

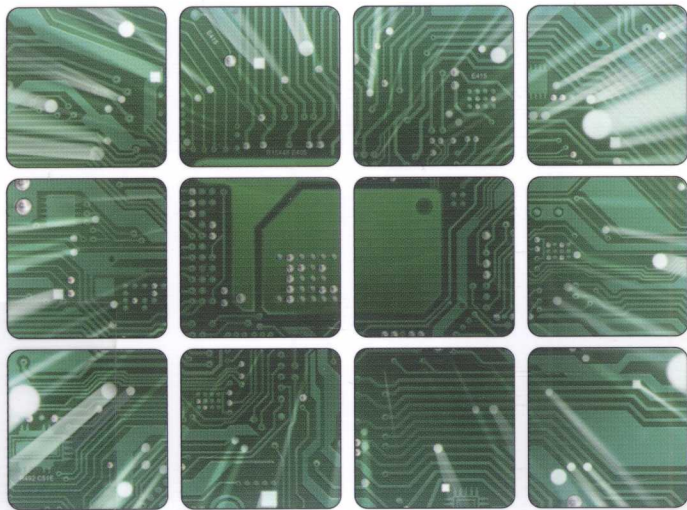


高等院校电气信息类专业“互联网+”创新规划教材
21世纪全国应用型本科**电子通信系列**实用规划教材

单片机原理与应用技术

(第2版)

主 编 魏立峰 王宝兴



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

高等院校电气信息类专业“互联网+”创新规划教材
21 世纪全国应用型本科电子通信系列实用规划教材

单片机原理与应用技术 (第 2 版)

主 编	魏立峰	王宝兴	
副主编	庞宝麟	刘晓梅	张晓莉
参 编	张开生	姚传安	黄鹤松
	薛 琳	杨兴满	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书系统地介绍了 MCS-51 系列单片机的原理及其应用技术,选择 AT89 系列单片机、热门的各种总线技术外围接口器件为实例,适应当代主流单片机和外围接口器件的发展趋势。全书采用对比度鲜明的图示化讲解,具有实例丰富、系统性强、注重实用和科学实训的特点,较好地体现了应用型人才培养的要求。本书是一本实用技术性单片机教程,相信通过本书的学习,会使初学者对单片机技术不再感到困难,对已掌握单片机技术的人员又不失为一本很好的参考资料,尤其是其中的实用技术是非常难得的。按照单片机工程设计的标准技术文档使工作更加规范,便于存档。

本书不仅可作为普通高等学校自动化、计算机、测控技术与仪器、电气、电子信息工程、通信、机电一体化等专业学生的教材,也可供自学和从事单片机工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用技术/魏立峰,王宝兴主编. —2 版. —北京:北京大学出版社,2016.9
(高等院校电气信息类专业“互联网+”创新规划教材)

ISBN 978-7-301-27392-0

I. ①单… II. ①魏…②王… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 188437 号

书 名 单片机原理与应用技术(第2版)

Danpianji Yuanli yu Yingyong Jishu

著作责任者 魏立峰 王宝兴 主编

责任编辑 程志强

数字编辑 刘志秀

标准书号 ISBN 978-7-301-27392-0

出版发行 北京大学出版社

地 址 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址 <http://www.pup.cn> 新浪微博:@北京大学出版社

电子信箱 pup_6@163.com

电 话 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667

印刷者 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.25 印张 414 千字

2006 年 8 月第 1 版

2016 年 9 月第 2 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

定 价 42.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话:010-62756370

《21 世纪全国应用型本科电子通信系列实用规划教材》

专家编审委员会

主 任 殷瑞祥

顾 问 宋铁成

副主任 (按拼音顺序排名)

曹茂永 陈殿仁 李白萍 王霓虹

魏立峰 袁德成 周立求

委 员 (按拼音顺序排名)

曹继华 郭 勇 黄联芬 蒋学华 蒋 中

刘化君 聂 翔 王宝兴 吴舒辞 阎 毅

杨 雷 姚胜兴 张立毅 张雪英 张宗念

赵明富 周开利

21 世纪全国应用型本科电子通信系列实用规划教材

参编学校名单

- | | |
|-------------|---------------|
| 1 安徽建筑工业学院 | 24 苏州大学 |
| 2 安徽科技学院 | 25 江南大学 |
| 3 北京石油化工学院 | 26 沈阳化工大学 |
| 4 福建工程学院 | 27 辽宁工学院 |
| 5 厦门大学 | 28 聊城大学 |
| 6 宁波工程学院 | 29 临沂大学 |
| 7 东莞理工学院 | 30 潍坊学院 |
| 8 海南大学 | 31 曲阜师范大学 |
| 9 河南科技学院 | 32 山东科技大学 |
| 10 南阳师范学院 | 33 烟台大学 |
| 11 河南农业大学 | 34 太原科技大学 |
| 12 东北林业大学 | 35 太原理工大学 |
| 13 黑龙江科技学院 | 36 中北大学分校 |
| 14 黄石理工学院 | 37 忻州师范学院 |
| 15 湖南工学院 | 38 陕西理工学院 |
| 16 中南林业科技大学 | 39 西安工程大学 |
| 17 北华大学 | 40 陕西科技大学 |
| 18 吉林建筑工程学院 | 41 西安科技大学 |
| 19 长春理工大学 | 42 华东师范大学 |
| 20 东北电力大学 | 43 上海应用技术学院 |
| 21 吉林农业大学 | 44 成都理工大学 |
| 22 淮海工学院 | 45 天津职业技术师范大学 |
| 23 南京工程学院 | 46 浙江工业大学之江学院 |

丛书总序

随着招生规模迅速扩大,我国高等教育已经从“精英教育”转化为“大众教育”,全面素质教育必须在教育模式、教学手段等各个环节进行深入改革,以适应大众化教育的新形势。面对社会对高等教育人才的需求结构变化,自 20 世纪 90 年代以来,全国范围内出现了一大批以培养应用型人才为主要目标的应用型本科院校,很大程度上弥补了我国高等教育人才培养规格单一的缺陷。

但是,作为教学体系中重要信息载体的教材建设并没有能够及时跟上高等学校人才培养规格目标的变化,相当长一段时间以来,应用型本科院校仍只能借用长期存在的精英教育模式下研究型教学所使用的教材体系,出现了人才培养目标与教材体系的不协调,影响了应用型本科院校人才培养的质量,因此,认真研究应用型本科教育教学的特点,建立适合其发展需要的教材新体系越来越成为摆在广大应用型本科院校教师面前的迫切任务。

2005 年 4 月北京大学出版社在南京工程学院组织召开《21 世纪全国应用型本科电子通信系列实用规划教材》编写研讨会,会议邀请了全国知名学科专家、工业企业工程技术人员和部分应用型本科院校骨干教师共 70 余人,研究制定电子信息类应用型本科专业基础课程和主干专业课程体系,并遴选了各教材的编写组成人员,落实制定教材编写大纲。

2005 年 8 月在北京召开了《21 世纪全国应用型本科电子通信系列实用规划教材》审纲会,广泛征求了用人单位对应用型本科毕业生的知识能力需求和应用型本科院校教学一线教师的意见,对各本教材主编提出的编写大纲进行了认真细致的审核和修改,在会上确定了 32 本教材的编写大纲,为这套系列教材的质量奠定了基础。

经过各位主编、副主编和参编教师的努力,在北京大学出版社和各参编学校领导的关心和支持下,经过北京大学出版社编辑们的辛苦工作,我们这套系列教材终于在 2006 年与读者见面了。

《21 世纪全国应用型本科电子通信系列实用规划教材》涵盖了电子信息、通信等专业的基础课程和主干专业课程,同时还包括其他非电类专业的电工电子基础课程。

电工电子与信息技术越来越渗透到社会的各行各业,知识和技术更新迅速,要求应用型本科院校在人才培养过程中,必须紧密结合现行工业企业技术现状。因此,教材内容必须能够将技术的最新发展和当今应用状况及时反映出来。

参加系列教材编写的作者主要是来自全国各地应用型本科院校的第一线教师和部分工业企业工程技术人员,他们都具有多年从事应用型本科教学的经验,非常熟悉应用型本科教育教学的现状、目标,同时还熟悉工业企业的技术现状和人才知识能力需求。本系列教材明确定位于“应用型人才培养”目标,具有以下特点:

(1) **强调大基础:**针对应用型本科教学对象特点和电子信息学科知识结构,调整理顺了课程之间的关系,避免了内容的重复,将众多电子、电气类专业基础课程整合在一个统

一的大平台上,有利于教学过程的实施。

(2) **突出应用性:**教材内容编排上力求把科学技术发展的新成果吸收进来、把工业企业的实际应用情况反映到教材中,教材中的例题和习题尽量选用具有实际工程背景的问题,避免空洞。

(3) **坚持科学发展观:**教材内容组织从可持续发展的观念出发,根据课程特点,力求反映学科现代新理论、新技术、新材料、新工艺。

(4) **教学资源齐全:**与纸质教材相配套,同时编制配套的电子教案、数字化素材、网络课程等多种媒体形式的教学资源,方便教师和学生的教学组织实施。

衷心感谢本套系列教材的各位编著者,没有他们在教学第一线的教改和工程第一线的辛勤实践,要出版如此规模的系列实用教材是不可能的。同时感谢北京大学出版社为我们广大编著者提供了广阔的平台,为我们进一步提高本专业领域的教学质量和教学水平提供了很好的条件。

我们真诚希望使用本系列教材的教师和学生,不吝指正,随时给我们提出宝贵的意见,以期进一步对本系列教材进行修订、完善。

《21 世纪全国应用型本科电子通信系列实用规划教材》

专家编审委员会

2006 年 4 月

第2版前言

当代微型计算机的发展可谓日新月异，特别是单片机和嵌入式芯片更是百花争艳。在智能电子时代的大潮中，MCS-51 系列的单片机以其特有的简单、易学、易用、应用技术成熟、应用技术人员多和高性价比的优势，大约占有 8 位微控制器市场 50% 以上的份额，MCS-51 系列单片机也是初学单片机的首选机型。

本书是多所本科院校单片机课程教学一线教师教学经验的结晶——这些教师工程实践背景强，均参加过智能化电子产品的开发和研制，多次带领学生参加过电子设计大赛。因此，它不仅是工程实践经验所得，同时也是教学中针对初学单片机的学生在学习中所遇到的困难的总结。本书具有以下特点。

(1) 通俗易懂。本书通过身边单片机构成的产品和通用 PC 对比了解、认识单片机，芯片及相关外围器件给出了实物照片，因此可进行由浅入深、对比度鲜明的图示化讲解，可谓图文并茂，简单明了，使学生在感性的基础上学习抽象的知识。

(2) 系统性强。全书以一个单片机最小的系统板贯穿始终，在第 2 章讲内部结构和原理时，就开始引入 I/O 接口实例，如简易 LED 驱动、按键输入等，综合学习内部结构、单片机功耗计算、指令和各功能模块的作用。

(3) 注重实用。本书缩减了现在不常用单片机设计方法的介绍，如 ROM 等的扩展问题，而且增加了现在热门的各种总线技术，如单总线芯片、串行总线芯片等。本书选择 AT89 系列单片机为实例，适应当代主流单片机和外围接口器件的发展趋势。全书在适当的地方通过“实用技术”模块介绍了单片机设计过程中涉及的其他方面的知识。

(4) 科学实训。本书注重软件、硬件模块化教学。外围器件接口电路模块化，按器件原理、应用电路和占用资源(特殊功能寄存器、地址单元、接口)模式讲解；子程序模块化，按功能、入口参数、出口参数、占用资源模式讲解，使学生学会模块化调用，不陷入细节编程，提高软件设计质量和效率。全书中的实例多数以完整的单片机系统形式出现，实例中给出的程序完整，包含主程序、子程序等。特别是第 7 章，其完全按照单片机工程设计标准给出实例，且以 4 个实例说明了技术文档的书写。

综上所述，本书是一本实用技术性单片机教程。相信通过本书的学习会使初学者对单片机技术不再感到困难，感到它就像自己身边的一位老朋友似的。本书对已掌握单片机技术的人员也不失为一本很好的参考资料，尤其是其中的实用技术是非常难得的。标准技术文档使工作更加规范，便于存档。

本书由魏立峰和王宝兴担任主编，庞宝麟、刘晓梅和张晓莉担任副主编，魏立峰负责编写第 1 章、第 7 章，并负责全书的组织和统稿；王宝兴负责编写第 2 章，并负责全书的电子教案、习题的组织和统稿；庞宝麟参与了全书的统稿工作，并负责整理全书的数字资源；杨兴满负责编写第 3 章，并参与了全书的校对；刘晓梅负责编写第 4 章，并参与了全书的校对；张晓莉、张开生负责编写第 5 章；姚传安负责编写第 6 章；黄鹤松和薛琳负责编写第 8 章。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评和指正。

编 者

2016 年 3 月

目 录

第 1 章 绪论	1	第 3 章 MCS-51 单片机的指令系统	33
1.1 引言	1	3.1 指令格式及其符号说明	33
1.2 单片机的特点	1	3.1.1 MCS-51 单片机的指令格式	33
1.3 单片机的发展及应用	3	3.1.2 指令的字节	33
1.3.1 单片机的发展趋势	3	3.1.3 MCS-51 单片机的助记符语言	35
1.3.2 单片机的应用	4	3.1.4 常用符号说明	36
1.4 MCS-51 系列和 AT89 系列单片机	5	3.2 寻址方式	37
1.5 本章小结	7	3.2.1 立即寻址	37
1.6 本章习题	7	3.2.2 直接寻址	38
第 2 章 MCS-51 单片机的结构和原理	8	3.2.3 寄存器寻址	38
2.1 MCS-51 单片机的组成和内部结构	8	3.2.4 寄存器间接寻址	39
2.1.1 中央处理器	9	3.2.5 变址寻址	40
2.1.2 存储器	10	3.2.6 位寻址	41
2.1.3 并行 I/O 端口	10	3.2.7 相对寻址	41
2.1.4 时钟振荡电路	11	3.3 MCS-51 单片机的指令集	42
2.2 MCS-51 单片机的外部引脚及功能	11	3.3.1 数据传送类指令	42
2.2.1 I/O 端口	11	3.3.2 算术运算类指令	47
2.2.2 控制引脚	12	3.3.3 逻辑运算及移位类指令	50
2.2.3 电源与晶振引脚	13	3.3.4 控制转移类指令	52
2.3 MCS-51 单片机的存储器配置	13	3.3.5 布尔变量操作类指令	56
2.3.1 程序存储器配置	13	3.4 汇编语言程序的基本形式	58
2.3.2 数据存储器配置	14	3.4.1 汇编语言程序的伪指令	58
2.3.3 特殊功能寄存器	16	3.4.2 汇编语言程序的编辑与汇编	60
2.4 时钟电路与复位电路	21	3.4.3 汇编语言源程序的格式	61
2.4.1 时钟电路	21	3.5 汇编语言程序的基本结构	62
2.4.2 复位操作与电路	23	3.5.1 顺序程序设计	62
2.5 I/O 端口电路与电气特性	24	3.5.2 分支程序设计	62
2.5.1 I/O 端口内部电路结构	24	3.5.3 循环程序设计	66
2.5.2 I/O 端口负载能力	28	3.5.4 子程序设计	68
2.5.3 低功耗工作方式	30	3.6 本章小结	75
2.6 本章小结	31	3.7 本章习题	75
2.7 本章习题	31		

第4章 MCS-51 单片机内部标准

功能单元 78

4.1 MCS-51 单片机的中断系统 78

4.1.1 中断系统的概念和

基本结构 78

4.1.2 中断系统的控制与实现 80

4.1.3 中断系统的处理过程 83

4.1.4 中断系统设计举例 84

4.2 MCS-51 单片机的定时/计数器 86

4.2.1 定时/计数器的基本结构与
工作原理 86

4.2.2 定时/计数器的控制与实现 87

4.2.3 定时/计数器的工作方式 88

4.2.4 定时/计数器程序设计举例 90

4.3 MCS-51 单片机的串行接口 94

4.3.1 串行通信基础 94

4.3.2 串行接口的基本结构 96

4.3.3 串行接口的控制与实现 97

4.3.4 用串行接口扩展
并行 I/O 接口 102

4.3.5 串行通信接口标准 102

4.3.6 单片机串行接口通信技术
举例 106

4.4 本章小结 111

4.5 本章习题 112

第5章 MCS-51 单片机外部并行接口

扩展技术 113

5.1 系统总线扩展及编址技术 113

5.1.1 系统总线扩展 113

5.1.2 编址技术 116

5.2 存储器扩展 117

5.2.1 程序存储器(ROM)的扩展 117

5.2.2 数据存储器(RAM)的扩展 119

5.2.3 非易失数据存储器 NVRAM 的
扩展(DS1230Y/AB) 121

5.3 并行口扩展 123

5.3.1 简易 8 位并行口扩展 123

5.3.2 可编程 RAM/IO 芯片 8155

接口设计 125

5.4 键盘/显示器接口扩展技术 132

5.4.1 显示器及其接口 132

5.4.2 键盘接口工作原理 138

5.4.3 键盘/显示器专用接口芯片 8279
的工作原理及使用方法 140

5.4.4 键盘/显示器接口实例 150

5.5 模拟量 I/O 通道 155

5.5.1 D/A 转换器的原理及
主要性能指标 1565.5.2 MCS-51 单片机与 DAC0832
芯片接口设计 1585.5.3 A/D 转换器的原理及
主要性能指标 1635.5.4 MCS-51 单片机与 ADC0809
芯片接口设计 1655.5.5 A/D 与 D/A 转换电路中的
参考电源设计 169

5.6 开关量 I/O 通道 171

5.7 本章小结 177

5.8 本章习题 178

第6章 MCS-51 单片机外部

串行总线接口技术 179

6.1 外部串行总线工作方式 179

6.1.1 SPI 串行总线 179

6.1.2 I²C 总线 181

6.1.3 单总线 183

6.1.4 Microwire 串行总线 184

6.2 串行 E²PROM X5045 接口
扩展技术 185

6.2.1 X5045 的基本功能 185

6.2.2 X5045 的控制与实现 186

6.2.3 MCS-51 单片机与 X5045 的
接口电路 1906.2.4 X5045 应用软件设计
实例 191

6.3 串行专用键盘/显示器接口芯片	7.2.3 数据采集单元.....	229
HD7279	7.2.4 人机接口单元.....	230
6.3.1 HD7279 的基本功能	7.2.5 报警单元.....	233
6.3.2 HD7279 的控制与实现	7.3 步进电动机控制系统设计	234
6.3.3 MCS-51 单片机与 HD7279 的 接口电路	7.3.1 实例功能.....	234
6.3.4 HD7279 应用软件设计实例... ..	7.3.2 控制系统硬件、软件设计	234
6.4 串行 A/D 转换接口芯片 TLC1543	7.4 信号发生器设计	240
6.4.1 TLC1543 的基本功能.....	7.4.1 实例功能.....	240
6.4.2 TLC1543 的控制与实现.....	7.4.2 硬件电路设计	240
6.4.3 MCS-51 单片机与 TLC1543 的 接口电路	7.5 无线通信系统设计	243
6.4.4 TLC1543 应用软件设计 实例	7.5.1 实例功能.....	243
6.5 串行 D/A 转换接口芯片 TLC5615	7.5.2 硬件电路设计	243
6.5.1 TLC5615 的基本功能.....	7.6 本章小结.....	246
6.5.2 TLC5615 的控制与实现.....	7.7 本章习题.....	246
6.5.3 MCS-51 单片机与 TLC5615 的 接口电路	第 8 章 AT89 系列单片机简介	247
6.5.4 TLC5615 应用软件设计 实例	8.1 AT89S51 单片机	247
6.6 本章小结	8.1.1 外部引脚及功能.....	247
6.7 本章习题	8.1.2 内部增强功能单元.....	248
第 7 章 MCS-51 应用系统开发与设计	8.1.3 在系统编程技术.....	251
7.1 MCS-51 应用系统开发过程	8.2 AT89C52 单片机.....	253
7.1.1 明确任务	8.2.1 外部引脚及功能.....	253
7.1.2 硬件设计	8.2.2 内部增强功能单元.....	254
7.1.3 软件设计	8.2.3 典型使用举例.....	260
7.1.4 印制电路板计算机 辅助设计	8.3 AT89C1051/2051/4051 单片机.....	261
7.1.5 系统调试	8.3.1 外部引脚及功能.....	261
7.2 数据采集系统设计	8.3.2 内部变化功能单元.....	262
7.2.1 实例功能	8.3.3 典型使用举例.....	263
7.2.2 主机单元设计	8.4 本章小结.....	264
	8.5 本章习题.....	265
	附录.....	266
	I MCS-89C51 系列单片机指令表	266
	II ASCII 码表及符号说明.....	270
	参考文献	272

第 1 章 绪 论

教学提示：单片机技术的应用是信息技术发展的一个方面，它为人们的生产和生活带来了极大方便。今天人们生活中的消费电子产品、生产中的智能控制仪器等很多都应用了单片机技术。单片机与 PC 系统一样改变了人们的生活和生活方式。

教学要求：本章让学生对单片机系统有一个初步认识，了解单片机的应用特点和发展趋势。

1.1 引 言

21 世纪是信息技术蓬勃发展的世纪，那么信息技术快速发展的具体体现是什么呢？单片机技术的应用应该是其中的一个方面。生产中使用的智能仪表、分布式控制系统总线、智能家电和智能办公设备等都可以见到单片机的身影。日常生活中常用的电子产品，如 MP3、手机、数码照相机、智能洗衣机、高科技电视机、智能冰箱等都是以单片机为控制核心的。



1.2 单片机的特点

随着微电子技术的不断发展，微处理器芯片的集成度越来越高，在一片集成电路芯片上集成微处理器、存储器、I/O 接口电路等元器件，从而构成了“单芯片微型计算机”，简称单片机。

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两个分支。以单片机为核心的智能化产品，将计算机技术、信息处理技术和电子测量与控制技术结合在一起，将会对传统产品结构和应用方式产生根本性的变革，所以了解单片机、掌握单片机技术在电子应用系统设计方面的应用具有重要的意义。由于应用目的不同，单片机系统和通用 PC 有较大差别，PC 可以称为一套完整的微型计算机系统；单片机系统是以计算机技术为基础，针对具体应用，通过软硬件的裁减，组成对功耗、成本、体积、可靠性有严格要求的计算机应用系统。图 1.1 为单片机系统和 PC 系统实例图。

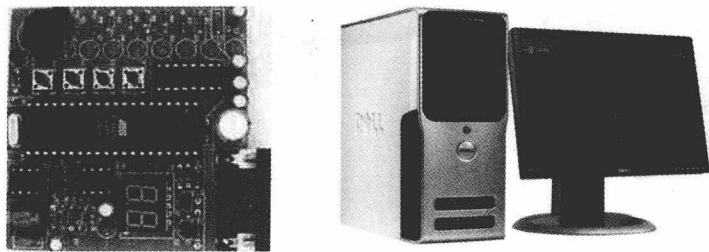


图 1.1 单片机系统与 PC 系统实例图

图 1.2 为 PC 的鼠标, 图 1.3 为 PC 的光驱, 在 PC 系统中还有键盘、软驱等均由单片机系统构成应用系统的实例, 图 1.4 的 U 盘和日常生活中的 MP3 等智能电子产品也是由具有数字信号处理功能的单片机构成的应用系统。从较严格的意义上说, 上述实例可称为嵌入式计算机系统, 是基于微控制器、微处理器或数字信号处理器的系统, 在这里将其归类为基于通用型或专用型单片机组成的系统。通过上述实例, 表 1-1 中具体列出了单片机和 PC 的差别。本书介绍的 MCS-51 系列单片机是具有价格低廉、通用性强和易于二次开发特点的微控制器, 包括其兼容机在内的 8051 系列约占 8 位微控制器市场 50% 以上的份额, 在整个微控制器市场拥有大约 30% 的份额。

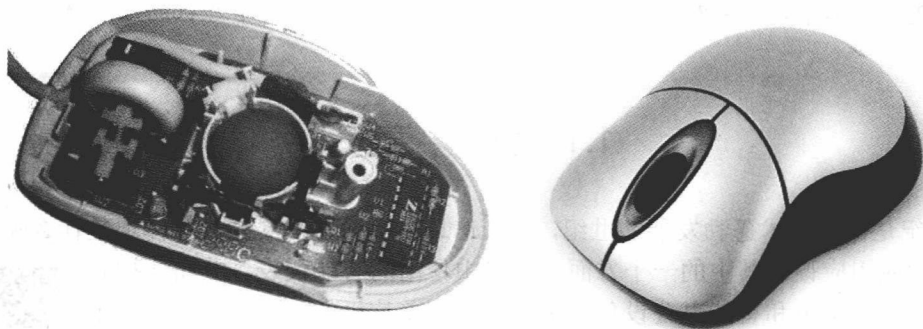


图 1.2 PC 的鼠标

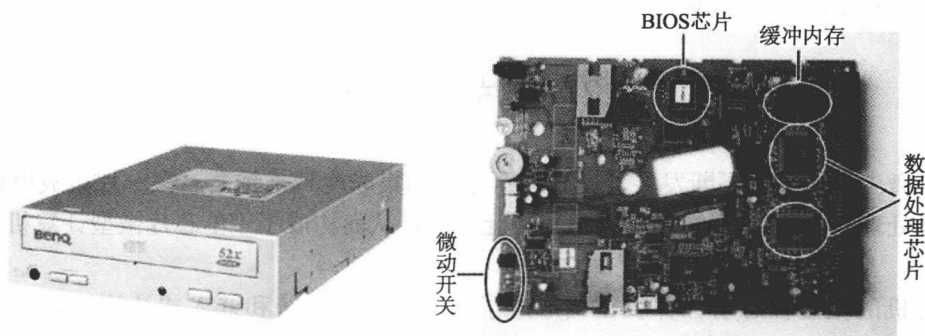


图 1.3 PC 的光驱

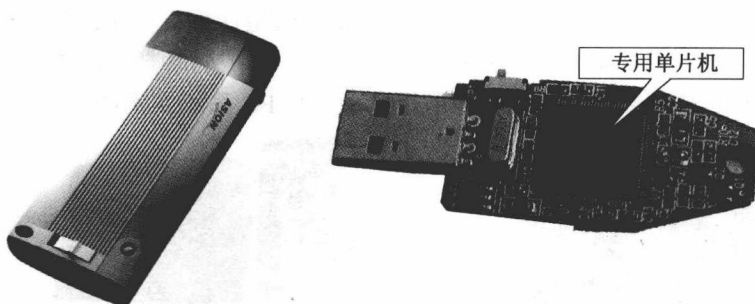


图 1.4 U 盘

表 1-1 单片机和 PC 的差别

项 目	PC	单 片 机
概念	形态标准, 外部设备齐全, 应用多个单片机和一个微处理器、通过装配不同的应用软件, 多个部件组成的适应社会各个方面的计算机应用系统	芯片级产品。它以某一种微处理器为核心, 将 RAM、总线、ROM/EPROM、总线逻辑、定时/计数器、并行 I/O 口、串行 I/O 口、看门狗、脉宽调制输出、A/D、D/A 等集成到一块芯片内
主机板	复杂	简单
CPU	奔腾、AMD 等	片内集成
存储器	硬盘、内存条	片内集成或外扩展芯片
操作系统	Windows 或 Linux 等	自己编制、自行发展
输出	CRT 或 LCD 屏幕等	端口输出电信号, 驱动 LED 数码管或 LCD、发光管指示
输入	标准键盘、鼠标等	端口输入非标准键盘及电信号
编程语言	VC、VB 等	汇编语言或 C 语言
应用	常在办公室、家庭见到	已经嵌入到产品中, 几乎见不到



1.3 单片机的发展及应用

单片机的发展像 PC 系统中的中央处理器(CPU)一样历经几代的过程, 由于单片机的巨大市场空间和广泛的应用范围, 世界各大芯片厂商纷纷推出自己的单片机产品, 但是单片机远没有 PC 中的 CPU 更新速度快。单片机大体经历了 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机、64 位机的发展过程, 其中 8 位机在市场上一直是主流产品。



1.3.1 单片机的发展趋势

1976 年 Intel 公司率先推出 8 位机 MCS-48 系列, 1980 年又推出了内部功能单元集成度强的 8 位机 MCS-51 系列产品, 其性能大大超过并取代了 MCS-48 系列产品, 如计算速度为 MCS-48 系列的 10 倍, 时钟 12MHz 时指令周期可为 $1\mu\text{s}$ 。由于 8 位机可以一次处理一个 ASCII 码, 因此一问世便显示出其强大的生命力, 被广泛应用于显示、终端键盘、打印、字处理、工业控制等领域中。虽然在 8 位机发展应用过程中出现了 16 位机、32 位机, 乃至 64 位机, 但是 8 位机仍以它的价格低廉、品种齐全、应用软件丰富、支持环境充分、开发方便等特点而占领着单片机市场的主导地位。所以世界各大芯片生产厂商纷纷生产与 MCS-51 兼容或不兼容的单片机产品。虽然单片机品种多样, 型号繁多, 但是有如下发展趋势。



1. 低功耗 CMOS 化

单片机功耗要求越来越低, 现在的各个单片机制造商基本都采用了 CMOS(互补金属氧

化物半导体)工艺,如 80C51 采用了 HMOS(高密度金属氧化物半导体)工艺和 CHMOS(互补高密度金属氧化物半导体)工艺。CMOS 工艺虽然功耗较低,但由于其物理特征决定了其工作速度不够高;而 CHMOS 工艺则具备了高速和低功耗的特点,因此其更适合于要求低功耗(如电池供电)的应用场合。所以 CHMOS 工艺将是今后一段时期单片机发展的主要途径。

2. 微型单片化

现在常规的单片机普遍都是将中央处理器(CPU)、随机存取数据存储器(RAM)、只读程序存储器(ROM)、并行和串行通信接口、中断系统、定时电路、时钟电路集成在单一的芯片上,增强型的单片机集成了如 A/D 转换器、脉宽调制电路(PMW)、看门狗(WDT),有些单片机将 LCD(液晶)驱动电路都集成在单一的芯片上,这样单片机包含的单元电路就更多,功能就越强大。甚至单片机厂商还可以根据用户的要求量身定做,制造出具有自己特色的单片机芯片。此外,现在的产品普遍要求体积小、质量轻,这就要求单片机除了功能强和功耗低外,还要求其体积要小。现在的许多单片机都具有多种封装形式,其中 SMD(表面封装)越来越受欢迎,使得由单片机构成的系统正朝微型化方向发展。

3. 主流与多品种共存

虽然现在单片机的品种繁多,各具特色,但以 80C51 为核心的单片机仍占主流,兼容其结构和指令系统的有 PHILIPS 公司的产品、Atmel 公司的产品和中国台湾省的 Winbond 系列单片机。所以以 80C51 为核心的单片机占据了半壁江山。而 Microchip 公司的 PIC 精简指令集(RISC)也有着强劲的发展势头;中国台湾省的 Holtek 公司近年的单片机产量与日俱增,以其低价质优的优势,占据一定的市场份额。此外还有 Motorola 公司的产品、日本几大公司的专用单片机。在一定的时期内,这种情形将得以延续,将不存在某个单片机“一统天下”的局面,走的是依存互补、相辅相成、共同发展的道路。

1.3.2 单片机的应用

结合单片机的发展,我国的很多工程技术人员根据自己的工作需要开发出了许多拥有自主知识产权的单片机应用产品,推动了我国生产力的发展。但是单片机的应用意义远不限于它的应用范畴或由此带来的经济效益,更重要的是它已从根本上改变了传统的电子设计方法和控制策略,使科学上先前无法实现的理论技术得以实现并转化为现实的生产力,推动社会的前进,改善人们的生活,是技术发展史的一次革命,是科技发展史上一座重要的里程碑。它们广泛存在于如下几个方面。

1. 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点,广泛应用于仪器仪表中,结合不同类型的传感器,可实现诸如电压、功率、频率、相对湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化,且功能与采用模拟电路或数字电路相比更加强大,如精密的测量设备(功率计、示波器、各种分析仪)。

2. 在工业控制中的应用

工业上使用单片机可以构成形式多样的控制系统和数据采集系统。例如,工厂流水线

的智能化管理、电梯智能化控制和各种报警系统，与计算机联网构成二级控制系统等。

3. 在家用电器中的应用

可以这样说，现在的家用电器基本上都采用了单片机控制，从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩电、其他音响视频器材，再到电子秤量设备等，五花八门，无所不在。

4. 在计算机网络和通信领域中的应用

现代的单片机普遍具备通信接口，可以很方便地与计算机进行数据通信，为在计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的物质条件，现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制，从手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信，再到日常工作中随处可见集群移动通信、无线电对讲机等。

5. 在医用设备领域中的应用

单片机在医用设备中的用途亦相当广泛，如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等。

此外，单片机在工商、金融、科研、教育、国防航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

1.4 MCS-51 系列和 AT89 系列单片机



自从 1976 年单片机诞生以来，由于单片机的普遍应用性，使其在近 40 年中迅猛发展，形成了多公司、多系列、多型号“百家争鸣”的局面。在国际上知名大公司的数量远大于生产 PC 系统中 CPU 的公司，如表 1-2 所示。

表 1-2 目前世界上著名的 8 位单片机的生产厂家和主要机型

公 司	产品型号	兼 容 性
Intel 公司	MCS-51 及其增强系列单片机	与 MCS-51 兼容
Atmel 公司	AT89X51 系列 Flash 单片机	
PHILIPS 公司	8XC552 及 89C66X 系列高性能单片机	
Winbond 公司	W78C51 及 W77C51 系列高速低价单片机	
LG 公司	GMS90/97 系列高速低压单片机	
Cygnal 公司	C8051F 系列高速 SOC 单片机	与 MCS-51 不兼容
Motorola 公司	6801 和 6805 系列高性能单片机	
Zilog 公司	Z8 系列特殊应用设计单片机	
Microchip 公司	PIC 系列 RISC 结构单片机	
Atmel 公司	AVR 系列 RISC 结构单片机	

MCS-51 是指由美国 Intel 公司生产的一系列单片机的总称，这一系列单片机包括了很多品种，如表 1-3 所示，51 子系列为基本型，52 子系列为增强型。其中 8051 是最早最典型的产品，该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减或改变而来的，所以人们习惯用 8051 来称呼 MCS-51 系列单片机，而 8031 是前些年在我国最流行的单片机，所以很多场合会看到 8031 的名称。其他的单片机分为与 MCS-51 兼容产品和不兼容产品，从我国市场使用来看，与 MCS-51 兼容的产品应用最广，应用开发的公司最多。其中之一

是 Atmel 公司 AT89 系列单片机,20 世纪 90 年代中期 Intel 公司致力于 PC 系统的微处理器开发,它将 MCS-51 内核授权于其他多家大公司,其中 Atmel 公司用自己的 Flash(闪烁)存储器技术与 Intel 公司交换,获得了 MCS-51 的开发权,率先将 Flash 存储器技术应用于单片机,开发出 AT89 系列单片机,表 1-3 列出了 Intel 公司和 Atmel 公司 MCS-51 单片机及其兼容的产品。在产品型号中凡带有字母“C”的即为 CHMOS 芯片,不带有字母“C”的即为 HMOS 芯片。随着 CHMOS 工艺的芯片性价比的不断提高,CHMOS 工艺的芯片已成为单片机系统设计中首选机型,以 8051 为内核开发出的 CHMOS 工艺单片机产品统称为 80C51 系列,MCS-51 在本书泛指表 1-3 中的 4 个类型的单片机。

表 1-3 MCS-51 单片机及其兼容的产品

子系列	片内 ROM 形式				片内 ROM 容量	片内 RAM 容量	定时/计数器	中断源
	无	ROM	EPROM	FPROM				
51 子系列	8031	8051	8751		4KB	128B	2×16	5
	80C31	80C51	87C51	89C51	4KB	128B	2×16	5
52 子系列	8032	8052	8752		8KB	256B	3×16	6
	80C32	80C52	87C52	89C52	8KB	256B	3×16	6

【实用技术】 由于 AT89 系列单片机已成为国内 MCS-51 及其兼容单片机的主流选型,因此本书以 AT89C51 为主讲授单片机知识。芯片识别介绍如下。

89 系列单片机的型号说明:89 系列单片机的型号编码由 3 部分组成,分别是前缀、型号、后缀。它们的格式为 AT89CXXXXXXX。其中,AT 是前缀,89CXXXX 是型号,XXXX 是后缀。下面分别对这 3 部分进行说明,并且对其中有关参数的表示和含义做出相应的解释。

前缀:由字母“AT”组成,表示该器件是 Atmel 公司产品。

型号:由“89CXXXX”或“89LVXXXX”或“89SXXXX”等表示。“89CXXXX”中的 9 表示内部含 Flash 存储器,C 表示是 CHMOS 产品;“89LVXXXX”中的 LV 表示低压产品;“89SXXXX”中的 S 表示含可下载 Flash 存储器。这个部分的 XXXX 表示器件型号数,如 51、1051、8252 等。

后缀:由“XXXX”4 个参数组成,每个参数的表示和含义不同。在型号与后缀部分用“—”号隔开。

(1) 后缀中的第 1 个参数 X 用于表示速度。它的含义如下:

X=12, 表示速度为 12MHz;

X=16, 表示速度为 16MHz;

X=20, 表示速度为 20MHz;

X=24, 表示速度为 24MHz。

(2) 后缀中的第 2 个参数 X 用于表示封装。它的含义如下:

X=J, 表示塑料 J 引线芯片载体;

X=L, 表示无引线芯片载体;