

计算机等级考试辅导（二级）

# C程序设计 第二版

谭浩强

主编

周海燕 鲍有文 田淑清 徐士良 编著

清华大学出版社



计算机等级考试辅导（二级）

C程序设计 第二版

清

TP312

497414

# 计算机等级考试辅导

(二级)

# C 程序设计

(第二版)

谭浩强

周海燕

鲍有文

田淑清

徐士良

主编

编著



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

### 内 容 简 介

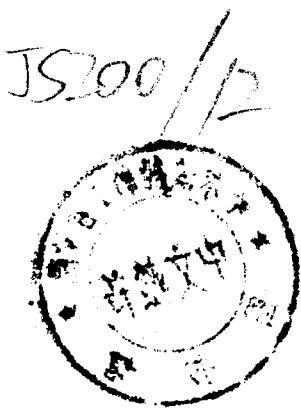
本书是为帮助读者准备参加各类计算机等级考试而编写的辅导材料,内容包括计算机的基本知识和 C 程序设计,基本上覆盖了全国和各地方计算机等级考试的考试大纲要求。

本书的每一章都包括:本章的内容要点、学习难点、例题分析和思考题四部分。针对考试中容易出现的问题作了重点讲解和分析。

本书可作为考生的考前辅导教材,也可作为各类人员学习计算机基本知识和 C 程序设计的辅导教材,也可供自学参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。



书 名: 计算机等级考试辅导(二级) C 程序设计 (第二版)

作 者: 谭浩强 主编 周海燕 鲍有文 田淑清 徐士良 编著

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

责任编辑: 李幼哲

印 刷 者: 大中印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.25 字数: 504 千字

版 次: 1997 年 6 月第 2 版 1997 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-02542-8/TP·1291

印 数: 0001—6000

定 价: 22.00 元

## 再 版 前 言

近年来,在我国,计算机普及的浪潮一浪高过一浪。社会各界人士都已认识到:计算机知识是当代人类文化的一部分,计算机应用能力是当今岗位与职业的要求。各种计算机考试如雨后春笋,吸引了广大群众。其中最受欢迎的是由国家教委考试中心组织的“全国计算机等级考试”。该考试从1994年开考以来,短短两年多,应试人数骤增10倍。人们希望取得全国计算机等级考试证书,以证明自己的计算机知识与应用能力。

为了适应全国和各地区的计算机等级考试的需要,我们于1995年组织编写并出版了《计算机等级考试辅导》丛书。该丛书出版以后,受到了广大读者的欢迎,认为有助于他们的复习和应试。

根据这两年计算机等级考试的情况和读者的要求,我们对该丛书进行了修订并再版。修订的内容主要包括以下几个部分:

1. 根据等级考试的题型,将各章后的“思考题”的题型一律改为选择题和填空题。

2. 参照等级考试的考试要求、考试内容和考试形式,提供一份供应试者自我检查用的“自测验笔试题”,包括50道选择题和20道填空题。答卷时间120分钟,满分100分。可作为试前全面检查自己水平的“模拟试卷”。

3. 提供“上机操作自测题”。根据等级考试要求,上机题包括三个部分:① DOS操作题2道;② 调试修改程序题1道;③ 编程题1道。上机测试时间60分钟,满分100分(三个部分的得分比例为30:30:40)。本书提供5组上机题,供读者练习。

4. 提供各章思考题和“自测验笔试题”和“上机操作自测题”的全部参考答案,以便读者自我检查。

5. 其他章节的部分修改与补充。

相信这样的修改会对等级考试的应试者更有帮助。

应当说明,本书不是一本教材,它的任务不是对课程内容作系统而全面的叙述,它是一本帮助应试者复习备考的辅助读物,帮助应试者检查和巩固应掌握的知识。如果读者希望有一本系统教材,请参阅本书所列的参考文献。

主编 谭浩强

1997年2月

## 前 言

随着我国计算机普及第二次高潮的兴起,各行各业的人们都在努力地学习计算机知识,推动计算机应用。继“中国计算机软件专业技术资格和水平考试”之后,1994 年国家教委考试中心又推出了面向社会的“全国计算机等级考试”。许多省市还开展了面向高校非计算机专业学生的计算机水平测试。这些计算机统一考试的一个共同目的是,力求提供一个统一的、客观的要求和标准,以衡量应试者掌握计算机知识的程度,供社会上各用人单位参考。

经过许多专家的研讨,认为计算机初学者学习计算机知识应当按以下四个层次循序渐进地进行,即:1. 计算机基本知识和初步的操作使用;2. 程序设计,能用一种高级语言或数据库语言编制程序;3. 进一步学习软硬件知识,具有计算机应用软件的初步开发能力(偏软的方向)或计算机应用系统的初步分析和设计能力(偏硬的方向);4. 结合各个专业应用领域为需要,深入学习有关的计算机知识,深入开展计算机应用。

目前,全国和地方的计算机等级考试基本上是按照以上层次划分考试等级的,有的设置了三个考试等级,有的设置了前二个等级。考试的形式多数采用“标准题”(即“客观题”)形式,有的还有上机测试。

为了帮助以上各种考试的应试者复习有关考试内容,熟悉考试形式,检查自己掌握的程度,根据广大读者的要求,我们编写了这套“计算机等级考试辅导”丛书。该丛书包括一级、二级考试的内容,其中二级又包括 BASIC、FORTRAN、PASCAL、C、FoxBASE 五本。每一本书的各章的内容大体上都包含:本章内容要点、学习难点、例题分析、思考题等几部分。当然,这套丛书不是教材,它不可能包罗考试中可能遇到的全部内容和所有形式,只是为读者复习提供的一种辅导材料。

本丛书是邀请京津地区高等学校中具有较丰富教学经验的教师编写的。本书第一章由徐士良编写,其余各章由周海燕、鲍有文、田淑清合作完成。由于时间较紧,可能会有不尽如人意之处。我们准备在第一版出版之后,根据广大读者的意见和等级考试的发展,对本书作必要的修改和补充,使之不断完善。

主编 谭浩强

1995 年 2 月

# 目 录

<b>第一章 计算机基本知识</b> .....	1
1.1 本章要点 .....	1
1.1.1 微型机的硬件与软件系统 .....	1
1.1.2 计算机中数的表示及编码 .....	3
1.1.3 DOS 操作系统概述 .....	7
1.1.4 常用 DOS 命令的使用及常见错误分析 .....	11
1.1.5 微型机的系统维护.....	23
1.1.6 计算机病毒及其防治.....	24
1.2 本章难点.....	25
1.2.1 计算机中数的表示及运算.....	25
1.2.2 磁盘文件的树状目录结构.....	27
1.2.3 DOS 命令的正确使用 .....	28
1.2.4 输入输出改向.....	30
1.2.5 几种打印方式的比较.....	30
1.3 例题分析.....	31
1.3.1 选择题.....	31
1.3.2 填空题.....	35
1.4 思考题.....	38
1.4.1 选择题.....	38
1.4.2 填空题.....	40
<b>第二章 C 语言程序设计的基本知识和简单的语句</b> .....	42
2.1 本章要点.....	42
2.1.1 C 语言程序的组成特点 .....	42
2.1.2 标识符.....	42
2.1.3 数据类型.....	43
2.1.4 常量和变量.....	43
2.1.5 算术运算表达式.....	45
2.1.6 算术赋值运算.....	46
2.1.7 逗号表达式.....	47
2.1.8 数学库函数的调用.....	47
2.1.9 C 语句简介 .....	47
2.1.10 终端上的数据输入和输出 .....	48
2.2 本章难点.....	50

2.2.1	标识符	50
2.2.2	整数类型及其数值转换	51
2.2.3	各种不同进制整数的表示形式	52
2.2.4	正确使用运算符	52
2.2.5	赋值表达式和赋值语句	52
2.2.6	输入输出操作注意事项	53
2.3	例题分析	53
2.4	思考题	62
2.4.1	选择题	62
2.4.2	填空题	66
<b>第三章</b>	<b>控制结构</b>	<b>68</b>
3.1	本章要点	68
3.1.1	关系运算和逻辑运算	68
3.1.2	条件运算符和条件表达式	68
3.1.3	if 语句	69
3.1.4	switch 语句和 break 语句	69
3.1.5	for 循环语句	69
3.1.6	while 循环语句	70
3.1.7	do-while 语句	70
3.1.8	在循环体内使用 break 语句、continue 语句和 goto 语句	70
3.2	本章难点	71
3.2.1	控制表达式的正确使用	71
3.2.2	条件表达式	72
3.2.3	if 语句的正确使用	72
3.2.4	switch 语句的正确使用	73
3.2.5	for 循环	74
3.2.6	while 循环	75
3.2.7	do-while 循环	75
3.2.8	在循环体内使用 break 和 continue 语句	76
3.2.9	语句标号和 goto 语句	76
3.3	例题分析	77
3.4	思考题	90
3.4.1	选择题	90
3.4.2	填空题	92
<b>第四章</b>	<b>指针与数组</b>	<b>104</b>
4.1	本章要点	104
4.1.1	指针变量的定义	104
4.1.2	指针变量的赋值	104

4.1.3	对指针变量的操作 .....	104
4.1.4	指向指针的指针变量 .....	105
4.1.5	C 语言的内存动态分配函数 .....	105
4.1.6	一维数组的定义和元素的引用 .....	106
4.1.7	一维数组和指针 .....	107
4.1.8	二维数组的定义和元素的引用 .....	107
4.1.9	二维数组和指针 .....	108
4.2	本章难点 .....	110
4.2.1	指针变量的概念 .....	110
4.2.2	对指针变量的操作 .....	111
4.2.3	动态存储分配 .....	114
4.2.4	数组 .....	116
4.3	例题分析 .....	119
4.4	思考题 .....	135
4.4.1	选择题 .....	135
4.4.2	填空题 .....	137
<b>第五章</b>	<b>字符数组与字符串</b> .....	<b>148</b>
5.1	本章要点 .....	148
5.1.1	字符数组 .....	148
5.1.2	字符串变量 .....	148
5.1.3	字符串常量 .....	148
5.1.4	赋字符初值 .....	148
5.1.5	通过赋初值隐含确定数组长度 .....	149
5.1.6	通过定义一个字符指针来说明一个字符串 .....	149
5.1.7	用字符数组表示字符串与用字符指针表示字符串的区别 .....	149
5.1.8	赋字符串 .....	150
5.1.9	字符串的输入和输出 .....	150
5.1.10	用二维字符数组构成一维的字符串数组 .....	151
5.1.11	有关字符串处理的库函数 .....	151
5.2	本章难点 .....	152
5.2.1	字符串 .....	152
5.2.2	字符数组 .....	152
5.2.3	字符串的输入和输出 .....	153
5.2.4	用于字符处理的库函数 .....	154
5.3	例题分析 .....	155
5.4	思考题 .....	163
5.4.1	选择题 .....	163
5.4.2	填空题 .....	164



<b>第六章 函数和存储类别</b> .....	167
6.1 本章要点 .....	167
6.1.1 函数的定义和返回值 .....	167
6.1.2 函数的调用 .....	168
6.1.3 实参和形参之间的数值传递 .....	168
6.1.4 带形参的 main 函数 .....	170
6.1.5 局部变量和全局变量 .....	171
6.1.6 变量的存储类别 .....	171
6.1.7 局部变量的存储类别 .....	171
6.1.8 全局变量的存储类别 .....	171
6.1.9 外部函数和静态函数 .....	172
6.2 本章难点 .....	172
6.2.1 函数之间简单数据的传递 .....	172
6.2.2 数组作为实参 .....	174
6.2.3 函数名或指向函数的指针作实参 .....	176
6.2.4 main 函数的参数 .....	177
6.2.5 函数的递归调用 .....	177
6.2.6 函数的声明 .....	180
6.3 例题分析 .....	180
6.4 思考题 .....	197
6.4.1 选择题 .....	197
6.4.2 填空题 .....	199
<b>第七章 结构体、共用体、位段和枚举类型</b> .....	208
7.1 本章要点 .....	208
7.1.1 使用关键字 typedef 说明新的类型标识符 .....	208
7.1.2 结构体 .....	208
7.1.3 位段结构 .....	209
7.1.4 共用体(联合) .....	210
7.1.5 枚举类型 .....	210
7.2 本章难点 .....	211
7.2.1 新类型标识符的正确说明 .....	211
7.2.2 结构体的类型说明 .....	212
7.2.3 结构体变量、数组、指针 .....	213
7.2.4 单向链表 .....	215
7.2.5 共用体和位段 .....	217
7.3 例题分析 .....	219
7.4 思考题 .....	232
7.4.1 选择题 .....	232

7.4.2 填空题 .....	234
<b>第八章 位运算</b> .....	243
8.1 本章要点 .....	243
8.2 本章难点 .....	243
8.2.1 位运算符的运算规则 .....	243
8.2.2 有多个位运算符的表达式 .....	245
8.3 例题分析 .....	245
8.4 思考题 .....	248
8.4.1 选择题 .....	248
8.4.2 填空题 .....	249
<b>第九章 编译预处理</b> .....	253
9.1 本章要点 .....	253
9.1.1 宏定义 .....	253
9.1.2 文件包含 .....	253
9.1.3 条件编译 .....	254
9.2 本章难点 .....	255
9.2.1 预处理命令的特点 .....	255
9.2.2 不带参的宏定义 .....	255
9.2.3 带参的宏定义 .....	255
9.3 例题分析 .....	256
9.4 思考题 .....	259
9.4.1 选择题 .....	259
9.4.2 填空题 .....	260
<b>第十章 文件</b> .....	263
10.1 本章要点.....	263
10.1.1 C 文件的概念 .....	263
10.1.2 有关文件的操作 .....	263
10.2 本章难点.....	265
10.2.1 文件的输入和输出 .....	265
10.2.2 文件的打开和关闭 .....	266
10.2.3 文本文件和二进制文件 .....	266
10.2.4 顺序存取和随机存取 .....	269
10.2.5 通过 main 函数参数接受命令行中的文件名 .....	270
10.3 例题分析.....	271
10.4 思考题.....	276
10.4.1 选择题.....	276
10.4.2 填空题.....	279

第十一章 C 程序调试中的常见错误分析 .....	283
附录 .....	293
附录一 自测验笔试题 .....	293
附录二 上机操作自测题 .....	304
附录三 各章思考题和自测验题参考答案 .....	312
参考文献 .....	330

# 第一章 计算机基本知识

## 1.1 本章要点

### 1.1.1 微型机的硬件与软件系统

一个完整的计算机系统由硬件系统与软件系统两大部分组成。

#### 一、微型机的硬件系统

##### 1. 中央处理器(又称 CPU)

它是由运算器和控制器两部分组成的。其中运算器负责数据的算术运算和逻辑运算;控制器负责提供控制信号,协调并控制输入输出操作以及对内存的访问。根据 CPU 能同时处理的数据位数,常见的微机有 8 位机、16 位机、32 位机,目前又推出了 64 位的高档微机。CPU 的品质决定了微机系统的档次。

##### 2. 存储器

它用于存放程序或数据信息。存储器中的存储单元是以字节为单位进行编址的。存储器的容量是存储器中所包含的字节数,通常用 KB 或 MB 或 GB 表示,有时也用 K 或 M 或 G 来表示。其中  $1\text{KB}=1024$  字节,  $1\text{MB}=1024\text{KB}$ ,  $1\text{GB}=1024\text{MB}$ 。

存储器又分为内存与外存。

内存存储器按其工作方式又可以分为随机读写存储器 RAM 和只读存储器 ROM。RAM 中的数据可以随机地读出和写入,断电后, RAM 中的信息会丢失。ROM 中的数据只能读出而不能写入新的内容,断电后, ROM 中的信息不会丢失。在一般的 PC 机中,内存容量为 640KB,它包括了 RAM 和 ROM,档次较高的微机其内存容量还可以扩充。

内存与 CPU 一起构成了计算机的主机部分。

外存储器又称为辅助存储器。外存的容量一般要比内存大得多,而且可以移动,便于不同系统之间的信息交流。在微机中,最常见的外存储器有磁盘,包括硬盘和软盘。

硬盘的容量要比较盘大得多,目前一般微机所配置的硬盘容量在 60MB 以上。

目前微机上常用的软盘有:容量为 360K 的 5 吋双面双密度(DS,DD)软盘、容量为 1.2M 的 5 吋双面高密度(DS,HD)软盘与容量为 1.44M 的 3 吋双面高密度软盘。5 吋软盘的一侧有一个写保护口,当贴上保护纸后只能读而不能写入。同样,在 3 吋软盘上有一个写保护孔。

在第一次使用磁盘时,必须首先对磁盘格式化。

##### 3. 输入设备

它是外界向计算机传送信息的装置。在微机系统中,最常用的输入设备是键盘和鼠标器。

磁盘机(即磁盘驱动器)也是一种输入设备,它将磁盘上的信息传送到计算机中。

#### 4. 输出设备

它的作用是将计算机中的数据信息传送到外部媒介,并转化成某种为人们所认识的表示形式。在微机系统中,最常用的输出设备有显示器和打印机。

显示器和键盘构成了微机系统的控制台。

磁盘机也是一种输出设备,它负责将主机中的信息传送到磁盘上保存起来。

## 二、微型机的软件系统

通常,软件包括计算机运行所需的各种程序和数据,以及有关的文档。

硬件是软件的物质基础,但硬件能否发挥其作用又取决于软件。

软件一般可以分为系统软件、应用软件和支持软件。

### 1. 系统软件

系统软件通常是指管理、监控和维护计算机资源(包括硬件和软件)的一种软件。最常用的系统软件有:

- 操作系统;
- 各种语言处理程序,如汇编程序、编译程序及解释程序等;
- 数据库管理系统,如 FoxBASE 等。

### 2. 应用软件

应用软件是指利用计算机及系统软件为解决各种实际问题而编制的、具有专门用途的软件。常见的应用软件有:

- 各种字处理软件,如,汉字编辑软件 WORDSTAR、汉字字表编辑软件 CCED 及桌面印刷系统 WPS 等;
- 各种用于科学计算的软件包;
- 计算机辅助制造、辅助设计、辅助教学等软件;
- 各种图形软件等。

### 3. 支持软件

支持软件是指在计算机硬件与系统软件的基础上,用于支援其他软件研制和开发的软件。它的目的是方便用户编制应用软件。

## 三、微型机的分类及主要性能指标

### 1. 微型机的分类

- 按字长分  
分为 8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机。
- 按结构分  
分为单片机、单板机、多芯片机与多板机。
- 按用途分  
分为工业过程控制机和数据处理机。

### 2. 微型机主要性能指标

- 字长
- 时钟频率
- 内存容量
- 外部设备配置
- 软件配置

#### 四、微型机的应用领域

微型机的应用领域很广泛,且应用水平也越来越深入。主要应用有以下几个方面:

- 科学技术计算;
- 数据处理;
- 过程控制;
- 计算机通信;
- 计算机辅助设计、辅助制造、辅助测试与辅助教学等。

### 1.1.2 计算机中数的表示及编码

计算机中的所有信息都是以二进制形式表示的。为了阅读和书写方便,一般又用八进制或十六进制表示。

#### 一、计算机常用计数制

##### 1. 二进制数

在二进制数中,基数为 2。因此在二进制数中出现的数字字符只有两个:0 与 1。每一位计数的原则为“逢二进一”。

要将十进制整数转换为二进制整数可以采用“除 2 取余”法: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。这个过程一直做下去,直到商数为 0 为止,每次得到的余数即为对应二进制数的各位数字,但必须注意:最先得到的余数为二进制数的最低位,最后得到的余数为二进制数的最高位。

例如,将十进制整数 69 转换为二进制整数,过程如下:

2	$\overline{69}$	余数为 1,即 $a_0=1$
2	$\overline{34}$	余数为 0,即 $a_1=0$
2	$\overline{17}$	余数为 1,即 $a_2=1$
2	$\overline{8}$	余数为 0,即 $a_3=0$
2	$\overline{4}$	余数为 0,即 $a_4=0$
2	$\overline{2}$	余数为 0,即 $a_5=0$
2	$\overline{1}$	余数为 1,即 $a_6=1$
	0	商为 0,结束

因此,  $(69)_{10} = (1000101)_2$

要将十进制纯小数转换为二进制小数可以采用“乘 2 取整”法:用 2 乘十进制小数,其

整数部分为  $a_{-1}$ , 再用 2 乘余下的纯小数部分, 其整数部分为  $a_{-2}$ 。这个过程一直做下去, 直到余下的纯小数为 0 或满足所要求的精度为止。最后可得到对应的二进制小数  $(0. a_{-1} a_{-2} \cdots a_{-n})_2$ 。必须注意, 一个十进制小数不一定能准确地转换为二进制小数。

例如, 将十进制小数 0.357 转换为二进制小数, 过程如下:

$$\begin{array}{r}
 0.357 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0.714 \quad \text{整数为 0, 即 } a_{-1}=0 \\
 \\
 0.714 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.428 \quad \text{整数为 1, 即 } a_{-2}=1 \\
 \\
 0.428 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0.856 \quad \text{整数为 0, 即 } a_{-3}=0 \\
 \\
 0.856 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.712 \quad \text{整数为 1, 即 } a_{-4}=1 \\
 \\
 0.712 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.424 \quad \text{整数为 1, 即 } a_{-5}=1 \\
 \\
 \vdots
 \end{array}$$

上述过程可以一直做下去, 但是不能穷尽。如果要求只取到二进制小数点后第五位为止, 则

$$(0.357)_{10} \approx (0.01011)_2$$

对于一般的十进制数, 可以分别将整数部分转换与小数部分转换后再组合起来。例如:

$$(69.357)_{10} \approx (1000101.01011)_2$$

## 2. 八进制数

在八进制数中, 基数为 8。因此, 在八进制数中出现的数字字符有 8 个: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7。每一位计数的原则为“逢八进一”。

与二进制数类似, 将十进制整数转换为八进制整数可以采用“除 8 取余”法; 十进制小数转换为八进制小数可以采用“乘 8 取整”法。

二进制数转换为八进制数采用如下方法: 从小数点开始, 向前每三位一组构成一位八进制整数位; 从小数点开始向后每三位一组构成一位八进制小数位, 若最后不足三位二进

制位,则应添 0 补足三位。例如:

$$\begin{aligned}(69.357)_{10} &\approx (1000101.01011)_2 \\ &= (1,000,101.010,110)_2 \\ &= (105.26)_8\end{aligned}$$

### 3. 十六进制数

在十六进制数中,基数为 16。因此,在十六进制数中出现的数字字符有 16 个:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F,其中 A、B、C、D、E、F 分别表示值 10,11,12,13,14,15。十六进制数中每一位计数原则为“逢十六进一”。

将十进制数转换为十六进制数的方法与二进制数、八进制数类似,其整数部分采用“除 16 取余”法,小数部分采用“乘 16 取整”法。

二进制数转换为十六进制数采用如下方法:从小数点开始向前每四位一组构成一位十六进制整数位;从小数点开始向后每四位一组构成一位十六进制小数位,若最后不足四位二进制位,则应添 0 补足四位。例如:

$$\begin{aligned}(69.357)_{10} &\approx (1000101.01011)_2 \\ &= (0100,0101.0101,1000)_2 \\ &= (45.58)_{16}\end{aligned}$$

同样,也可以很方便地将十六进制数转换为二进制数。

## 二、计算机中数的表示

数有正有负。在计算机中表示一个数时,总是用最高位表示数的符号,其中“0”表示正,“1”表示负。

在计算机中,小数点位置固定的数称为定点数。通常,计算机中的定点数有两种表示法:

- 小数点默认为在一个二进制数最后一位的后面。这种定点数称为定点整数。
- 小数点默认为在二进制数的最高位(即符号位)后面。这种定点数称为定点小数。

在计算机中,既有整数部分又有小数部分的数称为浮点数。通常,浮点数表示为:

$$P = \pm S \times 2^{\pm N}$$

其中 P,S,N 均为二进制数。S 称为 P 的尾数,表示成定点小数;N 称为 P 的阶码,表示成定点整数。

由此可知,浮点数表示中的各部分又都是定点数。不管是定点整数还是定点小数,由于它们的小数点位置固定,因此在运算时可以不考虑小数点的位置,只要区分是定点整数还是定点小数就可以了。

在计算机中,对于有符号的定点数又有三种表示法:原码、反码与补码。

#### 1. 原码

原码表示中,符号位在最高位,“0”表示正,“1”表示负,其数值部分按一般二进制形式表示。下面是原码表示的例:



$$\begin{aligned}
(+50)_{10} &= (+0110010)_2 = (00110010)_{\text{原}} \\
(-50)_{10} &= (-0110010)_2 = (10110010)_{\text{原}} \\
(+127)_{10} &= (+1111111)_2 = (01111111)_{\text{原}} \\
(-127)_{10} &= (-1111111)_2 = (11111111)_{\text{原}}
\end{aligned}$$

在用原码表示时,两个异号数相加时很不方便。

## 2. 反码

正数的反码是原码本身,负数的反码为该数原码除符号位外各位求反(即“0”变为“1”,“1”变为“0”)。例如:

$$\begin{aligned}
(+50)_{10} &= (00110010)_{\text{原}} = (00110010)_{\text{反}} \\
(-50)_{10} &= (10110010)_{\text{原}} = (11001101)_{\text{反}} \\
(+127)_{10} &= (01111111)_{\text{原}} = (01111111)_{\text{反}} \\
(-127)_{10} &= (11111111)_{\text{原}} = (10000000)_{\text{反}}
\end{aligned}$$

可以验证:一个数的反码的反码是原码本身。

## 3. 补码

正数的补码是原码本身,负数的补码是该数的反码最后一位加1。例如:

$$\begin{aligned}
(+50)_{10} &= (00110010)_{\text{原}} = (00110010)_{\text{补}} \\
(-50)_{10} &= (10110010)_{\text{原}} = (11001110)_{\text{补}} \\
(+127)_{10} &= (01111111)_{\text{原}} = (01111111)_{\text{补}} \\
(-127)_{10} &= (11111111)_{\text{原}} = (10000001)_{\text{补}}
\end{aligned}$$

同样可以验证:一个数的补码的补码还是原码本身。

在计算机中,加减法运算可以统一化成补码的加法运算,其符号位参与一起运算,结果为补码形式,这是十分方便的。

在上述三种表示中,反码只是作为求补码过程的一种中间形式。为了运算方便,计算机中所有的定点数一般都化为补码表示。

最后必须指出:当数的绝对值超过所用的二进制位数允许表示的最大值时,就会发生溢出,从而造成运算错误。上述的例子中,均用八位二进制位表示一个有符号定点数,因此,用补码表示的数的范围是:  $-128 \sim +127$ , 如果所要表示的数超过这个范围,就要溢出。如果用十六位二进制位表示数,则用补码表示的数的范围是:  $-32768 \sim 32767$ 。

## 三、字符编码与汉字编码

### 1. 字符编码

目前微型机中普遍采用的字符编码是 ASCII 码。它是用七位二进制数对 127 个字符进行编码,其中前 32 个是一些不可打印的控制符号。

在 ASCII 编码中,十个数字符号、26 个大写英文字母、26 个小写英文字母是分别连续编码的。因此,如果知道了一个数字符号的 ASCII 码,就可推出其它数字符号的 ASCII 码。同样,对于英文大写字母与小写字母的 ASCII 码也是如此。

### 2. 汉字编码及字模信息