

本节内容

算术逻辑 单元

电路基本原理
&加法器设计

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

本节总览

算数逻辑单元

作用、大致原理

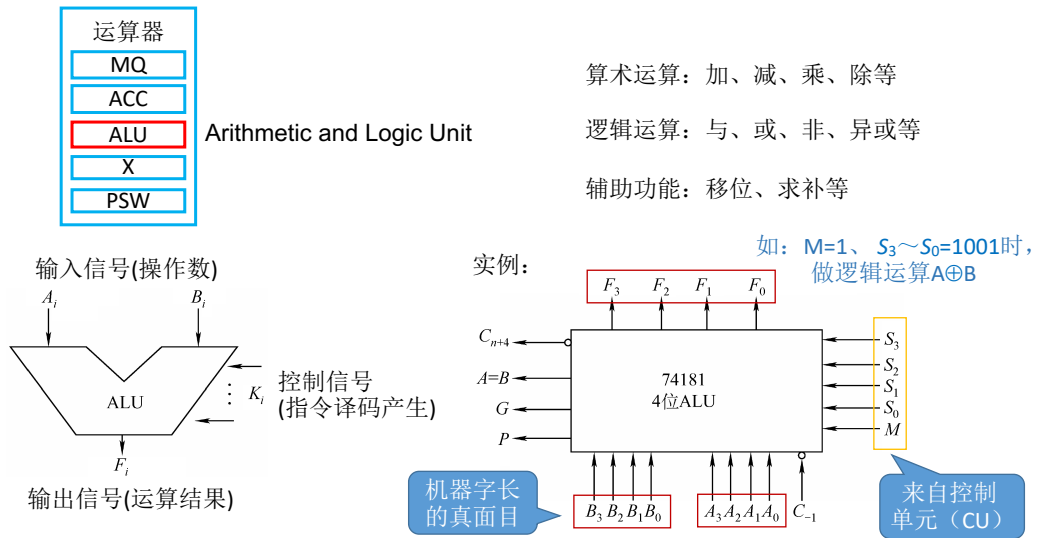
电路基础知识

加法器的实现

王道考研/CSKAOYAN.COM

2

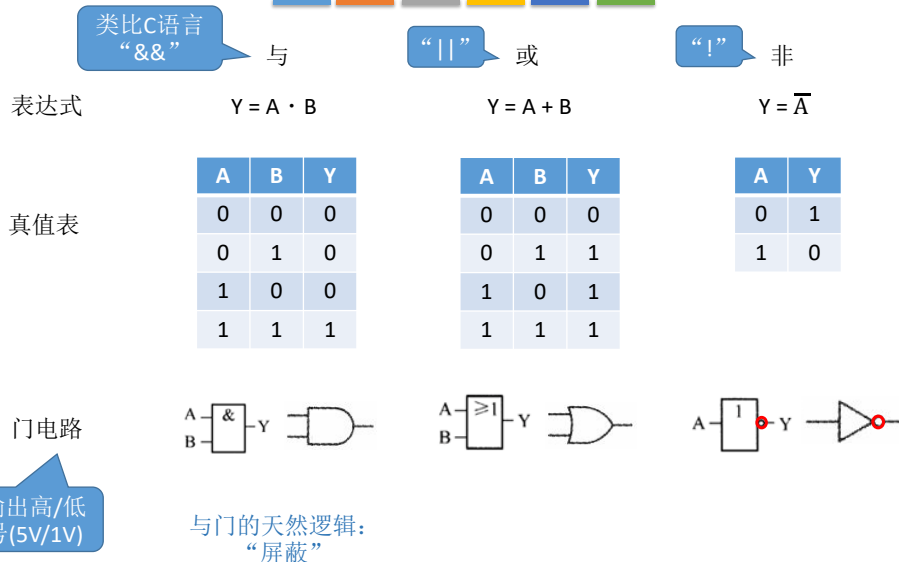
算术逻辑单元 (ALU)



王道考研/CSKAOYAN.COM

3

最基本的逻辑运算



王道考研/CSKAOYAN.COM

4

最基本的逻辑运算

与

类比C语言 “&&”

表达式: $Y = A \cdot B$

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

门电路:

或

“||”

表达式: $Y = A + B$

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

门电路:

优先级: 与>或
(类比乘法、加法)
Eg: $AB+CD$ 先算与再算或

$A(C+D) = AC + AD$ ——分配律
 $ABC = A(BC)$ ——结合律
 $A+B+C = A+(B+C)$ ——结合律

Eg: 实现 $AC+AD$

有何意义?

Tips: 本质上逻辑表达式是对电路的数学化描述, 简化逻辑表达式, 就是在简化电路, 就是在省钱。

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

复合逻辑

与非

表达式: $Y = \overline{A \cdot B}$

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

电路符号:

或非

表达式: $Y = \overline{A + B}$

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

电路符号:

异或

表达式: $Y = A \oplus B$

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

电路符号:

反演律:
 $\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$
 $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

A和B不同
 $\rightarrow A=0 \text{ 且 } B=1 \text{ 或 } A=1 \text{ 且 } B=0$
 $\rightarrow \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$

异或门可用与、或、非组合实现

王道考研/CSKAOYAN.COM

6

复合逻辑

反演律:

$$\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

表达式

与非

$$Y = \overline{A \cdot B}$$

$$\overline{A+B}$$

或非

$$Y = \overline{A+B}$$

$$\overline{A \cdot B}$$

异或

$$Y = A \oplus B$$

同或

$$Y = A \odot B$$

真值表

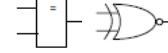
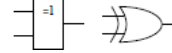
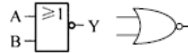
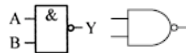
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

电路符号



异或的天然逻辑
“加法”
“奇偶校验”

王道考研/CSKAOYAN.COM

7

回忆：奇偶校验码

【例2-3】给出两个编码1001101和1010111的奇校验码和偶校验码。

设最高位为校验位，余7位是信息位，则对应的奇偶校验码为：

奇校验： 11001101 01010111

偶校验： 01001101 11010111



我和你相爱在网络里
爱来爱去都变成回忆

偶校验的硬件实现：各信息进行异或（模2加）运算，得到的结果即为偶校验位

⊕：异或（模2加）

$$0 \oplus 0 = 0$$

$$0 \oplus 1 = 1$$

$$1 \oplus 0 = 1$$

$$1 \oplus 1 = 0$$

求偶校验位：

$$1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

进行偶校验（所有位进行异或，若结果为1说明出错）：

$$0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

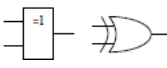
8

用门电路求偶校验位

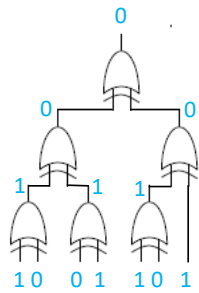
异或

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0


异或的天然逻辑
“加法”
“奇偶校验”



求偶校验位:
 $1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$
 $((1 \oplus 0) \oplus (0 \oplus 1)) \oplus ((1 \oplus 0) \oplus 1) = 0$



逻辑表达式是对电路的数学化描述



王道考研/CSKAOYAN.COM

9

一位全加器

10010111 A_i
 $+ 10011110$ B_i
 $\hline 00110101$ S_i

来自低位的进位 C_{i-1}
 本位的和

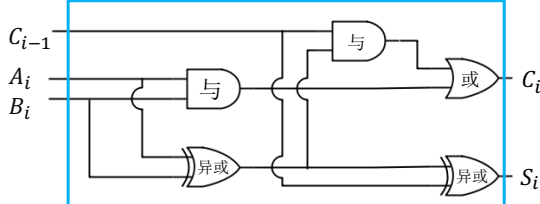
输入 A_i, B_i 输出 S_i, C_i

S_i : 输入中有奇数个1时为1(异或)
 $S_i = A_i \oplus B_i \oplus C_{i-1}$

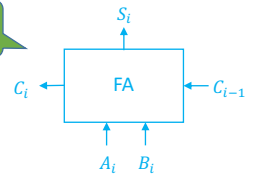
C_i : 输入中至少2个1
 $C_i = A_i B_i + (A_i \oplus B_i) C_{i-1}$

两个本位都为1
 两个本位中有一个1，且来自低位的进位是1

类比：函数的实现



类比：函数对外暴露的接口

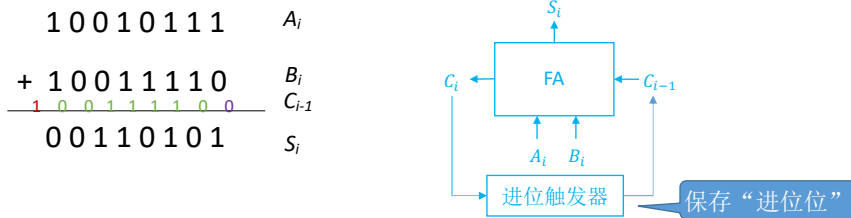


一位全加器 (FA, full adder)

王道考研/CSKAOYAN.COM

10

串行加法器



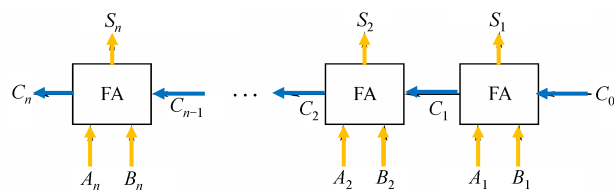
串行加法器：只有一个全加器，数据逐位串行送入加法器中进行运算。进位触发器用来寄存进位信号，以便参与下一次运算。

如果操作数 n 位，加法就要分 n 次进行，每次产生一位和，并且串行逐位地送回寄存器。

王道考研/CSKAOYAN.COM

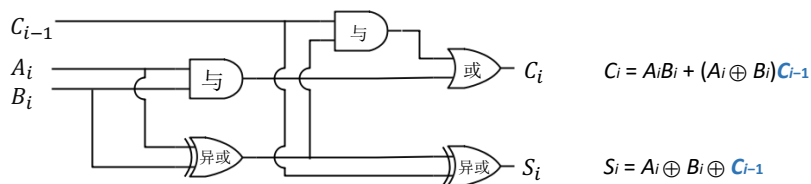
11

并行加法器



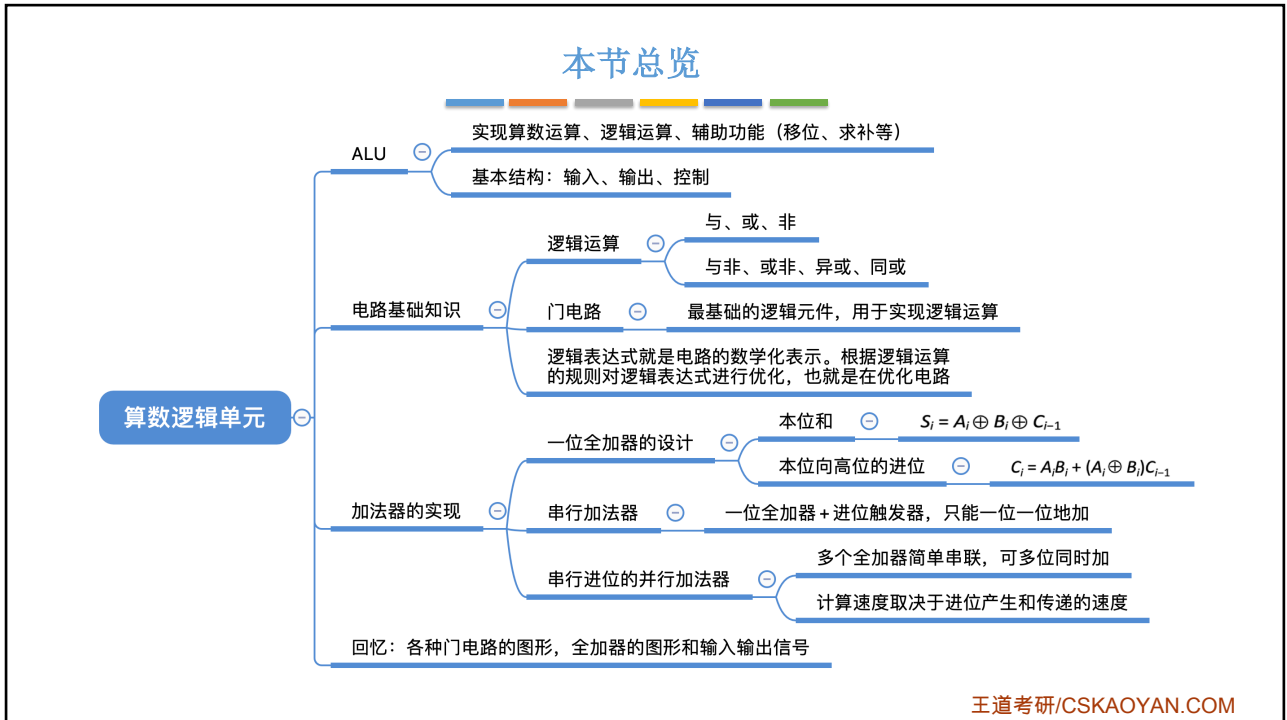
串行进位的并行加法器：把 n 个全加器串接起来，就可进行两个 n 位数的相加。

串行进位又称为行波进位，每一级进位直接依赖于前一级的进位，即进位信号是逐级形成的。



王道考研/CSKAOYAN.COM

12



13



@王道论坛



@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



@王道计算机考研



@王道计算机考研



@王道计算机考研



@王道在线

14