连接器如何满足下一代通讯技术标准？

Belden Deutschland 技术和标准化专家 Uwe Widmann

单对以太网（SPE）技术是否预示着以太网在现场级传感器连接方面的突破？单对以太网是否具备取代传统现场总线系统所需的功能？

数字化正在继续加快步伐，预计它将对广泛的应用领域产生影响。

数字化的一个要素是创建一个网络物理系统（CPS），它使信息和软件能够与机电组件连接在一起。实施 CPS 需要强大而坚固的数据基础设施，这可以使用符合 IEEE 802.3 标准的以太网技术进行构建。

自从 20 世纪 90 年代推出第一个以太网 10BASE-T 标准以来，IEEE 802.3 工作组已经推动以太网技术向前发展。第一条以太网 CAT 5 电缆以 TIA-568 A/B 为基础，传输速率为 10 Mbps，早在 1995 年就已发布，随后于 1999 年发布了 1000BASE-T 标准。今天用于 10GBASE- T 的 CAT 6A 电缆是标准产品。

与以太网技术的技术发展同步——主要由 IEEE 802.3（电气和电子工程师协会）和 TIA（电信工业协会）驱动——IEC（国际电工委员会）和附属国家委员会致力于编制统一电缆和连接器标准。在这一领域取得成功的例子有 IEC60603-7 系列标准，用于规范 RJ45，其采用屏蔽 8 针连接器，最高 2,000 MHz。而 ISO / IEC TR 11801-9901 标准，用于平衡布线，以支持传输速度为 50 至少 40 Gbps。

为了满足工业环境所要求的严格的环境和 IP 保护要求，2008 年用于圆形连接器的 IEC 71076-2-101 标准中包含用于快速以太网（两对电线）的 D 编码 M12 数据连接器。对于高达 500 MHz 的更高数据速度，符合 IEC 61076-2-109 的 X 编码 4 对 M12 标准已于 2014 年发布。

PROFIBUS＆PROFINET International（PI）用户组织在其 PROFINET 布线和互连技术指南中包含了这些标准及其 PROFINET 规范。

时间敏感网络

最近，依据 IEEE 802.1 和 IEEE 802.3 的时间敏感网络（TSN）促使紧急和关键业务消息能够与其他数据流量并行传输。这决定了定义的响应时间——这是在工业环境中使用的先决条件。

为了实现从云端到传感器的端到端以太网技术，以及在流程级中替换 Profibus 等现有现场总线系统，因此需要具有成本效益、小型化和标准化组件的新技术。

Belden 的新型单对以太网电缆将在传输技术中发挥至关重要的作用。这些单对电缆制造成本更低，而且更紧凑，重量更轻。

SPE 电缆适用于办公室以及恶劣和肮脏的工业环境——作为永久或灵活的连接装置。在发生火灾时，Belden 的低烟无卤电缆可提供更高的安全性，并符合欧盟第 305/2011 号法规的要求。带 PUR 护套的 SPE 电缆可用于工业应用。由于其 80％的屏蔽覆盖率，Belden 的屏蔽 SPE 电缆据称适用于存在严重电磁干扰的应用。

箔屏蔽和编织屏蔽的组合使得整体屏蔽质量显著提高，并确保电缆能够承受工业环境中遇到的应力和应变。

为了协调 IEEE 802.3 规定的高数据速率和长传输链路的相反要求，需要新的电缆标准。IEC 小组委员会 SC 46C 目前正在制定 4 项 SPE 电缆新标准（IEC 61156-11/-12/-13/-14），以实现永久和灵活的安装。这些包括：

•平衡屏蔽 SPE 电缆，传输特性高达 600 MHz，传输距离可达 40 米；适用于 IEEE 802.3bp 标准：
- 永久安装：IEC 61156-11 CDV；预发布时间：2019 年 7 月。
- 安装灵活：IEC 61156-12 CD；预发布时间：2020 年 12 月。

•平衡屏蔽 SPE 电缆，传输特性高达 20 MHz，传输距离可达 1000 米；适用于 IEEE 802.3cg 标准：
- 永久安装：IEC 61156-13 NP；预发布时间：2020 年 7 月。
- 安装灵活：IEC 61156-14；目前正在拟定中。

与 ISO / TR 11801-9906 相结合，SPE 电缆标准中定义的要求对单对以太网电缆的质量和结构提出了很高的要求。符合 IEC 61156-11/-12 标准的 SPE 电缆要求线径在 0.4 和 1.0mm 之间。而符合 IEC 61156-13 的 SPE 电缆必须具有 0.64 和 1.7mm 之间的线径。该电缆适用于-20 至+ 60° C 的温度范围。

需要使用单对以太网连接器将 SPE 电缆连接到设备。IEEE 802.3 已指定 ISO / IEC JTC 1 / SC 25 WG 3 提出此类连接器的提议和标准。选择过程必须考虑办公室和工业环境中的不同要求，连接器类型适用于 ISO IEC TR 29106 中针对 M1I1C1E1（IP 20）和 M2I2C2E2 / M3I3C3E3（IP 67）规定的环境分类。

由于 SPE 技术对于各种应用领域的重要性，大量制造商正在参与选择过程。IEC SC 48B-PT 63171 项目团队正在研究连接器 1 至 6 类型的规格。

除了纯单对布线配置外，还可以设置四对结构，以便将四个单对通道同时集成到一根电缆中。这使得布线更简单，特别是在大量传感器被置于狭小空间的工业环境中。

通过在工业环境中进行测验和测试，M8 和 M12 连接器的设计，在型号 3 中描述；IEC 48B/2653/NP—IEC 63171-5 实现了这种类型的电缆结构。

所有 SPE 连接器型号都必须符合 SPE 连接器的基本标准 IEC 63171“一般要求和测试”中定义的基本单对以太网规范。

连接器和电缆制造商正在国内和国际标准化机构中合作，以满足市场对标准化组件的需求。Belden 与这些项目中的其他专家密切合作，并且在 2018 年末，公司在 electronica 和 SPS/IPC/Drives 上展示了符合 IEC 61156-11 和 IEC 61156-13 标准的 SPE 电缆。

但是，仍然需要开展更多的标准化工作。在工业 4.0 的背景下，需要更高数据速度以及坚固且经济高效的连接器和电缆，因此必须进一步开展开发和标准化工作。在 IEEE P802.3ch 中，成立了一个名为 Multi-Gig 汽车以太网 PHY 工作组的工作组，旨在为汽车以太网提供高于 1 Gbps 的 IEEE 802.3 标准。

结合简单的连接技术，小型化和减轻重量方面的优势，将使 SPE 技术在许多行业中具有吸引力。