第一章　绪论

1.1　计算机的发展简史与展望

1.1.1　计算机的问世

1　人类第一台电子计算机“ENIAC”的诞生

世界上公认的第一台电子计算机名为 ENIAC(electronic numerical integrator and computer).

人类早期使用的计算工具有手摇机械计算机、电动机械计算机、计算尺、微分分析仪、算盘等。科学技术的发展,特别是在 20 世纪 40 年代中期，第二次世界大战进入激烈的决战时期，在武器研究中需要进行迅速、准确而又复杂的数字计算。用这些计算工具已远远不能满足要求。这就必须研制新的计算工具，莫尔学院阿伯丁实验室于 1943年草拟了建造一台电子计算机的规划。同年开始建造名为“电子数值积分器和计算机”(即 ENIAC)的计算机。它的逻辑元件是电子管和电子线路。这个提高了计算速度的人类第一台计算机，于 1946 年 2 月在美国陆军阿伯丁弹道研究实验室,由宾夕法大学的 J. P. Eckert(埃克特)和 J. W. Mauchly(莫奇莱)等人花了 20 万工时,花了 40 万美元的经费，正式通过验收并投入运行，一直使用到 1955 年。它的诞生使人类的计算工具由手工进入自动化，产生了一个大的飞跃。

2　人类第一台实现存储程序的计算机“EDSAC”的诞生

人类第一台电子计算机 ENIAC 解决了计算速度，但是没有解决如何存储大量信息及让计算机按人的要求执行一系列程序。 EDSAC（埃德沙克）是电子延迟存储自动计算器的缩写，它是由英国剑桥大学教授威尔克斯（Wilkes)领导、设计与制造的,并于 1949年投入运行。它使用水银延迟线存储器，穿孔纸带输入，电传打字机输出。它是世界上首次实现的大型存储程序计算机。威尔克斯还是微程序技术的发明人，曾荣获 1967 年度的图灵奖。直至今天,计算机的存储程序功能仍在这个基础上发展。

3　冯·诺依曼及其“EDVAC”的不朽作用

人类第一台电子计算机由于使用了电子管和电子线路,大大地提高了运算速度，达到每秒完成加法 5000 次。但它存在一个主要缺陷是不能存储程序。

1944 年 8 月～1945 年 6 月，在计算机上实现存储程序的目标上，匈牙利籍的冯·诺依曼(Von. Neumann)最早提出了设计思想。冯。诺依曼等在“ENIAC”诞生后,发表了“电子计算机装置逻辑结构初探”的论文，为“EDVAC”(electronic discrete variable automatic computer—离散变量自动电子计算机）上起到了关键作用。奠定了设计基础。

EDVAC 是人类第一台设计(它没有 EDSAC 应用得早）存储程序的计算机,1952 年投入使用。

冯·诺依曼首先提出的存储程序的思想和设计的计算机硬件的基本结构沿袭至今。此外

需要全本请访问 www.ertongbook.com

1950 年在英籍的图灵（Tutring）指导下还研制成了 ACE(automatic computing engine)等等，他们均为计算机的发展做过不朽的贡献。

4 世界上第一台工作站的出现

由于计算机网络的出现，提出了工作站的概念。所谓工作站即指任何一台计算机或终端都可以称为工作站，而在网络系统上，工作站比不上网，孤立使用的计算机要功能强，可以在网络计算机系统中成为一个网点。世界上第一台工作站是 Apollo 公司自 1980 年推出的 DN 100 工作站。

5 中国第一台电子计算机的诞生

1958 年，中国研制了第一台电子数字计算机 M3(103) 型，到现在也有近 40 年的历史了。

在人类科学史上，计算机是时代的产物，是科学技术发展的产物。计算机在 50 年代初期才正式开始产生和使用，但是该行业的发展速度是惊人的。

1.1.2 电子计算机的发展简史

电子计算机的发展，如果从第一台计算机问世算起，到现在也不过 50 年，在人类科学史上还没有其他任何一种学科发展之快可以与电子计算机相提并论。根据电子计算机所采用的物理器件的发展，一般把电子计算机的发展分成四个阶段，习惯上称为四代。参见表 1.1。

表 1.1 计算机系统发展史简表

		第一代 (1946～1958 年)	第二代 (1959～1963 年)	第三代 (1964～1969 年)	第四代 1970 年以后
硬件	元器件	电子管	晶体管	中小规模集成电路	大规模集成电路
	存储器	磁鼓 磁芯等	磁芯 磁盘	磁芯或镀线、 半导体等	半导体存储器
	代表机型	UNIVAC－Ⅰ ENIAC EDVAC IBM－701 M3(103、104)等等	IBM 7000 系列 M3(103 104) UNIVAC－Ⅱ	IBM－System/360 PDP11(小) 计算机网：APAR 150 型、151 型、111 型	IBM 4300 3080 3090 系列 巨型机：ILL－IACIV 型 CYBER205 PEPE 型 微型：INTEL 系列 通用型：IBM 370 小型机：VAX11/780， PDP11 系列
软件		汇编语言 机器语言 符号语言	批量处理 OS FORTRAN 语言 COBOL 语言 ALGOL60，PL/1 等高级语言	分时 OS：CTSS、OS BASIC 语言 网络软件 结构程序设计和数据设计	程序系统工程化 数据结构化 数据库系统化 网络管理 图形、文件处理
其他		固定字长 体积庞大 单道程序 单地址寻址 I/O 不并行	固定字长 体积缩小 多道程序控制 单、双、多地址 寻址方式 I/O 并行	固定字长或可变字长； I/O 并行； 多种寻址方式	
应用		科学计算	科学计算 数据处理 实时控制	系统模拟 系统设计 智能模拟	巨型机用于尖端科学 微型机用于办公及日常 生活，并逐步进入家庭

1.1.3 电子计算机行业的展望

由前面的介绍可以看到，计算机自 1946 年诞生以来，其发展速度和趋势令人欣慰。总的来

看，计算机的价格越来越低，功能越来越强，使用范围越来越广，普及率越来越高。

此外还应看到，计算机行业还在迅猛发展，其发展速度是令人难以想象的。但总的不外乎会朝以下几个方面发展：

巨：指计算机的速度更高，内外存容量更大，外部、外围设备更加配套。并非指体积。

微：由于微机的档次层出不穷的推出，为了便于维护、推广、普及、实用，会使其体积越来越小。目前已有笔记本型微机问世深信在个人微机上，会体积越来越小，功能越来越强。

网：由于“信息高速公路”的推出与形势需要，促使网络系统计算机的网络功能越来越强。

智：由于多媒体技术的广泛推出与发展，则要求计算机上的各类软、硬件能满足人的需要。输入、输出系统会发生巨大变化，如文字识别、声音识别以及各类模拟系统等。

由于计算机行业的迅猛发展，我们必须看到，科学技术发展到了今天，不懂计算机，不会使用计算机则寸步难行。正像有的专家所说，目前已掀起了全民普及计算机的第二次浪潮一样，逼迫我们只身投入计算机行业的行列，从不懂到会用、到较好地使用、到利用计算机开创人类的许多未知的世界。

1.2 计算机的应用领域

1.2.1 数值计算

电子计算机最早最重要的运用领域之一就是科学计算。例如在天文学、空气动力学、核物理学等领域，都需要计算机进行复杂的计算。计算机还广泛用于军事技术、航空、航天技术，此外还广泛用于其他学科和工程设计方面的计算。

1.2.2 信息处理

计算机的又一个广泛的应用就是用于事务管理，进行日常事务中的数据处理工作。例如人事管理系统、仓库管理系统、财务管理系统、生产管理系统、银行系统等。

1.2.3 自动控制

在现代化的工厂里，计算机普遍用于生产过程的自动控制。例如在化工厂中用计算机来控制配料、温度、阀门的开闭，在炼钢车间计算机用于控制加料、调炉温，在机械加工车间用计算机程序控制机床加工各种复杂的机械零件，在铁路系统用于控制编组站的车辆自动编组与运行等各行各业。

1.2.4 计算机辅助系统

利用计算机的高速运算、长久存储等优势，来代替人的繁杂工作，许多计算机的设计人员研制了应用在各行各业的计算机辅助系统。如计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）、计算机辅助教学（CAI）等等。目前在飞机、船舶、建筑、超大规模集成电路 VLSI 等的制造过程中，计算机配上 CAD/CAM 工作站，可以用来设计图纸、照相制版等。

由于计算机的普及乃至进入家庭，计算机辅助教学管理系统也越来越发展。

1.2.5 人工智能

人工智能是将人脑进行的演绎推理的思维过程、规则和采取的策略、技巧等编制成程序，在计算机之中存储一些公理和规则，然后让计算机去自动进行求解。例如应用机器手、机器人来代替人的笨拙、危险的工作。目前的多媒体技术也是计算机在人工智能方面的重要应用，由于多媒体技术需要在计算机上实现声、形、图并茂，要求计算机能识别语音、图形、动画等。当前人工智能在语音识别、模式识别方面取得了一些可喜的成绩。

1.3 计算机与信息化社会

1.3.1 信息的涵义

每一个人都生活在一个信息化的世界中。所谓信息，这两个字内含了人们生活中的一切事件，它包括了人们受教育的内容，人们生活的特殊需求，人们相互交往的一切领域的所有内容。过去“信息”这两个字并不时髦，并未受到像如今这样让人关注，是因为它们是分散的、不集中的、互不关联的。随着社会科学技术水平的发展，随着我国开放搞活政策的深入，人们的生活节奏大大加快，人们在各行各业、各个方面对信息的获得，已不满足以往信息的传递、交换方式。如何面对信息化的时代，如何适应信息化的社会，不知不觉地越来越成了人们生存的基本着眼点，这样说并不夸张。1995年，清华大学一个学生得了一种罕见的病症，如不能确诊，就得不到及时的合理的治疗，一个年轻的生命就要受到威胁，恰在这关键时刻，是“国际信息网”上的快速信息的传递，使这个学生的病情及时得到确诊，随之得到及时的治疗和控制。

1.3.2 信息处理的发展

最初的信息，是人们在自己感知的环境中所认识的、以及人们从书本上获得的，这是原始的，称不上信息的一个一个的“情况”。但是人们在日常生活、工作中总要交流这些情况。举一个简单的例子，一个人在本地要想知道千万里之外的某一方面的“情况”，最初通过信件，无疑时间周期太长；后来又可通过电话、电报，但尽管缩短了时间周期，但‘情况’的来源太单一、太局限；再后来，有了大批量存储数据能力的先进工具计算机，则大大改观。人们将各种“情况”数据化，例如，“7位ASCII美国标准信息代码”的使用、“国际汉字标准编码表”的使用及各种数据库管理系统对数据结构的设计、主导思想均将人类的各类信息分门别类地存储在计算机上，人们又可以从计算机上查询。当有了计算机网络和“信息高速公路”后，人们可以从局部信息网或国际信息网上以最快的速度、最全面的信息来源获得最有价值的‘情况’。这些‘情况’无疑升华为信息了，信息的发展就构成了信息化。

1.3.3 学习新技术，适应新形势

以上介绍了什么是信息，信息的集中、信息的存储与传递。而且清楚地看到计算机在其中是何等的重要。它可以集中古往今来的信息，它可以让人们随意地检索这些信息，若再加上先进的通信网络技术，又可让人们以最快的速度获得这些信息。这样可以更新人们头脑中的知识，可以促进本学科的发展，可以使各学科之间信息互联、互相促进。但要知道，这是一个全新

的科学的领域，这要求计算机更加普及，计算机的运算速度、存储容量等技术指标越来越高，通信手段越来越先进，管理手段越来越合理。

有人说 1995 年是中国人民的信息年。人们渴求新鲜的“信息”，人们急迫从“信息”中受益，人们急需适应“信息化”时代的要求。人们空前地学习计算机热，电脑逐步纳入人们的家庭生活，已不是空话。这就要求人们必须学习新技术，掌握新技术，使计算机的应用水平上一个高度，我们的国家也一定会在国际信息高速公路上占有自己的位置。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第二章　计算机基础知识

2.1　计算机的技术指标及常用术语

2.1.1　计算机的种类与型号

计算机的种类比较多，按其内部结构可分为数字、模拟和混合计算机，用的较多的是数字计算机；按其外型及功能大致可分为通用机、巨型机、中小型机及微机。

通用机：通用计算机是计算机工业中价值比重最大的产品，具有科学计算、数据处理、实时控制等各方面的功能，其中以 IBM 370 为代表,它兼容 IBM 系列机。

巨型机：运算速度很高，存储容量很大的计算机，如 CYBER205 每秒可进行 4 亿次浮点运算。双机并行处理和多机处理系统是巨型计算机发展的重要方向。巨型机用于气象预报、飞行器设计和核物理研究等领域。

中小型机：VAX11/780 和 PDP11 系列属于中小型机，其规模小、结构简单。多应用于工业生产的数据采集、整理、分析、计算等。

微机：微型机的出现和发展，推动了计算机的大普及高潮，利用 4 位微处理器 Intel 4004 组成的 MCS—4 是世界上第一台微型机，它于 1971 年问世。Intel 8086 是最早开发成功的 16 位微处理器(1978 年),以后开发的 Intel 80286,80386 与 8086 兼容。1981 年以后 32 位微处理器相继问世,如 Intel 80386,80486,80586 和 Motorola 的 68020 等。

1981 年以后 IBM 公司推出了 IBM PC/XT 等系列微机,由于设计先进、软件丰富、功能齐全且价格便宜，成为微机市场的主流。目前国内外厂家相继生产了与 IBM PC 兼容的个人计算机联机系统和计算机网。

2.1.2　微机的种类及特性

近十几年，微机的发展速度飞快，普及率越来越高，目前社会上用量较大的是微机，而微机又由于厂家、机型、功能而分许多型号。见表 2.1。

表 2.1　IBM 系列微机种类及特性

划分	机器	主机及特性
第一代微机	IBM—PC,PC/XT	CPU 采用 Intel 8088 芯片,内部总线 16 位,外部总线为 8 位
第二代微机	IBM—PC/AT	CPU 采用 Intel 80286 芯片,AT(ISA)总线 16 位,时钟为 8～16MHz;运算速度 0.5～1MIPS 即达百万条指令/S
第三代微机	386AT,PS—2/50	CPU 采用 Intel 80386 芯片,总线为 ISAEISA 及 MCA
第四代微机	486	CPU 采用 Intel80486 芯片,总线为 EISA,MCA,VESA 及 PCI 局部总线
第五代微机	80586,奔腾	CPU 采用 Intel Pentium 芯片,处理速度可达 112MIPS 以上 CPU 也采用 PowerPC 芯片,及 Alpha 芯片

注：1. 以上系列微机的基本内存均为 640KB，扩展内存依具体配置而定；

2. 若称某机准 16 位则指内部总线宽度为 16位、外部总线宽度为 8位 ;真 16 位则指其内、外部总线宽度均为 16 位，否则不能叫（真或完全)16 位。

2.1.3 运算速度

计算机的运算速度是衡量计算机水平的一项主要指标，它取决于机器指令的执行时间。运算速度的计算方法有多种，目前常用单位时间执行多少条机器指令来表示（MIPS：millions of instructions per second）。因此，常根据一些典型题目计算中各种机器指令执行的频度以及每种机器指令执行的时间，来折算出计算机的运算速度。

有时也用时钟周期反映计算机的运算速度。计算机的中央处理机执行每条机器指令时是通过若干步微操作来实现的，这些微操作是按时钟周期的拍节来行动的，时钟周期的微秒数反映出计算机的运算速度。有时也用时钟周期的倒数，时钟频率（MHz）来表示，例如 80386 微机的主频一般在 16～33MHz 之间，时钟频率越高，计算机的运算速度越高。显然，计算机的运算速度越高越好。

2.1.4 存储容量、单位（KB，MB，GB）及周期

存储（包括主存及外存）容量反映计算机存储信息的能力。通常存储容量是以存储单元的多少来衡量的。例如某台计算机的内存容量为 640KB，即指该计算机有 640×1024 个存储单元。在说明计算机上的存储容量时，常涉及到以下几个量。

1 位（bit）

位作为计算机中最小的数据单位。即：一个二进制位，0 或 1。

2 字节（byte）

计算机数据处理的基本单位称为字节。通常一个字节由 8 个二进制位构成。8 位二进制数最小是 00000000，最大是 11111111，即 8 位二进制数可以表示 256 种数别。字节是计算机的最小存储单位。描述计算机存储设备的容量时，经常使用若干个字节。每个字节可存放一个字符，两个字节可存放一个汉字编码。

3 字（word）与字长

在计算机中常用一个字来表示存储信息的长度。一个字由若干个字节构成，通常将组成一个字的二进制位的位数称为该字的字长。例如，一个字由两个字节构成，若一个字节为 8 位，则该字字长为 16 位。一个字一般用来存放一条机器指令或一个数。不同的计算机字长也不一样。一般大型机的字长在 48～64 位之间，中型机字长在 32 位左右，小型机和微机的字长大都在 16～32 位之间。目前微机中常用的字长有 8，16，32 位机等。

显然，计算机的字长越长，其所处理的数据精度越高，功能也强。但其会受到物理器件的生产、价格等的限制。

计算机的字长限定了其数的表示范围，例如一台定点机，N 位尾数所能表示的数 N 的范围是：$2^{-n} \leqslant |N| \leqslant 1 - 2^{-n}$。

4 KB，MB，GB 的使用

计算机上常用 KB，MB，GB 作为数据的批量存储单位。

1(byte)=8(bit).

1KB 习惯上将 2 的 10 次方，即 1024（约 1000）个字节称为 K 字节，记为 KB。

1MB 习惯上将 2 的 20 次方个字节，即 1048576（约 100 万）称为兆字节，记为 MB。

1GB 习惯上将 2 的 30 次方，（约为 10 的 9 次方，10 亿个字节），称为吉兆字节或者千兆字

节,记为　　的内存容量最大是　　,而 80386 微机的内存容量一般都在 2MB 以上。目前市场上常见内存容量为 4,8,16MB 等，当然也可以依此扩充。

例如，某机的内存存储容量为 640KB,则该内存可存放字符约 64 万，可存放汉字编码约 32万。显然，计算机的内存或外存容量越大，功能越强。

5　存储周期

它是反映存储器性能的一个重要参数。是指从存储器中取出一个字到再取出下一个字之间所需的最短时间，即存储器进行连续存取操作所允许的最短时间间隔。一般情况下，内存的存储周期少于硬盘的存储周期，其又少于软盘的存储周期。

2.1.5　工作环境

由于计算机上的硬件与软件有一定的关联，每当使用一种计算机及某类软件时，首先要考虑该类软件的工作环境，以判断你的计算机上能否适应，能否使用。下面简单介绍几种常用的系统软件及软件包的工作环境。

1　DOS 工作环境

DOS工作环境依不同的版本，对硬件的环境要求略有不同。

MSDOS1.0　　所配微机需有 64KB 的 RAM；

MSDOS1.25　　支持双面软盘；

MSDOS2.0　　所配微机需有 128KB 的 RAM；支持硬盘及不同的显示器；

MSDOS3.0　　80286 以上档次的 PC 机,所配微机需有 512KB 的 RAM；

MSDOS3.1　　支持计算机网络；

MSDOS3.2　　支持 3 英寸软盘。

2　Windows 工作环境

Windows 是美国微软公司研制的一种操作系统。最典型的版本是 Windows 3.1 。其又分英文版本及中文版本。目前社会上使用较多的为其汉化的中文版。 Windows 工作环境依不同的版本，对硬件环境的要求略有不同。下面介绍其工作环境以中文版 Windows 3.1 为例。

(1) 硬件环境

① 80286 以上档次的 CPU；

② 1MB 以上的 RAM；

③至少一个高密软驱；

④空闲的 8MB 的硬盘空间；

⑤微机上配有打印机及彩色显示器（VGA 或 EGA)；

⑥ 最好配有鼠标器。还支持兼容的用于通信的调制解调器。

(2)软件环境　Windows 中文环境是西文 Windows 的一个支持软件，是西文 Windows 的一个外挂模块,卸掉该模块,就为西文 Windows 环境。

Windows 是在 MS－DOS 的支持并运行于 MS－DOS 环境之下的一种系统软件，也可以将其理解成为一种比 DOS 更面向用户的 DOS 工具系统软件,其与 DOS 有一定的兼容性。在适宜的硬件环境下，其所配 MS－DOS 的版本应为 3.1 以上的版本。

3　汉字环境

使用一种汉字处理软件，必须使该微机上配有汉化的 DOS 软件，当然还要有支持汉化的

英文 DOS，还要注意相互的兼容型。

4 网络环境

计算机上实现网络管理是计算机发展的必然，欲使计算机上实现网络，则需要一定的硬件及软件的环境，我们以微机局部网为例。

(1)硬件环境

①必须配有微机，微机可作为工作站：

②必须配有服务器，可使用档次高一点的微机作服务器；

③在服务器及工作站上必须配有网卡。工作站的主机板上留有扩展槽；

④需配有网线（同轴电缆、双绞线）；

⑤需配有网络终结器；

⑥ 对无盘工作站还要配有启动芯片，插在网卡上；对远程工作站还要配有调制解调器、集线器、收发器等。

(2)软件环境

①必须配有 DOS；

②必须配有网络操作系统，例如 Novell 3.12。其装在工作站及服务器上；

③配有网络汉字系统，例如 UCDOS 网络版；

④使用的系统软件，例如 Foxbase$^+$ 必须有支持网络的功能。

5 多媒体环境

随着计算机的普及与发展，具有多媒体功能的计算机也越来越受到人们的关注。具有多媒体功能的计算机要求有一定的硬件及软件环境。所谓多媒体计算机即指使音像技术、计算机技术和通信技术三大信息处理技术紧密结合的一种综合性技术。多媒体计算机用 MPC 代称。

(1) 硬件环境 见表 2.2。

表 2.2 多媒体计算机硬件环境

主机选用 IBM386/SX 及以上档次的处理机	音箱，麦克风，电视卡
4MB 以上的 RAM	视霸卡(专业图象编辑用)
30MB 以上的硬盘	触摸屏
VGA 显示器(16 色，最好 256 色)	光笔、鼠标器
CD－ROM 驱动器	调制解调器
声霸卡(用来放声、音乐)	磁卡读入设备
解压缩卡(专放电影、卡拉 OK)	手持式或台式扫描仪等等

(2)软件环境

① Microsoft Windows 3.0 with Multimedia extensions 或 Microsoft Windows 3.1；

② MS－DOS 3.1 以上，MSCDEX2.20 以上（CD－ROM 光盘驱动程序）；

③多媒体工作站一般使用汉化操作系统，例如，UCDOS 网络版、UNIX 操作系统等。

6 各类软件包的工作环境

计算机上的软件系统可分成系统软件及应用软件两大分支。有些介于系统软件与应用软件之间的软件产品，社会上有人称其为软件包，例如，WPS，CCED，LOTUS 及一些工具箱软件等。

前面介绍了几种与操作系统直接有关的系统软件环境，但在计算机上使用各种软件包，也都要考虑该软件包的硬件、系统软件等的支持环境，因为它的环境直接涉及到该软件包的安装

及启动步骤及使用方法等。否则就不能顺利使用该软件包或不能很好地操作该软件包。这里仅提醒学习者在今后的学习实践中，对此应尤为注意

数据在计算机上的表示、运算与存储

2.2.1 计算机对数据的处理

计算机的主要功能就是要处理大量的信息，这些信息包括数、符、汉字及图形。这些信息又以文件的形式来被计算机接受。本节主要介绍计算机对数的处理，计算机对符及汉字、图形的处理在后面还要详细介绍。

1 计算机中数的表示方法(机内二进制)

目前的计算机上内部所能处理的数据是用“0”和“1”，即二进制编码表示的。因此在计算机中，数均以二进制的形式出现计算机通常采用二进制计算，这是因为二进制数是用“0和”“1”的组合来表示的，它具有便于物理实现、运算法则简单、设计节省设备及便于用逻辑代数这一数学工具对计算机的逻辑线路进行分析和综合等优点

2 计算机中数的存储

在计算机内处理的数据是按一定规则存放和处理的，因此就提出了数据的单位。数据的单位,有位(bit)、字节(byte)和字(word)等等，基本存储单位是字节。

二进制数中的一位数，不管它是“0”还是“1”，都称之为位或比特(bit)。在字长为 16 位的计算机上，一般用 8 位二进制编码构成一个字节（byte),用 16 位二进制编码，即两个字节就构成一个字（word)。通常用一个字长来存放一个参加运算的数，字的高位放符号位(0 正,1 负)。

3 计算机对数的输入、输出转换

用计算机处理的数据，可以分为两类，一类是数，一类是符数，例如整数、小数、正数、负数等。在计算机上实现科学计算时，处理的大量信息是数这些数，在计算机中是怎样表示的？简言之：当计算机接收的信息为数的时候，就要将其转换为二进制数，当计算机输出的信息为数的时候，就要将其转换为十进制数。该转换工作由操作系统来完成。

尽管以上转换过程由操作系统来完成，使操作者未感到不方便，但学生也要了解以下数制之间的转换方法。要求学生学会整数的二化十、十化二、二化八、八化二、二化十六、十六化二的转换，对于小数的数制之间的转换只作为了解即可。见表 2.3。详细转换方法见下节。

2.2.2 十进制数与二进制数

1 十进制数

日常使用的数是 1,2,3,…,9,10,11,… 即所谓的十进制数(decimal)。在计算机文献中,十进制数是在数的末尾加字母 D 来标识的,例如:1946D 表示十进制数 1946。一般情况下,1946 就是一个十进制数，不在后面加 D。

十进制数的特点是：只出现 0～9,10 个数字，我们把它们称为十进制数的 10 个基数。十进制数是逢十进一，对每一位可以分别赋以权 10^0,10^1,10^2,…用这样的权能够表示十进制的数。

例如：(1946)=(1×10^3)+(9×10^2)+(4×10^1)+(6×10^0)。

表 2.3 数值转换表

数值类型		转换方法
十及二进制数	特点:10 个基数:0,1,…,9;逢十进一	
	特点:2 个基数:0,1;逢二进一	
	二化十	按权相加法:权以 2 为底;
	十化二	整数部分:除 2 倒取余数法; 小数部分:乘 2 取整法; 一般数:整数部分、小数部分 分别转换后再合并
八进制数	特点:8 个基数:0,1,…,7;逢八进一	
	十化八	整数部分:除 8 倒取余数法; 小数部分:乘 8 取整法; 一般数:整数部分、小数部分 分别转换后再合并
	八化十	按权相加法:权以 8 为底;
	二化八	从低位每每三位一分,再合并
	八化二	每每个 8 进制数分为 3 个二进制位,再合并
十六进制数	特点:16 个基数:0,1,…,F;逢十六进一	
	十化十六	整数部分:除 16 倒取余数法; 小数部分:乘 16 取整法; 一般数:整数部分、小数部分 分别转换后再合并
	十六化十	按权相加法:权以 16 为底;
	二化十六	从低位每每四位一分,再合并
	十六化二	每每个 16 进制数分为 4 个二进制位,再合并

2 **二进制数**

在计算机中使用的是二进制数（binary）。在计算机文献中，二进制数是在数的末尾加字母 B 来标识的。例如：110B 表示二进制数的 110，即十进制数的 6。

初学计算机者一开始对二进制数会感到陌生，首先看表 2.4 中的 16 个十进制整数与其他数制的对应关系，从中就不难看出二进制数的特点了。

表 2.4 十、二、八及十六进制的简单数的表示

数制	(十)	(二)	(八)	(十六)	(十)	(二)	(八)	(十六)
	0	0	0	0	8	1000	10	8
	1	01	1	1	9	1001	11	9
	2	10	2	2	10	1010	12	A
	3	11	3	3	11	1011	13	B
	4	100	4	4	12	1100	14	C
	5	101	5	5	13	1101	15	D
	6	110	6	6	14	1110	16	E
	7	111	7	7	15	1111	17	F

二进制数的特点是：基数是 2，且逢二进一。使用的数字是‘0’和‘1’两个。如：0,1,10,11,100,…等都是二进制数。对应于二进制数各位的权分别是 2^0,2^1,2^2,…等。

3 **将二进制数变换成十进制数**

将二进制数变换成十进制数的方法是按权相加法。即用二进制数的各个位上的 0 或 1 依次乘上以 2 为底的权之和。

【例 2.1】(1) 将二进制数化成十进制数。（其中 2^6 表示 2 的 6 次方）

解：1111111(B)=(1×2^6)+(1×2^5)+(1×2^4)+(1×2^3)+(1×2^2)+(1×2^1)+(1×2^0)

=64+32+16+8+4+2+1

=127(D)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

还可以更简便地变换：1111111(B)=(1×2^ 7)－1=127(D)

(2) 101.001(B)= ? (D)

解：101.001(B)=(1×2^ 2)+(0×2^ 1)+(1×2^ 0)+(0×2^ - 1)+(0×2^ - 2)
+(1×2^ - 3)
=4+0+1+0.125
=5.125(D)

(3) 1000010(B)= ? (D)

解：1000010(B)=(1×2^ 6)+(1×2^ 1)=66(D)

4 **将十进制数变换成二进制数**

(1)**将十进制整数变换成二进制数（除 2 倒取余数法）将十进制整数变换成二进制数的方法是除 2 倒取余数法。即用二进制数的基数 2 逐次除该十进制数，将每次得到的余数横向排列(或称倒排余数),便得到答案。**

【例 2.2】用二进制数表示十进制数 66(D)。

2	66	…….	余数	0
2	33	…….	余数	1
2	16	…….	余数	0
2	8	…….	余数	0
2	4	…….	余数	0
2	2	…….	余数	0
	1		此处不再除	1

十进制数 66(D)**变换成的二进制数是** 1000010(B)。10 **化** 2,2 **化** 10**还互为逆运算。**

(2)**将十进制纯小数变换成二进制数（乘 2 取整法）将十进制纯小数变换成二进制数时，是用这个十进制纯小数每每去乘 2，每每取其乘后的整数，直至达到所要求的精度或纯小数部分等于 0 为止。**

【例 2.3】求：0.123(D)**的二进制数(精度为小数点后取 8 位)。**

解：乘 2	**纯小数部分**	**整数部分**
0.123×2	0.246	0
0.246×2	0.492	0
0.492×2	0.984	0
0.984×2	1.968	1
0.968×2	1.936	1
0.936×2	1.872	1
0.872×2	1.744	1
0.744×2	1.488	1

结果为:0.00011111(B)

【例 2.4】求:0.5的二进制数。

解:乘 2　　纯小数部分　　整数部分

0.5×2　　0.0　　1

结果为:0.1(B)

(3)将既含整数又含小数的十进制数变换成二进制数　将既含整数又含小数的十进制数变换成二进制数的方法是分整数(除 2倒取余数法)与纯小数(乘 2取整法)两部分分别转换,然后将各自转换结果合在一起。

【例 2.5】求:2.5 的二进制数。

解:　2为 10　　0.5 为 1

结果为:10.1(B)

2.2.3 八进制数

1 八进制数的特点

二进制数位数较多,读写起来不太方便,为了弥补其不足,在计算机程序设计中,尤其是在汇编语言中,常使用八进制数(octal)及十六进制数。八进制数的基数是 8,使用的数字是 0～7,共八个,且逢八进一。在计算机文献中常在数的末尾加 O 来标识一个数是八进制数。例如,0,1,2,…,7,10,11 ,…,77,100,…,都是八进制数。

2 将二进制数变换成八进制数

二进制数变换成八进制数的方法是先把二进制数从最低位开始,每三位分成一段,然后再将各段变换成十进制数,这样得到的各个十进制数,都是八进制数中的一个数。这样就把二进制数变换成了八进制数。

【例 2.6】65(D)=1000001(B)=(?)(O)

解 1000001(B)→001　000　001

↓　↓　↓

结果为:　1　0　1

3 将八进制数变换成二进制数

将八进制数变换成二进制数的方法是把八进制数的各位看作十进制数,然后将各位十进制数分别变换成三位二进制数,并把它们按八进制数各位原来的顺序排列起来就可以了。

【例 2.7】7117(O)=(?)(B).

解:　7　1　1　7

↓　↓　↓　↓

111　001　001　111

即:7117(O)=111001001111(B)

4 将八进制数变换成十进制数

将八进制数变换成十进制数的方法是仿照前面二进制数变换成十进制数的方法,将八进制数写成 8的乘方多项式,按权相加就行了。例如,

15(O)=(1×8^1)+(5×8^0)=8+5=13(D)

5 将十进制数变换成八进制数

将十进制数变换成八进制数的方法,分整数(除 8倒取余数)与小数部分(乘 8取整)分别

转换，然后再将转换结果合并即可。

【例 2.8】将十进制数 193 转换成八进制数。

```
8 | 193        余数  1
8 |  24        余数  0
  |   3   此处不再除  3
```

于是，193(D)＝301(O)

2.2.4 十六进制数

1 十六进制数的特点

十六进制数(hexadecimal)的基数是 16，使用的数字是 16 个。在十进制数中用的数字是 0～9，用来表示十六进制数中的 16 个数字是不够的。因此，还引进了 A～F，6 个字符代表 10～15，6 个数字。这样，十六进制的 16 个数字可表示如下：

```
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
↓  ↓  ↓  ↓  ↓  ↓  ↓  ↓  ↓  ↓  ↓   ↓   ↓   ↓   ↓   ↓
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A , B , C , D , E , F
```

在计算机文献中，常在一个十六进制数的末尾加字母 H 来标识它，故 1F，0A，35B，AFF，…等都是十六进制数的例子。

2 将二进制数变换成十六进制数

将二进制数变换成十六进制数的方法是将二进制数从最低位开始，每四位一分段，再将分开的各段变换为十进制数。由这样得到的十进制数，都可以与十六进制数中的数相对应

【例 2.9】将二进制数 1001110001000010(B) 变换成十六进制数为 4E22(H)。

解：1001110001000010(B)→0100 1110 0010 0010

```
                ↓    ↓    ↓    ↓
结果为：        4    E    2    2
```

3 将十六进制数变换成二进制数

将十六进制数变换成二进制数的方法是把十六进制数的各位，看作十进制数，然后将这些十进制数分别变换成 4 位的二进制数，并将它们按原来的十六进制数的顺序排列起来就可以了。

【例 2.10】将十六进制数 FCA8 变换成二进制数

解：F C A 8

1111 1100 1010 1000

于是 FCA8(H)＝1111110010101000(B)。

4 将十六进制数变换成十进制数

将十六进制数变换成十进制数的方法是仿照前面二进制数变换成十进制数的方法，将十六进制数写成 16 的乘方多项式，按权相加就行了。

【例 2.11】将十六进制数 F2 转换成十进制数。

解：F2(H)＝(15×16^1)＋(2×16^0)

＝240＋2

＝242(D)

5 将十进制数变换成十六进制数

将十进制数变换为十六进制数的方法是用基数 16 逐次地除十进制数，将每次得到的余数横向排列起来，就得到了十六进制数。

【例 2.12】将十进制数 242 变换成十六进制数。

解：

16 | 242　　余数　2

15　此处不再除　15(=F)

于是 242(D)=F2(H)

2.2.5 二进制数的算术运算与逻辑运算

1 二进制数的算术运算

二进制数的算法规则如下：

加法规则：	乘法规则：
0+0=0	0×0=0
0+1=1	0×1=0
1+0=1	1×0=0
1+1=10(进位 1)	1×1=1

【例 2.13】设 X=1001，Y=1111，计算 X+Y，X×Y 的值。

解：

```
   1001          1001
 + 1111        × 1111
-------        -------
  11000          1001
                 1001
                1001
               1001
               -------
               10000111
```

则：X+Y=1001(B)+1111(B)=11000(B)　　X×Y=1001(B)×1111(B)=10000111(B)

2 二进制数的逻辑运算

(1)“与”运算(AND)　“与”运算又称为逻辑乘，可用符号 ·（圆点）或 ∧ 来表示。

(2)“或”运算(OR)　“或”运算又称为逻辑加，可用符号 + 或 ∨ 来表示。

(3)“非”运算(NOT)　“非”运算又称求反运算，运算符的标志是在运算量上加一小杠（—）。

(4)“异或”运算(XOR)　“异或”运算可用符号 ⊙ 来表示。

例如，有两个逻辑变量 A、B，每个变量只能有 0 和 1 两种取值。以上四个逻辑运算规则用表 2.5 说明。

表 2.5 二进制逻辑运算规则表

逻辑乘(AND)		逻辑加(OR)		逻辑非 (NOT)		逻辑异或(XOR)	
A B	A ∧ B	A B	A ∨ B	A	$\overline{A}$	A B	A ⊙ B
0 0	0	0 0	0	0	1	0 0	0
0 1	0	0 1	1	1	0	0 1	1
1 0	0	1 0	1			1 0	1
1 1	1	1 1	1			1 1	0

【例 2.14】设 X＝10000001(B)

Y＝10000001(B)

则 $X \wedge Y = 10000001(B)$ $\bar{X} = 01111110(B)$

$X \vee Y = 10000001(B)$ $X \odot Y = 00000000(B)$

2.2.6 定点数与浮点数

目前计算机上还分定点机与浮点机。下面再作一简单介绍。

定点机：采用定点表示法表示数的计算机称为定点机。

浮点机：采用浮点表示法表示数的计算机称为浮点机。

定点数的表示法：数的表示方法采用固定小数点位置的方法称为定点数的表示法。通常将小数点固定在数值部分的最高位之前，或是将小数点固定在数值部分的最后面。小数点在机器中不表示出来，是事先约定的。

例如,二进制数－0.1110011 的机内定点表示如下：1 1110011(最前页的 1 表示负数)；

浮点数的表示方法：浮点数是指在数的表示中小数点的位置是不固定的，浮动的。任一二进制数 N 可以如下表示：

$N = 2^{j} \times S$

S 数 N 的尾数或数码，为二进制纯小数；

j 数 N 的阶码，为一个二进制整数。

表示形式：阶符阶码　　数符　尾数

阶码部分　　尾数部分

例如，二进制数 $N = 2^{+101} \times 0.1011101$(相当于十进制数 23.25)其浮点表示为：

0 101 0 1011101.

浮点机表示数的范围比定点机的范围大，但实现复杂、造价高。目前一般大中型计算机采用浮点表示法，或同时采用两种表示方法。

2.3 计算机对字符的处理与 ASCII 编码

2.3.1 在计算机上字符的表示

在计算机中，究竟要用多少位来表示字符，必须根据所处理的字符有多少来确定。

1 表示位数的概念

要表示十进制数中的一个数(0～9 共有 10 个数字)。

用 1 位($=2^{1}$)。可以表示 1 和 0,2 个数。

用 2 位($=2^{2}$)。可以表示 00,01,10,11,4 个数。

用 3 位($=2^{3}$)。可以表示 000,001,010,011,100,101,110,111,8 个数。

这样,若用 4 位就可以表示 $2^{4}=16$ 个数,因此,十进制数的任一个数(0～9),用 4 位就可以了。

2 字符在计算机上的表示

一般计算机使用一个字节(8 个二进制位)的二进制码表示一个字母或符号。8 位代码有 2

^ 8,即 256 种组合方式,可以建立每种组合方式与字母或符号的一一 对应关系,即每组代码代表一种字母或者符号。而目前键盘上所用到的字符在 128 个以内,则用 7 个二进制位则足可以表示出 128 中不同的数别（这里实质上指符别）。

2.3.2 字符在计算机上的存储及 ASCII 编码表

在计算机实现办公自动化处理中，计算机接触的大量信息为符，例如：英文字母、汉字和特殊的符号，也可以是其他语种的符号等（当然可以把数当成符，但是符不能当作数，汉字也可以看成字符，但计算机对汉字的处理也有别于计算机对键符的处理，在下一章再作介绍）。

什么是 ASCII 编码？现在计算机上使用的是美国的 ASCII 码(american standard code for information interchange 的缩写),即美国标准信息交换代码。书后附录 1 中列出了 ASCII 编码的编排表。从这张表上能很快查出键盘上的每个键符的 ASCII 编码所对应的内码及外码。如大写字母 A 的 B7～B1(一个字节的各个位)为 1000001,将最高位置 0,即 B8＝0 ,对应十进制数为 65,对应的八进制数为 101,对应的十六进制数为 41。

从附录 1 可以看出每个 ASCII 码由 7 个二进制位组成，在微型计算机内部传送这些 7 位编码时，第八位一般用作奇偶校验位或置零。若第八位，即最高位作为奇偶校验位，利用奇偶校验位，可在传送过程中检验整个 8 位编码中的个数，以检验传送是否有误码发生。例如，整个 8 位编码中要求 1 的个数为奇数，如果对大写字母 A ,取奇偶校验码 B8＝1,对大写字母 C ,七位编码为 1000011 ,取奇偶校验码为 0 ,传送后若发现 1 的个数不为奇数，说明传送有误。

在附录 1 中的前 31 个字符为控制字符。

我国国家标准 GB2312－80“信息交换用汉字编码字符集”中规定了使用两个字节对汉字进行编码(后面再详细介绍)。

从 ASCII 编码表中也不难看出，这些编码也可以比较出大小。例如，大写字母 A 小于大写字母B(“B”＞“A”)。当做符对待的“；”＞(大于)“：”等。

总之，在计算机的键盘上所能反映的键统称为 ASCII 编码外码。每一个键对应一个 7 位的二进制编码内码。由于这些键（包括字符键、数字键、控制键、功能键及特殊符号键）未超出 128 个，因此规定其内码用 7 位二进制编码来区别。如果超出 128 个,则 7 位二进制编码就不能表示了,则只能用 8 位或更多位二进制编码去表示了。

至此，可以总结如下：当计算机接收的信息为符的时候，就要将其转换为 ASCII 编码的内码形式即二进制形式；当计算机输出的信息为符的时候，就要将其转换为 ASCII 编码的外码形式。计算机的存储设备用一个字节来存放一个字符的编码。例如，有一片 360KB 的软盘可存放字符约 36 万个。

2.3.3 字符的点阵表示及输出

前面已介绍的字符的编排及在计算机上的存储，解决了不同符别的输入、输出的合理的交换。但是要说明的是，仅考虑字符的 ASCII 编码的编排和存放还是不够的，还要让不同的字符输出时（显示和打印）输出理想的符形来，这就需要利用显示器的点阵特点及打印机的针阵特点，由点或针构成线或形。一般在显示器上用 5×7 点阵来输出字符，在打印机上用 24×24 针式输出字符。

若要按 5×7 或 24×24 点阵构成的符形来存放字符，则需要占用计算机上较大的存储空

需要全本请访问 www.ertongbook.com