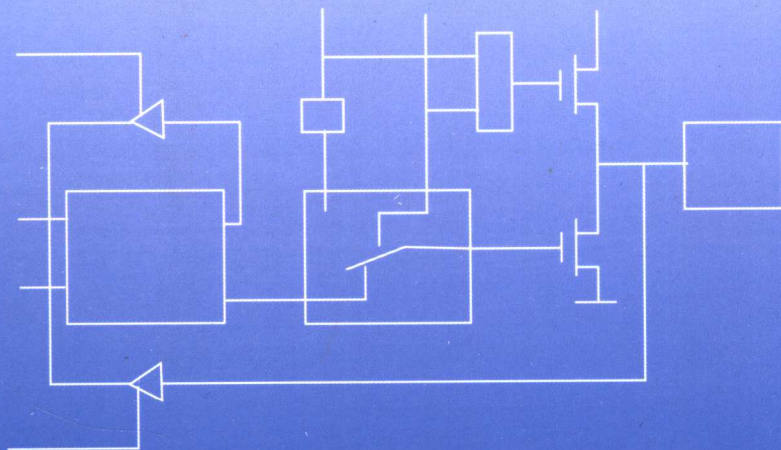




教育部高职高专规划教材

单片机原理与应用

樊明龙 任丽静 主编



68.1-43
6



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

单片机原理与应用

樊明龙 任丽静 主编

郝万新 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/樊明龙,任丽静主编. —北京:化学工业出版社, 2005.6

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-7114-0

I. 单… II. ①樊…②任… III. 单片微型计算机-高等学校:技术学院-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 060584 号

教育部高职高专规划教材

单片机原理与应用

樊明龙 任丽静 主编

郝万新 主审

责任编辑:张建茹 唐旭华

文字编辑:朱磊

责任校对:吴静

封面设计:关飞

*

化学工业出版社
教材出版中心

出版发行

(北京市朝阳区惠新里 8 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010) 64982530

(010) 64918013

购书传真:(010) 64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 10 $\frac{3}{4}$ 字数 166 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7114-0

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

为了适应社会经济和科学技术迅速发展及教育教学改革的需要,全国化工高职电仪类专业教学指导委员会组织有关院校经过广泛深入的调查研究和讨论,制定了高职高专电仪类专业新一轮的教材建设规划。新的规划教材根据“以市场需求为导向,以职业能力为本位,以培养应用型高技能人才为中心”的原则,注重以先进的科学发展观调整和组织教学内容,增强认知结构与能力结构的有机结合,强调培养对象对职业岗位(群)的适应程度,对电仪类专业教材的整体优化力图有所突破,有所创新。

本书是根据全国化工高职电仪类专业教学指导委员会 2004 年石家庄会议制定的教学计划和北京会议制定的《单片机原理与应用》教材编写大纲而编写的。

随着社会对高职人才知识能力水平要求的提高,“单片机原理及应用”课程已成为高等职业技术学院自动化类、电气类、机电类、应用电子类、计算机类及相关专业的重要专业课程。这是一门实用性很强的计算机课程,本书不从计算机学科的体系来安排教学内容,而是根据课程内容的前后衔接来安排章节,使本书成为通俗易懂、条理清楚、实用性突出的教材。

本书共分 10 章,第 1~8 章是理论授课内容,第 9 章、第 10 章是实践性教学内容。建议理论授课学时不少于 40 课时,实践性教学含实验教学和综合实训,实验学时不应少于 16 课时,实训时间以 2 周为宜。

本书内容已制作成用于多媒体教学的 PowerPoint 课件,并将免费提供给采用本书作为教材的高职高专院校使用。如有需要可联系:txh@cip.com.cn 或 zjru68@263.net。

参加本书编写的人员都是在各高职院校从事单片机教学和研究的一线教学人员,其中任丽静老师编写第 1 章、第 3 章、第 5 章,韩剑霞老师编写第 2 章、第 8 章,曹岩炳老师编写第 4 章、第 6 章,樊明龙老师编写第 7 章、第 9 章、第 10 章。本书由樊明龙、任丽静担任主编,樊明龙负责全书的统稿,郝万新担任主审。

在本书编写过程中,参考了目前国内比较优秀的有关单片机的书籍,在此谨向有关作者表示感谢。

限于作者的水平,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2005 年 3 月

目 录

1 绪论	1
1.1 基础知识	1
1.2 数制与编码	3
思考题与习题	7
2 MCS-51 单片机的结构和原理	8
2.1 MCS-51 单片机的基本组成和端子	8
2.2 MCS-51 单片机的存储器组织	11
2.3 I/O 端口	15
2.4 单片机工作条件	16
思考题与习题	19
3 MCS-51 单片机汇编语言基础	20
3.1 指令格式和分类	20
3.2 寻址方式	22
3.3 指令系统	23
3.4 汇编语言程序设计	35
3.5 程序基本结构	38
思考题与习题	45
4 中断系统	47
4.1 中断的概念	47
4.2 MCS-51 中断系统	48
4.3 中断响应过程	51
4.4 中断程序应用举例	54
思考题与习题	55
5 定时器/计数器及其应用	56
5.1 定时器/计数器工作原理	56
5.2 定时器控制	57
5.3 定时器/计数器的四种工作模式	58
5.4 定时器/计数器的编程和应用	61
思考题与习题	65
6 串行通信	66
6.1 串行通信的基本知识	66
6.2 串行口及其通信功能	70
6.3 通信接口	78
思考题与习题	81
7 单片机系统扩展	82

7.1 常用半导体存储器	82
7.2 程序存储器的扩展	85
7.3 数据存储器的扩展	87
7.4 并行 I/O 接口扩展	91
思考题与习题	97
8 单片机接口技术	98
8.1 人机接口	98
8.2 单片机与 D/A 转换器接口	111
8.3 单片机与 A/D 转换器接口	115
8.4 压频转换技术	118
思考题与习题	119
9 8051 实验课题	120
9.1 P1 口实验	120
9.2 定时器实验	121
9.3 计数器实验	122
9.4 扩展存储器读写实验	124
9.5 简单 I/O 实验 (交通灯控制)	126
9.6 8255 输入、输出实验	128
9.7 电子音响实验	130
9.8 D/A 转换实验	132
10 单片机应用系统	134
10.1 单片机应用系统的分类	134
10.2 单片机应用系统开发方法	135
10.3 应用系统设计实例	140
附录 A ASCII 码字符表	151
附录 B MCS-51 指令表	152
附录 C 常用端子排列图	156
参考文献	158

1 绪 论

1.1 基础知识

1.1.1 单片微型计算机的概念

(1) 单片机的基本概念

微型计算机是以微处理器为核心，加上存储器、输入/输出接口（简称 I/O 接口），由系统总线相连而组成的计算机。图 1-1 为微型计算机的基本结构。

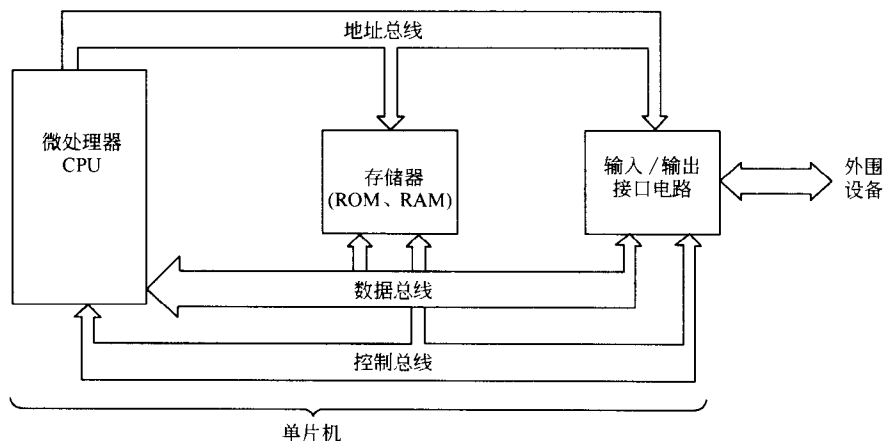


图 1-1 微型计算机的基本结构

单片微型计算机是把中央处理单元 CPU、一定容量的随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、定时器/计数器以及 I/O 接口电路等部件集成在一块芯片上的微型计算机，简称单片机（Single Chip Microcomputer）。由于它主要用于构成工业控制单元，在过程控制、智能仪表、机电一体化产品和家用电器等领域起着重要的控制作用，所以准确反映单片机本质的叫法应是微控制器（Micro-Controllers Unit），缩写形式为 MCU。

(2) 单片机的特点

一块单片机芯片就是一台计算机。由于单片机这种特殊的结构形式，使其具有很多显著的优点和特点，因而广泛应用于各个领域。

① 优异的性能价格比 单片机把所需要的存储器、各种功能的 I/O 接口都集中在一块芯片内，特别是 1992 年以后，为了提高速度和执行效率，世界上众多公司开始采用了 AISC 流水线和 DSP 的设计技术，使单片机的性能明显优于同类型微处理器。片内 ROM 的容量发展到 32KB，片内 RAM 可达 2KB，单片机的寻址能力可达 1MB 以上。并且世界各大生产单片机公司在提高单片机性能的同时，进一步降低价格，不断提高单片机的性能价格比。

② 控制功能强 单片机主要是用于控制目的，要求以其构成的系统有实时、快速响应，能迅速采集到大量数据，做出逻辑判断与推理后实现对被控对象的参数调整与控制。为此，

单片机的指令系统中均有极丰富的 I/O 接口逻辑操作、位处理及转移等指令。单片机的逻辑控制功能及运行速度均高于同一档次的其他类型的微计算机系统。

③ 集成度高、有很高的可靠性 单片机把各功能部件集成在一块芯片上,内部采用总线结构,减少了各芯片之间的连线,大大提高了单片机的可靠性和抗干扰能力。另外,由于其体积小,在强磁场环境易于采取屏蔽措施,适合工作在恶劣环境下。

④ 低电压、低功耗 单片机大量应用于携带式产品和家用电器产品,低电压、低功耗的特性尤为重要。目前,单片机的功耗已经从毫安级降到微安级,甚至降到 $1\mu\text{A}$ 以下,电压在 $2.1\sim 6.0\text{V}$ 之间均能正常工作。

1.1.2 单片机的发展

单片机自 1976 年由美国 Intel 公司推出 MCS-48 系列产品以来,从技术到应用都有了相当大的发展。如果以 8 位单片机的推出作为起点,单片机的发展大致可分为三个阶段。

第一阶段(1976~1978 年) 初级单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表。这个系列的单片机片内集成有 8 位 CPU、并行 I/O 口、8 位定时/计数器,寻址范围不大于 4K,且无串行口。

第二阶段(1978~1982 年) 高性能单片机阶段。在这一阶段推出的单片机普遍带有串行 I/O 口,有多级中断处理系统、16 位定时/计数器。片内 RAM、ROM 容量加大,且寻址范围可达 64KB,有的片内还带有 A/D 转换接口。这类单片机有 Intel 公司的 MCS-51, Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z8 等。由于这类单片机应用领域及其广泛,目前生产公司仍在大力改进器件的结构与性能。

第三阶段(1982 年至今) 8 位单片机巩固发展及 16 位单片机推出阶段。此阶段主要特征是一方面发展 16 位单片机及专用单片机;另一方面同时不断完善高档 8 位单片机,改善其结构,以满足不同的用户需要。

与通用微处理器不同,单片机的应用主要面向工业控制。单片机的发展是为了满足被控制对象的要求,构成各种专用控制器与多机控制系统。因此单片机中的 8 位机仍是当前市场的主流,由于单片机在多媒体、汽车、航空航天、高级机器人及军事装备等方面应用的需要,16/32 位的单片机应用得到发展。在单片机应用过程中,不应刻意追求其位数的多少,而应讲究“好用、够用”,充分发挥其内在资源的功能。

1.1.3 单片微型计算机的应用

单片机应用系统各种各样,按使用单片机芯片数量的多少可分为单机应用和多机应用。

(1) 单机应用

在一个应用系统中,只是用一片单片机,这是目前应用最多的方式。

① 在智能仪表中的应用 用单片机改造原有的测量、控制仪表,提高其测量速度和精度,加强控制功能,简化仪器仪表的硬件结构,便于使用、维修和改进。由单片机构成的智能仪表集测量、处理、控制功能于一体,赋予测量仪表以新的面貌。

② 在机电一体化中的应用 机电一体化是机械工业发展的方向。机电一体化产品是指集机械技术、微电子技术、计算机技术于一体,具有智能化特征的机电产品。单片机作为机电产品中的控制器,由于它具有体积小、质量轻、可靠性高、功能强、安装方便等优点,大大优化了机电产品的功能,提高了产品的自动化、智能化程度。

③ 在实时控制中的应用 单片机广泛应用于各种实时控制系统中,例如工业过程控制、过程监测、航空航天、尖端武器、机器人系统等各种实时控制系统,它们都是用单片机作为

控制器。用单片机实时进行数据处理和控制,使系统保持最佳工作状态,提高系统的工作效率和产品质量。

④ 在家用电器中的应用 目前国内外各种家用电器已普遍采用单片机代替传统的控制电路。如洗衣机、电冰箱、空调器、微波炉、音响设备、电风扇及许多高级电子玩具都配上了单片机,廉价的单片机在家用电器中的应用前景十分广阔。

(2) 多机应用

① 功能集散系统 多功能集散系统是为了满足工程系统多种外围功能要求而设置的多机系统。例如一个加工中心的计算机系统除了完成机床加工运行控制外,还要控制对刀系统、坐标系统指示、刀库管理、状态监视、伺服驱动等机构。

② 并行多机控制系统 为解决工程应用系统的快速性问题,常使用多片单片机构成大型实时工程应用系统。这些系统有快速并行数据采集、处理系统以及实时图像处理系统等。

③ 局部网络系统 单片机网络系统的出现,使单片机应用进入了一个新的水平。目前单片机构成的网络系统主要是分布式测控系统。

1.1.4 典型单片机产品

目前生产单片机的主要厂家有 Intel、Philips、Atmel、Motorola、Zilog 等,其中 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机是一种高性能的单片机,其结构功能优化、易扩展、可靠性高、功耗低,在许多领域都得到了广泛的应用。表 1-1 列出了 MCS-51 部分产品的功能特性。

表 1-1 MCS-51 单片机的功能特性

型 号	片内存储器(字节)		I/O 接口		工 艺	中断源	定时器/ 计数器(16 位)	晶振/MHz
	ROM/EPROM	RAM	并行	串行				
8051AH	4K/	128	4×8	1	HMOS	5	2	2~12
8751AH	/4K	128	4×8	1	HMOS	5	2	2~12
8031AH	—	128	4×8	1	HMOS	5	2	2~12
8052AH	8K/	256	4×8	1	HMOS	6	3	2~12
8752BH	/8K	256	4×8	1	HMOS	6	3	2~12
80C31BH	—	256	4×8	1	CHMOS	6	3	2~12
83C51FA	4K/	128	4×8	1	CHMOS	5	2	2~12
87C51FC	—	128	4×8	1	CHMOS	5	2	2~12
87C51BH	/4K	128	4×8	1	CHMOS	5	2	2~12

MCS-51 单片机一般采用 HMOS 和 CHMOS 工艺制造。这两种单片机完全兼容,CHMOS 工艺比较先进,它具有 HMOS 的高速和 CMOS 的低功耗特点。

1.2 数制与编码

计算机所处理的各式各样的信息,本质上可归为两类:一类是数码;另一类是代码。无论是数码还是代码,均以二进制数的形式表示。本节主要介绍数制与码制的基本知识。

1.2.1 数制

计数体制简称为数制,是人们对数量计数的一种统计规律。按进位的原则进行计数的方法称为进位计数制,日常生活中最常用的是十进制数,计算机中采用的是二进制数,为了书写和阅读方便,还使用十六进制数。

数制包含多位数中每一位数的构成方法以及进位规则两个内容,其中涉及到“基”和“权”这两个概念。基是某种数制所使用的数码的个数,例如十进制数使用的数码有 0~9 十

个数字,显然十进制数的基是 10。权则表示多位数中每一位所具有的值的的大小,例如在 666.6 这个数中,从左到右每一位的值大小是: 6×10^2 、 6×10 、6、 6×10^{-1} ,这说明每一位的权是不一样的。

(1) 十进制数 (Decimal Number)

十进制数的特点有:基为 10;各位的权是以 10 为底的幂次 10^i ($i=0,1,2,\dots$);遵守“逢十进一”的进位规则。

一个任意的十进制数 $D(n$ 位整数) 可以表示为

$$D = D_{n-1} \times 10^{n-1} + D_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + D_1 \times 10^1 + D_0 \times 10^0 = \sum_{i=0}^{n-1} D_i \times 10^i$$

这个式子称为十进制数的按权展开式。例如,数 4321 可以展开为

$$4321 = 4 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$

(2) 二进制数 (Binary Number)

二进制数每位上只有 0 和 1 两个数字,基是 2,使用“逢二进一”的计数规律,二进制数从小到大的计数顺序为 0, 1, 10, 11, 100, ...

$$B = B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 = \sum_{i=0}^{n-1} B_i \times 2^i$$

二进制数的位权是 2^i ,一个任意二进制数 $B(n$ 位整数) 的按权展开式是(例如,数 100011B 可以展开如下)

$$100011B = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 35D$$

(3) 十六进制数 (Hexadecimal Number)

二进制的缺点是书写长,不便记忆和阅读。为此通常采用十六进制数弥补二进制数的不足。十六进制数不仅书写方便,便于阅读,而且非常容易和二进制数进行转换。因此,在编写汇编语言源程序时,人们都习惯使用十六进制数。

十六进制数有 16 个计数数字,它们分别是:0~9、A、B、C、D、E 和 F。这里的 A~F 对应着十进制中的 10~15。表 1-2 列出了与十进制数 0~15 相对应的二进制数和十六进制数。

表 1-2 十进制、二进制和十六进制对应表

十进制 D	二进制 B	十六进制 H	十进制 D	二进制 B	十六进制 H
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

通常在一个数的后面加上一个英文字母来表明它的数制形式,二进制数后跟 B,十进制数后跟 D,十六进制数后跟 H。十进制数的标志经常省略。十六进制数如果是字母打头,则需在前面加一个 0,如 0A4H 是一个十六进制数。十六进制数每一位的权值是 16^i ($i=0,1,$

2, …), 0A4H 按权展开式是

$$0A4H = 0 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 4 \times 16^0 = 164D$$

(4) 无符号数和有符号数

计算机中的二进制数根据其是否有符号位可以分为无符号数和有符号数。无符号数比较简单, 它的每一位均有相应的权值, 8 位无符号二进制数的大小是 0~255。

当计算机处理的数据有负数时, 就必须使用有符号数。有符号数是将最高位作为符号位, 符号位是**没有权值的, 并规定正数的最高位是 0, 负数的最高位是 1。例如, 8 位有符号数 10001101B 的大小是 -13。

在计算机中, 有符号数一般不用原码表示, 而是用补码表示。一个正数的补码与原码是一样的, 负数的补码等于原码求反再加 1 (符号位不变)。例如, -13 的原码是 10001101B, 补码是 11110011B。8 位二进制有符号数的原码与补码的对应关系如表 1-3 所示。

表 1-3 原码与补码对照表

二 进 制 数	十六进制数	十 进 制	
		原 码	反 码
00000000B	00H	+0	+0
00000001B	01H	+1	+1
⋮	⋮	⋮	⋮
01111111B	7FH	+127	+127
10000000B	80H	-0	-128
10000001B	81H	-1	-127
⋮	⋮	⋮	⋮
11111110B	FEH	-126	-2
11111111B	FFH	-127	-1

1.2.2 数制的转换

各种数制之间都存在着一一定的转换关系, 使用计算机时正确掌握和灵活运用这些关系是十分必要的。

(1) 二进制与十进制的相互转换

① 二进制数转换为十进制数 将二进制数按权展开相加之和就是等值的十进制数。例如:

$$1101101B = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 = 109D$$

因此, 1101101B = 109D。

② 十进制数转换为二进制数 把十进制整数转换为二进制整数, 采用“除 2 取余”法。例如, 把 21 转化为二进制数的过程如下。

2 21	余数	低位
2 10	1	
2 5	0	
2 2	1	
2 1	0	
0	1	高位

所以, 21D = 10101B。

(2) 二进制与十六进制的相互转换

① 二进制数转换为十六进制数 转换的基本准则是 4 位二进制数对应着 1 位十六进制数。由右向左每 4 位分为 1 组，不足 4 位时，在前面补 0。然后将每 1 组用对应的十六进制数代替即可。

【例 1-1】 将二进制数 110111000100010B 转换成十六进制数。

解 按每 4 位进行分组

0110	1110	0010	0010
6	E	2	2

结果 110111000100010B=6E22H。

② 十六进制数转换为二进制数 将十六进制数转换为对应的二进制数时，只要把十六进制的每一位用相应的 4 位二进制数代替即可。例如 2CH=101100B。

1.2.3 常用编码

在计算机中要用二进制代码来表示各种信息（如数字、字母和标点符号等），把这些信息转换成二进制代码的过程叫做编码。编码有多种不同的方案，即有多种码制，下面介绍常用的 8421BCD 码和 ASCII 码。

(1) 8421BCD 码

计算机只能识别二进制数，但是人们却习惯用十进制数，为便于人机联系，通常采用具有二进制形式的代码来表示十进制数。这种编码方法就是将十进制数的每一位用四位二进制代码表示，通常称为二-十进制编码，简称 BCD（Binary Coded Decimal）码。

BCD 码有多种编码方案，最常用的是 8421BCD 码。表 1-4 列出了 8421BCD 码与十进制数 0~9 之间的对应关系。BCD 码是比较直观的，只要熟悉了它的 10 个编码，可以很方便地实现十进制数与 BCD 码之间的转换。例如：

表 1-4 8421BCD 编码表

十进制数	8421BCD 码	十进制数	8421BCD 码
0	0000	5	0101
1	0001	6	0110
2	0010	7	0111
3	0011	8	1000
4	0100	9	1001

$$13 = (0001\ 0011)_{8421}$$

$$(0100\ 1001\ 0110\ 0111)_{8421} = 4967$$

(2) 字符的编码——ASCII 码

ASCII（American Standard Code for Information Interchange）码，美国标准信息交换码的简称，是计算机中应用最广泛的一种字符编码，用来识别数字、字母、通用符号、控制符等字符信息。

ASCII 码用 7 位二进制编码，能表示 128 个字符，其中包括 0~9 共 10 个十进制数码，26 个英文字母的大、小写形式，一些专用的可打印字符以及非打印字符等。在微型机中，通常用 1 个字节（8 位）来表示一个 ASCII 字符，其中，低 7 位为字符的 ASCII 码值，最高位或者为 0，或者用于其他的功能，比如在通信系统中可用作奇偶校验位。ASCII 码字符表

见附录 A。

思考题与习题

1-1 何谓单片机？它有哪些主要特点？主要应用于哪些方面？

1-2 十六进制数、二进制数、十进制数转换。

78, 366, 11111B, 10001001B, 7CH, 0FC1H

1-3 将下列表示为 8421BCD 码形式

68, 799

1-4 查 ASCII 码字符表，写出以下数字的 ASCII 编码，每个字符占用 8 位二进制代码。

21, 76, 8A, 9B

2 MCS-51 单片机的结构和原理

主要内容：① MCS-51 单片机的基本组成和端子功能；

② MCS-51 单片机存储器组织；

③ 输出/输入端口；

④ 电源、时钟和复位电路。

2.1 MCS-51 单片机的基本组成和端子

2.1.1 基本组成

(1) MCS-51 单片机的内部结构

如图 2-1 所示，MCS-51 单片机把微型计算机的基本部件，包括中央处理器（CPU）、数据存储器（RAM）、程序存储器（ROM）、并行 I/O 接口、串行 I/O 接口、定时器/计数器、中断系统以及特殊功能寄存器（SFR）等集成在一块芯片上，并通过单一的内部总线连接起来。

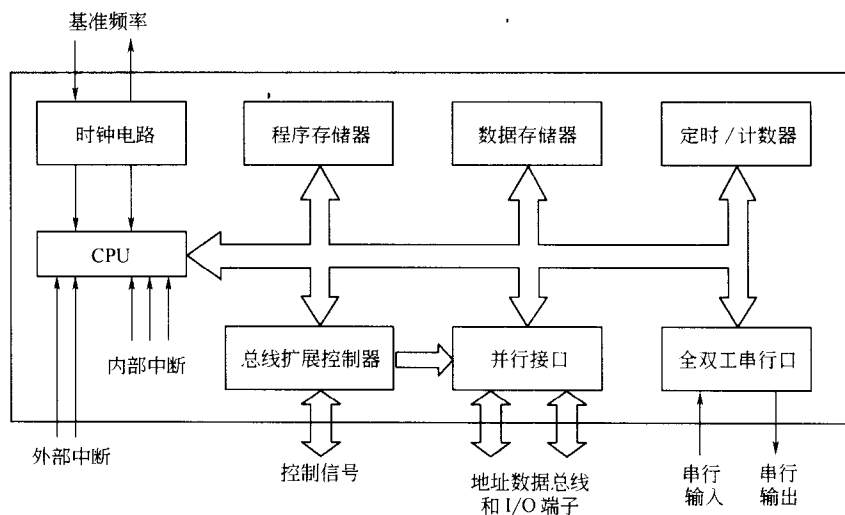


图 2-1 MCS-51 单片机内部结构方框图

MCS-51 单片机的典型芯片是 8051，它主要包含以下功能部件。

- ① 1 个 8 位的 CPU；
- ② 128B 内部数据存储器；
- ③ 4KB 的片内程序存储器（ROM）；
- ④ 21 个专用寄存器（SFR）；
- ⑤ 4 个 8 位的并行口 P0、P1、P2 和 P3；
- ⑥ 1 个全双工串行口；
- ⑦ 2 个 16 位的定时器/计数器；

⑧ 5 个中断源。

MCS-51 系列单片机主要是指 Intel 公司生产的以 8051 为内核的单片机芯片, 包括 51 子系列和 52 子系列。51 子系列中, 常见的有 8031、8051、8751 等, 它们主要的区别就是片内 ROM 的不同, 8751 内部程序存储器是 4KB 的 EPROM, 而 8031 内部没有程序存储器, 使用时必须在外部扩展程序存储器。

(2) MCS-51 单片机的中央处理器

中央处理器 (CPU) 是单片机最核心的部分, 是指挥中心和执行机构。它的作用是读入和分析每条指令, 根据指令的要求, 控制单片机各个部件执行指令操作, 完成特定的功能。CPU 包括运算器和控制器两部分。

① 运算器 以算术逻辑单元 ALU 为核心, 含有累加器 A、暂存器、程序状态字 PSW、B 寄存器等许多功能部件, 可进行算术运算和逻辑运算, 还有很强的位处理能力。

② 控制器 是 CPU 的控制中心, 主要任务是识别指令, 并根据指令的性质控制单片机的各个功能部件, 从而使单片机各个部分协调工作。控制器包括指令寄存器 IR、指令译码器、定时控制逻辑、数据指针 DPTR、程序计数器 PC、堆栈指针 SP 以及地址寄存器、地址缓冲器等。

程序计数器 PC 是一个物理上独立的 16 位计数器, 可寻址 64KB 的程序存储空间, 它总是指向 CPU 即将执行指令所在的存储单元地址。当 CPU 取走一个字节的指令代码时, 它便自动加 1, 指向下一个代码的地址。

2.1.2 外部端子

(1) 端子描述

MCS-51 单片机有 40 个端子, 双列直插式封装, 如图 2-2 所示。根据功能不同 40 个端子可分为 4 类。

① 电源端子

V_{CC} (40): 接 +5V 电源。

GND (20): 接地。

② 外接晶振端子

XTAL1 (19): 片内反相放大器输入端。

XTAL2 (18): 片内反相放大器输出端。通过 XTAL1、XTAL2 外接晶振后, 即可构成自激振荡器, 驱动内部时钟发生器向主机提供时钟信号。

③ 输入/输出端子

P0.0~P0.7 (39~32): P0 口是一个 8 位双向 I/O 接口。在访问外部存储器或进行 I/O 接口扩展时, 它分时作为低 8 位地址总线和双向数据总线。

P1.0~P1.7 (1~8): P1 口是一个 8 位准双向 I/O 接口。

P2.0~P2.7 (21~28): P2 口是一个 8 位准双向 I/O 接口。在访问外部存储器时, 它作为高 8 位地址总线。

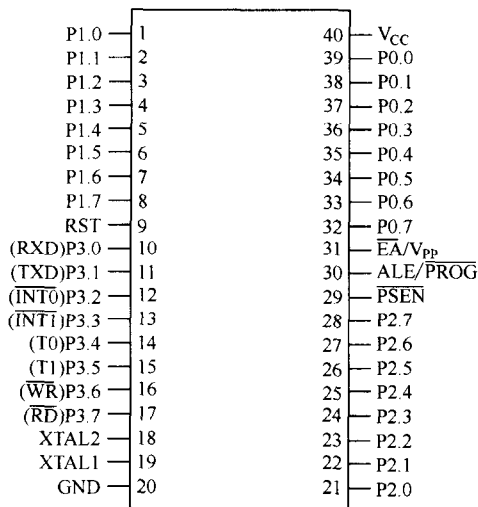


图 2-2 8051 端子图

P3.0~P3.7 (第 10~17 端子): P3 口除作为普通 8 位准双向 I/O 接口外, 还具有第二功能。P3 口的第二功能如表 2-1 所示。

表 2-1 P3 口的第二功能

端 子	名 称	功 能
P3.0	RXD	串行输入口
P3.1	TXD	串行输出口
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$	外部中断 0 输入口
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$	外部中断 1 输入口
P3.4	T0	定时器 0 外部输入口
P3.5	T1	定时器 1 外部输入口
P3.6	$\overline{\text{WR}}$	片外数据存储器写选通输出口
P3.7	$\overline{\text{RD}}$	片外数据存储器读选通输出口

④ 控制端子

ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ (30): 地址锁存有效信号输出端。在访问片外程序存储器时, 该端子的输出信号 ALE 用于锁存 P0 口的低 8 位地址。当单片机上电正常工作以后, 该端子就会以时

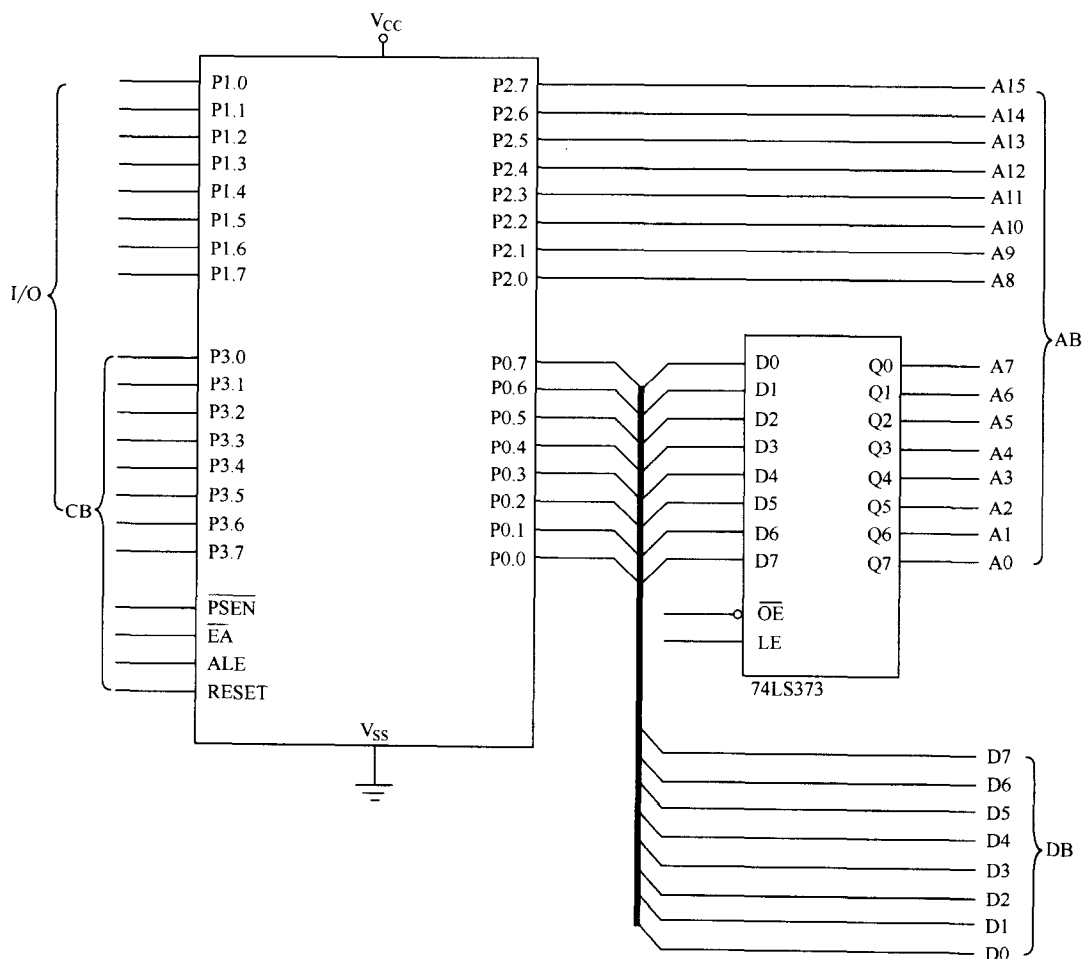


图 2-3 8051 片外总线结构