

十一、加法器

• 1、加法的类型

两个二进制数之间的算术运算都是化做若干步**加法**运算进行的。
实现加法运算的**加法器**是构成算术运算器的基本单元。

半加

- **不考虑**来自低位的**进位**，将两个1位二进制数相加
- 实现半加运算的电路称为**半加器**。

加数A	1
加数B	1
进位CI	1
结果	1 0

全加

- 将两个对应的加数和来自低位的进位，3个数相加
- 实现全加运算的电路称为**全加器**。

加数A	1
加数B	1
进位CI	+ 1
结果	1 1

17:07

22

• 2、一位半加器的设计

定变量

- 输入变量：A(加数1)、B(加数2)
- 输出变量：S(相加的和)、**CO** (向高位的进位)

正在缓冲...

明含义

- 输入变量：原码输入
- 输出变量：原码输出

列表格

输 入			输 出	
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>CI</i>	<i>S</i>	<i>CO</i>
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

写函数

$$\Rightarrow A'B'CI$$

$$\Rightarrow A'BCI'$$

$$\Rightarrow A'BCI$$

$$\Rightarrow AB'CI'$$

$$\Rightarrow AB'CI$$

$$\Rightarrow ABCI'$$

$$\Rightarrow ABCI \quad \Rightarrow ABCI$$

$$S = A'B'CI + A'BCI' + AB'CI' + ABCI$$

$$CO = A'BCI + AB'CI + ABCI' + ABCI$$

做化简

与或非形式

$$S = \bar{A}\bar{B}CI + \bar{A}BC\bar{I} + A\bar{B}\bar{C}I + ABCI$$

$\begin{matrix} AB \\ CI \end{matrix}$	00	01	11	10
0	0	1	0	1
1	1	0	1	0

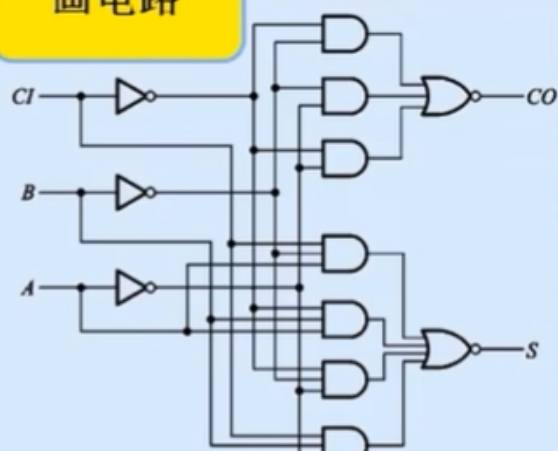
$$S = (\bar{A}\bar{B}CI + \bar{A}BC\bar{I} + A\bar{B}\bar{C}I + ABCI)'$$

$$CO = \bar{A}BCI + A\bar{B}CI + ABC\bar{I} + ABCI$$

$\begin{matrix} AB \\ CI \end{matrix}$	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	1

$$CO = (\bar{A}\bar{B} + B\bar{C}I + A\bar{C}I)'$$

画电路



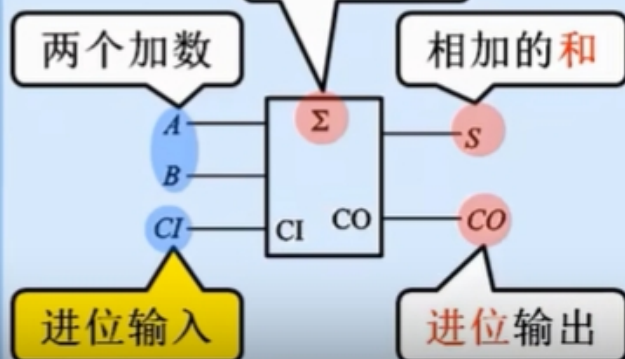
加法运算

两个加数

相加的和

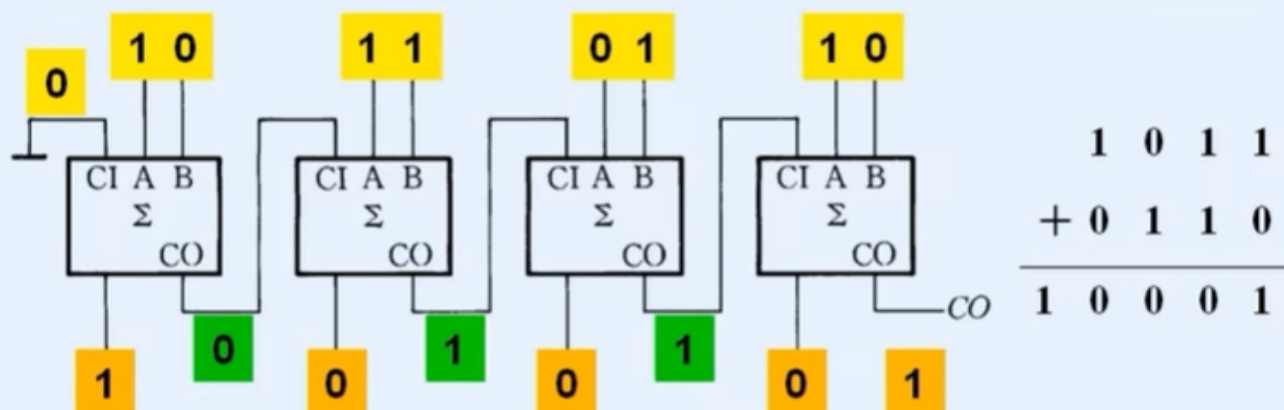
进位输入

进位输出



• 3、多位串行加法器

依次将低位全加器的进位输出端 CO 接到高位全加器的进位输入端 CI ，就可以构成多位串行加法器。



缺点

- 低位运算结束产生进位后，高位才能开始全加运算
- 运算速度慢

优点

- 电路结构简单
- 用于对运算速度要求不高的设备中

• 4、超前进位加法器（快速进位加法器）

为提高运算速度，必须减少由于进位信号逐级传递所耗费的时间。

加数 A 、 B 确定

加到第 i 位的进位输入信号 $(CI)_i$ ，一定能由 $A_{i-1}A_{i-2}\dots A_0$ 和 $B_{i-1}B_{i-2}\dots B_0$ 唯一确定

通过逻辑电路事先得到每一位的进位输入信号，
而无需从最低位开始向高位逐位传递进位信号。

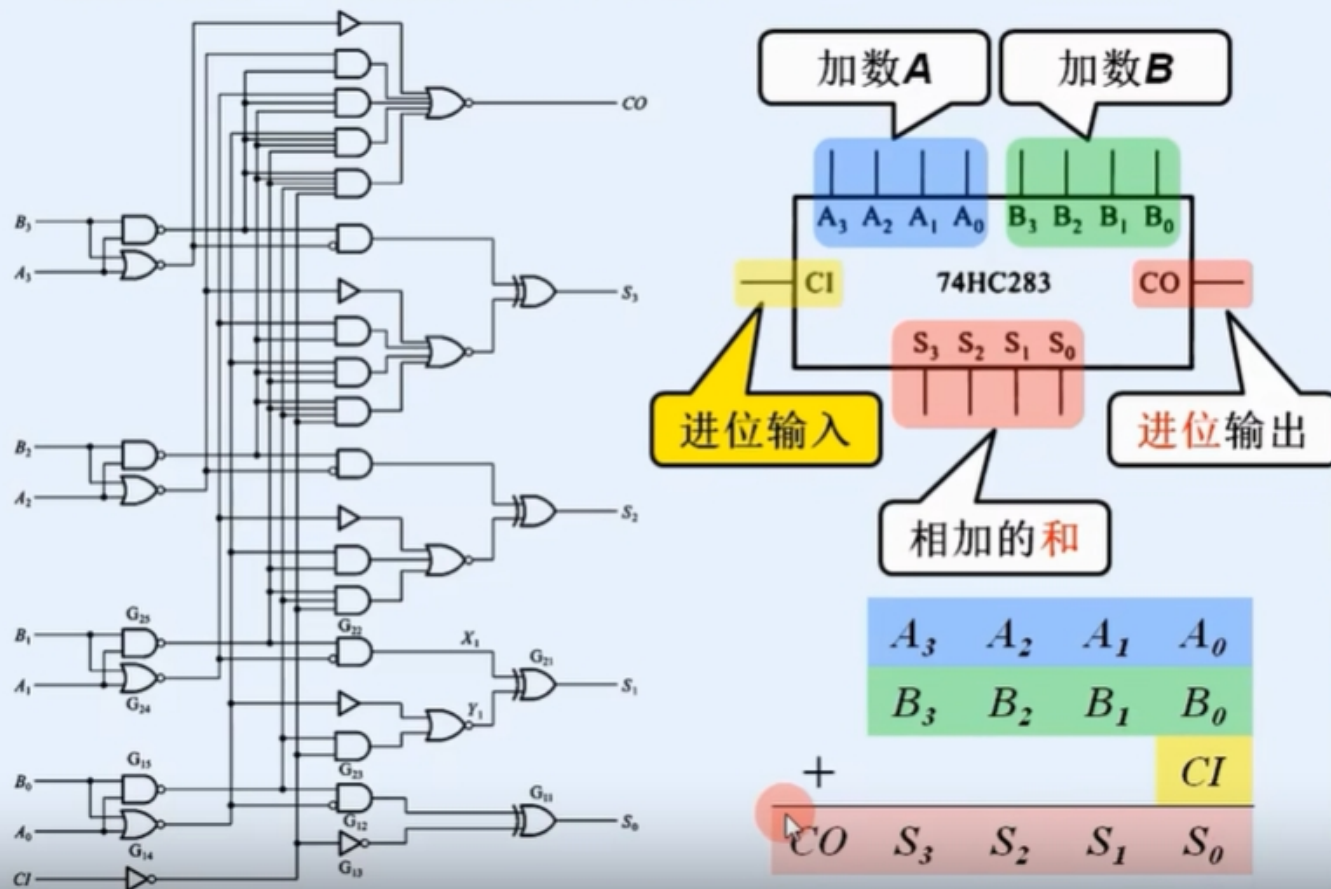
优点

- 运算速度快
- 全加器每一位的进位输入基本同时产生

缺点

- 电路结构复杂
- 当加法器位数增加时，电路复杂程度随之急剧上升

• 超前进位加法器实例74HC283



• 例11：用双全加器74LS283将BCD的8421码转换为余3码

定变量

- 输入变量: A_3, A_2, A_1, A_0 (BCD码)
- 输出变量: Y_3, Y_2, Y_1, Y_0 (余3码)

明含义

- 输入变量: 原码输入
- 输出变量: 原码输出

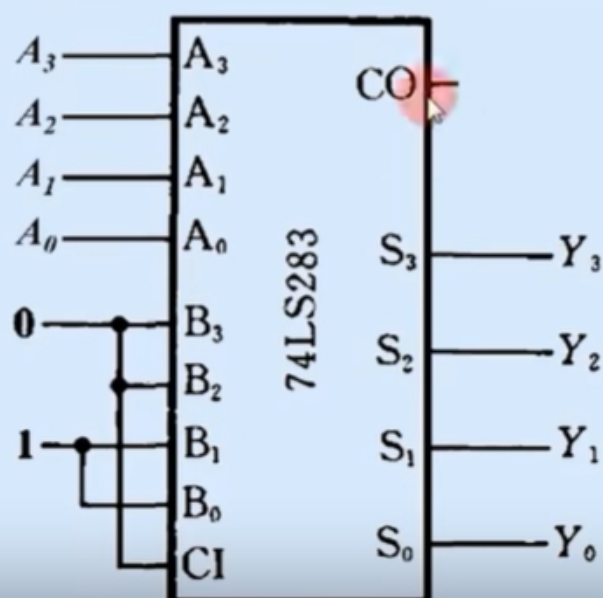
写函数

$$Y_3Y_2Y_1Y_0 = A_3A_2A_1A_0 + 0011$$

选器件

• 4位全加器

画电路



• 例12：设计一个3位二进制数的3倍乘法电路

定变量

- 输入变量： $D(d_2 d_1 d_0)$ (3位二进制数)
- 输出变量： $Y(y_4 y_3 y_2 y_1 y_0)$

3位输入，最大为**111**



10101，输出为：**5**位

明含义

- 输入变量：原码输入
- 输出变量：原码输出

写函数

$$Y = D \times 3 = D \times 2 + D$$

$$(y_4 y_3 y_2 y_1 y_0) = (d_2 d_1 d_0 \mathbf{0}) + (\mathbf{0} d_2 d_1 d_0)$$

选器件

- 4位全加器
- 74HC83

画电路

