



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪大学计算机规划教材

# 计算机硬件 技术基础 (第2版)

何桥 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪大学计算机规划教材

TP303/81=2

2009

# 计算机硬件 技术基础(第2版)

何 桥 主编

段清明 臧雪柏 副主编

赵宏伟 马爱民 刘威 梁燕 何威 编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



## 内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书系统地介绍了微型计算机的硬件技术及应用基础。主要内容包括：微型计算机硬件基础知识、微处理器（CPU）及其系统机构、指令系统和汇编语言程序设计、总线技术、存储器、输入/输出系统、中断系统、定时/计数器、接口电路、A/D 和 D/A、外部设备及其接口、单片计算机应用技术等，形成了一个完整的、系统的计算机硬件技术基础教学内容。

本书在内容的取舍上尽量做到少而精，力图通俗易懂，由浅入深，通过实例和习题加深对基本概念的理解和掌握。在每章之后均配有习题，供自学自测用。

本书可作为高等学校非计算机专业本科、专科的计算机硬件技术基础、微机原理及应用、微机接口技术、单片计算机应用技术课程的教学用书，也可作为高等学校成人教育的培训教材和教学参考书，还可以供从事微机应用开发工作的科技人员参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

### 图书在版编目（CIP）数据

计算机硬件技术基础 / 何桥主编. —2 版. —北京：电子工业出版社，2009.7

（21 世纪大学计算机规划教材）

ISBN 978-7-121-09058-5

I. 计… II. 何… III. 硬件—高等学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 096808 号

责任编辑：韩同平 特约编辑：刘汝辉

印 刷：北京丰源印刷厂

装 订：涿州市桃园装订有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：21.5 字数：550 千字

印 次：2009 年 7 月第 1 次印刷

印 数：3000 册 定价：29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线：（010）88258888。

## 第 2 版前言

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

随着计算机技术的飞速发展和计算机应用的日益普及，对高等学校非计算机专业的计算机教育提出了越来越高的要求。根据普通高等教育“十一五”国家级规划教材编写的要求，为适应新技术发展，满足教学要求，这次对第 1 版教材做了修订，力争使修订后的教材能反映计算机硬件技术的新知识、新技术、新方法，努力与计算机应用技术发展同步，形成完整的、系统的微型计算机硬件技术基础教学内容。

鉴于非计算机专业所涉及的专业较多，不同专业之间教学内容差别很大，本书在编写时遵循了非计算机专业的特点，采用模块化、结构化的内容组织原则，以具有较宽的适用面和灵活的选择余地，利于实施不同层次、不同对象的教学。在内容的取舍上尽量做到少而精，力图通俗易懂，由浅入深，通过实例和习题加深对基本概念的理解和掌握。

本书内容选材上注重科学性和实用性，基础知识和实际应用结合比较好，教学内容适应计算机应用发展需要。在原教材的基础上增加了一些新内容、新信息，增加了微型计算机硬件技术应用实例。教材内容的组织注重微型计算机硬件技术基础和应用能力培养。

本书第 1、3、6 章由何桥编写，第 5、7、8、9 章由段清明编写，第 2、4、10 章由臧雪柏编写，6.4 节、7.7 节由赵宏伟编写，第 11 章由马爱民、刘威、何威编写。全书由何桥统稿。本书电子课件由梁燕制作。

由于作者水平和经验有限，难免有不足之处，敬请广大同仁和读者批评指正。

作者的电子邮件地址：[he-qiao@sohu.com](mailto:he-qiao@sohu.com)

编 者



# 目 录

<b>第 1 章 计算机系统概述</b> .....	(1)
1.1 计算机发展概述 .....	(2)
1.2 微型计算机的分类 .....	(4)
1.3 计算机的应用领域 .....	(4)
1.4 计算机硬件基础 .....	(5)
1.4.1 计算机中数的表示和运算 .....	(5)
1.4.2 微型计算机的基本组成电路 .....	(13)
1.5 微型计算机系统 .....	(19)
1.5.1 微型计算机系统的组成 .....	(19)
1.5.2 微型计算机的基本结构 .....	(21)
1.6 微处理器的组成 .....	(21)
1.7 微型计算机系统的主要性能指标 .....	(22)
1.8 微型计算机的一般工作过程 .....	(23)
习题 .....	(24)
<b>第 2 章 80x86 微处理器及其系统结构</b> .....	(25)
2.1 8086/8088 的内部结构.....	(26)
2.1.1 8086/8088 的编程结构 .....	(26)
2.1.2 8086/8088 的寄存器结构 .....	(27)
2.1.3 8086/8088 的存储器组织及地址形成 .....	(29)
2.1.4 8086/8088 的 I/O 端口组织 .....	(31)
2.2 8086/8088 的外部结构.....	(31)
2.3 8088 的工作模式 .....	(35)
2.4 8086/8088 的总线操作和时序 .....	(36)
2.5 8086/8088 的横向提升.....	(38)
2.5.1 数值数据协处理器 8087 .....	(38)
2.5.2 输入/输出协处理器 8089 .....	(39)
2.6 80x86 高档微处理器 .....	(40)
2.6.1 80286 的体系结构 .....	(40)
2.6.2 80386 的体系结构 .....	(43)
2.6.3 80486 的体系结构 .....	(46)
2.6.4 Pentium 微处理器的体系结构 .....	(47)
习题 .....	(49)
<b>第 3 章 指令系统及汇编语言程序设计</b> .....	(50)

3.1 寻址方式 .....	(51)
3.2 指令系统 .....	(52)
3.2.1 数据传送指令 .....	(53)
3.2.2 算术运算指令 .....	(56)
3.2.3 逻辑运算和移位指令 .....	(60)
3.2.4 串操作指令 .....	(63)
3.2.5 输入/输出指令 .....	(66)
3.2.6 控制转移指令 .....	(66)
3.2.7 处理器控制指令 .....	(69)
3.3 系统功能调用 .....	(70)
3.4 汇编语言程序设计 .....	(71)
3.4.1 汇编语言的语言格式 .....	(72)
3.4.2 常数 .....	(73)
3.4.3 伪指令 .....	(73)
3.4.4 汇编语言源程序的结构 .....	(76)
3.4.5 汇编语言程序举例 .....	(77)
习题 .....	(85)
<b>第4章 总线技术</b> .....	<b>(87)</b>
4.1 总线的基本概念 .....	(88)
4.2 IBM PC 总线 .....	(92)
4.3 ISA 总线 .....	(94)
4.4 PCI 总线 .....	(94)
4.4.1 PCI 总线的特点 .....	(95)
4.4.2 PCI 总线的系统结构 .....	(96)
4.4.3 PCI 总线信号 .....	(97)
4.5 STD 总线 .....	(100)
4.6 主要外设总线介绍 .....	(102)
4.6.1 USB 总线 .....	(102)
4.6.2 IDE 总线 .....	(104)
4.6.3 SCSI 总线 .....	(106)
4.6.4 IEEE 1394 总线 .....	(107)
4.6.5 AGP 总线 .....	(109)
4.6.6 IEEE 488 总线 .....	(110)
4.6.7 CAN 总线 .....	(112)
习题 .....	(113)
<b>第5章 存储器</b> .....	<b>(115)</b>
5.1 半导体存储器概述 .....	(116)
5.1.1 半导体存储器的分类 .....	(116)

---

5.1.2 半导体存储器的结构 .....	(117)
5.1.3 半导体存储器的主要性能指标 .....	(118)
5.2 半导体存储器芯片 .....	(118)
5.2.1 半导体存储器与 CPU 总线相关的信号线 .....	(118)
5.2.2 半导体存储器芯片的外特性 .....	(120)
5.3 半导体存储器的应用 .....	(124)
5.3.1 半导体存储器电路的分析方法 .....	(124)
5.3.2 半导体存储器在计算机系统中的应用 .....	(128)
习题 .....	(130)
<b>第 6 章 输入/输出系统</b> .....	<b>(131)</b>
6.1 接口概念 .....	(132)
6.2 CPU 与 I/O 设备之间的接口信息 .....	(132)
6.3 CPU 与外设之间的数据传送方式 .....	(133)
6.3.1 无条件传送方式 .....	(133)
6.3.2 查询传送方式 .....	(134)
6.3.3 中断传送方式 .....	(136)
6.3.4 直接存储器存取 (DMA) 控制方式 .....	(136)
6.4 DMA 控制器 8237A .....	(137)
6.4.1 8237A 的内部结构 .....	(138)
6.4.2 8237A 的引脚功能 .....	(141)
6.4.3 8237A 的工作方式 .....	(142)
6.4.4 8237A 的编程 .....	(145)
习题 .....	(148)
<b>第 7 章 中断系统</b> .....	<b>(149)</b>
7.1 中断概述 .....	(150)
7.1.1 中断的必要性 .....	(150)
7.1.2 中断源 .....	(151)
7.1.3 中断系统的功能 .....	(151)
7.2 CPU 响应中断的条件和过程 .....	(152)
7.2.1 CPU 响应中断的条件 .....	(152)
7.2.2 CPU 对中断的响应 .....	(153)
7.3 中断优先权及多重中断 .....	(154)
7.3.1 中断优先权 .....	(154)
7.3.2 多级中断的概念 .....	(157)
7.4 8088 的中断方式 .....	(158)
7.5 IBM PC/XT 的中断方式 .....	(161)
7.6 中断控制器 8259A .....	(163)
7.6.1 8259A 的内部结构 .....	(164)

7.6.2	8259A 的引脚功能	(165)
7.6.3	8259A 的工作方式	(167)
7.6.4	8259A 的编程	(171)
	习题	(176)
<b>第 8 章</b>	<b>可编程定时/计数器 8253</b>	(177)
8.1	概述	(178)
8.1.1	8253 的内部结构	(178)
8.1.2	8253 的引脚功能	(179)
8.1.3	8253 的控制字	(180)
8.1.4	8253 的工作方式	(181)
8.2	8253 的编程	(185)
	习题	(186)
<b>第 9 章</b>	<b>接口电路</b>	(187)
9.1	可编程并行接口 8255A	(188)
9.1.1	8255A 的结构	(188)
9.1.2	8255A 的工作方式	(189)
9.2	可编程多功能接口 8155	(195)
9.2.1	8155 的结构及引脚	(195)
9.2.2	8155 的工作方式与基本操作	(196)
9.3	串行通信及可编程异步通信接口 8250	(199)
9.3.1	串行通信基础	(199)
9.3.2	8250 的内部结构	(202)
9.3.3	8250 的引脚功能	(204)
9.3.4	8250 的编程	(206)
9.4	D/A 转换及其接口	(209)
9.4.1	D/A 转换原理	(209)
9.4.2	8 位 D/A 转换器	(210)
9.4.3	8 位 CPU 与超过 8 位的 DAC 接口	(213)
9.4.4	12 位 D/A 转换器	(214)
9.5	A/D 转换及其接口	(215)
9.5.1	A/D 转换的基本过程及转换原理	(215)
9.5.2	8 位 A/D 转换器	(220)
9.5.3	12 位 A/D 转换器	(225)
9.5.4	双积分式 A/D 转换器	(230)
9.6	闭环控制系统	(231)
	习题	(232)
<b>第 10 章</b>	<b>外部设备及其接口</b>	(233)
10.1	概述	(234)



---

10.2 键盘及其接口 .....	(234)
10.2.1 消除抖动及重键处理 .....	(234)
10.2.2 线性键盘 .....	(236)
10.2.3 矩阵键盘 .....	(237)
10.2.4 键盘工作方式 .....	(242)
10.2.5 PC 键盘与接口 .....	(242)
10.2.6 BIOS 键盘中断及 DOS 键盘功能调用 .....	(245)
10.3 LED 显示器及其接口 .....	(248)
10.3.1 七段 LED 显示器结构 .....	(248)
10.3.2 LED 显示器的显示方式 .....	(249)
10.3.3 LED 显示器接口及应用举例 .....	(250)
10.4 打印机及其接口 .....	(254)
10.5 视频系统 .....	(257)
10.5.1 CRT 显示器 .....	(257)
10.5.2 液晶显示器 .....	(258)
10.5.3 字符和图形显示的基本原理 .....	(261)
10.5.4 显示器的主要性能指标 .....	(265)
10.5.5 显示适配器 .....	(267)
10.5.6 对显示器的编程 .....	(272)
10.6 鼠标器及其接口 .....	(276)
10.7 其他外部设备 .....	(277)
10.7.1 扫描仪 .....	(277)
10.7.2 绘图仪 .....	(279)
习题 .....	(280)
<b>第 11 章 MCS-51 单片机 .....</b>	<b>(282)</b>
11.1 MCS-51 单片机的组成 .....	(283)
11.2 MCS-51 单片机的芯片引脚 .....	(284)
11.3 存储器配置 .....	(285)
11.4 时钟电路及时序 .....	(288)
11.5 定时/计数器 .....	(290)
11.6 中断控制系统 .....	(293)
11.6.1 中断系统结构 .....	(293)
11.6.2 中断系统的控制 .....	(295)
11.7 串行口 .....	(296)
11.8 MCS-51 单片机指令系统 .....	(298)
11.8.1 寻址方式 .....	(298)
11.8.2 指令格式及说明 .....	(299)
11.8.3 数据传送类指令 .....	(300)

11.8.4 算术运算类指令 .....	(302)
11.8.5 逻辑运算指令 .....	(304)
11.8.6 位操作指令 .....	(305)
11.8.7 控制转移类指令 .....	(306)
11.9 应用举例 .....	(308)
习题 .....	(313)
附录 A 8088/8086 运算指令对标志位的影响 .....	(315)
附录 B DOS 功能调用 (INT 21H) .....	(316)
附录 C BIOS 功能调用 .....	(322)
附录 D MCS-51 指令表 .....	(327)
参考文献 .....	(332)

# 第 1 章

## 计算机系统概述

### □ 教学目的和要求

本章主要介绍计算机的发展及应用领域、微机分类、计算机硬件技术基础知识、微机系统的组成、微机一般工作过程。要求读者了解计算机的发展及应用领域，重点掌握计算机硬件技术基础知识、微机的组成、结构特点，为后面各章的学习奠定基础。

## 1.1 计算机发展概述

电子计算机诞生于 20 世纪 40 年代, 它的出现是 20 世纪的重大科学技术成就之一, 有力地推动了各门科学技术的发展, 其应用已深入到科学文化、工农业生产、国防建设甚至于家庭厨房等各个领域, 成为科学研究、工农业生产和社会生活所不可缺少的重要设备。计算机的应用程度成了衡量一个国家现代化的重要尺度。

在推动计算机发展的诸多因素中, 电子元器件的发展是一个重要因素。电子计算机更新换代的主要标志, 除了电子元器件的更新之外, 还有计算机系统结构方面的改进和计算机软件发展等重要内涵。计算机更新换代的大体时间划分如下:

第一代 (1946~1958 年), 电子管计算机。在美国, 为了解决军事上的需要, 由美国宾夕法尼亚大学设计的数字电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Intergrator And Calculator) 于 1946 年诞生。这台世界上的第一台计算机, 是一个庞然大物。它有 18 800 多个电子管, 1500 个继电器, 重达 30 吨, 占地 170 平方米, 耗电 150 千瓦, 价值 48 万多美元, 运算速度 5000 次/秒, 与今天的微型计算机相比真是不可同日而语了。但是, 它却奠定了电子计算机的技术基础, 如采用二进制数进行运算和控制, 建立程序设计的概念等。

第二代 (1958~1964 年), 晶体管计算机。这一代计算机的硬件部分采用了晶体管, 主存储器采用铁氧磁心和磁鼓, 外存储器已开始使用磁盘, 软件已开始有很大的发展, 还提出了操作系统的概念, 出现了各种高级语言及编译程序。这一代计算机除进行科学计算之外, 在数据处理方面也有广泛的应用。

第三代 (1964~1971 年), 集成电路计算机。随着半导体集成技术的发展, 使得几十、几百甚至上千个元件能够集成在只有几平方毫米的半导体芯片上。这一代计算机采用中、小规模集成电路取代了晶体管分立元件。采用集成电路后, 计算机的体积进一步缩小, 耗电减少, 可靠性和运行速度明显提高。在技术上引进了多道程序和并行处理, 操作系统的功能也不断加强和趋于完善, 这些都更加方便了人们对计算机的使用。在这一时期, 计算机在科学计算、数据处理和过程控制等方面都得到了较广泛的应用。

第四代 (1971 年至今), 大规模集成电路计算机。这一代计算机的元器件采用了大规模集成电路, 软件更加丰富, 数据库系统迅速普及并开始形成网络, 操作系统的功能更为强大, 图像识别、语音处理和多媒体技术有了很大发展。

计算机更新换代的显著特点是体积缩小, 重量减轻, 速度提高, 成本降低, 可靠性增强。微型计算机是我们目前接触最多的计算机。正是由于微型计算机的发展与普及, 才使计算机应用范围迅速拓展到目前社会活动的几乎所有领域。微型计算机系统升级换代的标志有两个, 一个是微处理器, 另一个是系统组成。微处理器的发展主要表现为字长的增加和速度的提高。

1971 年 Intel 公司研制成功 4 位微处理器 4004, 时钟频率 740kHz, 它应用于各类袖珍计算器进行简单运算, 或者用于家用电器和娱乐器件中进行简单的过程控制。

1973 年推出了 Intel8080 微处理器, 时钟频率为 800kHz~3MHz。在 8 位微处理器中, 最有影响的有四种产品: Intel8080 系列, Motorola 公司的 6800 系列, Zilog 公司的 Z80 及

Rockwell 公司的 6502。它们广泛应用于事务管理、工业控制、教育、通信等行业。

1978 年 Intel 公司推出 16 位的 8086，后来又推出准 16 位的 8088，成为个人计算机的主流 CPU。16 位微处理器中最有代表性的是 Intel8086/8088 和 80186、80286，Motorola 公司的 M68000 等，时钟频率 4.77~16MHz。

1985 年，Motorola 公司首先推出 32 位微处理器 68020，Intel 公司于同年推出 80386 与之竞争。1989 年 Motorola 公司又宣布一种新的 32 位处理器 68040，几天之后 Intel 公司又生产出 80486，其速度比 80386 快 3 倍，时钟频率 16~66MHz。正是由于有了这些微处理器芯片，再加上适当的系统配置，才有了我们现在所说的 286、386、486 等微机系统。

1993 年以后，典型产品是 Intel 公司的奔腾系列芯片和 AMD 的 K6 系列微处理器芯片。随着 Intel 公司的 MMX (Multi Media eXtended) 微处理器的出现，使微机的发展在网络化、多媒体化和智能化等方面跨上了更高的台阶。

2000 年 3 月，AMD 与 Intel 分别推出了时钟频率达 1GHz 的 Athlon 和 Pentium III。

2000 年 11 月，Intel 又推出了 Pentium IV 微处理器，主频 1.5GHz，400MHz 的前端总线，使用全新 SSE 2 指令集。

2002 年 11 月，Intel 推出的 Pentium IV 微处理器的时钟频率达到 3.06GHz，而且微处理器还在不断地发展，性能也在不断提升。

2006 年以后 Intel 推出了酷睿 2 (双核)、酷睿 2 (四核) 处理器。

Intel 公司在开始推出微处理器时，最开始的奔腾 I~IV，都是单核的，后来又推出了双核、三核、四核，甚至六核。因此英特尔后来的发展方向是生产多核处理器。

什么是多核处理器呢？多核处理器即指基于单个半导体的一个处理器上拥有多个功能相同的处理器核心。换句话说，将多个物理处理器核心整合入一个核中。

关于多核处理器，从全球范围内看，随着操作系统及应用软件对多核处理器的进一步支持及优化，AMD 及 Intel 公司为代表的处理器多核技术的推出，将推动处理器多核化技术进一步发展。随着应用需求的扩大和技术的不断进步，多核必将展示出其强大的性能优势。多核处理器是处理器发展的必然趋势，无论是移动与嵌入式应用、桌面应用还是服务器应用，都将采用多核的架构，多核技术应用前景广阔。

多核处理器标志着计算技术的一次重大飞跃。这一重要进步是计算机应用者面对飞速增长的数字资料和互联网的全球化趋势，开始要求处理器提供更多便利和优势。多核处理器，较之当前的单核处理器，能带来更多的性能和工作效率，因而最终将成为一种广泛普及的计算模式。多核处理器还将在推动 PC 安全性和虚拟技术方面起到关键作用，虚拟技术的发展能够提供更好的保护、更高的资源使用率和更可观的商业市场价值。计算机应用者也将比以往拥有更多的途径获得更高性能，从而提高家用 PC 和数字媒体计算系统的使用。

目前，Intel 公司推出的酷睿 2E8600 双核 CPU，主频 3.33GHz；酷睿 i7-965Extreme 四核 CPU、主频 3.2GHz。AMD 公司推出的 AMD 双核速龙 64 X2 6000 + AM2(盒)，主频 3.1GHz；AMD Phenom9600 四核 CPU，主频 2.3GHz。

## 1.2 微型计算机的分类

微型计算机的分类方法有多种。按微处理器的位数，可分为1位机、4位机、8位机、16位机、32位机和64位机等。按结构外形，分为单片机、单板计算机、台式微机和笔记本式微机。

单片机，它仅由一块超大规模集成电路组成，CPU、存储器、I/O接口电路和总线制作在一块很小的芯片上。使用简单的开发装置可以对它进行在线开发。单片机在智能化仪器仪表、家用电器及其他各种嵌入式系统中获得了广泛的应用。

单板计算机的CPU是一块单独的大规模集成电路芯片，存储器和I/O接口电路也都是一片或几片大规模集成电路芯片。这些芯片加上若干附加逻辑电路和简单的键盘/数码显示器，并装在一块印刷电路板上，便构成一个单板计算机。单板计算机结构简单，价格低廉，性能较好，常用做过程控制和各种仪器、仪表装置的控制部件。

台式机，系指由CPU芯片、存储器芯片、I/O接口电路、I/O适配器和必要的外部设备（键盘、CRT显示器、磁盘/光盘驱动器等）组成的整机系统。CPU、ROM、RAM、I/O接口都装在系统板（又叫主板）上。系统板上另有一些扩展插槽，用于插入存储板和I/O适配板，以扩充存储器容量和增加外设。系统板、扩充板、磁盘/光盘驱动器和系统电源等一起装在一个机箱中，称之为主机；外加一个键盘、一个CRT显示器，便构成了一台完整的微机。这种微机既可作为通用机，用于科学计算和数据处理；也可作为专用机，用于实时控制和管理等。

笔记本式微机是一种体积小、重量极轻，但功能又很强的便携式完整微机，通常装放在一个公文包式的小盒中。从笔记本式微机又衍生出掌上微机和膝上微机。

## 1.3 计算机的应用领域

随着科学技术的发展，计算机应用越来越广泛，以致很难逐一介绍。计算机应用大体可概括为科学计算、数据处理、实时控制、CAD和智能模拟、通信和文字处理、信息网络化等几大类。

### 1. 科学计算

科学计算是计算机应用的一个十分重要的领域。用于快速解决科学技术和工程设计中存在的大量的数学计算问题。例如，卫星发射中，卫星轨道的计算、发射参数的计算、空气动力学计算等，都需要高速计算机完成。

### 2. 数据处理

数据处理已成为计算机应用的一个重要领域。例如，利用数据库系统软件，实现工资管理系统、人事档案管理系统、工厂管理系统等；利用计算机网络技术联网，实现信息资源共享，提高工作效率和工作质量。

### 3. 实时控制

实时控制是计算机在过程控制方面的重要应用。实时，系指计算机的运算与控制时间与被控制过程的真实时间相适应。通过计算机对工业生产的实时控制，实现工业生产



全自动化。

#### 4. 计算机辅助设计

为了提高设计质量, 缩短设计周期, 提高设计自动化水平, 人们借助于计算机进行设计, 称为计算机辅助设计 (CAD, Computer Aided Design)。目前, 在船舶设计、飞机设计、汽车设计和建筑工程设计等行业中, 均已使用计算机辅助设计系统。

#### 5. 通信和文字处理

计算机在通信和文字处理方面的应用, 越来越显示出巨大的潜力。依靠计算机网络存储和传送信息, 将多台计算机、通信工作站和终端组成网络, 实现信息交换、信息共享、前端处理、文字处理、语言和影像输入/输出等, 是实现办公自动化、电子邮政、计算机出版等新技术的必由之路。

#### 6. 信息网络化

目前在我国, 个人计算机已经开始进入家庭, 这标志着我国计算机普及将进入一个新阶段。利用卫星通信网和光导纤维网实现计算机网络化和信息双向交流, 应用多媒体技术普及计算机的使用。

## 1.4 计算机硬件基础

### 1.4.1 计算机中数的表示和运算

计算机中使用的数据一般可以分为两大类: 数值数据与字符数据。数值数据常用于表示数的大小与正负; 字符数据则用于表示非数值的信息, 如: 英文、汉字、图形、语音等数据。数据在计算机中是以器件的物理状态 (开、关状态) 来表示的, 因此, 各种数据在计算机中都是用二进制编码的形式来表示的。

#### 1. 进位计数制

按进位的原则进行计数的方法, 称为进位计数制。

例如, 在十进位计数制中, 是根据“逢十进一”的原则进行计数的。

一个十进制数, 它的数值是由数码 0、1、…、9 来表示的。数码所处的位置不同, 代表数的大小也不同。从右面起的第一位是个位, 第二位是十位, 第三位是百位, 第四位是千位……“个、十、百、千……”在数学上叫做“位权”或“权”。每一位上的数码与该位“位权”的乘积表示该位数值的大小。另外, 十进位计数制中的 10, 称为基数。基数为 10 的进位计数制按“逢十进一”的原则进行计数。

“位权”和“基数”是进位计数制中的两个要素。

在微机中, 常用的是十进制、二进制、十六进制, 它们对应的关系见表 1-1。

表 1-1 十进制数、二进制数、十六进制数的关系

十进制数	二进制数	十六进制数
00	0000	0
01	0001	1
02	0010	2

续表

十进制数	二进制数	十六进制数
03	0011	3
04	0100	4
05	0101	5
06	0110	6
07	0111	7
08	1000	8
09	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

## (1) 十进制数

十进制数 563.62 可表示为：

$$(563.62)_{10} = 5 \times (10)^2 + 6 \times (10)^1 + 3 \times (10)^0 + 6 \times (10)^{-1} + 2 \times (10)^{-2}$$

一般来说，任意一个十进制数  $N$  可表示为：

$$(N)_{10} = K_{n-1} \times 10^{n-1} + K_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 + K_{-1} \times 10^{-1} + K_{-2} \times 10^{-2} + \dots + K_{-m} \times 10^{-m}$$

$$= \sum_{i=-m}^{n-1} K_i \times 10^i$$

式中， $m$ 、 $n$  均为正整数， $m$  表示小数部分的位数， $n$  表示整数部分的位数； $K_i$  是 0~9 中的某一个， $10^i$  是权。

## (2) 二进制数

二进制数的基数是 2，即“逢二进一”，它使用数字 0 和 1 两个数码。利用 0 和 1 可以表示开关的通、断状态。其表示方法如下：

$$(10111.101)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}$$

也可以将一个二进制数表示为：

$$(N)_2 = K_{n-1} \times 2^{n-1} + K_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0 + K_{-1} \times 2^{-1} + K_{-2} \times 2^{-2} + \dots + K_{-m} \times 2^{-m}$$

$$= \sum_{i=-m}^{n-1} K_i \times 2^i$$

式中， $n$  表示整数部分的位数， $m$  表示小数部分的位数； $K_i$  是 1 或 0， $2^i$  是权。

## (3) 十六进制数

十六进制数是 0~9、A~F，其中 A~F 分别代表 10~15；其基数为 16，即“逢十六进一”。其表示方法如下：

$$(2AC7.1F)_{16} = 2 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 7 \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} + 15 \times 16^{-2}$$

## 2. 不同进制数之间的转换

### (1) 十进制数与二进制数之间的转换

#### ① 十进制整数转换成二进制整数

十进制整数转换成二进制整数，通常采用“除2取余法”。所谓除2取余法，就是将已知十进制数反复除以2，若每次相除之后余数为1，则对应于二进制数的相应位为1；余数为0，则相应位为0。第一次相除得到的余数是二进制数的低位，最后一次相除的余数是二进制数的高位。从低位到高位逐次进行，直到商为0。最后一次相除所得的余数为 $K_{n-1}$ ，则 $K_{n-1}K_{n-2}\cdots K_1K_0$ 即为所求之二进制数。

【例 1-1】 将 $(215)_{10}$ 转换成二进制整数。其全过程可表示如下：

2	215	
2	107	..... 余数为1
2	53	..... 余数为1
2	26	..... 余数为1
2	13	..... 余数为0
2	6	..... 余数为1
2	3	..... 余数为0
2	1	..... 余数为1
	0	..... 余数为1

所以  $(215)_{10} = (K_7K_6K_5K_4K_3K_2K_1K_0)_2 = (11010111)_2$

#### ② 十进制纯小数转换成二进制纯小数

十进制纯小数转换成二进制纯小数，通常采用“乘2取整法”。所谓乘2取整法，就是将已知十进制纯小数反复乘以2，每次乘以2之后，所得新的整数部分为1，相应位为1；如果整数部分为0，则相应位为0。从高位向低位逐次进行，直到满足精度要求或乘以2后的小数部分为0为止。最后一次乘以2所得的整数部分为 $K_m$ 。转换后，所得的纯二进制小数为 $0.K_{-1}K_{-2}\cdots K_{-m}$ 。

【例 1-2】 将 $(0.6531)_{10}$ 转换成纯二进制小数。转换过程如下：

	0.6531	
×)	2	
	0.3062	..... 整数部分为1 $K_{-1}$
×)	2	
	0.6124	..... 整数部分为0 $K_{-2}$
×)	2	
	0.2248	..... 整数部分为1 $K_{-3}$
×)	2	
	0.4496	..... 整数部分为0 $K_{-4}$
×)	2	
	0.8992	..... 整数部分为0 $K_{-5}$
×)	2	
	0.7984	..... 整数部分为1 $K_{-6}$