



面向21世纪

高职高专系列教材

单片机原理 与控制技术

◎张志良 主编

◎马彪 审



机械工业出版社
China Machine Press

面向 21 世纪高职高专系列教材

单片机原理与控制技术

张志良 主编

马 彪 审



机械工业出版社

本教材是高职高专电子技术专业教材编委会组织编写的教材。全书以 MCS—51 型系列单片机为主线,讲述了单片机控制和应用技术。内容包括:微机系统基本知识、MCS—51 型单片机内部结构和工作原理、指令系统、中断和定时/计数器、存储器扩展、并行和串行 I/O 口、常用外围设备接口,以及单片机应用系统的开发、设计和应用实例。

根据职业技术教育要求和学生特点,本教材编写过程中力求做到:降低教材理论深度和难度,精选内容,突出重点,文字通俗,多用图表,多举例题,多编适用习题,便于教学和自学。本书适用于高等职业技术教育电子类专业单片机原理和应用课程教材,也适用于其他专业、其他类型学校单片机课程使用,并可供工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与控制技术/张志良主编. —北京:机械工业出版社,2001.6
面向 21 世纪高职高专系列教材

ISBN 7-111-08314-8

I. 单... II. 张... III. ①单片微型计算机-高等学校:技术学校-教材
②单片微型计算机-计算机控制-高等学校:技术学校-教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 035598 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划:胡毓坚

责任编辑:王 虹

责任印制:郭景龙

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·10.75 印张·490 千字

0001—5000 册

定价:28.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话:(010) 68993821、68326677—2527

面向 21 世纪高职高专

电子技术专业系列教材编委会成员名单

顾问	王文斌 陈瑞藻 李 奇 杨 杰
主任委员	曹建林
副主任委员	穆天保 张中洲 张福强 巩志强 董维佳 祖 炬 华永平 任德齐
委员	张锡平 刘美玲 杨元挺 刘 涛 马 彪 华天京 冯满顺 周卫华 崔金辉 曹 毅 朱华贵 孙吉云 孙津平 吴元凯 孙心义 张红斌 饶庆和 苟爱梅
秘书长	胡毓坚
副秘书长	邓 红

出版说明

积极发展高职高专教育,完善职业教育体系,是我国职业教育改革和发展的一项重要任务。为了深化职业教育的改革,推进高职高专教育的发展,培养 21 世纪与我国现代化建设要求相适应的,并在生产、管理、服务第一线从事技术应用、经营管理、高新技术设备运作的高级职业技术应用型人才,尽快组织一批适应高职高专教学特色的教材,已成为各高职高专院校的迫切要求。为此,机械工业出版社与高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会联合组织了全国 40 多所院校的骨干教师,共同研究开发了一批计算机专业、电子技术专业和机电专业的高职高专系列教材。

各编委会确立了“根据高职高专学生的培养目标,强化实践能力和创新意识的培养,反映现代职业教育思想、教育方法和教育手段,造就技术实用型人才为立足点”的编写原则。力求使教材体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。

本套系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业、机电专业教材编委会分别会同各院校第一线专业教师针对高职高专计算机、电子技术和机电各专业的教学现状和教材存在的问题开展研讨,尤其针对目前高职高专教学改革的新情况,分别拟定各专业的课程设置计划和教材选题计划。在教材的编制中,将教学改革力度比较大、内容新颖、有创新精神、比较适合教学、需要修编的教材以及院校急需、适合社会经济发展的新选题优先列入选题规划。在广泛征集意见及充分讨论的基础上,由各编委会确定每个选题的编写大纲和编审人员,实行主编负责制,编委会通过责任编委和主审对教材进行质量监控。

担任本套教材编写的老师们都是来自各高职高专院校教育第一线的教师,他们以高度的责任感和使命感,经过近一年的努力,终于将本套教材呈现在广大读者面前。由于高职高专教育还处于起步阶段,加上我们的水平和经验有限,在教材的选题和编审中可能出现这样那样的问题,希望使用这套教材的教师和学生提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进,为我国的高职高专教育事业的繁荣而共同努力。

高职高专系列教材编委会
机械工业出版社

前 言

本教材是高职高专计算机专业教材编写委员会组织编写的教材。

单片机系统的开发应用给现代工业测控领域带来了一次新的技术革命,自动化、智能化均离不开单片机的应用。因而不仅是计算机专业、电子技术专业、通信专业,而且机械、化工、建筑等其他工科类专业,也都开设了“单片微机原理及应用”课程。事实上,该课程已成为工科类一门时髦的公共专业课程。

目前,市场上各种层次、各种专业的单片机教材,种类很多,内容基本雷同。有的中专单片机教材甚至比大专本科的还要深,还要全。从教学角度看,单片机课程历来是一块硬骨头。单片机课程既涉及硬件,又涉及软件,硬件方面既涉及电子技术,又涉及有关应用领域的专业知识。在有限的教学课时内,学生难学,老师难教。本书在编写过程中,根据高等职业技术教育的特点和要求,适当降低教材的理论深度和难度,精选内容,突出重点,多用图表,多举例题,多编适用习题,对于学生不易理解和容易混淆的概念,讲细讲透,便于自学,力求编成一本学生易学、老师愿意选用的教材。

近年来,单片机技术发展很快,各种性能优良的单片机芯片如雨后春笋般推向市场,种类已超过一千种。但是在我国推广应用最广泛的是 Intel 公司生产的 MCS—51 型系列单片机。为什么众多性能优良的单片机芯片在我国国内市场占有率比不了 MCS—51 型单片机呢?原因是 MCS—51 型单片机特别是 8031 型芯片具有高性能价格比、开发装置多、国内技术人员熟悉、“够用适用”的优点。因此,本书仍以 MCS—51 型单片机为主线,不涉及其他品种单片机。在有限教学课时内,让学生较好地掌握 MCS—51 型单片机,不贪多求全,打好基础是编写本书的另一个指导思想。

本教材共 10 章。第 1 章讲述微型计算机系统基础知识,包括微机和单片机发展概况,微机系统组成,计算机数制和编码;第 2 章至第 9 章讲述 MCS—51 型单片机系列单片机,包括 MCS—51 型单片机内部结构,存储空间配置和扩展,指令系统,中断和定时器,并行和串行 I/O 口,常用外围设备接口和应用程序编制等;第 10 章讲述单片机应用系统设计、开发工具和应用实例,让学生对整个单片机系统有整体了解。

本教材参考授课学时为 80 学时。第 2 章至第 9 章为本书重点,建议多用些学时。其中打 * 章节可作为选学内容,除理论授课外,应多安排上机实验。第 10 章可由学生自己阅读。

本书由上海电子技术学校张志良主编,浙江树人大学任条娟,上海电子技术学校陈玉华,南京工业职业技术学院朱旭平参编。其中 1.1、第 8 章由朱旭平老师编写;1.2~1.4、第 2 章由陈玉华老师编写;第 3、4 章由任条娟老师编写;第五 5、6、7、9、10 章由张志良老师编写;全书由张志良老师统稿。

本书由辽宁电子技术学校马彪老师主审。上海电子技术学校张似枚老师审阅了部分书稿,提出了许多宝贵意见,在此一并表示诚挚的感谢。

对于本教材中存在的问题,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 微型计算机系统基本知识	1	2.2.2 外部数据存储器(外 RAM)	32
1.1 概述	1	2.2.3 内部数据存储器(内 RAM)	32
1.1.1 微型计算机	1	2.2.4 特殊功能寄存器	34
1.1.2 微型计算机的发展概况	2	2.2.5 程序计数器 PC	37
1.1.3 单片机发展的概况	3	2.3 MCS—51 型单片机 I/O 输入	
1.1.4 MCS—51 型系列单片机	3	输出端口结构及工作原理	38
1.1.5 单片机的特点和应用	4	2.3.1 P0 口	38
1.2 微型计算机系统的组成	5	2.3.2 P1 口	39
1.2.1 微型计算机系统的硬件	5	2.3.3 P2 口	39
1.2.2 微型计算机系统的软件	10	2.3.4 P3 口	40
1.3 计算机中数的表示方法及		2.4 时钟和时序	41
运算	11	2.4.1 时钟电路	42
1.3.1 二进制、十进制和十六进		2.4.2 时钟周期和机器周期	42
制数	12	2.4.3 一般指令取指/执行时序	44
1.3.2 数制转换	13	2.4.4 读外 ROM 时序	44
1.3.3 二进制数的运算	16	2.4.5 读写外 RAM 时序	45
1.3.4 原码、反码和补码	18	2.5 复位和掉电保护处理	46
1.4 常用编码	21	2.5.1 复位	46
1.4.1 8421 BCD 码	21	2.5.2 掉电保护处理	48
1.4.2 ASCII 码	23	2.6 小结	49
1.5 小结	25	2.7 习题	50
1.6 习题	25	第 3 章 MCS—51 型系列单片机	
第 2 章 MCS—51 型单片机内部		指令系统	52
结构和工作原理	27	3.1 指令系统基本概念	52
2.1 MCS—51 型单片机内部		3.1.1 指令基本格式	52
结构和引脚功能	27	3.1.2 指令分类	53
2.1.1 内部结构	28	3.1.3 指令系统中的常用符号	53
2.1.2 引脚功能	28	3.1.4 寻址方式	54
2.2 MCS—51 型单片机存储		3.2 指令系统	56
空间配置和功能	30	3.2.1 数据传送类指令	57
2.2.1 程序存储器(ROM)	31	3.2.2 算术运算类指令	63

3.2.3 逻辑运算及移位指令	69	5.3.2 定时/计数器中的控制 寄存器	129
3.2.4 位操作类指令	73	5.3.3 定时/计数器工作方式	131
3.2.5 控制转移类指令	74	5.3.4 定时/计数器的应用	134
3.3 小结	80	5.4 小结	140
3.4 习题	80	5.5 习题	141
第4章 汇编语言程序设计	88	第6章 存储器及其扩展技术	144
4.1 汇编语言程序设计基本 概念	88	6.1 基本知识	144
4.1.1 汇编语言及其语句结构	88	6.1.1 只读存储器 ROM	144
4.1.2 伪指令	88	6.1.2 随机存取存储器 RAM	145
4.1.3 汇编	90	6.1.3 存储器的组成	146
4.1.4 程序设计的基本方法	91	6.1.4 片选方式和地址分配	147
4.2 程序设计举例	93	6.2 扩展外 ROM	151
4.2.1 顺序程序	93	6.2.1 常用 EPROM 芯片	151
4.2.2 分支程序	95	6.2.2 EPROM 与 MCS—51 型单片 机典型连接电路	153
4.2.3 循环程序	96	6.2.3 扩展 E ² PROM	156
4.2.4 查表程序	102	6.2.4 扩展外 ROM 芯片选择 要点	161
4.2.5 散转程序	104	6.3 扩展外 RAM	162
4.2.6 子程序	105	6.3.1 常用 RAM 芯片	162
4.3 小结	108	6.3.2 SRAM 与 MCS—51 型单片机 典型连接电路	163
4.4 习题	109	6.3.3 同时扩展外 ROM 和外 RAM 的典型连接电路	164
第5章 MCS—51 型单片机中断系统 和定时/计数器	113	6.3.4 扩展外 RAM 芯片选择 要点	165
5.1 中断概述	113	6.4 小结	165
5.1.1 中断的定义	113	6.5 习题	166
5.1.2 设置中断的必要性	113	第7章 并行 I/O 口扩展	168
5.1.3 中断源和中断类型	114	7.1 并行 I/O 口应用	168
5.1.4 中断处理过程	115	7.1.1 I/O 口负载能力	168
5.1.5 中断优先级和中断嵌套	117	7.1.2 端口输入/输出操作	168
5.2 中断系统	117	7.1.3 “读—修改—写”操作	169
5.2.1 中断源	117	7.1.4 位操作	169
5.2.2 中断控制	117	7.1.5 应用举例	169
5.2.3 中断响应过程	120	7.2 用 TTL 芯片扩展 I/O 口	170
5.2.4 中断响应等待时间	122	7.2.1 扩展输入口	170
5.2.5 中断请求的撤除	122		
5.2.6 中断系统的应用	123		
5.3 定时/计数器	129		
5.3.1 概述	129		

7.2.2 扩展输出	173	8.3.1 RS—232C 总线标准	222
7.2.3 扩展总线驱动能力	174	8.3.2 RS—232C 接口电路	224
7.2.4 利用串行口扩展并行 I/O 口	175	8.4 小结	227
7.3 8255A 可编程并行输入/输出接口	176	8.5 习题	227
7.3.1 8255A 的结构和引脚功能	176	第 9 章 常用外围设备接口电路	229
7.3.2 8255A 与 MCS—51 型单片机典型连接电路	178	9.1 LED 数码管显示接口	229
7.3.3 8255A 控制字	179	9.1.1 LED 数码管	230
7.3.4 8255A 的工作方式	180	9.1.2 LED 数码管编码方式	230
7.4 8155 可编程多功能接口	189	9.1.3 LED 数码管显示方式和典型应用电路	231
7.4.1 8155 的结构组成和引脚功能	189	9.2 键盘接口	240
7.4.2 8155 与 MCS—51 型单片机典型连接电路	191	9.2.1 按键开关去抖动问题	240
7.4.3 读写 8155 片内 RAM	191	9.2.2 独立式按键及其接口	241
7.4.4 8155 工作方式控制字和状态字	192	9.2.3 矩阵式键盘及其接口	242
7.4.5 8155 的工作方式	193	9.2.4 键盘扫描控制方式	244
7.4.6 8155 定时/计数器	197	9.2.5 8279 键盘、显示器接口芯片	245
7.5 小结	199	9.3 微型打印机及其接口	255
7.6 习题	200	9.3.1 微型打印机基本知识	256
第 8 章 串行通信	203	9.3.2 TP _μ P—40A 微机打印及其接口	256
8.1 串行通信概述	203	9.3.3 打印程序实例	260
8.1.1 并行通信与串行通信	203	9.4 A/D 转换接口电路	264
8.1.2 异步通信和同步通信	203	9.4.1 A/D 转换的基本知识	264
8.1.3 串行通信波特率	205	9.4.2 ADC 0808/0809 及其接口电路	265
8.1.4 串行通信操作模式	205	9.4.3 ADC 0809 应用实例	267
8.1.5 串行通信的校验	206	9.4.4 A/D 转换器选择原则	269
8.2 MCS—51 型单片机串行口	206	9.5 D/A 转换接口电路	271
8.2.1 串行口数据缓冲器 SBUF	207	9.5.1 D/A 转换的基本知识	271
8.2.2 串行控制寄存器	207	9.5.2 DAC 0832 及其接口电路	272
8.2.3 MCS—51 型单片机串行通信工作方式	208	9.5.3 DAC 0832 应用实例	274
8.2.4 多机通信	217	9.5.4 D/A 转换器选择要求	276
8.3 RS—232C 标准接口总线及串行通信硬件设计	222	9.6 小结	277
		9.7 习题	278
		第 10 章 单片机应用系统	282
		10.1 单片机应用系统的设计	282
		10.1.1 总体设计	282

10.1.2 硬件设计	284	应用实例	306
10.1.3 软件设计	285	10.4.1 工作原理	306
10.1.4 抗干扰问题	287	10.4.2 硬件电路	306
10.2 单片机应用系统的 开发工具	289	10.4.3 软件程序	308
10.2.1 概述	289	10.5 大电流正弦波稳流电源 控制实例	313
10.2.2 SICE 通用单片机仿真器 介绍	290	10.5.1 概述	313
10.2.3 DICE 单片机实验箱介绍 ...	291	10.5.2 主控电路工作原理	314
10.3 单片机温度控制系统 应用实例	297	10.5.3 单片机控制电路	316
10.3.1 系统要求	297	10.5.4 程序设计	317
10.3.2 控温方案	298	10.6 小结	326
10.3.3 硬件设计	298	10.7 习题	327
10.3.4 软件设计	301	附录 A MCS—51 型系列单片机 指令表	328
10.3.5 改进提高	305	附录 B MCS—51 型系列单片机反汇 编指令表	331
10.4 汽车倒车测距仪		参考文献	332

第 1 章 微型计算机系统基本知识

1.1 概述

电子计算机是 20 世纪人类最伟大的发明之一。自从 1946 年第一台电子计算机诞生以来,计算机得到了飞速的发展与广泛的应用,对人类社会的发展起到了极大的推动作用。然而,使计算机的应用能够真正深入到社会生活的各个方面,促使人类社会大步跨入电脑时代的一个重要原因,是微型计算机的产生和发展。

1.1.1 微型计算机

随着半导体技术的发展,集成电路的集成度越来越高。1971 年 11 月,Intel 公司成功地将运算部件和逻辑控制功能集成在一起,制成了第一片中央处理芯片——Intel 4004 微处理器。由此揭开了微型计算机发展的序幕。

微处理器(Microprocessor)是一种大规模集成电路器件,其中包含了计算机的控制部件和运算部件,具有控制和运算功能。

微处理器加上同样采用大规模集成电路制成的用于存储程序和数据的存储器,以及与输入输出设备相衔接的输入输出接口电路,就构成了微型计算机(Microcomputer,简称 MC)。图 1-1 是微型计算机基本组成框图。

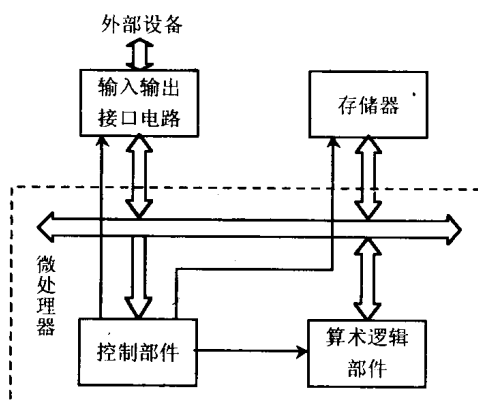


图 1-1 微型计算机基本组成框图

如果将微处理器、存储器和输入输出接口电路集中在一块集成电路芯片上,称为单片微型计算机。如果将组成微型计算机的各功能部件都做在一块电路板上,称为单板机;分做在多块电路板上,称为多板机。

1.1.2 微型计算机的发展概况

在微型计算机出现之前,计算机已经有了很大的发展。但这时的计算机主要是大、中、小型机,体积大、功耗大、价格昂贵,只用于政府部门、大学、科研部门及一些公司企业,应用范围有限,个人更不可能拥有。

微型计算机由于具有体积小、功耗低、重量轻、价格低、可靠性高、使用方便等一系列优点,所以自问世以来得到了非常广泛的应用。

20 世纪 70 年代初,Intel 公司在为用户研制高级计算器用的集成电路时,开发出了具有控制功能的 4004 微处理器。1972 年 4 月 Intel 又制作成功了 8008 微处理器。这时的微处理器速度慢、指令简单、功能较差,主要用作一些简单的控制。

1974 年 Intel 公司研制出了最成功的 8080 微处理器。1975 年 1 月 Motorola 公司也独立开发出了 MC6800 微处理器。这两种微处理器都是 8 位处理器。1974 年底,采用 8080 做中央处理单元(CPU)的第一台微型计算机 Altair(阿尔泰——牛郎星)诞生。这台电脑非常简单,它用开关输入二进制数据,用指示灯的闪亮输出结果。这种没有多少实用价值的机器,在当时也受到了众多电脑爱好者的欢迎,并由此造就了一批微电脑行业的先行者。

20 世纪 70 年代中后期,许多公司纷纷推出了以 Intel8085 和 Zilog 公司的 Z-80 为代表的高档 8 位微处理器。这一时期微处理器的功能增强、存储器容量增大,加上一些专为微型计算机开发的实用配套软件的推出(如 BASIC 语言、文字处理程序、电子表格及后来的 CP/M 磁盘操作系统),使得微型计算机具有了实用价值。这时的微型计算机有采用 Z-80 芯片的 TRS-80 和采用 Rockwell 公司 R6502 芯片的 Apple 机等。草创于汽车库的苹果电脑公司所生产 Apple I、Apple II 型微型计算机几乎成了 70 年代末微型机的代名词。

20 世纪 70 年代末 80 年代初出现了 16 位微处理器,如 Intel8086、Z8000、MC68000 等。这是第一代超大规模集成电路的微处理器。为了与大量已有的 8 位配套产品兼容,Intel 公司又开发出准 16 位芯片 Intel8088。1981 年 8 月,一直以生产大型计算机产品为主的 IBM 公司介入了微型计算机市场,并选择 8088 微处理器做主 CPU,开发生产了 IBM-PC 型微型计算机。由于 PC 机设计先进、功能强、软件丰富、价格相对便宜,并且 IBM 公司实行了开放战略,公开了 PC 机的硬件技术规范,鼓励其他厂商生产配件,开发软件,使得 PC 机成为事实上的工业标准,导致微型机市场几乎成了 PC 系列的天下。1983 年 5 月 IBM 公司推出了 PC 机的改进型 PC/XT,增加了硬盘。1984 年 8 月 IBM 采用 Intel 推出的增强型 16 位微处理器 80286,生产了 PC/AT 型微机,从此个人电脑开始了 286、386、486……的变迁。

20 世纪 80 年代初半导体厂家开始研制 32 位微处理器。此后 Intel 公司推出了 80386, Motorola 公司推出了 MC68020 等 32 位芯片。1986 年 9 月 Compaq(康柏)公司率先推出了自己的 386 电脑。1989 年 Intel80486 芯片出现。1993 年 Intel 又推出了 Pentium 微处理器。以后 Pentium Pro、Pentium MMX、Pentium II、Pentium III、MC68040 以及 Cyrix 公司的 5x86、6x86、M2 和 AMD 公司的 K5、K6、K6-2、K7……等各种 32 位微处

理器不断涌现。随着微型计算机应用领域的扩大,微处理器的性能也越来越强,并且融入了许多新技术,如多媒体技术,3D 技术等。这一时期,微型计算机的应用迅速铺开,微型计算机的性能迅速提高,各种软件纷纷上市,各厂家生产的微型计算机层出不穷,微型计算机价格急速下滑,成为能够进入家庭等社会生活的方方面面,完成各种各样应用的个人电脑。

1.1.3 单片机发展的概况

随着集成电路集成度的提高,微处理器的发展除了不断增强芯片的处理能力,提高产品的性能价格比,发展高性能的通用微型计算机之外,还在一块芯片上不断集成更多的功能部件,从而使微型计算机的硬件系统更加简化,使得微型计算机以单片机控制系统的形式不断地深入仪器仪表、家用电器、设备控制等控制领域。

早期的 4 位单片机,内部结构简单、功能较少,主要用于简单的控制。

1974 年 12 月仙童公司首先推出了 8 位单片计算机 F8。随后各公司纷纷推出了各自的 8 位单片机产品,有 Intel 公司的 MCS—48 型系列、Zilog 公司的 Z—8 系列、Rockwell 公司的 6500 系列等。这时的单片机性能有所提高,主要应用于简单的工业控制和早期智能仪器仪表及计算机外部设备。

1980 年 Intel 公司开发出 MCS—51 型系列单片机。这种芯片带有串行口、定时/计数器,寻址范围 64KB,被称为高档 8 位单片机。同一时期的芯片还有 Motorola 的 6801 等。这些芯片功能强、适用范围宽,成为单片机的主流产品。

在 8 位单片机之后,16 位单片机也陆续被开发出来。1983 年 Intel 公司推出 MCS—96 型系列单片机,代表产品为 8096 芯片。与 8 位单片机相比,8096 单片机不仅字长增加一倍,而且还集成了 10 位 A/D 转换电路,其他性能也有很大提高。1988 年 Intel 公司推出了具有 8 位机的价格 16 位机性能的 8098 芯片。由于有极高的性能价格比,8098 芯片的应用越来越广。

各厂家在推出 16 位单片机的同时,还对已有的 8 位单片机进行功能扩充,生产出超级 8 位单片机。如 Intel 公司在 MCS—51 型单片机基础上派生的 8044 芯片,Zilog 公司的设有 DMA 通道的 Z8 Super8、Motorola 公司的片内有 EEPROM 和 A/D 转换功能的 MC68HC11 等。

进入 90 年代,各厂家又推出更加强大的单片机,如 Intel 的 96 系列升级产品 80196 芯片, Motorola 的 16 位产品 M68HC16 和 32 位产品 MC8300 系列等。

1.1.4 MCS—51 型系列单片机

单片机种类繁多,而且还在不断推出新的更高性能的单片机品种。从使用情况来看, MCS—51 型系列单片机的应用最为广泛。因此本书将以 MCS—51 型系列为主,介绍单片机的原理与应用。

MCS—51 型单片机系列共有十几种芯片,表 1-1 中列出了比较典型的几种芯片的型号以及它们的主要技术性能指标。

表 1-1 MCS—51 型系列单片机芯片型号对照表

子 系 列	片内 ROM 形式			片内存储容量		片外寻址范围		I/O 特性			中 断 源
	无	ROM	EPROM	ROM	RAM	EPROM	RAM	计数器	并行口	串行口	
51	8031	8051	8751	4KB	128B	64KB	64KB	2×16 位	4×8 位	1	5
	80C31	80C51	87C51	4KB	128B	64KB	64KB	2×16 位	4×8 位	1	5
52	8032	8052	8752	8KB	256B	64KB	64KB	3×16 位	4×8 位	1	6
	83C252	80C252	87C252	8KB	256B	64KB	64KB	3×16 位	4×8 位	1	7

MCS—51 型系列可分为 51 和 52 两个子系列,并以芯片型号的最末位数字作为标志。其中 8x51 是基本型,8x52 是增强型,8xC252 是超级型。

采用 HMOS 工艺的基本型 8x51,片内集成有 8 位 CPU,4KB ROM(8031 片内无 ROM),128B RAM,两个 16 位定时/计数器,一个全双工串行通信接口(UART),拥有乘除运算指令和位处理指令。采用 CHMOS 工艺的基本型 8xC51,有三种功耗控制方式,能有效降低功耗。

增强型 8x52,与 8x51 不同的是片内 ROM 增加到 8KB,RAM 增加到 256B,定时/计数器增加到 3 个,串行接口的通信速率快了 6 倍。

超级型 8xC252,在 8x52 的基础上采用了 CHMOS 工艺,并具有 MCS—96 系列中的高速输入/输出,脉冲宽度调制输出等功能。

采用 CHMOS 工艺的 87C51 和 8xC252 还具有两级程序保密系统,可禁止外部对片内 ROM 中的程序进行读取,为用户提供了一种保护软件不被窃取的有效手段。

近年来,市场上比较流行的 ATMEL 89C51 系列单片机,也采用 CHMOS 工艺,其片内含有 4KB 快闪可编程/擦除只读存储器 FPEROM (Flash Programmable and Erasable Read Only Memory),使用高密度、非易失存储技术制造,并且与 80C51 引脚和指令系统完全兼容。芯片上的 FPEROM 允许在线编程或采用通用的非易失存储编程器对程序存储器重复编程,因而 89C51 性能价格比远高于 87C51。

MCS—51 系列单片机片内的程序存储器有多种配置形式:没有 ROM、掩膜 ROM、EPROM 和 FPEROM。不同的配置形式分别对应不同的芯片,使用时可根据需要进行选择。

1.1.5 单片机的特点和应用

由于单片机是把微型计算机主要部件都集成在一块芯片上,即一块芯片就是一个微型计算机。因此,单片机具有以下特点:

- 1) 片内存储容量小。受集成度限制,片内存储器容量较小,但可在芯片外部扩展。
- 2) 可靠性好。芯片通常是按工业测控环境要求设计的,其抗工业噪声干扰的能力优于一般通用的 CPU。

3) 易扩展。片内具有计算机正常运行所必需的部件,片外有许多供扩展用的三总线及并行、串行输入输出管脚,很容易构成各种规模的计算机应用系统。

4) 控制功能强。为了满足工业控制要求,单片机的指令系统中均有极丰富的条件分支转移指令、较强的 I/O 逻辑操作以及位处理功能。

5) 系统内无监控或系统管理程序。单片机系统内部一般无监控或系统管理程序,只有用户设计、调试好的应用程序。

单片机由于体积小、集成度高、成本低、抗干扰能力和控制能力强等优点,广泛地应用于仪器仪表、家用电器和专用设备的智能化以及过程控制等方面。

单片机应用的主要领域有:

1) 机电一体化产品。单片机与传统的机械产品相结合,使机械产品结构简化、控制智能化,构成智能化的产品。

2) 智能仪表。用单片机改造原有的测量、控制仪表,促进仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化发展。

3) 测控系统。用单片机构成各种工业控制系统、数据采集系统。

4) 智能终端。计算机外部设备的智能化。

5) 智能化通信产品。

6) 智能化家用电器。

单片机应用的意义不仅在于它的广阔范围及所带来的经济效益。更重要的意义在于,单片机的应用从根本上改变了传统的控制系统设计思想和设计方法。以前采用电路实现的大部分控制功能,正在用单片机通过软件方法来实现。这种以软件取代硬件并能提高系统性能的控制技术称为微控制技术。随着单片机应用的推广,微控制技术将不断发展完善。

1.2 微型计算机系统的组成

一个完整的微型计算机系统可有两大部分组成:硬件部分和软件部分。硬件是组成计算机的物理实体,软件则是对硬件使用和管理程序。

1.2.1 微型计算机系统的硬件

微型计算机系统的硬件由微型计算机和外部设备组成。而微型计算机则包含微处理器(CPU)、存储器(存放程序指令或数据的 ROM、RAM 等),输入/输出口(I/O 口)及其他功能部件如定时/计数器、中断系统等,它们通过地址总线(AB)、数据总线(DB)和控制总线(CB)连接起来,如图 1-2 所示。这些部件组成了计算机的实体——硬件。

1. 微处理器(CPU)

微处理器是微型计算机的核心。它主要有三部分组成:寄存器阵列、运算器和控制器,如图 1-3 所示。

(1) 寄存器阵列 寄存器阵列是微处理器内部的临时存储单元,包括通用寄存器组

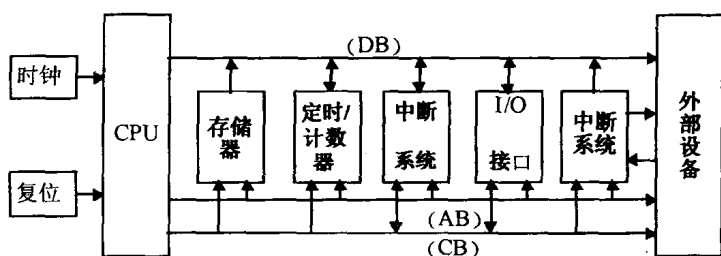


图 1-2 微型计算机系统的硬件结构框图

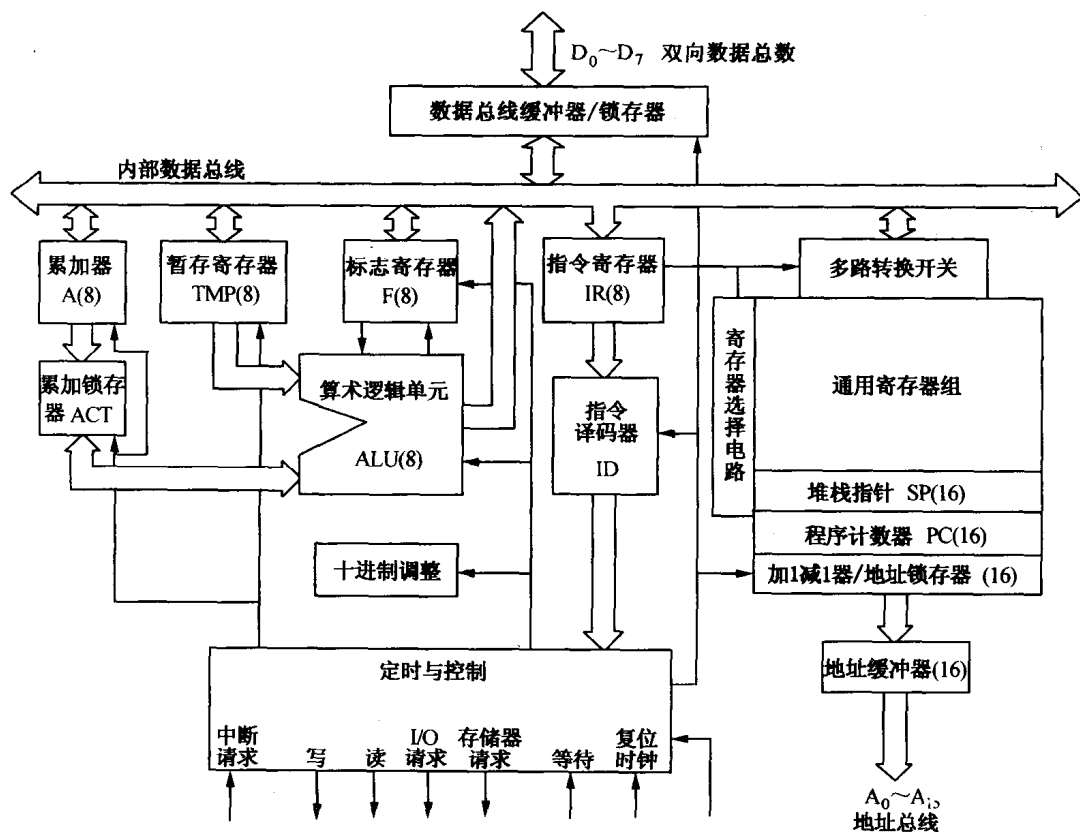


图 1-3 微处理器内部结构框图

和专用寄存器。

通用寄存器组:用来存放数据和地址,减少 CPU 访问存储器的次数,从而提高运行速度。

专用寄存器:用来存放特定的数据或地址。例如程序计数器 PC、堆栈指针 SP、地址锁存器、地址缓冲器等。其中程序计数器 PC,专门用于存放现行指令的 16 位地址。CPU 就是根据 PC 中的地址到 ROM 中去读取程序指令。每当取出现行指令一个字节后,PC 就自动加 1, $(PC) + 1 \rightarrow PC$,当遇到转移指令或子程序时,PC 内容会被指定的地址取代,实现程序转移。

(2) **运算器** 运算器用来完成算术运算和逻辑运算操作,是处理信息的主要部件。运算器主要由累加器 A、暂存寄存器 TMP、标志寄存器 F、算术逻辑单元 ALU 等组成。

累加器 A:用来存放参与算术运算和逻辑运算的一个操作数和运算结果。

暂存寄存器 TMP:用来存放参与算术运算和逻辑运算的另一个操作数。

标志寄存器 F:用来保存 ALU 操作结果的条件标志,如进位标志、溢出标志、奇偶标志等。

算术逻辑单元 ALU:由加法器和其他逻辑电路组成,其基本功能是进行加法和移位,并由此实现其他各种算术和逻辑运算。

(3) 控制器 控制器是分析和执行指令的部件。是统一指挥微型计算机按一定时序协调工作的核心。控制器主要由程序计数器 PC、指令寄存器 IR、指令译码器 ID 和定时控制逻辑电路等组成。

程序计数器 PC:CPU 总是根据程序计数器 PC 中的地址到 ROM 中去读相应地址存储单元中的指令码和数据。

指令寄存器 IR:存放从 ROM 中读出的指令操作码。

指令译码器 ID:是分析指令操作的部件。指令操作码经译码后产生相应于某一特定操作的信号。

定时和控制逻辑电路:可分为定时和微操作两部分。定时部件用来产生脉冲序列和各种节拍脉冲,每种节拍脉冲对应于一种微操作。微操作控制部件根据指令译码器产生的信号,按一定时间顺序发出一系列节拍脉冲,作为一系列微操作控制信号,来完成指令规定的全部操作。

2. 总线

总线是用于传送信息的公共途径。总线可以分为数据总线、地址总线、控制总线,总线把微处理器、存储器、I/O 接口连接在一起,如图 1-4 所示。

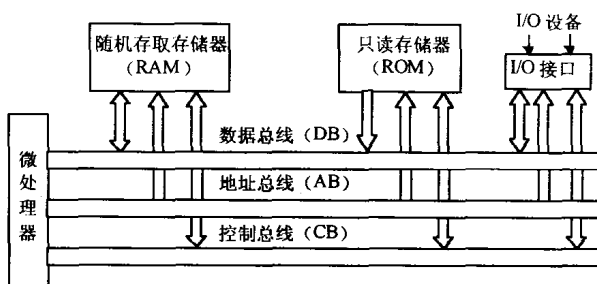


图 1-4 微型计算机的总线结构

采用总线结构,可以减少信息传输线的根数,提高系统的可靠性,增加系统的灵活性。

(1) 数据总线 DB(Data Bus) 用来在微处理器与存储器以及输入/输出接口之间传送指令代码和数据信息。通常微处理器的位数和外部数据总线的位数一致,8 位微处理器就有 8 根数据总线。数据总线是双向的,既可从 CPU 输出,也可以从外部输入到 CPU。

(2) 地址总线 AB(Address Bus) 地址总线用于传送地址信息。当微处理器与存储器或外部设备交换信息时,必须指明要与哪个存储单元或哪个外部设备交换。因此,地址总线必须和所有存储器的地址线对应相连,也必须和所有 I/O 接口设备相连。这样,