

EMC

最佳等电位连接 稳定数据通信的基础

产品 

诊断 

监测 

培训 

咨询 

网络服务 



注释

目录

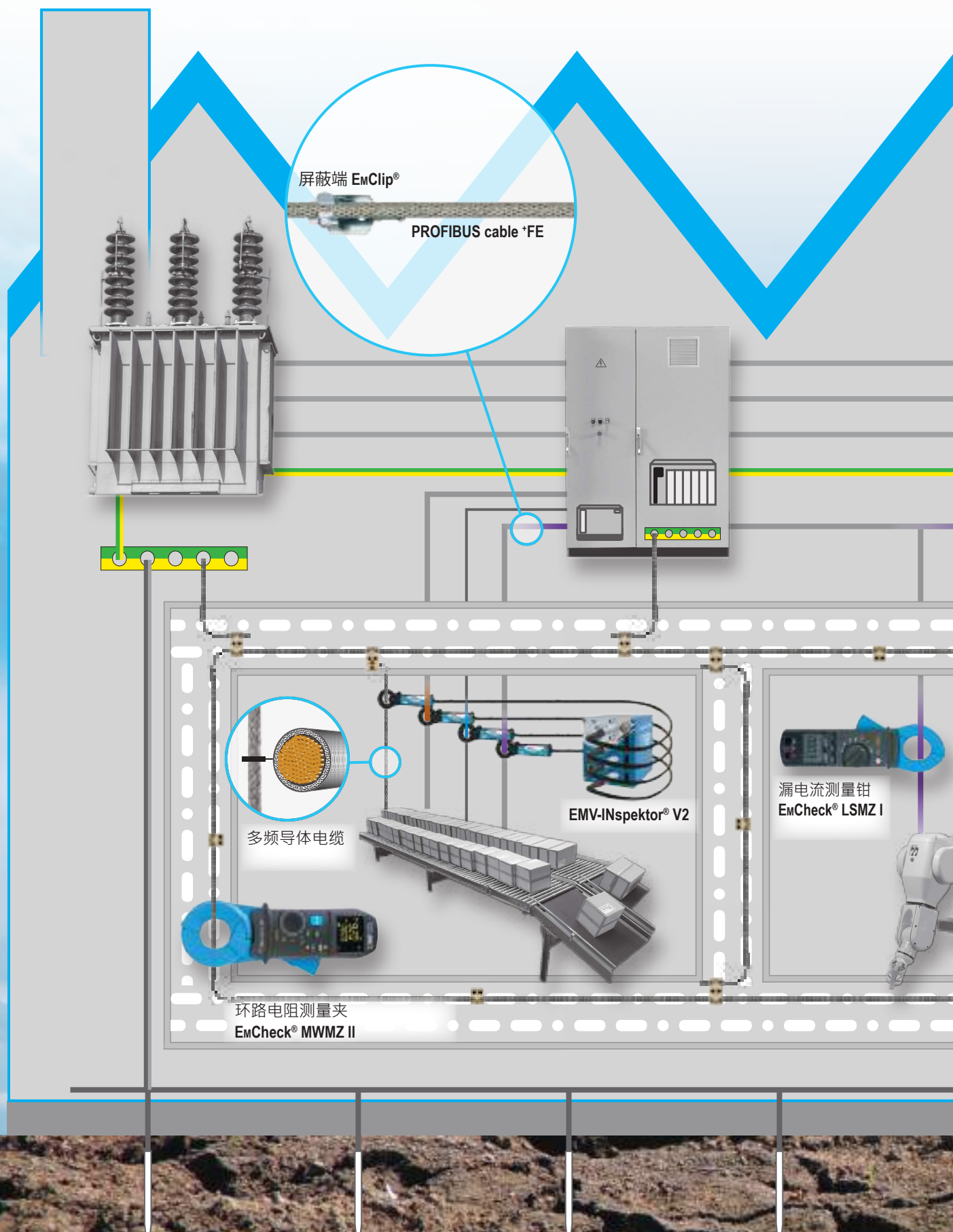
现场总线相关环境中的EMC——屏蔽、接地、测量	4
现场总线相关环境中的EMC——基本原理	6
现场总线相关环境中的EMC——典型干扰源	7
现场总线相关环境中的EMC——定义	8
现场总线相关环境中的EMC——参考值	9
等电位连接规划——当前技术	10
等电位连接规划——未来技术	11
导体电缆、镀锡线缆、超细线缆和绞合线缆	12
EmClots® 紧固元件——稳定且导电	14
EmClip® 屏蔽端子系统——直接且接触面积大	16
PROFINET和PROFIBUS电缆+FE (功能接地)	17
对称电机电缆SymFlex® EMV-DRIVE/+FE	18
漏电流测量钳EmCheck® LSMZ I	20
环路阻抗测量钳EmCheck® MWMZ II	21
智能漏电流测量钳EmCheck® ISMZ I	22
EMV-INspektor® V2	23
EmCheck® ISMZ I和EMV-INspektor® V2评估	24
PROmanage® NT网络监测软件	26

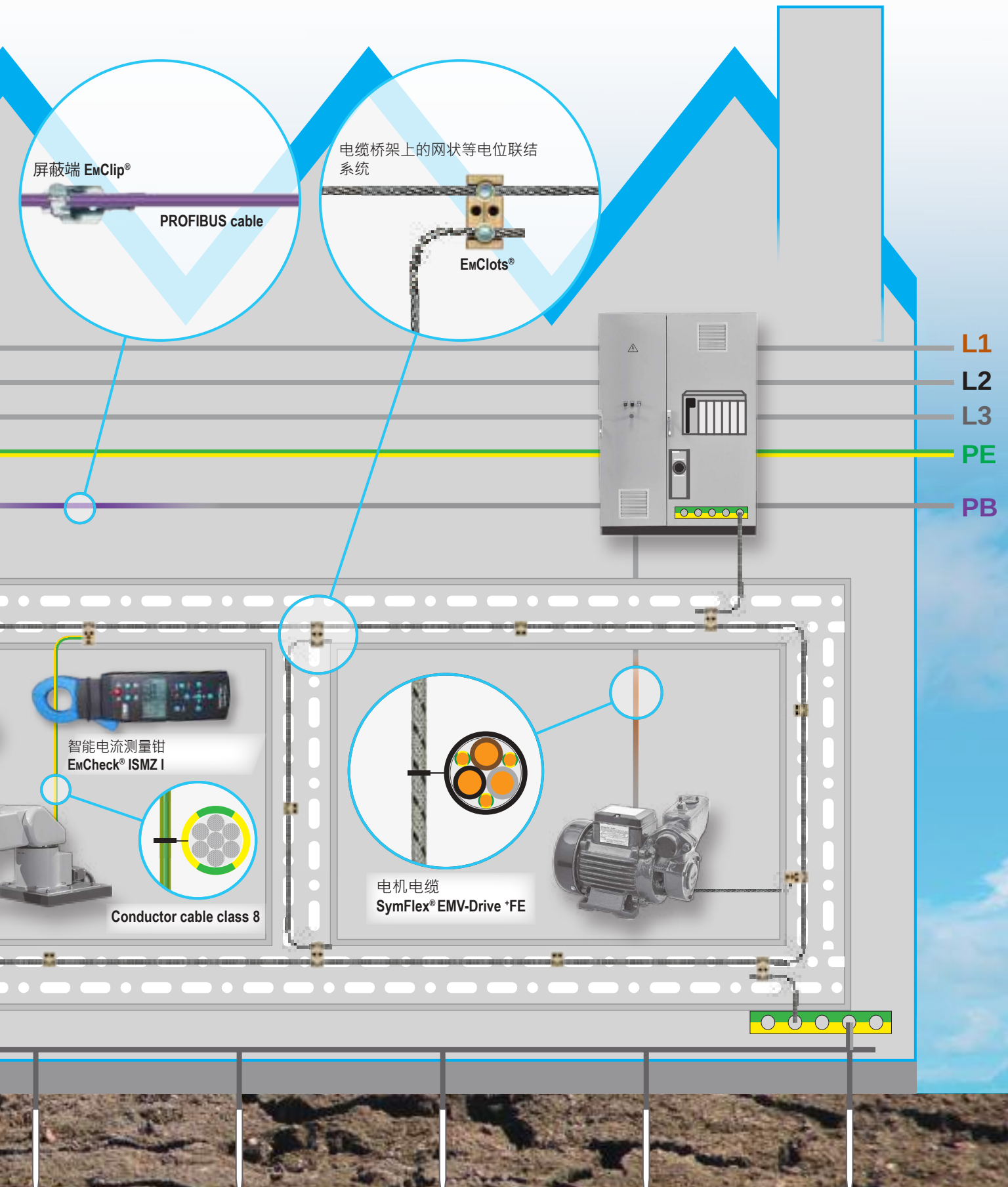
产品概述

基础设施组件	28
测量和诊断工具	34
永久网络监测	34
我们的专长	35
测量 培训	35



现场总线相关环境中的EMC——屏蔽、接地、测量







现场总线相关环境中的EMC——简介

基础

总线模块的设计和制造通常可抵御各种外部电磁干扰。EMC实验室(EMC=电磁兼容性)颁发的证书是任何产品认证的基础。

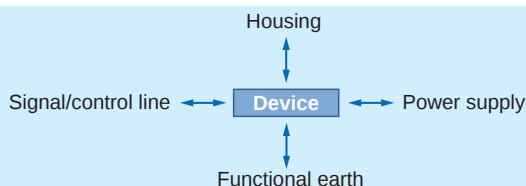


图1: EMC干扰接口

尽管进行了大量测试,但网络仍会因为不明显的原因反复出现零星故障。在可见故障位置(红色错误LED)处进行替换可能会恢复系统的表面功能。然而,在过去15年里,工业网络供应商和运营商逐渐意识到,在大多数情况下,可见故障位置“红色错误LED”与问题的真正原因无关。往往是在经历了痛苦的损失和故障的漫长过程之后,才能意识到通过使用“诊断和服务工具进行故障排除”或“基于状态的永久性网络监测”为最佳方式。

测量结果证实,约40%的总线故障由物理传输质量问题引起。除了安装错误外(现在越来越少见),这些故障也是生产环境造成的直接后果。氧化和腐蚀由接触点内的湿度或侵蚀性介质引起,线路断裂由过度的交替弯曲引起,或仅仅源于组件老化,这些都可通过测量确定为零星故障的原因。

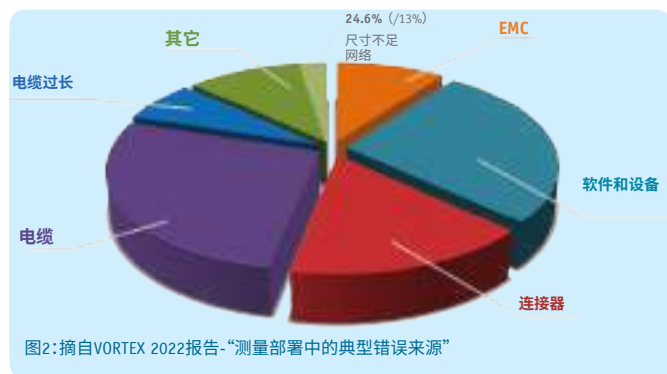


图2: 摘自VORTEX 2022报告-“测量部署中的典型错误来源”

目前,在对网络故障原因的调查中,出现一种新现象。人们注意到,在系统本身没有暴露出任何弱点的情况下,数据通信问题变得越来越频繁。

正是对工业数据线上屏蔽电流的研究,促使诊断方法有了全新的转变。很快就可明确网络本身状态良好,但受到通常称为“EMC干扰”的外部影响。此外,对PE/PA系统和总线屏蔽连接进行了广泛测量,发现高漏电流(主要是高频)与网络故障之间存在关联。

以下事实和情况旨在解释和更好地理解以上陈述:

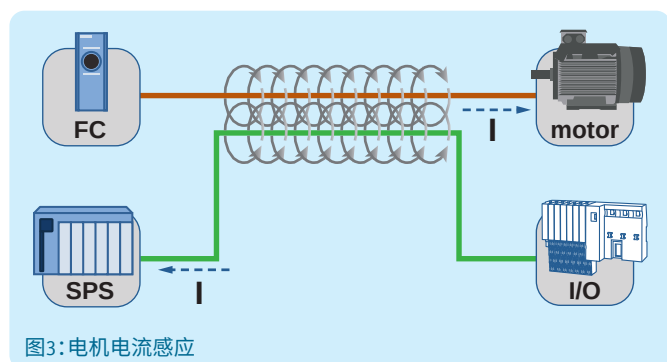
- 等电位连接(BN)可提供接触保护和信号参考电位(保护连接和功能连接)。
- 接地连接系统上的工作负载应尽可能低。
- 为了实现电位连接,所有接地点的连接都不应是低阻抗的。
- 所有网络中的设备共享相同的信号参考接地。
- 网络和现场总线系统应该连续屏蔽,屏蔽层至少需要在两端连接。
- 必须确保参考电位内没有电压差异。
- 多个接地的负极(24V DC电源)会通过漏电流影响网络。这可能会导致设备故障。
- 将现场总线网络集成至现有TN-C系统中时,需要特别注意等电位连接。

新系统越来越多地被安装在老旧或现有建筑中。经验表明,系统供应商依赖于运营商提供的规格,或认为等电位连接正常是理所当然的。他们通常会忽略现有BN功能或弹性的验证或确认。

典型干扰源

近年来,许多研究表明,由于高频电流,等电位接地系统负载不断增加。增加原因很快即可确定,主要是由于变速驱动器数量增加,以及机器和系统自动化程度提高。

高频大电流(例如由变频器产生的电流)是导致电磁兼容性干扰的主要原因。生成的场负载如下图所示。



一旦电导体暴露在变化的磁场中,就会产生感应。在这种情况下,会导致网络电缆上产生屏蔽电流。

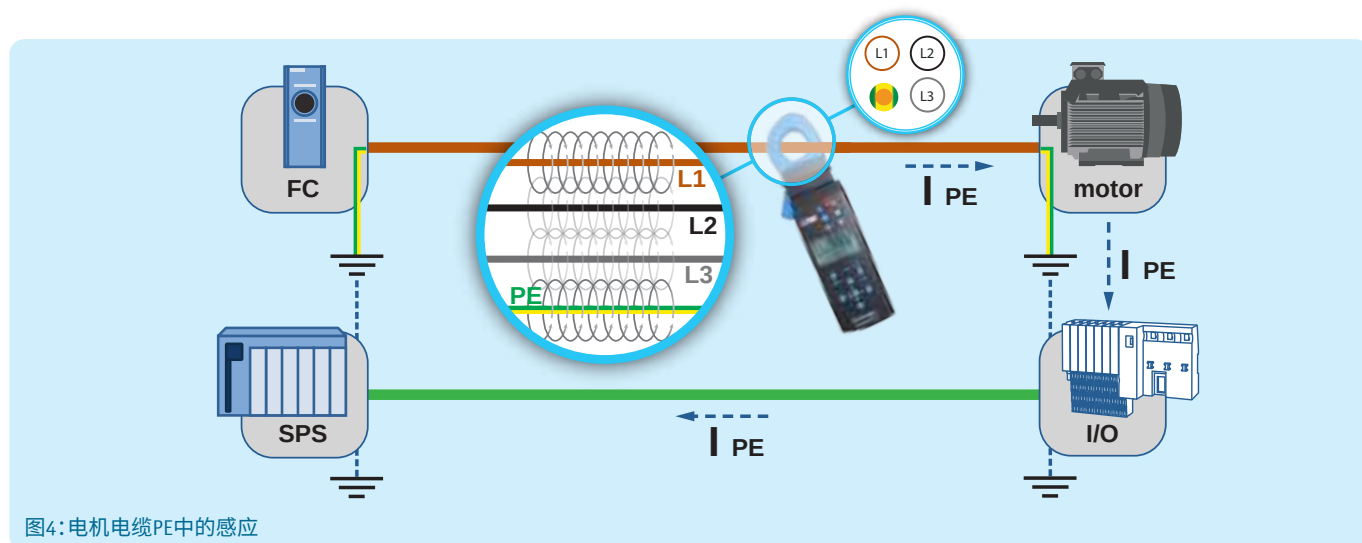
该问题为大家所熟知,为将其影响降至最低,人们采用屏蔽线、物理分离布线或在电缆桥架中使用隔板。

其他典型干扰源包括电力电子设备、开关操作(接触器)和等电位连接差异。以下原理适用:

■ 频率越高,EMC干扰越大

■ 曲线形状越不谐调(矩形而非正弦)、EMC干扰就越大

人们普遍缺乏对造成现有接地连接系统(如电缆屏蔽)负载过大的另一个主要原因的认识和关注,即回流路径不正确或尺寸不足。随着自动化程度的提高,对驱动器速度和控制精度的要求也越来越高。不断提高的脉冲速度和随之而来的更高频率导致寄生电容对产生更高频率的游离电流(例如,在从相线到PE导体的线路中)的影响越来越大。尤其是在不对称电机电缆的情况下,这会在电缆内的PE(I_{pe})上产生感应。电流会产生并返回到其来源(逆变器或电机电缆本身),并在此期间始终沿着阻抗最小的路径。这并不罕见,此类较高频率的补偿电流会通过工业数据电缆的屏蔽连接或通过测量/传感器线路(与等电位连接或接地连接平行运行)流动,从而导致连接的外围设备出现故障。



作为控制上述问题的先决条件,需要使用对称电机线路,并结合适当的接地和等电位连接系统进行专业安装。



定义

等电位连接 (PA)

等电位连接旨在保护人和动物免受电击, 以及提供统一信号参考电位等电气功能。因此, 我们在保护连接和功能连接之间做了区分。

保护连接PA或BN (连接网络)

这涉及在导电部件之间建立电连接, 以平衡电位, 保护人和动物的安全。(重要方面包括电流承载能力和欧姆电阻。) 这要求铜的最小横截面积为 6 mm^2 (DIN VDE 0100-540)。

功能连接/接地FE

这涉及为电子设备建立统一的低阻抗信号参考电位。

保护接地 (PE)

保护接地 (PE) 保护人体免受过大的电流冲击, 仅在发生故障时才能通过电流。

功能接地 (FE)

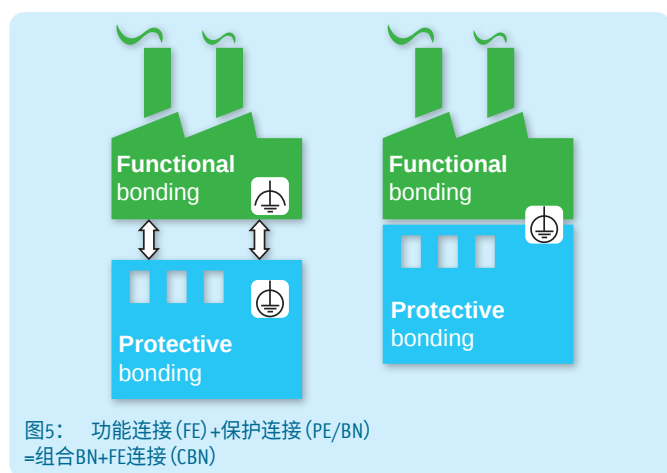
功能接地 (FE) 必须确保电气系统和设备的无误操作。功能接地导体不应标记为绿色/黄色。

CBN (公用连接网络)

一种提供保护连接和功能连接的连接系统。

MESH-BN

一个网状等电位连接系统, 其中所有涉及的导体相互连接, 并在多个点连接至CBN。



目前有大量关于该主题的标准和指南。有些内容重复, 甚至相互矛盾。

重要标准:

漏电流VDE 0100-540/DIN EN 61140 (PE导体中的电流)

PE导体在正常操作中不应用作操作电流的导电路径。设备连接且在正常工作状态下, PE电流等于或大于 10 mA 时, 必须实施以下一种建设性措施:

- PE导体最小横截面积必须为 10 mm^2 的铜,
- 需要在设备的一个单独端子上提供一个与原导体横截面相等的第二保护导体。

PE导体中的最大电流不得超过外部导体电流的5%。

摘自DIN EN 60204-1机械指令

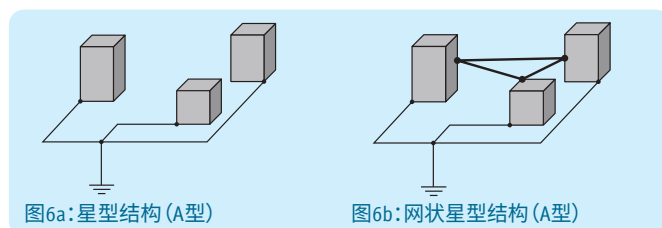
“功能连接通常是与PE导体系统 (CBN) 的连接予以实现。但是, 如果PE导体系统中的电气干扰水平不足以确保电气设备的正常功能, 可能有必要将功能性接地系统连接到一个单独的连接点上……”

对于设置CBN而言, 应选择何种允许或较低的特定电气干扰水平, 该问题尚未得到解决。机械指令指南对该问题并没有给出明确答案。

摘自DIN VDE 0100-444

“此类星型网络可用于较小的设施, 例如住宅、小型商业建筑等, 通常适用于不通过信号电缆或信号线连接的设备。”

这意味着, 对于电气系统而言, 不允许使用具有星型结构的A型等电位连接 (EN 50310)。电气设备通常通过信号电缆 (例如 PROFIBUS 或 PROFINET) 彼此连接。在这种情况下, 需要采用改进型 (EN 50310) “网状”星型结构。



参考值

为确保自动化网络的功能安全性, 基于测量的EMC验收检查是系统不可或缺的质量证书。其目标是通过有针对性地排除PE/PA系统中的干扰因素, 确保网络中所有电子设备长期无故障运行。为此, 需要通过测量、评估和记录来确定EMC负载的“现状”。这些测量 (EMC验收检查) 应在与生产状态极为接近的环境下, 并在根据计划规范完成自动化技术的全部工作后方可进行。

测量需确定以下质量参数:

- 通过24V DC电源的EMC负载
- 沿工业数据电缆 (屏蔽) 传输的EMC负载
- 等电位连接系统中的EMC负载
- 通过模拟编码器线路屏蔽装置的总线模块的EMC负载
- 通过230/400V交流低压配电系统的EMC负载

若要进行上述测量, 需采用某种测量设备, 该设备能显示时间顺序, 最好还能比较并行测量点。

EMC质量/电阻:

- 现有等电位连接系统的结构/质量
- 保护连接系统导体的接地回路电阻/阻抗
- 功能连接系统导体的接地回路电阻/阻抗
- 现有等电位连接系统的电阻/阻抗状态

为进行这些测量, 测量设备必须至少能在千赫范围内显示现有连接系统的质量。从经济角度来看, 系统运行过程中应可进行测量。

执行测量需求与频繁系统停机相关, 这些停机并非由工业数据通信中的通信错误引起, 而是由EMC交互引发的干扰导致。

除描述的用于捕捉现状的测量任务外, 还应能检测到零星事件。这需要使用测量设备进行状态监测意义上的临时和永久测量。

毫无疑问, 功率电子元件的逐步发展促使现场总线相关环境中交互的增加。广泛宣传的工业办公室与生产环境整合以及所有数据串之间的革命性网络互联, 导致对不必要EMC交互的易受攻击性倍增。

因此, 在进行所需测量时, 应遵守以下参考值或限制值:

推荐参考值

电流负载:

- | | |
|-------------|----------------------|
| ■ 保护导体 (PE) | 最大相电流的5% |
| ■ 保护连接系统 | 最大300mA
(DGVV法规3) |
| ■ 功能连接 | 最大300mA |
| ■ 机电电缆屏蔽 | 最大300mA |
| ■ 信号电缆屏蔽 | 最大40mA |

电阻/阻抗值:

- | | |
|----------|--------------------|
| ■ 保护连接系统 | 2.2 kHz时最大0.3 ohms |
| ■ 功能连接 | 2.2 kHz时最大0.3 ohms |
| ■ 机电电缆屏蔽 | 2.2 kHz时最大0.3 ohms |
| ■ 信号电缆屏蔽 | 2.2 kHz时最大0.6 ohms |

等电位连接规划——当前技术

如开头所述,尽管所有设备和组件都处于完美状态,但电磁干扰可能会对工业数据通信造成干扰。许多情况下,这些干扰值通常只能通过追溯性测量进行确定。等电位连接系统随后安装,然后需要适应机器和系统环境。根据当前做法,电子元件(PLC、驱动器、远程I/O)大多以星形布局连接至中心接地点(见图7),无论接地系统是计划安装还是已安装至正在运行的操作。

与强烈的网状连接系统(MESH-BN,见右侧)相比,星形排列仅可提供非常少的补偿电流流动路径,导致接地系统和中心接地点承受重负载。通常需要跨越很长的距离来连接设备,这会导致安装成本很高。

使用绝缘导线也十分普遍。然而,不仅需要在每个固定点(例如接触元件)手动移除或中断绝缘。导体与电场内的金属物体接触时,也失去通过额外网格改善等电位连接的选择。

随着工业自动化中高频电力电子设备的使用越来越广泛,设备、组件和整个网络的电负荷也在不断增加。机器和系统之间的网络连接不断增加,将需要一种新型的等电位连接系统。

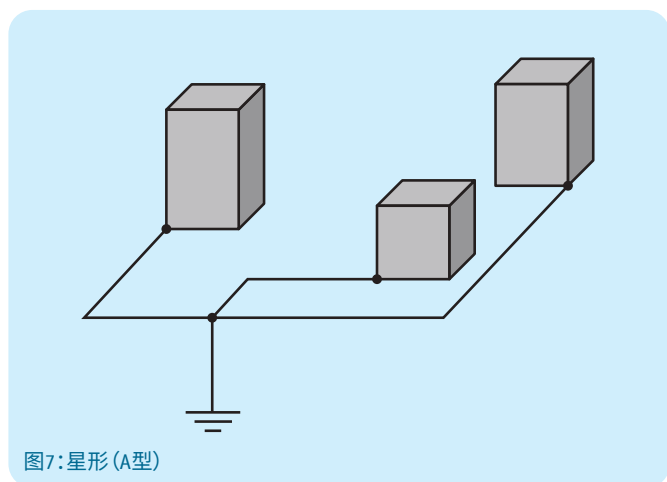


图7:星形(A型)

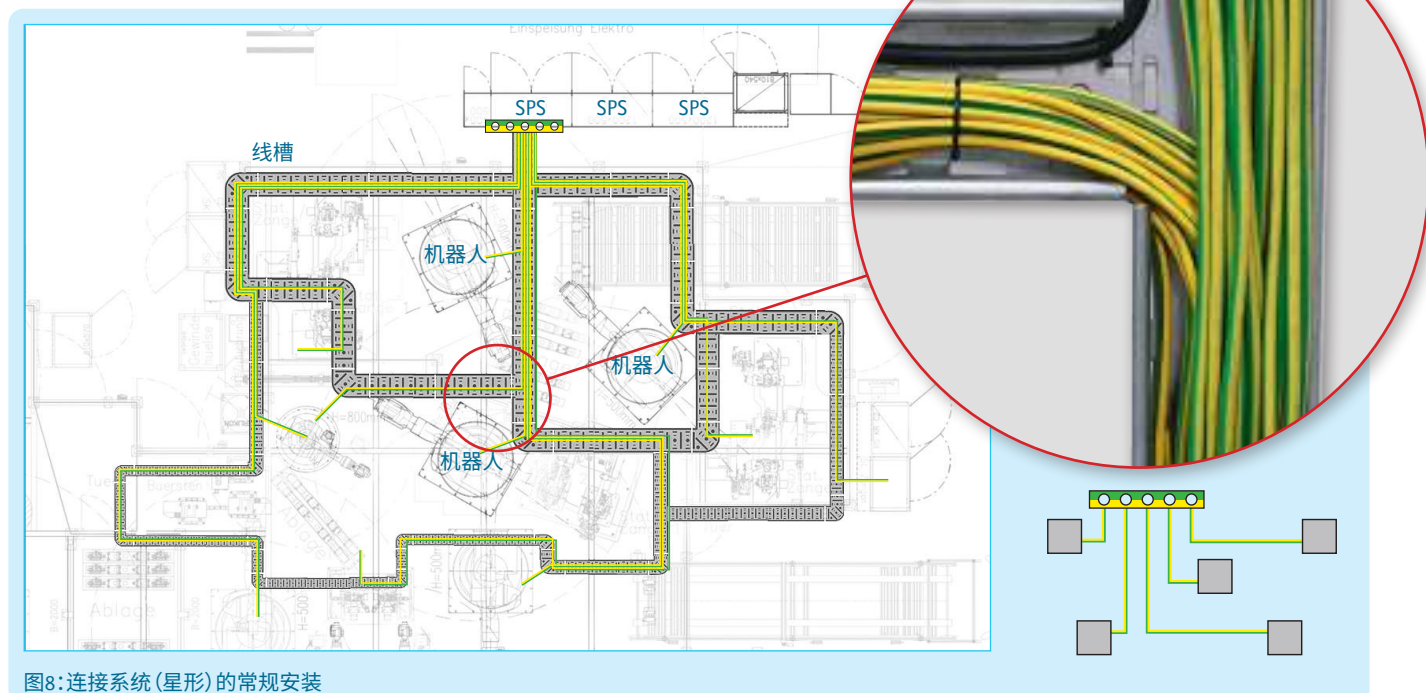
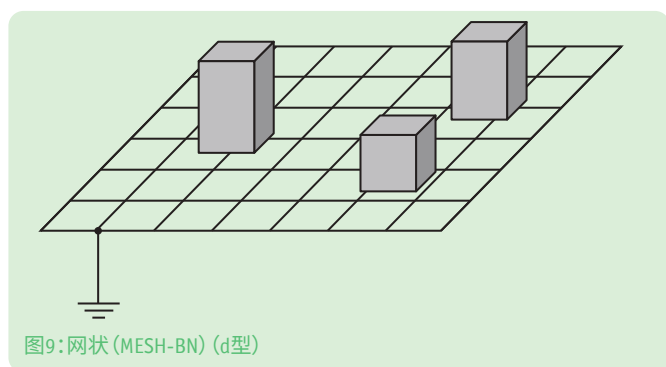


图8:连接系统(星形)的常规安装

等电位连接规划——未来技术

测量结果表明,连接系统中的强密合能降低系统本身以及设备和组件的负载。这是通过设备和导电元件之间尽可能多的短连接予以实现——分割电流,减轻负载。如果使用裸导体电缆,沿着连接线与金属物体的接触会进一步增加该效应。使用现场可用的接触元件 (**EmClots®**, 见第14页) 可设计高效的导体路径 (短距离、交叉点等)。



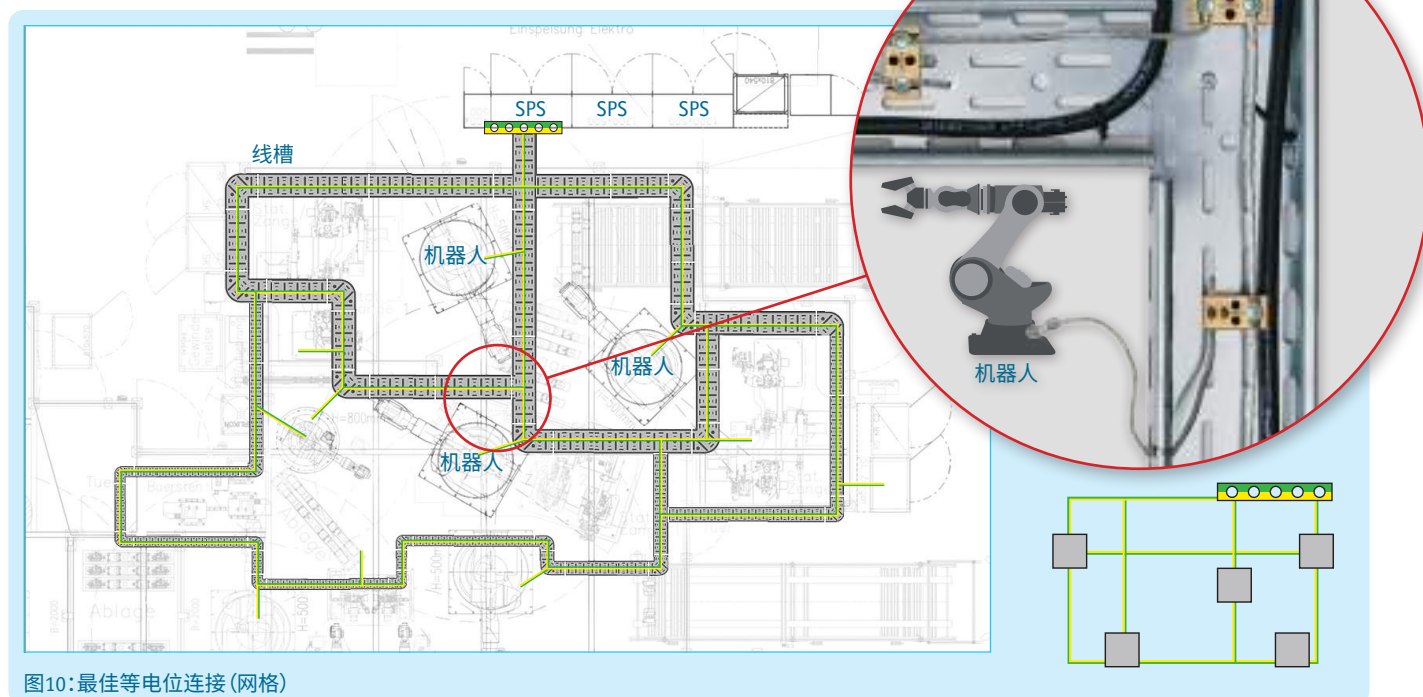
通常情况下,控制柜内的所有设备都需按照EMC进行布置和连接。这包括电气设备的所有FE/BN连接均以低阻抗和尽可能短的距离整合至电气柜 (后壁和主连接导轨) 连接中。对于机器/系统的等电位连接,同样的原则也适用于电气设备的FE/BN连接。然而,建议使用至少两个连接以获得

20m的网格宽度。此外,所有导电系统组件、管道、托盘和通道必须以EMC兼容的方式在机器/系统内布置和连接,以实现最大网格效应。

系统中所有的交换式电感元件 (接触器、继电器、三相电机、阀门) 必须连接至淬熄电路。所有接地导体必须采用裸露 (无绝缘)、镀锡、低阻抗线束实施。不允许使用绝缘铜导体。使用适当的**EmClots®**系列紧固元件 (见第14页) 将实现电气和机械稳定的连接。

设备上的功能等电位连接 (FE) 应以低阻抗且尽可能短的距离连接到等电位连接系统 (CBN) !

通过实施上述措施,工业生产机器和系统将连续以符合EMC的方式设计,确保其最大的无故障使用寿命。



导体电缆、镀锡线缆、超细线缆和绞合线缆

应用

非绝缘、高度柔性的铜缆特别适用于符合EN 50310要求的小回路低阻抗连接系统,这些系统可用于使用高频驱动解决方案(逆变器)的机器和设备。细丝缆线结构可为高频电流传输提供大的接触表面。典型工业环境中的干扰电流,例如由于频率变换器,通常在8 kHz以下,或逐步提升至20 kHz。此类电流被归类为“高频”,因此需要低阻抗等电位连接。在该范围内,会发生电流位移效应(趋肤效应)。

趋肤效应

趋肤效应旨在描述交流电的一种特性,即电子流随着频率的增加而向导体表面移位。与直流电相比,其中电子使用导体的整个横截面,较高频率需要更大的导体表面。从千赫范围开始,此类效应不容忽视。因此,需要较大的导体表面而不是大的横截面。导体电缆由镀锡铜丝制成,恰好满足该要求。

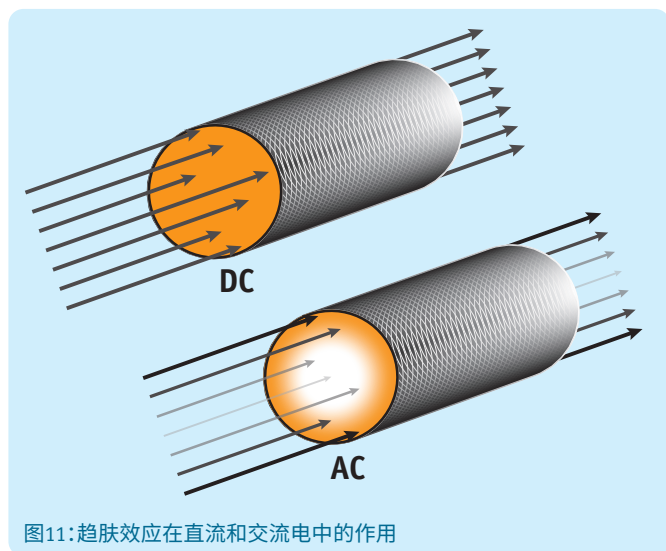


图11:趋肤效应在直流和交流电中的作用

锡镀导体电缆的功能

锡镀层就像是对单根线的绝缘,这样每根线的表面都能实现有效利用。此外,在具有侵蚀性介质的环境中表面免受腐蚀。这对接触电阻产生积极影响,同时还可提高视觉外观。

电化学系列说明

如果两种不同的金属接触(电流连接),由于每种金属具有不同数量的自由电荷载体(电子),彼此之间会产生电压。一旦接触,这些电子会向“次贵”金属迁移,导致其腐蚀。为防止此类情况发生,两个接触元件之间的电压不应超过300 mV。此举足可有效防止腐蚀。

材料	电压/(V)
锂	- 2.96
铝	- 1.67
锌	- 0.76
铬	- 0.56
镀锌钢	- 0.72...-0.53
铁	- 0.44
镍	- 0.25
低碳钢	- 0.48...-0.21
铸铁	- 0.42...-0.18
锡	- 0.14
铅	- 0.13
氢	± 0.0 (参考值)
黄铜	+ 0.05 ... + 0.26
铜	+ 0.345
青铜	+ 0.03...+0.36
铬镍	- 0.05...+0.75
金	+ 1.38

如“推荐”下的示例计算所示,端子连接点相较锡或铜的钳位电压明显较低。锡镀导体电缆相较于裸导体电缆也具有优势,因为其钳位电压也会显著降低。

推荐电流连接

示例计算

对于镀锡导体

...镀锌屏蔽夹

$$-0.14 \text{ V} - (-0.76 \text{ V}) = 0.62 \text{ V} !$$

...黄铜镀层夹紧元件(例如EmClots®)

$$-0.14 \text{ V} - 0.105 \text{ V} = 0.245 \text{ V}$$

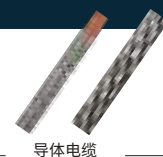
对于铜导体

...镀锌屏蔽夹

$$+0.345 \text{ V} - (-0.76 \text{ V}) = 1.105 \text{ V} !$$

...黄铜镀层夹紧元件(例如EmClots®)

$$+0.345 \text{ V} - (+0.105 \text{ V}) = 0.24 \text{ V}$$



导体电缆

符合DIN 46440标准的导体结构



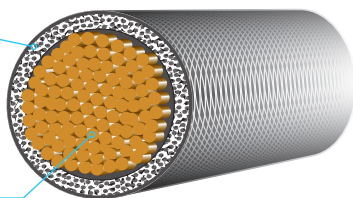
结构 (锡镀线和超细线)

- 横截面: 0.5 mm² - 120 mm²
- 材料: 裸露且高度柔韧的铜绞线电缆, 镀锡屏蔽, 符合DIN 46440标准
- 表面: 镀锡

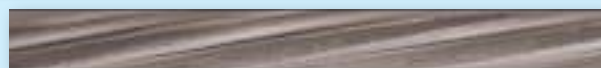
多频
组合

锡镀屏蔽

超细铜丝束



符合VDE 0295 2类的导体结构



结构(绞合线)

- 横截面: 0.5 mm² - 120 mm²
- 材料: Cu-ETP线材, 符合DIN EN 13602标准
- 表面: 镀锡

刚度
安装

符合VDE 0295 5类的导体结构

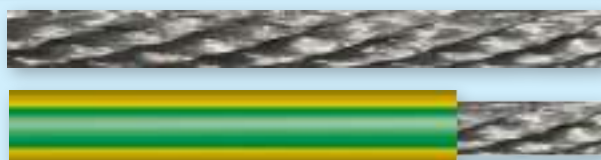


结构(细线)

- 横截面: 0.14 mm² - 120 mm²
- 材料: Cu-ETP 1线材, 软退火, 符合DIN EN 13602标准
- 表面: 镀锡

灵活
安装

符合VDE 0295 7类的导体结构(*)



结构(超细线)

- 横截面: 0.14 mm² - 120 mm²
- 材料: Cu-ETP 1线材, 软退火, 符合DIN EN 13602标准
- 表面: 镀锡
- 隔离: 可选不同颜色的超软塑料护套, 由软PVC制成, 符合VDE 0207、0281标准

高灵活性安装
(适用于拖链的绝缘版本)

(*)对应于6类, 第6行

特殊导体结构8类(*)



结构(镀锡线和超细线)

- 横截面: 4 mm² - 25 mm²
- 材料: 镀锡并用织物包裹的铜电缆
- 表面: 镀锡
- 绝缘层: 特殊软PVC (非常好的耐油性、耐化学腐蚀、耐寒性和耐热性 (-40°C至125°C))

UL版本
可用
(拖链, 机器人)

(*)对应于6类, 第6行

多频导体电缆

电磁干扰在工业系统中有很多表现形式。这要求在安装等电位连接系统时具有灵活性, 以应对可能出现的各种电磁干扰场景。因此, Indu-Sol多频导体电缆兼具传统导体电缆和高频电缆的特性。

内核结构对应于“7类”裸露、超细导体电缆。这可提供消散低频电流所需的横截面。多年的Indu-Sol测量技术经验表明, 在实际应用中, 数据电缆的屏蔽通常具有比连接系统更低的阻抗。因此, 数据电缆被所谓的“漫游”电流用作回路路径。有鉴于此, 多频组合导体电缆核心被具有更高频率能力的波导包覆, 其结构与高频电缆的屏蔽网相对应。这使导体电缆能分散各种类型的电流, 并使其远离数据电缆。

EmClots®紧固元件——稳定且导电

预先规划等电位连接

EmClots®的使用可显著简化分布式等电位连接系统的实施。各种组件可用于连接、固定和分支裸导体电缆，适用于超细线和绞合线。因此，可防止未定义的干扰电流，并在长生产线中实现均匀的等电位连接。EmClots®非常适用于使用更高频率的驱动解决方案（逆变器）的机器和装置的小回路低阻抗连接系统的实施，符合EN 50310标准的要求。

为什么选择MESH-BN?

在使用保护和功能连接组合系统（CBN/公用连接网络）时，必须确保数据和信号线的屏蔽层不会传导过大的补偿电流（参考值：最大40mA）。

对于存在IT安装的建筑物，包括类似于PROFIBUS和PROFINET的工业网络，DIN EN 50310标准建议使用网状连接系统（MESH-BN）。这可为补偿电流提供多种路径。网格化导致线阻抗的并联连接，从而降低连接系统的整体阻抗。

镀锡导体电缆与EmClots®接线端子相结合，可轻松实施网状连接系统。连续导体电缆可通过EmClots®进行分接，无需断开任何连接。

由于终端的导电结构，金属系统组件（例如电缆桥架和管道）会自动整合至连接系统。大幅减少必要的布线。



应用示例：EmClots®接头V2

亮点

- 显著节省导体材料
- 大幅减少安装时间
- EMC抗性更高



应用示例：EmClots®连接器V2网格

EmClots®紧固元件

EmClots®接线端子可固定在桥架、型材或其他导电系统组件上。在电缆桥架上，安装也可在侧板内侧或外侧进行（见图片左下角）。如需获取安装指南，请参阅网站下载部分（www.indu-sol.com）。

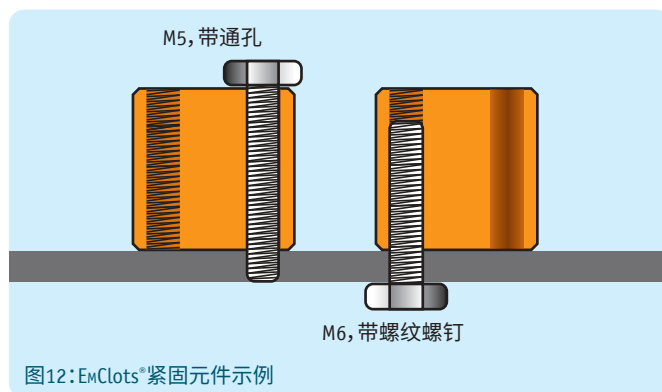


图12：EmClots®紧固元件示例

EmClots® 接头

EmClots® 接头V2

- **EmClots接头V2元件**
适用于4至16 mm² (支线为最大10 mm²) 或25至35 mm² (支线为最大16 mm²) 的绞合线或超细线导体电缆。
- 可用于连接三根导体电缆或制作分支线。
- 安装在电缆桥架、横梁或其他导电系统组件上
- 安装螺钉:
M6 (螺纹螺钉)
M5 (通孔)



EmClots®

EmClots® GRID'S

EmClots® 接头V2网格

- **EmClots® 接头V2网格**可用于连接多根4至16 mm²的导体。
- 安装在最大直径为5mm的杆上



EmClots® 连接器V2网格

- **EmClots® 连接器V2网格**可用于连接多根4至16 mm²的导体。
- 安装在最大直径为5mm的杆上



亮点

- 符合RoHS 2 (2011/65/EU)
- 机械稳定性: DIN EN 60721-3-3:1995
- 电气转换DIN EN 60512-2-2
- 经认证的气候测试: 扩展环境温度

EmClots® 连接器

EmClots® 连接器V2

- **EmClots连接器V2元件**适用于4至16 mm²或25至35 mm²的绞合或超细线导体电缆。
- 可用于连接两根导体电缆。
- 安装在电缆桥架、横梁或其他导电系统组件上。
- 安装螺钉:
M6 (螺纹螺钉)
M5 (通孔)



EmClots® 紧固元件

EmClots® 紧固元件V2

- **EmClots紧固元件V2** 适用于4至16 mm²或25至35 mm²的绞合或超细线导体电缆。
- 可用于固定导体电缆。
- 安装在电缆桥架、横梁或其他导电系统组件上。
- 安装螺钉:
M6 (螺纹螺钉)
M5 (通孔)



EmClip®屏蔽端子系统——直接且接触面积大



EmClip®系统

用于电缆屏蔽的紧固元件可帮助您以干净、明确的方式消散干扰和补偿电流。组件可轻松安装在电缆上，无需任何工具，并提供优化的电缆屏蔽接触。无需重新调整弹簧张力——屏蔽罩始终处于持续、恒定的压力之下。

模块化组装系统

通过模块化组装系统，屏蔽夹在安装过程中插入，与顶帽式导轨、直接安装或总线的夹具连接。该系统可提升安装选项的灵活性和多样性，同时减少基本组件数量。

根据应用范围的不同，屏蔽端子(SK)具有以下特性：

- 直接安装 D
 - 总线 S
 - 顶帽式导轨 H
 - 包括拉力解除装置 Z
 - 双屏蔽端子 Duo
- 紧固元件类型**



EmFlex剥线工具

EmFlex剥线工具可灵活且精确地去除电缆绝缘层。该工具特别小巧紧凑，非常适合在有限空间状态下使用。弹簧加载的塑料爬行器会自动适应电缆横截面。切割器安装在旋转式支架上，可调整为圆形和纵向切割以及不同的切割深度。



EMC启动盒

该启动盒适用于任何EMC情况，包括导体电缆和铜电缆的紧固以及屏蔽夹。该启动盒可帮助您释放寄生电流和补偿电流，并实现低阻抗的等电位连接。组件可简单地安装在电缆上，无需使用工具，还能为电缆屏蔽提供最佳连接。EMC启动盒可提供“标准”和“混合”两个版本(见第31页)。



亮点

- 可变切割深度(0.8至2.5 mm)
- 移除电缆沿线任意位置的绝缘材料
- 适用于非常硬的绝缘材料和高剥离长度

PROFINET和PROFIBUS电缆+FE (功能接地)

PB-/PN电缆+FE

说明

+FE系列电缆的开发旨在能够在严重“EMC污染”的环境中进行线路布局。数据电缆外层的屏蔽导体具有两个重要功能：在这两种情况下，屏蔽导体必须在各自单元通过额外的接触（例如EMClip屏蔽端子系统，见第16页）连接至两侧。

功能1 (见图15)

遭受强烈电磁场辐射时，起到额外屏蔽作用。可减轻实际屏蔽的过多屏蔽电流以及对信号质量和设备功能安全的负面影响。

功能2 (见图16)

常规连接系统 (BN) 通常具有星形结构 (A类)，因此不适用于功能连接 (FE)。屏蔽解除导体具有改善连接系统 (改善的A类) 的功能。

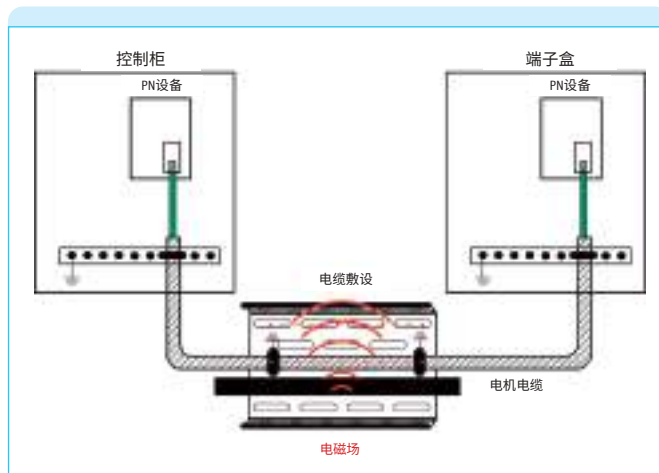


图14: 功能1——在高场负荷环境中增加额外屏蔽

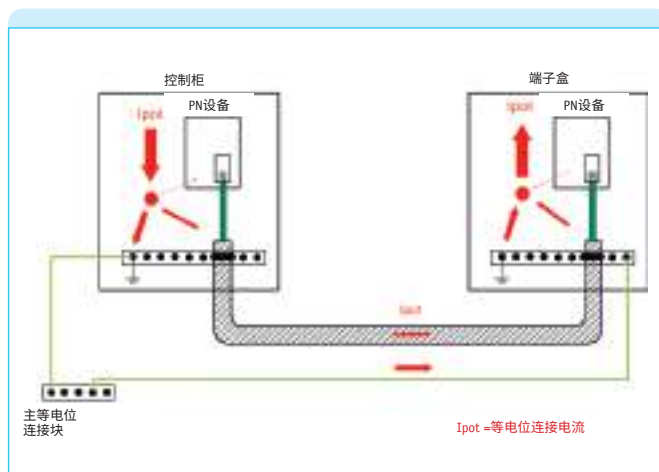


图15: 功能2——额外功能连接



图13: PROFIBUS电缆+FE (A), PROFINET电缆+FE (B) 的横截面

PROFIBUS电缆+FE



屏蔽减压线

- 特征1: 在EMC污染环境中的额外屏蔽
- 特征2: 附加功能等电位连接

PROFINET电缆+FE



对称电机电缆SymFlex® EMV-DRIVE/+FE

自动化系统的EMC兼容设计旨在尽量减少潜在干扰源的影响。当连接高频用电设备时,可以观察到电容耦合会导致电机线路PE中出现不必要的电流。这些电流通常被称为漏电流,会消散到等电位连接系统中,而且通过数据线屏蔽进入低阻抗路径的情况并不少见。

为在源头补偿这些不良电流,建议使用特殊的对称电机电缆SymFlex® EMV-DRIVE。

亮点

- 减小不需要的电流
- 针对变频驱动进行了优化
- 低工作电容/电感保证最小的电磁辐射
- 线芯的对称排列
- 特殊CU编织和额外静电屏蔽

功能

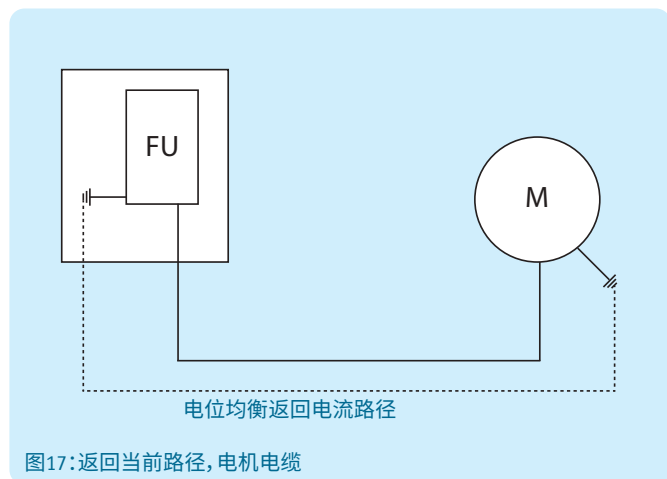
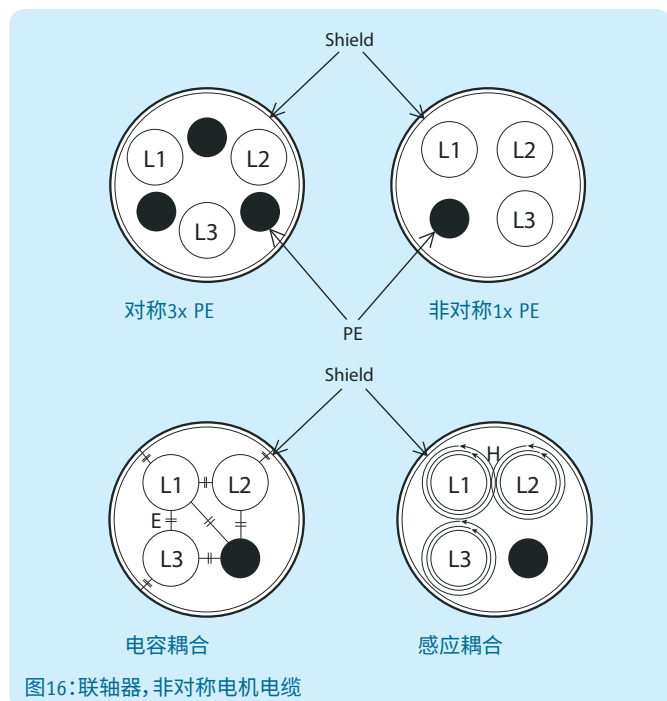
SymFlex®系列的电机电缆已针对频率控制驱动器的使用进行优化。由于电缆被编织和箔屏蔽(100%覆盖)组合包围,可保证低工作电容和电感,进而确保对邻近电子电路的最小电磁辐射。

为将电磁场的影响降至允许的水平,电缆配备特殊的铜编织网和额外静电屏蔽。

应用

类型为2YSLCYK-3JB(按照标准标注)的电机电缆适用于干燥和潮湿房间的固定安装,适用于户外使用,以及在没有额外机械应力的情况下灵活使用。

我们强烈推荐使用对称电机电缆,特别适用于高驱动密度、长电缆长度(不超过20 m)、高脉冲频率的变频器或控制器,以及驱动器周围各种敏感的电子自动化设备。



最小化屏蔽电流

感应电流和部分电容电流通过电机电缆的PE和屏蔽层耦合,通过连接系统在变频器和电机之间找到通路。在不利条件下(长电缆、高频率、电缆对称性差),高达10%的电机相电流将被耦合至PE中。这并不罕见,此类较高频率的补偿电流通过总线的屏蔽连接或与PE或接地连接平行的测量线流动,从而导致连接的外围设备出现故障。

为在起点(源)处最大限度地减少此类电流,我们使用对称设计的SymFlex®系列电机电缆。由于工作电容/电感降低,耦合至PE(干扰电流)的电流减少60%。整个系统(包括工厂车间)广泛使用SymFlex® EMV-DRIVE型号的电机电缆将在不增加采购和安装成本的情况下显著提高电磁兼容性。

防止轴承电流!

对于安装频率控制的三相驱动器,知名变频器制造商建议仅使用对称多芯电机电缆。其目的十分明确,旨在防止或减少轴承电流,以消除高频电流脉冲引起的轴承环火花侵蚀损坏。

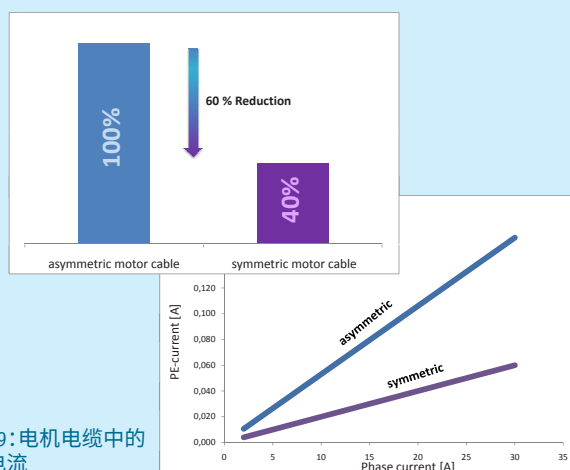


图19:电机电缆中的PE电流



图18:SymFlex® EMV-DRIVE

结构

裸铜线,符合VDE 0295,5类,即IEC 60228 cl. 5,导线绝缘2 Y符合VDE 0207,层叠绞合导线并填充,绝缘箔,铝箔屏蔽,铜网,镀锌(约80%覆盖率),PVC护套绝缘。线芯颜色:3 x绿色/黄色、灰色、棕色、黑色。

特性

电气

- 标称电压: 600/1000 V
- 测试电压: 4000 V
- 绝缘电阻: > 5 GOhm/km
- 耦合电阻: 最大250 Ohm/km
- 工作电容,取决于横截面:
 - 线芯/线芯: 70 - 250 nF/km
 - 线芯/屏蔽: 110 - 410 nF/km

■ 电感

- 取决于横截面: 0.25 - 0.38 mH/km

机械性能和热性能

- 弯曲半径:
 - 偶尔移动: 10-20 x电缆直径
 - 固定安装: 5-10 x电缆直径
- 温度范围:
 - 偶尔移动: +5至+70 °C
 - 固定安装: -40至+70 °C

- 横截面可达240 mm²
- 无卤素
- 火灾蔓延
- 符合UL标准
- 聚氨酯护套
- 可拖链



推荐 规范标识

- 2Y 热塑性塑料的绝缘/护套
聚乙烯(PE)
- SL 控制电缆
- C 编织铜和铝屏蔽箔的屏蔽罩
- YK 聚氯乙烯(PVC)外护套,黑色
- J 绿和黄芯电缆
- B 乙烯/丙烯橡胶



EmCheck® LSMZ I

测量和避免屏蔽电流

间歇性干扰在工业数据通信中主要由高频屏蔽电流产生的补偿电流引起。在网络中通常能直接搜索到相关故障，从而造成困扰。考虑到数据电缆屏蔽层的补偿电流，明确地说，网络并非问题所在，而是代表“受害方”。关键是要发现问题原因并采取应对措施。

漏电流钳表EmCheck® LSMZ I专为测量50/60 Hz频段以及5 Hz - 1 kHz频段的漏电流和屏蔽电流而设计。可调测量范围分为30μA-100A的等级，其中较低范围对于数据电缆的屏蔽电流测量尤为重要。

此外，泄漏电流钳表EmCheck® LSMZ I是检测绝缘故障和由泄漏引起的FI安全开关意外中断的理想测量工具。漏电流钳表具有多功能测量钳的所有功能。

亮点

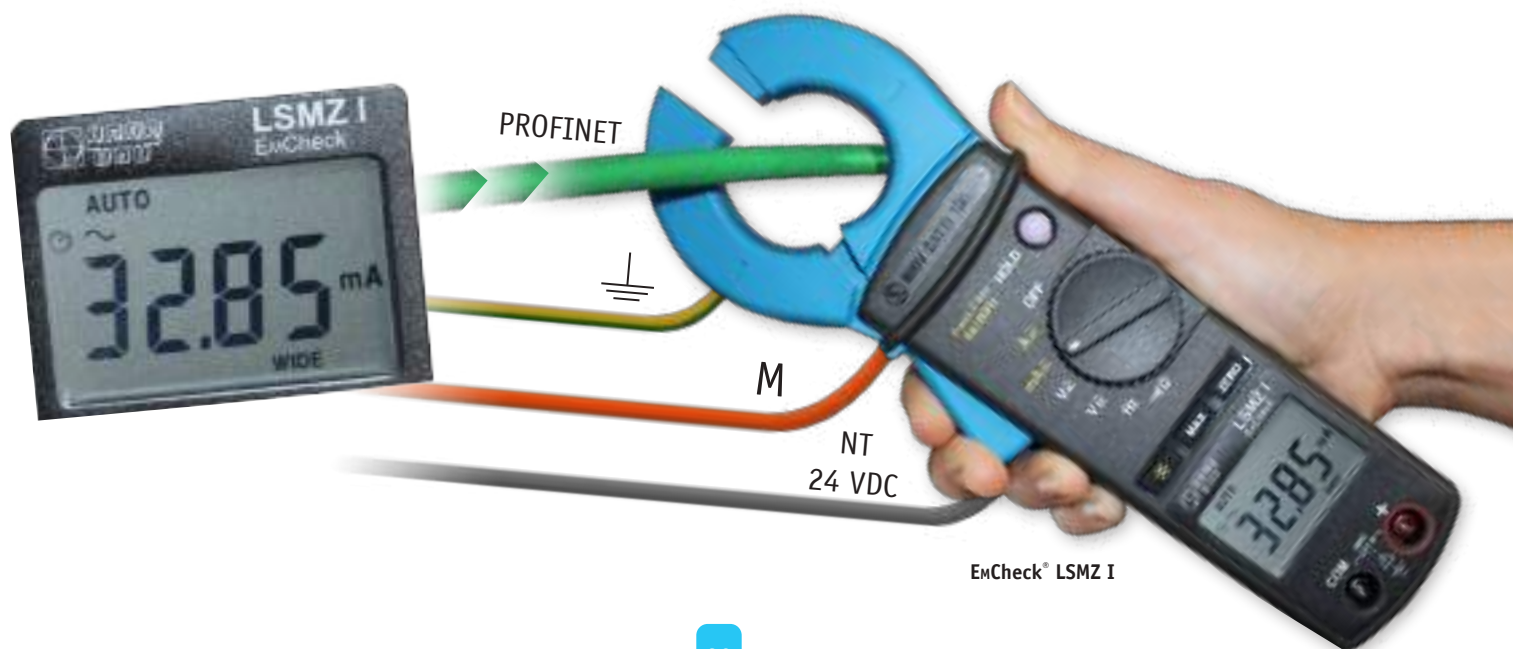
- 测量漏电流和屏蔽电流
- 可调测量范围
- 定位绝缘故障和漏电保护器的意外关闭
- 所有电流钳表的功能
- 通过保持功能实现的持续测量（例如峰值电流）
- 真RMS测量功能

配置和功能

EmCheck® LSMZ I的特点是有一个大开口（2.8 cm）供电缆穿过，这样即使在不利的安装情况下也能顺利进行测量。通过保持功能，可执行永久测量，例如最大电流。

指南：

根据Indu-Sol GmbH的经验，不超过40 mA的屏蔽电流经验证属于合理范围，与机器规格无关。应根据所调整的频率范围，按等级进行说明，以便在降低屏蔽电流方面采取正确措施。



EmCheck® LSMZ I



EmCheck® MWMZ II

环路阻抗测量钳EmCheck® MWMZ II

确定环路电阻

从自动化技术角度来看,等电位连接功能默认有效毋庸置疑,接触点主要出现在低压系统中。然而,在此期间,人们发现一个安全稳定的工作通信网络(包括总线系统)与等电位连接功能息息相关。游离电流和高频电流通常是由变频器引起的,它们大多利用数据电缆的屏蔽层作为回流,而不是预定的等电位连接系统。

解释很简单:“更高频率的漏电流不经过低电阻较低的路径,而总是经过低阻抗路径……!”

仅凭直觉或对现有屏蔽和接地措施的质量和功能做出直观判断通常欠妥。唯一确保良好等电位连接的方法是遵循DIN EN 50310标准进行测量予以证明。环路阻抗测量钳EmCheck® MWMZ II是实现该目的的绝佳之选。

参考值:

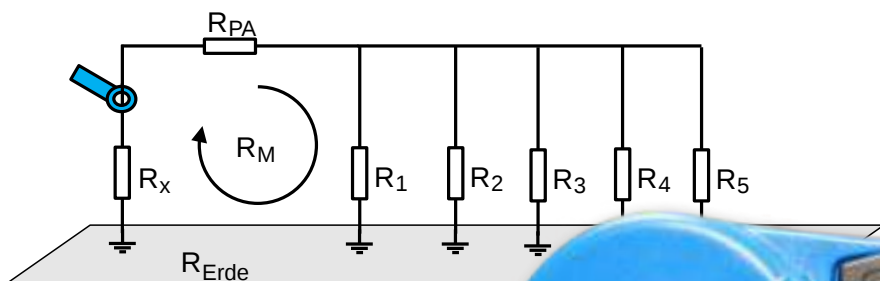
数据电缆(例如:现场总线电缆)的屏蔽环路电阻应具有最大阻抗值0.6 0hm。PE/PA回路电阻应在约0.3 0hm的阻抗值范围内。



- 接地环路电阻和接地环路电感测量
- 数据线路的屏蔽回路阻抗测量
- 接触电压的显示
- 检测到危险电压时发出警报
- 记录最多300个测量值,包括时间戳
- 轻松操作以保持钳表开启
- 优质OLED显示屏,可清晰显示所有数据

功能和操作方式

钳表由两个线圈组成。第一个线圈以定义的频率2,083 Hz产生电压。第二个线圈测量在设定频率范围内由线圈一诱导的电流。这两个值的比例用于确定和显示交流电阻(阻抗)——如需要,还可额外计算50、60、128 Hz。测量过程不会受到任何中断,而且在导体在正常运行过程中已承载电流的情况下也可进行测量。



每个网络的总电阻将通过在电位等化中生成更多的网格以实现最小化。

EmClots®接头V2

EmCheck® MWMZ II



EmCheck® ISMZ I

智能漏电流测量钳EmCheck® ISMZ I

在复杂的工业系统中，电源与控制技术之间存在不良的交互，可能导致控制工程中出现错误。这些干扰通常源于组件之间的通信故障。由于故障原因通常较难发现，因此采用电流钳表形式的移动检测系统用于线路型寄生电流，可大幅节省安装费用和服务部门开支。

智能漏电流测量钳EmCheck® ISMZ I是一种用于检测工业设备中线路寄生电流的便携式工具。该工具可自行检测高达20 kHz的频率值，评估并记录数据。

集成式智能具有创新性，允许进行首次调查，从而在不需要特殊工具的情况下对设备的EMC易感性进行初步估计。

此外，智能漏电流测量钳EmCheck® ISMZ I适用于干扰严重的环境。

亮点

- 测量泄漏、屏蔽和干扰电流
- 数据将在内部存储器中记录最多14天
- 紧凑、便携式、电池供电的电流钳表
- 简单直观的操作
- 独立捕获、评估和记录数据
- 简单的显示和菜单功能，以评估线路的现有电流水平
- 通过标准PC上的专用软件进行数据评估

各种各样的故障都可通过捕获的测量数据进行充分分析。因此，可大幅减少需要使用更复杂的设备和聘请合格专家的次数。

EmCheck® View

EmCheck® View是用于智能漏电流测量钳(ISMZ I)的免费操作软件。该软件可将测量数据显示在屏幕上，方便评估。



图20: EmCheck® View显示ISMZ测量数据





EMV-INSpektor® V2

EMV-INSpektor® V2

随着工业生产自动化程度的提高,功率密度上升,从而增加电磁干扰引起的风险。在这种情况下,干扰电流会出现在现场总线电缆、编码器线路、电源布线和等电位连接系统中。

EMV-INSpektor® V2是一种特殊的测量和分析工具,适用于临时或永久记录电磁干扰。该工具允许连接多达四个变流器,将分别记录、评估和比较这些测量值。根据线路类型,可配置不同的质量参数。

因此,出于状态监测考虑,可为每个测量通道提供具体的评估和监测。工业自动化领域通过EMV-INSpektor® V2智能工具,可进行全面的现场总线分析。

测量基本知识:

- 数据电缆的EMC干扰
- 24 VDC电源的EMC干扰
- 通过230/400 VAC低压配电系统的EMC干扰
- 等电位连接系统中的EMC干扰
- 通过传输线路的EMC干扰

亮点

- 测量泄漏、屏蔽和干扰电流
- 并行检查多个可能受到干扰的区段
- PROmanage® NT实现永久分析和监测(状态监测)
- 各输入源的数据比较
- 特定状态评估和警报
- 通过网络界面显示干扰
- 将测量结果导出至USB存储器或通过局域网界面
- 设备软件通过网络界面配置

应用

EMV-INSpektor® V2提供自动化、无接触且无中断的长期检查。最多可连接、测量和分析四个通道。

在所有四个通道上,当前过程和频谱都被捕获,每个通道的频率高达50 kHz。这使得检测现场总线(PROFINET)故障和PE/PA电流之间是否存在联系成为可能。频谱中的额外频率数据可为故障可能原因提供线索。频率分量在较低的千赫范围内,表明频率变换器的脉冲频率。

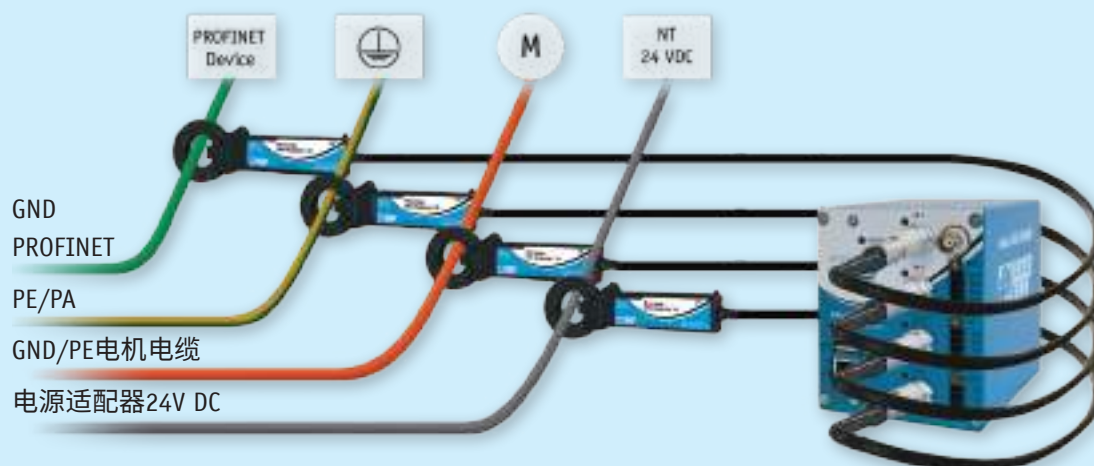


图21: EMV-INSpektor® V2应用示例

EmCheck® ISMZ I和EMV-INspektor® V2评估

在现代工业设施中，交换式电源、驱动解决方案和类似设备影响着网络质量。由于这些电气之间的相互依赖性，只在特定时刻捕获电流的测量设备通常会提供不准确的结果。因此，精确的电流测量并非乍看之下那么简单。

有效值-RMS (均方根)

对于交流电的测量，通常使用交流值的均方根，即有效值。交流电的有效值相当于直流电在电阻负载上呈现的能量。然而，只有在纯正弦电流的情况下，这种测量才准确。但如今许多用电设备并不符合理想的正弦波形状。

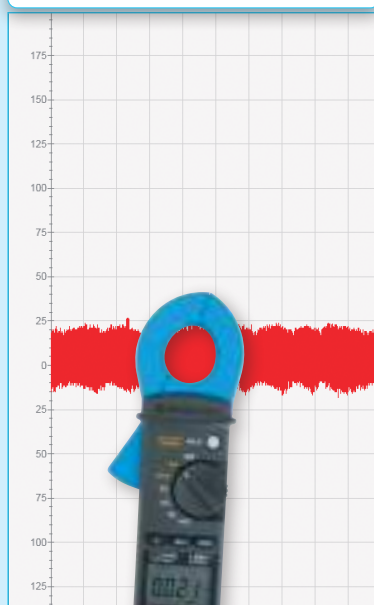
带振幅的电流方向

若要分析当前过程，了解电流的幅值非常重要。使用EmCheck® ISMZ I和EMV-INspektor® V2，可在40 kHz或50 kHz的频率下扫描电流。对于每个扫描点，您还需要获得振幅以进行有意义的分析。

当前设备中记录的数据可通过免费的EmCheck® View软件轻松访问。

切换操作中接触器产生的干扰脉冲无法通过常规电流测量进行检测。这些脉冲太过简短，而且与正弦形状有很大的偏差。

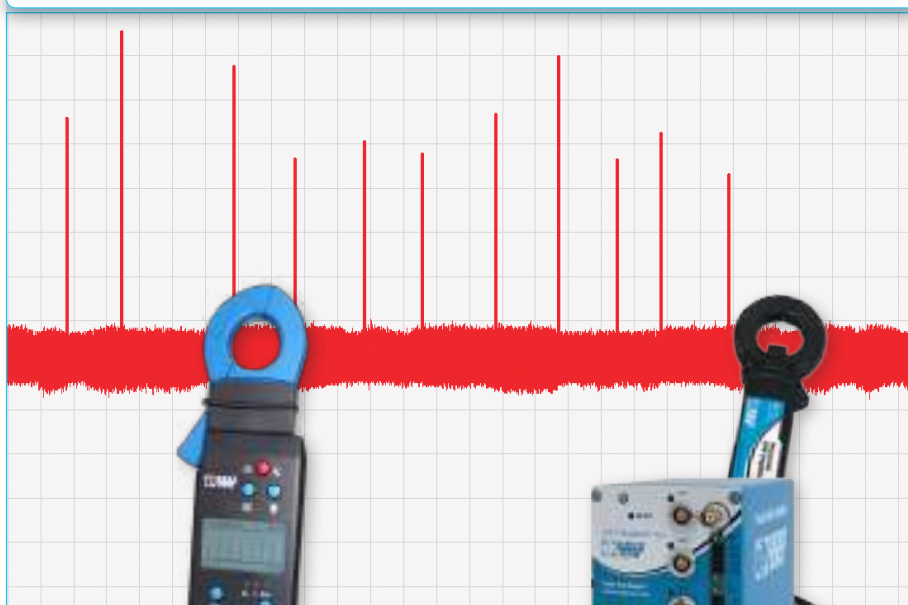
传统测量



21 mA
RMS

常规有效值测量对于这种信号形状来说非常不准确。

智能捕获零星干扰峰值



536 mA

EmCheck® ISMZ I可显示幅度和有效值。

536 mA

EMV-INspektor® V2可显示有效值和最多4个钳表的幅度。



EmCheck® ISMZ I EMV-INSpektor® V2

重要特征对比

	EmCheck® ISMZ I (移动)	EMV-INSpektor® V2 (固定)
测量点	1	4
功能	自主测量、评估和记录电磁干扰	测量、评估和记录电磁干扰
采样率	选择10 kHz, 20 kHz或40 kHz	50 kHz
永久测量	14天	永久
存储介质	集成式可移除存储介质(32GB)	集成式存储介质(16GB, 可通过USB端口扩展)

使用EMV-INSpektor® V2进行并行电流测量

EMV-INSpektor® V2允许同时评估多达四个钳表。对于每个通道,可显示有效值、幅度和频率分量。图中展示随时间变化的振幅和频谱。

如果超过设定的阈值,集成式报警管理系统可触发交换机联系人或发送电子邮件。

除当前过程外,软件还可计算当前频谱。该软件会显示电流中的频率分量。

kHz范围内的电流需要采取与50/60赫兹不同的措施来改善连接系统。一旦您了解脉冲频率,即可得出关于干扰可能原因的结论。

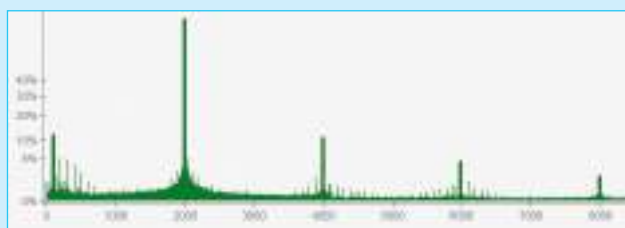


图22:显示50 Hz和叠加2 kHz的频谱

推荐

通过智能长期监测,您可获取系统的EMC。我们的系统解决方案可检测和定位传导干扰。对测量值进行全面分析可帮助您了解结果,并提供针对性减少干扰相关的信息。

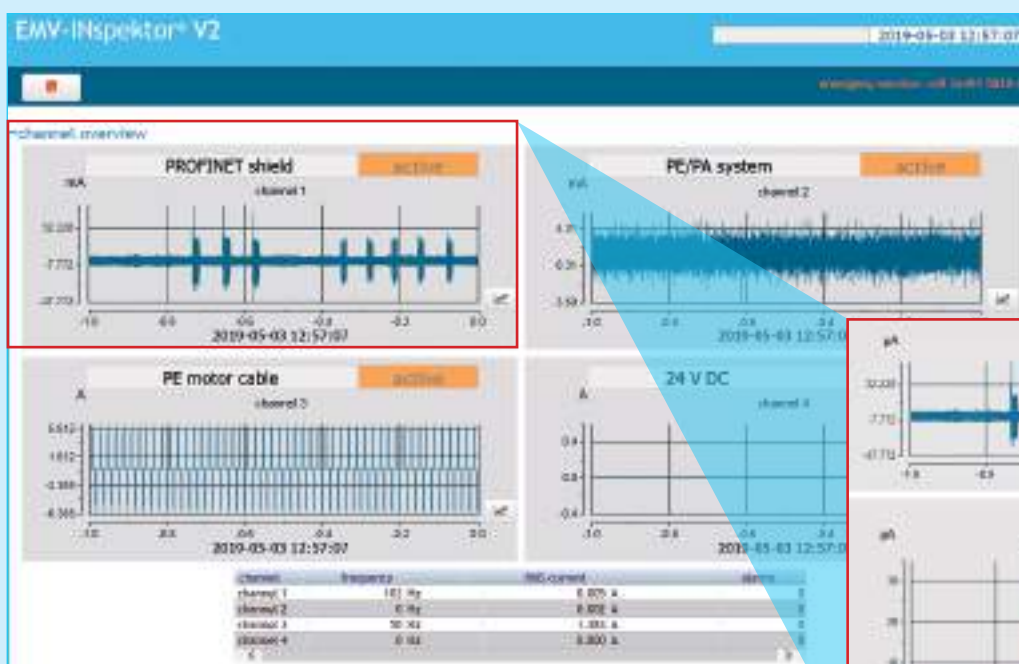


图23:通道1的详细视图(幅度、频谱和频率分量)

图24:在EMV-INSpektor® V2的Web界面上清晰、详细的显示通道信息

PROmanage® NT网络监测软件

为针对PROFINET网络实施预防性、面向状态的维护,Indu-Sol开发出一种永久网络监测策略(以下简称为PNM)。该策略可提供状态监测功能,目标是“**在故障发生前发出警告**”。PNM概念要求通过分布式被动数据记录器对网络进行持续分析。在经典现场总线(如PROFIBUS、CAN、ASi)以及基于以太网的网络(如PROFINET、Ethercat和Powerlink)的背景下,现场总线相关的EMC越来越成为关注焦点。因此,Indu-Sol已将永久网络监测的概念扩展到与总线相关的EMC。通过使用EMV-INspektor® V2进行分布式数据记录,可持续监测总线上、PE/PA系统以及24V DC电源中的游离电流。由于使用测量钳表,可在运行过程中进行测量,不会造成中断。EMV-INspektor® V2可操作四个钳表,从而监测四个独立电流。超过预设阈值时,该事件将连同时间戳一起存储。事件将由EMV-INspektor® V2预处理,并按时间顺序提供给PROmanage® NT网络监测软件进行进一步处理和评估。通过PROmanage® NT,可将工业现场总线的网络质量与总线相关的EMC异常进行比较。这使我们可得出结论,问题的原因更有可能是在总线本身,还是在其周围环境中。为此,举例而言,可在图形中按时间顺序叠加PROFIBUS中的重复事件和屏蔽电流(见图26)。

这种复杂的分析方法使不规律性立即显现出来。数值超过或低于可配置的阈值时,报警将会启动。统计功能可精确到分钟,保存数据长达一

亮点

- 所有现场总线和网络的中心监测
- 避免系统故障
- 及时通过OPC、SNMP陷阱或电子邮件发出异常警告
- 数据可精确到分钟,保存数据长达一年
- 快速安装
- 自动和手动设备扫描,轻松设定设备设置

年。这意味着历史事件可随时打开以进行原因分析,例如对零星故障的分析。

为提高系统可用性,可为PNM系统设定以下目标:

- 持续监测实时通信
- 全面监测和检测网络风险原因
- 出现负面情况时自动报警





PRomanage® NT

永久屏蔽电流分析



图25:永久屏蔽电流分析与PROFIBUS状态图的比较

网络历史

我的网络怎么样？

网络历史记录可提供快速明了的概述：

- 当前网络状态
- 网络运行无误的时间有多长
- 上次发生错误的时间(带时间戳)

网络历史

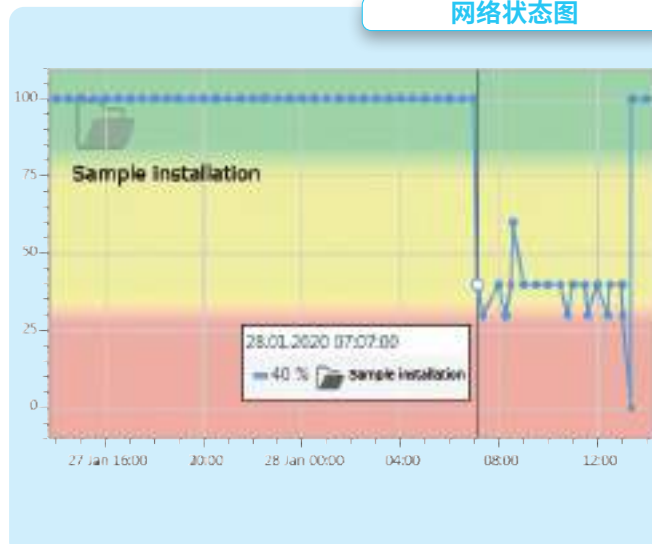


网络状态图

用户友好的界面可用于显示和评估信息。界面可根据您的特殊需求进行调整，并分布在多个物理屏幕上以获得更好的概述。

不同设备的各种参数(比如设备温度和故障)可在图表中进行比较以检测故障事件中的关联。

网络状态图



镀锡铜导体电缆

应用类型： 固定安装; 2类 可用的非绝缘， 适用于小环连接系统	应用类型： 灵活安装; 5类 可用的非绝缘， 适用于小环连接系统	应用类型： 高度灵活使用 可用的非绝缘， 适用于小环连接系统
多股 2类 DIN VDE 0295	细线 5类 DIN VDE 0295	超细线 7类
		
第1行	第3行	第6行

导体 横截面 (mm²)	导体结构: 线数x单根线直径 (ø, mm)		
6		84 x 0,30 货号: 122040526	1575 x 0,07 货号: 122040601
10	7 x 1,35 货号: 122040500	80 x 0,40 货号: 122040527	2562 x 0,07 货号: 122040603
16	7 x 1,70 货号: 122040501	128 x 0,40 货号: 122040528	4116 x 0,07 货号: 122040604
25	7 x 2,13 货号: 122040502	200 x 0,40 货号: 122040529	6441 x 0,07 货号: 122040605
35	7 x 2,52 货号: 122040503	280 x 0,40 货号: 122040530	4480 x 0,1 货号: 122040606

如何订购所需的导体电缆?

请发送电子邮件至 cn-info@indu-sol.com, 或致电: +86 (0) 84766911

下单时, 请注明导体电缆的类型、绝缘材料所需的横截面以及数量。我们将很快为您提供合适的报价。

应用类型： 高度灵活使用（例如拖链）

可用的绝缘（适用于拖链），
适用于小环连接系统

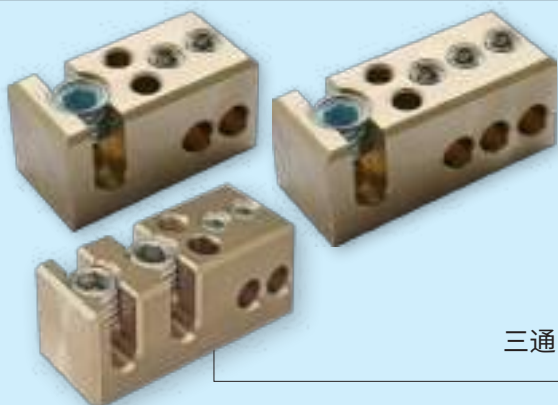
多频导体电缆	超细线	超细线（适用于扭转）
低频和高频兼容	7类, 隔离	8类“UL”
		
	第6行	

1575 x 0.07 + 96 x 0.1 货号:122040901	1575 x 0,07 货号:122040721	1575 x 0,07
2562 x 0.07 + 128 x 0.1 货号:122040903	2562 x 0,07 货号:122040723	2562 x 0,07 货号:122041103
4116 x 0.07 + 192 x 0.1 货号:122040904	4116 x 0,07 货号:122040724	4116 x 0,07 货号:122041104
	6441 x 0,07 货号:122040725	6441 x 0,07

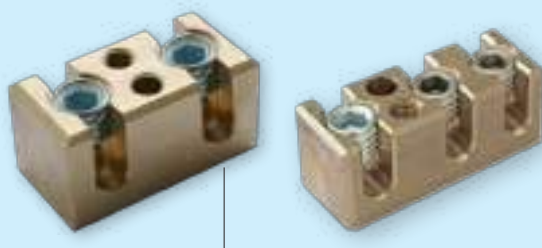
推荐

请优先将导体电缆与**EmClots®**系统的固定元件配合使用。（
第14-15页, 第30页）

基础设施组件



三通



EMClots®接头V2 (见第14页)

端子(适用于4 - 16 mm²或25 - 35 mm²)

产品详情

EMClots®接头V2 (4 - 16 mm²)

EMClots®接头V2 (25 - 35 mm²)

EMClots®接头V2三通 (4 - 16 mm²)

EMClots®接头V2三通 (25 - 35 mm²)

EMClots®接头V2 (4 - 16 mm²) 网格

EMClots®连接器V2 (见第14页)

端子(适用于4 - 16 mm²或25 - 35 mm²)

产品详情

EMClots®连接器V2 (4 - 16 mm²)

EMClots®连接器V2 (25 - 35 mm²)

EMClots®连接器V2 (4 - 16 mm²) 网格

EMClots®紧固元件V2 (见第14页)

端子(适用于4 - 16 mm²或25 - 35 mm²)

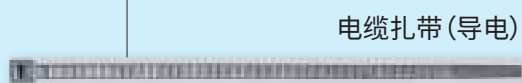
产品详情

EMClots®紧固元件V2 (4 - 16 mm²)

EMClots®紧固元件V2 (25 - 35 mm²)



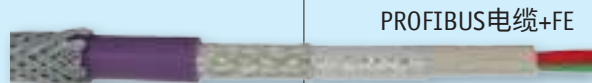
电缆扎带(屏蔽)



电缆扎带(导电)



PROFINET电缆+FE



PROFIBUS电缆+FE

电缆扎带(屏蔽, 导电)

产品详情

电缆扎带屏蔽(屏蔽编织40)

电缆扎带屏蔽(屏蔽编织60)

电缆扎带导电(L=140 mm x B=3,6 mm)

电缆扎带导电(L=290 mm x B=4,8 mm)

电缆扎带导电(L=365 mm x B=7,8 mm)

PROFINET/PROFIBUS电缆+FE (见第17页)

产品详情

PROFINET电缆+FE (b类——柔性)

PROFIBUS电缆+FE (柔性)

基础设施组件



EmFlex剥线工具 (见第16页)

产品详情

EmFlex剥线工具



EMC启动盒 (见第16页)

镀锌夹紧范围

产品详情

EMV启动盒

EMC启动盒内容物



EmClip®屏蔽端子SKSZ

产品详情	数量
SKSZ 3-6 (镀锌)	4
SKSZ 6-8 (镀锌)	4
SKSZ 8-11 (镀锌)	4
SKSZ 11-16 (镀锌)	4



EmClip®屏蔽端子SKDZ M4

产品详情	数量
SKDZ M4 3-6 (镀锌)	4
SKDZ M4 6-8 (镀锌)	4
SKDZ M4 8-11 (镀锌)	4
SKDZ M4 11-16 (镀锌)	4

基础设施组件

EMC启动盒内容物



EMClip®屏蔽端子SKHZ

产品详情	数量
SKHZ 3-6 (镀锌)	4
SKHZ 6-8 (镀锌)	4
SKHZ 8-11 (镀锌)	4
SKHZ 11-16 (镀锌)	4



EMClip®屏蔽端子SKSZ Duo

产品详情	数量
SKSZ Duo 3-6 (镀锌)	1
SKSZ Duo 6-8 (镀锌)	1
SKSZ Duo+ 3-12 (镀锌)	1



EMClip®屏蔽端子MSK multi

产品详情	数量
MSK multi 3-12 (镀锌)	5
MSK multi 7-18 (镀锌)	5



EMClip®屏蔽端子MSK

产品详情	数量
MSK 3-6 (镀锌)	5
MSK 6-8 (镀锌)	5
MSK 8-11 (镀锌)	5
MSK 11-16 (镀锌)	5

基础设施组件

EMC启动盒内容物



EMClip®屏蔽端子MDZ, 适用于直接安装

产品详情

适用于直接安装 (镀锌)

数量

10



EMClip®屏蔽端子MSZ, 适用于总线

产品详情

适用于总线 (镀锌)

数量

10



EMClip®屏蔽端子MHZ, 适用于顶帽式导轨

产品详情

适用于顶帽式导轨 (镀锌)

数量

10

电机电缆SymFlex® EMV-Drive (见第18页)

电机电缆SymFlex® EMV-Drive +FE *

对称电机电缆

横截面
可达240 mm²



SymFlex® EMV-Drive (货号:**X** = 0)
例如

SymFlex® EMV-DRIVE (3 x 4.0 + 3 G 0.75)

122020 **0** 02



SymFlex® EMV-Drive +FE (货号:**X** = 1)
例如

SymFlex® EMV-DRIVE +FE (3 x 4.0 + 3 G 0.75)

122020 **1** 02

产品详情

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 1.5 + 3 G 0.25)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 2.5 + 3 G 0.5)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 4.0 + 3 G 0.75)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 6.0 + 3 G 1.0)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 10.0 + 3 G 1.5)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 16.0 + 3 G 2.5)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 25.0 + 3 G 4)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 35.0 + 3 G 6)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 50.0 + 3 G 10)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 70.0 + 3 G 10)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 95.0 + 3 G 16)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 120.0 + 3 G 16)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 150.0 + 3 G 25)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 185.0 + 3 G 35)

SymFlex® EMV-DRIVE/+FE (3 x 240.0 + 3 G 50)

*根据要求减少数量。

测量和诊断工具



EmCheck® LSMZ I (见第20页)
漏电流测量钳

产品详情

EmCheck® LSMZ I
测量钳表套件 (LSMZ I和MWMZ II)
XL型测量钳表套件 (LSMZ, MWMZ II和ISMZ)



EmCheck® MWMZ II (见第21页)
网络电阻测量钳表

产品详情

EmCheck® MWMZ II
测量钳表套件 (LSMZ I和MWMZ II)
XL型测量钳表套件 (LSMZ, MWMZ II和ISMZ)



EmCheck® ISMZ I (见第22页)
智能漏电流测量钳

产品详情

EmCheck® ISMZ I
XL型测量钳表套件 (LSMZ, MWMZ II和ISMZ)



EMV-INSpektor® V2 (见第23页)
测量和分析工具

产品详情

EMV-INSpektor® V2, 包括1个钳表
附加测量和诊断钳表

永久网络监测



PR0manage® NT V2 (见第24页)
网络监测软件

*许可证定义了同时检索的网络端口或设备的最大数量。(以太网交换机: 网络端口数量=许可端口数量, 1个PB-INSpektor® = 8个端口, 1个PN-INSpektor® = 16个端口)

产品详情

升级NT至NT V2
PR0manage® NT (80个端口*)
PR0manage® NT (320个端口*)
PR0manage® NT (640个端口*)

*根据要求提供更多许可证

我们的专长



我们的服务范围

情况分析

- 保护电位和功能电位评估, 负电位24V DC
- 数据线的屏蔽电流, 取决于通信质量
- 综合测量日志汇编

目标状态

- 根据VDE 50310优化等电位连接的建议
- 编译动作概念与材料偏好列表
- 施工期间的咨询与支持

材料

- 指定接触和连接元件的供应
- 镀锡铜导体电缆, 根据DIN VDE分类

评估

- 验收和测试日志
- 证书-确认, 适用标准和指令的建议

培训/资格

- 基本原理和关系-保护电位和功能电位
- 针对EMC的专业知识
- 车间——学之于实践, 用之于实践

测量|培训



测量/故障排除

网络分析/认证, 故障排除

产品详情

EMC和等电位连接

培训

EMV培训 (2天)

产品详情

EMC和等电位连接
(2天, Schmoelln) *

车间- PROFIBUS和PROFINET的接地和屏蔽
(1天-外部)

*在您的场所进行现场培训。



德国总部

Indu-Sol GmbH Blumenstrasse 3

04626 Schmoelln

Germany

电话: +49 (0) 34491 580-0

info@indu-sol.com

www.indu-sol.com

认证标准: DIN EN ISO 9001:2015

Indu-Sol 中国

Indu-Sol Industrial Communication Technology (Beijing) Co.,Ltd

盈速工业通讯技术(北京)有限公司

北京市朝阳区望京中环南路7号A楼3层

电话: +86 (10) 84766911

传真: +86 (10) 84787311

cn-info@indu-sol.com

www.indu-sol.com/cn