

# 单片机原理、应用与 PROTEUS仿真 (第3版)

◎ 张靖武 周灵彬 皇甫勇兵 王开 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
http://www.phei.com.cn

创新型人才培养“十二五”规划教材

# 单片机原理、应用与 PROTEUS 仿真

(第3版)

张靖武 周灵彬 皇甫勇兵 王开 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书根据教育部委托高职高专教学指导委员会制定并于2012年11月出版的“高等职业学校专业教学标准”并结合作者近十年的教学改革成果编写,强调实践实用。

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合于书中,是实施“理论、实验(训)、仿真有机融合”、“教、学、做一体化”新型教学模式的特色教材。书中有丰富的 PROTEUS 设计、实时仿真、仿真调试的实例和项目。

本书以 AT89C51/S51 为主体讲述了单片机硬件结构基础,汇编语言指令系统和程序设计, I/O 口、中断系统、定时器/计数器等原理、功能及其应用,各种接口技术和单片机应用系统项目。其内容适用于与 MCS-51 兼容的单片机(如 STC89C51、P87C51 等),并可作为学习其他类型单片机的基础。

本书内容精练、实用、新颖,可作为高职高专院校电子信息类、电气控制类、机电类等相关专业“单片机原理与应用”课程的教材,也可作为电子工程师、相关专业大学生、单片机应用爱好者的参考书。

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/张靖武等编著. —3 版. —北京:电子工业出版社,2014.6  
创新型人才培养“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-121-23062-2

I. ①单… II. ①张… III. ①单片微型计算机-系统仿真-应用软件-高等学校-教材  
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 081949 号

策划编辑:柴 燕

责任编辑:王凌燕

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

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:16 字数:410 千字

版 次:2008 年 8 月第 1 版

2014 年 6 月第 3 版

印 次:2014 年 6 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:35.00 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 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

# 前 言

单片机就是“微控制器”，是嵌入式系统中重要的组成部分。将它嵌入到应用对象中，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”课程已成为高职高专院校许多专业的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，2011年12月出版了第2版。不少学校采用此书作为“单片机原理与应用”类课程教材，受到众多教师、学生和读者的欢迎。第3版（高职高专版）在第1、2版的基础上进行了较大的修订充实。

第3版修订充实的依据是：教育部委托高职高专教学指导委员会研究制定并于2012年11月出版的“高等职业学校专业教学标准”<sup>[1]</sup>。此标准的前言中指出：“高等职业学校专业教学标准是高等职业学校进行教学基本建设和专业建设的基本标准，适用于独立设置的高等职业学校（含高等专科学校）”。

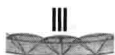
第3版完全符合该标准对本课程的教学内容及教学要求，即掌握单片机硬件系统构建、汇编指令系统、汇编应用程序编制与调试；熟悉单片机电子产品的开发流程；能较熟练地使用开发仿真工具进行应用程序调试；能设计并调试简单的智能电子产品中的功能模块；能熟练使用 PROTEUS 等软件平台等。

第3版坚持第1版、第2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。特别充实了培养学生指令功能仿真认知、程序仿真调试、硬软件联合仿真调试及实际制作能力的内容。

本书主要特点是：

1. 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深度融合于书中。PROTEUS 是英国 Labcenter Electronics 公司研发的 EDA（电子产品设计自动化）。它是单片机（AT89C51/S51、PIC、MSP430 等）应用系统先进的设计与仿真平台。它真正实现了在计算机上完成从原理图设计与电路设计、程序设计与仿真调试、系统软硬件联合实时仿真与功能验证直至 PCB 设计的完整的 EDA 过程<sup>[2-4]</sup>。将 PROTEUS 深度融合于“单片机原理与应用”课程，使课程内容、教学模式等发生了成功的革命性变化。八年的教学实践证明：本书是实现“理论教学、实验（训）教学、仿真教学有机融合”、“课堂、实验室、实训室一体化”教学改革的成功范例。本书于2014年荣获省高等教育教学成果奖。

2. 选用单片机电子产品或其功能模块（实例和项目）作为本书的主要内容，并以其开发流程作为阐述主线。其中有些就是编著者为企业研发并生产的智能电子产品的功能模块。八年的教学实践证明：本书为实施从“基础理论（知识）→电路仿真设计→程序仿





真设计与调试→硬软件系统实时仿真与功能验证直到实际制作的项目驱动教学”和“教、学、做一体化”教学提供了教材保证。

3. 本书的实例和项目均由学生进行了设计、仿真到实际制作的验证。学生最后完成的二十余项实际作品的照片已录入本书中。

本书有 11 章和 4 个附录。第 1~6 章主要讲述单片机硬件系统构造, I/O 口功能及应用, 汇编语言指令系统、程序设计, 中断系统及其应用, 定时器/计数器及应用; 第 7~10 章以项目形式较全面地讲述了接口技术; 第 11 章以项目形式讲述了单片机的实际应用。PROTEUS 应用基础、电路仿真设计、指令功能仿真验证、程序设计与仿真调试、硬软件联合实时仿真与调试等分别融合于相应章节及项目中。

本书实例及项目都经过了编著者及学生的实践验证。

本书以 AT89C51/S51 单片机为主体来讲述单片机原理及应用, 其内容适用于与 MCS-51 兼容的单片机(如 STC89C51、P87C51 等), 并可作为学习其他类型单片机的基础。

本书为省级高等教育“单片机原理与应用”重点教材, 省级精品课程“单片机原理与应用”精品教材, 省级特色专业应用电子技术专业特色教材。

本书有丰富的项目(含实例), 在编著中既尊重项目及项目间的知识体系和连续性, 又特别注重项目间的相对独立性; 教师可根据学校专业的课时要求挑选项目的数量, 以满足课时数从 48 到 72 之间的不同要求。

本书可作为高等职业学校和高等专科学校电子信息类、电气控制类、机电类、计算机应用类等相关专业“单片机原理与应用”类课程的教材, 也可作为电子工程师、相关专业大学生、单片机应用爱好者的参考书。

本书第 1~3 章由张靖武编写, 第 4、10、11 章由周灵彬编写, 第 5~7 章由皇甫勇兵编写, 第 8、9 章和附录由王开编写。全书由张靖武策划、统稿和定稿。参加本书编写的还有疏晓宇、诸成成、朱嘉、屠俞炳、陈敏杰、李臻、陈伟鹏、吴世敏、黄文众、李宇帅、干星雨。

衷心感谢广州市风标电子有限公司( PROTEUS 中国总代理 <http://www.windway.cn>) 匡载华总经理的大力支持与帮助。

电子工业出版社柴燕同志在编辑出版此书过程中做了大量细致的工作, 特此表示由衷感谢。

由于编著者水平有限, 书中难免有不妥甚至错误之处, 恳请读者批评指正。

本书免费提供电子授课多媒体课件、PROTEUS 仿真设计及习题参考答案。

编著者



# 目 录

<b>第 1 章 概论</b> .....	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 单片机最小系统和单片机应用系统 .....	4
1.2.2 单片机应用领域 .....	5
1.2.3 单片机应用系统中单片机类型的选择 .....	6
1.3 单片机应用研发工具和教学实验装置 .....	9
1.3.1 单片机软件调试仿真器 .....	9
1.3.2 单片机仿真器 .....	9
1.3.3 编程器和 ISP 在系统编程 .....	9
1.3.4 PROTEUS EDA (电子设计自动化) .....	10
1.3.5 单片机课程教学实验装置 .....	10
1.4 PROTEUS ISIS 电路设计基础 (1) .....	11
1.4.1 PROTEUS ISIS 窗口 .....	11
1.4.2 PROTEUS 可视化助手 .....	13
1.4.3 PROTEUS 设计文件操作 .....	14
1.4.4 PROTEUS 元件操作 .....	15
实训 1: PROTEUS ISIS 的文件操作与元件操作 .....	17
练习与思考 1 .....	18
<b>第 2 章 AT89C51 内部结构基础</b> .....	19
2.1 内部结构和引脚功能 .....	19
2.1.1 内部结构框图和主要部件 .....	19
2.1.2 引脚功能 .....	20
2.2 时钟电路与复位电路 .....	21
2.2.1 时钟电路 .....	21
2.2.2 复位电路 .....	23
2.3 存储器结构 .....	25



2.3.1	存储器组成	25
2.3.2	程序存储器 ROM	25
2.3.3	数据存储器 RAM	26
2.3.4	两种省电工作方式	31
2.4	I/O (输入/输出) 口结构、功能及负载能力	31
2.4.1	I/O 口结构	31
2.4.2	I/O 口功能	33
2.4.3	I/O 口的负载能力	35
2.5	PROTEUS ISIS 电路设计基础 (2)	36
2.5.1	PROTEUS 电气连线操作	36
2.5.2	PROTEUS 总线、标签操作	37
2.5.3	终端操作	38
2.5.4	对象属性设置 (Edit Properties)	39
	实训 2: AT89C51 最小系统的 PROTEUS 设计与制作	40
	练习与思考 2	41
<b>第 3 章</b>	<b>AT89C51 指令系统</b>	<b>43</b>
3.1	基本概念	43
3.1.1	指令、机器代码、程序、机器语言	43
3.1.2	汇编语言、汇编语言指令格式、常用符号	43
3.1.3	汇编 (编译) 和编程 (固化)	48
3.2	指令寻址方式	49
3.2.1	寻址、寻址方式、寻址存储器范围	49
3.2.2	直接寻址	49
3.2.3	立即寻址	50
3.2.4	寄存器寻址	50
3.2.5	寄存器间接寻址	50
3.2.6	变址寻址	51
3.2.7	相对寻址	52
3.2.8	位寻址 “bit”	52
3.3	汇编语言的指令系统	53
3.3.1	数据传送指令	53
3.3.2	算术运算指令	58
3.3.3	逻辑运算指令	64
3.3.4	控制转移指令	67
3.3.5	位操作指令	73
3.4	PROTEUS 源程序设计、仿真和仿真调试基础	73
3.4.1	PROTEUS 汇编语言程序设计、汇编、仿真	73



3.4.2	PROTEUS 调试窗口、调试按钮和仿真调试 .....	77
3.4.3	汇编语言指令功能的 PROTEUS 仿真调试、查看和验证 .....	82
	实训 3：“键控 LED 显示装置”的 PROTEUS 设计、仿真与制作 .....	82
	习题与思考 3 .....	84
<b>第 4 章</b>	<b>AT89C51 汇编语言程序设计 .....</b>	<b>87</b>
4.1	程序设计流程图及程序结构 .....	87
4.1.1	程序设计流程图 .....	87
4.1.2	程序结构 .....	89
4.2	汇编语言程序设计举例及其仿真调试 .....	95
4.2.1	延时程序 .....	95
4.2.2	查表程序 .....	96
4.2.3	码制转换程序 .....	97
4.2.4	数据排序程序 .....	99
4.2.5	算术计算程序 .....	100
4.3	单片机应用系统 PROTEUS 设计与仿真举例 .....	103
4.3.1	跑马灯的 PROTEUS 设计与仿真 .....	103
4.3.2	简易 LED 数字显示装置的 PROTEUS 设计与仿真 .....	105
	实训 4：“显示 0~9 的数显装置”的 PROTEUS 设计、仿真与制作 .....	108
	习题与思考 4 .....	109
<b>第 5 章</b>	<b>AT89C51 中断系统 .....</b>	<b>111</b>
5.1	中断系统 .....	111
5.1.1	中断基本概念 .....	111
5.1.2	中断系统结构 .....	111
5.1.3	与中断控制有关的寄存器 .....	113
5.1.4	中断过程 .....	116
5.1.5	有中断的单片机应用程序的编程要点 .....	118
5.2	中断应用实例及其 PROTEUS 设计与仿真 .....	119
5.2.1	外中断 (INT0) 实验装置 .....	119
5.2.2	中断优先级实验装置 .....	123
	实训 5：“扩展中断源装置”的 PROTEUS 设计、仿真与制作 .....	126
	习题与思考 5 .....	128
<b>第 6 章</b>	<b>定时器/计数器 .....</b>	<b>130</b>
6.1	定时器/计数器基础 .....	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 .....	134







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、仿真	141
6.3.1 基于 AT89C51 的 60s 倒计时装置	141
6.3.2 基于 AT89C51 的按键发声装置	144
实训 6: “简易跑表”的 PROTEUS 设计、仿真与制作	147
习题与思考 6	150
<b>第 7 章 AT89C51 人机交互通道接口技术</b>	<b>151</b>
7.1 项目 1: 单片机与数码管动态显示的接口技术	151
7.1.1 基础知识	151
7.1.2 “数码管动态显示装置”电路设计和程序设计	152
7.1.3 “数码管动态显示装置”PROTEUS 设计、仿真、调试	153
7.1.4 “数码管动态显示装置”实际制作、运行、思考	154
7.2 项目 2: 单片机与 LCD 液晶显示器的接口技术	155
7.2.1 基础知识	155
7.2.2 “字符型液晶显示装置”电路设计和程序设计	158
7.2.3 “字符型液晶显示装置”PROTEUS 设计、仿真、调试	160
7.2.4 “字符型液晶显示装置”实际制作、运行、思考	161
7.3 项目 3: 单片机与矩阵式键盘的接口技术	161
7.3.1 基础知识	162
7.3.2 “矩阵式键盘接口装置”电路设计和程序设计	163
7.3.3 “矩阵式键盘接口装置”PROTEUS 设计、仿真、调试	165
7.3.4 “矩阵式键盘接口装置”实际制作、运行、思考	166
<b>第 8 章 AT89C51 后向通道接口技术</b>	<b>167</b>
8.1 项目 4: “简易信号发生器”的接口技术	167
8.1.1 基础知识	167
8.1.2 “简易信号发生器”电路设计和程序设计	172
8.1.3 “简易信号发生器”PROTEUS 设计、仿真、调试	173
8.1.4 “简易信号发生器”实际制作、运行、思考	174
8.2 项目 5: AT89C51 控制步进电动机的接口技术	175
8.2.1 基础知识	175
8.2.2 “控制步进电动机装置”电路设计和程序设计	177
8.2.3 “控制步进电动机装置”PROTEUS 设计、仿真、调试	179
8.2.4 “控制步进电动机装置”实际制作、运行、思考	179
<b>第 9 章 AT89C51 前向通道接口技术</b>	<b>181</b>
9.1 项目 6: “简易数字电压表”的设计与制作	181



9.1.1	基础知识	181
9.1.2	“简易数字电压表”电路设计和程序设计	183
9.1.3	“简易数字电压表”PROTEUS设计、仿真、调试	184
9.1.4	“简易数字电压表”实际制作、运行、思考	185
9.2	项目7：AT89C51控制直流电动机的接口技术	186
9.2.1	基础知识	186
9.2.2	“控制直流电动机装置”电路设计和程序设计	187
9.2.3	“控制直流电动机装置”PROTEUS设计、仿真、调试	190
9.2.4	“控制直流电动机装置”实际制作、运行、思考	190
<b>第10章</b>	<b>AT89C51串行通信通道接口技术</b>	<b>192</b>
10.1	项目8：AT89C51间串行通信的接口技术	192
10.1.1	基础知识	192
10.1.2	“AT89C51间通信接口装置”电路设计与程序设计	195
10.1.3	“AT89C51间通信接口装置”PROTEUS设计、仿真、调试	199
10.1.4	“AT89C51间通信接口装置”实际制作、运行、思考	200
10.2	项目9：AT89C51与PC间通信的接口技术	200
10.2.1	基础知识	201
10.2.2	“AT89C51与PC间通信接口”电路设计和程序设计	203
10.2.3	“AT89C51与PC间通信接口”PROTEUS设计、仿真、调试	205
10.2.4	“AT89C51与PC间通信接口”实际制作、运行、思考	206
<b>第11章</b>	<b>AT89C51单片机的实际应用</b>	<b>208</b>
11.1	项目10：基于单片机的简易电子琴	208
11.1.1	功能与操作	208
11.1.2	电路设计和程序设计	208
11.1.3	技术要点	210
11.1.4	PROTEUS设计、仿真、调试	210
11.1.5	实际制作	211
11.2	项目11：基于单片机和DS1302的电子时钟	211
11.2.1	功能与操作	211
11.2.2	电路设计和程序设计	212
11.2.3	技术要点	219
11.2.4	PROTEUS设计、仿真、调试	220
11.2.5	实际制作	220
11.3	项目12：单片机控制LED点阵显示屏	221
11.3.1	功能与操作	221
11.3.2	电路设计和程序设计	221
11.3.3	技术要点	223





11.3.4	PROTEUS 设计、仿真、调试	224
11.3.5	实际制作	225
附录 A	AT89S51 相对 AT89C51 增加的功能	226
A.1	AT89S51 单片机内部结构、引脚图和特殊功能寄存器	226
A.2	增加功能的应用	228
附录 B	BCD 码和 ASCII 码	233
B.1	8421 BCD 码	233
B.2	BCD 码运算	233
B.3	ASCII 码	234
附录 C	AT89C 系列单片机指令表	236
附录 D	编程器使用初步	240
参考文献		243



# 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）”。

#### 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。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。国内早期称其为“单片机”，一直沿用至今。但应将“单片机”理解为“微控制器（MCU）”。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，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。若依“位”来分类，有 4 位、8 位、16 位、32 位、64 位等单片机。目前仍应用很广的 8 位单片机型号就很多，如 MCS-51、AT89C、AT89S、P87C、W7851、STC、GMS90、HT、PIC、AVR、68HC11、MB8900 等系列。其中，2~7 种是采用 MCS-51 系列（基本型为 80C51）单片机内核的兼容机，且指令系统相同。图 1-1 列出了几种常用单片机照片。图 1-2 为 MCS-51 系列单片机中

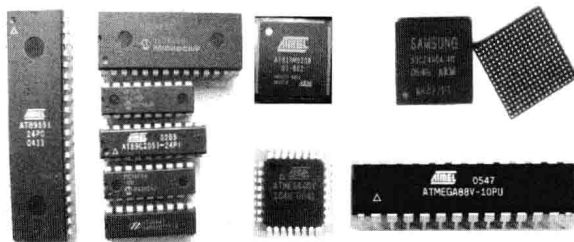


图 1-1 AT89C51/S51、PIC、AVR、ARM 等





80C51 的内部结构原理示意框图。

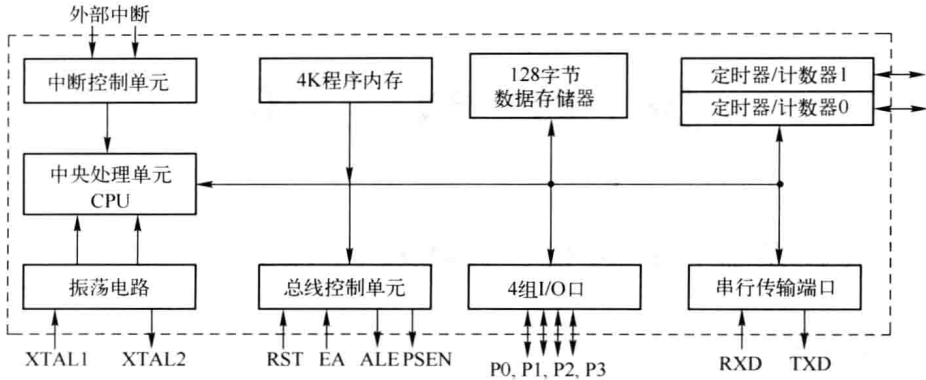


图 1-2 MCS-51 系列单片机中 80C51 的内部结构原理示意框图

### 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）能满足一般应用系统的要求。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。

**值得注意的是：**目前有许多单片机（如 STC 系列）分别扩充了 ROM、RAM、中断、定时器、A/D、D/A、PWM 等资源，使用更加方便有效。

## 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台 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。64 位 MCU 也开始走向市场, 如东芝 64 位单片机 TX99/H4 系列。

## 2. 我国单片机发展简况

自 1986 年来, 我国单片机已走过近 30 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重要地位。以 MCS-51 内核为内核的功能更强的兼容单片机不断推出, 产量大, 应用广。国内近几年获得广泛应用的 STC 系列单片机就是典型的实例。8 位单片机系列多, 型号多。表 1-1 列出了几种以 MCS-51 内核为内核的兼容单片机的主要配置, 它们也有相互兼容的封装, 应用广泛。

表 1-1 几种常用 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
AT89C51				4KB	128B	2	32	1	5	24MHz
AT89S51				4KB	128B	2	32	1	5	24MHz
AT89S53				12KB	256B	3	32	1	9	24MHz
P87C51		4KB			128B	2	32	1	5	33MHz
W78E51			4KB		128B	2	32	1	5	40MHz
STC89C51 RC				4KB	512B	3	35	2	8	80MHz

### 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 MCS-51 系列单片机内核相结合的单片机系列, 是目前应用广泛的 8 位主流机型之一。AT89 系列机包含 AT89C51/52/53/54/55/58……, AT89S51/52/53/54/55/58……。

本书涉及的 AT89C51/52 还与许多 MCS-51 兼容机 (AT89S51/52、STC89C51/52 等) 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。明显缩短了单片机应用系统的开发周期和开发成本。

### (2) 与 MCS-51 兼容

AT89C51 单片机不仅可取代 MCS-51 单片机,还可取代与 MCS-51 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 0Hz 频率的静态逻辑操作,并支持两种由软件(程序)选择的省电工作模式,即空闲模式和掉电模式。

## 3. AT89S51 单片机

AT89S51 单片机的基本功能、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。AT89S51 是 AT89C51 的增强型,它正取代 AT89C51。所以本书对 AT89S51 增加的功能也做了叙述。

由于 AT89C51/S51 单片机功能、性能优越,应用广泛并有着众多的兼容单片机;所以本书以 AT89C51 为主体兼顾 AT89S51 来讲述。其指令系统和主要内容适用于众多与其兼容(包括增强型)的单片机。本书所述例子或应用项目均可在 AT89C52、AT89S51/S52、STC89C51/52、P87C51、W78E51 等兼容(包括增强型)单片机上直接运行。实际上本书二十多个项目(实训)分别用了 AT89C51/52、AT89S51/S52、STC89C51/52 等单片机。

本书可作为学习应用上述众多兼容单片机(包括增强型)的原理和实际应用指导;也可作为学习应用其他不同类型单片机的基本原理基础和实际应用参考。

## 1.2 单片机应用系统及其应用领域

### 1.2.1 单片机最小系统和单片机应用系统

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,还要设计载入相应的应用软件(程序)。

#### 1. 单片机最小系统

单片机最小系统是系统中单片机载入软件、接通电源后就能工作的最小电路配置。它与单片机类型有关。AT89C51/S51 单片机最小系统是 AT89C51/S51 接上时钟电路、复位电路,并将 EA 引脚接电源引脚的最小电路配置。

#### 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包括全部电路和应用软件的系统。其全部电路是指在单片机最小系统基础上配置必要的扩展电路和面向应用对象的接口电路。其中接口电路可分类如下。

##### (1) 人机交互通道接口电路

人机交互通道接口电路包括键盘、拨码盘、显示器、打印机等输入/输出接口电路。





### (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) 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）、A/D（模/数）转换器等组成。

### (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。

## 1.2.2 单片机应用领域

单片机广泛应用于工业、农业、国防、科技、教育、金融、家庭等领域。

### 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、机器人等系统是多以单片机为核心的单机或多机网络系统。

### 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。

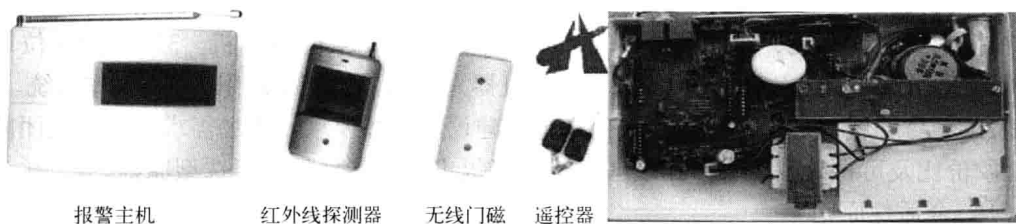
### 4. 智能化家用电器

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，BMW 745i 轿车就使用了 60 多个 8 位单片机。

总之，单片机是各种产品智能化的重要手段。图 1-3 ~ 图 1-8 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。



报警主机

红外线探测器

无线门磁

遥控器

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）





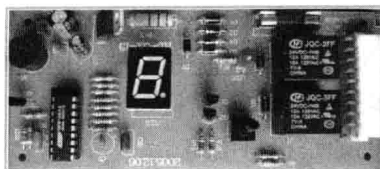


图 1-4 纯水机微电脑控制板 (浙江绍兴海德数码电子有限公司研发生产)

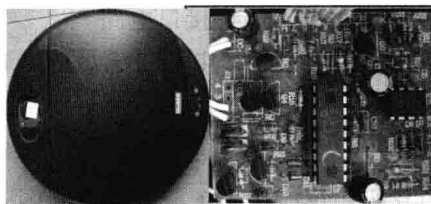
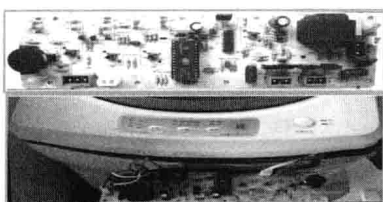


图 1-5 全自动洗衣机控制板 (浙江慈溪迈思特电子科技有限公司研发生产)

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)

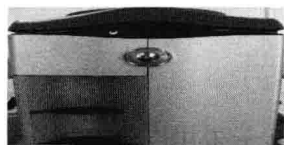


图 1-7 微电脑多功能饮料机 (浙江省慈溪迈思特电子科技有限公司研发生产)

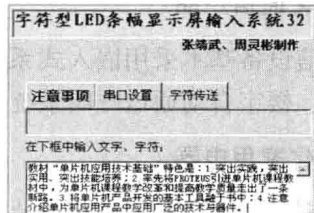
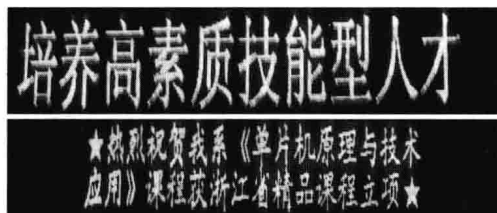


图 1-8 LED 条幅型大屏幕 (浙江省慈溪迈思特电子科技有限公司研发生产)

### 1.2.3 单片机应用系统中单片机类型的选择

#### 1. 选型原则

单片机种类多、型号多。

根据数据总线宽度,有 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位单片机。32 位、64 位单片机用于复杂处理的场合(如智能手机、高档机器人等),一般都使用嵌入式操作系统。

若以型号分就有数千种之多。如何选呢?建议从产品要求、市场需求、本人及团队现状、性/价比及可持续发展等多角度考虑。这里提出仅供参考的主要选型原则。

##### (1) 合适性原则

选择单片机不要盲目追求高、尖、新。要从产品要求角度选单片机,“合适就好”。

