12.3.1.4 高级谐波滤波器 OF7P2 (440-480 V, 60 Hz 电源)

表 102: 高级谐波滤波器选型表中使用的术语

术语	说明
产品代码	变频器的产品代码。产品代码由电源电压代码和型号代码的电流额定值代码组成。
额定输入电流	变频器的额定输入电流（以 RMS 表示）和所选过载能力的理论基本值。RMS 值是输入电流的有效值，包括高于基本电流或电网频率的谐波。与高级谐波滤波器结合使用时，变频器的标称输入电流对应于基本值。
出厂编号	与变频器工作条件相匹配的滤波器的出厂编号。防护等级为 IP20 和 UL 开放式。提供可选的 IP21/UL Type 1 升级套件，以增强保护。可选的 IP21/UL Type 1 套件有 2 种版本：带和不带集成电容器隔离电路。
机架	滤波器的机架名称。机架名称在选择可选的 IP21/UL Type 1 套件时用作参考。

表 103: 高级谐波滤波器 OF7P2 (440-480 V, 60 Hz 电源) 的选型表

变频器				高级谐波滤波器 OF7P2				
产品代码	额定过载	额定输入电流 441-500 V		额定电流 440-480 V 60 Hz [A]	IP20/UL 开放式			
		RMS [A]	基波 [A]		THDi: 5%		THDi: 10%	
					机架	出厂编号	机架	出厂编号
05-01A3	全部	0.9	—	—	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-01A8	全部	1.3	—	—	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-02A4	全部	1.8	—	—	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-003A	全部	2.3	—	—	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-004A	全部	3.1	—	—	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-05A6	全部	4.3	—	—	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-07A2	全部	5.7	—	—	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-09A2	全部	7.4	—	—	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-12A5	全部	9.8	—	—	P2AX1i	132N6491	P2AX1i	132N6785
05-16A0	全部	13.4	—	—	P2AX1e	132N6492	P2AX1e	132N6786
05-24A0	全部	20.0	—	—	P2AX2e	132N6496	P2AX2i	132N6787
05-31A0	全部	26.0	—	—	P2AX2e	132N6497	P2AX2i	132N6788
05-38A0	全部	31.0	—	—	P2AX3i	132N6498	P2AX3i	132N6789
05-43A0	全部	37.0	—	—	P2AX3i	132N6499	P2AX3i	132N6790

表 103: 高级谐波滤波器 OF7P2 (440-480 V, 60 Hz 电源) 的选型表 - (继续)

变频器				高级谐波滤波器 OF7P2				
产品代码	额定过载	额定输入电流 441-500 V		额定电流 440-480 V 60 Hz [A]	IP20/UL 开放式		THDi: 10%	
		RMS [A]	基波 [A]		THDi: 5%			
					机架	出厂编号	机架	出厂编号
05-61A0	全部	50.0	–	–	P2AX3i	132N6500	P2AX3i	132N6791
05-73A0	全部	61.0	–	–	P2AX4i	132N6501	P2AX4i	132N6792
05-90A0	全部	74.0	–	–	P2AX4e	132N6502	P2AX4e	132N6793
05-106A	全部	90.0	–	–	P2AX5e	132N6503	P2AX5e	132N6794
05-147A	全部	122.0	–	–	P2AX5e	132N6506	P2AX5e	132N6795
05-170A	全部	145.0	–	–	P2AX6e	132N6510	P2AX6i	132N6796
05-206A	LO	189.0	–	–	P2AX7i	132N6511	P2AX6i	132N6798
	HO1	160.0	–	–	P2AX6e	132N6510	P2AX6i	132N6796
05-245A	LO	231.0	–	–	P2AX7i	132N6512	P2AX7i	132N6799
	HO1	189.0	–	–	P2AX7i	132N6511	P2AX6i	132N6798
05-302A	LO	291.0	–	–	P2AX8i	132N6513	P2AX7i	132N6800
	HO1	231.0	–	–	P2AX7i	132N6512	P2AX7i	132N6799
05-385A	LO	350.0	–	–	P2AX8e	132N6514	P2AX7e	132N6801
	HO1	291.0	–	–	P2AX8i	132N6513	P2AX7i	132N6800
05-395A	LO	350.0	–	–	P2AX8e	132N6514	P2AX7e	132N6801
	HO1	291.0	–	–	P2AX8i	132N6513	P2AX7i	132N6800
05-480A	LO	439.0	–	–	P2AX8e	132N9615	P2AX8e	132N9617
	HO1	350.0	–	–	P2AX8e	132N6514	P2AX7e	132N6801
05-588A	LO	501.0	–	–	P2AX8i	2 x 132N6513	P2AX7i	2 x 132N6800
	HO1	439.0	–	–	P2AX8e	132N9615	P2AX8e	132N9617
05-685A	LO	568.0	–	–	P2AX8i	2 x 132N6513	P2AX7i	2 x 132N6800
	HO1	501.0	–	–	P2AX8i	2 x 132N6513	P2AX7i	2 x 132N6800
05-736A	LO	633.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N6514	P2AX7e	2 x 132N6801
	HO1	568.0	–	–	P2AX8i	2 x 132N6513	P2AX7i	2 x 132N6800
05-799A	LO	703.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N6514	P2AX7e	2 x 132N6801
	HO1	629.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N6514	P2AX7e	2 x 132N6801

表 103: 高级谐波滤波器 OF7P2 (440-480 V, 60 Hz 电源) 的选型表 - (继续)

变频器				高级谐波滤波器 OF7P2				
产品代码	额定过载	额定输入电流 441-500 V		额定电流 440-480 V 60 Hz [A]	IP20/UL 开放式			
		RMS [A]	基波 [A]		THDi: 5%		THDi: 10%	
					机架	出厂编号	机架	出厂编号
05-893A	LO	755.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9614	P2AX7e	2 x 132N9616
	HO1	674.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N6514	P2AX7e	2 x 132N6801
05-1000	LO	863.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9615	P2AX8e	2 x 132N9617
	HO1	755.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9614	P2AX7e	2 x 132N9616
05-1120	LO	990.0	–	–	P2AX8e	3 x 132N6514	P2AX7e	3 x 132N6801
	HO1	863.0	–	–	P2AX8e	2 x 132N9615	P2AX8e	2 x 132N9617
05-1260	LO	1107.0	–	–	P2AX8e	3 x 132N9614	P2AX7e	3 x 132N9616
	HO1	990.0	–	–	P2AX8e	3 x 132N6514	P2AX7e	3 x 132N6801

12.3.1.5 用于高级谐波滤波器 OF7P2 的 IP21/UL Type 1 套件和背板

表 104: 高级谐波滤波器 OF7P2 的 IP21/UL Type 1 套件选型表中使用的术语

术语	说明
机架	防护等级为 IP20/UL Type 1 的滤波器的机柜名称。
IP21/Type 1 套件	可选套件设计为与谐波滤波器的各个机柜相匹配的通用套件。升级套件适用于现场安装。
基本套件	不带集成电路的基本套件，用于断开滤波器中的电容器。此套件将滤波器的防护等级升级为 IP21/UL Type 1。
带集成电路	带有集成电路的基本套件，用于断开滤波器中的电容器。该套件将滤波器的防护等级升级到 IP21/UL Type 1，并包括用于通过专用变频器控制功能断开滤波器中电容器的集成电路。这些套件是支持完整谐波滤波器设置的通用套件，具有与电网供电电压匹配的单独设置。
机架 IP21/Type 1	安装了 IP21/UL Type 1 套件的整个滤波器的机柜名称。

表 105: 高级谐波滤波器 OF7P2 的附件

IP21 升级套件（附件）				背板
基本套件		带集成电容器断开电路的套件		出厂编号
名称	出厂编号	名称	出厂编号	
IP21/UL Type 1 套件 - P2KX1b	136B3119	IP21/UL Type 1 套件，带接触器 - P2KX1b	136B3132	130B3283
IP21/UL Type 1 套件 - P2KX2b	136B3120	IP21/UL Type 1 套件，带接触器 - P2KX2b	136B3133	130B3284
IP21/UL Type 1 套件 - P2KX3b	136B3121	IP21/UL Type 1 套件，带接触器 - P2KX3b	136B3134	130B3285
IP21/UL Type 1 套件 - P2KX4b	136B3122	IP21/UL Type 1 套件，带接触器 - P2KX4b	136B3135	130B3286
IP21/UL Type 1 套件 - P2KX5b	136B3123	IP21/UL Type 1 套件，带接触器 - P2KX5b	136B3136	130B3287
IP21/UL Type 1 套件 - P2KX6b	136B3124	IP21/UL Type 1 套件，带接触器 - P2KX6b	136B3137	130B3287
IP21/UL Type 1 套件 - P2KX7b	136B3125	IP21/UL Type 1 套件，带接触器 - P2KX7b	136B3138	130B3288
IP21/UL Type 1 套件 - P2KX8b	136B3126	IP21/UL Type 1 套件，带接触器 - P2KX8b	136B3139	130B3288

12.3.2 正弦波滤波器

12.3.2.1 选型指南

选择正弦波滤波器以匹配变频器的输出电流。选择与针对应用和电源电压选择的额定过载（LO、HO1 或 HO2）相匹配的滤波器。

有关选择和订购正弦波滤波器的详细信息，请参阅 [12.3.2.2 正弦波滤波器 OF7S1](#)。

有关机架 Fx09-Fx12 的滤波器的信息，请联系丹佛斯。

有关安装滤波器的信息，请参阅 iC7 系列正弦波滤波器 OF7S1 安装指南。

12.3.2.2 正弦波滤波器 OF7S1

表 106: 正弦波滤波器选型表中使用的术语

术语	说明
产品代码	变频器的产品代码。产品代码由型号代码的电源电压代码和电流额定值代码组成。
过载设置	变频器的过载设置。
额定输出电流	变频器在给定电源电压范围内的额定输出电流和所选过载能力。
额定电流	给定电源电压范围内滤波器的额定电流，0–70 Hz 电机频率。
出厂编号	符合变频器工作条件的正弦波滤波器的出厂编号。防护等级为 IP00 或 IP20 和 UL 开放式。提供可选的 IP21/UL Type 1 升级套件。
机架	滤波器的机架名称，也在机械图纸中用作参考。

表 107: 正弦波滤波器 OF7S1 的选型表

变频器				正弦滤波器					
产品代码	额定过载	额定输出电流		额定电流		IP00/UL 开放式		IP20/UL 开放式 ⁽¹⁾	
		380–440 V [A]	441–500 V [A]	380–440 V [A]	441–500 V [A]	出厂编号	机架	出厂编号	机架
05-01A3	LO	1.3	1.2	2.4	2.1	132H4239	S1C02	132H5070	S1A02
	HO1	1.3	1.2	2.4	2.1	132H4239	S1C02	132H5070	S1A02
	HO2	0.9	0.8	2.4	2.1	132H4239	S1C02	132H5070	S1A02
05-01A8	LO	1.8	1.6	2.4	2.1	132H4239	S1C02	132H5070	S1A02
	HO1	1.8	1.6	2.4	2.1	132H4239	S1C02	132H5070	S1A02
	HO2	1.3	1.1	2.4	2.1	132H4239	S1C02	132H5070	S1A02
05-02A4	LO	2.4	2.1	2.4	2.1	132H4239	S1C02	132H5070	S1A02
	HO1	2.4	2.1	2.4	2.1	132H4239	S1C02	132H5070	S1A02
	HO2	1.8	1.6	2.4	2.1	132H4239	S1C02	132H5070	S1A02
05-03A0	LO	3.0	2.1	4.0	3.4	132H5061	S1C02	132H5071	S1A02
	HO1	3.0	2.7	4.0	3.4	132H5061	S1C02	132H5071	S1A02
	HO2	2.4	2.1	4.0	3.4	132H5061	S1C02	132H5071	S1A02
05-04A0	LO	4.0	3.4	4.0	3.4	132H5061	S1C02	132H5071	S1A02
	HO1	4.0	3.4	4.0	3.4	132H5061	S1C02	132H5071	S1A02
	HO2	3.4	3.0	4.0	3.4	132H5061	S1C02	132H5071	S1A02
05-05A6	LO	5.6	4.8	7.2	6.3	132H5062	S1C02	132H5072	S1A02
	HO1	5.6	4.8	7.2	6.3	132H5062	S1C02	132H5072	S1A02
	HO2	4.3	3.4	7.2	6.3	132H5062	S1C02	132H5072	S1A02
05-07A2	LO	7.2	6.3	7.2	6.3	132H5062	S1C02	132H5072	S1A02
	HO1	7.2	6.3	7.2	6.3	132H5062	S1C02	132H5072	S1A02
	HO2	5.6	4.8	7.2	6.3	132H5062	S1C02	132H5072	S1A02
05-09A2	LO	9.2	8.2	12.5	11	132H5063	S1C02	132H5073	S1A02
	HO1	9.2	8.2	12.5	11	132H5063	S1C02	132H5073	S1A02
	HO2	8	6.3	12.5	11	132H5063	S1C02	132H5073	S1A02
05-12A5	LO	12.5	11	12.5	11	132H5063	S1C02	132H5073	S1A02
	HO1	12.5	11	12.5	11	132H5063	S1C02	132H5073	S1A02
	HO2	10	7.6	12.5	11	132H5063	S1C02	132H5073	S1A02
05-16A0	LO	16	14.5	16	14.5	132H5064	S1C03	132H5074	S1A03
	HO1	16	14.5	16	14.5	132H5064	S1C03	132H5074	S1A03
	HO2	13	11	16	14.5	132H5064	S1C03	132H5074	S1A03
05-24A0	LO	24	21	31	27	132H5065	S1C04	132H5075	S1A04
	HO1	24	21	31	27	132H5065	S1C04	132H5075	S1A04
	HO2	17	14.5	31	27	132H5065	S1C04	132H5075	S1A04

表 107: 正弦波滤波器 OF7S1 的选型表 - (继续)

变频器 产品代码	额定过载	额定输出电流		正弦滤波器 额定电流		IP00/UL 开放式		IP20/UL 开放式 ⁽¹⁾	
		380-440 V [A]	441-500 V [A]	380-440 V [A]	441-500 V [A]	出厂编号	机架	出厂编号	机架
05-31A0	LO	31	27	31	27	132H5065	S1C04	132H5075	S1A04
	HO1	31	27	31	27	132H5065	S1C04	132H5075	S1A04
	HO2	25	21	31	27	132H5065	S1C04	132H5075	S1A04
05-38A0	LO	38	34	43	40	132H5066	S1C05	132H5077	S1A05
	HO1	38	34	43	40	132H5066	S1C05	132H5077	S1A05
	HO2	32	27	43	40	132H5066	S1C05	132H5077	S1A05
05-43A0	LO	43	40	43	40	132H5066	S1C05	132H5077	S1A05
	HO1	43	40	43	40	132H5066	S1C05	132H5077	S1A05
	HO2	38	34	43	40	132H5066	S1C05	132H5077	S1A05
05-61A0	LO	61	55	73	66	132H5067	S1C05	132H5078	S1A06
	HO1	61	55	73	66	132H5067	S1C05	132H5078	S1A06
	HO2	46	40	73	66	132H5067	S1C05	132H5078	S1A06
05-73A0	LO	73	66	73	66	132H5067	S1C05	132H5078	S1A06
	HO1	73	66	73	66	132H5067	S1C05	132H5078	S1A06
	HO2	61	55	73	66	132H5067	S1C05	132H5078	S1A06
05-90A0	LO	90	81	106	96	132H5068	S1C07	132H5080	S1A07
	HO1	90	81	106	96	132H5068	S1C07	132H5080	S1A07
	HO2	73	66	106	96	132H5068	S1C07	132H5080	S1A07
05-106A	LO	106	96	106	96	132H5068	S1C07	132H5080	S1A07
	HO1	106	96	106	96	132H5068	S1C07	132H5080	S1A07
	HO2	90	81	106	96	132H5068	S1C07	132H5080	S1A07
05-147A	LO	147	133	170	156	132H5069	S1C08	132H5081	S1A08
	HO1	147	133	170	156	132H5069	S1C08	132H5081	S1A08
	HO2	106	96	170	156	132H5069	S1C08	132H5081	S1A08
05-170A	LO	170	156	170	156	132H5069	S1C08	132H5081	S1A08
	HO1	170	156	170	156	132H5069	S1C08	132H5081	S1A08
	HO2	147	133	170	156	132H5069	S1C08	132H5081	S1A08

1) 可选 IP21/UL Type 1 套件。

表 108: 丹佛斯 正弦波滤波器的特征值

代码	L [mH]	C [μF]	R [Ω]	F _{res} [Hz]	F _{switch min} [kHz]
132H4239, 132H5070	22.0	1.5	1.04	876	3
132H5061, 132H5071	12.3	3.3	0.734	790	3
132H5062, 132H5072	6.89	4.95	0.17	862	3

表 108: 丹佛斯 正弦波滤波器的特征值 - (继续)

代码	L [mH]	C [μF]	R [Ω]	F _{res} [Hz]	F _{switch min} [kHz]
132H5063, 132H5073	4.4	10.2	0.0862	751	3
132H5064, 132H5074	3.24	12.3	0.0624	797	3
132H5065, 132H5075	1.76	18	0.0235	894	3
132H5066, 132H5077	1.15	27	0.0214	903	2.7
132H5067, 132H5078	0.74	90	0.00107	617	2
132H5068, 132H5080	0.48	135	0.00339	625	2
132H5069, 132H5081	0.32	210	0.0023	614	2

对于[表 108](#) 中未包括的滤波器，请联系丹佛斯。

12.3.2.3 S1A02-S1A08 正弦波滤波器的 IP21/UL Type 1 升级套件

表 109: IP21/UL Type 1 升级套件的选型表

正弦波滤波器 (IP20/UL 开放式)		IP21/UL Type 1 附件套件		
出厂编号	机架	出厂编号	说明	机架
132H5070	S1A02	136B2782	IP21/UL Type 1 套件 - S1K02b	S1K02b
132H5071	S1A02	136B2782	IP21/UL Type 1 套件 - S1K02b	S1K02b
132H5072	S1A02	136B2782	IP21/UL Type 1 套件 - S1K02b	S1K02b
132H5073	S1A02	136B2782	IP21/UL Type 1 套件 - S1K02b	S1K02b
132H5074	S1A03	136B2783	IP21/UL Type 1 套件 - S1K03b	S1K03b
132H5075	S1A04	136B2784	IP21/UL Type 1 套件 - S1K04b	S1K04b
132H5077	S1A05	136B2785	IP21/UL Type 1 套件 - S1K05b	S1K05b
132H5078	S1A06	136B2786	IP21/UL Type 1 套件 - S1K06b	S1K06b
132H5080	S1A07	136B2787	IP21/UL Type 1 套件 - S1K07b	S1K07b
132H5081	S1A08	136B2788	IP21/UL Type 1 套件 - S1K08b	S1K08b

12.3.3 高频共模磁芯滤波器

12.3.3.1 选型指南

高频共模 (HF CM) 磁芯滤波器用于限制变频器输出上的共模电流。务必使用与电缆长度相匹配的磁芯数。如果使用的磁芯太少，则会饱和，无法正常工作。为确保正常工作，请在共模磁芯中安装 3 根电机相位线 (U、V、W)。PE 不应安装在共模磁芯中，而应旁路磁芯。

对于机架 FK09-FK12 和 FB09-FB12，可提供专用的 HF 共模磁芯套件进行安装。有关套件的订购代码，请参阅 [12.4 订购选件和附件](#)。每个 HF-CM 磁芯套件包括 2 个磁芯，该套件设计用于安装在变频器机箱内。对于机架 FK09c/FB09c 和 FK10c/FB10c，可以订购出厂时安装有 HF-CM 磁芯的变频器。

有关选择和订购高频共模滤波器的详细信息，请参阅 [12.3.3.2 高频共模磁芯滤波器](#)。

有关机架 Fx06-Fx09 的滤波器的信息，请联系丹佛斯。

有关安装高频共模滤波器的信息，请参阅 VLT® 输出滤波器设计指南 (AJ361178726334)。

12.3.3.2 高频共模磁芯滤波器

表 110: HF-CM 磁芯滤波器的选型表

变频器 机架	额定值	滤波器货号	磁芯数取决于电缆长度		
			≤50 m (≤164 ft)	≤100 m (≤328 ft)	≤150 m (≤492 ft)
Fx02	05-01A3 至 05-12A5	130B3257	2	4	6
Fx03	05-16A0	130B3257	2	4	6
Fx04	05-24A0 至 05-31A0	130B3257	2	4	6
Fx05	05-38A0 至 05-43A0	130B3257	2	4	6
Fx06	05-61A0 至 05-73A0	联系 丹佛斯。			
Fx07	05-90A0 至 05-106A				
Fx08	05-147A 至 05-170A				
Fx09	05-206A 至 05-385A				
Fx10	05-395A 至 05-588A	130B3259	2	4 ⁽¹⁾	4 ⁽¹⁾
Fx11	05-658A 至 05-799A	130B3260	2	2	4 ⁽¹⁾
Fx12	05-893A 至 05-1260	130B3260	2	2	4 ⁽¹⁾

1) 适用于 IP20 安装。机架 FK09-FK12 和 FB09-FB12 没有容纳 4 个磁芯的空间。

12.4 订购选件和附件

表 111: 用于订购选件和附件的出厂编号

类别	部件名称	兼容性	出厂编号
控制面板选件和附件	盲板 OPX00	Fx02–Fx08	136B2055
	控制面板 2.8 OPX20	Fx02–Fx12	136B3128
	控制面板嵌入式安装套件	Fx02–Fx12	136B2082
	控制面板表贴式安装套件	Fx02–Fx12	136B2083
	控制面板电缆 – 2.5 米	Fx02–Fx12	136B2084
	控制面板电缆 – 5 米	Fx02–Fx12	136B2085
	控制面板电缆 – 10 米	Fx02–Fx12	136B2086
功能扩展件	通用 I/O OC7C0	Fx02–Fx12	136B1568
	继电器选件 OC7R0	Fx02–Fx12	136B1567
	编码器/旋变选件 OC7M0	Fx02–Fx12	136B1569
	温度测量选件 OC7T0	Fx02–Fx12	181B6143
	数字 230 V AC 输入 OC7D0	Fx02–Fx12	136F3568

表 111: 用于订购选件和附件的出厂编号 - (继续)

类别	部件名称	兼容性	出厂编号
Rittal TS8 和 VX25 机箱的冷却套件	底部进入/顶部排出冷却套件, FA09	FA09	176F4038
	底部进入/背部排出冷却套件, FA09	FA09	176F4040
	背部进入/顶部排出冷却套件, FA09	FA09	176F4042
	背部进入/背部排出冷却套件, FA09	FA09	176F4045
	背部进入/背部排出冷却套件, FK09a/FB09a	FK09a/FB09a	176F4184
	背部进入/背部排出冷却套件, FK09c/FB09c	FK09c/FB09c	176F4190
	底部进入/顶部排出冷却套件, FA10	FA10	176F4039
	底部进入/背部排出冷却套件, FA10	FA10	176F4041
	背部进入/顶部排出冷却套件, FA10	FA10	176F4043
	背部进入/背部排出冷却套件, FA10	FA10	176F4046
	背部进入/背部排出冷却套件, FK10a/FB10a	FK10a/FB10a	176F4185
	背部进入/背部排出冷却套件, FK10c/FB10c	FK10c/FB10c	176F4191
	FA11 变频器的底部进入/顶部排出冷却套件 - 600 mm 机柜	FA11	176F4047
	FA11 变频器的底部进入/顶部排出冷却套件 - 800 mm 机柜	FA11	176F4192
	FA11 变频器的底部进入/后部排出冷却套件 - 600 mm 机柜	FA11	176F4059
	FA11 变频器的底部进入/后部排出冷却套件 - 800 mm 机柜	FA11	176F4193
	FA11 变频器的背面进入/顶部排出冷却套件	FA11	176F4061
	FA11 变频器的背部进入/背部排出冷却套件	FA11	176F4057
	FA12 变频器的底部进入/顶部排出冷却套件	FA12	176F4048
	FA12 变频器的底部进入/背部排出冷却套件	FA12	176F4060
	FA12 变频器的背面进入/顶部排出冷却套件	FA12	176F4062
	FA12 变频器的背部进入/背部排出冷却套件	FA12	176F4058
底座套件	FK09a/FB09a 的 400mm 底座套件	FK09a/FB09a	176F4034
	FK09c/FB09c 的 200 mm 底座套件	FK09c/FB09c	176F4036
	FK10a/FB10a 的 400mm 底座套件	FK10a/FB10a	176F4035
	FK11/FB11 的 400mm 底座套件	FK11/FB11	176F4044
	FK12/FB12 的 400mm 底座套件	FK12/FB12	176F4037
共模电感线圈套件	HF 共模电感线圈套件, FK09a/FB09a	FK09a/FB09a	176F4174
	HF 共模电感线圈套件, FK10a/FB10a	FK10a/FB10a	176F4175
	HF 共模电感线圈套件, FK11/FB11	FK11/FB11	176F4176
	FK12/FB12 的 HF 共模电感线圈套件	FK12/FB12	176F4177
触摸保护套件	触摸保护套件, FK09a/FB09a	FK09a/FB09a	176F4164
	触摸保护套件, FK09c/FB09c	FK09c/FB09c	176F4163
	触摸保护套件, FK10a/FB10a	FK10a/FB10a	176F4161
	触摸保护套件, FK10c/FB10c	FK10c/FB10c	176F4162
	触摸保护套件, FK11/FB11	FK11/FB11	176F4132

表 111: 用于订购选件和附件的出厂编号 - (继续)

类别	部件名称	兼容性	出厂编号
	触摸保护套件, FK12/FB12	FK12/FB12	176F4135
接地排套件	接地排套件, FK09a/FB09a ⁽¹⁾	FK09a/FB09a	176F4170
	接地排套件, FK09c/FB09c	FK09c/FB09c	176F4186
	接地排套件, FK10a/FB10a ⁽¹⁾	FK10a/FB10a	176F4171
	接地排套件, FK10c/FB10c	FK10c/FB10c	176F4187
	FK11/FB11、FK12/FB12 的接地排套件 ⁽²⁾	FK11/ FB11、FK12/FB12	176F4188
多线套件	多线套件, Fx09-Fx10	Fx09-Fx10	176F4189

1) 如果使用共模滤波器套件, 则无法使用接地排套件。

2) 如果使用共模滤波器套件, 则无法在输出侧安装接地排套件的组件。

12.5 订购自助服务部件

在变频器的使用寿命期间可能需要更换的部件以备件形式提供。表 112 中列出了可用的自助服务部件。有关其他部件的信息, 请联系丹佛斯。有关产品的可用备件列表, 请访问 <https://www.danfoss.com>。

表 112: 自助服务部件列表

部件类型	部件名称	适用于	出厂编号
控制盖	iC7 FA02a 端子盖	FA02a	136B2056
	iC7 FA02b 端子盖	FA02b	136B2059
	iC7 FA03a 端子盖	FA03a	136B2057
	iC7 FA03b 端子盖	FA03b	136B2060
	iC7 FA04a-FA05a 端子盖	FA04a、FA05a	136B2058
	iC7 FA04b-FA05b 端子盖	FA04b、FA05b	136B2061
	侧盖 FA03a	FA03a	136B2066
	侧盖 FA03b	FA03b	136B2069
	侧盖 FA04a	FA04a	136B2067
	侧盖 FA04b	FA04b	136B2070
	侧盖 FA05a	FA05a	136B2068
	侧盖 FA05b	FA05b	136B2071
控制面板托架	控制面板托架 FA02a	FA02a	136B2062
	控制面板托架 FA02b	FA02b	136B2064
	控制面板托架 FA03a-FA05a	FA03a-FA05a	136B2063
	控制面板托架 FA03b-FA05b	FA03b-FA05b	136B2065
	控制面板托架 Fx06-Fx08	Fx06-Fx08	136B2943

表 112: 自助服务部件列表 - (继续)

部件类型	部件名称	适用于	出厂编号
控制连接器	控制板连接器 (X31, X32, X61)	控制板	136B1927
	I/O 连接器 (X11, X12, X101, X102)	基本 I/O 板	136B1924
	I/O 连接器 (X101, X102, X103)	继电器选件 OC7R0	136B3162
	I/O 连接器 (X14)	通用 I/O OC7C0	136B3160
	I/O 连接器 (X15)	编码器/旋变选件 OC7M0	136B3161
	I/O 连接器 (X54)	温度测量选件 OC7T0	181B6557
	I/O 连接器 (X20)	数字 230 V AC 输入 OC7D0	136B4606
	选件连接器	选件	136B1570
电源连接器	电源连接器 FA02-FA03	FA02、FA03	136B2072
	电源连接器 FA04	FA04	136B2073
	电源连接器 FA05	FA05	136B2074
输入板	输入板 FK06	FK06	136B2939
	输入板 FK07	FK07	136B2940
	输入板 FK08	FK08	136B2941
EMC 板	电源连接器和 EMC 板 FA02-FA03	FA02-FA03	136B1921
	电源连接器和 EMC 板 FA04	FA04	136B1922
	电源连接器和 EMC 板 FA05	FA05	136B1923
	EMC 板 FA06	FA06	136B3507
	EMC 板 FA07	FA07	136B3508
	EMC 板 FA08	FA08	136B3509
控制 EMC 板	EMC 板插槽 A	Fx02-Fx12	136B2076
	EMC 板插槽 B	FA02-FA05	136B1925
	EMC 板插槽 C-E	Fx03-Fx12	136B1928
	现场总线 EMC 板 FA02-FA08	FA02-FA08	136B1926
	现场总线 EMC 板 FA09-FA12	FA09-FA12	176F3529
风机	主风扇 FA02	FA02	136B2077
	主风扇 FA03	FA03	136B2078
	主风扇 FA04	FA04	136B2079
	主风扇 FA05	FA05	136B2080
门滤波器	FK09-FK12/FB09-FB12 的门滤波器	FK09-FK12/FB09-FB12	176F3353



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

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

M00271

AJ319739940640zh-000601 / 136R0269
Danfoss A/S © 2024.12

