

本节内容

# 各种码的作用

# 加减运算

原码表示的有符号数

14  
-14

0

☹



+  
00001110  
10001110



00001110  
- 00001110  
00000000

☺

无符号数

14  
142

156

☺

能否用加法代替减法



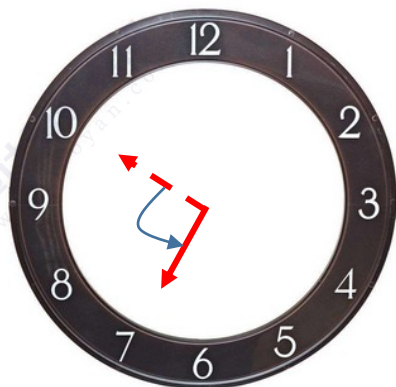
灵光一闪

使用原码运算:

加法——用加法器完成  
减法——用减法器完成

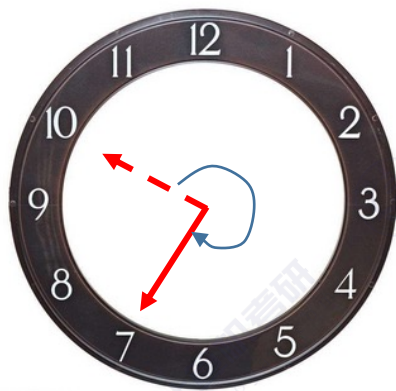
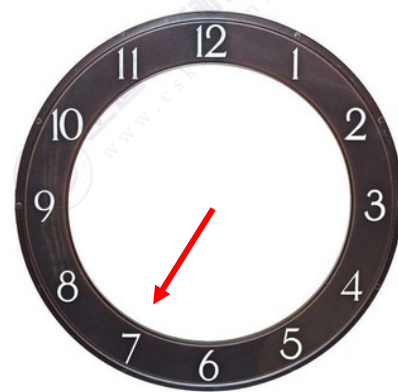
.....

# 用加法代替减法



$$10 - 3 = 7$$

$$-3 \equiv 9 \pmod{12}$$



$$10 + 9 = 19$$

$$\frac{19}{12} = 1 \dots \dots 7$$

$$19 \bmod 12 = 7$$

模

相当于  
求余数

# 模运算的性质

带余除法——设  $x, m \in \mathbb{Z}, m > 0$  则存在唯一决定的整数  $q$  和  $r$ , 使得:

$$x = qm + r, 0 \leq r < m$$

数论中余数的定义

互为  
补数

$$-3 = (-1) \cdot 12 + 9$$

二者绝对值  
之和=模

$$9 = 0 \cdot 12 + 9$$

$$21 = 1 \cdot 12 + 9$$

$$33 = 2 \cdot 12 + 9$$

$$-15 = (-2) \cdot 12 + 9$$

.....

(mod 12) 把所有整数分为 12 类 (余数为 0~11)

mod 12 余数相同的数, 都是同一类, 都是等价的

即  $10 + (-3)$ 、 $10 + 9$ 、 $10 + 21$  ... 在 (mod 12) 的条件下效果相同

在 (mod m) 的条件下, 若能找到负数的补数, 就可以用正数的加法来等价替代减法

模 - a 的绝对值 = a 的补数

# 加减运算

有符号数

14  
-14  
  
0



无符号数

14  
142  
  
156



00001110  
+ 10001110

00001110

- 00001110

00000000

任何运算结果在(mod 2<sup>8</sup>)后  
只保留最低8位

(mod 2<sup>8</sup>)

+ 1,00000000 - 00001110

模 - a 的绝对值 = a 的补数

补码——让减法操作  
转变为加法操作，节  
省硬件成本

00001110  
+ 11110010

100000000

# 加减运算

有符号数

88  
-66

01011000  
- 01000010

(mod  $2^8$ )

+ 1,00000000 - 01000010

模 - a 的绝对值 = a 的补数

01011000  
+ 10111110

100010110

22D

补码的作用：

使用补码可将减法操作转变为等价的加法，ALU 中无需集成减法器。  
执行加法操作时，符号位一起参与运算

留个坑：溢出的判断？

# 移码

真值(十进制)	补码	移码
-128	1000 0000	0000 0000
-127	1000 0001	0000 0001
-126	1000 0010	0000 0010
...	...	...
-3	1111 1101	0111 1101
-2	1111 1110	0111 1110
-1	1111 1111	0111 1111
0	0000 0000	1000 0000
1	0000 0001	1000 0001
2	0000 0010	1000 0010
3	0000 0011	1000 0011
...	...	...
124	0111 1100	1111 1100
125	0111 1101	1111 1101
126	0111 1110	1111 1110
127	0111 1111	1111 1111

真值增大

移码表示的整数  
很方便对比大小



公众号：王道在线



b站：王道计算机教育



抖音：王道计算机考研