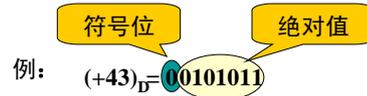


第一章 数制和码制

- 不同数制间的转换
- 几种常用的数制
- **二进制算数运算**
 1. 二进制正负数的表示法
 2. 二进制算数运算的特点
 3. 反码、补码和补码运算
- 几种常用的编码

二进制正负数的表示法

二进制正负数的表示法有原码、反码和补码三种表示方法。对于**正数**而言，三种表示法都是一样的，即**符号位为0**，随后是**二进制数的绝对值**，也就是原码。



二进制正负数的表示法

二进制**负数**的原码、反码和补码

- 原码：符号位为“1”+加绝对值
- 反码：符号位为“1”+按位取反加绝对值
- 补码：符号位为“1”+反码+1

$$[-25]_{\text{原}} = 1\ 0011001$$

$$[-25]_{\text{反}} = 1\ 1100110$$

$$[-25]_{\text{补}} = 1\ 1100111$$

二进制算数运算的特点

二进制算术运算的特点

- 算术运算：1: 和十进制算数运算的规则相似
- 2: 逢二进一

特点：加、减、乘、除 全部可以用移位和相加这两种操作实现。简化了电路结构

所以数字电路中普遍采用二进制算数运算

二进制数运算

例： $X_1 = 0001000$, $X_2 = -0000011$, 求 $X_1 + X_2$

解： $[X_1]_{\text{反}} + [X_2]_{\text{反}} = [X_1 + X_2]_{\text{反}}$

$$\begin{array}{r} [X_1]_{\text{反}} = 0\ 0001000 \\ +) [X_2]_{\text{反}} = 1\ 1111100 \\ \hline (1) 0\ 0000100 \\ +) 0\ 0000011 \\ \hline [X_1]_{\text{反}} + [X_2]_{\text{反}} = 0\ 0000101 \end{array}$$

故得 $X_1 + X_2 = + 0000101$

反码在进行算术运算时不需判断两数符号位是否相同。

当符号位有进位时需循环进位，即把符号位进位加到和的最低位。

二进制数运算

例： $X_1 = -0001000$, $X_2 = 0001011$, 求 $X_1 + X_2$

解： $[X_1]_{\text{补}} + [X_2]_{\text{补}} = [X_1 + X_2]_{\text{补}}$

$$\begin{array}{r} [X_1]_{\text{补}} = 1\ 1111000 \\ +) [X_2]_{\text{补}} = 0\ 0001011 \\ \hline (1) 0\ 0000011 \\ +) 0\ 0000011 \\ \hline [X_1]_{\text{补}} + [X_2]_{\text{补}} = 0\ 0000011 \end{array}$$

故得 $X_1 + X_2 = + 0000011$

符号位参加运算。不过不需循环进位，如有进位，自动丢弃。

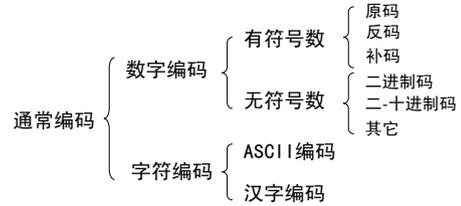
自动丢弃

第一章 数制和码制

- 不同数制间的转换
- 几种常用的数制
- 二进制算数运算
 1. 二进制正负数的表示法
 2. 二进制算数运算的特点
 3. 反码、补码和补码运算
- 几种常用的编码

二进制编码

给一个信息或符号指定一个具体的二进制码去代表它，这一过程称为二进制编码



二进制编码

1. 二进制码

- 自然二进制码 (有权码, 各位权值 2^n)
- 循环二进制码 ($2^m-1 \rightarrow 0$ 仅一位之差)

表 1.1 两种 4 位二进制编码

十进制数	自然二进制码	循环二进制码	十进制数	自然二进制码	循环二进制码
0	0000	0000	8	1000	1100
1	0001	0001	9	1001	1101
2	0010	0011	10	1010	1111
3	0011	0010	11	1011	1110
4	0100	0110	12	1100	1010
5	0101	0111	13	1101	1011
6	0110	0101	14	1110	1001
7	0111	0100	15	1111	1000

二进制编码

二进制码与循环二进制码转换规则:

$$C_i = B_i \oplus B_{i+1}$$

C_i - 循环二进制码第 i 位

B_i, B_{i+1} - 二进制码第 i 位和第 $i+1$ 位

\oplus - 模 2 和 规则: $0 \oplus 0 = 0$ $0 \oplus 1 = 1$
 $1 \oplus 0 = 1$ $1 \oplus 1 = 0$

例如: $(14)_{10} = 01110$ - 二进制码
 $\begin{array}{cccccc} & \wedge & \wedge & \wedge & \wedge & \wedge \\ & \oplus & \oplus & \oplus & \oplus & \oplus \\ & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ & 1 & 0 & 0 & 1 & \end{array}$ - 循环二进制码

二进制编码

2. 二十进制码 (BCD码)

四位二进制数表示十进制数的方案数:

$$A_{16}^{10} = \frac{16!}{(16-10)!} \approx 2.9 \times 10^{10}$$

加权码—"8421"码

设 $a_3 a_2 a_1 a_0$ - "8421"码 各位权: $2^3, 2^2, 2^1, 2^0$
即: 8, 4, 2, 1

代表数值: $8a_3 + 4a_2 + 2a_1 + 1a_0$

例如: $(1000)_{8421} = 8 \cdot 1 + 4 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \cdot 0 = 8$ - 十进制符号"8"

0: 0000 8: 1000
1: 0001 9: 1001
2: 0010 10: 1010
3: 0011 11: 1011
4: 0100 12: 1100
5: 0101 13: 1101
6: 0110 14: 1110
7: 0111 15: 1111

二进制编码

编码方案:

选择四位二进制码的前十个数表示十进制十个数字符号, 其中二进制码: 1010-1111 禁止在"8421"码中出现。

"8421"码和十进制数的转换直接按位(或组)转换

例如: $(43)_{10} = (01000011)_{8421}$

$(1000011001010001)_{8421} = (8651)_{10}$

二进制编码

非加权码-余3码:

把原“8421”码加上0011得到的代码叫余3码

例如: $4 = (0100)_{8421} = (0111)_{\text{余3码}}$ $0100 + 0011 = 0111$

非加权码-格雷码:

编码规则: 任何两个相邻的代码只有一位二进制位不同

几种常用的编码

常用的BCD码

表 1.2 常用 BCD 码

十进制数	8421 码	2421 码	5211 码	余 3 码	格雷码
0	0000	0000	0000	0011	0000
1	0001	0001	0001	0100	0001
2	0010	0010	0011	0101	0011
3	0011	0011	0101	0110	0010
4	0100	0100	0111	0111	0110
5	0101	1011	1000	1000	1110
6	0110	1100	1010	1001	1010
7	0111	1101	1100	1010	1000
8	1000	1110	1110	1011	1100
9	1001	1111	1111	1100	0100

习题

习题: P17

1. 10, 1. 11, 1. 12, 1. 13, 1. 14, 1. 5

(只做每题中的单号小题)