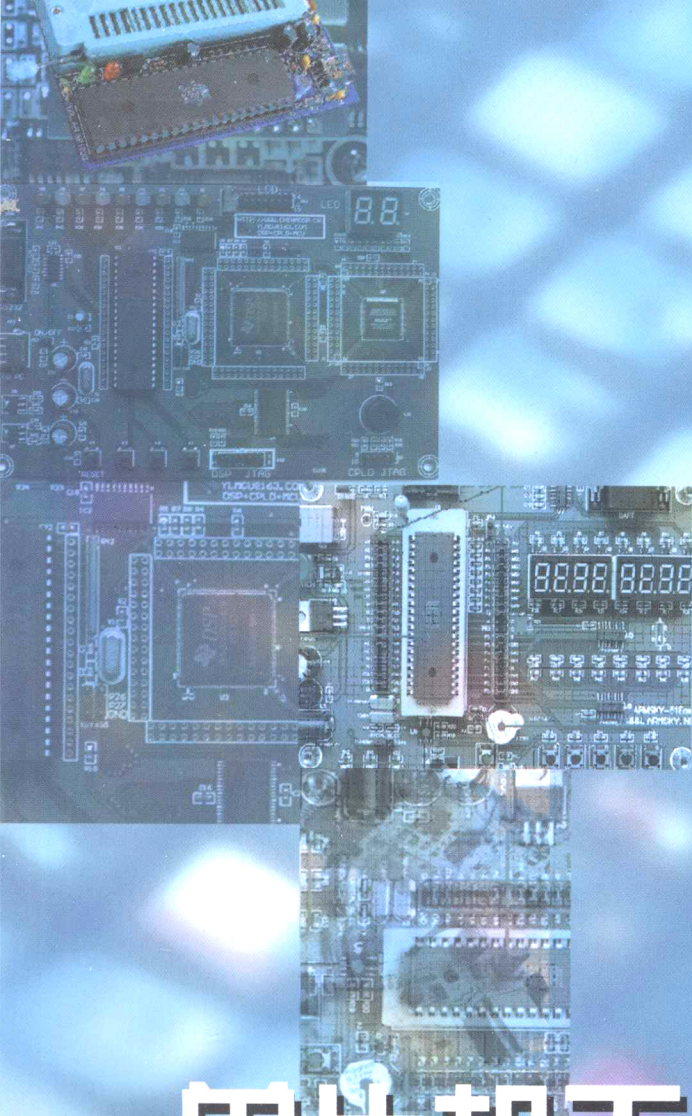




复旦卓越

普通高等教育21世纪规划教材

电子类、机电类



单片机工程应用技术

黄 英 ● 主 编

复旦卓越·普通高等教育 21 世纪规划教材·电子类、机电类 项目驱动

单片机工程应用技术

主 编 黄 英

副主编 刘 正 刘恩华 徐福林 殷 军

编委会(以姓名笔画为序)

王晓兰 刘 正 刘恩华 张庆芳 张 静

吴振磊 吴翠娟 杨 勇 陈堂敏 殷 军

徐福林 曹双兰 黄 英 商敏红

復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机工程应用技术/黄英主编. —上海:复旦大学出版社,2011.3
(复旦卓越·普通高等教育21世纪规划教材·电子类、机电类)
ISBN 978-7-309-07980-7

I. 单… II. 黄… III. 单片微型计算机-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第029945号

单片机工程应用技术

黄英 主编

出品人/贺圣遂 责任编辑/张志军

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路579号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

同济大学印刷厂

开本 787×1092 1/16 印张 22.25 字数 475 千

2011年3月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-309-07980-7/T·406

定价:42.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书以目前应用广泛的 MCS-51 系列单片机应用技术为主线,以完成工程应用项目任务的方法,将单片机的系统知识:单片机的内部结构、单片机指令系统、定时器/计数器、中断系统、串行口技术、单片机 C 语言、汇编语言,以及外围器件的应用,分解到各个项目任务中完成,每一步都精心设计,内容从易到难。本书共 9 个项目,包括单片机最小系统设计、实用性工程类应用程序设计、单片机 C 语言程序设计、单片机工程输入/输出接口电路设计、直流伺服电机的 PWM 控制设计、单片机串行通讯接口技术、实用智能电子钟的设计、数字信号控制系统的设计、银行排队叫号系统的综合设计。本书依据高职高专的培养目标,注重学习者的实践技能训练、工程项目开发能力以及拓展能力的培养,既提高学习者的学习兴趣,又为后续课程的学习、各类电子竞赛、毕业设计及毕业后工作提供良好的训练。

本书可作为高职高专、成人教育的自动化、计算机、电气技术、应用电子、电子电信以及机电一体化等专业的教材。

前言

电子行业在 20 世纪处于蓬勃发展态势,随着几年来的发展和整合,21 世纪行业进入平稳发展期,对人才需求不如以前火爆。在这种大环境下,电子行业人才的发展究竟何去何从、人才需求点在哪儿、高职学生的就业点等都是高职校电子专业所关心的问题。高职项目式教材的开发对探索提升高职院校电子类学生就业能力有重要意义。

单片机是一门实践性非常强的课程,它的教学体系也在不断完善,已形成了以应用为导向的项目式教学和学习体系,密切贴合高职高专学生的培养目标。本书设计单片机项目任务充分考虑工程实践,体现当代技术发展,以及知识理论的系统性,注意任务的可操作性,尽可能从学习者实际出发,设计出可以通过亲身实践(电路制作、软件编程、Proteus 仿真调试)能完成的任务,强化学习者实践技能的训练及拓展能力的培养;在任务设计时注意留给学习者独立思考、探索和自我开拓的余地。

本书的编制力求使教师、学生教与学都有选择的余地,适合教、学、做一体化的教学,具有使教学活动呈现多样化的特点。本书兼顾了汇编语言和 C 语言的学习过程,通过用汇编和 C 语言的两个方面的编程对比,使学习者能够精通一种、认识一种,为学生具备工程项目开发技能的再学习奠定良好的基础。本教材共分 9 个项目,每个项目有明确的完成目标,知识点以及学习者应达到的能力目标。每个项目都有独立完成任务,并且每个项目中有相应的初学者必须掌握的单片机理论知识点。项目 1 和 3 中将当前单片机开发系统中基本技能训练的工具——Keil 公司的 μ Vision 集成开发环境和 Labcenter 公司的 Proteus 仿真环境结合进去;由于汇编语言的学习是掌握单片机的基础,本书的前面 2 个项目仍以汇编语言为编程工具讲述程序设计的方法。由于 C 语言功能强大,便于模块化开发,所以项目 3 中应用单片机的 C51 基本知识,第 5 和第 6 项目中是 C 语言和汇编语言的对照程序设计,第 7~9 项目为 C 语言的程序设计。本书中的所有实例都经 Proteus 仿真环境调试通过。



本书的编制基于高职高专教育“十二五”规划的教学改革,参加编写的同志来自于苏州经贸职业技术学院、江苏信息职业技术学院、苏州工业园区服务外包职业学院、上海工程技术大学高职学院、苏州秉立电动汽车科技有限公司等单位,都是有多多年企业经历和高职院校一线教学经验的双师型教师或企业工程师。本书由黄英担任主编并统稿,由刘正、刘恩华、徐福林、殷军担任副主编,参编人员还有陈堂敏、吴翠娟、商敏红、杨勇、曹双兰、王晓兰、张庆芳、张静、吴振磊。苏州经贸职业技术学院的陈堂敏教授从繁忙的工作中抽出时间认真细致地审阅了全部书稿并提出了宝贵的意见,在此表示由衷地感谢!

本书在编写过程中得到了复旦大学出版社有关同志的大力支持,在此也深表感谢。由于编者水平有限,本书一定存在许多不足之处,恳请读者批评指正。如果读者在使用本书过程中有任何建议,请与编者(huang_li666@sohu.com)联系。

本书配有全套教学课件,欢迎各位老师联系本书责任编辑索取(Email:zzjlucky@yeah.net)。

编 者

目 录

项目 1 单片机最小系统及简单应用	1	项目 2 实用工程应用程序设计	57
任务 1 单片机最小应用系统硬件电路	2	任务 1 单片机汇编语言程序基础知识	58
1.1.1 单片机最小系统的构成	2	2.1.1 汇编语言源程序	58
1.1.2 认识主控单片机芯片	3	2.1.2 编程的步骤、方法和技巧	58
1.1.3 单片机最小系统	9	2.1.3 单片机程序设计基本方法	60
1.1.4 最小应用系统工作原理简介	11	任务 2 单片机实用工程程序	67
任务 2 认识单片机常用汇编指令	13	2.2.1 延时程序	67
1.2.1 单片机存储器配置	13	2.2.2 代码转换类程序	68
1.2.2 汇编指令格式与寻址方式	20	2.2.3 算术运算类子程序	70
1.2.3 MCS-51 汇编指令系统	25	2.2.4 工程数据处理技术程序	73
任务 3 单片机最小系统简单应用	34	2.2.5 软件抗干扰技术程序设计	85
1.3.1 流水灯控制	35	任务 3 实训项目与演练	90
1.3.2 单个数码管显示数字控制	44	实训 3 数据的搬移和变换	91
任务 4 认识常用单片机	48	习题	92
任务 5 实训项目与演练	53	项目 3 单片机 C 语言程序设计	94
实训 1 复位、晶振、ALE 信号的观察	53	入门	94
实训 2 伟福软件编程和 I/O 口使用	53	任务 1 单片机 C 语言的基本构成	95
习题	55	3.1.1 C 语言和汇编语言的区别	95
		3.1.2 C 程序介绍	95
		任务 2 工具软件 Keil 的使用	102
		3.2.1 Keil 软件介绍	102
		3.2.2 Keil 软件的使用	102



任务 3 单片机 C 语言基础程序	108	5.1.3 中断系统控制	160
3.3.1 单片机 C 语言	109	5.1.4 中断处理过程	164
3.3.2 分支程序设计	110	5.1.5 中断系统应用	165
任务 4 实训项目与演练	116	任务 2 定时/计数器技术应用	168
实训 4 K1~K4 控制 LED 移位	116	5.2.1 定时器/计数器的控制	168
实训 5 K1~K4 按键状态显示	119	5.2.2 定时器/计数器的 4 种 工作模式	171
习题	121	5.2.3 定时器/计数器 2	176
项目 4 单片机 I/O 接口电路 与应用	122	5.2.4 应用举例	182
任务 1 输入/输出接口电路基础 知识	123	任务 3 PWM 控制技术	191
4.1.1 单片机 I/O 端口	123	5.3.1 设计任务	191
4.1.2 接口电路设计要求	127	5.3.2 基础知识	192
任务 2 单片机 I/O 接口电路	128	5.3.3 硬件电路设计	195
4.2.1 输入电路设计	128	5.3.4 程序设计	197
4.2.2 输出电路设计	130	任务 4 实训项目与演练	202
任务 3 单片机 I/O 接口电路 实例	134	实训 7 中断技术和定时/计数器 技术的综合应用	203
4.3.1 开关控制 LED 显示	134	习题	205
4.3.2 LED 数码管动态显示接口 技术	138	项目 6 单片机串行通讯接口技术	206
4.3.3 单片机与矩阵式键盘的接口 技术	142	任务 1 单片机串行通讯接口 技术基础知识	207
4.3.4 汽车转向控制器设计与 仿真	151	6.1.1 串行通讯的概念	207
任务 4 实训项目与演练	154	6.1.2 串行接口	208
实训 6 继电器控制大功率照明 设备	154	6.1.3 串行通讯工作方式	210
习题	156	6.1.4 单片机之间串行口的接口 通讯	215
项目 5 直流伺服电机的 PWM 控制技术	157	6.1.5 单片机与 PC 机之间的 通讯	219
任务 1 中断技术应用	158	任务 2 单片机之间的串行通讯接口 技术	220
5.1.1 中断的概念	158	任务 3 实训项目与演练	226
5.1.2 中断系统结构	159	实训 8 单片机与 PC 通讯接口 技术	226
		习题	230



项目 7 实用电子钟设计	231	8.2.3 A/D 转换器应用	274
任务 1 LCD 液晶屏应用技术	232	任务 3 D/A 转换器应用	279
7.1.1 LCD 液晶屏	232	8.3.1 D/A 转换器概述	280
7.1.2 引脚功能	232	8.3.2 典型 D/A 转换器芯片	
7.1.3 内部资源	235	DAC0832 简介	280
7.1.4 控制命令	236	8.3.3 单片机与 DAC0832 接口	
7.1.5 滚动显示设计	240	电路	282
任务 2 广告屏汉字点阵应用		8.3.4 DAC0832 转换器应用	282
技术	246	任务 4 实训项目与演练	285
7.2.1 汉字扫描显示原理	246	实训 11 ADC0809 输出 PWM	
7.2.2 系统工作原理	247	波形	285
任务 3 实时电子钟的设计	251	实训 12 数字波形信号合成技术	288
7.3.1 设计任务	251	习题	291
7.3.2 接口扩展基础知识	251		
7.3.3 电路设计	256	项目 9 银行排队叫号系统综合	
7.3.4 软件设计	258	设计	293
任务 4 实训项目与演练	261	任务 1 单片机项目设计的基本	
实训 9 8×8 点阵屏的数字显示	261	流程和方法	294
实训 10 8×8 点阵屏的自编图形		任务 2 银行排队叫号系统综合	
显示	263	设计	295
习题	266	9.2.1 项目需求分析	295
项目 8 数字信号控制系统	267	9.2.2 硬件设计方案	297
任务 1 单片机控制系统基本		9.2.3 软件设计流程图	301
概念	268	9.2.4 程序编码	304
8.1.1 单片机典型控制系统	268	附录 1 C51 相关知识	324
8.1.2 信号和处理系统基本概念	269	附录 2 C51 库函数介绍	330
任务 2 A/D 转换器的应用	271	附录 3 ASCII(美国标准信息交换码)	
8.2.1 A/D 转换器概述	271	码表	338
8.2.2 典型 A/D 转换器芯片		附录 4 MCS-51 指令集	340
ADC0809	271	参考文献	345

项目①

【单片机工程应用技术】

单片机最小系统及简单应用

项目任务

采用 AT89S52, +5 V 的电源电路, 外接的时钟电路和复位电路, 设计单片机最小系统控制电路。

应用单片机最小系统控制发光二极管, 设计软件实现流水灯的控制。

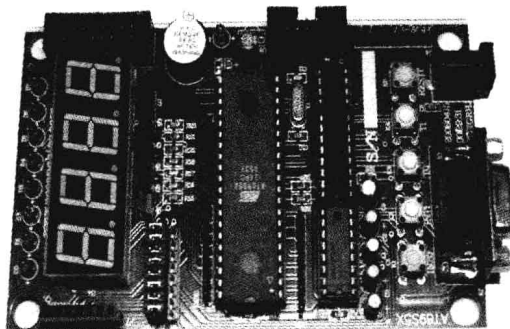
应用单片机最小系统实现单个 7 段 LED 数码管的控制, 实现数字和字母的显示。

项目要求

- (1) 理解并掌握单片机最小系统硬件电路的组成。
- (2) 理解并掌握单片机指令系统, 会简单的工程实际程序设计。
- (3) 了解并掌握单片机及各电子芯片的使用技巧。
- (4) 掌握并熟悉工程实践项目的开发流程。
- (5) 了解市场上常用单片机。

项目导读

- (1) 单片机最小系统硬件电路。
- (2) 单片机最小系统的简单使用。
- (3) 实训与演练。
- (4) 认识单片机常用指令。
- (5) 认识常用单片机。





任务 1 单片机最小应用系统硬件电路

知识要点:

MCS-51 单片机的硬件结构和使用方法。

能力训练:

通过单片机最小系统设计的实践训练,锻炼动手能力与工程项目的硬件电路的知识。

任务内容:

掌握单片机 40 引脚的功能和使用方法,掌握单片机最小系统的组成以及设计原则。

1.1.1 单片机最小系统的构成

单片机最小应用系统是指用最少的元件组成的可以工作的单片机系统。MCS-51 系列单片机最小应用系统结构如图 1-1 所示。MCS-51 系列单片机最小应用系统一般包括主控单片机芯片、电源电路、复位电路和晶振电路。

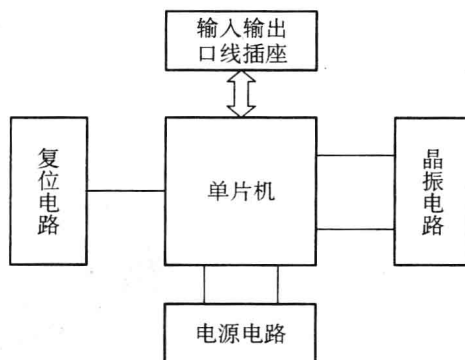


图 1-1 单片机最小系统结构图

(1) 单片机 在单片机应用系统中,单片机是核心部件,能够自动完成用户赋予它的任务。

(2) 电源电路 单片机是一种超大规模集成电路,在该集成电路内有成千上万个晶体管或场效应管。因此,要使单片机正常运行,就必须为其提供能量,即为片内的晶体管或场效应管供给电源,使其能工作在相应的状态。

(3) 晶振电路 单片机是一种时序电路,必须为其提供脉冲信号才能正常工作。由于



MCS-51 系列单片机内部已集成了时钟电路,所以在使用时只要外接晶体振荡器和电容就可以产生脉冲信号。晶体振荡器和电容所组成的电路称为晶振电路。

(4) 复位电路 单片机在启动运行时,都需要先复位,即是使 CPU 和系统中的其他部件都处于一个确定的初始状态,并从这个状态开始工作。MCS-51 系列单片机本身,一般不能自动进行复位,必须配合相应的外部电路才能实现。复位电路的作用就是使单片机在上电时能够复位或运行出错时进入复位状态。

(5) 输入输出线插座 单片机通过输入输出线与外界交换信息。例如,单片机与外设的通讯就是通过输入输出线实现的。单片机输入输出线的驱动能力有限,驱动能力不足时,可以在口线上接驱动器。

1.1.2 认识主控单片机芯片

1. 什么是单片机

单片机(single chip microcomputer)亦称单片微型计算机,国际上统称微控制器(MCU, microcontroller unit),是一类内部集成了计算机核心技术的智能芯片。单片机就是把中央处理器(CPU, central processing unit)、随机存取存储器(RAM, random access memory)、只读存储器(ROM, read only memory)、输入/输出(I/O, input/output)接口等主要的计算机功能部件集成到一块集成电路芯片上,从而形成一部完整的微型计算机。单片机是大规模集成电路技术发展的结晶,具有性能高、速度快、体积小、价格低、稳定可靠、通用强等优点,应用广泛。

虽然单片机的品种很多,但无论从世界范围或从全国范围来看,使用最为广泛的应属 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列单片机以其典型的通用总线式体系结构、特殊功能寄存器的集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰富的指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础。本教材以 MCS-51 内核兼容的系列单片机 AT89S52 作为代表进行理论基础学习。

2. 主控芯片 AT89S52 单片机的基本组成

AT89S52 是美国 AMTEL 公司生产的一种低功耗、宽电压、高性能 8 位 CMOS 微控制器,具有 8 k 在系统可编程 Flash 存储器。使用 Atmel 公司高密度非易失性存储器技术制造,与工业 80C51 产品指令和引脚完全兼容。片上 Flash 允许程序存储器在系统可编程,亦适于常规编程器。在单芯片上,拥有灵巧的 8 位 CPU 和在系统可编程 Flash,能为众多嵌入式控制应用系统提供灵活、有效的解决方案。MCS-51 系列单片机的基本组成如图 1-2 所示。

AT89S52 具有以下主要功能特性:

(1) 一个 8 位微处理器(CPU)。这是单片机的核心,负责读入和分析每条指令,根据每条指令的功能要求,控制单片机各个部件具体地执行指令操作。主要包括运算器和控制器两大部分。

(2) 256 字节的数据存储器(RAM)和 32 个特殊功能寄存器(SFR),用于存放可读/写

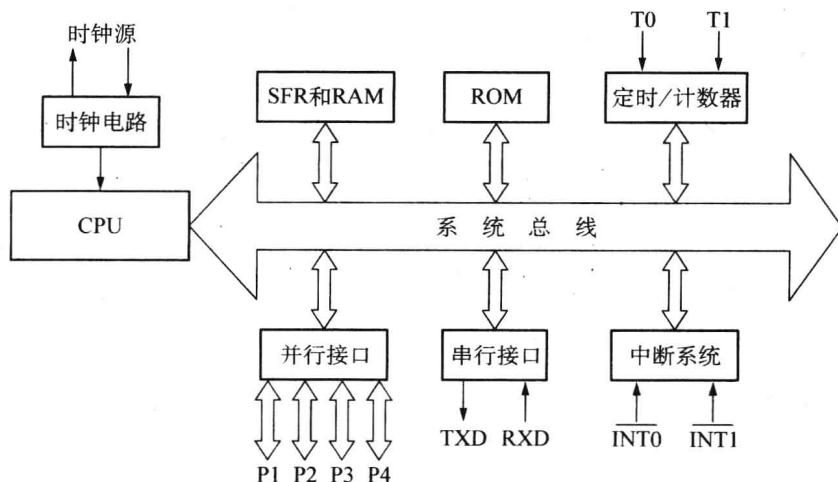


图 1-2 MCS-51 系列单片机的基本组成

的数据。

- (3) 8 k 字节的内部程序存储器(Flash ROM)。用于存放程序、原始数据或表格。
- (4) 3 个 16 位定时/计数器,用以对外部事件进行计数,也可用作定时器。
- (5) 4 个 8 位可编程的输入/输出(I/O)并行端口,每个端口既可做输入,也可做输出。
- (6) 一个全双工异步串行口(UART)串行通道,用于数据的串行通讯。
- (7) 6 个中断源,2 个优先级。
- (8) 可寻址各 64 kB 的外部程序存储器、数据存储器空间。
- (9) 有位寻址功能,适于布尔处理的位处理机。
- (10) 片内振荡器即内部时钟电路,石英晶体和微调电容需要外接。最高允许振荡频率为 33 MHz。
- (11) 可降至 0 Hz 静态逻辑操作,具有支持 2 种软件可选择节电工作方式,即休闲方式(idle mode)及掉电方式(power down mode)。空闲模式下,CPU 停止工作,允许 RAM、定时器/计数器、串口、中断继续工作。掉电保护方式下,RAM 内容被保存,振荡器被冻结,单片机一切工作停止,直到下一个中断或硬件复位为止。
- (12) ISP 在线编程功能。
- (13) 内部集成看门狗计时器(WDT)。
- (14) 双数据指示器。
- (15) 电源关闭标记。
- (16) 全新的加密算法。
- (17) 向下完全兼容 MCS-51 全部子系列产品,兼容 MCS-51 指令系统。

以上各个部分通过片内 8 位数据总线(DBUS)相连接其内部逻辑结构如图 1-3 所示。

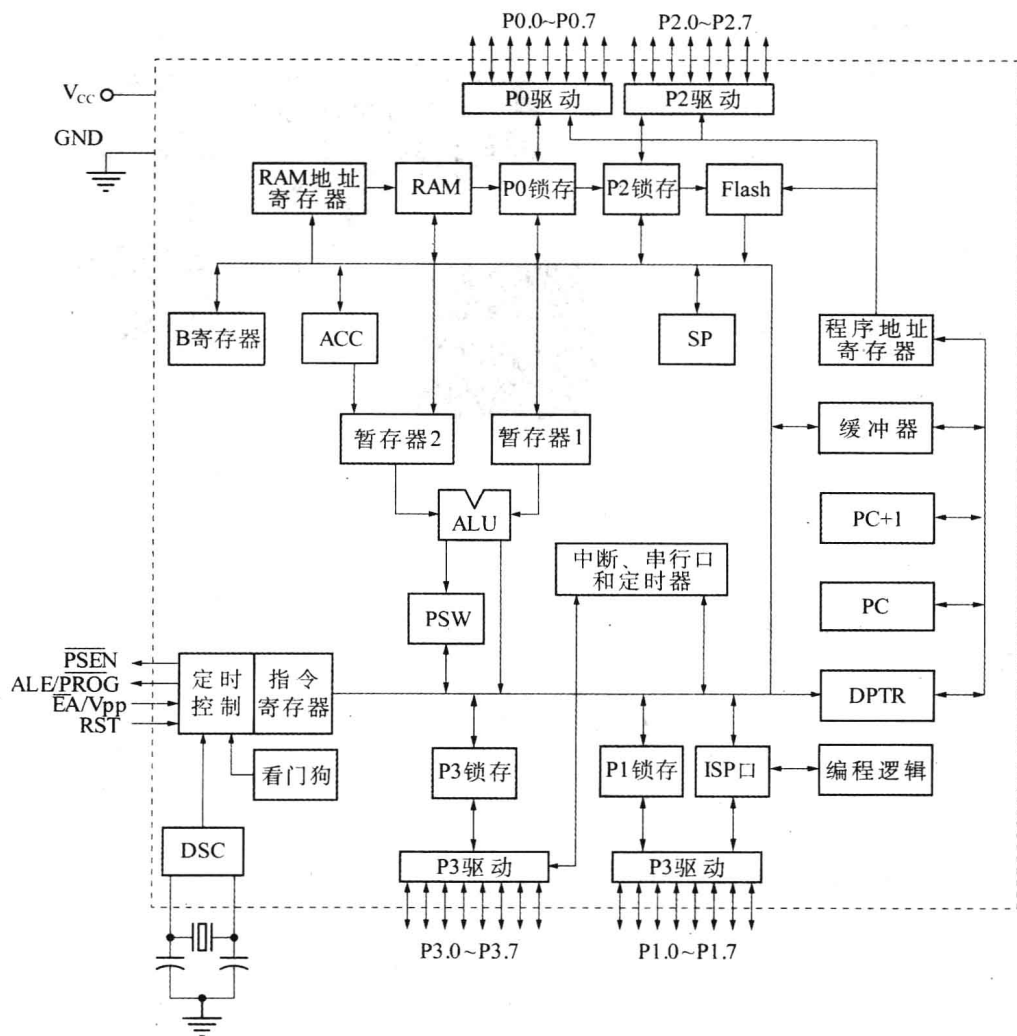


图 1-3 MCS-51 系列单片机内部逻辑结构

3. AT89S52 引脚简介

在 MCS-51 系列单片机中,各类型号单片机的引脚是相互兼容的。MCS-51 系列单片机实际有效的引脚为 40 个,有 3 种封装形式:PDIP 封装形式,这是普通的 40 脚双列直插式;PLCC 封装形式,这种形式是具有 44 个 J 型脚的方形芯片,使用时需要插入与其相配的方形插座中;TQFP 封装形式,这种形式也是具有 44 个 J 型脚的方形芯片,但它的体积更小、更薄,是一种表面贴焊发封装形式。AT89S52 单片机这 3 种形式的引脚图如图 1-4 所示,本书以 PDIP 封装为例说明引脚功能。

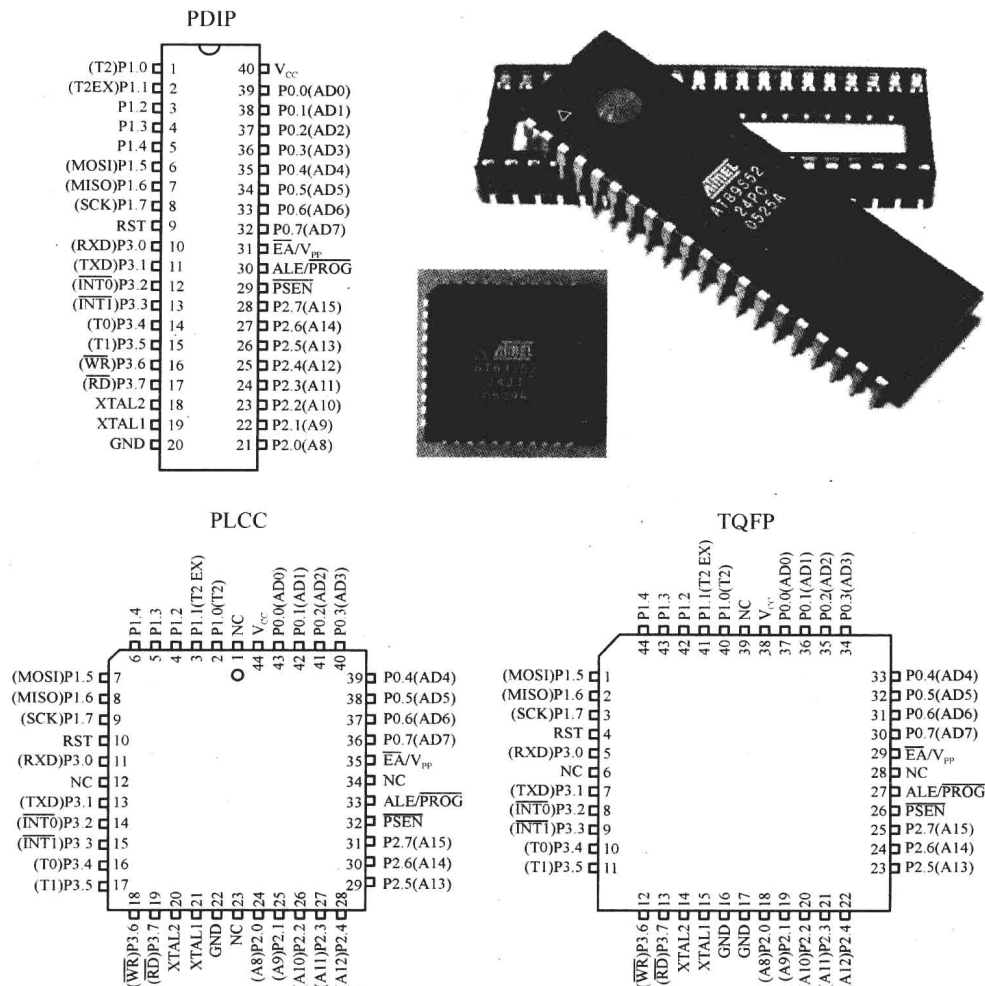


图 1-4 AT89S52 引脚图

(1) 电源引脚

① 40 脚 V_{CC} 电源端,引入单片机的工作电源。② 20 脚 V_{SS}(GND) 接地端。

MCS-51 系列单片机最小应用系统一般使用 +5 V 电源。需要注意的是,目前单片机允许使用的电压范围越来越宽,一般单片机都能在 3~6 V 范围内工作,电池供电的单片机不再需要对电源采取稳压措施。低电压供电的单片机电源下限已由 2.7 V 降至 2.2 V 或 1.8 V。0.9 V 供电的单片机已经问世。

(2) 时钟引脚 XTAL1 和 XTAL2

① 19 脚 XTAL1 振荡器反相放大器和内部时钟发生电路的输入端。

② 18 脚 XTAL2 振荡器反相放大器的输出端。单片机的正常工作离不开时钟信



号。单片机的时钟信号的产生方法有两种:内部时钟方式和外部时钟方式。在单片机最小系统采用内部时钟方式。

(3) 控制引脚

① 9 脚 RESET 复位输入引脚,当振荡器工作时,若在此引脚上加两个机器周期的高电平,就能使单片机复位。当单片机上电时,必须先复位,再进入工作状态。当程序运行错误或由于错误操作而使单片机进入死锁状态时,也可以通过复位进行重新启动。SFR 中的辅助寄存器 AUXR(地址 8EH)上的 DISRTO 位可以使此功能无效。DISRTO 默认状态下,复位高电平有效。

② 31 脚 $\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{PP}}$ 为外部程序存储器访问允许/固化编程电压输入信号。当引脚 $\overline{\text{EA}}$ 接高电平时,单片机在复位后从内部 ROM 的 0000H 开始执行程序。当 $\overline{\text{EA}}$ 为低电平(如接地)时,单片机复位后直接从外部 ROM 的 0000H 开始执行程序。内部有 ROM 的单片机,其 $\overline{\text{EA}}$ 一般接高电平。在 Flash 编程期间, $\overline{\text{EA}}$ 也接收 12 V V_{PP} 电压。

③ 30 脚 $\text{ALE}/\overline{\text{PROG}}$ 地址锁存控制信号(ALE)是访问外部程序存储器时,锁存低 8 位地址的输出脉冲。在 Flash 编程时,此引脚($\overline{\text{PROG}}$)也用作编程输入脉冲。在一般情况下,ALE 以晶振 1/6 的固定频率输出脉冲,可用来作为外部定时器或时钟使用。然而,在每次访问外部数据存储器时,ALE 脉冲将会跳过。如果需要,通过将地址为 8EH 的 SFR 的第 0 位置 1, ALE 操作将无效,仅在执行 MOVX 或 MOVC 指令时有效。否则,ALE 将被微弱拉高。

④ 29 脚 $\overline{\text{PSEN}}$ 外部程序存储器选通讯号($\overline{\text{PSEN}}$)。当 AT89S52 从外部程序存储器执行外部代码时, $\overline{\text{PSEN}}$ 在每个机器周期被激活两次,而在访问外部数据存储器时, $\overline{\text{PSEN}}$ 将不被激活。

29 脚 $\overline{\text{PSEN}}$ 和 30 脚 $\text{ALE}/\overline{\text{PROG}}$ 为外扩数据/程序存储器时才有特定用处,在单片机最小应用系统中不用考虑。

(4) 输入/输出引脚 在单片机最小系统中,32 条输入/输出引脚(P0.0~P0.7, P1.0~P1.7, P2.0~P2.7, P3.0~P3.7)可以直接驱动外设。当输入/输出引脚的驱动能力不够时,可以通过驱动电路驱动外设。

① P0 口 P0 口是一个 8 位漏极开路的双向 I/O 口。作为输出口,每位能驱动 8 个 TTL 逻辑电平。对 P0 端口写 1 时,引脚用作高阻抗输入。当访问外部程序和数据存储器时,P0 口也被作为低 8 位地址/数据复用。在这种模式下,P0 具有内部上拉电阻。在 Flash 编程时,P0 口也用来接收指令字节;在程序校验时,输出指令字节。程序校验时,需要外部上拉电阻。

② P1 口 P1 口是一个具有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口,P1 输出缓冲器能驱动 4 个 TTL 逻辑电平。对 P1 端口写 1 时,内部上拉电阻把端口拉高,此时可以作为输入口使用。作为输入使用时,被外部拉低的引脚由于内部电阻的原因,将输出电流(IIL)。此外,P1.0 和 P1.2 分别作定时器/计数器 2 的外部计数输入(P1.0/T2)和定时器/计数器 2 的触发输入(P1.1/T2EX),具体见表 1-1。在 Flash 编程和校验时,P1 口接收低 8 位地址字节。



表 1-1 P1 口引脚第二功能

引脚号	第二功能
P1.0	T2(定时器/计数器 T2 的外部计数输入),时钟输出
P1.1	T2EX(定时器/计数器 2 的捕捉/重载触发信号和方向控制)
P1.5	MOSI(在系统编程用)
P1.6	MISO(在系统编程用)
P1.7	SCK(在系统编程用)

③ P2 口 P2 口是一个具有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口, P2 输出缓冲器能驱动 4 个 TTL 逻辑电平。对 P2 端口写 1 时, 内部上拉电阻把端口拉高, 此时可以作为输入口使用。作为输入使用时, 由于内部电阻的原因, 被外部拉低的引脚将输出电流(IIL)。在访问外部程序存储器或用 16 位地址读取外部数据存储器(例如执行 MOVX A, @DPTR)时, P2 口送出高 8 位地址。这时 P2 口使用很强的内部上拉发送 1。在使用 8 位地址(如 MOVX A, @Ri)访问外部数据存储器时, P2 口输出 P2 锁存器的内容。在 Flash 编程和校验时, P2 口也接收高 8 位地址字节和一些控制信号。

④ P3 口 P3 口是一个具有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口, P3 输出缓冲器能驱动 4 个 TTL 逻辑电平。对 P3 端口写 1 时, 内部上拉电阻把端口拉高, 此时可以作为输入口使用。作为输入使用时, 被外部拉低的引脚由于内部电阻的原因, 将输出电流(IIL)。P3 口亦作为 AT89S52 特殊功能(第二功能)使用, 见表 1-2。在 Flash 编程和校验时, P3 口也接收一些控制信号。

表 1-2 P3 口引脚第二功能

引脚号	第二功能
P3.0	RXD(串行输入)
P3.1	TXD(串行输出)
P3.2	INT0(外部中断 0)
P3.3	INT1(外部中断 1)
P3.4	T0(定时器 0 外部输入)
P3.5	T1(定时器 1 外部输入)
P3.6	WR(外部数据存储器写选通)
P3.7	RD(外部数据存储器写选通)