

National Computer Rank Examination

全国计算机等级考试最新规划教材

全国计算机等级考试



三级

PC 技术

重点难点 例题精析 精编四合一
上机指导 全真试卷

教育考试研究中心 组编

NCRE

中国和平出版社

全国计算机等级考试最新规划教材

三级 PC 技术

精编四合一教程

重点难点 · 例题精析 · 上机指导 · 全真试卷

教育考试研究中心 组编

中国和平出版社

图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试最新规划教材/教育考试研究中心组编—北京:
中国和平出版社, 2003.4

ISBN 7-80154-658-X

I.全... II.教... III.电子计算机-水平考试-教材 IV.TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 089597 号

版权所有·翻印必究

全国计算机等级考试最新规划教材

三级 PC 技术·精编四合一教程

教育考试研究中心 组编

出版发行:中国和平出版社

经 销:全国新华书店

印 刷:郑州前程印务有限公司

开 本:850×1168 毫米 1/16

印 张:290

字 数:7460 千字

版 次:2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-80154-658-X/G·644

社 址:北京市东城区和平里东街民旺甲 19 号 邮政编码:100013

(本书如有缺页或倒装,请与本书销售部门联系退换)

定 价:408.00 元

前言

作为长期从事大学计算机教学和等级考试辅导、评卷与组织管理的教师,我们一直在苦苦思索和探讨如何在有限时间内使考生切实掌握应考知识与操作技能,熟悉考试方法与技巧,进一步提高考试通过率。

令人欣慰的是,功夫不负有心人,通过多年来孜孜不倦的研究探索,我们终于摸索出一套行之有效的辅导培训方法,积累了数以百万字的辅导讲义、典型习题和考题、考试分析及相关著述。这些有形和无形的成果使得我们所辅导的考生大多在各级考试中取得优异成绩,通过率连年大幅提升。

参加全国计算机等级的许多人普遍感到,这种考试与传统考试不同,分为笔试和上机考试,目前除指定教材外,缺少考试要点、例题解析、上机指导和模拟试题四合一的精编辅导书。为此,我们根据 2002 年国家教育部最新颁布的考试大纲和指定教材,将多年来积累的经验重新梳理和汇集,编写了这套丛书。

在本书编写过程中,我们全面研究了近年来计算机等级考试的一系列要点与试题,深入分析了考生容易失误的方面和原因,使得本书突出了以下几个特色:

● **极具参考价值** 本书系计算机等级考试各考点高校中长期从事此项工作的教师和专家学者丰富的考试与辅导经验的精萃集要。他们对大纲领会透彻,对考试把握准确,信息灵、经验多,因此使得本书极具参考价值。

● **知识系统全面** 本书内容涵盖了大纲中所有的笔试和机试知识点与考核点,突出重点与难点。在编排体例上考试要点、例题解析、上机指导与模拟试题恰当组合,针对学习规律有的放矢,全方位训练,从而有效提高实战能力。

● **针对性强** 针对历年来考生容易失误的地方,本书精选典型例题与习题,并作出精辟讲解分析,给读者以前车之鉴。而书的模拟试题则是在把握历年来考试脉络与趋势的基础上,针对下次考试而作出的具有前瞻性与预测性的模拟考试,建议读者按照实际考试要求而训练。

● **精心编撰、打造精品** 作者力争在有限的篇幅内把自己的知识、经验与爱心完美地呈现给读者,奉献于社会。因此,在编写之初就牢固确立起精品意识——精选内容、精心编排、精心排错、打造精品。本书所用程序均经过上机测试,排除差错,给读者以洁净的阅读空间。

本书着力把笔试要点、机试要点与模拟试题浓缩于一册,既可以节约考生的购书开支,又可以使考生开卷即获考试精要,从而节约考生的时间与精力,提高学习效率。我们的目标是使本书读者“一书在手,精华全有;一册在握,顺利通过!”

本书由魏彬主编。在将本书奉献给广大读者之际,我们也热切盼望广大同行和读者将自己的经验和体会以及对本书的意见和建议及时反馈给我们,以利于促进和改善我们的工作。

编者

目 录

第一部分 笔试指导/1

第一章 计算机应用的基础知识/1

考试要点/1

例题精析/18

标准习题自测/29

答案要点精解/38

第二章 80x86 微处理器与汇编语言程序设计/40

考试要点/40

例题精析/76

标准习题自测/86

答案要点精解/146

第三章 PC 机组成原理与接口技术/155

考试要点/155

例题精析/166

标准习题自测/178

答案要点精解/200

第四章 Windows 98 的基本原理/204

考试要点/204

例题精析/211

标准习题自测/215

答案要点精解/223

第五章 PC 机常用外围设备/225

考试要点/225

例题精析/231

标准习题自测/235

答案要点精解/239

第二部分 上机指导/241

考试要求/241

考试环境/241

考试步骤/242

汇编语言的上机操作/246

题型示例/256

同步练习/258

参考答案/322

第三部分 模拟试题/350

笔试模拟试题(一)/350

笔试模拟试题(一)参考答案/358

笔试模拟试题(二)/359

笔试模拟试题(二)参考答案/367

笔试模拟试题(三)/368

笔试模拟试题(三)参考答案/376

机试模拟试题(一)/377

机试模拟试题(一)参考答案/377

机试模拟试题(二)/379

机试模拟试题(二)参考答案/380

机试模拟试题(三)/381

机试模拟试题(三)参考答案/382

机试模拟试题(四)/383

机试模拟试题(四)参考答案/385

机试模拟试题(五)/386

机试模拟试题(五)参考答案/387

附 录 /388

附录 A 三级 PC 技术等级考试大纲 /388

附录 B 2002 年 9 月全国计算机等级考试三级笔试试卷
及参考答案 /390

第一部分 笔试指导

第一章 计算机应用的基础知识

考试要点

一、计算机的发展、应用与组成

(一)计算机的发展与应用

1. 计算机的发展历程

多年来,人们习惯于以计算机主机所使用的主要元器件为着眼点,把计算机的发展划分成为四代:

第一代(约 1946~1957 年)是电子管计算机的时代。其特征是采用电子管作为运算和逻辑元件,数据表示主要是定点数,用机器语言和汇编语言编写程序,主要用于科学和工程计算。

第二代(约 1958~1964 年)是晶体管计算机的时代。其特征是用晶体管代替电子管作为运算和逻辑元件,软件方面出现了 FORTRAN、ALGOL 和 COBOL 等高级程序设计语言,除了科学计算之外,计算机被广泛应用于数据处理领域,同时还开始用于过程控制。

第三代(约 1965~1970 年)是中、小规模集成电路计算机时代。其特征是用集成电路代替了分立元件,用半导体存储器取代了磁心存储器,软件方面,操作系统日益成熟,多道程序、并行处理、多处理机、虚拟存储系统以及面向用户的应用软件的发展,大大提高了计算机的性能。这一时期计算机在科学计算、数据处理、过程控制等领域都得到了更加广泛的应用。

第四代(约 1971 年开始)是大规模集成电路和超大规模集成电路计算机时代。其特征是以大规模集成电路 LSI(Large Scale Integration)和超大规模集成电路 VLSI(Very Large Scale Integration)作为计算机的主要功能部件;软件方面发展了数据库系统、分布式操作系统、网络软件等;特别是 80 年代个人计算机的出现,以及 90 年代计算机网络的迅猛发展,使计算机应用领域进一步向纵深发展。

学术界和工业界已不再沿用“第 X 代计算机”的说法。人们正在研究开发的新一代计算机系统,主要着眼于机器的智能化,它以知识处理为基础,具有智能接口,它可以模拟或部分替代人的智能活动,并具有自然的人机通信能力。

2. 计算机的发展趋势

- (1)计算机的处理速度不断提高
- (2)计算机体积不断缩小
- (3)计算机的价格将持续下降
- (4)计算机的信息处理功能走向多媒体化

(5)计算机与通信相结合,计算机应用进入“网络计算时代”

网络计算的应用模式对计算机、网络、乃至整个信息社会,将产生巨大的深远的影响。

3. 计算机的应用

按照传统的说法,计算机的应用可以归纳为下述几个主要方面:

- (1)科学计算
- (2)数据处理
- (3)自动控制
- (4)计算机辅助设计与辅助制造(CAD/CAM)
- (5)智能模拟

近几年来,随着计算机性能/价格比的迅速提高,光纤通信技术的飞速发展,计算机网络的逐步成熟,数据库应用的不断普及,许多发达国家竞相建设各种形式的信息基础设施,有效地开发利用信息资源,加快推进社会的信息化进程。我国是发展中国家,工业化、信息化水平还不高,我们要面对挑战,不失时机地推进信息化进程,用信息化促进现代化,提高综合国力,参与世界竞争。

(二)计算机的组成与分类

1. 计算机的组成

计算机硬件指有形的物理设备,是计算机系统中所有实际物理装置的总称,可以是电子的、电磁的、机电的或光学的元件/装置或者由它们所组成的计算机部件。例如,计算机的处理器芯片、存储器芯片、底板(母板)、各类扩充板卡、机箱、键盘、鼠标器、显示器、打印机、软盘、硬盘等都是计算机的硬件。

计算机软件指在硬件上运行的程序和相关的文档,其中程序是让计算机硬件完成特定功能的指令序列,数据是程序处理的对象。软件是计算机系统中不可缺少的组成部分。

(1)中央处理器(CPU)

处理器主要由运算器和控制器两部分组成。运算器用来对数据进行各种算术运算和逻辑运算,它也称为执行单元。控制器是指挥中心,它能解释指令的含义,控制运算器及其他部件的工作,记录内部状态等。另外,为了暂存运算的中间结果,处理器中还包含几十个甚至上百个“寄存器”,用来临时存放正在处理的数据。

大规模集成电路的出现,使得处理器的所有组成部分都能集成在一块半导体芯片上,这样的处理器称为“微处理器”。例如 Intel 公司的 Pentium(奔腾)处理器。

一台计算机中可能包含多个微处理器,它们各有不同的任务。其中承担系统软件和应用软件运行任务的处理器称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU),它是任何一台计算机必备的核心部件。

常用的 PC 机,其 CPU 仅由一个处理器组成,为了提高计算机的速度,CPU 也可以由 2 个、4 个、8 个甚至几百个、几千个处理器组成,这种具有多个处理器同时执行程序的计算机系统称为多处理器系统。依靠多个处理器并行地运行程序是实现超高速计算的一个重要方向,称为“并行处理”。

(2)主存储器 and 辅助存储器

计算机中的存储器分为两大类:主存储器(简称主存)和辅助存储器(简称辅存)。主存是存

取速度快而容量相对较小(因容量太大,成本将十分昂贵)的一类存储器,辅存则是存取速度较慢但容量很大的一类存储器。

主存储器也称为内存(简称内存),它直接与 CPU 相连接,是计算机中的工作存储器,当前正在运行的程序与数据都必须存放在主存内。CPU 工作时,所执行的指令及操作数都是从主存中取出的,处理的结果也存放在主存中。

辅助存储器也称为外存储器(简称外存),其存储容量很大,存放着计算机系统中几乎所有的信息。计算机执行程序 and 加工处理数据时,辅存中的信息需要先传送到主存后才能被 CPU 使用。

(3) 输入/输出设备

输入/输出设备简称 I/O(Input/Output)设备,这些设备是计算机与外界(人或其他设备,包括另一台计算机)联系和沟通的桥梁,用户通过输入/输出设备与计算机系统互相通信。

输入是把信息送入计算机的过程。输入设备是指用户能向计算机输入信息的设备。

输出是从计算机送出信息的过程。输出设备一般是指能从计算机中输出可直接识别的信息的设备。

由于有机械传动或物理移位等动作过程,相对而言,输入/输出设备是计算机系统中运转速度最慢的部件。

(4) 总线

这是所说的总线指的是“系统总线”(也称为“底板总线”),它是 CPU、存储器与各类 I/O 设备控制器之间相互交换信息的一组公用的信号线。系统总线上有 3 类信号:数据信号、地址信号和控制信号,负责传输这些信号的线路分别称为数据线、地址线和控制线,协调与管理计算机各部件通过总线传输信息还需要一个总线控制器。

2. 计算机的分类

计算机的分类有两种。一种是按其内部逻辑结构进行分类,如单处理机与多处理机(并行机)、16 位机、32 位机或 64 位计算机等。另一种是按计算机的性能和作用进行分类。1989 年 11 月 IEEE 提出一个分类报告,它根据计算机在信息处理系统中的地位与作用,考虑到计算机分类的演变过程和可能的发展趋执,把计算机分成 6 大类。

(1) 巨型计算机(Supercomputer)

(2) 小巨型机(Mini Supercomputer)

(3) 主机(Mainframe)

(4) 超级小型计算机(Super Minicomputer)

(5) 工作站(Workstation)

(6) 个人计算机(Personal Computer)

由于计算机联网使用日益广泛,许多计算机应用系统设计成为基于计算机网络的客户机/服务器模式(Client/Server)。在这种系统中,巨型机、小巨型机、主机均可作为系统的服务器使用,超级小型机及高档工作站则可作为部门级服务器,个人计算机和低档工作站则用作客户机,它们直接面向用户,通过联网共享后台服务器的数据资源和计算机资源。鉴于客户机/服务器系统的盛行,一些计算机厂家专门设计生产了称为“服务器”的一类计算机产品,它们的存储容量大、网络通信能力强、可靠性好,运行网络操作系统,性能/价格比高。其中有一类是由高档

115531/08

PC 机提升而成的,称为 PC 服务器,很适合中小部门的计算机应用系统使用。

3. 微处理器和 PC 机

微处理器(Microprocessor)简称 μP 或 MP,通常是指以单片大规模集成电路制成的具有运算和控制功能的处理器。如果把处理器、存储器、输入/输出接口电路等都集成在单块芯片上,则称之为单片计算机,也叫单片机,它们多半应用于嵌入方式的场合(如智能仪表、智能玩具)。

1992 年 Intel 公司研制成 Pentium 微处理器是 PC 机世界中最重要的事件。Pentium 微处理器与 80486 完全兼容,它采用 $0.8\mu m$ 的 BiCMOS 工艺,在一个芯片上集成了 310 万个晶体管,封装在 273 个引脚的 PGA 包装内。Pentium 微处理器的地址总线为 36 位,同时也支持 64 位物理地址空间,数据总线 64 位,内部有两个定点流水线和一个浮点流水线运算器,采用两个相互独立的可以同时访问的指令和数据超高速缓存,时钟频率可以是 120MHz、133MHz、150MHz、166MHz、200MHz,运算速度已超过 100MIPS。

近 10 年来,微处理器和 PC 机又有了新的发展,例如 Intel 公司先后推出了 Pentium MMX(多能奔腾)、Pentium Pro(高能奔腾)和 Pentium II、Pentium III、Pentium IV 微处理器,以这些芯片为 CPU 的 PC 机,时钟频率更高,处理速度更快,不但能高速处理数值和字符信息,而且更加适合于三维图形显示、语言识别及视频信号压缩等多媒体信息处理方面的应用,使 PC 机的性能又提高到了一个新的水准。

4. PC 机的性能参数

测量一台 PC 机的性能是极为复杂的任务,它与 PC 机的硬件、软件及处理对象都有密切的关系。从硬件的角度来说,PC 机的主要性能参数包括:

- (1)CPU 字长
- (2)CPU 速度
- (3)主存容量与速度
- (4)Cache 存储器性能
- (5)硬盘存储器性能
- (6)系统总线的传输速率
- (7)系统的可靠性

(三)PC 机软件

1. 软件的功能与分类

PC 机软件与一般计算机软件没有本质的区别,它的功能主要有 4 个方面:

(1)对计算机硬件资源进行控制与管理,提高计算机资源的使用效率,协调计算机各组成部分的工作(操作系统)。

(2)向用户提供尽可能方便、灵活的计算机操作使用界面(操作系统)。

(3)为专业人员提供开发计算机应用软件的工具和环境(软件工具与环境)。

(4)为用户完成特定应用的信息处理任务(应用软件)。

软件的分类有多种。粗略地分,可以把软件区分为两个大类:系统软件与应用软件。

2. 系统软件

系统软件中最重要的是操作系统、语言处理程序、数据库管理系统、实用程序与工具软件等。

3. 通用应用软件

流行的通用应用软件大致可分为:文、表、图、网、统计等几大类。下表列出了有代表性的通用应用软件,

有代表性的通用应用软件	
分 类	名 称
文字处理	WPS, Word, Wordperfect, Amipro, PageMaker
电子表格	Excel, Lotus 1 2 3,...
绘图软件	Paintbrush, AutoCAD, Photoshop, CorelDraw,...
网络通信	Outlook Express, Internet Explorer, FTP,...
简报软件	PowerPoint, Show Partner,...
统计软件	SPSS, SAS, BMDP,...

二、二进制及数值信息的表示和运算

(一)二进制

1. 什么是二进制

二进制的基数是“2”,它只使用两个不同的数字符号,即 0 和 1,而且二进制数是“逢二进一”。

2. 二进制数的运算

对二进制数有两种不同类型的运算处理:算术运算和逻辑运算。最简单的算术运算是两个一位数的加法和减法,它们的基本运算规则是:

(加法)

$$\begin{array}{r} 0 \\ + 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ + 1 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 0 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 1 \\ \hline 10 \end{array}$$

(向高位进 1)

(减法)

$$\begin{array}{r} 0 \\ - 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ - 1 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 0 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 1 \\ \hline 0 \end{array}$$

(向高位借 1)

基本的逻辑运算有 3 种:逻辑加(也称“或”运算,用符号“OR”、“V”或“+”表示),逻辑乘(也称“与”运算,用符号“AND”、“^”或“·”表示)和取反(也称“非”运算,用符号“NOT”或“-”表示)。它们的运算规则如下:

(逻辑加)

$$\begin{array}{r} 0 \\ \vee 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ \vee 1 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \vee 0 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \vee 1 \\ \hline 10 \end{array}$$

(逻辑乘)

$$\begin{array}{r} 0 \\ \wedge 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ \wedge 1 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \wedge 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \wedge 1 \\ \hline 1 \end{array}$$

取反运算最简单,“0”取反后是“1”,“1”取反后是“0”。

需要注意的是,多位二进制数的算术运算需要进行进位和借位处理,而逻辑运算则按位独立进行,位与位之间不发生关系。

3. 不同进位制数之间的转换

十进制整数转换成二进制整数可以采取“除以 2 取余法”。

十进制小数转换成二进制小数,可以采取“乘以 2 取整法”,把给定的十进制小数不断乘以 2,取乘积的整数部分作为二进制小数的最高位,然后把乘积小数部分再乘以 2,取乘积的整数部分,得到二进制小数的第二位,重复上述过程,就可以得到希望的位数,有时得到的是近似值。

八进制数转换成二进制数的方法很简单,只要把每一个八进制数字改写成等值的 3 位二进制数即可,且保持高、低位的次序不变。八进制数字与二进制数的对应关系如下:

$(0)_8 = 000$	$(1)_8 = 001$	$(2)_8 = 010$	$(3)_8 = 011$
$(4)_8 = 100$	$(5)_8 = 101$	$(6)_8 = 110$	$(7)_8 = 111$

十六进制数转换成二进制数的方法与八进制数转换成二进制数的方法类似,只要把每一个十六进制数字改写成等值的 4 位二进制数即可,且保持高、低位的次序不变。十六进制数字与二进制数的对应关系如下:

$(0)_{16} = 0000$	$(1)_{16} = 0001$	$(2)_{16} = 0010$	$(3)_{16} = 0011$
$(4)_{16} = 0100$	$(5)_{16} = 0101$	$(6)_{16} = 0110$	$(7)_{16} = 0111$
$(8)_{16} = 1000$	$(9)_{16} = 1001$	$(A)_{16} = 1010$	$(B)_{16} = 1011$
$(C)_{16} = 1100$	$(D)_{16} = 1101$	$(E)_{16} = 1110$	$(F)_{16} = 1111$

二进制数转换成八进制数,整数部分从低位向高位方向每 3 位用一个等值的八进制数来替换,最后不足 3 位时在高位补 0 凑满 3 位;小数部分从高位向低位方向每 3 位用一个等值的十六进制数来替换,最后不足 3 位时在低位补 0 凑满 3 位。

二进制数转换成十六进制数,整数部分从低位向高位方向每 4 位用一个等值的十六进制数来替换,最后不足 4 位时在高位补 0 凑满 4 位;小数部分从高位向低位方向每 4 位用一个等值的十六进制数来替换,最后不足 4 位时在低位补 0 凑满 4 位。

二进制数与八进制数、十六进制数有很简单、直观的对对应关系。二进制数太长,书写、阅读、记忆均不方便;八进制、十六进制却像十进制数一样简练,易写易记。必须注意,计算机中只使用二进制一种计数制,并不使用其他计数制,但为了开发程序、调试程序、阅读机器内部代码时的方便,人们经常使用八进制或十六进制来等价地表示二进制,所以大家也必须熟练地掌握八进制和十六进制。

4. 二进制信息的计量单位

二进制的每一位(即“0”或“1”)是组成二进制信息的最小单位,称为 1 个“比特”(bit),或称“位元”,简称“位”,一般用小写的字母“b”表示。比特是计算机中处理、存储、传输信息的最小单位。

另一种稍大些的二进制信息的计量单位是“字节”(Byte),也称“位组”,一般用大写字母“B”表示。一个字节等于 8 个比特。

在信息处理系统中,使用各种不同的存储器来存储二进制信息时,使用的度量单位是比字节或字大得多,经常使用的单位有:

“千字节”(KB), $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ 字节} = 1\,024 \text{ B}$

“兆字节”(MB), $1 \text{ MB} = 2^{20} \text{ 字节} = 1\,024 \text{ KB}$

“吉字节”(GB), $1 \text{ GB} = 2^{30} \text{ 字节} = 1\,024 \text{ MB}$ (千兆字节)

“太字节”(TB), $1 \text{ TB} = 2^{40} \text{ 字节} = 1\,024 \text{ GB}$ (兆兆字节)

在网络中传输二进制信息时,由于是一位一位串行传输的,传输速率的度量单位与上述单位有所不同,且使用的是十进制。经常使用的速度单位有:

“比特/秒”(b/s),有时也称“bps”。如 2400bps (2400 b/s), 9600 bps (9600 b/s)等。

“千比特/秒”(kb/s), $1 \text{ kb/s} = 10^3 \text{ 比特/秒} = 1\,000 \text{ b/s}$

“兆比特/秒”(Mb/s), $1 \text{ Mb/s} = 10^6 \text{ 比特/秒} = 1\,000 \text{ kb/s}$

“吉比特/秒”(Gb/s), $1 \text{ Gb/s} = 10^9 \text{ 比特/秒} = 1\,000 \text{ Mb/s}$

“太比特/秒”(Tb/s), $1 \text{ Tb/s} = 10^{12} \text{ 比特/秒} = 1\,000 \text{ Gb/s}$

在计算机内部对二进制信息进行运算和处理时,使用的单位除了位(比特)和字节之外,还经常使用“字”作为单位。以 $80\text{x}86$ 或 Pentium 微处理器为例,处理器可直接进行操作处理的数据单位有 5 种:位(dit)、字节(Byte)、字(Word)、双字(DoubleWord)和四字(QuadWord)。

(二)数值信息在计算机内的表示

1. 整数(定点数)的表示

整数不使用小数点,所以它也叫做“定点数”。计算机中的整数分为两类:不带符号的整数(Unsigned Integer),带符号的整数(Signed Integer)。

不带符号的整数常用于表示地址等正整数,它们可以是 8 位、16 位甚至 32 位。8 个二进位表示的正整数其取值范是 $0 \sim 255(2^8 - 1)$, 16 个二进位表示的正整数其取值范是 $0 \sim 65535(2^{16} - 1)$, 32 个二进位表示的正整数其取值范是 $0 \sim 2^{32} - 1$ 。

带符号的整数必须使用一个二进位作为其符号位,一般总是最高位(最左面的一位),“0”表示“+”(正数),“1”表示“-”(负数),其余各位则用来表示数值的大小。

为了内部运算处理方便,负整数在计算机内不止一种表示方法。上面的表示法称为“原码”,另外的两种方法分别叫做“反码”和“补码”。

负数使用反码表示时,符号位仍为“1”,但绝对值部分却正好与原码相反(“0”变为“1”,“1”变为“0”)。

负数使用补码表示时,符号位也是“1”,但绝对值部分却是反码的个位加“1”后所得到的结果。

注意:正整数无论采用原码、反码还是补码表示,其编码都是相同的,并无区别。

还有一种整数也经常在计算机内使用,称为“二进制编码的十进制”整数(Binary Coded Decimal,简称 BCD 整数),它使用 4 个二进位表示 1 个十进制数字,符号的表示仍与上相同。

2. 实数(浮点数)的表示

实数也叫浮点数,因为它的小数点位置不固定。

一个实数总可以表达成一个纯小数和一个乘幂之积。

任意一个实数,在计算机内部都可以用“指数”(这是整数)和“尾数”(这是纯小数)来表示,这种用指数和尾数表示实数的方法叫做“浮点表示法”。所以,在计算机中实数也叫做“浮点数”,而整数则叫做“定点数”。

由于指数可以选用不同的编码(原码、补码等),尾数的格式和小数点位置也可以有不同规定,因此,浮点数的表示方法不是惟一的。不同计算机可以有不同的规定,这就引起了相互间数据格式的不兼容性。为此,美国电气与电子工程师协会(IEEE)制订了有关浮点数表示的工业标准 IEEE754,已被当代所有各类处理器采用。

浮点数的长度可以是 32 位、64 位甚至更长,位数越多,可表示的数值的范围越大,精度也越高。

(三)整数的性质和运算

1. 整数补码表示的数学意义

无符号二进制整数的原码,其编码与数值之间的关系如下。

设 $K_n K_{n-1} \cdots K_1 K_0$ 是一个无符号二进制整数, S 是它相应的十进制数值,则

$$S = K_n \times 2^n + K_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0$$

其中的 $K_j (j=n, n-1, \cdots, 1, 0)$ 只能为 0 或 1, K_n 是最高位, K_0 是最低位(个位)。

$K_n K_{n-1} \cdots K_1 K_0$ 用来表示带符号整数时, K_n 是符号位, $K_{n-1} \cdots K_1 K_0$ 则为数值位。若 $K_n K_{n-1} \cdots K_1 K_0$ 表示的是原码编码的整数,则十进制数值 S 与编码的关系是:

$$S = K_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0 \quad (\text{当 } K_n = 0)$$

$$S = -(K_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0) \quad (\text{当 } K_n = 1)$$

但是,如果 $K_n K_{n-1} \cdots K_1 K_0$ 表示的是补码编码的整数时,不论符号位 K_n 如何,十进制数值 S 与编码的关系可以统一地表示成为:

$$S = K_n \times (-2^n) + K_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0$$

采用补码表示的 n 位二进制带符号整数的有效范围是:

$$-2^{n-1} \leq S \leq 2^{n-1} - 1$$

计算机在整数运算过程中,若结果超出此允许范围,则称为发生“溢出”。

2. 整数的算术、逻辑运算

(1) 不同长度整数之间的转换

一般而言,短整数可以转换成长整数表示,而反过来却不行。短整数转换成长整数表示的方法是:把符号位向左扩充至所需要的长度为止。

(2) 整数的变号操作

所谓“变号操作”是指将该整数变成绝对值相同但符号相反的另一个整数。变号操作又叫“取负”运算,它的处理方法是:将该整数的每一个二进位变反,然后在最末位(个位)加 1,其结果即为所求值。

(3) 整数的移位操作

移位操作有多种,按照移位方向来分,移位操作可分成左移、右移两大类;按照操作性质则又可区分为算术移位、逻辑移位和循环移位等不同类型。它们有些只对整数进行,有些则可以对任何二进制数进行。

(4) 逻辑运算

逻辑运算(又叫布尔运算)总是按位进行处理的,即对应位之间进行规定的逻辑运算,不考虑位与位之间的进位。常用的基本逻辑运算有 4 种:“非”运算(NOT)、“或”运算(OR)、“与”运

算(AND)、“按位加”运算(XOR),它们都非常简单。

(5) 整数加法

两个带符号整数相加的运算方法很简单,只需从低位到高位把所有位(包括符号位)相加,逢2进1,最高位产生的进位忽略不计。

(6) 整数减法

两个带符号整数相减的运算方法也很简单,只需先把减数变号,然后再与被减数相加即可。

(7) 整数乘法

两个无符号整数的乘法很简单,它与日常用纸和笔进行乘法几乎没有什么不同。

(8) 整数除法

对于补码表示的两个带符号整数,其除法运行比乘法还要复杂一些。下面是算法的简单描述(假设被除数和除数都是 n 位):

①把除数(补码)放入寄存器 M,把被除数从 n 位扩展成 $2n$ 位长的补码后放入寄存器 A 和 Q,高位部分放入 A(全0或全1),低位部分放入 Q。

②把寄存器 A 和 Q 向左移 1 位。

③如果 A 和 M 同号,执行 $A = A - M$,否则执行 $A = A + M$ 。

④执行上一步操作的前后,若 A 的符号保持不变,或者 A 和 Q(高位部分)的结果都是 0,则操作成功,令 $Q_0 = 1$;否则操作不成功,恢复 A 原来的内容,并令 $Q_0 = 0$ 。

⑤重复上述步骤②~④共 n 次,结束。

除法结束后,寄存器 A 中存放的是余数,寄存器 Q 中是得到的商。若被除数与除数异号,则商为负数,所以应再对 Q 取补。不论何种情况,被除数、除数、商和余数总满足下面的公式:

$$\text{被除数} = \text{商} \times \text{除数} + \text{余数}$$

(四) 实数的性质和运算

1. 实数(浮点数)的性质

下表所示是 Pentium 微处理器中 32 位浮点数和 64 位浮点数的一些性质。

	32 位浮点数				64 位浮点数			
	符号	阶码	尾数	数值	符号	阶码	尾数	数值
+0	0	全 0	全 0	0	0	全 0	全 0	0
-1	1	全 0	全 0	0	1	全 0	全 0	0
$+\infty$	0	全 1	全 0	$+\infty$	0	全 1	全 0	$+\infty$
$-\infty$	1	全 1	全 0	$-\infty$	1	全 1	全 0	$-\infty$
规格化的 非 0 正实数	0	$0 < e < 255$	F	$2^e \cdot 1.f$	0	$0 < e < 2047$	f	$2^e \cdot 1.f$
规格化的 非 0 负实数	1	$0 < e < 255$	f	$-2^e \cdot 1.f$	1	$0 < e < 2047$	f	$-2^e \cdot 1.f$
非规格化的 非 0 正实数	0	0	$f \neq 0$	$2^{-126} \cdot (0.f)$	0	0	$f \neq 0$	$2^{-1022} \cdot (0.f)$
非规格化的 非 0 负实数	1	0	$f \neq 0$	$-2^{-126} \cdot (0.f)$	1	0	$f \neq 0$	$-2^{-1022} \cdot (0.f)$

2. 实数(浮点数)的四则运算

浮点数的加、减运算要比定点数(整数)复杂得多。下面只做简要介绍。

设浮点数 $A = A_s \times 2^{E_a}$, $B = B_s \times 2^{E_b}$ 则

和数 $C = (A_s \times 2^{E_a - E_b} + B_s) \times 2^{E_b}$, 差 $D = (A_s \times 2^{E_a - E_b} - B_s) \times 2^{E_b}$ (若 $E_a \leq E_b$)

或者:

和数 $C = (A_s \times B_s \times 2^{E_b - E_a}) \times 2^{E_a}$, 差 $D = (A_s - B_s \times 2^{E_b - E_a}) \times 2^{E_a}$ (若 $E_a > E_b$)

一般说来,浮点数的加、减运算有如下几个步骤:

(1)检测 A 和 B 中有无 0,若 $A = 0$,则 $C = B$,若 $B = 0$,则 $C = A$ 。运算结束。

(2)计算两数阶码之差,即 $d = E_a - E_b$,若 $d > 0$,则将尾数 B_s 向右移 d 位,若 $d < 0$,则将尾数 A_s 向右移 $-d$ 位,若 $d = 0$,则 A_s 和 B_s 均不移位。这个过程叫做“对阶”。

(3)两尾数相加或相减。

(4)把结果进行规格化。对于 Pentium 微处理器来说,若结果尾数绝对值小于 1,则尾数不断左移且阶码不断减 1,直至尾数绝对值大于或等于 1;若结果尾数绝对值大于或等于 2,则尾数右移 1 位且阶码加 1。

注意:两浮点数加/减时,在结果规格化的过程中,可能会发生“上溢”或“下溢”。

浮点数的乘/除法比加/减法稍简单一些,其公式为:

$$\text{乘积} = (A_s \times B_s) \times 2^{E_a + E_b}$$

$$\text{商} = (A_s / B_s) \times 2^{E_a + E_b}$$

处理过程如下:

(1)检测 A 和 B 中有无 0,若 $A_s = 0$,则乘积(商) = 0,运算结束;若 $B_s = 0$,乘法时乘积 = 0,除法时商为 ∞ ,运算结束。

(2)计算两数阶码之和(或差)。

(3)两尾数相乘或相除。

(4)把结果进行规格化。即,若结果尾数绝对值小于 1,则尾数不断左移且阶码不断减 1;若结果尾数绝对值大于或等于 2,则尾数右移且阶码加 1。

注意:两浮点数乘/除时,在阶码相加(减)的过程中,或者在结果规格化的过程中,可能会发生“上溢”或“下溢”。

浮点数运算过程中,为了保证浮点数运算的精度,当尾数右移时,对移出的位还需进行“舍入”处理。

三、字符和文本的表示

(一)西文字符的编码

西文是由拉丁字母、数字、标点符号及一些特殊符号所组成的,它们统称为“字符”(Character)。所有字符的集合叫做“字符集”。字符集中每一个字符各有一个代码(即字符的二进制表示),它们互相区别,构成了该字符集的代码表,简称码表。

目前计算机中使用得最广泛的西文字符集及其编码是 ASCII 码,即美国标准信息交换码(American Standard Code for Information Interchange)。它已被国际标准化组织(ISO)批准为国际标准,称为 ISO-646 标准,它适用于所有拉丁文字字母,已在全世界通用。我国相应的国家