

新的10BASE-T1L标准 有哪些变化？

Thomas Brand, 高级现场应用工程师以及
Thomas Tzscheetzsch, 高级现场技术主管

摘要

我们日常生活的许多方面，都离不开各种设备之间的数据通信。数字化和工业4.0带来的设备激增和数据量的急剧增加正在改变通信领域。例如，过程自动化等领域需要使用集成网络，以支持工厂范围内的连接需求。我们必须从运营技术(OT)机器中提取并处理数据，然后将处理过的数据提供给公司层面的计算机系统(IT)进行进一步处理。由于之前的4 mA至20 mA或现场总线应用在数据通信方面遇到了瓶颈，以太网开始成为通信标准。首先是新的以太网标准10BASE-T1L，一种2线以太网解决方案，线路长达1000米，传输速度为10 Mbps，同时支持PROFINET、Ethernet/IP、OPC UA、Modbus-TCP等传输协议。利用这个标准，我们可以继续使用现有的2线布线，从而避免浪费我们的投资。

本文介绍了10BASE-T1L的基础知识，并展示了与选择各种应用适用连接器相关的产品。通过数据线实现各种互连设备的电力传输在10BASE-T1L中也发挥着至关重要的作用。

简介

数据通信不仅在工业领域，在过程自动化领域也发挥着越来越重要的作用。之前的4 mA至20 mA或现场总线应用由于数据量的激增也开始遇到瓶颈，因此以太网开始成为通信标准。标准的4线以太网解决方案已发展为2线解决方案，我们称之为10BASE-T1L，该解决方案由单对双绞线或单对以太网(SPE)组成。10BASE-T1L位于物理层之上，兼容现有的100 Mbps或1000 Mbps工业以太网技术，因此可作为一种补充。

10BASE-T1L开始标准化，尤其是在过程自动化领域，并且有可能在该领域带来翻天覆地的变化。目前，该领域的传感器和执行器通常都是通过4 mA至20 mA模拟接口或现场总线进行连接。与机械工程或工厂自动化不同，过程自动化的传感器和执行器通常与控制系统或远程I/O系统有一定距离。常见的距离为200-1000米或更远。

但是10BASE-T1L到底是什么，这种技术具有什么优势，它为什么会成为新标准？

我们将在后续部分回答这些问题。

10BASE-T1L意味着什么？

10BASE-T1L这个名字大致解释了其含义。这里使用了电气与电子工程师协会(IEEE)缩写。

介质类型中的“10”是指10 Mbps传输速率。“BASE”是指基带信号，即只有以太网信号才能通过介质传输。“T”代表“双绞线”。数字“1”代表1 km范围。在这种情况下，后面跟着的“L”代表“长距离”，意味着段长可能为1 km甚至更长。

此外，还存在其他网络技术，如10BASE-2（最大段长为185 m的较细同轴电缆）、10BASE-5（最大段长为500 m的较粗同轴电缆）、10BASE-F（光缆）或10BASE-36（具有多个基带通道，且最大段长为3600 m的宽带同轴电缆）。

10BASE-T1L可分类至OSI模型的哪一层？

10BASE-T1L可使用现有的2线基础设施，线路长度高达1000 m，传输速度为10 Mbps。物理以太网技术仅在开放系统互连(OSI)模型的第1层（位传输层或物理层）定义。10BASE-T1L在位传输层之上，支持常用以太网协议（如PROFINET、Modbus等）以及楼宇管理系统中常用的其他总线系统（如BACnet、KNX和LON）。表1为模型层及协议和总线系统概览。

10BASE-T1L可利用第1层的特殊以太网PHY实现。以太网帧通过介质无关接口(MII)、简化MII(RMII)或简化千兆MII(RGMII)在MAC和PHY之间传输。

MAC由以太网标准IEEE 802.3定义，在数据链路层（第2层）中实现。PHY构成物理接口，并负责传输介质和数字系统之间数据的编码和解码。

表1. OSI模型及其协议和总线系统概览

OSI模型层		BACnet	Modbus	KNX	LON
主机层	7 应用	BACnet应用层			
	6 展示	—	Modbus		LON
	5 会话	—		KNX	
	4 传输	UDP (BACnet/IP)、TCP (BACnet/SC)	TCP		TCP
介质层	3 网络	BACnet网络层	IP、ARP、RARP		IP
	2 数据链路	ISO 8802 (IEEE 802.3)			
	1 物理	屏蔽或非屏蔽单条双绞线(IEEE 802.3cg)			

10BASE-T1L可与哪些设备和机器一起使用？现有基础设施可以在多大程度上与其一起使用？

10BASE-T1L设计用于在许多（如果不是大多数）过程自动化应用中取代4 mA至20 mA标准化信号。然而，这并不意味着通过4 mA至20 mA电流环路连接的旧款现场仪表必须更换为支持10BASE-T1L的现场仪表。这些传统设备可通过软件可配置I/O (SWIO)模块进行连接，而远程I/O则用作通过10 Mbps以太网上行链路与PLC连接的采集点。

软件可配置I/O模块具有可重新配置的模块通道，允许模块快速、轻松地远程运行，无需大量重新配线。通道可配置为电流和电压的输入或输出，或数字和模拟的输入或输出。

在某些情况下，需要通过10BASE-T1L为设备供电以及传输设备数据，这被定义为标准的一部分。图1显示了通过4 mA至20 mA电流环路连接的传统现场仪表和支持10BASE-T1L的新型现场仪表的混合示例。

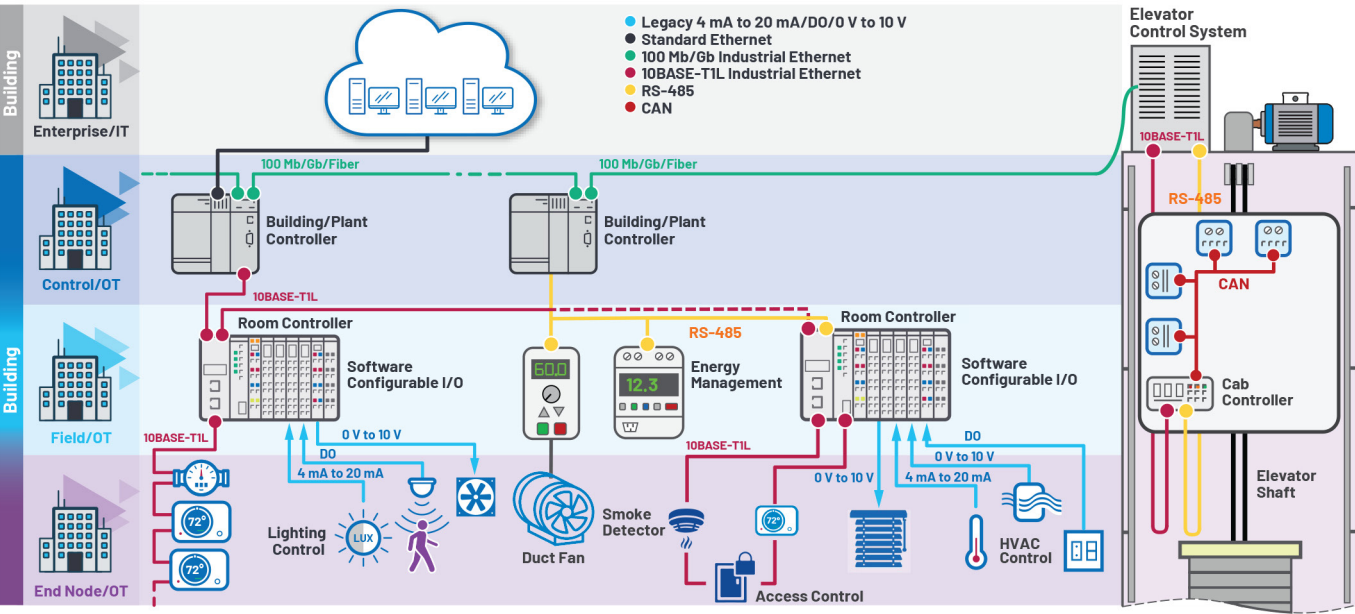


图1. 采用传统现场仪表和支持10BASE-T1L的现场仪表的架构示例

10BASE-T1L支持两种幅度模式：电缆长度不超过1000 m为2.4 V，电缆长度不超过200 m为1 V。通过采用1.0 V的峰-峰幅度模式，该技术还可以用于防爆环境（危险区域），并满足防爆环境严格的最大能耗要求。

根据行业联盟的规定，高级物理层(APL)基于10BASE-T1L标准构建，同时定义了过程自动化的本质安全操作。

同样，Ethernet-APL支持向使用现场至云端连接的无缝过程自动化设备过渡，包括食品和饮料、制药以及石油和天然气行业中存在潜在爆炸性气体环境的区域。此外，APL还定义了通过单条双绞线路传输的电源供应等级。

10BASE-T1L未定义具体的传输介质（电缆）。只规定了电缆的回波损耗和插入损耗要求。现场总线Type A电缆为可选电缆。这允许重复使用现有的PROFIBUS或基金会现场总线布线。10BASE-T1L可通过长达1000 m的电缆与一对平衡导体一起使用，且不会出现任何问题。然而，在嘈杂的工业环境中，需要使用屏蔽电缆（如Type A电缆），同时使用连接器、螺丝端子或穿孔板(punch-down block)。一些10BASE-T1L交换芯片具有集成诊断功能，可检查电缆信号质量。因此，10BASE-T1L是一项非常可靠的通信技术，即使是将电线混在一起使用也不会出现问题。

10BASE-T1L具有什么优势？

传统4 mA至20 mA与HART®和现场总线设备的数据带宽有限，只有几个kbps。利用10BASE-T1L，可实现10 Mbps的传输速度。这样，不仅可以传输过程值，还可以传输其他设备参数，如配置和参数化信息。未来，可以相对快速地进行日益复杂的传感器软件更新，以及故障和网络诊断（如传感器线路短路）。由于10BASE-T1L不再需要使用网关和变换器，配置也更简单。通过消除网关，可大大降低这些旧设备的成本和复杂性，并且可以清除这些设备产生的数据孤岛。

此外，还可以通过数据线路传输更大功率。例如：在本质安全区域（危险区域）可传输500 mW功率，在非本质安全区域甚至可传输高达60 W功率。

以太网标准（如PROFINET、EtherNet/IP、HART-IP、OPC UA或Modbus-TCP）和物联网协议（如MQTT）可实现现场设备至云端的简单而强大的连接。

表2. 过程自动化中的不同通信技术概述

	具有HART的4 mA至20 mA	现场总线	10BASE-T1L
数据带宽	1.2 kbps	31.25 kbps	10 Mbps
连接至更高级别的以太网网络	复杂的网关	复杂的网关	无缝连接，无网关
仪表电源供应	<40 mW	有限	本质安全：500 mW；非本质安全：高达60 W（取决于电缆）
专业技能/专业知识	专业技能/专业知识需求较少	专业技能/专业知识需求较少	大学毕业生非常熟悉以太网

10BASE-T1L是否能够与交换模块一起使用？

与标准以太网一样，使用10BASE-T1L时，会有支持各种网段和设备耦合的网桥。可实现不同的网络拓扑结构，并用于向连接的设备供电。在过程自动化领域，交换机通常连接至控制器、HMI和云端。交换机允许环形拓扑结构形式的介质冗余，以提高可用性。

在过程自动化领域，与设备、传感器和执行器的连接亦称为支线，而交换机之间的连接以及至控制系统的连接则称为干线。

设备集成密度的不断增加还可以实现其他可能性。例如：10BASE-T1L交换机可集成到传感器中，而该传感器可直接连接至亦由该交换机供电的其他传感器。图2显示不同交换机的互连示例。

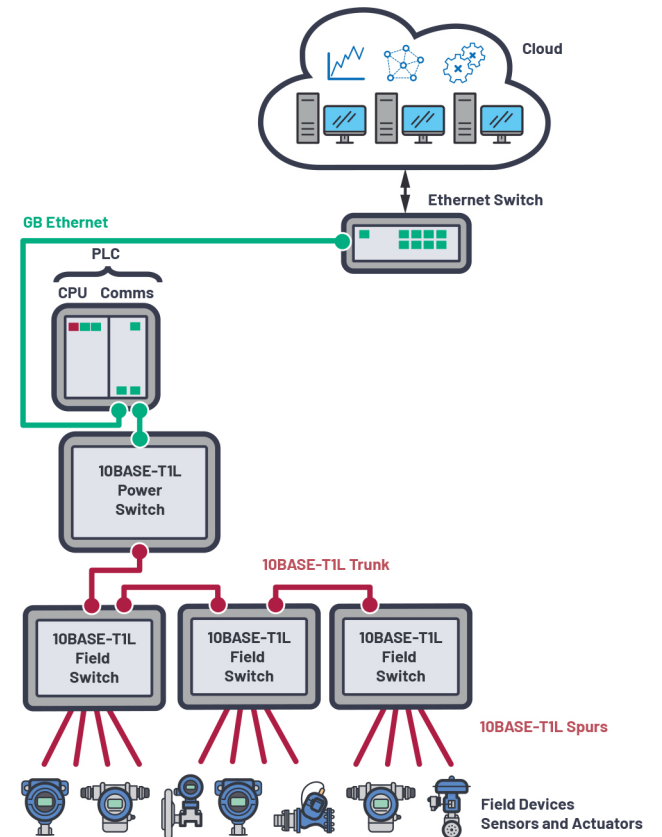


图2. 交换机互连示例图

可通过主机处理器实现与支持10BASE-T1L的设备通信。通常需要集成式MAC功能、无源介质转换器或带有10BASE-T1L端口的交换机。

我可以通过“双线”实现设备供电吗？

10BASE-T1L标准不仅提供传感器和执行器的数据通信功能，而且还提供通过信号线路供电功能。具体来说，10BASE-T1L可以在非本质安全区域提供高达60 W的功率。在防爆（本质安全）区域，功率限制为500 mW；在这种情况下，信号幅度也从标准应用的2.4 V减少到1 V，以符合适用于该区域的最大能量的严格要求。然而，在本质安全区域，只能缩短传输距离。

表3概述了在不同线路长度和区域，Type 18 AWG电缆可能的电力传输水平。

表3. 不同电缆长度(Type 18 AWG)的电力传输水平概览

	55 V	24 V
1000 m	7.7 W	1.23 W
400 m	20 W	3.2 W
150 m	52 W	8.3 W

结论

10BASE-T1L为过程自动化提供了一个相对可靠的通信标准，与传统的4 mA到20 mA应用相比具有许多优势，包括重复使用现有基础设施的可能性。

作者简介

Thomas Brand于2015年加入德国慕尼黑的ADI公司，当时他还在攻读硕士。毕业后，他参加了ADI公司的培训生项目。2017年，他成为一名现场应用工程师。Thomas为中欧的大型工业客户提供支持，并专注于工业以太网领域。他毕业于德国莫斯巴赫的联合教育大学电气工程专业，之后在德国康斯坦茨应用科学大学获得国际销售硕士学位。联系方式：thomas.brand@analog.com。

Thomas Tzscheetzsch于2010年加入ADI公司，担任高级现场应用工程师。2010年至2012年，他负责德国中部地区的客户群。自2012年以来，他任职于关键客户团队，为关键客户提供支持服务。2017年重组后，他开始负责中欧国家IHC市场的FAE团队，担任FAE经理。

在职业生涯的最初阶段，他于1992年至1998年在一家机械制造公司任电子工程师，担任部门负责人。在哥廷根应用科学大学完成电气工程学习后，他任职于Max Planck研究院从事太阳能系统研究工作，担任硬件设计工程师。2004年至2010年，他任职于经销商的现场应用工程师，也就是在那里接触到ADI公司的产品。联系方式：thomas.tzscheetzsch@analog.com。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn

