



全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试辅导用书

跨越软件设计师考试 精讲精练

全国计算机专业技术资格考试办公室 组编
范立南 主编 吴微 刘天惠 周昕 编著

清华大学出版社

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试辅导用书

跨越软件设计师考试 精讲精练

全国计算机专业技术资格考试办公室 组编
范立南 主编 吴微 刘天惠 周昕 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是根据全国计算机技术与软件专业资格(水平)考试“软件设计师考试大纲与培训指南(2009版)”编写的考试辅导用书。全书主体按照考试大纲的章节编排,分上、下两篇,分别对应上、下午考试内容。上篇有7章,以考试大纲、历年试题考点回顾、典型例题、本章(节)小结、全真模拟训练为体例,对计算机与软件工程基础知识进行深入浅出的剖析与辅导;下篇有3章,以考试大纲、历年试题考点回顾、语言基础知识、典型例题、本章(节)小结、全真模拟训练为体例进行有针对性的讲解与训练。书中附有大量的典型例题和全真模拟训练题,其中包含历年真题和经过作者精心研究总结出来的试题,对典型例题给出了考核的知识点、解题的一般思路、需要注意的问题和针对该题的解答过程等,同时提供了很多答题经验技巧。

与同类书比较,本书内容新、覆盖面广,包括2009版软件设计师考试大纲规定的全部内容,要点清晰,分析透彻,从考生备考复习的角度出发,是一本针对性很强的辅导用书。本书既可作为参加全国计算机技术与软件专业资格(水平)考试软件设计师级的备考用书,也可供高等院校师生、计算机工程技术人员、计算机爱好者学习参考。

本书扉页为防伪页,封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

跨越软件设计师考试精讲精练/范立南主编;吴微,刘天惠,周昕编著. —北京:清华大学出版社,2010.11

(全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试辅导用书)

ISBN 978-7-302-23584-2

I. ①跨… II. ①范… ②吴… ③刘… ④周… III. ①软件设计-工程技术人员-资格考核-自学参考资料 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第158960号

责任编辑:柴文强 赵晓宁

责任校对:徐俊伟

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjje@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:39.5 防伪页:1 字 数:909千字

版 次:2010年11月第1版 印 次:2010年11月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:69.00元

产品编号:036356-01

前 言

本书是全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试办公室推荐使用的参考用书。全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试是国家级的专业认定考试，其权威性得到社会各界的广泛认可，考试分为计算机软件、计算机网络、计算机应用技术、信息系统和信息服务 5 个专业类别，并在各专业类别中分设初级资格、中级资格和高级资格 3 个层次。参加该考试，通过考试并获得相应级别资格（水平）证书的人员，用人单位可聘为技术员或助理工程师、工程师、高级工程师等职务，同时该考试已实现与日本、韩国等国家的认可，含金量极高。每个专业类别的级别层次都有相应的资格名称，“软件设计师”属于计算机软件专业的中级资格。

本书是根据 2009 年版全国计算机技术与软件专业资格（水平）考试“软件设计师考试大纲与培训指南”编写的考试辅导用书。

全书主体按照考试大纲的章节编排，分上、下两篇，分别对应上、下午考试内容。上篇有 7 章，以考试大纲、历年试题考点回顾、典型例题、本章（节）小结、全真模拟训练为体例对计算机与软件工程基础知识进行深入浅出的剖析与辅导。上篇的主要内容包括：第 1 章为计算机科学基础；第 2 章为计算机系统知识，包括计算机硬件基础知识、数据结构与算法知识、操作系统知识、程序设计语言和语言处理程序知识、数据库知识、计算机网络知识、多媒体基础知识；第 3 章为系统开发和运行知识，包括软件工程知识、软件分析基础知识、系统设计基础知识、系统实施基础知识、系统运行和维护基础知识、软件质量管理基础知识、软件过程改进基础知识；第 4 章为面向对象基础知识；第 5 章为信息安全知识；第 6 章为标准化知识；信息化和知识产权基础知识；第 7 章为计算机专业英语。下篇有 3 章，以考试大纲、历年试题考点回顾、语言基础知识、典型例题、本章（节）小结、全真模拟训练为体例进行了有针对性的讲解与训练。下篇的主要内容包括：第 8 章为外部设计、内部设计、数据库应用分析与设计；第 9 章为程序设计，包括考试中涉及的 C 程序设计、C++ 程序设计和 Java 程序设计三种程序设计语言；第 10 章为软件工程与系统实施。书中附有大量的典型例题和全真模拟训练题，其中包含历年真题和经过作者精心研究总结出来的试题，对典型例题给出了考核的知识点、解题的一般思路、需要注意的问题和针对该题的解答过程等，同时提供了很多答题经验与技巧。对于计算机专业英语，总结了常考的知识点；为了提高考生的应试能力，提供了阅读训练材料。对于程序设计语言，对相关语言的基础知识还进行了归纳总结。

本书由范立南、吴微、刘天惠、周力、崔婀娜、周昕编写。其中范立南编写第 1 和第 6 章，2.1 节、2.7 节；吴微编写第 7 章，2.3 节、9.3 节、9.4 节；刘天惠编写第 3、第 4 和

第10章，2.4节；周力编写第8章，2.5节、9.1节；崔婀娜编写2.2节、9.2节；周昕编写第5章，2.6节。全书由范立南统稿。

本书作者长期从事软件水平考试的培训辅导并参加软件水平考试的阅卷工作，积累了丰富的经验，对于考试趋势的把握、考生应试心理状态的分析都有独到的见解，本书即是在此基础上完成的。另外，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。同时也感谢清华大学出版社在本书的出版过程中给予的支持和帮助。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中的疏漏与错误之处恳切希望广大读者多提宝贵意见。

编 者
2010年5月

目 录

上篇 计算机与软件工程知识

第 1 章 计算机科学基础知识3	参考答案142
1.1 考试大纲.....3	2.4 程序设计语言和语言处理程序
1.2 历年试题考点回顾.....3	知识.....143
1.3 典型例题.....4	2.4.1 考试大纲.....143
1.4 本章小结.....17	2.4.2 历年试题考点回顾.....143
1.5 全真模拟训练.....17	2.4.3 典型例题.....143
参考答案.....22	2.4.4 本节小结.....152
第 2 章 计算机系统知识23	2.4.5 全真模拟训练.....152
2.1 计算机硬件基础知识.....23	参考答案.....157
2.1.1 考试大纲.....23	2.5 数据库知识157
2.1.2 历年试题考点回顾.....23	2.5.1 考试大纲.....157
2.1.3 典型例题.....24	2.5.2 历年试题考点回顾.....157
2.1.4 本节小结.....55	2.5.3 典型例题.....157
2.1.5 全真模拟训练.....56	2.5.4 本节小结.....171
参考答案.....69	2.5.5 全真模拟训练.....172
2.2 数据结构与算法知识.....70	参考答案.....178
2.2.1 考试大纲.....70	2.6 计算机网络知识178
2.2.2 历年试题考点回顾.....70	2.6.1 考试大纲.....178
2.2.3 典型例题.....70	2.6.2 历年试题考点回顾.....178
2.2.4 本节小结.....108	2.6.3 典型例题.....178
2.2.5 全真模拟训练.....108	2.6.4 本节小结.....191
参考答案.....117	2.6.5 全真模拟训练.....192
2.3 操作系统知识.....117	参考答案.....194
2.3.1 考试大纲.....117	2.7 多媒体基础知识195
2.3.2 历年试题考点回顾.....117	2.7.1 考试大纲.....195
2.3.3 典型例题.....118	2.7.2 历年试题考点回顾.....195
2.3.4 本节小结.....137	2.7.3 典型例题.....195
2.3.5 全真模拟训练.....138	2.7.4 本节小结.....219

2.7.5 全真模拟训练	219	3.5.4 本节小结	245
参考答案	224	3.5.5 全真模拟训练	245
第3章 系统开发和运行知识	225	参考答案	246
3.1 软件工程知识	225	3.6 软件质量管理基础知识	246
3.1.1 考试大纲	225	3.6.1 考试大纲	246
3.1.2 历年试题考点回顾	225	3.6.2 历年试题考点回顾	247
3.1.3 典型例题	225	3.6.3 典型例题	247
3.1.4 本节小结	230	3.6.4 本节小结	249
3.1.5 全真模拟训练	230	3.6.5 全真模拟训练	249
参考答案	231	参考答案	251
3.2 系统分析基础知识	232	3.7 软件过程改进基础知识	251
3.2.1 考试大纲	232	3.7.1 考试大纲	251
3.2.2 历年试题考点回顾	232	3.7.2 历年试题考点回顾	251
3.2.3 典型例题	232	3.7.3 典型例题	251
3.2.4 本节小结	233	3.7.4 本节小结	253
3.2.5 全真模拟训练	234	3.7.5 全真模拟训练	254
参考答案	234	参考答案	255
3.3 系统设计基础知识	234	第4章 面向对象基础知识	256
3.3.1 考试大纲	234	4.1 考试大纲	256
3.3.2 历年试题考点回顾	234	4.2 历年试题考点回顾	256
3.3.3 典型例题	234	4.3 典型例题	256
3.3.4 本节小结	236	4.4 本章小结	267
3.3.5 全真模拟训练	236	4.5 全真模拟训练	267
参考答案	236	参考答案	274
3.4 系统实施基础知识	236	第5章 信息安全知识	275
3.4.1 考试大纲	236	5.1 考试大纲	275
3.4.2 历年试题考点回顾	236	5.2 历年试题考点回顾	275
3.4.3 典型例题	237	5.3 典型例题	275
3.4.4 本节小结	240	5.4 本章小结	281
3.4.5 全真模拟训练	240	5.5 全真模拟训练	282
参考答案	242	参考答案	284
3.5 系统运行和维护基础知识	242	第6章 标准化、信息化和知识产权	285
3.5.1 考试大纲	242	基础知识	285
3.5.2 历年试题考点回顾	243	6.1 考试大纲	285
3.5.3 典型例题	243	6.2 历年试题考点回顾	285

6.3 典型例题	286	7.3 典型例题	318
6.4 本章小结	312	7.3.1 常考语法常识	318
6.5 全真模拟训练	312	7.3.2 计算机专业基础英语	323
参考答案	317	7.3.3 计算机时文	333
第7章 计算机专业英语	318	7.4 本章小结	339
7.1 考试大纲	318	7.5 全真模拟训练	339
7.2 历年试题考点回顾	318	参考答案	345

下篇 软件设计

第8章 外部设计、内部设计、数据库应用分析与设计	349	9.3.3 典型例题	479
8.1 考试大纲	349	9.3.4 本节小结	494
8.2 历年试题考点回顾	350	9.3.5 全真模拟训练	494
8.3 典型例题	350	参考答案	512
8.4 本章小结	376	9.4 Java 程序设计	513
8.5 全真模拟训练	376	9.4.1 历年试题考点回顾	513
参考答案	392	9.4.2 Java 语言基础	514
第9章 程序设计	399	9.4.3 典型例题	529
9.1 考试大纲	399	9.4.4 本节小结	546
9.2 C 程序设计	399	9.4.5 全真模拟训练	546
9.2.1 历年试题考点回顾	399	参考答案	563
9.2.2 C 语言基础	399	第10章 软件工程与系统实施	565
9.2.3 典型例题	414	10.1 考试大纲	565
9.2.4 本节小结	441	10.2 历年试题考点回顾	566
9.2.5 全真模拟训练	441	10.3 典型例题	566
参考答案	458	10.4 本章小结	601
9.3 C++程序设计	460	10.5 全真模拟训练	602
9.3.1 历年试题考点回顾	460	参考答案	619
9.3.2 C++语言基础	460	参考文献	624

第 1 章 计算机科学基础知识

1.1 考试大纲

(1) 数制及其转换

- 二进制、八进制、十进制和十六进制等常用数制及其相互转换

(2) 计算机内数据的表示

- 数的表示
- 非数值表示（字符和汉字的表示、声音表示、图像表示）

(3) 算术运算和逻辑运算

- 计算机中的二进制数运算方法
- 逻辑代数的基本运算

(4) 其他数学基础知识

- 常用数值计算
- 排列组合、概率论应用、应用统计（数据的统计分析）
- 编码基础
- 命题逻辑、谓词逻辑、形式逻辑的基础知识
- 运筹基本方法

1.2 历年试题考点回顾

无论是作为计算机技术与软件专业的学生，还是从事计算机技术与软件方面的工程技术人员来讲，计算机科学基础知识是必备的也是最基本的知识。因此从考核的角度来讲，本部分的内容主要体现在程序员级别的考试中。对于软件设计师级别考试，并不是每次考试都直接考核本部分的知识点，而是通过对其他知识点的考核间接运用本部分的内容。从 2004~2009 年历年的 12 次软件设计师考试来看，对于本部分内容的直接考核，2004 年上半年、下半年，2005 年下半年，2006 年下半年，2007 年上半年、下半年，2008 年上半年没有涉及；2005 年上半年，2006 年上半年，2008 年下半年，2009 年上半年、下半年的考试中关于本部分的知识点占 2 分左右。考核的知识点主要围绕：原码、反码、补码和移码等数字编码；浮点数的表示与运算；校验方法和校验码（奇偶校验码、海明校验码和循环冗余校验码）。出现过的题型主要有：补码、移码适合在什么场合使用；原码、反码、补码、

移码如何表示 ± 0 ；浮点数的表示形式；浮点数的加减运算（对阶）、相乘运算（结果规格化）；几种校验方法的比较；海明校验码中数据位与校验位的关系等。

1.3 典型例题

【例 1-1】多项式 $2^{14}+2^{11}+2^4+2^1+2^0$ 表示为十六进制数为 (1)，表示为十进制数为 (2)。

- (1) A. 4813H B. 8026H C. 2410H D. EB410H
(2) A. 18448 B. 9232 C. 18451 D. 36902

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是数制间的转换。

解答此类题目的一般思路是：将给出的多项式表达成二进制的形式，然后再将二进制数转换成十六进制数的形式。至于将多项式表示为对应的十进制数形式，即可以采用将给出的多项式直接求和，也可以采用十六进制数转换为十进制数的方法。

针对这道题目，多项式 $2^{14}+2^{11}+2^4+2^1+2^0$ 表示为二进制数为 100100000010011B，则对应的十六进制数为 4813H，对应的十进制数为 18451，所以答案应该是 (1) A，(2) C。

【例 1-2】在计算机中，最适合进行数字加减运算的数字编码是 (1)，最适合表示浮点数阶码的数字编码是 (2)。

- (1) A. 原码 B. 反码 C. 补码 D. 移码
(2) A. 原码 B. 反码 C. 补码 D. 移码

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是机内数据的表示形式。

各种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，小数点则隐含表示而不占位置。机器数对应的实际数值称为数的真值。

机器数有无符号数和带符号数之分。无符号数表示正数，在机器数中没有符号位。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，其余位则表示数值。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。

正数的原码、反码、补码完全相同，其符号位为 0，其余位取值不变。对于负数，负数的原码其符号位为 1，其余各位取值不变；负数的反码其符号位为 1，其余各位在原码基础上按位取反；负数的补码其符号位为 1，其余各位在原码的基础上按位求反，再在末位上加 1。

对于原码加减,操作数与运算结果均用原码表示。当两个相同符号的原码数相加时,只需将数值部分直接相加,运算结果的符号与两个加数的符号相同。若两个加数的符号相异,则应进行减法运算,其方法是先比较两个数绝对值的大小,然后用绝对值大者的绝对值减去绝对值小者的绝对值,结果的符号取绝对值大者的符号。由于原码加减运算时符号位要单独处理,使得运算较复杂,因此在计算机中很少被采用。

为了简化运算方法,常采用补码表示法,以便符号位也能作为数值的一部分参与运算。补码加法的运算法则是和的补码等于补码求和。补码减法的运算法则是差的补码等于被减数的补码加上减数取负后的补码。负数补码表示的实质是将负数映射到正数域,所以可将减法运算化为加法运算,这也是引入补码的原因。与原码减运算相比,补码减运算的过程要简便得多。在补码加减运算中,符号位和数值位一样参加运算,无须作特殊处理。因此,多数计算机都采用补码加减运算法。

移码是机器数的又一种表示方法,又称增码,多表示浮点数的阶码。移码的符号位,用1表示正号,用0表示负号,其求法是把其补码的符号位直接变反即可。

解答此类题目的一般思路是对机器数的编码要熟悉,知道其适用的场合。另外,对原码、反码、补码和移码,还要熟练掌握几种编码中0的表示以及几种编码所能表示的数的范围。

针对这道题目,在计算机中,最适合进行数字加减运算的数字编码是补码,最适合表示浮点数阶码的数字编码是移码,所以答案应该是(1)C,(2)D。

【例 1-3】 计算机中常采用原码、反码、补码和移码表示数据,其中 ± 0 编码相同的是_____。

- A. 原码和补码 B. 反码和补码 C. 补码和移码 D. 原码和移码

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是机内数据编码0的表示。

书写的真值包括数值部分及其符号(+/-),真值在计算机中的表示称为机器数,机器数的表示方法有原码、反码、补码和移码。要注意正、负数的区别,正数的原码、反码、补码完全相同,其符号位为0,其余位取值不变。对于负数,负数的原码其符号位为1,其余各位取值不变;负数的反码其符号位为1,其余各位在原码基础上按位取反;负数的补码其符号位为1,其余各位在原码的基础上按位取反,再在末位上加1。

移码是机器数的又一种表示方法,又称增码,多表示浮点数的阶码。移码的符号位,用1表示正号,用0表示负号,其求法是把其补码的符号位直接取反即可。4种编码中数值0的表示不同,以8位编码为例。

(+0) 原=00000000	(-0) 原=10000000
(+0) 反=00000000	(-0) 反=11111111
(+0) 补=00000000	(-0) 补=00000000
(+0) 移=10000000	(-0) 移=10000000

解答此类题目的一般思路是对机器数的编码要熟悉，特别是原码、反码和补码，要熟练掌握几种编码中 0 的表示以及几种编码所能表示的数的范围。

针对这道题目，在 4 种编码 0 的表示中，原码、反码有 +0 和 -0 之分，即 0 的编码有 2 个；补码、移码无 +0 和 -0 之分，即 0 的编码只有 1 个。在供选择的答案中，±0 编码相同的是补码和移码，所以答案应该是 C。

【例 1-4】一定点数字长 n 位，且最高位是符号位，小数点位于最低位的后面，则该机器数所能表示的最小值是_____。

A. $1-2^{n-1}$

B. -2^{n-1}

C. $-2^{n-1}-1$

D. -2^n

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是定点数的表示范围。

所谓定点数，就是小数点的位置固定不变的数。小数点的位置通常有两种约定形式：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）。

设机器字长为 n ，各种码制表示下的带符号数的范围如表 1-1 所示。

表 1-1 机器字长为 n 时表示的带符号数的范围

码 制	定 点 整 数	定 点 小 数
原码	$-(2^{n-1}-1) \sim +(2^{n-1}-1)$	$-(1-2^{-(n-1)}) \sim +(1-2^{-(n-1)})$
反码	$-(2^{n-1}-1) \sim +(2^{n-1}-1)$	$-(1-2^{-(n-1)}) \sim +(1-2^{-(n-1)})$
补码	$-2^{n-1} \sim +(2^{n-1}-1)$	$-1 \sim +(1-2^{-(n-1)})$
移码	$-2^{n-1} \sim +(2^{n-1}-1)$	$-1 \sim +(1-2^{-(n-1)})$

解答此类题目的一般思路是首先清楚所给数是定点整数还是定点小数，然后确定对应码制的表示范围，最后得到要求的结果。要注意，由于字长为 n 位，且最高位为符号位，因此 2 的幂次是 $n-1$ ，而不是 n ，这是容易出错的地方。

针对这道题目，按题意，该定点数是一个带符号的整数。最小值出现在符号为负，各位为全 0 时，此时该数应用补码表示，所以答案应该是 B。

【例 1-5】某计算机中，浮点数的阶码占 8 位，尾数占 40 位（字长共 48 位），阶码用补码表示，尾数用原码表示，当基数为 2 时，数的表示范围是_____。

A. $-(1-2^{-39}) \times 2^{-128} \sim (1-2^{-39}) \times 2^{127}$

B. $-(1-2^{-40}) \times 2^{-127} \sim (1-2^{-40}) \times 2^{127}$

C. $-(1-2^{-40}) \times 2^{-128} \sim (1-2^{-40}) \times 2^{127}$

D. $-(1-2^{-39}) \times 2^{-256} \sim (1-2^{-39}) \times 2^{255}$

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是浮点数的表示范围。

当机器字长为 n 时，定点数的补码和移码可表示 2^{n-1} 个数，而其原码和反码只能表示 $2^{n-1}-1$ 个数（0 占用了两个编码）。因为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范围而溢出，所以引入了浮点数。浮点数是小数点位置不固定的数，它能表示

更大范围的数。

二进制数 N 的浮点数表示方法为

$$N=2^E F$$

式中, E 称为阶码; F 称为尾数。

在浮点数表示法中, 阶码通常为带符号的纯整数, 尾数为带符号的纯小数。浮点数的一般表示格式为

阶符	阶码	尾符	尾数
----	----	----	----

一个数的浮点表示不是唯一的。当小数点的位置改变时, 阶码也随之改变, 因此可用多种浮点形式表示同一个数。

浮点数所能表示的数值范围主要由阶码决定, 所表示数值的精度由尾数决定。

对浮点数 N : 当 N 为最大正数时, F 是最大正数, E 是最大正数; 当 N 为最小正数时, F 是最大正数, E 是最小负数; 当 N 为最大负数时, F 是最大负数, E 是最小负数; 当 N 为最小负数时, F 是最小负数, E 是最大正数。

解答此类题目的一般思路是首先明确阶码和尾数采用什么编码, 然后计算阶码和尾数的表示范围, 最后组合得到浮点数的表示范围。一定要注意题目中阶码 E 和尾数 F 指定的是什么编码(原码、反码、补码或移码), 否则很容易出错。

针对这道题目, 阶码用补码表示, 尾数用原码表示, 这个浮点数的格式为:

47	46	...	40	39	38	...	0
↑	↑		↑		↑		
阶符	阶码		尾符		尾数		

阶码的表示范围: $-128 \sim +127$ (即 $10000000 \sim 01111111$)

尾数表示的范围: $-(1-2^{-39}) \sim (1-2^{-39})$

最小数为: $-(1-2^{-39}) \times 2^{-128}$

最大数为: $(1-2^{-39}) \times 2^{127}$

这个浮点数的表示范围为 $-(1-2^{-39}) \times 2^{-128} \sim (1-2^{-39}) \times 2^{127}$, 所以答案应该是 A。

【例 1-6】 计算机中 16 位浮点数的表示格式为:

0	3	4	15
阶码	尾数 (含尾符)		

其中, 阶码 4 位 (含 1 位符号) 为定点整数; 尾数 12 位 (含 1 位符号) 为定点小数。设一个数机器码为 1110001010000000。

若阶码为移码且尾数为原码, 则其十进制真值为 (1)

若阶码为移码且尾数为反码, 则其十进制真值为 (2)

若阶码为补码且尾数为原码, 则其十进制真值为 (3)

若阶码为补码且尾数为补码，则其十进制真值为 (4)，将其规格化后的机器码为 (5)。

- (1) ~ (4) A. 0.078125 B. 20
C. 1.25 D. 20.969375
(5) A. 1110001010000000 B. 11110101000000
C. 1101010100000000 D. 11110001010000

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是浮点数的表示及其规格化。

为了充分利用尾数来表示更多的有效数字，即提高数据的表示精度，通常采用规格化浮点数。规定浮点数在运算结束将运算结果存到机器中时，必须是规格化的浮点数。规格化浮点数尾数的最高数值位是有效数字，即正尾数 $0.5 \leq F < 1$ ，负尾数 $-1 < F \leq -0.5$ 。

要求规格化以后，其尾数部分是正数时为 $0.1 \times \times \times$ 的形式；是负数时，对于原码为 $1.1 \times \times \times$ 的形式，对于补码为 $1.0 \times \times \times$ 的形式，可以通过尾数小数点的左右移动和阶码的变化实现。

此类题通常给出计算机中的浮点数表示形式，给出机器码，并指出阶码和尾数的编码，求它的十进制真值；或已知十进制真值，求内码表示。只要了解它的结构和表达形式及转换关系，不管如何考，都可以做到游刃有余。

解答此类题目的一般思路是对给定的机器码按给定的浮点数格式得到阶码和尾数，然后将阶码变为十进制数，最后得到浮点数的十进制真值。判断如果给定的浮点数机器码不是规格化表示，则可将其表示为规格化的机器码。规格化时，先看给定的浮点数机器码的尾数是用什么码表示，然后看看是否已是规格化数，如不是，将尾数小数点移位，但要注意，为保持浮点数的真值不变，阶码一定要相应地调整。另外在解答此类题目时，还要注意题目条件中给出的阶码和尾数是用什么码表示的，否则很容易出错，而得不到正确的结果。

针对这道题目，对所给机器码 1110 0010 1000 0000，按所规定的浮点数表示形式，可知阶码为 1110（最高位为阶符 1），尾数为 001010000000（最高位为尾符 0）。

(1) 若阶码为移码，1110 表示为十进制数 +6，尾数为原码，表示 +0.0101B，则浮点数为 $2^6 \times 0.0101B = 010100B = 20$ 。

(2) 若阶码为移码，尾数为反码，因为该尾数为正，其原码与反码相同，所以结果同 (1)。

(3) 若阶码为补码，1110 表示为十进制数 -2，尾数为原码，即 +0.0101，该浮点数为 $2^{-2} \times 0.0101B = 0.000101B = 0.078125D$ 。

(4) 若阶码为补码，且尾数也为补码，因该尾数为正数，所以结果同 (3)。

(5) 将 (4) 中的浮点数用规格化数形式表示。 $2^{-2} \times 0.0101B = 2^{-3} \times 0.101B$ ，阶码 -3 的补码为 1101，因为浮点数规格化要求尾数最高数据位为有效数据位，即尾数绝对值 ≥ 0.5 。

实际判断时,对于尾数以补码表示时,看符号位与最高位是否不同,如不相同即为规格化数,如相同即为非规格化数,故规格化后的机器码为 1101 010100000000。

对于本题(5),就给出的机器码来说,就是使其尾数 001010000000 左移一位成为 010100000000,相当于尾数数值乘 2,相应地其阶码就应减 1,即-2 减 1 得-3。所以答案应该是(1) B, (2) B, (3) A, (4) A, (5) C。

【例 1-7】 计算机在进行浮点数的相加(减)运算之前先进行对阶操作,若 x 的阶码大于 y 的阶码,则应将_____。

- A. x 的阶码缩小至与 y 的阶码相同,且使 x 的尾数部分进行算术左移
- B. x 的阶码缩小至与 y 的阶码相同,且使 x 的尾数部分进行算术右移
- C. y 的阶码扩大至与 x 的阶码相同,且使 y 的尾数部分进行算术左移
- D. y 的阶码扩大至与 x 的阶码相同,且使 y 的尾数部分进行算术右移

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是浮点数的加减运算。

设浮点数 $X = M \times 2^i$, $Y = N \times 2^j$, 求 $X \pm Y$ 的步骤一般分为 5 步。

(1) 对阶。

使小阶向大阶看齐,达到使两个数的阶码相同。令 $k = |i - j|$, 把阶码小的数的尾数右移 k 位,使其阶码加上 k 。

现以 $X = 2^{01} \times 0.1101$, $Y = 2^{11} \times (-0.1010)$, 求 $X + Y$ 为例说明。

若两数均以补码表示,并用双符号位,即

$$[X]_{\text{补}} = 00\ 01, \quad 00.1101 \quad (\text{阶码} \quad \text{尾数})$$

$$[Y]_{\text{补}} = 00\ 11, \quad 11.0110 \quad (\text{阶码} \quad \text{尾数})$$

$$k = j - i = 0011 - 0001 = 0010 \quad \text{即将 } X \text{ 尾数右移 2 位}$$

$$[X]_{\text{补}} = 00\ 11, \quad 00.0011 \quad (\text{阶码} \quad \text{尾数}) \quad \text{对阶完成}$$

(2) 求尾数和(差)。

得到: $00.0011 + 11.0110 = 11.1001$

即

$$[X + Y]_{\text{补}} = 0011, \quad 11.1001 \quad (\text{阶码} \quad \text{尾数})$$

(3) 结果规格化并判断溢出。

对于补码尾数:

若无溢出,即符号位为 00 (正数), 11 (负数), 向左格式化。规格化结果为 $00.1 \times \times \times$ (正数) 或 $11.0 \times \times \times$ (负数)。规则: 尾数每左移 1 位, 阶码减 1。

若有溢出,即符号位为 01 (正溢出一上溢), 10 (负溢出一下溢), 向右格式化。规格化结果为 $00.1 \times \times \times$ (正数) 或 $11.0 \times \times \times$ (负数)。规则: 尾数右移 1 位, 阶码加 1。

对于上例

$$[X + Y]_{\text{补}} = 0011, \quad 11.1001 \quad (\text{阶码} \quad \text{尾数})$$

不是规格化数，尾数左移 1 位，得到

$$[X+Y]_{\text{补}} = 0010, 11.0010 \quad (\text{阶码} \quad \text{尾数})$$

(4) 舍入。

在对阶或向右规格化时，尾数要向右移位，其低位部分会被丢掉，应进行舍入处理。

常用方法有：

- ① 截断法：将溢出的末尾数据全部截去。
- ② 末位恒 1 法：将要保留的末位数据恒置 1。
- ③ 0 舍 1 入法：若右移时被丢掉数位的最高位为 0 则舍去，为 1 则将尾数的末位加 1（相当于四舍五入）。

(5) 阶码溢出判断。

若阶码溢出，则表示浮点数的运算结果溢出。

若阶码正常，则加（减）运算正常结束；若阶码下溢，则置结果为 0；若阶码上溢，则置溢出标志。

解答此类题目的一般思路是要熟练掌握浮点数加减运算的 5 个步骤。实际运算可能出现的问题是：

① 对阶不正确。要注意对阶操作总是使小阶向大阶对齐，即小阶的尾数向右移位，每右移一位，其阶码加 1，直到两数的阶码相等为止，右移的位数等于阶差。同时要注意符号位的移位及尾数右移的舍入处理。

② 运算结果未规格化。对尾数求和和运算后对浮点数进行规格化处理。

另外，对于浮点乘法除法运算：

- ① 阶码运算：阶码求和（乘法）或阶码求差（除法）。
- ② 浮点数的尾数处理：浮点数中尾数进行乘法除法运算，其结果也要规格化并进行舍入处理。

针对这道题目，主要是浮点加减法的对阶问题，其关键是小阶向大阶对齐，小阶的尾数向右移位，根据题意， x 的阶码大于 y 的阶码，因此应使 y 的阶码扩大至与 x 的阶码相同，且使 y 的尾数部分进行算术右移，所以答案应该是 D。

【例 1-8】 用二进制加法器对二-十进制编码的十进制数求和，当和的个位十进制数二-十进制编码不大于 1001 且向高位无进位时，（1）；当和不大于 1001 且向高位有进位时，（2）；当和大于 1001 时，（3）。

- (1) ~ (3) A. 不需进行修正 B. 需进行加 6 修正
C. 需进行减 6 修正 D. 进行加 6 或减 6 修正，需进一步判别

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是二-十进制编码的加法运算规则。

在二-十进制编码中，每位十进制数与不大于 1001 的二进制数相同，但求得的和可能大于 1001，因而需要进行修正。4 位二进制数逢 16 进位，二-十进制数逢 10 进位，两者相

差6。所以在进行二-十进制编码加法运算时需要遵循以下规则。

- (1) 当和不大于一001且向高位无进位时, 不需进行修正。
- (2) 当和不大于一001且向高位有进位时, 需要进行加6修正。
- (3) 当和大于1001时, 需要进行加6修正。

解答此类题目的一般思路是要正确理解二进制数、十进制数、BCD码, 注意其相互关系及运算法则。

针对这道题目, 根据上述论述, 答案应该是(1) A, (2) B, (3) B。

【例 1-9】 X 、 Y 是两个单字节带符号的整数, 已知 $[X]_{\text{补}}=10100111$, $[Y]_{\text{补}}=11011011$, 现执行减法运算, 其 $X-Y$ 的结果应等于_____。

- A. 10000010 B. 11001100 C. 11001101 D. 00110011

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是二进制数的运算方法。

计算机中通常只设置加法器, 减法运算是转换为加法运算来实现的。对原码表示的机器数进行运算时, 符号位和数值位需要分别处理, 因此计算机的加、减运算中常采用机器数的补码表示形式。

补码加法的运算法则是: 和的补码等于补码的和, 即 $[X+Y]_{\text{补}}=[X]_{\text{补}}+[Y]_{\text{补}}$ 。

补码减法的运算法则是: 差的补码等于被减数的补码加上减数取负后的补码, 即 $[X-Y]_{\text{补}}=[X]_{\text{补}}+[-Y]_{\text{补}}$ 。因此, 在补码表示中, 可将减法运算转换为加法运算。

解答此类题目的一般思路是将减法运算转换为补码加法运算。由于 $[X-Y]_{\text{补}}=[X]_{\text{补}}+[-Y]_{\text{补}}$, 故需求 $[-Y]_{\text{补}}$, 而己知 $[Y]_{\text{补}}$, 求 $[-Y]_{\text{补}}$ 的法则是: 对 $[Y]_{\text{补}}$ 包括符号位“求反且最末位加1”, 即可得到 $[-Y]_{\text{补}}$ 。要注意: 己知 $[X]_{\text{补}}$, 求 $[-X]_{\text{补}}$ 时一定要把符号位也一同“求反加1”(无论正负); 这与己知 $[X]_{\text{原}}$ 求 $[X]_{\text{补}}$ 不同(负数时), 其符号位不变。

针对这道题目, 根据己知确定 X 、 Y 均是负数, 且是补码的表示形式。

因为 $[Y]_{\text{补}}=11011011$ 有 $[-Y]_{\text{补}}=00100101$

则 $[X-Y]_{\text{补}}=[X]_{\text{补}}+[-Y]_{\text{补}}=10100111+00100101=11001100$

所以 $X-Y=-0110100$

结果为 -0110100 或 11001100 , 所以答案应该是B。

【例 1-10】 设 $X=+1000001$, $Y=+1000011$, 采用双符号位判决法求得的 $[X+Y]_{\text{补}}$ 结果为_____。

- A. 0 0000100 B. 01 0000100 C. 00110110 D. 10 0110110

【解析】

这一类型的题目考查的知识点是补码的运算及其溢出。

在确定了运算的字长和数据的表示方法后, 数据的范围也就确定了。一旦运算结果超出所能表示的数据范围, 就会发生溢出。溢出时, 运算结果肯定是错误的。

当两个同符号的数相加(或者是相异符号数相减)时, 运算结果有可能产生溢出。