

计算机基础 实用教程

李天侠 主编



天津大学出版社

内 容 简 介

本书是参考“天津市普通高等学校非计算机专业学生计算机等级考试大纲”进行编写的，主要内容包括：计算机基础知识、操作系统的使用、桌面印刷系统 WPS、中西文数据库管理系统 FOXBASE⁺、计算机病毒的防治和 PC 工具软件的使用等。

本书的特点是：言简意赅，深入浅出，举例详实，便于自学，可作为高等大专院校非计算机专业学生学习计算机基础课程的教材，并可作为各类计算机基础课程的教材，也可作为各类计算机应用专业、继续教育、各类培训的教材。同时是各类技术人员、办公室人员自学计算机知识的理想的实用入门教材。

计算机基础实用教程

张洪侠 主编

天津大学出版社出版

(天津大学内 邮编：300072)

河北省昌黎县印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：14.125 字数：380 千

1995 年 9 月第一版 1997 年 9 月第 3 次印刷

印数：9001—14000

ISBN 7-5618-0795-3

TP·69 定价：20.00 元

前 言

近年来,由于经济建设的迅速发展,对人才的知识结构和能力的要求越来越高。为了加强高等学校非计算机专业的计算机基础教育,提高非计算机专业学生的计算机知识水平和应用能力,并配合天津市高等教育局举办的“高校非计算机专业学生计算机等级考试”,我们在多年的教学基础上编写了这本教材。全书除了针对性强,适于高校非计算机专业学生学习、使用之外,并且由于实用性强,便于自学,可作为社会上各类技术人员、办公人员自学计算机的入门教材。

全书共分十章:第一章使读者了解计算机的发展、特点及用途,并从宏观上对计算机系统有所了解;第二章介绍了计算机中的数制和数据的表示方法;第三章介绍计算机系统硬件的组成及其工作原理,使读者了解计算机系统硬件的组成及其工作原理,了解计算机是如何工作的;第四章介绍计算机系统的另一重要组成部分——软件;第五章重点、详细地介绍了操作系统 DOS 及 DOS3.30 命令的使用;第六章介绍汉字操作系统,并主要介绍 SPDOS 和 2.13 汉字操作系统的安装、启动和使用,以及各种汉字输入方法;第七章介绍目前广为流行的桌面印刷系统 WPS;第八章重点地介绍了中西文数据库管理系统 FOXBASE+,并配有丰富详实的例子及一些实用程序;第九章介绍 PC 工具软件的使用;第十章介绍如何防治计算机病毒。

本书第二、三、五、八、十章及全书各章习题部分由李天侠执笔;第一、四、七、九章由柳彩志执笔;第六章由张庆一执笔;全书由李天侠总纂,天津大学计算中心主任边莫英教授审定。在编写过程中,我们一直得到天津师范大学应用文科学院的大力支持,在此表示感谢。由于我们水平有限,时间仓促,缺点和错误难免存在,殷切希望广大读者指正。

编者

1995 年 3 月

目 录

第一章 电子计算机概述	1
1. 1 电子计算机的产生和发展.....	1
1. 2 电子计算机的特点和应用.....	4
1. 3 计算机系统.....	5
1. 4 计算机的主要性能指标.....	6
习题	7
第二章 计算机中的数制和数据的表示	8
2. 1 数制和数值的表示方法.....	8
2. 2 计算机中数据的表示方法	12
习题	16
附录 ASCII 码表	17
第三章 计算机硬件	18
3. 1 计算机硬件的基本组成	18
3. 2 存储器	18
3. 3 运算器和控制器	21
3. 4 输入设备和输出设备	22
习题	25
第四章 计算机软件	26
4. 1 计算机软件概述	26
4. 2 计算机语言	28
4. 3 操作系统	30
习题	31
第五章 磁盘操作系统 DOS	32
5. 1 DOS 的基本组成	32
5. 2 DOS 的启动和 DOS 的命令格式	33
5. 3 磁盘格式化与软盘的复制	36
5. 4 文件、目录及其操作命令	38
5. 5 DOS 的其他命令和输入输出重定向	45
5. 6 批处理文件	52
习题	57
附录 DOS 的错误信息	58
第六章 汉字操作系统	60
6. 1 概述	60
6. 2 汉字操作系统 2.13H	60

6. 3 汉字操作系统 Super-CCDOS	66
习题	72
第七章 WPS 桌面印刷系统	73
7. 1 概述	73
7. 2 编辑文本	75
7. 3 排版与制表	80
7. 4 模拟显示与打印输出	84
习题	85
附录 A WPS 字处理软件命令一览表	86
附录 B WPS 字处理软件字型样表	89
第八章 数据库管理系统 FOXBASE⁺	90
8. 1 概述	90
8. 2 常量、变量、表达式和函数	95
8. 3 数据库的基本操作	104
8. 4 数据库的排序、检索和统计	122
8. 5 多重数据库的操作	133
8. 6 与高级语言的数据通讯	142
8. 7 程序设计	145
8. 8 内存变量的使用	169
8. 9 输入与输出设计	171
8. 10 磁盘文件操作命令	180
习题	181
附录 A FOXBASE ⁺ 全屏幕编辑控制键及功能	183
附录 B FOXBASE ⁺ 命令一览表	185
附录 C FOXBASE ⁺ 函数一览表	194
第九章 PCTOOLS 的使用方法	199
9. 1 概述	199
9. 2 磁盘服务功能	199
9. 3 特殊服务功能	205
9. 4 文件服务功能	207
第十章 计算机病毒	215
10. 1 概述	215
10. 2 计算机病毒的传播途径与症状	216
10. 3 计算机病毒的防治	217
主要参考文献	219

第一章 电子计算机概述

电子计算机的出现和发展是 20 世纪科学技术的卓越成就之一,它是科学技术和生产发展的结晶,并大大地促进了科学技术和生产的发展。计算机从诞生至今仅 40 多年的历史,由于它的非凡作用,所以发展非常迅速。目前,电子计算机已广泛地应用于生产和生活的各个领域,受到普遍的重视,研究和使用的人越来越多。

1. 1 电子计算机的产生和发展

“计算机”是计算的工具,英语中称为 Computer。电子计算机是应用电子技术进行数字计算的机器。现在电子计算机已广泛应用于各个领域,逐渐成为我们日常生活中不可缺少的一部分。然而,电子计算机的出现经历了漫长的发展过程。

1. 1. 1 电子计算机的产生和发展

从远古时代起,由于生产、生活的需要,人们发明了各式各样的计算工具,如筹算、算盘、计算尺等。到了 17 世纪中叶,利用机械原理制造的计算工具开始出现,比较著名的有 1642 年法国数学家布莱斯·帕斯卡(Blaise Pascal)设计制造的加法器和英国人查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage)发明的差分机。

进入 20 世纪以来,科学技术有了较迅猛的发展,尤其是数学、物理学的向前发展和制造工艺水平的不断提高,为制造更先进的计算工具提供了理论和物质基础。从本世纪 40 年代开始,各种电子元器件大量应用于计算工具的制造中,出现了电子计算机。到目前为止,电子计算机主要经历了以下几个发展阶段:

1. 第一代电子计算机

1945 年 12 月,由美国陆军部赞助,在宾夕法尼亚大学的电气工程师 J·埃克特(J. Eckert)和物理学家 J·莫克莱(J. Mauchly)领导下研制的电子数字积分和计算机——ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calculator)诞生,于 1946 年 2 月正式交付使用,主要用在美国军队计算弹道曲线上。它每秒能做 5000 次加法或 500 次乘法,或 50 次除法。比起电子计算机“史前”的机电计算机 MARKI 差不多快了几千倍。ENIAC 使用 18000 个真空管,70000 个电阻,1000 个电容,6000 个开关,它的体积为 $30 \times 3 \times 1\text{m}^3$,耗电 140KW,占地面积 170m^2 ,重达 30 多吨,真是一个庞然大物。它内部没有真正称得上是存储器的部件,编程序是在控制面板上用开关进行的,先把少数数据送到寄存器内,大量的运算部件要象积木一样由人搭配成各种解题的布局,每换算一道题就要重新搭一次。尽管 ENIAC 有这样那样的缺点,但它是现代电子计算机的始祖,标志着电子计算机时代的开始。

1945 年,在 ENIAC 问世的同时,冯·诺依曼(Von Noumann)在他的报告中提出了存储程序的概念,而且用这个新概念设计了一台被认为是现代计算机原型的通用电子计算机 EDVAC

(Electronic Discret Variable Automatic Computer, 离散变量自动电子计算机)。

冯·诺依曼计算机具有以下三个特点:

(1) 存储程序。存储程序就是将要执行的程序以编码的形式,即和其他的数据同样的形式,存放在存储器里,利用它们来进行运算。

(2) 顺序控制。顺序控制就是计算机的控制器,反复进行以下三种操作,从而使程序不断执行:①从存储的程序中取出下一条要执行的指令;②解释这个指令,了解应该做什么样的运算;③用运算器完成规定的运算。

(3) 数值的二进制表示。数值的表示,不用十进制,而采用二进制。

冯·诺依曼的设计思想,奠定了计算机系统结构的基础。从那时起至今,计算机的系统结构基本上都是建立在冯·诺曼型计算机原理上的。

这一时期的计算机被称为第一代电子计算机,它们主要用在科学计算方面,以电子管为逻辑线路的主要器件是这一代计算机的主要特点。使用者编写程序时,主要还得用计算机的语言(二进制指令)来编写。因此,计算机只是掌握在计算机专家手上的工具。

2. 第二代电子计算机

晶体管诞生于1948年,最初的晶体管由于制造工艺困难和温度稳定性差,使人不敢使用,直到50年代末期,计算机才开始采用晶体管制造。

1958年, MCR304 交付使用,它是第一台商用晶体管计算机。

采用晶体管为计算机的主要逻辑元件是第二代计算机的主要特点。由于晶体管体积小、耗电省、寿命长,使得计算机性能有了很大改进,并且提高可靠性和降低成本,应用范围也就更加广泛。在程序设计技术方面,开始研制出一些通用的算法语言。其中,影响最大的是FORTRAN 算法语言,它首先在美国得到了广泛的应用,大大加快了计算机推广使用的速度。算法语言,ALGOL 和 COBOL 随后相继出现。操作系统的雏形在这个时期开始形成。

3. 第三代电子计算机

60年代初期,出现了集成电路,以后集成电路的集成度以每3—4年提高一个数量级的速度在增长。

1964年4月7日,IBM公司宣布了IBM360系列计算机研制成功。它以和IBM以前的机器相容为特点而作为新的“竞争者”出现在市场上。这些计算机都采用了双极型集成电路。

第三代计算机的特点是:用集成电路作为逻辑元件,以系列化的面貌出现。使用领域非常广泛,到1972年,使用领域已达2900多个。在程序设计技术方面,形成了称为“软件”的三个独立的系统,即操作系统、编译系统和应用程序。第三代计算机在计算机的“家谱”中处于很重要的地位,操作系统中“多道程序”、“分时系统”等概念的提出,结合计算机终端设备的广泛使用,使得用户可以在自己的办公室或家里使用远离自己的计算机。

4. 第四代电子计算机

1971年末公布的Intel 4004是微处理器的开端,它是大规模集成电路发展的必然结果。这一时期出现了微型计算机,并得到了广泛的应用。在软件技术方面出现了数据库管理系统和计算机网络软件,使得计算机更普及深入到社会生活的各个方面。目前,我们使用的计算机大多数是第四代电子计算机。

5. 第五代电子计算机

从 80 年代初开始,人们着手研制第五代计算机。第五代计算机的概念产生于美国和西欧的科研和开发工作,也出自日本政府倡导的大规模探索和研究工作。日本的第五代计算机计划是世人皆知的,而且是定义最完整的。根据日本的计划,第五代计算机系统将具有如下功能:

- (1) 具有更高的智能,更便于使用,将帮助人类进行判断和决策工作。
- (2) 以声音、图形、图象和文件方式进行输入和输出。
- (3) 用自然语言处理。
- (4) 具有专用知识库。
- (5) 具有学习、联想和推理功能。

由此可见,第五代计算机不同于前几代电子计算机,它是具有听、说、看、想、写等功能的计算机,甚至具有某些“情感”。所以,第五代计算机的研制成功将给整个人类社会带来巨大影响。

1. 1. 2 电子计算机的分类

电子计算机从发展之初到今天,机型、种类繁多,应用广泛。可从不同角度对计算机产品进行分类。

从工作原理角度上,电子计算机可分为模拟电子计算机、数字电子计算机和混合电子计算机三种。模拟电子计算机用于处理一些连续变化的运算量,精度有限,信息存储困难,但能模拟实际问题中的物理量,适用于仿真领域。数字电子计算机用于处理离散型的数字量,具有运算精度高、灵活性大、信息存储方便等特点,应用十分广泛。我们通常说的电子计算机,一般都是指数字电子计算机。混合型电子计算机是把模拟技术和数字技术结合起来的计算机,它兼有模拟电子计算机和数字电子计算机的优点。

从应用范围上,电子计算机可分为通用电子计算机和专用电子计算机。通用电子计算机适用于科学计算、数据处理、过程控制等多方面的应用,它具有较高运算速度、较大的存储容量,并配备有齐全的外部设备和各种软件,结构复杂、价格高。专用电子计算机是为解决某一特定问题而专门设计的,一般拥有固定的程序,能根据硬件结构和固定的逻辑线路进行工作,具有结构简单、体积小、价格便宜、解决特定问题速度快、可靠性高等特点。

从规模和能力上,电子计算机可分为巨型电子计算机、大型电子计算机、中型电子计算机、小型电子计算机和微型电子计算机等几种。这里的规模与能力是指电子计算机的运算速度、处理字长、存储容量的大小,例如巨型机一般要求运算速度在每秒一亿次以上、字长达 64 位、主存储器容量 4—16 兆字节等。但随着电子技术的发展和制造工艺的进步,这种分类方法的界线日益模糊,一些小型机的功能和速度超过了原来的大型机,而一些微型机的存储容量、运算速率和功能又超过了小型机。

1. 1. 3 我国计算机事业的发展和现状

我国计算机事业是从 1956 年“十二年科学技术发展规划”开始起步的。1958 年研制了 103 和 104 电子计算机,后者是当时亚洲最大最先进的第一代电子计算机。

60 年代中期,我国已全面地进入到第二代电子计算机时代。当时研制出和生产的计算机有

441B, X2, 121, 109 丙机等机, 以后还生产过 1082, 320 等计算机。其中 320 机平均每秒 27 万次。

我国的集成电路在 1964 年已研制出来, 但真正研制集成电路的第三代计算机是 70 年代的初期。整个 70 年代我国先后生产或研制成的第三代计算机有 655, 150, 013, 151, 260 等, 这些属于中型计算机。研制和生产的小型计算机有 100 系列、180 系列, 其中 130 在全国生产量最大。

80 年代后, 我国在第四代计算机的研制方面已取得了可喜的成绩。目前已有象 050, 051 这些试生产的微型计算机。在 8 位微处理器的生产方面, 取得进展。同时在亿次巨型机的研制上也取得很大的成果, 我国研制成功的“银河”巨型机, 已能小批量生产。更主要的是, 经过多年的努力, 初步培养出了一批计算机的研究和生产的技术队伍, 也建立了一定的工业生产的基础。

1. 2 电子计算机的特点和应用

1. 2. 1 电子计算机的特点

电子计算机主要具备以下几个特点:

1. 运算速度快

电子计算机的运算速度是其他计算工具所无法比拟的。目前, 每秒运算百万次以上的个人微型计算机已经普及, 一些微型机和工作站上使用的处理器芯片速度已达亿次/秒, 巨型计算机的运算速度达到每秒几十亿次甚至上百亿次。现在各计算机厂家正不断开发速度更快的计算机芯片和整机。计算机的高速度为科学研究提供了强有力的工具, 过去因运算工作量太大而无法进行的、大量复杂的科学与工程问题, 由于有了计算机而迎刃而解。

2. 精确度高

一般计算机可以达到十几位甚至几十位有效数字的精度, 这样就能够精确的进行数值计算和表示计算的结果。这对于精度要求很高的计算(如光学精度要求的有效数字为小数点后七位至十几位)和大数值的计算(如天文学、航空航天数据)是非常重要的。

3. 具有记忆和逻辑判断能力

电子计算机不仅能够进行计算, 而且还可以把大量的原始数据、运算结果、程序等信息存储起来, 以备随时调用。另外, 计算机还可以进行各种逻辑判断, 并根据判断的结果自动决定以后执行的命令。这样计算机对大量数据进行存取、判断、查阅和统计分析等方面发挥着巨大作用。

4. 自动化程度高

电子计算机内部的操作运算都是自动运行的。计算机用户只需将程序和原始数据输入计算机, 它就可以在程序控制下完成工作, 基本上不需人们去干预。这是计算机和其他一切计算工具的本质区别。

1. 2. 2 电子计算机的应用

电子计算机具有速度快、精度高、既能储存程序又有逻辑判断能力等特点,应用范围非常广泛,而且还不断迅速扩大。

按照所使用的主要特点,计算机的应用大致可分为数字信息加工、过程控制和人工智能三个主要方面。

数字信息加工是计算机出现的原动力,它主要利用计算机的速度快和精度高的特点对数字信息加工。从巴贝奇的差分机到分析机,从霍勒斯的卡片机到机械计算机,都起因于数字信息加工。数字信息加工是将各种以数字形式出现的信息,包括文字、图形等等经过计算机的处理或运算,再以数字的形式把结果送出。通常,又可细分为两类,一类称为数值计算,一类称为数据处理。一般来说,前者运算过程比较复杂,大量的科学计算就是如此;后者输入、输出的数据很多,运算往往比较简单,企业管理和财会统计工作属于这一类。随着计算机技术和计算机科学的发展,这两大类应用又向系统化发展,出现了各种专门化计算机系统技术,如计算机辅助设计技术(CAD)、计算机辅助制造技术(CAM)、计算机辅助诊断技术等。

利用计算机预先储存程序的特点,把要控制的过程编成程序,通过专门的模/数转换器把连续变化的环境信息变成离散的数字量,经过计算机处理,然后,计算机输出适当的控制信号,控制开关的通断或阀门的开闭,也可以用专门的数/模转换器输出特定信号以控制某些设备或参数变化。这些就是过程控制的特点。用于这方面的计算机大都属于工业控制或火炮控制专用计算机。

计算机用于过程控制的历史还很短,控制的理论也还不成熟。最初,计算机只起巡回检测、超限报警、自动显示、打印制表等作用。后来,计算机逐步代替原来的二次仪表,作直接数字控制,进一步的发展是局部的最优控制。由于计算机在过程上的应用,促使控制理论得到相应的发展。现在,全系统的最优控制正在研究中。

应用计算机的逻辑判断能力是人们特别感兴趣的,早在计算机出现的初期,人们就开始研究如何应用计算机的这一特点了。计算机下棋提出的最早,以后又在计算机翻译上下功夫,更进一步用计算机证明定理、研究对策、预测动向。在这些应用方面都取得了很大的成功。1977年,两个美国学者使用计算机经过1200小时的运算,证明了“四色假想”这一难题。人们还利用计算机的逻辑判断能力开发了许多专家系统,广泛应用于各个领域。

逻辑判断能力的进一步发展称为人工智能。人工智能是计算机科学中一门新兴的重要科学,目前世界上投入这方面研究的人很多,并取得了一定的成果。

此外,计算机和其他技术的相互渗透和结合又为人类开拓了许多新的研究领域,形成许多新兴学科和边缘科学,如计算机网络技术、多媒体技术等等。

1. 3 计算机系统

一个完整的计算机系统包括硬件和软件两大部分(如图1-1所示)。所谓硬件是指构成计算机的物理设备,即机械部件和电子元件所构成的实体部件,如打印机、显示器等,硬件也称“硬设备”。而软件则是指控制计算机运行的程序,也称作“软设备”,广义地说,软件还包括说明书、操作指南等技术资料。

电子计算机系统	硬件	主机	①控制器	CPU	
			②运算器		
			内存储器	③存储器	
			外存储器		
			④输入设备		
			⑤输出设备		
	软件	系统软件			
		应用软件			

图 1-1

1. 3. 1 计算机系统的硬件

硬件主要包括存储器、控制器、运算器、输入和输出设备等几部分。控制器和运算器合称其为中央处理器，即 Central Processing Unit，简称 CPU。

1. 3. 2 计算机软件

软件主要包括系统软件和应用软件两大类。系统软件是面向计算机系统的软件，如操作系统、各类程序设计语言及其编译解释程序，系统维护诊断程序等。以系统软件为基础，为完成某项特定任务而编写的软件，称为应用软件，如工资处理程序、实验程序等。

软件是随着硬件水平的不断提高而向前发展的，软件开发水平的不断提高为更好地利用计算机硬件资源创造了有利的条件。

1. 4 计算机的主要性能指标

一套计算机系统的综合性能主要由它的系统结构、硬件组成、指令系统、软件配备等方面因素所决定。一般情况下，我们经常以其硬件性能作为衡量标准，主要有以下几个指标。

1. 4. 1 字长

在计算机内部被作为一个整体来处理的一串二进制数，称为一个计算机字。每个字所包含的二进制位数称为字长。字长标志着计算机的计算精度。字长越大，计算机的计算精度越高，功能越强。

1. 4. 2 主频率

计算机中的每一条指令都是在一定数量的“节拍”内完成的。在计算机内部都有一个按固定周期产生时钟信号的装置，称为时钟发生器（或主时钟）。时钟发生器产生信号的频率称为主频率。

一般主频率越高，计算机运算速度越快。主频率以兆赫（MHz）为单位。

1. 4. 3 运算速度

计算机的运算速度是衡量计算机性能的一项重要指标，它取决于计算机指令的执行时间，常用每秒钟内计算机所完成的基本指令条数来表示。

1. 4. 4 存储容量

存储容量是指一个功能完备的存储体所能存放的最大字节数量。一个字节为 8 位二进制数。存储器容量的大小反映了计算机记忆信息的能力，存储器容量越大，则记忆的信息越多，计算机的功能越强。对内存储器来说，更是如此。

1. 4. 5 数据传送速率

数据传送速率是指计算机的主机与外围设备之间在单位时间内交换数据的数量，通常以位/秒或字节/秒表示。它是衡量计算机整体性能的一个重要指标。

1. 4. 6 扩展性

扩展性是指一套计算机系统上允许配备的外围设备的数量多少。

习题

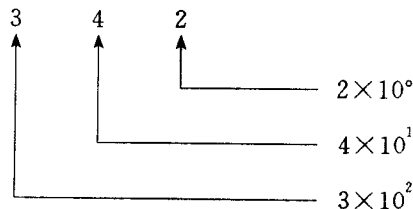
1. 计算机主要经历了几代？每一代所使用的基本元件是什么？
2. 计算机都有哪些特点？它与其他计算机工具的本质区别是什么？

第二章 计算机中的数制和数据的表示

2. 1 数制和数值的表示方法

2. 1. 1 数值的表示方法

对于数值的表示,人们广泛采用的是十进制表示法。十进制逢十进一,它有0到9十个数字符号,数学上把这些数字符号的个数称为基数,故十进制的基数是10。用十进制表示的任何数值,除了符号位上的正负号及小数点外,都是由0到9这十个数字符号组成的。在用这些数字字符组成的数中,每个数字字符所表示的值,将根据它所处的位置来决定它的实际数值。例如:



其中,2表示2个1,4表示4个10,3表示3个100。因此,一个数据的实际值是各位上的实际值总和。例如,我们可将342表示如下:

$$3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 2 \times 10^0$$

这是一种按权(基数的幂次称为权)展开的多项式形式。

由此可知,对任何一种进位制数,我们都可把它写成按其权展开的多项式形式。例如, r 进制数 N 可表示为:

$$N = \sum_{i=n}^{-m} K_i \times r^i$$

其中, r 为基数, i 表示位序号, K_i 表示第 i 位上的一个数字符号,它可以是0到 $r-1$ 符号中的任何一个, r^i 代表第 i 位的位权,简称为权, $-m$ 和 n 分别表示该数的最低位和最高位的位序号。

2. 1. 2 计算机中的数制

虽然人们习惯于十进制数,但这并不是绝对的。事实上,人们在日常生活中还使用了其他一些数制,如六十进制:1小时等于60分钟,1分钟等于60秒;十二进制:1英尺等于12英寸等等。另外,在人们生活中也有使用二进制的,如1双筷子等于2只,它们是逢二进一。

可见,采用什么进制完全取决于人们的需要。在电子数字计算机内部采用的是二进制,这是因为:

1. 二进制数在电气元件中容易实现

二进制只有 0 和 1 两个数字符，而计算机是用电子器件表示数字信息的。在电学中，具有两种不同稳定状态来表示 0 和 1 的电子元件很多。如晶体管的导通与截止、电容的充电与放电都可表示 0 和 1 两个数字符，而要制造具有十种稳定状态的电子元件是很困难的。

2. 二进制运算规则简单

二进制的加法公式和乘法公式各有 $2^2=4$ 条，具体列表如下：

$0+0=0$	$0\times 0=0$
$0+1=1$	$1\times 0=0$
$1+0=1$	$0\times 1=0$
$1+1=10$	$1\times 1=1$

而相应的十进制加法运算公式从 $0+0=0$ 到 $9+9=18$ 共有 $10^2=100$ 条。同样，乘法公式也有 100 条。

显然，计算机进行二进制数位运算要比十进制数的运算简单得多。

2. 1. 3 二进制数、八进制数和十六进制数

虽然人们习惯于十进制数，但在计算机内部采用的是二进制，一切信息是用二进制数的形式表示的。用户通常用十进制数和计算机进行交往，然后由计算机自动实现十进制数和二进制数之间的转换。除此之外，在使用计算机中有时还用到八进制、十六进制数。

1. 二进制数 (Binary number)

二进制只有 0 和 1 两个数字符，逢二进一，其基数为 2，即 $r=2$ 。一个二进制数所表示的实际值按下面的公式计算：

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

这里的 K_i 只能取 0 或 1 中的一个数字符。例如：

$$\begin{aligned}(1011)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= (11)_{10}\end{aligned}$$

2. 八进制数 (Octal number)

八进制有 0 到 7 八个数字符，它逢八进一，其基数为 8，即 $r=8$ 。一个八进制数所表示的实际值按下面的公式计算：

$$\sum_{i=n}^{-m} K_i \times 8^i$$

这里的 K_i 只能取 0 到 7 中的一个数字符。例如：

$$\begin{aligned}(207)_8 &= 2 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 7 \times 8^0 \\ &= (135)_{10}\end{aligned}$$

3. 十六进制数 (Hexadecimal number)

十六进制有十六个数字字符，逢 16 进一，其基数 $r = 16$ 。十六进制的十六个数字字符用 0、1、2、...、9、A、B、C、D、E、F 表示。字母 A、B、C、D、E、F 分别表示的值为：10、11、12、13、14、15。一个十六进制数所表示的实际值按下面的公式计算：

$$\sum_{i=n}^m K_i \times 16^i$$

这里 K_i 可取 0 到 F 中的任一个。例如：

$$\begin{aligned} (1FF)_{16} &= 1 \times 16^2 + F \times 16^1 + F \times 16^0 \\ &= (511)_{10} \end{aligned}$$

2. 1. 4 不同数制之间的转换

1 二进制与八进制之间的转换

由于每 3 个二进制位正好对应一个八进制位，因此它们之间的转换是十分方便的。下面先看一下二进制与八进制数的基本对应关系：

二进制	八进制
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

将二进制数转换为八进制数时，以小数点位置为起点，分别向左（整数部分）、向右（小数部分）每三位分一区，不够补零。然后，按前面的对应关系，写出相应的八进制数。例如：

$$\begin{aligned} (11101.1011)_2 &= 011,101.101,100 \\ &= (35.54)_8 \end{aligned}$$

反之。将八进制数转换为二进制数时，只需把每位八进制数用对应的三位二进制数表示即可。例如：

$$\begin{aligned} (371.24)_8 &= 011,111,001.010,100 \\ &= (11111001.0101)_2 \end{aligned}$$

2、二进制与十六进制之间的转换

同样，二进制与十六进制之间的转换也很简单，这里每 4 位二进制位对应一位十六进制位。它们之间的基本对应关系如下：

二进制	十六进制	二进制	十六进制
0000	0	1000	8
0001	1	1001	9
0010	2	1010	A
0011	3	1011	B
0100	4	1100	C
0101	5	1101	D
0110	6	1110	E
0111	7	1111	F

二进制与十六进制之间的转换同二进制与八进制之间转换相似，只是每四位分一区。

例 1，将 $(11011011.1011011)_2$ 转换为十六进制数。

解： $(11011011.1011011)_2$

$$= 1101, 1011.1011, 0110$$

$$= (\text{DB.B6})_{16}$$

例 2，将 $(6\text{FE})_{16}$ 转换为二进制数。

解： $(6\text{FE})_{16}$

$$= 0110, 1111, 1110$$

$$= (11011111110)_2$$

3. 二进制与十进制之间的转换

二进制数转换为十进制数只需借用公式

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

按权展开求和即可。例如：

$$\begin{aligned} (11011)_2 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 16 + 8 + 2 + 1 \\ &= (27)_{10} \end{aligned}$$

而将十进制数转换为二进制数较为麻烦，它分整数部分转换和小数部分转换。整数部分转换采用除 2 取余法。即将十进制整数连续被 2 除，同时依次记下余数，直到商为零时止。第一个余数为二进制整数的最低位，最后一个余数为二进制整数的最高位。

例，将 $(11)_{10}$ 转换为二进制数。

解：

	2 11	余数	
	2 5	1	(最低位)
	2 2	1	
	2 1	0	
	0	1	(最高位)

$$\therefore (11)_{10} = (1011)_2$$

小数部分转换采用乘 2 取整法。即将十进制小数连续被 2 乘，同时依次记下乘积的整数部分

(0 或 1),直到不能进行或达到所需的精确度为止。第一次乘积得到的整数为二进制小数的最高位,最后一次得到的为二进制小数的最低位。

例, 将 $(0.375)_{10}$ 转换为二进制数。

解:

		0.375
	×	2
0		.750
	×	2
1		.500
	×	2
1		.0

$\therefore (0.375)_{10} = (0.011)_2$

既有小数又有整数的十进制数转换为二进制数时,需分别进行整数部分和小数部分的转换,然后相加即可。

进行手工转换时,若对二进制表示的数已经很熟悉,只要记住以 2 为底的指数值,基本上可以直接写出来。下面给出若干 2 进制的权值:

2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

例: 将 $(42.625)_{10}$ 转换为二进制数。

解:

$$(42.625)_{10} = 32 + 8 + 2 + 0.5 + 0.125$$

$$= (101010.101)_2$$

$\therefore (42.625)_{10} = (101010.101)_2$

注意,这种方法要记住常用到的 2 进制权值。对于 $2^0 \sim 2^{10}$ 的值,从 $2^0=1$ 开始,每位的权值成倍增长,实际上 2^{10} 以后的权值也同样。因此记忆起来非常方便。

2. 2 计算机中数据的表示方法

计算机中可直接表示和使用的数据分为两大类,即数值数据和非数值数据。其中非数值数据又称符号数据。数值数据用来表示数量的多少,它包括定点小数、整数、浮点数和十进制数串四种类型。它们通常都带有表示数值正负的符号位。而符号数据则用于表示一些符号标记。如英文字母、数字、标点符号、运算符、汉字、图形、语言信息等等。由于在计算机中,这些数据都是用二进制编码表示的。所以,这里提到的数据的表示方法实质上是它们在计算机中的组成格式和编码方法。

2. 2. 1 非数值数据的表示

非数值数据不表示数量的多少,只表示有关符号。

1. 字符编码

计算机中的字符按一定的规则用二进制编码表示,一般是用八个二进制位进行编码的。目前