

# 第12讲

## 模型机与信息表示

- 一、模型计算机
- 二、信息表示
- 三、数制及其转换

习题：9、17、18

# 模型计算机

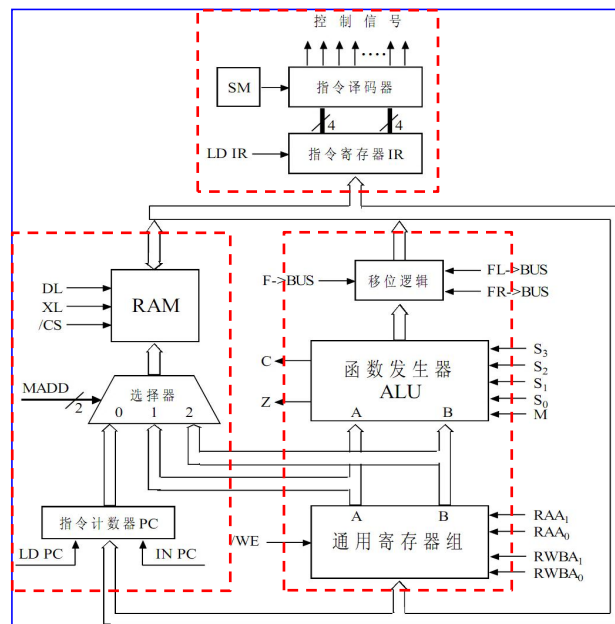
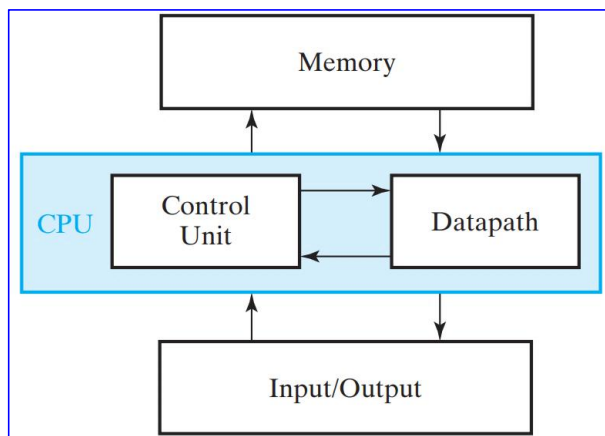
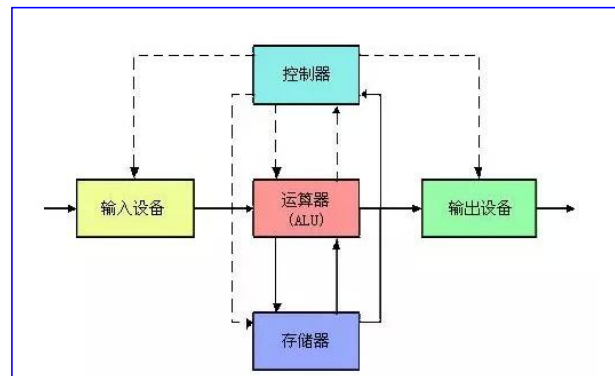
- 内容

模型计算机中的指令流与数据流

- 目标

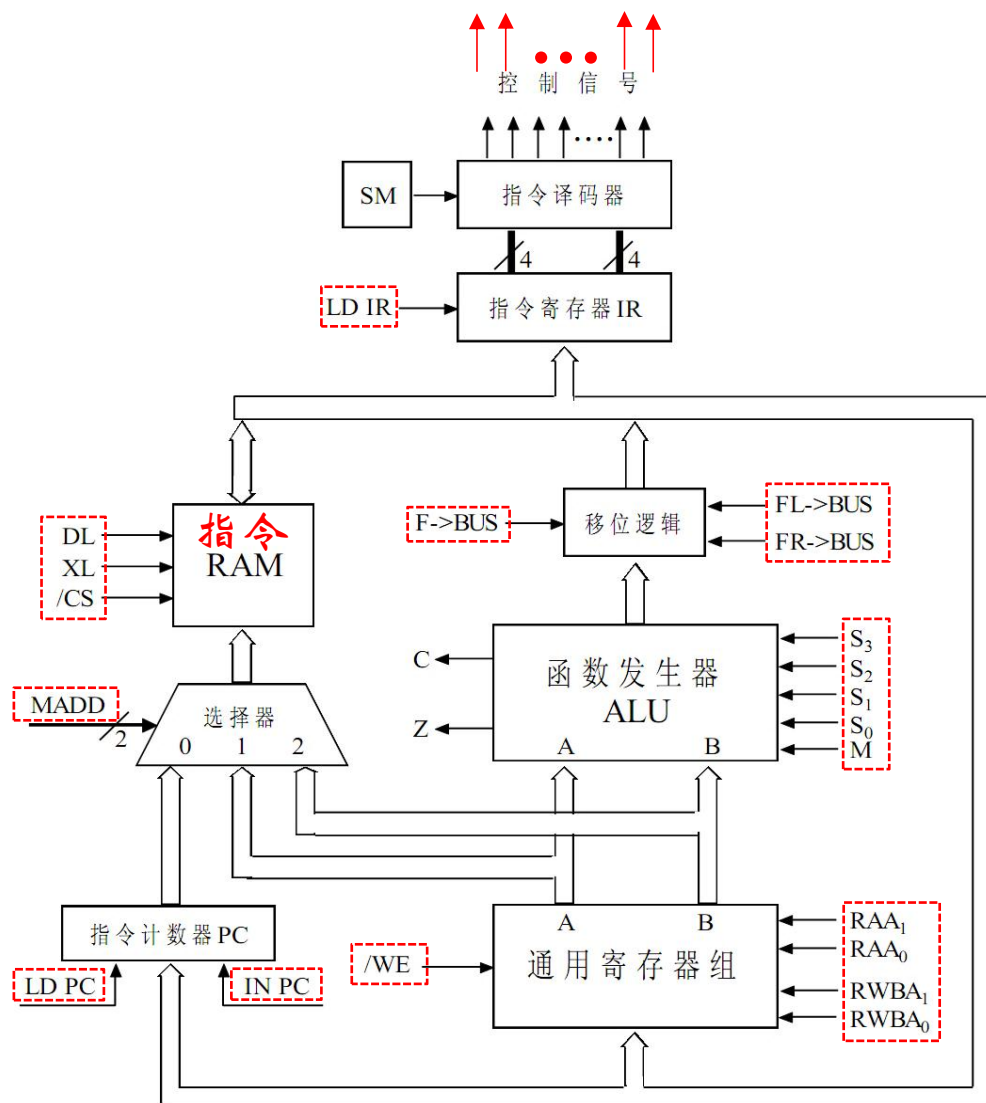
分别说出模型机中指令和数据流动路径、分支指令成功与否指令地址的形成方式。

# 模型计算机 (1/4)



# 模型计算机 (2/4)

- 指令：存储器→指令寄存器→指令译码器



# 模型计算机 (3/4)

● 指令：存储器→指令寄存器→指令译码器

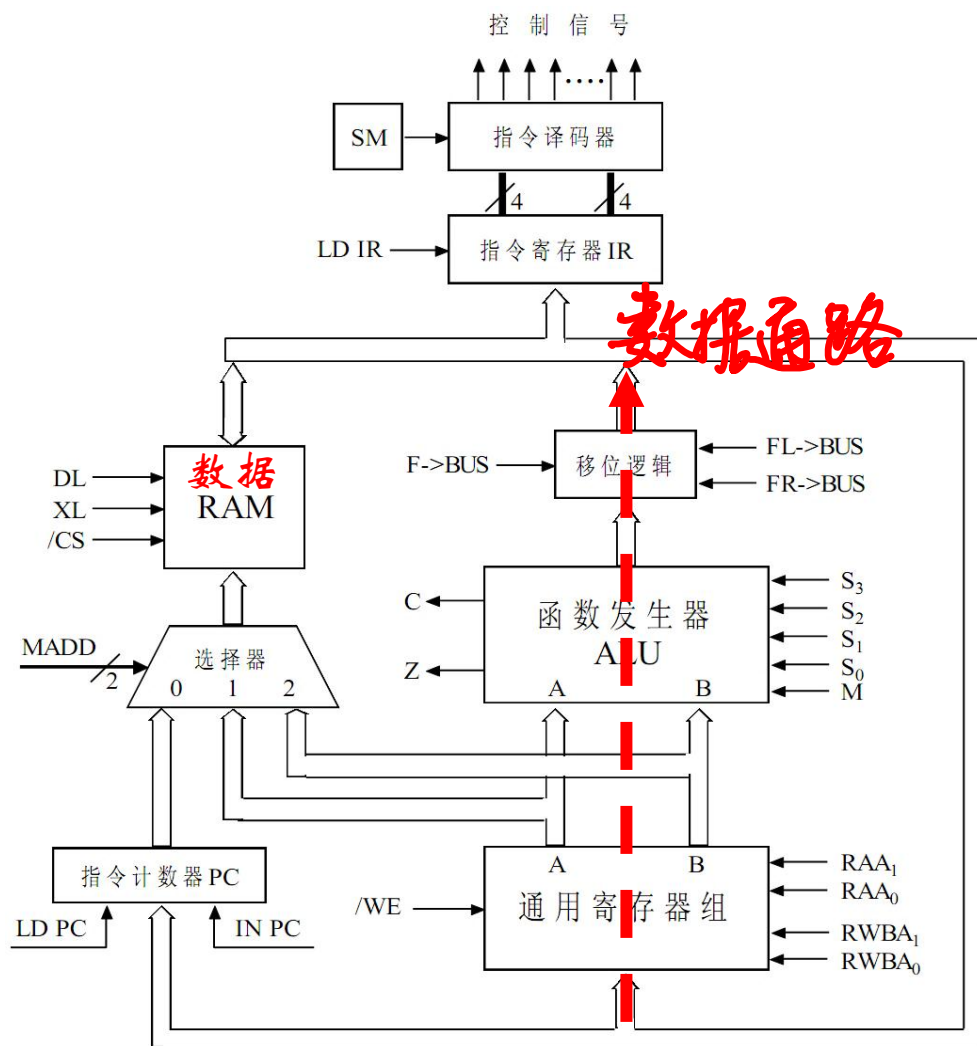
● 数据：相对复杂一些

1. RAM 存储器→通用寄存器组→函数发生器→移位逻辑→存储器

2. 存储器→通用寄存器组→函数发生器→移位逻辑→通用寄存器

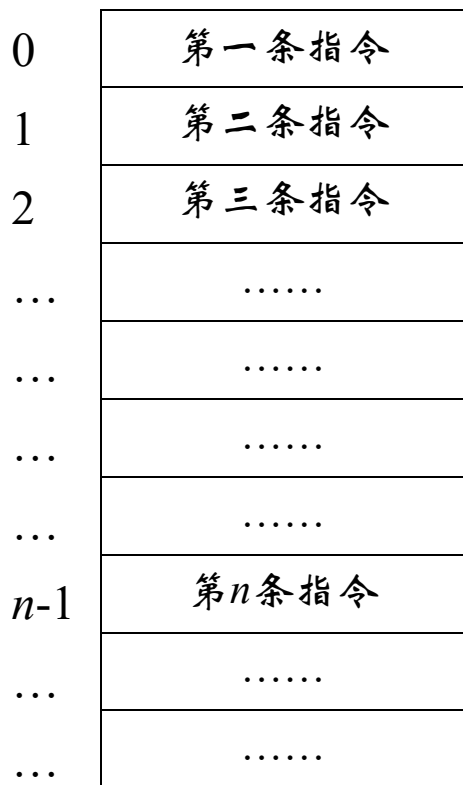
3. 通用寄存器组→函数发生器→移位逻辑→寄存器组

4. 通用寄存器组→函数发生器→移位逻辑→存储器

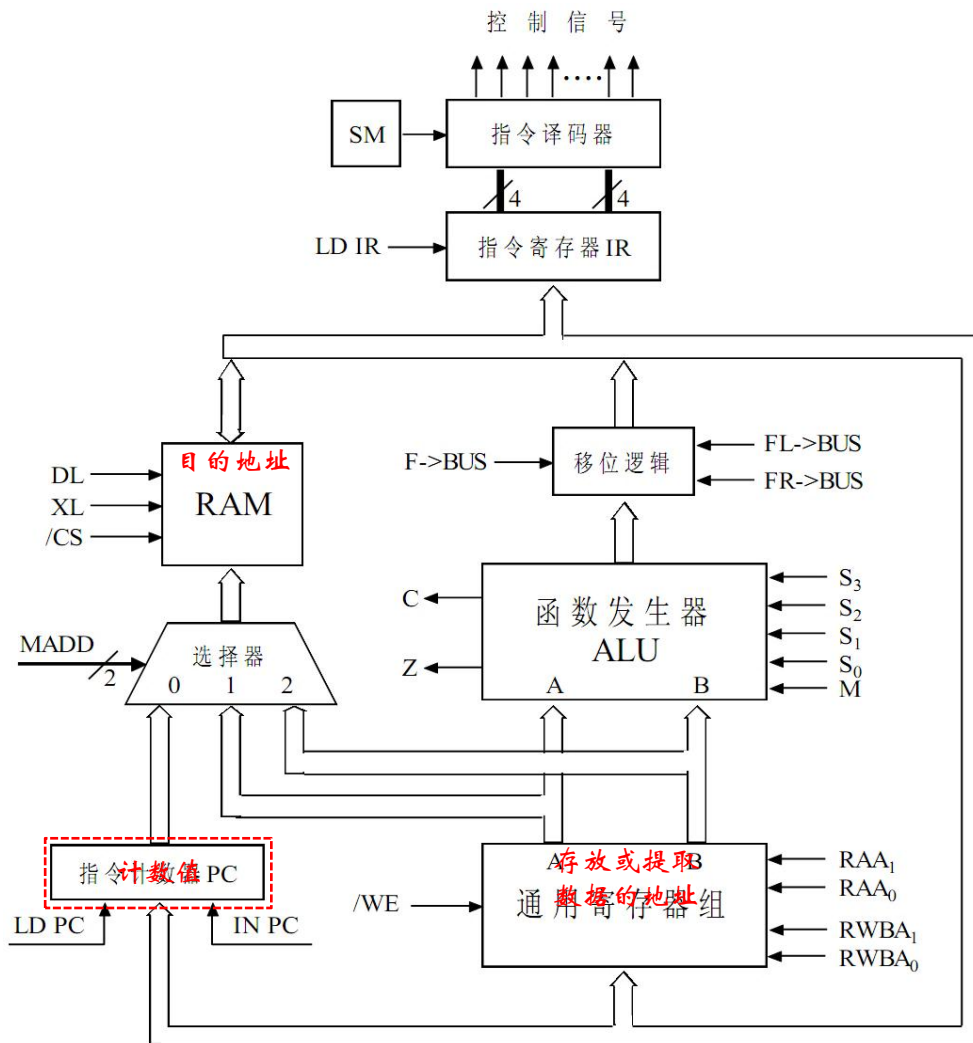


# 模型计算机 (4/4)

## ● 指令执行顺序



## 存储器RAM



# 信息表示

- 内容

数字信号与电平

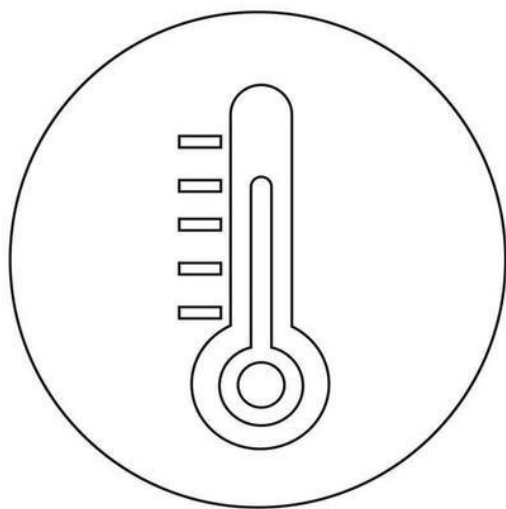
- 目标

通过画图方式将任一连续信号波形分别表示成同步和异步离散形式；通过对“交规”的合理性进行类比分析，分别画出输入、输出高低电平的范围，从而建立数字电平模型。

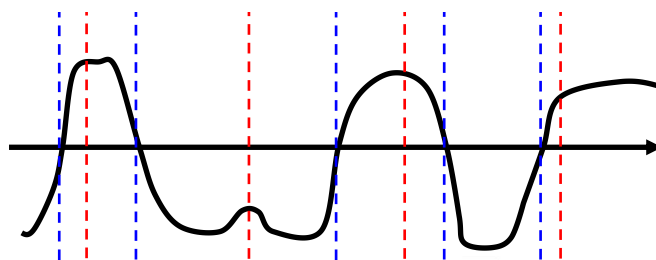
# 1.1 信息表示 (1/4)

● 将模拟（连续）信号表示成数字（离散）形式

● 用1位二进制数字表示



模拟量

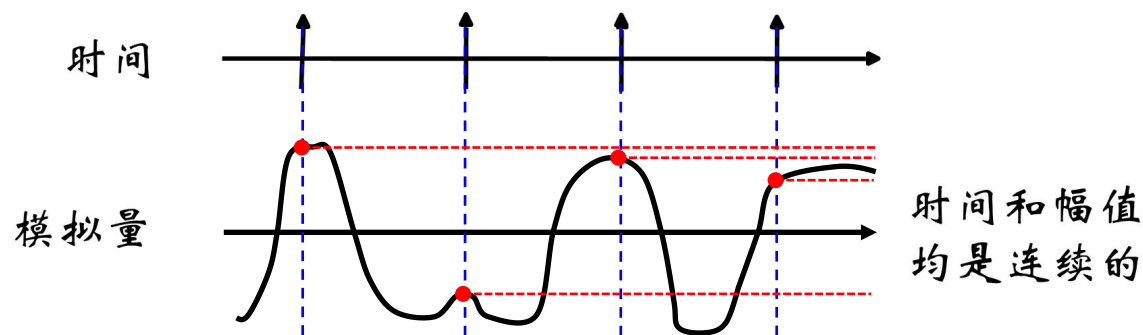


时间和幅值  
均是连续的



# 1.1 信息表示 (2/4)

- 用3位二进制表示



量化

- 降低量化误差的办法? 增加采样频率

# 1.1 信息表示 (3/4)

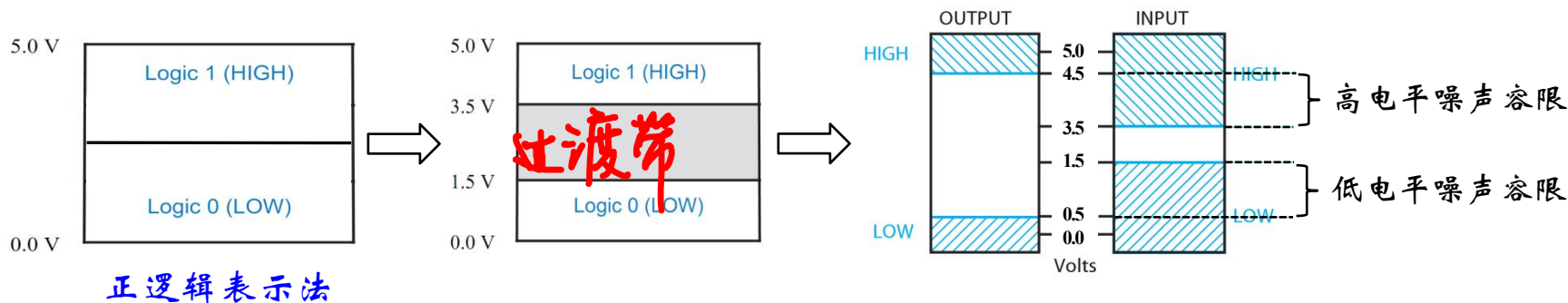
## ● 为什么要用二进制?

● 将无穷多个电压值映射（抽象）为两个区间（电平），避免了模拟世界的不确定性，使数字电路设计和制造变得简单。

● 两个电平可以抽象地表示：数字“1”与“0”；字符“T”与“F”，“前进”与“后退”；通常它们不分大小。

● 交规：限速100公里，超过100公里罚款合适吗？请说出理由。

## ● 数字系统中的电压信号



# 1.1 信息表示 (4/4)

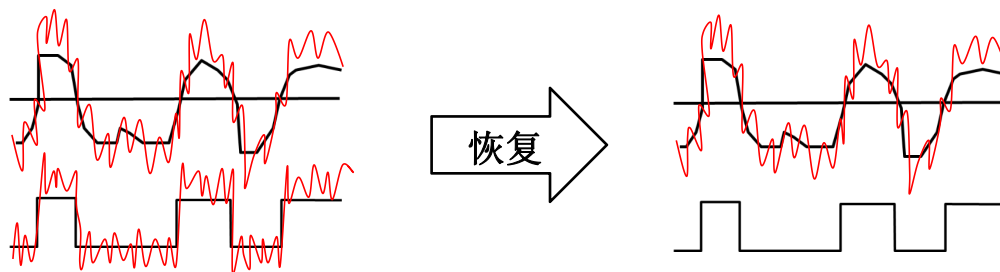
## ● 使用数字信息的优势

- 易于存储：容量大，稳定性好。磁带保存的《榴莲歌》不如CD上保存的好听

- 易于传输：抗干扰能力强，传输距离远。模拟广播电台的声音不如调频数字广播电台的声音清晰

- 易于处理：数字信息容易加密，可以高倍率压缩，且解密、解压相对简单

- 应用广泛：动画制作，检索，数字水印



模拟信息



数字信息

# 数制及其转换

- 内容

数制、不同数制之间数的转换

- 目标

在二进制与十进制、八进制和十六进制之间进行数制相互转换。

# 1.3 进位计数制 (1/2)

## ● 十进制数

● 位置表示法  $N = a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots a_{-m} \quad (a_i = 0 \sim 9)$

● 基 10

● 权  $10^i \quad (-m \leq i \leq n-1)$

● 最高位  $a_{n-1}$ , 最低位  $a_{-m}$

● 权展开式表示法

## ● 二进制数

$(N)_2 = (a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots a_{-m})_2 \quad (a_i = 0, 1)$

● 一些特殊的权值

$2^{10}$  (1024), K;  $2^{20}$  (1,048,576), M;  $2^{30}$  (1,073, 741,824), G;  
 $2^{40}$  (1,099,511,627,776 ), T。

# 1.3 进位计数制 (2/2)

## ● 十进制、二进制、八进制和十六进制数

Numbers with Different Bases

Decimal (base 10)	Binary (base 2)	Octal (base 8)	Hexadecimal (base 16)
00	0000	00	0
01	0001	01	1
02	0010	02	2
03	0011	03	3
04	0100	04	4
05	0101	05	5
06	0110	06	6
07	0111	07	7
08	1000	10	8
09	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

# 1.4 数制转换 (1/4)

- 1 进制

- 数制转换

- 二进制  $\rightarrow$  十进制：对权展开式在十进制数域求和

- 十进制  $\rightarrow$  二进制

- 等式两边同乘一数或同除一非零数；

- 整数部分与小数部分分别相等；

- 整数部分转换用除2取余法；

- 小数部分转换用乘2取整法。

**例12.1** 将  $(58.625)_{10}$  转换为二进制数

# 1.4 数制转换 (2/4)

先将 $(58)_{10}$ 转换为二进制数 (用除2取余法)

$$\begin{aligned}(58)_{10} &= (a_{n-1} a_{n-2} \cdots a_1 a_0)_2 \\ &= a_{n-1} \times 2^{n-1} + a_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + a_1 \times 2^1 + a_0 \times 2^0 \\ &= 2(a_{n-1} \times 2^{n-2} + a_{n-2} \times 2^{n-3} + \cdots + a_1) + a_0\end{aligned}$$

$$(29)_{10} = a_{n-1} \times 2^{n-2} + a_{n-2} \times 2^{n-3} + \cdots + a_1 + \frac{a_0}{2}, \rightarrow a_0 = 0$$

$$(14 + \frac{1}{2})_{10} = a_{n-1} \times 2^{n-3} + a_{n-2} \times 2^{n-4} + \cdots + a_2 + \frac{a_1}{2}, \rightarrow a_1 = 1$$

.....

$$(58)_{10} = (111010)_2$$



## 1.4 数制转换 (3/4)

再将 $(0.625)_{10}$ 转换为二进制数 (用乘2取整法)

$$\begin{aligned}(0.625)_{10} &= (0.a_{-1}a_{-2}\cdots a_{-m})_2 \\ &= \frac{a_{-1}}{2} + \frac{1}{2}(a_{-2} \times 2^{-1} + \cdots + a_{-m} \times 2^{-m+1})\end{aligned}$$

$$(1.25)_{10} = a_{-1} + (a_{-2} \times 2^{-1} + \cdots + a_{-m} \times 2^{-m+1}), \rightarrow a_{-1} = 1$$

$$(0.5)_{10} = a_{-2} + (a_{-3} \times 2^{-1} + \cdots + a_{-m} \times 2^{-m+2}), \rightarrow a_{-2} = 0$$

$$(1.00)_{10} = a_{-3} + (a_{-4} \times 2^{-1} + \cdots + a_{-m} \times 2^{-m+3}), \rightarrow a_{-3} = 1$$

$$(0.625)_{10} = (0.101)_2$$

● 注意不能进行精确转换的情况

# 1.4 数制转换 (4/4)

● 二进制与八进制、十六进制的相互转换

● 从二进制到八进制、十六进制或反之

octal:            2   5   7   .   0   5   5   4

Binary:           010 101 111 . 000 101 101 100

Hexadecimal:    A   F   .   1   6   C

$$(257.0554)_8 = (10101111.0001011011)_2 = (AF.16C)_{16}$$

● 从八进制（十六进制）到十六进制（八进制）？

# 小结

## ● 模型计算机

- 冯氏计算机体系结构
- 模型机指令流、数据流、地址流

## ● 信息表示

- 如何将模拟信号（连续信号）表示成数字信号（离散信号）
- 同步与异步信号
- 数字系统中的电压信号（电平）
- 电平噪声容限

## ● 数制转换

- 二进制 $\leftrightarrow$  十进制、二进制 $\leftrightarrow$  八进制、二进制 $\leftrightarrow$  十六

## ● 测验