

SICK AG

白皮书

用于HIPERFACE DSL®电机驱动应用的电缆和连接器

电缆制造商信息说明-2_03

Juergen Funkhaenel

应用工程师

SICK STEGMAN GmbH 公司，德国多瑙艾辛根 (Donaueschingen)

用于 HIPERFACE DSL®电机驱动应用的电缆和连接器

电缆制造商简介

HIPERFACE DSL®技术是一种能在电机和驱动控制器之间提供单电缆连接的数字协议。出于协议可靠性的考虑，可以将电机反馈系统导线与电机电源电缆布置在一起，从而可以简化电机连接并节省成本。

当将通信电缆和电源电缆布置在同一根电机电缆中，单电缆连接的巨大优势也会产生一些对通信的要求。在这种情况下，对通信的影响主要是电源电缆会造成信号串扰。

在该应用说明中，SICK Stegmann GmbH公司提供了关于电缆和连接器设计的信息和总体建议，以实现稳定而可靠的HIPERFACE DSL®连接。这些内容仅与信号线相关。此处所提供的信息会根据后续测试和持续改进而不断更改。整个电机电缆设计（包括电机电源和不同使用方式的要求）均由电缆制造商负责。

通信

HIPERFACE DSL®是一种基于RS485收发器的常用数字接口，其传输速率为9375 MBaud（传输频率大约为10 MHz）。对信号边缘进行预加强后可以达到100 MHz以上（最高可达500 MHz）的频率。位置读取的周期时间可以低至12.1微秒。

数据传输是使用差分信号（正和负电压）实现的。该通信接口采用高速 RS-485 收发器（开关时间为 106 纳秒）。

白皮书 | SICK

STD-HIPERFACE-DSL-CABLE-APPLICATION NOTE-2_03

8018816/2015_08

Irrtümer und Änderungen vorbehalten

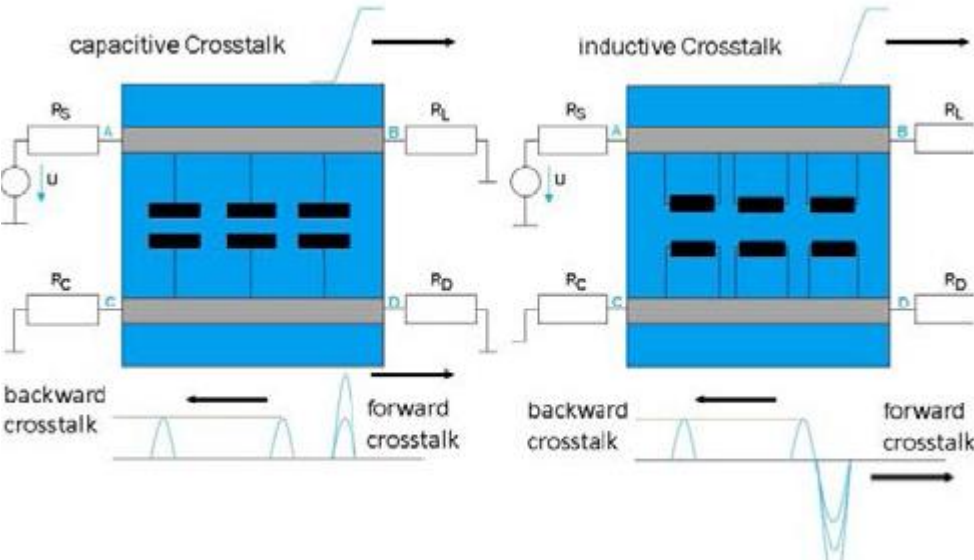
串扰和屏蔽

串扰指的是在电磁干扰环境下产生的噪声信号耦合，其最终是由变化的电场（高频）和磁场（低频）造成的。

电感性串扰指的是电缆就像是从电源线到DSL线的交流或脉冲变压器一样工作。电容性串扰与导线之间的距离以及中间材料的绝缘属性有关。（参见图1）

噪声信号是正反双向传播的。容性和感性耦合的正向串扰其符号是相反的，从而可在一定程度上相互抵消。
[1]、[2]

在双绞线上也会出现这种抵消效果。绞制的导线在电磁场中处于不同的位置，因此所耦合的噪声信号具有不同的符号。这也会导致不同噪声在一定程度上相互抵消。[2]



电容性串扰
反向串扰
正向串扰
反向串扰
电感性串扰
正向串扰

图 1 – 电容性和电感性串扰和信号传播（正向和反向）的电缆模型[1]

增加导线长度和减小中间绝缘厚度都有助于减小耦合因子。这样可以增大与屏蔽层之间的导线电容，从而减少与相邻导线之间的耦合。[1]

总的来说，正确的导线绝缘和屏蔽是针对串扰和通信信号干扰的最重要措施。

用于 HIPERFACE DSL®电机驱动应用的电缆和连接器

一般电气要求

对于本章所提供的数值来说，应该根据当前测试和现场经验规定基本要求来给定。总体设计目标就是要通过信号线在编码器和驱动控制器之间实现稳定的通信。残留信号余量（传输余量与线路衰减之差）需要足够大，以实现可靠的信号处理（ $\Delta V_{DSL} \leq \pm 0.2 \text{ V}$ ）。对于适当的差分信号传输来说，两条通信线路应该处于相同的环境条件之下。

正如上一章所述，电缆设计的总体目标就是最大限度地减小电机电源线对信号线的串扰影响，从而降低或避免出现信号传输干扰。根据电机额定功率和使用方式（固定或移动）的不同，所需采取的措施也不尽相同。

我们无法预见每一种应用以及特殊应用的具体要求。在这些情况下，建议对以下数据进行额外的测试和验证。

线数：	2（用于编码器电源和通信）
建议线径：	0.34 mm ² （比如AWG22）；柔性铜导线 典型尺寸为19 x 0.15 mm
类型：	屏蔽双绞线
屏蔽层：	覆盖率>85% 屏蔽层类型（编织或箔片）视电缆额定值及使用方式而定
最大电缆长度：	最长可达100米（HIPERFACE-DSL®）

上文列出的0.34 mm²导线截面积所对应的最大通信距离是100米。为了满足其他通信要求，可以将其减小到更短的距离（<25米）。在最终决定之前建议进行相应的测试。

根据目前所掌握的情况，所建议的电气性能如下所述：

直流电阻：	< 100 Ω/km（每条导线）
传输阻抗：	110 ±10 Ω
传输延迟：	≤ 4.8 ns/m
速度比率：	> 0.66 c
线路衰减：	< 5 dB/100 m @ 10 MHz
测试电压：	600 V或1000 V

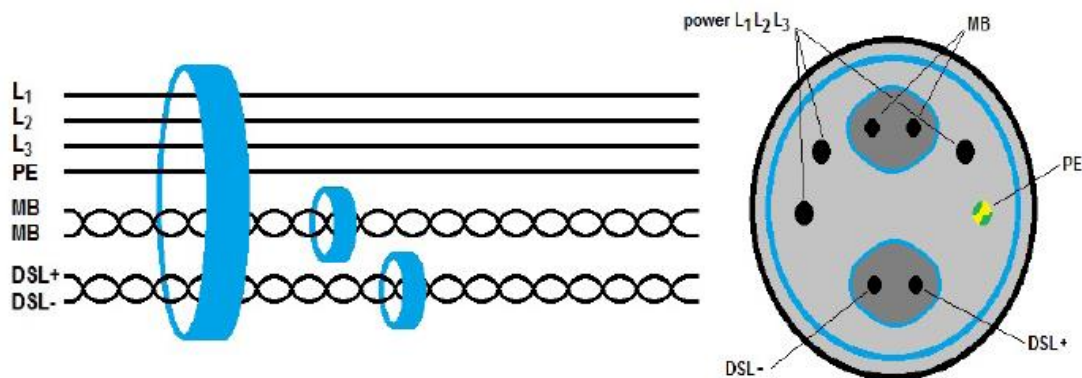
下述数值是根据正在运行的DSL应用中初步测试和现场经验所得到的一些参考数值。它们既非标准设计目标，也不是完全适用于所有类型的应用。目的仅仅是提供一些与当前运行系统相关的基本信息。

电容：	<100 nF/km @ 1000 Hz（导线-屏蔽层） <50 nF/km @ 1000 Hz（导线-导线）
介电常数：	<2.3
串扰衰减：	<50 dB（最高100 MHz，电源线-数据线）
直流屏蔽电阻：	<65 m Ω/m（屏蔽型电机电缆）
直流屏蔽电阻：	<150 m Ω/m（屏蔽型DSL电缆）

电机的具体使用条件千差万别，因此需要对电缆进行定制设计，以满足数据通信以及特定环境条件（在各种标准和指南中都有相应的规定）的要求。在所有应用中，最重要的目标都是实现导线在电缆内稳定而可靠的相互位置以及屏蔽层和绝缘材料的质量。更多信息和建议请参见参考文献[4]。

用于 HIPERFACE DSL®电机驱动应用的电缆和连接器

电缆和连接器设计建议



电源

图 2 – 电机电缆的一般配置和连接器内针脚的主要位置；需要单独将一个 DSL 屏蔽连接用于线路内的耦合连接器

图2所示为一根三相电机电源电缆（集成DSL线路及各自的屏蔽层）的一般结构，图3是一根实际混合型电缆的示例。电缆中合适而完好的外部和DSL屏蔽层以及连接器的良好接触对于避免或减少电源线路对DSL线路的影响而言都非常重要。

在电缆内，电机电源线的位置应该尽可能远离DSL线。此外，它们相互之间还应该具有对称位置。（参见图2/右图和图3）

为使 DSL 线路在整个长度上都达到可靠而一致的条件，应该使用屏蔽双绞线。根据应用的额定值，屏蔽层需要在移动系统（机器人或 x-y 处理系统）电缆线中承受频繁弯曲或绞制。电缆设计和制造应该确保内部条件（导线之间、导线与屏蔽层之间的相对位置或者屏蔽层的覆盖范围）不会随着使用时间的延长而发生改变。

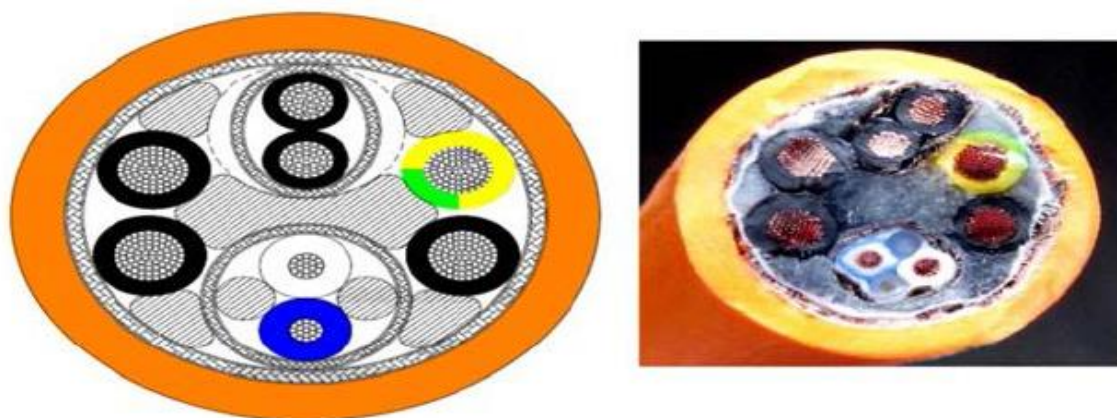


图 3 – 集成电机制动和数据线的实际混合电缆示例（下，白/蓝）；左：规格图纸，右：实际的电缆切口；来源：Tecnikabel/意大利

在连接器内也应该保持对称布置。信号线屏蔽层在整个连接器中的良好电气接触也是至关重要的。多触点连接可以实现上述目的。在电机和驱动控制器之间的整个线路上，电机电缆外屏蔽层和信号线屏蔽层需要相互隔离。

根据测试和连接器设计的当前经验，可以给出以下一般设计建议：

- 在 DSL 线和电源线电缆针脚之间提供最大的物理距离
- 在连接器内对称布置导线和针脚。
- 为信号线屏蔽层和电机电缆外屏蔽层提供独立的电气隔离触点，以用于在线路内耦合连接器
- 在连接器内应避免尾纤式屏蔽层连接
- 支持屏蔽层与连接器之间良好的低电阻接触
- 散开的导线应该越短越好（<50 mm），应该在连接器内尽可能长地绞制

用于 HIPERFACE DSL®电机驱动应用的电缆和连接器

声明

此处所提供的信息仅适用于典型的已知应用。特定安装方式的最大电缆长度（与通信相关）取决于信号传输延迟、线路衰减和某个位置处的干扰水平以及一般使用方式（固定或移动）。

我们无法在实验室预先对每一种应用或安装场所的所有具体条件（比如不同电缆长度和布线方式或者电机和驱动控制器位置处的不同接地水平）进行测试和研究。鉴于电缆性质、安装条件和控制器接口性能之间的相互作用，建议针对特殊应用进行额外的测试。

如有任何担心或问题，请与 **SICK Stegmann GmbH** 联系，请对相关情况进行详细说明以获取进一步的支持。

参考资料

[1] – Thüringer, Rainer;

Impulse auf Leitungen – elektrische Grundlagen ((pulses on wires – electrical basics); FH Gießen/FB Elektro- und Informationstechnik; Internet publication Jan. 2013

[2] – Canavero, Flavio G.

Transmission Lines and Crosstalk

Presentation on EMC 2010; Technical University of Turin, Torino/Italy

[3] – HIPERFACE DSL® Implementation

Manual; SICK-Stegmann GmbH, Donaueschingen,

release 1.06, May 31, 2014

[4] – Cabels and connectors for HIPERFACE DSL® motor drive applications

Information and recommendations for motor applications and installations

White Paper; SICK-Stegmann GmbH, Donaueschingen,

version 03, 2015-08-31

SICK AG | Waldkirch | Germany | www.sick.com

SICK AG | Waldkirch | 德国 | www.sick.com