

职业资格培训教材
社会力量办学培训教材

(初级)

计算机

维修工

● 劳动和社会保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社

职业资格培训教材
社会力量办学培训教材

计算机维修工

(初 级)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机维修工：初级/张志强主编. —北京：中国劳动社会保障出版社，2001
职业资格培训教材、社会力量办学培训教材

ISBN 7-5045-3173-1

I. 计…

II. 张…

III. 电子计算机—维修—技术培训—教材

IV. TP307

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 22687 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.5 印张 209 千字

2001 年 8 月第 1 版 2006 年 6 月第 3 次印刷

印数：2000 册

定价：15.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64927085

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

前 言

《劳动法》和《职业教育法》明确规定，在全社会实行学历文凭和职业资格证书并重的制度。在国家劳动和社会保障行政管理部门的大力倡导下，取得职业资格证书已经成为劳动者就业上岗的必备的前提，同时，作为劳动者职业能力的客观评价，已经为人力资源市场供求双方普遍接受。取得职业资格证书不但是广大从业人员、待岗人员的迫切需要，而且已经成为各级各类普通教育院校、职业技术教育院校毕业生追求的目标。

开展职业资格培训教材建设十分重要。为此，劳动和社会保障部教材办公室、中国劳动社会保障出版社组织编写了《职业资格培训教材》，用于规范和引导职业资格培训教学。第一批组织编写的有：制冷设备维修工、冷作钣金工、制冷空调工、家用视频设备维修工、汽车修理工、客房服务员、电工、办公设备维修工、电梯安装维修工、计算机操作员、计算机调试工、计算机维修工 12 个职业的教材。其他职业（工种）的教材将分期分批地组织编写。

职业资格培训教材的主要特点是：

1. 最大限度地体现技能培训的特色。教材以最新国家职业标准为依据，以职业技能鉴定要求为尺度，以满足本职业对从业人员的要求为目标。凡《标准》中要求的技能和有关知识，均作了详细的介绍。

2. 以岗位技能需求为出发点，按照“模块式”教材编写思路，确定教材的核心技能模块，以此为基础，得出完成每一个技能训练单元所需掌握的工艺知识、设备（工具）知识、相关知识和技能、专业知识、基础知识，并根据培训教学的基本规律，按照基础知识、专业知识、相关知识、设备（工具）知识、工艺知识、技能训练的次序组成教材的结构体系。

3. 服务目标明确。从教学形式上，主要服务于教育、劳动社会保障系统，以及其他培训机构或社会力量办学所举办的各种类型的培训教学，也适用于各

级各类职业技术学校举办的中短期培训教学，以及企业内部的培训教学；从培训教学时间上，服务于3~6个月不同等级的培训教学，即300~600授课学时的培训教学。

4. 在强调实用性、典型性的前提下，充分重视内容的先进性。尽可能地反映与本职业相关联的新技术、新工艺、新设备、新材料、新方法。

本书由张志强、李莉、杨煜、陈京蕊、周海松（天津职业技术学院）编写，张志强主编；沈林兴（信息产业部电子教育中心）审稿。

编写职业资格培训教材是一项探索性的事业，尽管参与编写的专家已经为此付出了艰苦的努力，但是由于缺乏可以借鉴的成功经验，加之时间仓促，存在缺点和不足在所难免，恳切希望广大读者提出宝贵意见和建议，以便今后修订，逐步完善。

劳动保障部教材办公室

目 录

基础知识部分

单元 1 计算机常识	(1)
1.1 计算机简介	(1)
1.2 计算机硬件系统的构成	(10)
1.3 计算机软件系统的构成	(15)
单元 2 计算机操作系统常识	(18)
2.1 计算机操作系统简介	(18)
2.2 文件的命名	(19)
2.3 目录及路径	(21)
2.4 常用操作系统使用介绍	(22)

专业知识部分

单元 3 认识硬件	(54)
3.1 主板	(54)
3.2 CPU	(56)
3.3 内存条	(58)
3.4 硬盘	(60)
3.5 光盘驱动器	(61)
3.6 软盘驱动器	(64)
3.7 显卡	(65)
3.8 显示器	(66)
3.9 声卡	(69)
3.10 音箱	(71)
3.11 键盘与鼠标	(72)

3.12 电源	(73)
3.13 机箱	(74)
3.14 调制解调器	(75)
3.15 打印机	(76)
单元 4 计算机的自检与启动	(78)
4.1 计算机的自检过程	(78)
4.2 计算机启动的两种方式	(78)

相关知识部分

单元 5 电工与电路常识	(80)
5.1 电工常识	(80)
5.2 电路常识	(85)
5.3 数字电路基本知识	(87)
单元 6 计算机的工作环境	(94)
6.1 温度对计算机的影响	(94)
6.2 湿度对计算机的影响	(95)
6.3 清洁度对计算机的影响	(95)
6.4 静电对计算机的影响	(96)
单元 7 计算机维护常用工具	(98)
7.1 常用工具	(98)
7.2 万用表	(99)

操作技能部分

单元 8 计算机主要部件的维护	(102)
8.1 计算机维护的操作规程	(102)
8.2 软盘驱动器	(102)
8.3 硬盘驱动器	(103)
8.4 光盘驱动器	(105)

8.5 键盘与鼠标	(107)
8.6 打印机	(108)
8.7 显示器	(111)
单元 9 计算机的安装连接	(113)
9.1 机箱后盖上的插槽、插孔	(113)
9.2 显示器的连接	(113)
9.3 键盘的连接	(114)
9.4 鼠标的连接	(114)
9.5 调制解调器的安装	(114)
9.6 音箱的连接	(120)
9.7 麦克风的连接	(120)
9.8 打印机的连接	(121)
单元 10 计算机系统的调试与验证	(122)
10.1 CMOS 的设置	(122)
10.2 计算机系统的验证	(126)

基础知识部分

单元 1 计算机常识

1.1 计算机简介

(1) 计算机的发展概况及其分类

1) 计算机的发展阶段 20 世纪 40 年代中期, 由于军事技术的发展, 出现了一些极其复杂、用人工很难解决的计算问题。当时的电子技术和控制技术的发展已达到了相当高的水平, 这为电子计算机的问世打下了基础。可以说计算机是计算工具发展到一定历史阶段的产物。

得到人们公认的第一台计算机, 是 1946 年 2 月美国宾夕法尼亚大学研制成功的 ENIAC (埃尼阿克)。从第一台计算机的诞生到今天, 按计算机所采用的电子器件来划分, 计算机的发展经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机、超大规模集成电路计算机等多代。

2) 计算机的分类 根据计算机的用途和性能等诸多因素, 可将计算机分为巨型计算机、大型计算机、小型计算机、微型计算机及工作站五大类。

① 巨型计算机 巨型计算机是指运行速度接近或超过每秒 1 亿次浮点运算的高性能计算机。它代表了一个国家或地区的技术水平, 主要应用于尖端科学和国防技术。美国 CRAY 公司制造的 CRAY 系列计算机、我国研制成功的银河 I 型亿次机和银河 II 型十亿次机都是巨型计算机。

② 大型计算机 大型计算机是指运行速度在每秒数百万或几千万次浮点运算的计算机。由于常以它为中心构成计算机网络, 所以又叫“主机”。其主要生产厂家是 IBM 公司, 它面向的是大型企业和计算中心。其代表机型有 IBM4300、ES9000、VAX8800 等。

③ 小型计算机 小型计算机通常能满足部门的要求, 为中、小企事业单位所采用。其代表机型有 IBM AS/400 及富士通 K 系列等。我国生产的太极系列计算机也属于小型计算机。目前小型计算机正逐步被高档服务器所取代。

④ 微型计算机 使用大规模集成电路或超大规模集成电路技术, 将传统计算机的运算器和控制器集成在一块 (或多块) 半导体芯片上, 作为中央处理器 (CPU), 这种半导体集成电路就是微处理器, 它是微型计算机的核心。

以微处理器为核心, 加上集成度很高的存储器和输入、输出接口电路及系统总线等, 就构成了具有一定功能的体积小、价格低、结构紧凑的微型计算机。将这种微型计算机制作在一块印刷电路板上, 则称为单板机。如果一块芯片上包含 CPU 与部分存储器和接口, 构成一种最小配置, 则称为单片机。单板机和单片机主要用于控制生产和检测的自动化系统。

微型计算机与键盘、显示器、打印机及磁盘驱动器连接，再配置上系统软件，就组成了完整的计算机系统。我们通常所说的微机，主要是指这种微型计算机系统。它常被称为微机、微电脑、个人计算机及 PC 机等。

随着微型计算机性能的提高和普及，它已经深入到我们工作和生活的各个方面。在下面的叙述中，如果未经特别强调，所述计算机一般是指微型计算机。

⑤ 工作站 工作站的运算速度比微型计算机快，一般配备有大容量存储器及大屏幕的高分辨率显示器，并且具有很强的网络通信能力。它的主要应用领域有计算机辅助设计、图像处理等，代表机型有 SUN-3、SUN-4、SGI 工作站和 Apollo 等。

3) 微型计算机的发展和分类 要想确定微型计算机的类型，至少要问三个问题：第一，这台计算机是哪个公司生产的？第二，这台计算机所采用的微处理器芯片是哪个公司制造的？第三，这个芯片是多少位的？

世界上第一台 4 位微型计算机 MCS-4 诞生于 1971 年。20 世纪 80 年代初，世界上最大的计算机制造公司—美国 IBM 公司推出了命名为 IBM-PC 的微型计算机，对微型计算机阶段的划分是由此开始的。按所采用的微处理器的型号来划分，微型计算机可分为以下几代：

① 采用 Intel 8088 微处理器的 IBM PC 和 IBM PC/XT 为第一代微型计算机。

② 采用 Intel 80286 微处理器的 IBM PC/AT 为第二代微型计算机（简称 286）。

③ 采用 Intel 80386 微处理器的微型计算机为第三代微型计算机（简称 386）。

④ 采用 Intel 80486 微处理器的微型计算机为第四代微型计算机（简称 486）。

⑤ 采用 Intel Pentium 微处理器的微型计算机为第五代微型计算机（简称 586）。

如果按微处理器的字长划分，又可分为 8 位微型计算机、16 位微型计算机、32 位微型计算机和 64 位微型计算机。字长是 CPU 一次所能处理的数据单元位数。

4) Intel 公司的微处理器芯片 世界上生产微处理器芯片的厂家很多，这里仅简单介绍 Intel 公司的微处理器芯片，即 Intel 80X86 系列，包括 8086、8088、80286、80386、80486 和 Pentium（奔腾）系列等。

① 8086/8088 芯片 Intel 公司 1978 年推出 8 位微处理器芯片 8086，1979 年又推出准 16 位微处理器芯片 8088。所谓准 16 位是指它的内部数据总线是 16 位的，而外部总线则是 8 位的。这样它的内部功能与 16 位的 8086 相同，但在连接外围设备时，又能利用为 8 位微型计算机开发的外部设备。

② 80286 芯片 Intel 公司 1982 年推出了真正的 16 位微处理器芯片 80286，其内部数据总线和外部数据总线都为 16 位，地址总线为 24 位，可寻址 $2^{24} = 16 \text{ MB}$ 实际内存，并可为用户提供 1 GB 的虚存空间。

③ 80386 芯片 Intel 公司 1985 年推出了真正的 32 位微处理器芯片 80386DX，其内部数据总线、外部数据总线、地址总线为 32 位，可寻址 $2^{32} = 4 \text{ GB}$ 实际内存。80386SX 是准 32 位微处理器，内部数据总线是 32 位的，与 80386 相同，外部数据总线是 16 位的，因而它可以接受为 80286 开发的外围设备。它的性能介于 80286 和 80386 之间，优于 286，而价格只是 386 的三分之一。

④ 80486 芯片 Intel 公司 1989 年推出了仍为 32 位的微处理器芯片 80486，其速度比 80386 快 3 倍。从结构上讲，它将 80386 CPU 和与其兼容的数学协处理器 80387、浮点运算单元、内存快速存储管理、8 kB 高速缓冲存储器（Cache）以及总线接口部件集成在一块芯片

上。80486 首次采用了 RISC (精简指令系统计算机) 技术, 可在一个时钟周期内执行一条指令。

⑤ Pentium 芯片 Intel 公司 1993 年推出了 Pentium (奔腾) 微处理器芯片, 其内部数据总线为 32 位, 外部数据总线为 64 位, 地址总线为 32 位。Pentium 芯片可在一个时钟周期内执行两条简单指令。Pentium 采用分支指令预测技术, 使指令执行单元经常满载数据和指令来提高 CPU 性能。

Intel 公司 1994 年推出 Pentium Pro 微处理器芯片, 其内部数据总线和外部数据总线均为 64 位, 地址总线为 64 位, 时钟频率为 200 MHz, 能在一个时钟周期内执行 5 条简单指令。

此后 Intel 公司又陆续推出了 Pentium MMX、Pentium II 及 Pentium III 等微处理器芯片。

(2) 计算机的应用领域

科学计算、数据处理和过程控制是计算机的三大传统应用领域。随着计算机技术的迅速发展, 计算机的功能越来越强大。计算机的应用已渗透到社会的各行各业, 可以说, 今后科学技术以及社会发展的每一项进步几乎都离不开计算机。

1) 科学计算 科学计算也称为数值计算。利用计算机的快速高精度、连续的运算能力, 完成人工计算所无法解决的复杂计算问题。它是目前计算机应用的一个重要领域。

2) 数据处理 数据处理就是利用计算机对各种形式的数据 (包括文字、数字、图形、图像、声音等) 进行加工和处理, 它是目前计算机应用最为广泛的领域。

3) 过程控制 过程控制又称实时控制。利用计算机对生产过程进行控制, 可以提高生产的自动化水平, 减轻劳动强度, 提高劳动生产率和产品质量。计算机过程控制已在冶金、石油、化工、纺织、水电、机械、航天等部门得到广泛的应用。

4) 计算机辅助系统 利用计算机进行辅助设计、辅助制造、辅助测试及辅助教学, 可以使设计与制造的效率、产品的质量和教学水平得到极大的提高。

计算机辅助设计 (CAD) 就是用计算机帮助各类设计人员进行设计。目前 CAD 技术已广泛应用于飞机设计、船舶设计、建筑设计、机械设计、大规模集成电路设计等各个领域, 成为提高劳动生产率、产品质量以及工程优化设计水平的重要手段。

计算机辅助制造 (CAM) 就是利用计算机来规划生产、管理和控制产品制造的过程。目前已把越来越多的 CAD 和 CAM 功能融为一体, 使彼此相对分离的传统的设计与制造作为一个整体来规划和开发, 从而实现 CAD 与 CAM 的一体化。

计算机辅助测试 (CAT) 就是利用计算机对产品进行辅助测试, 以提高测试的准确性、可靠性及效率。

计算机辅助教学 (CAI) 是利用计算机实现教学功能的一种教育形式, 是通过学生与计算机的交互活动达到教学目的的一种高科技手段。近年来, 由于多媒体技术和网络技术的发展, 网上教学和远程教学已在许多学校展开。CAI 体现了一种新的教育思想, 是一种现代化的教学方式。

5) 人工智能 人工智能 (AI) 是一门探索和模拟人的感知和思维规律的科学。主要研究如何运用计算机来“模仿”人的某些智能行为, 使计算机具有判断、推理、学习和识别的功能。人工智能是计算机应用的新领域。

6) 计算机网络通信 随着计算机数量的日益增加和应用领域的不断扩展, 为了实现资源共享和计算机与通信的结合, 将计算机互联, 形成各种计算机网络。所以说计算机网络是

计算机技术与现代通信技术相结合的产物。根据网络的地理范围及网络的管理条件可分为局域网、城域网和广域网。

① 局域网 局域网即局域计算机网，它是在有限的范围内，如一个地点或一个楼内，连接计算机和相关设备，以实现数据传输。其网络仅由一个单位或组织进行管理，并不受电信部门控制。

局域网的拓扑结构类型主要有星形、环形、总线形、树形等。局域网的出现和发展使得计算机在工业自动化控制、办公自动化、数据处理、信息管理系统等方面的应用更为突出。

② Internet 网 Internet 网开始于 1969 年，它是美国国防部尖端研究规划建立的第一个国际网，最初称为 ARPANET。它是借助于电信网络将相对独立的、散落在世界各地的单独的计算机或相对独立的局域网相互连接起来的全球网。据不完全统计，全世界有 100 多个国家与 Internet 网相连接，与之相连接的计算机网络有 6 000 多个，连接在其上的计算机已达数千万台，全世界已有近 2 亿的用户在使用 Internet 网。

1994 年 4 月中国科学院计算机网络中心主持建设的“中国国家计算机与网络设施”项目，在网络上建立了代表中国 (CN) 的域名服务器，正式加入了 Internet 网。Internet 网的功能十分强大，主要为实现最终用户之间、最终用户与信息中心之间的交互。它的出现给金融、邮政、电信、银行、宣传、教育、商业及办公等领域带来了一场革命。目前 Internet 网在以下几个方面的应用最为突出。

a. 利用电子邮件进行通信 电子邮件 (E-mail) 是 Internet 网中最流行的一种通信方式，它是一种通过计算机网络与其他用户进行联系的高效、廉价的现代化通讯手段。它以存储转发式的非定时通信方式提供发送邮件、接收邮件、阅读和处理邮件的基本功能。邮件既可以是文本形式的，也可以是含有照片、图片、声音信息的多媒体文件。这些优点使得它的发展非常迅速。目前全世界每天约有 3 000 万人使用电子邮件。

使用建立在 Internet 网上的电话打国际长途，如 Net2phone、Ipphone、Voxphone 等，其话费只相当于打市内电话的费用。

b. 查找各类信息 现在 Internet 网已成为全世界最大的信息资源库，其上已有数万种电子报刊和电子杂志，许多企业、商业机构、政府机关、新闻媒体等都在网上发布各种信息，它是继报纸、电视之后的又一重要的大众媒体。通过网络查寻可方便地查找到所需要的信息。

c. 网上购物 用户坐在家接通 Internet 网就可逛商店，对于感兴趣的物品可进一步看到更详细的信息，想购买物品，填好电子订单，就完成了网上购物的手续，只等商家送货上门了。除了网上购物外，还可在网上订购机票、火车票、球票、宾馆房间等，甚至可利用信用卡通过网络直接付款。

d. 远程教育 Internet 网的出现使远程教育成为可能，学生只需坐在家中，就可得到几百公里或几千公里外的名师的指导。每个学生都可将自己的问题通过网络传给老师，老师可以及时准确地对所提问题给予答复。

e. 网上交流 在 Internet 网上进行交流，使用最多的是聊天室，利用它可与世界各地的人对于感兴趣的话题通过键盘交流。另外，通过 Internet 网进行医疗求助，寻求诊断结果和治疗方案，曾挽救了许多人的生命。

目前 Internet 网已能提供数据、电话、广播、出版、软件分发、商业交易、视频会议、

视频节目点播等服务，有着巨大的应用前景。

7) 多媒体技术 多媒体技术是“多媒体计算机技术”的简称，它是利用计算机来交互式地综合处理文字、图形、图像、动画、音频和视频等多媒体信息，并使这些信息建立逻辑连接的一种计算机技术。具体地说，它包括对各种媒体的数字化处理和信息压缩技术、多媒体系统技术、多媒体数据库技术、多媒体通信技术和多媒体人机界面技术等。

多媒体计算机（MPC）是在原有微型计算机的基础上扩展了数字信号处理器、大容量光盘、触摸屏及其他一些外围设备作为系统的基本配置，其基本功能是把视、听系统和计算机交互式控制结合起来，对音频信号和视频信号的获取、生成、存储、处理、回收和传输进行综合数字化处理。

多媒体计算机系统最基本的硬件是声频卡（Audio Card）、CD-ROM 光盘机、视频卡（Video Card）。在计算机上加上声频卡和 CD-ROM，就成为普遍意义上的多媒体计算机。

目前，多媒体计算机系统已经在信息管理、广告宣传、教育与训练、演示系统、咨询服务、电子出版物及视频会议等方面广泛应用，发展前景广阔。

目前世界上有许多国家正在研制新一代的计算机系统。未来的计算机将朝着微型化、网络化及智能化的方向发展。也就是说，随着计算机技术的不断发展，电子器件的集成度越来越高，计算机的体积越来越小，重量越来越轻，功能越来越强。人们利用计算机可方便地交流，实现信息共享。计算机不仅具有计算、加工及处理等能力，还能够像人一样“看”、“听”、“说”、“想”及“做”，代替甚至超越人类某些方面的脑力劳动。

(3) 计算机系统的组成

任何一个完整的计算机系统都是由硬件系统和软件系统两大部分组成的。计算机硬件是组成一台计算机所需的各种物理装置，是计算机进行工作的物质基础。计算机软件是为发挥和扩大计算机功能，在硬件上运行的各种程序。如果计算机不配置任何软件，我们称之为“裸机”，这时计算机只能运行机器语言程序，计算机硬件也就无法充分发挥作用。当然如果没有硬件的支持，软件同样也不能发挥作用。

1) 计算机的硬件系统 到目前为止，流行的电子计算机均采用冯·诺依曼体系结构，也就是计算机系统的硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个基本部分组成，如图 1—1 所示。

① 运算器 运算器又称算术逻辑单元（ALU）。它的功能是对取自内存或内部寄存器的数据进行算术运算和逻辑运算。算术运算是按照算术规则进行加、减、乘、除等的运算。逻辑运算是指非算术性质的运算，如：与、或、非、比较、移位等。

② 控制器 控制器主要由指令寄存器、指令译码器、程序计数器和控制电路等部件组成。它是控制整个计算机各个部件有条不紊地工作的指挥中心，负责从内存中取指令并进行分析，然后按时间的先后顺序向计算机的有关部件发出相应的控制命令，以协调和控制输入、输出操作以及对内存的访问，控制它们执行这条指令所规定的功能。

③ 存储器 存储器是存储各种数据和程序的装置，分为内存储器和外存储器两种。内

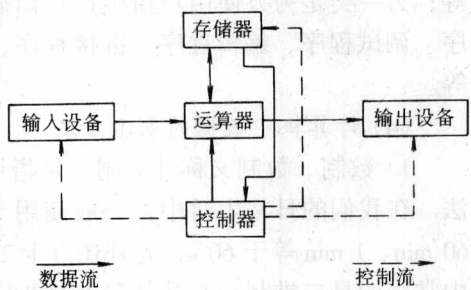


图 1—1 计算机的基本结构

存储器（简称内存或主存）一般是由半导体器件构成，在计算机运行中，通常把要执行的数据和程序存放在内存中。外存储器（简称外存或辅助存储器）一般是用来暂存不用的数据和程序。外存储器也可作为输入/输出设备。

④ 输入设备 输入设备用来接受用户输入的原始数据和程序，并将它们变为计算机能识别的形式（二进制数）存放在内存中。常用的输入设备有键盘、鼠标、光笔、扫描仪、数字化仪等。

⑤ 输出设备 输出设备用于把存放在内存中由计算机处理的结果输出到屏幕上显示，在打印机上打印，或在外部存储器上存放。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

2) 计算机的软件系统 计算机软件（简称软件）是指系统中的程序以及开发、使用和维护程序所需要的所有文档的集合。它由程序、数据、文档这三部分内容组成。

程序是为了取得一定的结果而编制的计算机指令的有序集合。它包括源程序和目标程序。

数据是程序能正常加工信息所需的原料。数据的形式是数字、文字、图形或声音等，数据所表示的意义就是信息。

文档是描述程序操作及使用的有关资料，如程序设计说明书、流程图、用户手册等。

在上述三部分中，程序是软件的主体，因此人们平时所说的软件主要是指程序。

计算机的软件系统一般分为系统软件和应用软件。

① 系统软件 系统软件是指控制、管理和协调计算机及其外围设备，支持应用软件的开发和运行的软件的总称。系统软件用于发挥和扩大计算机的功能和用途，提高计算机的工作效率，方便用户的使用。系统软件包括操作系统、语言处理程序、数据库系统以及网络通信管理程序等。

② 应用软件 应用软件是指利用计算机和系统软件为解决特定领域中的各种实际问题而开发的软件。应用软件一般分为两大类：一类是面向问题的各种应用程序，它是根据用户的特定需要，由用户研制开发，如财务软件系统、订票系统、电话查询系统、仓库管理系统等；另一类是为方便用户由生产厂商研制开发成的通用性较强的各种工具软件，如诊断程序、调试程序、编辑程序、链接程序、字处理系统、图形处理系统、系统操作和维护软件等。

(4) 计算机中数据的表示方法

1) 数制 数制又称计数制，是指用一组固定数码符号和一套统一的规则表示数值的方法。在我们的日常生活中，一般使用十进制来表示数，有时也使用其他进制，如 1 h 等于 60 min、1 min 等于 60 s，此外还有十二进制，如 12 个月为 1 年、12 双为 1 打等。在计算机中常用的是二进制、八进制和十六进制。

我们将十进制的 10、二进制的 2、八进制的 8 和十六进制的 16 称为基数，一般 N 进制的基数为 N 。

在十进制数中，有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 共 10 个不同的数码符号，且逢十进一；在 N 进制数中，从 0 开始，最大的数为 $N-1$ ，且逢 N 进一。

在二进制数中，只有 0、1 两个不同的数码符号，且逢二进一；在八进制数中，其数码符号由 0~7 共 8 个符号组成，且逢八进一；在十六进制数中，需要有 16 个不同的数码符号，它们是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，且逢十六进一。

八进制和十六进制是计算机中常用的计数方法，主要用于弥补二进制书写位数过长的不足。常用数制的表示方法见表 1—1。

表 1—1 十进制、二进制、八进制和十六进制数的常用表示方法

十进制	二进制	八进制	十六进制	十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0000	00	0	9	1001	11	9
1	0001	01	1	10	1010	12	A
2	0010	02	2	11	1011	13	B
3	0011	03	3	12	1100	14	C
4	0100	04	4	13	1101	15	D
5	0101	05	5	14	1110	16	E
6	0110	06	6	15	1111	17	F
7	0111	07	7	16	10000	20	10
8	1000	10	8				

同一个数码符号在不同的计数制中所代表的值是不一样的。

例如，十进制中的 10 在二进制中表示为 1010，在八进制中表示为 12，在十六进制中表示为 A。为方便起见，我们用数尾的符号来表示不同进制。

例如，十进制 (Decimal) 标为 D，二进制 (Binary) 标为 B，八进制 (Octal) 标为 O，十六进制 (Hexadecimal) 标为 H。因此，十进制中的 10 在其他计数制中可以表示为：

$$10D = 1010B = 12O = AH$$

2) 数制转换 在计算机中对数的存储和运算都使用二进制数，因此必须把其他计数制中的数转换成二进制数后再进行处理。当输出处理结果时，又要将二进制数转换成其他计数制中的数。

① *N* 进制数转换成十进制数 把 *N* 进制数转换成十进制数采用的规则是“按权展开并相加”。

例 1—1 将二进制数 1010 转换成十进制数。

$$1010B = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 10D$$

例 1—2 将八进制数 1010 转换成十进制数。

$$1010O = 1 \times 8^3 + 0 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 0 \times 8^0 = 520D$$

例 1—3 将十六进制数 1010 转换成十进制数。

$$1010H = 1 \times 16^3 + 0 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + 0 \times 16^0 = 4112D$$

② 十进制数转换成 *N* 进制数 把十进制数转换成 *N* 进制数采用的方法是对它的整数部分与小数部分分别进行转换，然后再组合起来。

③ 二进制数转换成八进制数 把二进制数转换成八进制数的方法是：从该二进制数的小数点开始，分别向左和右每三位分成一组，每一组代表一个 0~7 之间的数。应特别注意的是，当从小数点开始向右每三位为一组分组时，如果最后一组不够三位，应在后面添加“0”，补足三位。

转换时可以参照表 1—1 中列出的二进制与八进制的对应关系。

例 1—4 将二进制数 1001010、10111 转换成八进制数。

将二进制数 1001010.10111 转换成八进制数的方法如下：

1, 001, 010 . 101, 110 ← 不要忘记后面补 0

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
1 1 2 5 6

因此，二进制数 1001010.10111 转换成八进制数是 112.56。

④ 八进制数转换成二进制数 把八进制数转换成二进制数的方法是：把八进制数中的每一位数都用相应的三位二进制数来代替。

例 1—5 将八进制数 112.56 转换成二进制数。

将八进制数 112.56 转换成二进制数的方法如下：

1 1 2 . 5 6
↓ ↓ ↓ ↓ ↓
001, 001, 010 . 101, 110,

因此，八进制数 112.56 转换成二进制数是 1001010.10111。

⑤ 二进制数转换成十六进制数 把二进制数转换成十六进制数的方法是：从该二进制数的小数点开始，分别向左和右每四位分成一组，每一组代表一个 0~9、A、B、C、D、E、F 之间的数。同样应注意的是，当从小数点开始向右每四位为一组分组时，如果最后一组不够四位，应在后面添加“0”，补足四位。

例 1—6 将二进制数 1001010.10111 转换成十六进制数。

将二进制数 1001010.10111 转换成十六进制数的方法如下：

100, 1010 . 1011, 1000 ← 不要忘记后面补 3 个 0

↓ ↓ ↓ ↓
4 A . B 8

因此，二进制数 1001010.1011 转换成十六进制数是 4A.B8。

⑥ 十六进制数转换成二进制数 把十六进制数转换成二进制数的方法是：把十六进制数中的每一位数都用相应的四位二进制数来代替。

例 1—7 将十六进制数 4A.B8 转换成二进制数。

将十六进制数 4A.B8 转换成二进制数的方法如下：

4 A . B 8
↓ ↓ ↓ ↓
100, 1010 . 1011, 1000

因此，十六进制数 4A.B8 转换成二进制数是 1001010.10111。

⑦ 十六进制数与八进制数之间的转换 利用二进制为媒介可以把十六进制数转换成八进制数，同样也可以把八进制数转换为十六进制数。

3) 带符号数的表示 在计算机内部采用的是二进制数，对于普通数中的正号或负号，可以用一个二进制位来表示。一般是用最高位表示数的符号，其中“0”表示正(+)，“1”表示负(-)。如果用八个二进制位表示一个有符号的整数，其最高位为符号位，后面七位用来表示数值。

在计算机中，通常可用原码、反码和补码这三种表示法来表示有符号的数。

① 原码表示法 在原码表示法中, 符号位在最高位, “0”表示正 (+), “1”表示负 (-), 其数值部分按二进制形式表示。

例如: 用原码表示法写出十进制数 43 和 -43 的八位二进制原码。

十进制数	二进制数	真值原码
+43	+101011	00101011
-43	-101011	10101011

在用原码表示数时, 两个异号相加很不方便, 并且 +0 与 -0 的表示方法不一致, 给运算带来不便。

② 反码表示法 在反码表示法中, 正数的反码和原码相同; 负数的反码为该数原码除符号位外各位求反, 即将“0”变成“1”, “1”变成“0”。

例如: 用反码表示法写出十进制 43 和 -43 的八位二进制反码。

十进制数	原码	反码
+43	00101011	00101011
-43	10101011	11010100

可以验证: 一个数的反码的反码是原码本身。

③ 补码表示法 在补码表示法中, 正数的补码和原码相同; 负数的补码是该数的反码最后一位加 1。

例如: 用补码表示法写出十进制 43 和 -43 的八位二进制补码。

十进制数	原码	补码
+43	00101011	00101011
-43	10101011	11010101

可以验证: 一个数的补码的补码是原码本身。

4) ASCII 码 在计算机中, 对于字符的表示采用的是 ASCII 码, 称为“美国信息交换标准代码”, 于 1968 年发表。它已被国际标准化组织确定为国际标准, 是目前微型计算机中普遍采用的一种字符编码。

① 基本 ASCII 码 每个 ASCII 码用 1 个字节表示。1 个字节为 8 个二进制位, 每个二进制位上的数字只能为 0 或 1。基本 ASCII 码中的二进制数的最高位 (最左边一位) 为 0, 所以它可以表示 $2^7 = 128$ 种字符, 即 0 ~ 127, 其中有 94 个可显示字符, 34 个控制字符。基本 ASCII 码在各种计算机上都是适用的。

在 ASCII 码中, 10 个数字 (0~9)、26 个英文字母 (大/小写) 分别连续编码。因此, 知道了一个符号的 ASCII 码值, 就可以推算其他符号的 ASCII 码值。例如, 已知数字字符 1 的 ASCII 码值为十进制 49, 则数字字符 5 的 ASCII 码值为十进制数 $49 + 4 = 53$; 已知英文大写字母 A 的 ASCII 码值为十进制数 65, 则英文小写字母 a 的 ASCII 码值为十进制数 $65 + 32 = 97$ 。

② 扩展 ASCII 码 扩展 ASCII 码高位一律为 1, 其范围为 128 ~ 255, 代表 128 个扩充字符。8 位 ASCII 码总共可以代表 256 个字符。通常各国都把扩展 ASCII 码部分作为自己本国语言字符的代码。汉字也是用扩展 ASCII 码表示的, 只不过是用 2 个字节表示一个汉字。

5) 汉字编码 汉字有两种编码方法, 即国标码和机内码。

① 国标码 我国于 1981 年 5 月颁布的国标码, 其全称是“中华人民共和国国家标准信息交换汉字编码”, 其代号为 GB2312—80。在国标码的字符集中, 共有 7 445 个常用汉字和符号,