

本节内容

## 定点数的表示

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

### 定点数 v.s. 浮点数

定点数：小数点的位置固定

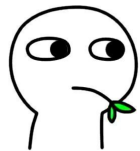
Eg: 996.007

——常规计数

浮点数：小数点的位置不固定

Eg:  $9.96007 \times 10^2$

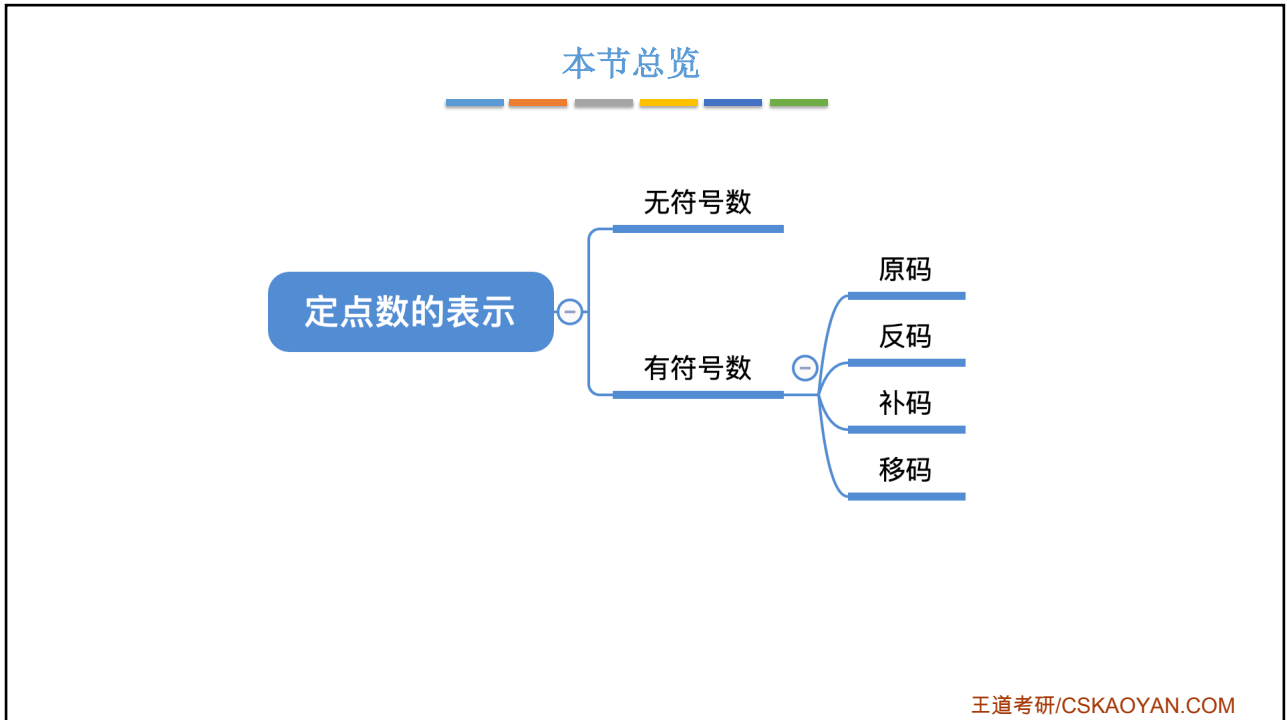
——科学计数法



二进制的定点数、浮点数也类似

王道考研/CSKAOYAN.COM

2



3

### 无符号数的表示

通常只有无符号整数，而无符号小数

**无符号数：**整个机器字长的全部二进制位均为数值位，没有符号位，相当于数的绝对值。

1001 1100B  
 $= 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$   
 $= 156D$

$2^{16}$	$2^{15}$	$2^{14}$	$2^{13}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
65536	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

**表示范围**

8位二进制数： $2^8$ 种不同的状态  
 $0000\ 0000 \sim 1111\ 1111 = 1\ 0000\ 0000 - 1$   
 $0 \sim 255 = 2^8 - 1$

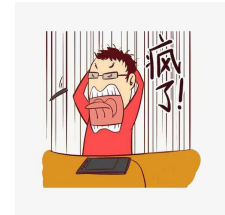
$$S_n = a_1 \cdot \frac{1 - q^n}{1 - q}$$

n位的无符号数表示范围为：0 ~  $2^n - 1$

王道考研/CSKAOYAN.COM

4

### 有符号数的表示

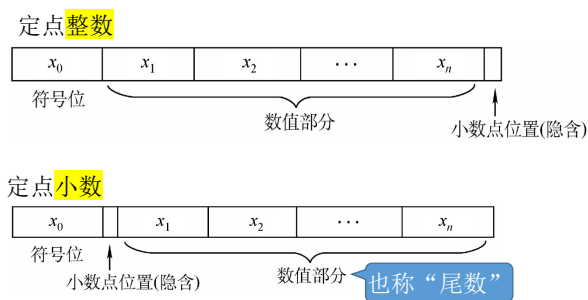


应固定好小数点的位置

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

### 有符号数的定点表示



注：可用 原码、反码、补码 三种方式来表示定点整数和定点小数。还可用 移码 表示定点整数。

若真值为  $x$ ，则用  $[x]_{\text{原}}$ 、 $[x]_{\text{反}}$ 、 $[x]_{\text{补}}$ 、 $[x]_{\text{移}}$  分别表示真值所对应的原码、反码、补码、移码

王道考研/CSKAOYAN.COM

6

### 原码

**定点整数**

$x_0$	$x_1$	$x_2$	$\dots$	$x_n$
-------	-------	-------	---------	-------

符号位      数值部分      小数点位置(隐含)

尾数的位权

符	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
+19D	0	0	0	1	0	0	1
-19D	1	0	0	1	0	0	1

常写为:  $[x]_{\text{原}} = 1,0010011$   
 若未指明机器字长, 也可写为:  $[x]_{\text{原}} = 1, 10011$

原码: 用尾数表示真值的绝对值, 符号位“0/1”对应“正/负”

**定点小数**

$x_0$	$x_1$	$x_2$	$\dots$	$x_n$
-------	-------	-------	---------	-------

符号位      数值部分      小数点位置(隐含)      也称“尾数”

符	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$	$2^{-4}$	$2^{-5}$	$2^{-6}$	$2^{-7}$
+0.75D	0	1	1	0	0	0	0
-0.75D	1	1	1	0	0	0	0

常写为:  $[x]_{\text{原}} = 1.1100000$   
 如: 机器字长为8位

若机器字长为 $n+1$ 位, 则尾数占 $n$ 位

王道考研/CSKAOYAN.COM

7

### 原码

**定点整数**

$x_0$	$x_1$	$x_2$	$\dots$	$x_n$
-------	-------	-------	---------	-------

符号位      数值部分      小数点位置(隐含)

符	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

若机器字长 $n+1$ 位, **原码整数**的表示范围:  
 $-(2^n-1) \leq x \leq 2^n-1$  (关于原点对称)

真值0有 +0 和 -0 两种形式

原码: 用尾数表示真值的绝对值, 符号位“0/1”对应“正/负”

**定点小数**

$x_0$	$x_1$	$x_2$	$\dots$	$x_n$
-------	-------	-------	---------	-------

符号位      数值部分      小数点位置(隐含)      也称“尾数”

符	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$	$2^{-4}$	$2^{-5}$	$2^{-6}$	$2^{-7}$
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

若机器字长 $n+1$ 位, **原码小数**的表示范围:  
 $-(1-2^{-n}) \leq x \leq 1-2^{-n}$  (关于原点对称)

真值0有 +0 和 -0 两种形式

若机器字长为 $n+1$ 位, 则尾数占 $n$ 位

王道考研/CSKAOYAN.COM

8

## 反码

反码： 若符号位为0，则反码与原码相同  
若符号位为1，则数值位全部取反

“反码”只是“原码”转变为“补码”的一个中间状态，实际中也没什么卵用

$x = +19D$   $[x]_{原} = 0,0010011$   
 $[x]_{反} = 0,0010011$

$x = -19D$   $[x]_{原} = 1,0010011$   
 $[x]_{反} = 1,1101100$

定点整数的表示

若机器字长 $n+1$ 位，反码整数的表示范围：  
 $-(2^n-1) \leq x \leq 2^n-1$ （关于原点对称）

真值0有 +0 和 -0 两种形式

$[+0]_{原} = 00000000$   $[-0]_{原} = 10000000$   
 $[+0]_{反} = 00000000$   $[-0]_{反} = 11111111$

$x = +0.75D$   $[x]_{原} = 0.1100000$   
 $[x]_{反} = 0.1100000$

$x = -0.75D$   $[x]_{原} = 1.1100000$   
 $[x]_{反} = 1.0011111$

定点小数的表示

若机器字长 $n+1$ 位，反码小数的表示范围：  
 $-(1-2^{-n}) \leq x \leq 1-2^{-n}$ （关于原点对称）

真值0有 +0 和 -0 两种形式

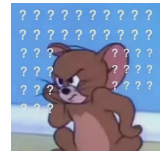
王道考研/CSKAOYAN.COM

9

## 补码

补码： 正数的补码 = 原码  
负数的补码 = 反码末位+1（要考虑进位）

将负数补码转回原码的方法相同：尾数取反，末位+1



$x = +19D$   $[x]_{原} = 0,0010011$   
 $[x]_{反} = 0,0010011$   
 $[x]_{补} = 0,0010011$

$x = -19D$   $[x]_{原} = 1,0010011$   
 $[x]_{反} = 1,1101100$   
 $[x]_{补} = 1,1101101$

定点整数的表示

$[+0]_{原} = 00000000$   $[-0]_{原} = 10000000$   
 $[+0]_{反} = 00000000$   $[-0]_{反} = 11111111$

$[+0]_{补} = [-0]_{补} = 00000000$

注意！补码的真值0只有一种表示形式

定点整数补码  $[x]_{补} = 1,0000000$  表示  $x = -2^7$

若机器字长 $n+1$ 位，补码整数的表示范围：  
 $-2^n \leq x \leq 2^n-1$ （比原码多表示一个  $-2^n$ ）

$x = +0.75D$   $[x]_{原} = 0.1100000$   
 $[x]_{反} = 0.1100000$   
 $[x]_{补} = 0.1100000$

$x = -0.75D$   $[x]_{原} = 1.1100000$   
 $[x]_{反} = 1.0011111$   
 $[x]_{补} = 1.0100000$

定点小数的表示

定点小数补码  $[x]_{补} = 1.0000000$  表示  $x = -1$

若机器字长 $n+1$ 位，补码小数的表示范围：  
 $-1 \leq x \leq 1-2^{-n}$ （比原码多表示一个  $-1$ ）

王道考研/CSKAOYAN.COM

10

## 移码

**移码：** 补码的基础上将符号位取反。**注意：移码只能用于表示整数**

x = +19D  
 $[x]_{\text{原}} = 0,0010011$   
 $[x]_{\text{反}} = 0,0010011$   
 $[x]_{\text{补}} = 0,0010011$   
 $[x]_{\text{移}} = 1,0010011$

x = -19D  
 $[x]_{\text{原}} = 1,0010011$   
 $[x]_{\text{反}} = 1,1101100$   
 $[x]_{\text{补}} = 1,1101101$   
 $[x]_{\text{移}} = 0,1101101$

**定点整数**  
的表示

$[+0]_{\text{原}} = 00000000$      $[-0]_{\text{原}} = 10000000$   
 $[+0]_{\text{反}} = 00000000$      $[-0]_{\text{反}} = 11111111$

$[+0]_{\text{补}} = [-0]_{\text{补}} = 00000000$

**注意！补码的真值0只有一种表示形式**

$[+0]_{\text{移}} = [-0]_{\text{移}} = 10000000$

若机器字长n+1位，**移码整数**的表示范围：  
 $-2^n \leq x \leq 2^n - 1$ （与补码相同）

王道考研/CSKAOYAN.COM

11

## 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

王道考研/CSKAOYAN.COM

12

### 用几种码表示定点整数

行数	机器数	真值(十进制)				
		无符号数	原码	反码	补码	移码
1	0000 0000	0	+0	+0	+0,-0	-128
2	0000 0001	1	+1	+1	+1	-127
3	0000 0010	2	+2	+2	+2	-126
...	...	...	...	...	...	...
126	0111 1101	125	+125	+125	+125	-3
127	0111 1110	126	+126	+126	+126	-2
128	0111 1111	127	+127	+127	+127	-1
129	1000 0000	128	-0	-127	-128	0
130	1000 0001	129	-1	-126	-127	1
131	1000 0010	130	-2	-125	-126	2
...	...	...	...	...	...	...
253	1111 1100	252	-124	-3	-4	124
254	1111 1101	253	-125	-2	-3	125
255	1111 1110	254	-126	-1	-2	126
256	1111 1111	255	-127	-0	-1	127

原码和反码的真值0有两种表示

补码和移码的真值0只有一种表示  
补码和移码可以多表示一个负数

王道考研/CSKAOYAN.COM

13

### 练习

定点整数  $x=50$ ，用8位原码、反码、补码、移码表示。

$[x]_{\text{原}} = 00110010$ ;  $[x]_{\text{反}} = 00110010$ ;  $[x]_{\text{补}} = 00110010$ ;  $[x]_{\text{移}} = 10110010$ ;

定点整数  $x=-100$ ，用8位原码、反码、补码、移码表示。

$[x]_{\text{原}} = 11100100$ ;  $[x]_{\text{反}} = 10011011$ ;  $[x]_{\text{补}} = 10011100$ ;  $[x]_{\text{移}} = 00011100$ ;

求下列各种码对应的真值:

$[x]_{\text{原}} = 10001101 \rightarrow x=-13$   
 $[x]_{\text{反}} = 10001101 \rightarrow x=-114$   
 $[x]_{\text{补}} = 10001101 \rightarrow x=-115$   
 $[x]_{\text{移}} = 10001101 \rightarrow x=13$

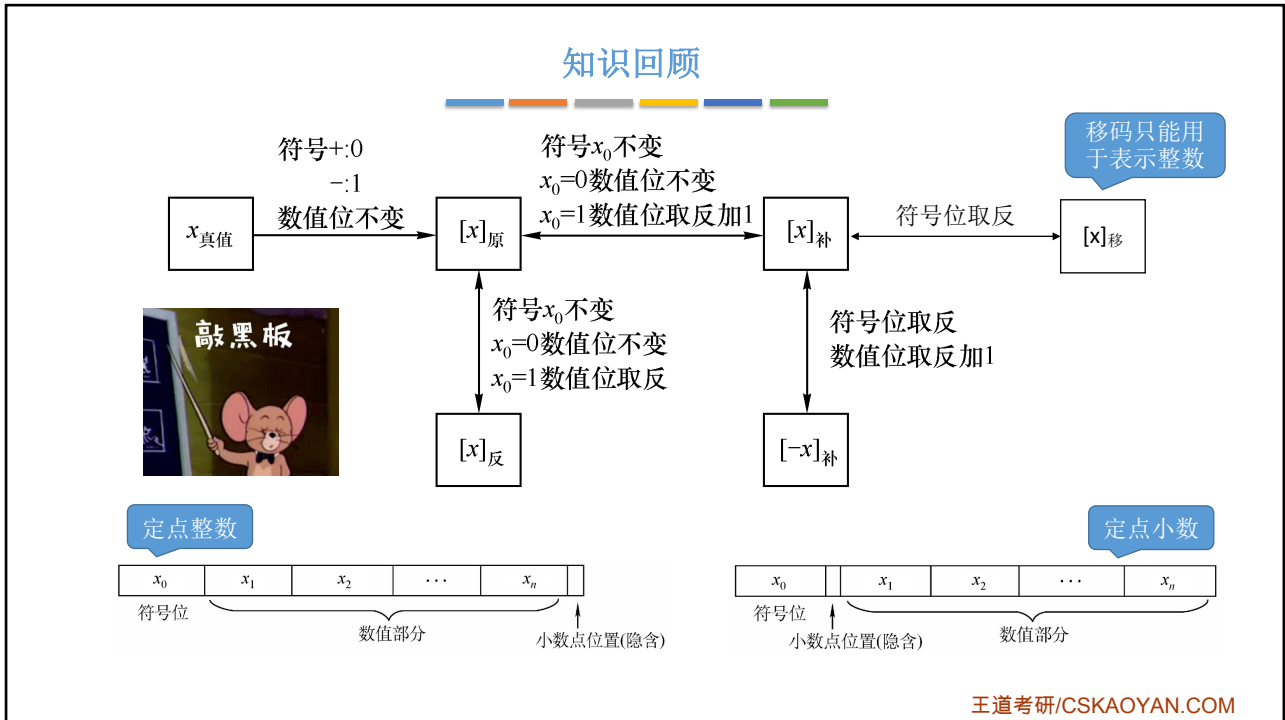
$[x]_{\text{原}} = 00001101 \rightarrow x=13$   
 $[x]_{\text{反}} = 00001101 \rightarrow x=13$   
 $[x]_{\text{补}} = 00001101 \rightarrow x=13$   
 $[x]_{\text{移}} = 00001101 \rightarrow x=-115$

技巧: 由  $[x]_{\text{补}}$  快速求  $[-x]_{\text{补}}$  的方法

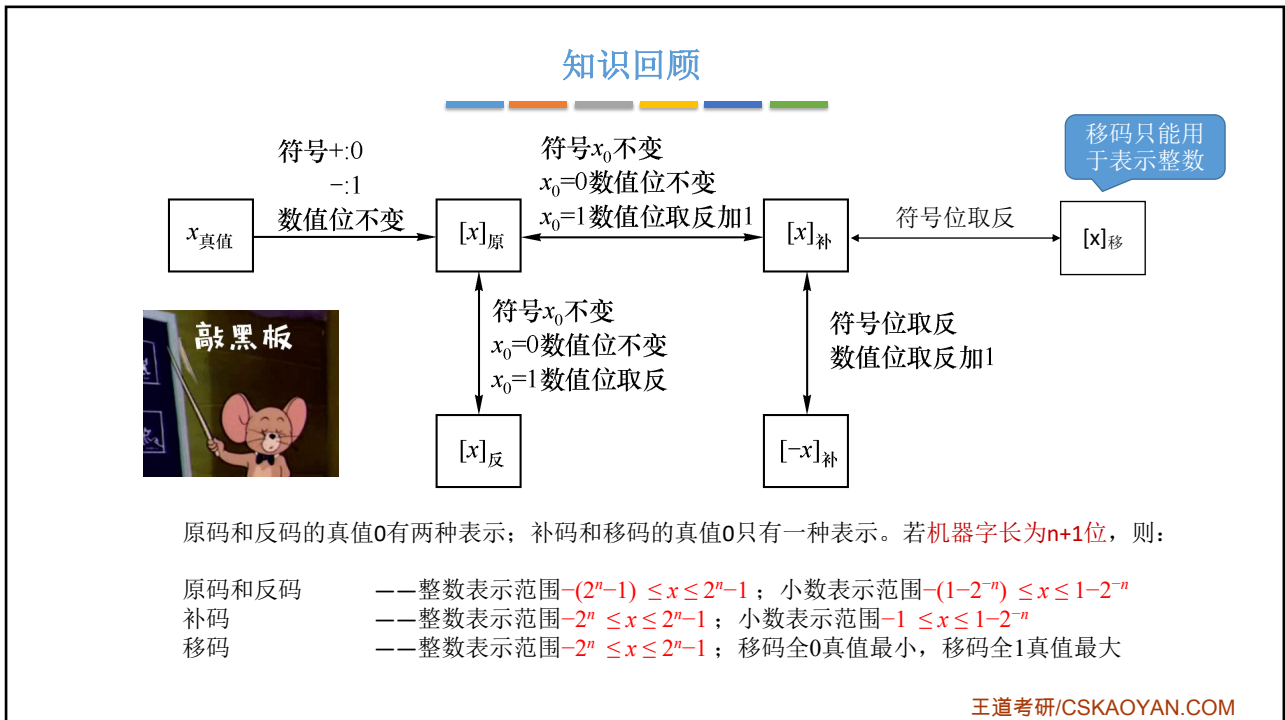
符号位、数值位全部取反, 末位+1

王道考研/CSKAOYAN.COM

14



15



16





@王道论坛



等撩

@王道计算机考研备考  
@王道咸鱼老师-计算机考研  
@王道楼楼老师-计算机考研



等撩



@王道计算机考研



@王道计算机考研



微信视频号

@王道计算机考研



微信公众平台

@王道在线