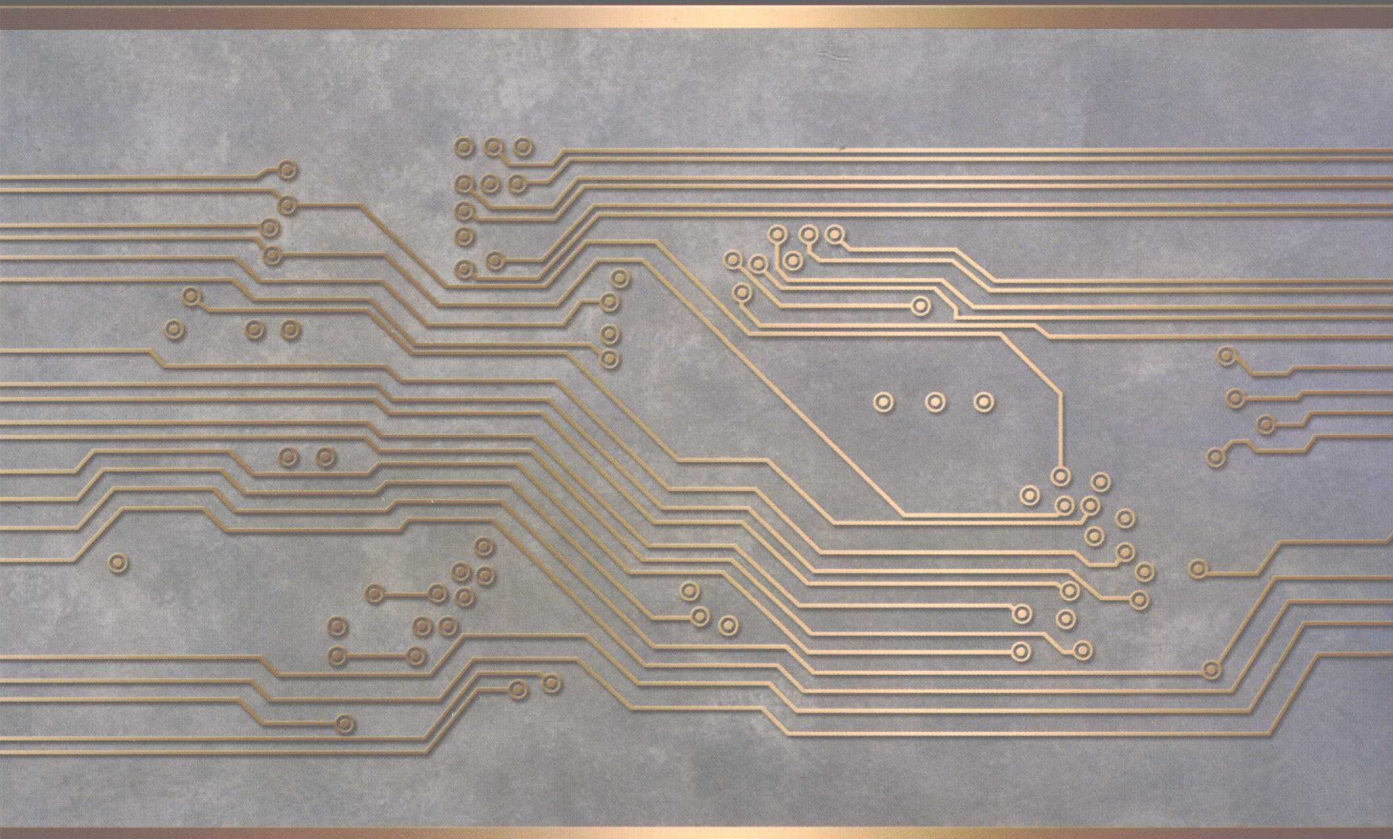


新编电气与电子信息类本科规划教材

基于Proteus的

单片机应用技术

江世明 编著



電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

新编电气与电子信息类本科规划教材

基于 Proteus 的 单片机应用技术

江世明 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是作者在单片机教学与开发应用过程中,将实践经验教训和心得感悟,以应用为主调,对单片机应用系统设计加以总结、整理而成的。全书共 10 章,包括:单片机基础、Proteus 电子设计软件、单片机输入/输出电路设计、单片机显示接口技术、单片机键盘接口技术、单片机定时/计数器与中断接口技术、单片机转换器接口技术、单片机扩展技术、单片机串行接口技术、单片机应用系统设计与仿真。每章针对一个主题,从原理知识到电路设计、程序设计、系统仿真,介绍单片机应用系统的设计方法。本书所有示例都有详细的说明和程序设计流程,并在 Proteus 电子设计软件中通过仿真。每章既独立成篇,又相互关联,具有明显的工程应用特色。

本书可作为电气控制类、电子信息类各专业单片机应用设计的教材,也可作为单片机应用能力培训教材,也可供电子竞技、单片机课程设计、毕业设计及广大从事单片机系统开发应用的工程技术人员参考。

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

基于 Proteus 的单片机应用技术/江世明编著. —北京:电子工业出版社,2009. 6
新编电气与电子信息类本科规划教材
ISBN 978-7-121-08754-7

I. 基… II. 江… III. 单片微型计算机—应用软件, Proteus—高等学校—教材 IV. TP368
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 065942 号

责任编辑:凌 毅

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:21 字数:538 千字

印 次:2009 年 6 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:33.80 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。

前 言

单片机技术作为计算机技术的一个分支,广泛地应用于工业控制、智能仪器仪表、机电一体化产品、家用电器等各个领域。“单片机原理及应用”是工科类一门重要的专业基础课,是电子信息与电气类专业学生必须要掌握的一门基本技能。学生在课程设计、毕业设计及社会实践中会广泛应用到单片机知识。如何在较短的时间内掌握单片机原理,具备应用单片机知识解决实际问题的能力?针对这一课题,编者进行了不懈的努力,对长期的教学和科研进行总结。本书由作者近年来的专题讲稿整理而成。

本书以专题形式对单片机应用系统设计,从原理知识到电路设计,从解决问题的思路到程序流程设计,进行了详细说明。章与章之间既独立成篇,又相互关联。本书具有以下特点:

(1)以 Proteus 软件作为单片机应用系统的设计和仿真平台,强调在应用中学单片机,实现了从产品概念到设计完成全过程训练,克服了传统单片机系统设计中没有物理原型就无法对系统进行测试、没有系统硬件就很难对软件进行调试的不足。

(2)在内容编排上,理论与实践相结合。以任务为驱动,每章针对专题,从理论上讲述电路设计和程序设计方法,以示例讲述如何应用理论解决实际问题,突出工程意识和应用能力培养,实现了教材与社会无缝连接。

(3)高级语言与汇编语言并重,突出了 C 语言在单片机应用系统设计的成分。部分示例同时列举了汇编程序和 C 语言程序,便于初学者入门和提高。

(4)特别注重创新素质的培养,书中的每个实例,都有解题思路,每个程序都有程序流程图,适应不同层次人员对单片机学习的需要。

本书提供配套的电子课件及程序源代码,可登录电子工业出版社的华信资源教育网:www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn,注册后免费下载。

在本书编写过程中,首先感谢风标公司匡载华经理为本书提供了 Proteus 软件并组织审核了本书的内容;其次是感谢学生黄晖、文昌荣、贾小伟、李永视、易龙明、田果、陈军华、雷发禹等为本书示例进行了仿真;感谢周继明、罗珍芳为本书做了大量工作;同时,在本书的编写过程中,借鉴了许多现行教材的宝贵经验,在此谨向这些作者表示诚挚的感谢。

尽管作者力图将单片机应用技术表述得全面而深刻,使之成为单片机应用特色教材,但由于作者的水平所限,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者和同行批评、指正。

作 者

2009 年 4 月

目 录

第 1 章 单片机基础	1
1.1 单片机	1
1.1.1 单片机概念	1
1.1.2 单片机发展	1
1.1.3 单片机应用	2
1.1.4 常用 51 单片机	2
1.2 单片机结构	4
1.2.1 单片机的基本结构	4
1.2.2 单片机的功能单元	10
1.3 单片机应用系统汇编语言程序设计	15
1.3.1 顺序结构的程序设计方法	15
1.3.2 分支结构的程序设计方法	15
1.3.3 散转程序设计	16
1.3.4 循环程序设计方法	17
1.4 单片机应用系统 C 语言程序设计	17
1.4.1 C 语言程序结构	18
1.4.2 标识符和关键字	19
1.4.3 数据结构类型和运算符	20
1.4.4 程序控制语句	23
1.4.5 函数定义	27
1.4.6 基于 Keil 的 C 语言程序设计实例	29
第 2 章 Proteus 电子设计软件	33
2.1 Proteus 软件简介	33
2.1.1 Proteus 软件组成	33
2.1.2 Proteus 软件资源	34
2.1.3 基于 Proteus 产品设计方法	37
2.1.4 Proteus 软件应用	37
2.2 Proteus 软件基本操作	38
2.2.1 Proteus ISIS 操作界面	38
2.2.2 Proteus 软件基本操作	39
2.3 Proteus ISIS 参数设置	41
2.3.1 Proteus ISIS 编辑环境设置	41
2.3.2 Proteus ISIS 系统参数设置	42

2.4	基于 Proteus 的电路设计	43
2.4.1	设计流程	43
2.4.2	设计实例	43
2.5	元件创建	45
2.5.1	Proteus 模型分类	45
2.5.2	原理图模型创建	46
2.5.3	SPICE 模型创建	51
2.5.4	VSM 模型的创建	52
2.5.5	动态模型创建	53
2.6	基于 Proteus 的电路仿真	56
2.6.1	单片机应用系统交互式仿真	56
2.6.2	基于图表的仿真	58
2.6.3	Proteus 软件与第三方软件联合调试	60
2.7	基于 Proteus 的 PCB 设计	62
2.7.1	ARES 菜单和工具栏介绍	62
2.7.2	从原理图到 ARES	64
2.7.3	元器件布局	68
2.7.4	PCB 布线	70
2.7.5	规则检查	73
2.7.6	PCB 铺铜	73
2.7.7	PCB 预览	73
2.7.8	PCB 图打印	74
第 3 章	单片机输入/输出电路设计	75
3.1	输入/输出电路设计要求	75
3.1.1	单片机 I/O 端口	75
3.1.2	输入/输出电路设计要求	75
3.2	输入电路设计	76
3.2.1	标准开关信号输入电路设计	76
3.2.2	弱开关信号输入电路设计	76
3.2.3	强开关信号输入电路设计	77
3.2.4	工业用典型输入电路	77
3.3	输出电路设计	78
3.3.1	直接驱动电路设计	78
3.3.2	晶体管驱动电路设计	78
3.3.3	继电器驱动电路设计	79
3.4	输入/输出电路设计实例	79
3.4.1	彩灯控制器设计与仿真	79
3.4.2	开关状态显示电路设计与仿真	83
3.4.3	高塔水位控制器设计与仿真	86
3.4.4	汽车转向控制器设计与仿真	88

第 4 章 单片机显示接口技术	92
4.1 基于单片机的 LED 显示接口技术	92
4.1.1 LED 显示原理	92
4.1.2 基于单片机的 LED 数码显示接口技术	93
4.1.3 拨码开关状态数码显示电路 Proteus 设计与仿真	94
4.1.4 单片机端口数据数码显示 Proteus 设计与仿真	96
4.1.5 脉冲计数电路 Proteus 设计与仿真	98
4.1.6 点阵显示电路 Proteus 设计与仿真	104
4.2 基于单片机的 LCD 字符显示接口技术	107
4.2.1 1602 LCD 液晶显示模块	107
4.2.2 单片机与 LCD 显示模块的接口形式	113
4.2.3 字符“A”显示电路 Proteus 设计与仿真	113
4.2.4 多字符 LCD 显示电路 Proteus 设计与仿真	118
4.3 基于单片机的 LCD 图形显示接口技术	120
4.3.1 LCD 显示模块	120
4.3.2 12864 图形液晶显示控制方法	122
4.3.3 单片机与 12864 LCD 图形显示模块接口电路	125
4.3.4 基于单片机的图形显示电路 Proteus 设计与仿真	125
第 5 章 单片机键盘接口技术	132
5.1 独立式键盘与单片机接口技术	132
5.1.1 独立式键盘	132
5.1.2 独立式键盘接口技术	132
5.1.3 独立式键盘电路 Proteus 设计与仿真	133
5.1.4 带中断的独立式键盘电路 Proteus 设计与仿真	136
5.2 行列式键盘与单片机接口技术	138
5.2.1 行列式键盘结构与原理	138
5.2.2 行列式键盘编程方法	140
5.2.3 行列式键盘电路 Proteus 设计与仿真	141
5.2.4 带中断的行列式键盘电路 Proteus 设计与仿真	146
第 6 章 单片机定时/计数器与中断接口技术	150
6.1 单片机中断系统	150
6.1.1 单片机中断系统结构	150
6.1.2 中断系统设置	151
6.1.3 中断系统程序设计	153
6.2 单片机外部中断	154
6.2.1 外部中断设置	154
6.2.2 外部中断扩展方法	155
6.2.3 外部中断程序设计方法	155
6.2.4 单片机外部中断应用实例	156
6.2.5 同级外部中断 Proteus 设计与仿真	157

6.2.6	不同级别外部中断 Proteus 设计与仿真	160
6.2.7	外部中断源扩展 Proteus 设计与仿真	163
6.3	单片机定时/计数器	167
6.3.1	定时/计数器基本结构	167
6.3.2	定时/计数器设置	168
6.3.3	定时/计数器工作方式	170
6.3.4	定时/计数器应用设计	171
6.3.5	基于单片机的秒表 Proteus 设计与仿真	172
6.3.6	数字频率计 Proteus 设计与仿真	175
6.3.7	方波发生器 Proteus 设计与仿真	180
6.3.8	脉冲宽度测量 Proteus 设计与仿真	181
第 7 章	单片机转换器接口技术	184
7.1	A/D 转换器接口技术	184
7.1.1	A/D 转换	184
7.1.2	并行 8 位 A/D 转换接口技术	184
7.1.3	并行 12 位 A/D 转换接口技术	190
7.1.4	8 位串行 A/D 转换接口技术	195
7.1.5	12 位串行 A/D 转换接口技术	201
7.2	D/A 转换器接口技术	207
7.2.1	D/A 转换	207
7.2.2	并行 D/A 转换接口技术	208
7.2.3	串行 D/A 转换接口技术	214
第 8 章	单片机扩展技术	218
8.1	基于移位寄存器的单片机串行扩展技术	218
8.1.1	基于 74HC164 的串行扩展技术	218
8.1.2	基于 74HC164 串行扩展实例	219
8.1.3	基于 74HC165 的串行扩展技术	221
8.1.4	基于 74HC165 串行扩展实例	221
8.2	基于 I ² C 总线的单片机串行扩展技术	223
8.2.1	I ² C 总线	223
8.2.2	主方式虚拟 I ² C 总线程序设计	225
8.2.3	基于 AT24C01 的 I ² C 总线扩展实例	230
8.2.4	虚拟 I ² C 仪表应用方法	242
8.3	简单并行 I/O 扩展技术	245
8.3.1	基于 74HC244 并行 I/O 扩展技术	245
8.3.2	基于 74HC373 并行 I/O 扩展技术	246
8.3.3	基于 74HC245 并行 I/O 扩展技术	247
8.3.4	基于 74HC273 并行 I/O 扩展技术	248
8.3.5	简单并行 I/O 口扩展实例	249

8.4	单片机存储器扩展技术	251
8.4.1	单片机存储器扩展方法	251
8.4.2	基于单片机的数据存储器扩展实例	254
8.4.3	基于单片机的程序存储器扩展实例	256
第9章	单片机串行接口技术	258
9.1	单片机串行接口技术概述	258
9.1.1	单片机串口结构	258
9.1.2	串行口数据收发原理	258
9.1.3	串行口工作方式	258
9.1.4	单片机串行口控制	259
9.2	串行口应用举例	262
9.2.1	基于串行扩展技术的 I/O 口扩展电路设计	262
9.2.2	单片机双机通信	266
9.2.3	单片机多机通信	270
9.3	虚拟终端在单片机串行调试中的应用	273
9.3.1	虚拟终端	273
9.3.2	虚拟终端与单片机串行调试	274
9.3.3	单片机与 PC 串行通信	276
第10章	单片机应用系统设计与仿真	278
10.1	单片机应用系统设计方法	278
10.1.1	方案设计	279
10.1.2	电路设计	280
10.1.3	程序设计	281
10.1.4	系统调试	283
10.1.5	系统仿真	283
10.2	单片机应用系统设计实例	283
10.2.1	直流电机 PWM 调速器设计	283
10.2.2	步进电机控制器设计	290
10.2.3	基于单片机的温度测量装置设计	300
10.2.4	基于单片机的信号发生器设计	306
10.2.5	基于单片机的数控稳压电源设计	311
附录 A	51 单片机指令表	317
附录 B	reg51.h 详解	320
附录 C	Proteus 常用元器件	322
附录 D	单片机典型外围器件	324
	参考文献	326

第 1 章 单片机基础

本章在介绍单片机的基本概念、发展历史和发展趋势基础上,在硬件方面对构成单片机的基本部件(CPU、存储器、I/O 端口)和功能部件(定时/计数器、中断系统、串行接口)进行介绍;在程序设计方面简要介绍基于汇编语言的程序设计方法,详细介绍 C51 的基本语法规则、数据类型、常用控制语句和 C 语言函数,并以典型示例讲述如何在 Keil 开发环境实现单片机应用系统 C51 程序的设计、编译和调试。

1.1 单片机

1.1.1 单片机概念

单片机也称为“单片微型计算机”,单片机一词最早源于“Single Chip Microcomputer”,简称 SCM。在单片机诞生时,由于其组成和原理是基于计算的,因此 SCM 准确反应了单片机的基本特征。随着 SCM 在技术和体系结构上的不断更新,功能不断完善,单片机成为计算机的一个分支,面向控制领域,现在国际上用“MCU”(Micro Controller Unit)来代替 SCM。所谓单片机就是把构成计算机的主要部件(中央处理器 CPU、数据存储器 RAM、程序存储器 ROM、I/O 接口电路、定时/计数器及串行通信接口等)集成在一块芯片上,这块芯片称为单片机。

1.1.2 单片机发展

1. 单片机的发展历史

1970 年 Intel 公司研制出 4 位单片机 4004,从此开创了微处理器的新纪元。如果将 8 位单片机的推出作为起点,单片机的发展经历了 4 个阶段。

单片机探索阶段(1976—1978):这一阶段主要是探索如何将构成计算机的主要部件集成在一块芯片上。1978 年 Intel 公司推出了 MCS-48,并成功应用到工控领域。

单片机完善阶段(1978—1982):Intel 公司在 MCS-48 的基础上推出了完善的、典型的 51 结构单片机。

微处理器发展阶段(1982—1990):将外围电路与接口电路集成到单片机内部。

单片机全面发展阶段(1990 至今):在 51 结构单片机基础上,通过技术上不断创新,在结构上适应不同的需要,出现了百花齐放的局面。

2. 单片机的发展趋势

(1)主流机型发展趋势

在未来较长时间内,8 位单片机仍是市场的主流机型,8 位单片机的结构在未来将不断得

到完善,使 8 位单片机不断保持其活力。4 位机可能被淘汰,16 位单片机的空间会被 8 位和 32 位机挤占,32 位的单片机将在未来发挥重要作用。适用不同场合的专用单片机也将得到不断发展。

(2)在结构上将朝着 RISC 体系、采用 ISP 技术和 Flash ROM 存储器方向发展

由于 RISC 结构可以精简指令,避免早期单片机的 CISC 结构带来指令复杂、执行时间长的不足,因此,在单片机结构上,将采用 RISC 体系结构。对于存储器来说,由于 Flash ROM 存储器具有电可擦特性,因此未来将采用 Flash ROM 存储器。随着内部存储容量的增加,以后将不再扩展程序存储器。在程序烧写和调试方面,将采用 ISP 技术,实现在线下载和远程调试。

(3)在制造工艺上将全盘 CMOS 化,实现全面功耗管理

单片机的全盘 CMOS 化,将使单片机本身降低功耗、提高可靠性、降低工作电压、抗噪声和抗干扰等各方面性能得到全面提高。

(4)外围电路内部化,外部以串行扩展为主流

适应单片机的发展,将 A/D、D/A、PWM、I²C 总线等外围电路集成到单片机内部,减轻使用者电路设计的压力。与此同时,随着串行技术的发展,未来串行扩展将成为单片机扩展的发展方向。

1.1.3 单片机应用

由于单片机功能的飞速发展,它的应用范围日益拓广,小到玩具、信用卡,大到机器人、航天器,从数据采集、过程控制、模糊控制等智能系统到人类的日常生活,都离不开单片机。

(1)在测控系统中的应用

单片机用于构成各种工业控制系统、自适应控制系统、数据采集系统等。

(2)在智能化仪器仪表中的应用

单片机应用于仪器仪表设备中,促使仪器仪表向数字化、智能化、多功能化和综合化等方向发展。

(3)在机电一体化中的应用

单片机与传统的机械产品结合,使传统的机械产品结构简化,控制走向智能化,构成新一代的机电一体化产品。

(4)在人类生活中的应用

单片机由于其价格低廉、体积小,被广泛应用在人类生活的诸多场合,如洗衣机、电冰箱、空调、电饭煲、视听音响设备、大屏幕显示系统、电子玩具、信用卡、楼宇防盗系统等。

1.1.4 常用 51 单片机

尽管单片机品种繁多,在我国占据主要地位的仍是具有 51 内核及其兼容单片机,表 1.1 为 MCS-51 系列的单片机,表 1.2 为 Atmel 公司的 89 系列单片机,表 1.3 是 SST 公司的 SST89 系列产品。近年来,Philips 公司的单片机在我国也得到广泛应用,表 1.4 为 Philips 公司 51 系列单片机。

表 1.1 MCS-51 系列单片机主要产品及其性能

子系列	型号	片内存储器/字节		I/O 口	UART	中断	定时/ 计数器	工作频率/ MHz
		ROM/EPROM	ROM					
8X51/52 系列	8031	ROMless	128	32	1	5	2	12
	8051	4KB ROM	128	32	1	5	2	12
	8052	8KB ROM	256	32	1	6	3	12
8XC51/52 系列	80C31	ROMless	128	32	1	5	2	12/16
	80C51	4KB ROM	128	32	1	5	2	12/16
	80C52	8KB ROM	256	32	1	6	3	12/16/20/24
8XC54/58 系列	80C54	16KB ROM	256	32	1	6	3	12/16/20/24
	87C54	16KB EPROM	256	32	1	6	3	12/16/20/24
	80C58	32KB ROM	256	32	1	6	3	12/16/20/24
	87C58	32KB EPROM	256	32	1	6	3+5PCA	12/16/20/24

表 1.2 Atmel 公司的 89 系列单片机主要产品及其性能

子系列	型号	片内存储器/字节		I/O 口	UIART	中断	定时/ 计数器	工作频率/ MHz
		Flash	RAM					
8 位 Flash 系列	AT89C51	4KB	128	32	1	5	2	33
	AT89C52	8KB	258	32	1	5	3	33
	AT89C51RC	32KB	512	32	1	6	3	40
	AT89C1051	1KB	64	15	1		2	24
	AT89C2051	2KB	128	15	1		2	25
	AT89C4051	4KB	128	15	1		2	26
ISP_Flash 系列	AT89S51	4KB	128	32	1	5	2	24
	AT89S52	8KB	256	32	1	5	3	25
I ² C_Flash 系列	AT89C51RB2	16KB	256	32	1	6	3	60
	AT89C51ED2	64KB	256	44	1	9	3	40

表 1.3 SST89 系列单片机主要机型及其性能

型 号	时钟频率/MHz		Flash 存储器	RAM	UART	中断		DPTR
	5V	2.7~3.6V				中断源	优先级	
SST89C54	0~33	0~12	16KB+4KB	256B	1ch	6	2	1
SST89C58	0~33	0~12	32KB+4KB	256B	1ch	6	2	1

表 1.4 Philips 公司 51 系列单片机主要机型及其性能

子系列	型 号	片内存储器/字节		I/O 口	UART	中断源	定时/ 计数器	工作频率/ MHz
		程序存储器	RAM					
通用型系列	P80C31	ROMless	128	32	1	5	2	33
	P80C51	4KB ROM	128	32	1	5	2	33
	P80C52	8KB ROM	256	32	1	6	3	33
	P80C54	16KB ROM	256	32	1	6	3	33
	P80C58	32KB ROM	256	32	1	6	3	33
Flash 型系列	P89C51	4KB Flash	128	32	1	6	3	33
	P89C52	8KB Flash	256	32	1	6	3	33
	P89C54	16KB Flash	256	32	1	6	3	33
	P89C58	32KB Flash	256	32	1	6	3	33

1.2 单片机结构

1.2.1 单片机的基本结构

单片机的基本结构如图 1.1 所示。

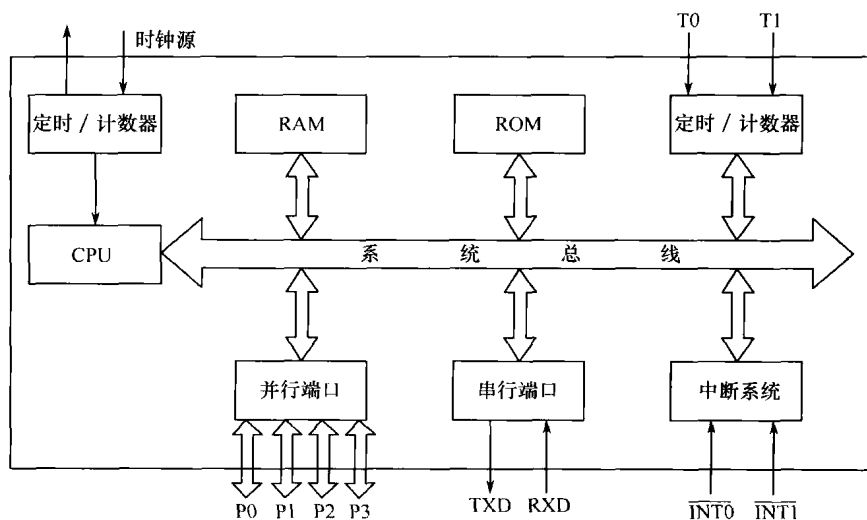


图 1.1 单片机的基本结构框图

下面介绍各组成部分的功能。

1. 中央处理器

CPU 又称微处理器，是单片机的核心部件，由运算器和控制器组成，它决定了单片机的主要功能特性，在单片机中承担运算和控制作用。

2. 存储器

存储器用来存放程序和中断结果，单片机的存储器在物理上分片内程序存储器、片外程序

存储器、片内数据存储器、片外数据存储器 4 个空间；在逻辑结构上分成片内外统一编址的程序存储器、片内数据存储器及片外数据存储器，如图 1.2 所示。

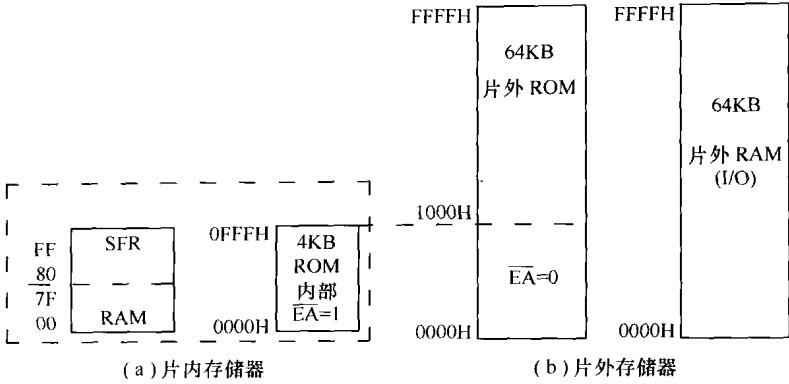


图 1.2 单片机存储器结构

(1)程序存储器

程序存储器用来存放操作程序，共 64KB 空间，片内和片外统一编址。当 EA=1 时，先访问片内程序存储器，再访问片外存储器；当 EA=0 时，只访问片外程序存储器。系统复位时 PC=0000H。值得注意的是，程序存储器从 0003H~0030H 共 40 个单元专供中断服务使用。

(2)数据存储器

数据存储器用来存放中间运算结果。数据存储器由片内和片外两个独立的存储空间组成，如图 1.3 所示。片内又分成高、低两个 128 字节，其中高 128 字节离散分布了具有特别功能的寄存器。

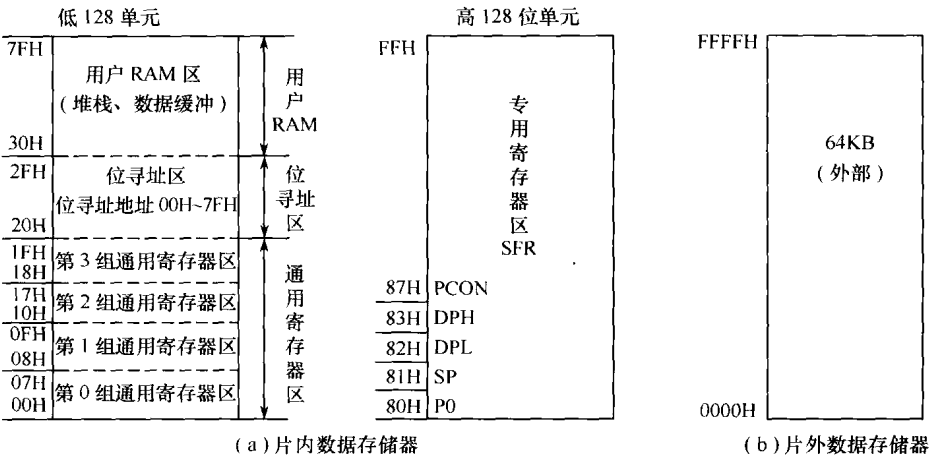


图 1.3 单片机数据存储器

(3)特殊功能寄存器

- ① 累加器 Acc: Acc 是一个具有特殊用途的 8 位寄存器，它既可作为通用的寄存器使用，也可作为累加器使用。作为累加器使用时用 A 表示，作为寄存器使用时用 Acc 表示。
- ② 程序状态字(PSW): PSW 是一个可位寻址的 8 位寄存器，如图 1.4 所示，用来存放当前指令执行后的状态。单片机有许多指令的执行会影响 PSW 的位状态。
- ③ 寄存器 B: 寄存器 B 是一个 8 位的通用寄存器，主要用于乘/除法。乘法运算时，B 是乘数，乘法操作后，积的高 8 位存于 B 中；除法运算时，B 是除数，除法操作后，余数存于 B 中。

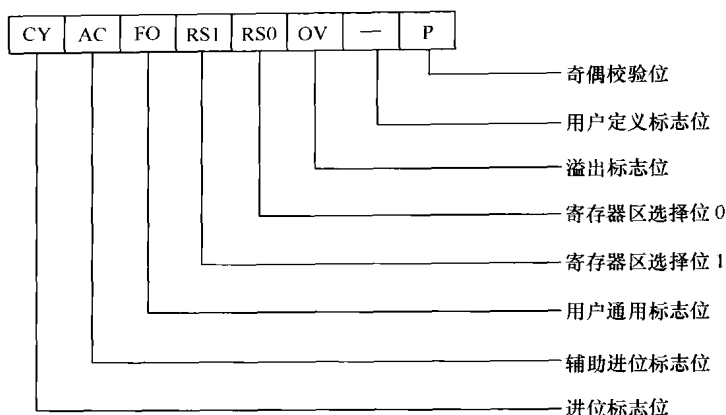


图 1.4 状态寄存器

④ 数据指针 DPTR:数据指针是一个 16 位地址寄存器,由高位字节 DPH 和低位字节 DPL 组成,这两个字节也可单独使用。使用 DPTR 可以访问 64KB 外部数据存储器的任一单元。

⑤ 定时器控制寄存器 TCON:定时器控制寄存器 TCON 用来启动定时/计数和设置外部中断触发方式,如图 1.5 所示。定时控制寄存器可位寻址。

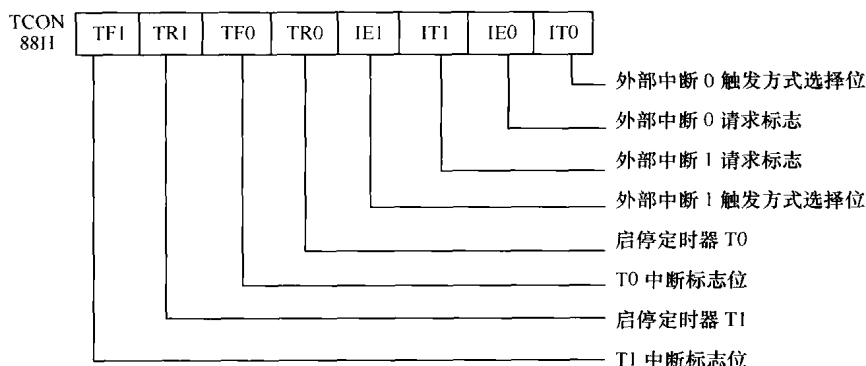


图 1.5 定时器控制寄存器

TR0,TR1:启动定时/计数器。当 $TR_x=1$ 时,启动定时/计数;当 $TR_x=0$ 时,停止定时/计数。

TF0,TF1:定时/计数器中断标志。当 $TF_x=1$ 时,表示定时/计数溢出,可用查询或中断来处理。

IE0,IE1:外中断标志。当 $IE_x=1$ 时,表示外部有中断发生(与 IT_x 配合使用);当 $IE_x=0$ 时,表示外部无中断请求。

⑥ 方式控制寄存器 TMOD:方式控制寄存器 TMOD 是专门用来设置定时/计数器的工作方式的 SFR 寄存器,如图 1.6 所示,CPU 只能通过字节传送类指令来设置 TMOD 中各位的状态。

当 $GATE=0$ 时,定时/计数器由定时控制寄存器中的 TR0(或 TR1)启动。当 $GATE=1$ 时,定时/计数器由外部中断请求信号 $\overline{INT0}$ (或 $\overline{INT1}$)与 TR_x 共同启动。

当 $C/\overline{T}=0$ 时,定时/计数器工作在定时工作方式;当 $C/\overline{T}=1$ 时,定时/计数器工作在计数方式。

M1M0=00 时,定时/计数器工作在方式 0;M1M0=01 时,定时/计数器工作在方式 1;

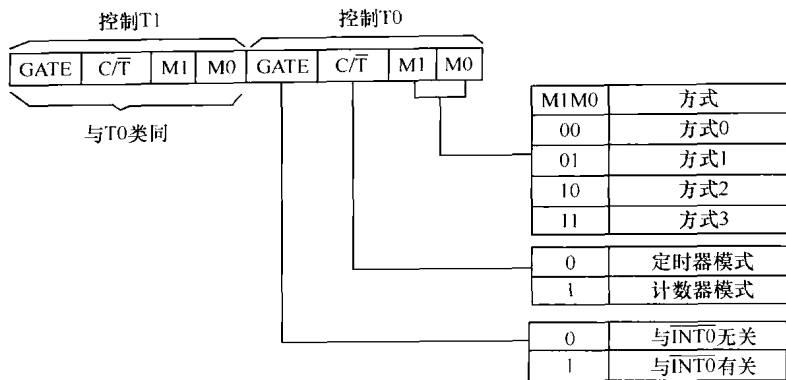


图 1.6 方式控制寄存器

M1M0=10 时,定时/计数器工作在方式 2;M1M0=11 时,定时/计数器工作在方式 3。

⑦ 堆栈指针(SP):堆栈指针是专门用来指示堆栈的起始位置的 8 位寄存器,系统复位时堆栈指针初始化地址为 07H,用户开辟堆栈时必须指明 SP 的初始值(栈底)。堆栈的存储区域一般设置在 RAM 的 30H~7FH 之间。进栈用 PUSH direct 指令,出栈用 POP direct 指令。

⑧ 中断控制寄存器 IE:中断允许寄存器是一个 SFR,地址为 A8H,可以位寻址。通过向 IE 写入中断控制字,实现 CPU 对中断的开放和屏蔽,如图 1.7 所示。

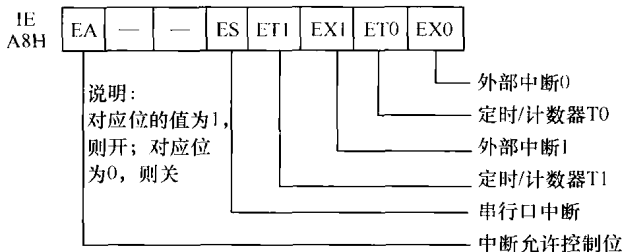


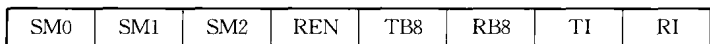
图 1.7 中断控制寄存器

⑨ 中断优先级控制寄存器 IP:中断优先级控制寄存器用来设置中断的级别,单片机中断系统有高级和低级两种,当 IP 的对应中断位为 1 时为高级中断,当 IP 的对应中断位为 0 时为低级中断。



- PX0:外部中断 0 中断优先级控制位。
- PT0:定时/计数器 T0 中断优先级控制位。
- PX1:外部中断 1 中断优先级控制位。
- PT1:定时/计数器 T1 中断优先级控制位。
- PS: 串行口中断优先级控制位。

⑩ 串行控制寄存器 SCON:SCON 是一个可位寻址的专用寄存器,地址为 98H,用于串行数据通信的控制,位功能如下:



SM0,SM1:串行口工作方式选择位,工作方式的选择如表 1.5 所示。

表 1.5 串行口工作方式

SM0	SM1	工作方式	功能描述	波特率
0	0	0	同步移位寄存器	$f_{osc}/12$
0	1	1	8 位格式	$2^{SMOD}/32 \times T1$ 溢出率
1	0	2	9 位格式	$f_{osc}/32$ 或 $f_{osc}/64$
1	1	3	9 位格式	$2^{SMOD}/32 \times T1$ 溢出率

SM2:多机通信控制位。在方式2或方式3下,如果SM2=1,当RB8=1时(RB8为收到的第9位数据),接收数据送SBUF,并产生中断请求(RI=1),否则丢失8位数据。在方式2或方式3下,如果SM2=0,无论RB8=0或1,接收数据装入SBUF,并产生中断(RI=1)。在方式1下,如果SM2=1,则只有接收到有效的停止位时,才激活RI;如果SM2=0,接收一帧数据,停止位进入RB8,数据进入SBUF,才激活RI。在方式0下,SM2只能为0。

REN:允许接收位,由软件置位或清0。REN=1,允许接收;REN=0,禁止接收。

TB8:发送数据位。在方式2或方式3下,将要发送的第9位数据放在TB8中。可根据需要由软件置位或复位。在多机通信中,TB8=0表示主机发送的是数据,TB8=1表示主机发送的是地址。

RB8:接收数据位。方式0不使用这位。在方式1下,如果SM2=0,RB8的内容是接收到的停止位。在方式2或方式3下,存放接收到的第9位数据。

TI:发送中断标志位。在方式0下,发送完第8位数据时,TI=1;在其他方式下,开始发送停止位时,TI=1。在任何工作模式下,TI必须由软件清0。

RI:接收中断标志位。在方式0下,接收完第8位数据时,RI=1;在其他方式下,接收到停止位时,RI=1。在任何工作模式下,RI也必须由软件清0。

3. I/O 端口

单片机的 I/O 端口是连接单片机内外的纽带和桥梁,51 系列的单片机有 P0,P1,P2,P3 共 4 个端口,每个端口有 8 位,其结构如图 1.8 所示。

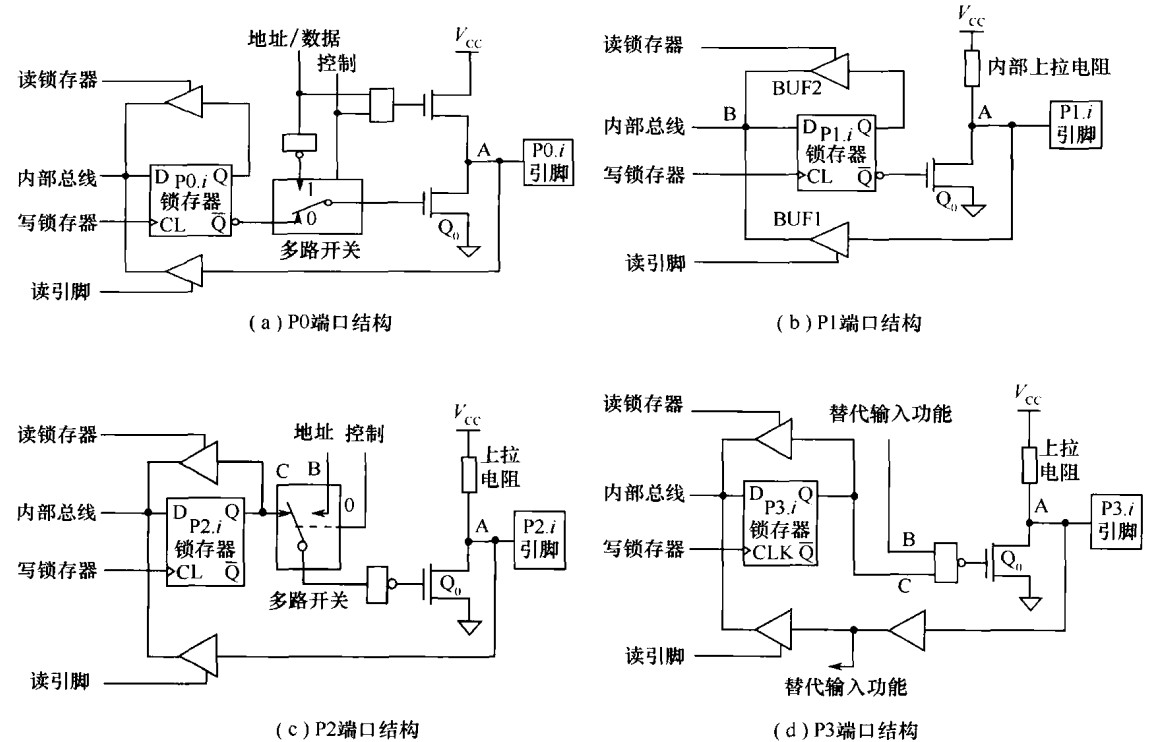


图 1.8 单片机 I/O 端口基本结构

① P0 端口

P0 端口是一个 8 位漏极开路的双向 I/O 端口,当控制信号为低电平时,作为通用的 I/O