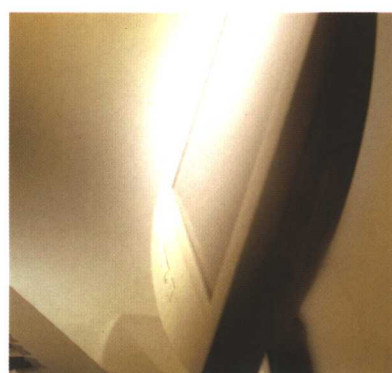
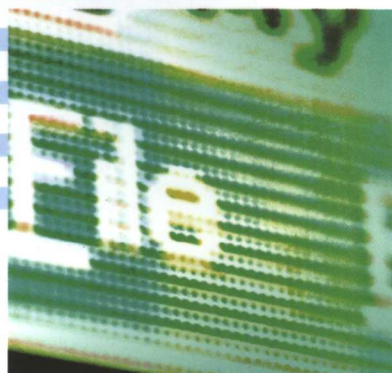
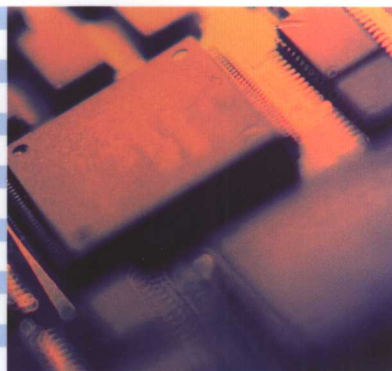




21 世纪高等学校应用型教材

微型计算机 原理及应用 (第2版)

□ 高秦生 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

21 世纪高等学校应用型教材

微型计算机原理及应用

(第 2 版)

高秦生 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是在原同名教材的基础上修订再版的。主要内容包括:微型计算机及 MCS-51 系列单片计算机的内部结构、组件特性及工作原理;MCS-51 单片机的指令系统及汇编语言程序设计;单片机 I/O 接口技术及外围电路的扩展;单片机综合应用实例等。每章之后配有思考题与习题。书的最后提供 8 个实验,供读者参考、选做。

本书适合应用型本科、高职高专有关专业教学使用,亦可作为相关学科的教学人员和工程技术人员的参考书。

本书所配电子教案可以从高等教育出版社高等理工教学资源网上下载,网址为 <http://www.hep-st.com.cn>。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理及应用/高秦生主编.—2版.—北京:
高等教育出版社,2005.12
ISBN 7-04-017386-7

I. 微... II. 高... III. 微型计算机—高等学校—
教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 120893 号

策划编辑	雷顺加	责任编辑	曲文利	封面设计	王凌波	责任绘图	朱 静
版式设计	王 莹	责任校对	杨雪莲	责任印制	陈伟光		

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		

开 本	787×1092 1/16	版 次	1993 年 8 月第 1 版
印 张	19.5		2005 年 12 月第 2 版
字 数	480 000	印 次	2005 年 12 月第 1 次印刷
插 页	1	定 价	24.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17386-00

第 1 版前言

本教材是根据全国高等工程专科计算机基础课教材编审组审定的编写大纲编写的,由国家教育委员会高等工程专科基础课及技术基础课教材编审组推荐出版。

本书主要内容:第一部分为计算机基础知识(第一章);第二部分为 MCS-51 单片计算机的基本原理与应用知识;第三部分为 IBM-PC 个人计算机系统简介;第四部分为 MCS-51 单片机实验。本课程的参考学时为 90 学时。

全书在编写中力求贯彻在掌握基本知识和基本理论的基础上,加强应用和注重实践的指导思想。本书可供非计算机类专业学生使用,也可作为其他专业学生及从事自动化工作的工程技术人员学习单片机原理及应用技术的参考书。

本书由上海机械专科学校唐俊杰同志编写第一、五、六、七、十一章;南京机械专科学校高秦生同志编写第二、三、四、八、九、十章,附录和绪论;南京化工动力专科学校俞光昫同志、李绮红同志编写实验部分。全书由高秦生同志统稿。

在成书过程中,编著者得到全国高等工程专科计算机基础课教材编审组全体编委的具体指导和热情帮助;也得到全国许多高等专科学校同行专家的鼎力帮助;干敏梁同志、胡汉才同志、王连民同志审阅了初稿,提出了许多宝贵意见;全书由吉林电气化高等专科学校刘天赐同志担任主审、杨国慧同志参加了主审工作,上海纺织专科学校李士允同志为责任编委,在此一并表示衷心的感谢。

由于编著者水平有限,漏误之处在所难免,敬请同行专家和广大读者批评指正。

编 者

1992 年 7 月

第 2 版前言

本教材在 1993 年出版的同名教材的基础上修订再版。

根据本教材的读者定位和近几年来单片机技术的发展形势,这次再版在一定程度上对原教材的内容进行了修改、调整和精简,增加了部分新内容,对部分章节(原教材的第一、五、六、七、十一章)进行了重写,希望能更好地适合读者的需要。

再版教材由高秦生主编并统稿,第六章和实验部分由朱节云先生编写,其余各部分内容主要由高秦生编写,李平先生帮助审阅了部分重写稿。参加本书编写的还有孙灌华、李永庆、何荣超等。

在本教材再版之际,衷心感谢原全国高等工程专科计算机基础课教材编审组全体编委在本教材第一版的编写与出版过程中提供的帮助与指导;感谢唐俊杰先生、俞光昀先生在原教材编写过程中的合作和他们所做的工作;感谢原教材的主审刘天赐先生,参审杨国慧先生,责任编委李士允先生;还要感谢于敏梁、胡汉才、王连民、李平等诸位先生在原教材的编写出版过程中所给予的帮助。

对于书中的漏误与不足,诚请读者批评指正。

编 者
2005 年 5 月

目 录

绪论	1	2.4.2 程序运行方式	47
第一章 计算机基础知识	4	2.4.3 节电工作方式	47
1.1 从微处理器到微型计算机	4	2.4.4 EPROM 型器件的使用	48
1.1.1 计算机大家族	4	2.4.5 中断	51
1.1.2 微处理器	4	思考题与习题	52
1.1.3 存储器	6	第三章 半导体存储器	53
1.1.4 计算机基本原理及指令执行过程	7	3.1 半导体存储器概述	53
1.2 从微型计算机到单片机	10	3.1.1 半导体存储器在微型计算机中 的作用	53
1.2.1 现代微型计算机的结构	10	3.1.2 半导体存储器的分类	53
1.2.2 单片机的基本结构	13	3.1.3 常用半导体存储器及其结构	55
1.2.3 单片机发展简史	14	3.2 单片机外部存储器的扩展	65
1.3 计算机中的数制与码制	18	3.2.1 单片机扩展外部存储器概念	65
1.3.1 二进制数和十六进制数	18	3.2.2 扩展外部存储器的一般方法	65
1.3.2 带符号数的表示	22	3.2.3 存储器地址编码	67
1.3.3 计算机常用编码	24	3.2.4 单片机扩展外部存储器的译码 方法	68
思考题与习题	26	3.2.5 单片机扩展外部存储器小结	73
第二章 MCS-51 系列单片计算机	28	3.3 闪存及其应用	73
2.1 MCS-51 单片机概述	28	3.3.1 闪存电路与器件	73
2.2 MCS-51 基本结构与功能	29	3.3.2 闪存应用	75
2.2.1 片内 CPU 功能组件	29	3.4 外部存储器的操作时序	76
2.2.2 布尔处理器	33	3.4.1 外部程序存储器操作时序	77
2.2.3 8051 的存储器结构	33	3.4.2 外部数据存储器操作时序	78
2.2.4 输入/输出端口	37	3.4.3 存储器芯片的选择	78
2.2.5 定时器/计数器	40	3.5 存储器的若干实用技术	80
2.2.6 串行口	41	3.5.1 EPROM 存储器的编程技术	80
2.2.7 8051 的封装与引脚功能	41	3.5.2 SRAM 的掉电保护	81
2.3 8051 时序	43	3.5.3 存储器插座兼容技术	82
2.3.1 系统时钟	43	思考题与习题	84
2.3.2 机器周期与指令周期	43	第四章 MCS-51 指令系统	86
2.3.3 CPU 取指/执行时序	44	4.1 指令系统概述	86
2.4 8051 工作方式	46		
2.4.1 复位	46		

4.1.1 指令的概念	86	6.2.1 中断源	150
4.1.2 指令系统说明	88	6.2.2 中断控制	151
4.2 寻址方式	89	6.2.3 中断优先级	151
4.2.1 立即寻址	89	6.2.4 中断响应与处理	152
4.2.2 寄存器寻址	89	6.3 定时器/计数器	153
4.2.3 间接寻址	89	6.3.1 定时器/计数器功能概述	153
4.2.4 直接寻址	91	6.3.2 定时器/计数器的控制	154
4.2.5 变址寻址	91	6.3.3 定时器/计数器工作方式	155
4.2.6 相对寻址	92	6.3.4 定时器应用	157
4.2.7 特定寄存器寻址	92	6.4 并行口的扩展	161
4.3 MCS-51 指令系统	93	6.4.1 MCS-51 并行口扩展概述	161
4.3.1 数据传送指令	93	6.4.2 简单并行口扩展	161
4.3.2 算术指令	99	6.4.3 可编程并行接口扩展芯片 8255A	162
4.3.3 逻辑指令	105	6.4.4 多功能可编程 RAM/IO 扩展 芯片 8155H	172
4.3.4 转移指令	110	思考题与习题	181
4.3.5 布尔指令	119	第七章 模拟量与数字量转换技术	
思考题与习题	123	基础	182
第五章 汇编语言程序设计	126	7.1 概述	182
5.1 汇编语言程序设计概述	126	7.2 D/A 转换	183
5.1.1 伪指令	126	7.2.1 D/A 转换的基本方法	183
5.1.2 流程图	128	7.2.2 D/A 转换器的性能指标	184
5.2 程序基本结构	128	7.2.3 D/A 转换器常用芯片 ——DAC0832	185
5.2.1 顺序结构	128	7.2.4 D/A 转换的输出形式	189
5.2.2 选择结构	129	7.2.5 D/A 转换应用编程举例	191
5.2.3 循环结构	131	7.2.6 其他类型 D/A 转换器简介	192
5.3 汇编语言程序设计举例	135	7.2.7 D/A 转换技术中的几个问题	194
5.3.1 查表程序	135	7.3 A/D 转换	195
5.3.2 子程序	136	7.3.1 逐位比较式 A/D 转换器及其 应用	195
5.3.3 运算程序	140	7.3.2 双积分式 A/D 转换器及其应用	202
5.3.4 代码转换程序	142	7.3.3 其他 A/D 转换器概述	207
5.3.5 编程方法小结	143	7.4 模拟量与数字量转换中的若干 应用技术	207
思考题与习题	145	7.4.1 零点和满量程调节	207
第六章 中断与输入/输出接口技术	147	7.4.2 多路转换	208
6.1 单片机输入/输出概述	147	7.4.3 光电耦合与隔离	209
6.1.1 I/O 接口电路的功能	147		
6.1.2 输入/输出方式	148		
6.1.3 中断技术概述	149		
6.2 MCS-51 中断系统	150		

7.4.4 采样保持	210	9.1.1 单片机化产品的概念	250
7.4.5 电源、地线的连接	210	9.1.2 单片机应用开发的基本原则	250
7.4.6 数据采集电路实例	211	9.1.3 单片机化产品的基本组成	251
思考题与习题	212	9.2 单片机应用实例 1——简单系统	251
第八章 串行通信与接口	214	9.2.1 简单系统的基本特征	251
8.1 串行通信基础	214	9.2.2 单片机控制液体混合搅拌器	252
8.1.1 串行通信概念	214	9.3 单片机应用实例 2——典型系统	256
8.1.2 串行通信的同步方式与异步方式	215	9.3.1 典型系统的基本特征	256
8.1.3 串行通信的制式	217	9.3.2 典型数据采集与控制系统	256
8.1.4 UART 通用异步接收器/发送器原理	218	9.3.3 应用软件的编制	261
8.2 MCS-51 单片机的串行口	219	9.3.4 实例 2 应用程序及其说明	262
8.2.1 串行口的结构	219	9.3.5 应用软件设计的若干问题	279
8.2.2 串行口的工作方式	221	思考题与习题	280
8.2.3 波特率产生	224	实验部分	281
8.3 串行口的应用与编程	226	实验一 数据传送程序	281
8.3.1 编程方法提要	226	实验二 冒泡排序程序	282
8.3.2 应用编程举例	227	实验三 定时器/计数器	283
8.3.3 串行口方式 0 的应用	231	实验四 扩展存储器	285
8.3.4 多机通信及应用编程	234	实验五 8255A 的应用	286
8.4 串行通信的标准接口	239	实验六 A/D 转换	289
8.5 单片机串行口的扩展	244	实验七 D/A 转换	291
8.5.1 8251 的接口特性与内部结构	244	实验八 串行通信	292
8.5.2 8251 的控制字及其初始化	246	附录 I MCS-51 指令系统	295
8.5.3 8251 与单片机的连接	247	附录 II MCS-51 指令系统速查表	298
思考题与习题	249	参考书目	301
第九章 单片机应用系统开发	250		
9.1 概述	250		

结 论

计算机是人类有史以来最伟大的发明之一,它也是迄今为止,文明社会中最有价值的工具之一,是人类智慧的结晶。

人类经过几个世纪的努力,把计算器从中国古老的算盘发展到当代的计算机。现在,电子计算机已经广泛应用到社会生活的各个领域,促进现代文明的进步,推动人类社会的发展。

从宇宙飞船到人造卫星;从天气预报到地震预报;从办公室自动化到生产过程自动化……这一切如果没有计算机,都是无法实现的。

现在,计算机不仅仅是计算的工具,它已经成为高效率的“智能工具”;它再也不是少数科学家的宠儿,已经成为广大知识群众手中的工具;它再也不是少数实验室的宝贝,已经在各行各业大显身手。

二

计算机不是某个人突发奇想的产物,也不是社会发展突然提供了某种机遇。它经历了漫长的发展过程,几代人对此付出了毕生的精力。

计算机作为一种计算的工具,它的雏形最早可以追溯到中国古老的算盘;可以追溯到17世纪中叶,由法国著名数学家帕斯卡尔(B. Pascal)发明并制造的机械式的加法器;可以追溯到17世纪后半期由德国数学家莱布尼兹(G. W. Leibniz)系统地提出了二进制算术运算法则和由他主持设计制造的通过齿轮传动的机械式计算器;可以追溯到19世纪初由英国数学家巴比奇(C. Babbage)提出并试图制造的机械式“分析机”……踏着这些计算机先驱者所开拓的道路,到20世纪,计算机进入了迅猛发展的时代。

世界上第一代电子计算机是以在1946年诞生的全真空管化的电子数字计算机ENIAC为标志的。它是美国设计师埃克特(P. Eckert)和莫克利(W. Mauchly)在宾夕法尼亚大学制造成功的。

晶体管的发明为计算机的换代提供了契机。

1958年,IBM公司宣布制成并投入商业化生产的全晶体管化的计算机,开始了第二代计算机(晶体管为逻辑元件)蓬勃发展的时期。这个时期持续到20世纪60年代中期(1964年)结束。

集成电路的问世,很快地被用于计算机的制造。以集成电路取代分立元件,开始了第三代计算机的发展历程。这个阶段是以1964年4月IBM公司宣布IBM360系列计算机问世为起点的。

进入20世纪70年代,微电子技术取得了巨大成就,大规模集成电路和微处理器应运而生。它们给计算机发展注入了新的活力,计算机开始了大规模集成电路时代——即第四代计算机。大规模集成电路微处理器是以1971年美国Intel公司的青年科学家霍夫(M. E. Hoff)发明第一块微处理器4004为标志的。现在,以各种大规模、超大规模集成电路制成的各种计算机系统已经

得到普遍而广泛的使用。其功能之强、体积之小、价格之廉、可靠性之高,是当年的 ENIAC 所无法比拟的。

现在,人们又在向第五代计算机进军,它将是一代新型计算机,它的目标是向更高智能化的方向发展。

三

近些年来,计算机发展的道路越来越宽广。一方面大规模集成电路微处理器向着更高集成度方向发展,出现了像 Intel 80486 这样的 32 位微处理器芯片;一方面随着专用集成电路 ASIC (Applied Specific Integrated Circuit) 技术和压缩(或精简)指令集计算机 RISC (Reduced Instruction - Set Computer) 技术的发展,产生了 ASIC 型单片计算机。

单片机开拓了计算机发展的另一条康庄大道。它把构成一个完整计算机的更多的功能部件(中央处理器、存储器、I/O 部件、可编程逻辑阵列等)集成在一块芯片上,从而使计算机硬件系统的构成更加简单,使计算机的二次开发更易于实现。这就又为计算机的普及应用开辟了新的道路。

当前,单片机发展的另一特点是,以一块单片机母片为核(例如 80C51),在单片内嵌入更多的功能,派生出一系列具有特殊功能的芯片。根据单片机的这一特点,近年来又称单片机为嵌入式控制器(Embedded Controller)。

不仅如此,嵌入的概念还进一步扩展到软件中了,即可以把操作系统软件和执行速度很快的高级语言固化到单片机的 ROM 内,成为嵌入式软件。软件和硬件同时嵌入,使单片机真正成为嵌入式微控制器。

同微处理器一样,目前单片机也形成了多品种多系列的繁荣局面。单片机也有 4 位、8 位、16 位、32 位几个档次的产品。它们各具特点,可以适应不同层次的要求。

正是由于单片机的上述特点,使它特别适合于工业控制领域的应用。因此,当前单片计算机在工业测控领域内的应用呈现出一派繁荣的景象。

当前,在我国以 8 位单片机的应用最为普及,最有代表性。因此,本书以 8 位单片机为主(MCS-51 系列),阐述单片机的基本原理和应用规律,并通过它,使读者进而对微处理器及个人计算机的基本原理及其应用有所了解。

四

现代计算机有两个发展空间:一个是计算机科学技术本身的发展,一个是计算机在各行各业的应用。对于大多数专业的学生来说,学习微型计算机技术的目的在于应用。

就应用的形式而言,基本上有两大类:应用系统的开发和应用软件的编制。当然应用系统的开发就其概念来说,也包含了应用软件的编制,但在这里把它局限于构成一个适合某种应用要求的微型计算机应用系统。

微型计算机应用系统的开发和应用软件的开发,两者既有密切的联系,各自又可以独立发展。现在,它们已经发展成为两大高技术产业。

微型计算机应用系统的开发又有多种形式,常用的形式有:

- 利用现有系统,例如利用 IBM-PC 个人计算机,在硬件上加以一定的扩展,构成一个应

用系统。

- 利用具有各种不同功能的模板,组成一个模块化的计算机应用系统。
- 利用微处理器芯片和若干接口芯片,构成一个微型计算机应用系统。

从这里可以看出,学习微机应用的着眼点应该放到微型计算机系统的构成上。因此,学习的重点是了解微处理器及各种接口芯片的内部结构及性能,掌握它们的外部特性及连接方法以及它们的编程特点等。在学习过程中要避免学习了许许多多这样那样的计算机芯片,而对如何构成一个微型计算机系统却一无所知。

就软件而言,最重要的是要充分认识软件的重要性。现代计算机已经无法离开软件而工作,软件已经发展成为一个巨大的产业。因此,在学习微型计算机应用技术的时候,认真学好汇编语言程序设计是十分重要的。

为了在计算机应用方面有所成就,也为了提高计算机应用开发的效率,应该注意以下几点:

- 了解最新的技术进展,及时掌握市场行情,跟上技术发展的步伐。
- 尽可能利用现代的技术成果,包括软件成果。
- 与各行各业的应用需要和技术发展相结合。

第一章

计算机基础知识

1.1 从微处理器到微型计算机

1.1.1 计算机大家族

计算机是个大家族,各种不同形式的计算机正在人类社会生活的各个方面发挥着作用。现在已经很难想像,这个世界如果没有了计算机,将会变成什么样子。

大型机、巨型机和超级计算机:它们以能够进行高速运算、海量存储而著称。这种计算机在国防建设、天气预报、资源勘探、天体研究等领域发挥着作用。

台式计算机:又称为个人计算机,它们在家庭、工厂、商店或者任何有人类活动的地方扮演着重要的角色,是人们工作、学习、娱乐的重要工具。

移动计算机:笔记本电脑、个人数字助理(PDA)、手机、电子词典等是计算机向轻薄、便携方向发展的成功代表。这些产品的出现,给人们的工作、学习和生活带来了无穷的乐趣和极大方便。

工业控制计算机:它们用于工业现场,控制着生产流水线的运转,控制着机器设备的运转,控制着家用电器(诸如洗衣机、电冰箱、家用空调等)的运转。

这些类型的计算机性能各异,适用于各种不同的场合。总的说来,计算机可以分为两大类型:

一类可以称为通用计算机,如超级计算机、个人计算机等。这类计算机主要用于科学计算、数据处理、办公室事务处理,模拟仿真、多媒体应用、网络运行管理等。它们的特点是运行时与外部环境没有多大关系,能够独立或在网络环境下运行。

另一类是工业控制计算机,在很多情况下,它们又被称为嵌入式控制器。很显然,这种计算机的应用是与工业控制对象成为一体的,自动化生产流水线、数控机床等是其典型的应用。再进一步,嵌入式控制器因其体积小、性能高和可靠性高被嵌入到某些机电设备、家用电器中去,与它们构成了一个整体,真正成为机电一体化产品。

1.1.2 微处理器

一、微处理器的发明

现在无论何种类型的计算机,其核心都是微处理器(Microprocessor)。在计算机中,微处理

器按其所起的作用又被称为中央处理单元(CPU——Central Processing Unit)。

微处理器的发明是计算机发展史上的一个划时代事件。它的诞生结束了计算机数百年漫长的发展阶段,从而跨入了高速发展的时代。微处理器的问世,是以 INTEL 公司于 1971 年 1 月宣布研制成功世界上第一块 4 位微处理器芯片 INTEL 4004 为标志的。在此后的几十年里,微处理器基本上按照摩尔定律的预言发展,即每隔 18 个月,同样大小集成电路上的晶体管数目增加一倍。伴随微处理器不断升级换代,现代计算机有了飞速的发展,在高性能、小型化、高可靠性等方面取得了巨大的成就。

二、初识微处理器

微处理器是微型计算机的基础,也是现代计算机的基础。它是大规模、超大规模集成电路制造技术的产物。

图 1-1 是真实的 INTEL 公司推出的使用单一 +5V 电源的 8 位微处理器 8085 结构框图。

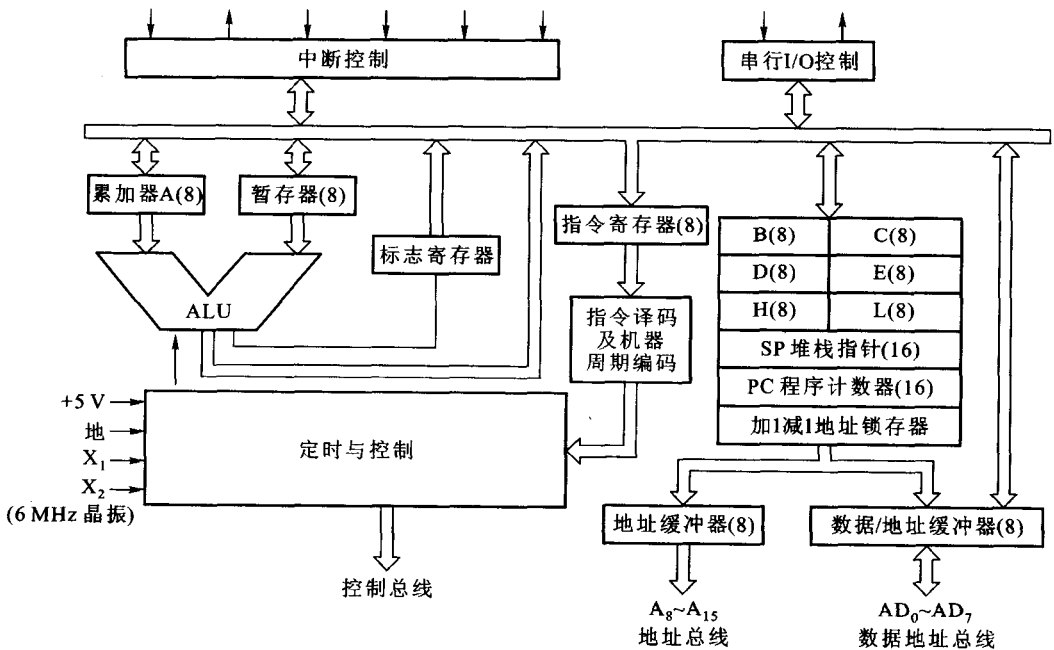


图 1-1 8085 内部结构图

就其结构,大体可以分为四部分:算术逻辑部件,指令执行与控制部件,寄存器阵列以及内部总线与缓冲部件。以下简述各部件的功能。

1. 算术逻辑部件(ALU——Arithmetic Logic Unit)

它的功能是实现算术和逻辑运算,如加、减、与、或、异或、求反、移位及二进制运算等。ALU 有两个数据输入端,一个是累加器 A,一个是暂存器,它们都是 8 位数据寄存器,存放需要输入到 ALU 进行运算的数据或其运算结果(存于累加器 A 中)。ALU 也有两个输出端,一个用来输出运算结果到累加器中,一个将运算结果中的某些特殊信息(如运算结果是正数还是负数等)送入标志寄存器。

2. 寄存器阵列

累加器 A,这是几乎所有微处理器中都设置的重要寄存器,如前所述,它是参与运算的数据和运算结果的暂存器,也是许多指令在进行数据传送或其他操作时的数据的载体。

程序计数器 PC,它是 16 位的数据寄存器,用来动态存放将要执行的指令的地址(即指令在程序存储器的位置)。一般情况下,程序是顺序执行的,当 PC 所指位置的指令(操作码或操作数)被取出后,PC 的内容将自动加 1,从而动态地指向下一个指令字节的地址。

寄存器组,如寄存器 B、C、D、E、H、L。它们都是 8 位数据寄存器,与 8 位微处理器相一致。它们可以单独使用,也可以配对作为 16 位寄存器使用,构成 BC、DE、HL,在这种方式下,它们可以存放 16 位数或 16 位地址。通用寄存器主要用来暂时存放指令执行过程中的中间数据,为编写程序提供方便。

3. 指令执行部件

这里有指令寄存器、指令译码器及定时与控制部件。指令寄存器接收来自程序存储器的指令码,将其暂存,然后指令译码器对指令进行译码,分析指令执行何种操作,后经定时与控制部件产生一系列时序控制信号,控制 CPU 内部有关部件顺序完成该条指令的各个步骤(微操作)。

4. 总线接口与缓冲

微处理器芯片内部各部件之间的信号连线称为内部总线。微处理器内部总线不能简单地同外部器件(比如存储器芯片、I/O 接口部件等)相连,必须通过三态缓冲器连接到外部,形成所谓外部总线,通过三态电路(导通、截止、高阻状态)使微处理器内(部总线)外(部总线)有别,从而保证信号稳定有效地传输。

1.1.3 存储器

存储器在计算机中是信息的载体。CPU 是直接从内存(由半导体存储器构成)读取指令并执行的。半导体存储器将在第三章讨论,这里仅就一些基本概念做简单说明。

位(bit):数字化信息存储的基本单元,它存储二进制数 0 或 1,且两者可随机转换。

字节(byte):一个字节由 8 个信息位组成,即 8 位二进制信息。在计算机中,无论是程序还是数据都是以字节为单位存储的,通常称一个字节为一个存储单元,记作 1B。

字长:由若干个字节构成。通常所说的 16 位微处理器是指它的字长是 16 位(即由两个字节组成),它一次能处理 16 位数据。也可由 4 个字节组成 32 位字长。

地址:存储器中字节位置的识别信息。存储器由多个字节组成,每个字节都必须有位置识别编码,如同一座大楼中每个房间都有编号一样。如果有 8 个字节,则需要 3 位地址信息,范围是 000B ~ 111B。如果有 16 个字节,则需要 4 位地址信息,范围是 0000B ~ 1111B。如果有 16 位地址信息,则可以编码 64K 个字节,其地址范围是 000000000000000B (0000H) ~ 111111111111111B (FFFFH),如图 1-2 所示。

对存储器的访问有两层意思。一是送位置编码,即地址信息,选中所要访问的字节;二是对所选字节进行读写操作。

存储器芯片:具有一定容量(若干存储单元)的存储器器件。其容量大小不等,有 8 KB、64 KB、64 MB、128 MB 等。每块存储器芯片都是由存储单元矩阵、地址缓冲与译码、读写控制电路等组成。通常由若干块存储芯片构成微型计算机的存储体。

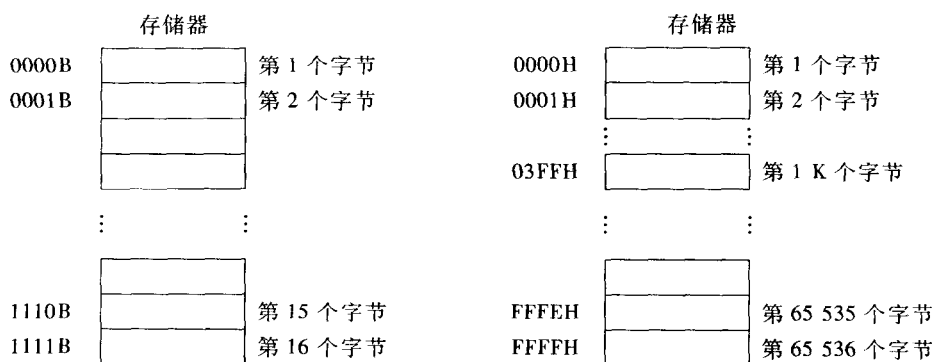


图 1-2 存储单元地址分布图

注: 1 KB = 1 024 B (2^{10} B) 1 MB = 1 024 KB (2^{20} B) 1 GB = 1 024 MB (2^{30} B) 1 TB = 1 024 GB (2^{40} B)

1.1.4 计算机基本原理及指令执行过程

一、计算机基本原理

现代计算机的基本原理,是在 1945 年由美籍匈牙利裔数学家冯·诺依曼(John Von Neumann)提出的,即现代计算机是“存储程序”式计算机。这一思想的基本要点是:

- (1) 计算机通过执行程序完成指定的任务。
- (2) 程序必须预先存储在存储器中。
- (3) 程序是自动执行的。

按照上述原理,使用微处理器,可以构成一个最小化的微型计算机系统,其结构如图 1-3 所示。

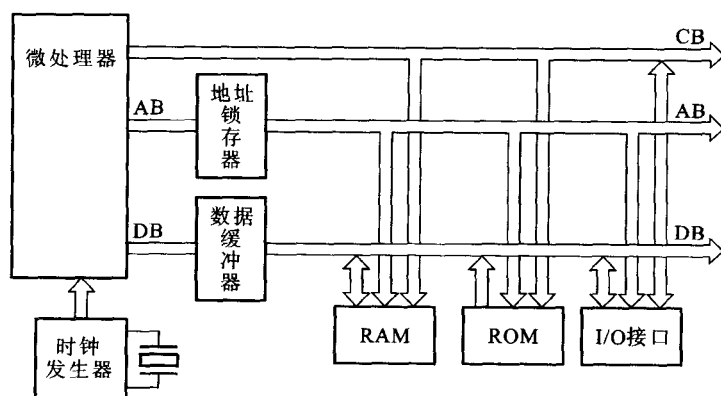


图 1-3 最小方式微机结构图

该结构图概括了组成微型计算机的几个主要部件。

(1) 微处理器(CPU)是指令执行与控制部件。

(2) 存储器(包括 RAM 和 ROM)是程序和数据的载体。

RAM(Random Access Memory)称为随机存储器,可以在线(工作状态)写入数据或读出其存储的信息,通常用于动态存储程序和数据,掉电后其存储的信息丢失。

ROM(Read Only Memory)称为只读存储器,在线状态下只能读出其存储的数据,不能随机写入数据。ROM 存储的信息可长期保存,掉电也不会丢失。其信息的存入是用特殊手段进行的。它通常用于存放固定的程序。

(3) 系统总线(CB、DB、AB)是 CPU 与各部件的连接通道。

控制总线 CB(Control Bus)是 CPU 与外围部件(存储器与 I/O 接口电路)之间传送控制信号通道的总称。它传送的是 CPU 发出的控制信号及 I/O 接口电路发送到 CPU 的状态或请求信号。

数据总线 DB(Data Bus)是 CPU 与外围部件之间传送数据信号通道的总称。数据总线的宽度是衡量处理器性能的一个重要指标。

地址总线 AB(Address Bus)是 CPU 与外围部件之间传送地址信号通道的总称。CPU 通过地址总线发出信号对与之相连接的存储器芯片或 I/O 接口电路芯片进行选择(选中某芯片),CPU 也从地址总线发出存储单元的编码信号(选中某字节),然后与它们进行数据交换。地址总线的宽度决定了 CPU 可以寻址的存储器容量的大小。

在这里,地址和数据缓冲是为了提高 AB 和 DB 总线的负载能力而设置的。

(4) I/O 接口是 CPU 与输入/输出设备连接的通道。

一个实用的微型计算机系统总是要包括若干输入/输出设备,如打印机、显示器、键盘、鼠标等,还有外部存储器,如硬盘、光盘驱动器等,一般情况下它们都不能直接与 CPU 相连,而必须通过 I/O 接口电路接入系统。每一个外部设备都有不同的控制功能、数据传输方式及驱动特性。因此,每一个外部设备的接口电路都是不同的,都有各自的特点。通过接口电路将 CPU 发出的控制信号传送到或者分解成复杂的驱动信号传送到外部设备,并且提供两者之间数据传送的通道,从而实现 CPU 对外设的控制。

(5) 时钟发生器是产生系统工作的时钟。

CPU 和 I/O 接口电路(微型计算机系统中所有的数字逻辑电路)都必须严格地按照一个统一的时钟标准工作,这个统一的时钟标准称为系统时钟,它是由时钟发生器产生的。由系统时钟产生 CPU 执行指令的节拍脉冲、机器周期及指令周期等。

具有以上基本结构的微型计算机,就可以实现计算机的基本功能——执行程序。其流程大致如下:

从输入设备发出命令,启动程序运行,CPU 通过系统总线发出对存储器的读取命令,从存储器取指令和数据,在 CPU 内部执行。CPU 自动地一条接一条执行指令,直到程序结束。指令执行的结果随时可通过与 I/O 接口相连接的设备输出,在程序执行过程中同时接受由输入设备发出的指令对程序运行进行控制和干预。

深入地了解微型计算机的工作原理,需进一步了解指令的执行过程。

二、指令与指令的执行过程

1. 指令

微处理器的基本功能是执行指令,指令的执行是由微处理器内部的逻辑电路完成的。一条

指令代表微处理器所能完成的一种操作,如一条加法指令表示处理器能够做一次加法运算,一条乘法指令表示处理器能够做一次乘法运算等。处理器内部能够完成多少种基本操作(有多少条指令),是衡量微处理器性能的一个重要指标,它也决定了处理器内部逻辑电路的复杂程度。

指令的最底层形式是用二进制代码表示的,又称为机器码指令。为简化书写,常用十六进制编码表示。同时,又给每一条指令起一个便于记忆的名字,称之为助记符,例如,用 ADD 表示加法,用 MOV 表示数据传送等。

指令由两部分组成:操作码与操作数。



操作码指出处理器所要完成的操作,一般用 8 位二进制编码表示。

操作数是指令操作的数据对象或数据对象存放的地址,操作数可能是一字节、二字节等。

举几个简单的例子说明如下:

助记符指令	机器码指令	操作码	操作数
ADD A, #55H	2455H	24H	55H
MOV A, #22H	7422H	74H	22H
MOV DPTR, #1234H	901234H	90H	1234H
INC A	04H	04H	

2. 指令的执行过程

参照图 1-1 所示的微处理器的结构,说明下列程序的执行过程。下面的程序(由两条指令组成)可以实现 $x = 55H + 22H$ 的运算。

```
MOV    A, #55H; (机器码:7455H)
ADD    A, #22H; (机器码:2422H)
```

这里,MOV 指令进行数据传送操作,将数 55H 传送到累加器 A;ADD 指令进行加法运算,将累加器中的内容(55H)和数 22H(称为立即数)相加,结果送回累加器 A 中。

这两条指令都是双字节指令,它们在存储器中存放的形式如图 1-4 所示。

(1) 第 1 条指令执行过程

① 程序启动,PC 程序计数器的内容(此时为 1000H)经地址缓冲器送到地址总线上,接着 PC 内容经加 1 锁存器自动加 1,指向指令的下一个字节。

② 微处理器对外部程序存储器进行读操作,将 1000H 单元的操作码 74H 读入指令寄存器。

③ 指令译码器对 74H 进行译码,产生一系列微操作控制信号,将 PC 程序计数器中的 1001H 再送到地址总线上,以便读取该指令的第 2 个字节,再启动 PC 自动加 1 功能,变为 1002H,为取第 2 条指令做准备。

④ 将存储器 1001H 字节的内容 55H 取出,送到累加器 A 中。

至此第 1 条指令执行完毕。需要说明的是,这里所列举的步骤是简略的,实际的过程要复杂得多。

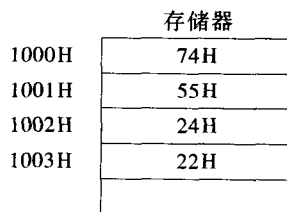


图 1-4 指令在存储器中的位置