

全国计算机技术与软件专业  
技术资格（水平）考试指定辅导用书

# 程序员

# 考试辅导

（第二版）

全国计算机技术与软件专业  
技术资格（水平）考试办公室组编

张淑平 沈林兴 主编



西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试指定辅导用书

# 程序员考试辅导

(第二版)

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试办公室组编

张淑平 沈林兴 主编

西安电子科技大学出版社

2006

## 内 容 简 介

本书是根据《全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试程序员考试大纲》编写的考试辅导书。全书共13章,主要内容包括:计算机系统基础知识、操作系统基础知识、数据库基础知识、多媒体基础知识、网络基础知识、程序语言基础知识、软件工程基础知识、数据结构与算法、标准化与知识产权基础知识、Visual Basic 程序设计、算法与C语言程序设计、C++程序设计和Java语言程序设计。除了程序设计部分,各章均包括考点和分值分布分析、知识点概述、典型例题与分析、强化训练习题和参考答案。

本书浓缩了考试复习内容,知识精练,重点突出,例题丰富,解答详细,既可作为计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试的应试辅导教材,也可作为大专院校、职业技术学校师生的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

程序员考试辅导/张淑平,沈林兴主编. —2版.

西安:西安电子科技大学出版社,2006.12

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试指定辅导用书

ISBN 7-5606-1435-3

I. 程… II. ①张… ②沈… III. 程序设计—工程技术人员—资格考核—自学参考资料  
IV. TP311.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 148067 号

策 划 臧延新

责任编辑 王晓杰 王 瑛

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2004年8月第1版 2006年12月第2版 2006年12月第6次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 28.375

字 数 678千字

印 数 24 001~28 000册

定 价 38.00元

ISBN 7-5606-1435-3/TP·0765

**XDUP 1706012-6**

\* \* \* 如有印装问题可调换 \* \* \*

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

# 第一版前言

全国计算机软件考试实施至今已经历了十多年，在社会上产生了很大的影响，对我国软件产业的形成和发展做出了重要的贡献。为适应我国信息化发展的需求，国家人事部和信息产业部决定将考试的级别扩展到计算机技术与软件的各个方面，以满足社会对各种信息技术人才的需求。

为了适应新的考试大纲要求，编者受全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试办公室委托，在《程序员教程》一书的基础上编写了这本关于程序员考试的辅导用书。由于在考试大纲中要求考生掌握的知识面很广，学习有一定的难度，因此，作者在编写本书时，注意与教材结合，与教材内容同步，对教材中的难点和重点知识进行了补充。本书的每一章均由学习目标与要求、知识点概述、重点与难点分析和强化训练习题四部分组成。

全书共分 11 章，由张淑平和沈林兴担任主编。第 1 章计算机系统基础知识由张淑平、李伯成编写，第 2 章操作系统基础知识、第 3 章数据库基础知识由王业平编写，第 4 章多媒体基础知识由刘强编写，第 5 章网络基础知识由张凤琴编写，第 6 章程序语言基础知识由张淑平编写，第 7 章软件工程基础知识由褚华编写，第 8 章数据结构与算法由张淑平、王卫东编写，第 9 章标准化基础知识由刘强编写，第 10 章 Visual Basic 程序设计基础知识由沈林兴编写，第 11 章算法与 C 语言程序设计由张淑平编写，最后由张淑平统稿。

在本书的编写过程中，参考了许多相关的书籍和资料，编者在此对这些参考文献的作者表示感谢。同时感谢西安电子科技大学出版社在本书出版过程中所给予的支持和帮助。

因作者水平有限，书中难免存在错漏和不妥之处，望读者指正，以利改进和提高。

编者

2004 年 4 月于西安电子科技大学

## 第二版前言

本书是根据《全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试程序员考试大纲》编写的辅导书,配合《程序员教程(第二版)》(清华大学出版社出版)使用。本书的前身是2004年8月出版的《程序员考试辅导》(西安电子科技大学出版社出版),根据两年来的使用情况和发现的问题,作者重新编写了本书。分析程序员考试的历年试题可知,虽然本级别考试内容的分布范围比较广泛,但各知识领域的基本考核点变化并不是很大,核心内容总是以不同形式反复出现。因此,熟练掌握基本知识、基本方法,特别是计算题和程序设计题的基本方法,以不变应万变,是通过该级别考试的不二法门。与前一版相比,各章的主要变化是精简了知识点概述部分的内容,将重点放在常考或必考的知识点上,删除了考试中极少涉及的内容,增加了对历年试题的分析。随着程序设计技术的发展变化,程序员下午的考试在面向对象程序设计方面的考点会逐步加强,因此本书中增加了C++程序设计和Java语言程序设计的内容。

全书共分为13章,由张淑平和沈林兴担任主编。第1章计算机系统基础知识由李伯成、张淑平编写,第2章操作系统基础知识、第3章数据库基础知识由王亚平编写,第4章多媒体基础知识由刘强编写,第5章网络基础知识由严体华、张凤琴编写,第6章程序语言基础知识由张淑平编写,第7章软件工程基础知识由褚华编写,第8章数据结构与算法由张淑平、王卫东编写,第9章标准化和知识产权基础知识由刘强编写,第10章 Visual Basic 程序设计由沈林兴编写,第11章算法与C语言程序设计由张淑平编写,第12章 C++ 程序设计、第13章 Java 语言程序设计由胡圣明编写,最后由张淑平统稿。

在本书的编写过程中,参考了许多相关的书籍和资料,编者在此对这些参考文献的作者表示感谢。同时感谢西安电子科技大学出版社在本书出版过程中所给予的支持和帮助。

因作者水平有限,对于书中的错漏和不妥之处,恳请读者指正,以利改进和提高。

编者

2006年10月

# 目 录

<b>第 1 章 计算机系统基础知识</b> .....	1
1.1 考点和分值分布分析 .....	1
1.1.1 计算机系统基础知识考点 .....	1
1.1.2 计算机系统基础知识点分值分布 .....	1
1.2 知识点概述 .....	2
1.2.1 计算机系统概述 .....	2
1.2.2 数据在计算机中的表示及运算 .....	3
1.2.3 计算机硬件基础 .....	18
1.2.4 指令系统 .....	33
1.3 典型例题与分析 .....	36
1.4 强化训练习题 .....	41
<b>第 2 章 操作系统基础知识</b> .....	45
2.1 考点和分值分布分析 .....	45
2.1.1 操作系统考点 .....	45
2.1.2 操作系统知识点分值分布 .....	45
2.2 知识点概述 .....	46
2.2.1 操作系统基本概念 .....	46
2.2.2 处理机管理 .....	47
2.2.3 存储管理 .....	53
2.2.4 设备管理 .....	60
2.2.5 文件管理 .....	65
2.2.6 作业管理 .....	72
2.3 典型例题与分析 .....	76
2.4 强化训练习题 .....	88
<b>第 3 章 数据库基础知识</b> .....	92
3.1 考点和分值分布分析 .....	92
3.1.1 数据库基础考点 .....	92
3.1.2 数据库系统知识点分值分布分析 .....	92
3.2 知识点概述 .....	93
3.2.1 基本概念 .....	93
3.2.2 数据模型 .....	95
3.2.3 数据库系统体系结构 .....	102
3.2.4 关系数据库与关系运算 .....	106
3.2.5 关系数据库 SQL 语言简介 .....	113
3.2.6 数据库设计 .....	126
3.3 典型例题与分析 .....	130
3.4 强化训练习题 .....	139

<b>第 4 章 多媒体基础知识</b> .....	145
4.1 考点和分值分布分析 .....	145
4.1.1 多媒体基础知识考点 .....	145
4.1.2 多媒体基础知识点分值分布 .....	145
4.2 知识点概述 .....	146
4.2.1 多媒体计算机系统的基本概念 .....	146
4.2.2 音频信息处理及常用音频文件格式类型 .....	148
4.2.3 图形和图像及常用图像文件格式类型 .....	150
4.2.4 动画和视频及常用视频文件格式类型 .....	155
4.2.5 多媒体计算机系统、多媒体网络应用和虚拟现实 .....	157
4.3 典型例题与分析 .....	158
4.4 强化训练习题 .....	162
<b>第 5 章 网络基础知识</b> .....	166
5.1 考点和分值分布分析 .....	166
5.1.1 网络基础知识考点 .....	166
5.1.2 网络基础知识点分值分布 .....	166
5.2 知识点概述 .....	167
5.2.1 计算机网络的组成、功能、分类与拓扑结构 .....	167
5.2.2 ISO/OSI 网络体系结构和协议 .....	168
5.2.3 TCP/IP 协议 .....	169
5.2.4 网络互连设备 .....	170
5.2.5 局域网基础知识 .....	173
5.2.6 Internet 及应用 .....	174
5.2.7 Client/Server 结构、Browser/Server 网络结构 .....	176
5.3 典型例题与分析 .....	177
5.4 强化训练习题 .....	182
<b>第 6 章 程序语言基础知识</b> .....	189
6.1 考点和分值分布分析 .....	189
6.1.1 程序语言基础知识考点 .....	189
6.1.2 程序语言基础知识点分值分布 .....	189
6.2 知识点概述 .....	189
6.2.1 程序设计语言的基础知识 .....	189
6.2.2 汇编程序的基本原理 .....	199
6.2.3 编译程序的基本原理 .....	200
6.2.4 解释程序的基本原理 .....	210
6.3 典型例题与分析 .....	210
6.4 强化训练习题 .....	216
<b>第 7 章 软件工程基础知识</b> .....	220
7.1 考点和分值分布分析 .....	220
7.1.1 软件工程基础知识考点 .....	220
7.1.2 软件工程基础知识点分值分布 .....	220
7.2 知识点概述 .....	221

7.2.1	软件工程和项目管理基础	221
7.2.2	需求分析	224
7.2.3	软件设计	226
7.2.4	程序设计基础知识	228
7.2.5	软件测试与调试	230
7.2.6	软件维护	233
7.2.7	面向对象技术基础	234
7.3	典型例题与分析	237
7.4	强化训练习题	247
<b>第8章</b>	<b>数据结构与算法</b>	<b>250</b>
8.1	考点和分值分布分析	250
8.1.1	数据结构知识考点	250
8.1.2	数据结构知识点分值分布	250
8.2	知识点概述	251
8.2.1	线性结构	251
8.2.2	数组和矩阵	258
8.2.3	树和二叉树	260
8.2.4	图	266
8.2.5	查找	269
8.2.6	排序	274
8.3	典型例题与分析	275
8.4	强化训练习题	282
<b>第9章</b>	<b>标准化与知识产权基础知识</b>	<b>287</b>
9.1	考点和分值分布分析	287
9.1.1	标准化与知识产权基础知识考点	287
9.1.2	标准化与知识产权基础知识点分值分布	287
9.2	知识点概述	288
9.2.1	标准化	288
9.2.2	知识产权基础知识	292
9.3	典型例题与分析	296
9.4	强化训练习题	302
<b>第10章</b>	<b>Visual Basic 程序设计</b>	<b>308</b>
10.1	考点分析	308
10.2	知识点概述	308
10.2.1	可视化的、事件驱动的、面向对象的程序设计基本概念	308
10.2.2	Visual Basic 语言常用的语句	309
10.2.3	Visual Basic 应用开发过程	311
10.2.4	文件系统对象的基本概念与使用方法	311
10.2.5	开发数据库应用程序	313
10.3	典型例题与分析	314
10.4	强化训练习题	318



<b>第 11 章 算法与 C 语言程序设计</b> .....	332
11.1 考点分析 .....	332
11.2 知识点概述 .....	332
11.2.1 常用的算法描述方法 .....	332
11.2.2 C 语言基础 .....	337
11.2.3 链表 .....	350
11.2.4 算法设计方法 .....	352
11.3 典型例题与分析 .....	355
11.4 强化训练习题 .....	386
<b>第 12 章 C++ 程序设计</b> .....	399
12.1 考点分析 .....	399
12.2 知识点概述 .....	399
12.2.1 C++ 语言基础 .....	400
12.2.2 类、对象、继承与多态 .....	410
12.2.3 输入与输出流库 .....	413
12.2.4 异常处理 .....	414
12.3 典型例题与分析 .....	416
12.4 强化训练习题 .....	424
<b>第 13 章 Java 语言程序设计</b> .....	426
13.1 考点分析 .....	426
13.2 知识点概述 .....	426
13.2.1 Java 语言基础 .....	426
13.2.2 Java 的类 .....	430
13.2.3 抽象类与接口 .....	433
13.2.4 异常 .....	433
13.2.5 文件输入、输出和流 .....	435
13.2.6 Java 小应用程序 .....	435
13.2.7 Java 类库的使用 .....	437
13.3 典型例题与分析 .....	439
13.4 强化训练习题 .....	445

# 第1章 计算机系统基础知识

## 1.1 考点和分值分布分析

### 1.1.1 计算机系统基础知识考点

计算机系统基础知识是理解计算机工作原理的重要基础,在每年的程序员考试科目1(上午考题)中,一般占6~15分的分值。按照《全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试程序员考试大纲》要求,本章包含的考点(知识点)主要有:

- (1) 计算机系统的基本组成及工作原理,中央处理器(CPU)、存储系统(主存、辅存、Cache、虚拟存储)及输入/输出(I/O)系统的基本组成结构。
- (2) 计算机中的常用数制,十进制、二进制、八进制和十六进制之间的相互转换。
- (3) 数据的基本表示方法,原码、补码、反码、移码等码制及其特点。
- (4) 基本的算术和逻辑运算,常用的校验方法和校验码(海明码、奇偶校验码)。
- (5) 计算机的指令系统,包括指令格式、基本的寻址方式、指令类型等。

### 1.1.2 计算机系统基础知识点分值分布

2002~2006年程序员级计算机系统基础知识点分值分布如表1-1所示。

表1-1 2002~2006年程序员级计算机系统基础知识点分值分布

知 识 点	分值分布(分)						
	2002年	2003年	2004年		2005年		2006年
			上半年	下半年	上半年	下半年	上半年
数制及其转换、数据的编码表示	4	1	2	7	4	3	3
算术运算和逻辑运算	4	3	1	3	2	1	
校验方法和校验码	2		1	1			
计算机系统的组成		1					1
中央处理器 CPU		1	5	3	3		1
指令系统和寻址方式	2			2			
主存、辅存、Cache 和虚拟存储	2	6	7	1	2	1	2
I/O 处理	1	2			1		1

## 1.2 知识点概述

### 1.2.1 计算机系统概述

#### 1. 计算机系统的基本组成

计算机系统由硬件系统和软件系统组成，硬件是计算机系统中看得见、摸得着的物理装置，软件是程序、数据和相关文档的集合，如图 1-1 所示。

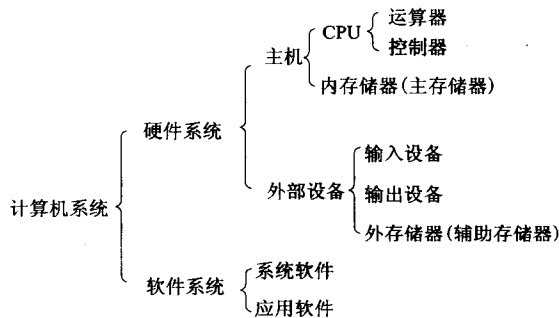


图 1-1 计算机系统的基本组成

#### 相关提示

计算机的基本硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备等部件组成。

运算器是对数据进行加工处理的部件，它主要完成算术和逻辑运算。控制器的主要功能则是从主存中取出指令并进行分析，控制计算机的各个部件有条不紊地完成指令的功能。将运算器、控制器集成在一起，称为中央处理单元(Central Processing Unit, CPU)。

存储器是计算机系统的记忆设备，分为内部存储器(简称内存、主存)和外部存储器(简称外存)。内存速度高容量小，一般用来临时存放计算机运行时所需的程序、数据及中间结果，关机后主存中的数据不再保存。外存可作为主存的后备存储器，可长久保存数据。

习惯上将 CPU 和主存储器的有机组合称为主机。输入/输出设备位于主机之外，是计算机系统与外界交换信息的装置。

#### 考点搜索

【例题】 中央处理器包括\_\_\_\_\_。

- A. 运算器和控制器
- B. 累加器和控制器
- C. 运算器和寄存器组
- D. 运算器和内存

参考答案：A

#### 2. 计算机系统的层次结构

用各种电路器件制造的计算机称为物理计算机或裸机。裸机使用的语言是二进制形式的机器语言。在机器语言的基础上人们开发了抽象层次更高、更接近于人类自然语言的计



考部分,分值一般为5~10分。主要包括二进制、十进制、八进制和十六进制及其转换,原码、反码、补码及其运算,奇偶校验、海明校验方法及其校验码,逻辑代数及逻辑运算。

### 一、计算机中数据的表示

计算机中采用二进制表示数据。数据可分为两类:数值数据和非数值数据。数值数据指表示数量的数据,有正负号。非数值数据主要包括字符、声音、图像等,数据在计算机中存储和处理之前必须用某种编码转换为二进制表示形式。

#### 1. 进位计数制及其转换

计算机中常用的进位计数制有十进制、二进制、八进制和十六进制,如表1-2所示。

表1-2 十进制、二进制、八进制和十六进制数之间的对应关系

	基本数符	基数	位权 (I是整数)	计数特点及进位原则	常用后缀
十进制	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	10	$10^I$	逢十进一	D
二进制	0, 1	2	$2^I$	逢二进一	B
八进制	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	8	$8^I$	逢八进一	O
十六进制	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 A, B, C, D, E, F	16	$16^I$	逢十六进一	H

#### 相关提示

任何一种进位计数制表示的数都可以写成按权展开的多项式之和,即任意一个r进制数N可表示为

$$N_r = \sum_{i=m-1}^{-k} D_i \times r^i$$

其中,  $D_i$  为该数制采用的基本数符,  $r^i$  是权,  $r$  是基数。

例如,十进制数1234.55、二进制数111011.111可分别表示为

$$1234.55 = 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

$$111011.111 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}$$

#### 2. 数制之间的相互转换

各种进位计数制之间的相互转换在程序员考试题中经常出现,应熟练掌握。其中,二进制与十进制、二进制与八进制、二进制与十六进制之间的相互转换是基本内容。

##### 1) 二进制转换为十进制

将二进制数按权展开写成多项式之和的形式,然后按十进制运算规则计算求和。

##### 2) 十进制数转换成二进制

将整数部分和小数部分分别转换,然后再合并。

十进制整数转换为二进制整数的方法是“除2取余”;十进制小数转换为二进制小数的方法是“乘2取整”。

可类比推出十进制数转换为  $r$  进制数的方法：将十进制数的整数部分“除  $r$  取余”得到对应  $r$  进制数的整数部分；将十进制数的小数部分“乘  $r$  取整”得到  $r$  进制数的小数部分。

#### 相关提示

由于  $2^3=8$ 、 $2^4=16$ ，所以二进制数与八进制数、十六进制数之间有简单的转换关系，如表 1-3 所示。

表 1-3 二进制、八进制和十六进制数之间的对应关系

二进制	八进制	二进制	十六进制	二进制	十六进制
000	0	0000	0	1000	8
001	1	0001	1	1001	9
010	2	0010	2	1010	A
011	3	0011	3	1011	B
100	4	0100	4	1100	C
101	5	0101	5	1101	D
110	6	0110	6	1110	E
111	7	0111	7	1111	F

#### 考点搜索

**【例题】** (2002 年初级程序员上午 26 题) 下列各数中最大的是\_\_\_\_\_。

- A. 11010110.0101(二进制)      B. D6.53(十六进制)  
C. 214.32(十进制)                  D. 326.25(八进制)

参考答案：D

#### 【分析与解答】

将各进制数写成按权展开的多项式之和，然后计算该多项式的十进制值，即可在十进制下清楚地比较出它们的大小。

对于选项 A，将二进制数 11010110.0101 转换为十进制数：

$$\begin{aligned} 11010110.0101_2 &= (1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-4})_{10} \\ &= (128 + 64 + 16 + 4 + 2 + \frac{5}{16})_{10} = (214 + \frac{80}{256})_{10} \end{aligned}$$

对于选项 B，将十六进制数 D6.53 转换为十进制数：

$$\begin{aligned} D6.53_{16} &= (13 \times 16^1 + 6 \times 16^0 + 5 \times 16^{-1} + 3 \times 16^{-2})_{10} \\ &= (208 + 6 + \frac{83}{256})_{10} = (214 + \frac{83}{256})_{10} \end{aligned}$$

对于选项 C，将十进制数 214.32 进行变换：

$$214.32_{10} = 214 + \frac{32}{100} = 214 + \frac{81.92}{256}$$

对于选项 D，将八进制数 326.25 转换为十进制数：

$$\begin{aligned} 326.25_8 &= (3 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} + 5 \times 8^{-2})_{10} \\ &= (192 + 16 + 6 + \frac{21}{64})_{10} = (214 + \frac{84}{256})_{10} \end{aligned}$$

显然，这四个选项中最大者为八进制数 326.25。

### 3. 机器数和码制

数据在计算机中表示的形式称为机器数，其特点是采用二进制计数制，数的符号用 0、1 表示，小数点隐含表示而不占存储位。机器数对应的实际数值称为数的真值。

机器数分为无符号数和带符号数。无符号数表示正数，没有符号位。对于无符号数，若约定小数点的位置在机器数的最低位之后，则是纯整数；若约定小数点的位置在机器数的最高位之前，则是纯小数。对于带符号数，机器数的最高位是表示正、负的符号位，其余的位表示数值。若约定小数点的位置在机器数的最低数值位之后，则是纯整数；若约定小数点的位置在机器数的最高数值位之前(符号位之后)，则是纯小数。

为了便于运算，带符号的机器数可采用原码、反码、补码和移码等不同的编码方法，机器数的这些编码方法称为码制。

#### 考点搜索

**【例题】** (2005 年上半年程序员上午 57 题)8 个二进制位至多可表示\_\_\_\_\_个数据。

- A. 8                                      B. 64                                      C. 255                                      D. 256

参考答案：D

**【例题】** (2004 年下半年程序员上午 8、9 题)假设用 12 个二进制位表示数据。它能表示的最大无符号整数为\_(1)\_；若采用原码，它能表示的最小负整数为\_(2)\_。

- (1) A. 2047                                      B. 2048                                      C. 4095                                      D. 4096  
(2) A. -2047                                      B. -2048                                      C. -4095                                      D. -4096

参考答案：(1) C                                      (2) A

#### 相关提示

在程序员考题中，带符号数据的原码、补码和反码表示是重点考核内容，尤其是特殊数据的各种编码表示。数制转换常常不单独作为一个考点，而是综合数据的原码、反码和补码表示进行考核。

· 原码。数值 X 的原码记为  $[X]_{原}$ ，如果机器字长为 n(即采用 n 个二进制位表示数据)，则求  $[X]_{原}$  的方法是：若 X 是纯整数，首先求出 X 的二进制整数表示，并采用高位补 0 的方式补齐 n-1 位，X 为正数时最高位设置为 0，X 为负数时最高位设置为 1，然后连接以 n-1 位表示的 X 的数值部分；若 X 是纯小数，首先求出 X 的二进制小数表示，并采用低位补 0 的方式补齐 n-1 位，X 为正数时最高位设置为 0，X 为负数时最高位设置为 1，然后连接以 n-1 位表示的 X 的小数数值部分。

可见，数值的原码表示就是在符号位后面接数值。

· 反码。数值 X 的反码记作  $[X]_{反}$ ，如果机器字长为 n，则求  $[X]_{反}$  的方法是：先求出  $[X]_{原}$ ，若 X 是正数，则  $[X]_{反}$  就等于  $[X]_{原}$ ；若 X 是负数，则将  $[X]_{原}$  数值部分的各位求反。

即在反码表示中，最高位是符号位，0 表示正号，1 表示负号，正数的反码与原码相同，负数的反码则是其绝对值按位求反。

· 补码。数值 X 的补码记作  $[X]_{补}$ ，如果机器字长为 n，则求  $[X]_{补}$  的方法是：先求出

$[X]_{\text{原}}$ , 若  $X$  是正数, 则  $[X]_{\text{补}}$  就等于  $[X]_{\text{原}}$ ; 若  $X$  是负数, 则先将  $[X]_{\text{原}}$  的数值部分的各位求反, 然后在最低位加上 1。

· 移码。移码表示法是在数  $X$  上增加一个偏移量来定义的, 常用于表示浮点数中的阶码。如果机器字长为  $n$ , 通常规定偏移量为  $2^{n-1}$ , 则移码定义如下:

若  $X$  是纯整数, 则  $[X]_{\text{移}} = 2^{n-1} + X (-2^{n-1} \leq X < 2^{n-1})$ ; 若  $X$  是纯小数, 则  $[X]_{\text{移}} = 1 + X (-1 \leq X < 1)$ 。

实际上, 在偏移  $2^{n-1}$  的情况下, 只要将补码表示的符号位由 0 变为 1 (或由 1 变为 0, 即原符号位取反) 便可获得相应的移码表示。

#### 考点搜索

**【例题】** (2005 年上半年程序员上午 7 题) 在 \_\_\_\_\_ 表示中, 数值 0 是惟一表示的。

- A. 原码                      B. 反码                      C. 补码                      D. 原码或反码

参考答案: C

**【例题】** (2005 年上半年程序员上午 8、9 题) 若用 8 位机器码表示十进制数 -101, 则原码表示的形式为 (1); 补码表示的形式为 (2)。

- (1) A. 11100101    B. 10011011    C. 11010101    D. 11100111

- (2) A. 11100101    B. 10011011    C. 11010101    D. 11100111

参考答案: (1) A    (2) B

#### 【分析与解答】

应先将十进制数转换为二进制表示形式, 然后根据原码、补码的定义进行计算。

将十进制数 -101 转换为二进制形式:

$$-101_{10} = -1100101_2$$

根据原码的定义, 负数的符号位为 1, 数值位取数据的绝对值, 即  $[-101_{10}]_{\text{原}} = 11100101$ 。

根据补码的定义, 负数的符号位为 1, 将其原码各位取反末位加 1 得到数值部分:

$$[-101_{10}]_{\text{补}} = 100011011$$

**【例题】** (2004 年上半年程序员上午 45、46 题) 若 FFH 是一个整数的原码表示, 则该整数的真值为 (1); 若码值 FFH 是一个整数的补码表示, 则该整数的真值为 (2)。

- (1) A. 127                      B. 0                      C. -127                      D. -1

- (2) A. 127                      B. 0                      C. -127                      D. -1

参考答案: (1) C    (2) D

#### 【分析与解答】

在该题目中, 考核了数据的原码和补码表示以及二进制、十进制和十六进制数的转换。这种题目的一般解法是: 首先将 FFH 转换为二进制表示形式, 然后根据原码(补码)的表示方法计算出数据真值的二进制表示, 再转换为十进制数。

由原码的定义可知, 正整数的原码就是其自身, 而负整数的原码只需把其绝对值的原码的符号位置 1 即可(0 表示正号, 1 表示负号)。

因此, 原码 FFH 的真值为  $-1111111 = -127$ 。

由补码的定义可知, 正整数的补码就是其自身, 负整数的补码可以通过对其绝对值逐



位求反并在最低位加 1 求得。

可以把补码 11111111 减 1 再取反(除符号位, 其余按位取反)得到原码 10000001, 即 -1。

#### 4. 定点数和浮点数

##### 1) 定点数

在数据的机器表示中, 若约定小数点的位置固定不变, 则称为定点数。有两种形式的定点数: 定点整数(纯整数, 小数点在最低有效数值位之后)和定点小数(纯小数, 小数点在最高有效数值位之前)。

当机器字长为  $n$  时, 定点数的补码和移码可表示  $2^n$  个数, 而其原码和反码只能表示  $2^n - 1$  个数(0 的表示占用了两个编码), 因此, 定点数所能表示的数值范围比较小, 运算中很容易因结果超出表示范围而溢出。

##### 相关提示

设机器字长为 8, 各种码制表示下的带符号数的范围如表 1-4 所示。

表 1-4 机器字长为 8 时表示的带符号数的范围

码制	定点整数	定点小数
原码	$-(2^7 - 1) \sim +(2^7 - 1)$	$-(1 - 2^{-7}) \sim +(1 - 2^{-7})$
反码	$-(2^7 - 1) \sim +(2^7 - 1)$	$-(1 - 2^{-7}) \sim +(1 - 2^{-7})$
补码	$-2^7 \sim +(2^7 - 1)$	$-1 \sim +(1 - 2^{-7})$

##### 2) 浮点数

基数为 2 的数  $N$  的浮点表示为

$$N = F \times 2^E$$

其中,  $F$  称为尾数,  $E$  称为阶码。

尾数为带符号的纯小数, 阶码通常为带符号的纯整数。计算机中浮点数的一般表示格式如下:

阶码	数符	尾数
----	----	----

很明显, 一个数的浮点表示不是惟一的。当小数点的位置改变时, 阶码也随之相应改变, 因此可以用多种浮点形式表示同一个数。

##### 相关提示

浮点数所能表示的数值范围主要由阶码决定, 精度则由尾数决定。为了充分利用尾数来表示更多的有效数字, 通常采用规格化浮点数。规格化就是将尾数  $F$  的绝对值限定在区间  $[0.5, 1)$  内, 即  $1/2 \leq |F| < 1$ 。当尾数用补码表示时, 需要注意:

(1) 若尾数  $M \geq 0$ , 则其规格化的尾数形式为:  $M = 0.1 \times \times \times \dots \times$ , 其中  $\times$  可为 0, 也可为 1。