

● 全国计算机等级考试指定教材应试辅导

全国计算机等级考试 二级教程



——C语言程序设计 考点精要、题解与 模拟试卷

邹书蓉 张钟澍 编著



电子科技大学出版社

- 全国计算机等级考试指定教材应试辅导

全国计算机等级考试二级教程

C 语言程序设计

考点精要、题解与模拟试卷

邹书蓉 张钟澍 编著

电子科技大学出版社

内 容 提 要

本书严格按照教育部考试中心制定的2002全国计算机等级考试二级C语言程序设计考试大纲编写而成。根据计算机等级考试笔试与上机考试的各自特点,以及备考的需要,全书分为四部分。第一部分是“笔试应试指导”,围绕大纲要求,每章均包括三部分内容:考点与重难点解析、典型试题精解、考前必练。第二部分是“上机考试应试指导与训练”,介绍了上机考试环境、上机考试操作步骤及考试技巧、各种题型的上机考题分析与解答以及大量的上机试题。第三部分是“全真模拟试卷”,提供了三套全真模拟笔试试卷及上机考试试卷,供考生自测。第四部分是“附录”,包括应试指南及“全国计算机等级考试二级C语言程序设计考试大纲”,并提供了2002年9月全国计算机等级考试二级C语言程序设计考试试卷及参考答案。

本书可作为应试人员的考前辅导教材,及各类人员学习计算机基本知识和C程序设计的自学用书,也是普通高校师生、成人高等教育及各类培训学校举办考前辅导班的应试培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

二级教程C语言程序设计考点精要、题解与模拟试卷 /
邹书蓉编著. —成都:电子科技大学出版社, 2003.2
ISBN 7-81094-110-0

I. 二... II. 邹... III. C语言—程序设计—水平
考试—自学参考资料 IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第005344号

全国计算机等级考试 二级c语言程序设计 考点精要、题解与模拟试卷 邹书蓉 张钟澍 编著

出 版: 电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号, 邮政编码: 610054)

责任编辑: 罗 雅

发 行: 电子科技大学出版社

印 刷: 成都墨池教育印刷总厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张 22.25 字数 541 千字

版 次: 2003年2月第一版

印 次: 2003年2月第一次印刷

书 号: ISBN 7-81094-110-0/TP·33

印 数: 0001—3000 册

定 价: 28.00 元

前 言

随着计算机技术在我国各个领域的推广、普及,计算机作为一种广泛应用的工具,其重要性日益受到社会的重视,越来越多的人开始学习计算机,操作和应用计算机成为人们必须掌握的一种基本技能。国家教育部组织的全国计算机等级考试是一种对应试人员的计算机应用能力进行认真的、有权威性的认证方法。它面向社会,不分年龄段,没有学历限制,不论从事何种职业都可以报考。根据我国计算机应用水平的实际情况,教育部考试中心于2002年对计算机等级考试大纲重新进行了修订,并正式颁布了新的考试大纲。根据应用计算机的不同要求,以应用能力为主,划分一、二、三、四个等级进行考核。

二级C语言程序设计主要考查考生对计算机的基本操作、必要的理论知识及简单的程序设计能力。许多应试人员在学习过程中,由于条件的限制,当遇到问题时不能得到及时解答。这时他们需要一本能释疑解难的书籍,以解决学习中存在的疑难,提高应试能力。本书包括四部分内容:

第一部分是“笔试应试指导”,每一章又分考点与重难点解析、典型试题精解、考前必练三节。目的在于通过各知识点的讲解、典型题的分析和习题演练,使考生在较短时间内掌握要点、考点,突破难点,熟练掌握答题方法及技巧。

第二部分是“上机考试应试指导与训练”,针对机考环境的特殊性,介绍了上机考试环境、上机考试操作步骤,有关注意事项及考试技巧、各种题型的上机考题分析与解答以及大量的上机试题。通过这一部分的学习,考生能够对上机考题的题型与难度、上机环境和上机操作步骤有较具体的了解,为备战上机考试做好充分的准备。

第三部分是“模拟试卷”,提供了多套全真笔试及机考模拟试卷,并附全部参考答案,供考生检验自己的学习效果及应试能力,建议考生在规定时间内完成。

第四部分是“附录”,包括应试指南及2002全国计算机等级考试C语言程序设计考试大纲以及2002年9月全国计算机等级考试二级C语言程序设计考试试卷及参考答案。

本书由具有丰富教学经验、从事等级考试培训工作多年的高等学校教师编写而成,可作为应试人员的考前辅导教材,及各类人员学习计算机基本知识和C程序设计的自学用书,也是普通高校师生、成人高等教育及各类培训学校举办考前辅导班的应试培训教材。

目 录

第1章 计算机基础知识	1
1 考点与重难点解析	1
一、计算机的发展	1
二、计算机的工作原理	2
三、计算机的主要性能指标	3
四、计算机系统的软件	4
五、信息的表示及存储	5
六、字符编码表示	9
七、计算机病毒	11
2 典型试题精解	12
3 考前必练	18
第2章 DOS 的基本操作	24
2.1 DOS 使用基础知识	24
1 考点与重难点解析	24
一、DOS 基础知识	24
二、DOS 命令使用基础	26
三、文件的目录管理	28
四、DOS 命令的类型及操作要点	29
2 典型试题精解	30
3 考前必练	33
2.2 常用的DOS 命令	35
1 考点与重难点解析	35
一、DOS 的文件操作命令	36
二、DOS 的目录操作命令	38
三、DOS 的部分磁盘操作命令	39
四、功能操作命令	40
五、DOS 的批处理文件	41
六、输入输出改向	42
2 典型试题精解	43
3 考前必练	49
第3章 Windows 98 的基本操作	53
3.1 Windows 98 基础知识	53
1 考点与重难点解析	53

一、 Windows 的特点、基本构成及其运行环境	53
二、 Windows 的启动和退出	54
三、 鼠标及桌面的基本操作	54
四、 窗口的基本操作	56
五、 对话框及其基本操作	59
六、 Windows 的常用快捷键	60
七、 多任务管理	61
八、 应用程序的相关操作	62
九、 文件操作	63
十、 磁盘操作	65
2 典型试题精解	65
3 考前必练	69
3.2 计算机网络与多媒体	74
1 考点与重难点解析	74
一、 计算机网络的概念、发展及基本功能	74
二、 计算机网络的结构和分类	75
三、 互连网 Internet	77
四、 计算机多媒体技术	79
2 典型试题精解	80
3 考前必练	83
第 4 章 C 语言的结构、数据类型	86
1 考点与重难点解析	86
一、 C 语言的结构	86
二、 C 语言的数据类型	88
三、 C 运算符的种类、运算优先级和结合性	88
四、 不同类型数据间的转换与运算	90
五、 C 语言的表达式类型	90
2 典型试题精解	91
3 考前必练	96
第 5 章 C 语言的三种结构	103
1 考点与重难点解析	103
一、 基本语句	103
二、 选择结构程序设计	104
三、 循环结构程序设计	106
2 典型试题精解	107
3 考前必练	113
第 6 章 数 组	124
1 考点与重难点解析	124
一、 一维数组的定义、初始化和引用	124

二、 二维数组的定义、初始化和引用	125
三、 字符串与字符数组	125
四、 使用数组时的注意事项	127
2 典型试题精解	127
3 考前必练	129
第 7 章 函数与编译预处理	134
1 考点与重难点解析	134
一、 函数	134
二、 变量的作用域及存储特性	137
三、 编译预处理	137
2 典型试题精解	138
3 考前必练	145
第 8 章 指 针	153
1 考点与重难点解析	153
一、 指针与指针变量的概念、指针与地址运算符	153
二、 变量、数组、字符串、函数、结构体指针及指针变量	153
三、 指针做函数参数	154
四、 返回指针值的指针函数	155
五、 指针数组、指向指针的指针	155
2 典型试题精解	156
3 考前必练	162
第 9 章 结构体与共用体	176
1 考点与重难点解析	176
一、 结构体与共用体	176
二、 用指针和结构体构成链表, 单向链表的建立、输出、删除与插入	177
三、 用户定义类型	178
2 典型试题精解	178
3 考前必练	183
第 10 章 位操作与文件操作	195
1 考点与重难点解析	195
一、 位运算的含义及使用	195
二、 位运算符	195
三、 文件类型指针 (FILE 类型指针)	196
四、 文件的打开与关闭(fopen, fclose)	197
五、 文件的读写	197
2 典型试题精解	198
3 考前必练	201
第 11 章 上机考试指导与练习	208
1 考点与重难点解析	208

一、 上机考试登录过程	208
二、 上机考试常识	213
三、 上机考试题型	213
四、 上机考试技巧	214
2 典型试题精解	215
一、 程序修改题解	215
二、 程序设计题解	240
3 考前必练	257
一、 程序修改及程序设计练习题	257
二、 程序修改及程序设计练习题答案	275
第 12 章 模拟试卷	282
笔试模拟试卷 (一)	282
笔试模拟试卷 (一) 参考答案	293
上机考试模拟试卷 (一)	294
上机考试模拟试卷 (一) 参考答案	296
笔试模拟试卷 (二)	298
笔试模拟试卷 (二) 参考答案	308
上机考试模拟试卷 (二)	310
上机考试模拟试卷 (二) 参考答案	312
笔试模拟试卷 (三)	314
笔试模拟试卷 (三) 参考答案	325
上机考试模拟试卷 (三)	326
上机考试模拟试卷 (三) 参考答案	328
附录一 2002 年 9 月全国计算机等级考试二级笔试试卷及参考答案	330
附录二 应试指南	343
附录三 全国计算机等级考试大纲 (二级 C 语言程序设计)	345

第1章 计算机基础知识

大纲要求

1. 计算机系统的主要技术指标与系统配置
2. 机系统、硬件、软件及其相互关系
3. 机硬件系统的基本组成, 包括: 中央处理器(运算器与控制器), 内存存储器(RAM 与 ROM), 外存储器(硬盘、软盘与光盘), 输入设备(键盘与鼠标)输出设备(显示器与打印机)
4. 软件系统的组成, 系统软件与应用软件; 软件的基本概念, 文档; 程序设计语言与语言处理程序(汇编程序、编译程序、解释程序)
5. 算机的常用数制(二进制、十六进制及其与十进制之间的转换); 数据基本单位(位、字节、字、字长)
6. 计算机的安全操作计算机病毒的防治

1

考点与重难点解析

必备知识◆考点精要◆重点难点

一、计算机的发展

1. 计算机的发展

从 1946 年第一台计算机的诞生到现在的短短 50 多年的时间里, 计算机的发展经历了: 第一代(1946~1957): 采用的电子元器件是电子管; 第二代(1958~1964): 采用的电子元器件是晶体管; 第三代(1965~1970): 采用的电子元器件是集成电路; 第四代(1970~现在): 采用的电子元器件是大规模集成电路和超大规模集成电路。

2. 计算机的分类

根据计算机各项综合指标, 我们把计算机分为以下几类:

(1) 巨型机(supercomputer): 最突出特点是运算速度快、效率高、软硬件配置齐备和功能强等优点, 主要用在军事技术和尖端科学研究方面。

(2) 大中型机 (mainframe): 规模不如巨型机, 结构也较巨型机简单, 价格也比巨型机便宜得多, 主要用于事务处理、信息处理、大型数据库和数据通讯。

(3) 小型机 (minicomputer): 具有体积小、价格低、性能价格比高等优点, 一般在科研院所、普通高校等单位使用。

以上 3 种计算机有一个共同的特点: 计算机的大脑部分中央处理器 (CPU) 具有分时处理能力, 都是一台主机带多个终端或外设。

(4) 微型机 (microcomputer): 微型机又称个人计算机 (PC 机), 具有体积小、功能低、可靠性高、灵活性和实用性强、价格低、产量大、对使用环境要求不高等特点。

随着微电子技术和计算机技术的飞速发展, 各类计算机的界线越来越不明显。

二、计算机的工作原理

1. 程序和指令

指令: 就是人对计算机发出的一道工作命令, 它通知计算机执行某种特定的操作。计算机按顺序执行这些指令, 实现一项具体的任务。

程序: 就是由基本的操作指令, 按一定顺序排列起来实现一项具体任务的步骤。

每台计算机都规定了一定数量的基本指令, 也就是说, 为它设计好实现一批基本操作的逻辑线路。这种机器指令的总和称为计算机的指令系统。不同机器的指令系统所具有的指令种类和数目不同。

2. 存贮程序原理

从 1946 年研制成功的第一台计算机“ENIAC”, 到目前所有的大、中型和微型计算机, 其工作原理都是属于冯·诺依曼型的存贮程序原理。

存贮器原理是计算机结构设计的基础。由于计算机的工作是执行程序, 而程序是一条条按一定规律顺序排列的机器指令, 所以计算机要实现自动连续操作, 必须解决两个问题:

- ① 计算机应能知道在什么时间, 到什么地方, 去取哪条指令;
- ② 在执行完一条指令后, 计算机又自动去取要执行的下一条指令。

控制器就是为解决这两个问题而设计的。当计算机工作时, 控制器使计算机只要知道程序中第一条指令放在什么地方, 就能按顺序依次取出第一条指令后的各条指令, 并执行相应的操作。这就是计算机自动连续工作的基础——存贮程序原理。存贮程序原理实现了计算机自动计算, 同时也确定了冯·诺依曼型计算机的基本组成。

3. 冯·诺依曼型计算机的基本组成

1946 年, 美国数学家冯·诺依曼提出的“指令流、数据流”——即“以二进制程序存贮控制为基础”的结构思想, 从第一台计算机“ENIAC”开始一直沿用至今。该结构思想明确指出: 计算机至少应由运算器、控制器、存贮器、输入设备和输出设备五部分组成。

对于微型计算机而言, CPU 是控制器和运算器, 内存 ROM、RAM, 外存 (磁盘) 是存贮器, 键盘、磁盘是输入设备, 显示器、打印机和磁盘为输出设备。

4. 计算机的基本组成

从一般用户的观点来看,一套计算机的基本硬件应该包括:主机、键盘、显示器和打印机 4 个部分。从组成一套计算机的基本部件来区分,其最小的基本配置有:主机箱、电源、主板、软硬盘驱动器、键盘、显示卡、显示器和打印机。

三、计算机的主要性能指标

计算机的性能主要由所选用的 CPU 芯片类型及外部设备的配置情况所决定的。

1. 计算机类型

计算机的类型基本确定了机器的档次。

目前,使用 8088CPU 芯片的 PC/XT 机,以及 286、386 及 486 等机型已趋淘汰,常用的微型计算机类型有 Pentium (奔腾)、Pentium II、Pentium III 和 Pentium IV 机等,它们是由主机板上使用的微处理器(即 CPU)芯片来确定的。

2. 计算机的速度

在计算机中常以时钟频率间接地表示工作速度的快慢。也就是说,我们常说的“计算机速度”实际上指的是 CPU 工作时的时钟频率,它在一定程度上反应了计算机的运行速度。时钟频率越高,计算机的工作速度越快。

通常是把计算机的时钟频率和机器类型标注在一起,因为同一种类型的 CPU 芯片又有各种不同时钟频率的区别。例如,“Pentium III / 550”和“Pentium III / 800”,这两种型号都是 Pentium III 计算机,但前者 CPU 时钟频率为 550MHz,而后者为 800MHz。自然“Pentium III / 800”计算机的运行速度要快一些。

3. 内存容量

内存储器(又称主存储器)分为随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)两种,通常都由半导体制成。ROM 的特点是只能读出信息,不能写入新的信息,存放在 ROM 中的信息能长期保存而不受停电的影响,ROM 中常存放管理机器本身的监控程序和其他服务程序。RAM 的特点是可读可写,但关机后,RAM 中的信息自动消失。RAM 一般用来存储计算机运行的程序、数据以及支持用户程序运行的系统程序等。

计算机内存容量是指主机板上的随机存取存储器 RAM 的大小。由于计算机程序一般要先装入内存才能运行,因此内存容量的大小决定了计算机所能处理任务的复杂程度。目前,家用或办公用计算机的内存配置为 64~256MB 左右。

4. 扩展插槽

计算机主板上扩展槽是用来插接各种板卡以扩充计算机系统的,扩展槽的类型也就是计算机主板的总线类型。因此扩展槽的类型和数目反映了计算机的性能和系统扩展能力。

目前的普及型计算机一般采用 ISA 总线,扩展槽只有 8 位槽(短槽)、16 位槽(长槽)两种。稍高档的计算机采用 EISA 总线或局部总线(VESA、PCI),具有 32 位槽。目前的高

档 Pentium II 和 Pentium III 计算机中, 采用 PCI 总线较为普遍, 它较之其他的计算机总线具有更快的输入输出速度。

5. 串、并口数量

串、并行接口都是与外部设备连接的接口。如打印机、鼠标器、绘图仪等, 都可通过串、并口与计算机连接使用。串行口和并行口的数量一般都在 1~2 个之间。

6. 硬盘容量与软驱配置

硬盘和软驱是计算机上最重要的外部设备之一。

计算机上配置的硬盘, 容量从十个 GB 至几十个 GB 不等, 价格从几百元左右到数千元。因此硬盘容量的大小是影响计算机价格的一项重要指标。一般说来, 容量大的硬盘不仅存储容量大, 存取的速度也快。

软盘具有使用灵活、携带方便、便于信息交流等特点。目前广泛使用的软盘为 3 英寸高密软盘, 其容量为 1.44M。

7. 显示器标准

显示器分为单显和彩显, 它们各自又分几种标准类型。由于要满足图形、图像显示的需要, 目前家庭和办公用计算机的流行显示器都是 VGA 的增强型 (TVGA、SVGA) 彩色显示器, 屏幕尺寸为 14、15、17、21 英寸数种, 其分辨率至少可达 1024×768 。如果按色点清晰度分, 常用的 VGA 彩色显示器又有 0.28mm、0.26mm 和 0.24mm 等数种。其数值愈小、清晰度愈好, 当然价格也贵一些。

四、计算机系统的软件

一个完整的计算机系统应包括硬件系统、软件系统。

硬件是指组成计算机的各种电子和机械的元件、器件和部件, 它们被有机地组合在一起, 形成一个具有一定功能的系统, 这就是硬件系统。

软件是相对于硬件而言的。它包括计算机运行所需的各种程序及其有关资料文档。

在一台计算机系统中, 没有软件的支持, 再好的硬件配置也毫无价值。当然, 没有硬件, 软件再好也没有用武之地。硬件与软件相互依赖、相互支持, 才能使计算机发挥出无比巨大的威力。

软件根据其应用范围和功能的不同, 可以分为两大类:

应用软件: 应用软件通常指为解决某一个具体的任务所设计的软件系统, 例如 WPS、Word 等就是用于文书编辑与排版的应用软件, 还有为科学计算、工程设计、数据管理、事务管理、过程控制等方面而设计的软件。

系统软件: 分为操作系统及程序设计语言。

1. 操作系统

操作系统是用以控制、管理计算机软硬件资源和程序执行的软件系统。计算机的一切

硬件、软件都必须在操作系统的管理和协调下才能工作。

操作系统是由人工编制出来的一组非常复杂的程序，用它来指挥和协调计算机硬、软件资源的各项工作。也正因为有了它，才使得人们对计算机的操作变得非常简单。

微型计算机面世之初，计算机上使用得最为广泛的操作系统是 DOS。此后，Windows 以其易学易用的图形用户界面及对扩展内存和基本的多任务支持而广泛流行；微软公司的 Window NT、Window 9x/2000 和 IBM 公司推出的 OS/2 版代表了新一代的全 32 位多任务操作系统而受到人们青睐；此外，由于当今计算机性能已足以承担 Unix 的分时处理能力，所以目前已有相当数量的计算机在使用 Unix 操作系统。

对计算机来说，操作系统功能主要体现在以下两个方面：

(1) 对计算机系统中的 CPU、存储器、外部设备等硬件资源和程序、数据文件等软件资源进行有效地管理。

(2) 为用户创造良好的工作环境和条件。即向用户提供方便、简洁的命令来安全、可靠地使用计算机。

2. 程序设计语言

程序设计语言是指用来编制和设计程序所使用的计算机语言，是人和计算机之间交流信息的一种工具。通常可分为以下几种：

(1) 机器语言：计算机能“听懂”，能接受的信息是由“0”、“1”按一定规律组成的二进制串构成的一条指令或一个数据。计算机是由指令来控制相应的操作，这些指令是面向机器的，人们使用这些机器指令来编写程序，所谓“机器语言”就是指机器指令的集合。

(2) 汇编语言：机器语言编写程序工作量大，繁琐而又枯燥，程序非常难记难读，而且每一种机器的指令系统又各不通用，这给人们学习和使用计算机造成很大的困难。

“汇编语言”用助记符来描述指令。这种语言较之机器语言容易记忆，它克服了机器语言的缺点，又保持了机器语言执行的高效率，是高级语言和机器语言之间较好的过渡。

(3) 高级语言：汇编语言较之机器语言仅是易记一些，用它编程序仍然是繁琐枯燥、工作量大、无通用性。其使用对象主要是专业软件人员。因为机器语言和汇编语言都依赖于具体机器，所以被认为是“低级语言”（尽管其功能并不低级）。

高级语言比较接近人们习惯使用的自然语言和数学语言，可以直接来编写和代数式相似的计算公式，且广泛使用英语词汇及短语。用高级语言编写的程序比用汇编语言或机器语言简单得多，易懂易读，并且易于改写和移植，可方便地用于不同机型。C 语言就属于高级语言。

五、信息的表示及存储

由于二进制运算法则简单，硬件实现容易，所以在计算机内部采用了二进制系统。无论何种类型的信息（包括数字、字符、图像和声音）都必须以二进制数的形式在计算机内部进行处理。要了解计算机内部是如何工作的，就必须了解二进制以及二进制与其他进制之间的关系。

1. 二进制位、字节及字长

二进制位 (Bit): 二进制位是计算机中最基本、最小的存储单元。二进制数的每一位只有 0、1 两种状态。由若干个二进制位的组合就可以表示各种数据和字符。

字节 (Byte): 八个二进制位串构成一个字节。一个字节可以表示 $2^8=256$ 种状态。在 ASCII 编码方式中, 一个字节可以存放一个英文字母编码, 每两个字节存放一个汉字编码。

描述计算机存储容量通常说容量为若干字节。1024 (即 2^{10}) 字节, 称为 1 千字节, 记为 1KB; 2^{20} (约 10^6) 字节, 称为 1 兆 (即百万) 字节, 记为 1MB; 2^{30} (约 10^9) 称为 1 千兆字节, 记为 1GB。

字 (Word) 和字长: 字是计算机内部进行数据处理的基本单位。一个字所包含的二进制位数称为字长。

字节的长度是固定的, 但是不同类型的计算机的字长往往不同。计算机的字长通常由 CPU 芯片而定, 8086 和 80286 字长为 16 位, 即一个字长为 2 个字节。而 8088 的内部字长为 16 位, 它与外部设备之间交换数据为 8 位, 故称为准 16 位结构。80386、Pentium 以上的 CPU 字长为 32 位。

2. 二进制数的运算法则及数的权值

(1) 二进制数的运算法则

十进制的加、减法法则是“逢十进一, 借一当十”, 而二进制的加、减法法则是“逢二进一, 借一当二”, 例如下面二进制数的式子:

$$\begin{array}{r} \text{+)} \quad \begin{array}{r} 11 \\ 01 \end{array} \\ \hline 100 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \text{-)} \quad \begin{array}{r} 101 \\ 11 \end{array} \\ \hline 10 \end{array}$$

二进制与其他进制数之间的数的转换, 就涉及到数的权值。

(2) 数的权值

所谓权值, 就是数的各位数表示成的以“进制数”为底的幂。

例如: 十进制数 $(12.4)_{10}$ 可以描述为: $(12.4)_{10} = 1 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1}$

上式中, 以 10 为底的指数 1、0、-1 就是十进制数个位、十位和小数后第一位的权值。其对应的权值数是分别是 10、1 和 $1/10$ 。

二进制数则是以 2 为底的幂, 所以二进制数 $(1101.1)_2$ 转换为十进制数可以描述为:

$$(1101.1)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1}$$

在上例中, 二进制数 $(1101.1)_2$ 的权值分别是 3、2、1 和 -1。其对应的权值数分别是 8、4、2、1 和 $1/2$ 。

除二进制和十进制之外, 在计算机科学中经常使用的还有八进制和十六进制。其中, 八进制数的各位以 0~7 表示; 十六进制数的各位以 0~9 和 A~F 表示, A~F 分别表示十进制数的 10~15。

根据以上权值的定义, 我们也就得出和 $(12.4)_{16}$ 与十进制数的转换关系:

$$(12.4)_{16} = 1 \times 16^1 + 2 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1}$$

表 1-1 四种计数制的表示法

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	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

(3) 不同数值之间的转换

二进制、八进制、十六进制及十进制是现代数字系统中常用的四种数制，将二进制、八进制及十六进制转换成十进制的方法在本节中数的权值问题中已讲解，下面介绍将十进制转换成二进制、八进制、十六进制的方法，由于转换原理相当简单，所以我们用若干例子来一一说明。

【例 2-1】将十进制数 $(47.39)_{10}$ 转换成二进制数

解：转换将分别对整数部分和小数部分进行转换，整数部分 $(47)_{10}$ 的转换过程如下：

$$\begin{array}{r|l}
 2 & 47 \\
 \hline
 2 & 23 \\
 \hline
 2 & 11 \\
 \hline
 2 & 5 \\
 \hline
 2 & 2 \\
 \hline
 2 & 1 \\
 \hline
 & 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 b_0=1 \\
 b_1=1 \\
 b_2=1 \\
 b_3=1 \\
 b_4=0 \\
 b_5=1
 \end{array}$$

将 $(47)_{10}$ 用 2 除之，得商 $(23)_{10}$ ，余数为 $(1)_{10}$ ，此余数即为最低位 $b_0=1$ ，又将 $(23)_{10}$ 用 2 除之，得商 $(11)_{10}$ ，余数为 $(1)_{10}$ ，此余数即为次低位 $b_1=1$ ，除 2 得过程一直继续下去，直到商为 0 为止，得余数序列 101111 即为 $(47)_{10}$ 的二进制表示。

分数部分转换过程如下：

$$\begin{array}{ll}
 0.39 \times 2 = 0.78 & b_{-1}=0 \\
 0.78 \times 2 = 1.56 & b_{-2}=1 \\
 0.56 \times 2 = 1.12 & b_{-3}=1 \\
 0.12 \times 2 = 0.24 & b_{-4}=0 \\
 0.24 \times 2 = 0.48 & b_{-5}=0 \\
 0.48 \times 2 = 0.96 & b_{-6}=0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 0.96 \times 2 = 1.92 & b_7 = 1 \\
 0.92 \times 2 = 1.84 & b_8 = 1 \\
 0.84 \times 2 = 1.68 & b_9 = 1 \\
 0.68 \times 2 = 1.36 & b_{10} = 1
 \end{array}$$

转换过程是, 首先将分数部分 $(0.39)_{10}$ 乘 2, 得 $(0.78)_{10}$ 的整数部分为 0, 得 $b_1=0$, 继续将 $(0.78)_{10}$ 乘 2, 得 $(1.56)_{10}$, 由于其整数部分为 1, 得 $b_2=1$, 如此乘 2 的过程一直继续下去直到达到所需要的位数 (例如 10 位) 或者达到分数部分为零为止。得乘 2 后的取整序列 0110001111 即为 $(0.39)_{10}$ 的二进制表示。

将整数部分及分数部分的转换结果相加, 便得到总的转换结果。即

$$\begin{aligned}
 (47.39)_{10} &= (101111.0110001111)_2 + \varepsilon \\
 \text{误差 } \varepsilon &< 2^{-10}.
 \end{aligned}$$

【例 2-2】将十进制数 $(47.39)_{10}$ 转换成八进制数

解: 一种方法是首先将 $(47.39)_{10}$ 转换成二进制数, 然后从小数点开始向左、向右每三位一组, 如不够三位就用 0 补够三位, 如: 101111.0110001111 可写成 101 111.011 000 111 100, 转换成八进制数。即

$$(47.39)_{10} = (57.3074)_8 + \varepsilon$$

另一种转换方法如下:

首先转换整数部分 $(47)_{10}$:

$$\begin{array}{r|l}
 8 & 47 & 7 \\
 8 & 5 & 5 \\
 & 0 &
 \end{array}$$

得余数序列 57 即为 $(47)_{10}$ 的八进制表示, 即 $(47)_{10} = (57)_8$

分数部分转换过程如下:

$$\begin{array}{ll}
 0.39 \times 8 = 3.12 & 3 \\
 0.12 \times 8 = 0.96 & 0 \\
 0.96 \times 8 = 7.68 & 7 \\
 0.68 \times 8 = 5.44 & 5
 \end{array}$$

若转换到此为止, 则误差为 $\varepsilon < 8^{-4}$ 。

取整序列即为 $(0.39)_{10}$ 的八进制表示。即 $(0.39)_{10} = (0.3075)_8 + \varepsilon$

将整数部分及分数部分的转换结果相加, 便得到总的转换结果。即

$$(47.39)_{10} = (57.3075)_8 + \varepsilon$$

误差为 $\varepsilon < 8^{-4}$ 。

将 $(47.39)_{10}$ 转换为十六进制数的方法与将 $(47.39)_{10}$ 转换为八进制和二进制方法相同, 读者可自己转换试一试。

3. 计算机中数的表示方法

在计算机中正负数的表示方法为: 存储数的存储单元的最高位为符号位, 若符号位为 0, 表示正数, 若符号位为 1 表示负数。对于 M 位二进制数表示的一个有符号整数, 最高位为符号位, 所以具体表示数的绝对值就只有 $M-1$ 位。

(1) 原码: 机器数本身就是原码, 原码的符号在最高位, 0 表示正, 1 表示负, 数值部分按一般二进制形式表示。使用数的原码来计算时, 不能对两个异号数相加, 或两个同

号数相减。一个八位二进制数原码的有效数值范围是-127~+127，且零有正零和负零两种形式。

(2) 反码：在反码表示法里，正数的反码与原码相同，负数的反码是将该负数的原码除符号位外，其余各位按位求反(即“0”变“1”，“1”变“0”)。且零有正零或负零两种表示方法。一个数的反码的反码便是其原码。

(3) 补码：在补码表示法里：正数的补码与原码相同，负数的补码是将该负数的反码最后一位加1；零只有一种表示法，各位二进制数都为0。

总结：对于正数，其原码、反码、补码都相同。对于负数，负数的反码是原码除符号(最高位)不动，其后各位求反；负数的补码是在负数的反码的基础上再在最低位加1。

原码表示与人们的习惯相同，容易识别，且作乘、除法的运算比较简单。补码表示虽与人们的习惯不符，且作加、减法的运算比较简单；反码可作为在原码及补码转换过程中的中间生成物看待。

六、字符编码表示

1. ASCII 码

在微型计算机中，字母和符号是用国际标准化组织规定的 ASCII 码来表示的。ASCII 码是 American Standard code For Information Interchange (美国标准信息交换码)的缩写。每个 ASCII 码用一个字节表示。关于 ASCII 码可参见附录一的 ASCII 码表。

(1) 基本 ASCII 码的最高位为0，其范围为：00000000~01111111 (二进制)，用十进制表示为0~127，共有128种。0~31为控制代码，32~126为可显示、可打印字符，127为删除符。

(2) 扩充 ASCII 码的最高位为1，其范围为：10000000~11111111 (二进制)，用十进制表示为128~255，共128种。不少国家都把它规定为自己国家语言的字符代码。汉字也是用扩充的 ASCII 码来表示和在机器内部存储的。

ASCII 码制是七位编码，总共有 $2^7=128$ 种表示方法。在一个字节中，八位二进制串最高位置0，其余七位用不同的二进制编码来表示不同的英文字符和符号。

在 ASCII 码里，从 A 到 Z 的 26 个大写字母，是从 01000001 到 01011010 (十进制从 65 到 90) 的 26 个连续码来表示。而 0 到 9 的数字，则用 00110000 到 00111001 (十进制从 48 到 57) 的 10 个连续码来表示，这些符号经常用到，必须要记住其对应的 ASCII 码值。其他的符号，也都有对应的编码。

例如：1、2、A、B、a、b 的 ASCII 码分别用二进制和十进制表示如表 1-1 所示。

表 1-2 部分字符的 ASCII 编码

字符	二 进 制	十进制	字符	二 进 制	十进制
1	00110001	49	B	01000010	66
2	00110010	50	a	01100001	97
A	01000001	65	b	01100010	98