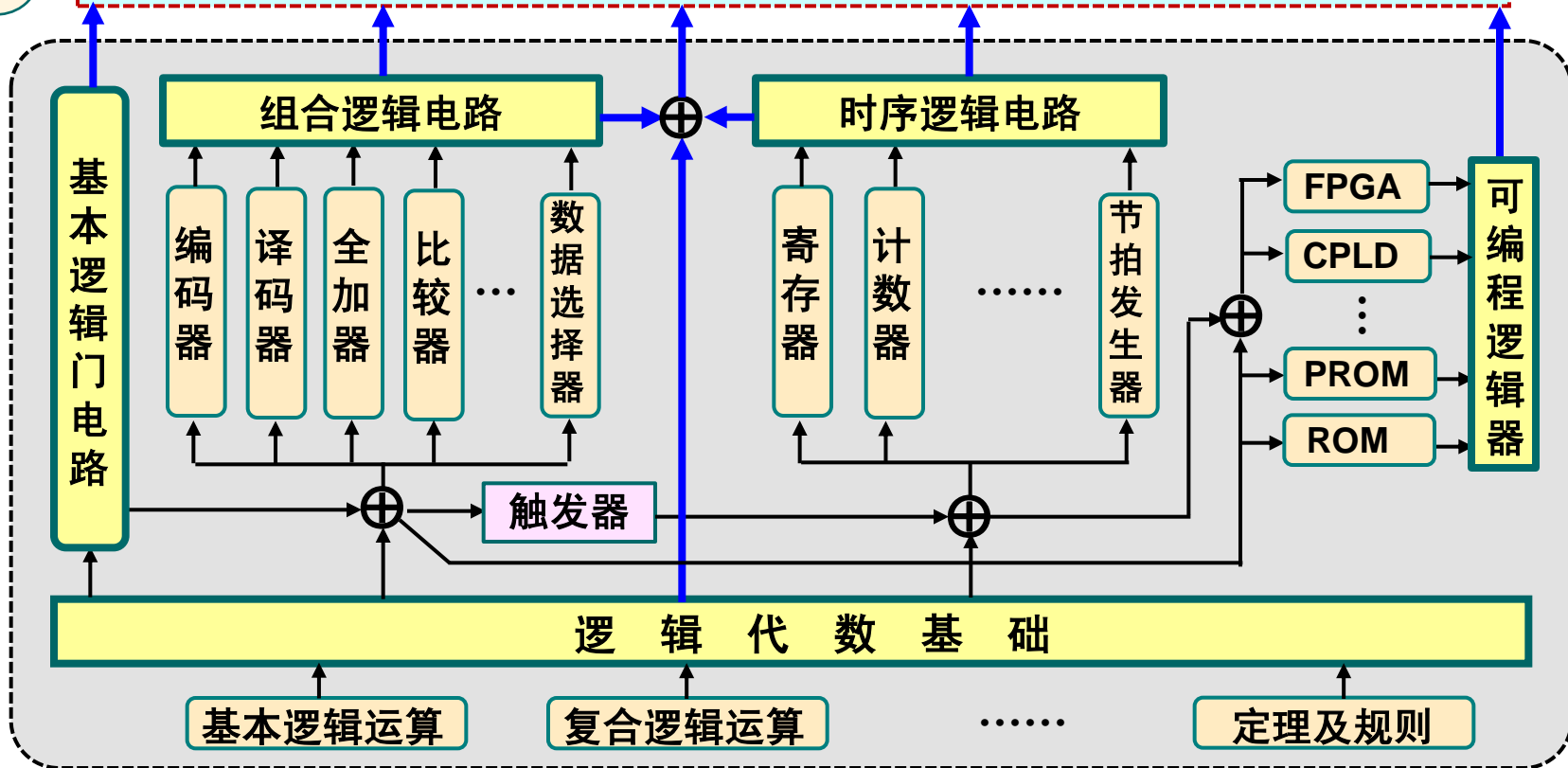


数字逻辑的知识脉络

后续课程：
如计算机组成原理等

数字系统或计算机应用系统

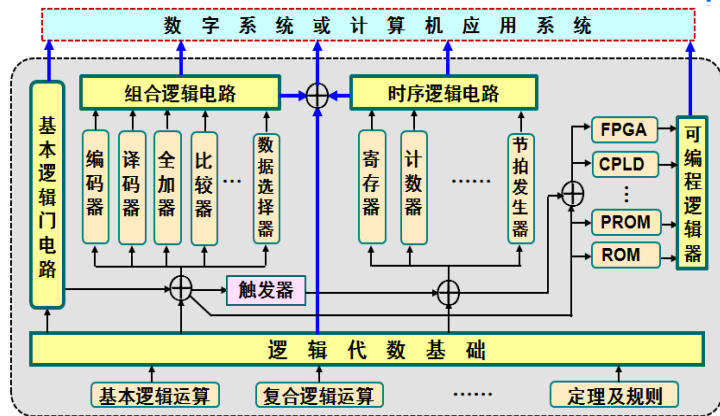
本课程的研究内容



课程目标



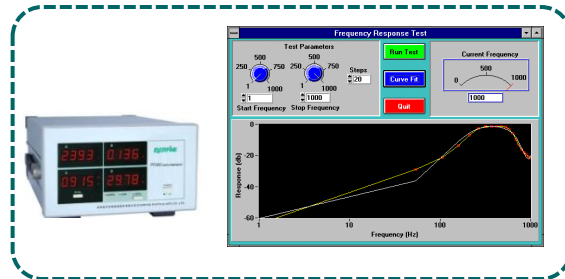
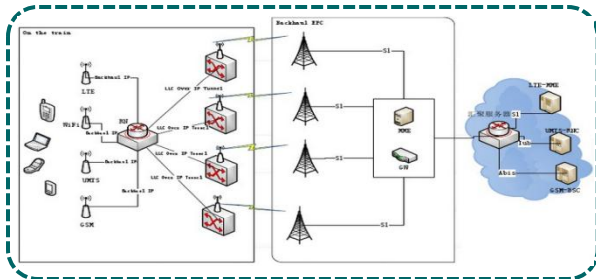
本课程的研究内容



- ❑ 掌握逻辑代数基础，具有利用逻辑代数原理及基本逻辑门构造典型逻辑组合部件的能力
- ❑ 掌握组合逻辑电路的分析方法及设计方法，具有利用基本逻辑部件及中规模芯片构造组合逻辑电路的能力；
- ❑ 掌握时序逻辑电路的分析方法及设计方法，具有利用触发器、逻辑门、基本逻辑部件及中规模芯片构造时序逻辑电路的能力；
- ❑ 了解可编程逻辑器件的基本工作原理，具有利用可编程逻辑器件设计逻辑电路的能力。
- ❑ 培养自主学习的能力，通过查阅器件资料及参考文献，能利用各种基本逻辑部件、中规模芯片及可编程逻辑器件设计一个较为复杂的完整的数字系统。

数字逻辑的应用

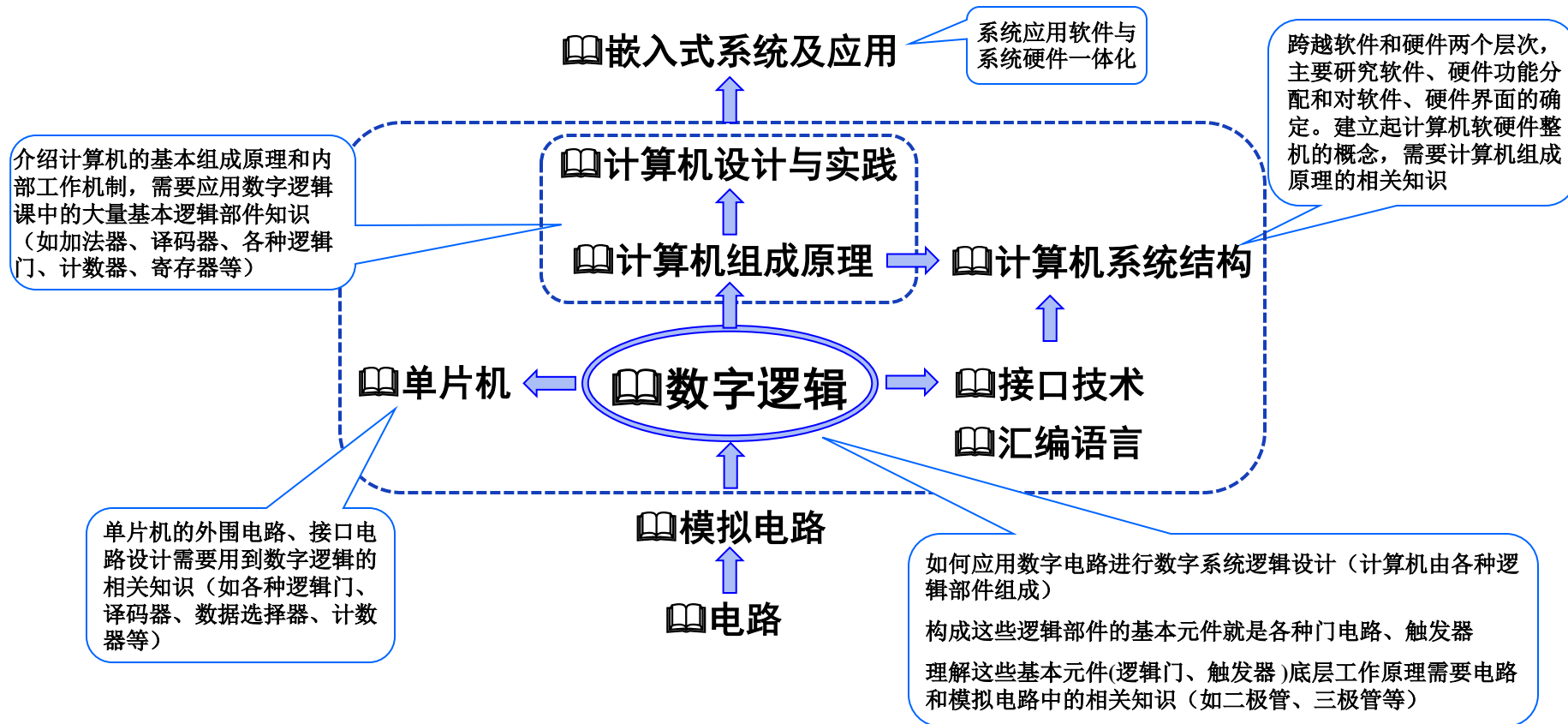
- 数字通讯、数字控制、数字测量……



- 从天空到陆地，从陆地到海洋……
- 大到卫星、飞船，小到玩具、手表……



数字逻辑课与其他硬件课程的耦合



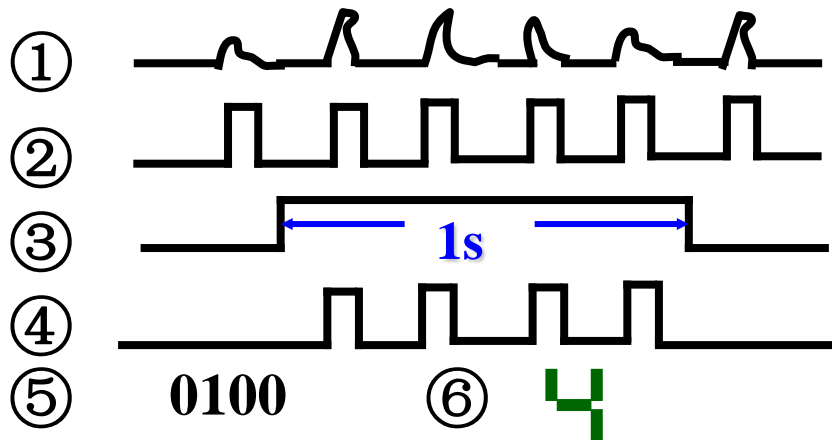
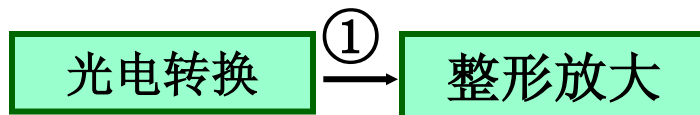
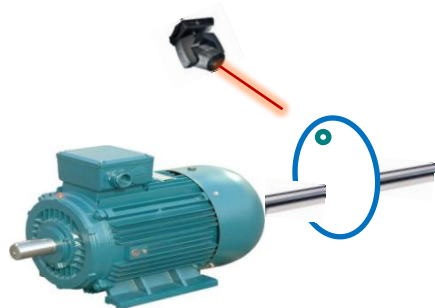
1.1 初识数字逻辑

■ 本节中的几个问题

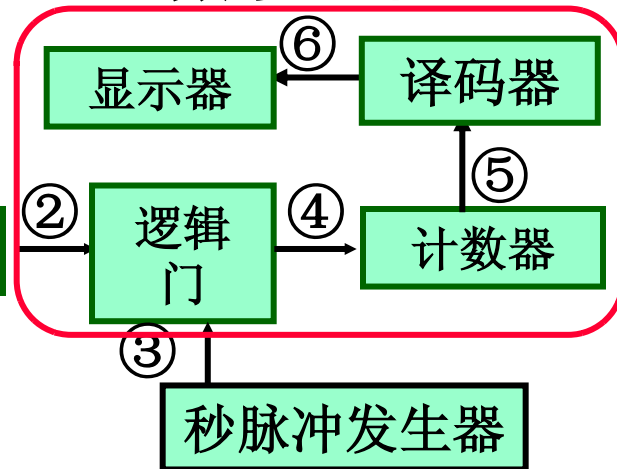
- 何为数字逻辑？
- 数字系统中的开关器件
- 数字系统中的“0”和“1”

1.1 初识数字逻辑

Logical Design?

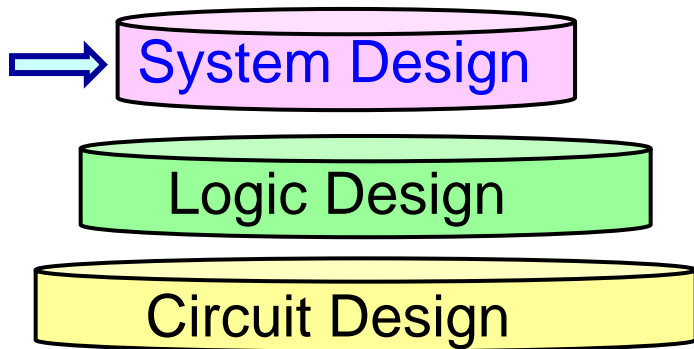


数字电路

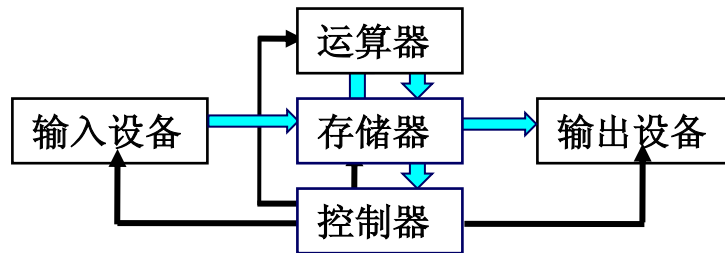


1.1 初识数字逻辑

Design of Digital Systems



- 划分成子系统
- 确定各子系统特性



Example: 计算机的系统设计

- 存储单元，运算单元，输入输出设备…….
- 各个子系统之间的互连及控制

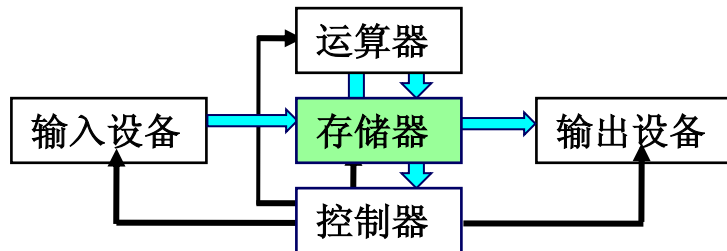
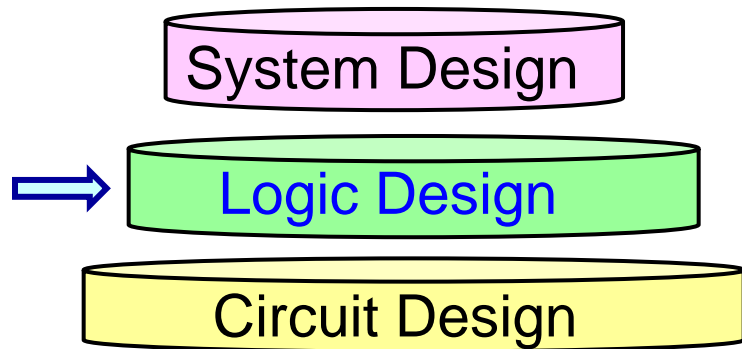


1.1 初识数字逻辑

Design of Digital Systems

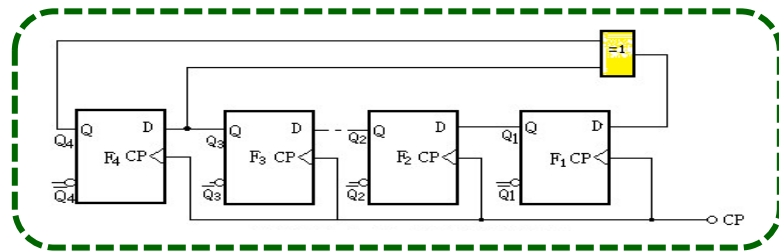


- 实现各子系统的逻辑功能
- 将各个功能模块互连



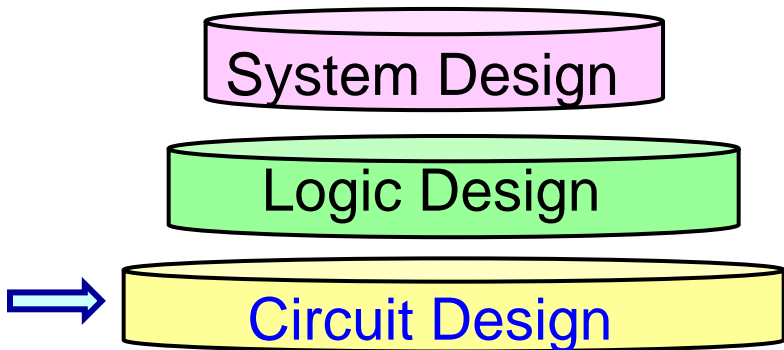
Example: 寄存器设计

- 如何用逻辑门和触发器设计实现？



1.1 初识数字逻辑

Design of Digital Systems

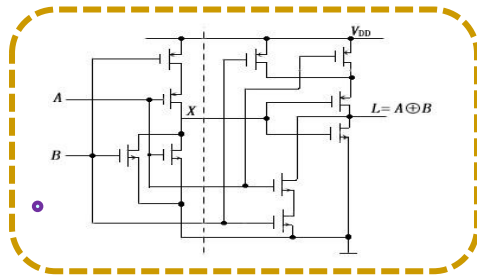
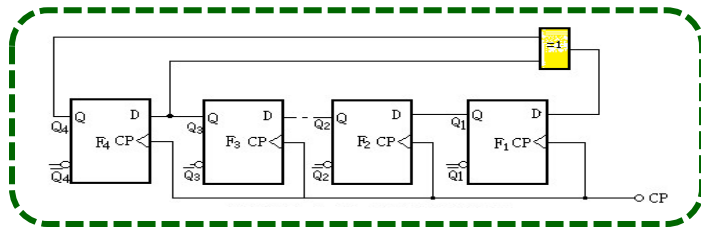
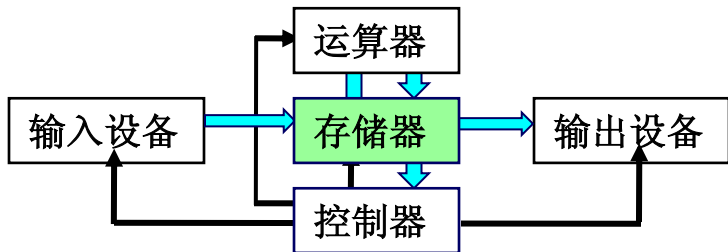


Example: 逻辑门、触发器设计

- 二极管、三极管、电阻...
- 各逻辑器件的互连



- 确定特定逻辑器件的实现和连接



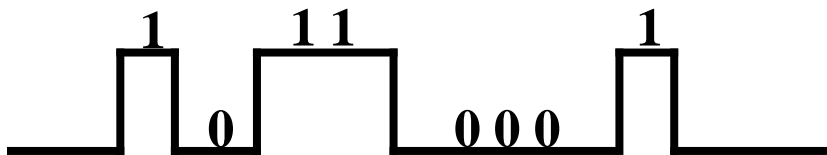
已封装在芯片中

1.1 初识数字逻辑

- 模拟信号：数值的变化在时间上是连续的
如：语音信号



- 数字信号：数值的变化在时间上是不连续的

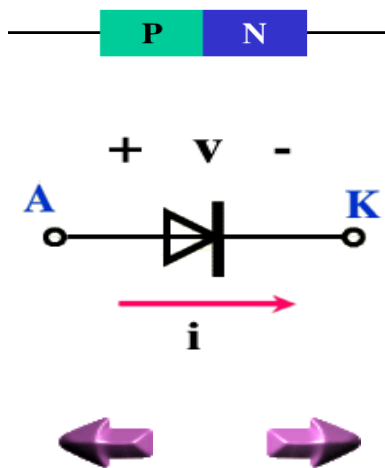


1.1 初识数字逻辑

数字系统使用的是具有两种状态的开关器件
如：二极管、三极管



二极管由PN结组成，具有单向导电性



$$V \geq V_{ON}$$

二极管导通

$$V < V_{ON}$$

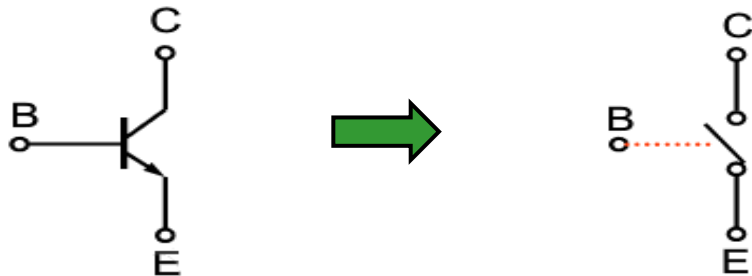
二极管截止



1.1 初识数字逻辑



- 利用三极管的**饱和、截止**状态作开关
- 三极管开关的**通、断**受基极B的电位高低控制



由于大多数开关器件只能取两个不同的值，
所以数字系统内部使用**二进制**也就很自然了。

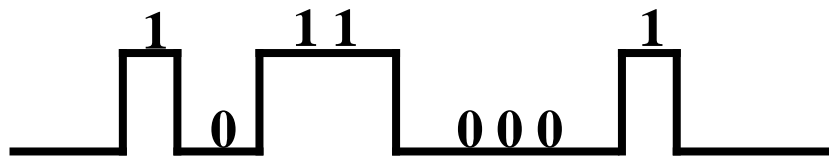
1.1 初识数字逻辑

4. 数字逻辑中的“0”和“1”

- 代表两种状态

0：低电平

1：高电平



- 在开关电路中

0：开关断开

1：开关闭合



1.1 初识数字逻辑

问题： 为何使用二进制？



- 电路简单
- 对电器元件要求不高
- 可靠稳定
- 精确
- 存储
- 计算机处理



1.2 二进制编码

本节中的几个问题

- BCD码
- 余3码
- 格雷码

1.2 二进制编码



变色龙，拱猪，接龙 ……

玩法N多，本质上，就是54张牌在不同游戏规则下的组合而已

■ 二进制编码

- BCD码
- 余3码
- 格雷码

编法N多，本质上，就是0和1在不同**编码规则**下的组合而已。

BCD 码

1. BCD 码 (Binary-Coded Decimal)

- 也叫二-十进制编码
- 用4位二进制数表示1位十进制数
- 每位二进制数都带有权值

- 根据权值不同，称其为：

8421BCD

2421BCD

4221BCD

.....

Decimal	8421BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

BCD 码

Decimal	8421BCD	2421BCD	4221BCD	5421BCD
0	0000	0000 (0000)	0000 (0000)	0000 (0000)
1	0001	0001 (0001)	0001 (0001)	0001 (0001)
2	0010	0010 (1000)	0010 (0100)	0010 (0010)
3	0011	0011 (1001)	0011 (0101)	0011 (0011)
4	0100	0100 (1010)	0110 (1000)	0100 (0100)
5	0101	1011 (0101)	1001 (0111)	1000 (0101)
6	0110	1100 (0110)	1100 (1010)	1001 (0110)
7	0111	1101 (0111)	1101 (1011)	1010 (0111)
8	1000	1110 (1110)	1110 (1110)	1011 (1011)
9	1001	1111 (1111)	1111 (1111)	1100 (1100)

2. 余3码 (Excess-3 code)

Decimal	8421BCD	Excess-3
0	0000	0011
1	0001	0100
2	0010	0101
3	0011	0110
4	0100	0111
5	0101	1000
6	0110	1001
7	0111	1010
8	1000	1011
9	1001	1100

0+3

- 无权码
- 自补码
- 8421code + “0011”



3. 典型格雷码 (Gray code)

■ 无权码

任何两位相邻编码
只有1位码元不同

Decimal	Binary	Gray code ✓
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111

Decimal	Binary	Gray code
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

怎样计算任意给定的二进制数对应的典型格雷码？

1) 计算法

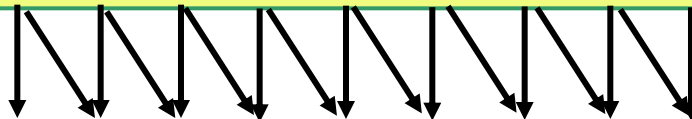
- 复制最高位
- 从最高位开始，俩俩比较相邻位：
 - 二者相同取 0
 - 二者不同取 1
- 转换前后数据的位宽不变

Binary:

1 0 1 1 0 1 1 0 1

Gray Code:

1 1 1 0 1 1 0 1 1



如何由n位典型格雷码写n+1位典型格雷码

2) 反射法

1位

0
1

2位

0	0
0	1
1	1
1	0

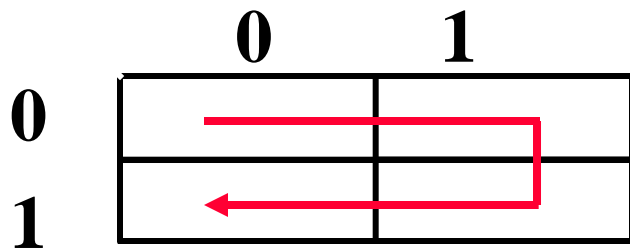
3位

0	0	0
0	0	1
0	1	1
0	1	0
1	1	0
1	1	1
1	0	1
1	0	0



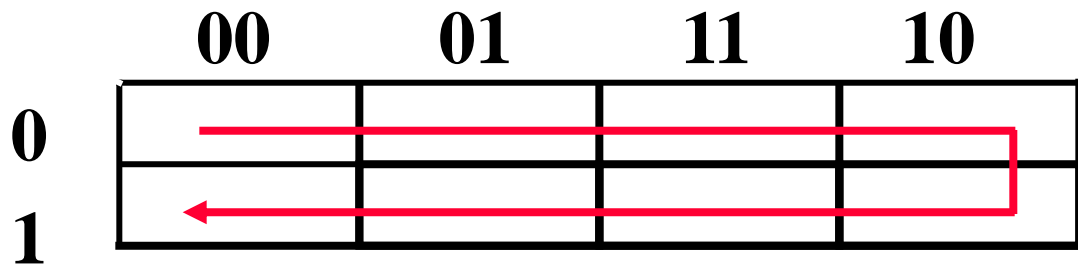
Gray Code

3) 图形法



2位格雷码

00、01、11、10



3位格雷码

000、001、011、
010、110、111、
101、100



Gray Code

	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

4位格雷码

0000、0001、0011、0010、0110、0111、0101、
0100、1100、1101、1111、1110、1010、1011、
1001、1000



Gray Code

Example 十进制: 3→4

8421BCD

0011



0100

3 位码元改变

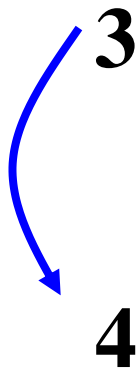
Gray Code

0010



0110

1 位码元改变



Gray Code ——连续变化时， 比较可靠

思考题

- 1) 已知某数的余3码为100010101001，求出与之对应的二进制数，并将所得二进制数转换为典型GRAY码。
- 2) 2421码11001110，对应的十进制数是（ ），对应的二进制数为（ ）。

