
物联网概述第 4 篇：物联网时代嵌入式系统的华丽转身

引言

微处理器诞生后立即分化出通用处理器与嵌入式处理器。通用处理器用来构成通用计算机，嵌入式处理器用来构成嵌入式应用的微控制器。微控制器有单片、嵌入、物联三个基本特点。30 年来微控制器经历了三个不同的应用时代，即单片机时代、嵌入式系统时代、物联网系统时代。嵌入式系统是单片机的华丽转身，物联网系统是嵌入式系统的华丽转身。每次华丽转身都对应有重大的变革。

物联网概念诞生后，出现了一个外人难以理解的“怪现象”：几乎一夜之间，高校中便有了几十个物联网专业，原有的嵌入式系统实验室、单片机实验室改成了物联网实验室，多年不变智能家居变成了物联网家居。内行人则清楚地认识到，这不过是嵌入式系统的华丽转身。

1 嵌入式系统的历史误会

PC 机诞生后，微型计算机领域中出现了数值计算与嵌入式控制两种应用要求。计算机界为了区别两种不同应用要求的计算机，将用于数值计算的桌面计算机称为通用计算机系统；将满足嵌入式控制应用要求的控制型计算机称为嵌入式计算机系统，简称嵌入式系统。后来，由于微型计算机无法满足嵌入式控制要求，便中止了嵌入式计算机系统的探索。

与此同时，人们发现，早在 PC 机诞生前，在微处理器的基础上就已经诞生了专门满足嵌入式控制应用要求的微控制器，并开始了长达 20 年的单片机时代，从而造成早期嵌入式系统与单片机的历史误会。到了 20 世纪末，大量计算机界人士进入嵌入式控制领域，将实现嵌入式控制应用的微控制器称作“嵌入式系统”，从而形成了如今微控制器应用中，“单片机”与“嵌入式系统”概念并存的局面。

1.1 微处理器不可兼容的两大任务

大约在 1940~1942 年间，在导弹研制的过程中，急需一种能迅速计算与控制的工具，以便对导弹的飞行轨迹进行控制，在它偏离人所预测的轨道时，把它拉回到轨道上来。这样就产生了要在 0.1 s 或 0.01 s 内计算出导弹运行轨迹与预定轨道的偏差，并进行控制的电子计算机。由此，人们给计算机赋予数值计算与嵌入式控制应用的双重任务。

微处理器诞生后，微处理器基础上的现代计算机有了足够的数值计算能力和对对象系统快捷的实时控制能力。但随后人们发现“数值计算”与“对象系统实时控制”是两个无法兼容的技术发展道路与应用环境。前者要求有一个具有高速海量数值计算能力的通用计算机系统，后者则要求有一个可以嵌入到对象体系中与对象体系紧耦合、实现对象系统实时控制的高可靠的嵌入式计算机系统。

1.2 单片机的独立发展道路

由于历史的误会，早在 PC 机诞生前，便开始了微处理器基础之上嵌入式应用的单片机道路探索，并取得成功；PC 机诞生后，又开始了微型机的嵌入式应用探索，却遭遇失败。由此证明，微处理器基础上的嵌入式应用必须走单片微控制器（单片机）的独立发展道路。

单片微控制器的独立发展道路始于 1974 年诞生的第 2 代微处理器 8088。最初，8080 是代替电子逻辑电路器件用于各种应用电路和设备上，带有原始的嵌入式应用印记。其后出现了一批嵌入式应用的单片机，其中最典型的是 1976 年 Intel 公司推出的 MCS48 单片机。1980 年，在 MCS48 单片机的基础上完善的 MCS51 单片机成为微控制器的经典体系结构。其后便开始了 20 年单片机的独立发展道路。

嵌入式应用必须走单片机的独立发展道路，是因为微处理无法同时承担数值计算与嵌入式控制应用两大任务，致使微处理器出现两大分支。通用处理器基础上的计算机从事数值计算，嵌入式处理器基础上的单片机从事嵌入式应用。

单片机的独立发展道路不仅表现为单芯片的应用，更重要的是忠实于嵌入式应用要求的全新体系结构探索。例如 MCS51 单片机经典体系结构中，突出控制要求的指令系统、能满足外部扩展的 I/O 端口与完善的串行/并行总线；哈佛结构中，不受病毒侵扰的只读程序存储器，以及满足外围电路不断扩展要求的特殊功能寄存器（SFR）统一调度模式。有些不了解单片机的微控制器本质的人曾一度将单片机称为单片微型计算机（Single Chip Microcomputer, SCM），后来单片机才正名为微控制器（MicroController Unit, MCU）。

1.3 从单片机到嵌入式系统

1976 年诞生的 MCS48 系列单片机，以及 1980 年在 MCS48 单片机基础上完善而成的 MCS51 系列单片机，是专门为嵌入式应用要求设计，具有全新体系结构的微控制器。由此开始了电子技术领域 20 年的单片机独立发展道路。

20 世纪末，随着后 PC 时代的到来，大量计算机界人士进入到单片机领域，并以计算机工程方法迅速提升了单片机的应用水平。计算机学科与微电子学科、电子技术学科的交叉融合，突出了单片机的嵌入式应用特征，将微控制器的应用从单片机时代推入嵌入式系统应用时代。

2 微控制器的三个基本特点

从单片机与嵌入式系统的历史误会和曲折的发展历史中，可以看到一个集单片、嵌入、物联三个基本特点于一身的微控制器。在微控制器 30 年的发展历程中，人们从不同角度来诠释微控制器的时代特征，于是便有了早期的单片机时代、如今的嵌入式系统时代，以及正在进入的物联网时代。无论哪个时代，单片、嵌入、物联都是微控制器不可分离的基本特点，具体表现为单芯片的应用形态、嵌入式的应用环境、物联的应用本质。

2.1 单芯片应用形态

单芯片应用形态表明，微处理器的嵌入式应用必须走单芯片控制器的发展道路。微型机嵌入式应用探索失败是一个最好的证明。走单片机道路不只是满足体积、价位的需求，更重要的是，要以单芯片形态创造出全新的微控制器体系结构。最好的例证是 MCS48 与 MC6801 两种单片机的道路探索。MCS48 采用了全新的控制器体系结构、突出控制的指令系统与全新的电路系统设计，获得成功；MC6801 则是 MC6800 微型机删减后的单片化改造，遭遇失败。在 MCS48 单片机初步取得成功后，迅速完善成 MCS51 单片微控制器。MCS51 单片微控制器成为微控制器经典结构体系，并延续至今，创造了 30 年不衰的记录。

2.2 嵌入式应用环境

单片微控制器诞生，从根本上解决了嵌入式应用中体积、价位、可靠性、控制能力、与对象系统紧耦合的一系列技术难题。

单片微控制器的微小体积与价位，最大限度地满足了空间环境要求与市场要求；固化的只读程序存储器、突出控制功能的指令系统与体系结构，满足了对象控制的可靠性要求。因此，单片微控制器诞生后，迅速取代经典电子系统，嵌入到对象体系（如家用电器、智能仪器、工控单元等）中实现对象体系的智能化控制。随着微控制器外围电路、接口技术的不断扩展，出现了一个个 IT 产品的公共平台，衍生出众多的 IT 产品，如手机、PDA、MP3、MP4、电子辞典、电子书、数码伴侣等。这些产品没有明确的嵌入对象，体现了微控制器的内嵌式应用，即它们内部一定嵌有一个微控制器。这样一来，嵌入式应用的概念便从原来“嵌入”扩展到“内嵌”的全面嵌入式应用。

2.3 物联应用本质

微控制器为物联而生，物联是微控制器与生俱来的本质特性。早在微处理器诞生时期，通用处理器与嵌入式处理器两大分支的历史性分工中，就赋予了嵌入式处理器的物联使命。要实现导弹的飞行控制，就必须将微控制器嵌入到导弹中，与导弹的仪表系统、控制机构，甚至与控制中心计算机相连，完成飞行参数的感知，在快速运算决策后控制导弹的飞行姿态。

3 微控制器的三个时代变革

从 1976 年诞生 MCS48 系列单片机算起，微控制器已有 30 多年的历史。30 多年的历史进程中微控制器经历了单片机与嵌入式系统两个时代，如今又将进入物联网时代。

单片机时代、嵌入式系统时代与物联网时代，是微控制器的三个不同的变革时代。三个时代中不变的是微控制器的三个基本特点，变革的是不同学科介入后产生的巨大飞跃。

单片机的诞生,为电子技术领域提供了一个微控制器形态的归一化智力内核,开始了传统电子系统的智能化改造,开始了微控制器的单片机时代。后 PC 时代到来,大量计算机界人士进入单片机领域,电子技术与计算机技术相结合,大力提升了微控制器的嵌入式应用水平,将单片机时代推进到嵌入式系统时代。如今,借助微控制器的智慧物联,将互联网延伸到物理对象,使微控制器以嵌入式系统身份进入到大有作为的物联网时代。

综上所述,无论是单片机、嵌入式系统还是物联网系统,都是在讲述不同时代的同一类事件。在微控制器诞生后,经历了 20 年的单片机时代、10 年的嵌入式系统时代,如今又进入到物联网系统时代。微控制器的三个时代,展现了微控制器的三个不同历史时期,体现了微控制器的不断深化、不断变革。在这三个历史时期中,微控制器始终保持单片形态、嵌入式应用与物联本质三个基本特点,形成了微控制器发展史上的两次华丽转身,即从单片机到嵌入式系统的华丽转身,以及从嵌入式系统到物联网的华丽转身。

4 从单片机到嵌入式系统的华丽转身

1974 年,第 2 代微处理器 8080 诞生后,半导体产业领域中迅速掀起了一股单片微控制器的应用热潮,出现了众多型号的单片微控制器,为电子技术领域提供一个个智能化改造的智力内核。因此,单片微控制器诞生后,立即进入到电子技术领域。半导体厂家的技术支持,低廉的硬件成本与开发装置,易被电子工程师掌握的汇编语言编程技术,很快便掀起了传统电子系统智能化的改造热潮。

传统电子系统的智能化改造,是专业领域(如自动控制、仪器仪表、家用电器等)对象系统的智能化改造,是半导体厂家与对象系统领域电子工程师的合作应用模式。计算机界专业人士很难介入这种对象系统的智能化产品开发,形成了电子技术领域电子工程师单打独斗的局面。这是一个 20 年微控制器应用的缓慢发展期。计算机工程方法的欠缺,电子技术应用模式的局限性,严重制约了微控制器应用技术的发展。

正当单片机时代陷入困境时,计算机专业领域迎来了后 PC 时代。即以 PC 机为代表的微型计算机技术已进入到大企业(Intel 公司和微软公司)垄断性的发展时代,群众性的微型机科技时代已经结束。受日益高涨的微控制器市场吸引,大批计算机专业人士进入微控制器领域。为了改变微控制器的电子工程技术应用的印记,将微控制器的单片机概念变更到嵌入式系统的概念上来。这不是一般概念上的简易变更,而是体现了微控制器应用技术的变革,即从电子工程应用模式变更到计算机工程应用模式。这是微控制器应用从单片机时代到嵌入式系统时代的第一次华丽转身。之所以称为华丽转身,是因为计算机学科介入后,引入的计算机高级语言、操作系统、集成开发环境、计算机工程方法,大大地提高了微控制器的应用水平,嵌入式系统成为了多学科的综合应用领地。在高等学校中,开始有了嵌入式系统专业,探索嵌入式系统的学科建设。

5 从嵌入式系统到物联网的华丽转身

微控制器经历了 20 年单片机的缓慢发展期后，在 10 年的嵌入式系统时代中有了突飞猛进的发展。从单机应用、分布式总线应用到局域网应用，微控制器芯片技术从数字集成、数模混合集成、软件集成到大规模的 SoC 集成；与此同时，具有 TCP/IP 协议栈的内嵌式单元与方便外接的互联网接口技术大量涌现。无论是嵌入式系统单机还是嵌入式系统的局域网，与互联网、GPS 的连接成为常态，从而将互联网顺利地延伸到物理对象，变革成物联网。

物联网时代，唯有嵌入式系统可以承担起物联网繁重的物联任务。在物联网应用中，首要任务是嵌入式系统物联基础上的物联网系统建设。大量的物联网系统开发任务与物联网中嵌入式系统复合人才的培养，都要求嵌入式系统迅速转向物联网。于是便有了如雨后春笋般出现的物联网专业，这些专业不少是原来的嵌入式系统专业。同时，原来的智能家居转身为物联网家居，嵌入式系统实验室转身为物联网实验室。这样的华丽转身有利于投身到物联时代微电子学科、计算机学科、通信学科、电子技术学科、对象学科及 IT 产业总动员中，积极推动物联网/云计算技术与产业的发展。

参考文献

- [1] 何立民. 从资本经济到知识经济[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2010.
- [2] 何立民. 知识学原理[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2010.
- [3] 何立民. 从嵌入式系统看现代计算机产业革命[J]. 单片机与嵌入式系统应用，2008（1）.
- [4] 何立民. 从嵌入式系统视角看物联网[J]. 单片机与嵌入式系统应用，2010（10）.
- [5] 何立民. 从知识平台角度重新认识集成电路[J]. 单片机与嵌入式系统应用，2009（3）.
- [6] 何立民. 嵌入式系统的定义与发展历史[J]. 单片机与嵌入式系统应用，2004（1）.