



全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试疑难问题解答

网络工程师考试 疑难问题解答

中国系统分析员顾问团 组编

施游 刘毅 朱小平 主编
张友生 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试疑难问题解答

网络工程师考试 疑难问题解答

中国系统分析员顾问团 组编
施游 刘毅 朱小平 主编
张友生 主审



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书根据中国系统分析员顾问团希赛网软考学院 (<http://edu.csai.cn>) 最近三年来的网络工程师 / 网络设计师考试培训辅导经验, 对学员在复习过程中所遇到的常见疑难问题进行了汇集、分析和解答。本书内容涵盖了最新的网络工程师考试大纲 (2004 年版) 所规定的全部内容, 特别强调了交换机和路由器的配置和调试知识, 最后给出了一个网络设计方案。

读者通过阅读本书, 将会对网络工程师考试的知识点有全面的了解, 对在学习过程中遇到的疑难问题有全面的掌握, 达到事半功倍的效果。

本书可以作为软件设计师、数据库系统工程师、信息系统监理师和网络管理员的复习和考试参考用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

网络工程师考试疑难问题解答 / 施游, 刘毅, 朱小平主编. —北京: 电子工业出版社, 2005.9

(全国计算机技术与软件专业技术资格 (水平) 考试疑难问题解答)

ISBN 7-121-01610-9

I. 网… II. ①施… ②刘… ③朱… III. 计算机网络—工程技术人员—资格考核—自学参考资料
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 086285 号

责任编辑: 毕 宁 bn@phei.com.cn

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 32 字数: 675 千字

印 次: 2005 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 49.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试疑难问题解答

编写委员会

组 编：中国系统分析员顾问团

主 编：张友生

副主编：王 勇 施 游 徐 锋

编 委：（按姓名拼音排序）

陈贵春	陈建忠	陈江鸿	邓子云	窦亚玲	高艳明
黄少年	黄以宽	黄云志	简 亮	雷柏先	林晓飞
刘 毅	刘 兴	罗永红	马映冰	聂作明	彭世强
漆 英	戎 檄	沈键钢	苏永乐	唐 强	俊 国
万 火	王乐鹏	王胜祥	吴小军	相红利	谢 顺
谢 睿	徐雷明	杨 飞	于宝东	于 露	张峰岭
郑建兵	郑 睿	周峻松	朱小平		

丛书出版说明

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试（以下简称“软考”）是我国人事部和信息产业部领导下的国家级“以考代评”考试。其目的是科学、公正地对全国计算机与软件专业技术人员进行专业技术资格认定和专业技术水平测试。

软考由于其权威性和严肃性，得到了社会及用人单位的广泛认同。考试通过后颁发的资格证书不仅在全国范围内有效，还实现了中日 IT 考试标准的相互认证，并得到了世界很多国家的认可。

然而，软考的难度却比较大，而且除了官方教程之外缺少针对性更强的辅导书籍。因此对于广大考生而言，一套优秀的考试指南和参考资料，无异于夜航时导航的灯塔，可以使他们更加明确努力的方向，在短时期内迅速掌握考试要领，从而在解题时做到从容应对，如鱼得水。于是，我们邀请了国内资深软考辅导专家，根据多年的理论和实践经验，秉承紧扣大纲、内容全面、指导性强、例题典型、解析精辟的原则，撰写了这套国内最完整、全面的软考大丛书。

本套丛书包括教程、辅导、练习三大主线，由“考点分析与真题详解”、“冲刺指南”、“试题分类精解”、“疑难问题解答”、“题型精解与考前训练”、“全真模拟”六大套系组成。

教程 1：“考点分析与真题详解”系列。本系列书籍严格按照考试大纲，着重对考试大纲规定的知识点进行细化与深化，详尽、细致地讲解考试大纲中要求的内容，并对具有代表性的历年考题进行了重点分析。本系列定位于“大而全，体系性”，适合有充分复习时间的考生，从最基础的知识开始学习。

教程 2：“冲刺指南”系列。从对历年考试分析出发，结合大纲对经常出现的重点、难点进行系统化的归纳与整理。通过知识图谱、大量的图表及横纵对比进行有机的组织与总结，并提出每个知识点的历年考试中的分值和分布情况，使考生能够更加有针对性地掌握考试方向，有效地完成最后“冲刺”。本系列定位于“把书读薄，从试题中提取知识点”，适合于希望用最少的时间实现软考冲刺的考生。

辅导 1：“试题分类精解”系列。历年试题是备考的最佳资料，是考生熟悉考试形式，把握考试动态的最好途径。本系列将根据考试大纲的要求，将历年试题进行分类，并逐一地进行详尽解析，使考生在熟悉考试题型的同时，掌握考试大纲所规定的知识点。

辅导 2：“疑难问题解答”系列。根据 CSAI 软考学院多年来的在线学习班、面授班的辅导过程中，学员经常问到的、经常容易出错的、考试中比较难的一些问题进行组织，使考生掌握考试中的重点和难点知识，迅速突破盲点，提高应试成功率。

练习 1：“题型精解与考前训练”系列。根据历年考题的题型分布出发，精辟地指

出题型的变化与特点,阐述解题思路。并分章节提供6套题量2倍于考试的考前训练题,帮助考生检查自己对每个章节的学习情况,发现自己的弱点。

练习2:“全真模拟”系列。10套全真预测试卷,分析与解答。一样的命题风格、一样的考点分布、一样的难度水平,为考生在战前提供10次练兵的机会。

本套丛书由中国系统分析员顾问团组编,是国内体系最完整、最实用的软考大丛书。作者们拥有丰富的IT项目实践经验,凭借着丰富的备考指导经验,以及多年的软考阅卷工作,使得本套丛书处处闪现着经验与技巧,是突破考试的必备宝典。

由于时间仓促,书中难免存在疏漏之处,欢迎广大读者批评指正。对书中内容的勘误,读者可登录 www.broadview.com.cn 网站进行查阅。同时,为进一步鼓励读者积极参与对本书的勘误,我们将对首先发现错误的读者或提供重大建设性意见和建议的读者,赠送纪念品。

有关本丛书的问题,读者也可以在中国系统分析员顾问团的希赛网(<http://www.csai.cn>)“社区”中的“CSAI 辅导教程”栏目与作者们进行交流。

丛书阅读指南

本丛书的三大主线、六大套系中凝聚了 CSAI 软考学院多年培训与辅导的经验，它们各有侧重，互为补充，构成了一个完整的复习体系。为了帮助读者更好地利用本套丛书，在此为读者提供一些备考和阅读的建议。

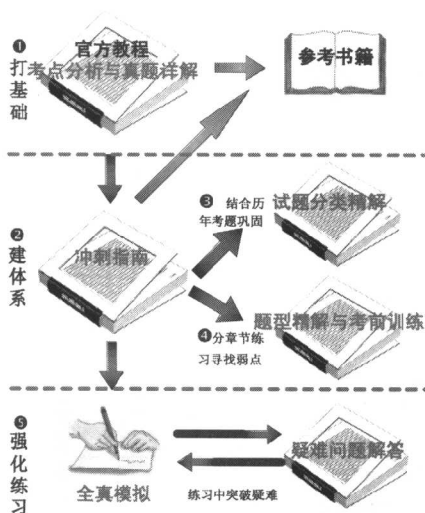


图 0-1 阅读指南

根据多年的考试辅导经验，我们建议您将整个备考过程分为“打基础”、“建体系”、“强化练习”三个阶段。

(1) **打基础 (2~4 个月)**：软考难考、通过率低的主要原因是考试涉及的知识面广，考查点深。因此，如果您有足够的备考时间，或者基础知识稍显薄弱，则必须先夯实基础。而“**考点分析与真题详解**”系列正是为了满足这一需要而编写的。由于该系列严格按照考试大纲，重视体系性，与具体的考题关联性并不直接，因此建议采用泛读的方式，以便对相关的基础知识建立感性的认知。结束标志为对书中的内容有朦朦胧胧的感觉，大致均有点印象。

(2) **建体系 (1~2 个月)**：知识要梳理才能够更好地理解，书要读薄才能够更好地记忆。在自己的脑海中建立完整的考点体系是突破软考的关键一步。而“**冲刺指南**”系列则是为此量身定做的。在这个阶段，您应结合历年的考题（“**试题分类精解**”系列）、考试大纲的要求进行梳理，逐一巩固、逐一检验（“**题型精解与考前训练**”系列）。具体来说：

- 首先阅读“**冲刺指南**”每个章节的综述和知识图谱，以便对本章的考查点、知识点分布、分值比例情况建立宏观的了解，为后面的复习建立基础。

- 根据自身的基础，有选择地泛读和精读知识点描述，着重对图表、横向对比和加粗显示的文字的记忆与理解。
- 结合知识点描述中的历年考题分布情况，阅读相对应的题目（“**试题分类精解**”系列），以便更深入地理解考查点和考查形式，掌握自己的知识薄弱点。
- 在完成一章的学习后，应回到“知识图谱”，对照图谱逐一回放所有的知识点，自行检查掌握的情况，并根据薄弱点再次阅读。对于某种仍然不了解的知识点，可以通过阅读“**考点分析与真题详解**”进一步强化。确保完成每一章的阅读之前，能够清晰地回忆出所有的知识点。
- 每完成一章的阅读，可以结合“**题型精解与考前训练**”系列，更细致地了解题型分布，评价对本章的掌握情况。也就是通过针对性的练习来寻找缺漏。每完成一套练习就应回顾一下知识点。

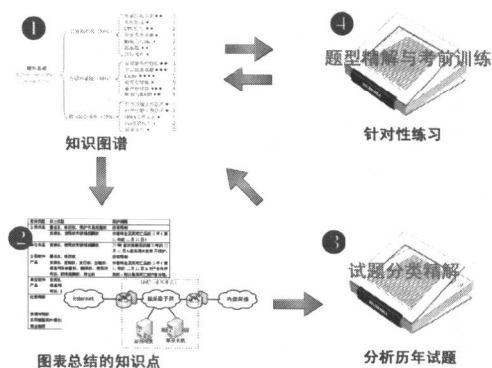


图 0-2 “建体系”

- 在完成一遍的阅读之后，就可以使用“**冲刺指南**”中的模拟试题一进行检查（即分别检查上午、下午），然后借助自评表来找出知识薄弱点，再回头针对性地阅读。
- 在阅读完本书之后，再使用“**冲刺指南**”中的模拟试题二进行检查，系统化地考查知识掌握情况，借助自评表总结复习效果。

提示：如果您的基础较好，或者没有足够的时间，则可以跳过“打基础”这一步。直接从建体系开始，发现不足后再回头补课。

（3）强化练习（0.5~1个月）：俗语说得好，“实践出真知”，当您通过一段时间的复习后，应通过有针对性的强化练习将复习的成果巩固下来。我们的“**全真模拟**”系列提供了10套高水准的模拟试卷，可以让您充分热身；多年面授、网上培训、阅卷总结的易错、易混、难懂的要点，汇聚成为“**疑难问题解答**”系列，可以让您消除盲点，信心百倍地走进考场。

CSAI 的全体顾问与专家还将通过 www.csai.cn 这一网上平台，提供丰富实用的视频和音频资料、及时的问题解答，量身定做个性化辅导，形式多样地面授机宜……从此，“面对软考，更有信心”！

前 言

随着信息化进程的加快,计算机及网络技术的发展和普及,网络工程的应用越来越广泛,网络工程师成为一种热门的职业。十多年来,全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试(以下简称“软考”)已经造就了十多万名软件工程师和网络工程师,为IT事业的发展提供了急需的合格人才。

人事部和信息产业部联合颁发的2003[39]号文件规定,与计算机相关的专业不再进行职称评定,而是统一通过全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试(以下简称“软考”)。这样,报名参加软考的人数越来越多,但是,从作者参与阅卷的情况来看,考试合格率却越来越低。就网络工程师级别而言,特别是下午考试令很多考生望而生畏,成绩很不理想。

中国系统分析员顾问团希赛网软考学院(<http://edu.csai.cn>)从2002年开始从事软考辅导与培训工作,在网络工程师考试辅导方面积累了丰富的经验,学员考试通过率很高。本书根据希赛网软考学院最近三年来的网络工程师考试培训辅导经验,对学员所提出的一系列在考试中所遇到的常见疑难问题进行了汇集、分析和解答。内容涵盖了最新的网络工程师考试大纲(2004年版)所规定的全部内容,特别强调了交换机和路由器的配置和调试知识,最后给出了一个网络设计方案。

本书不仅对准备参加全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试的读者有很大的帮助,而且对从事软件开发的IT从业人员、计算机教学工作的教师和参加其他类似考试的读者也具有一定的参考价值。

本书由中国系统分析员顾问团组编,由施游、刘毅和朱小平主编。第1章至第5章由施游负责编写,第6章至第11章由朱小平负责编写,第12章至第17章由刘毅负责编写。

在本书出版之际,要特别感谢全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试办公室的命题专家们,编者在本书中引用了部分考试原题,使本书能够尽量方便读者的阅读。在本书的编写过程中,参考了许多相关的文献和书籍,编者在此对这些参考文献的作者表示感谢。同时感谢电子工业出版社在本书出版过程中所给予的支持和帮助。

由于编者水平有限,且本书涉及的内容很广,书中难免存在错漏和不妥之处,编者诚恳地期望各位专家和读者不吝指正和帮助,对此,我们将十分感激。

有关本书的意见反馈和咨询,读者可在希赛网社区(<http://bbs.csai.cn>)中的“CSAI辅导教程”版块上与作者进行交流。

编写委员会
2005年7月

第 1 章 计算机体系结构	1
1.1 定点原码、反码、补码表示	1
1.2 关于移码的问题	3
1.3 原码、反码、补码可表示 的数据范围	5
1.4 BCD 码的修正	6
1.5 什么是余三码	7
1.6 国标码和区位码之间 的转化关系	8
1.7 逻辑移位和算术移位的区别	9
1.8 CRC 码(冗余校验码)	10
1.9 海明码	13
1.10 如何理解码距这个概念	17
1.11 为什么有些编码能发现 错误而不能纠正错误	17
1.12 码距和检错纠错有何关联	18
1.13 编码效率	19
1.14 指令编码	19
1.15 页面置换算法	22
1.16 如何计算一个磁盘的指标	23
1.17 计算内存容量	25
1.18 何为内存带宽, 它与内存 工作频率有何关系	25
1.19 Cache	26
1.20 系统可靠性计算	29
1.21 流水线	31
1.22 SISD, SIMD, MISD, MIMD	33
1.23 CISC 技术和 RISC 技术	34
第 2 章 操作系统	37
2.1 进程和线程	37
2.2 进程同步与 PV 原语	41
2.3 什么是局部性原理	47
2.4 UNIX 相关问题	48

2.5 段页式存储、管理, 多级页表问题	51
2.6 内存计算相关的问题	55
2.7 页面缺页次数	57
2.8 死锁和银行家算法	59
2.9 作业调度	62
2.10 DMA 与 I/O 处理机	65
2.11 嵌入式操作系统	66
2.12 SPOOLing 技术	70
2.13 前趋图	70
2.14 时序图	74
2.15 并发与并行	76
第 3 章 系统开发知识	78
3.1 软件工程基础知识	78
3.2 项目管理	83
3.3 需求分析和设计	98
3.4 测试评审	101
3.5 系统运行	105
第 4 章 标准化基础知识	107
4.1 什么是标准及标准化	107
4.2 标准化的主要作用 表现在哪几个方面	108
4.3 标准化的实质和 目的是什么	109
4.4 ISO 和 IEC 各自的特点	109
4.5 标准的分类	110
4.6 标准的代号和编号	112
4.7 标准有效期	114
4.8 汉字编码标准	114
4.9 软件工程标准化	114
4.10 中国的软件标准有哪些	115
4.11 什么是能力成熟度 模型 CMM	116

目 录

CONTENTS

第 5 章 知识产权基础知识	118	10.2 网络技术	254
5.1 知识产权基础知识	118	10.3 路由协议	257
5.2 专利	130	10.4 路由	262
5.3 商业秘密	138	10.5 交换技术	263
第 6 章 网络体系结构	145	10.6 什么是多协议帧 标记交换	266
6.1 网络拓扑结构的理解	145	第 11 章 TCP/IP 协议簇	270
6.2 常见问题	148	11.1 协议层次的概念	270
第 7 章 数据通信基础	153	11.2 因特网	274
7.1 数据通信基础技术的理解	153	11.3 TCP/IP 协议簇	280
7.2 传输与控制技术	163	11.4 TCP/IP 寻址与子网	305
7.3 交换技术	169	11.5 IP 路由	309
第 8 章 专线与广域网技术	172	11.6 IPv6 与 IPv4	310
8.1 广域网通信基础	172	11.7 常见提问	315
8.2 广域网标准	174	第 12 章 系统及网络安全	319
8.3 广域网技术	176	12.1 系统与数据安全 基础知识	319
8.4 城域网传输技术有哪些	181	12.2 网络安全技术与协议	329
8.5 拨号和租用线路	183	第 13 章 服务器配置	342
8.6 传输网络技术	190	13.1 Windows 服务器下 DNS 配置过程	342
8.7 新技术专题	202	13.2 Windows 服务器下 WINS 服务器过程	349
第 9 章 局域网	205	13.3 DHCP 服务器	354
9.1 局域网技术基础	205	13.4 Linux 服务器配置	362
9.2 局域网体系结构与标准	207	第 14 章 网络拓扑结构设计	366
9.3 以太网	214	14.1 层次模型的网络拓扑 结构设计	366
9.4 令牌环网	223	14.2 服务器的选择	367
9.5 令牌总线网	227	14.3 网络安全设计	370
9.6 以太网、令牌总线、 令牌环网的比较	231	14.4 WLAN 设计	376
9.7 FDDI	232	14.5 结构化布线系统设计	379
9.8 无线局域网	235		
第 10 章 网络互联设备与协议	238		
10.1 通信设备	238		

14.6 机房建设实例分析	383	第 17 章 网络设计方案选摘	455
第 15 章 路由器配置	387	17.1 概述部分	456
15.1 Cisco 路由器简介	387	17.2 学校校园网建设需求	456
15.2 路由器配置入门知识	388	17.3 网络、系统平台设计 及产品选型	457
15.3 基本配置	398	17.4 校园应用软件解决方案	468
15.4 VPN 配置	404	17.5 校区光纤主干及 综合布线	468
15.5 路由配置	406	17.6 机房装修及电源防雷、 地线工程设计	482
15.6 广域网设置	418	17.7 工程报价	487
15.7 路由器高级配置	423	17.8 人员培训	487
第 16 章 交换机配置	429	17.9 系统维护、服务 与技术支持	490
16.1 交换机基础配置	429	主要参考文献	492
16.2 交换机的第二层配置	435		
16.3 虚拟局域网 (VLAN) 路由配置实例	442		

计算机体系结构

网络工程师考试大纲要求考生掌握机内代码（原码、反码、补码、移码）、算术运算和逻辑运算等计算机基础知识，重点掌握海明校验码、循环冗余校验码，流水线技术，系统结构，CPU，I/O 系统和总线结构等方面的知识。本章将对这些知识点中出现的一些常见疑难问题进行介绍。

1.1 定点原码、反码、补码表示

首先说说这个定点，所谓定点，是指把小数点的位置固定，有以下两种类型。

- 定点整数：约定所有机器数的小数点位置在机器数的最低位之后。
- 定点小数（也称为纯小数）：约定所有机器数的小数点位置在符号位之后，有效数值部分最高位之前。

与定点相反的是浮点，浮点表示是把一个数的有效数字和数的范围在计算机的一个存储单元中分别予以表示。在这种把数的范围和精度分别表示的方法中，数的小数点位置随比例因子的不同而在一定范围内自由浮动。

① 定点小数原码的定义如下：

$$[X]_{\text{原}} = \begin{cases} X & 0 \leq x < 1 \\ 1 - X & -1 < X \leq 0 \end{cases}$$

例如：

$$X = +0.1011, \text{ 则 } [X]_{\text{原}} = 01011$$

$$X = -0.1011, \text{ 则 } [X]_{\text{原}} = 11011$$

② 定点整数原码的定义如下：

$$[X]_{\text{原}} = \begin{cases} X & 0 \leq X < 2^n \\ 2^n - X & -2^n < x \leq 0 \end{cases}$$

例如:

$$X=+0110, \text{ 则 } [X]_{\text{原}}=00110$$

$$X=-0110, \text{ 则 } [X]_{\text{原}}=10110$$

③ 定点小数反码的定义如下:

$$[X]_{\text{反}} = \begin{cases} X & 0 \leq X < 1 \\ 2 - 2^{n-1} - X & -1 < X \leq 0 \end{cases}$$

例如:

$$X=+0.1011, \text{ 则 } [X]_{\text{反}}=01011$$

$$X=-0.1011, \text{ 则 } [X]_{\text{反}}=10100$$

④ 定点整数反码的定义如下:

$$[X]_{\text{反}} = \begin{cases} X & 0 \leq X < 2^n \\ 2^{n+1} - 1 - X & -2^n < X \leq 0 \end{cases}$$

例如:

$$X=+0110, \text{ 则 } [X]_{\text{反}}=00110$$

$$X=-0110, \text{ 则 } [X]_{\text{反}}=11001$$

⑤ 定点小数补码的定义如下:

$$[X]_{\text{补}} = \begin{cases} X & 0 \leq X < 1 \\ 2 + X & -1 \leq X < 0 \end{cases}$$

例如:

$$X=+0.1011, \text{ 则 } [X]_{\text{补}}=01011$$

$$X=-0.1011, \text{ 则 } [X]_{\text{补}}=10101$$

⑥ 定点整数补码的定义如下:

$$[X]_{\text{补}} = \begin{cases} X & 0 \leq X < 2^n \\ 2^{n+1} + X & -2^n \leq X < 0 \end{cases}$$

例如:

$$X=+0110, \text{ 则 } [X]_{\text{补}}=00110$$

$$X=-0110, \text{ 则 } [X]_{\text{补}}=11010$$

⑦ 问题: 用定点补码表示纯小数, 采用 8 位字长。编码 10000000 表示的十进制数是_____。

A. 0

B. -1

C. +1

D. 128

定点小数将小数点固定在 d_0 之后 d_1 之前, 格式如下:

d_0	.(小数点)	d_1	d_2	...	d_{n-1}
-------	--------	-------	-------	-----	-----------

-1 的补码为 1.0000000。由于定点小数的补码形式为： $x_0.x_1x_2x_3x_4\cdots x_n$ ，所以题目给出的编码，实际上是补码 1.0000000。

又因为求定点补码的规则是：正小数的定点补码是它本身，负小数的定点补码是 2 加本身。此处的补码 1.0000000 所表示的显然不是一个正小数，因为正小数的范围是大于等于 0 且小于 1 的数。现在令要求的十进制数为 x ，我们用负小数的公式来求 x 。由于 $2+x=x$ 的补码，所以 $x=x$ 的补码 -2，求得 $x=-1$ 。

1.2 关于移码的问题

1. 移码的定义

设由 1 位符号位和 n 位数值位组成的阶码，则 $[X]_{\text{移}}=2^n+X$ ($-2^n\leq X<2^n$)，例如：

$X=+1011$ $[X]_{\text{移}}=11011$ 符号位“1”表示正号

$X=-1011$ $[X]_{\text{移}}=00101$ 符号位“0”表示负号

注意：移码只用于表示浮点数的阶码，所以只用于整数。

2. 移码与补码的关系

$[X]_{\text{移}}$ 与 $[X]_{\text{补}}$ 的关系是符号位互为反码，例如：

$X=+1011$ $[X]_{\text{移}}=11011$ $[X]_{\text{补}}=01011$

$X=-1011$ $[X]_{\text{移}}=00101$ $[X]_{\text{补}}=10101$

问题 1

移码用在浮点运算中的阶码中，它为什么是阶码的符号位取反得来，有什么作用？我知道它是怎样得来的，但我不理解它的作用，例如：当两个浮点数相加，我知道把两数阶码变成相同大小，再将尾数相加，可这也没用到移码呀，是不是在两浮点相乘时，但是是怎样用到移码的？

分析：首先我们来看为什么求出的阶码的符号位要取反？根据移码的定义，则有

$$\begin{aligned}[X]_{\text{移}}+[Y]_{\text{移}} &= 2^n + x + 2^n + y \\ &= 2^n + (2^n + (x + y)) \\ &= 2^n + [x + y]_{\text{移}}\end{aligned}$$

我们可以看到，直接用移码实现求阶码之和时，结果的最高位多加了个 1，要得到正确的移码形式结果，必须对结果的符号再执行一次求反。

一般在浮点乘、除法运算中，才用到了移码。移码的引入能使运算变得简单。但要注意的一点就是：在阶码运算中，并不是完全用的移码运算，而是用的移码和补码的混合运算。因为移码和补码的关系为：对同一个数值，其数值位完全相同，而符号位正好完全相反。这样就可以得到以下结论：

由： $[X]_{\text{移}}+[Y]_{\text{补}}=2^n+x+2^{n+1}+y$

$$=2^{n+1}+(2^n+(x+y))$$

得: $[x+y]_{\text{移}}=[x]_{\text{移}}+[y]_{\text{补}}$

$$[x-y]_{\text{移}}=[x]_{\text{移}}+[-y]_{\text{补}}$$

下面我们来看一个浮点乘法运算的实例。

设有浮点数 $x=2^{-5}\times 0.0110011$, $y=2^3\times (-0.1110010)$, 阶码用 4 位移码表示, 尾数(含符号位)用 8 位补码表示。求 $[x\times y]_{\text{浮}}$ 。要求用补码完成尾数乘法运算, 运算结果尾数保留高 8 位(含符号位), 并用尾数低位字长值处理舍入操作。

分析: 移码采用双符号位, 尾数补码采用单符号位, 则有

$$[M_x]_{\text{补}}=0.0110011, [M_y]_{\text{补}}=1.0001110,$$

$$[E_x]_{\text{移}}=01\ 011, [E_y]_{\text{移}}=00\ 011, [E_x]_{\text{移}}=00\ 011,$$

$$[x]_{\text{浮}}=00\ 011, 0.0110011, [y]_{\text{浮}}=01\ 011, 1.0001110$$

① 求阶码和:

$$[E_x+E_y]_{\text{移}}=[E_x]_{\text{移}}+[E_y]_{\text{补}}=00\ 011+00\ 011=00\ 110, \text{ 值为移码形式 } -2。$$

② 尾数乘法运算可采用补码阵列乘法器实现, 即有:

$$[M_x]_{\text{补}}\times[M_y]_{\text{补}}=[0.0110011]_{\text{补}}\times[1.0001110]_{\text{补}}$$

$$=[1.1010010, 1001010]_{\text{补}}$$

③ 规格化处理。乘积的尾数符号位与最高数值位符号相同, 不是规格化的数, 需要左规, 阶码变为 00 101(-3), 尾数变为 1.0100101, 0010100。

④ 舍入处理。尾数为负数, 取尾数高位字长, 按舍入规则, 舍去低位字长, 故尾数为 1.0100101。最终相乘结果为:

$$[x\times y]_{\text{浮}}=00\ 101, 1.0100101$$

其真值为:

$$x\times y=2^{-3}\times (-0.1011011)$$

问题 2

写出下列十进制数据的 IEEE 754 编码。0.15625 为 (1); -5 为 (2)。

(1) A. 1 01111100 0100000000000000000000

B. 0 01111100 0100000000000000000000

C. 0 01111101 0100000000000000000000

D. 0 01111100 1010000000000000000000

(2) A. 0 10000001 0100000000000000000000

B. 1 10000001 0100000000000000000000

C. 1 10000001 1010000000000000000000

D. 1 10000010 0100000000000000000000

分析: IEEE 754 标准在表示浮点数时, 每个浮点数均由三部分组成: 符号位 S , 指数部分 E 和尾数部分 M 。 $S=0$ 表示正数, $S=1$ 表示负数。

浮点数一般采用以下四种基本格式。

- 单精度格式 (32 位): 除去符号位 1 位后, E 占 8 位, M 占 23 位。
- 扩展单精度格式: $E \geq 11$ 位, M 占 31 位。
- 双精度格式: (64 位); E 占 11 位, M 占 52 位。
- 扩展双精度格式: $E \geq 15$ 位, $M > 63$ 位。

在 IEEE 754 标准中, 约定小数点左边隐含有一位, 通常这位数就是 1, 这样实际上使尾数的有效位数为 24 位, 即尾数为 $1.M$ 。指数的值在这里称为阶码, 为了表示指数的正负, 所以阶码部分采用移码表示, 移码值为 127, 阶码值即从 1~254 变为 -126~+127, 在 IEEE 754 中所有的数字位都得到了使用。

① 0.15625 转换成二进制值为 0.00101。

在 IEEE 754 中规格化表示为 1.01×2^{-3} , $E=127-3=124$ 。

IEEE 754 编码为 0 01111100 010000000000000000000000。

② -5 转换成二进制值为 -101。

在 IEEE 754 中规格化表示为 1.01×2^2 , $E=127+2=129$ 。

IEEE 754 编码为 1 10000001 010000000000000000000000。

1.3 原码、反码、补码可表示的数据范围

问题 1

机器数的码长为 8 位, 表示补码时, 是不是除了最高位为符号位, 只有 7 位能表示数值? 所能表示的整数的范围是不是 -128~127? 128 的二进制为 -10000000 (8 位), 那么符号位怎么办? -128 的补码按照取反加 1 的规则, 也是 -10000000, 假如最高位是符号位, 那么按取反加 1 后, 最高位已经是符号位, 是不是算溢出? 怎么还能表示 -128 呢?

分析: 表示补码时, 最高位为符号位, 其余的 7 位表示数值。补码表示的范围是: -128~127。 -128 的补码是 10000000, 这个是无法还原成原码的, 因为原码 (8 位) 的表示范围是 -127~127。补码表示法之所以能多表示一个数是因为原码中的 +0 和 -0 的补码都是 00000000。 +0 的补码等于其原码所以为 00000000。 -0 的原码为 10000000, 反码为 11111111, 补码为 00000000。

n 位的原码、反码和补码能表示的数据范围如图 1-1 所示。

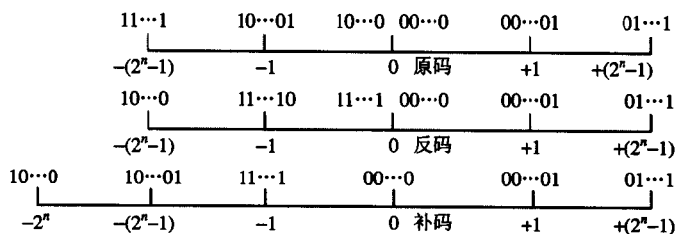


图 1-1 原码、反码和补码能表示的数据范围