# 《嵌入式系统应用与设计》培训心得

安徽蚌埠学院 程荣龙 王艳春 孙长伟 罗少轩

八月的苏州古城，艳阳高照、垂柳啼莺，快门按下的瞬间，记录了王宜怀教授、马莉老师和 37 位学员灿烂的笑容，同时为期一周的《嵌入式系统应用与设计》暑期师资培训也完美谢幕。这次培训的主要内容有嵌入式硬件概论、HC08/S08 基本模块、USB/CAN、S12 基本模块、嵌入式以太网、嵌入式实时操作系统、嵌入式系统软件硬件设计规范等。通过此次培训，我们对嵌入式系统的知识体系和 Freescale 公司 HC08/S08 及 HCS12 系列 MCU 都有了进一步认识，开阔了眼界。通过实例，也学到了很多实用的开发技术和设计规范，这对我们今后的教学及科研工作大有裨益。而且通过培训，也增进了与各大专院校老师之间的交流，使我们受益非浅。

第一天进行的是嵌入式系统理论基础培训。

王教授的讲座在我们期盼的心情下开始了，由于过去我们对嵌入式系统的认识存在很多误区，经常片面的认为嵌入式开发就是移植操作系统、或仅仅只有某一种芯片才能构成嵌入式系统，社会上一些不正规的所谓嵌入式培训也起了推波助澜的作用。这对初学者和年轻教师对嵌入式系统的学习造成了不良影响，花费了很多时间却没有什么效果。我就是一个比较典型的例子：04 年还在读研期间对嵌入式这个新事物产生了浓厚的兴趣，但由于当时受一些不良宣传的影响，片面的认为嵌入式就是 ARM+Linux，如果谁学会了操作系统的移植就是学会了嵌入式系统。当时和我有同样想法的师兄师弟也不在少数，大家天天就抱着厚厚的 Linux 内核及各种 ARM 手册啃，时间花了很多也很努力，可是越努力越迷茫，越学习越觉得越陌生，后来也就没有坚持下来，回想起来常常还觉得有些遗憾。

然而这次刚开始上课，王教授就言简意赅的向我们讲解嵌入式系统的概念，以及自己对这个概念的理解。让我们真正对嵌入式系统有了正确和深刻的认识，原来很多的迷茫一扫而光，感觉很多零散的知识也串联到一起来了，有种融会贯通的感觉。接着，王教授又用自己独特的方法向我们介绍了嵌入式硬件知识。在短短十几页的课件中，他归纳了在嵌入式系统中所需要掌握的全部硬件知识。并特别指出，做工程时有些硬件原理没必要去刨根究底，拿到一个器件，知道它的一些基本参数和特性并知道怎么使用它就可以了。这样可以节省大量的时间，如

果总是拘泥于一些理论细节，就会影响研究进度。一定要在实践中学习嵌入式系统，这是王教授向我们提出的学习忠告。

然而学习嵌入式技术必需要选择一个合适的单片机型号，这是由嵌入式系统本身软件与硬件相结合的特点决定的。选择什么型号的单片机作为嵌入式学习的入门呢？通过培训，我们知道 Freescale 半导体公司是 Motorola 公司半导体部于 2004 年独立上市的公司。多年来，Motorola 的单片机在国际市场上的占有率位居第一，该公司的单片机种类齐全，应用广泛，具有较强的适应性。该公司从 2000 年前后开始推出新一代 HC08/S08 单片机，目前已经发行 100 多个品种。正是由于这个原因，选择 Freescale 的 HC08/S08 单片机作为学习嵌入式应用的入门机型，为我们今后实际应用的扩展留有更大的空间。利用单片机开发嵌入式产品是从众多的单片机型号中选择一种适合某一项目的具体单片机型号，而不是所有的项目都使用一个单片机型号进行存储器及外围 I/O 的扩充，那样会降低系统的可靠性。同时 Freescale 出品的 16 位、32 位单片机，也形成比较完备的应用系列，以 Freescale 的 08 系列 MCU 作为嵌入式入门，对我们后续学习与开发也具有良好的连贯性。

第二天王教授向我们介绍了 Freescale HC08/S08 基本模块。

由于一些原因，我们很多学员对 Freescale 公司的系列 MCU 并不是很熟悉，但经过王教授的介绍，我们知道了原来 Freescale 公司生产的 MCU 有很多系列，涵盖高端到低端的各种解决方案。特别是 8 位的 HC08/S08 系列 MCU 在工业控制和家用电器等领域运用的很多，并在很多方面超过了我们熟悉的 51 系列 MCU。通过学习，王教授向我们解释了 Freescale 的 8 位 MCU 价格比 51 系列稍高的原因，是因为 Freescale 的 MCU 中整合了很多的功能模块，这样可以使系统运行时更加稳定。51 系列虽然价格相对便宜，但其中的功能模块也少，使用的时候必须外接，这样综合起来成本是差不多的，但由于 51 系统中明线较多，在实际应用中稳定性会受到一些影响。

第三天对 USB1.1 及 2.0 的概念及应用进行了介绍。

我们对 USB 接口并不陌生，PC 机及很多电子产品上都有，几乎天天都在使用。但对于其内部构造及通信协议却知之甚少，通过王教授的介绍，我们了解了 USB（通用串行总线协议）概念最早是以 intel 为首的 7 家公司于 1994 年最早

提出的，并在随后的几年内不断对 USB 协议进行改进，成功推行 USB1.1 协议。虽然早期 USB1.1 具有成本低、功耗小、支持即插即用和使用维护方便等特点，但在传输速度（最大 12Mbps）和带负载能力（最大输出电流 250mA）等方面还存在不足。于是 2004 年底，又正式推出了 USB2.0 协议，速度大幅提高（最大 480Mbps），带负载能力也明显增强（输出电流 500mA 以上，适合任何 USB 移动存储设备）。

介绍完 USB 的基本概念后，王教授向我们演示了内嵌 USB 模块的 Freescale MC68H908JB8 单片机。这款 MCU 具有 3MHz 内部总线频率、64 字节 I/O 寄存器区、256 字节的片内 RAM、8K 字节的片内 Flash 存储器，具有在线编程能力和保密功能、内置 USB 模块，3 个端点，遵循 USB1.1 协议。片内资源很丰富，能满足大多数用户的需求。

随后王教授又向我们介绍了 USB2.0 在 Freescale MC9S12UF32 中的应用。MC9S12UF32 中的 USB 2.0 模块支持 USB 全速和高速设备、具有片内 USB 设备控制器(UDC20)和 USB 物理层接口模块(UPHY)、有 6 个独立的端点两个 64 字节的端点缓冲区，功能十分强大。接着我们学习了 USB2.0 模块编程方法，包括工程文件组织、端点初始化、端点配置等内容。最后还演示了一个 USB2.0 模块的 PC 上位机程序，实现了与 USB2.0 接口的通信，使我们对 USB 这个概念的理解又加深了一层。这种讲解和演示相结合的教学方式让我们学习起来感觉很轻松，而且收获很大，在今后自己的教学过程中值得借鉴。

第四天学习了 Freescale HCS12 系列 16 位 MCU 的相关知识。

有了前面学习 HC08\S08 的基础，这一天的学习进行的比较轻松。HCS12 系列 MCU 的资源比 08 系列丰富很多，功能模块也略多一些。由于内部资源丰富，在需要的情况下可以进行操作系统的移植，满足复杂系统的要求。

王教授在课后强调：在选择 MCU 时，要按照系统的需求来选择，而不是频率越快越好、资源越多越好，如果没有特殊的需要，就没必要移植操作系统。这些经验和忠告对于我们今后的学习和科研工作十分有益。

第五天学习的内容是基于 Freescale ColdFire MCF52233 的嵌入式以太网

王教授首先简单介绍了网络分层的概念，包括 OSI 参考模型、TCP/IP 协议模型以及协议的封装方法。然后讲解了嵌入式以太网的两种接入方案：多芯片方

案和单芯片方案。其中重点讲了 Freescale 32 位 ColdFire 系列带以太网模块的微控制器 MCF52233。其片上资源十分丰富，带有 10/100 快速以太网控制器（FEC）和以太网物理层（EPHY）。由 MCF52233 构成的单芯片解决方案与用普通 MCU 加网络控制芯片（如 RTL8019）构成的多芯片方案相比，具有硬件少、集成度高、资源利用率高、传输速度快等优点。接着我们具体学习了这块芯片中的 EPHY 模块和 FEC 模块，包括各模块的初始化方法和内部寄存器说明等。整个讲座过程中还穿插了 5 个具体测试实例：EPHY 初始化例程、以太帧的接收、ARP 响应、ICMP、UDP 协议通信例程。通过本次学习，我们不仅学习了嵌入式以太网的开发过程，也掌握了 MCF52233 中的以太网模块的使用方法，对今后即将开展的科研工作帮助很大。

第六天进行嵌入式操作系统的学习。

主要以实时操作系统 uC/OS-II 和 Freescale S12 系列中的 MC9S12DG128 为对象进行学习。通过对 uC/OS-II 代码的简要剖析，原来神秘的操作系统也逐渐揭开了其层层面纱。通过讲解，我们知道了在移植过程中与硬件相关的几个文件及相应的修改方法。很多原来不明白的地方刹那间豁然开朗，对操作系统的理解和运用能力也更进了一步。

在整个培训过程中，王教授始终坚持讲座与演示相结合的方式。每介绍完一个内容都会演示一些涉及相关知识的实际工程项目。加深了我们对相关内容的理解，对今后进行实际开发也有很大的启发。

为期一周的培训结束了，此刻却仍有意犹未尽之感。在此，向本次培训的主讲人王宜怀教授表示衷心的感谢！同时也非常感谢 Freescale 公司提供这样一个非常好的学习机会和交流平台，不仅让学员们学到了很多非常宝贵和实用的知识与技能，也加强了各校间的交流。Freescale 师资培训对高校教师科研素质的提高和学生培养都有着积极意义，相信今后一定会越办越好！

蚌埠学院 程荣龙 王艳春 孙长伟 罗少轩
2008-8-13