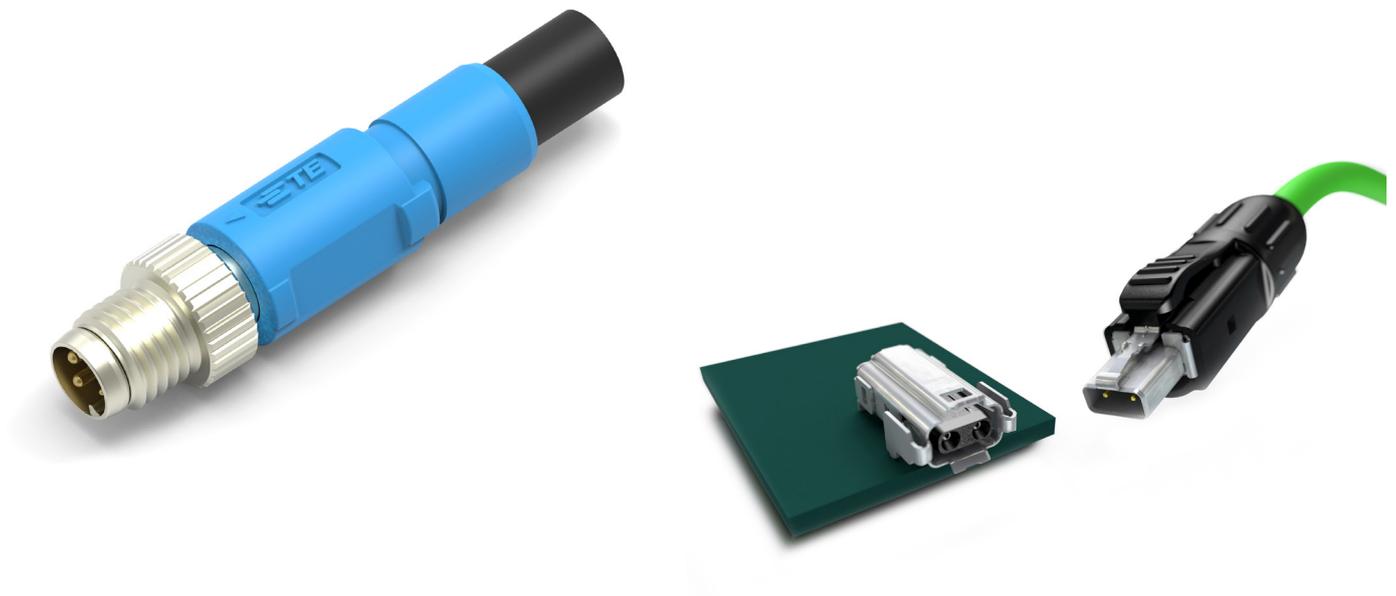


单对以太网的更高功率等级

Wijnand van Gils
首席研发 / 产品开发工程师

Peter Jaeger
高级首席研发 / 产品开发工程师

Michael Hilgner
首席研发 / 产品开发工程师



总结

现在推出了一种 SPE 连接器,该连接器专为工业环境设计,具有两个引脚对,其中一个用于最高 1Gbps/600MHz 的数据传输,另一个支持最高 8A 电流的电力传输。这种含数据和电力引脚对的混合连接器有一个金属屏蔽,可将引脚对隔离,从而避免电力信号与数据信号之间的电力干扰。因此,它在提高功率水平和电力线网络拓扑方面获得了更大的灵活性。该连接器采用 M8 连接器的外形尺寸,这就需要解决一个问题:如何避免更高导致的电力传输(如开关模式电源)谐波的数据传输性能下降。

简介

单对以太网 (SPE) 通过单根双绞铜线实现最高 1Gbps 的数据传输速率。该技术将传统快速以太网和千兆以太网的四根或八根线缆减少到两根,可支持更小的连接器尺寸并减少端接工作量。这样便能够将以太网应用到传感器级别,并将传感器直接连接到 IT 系统(即云)以支持工业物联网 (IIoT) 的增值服务。

首批 SPE 实施过程应通过额外的传感器扩展现有的自动化系统,将机器数据提供给更高级别的 IT (云) 系统,从而实现增值的 IIoT 服务,如情况监测和预测性维护。此实施过程将使用星形层次结构,其中较低级别的 I/O 模块和传感器的电力需要通过用于数据传输的同一电缆提供。对于面向工厂自动化应用的 40m/1Gbps 区段,数据线供电 (PoDL) [1] 可用于最高 1.36A 的电流。但对于这类级联结构中经常出现的更高电流,需要其他方法来实现。

最近已开发出一种用于工业环境的 SPE 连接器,它具有两个引脚对,其中一个用于按 IEEE 802.3bp [2] 定义的最高 1Gbps / 600MHz 的数据传输,另一个支持最高 8A 电流的电力传输。该连接器的接口按照 IEC 63171-6 [3] 进行了标准化,并有一个不带额外电力对的变体,该变体版本于 2020 年 1 月 20 日发布。图 1 显示了具有本标准中包含的两种接口变体的连接器。含数据和电力引脚对的混合连接器具有金属屏蔽,可将引脚对隔离,从而避免电力信号与数据信号之间的干扰,如图 2 所示。该连接器采用 M8 连接器的外形尺寸,这就需要解决一个问题:如何避免更高的电力传输(如开关模式电源)谐波导致的数据传输性能下降。此连接器需要一根含有 SPE 和电力对的电缆。在此电缆中,SPE 对是根据 IEC 61156-12 设计的,并与连接器中一样与电力线隔离。电力对由 18AWG 电线制成。



图 1:符合 IEC 63171-6 标准的单对以太网连接器:(a) IP20 连接器,用于可能通过 PoDL 以最大值提供电力的 SPE。1,36 A (b) IP67 混合连接器,用于 SPE,带独立电力触点,适用于高达 8A 的电流

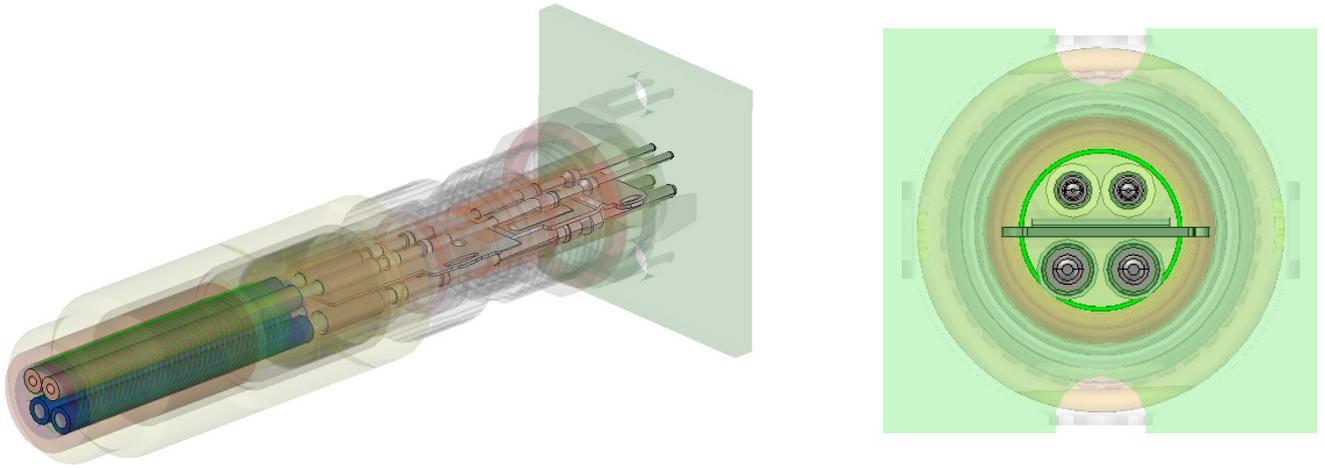


图 2: IP67 连接器的内部屏蔽, 可避免电源线对数据线的干扰: (a) 透视图, (b) 横截面图

PoDL 或单独的电力线

PoDL 是一种非常节省空间的方法, 只用两根信号线来实现电源和数据的组合, 并已在 IEEE802.3bu 中标准化。它能够支持未来的许多新应用, 这些应用需要更小更轻的连接解决方案。目前, PoDL 定义为点对点连接, 其一端连接电源, 即 IEEE 中所述的“供电设备”(PSE), 另一端连接“用电设备”(PD)。当电力输入数据线或通过数据线分接时, 不应干扰数据传输。图 3 所示为可用于连接 PHY 芯片和数据线电源的典型电路。一个基本的 SPE 电路需要一个结合了共模终端以抑制共模噪声的共模扼流圈 (CMC) 和直流闭锁电容器。可以通过在 PSE 或 PD 与数据线之间添加低通滤波器或仅串联电感器, 将电源线连接到 SPE 线, 以避免干扰数据信号。

在某些情况下, 需要偏离 PoDL 标准。有多种原因可能导致这么做的必要性, 例如需要更高的功率水平, 如为电子发电机供电。此外, 在如何通过网络分配电源以向多个级联 PD 供电方面, 有必要实现更大的灵活性。避免使用 PoDL 的另一个可能原因是需要在数据和电源之间实现电流隔离。这可以, 例如, 减少功率信号滤波的工作量。因此, 混合连接器开发时设计为不仅具有单独的信号和电源对, 同时仍以标准 M8 连接器的小尺寸提供数据和电源的连接解决方案。电力触点可以承受 8A 的电流。以下各节详细探讨了这种混合连接器的多种可能性。

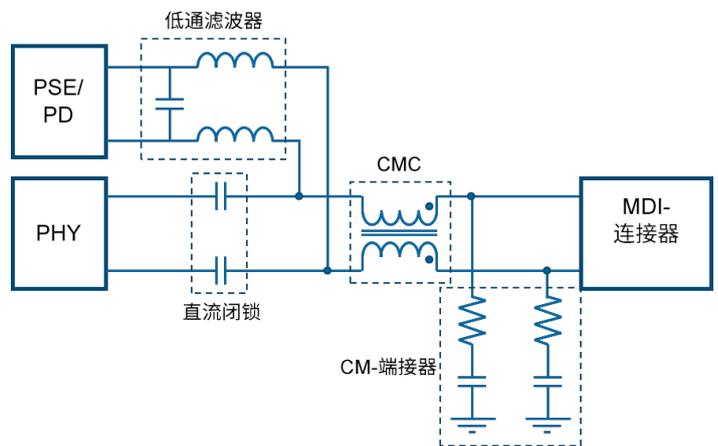


图 3: 采用 PoDL 的常规 SPE 电路

电力传输

使用 PoDL 时,可以输送到 PD 的最高功率水平约为 50W,最大电流为 1.36A。这需要 PSE 侧提供最高 60VDC 的电压(在 PD 处形成的最小电压为 48VDC)。混合连接器载流能力的提升使实现更高的功率水平成为可能。最后,接收到的功率水平取决于支持的压降和电缆上可接受的损耗量。为了深入了解可能实现的电力传输,我们假设基本设置为 [4] 中所述,即如图 4 所示。



图 4: 用于电力传输的基本电路

图 4 显示了左侧的供电设备 (PSE), 其中包括一个具有内阻的电压源。第二个部分是存在损耗的电缆, 右侧为用电设备 (PD), 其中包含要求特定范围电压的负载电阻。通过此设置, 可以确定通过指定长度的电缆所传输的功率和电流。假设使用一根 18AWG 的铜线, 为了简化, 忽略源电阻, 可得到图 5 中给出的结果。

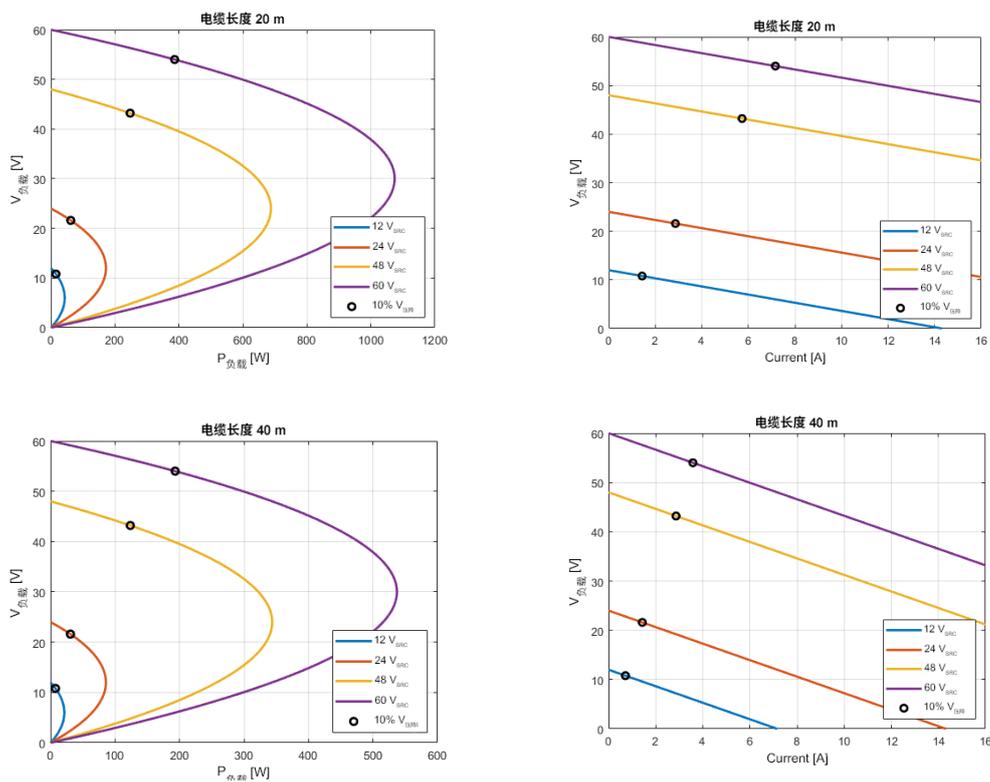


图 5: 18AWG 铜线在所传输的功率和电流下的压降

在图 5 的左侧, 可以看到, 如果功率增加, 负载电压会下降, 这是通过电源对的电流增加所致。当压降达到 50% 时, 传输的电力量达到最大, 但由于这可能造成 PD 的不稳定性, 通常不使用最大值。

大多数电气设备接受比额定电压低 10% 的最小电压。假设电缆上的压降为 10%，则功率效率约为 80%。该压降由黑色小圆圈表示。请注意，对于 PoDL，压降最高可达 20%。图 5 中显示了 20 和 40m 长电缆的相应结果，与预期一致，电缆长度对可以传输的功率有明显的影响。对于最大长度 40m，可以看到，60V 的源电压可以提供接近 200W 的功率，对于 20 米或更短的长度，可以提供最高 400W 的功率。

电流阻断

使用 PoDL 时，通过两根合并电线传输数据和电力。因此，可以使用简单的直径较小的双线电缆（这也因为电流水平低于 1.5A）。这种设置的缺点是，对噪音大小及功率水平变化率有严格的要求，这是为了避免对数据传输造成干扰。电力线上的典型噪声是来自开关模式电源或致动器的电压纹波。因此，在实施 PoDL 时，使用良好的滤波电路来抑制这种噪声非常重要，尤其是在工业环境中。通过将数据对与电力传输隔离甚至屏蔽，可极大降低电源线的干扰对数据线的干扰。

为了确定屏蔽的质量，需要了解要抑制什么样的噪声。一种类型的噪声来自开关模式电源，在设计得当的情况下，其电压纹波通常在 0.25V 至 1V 之间。然而，致动器可产生更具干扰性的噪声，如直流电机所产生的噪声。它们可以产生突发，也就是时域中非常短的脉冲的重复，并在宽频带上产生噪声。IEC 61000-4-4 描述了针对此类突发的电气系统复原性的测试性设置。该设置定义了如图 6 所示的脉冲，其中还显示了此突发在频域中的行为。这些突发的频谱表明，它主要产生较低 MHz 范围的噪声。这意味着在这种情况下，应侧重减少低频噪声的影响。

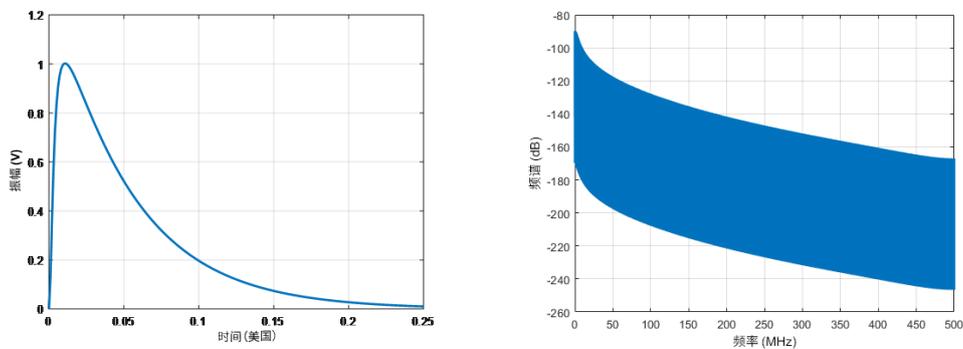


图 6: IEC 61000-4-4 中定义的突发信号: (a) 时域中的脉冲形状, (b) 突发的频谱

如果要了解 SPE PHY 芯片可以处理的噪声量，可参照两个 IEEE 标准。按 IEEE 802.3bu (对 PoDL 进行了说明) 中所述，对于由 PSE 或 PD 引起的 1kHz 至 10MHz 范围的频率，允许的最大纹波电压为 0.1Vpp。从指定了 1000BASE-T1 媒体系统的 IEEE 802.3bp 开始，确立了对外来串扰噪声抑制的要求。图 7 显示了相关的测试电路，其中噪声源向最长 40m 的链路段输出具有高斯分布和 -100dBm/Hz 幅度的噪声，而 PHY 芯片需要在承受这些噪声的情况下不丢失数据。

上述要求可在仿真和测量中用于检查使用了混合连接器和电缆的 SPE 链路对外部噪声的复原能力。

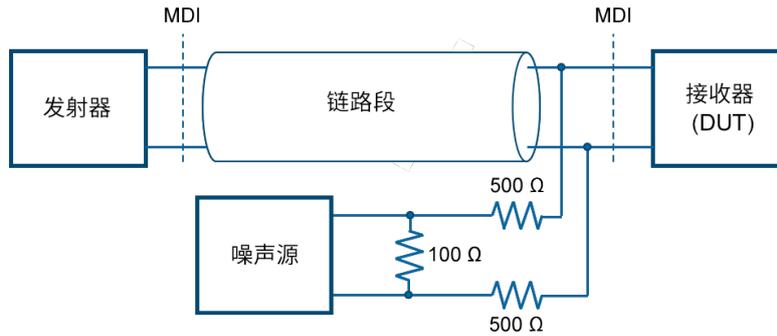


图 7: IEEE802.3bp 中定义的外来串扰噪声抑制测试设置

配电

隔离电力和信号触点所带来的另一种可能性是增加了在网络中实现配电的灵活性。使用 PoDL 设计时，仅可用点对点连接。目前正在进行多项有关扩展 PoDL 以使用一个 PSE 为多个 PD 供电的研究，但这些研究仅集中于 10BASE-T1 媒体系统。通过混合连接器的额外电源线，可按如下所述为多个 PD 供电，当然，还可以另外使用 PoDL。在以相互补充的方式使用 PoDL 和独立电源线的情况下，配电网络可拆分为可处理单独电源线上各种致动器噪声的网络和仅为 SPE PHY 芯片供电的 PoDL 网络。图 8 显示了为某网络中的节点供电的可能拓扑的示例。其中，可通过单独电源线以点对点的方式输送电力，以应对需要为一个 PD (8a) 提供大量电力的情况。也可将其应用于一个总线 (8b) 或开关 (8c)，为可能产生大量噪声的多个致动器供电。最后，当电力不足时，始终可以再添加一个 PSE (8d)。

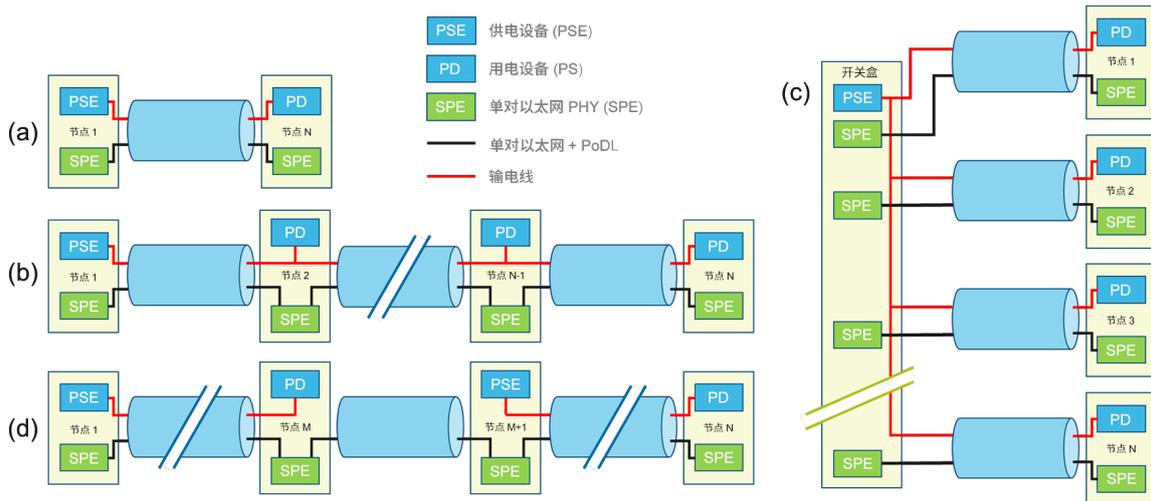


图 8: 网络拓扑混合连接器:(a) 点对点, (b) 总线供电, (c) 开关可能性, (d) 通过增加再补给点为总线供电

结论

探讨了一个连接器,该连接器是对现有 SPE 连接器的补充。与通过 PoDL 传输电力的 SPE 接口相比,它采用 M8 连接器的小尺寸,并包含更多电力触点。虽然要求与该连接器连接的电缆更重,直径更宽,但它可支持比 PoDL 更高的电流水平,从而实现更高功率的传输。它还网络拓扑提供了更大的灵活性。除此之外,它还可以处理高得多的电源触点上的 EMI 干扰,而不会影响数据传输。这使其成为对于直接将致动器和传感器安装在机器上的网络而言极具吸引力的候选产品。

参考资料

- [1] “IEEE802.3bu - IEEE 以太网标准 - 修正版 8:单平衡双绞线以太网数据线供电 (PoDL) 的物理层和管理参数”, 2016 年。
- [2] “IEEE 802.3bp - IEEE 以太网标准修订版 4:单根双绞线铜缆上 1 Gb/s 运作的物理层规范和管理参数”, 2016 年。
- [3] “IEC 63171-6:电气和电子设备的连接器 - 第 6 部分:用于最高 600 MHz 频率的电源和数据传输的 2 路和 4 路(数据/电力)、屏蔽式、自由和固定连接器的详细规格”,2020 年。
- [4] Yair Darshan, “IEEE P802.3bu”, 2014 年 9 月。[在线]。获取地址:http://www.ieee802.org/3/bu/public/sep14/darshan_3bu_1_0914.pdf。

与我们联系

正文副本。您可以方便地与我们的专家联系,并随时获取您需要的任何支持。

请访问 www.te.com/support, 与我们的产品信息专员交流。

te.com

TE Connectivity、TE Connectivity (徽标) 和 Every Connection Counts 为商标。此处提及的所有其他徽标、产品和/或公司名称是其各自所有者的商标。本文档所提供的信息,包括图纸、插图和原理图等,仅用于说明性之目的,均被认为是可靠的。但是,TE Connectivity 对其准确性或完整性不作任何担保,也不承担与其使用有关的任何责任。TE Connectivity 仅履行 TE Connectivity 针对本产品制定的标准销售条款和条件中提出的相关义务,对于因销售、转售、使用或滥用产品而造成的任何偶然的、间接的或相应的损害,TE Connectivity 概不负责。TE Connectivity 产品的用户应自行评估,确定每种产品是否适用于特定应用。

© 2020 TE Connectivity。版权所有。

5-1773984-7 10/2020 AK 初版