

全国非计算机专业计算机等级考试用书

主编：孙志林 王高平

计算机 应用基础 教程

DOS
Windows
CCED
TRUE BASIC



黄河水利出版社

全国非计算机专业计算机等级考试用书

计 算 机 应 用 基 础 教 程

孙志林 王高平 主编

黄 河 水 利 出 版 社

内 容 提 要

为促进计算机基础教育质量的提高,满足高等学校及社会上各类人员对计算机等级考试教材的需求,根据国家教委颁布的《全国计算机知识和应用能力等级考试大纲(二级)》编写了这本教材。书中讲述了计算机基础知识、微机组成和原理、DOS 和 WINDOWS 操作系统、汉字信息处理与汉字操作系统、WPS 和 CCED 的应用、TRUE BASIC 语言及程序设计、多媒体和网络以及计算机安全知识等。本书讲解详细、语言通俗易懂,并配有计算机等级考试大纲和试卷,可供高等学校非计算机专业本、专科学生作为教材使用,还可作为公务员考试及各类计算机基础教育培训班的教学用书和自学用书。

全国非计算机专业计算机等级考试用书
计 算 机 应 用 基 础 教 程
孙志林 王高平 主编

责任编辑:马广州 王 琦
责任校对:赵宏伟
责任印制:常红昕
出版发行:黄河水利出版社
地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 12 层
邮编:450003
印 刷:郑州粮食学院印刷厂
开 本:787mm×1092mm 1/16
版 别:1998 年 6 月 第 1 版
印 次:1998 年 6 月郑州第 1 次印刷
印 张:17.625
印 数:1—3000
字 数:407 千字

ISBN 7-80621-195-0/TP·4

定 价:22.00 元

编辑委员会

主 编 孙志林 王高平

副主编 王相朝 马胜天 程海卿

编 委 (按姓氏笔画排列)

马胜天 王相朝 王高平

孙志林 刘 志 刘爱荣

张新成 程海卿

前 言

国家教委考试中心于 1994 年推出了全国计算机等级考试,这一考试根据应试者具有的计算机应用能力的水平不同,划分不同等级,共分为四级六类:

一级分为 A、B 两类,均面向文字处理和数据库应用系统操作人员。一级 A 类要求掌握计算机基础知识、微机系统基本组成、操作系统功能和使用、字表处理软件的功能和使用、数据库应用系统的基本概念和操作;一级 B 类要求掌握计算机基础知识、微机系统基本组成、DOS 操作系统的基本知识及操作、文字处理软件 WPS 和数据库语言 FOXBASE 的操作。

二级面向使用高级语言进行程序设计的人员。要求掌握计算机基础知识、操作系统功能和使用、数据库的基本概念及应用并具有使用一种高级语言(C 语言、PASCAL 语言、FORTRAN 语言、BASIC 语言或数据库语言)进行程序设计的能力。

三级分为 A、B 两类。三级 A 类针对测控领域的应用人员,要求掌握微机原理、汇编语言程序设计、微机接口技术、软件技术基础以及微机在测控领域的应用;三级 B 类针对软件方面的应用人员,要求掌握计算机基础知识、数据结构和算法、操作系统功能和使用、软件工程使用方法并具有在微机管理信息系统或计算机辅助设计方面的应用能力。

四级要求达到相当于大学计算机专业本科毕业生水平,具有计算机软件和硬件系统的设计开发能力,要求掌握计算机系统原理、计算机体系结构、计算机网络与通讯、离散数学、数据结构和算法、操作系统、软件工程和数据库系统原理的基础理论知识。

为促进计算机基础教育质量的提高,满足社会上各类人员对计算机等级考试教材的需求,特组织了在高等学校计算机基础教育方面有丰富教学经验的教师,根据国家教委颁布的《全国计算机知识和应用能力等级考试大纲(二级)》编写了这本教材。本教材内容新颖,联系实际;通俗易懂,概念准确;重点突出,层次清晰;系统全面,循序渐进。并紧跟时代的步伐,补充了一些现代计算机比较成熟和实用的新知识,如 WINDOWS 操作系统、网络、多媒体等。本教材各章配有习题,附录中提供了几百道各种类型的综合练习题及参考答案,并附有等级考试大纲及试卷以供参考。本书可供高等学校非计算机专业本、专科学学生作为教材使用,还可作为公务员考试及各类计算机基础教育培训班的教学用书和自学用书。

本书共分十章,内容包括:计算机基础知识、微机组组成和原理、操作系统、汉字信息处理与汉字操作系统、WPS 和 CCED、多媒体和网络、计算机安全知识、TRUE BASIC 语言及程序设计等。参加本书编写的有:马胜天(编写第一章和附录三的综合练习)、刘爱荣(编写第二章和第五章的第八节)、张新成(编写第三章)、刘志(编写第五章)、王高平(编写第六章)、王相朝(编写第七章、第四章)、孙志林(编写第八章、第十章)、程海卿(编写第九章)。

由于计算机技术是一门迅速发展的学科,加之编者水平有限,有许多不足之处,衷心希望得到社会各界人士和广大读者的批评指正。

编 者

1998 年 5 月

目 录

第一章 计算机基础知识	(1)
1.1 计算机的特性与分类	(1)
1.2 计算机发展简史	(2)
1.3 计算机的应用	(3)
1.4 计算机数制与数制转换	(5)
1.5 计算机数的表示和编码	(8)
1.6 逻辑运算.....	(12)
1.7 计算机系统的硬件与软件.....	(14)
1.8 常见基本术语.....	(17)
第二章 微型计算机系统	(19)
2.1 微型计算机的基本结构.....	(19)
2.2 PC 机的 CPU 及 PC 机系列简史	(21)
2.3 计算机的组成和工作原理.....	(24)
2.4 输入及输出设备.....	(27)
2.5 计算机的基本操作知识.....	(32)
2.6 计算机系统的性能指标.....	(34)
习题.....	(35)
第三章 操作系统	(38)
3.1 操作系统概述.....	(38)
3.2 DOS 概念	(40)
3.3 文件目录及其管理.....	(44)
3.4 系统配置.....	(47)
3.5 DOS 基本命令	(48)
3.6 批处理文件及其应用.....	(59)
3.7 Windows 的基本知识	(60)
3.8 Windows 的基本操作	(62)
习题.....	(68)
第四章 外部存储器与 CMOS 参数设置	(71)
4.1 软盘存储器.....	(71)
4.2 硬盘存储器.....	(74)
4.3 CD-ROM	(75)
4.4 CMOS 参数的设置	(77)
4.5 计算机的故障分析.....	(80)

第五章 中文信息处理与中文操作系统	(83)
5.1 汉字代码	(83)
5.2 汉字字库	(84)
5.3 汉字操作系统	(85)
5.4 SPDOS 中文操作系统	(88)
5.5 UC DOS 中文操作系统	(92)
5.6 多功能拼音输入方法	(98)
5.7 五笔字型输入法	(102)
5.8 自然码输入法	(112)
习题	(122)
第六章 多媒体与网络概论	(125)
6.1 多媒体概论	(125)
6.2 网络基本知识	(131)
6.3 INTERNET 与电子邮件	(137)
6.4 信息高速公路与“三金”工程	(140)
6.5 Novell 网络介绍	(146)
习题	(157)
第七章 CCED 中文字表处理软件	(158)
7.1 CCED 系统的使用	(158)
7.2 文件编辑	(159)
7.3 CCED 文件的打印及打印控制	(171)
7.4 DBASE 数据的报表输出	(173)
第八章 文字处理系统 WPS	(176)
8.1 WPS 简介	(176)
8.2 编辑操作	(182)
8.3 窗口操作及其他	(189)
8.4 打印控制、打印输出与模拟显示	(192)
8.5 WPS 命令	(196)
习题	(199)
第九章 TRUE BASIC 语言	(201)
9.1 TRUE BASIC 语言基础	(201)
9.2 顺序结构程序设计	(209)
9.3 选择结构程序设计	(210)
9.4 循环结构程序设计	(212)
9.5 数组与矩阵	(213)
9.6 自定义函数和子程序	(216)
9.7 图形处理	(218)
9.8 文件	(220)

9.9	程序设计	(222)
	习题	(227)
第十章	计算机病毒	(228)
10.1	病毒的定义及特征	(228)
10.2	计算机病毒的分类	(229)
10.3	计算机病毒的构成及判断	(229)
10.4	预防病毒的管理手段	(230)
10.5	计算机病毒的技术防御	(231)
10.6	常用病毒检测和消除软件的使用方法	(232)
	习题	(235)
附录一	全国计算机等级(一级)考试大纲	(236)
附录二	全国计算机等级(二级)考试大纲	(238)
附录三	综合练习及答案	(240)
附录四	1995年河南省高等学校非计算机专业学生计算机知识和应用能力等级 考试试卷	(254)
附录五	1997年河南省高等学校非计算机专业学生计算机知识和应用能力等级 考试试卷	(268)

第一章 计算机基础知识

1.1 计算机的特性与分类

1.1.1 计算机的定义

什么是计算机？这是一个比较难以回答的问题。我们只能在学习的过程中，逐步对计算机建立起一个完整的概念。这里只能根据它的主要共性给出一个比较全面的、概括性的定义。计算机是一种能快速、准确、自动完成对各种数字化信息进行算术和逻辑运算的电子设备。

1.1.2 计算机的特性

(1) 快速性

计算机之所以能高速处理信息，除了采用高速集成电路之外，还在于解决了信息处理过程自动化的问题。解决这一问题的关键是采用了存储程序的方法，即把计算过程表示为许多条指令组成的程序，和数据一起预先存入计算机的存储器。只要启动这些程序，就可以完成预先设定的信息处理任务。这种高速集成电路与存储程序结构的结合，便产生了计算机的主要特征之一——快速性。

(2) 通用性

计算机可以把任何复杂的信息处理任务分解为大量的基本算术和逻辑操作反映在计算机的指令操作中，按照执行的先后次序，把它们组织成各种程序存储在存储器中。在计算机的工作过程中，已存储的程序能很快从存储器中调出来运行，实现计算机自动快速处理信息，并且十分灵活，易于变更，这就使计算机具有极强的通用性。当然，应当强调指出，决定计算机通用性的因素当中，除了这种程序控制方式外，程序的内容也起着重要作用。

(3) 准确性和逻辑性

计算机程序加工的对象不只是数值量，还包括形式和内容十分丰富多样的各种信息，例如语言、文字、图像、音乐等。表示这种普通信息最有效的方法是数字化信息编码。数字化信息编码技术不但保证了运算和控制的极高准确性，而且也是计算机赖以获得其逻辑判断和逻辑运算能力的基础。

可以这样说，程序存储、程序控制和数字化信息编码技术的结合，造就了计算机的快速性、通用性、准确性和逻辑性。

1.1.3 计算机的类型

从总体上讲，电子计算机可分为模拟计算机和数字计算机两大类。数字计算机又可分为通用机和专用机两类。一般所讲的计算机类型，系指通用机的类型。

我国计算机界根据计算机的性能指标，如机器规模的大小、运算速度的高低、主存储器容量的大小、指令系统性能的强弱以及机器价格等，将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机和单片机 6 大类。

目前，国外还有一种比较流行的分类方法，根据计算机的性能指标以及厂家生产计算机时主要面向的应用对象进行分类，把计算机分为巨型机、小巨型机、大型机、小型机、工

工作站和个人计算机 6 大类。

这里所说的巨型机和小巨型机主要应用于尖端科学和国防技术。

大型机主要面向大中型企业和计算中心,如美国 IBM 公司生产的 IBM360、370、4300、3090 以及 9000 系列等属于这类计算机。

小型机主要面向中小企业,如美国 DEC 公司的 VAX 系列和我国生产的太极系列计算机等属于这一类。

工作站主要面向特殊的专业领域,如图像处理和计算机辅助设计等方面的应用,最有代表性的是美国 Sun 公司的 Sun 工作站。

个人计算机(Personal Computer)又称为微型计算机(Microcomputer),这种计算机主要面向个人和家庭。

事实上,计算机发展到今天,工作站和高档微型机之间,高档工作站、小型机和大型机之间已经没有明显区别。应当指出,随着计算机技术和超大规模集成电路技术的飞速发展,不管哪种分类方法,都是相对而言的。今天的巨型机可能就是明天的大型机,明天的微型机就可能代替今天的工作站。

1.2 计算机发展简史

电子计算机是一种能够自动、高速、精确地进行信息处理的现代化电子设备。电子计算机最初是作为一种现代化的计算工具问世的,它是人类在长期的生产实践中,为减轻繁重的劳动和加快计算速度而研究出的成果。

在电子计算机出现以前,人类曾发明和创造了各种各样的计算工具。早在唐朝末期,我国人民就发明了算盘,这是世界上最早的计算工具。1642 年在法国制成了世界上第一台机械计算器,本世纪初又出现了电动计算器、卡片计算器等。

20 世纪 40 年代中期,一方面由于导弹、火箭、原子弹等现代科学技术的发展,需要求解一些极其复杂的数学问题,原有的计算工具已满足不了要求;另一方面由于电子学和自动控制技术的迅速发展,为研制电子计算机提供了物质技术条件。1946 年,在美国宾夕法尼亚大学由 John Mauchly 和 J. P Eckert 作指导,为导弹设计小组制成了 ENIAC 计算机,这是世界上第一台由程序控制的电子数字计算机。它使用了 18 800 只电子管,1 500 多个继电器,耗电 150kW,占地面积 150m²,重量达 30t,每秒种只能完成 5 000 次加法运算,这就是第一代电子计算机。虽然它体积大、功耗大,但是它为电子计算机的发展奠定了技术基础,对科学技术、生产以及社会生活的发展起到了不可估量的促进作用。

自 1946 年第一台计算机诞生,至今不过短短 40 多年。然而,它发展之迅速、普及之广泛、对整个社会和科学技术影响之深远,是任何其他学科所不及的。40 多年间,计算机已经更新了四代,现在正向第五代发展。在推动计算机发展的很多因素中,电子器件起着决定性的作用,其次,计算机系统结构和计算机软件的发展也起着举足轻重的作用。

1946 年~1958 年是计算机发展的第一阶段,此阶段的计算机称为第一代计算机。其特征是采用电子管作为计算机的逻辑元件;数据表示主要是定点数;用机器语言或汇编语言编写程序。有代表性的计算机是 1946 年美国数学家冯·诺依曼(Von Neumann)与他的同事们在普林斯顿研究所设计的存储程序计算机 IAS。它的设计思想很先进,所谓冯·诺

依曼型计算机结构体系,对后来计算机的发展产生了深远的影响。

1958年~1964年是计算机发展的第二阶段,即第二代计算机。其特征是用晶体管代替了电子管;用铁淦氧磁芯和磁盘作主存储器;软件有了很大发展,出现了FORTRAN、COBOL、ALGOL等高级语言程序以简化程序设计。计算机不仅用于科学计算,而且用于数据处理,并开始用于工业控制。这些对计算机的普及和应用产生了深刻的影响。有代表性的计算机是IBM公司生产的IBM-7094计算机和CDC公司的CDC1604计算机。

1964年~1975年是计算机发展的第三阶段,即第三代计算机。其特征是用集成电路IC(Integrated Circuit)代替了分立元件,一般用的IC为小规模集成电路(门密度为1~10门/片)和中规模集成电路(门密度为20~100门/片);用半导体存储器逐渐取代了铁淦氧磁芯存储器;采用了微程序控制技术。在软件方面,操作系统日益成熟以及功能的日益强化是第三代计算机的显著特点,多处理机、虚拟存储器系统以及面向用户的应用软件的发展,大大丰富了计算机软件资源。为了充分利用已有的软件,解决软件兼容问题,出现了系列化的计算机。最有影响力和代表性的是IBM公司1964年研制成功的IBM360计算机系列,以及CDC公司1964年研制成功的CDC6600计算机、CDC7600计算机。60年代中期另一个发展方向是大量生产成本低的小型计算机。DEC公司于1965年研制成功了PDP-8计算机,以后又发展成有名的PDP-11系列机和VAX-11系列机等。由于它性能好、成本低、适用范围广,对计算机的推广普及起到了巨大作用。

1975年至今是计算机发展的第四阶段,即第四代计算机。其特征是以大规模集成电路LSI(Large-Scale Integration)(门密度几百门/片至几千门/片)为计算机主要功能部件;主存储器也采用集成度很高的半导体存储器。在软件方面,发展了数据库系统、分布式操作系统等。第四代计算机的另一个重要分支是以LSI为基础而发展起来的微处理机和微型计算机。1971年英特尔(Intel)公司研制成功第一台微处理机4004,1973年该公司又宣布制成8位微处理机8080。随后各种各样的微处理机和微型计算机如雨后春笋般研制出来,目前市场上16位微型计算机已很普及。32位微型机也已研制成功,并进入计算机市场。微型计算机体积小、功耗低、成本低,其性能价格比优于其他类型计算机,因而得到广泛应用和普及。微处理机和微型计算机的出现,不仅深刻地影响着计算机技术本身的发展,同时也使计算机技术更迅速地渗透到社会与生活的各个领域。

现在美国、日本等许多国家正在加紧研制第五代计算机。其特征如何?计算机科学界和工业界正在作广泛深入的探讨和研究。有的科学家认为第五代计算机将是分布体系结构的时代,也有的认为是知识库的时代,是人工智能的时代等。虽然众说不一,但都从某一个侧面强调了计算机的发展趋势。毫无疑问,随着超大规模集成电路VLSI(Very Large-Scale Integration)的发展以及新的计算机系统结构和软件技术的发展,第五代计算机将是完全崭新的一代计算机。

1.3 计算机的应用

电子数字计算机的出现是20世纪科学技术发展的最卓越成就之一。计算机问世以来,虽然只有四十几年历史,但是已广泛深入到工业、农业、企业管理、交通运输、商业、国防、科研、文教、通信、日常生活等各个领域,日益显示出其强大的生命力。

计算机的应用范围主要有以下几个方面。

(1) 科学计算

科学计算是计算机最原始的应用领域。在科学技术和工程设计中,存在各类大量繁琐的数学计算问题,如解几百个线性联立方程组、大型矩阵运算、高阶的微分方程组等。这些过去人工计算需要几个月、甚至几年的工作量,计算机仅需几天、几小时、甚至几分钟就解决了,从而节省了大量时间、人力和物力。所以,计算机是发展现代尖端科学技术必不可少的重要工具。

(2) 数据处理

数据处理泛指在计算机上加工有关非科技工程的计算、管理等方面的数据资料。数据处理应用领域十分广泛,如企业管理、情报检索、气象预报、飞机订票、防空警戒等。据统计,目前在计算机应用中,数据处理所占的比重最大。数据处理的特点是需处理的原始数据量大,而运算较简单,有大量的逻辑运算与判断,其处理结果往往以表格或文件形式存储或输出。

计算机在数据处理方面的应用,将人们从大量繁杂的数据统计与管理事务中解放出来,大大提高了工作质量和效率。例如,在我国人口普查中,要对 120 个大、中城市人口的年龄、性别、职业等十多个项目的几百亿个数据进行处理,靠人力是无法精确完成的,而用计算机则只需 3 个小时即可得到全部结果。

随着计算机的普及,在数据处理方面的应用还会得到继续扩大和深入。

(3) 过程控制

采用计算机对连续的工业生产过程进行控制,称为过程控制。在电力、冶金、石油化工、机械等工业部门采用过程控制,可以提高劳动效率和产品质量、降低成本、缩短生产周期。

计算机在过程控制中的应用有巡回检测、自动记录、统计报表、监视报警、自动启停等,还可以直接同其他设备、仪器相连接,对它们的工作进行控制和调节,使其保持最佳的工作状态。

(4) 计算机辅助设计

计算机辅助设计(简称 CAD)是指设计人员利用电子计算机来进行设计的一种新的设计制图方式。使用 CAD 技术可以提高设计质量、缩短设计周期、提高设计自动化水平。

CAD 技术已广泛应用于机械、船舶、飞机制造以及建筑工程、大规模集成电路版图设计等行业。例如,计算机辅助制图系统是一个通用的软件包,它提供了一些最基本的作图元素和命令,在这个基础上可以发展出供各种不同部门应用的图库,从而使工程技术人员从繁重的重复性劳动中解放出来;又如,研制计算机过程中,系统模拟、逻辑模拟、自动布线等均可采用 CAD 技术,以加速研制过程,提高研制质量。

CAD 技术正在迅速发展,其应用范围日益扩大,又派生出许多新的技术分支,如计算机辅助制造 CAM、计算机辅助测试 CAT、计算机辅助教育 CAI 等等。

(5) 人工智能

人工智能是计算机理论科学研究的一个重要领域。人工智能是研究用计算机软、硬

件系统模拟人类某些智能行为,如感知、推理、学习、理解等理论和技术。其中最具代表性的两个领域是专家系统和机器人。

专家系统,即计算机专家系统,是一个具有大量专门知识的计算机程序系统。它总结了某个领域的专家知识,建立起知识库,根据这些专门的知识,系统可以对输入的原始数据进行推理,作出判断和决策,以回答用户的质询。例如,中医诊断专家系统中积累了中医名家的知识,建成知识库,病人看病时,只要把病状输入计算机,系统就可诊断出患者的病症,开出药方,这在一定程度上相当于名中医给患者看病。因此,专家系统可以在一定程度上成为那些优秀专家的化身。

人工智能的另一个重要应用是机器人。目前世界上已有许多机器人用于各种环境恶劣的生产、试验领域。如在高温、剧毒和强辐射等不适于人进行工作的环境中,机器人发挥了巨大作用。随着计算机技术和人工智能研究的发展,机器人的智能水平会不断提高,它的应用前景是非常广阔的。

1.4 计算机数制与数制转换

1.4.1 进位计数制

所谓进位计数制就是采用少量的数字符号,把它们按先后位置排列成数位,并按由低位到高位进位的方式进行计数的方法。

在进位计数制中,任意一个数 S 均可以表示为下面的形式

$$a_n a_{n-1} a_{n-2} \cdots a_2 a_1 a_0 a_{-1} a_{-2} \cdots a_{-m}$$

其值为

$$\begin{aligned} S &= a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \cdots + a_2 R^2 + a_1 R^1 + a_0 + a_{-1} R^{-1} + \cdots + a_{-m} R^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^n a_i R^i \end{aligned}$$

式中, R 称为基数, R^i 称为位权。

基数值等于在该计数制中所有的数字符号的个数。例如在十进制中,所使用的符号是 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,它的基数就为 10。由于基数为 10,因此每个数位计满 10 就向高位进一,即“逢十进一”,所以称为十进制。

一般地说,在基数为 R 的计数制中,所用的数字符号有 0,1,⋯, $R-1$ 。其中每个数位计满 R 就向高位进一,称之为 R 进制。

在进位计数制中,同一个数字符号处在不同的数位时,所代表的数值是不同的。例如在十进制中,最低的第一位是个位,第二位是十位,第三位是百位。这就是位权,位权是一个指数,指数的底是计数制的基数,指数的幂是数位的序号。

一般地说,进位计数制的基数 R 可以选择任意的正整数。对于不同的基数,便可得到不同的进位计数制。我们平常最熟悉的是十进制,实际上我们偶尔也遇到其他进位计数制,例如用十二进位计算打数,用六十进制计算时间等。若选择 R 为 2、8、16,则可以得到二进制、八进制、十六进制。

表 1-1 列出了十进制、二进制、八进制、十六进制的基数、位权和每个数位所用的数字符号。表 1-2 列出了十进制、二进制、八进制、十六进制的表示方法。

表 1-1 几种常用计数制的基数、位权和数字符号

项 目	十进制	二进制	八进制	十六进制
基数	10	2	8	16
位权	10^i	2^i	8^i	16^i
数字符号	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9	0,1	0,1,2,3,4,5,6,7	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 A,B,C,D,E,F

表 1-2 几种常用计数制数的表示法

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1 000	10	8
9	1 001	11	9
10	1 010	12	A
11	1 011	13	B
12	1 100	14	C
13	1 101	15	D
14	1 110	16	E
15	1 111	17	F
16	10 000	20	10

1.4.2 不同进位计数制的相互转换

在日常生活中人们大都采用十进制,因而对十进制最习惯。但由于计算机在运算过程中不需要人介入,因而计算机内部采用什么进位计数制应以经济、可靠、容易实现、运算简便、节省器件等因素为出发点。由于二进制具有每位状态容易实现、存储和传送时可靠、运算简便等优点,因此在绝大多数的计算机中均被采用。

虽然在计算机内部使用二进制有很多优点,但是对人类习惯来说却并不十分有利,例如阅读不直观,书写不方便等。因此在人机之间需要进行进位计数制的转换。

1.4.2.1 二进制、八进制、十六进制转换成十进制

二进制、八进制、十六进制转换成十进制很容易,只要将它们代入下式即可

$$S = a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \cdots + a_2 R^2 + a_1 R^1 + a_0 + a_{-1} R^{-1} + \cdots + a_{-m} R^{-m}$$

$$= \sum_{i=-m}^n a_i R^i$$

例 将 $(1011.1)_2$ 转换为十进制数

$$1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 + 1 \times 2^{-1} = (11.5)_{10}$$

例 将 $(2533.4)_8$ 转换为十进制数

$$2 \times 8^3 + 5 \times 8^2 + 3 \times 8 + 3 + 4 \times 8^{-1} = (1371.5)_{10}$$

例 将 $(13C)_{16}$ 转换为十进制数

$$1 \times 16^2 + 3 \times 16 + C = 256 + 48 + 12 = (316)_{10}$$

1.4.2.2 十进制转换成二进制

十进制转换成二进制时,可分别将整数部分和小数部分进行转换,然后组合起来。

(1)整数的转换

十进制整数转换成二进制整数可采用除 2 取余法。这个方法可简述为:将十进制数除以 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,直至商等于零为止。所得各次余数,就是所求二进制数的各位数字(最后的余数为最高位数字)。

例 将 $(59)_{10}$ 转换为二进制数

整个转换过程如下:

$2 \overline{) 59}$	余数为 1	$a_0 = 1$
$2 \overline{) 29}$	余数为 1	$a_1 = 1$
$2 \overline{) 14}$	余数为 0	$a_2 = 0$
$2 \overline{) 7}$	余数为 1	$a_3 = 1$
$2 \overline{) 3}$	余数为 1	$a_4 = 1$
$2 \overline{) 1}$	余数为 1	$a_5 = 1$

其结果为: $(59)_{10} = (a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0)_2 = (111011)_2$

(2)小数的转换

十进制小数转换成二进制小数可采用乘 2 取整法。这个方法可简述为:先用 2 乘十进制纯小数,然后去掉所得乘积的整数部分,再用 2 去乘余下的纯小数部分,如此一直乘下去,直至满足所求的精确度为止。把每次乘积的整数部分由左至右排列起来即得所求的二进制表示(最后求得的为低位数字)。

例 将 $(0.625)_{10}$ 转换为二进制数

整个转换过程如下:

0.625		
$\times \dots 2$		
1.250	整数 = 1	即 $a_{-1} = 1$
0.250		
$\times \dots 2$		
0.500	整数 = 0	即 $a_{-2} = 0$
0.500		
$\times \dots 2$		
1.000	整数 = 1	即 $a_{-3} = 1$

所以 $(0.625)_{10} = (0.101)_2$

1.4.2.3 二进制同八进制之间的转换和二进制同十六进制之间的转换

由于 8 和 16 都是 2 的整数幂,所以一位八进制数所能表示的数值恰好相当于三位二进制数所能表示的数值,一位十六进制数同四位二进制数能表示的数值正好相当,所以八进制、十六进制同二进制之间的转换极为方便。

八进制转换为二进制的规律是:把每位八进制数用相应的三位二进制数来代替。

例 将 $(34.61)_8$ 转换为二进制

3	4	.	6	1
↓	↓	↓	↓	↓
011	100	.	110	001

因此 $(34.61)_8 = (011100.110001)_2$

十六进制转换为二进制的规律是:把每位十六进制数用相应的四位二进制数来代替。

例 将 $(365.9A2)_{16}$ 转换为二进制

3	6	5	·	9	A	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
0011	0110	0101	·	1001	1010	0010

因此 $(365.9A2)_{16} = (001101100101.100110100010)_2$

二进制转换成八(或十六)进制的规律是:从小数点开始,分别向左向右把每三位(或四位)二进制数分为一组。若最左和最右一组不足三位(或四位),则用 0 补齐。然后每组用一个八(或十六)进制数代替。

例 将 $(111001011.1101)_2$ 转换为八进制数

111	001	011	·	110	100
↓	↓	↓	↓	↓	↓
7	1	3	·	6	4

因此 $(111001011.1101)_2 = (713.64)_8$

例 将 $(111001011.11011)_2$ 转换为十六进制数

0001	1100	1011	·	1101	1000
↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	C	B	·	D	8

因此 $(111001011.11011)_2 = (1CB.D8)_{16}$

由此可见,八进制(或十六进制)同二进制之间的转换极为方便,用八进制(或十六进制)书写要比用二进制书写简短,口读方便。因此,八进制(或十六进制)多被用于指令的书写、手编程序和目的程序的输入或输出等。

1.5 计算机数的表示和编码

1.5.1 数值数据的表示

在计算机内部,能直接表示和使用的数据,有数值数据、字符数据和逻辑数据等,它们都采用二进制形式来表示。那么在内部计算中,怎样来表示一个数值数据呢?具体表示一个数,要涉及到小数点的位置和数的正负符号问题,下面就介绍在计算机内部,数的定点表示、浮点表示和符号表示等原理。

1.5.1.1 数的定点表示

整数和纯小数可以用定点数来表示。

如果一个单元中可以存放 16 位二进制数,那么最左边的一位(最高位)可用来表示符号,用“0”表示正号,“1”表示负号,剩下 15 位就可以用来表示一个数的绝对值。

如果约定小数点在最末位后,那么表示的定点数是整数;如果约定小数点在符号位后,那么表示的定点数是纯小数。

例 用整数定点表示法来表示数 +375 和 -627。

$$(+375)_{10} = (+101110111)_2$$

它在机器中表示为

0	000000101110111
---	-----------------

$$(-627)_{10} = (-1001110011)_2$$

它在机器中表示为

1	000001001110011
---	-----------------

其中最高位为符号位,小数点约定在最末位后。

再如 用纯小数定点表示法来表示数 $+0.75$ 和 -0.625

$$(+0.75)_{10} = (+0.11)_2$$

它在机器中表示为

0	1100000000000000
---	------------------

$$(-0.625)_{10} = (-0.101)_2$$

它在机器中表示为

1	1010000000000000
---	------------------

其中最高位为符号位,符号位后为小数点约定位置。

在定点数表示中,从机内的数看不出小数点位置,但这是由人们事先约定且固定的,故称为定点表示。

1.5.1.2 数的浮点表示

数的另一种表示方法为浮点表示法。

通常,对于一个二进制数 N ,总可以表示成

$$N = 2^P \times S$$

其中, P 称为 N 的阶码,为整数; S 称为 N 的尾数,为纯小数;“2”称为阶码的底。阶码大小决定了小数点位置(浮点),尾数表示数 N 的全部有效数码, P 、 S 均是二进制数表示。如果 S 的绝对值是大于等于 0.5 的小数,称为规格化表示;否则称为非规格化表示。

如果计算机中每个单元存放 16 位二进制数码,则数 $N = 2^P \times S$ 在计算机中可表示为

P_f	P	S_f	S
-------	-----	-------	-----

其中, P 为阶码(6 位),包括符号位 P_f ; S 为尾数(10 位),包括符号位 S_f 。阶码用整数表示;尾数用纯小数表示。

例 用浮点表示法表示数 $+55.625$ 。

$$N = 55.625 = (110111.101)_2 = 2^6 \times (0.110111101)_2$$

故阶码 $P = +00110$

尾数 $S = +0.110111101$

它在机器中表示为