

21世纪电子与信息类教材

微型计算机原理 与接口技术

马义德 主编

张久文 刘映杰 张在峰 等编著



机械工业出版社
China Machine Press



21 世纪电子与信息类教材

微型计算机原理与接口技术

马义德 主 编

张久文 刘映杰 张在峰 等编著



机械工业出版社

本书以 8086/8088 微处理器为背景, 简明扼要地介绍了微型计算机原理及接口的相关知识。全书共 10 章, 主要内容包括微型计算机概述、8086/8088 的微处理器结构、半导体存储器技术、8086/8088 的寻址方式和指令系统、汇编语言程序设计、接口技术、总线技术、微机系统应用实例等。

本书内容丰富, 重点突出, 每章后附有一定数量的习题, 读者可根据需要选用。本书适合作为信息学科相关专业微型计算机原理及其应用课程教材, 也可作为成人高等教育相关专业微型计算机原理及其应用课程教材。同时也适合计算机硬件维护人员、计算机爱好者及从事计算机及其相关技术的人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

微型计算机原理与接口技术/马义德主编.

-北京: 机械工业出版社, 2005.1

(21 世纪电子与信息类教材)

ISBN 7-111-15989-6

I. 微… II. 马… III. ①微型计算机-理论 ②微型计算机-接口
IV.TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 000524 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王金航 版式设计: 杨 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·22.25 印张·546 千字

0001~5000 册

定价: 32.00 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) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

《微型计算机原理与接口技术》是面向 21 世纪电子与信息类相关学科主干课程建设教材,也是电子与信息学科专业后继计算机类课程学习的转折和关键点。

面对微型计算机技术日新月异的发展,本教材为求精炼,选择基本教学内容和关键知识点,在学生掌握微型计算机技术基本内容的前提下,努力为提高学生微型计算机应用系统开发能力打下坚实的基础。

本书共分为 10 章,具体安排如下:

第 1 章 微型计算机系统概述。讲述微型计算机发展历程、微型计算机的基本组成、微型计算机中的数据类型及信息编码等内容。

第 2 章 8086/8088 微处理器结构。讲述 8086/8088 微处理器结构、8086/8088 CPU 的引脚功能及工作模式、8086/8088 的主要操作功能等内容。

第 3 章 半导体存储器技术。讲述了随机读写存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM) 的读写、连接、刷新等内容。

第 4 章 寻址方式与指令系统。介绍 8086/8088 的寻址方式、指令的一般格式、8086/8088 指令系统等内容。

第 5 章 汇编语言程序设计。介绍汇编语言程序格式、伪指令、汇编语言程序的上机过程、程序设计基本技术等。

第 6 章 输入输出技术。介绍输入输出的基本概念、CPU 与外设数据传送控制方式、8257 与 DMA 控制技术、I/O 处理器等内容。

第 7 章 中断技术。介绍中断的基本概念、8086/8088 的中断系统、可编程中断控制器 8259A 等内容。

第 8 章 常用接口芯片及其应用。介绍 CPU 与一些简单芯片的接口、可编程并行接口芯片 8255A、串行传输与接口芯片 8251、可编程定时器 8253、模拟接口等内容。

第 9 章 计算机总线技术。概要介绍总线基本知识、系统总线 EISA、PCI 及外总线 USB、RS485 等内容。

第 10 章 微型计算机应用系统。重点介绍单片机控制系统设计实例、基于 PCI 总线的 I/O 接口电路设计,最后以嵌入式系统的现状及发展前景为主题总结和归纳了微型计算机系统的主要内容和发展现状。

本教材第 1~5 章由张久文编写,第 6~8 章由刘映杰编写,第 9 章由张在峰、徐光柱编写,第 10 章由马义德、张在峰、刘映杰编写,杜桂芳绘制部分插图。全书由马义德负责大纲拟订、组织编写和最后统稿。研究生夏春水、陈晓雷参与了部分工作。

由于作者水平有限,编写时间仓促,书中难免存在错漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 微型计算机系统概述.....	1
1.1 微型计算机发展历程.....	1
1.1.1 微处理器与微型计算机.....	1
1.1.2 微处理器与微型计算机的发展简史.....	2
1.1.3 嵌入式系统.....	3
1.2 微型计算机的基本组成.....	4
1.2.1 微型计算机硬件的基本结构.....	4
1.2.2 微型计算机软件系统.....	5
1.3 微型计算机中的数据类型及信息编码.....	7
1.3.1 数的进制及表示.....	7
1.3.2 数据格式及机器码.....	8
1.3.3 信息编码.....	10
习题.....	11
第 2 章 8086/8088 微处理器结构.....	12
2.1 8086/8088 CPU 编程结构.....	12
2.1.1 8086/8088 CPU 流水线结构.....	12
2.1.2 8086/8088 CPU 寄存器结构.....	14
2.2 8086/8088 CPU 的引脚功能及工作模式.....	21
2.2.1 8086/8088 与模式无关的引脚信号和功能.....	22
2.2.2 8086/8088 最小工作模式下的引脚功能及最小系统.....	25
2.2.3 8086/8088 最大工作模式下的引脚功能及最大系统.....	28
2.3 8086/8088 的主要操作功能.....	34
2.3.1 系统的复位和启动操作.....	34
2.3.2 总线操作.....	35
习题.....	39
第 3 章 半导体存储器技术.....	41
3.1 存储器技术概述.....	41
3.1.1 存储器的分类.....	41

3.1.2 存储器的性能指标	42
3.2 随机读写存储器 RAM	43
3.2.1 静态读写存储器 SRAM	43
3.2.2 动态读写存储器 (DRAM)	47
3.3 只读存储器 ROM	52
3.3.1 EPROM	52
3.3.2 EEPROM (E ² PROM)	55
习题	58
第 4 章 寻址方式与指令系统	59
4.1 8086/8088 的寻址方式	59
4.1.1 操作数地址的寻址方式	59
4.1.2 程序转移地址的寻址方法	64
4.2 指令的一般格式	66
4.2.1 8086/8088 指令编码格式	66
4.2.2 指令的执行时间	69
4.3 8086/8088 指令系统	70
4.3.1 数据传送指令	70
4.3.2 算术运算指令	75
4.3.3 位操作指令	80
4.3.4 串操作指令	83
4.3.5 程序转移指令	88
4.3.6 处理器控制指令	96
习题	97
第 5 章 汇编语言程序设计	100
5.1 汇编语言程序格式	100
5.1.1 汇编语言	100
5.1.2 汇编语言语句格式	100
5.1.3 汇编语言基本语法	101
5.2 伪指令	104
5.2.1 数据定义及存储器分配伪指令	104
5.2.2 表达式赋值伪指令	106
5.2.3 段定义伪指令	107
5.2.4 程序开始和结束伪指令	109
5.2.5 对准伪指令	109
5.2.6 基数控制伪指令	110
5.2.7 汇编源程序的一般格式	110

5.3	汇编语言程序的上机过程	112
5.3.1	命令行方式	112
5.3.2	编程集成环境 PWB	114
5.4	程序设计基本技术	115
5.4.1	概述	115
5.4.2	顺序结构程序设计	116
5.4.3	分支结构程序设计	118
5.4.4	循环结构程序设计	120
5.4.5	子程序设计	122
5.4.6	查表程序设计	126
5.4.7	DOS 功能子程序的调用	126
	习题	131
第 6 章	输入输出技术	137
6.1	输入输出的基本概念	137
6.1.1	输入输出设备	137
6.1.2	外设接口的功能	137
6.1.3	外设接口的一般结构	138
6.1.4	外设接口的编址方式	139
6.2	CPU 与外设数据传送控制方式	140
6.2.1	程序控制的输入输出方式	140
6.2.2	DMA 传送方式	142
6.2.3	I/O 处理机方式	145
6.3	8257 与 DMA 控制技术	145
6.3.1	8257 芯片内部结构	146
6.3.2	8257 芯片的通道操作过程	151
6.3.3	DMA 控制器的编程及其应用举例	152
6.4	I/O 处理器	155
6.4.1	概述	155
6.4.2	I/O 处理器 8089	155
6.4.3	8089 的应用方式	156
	习题	157
第 7 章	中断技术	159
7.1	中断的基本概念	159
7.1.1	中断的概念和中断源分类	159
7.1.2	中断系统的功能与用途	160
7.1.3	中断处理的一般过程	160

7.1.4 中断优先级及中断嵌套	162
7.2 8086/8088 的中断系统	163
7.2.1 内部中断	163
7.2.2 外部中断	164
7.2.3 中断向量表	167
7.3 可编程中断控制器 8259A	168
7.3.1 8259A 逻辑结构	168
7.3.2 8259A 引脚功能	170
7.3.3 8259A 的工作过程及中断应答时序	171
7.3.4 8259A 的初始化编程与命令控制字	172
7.3.5 8259A 工作模式	181
7.3.6 8259A 级联	186
习题	190
第 8 章 常用接口芯片及其应用	191
8.1 CPU 与一些简单芯片的接口	191
8.1.1 简单接口	191
8.1.2 时钟发生器 8284	195
8.1.3 总线控制器 8288	197
8.1.4 总线裁决器 8289	199
8.2 可编程并行接口芯片 8255A	204
8.2.1 并行通信与并行接口	204
8.2.2 可编程并行接口芯片 8255A	205
8.2.3 8255A 并行接口应用举例	211
8.3 串行传输与接口芯片 8251	213
8.3.1 串行通信的概念	213
8.3.2 串行接口原理	217
8.3.3 可编程串行通信接口 8251A	219
8.4 可编程定时器 8253	228
8.4.1 结构和功能	228
8.4.2 工作方式	229
8.4.3 8253 的控制字	231
8.4.4 8253 的寻址及连接	232
8.4.5 初始化	234
8.4.6 应用举例	236
8.5 模拟接口	238
8.5.1 控制系统中的模拟接口	238
8.5.2 数/模转换器 (D/A 转换器)	239

8.5.3 模/数转换器 (A/D 转换器)	251
习题	266
第 9 章 计算机总线技术	269
9.1 总线基本知识	269
9.2 系统总线	270
9.2.1 EISA 总线	271
9.2.2 PCI 总线	275
9.2.3 AGP 总线	284
9.3 外总线	287
9.3.1 RS232C、RS485 及 IEEE-488 总线简介	288
9.3.2 USB 总线	288
9.3.3 IEEE 1394 总线	298
9.3.4 CAN 总线	300
9.3.5 I ² C 总线	303
习题	304
第 10 章 微型计算机应用系统	305
10.1 单片机控制系统设计举例	305
10.1.1 数字化语音存储与回放系统	305
10.1.2 低频数字式相位测量仪	310
10.2 基于 PCI 总线的 I/O 接口电路设计	313
10.2.1 PCI9052 简介	313
10.2.2 基于 PCI 总线的 I/O 接口电路设计的一般原则	316
10.3 嵌入式系统的现状及发展前景	318
10.3.1 嵌入式系统概述	318
10.3.2 嵌入式系统工业的特点	324
10.3.3 嵌入式系统的发展趋势	325
10.3.4 嵌入式系统的应用前景	326
附录	328
附录 A ASCII 码字符表	328
附录 B 8086/8088 指令系统表	329
附录 C DEBUG 命令及其含义	342
参考文献	343

第 1 章 微型计算机系统概述

1.1 微型计算机发展历程

1.1.1 微处理器与微型计算机

微处理器就是微型计算机的中央处理单元 (Central Processing Unit), 简称 CPU, 是将计算机的控制逻辑单元与运算单元集成在一个芯片上实现的。20 世纪 70 年代, 微电子技术和超大规模集成电路技术的发展导致了微处理器的产生和发展, 也导致了以微处理器为核心的微型计算机的诞生和发展。微型计算机技术对现代社会产生了极为深刻的影响, 到目前为止, 它对整个现代文明的影响仍未完全展现。

微型计算机是指以微处理器为核心, 配以存储器、输入输出接口电路和系统总线构成的电路系统, 如图 1-1 所示为微型计算机的基本硬件组成部分框图, 其中箭头代表数据传送方向。微型计算机配置系统软件和应用软件, 便构成一个微型计算机系统。

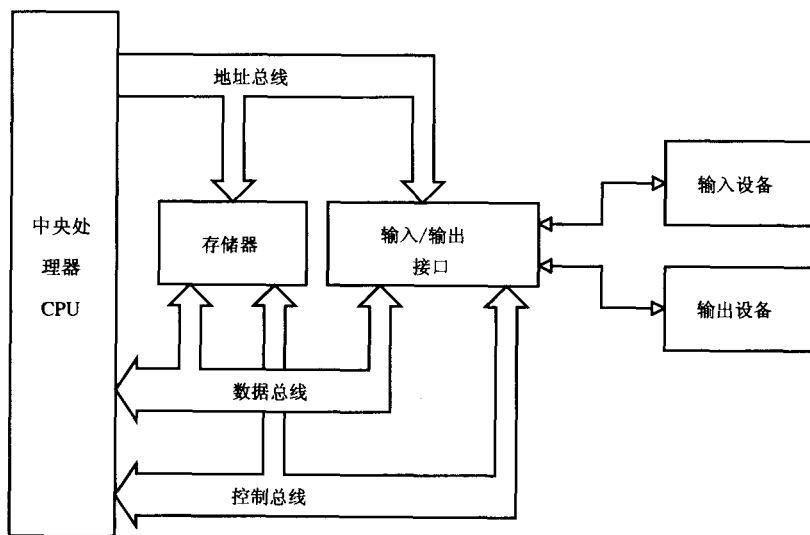


图 1-1 微型计算机硬件结构

微处理器的一个重要指标就是它的位数, 即大多数操作中的数据位数。根据这个位数, 可将微处理器分为 8 位 CPU、16 位 CPU、32 位 CPU、64 位 CPU 等, 而将相应的微型计算机分为 8 位机、16 位机、32 位机、64 位机等。

1.1.2 微处理器与微型计算机的发展简史

1971 年 Intel 公司生产出第一个微处理器 4004 (4 位 CPU), 以此为起点, 微处理器如雨后春笋般大量涌现出来, 到目前为止, 微处理器的发展已经历了五代。

第一代微处理器和微型计算机 (1971—1973 年) 是 4 位和低档 8 位微处理器时代, 典型产品有美国 Intel 公司 1971 年首次推出的 Intel 4004 和 Intel 公司 1972 年推出的 8 位通用微处理器 Intel 8008。其特点是: 指令系统简单, 运算功能单一, 价格低廉, 使用方便。主要应用是面向袖珍计算器、家电、交通灯控制器等简单控制场合。

第二代微处理器和微型计算机 (1973—1978 年) 是成熟的 8 位微处理器时代。典型产品有 Intel 8080 (1973 年由 Intel 公司推出)、MC6800 (1974 年由美国 Motorola 公司推出)、Z-80 (1975 年由 Zilog 公司推出)、Intel 8085 (1976 年由 Intel 公司推出)、MOS 6502 (由 MOS 公司推出)。第二代微处理器的特点是: 在系统结构上已经具有典型计算机的体系结构, 具有中断、DMA 等控制功能, 设计考虑了机器间的兼容性、接口的标准化和通用性, 配套外围电路的功能和种类齐全。在软件方面, 可使用汇编语言、高级语言和操作系统。8 位微处理器和以它为核心构成的微型机广泛应用于信息处理、工业控制、汽车、智能仪器仪表和家用电器等领域。

第三代微处理器和微型计算机 (1978—1983 年), 是 16 位微处理器时代, 这一时期的典型产品是: 1978 年 Intel 公司生产的 8086、Motorola 公司生产的 M68000 和 ZiLOG 公司生产的 Z8000。1979 年在 8086 基础上研制成功的 8088 微处理器, 是为了与当时种类齐全的 8 位外围支持电路相配套, 降低系统成本, 保护用户投资而设计的。其内部结构与 8086 相同, 但外部总线只有 8 位, 它实际上是后来 16 位个人计算机的主流型 CPU。第三代微处理器的特点是: 具有多种灵活的寻址方式和强大的指令系统, 多种数据处理形式, 可与数学协处理器配合提高浮点运算速度, 可直接寻址的内存空间也有较大扩充, 采用多级中断, 有完善的操作系统。由它们组成的微型计算机的性能指标已达到或超过当时的中档小型机的水平。1982 年, Intel 公司推出 80286 微处理器, 它是 16 位微处理器中的高档产品, 其集成度达到 10 万管/片, 时钟频率为 10MHz, 平均指令执行时间为 $0.2\mu\text{s}$, 速度比 8086 快 5~6 倍。该微处理器本身含有多任务系统的任务转换功能、存储器管理功能和多种保护机构, 支持虚拟存储体系结构。从 20 世纪 80 年代中后期到 90 年代初, 80286 一直是个人计算机的主流型 CPU。

第四代微处理器和微型计算机 (1983—1993 年) 是 32 位微处理器时代。这一时期的典型产品有: 1983 年 ZiLOG 公司推出的 Z-80000, 1984 年 Motorola 公司推出的 MC68020, 1985 年 Intel 公司推出的 Intel 80386 和 NEC 公司的 V70 等。这些微处理器内部采用流水线控制, 时钟频率达到 16~33MHz, 具有 32 位数据总线和 32 位地址总线, 直接寻址能力高达 4GB, 同时具有存储保护和虚拟存储功能。1989 年, Intel 公司推出性能更高的 32 位微处理器 Intel 80486, 其集成度达 120 万管/片, 是 80386 的 4 倍, 增加了片内协处理器和 8KB 的片内高速缓存。80486 首先采用了 RISC (Reduced Instruction Set Computer, 精简指令集计算机) 技术, 使 CPU 可以一个时钟周期执行一条指令。由这些

高性能 32 位微处理器组成的 32 位微型计算机被称为高档微型机。

第五代微处理器和微型计算机（从 1993 年开始），是 64 位 CPU 时代。这一时期的典型产品有：经典的 Pentium（1993 年 Intel 公司推出）、Power PC（1995 年 IBM、Motorola、Apple 联合推出）、Pentium Pro（1996 年 Intel 公司推出）、K5（AMD 公司推出）、Pentium II（1997 年 Intel 公司推出）、Pentium III（1999 年 Intel 公司推出）。1993 年 3 月，Intel 公司推出的第五代微处理器 Pentium，俗称 586 或 P5，在许多方面又有新的突破，使微处理器技术达到当时的最高峰。它采用 CMOS 工艺制造，集成度高达 310 万管/片，采用 64 位外部数据总线。1995 年 2 月正式宣布了新一代微处理器 P6，P6 采用 0.6 μm 工艺，集成度为 550 万管/片，具有两个一级高速缓存（即 8KB 的指令 cache 和 8KB 的数据 cache），256KB 的二级 cache，电源电压仅为 2.9V，主频为 133MHz，内部采用 12 级超标量流水线结构，一个时钟周期可以执行 3 条指令，同时它在 CISC（Complex Instruction Set Computer，复杂指令集）/RISC 的混合使用、程序执行等方面都有新的特点。其性能是经典 Pentium 的 2 倍。1996 年经进一步改进，Intel 公司将 P6 正式命名为 Pentium Pro，该处理器采用 0.35 μm 集成工艺，最高时钟频率为 200MHz，运算速度达 200MIPS。继 Pentium Pro 之后，1997 年 Intel 公司又推出了微处理器的新产品 Pentium II，它是当时世界上运行速度最快、性能最优良的微处理器。在 Windows NT 下，该芯片的性能非常优越。Intel 公司在 1999 年推出了 Pentium III。Pentium III 的主频为 450~1133MHz。2000 年末 Intel 公司又推出了目前的主流微处理器 Pentium 4。Pentium 4 采用 0.18 μm 工艺，集成度为 4200 万管/片，具有两个一级高速缓存（即 64KB 的指令 cache 和 64KB 的数据 cache），512KB 的二级 cache，电源电压仅为 1.9V，主频为 1.3~3.6GHz，内部采用 20 级超标量流水线结构。增加了很多新指令，更加有利于多媒体操作和网络操作。

随着超大规模集成电路技术的进一步发展，微处理器及微型计算机的性能将进一步提高。

1.1.3 嵌入式系统

嵌入式系统已广泛应用于通信、控制、多媒体、家电、工业自动化仪表及医疗仪器等领域，是目前流行的电路应用与开发技术，它是以应用为中心，软硬件可裁减，适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等综合性严格要求的专用计算机系统。嵌入式系统集成系统的应用软件与硬件于一体，具有软件代码小、高度自动化、响应速度快等特点，特别适合于要求实时性和多任务的体系。嵌入式系统主要由嵌入式处理器、相关支持硬件、嵌入式操作系统及应用软件系统等组成。

嵌入式系统的硬件部分包括处理器/微处理器、存储器及外设器件和 I/O 端口、图形控制器等。嵌入式系统的核心是嵌入式微处理器。按照目前的发展趋势，嵌入式系统可以分为以下四类：

（1）嵌入式微处理器（Embedded Microprocessor Unit, EMPU）。嵌入式微处理器是“增强型”通用微处理器，在工作温度、电磁兼容性以及可靠性方面的要求较通用的标准

微处理器高,在功能方面与标准的微处理器基本上是一样的。嵌入式处理器目前主要有 Am186/88、386EX、SC-400、Power PC、68000、MIPS、ARM 系列等。

(2) 嵌入式微控制器 (Microcontroller Unit, MCU), 又称单片机。一般以某种微处理器内核为核心,根据应用,在芯片内部集成了 ROM/EPROM、RAM、总线、定时/计数器、看门狗、I/O、串行口、脉宽调制输出、A/D、D/A、Flash RAM、EEPROM 等各种必要功能部件和外设。有代表性的通用系列包括 8051、P51XA、MCS-251、MCS-96/196/296、C166/167、68300 等;有代表性的半通用系列,如支持 USB 接口的 MCU 8XC930/931、C540、C541;支持 I²C、CAN 总线、LCD 等的众多专用 MCU 和兼容系列。

(3) 嵌入式 DSP 处理器 (Embedded Digital Signal Processor, EDSP)。在数字信号处理应用中,各种数字信号处理算法相当复杂,一般结构的处理器无法实时地完成这些运算。DSP 处理器对系统结构和指令进行了特殊设计,使其适合于实时地进行数字信号处理。在数字滤波、FFT、谱分析等方面,DSP 算法正大量进入嵌入式领域。比较有代表性的产品是 TI 的 TMS320 系列和 Motorola 的 DSP56000 系列。

(4) 嵌入式片上系统 (System On Chip, SOC)。随着 EDI 的推广和 VLSI 设计的普及化,以及半导体工艺的迅速发展,可以在一块硅片上实现一个更为复杂的系统,这就产生了 SOC 技术。SOC 可分为通用和专用两类,通用 SOC 如 Infineon (Siemens) 的 TriCore、Motorola 的 M-Core。专用 SOC 一般专用于某个或某类系统中。

嵌入式系统是“后 PC”时代计算机的主要发展方向,但从技术发展的脉络来看,嵌入式系统是以微处理器为核心的电路系统,所以微型计算机原理及相关的接口知识,仍然是学习、应用嵌入式系统的基础。

1.2 微型计算机的基本组成

微型计算机系统由硬件和软件两大部分组成。硬件主要包括微处理器、内存储器 and 外存储器及其接口电路、外围设备及其接口电路等。计算机软件则是为了运行、管理和维护计算机所编制的各种程序的总称。软件是用户与计算机之间的接口。

1.2.1 微型计算机硬件的基本结构

1. 输入、输出设备及接口电路

输入设备的作用是将各种形式的信息转换为计算机所能识别的形式。目前常用的输入设备有键盘、鼠标、A/D 转换器、扫描仪等。

输出设备的作用是将计算机处理的结果转换为人或其他设备所能识别的形式,如 CRT 显示器、各种打印机、绘图仪、投影仪等。

计算机的输入输出设备通常称为外围设备。外围设备种类繁多,速度各异,因而它们需要通过各种接口与主机相连。

常用的 I/O 接口电路有 8255 可编程并行接口电路、8253 可编程定时/计数电路、8251

可编程串行接口电路、8237 直接存储器存取电路等，将在后面章节详细讨论。

2. 存储器

存储器的作用是保存数据和指令。图 1-1 中的存储器是指内存储器，通常由半导体存储器组成。每一个基本存储单元电路可以存放一位二进制代码，由若干个基本存储单元电路构成一个存储单元。每个存储单元都有自己的编号，称为地址。在每个计算机中，一个存储单元所包含的基本存储单元电路数（位数）是确定的。计算机的内存储器所含的存储单元总数是有限的，通常用内存储器存放常用的程序或正在运行的指令或数据，而大量的信息则存放在磁盘、磁带、光盘等大容量存储介质中，称之为外存。

3. 运算器

运算器可实现算术、逻辑运算和其他操作。运算器所能实现的功能取决于它的硬件结构。

4. 控制器

控制器是指挥机器工作的控制中心，它通过执行指令来指挥全机工作。每条指令规定机器的一种操作。为完成一条指令所规定的操作，计算机的各个部件需要完成一系列的基本动作，这些基本动作又需要按照一定的时间顺序，互相配合，有节拍地完成。控制器的作用就是根据指令码的规定，在不同的节拍发出相应的控制信号，使计算机协调有序地工作。

5. 总线

计算机的总线是计算机传输指令、数据和地址的线路，是计算机各部件联系的桥梁。一般来说，按照总线在计算机中的位置可以分为机器内部总线和机器外设总线两类。机器内部总线是计算机内部各部件通信的总线，分为以下几种：ISA 总线、EISA 总线、VESA 总线、PCI 总线和 AGP 总线。机器外设总线是计算机内部与外设进行通信的总线，分为 IDE 总线、SCSI 总线和 USB 总线。一般来说，这三种外设总线是不可以混合使用的，但是如果有总线转换器则可以在一定程度上混合使用，如 SCSI 总线就有向 IDE 总线进行转换的转换器。有关总线的详细内容，可阅读第 9 章。

通常将控制器、运算器、存储器合称为计算机的主机，将各种输入输出设备称为外设。在主机中又将运算器和控制器合称为中央处理单元——CPU。

1.2.2 微型计算机软件系统

计算机软件是构成计算机系统的重要组成部分，它可以分为系统软件 and 用户软件两大类。图 1-2 表示了计算机软件的层次。下面简要介绍系统软件的组成。

1. 操作系统（Operating System）

操作系统是系统软件的核心，是系统程序的集合，它的主要作用是对系统的软件、硬件资源进行合理的管理，为用户创造方便、可靠、有效的计算机工作环境。

2. I/O 驱动程序 (I/O Driver)

I/O 驱动程序用来对 I/O 设备进行控制或管理。当系统程序或用户程序需要使用 I/O 设备时, 就调用 I/O 驱动程序来对设备发出命令, 完成 CPU 和 I/O 设备之间的信息传送。

3. 文本编辑程序 (Text Editor)

文本是指由字母、数字、符号等信息, 它可以是用汇编语言或高级语言编写的程序。文本编辑程序用来建立、输入、修改文本, 并使它存入存储器或是大容量存储器中。现在有丰富的文本编辑程序供用户使用。

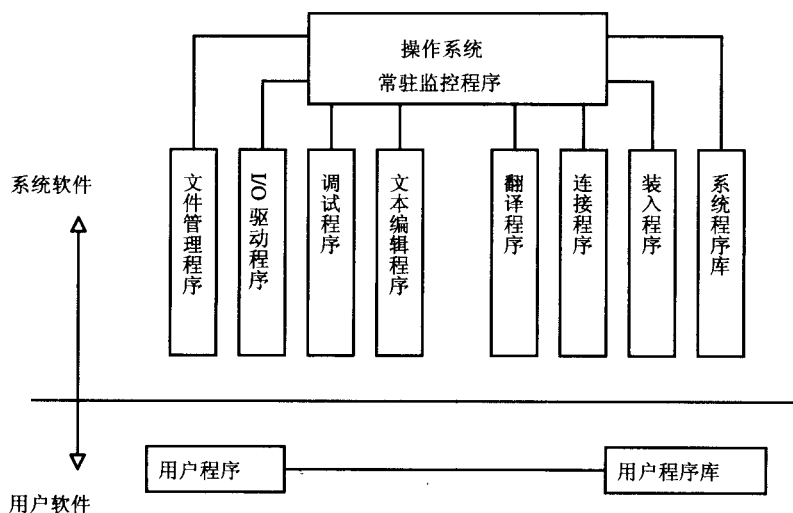


图 1-2 计算机软件层次图

4. 翻译程序 (Translator)

计算机能识别并加以执行的语句是由二进制代码组成的, 这种语言称为机器语言。汇编语言是一种符号语言, 在书写时使用由字符串组成的助记符。汇编语言易于理解, 但计算机不能直接识别汇编语言。汇编程序就是用来把用户编制的源程序翻译成机器语言程序的一种系统程序。目前, 应用程序的开发多采用高级语言或汇编语言, 高级语言也需要翻译成机器语言后才能在机器上执行。高级语言的翻译程序有两种: 一是先把高级语言程序翻译成机器语言程序, 然后再在机器上执行, 这种翻译程序称为编译程序 (Compiler), 多数高级语言如 Pascal、C++、Fortran 等都采取这种方式; 另一种是直接把高级语言程序在机器上运行, 一边解释一边执行, 这种翻译程序称为解释程序 (Interpreter), 如 BASIC、Java 就采用这种方式。

5. 连接程序 (Linker)

用来把要执行的程序与库文件或其他已经翻译的子程序 (能完成一种独立功能的程序模块) 连接在一起, 形成机器能执行的程序。

6. 装入程序 (Loader)

用来把程序从外存储器传送到内存储器, 以便机器执行。

7. 调试程序 (Debug)

它是系统提供给用户的能监督和控制用户程序的一种工具。它可以装入、修改、显示或逐条执行一个程序。

8. 系统程序库 (System Library) 和用户程序库 (User Library)

各种标准程序、子程序以及一些文件的集合称为程序库, 它可以被系统程序或用户程序调用。操作系统还允许用户建立程序库以提高不同类型用户的工作效率。

1.3 微型计算机中的数据类型及信息编码

80x86 系列微机中, 常用的数据类型包括带符号整数、无符号整数、BCD 数、浮点数、位、字符串六类。要编程解决一个实际问题, 需要熟悉微机系统的数据类型。在计算机内部, 各种信息都必须表示为一定的数据类型, 才能被存储、传送和处理。

1.3.1 数的进制及表示

微型机中的数只能用有限数码的组合来表示。在这样组合的若干数码中, 每个数码处在不同的位置, 称之为数位, 它所代表的数值大小也不相同, 这个数值称为位权。这些位权乘以对应位置上的数码, 其乘积表示该数位上数值的大小。由于每个数位上允许的数码是有限的, 例如十进制数中每个数位上的数码只能是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 十个数码中的一个。因此, 每个数位上所能表示的最大值等于有限数码中最大的一个数码乘以该数位的权。如果某数位超过这个最大值, 便产生向高位的进位。每个数位上有限数码的个数叫基数, 例如二进制数有两个数码 0、1, 它的基数为 2。

下面是计算机中常用的几种进位数制及其写法:

- 二进制: 基数为 2, 基本符号 0、1。
- 八进制: 基数为 8, 基本符号 0、1、2、3、4、5、6、7。
- 十六进制: 基数为 16, 基本符号 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F (其中 A~F 分别表示十进制数 10、11、12、13、14、15)。
- 十进制: 基数为 10, 基本符号 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。

在微型机中, 对各种进制数表示时, 用后缀字母加以区别。二进制数后缀为 B (Binary), 如 1010B; 十六进制数后缀为 H (Hexadecimal), 如 1010H; 十进制数后缀为 D (Decimal) 或不加后缀。

1.3.2 数据格式及机器码

1. 数据格式

在计算机内，二进制数可采用定点小数、整数与浮点数三类表示方法。

(1) 定点小数

定点小数是指小数点准确固定在数据某个位置上的小数。为了实用起见，都把小数点固定在最高数据位的左边，小数点前边再设一位符号位。

如果在计算机中用 $L+1$ 个二进制位表示小数，则可以用最高一个二进制位表示符号，而用后面的 L 个二进制位表示该小数的数值。小数点不用明确表示出来，因为它总是定在符号位与最高数值位之间。

(2) 整数

整数分为带符号和不带符号的两类。可以认为它是小数点定在数值最低位右面的一种数据。对带符号的整数来说，符号位被安排在最高位。对不带符号的整数来说，所有的二进制位均被视为数值。

在 80x86 微处理器中，参加运算的整数可以是字节或字。80386 和 80486 微处理器中，参加运算的整数可以是双字。用 8、16、32 或 64 个二进制位来表示一个整数，它们占用的存储空间和所表示的数值范围是不同的。

(3) 浮点数

浮点数是指小数点在数据中的位置可以左右移动的数据。它通常被表示成

$$N=S \times 2^E$$

式中， S 为浮点数的尾数， E 为阶码。因此，要表示浮点数，一是要给出尾数 S ，通常用定点小数形式表示，它决定了浮点数的表示精度，即可以给出的有效数字的位数。二是要给出阶码，通常用整数形式表示，它指出的是小数点在数据中的位置，决定了浮点数的表示范围，浮点数也要有符号位。在计算机中，浮点数通常表示成如下格式：

阶符	阶码	数符	尾数
----	----	----	----

例如：设尾数为 4 位，阶码为 2 位，则二进制数 $n=1010 \times 2^{-10}$ 的浮点数表示形式如下：

1	10	0	1010
---	----	---	------

2. 机器码

(1) 二进制数值数据的机内编码

二进制数值数据在计算机中的表示形式，称为机器码。机器码有原码、反码和补码三种。下面只以二进制整数为例介绍这三种编码方法。通常，表示一个数值数据的机内编码称为机器数，而它所代表的实际值称为机器数的真值。

1) 原码 原码是用机器数的最高一位代表符号，以下各位给出数值的绝对值的表示