

非计算机专业系列教材



计算机基础教程

(第三版)

主编 吕其诚 王万学

主审 陈 爽

哈尔滨工业大学出版社

再版前言

《计算机基础教程》一书是普通高等院校非计算机专业通用的统编教材。本书是以《普通高等院校非计算机专业计算机基础知识和应用能力等级考试大纲》所规定的考试范围为依据,针对非计算机专业学生的思维特点,综合多年的教学经验编写而成的。第一版发行后受到授课教师和广大读者朋友的普遍欢迎。现在应广大读者的急切要求,编者对本书进行了认真修订,再版发行。

这次再版,改正了原书中的疏漏之处,对内容进行了大幅度的调整和精减。特别是为了适应信息时代非数值信息处理的需要,将原书中的第四篇——数据库及其程序计算中的 dBASEⅢ内容全部改为目前最为流行的 FoxBASE+ 数据库管理系统,并配有 70 多个程序例子供读者学习参考。本书再版后,选材更加合理,结构更趋严谨,内容更进一步精炼。

本书第 2 版由吕其诚、王万学主编。其中第一、二、三章和第十一章由吕其诚编写;第四、五、六、七、九、十三、十四和十六章由王万学编写;第八、十、十二和第十五章由周丽梅编写。全书由王万学统稿,哈尔滨工业大学教授陈爽主审。

对一直关怀本书并给予悉心指导的哈尔滨工业大学王义和教授致以衷心的感谢。

由于编者水平所限,不当之处仍在所难免,恳请授课教师和广大读者批评指正。

编 者

1996 年 4 月于哈尔滨

为了跟上计算机技术发展的步伐,本书每次再版都及时更新内容,以适应新时代的需要,本书的第三版将 MS-DOS 一章全部重写,换成了更为先进的 MS-DOS6.22。与 DOS6.0 相比,DOS6.22 功能更强,更易操作。

出版者

1997 年 10 月于哈尔滨

前 言

20 世纪 90 年代,人类社会正在阔步进入信息时代。

信息时代,计算机将无所不在。它正在以不可抗拒的力量迅速地改变着人类的思维方式、思维方式、知识结构和智力结构,正在无孔不入地渗透到社会生产的各个领域和社会生活的各个方面。

80 年代中期以前,在我国,计算机还是少数人手中的武器,然而仅仅 10 年左右的时间,计算机就从大学的课堂、专家和科技人员的实验室走向社会的广阔天地,甚至进入寻常百姓的家庭,成为广大科技工作者、计算机爱好者、机关企业工作人员、大学生乃至中小学生的得力工具和亲密伙伴,从而形成一股强大的计算机文化热潮。

1985 年,第四届世界计算机教育会议(WCCE)根据信息社会对计算机教育的需求,提出了“计算机文化教育”的新概念。这是指能使一般人了解信息社会并能在信息社会中有效地进行工作和生活所进行的与传统的读、写、计算等文化教育同等重要的计算机普及教育。在 1990 年的 WCCE 会议上,又进一步提出了“信息文化教育”的问题。我国的一些专家基于这样的提法,提出了“计算机文化”的观点。

计算机教育是一项面向未来、面向世界、面向现代化的具有战略意义的事业。在全社会的范围内普及计算机文化教育的信息时代的需要,是社会主义市场经济繁荣发展的需要。特别是在大学生中普及计算机教育,对于完善学生的知识结构和培养一专多能的新型人才具有重要的意义。

目前,在全国范围内广泛开展的高等院校非计算机专业应用能力计算机等级考试正是为适应信息时代的需要而进行的。这从另外一个侧面反映出当代大学生学习、掌握和应用计算机的重要性。同时说明,在未来的社会中对人才智能和技能的要求将是多方面的。一切不愿成为信息时代落伍者的朋友都应积极地加入到学计算机、用计算机大军的行列中来。

本书以《普通高校非计算机专业学生计算机基础知识和应用能力等级考试大纲》所规定的考试范围为基础,针对学生的思维特点,综合多年的教学经验,本着“抓住基础,精选内容,以利教学”的原则编写而成。使学生能够比较全面地掌握计算机的基础理论知识及其应用技能。本书力求深入浅出、通俗易懂,以利于初学者学习。同时为了兼顾水平较高的计算机爱好者的需要,也涉及到了一些较深层次的内容。

本书由吕其诚、王万学主编,全书共分四篇十八章,其中第一、二、三章由吕其诚编写;第四、六、七、九、十、十一、十二、十三、十四章由王万学编写;第五章由洪渊淑编写;第八章由周丽梅编写;第十六、十七、十八章由程守平编写。全书由哈尔滨工业大学陈爽教授审阅。

在本书编写过程中一直得到哈尔滨工业大学王义和教授的悉心指导,在此致以衷心谢意。

由于编者水平所限,书中疏漏之处在所难免,恳请授课教师和广大读者批评指正。

编 者

1995 年元月于哈尔滨

目 录

第一篇 计算机基础知识

第一章 计算机概述	(1)
1-1 为什么要学习计算机	(1)
1-2 计算机的发展概况	(1)
1-3 计算机的应用领域	(3)
第二章 数制	(5)
2-1 数的概念的产生	(5)
2-2 八进制	(6)
2-3 二进制	(8)
2-4 十六进制	(12)
第三章 硬件基础知识	(14)
3-1 计算机硬件系统的构成	(14)
3-2 主机	(14)
3-3 外部设备	(15)
3-4 计算机的工作原理简介	(19)
3-5 键盘操作方法	(20)
第四章 软件基础知识	(22)
4-1 计算机语言	(22)
4-2 计算机的软件系统	(26)
第五章 MS-DOS 6.22	(28)
5-1 DOS 概述	(28)
5-2 磁盘操作命令	(30)
5-3 文件	(37)
5-4 文件操作命令	(38)
5-5 目录操作命令	(49)
5-6 屏幕显示命令	(54)
5-7 其它命令	(59)
5-8 批处理文件及其编程技术	(65)

第二篇 汉字操作系统及汉字输入法

第六章 CCDOS	(71)
第七章 SPDOS	(74)
7-1 SPDOS 系统的运行环境	(74)
7-2 系统启动与系统功能键	(75)

7-3	SPDOS 系统菜单操作	(77)
第八章	五笔字型输入法	(80)
8-1	基本字根	(80)
8-2	键盘上字根的分布	(81)
8-3	汉字按字根输入的基本方法	(84)
8-4	汉字的拆分原则	(92)
8-5	识别码	(93)
8-6	重码和容错码的处理	(96)
8-7	选择式易学输入法	(98)
第九章	拼音输入法	(99)

第三篇 文字处理系统

第十章	WPS	(102)
10-1	Super-WPS 介绍	(102)
10-2	Super-WPS 的使用介绍	(104)
10-3	命令菜单的使用	(106)
10-4	编辑文本	(107)
10-5	文件操作	(109)
10-6	块操作	(111)
10-7	查找与替换文本	(113)
10-8	文本编辑格式化及制表	(115)
10-9	设置打印控制字符	(118)
10-10	窗口功能及其它	(123)
10-11	模拟显示与打印输出	(126)
10-12	文件服务与帮助功能	(128)

第四篇 数据库及程序设计

第十一章	FoxBASE + 概述	(130)
11-1	数据库的基本概念	(130)
11-2	FoxBASE + 的主要特点	(131)
11-3	FoxBASE + 的系统概况	(131)
第十二章	汉字 FoxBASE + 的语法基础	(134)
12-1	文件类型和命令格式	(134)
12-2	数据类型	(136)
12-3	常量与变量	(136)
12-4	FoxBASE + 的表达式	(138)
12-5	FoxBASE + 的函数	(141)
第十三章	数据库的基本操作	(149)
13-1	概述	(149)
13-2	FoxBASE + 光标控制键和编辑控制键	(150)
13-3	建立数据库文件	(152)

13-4	数据库文件的显示和打印	(161)
13-5	数据库文件的修改	(164)
13-6	数据库文件的排序和索引	(172)
13-7	数据库文件的查询	(176)
13-8	数据库的数值计算	(179)
13-9	多重数据库操作	(181)
13-10	数据库文件的辅助性操作	(185)
第十四章	FoxBASE + 程序设计	(187)
14-1	FoxBASE + 的程序结构	(187)
14-2	FoxBASE + 程序的建立和编辑	(187)
14-3	FoxBASE + 程序的执行	(189)
14-4	顺序结构程序设计	(189)
14-5	人机交互式数据输入命令	(190)
14-6	选择结构程序设计	(195)
14-7	循环结构程序设计	(200)
14-8	FoxBASE + 过程及调用	(205)
14-9	综合程序设计	(214)
第十五章	FoxBASE + 输入、输出及报表	(221)
15-1	格式输入命令	(221)
15-2	格式输出命令	(224)
15-3	屏幕格式文件的建立与调用	(226)
15-4	报表格式文件	(229)
第十六章	程序设计技巧及应用程序设计举例	(235)
16-1	菜单程序设计	(235)
16-2	数据输入程序设计	(243)
16-3	数据查询程序设计	(246)
16-4	保密口令的使用	(252)
16-5	宏代换函数的使用	(252)

第一篇 计算机基础知识

第一章 计算机概述

1-1 为什么要学习计算机

一、计算机不再是单纯计算的机器

人类社会发展到今天,正在步入信息时代。信息时代的卓越代表是电子计算机。它被人们誉为新技术革命的精英,一代天骄。

人们之所以对计算机如此厚爱,是因为它不但促进社会生产力发生巨大的变化,而且在社会生产的各行各业和社会生活的各个领域施展才能,深刻地改变着人类社会的面貌。

按照传统的理解方法,计算机,顾名思义,就是计算的机器。不错,在它刚刚诞生的那个时候,它的任务、它的功能的确就是计算。在计算方面还立了很大的功劳。

经历了近 50 年的发展,计算机已不再是它的名字所表示的那样只是单纯计算的工具了。在今天的人类社会里,计算机无所不在。它给人类社会带来深刻的变化。特别是由于微型计算机体积小、价格低、效率高,已经走出科研单位,进入人类社会生产和社会生活的广阔天地,甚至步入家庭。它引起了一场新的技术革命——信息革命,使人类进入信息化社会。

到了信息时代,一个单位面积的芯片上将集成上亿个元器件;具有一定思维能力的新一代计算机将发挥巨大的作用;智能计算机的广泛应用,将给人类带来新的四化:生产自动化、管理信息化、家庭电子化、通讯网络化。人们的劳动时间可望由现在的每周 40 小时减少到 20 小时,知识生产将成为第一工业;体力劳动和脑力劳动的消耗比将大大降低。

二、学习计算机是时代的需要

人类社会已经经历的纺织、机械、交通、动力、计算机等一个又一个伟大技术变革,深刻地改变着人类和人类社会的面貌。

90 年代是计算机走向社会化的时代,是计算机全面普及的时代。人类社会将面临信息革命的全面冲击。人类将在信息革命的洪流中改造世界、改造社会,同时也改造自己,从而促进人类的文明和进步。

信息时代的代表是计算机。在人类改造自然、改造世界、改造社会的实践中,计算机是非常重要的工具,它已经渗透到人类社会的各个角落和人类生活的各个方面。计算机不仅仅是科学家手中的得力工具,而且已成为人们工作、学习和生活的最佳助手和伙伴。

1-2 计算机的发展概况

一、第一台电子计算机的诞生

由于军事上的迫切需要,1943 年,宾西法尼亚大学开始研制电子数字计算机。世界上第一台电子计算机很快于 1946 年 2 月正式交付使用。所以,人们习惯把 1946 年作为第一台电子计算机的诞生时间。

第一台电子数字计算机,名为 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator 的缩写),译为电子数字积分计算机。

用来制作 ENIAC 的主要电子元件是电子管。所有的逻辑电路都由电子管、电阻、电容等元件组成。它是一个庞然大物。全机使用了 18 800 只电子管,7 000 个电阻,10 000 个电容和 6 000 个继电器。电子管耗电量很大,每工作一小时就耗电 120 kW。为了散热,还专门配备了一台 30 t 重的冷却装置。ENIAC 本身重量大约 30 t,占据 170m² 的房间。

第一台电子计算机 ENIAC 每秒钟可以进行 5 000 次运算。与现在的亿次机相比当然是微不足道,但在当时确实是最先进的计算工具。ENIAC 开创了人类计算工具的新纪元,使人类从此走上电子计算工具时代。

在计算机的发展历史中,被称作计算机之父的美国数学家冯·诺依曼作出了最杰出的贡献。根据他在 1946 年的提案,把要进行某种计算的程序不是像 ENIAC 那样通过人工接线的方式实现,而是把程序事先存储到计算机的存储器里,然后,按顺序取出并执行。这就是所谓的“程序存储方式”。一切计算依据程序自动地执行。以这种方式为基础的计算机被称为冯·诺依曼型计算机。现在,绝大多数计算机仍然采用这种方式,仍被称作冯·诺依曼型计算机。

二、近 50 年来的巨大发展

世界上第一台程序存储方式的计算机,当属 1949 年英国剑桥大学开发的 EDSAC。以后,各国的大学和研究机关以及制造厂家不断地研究、开发并发表计算机的成果。特别是 1954 年由美国的 IBM 公司开发的 IBM-650,是电子管计算机时代的杰作,终于从开发研究阶段进入了实用阶段。

可是作为计算机元件的电子管,除了一到使用时限就坏的缺点外,还存在稳定工作时间短、消耗的电量大等一系列不足,所以,以电子管为主要元件的第一代电子计算机风行了十余年后,终于被第二代晶体管计算机所代替。

1956 年,美国军方首先制成了小型晶体管计算机。与电子管计算机相比,晶体管计算机的体积缩小了 1 000 倍,而寿命和效率却各提高了 100 倍,应用范围也由原来的科研领域扩展到经济管理领域。

1964 年,美国国际商用机器公司(IBM)生产了第一批集成电路计算机,计算机体积大大缩小,功耗更加减少,可靠性进一步提高,价格大幅度下降,运算速度每秒可执行加法 100 万次到 1 000 万次。

1971 年,美国英特尔公司的霍夫工程师把 2 250 个晶体管微化到一块只有一粒米大小的硅片上,制出了世界上第一个微处理器,使计算机技术发生了重大的变化。

1975 年,美国和日本先后生产出第四代计算机——大规模集成电路计算机。

计算机的发展并未到此终止。由 80 年代初开始实施的第五代计算机研究计划已经取得显著成果。目前科学家正致力于神经元和神经网络计算机的研究。

纵观电子计算机近 50 年的发展史,不难看出,随着微电子技术的飞速发展,原来大如楼房的电子计算机已缩小到只有一块方糖那么大的微型处理器。现在的计算机呈现微型化、高效率、低价格的趋势,计算机必然以更快的速度普及和发展。

按传统的说法,近 50 年的时间里,电子计算机的发展经历了四次更新换代:

1946 年~50 年代中期: 第一代,主要元件是电子管;

50 年代中期~60 年代中期:第二代,主要元件是晶体管;

60 年代中期~70 年代初期:第三代,主要元件是集成电路;

70 年代初期~ 第四代,主要元件是大规模或超大规模集成电路。

三、我国计算机的发展

从1953年起,我国已经开始注意电子计算机方面的工作,正式起步是1956年。

1958年,我国试制成功了第一台数字式电子计算机103机,这是一台小型机。1959年9月又研制出大型数字式电子计算机104机,这两台机器都属于第一代计算机,所用元件主要是电子管。

1958年,我国晶体管试制成功;

1964年,我国小规模集成电路研制成功;

1965年,研制成功第一台大型通用晶体管计算机108乙机;

1971年,研制成功第一台小型集成电路计算机TQ-16机;

1983年11月,第一代巨型机757;

1983年12月,银河Ⅰ亿次机;

1992年,银河Ⅱ10亿次机。

1-3 计算机的应用领域

目前计算机已经遍及社会生活的各个领域,现代尖端科学技术的发展,是建立在电子计算机科学技术的基础上的,计算机与许多基础科学相结合,产生了一系列新兴的边缘科学,如计算数学、计算物理学、计算化学、计算天文学、计算地学、计算生物学、计算力学等等。而这些新兴学科的产生和发展有可能导致更多的科学技术的新突破。所以,电子计算机就好比化学中的催化剂,对科学技术的现代化起着催化作用。

就计算机的应用而言,大体上可以分为以下几个领域:

一、科学计算

现代科学技术的发展提出大量复杂的数学问题,比如,原子物理的研究、空气动力学研究、大范围的天气预报等等,都有大量的靠人工难以解决的复杂的数学计算问题。此外,在航天、军工、建筑、机械、造船等行业也有浩繁庞大的计算工作,离开计算机是无法完成的。

二、自动控制

计算机具有速度快、精确度高以及在计算过程中能自动修改程序等特点。在机械加工、自动生产线的控制、整个生产过程乃至整个工厂的控制等方面有广泛的应用,在化工、石油、造纸等企业也已广泛地使用了计算机。

在生产流程的各个环节,将测量、调整部件与计算机联在一起,计算机可根据预先编好的程序对生产过程进行自动控制。测量装置不断地把温度、压力、流速以及成分、浓度等信息,经过转换,自动地送给计算机,计算机对这些信息或数据按着一定的数学模型进行加工计算、判断,决定是否调整参数或部件等等。铁路列车的自动调度、自动编组也用计算机来实现。此外,计算机在工业、农业、国防、畜牧业等领域都大有用武之地。

三、信息处理

由于计算机的普遍应用,我们已经迎来了管理的电脑化时代。庞大的程序和数以亿计的数据可以存入计算机中,管理人员通过面前的终端机,就可以随时调用需要的数据和处理结果。计算机可以把大量数据转换为彩色图像,传送到各个管理人员面前的终端屏幕上,供管理人员分析决策时使用。

打电话不再成为负担,装有微电脑的电话有记忆、记录功能,大大地扩展了电话的功能。

电子信件可以把报告、备忘录、文稿等同时传送给机构内的许多人,任何形式的快报都无法

与之媲美。

电脑计划系统可以把管理计划安排得有条不紊,过去那种计划跟不上变化的现象将大大改观。

电子秘书可以处理文件,打印、修改均可自动处理,急用文件立等可取。

此外,计算机在图书管理、医院管理、企业管理和银行业务管理等方面发挥巨大的作用。

四、人工智能

这是一门探索、模拟人的器官功能和思维过程规律的科学,它包括许多方面,在此不妨略举一二。

1. 计算机辅助设计。就是利用电子计算机来帮助设计人员进行设计,这样可以提高设计工作的自动化程度,节省人力和时间。

以飞机的设计为例,在计算机诞生之前的人类航空史上,飞机设计的成功率是很低的,因为仅仅依靠设计者的经验和头脑无法对多个设计方案进行详细比较,计算方法又比较粗糙,往往失败多次才能设计成功一次。利用计算机辅助设计技术,输入一个原始方案之后,计算机首先计算出它的性能,然后调整各个设计参数,使设计方案不断优化。经过成百上千次的反复,计算机最后输出一个最佳方案。甚至这个原始方案也可以根据设计要求,由计算机自动生成。

现在,利用计算机辅助设计技术,可以完成许多领域的设计工作,比如服装设计、广告设计、舞蹈设计等等,甚至计算机本身也可以由计算机来设计。

2. 计算机辅助教学。顾名思义,计算机辅助教学是一种辅助性的教学手段。它是将各门知识预先编制成不同的教学软件,然后让学习者利用计算机进行学习的辅助教学。学生可以通过这个系统学习、消化、掌握所学的知识,检验所作的习题是否正确,同时可以使学生对学习产生兴趣。

3. 专家系统。它是一种计算机的软件系统。事先将有关专家的知识、经验总结出来,形成规律、抽象出模型,存入计算机,建立起知识库,然后采用合适的控制策略,选择恰当的规则进行推理、演绎,从而作出分析和决策。

国外有许多著名的专家系统,如用来确定有机化合物的分子式结构的 DENDRAL 系统、用于医疗诊断的 MYCIN 系统等等。在我国,各种专家系统如雨后春笋,方兴未艾。最明显的例子就是中医诊断系统。

4. 机器人。它是由微型计算机控制的机器,“人”只是它的外在表现形式。现在全世界已经拥有几十万台机器人的大军,它们分布在工矿企业、服务行业、医院乃至家庭,从事着各种各样的工作。

五、通信技术

电子计算机与通信技术的结合,将使全球的通信网络化。通信网络化将使人们在极短的时间内通过电话、电视、传真、电子信件等与世界各地取得联系。

第二章 数 制

2-1 数的概念的产生

在电子计算机中使用的是二进制,当然,也使用八进制和十六进制。不过,这几种数制就其性质来说与十进制是非常接近的,因此,先来探讨一下十进制的特征。

前边说过,在十进制记数法中有十个不同的数字,即 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9。我们把这十个数字称作十进制的数符。最小的数符是 0,在序列之首;最大的数符是 9,在序列之末。

由这个序列的前两个数符 0 和 1 所组成的最小的十进制数是 10,读作“十”。我们把“十”称作十进制的基数。十进制的数符和这个基数十,二者之间存在着一定的关系,就是:数符的数目等于基数,最大的数符比基数小 1。如果用字母 B 作为基数的缩写,那么就可以写作:

(1)数符的数目 = B

(2)最大的数符 = B - 1

这里为十进制确定的这两点特征同样适用于基数不是十的其它数制。

现在再来看十进制的另一个特征。

下面是一列十进制数:

0	11	...
1	12	99 ←
2	13	100
3	14	101
4	15	102
5	16	...
6	17	109 ←
7	18	110
8	19	← ...
9 ←	20	
10	21	
		...

这里需要注意的是各个数位上的变化。末位上第一次从 9 过渡到 0 的时候,第二位加 1,重复这个过程,可以得出一个结论:如果在某一位上,十进制的全部十个数符顺次排完,那么这一位变成 0,左邻位加 1,所以十进制的每一位都是其右邻位的 10 倍,即所谓“逢十进一”。

一个十进制数各个数位上的数符(如:3,9,7,4)就是和式中各次乘幂的系数。自右至左第一位上的数符 4 是十的零次幂的系数,第二位上的 7 是十的 1 次幂的系数,依此类推。

根据这个原则,十进制数 46835 可以写成如下形式:

$$46835 = 4 \times 10^4 + 6 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$

对于十进制小数,也可以注意到,小数点后自左至右第一位上的一个单位是整数部分个位上一个

单位的十分之一,第二位是个位上一个单位的百分之一,等等,于是,十进制小数也可以写作十的各次乘幂的和的形式,只是要用到负整数指数的幂,如:

$$0.768 = 7 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2} + 8 \times 10^{-3}$$

这里,负数指数幂的意义是: $10^{-1} = \frac{1}{10^1} = \frac{1}{10}$; $10^{-2} = \frac{1}{10^2} = \frac{1}{100}$; $10^{-3} = \frac{1}{10^3} = \frac{1}{1000}$ 等。同样

$$26.708 = 2 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 7 \times 10^{-1} + 0 \times 10^{-2} + 8 \times 10^{-3}$$

2-2 八 进 制

一、八进制数的特征

根据第一章中关于十进制特征的分析,不难得出八进制的如下特征:

基数为 8;

数符个数为 8;

最大数符为 7;

数符为:0,1,2,3,4,5,6,7。

二、十进制数转换成八进制数

1. 十进制整数转换成八进制整数

同一客观事物的数量可以用不同进制的数来刻画。这些不同进制的数之间有着内在的规律性的联系。这里,我们着重讲明十进制和八进制数之间的转换方法和原理,那么十进制与其它进制之间的转换也就迎刃而解了。

设有某种产品 501 件,现要将它们进行包装,每 8 件装成一盒,每 8 盒装成一箱,问可以装成几箱,另外还剩几盒和几件。

首先,每 8 件装成一盒,要算出 501 件产品装成的盒数及剩下的件数,只需要用 8 去除 501,求出商数和余数。

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 501} \\ 62 \cdots \cdots 5 \end{array}$$

以 8 去除 501,得商数 62,余数 5,即 501 件产品装成 62 盒还剩 5 件。下面再将 62 盒产品每 8 盒装成一箱,要算出箱数和余下的盒数,又要用 8 去除 62,求出商数和余数:

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 62} \\ 7 \cdots \cdots 6 \end{array}$$

以 8 去除 62,得商数为 7,余数为 6,这就是说装成 7 箱还余 6 盒。

总的算式可以写成:

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 501} \\ 8 \overline{) 62} \cdots \cdots 5 \\ 8 \overline{) 7} \cdots \cdots 6 \\ 0 \cdots \cdots 7 \end{array} \quad \uparrow$$

得到的结果是装成7箱还有6盒零5件产品。

在解决这个问题时,我们同时得出十进制整数 $(501)_{10}$ 转换成八进制整数就是 $(765)_8$ 。因为,根据被除数、除数、商数及余数之间的关系:

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

在第一次做的除法中,得到

$$501 = 62 \times 8 + 5$$

在第二次所做的除法中,得到

$$62 = 7 \times 8 + 6$$

将后式代入前式,得到

$$\begin{aligned} 501 &= (7 \times 8 + 6) \times 8 + 5 \\ &= 7 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 5 \times 8^0 \end{aligned}$$

这就是说,十进制整数 $(501)_{10}$ 转换成八进制整数就是 $(765)_8$ 。

上面通过产品包装问题,介绍了将十进制整数转换成八进制整数的方法——除八取余法。

2. 十进制小数转换成八进制小数

十进制纯小数转换成八进制纯小数的方法是乘8取整法。例如,将十进制小数 $(0.4736)_{10}$ 转换成八进制小数:

$$\begin{array}{r} 0.4736 \\ \times 8 \\ \hline 3.7888 \quad \cdots \cdots 3 \\ \times 8 \\ \hline 6.3104 \quad \cdots \cdots 6 \\ \times 8 \\ \hline 2.4832 \quad \cdots \cdots 2 \\ \times 8 \\ \hline 3.8656 \quad \cdots \cdots 3 \\ \times 8 \\ \hline 6.9248 \quad \cdots \cdots 6 \end{array}$$

一般说来,有限位的十进制纯小数转换为八进制纯小数后,不一定是有限位的,因此转换工作可以到此告一段落,于是 $(0.4736)_{10} \approx (0.36236)_8$ 。如果只要求取四位有效数字,根据八进制里的三舍四入的原则,得到

$$(0.4736)_{10} \approx (0.3624)_8$$

这就是乘八取整的方法。这里要注意的是,用8作乘法时,只乘小数部分,第一次所得的整数是所求八进制纯小数的小数点后第一位上的数符,将每次所得的整数顺次一位一位排下去就得到所求的八进制纯小数了。对于任意一个十进制纯小数,均可用乘8取整的方法转换成八进制纯小数。

用除8取余的方法可将十进制整数转换成八进制的整数,用乘八取整的方法,可将十进制纯小数转换成八进制纯小数。在这个基础上,我们可将任意一个十进制数(可带小数部分)转换成

相应的八进制数,只要将整数部分按除八取余的方法得到所求的八进制整数部分,再将纯小数部分按乘八取整的方法得到所求的八进制纯小数部分。整数部分与纯小数部分合起来就是所求的八进制。

例 根据前面已求过的结果

$$\begin{aligned}(501)_{10} &= (765)_8 \\ (0.4736)_{10} &= (0.3624)_8\end{aligned}$$

可以得到

$$(501.4736)_{10} \approx (765.3624)_8$$

三、八进制数转换为十进制数

1. 八进制整数转换为十进制整数

先来举一个例子,将八进制整数 $(4372)_8$ 转换成十进制整数。

先将八进制整数 $(4372)_8$ 写成8的各次乘幂的和的形式:

$$(4372)_8 = 4 \times 8^3 + 3 \times 8^2 + 7 \times 8^1 + 2 \times 8^0$$

然后,计算等式右端表达式的值,就得出所求的十进制整数。当然,我们可以直接计算出各项的值,然后再求和,即:

$$\begin{aligned}(4372)_8 &= 4 \times 512 + 3 \times 64 + 7 \times 8 + 2 \times 1 \\ &= (2298)_{10}\end{aligned}$$

2. 八进制小数转换成十进制小数

对于八进制小数来说,我们只需将它适当地扩大一个倍数,化为八进制整数,然后再根据上面所说的方法化为十进制整数,最后将所得的结果缩小同样的倍数,就得到所求的十进制数了。

例 将八进制小数 $(0.4372)_8$ 转换为十进制小数。

$$\begin{aligned}(0.4372)_8 &= 4 \times 8^{-1} + 3 \times 8^{-2} + 7 \times 8^{-3} + 2 \times 8^{-4} \\ &= 8^{-4} \times (4 \times 8^3 + 3 \times 8^2 + 7 \times 8^1 + 2 \times 8^0) \\ &= 8^{-4} \times 2298 \\ &= \frac{2298}{4096} \\ &\approx (0.5610)_{10}\end{aligned}$$

2-3 二 进 制

一、二进制的特征

二进制是一种特别简单的数制,这种数制在数据处理中是非常重要的。对于二进制来说,我们不难归纳出它的下述特征:

- (1)基数是2;
- (2)二进制中数符的个数为2;
- (3)最大数符为1;
- (4)二进制数的位值是2的幂,即:

位:...	五	四	三	二	一	—	二	三	四	...
位 值:...	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	...
或写成:...	16	8	4	2	1	$1/2$	$1/4$	$1/8$	$1/16$	...

这就是说,对于二进制整数,自右至左,第一位上一个单位是1,第二位上一个单位是2。对于任意相邻的两个数位来说,左面一位上的一个单位是右面一位上一个单位的2倍。对于二进制小数,小数点右边第一位上的一个单位是小数点左面第一位上一个单位的二分之一,即1的二分之一;第二位上的一个单位是二分之一的二分之一,也就是小数点前第一位上一个单位的四分之一,其它各位以此类推。

由二进制的位置法则,任意一个二进制数可以写成基数2的乘幂的和的形式。例如:

$$1101 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

无论是一个十进制数还是二进制数,它的各个数位上的数符,就是这个数写成以相应进制的基数为底的乘幂的和式时各项的系数。反过来,若已知某和式各项的系数,就有了这个数在相应进制中各个数位的数符,并排列出这些数符,就得到了这个数。

为明确区分各进制的数,分别用 $()_{10}$ 和 $()_2$ 的形式表示十进制和二进制数。

二、将十进制数转换成二进制数

1. 将十进制整数转换成二进制整数

对于十进制整数可以用“除2取余”的方法转换为二进制整数。

例 将十进制整数46转换成二进制整数得到:

$$(46)_{10} = (101110)_2$$

2	46	
2	23	0
2	11	1
2	5	1
2	2	1
2	1	0
	0	1

2. 将十进制纯小数转换成二进制纯小数

对于十进制纯小数,可以采用乘2取整的方法将其转换成二进制纯小数:

0.634	
$\times 2$	
1.268	1
$\times 2$	
0.536	0
$\times 2$	
1.072	1
$\times 2$	
0.144	0
$\times 2$	
0.288	0
$\times 2$	
0.576	0
$\times 2$	
1.152	1

这个过程可以无限地进行下去,就象为了使精度提高多取几位小数一样,我们通常取到一定的位数即可结束。所以,十进制小数 0.634 转换为二进制小数可得到:

$$(0.634)_{10} = (0.1010001)_2$$

三、二进制数转换为十进制数

1. 二进制整数转换成十进制整数

把已知的二进制整数写成基数 2 的幂的和的形式,然后逐项求值,再求和,所得结果就是所求的十进制整数。

例. 将二进制整数 $(110101)_2$ 转换成十进制整数,可以先将这个二进制整数写成 2 的幂的和的形式:

$$\begin{aligned}(110101)_2 &= 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 \\ &= (53)_{10}\end{aligned}$$

2. 二进制小数转换成十进制小数

对于二进制纯小数我们可以根据其特征和位值法则,采用八进制纯小数转换成十进制纯小数的方法来将其转换成十进制纯小数。

例 将二进制纯小数 0.1101 转换成十进制纯小数。

$$\begin{aligned}(0.1101)_2 &= 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} \\ &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + 0 + \frac{1}{16} \\ &= 0.5 + 0.25 + 0 + 0.0625 \\ &= (0.8125)_{10}\end{aligned}$$

对于既带有整数部分又带有小数部分的二进制数,欲将其转换成十进制数,只要将其整数部分和小数部分分别按照各自的转换方法转换,连起来写即可,如:

$$\begin{aligned}(101.1101)_2 &= 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} \\ &= 4 + 0 + 1 + 0.5 + 0.25 + 0.0625 \\ &= (5.8125)_{10}\end{aligned}$$

四、八进制数转换成二进制数

前面我们曾经提到,对于客观世界中的同一个量,可以用不同的数制来描述,但是,也不难发现,所有的描述方法中,用二进制来描述最麻烦,因为用二进制写出一个数,位数太多。

由于八进制数与二进制数之间存在特别简单的关系,所以,八进制与二进制数之间的相互转换十分方便。人们在书写时常常使用八进制。

1. 八进制数转换成二进制数

八进制整数转换成二进制整数的方法:

已知一个八进制整数,将它的每一个数符写成三位二进制数,且依次并排写出,就将这个八进制整数转换成二进制整数了。

例 要将八进制整数 $(1352)_8$ 转换成二进制整数,只要将这个八进制整数的每一位数符写成三位二进制数:

$$\begin{array}{cccc} 1 & 3 & 5 & 2 \\ 001 & 011 & 101 & 010 \end{array}$$

可得到:

10

$$(1352)_8 = (1011101010)_2$$

与通常写整数的方法一样,最高数位上的数符0可以省略不写,而中间及末尾的0却不可省略。

2. 八进制小数转换成二进制小数

用同样的方法可以将八进制小数转换成二进制小数,例如,将八进制纯小数0.505转换成二进制纯小数只要将小数点后各个八进制数符分别写成三位二进制数即可:

$$\begin{array}{rcl} \text{八进制数} & 5 & 0 \quad 5 \\ \text{二进制数} & 101 & 000 \quad 101 \end{array}$$

于是可得到:

$$(0.505)_8 = (0.101000101)_2$$

对于既带有整数部分又带有小数部分的八进制数要转换成二进制数,只要将其各个整数位上的八进制数符及各小数位上的八进制数符分别写成三位二进制数,依次排列起来即可得到,如:

$$(1352.505)_8 = (1011101010.101000101)_2$$

五、二进制数转换为八进制数

从上面的将八进制数转换成二进制数的方法中,同时也就得到将二进制数转换成八进制数的方法:给出一个二进制数,我们可以先将小数点前(自右向左)每三位数符分为一组,写出各组对应的八进制数符;再将小数点后(自左向右)每三位数符分为一组,写出各组对应的八进制数符,依次排列出来就是所求的八进制数。

例 将下列二进制数转换成八进制数。

$$(1)(10111010100)_2$$

$$\text{由 } 101 \quad 111 \quad 010 \quad 100 \quad (\text{二进制})$$

$$5 \quad 7 \quad 2 \quad 4 \quad (\text{八进制})$$

得到:

$$(10111010100)_2 = (5724)_8$$

$$(2)(1010011.01111)_2$$

$$\text{由 } 001 \quad 010 \quad 011.011 \quad 110 \quad (\text{二进制})$$

$$1 \quad 2 \quad 3. \quad 3 \quad 6 \quad (\text{八进制})$$

得到:

$$(1010011.01111)_2 = (123.36)_8$$

注意,在最高数位(小数点前最左面一位)的前面添0或在小数点后最末位(最右面一位)的后面添0,不改变此数。

最后,还应说明,当用除2取余和乘2取整的方法将十进制数转换成二进制数时,操作步骤太长,所以,常采取这样的方法:先将十进制数转换成八进制数,然后再将所得的八进制数转换成二进制数。

$$\text{例 } (746.634)_{10} = (1352.505)_8$$

$$(1352.505)_8 = (1011101010.101000101)_2$$

$$\text{所以 } (746.634)_{10} = (1011101010.101000101)_2$$