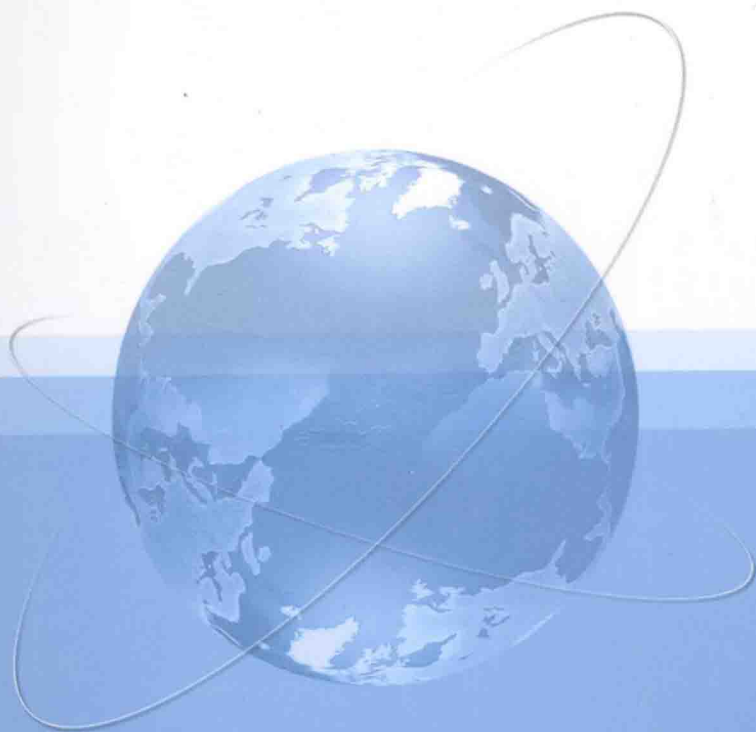




21世纪高职高专规划教材

(计算机类)

微机原理及其应用



邓蓓 主编



配多媒体课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



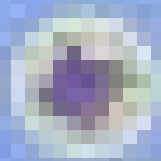
21世纪高等学校计算机系列教材

【计算机类】

微机原理及其应用



第四版



机械工业出版社

21 世纪高职高专规划教材
(计算机类)

微机原理及其应用

主 编 邓 蓓
参 编 孙 锋 李益敏 王 飞
主 审 曹玉珍



机械工业出版社

本书是以培养学生应用能力为主要目标,根据高等职业技术学院的教学要求编写的。本书详细地介绍了16位微机的工作原理、指令系统、汇编语言程序设计方法、存储器、I/O系统及微机接口应用等内容,并适当介绍了80X86和Pentium微处理器的特点。在重实用的原则下,阐述了有关微机接口器件的原理及其应用。书中附有大量的、实用的实验指导内容,每章都有一定数量的复习思考题。通过对本书的学习,使读者具备一定的微机应用系统的开发能力和汇编语言程序设计能力。

本书可作为高等职业院校、高等学校专科、各类成人院校大专层次的计算机和非计算机专业学生学习微机原理及其应用的教材,也可作为从事微机软硬件应用工作的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理及其应用/邓蓓主编:—北京:机械工业出版社, 2008.11

21世纪高职高专规划教材.计算机类

ISBN 978-7-111-25465-2

I. 微… II. 邓… III. 微型计算机-高等学校:技术学校-教材 IV. TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第167885号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:余茂祚 责任编辑:余茂祚 王 师

版式设计:霍永明 责任校对:魏俊云

责任印制:邓 博

北京京丰印刷厂印刷

2009年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·15.75印张·390千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-25465-2

定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379759

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专规划教材

编 委 会 名 单

编 委 会 主 任 王文斌

编委会副主任 (按姓氏笔画为序)

王建明	王明耀	王胜利	王寅仓	王锡铭	刘 义
刘晶磷	刘锡奇	杜建根	李向东	李兴旺	李居参
李麟书	杨国祥	余党军	张建华	茆有柏	秦建华
唐汝元	谈向群	符宁平	蒋国良	薛世山	储克森

编 委 会 委 员 (按姓氏笔画为序, 黑体字为常务编委)

王若明	田建敏	成运花	曲昭仲	朱 强	刘 莹
刘学应	许 展	严安云	李连邨	李学锋	李选芒
李超群	杨 飒	杨群祥	杨翠明	吴 锐	何志祥
何宝文	佘元冠	沈国良	张 波	张 锋	张福臣
陈月波	陈向平	陈江伟	武友德	林 钢	周国良
宗序炎	赵建武	恽达明	俞庆生	晏初宏	倪依纯
徐炳亭	徐铮颖	韩学军	崔 平	崔景茂	焦 斌

总策划 余茂祚

前 言

“微机原理及其应用”是高等职业院校计算机专业、自动化专业、机电等专业学生必修的一门计算机基础课程，是提高学生微机应用与开发能力的一门重要课程。为适应微机技术发展和职业教育教学改革的需要，编者总结了多年从事微机原理与接口技术职业教学实践经验，并参照了编者2001年出版的《微机原理与应用》进行了重新编写。在编写过程中，以应用为目的，以必要、够用为度，以讲清概念、强化应用为重点。具体特点为：

(1) 以Intel微处理器和IBM PC微机系统为背景，系统介绍了微机系统的构成和工作原理；以8086 CPU为核心，详细介绍了其寻址方式和指令系统；并适当介绍了80X86以上和Pentium CPU的特点。

(2) 由浅入深地介绍汇编语言程序设计方法和程序设计实例，本书选用的实例已调试通过，可实际运行。

(3) 简要阐述了微机系统中的存储器、中断系统和I/O系统，引入了内存、高速缓存、PCI总线等新技术，并介绍了有关微机接口器件的原理及在微机系统中的应用。

(4) 以实用为目的，将“实验指导”作为专门的一章编入教材，系统介绍了DEBUG指令的上机使用；汇编语言指令上机练习及汇编源程序的上机调试过程；详细给出了能体现软硬件分析与设计的应用实例，对每个实验提出了实验目的及其实验要求。

本教材第1、2、3、10章由天津中德职业技术学院邓蓓编写；第4、5章由天津中德职业技术学院孙锋编写；第6、8章由天津中德职业技术学院李益敏编写；第7、9章由天津交通职业技术学院王飞编写，全书由邓蓓主编并统稿。感谢《微机原理与应用》一书主编天津大学曹玉珍老师对此书进行了细心审阅。

本书可作为高职高专计算机专业和非计算机专业开设“微机原理与应用”、“微机原理与接口技术”等课程的教材，参考学时为：理论50学时，实验30学时。使用时可根据各院校的教学特点、学时的多少，在内容上有所侧重或删减。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 微机基础知识 1

- 1.1 微机简介 1
- 1.2 微机系统 4
- 1.3 计算机中的数制及其编码 8
- 复习思考题 18

第 2 章 微处理器及系统结构 20

- 2.1 Intel 8086/8088 CPU 的主要特性及内部结构 20
- 2.2 8086/8088 CPU 的引脚功能和工作模式 25
- 2.3 8086/8088 的存储器组织 29
- 2.4 8086/8088 的总线操作和时序 35
- 2.5 80X86 微处理器简介 38
- 复习思考题 40

第 3 章 指令系统 42

- 3.1 8086/8088 的寻址方式 42
- 3.2 8086/8088 指令系统 46
- 3.3 8086/8088 指令系统的简单应用 73
- 复习思考题 74

第 4 章 汇编语言程序设计 78

- 4.1 汇编语言简介 78
- 4.2 汇编语言的语句 79
- 4.3 汇编语言程序设计及应用 91
- 复习思考题 111

第 5 章 存储器 113

- 5.1 半导体存储器 113
- 5.2 随机存取存储器 (RAM) 116
- 5.3 只读存储器 (ROM) 120
- 5.4 存储器与 CPU 的连接 123
- 5.5 高速缓存技术 127
- 5.6 虚拟存储器技术 128
- 复习思考题 129

第 6 章 I/O 系统 130

- 6.1 I/O 接口概述 130
- 6.2 接口数据的传送方式 132
- 6.3 DMA 控制器 8237A 136
- 复习思考题 142

第 7 章 中断 144

- 7.1 中断概念 144
- 7.2 中断处理过程 145
- 7.3 8086/8088 的中断系统 149
- 7.4 可编程中断控制器 8259A 及其应用 150
- 复习思考题 162

第 8 章 微机接口技术及其应用 163

- 8.1 并行 I/O 接口 163
- 8.2 串行通信接口 172
- 8.3 定时/计数器技术 179
- 8.4 其他常用接口 186
- 复习思考题 197

第 9 章 微机的总线技术 198

- 9.1 总线技术概述及分类 198

9.2 系统总线	199	附录 A ASCII 字符表	229
9.3 外部总线	202	附录 B 中断向量一览表	230
复习思考题	205	附录 C 8086/8088 指令 速查表	231
第 10 章 实验指导	206	附录 D DOS 系统功能调用表	232
10.1 DEBUG 使用	206	附录 E BIOS 中断功能调用表	238
10.2 汇编语言指令使用	215	附录 F DOS 功能调用表	241
10.3 硬件实验部分	221	附录 G 汇编出错代码注释	242
附录	229	参考文献	245

第 1 章 微机基础知识

1.1 微机简介

微机的出现为计算机的广泛应用开拓了极其广阔的前景，展示了它在科学技术领域中日益重要的地位。随着微机技术日新月异地发展，微机的应用已渗透到国民经济和社会生活的各个领域，并已转化成巨大的推动社会前进的生产力。

1.1.1 计算机的产生和发展

1. 计算机的产生 1946 年 2 月，世界上第一台电子数字计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator, 电子数字积分计算机) 在美国宾夕法尼亚大学研制成功，它用了 18000 个真空管和 1500 多个继电器，功率 150kW，重 30t，占地近 200m²。它能够按人预先的编排和规定，自动、精确、快速地进行各种复杂的计算，其计算效率比人工提高了几千倍，从此，计算机开始了它的发展历程。

1945 年 3 月，美籍匈牙利科学家冯·诺依曼 (Johe Von Neumann) 对 ENIAC 做了两项重大的改进：一是提出在计算机内采用二进制，极大地简化了计算机的结构和运算过程；二是把程序和数据存储在计算机内，使得计算机的全部运算成为真正的自动过程。冯·诺依曼的提案明确了新机器由 5 个部分组成，即运算器、控制器、存储器、I/O 设备，并确定了这五部分的职能和相互关系，同时提出计算机的基本工作原理核心是“存储程序”和“程序控制”。冯·诺依曼提出的计算机体系结构奠定了现代计算机结构理论的基础，被誉为计算机发展史上的里程碑。由此，人们将美籍匈牙利科学家冯·诺依曼称为“计算机之父”。

2. 计算机的发展 计算机按照它的器件演变、发展经历了五个阶段。

第一代是电子管计算机时代，从 1946 ~ 1958 年。这代计算机因采用电子管而具有体积大、耗电多、运算速度慢、存储容量小和可靠性差等缺点。只在重要部门或科学研究部门用于科学计算。

第二代是晶体管计算机时代，从 1958 ~ 1964 年。这代计算机比第一代计算机的性能提高了数十倍，软件配置开始出现，一些高级程序设计语言相继问世，外围设备也由几种增加到数十种。这一代计算机不仅用于科学计算，还用于数据处理和工业控制等。

第三代是中小规模集成电路 (IC) 计算机时代，从 1964 ~ 1970 年。主要由中、小规模集成电路组成，由于集成电路器件是在一块几平方毫米的芯片上集成了几十个到几百个电子元件，使计算机的体积和耗电显著减少，计算速度、存储容量和可靠性有较大的提高。另外，有了操作系统，机种呈多样化、系列化并和通信技术结合，使计算机应用进入许多科学技术领域。这一代计算机不仅用于科学计算，还用于文字处理、企业管理和自动控制等领域，出现了计算机技术与通信技术相结合的信息管理系统，可用于生产管理、交通管理和情报检索等领域。

第四代是大规模集成电路 (LSI) 和超大规模集成电路 (VLSI) 计算机时代，从 20 世

纪 70 年代到现在。由于大规模和超大规模集成电路的出现,使得计算机体积更小,耗电更少,运算速度提高到每秒几百万次,计算机可靠性也进一步提高。现在巨型机的运算速度已达到每秒几亿次,微型机的出现,使计算机的体积与成本大幅度减少。这一代计算机在科学研究领域和经济管理中起着不可替代的作用,并渗透到工业生产和日常生活的各个角落。

第五代是人工智能计算机。这一代的研制工作已经开展多年了,其核心设计思想是突破冯·诺依曼体系结构,使计算机的速度将达到每秒万亿次,能在更大的程度上仿真人的智能,并在某些方面超过人的智能。目前无论是“梦幻式”的超导计算机,还是光计算机、生物计算机、人工智能计算机,虽已取得了一定的进展,但迄今为止,还没有出现一台真正意义上的第五代计算机。

1.1.2 微机的发展与应用

1. 微机的产生和发展 微机的发展是以微处理器的发展来表征的。将传统计算机的运算器和控制器集成在一块大规模集成电路芯片上作为中央处理部件(CPU),被称为微处理器。以微处理器为核心,再配上存储器、接口电路等芯片就构成微机。生产 CPU 的主要厂商是 Intel 公司,除此之外还有 AMD 等公司。本节主要以 Intel 公司生产的 CPU 发展、演变过程为线索来介绍微机系统的发展过程。

第一代是 4 位和低档 8 位微处理器。1971 年,Intel 公司推出了第一片 4 位微处理器 Intel 4004。它在 $4.2\text{mm} \times 3.2\text{mm}$ 的硅片上,集成了 2250 个晶体管,工作频率为 108kHz,寻址空间 640B,以其为核心组成了一台高级袖珍计算机。随后 Intel 公司在 Intel 4004 的基础上,经过改进,推出了 Intel 4040。它是第一片通用的 4 位微处理器。4 位微处理器指令系统简单,运算功能较弱。这一阶段的微机主要用于算术运算、家电以及进行简单的控制等。

第二代是中高档 8 位微处理器。1972 年,Intel 公司推出 8 位微处理器 Intel 8008,集成度约 2000 个晶体管,时钟频率为 1MHz,其运算能力是 4004 的 2 倍。1974 年,Intel 公司又推出 8 位微处理器 Intel 8080,集成度约 6000 个晶体管,时钟频率为 2MHz。1976 年,Intel 公司推出功能最强的 8 位微处理器 Intel 8085,集成度约 1 万个晶体管,时钟频率达到 4MHz。这一阶段的微机主要用于教学和试验、工业控制以及智能仪器等。

第三代是 16 位微处理器。1978 年,Intel 公司推出 16 位处理器 Intel 8086,集成度约 2.9 万个晶体管,时钟频率为 5MHz、8MHz、10MHz,其内部和外部数据线都是 16 位,地址线为 20 位,可直接访问 1MB 内存单元。另外,Intel 8086 首次采用了流水线技术,并在 CPU 内部设置了 6B 的指令队列,存放预取的指令,减少了 CPU 取指令时间。这一阶段微机主要应用在数值计算、数据处理、信息管理、过程控制和智能化仪表等诸多方面。

第四代是 32 位微处理器。Intel 公司在 1985 年和 1989 年分别推出了 32 位的微处理器 80386 和 80486。它们的时钟频率分别为 20MHz 及 30~40MHz。其中 80386 的内外部数据线及地址总线都是 32 位,可访问高达 4GB 的内存,而 80486 的集成度达到 15 万~50 万管/片,甚至上百万管/片。Intel 80386 和 80486 与 Intel 8086 向上兼容,具有实地址模式、保护虚地址模式和虚拟 Intel 8086 模式 3 种工作方式。所谓虚拟 Intel 8086 模式是指可以在操作系统控制下模拟多个 Intel 8086 同时工作。

第五代是高档 32 位微处理器。1993 年 Intel 公司推出了新一代高性能处理器 Pentium(奔腾),Pentium 最大的改进主要有两项,一是它拥有支持在一个时钟周期内执行一至多条指令的超标量结构;二是它的一级缓存容量增加到了 16KB。CPU 与内存进行数据交换的内

部总线达到了 64 位，外部总线还是 32 位。Pentium 凭借这些改进极大地提升了 CPU 的性能。

1996 年，Intel 公司推出了高性能奔腾（Pentium Pro）微处理器。它集成了 550 万个晶体管，内部时钟频率为 133MHz，采用了独立总线和动态执行技术，处理速度大大提高。

1996 年底，Intel 公司又推出了高能奔腾（Pentium MMX）微处理器，MMX（Multi Media eXtension）技术是 Intel 公司最新发明的一项多媒体增强指令集技术，它为 CPU 增加了 57 条 MMX 指令。此外，还将 CPU 芯片内的高速缓冲存储器 Cache 由原来的 16KB 增加到 32KB，使处理多媒体的能力大大提高。

1997 年，Intel 公司推出了 Pentium II 微处理器，它集成了 750 万个晶体管，8 个 64 位的 MMX 寄存器，时钟频率达 450MHz，二级高速缓冲存储器 Cache 达到 512KB，它的浮点运算性能、MMX 性能都是最出色的。继而，1999 年 2 月又推出 Pentium III 微处理器，直至 2000 年 3 月推出 Pentium 4 高性能微处理器，Pentium 4 为因特网、图形处理、数据流视频、语言、3D 和多媒体等多种应用模式提供了强大的功能。

同样为了争夺微处理器市场，Intel 公司在 2003 年 3 月底，推出了 566MHz 和 600MHz 的赛扬第二代产品，称为赛扬 II。

第六代是 64 位微处理器。在不断完善 Pentium 系列处理器的同时，2001 年 Intel 公司与 HP 公司联手开发了更先进的 64 位微处理器 Itanium（安腾）和后来推出 Itanium 2（安腾 2）处理器，但是由于散热问题，此款产品在市场上并没有存活多久。

市场上真正出现的首款 64 位微处理器是 2003 年，由 AMD 公司率先推出了 64 位微处理器 Athlon 64，该微处理器的推出使 AMD 公司在个人计算机处理器的竞争中首次领先于 Intel 公司。Athlon 64 处理器既可确保当前的 32 位应用程序能够发挥出卓越的性能，也可支持下一代的 64 位应用程序。

随后，Intel 公司又推出了 64 位的 Core 微处理器（酷睿）。2006 年 7 月，随着 Intel 公司的 Core 2（酷睿 2）微处理器的发布，标志着 Intel 公司已经从奔腾时代进入酷睿时代。64 位微处理器的诞生，标志着计算机技术迈进了一个新的时代。

2. 微型计算机分类 微机有多种不同的分类方法，目前主要有以下几种分类形式：

（1）按 CPU 的字长来分。按照微处理器能够处理的数据字长作为分类标准，有 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机等。

（2）按微机结构分为单片机和多片机。单片机是把中央处理器（CPU）、随机存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、I/O 接口等主要计算机功能器件都集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。这种微型计算机因其制作在一块芯片上而被称为单片机。单片机具有性能高、速度快、体积小、价格低、稳定可靠、应用广泛和通用性强等突出优点。其最显著的特点之一就是具有非常有效的控制功能，常称为微控制器（MCU 或 uC）。

多片机是指将中央处理器、随机存储器、只读存储器、I/O 接口、总线等主要计算机功能部件，采用微焊接、封装等工艺分别用一块芯片集成，然后再组装起来的微机。它具有高密度、高性能、高可靠性的特点。它是适应现代电子系统短、小、轻、薄和高速、高性能、高可靠性、低成本的发展方向而发展起来的电子计算机。

（3）按组装形式分为单板机和多板机。单板机是指将计算机的各个部分都组装在一块印制电路板上，包括微处理器、存储器和 I/O 接口，还有简单的七段发光二极管显示器、小

键盘、插座等其他外部设备。功能比单片机强，适用于进行生产过程的控制。

多板机是指将 CPU、存储器、I/O 接口电路和总线接口等组装在一块主机板（即微机主板）上，再通过系统总线和其他多块外设适配板卡连接键盘、显示器、打印机、软/硬盘驱动器及光驱等设备。

（4）按外形可分为台式机、笔记本。台式机与笔记本相比较，它的显示器与主机分离，占地空间比较大，但更换配件较容易。一般来说，价格也相对低廉。

3. 微机应用 由于微机具有价格低廉、体积小、重量轻、功耗低、可靠性高和使用灵活等优点，所以微机的应用深入到各行各业，已成为当今社会不可缺少的重要工具。归纳起来主要应用在以下几个方面：

（1）科学计算与数据处理。利用计算机解决在科学研究、工程设计和社会经济规划管理中，大量复杂的数学计算问题，如卫星轨道的计算、大型水坝的设计、航天测控数据的处理、中长期天气预报、地质勘探与地震预测以及社会经济发展规划的制订等。

现实生活中的许多复杂计算问题，很多是通过采用高级语言（如 Visual C++、Visual Basic 等）编写相应的程序，依托计算机来完成的。这极大地减轻了计算的难度，同时提高了工作效率。

（2）生产与试验中过程自动控制。在工农业、国防以及交通等领域，利用计算机对生产和试验过程进行自动实时监测、控制和管理，可提高效率，提高质量，降低成本，缩短周期。

另外，在制造业和日用品生产厂家中的微机控制的自动化生产线，为生产能力和产品质量的迅速提高开辟了广阔的前景。如采用微机来控制材料的线切割技术，改善了以往由人工控制而产生的误差。

（3）信息管理与办公自动化。计算机广泛应用在各企事业单位的财务管理、人事档案管理、情报资料管理、仓库材料管理、生产计划管理以及信贷业务管理等。

（4）计算机辅助设计。为了提高产品质量、缩短产品周期和提高自动化水平，普遍借助计算机进行辅助设计，如航空航天器结构设计、建筑工程设计、机械产品设计和大规模集成电路设计等复杂的工程设计，即计算机辅助设计（CAD）。

（5）计算机仿真。在对一些复杂的工程问题和复杂的工艺过程、运动过程以及控制行为等进行研究时，在数学建模的基础上，用计算机仿真的方法对相关的理论、方法、算法和设计方案进行综合、分析和评估，可以节省大量的人力、物力和时间。

（6）人工智能。人工智能是用计算机系统来模拟人类某些智能行为的新兴学科技术。

（7）文化、教育及娱乐。计算机辅助教学（CAI）已成为国内外高等教育中一种重要的教学手段。

（8）网络应用。网络的出现使得微机得到了更为广泛的应用。网络将人类社会更加紧密地联系在一起，通过微机可以与远在天边的亲人、朋友进行近在咫尺的沟通和交流。

1.2 微机系统

1.2.1 微机的基本组成

一个典型的微机系统可以分成硬件系统和软件系统两大部分。



1. 硬件系统 微机在基本结构和基本功能上与计算机大致相同，但由于微机采用了具有特定功能的大规模和超大规模集成电路组件，使微机在系统结构上有着简单、规范和易于扩展的特点。

计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备等五大部分组成。通常把运算器和控制器称为中央处理器 (CPU)，把 CPU 和存储器合称为计算机的主机。而把输入设备和输出设备以及外存储器合称为外部设备，简称外设。

微机由微处理器、存储器、I/O 接口电路组成，连接这些功能部件的是三类总线，即数据总线、地址总线和控制总线，如图 1-1 所示。

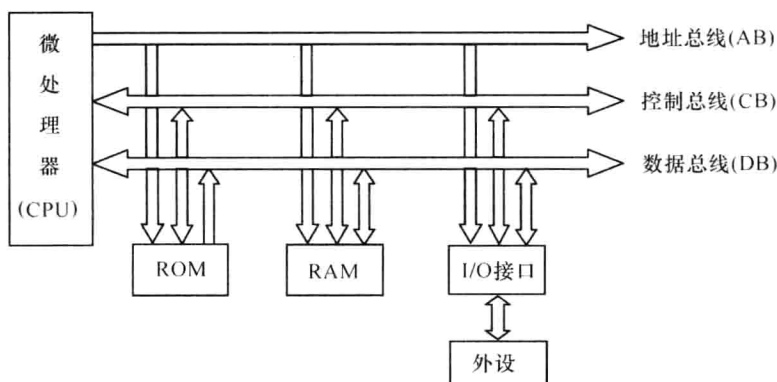


图 1-1 微机的基本结构

(1) 微处理器。中央处理器，也称为 CPU。微处理器是把运算器和控制器这两部分功能部件集成在一个芯片上的超大规模集成电路。微处理器是微机的核心部件。它的基本功能是按指令的要求进行算术和逻辑运算，暂存数据以及控制和指挥其他部件协调工作。不同型

号的微机，其性能的差别首先在于其微处理器的性能不同，而微处理器的性能又与它的内部结构、硬件配置有关。每种微处理器具有专门的指令系统。

(2) 存储器。微机的内存存储器采用集成度高、容量大、体积小、功耗低的半导体存储器。根据能否写入信息，内存存储器分为随机存取存储器（RAM）和只读存储器（ROM）两类。随机存取存储器又称读写存储器，存储器中的信息按需要可以读出和写入，断电后，其中储存的信息自动消失，用于存放当前正在使用的程序和数据。只读存储器的信息在一般情况下只能读出，不能写入和修改，断电后原信息不会丢失，是非易失性存储器，主要用来存放固定的程序和数据表。

(3) I/O 接口电路。介于计算机和外部设备之间的电路称为 I/O 接口电路，它具有对数据缓存的作用，使各种速度的外部设备与计算机速度相适配；具有对信号的变换作用，使各种不同电气特性的外部设备与计算机相连接；具有连接作用，使外部设备的 I/O 与计算机操作同步。目前微机的接口普遍采用大规模集成电路芯片。大多数接口芯片是可编程的，用命令来灵活地选择接口功能和工作模式。

(4) 总线。总线是一组公共的信息输送线，用于连接计算机的各个部件。位于芯片内部的总线称为内部总线。与此相对应，连接微处理器与存储器、I/O 接口之间的总线称为系统总线。微机的系统总线分为数据总线、地址总线和控制总线三组。数据总线用于传送数据信息，它是双向总线，数据流可朝两个方向传送，数据总线用于实现微处理器、存储器和 I/O 接口之间的数据交换。地址总线用于传送内存地址和 I/O 接口的地址。控制总线则传送各种控制信号和状态信号，使微机各部件协调工作。

微机采用标准总线结构，使整个系统各功能部件之间相互关系变为面向总线的单一关系，凡符合总线标准的功能部件可以互换，符合总线标准的设备可以互连，提高了微机系统的通用性和可扩展性。

2. 软件系统 软件系统是指为计算机运行工作服务的全部技术资料和各种程序，它可以保证计算机硬件的功能得以充分发挥。微机的软件系统是由系统软件、应用软件组成。

系统软件通常包括：操作系统、语言处理程序、诊断调试程序、设备驱动程序，以及为提高机器效率而设计的各种程序。在系统软件中，最重要的软件当属操作系统，即 OS (Operating System)，所有的应用程序，包括系统软件中的一些程序，都要在操作系统构筑的平台上运行。

应用软件是为解决各类应用问题而编写的程序。它直接面向用户，为用户服务。应用软件也可以逐步标准化、模块化，逐步形成的解决各种典型问题的应用程序的组合，称为软件包。

1.2.2 微机的工作原理

计算机的工作过程实质上是执行程序的过程。在计算机工作时，CPU 逐条执行程序中的语句就可以完成一个程序的执行，从而完成一项特定的任务。

1. 计算机执行程序的过程 计算机在执行程序时，先将每个语句分解成一条或多条机器指令，然后根据指令顺序，一条指令接着一条指令地执行，直到遇到结束运行的指令为止。而计算机执行指令的过程又分为取指令、分析指令和执行指令三步。即从内存中取出要执行的指令并送到 CPU 中，分析指令要完成的动作，然后执行操作。程序执行过程如图 1-2 所示。

2. 计算机的工作过程 从程序的执行过程可以看出, 在计算机工作中有三种信息在流动: 数据信息、指令信息和控制信息。数据信息是指各种原始数据、中间结果、源程序等。这些信息由输入设备送到内存中。在运算过程中, 数据从外存读入内存, 由内存到 CPU 的运算器进行运算, 运算后将计算结果再存入外存, 或输出到输出设备。指令信息是指指挥计算机工作的具体操作命令。而控制信息是由全机的指挥中心控制器发出的, 根据指令向计算机各部件发出控制命令, 协助计算机各部分的工作。微型计算机的工作原理如图 1-3 所示。

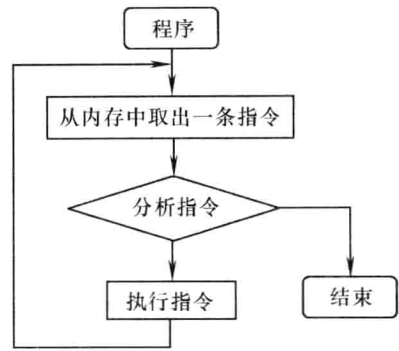


图 1-2 程序执行过程

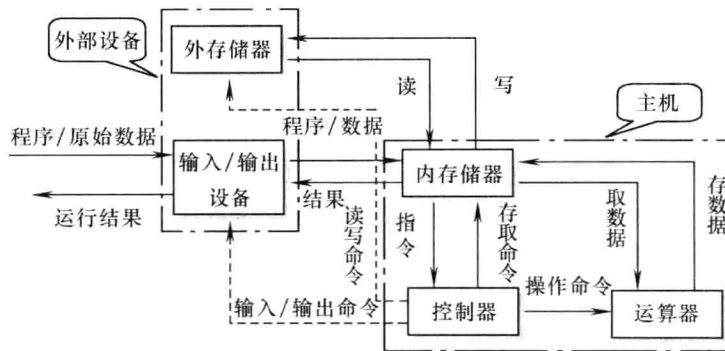


图 1-3 微机的工作原理

1.2.3 微机的主要性能指标

衡量微机的性能好坏, 可以采用以下的指标来表述。

1. 位 (bit) 在计算机中是指一个二进制位, 由“0”和“1”两种状态构成。若干个二进制位的组合可以表示出计算机中的各种信息。

2. 字长 是指微处理器内部寄存器、运算器、数据总线等部件之间传送数据的宽度或位数, 它是微处理器数据处理能力的重要指标。字长 (二进制的位数) 应该是字节的整数倍, 如 16 位、32 位和 64 位等。字长越长, 精度越高, 主存容量也越大。

3. 字节 (Byte) 是计算机中通用的基本存储和处理单元, 它是由 8 个二进制位组成。即 $1\text{Byte} = 8\text{bit}$ 。

4. 字 是计算机内部进行数据处理的基本单位。16 位二进制为一个字, 即由两个字节组成一个字。

5. 主频 也称时钟频率, 是指单位时间内发出的脉冲数, 单位为 MHz。它决定了微机的处理速度, 主频越高, 计算机的运算速度越快。例如, 以 Pentium 为 CPU 的微型计算机, 其主频一般有 75MHz、100MHz、120MHz、133MHz、…、600MHz 等档次。

6. 存储容量 是指存储器中 RAM 和 ROM 的总和, 是衡量微机处理数据能力的一个重要指标。计算机存储容量大小以字节数量来度量, 经常使用 KB、MB、GB 和 TB 等度量单位。其中, B 表示字节的意思。

$$1\text{KB} = 2^{10}\text{B} = 1024\text{B}$$

$1\text{MB} = 2^{20}\text{B} = 2^{10} \times 2^{10}\text{B} = 1024 \times 1024\text{B}$
 $1\text{GB} = 2^{30}\text{B} = 2^{10} \times 2^{10} \times 2^{10}\text{B} = 1024 \times 1024 \times 1024\text{B}$
 $1\text{TB} = 2^{40}\text{B} = 2^{10} \times 2^{10} \times 2^{10} \times 2^{10}\text{B} = 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024\text{B}$

7. 可靠性 指计算机在规定时间和工作条件下正常工作不发生故障的概率。故障率越低，说明可靠性越高。
8. 兼容性 指计算机的硬件和软件可用于其他多种系统的性能。主要体现在数据处理、I/O 接口和指令系统等的可靠性。
9. 性能价格比 是衡量计算机产品优劣的综合性指标，包括计算机的软硬件性能与售价的关系，通常希望以最小的成本获取最大的效益。

1.3 计算机中的数制及其编码

计算机要进行信息处理，必须先将信息数字化，即将数据、文字、图形和图像等信息先编码，才能成为计算机可以识别和处理的数字信息。

1.3.1 数制

1. 数制的基本概念 数制是人们利用符号来计数的规则和方法。日常生活中，人们通常使用十进制计数。由于十进制数在计算机内表示起来非常困难，通常在计算机中采用二进制数，其主要原因是电路设计简单、运算简单、工作可靠和逻辑性强。日常生活中，除了采用十进制数外，有时也采用别的进制计数。例如，计算时间采用六十进制，1h 为 60min，1min 为 60s，其特点为“逢六十进一”。

在进行程序设计时一般使用二进制、十进制、八进制和十六进制。

通常在一个十进制数中，同一个数字符号处在不同位置上所代表的值是不同的。例如，数字 5 在十位数位置上时表示 50，在百位数位置上时表示 500，而在小数点后第 1 位上则表示 0.5。同一个数字符号，不管它在哪一个十进制数中，只要在相同位置上其值是相同的，如 256 与 1256 中的数字 5 都是在十位数位置上，它们都表示 50。通常称某个固定位置上的计数单位为“位权”或“权”，每一位数码与该位“位权”的乘积表示了该位数值的大小。十进制计数中的 10 称为基数。“位权”和“基数”是进位计数制的两个要素。

在计算机内部，一切信息（包括数值、字符、指挥计算机动作的指令等）的存储、处理与传送均采用二进制的形式。一个二进制数在计算机内部是以电子器件的物理状态来表示的，这些器件具有两种不同的稳定状态（低电平表示 0，高电平表示 1），并且这两种稳定状态之间能够互相转换。由于八进制、十六进制与二进制间有着非常简单的对应关系，而且位数变少，在阅读与书写时常常采用八进制或十六进制。表 1-1 和表 1-2 给出了常用的四种计数法的表示及其相互关系。

表 1-1 四种计数法的表示

计 数 法	二 进 制	八 进 制	十 进 制	十 六 进 制
进位规则	逢二进一	逢八进一	逢十进一	逢十六进一
基数 R	2	8	10	16
所用符号	0, 1	0, 1, 2, ..., 7	0, 1, 2, ..., 9	0, 1, 2, ..., 9, A, B, ..., F
权	2^i	8^i	10^i	16^i
数制标识	B	Q	D	H

表 1-2 四种计数法表示数的对应关系

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数	十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
0	0	0	0	9	1001	11	9
1	1	1	1	10	1010	12	A
2	10	2	2	11	1011	13	B
3	11	3	3	12	1100	14	C
4	100	4	4	13	1101	15	D
5	101	5	5	14	1110	16	E
6	110	6	6	15	1111	17	F
7	111	7	7	16	10000	20	10
8	1000	10	8				

2. 四种不同进制数的相互转换

(1) 任意进制数的表示。任意一个 n 位整数, m 位小数的 R 进制数都可用它的按权展开公式 $S = \sum_{i=-m}^{n-1} r_i R^i$ 表示。

即 $S = r_{n-1}R^{n-1} + r_{n-2}R^{n-2} + r_{n-3}R^{n-3} + \cdots + r_1R^1 + r_0R^0 + r_{-1}R^{-1} + \cdots + r_{-m}R^{-m}$

其中, r_i 为计数制中任一个数字, R 为基数。

例如: 十进制数 309.84 可根据按权展开式写成:

$$3 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 9 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2}$$

对于八进制数 $(406)_8 = 4 \times 8^2 + 6 \times 8^0$

二进制数 $(110101)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0$

十六进制数 $(AC7.B)_{16} = 10 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 7 \times 16^0 + 11 \times 16^{-1}$

按权展开式的值就是该数转换为十进制的等价值。

(2) 二进制与十进制数的相互转换

1) 二进制数转换为十进制数: 可直接按权展开。

例 1 把二进制数 $(11011)_2$ 转化为十进制数。

解: $(11011)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 16 + 8 + 2 + 1 = 27$

例 2 把二进制数 $(111.011)_2$ 转化为十进制数。

解: $(111.011)_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = 4 + 2 + 1 + 0.25 + 0.125 = 7.375$

2) 十进制数转换为二进制数: 方法是整数除以 2 取余, 小数乘以 2 取整。

例 3 将十进制数 37.375 转换为二进制数, 其方法如下。

解:
$$\begin{array}{ccccccccccc} 0 & \leftarrow & 1 & \leftarrow & 2 & \leftarrow & 4 & \leftarrow & 9 & \leftarrow & 18 & \leftarrow & 37 \\ & & \downarrow \div 2 & & \downarrow \div 2 & & \downarrow \div 2 & & \downarrow \div 2 & & \downarrow \div 2 & & \downarrow \div 2 \\ & & 1 & & 0 & & 0 & & 1 & & 0 & & 1 \end{array}$$

故 $37.375 = (100101.011)_2$

另外, 也可采用记权值的方法转换为二进制数, 例如 $(86.625)_{10}$ 转换为二进制数。二进制数权值依次为