

895

713-4
5-4

成人高等教育教材

微型计算机应用基础

谢瑞和 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是根据成人高等教育微型计算机应用基础课程教学基本要求编写的。本书共7章,第1章介绍计算机的基本概念;第2章介绍硬件的基本知识;第3章介绍DOS操作系统;第4章介绍Windows操作系统;第5章介绍文字与表格处理;第6章讲述计算机网络的基础知识与Internet网上最常见的浏览器、电子邮件等的操作使用技术;第7章介绍计算机病毒。

本书适用于大专院校各类专业低年级学生及初级、中级计算机用户。

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,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机应用基础/谢瑞和等编著. - 北京:电子工业出版社, 2001.7

成人高等教育教材

ISBN 7-5053-6764-1

I. 微… II. 谢… III. 微型计算机 - 成人教育:高等教育 - 教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 035170 号

丛 书 名: 成人高等教育教材

书 名: 微型计算机应用基础

编 著 者: 谢瑞和 等

策划编辑: 束传政

责任编辑: 张燕虹

特约编辑: 韩 柯

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

装 订 者: 三河市路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.5 字数: 370 千字

版 次: 2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6764-1
TP·3794

印 数: 6000 册 定价: 20.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

总 序

成人高等教育是高等教育的重要组成部分。江泽民同志在中国共产党第十五次全国代表大会报告中指出:“发展教育和科学,是文化建设的基础工程。培养与现代化要求相适应的数以亿计高素质的劳动者和数以千万计的专门人才,发挥我国巨大人力资源的优势,关系到 21 世纪社会主义事业的全局。”要“积极发展各种形式的职业教育和成人教育,稳步发展高等教育”。我国成人高等教育发展的历史已经证明,大力发展成人高等教育,对于培训有理想、有道德、有文化、有纪律的社会主义公民,不断提高国民的思想道德素质和科学文化素质,形成好学上进的社会风气,促进社会主义精神文明和物质文明的建设,加快实现高等教育大众化,已经并正在发挥着巨大的作用。

华中科技大学(原华中理工大学)是我国较早开展成人高等教育的高等院校之一。四十多年来,华中科技大学的成人教育始终坚持社会主义办学方向,坚持高标准严要求,努力探索成人教育发展规律,积累了较丰富的教学与管理经验,教育质量稳步提高,管理制度不断完善,培养了数万名成人高等教育毕业生,赢得了广泛的社会赞誉。

为更好地适应成人高等教育发展的需要,保证成人高等教育的教学质量,在电子工业出版社的大力支持下,我院组织编写了这套成人高等教育系列教材,主要以本科层次(含专科起点本科和高中起点本科)部分专业课为主。编写过程中遵循了以下原则:

(1) 贯彻教育必须为社会主义现代化建设服务,必须与生产劳动相结合,培养德、智、体等方面全面发展的社会主义事业的建设者和接班人的教育方针。

(2) 充分体现成人高等教育的特点,强调以应用为目的,以“必需”、“够用”、“适用”为度,使学生重点掌握基本概念、基本原理和基本分析计算方法。同时,为学生可持续发展奠定一定的理论基础。

(3) 遵循成人教育的教学规律,注重理论联系实际,注重能力和素质培养,便于学生自学。

(4) 教学内容要尽可能反映本学科的新理论、新思想、新方法、新技术、新规范和新成果。

在编写风格上,这套系列教材力求做到立论严谨、概念准确、叙述流畅、简明清晰、重点突出、例题丰富、章有小结、便于自学。

参加编写本套教材的各课程主编和编者均为长期从事成人教育教学工作且教学经验丰富的教师。这套教材的出版,既是他们多年来不懈追求的写照,也是他们长期辛勤耕耘汗水和心血的结晶,愿这套教材像一朵初绽的小花,在成人高等教育教材的百花园中越开越鲜艳! 希望有更多的人关注它,关心它,关爱它,为它的成长培土、施肥、浇水!

华中科技大学成人教育学院

前 言

本书是依据成人高等教育微型计算机应用基础课程教学基本要求编写的,为了适应微型计算机近几年的飞速发展,还增补了基本要求中未提及的众多新鲜内容。

本教材的读者对象是成人高等教育的低年级学生以及广大的初级与中级电脑用户。在此之前,这类读者中的大多数并没有通过专门的计算机知识训练,希望在讲授或自学了本教材并经过一定的上机操作后能较为熟练地掌握微型计算机的使用方法及操作技能,能用计算机顺利地日常写作、办公、作图、上网等任务,能正确地维护机器及处理常见的故障,能为后续的课程打下良好的基础。据此对本书内容作了以下安排:

第1章主要介绍计算机的基本概念,重点讨论二进制、十进制以及十六进制数的表示法,相互之间的转换。第2章重点讲述桌面式计算机与常用外部设备等硬件资源的基本知识,为计算机的正确使用与日常维护奠定必需的基础。第3章是微型计算机使用技术的基础篇,重点讲述DOS环境下有关文件操作的基本知识与操作方法。第4章较全面地介绍了Windows 98的基本知识、操作方法及技巧。第5章专门介绍文字与表格等办公软件的主要功能和操作方法。第6章讲述计算机网络的基础知识与Internet网上最常见的浏览器、电子邮件等的操作方法。第7章概述了计算机病毒的有关知识。

本书涉及的知识面较宽、选材立足于能反映当今最新的技术与版本,讲述的内容尽量做到通俗易懂、便于自学,并有实际应用的范例紧密配合,以达到“即学即用”的效果。每章所附思考与习题可巩固所学的知识,能启发读者的思维。

本教材既可作为大专院校各类专业本专科低年级学生的计算机基础教材,也可作为自学考试的教学参考书,还可供广大电脑业余爱好者与有关工程技术人员参考。

本书的作者均为在微机技术应用领域从事科研与教学的第一线教师,他们在编写中融入了自己多年的切身体验。第1章与第2章由谢瑞和编写,第3章与第5章由翁虹编写,第4章由郑沛峰编写,第6章与第7章由蒙文武编写。瞿坦教授审阅了全稿,提出了许多宝贵的意见;本校成人教育学院和电子与信息工程系的有关领导给予了全力支持与精心指导,在此一并致谢。

书中定有不当与错误之处,恳请各位专家与读者批评指正。

编 者

第1章 计算机导论

众所周知，21世纪是信息时代，在这种信息化社会中，计算机担负着信息的承载、处理与传输的核心作用。掌握计算机的基本知识，不仅仅是大学生的当务之急，即使是普通的市民，也产生了要求扫除“机盲”的强烈愿望。本章首先简单介绍了计算机技术的发展简史以及计算机与外部设备的有关基本概念。重点是讨论计算机技术中数值与字符等的表示方法，由于二进制是计算机运算与处理操作的基础，掌握二进制数和由此引发的其他一些进位制以及相互之间的转换关系，对于今后更深入地学习和上机操作来说都是必不可少的初级入门知识。

1.1 计算机发展简史

世界上首台计算机是由美国宾夕法尼亚大学于1946年研制成功的，它使用了18 800个电子管，7 500个继电器和开关，体积为85 m³，占地170 m²，重约30 t，耗电约150 kw/h。尽管其结构还不够合理，功能不够完善，操作比较麻烦，但它以每秒钟近5 000次的运算速度解决了当时高科技中的一系列科学计算问题。更引世人瞩目的是，英国一数学家花15年计算圆周率至小数点后707位(bit)，可这台计算机仅花几十分钟就打破了该记录，而且，发现这位数学家的计算结果从小数点后528位开始都是错误的。因而它一问世就使人们看到了计算机的巨大威力与壮丽前景。

至今，计算机已经更新换代了四次，表1.1简要地描述了这一发展过程。从第四代开始，计算机开始向巨型机与微型机发展。巨型机结构远比微型机复杂，它拥有齐全的外围设备和丰富的软件系统，主要用于计算工作量极大的国民经济与尖端科技，例如，巨到天文、微到核反应之类的大型研究课题，其运算速度可达百亿次/秒。微型机则在数量上占绝对优势，几乎普及到全球的各个领域。

表 1.1 四代计算机的概况

计算机时代		年 份	存 储 器	重 要 特 征
第一代	电子管时代	1946 年~1957 年	磁鼓存储器	机器语言
第二代	晶体管时代	1958 年~1963 年	磁芯存储器	发展到高级语言
第三代	集成电路时代	1964 年~1970 年	半导体存储器	发展到总线结构
第四代	(超)大规模集成电路	1971 年~2001 年	半导体存储器	发展到微处理器

中央处理器(Central Processing Unit, 缩写为CPU)是计算机的核心部件，第一代、第二代的产品有几间房子那么大，现在却是集成在一块芯片上，体积(包括外部封装)比手掌心还小，这种芯片称为微处理器。自1971年美国Intel公司推出首片微处理器芯片以来，微处理器发展迅猛，应用范围几乎渗透到全球各个领域，研制与生产厂家遍及全球，但Intel公司始终保持其“领袖”地位，从它的产品发展中就可以大体浏览这30年的进程，见表1.2。

表 1.2 Intel 公司的微处理器

微处理器时代与产品		推出年份	内部数据总线	外部数据总线	含晶体管只数
第一代	4004	1971	4	4	2250
第二代	8080	1974	8	8	
第三代	8085	1976	8	8	
第四代	8086	1978	16	16	2.9 万
	8088	1979	16	8	2.9 万
	80186	1982	16	16	5.6 万
	80188	1982	16	8	5.6 万
	80286	1982	16	16	13 万
第五代	80386	1985	32	32	27.5 万
	386SX	1988	32	16	27.5 万
	i486	1989	32	32	120 万
	Pentium	1993.03	32	64	310 万
	Pentium Pro	1995.11	32	64	550 万
	Pentium MMX	1997.01	32	64	450 万
	Pentium II	1997.05	32	64	750 万
	Pentium III	1999.01	32	64	950 万
	Pentium 4	2000.11	32	64	3400 万

1.2 微型计算机组成框架

下面介绍微型计算机的硬件和软件。

1.2.1 微型计算机硬件

人们经常听到微型计算机、微处理器、电脑之类的说法。就一般通俗用语来说，它们之间并没有多大区别，但就专业术语而言，其含义不完全相同。

微处理器（Microprocessor）是指由一片超大规模集成电路制作的具有运算器与控制器功能的中央处理器部件，即 CPU，它的主要特征是能够执行指令，但本身还不能构成一台计算机。以微处理器为核心，配上存储器、必要的输入输出接口、外围设备和相应的软件系统就组成了微型计算机，即 Microcomputer 或简称微机。有些书籍或资料还将其细分为微型计算机与微型计算机系统，将有待专业人员进一步开发，一般只用于工业控制与信号处理或实验室等场合的单板机与单片机归属前者，而将其运算与处理功能完备、外部设备齐全、能与使用者直接交互的 IBM-PC/XT/AT 等微型计算机归属后者，因此，PC（Personal Computer，个人计算机）也就成了微型计算机系统的代名词。

严格地说，电脑并不是一个专业术语，通俗说法包括了一个很大的计算机范畴，例如，某人购了一台电脑（即微型计算机系统）。目前，流行桌面式与笔记本式两大类，高档机型价值数万元。又如说某家用电器是电脑控制的，这里所说的电脑在专业上称为单片计算机（Single Chip Computer）或单片机，它是将功能有限的 CPU 与容量不大的存储器和少量输入/输出接口电路集成在一块芯片上，最低档的单片机售价在 10 元以下。还可以举出一些例

外的事实，例如，居民已经普遍使用的 IC（Integrated Circuit，集成电路）卡中有一种称为 CPU 卡或智能卡，其上的小芯片也是一种微处理器，而且，其中还包括了一定容量的存储器，实质上，它也属于单片计算机。

可见微处理器技术已经渗透到人类生活的各个空间，各种不同功能与使用环境的产品应有尽有，以致于人们很难对它们的分类与名称作出准确的定义。值得说明的是，本书所述的内容系指功能完善的通用型微型计算机系统，主要是指放置于桌面的台式微型计算机系统。

无论是何种计算机，它们均由硬件与软件两个部分组成。

计算机硬件是组成计算机系统的物理设备，如图 1.1 所示。它通常包括运算器、控制器、存储器、输入/输出接口与外围设备等。

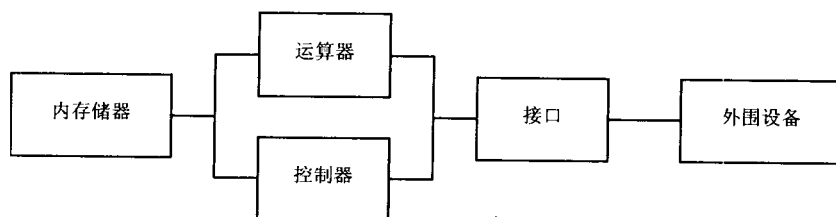


图 1.1 计算机硬件

运算器与控制器是计算机中的核心部件，通常是一块超大规模的集成电路，即 CPU 芯片。

存储器用于存储数据与指令信息，它有内外之分。内存储器由大规模集成电路芯片组成，通过一块称为主板的印刷电路板将它们与 CPU 芯片紧密连接在一起，体积特小，存取速度很高，但容量有限。外存储器是指软磁盘、硬磁盘、光盘、磁带等存储介质，它们不能与 CPU 直接相连，体积较大，存取速度比前者慢，它们弥补了前者存储容量的不足，尤其是解决了存储内容长久保留的问题，并且，便于数据与程序的相互交流，实现资源共享。

外围设备是指输入/输出的辅助设备，是计算机系统中必不可少的部件，它分输入设备、输出设备、输入与输出兼有的设备三大类，这里所指的输入/输出，其方向是针对 CPU 而言的，例如，键盘与鼠标器是必备的输入设备，而显示器与打印机则是必备的输出设备。上面已提到的软磁盘、硬磁盘、光盘、磁带等外存储介质，其中的内容要通过相应的驱动器才能由 CPU 写入或读出，所以，软盘驱动器、硬盘驱动器是必备的输入/输出设备。

接口电路在 CPU 与外围设备之间起桥梁作用，它们也是大规模或超大规模的集成电路芯片，安装在主板上。

在计算机内部有数据、地址与控制三种信息流。数据是指操作的对象，地址则确定对象的定位，控制则指定对象应执行何种具体的操作。三者都有各自的线路，称为数据总线、地址总线与控制总线，简称三总线，它们在控制器的统一指挥下有条不紊地高速运载各自的信息。

1.2.2 计算机软件

计算机的软件通常分为系统软件与应用软件两大类，如图 1.2 所示。系统软件是指管理与控制系统的硬件、提供用户与计算机之间的交互界面、支持开发各种应用软件的系统程序，

最底层（即最核心）的系统软件是操作系统与常驻内存的监控和诊断程序。例如，MS-DOS、Windows 95/98/2000/、Windows NT、UNIX 等就是操作系统类型的系统软件。BASIC、FORTRAN、PASCAL、C 等高级语言的编辑、解释或编译、连接等中层软件也属于系统软件。应用软件则是处在最外层，它是计算机用户在系统软件平台之上开发出来的解决具体问题的程序，是用高级语言或汇编语言编写出来的。例如，常用工具软件 PC Tools、字处理系统软件 WPS、办公系统软件 Office 97、因特网浏览器（Internet Explorer）等则属于应用软件。

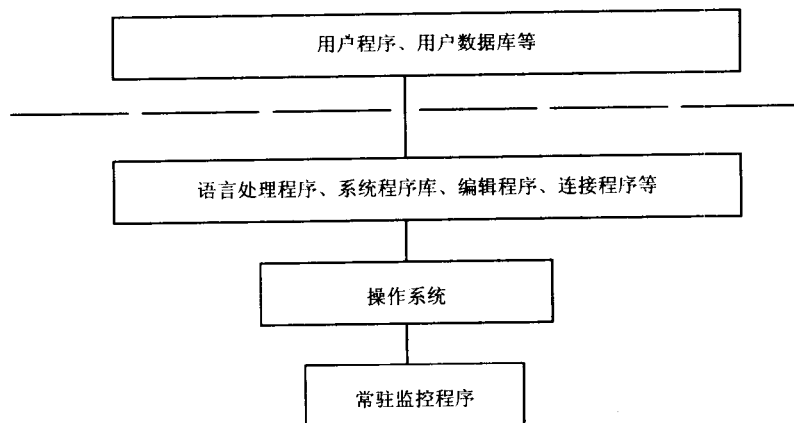


图 1.2 计算机软件

人与计算机交流信息是通过计算机语言进行的，又可称为程序设计语言，它通常分机器语言、汇编语言与高级语言三个层次，高级语言又有 BASIC 语言、FORTRAN 语言、PASCAL 语言、C 语言、Java 语言等。但无论是何种语言，最终都要通过编译程序或解释程序翻译成由“0”和“1”组成的机器语言，计算机才能识别与执行相应的操作。

1.3 计算机中的数制

下面介绍十进制 / 二进制 / 十六进制、数制转换、二进制 / 十进制编码和 ASCII 码。

1.3.1 十进制/二进制/十六进制

下面分别介绍十进制、二进制和十六进制。

1. 十进制数

人们最习惯采用的计数方法是十进制计数方法。一个十进制数的基数是 10，它的每一位都有特定的位权，由基数的 n 次幂来确定。整数部分的位权从右至左依次为 10^0 , 10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 , ...，也就是通常所说的个（位），十（位），百（位），千（位），万（位），...；小数部分的位权则从左至右依次为 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} ，例如：

$$98765.4321 = 9 \times 10^4 + 8 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-3} + 1 \times 10^{-4}$$

由此可见，十进制的主要特点是：

- (1) 基数为 10。

(2) 逢十进一。

(3) 作为系数的数码有 10 个 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)。

为了与其他的数制区别, 十进制数可以用英文字母 “D” (Decimal) 来标记, 如 98765.4321D, 但也可以省略不用。

2. 二进制数

相对于十进制数的特点, 二进制数是基数为 2 的逢二进一计数方法, 于是, 它的系数也就只有 “0” 与 “1” 2 个数码, 例如:

$$(1101.11)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

可见它等于十进制的 13.75。二进制整数部分的位权从右至左依次为 $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6, 2^7, \dots$, 亦即 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, $\dots$ 。二进制小数部分的位权从左至右依次为 $2^{-1}, 2^{-2}, 2^{-3}, 2^{-4}, \dots$ 。

为方便起见, 规定二进制数以英文字母 “B” (Binary) 标记, 如 1101.11B。

3. 十六进制数

十六进制数的基数是 16, 逢十六进一, 它的系数数码有 16 种, 前 10 个为十进制数码 0~9, 后六个为英文字母 A, B, C, D, E, F, 分别表示十进制数 11, 12, 13, 14, 15。例如:

$$(89AB.4)_{16} = 8 \times 16^3 + 9 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 11 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1}$$

可见它等于十进制的 35243.25。十六进制整数部分的位权从右至左依次为 $16^0, 16^1, 16^2, 16^3, 16^4, \dots$, 亦即 1, 16, 256, 4096, 65536, $\dots$ 。二进制小数部分的位权从左至右依次为 $16^{-1}, 16^{-2}, 16^{-3}, 16^{-4}, \dots$ 。

表 1.3 列举了 4 位二进制数与对应的十进制数、十六进制数的表示法。

表 1.3 4 位二进制与十进制、十六进制的对照

十六进制	十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制
0	00	0000	8	08	1000
1	01	0001	9	09	1001
2	02	0010	A	10	1010
3	03	0011	B	11	1011
4	04	0100	C	12	1100
5	05	0101	D	13	1101
6	06	0110	E	14	1110
7	07	0111	F	15	1111

为方便起见, 规定十六进数以英文字母 “H” (Hexadecimal) 标记, 如 89AB.4H。必须注意的是, 为了与非数字含义的字符串相区别, 当十六进制数的最高位为 A~F 中任何一个数码时, 应在最前面加一位数字 “0”, 例如:

ABCD3456H 是非法的, 应改写为 0ABCD3456H。

当最高位为数字 1~9 时, 则不存在什么问题, 例如:

9FEDCH 是合法的。

十六进制并不是计算机所独有的，20 世纪 50 年代，我国市场上通用的“老秤”就是 16 两一斤，因而有“半斤八两”之说。

1.3.2 数制转换

在上面二进制数与十六进制数的介绍中，就已经描述了将它们转换成十进制数的方法，因此，下面只需讨论十进制数如何转换成二进制数与十六进制数；二进制数与十六进制数之间的相互转换。

1. 十进制数转换为二进制数

对于十进制整数，采用除 2 取余法，即将十进制整数除以 2，得到一个商数和余数，再将商数除以 2 又得到一个商数和余数，如此继续除下去，直至除尽为止。以最后所得的商数“1”为最高位，将各次所得的余数按“后得先排”的顺序写下来，即得二进制转换结果。

【例 1.1】 100 = (?) B

转换过程见表 1.4。

表 1.4 除 2 取余法

除 数	被除数/商数	余 数	最低位 ↑ 次高位
2	100		
2	50	0	
2	25	0	
2	12	1	
2	6	0	
2	3	0	
	1	1	

结果得 100 = 1100100B。

对于十进数小数部分，采用乘 2 取整法，即将十进制纯小数乘以 2，摘除乘积中的整数后保留小数部分再乘 2，如此继续下去，直至乘积小数部分为零或者得到要求的精度为止。将各次摘取的整数依先后顺序写出来，即为转换的二进制纯小数结果。

【例 1.2】 0.1875 = (?) B

转换过程见表 1.5。

结果得 0.1875 = 0.0011B。

表 1.5 乘 2 取整法

	积的整数部分	被乘数/积的小数部分	乘数
高位 ↓ 低位		0.1875	2
	0	0.375	2
	0	0.75	2
	1	0.5	2
	1	0.0	

2. 十六进制数与二进制数之间的转换

由于十六进制数实际上是 4 位二进制数，所以，两者之间的转换是轻而易举的。将二进制数转换成十六进制数时，以小数点为界，整数部分自右至左每 4 位用对应的一位十六进制数表示，最高位部分不足 4 位时在左边补 0；而小数部分则自左至右每 4 位用对应的一位十六进制数表示，最低位部分不足 4 位时在右边补 0。例如：

$$\begin{array}{ccccccc} 10 & 1101 & 1010 & 0011 & . & 0110 & 11 \\ = & 2 & D & A & 3 & . & 6 \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{B} \\ \text{CH} \end{array}$$

注意，不要将十六进制数小数点最后一位“C”误写为“3”。

由此可见，引入十六进制数的主要目的是，避免书写与阅读一长串二进制数码的麻烦且容易出错之弊病，计算机本身并不需要转换运算。

如果要将十六进制数转换成二进制数，只需将十六进制数的每一位用对应的 4 位二进制数表示并依原顺序排列即可。例如：

$$\begin{array}{ccccccc} 5 & F & 8 & 4 & . & E & 4 \\ = & 0101 & 1111 & 1000 & 0100 & . & 1110 & 0100 \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H} \\ \text{B} \end{array}$$

3. 十进制数转换成十六进制数

十进制数转换成十六进制数有两条途径：

(1) 先转换成二进制数，再将二进制表示为十六进制；

(2) 将十进制数直接转换为十六进制数，转换过程类似上述十进制数转换成二进制数，下面介绍具体过程。

对于十进制整数，采用除 16 取余法，即将十进制整数除以 16，得到一个商数和余数，再将商数除以 16 又得到一个商数和余数，如此继续除下去直至除尽为止。以最后所得的商数为最高位，将各次所得的余数按“后得先排”的顺序写下来，即得十六进制转换结果。

【例 1.3】 $35243 = (?) \text{H}$

转换过程见表 1.6。

表 1.6 除 16 取余法

除数	被除数/商数	余数	 最低位 次高位
16	35243		
16	2202	11	
16	137	10	
	8	9	

结果得 $35243 = 89ABH$ 。

对于十进制小数部分，采用乘 16 取整法，即将十进制纯小数乘以 16，摘除乘积中的整数后保留小数部分再乘 16，如此继续下去，直至乘积小数部分为零或者得到要求的精度为止。将各次摘取的整数依先后顺序写出来，即为转换的二进制纯小数结果。

【例 1.4】 $0.78125 = (?) \text{H}$

转换过程见表 1.7。

表 1.7 乘 16 取整法

	积的整数部分	被乘数/积的小数部分	乘数
高位 ↓		0.78125	16
	12	0.5	16
低位	8	0.0	

结果得 $0.78125=0.C8H$ 。

可见采用这种直接转换还简便一些，由此得到启发，当要求将十进制数转换成二进制数时，可以先将其转换成十六进制数，然后，再将十六进制数转换成二进制数。有时，甚至比将十进制数直接转换成二进制数还要简便。

1.3.3 二进制/十进制编码

人们已经习惯了十进制数，而且，计算机的原始数据多数也是十进制的，但十进制数不能直接在计算机中进行运算，必须用二进制为它编码，这样，就产生了二进制/十进制编码或称为 BCD (Binary Coded Decimal) 码。CPU 通过对一个专用的辅助进位位的调整就可对其进行运算。

BCD 码用 4 位二进制数表示一位十进制数，但这 4 位二进制数中可表示的 16 个数码中有 6 个数码是多余的，应该抛弃，可以使用不同的方法来处理这些数码，因而产生了各种不同的 BCD 码，但最通用的是 8421 BCD 码，它是将十六进制数的 A~F 放弃不用。表 1.8 列出了 0~39 的 8421 BCD 码，表中将 BCD 码按 4 位隔开并不是必须的，只是为了观察对照的方便。

表 1.8 8421 BCD 码表示法

十进制	BCD	十进制	BCD	十进制	BCD	十进制	BCD
0	0000	10	0001 0000	20	0010 0000	30	0011 0000
1	0001	11	0001 0001	21	0010 0001	31	0011 0001
2	0010	12	0001 0010	22	0010 0010	32	0011 0010
3	0011	13	0001 0011	23	0010 0011	33	0011 0011
4	0100	14	0001 0100	24	0010 0100	34	0011 0100
5	0101	15	0001 0101	25	0010 0101	35	0011 0101
6	0110	16	0001 0110	26	0010 0110	36	0011 0110
7	0111	17	0001 0111	27	0010 0111	37	0011 0111
8	1000	18	0001 1000	28	0010 1000	38	0011 1000
9	1001	19	0001 1001	29	0010 1001	39	0011 1001

由表可见，BCD 码是很容易编制的，用它来表示十进制数就很直观，但是，一定要区别于二进制码，两者表征的数值完全不同，例如：

$$(0010000000000001.1001)_{\text{BCD}} = 2001.9$$

$$0010000000000001.1001\text{B} = 8193.5625$$

在交待具体任务时，如果要使用 BCD 码，一定要另加说明。同时，也可以看出 BCD 码的不足之处，由于它抛弃了 6/16 的信息位不使用，使其在相同的位数条件下所能表示的数值范围变窄。如果信息量相同，那么，使用 BCD 数据占用的内存空间比使用二进制数据要大得多。

1.3.4 ASCII 码

计算机不仅仅只对数据进行运算，而且，还要处理其他各种事务，因而它应能识别字母与各种字符，目前，普遍使用 ASCII 码来表示字母与字符。

ASCII (American Standard Code for Information Interchange, 美国标准信息交换码) 是一种 7 位的二进制编码，可表示 128 个字符，包括英文大小写字母与数字 0~9，表 1.9 列出了全部 ASCII 码及其表示方法。

表 1.9 ASCII 码表

b6b5b4 b3b2b1b0		0	1	2	3	4	5	6	7
		000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	1011	VT	ESC	+	:	K	[	k	{
C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

由于存储器的基本单元为 8 位，又称为一个字节，故通常还是用一个字节来表示 ASCII 码，并认为最高位 b7 恒为零，于是，0~9 的 ASCII 码为 30H~39H，大写英文字母 A~Z 的 ASCII 码为 41H~5AH，小写英文字母 a~z 的 ASCII 码为 61H~7AH 等。

必须指出的是，在许多实际应用中，最高位 b7 又常常用来作为 ASCII 码的奇/偶校验位。奇校验时该位的取值应使 ASCII 码 8 位中“1”的个数为奇数；反之，偶校验时该位的取值应使 ASCII 码 8 位中“1”的个数为偶数。例如：

“8”的奇校验 ASCII 码为 00111000B，偶校验 ASCII 码为 10111000B，

“B”的奇校验 ASCII 码为 11000010B，偶校验 ASCII 码为 01000010B。

奇偶校验的主要目的是，用于数据传输中检测接收方的数据是否有错。收发双方先预约为何种校验，接收方收到数据后检验“1”的个数，判断是否与预约的校验相符，倘若不符则说明传输出错，可请求重新发送。

1.4 正负数的表示法

如同我用“+”、“-”符号表示正数与负数一样，计算机用最高位作为符号位，该位

为“0”，表示这个数是正数，该位为“1”，则表示这个数是负数，例如，01111001B 是 8 位二进制正数，10101101B 是 8 位二进制负数，0100001110100101B 与 1010010101010111B 分别是 16 位二进制正数与负数。这种数称为带符号的数，在此之前介绍的数均未涉及符号这一概念，它们是不带符号的数，两者在表达形式上看不出任何差别，但它们所表示的数值是完全不同的。

计算机中的数有原码、反码、补码三种表示方法，而且，一般都是采用补码表示法，由于三者有不可分割的联系，下面将逐一介绍。

1.4.1 原码、反码与补码

1. 原码

原码是在原来二进制数值位中用最高位作正负符号位，其他位均为数值位，其值不变，最高位为“0”表示正数，最高位为“1”表示负数。例如：

X1 为二进制正数+1010101B，那么，X1 的原码为 01010101B；

X2 为二进制负数-1010101B，那么，X2 的原码为 11010101B。

2. 反码

最高位为“1”表示负数，数值位则与原码相反，即“0”变成“1”，“1”变成“0”。例如，X2 为二进制负数-1010101B，那么，X2 的原码表示法为 11010101B，反码表示法是 10101010B。

3. 补码

在反码的最低位加“1”就成为补码表示法，例如，X2 的原码为 11010101B，反码是 10101010B，补码是 10101011B。

由于计算机的数字逻辑电路对于“取反”、“加 1”、“进位”等操作轻而易举，所以，引入补码为计算机的运算操作提供了极大方便，提高了机器的运算效率，例如，有了补码就可以将减法当加法来操作。

【例1.5】 $127 - 16 = 127 + (-16)$

只要将 127 的原码与 -16 的补码相加：

$$\begin{array}{r} 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ + \quad 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ = \quad 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \end{array}$$

忽略进位即为运算结果。 验算

$$01101111\text{B} = 6\text{FH} = 6 \times 16 + 15 = 111$$

“补”的概念并不难理解，在日常生活中就有不少实例，钟表的校时过程就是一例，设当前的标准时间为 11 点，某表误走到了 12 点，现有两种校时办法：

顺拨，即得 $12 + 11 = 11$

倒拨，即得 $12 - 1 = 11$

由此可见，钟表的量程为 12，即它的模(mod)为 12，大于 12 的进位自然丢失，在这个范围与前提下进行加减运算，只要等式右边结果相同，加减都是一回事。

值得指出的是，对于正数来说，其最高位为“0”，它的反码和补码与原码相同，因此，三种表示法没有什么区别。

1.4.2 补码的换算

当要将一个十进制负数转换为补码表示法时，可按以下步骤进行：

- (1) 将该负数对应的正数转换成二进制数。
- (2) 将该二进制数按位取反后加 1。

【例 1.6】 $-100 = (?) B$

$+100 = 64H = 01100100B$,

$$\begin{array}{r}
 01100100 \\
 10011011 \\
 + \qquad\qquad\qquad 1 \\
 \hline
 10011100
 \end{array}$$

结果得 $-100 = 10011100B = 9CH$

【例 1.7】 $-17.25 = (?) B$

$+17.25$ 的二进制数为 $00010001.01B$ ，于是， -17.25 的反码为 $11101110.10B$ ，补码则是在最低位，即小数点后第 2 位加 1，结果得 $-17.25 = 11101110.11B = 0EE.CH$ 。

反过来，已知二进制的补码，当要换算成十进制负数时，可按以下步骤进行：

- (1) 将已知补码按位取反后末位加 1。
- (2) 将所得结果转换成十进制数，该数对应的负数即为所求结果。

【例 1.8】 $11100000B = -?$

$11100000B$ 取反为 $00011111B$ ，再加 1 则成 $00100000B$ ；

$00100000B$ 是十进制的 32；

结果得 $11100000B = -32$ 。

表 1.10 列出了部分数值的补码，从中可以发现它的某些特点：

表 1.10 8/16 位二进制正负数表示法

8 位二进制数			16 位二进制数		
二进制数	无符号对应的十进制数	补码对应的十进制数	二进制数	无符号对应的十进制数	补码对应的十进制数
00000000B	0	+0	0000000000000000B	0	+0
00000001B	1	+1	0000000000000001B	1	+1
00000010B	2	+2	0000000000000010B	2	+2
00000011B	3	+3	0000000000000011B	3	+3
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
01111100B	124	+124	0111111111111100B	32764	+32764
01111101B	125	+125	0111111111111101B	32765	+32765
01111110B	126	+126	0111111111111110B	32766	+32766
01111111B	127	+127	0111111111111111B	32767	+32767

(续表)

8 位二进制数			16 位二进制数		
二进制数	无符号对应的十进制数	补码对应的十进制数	二进制数	无符号对应的十进制数	补码对应的十进制数
10000000B	128	-128	1000000000000000B	32768	-32768
10000001B	129	-127	1000000000000001B	32769	-32767
10000010B	130	-126	1000000000000010B	32770	-32766
10000011B	131	-125	1000000000000011B	32771	-32765
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
11111100B	252	-4	1111111111111100B	65532	-4
11111101B	253	-3	1111111111111101B	65533	-3
11111110B	254	-2	1111111111111110B	65534	-2
11111111B	255	-1	1111111111111111B	65535	-1

(1) 8 位带符号数的数值范围为 $-2^7 \sim +2^7 - 1$ ($-128 \sim +127$)。

(2) 16 位带符号数的数值范围为 $-2^{15} \sim +2^{15} - 1$ ($-32768 \sim +32767$)。

(3) 当要将 8 位带符号数扩展成 16 位带符号数时, 只需将 8 位最左边的符号位再往左延伸至 16 位即可。

现在的微型计算机一般均为 32 位, 根据以上特点, 很容易列出 32 位二进制正负数的表示法, 见表 1.11。

表 1.11 32 位二进制正负数表示法

十六进制数	二进制数	无符号对应的十进制数	补码对应的十进制数
00000000H	00000000000000000000000000000000B	0	+0
00000001H	00000000000000000000000000000001B	1	+1
00000002H	00000000000000000000000000000010B	2	+2
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
7FFFFFFDH	01111111111111111111111111111101B	2147483645	+2147483645
7FFFFFFEH	01111111111111111111111111111110B	2147483646	+2147483646
7FFFFFFFH	01111111111111111111111111111111B	2147483647	+2147483647
80000000H	10000000000000000000000000000000B	2147483648	-2147483648
80000001H	10000000000000000000000000000001B	2147483649	-2147483647
80000002H	10000000000000000000000000000010B	2147483650	-2147483646
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
0FFFFFFFDH	11111111111111111111111111111101B	4294967293	-3
0FFFFFFFEH	11111111111111111111111111111110B	4294967294	-2
0FFFFFFFHH	11111111111111111111111111111111B	4294967295	-1

32 位二进制数能够表示 $2^{32} = 4294967296$ 个整数, 接近 43 亿, 计算机专业语言中

称为 4G。带符号时最大正数是 $+2^{31}-1=+2147483647$ ，绝对值最大的负数是 $-2^{31}=-2147483648$ 。

值得指出的是，由以上的讨论绝不能得出以下错误的结论，认为 8 位计算机只能处理 $-128\sim+127$ 之间的数据，而 16 位计算机只能进行 $-32768\sim+32767$ 之间的运算操作。上面讨论的 8 位/16 位是指计算机单次操作的运算长度，计算机能够由多次操作来处理超出这一长度的大量数据，其数值的大小几乎没有什么限制。当然，位数多的机器（例如，32 位机）一次操作就相当于 8 位/16 位机的多次操作，从而大大提高了机器的操作效率与处理能力。

本章小结

本章首先简单介绍了计算机的发展历史与计算机的组成框架原理，计算机是一个非常复杂的机器系统。本门课程不可能详细介绍它的内部结构原理，只要求读者了解它的一般外部特性，以便正确地使用计算机。

本章的重点是二进制数及其与十进制数之间的相互转换。至于十六进制、BCD 8421 码、ASCII 码等都与二进制码密切相关，抓住了二进制这个主要矛盾，其他均会迎刃而解。

本章最后介绍了带符号数的表示法，其中的关键在补码。计算机中处理的数据一般都是补码，后续的课程还会进一步学习这方面的知识，在本课程中先掌握有关正负数表示法的基本知识是十分必要的。

思考与练习

- 1.1 洗衣机等家用电器中使用的电脑与计算机桌上放的台式电脑有何不同？
- 1.2 计算机系统必备哪些硬件？
- 1.3 何谓计算机的三总线？
- 1.4 如何理解系统软件在计算机中的地位与作用？
- 1.5 计算机系统必备哪些软件？
- 1.6 桌面式微型计算机应配备哪些最基本的部件或外设？
- 1.7 从根本上讲计算机只能识别“0”与“1”，但为什么功能会如此强大？
- 1.8 试举例说明奇偶校验位的作用是什么？
- 1.9 为什么用补码表示负数比用反码表示负数更方便？
- 1.10 何谓带符号二进制数的符号扩展？
- 1.11 99 的 8 位二进制数是 _____ B，十六进制数是 _____ H。
- 1.12 110.0625 的 8 位二进制数是 _____ B，十六进制数是 _____ H。
- 1.13 256 的 16 位二进制数是 _____ B，十六进制数是 _____ H。
- 1.14 65536 的 32 位二进制数是 _____ B，十六进制数是 _____ H。
- 1.15 01110111B 的十进制数是 _____ D，对应的