

## 物联网边缘传感器节点：超越单处理器嵌入式系统的演进

Microchip Technology Inc.  
负责 MCU 业务部的公司副总裁  
Greg Robinson

### 互联网连接推动处理需求

嵌入式系统正以越来越快的速度继续其技术演进；我们家庭、车辆和工作场所中的设备功能正在突飞猛进地发展。这一进步的一个关键驱动因素是，即使是最小的电子设备也能够连接到我们的现代网络基础设施。Wi-Fi®、蓝牙®和其他连接选项使得现场更新和维护变得更加容易，同时增加了人工智能和机器学习算法的优势。这种增加的连接性有效地使这些设备成为物联网边缘节点——但这带来了处理需求增加和内存子系统增大的代价。

### 系统挑战

大多数嵌入式系统还“连接”到其直接环境——也就是说，它们提供了某种类型的环境传感、机械驱动或人机界面的功能。例如，智能恒温器除了配备一系列按钮或电容传感器用于人机输入外，还连接到本地温度和湿度传感器网络。大多数嵌入式系统都与它们所处的环境“连接”——也就是说，它们具备某种环境感知、机械控制或人机交互的功能。举个例子，智能恒温器除了配备按钮或触摸传感器用于人机交互外，还连接到一个本地的温度和湿度传感器网络。再比如，联网的烹饪设备的主要目标是理解你对食物温度的期望，并将其转化为精确的热量控制。这些以“模拟”信号为主的系统，正逐渐进入快节奏的云通信世界，这就带来了一个难题：你是为模拟世界的缓慢输入设计系统，还是为了提

升速度和整体功能而牺牲模拟信号的精确度？为了更深入地理解这个问题，我们可以看一个常见且简单的例子——物联网边缘传感器节点。

## 模拟子系统

物联网边缘传感器节点需要一些模拟子系统来测量和监控环境条件，例如温度、湿度、运动等。模拟子系统通常包括一个单片机（MCU），用于读取传感器数据，进行某种形式的处理，并通过网络进行通信。通常情况下，环境数据变化较为缓慢，因此大多数边缘节点不需要处理连续、不间断的数据流。由于边缘节点通常依靠小型电池运行数年，它们大部分时间处于低功耗的“休眠”模式，仅定期唤醒以检测环境变化。在唤醒期间，节点会收集数据并通过网络传输。之后，它会再次进入休眠状态，直到需要进行下一次测量。在我们这个高度互联的世界中，随着边缘节点数量和收集数据的增加，电源效率和低功耗运行成为延长模拟子系统电池寿命的关键设计考虑因素。

## 嵌入式系统的分段设计

为了实现高效的嵌入式系统，通常需要将系统划分为不同的“速度域”，并通过桥接器将快速主处理器与模拟子系统连接起来。这种分区设计可以让模拟子系统专注于处理变化较慢的任务，而快速主处理器则负责处理那些需要高速运算的复杂任务。这样一来，每种处理器都能发挥其最大的优势。随着越来越多的设备需要联网，I3C<sup>®</sup>成为了下一代串行通信接口，专门用于支持高速芯片之间的通信。作为I<sup>2</sup>C的升级版，I3C不仅速度更快，还具备更智能的接口和更强大的控制功能。重要的是，I3C仍然兼容现有的I<sup>2</sup>C器件，这使得它能够轻松集成到现有的硬件平台中。此外，I<sup>2</sup>C器件可以与运行在12.5 MHz的I3C控制器共存，这意味着现有的I<sup>2</sup>C总线设计可以逐步过渡到I3C标准。举个

例子，一个支持 I3C 和传统通信接口（如 I<sup>2</sup>C、SPI 或 UART）的单片机可以作为桥接设备。这个桥接器通过单片机将快速处理器与传感器连接起来。单片机负责读取传感器的数据，进行计算，并将结果高效地传输出去。这种设计不仅保持了 I3C 总线的高速性能，还能通过单片机实现 I3C 控制器与 I<sup>2</sup>C/SPI 器件之间的通信。通过将嵌入式系统进行合理的分区设计，并利用 I3C 接口，可以更高效、更稳定地实现系统设计。

## **PIC18-Q20 MCU**

Microchip 推出了 PIC18-Q20 产品系列，专门为现代分布式处理器嵌入式系统设计。这些单片机（MCU）提供了先进的串行通信接口，包括多达两个 I3C 外设，能够高速连接到多个总线，极大地增强了系统的灵活性。此外，它们还内置了传统的通信协议，如 UART、SPI、I<sup>2</sup>C 和 SMBus，可以作为桥接设备无缝集成到系统中，并将 I<sup>2</sup>C/SPI 设备与纯 I3C 总线隔离开来。这种设计不仅保持了 I3C 总线的高速性能，还能通过单片机实现 I3C 控制器与 I<sup>2</sup>C/SPI 器件之间的通信。PIC18-Q20 还支持多个电压域，这意味着它可以轻松连接不同工作电压的组件，从而省去了电平转换器的需求，降低了材料成本并简化了系统设计。此外，PIC18-Q20 单片机集成了片上独立于内核的外设（CIP），这些外设可以在不需要 CPU 持续干预的情况下独立运行，并直接与其他外设通信。这些基于硬件的功能模块功耗极低，几乎不需要编写代码，并且占用更少的 RAM 和闪存资源，却能实现与软件相同的功能。此外，单个 MCU 可以同时启用多个功能模块。设计人员可以通过 MPLAB<sup>®</sup>代码配置器（MCC）——一个简单的图形用户界面（GUI）工具——轻松定制包括 I3C 外设在内的 CIP 组合，生成应用程序代码，而无需深入研究数据手册。通过使用 CIP，工程师可以将每个系统任务进行分区管理，从而简化功能实现，减少组件数量、代码量、开发时间和功耗。

## 结论

在我们这个快速变化的世界中，技术的进步要求设备具备更快的处理速度、更高效的连接性以及更小的体积。虽然现代电子设备越来越多地与外部世界连接，但在这些互联系统中，仍然需要小型化且节能的模拟子系统来感知和测量“现实世界”的数据。由于环境数据的变化通常比较缓慢，设计时需要在速度和精度之间找到一个平衡点。

为了实现高效的嵌入式系统，通常需要将系统划分为不同的“速度域”，并通过桥接器将快速处理器与模拟子系统连接起来。随着 I3C 逐渐成为高速芯片间通信的主流接口，工程师们需要选择能够全面支持高性能数字处理需求的高级单片机（MCU），同时还要确保这些 MCU 在下一代设计中保持对模拟信号的高精度处理能力。