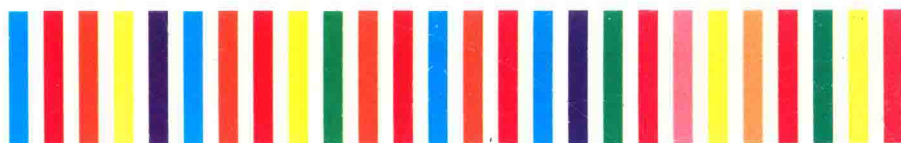




高职高专国家示范性院校课改教材

微控制器应用系统 开发项目教程

WEI KONGZHIQI YINGYONG XITONG KAIFA XIANGMU JIAOCHENG

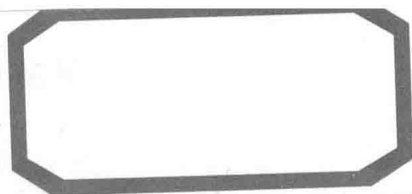


主 编 罗 剑
副主编 黄俊梅



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专国家示范性



微控制器应用系统开发 项目教程

主 编 罗 剑
副主编 黄俊梅

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述了以 MCS-51 微控制器为核心的应用系统的结构、原理、开发平台、指令系统、常用接口设计等内容,并通过三个进阶项目深入浅出地讲解了微控制器应用系统开发的一般流程和注意事项。

本书根据现代职业教育人才培养的要求,重在培养学生的实践动手能力。书中基于 TKMCU-1 型单片机开发平台,穿插了大量的实例、验证实验和习题,同时又强调了知识的前沿性和拓展性,增强了学习的趣味性,为读者提供了广阔的自我开发空间。

本书可作为高职高专计算机类、电子类、电气自动化类专业教材,也可作为微控制器应用系统开发、智能仪器仪表领域工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微控制器应用系统开发项目教程/罗剑主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2017.6

高职高专国家示范性院校课改教材

ISBN 978-7-5606-4430-1

I. ① 微… II. ① 罗… III. ① 微处理器—系统设计—教材 IV. ① TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 072588 号

策 划 秦志峰

责任编辑 杨 璠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西大江印务有限公司

版 次 2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 15.5

字 数 365 千字

印 数 1~2000 册

定 价 32.00 元

ISBN 978-7-5606-4430-1/TP

XDUP 4722001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

微控制器(Micro Controller Unit, MCU),又称为单片微型计算机,简称单片机。微控制器应用系统开发与控制理论、微电子技术、微机技术、通信技术等密切相关,是一门多学科互相渗透的综合性技术学科,该技术已经渗透到我们生活的各个领域,有着广泛的应用。因此,微控制器课程在电子信息、电气工程、通信和机电一体化等相关专业均有开设。

本书针对初级单片机产品开发设计人员的要求,以 8 位 MCS-51 通用型单片机为代表机型,以单片机的典型应用为载体,秉持“能力本位、任务驱动”的基本设计理念,按照“学做一体”的教学模式进行内容设计。本书以能力培养为主线,按照基本能力—应用能力—综合能力—自身发展能力的进阶式发展,进行微控制器的应用系统构建原理与电子产品的开发过程双轨道教学,使读者能快速具备基于微控制器的小型电子产品开发和设计的能力。

本书具有如下特点:

(1) 采用“项目引领,任务驱动”的教学模式。全书分为三个依次递进的教学模块,各由一个实用项目引领,每个项目划分为若干个具体的工作任务。为了更好地理解并完成任务,每个项目后都附有相关的实验实训,便于学生“做中学,学中做”,体现职业教育特色。

(2) 基于应用系统开发的一般流程,将 MCS-51 单片机的核心知识点融入各个任务当中;为了能突出硬件,深入了解单片微型计算机的结构及应用,开发语言采用汇编语言。

(3) 为了突出实用性和拓展性,本书在经典案例的基础上为相关章节增加了液晶接口、I²C 总线接口、SPI 接口、看门狗等知识点介绍,同时还添加了电子产品装配制作的有关知识内容。

(4) 本书的所有应用系统开发案例均可在 TKMCU-1 型综合实验装置上进行硬件仿真,编译软件采用 Keil 内核的伟福编译环境,使用方便。

针对应用需求和学生能力培养的课程目标,课堂教学内容划分为三个典型应用项目,共九个学习任务,建议学时为 78。具体教学实施建议如下:

(1) 项目论述,明确能力目标及知识点,下达项目任务书,要求学生预习相关内容。

(2) 指导教师集中介绍项目实施的目的和内容、实施步骤及注意事项、所使用的设备仪器的使用方法与规范,指导学生书写任务计划单。

(3) 指导教师应根据教学内容和教学条件使学生分组实施任务;小组成员应分工明确,协调操作,以便提高动手能力和团队精神。教师还应指导学生填写任务记录。

(4) 采用理实一体化教学模式,对于任务实施过程中需要学习的知识点,应在任务实施过程中穿插讲解。

(5) 项目实施结束后,根据任务记录及任务实施表现填写考核表。教师指导学生进行项目实施总结。

本书由陕西能源职业技术学院罗剑担任主编、黄俊梅担任副主编。罗剑负责全书的统稿,并编写了项目三;黄俊梅编写了项目一、项目二。此外,在本书的编写过程中得到了

杨建康老师、张鹏老师的良好建议，以及学院领导和出版社的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。如有疑问和建议，请联系编者(E-mail: snzyd zx@163.com)。

编 者
2017 年 1 月

目 录

项目一 微控制器最小系统设计(基础知识模块).....	1
学习任务一 认识微控制器.....	2
一、微控制器(单片机)概述.....	2
二、微机基础知识.....	4
三、单片机的工作原理及硬件构建.....	7
习题与思考题.....	15
学习任务二 微控制器指令系统的使用.....	16
一、指令系统.....	16
二、汇编语言程序设计.....	37
习题与思考题.....	45
学习任务三 微控制器最小系统设计.....	47
一、单片机最小系统.....	47
二、最小系统的简单应用.....	49
三、伟福开发环境介绍.....	51
习题与思考题.....	60
拓展链接 电子产品电路板的设计与制作.....	61
一、电子产品生产的主要工艺流程.....	61
二、电路板的制作.....	61
实验 1-1 单片机最小系统的焊接.....	62
实验 1-2 最小系统应用——流水灯的控制.....	67
实验 1-3 最小系统应用——音频控制实验.....	70
实验 1-4 最小系统应用——多路开关状态指示.....	72
项目二 声光报警器的设计(应用案例模块).....	75
学习任务一 微控制器对时间和外部触发的响应.....	76
一、MCS-51 单片机定时器/计数器.....	76
二、MCS-51 单片机中断系统.....	86
习题与思考题.....	97
学习任务二 简易声光报警器的设计.....	98
一、显示及显示接口.....	98
二、键盘接口技术.....	105
三、简易声光报警器的设计.....	110

习题与思考题	113
拓展链接 LCD 显示器与单片机接口技术	115
一、概述	115
二、图形点阵式液晶原理	115
三、液晶显示模块	116
实验 2-1 定时器实验	121
实验 2-2 外部中断实验	124
实验 2-3 I/O 并行口直接驱动 LED 显示	127
实验 2-4 按键识别	129
项目三 应用系统开发(拓展提高模块)	133
学习任务一 数据串行通信的实现	134
一、串行通信的基本概念	134
二、89C51 单片机的串行口	139
三、串行通信的工作方式	141
四、波特率的确定	143
五、双机通信测试电路的设计	145
习题与思考题	149
学习任务二 系统扩展的实现	150
一、单片机应用系统的扩展方法	150
二、程序存储器扩展	151
三、数据存储器扩展	154
四、MCS-51 单片机并行 I/O 接口的扩展	156
习题与思考题	166
学习任务三 简易波形发生器的设计与实现	167
一、A/D 转换器基础知识	167
二、单片机与 ADC0809 的接口	169
三、D/A 转换器的基础知识	170
四、单片机与 DAC0832 的接口	172
五、基于 DAC8032 的波形发生器设计	175
习题与思考题	177
学习任务四 单片机应用系统的设计	178
一、MCS-51 单片机应用系统的设计基础	178
二、单片机控制系统抗干扰技术	179
三、MCS-51 单片机应用系统举例	191
四、单片机 C 语言概述	204
拓展链接 I ² C、SPI 总线	219
一、I ² C 总线	219
SPI 总线	222

实验 3-1	8051 与 PC 机串行口通讯实验	223
实验 3-2	ADC0809 模/数转换实验	225
实验 3-3	DAC0832 数/模转换实验	228
实验 3-4	0~5 V 直流数字电压的设计	230
附录 51 系列单片机指令表		235
参考文献		240

项目一 微控制器最小系统设计

(基础知识模块)

能力目标

- ◆ 能够进行微控制器最小系统的搭建与焊接装配；
- ◆ 能熟练使用单片机汇编语言进行简单程序设计；
- ◆ 能进行微控制系统开发软件工具的安装使用，利用开发装置进行系统硬件仿真。

知识要点

- ◆ 微控制器的概念及应用特点；
- ◆ 微机的结构与工作过程，数制编码的转换；
- ◆ MCS-51 单片机的工作方式、结构组成、工作时序；
- ◆ MCS-51 单片机的指令系统，汇编语言程序设计。

电子计算机高速发展到今天，通常可将其分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五类。它们在系统结构和基本工作原理方面并无本质的区别，只是在体积、性能和应用领域方面有所不同。后 PC 时代的到来，使人们频繁地接触到一个概念——嵌入式产品，如手机、PDA、机顶盒、GPS 导航、智能网络设备和智能家电等。在计算机的应用中，新型嵌入式设备在数量上远远超过普通计算机。其中，单片机的出现为嵌入式系统的发展奠定了基础。

单片机也叫做微控制器(Micro Controller Unit, MCU)，即在一块芯片上实现一台微型计算机的基本功能。单片机最小系统是能让单片机运转起来的最小外部组件的集合，它包括时钟电路、复位电路、电源三个部分。微控制器作为控制核心，通常是以单片机最小系统为基础，利用输入/输出接口实现对象的控制，十分方便。因此，微控制器最小系统的设计开发具有很高的实用价值和现实意义。

学习任务一 认识微控制器

任务描述

在进行微控制器系统应用开发之前,要对典型的微控制系统功能有个初步认知,其中包括单片机的概念、发展状况、特点、硬件结构等,从而为单片机的系统设计与开发奠定基础。

相关知识

一、微控制器(单片机)概述

(一) 微处理器、微型计算机和微控制器(单片机)的概念

1. 微处理器 MP(Micro Processor)

微处理器就是传统计算机的 CPU,是集成在同一块芯片上的具有运算和逻辑控制功能的中央处理器,简称 MP,它是构成微型计算机系统的核心部件。

2. 微型计算机 MC(Micro Computer)

微型计算机由中央处理单元(CPU)、存储器、I/O 接口及中断系统等组成,相互之间通过三组总线(Bus),即地址总线 AB、数据总线 DB 和控制总线 CB 相连接。

CPU 由运算器和控制器组成,运算器能够完成各种算术运算和逻辑运算操作,控制器用于控制计算机进行各种操作。

存储器是计算机系统中的“记忆”装置,可分为 RAM 和 ROM 两种,其功能是存放程序和数据。

输入/输出(I/O)接口是 CPU 与外部设备进行信息交换的部件。

总线是将 CPU、存储器和 I/O 接口等相对独立的功能部件连接起来,并传送信息的公共通道。

3. 微控制器(单片机)

将组成微型计算机所必需的部件(中央处理器(CPU)、程序存储器(ROM)、数据存储器(RAM)、中断系统、定时/计数器、输入/输出(I/O)接口、系统总线等)集成在一块集成电路芯片上,使其具备计算机的基本功能,就叫做单片微型计算机(Single Chip Micro Computer, SCMC),简称单片机。由于单片机的指令功能是按照工业控制的要求设计的,所以单片机又称为微控制器(Micro Controller Unit, MCU)。

(二) 微控制器(单片机)的发展状况

微控制器(单片机)发展很快,其发展过程大致可分为以下几个阶段:

1. 单芯片微机形成阶段

1976 年, Intel 公司推出了 MCS-48 系列单片机: 8 位 CPU、1 KB ROM、64 B RAM、27 根 I/O 线和 1 个 8 位定时/计数器。其特点是: 存储器容量小, 寻址范围小(不大于 4 KB), 无串行接口, 指令系统功能不强。

2. 性能完善提高阶段

1980 年, Intel 公司推出了 MCS-51 系列单片机: 8 位 CPU、4 KB ROM、128 B RAM、4 个 8 位并口、1 个全双工串行口、2 个 16 位定时/计数器。寻址范围为 64 KB, 并有控制功能较强的布尔处理器。该阶段单片机的特点是: 结构体系完善, 性能得到大大提高, 面向控制的特点进一步突出。现在, MCS-51 已成为公认的单片机经典机种。

3. 微控制器化阶段

1982 年, Intel 推出 MCS-96 系列单片机。芯片内集成: 16 位 CPU、8 KB ROM、232 B RAM、5 个 8 位并口、1 个全双工串行口、2 个 16 位定时/计数器。寻址范围为 64 KB。片上还有 8 路 10 位 ADC、1 路 PWM 输出及高速 I/O 部件等。该阶段微控制器的特点是: 片内面向测控系统电路增强, 使之可以方便灵活地用于复杂的自动测控系统及设备。“微控制器”的称谓更能反映单片机的本质。

20 世纪 90 年代以后, 单片机获得了飞速的发展。

(三) 8 位单片机的主要生产厂家和机型

(1) 美国 Intel 公司 MCS-51 系列及其增强型、扩展型系列。

(2) 美国 ATMEL 公司 89C51、89C52、89C55、89S52 系列等。

(3) 荷兰 PHILIPS(飞利浦)公司 8xC552 系列。

(4) 美国 Microchip(微芯)公司 PIC16 5X 系列。

(四) MCS-51 系列单片机的特点

(1) 采用哈佛结构, 即程序存储与数据存储是分开的, 对于 MCS-51 单片机而言, 也可以说存储器 ROM 和 RAM 是严格区分的。ROM 称为程序存储器, 只存放程序、固定常数及数据表格。RAM 则为数据存储器, 用于工作区及存放用户数据。

(2) 采用面向硬件的高效率指令系统。

(3) I/O 引脚通常是多功能的。

(4) 外部扩展能力强。

(5) 体积小, 成本低, 运用灵活, 易于产品化。

(6) 面向控制, 能有针对性地解决从简单到复杂的各类控制任务, 因而能获得最佳的性能价格比。

(7) 抗干扰能力强, 适用温度范围宽。

(8) 可以方便地实现多机和分布式控制, 使整个控制系统的效率和可靠性大为提高。

(五) 单片机的应用领域

1. 智能仪器仪表

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点, 广泛应用于仪器仪表中, 结合不同类型的传感器, 可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得

仪器仪表数字化、智能化、微型化,且功能比采用电子或数字电路控制的仪器仪表更加强大。例如精密的测量设备(功率计、示波器、各种分析仪)。

2. 工业控制

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理,电梯智能化控制、各种报警系统,与计算机联网构成二级控制系统等。

3. 家用电器

现在的家用电器基本上都采用了单片机控制,从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩电到音响视频器材,再到电子称量设备,五花八门,无所不在。

4. 计算机网络和通信领域

现在的单片机普遍具备通信接口,可以很方便地与计算机进行数据通信,为单片机在计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的物质条件,并且多数通信设备基本上都实现了单片机智能控制。

5. 医用设备

现代的医用呼吸机、分析仪、监护仪、超声诊断设备以及病床呼叫系统等都采用了单片机智能控制系统。

二、微机基础知识

(一) 数制

数制是人们利用符号来计数的科学方法。数制有很多种,在计算机中常使用的则为十进制、二进制和十六进制。

数制所使用的数码的个数称为基,数制每一位所具有的值称为权。

1) 十进制(D或不带字母)

- 基数: 10。
- 符号: 0, 1, ..., 9。
- 规则: 逢十进一。

以 253.48 为例,该数可表示为

$$253.48 = 2 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$$

2) 二进制(B)

- 基数: 2。
- 符号: 0, 1。
- 规则: 逢二进一。
- 特点: 便于实现,不便记忆。

3) 十六进制(H)

- 符号: 0, 1, ..., 9, A, B, ..., F。
- 规则: 逢十六进一。

注意: 为了区别几种数制,在数的后面加写英文字母来区别, D、B、H 分别表示为十进制数、二进制数、十六进制数,通常对十进制可不加标志。三种进制之间的关系如表 1-1 所示。

表 1-1 十进制、二进制、十六进制之间的关系

十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制	十六进制
0	0000	0	8	1000	8
1	0001	1	9	1001	9
2	0010	2	10	1010	A
3	0011	3	11	1011	B
4	0100	4	12	1100	C
5	0101	5	13	1101	D
6	0110	6	14	1110	E
7	0111	7	15	1111	F

(二) 数制的转换

1. 二进制、十六进制数转换成十进制数

将二进制、十六进制数转换为十进制数的基本方法为：位权展开求和法。将二、十六进制数按权展开后相加即可。例如：

$$(10111)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 16 + 4 + 2 + 1 \\ = (23)_{10}$$

$$(2AF)_{16} = 2 \times 16^2 + A \times 16^1 + F \times 16^0 = 2 \times 16^2 + 10 \times 16 + 15 \times 1 \\ = (687)_{10}$$

2. 十进制数转换成二进制、十六进制数

将十进制数转换成二进制数、十六进制数的基本方法为：除基取余法。

【例】 将十进制数 59 转化成二进制数。

解：整数部分 余数

2	59		1	↑ 低位 (反序) 高位
2	29		1	
2	14		0	
2	7		1	
2	3		1	
2	1		1	
	0		1	

得：

$$(59)_{10} = (111011)_2$$

【例】 试求十进制数 427 所对应的十六进制数。

解：整数部分 余数

16	427		11	↑ 低位 (反序) 高位
16	26		10	
16	1		1	
	0			

得：

$$(427)_{10} = (1AB)_{16}$$

3. 二进制数转换成十六进制数

将二进制数转换成十六进制数的基本方法为：四位一并法。

【例】 $(11110111101.01)_2 = (\quad)_{16}$

解： $\begin{array}{ccccccc} 0111 & 1011 & 1101 & . & 0100 \\ 7 & B & D & . & 4 \end{array}$

即： $(11110111101.01)_2 = (7BD.4)_{16}$

4. 十六进制数转换成二进制数

将十六进制数转换成二进制数的基本方法为：一分为四法。

【例】 $(23.F)_{16} = (\quad)_2$

解： $\begin{array}{ccccccc} 2 & 3 & . & F \\ 0010 & 0011 & . & 1111 \end{array}$

即： $(23.F)_{16} = (100011.1111)_2$

(三) 计算机中常用的编码

1. BCD 码

BCD 码(十进制数的二进制编码)是一种具有十进制权的二进制编码，即它是一种既能为计算机所接受，又基本上符合人们的十进制数运算习惯的二进制编码。

BCD 码的种类较多，常用的有 8421 码、2421 码、余 3 码和格雷码等，其中最为常用的是 8421 BCD 编码(也称为 8421 码)。因十进制数有 10 个不同的数码 0~9，必须要有 4 位二进制数来表示，而 4 位二进制数可以有 16 种状态，因此取 4 位二进制数顺序编码的前 10 种，即 0000B~1001B 为 8421 码的基本代码，1010B~1111B 未被使用，称为非法码或冗余码。8421 BCD 编码表如表 1-2 所示。

表 1-2 8421 BCD 编码表

十进制数	压缩 BCD 码	非压缩 BCD 码	十进制数	压缩 BCD 码	非压缩 BCD 码
0	0H(0000B)	00H(0000 0000B)	5	5H(0101B)	05H(0000 0101B)
1	1H(0001B)	01H(0000 0001B)	6	6H(0110B)	06H(0000 0110B)
2	2H(0010B)	02H(0000 0010B)	7	7H(0111B)	07H(0000 0111B)
3	3H(0011B)	03H(0000 0011B)	8	8H(1000B)	08H(0000 1000B)
4	4H(0100B)	04H(0000 0100B)	9	9H(1001B)	09H(0000 1001B)

2. ASCII 码

ASCII 码诞生于 1963 年，是一种比较完整的字符编码，现已成为国际通用的标准编码，广泛应用于微型计算机与外部设备的通信中。

ASCII 码是“美国信息交换标准代码”的简称，它是用 7 位二进制数码来表示的。7 位二进制数码共有 128 种组合状态，包括图形字符 96 个和控制字符 32 个。96 个图形字符包括十进制数字符 10 个、大小写英文字母 52 个和其他字符 34 个，这类字符有特定形状，可以显示在 CRT 上和打印在打印纸上。32 个控制字符包括回车符、换行符、退格符、设备控制符和信息分隔符等，这类字符没有特定形状，字符本身不能在 CRT 上显示和在打印机上打印。

(四) 计算机中带符号数的表示

数在计算机内的表示形式称为机器数。机器数的最高位是符号位，最高位为 0 表示正数，最高位为 1 表示负数。

1. 原码

原码表示法是最简单的一种机器数表示法，只要把真值的符号部分用 0 或 1 表示即可。正数的符号位用 0 表示，负数的符号位用 1 表示。

$$\begin{aligned} 105 &= +1101001\text{B}, & [105]_{\text{原}} &= 01101001\text{B} \\ -105 &= -1101001\text{B}, & [-105]_{\text{原}} &= 11101001\text{B} \end{aligned}$$

2. 反码

正数的反码与原码一样。负数的反码为：符号位不变，其余位按位取反。

$$\begin{aligned} [105]_{\text{原}} &= 01101001\text{B}, & [105]_{\text{反}} &= 01101001\text{B} \\ [-105]_{\text{原}} &= 11101001\text{B}, & [-105]_{\text{反}} &= 10010110\text{B} \end{aligned}$$

3. 补码

计算机中，带符号数的运算均采用补码。正数的补码与其原码相同。负数的补码为：符号位不变，其余位按位取反+1(反码末位加 1)。

$$\begin{aligned} [105]_{\text{原}} &= 01101001\text{B}, & [105]_{\text{补}} &= 01101001\text{B} \\ [-105]_{\text{原}} &= 11101001\text{B}, & [-105]_{\text{补}} &= 10010111\text{B} \end{aligned}$$

三、单片机的工作原理及硬件构建

(一) 单片机的概念

单片机是一种将中央处理器(Central Processing Unit, CPU)、随机存储器、只读存储器、中断系统、定时器/计数器以及 I/O 接口电路等微型计算机的主要部件集成在一块芯片上，使其具有计算机的基本功能的集成电路芯片，它也叫做单片微型计算机(Single Chip Micro Computer, SCMC)。由于单片机的指令功能是按照工业控制要求设计的，所以单片机又称为微控制器(Micro Controller Unit, MCU)。

(二) 单片机的工作原理

单片机的工作原理就是执行程序的过程，而执行程序的过程就是不断执行指令的过程。执行指令的过程可以分为两个阶段：取指令阶段和执行指令阶段。要取指令的地址由程序计数器(PC)给出，经译码产生硬件可直接执行的微指令。这两个阶段都是严格按单片机时序进行的。工作过程大致为：首先由 PC 将要执行指令的地址送到总线上，进行取指令操作，从存储器取出指令后送指令译码器，经译码产生微指令直接控制硬件完成指令的功能；然后再取指令，再执行，就这样周而复始地进行。

1. MCS-51 单片机的结构及信号引脚

1) MCS-51 单片机的结构

MCS-51 单片机的结构框图如图 1-1 所示。

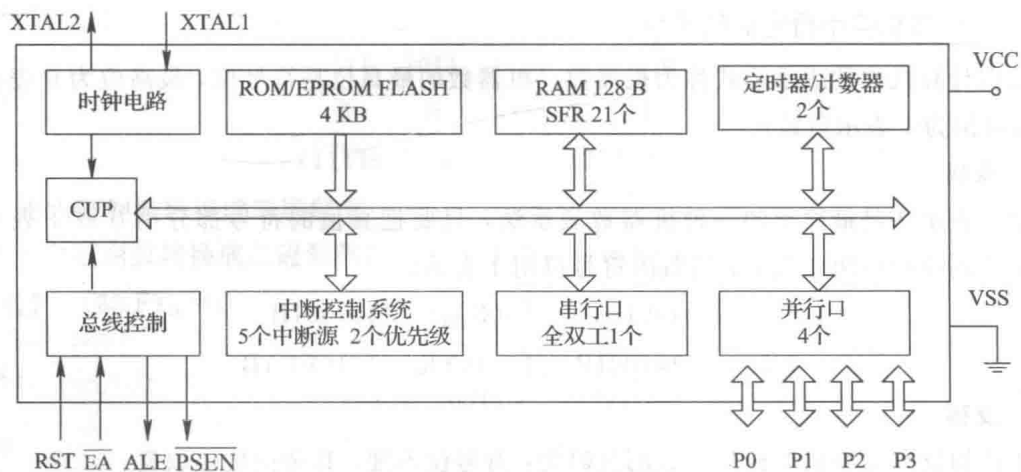


图 1-1 MCS-51 单片机结构框图

MCS-51 单片机的存储器结构如图 1-2 所示。

(1) 内部数据存储器。内部存储器用于存放可读写的数。内部数据存储器可分为三个区域，如表 1-3 所示。

表 1-3 内 RAM 低 128 字节的三个区

地 址 区 域		功 能 名 称
00H~1FH	00H~07H	工作寄存器 0 组
	08H~0FH	工作寄存器 1 组
	10H~17H	工作寄存器 2 组
	18H~1FH	工作寄存器 3 组
20H~2FH		位寻址区
30H~7FH		通用 RAM 区

- (2) 内部程序存储器。内部程序存储器用于存放程序和原始数据。
- (3) 定时器/计数器。MCS-51 共有两个 16 位的定时器/计数器，实现定时/计数功能，并以定时或计数结果对单片机进行控制，以满足控制需要。
- (4) 中断控制系统。MCS-51 共有 5 个中断源，即外中断 2 个、定时/计数中断 2 个、串行中断 1 个。全部中断分为高级和低级共两个优先级别。
- (5) 时钟电路。MCS-51 芯片的内部有时钟电路，但石英晶体和微调电容需外接。时钟电路为单片机产生时钟脉冲序列。

典型的晶振频率有：6 MHz、11.0592 MHz、12 MHz。

(6) 总线。总线是连接计算机各部件的一组公共信号线。单片机的三总线结构如图 1-3 所示。总线分为地址总线、数据总线和控制总线。总线的设置减少了单片机的连线和引脚，提高了集成度和可靠性。

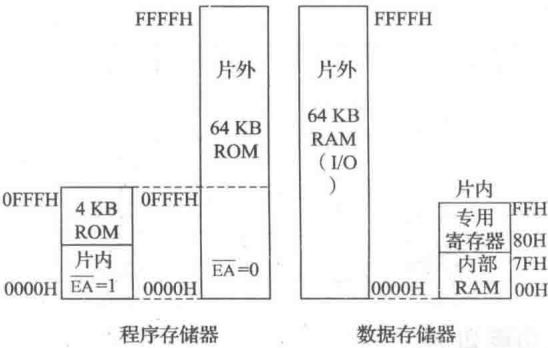


图 1-2 MCS-51 单片机的存储器结构

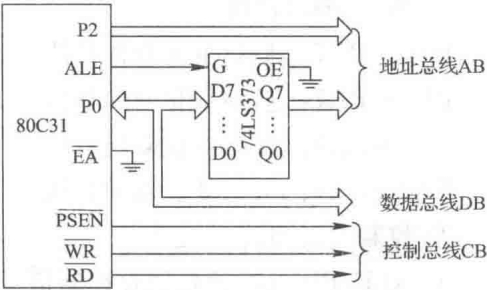


图 1-3 MCS-51 单片机的三总线结构

(7) 并行 I/O 口。MCS-51 共有 4 个 8 位的 I/O 口(P0、P1、P2、P3)，用于实现数据的并行输入输出。

(8) 串行口。MCS-51 单片机有一个全双工的串行口，用以实现单片机和其他数据设备之间的串行数据传送。

2) MCS-51 单片机的逻辑结构

(1) 中央处理器(CPU)。中央处理器简称 CPU，是单片机的核心，能完成运算和控制操作。按其功能划分，中央处理器包括运算器和控制器两部分电路。

(2) 运算器电路。运算器电路的功能是：以状态寄存器中的进位标志位 C 为累加位，可进行各种算数运算及逻辑运算操作。

(3) 控制器电路。控制器电路是单片机的指挥控制部件，它能保证单片机各部分自动而协调地工作。

3) MCS-51 单片机的信号引脚

MCS-51 是标准的 40 引脚双列直插式集成电路芯片，引脚排列如图 1-4 所示。

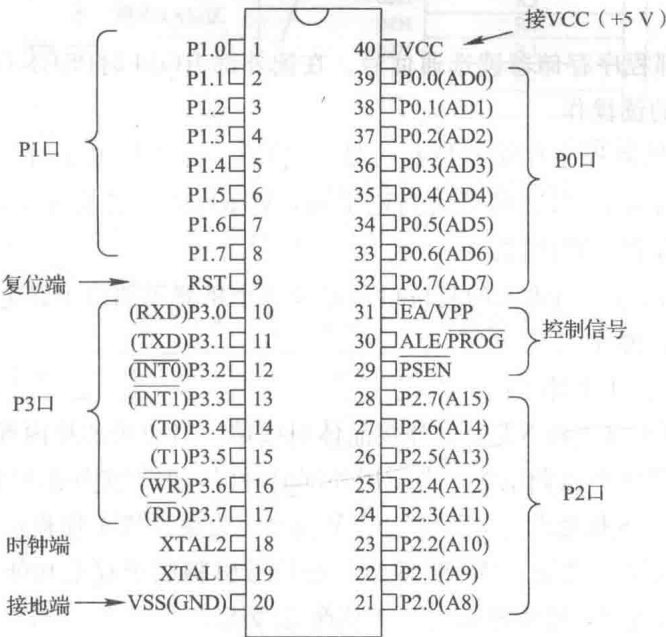


图 1-4 MCS-51 单片机芯片引脚图