

8 位微控制器如何成为系统单芯片解决方案

Keith Coffey
Silicon Laboratories Inc.

过去 15 年来，许多人都曾预测 8 位微控制器即将退出舞台，然而这却是电子产业失误最大的预测之一；事实上，虽然 16 和 32 位产品已极为常见，8 位微控制器的需求仍继续成长，总值约达到今日 100 亿美元全球微控制器市场的一半。推动 8 位市场快速发展及成长的动力主要来自于 8 位产品效能的大幅提升，特别是以 8051 系列为基础的产品，其它原因还包括芯片内建功能的加强以及不断缩小的封装体积。今天，这类组件已能提供高达 100 MIPS 的产出，这是 8 位微控制器在短短几年前还无法想象的事情。然而重要的不仅是原始运算效能，真实世界是个模拟世界，因此系统也需要模拟和混合讯号功能，而且最好内建于芯片中。与外在世界的通讯也是问题，核心处理效能需要与其相称的通讯能力，使它能够很有效的联络系统其它组件，这样才能将强大效能化为实际优点。

8051 如何跟上今日的效能需求

最早的 8051 是由英特尔在 1980 年推出，它让每一个指令的执行跨越 12 个时脉周期，使得硬件资源的需求减至最少。10 年后，Dallas Semiconductor (今天的 Maxim) 利用新设计来改善这套架构，它移除了冗余的总线动作，让典型指令只需要 4 个时脉周期；他们还推出可直接取代 8051 的兼容微控制器，可将既有系统的效能立刻提高三倍。今天，来自 Silicon Laboratories 的 8 位微控制器系列采用了新的专属设计来实作 8051 指令集架构，它能提供最大的指令产出，同时维持完整的目的码 (object code) 兼容能力，这让公司得以发展出采用「硬件连接」(hard wired) 实作方式的 C8051F 中央处理器，而不是原来采用微码 (micro-coded) 的设计。新设计会将指令集映像到两级式基本处理管线，以便提高产出，同时维持 8 位的程序内存宽度。这种方法带来了一系列新组件，它们能在 1 或 2 个时脉周期内执行绝大多数的指令，效能超过原始 8051 设计的 20 至 25 倍。有了这样的效能，工程师只要利用成本更低的 8 位产品，就能支持原本需要较昂贵的 16 或 32 位微控制器才能执行的应用。

微控制器现能整合那些功能而不会牺牲其效能？

在几乎所有的电子系统中，工程师都想将最多功能整合至最小空间，这种做法有许多广为人知的优点，包括零件数目降低、库存组件减少、制造成本下降、以及可能带来的更高效能与可靠性。因此，针对特定应用评估所选择的微控制器时，重要的是从解决方案总成本的角度来考虑这些优点，而不仅是单颗零件的价格。

近几年来，随着价格不断下滑，芯片内建闪存已变得日益流行；除了对于价格最敏感的高产量型应用之外，其它应用现都认为值得付出少许的代价，来换取超越「可程序一次」(one-time-programmable) 组件的更大弹性。

线上调试 (In-system debug) 也是所想要的功能，由于它们能免除原先所需的昂贵仿真器，新组件的应用成本将会下降，设计人员也能更自由的为特定应用选择最合适的组件。虽然 32 位的微控制器和数字讯号处理器已广泛提供线上除错功能，但是在 Silicon Laboratories 推出 C8051F 组件系列之前，8 位产品却极少提供线上除错功能。

精准振荡器、模拟数字转换器和数字模拟转换器是系统最常需要的模拟零件，温度量测功能、电压参考和比较器也很常用；在数字外围方面，外部通讯最常使用的标准包括 UART 以及 SPI、I²C、USB 和 CAN 界面，另外还会加入功能包括定时器和可程序计数器数组。

相较于采用离散零件的解决方案，把模拟数字转换器和数字模拟转换器整合至微控制器常会导致效能下降，特别是模拟功能的线性特性和讯号杂波比；即便如此，仍有些新组件的效能已不输给使用最佳零件的解决方案或内建 16 位、1 MSPS 模拟数字转换器的其它产品。

如前所述，8 位微控制器现已能提供高达 100 MIPS 的峰值产出，图 1 就是这类组件的功能线路图，它是由 Silicon Laboratories 所提供的 C8051F120，内建 128 kbytes 闪存、8.25 kbytes RAM、12 位模拟数字转换器、12 位数字模拟转换器以及各种数字外围，包括 UART、SPI 总线、I²C 总线、定时器模块和外部内存界面。这颗组件专门支持运算量庞大、又需要高效能模拟数字转换器及数字模拟转换器的混合讯号嵌入式应用，它还提供线上除错功能。

典型应用：高速电池充电器

考虑过现有产品后，我们将介绍一项应用，其中的混合讯号微控制器就能提供我们在锂离子电池高速充电电路中所讨论的优点。

电池必须能迅速、安全而有效的进行充电，最佳充电方式通常包含三个阶段：低电流调节阶段，用来将早期的自我恢复 (early self healing) 减至最少，同时避免充电过程太早结束；定电流充电阶段，用来提供大部份电力；以及定电压阶段 / 充电结束 – 通常也是时间最长的阶段。充电过程中，部份电能会转变为热量，当电池达到满电力后，所有送给它的能量都会变成热量，这可能造成危险和伤害，因此必须监视电池温度以避免损害。

要判断电池是否已充满电力，绝大多数的锂离子充电器会将电池电压保持固定，然后监测最小的电流值，图 2 即为充电曲线，它是利用降压转换器实作所得到的最有效曲线，这个降压转换器是一种交换式稳压器，它会使用电感或是变压器做为储能装置，然后以个别封包的形式把能量从输入端送到输出端。回授回路则会透过晶体管来调节能量传送，以便在电路的负载范围内维持定电压或定电流。

利用 8 位微控制器 C8051F300 和它内建的模拟数字转换器、闪存、脉冲宽度调变器、温度传感器以及精准时钟电路，即可设计出适当的充电电路。图 3 所示即为这类充电器的方块图，芯片内建高速模拟数字转换器提供准确的充电电压监测功能，用来避免过度充电，并提供最大的充电有效性和电池寿命。芯片内建比较器和 PWM 则为高速降压转换器的实作提供必要功能，使它们只需要一颗很小的外接电感。芯片内建温度传感器提供稳定的驱动电压，可用来判断电池温度；若有必要，它也能使用外接的电阻性温度感测组件。最后，这颗微控制器还提供组态配置及程序设定功能，这使它能支持不同类型的电池，协助客户减少零件库存，加快新产品上市时间。

结论

8 位微控制器依然相当活跃，由于日益丰富的模拟和数字外围整合，8 位微控制器现能为许多常见应用提供接近于系统单芯片的功能。当这些组件以 8051 架构为基础时，工程师会对他们感到极为熟悉，使得设计和研发工作更简单快速，而且成本更低。

附图：

图 1：模拟及数字功能的整合让 8 位微控制器得以提供接近系统单芯片的功能

图 2 : 锂离子电池的充电曲线

图 3 : 锂离子电池充电器的功能方块图