

计算机 技术基础课程专用教材

WEIJIYUANLI YUJIEKOUJISHU 微机原理 与接口技术

主 编◎薛 花

亮点特色:

- 1、紧扣教学大纲
- 2、理论结合实践

本书依据非计算机专业“微机原理”课程教学大纲编写，本书具有内容新颖、通俗易懂的特色。考虑到这门课程内容多学时少的特点，在注重完整性和系统性的前提下，坚持少而精的原则。书中的各部分内容都配有详实的应用案例，便于读者理解和掌握，对具体的工程应用也具有一定的指导作用。



天津大学出版社

计算机技术基础课程专用教材

微机原理与接口技术

主 编 薛 花

副主编 阳 光 张 炜

刘欣荣 王立焕

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书主要介绍微机原理与接口技术。以 Intel 系列芯片为样本重点,从最基本的 8088、8086 CPU 出发,介绍了微机系统原理、指令系统、8086 汇编语言程序设计、主存储器、输入输出、中断以及 8255A、8251、8259A 微机接口的数模 D/A、模数 A/D 转换接口。

本书偏重基础原理,教学适用性强。适合各类高等院校作为教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/薛花主编. —天津:天津大学出版社,
2009.2

ISBN 978-7-5618-2918-9

I. 微… II. 薛… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材②微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 019191 号

出版发行	天津大学出版社
出 版 人	杨欢
地 址	天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
网 址	www.tjup.com
电 话	发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
印 刷	天津泰宇印务有限公司
经 销	全国各地新华书店
开 本	185mm × 260mm
印 张	14.25
字 数	380 千
版 次	2009 年 2 月第 1 版
印 次	2009 年 2 月第 1 次
印 数	1—3 500
定 价	25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

微型计算机具有体积小、成本低、结构灵活的特点,在国民经济和日常生活中扮演着愈来愈重要的角色。“微机原理与接口技术”已经成为计算机技术基础课程,其任务是使学生能从应用的角度出发,了解微机的工作原理,建立微机工作的整体概念,从理论和实践的结合上掌握微机接口技术和汇编语言程序设计方法,并在此基础上能具备软、硬件开发的能力。本书系统地介绍了微型计算机的结构和工作原理,以及接口的实现技术,可以作为理工科学生的本专科教材。

本书具有内容新颖、通俗易懂的特色。为满足教学需要,本书依据非计算机专业“微机原理”课程教学大纲编写,同时考虑到目前这门课内容多学时少的特点,在注重完整性和系统性的前提下,坚持少而精的原则。书中的各部分内容都配有翔实的应用案例,便于读者理解和掌握基本概念和基本方法,对具体的工程应用也具有一定的指导作用。书中的程序均调试通过,每章还配有习题与思考题。

全书分为12章,其中第1章由刘欣荣编写,第2、5、8章由阳光编写,第3、4、6、7、10、11以及12章第3节由薛花编写,第9章由张炜编写,第12章第1、2节由王立焕编写。薛花负责全书的统稿。此外,还要感谢陈瑞平老师对本书的大力支持与帮助。

编者根据多年的教学经验,查阅了大量的相关资料编写此书,但由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误或不妥之处,欢迎同行专家和读者批评指正。

编 者

2009年1月于烟台大学

目 录

第 1 章 微型计算机概述	1
1.1 微型计算机的发展概述	1
1.2 计算机的基本组成和基本工作原理	2
1.2.1 计算机的基本组成	2
1.2.2 存储程序工作原理	3
1.3 名词术语	3
1.4 微机的结构	4
1.5 微型计算机的工作过程	7
习题与思考题	9
第 2 章 微处理器	10
2.1 Intel 8086/8088 微处理器	10
2.1.1 8086/8088 的寄存器结构	10
2.1.2 8086/8088 的功能结构	11
2.1.3 存储器组织	12
2.1.4 8086/8088 的标志寄存器	13
2.2 Intel 80286 微处理器	15
2.3 Intel 80386 微处理器	16
习题与思考题	16
第 3 章 8086/8088 指令系统	17
3.1 指令的基本格式	17
3.1.1 指令的构成	17
3.1.2 8086/8088 的通用指令格式	18
3.2 8086/8088 的寻址方式	18
3.2.1 立即数寻址	18
3.2.2 寄存器寻址	19
3.2.3 直接寻址	19
3.2.4 寄存器间接寻址	20
3.2.5 寄存器相对寻址方式	20
3.2.6 基址变址寻址方式	21
3.2.7 相对基址变址寻址方式	21
3.3 8086/8088 的指令系统	22
3.3.1 数据传送类指令及应用	22
3.3.2 算术运算类指令及应用	29
3.3.3 逻辑运算与移位类指令 及应用	38
3.3.4 串操作类指令及应用	43
3.3.5 控制转移类指令及应用	46
3.3.6 处理器控制类指令及应用	51
习题与思考题	52
第 4 章 8086/8088 汇编语言程序设计	55
4.1 汇编语言源程序的格式	55
4.1.1 8086/8088 汇编语言程序 的一个例子	55
4.1.2 8086/8088 汇编语言源 程序的格式	56
4.1.3 汇编语言语句的类型和 语句格式	57
4.2 8086/8088 汇编语言中的运算符	59
4.2.1 算术运算符	59
4.2.2 逻辑运算符	59
4.2.3 关系运算符	60
4.2.4 分析运算符	60
4.2.5 综合运算符	61
4.3 8086/8088 汇编语言中的伪指令	63
4.3.1 符号赋值伪指令	63
4.3.2 数据定义伪指令	63
4.3.3 存储单元类型定义伪指令	64
4.3.4 过程定义伪指令	64
4.3.5 段定义伪指令	65
4.3.6 宏指令	67
4.4 汇编语言程序设计与上机调试	68
4.4.1 DOS 功能调用	68
4.4.2 汇编语言程序的上机 过程与调试	70
4.5 汇编语言程序设计及举例	74

4.5.1 顺序程序设计	74	6.4.3 存储器与 CPU 的连接举例	114
4.5.2 分支程序设计	76	6.5 8086 存储系统介绍	117
4.5.3 循环程序设计	78	6.5.1 8086 存储系统	117
4.5.4 汇编语言程序设计实例	80	6.5.2 8086 扩展存储器及其管理	118
习题与思考题	84	习题与思考题	119
第 5 章 PC 机的总线结构和时序	86	第 7 章 微型计算机的输入和输出技术	121
5.1 概述	86	7.1 微型计算机和外设	
5.1.1 指令周期、总线周期		的输入/输出接口	121
和 T 状态	86	7.1.1 接口电路的概念和功能	121
5.1.2 微机的总线结构	87	7.1.2 输入/输出的寻址方式	122
5.2 IBM PC/XT CPU 子系统	87	7.1.3 CPU 和输入/输出设备间	
5.2.1 8088 的引脚	89	的接口信息	123
5.2.2 最大与最小模式下的		7.2 CPU 和外设数据传送方式	124
总线操作	92	7.2.1 无条件传送方式	124
5.2.3 8086CPU 与 8088CPU		7.2.2 查询传送方式	125
的差别	95	7.2.3 中断传送方式	130
5.3 IBM PC 的系统总线和时序	95	7.2.4 直接数据通道传送	
5.3.1 IBM PC/XT 总线	95	(DMA) 方式	131
5.3.2 IBM PC/XT 总线时序	98	习题与思考题	133
5.3.3 ISA 总线	101	第 8 章 中断技术	134
5.3.4 PCI 总线	102	8.1 中断的基本原理	134
习题与思考题	102	8.1.1 中断过程	134
第 6 章 存储器	103	8.1.2 中断优先权	136
6.1 半导体存储器的分类及特点	103	8.2 8086/8088 的中断方式	138
6.1.1 概述	103	8.2.1 8086/8088 的中断类型	138
6.1.2 半导体存储器的分类	104	8.2.2 8086/8088 的中断管理	139
6.1.3 半导体存储器的特点	105	8.3 可编程中断控制器 8259A	140
6.2 随机存储器 RAM	106	8.3.1 8259A 结构及引脚功能	140
6.2.1 基本存储电路	106	8.3.2 8259A 中断响应过程	143
6.2.2 RAM 的结构	107	8.3.3 8259A 的工作方式	143
6.3 只读存储器 ROM	109	8.3.4 8259A 的控制字和编程	147
6.3.1 掩膜只读存储器	109	8.3.5 8259A 的级连电路	153
6.3.2 可编程只读存储器	110	8.4 PC/XT 系统中中断申请线的扩充	153
6.3.3 可擦除可编程只读存储器	110	习题与思考题	154
6.3.4 闪速存储器	111	第 9 章 串行通信及接口电路	155
6.4 存储器与微处理器的连接	111	9.1 串行通信	155
6.4.1 连接时应注意的问题	112	9.1.1 串行接口通信的基本概念	155
6.4.2 存储器与 CPU 的连接	112		

9.1.2 串行通信的方式.....	156	11.2 8253 的工作方式.....	190
9.1.3 数据传送的工作方式.....	157	11.2.1 方式 0.....	190
9.2 8251A 可编程串行通信接口		11.2.2 方式 1.....	191
芯片及应用.....	158	11.2.3 方式 2.....	193
9.2.1 8251A 的基本性能.....	158	11.2.4 方式 3.....	194
9.2.2 8251A 的内部结构.....	158	11.2.5 方式 4.....	196
9.2.3 8251A 的引脚特性和		11.2.6 方式 5.....	197
外部连接.....	161	11.3 8253 的控制字和编程.....	198
9.2.4 8251A 控制字及初始化方法 ...	163	11.3.1 8253 的控制字.....	198
9.2.5 8251A 的应用举例.....	166	11.3.2 8253 编程举例.....	199
习题与思考题.....	169	习题与思考题.....	200
第 10 章 并行接口芯片.....	170	第 12 章 数/模转换与模/数转换.....	201
10.1 可编程并行接口芯片 8255A		12.1 模拟量接口的基本组成.....	201
的结构.....	170	12.2 D/A 转换器.....	202
10.1.1 8255A 的基本性能.....	170	12.2.1 基本概念.....	202
10.1.2 8255A 的内部结构.....	170	12.2.2 DAC0832 的结构原理	
10.1.3 8255A 的引脚特性和		及引脚.....	203
外部连接.....	172	12.2.3 DAC0832 的接口设计	
10.2 8255A 的控制字.....	173	及编程.....	205
10.3 8255A 的工作方式.....	177	12.3 A/D 转换器.....	207
10.3.1 方式 0 的功能.....	177	12.3.1 基本概念.....	207
10.3.2 方式 1 的功能.....	180	12.3.2 ADC0809 的结构及引脚.....	208
10.3.3 方式 2 的功能.....	183	12.3.3 ADC0809 的接口设计	
10.4 8255A 的应用举例.....	184	和编程.....	210
习题与思考题.....	187	习题与思考题.....	211
第 11 章 可编程定时/计数器 8253.....	188	附录 A DOS 系统功能调用.....	212
11.1 8253 可编程计数器/定时器		附录 B DEBUG 调试程序主要命令.....	217
的结构及引脚功能.....	188	附录 C ASCII 码表.....	218
11.1.1 8253 的结构.....	188	参考文献.....	219
11.1.2 8253 的引脚功能.....	189		

第 1 章

微型计算机概述

1.1 微型计算机的发展概述

微处理器是微型计算机的核心部件,因此,微型计算机的发展史实际上就是微处理器的发展史,正是由于微处理器的不断创新,微型计算机的功能和性能不断提高,应用领域日益广泛。微处理器的发展大体上分为五个阶段,以下对各个阶段的情况作简要介绍。

1971 年 10 月, Intel 公司推出了第一代微处理器 4004, 它的字长为 4 位, 主要用于计算器、仪器和仪表。随后 Intel 公司又推出了 8 位微处理器 8008, 集成了 2 000 个晶体管, 工艺水平是 $10\mu\text{m}$ 。这一时期是微处理器发展的第一阶段。

随着 4004 的推出, 一些半导体制造商也开始转型生产微处理器, 其中 Zilog 公司于 1976 年推出了 8 位微处理器 Z80, Motorola 公司也推出了 8 位微处理器 MC6800。同一时期, Intel 公司也相继推出了 8 位微处理器 8080 和 8085, 其中 8080 集成了 5 400 个晶体管, 工艺水平是 $6\mu\text{m}$ 。这一时期是微处理器发展的第二阶段。

微处理器发展的第三阶段从 1978 年开始, 在此期间各公司相继推出了 16 位字长的微处理器, 其中 Intel 公司推出了 8086, Zilog 公司推出了 Z8000, Motorola 公司推出了 MC68000。这一时期的微处理器集成度为几万个晶体管。

Intel 公司在推出 8086 以后, 为了利用当时比较经济的 8 位外围芯片, 又推出了 8088, 其内部结构与 8086 几乎一样, 都是 16 位的架构, 20 位地址, 可直接访问 1MB ($2^{20}=2^{10}2^{10}$) 地址空间, 但对外的数据线是 8 位, 因此称为准 16 位机。IBM 公司利用 8088 生产出个人计算机 IBM PC/XT, 在市场上获得巨大成功, 也帮助 Intel 公司确立了在微处理器市场上的主导地位。

1982 年 Intel 公司又推出了 16 位的微处理器 80286。与 8086/8088 相比, 80286 最大的特点是具有虚拟存储功能, 并且可以支持多用户和多任务操作系统。此外, 80286 能够提供 24 根地址线, 使寻址空间达到 16MB ($2^{24}=2^42^{20}$), 运算速度也有所提高, 其主频达到 20MHz 。

从 20 世纪 80 年代初期, 微处理器的发展进入第四个阶段。由于 80286 的市场情况并不理想, Intel 公司又于 1985 年推出了 32 位的微处理器 80386, 集成度达到 100 万个晶体管, 主频为 $25\sim 200\text{MHz}$ 。与 80286 相比, 80386 不仅字长、寻址空间和主频有较大提高, 而且也扩充了保护模式, 并且提供了实地址模式和虚拟 8086 模式来实现向上兼容。此外 80386

在片内增加了 16 位的高速缓存器 (Cache), 使运行更加流畅。

1989 年 Intel 公司又发布了 80486, 其主要特点是将 80386 和协处理器 80387 集成在一起, 并且对内部结构进行了优化, 使性能更优。

从 1993 年开始, 微处理器的发展进入第五个阶段。Intel 公司相继发布了 Pentium、Pentium Pro、Pentium MMX、PentiumII、PentiumIII 和 PentiumIV 等微处理器, 成为市场主流。在同一时期, AMD 公司也先后发布了 K6、K6-2、K7, 以及 Thunderbird (雷鸟)、Athlon (速龙)、Duron (钻龙) 等, 主要占据的是微处理器的中低端市场。

从微处理器的发展历程可以看出, 伴随新的半导体工艺、新的计算机技术的发展, 微处理器的性能不断提高, 而成本不断降低, 这使得微型计算机在科学计算、信息处理、工业控制、仪器仪表和家用电器等领域的应用日趋广泛, 在国民经济和日常生活中扮演着愈来愈重要的角色。学习微型计算机基本原理和接口的实现技术有着重要的理论和实践意义。

1.2 计算机的基本组成和基本工作原理

1.2.1 计算机的基本组成

1946 年, 美籍匈牙利数学家约翰·冯·诺依曼 (John Von Neumann, 1903—1957) 提出了存储程序计算机的设计思想, 奠定了现代计算机的结构基础。半个世纪以来, 尽管计算机体系结构发生了重大变化, 性能不断改进提高, 但从本质上讲, 存储程序控制仍是现代计算机的结构基础, 因此统称为冯·诺依曼型计算机。

冯·诺依曼型计算机的基本工作原理可概括为“存储程序”和“程序控制”。在物理结构上, 计算机装置由运算器、控制器、存储器以及输入和输出设备五个部分组成, 如图 1-1 所示。

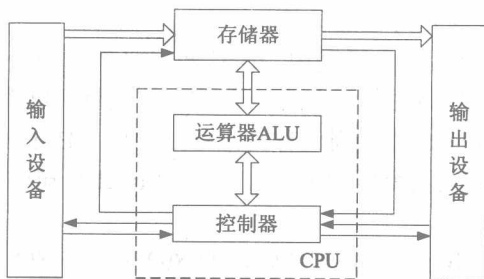


图 1-1 冯·诺依曼型计算机基本组成

运算器 ALU (Arithmetic and Logic Unit) 是对信息进行加工、运算的部件, 执行算术运算和逻辑运算。存储器是用来存放程序、原始数据和中间结果的记忆装置, 存储器可分为内存和外存两部分。内存容量较小, 但存取速度快, 常用半导体存储器; 外存容量大, 但存取速度慢, 常用的有软磁盘、硬磁盘等。控制器根据程序中的命令发出各种控制信号, 使各部分协调工作以完成指令所要求的各种操作。程序和原始数据通过输入设备送入计算机, 键盘是最常用的输

入设备。输出设备则用来输出运算操作结果以及对外部世界的各种控制信息,输出设备种类繁多,常用的有显示器、打印机、绘图仪等。当计算机用于控制时,输入输出的还有各种现场信息和控制命令。上述五个主要部分构成了计算机的物理实体,称之为计算机硬件。

1.2.2 存储程序工作原理

当人们要用计算机完成某项工作时,首先将运算过程按照逻辑顺序分解为基本动作,将每个基本动作转化为计算机可以识别并能执行的基本操作命令。这些基本操作命令称为指令,将这些指令按照运算过程决定的逻辑关系顺序排列起来,即为程序。由此可以认为,程序是实现既定任务的指令序列,其中的每条指令都规定了计算机执行的一种基本操作。机器按程序安排的顺序执行指令,便可完成运算任务。

存储程序的概念是指将已编制好的程序和数据一起先送入存储器中保存起来。启动机器运行后,根据给出的程序中第一条指令的存储地址,控制器就可依据存储程序中的指令顺序周而复始地取出指令、分析指令、执行指令,直至完成全部指令操作,即控制器通过指令流的串行驱动实现程序控制。

存储程序和程序控制体现了现代计算机的基本特征,是计算机的基本工作原理。基于这一原理实现了计算机的自动连续运算。

1.3 名词术语

1. 微处理器

微处理器 MPU (Micro Processor Unit) 是利用微电子技术将运算器和控制器做在一块集成电路上的一个独立部件。它具有解释指令、执行指令和与外界交换数据的能力。微处理器也称为中央处理单元 CPU (Central Processing Unit)。它是构成微机的核心部件。

2. 微机

通过总线(BUS)把 I/O(输入 Input/输出 Output)接口电路、CPU 和半导体存储器(ROM、RAM)有机地组合在一起,即构成一台计算机的物理装置,称为微机(Micro computer)。按组装的结构不同,微机可分为如下几种。

(1) 单板机

将 CPU、ROM、RAM、I/O 接口以及其他辅助电路全部装在一块印刷电路板上构成的低档微机。其功能一般比较简单。如 TP-801 是以 8 位的 Z80 CPU 为核心组装成的 8 位单板机。

(2) 单片机

单片机也称单片微控制器(Micro controller),是将 CPU、ROM、RAM 和 I/O 接口电路全部集成在一块芯片上,这样一个集成块就构成一个具备基本功能的计算机,称为单片机。它具有超小型、高可靠性和价廉等优点,在智能仪器仪表、工业实时控制、智能终端和家用电器等众多领域有广泛的用途。目前国内使用的单片机有 Intel 48 系列、51 系列、96 系列和 Motorola 6801、6805 等。

(3) 多板机

为了满足较高层次的需求,往往需要扩展单板机的功能。为此许多公司设计了许多功能各异的扩展板供用户选用,以扩展应用系统的能力。这种由多块印刷电路板构成的微机称为多板机。

3. 微机系统

微机配上外部设备、系统电源和系统软件就构成一个微机系统,简称系统机。例如微型计算机 IBM PC/XT/AT 就是主机配以键盘作为输入设备,显示器 CRT (Cathode Ray Tube) 作为输出设备,配备软磁盘、硬磁盘驱动器及其适配器扩展板扩展了外存,还配备了 DOS 操作系统而构成的一个微机系统。任何一种可以工作的微机都是配备了必不可少的软、硬件资源的系统机。

4. 微机多机系统

微机多机系统是由多台微机或/和多片微处理器组合而成的微机复合系统。

5. 微机开发系统

微机开发系统 MDS (Micro computer Develop System) 是一种功能很强的系统微机。在研制开发微机应用系统时,从程序调试到样机的系统调试,它都能提供软件 and 硬件的支持,因此是研制和开发微机的重要手段和工具。

6. 计算机网络系统

计算机网络系统是计算机技术与现代通信技术相结合的产物。借助通信网络将一定地域内的众多计算机和外设连接起来构成的计算机网络,可以实现计算机之间的互相通信和资源共享。依据地域范围、构成方式和目的等方面的不同,有各种不同类型的计算机网络。其规模则从仅限于一个楼或一个大院的局域网 (LAN) 到涵盖全球的国际性网络,如全球信息网 WWW (World Wide Web)。从服务的对象和范围来分,有公用网和专用网之分。前者是面向公众的,如邮电部门的公用数据网。后者则是服务于特定部门或单位的,如单位内部用于管理的计算机网,如银行结算系统、各种自动售票系统等等。自从计算机网络 (Computer Net) 这个词从 20 世纪 70 年代初提出以来,计算机网络的发展和应用速度也都是空前的。顺应人类社会对信息收集、传输和处理的急剧膨胀的需求和相关技术的发展,一种称为综合业务数字网 ISDN (Integrated Services Digital Network) 的业务正在兴起。现在可以沟通世界各地的计算机网络已经开通并正在迅速发展,人类在地球上的联系将不再受时间和空间的限制,从而使偌大的地球缩小成犹如一个“地球村”。

7. 多媒体

在计算机领域,多媒体 (Multimedia) 是指将文、图、声、像等单一媒体与计算机程序融合在一起形成的信息传播媒体。它并非多种信息表现形式的简单集合,而是指一种可以存储、处理、传递各种不同表现形式信息的实体,实际上是一个能处理和提供文、图、声、像等各种形式信息的计算机系统。多媒体与其他传播媒体最大的不同是它与用户之间的交互性。

1.4 微机的结构

微机的基本结构如图 1-2 所示。它是一种总线结构,即构成微机的 CPU、存储器和 I/O

接口等部件之间都是通过总线连接的。

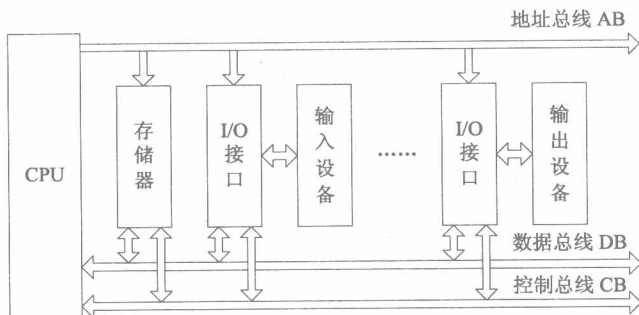


图 1-2 微机的结构

1. 总线

总线（BUS）是连接多个装置或功能部件的一组公共信号线。微机中各功能部件之间的信息是通过总线传输的。在总线结构下，系统中各功能部件之间的相互关系变为各个部件面向总线的单一关系。一个部件只要满足总线标准，就可以连接到采用这种总线标准的系统中去。

大部分微机有 3 组总线如下。

① 地址总线 AB（Address Bus）。用于传送 CPU 输出的地址信号，以寻址存储器单元和外设接口。其宽度因机器而异，因此寻址范围各不相同。如 16 条地址线（ $A_{15} \sim A_0$ ）可以寻找从 0000H~FFFFH 共 $2^{16}=64K$ （ $2^{10}=1024$ 为 1K）个地址。地址总线是三态的，可以处于高阻态，让外部控制器占用。

② 数据总线 DB（Data Bus）。用于在 CPU 与存储器和 I/O 接口之间双向传输数据。DB 为双向三态总线。8 位机的数据总线是 8 位（ $D_7 \sim D_0$ ），16 位机的数据总线则是 16 位（ $D_{15} \sim D_0$ ），准 16 位机 8088 的内部数据总线为 16 位而外部数据总线是 8 位。

③ 控制总线 CB（Control Bus）。用于传送各种控制信号，为双向总线。CB 中，有的是向 CPU 输入的信号，如 INT 为外设向 CPU 发出的中断请求信号；有的是 CPU 发出的信号，如 $\overline{RD}$ 为读控制信号。

2. 微处理器（CPU 或 MPU）

CPU 一般由寄存器（Register）阵列 RS、算术逻辑运算单元 ALU、控制器和内部总线及缓冲器组成。一个初级 CPU 的结构如图 1-3 所示。寄存器分通用和专用 2 类，一般用于寄存数据或操作数地址，以及操作中产生的各种标志。其中被称为程序计数器 PC（Program Counter）的寄存器，它提供要执行的指令的地址。ALU 是执行算术和逻辑运算的装置。它以累加器 A（Accumulator）的内容作为一个操作数，另一个操作数由内部数据总线提供，可以是寄存器阵列中某个寄存器的内容，也可以是数据寄存器 DR 提供的从内存读出的内容等。操作的结果通常送回累加器中，同时影响标志寄存器 F（Flag）。标志寄存器的各个标志位记录运算后的各种特征，比如结果是否为 0、有无进位等等。

控制器包括指令寄存器 IR（Instruction Register）、指令译码器 ID（Instruction Decoder）和可编程逻辑 PLA（Programmable Logic Arrays）控制信号产生电路等。从存储器中取出的信息可能是指令操作码，也可能是操作数。若为指令操作码，则由数据寄存器 DR 经内部总线送到指令寄存器 IR，然后由指令译码器 ID 和可编程逻辑 PLA 译码并产生执行该条指令

所需的全部微操作控制命令。如果从存储器取出的是数据，则由 DR 经内部总线送到累加器或某个寄存器。

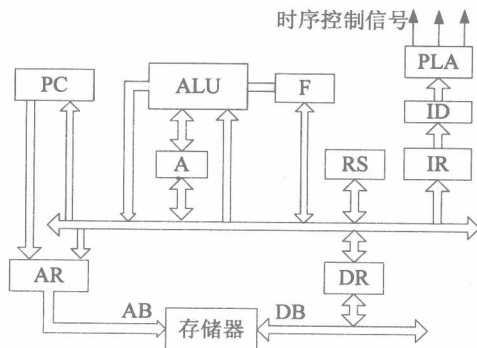


图 1-3 初级 CPU 内部结构

3. 存储器

假定图 1-3 中的 CPU 是 8 位的，其寄存器是 8 位，地址线也是 8 位，可寻址 256 (2^8) 个存储单元，用 16 进制表示存储单元，编号为 00H~FFH。每一个存储单元有一个确定的地址，可存放一个 8 位（即一个字节）的二进制信息。可见存储单元的地址和该地址单元中存放的内容是两个不同的概念。

简单的存储器结构如图 1-4 所示。CPU 读/写存储器的简单过程是：先由 CPU 给出要操作的存储单元地址，该地址信号通过地址总线送到存储器的地址译码器译码后，在 256 个单元中选中对应于该地址的存储单元；然后 CPU 通过控制总线发出读或写的控制信号，对该单元读或写。读出的内容通过数据总线送到 CPU 的数据寄存器中。要写入的内容则由 CPU 发出，经数据寄存器通过数据总线写入存储单元。

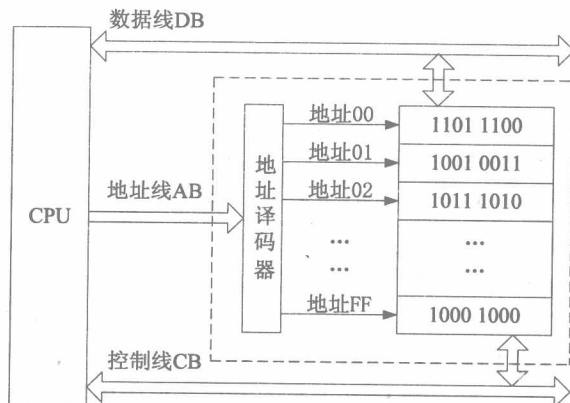


图 1-4 存储器结构

这里可以注意到，AB 为单向总线，而 DB 与 CB 均为双向总线。

1.5 微型计算机的工作过程

冯·诺依曼型计算机采用存储程序与程序控制的工作方式,即事先把程序加载到计算机的存储器中,当机器加电并启动后,计算机便会自动按照程序的要求进行工作。

为了进一步了解微机的工作过程,我们通过一个简单的例子考查计算机的具体计算过程。现考虑“ $5+6=?$ ”,这是一个相当简单的加法运算,但计算机却无法理解,更无法完成运算。人们必须用计算机能够理解的语言告诉它如何去做,直到一步一步地每个细节都详尽无误,计算机才能正确地理解与执行。

1. 在计算机进行计算之前必做的工作

- ① 用助记符号指令编写程序(汇编语言);
- ② 用汇编软件将汇编语言源程序翻译(汇编)成计算机能识别的机器语言指令;
- ③ 将数据和程序通过输入设备送入存储器中存放。

首先使用汇编语言编写计算 $5+6=?$ 的汇编语言源程序。源程序如下:

```
MOV    AL, 05H
ADD    AL, 06H
HLT
```

整个程序一共 3 条指令,汇编成计算机能识别的机器语言指令为 5 个字节。假设这 5 个字节的指令通过输入设备存放在内存地址为 00H 开始的连续 5 个单元中。

这些准备工作完成之后,计算机就可以根据机器语言指令自动完成剩余操作。

计算机执行程序是一条指令接一条指令执行的。一条指令的执行分两个阶段,即取指令阶段和执行指令阶段。在开始执行程序之前,必须先给程序计数器 PC 赋以第一条指令在内存中存放的地址 00H,然后进入第一条指令的取指令阶段。

2. 程序在计算机中的执行过程

(1) 取指令阶段的执行过程

- ① 将程序计数器 PC 的内容 00H 送至地址寄存器 AR,记作 $PC \rightarrow AR$;
- ② 程序计数器 PC 的内容自动加 1 变为 01H,为取下一条指令做准备,记为 $PC+1 \rightarrow PC$;
- ③ 地址寄存器 AR 将 00H 通过地址总线送至存储器地址译码器译码,选中 00H 号单元,记为 $AR \rightarrow M$;
- ④ CPU 发出“读”命令;
- ⑤ 所选中的 00H 号单元的内容 B0H 读至数据总线 DB,记为 $B0H \rightarrow DB$;
- ⑥ 经数据总线 DB,将读出的 B0H 送至数据寄存器 DR,记为 $DB \rightarrow DR$;
- ⑦ 数据寄存器 DR 将其内容送至指令寄存器 IR,经过译码,控制逻辑发出执行该条指令的一系列信号,记为 $DR \rightarrow IR, IR \rightarrow ID, ID \rightarrow PLA$ 。

经过译码 CPU“识别”出这个操作码就是 MOV AL, 05H 指令,于是控制器发出执行这条指令的各种控制命令。这就完成了一条指令的取指令阶段。上述过程如图 1-5 所示(图中 AL 为累加器)。

(2) 执行指令阶段的执行过程

经过对操作码 B0H 译码后, CPU 就“知道”这是一条把 01H 单元的内容送入累加器

AL 的指令。所以执行第一条指令，就是把指令第二字节中的立即数取出来送至累加器 AL，其执行过程为：

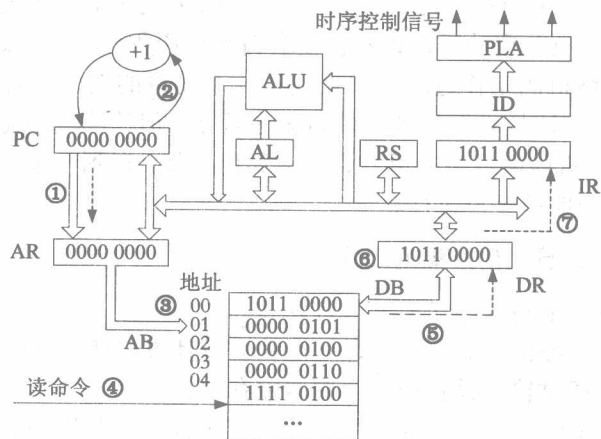


图 1-5 取第一条指令操作示意图

- ① 将程序计数器的内容 01H 送至地址寄存器 AR，记为 PC→AR；
- ② 将程序计数器的内容自动加 1 变为 02H，为取下一条指令做准备，记为 PC+1→PC；
- ③ 地址寄存器 AR 将 01H 通过地址总线送至存储器，并选中 01H 单元，记为 AR→M；
- ④ CPU 发“读”命令；
- ⑤ 选中的 01H 存储单元的内容 05H 送至数据总线 DB 上，记为 05H→DB；
- ⑥ 通过数据总线，把读出的内容 05H 送至数据寄存器 DR，记为 DB→DR；
- ⑦ 因为经过译码已经知道读出的是立即数，并要求将它送至累加器 A，故数据寄存器 DR 通过内部总线将 05H 送至累加器 AL，记为 DR→AL。

上述执行指令过程如图 1-6 所示。

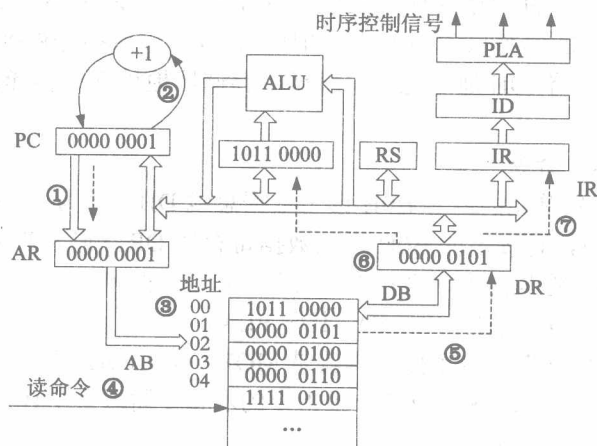


图 1-6 执行第一条指令操作示意图

上述所讨论的仅仅是完成一条指令 MOV AL, 05H 的过程, 而其余指令也都是经过取指令和执行指令两步骤完成的。区别在于不同的指令有不同的操作码, 要执行不同的操作。

从上面的例子中我们总结出, 微型计算机的工作过程是执行程序的过程。首先 CPU 进入取指令阶段, 从存储单元中取出指令代码, 通过数据总线, 送到 CPU 中的指令寄存器中寄存, 然后对该指令译码, 译码器经译码后发出相应的控制信号, 通过控制总线, CPU 把控制信息传送到存储器或输入/输出系统, 存储器或输入/输出系统按照 CPU 的命令进行相应的动作, 也即 CPU 执行指令指定的操作。

取指令阶段是由一系列相同的操作组成, 因此取指令的时间总是相同的, 而执行指令的阶段是由不同的事件组成的, 它取决于执行指令的类型, 因而执行指令的时间可能会有极大的差别。

计算机执行完一条指令后接着执行下一条指令, 即取指→执行, 取指→执行……如此反复, 直至程序结束。这种串行工作方式, 是计算机提高工作速度的一个障碍, 根本解决的方法是采用并行操作。现在的计算机采用流水线技术, 是一种同时进行若干操作的并行处理方式, 它把取指令操作和执行指令操作并行进行, 在执行一条指令的同时, 又取另一条或若干条指令。例如, 8086 CPU 内部结构的总线接口部件 BIU 完成从内存的取指操作, 将指令预先放到寄存器队列中, 执行部件 EU 执行指令队列中的第一条指令, 这两部分操作可同时进行, 从硬件上保证流水线技术的可行性。

习题与思考题

1. 微处理器、微机和微机系统三者之间有什么不同?
2. 简述微处理器、微型计算机和微型计算机系统的概念, 并说明三个概念之间的关系。
3. 什么是单片机? 什么是单板机?
4. CPU 在结构上由哪些部分组成?

第 2 章

微 处 理 器

2.1 Intel 8086/8088 微处理器

Intel 8088 的内部结构是 16 位，数据总线是 8 位，因此是一种准 16 位 CPU。具有包括乘法和除法的 16 位运算指令，所以能处理 16 位数据，同时也能处理 8 位数据。Intel 8086 的内部结构是 16 位，数据总线也是 16 位，为 16 位 CPU。8086/8088 有 20 条地址线，其直接寻址能力达到 1M 字节。采用 40 条引线封装，单相时钟，电源为 5V。

2.1.1 8086/8088 的寄存器结构

8086/8088 的寄存器结构如图 2-1 所示。AX、BX、CX 和 DX 均为 16 位数据寄存器，用于暂存 16 位的操作数。其中 AX 为累加器。当 8086/8088 处理 8 位数时，这 4 个 16 位寄存器可以作为 8 个 8 位寄存器（AH，AL，BH，BL，CH，CL，DH 和 DL）使用。

AX	AH	AL	累加器
BX	BH	BL	基址寄存器
CX	CH	CL	计数寄存器
DX	DH	DL	数据寄存器
	SP		堆栈指针
	BP		基址指针
	SI		源变址
	DI		目的变址
	IP		指令指针
	PSW		标志寄存器
	CS		代码段
	DS		数据段
	SS		堆栈段
	ES		附加段

图 2-1 8086/8088 寄存器

堆栈指针 SP 在堆栈操作时，用于确定堆栈顶在内存中的位置。但堆栈的实际位置需由