



单对以太网的推出恰逢其时

Microchip Technology Inc.
高级经理
Henry Muyshondt

对于低数据速率设备，工业设施和汽车制造商需要一种经济高效的连接解决方案，而 10BASE-T1S 和 10BASE-T1L 可提供低成本且简单的解决方案。

您将了解到：

- 该标准如何将以太网引入到网络的最边缘
- 它为什么完全符合分区架构的趋势
- 它将如何降低布线复杂性并实现车辆工厂自动化

世界上充斥着大量数据通信协议，其中大多数都是为了提供尽可能高的数据速率而设计的。但是，绝大多数设备（例如，开关和执行器）都很简单，不会产生海量数据，因此不需要高速通信。世界上有数十亿这样的设备，并且其数量还在呈指数级增长。一段时间以来，人们需要的是一种简单、低成本的数据通信解决方案，同时它还要能够为工业、汽车和其他市场中的所有此类设备提供服务。该解决方案已于 2019 年底以 IEEE® 802.3cg 标准的形式推出。我们将会看到，它具有巨大的潜力，因为它可将低成本的单对以太网布线引入到网络边缘。

这项标准由 IEEE 任务组发起，当时他们正在研究如何提供一种可以覆盖远距离的低速技术，并且这种技术可以通过单平衡对以太网电缆实现 10 Mbps 的数据速率。他们还希望在较短距离上实现多点通信功能。尽管 10 Mbps 听起来不算多快，但对于控制开关、继电器、执行器或机械臂以及许多其他设备而言已经足够，并且在当时，“工业以太网”还无法以聚合的方式提供这些功能。

任务组中的汽车制造商要求提供一种覆盖更短距离的解决方案，这种解决方案需要具备相同的基本功能和多点通信功能，其中每个节点连接到一根电缆，因而无需使用开关，并且需要更少的线路、开关端口和收发器。这种解决方案将使用以太网实现从最低到最高的所有速度。最终，大多数人都如愿以偿，结果是以太网 10BASE-T1S 可覆盖至少 25 m 的距离，10BASE-T1L 可覆盖高达 1 km 的距离。而 100BASE-T1 和 1000BASE-T1 也被纳入单对以太网（SPE）的范畴。传输介质的范围涵盖一根双绞线到

PC 板或服务器背板上的其他线对配置和并行走线。与其他替代方案相比，所有这些都更易于安装、更轻便、更灵活且成本更低（见表 1）。

Standard	Cable length (m)	Data rate	Duplex Capability	Wires
10/100/1000/10GBASE-T	100	10 Mb/s to 10 Gb/s	Full	4 to 8
10BASE-T1S	>25	10 Mb/s	Half or full	2
10BASE-T1L	1000	10 Mb/s	Full	2
CAN	500	1-10 Mb/s	Half	2
FlexRay	40 (at 1 Mb/s)	10 Mb/s	Full	2

表 1. 连接标准对比

基础知识

除了最大传输距离之外，10BASE-T1S 和 10BASE-T1L 之间还有两个主要区别。首先，只有 10BASE-T1S 提供多点通信和点对点连接能力。其次，只有 10BASE-T1S 采用了物理层防冲突（PLCA），这是在汽车、工业和楼宇自动化等需要固定性能的实时应用中使用时的关键要素。PLCA 专门设计用于 10BASE-T1S 等半双工、多点通信网络，并且避免了多点通信混合段中发生载波侦听多路访问与冲突检测（CSMA/CD）问题。

CSMA/CD 可能会表现出由数据冲突引起的随机延时。PLCA 能够提供克服这些限制的保证最大延时和其他特性。PLCA 部署到位后，传输周期从协调器节点（节点 0）发送的信标开始，网络节点使用该信标进行同步。

在发送信标后，传输机会将传递给节点 1。如果该节点没有要发送的数据，则将传输机会让给节点 2，依此类推，这一过程持续进行，直到为每个节点提供至少一次传输机会。然后，协调器节点会发起一个新周期，并发送另一个信标。为了防止节点阻塞总线，jabber 功能会在节点传输超过分配的时间时将其中断，从而允许传输下一个节点。结果是对数据吞吐量没有影响，总线上也没有发生数据冲突。

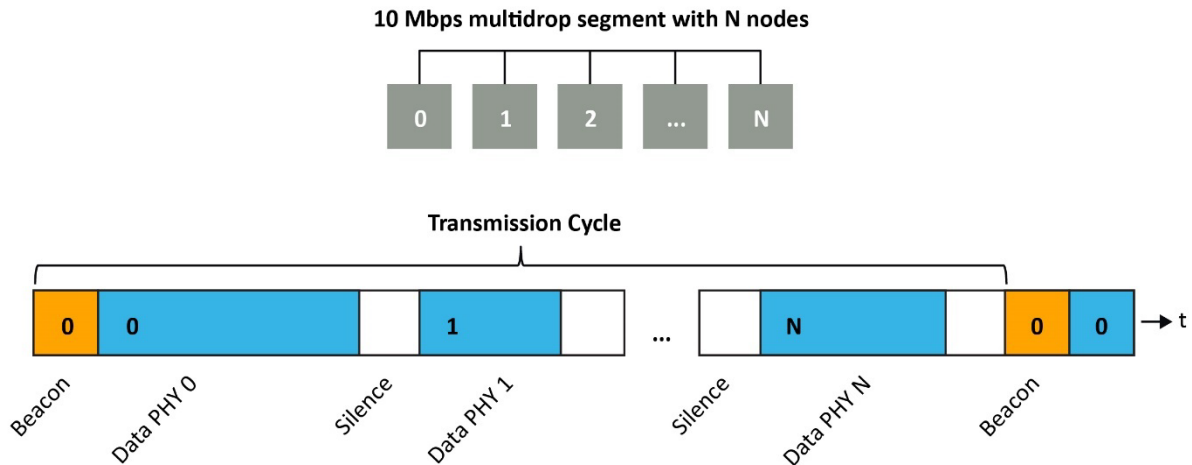


图 1. 物理层防冲突 (PLCA)

两种解决方案都有可观的好处，最重要的是以太网在全球范围内广泛用于信息技术 (IT) 和操作技术 (OT) 领域，同时受到数百家公司的充分认可和支持。这种解决方案的成本相对较低且在不断降低，自其推出以来，还通过每次迭代来保持其核心结构。这意味着在系统中使用以太网作为主要通信协议时，不需要协议转换和执行协议转换所需的网关。

从最简单的低数据速率交换机到高数据速率传感器（例如，能产生大量数据并需要 Gbps 速度的摄像头），任何类型的设备都可以在不进行转换的情况下得到支持。这些设备均可在以太网交换机中聚合，并用以太网的最高数据速率发送到云端进行处理和分析。

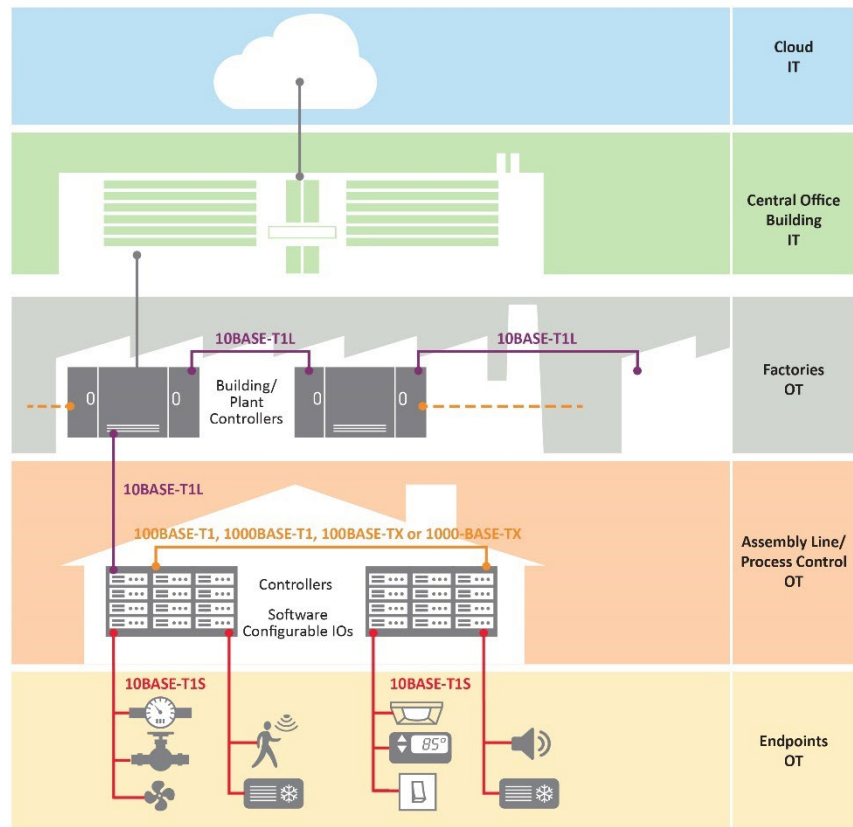


图 2. 从边缘到云端的以太网

对汽车制造商的益处

如果汽车制造商不仅要支持 CAN 总线，还要支持多个应用特定的标准，则为大多数功能采用单一协议可带来极大的优势。每个车型年份都会对 ADAS 系统进行增强，通常需要新的摄像头、雷达、超声波传感器（未来还会有激光雷达），以及对信息娱乐和导航系统的改进。

这导致了在当今的车辆中，普遍具有 40 种不同的线束、80 到 100 个电子控制单元（ECU）和 300 根电线（总长 2.5 英里，重达 250 磅）。由于各种应用所需的电缆类型多种多样，并且每种类型都有其自己的要求，因此也面临着电磁兼容性（EMC）的问题。

为了满足汽车将很快采用数亿行代码的要求（目前采用 1 亿行代码），汽车行业正在向基于以太网的分区电子/电气（E/E）架构过渡，这种架构将传感器聚合到从分区网关到主干的单链路中。

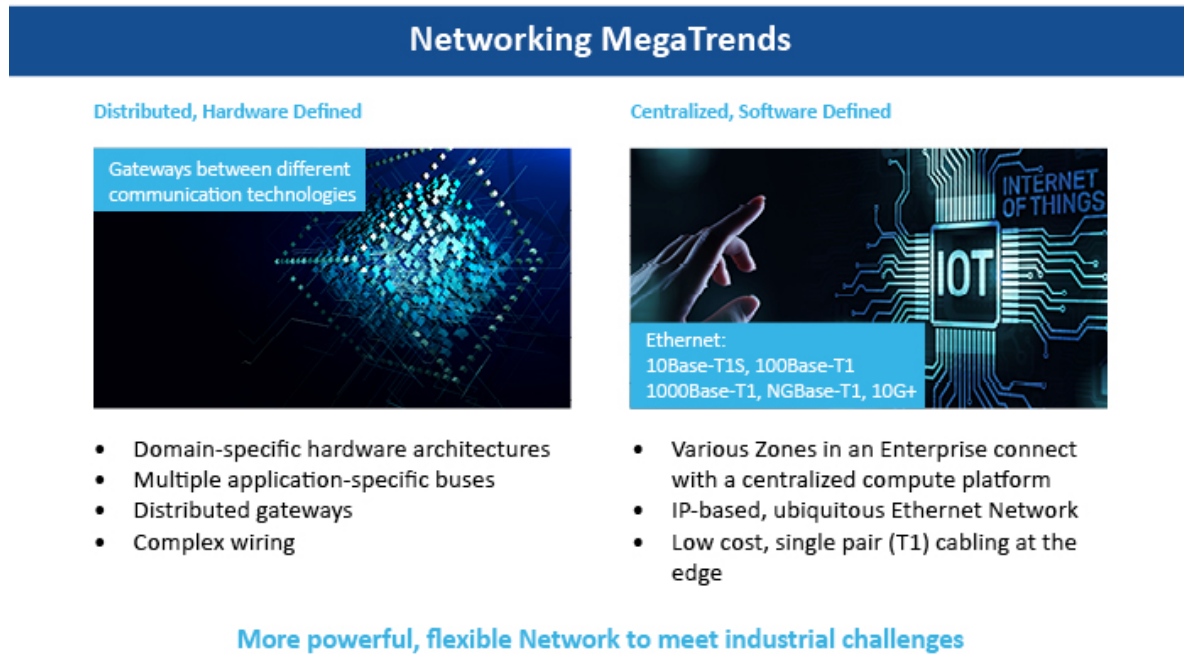


图 3. 网络大趋势

它几乎完全基于以太网，其即插即用功能特别适合未来定义车辆的服务导向型环境。设备可以实时连接和断开，而不会停机，这是 CAN 总线的显著优势。也就是说，CAN 总线多年来一直为汽车行业提供优质服务，并将继续为其最适合的应用提供服务，因此它可能会存在很多年。

行业解决方案

尽管汽车行业将从 10BASE-T1S 中获益最多，但出于以下几个原因，工业领域也可从 10BASE-T1S 和 10BASE-T1L 中获益匪浅。首先，工业设施使用许多不同的通信技术来互连设备，包括 I²C 到 RS-485、UART 和 CAN 等。它们连接从控制柜布线到温度传感器、HVAC 执行器、电梯、风扇、电压监视器、直流到直流转换器和其他模块以及计算机背板等一切内容。其中许多设备仅需要低数据速率，而这些标准正是为它们而设计的。

虽然还没有成为主要的讨论话题，但它可以通过连接使用各种短程无线解决方案（例如 ZigBee®、蓝牙®或 Wi-Fi®）的设备，在物联网中发挥关键作用。正如许多早期采

用者所了解的那样，将无线应用于物联网听起来容易，但实现起来非常困难。这些解决方案显然将在工业物联网中发挥巨大作用，但考虑到以太网的优势，它们不一定是唯一的解决方案。

其次，10BASE-T1S 的多点通信能力允许连接、删除或更换许多设备，而不会影响整体网络性能，并且整个过程非常简单。最后，几乎每个设施中都采用了以太网，因此可以通过单一标准实现从云端到边缘的移动。还有一点非常重要，即随着工业发展到第四代，分区方法也在该市场中得到应用，而以太网是首选解决方案。还有一些其他优势，但仅仅这些就足以让 SPE 极具吸引力。

首款收发器

实现 10BASE-T1S 需要为其提供支持的以太网收发器，而为 10BASE-T1S 提供服务的首款产品是 Microchip 的 LAN867x 系列以太网收发器。LAN8670/1/2 允许创建多点通信和点对点网络拓扑。它支持至少 15 m 的点对点链路段，其多点通信模式支持至少八个连接到最长 25 m 公共混合段的收发器。请注意，这是 IEEE 规范中的“最小最大值”。当系统实现者验证正确的操作时，发现可以支持更多节点和更远距离。收发器由单个 3.3 VDC 电源供电，并具有集成的 1.8 VDC 稳压器，其温度范围为-40°C 到+125°C，且符合工业 EMC 和 EMI 要求，适用于恶劣环境。

LAN8670/1/2 支持通过标准 MII/RMII 接口与以太网 MAC 通信，集成的串行管理接口可在高达 4 MHz 的条件下提供快速寄存器访问和配置。对物理介质的访问由载波侦听多路访问/冲突检测（CSMA/CD）或物理层防冲突（PLCA）进行管理，PLCA 通过避免物理层冲突来实现高带宽利用率，并支持在突发模式下传输多个数据包，适用于高数据包速率、延时敏感型应用。

为了让设计人员更轻松地转移到 10BASE-T1S，公司提供了适合许多 Microchip MCU 板的 RMII 和 MII 评估板，或者可以在用户创建的设计中使用这些评估板。另一个评估板可以插入 USB 主机，以成为 10BASE-T1S 节点，并且它随附适用于 Linux 和 Windows 的驱动程序。此外，Microchip 的 MPLAB® Harmony 开发框架还支持将 10BASE-T1S 技术与 Microchip 单片机和微处理器集成。

总结



IEEE 802.3cg SPE 标准的发布恰逢工业 4.0 初具雏形之时。工业 4.0 和汽车行业正在竞相简化其臃肿的连接问题，同时每年也在增加更多传感器和其他可连接设备。10BASE-T1S 和 10BASE-T1L 都为将以太网覆盖范围扩展到网络边缘铺平了道路，同时为使用简易双芯电缆且无需千兆速度的低数据速率设备提供支持。简而言之，它拥有显著改变这些设备在工业环境和各种车辆中的连接方式的潜力。