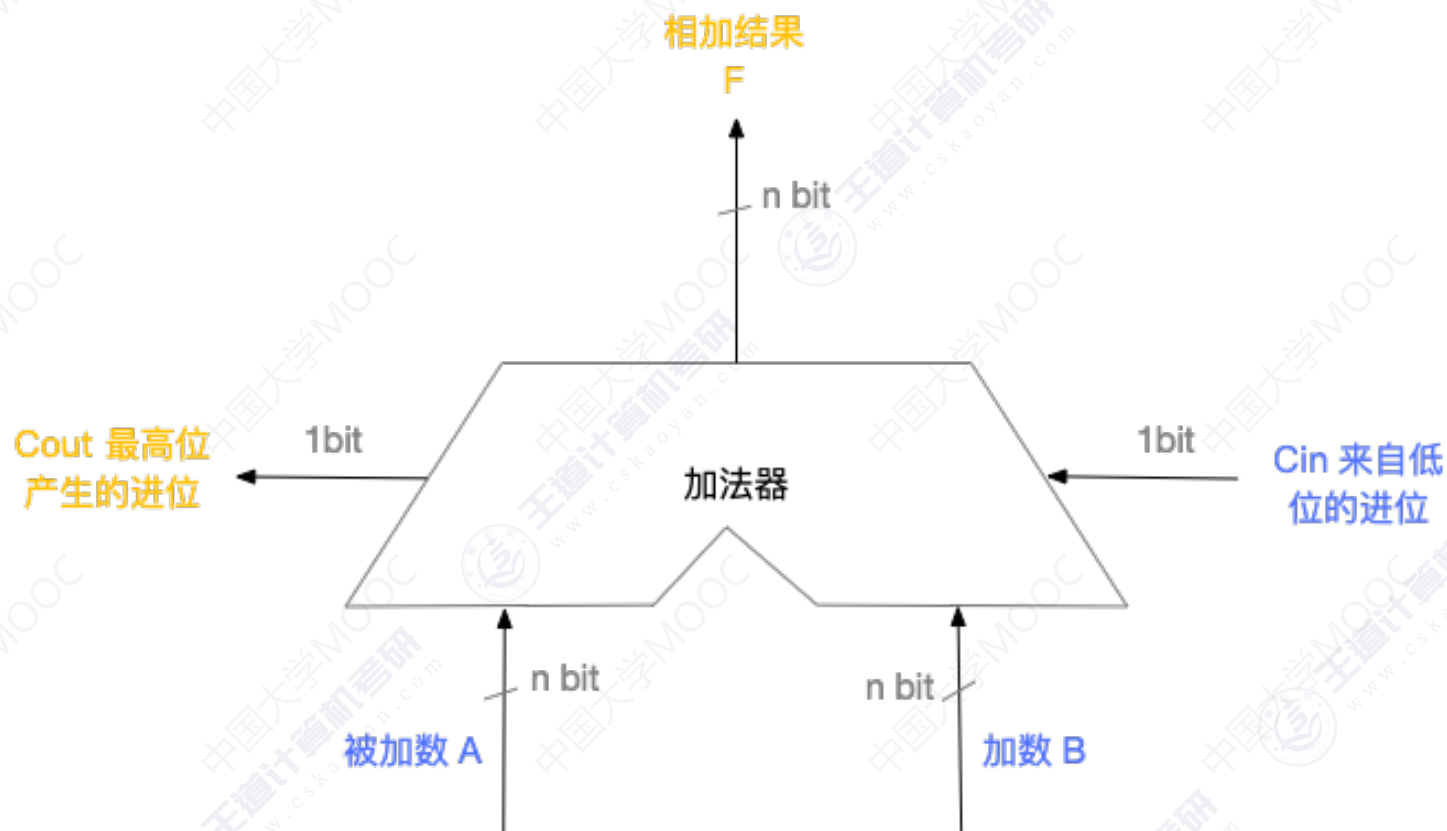


本节内容

# 补码加减 运算电路

## n bit 加法器

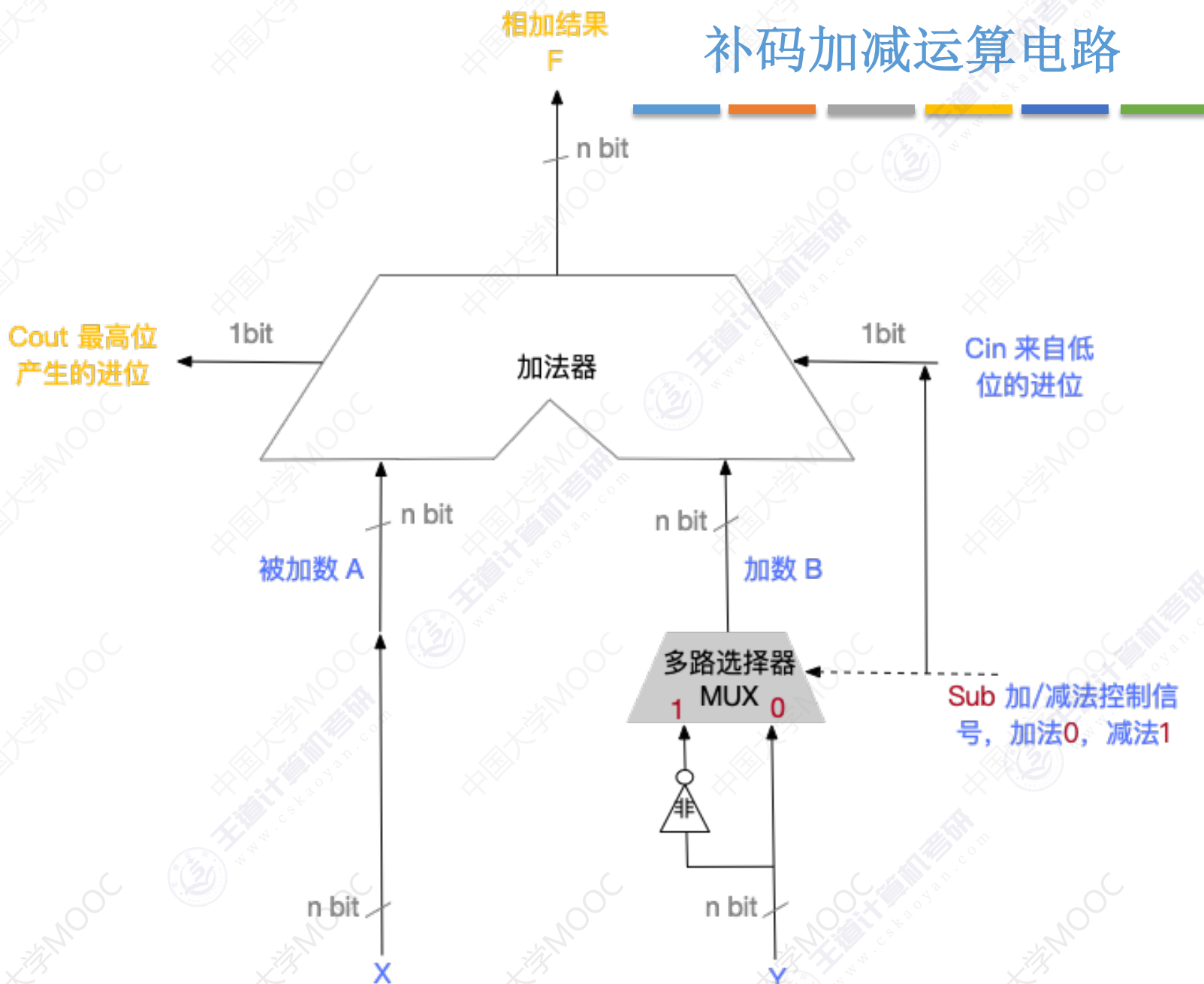


例:

A=1000, B=0111, Cin=0  
则 F=1111, Cout=0

A=1000, B=0111, Cin=1  
则 F=0000, Cout=1

## 补码加减运算电路



例：4bit补码， $X=3$ ， $Y=4$ 。 $X_{\text{补}}=0011$ ， $Y_{\text{补}}=0100$

$$X+Y = 0111\text{B} = 7\text{D} \quad \checkmark$$

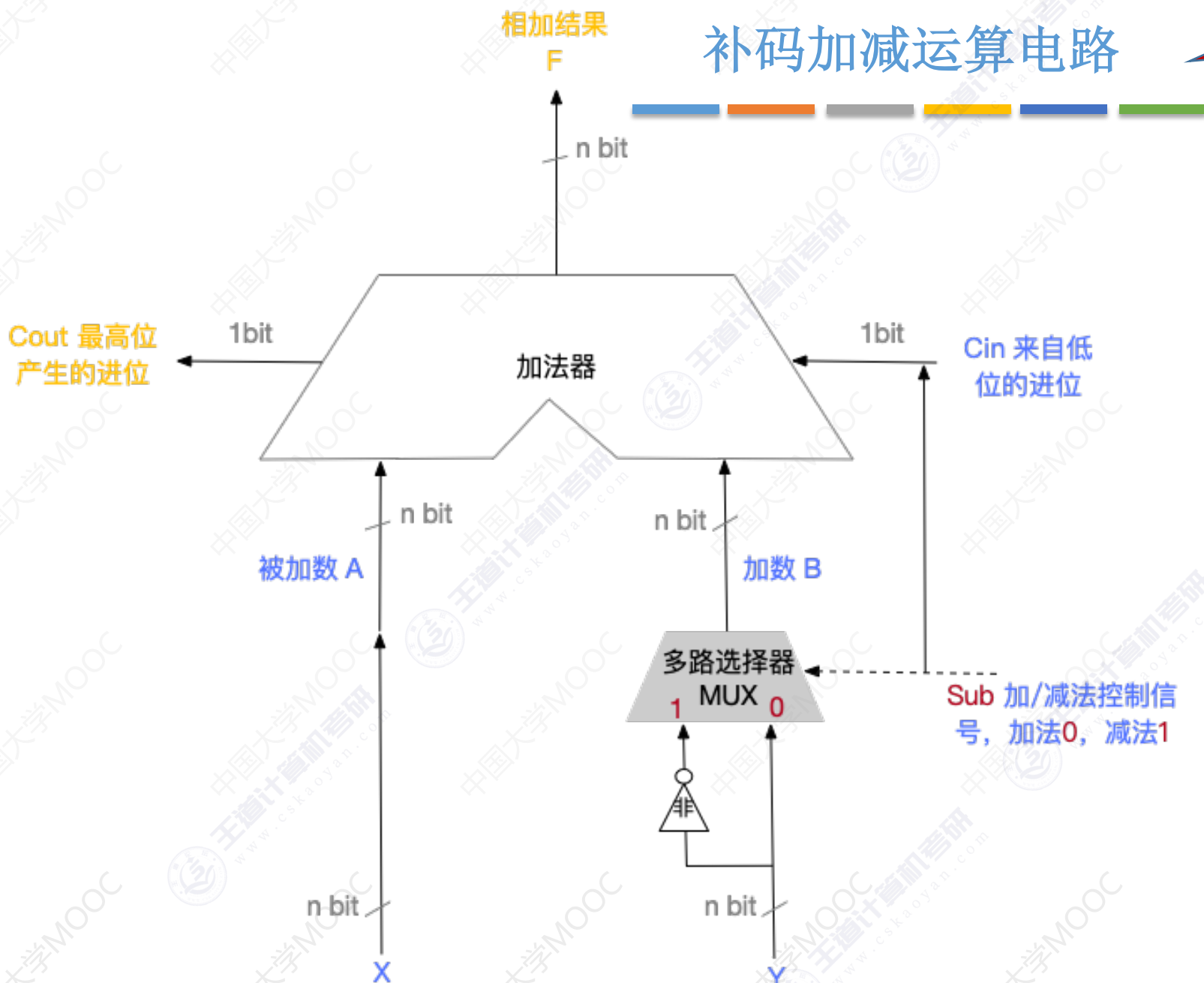
$$X-Y = 0011 + (1011+1) = 1111\text{B} = -1\text{D} \quad \checkmark$$

n bit 补码  $X+Y$ ，按位相加即可

n bit 补码  $X-Y$ ：将减数Y全部按位取反，末位+1，得到 $[-Y]_{\text{补}}$ ，减法变加法

# 补码加减运算电路

也可用于计算无符号数加减运算



例：无符号数  $X=8$ ,  $Y=7$

用4bit表示,  $X=1000B$ ,  $Y=0111B$

$$X+Y = 1111B = 15D \quad \checkmark$$

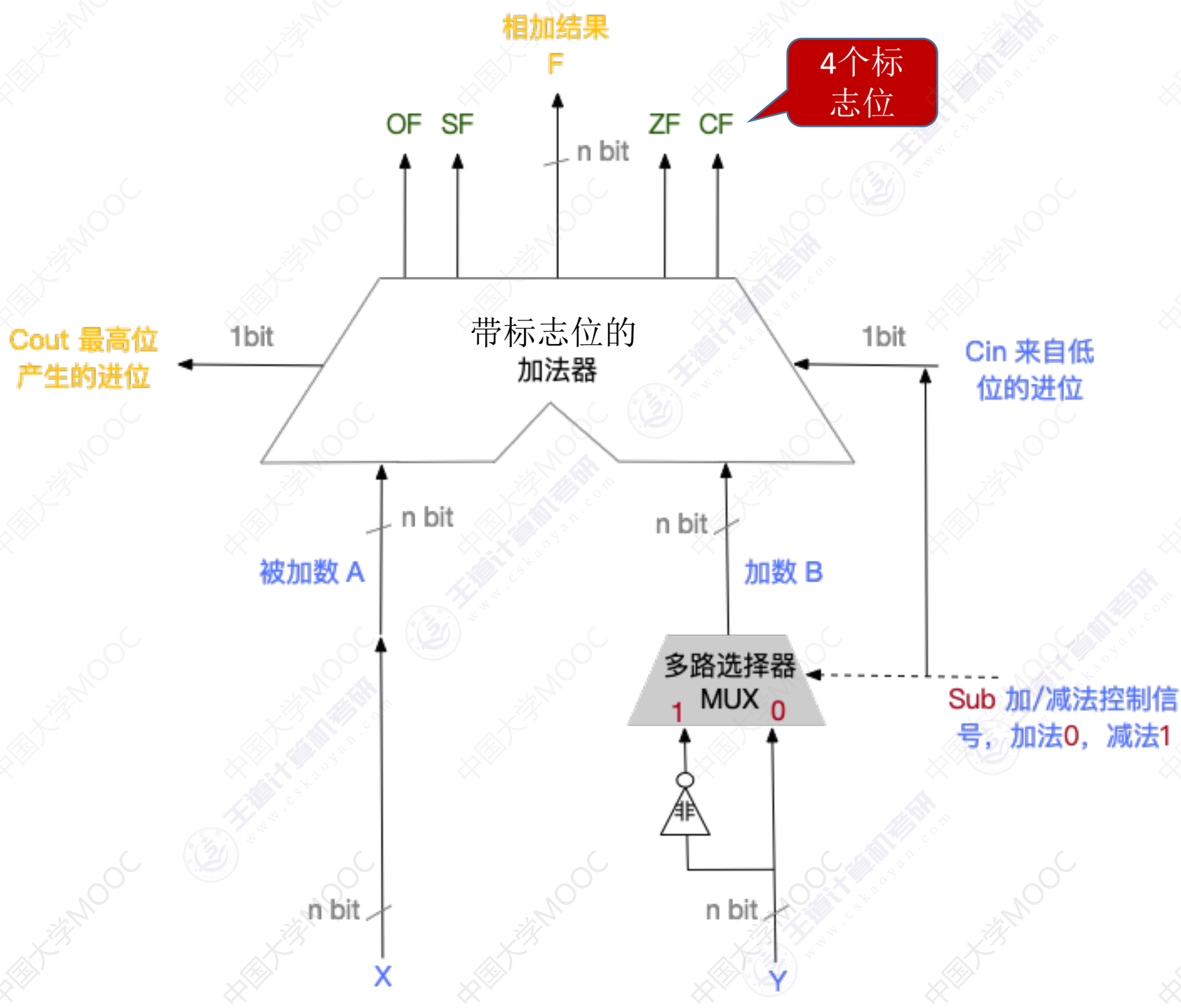
$$X-Y = 1000 + (1000+1) = 10001 = 1D \quad \checkmark$$

运算结果只保留低四位, 最高位进位丢弃

无符号整数的加法/减法也可用该电路实现

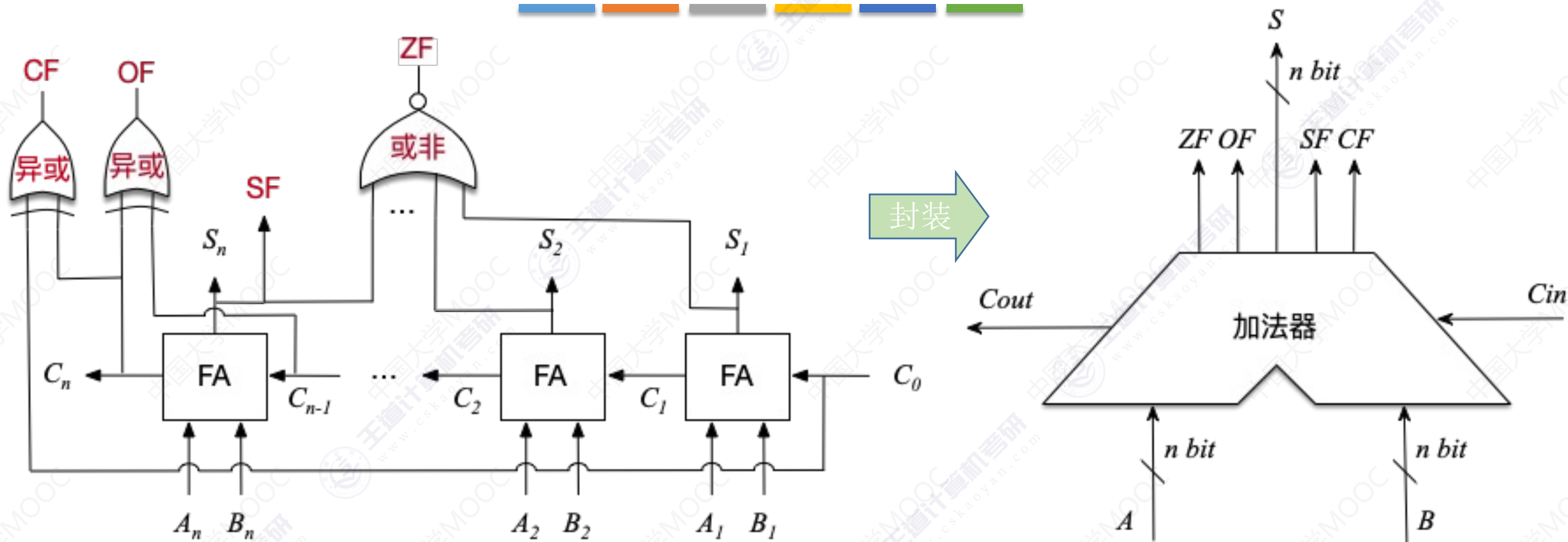
n bit 无符号数  $X + Y$ , 按位相加即可

n bit 无符号数  $X - Y$ : 将减数Y全部按位取反, 末位+1, 减法变加法



- OF (Overflow Flag)溢出标志, 用于判断带符号数加减运算是否溢出。**OF=1 溢出; OF=0 未溢出**
- SF (Sign Flag) 符号标志, 用于判断带符号数加减运算结果的正负性。**SF=1 结果为负; SF=0 结果为正**
- ZF (Zero Flag)零标志, 用于判断加减运算结果是否为0。**ZF=1 表示结果为0; ZF=0 表示结果不为0**
- CF (Carry Flag)进位/借位标志, 用于判断无符号数加减运算是否溢出。**CF=1 溢出; CF=0 未溢出**

## 回顾：标志位的生成



$OF = C_n \oplus C_{n-1}$  —— 即最高位的进位  $\oplus$  次高位的进位。反映带符号数加减运算是否溢出。

$SF = S_n$  —— 也就是取运算结果的最高位（符号位）。反映带符号数加减运算的正负性。

$ZF = \overline{S_n + \dots + S_2 + S_1}$  —— 仅当运算结果所有 bit 全0时，ZF才为1，此时表示运算结果为0。

$CF = C_{out} \oplus C_{in} = C_n \oplus C_0$  —— 反映无符号数加减运算是否溢出。



$C = 124$ , 求 $[A+C]_{\text{补}}$ 和 $[B-C]_{\text{补}}$

真值-117

真值+108

符号位的进位 $C_s$     最高数值位的进位 $C_1$ 

O

1

1

0

$C_5$ 与 $C_1$ 不同时溢出

 $\oplus$ 

示有溢出。

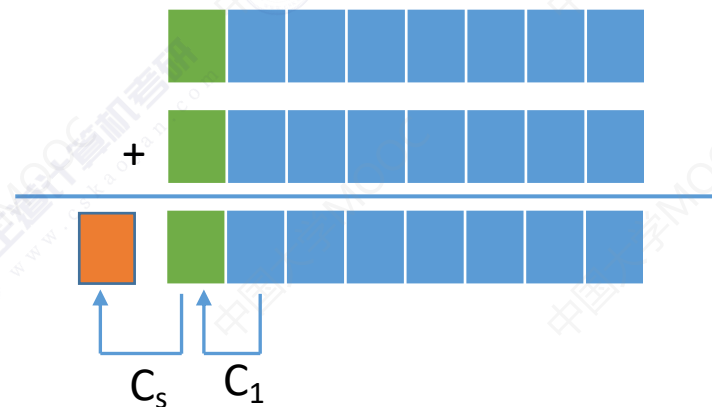
异或逻辑：不同为1，相同为0

$$0 \oplus 0 = 0$$

$$0 \oplus 1 = 1$$

$$1 \oplus 0 = 1$$

$$1 \oplus 1 = 0$$





## 回顾：无符号数加法/减法的溢出判断



手算判断溢出的方法：n bit 无符号整数表示范围  $0 \sim 2^n - 1$ ，超出此范围则溢出

计算机判断溢出的方法：

无符号数加法的溢出判断：最高位产生的进位=1时，发生溢出，否则未溢出。

无符号数减法的溢出判断：减法变加法，最高位产生的进位=0时，发生溢出，否则未溢出。





公众号：王道在线



b站：王道计算机教育



抖音：王道计算机考研