

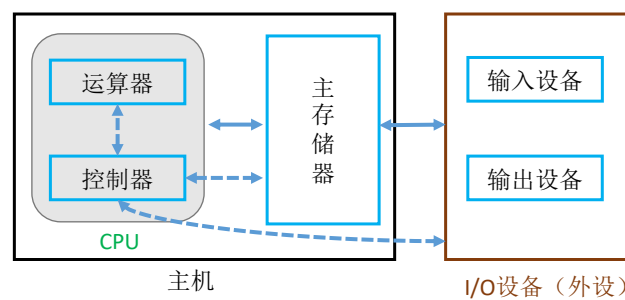
# 王道考研——计算机组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

## 第二章 数据的表示和运算

1

### 现代计算机的结构



数据如何在计算机中表示？

运算器如何实现数据的算数、逻辑运算？



王道考研/CSKAOYAN.COM

2

本节内容

## 进位计数制

王道考研/CSKAOYAN.COM

3

### 知识总览

十进制、二进制、八进制、十六进制

★ 其他进制 ——> 十进制

★ 二进制、八进制、十六进制之间的相互转换

★ 十进制 ——> 其他进制


真值和机器数


进位计数制


王道考研/CSKAOYAN.COM

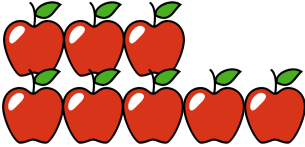
4

### 最古老的计数方法





  
|


  
| | |



  
| | | | |

8个


  
| | |

符号反映权重

17个


  
| | |  
| | |

罗马数字的几种符号与对应权重

基本字符	I	V	X	L	C	D	M
相应的阿拉伯数字表示为	1	5	10	50	100	500	1000

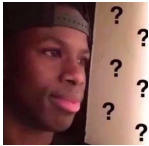
基于“加法”思想的计数方法

I—1、II—2、III—3、IIII—4 (IV)、V—5  
 X—10、XI—11、XII—12、XIII—13  
 MDCLXVI—1666、MDCCCLXXXVIII—1888

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

### 十进制计数法



古印度人发明的阿拉伯数字：0，1，2，3，4，5，6，7，8，9

十进制：

符号反映权重

基于“乘法”思想的计数方法


符号所在的位置也反映权重

975.36

$$9 \times 100 + 7 \times 10 + 5 \times 1 + 3 \times 0.1 + 6 \times 0.01$$

$$9 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

八进制发明者？（误）



十进制：

$$K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$$

$$= K_n \times 10^n + K_{n-1} \times 10^{n-1} + \dots + K_2 \times 10^2 + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0$$





$$+ K_{-1} \times 10^{-1} + K_{-2} \times 10^{-2} + \dots + K_{-m} \times 10^{-m}$$

位权

“进位计数制”

有0~9，共十种符号。

逢十进一

王道考研/CSKAOYAN.COM

6

## 推广：r 进制计数法

$$r \text{ 进制: } K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 \overset{\text{位权}}{K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}}$$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0$$

$$+ K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

**基数**：每个数码位所用到的不同符号的个数，r 进制的基数为 r

- ① 可使用两个稳定状态的物理器件表示
- ② 0, 1 正好对应逻辑值 假、真。方便实现逻辑运算
- ③ 可很方便地使用逻辑门电路实现算术运算

二进制：0, 1

八进制：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

十进制：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

十六进制：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

二进制：101.1  $\rightarrow 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 5.5$

八进制：5.4  $\rightarrow 5 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} = 5.5$

十进制：5.5  $\rightarrow 5 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} = 5.5$

十六进制：5.8  $\rightarrow 5 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = 5.5$

## 六十进制

1	𐎶	11	𐎶𐎵	21	𐎶𐎵𐎶	31	𐎶𐎵𐎶𐎵	41	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶	51	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵
2	𐎶𐎵	12	𐎶𐎵𐎶	22	𐎶𐎵𐎶𐎵	32	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶	42	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵	52	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵
3	𐎶𐎵𐎶	13	𐎶𐎵𐎶𐎶	23	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎵	33	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎵𐎶	43	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵	53	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵
4	𐎶𐎵𐎶𐎵	14	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶	24	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵	34	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶	44	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵	54	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵
5	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶	15	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵	25	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶	35	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵	45	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵	55	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵
6	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵	16	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶	26	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵	36	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵	46	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵	56	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵
7	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵	17	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶	27	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵	37	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵	47	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵	57	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵
8	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶	18	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵	28	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵	38	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵	48	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵	58	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵𐎵
9	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵	19	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵	29	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵	39	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵	49	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵𐎵	59	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵𐎵𐎵
10	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵	20	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵	30	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵	40	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵𐎵	50	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵𐎵𐎶𐎵𐎵𐎵𐎵𐎵𐎵		

王道考研/CSKAOYAN.COM

7

任意进制  $\rightarrow$  十进制

$$r \text{ 进制: } K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 \overset{\text{位权}}{K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}}$$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0$$

$$+ K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

二进制：10010010.110

$1 \times 2^7 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 146.75$

八进制：251.5

$2 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 1 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} = 168.625$

十六进制：AE86.1

$10 \times 16^3 + 14 \times 16^2 + 8 \times 16^1 + 6 \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} = 44678.0625$

$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$
4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

王道考研/CSKAOYAN.COM

8

## 二进制 $\leftrightarrow$ 八进制、十六进制

如: 1111000010.01101

二进制  $\rightarrow$  八进制

3位一组, 每组转换成对应的八进制符号

001 111 000 010 . 011 010  
1 7 0 2 . 3 2 八进制

二进制  $\rightarrow$  十六进制

4位一组, 每组转换成对应的十六进制符号

0011 1100 0010 . 0110 1000  
3 C 2 . 6 8 十六进制

八进制 $\rightarrow$  二进制

每位八进制对应的3位二进制

$(251.5)_8 \rightarrow (010\ 101\ 001.101)_2$

十六进制 $\rightarrow$  二进制

每位十六进制对应的4位二进制

$(AE86.1)_{16} \rightarrow (1010\ 1110\ 0110.0001)_2$

王道考研/CSKAOYAN.COM

9

## 各种进制的常见书写方式

二进制——  $(1010001010010)_2$  1010001010010**B**

八进制——  $(1652)_8$

十六进制——  $(1652)_{16}$  1652**H** **0x1652**

十进制——  $(1652)_{10}$  1652**D**

十六进制   
adj. **hexadecimal** ;

十进制   
n. **decimalism**

王道考研/CSKAOYAN.COM

10

## 十进制→任意进制

十进制 → 任意进制

r 进制:  $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

如: 75.3 整数部分=75

$$\frac{K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0}{r} = K_n \times r^{n-1} + K_{n-1} \times r^{n-2} + \dots + K_2 \times r^1 + K_1 \times r^0 \dots K_0$$

商 ... 余数

任一数码位  $K_i < r$

如: 十进制 → 二进制

r = 2

$$\begin{aligned} 75 \div 2 &= 37 \dots 1 & K_0 \\ 37 \div 2 &= 18 \dots 1 & K_1 \\ 18 \div 2 &= 9 \dots 0 & K_2 \\ 9 \div 2 &= 4 \dots 1 & K_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \div 2 &= 2 \dots 0 & K_4 \\ 2 \div 2 &= 1 \dots 0 & K_5 \\ 1 \div 2 &= 0 \dots 1 & K_6 \end{aligned}$$

75D = 1001011B  
(75)<sub>10</sub> = (1001011)<sub>2</sub>

除基	取余
2   75	1
2   37	1
2   18	0
2   9	1
2   4	0
2   2	0
2   1	1
0	

↑ 低位  
↓ 高位

王道考研/CSKAOYAN.COM

11

## 十进制→任意进制

十进制 → 任意进制

r 进制:  $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

如: 75.3 小数部分=0.3

$$(K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}) \times r = K_{-1} \times r^0 + K_{-2} \times r^{-1} + \dots + K_{-m} \times r^{-(m-1)}$$

整数                      小数

如: 十进制 → 二进制 r = 2

$$\begin{aligned} 0.3 \times 2 &= 0.6 = 0 + 0.6 & K_{-1} \\ 0.6 \times 2 &= 1.2 = 1 + 0.2 & K_{-2} \\ 0.2 \times 2 &= 0.4 = 0 + 0.4 & K_{-3} \\ 0.4 \times 2 &= 0.8 = 0 + 0.8 & K_{-4} \\ 0.8 \times 2 &= 1.6 = 1 + 0.6 & K_{-5} \\ \dots & \end{aligned}$$

0.3D = 0.01001... B

乘基	取整
0.3	
× 2	
0.6	0
× 2	
1.2	1
0.2	
× 2	
0.4	0
...	

↑ 高位  
↓ 低位

王道考研/CSKAOYAN.COM

12

### 十进制→二进制（拼凑法）



十进制：260.75、533.125

$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$
4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

王道考研/CSKAOYAN.COM

13

### 真值和机器数



15 → 1111

+15 → 0 1111

8 → 1000

-8 → 1 1000

→ 原码、反码、补码、移码

真值      机器数

真值：符合人类习惯的数字

机器数：数字实际存到机器里的形式，正负号需要被“数字化”

王道考研/CSKAOYAN.COM

14

### 知识回顾与重要考点

**进位计数制**

注意：有的十进制小数无法用二进制精确表示，如：0.3

**r 进制数** ⊖ 基数=r, 每个数码位可能出现 r 种字符。逢 r 进 1

**r 进制数 → 十进制** ⊖

$$K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 . K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

r 进制数的数值=各数码位与位权的乘积之和

**二进制 ↔ 八进制** ⊖ 每 3 个二进制位对应一个八进制位

**二进制 ↔ 十六进制** ⊖ 每 4 个二进制位对应一个十六进制位

**十进制 → r 进制** ⊖

整数部分：除基取余法，先取得的“余”是整数的低位

小数部分：乘基取整法，先取得的“整”是小数的高位

**真值和机器数** ⊖

真值：实际的带正负号的数值（人类习惯的样子）

机器数：把正负号数字化的数（存到机器里的样子）


注意“补位”

$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$
4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

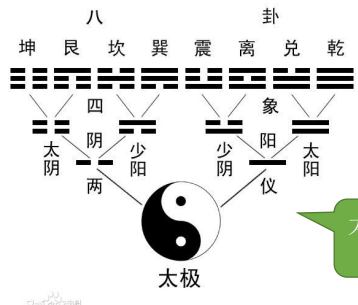
王道考研/CSKAOYAN.COM

15

### 中国古代的二进制系统



算命 十元一次  
你算什么东西?



八 卦

坤 艮 坎 巽 震 离 兑 乾

四 象

太阴 少阴 少阳 太阳

两 仪

太极

太极生两仪，两仪生四象，四象生八卦

王道考研/CSKAOYAN.COM

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