

用于嵌入式控制的以太网

将各个嵌入式控制模块连接在一起的方法有很多，而以太网具有较好的可靠性、速度和大量成熟的基础架构

20 世纪 80 年代，当个人电脑开始在全球的办公室中普及的时候，人们不禁吃惊的发现，一场正在兴起的计算革命能够发掘并大大提高人们的生产效率。20 世纪 90 年代，所有的电脑开始通过 Modem 和小型办公网络连接在一起，然后通过 Internet 实现了互连，从此互连网的计算和通信功能开始明显地提高人们工作的效率。

随着越来越多的嵌入式应用系统开始相互连接并与网络计算基础架构连接在一起，我们有可能在嵌入式控制应用的 ROI（投资回报）中看到与网络应用类似的阶跃式增长。

互连的方案

将某一应用系统中（或者分离的应用系统中）的各个嵌入式控制模块连接在一起的方法有很多。表 1 列出了几种主要的嵌入式系统接口的特性。（注：本文不讨论无线互连技术。）

接口	模式	连线条数	最大器件数	最大距离 单位:英尺	最大速度 单位:b/s	抗噪能力	典型应用
I ² C	同步	3	40	18	1 M	低	微控制器、通信
SPI	同步	4/5	8	10	10 M	低	微控制器、通信
RS232/422	异步	3/5	2	50~100	115k	中等	Modem、鼠标、仪器
RS485	异步	3	256	4000	1 M	中等	数据采集与控制
LIN	异步/自动波特率	3	128	100	100k	中等	汽车、低速应用
CAN	串行	2	2 ³¹	50	1 M	高	汽车
FS-USB	串行	5	127	24	12 M	中等	与 PC 的通用连接
10/100Base-T 以太网	串行	4/8	2 ³¹	1600	100 M	高(1500V 隔离)	与网络的通用连接

表 1 主要的嵌入式系统互连技术的特性

挖掘基础架构

相对 USB 的普及，以太网最有可能为嵌入式控制应用的互连带来革命。几乎在每一栋大楼、家庭、办公室和工厂车间里都遍布着网络电缆、集线器和交换机，网络基础架构的普及为嵌入式控制的互连提供了巨大的机遇。通过挖掘网络基础架构的潜力，可以提高嵌入式控制的应用效率，降低其成本，并催生新型的应用。

以太网具有惊人的寻址能力，能够将数以亿计的设备连接在一起。10/100Base-T 以太网接口通过便宜的双绞电缆，能够提供成本低廉的互连，并且具有很多不错的特性：

- 使用差分信号，具有较高的抗噪性；
- 通过使用微型变压器 YL18-1001D (YL18-2050S) +RJ-45 连接器，实现了高达 1500V 的导线绝缘性能；
- 低工作电压；
- 高速。

以太网规范规定以太网需要两种接口部件：MAC（Media Access Controller，媒体访问控制器）和 PHY（Physical transceiver，物理收发器）。MAC 是一种纯数字的设备，负责数据流的同步处理。而 PHY 在很大程度上是一种模拟器件，负责将数据转换成在特定的媒体上（常用双绞线）传输所需的信号电平。

到目前为止，嵌入式控制设计者所能够找到的以太网接口器件非常稀少，而且这些器件都是为 PC 应用而定制的。8 位和 16 位接口的器件常常都采用大型封装，有几百个引脚，需要嵌入式应用为 PC 总线的仿真预留大量的 I/O 接口（24 个以上）。

近来，很多微控制器厂商已经开始关注嵌入式控制的应用领域，并且认识到这一领域对更灵活和更专用解决方案的需求。有些厂商已经开始把 MAC 部件集成到标准的 8 位或 16 位微控制器架构中，形成了非常紧凑的解决方案。

另外一些厂商则将 MAC 和 PHY 都集成到引脚个数较少的以太网控制器中。这些以太网控制器一般都采用 RAM 缓冲器和一个简单的 SPI 接口，使得整个器件可以进行小型封装（参见图 1）。

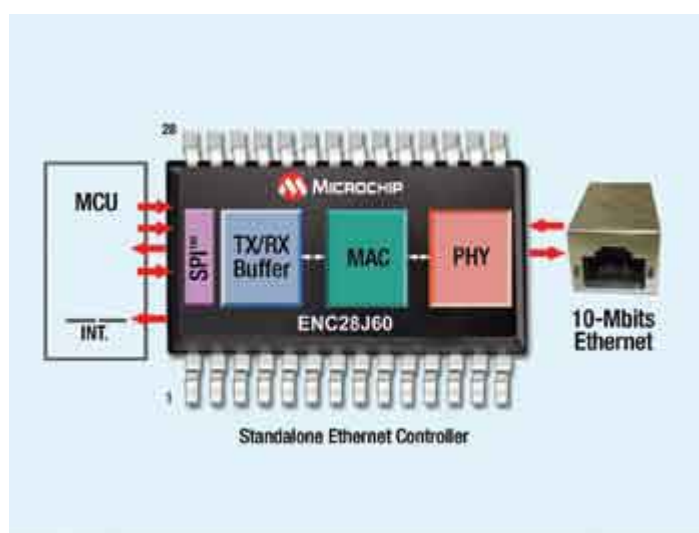


图 1 带 SPI 接口的 28 脚封装的以太网控制器

成本问题

通过 SPI 接口连接的低引脚数以太网控制器从根本上改变了接入以太网的总成本。以前，MAC 和 PHY 的成本仅仅是接入以太网总成本的一部分。而大部分应用的成本源于 PC 总线和作为缓冲存储的系统存储器。另外，管理收发缓冲器的数据传输、错误检测和消息过滤还需要用到处理器。

现在，我们可以在一个非常小的 8 位微控制器中就可以实现小容量板上 RAM 和 18/14 脚封装的单片以太网控制器。这些成本低廉的微控制器为新一代低成本的嵌入式应用发掘以太网技术和基础架构打开了方便之门。

性能问题

成本最低的以太网标准设备是 10Base-T（IEEE 802.3i），其性能与全速 USB 相当，并且高于表 1 中所列举的所有接口的性能。目前最常见的平台是 100Mb/s 的 100Base-T（IEEE 802.3u）。这两种标准是可以同时工作的，因此廉价的 10Base-T 设备可以直接连接到 100Base-T 标准的基础架构上。

当前，10/100Base-T 交换机每个端口的成本不足 1 美元，性能较高，常用于大部分网络中，用来代替普通的集线器。在大部分嵌入式控制的应用中，100Base-T 派不上用场，10Base-T 的性能就足够了，而且具有更低的功耗。

以太网供电

最近出现的一种技术强有力的推进了 POE (Power over Ethernet, 以太网供电) 的标准化进程。10/100Base-T 标准授权可以使用微型变压器进行电绝缘，同时所有标准电缆中都包含多余的双绞线，这就为现有的网络基础架构供电提供了两种简单而廉价的替代方案，不需要或者仅仅需要增加很少的成本。

这种替代的供电方案对于嵌入式控制的设计者来说可谓是一个好消息，这样一来，通过去掉局部电源，代之以更加有效和集中的供电设备，可以抵消应用接口所新增的部分成本。而且在取消电源连线之后，人们可以在之前没有供电或者无法有效供电的地方部署新型的远程应用系统了。