电子通信类专业
学习及考研辅导丛书

数字电子技术

学习及考研辅导

海欣 主编 何嘉扬 温正 编著

国防工业出版社
National Defense Industry Press

电子通信类专业学习及考研辅导丛书

数字电子技术

学习及考研辅导

海欣 主编

何嘉扬 温正 编著

国防工业出版社

·北京·

内容简介

数字电子技术是高等院校开设的专业基础课程，同时也是全国高等院校相关专业的硕士入学考试必考课程。为了帮助广大考生进行系统复习，我们根据“数字电子技术”课程教学基本要求编写了本书。

全书共分为18章，每一章均由知识要点、知识点详解、真题及例题解析、自我测试4部分组成。本书首先通过知识要点和知识点详解对本章内容作了高度概括和叙述。真题及例题解析中例题大都选自国内重点高等院校和科研院所历年考研真题，并作了详细分析和解答。自我测试中均有参考答案，可通过练习以检测学习效果，进一步提高解题能力。本书最后还给出了重点高等院校的硕士研究生入学考试题，并给出了部分答案。

本书可作为相关专业学生报考硕士学位研究生学习用参考书及复习指导书，也适合于高等院校相关专业的学生自学使用，同时可作为高等院校青年教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术学习及考研辅导/海欣主编.—北京：国防工业出版社，2008.8
(电子通信类专业学习及考研辅导丛书)
ISBN 978-7-118-05780-5

Ⅰ.数… Ⅱ.海… Ⅲ.数字电路－电子技术－高等学校－教学参考资料 Ⅳ.TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第080032号

※

国防工業出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100044)
新艺印刷厂印刷
新华书店经售
*
开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 485 千字
2008年8月第1版第1次印刷 印数 1—4000 册 定价 38.00 元

国防书店：(010)68428422 发行邮购：(010)68414474
发行传真：(010)68411535 发行业务：(010)68472764

前　言

数字电子技术是高等院校相关专业开设的技术基础课程，它是所有相关后续专业课程的基础，同时也是高等院校相关专业硕士研究生入学考试课程。为了帮助广大的考研学生学习和提高，特别是进行系统复习，我们根据高等工科院校“数字电子技术”课程教学基本要求编写了本书。

由于高等院校众多，水平不同，要在有限的篇幅内完成对各类专业课程有针对性的指导是相当困难的。为了解决这方面的问题，我们经过反复讨论，并征求了大量一线教师的意见，将一些通用原则和方法的指导放在首位，并结合大量相关实例进行了讲解。

本书共分 18 章，每章内容包括：

(1)知识要点　对于每章的重要知识，尤其是在历年真题中经常出现的重要考点作了总结和提示，读者可以根据提示对本章内容在复习时有所侧重。

(2)知识点详解　结合知识要点提示，再对每一章的知识要点进行详细地讲解，使读者可以快速地把握知识要点，从而提高复习效率。在总结部分还添加了一些解题技巧，更加有利于读者复习。

(3)真题及例题解析　该部分针对典型考研真题分析中提出的相应考点，帮助读者筛选出相关真题，结合高等院校数字电子技术历年真题进行全面地讲解，并在最后给出规律性的总结，更加方便读者去把握考点，更好地应对考研。

(4)自我测试　在每一章的后面给出了部分自我测试题，并附有参考答案，读者可通过练习以检测学习效果，进一步提高解题能力。

(5)在本书的附录给出了部分高等院校最新数字电子技术硕士研究生入学考试真题，对于报考硕士研究生的考生来说，这无疑是最宝贵的资源。

数字电子技术考题的具体类型并不是很多，因此在选择例题和习题的过程中，我们主要针对典型题型和一些具有代表性的真题进行了总结，并选择了一些高等工科院校的最新试题。目的是使读者了解和掌握不同类型题目的解题方法和技巧，以便扩大解题思路，培养分析和解决实际问题的能力。

本书力求科学性、先进性、指导性，既能促进高等工科院校学生的数字电子技术学习，又不脱离大多数一般院校的实际，提供切实可行的参考实例。本书可作为相关专业学生报考硕士研究生学习用参考书及复习指导书，也适合于高等院校相关专业的学生自学使用，同时可作为高等院校教师的教学参考书。

在收集和整理历年考研真题和笔记的过程中，得到了清华大学、上海交通大学、东南大学、同济大学、西安交通大学、西北工业大学、浙江大学、北京航空航天大学、哈尔滨工业大学、天津大学、中国科学技术大学、华中科技大学、华南理工大学、中国科学院等高等院校和科研院所的教师及研究生的热情帮助，在此向他们表示衷心感谢。

本书由海欣主编，何嘉扬、温正编著，另外杨景红、石良臣、丁金滨、凌桂龙、王菁、夏金玉、刘志明、周懿等也参与了部分章节的编写工作。同时由北京航空航天大学一线授课教师对该书进行了认真仔细的审阅，并提出了许多极为宝贵的修改意见，对提高本书质量起了很大的作用，在此致以衷心的感谢！

由于作者水平有限，编写时间较短，书中欠妥及错误之处在所难免，希望读者和同仁能够及时指出，共同促进本书质量的提高。

读者在使用本书时，出现关于本书的相关疑问以及碰到难以解答的问题，可以到为本书专门提供的海欣考研论坛提问或直接发邮件到编者邮箱，编者会尽快给予解答。另外，该论坛还提供了其他高等院校部分真题的参考答案，读者可以到相关栏目下载。

编者邮箱：kaoyanshu@126.com

海欣考研论坛网址：www.haixin.org/kybbs

编 者

2008年5月于北京

目 录

第1章　数制与编码

知识要点

本章内容主要是数字电路和数字系统中数值信息的表征方法——数制及其相互转换，以及非数值信息的表征方法——编码。

重点：各种常用数制之间的相互转换。

难点：带符号二进制数的代码表示原码、反码、补码和真值，及其相互转换。

考点：二进制数、八进制数、十进制数和十六进制数及其相互转换。

1.1　知识点详解

1.1.1　进位计数制

数制就是计数体制，计数方法，表示数的一组统一符号和计数规则。进位计数法是指把数划分为不同的位数，按照位数进行累加。

十进位计数制：采用10个有序数字符号0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，其中若干位数字符号和一个小数点符号并列一起表示一个十进制的数，"逢十进一"。

基数：表示某种数字符号所包含的个数，例如，二进制的基数为2，十进制的基数为10。

权：表示某种进位制的数中不同位置上数字的单位值。例如：十进制的十位上的权为10，百位上的权为10的平方。

二进制：当基数为2时，称为二进制。按照"逢二进一"的规律。二进制只有0、1。

八进制：当基数为8时，称为八进制。按照"逢八进一"的规律。八进制只有0、1、2、3、4、5、6、7。

十六进制：当基数为16时，称为十六进制。按照"逢十六进一"的规律。十六进制有0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。

1.1.2　数制转换

将一个数从一种进位计数制转换成另一种进位计数制的方法，称为数制转换。数制转换方法有如下两种。

(1) 多项式替代法　将某进制数的位置基数展开为多项式的表示法，并且式子中的所有数字符号都用原来的进制表示。

(2) 基数乘—除法　包括基数乘法和基数除法。基数乘法主要用于不同进制数之间小数的转换；基数除法主要使用于任意进制的整数之间的转换。

1.1.3　数的原码、反码、补码

通常在数值前面加上“+”表示正数，“-”表示负数，并且分别用0和1来表示。

1. 原码

原码的数值部分以真值形式表示，而符号部分按照以0表示正1表示负；小数原码的最高位为符号位，紧接着是小数点，然后是数值位。

若 $x = \pm 00\cdots0$，原码存在两种表示方式，$[x]_{原} = 000\cdots0$ 和 $[x]_{原} = 100\cdots0$。

2. 反码

反码表示法的符号与原码相同，最高位为符号位，用0表示+，用1表示-，反码的数值部分则与符号相关，正数的反码与原码的数值部分相同，负数的反码的数值是将原码的数值按位取反。反码的性质如下：

(1) 若 $x = +abcde$，则 $[x]_{反} = 0abcde$，若 $x = -abcde$ 则其反码 $[x]_{反} = 1\bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d}\bar{e}$。

(2) 当真值 $x = \pm 00\cdots0$ 时，其反码有两种表示 $[x]_{反} = 000\cdots0$ 或者 $[x]_{反} = 111\cdots1$。称为零表示不唯一。

(3) 一个数的反码的反码是这个数的原码。

(4) 反码运算时，两个反码的和等于两数和的反码。在采用加法代替减法时，减去一个正数等于加上一个负数。

3. 补码

补码表示法的符号同原码，而数值部分与它的符号相关。正数时，补码的数值位与原码相同，负数时补码的数值位是将原码按位取反，再在最低位上加+1。补码的性质如下：

(1) $x = +abcde$，其补码 $[x]_{补} = 0abcde$；$x = -abcde$ 其补码为 $[x]_{补} = 1\bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d}\bar{e} + 1$。

(2) 当 $x = \pm 00\cdots0$ 时，其补码表示方法唯一，补码中零的表示法唯一。

(3) 补码的补码仍是原码。

(4) 补码表示法中，真值 x 为负数时的定义域同原码反码不同。当 $x = -2^n$ 时，$[x]_{补} = 2^{n+1} - 2^n = 2^n$。

补码运算中，两个数补码的和等于两数和的补码，同时符号位也是参加运算的，而且符号位的进位丢弃，而不像反码运算时把符号位进位循环相加。

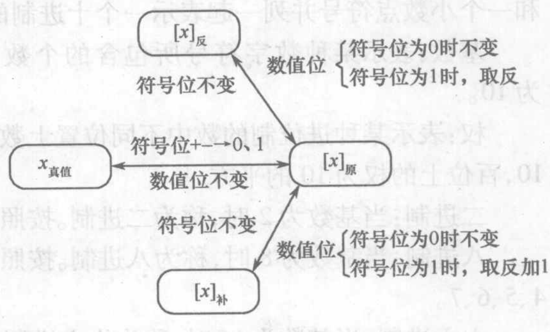


图1-1　原反补码转换关系

4. 原反补码之间的转换关系如图1-1所示。

1.1.4　编码

1. 十进制编码

既具有二进制的形式又具有十进制的特点，就是将十进制的10个符号分别用4位二进制的代码来表示，简称为BCD码。

1)8421 码

每个十进制的数字符号都有固定的权值，每位的权值依次为：2^3、2^2、2^1、2^0，十进制的10 个符号可以对应10 个二进制的编码为：1001、1000、0111、0110、0101、0100、0011、0010、0001、0000；8421 码是一种有权码，如8421 码 $abcd = 2^3 * a + 2^2 * b + 2^1 * c + 2^0 * d$，同样十进制的数也可以直接转换为8421 码：如 $(56.78)_{10} = (0101\quad 0110 \cdot\quad 0111\quad 1000)_{8421}$

2)2421 码

2421 码是有权码，每一位用4 位二进制数表示，不同于8421 码之处在于权值依次为 2^1、2^3、2^1、2^0。例如2421 码 $abcd = 2^1 * a + 2^2 * b + 2^1 * c + 2^0 * d$，同样可把十进制数转换为2421，如 $(56.78)_{10} = (1011\quad 1100.1101\quad 1110)_{2421}$

3) 余3 码

余3 码是二——十进制编码，也具有4 位，对应的代码比相应的8421 码多出0011，所以称为余3 码，是一种对9 的自补码，但各位无固定的权。两个用余3 码表示的数进行相加时，必须进行修正才能得到正确的结果，没有进位时，则和需要减去3，如果有进位时，则和需要加3。例如：余3 码2 加3 与余3 码5 加8 的运算如下：

```
  0101 ……2                1000 ……5
+ 0110 ……3              + 1011 ……8
  1011 无进位减去3        10011 有进位加3
- 0011                  + 0011
  1000 ……5                0110 ……3
```

用以上3 种编码来表示十进制数0 ~9 如表1 -1 所列。

表1 -1　十进制数的3 种编码

十进制整数	8421 码	2421 码	余3 码	十进制整数	8421 码	2421 码	余3 码
0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 1 1	5	0 1 0 1	1 0 1 1	1 0 0 0
1	0 0 0 1	0 0 0 1	0 1 0 0	6	0 1 1 0	1 1 0 0	1 0 0 1
2	0 0 1 0	0 0 1 0	0 1 0 1	7	0 1 1 1	1 1 0 1	1 0 1 0
3	0 0 1 1	0 0 1 1	0 1 1 0	8	1 0 0 0	1 1 1 0	1 0 1 1
4	0 1 0 0	0 1 0 0	0 1 1 1	9	1 0 0 1	1 1 1 1	1 1 0 0

2. 可靠性编码

为了实现更好地传输和纠错功能，多采用可靠性编码。

1) 格雷码

格雷码是一种无权码，有一个重要的特点就是任意两个相邻的整数的格雷码之间只有一位不同。常用的格雷码如表1 -2 所列。

2) 奇偶校验码

奇偶校验码是一种具有检验差错能力的代码，包括两个部分，即信息位与奇偶校验位，信息位是需要传送的信息本身，而奇偶校验位是插入的用于记忆传送信息的编码中1 的个数。若校验位的取值使代码中的1 的个数为奇数称为奇校验位，反之，使代码中1 的个数为偶数，则称为偶校验位。对于 n 位信息位只要增加一位信息位构成校验位构成 $(n+1)$ 位奇偶校验码。

表 1-2　常用格雷码

十进制整数	二进制编码	格雷码	十进制整数	二进制编码	格雷码
0	0 0 0 0	0 0 0 0	8	1 0 0 0	1 1 0 0
1	0 0 0 1	0 0 0 1	9	1 0 0 1	1 1 0 1
2	0 0 1 0	0 0 1 1	10	1 0 1 0	1 1 1 1
3	0 0 1 1	0 0 1 0	11	1 0 1 1	1 1 1 0
4	0 1 0 0	0 1 1 0	12	1 1 0 0	1 0 1 0
5	0 1 0 1	0 1 1 1	13	1 1 0 1	1 0 1 1
6	0 1 1 0	0 1 0 1	14	1 1 1 0	1 0 0 1
7	0 1 1 1	0 1 0 0	15	1 1 1 1	1 0 0 0

设校验位为 p 的 $x_{n-1}x_{n-2}\cdots x_1x_0p$ 检验码，为偶校验码时 $p = x_{n-1} \oplus x_{n-2} \oplus \cdots \oplus x_1 \oplus x_0$，当为奇校验码时 $p = x_{n-1} \oplus x_{n-2} \oplus \cdots \oplus x_1 \oplus x_0 \oplus 1$。奇偶校验码的特点是只能检验一位出错，并且只能检测错误，不能纠错。

3）汉明码

汉明码既可以用来检测错误，也可以用来纠错。一个 2^n 位的二进制码，在进行实现汉明码校验时，在 2^{n-1} 上插入校验码位即可构成汉明码。

汉明码的构成方法：先将码用二进制表示，二进制码在列的方向排列，高位在上，低位在下；将相应的码元填在列向有 1 的位置上。

如 8 位二进制码 $x_8x_7x_6x_5x_4x_3x_2x_1$，校验位 $y_4y_3y_2y_1$。

$y_4 = x_8 \oplus x_7 \oplus x_6 \oplus x_5$

$y_3 = x_8 \oplus x_4 \oplus x_3 \oplus x_2$

$y_2 = x_7 \oplus x_6 \oplus x_4 \oplus x_3 \oplus x_1$

$y_1 = x_7 \oplus x_5 \oplus x_4 \oplus x_2 \oplus x_1$

得到该码的汉明码为：$x_8x_7x_6x_5y_4x_4x_3x_2y_3x_1y_2y_1$。

汉明码的校验方法：在接收端通过校验码求得

$s_4 = y_4 \oplus x_8 \oplus x_7 \oplus x_6 \oplus x_5$

$s_3 = y_3 \oplus x_8 \oplus x_4 \oplus x_3 \oplus x_2$

$s_2 = y_2 \oplus x_7 \oplus x_6 \oplus x_4 \oplus x_3 \oplus x_1$

$s_1 = y_1 \oplus x_7 \oplus x_5 \oplus x_4 \oplus x_2 \oplus x_1$

接收到的代码正确时则 $s_4s_3s_2s_1 = 0000$，若出现错误时则可以指出错误的码位号。

1.2　真题及例题解析

【例 1】将二进制数 1011.101 转换成十进制数。

【解】先把二进制数的位置计数法展开为多项式表示法，并且式中的所有数字符号都用二进制的相应值表示，则有

$$(1011.101)_2 = 1 \times (10)^{11} + 0 \times (10)^{10} + 1 \times (10)^{1} + 1 \times (10)^{0} + 1 \times (10)^{-1} + 0 \times (10)^{-10} + 1 \times (10)^{-11}$$

再把等式右边的二进制替代成十进制数，则得

$(1011.101)_2 = 1\times2^3 + 0\times2^2 + 1\times2^1 + 1\times2^0 + 1\times2^{-1} + 0\times2^{-2} + 1\times2^{-3}$

在十进制中计算等式右边之值，得

$$(1011.101)_2 = (8+0+2+1+0.5+0+0.125)_{10} = (11.625)_{10}$$

【注释】该类题目为基础之基础，虽然简单，但经常考到。一般只要细心，就不会做错。

【例 2】(1) $(683)_{10}$ = (________)；(2) $(168.45)_{10}$ = $(\_\_\_\_\_\_\_\_)_6$。

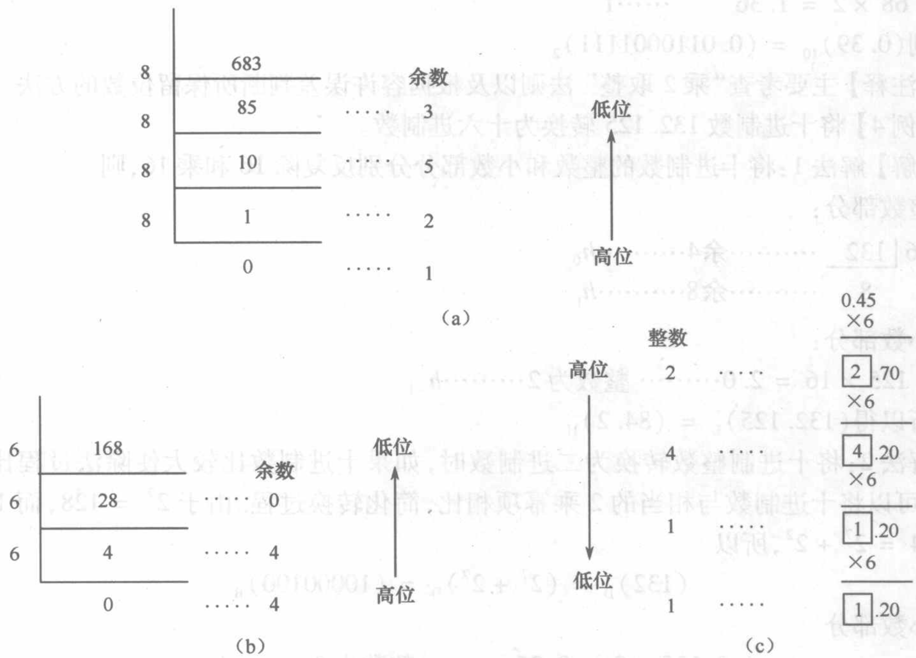
【解】(1) 计算过程如图(a) 所示。

由图可得 $(683)_{10} = (1253)_8$

【注释】数制之间的转换需要分析两者之间的关系。将十进制转换为其他进制只需除以该数值，倒着取其余数即可。

(2) 如图(b) 所示，整数部分转换为 $(168)_{10} = (440)_6$

如图(c) 所示，小数部分转换：$(0.45)_{10} = (0.2411\cdots)_6$



例 2 图

所以转换结果为 $(168.45)_{10} = (440.2411\cdots)_6$

【注释】该类题目整数部分倒着取除法的余数部分，小数部分顺序取其乘积的整数部分。记牢此方法，此类题目一般不会做错。

【例 3】把十进制小数 0.39 转换成二进制小数。(1) 要求误差不大于 2^{-7}；(2) 要求误差不大于 0.1%。(南京大学)

【解】(1) 要求误差不大于 2^{-7}，只需保留至小数点后 7 位。使用“乘 2 取整”法则，过程如下：

$0.39\times2 = 0.78$ ……0

$0.78\times2 = 1.56$ ……1

$0.56\times2=1.12$ ……1

$0.12\times2=0.24$ ……0

$0.24\times2=0.48$ ……0

$0.48\times2=0.96$ ……0

$0.96\times2=1.92$ ……1

则$(0.39)_{10}=(0.0110001)_2$

(2) 由于$\frac{1}{2^{10}}=\frac{1}{1024}<0.1\%$，因此要求误差不大于0.1%，只需保留至小数点后十位。

接续(1) 的过程有

$0.92\times2=1.84$ ……1

$0.84\times2=1.68$ ……1

$0.68\times2=1.36$ ……1

则$(0.39)_{10}=(0.0110001111)_2$

【注释】主要考查“乘2取整”法则以及根据容许误差判断所保留位数的方法。

【例4】将十进制数132.125转换为十六进制数。

【解】解法1:将十进制数的整数和小数部分分别反复除16和乘16,则

整数部分:

16 | 132 …………余4…………h_0

8 …………余8…………h_1

小数部分:

$0.125\times16=2.0$……… 整数为2………h_{-1}

所以得$(132.125)_D=(84.2)_H$

解法2:将十进制整数转换为二进制数时,如果十进制数比较大使除法过程比较繁琐,也可以将十进制数与相当的2乘幂项相比,简化转换过程。由于$2^7=128$,而$132=128+4=2^7+2^2$,所以

$$(132)_D=(2^7+2^2)_D=(10000100)_B$$

小数部分

$0.125\times2=0.25$ ……… 整数为0………b_{-1}

$0.25\times2=0.5$ ……… 整数为0………b_{-2}

$0.5\times2=1.0$ ……… 整数为1………b_{-3}

所以$(132.125)_D=(10000100.001)_B=(84.2)_H$

【注释】此题有两种解法,一是用基数乘除法,直接将十进制数转换为十六进制数;另一种是用基数乘除法,先将其转换为二进制数,然后再将二进制数转换为十六进制数。

【例5】将二进制数11010101.110101转换为八进制数和十六进制数。

【解】首先将二进制数分组,整数从低位到高位,小数从高位到低位,每三位二进制数对应一位八进制数;每四位二进制数对应一位十六进制数,分组不够时,整数在高位补0,小数在低位补0。

$$(011\quad010\quad101.110\quad101)_B=(325.65)_O$$

$$(1101\quad 0101.1101\quad 0100)_B=(D5.D4)_H$$

【注释】二进制数转换为八进制或十六进制数可以采用直接转换法。

【例 6】将$(17)_{10}$转换为等值的二进制数和十六进制数。

【解】将$(17)_{10}$转换为二进制数如下：

$$\begin{array}{r|l} 2 & \underline{17}\cdots\cdots 余数=1=k_0 \\ 2 & \underline{8}\cdots\cdots 余数=1=k_1 \\ 2 & \underline{4}\cdots\cdots 余数=1=k_2 \\ 2 & \underline{2}\cdots\cdots 余数=1=k_3 \\ 2 & \underline{1}\cdots\cdots 余数=1=k_4 \end{array}$$

故$(17)_{10}=(10001)_2$

转换为十六进制，得$(10001)_2=(0001\quad 0001)_2=(11)_{16}$

【注释】这类问题只要掌握数制之间转换的基本规则，一般不会有困难，尤其利用二进制与十六进制间的对应关系可很快写出答案。

【例 7】将$(AC6.F7)_{16}$转换为二进制数。

【解】一位十六进制数对应 4 位二进制数，即

$$\begin{array}{ccccc} A & C & 6 & \vdots & F \quad 7 \\ 1010 & 1100 & 0110 & \vdots & 1111 \quad 0111 \end{array}$$

$$(AC6.F7)_{16}=(101011000110.11110111)_2$$

【注释】这是数制转换的常用方法。

【例 8】已知$x_1=+1010$，$x_2=-1101$，求x_1+x_2。

【解】计算过程如下：

$$\begin{array}{r} [x_1]_{反}=01010 \\ +\ [x_2]_{反}=10010 \\ \hline [x_1]_{反}+[x_2]_{反}=11100 \end{array}$$

可得：$x_1+x_2=-0011$

【注释】二进制数加减，一般都要先换算成相同的表示方法，然后再加减，最后再换成一般的表示方法即可。

【例 9】求真值$x_1=+10110$，$x_2=-11011$，$x_3=-0.10101$的原码、反码和补码。

【解】
$$[x_1]_{原}=[x_1]_{反}=[x_1]_{补}=010110$$
$$[x_2]_{原}=111011,[x_2]_{反}=100100,[x_2]_{补}=100101$$
$$[x_3]_{原}=1.10101,[x_3]_{反}=1.01010,[x_3]_{补}=1.01011$$

【注释】题目比较简单，记清楚 3 种码值的表示方法，此类题目一般不会做错。

【例 10】写出下列带符号位二进制数（最高位为符号位）的反码与补码。

(1)$(011011)_2$；(2)$(001010)_2$；(3)$(111011)_2$；(4)$(101010)_2$。

【解】(1) 符号位为 0，该数为正数，故反码和补码以及原码相同，均为 011011。

(2) 符号位为 0，该数为正数，故反码和补码以及原码相同，均为 001010。

(3) 符号位为 1，该数为负数，故反码为 100100，补码为 100101。

(4) 符号位为 1，该数为负数，故反码为 110101，补码为 110110。

【注释】带符号二进制数的反码为原码取反，补码为反码加 1，只要理解这一点，就能

迅速得到答案。

【例 11】计算下列用补码表示的二进制数的代数和。如果和为负数,求出负数的绝对值。

(1)01001101 + 00100110;(2)00110010 + 10000011。

【解】(1)

$$\begin{array}{r} 01001101 \\ +\ 00100110 \\ \hline 01110011 \end{array}$$

符号位等于0,和为正数。

(2)

$$\begin{array}{r} 00110010 \\ +\ 10000011 \\ \hline 10110101 \end{array}$$

符号位等于 1, 和为负数, 将和的补码再求补, 得原码 11001011。故和的绝对值为 1001011。

【注释】因为"补码的补码等于原码",所以将补码再求补,得到的就是原码。

【例 12】用二进制补码运算计算下列各式。式中的 4 位二进制数是不带符号位的绝对值。如果和为负数,求出负数的绝对值。(提示:所用补码的有效位应足够表示代数和的最大绝对值)

(1)1010 + 0011;(2)0011 - 1010。

【解】(1)1010 的补码为 01010,0011 的补码为 00011。

$$\begin{array}{r} 01010 \\ +\ 00011 \\ \hline 01101 \end{array}$$

得到的和补码为 01101,符号位等于 0,和为正数。

(2)0011 的补码为 00011, - 1010 的补码为 10110。

$$\begin{array}{r} 00011 \\ +\ 10110 \\ \hline 11001 \end{array}$$

得到的和补码为 11001,符号位等于 1,表示和为负数。将和的补码再求补,得到原码 10111,和的绝对值等于 0111。

【注释】正数的补码是其自身,负数的补码等于反码加 1。

【例 13】用二进制补码运算计算下列各式(提示:所用补码的有效位应足够表示代数和的最大绝对值)。(1)3 + 15;(2)9 - 12。

【解】(1) + 3 的补码为 000011, + 15 的补码为 001111。相加后得到

$$\begin{array}{r} 000011 \\ +\ 001111 \\ \hline 010010 \end{array}$$

和的补码为 010010(+ 18)。

（2）+9 的补码为 01001，－12 的补码为 10100。将两个补码相加

$$\begin{array}{r} 01001 \\ +\ 10100 \\ \hline 11101 \end{array}$$

得到的补码为 11101，和为负值。如再求补，则得到的和的原码为 10011（十进制的值为 −3）。

【注释】利用二进制的补码可以把减法运算转换为加法运算，从而简化了运算电路。

1.3 自我测试

一、填空题

1. $(321.4)_8=(\quad)_{10}$。

答案：$(209.5)_{10}$。

2. 十六进制数 8A4F 转换成十进制数应当是__________，把它写成 8421BCD 码应当是__________。

答案：35407；0011 0101 0100 0000 0111。

3. 利用二进制数码表示一位十进制的数码称为__________，简称 BCD 码。

答案：二 — 十进制编码。

4. 所谓二—十进制编码就是__________来表示一位十进制的数码，简称 BCD 码。BCD 码分为__________码和__________码。

答案：利用二进制数码；有权；无权。

5. 和二进制 $(1101101.1)_2$ 所对应的余三 BCD 码为__________。

答案：$(010000111100.1000)_{余3\ BCD}$。

6. 数制转换填空：$(6FB)_{16}=(\quad)_{10}$；$(1998)_{10}=(\quad)_2$；$(11101101.1)_2=(\quad)_8$。

答案：$(6FB)_{16}=(1787)_{10}$；$(1998)_{10}=(11111001110)_2$；$(11101101.1)_2=(355.4)_8$。

7. 填空题：4 个不同进制的数 $(376.125)_{10}$、$(576.1)_8$、$(110000000)_2$、$(17A.2)_{16}$，按大小排列的次序为__________ > __________ > __________ > __________。

答案：$(110000000)_2>(576.1)_8>(17A.2)_{16}>(376.125)_{10}$。

8. 十进制数 456 用 8421 BCD 码表示，可写成__________，用二进制数表示，可写成__________；在逻辑代数中 $1+0=$__________，$1\cdot A=$__________，$1\cdot 0=$__________，$B+0=$__________，$\bar{0}+0=$__________，$\bar{1}+A=$__________。

答案：0100 0101 0110；111001000；1；A；0；B；1；A。

9. 二进制数 $(10101100)_2$ 转换成十进制数是__________；转换成十六进制数是__________；在逻辑代数中有 $A+1=$__________；$1\cdot\bar{0}=$__________；$\overline{A+B}=$__________；$(A+B)\cdot(A+C)=$__________；异或门有一个输入端为 A，另一个输入端为“1”，则输出是__________；与非门有一个输入端为 A，另一个输入端为“0”，则输出是__________。

答案：172；AC；1；1；$\bar{A}\cdot\bar{B}$；$A+BC$；$\bar{A}$；1。