

高等院校21世纪新视野教材
湖南省计算机学会推荐教材



计算机

应用上机与考试

陈汉亚 主编

湖南大学 出版社

★高等院校 21 世纪新视野教材★

★湖南省计算机学会推荐教材★

计算机应用上机与考试

主 编 陈汉亚

副主编 马淑萍 陈坚禔

编 委 陈汉亚 马淑萍 陈坚禔 刘志明

周倩芳 邹腊梅 刘朝晖 龚向坚

湖南大学出版社

2003 年·长沙

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机应用上机与考试/陈汉亚主编. —长沙: 湖南大学出版社, 2003. 9

ISBN 7-81053-685-0

I. 计... II. ①陈... III. 电子计算机—自学参考资料 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 080608 号

计算机应用上机与考试

Jisuanji Yingyong Shangji yu Kaoshi

主编 陈汉亚

-
- | | | |
|-------------------------------|-----------------|--------------|
| ☐ 责任编辑 | 胡建华 | |
| ☐ 特约编辑 | 常春喜 | |
| ☐ 封面设计 | 张 毅 | |
| ☐ 出版发行 | 湖南大学出版社 | |
| | 社址 长沙市岳麓山 | 邮码 410082 |
| | 电话 0731-8821691 | 0731-8821593 |
| ☐ 经 销 | 湖南省新华书店 | |
| ☐ 印 装 | 湖南省地质测绘印刷厂 | |
-

- | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--|----|-----------------------------|-------|
| ☐ 开本 | 787×1092 16 开 | ☐ 印张 | 13 | ☐ 字数 | 300 千 |
| ☐ 版次 | 2003 年 9 月第 1 版 | ☐ 2003 年 9 月第 1 次印刷 | | | |
| ☐ 书号 | ISBN 7-81053-685-0/TP·34 | | | | |
| ☐ 定价 | 22.00 元 | | | | |
-

(湖南大学版图书凡有印装差错, 请向承印厂调换)

前 言

计算机科学技术的发展日新月异,为了能及时反映计算机学科发展的前沿知识,按照教学大纲要求,我们特编写了这本《计算机应用上机与考试》,作为《计算机应用基础》的配套教材,供大家使用。

本书以当前最流行的 Windows XP 为软件环境,介绍了中文操作系统 Windows XP,讲述了 Office XP 套装软件 Word、Excel、PowerPoint、FrontPage。Office XP 是 Microsoft 公司推出的 Office 系列集成办公软件的最新版本,与 Office 2000 相比,无论是在用户界面还是在功能上,都有了较大的改进,使用户操作更加方便和安全。

本教材共分三篇:理论篇、实验篇和习题篇。

理论篇的内容已用 PowerPoint 制作成教学课件,可供教师用于课堂教学,或作为教学参考资料;也可作为学生学习、复习用的重点和纲要。

实验篇共安排了 15 个实验,每个实验都包含了实验目的和实验内容,供学生上机实验使用。

习题篇包含习题 1 至习题 7,分别对应《计算机应用基础》教材的第 1 章至第 7 章,可作为学生的课外作业,也可供学生进行自我测试,巩固所学知识。

由于时间仓促,水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2003 年 7 月

目 次

1 理论篇

第 1 章 计算机基础知识

1.1 计算机的发展简史	(3)
1.2 计算机的主要应用领域	(6)
1.3 数制及其转换	(7)
1.4 数据编码	(11)
1.5 计算机硬件系统	(13)
1.6 计算机软件系统	(19)
1.7 计算机网络基础	(20)
1.8 多媒体技术基础	(27)
1.9 计算机安全	(28)
1.10 计算机文化	(30)

第 2 章 中文 Windows XP 及应用

2.1 操作系统概述	(33)
2.2 中文 Windows XP 概述	(33)
2.3 Windows XP 桌面	(34)
2.4 Windows XP 窗口	(35)
2.5 菜单、工具栏	(35)
2.6 Windows XP 输入法	(35)
2.7 Windows XP 资源管理	(36)
2.8 磁盘管理	(38)
2.9 控制面板	(39)
2.10 Windows XP 的附件	(39)
2.11 Windows XP 的多媒体功能与使用	(40)
2.12 Windows XP 的网络功能	(40)

第 3 章 文字处理软件 Word 2002

3.1 文字处理软件概述	(42)
--------------------	------

3.2	Word 2002 文档管理	(44)
3.3	Word 2002 文档编辑	(45)
3.4	Word 2002 文档排版	(47)
3.5	插入图形与对象	(49)
3.6	Word 2002 表格制作	(50)
3.7	页面版式和打印	(52)

第4章 电子表格 Excel 2002

4.1	电子表格概述	(53)
4.2	Excel 2002 基本操作	(54)
4.3	Excel 2002 格式设置	(55)
4.4	Excel 2002 工作簿、工作表管理	(56)
4.5	Excel 2002 的高级应用	(58)

第5章 文稿演示制作软件与 PowerPoint XP

5.1	PowerPoint XP 概述	(62)
5.2	PowerPoint XP 窗口组成	(62)
5.3	PowerPoint XP 视图及作用	(62)
5.4	制作演示文稿的高级操作	(64)
5.5	放映演示文稿	(65)

第6章 Internet 基础知识

6.1	Internet 概述	(67)
6.2	Internet 地址	(70)
6.3	Internet 应用技术	(73)
6.4	Internet 网络安全技术	(76)

第7章 网页制作与 FrontPage

7.1	网页制作基础	(85)
7.2	Microsoft FrontPage 2002 介绍	(86)
7.3	站点创建	(88)
7.4	创建和处理文字	(90)
7.5	创建和处理图像	(92)
7.6	表格处理	(94)
7.7	网页链接	(96)
7.8	HTML 的应用	(98)
7.9	站点的管理	(100)

2 实验篇

实验一	键盘指法训练·····	(105)
实验二	Windows XP 的基本操作·····	(109)
实验三	Windows XP 资源管理器的使用·····	(113)
实验四	Windows XP 控制面板、附件及多媒体的使用·····	(115)
实验五	Word 2002 基本操作·····	(117)
实验六	Word 2002 图文混排·····	(119)
实验七	Word 2002 表格·····	(121)
实验八	Excel 2002 的基本操作·····	(123)
实验九	Excel 的高级操作·····	(127)
实验十	演示文稿的管理和编辑·····	(136)
实验十一	幻灯片的动画和超级链接技术·····	(138)
实验十二	Internet 的连接·····	(140)
实验十三	电子邮件·····	(145)
实验十四	FrontPage 的操作与建立站点的步骤·····	(154)
实验十五	网页制作·····	(157)

3 习题篇

习题 1	计算机基础知识·····	(161)
习题 2	中文 Windows XP·····	(171)
习题 3	文字处理软件 Word 2002·····	(174)
习题 4	电子表格 Excel 2002·····	(181)
习题 5	文稿演示和 PowerPoint XP·····	(184)
习题 6	Internet 基础知识·····	(187)
习题 7	网页制作与 FrontPage·····	(190)

参考文献·····	(196)
-----------	-------

后记·····	(197)
---------	-------

1

理论篇

第 1 章 计算机基础知识

1.1 计算机的发展简史

1.1.1 近代计算机的发展概述

(1) 由于人类了解、适应和改造大自然的需要,创造并逐步地发展了计算工具。早期人们借助小木棍、石子来进行计算,到唐末我国出现了算盘,这是人类经过加工制造出来的第一种计算工具。

(2) 在近代计算机的发展中,英国数学家查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage,1791~1871 年)起到了奠基作用。他于 1822 年设计了差分机,1834 年设计了分析机。分析机具有输入、处理、存储、输出及控制 5 个基本装置,成了以后电子计算机硬件系统组成的基本构架。1936 年美国霍华德·艾肯(Howard Aiken,1900~1973 年)提出用机电方法而不是纯机械方法来实现巴贝奇分析机的想法,并在 1944 年成功制造 Mark I 计算机,使巴贝奇梦想变成现实。所以国际计算机界称巴贝奇为“计算机之父”。

1.1.2 现代计算机的发展概述

在现代计算机的发展中,最杰出的代表人物是英国的图灵(Alan Mathison Turing,1912~1954 年)和美籍匈牙利人冯·诺依曼(Johon Von Neumann,1903~1957 年)。

图灵的主要贡献:一是建立了图灵机(Turing Machine, TM)的理论模型,对数字计算机的一般结构、可实现性和局限性产生了意义深远的影响;二是提出了定义机器智能的图灵测试(Turing Test),奠定了“人工智能”的理论基础。为纪念图灵的理论成就,美国计算机协会(ACM)在 1966 年设立了奖励目前世界计算机学术界最高成就的图灵奖。

冯·诺依曼是在数学、物理学、逻辑学、计算机理论及应用等领域都有重要建树和贡献的伟大学者。是他首先提出了在计算机内存储程序的概念,使有着“存储程序”的计算机成为现代计算机的重要标志。

(1) 第一台电子计算机(ENIAC)。1946 年 2 月美国正式验收了 ENIAC,宣告了人类第一台电子计算机的诞生。它是由美国宾夕法尼亚大学的物理学家约翰·莫克利领导设计的。这台计算机大约使用了 18 000 个电子管和 1 500 个继电器,重 30 吨,占地面积 160 平方米,运算速度为 5 000 次/秒。虽然它仍存在着不能存储程序、使用的是十进制数等严重缺陷,但是由于它使用了电子管和电子线路,大大地提高了运算速度,每秒可以完成加减运算 5 000 次。这在当时来说是件了不起的事情。所以 ENIAC 机的问世具有划时代的意义,它宣告了计算机时代的到来。

(2) 第一台程序存储式电子计算机(EDVAC)。1946 年,美国科学家冯·诺依曼提出

了程序存储式的概念,并于 1951 年领导设计了 EDVAC。

(3) 第一台实现程序存储式电子计算机(EDSAC)。在 EDVAC 研制的同时,英国剑桥大学在冯·诺依曼程序存储式思想启发下领导研制程序存储式的计算机,并于 1949 年 5 月正式投入运行。

1.1.3 计算机的发展阶段

计算机发展的几个阶段详见表 1.1。

表 1.1 计算机发展的几个阶段

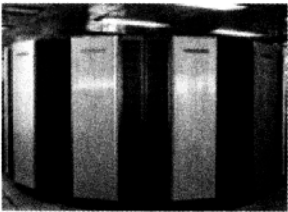
	第一代 1946~1956 年	第二代 1956~1964 年	第三代 1964~1971 年	第四代 1971~至今
电子器件	电子管	晶体管	中、小规模集成电路	大、超大规模集成电路
内存	延迟线	磁芯存储器	半导体存储器	半导体存储器
外存储器	穿孔卡片纸带	磁带	磁带、磁盘	磁盘、光盘等
处理速度(指令数/s)	几千条	几百万条	几千万条	数亿条以上
编程语言	机器语言	汇编语言、高级语言	汇编语言、高级语言	高级语言
应用领域	科学计算	科学计算、数据管理	科学计算、数据管理、 实时控制	科学计算、数据管理、 实时控制、辅助设计、 人工智能

1.1.4 现代计算机的分类

目前国际上沿用的计算机分类方法,是根据美国电气和电子工程师协会(IEEE)的一个委员会于 1989 年 11 月提出的标准来划分的,即把计算机划分为如下 6 类。

1. 巨型机(Supercomputer)

又称超级计算机,其研制水平、生产能力及应用程度,已成为衡量一个国家经济实力与科技水平的重要标志。如我国自行研制的银河系列、曙光系列等超级计算机。巨型机主要应用于航天、气象、核反应等尖端领域。



速度: 4 032 亿次/秒
内存: 168 GB
磁盘: 3.63 TB
组成: 70 台节点计算机

图 1.1 曙光 3000 巨型计算机

2. 小巨型机(Minisupercomputer)

这是小型超级计算机或称桌上型超级计算机,出现于 20 世纪 80 年代中期。该机的功能略低于巨型机,浮点运算速度达 1 G,即每秒 10 亿次,而价格只有巨型机的十分之一,可满足一些用户的需求。

3. 大型主机(Mainframe)

又称为大型计算机(即国内常说的大、中型机)。其特点是大型、通用,内存可达几个

GB 以上,整机处理速度高达每秒 30 亿次,具有很强的处理和管理能力。主要用于大银行、大公司、规模较大的高校和科研院所。

4. 小型机(Minicomputer)

小型机规模小,结构简单,可靠性高,成本较低,比大型机更具有吸引力。它广泛应用于企业管理、工业自动化控制、数据通信、计算机辅助设计等,也用作大型、巨型计算机系统的端口。近年来,由于微机的迅猛发展,小型机市场受到严重挑战。

5. 工作站(Workstation)

这是介于 PC 与小型机之间的一种高档微机,其运算速度比微机快,且有较强的联网功能。主要用于特殊的专业领域,例如图像处理、辅助设计、软件工程等。它与网络系统中的“工作站”,虽然名称一样,但含义不同。网络“工作站”这个词常用来泛指联网用户的结点,以区别于网络服务器,是一般的 PC。

6. 个人计算机(Personal Computer,PC)

人们常说的微机指的就是 PC。这是 20 世纪 70 年代出现的新机种,以其设计先进(率先采用高性能微处理器)、软件丰富、功能齐全、价格便宜等优势而拥有广大的用户,因而大大推动了计算机的普及应用。PC 的销量居各类计算机的榜首。PC 的主流是 IBM 公司在 1981 年推出的 PC 系列及其众多的兼容机。除了台式的,还有膝上型、笔记本型、掌上型、手表型等。

表 1.2 微处理器发展的几个阶段

	第一阶段 1971~1972 年	第二阶段 1973~1977 年	第三阶段 1978~1980 年	第四阶段 1981~现在
字长(位)	4	8	16	32
晶体管集成度(个/片)	约 2 300	4 000~10 000	2 万~7 万	10 万~4 200 万
时钟频率	1 MHz	2.5 MHz~5 MHz	4 MHz~10 MHz	10 MHz~1.4 GHz
典型产品	Intel4004, Intel4040	Intel8080, M6800,Z80	Intel8086, Intel80286, M68000, Z8000	Intel80386, Intel80486, P2,P3,P4

1.1.5 计算机发展的趋向

1. 五种趋向

(1) 巨型化。“巨型”指高速度、大存储容量和功能强大的超级计算机。一般分为两种:超级计算机、超级服务器。速度达每秒数万亿次。

(2) 微型化。大规模、超大规模集成电路的发展,使计算机体积进一步缩小,例如膝上型、笔记本型、掌上型等微型计算机。

(3) 多媒体化。多媒体指将文字、声音、图形图像、视频、动画等多种信息融为一体,由电脑统一管理。

(4) 网络化。网络就是利用通讯线路将分布在不同地点的计算机连接起来,以便共享资源。

(5) 智能化。智能化是计算机模拟人的感知、判断、理解、学习、问题、求解等机理,形成智能型计算机。

2. 发展非冯·诺依曼结构模式

从第一台电子计算机诞生到现在,各种类型计算机都以存储程序方式进行工作,仍然属于冯·诺依曼型计算机。

随着计算机应用领域的开拓更新,冯·诺依曼型的工作方式已不能满足需要,所以提出了制造非冯·诺依曼式计算机的设想。人们 20 世纪 60 年代开始从两个大方向努力,一是创建新的程序设计语言,即所谓的“非冯·诺依曼语言”;二是从计算机元件方面,如提出与人脑神经网络相类似的新型超大规模集成电路的设想,即“分子芯片”。

研制中的生物计算机的存储能力巨大,处理速度极快,能量消耗极微,并且具有模拟部分人脑的功能。

与此同时,人们也开始研制光计算机和量子计算机。

光计算机是用光子代替电子来传递信息。由于光的速度是 30 万公里/秒,是电子的 300 多倍,所以理论上光计算机运算速度比目前的计算机高出 300 倍。

1.2 计算机的主要应用领域

1.2.1 科学计算

科学计算是计算机的最早应用领域。计算机运算的速度快、精度高。如气象预报。

1.2.2 数据处理

数据处理是计算机在信息处理方面的应用,是计算机应用最广泛的领域,包括管理信息系统(MIS)和办公自动化(OA)等。例如,企业管理、银行业务、政府办公等都是计算机大显身手之地。

1.2.3 自动控制

在工业生产中,利用计算机对生产线进行过程控制或实时控制。

1.2.4 人工智能

人工智能(Artificial Intelligence)也称智能模拟,是指利用计算机来模仿人类的智力活动。主要应用在机器人(Robots)、专家系统、模拟识别(Pattern Recognition)、智能检索(Intelligent Retrieval)、自然语言处理、机器翻译、定理证明等方面。

1.2.5 数据库应用

数据库是长期存储在计算机内、有组织的可共享的数据集合,是计算机应用的基本内容之一。

1.2.6 网络应用

作为信息技术革命的支柱,数字化和网络化将成为知识经济时代的基本特征。

在知识经济时代,谁能最快获得最新的信息,谁就能创造财富、把握未来,这已成为人们的共识。全球经济一体化,电子商务对经济增长有着巨大的推动作用。电子商务使物流电子化,拓宽了公司的业务,加速了资金的周转,也方便了人们在网上购物和消费。

1.3 数制及其转换

1.3.1 信息与数据

信息(Information)是人们表示一定意义的符号的集合,是客观存在的一切事物通过物质载体所发生的消息、情报、数据和信号中所包含的一切可传递和交换的内容。它可以是数字、文字、图形、图像、动画、声音等。它是观念性的,与载荷信息的物理设备无关。数据(Data)是信息的载体和表示形式,是指人们看到的形象和听到的事实,是各种各样的物理符号及其组合,它反映了信息的内容。数据是信息在计算机内部的表现形式。而数据本身也是一种信息,所以,信息处理也叫数据处理,情报检索(Information Retrieval)也叫数据检索,在很多场合下,信息与数据常常不加区别,所以信息与数据也可视为同义。

1.3.2 计数制

1. 数制的定义

用一组固定的数字(数码符号)和统一的规则来表示数值的方法叫做数制(Number System),也称计数制。

(1) 数制的种类很多。除了十进制数,还有二十四进制(24 小时为一天),六十进制(60 分钟为 1 小时,60 秒为 1 分钟),二进制(手套、筷子等两只为一双),等等。

(2) 在一种数制中,只能使用一组固定的数字来表示数的大小。数字在一个数中所处的位置称为数位。

2. 权

又称为位权或权值,即每一个数位都有一个固定的基值与之相对应,称之为权。一个二进制数的权,小数点前面的权值是 2 的正次幂,依次为 $2^0, 2^1, 2^2, \dots, 2^{n-1}$, 小数点后面的权是 2 的负次幂,依次为 $2^{-1}, 2^{-2}, \dots, 2^{-m}$ 。

3. 基数

具体使用多少个不同的数字来表示一个数值的大小,就称为该计数制的基数(Base)。例如,十进制数(Decimal)的基数是 10,使用 0~9 十个数字。

1.3.3 各数制之间的转换

1. 数制及其转换

(1) 数制的定义:用一组固定的数码、一套统一的规则表示数值。

(2) 二进制数:数码 0、1,如: $(111.11)_2$ 。

(3) 十六进制数:数码 0~9, A~F,如: $(3AB)_{16}$ 。

(4) 八进制数:数码 0~7,如: $(57)_8$ 。

2. 不同进制之间的转换

(1) 十进制转化为二进制。

例 $(47)_{10} = (?)_2$ $(0.625)_{10} = (?)_2$

整数转换方法：除 2 取余

小数转换方法：乘 2 取整

2 | 47 余数为 1
2 | 23 余数为 1
2 | 11 余数为 1
2 | 5 余数为 1
2 | 2 余数为 0
2 | 1 余数为 1
0

低位
↑
高位

0.625
× 2

1.250
× 2

0.50
× 2

1.0

$(47)_{10} = (101111)_2$

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

所以， $(47.625)_{10} = (101111.101)_2$

(2) 二进制→八进制、十六进制之间的转化。

①二进制与八进制、十六进制转换的对应关系见下表 1.3、1.4。

表 1.3 八进制—二进制对应关系

八	0	1	2	3	4	5	6	7
二	000	001	010	011	100	101	110	111

表 1.4 十六进制—二进制对应关系

十六	0	1	2	3	4	5	6	7
二	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
十六	8	9	A	B	C	D	E	F
二	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

②二进制→八进制或十六进制快速互换举例。例如

$(735)_8 = (\underline{111} \ \underline{011} \ \underline{101})_2$

$(A47.D)_{16} = (\underline{1010} \ \underline{0100} \ \underline{0111} \ \underline{1101})_2$

$(111000101001.011011)_2 = (?)_{16}$

$\underline{1110} \ \underline{0010} \ \underline{1001} . \underline{0110} \ \underline{1100}$ (以小数点为界向左向右四分节,不足四位补 0)
E 2 9 . 6 C

所以， $(1110 \ 0010 \ 1001.011011)_2 = (E29.6C)_{16}$

$(011 \ 011 \ 100 \ 110.0101)_2 = (?)_8$

$(\underline{011} \ \underline{011} \ \underline{100} \ \underline{110} . \underline{010} \ \underline{100})_2 = (3346.24)_8$
3 3 4 6 . 2 4 (后补两个 0)

3. 数据的长度单位

数据的长度单位有：位、字节、字。

①位：bit,最小存储单位,0 或 1 表示。

②字节：B,8 个二进制位构成一个字节。

00000000~11111111→256 种变化值,1KB=1024B(2^{10})、1MB=1024KB= 2^{20} B、1GB=1024MB= 2^{30} B。

③字:记为 word 或 w,一个字由一个字节或几个字节构成,与机型有关。

1.3.4 计算机中数的表示方法

1. 机器数与真值

将数的符号也数值化的数据称为机器数。而将原在计算机外由正负号表示的数值,称为机器数的真值。在计算机系统中,机器数的表示方法很多。常用的有原码、反码和补码三种形式。机器数的例子如下所示:

	D ₇	D ₆
+28=	0	0 0 1 1 1 0 0
-28=	1	0 0 1 1 1 0 0

$D_7 = \begin{cases} 0 & \text{表示正数} \\ 1 & \text{表示负数} \end{cases}$

2. 原码

在原码表示法中:符号用 0 表示正号,用 1 表示负号;数值部分以真值形式表示。下面以字长 n=8 为例说明。

例 N1=+1011010

N2=-1011010

则其原码表示形式为:

$[N1]_{\text{原}} = 01011010$

$[N2]_{\text{原}} = 11011010$

而对于真值 0,可认为它是正零,也可认为它是负零:

$[+0]_{\text{原}} = 00000000$

$[-0]_{\text{原}} = 10000000$

可见,在原码表示法中,0 有两种表示形式。

3. 反码

与原码表示法比较,反码具有下列特点:

(1) 与原码一样,符号位也数值化,0 表示正,1 表示负。

(2) 数值形式:对于正数,反码数值与原码数值相同;对于负数,则按位取反(即原码为 0,反码为 1;原码为 1,反码为 0)。这就是为什么叫“反码”。

例如,设 $x = +1011110$,则 $[x]_{\text{原}} = 01011110$, $[x]_{\text{反}} = 01011110$ 。

设 $x = -1011110$,则 $[x]_{\text{原}} = 11011110$, $[x]_{\text{反}} = 10100001$ 。

在反码表示法中,0 的表示也不唯一,可有下列两种表示形式:

$[+0]_{\text{反}} = 00000000$

$[-0]_{\text{反}} = 11111111$ 。

反码表示法的主要优点是加减法统一,只需计算加法即可。但该表示法的主要缺点

是:运算时会引起循环进位,既占用机器计算时间,也给机器设计带来麻烦。因此人们又寻出另一种表示法:补码。

4. 补码:

在讨论补码之前,先引入两个相关的概念:模与同余。

一般地,将一个计量器的容量或一个计量单位称为模(或模数),记为 M 。

例如,一个 n 位的二进制计数器,它的模是 2^n 。设 $n=4$,则

$M=2^4=16$ 。这个计数器最多能计 16 个数,即 0000~1111。当计数器记满 1111 时,若再计入 1,则计数器就变成 0000,而在最高位产生一个溢出信号,溢出的量相当于模 2^4 。由于溢出,该计数器中的数就不再是正确的结果。

对于两个整数 n_1 和 n_2 ,若用某一正整数 M 同去除它们,所得的余数相同,则称 n_1 和 n_2 对模数 M 是同余的,又称 n_1, n_2 在以 M 为模时是相等的。记为:

$$n_1 = n_2 \pmod{M}.$$

例如,在钟表上,设 $n_1=2$ 点, $n_2=14$ 点,若取模 $M=12$,则用 12 分别去除 n_1 和 n_2 ,其余数均为 2。因此 2 点和 14 点对模数 12 是同余的,亦即以 12 为模时,它们是相等的。

考虑字长为 n 的计算机,其模为 2^n 。以 2^n 为模常简称为以 2 为模。根据上面的讨论, x 的补码 $[x]_{\text{补}}$ 可定义为:

$$[x]_{\text{补}} = \begin{cases} x & (0 \leq x < 2^{n-1} \text{ 时}) \\ 2^n + x & (-2^{n-1} \leq x < 0 \text{ 时}) \end{cases} \pmod{2^n}$$

总之,引进补码概念后,加减法运算都可用加法来实现,数的符号也可当做数值一起参与运算。

最后,介绍一个求补码的简易方法:对于正数,补码与原码相同;对于负数,除符号位外,“对原码求反加 1”即可。例如:

设 $[x]_{\text{原}} = 00000001$, 则 $[x]_{\text{补}} = 00000001$

$[x]_{\text{原}} = 10000001$, 则 $[x]_{\text{补}} = 11111111$

$[x]_{\text{原}} = 11111111$, 则 $[x]_{\text{补}} = 10000001$

此外,用补码表示的 0 有唯一的形式:

$$[+0]_{\text{补}} = [-0]_{\text{补}} = 00000000$$

例 1 已知 $X = -28$, 求它的原码、反码、补码。

$$[X]_{\text{原}} = 10011100 \quad [X]_{\text{反}} = 11100011 \quad [X]_{\text{补}} = 11100100$$

例 2 已知 $[X]_{\text{补}} = 11110110$, 求 X 真值=?

求解方法: $[X]_{\text{补}} \rightarrow [X]_{\text{反}} \rightarrow [X]_{\text{原}} \rightarrow X$ 真值

$$11110110 \quad 11110101 \quad 10001010 \quad -10$$

例 3 用补码运算法求 $32 - 72 = ?$

$$32 - 72 \rightarrow [32]_{\text{补}} + [-72]_{\text{补}}$$

$$\rightarrow 00100000 + 10111000$$

$$\rightarrow 11011000 \quad (\text{补码})$$

$$\rightarrow 10101000 \quad (\text{原码})$$

$$\rightarrow -40 (\text{真值})$$