

单片机系列教程

编委会

主 编:何立民

编 委:(按姓氏笔划)

万光毅	马广云	王 瑛	王幸之
乔少杰	沈德金	邢春香	何立民
张俊谟	张迎新	严 义	陆延丰
周立功	夏继强		

第2版序

在我国,单片机已不是一个陌生的名词,它的出现是近代计算机技术的里程碑事件,因为单片机的诞生标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统(简称嵌入式系统)两大分支。在单片机诞生之前,为了满足工控对象的嵌入式应用要求,只能将通用计算机进行机械加固、电气加固后嵌入到对象体系(如舰船)中构成自动驾驶仪、轮机监控系统等。由于通用计算机的巨大体积和高成本,无法嵌入到大多数对象体系(如家用电器、汽车、机器人、仪器仪表等)中,单片机则应嵌入式应用而生。单片机单芯片的微小体积和极低的成本,可广泛地嵌入到如玩具、家用电器、机器人、仪器仪表、汽车电子系统、工业控制单元、办公自动化设备、金融电子系统、舰船、个人信息终端及通信产品中,成为现代电子系统中最重要的智能化工具。

计算机两大分支的产生,大大促进了现代计算机技术的飞速发展。通用计算机系统以发展海量、高速数值计算为己任,不必兼顾控制功能,其数据总线宽度不断更新,迅速从8位、16位过渡到32位、64位,不断完善其通用操作系统,突出发展海量、高速数值计算能力,并在数据处理、模拟仿真、人工智能、图像处理、多媒体、网络通信中得到了广泛的应用。单片机则以面向对象图像控制为己任,不断增强控制能力,降低成本,减小体积,改善开发环境,以空前的速度迅速而广泛地取代了经典电子系统。

单片机作为最典型的嵌入式系统,它的成功应用推动了嵌入式系统的发展。20年来,单片机经历了从单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)到微控制器(Micro-Controller Unit)到片上系统(System on Chip)的发展,推动了嵌入式处理器的发展。目前,各种类型的嵌入式处理器逐渐形成了微控制器或片上系统的嵌入式应用系统的基础内核,演化出庞大的嵌入式系统家族。

作为典型嵌入式系统的单片机,在我国大规模应用已有20余年历史。在全国高等工科院校中,已普遍开设单片机及其相关课程。单片机已成为电子系统智能化的最普遍的应用手段。除了单独设课程外,在涉及的许多实践环节,如课程设计、毕业设计、研究生论文课题中,单片机系统都是最广泛的应用手段。近年来,在高校中大力推行的各种电子设计竞赛中,采用单片机系统来解决各类电子技术问题已成趋势。因此,解决好高等工科院校单片机及其相关课程的教材问题具有十分重要的意义。



目前,许多单片机类课程教材都是以 80C51 系列为基础来讲授单片机原理及其应用的。这是因为 MCS-51 系列单片机奠定了 8 位单片机的基础,形成了单片机的经典体系结构。MCS-51 系列中的 8051 成为许多半导体厂家、电气公司竞相选用的对象,并以其为基核,推出了许多兼容性的 CHMOS 单片机。这些单片机都具有极好的兼容性,并有很强的生命力,统称为 80C51 系列。本系列教程以 80C51 系列为基础即缘于此。

单片机是现代计算机、电子技术的新兴领域,无论是单片机本身,还是单片机应用系统设计方法都会随时代不断发生变化。作为单片机类课程的教材,则要突出单片机技术典型性和教学化的特点。因此,单片机教程只提供单片机典型结构体系的基本原理与应用设计的基本方法。教程中的所有应用实例只是为了加深理解单片机基本原理及应用系统设计方法的需要而设置的,并不提供、也不可能提供单片机应用系统设计的最优电路。通过本教程的学习,掌握基本原理和方法后,在未来的工作实践中,需要通过各种渠道,如公司产品技术手册和网上查询,以获得最新器件、最佳技术来设计自己的产品系统。

目前,以及未来相当长的一段时间内,单片机应用技术发展趋势为:

① 全盘 CMOS 化。CMOS 电路具有众多的优点,如极宽的工作电压范围、极佳的本质低功耗及功耗管理特性,形成了嵌入式系统独特的低功耗及功耗管理应用技术。

② 最大化的 SoC 设计。目前单片机已逐渐向片上系统发展,原有的单片机逐渐发展成通用型 SoC 单片机(如 C8051F 系列)或 SoC 的标准 IP 内核(如 DW8051_core®),以及各种专用的 SoC 单片机。

③ 以串行方式为主的外围扩展。目前单片机外围器件普遍提供了串行扩展方式。串行扩展具有简单、灵活、电路系统简单、占用 I/O 口资源少等优点,是一种流行的扩展方式。

④ 8 位机仍有巨大发展空间。这是由于大多数嵌入式应用对象有限响应时间要求所决定的。从诞生至今,乃至今后相当长的时期内,8 位机仍有巨大的发展空间。

参考上述技术趋势,以及 80C51 系列本身的新发展,选择 80C51 系列为基础的单片机体系统结构,既符合教学特点的典型性,又不失内容的先进性。内容的典型性有利于触类旁通,迅速掌握与应用其他的单片机系列;内容的先进性则指 80C51 系列中仍有许多先进的产品型号可供选择。

本系列教程的筹划过程中,充分考虑到单片机的教学特点及先修课基础,根据不同对象、不同使用要求,组织了高校中多年从事单片机教学的老师,编写出这样一套适合于各类、各层次学习与应用的教程。

本系列教程于 2000 年推出第 1 版,包括“单片机初级、中级、高级教程”、“单片机实验与实践教程(一)、(二)”以及作为教学参考的《单片机教程习题与解答》。此套教材先

后被许多高校选作单片机教学用书,受到广泛好评,并被评为第5届全国高校出版社优秀畅销书一等奖。

此次的第2版,删去了一些陈旧的内容,增加了对嵌入式系统的描述,使教学内容更加贴近实际要求。增加了C语言的能力训练,但不削弱原有的汇编语言内容,因为汇编语言仍然是嵌入式系统的硬件基础。并补充了满足后续实践环节的《单片机实验与实践教程(三)》。

《单片机初级教程——单片机基础》系统地介绍了单片机的硬件结构、工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、接口技术、中断系统及单片机应用等内容。各章中对关键性内容都结合丰富的实例予以说明。并介绍了数字电路及单片机的入门知识,以有助于单片机先修课基础较差的学生掌握单片机原理与基本应用技术。较之第1版,修订了单片机结构及原理章节的内容;增加了定时器2、液晶显示屏、SPI 串行接口和 I2C 串行总线的扩展方法以及一些通用实例。

本书特点:深入浅出的引导性叙述;关键内容的典型实例;配以数字电路及单片机入门知识的阶梯,使初学者很容易掌握单片机的基础知识。

本书适用于大专及工程应用类本科单片机基础类课程教材。

《单片机中级教程——原理与应用》系统地介绍了单片机的组成、工作原理和应用技术。内容包括:单片机的意义和发展,单片机的 CPU 和特殊功能寄存器等硬件配置,指令系统和使用汇编语言和 C 语言的软件设计,系统扩展和外围接口技术,单片机应用系统实例等。较之第1版,重新改写了绪论,增加了 C 语言的介绍,并改写了相关章节和实例。

本书特点:原理与应用紧密结合;突出单片机的基本原理、体系结构、典型功能单元的完整性;重点配以系统扩展与配置方法;以构建单片机应用系统为目标。

本书适用于本科电类专业单片机原理及应用类课程的教学。

《单片机高级教程——应用与设计》在介绍单片机原理、典型结构、基本功能单元的基础之上,重点讲解了单片机应用系统设计的软、硬件技术。内容包括:单片机基本结构与工作原理,80C51 单片机的指令系统,80C51 单片机基本功能单元与操作原理,最小应用系统设计,并行扩展技术,串行扩展技术,应用程序设计技术,最小功耗系统设计,可靠性设计等。较之第1版,重写了单片机的体系结构以及基本练习中的 C 语言程序对照,并针对原有的错误进行了修订。

本书特点:突出嵌入式应用设计内容;与当前实际应用紧密结合;提供嵌入式系统最小功耗设计与可靠性设计的基础内容;理清了嵌入式系统的发展史,以及单片机与嵌入式系统的基本概念。

本书适用于本科电类专业、研究生单片机应用系统设计类课程的教学。

“单片机初级、中级、高级教程”不是三个台阶体系,而是针对不同基础的学生的三



种教材选择。在教程内容的编写上,除了注意教学内容的典型性外,还注意了其实践性与实用性。

“单片机实验与实践教程(一)、(二)、(三)”是颇具特色的实验与实践教程。在编写时,并不强调与“单片机初级、中级、高级教程”的从属性,而是要求尽可能保持多年来单片机实验及综合实践的教学成果。每个实验与实践教程都有大量的实验与实践内容,在组织教学时,可根据具体情况选用。这套实验与实践教程也可作为学生课外科技活动、电子设计竞赛、课程设计、毕业设计 & 研究生综合实践的参考用书。

《单片机实验与实践教程(一)》的实验系统为模块化实验仪 TMD-1。突出串行扩展内容;以汇编语言编程为主,部分实验题目增加了 C 语言编程,使内容更加完整;有实时操作系统实验。

《单片机实验与实践教程(二)》的实验系统为 DP-51PROA,汇编语言与 C 语言编程并重;串行扩展为主,兼顾并行扩展;基础训练与实际应用相结合;介绍基于 C 语言的编程方法与 Keil C51 的集成开发环境,提供操作系统的多种用法。

《单片机实验与实践教程(三)》的实验系统为 DP-51PROC。突出工程实践及 Keil C51 的集成开发环境与实时操作系统的应用。除基础实验外,还可满足后续实践性教学环节的需要。

《单片机教程习题与解答》是针对初级、中级、高级教程每一章后的“思考与练习”作出的习题解答,有利于自学与检查教学效果。

本系列的初级、中级、高级教程都配有课堂教学课件,可供教师选用。

本系列教程可作为高等工科院校从大专、本科到研究生的讲课用书或综合实践教学用书,还可作为各类单片机技术培训或各类技术人员自学用书。

北京航空航天大学出版社在我国单片机界享有崇高的威望,有素质较高的单片机专业编辑队伍,与许多单片机学术团体、单片机专业人士有着密切的联系。使用本系列教程还可以得到从师资培训、实验设备建设到应用设计的咨询服务。热切希望本系列教程对推动我国单片机技术教育作出有益的贡献。

《单片机系列教程》主编

2006 年 3 月

第2版前言

在20世纪最值得人们称道的成就中,就有集成电路和电子计算机的发展。20世纪70年代出现的微型计算机,在科学技术界引起了影响深远的变革。在20世纪70年代中期,微型计算机家族中又分支出一个小小的派系——单片机。随着4位单片机的出现,又出现了8位单片机。MCS-48系列,特别是MCS-51系列单片机的出现,确立了单片机作为微控制器(MCU)的地位,引起了微型计算机领域新的变革。在当今世界上,微处理器(MPU)和微控制器(MCU)形成了各具特色的两个分支。它们互相区别,但又互相融合,互相促进。与微处理器(MPU)以运算性能和速度为特征的飞速发展不同,微控制器(MCU)则是以其控制功能的不断完善为发展标志。

在品种众多的单片机中,MCS-51系列单片机以其结构的系统完整、特殊功能寄存器的规范化以及指令系统的控制功能等特色,成为单片机中的主流机型。随着集成技术的发展,80C51系列单片机完全继承并发展了MCS-51系列的技术特色。

由于80C51系列单片机的技术特色,我们认为以它作为单片机或微控制器(MCU)教材的主讲机种也是合适的,本教程就是以80C51系列单片机为主线来进行单片机介绍的。本教程是以何立民教授为主编的《单片机系列教程》中的中级教程,主要以大学本科电类专业的学生为讲授对象。这些读者应该已经具备了电子学和微机原理方面的知识。本教程共有8章:第1章为绪论,介绍单片机的意义和发展;第2、4章介绍单片机的CPU和特殊功能寄存器等硬件;第3、5章介绍指令系统和使用汇编语言的软件设计;第6、7章介绍单片机的系统扩展和外围接口技术;第8章介绍两个单片机应用系统。

本书自2000年初开始发行至今,已有六年多了。在这六年多的时间里,单片机技术又有了长足的发展。为跟上这一发展形势,对本书进行了修订。这次修订之处有以下几点:

① 随着集成电路技术和计算机技术的迅速发展,在20世纪六、七十年代就已提出的“嵌入式系统”的理论和实践正在向纵深发展。因此,作为嵌入式系统的最佳核心单元的微控制器(单片机),人们必须从新的角度来看待其作用和发展。基于此,我们重新编写了第1章。

② 也正是由于嵌入式系统的发展,对于嵌入式系统,不仅要进行硬件上的开发,更为重要的还要进行软件,特别是其操作系统的开发。因此,学习单片机,仅仅熟练掌握汇编语言是不够的,还应该熟练掌握C语言,即需要两种语言并重。为此,对于第5章的程序设计,此次修



订删减了部分汇编语言的程序,增加了单片机中 C 语言的概念和程序。

③ 由于 C 语言的引入,在第 7 章的外围接口的编程举例中交叉地使用汇编语言和 C 语言;而在第 8 章中,用一个 C 语言例子取代了原来的汇编语言例子。

张玉红参与了第 1、8 章部分内容的编写,张扬参与了第 2、3 章部分内容的编写,其余内容由张俊谟编写。

许多使用本书的读者和教师对书中的错误和缺点提出了批评和指正,尤其是王幸之和张家跃老师更是仔细地审阅,提出了中肯的意见,使本人受益匪浅。在此,对他们表示衷心的感谢!

虽经此次订正,书中错漏之处仍所难免。还望读者继续赐教!

本教材还配有教学课件。需要用于教学的教师,请与北京航空航天大学出版社联系。北京航空航天大学出版社联系方式如下:

通信地址:北京海淀区学院路 37 号北京航空航天大学出版社教材推广部

邮 编: 100083

电 话: 010-82317027

传 真: 010-82328026

E-mail: zhujunwei_218@163.com

作者

2006 年 6 月于北京

