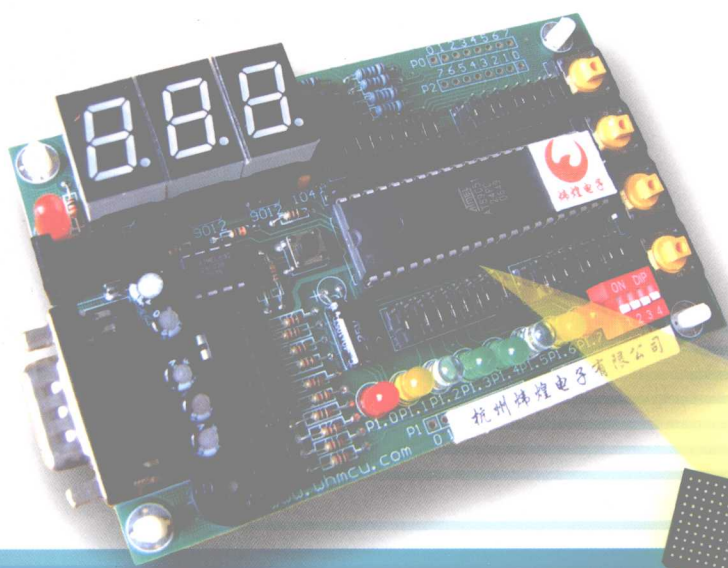


© 张靖武 周灵彬 编著

单片机原理、应用 与PROTEUS

仿 真



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

单片机原理、应用与 PROTEUS 仿真

张靖武 周灵彬 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书分原理篇、应用篇和 PROTEUS 仿真篇。原理篇以“够用”为原则，精减内容；应用篇以“实用”为目的，突出实践；仿真篇为单片机仿真教学提供了基础。

本书按照单片机应用产品的研发过程，讲述了 PROTEUS 设计与仿真平台、Keil 软件调试器、编程器等开发工具。书中有大量来自单片机应用产品的实例和单片机系统的 PROTEUS 设计与仿真实例。

本书以 AT89C51 单片机为主体来讲述单片机原理，其内容也适用于与 MCS-51 单片机兼容的其他类型单片机。

本书内容精练、实用、新颖，可作为普通高校本科、专科和高等职业院校教材，也可作为单片机应用工程技术人员、电类专业大学生及单片机应用技术爱好者的参考书。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, 周灵彬编著. —北京: 电子工业出版社, 2008.8
ISBN 978-7-121-07230-7

I. 单… II. ①张… ②周… 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. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 120740 号

责任编辑: 柴 燕 (chaiy@phei.com.cn)

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

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: 18.5 字数: 473.6 千字

印 次: 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 33.00 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。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

前 言

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”。超大规模集成电路技术的发展推动众多企业为嵌入式系统提供了全面的芯片技术支持，如嵌入式微控制器、嵌入式微处理器、DSP、FPGA/CPLD、ASIC、SOC 等。其中的“嵌入式微控制器”简称为“微控制器（MCU）”。

单片机就是“微控制器”，是嵌入式系统中重要且发展迅速的组成部分，充当主机角色。单片机接上振荡元件（如晶振）、复位电路和接口电路，载入软件后，则构成单片机应用系统。将它嵌入到形形色色的应用对象中，可成为众多产品、设备的智能化核心。单片机在国民经济各个领域获得了愈来愈广泛的应用。单片机原理及应用的课程也成为高等学校重要的专业基础课或专业课。

本书分原理篇、应用篇和 PROTEUS 仿真篇，共 15 章。原理篇以“够用”为原则，讲练结合。应用篇以“实用”为目的，学用并举。仿真篇为单片机仿真教学实践提供了基础。

本书是作者长期从事单片机课程教学、单片机应用产品研发和创建单片机课程 PROTEUS 仿真教学的总结。本书为浙江省重点建设教材，其主要特点是：

1. 突出实践，突出实用，突出技能培养。书中有大量实例，它们来自单片机应用产品或产品中的相关部分。

2. 率先将先进的单片机系统设计与仿真平台 PROTEUS 引进教材中。书中有大量单片机系统的 PROTEUS 设计与仿真实例。单片机课程 PROTEUS 仿真教学实践证明：仿真教学是课程改革和提高教学质量的一条新路。

3. 将单片机产品开发过程的基本工具融于书中。按单片机应用产品研发过程讲解 Keil 软件调试仿真器、编程器、PROTEUS 设计与仿真平台等开发工具。

4. 注意介绍单片机应用产品中应用广泛的技术与器件。例如： I^2C 总线、液晶显示、LED 点阵显示、电动机控制、单片机与 PC 通信、开门狗、ISP 在系统编程等技术；DS18B20、DS1302、ADC0831、24LC16B 等器件。

5. 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，它是性能优、应用广的与 MCS-51 兼容的单片机。

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。目录中缀有*号的章节是高职、专科选用章节。

感谢浙江省绍兴托普信息职业技术学院、中北大学和浙江省慈溪市信息产业协会的大力支持。

感谢广州市风标电子有限公司（PROTEUS 中国大陆总代理）匡裁华总经理、浙江省慈溪市迈思特电子科技有限公司方曙光董事长和浙江省宁波市阿拉丁电子科技有限公司

司徐国能总经理的大力支持。

本书第1~4、6章由张靖武编写，第5、7~15章和附录由周灵彬编写。全书由张靖武策划、统稿和定稿。

另外，王妹芳老师对本书练习进行了验算，学生应伟科制作了单片机课程教学实验板，学生吕秀兰为本书绘制了程序流程图。作者在此表示感谢。

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。

张靖武、周灵彬

目 录

原 理 篇

第 1 章 概论	1	2.2.1 时钟电路	15
1.1 嵌入式系统、单片机、AT89C51 单片机	1	2.2.2 复位电路	17
1.1.1 嵌入式系统、单片机	1	2.3 存储器结构	18
1.1.2 单片机发展概况	2	2.3.1 存储器组成	18
1.1.3 应用广泛的 AT89 系列单片机	3	2.3.2 程序存储器 ROM	19
1.2 单片机应用系统及其应用领域	4	2.3.3 数据存储器 RAM	19
1.2.1 单片机应用系统	4	2.4 实训 2: 单片机复位、晶振、ALE 信号的观测	24
1.2.2 单片机应用领域	5	2.4.1 电路安装	24
1.3 单片机应用研发工具和教学实验装置	6	2.4.2 信号观测	24
1.3.1 单片机软件调试仿真器	6	练习与思考 2	25
1.3.2 单片机仿真器	7	第 3 章 AT89C51 指令系统	26
1.3.3 编程器和 ISP 在系统编程	7	3.1 基本概念	26
1.3.4 单片机系统的 PROTEUS 设计与仿真平台	7	3.1.1 指令、指令系统、机器代码	26
1.3.5 单片机课程教学实验装置	8	3.1.2 程序、程序设计、机器语言	26
1.4 实训 1: 单片机研发工具、应用产品	9	3.1.3 汇编语言、汇编语言指令格式、常用符号	27
1.4.1 单片机产品、常用安装工具	9	3.1.4 汇编(编译)和编程(固化)	29
1.4.2 单片机应用产品	9	3.2 指令寻址方式	29
1.4.3 AT89C51 单片机研发工具操作演示	12	3.2.1 寻址、寻址方式、寻址存储器范围	29
练习与思考 1	12	3.2.2 直接寻址	30
第 2 章 AT89C51 单片机内部结构基础	13	3.2.3 立即寻址	30
2.1 内部结构和引脚功能	13	3.2.4 寄存器寻址	31
2.1.1 内部结构框图和主要部件	13	3.2.5 寄存器间接寻址	31
2.1.2 引脚功能	14	3.2.6 变址寻址	32
2.2 时钟电路与复位电路	15	3.2.7 相对寻址	32
		3.2.8 位寻址“bit”	33
		3.3 汇编语言的指令系统	34



3.3.1 数据传送指令	34	5.2 I/O 口的负载能力	85
3.3.2 算术运算类指令	38	5.3 I/O 口的简单应用	86
3.3.3 逻辑运算指令	43	5.3.1 单片机控制的跑马灯	86
3.3.4 控制转移指令	46	5.3.2 单片机控制数码管静态显示 实验	87
3.3.5 位操作指令	50	5.3.3 单片机用开关控制 LED 显示 实验	90
3.4 实训 3: 软件调试仿真器 Keil μ Vision 及其应用 (1)	51	5.3.4 单片机用开关控制数码管显示 实验	91
3.4.1 Keil μ Vision 快速入门	51	5.4 PROTEUS 仿真	92
3.4.2 Keil 的初步应用	58	5.5 实训 5: 编程器使用和 I/O 口的简单 应用	93
习题与思考 3	58	5.5.1 编程器使用初步	93
第 4 章 AT89C51 汇编语言程序 设计	61	5.5.2 单片机 I/O 口简单应用实训	95
4.1 伪指令、程序设计	61	习题与思考 5	95
4.1.1 伪指令	61	第 6 章 AT89C51 中断系统与定时器/ 计数器	96
4.1.2 程序设计	63	6.1 中断系统	96
4.1.3 程序结构	65	6.1.1 中断基本概念	96
4.2 汇编语言程序设计举例	70	6.1.2 中断系统结构	96
4.2.1 延时程序	70	6.1.3 与中断控制有关的寄存器	98
4.2.2 查表程序	71	6.1.4 中断过程	100
4.2.3 码制转换程序	72	6.2 中断应用	103
4.2.4 数据排序程序	74	6.2.1 中断初始化和中断服务程序	103
4.2.5 算术计算程序	74	6.2.2 中断应用举例	103
4.3 实训 4: 软件调试仿真器 Keil μ Vision 应用 (2)	77	6.3 定时器/计数器	110
4.3.1 用 Keil 设计延时子程序并进行仿真 调试和延时测量	77	6.3.1 定时器/计数器概述	110
4.3.2 用 Keil 设计分支结构程序并仿真 调试	79	6.3.2 定时器/计数器的控制	111
4.3.3 用 Keil 设计查表程序并仿真 调试	79	6.3.3 定时器/计数器的工作方式	112
习题与思考 4	80	6.3.4 定时器/计数器的计数容量及初值	114
第 5 章 AT89C51 输入/输出及其 简单应用	81	6.4 定时器/计数器应用	115
5.1 I/O 口结构与工作原理	81	6.4.1 定时器/计数器应用的基本 步骤	115
5.1.1 P1 口	81	6.4.2 定时器/计数器的应用举例	115
5.1.2 P3 口	82	6.5 PROTEUS 仿真	120
5.1.3 P2 口	83	6.6 实训 6: 中断系统和定时器/计数器的 综合应用	120
5.1.4 P0 口	84	6.6.1 基于 AT89C51 的 60s 倒计时	





装置	120
*6.6.2 基于 AT89C51 的按键发声	

装置	122
习题与思考 6	124

应 用 篇

第 7 章 AT89C51 单片机的存储器

扩展技术	126
*7.1 用 EPROM 扩展单片机程序	
存储器	126
7.1.1 基础知识	126
7.1.2 扩展 ROM 电路设计	129
7.1.3 扩展 ROM 程序设计	129
7.1.4 运行与思考	130
7.1.5 片外 ROM 的操作时序	131
7.2 用 SRAM 扩展单片机数据存储器	131
7.2.1 基础知识	132
7.2.2 扩展 RAM 电路设计	132
7.2.3 扩展 RAM 程序设计	133
7.2.4 运行与思考	134
*7.2.5 片外 RAM 的操作时序	134
7.3 用 E ² PROM 扩展单片机 ROM、	
RAM	135
7.3.1 基础知识	135
7.3.2 E ² PROM 扩展 ROM、RAM	
电路设计	136
7.3.3 E ² PROM 扩展 ROM、RAM	
程序设计	136
7.3.4 运行与思考	137
*7.4 用串行 E ² PROM 扩展单片机	
存储器	138
7.4.1 基础知识	138
7.4.2 串行 E ² PROM 扩展存储器电路	
设计	141
7.4.3 串行 E ² PROM 扩展存储器程序	
设计	141
7.4.4 运行与思考	145
7.4.5 串行 E ² PROM 扩展存储器操作	
时序	145

7.5 PROTEUS 仿真	145
----------------------	-----

7.6 实训 7: 用 SRAM 6264 扩展单片机

RAM 实验	146
7.6.1 实训目的	146
7.6.2 实训内容	146

第 8 章 AT89C51 人机交互通道的

接口技术

8.1 单片机与 LED 数码管动态显示的	
接口技术	147
8.1.1 基础知识	147
8.1.2 接口电路设计	148
8.1.3 接口程序设计	148
8.1.4 运行与思考	149
*8.2 单片机与字符型 LCD 显示器的	
接口技术	149
8.2.1 基础知识	149
8.2.2 接口电路设计	153
8.2.3 接口程序设计	153
8.2.4 运行与思考	154
8.3 单片机与矩阵式键盘的接口技术	155
8.3.1 基础知识	155
8.3.2 接口电路设计	158
8.3.3 接口程序设计	158
8.3.4 运行与思考	160
8.4 单片机与 BCD 拨码盘的接口技术	160
8.4.1 基础知识	160
8.4.2 接口电路设计	161
8.4.3 接口程序设计	161
8.4.4 运行与思考	162
8.5 PROTEUS 仿真	162
8.6 实训 8: 单片机与矩阵式键盘的接口	
技术实验	163
8.6.1 实训目的	163





8.6.2 实训内容	163	10.3.4 运行与思考	183
第9章 AT89C51 单片机前向通道		10.4 PROTEUS 仿真	183
接口技术	164	10.5 实训10: 单片机与 DAC0832 的接口	
9.1 单片机与 ADC0809 (0808) 的接口		技术实验	183
技术	164	10.5.1 实训目的	183
9.1.1 基础知识	164	10.5.2 实训内容	183
9.1.2 接口电路设计	166	第11章 AT89C51 串行通信通道接口	
9.1.3 接口程序设计	166	技术	184
9.1.4 运行与思考	167	11.1 单片机之间的串行通信接口技术	184
*9.2 单片机控制的水位检测的接口		11.1.1 基础知识	184
技术	168	11.1.2 接口电路设计	187
9.2.1 基础知识	168	11.1.3 接口程序设计	187
9.2.2 接口电路设计	168	11.1.4 运行与思考	190
9.2.3 接口程序设计	169	*11.2 单片机与 PC 间的通信接口技术	191
9.2.4 运行与思考	170	11.2.1 基础知识	191
9.3 PROTEUS 仿真	170	11.2.2 接口电路设计	192
9.4 实训9: 单片机与 ADC0809 (0808)		11.2.3 接口程序设计	193
接口技术实验	170	11.2.4 运行与思考	194
9.4.1 实训目的	170	11.3 PROTEUS 仿真	195
9.4.2 实训内容	170	11.4 实训11: 单片机之间通信的接口技术	
第10章 AT89C51 后向通道接口		实验	195
技术	171	11.4.1 实训目的	195
10.1 单片机与 DAC0832 的接口技术	171	11.4.2 实训内容	195
10.1.1 基础知识	171	第12章 单片机的实际应用	196
10.1.2 接口电路设计	173	12.1 基于单片机和 DS1302 的电子时钟	196
10.1.3 接口程序设计	174	12.1.1 功能与操作	196
10.1.4 运行与思考	175	12.1.2 应用电路设计	196
10.2 单片机控制步进电动机的接口		12.1.3 应用程序设计	196
技术	175	12.1.4 技术要点	202
10.2.1 基础知识	175	12.2 基于单片机的带存储播放功能的简易	
10.2.2 接口电路设计	177	电子琴	203
10.2.3 接口程序设计	178	12.2.1 功能与操作	203
10.2.4 运行与思考	179	12.2.2 应用电路设计	204
*10.3 单片机控制直流电动机的接口		12.2.3 应用程序设计	204
技术	179	12.2.4 技术要点	208
10.3.1 基础知识	179	*12.3 基于单片机和 DS18B20 的数字	
10.3.2 接口电路设计	180	温度计	209
10.3.3 接口程序设计	181	12.3.1 功能与操作	209





12.3.2 电路设计	209	12.5.1 功能与操作	217
12.3.3 应用程序设计	209	12.5.2 应用电路设计	218
12.3.4 技术要点	213	12.5.3 应用程序设计	218
12.4 基于单片机控制的 LED 点阵显示屏	214	12.5.4 技术要点	221
12.4.1 功能与操作	214	12.6 PROTEUS 仿真	222
12.4.2 应用电路设计	214	12.7 实训 12: 制作基于单片机和 DS1302 的	
12.4.3 应用程序设计	214	电子时钟	222
12.4.4 技术要点	216	12.7.1 实训目的	222
*12.5 基于单片机的纯水机控制电路板		12.7.2 实训内容	222
设计	217		

PROTEUS 仿真篇

第 13 章 单片机系统 PROTEUS 设计与仿真基础

13.1 PROTEUS ISIS 窗口与基本操作	223
13.1.1 ISIS 窗口	224
13.1.2 PROTEUS 基本操作	226
13.2 单片机系统 PROTEUS 设计与仿真初步	230
13.2.1 PROTEUS 电路设计	230
13.2.2 源程序设计和生成目标代码文件	231
13.2.3 仿真	232
13.2.4 调试窗口、带调试窗口的仿真调试	233
13.2.5 断点设置、带断点的仿真调试	236
13.2.6 用 PROTEUS 虚拟示波器观测信号	237
13.2.7 用 PROTEUS 高级图表仿真 (ASF) 观测信号	239

第 14 章 原理篇实例的 PROTEUS 设计与仿真

14.1 单片机控制数码管静态显示的设计与仿真	245
14.2 单片机用开关控制 LED 显示实验的设计与仿真	246
14.3 单片机用开关控制数码管显示实验的	

设计与仿真	246
14.4 单片机外中断实验的设计与仿真	247
14.5 单片机中断优先级实验的设计与仿真	248
14.6 单片机中断优先权实验的设计与仿真	249
14.7 基于 AT89C51 的 60 秒倒计时装置的设计与仿真	251
*14.8 基于 AT89C51 的按键发声装置的设计与仿真	251

第 15 章 应用篇实例的 PROTEUS 设计与仿真

*15.1 EPROM 27C64 扩展单片机 ROM 的设计与仿真	253
15.2 SRAM 6264 扩展单片机 RAM 的设计与仿真	254
*15.3 串行 E ² PROM 24LC16B 扩展单片机存储器的设计与仿真	255
15.4 单片机与 LED 数码管动态显示接口的设计与仿真	257
*15.5 单片机与字符型 LCD 显示器接口的设计与仿真	258
15.6 单片机与矩阵式键盘接口的设计与仿真	259
*15.7 单片机与 BCD 拨码盘的接口的设计与	



仿真	260	*15.16 基于单片机、DS18B20 的数字温度计 的设计与仿真	269
15.8 单片机与 ADC0809 (0808) 接口的 设计与仿真	260	15.17 基于单片机的 LED 点阵显示屏的设计 与仿真	270
15.9 单片机与 DAC0832 接口的设计与 仿真	261	*15.18 基于单片机的纯水机控制板的设计与 仿真	272
*15.10 单片机与直流电动机接口的设计与 仿真	262	附录 A AT89S51 相对 AT89C51 增加的 功能	273
15.11 单片机控制步进电动机接口的设计与 仿真	263	附录 A.1 AT89S51 单片机内部结构、引脚图 和特殊功能寄存器	273
15.12 单片机之间的串行通信接口设计与 仿真	265	附录 A.2 增加功能的应用	275
*15.13 单片机与 PC 间的通信接口设计与 仿真	266	附录 B BCD 码和 ASCII 码	278
15.14 基于单片机、DS1302 的电子时钟的 设计与仿真	267	附录 B.1 8421 BCD 码	278
15.15 带存储播放功能的简易电子琴的 设计与仿真	268	附录 B.2 BCD 码运算	278
		附录 B.3 ASCII 码	279
		附录 C AT89C 系列单片机指令表	281
		参考文献	285



原 理 篇

- ◇ AT89C51 内部结构
- ◇ AT89C51 指令系统
- ◇ AT89C51 程序设计
- ◇ AT89C51 I/O 口
- ◇ AT89C51 中断系统
- ◇ 2AT89C51 定时器/计数器

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、软件接合的智力系统。大规模集成电路技术的发展，推动众多企业为嵌入式系统研发、生产出体积愈来愈小、功耗愈来愈低、性能愈来愈强、价位愈来愈廉的芯片。如嵌入式微控制器、嵌入式微处理器、DSP、FPGA/CPLD、ASIC、SOC 等。其中的“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设计、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“单芯片微型计算机”，简称“单片机”，一直沿用至今。但应将“单片机”的“机”理解为“微控制器”，即理解“单片机”为“微控制器”。

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，AT89C51、AT89S51、P87C51、W7851E、MCS-51、PIC、ARM7、ARM9 等。其中，前 4 种均是采用 MCS-51 内核的兼容机。图 1-1 为 MCS-51 系列单片机 80C51 的内部结构原理示意框图。

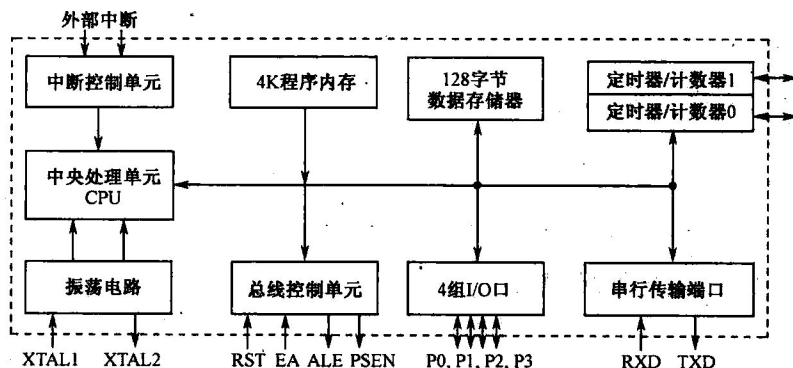


图 1-1 MCS-51 单片机 80C51 的内部结构原理示意框图

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

单片机设计的依据是对象体系的控制要求。其结构、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 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系统和单片机应用系统。

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 公司近期推出了基于 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。

三十多年来, 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, 但传统的 8 位单片机产品丝毫没有任何退隐江湖之意; 相反, 由于在更多的市场找到了发挥的空间, 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。国内使用最多的 8 位单片机系列中有 MCS-51、AT89、P87C、W78E 系列机、PIC、HT 等系列机。AT89 系列机、P87C 系列机、W78E 系列机均是 MCS-51 系列机的兼容机。表 1-1 列出了几种常用 8 位单片机的主要配置。其中, AT89C51 是 AT89 系列机的标准型, 而 AT89S51 是在 AT89C51 基础上增加新功能而成的新型号。

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
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, 是与 MCS-51 系列机兼容的 Flash 单片机系列。它既继承了 MCS-51 原有的功能, 又拥有一些独特的优点, 是目前应用广泛的主流机型之一。AT89 系列有 AT89C 系列和 AT89S 系列, 各系列中又有低档型、标准型和高档型之分。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 0Hz 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。

(4) 可反复进行系统试验

用 89 系列单片机设计的系统，可以反复进行系统试验，每次试验可以编入不同的程序。这样，不仅可以保证用户系统设计达到最优，而且可随用户需要进行修改。

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，但增加了一些新功能。例如，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，可认为 AT89S51 是 AT89C51 的增强型，它正在取代 AT89C51。

由于 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。本书的主要内容适用于 80C51 和与 80C51 兼容的单片机，对 AT89S51 单片机的双 DPTR、看门狗、ISP 在系统编程等功能也做了叙述。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、外围设备、接口电路，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。

从结构来说，单片机、单片机系统、单片机应用系统之间的关系可用图 1-2 表示，是三个层次的关系。

1. 单片机系统

由有片内 ROM 的单片机和时钟电路、复位电路等，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），形成能满足应用要求的一个单片机系统。



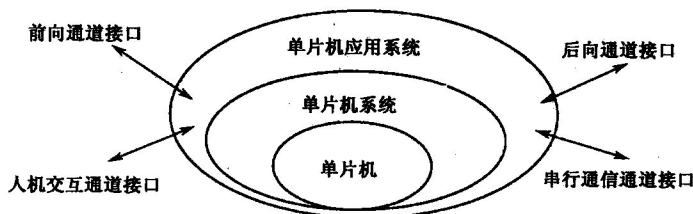


图 1-2 单片机、单片机系统、单片机应用系统之间的关系

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。在单片机应用系统中，面向应用对象的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

单片机的出现是计算机发展史上的一个很重要的里程碑，是智能化的核心。单片机使计算机从海量数值计算进入到智能化控制领域。

单片机的应用领域很广，已渗透到我国国民经济及我国国民生活的各个领域，是产品智能化的重要手段。

1. 工业控制智能化

工业过程控制、过程监测、机电一体化控制系统等都是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。

2. 智能化仪器、仪表、传感器

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替