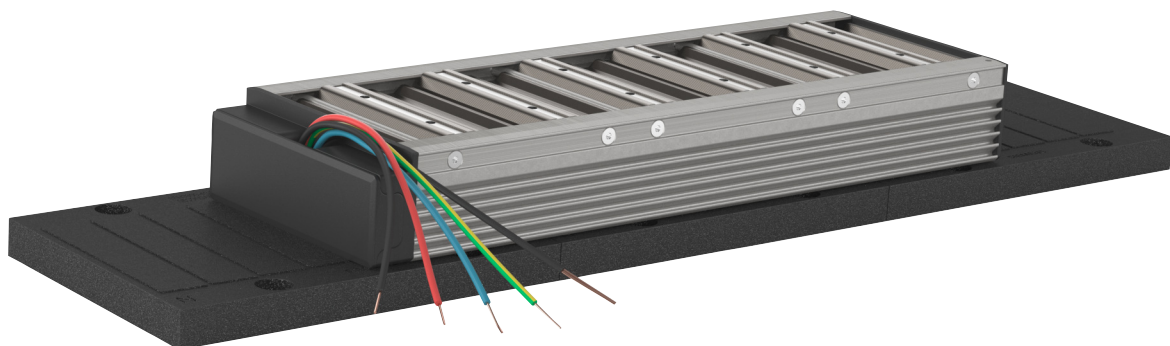




版本

06/2024

产品手册

SIMOTICS

自冷式直线电机 SIMOTICSL-1FN3

适用于 SINAMICS S120 的驱动技术
www.siemens.com/drives

SIEMENS

SIEMENS

SIMOTICS

驱动技术 自冷式直线电机 1FN3

设备手册

前言	1
基本安全说明	2
说明	3
电机组件和选件	4
项目组态	5
使用准备	6
安装	7
电气连接	8
调试	9
运行期间	10
相连电机	11
保养和维护	12
故障、原因和排除方法	13
报废与废弃物处理	14
技术数据	15
安装图纸 / 尺寸图	16
选择和订购数据	17
附录	A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens Aktiengesellschaft 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

目录

- 1 前言 9
 - 1.1 关于 SIMOTICS..... 9
 - 1.1.1 手册介绍 9
 - 1.1.1.1 内容 9
 - 1.1.1.2 商品销售法..... 10
 - 1.1.1.3 目标用户 10
 - 1.1.1.4 防范危险 11
 - 1.1.1.5 标准功能范畴 11
 - 1.1.1.6 第三方网页..... 11
 - 1.1.2 SIMOTICS 产品手册文档..... 12
 - 1.1.3 服务与支持..... 13
 - 1.1.3.1 ID 链接和西门子在线支持 13
 - 1.1.3.2 备件服务 14
 - 1.2 重要产品信息 14
 - 1.2.1 规范使用 14
 - 1.2.1.1 规范使用 15
 - 1.2.2 可预见的错误操作 17
- 2 基本安全说明 19
 - 2.1 一般安全说明 19
 - 2.2 静电场或静电放电可导致设备损坏 23
 - 2.3 网络安全性信息..... 23
 - 2.4 驱动系统（电气传动系统）的遗留风险 24
- 3 说明 27
 - 3.1 概述 27
 - 3.2 功率铭牌数据 28
 - 3.3 认证铭牌 30
 - 3.3.1 带 ID 代码的符合性标牌..... 30
 - 3.4 技术特性和环境条件 30
 - 3.4.1 指令和标准..... 30
 - 3.4.2 强磁场引起的危险 32
 - 3.4.3 技术特性 36
 - 3.4.4 电机的运动方向..... 37
 - 3.4.5 环境条件 38
 - 3.4.6 防护等级 39

3.5	降容系数	40
4	电机组件和选件	41
4.1	电机组件	41
4.1.1	电机结构	41
4.1.2	温度监控和电机热保护	42
4.1.2.1	温度监视电路 Temp-S	42
4.1.2.2	温度传感器的技术特性	43
4.1.3	编码器	45
4.1.4	制动方案	48
4.2	选项	50
4.2.1	保护垫，含接地功能 1FN3 自冷	52
5	项目组态	53
5.1	用于项目组态的软件	53
5.1.1	配置工具 TST（TIA 选型工具）	53
5.1.2	驱动调试软件 SINAMICS Startdrive	54
5.2	项目组态流程	55
5.2.1	机械边界条件	57
5.2.2	负载循环的设定	59
5.2.3	测定力	63
5.2.4	初级部件选择	65
5.2.5	确定次级部件数量	67
5.2.6	在减弱的磁场覆盖区域中运行	68
5.2.7	检验运动质量	69
5.2.8	选择功率模块	69
5.2.9	计算所需要的供电	70
5.3	示例	70
5.3.1	在规定的时间内进行定位	70
5.3.2	带横轴的龙门架	79
6	使用准备	81
6.1	供货范围	82
6.1.1	直线电机供货范围	82
6.1.2	随附图标	83
6.2	包装和配送	85
6.3	运输和存储	86
6.3.1	空运包装规格	87
6.3.2	适用于长期存放和运输的环境条件	88
6.3.3	存放	90
7	安装	91
7.1	安装安全说明	91

7.2	直线电机的安装指南	94
7.3	电机安装步骤	96
7.3.1	保持安装高度	96
7.3.2	安装程序概述	97
7.3.3	通过分散次级部件导轨安装电机	98
7.3.4	通过导入滑块来安装	99
7.3.5	逐个安装各电机部分	100
7.3.6	单个电机组件的安装	104
7.3.6.1	安装初级部件	104
7.3.6.2	安装次级部件	104
7.3.6.3	安装次级部件护板	105
7.3.6.4	次级部件 1FN3050...1FN3150 的螺栓固紧顺序	117
7.4	安装工作复检	117
7.4.1	滑块灵活性	118
7.4.2	检查空气间隙	118
8	电气连接	121
8.1	针对电气连接的安全说明	121
8.2	允许的电网类型	122
8.3	有关电气连接的重要信息	123
8.4	系统集成	124
8.5	电源连接	128
8.6	信号端口	129
8.7	电机电路图	130
8.7.1	自冷式直线电机 L-1FN3 电路图	130
8.8	屏蔽、接地和等电位连接	130
8.8.1	电磁兼容性	131
9	调试	133
9.1	关于调试的安全说明	133
9.2	清单	136
9.3	检查绝缘电阻	139
10	运行期间	141
10.1	针对运行的安全说明	141
11	相连电机	143
11.1	轴上电机的并联运行	143
11.2	主站和从站	144
11.2.1	一前一后排列	146

11.2.2	面朝两面排列	148
11.2.3	并联	150
11.3	并联运行的连接示例	152
12	保养和维护	155
12.1	针对维护的安全说明	155
12.2	维护工作	159
12.3	检查绝缘电阻	160
13	故障、原因和排除方法	161
13.1	故障处理	161
14	报废与废弃物处理	163
14.1	报废	163
14.2	废弃处理	164
14.2.1	次级部件的废弃处理	165
15	技术数据	167
15.1	机械特性	167
15.1.1	冷却	167
15.1.2	防护等级	167
15.1.3	振动特性	168
15.1.4	噪音排放	168
15.2	技术数据与特性曲线	169
15.2.1	公式缩写符号的说明	169
15.2.2	特性曲线的说明	173
15.2.3	数据表和特性曲线	175
15.2.3.1	1FN3050-1KD0x-xxxx	175
15.2.3.2	1FN3050-2KC4x-xxxx	177
15.2.3.3	1FN3100-1KC5x-xxxx	178
15.2.3.4	1FN3100-2KC5x-xxxx	180
15.2.3.5	1FN3100-3KC5x-xxxx	182
15.2.3.6	1FN3150-1KC7x-xxxx	184
15.2.3.7	1FN3150-2KC7x-xxxx	186
15.2.3.8	1FN3150-3KC7x-xxxx	188
16	安装图纸 / 尺寸图	191
16.1	尺寸图	191
16.2	带磁性自保持功能功能的保护垫	195
17	选择和订购数据	197
17.1	订购标识	197
17.1.1	订货号结构	197

17.1.2	自冷式初级部件 1FN3.....	198
17.1.3	自冷式次级部件 1FN3.....	199
17.1.4	连接器.....	199
17.1.5	用于次级部件导轨的附件.....	200
17.1.5.1	次级部件接头.....	200
17.1.5.2	次级部件护板.....	201
17.1.5.3	冷却型材.....	205
17.2	自冷式 1FN3 的选择和订购数据.....	207
A	附录.....	209
A.1	制造商推荐.....	209
A.1.1	垫片薄膜的来源.....	209
A.1.2	螺丝止动垫圈的来源.....	209
A.1.3	制动部件的制造商.....	209
A.1.4	腐蚀保护剂的制造商.....	210
A.1.5	冷却装置的制造商.....	210
A.1.6	塑料套管的制造商.....	211
A.1.7	螺纹管嘴和加固套管制造商.....	211
A.2	缩写列表.....	211
	术语表.....	213

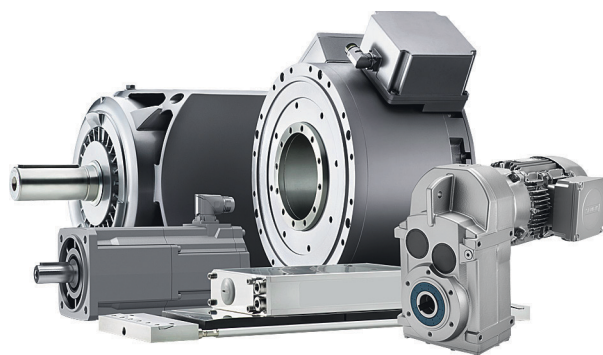
前言

1.1 关于 SIMOTICS

SIMOTICS 电动机系列型号丰富，可适应各种应用：

- 同步电机和异步电机
- 适用于运动控制应用的伺服电机，带或不带齿轮箱
- 力矩电机
- 直线电机

用于运动控制的电机



该系列还包括内装式电机和电机主轴。适用于运动控制的各种电机都能与 SINAMICS 变频器系列完美匹配。

1.1.1 手册介绍

1.1.1.1 内容

本产品手册介绍了电机及其组件。您可从中了解如何专业并且安全地进行从电机收货到废弃处置的一系列操作。

- 运输和存放
- 安装及组装
- 接线

1.1 关于 SIMOTICS

- 调试
- 检查
- 操作
- 查找和排除故障
- 拆卸
- 废弃

请保管好该手册，将它交给受委托的专业人员。

1.1.1.2 商品销售法

在本产品文档和在线帮助中，会以一些典型的应用场合为例展开说明，方便用户理解我们的产品可以在哪些应用领域中使用。这些说明只是单纯的举例说明，不代表产品一定适用于具体的应用场合。除非在合同中明确约定，否则西门子不保证产品对于具体应用场合的适用性。用户应自行根据具体应用场合中所有技术、法律和其他方面的要求，来评估产品是否适用于该应用场合。在评估过程中，用户始终要注意产品文档中的产品技术属性说明以及需要遵守的前提条件。

1.1.1.3 目标用户

本产品手册面向：

- 规划人员
- 工程组态人员
- 设计人员
- 装配人员
- 调试人员
- 机床操作员
- 维修和维护人员
- 仓管人员
- 负责使电机停止运行的人员
- 负责废弃处理电机的人员

1.1.1.4 防范危险

注意防范危险。确保电机正常运行，并延长电机的使用寿命。

- 使用电机前请务必阅读本产品手册。
- 始终遵守操作说明中的安全说明。

警告提示系统的说明参见本手册的开头。

1.1.1.5 标准功能范畴

交付的系统的功能仅以订购资料为准。

在系统中也可能会运行本文档中未说明的功能，但是这并不意味着在交付新系统时必须带有这些功能，或者为其提供有关的维修服务。

本文档并不包含所有产品类型的全部详细信息，也无法对安装、运行和维护中可能出现的各种情况逐一进行说明。

机器制造商在产品上增添或者更改的功能，由机器制造商进行说明。

第三方产品说明

说明

第三方产品推荐

本印刷品包含有对第三方产品的推荐。西门子了解这些第三方产品的基本适性。

可以使用其他制造商的同等产品。

西门子不对第三方产品的质量提供担保。

1.1.1.6 第三方网页

本文档可能包含第三方网页链接。西门子对此类网页的内容不承担任何责任，也不会声明或认可此类网页或其内容为西门子所有。西门子并不能控制此类网页上的信息，也不对上述网页的内容和信息负责。使用上述网页的风险由用户承担。

1.1.2 SIMOTICS 产品手册文档

说明

有关 SIMOTICS 和 SINAMICS 变频器系列的大量文档请访问网址 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/13204/man>)。

您可以直接打开文档或者下载 PDF 和 HTML5 格式的文档。

这些文档分为以下几个类别：

表格 1-1 SIMOTICS- / SINAMICS 文档

信息	文档类别 ¹⁾	内容	目标用户
综合信息	产品手册	规则、指令和对产品、系统或设备进行工程组态时所使用的辅助工具 此外：有关硬件和软件的使用和环境条件、功能使用、电路图和接线图以及软件安装的信息（如果工程组态需要这些信息）	规划人员，工程组态人员
设备信息	安装手册	所有与安装、装配及布线相关的信息，以及必需的尺寸图和电路图	安装人员、调试人员、维修和维护人员
基本信息	产品手册	与产品、设备部件和整套设备的安全运行相关的全部必要信息的详细汇总 (IEC 82079)	机器操作人员、设备操作人员
	简明说明	精简压缩后的操作说明关键内容	机器操作人员、设备操作人员
	产品信息	在交付前不久或交付后才知晓的信息，因此未包含在相应的用户文档中	规划人员、工程组态人员、技术专家、安装人员、生产人员、调试人员、机器操作人员、编程人员、维修和维护人员
	在线帮助	设计、编程以及调试的操作说明	工程组态人员、编程人员、调试人员

¹⁾ 不是每款 SIMOTICS / SINAMICS 产品都拥有所有类别的文档。

1.1.3 服务与支持

1.1.3.1 ID 链接和西门子在线支持

有关产品的重要信息请访问以下：

- ID 链接
- 使用西门子工业在线支持：
 - 网站：SIOS (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/>)
 - 工业在线支持 App（用于 Apple iOS 版和安卓版）

有关 ID 链接的产品特定信息

您的产品和产品包装上有一个带有 ID 链接的二维码（QR 码）。

ID 链接是符合 IEC 61406-1 规定的全球唯一性标识。

通过标识链接可获取产品数据、手册、符合性声明、证书和更多信息。



图 1-1 二维码（QR 码），含 ID 链接

二维码边框的右下角有一个黑色三角，表示标识链接。

西门子在线支持内容

- 产品支持
- 技术论坛，供全球用户和专家分享信息和交流经验
- 全球联系人信息，方便查找本地联系人（→ 联系我们）
- 产品信息
- FAQ（常见问题）
- 应用示例
- 手册
- 下载

1.2 重要产品信息

- 兼容性工具
- 包含产品选择的最新资讯
- 产品样本/宣传册
- 证书

1.1.3.2 备件服务

在线备件服务 "Spares on Web (<https://www.sow.siemens.com>)"提供产品备件。

1.2 重要产品信息

1.2.1 规范使用

**警告**

不按预期使用电机可导致生命危险和财产损失

如果未按规定使用直接驱动及其组件，则可能导致人身伤亡以及/或者财产损失。

- 原则上电机只允许用于工业或商业设备。
- 除非明确说明，否则请勿在有爆炸危险的区域（Ex 区）中使用电机。必要时遵守随附的补充说明。
- 只允许在西门子指定的应用中使用直接驱动及其组件。
- 防止电机受到污染，并防止电机和腐蚀性材料接触。
- 确认使用地点的条件符合铭牌上的所有数据，并符合本文档中的各项条件。注意，在一些认证或本国规定中可能有不同的要求，要一并考虑。
- 如果您对产品的合规使用有任何疑问，敬请咨询当地的销售伙伴。
- 对于某些特殊构造、和本资料中说明的电机技术信息不完全一致的结构类型，敬请咨询西门销售人员。

1.2.1.1 规范使用

规范使用

 **警告**

非规范使用

非规范使用电机可能造成死亡、重伤和/或财产损失。

- 务必规范使用电机。
- 除非明确说明，否则禁止在爆炸危险区域中使用电机。请遵守单独随附的附加说明。
- 确保应用地点的条件符合铭牌上的所有数据。
- 确保应用地点的条件符合本文档所给出的条件。还须注意相关认证或所在国家的一些特殊规定。

本电机设计用于工商业设备。

本电机设计用于普通气候条件下有顶盖的场所内，如生产车间。

更多信息参见章节 环境条件 (页 38)。

本电机禁止在爆炸危险环境中使用。除非明确表示电机可用于该环境。

仅允许通过变频器运行电机。

该电机的其他使用方式都是非规范使用。

遵守产品文档的所有规定属于规范使用的一部分。

请注意铭牌上的说明。

如果关于规范使用有任何疑问，或者需要特殊规格和结构类型的电机，敬请联系西门子销售人员。

 **警告**

磁场和电磁场可对佩戴医疗植入体的人员造成危害

电机会对电机附近佩戴医疗植入体（如心脏起搏器）的人员造成危害。

- 相关人员与电机之间至少要保持 500 mm 的距离（0.5 mT 静磁场的触发阈值符合指令 2013/35/EU）。

 警告
不遵循机械指令 2006/42/EC 会导致人员伤亡和财产损失
如不遵循机械指令 2006/42/EC，则可能导致人身伤亡以及/或者财产损失。
• 所交付的产品仅适用于安装在机器内部。只有确认该机器即最终产品符合机械指令 2006/42/EC 后，才可以开始调试。 • 请注意所有安全说明并将其告知最终用户。

避免侵犯知识产权

使用直驱电机时，请遵守本国和国际许可条件，避免侵犯知识产权。

应用范围

与带有控制器的驱动系统相结合，自冷却直线电机适合作为直线运动的直接驱动器，用于实现直线运动，例如：

- 高动态柔性机床
- 激光加工
- 搬运

带磁性自保持功能功能的保护垫

使用带磁性自保持功能的保护垫作为次级部件的装配或拆卸辅助工具。使用带磁性自保持功能的保护垫可以保护操作人员和次级部件不受附近次级部件突然出现的吸力的影响。

注意
带磁性自保持功能的保护垫损坏
如将带磁性自保持功能的保护垫暴露在潮湿和/或过高的储存温度下，泡沫和金属板之间的粘合剂将被损坏。
• 请确保遵守“使用准备 (页 81)”章节中关于带磁性自保持功能的保护垫的储存和运输条件。

注意
请不要在安放了带磁性自保持功能的保护垫的情况下操作电机。
如果在次级部件上放置了保护垫的情况下操作电机，可能会损坏电机或机床。
• 在调试电机之前请移除带磁性自保持功能的保护垫。

如果没有次级部件的原始包装，可以按以下用途使用保护垫：

- 安全存放次级部件
- 用于在机器外短期临时存放次级部件，例如在进行维护工作和保养工作期间。

其他用途都属于违规使用。

在运输和储存次级部件时，优先选择未损坏的原始包装。

恰当的包装比带磁性自保持功能的保护垫能更好地保护人员和设备免受附近次级部件突然产生的引力的影响。此外，恰当的包装可以防止在储存和移动次级部件时出现危险的设备移动。

1.2.2 可预见的错误操作

可预见的错误操作

 警告
错误操作可导致人员伤亡 不按照西门子指出的规范使用方式使用电机，可导致人员伤亡。错误操作同时会损坏电机，甚至使电机完全失灵。

错误操作比如有：

- 违反操作说明或配置手册中的内容
- 不符合铭牌上的数据
- 在爆炸危险环境中使用电机
- 将电机直接连到电网上工作
- 不按照允许的环境条件使用电机
- 将电机用作发电机
- 将电机的抱闸用作工作制动器，使电机减速
- 因电机尺寸、重量、形状或材料，将电机用于其他在该手册中没有提及的应用

基本安全说明

2.1 一般安全说明



警告

其他能源可导致电击危险和生命危险

接触带电部件可能会造成人员重伤，甚至是死亡。

- 只有专业人员才允许在电气设备上作业。
- 在所有作业中必须遵守本国的安全规定。

通常有以下安全步骤：

1. 准备断电。通知会受断电影响的组员。
2. 给驱动系统断电并确保不会再次接通。
3. 请等待至警告牌上说明的放电时间届满。
4. 确认功率接口和安全接地连接无电压。
5. 确认辅助电压回路已断电。
6. 确认电机无法运动。
7. 检查其他所有危险的能源供给，例如：压缩空气、液压、水。将能源供给置于安全状态。
8. 确保正确的驱动系统已经完全闭锁。

结束作业后以相反的顺序恢复设备的就绪状态。



警告

连接不合适的电源可导致电击危险

连接不合适的电源会导致可接触部件携带危险电压，从而导致人员重伤，甚至是死亡。

- 所有的连接和端子只允许使用可以提供 SELV(Safety Extra Low Voltage: 安全低压) 或 PELV(Protective Extra Low Voltage: 保护低压) 输出电压的电源。



警告

电机损坏或设备损坏可导致电击危险

未按规定操作电机或设备可能会对其造成损坏。

电机或设备损坏后，其外壳或裸露部件可能会带有危险电压。

- 在运输、存放和运行设备时应遵循技术数据中给定的限值。
- 不要使用已损坏的电机或设备。



 警告
电缆屏蔽层未接地可导致电击危险 电缆屏蔽层未接地时，电容超临界耦合可能会出现致命的接触电压。 • 电缆屏蔽层和未使用的功率电缆芯线（如抱闸芯线）至少有一侧通过接地的外壳接地。



 警告
缺少接地可导致电击危险 防护等级 I 的设备缺少安全接地连接或连接出错时，在其裸露的部件上会留有高压，接触该部件会导致重伤或死亡。 • 按照规定对设备进行接地。



 警告
运行时断开插接可产生电弧 运行时断开插接会产生电弧，从而导致人员重伤或死亡。 • 如果没有明确说明可以在运行时断开插接，则只能在断电时才能断开连接。

注意
功率接口松动可造成财产损失 紧固扭矩太小或振动会导致功率接口松动。可能因此导致火灾、设备损坏或功能故障。 • 用规定的紧固扭矩拧紧所有功率接口。 • 请定期检查所有的功率接口，尤其是在运输后。

注意
使用不合适的螺丝刀可损坏设备 使用不合适的螺丝刀或者采用不恰当的拧紧操作都可能损坏设备上的螺钉。 • 使用与螺钉头完全匹配的螺丝刀批头。 • 使用技术文档中规定的扭矩拧紧螺钉。 • 使用扭力扳手或者带动态扭矩传感器和转速限制功能的机械式高精度螺丝刀。 • 定期校准所使用的工具。

 警告**无线电设备或移动电话可导致机器意外运动**

在组件附近使用无线电设备、移动电话或移动 WLAN 设备可能会导致设备功能异常、设备故障和损坏。功能异常会影响机器的功能安全并可导致人员伤亡或财产损失。

- 避免在变频器和操作单元附近使用无线电设备、移动电话或 WLAN 设备。
- 尽量从远处扫描可机读代码，比如：二维码，或者在扫描时关闭变频器的电源。
- 在控制柜柜门闭合时才能运行内置型设备。
- 在控制柜柜门打开时，只有专业电气人员才能开展服务和维护工作。

 警告**缺少警示牌或警示牌不清晰可导致未知危险**

缺少警示牌或警示牌不清晰可导致未知危险。未知危险可能导致人员重伤或死亡。

- 根据文档检查警示牌的完整性。
- 将缺少的警示牌固定在组件上，必要时安装本国语言的警示牌。
- 替换掉不清晰的警示牌。

 警告**安全功能失效可导致机器意外运动**

无效的或不适合的安全功能可引起机器意外运动，可能导致重伤或死亡。

- 调试前请注意相关产品文档中的信息。
- 对整个系统和所有安全相关的组件进行安全监控，以确保安全功能。
- 进行适当设置，以确保所使用的安全功能是与驱动任务和自动化任务相匹配并激活的。
- 执行功能测试。
- 在确保了机器的安全功能正常工作后，才开始投入生产。

说明**Safety Integrated 功能的重要安全说明**

使用 Safety Integrated 功能时，务必注意 Safety Integrated 手册中的安全说明。

 警告**电磁场会影响工作中的医疗植入体**

在电气能源技术设备例如变压器、变频器或电机运行时会产生电磁场 (EMF)。因此可能会对设备附近的人员，特别是对那些带有心脏起搏器或医疗植入体等器械的人员造成危险。

- 此类人员须和电机保持“重要产品信息”一章中规定的间距。



 警告
永磁场会影响有源医疗植入体
具有永磁场的电机即使在停止状态也会对变频器/电机附近佩戴有心脏起搏器或医疗植入体的人员有伤害。
• 此类人员须和电机保持“重要产品信息”一章中规定的间距。 • 运输和存放永磁电机时应始终使用原包装。 • 采用相应的警示牌标记存放位置。 • 在用飞机进行运输时请遵守 IATA 规定！

 警告
运行部件和弹出部件可导致人员受伤
接触正在运行的电机部件或驱动元件以及松动电机部件的弹出（例如：棱键）会导致人员重伤或死亡。
• 拆除或拧紧松动部件，防止弹出。 • 严禁接触正在运行的部件。 • 使用接触保护装置确保不会接触正在运行的部件。

 警告
电机不按规定运行可导致火灾
不按规定操作会导致过热，产生烟雾，引发火灾，从而导致严重人身伤害或死亡。此外，温度过高会损坏电机组件，提高故障率，降低使用寿命。
• 根据说明运行电机。 • 仅允许在采取有效的温度监控措施后运行电机。 • 温度过高时立即关闭电机。



 小心
高温表面可导致灼伤和部件受热损坏
电机、变频器和其他驱动组件的表面温度可达到 100 °C 以上。
接触这些高温表面会导致灼伤。高温表面还会造成温度敏感部件受损或报废。
• 确保没有将温度敏感部件放置在高温表面上。 • 采取运行时接触不到驱动组件的安装方式。
维护情况下应采取的措施：
• 待驱动组件冷却后再进行操作。 • 请穿着和佩戴相应的防护装备（如手套）。

2.2 静电场或静电放电可导致设备损坏

静电敏感元器件 (ESD) 是可被静电场或静电放电损坏的元器件、集成电路、电路板或设备。



注意

静电场或静电放电可导致设备损坏

电场或静电放电可能会损坏单个元件、集成电路、模块或设备，从而导致功能故障。

- 仅允许使用原始产品包装或其他合适的包装材料（例如：导电的泡沫橡胶或铝箔）包装、存储、运输和发运电子元件、模块和设备。
- 只有采取了以下接地措施之一，才允许接触元件、模块和设备：
 - 佩戴防静电腕带
 - 在带有导电地板的防静电区域中穿着防静电鞋或配带防静电接地带
- 电子元件、模块或设备只能放置在导电性的垫板上（带防静电垫板的工作台、导电的防静电泡沫材料、防静电包装袋、防静电运输容器）。

2.3 网络安全信息

西门子为其产品及解决方案提供了工业网络安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业网络安全保护机制。西门子的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或互联网。关于可采取的工业网络安全措施的更多信息，请访问 <https://www.siemens.com/cybersecurity-industry>。

西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。西门子强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅西门子工业网络安全 RSS 源，网址为 <https://www.siemens.com/cert>。

更多信息请访问：

2.4 驱动系统（电气传动系统）的遗留风险

工业安全功能选型手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/108862708/en>)

 **警告**

软件遭受篡改会导致不安全的运行状态

软件遭受篡改（如：病毒、木马、蠕虫等）会使设备处于不安全的运行状态，这可导致死亡、重伤和财产损失。

- 使用最新版本的软件。
- 将自动化和驱动组件纳入设备或机器的先进且全面的工业网络安全保护机制中。
- 全面的工业网络安全保护机制要涵盖所有使用的产品。
- 采取相应的保护措施（如：杀毒软件）防止可移动存储设备中的文件受到恶意软件的破坏。
- 结束调试时，检查所有相关的网络安全设置。

2.4 驱动系统（电气传动系统）的遗留风险

机器或设备制造商在依据相应的本地指令（比如欧盟机械指令）对机器或设备进行风险评估时，必须注意驱动系统的控制组件和驱动组件会产生以下遗留风险：

1. 调试、运行、维护和维修时机器或设备部件意外运行，原因（举例）：
 - 编码器、控制器、执行器和连接系统中出现了硬件故障和/或软件故障
 - 控制器和传动设备的响应时间
 - 运行和/或环境条件不符合规定
 - 凝露/导电杂质
 - 参数设置、编程、布线和安装出错
 - 在电子器件附近使用无线电装置/移动电话
 - 外部影响/损坏
 - X 射线辐射、电离辐射和宇宙辐射
2. 组件内部和外部的异常高温，包括明火，以及由于故障引起的光、噪音、颗粒、气体等的排放，例如：
 - 零件失灵
 - 软件故障
 - 运行和/或环境条件不符合规定
 - 外部影响/损坏
 - 变频器直流中间电路短路或接地故障

3. 危险的接触电压，原因（举例）：
 - 零件失灵
 - 静电充电感应
 - 旋转电机的感应电压
 - 运行和/或环境条件不符合规定
 - 凝露/导电杂质
 - 外部影响/损坏
4. 设备运行中产生的电场、磁场和电磁场可能会损坏近距离的心脏起搏器支架、医疗植入体或其它金属物。
5. 当不按照规定操作以及/或违规处理废弃组件时，会释放破坏环境的物质并且产生辐射。
6. 影响网络绑定和无线通信系统，例如纹波控制发射器或通过网络或移动无线电、WLAN 或蓝牙进行的数据通信
7. 当电机在爆炸危险区域中使用时：
在电机运行期间，一些移动部件（比如：轴承）的磨损可导致电机机座部件出现预期外的高温，从而可能在存在爆炸性环境的区域中引发危险。

其它有关驱动系统组件产生的遗留风险的信息见用户技术文档的相关章节。

2.4 驱动系统（电气传动系统）的遗留风险

说明

3.1 概述

SIMOTICS L-1FN3 自冷式直线电机是一种内置同步电机，具有永磁励磁功能，用于实现直线运动。

电机以组件形式（至少为一个初级部件和一个次级部件）供货并可直接装入机床中。

完整的变频器还需要一个编码器。

串联安装的初级部件使电机功率倍增。

直线行程的长度由相互串联的次级部件的数量决定。

该电机包括 3 种尺寸（总宽度），最多 3 种总长度。

自冷式 1FN3 直线电机的一般特性

- 动态特性高
- 作用力大
- 结构紧凑
- 电机采用模块化设计，可以根据实际技术要求进行配置章节“电机组件和选件 (页 41)”中描述了电机的模块性。
- 通过固定连接的电缆进行电气连接

1FN3 直线电机可以并联运行。相关信息请参见章节“相连电机 (页 143)”。

3.2 功率铭牌数据

功率铭牌上的信息

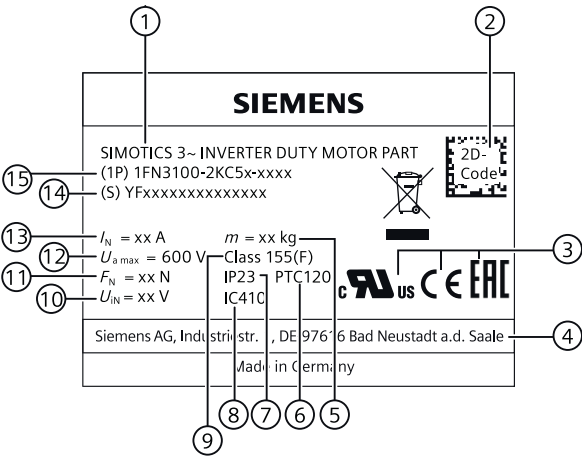


图 3-1 初级部件铭牌示例（示意图）

表格 3-1 初级部件铭牌中的元素

位置	说明
1	电机类型
2	2 维码，包含电机数据
3	认证/一致性
4	制造商
5	质量
6	温度传感器
7	防护等级
8	冷却方式
9	热等级
10	额定速度 v_N 下的感应电压 U_{iN}
11	额定力 F_N
12	允许的最大电机端子电压均方根 $U_{a\ max}$
13	额定电流 I_N

位置	说明
14	序列号
15	订货号

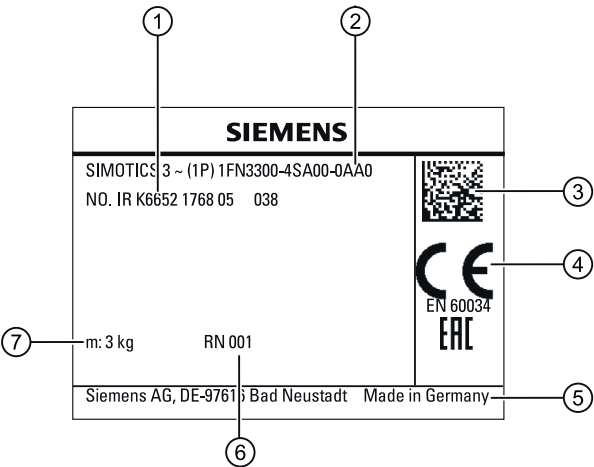


图 3-2 次级部件铭牌示例

表格 3-2 次级部件铭牌中的元素

位置	说明
1	序列号
2	订货号
3	二维码，包含次级部件的数据
4	认证/一致性
5	制造商
6	次级部件版本
7	质量

3.4 技术特性和环境条件

3.3 认证铭牌

3.3.1 带 ID 代码的符合性标牌

电机可能配备一个符合性标牌。



① ID 链接

图 3-3 带 ID 链接的符合性标牌

参见

ID 链接和西门子在线支持 (页 13)

3.4 技术特性和环境条件

3.4.1 指令和标准

本章节介绍了适用于电机以及电机要遵循的标准和指令。

适用标准

说明

本手册中列明的标准均未注明时效。
最新的适用时效期限请见符合性声明。

SIMOTICS S、SIMOTICS M、SIMOTICS L、SIMOTICS T、SIMOTICS A 系列的电机（下文称作“SIMOTICS 系列电机”）满足下列指令和标准的要求：

- EN 60034-1 - 旋转电机 - 测量及运行特性
- EN 60204-1 - 机械安全 - 机械的电气设备 - 一般要求

SIMOTICS 系列电机符合 EN 60034 的以下要求：

特征	标准
防护等级	EN 60034-5
冷却 ¹⁾	EN 60034-6
结构形式	EN 60034-7
接线端子标记	EN 60034-8
噪声排放 ¹⁾	EN 60034-9
温度监控	EN 60034-11
振动强度等级 ¹⁾	EN 60034-14

¹⁾ 标准件不可用，例如内置电机

相关指令

SIMOTICS 系列电机与以下指令相关。

欧洲低压指令



SIMOTICS 系列电机满足低压指令 2014/35/EC 的要求。

欧洲机械指令

SIMOTICS 系列电机不属于机械指令的约束范围。

不过在典型的机械应用中，此系列的产品完全符合该指令对人身健康安全的基本规定。

欧洲 EMC 指令

SIMOTICS 系列电机不属于 EMC 指令的约束范围。该产品不属于该指令中定义的“设备”。当电机装入机械并在变频器上运行时，电机和电力传动系统（Power Drive System）构成的整体必须符合相关 EMC 指令的要求。

欧洲 RoHS 指令

SIMOTICS 系列电机符合指令 2011/65/EU，其用于限制特定危险物质的使用。

关于电气电子废旧设备回收利用的欧洲指令

在电气电子废旧设备的回收利用方面，SIMOTICS 系列电机符合 2012/19/EC 指令。

关于电机环保设计要求的欧盟指令 2005/32/EC

SIMOTICS 系列电机不属于欧盟法规 EC 640/2009 的约束范围，无需执行上述指令。

关于电机和调速装置的生态设计要求的欧盟指令 2009/125/EC

SIMOTICS 系列电机不属于欧盟法规 EU 2019/1781 的约束范围，无需执行上述指令。

3.4 技术特性和环境条件



海关联盟认证

SIMOTICS 系列电机满足俄罗斯/白俄罗斯/哈萨克斯坦海关联盟 (EAC) 的要求。



中国强制性产品认证

SIMOTICS 系列电机不属于中国强制性产品认证 (CCC) 的约束范围。

CCC 豁免证书 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/93013317>)

UL 认证



SIMOTICS 系列电机是电机应用中的组件，通常满足 UL 和 cUL 的要求并获得了相应的列名认证。

为特殊用途而研发的电机和功能除外。请务必注意供货内容以及铭牌上的 UL 或 cUL 认证标识。

质量体系

西门子达到 ISO 9001 和 ISO 14001 质量管理体系的要求。

SIMOTICS 系列电机产品证书可通过以下链接下载：

SIMOTICS 电机的证书 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ps/13347/cert>)

中国 RoHS 认证

SIMOTICS 系列电机满足中国 RoHS 的要求。

更多信息请访问：

中国 RoHS (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/de/view/109738670/en>)



UKCA - United Kingdom Conformity Assessed (英国符合性评定)

SIMOTICS 系列电机符合英格兰、威尔士和苏格兰的合规性要求。

3.4.2 强磁场引起的危险

产生磁场

在包含永磁体的电机组件上会形成强磁场。在未通电的状态下，电机的强磁场只能通过包含永磁体的组件的磁场形成。运行时还能额外形成电磁场。

组件包含永磁体

本手册介绍的直线电机的次级部件中包含永磁体。

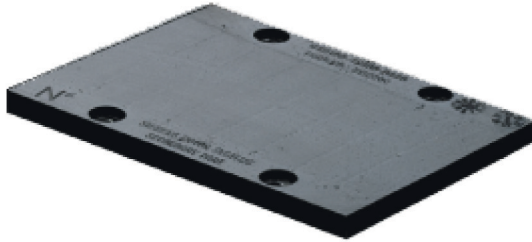


图 3-4 带有永磁体的次级部件

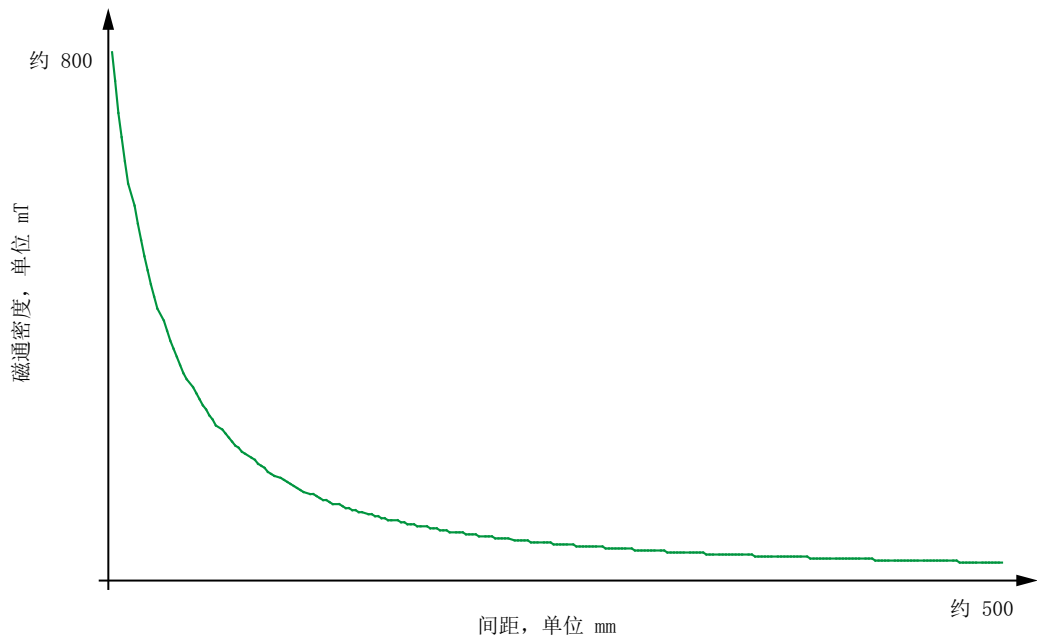


图 3-5 示意图：次级部件的静磁场随距离变化

强磁场会导致人员伤亡



警告

永磁体引起的生命危险

电机的永磁体即使在断电状态下也会对紧邻电机的、佩戴人体辅助设备的人员带来危险。人体辅助设备有：心脏起搏器、胰岛素泵。

- 确保相关人员距离永磁体至少 500 mm（静态磁场为 0.5 mT 时的释放阈值，符合 2013/35/EC 指令）。

3.4 技术特性和环境条件

在联邦德国，考虑到强磁场对人体的不良影响，请务必德国法定意外保险协会规定 DGUV 103-013“电磁场”！该规定列出了在工作岗位上应满足的要求。在其他国家则要遵守本国、本地区的相应规定和要求！

在磁场环境中必须注意德国法定意外保险协会规定 DGUV 103-013。



 小心

次级部件的使用

次级部件具有永磁场。如果与次级部件有直接的身体接触，静态磁通量不允许超过 2 T。

- 请遵循规定 DGUV 103-013，§ 14 “具有高静态磁场的设备”。



 警告

电击危险

初级部件相对于次级部件磁板的每一次运动（以及相反运动）都会导致初级部件电缆接口上产生感应电压。接触电缆接头时可能会被电击。

- 不要接触电缆接头。
- 正确连接电机的电缆接头或按规定进行绝缘。




警告

次级部件永磁体导致的挤压危险

磁性次级部件的吸力作用于磁性材料。次级部件感应区的吸力逐渐增强。距离 150 mm 时的释放阈值为 3 mT（2013/35/EU 指令），针对吸力和弹射作用导致的受伤风险。次级部件和磁性材料可能无意间猛烈地相互吸合。同样，两个次级部件可能无意间猛烈地相互碰撞。如果站在次级部件感应区内，则存在较大的挤压危险。

次级部件感应区内的吸力可能高达几 kN。- 示例：磁场吸力的大小相当于好几个 100 kg 的重物夹住某个身体部位。

- 请不要低估磁场吸力的强度并小心作业。
- 佩戴手套。
- 至少两人一起作业。
- 在安装前才能去除次级部件的包装。
- 千万不要同时拆除多个次级部件的包装。
- 千万不要在未固定的情况下直接并排放置次级部件。
- 不要在磁性表面上放置金属，反之亦然。
- 原则上，请不要把可磁化材料制成的物品（如手表、钢制或铁制工具）和/或永磁铁携带到次级部件感应区中！如果不可避免必须使用磁性工具，请双手抓紧该工具。缓慢地将工具靠近次级部件。
- 立即安装已去除包装的次级部件。
- 我们建议在安装和拆卸次级部件时使用具有磁性自保持功能的保护垫。
- 不要同时拆卸多个次级部件。
- 拆卸后的次级部件应立即装入原始包装。
- 请遵循规定的安装步骤。
- 防止直接驱动意外运行。
- 准备好以下辅助工具来释放被夹住的身体部位（手、指头、脚或其他）：
 - 一把由坚固的、非磁化材料制成的锤子（约 3 公斤）
 - 两把由坚固的、非磁化材料（比如硬木）制成的楔子（楔角约为 10° - 15°，最低高度 50 mm）

发生永磁体事故时的紧急措施

- 保持冷静！
- 如果机器带电，按下急停键，必要时关闭主开关。
- 实施急救。必要时，请求后续救援。
- 将紧紧吸合在一起的部件分开，以便被夹住的身体部位（手、手指、脚等）从中脱离：
 - 为此，用无磁性的锤子将无磁性的楔子打入间隙中。
 - 抽出被夹住的身体部位。
- 必要时请求救援服务或联系急救医生。

3.4 技术特性和环境条件

强磁场引起的财产损失

注意

强磁场引起的数据丢失

如果您位于次级部件的感应区内（< 150 mm），您所携带的磁性或电子数据载体以及电子设备可能会被损坏。例如：信用卡、USB、磁盘、手表等都有损坏危险。

- 在进入次级部件的感应区时，请勿携带任何磁性或电子数据载体以及电子设备！

3.4.3 技术特性

表格 3-3 自冷式直线电机 1FN3 的标准版

技术特性	规格
电机类型	永磁同步直线电机
结构型式	单一组件
防护方式符合 DIN EN 60034-5	- 初级部件：IP23 - 安装的电机：防护等级取决于机器规格且必须由机器制造商确定；最低要求：IP23
冷却方式	通过冷却翅片和初级部件与机床的接触面进行自冷却
电机过热保护	初级部件中的温度传感器 1 个响应阈值为 +120 °C 的 PTC 热敏电阻（符合 DIN 44081/44082） 评估 - 根据 SINAMICS S120 产品手册，通过 - Sensor Module SME120/SME125 或 - TM120
2. 铭牌	单独包装
次级部件的铭牌	单独包装
根据 EN 60034-1，电机绕组的绝缘等级	热等级：Class 155 (F)
根据 EN 60034-18-41，冲击电压绝缘等级	IVIC:C

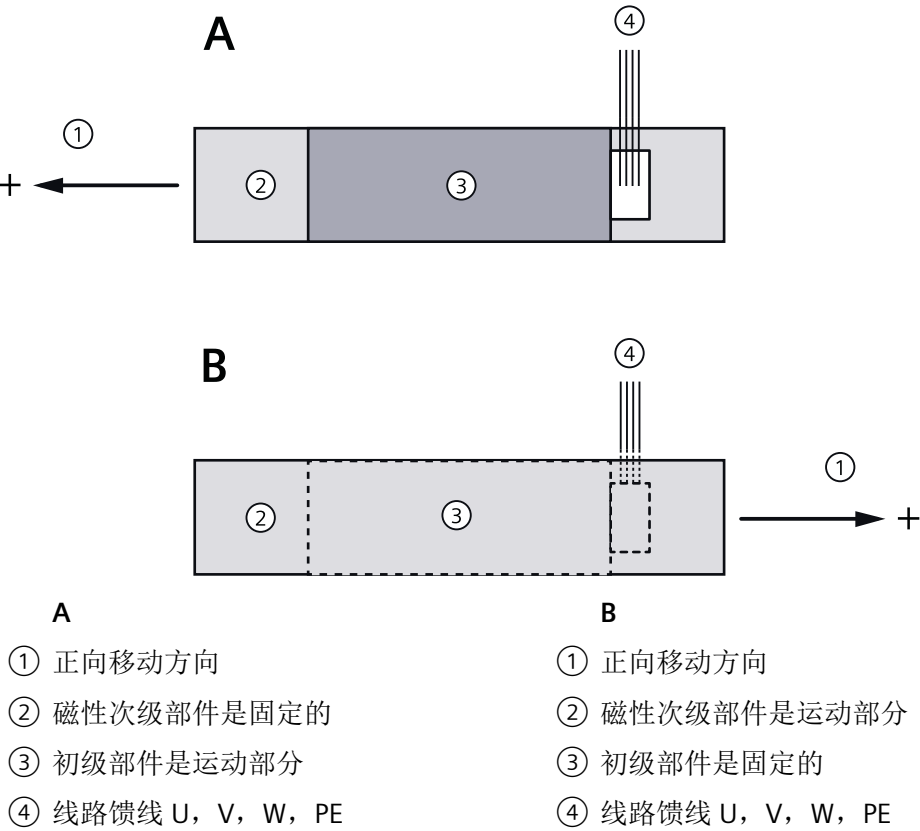
技术特性	规格
磁性材料	稀土材料
电气连接	1FN3050 ... 1FN3150 - 固定连接的功率线为单芯电缆，两端芯线端外露 - 固定连接信号线，芯线端外露
编码器系统	- 不在供货范围内 - 根据应用和变频器特定的边界条件进行选择

3.4.4 电机的运动方向

确定运动方向

初级部件和次级部件向正方向运动的前提条件是：

- 初级部件电源连接的线路馈线是以相序 U V W 连接的
- 初级部件由右旋磁场的三相电流系统供电



3.4 技术特性和环境条件

3.4.5 环境条件

对于在气候防护场所固定使用的设备，可以根据标准 DIN IEC 60721-3-3 对环境条件进行分级。在该标准中，环境影响因素及其限值是按等级确定的。

本电机符合气候等级 3K3，除了环境影响因素“低气温”和“低气压”外。

表格 3-4 符合气候等级 3K3 的环境条件

环境影响因素		单位	值
a)	低气温	°C	- 5
b)	高气温	°C	+ 40
c)	低相对空气湿度	%	5
d)	高相对空气湿度	%	85
e)	低绝对空气湿度	g/m ³	1
f)	高绝对空气湿度	g/m ³	25
g)	温度变化速度 ¹⁾	°C/min	0.5
h)	低气压 ⁴⁾	kPa	78.4
i)	高气压 ²⁾	kPa	106
j)	太阳照射	W/m ²	700
k)	热辐射	-	-
l)	空气运动 ³⁾	m/s	1.0
m)	凝露	-	不允许
n)	风力沉积物 (雨水、雪、冰雹等)	-	-
o)	水 (不包括雨水)	-	参见防护等级
p)	结冰	-	-

- ¹⁾ 每隔 5 分钟测量一次
- ²⁾ 不考虑矿井中的条件。
- ³⁾ 未预见的空气运动可能会影响基于自然对流的冷却系统。
- ⁴⁾ 78.4 kPa 的限值可覆盖 2000 米内高度位置的应用。

电机还符合标准 DIN IEC 60721-3-3 针对气候防护场所固定使用的设备规定的以下环境条件：

机械活性环境条件	3S1 级
机械环境条件	3M3 级

说明

安装说明

这些电机不适于

- 含盐空气或腐蚀性空气中运行
- 户外运行

有关环境条件（如环境温度）或电机的运输和存放条件的附加说明请参考本文档中的相关章节。

3.4.6 防护等级

注意
异物导致的电机损坏 有异物进入电机四周时，可导致电机功能故障和电机磨损。 • 确保电机四周没有异物进入。

初级部件

根据 EN 60529 和 EN 60034-5，初级部件满足 IP 防护等级 IP23 的要求。

次级部件

次级部件采取了特殊的结构设计，可最大程度地防止腐蚀。确保空隙中无碎屑或其他异物。配备合适的盖板。在距离次级部件表面 150 毫米以外，铁磁性颗粒通常很难被吸引。

避免使用尖锐的工具或腐蚀性材料（例如：酸）。

3.5 降容系数

内装式电机

安装前电机安装空间内的机械异物（尤其是铁磁性物质）的防护措施越完善，电机的使用寿命也就越长。电机空间必须保持无碎屑、无其他异物状态。

根据机器设计得出符合 EN 60529 和 EN 60034-5 的内装式电机的防护等级，最低必须为 IP23。

3.5 降容系数

安装高度在海平面 2000 m 以上时，根据表“用于降低最大直流母线电压的系数”（EN 60664-1 表 A.2 中的倒数值）来降低电机的电压响应。

表格 3-5 用于降低最大直流母线电压的系数

安装高度（海平面以上，单位 m）	系数
2000	1
3000	0.877
4000	0.775
5000	0.656
6000	0.588
7000	0.513
8000	0.444

降低直流母线电压的同时也会降低变频器输出电压。如此一来，F-v 函数图中的工作区域便会缩小。

F-v 函数图参见相关数据页。

由于耐压强度低且散热差，因此不允许在真空环境下运行。

电机组件和选件

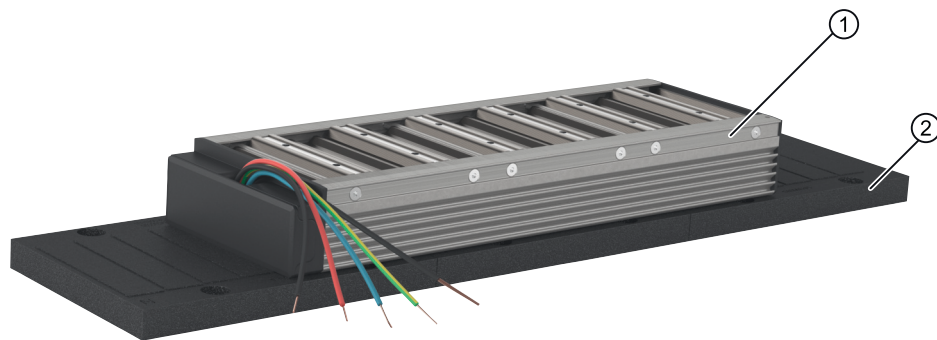
4.1 电机组件

4.1.1 电机结构

电机组件

1FN3 系列电机由以下组件构成：

- 初级部件：
 - 直线电机的基本组件
 - 包含 3 相交流绕组
- 次级部件：
 - 依次排列，构成电机的运行部件
 - 由永磁体和钢制底座组成
 - 浇铸而成，可最大程度地防止腐蚀和外部影响



- ① 初级部件
- ② 次级部件

4.1 电机组件

4.1.2 温度监控和电机热保护

4.1.2.1 温度监视电路 Temp-S

初级部件配备了以下描述的 Temp-S 温度监视电路。

Temp-S 在电机绕组发生热过载时激活电机热保护。前提条件是 Temp-S 已按规定连接并已分析。发生热过载时，驱动系统必须断开电机电源。

由传感器模块 SME12x 或端子模块 TM120 对温度传感器信号进行评估。

从技术支持处获取调试信息。联系方式参见引言部分。

Temp-S

所有初级部件配备了以下温度监控回路，以防止电机绕组热过载：

- 每个相位（U、V 和 W）的绕组 1 个 PTC 120 °C 温度传感器，响应阈值为 120°C

该温度监控回路的三个 PTC 温度传感器（热敏电阻温度传感器）按顺序连接为三个一组的 PTC。

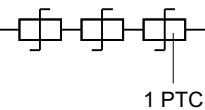


图 4-1 三个一组的 PTC

说明

关断时间

当 Temp-S 发出响应且在此期间内未能低于其响应阈值时，驱动系统必须在 2 秒内切断电机电流。如此可以避免电机绕组非正常升温。

注意**超温导致的电机损坏**

如果电机绕组超温，电机会被损坏。

- 连接 Temp-S。
- 分析 Temp-S。
- 确保未超出关断时间。

说明**无带 Temp-S 的温度监控**

PTC 温度传感器（热敏电阻温度传感器）由于其非直线特性曲线原因而不适合用来计算瞬时温度。

没有直接的温度监视回路连接！

**警告****如果温度监视电路连接不正确则存在触电危险**

出现故障时，Temp-S 和 Temp-F 的电路无法与电源电路进行安全电气隔离。

- 可使用 TM120 或 SME12x 来连接 Temp-S 温度监视电路。为此需要满足符合 DIN EN 61800-5-1（之前为符合 DIN EN 50178 的安全电气隔离）安全隔离的规定。

4.1.2.2 温度传感器的技术特性

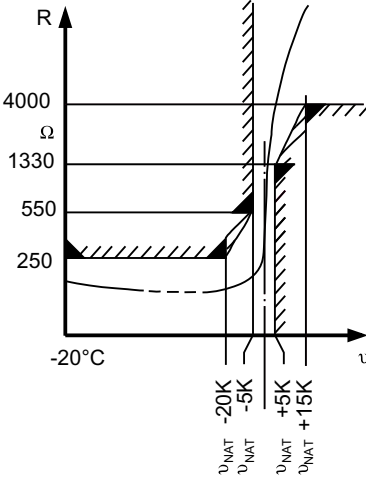
PTC 温度传感器的技术特性

每个 PTC 温度传感器都具有“准接通”特性。响应阈值范围（额定响应温度 ϑ_{NAT} ）内的电阻突然提高。

PTC 温度传感器的热容较低，并且与电机绕组之间的热接触良好。如此一来，温度传感器和系统才能对电机绕组上的异常高温进行快速响应。

4.1 电机组件

表格 4-1 PTC 温度传感器的技术数据

名称	说明
型号	三个一组的 PTC （符合标准 DIN 44082） 单个 PTC 温度传感器（符合标准 DIN 44081）
响应阈值 （额定响应温度 ϑ_{NAT} ）	$120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ K}$
三个一组的 PTC 上的冷态阻值 R (20 °C)	参见特性曲线 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} < T < \vartheta_{\text{NAT}} - 20\text{ K}$ $R \leq 3 \times 250\text{ }\Omega$ $R \leq 750\text{ }\Omega$
三个一组的 PTC 和单个 PTC 温度传感器上的最小热态阻值 R	参见特性曲线 $T \leq \vartheta_{\text{NAT}} - 5\text{ K}$ 时 $R \leq 3 \times 550\text{ }\Omega$ $R \leq 1650\text{ }\Omega$ $T > \vartheta_{\text{NAT}} + 5\text{ K}$ 时 $R \geq 3 \times 1330\text{ }\Omega$ $R \geq 3990\text{ }\Omega$ $T > \vartheta_{\text{NAT}} + 15\text{ K}$ 时 $R \geq 3 \times 4000\text{ }\Omega$ $R \geq 12000\text{ }\Omega$
PTC 温度传感器（符合标准 DIN 44081） 的典型特性曲线 R(ϑ)	

4.1.3 编码器

说明

西门子提供的“应用与机电一体化支持 Direct Motors”服务

当您需要与下列主题相关的机电一体化支持时，请咨询西门子销售人员：

- 机器的机械结构
- 需要使用的闭环控制技术
- 编码器的分辨率和测量精度
- 编码器与机器部件的最佳整合

西门子可提供测量分析报告和计算分析报告，为机器设计、机械结构设计和改进提供支持。更多相关信息可从西门子联系人处获取。“技术支持”的网页链接请参见“前言”部分。可从应用与机电一体化支持 Direct Motors (<mailto:motor.support.motioncontrol@siemens.com>) 获得关于“应用”和“机械电子集成装置”主题的支持信息。

编码器系统

在下文中，编码器系统代表定位测量系统、位置编码器、Encoder 等

编码器系统的功能各不相同：

- 速度实际值编码器用于速度控制
- 位置编码器用于位置控制
- 磁极位置编码器（换向）

编码器系统不包含在供货范围内。由于编码器的应用情况太广泛，所以没有提供一张全面的适用编码器列表。特定的编码器类型可能最佳适用于一种应用，同时在很大程度上又不适用于另一种应用。

优选的编码器为带 DRIVE-CLiQ、EnDat 接口的绝对位置编码器或带 1 V_{pp} 信号的增量位置编码器。

对编码器的要求

大体依据下列应用特定和变频器特定的边界条件来选择编码器：

- 需要的最大速度
- 需要的速度精度
- 需要的定位精度和分辨率
- 预计的污染

4.1 电机组件

- 预计的电气/磁性干扰
- 需要的耐用性
- 电气编码器接口

请遵循所使用的驱动系统的资料和编码器制造商的资料。

市售的编码器系统使用不同的采样原理（磁性、感应、光学等）。

就此而言，高分辨率的光学或磁性系统必须在实物量具上具有最大 0.04 mm 的线距（或栅格分度）。

非高分辨率的（例如感应或磁性）系统可采用具有大幅提升的耐用性以及对污染的不敏感性。基于在实物量具上的处于例如 1 mm 范围内的线距，这些系统实现的测量精度足以应对许多应用的定位精度需求。

编码器系统部分地进行测量信号的内部插补。但在驱动系统上运行时，由于测量信号在 SINAMICS 传感器模块中的高精度内部插补，需要避免上述情形。

但根据机器的与弹性及固有振动特性相关的机械结构，可依据速度和实物量具的栅格分度发生振动激发和噪音形成。

借助高分辨率的光学测量系统，与其他方法相比通常能够实现最佳的动态特性、最高的控制品质、高抗扰度、高精度、低噪音，并且避免振动激发。

前提条件是：

- 整个系统的含电机和编码器附装在内的机械构造能够支持上述特性
- 机器构造的刚度非常高，以避免低频机械固有振动

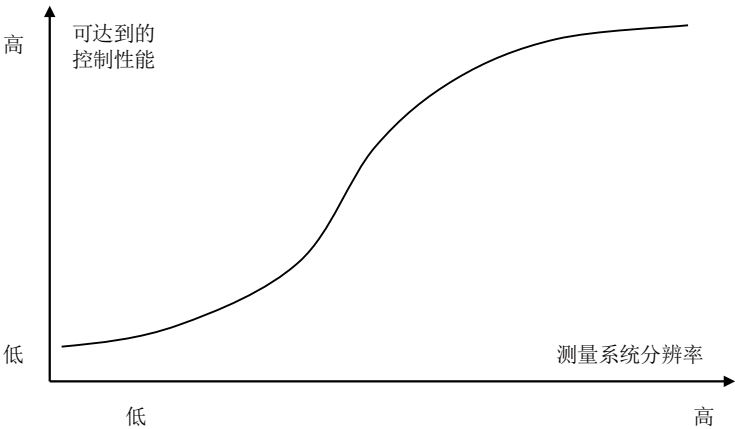


图 4-2 性能-分辨率图表

说明

西门子不承担第三方产品的保修责任。

** 警告****换向错误导致电机运动不受控**

换向错误可能会导致电机运动不受控制。

- 只有受过培训才能进行与更换编码器相关的工作。
- 更换编码器时要注意正确的换向设置。

说明**机械边界条件**

要注意编码器以及控制组件所允许的速度和允许的极限频率。编码器的选型、安装和校准请参照制造商的相应资料！

编码器的机械整合

编码器的机械整合由多个影响因素决定，例如：

- 编码器制造商所指定的要求（安装规定、环境条件）
- 电机控制（换向）需要电机与编码器之间的精度足够高且无间隙的连接
- 为精准完成速度和位置闭环控制，编码器的机械设计必须非常紧凑，且抗振动。
- 在将编码器用作用于实现机器精度的位置测量系统时，需要以过程为取向来连接编码器。

除了恰当地选择编码器以外，机床轴的性能主要也取决于在机械结构中的整合。

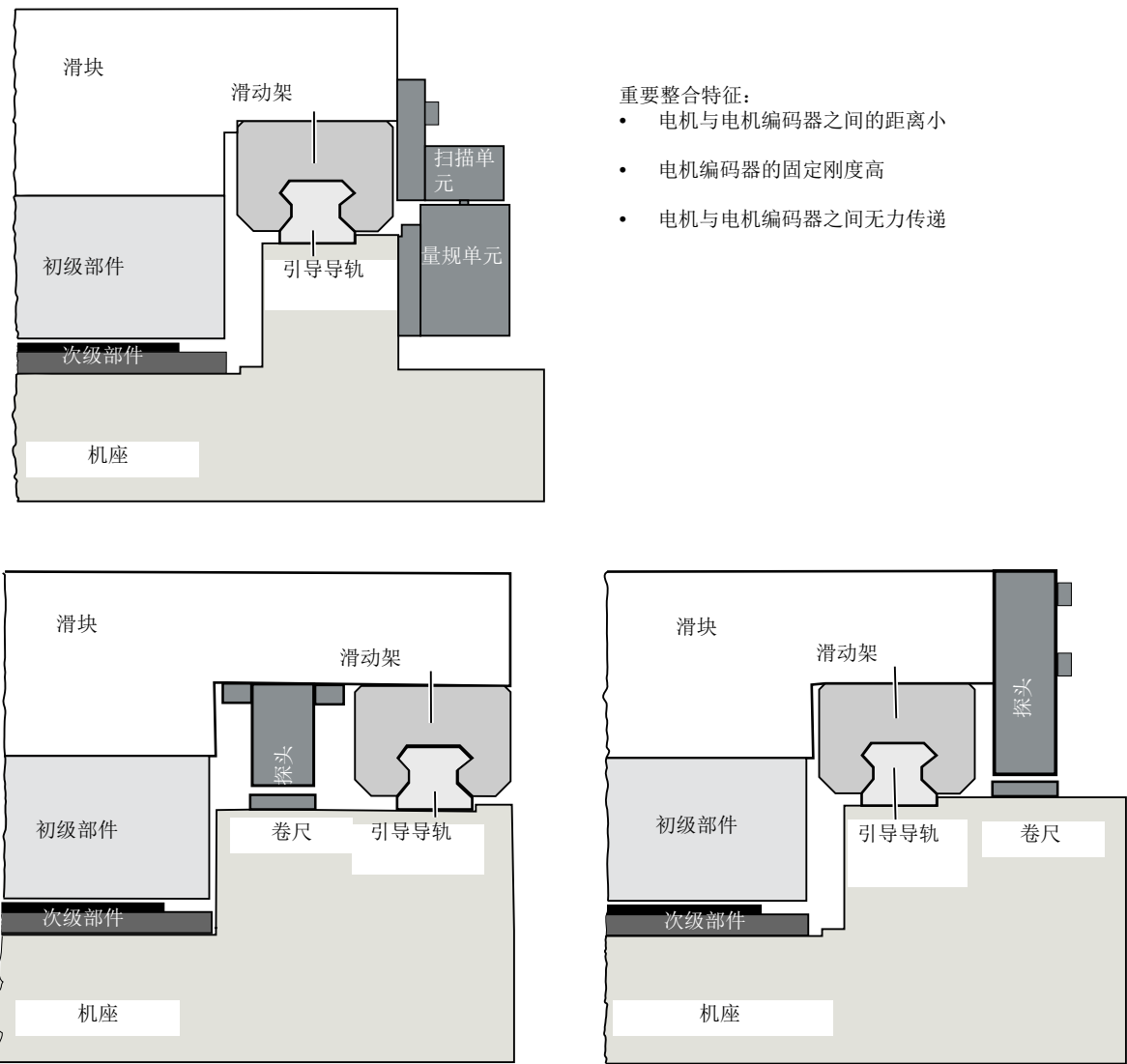
因此不能采用适用于所有编码器类型和轴方案的、笼统的编码器整合建议。

西门子提供“机电一体化支持”服务，用于确保电机和编码器最佳整合至机械设计中（参见产品样本）。更多相关信息请咨询西门子联系人。“技术支持”的网络链接参见章节“引言”。

在以下示例中示范性地展示三种编码器整合方案。

4.1 电机组件

编码器的有利布局的示意性示例（示例）



4.1.4 制动方案

 **警告**

运行故障下的不受控运动

运行故障可能会导致驱动的不受控运动。

- 请采取措施，以在故障情形下将机器滑块的最大动能制动。

可能的运行故障

运行故障可能出现在以下情况中：

- 电网故障
- 编码器故障，编码器监控响应
- 上级控制系统故障(如 NCU) 故障、总线故障
- 控制单元故障
- 驱动故障
- NC 中的故障

制动和急停方案

制动系统的方案设计和计算取决于最大动能，即滑块的最大质量和最大速度。因此只可针对具体机器进行计算。

为了在出现故障时实现对滑块的安全制动，在运行路径的末端必须设置规格足够大的缓冲器和减震器。如果轴上有多个滑块，则必须在各滑块间也装入缓冲器和减震器。

为了降低滑块的动能，在其撞上缓冲器前，可采取以下附加措施（组合采用亦可）：

1. 通过直流母线中的电能进行电制动：
请注意所用驱动系统的相应参考资料！
2. 通过初级部件短路进行电制动（与电枢短路一致）：
还要注意所用驱动系统的资料！
缺点：制动力取决于速度（参见“技术数据和特性曲线”章节中的短路制动特性曲线）。短路制动不适用于滑块的完全制动。
通过初级部件短路进行电制动时可能会有非常大的电流，因此需要使用特殊的接触器。- 必须注意驱动系统的使能时间。
3. 通过制动元件机械制动：
必须设定尽可能高的制动性，使得最大动能的滑块可以完全制动。
缺点：制动系统相对较长的响应时间会导致未制动运动行程过长。

推荐同时使用全部三种措施。在措施 (1) 失效时，措施 (2) 和 (3) 在这种情况下作为额外的保险措施：初级部件短接主要用于高速度运行时，速度较低时使用机械制动。

制动元件的制造商推荐参见附录。

使用抱闸制动

当驱动停止向电机供电后，电机可能会在齿槽力的作用下进入最佳磁化位置。此时已经静止的驱动可能会意外运行，在两个方向上最多可能会运行半个磁极距离。为了避免损坏工件和/或刀具等物品，建议使用抱闸制动。

4.2 选项

在没有重力平衡的倾斜驱动或垂直驱动中由于会出现错误的自行制动，所以设置了一个抱闸制动器，它可以在任意位置使驱动停机并切断电源。

如果出现以下情况，则需要使用抱闸制动：

- 轴承摩擦不能平衡或无法超过制动力，因此出现了不可预见的动作
- 无法预见的驱动运行可能造成损失（比如：质量大的电机所产生的动能也更大）
- 必须在任意位置上使重力负载驱动停机并切断电源

4.2 选项

1FN3 自冷式产品系列的电机可提供以下选件：

次级部件盖板：

- 为次级部件提供机械保护
- 由可磁化的特种不锈钢制成（厚度 $d = 0.4$ 毫米）
- 盖在次级部件上
- 在磨损后无需辅助工具可直接更换
- 可作为连续整段式盖板或作为指定长度的分段式盖板

带有插入式联轴器/套管接头的冷却型材：

- 次级部件冷却器的组成部分
- 铝制型材导轨，带整条冷却槽
- 安装在次级部件下方，满足高加工精度要求

次级部件端盖：

- 次级部件冷却器的组成部分
- 用来压住次级部件的连续盖板
- 有不同型号供货

保护垫，含接地功能

- 用于 1FN3 次级部件的附件，例如可用于组装和拆卸

次级部件端头

次级部件端头是用于固定次级部件的连续整段式盖板。

取决于固定整段式盖板的方式，次级部件端头有两种型号，如下图所示：

- 配槽楔和螺钉的次级部件端头
- 用于夹持的次级部件端头

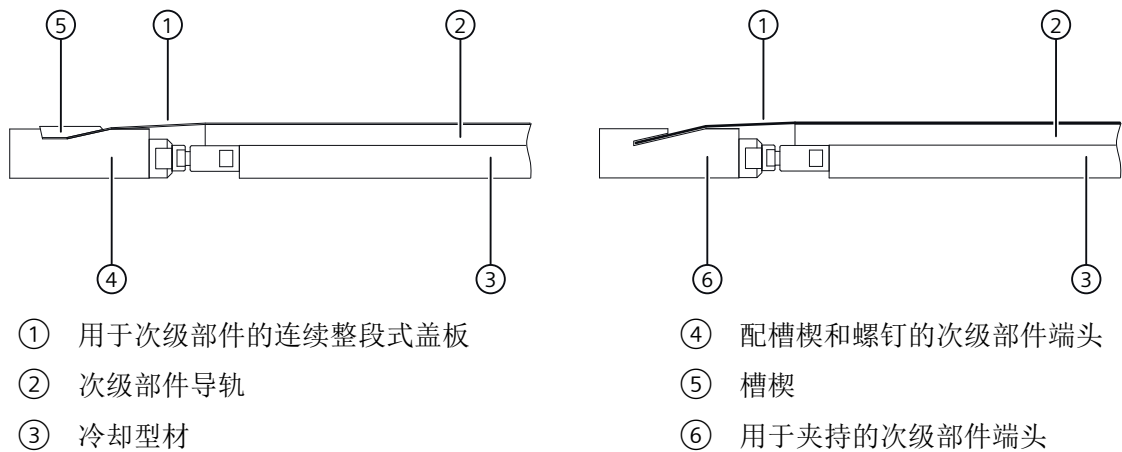


图 4-3 次级部件端头版本（侧视图）

此外，由于次级部件端头采用统一的连接方式，让冷却液的连接更为简便。分流型端盖或导流型端盖将循环冷却回路固定在次级部件导轨的开端和末端处

电机通常可使用分流型端盖。适用于所有结构尺寸的分流型端盖。规格为 1FN3050 ... 150 时，也可以选择使用组合式适配器/组合式端头或者盖板接头。

4.2 选项

变体概述

次级部件端头有以下类型：

- 分流型端盖：
 - 可普遍使用的次级部件端盖
 - 适用于所有结构尺寸
 - 将次级部件的连续段式盖板固定在次级部件导轨的开端和末端处
 - 在次级部件导轨的起始处进行冷却液的连接和平行分流：
规格为 1FN3050 ... 150 时有 2 个冷却型材
 - 实现了冷却液的共同导入和在次级部件导轨末端处导出。
- 混合适配器 / 混合端头：
 - 适用于规格 1FN3050 ... 1FN3150
 - 将次级部件的连续段式盖板固定在次级部件导轨的开端和末端处
 - 实现了冷却液连接和冷却液转向：在混合适配器上有冷却液流出和回流的接口。在次级部件磁板另一端上的导流端盖使冷却剂转向。
- 盖板固定型端盖：
 - 适用于规格 1FN3050 ... 1FN3150
 - 将次级部件的连续段式盖板固定在次级部件导轨的开端和末端处

4.2.1 保护垫，含接地功能 1FN3 自冷

带磁性自保持功能功能的保护垫

带磁性自保持功能功能的保护垫

- 可对次级部件的装安装或拆卸提供支持。
- 它是一个由金属板加固的泡沫垫，可以放在次级部件上。
- 可减少永磁体磁场的吸引力，从而减少了处理次级部件时受伤的风险。
- 可通过订货号订货号 1FN3xxx-4RS00-0AB0 订购，每包数量为 4 件。
- 目前可提供规格为 1FN3150 的产品。保护垫的长度与次级部件的长度相对应。

项目组态

说明

西门子提供的“应用与机电一体化支持 Direct Motors”服务

当您需要与下列主题相关的机电一体化支持时，请咨询西门子销售人员：

- 机器的机械结构
- 需要使用的闭环控制技术
- 编码器的分辨率和测量精度
- 编码器与机器部件的最佳整合

西门子可提供测量分析报告和计算分析报告，为机器设计、机械结构设计和改进提供支持。更多相关信息可从西门子联系人处获取。“技术支持”的网页链接请参见“前言”部分。可从应用与机械电子集成装置支持直接电机 (<mailto:motor.support.motioncontrol@siemens.com>) 获得关于“应用”和“机械电子集成装置”主题的支持信息。

5.1 用于项目组态的软件

5.1.1 配置工具 TST（TIA 选型工具）

概述

配置工具 TIA 选型工具(TST)可协助您选择执行驱动任务所需的硬件组件和固件组件。

TST 支持以下选型步骤：

- 电源供电设计
- 电机和变速箱的设计，包括机械传动件的计算
- 驱动组件的设计
- 所需配件的组合装配
- 电源侧和电机侧功率选件的选择

5.1 用于项目组态的软件

选型设计的结果是：

- 必要组件的清单（在 Excel 中导出）
- 系统的技术参数
- 特性曲线
- 电源反作用的说明
- 驱动和控制系统组件的结构信息
- 已选型驱动系统的能量观察

其他信息和下载方法请访问以下网址 TST (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109767888>)。

5.1.2 驱动调试软件 SINAMICS Startdrive

简介

调试工具 SINAMICS Startdrive 可用于驱动的

- 调试
- 优化
- 诊断

其他信息和下载方法请访问以下网址 SINAMICS Startdrive (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109794362>)。

表格 5-1 调试工具 SINAMICS Startdrive 的订货号

调试工具	DVD 的订货号
SINAMICS Startdrive V17 德语，英语，法语，意大利语，西班牙语， 简体中文	Startdrive Basic V17:6SL3072-4HA02-0XA0 Startdrive Advanced V17:6SL3072-4HA02-0XA5 Startdrive Advanced V17 Upgrade:6SL3072-4HA02-0XE5 软件更新服务 (SUS)，用于 Startdrive Advanced:6SL3072-4AA02-0XL8

5.2 项目组态流程

前提条件

合适的直线电机的选定取决于以下因素

- 应用所需的峰值力、负载循环的有效力和静态力
- 所需的速度和加速度
- 可供使用的安装空间
- 所需且可采用的驱动排列（例如单驱动、平行或双梳式布局）

过程

通常选择电机是一个不断反复的过程，因为在高动态的直接驱动上，各个电机类型的固有质量会影响到所需的力。下图为此过程的流程图。

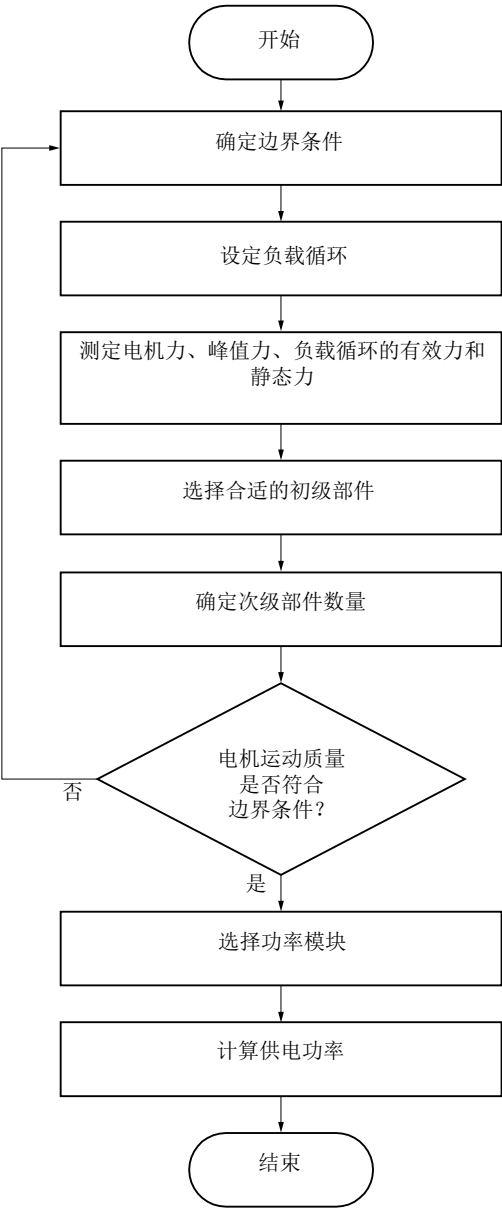


图 5-1 驱动选型流程图

5.2.1 机械边界条件

引言

影响电机选择的边界条件包括

- 运动质量（含电机质量）
- 重力影响
- 摩擦
- 加工力
- 运行长度
- 驱动配置

运动质量

所有设备部件、牵引链装置、盖板、辅助设备等，一切电机需要移动的质量都必须计入运动质量中。此外还须包括运动的电机组件自身的质量。因为此项一开始并不明确（需要先选择电机），所以先采用大致适用的电机型号的质量估算。若假定的质量在随后的计算过程中被确定为错误，则接下来需要重复电机选择步骤。

与有机械降档的旋转驱动不同，采用直接驱动时，所有负载质量会不经削减地转化为加速度性能。

重力

所有质量都受到地心引力的作用。因此电机必须对作用于运动质量的重力分量 F_g 进行平衡。此分量 F_g 取决于运动质量 m , 轴相对于地平面的安装位置（角度 α ）以及可能采用的配重。下图显示了斜向安装时电机上基于重力的力关系。 $F_{\perp}$ 是垂直于斜向轴生效的重力分量。

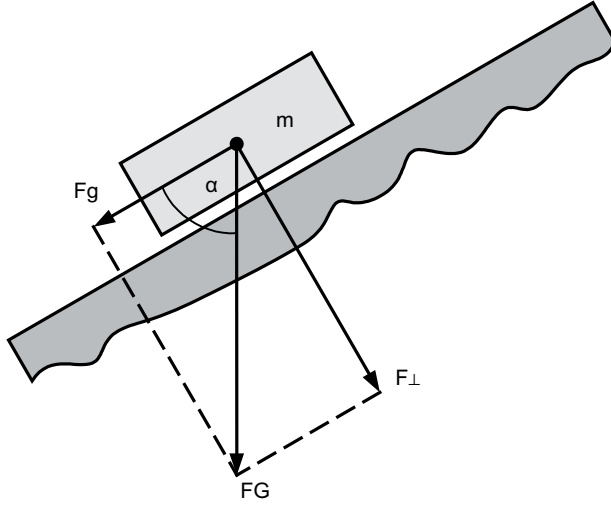


图 5-2 斜向安装时电机上的力关系

根据上图显示的力关系，需要由电机平衡的重力分量的计算方式如下：

$$F_g = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

其中 g 为重力加速度。

使用配重时请注意，平衡并不一定要达到 100 %，且其与摩擦及惯性质量相关联。

摩擦

滑动架和导轨之间会产生阻碍直线电机运动的摩擦。相应的力 F_r 的方向与滑块运动方向相反。

摩擦力 F_r 主要由恒定分量 F_{rc} 和随速度 v 成比例变化的分量 F_{rv} 组成：

$$F_r = F_{rc} + F_{rv}$$

这两个分量均取决于所使用的直线导轨的类型及其负载。根据机械构造形式，负载主要包括因重力作用产生的力（上图中的 $F_{\perp}$ ），电机组件之间的磁吸引力 F_{magn} ，以及各引导单元间的夹紧力 F_{spann} 。这些力共同作用，从而产生垂直于轴的力 F_n ：

$$F_n = F_{\perp} + F_{magn} + F_{spann}$$

若设置 $F_{rc} = \mu_{rc} \cdot F_n$ 和 $F_{rv} = \mu_{rv} \cdot v \cdot F_n$ ，则为摩擦力得出

$$F_r = \mu_{rc} \cdot F_n + \mu_{rv} \cdot v \cdot F_n$$

在直线电机速度较高时，摩擦力可达到非常高的值。计算摩擦力时，请注意直线导轨制造商的说明！

下图显示了电机速度特性曲线和相应摩擦力的简化示例。

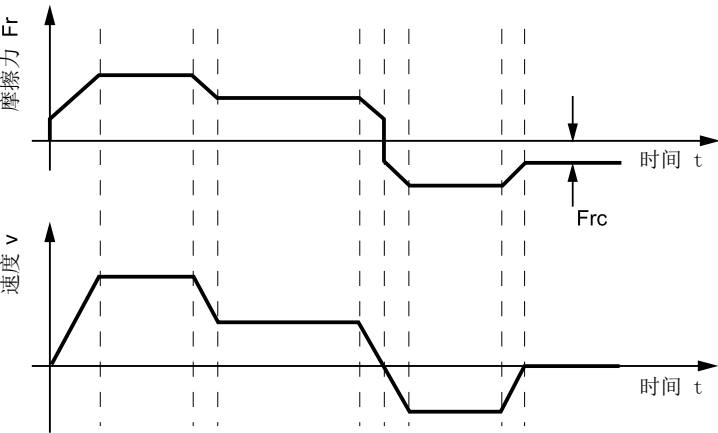


图 5-3 摩擦力示例

5.2.2 负载循环的设定

持续运行 S1

在连续工作制 S1 中，电机在恒定负载下运行，其运行时间足以达到热稳定。
在采用连续工作制的电机选型中，额定数据是选型依据。

注意
电机过载 如果负载过高，电机可能会关闭，如果温度传感器无法进行正确评估，电机可能会损坏。 • 确保负载不得超过数据表中 I_N 的值。 • 确保温度传感器已正确连接且正确分析。

短时工作制 S2

在短时工作制 S2 中，电机在恒定负载下按给定的时间运行，该时间不足以达到热稳定随之即断能停转足够时间，使电机再度完全冷却。

注意
电机过载 过高的负载可能会导致电机关闭，温度传感器分析不正确时可能会损坏电机。 • 确保负载不得超过数据表中所给定的值 I_{MAX}。 • 确保温度传感器已正确连接且正确分析。

电机只能在有限时间 $t < t_{MAX}$ 内以电流 $I_N < I_M \leq I_{MAX}$ 运行。时间 t_{MAX} 可以由对数公式计算得出：

$$t_{MAX} = t_{TH} \cdot \ln \left(\frac{v}{v-1} \right)$$

其中， $v = (I_M / I_N)^2$ 和热时间常数为 t_{TH} 。

电机热时间常数、最大电流和额定电流可以参见数据表。

根据数据表，电机初始温度与环境温度 T_{VORL} 相匹配时适用上述公式于。

示例

电机 1FN3100-2KC50-0SA0 用最大电流从冷却状态开始运行。

- $I_{MAX} = 25.1 \text{ A}$, $I_N = 5.9 \text{ A}$; 得出 $v = 18.1$
- $t_{TH} = 1920 \text{ s}$

$$t_{MAX} = 1920 \text{ s} \cdot \ln \left(\frac{18.1}{18.1-1} \right)$$
$$t_{MAX} \sim 109 \text{ s}$$

最长允许使用最大电流运行电机 109 秒。

断续周期工作制 S3

在断续周期工作制 S3 中，电机按一系列相同的工作周期运行，每一周期包括一段恒定负载运行时间 Δt_B 和一段断能停转时间 t_S 。电机温度在负载运行时间内升高，又在断能停转时间内再次下降。当完成足够多的工作周期后，其中 $\Delta t_{\text{Spiel}} = \Delta t_B + \Delta t_S$ ，温度在恒定最大值 T_o 和恒定最小值 T_u 之间波动，详见下图。

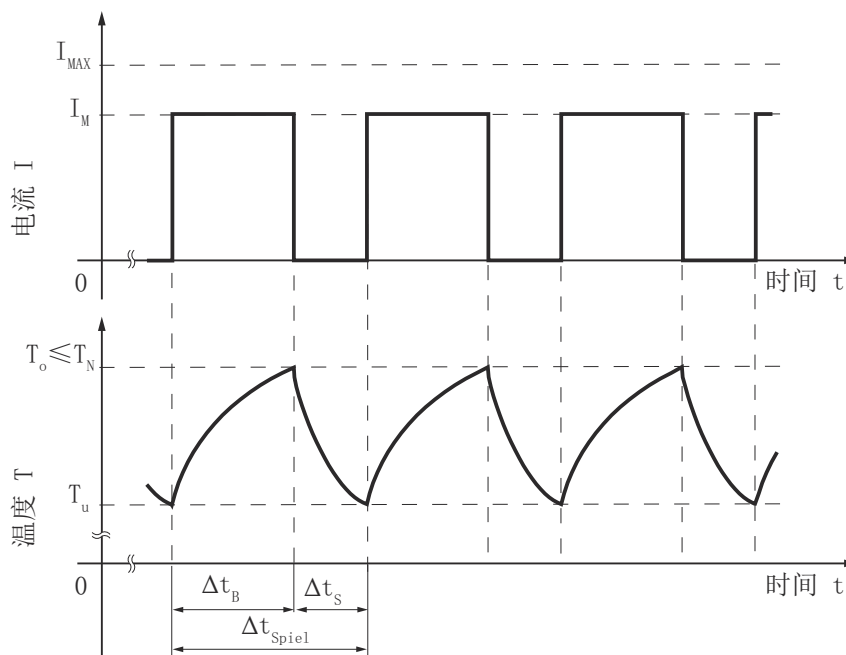


图 5-4 断续周期工作制 S3 时的电流曲线与温度曲线

由于电流 $I_N < I_M \leq I_{MAX}$ ，有效电流不能超过额定电流：

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{\Delta t_{\text{Spiel}}} (I_M^2 \cdot \Delta t_B)} = I_M \sqrt{\frac{\Delta t_B}{\Delta t_{\text{Spiel}}}} < I_N$$

这里的循环时间不应超过热时间常数 t_{TH} 的 10%。如果需要更长的循环时间，敬请咨询西门子销售人员。

示例

在热时间常数 $t_{TH} = 1920 \text{ s}$ 时，允许的最大循环时间 $\Delta t_{\text{Spiel}} = 0.1 \times 1920 \text{ s} = 192 \text{ s}$ 。

负载循环的作用

除了摩擦力和重力外，负载循环在选择电机时也有非常重要的作用。负载循环包含有关驱动轴运动过程的数据以及有关当时所出现加工力的数据。

运动过程

运行过程可以表示为位移-时间图，速度-时间图或加速度-时间图，见下图。

运行过程图可以按关系式

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$$

进行相互间的转化。

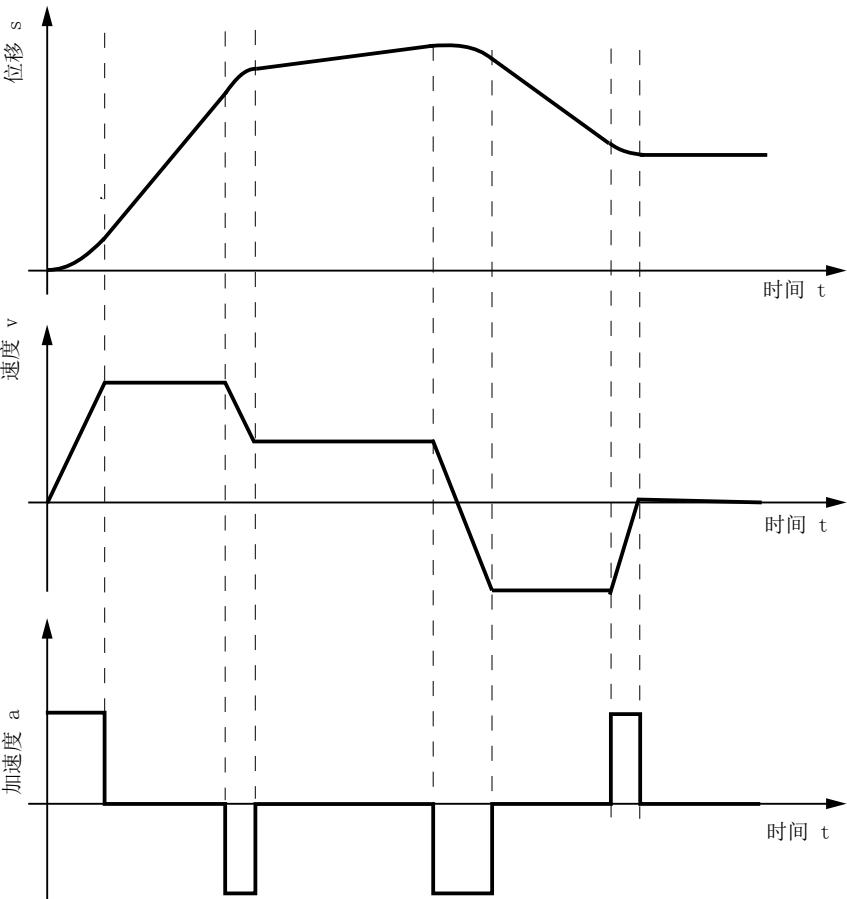


图 5-5 直线电机运行过程示例图

在运行过程中产生的需要由电机平衡的惯性力与加速度 a 和运动质量 m 互成比例：

$$F_a = m \cdot a$$

它与加速度的方向相反。

电机的加工力-时间图如下图所示。速度-时间图用作对比。

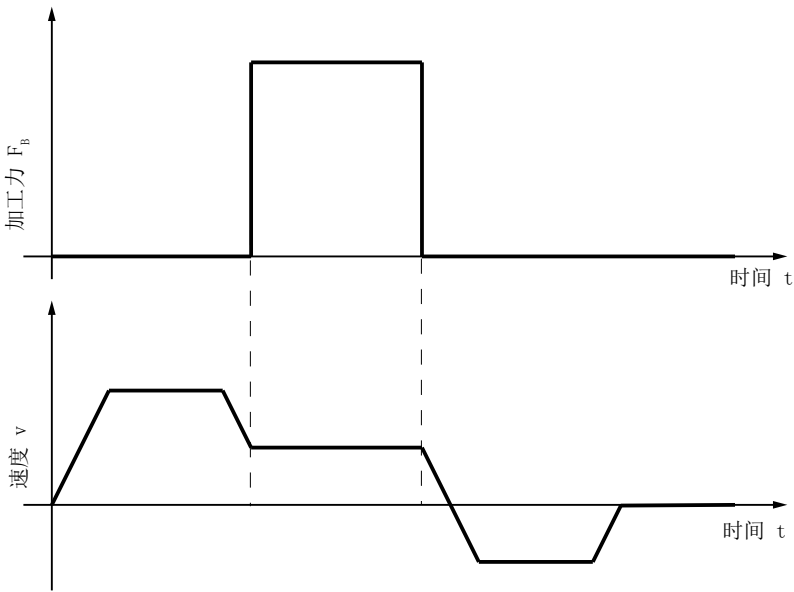


图 5-6 加工力-时间图示例

5.2.3 测定力

电机力的测定

开动电机所必需的力在每个时间点上由单个力的总和组成。此时必须注意受力的正负号。
下图是直线电机上单个力的示例和由此产生的电机力 F_M 。

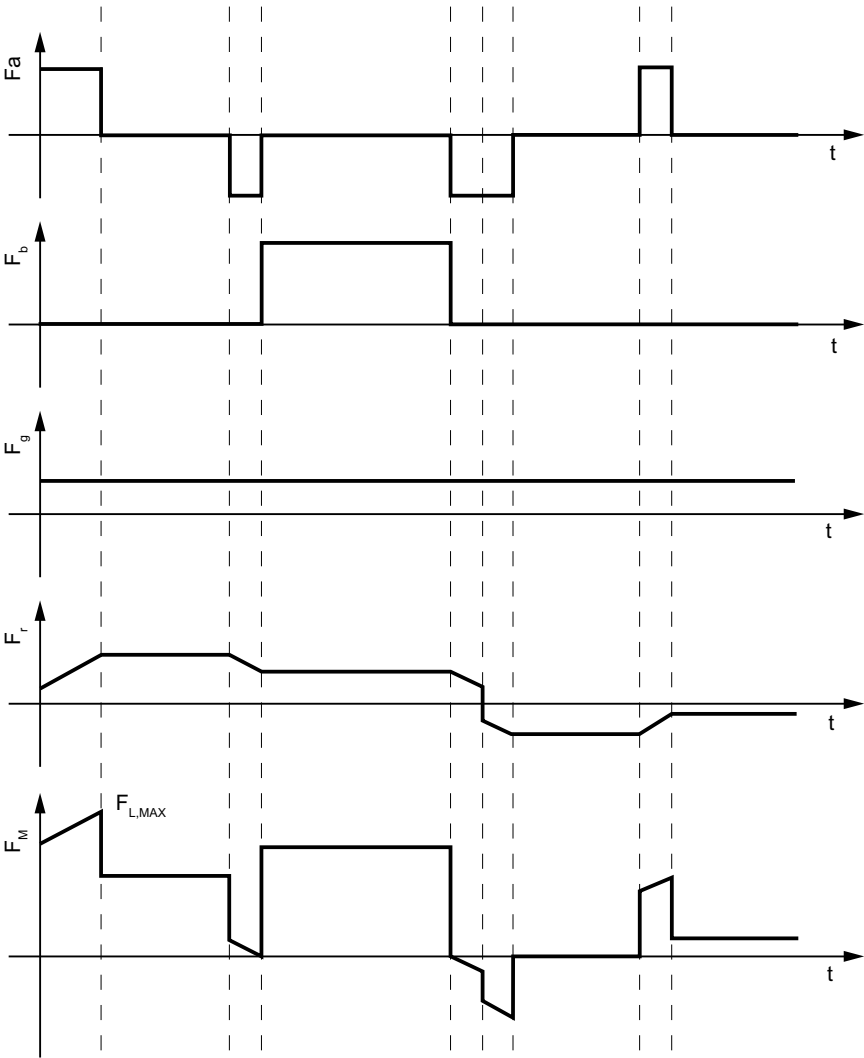


图 5-7 直线电机上单个力及所产生的电机力的示例

峰值力的测定

从上图中可以确定峰值力 $F_{L,MAX}$ 。这个力是电机必须实现的负载循环的最大力。

负载循环的有效力的测定

除了峰值力外，所需电机的负载循环的有效力也是重要选型因素。电机的负载循环的最大有效力 F_{eff} 通过整个运动过程时间 Δt_{ges} 内电机力的均方值计算得出，且不得超出额定力 F_N ：

$$F_{eff} = \sqrt{\frac{1}{\Delta t_{ges}} \int_0^{\Delta t_{ges}} F^2(t) dt} \leq F_N$$

若电机力为阶段性恒定，则积分如下图所示简化为求和：

$$F_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{\Delta t_{\text{ges}}} \sum F_i^2 \cdot \Delta t_i} = \sqrt{\frac{1}{\Delta t_{\text{ges}}} (F_1^2 \cdot \Delta t_1 + F_2^2 \cdot \Delta t_2 + F_3^2 \cdot \Delta t_3 + \dots)}$$

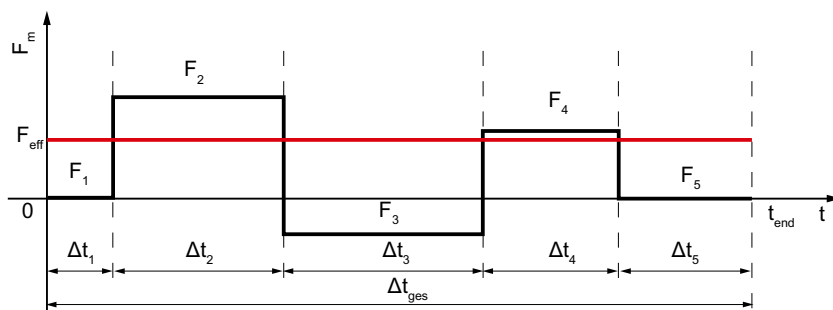


图 5-8 电机力阶段性恒定时的负载循环的有效力

以上公式适用于计算有效力。进行准确计算时，必须用相应的电流代替力，并确定有效电流。此时必须考虑到电机饱和的影响。

5.2.4 初级部件选择

对初级部件的要求

初级部件是否满足负载循环的要求，取决于下列项：

- 初级部件的额定力 F_N 必须大于等于所测得的负载循环的有效力 F_{eff} 的值。
- 初级部件应具有相当于所需峰值负载力 $F_{L,\text{MAX}}$ 约 10 % 的控制余量，以在控制回路过冲时避免限制效应。
- 在所需的速度下能够达到所有所需的力。
- 负载循环的过载阶段不得引起温度监控触发的断路。

除了负载循环的要求条件外，机械安装条件也会影响电机的选择。因此采用不同型号的初级部件也可能产生相同的电机力。

若有多个初级部件参与产生轴力，必须将各电机的最大力和额定力的值叠加。就重量分配不均匀的龙门轴而言，对各电机的力分配不同。在此情形下，必须将针对各电机的力需求单独纳入考量。

电机力-速度特性曲线

前两个点用于初级部件的预选。如果还有一些边界条件未明确确定，例如加工力和摩擦力，则应设计更大的余量。

5.2 项目组态流程

为了确定初级部件是否能够实际满足负载循环的要求，需要用到“电机力-速度”特性曲线，其通过必需的运动过程以及“电机力-时间”图表得出。此时电机力和速度的值为决定性因素，方向则不是。“电机力-速度”特性曲线的所有点必需在数据表中给出的“力-速度”特性曲线的下方。

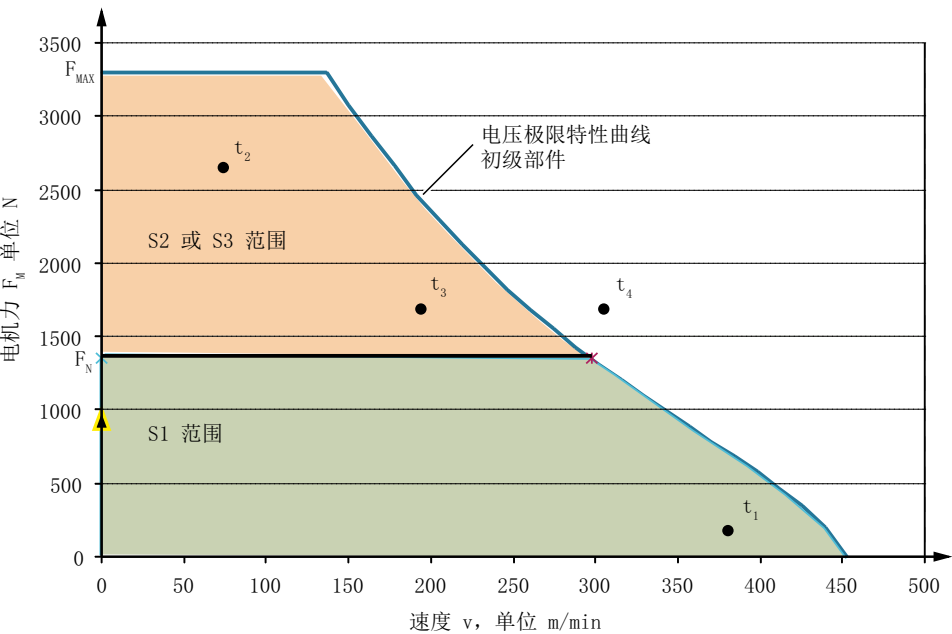


图 5-9 初级部件“电机力-速度”特性曲线的点，与“力-速度”特性曲线对比

上图示出了电机力-速度特性曲线在时间点 $t_1 \dots t_4$ 上的若干点作为示例，用以与初级部件的力-速度特性曲线作对比：

- t_1 ：这个点不关键，因为其既处于额定力 F_N 下，也处于电机的电压极限特性曲线内。
- t_2, t_3 ：其为允许的工作点，因为其处于电机的电压极限特性曲线内。但需要检查电机过载运行的持续时间是否能达到负载循环所需的程度。
- t_4 ：若出现这样的点，那么在该速度将无法达到所需的电机力。此时必须选择另一个初级部件，其中点 t_4 处于力-速度特性曲线下方

说明

不是在所有的电机运行状态下三相的电流都相同，例如：

- 电机通电下的静止状态，例如：用于
 - 配重
 - 制动系统闭合时起动（缓冲器和减震器）
- 速度较低时（ $<0.5 \text{ m/min}$ ）
- 循环运动行程低于极宽

持续带不均匀的负载时，电机只能采用最高约 70 % 的额定力运行，参见数据表中的 F_0^* 。请咨询您所在地区的销售伙伴获取精确的敷设方式。

5.2.5 确定次级部件数量

基础条件

次级部件必须具有与选定的初级部件相同的磁道宽度（与长度无关）。通过订货号选型时可确保这一点：订货号的代表电机结构尺寸的位必须一致。

所需的次级部件数量取决于以下因素：

- 所需的运行长度
- 驱动排列

确定次级部件导轨的总长度

次级部件导轨的总长度决定了为此所需的次级部件的数量。这取决于所需的移动路径长度和次级部件导轨上初级部件的数量。

此处介绍的次级部件导轨总长度计算方式可确保在整条运行行程上实现最大电机力。

一个初级部件在次级部件导轨上

若次级部件导轨上只设置了一个单独的初级部件，则次级部件导轨长度通过所需的运行行程长度以及初级部件的带磁性长度计算得出，见下图。

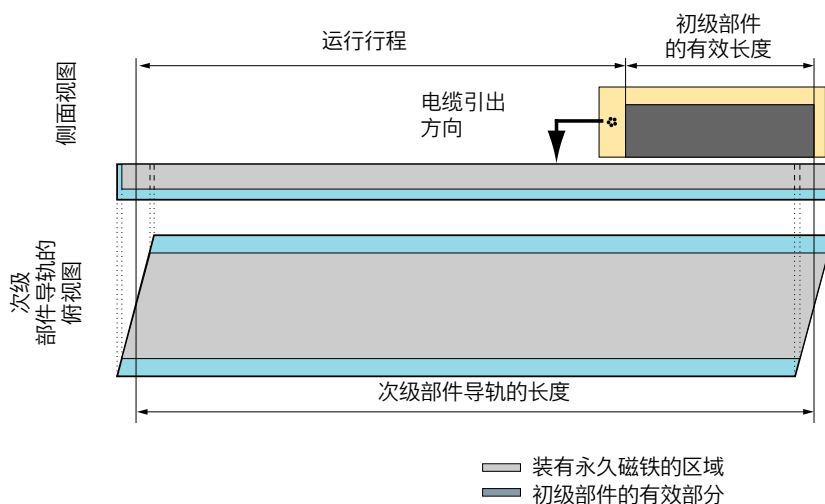


图 5-10 确定次级部件导轨长度（单个初级部件时）

多个初级部件在次级部件导轨上

如果要在次级部件导轨上安装多个初级部件，则所需的次级部件的长度会根据附加初级部件的有效长度和它们之间的距离而增加，见下图：

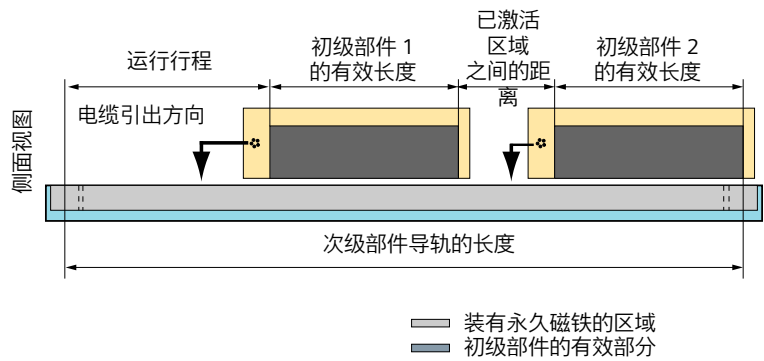


图 5-11 确定次级部件导轨长度（多个初级部件时）

如果分离式驱动系统的不同初级部件用独立的测量系统来运行（例如龙门式或主从式操作），则初级部件之间的距离仅受连接插头长度的限制。在一个驱动系统上并联运行初级部件时，两个初级部件的磁极位置必须一致。这样一来其间距只可采用特定值。

确定次级部件数量

所需的次级部件导轨总长度由各次级部件长度组成。所提供的长度请见电机数据。

5.2.6 在减弱的磁场覆盖区域中运行

基础和提示

若初级部件运行超出次级部件导轨的末端，电机力会减小。

可用的电机力与初级部件整个磁性表面上被磁体覆盖的比例几近成正比。根据导轨中摩擦力的大小，覆盖率过低时驱动的电动力可能不足以令其自行返回次级部件导轨。此时需要接触外力返回。

为了确保驱动能够自行返回至次级部件导轨，覆盖率不得低于 50%。

在磁体覆盖降低的区域可能会出现相位负载不对称的状况，特别是在速度较高时。这会导致额外的升温。

在磁体覆盖降低的区域中，速度不得超出额定速度 $v_{MAX, FN}$ 的 25 %。

磁体覆盖降低的区域仅用于逼近驻留或维修位置，而不适用于加工。

请注意，初级部件可以依靠自身动力移动。

驱动通常在位置闭环控制下运行。电机力的损失会改变控制回路的特性，因此只有位置控制器的增益值 k_v 减小时才能实现更稳定的运行。

根据具体应用，适合的 k_v 值取决于相应电机的结构属性。可在调试期间进行尝试来确定该值。尝试确定合适的 k_v 值时，应在磁体完全覆盖的情况下从该值的 5% 开始。

5.2.7 检验运动质量

一般步骤

最迟在选择了次级部件以后确定电机或轴的运动质量。利用该数据可以检验已确定为机械边界条件的假定数据。如果那时假定的电机质量标称值与电机的真实质量不符，则要重新计算负载循环。

5.2.8 选择功率模块

根据负载循环中出现的峰值电流和持续电流选择所需的功率模块。如果多个初级部件在一个功率模块上并联运行，则须根据各部件的持续电流和峰值电流总和进行选择。



注意
主绝缘体损坏
在某些系统中，直接驱动在受控的进电模块上运行，此时可能会出现相对地电位的电气振荡。该振荡例如受以下因素的影响
• 电缆长度 • 进电/反馈模块的尺寸 • 进电/反馈模块的类型（特别是已配备 HFD 电抗器时） • 轴的数量 • 电机的尺寸 • 电机的绕组设计 • 电网的类型 • 安装地点
振荡会导致电压负载提升并可能损坏主绝缘体！
• 建议使用相应的调节型接口模块或带有阻尼电阻的 HFD 电抗器来减小振荡。详细信息请查看所用驱动系统的文档。如有疑问，敬请咨询西门子销售人员。

说明

若需使用调节型供电单元 ALM（调节型电源模块），必须强制配备调节型接口模块或适用的 HFD 电源电抗器。

5.2.9 计算所需要的供电

调节型电源选型

选择调节型电源时，请考虑到驱动功率平衡。

为此，待施加的机械功率 P_{MECH} 必须首先已知。基于此功率，可将电机的损耗功率 P_{VMot} 、电机模块的损耗功率 P_{VMoMo} 以及调节型电源的损耗功率 P_{VAI} 叠加至机械功率 P_{MECH} ，从而确定需要从电源获取的有效功率 P_{Netz} 。

$$P_{Netz} = P_{mech} + P_{VMot} + P_{VMoMo} + P_{VAI}$$

这个待从电源获取的有效功率取决于电源电压 U_{Netz} 、电源电流 I_{Netz} 和电源侧的功率系数 $\cos\varphi_{Netz}$ ，其关系如下

$$P_{Netz} = \sqrt{3} \cdot U_{Netz} \cdot I_{Netz} \cdot \cos\varphi_{Netz}$$

由此计算出所需的调节型电源的电源电流 I_{Netz}

$$I_{Netz} = P_{Netz} / (\sqrt{3} \cdot U_{Netz} \cdot \cos\varphi_{Netz})$$

若采用电源功率系数的出厂设置 $\cos\varphi_{Netz} = 1$ 来运行调节型电源，从而单纯从电源获取有效功率，则公式可简化为

$$I_{Netz} = P_{Netz} / (\sqrt{3} \cdot U_{Netz})$$

选择调节型电源时，必须确保所允许的调节型电源电流大于等于所需的值 I_{Netz} 。

5.3 示例

说明

这里所用的数据可能不同于章节“技术数据和特性曲线”中的给定值。但这不会影响选型。

5.3.1 在规定的时间内进行定位

规定

对于规定时间内的定位，规定的值只包括行程终点以及各运动阶段的持续时间。

目标

在 1FN3 自冷系列产品中寻找合适的初级部件、与之匹配的次级部件以及满足以下规格要求的次级部件的数量：

电机需要在水平轴上在时间 Δt_1 内运行至特定点 s_{MAX} 。在该点停留一定时间 Δt_2 后，重新返回初始位置。下图以位移-时间图的形式显示了这些数值。

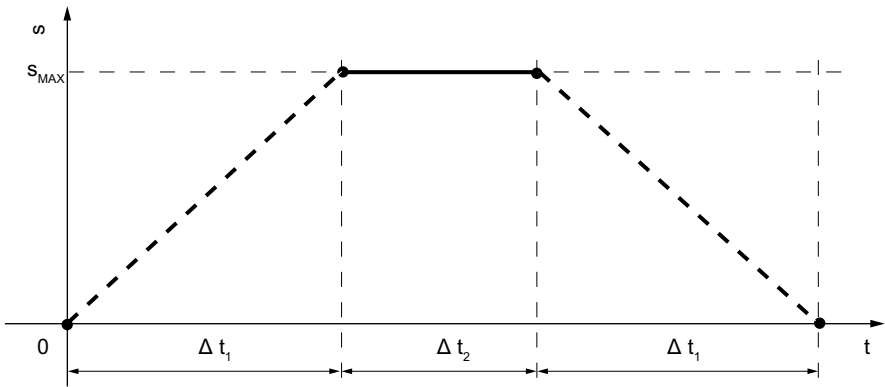


图 5-12 示例 1：规定数值，以位移-时间图显示

给定值一览：

运行行程	$s_{MAX} = 0.26 \text{ m}$
运行时间	$\Delta t_1 = 0.18 \text{ s}$
停留时间	$\Delta t_2 = 0.44 \text{ s}$
待运动的质量 (不含电机质量)	$m = 28 \text{ kg}$
恒定摩擦	$F_r = 100 \text{ N}$
水平轴	$F_g = 0$

此外还须选定功率模块以及计算最大供电功率。

边界条件/负载循环规定

运行特性曲线 - 示例 1

Δt_1 时间内的运行曲线的形式未明确给定。因此必须先确定一条适合的运行曲线。

以下示例描述的是最易于实现的运行曲线。其只包含一个恒定的加速过程和一个恒定的制动过程，用于达到位置 s_{MAX} ，另见下图。通过这种类型的运行曲线可以实现最快定位。

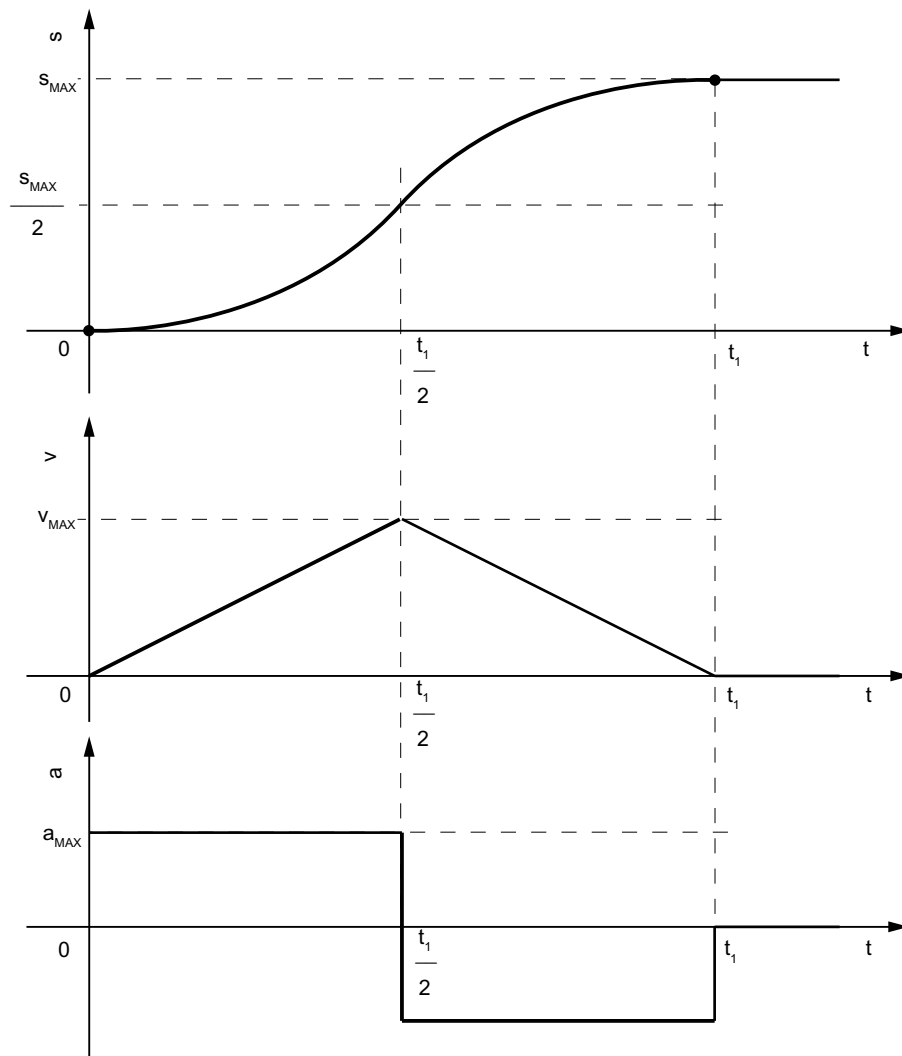


图 5-13 示例 1：采用最简单的运行曲线时的运动过程

根据规定的值能够计算出电机的最大速度和最大加速度（减速度）的大小：

$$\frac{s_{\text{MAX}}}{2} = \frac{a_{\text{MAX}}}{2} \cdot \left(\frac{t_1}{2}\right)^2 \rightarrow a_{\text{MAX}} = s_{\text{MAX}} \cdot \left(\frac{2}{t_1}\right)^2$$

$$a_{\text{MAX}} = 0,26 \text{ m} \cdot \left(\frac{2}{0,18 \text{ s}}\right)^2 = 32,1 \text{ m/s}^2$$

$$v_{\text{MAX}} = a_{\text{MAX}} \cdot \left(\frac{t_1}{2}\right) = s_{\text{MAX}} \cdot \frac{2}{t_1}$$

$$v_{\text{MAX}} = 0,26 \text{ m} \cdot \left(\frac{2}{0,18 \text{ s}}\right) = 2,89 \text{ m/s}$$

由于尚不知晓为此所需的力，故采用 F_{MAX} 。在此情形下，最大速度 v_{MAX} 的值等于在数据表中为 $v_{\text{MAX,FMAX}}$ 给出的值。速度 $v_{\text{MAX}} = 2,89 \text{ m/s} = 173 \text{ m/min}$ 通常高于 1FN3 电机的最大允许值 $v_{\text{MAX,FMAX}}$ 。因此，在本示例中需要修改运行曲线，以扩大可能的选择。

运行特性曲线 - 示例 2

当前需要研究的另一简单的运行曲线，其除加速度恒定和减速度恒定的阶段以外还包含一阶段，在该阶段中电机需要以最大速度运行，见下图。

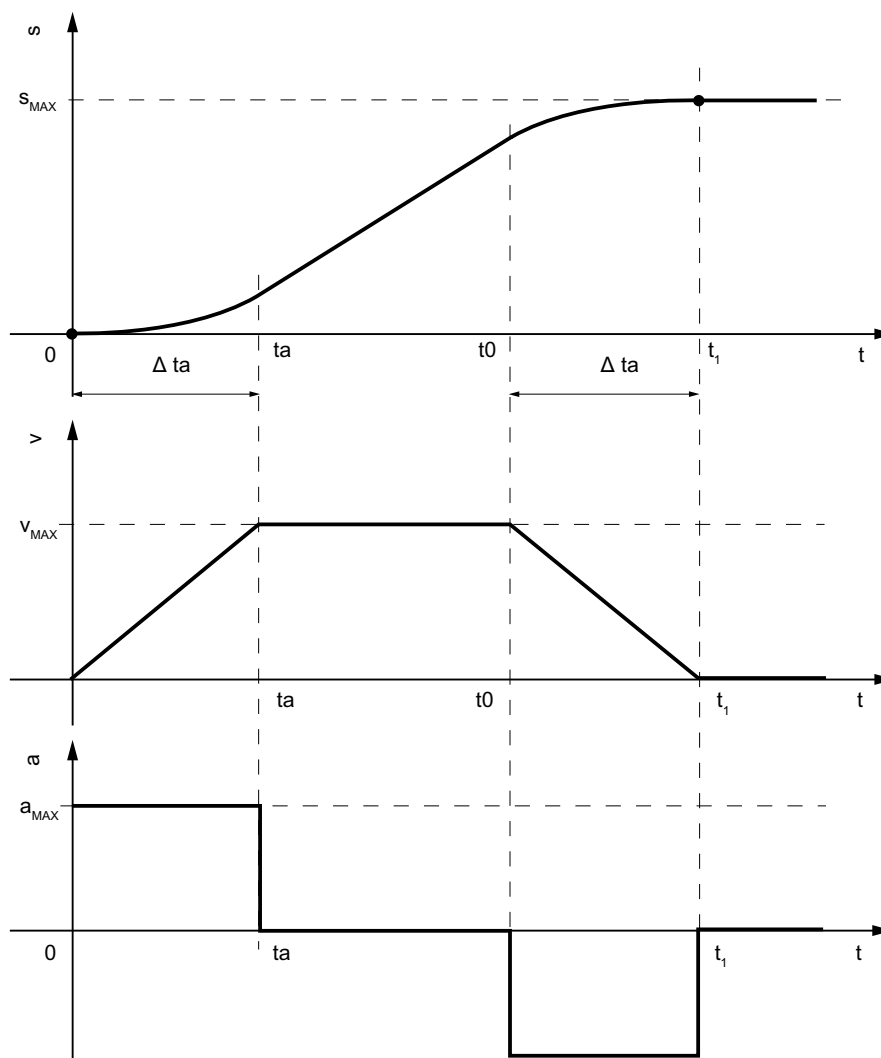


图 5-14 示例 1：经修改的运行曲线

对于电机需要达到的最大速度，必须满足以下条件：

$$s_{MAX} \leq v_{MAX} \cdot t_1$$

否则时间 t_1 不足以在 s_{MAX} 下定位电机。也就是说，在此示例中电机最大速度必须满足以下条件：

$$v_{MAX} \geq 1.44 \text{ m/s} = 86.4 \text{ m/min}$$

与前一曲线相比必须采用更高的加速度 a_{MAX} ，以在相同的时间 t_1 内将电机定位。最大速度确定后，可通过以下公式计算此加速度：

5.3 示例

$$s_{MAX} = 2 \cdot (\frac{a_{MAX}}{2} t_a^2) + (t_1 - 2t_a) v_{MAX} \quad \text{mit } t_a = \frac{v_{MAX}}{a_{MAX}}$$
$$a_{MAX} = \frac{v_{MAX}^2}{v_{MAX} t_1 - s_{MAX}}$$

通过这些数据来选择初级部件。

初级部件的预选

为了在设计时有更多选择，请使用最大速度 $v_{MAX} = 2 \text{ m/s} = 120 \text{ m/min}$ 。基于这个最大速度条件，仅若干初级部件被排除。

得出的加速度为 $a_{MAX} = 40 \text{ m/s}^2$ 。电机需要在负载循环中施加的最大力 $F_{L,MAX}$ 现如下得出

$$F_{L,MAX} = m \cdot a + F_r = 28 \text{ kg} \cdot 40 \text{ m/s}^2 + 100 \text{ N}$$

$$F_{L,MAX} = 1220 \text{ N}$$

下列电机适用于本示例（参见电机数据表）：

订货号	$v_{MAX, FMAX}$	F_{MAX}	m_{Motor}
1FN3100-2KC50-0SA0	141 m/min	1350 N	4.3 kg

检查机械边界条件

现在必须检查两点：

- 所选初级部件的力余量是否足够用于尚未考虑的初级部件质量？
- 负载循环 F_{eff} 的有效力是否低于电机 F_N 允许的额定力？

计算针对所选初级部件所需的最大力

第 1 迭代步骤

1FN3100-2KC50-0SA0	总的待运动的质量 m_{ges} 为： $m_{ges} = m + m_{Motor} = (28 + 4.3) \text{ kg} = 32.3 \text{ kg}$ 电机需要针对负载循环施加的最大力为： $F_{L,MAX} = m_{ges} \cdot a + F_r = 32.3 \text{ kg} \times 40 \text{ m/s}^2 + 100 \text{ N}$ $F_{L,MAX} = 1392 \text{ N}$
--------------------	---

对于所选电机来说，计算出的最大力过大。选择一个新的初级部件。

第 2 迭代步骤

针对示例所选择的经过改良的新型电机（参见电机数据表）：

订货号	$v_{MAX, FMAX}$	F_{MAX}	m_{Motor}
1FN3100-3KC50-0SA0	139 m/min	2030 N	6.25 kg
1FN3150-2KC70-0SA0	152 m/min	2060 N	6 kg

1FN3100-3KC50-0SA0	$m_{ges} = 34.25 \text{ kg}$ $F_{L,MAX} = 1470 \text{ N}$ （已有 10% 的控制裕量）
1FN3150-2KC70-0SA0	$m_{ges} = 34 \text{ kg}$ $F_{L,MAX} = 1460 \text{ N}$ （已有 10% 的控制裕量） （计算类似于第 1 迭代步骤）

两个电机都能生成所需的最大力。

计算负载循环的有效力 F_{eff}

下图显示了此示例整个运动过程中的“力-时间”特性图。

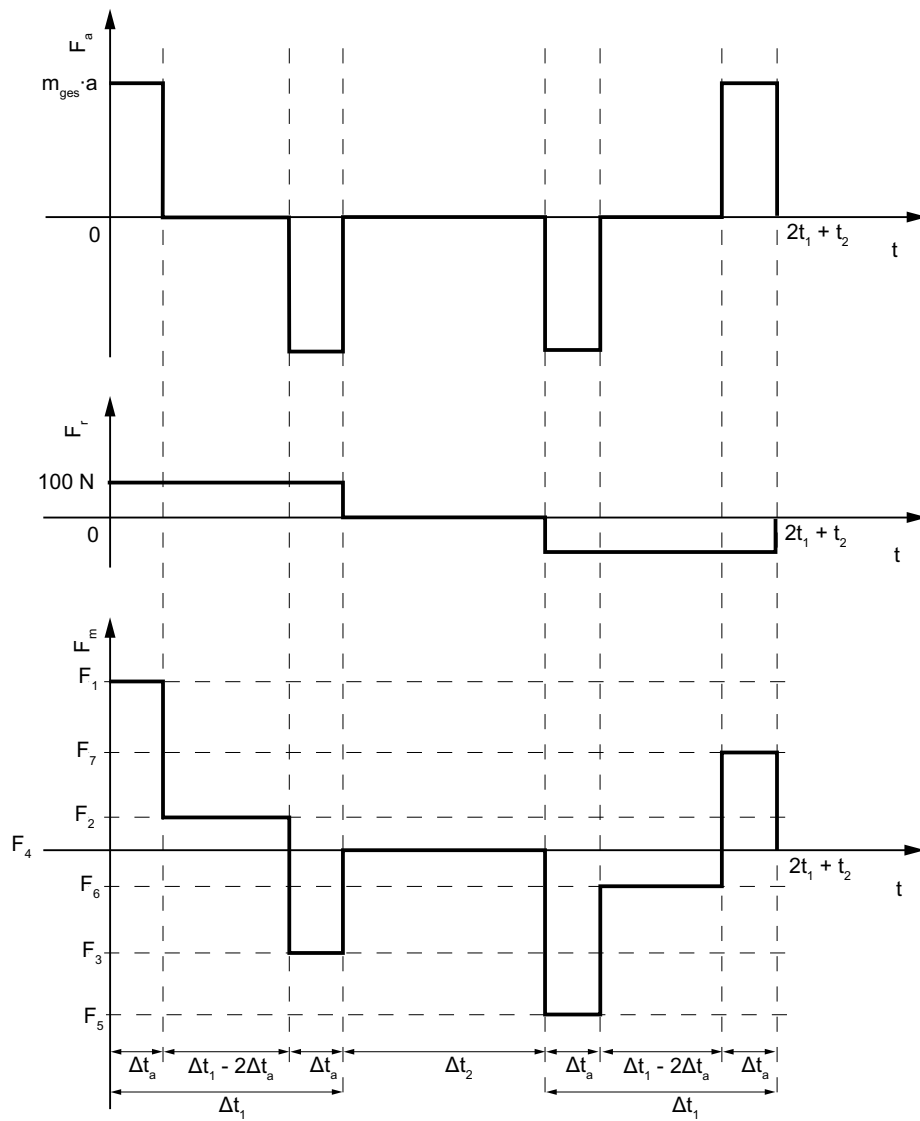


图 5-15 示例 1：所观察的负载循环的力-时间图

$$F_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{F_1^2 \Delta t_a + F_2^2 (\Delta t_1 - 2\Delta t_a) + F_3^2 \Delta t_a + F_4^2 \Delta t_2 + F_5^2 \Delta t_a + F_6^2 (\Delta t_1 - 2\Delta t_a) + F_7^2 \Delta t_a}{2\Delta t_1 + \Delta t_2}}$$

$$t_a = \frac{a_{\text{MAX}}}{v_{\text{MAX}}} = \frac{2 \text{ m/s}}{40 \text{ m/s}} = 0.05 \text{ s}$$

1FN3100-3KC50-0SA0	$F_1 = m_{ges} \cdot a + F_r = 1470 \text{ N}$ $F_2 = F_r = 100 \text{ N}$ $F_3 = -m_{ges} \cdot a + F_r = -1270 \text{ N}$ $F_4 = 0 \text{ N}$ $F_5 = -m_{ges} \cdot a - F_r = -1470 \text{ N}$ $F_6 = F_4 - F_r = -100 \text{ N}$ $F_7 = m_{ges} \cdot a - F_r = 1270 \text{ N}$ $\Rightarrow F_{eff} = 688 \text{ N}$ 因此，此有效力低于允许值 $F_N = 725 \text{ N}$	运行至位置 s_{MAX} 停留时间 运行至位置 s_0
1FN3100-2KC70-0SA0	$F_1 = m_{ges} \cdot a + F_r = 1460 \text{ N}$ $F_2 = F_r = 100 \text{ N}$ $F_3 = -m_{ges} \cdot a + F_r = -1260 \text{ N}$ $F_4 = 0 \text{ N}$ $F_5 = -m_{ges} \cdot a - F_r = -1460 \text{ N}$ $F_6 = F_4 - F_r = -100 \text{ N}$ $F_7 = m_{ges} \cdot a - F_r = 1260 \text{ N}$ $\Rightarrow F_{eff} = 683 \text{ N}$ 因此，此有效力低于允许值 $F_N = 663 \text{ N}$	运行至位置 s_{MAX} 停留时间 运行至位置 s_0

初级部件的最终选定

此处的示例仅针对初级部件 1FN3100-3KC50-0SA0。

订货号	数据表中的值		负载循环中的值	
	F_{MAX}	F_N	$F_{L,MAX}$	F_{eff}
1FN3100-3KC50-0SA0	2030 N	725 N	1470 N	688 N

针对初级部件的决策标准主要有：

- 结构尺寸和安装条件
- 热条件
- 停机时间

5.3 示例

- 针对峰值和持续负荷的力余量
- 加速度和速度等级
- 速度等级
- 变频器的功率单元

确定次级部件数量

次级部件类型

根据产品编号选择与初级部件 1FN3100-3KC50-0SA0 匹配的次级部件订货号。订购标识为 1FN3100-4SA00-0AA0。

次级部件导轨的长度和次级部件的数量

$$l_{\text{spur}} = l_{\text{p,AKT}} + s_{\text{MAX}}$$

$$\text{数量} = l_{\text{spur}} / l_s$$

$$l_{\text{p,AKT}} = 326.6 \text{ mm} \quad (\text{参见电机尺寸图 1FN3100-3KC50-0SA0})$$

$$l_s = 120 \text{ mm} \quad (\text{参见次级部件尺寸图 1FN3100-4SA00-0AA0})$$

$$\Rightarrow l_{\text{spur}} = 326.6 \text{ mm} + 260 \text{ mm} = 586.6 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{次级部件数量} = 5$$

选择功率模块

选出的电机具有以下数据：

$$F_{\text{MAX}} = 2030 \text{ N}$$

$$F_N = 725 \text{ N}$$

$$I_{\text{MAX}} = 37.6 \text{ A}$$

$$I_N = 8.85 \text{ A}$$

从对应的产品样本中选择与这些数据相匹配的功率模块。

计算供电功率

电气供电功率通过机械功率 P_{MECH} 和电机的损耗功率 $P_{\text{V,Mot}}$ 计算得出。在进行计算时，使用电机速度和电机力的自负载循环得到的有效值。

如下估算有效供电功率：

$$P_{\text{EL}} = P_{\text{MECH}} + P_{\text{V,Mot}}$$

$$P_{EL} = F_{eff} \cdot v_{eff} + 3 \cdot R_{STR}(T_N) \cdot \left(\frac{F_{eff}}{k_{F,20}} \right)^2$$

其中

$$R_{STR}(T_N) = R_{STR,20} [1 + \alpha \cdot (T_N - 20 \text{ °C})]$$

$$R_{STR}(T_N) = R_{STR,20} [1 + 0.00393 \frac{1}{K} \cdot (T_N - 20 \text{ °C})]$$

检查单元:

$$P_{EL}/W = \frac{N \cdot m}{s} + \frac{\Omega \cdot N^2 \cdot A^2}{N^2}$$

$$P_{EL}/W = \frac{N \cdot m}{s} + \frac{V \cdot A^2}{A} \quad (1 \text{ W} = 1 \text{ Nm/s} = 1 \text{ VA})$$

$$P_{EL}/W = W$$

为了确定供电单元（激活的电源）的规格，除计算出的值 P_{EL} 以外，还须将电机模块的损耗功率 $P_{V,MoMo}$ 与调节型电源的损耗功率 $P_{V,Al}$ 叠加（参见章节“计算所需要的供电 (页 70)”）。

5.3.2 带横轴的龙门架

带龙门轴的加工中心

在加工中心中常会出现形式为龙门架的轴结构。龙门架轴的滑块的中心区域需要用作加工空间，故借助两个结构相同的、安设于侧部的直线电机使龙门架运动。

分别通过专有的驱动系统以专有的行程测量系统对这两个电机进行控制（龙门布局）。

在最简单的情形下，龙门架具有对称结构，使得每个电机需要对龙门架的一半质量 m_p 进行加速。

此外，在龙门架上可固定有另一个轴（“骑式”横轴），其滑块能够自中间位置偏转。视运行情形而定，质量分布不再对称。在此情形下，龙门架的两个电机需要使不同的质量发生运动。

视自中间位置的偏转程度而定，滑块质量 m_s 被划分至龙门架轴的两个电机。亦即，除去龙门架的一半质量以外，还有横轴的滑块的一定比例的质量作用于各电机。

在设计两个电机时，需要将最不利的情形考虑在内。在此情形下，横轴的滑块处于最大程度地偏转至侧面的位置中。为简单起见，将朝向两侧的最大可能的偏转视作相同。

由龙门架质量 m_p 和 滑块质量 m_s 计算出等效质量 m_{ERSATZ} 。

$$m_{\text{ERSATZ}} = \frac{m_p}{2} + m_s \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{A}{B} \right)$$

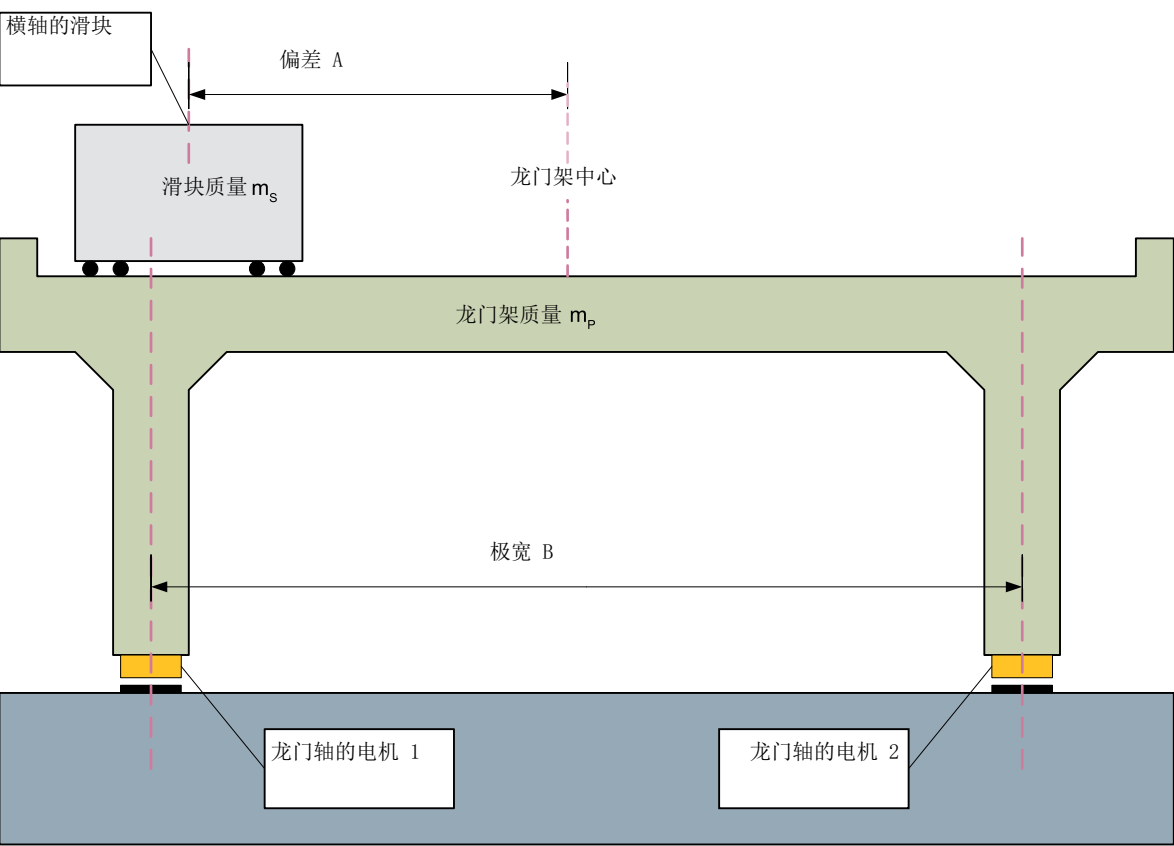


图 5-16 带龙门轴的加工中心的示例

随后的驱动设计是以等效质量实施，并且仅针对一个电机。结果也适用于另一电机。

警告

永磁场引起的生命危险和挤压危险

如果不注意次级部件的永磁场的安全说明，可能会导致人员伤亡和财产损失。

- 注意章节“强磁场引起的危险 (页 32)”。

警告

包装、存放和/或运输不当

包装、存放和/或运输不当以及提升不当会造成生命危险、人身伤害以及/或者财产损失。

- 请始终遵守存放和运输的安全说明。
- 在运输或提升机器或机器部件之前要将组件与已安装的电机进行固定，以防出现意外运转。
- 按规定进行存放作业、运输和提升。
- 仅使用合适的、无损坏的设备和辅助工具。
- 仅使用符合规定的起重设备、地面输送机械和抓取装置。
- 在用飞机进行运输时请遵守 IATA 规定！
- 根据章节“随附图标”中的表格，在次级部件的存放地点贴上警示标签。
- 请注意包装的警示说明。
- 佩戴安全鞋和安全手套。
- 注意人员的抬举（重物）的极限！电机或其组件的重量可能大于 13 kg！
- 仅在包装的情况下对初级部件和次级部件进行运输或存放。
 - 尽快更换已损坏包装。符合规定的转子包装能防止在感应区内次级部件产生的猛烈吸力。此外，符合规定的包装还能避免在次级部件存放和移动时发生危险的自动。
 - 仅可使用未损坏的原始包装！

6.1 供货范围

 **警告**

处理次级部件护板时有割伤危险

次级部件护板的边缘很锋利。交付状态下用捆扎带固定卷起的次级部件整段式盖板，其处于弹簧张力之下。

如果切断捆扎带，卷起的整段式盖板会突然展开。务必佩戴安全手套和保护眼镜保护手和眼睛。

- 处理次级部件护板时要戴上安全手套。
- 在拆开整段式盖板时必须佩戴护眼装置
- 必要时两人一组作业。
- 切割捆扎带时必须握住卷起的整段式盖板
- 然后慢慢展开整段式盖板

表格 6-1 作为连续整段式盖板的次级部件护板包装上的安全图示

图标	含义	图标	含义
	次级部件的整段式盖板突然被展开时的警告 (非标准化的警告标志)		尖锐物体警告 (ISO 7010-W022)
	佩戴护眼装置 (ISO 7010-M004)		佩戴手套 (ISO 7010-M009)

6.1 供货范围

6.1.1 直线电机供货范围

初级部件

- 初级部件
- 贴上的功率铭牌；另外可以自行放置的功率铭牌
- 附件单（安全附件）
- 安全警示说明（图标）

次级部件

- 次级部件
- 散置的铭牌
- 附件单（安全附件）
- 安全警示说明（图标）

说明

次级部件的铭牌

次级部件的铭牌不适宜粘贴在次级部件或次级部件盖板上。请将次级部件的铭牌醒目地粘贴在次级部件导轨旁或电机附近。

6.1.2 随附图标

初级部件

所有初级部件的包装中都随附了以下可长期粘附的警告标签，以标识危险：

表格 6-2 初级部件随附的警告标签及其含义，根据 BGV A8 和 DIN EN ISO 7010

标签	含义	标签	含义
	灼热 表面警告 (W017)		电压 警告 (W012)

初级部件的信号接口附近贴有以下警告标签：

表格 6-3 温度保护标签及其含义，根据 BGV A8 和 DIN EN ISO 7010

标签	含义	标签	含义
	一般 警告标识 (W001)		注意 说明 (M002)

6.1 供货范围

次级部件

所有次级部件的包装中都随附了以下可长期粘附的警告和禁止标签，以标识危险：

表格 6-4 次级部件随附的警告标签及其含义，根据 BGV A8 和 DIN EN ISO 7010

标签	含义	标签	含义
	磁场 警告 (W006)		手部损伤 警告 (W024)

表格 6-5 次级部件随附的禁止标签及其含义，根据 BGV A8 和 DIN EN ISO 7010

标签	含义	标签	含义
	植入 心脏起搏器 或 除纤颤器 人员不能进入 (P007)		植入 金属移植器官 人员不能进入 (P014)
	禁止携带 金属部件 或手表 (P008)		

说明

粘贴标签

标签不适宜粘贴在次级部件或次级部件盖板上。

- 将标签醒目地粘贴在次级部件磁板附近或电机附近。

说明

标贴的质量可以对环境产生很大的影响。

无论是在常规运行中，还是在保养和维修时，都必须用醒目的警告与禁止标签（图标）标出危险区域（电机区域）。标签上的文字必须是本国文字。

6.2 包装和配送

包含永磁体的产品在海运和公路运输时不需要额外的磁场防护包装。

在次级部件的原始包装上危险提示进行如下标识：

表格 6-6 警告标签及其含义，根据 BGV A8 和 DIN EN ISO 7010

铭牌	含义	铭牌	含义
	磁场警告 (W006)		手部损伤警告 (W024)

表格 6-7 禁止标签及其含义，根据 BGV A8 和 DIN EN ISO 7010

铭牌	含义	铭牌	含义
	植入心脏起搏器或除 纤颤器人员不能进入 (P007)		植入金属移植器官人 员不能进入 (P014)
	禁止携带金属部件或 手表 (P008)		

6.3 运输和存储

在初级部件和次级部件的原始包装上还有以下图标：

表格 6-8 图标和含义

图标	含义	图标	含义
	易碎品 (ISO 7000, No. 0621)		防潮 (ISO 7000, No. 0626)
	此面向上 (ISO 7000, No. 0623)		

说明

原始包装

请妥善保管好包含永磁磁芯的组件的包装！
再次使用原始包装时可能的话不要覆盖原有的安全说明。必要时请使用透明的包装胶带。

6.3 运输和存储

说明

永磁铁的 UN 编号

作为危险品的永磁铁 UN 编号是 2807。

6.3.1 空运包装规格

在空运包含永磁铁的产品时，不能超过 IATA 包装规定中指出的最大磁场强度。如果必要，需要采取特殊措施，使其满足产品的运输要求。达到特定的磁场强度时，运输包装上要明确标明。

说明

下面列出的磁场强度都是参照 IATA 包装条款 953 中的均强磁场数值。如果该数值发生变化，我们会在下一版中予以考虑。

当距离货物 4.6 米处检测出的最大磁场强度超出 0.418 A/m 时，该货物必须获得许可方可发运。该货物只有之前获得出口国家和空运企业所属国家主管当局的许可才可以运输。必须采取特殊措施来满足货物的运输要求。

当距离物品 2.1 米处检测出的最大磁场强度超出或等于 0.418 A/m 时，该货物必须作为危险品发运。

当距离物品 2.1 米处检测出的最大磁场强度低于 0.418 A/m 时，该货物作为普通货物发运。

对于磁场（磁干扰场）的相互抵消优化，两个次级的原始独立包装应按照下面的示意图 成对、相反叠放。上面一个包装箱的 C-D 边叠放在底下一个包装箱的 A-B 边上。

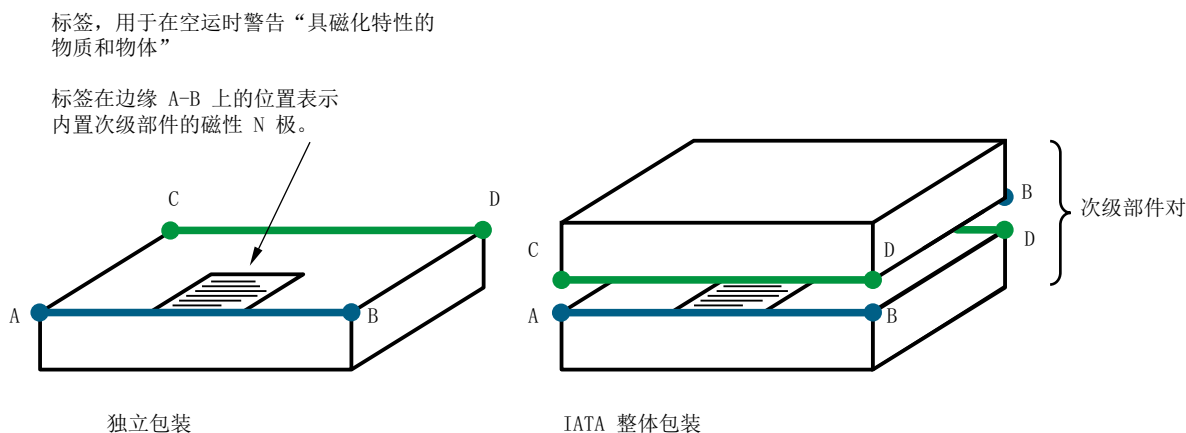


图 6-1 次级的包装和正确的叠放

两个次级部件正确堆叠的前提条件是：在整个空运过程中，一对次级部件的内部错位能够小于 10 mm。为此，例如可以使用包装胶带来固定原始独立包装。必要时请使用透明的包装胶带，尽量不要覆盖原有的安全提示。

如果次级的独立包装没有成对、相反叠放，则磁场会增强。如果在整个空运过程中，一对次级部件的内部错位大于 10 mm，磁场强度也会增加。

6.3 运输和存储

在整体包装中次级对（每对要按照示意图“次级的包装和正确叠放”来放置）可以随意放置。

表格 6-9 针对次级 1FN3xxx-xSxxx-xxxx 的包装规定

	作为普通货物发运	作为危险品发运	必须要有许可
单个的次级包装在原始独立包装中		X	
每两个次级包装在原始独立包装中并正确成对叠放	X ²⁾		
次级包装在原始独立包装中并随意放置			X ¹⁾

- ¹⁾ 如果除了原始独立包装次级还放置在一个由铁磁性物质制成的外箱中，例如：铁皮箱中，铁皮厚度大于 0.5 mm，则运输时必须作为危险品发运。
- ²⁾ 如果在整个空运过程中无法确保一对次级部件的内部错位小于 10 mm，则必须通知装运方并贴上标签。

示例 1

在外包装（整体包装）中有产品编号为 1FN3xxx-xSxxx-xxxx 的次级对正确叠放的原始独立包装。运输是作为普通货物发运。

示例 2

示例 1 中的外包装最多还可以再装入一个次级的原始独立包装。该单个次级可以随意放置，不需要铁皮箱来进行额外的屏蔽。完整外包装的运输必须作为危险品发运。

6.3.2 适用于长期存放和运输的环境条件

依据 DIN EN 60721-3-1（长期贮存）和 DIN EN 60721-3-2（运输）

表格 6-10 气候环境条件

长期贮存时的气温下限：	- 5 °C（不同于 3K3）
运输时的气温下限：	- 15 °C
气温上限：	+ 40 °C

相对空气湿度下限:	5 %
相对空气湿度上限:	85 %
温度变化速度:	最大 0.5 K/min
凝露:	不允许
结冰:	不允许
长期贮存:	1K3 级和 1Z1 级, 此处不同于相对空气湿度的上限
运输:	2K2 级

只有在具备完善气候防护的地点, 才允许贮存和运输电机
(厅内或室内)。

表格 6-11 生物环境条件

长期贮存:	1B1 级
运输:	2B1 级

表格 6-12 化学环境条件

长期贮存:	1C1 级
运输:	2C1 级

表格 6-13 机械活性环境条件

长期贮存:	1S2 级
运输:	2S2 级

表格 6-14 机械环境条件

长期贮存:	1M2 级
运输:	2M2 级

6.3 运输和存储

6.3.3 存放

室内存放

- 如果在出厂时未涂抹防腐剂，请给电机的外部裸露组件涂抹防腐剂，如 Tectyl。
- 按照“长期贮存和运输的环境条件”章节的要求存放电机。存放空间必须满足以下条件：
 - 干燥
 - 无尘
 - 无震动
 - 通风良好
 - 可抵抗极端气候
 - 室内空气不包含腐蚀性气体
- 防止电机振动和受潮。
- 使用盖板覆盖电机。

防止受潮

如果没有干燥存储场所可用，请采取以下措施：

- 使用吸湿材料包裹电机，然后用薄膜密封包装电机。
- 在密封包装中放入几袋干燥剂。检查干燥剂，必要时进行更换。
- 在密封包装中放置湿度计，以显示密封包装内的空气湿度。
- 定期检查电机。

安装

7.1 安装安全说明



警告

永磁场引起的生命危险和挤压危险

如果不注意次级部件的永磁场的安全说明，可能会导致人员伤亡和财产损失。

- 注意章节“强磁场引起的危险 (页 32)”。



警告

次级部件永磁体导致的挤压危险

磁性次级部件的吸力作用于磁性材料。次级部件感应区的吸力逐渐增强。距离 150 mm 时的释放阈值为 3 mT（2013/35/EU 指令），针对吸力和弹射作用导致的受伤风险。次级部件和磁性材料可能无意间猛烈地相互吸合。同样，两个次级部件可能无意间猛烈地相互碰撞。如果站在次级部件感应区内，则存在较大的挤压危险。

次级部件感应区内的吸力可能高达几 kN。- 示例：磁场吸力的大小相当于好几个 100 kg 的重物夹住某个身体部位。

- 请不要低估磁场吸力的强度并小心作业。
- 佩戴手套。
- 至少两人一起作业。
- 在安装前才能去除次级部件的包装。
- 千万不要同时拆除多个次级部件的包装。
- 千万不要在未固定的情况下直接并排放置次级部件。
- 不要在磁性表面上放置金属，反之亦然。
- 原则上，请不要把可磁化材料制成的物品（如手表、钢制或铁制工具）和/或永磁铁携带到次级部件感应区中！如果不可避免必须使用磁性工具，请双手抓紧该工具。缓慢地将工具靠近次级部件。
- 立即安装已去除包装的次级部件。
- 我们建议在安装和拆卸次级部件时使用具有磁性自保持功能的保护垫。
- 不要同时拆卸多个次级部件。
- 拆卸后的次级部件应立即装入原始包装。
- 请遵循规定的安装步骤。
- 防止直接驱动意外运行。
- 准备好以下辅助工具来释放被夹住的身体部位（手、指头、脚或其他）：
 - 一把由坚固的、非磁化材料制成的锤子（约 3 公斤）
 - 两把由坚固的、非磁化材料（比如硬木）制成的楔子（楔角约为 10° - 15°，最低高度 50 mm）



警告

损坏的电缆引起的电击

损坏的连接电缆可能会引起电击并/或造成财产损失，例如：引发火灾。

- 请注意，在安装时连接电缆
 - 不能被损坏，
 - 不能被拉伸，
 - 不能被移动部件缠住。
- 请遵守允许的弯曲半径。
- 不要将电机固定在电缆上。
- 不要抽拔电机电缆。



警告

电击危险

初级部件相对于次级部件磁板的每一次运动（以及相反运动）都会导致初级部件电缆接口上产生感应电压。

电机接通时，初级部件电缆接口上也会有电压。

如果此时接触电缆接口，会有电击危险。

- 只能由专业人士进行电子组件的安装和拆卸。
- 所有在电机上的工作仅允许在设备无电压状态下进行。
- 严禁触摸电缆接口。正确连接初级部件的电缆接口或按照规定对其进行绝缘处理。
- 初级部件上携带电压时，不要断开电缆连接。
- 只使用预制的电源电缆进行连接。
- 首先连接安全接地线 PE。
- 将电源电缆连接到变频器上之前先将其连接至初级部件。
- 断开连接至初级部件上的连接后，才能断开至变频器上的连接。
- 最后断开安全接地线 PE。

小心

尖锐的棱边和掉落的物体

尖锐的棱边可能会造成割伤，而掉落的物体可能会砸伤脚部。

- 穿戴安全手套和安全鞋！

7.2 直线电机的安装指南

固定技术

必须按照以下指定数据将初级部件和次级部件紧固到机床结构上：

- 使用强度等级为 10.9 的 M5 螺栓。（摩擦值 $\mu_{ges} = 0.1$ ）。

表格 7-1 各个电机类型对应的螺栓数量

螺栓数量		
4	8	12
1FN3050-1KD00	1FN3050-2KC40	-
1FN3100-1KC50	1FN3100-2KC50	1FN3100-3KC50
1FN3150-1KC70	1FN3150-2KC70	1FN3150-3KC70

- 只能使用新螺丝。
- 请确保用于次级部件的固定螺钉的类型正确：
 - 符合指令 DIN EN ISO 4762（内六角螺钉）或 DIN EN ISO 14579（内六角套筒）的用于 1FN3050 至 1FN3150 的普通头圆柱头螺钉
- 确保固定表面无油、无脂、干净且未上漆。
- 遵循固定面的最佳表面粗糙程度 Rz。Rz 介于 10 到 40 μm 之间。
- 尽可能减少接合的数量，从而将材料和螺钉的设定量保持在低水平（设定效应）。
- 遵守初级部件的螺纹深度和拧入深度的规定。
- 拧紧扭矩为 7.6 Nm。

在扭矩控制下拧紧固定螺钉。如果无法以扭矩控制的方式拧紧固定螺钉，那么至少需要使用带有短刀头插件的校准过转矩扳手进行紧固。

可以通过旋转角度或屈服强度控制的紧固方法来增加螺栓连接的应力。
- 不要猝然拧紧螺钉。
- 使用长夹持长度 $l_k/d > 5$ 来固定螺栓。另外，用中等强度的螺纹锁固剂，例如 Loctite 243 来固定螺栓，防止松动。
- 尽量减少螺钉的调节负载。拧紧所有螺钉。

初级部件中的螺纹深度和旋入深度

下图示意性地显示了固定螺钉拧入时的最小允许深度和最大拧入深度。如此一来，机床制造商便对螺钉长度的选择有了**明确的范围**。

由机床制造商负责考虑所有组件公差，选择固定螺钉的长度。

机床制造商必须确保所选螺钉达到最小旋入深度且没有超出最大旋入深度。

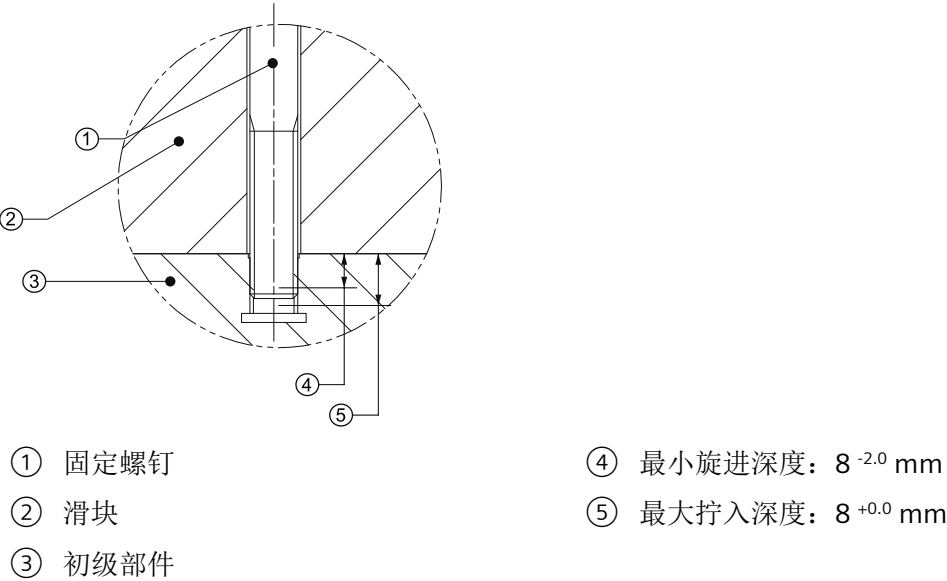


图 7-1 初级部件上旋入深度的原理图

次级部件安装的旋入深度

允许的最小旋入深度

下面列出了床身常用材料所允许的最小旋入深度。材料不同时需要根据 VDI 指令 2230 计算旋入深度。

表格 7-2 允许的最小旋入深度

材料	旋入深度
EN GJL-250	1.4 • d
EN GJL-300	1.3 • d
EN GJS-600-3	0.7 • d
G-ALZN10Si8Mg	2.8 • d
St 37	1.8 • d
St 50	1.3 • d

最大旋入深度

最大旋入深度由机床制造商估算。
最大旋入深度是根据床身上用户侧螺纹孔进行估算的。

7.3 电机安装步骤

直线电机的安装分为以下几个步骤：

- 1. 安装电机前，请检查安装高度。
- 2. 清洁电机部件和机床的安装表面。
- 3. 安装初级部件，次级部件和组件。
- 4. 检查发动机的安装情况。



7.3.1 保持安装高度

电机安装高度

下图显示了电机安装高度。所包含的值在下表中进行了标注。

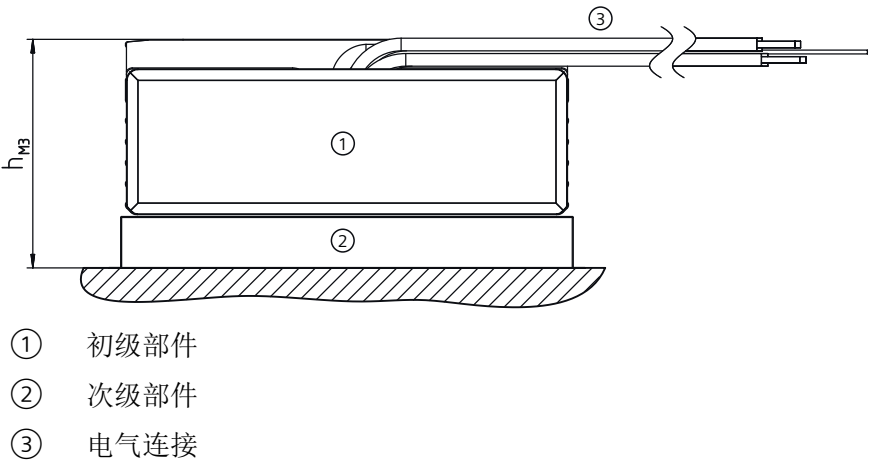


图 7-2 电机安装高度

表格 7-3 前面的图片对应的电机安装高度

结构尺寸		安装高度 h_{M3} 单位 mm
1FN3050, 1FN3100	不带次级部件护板, 不带次级部件冷却系统	58
	带次级部件护板 不带次级部件冷却系统	58.4
	不带次级部件护板, 带次级部件冷却系统	61
	带次级部件护板 带次级部件冷却系统	61.4
1FN3150	不带次级部件护板, 不带次级部件冷却系统	60
	带次级部件护板 不带次级部件冷却系统	60.4
	不带次级部件护板, 带次级部件冷却系统	63
	带次级部件护板 带次级部件冷却系统	63.4

安装高度公差 +0.2mm

7.3.2 安装程序概述

可采用 3 种不同方式在机床上安装直线电机：

- 通过分散次级部件导轨安装电机
- 通过导入滑块安装电机
- 通过套装电机各部分安装电极

7.3.3 通过分散次级部件导轨安装电机



 **警告**

导入滑块时存在挤压危险（步骤 3）
当把带有初级部件的滑块推到已安装好的次级部件导轨的方向上会短暂出现强大的拉入力。此时存在挤压危险！

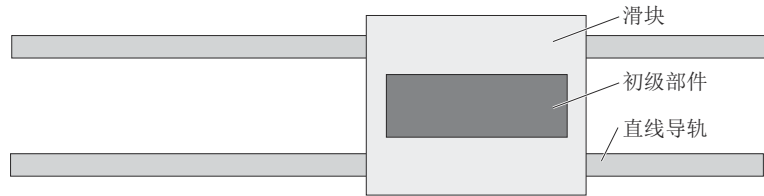
- 注意不要将手指伸入危险区域！

前提条件

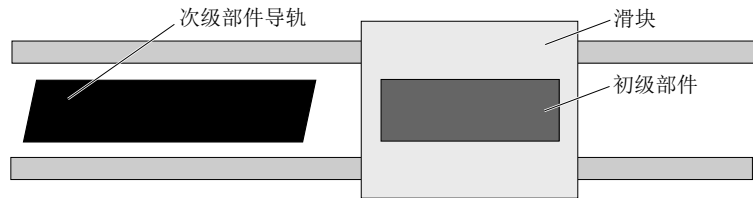
在该安装过程中，必须将整个次级部件导轨分成两部分。两段都必须至少达到滑块的长度。

步骤

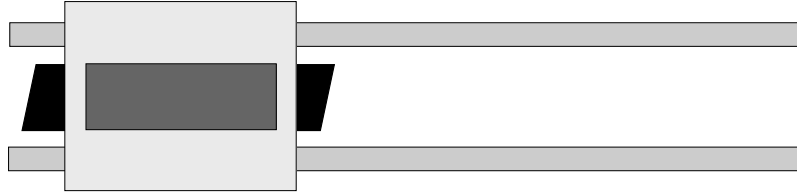
1. 安装带有直线导轨和初级部件的滑块。



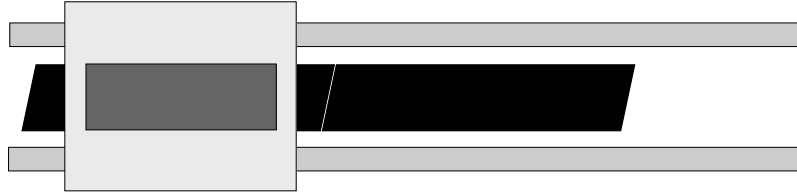
2. 将滑块滑至一边。在另一侧安装次级部件导轨。按照章节“单个电机组件的安装 (页 104)”的描述进行。对齐次级部件磁板，按规定扭矩拧紧固定螺钉。



3. 将滑块滑到已安装好的次级部件导轨上。引力由直线导轨承受。



4. 按照章节单个电机组件的安装 (页 104)中的说明安装剩余的次级部件导轨。必要时对齐磁板。按规定扭矩拧紧固定螺钉。



7.3.4 通过导入滑块来安装



警告

吸力导致的挤压危险

采用此方案时，电机次级部件会对初级部件会产生吸力。可能发生挤压危险！

- 确保在磁性吸力生效前通过汇流装置引导滑板。
- 注意不要将手指伸入危险区域！

前提条件

该安装程序适用于双梳排列的电机的装配。
通常情况下需要客户提供的穿线装置来完成该安装过程。

操作步骤

- 将电机的移动部分推入已经安装好电机部件的固定外壳内。为此可参见下图。

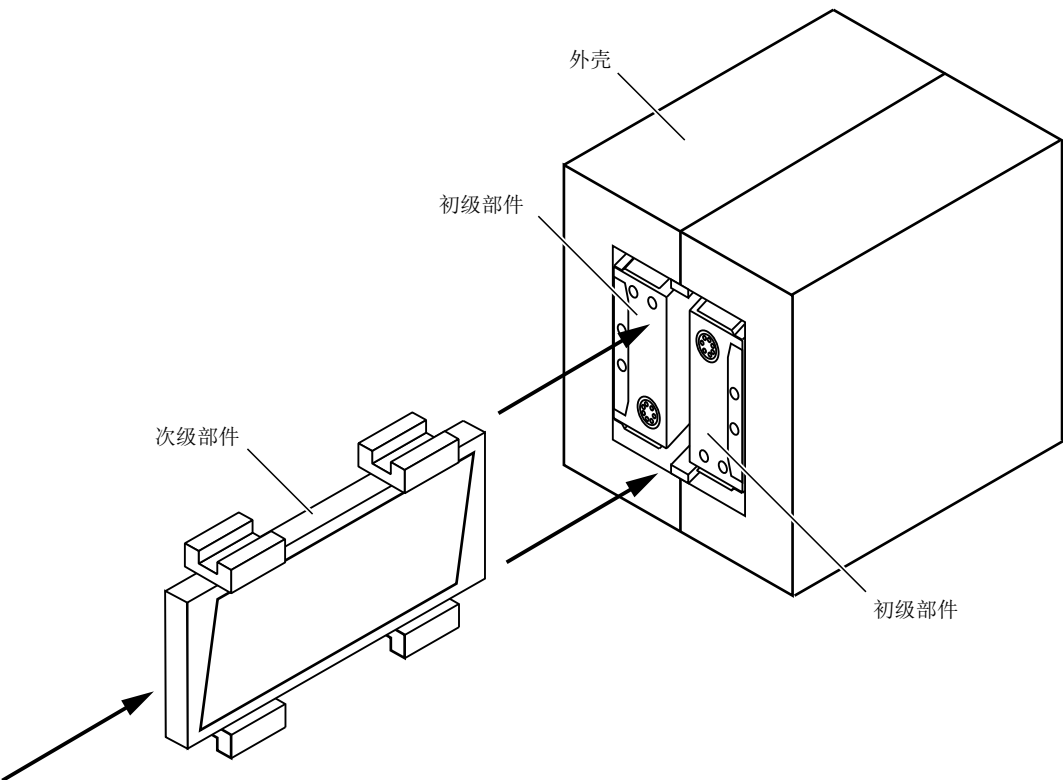


图 7-3 对于双梳形电机要导入次级部件（图片类似）



7.3.5 逐个安装各电机部分



警告 安装初级部件时存在挤压危险（步骤 2） 当把初级部件放在次级部件导轨上时，次级部件导轨方向上将出现较高的吸力（高达 7.46 kN）。此时存在挤压危险！ • 请安装一个加压装置，以控制初级部件的下降。 • 注意不要将手指伸入危险区域！
--

注意 针对初级部件和次级部件导轨的损害 如果初级部件直接放在次级部件导轨上，需要很大的力量才能再次分离这两个部件。这可能会导致机械方面的损坏。 • 严禁将初级部件直接放在次级部件导轨上。 • 请在初级部件和次级部件导轨之间使用由非磁化材料制成的 0.5 毫米厚的间隔箔。

前提条件

当其他安装方案都不行时才考虑使用该费时费力的方案。

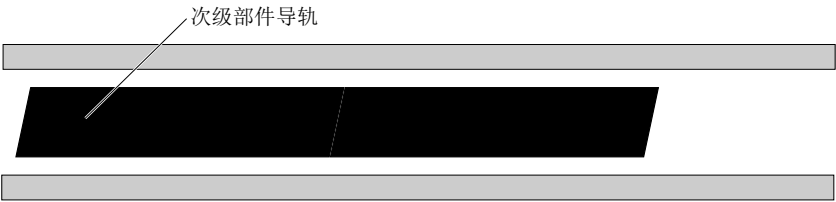
- 这种安装方式要求在初级部件和次级部件导轨之间使用由非磁化材料制成的间隔箔。间隔箔可以防止初级部件直接接触次级部件导轨
间隔箔必须比所需的间隙更薄，以便在安装结束后能够移除间隔箔。
- 该安装过程需要一个加压装置。加压装置必须确保初级部件能够在覆盖有间隔箔的次级部件导轨受控、平行和居中地下降。
推开板的刚性和推开螺丝的长度必须使初级部件在被放下之前与次级部件导轨保持至少 50 mm 的距离。
在确定螺丝的尺寸时，必须确保其能够提供高紧固力并有足够的储备量。

操作步骤

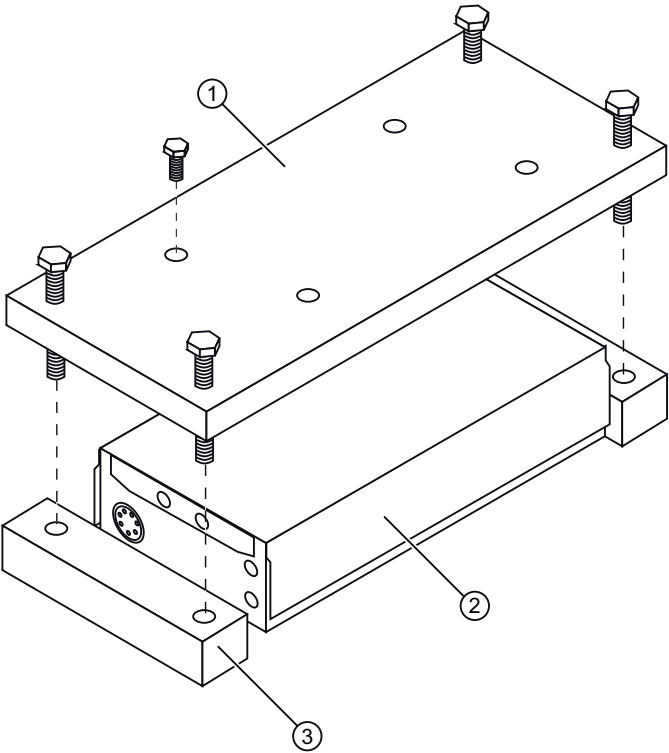
应用示例

次级部件磁板短于初级部件长度的两倍。不能使用滑块将初级部件向侧面推开的过宽，使得所有次级部件能到达固定面。

1. 按照章节“单个电机组件的安装 (页 104)”中的说明安装次级部件导轨。



2. 如下所示将初级部件通过加压装置放在次级部件导轨上：

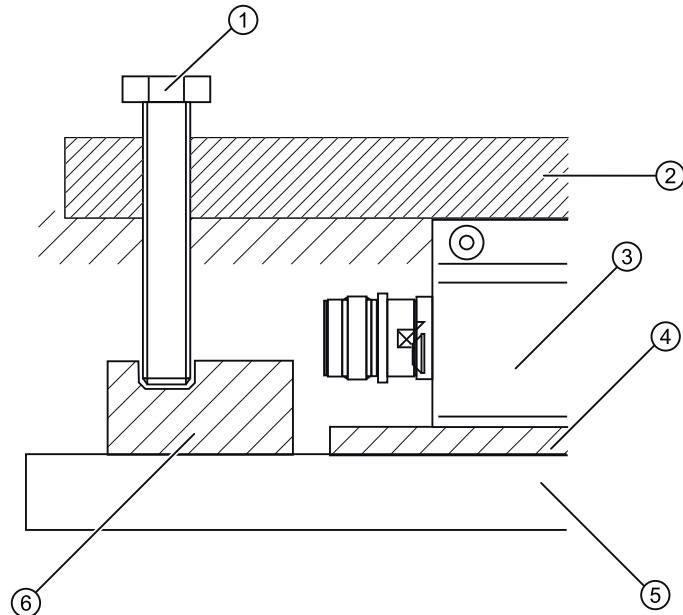


- ① 加压板
- ② 初级部件
- ③ 止推轴承块

图 7-4 加压装置（图示类似）

- 将初级部件安装在加压装置的加压板上。此时可以使用出厂时的固定孔。
- 将加压螺钉旋入加压板。此时需要注意：加压螺钉能平稳地从加压板上凸出。在非磁性止推轴承块和加压板之间至少要保持 **50 mm** 的间距。
- 在初级部件和次级部件磁板之间放置一块间隔薄膜。

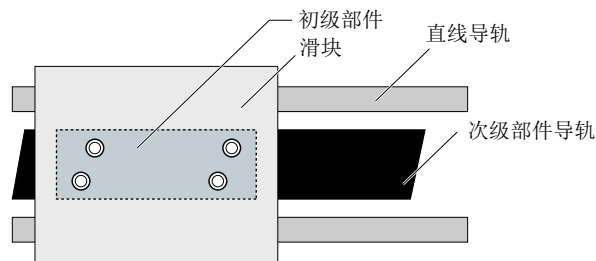
- 一步步旋回加压螺钉，使初级部件平行居中地下降到次级部件磁板上。
- 然后，完全从初级部件上拆除加压装置。



- ① 加压螺钉
- ② 加压板
- ③ 初级部件
- ④ 间隔薄膜
- ⑤ 次级部件
- ⑥ 止推轴承块（铝制/黄铜）

图 7-5 从初级部件上拆下加压器（类似图示）。

3. 将初级部件安装在滑块上。
 - 将滑块固定到导轨上。
 - 将滑块推到初级部件上方。此时必须将初级部件的固定孔与滑块的固定孔进行对准。
 - 然后，手动将固定螺钉通过滑块旋入初级部件。初级部件借助于固定螺钉间均匀的相互吸引从次级部件磁板上脱离。
 - 然后，轻易地从空隙间取出间隔薄膜。



7.3 电机安装步骤

7.3.6 单个电机组件的安装

7.3.6.1 安装初级部件

注意
旋入深度错误导致的电机部件损坏 固定螺钉的拧入深度过大会损坏初级部件，并妨碍与机床进行充分滑动连接。 固定螺钉的拧入深度太浅会导致运行中发生螺纹连接脱开。 两者都会导致电机部件的损坏或损毁。 请遵守允许的最小和最大螺丝插入深度。

操作步骤

- 通过初级部件背面的螺纹孔固定初级部件。

7.3.6.2 安装次级部件



警告
使用去掉包装的次级部件会提高压伤风险！ 次级部件和磁性材料可能无意间猛烈地相互吸合。同样，两个次级部件可能无意间猛烈地相互碰撞。 务必要注意章节“安装安全说明 (页 91)”中的警告说明“次级部件永磁体导致的挤压危险”。

操作步骤

- 使用具有磁性自保持功能的保护垫，其大小与次级部件相匹配。如果有必要，可使用两个连接在一起的保护垫覆盖一个次级部件。



图 7-6 用于次级部件的具有磁性自保持功能的保护垫

- 将带有黑色 PU 泡沫的保护垫一侧放在次级部件的磁铁上。
由于保护垫的顶部有一块金属板，保护垫将被次级部件的磁力所吸引并固定就位。这样以来，次级部件的引力就被削弱了。这也减少了人员被次级部件的永久磁铁挤伤的风险。
- 在更换次级部件时，请将保护垫放在要更换的次级部件的前面和后面。
- 在操作直线电机之前请移除保护垫。

7.3.6.3 安装次级部件护板

警告 处理次级部件护板时有割伤危险 次级部件护板的边缘很锋利。交付状态下用捆扎带固定卷起的次级部件整段式盖板，其处于弹簧张力之下。 如果切断捆扎带，卷起的整段式盖板会突然展开。务必佩戴安全手套和保护眼镜保护手和眼睛。 - 处理次级部件护板时要戴上安全手套。 - 在拆开整段式盖板时必须佩戴护眼装置 - 必要时两人一组作业。 - 切割捆扎带时必须握住卷起的整段式盖板 - 然后慢慢展开整段式盖板
--

7.3 电机安装步骤

表格 7-4 作为连续整段式盖板的次级部件护板包装上的安全图示

图标	含义	图标	含义
	次级部件的整段式盖板突然被展开时的警告 (非标准化的警告标志)		尖锐物体警告 (ISO 7010-W022)
	佩戴护眼装置 (ISO 7010-M004)		佩戴手套 (ISO 7010-M009)

说明

较大的空气间隙会降低电机功率

如果你使用一个次级部件护板，在初级部件和次级部件之间需要增加 0.4 毫米的空气间隙。这样电机输出的力就会减少大约 10 %。

次级部件盖板用于保护次级部件磁板。安装方案取决于盖板类型。有以下 2 种安装方式：

- 连续整段式盖板
- 分段式盖板

注意

电机空间内的污染会导致电机功能损耗和磨损

电机空间受污染会导致电机功能损耗和磨损。加装去沫装置不足以阻止异物进入初级部件与次级部件之间的气隙内，我们也不推荐。

- 不管是否使用整段式盖板，都必须采取适宜的措施防止异物进入电机内部。

如果次级部件磁板比较长，那么整段式盖板相对于分段式盖板而言价格更高。

前提条件

必须尽可能被保护机床一侧的直线电机以防止任何污染。次级部件的盖板和初级部件面向空气间隙的不锈钢盖板也可提供保护功能，以确保机器侧屏蔽无法遮蔽的污物进入设备。

次级部件的盖板可确保部件表面不受由灰尘、沙子、碎片、机器零件等物质堆积造成的机械损害。

如果这些污染物散落在初级部件或移动的机床部件中，并沿着空气间隙被拖动或被困在空气间隙中，就会对未受保护的次级部件造成损害。

根据机床中是否会进入污物判断是否有必要安装次级部件护板。如果按照规定安装直线电机 1FN3，将留有有一个相对较大的空气间隙，这样以来，小的污垢颗粒不会导致运动和固定

部件之间出现机械接触。因此可相应选择较长的清洁间隔。而且即使在机床发生轻微变形，例如由于大质量带来的强烈加速度，也不会导致发生机械接触。

使用盖板可增加磁性空气间隙，导致电机动力的下降。

如果安装次级部件护板更为合适，那么应选择最合适的盖板类型（分段式盖板或连续整段式盖板）。可以根据各种标准进行评估。

- 脏污类型

- 如果为钢屑等尖锐污物，应选择连续的整段式盖板，其会形成一片没有接缝的光滑表面。切屑可能会被夹在分段式盖板之间的接缝处损害设备。可以压实的泥土可以由初级部件压入分段式盖板的接缝处，从而使其翘起。如果污染导致初级部件和盖板之间的摩擦非常大，盖板就会发生移位。
- 如果机床会偶尔接触液体，分段式盖板无法有效防止盖板和次级部件之间积聚液体。如果所涉液体可能会腐蚀或穿透次级部件的浇注层并损坏磁性材料，那么可能不安装盖板更好。这样可以使液体排出，必要时也可以使液体变干。

- 轴的长度

- 连续整段式盖板的长度受限。分段式盖板可以用来覆盖任何长度的次级部件导轨。
- 在使用连续整段式盖板时，即使不安装次级部件冷却装置，电机也会由于次级部件导轨末端的安装区域而变的更长。

- 安装选项和安装投入

- 连续整段式盖板的安装比分段式盖板的安装更复杂，因为这种金属板带比较灵活，通常很长。单个分段式盖板的长度受限的，并通过两侧的弯边来稳定。
- 由于磁力引力，连续整段式盖板在第一次接触次级部件时就会立即对齐。必须几乎完全拆除盖板方可进行后期调整。放下分段式盖板时，其由于侧面的边缘而自动对准。
- 由于不可能将整段式盖板插入初级部件和次级部件之间，如果滑块已经安装完毕，必须始终将连续式整段式盖板与次级部件一起安装。
- 如果滑块长度小于次级部件导轨长度的一半，则必须在安装滑块之前安装次级部件和盖板（连续的和分段）。

步骤

安装连续整段式盖板

该流程适用于以下初始情况：

- 次级部件导轨的长度至少是滑块的两倍。
- 导轨和带主初级部件的滑块已经安装完毕。
- 已安装了半条次级部件导轨。
- 滑块位于没有次级部件的区域的上方。



图 7-7 安装连续整段式盖板的初始情况

1. 拆除次级部件的夹紧楔子，准备好整段式盖板的导入辅助工具。
该辅助工具必须由不可磁化的材料制成，其宽度应与次级部件的宽度大致相符（如上图中的木板）。
2. 将导入辅助装置放在次级部件导轨的末端，使其形成一个斜坡。
3. 铺开整段式盖板，将其放在导入辅助装置上。
4. 放置导入辅助装置，使整段式盖板和次级部件导轨之间至少有 10 mm 的距离。

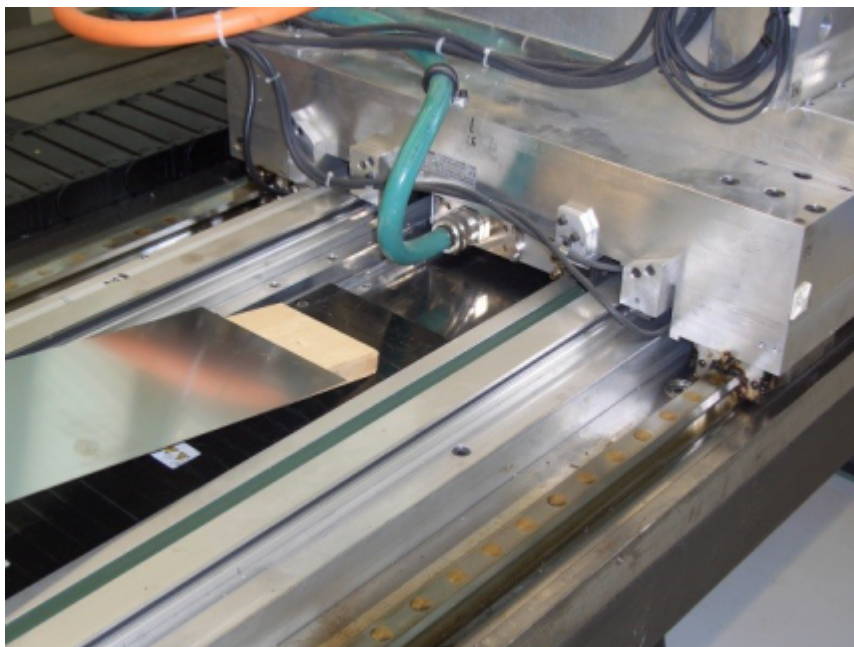


图 7-8 放置导入辅助装置

5. 推动滑块下的整段式盖板，直到到达次级部件端盖。

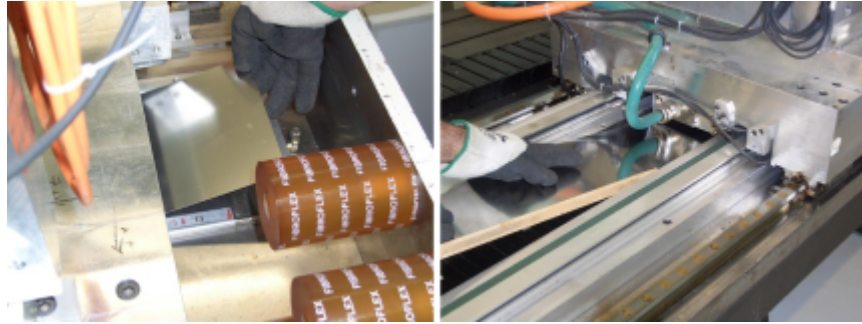


图 7-9 滑动整段式盖板

6. 将整段式盖板插入次级部件端头的楔形凹槽中，并在行进方向和横向上与端头居中对齐。整段式盖板的端部和螺纹孔之间必须留有一定的空间，这样才能拧入夹紧楔子的固定螺钉。
7. 放置夹紧楔子并将其压入正确位置。
8. 拧入固定螺钉并拧紧。

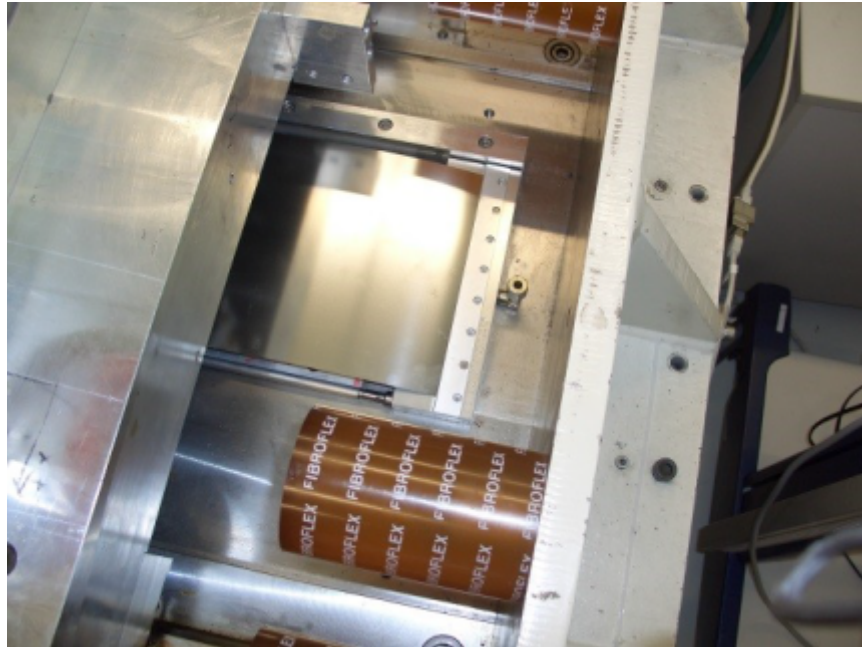


图 7-10 拧入固定螺钉

9. 将整段式盖板从导入辅助装置上抬起并向上弯曲，注意不要出现折痕。
10. 取下导入辅助装置。
11. 慢慢地将整段式盖板放在已经安装好的次级部件上。

7.3 电机安装步骤

12. 在第一次接触次级部件边缘时，将整段式盖板对准次级部件的中心位置，并检查整段式盖板在级部件端盖中的位置是否正确。当把它放在次级部件上时，要不断地检查在横向移动方向的对齐情况。如果整段式盖板明显偏离了次级部件导轨，就必须将其抬起并重新对齐。

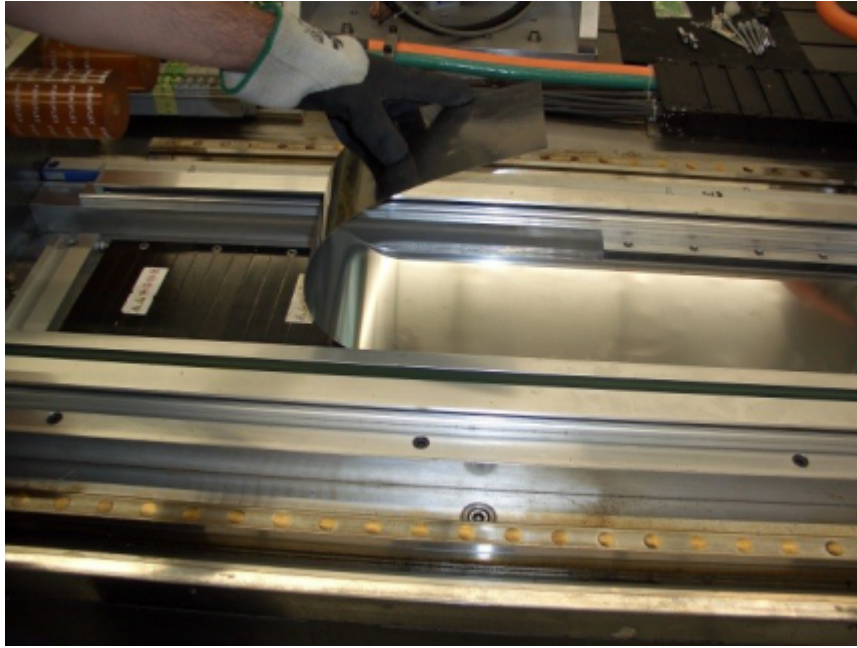


图 7-11 校准整段式盖板

13. 将整段式盖板放在第二个端头上，并检查其在行进方向上的位置。如果用于固定夹紧楔子的螺纹孔被覆盖，则必须在行进方向上校准整段式盖板由于必须完全提起整段式盖板，有必要在已经安装好的次级部件导轨的端头（滑块一侧）上的整段式盖板上做个标记，以便于重新定位。

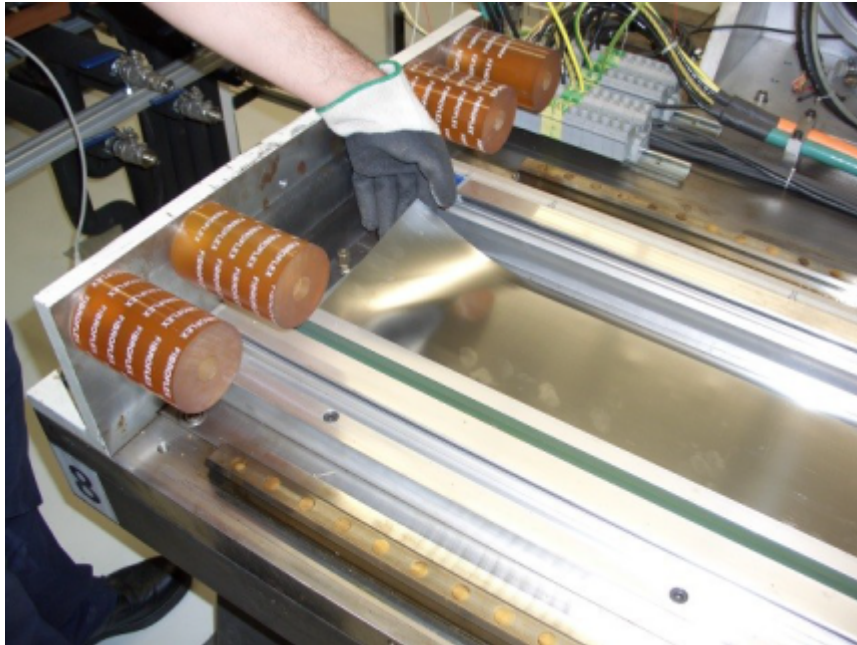


图 7-12 将整段式盖板放在第二个端头上

14. 整段式盖板校准完成后，压上夹紧楔子。

15. 拧入固定螺钉并拧紧。

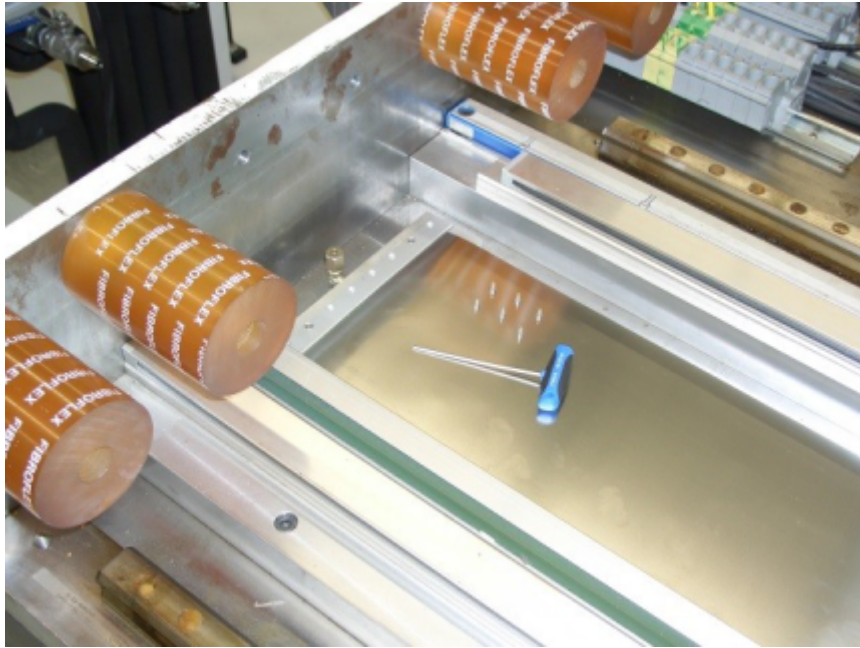


图 7-13 拧入固定螺钉

16. 再次检查另一个整段式盖板端的对齐情况，确保即使轻拉整段式盖板，也不会盖住达次级部件端盖上的螺纹孔。

17. 将滑块从安装好的次级部件上滑到另一个终位。

18. 将在没有次级部件的端头的整段式盖板从端头松开，向上弯曲主要不要出现折痕。

19. 牢牢地固定整段式盖板，在次级部件和盖板之间推一个槽楔，以补偿引力。



图 7-14 固定整段式盖板

20. 安装其余的基次级部件。

21. 在次级部件上展开整段式盖板确保正确对齐。最小的侧向偏差可以被纠正。



图 7-15 在次级部件上展开整段式盖板

22. 推回夹紧楔子并拧紧。



图 7-16 拧紧夹紧楔子

安装分段式盖板

1. 拆下滑板，安装次级部件。
2. 如下安装第一段盖板：
从上方倾斜放入盖板，放入时盖板一端与最后一块次级部件的外边沿大约成 45° 角。
然后下降盖板，使盖板和次级部件磁板对准。
如果发现有引力，松开分段式盖板。
通常情况下，盖板会自行到达正确的位置。

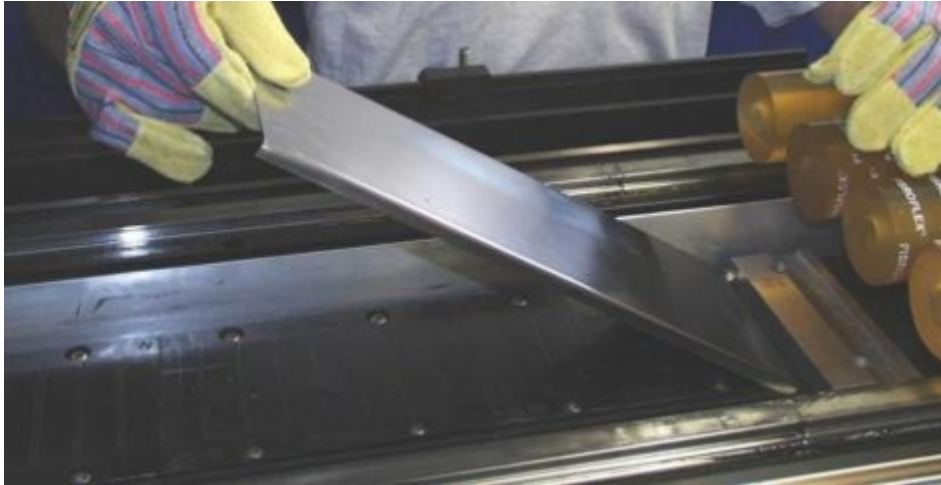


图 7-17 分段式盖板的第一段

3. 检查位置是否正确：
如果盖板的第一段位于次级部件的中间，代表位置就正确了。
4. 按照第一段盖板的方法安装剩下的盖板。



图 7-18 安装分段式盖板的其他段

5. 将第一段和最后一段的端部连接到次级部件端盖。

6. 将带隔板和加压装置的初级部件放在次级部件磁板上。
7. 将滑块安装到导轨上。
8. 通过初级部件的固定孔对准滑块。
9. 从次级部件磁板上松开初级部件以及加压装置。
10. 将初级部件固定在滑块上。



说明

排列分段式盖板

如果次级部件的接缝和分段式盖板的接缝错位排列，次级部件磁板能达到更好的防尘效果。此外，分段式盖板也能更好地相互连接。

当靠近次级部件导轨末端的盖板各段不是次级部件长度的整数倍，而是 $(n+0.5)$ 倍时，可以实现这种错开排列，参见下图。

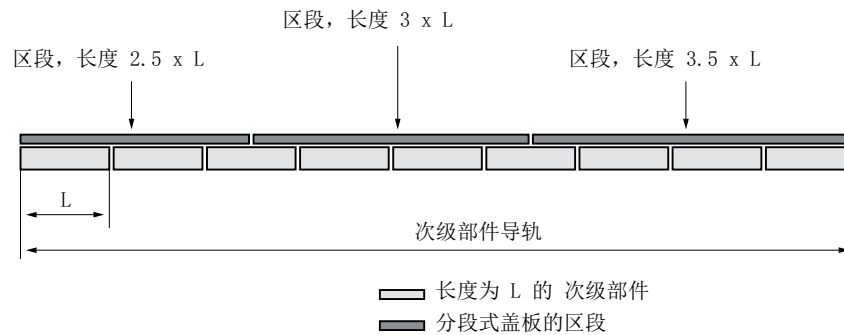


图 7-19 示例：分段式次级部件盖板的位置

拆除分段式盖板

如果要拆卸分段式次级部件盖板，则必须按照下图从一侧横向抬起盖板。



图 7-20 分段式盖板的拆卸

7.3.6.4 次级部件 1FN3050...1FN3150 的螺栓固紧顺序

- 用固定螺钉将次级部件机械固定在床身上。

说明

床身上的钻孔

用于将次级部件固定在床身上的固定螺钉的圆柱部分不允许触及螺纹。

- 必要时降低床身上的钻孔。

在每个次级部件上均有字母 "N"。确保所有次级部件上的字母 "N" 如下图所示指向同一方向。

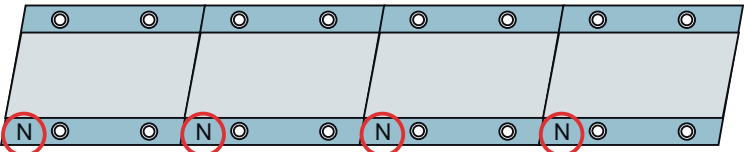
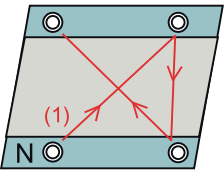


图 7-21 1FN3 系列次级部件上标识 "N" 的位置

根据下图按照规定的顺序拧紧次级部件。



1FN3050 ... 150

图 7-22 1FN3 系列电机次级部件的拧紧顺序



7.4 安装工作复检



警告

电击危险

初级部件相对于次级部件磁板的每一次运动（以及相反运动）都会导致初级部件电缆接口上产生感应电压。接触电缆接头时可能会被电击。

- 不要接触电缆接头。
- 正确连接电机的电缆接头或按规定进行绝缘。

7.4 安装工作复检

7.4.1 滑块灵活性

检查滑块的灵活性

检查电机的安装，特别是通过检查滑块的灵活性。

- 清除运行区域内的所有工具和物件。
- 运行滑块前，使用抹布清洁磁性表面。

在导轨系统进行精确对准时必须使用相同的力将电机的运动部件推过整个运行区域。允许力量有轻微波动。力量的波动是由直线电机受制约的齿槽力导致的。

- 如果局部出现过度迟缓，请检查安装高度和导向系统是否对齐。

说明

提高的推力或力度

检查滑块的灵活性时要注意：电机电缆的功率接口不能与驱动相连。此外，功率接口不允许短接。在此情况下会导致推力或力度提高。

7.4.2 检查空气间隙

说明

安装高度和空气间隙

安装高度在全部运动行程内必须位于规定的公差范围内。

如果安装高度是正确的，系统就会自动设置正确的空气间隙高度。

由于设计的原因，无法精确测量空气间隙高度。

正确的安装高度是确保电机能够符合数据表中记录的电机电气性能的先决条件。

安装完成后，用厚度为 0.5 毫米的抗撕裂间隔膜检查是否在整个次级部件导轨的长度上都存在空气间隙。

距离薄膜的制造商建议参见附录。

操作步骤

1. 将距离薄膜推到初级部件和次级部件之间的空隙中。
距离薄膜不能夹紧，必须能够轻易地整个空隙长度中手动移动，无需多大外力。
2. 将初级部件推至一个还未检查的次级部件磁板段上。重复检查。
3. 重复该步骤，直到检查完整个次级部件磁板。



注意
空隙高度过低 如果检查发现空气间隙不足，说明没有遵守规定的安装高度或安装错误。 此时禁止运行机床。 • 确保机床的安装高度在公差范围内，并确保电机安装正确。

7.4 安装工作复检

8.1 针对电气连接的安全说明

注意

直接连接到三相交流电源上可损坏电机

直接将电机接到三相交流电网上，会损坏电机。

- 电机只能和配置的变频器一起工作。



警告

错误连接时的电击危险

如果将电机错误连接，可能会导致死亡、严重的身体伤害和/或财产损失。电机要求注入正弦波形的电流。

- 根据本手册的接线图连接电机。
- 另外，还要参照所用驱动系统的资料。



警告

电击危险

初级部件相对于次级部件磁板的每一次运动（以及相反运动）都会导致初级部件电缆接口上产生感应电压。

电机接通时，初级部件电缆接口上也会有电压。

如果此时接触电缆接口，会有电击危险。

- 只能由专业人士进行电子组件的安装和拆卸。
- 所有在电机上的工作仅允许在设备无电压状态下进行。
- 严禁触摸电缆接口。正确连接初级部件的电缆接口或按照规定对其进行绝缘处理。
- 初级部件上携带电压时，不要断开电缆连接。
- 只使用预制的电源电缆进行连接。
- 首先连接安全接地线 PE。
- 将电源电缆连接到变频器上之前先将其连接至初级部件。
- 断开连接至初级部件上的连接后，才能断开至变频器上的连接。
- 最后断开安全接地线 PE。

8.2 允许的电网类型



 **警告**

高放电电流引起的电击

接触电机导电部件时的高放电电流会导致电击。

- 在高放电电流下要注意对保护接地线更高的要求。要求参见 DIN EN 61800-5-1 和 DIN EN 60204-1 标准。
- 高放电电流时在 Power Drive System 上张贴警告标识。



 **警告**

剩余电压导致的电击危险

如果电机接口上留有危险的剩余电压，则会有电击危险。电机的通电部件在切断电压时的放电可达 60 μ C 以上。此外，在裸露的电缆终端上，拔出插头时在断开电压 1 s 后也存在 60 V 以上的电压。

- 等待至放电时间届满。

8.2 允许的电网类型

允许的电网结构和电压

下表列出了该电机适用的 TN 系统的电源电压：

表格 8-1 允许的 TN 系统的电源电压、产生的直流母线电压和变频器输出电压

允许的电源电压	产生的直流母线电压 U_{DC}	变频器输出电压（有效值） $U_{a\ max}$
400 V	600 V（可调）	425 V（可调）
	528 V（不可调）	380 V（不可调）
480 V	634 V（不可调）	460 V（不可调）

使用 SINAMICS S120 驱动系统时，电机通常允许在以下电网上运行：

- 在带有接地星形结点的 TN 电网
- 在带有接地星形结点的 TT 电网
- IT 电网

在 IT 电网上运行时必须要配备保护装置，防止在接地故障时驱动系统中断。

在带接地外导线的运行中，在电网和驱动系统之间要连接次级侧带接地星点的隔离变压器，以避免对绕组绝缘层造成冲击。

8.3 有关电气连接的重要信息

1FN3 自冷式直线电机有 3 根固定连接的单芯电缆用于电源连接，以及 1 根长度为 0.5 米的保护导线连接 (PE)。

此外，电机还有 2 根用于信号端口的单芯电缆，长度至少为 0.25 米。两根信号线合并为一根信号线，工用一个软管和一个收缩套筒进行保护。

所有的线端都是开放的。

表格 8-2 初级部件的电缆数据

初级部件 的电缆	外径 毫米	绝缘导体数量 x 横截面，单位 ： mm ²	允许的最小弯曲半径 单位 mm	
			永久安装的电缆	自由铺设的电缆
功率线	3.2	4 x (1 x 1.5) 单芯电缆	14.0	28.0
信号线	3.5	2 x (1 x 0.14)	14.0	28.0

将电源电缆连接连到功率模块的预设位置。

相应地将信号电缆连接到传感器模块中的预设位置。

当连接有开线端的电缆时要确保其正确接地。

在牵引链中使用电缆

说明

铺设电缆时注意牵引链制造商的说明！

为了尽量延长拖链和电缆的使用寿命，在拖链中不允许在未使用区分隔板的情况下将不同材质的电缆一起铺设。

电缆箱中的铺设须尽可能均匀，确保运行时电缆位置不会变化。必须按照其接地和外形尺寸对称排布电缆。

在箱子内仅可使用相同直径的电缆。外径差异很大的电缆需要通过隔板隔开。

电缆不允许固定在牵引链中，必须能自由移动。在牵引链的弯曲半径区域尤其需要确保电缆能够移动。

8.4 系统集成

弯曲半径不得低于规定值。将电缆固定至两端的不工作区，与运动部件的终点保持相应距离。

电缆至少须通过应变释放装置安装至牵引链末端。安装时须在未令电缆结构受到挤压的前提下与外表面大面积接触。

电缆必须能够无拧绞地从卷筒取出，即电缆必须展开，且不得通过卷筒法兰作为环状取出。

延长线的绝缘导体数和横截面

功率线

电源线的横截面取决于电机的额定电流：根据 DIN EN 60204-1（安装类型 C），电机的额定电流必须小于电缆的载流能力。

电机的最大允许额定电流为 15.2 A，电源线的横截面为 1.5 mm²。

信号线

信号线的延长线必须包含 2 根绝缘导体线。信号线的横截面至少为 0.14 mm²。

8.4 系统集成

下方插图显示了一个通过 SME12x 连接 Temp-S 的系统集成示例。

为了连接带 1 V_{pp} 的绝对值编码器 EnDat（订购标识 EnDat01 或 EnDat02）或者带 1 V_{pp} 的 SSI，需要 SME125。

为了连接增量编码器（sin/cos 1 V_{pp}），需要 SME120。

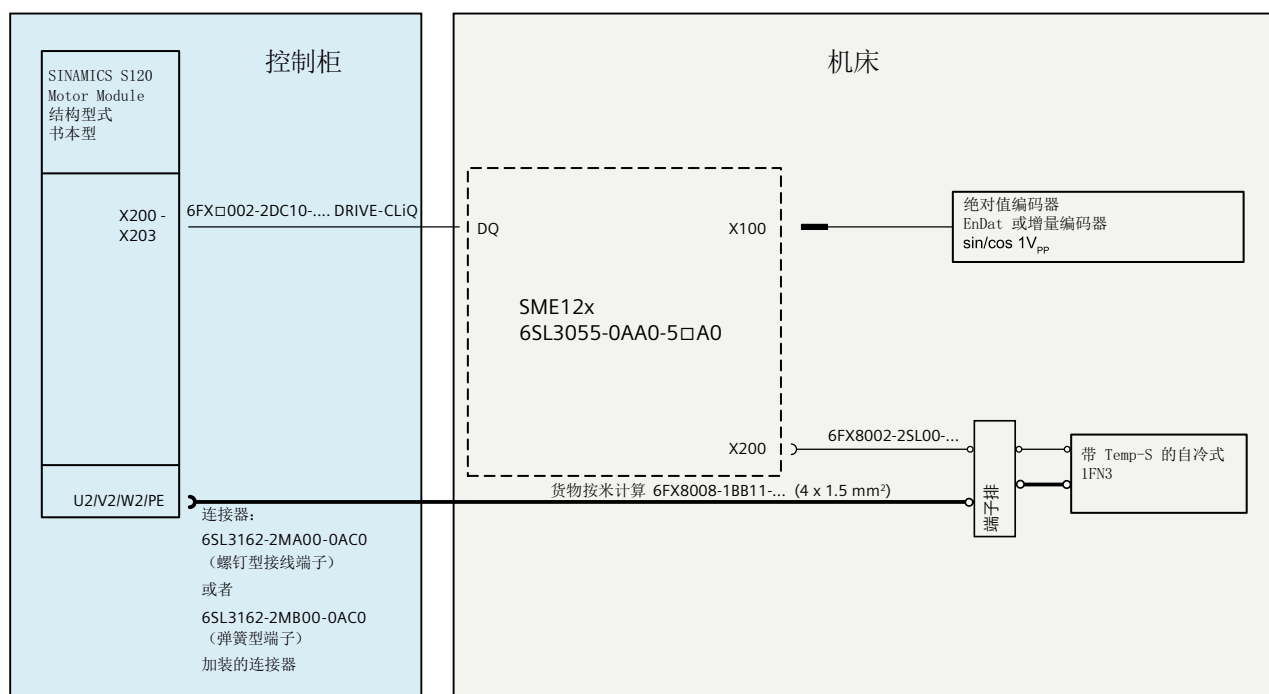


图 8-1 与 SME12x 的系统集成以及用于信号和电源连接的独立线路（示例）

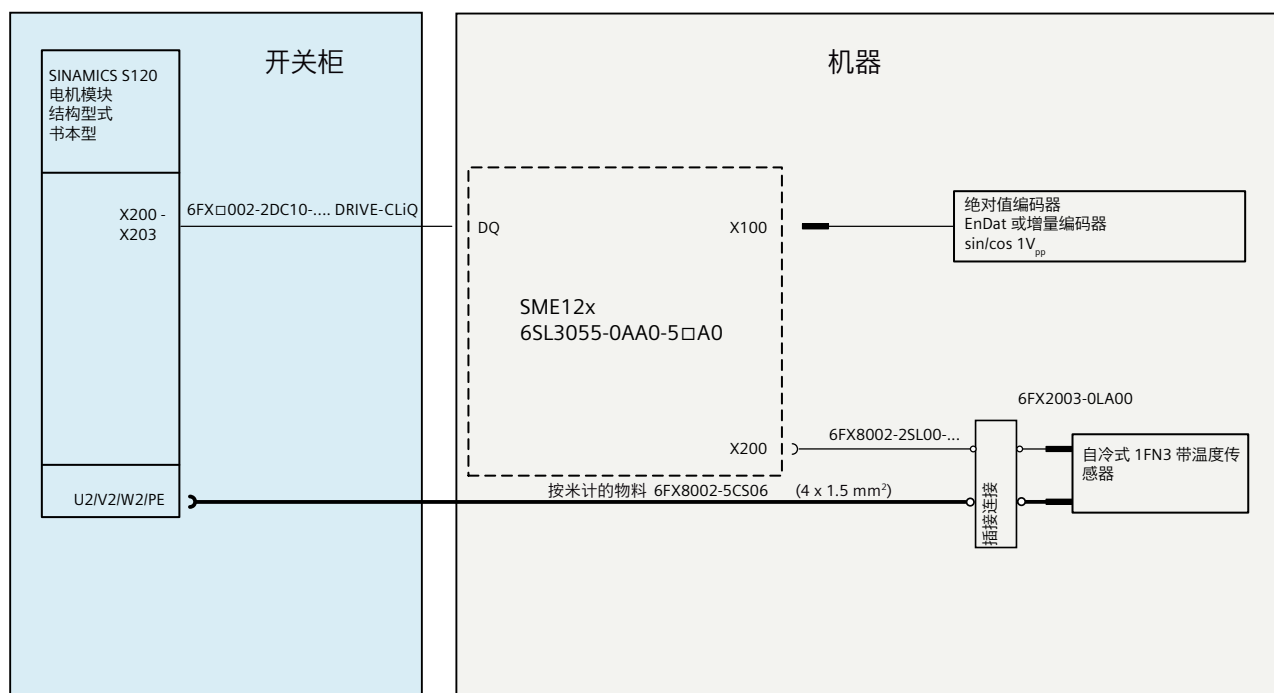


图 8-2 与 SME12x 的系统集成以及用于信号和电源连接的独立线路（带插接连接的型号）

8.4 系统集成

下面的图片显示了通过 TM120 连接 Temp-S 的 2 个示范性系统集成。一个 DRIVE-CLiQ 编码器直接连接到 TM120 上。

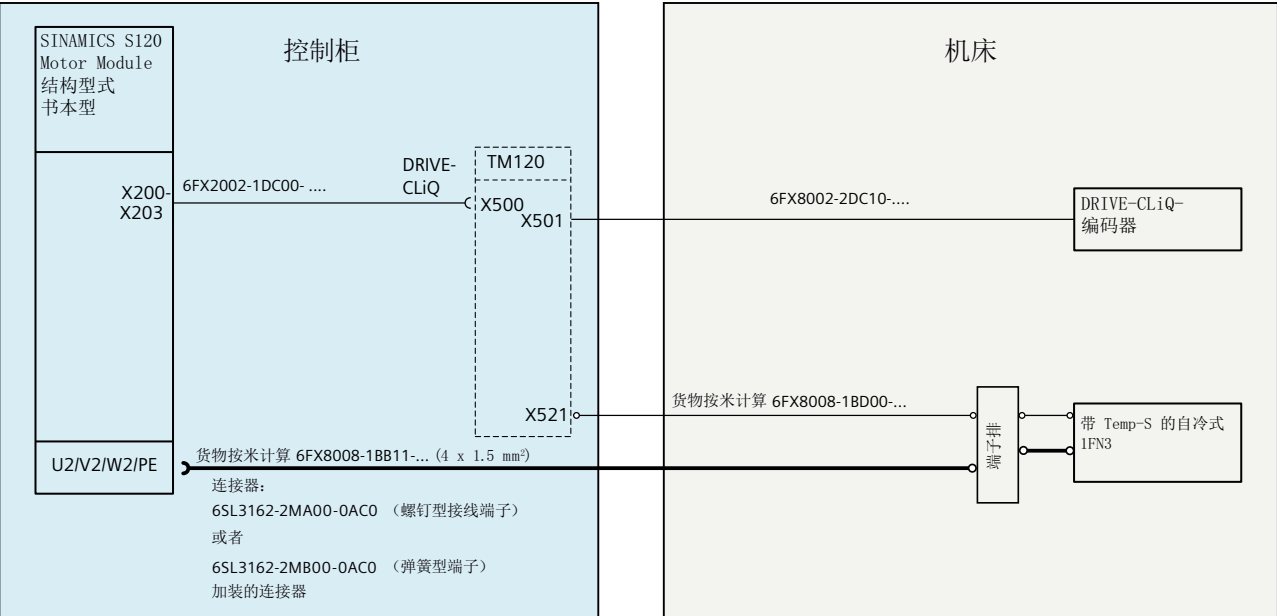


图 8-3 与 TM120 的系统集成以及用于信号和电源连接的独立线路（示例）

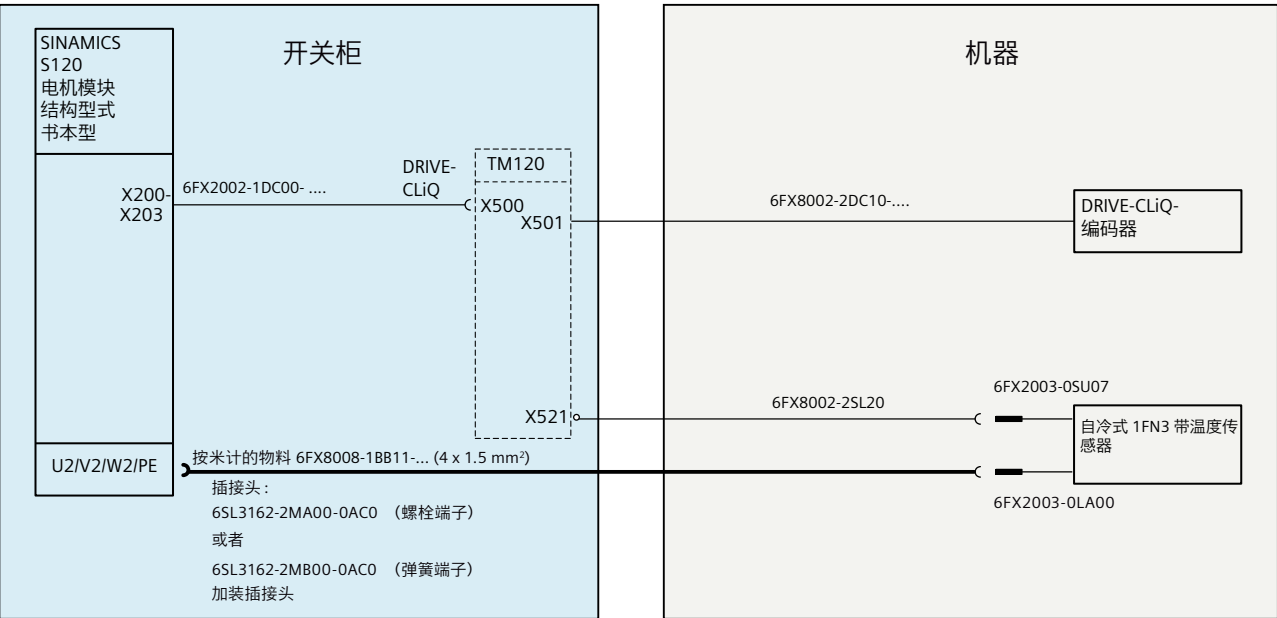


图 8-4 与 TM120 的系统集成以及用于信号和电源连接的独立线路（带插接连接的型号）

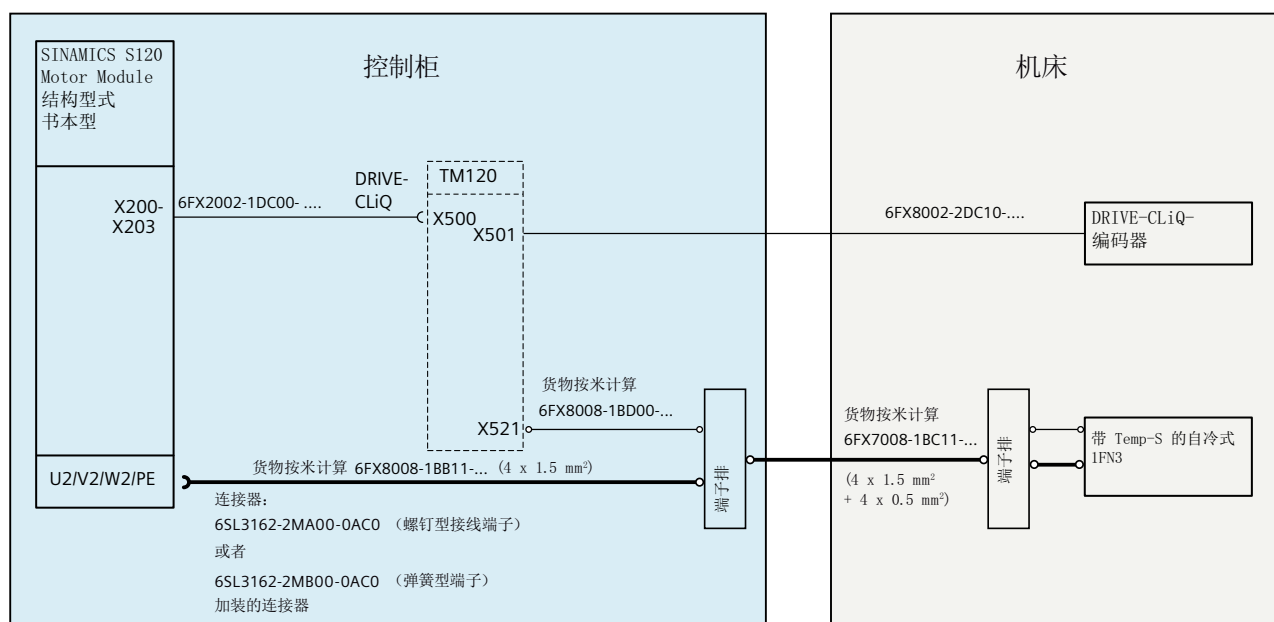


图 8-5 与 TM120 的系统集成以及用于信号和电源连接的组合线路（示例）

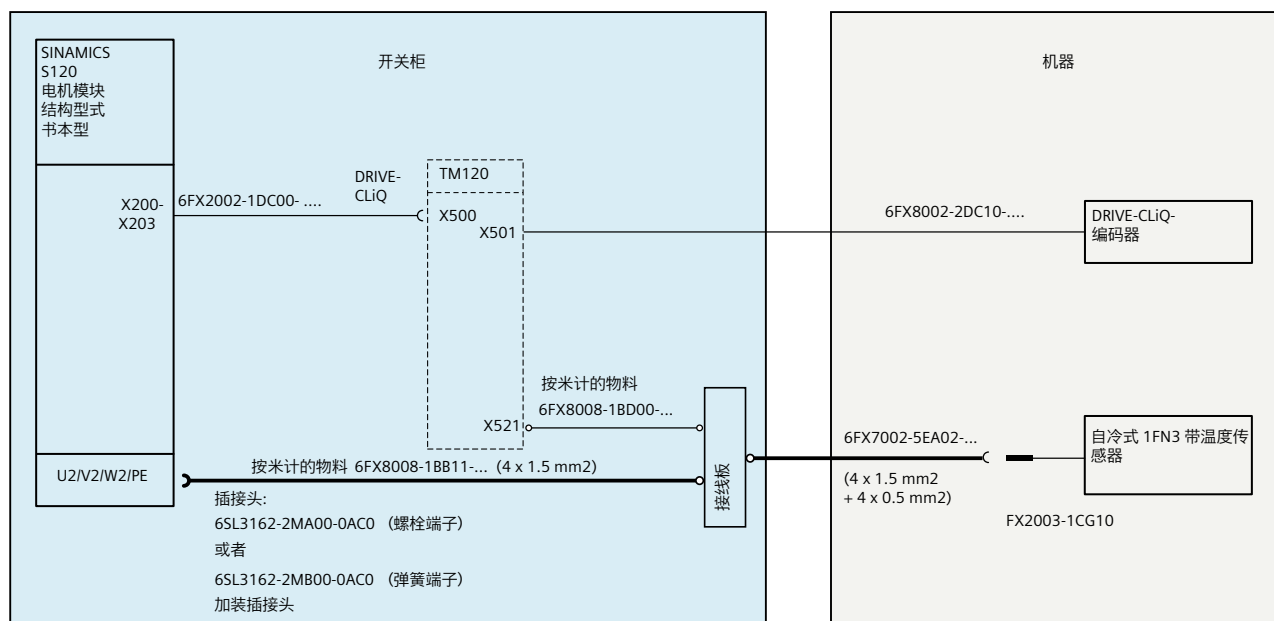


图 8-6 自冷式 1FN3 与 TM120 和组合线路（带插头的型号）的系统集成

8.5 电源连接

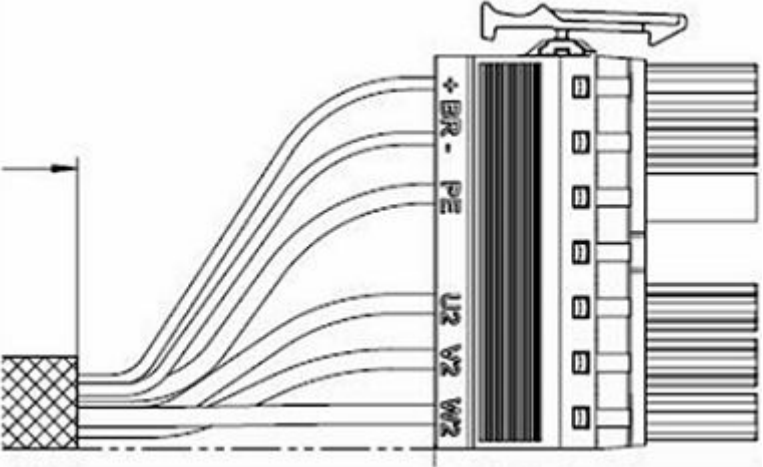
表格 8-3 电源连接 - 单芯电缆

颜色/标识	连接
绿色/黄色	PE
黑色	U
蓝色	V
红色	W

下表中的端子分配适用于加装的连接器：

- 带螺钉型接线端子的连接器 6SL3162-2MA00-0AC0
- 带弹簧型端子的连接器 6SL3162-2MB00-0AC0

表格 8-4 用于 C 型和 D 型电机模块的端子分配功率插头

连接	螺钉/ 弹簧型端子	功率插头端子分配
U	U2	
V	V2	
W	W2	
PE	PE	
-	BR-	
-	BR+	

避免误脱扣

可从以下网址获取有关主题“高频电流对断路器（3RV，3VU）和过载继电器（3RU，3UA）的热过载脱扣器的影响”以及“可能导致意外脱扣的其他影响”的信息。

FAQ 条目 ID 24153083 (<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objid=24153083&nodeid0=20358027&caller=view&lang=de&extranet=standard&viewreg=WW&u=NDawMDAxNwAA&siteID=cseus>)

8.6 信号端口



警告

如果温度监视电路连接不正确则存在触电危险

出现故障时，Temp-S 和 Temp-F 的电路无法与电源电路进行安全电气隔离。

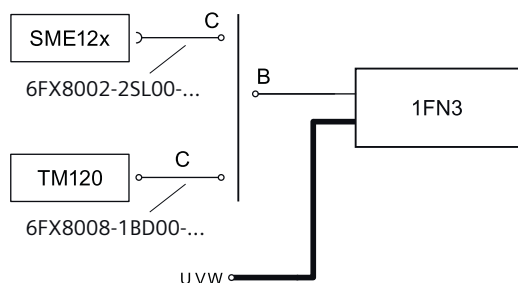
- 可使用 TM120 或 SME12x 来连接 Temp-S 温度监视电路。以满足 DIN EN 61800-5-1 要求的保护隔离的规定（该规定是之前的 DIN EN 50178 安全电气隔离规定）。

注意

超温导致的电机损坏

如果电机绕组超温，电机会被损坏。

- 连接 Temp-S。
- 分析 Temp-S。
- 确保未超出关断时间。



——○ 对有开线端的电缆进行标记

——◁ 插入式连接器（插座）的标记

图 8-7 SINAMICS S120 驱动系统上温度传感器的连接

下表显示了与初级部件永久连接的信号线的连接，其末端为开放式导线。

这些接口和导体颜色适用于：

- 温度传感器电缆 6FX8008-1BD00-...（货物按米计算）至 TM120
- 温度传感器电缆 6FX8002-2SL00-... 用于 SME12x

8.8 屏蔽、接地和等电位连接

表格 8-5 接口和导体颜色

接口	导体颜色 B	导体颜色 C
1TP1: PTC	灰色	绿色
1TP2: PTC	灰色	黄色

8.7 电机电路图

8.7.1 自冷式直线电机 L-1FN3 电路图

初级部件电路图显示如下：

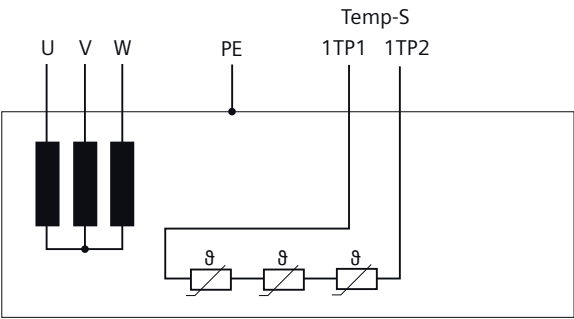


图 8-8 初级部件电路图

8.8 屏蔽、接地和等电位连接

说明

用未屏蔽的绞合导线作为连接导线

自冷式直线电机 SIMOTICS L-1FN3 设计采用未屏蔽的绞合导线作为连接线。
这些电机的 EMC 特征取决于客户相关的安装条件。
采取 EMC 措施处理电机的电磁干扰场。

屏蔽，接地和等电位连接的重要说明

正确安装、敷设电缆屏蔽层和连接保护接地线不仅对于人身安全很重要，对于干扰放射和抗干扰也非常重要。



 警告
电击危险！ 未接地或未绝缘的没有使用的芯线和屏蔽层，可能会有导致生命危险的接触电压。 • 将电缆屏蔽层与各机壳大面积相连。使用合适的卡圈、夹紧或旋紧装置。 • 将未屏蔽或已屏蔽电缆的没有使用的芯线及其屏蔽层至少一侧连接至接地的机壳电位。 或者： 对未使用的芯线及其屏蔽层进行绝缘处理。绝缘层必须能够承受额定电压。

没有接地或错误接地的电缆屏蔽层还可能会干扰驱动，特别是编码器，或影响外部装置。
通过芯线和屏蔽层的接地，可以将由于电容超临界耦合而生成的负载导出。

注意
保护接地线连接错误时因放电电流而导致设备损坏 如果电机的保护接地线没有直接连到功率模块上，高放电电流可能会损坏其他设备。 • 请直接将电机的保护接地线(PE)连接到功率模块上。

注意
屏蔽错误时因放电电流而导致设备损坏 如果电机的电源电缆屏蔽没有直接连到功率模块上，高放电电流可能会损坏其他设备。 • 请将电源电缆的屏蔽层连接到功率模块的屏蔽端口上。

说明
请遵照变频器制造商的电磁兼容安装指南。西门子变频器可以通过文档订货号 6FC5297-□AD30-0□P□ 来订购。

8.8.1 电磁兼容性

电源传感器和温度传感器的连接通过非屏蔽单芯电缆从初级部件中引出。
采取额外措施屏蔽单芯电缆，以避免电磁干扰。

8.8 屏蔽、接地和等电位连接

屏蔽措施

下文所列措施并非详尽无遗，且可以根据具体情况进行调整。根据电机的安装情况采取相应措施。

通过编织屏蔽层进行屏蔽

将编织屏蔽层推至初级部件中电缆的入口位置。选择编织屏蔽层的横截面，使其能够完全包住单芯电缆。此时应注意，编织物的横截面在压缩时会增大，而在拉伸时又会减小。

将屏蔽端子或屏蔽卡箍推到编织屏蔽层上并固定好。借助端子/夹紧装置将编织屏蔽层大面积地连接到初级部件螺栓紧固点附近的金属装配面上。

使用 EMC 螺栓连接，将连接电缆裸露的一侧连同编织屏蔽层穿入 EMC 接线盒中。

用已屏蔽的西门子电缆连接接线盒和开关柜，具体取决于开关柜内所规划的布线布局。利用接线盒上的 EMC 螺栓连接确保屏蔽层的连续连接。

或者在连接电缆上安装一个 1 号插头 (M23)，这样也可以通过屏蔽螺栓连接与编织屏蔽层建立一个符合 EMC 标准且导电性能良好的大面积连接，并确保与已屏蔽电缆和适配的对应插头的连接。由于带有编织屏蔽层的单芯电缆不适于做成完整的电缆夹使用，因此必须将插头连接到机器上，以防止损坏电缆和编织屏蔽层。

	订货号
电机上可使用的插头 / 适配的对应插头	
电源和温度传感器的共用电缆	6FX2003-1CG10 / 6FX2003-0CG10
电源和温度传感器分别使用的电缆	6FX2003-0LA00 / 6FX2003-0LU00（电源） 6FX2003-0SU07 / 6FX2003-0SA07（温度传感器）
可使用的电缆	
电源和温度传感器的共用电缆	6FX7002-5EA02-....（裸露端）
电源和温度传感器分别使用的电缆	6FX8002-5CS06-....（电机模块 ≤ 30A） 6FX8002-2SL10-....(SME12x) 6FX8002-2SL20-....(TM120)

以下信息与硬件组件的调试有关。调试时西门子会提供技术支持。

只有安装了电机，并且电机连接到功能正常的系统中之后，才能调试电机。调试时必须注意所有系统组件的调试文档。

9.1 关于调试的安全说明

 **警告**

永磁场引起的生命危险和挤压危险
如果不注意次级部件的永磁场的安全说明，可能会导致人员伤亡和财产损失。

- 注意章节“强磁场引起的危险 (页 32)”。

 **警告**

不注意 EMC 安全要求会导致人员伤亡和财产损失
如果调试的机器不满足公认的 EMC 安全要求，可能会造成死亡、重伤和/或财产损失。

- 配备了由变频器供电的低压转矩电机的机器和设备必须满足 EMC 指令 2014/30/EU 的保护要求。
- 设备制造商必须确保安装符合 EMC 要求。请遵照变频器的电磁兼容安装指南。西门子变频器可以通过文档订货号 6FC5297-□AD30-0□P□ 来订购。

 **警告**

电机意外运行可造成人员重伤
如果电机意外运行，则可能会导致人身伤亡以及/或者财产损失。

- 严禁在机器通电时进入运行区域。
- 人员必须远离运行和挤压区域。
- 确保轴可自由移动。
- 接通前检查换向！还要遵守所用驱动系统的调试说明。
- 将电机电流限制设置为低值。
- 将速度限值设为较小值。
- 监控电机的最终位置。



 警告
电击危险 初级部件相对于次级部件磁板的每一次运动（以及相反运动）都会导致初级部件电缆接口上产生感应电压。 电机接通时，初级部件电缆接口上也会有电压。 如果此时接触电缆接口，会有电击危险。 • 只能由专业人士进行电子组件的安装和拆卸。 • 所有在电机上的工作仅允许在设备无电压状态下进行。 • 严禁触摸电缆接口。正确连接初级部件的电缆接口或按照规定对其进行绝缘处理。 • 初级部件上携带电压时，不要断开电缆连接。 • 只使用预制的电源电缆进行连接。 • 首先连接安全接地线 PE。 • 将电源电缆连接到变频器上之前先将其连接至初级部件。 • 断开连接至初级部件上的连接后，才能断开至变频器上的连接。 • 最后断开安全接地线 PE。



 警告
剩余电压导致的电击危险 如果电机接口上留有危险的剩余电压，则会有电击危险。电机的通电部件在切断电压时的放电可达 60 μC 以上。此外，在裸露的电缆终端上，拔出插头时在断开电压 1 s 后也存在 60 V 以上的电压。 • 等待至放电时间届满。

 警告
错误换向 换向错误可能会导致电机运动不受控制。 • 安装和更换编码器时要注意正确的换向设置。 • 只有受过培训才能进行与此相关的工作。



警告
高温表面可导致灼伤 接触电机的高温表面可导致灼伤。电机的表面温度可能会超过 100 °C（212°F）。 • 使用时或使用后不得立即触摸电机。 • 在最临近的危险范围内贴上“灼热表面警告”(W017) 标签，使其清晰可见！



注意
温度敏感部件的热损坏 电机外壳组件的温度可能会超过 100 °C。当温度敏感部件（例如：电缆或电子元件）放置在高温表面时可能会被损坏。 • 确保没有将温度敏感部件放置在高温表面。

注意
过热导致的电机损坏 如没有温度防护装置电机可能会过热并损坏。 • 请在第一次接通直流母线电压之前，检查温度防护装置是否有效！

注意
永磁体的去磁 如果运行时超出了次级部件允许的最高温度 70 °C，则存在永磁体去磁的危险。 • 确保运行时次级部件的温度不允许超过 70°C。



注意

主绝缘体损坏

在某些系统中，直接驱动在受控的进电模块上运行，此时可能会出现相对地电位的电气振荡。该振荡例如受以下因素的影响

- 电缆长度
- 进电/反馈模块的尺寸
- 进电/反馈模块的类型（特别是已配备 HFD 电抗器时）
- 轴的数量
- 电机的尺寸
- 电机的绕组设计
- 电网的类型
- 安装地点

振荡会导致电压负载提升并可能损坏主绝缘体！

- 建议使用相应的调节型接口模块或带有阻尼电阻的 HFD 电抗器来减小振荡。详细信息请查看所用驱动系统的文档。如有疑问，敬请咨询西门子销售人员。

说明

使用调节型电源模块或适用的 HFD 电源电抗器

在驱动系统 SINAMICS S120 上运行时需要注意以下：

若需使用调节型供电单元 ALM（调节型电源模块），必须强制配备调节型接口模块或适用的 HFD 电源电抗器。

9.2 清单

直线电机调试的检查表

开始工作前要阅读安全说明并注意下列检查表。

表格 9-1 检查表 (1) - 通用检查

检查	是
配置的驱动系统中的所有必要组件是否都存在，尺寸规格正确并已按照顺序安装和连接？	
系统组件（如驱动系统、编码器、制动器等）的制造商文件是否可用？	

检查	是
如果要在驱动系统 SINAMCIS S120 上运行直线电机 1FN3: 是否有下列最新的 SINAMICS 文档? • SINAMICS S120 调试手册 • SINAMICS S120 入门指南 • SINAMICS S120 功能手册 • SINAMICS S120/150 参数手册	
如果要在驱动系统 SINAMCIS S120 上运行直线电机 1FN3: 是否阅读了 SINAMICS S120 调试手册中的章节“SINAMICS S 调试检查表”?	
如果要在驱动系统 SINAMCIS S120 上运行直线电机 1FN3: 是否了解了待运行的电机类型? (例如: 1FN3_ _ _ - _ _ _ _ _ - _ _ _ _)	
如果要在驱动系统 SINAMCIS S120 上运行直线电机 1FN3: 如果使用了“第三方电机”，是否至少下列电机数据已知? (“第三方电机”是指所有不在西门子标准调试软件里的电机。) • 电机额定电流 • 电机额定速度 • 电机极宽度 • 电机力常数 • 电机最大速度 • 电机最大电流 • 电机极限电流 • 电机重量 • 电机绕组冷态相阻值 • 绕组的相电感	
环境条件在允许的范围内吗?	

表格 9-2 检查表 (2) - 机械检查

检查	是
电机是否已经按照西门子说明完成安装并处于接通准备状态?	
轴可以在整个行程上自由移动吗?	
是否已经检查了次级部件磁板和初级部件之间的空隙高度?	
如果有电机抱闸装置，其是否可以正常运行?	

9.2 清单

检查	是
悬挂轴上是否存在所需配重？	
编码器安装是否正确，是否根据制造商说明进行调整？	
最大行程的两侧是否存在机械的限位挡块并且已固定好？	
可移动的馈电电缆是否已经正确地敷设在了拖链中？	
是否确保减轻了电缆张力？	
是否已经拆除了所有的安装辅助工具，例如具有缩回功能的保护垫？	

表格 9-3 检查表 (3) - 电气检查

检查	是
是否所有的布线工作都已完成？	
保护接地线是否正确连接？	
电机的接地是否直接与功率模块的接地相连（短距离相连避免强放电电流）？	
所有的插头是否都已正确地插入或拧紧？	
是否正确连接电机的功率线？	
控制线是否根据相应的接口配置进行了连接？	
电机的电源电缆是否正确的按照 UVW 的相序（顺时针旋转）连接在电机模块上？	
温度监控回路是否符合安全电气隔离的规定？	
在调试和首次接通直流母线电压前是否检查了温度监视回路能否正确响应？	
编码器是否正确连接？	
数字信号和模拟信号是否通过相互独立的电源电缆连接？	
安装时您是否遵循了变频器制造商的 EMC 安装指南？	
是否确保未将对温度敏感的元件（电缆、电子元件）放置在灼热的表面上？	
电网侧和电机侧的电源电缆的尺寸规格和敷设是否符合环境和敷设条件？	
变频器与电机之间的电缆长度是否遵循了允许的最大长度（根据所使用的电缆）？	

9.3 检查绝缘电阻

对绝缘电阻测试的提示

绝缘电阻的必要测试作业比如有：安装检查、预防性维护、故障查找等，这些作业可以在配备直接驱动的机器/设备上进行，也可以直接在电机上进行。



 警告
电击危险 如果使用高压测试绝缘电阻，可能会损坏电机的绝缘。接触带电部件可导致人员死亡或重伤。 • 只能使用符合 DIN EN 61557-1、DIN EN 61557-2 和 DIN EN 61010-1 及相应 IEC 标准的测试设备。 • 在各个电机上测量绝缘电阻时，务必遵循以下步骤。 • 进行机器/设备测试时如需使用 1000 V 以上的直流电或者需要使用交流电，请咨询西门子销售人员。 • 请遵守测试设备的操作说明。

操作步骤

1. 将所有绕组端子相互连接在一起，将温度传感器端子相互连接在一起。注入最大为 1000 V 的直流电，时间不得超过 60 秒，测量相对于大地的绝缘电阻或相对于电机机壳的绝缘电阻。
2. 将所有温度传感器端子和 PE 端子连接在一起，将所有绕组端子相互连接在一起。注入最大为 1000 V 的直流电，时间不得超过 60 秒，测量绕组相对于大地的绝缘电阻或相对于电机机壳的绝缘电阻。



绝缘电阻的值每次至少应为 10 MΩ，否则表示电机绝缘层损坏。



 警告
电击引起生命危险 端子在测量期间以及测量刚结束后可能存在危险电压，触碰端子可能会有生命危险。 • 测量时或测量刚结束时切勿触碰这些端子。

9.3 检查绝缘电阻

运行期间

10.1 针对运行的安全说明



警告

旋转和挤压区域中的人员危险

直线电机驱动的机器部件会导致严重的伤害，例如：挤压伤害。这是由于速度和加速度较高而摩擦和自锁较低导致的。

- 人员必须远离轴的运行和挤压区域！

注意

未按规定运行导致的财产损失

如未按规定运行可能会造成重大财产损失。

- 只能在具备完善气候防护的地点才能够运行电机：环境必须保持干燥，防止过热和过冷。
- 保持电机内部没有异物。异物包括切屑、颗粒、液体、油、螺钉、工具等。
- 请只在采取有效的温度保护措施后运行电机。



警告

电机运行时的故障

影响电机功能的故障比如有：

- 功率消耗提高
- 温度变化
- 振动
- 异常噪音
- 异常气味
- 监控装置响应

电机运行时出现故障可能会导致死亡、重伤或财产损失。

- 应立即通知维护人员。
- 如果不能确定故障，则需依照设备特定的安全要求立即断开电机电源！

10.1 针对运行的安全说明

相连电机

11.1 轴上电机的并联运行

如果单个电机的功率不足以满足驱动要求，可以采用 2 个或更多的电机实现所需的功率。

将这些电机安装在轴的同一滑块上。随后电机机械耦合运行。

有两种方式为电机供电：

- 每个电机在自己的 Motor Module 上运行，有自己的编码器或采用相应的编码器信号分割。该运行不是电气并联的。电机只在机械方面共同工作。
编码器信号生成来源：
 - 多个编码器
 - 一个测量头上的多个编码器
 - 硬件信号分割
 - 软件信号分割 (TEC SERVCOUPL)
- 所有电机都在相同的电机模块上运行。此时所有参与的电机的订货号必须一致。这些电机都是电气并联的并进行并联运行。

如果您要了解直线电机并联运行的最优化组态或驱动系统设计的相关信息，请联系技术支持。

说明

本国的关于并联运行的安全要求

针对一个电机模块上多台电机的并联运行存在本国的安全要求和规定。

例如：要注意 USA 的标准 NFPA 70 和 NFPA 79，已进行特殊的电机保护。

并联运行的说明

若要平均分配电流，必须使用相同长度的功率电缆。

必须安置额外的电机和电缆，以进行多个电机的并联运行。设计额外的安装空间。

将涉及的每个初级部件的质量叠加至轴的滑块的总质量。

所有初级部件的安装高度必须相同。

并联的初级部件必须以刚度足够高的方式建立机械耦合。

并联的初级部件的 EMK 的相位必须一致。为此，在安装完毕后，就每个初级部件而言相对其次级部件之磁体网格的位置必须相同。

电气并联初级部件时的线路保护

在下列条件下，每个初级部件均需要断路器：

- 几个初级部件并联在一个 Motor Module 上
- 供电线路横截面的载流能力小于 Motor Module 的额定电流

通过断路器将所有待并联的初级部件与电机模块连接。

- 将各初级部件的相位 U、V、W 连接至对应的断路器的相应端子：
U - L1
V - L2
W - L3
- 将电机模块的相位 U、V、W 连接至断路器的端子：
U - T1
V - T2
W - T3
- 将断路器的辅助触头常开触点串联。
- 将辅助触头常开触点布线至 CU/NCU 的输入。
- 通过 BICO 技术建立辅助触头常开触点与驱动的外部故障的关联。藉此在断路器脱扣的情况下使整个驱动停止（OFF2）。
- 可额外地通过 PLC/SPS 对断路器的辅助触头常开触点进行分析。
- 将断路器调节至电机进线电缆的额定电流 +10 %。

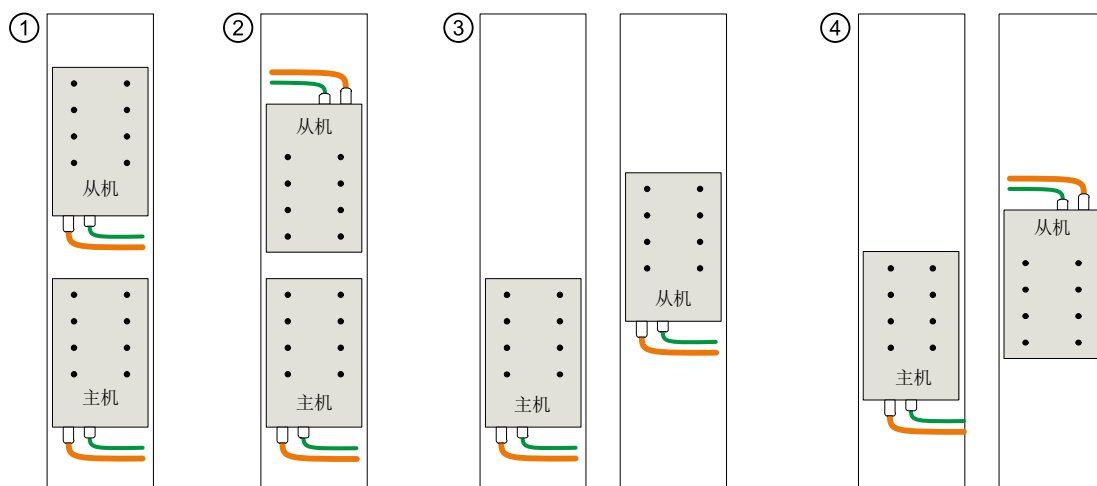
11.2 主站和从站

机械排列

一根轴中的第一个电机称为“主机”。主机确定了轴的正运行方向。第二根轴和其他电机称为“从机”。以下规定也适用于其他从机。下文描述的排列中具体哪一个排列有利是取决于空间需求和电缆布线。

两个待电气并联运行的初级部件可或是设置在同一条次级部件导轨上，或是设置在两条单独的次级部件导轨上。电缆引出方向即可相同，也可相反。

这样就形成了下面所示的主机与从机的四种机械布置方式：



- ① 一前一后排列：主机和从机以相同的电缆引出方向设置在同一条次级部件导轨上
- ② 面朝两面排列：主机和从机以相反的电缆引出方向设置在同一条次级部件导轨上
- ③ 平行排列：主机和从机以相同的电缆引出方向位于各自自有的次级部件导轨上
- ④ 反向平行排列：主机和从机以相反的电缆引出方向位于各自自有的次级部件导轨上

说明

对相连电机的要求

- 在一个 Motor Module 上的并联运行时：检查 EMK 的位置。
- 确保刚度足够高的机械耦合。
- 以尽可能相互贴近的方式设置电机。
- 在龙门应用中无法实现两个龙门架轴的电气并联运行。

若在同一次级部件导轨上将直线电机并联，则初级部件必须以定义的相互距离定位。这样便获得 EMK 的一致相位。

在采用分隔的次级部件导轨时，还需要将导轨的相互位置考虑在内。

检查 EMK 的相位的相互偏差是否最大为 $\pm 10^\circ$ （参见 SINAMICS S120 调试手册）。

11.2 主站和从站

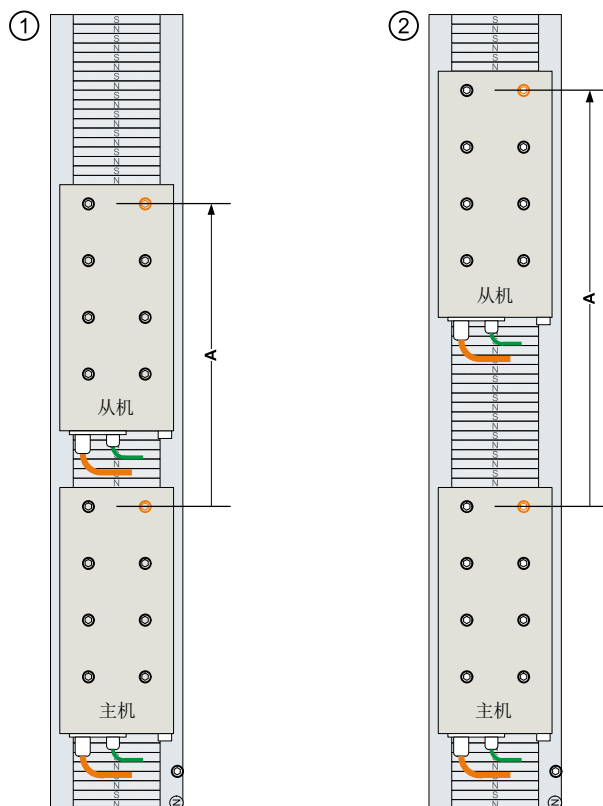
11.2.1 一前一后排列

在一前一后排列中，孔距 A 必须为极对宽的整数以及正数倍。

说明

偏移系数

偏移系数 i, i_{MIN} 是仅为整数的系数。



A 初级部件的基准钻孔的相互距离

i 整数的偏移系数，例如 30、31、32 等

i_{MIN} 最小允许的整数的偏移系数

τ_M 极宽依据章节“技术数据与特性曲线 (页 169)”

① 最短的一前一后排列：

$$\text{距离 } A = i_{\text{MIN}} \times 2\tau_M$$

$$i = i_{\text{MIN}}$$

i_{MIN} 足够大，故为主机与从机之间的进线电缆留有足够的空间

② 扩展的一前一后排列：

$$\text{距离 } A = i \times 2\tau_M$$

$$i > i_{\text{MIN}}$$

11.2 主站和从站

电源连接

表格 11-1 在两个初级部件采用一前一后排列时的电源连接

电机模块	主机	从机
U2	U	U
V2	V	V
W2	W	W

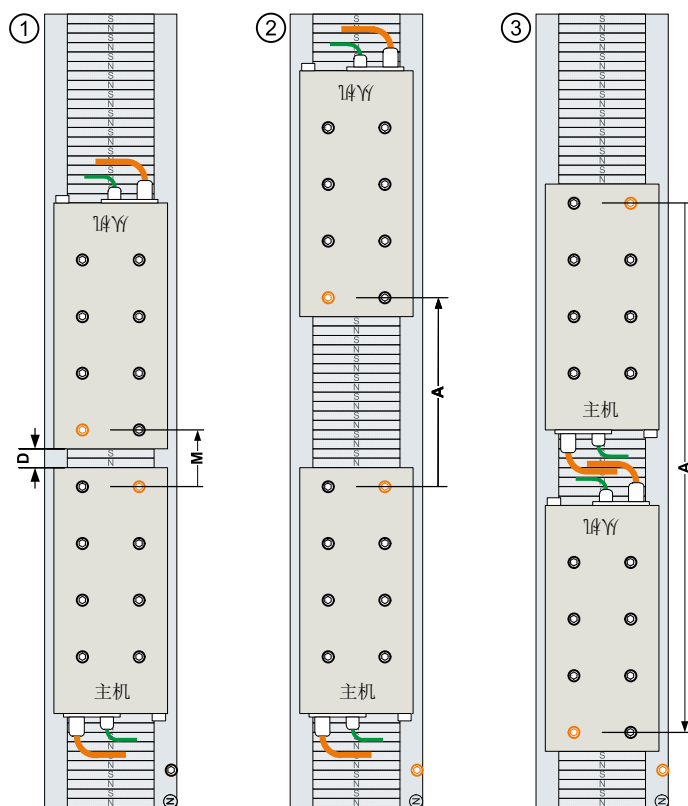
11.2.2 面朝两面排列

初级部件的电缆引出方向相反。因此，在从机处需要将两个相位互换。

说明

偏移系数

偏移系数 i 仅为整数系数。



- A 初级部件的基准钻孔的相互距离
- M 基准钻孔的最小间距符合下表“主机与从机之间的最小距离”
- D 外壳距离，初级部件外壳的相互距离
- i 整数的偏移系数
- τ_M 极宽依据章节“技术数据与特性曲线 (页 169)”

① 最短的面朝两面排列：

$i = 0$ ，故 $A = M$ 。

这个排列实现初级部件外壳的最短间距 D 。

② 扩展的面朝两面排列：

i 是整数以及正数，例如 1、2、3 等

距离 $A = M + i \times 2\tau_M$

③ 反向的面朝两面排列：

i 是整数以及负数，例如 -1、-2、-3 等

这个排列在电缆布线过程中产生优点。

11.2 主站和从站

电源连接

表格 11-2 在两个初级部件采用面朝两面排列时的电源连接

电机模块	主站	从站
U2	U	U
V2	V	W
W2	W	V

主机与从机之间的最小距离

注意
V 与 W 的相位交换 针对 V 与 W 的相位交换，下表中给出主机与从机之间的最小距离 M。 如需要另一最小距离 M，则必须将其他相位互换。 • 在这种情况下，请联系您的销售伙伴或“技术支持”。联系资料参见章节“引言”。

表格 11-3 主机与从机之间的最小距离

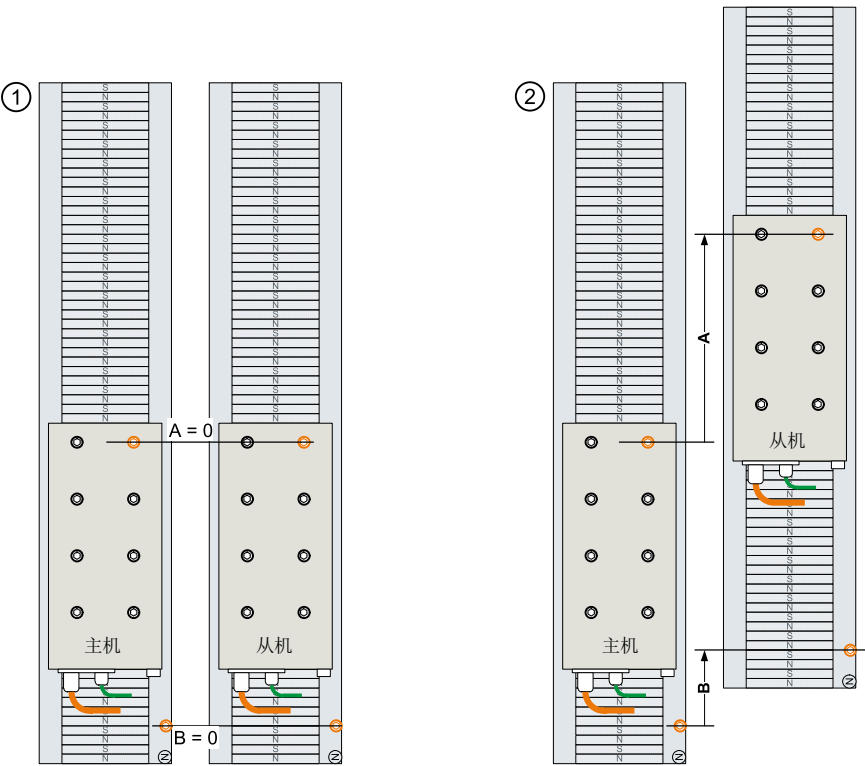
相同的长度	外壳距离 D	最小距离 M
1FN3050-xK	2.4 mm	72.5 mm
1FN3100-xK		
1FN3150-xK		

11.2.3 并联

由于电缆引出方向相同，主机与从机的相序 U、V、W 相同。在主机和从机正确定位的情况下，两个初级部件下的极点图相同。

就平行排列而言，可视需要而定使得初级部件相互错开距离 A，或使得次级部件导轨相互错开长度 B。

说明
偏移系数 偏移系数 i 仅为整数系数。



- A 初级部件的基准钻孔的相互距离
- B 次级部件的相互偏移
- i 整数移位系数，例如：2，1，0，1，2 ...
- τ_M 极宽依据章节“技术数据与特性曲线 (页 169)”

- ① 最短的平行排列：
 $i = 0$ 且 $B = 0$ ，故距离 $A = 0$ 。
这个排列实现在两个次级部件导轨上的最简单布局。
- ② 扩展的平行布局：
距离 $A = B + i \times 2\tau_M$

电源连接

表格 11-4 在两个初级部件采用平行排列时的电源连接

电机模块	主机	从机
U2	U	U
V2	V	V
W2	W	W

11.3 并联运行的连接示例

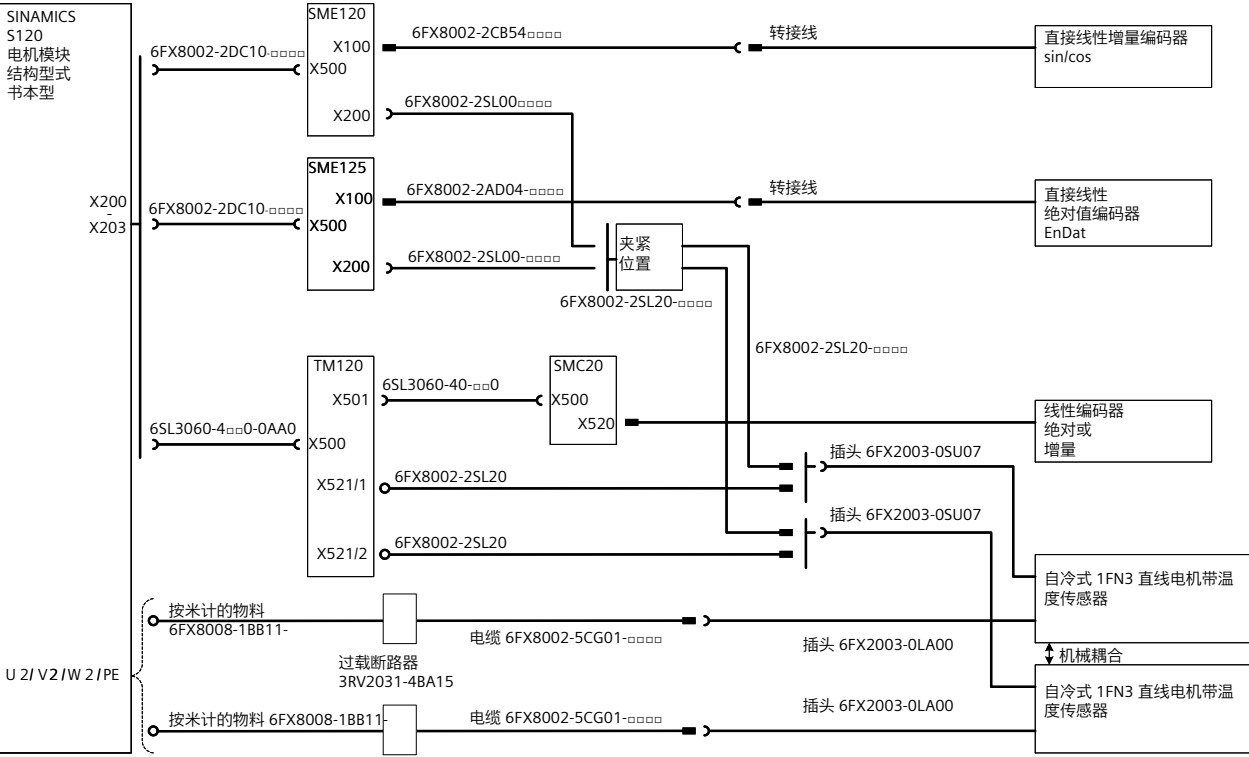


**警告**

电击危险！
未接地或未绝缘的没有使用的芯线和屏蔽层，可能会有导致生命危险的接触电压。

- 注意章节“屏蔽、接地和等电位连接”。

针对相连电机的系统接入



以下连接图示例性示出采用一前一后排列方式的两个电气并联的直线电机的功率接口和信号接口。

表格 11-5 采用一前一后排列方式的两个直线电机并联运行时的功率接口

电机模块	主站	从站 一前一后排列
U2	U	U
V2	V	V
W2	W	W

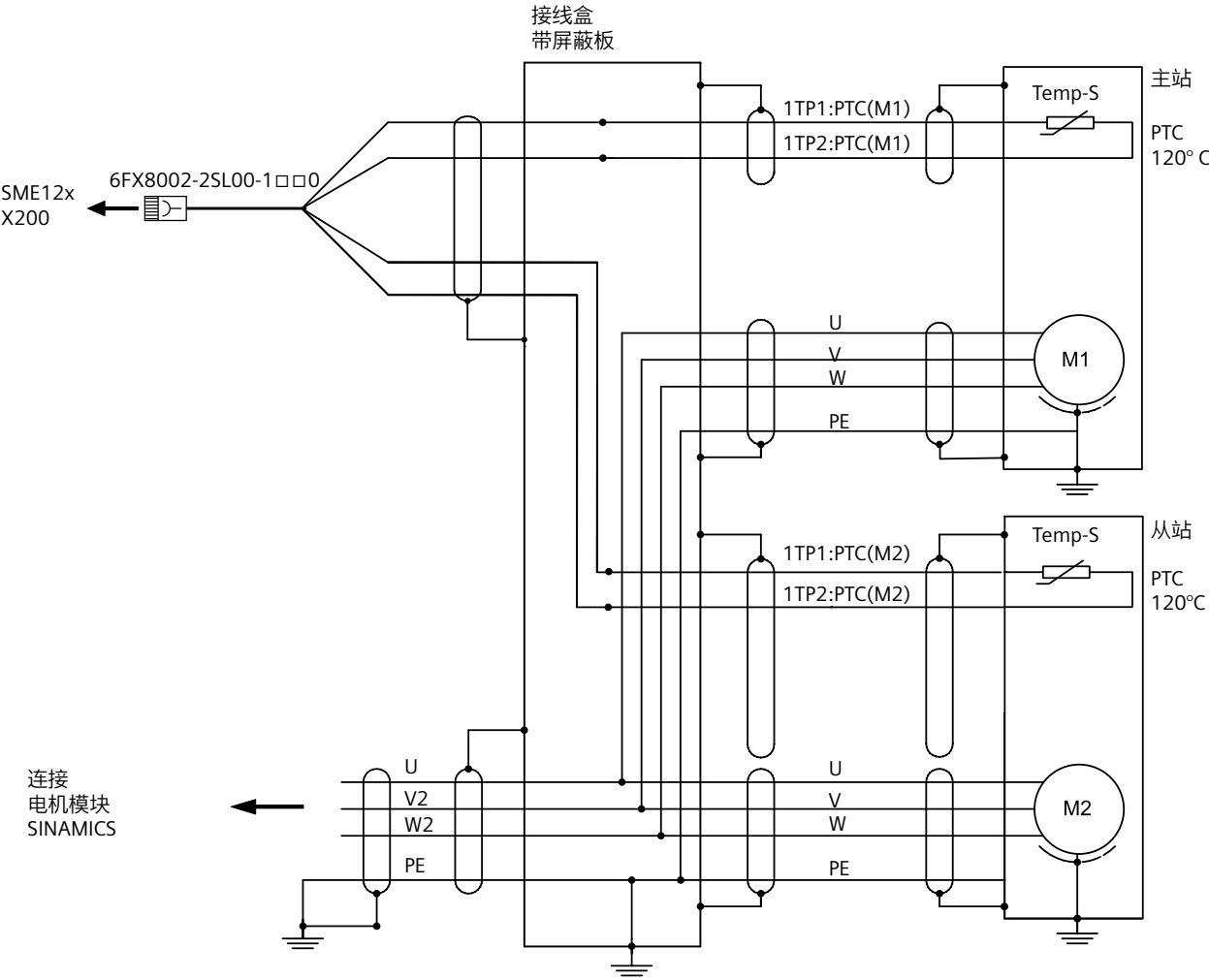
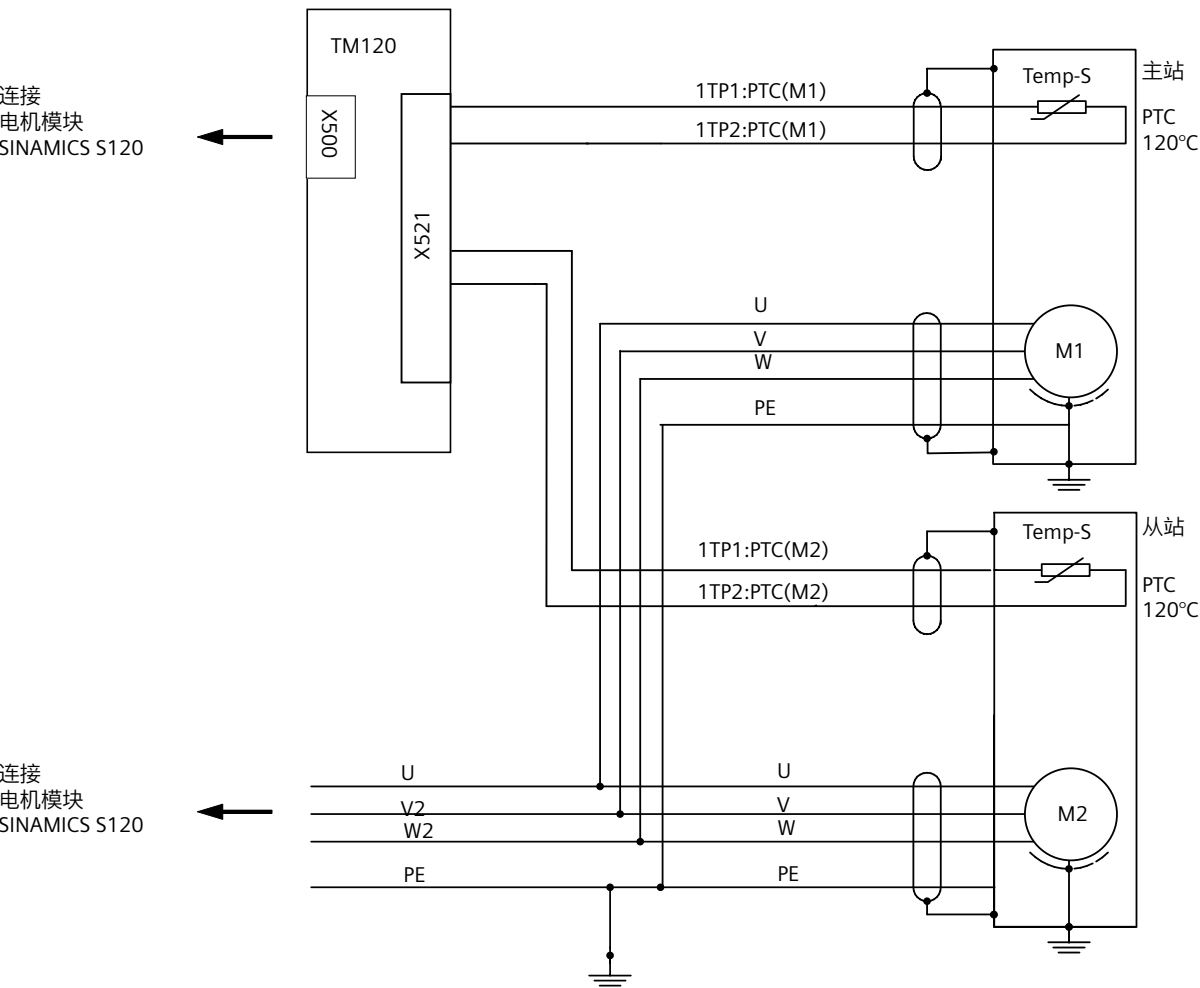


图 11-1 PTC 120 °C 的连接 (通过 SME12x)

11.3 并联运行的连接示例



保养和维护

12.1 针对维护的安全说明



警告

意外运行带来的受伤危险

在接通的机器的电机运行区域内作业时，电机意外运行会导致死亡、重伤和/或财产损失。

- 作业前始终要切断运行区域内的机器。确保机器已断电。



警告

永磁场引起的生命危险和挤压危险

如果不注意次级部件的永磁场的安全说明，可能会导致人员伤亡和财产损失。

- 注意章节“强磁场引起的危险 (页 32)”。

12.1 针对维护的安全说明



警告

次级部件永磁体导致的挤压危险

磁性次级部件的吸力作用于磁性材料。次级部件感应区的吸力逐渐增强。距离 150 mm 时的释放阈值为 3 mT（2013/35/EU 指令），针对吸力和弹射作用导致的受伤风险。次级部件和磁性材料可能无意间猛烈地相互吸合。同样，两个次级部件可能无意间猛烈地相互碰撞。如果站在次级部件感应区内，则存在较大的挤压危险。

次级部件感应区内的吸力可能高达几 kN。- 示例：磁场吸力的大小相当于好几个 100 kg 的重物夹住某个身体部位。

- 请不要低估磁场吸力的强度并小心作业。
- 佩戴手套。
- 至少两人一起作业。
- 在安装前才能去除次级部件的包装。
- 千万不要同时拆除多个次级部件的包装。
- 千万不要在未固定的情况下直接并排放置次级部件。
- 不要在磁性表面上放置金属，反之亦然。
- 原则上，请不要把可磁化材料制成的物品（如手表、钢制或铁制工具）和/或永磁铁携带到次级部件感应区中！如果不可避免必须使用磁性工具，请双手抓紧该工具。缓慢地将工具靠近次级部件。
- 立即安装已去除包装的次级部件。
- 我们建议在安装和拆卸次级部件时使用具有磁性自保持功能的保护垫。
- 不要同时拆卸多个次级部件。
- 拆卸后的次级部件应立即装入原始包装。
- 请遵循规定的安装步骤。
- 防止直接驱动意外运行。
- 准备好以下辅助工具来释放被夹住的身体部位（手、指头、脚或其他）：
 - 一把由坚固的、非磁化材料制成的锤子（约 3 公斤）
 - 两把由坚固的、非磁化材料（比如硬木）制成的楔子（楔角约为 10° - 15°，最低高度 50 mm）



警告

接触灼热表面会有灼伤危险

电机运行停止后直接接触灼热表面会有灼伤危险。

- 等待至电机冷却。

**警告****错误连接时的电击危险**

直接驱动连接错误时会有电击危险。从而导致死亡、重伤和/或财产损失。

- 根据本说明连接电机。
- 不允许把电机直接连接在交流电源上。
- 请注意所用驱动系统的相应参考资料。

**警告****电击危险**

初级部件相对于次级部件磁板的每一次运动（以及相反运动）都会导致初级部件电缆接口上产生感应电压。

电机接通时，初级部件电缆接口上也会有电压。

如果此时接触电缆接口，会有电击危险。

- 只能由专业人士进行电子组件的安装和拆卸。
- 所有在电机上的工作仅允许在设备无电压状态下进行。
- 严禁触摸电缆接口。正确连接初级部件的电缆接口或按照规定对其进行绝缘处理。
- 初级部件上携带电压时，不要断开电缆连接。
- 只使用预制的电源电缆进行连接。
- 首先连接安全接地线 PE。
- 将电源电缆连接到变频器上之前先将其连接至初级部件。
- 断开连接至初级部件上的连接后，才能断开至变频器上的连接。
- 最后断开安全接地线 PE。

**警告****剩余电压导致的电击危险**

如果电机接口上留有危险的剩余电压，则会有电击危险。电机的通电部件在切断电压时的放电可达 60 μ C 以上。此外，在裸露的电缆终端上，拔出插头时在断开电压 1 s 后也存在 60 V 以上的电压。

- 等待至放电时间届满。

12.1 针对维护的安全说明

 **警告**

拆卸作业时的危险

在拆卸作业时，可能会造成死亡、重伤和/或财产损失。

- 拆卸作业时注意章节“报废”。

电机的设计使其具有长时间的使用寿命。请注意，维护工作必须要按照规定进行，例如：从空隙清除切屑和杂质。

出于安全原因不允许对电机进行维修：

 **警告**

修改安全相关的电机特性会引起危险

如果修改了安全相关的电机特性，可能会造成死亡、严重的身体伤害以及/或者财产损失。更改了与安全相关的电机属性，例如：

损坏的绝缘层不能对放电进行保护。电击危险！

损坏的浇铸绕组不能确保接触安全且不能确保防污染和防水，这样就不能满足铭牌上标注的IP防护等级。

散热变差可能导致电机提前断电和设备停止。

- 不要打开电机。

说明

如有您或者第三方对合同对象进行了不恰当的更改或者维护工作，对此以及因此产生的后果西门子不承担人员伤亡和财产损失的赔偿责任。

如有疑问，敬请咨询西门子技术支持。联系方式可查看“前言”。

 **小心**

尖锐的棱边和掉落的物体

尖锐的棱边可能会造成割伤，而掉落的物体可能会砸伤脚部。

- 穿戴安全手套和安全鞋！

12.2 维护工作

电机上的维护工作

说明

请务必遵守该资料中的安全说明。

由于直线电机的工作原理，该电机基本上不会产生磨损。为了确保电机的功能和零磨损，需要进行以下维护工作：

- 定期检查运行行程的畅通性
- 定期清理电机内部的异物（例如：碎屑）
- 定期检查电机组件的一般状态
- 在进行的测试循环中检查电流消耗（与参考运行中的值相比较）

维护的时间段

因为生产条件相差很大，所以不能设定维护工作的期限。

进行必要维护工作的先兆

- 电机四周有异物
- 机器出现可以看见的异常情况
- 机器出现可以听见的异常情况
- 定位精度出现问题
- 电流消耗提高

12.3 检查绝缘电阻

对绝缘电阻测试的提示

绝缘电阻的必要测试作业比如有：安装检查、预防性维护、故障查找等，这些作业可以在配备直接驱动的机器/设备上进行，也可以直接在电机上进行。



 **警告**

电击危险

如果使用高压测试绝缘电阻，可能会损坏电机的绝缘。接触带电部件可导致人员死亡或重伤。

- 只能使用符合 DIN EN 61557-1、DIN EN 61557-2 和 DIN EN 61010-1 及相应 IEC 标准的测试设备。
- 在各个电机上测量绝缘电阻时，务必遵循以下步骤。
- 进行机器/设备测试时如需使用 1000 V 以上的直流电或者需要使用交流电，请咨询西门子销售人员。
- 请遵守测试设备的操作说明。

操作步骤

1. 将所有绕组端子相互连接在一起，将温度传感器端子相互连接在一起。注入最大为 1000 V 的直流电，时间不得超过 60 秒，测量相对于大地的绝缘电阻或相对于电机机壳的绝缘电阻。
2. 将所有温度传感器端子和 PE 端子连接在一起，将所有绕组端子相互连接在一起。注入最大为 1000 V 的直流电，时间不得超过 60 秒，测量绕组相对于大地的绝缘电阻或相对于电机机壳的绝缘电阻。



绝缘电阻的值每次至少应为 10 MΩ，否则表示电机绝缘层损坏。



 **警告**

电击引起生命危险

端子在测量期间以及测量刚结束后可能存在危险电压，触碰端子可能会有生命危险。

- 测量时或测量刚结束时切勿触碰这些端子。

故障、原因和排除方法

13.1 故障处理

在电机偏离正常工作状态或者发生故障时，请根据下表进行操作。也请参见驱动系统组件文档中的相应章节。

 警告
保护装置功能丧失导致的生命危险 保护装置功能丧失时可能会导致死亡、重伤或者财产损失。 - 不要使保护装置功能丧失。试运行中也同样如此。 - 只能在保护装置功能正常时作业。
注意
故障会导致机器损坏 - 按照补救措施排除引发故障的原因。 - 修复机床出现的损坏。 - 更换损坏的电机。

表格 13-1 可能出现的故障

故障	故障原因（根据下表）											
电机被锁止	A	B	C	D								
运行时发出异常噪音				D	E					K		
空载时发热异常				D								
负载时发热异常	A			D								
运行不平稳								H	J			
轴反应迟缓					E					K	L	

13.1 故障处理

表格 13-2 故障原因代码和补救措施

编号	故障原因	补救措施
A	过载	减轻负载
B	馈电线一个相位断开	检查变频器和馈电线
C	馈电线中的一个相位在接通后断开	检查变频器和馈电线
D	电机换向故障	检测换向，必要时重新调整换向角偏移
E	初级部件绕组中出现绕组短路或相位短路	确定绕组电阻和绝缘电阻，并联系制造商更换电机
H	电机电缆和/或编码器电缆的接地不够充分	检查接地
J	驱动控制环的增益太大	调整控制环
K	电机组件相互摩擦	确定原因，修整组件
	气隙中有异物	联系制造商
	导轨反应迟缓	排除过大张力，检测导轨的平行度
L	对中不佳	对中机器导轨
M	机器发生碰撞	检查机器

如果采取了上述措施仍不能排除故障，请联系技术支持或负责的销售伙伴。

报废与废弃物处理

警告

永磁场引起的生命危险和挤压危险

如果不注意次级部件的永磁场的安全说明，可能会导致人员伤亡和财产损失。

- 注意章节“强磁场引起的危险 (页 32)”。

14.1 报废

电机报废和拆卸步骤

警告

人员伤亡和财产损失

如果没有遵循指定的电机报废和拆卸作业顺序，则会导致人员伤亡，此外，还会导致电机组件损坏。

- 务必遵循指定的报废作业顺序。
- 按照与电机安装各个工作步骤相反的顺序拆卸电机。

操作步骤

1. 关闭电机的电源，并等待一段时间，直到功率模块的直流母线完全放电。
2. 至少让电机冷却 30 min。
3. 夹住电源电缆和信号电缆。
4. 屏蔽开放的电源连接。
5. 清除电机中的切屑、灰尘、异物等等。
6. 拆卸初级部件。按照相反的顺序执行相应的安装程序。
当拆卸带有分体式次级部件导轨的直线电机时，必须首先将初级部件推到次级部件导轨的一端。然后拆除第一个未覆盖的次级部件。在拆除下一个次级部件之前，将已拆除的次级部件装入原始包装。对其他次级部件执行相应的操作。
接着必须将初级部件移动到另一端，拆下剩下的一段次级部件磁板。
然后才连同直线导轨和初级部件一起拆除滑块。
7. 将电机组件采用原始包装打包。
8. 正确存放电机组件。

14.2 废弃处理



14.2 废弃处理

包装材料和废弃处理

产品所用的包装和包装辅助材料都不含有有害物质。这些材料除了木材制品外都可以循环使用，原则上应当进行再利用。而木材制品可以用于燃烧。

作为包装的辅助材料仅使用可再生塑料：

- 代码 02 PE-HD （聚乙烯）
- 代码 04 PE-LD （聚乙烯）
- 代码 05 PP （聚丙烯）
- 代码 04 PS （聚苯乙烯）

回收和废弃物处理



为了保护环境，请联系有资质的电子及电气废旧设备处理公司对您的废旧设备进行回收和处理，并根据当地的相应法规对您的废旧设备进行处置。

 警告
未按专业要求进行废弃处理会导致人员伤亡和财产损失 如果在未按专业要求对直接驱动或其组件（尤其是永磁组件）进行废弃处理，可能会造成严重身体伤害以及/或者财产损失。 • 按专业要求对直接驱动及其组件进行废弃处理。

专业废弃处理的主要过程

- 对包含永磁体的组件进行完全去磁
- 组件再利用，分为：
 - 电子废料（例如编码器电子装置、编码器模块）
 - 电子废料（例如电机绕组、电缆）
 - 铁废品（例如：铁芯）
 - 铝
 - 绝缘材料
- 不包含溶剂、冷清洗液或油漆残渣的物质

14.2.1 次级部件的废弃处理

次级部件去磁

专业废弃处理企业在进行去磁处理时使用一种专用的废弃处理炉。炉子的内装部件由非磁性材料制成。

次级部件被放置在一个由非磁性材料制成的、坚固耐热的容器（比如：栅格盒）中送入炉内，并留在其中进行去磁处理。去磁时，炉中的温度至少要达到 300 °C，停留时间也要在 30 分钟以上。

必须收集自由喷出的气体并对其进行环境无害化处理。

14.2 废弃处理

技术数据

15.1 机械特性

15.1.1 冷却

自冷却

必须消除电机绕组产生的热量损失。初级部件为此配备了冷却翅片以增加表面积。热损失的主要部分必须通过对流和通过机器连接来消散。

在自冷却情况下，额定力 F_N 取决于电机针对周围环境的热传导能力。其通常受到以下因素的影响：

- 与机床的热接触
- 与环境的温差

外壳或绝缘的电机安装方式阻碍或阻止了电机的散热。

15.1.2 防护等级

注意
异物导致的电机损坏 有异物进入电机四周时，可导致电机功能故障和电机磨损。 • 确保电机四周没有异物进入。

初级部件

根据 EN 60529 和 EN 60034-5，初级部件满足 IP 防护等级 IP23 的要求。

15.1 机械特性

次级部件

次级部件采取了特殊的结构设计，可最大程度地防止腐蚀。确保空隙中无碎屑或其他异物。配备合适的盖板。在距离次级部件表面 150 毫米以外，铁磁性颗粒通常很难被吸引。

避免使用尖锐的工具或腐蚀性材料（例如：酸）。

内装式电机

安装前电机安装空间内的机械异物（尤其是铁磁性物质）的防护措施越完善，电机的使用寿命也就越长。电机空间必须保持无碎屑、无其他异物状态。

根据机器设计得出符合 EN 60529 和 EN 60034-5 的内装式电机的防护等级，最低必须为 IP23。

15.1.3 振动特性

内装式电机运行时应具备的抗振性主要取决于机器结构和应用。

不利的机器结构、选型或者系统设置会产生共振，从而无法达到 EN 60034-14 要求的 A 级抗振性。

由共振引起的过度振动通常都是可以通过适当的设置而避免的。可从应用与机电一体化支持 Direct Motors ([mailto: motor.support.motioncontrol@siemens.com](mailto:motor.support.motioncontrol@siemens.com)) 获得关于“应用”和“机械电子集成装置”主题的支持信息。

15.1.4 噪音排放

 警告
听力受损
如果因安装条件或脉冲频率导致声压级超过 70 dB (A)，则可能导致听力受损。
采取吸音降噪措施，降低声压级。

- 以下组件和设置会影响内装式电机在运行时产生的噪音：
- 机器结构
 - 编码器系统
 - 轴承

- 控制器设置
- 脉冲频率

不利的机器结构、选型或者系统设置可能使测量面声压等级超过 70dB (A)。可从应用与机电一体化支持 Direct Motors ([mailto: motor.support.motioncontrol@siemens.com](mailto:motor.support.motioncontrol@siemens.com)) 获得关于“应用”和“机械电子集成装置”主题的支持信息。

15.2 技术数据与特性曲线

本章中介绍了自冷式直线电机 1FN3 的技术数据和特性曲线。数据表中不仅给出选型所需的电机数据，还给出了其它一些进一步计算所需的数据，这些数据可以用于细节研究和问题分析。

在驱动系统中用于控制驱动的参数要与这里的其他数据区分开。

如果数据有改动，恕不事先通知。

说明

系统专有数据针对的是自冷式直线电机 1FN3 和 SINAMICS S120 驱动系统组合运行的情况。只要没有另行说明，则数据都适用以下边界条件：

- 直流母线电压 U_{DC} 为 600 V，变频器输出电压 $U_{a\max}$ 为 425 V
 - 推荐的环境温度为 20 °C
 - 电机绕组的额定温度 T_N 为 120 °C
 - 电压和电流以有效值的方式给定
 - 电机安装在海拔高度 2000 m 以下
-

15.2.1 公式缩写符号的说明

数据表内容

数据表中的数据分为以下几个类别，下文会一一说明：

- 边界条件
- 额定值上的数据

15.2 技术数据与特性曲线

- 极限数据
- 物理常量
- 次级部件护板的数据

边界条件

U_{DC}	变频器的直流母线电压（直流电压值） 注释： $U_{a\ max}$ 是变频器的最大允许的输出电压
T_N	电机绕组的额定温度

额定数据（S1 运行）

F_N	电机的额定力
I_N	额定力 F_N 条件下电机的额定电流
$v_{MAX, FN}$	最大速度，直至这个速度为止电机能够提供额定力 F_N
$P_{V, N}$	额定温度 T_N 下，电机在额定点（ $F_N, v_{MAX, FN}$ ）上的损耗功率。摩擦和涡电流引起的损耗忽略不计 注释： 损耗功率如下计算： $P_V = 3 \cdot R_{STR}(T) \cdot I^2$ 。相应地， $P_{V, N}$ 如下计算： $P_{V, N} = 3 \cdot R_{STR}(T_N) \cdot I_N^2$ 。

极限数据

F_{MAX}	电机的最大力（依据数据表）
I_{MAX}	最大力 F_{MAX} 条件下电机的最大电流
$v_{MAX, FMAX}$	最大速度，直至这个速度为止电机能够提供最大力 F_{MAX}
$P_{EL, MAX}$	额定温度 T_N 下，电机在点（ $F_{MAX}, v_{MAX, FMAX}$ ）上消耗的电功率。摩擦和涡电流引起的损耗忽略不计 注释： 电机消耗的电气功率 P_{EL} 是输出的机械功率 P_{MECH} 与损耗功率 P_V 之和。 $P_{EL} = P_{MECH} + P_V = F \cdot v + 3 \cdot R_{STR}(T) \cdot I^2$ 相应地， $P_{EL, MAX}$ 可如下计算： $P_{EL, MAX} = P_{MECH, MAX} + P_{V, MAX} = F_{MAX} \cdot v_{MAX, FMAX} + 3 \cdot R_{STR}(T) \cdot I_{MAX}^2$

F_0^*	静态力在静态下能够持续达到的电机力 注释: 忽略电机饱和影响的情况下, F_0^* 可通过额定力 F_N 计算: $F_0^* \approx \frac{1}{\sqrt{2}} F_N$
I_0^*	静态力 F_0^* 条件下, 电机的静态电流 注释: I_0^* 可通过额定电流 I_N 计算: $I_0^* \approx \frac{1}{\sqrt{2}} I_N$

物理常量

$k_{F,20}$	在规定的安装高度和次级部件的温度为 20 °C 时电机的力常数。 注释: 力常量基于“电机力-电流”特性曲线的线性部分（下部）
k_E	电压常量用于计算在给定安装高度时相位和中性点之间的互感电压。
$k_{M,20}$	绕组温度为 20 °C 时的电机常量 注释: 可为其他温度计算电机常量 k_M: $k_M(T) = k_{M,20}[1 + \alpha(T - 20\text{ °C})]$, 其中针对所使用的磁体的温度系数 $\alpha = 0.001\text{ 1/K}$。
$R_{STR,20}$	绕组温度为 20 °C 时, 绕组的相电阻。 注释: 可为其他温度计算相电阻 R_{STR}: $R_{STR}(T) = R_{STR,20}[1 + \alpha(T - 20\text{ °C})]$, 其中针对铜的温度系数 $\alpha = 0.00393\text{ 1/K}$。
L_{STR}	在规定的安装高度下绕组的相位电感
F_A	在规定的安装高度下初级部件和次级部件之间的引力
t_{TH}	电机绕组的热时间常量 注释: 热学时间常数由阶跃负载时电机绕组中的温度变化和恒定电流在时间 $t = 0$, 时得出, 见下图。如果之前温度保护没有起效, 则电机绕组在时间 t_{TH} 过后, 达到最终温度 T_{GRENZ} 的约 63 %。

15.2 技术数据与特性曲线

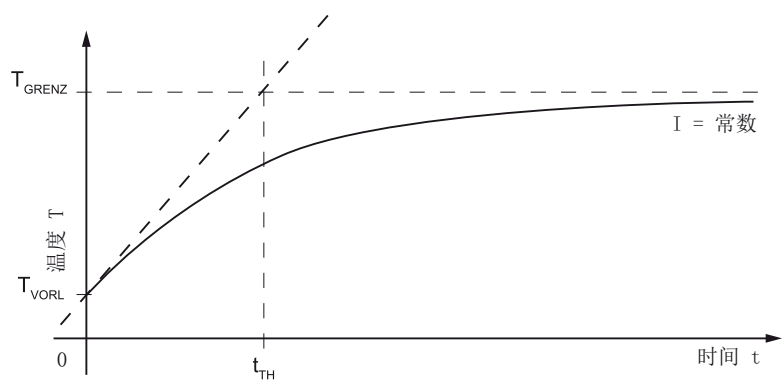


图 15-1 热时间常量的定义

τ_M	电机的极宽，等于次级部件上的两个相邻磁体的 N 极中心与 S 极中心之间的距离
m_p	不带固定螺钉的初级部件的质量
m_s	次级部件的质量，不含固定螺钉、盖板和可选的冷却型材

15.2.2 特性曲线的说明

电机力与速度的对应关系

各电机的电机力 F_M 的图表包含三条针对不同直流母线电压 U_{DC} 或变频器电压 $U_{a\max}$ 的特性曲线。为此参见下表“图表中 F-v 特性曲线的颜色分配”和下图。

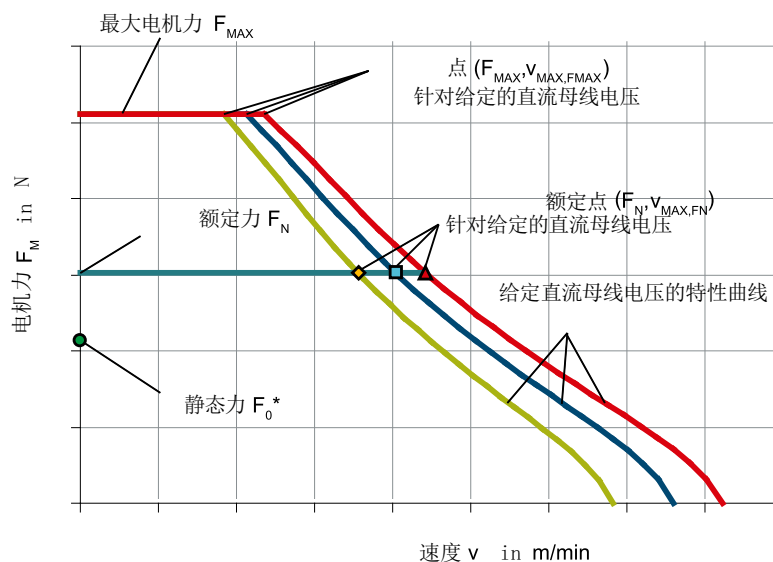


图 15-2 电机力 F_M 与速度 v 的关系的特性曲线，图式

15.2 技术数据与特性曲线

表格 15-1 图表中 F-v 特性曲线的颜色分配

颜色	产生的直流母线电压 U_{DC}	变频器输出电压（有效值） $U_{a\ max}$	允许的电源电压（有效值）	SINAMICS S120 电源模块
—	634 V	460 V	480 V	非调节型电源模块，不可调，带回馈 或者 基础电源模块，不可调，不带回馈
—	600 V	425 V	400 V	调节型电源模块，不可调，带回馈
—	528 V	380 V	400 V	非调节型电源模块，不可调，带回馈 或者 基础电源模块，不可调，不带回馈

短路制动力与速度的关系

以下特性曲线示例性地示出电机的短路制动力 F_{Br} 与速度 v 的关系。此时忽略所产生的摩擦力。

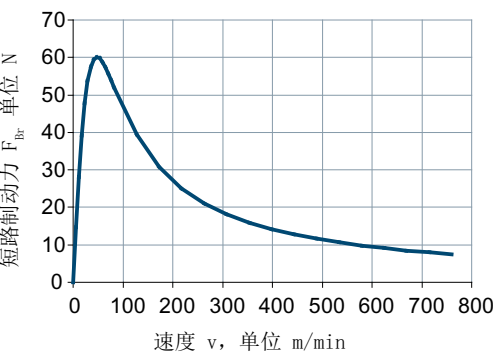


图 15-3 短路制动力 F_{Br} 与速度 v 的关系，示例

15.2.3 数据表和特性曲线

15.2.3.1 1FN3050-1KD0x-xxxx

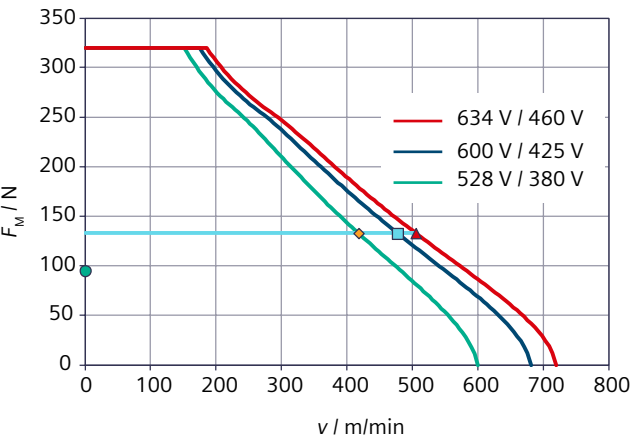
数据表 1FN3050-1KD0x-xxxx

1FN3050-1KD0x			
技术数据	缩写	单位	值
边界条件			
直流母线电压	U_{DC}	V	600
额定温度	T_N	°C	120
额定点上的数据			
额定力	F_N	N	133
额定电流	I_N	A	2.09
额定力条件下的最大速度	$v_{MAX, FN}$	m/min	477
额定损耗功率	$P_{V, N}$	kW	0.0808
极限数据			
最大力	F_{MAX}	N	320
最大电流	I_{MAX}	A	7.74
最大力条件下的最大速度	$v_{MAX, FMAX}$	m/min	175
消耗的最大电功率	$P_{EL, MAX}$	kW	2.04
静态力	F_0^*	N	95.3
静态电流	I_0^*	A	1.48
物理常量			
20 °C 时的力常量	$k_{F, 20}$	N/A	64.7
电压常量	k_E	Vs/m	21.6
20 °C 时的电机常量	$k_{M, 20}$	N/W ^{0.5}	17.8
20 °C 时的电机绕组电阻	$R_{STR, 20}$	Ω	4.42
相电感	L_{STR}	mH	46.3
引力	F_A	N	815
热时间常量	t_{TH}	s	1730
极宽	τ_M	mm	15

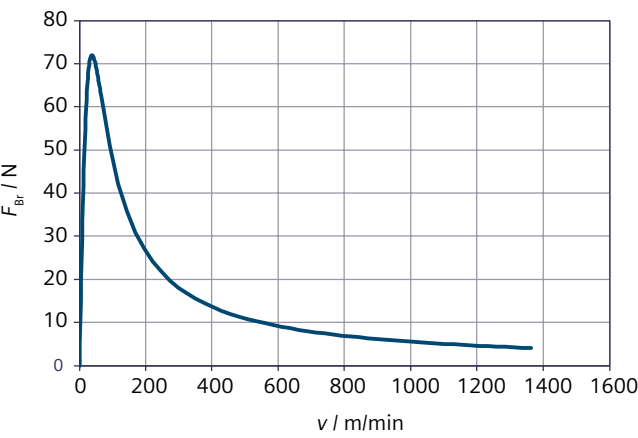
1FN3050-1KD0x			
技术数据	缩写	单位	值
初级部件质量	m_p	kg	1.42
次级部件质量	m_s	kg	0.4

1FN3050-1KD0x-xxxx 的特性曲线

电动力特性曲线 F_M 选取速度 v



制动力短路 F_{Br} 选取速度 v



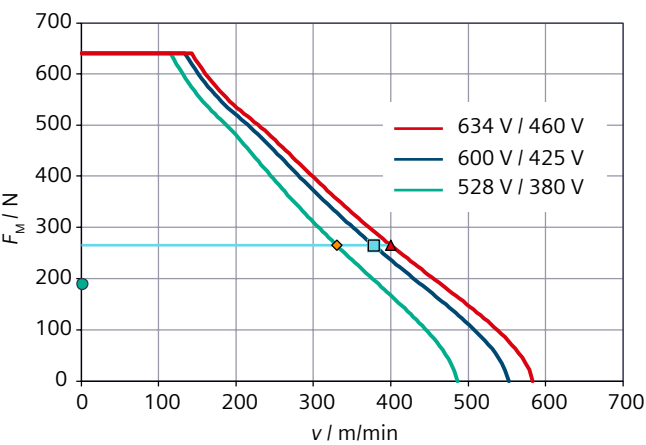
15.2.3.2 1FN3050-2KC4x-xxxx

数据表 1FN3050-2KC4x-xxxx

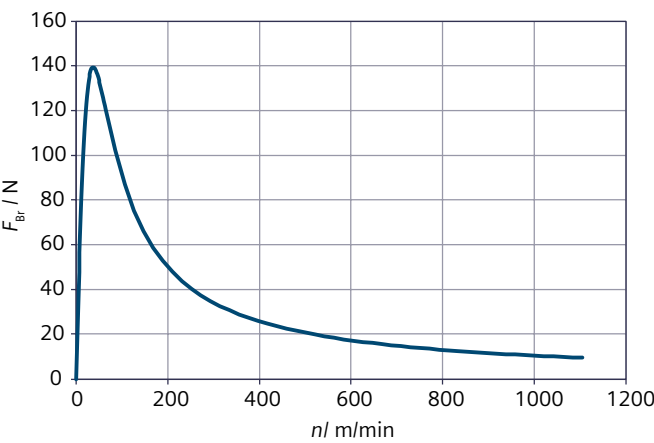
1FN3050-2KC4x-xxxx			
技术数据	缩写	单位	值
边界条件			
直流母线电压	U_{DC}	V	600
额定温度	T_N	°C	120
额定点上的数据			
额定力	F_N	N	266
额定电流	I_N	A	3.39
额定力条件下的最大速度	$v_{MAX, FN}$	m/min	377
额定损耗功率	$P_{V, N}$	kW	0.163
极限数据			
最大力	F_{MAX}	N	640
最大电流	I_{MAX}	A	12.6
最大力条件下的最大速度	$v_{MAX, FMAX}$	m/min	134
消耗的最大电功率	$P_{EL, MAX}$	kW	3.67
静态力	F_0^*	N	191
静态电流	I_0^*	A	2.4
物理常量			
20 °C 时的力常量	$k_{F, 20}$	N/A	79.9
电压常量	k_E	Vs/m	26.6
20 °C 时的电机常量	$k_{M, 20}$	N/W ^{0.5}	25
20 °C 时的电机绕组电阻	$R_{STR, 20}$	Ω	3.4
相电感	L_{STR}	mH	36.4
引力	F_A	N	1630
热时间常量	t_{TH}	s	1730
极宽	τ_M	mm	15
初级部件质量	m_P	kg	2.5
次级部件质量	m_S	kg	0.4

1FN3050-2KC4x-xxxx 的特性曲线

电动力特性曲线 F_M 选取速度 v



制动力短路 F_{Br} 选取速度 v



15.2.3.3 1FN3100-1KC5x-xxxx

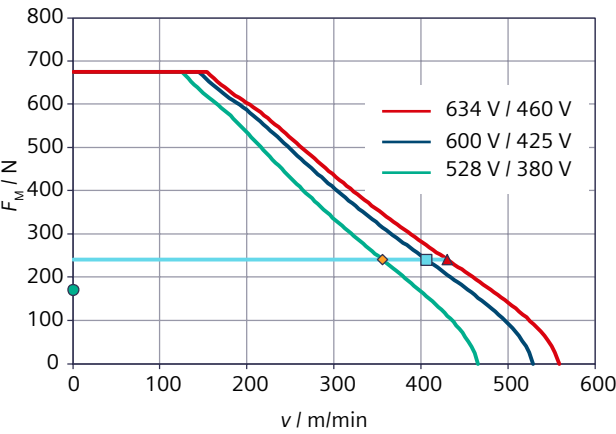
数据表 1FN3100-1KC5x-xxxx

1FN3100-1KC5x			
技术数据	缩写	单位	值
边界条件			
直流母线电压	U_{DC}	V	600
额定温度	T_N	°C	120

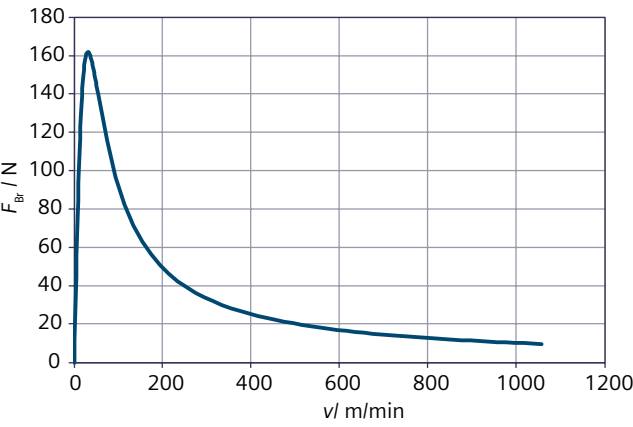
1FN3100-1KC5x			
技术数据	缩写	单位	值
额定点上的数据			
额定力	F_N	N	242
额定电流	I_N	A	2.95
额定力条件下的最大速度	$v_{MAX, FN}$	m/min	406
额定损耗功率	$P_{V, N}$	kW	0.0973
极限数据			
最大力	F_{MAX}	N	676
最大电流	I_{MAX}	A	12.5
最大力条件下的最大速度	$v_{MAX, FMAX}$	m/min	145
消耗的最大电功率	$P_{EL, MAX}$	kW	3.39
静态力	F_0^*	N	173
静态电流	I_0^*	A	2.09
物理常量			
20 °C 时的力常量	$k_{F, 20}$	N/A	83.4
电压常量	k_E	Vs/m	27.8
20 °C 时的电机常量	$k_{M, 20}$	N/W ^{0.5}	29.5
20 °C 时的电机绕组电阻	$R_{STR, 20}$	Ω	2.68
相电感	L_{STR}	mH	34.2
引力	F_A	N	1630
热时间常量	t_{TH}	s	1920
极宽	τ_M	mm	15
初级部件质量	m_P	kg	2.3
次级部件质量	m_S	kg	0.7

1FN3100-1KC5x-xxxx 的特性曲线

电机力特性曲线 F_M 选取速度 v



制动力短路 F_{Br} 选取速度 v



15.2.3.4 1FN3100-2KC5x-xxxx

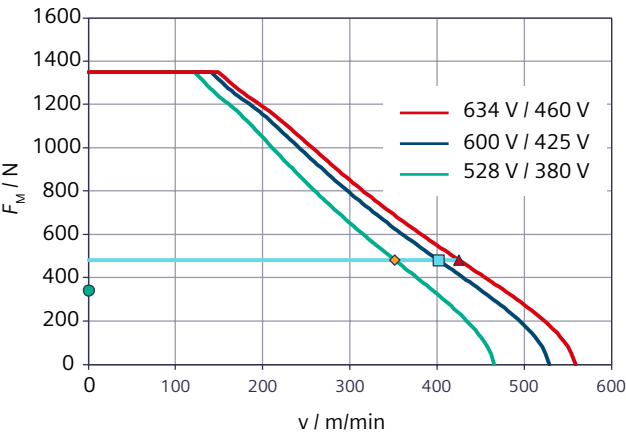
数据表 1FN3100-2KC5x-xxxx

1FN3100-2KC5x			
技术数据	缩写	单位	值
边界条件			
直流母线电压	U_{DC}	V	600
额定温度	T_N	°C	120

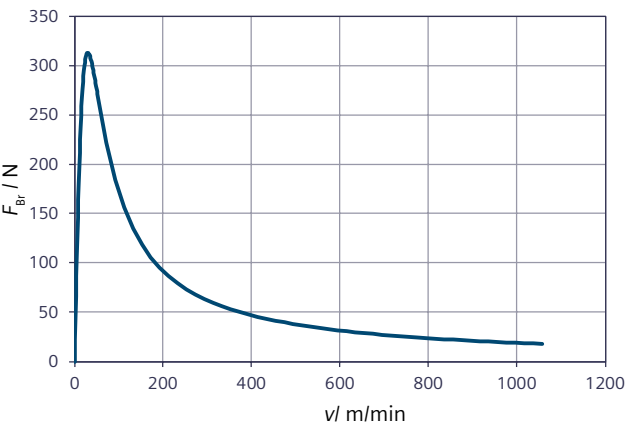
1FN3100-2KC5x			
技术数据	缩写	单位	值
额定点上的数据			
额定力	F_N	N	483
额定电流	I_N	A	5.9
额定力条件下的最大速度	$v_{MAX, FN}$	m/min	401
额定损耗功率	$P_{V, N}$	kW	0.193
极限数据			
最大力	F_{MAX}	N	1350
最大电流	I_{MAX}	A	25.1
最大力条件下的最大速度	$v_{MAX, FMAX}$	m/min	141
消耗的最大电功率	$P_{EL, MAX}$	kW	6.67
静态力	F_0^*	N	345
静态电流	I_0^*	A	4.17
物理常量			
20 °C 时的力常量	$k_{F, 20}$	N/A	83.4
电压常量	k_E	Vs/m	27.8
20 °C 时的电机常量	$k_{M, 20}$	N/W ^{0.5}	41.8
20 °C 时的电机绕组电阻	$R_{STR, 20}$	Ω	1.33
相电感	L_{STR}	mH	17.7
引力	F_A	N	3260
热时间常量	t_{TH}	s	1920
极宽	τ_M	mm	15
初级部件质量	m_P	kg	4.31
次级部件质量	m_S	kg	0.7

1FN3100-2KC5x-xxxx 的特性曲线

电机力特性曲线 F_M 选取速度 v



制动力短路 F_{Br} 选取速度 v



15.2.3.5 1FN3100-3KC5x-xxxx

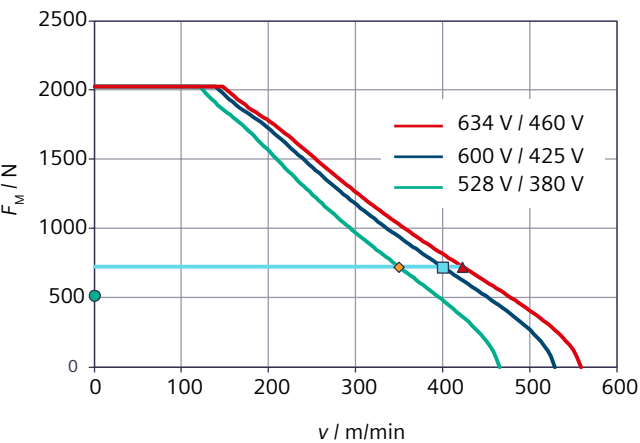
数据表 1FN3100-3KC5x-xxxx

1FN3100-3KC5x			
技术数据	缩写	单位	值
边界条件			
直流母线电压	U_{DC}	V	600
额定温度	T_N	°C	120

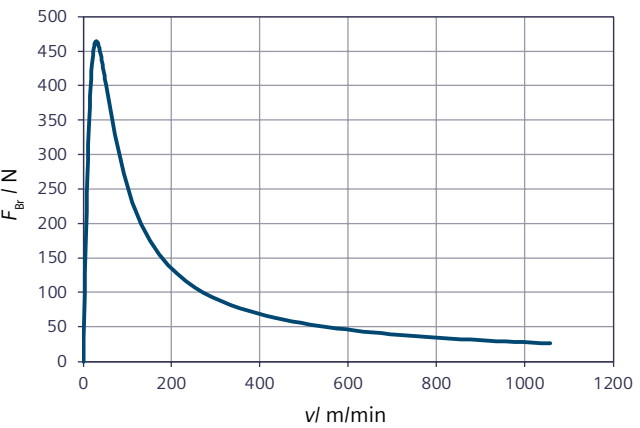
1FN3100-3KC5x			
技术数据	缩写	单位	值
额定点上的数据			
额定力	F_N	N	725
额定电流	I_N	A	8.85
额定力条件下的最大速度	$v_{MAX, FN}$	m/min	399
额定损耗功率	$P_{V, N}$	kW	0.289
极限数据			
最大力	F_{MAX}	N	2030
最大电流	I_{MAX}	A	37.6
最大力条件下的最大速度	$v_{MAX, FMAX}$	m/min	139
消耗的最大电功率	$P_{EL, MAX}$	kW	9.94
静态力	F_0^*	N	518
静态电流	I_0^*	A	6.26
物理常量			
20 °C 时的力常量	$k_{F, 20}$	N/A	83.4
电压常量	k_E	Vs/m	27.8
20 °C 时的电机常量	$k_{M, 20}$	N/W ^{0.5}	51.2
20 °C 时的电机绕组电阻	$R_{STR, 20}$	Ω	0.885
相电感	L_{STR}	mH	11.9
引力	F_A	N	4890
热时间常量	t_{TH}	s	1920
极宽	τ_M	mm	15
初级部件质量	m_P	kg	6.25
次级部件质量	m_S	kg	0.7

1FN3100-3KC5x-xxxx 的特性曲线

电机力特性曲线 F_M 选取速度 v



制动力短路 F_{Br} 选取速度 v



15.2.3.6 1FN3150-1KC7x-xxxx

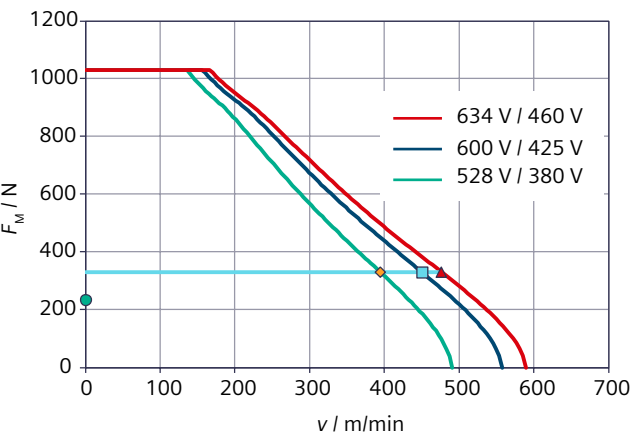
数据表 1FN3150-1KC7x-xxxx

1FN3150-1KC7x-xxxx			
技术数据	缩写	单位	值
边界条件			
直流母线电压	U_{DC}	V	600
额定温度	T_N	°C	120

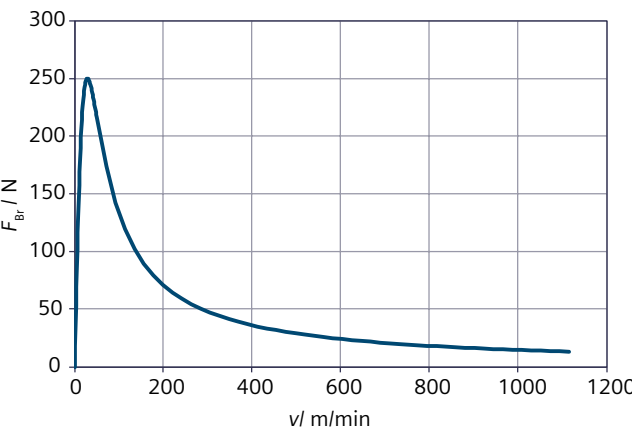
1FN3150-1KC7x-xxxx			
技术数据	缩写	单位	值
额定点上的数据			
额定力	F_N	N	331
额定电流	I_N	A	4.25
额定力条件下的最大速度	$v_{MAX, FN}$	m/min	449
额定损耗功率	$P_{V, N}$	kW	0.109
极限数据			
最大力	F_{MAX}	N	1030
最大电流	I_{MAX}	A	20.2
最大力条件下的最大速度	$v_{MAX, FMAX}$	m/min	156
消耗的最大电功率	$P_{EL, MAX}$	kW	5.14
静态力	F_0^*	N	236
静态电流	I_0^*	A	3.01
物理常量			
20 °C 时的力常量	$k_{F, 20}$	N/A	79.1
电压常量	k_E	Vs/m	26.4
20 °C 时的电机常量	$k_{M, 20}$	N/W ^{0.5}	38
20 °C 时的电机绕组电阻	$R_{STR, 20}$	Ω	1.44
相电感	L_{STR}	mH	19.9
引力	F_A	N	2490
热时间常量	t_{TH}	s	2700
极宽	τ_M	mm	15
初级部件质量	m_P	kg	3.32
次级部件质量	m_S	kg	1.2

1FN3150-1KC7x-xxxx 的特性曲线

电机力特性曲线 F_M 选取速度 v



制动力短路 F_{Br} 选取速度 v



15.2.3.7 1FN3150-2KC7x-xxxx

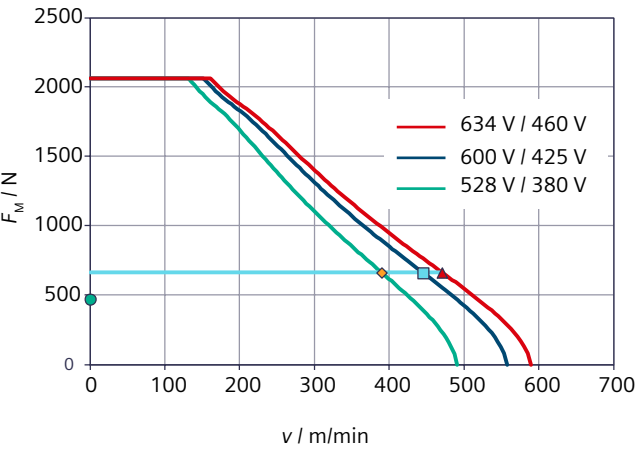
数据表 1FN3150-2KC7x-xxxx

1FN3150-2KC7x			
技术数据	缩写	单位	值
边界条件			
直流母线电压	U_{DC}	V	600
额定温度	T_N	°C	120

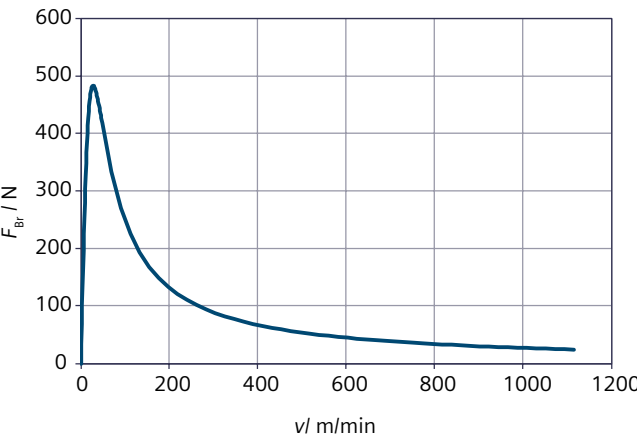
1FN3150-2KC7x			
技术数据	缩写	单位	值
额定点上的数据			
额定力	F_N	N	663
额定电流	I_N	A	8.5
额定力条件下的最大速度	$v_{MAX, FN}$	m/min	445
额定损耗功率	$P_{V, N}$	kW	0.216
极限数据			
最大力	F_{MAX}	N	2060
最大电流	I_{MAX}	A	40.4
最大力条件下的最大速度	$v_{MAX, FMAX}$	m/min	152
消耗的最大电功率	$P_{EL, MAX}$	kW	10.1
静态力	F_0^*	N	473
静态电流	I_0^*	A	6.01
物理常量			
20 °C 时的力常量	$k_{F, 20}$	N/A	79.1
电压常量	k_E	Vs/m	26.4
20 °C 时的电机常量	$k_{M, 20}$	N/W ^{0.5}	54
20 °C 时的电机绕组电阻	$R_{STR, 20}$	Ω	0.715
相电感	L_{STR}	mH	10.3
引力	F_A	N	4980
热时间常量	t_{TH}	s	2700
极宽	τ_M	mm	15
初级部件质量	m_P	kg	6
次级部件质量	m_S	kg	1.2

1FN3150-2KC7x-xxxx 的特性曲线

电动力特性曲线 F_M 选取速度 v



制动力短路 F_{Br} 选取速度 v



15.2.3.8 1FN3150-3KC7x-xxxx

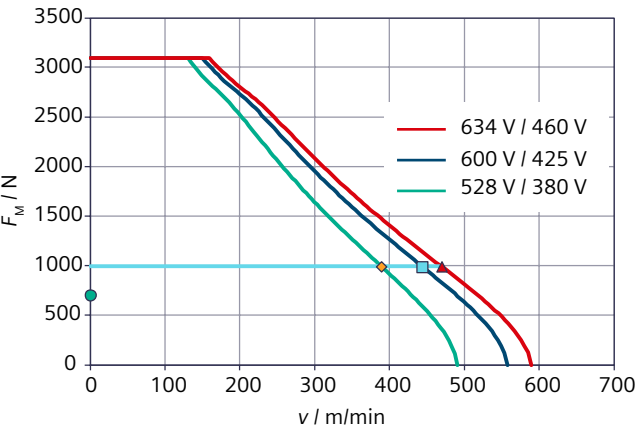
数据表 1FN3150-3KC7x-xxxx

1FN3150-3KC7x			
技术数据	缩写	单位	值
边界条件			
直流母线电压	U_{DC}	V	600

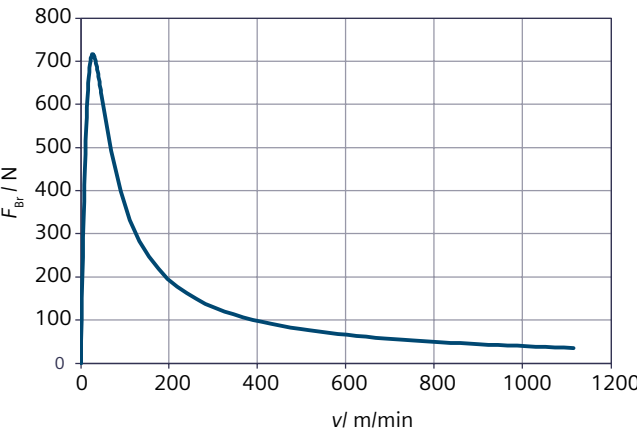
1FN3150-3KC7x			
技术数据	缩写	单位	值
额定温度	T_N	°C	120
额定点上的数据			
额定力	F_N	N	994
额定电流	I_N	A	12.8
额定力条件下的最大速度	$v_{MAX, FN}$	m/min	443
额定损耗功率	$P_{V, N}$	kW	0.323
极限数据			
最大力	F_{MAX}	N	3100
最大电流	I_{MAX}	A	60.6
最大力条件下的最大速度	$v_{MAX, FMAX}$	m/min	150
消耗的最大电功率	$P_{EL, MAX}$	kW	15.1
静态力	F_0^*	N	709
静态电流	I_0^*	A	9.02
物理常量			
20 °C 时的力常量	$k_{F, 20}$	N/A	79.1
电压常量	k_E	Vs/m	26.4
20 °C 时的电机常量	$k_{M, 20}$	N/W ^{0.5}	66.2
20 °C 时的电机绕组电阻	$R_{STR, 20}$	Ω	0.476
相电感	L_{STR}	mH	6.94
引力	F_A	N	7460
热时间常量	t_{TH}	s	2700
极宽	τ_M	mm	15
初级部件质量	m_p	kg	8.91
次级部件质量	m_s	kg	1.2

1FN3150-3KC7x-xxxx 的特性曲线

电机力特性曲线 F_M 选取速度 v



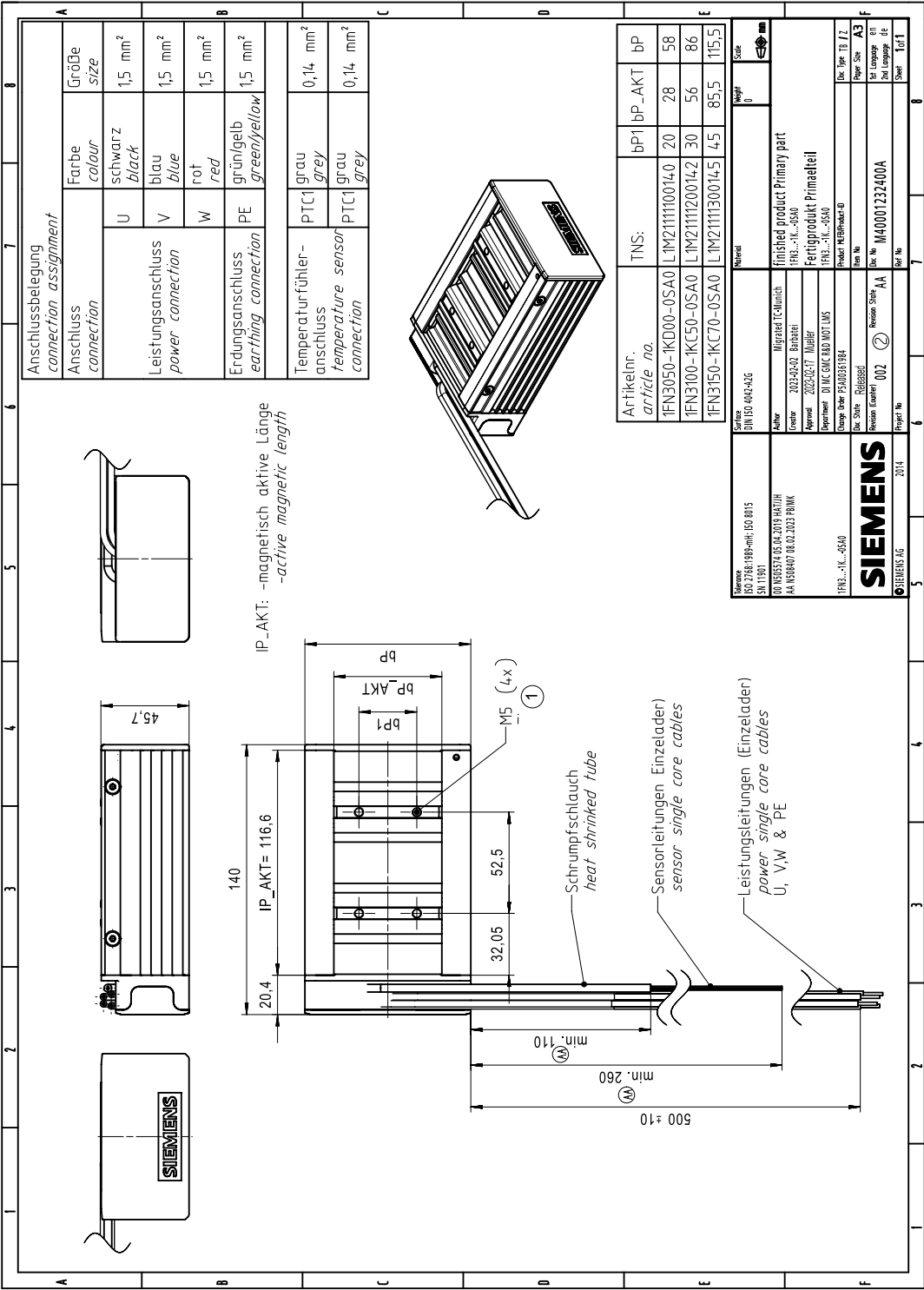
制动力短路 F_{Br} 选取速度 v



安装图纸 / 尺寸图

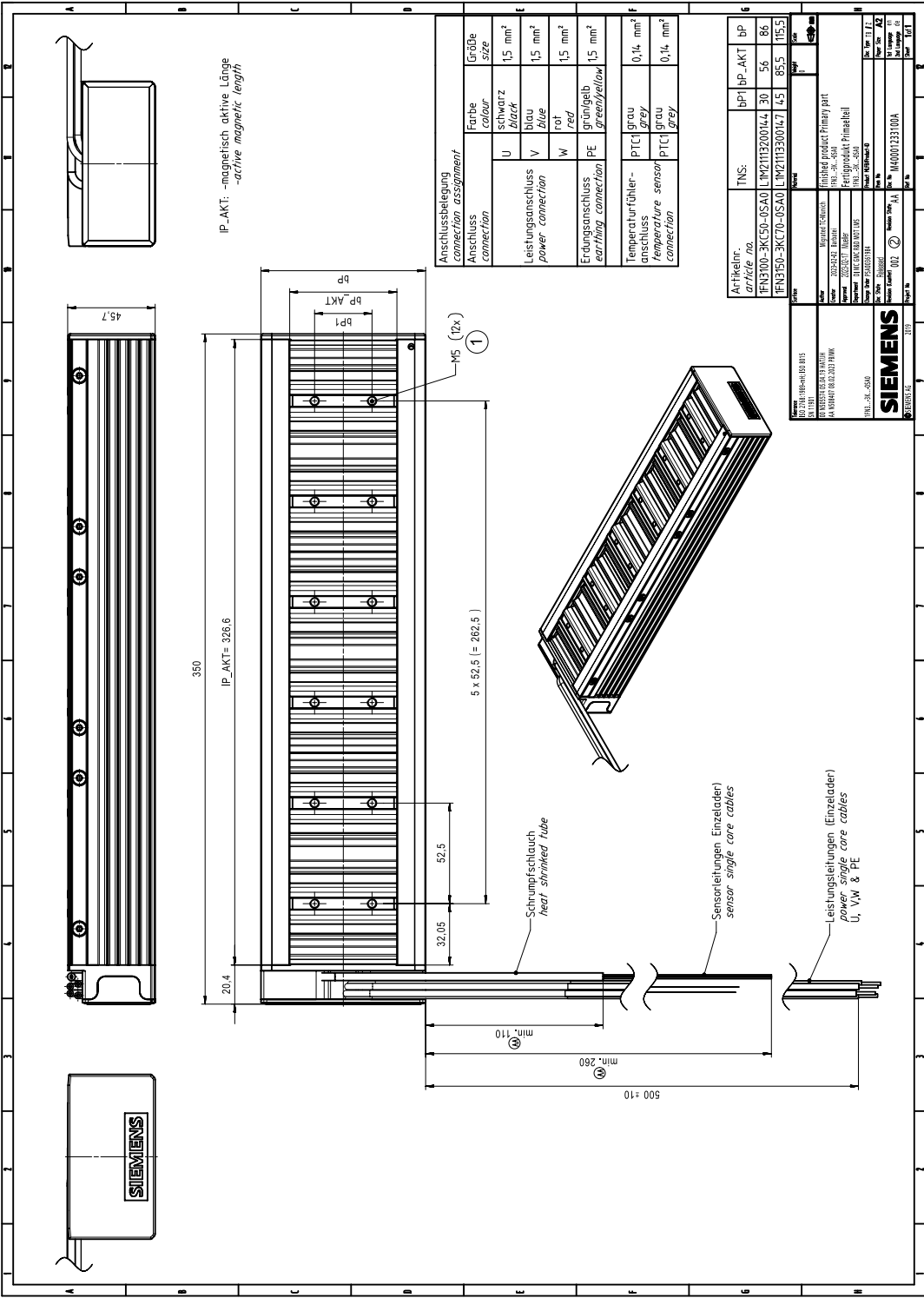
16.1 尺寸图

16.1 尺寸图





16.1 尺寸图



① 拧入深度 MP: 8^{+0/-2} mm

16.2 带磁性自保持功能功能的保护垫

带磁性自保持功能功能的保护垫

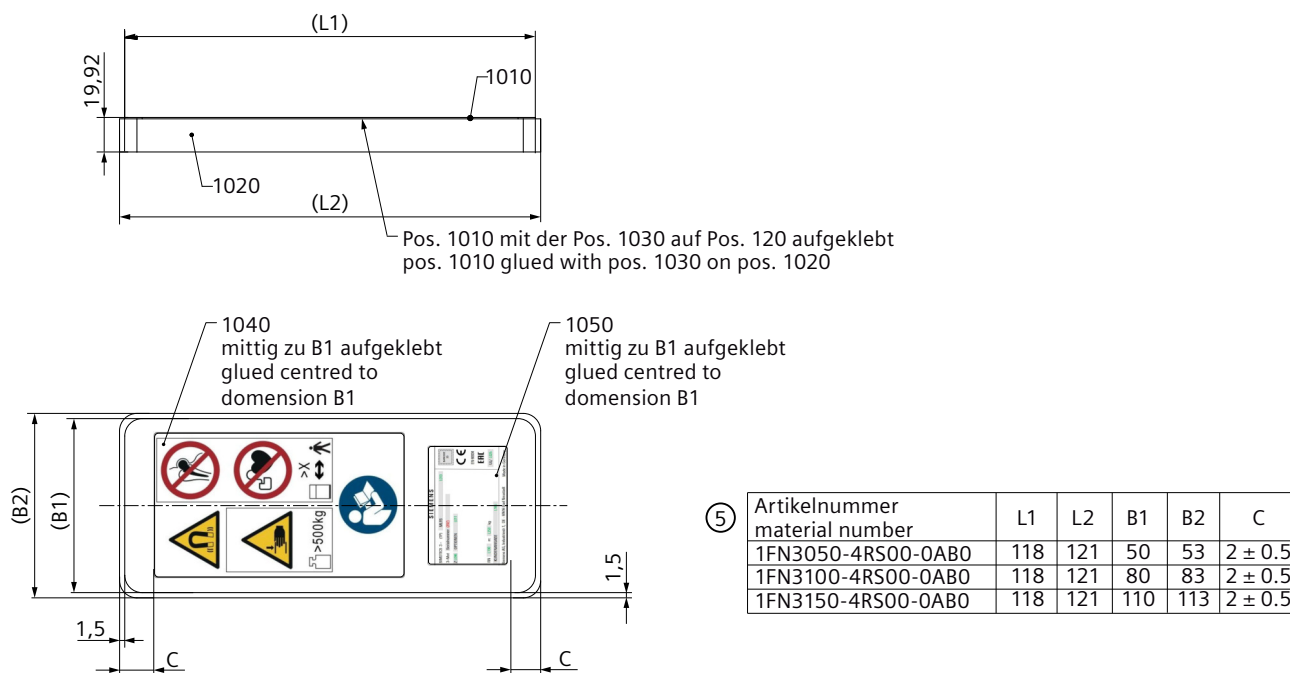


图 16-1 1FN3 次级部件的具有磁性自保持功能的保护垫的尺寸图

16.2 带磁性自保持功能功能的保护垫

选择和订购数据

17.1 订购标识

17.1.1 订货号结构

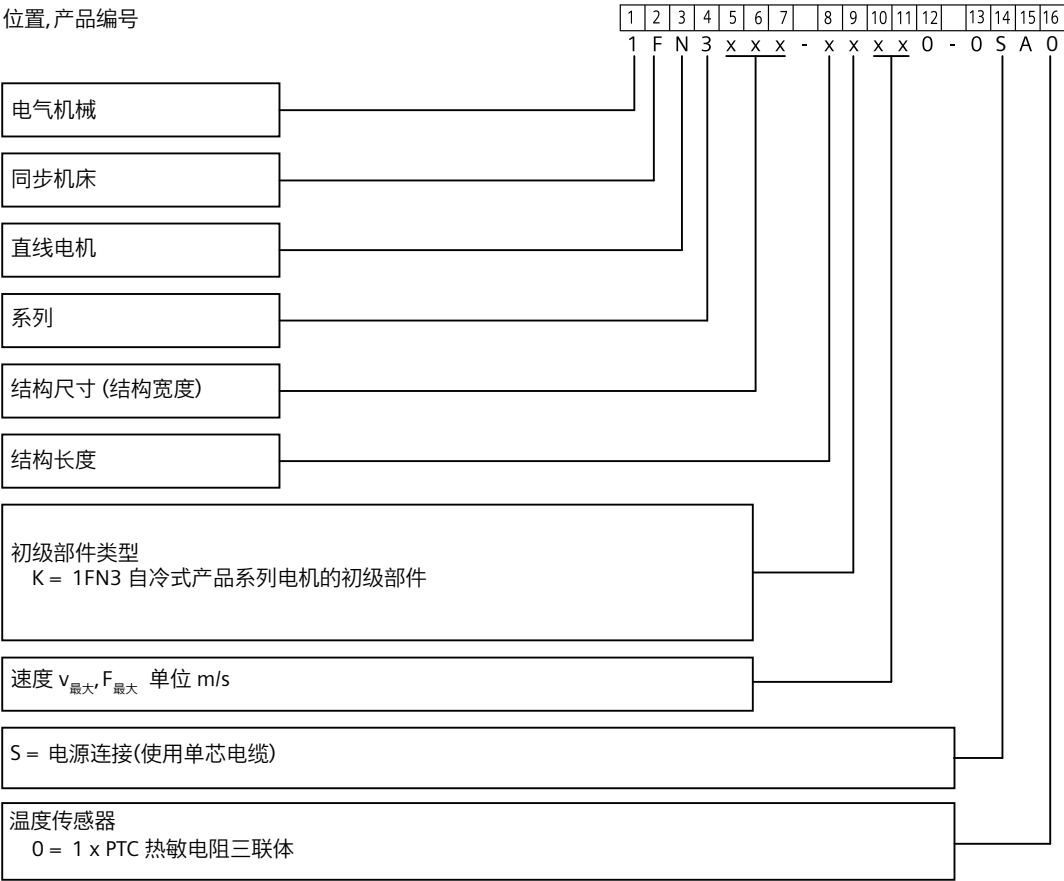
订货号是用于订购的标识。订货号由字母、数字组合而成。订购时注明明确的订货号即可。

订货号包含三个由连字符分隔的部分。第一部分由七位数字组成，用于标识电机类型 (1FN3)、尺寸和冷却方式。在第二和第三部分为其他的编码标记。

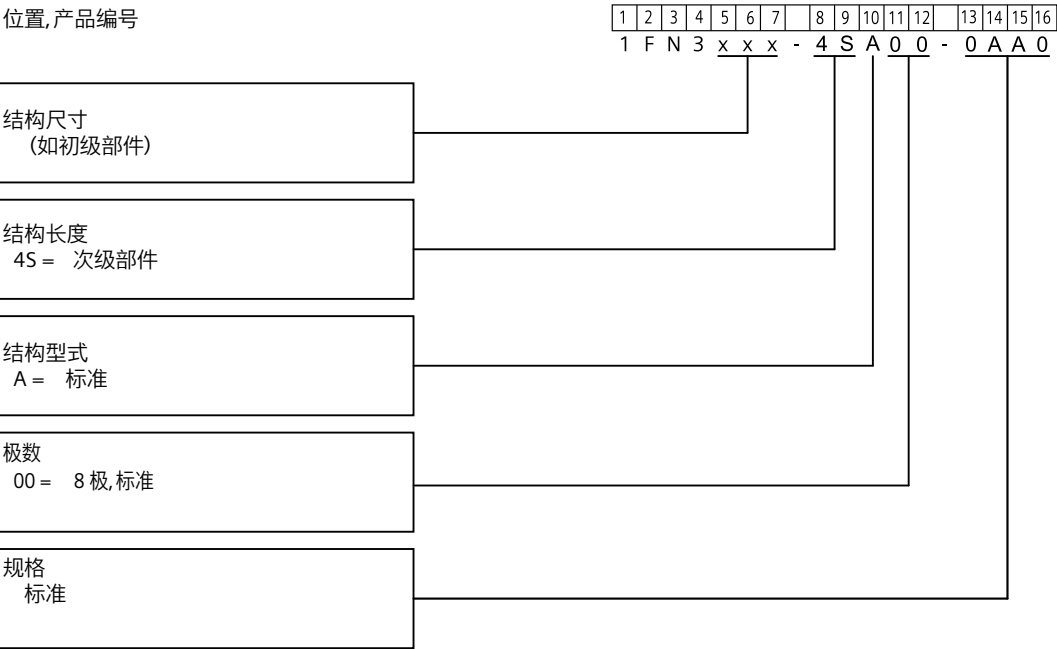
注意，不是每个理论上可能的组合都可以提供。

17.1 订购标识

17.1.2 自冷式初级部件 1FN3



17.1.3 自冷式次级部件 1FN3



17.1.4 连接器

插头类型	插头尺寸	产品编号
功率接口	1.5	6FX2003-0LA10
功率接口	1	6FX2003-0LA00
信号接口	M17	6FX2003-0SU07

17.1 订购标识

17.1.5 用于次级部件导轨的附件

17.1.5.1 次级部件接头

端头,配无冷却水通道

位置,产品编号

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	F	N	3	x	x	x	-	0	T	x	0	1	-	x	A A 0

结构尺寸
(如初级部件/次级部件)

端头类型
F = 混合端头(插塞连接)
G = 混合适配器(插塞连接)
J = 混合配电盘(插塞连接)

连续整段式盖板的固定方式
0 = 配槽楔和螺钉
1 = 用于夹紧

端头,无无冷却水通道

位置,产品编号

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	F	N	3	x	x	x	-	0	T	C	0	0	-	x	A A 0

结构尺寸
(如初级部件/次级部件)

端头类型
C = 盖板端头

连续整段式盖板的固定方式
0 = 配槽楔和螺钉
1 = 用于夹紧

17.1.5.2 次级部件护板

分段式盖板

位置, 产品编号

1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12		13	14	15	16
1	F	N	3	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>	-	4	T	P	0	0	-	1	A	<u>x</u>	<u>x</u>

结构尺寸
(如初级部件/次级部件)

待覆盖次级部件的数量
C5 = 2.5 个次级部件
D0 = 3 个次级部件
D5 = 3.5 个次级部件
E0 = 4 个次级部件
F0 = 5 个次级部件

表格 17-1 分段式盖板 - 可订购长度

1FN3xxx4TP00-1Axx				
结构尺寸		050	100	150
宽度 (毫米)		62	92	122
次级部件 的数量	长度代码	分段式盖板的长度 (毫米)		
2.5	C5	300	300	300
3	D0	360	360	360
3.5	D5	420	420	420
4	E0	480	480	480
5	F0	600	600	600
5.5	F5	-	-	-
6.5	G5	-	-	-

17.1 订购标识

连续整段式盖板（金属条）

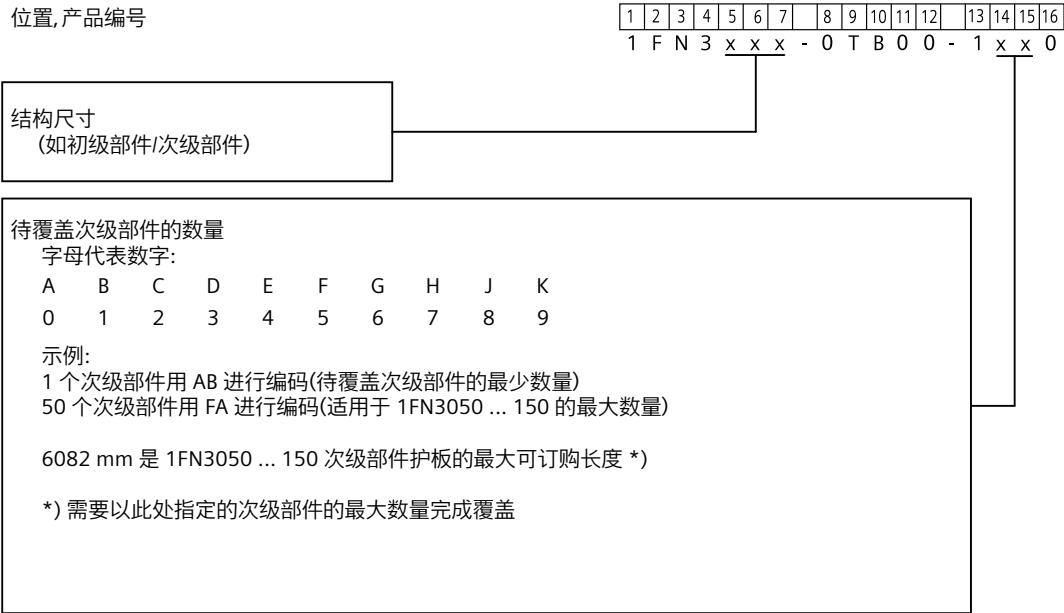


图 17-1 订购标识_次级部件护板_1FN3_带状

表格 17-2 连续整段式盖板 - 可订购长度

1FN3xxx0TB00-1xx0				
结构尺寸		050	100	150
宽度（毫米）		58	88	118
次级部件 的数量	长度代码	连续整段式盖板长度（毫米）		
1	AB	202	202	202
2	AC	322	322	322
3	AD	442	442	442
4	AE	562	562	562
5	AF	682	682	682
6	AG	802	802	802
7	AH	922	922	922
8	AJ	1042	1042	1042
9	AK	1162	1162	1162
10	BA	1282	1282	1282
11	BB	1402	1402	1402
12	BC	1522	1522	1522

1FN3xxx0TB00-1xx0				
结构尺寸		050	100	150
宽度（毫米）		58	88	118
次级部件的数量	长度代码	连续整段式盖板长度（毫米）		
13	BD	1642	1642	1642
14	BE	1762	1762	1762
15	BF	1882	1882	1882
16	BG	2002	2002	2002
17	BH	2122	2122	2122
18	BJ	2242	2242	2242
19	BK	2362	2362	2362
20	CA	2482	2482	2482
21	CB	2602	2602	2602
22	CC	2722	2722	2722
23	CD	2842	2842	2842
24	CE	2962	2962	2962
25	CF	3082	3082	3082
26	CG	3202	3202	3202
27	CH	3322	3322	3322
28	CJ	3442	3442	3442
29	CK	3562	3562	3562
30	DA	3682	3682	3682
31	DB	3802	3802	3802
32	DC	3922	3922	3922
33	DD	4042	4042	4042
34	驱动端	4162	4162	4162
35	DF	4282	4282	4282
36	DG	4402	4402	4402
37	DH	4522	4522	4522
38	DJ	4642	4642	4642
39	DK	4762	4762	4762
40	EA	4882	4882	4882

17.1 订购标识

1FN3xxx0TB00-1xx0				
结构尺寸		050	100	150
宽度（毫米）		58	88	118
次级部件 的数量	长度代码	连续整段式盖板长度（毫米）		
41	EB	5002	5002	5002
42	EC	5122	5122	5122
43	ED	5242	5242	5242
44	EE	5362	5362	5362
45	EF	5482	5482	5482
46	EC	5602	5602	5602
47	EH	5722	5722	5722
48	EJ	5842	5842	5842
49	EK	5962	5962	5962
50	FA	6082	6082	6082

17.1.5.3 冷却型材

位置, 产品编号

1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12		13	14	15	16
1	F	N	3	0	0	2	-	0	T	K	0	x	-	1	x	x	0

结构尺寸
2 = 用于 1FN3050 ... 150

接口类型
2 = 两侧软管接头
4 = 两侧插入式接头
6 = 1FN3050 ... 150:一侧 1 个软管接头 - 另一侧 1 个软管接头, 仅适用于长度AC,用作右外冷却型材
7 = 1FN3050 ... 150:一侧 1 个插入式接头 - 另一侧 1 个软管接头,仅适用于长度AC,用作左外冷却型材

需供应的次级部件数量
字母代表数字:
A B C D E F G H J K
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
示例:
1 个次级部件编码为 AB(冷却型材的最小长度)
24 个次级部件带有 CE 编码(最大数量为 1FN3050...150)¹
¹ 一件式冷却型材的最大长度为 3 m,这与此处指定的 次级部件相对应。

表格 17-3 冷却型材 - 可订购长度

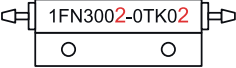
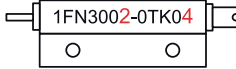
1FN3002-0TK0x-1xx0		
结构尺寸		050, 100, 150
次级部件的数量	长度代码	冷却型材长度（毫米），公差 -0.5 mm
1	AB0	100
2	AC0	220
3	AD0	340
4	AE0	460
5	AF0	580
6	AG0	700
7	AH0	820
8	AJ0	940

17.1 订购标识

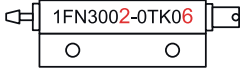
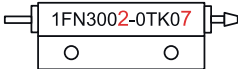
1FN3002-0TK0x-1xx0		
结构尺寸		050, 100, 150
次级部件 的数量	长度代码	冷却型材长度（毫米），公差 -0.5 mm
9	AK0	1060
10	BA0	1180
11	BBO	1300
12	BC0	1420
13	BD0	1540
14	BE0	1660
15	BF0	1780
16	BG0	1900
17	BH0	2020
18	BJ0	2140
19	BK0	2260
20	CA0	2380
21	CB0	2500
22	CC0	2620
23	CD0	2740
24	CE0	2860

冷却型材概览

表格 17-4 冷却型材 - 可订购的规格和长度

长度	用于结构尺寸 1FN3050 1FN3100 1FN3150
1 至 24 个次级部件	
1 至 24 个次级部件	

17.2 自冷式 1FN3 的选择和订购数据

长度	用于结构尺寸 1FN3050 1FN3100 1FN3150
仅 2 个次级部件	 右外侧冷冷却型材 I (R)
仅 2 个次级部件	 左外侧冷冷却型材 (L)

17.2 自冷式 1FN3 的选择和订购数据

说明

重要电机数据一览

在该章节中可以选择重要的电机数据和尺寸。完整数据表请参见技术数据和特性曲线 (页 169) 章节以及安装图纸 / 尺寸图 (页 191) 章节。

自冷式 1FN3 产品系列中电机的重要数据概览

表格 17-5 自冷式 1FN3 产品系列中电机的重要数据概览/第 1 部分

订货号初级部件	F_N 单位: N	F_{MAX} 单位: N	I_N 单位: A	I_{MAX} 单位: A	$v_{MAX, FN}$ 单位: m/min	$v_{MAX, FMAX}$ 单位: m/min	$P_{V, N}$ 单位: kW
1FN3050-1KD0x-xxxx	133	320	2.09	7.74	477	175	0.0808
1FN3050-2KC4x-xxxx	266	640	3.39	12.6	377	134	0.163
1FN3100-1KC5x-xxxx	242	676	2.95	12.5	406	145	0.0973
1FN3100-2KC5x-xxxx	483	1350	5.9	25.1	401	141	0.193
1FN3100-3KC5x-xxxx	725	2030	8.85	37.6	399	139	0.289
1FN3150-1KC7x-xxxx	331	1030	4.25	20.2	449	156	0.109

17.2 自冷式 1FN3 的选择和订购数据

订货号初级部件	F_N 单位: N	F_{MAX} 单位: N	I_N 单位: A	I_{MAX} 单位: A	$v_{MAX, FN}$ 单位: m/min	$v_{MAX, FMAX}$ 单位: m/min	$P_{V, N}$ 单位: kW
1FN3150-2KC7x-xxxx	663	2060	8.5	40.4	445	152	0.216
1FN3150-3KC7x-xxxx	994	3100	12.8	60.6	443	150	0.323

F_N = 额定力, F_{MAX} = 最大力, I_N = 额定电流, I_{MAX} = 最大电流, $v_{MAX, FN}$ = 额定力条件下的最大速度, $v_{MAX, FMAX}$ = 最大力条件下的最大速度, $P_{V, N}$ = 额定点上的损耗功率

表格 17-6 自冷式 1FN3 产品系列中电机的重要数据概览/第 2 部分

订货号初级部件	h_p 单位: mm	b_p 单位: mm	l_p 单 位: mm	$l_{p, AKT}$ 单位: mm	m_p 单位: kg	l_s 单位: mm	$m_s / m_{s, p}$ 单位: kg
1FN3050-1KD0x-xxxx	45.7	58	140	116.6	1.4	120	0.4 / 0.5
1FN3050-2KC4x-xxxx	45.7	58	245	221.6	2.5	120	0.4 / 0.5
1FN3100-1KC5x-xxxx	45.7	86	140	116.6	2.3	120	0.7 / 0.8
1FN3100-2KC5x-xxxx	45.7	86	245	221.6	4.3	120	0.7 / 0.8
1FN3100-3KC5x-xxxx	45.7	86	350	326.6	6.3	120	0.7 / 0.8
1FN3150-1KC7x-xxxx	45.7	115.5	140	116.6	3.3	120	1.2 / 1.3
1FN3150-2KC7x-xxxx	45.7	115.5	245	221.6	6.0	120	1.2 / 1.3
1FN3150-3KC7x-xxxx	45.7	115.5	350	326.6	8.9	120	1.2 / 1.3

h_p = 初级部件安装高度, b_p = 电机宽度, l_p = 初级部件长度, $l_{p, AKT}$ = 初级部件的磁性有效长度, m_p = 初级部件的质量, l_s = 次级部件的长度, m_s = 次级部件的质量, $m_{s, p}$ = 带冷却型材的次级部件的质量

附录

A.1 制造商推荐

第三方产品说明

说明

第三方产品推荐

本印刷品包含有对第三方产品的推荐。西门子了解这些第三方产品的基本适用性。

可以使用其他制造商的同等产品。

西门子不对第三方产品的质量提供担保。

A.1.1 垫片薄膜的来源

SAHLBERG GmbH & Co. KG	
	网址: (https://www.sahlberg.de)

A.1.2 螺丝止动垫圈的来源

Henkel AG & Co. KGaA	
螺钉止动垫圈	互联网地址: (https://www.henkel.com)

A.1.3 制动部件的制造商

Schaeffler KG	
	网址: (https://www.schaeffler.com)

A.1 制造商推荐

Zimmer GmbH Technische Werkstätten网址: (<https://www.zimmer-group.com>)

A.1.4 腐蚀保护剂的制造商

TYFOROP 化学有限公司

防腐剂:

Tyfocor

网址: (<https://www.tyfo.de>)**德国 Clariant 有限责任公司**

防腐剂:

Antifrogen N

网址: (<https://www.clariant.com>)

A.1.5 冷却装置的制造商

Pfannenberg GmbH网址: (<https://www.pfannenberg.com>)**BKW Kälte-Wärme-Versorgungstechnik GmbH**网址: (<https://www.bkw-kuema.de>)**Helmut Schimpke Industriekühlanlagen GmbH + Co. KG**网址: (<https://www.schimpke.de>)**Hydac 国际有限责任公司**网址: (<https://www.hydac.com>)**Rittal 有限责任公司&两合公司**网址: (<https://www.rittal.de>)

A.1.6 塑料套管的制造商

Festo AG & Co. KG	
	网址: (https://www.festo.com)
Parker Hannifin GmbH	
	网址: (https://www.parker.com)

A.1.7 螺纹管嘴和加固套管制造商

Serto 有限责任公司	
	网址: (https://www.serto.de)

A.2 缩写列表

BGV	德国同业协会颁布的、职业安全和健康的强制规定和事故防范规定
CE	Conformité Européenne
DIN	德国标准协会
EC	欧共体
EMF	电磁场
EMC	电磁兼容性
EN	欧洲标准
HFD	高频衰减
HW	硬件
IATA	国际航空运输协会
IEC	国际电工委员会
ISO	国际标准化组织
IP	International Protection 或 Ingress Protection: 防护等级, DIN EN 60529 规定的电子设备的防护等级
PDS	电源驱动系统
PE	保护接地

A.2 缩写列表

PELV	保护低压
PTC	正温度系数的温度传感器
RoHS	Restriction of (the use of certain) hazardous substances
SMC	机柜安装式编码器模块
SME	外部编码器模块
PLC	可编程逻辑控制器
SSI	同步串行接口
SW	软件
Temp-S	超温时切断驱动的温度监控回路
TM	终端模块
UL	美国保险商实验室 (UL)

术语表

初级部件

初级部件是直线电机的电气生效的组件。其通常也是可动的组件。

次级部件

不同于 → 初级部件，次级部件并非电气生效。次级部件整合成 → 次级部件导轨。

次级部件导轨

次级部件导轨通常由数个 → 次级部件组成。其通常是直线电机的不可动的组件。

从电机

“从电机”概念指的是：一根轴上由同一个功率模块供电，从而构成电气并联的两台电机中的第二台。 → 并联

电机的并联

和功率模块上只连接一个电机相比, 并联两个相同的电机能够为驱动提供两倍的动力。两个电机必须有确定的相互位置，从而能够产生同步动力。电机必须稳固并联，从而可以保证整个运行期间，确定的电机相互位置保持不变。

只需要一个行程测量系统来控制电机。

门架运行

门架运行过程中，通过两个相互独立、包含行程测量系统的轴驱动实现两个电机的同步运行。

面朝两面排列

采用面朝两面排列时，必须将 → 从电机的相位 V 和 W 交换，从而使 → 主电机和 → 从电机以相同的方向运行。电机电缆的引出方向在相反侧。

一前一后排列

采用一前一后排列时，→ 主电机和 → 从电机的相序均为 UVW。电机电缆的引出方向在同一侧。

主电机

“主电机”概念指的是：一根轴上由同一个功率模块供电，从而构成电气并联的两台电机中的第一台。→ 并联

组合线

将电源和信号连接在一条线上。

更多信息

SIMOTICS:

www.siemens.com/simotics

Industry Mall:

www.siemens.com/industrymall

Industry Online Support:

www.siemens.com/online-support