

<http://www.phei.com.cn>

浙江省高等教育单片机原理与应用重点教材
浙江省精品课程单片机原理与应用精品教材
浙江省特色专业应用电子技术专业特色教材

汇编语言+C语言

张靖武 周灵彬 方曙光 编著

单片机原理、应用

与 PROTEUS

仿真(第2版)

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

九江学院图书馆



1823763

1515267

浙江省高等教育单片机原理与应用重点教材

浙江省精品课程单片机原理与应用精品教材

浙江省特色专业应用电子技术专业特色教材

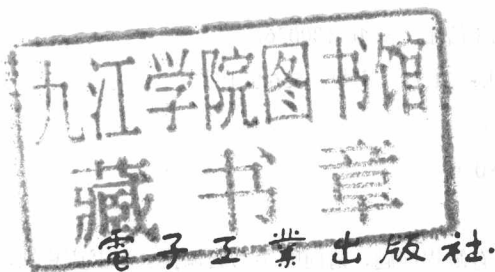
单片机原理、应用与 PROTEUS 仿真

(第2版)

张靖武 周灵彬 方曙光 编著



TP368.1
21428



Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

1212581

内 容 简 介

本书以单片机应用产品或其功能部件为项目,并按研发、生产过程安排内容,是实施从项目分析→电路与程序设计→仿真与调试→实际制作的项目驱动教学的精品教材。本书将 PROTEUS EDA 作为教学内容与手段融入书中,实施“理论教学、实验(训)教学、仿真教学有机融合”、“教、学、做一体化”、“项目驱动”三结合的新型教学模式。本书以 AT89C51 为主体讲述了单片机硬件结构基础、汇编语言指令和程序设计、接口技术和产品研发;讲述了 Keil、编程器、ISP 等工具;讲述了 I²C 总线、液晶显示、单片机通信等技术和 DS18B20、DS1302、24LC16B 等器件应用。本书使用汇编语言和 C51 语言,书中有大量 PROTEUS 设计与仿真实例。

本书内容精练、实用、新颖,可作为普通高校和高职院校的单片机原理与应用课程教材,也可作为工程技术人员、相关专业大学生及单片机爱好者的参考书。目录中缀有*号的章节是专科、高职选用章节。

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。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理、应用与 PROTEUS 仿真 / 张靖武, 周灵彬, 方曙光编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2011.12

ISBN 978-7-121-14135-5

I. ①单… II. ①张… ②周… ③方… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 ②单片微型计算机—系统仿真—应用软件, PROTEUS—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 144524 号

策划编辑: 柴 燕 (chaiy@phei.com.cn)

责任编辑: 谭丽莎 文字编辑: 王凌燕

印 刷: 北京市李史山胶印厂
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.75 字数: 556.8 千字

印 次: 2011 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

第 2 版 前 言

单片机就是“微控制器”，是嵌入式系统中重要的成员。将它嵌入到应用对象中，就成为众多产品、设备的智能化核心。单片机在国民经济各领域获得了广泛的应用。单片机原理及应用课程已成为普通高校、高职院校的重要专业基础课程或专业核心课程。

本书第 1 版于 2008 年 8 月出版，两年半内重印 5 次。本书被很多学校采用作为单片机课程教材，受到众多教师、学生和读者的欢迎。

第 2 版坚持原版“理论知识够用”、“突出实践实用”、“项目驱动教学”、“强化仿真教学”的编著原则，并在此原则基础上，根据使用教师和读者的建议对原版进行了修订与补充。在修订与补充过程中，电子企业的工程师参加了本书的编写工作，更加突出了本书突出实践、实用的特色。

本书主要特点是：

1. 采用众多单片机应用产品或其功能部件作为项目；并以研发、生产过程安排教材内容。本书是实施从基础理论→电路、程序设计→仿真调试→实际制作的项目驱动教学的非常适用的教材。

2. 紧跟现代信息技术发展，将先进的 PROTEUS EDA 既作为课程内容又作为教学手段融入书中。PROTEUS 是当今最先进的且能实现单片机应用系统设计、仿真、调试直到 PCB 设计的 EDA。强大的电路设计、程序设计、交互仿真、仿真调试、高级图表仿真、自动布局布线等功能加上丰富的虚拟仪器、虚拟信号源等为实现“理论教学、实验（训）教学、仿真教学有机融合”、“教、学、做一体化”和“项目驱动教学”三结合的新型课程教学模式创造了条件。书中还有大量单片机应用系统的 PROTEUS 设计与仿真实例。

3. 适应现代电子企业发展，同步使用汇编语言和 C51 语言。教师、学生、读者可根据需要选用。

4. 将单片机应用产品研发、生产过程的基本工具融入书中。其中有 Keil 软件调试仿真器、编程器、ISP 在系统编程等。

5. 注重介绍单片机应用产品中使用的技术与器件。例如，I²C 总线、液晶显示、LED 点阵显示、电动机控制、单片机与 PC 通信、看门狗、ISP 在系统编程等技术；DS18B20、DS1302、ADC0831、24LC16B 等器件。

6. 本书提供的程序都经过实践验证。

本书以 AT89C51 单片机为主体来讲述单片机原理及应用，它是性能优、应用广的与 MCS-51 兼容的单片机。书中还从应用角度，讲解了其加强型 AT89S51 的增强功能。

本书为浙江省高等教育单片机原理与应用重点教材、浙江省精品课程单片机原理与应用精品教材、浙江省特色专业应用电子技术专业特色教材。

本书可作为普通高校本、专科和高等职业技术学院的“单片机原理与应用”课程教材；也可作为电子类专业师生、单片机应用工程技术人员及单片机应用技术爱好者的参考书。书中缀有*号的章节是专科、高职选用章节。



本书第 1 章至第 4 章由张靖武编写，第 5 章至第 10 章、附录和所有的 C51 程序由周灵彬编写，第 11 章至第 12 章由方曙光编写。全书由张靖武策划、统稿和定稿。参加本书编写的还有孙维根、任开杰、侯月英、疏晓宇等，他们分别参加了本书图表制作、习题解答、程序校验等编写工作。

感谢绍兴职业技术学院、中北大学、中国教育技术协会教育仿真技术专业委员会、广州市风标电子有限公司（PROTEUS 中国大陆总代理）、国家高新企业慈溪迈思特电子科技有限公司、浙江宁波阿拉丁电子科技有限公司等的大力支持与帮助。特别感谢邴昕阳院长、陈建芳副院长、韩炎教授/博导、王召巴教授/博导、于双和教授、匡载华总经理、徐国能总经理等的支持与帮助。

电子工业出版社柴燕同志在编辑出版此书做了大量且细致的工作，在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

采用本书作为教材的老师可到华信资源网（www.hxedu.com.cn）获取本书配套的电子课件、习题解答、PROTEUS 设计文件、程序代码等资料，并进行有关教学方面的交流。

编著者

2011.7



目 录

第 1 章 概论	1
1.1 嵌入式系统、单片机、AT89C51 单片机	1
1.1.1 嵌入式系统、单片机	1
1.1.2 单片机发展概况	2
1.1.3 应用广泛的 AT89 系列单片机	3
1.2 单片机应用系统及其应用领域	4
1.2.1 单片机应用系统	4
1.2.2 单片机应用领域	4
1.3 单片机应用研发工具和教学实验装置	6
1.3.1 单片机软件调试仿真器	6
1.3.2 单片机仿真器	6
1.3.3 编程器和 ISP 在系统编程	7
1.3.4 PROTEUS EDA (电子设计自动化)	7
1.3.5 单片机课程教学实验装置	7
1.4 PROTEUS ISIS 电路设计基础 (1)	8
1.4.1 PROTEUS ISIS 窗口	8
1.4.2 PROTEUS 可视化助手	10
1.4.3 PROTEUS 设计文件操作	11
1.4.4 PROTEUS 元件操作	12
1.5 实训 1	14
1.5.1 PROTEUS ISIS 的文件操作与元件操作	14
1.5.2 认识单片机及单片机应用产品研发工具	15
练习与思考 1	16
第 2 章 AT89C51 内部结构基础	17
2.1 内部结构和引脚功能	17
2.1.1 内部结构框图和主要部件	17
2.1.2 引脚功能	18
2.2 时钟电路与复位电路	19
2.2.1 时钟电路	19
2.2.2 复位电路	21
2.3 存储器结构	22
2.3.1 存储器组成	22
2.3.2 程序存储器 ROM	23
2.3.3 数据存储器 RAM	23



2.4 I/O (输入/输出) 口结构、功能及负载能力	28
2.4.1 I/O 口结构	28
2.4.2 I/O 口功能	29
2.4.3 I/O 口的负载能力	32
2.5 PROTEUS ISIS 电路设计基础	32
2.5.1 PROTEUS 电气连线操作	32
2.5.2 PROTEUS 总线、标签和脚本操作	33
2.5.3 终端操作	35
2.5.4 对象属性设置(Edit Properties)	35
2.6 实训 2	36
2.6.1 AT89C51 最小系统的 PROTEUS 电路设计	36
2.6.2 AT89C51 最小系统的实际安装	37
练习与思考 2	38
第 3 章 AT89C51 指令系统	39
3.1 基本概念	39
3.1.1 指令、机器代码、程序、机器语言	39
3.1.2 汇编语言、汇编语言指令格式、常用符号	39
3.1.3 汇编(编译)和编程(固化)	42
*3.2 指令寻址方式	42
3.2.1 寻址、寻址方式、寻址存储器范围	42
3.2.2 直接寻址	43
3.2.3 立即寻址	43
3.2.4 寄存器寻址	44
3.2.5 寄存器间接寻址	44
3.2.6 变址寻址	45
3.2.7 相对寻址	45
3.2.8 位寻址“bit”	46
3.3 汇编语言的指令系统	47
3.3.1 数据传送指令	47
3.3.2 算术运算类指令	51
3.3.3 逻辑运算指令	56
3.3.4 控制转移指令	59
3.3.5 位操作指令	63
3.4 单片机应用系统的 PROTEUS 设计与仿真初步	64
3.4.1 “跑马灯”的电路原理图、程序设计	64
3.4.2 “跑马灯”的 PROTEUS 电路设计	66
3.4.3 “跑马灯”的 PROTEUS 程序设计和汇编	67
3.4.4 加载目标代码文件、仿真	69





3.5 实训 3	70
3.5.1 “开关控制 LED 显示装置”的 PROTEUS 设计与仿真	70
3.5.2 软件调试仿真器 Keil μ Vision 及其应用 (1)	72
习题与思考 3	79
第 4 章 AT89C51 汇编语言程序设计	82
4.1 伪指令、程序设计	82
4.1.1 伪指令	82
4.1.2 程序设计	85
4.1.3 程序结构	86
4.2 汇编语言程序设计举例	91
4.2.1 延时程序	91
4.2.2 查表程序	92
4.2.3 码制转换程序	93
4.2.4 数据排序程序	95
4.2.5 算术运算程序	95
4.3 单片机应用系统的 PROTEUS 仿真调试基础	98
4.3.1 调试、调试窗口和带窗口的仿真调试	98
4.3.2 断点、断点操作和带断点的仿真调试	101
4.4 实训 4	102
4.4.1 LED 花灯显示装置的 PROTEUS 设计与仿真	102
4.4.2 软件调试仿真器 Keil μ Vision 应用 (2)	104
习题与思考 4	108
第 5 章 AT89C51 中断系统	110
5.1 中断系统	110
5.1.1 中断基本概念	110
5.1.2 中断系统结构	110
5.1.3 与中断控制有关的寄存器	112
5.1.4 中断过程	114
5.1.5 有中断的单片机应用程序的编程要点	117
5.2 中断应用实例及其 PROTEUS 设计与仿真	117
5.2.1 外中断 (INT0) 实验装置	117
5.2.2 中断优先级实验装置	120
5.3 实训 5	125
5.3.1 扩展中断源实验装置的 PROTEUS 设计与仿真	125
5.3.2 扩展中断源实验装置的实际制作	128
习题与思考 5	129
第 6 章 AT89C51 定时器/计数器	130
6.1 定时器/计数器	130





6.1.1	定时器/计数器概述	130
6.1.2	定时器/计数器的控制	131
6.1.3	定时器/计数器的工作方式	132
6.1.4	定时器/计数器的计数容量及初值	133
6.2	定时器/计数器应用	135
6.2.1	定时器/计数器应用的基本步骤	135
6.2.2	定时器/计数器应用举例	135
6.3	定时器/计数器应用实例及其 PROTEUS 设计与仿真	140
6.3.1	基于 AT89C51 的 60s 倒计时装置	140
6.3.2	基于 AT89C51 的按键发声装置	144
6.4	实训 6	148
6.4.1	简易跑表的 PROTEUS 设计与仿真	148
6.4.2	简易跑表的实际制作	151
	习题与思考 6	152
第 7 章	AT89C51 的存储器扩展技术	153
*7.1	用 EPROM 扩展单片机程序存储器 (ROM)	153
7.1.1	基础知识	153
7.1.2	扩展 ROM 电路设计和程序设计	155
7.1.3	扩展 ROM 的 PROTEUS 设计与仿真	157
7.1.4	实际安装、运行、思考	158
7.2	用 SRAM 扩展单片机数据存储器 (RAM)	159
7.2.1	基础知识	159
7.2.2	扩展 RAM 的电路设计和程序设计	160
7.2.3	扩展 RAM 的 PROTEUS 设计与仿真	161
7.2.4	实际安装、运行、思考	162
*7.3	用 E²PROM 扩展单片机 ROM、RAM	163
7.3.1	基础知识	163
7.3.2	E ² PROM 扩展 ROM、RAM 电路设计	164
7.3.3	E ² PROM 扩展 ROM、RAM 程序设计	164
7.3.4	实际安装、运行、思考	166
*7.4	用串行 E²PROM 扩展单片机存储器 (I²C)	167
7.4.1	基础知识	167
7.4.2	串行 E ² PROM 扩展存储器电路设计和程序设计	170
7.4.3	串行 E ² PROM 扩展存储器的 PROTEUS 设计与仿真	176
7.4.4	实际安装、运行、思考	177
*7.5	PROTEUS 高级图表仿真 (ASF) 简介及其应用	177
7.5.1	高级图表仿真 (ASF) 简介	177
7.5.2	高级图表仿真 (ASF) 实例	180





7.5.3	AT89C51 扩展片外 ROM 的操作时序	183
7.5.4	AT89C51 扩展外 RAM 的操作时序	184
7.5.5	AT89C51 扩展外串行 E ² PROM 存储器操作时序	184
7.6	实训 7	185
7.6.1	“SRAM 6264 扩展单片机 RAM”的 PROTEUS 设计与仿真	185
7.6.2	“SRAM 6264 扩展单片机 RAM”装置的实际制作	188
第 8 章 AT89C51 人机交互通道的接口技术		189
8.1	单片机与 LED 数码管动态显示的接口技术	189
8.1.1	基础知识	189
8.1.2	数码管动态显示装置的电路设计和程序设计	191
8.1.3	数码管动态显示装置的 PROTEUS 设计与仿真	193
8.1.4	实际安装、运行、思考	194
*8.2	单片机与字符型 LCD 显示器的接口技术	195
8.2.1	基础知识	195
8.2.2	字符型 LCD 液晶显示装置的电路设计和程序设计	198
8.2.3	字符型 LCD 液晶显示装置的 PROTEUS 设计与仿真	201
8.2.4	实际安装、运行、思考	202
8.3	单片机与矩阵式键盘的接口技术	202
8.3.1	基础知识	203
8.3.2	矩阵式键盘接口的电路设计和程序设计	205
8.3.3	矩阵式键盘接口的 PROTEUS 设计与仿真	209
8.3.4	实际安装、运行、思考	210
8.4	实训 8	210
8.4.1	六数码管动态显示装置的 PROTEUS 设计与仿真	210
8.4.2	六数码管动态显示装置的实际制作	211
第 9 章 AT89C51 单片机前向通道接口技术		212
9.1	AT89C51 与 ADC0808 (0809) 的接口技术	212
9.1.1	基础知识	212
9.1.2	简易数字电压表的电路设计和程序设计	214
9.1.3	简易数字电压表的 PROTEUS 设计与仿真	216
9.1.4	实际安装、运行、思考	217
*9.2	单片机与水位检测传感器的接口技术	218
9.2.1	基础知识	218
9.2.2	水位检控装置的电路设计和程序设计	219
9.2.3	水位检控装置的 PROTEUS 设计与仿真	221
9.2.4	实际安装、运行、思考	222
9.3	实训 9	222
9.3.1	双通道“简易数字电压表”的 PROTEUS 设计与仿真	222





9.3.2 双通道“简易数字电压表”的实际制作	223
第 10 章 AT89C51 后向通道接口技术	224
10.1 AT89C51 与 DAC0832 的接口技术	224
10.1.1 基础知识	224
10.1.2 简易信号发生器的电路设计和程序设计	226
10.1.3 简易信号发生器的 PROTEUS 设计与仿真	229
10.1.4 PROTEUS 虚拟四踪数字示波器使用	230
10.1.5 实际安装、运行、思考	232
10.2 AT89C51 控制步进电动机的接口技术	232
10.2.1 基础知识	232
10.2.2 AT89C51 控制步进电动机的电路设计和程序设计	235
10.2.3 单片机控制步进电动机的 PROTEUS 设计与仿真	237
10.2.4 实际安装、运行、思考	238
*10.3 AT89C51 控制直流电动机的接口技术	238
10.3.1 基础知识	238
10.3.2 AT89C51 控制直流电动机的电路设计和程序设计	240
10.3.3 AT89C51 控制直流电动机的 PROTEUS 设计与仿真	244
10.3.4 实际安装、运行、思考	245
10.4 实训 10	245
10.4.1 三角波、正弦波简易发生器的 PROTEUS 设计与仿真	245
10.4.2 三角波、正弦波发生器的实际制作	246
第 11 章 AT89C51 串行通信通道接口技术	248
11.1 AT89C51 间串行通信的接口技术	248
11.1.1 基础知识	248
11.1.2 AT89C51 间通信接口的电路设计与程序设计	251
11.1.3 AT89C51 间通信接口的 PROTEUS 设计与仿真	257
11.1.4 实际安装、运行、思考	258
*11.2 AT89C51 与 PC 间通信的接口技术	258
11.2.1 基础知识	258
11.2.2 AT89C51 与 PC 间通信接口的电路设计和程序设计	260
11.2.3 AT89C51 与 PC 间通信接口的 PROTEUS 设计与仿真	262
11.2.4 实际安装、运行、思考	264
11.3 实训 11	265
11.3.1 AT89C51 间通信简单接口的 PROTEUS 设计与仿真	265
11.3.2 AT89C51 间通信简单接口的实际制作	266
第 12 章 AT89C51 单片机的实际应用	267
12.1 基于单片机和 DS1302 的电子时钟	267
12.1.1 功能与操作	267





12.1.2	电子时钟的电路设计和程序设计	267
12.1.3	技术要点	279
12.1.4	电子时钟的 PROTEUS 设计与仿真	281
12.2	基于单片机的带存储播放功能的简易电子琴	282
12.2.1	功能与操作	282
12.2.2	简易电子琴的电路设计和程序设计	282
12.2.3	技术要点	290
12.2.4	简易电子琴的 PROTEUS 设计与仿真	291
*12.3	基于单片机和 DS18B20 的数字温度计	292
12.3.1	功能与操作	292
12.3.2	单片机数字温度计的电路设计和程序设计	292
12.3.3	技术要点	299
12.3.4	单片机数字温度计的 PROTEUS 设计与仿真	300
12.4	基于单片机控制的 LED 点阵显示屏	301
12.4.1	功能与操作	301
12.4.2	简单 LED 点阵显示屏的电路设计和程序设计	302
12.4.3	技术要点	304
12.4.4	简单 LED 点阵显示屏的 PROTEUS 设计与仿真	305
*12.5	基于单片机的纯水机控制电路板设计	306
12.5.1	功能与操作	307
12.5.2	基于单片机的纯水机控制电路板的电路设计和程序设计	307
12.5.3	技术要点	311
12.5.4	基于单片机的纯水机控制电路板的 PROTEUS 设计与仿真	312
12.6	实训 12	313
12.6.1	简单电子时钟的 PROTEUS 设计与仿真	313
12.6.2	简单电子时钟的实际制作	314
附录 A	AT89S51 相对 AT89C51 增加的功能	315
A.1	AT89S51 单片机内部结构、引脚图和特殊功能寄存器	315
A.2	增加功能的应用	316
附录 B	BCD 码和 ASCII 码	320
B.1	8421 BCD 码	320
B.2	BCD 码运算	320
B.3	ASCII 码	321
附录 C	AT89C 系列单片机指令表	323
附录 D	编程器使用初步	327
附录 E	C51 对 C 语言的扩展	330
参考文献	334



第1章 概 论

1.1 嵌入式系统、单片机、AT89C51 单片机

1.1.1 嵌入式系统、单片机

1. 嵌入式系统

现代计算机系统有两大分支：通用计算机系统和嵌入式计算机系统（简称嵌入式系统）。前者是人类的“智力平台”；后者是人类工具的“智力嵌入”。

嵌入式系统是嵌入到应用对象中的微型计算机系统，是硬件、软件结合的智力系统。例如，嵌入式微控制器、嵌入式微处理器、SOC等。其中，“嵌入式微控制器”简称为“微控制器（Microcontroller Unit, MCU）”。

微控制器是面向应用对象、突出控制功能的芯片。在该芯片中集成了中央处理器（CPU）、存储器（ROM、RAM）、I/O口等主要功能部件及连接它们的总线。国内早期称它为“单片机”，一直沿用至今。但应将“单片机”理解为“微控制器（MCU）”。

2. 单片机（微控制器）

单片机就是微控制器，它是嵌入式系统中重要且发展迅速的组成部分。单片机接上振荡元件（或振荡源）、复位电路和接口电路，载入软件后，可以构成单片机应用系统。将它嵌入到形形色色的应用系统中，它就成为众多产品、设备的智能化核心。所以，生产企业称单片机为“微电脑”。单片机的种类很多，型号也很多。例如，AT89C、AT89S、P87C、W7851、STC、MCS-51、PIC、HT、AVR等系列。其中，前5种均是采用MCS-51内核的兼容机。如图1-1所示为MCS-51系列单片机80C51的内部结构原理示意框图。

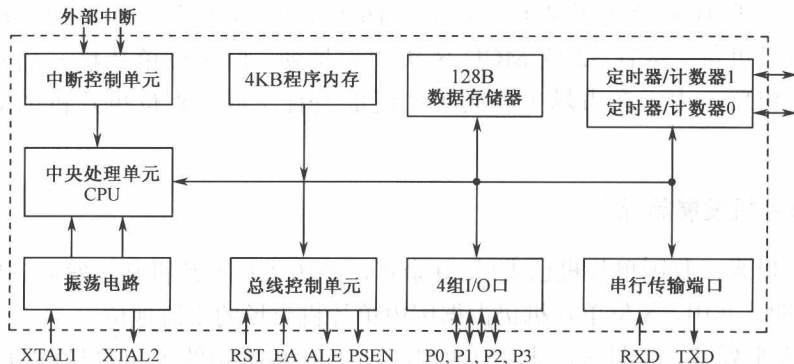


图 1-1 MCS-51 系列单片机 80C51 的内部结构原理示意框图



3. 单片机特点

单片机除具有体积小、灵活性强、可靠性高、用途广、价格低等优点外，还具有许多特点。

(1) 突出控制功能。单片机结构、功能和指令系统都突出了控制功能，故对外部信息能及时采集，对被控制对象能实时控制。

(2) ROM 和 RAM 分开。ROM 用来固化调试好的程序、常数、数据表格等；RAM 只存放运行中的临时数据、变量、结果等。ROM 和 RAM 分开，可使系统运行可靠，即使掉电，也能确保程序、常数、数据表格等的安全。

(3) 单片机资源具有广泛的通用性。同一种单片机可用于不同的对象系统中，只要固化不同的应用程序即可。

(4) 易于扩展外部 ROM、RAM、定时器/计数器、中断源等资源。单片机的资源（ROM、RAM、定时器/计数器、中断源等）一般能满足较小应用系统的要求。若应用系统大，单片机本身的资源可能不够，就需扩展资源。单片机有便于扩展的结构及控制引脚，利用它们容易构成各种规模的单片机应用系统。

1.1.2 单片机发展概况

1. 单片机发展简要历程

1975 年美国得克萨斯仪器公司发明了世界上第一个 4 位单片机 TMS-1000。

1976 年 Intel 公司推出 8 位单片机 MCS-48 系列单片机。

1980 年 Intel 公司推出 8 位单片机 MCS-51 系列单片机。

1982 年 Intel 公司推出 16 位单片机 MCS-96 系列单片机。

近年来，ARM 等公司推出了各种型号的 32 位单片机，并获得了迅速发展。例如，ST 公司推出了基于 ARM9 内核的 32 位 STR91x 系列产品，该产品是包含以太网、CAN、USB 和 DSP 功能的 Flash MCU。

30 多年来，单片机经历了 4 位、8 位、16 位、32 位机的各个阶段。64 位 MCU 走向市场也指日可待。尽管 32 位 MCU 风头越来越劲，但 8 位单片机产品丝毫没有退隐江湖之意；相反，由于在市场中找到了广泛的发挥空间，8 位单片机的需求还在持续增长。

2. 我国单片机发展简况

自 1986 年以来，我国单片机已走过 20 余年，经历了从单片机独立发展到嵌入式系统全面发展的时期。其中，8 位单片机仍占据国内单片机市场的主流地位。

8 位单片机系列多、型号多。表 1-1 列出了几种国内常用的 8 位单片机的主要配置。其中，AT89C51 是 AT89 系列机的标准型。





表 1-1 几种常用的 8 位单片机的主要配置

型 号	存 储 器					定时器/计 数器个数	I/O 口引 脚数	串口数	中断源	最高晶振 频率
	ROM	OTP	EPROM	Flash	RAM					
Intel 80C51	4KB				128B	2	32	1	5	12MHz
Intel 87C51			4KB		128B	2	32	1	5	12MHz
AT89C51				4KB	128B	2	32	1	5	24MHz
AT89S51				4KB	128B	2	32	1	5	33MHz
P87C51		4KB			128B	2	32	1	5	33MHz
W78E51			4KB		128B	2	32	1	5	40MHz

1.1.3 应用广泛的 AT89 系列单片机

1. AT89 系列机

AT89 系列机是 ATMEL 公司将先进的 Flash 存储器（快闪擦写存储器）技术和 Intel 80C51 单片机的内核相结合的单片机系列。它是目前应用广泛的 8 位主流机型之一。AT89C51、AT89S51 还与 80C51、87C51 的引脚兼容，可直接进行代换。低档型的 AT89C1051、AT89C2051、AT89S1051、AT89S2051 应用也较广。

2. AT89C51 单片机

AT89C51 单片机是 AT89 系列机的标准型单片机，是低功耗、高性能的 8 位单片机，使用最高晶振频率为 24MHz。它除具有 MCS-51 单片机的优点外，还具有下列优点。

(1) 片内 ROM 是 Flash 存储器（快闪擦写存储器）。由于片内 ROM 是 Flash 存储器，电擦、电写都很方便，且可重复擦写许多次。所以，错误编程之后可擦除重新编程，直到正确为止，废品率低。这样不仅明显缩短了单片机系统的应用开发周期，降低了开发成本，而且明显提高了单片机课程教学效率和质量。

(2) 与 80C51 兼容。AT89C51 单片机不仅可取代 80C51 单片机，还可取代与 80C51 兼容的其他型号的单片机。

(3) 静态逻辑设计。由于采用静态逻辑设计，可进行低至 0 频率的静态逻辑操作，并支持两种由软件选择的节电工作模式，即空闲模式和掉电模式。空闲模式：CPU 停止工作，但 RAM、定时器、串口和中断系统等可继续工作。掉电模式：振荡器停振，但维持 RAM 中的内容不被丢失，所有其他片内功能部件停止工作直至下一个硬件复位。

3. AT89S51 单片机

AT89S51 单片机（以下简称 AT89S51）的基本功能、基本优点、引脚等与 AT89C51 相同，但增加了 ISP 在系统编程、看门狗、双 DPTR 等功能，并将工作频率提高到 33MHz。所以，AT89S51 是 AT89C51 的增强型，它正在取代 AT89C51。

由于 AT89C51 单片机（以下简称 AT89C51）与 80C51 兼容、性能明显优于 80C51，并且已经获得了广泛应用等原因，本书以 AT89C51 为主体来讲述。其主要内容也适用于与 80C51 兼容的其他单片机，对 AT89S51 增加的功能也做了叙述。这样安排也符合我国高校





单片机课程教学的要求。

1.2 单片机应用系统及其应用领域

1.2.1 单片机应用系统

以上讨论的单片机，实际上是一块芯片。使用单片机时要外接元器件、接口电路等，还要设计相应的应用软件，最后构成单片机系统和单片机应用系统。

1. 单片机系统

由有片内 ROM 的单片机接上时钟电路、复位电路，可构成单片机应用的最小系统。若单片机最小系统资源不能满足使用的要求时，还可进行外部扩展（如扩展存储器、定时器/计数器、中断源等），构成能满足应用要求的一个单片机系统。

2. 单片机应用系统

单片机应用系统是满足嵌入式对象要求的全部电路系统。它是在单片机系统的基础上，配置了面向应用对象的接口电路。接口电路一般有如下几种。

(1) 前向通道接口电路。前向通道接口电路是应用系统面向检测对象的输入接口，通常由各种传感器（如温度传感器、压电传感器）、变换器（如模/数转换器）等组成。

(2) 后向通道接口电路。后向通道接口电路是应用系统面向控制对象的输出接口，通常有 D/A（数/模）转换器、开关量输出、功率驱动接口等。

(3) 人机交互通道接口电路。人机交互通道接口电路包括键盘、显示器、打印机、拨码盘等输入/输出接口电路。

(4) 串行通信通道接口电路。串行通信通道接口电路是满足数据通信或构成多机网络系统的接口电路。

值得注意的是，单片机系统和单片机应用系统是硬件、软件相结合的系统。除了硬件电路外，还应有相应的应用软件，否则系统无法运行。在设计中，要同时考虑硬件和软件，以求得到最优化的设计。

1.2.2 单片机应用领域

单片机的应用领域很广。

1. 工业控制智能化

工业过程控制、过程监测、机电一体化控制等系统是多以单片机为核心的单机或多机网络系统。单片机也是发展迅速的机器人的核心技术之一。

2. 智能化仪器、仪表

目前，各种电工、电气、电子科技测量仪器、仪表普遍采用以单片机为核心的系统，使测量系统具有智能功能，如存储、数据处理、查找、判断、联网和语言功能等。





3. 智能化通信产品

现代通信设备基本采用嵌入式系统(含单片机)智能控制,如手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信系统等。

4. 智能化家用电器

国内外家用电器已普遍采用单片机智能化控制系统,如洗衣机、电冰箱、空调器。

5. 智能化汽车电子系统

单片机已应用到汽车电子系统中。例如,常见的BMW 745i豪华轿车就使用了60多个8位单片机。

总之,单片机已渗透到我国国民经济及国民生活的各个领域,是产品智能化的重要手段。图1-2至图1-9列举了本书作者为企业研发或参与研发的以单片机为核心的部分产品。

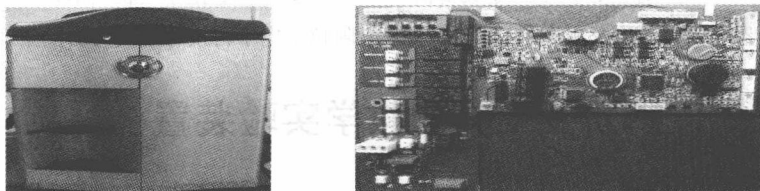


图 1-2 微电脑多功能饮料机(浙江省慈溪迈思特电子科技有限公司研发生产)

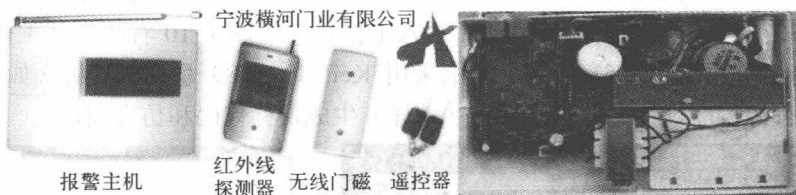


图 1-3 HH-168 微电脑防盗报警器(浙江宁波横河门业有限公司研发生产)

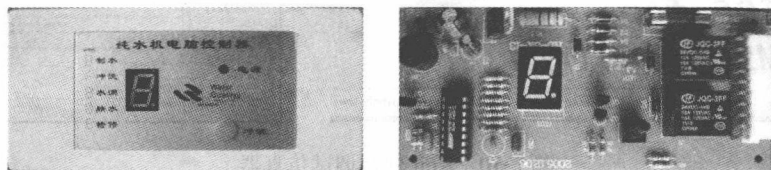


图 1-4 纯水机微电脑控制板(浙江绍兴海德数码电子有限公司研发生产)

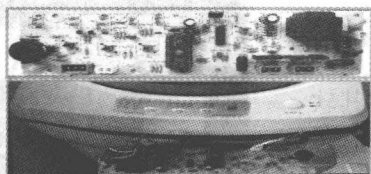


图 1-5 全自动洗衣机控制板(浙江慈溪迈思特电子科技有限公司研发生产)

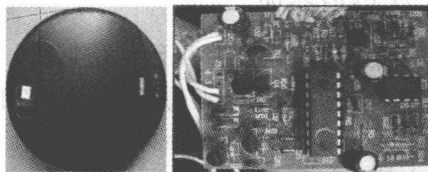


图 1-6 微电脑自动开盖垃圾筒(浙江慈溪迈思特电子科技有限公司研发生产)

