

数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

第七章 中规模通用集成电路及其应用

主讲教师 | 何云峰

07

■ 提纲



常用中规模组合逻辑电路



二进制并行加法器



译码器



编码器



多路选择器



多路分配器

多路选择器



二进制并行加法器

实现各种加法运算

实现各种加法运算



译码器和编码器

实现各种加法运算

可以完成各种编码和译码工作



多路选择器和多路分配器

实现各种加法运算

?



常用中规模组合逻辑电路

多路选择器和多路分配器



■ 常用中规模组合逻辑电路

多路选择器

Multiplexer

数据选择器或者多路开关，常用MUX表示

一种多路输入、单路输出的组合逻辑电路

常用中规模组合逻辑电路

逻辑功能



从多路输入中选中某一路送至输出端



输出对输入的选择受选择控制量控制



通常，一个具有 2^n 路输入和一路输出的多路选择器有 n 个选择控制变量



控制变量的每种取值组合对应选中一路输入送至输出

常用中规模组合逻辑电路

多路选择器



构成思想：相当于一个单刀多掷开关



多路选择器

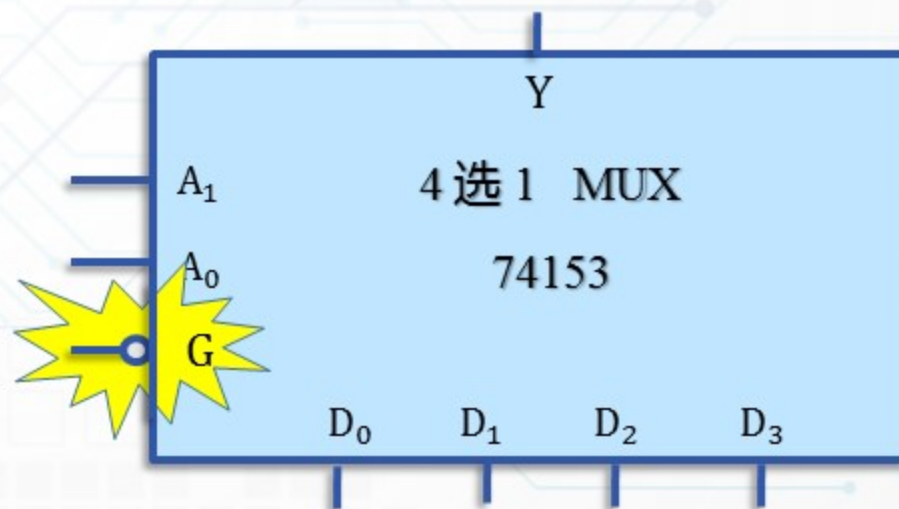
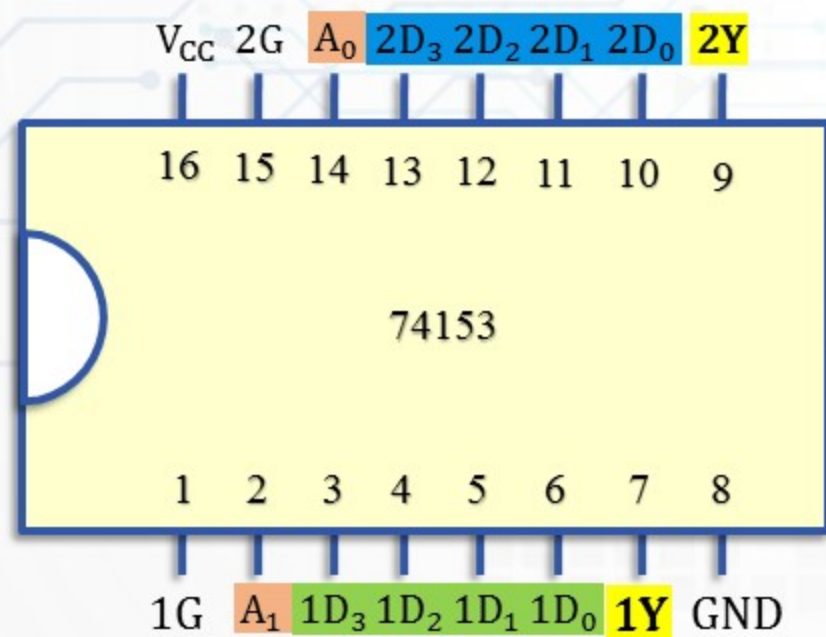
典型芯片



4路、8路和16路选择器



四路数据选择器74153



多路选择器

4路选择器74153

选择控制输入		数据输入				输出
A_1	A_0	D_0	D_1	D_2	D_3	Y
0	0	D_0	d	d	d	D_0
0	1	d	D_1	d	d	D_1
1	0	d	d	D_2	d	D_2
1	1	d	d	d	D_3	D_3

$$\begin{aligned}
 Y &= \overline{A_1} \overline{A_0} D_0 + \overline{A_1} A_0 D_1 + A_1 \overline{A_0} D_2 + A_1 A_0 D_3 \\
 &= \sum_{i=0}^3 m_i D_i
 \end{aligned}$$

多路选择器

2^n 路选择器



输出函数表达式

$$Y = \sum_{i=0}^{2^n-1} m_i D_i$$



m_i 为选择控制变量 A_{n-1}, \dots, A_1, A_0 组成的最小项



D_i 为 2^n 路输入中的第 i 路数据输入



多路选择器

用多路选择器实现逻辑函数



函数变量数 m 等于选择控制变量数 n



函数变量的 n 个变量依次连接到 MUX 的 n 个选择控制端，并将函数表示成最小项之和的形式



若函数表达式中包含最小项 m_i ，则相应 MUX 的 D_i 接 1，否则 D_i 接 0

多路选择器

用多路选择器实现逻辑函数



函数变量数 m 大于选择控制变量数 n



从函数的 m 个变量中选择 n 个作为MUX的选择控制变量



根据所选定的选择控制变量将函数变换成以下形式，以确定数据输入 D_i

$$Y = \sum_{i=0}^{2^n-1} m_i D_i$$



D_i 的取值可能是0、1或者剩余变量的各种组合



多路选择器

例

用8路选择器实现以下逻辑函数的功能

$$F(A, B, C) = \sum m(2, 3, 5, 6)$$

分 析



函数变量 $m=3$



8路选择器选择控制变量数 $n=3$



$m=n$



多路选择器

分析



8路数据选择器的输出函数表达式为：



$$Y = \overline{A_2} \overline{A_1} \overline{A_0} D_0 + \overline{A_2} \overline{A_1} A_0 D_1 + \overline{A_2} A_1 \overline{A_0} D_2 + \overline{A_2} A_1 A_0 D_3 + A_2 \overline{A_1} \overline{A_0} D_4 + A_2 \overline{A_1} A_0 D_5 \\ + A_2 A_1 \overline{A_0} D_6 + A_2 A_1 A_0 D_7$$



逻辑函数F的表达式为



$$F(A, B, C) = \overline{A} \overline{B} \overline{C} + \overline{A} \overline{B} C + \overline{A} B \overline{C} + A \overline{B} \overline{C} \\ = \overline{A} \overline{B} \overline{C} \cdot 0 + \overline{A} \overline{B} C \cdot 0 + \overline{A} B \overline{C} \cdot 1 + \overline{A} B C \cdot 1 + A \overline{B} \overline{C} \cdot 0 + A \overline{B} C \cdot 1 + A B \overline{C} \cdot 1 + A B C \cdot 0$$



对比，要使 $Y=F$



$$A_2=A, A_1=B, A_0=C$$

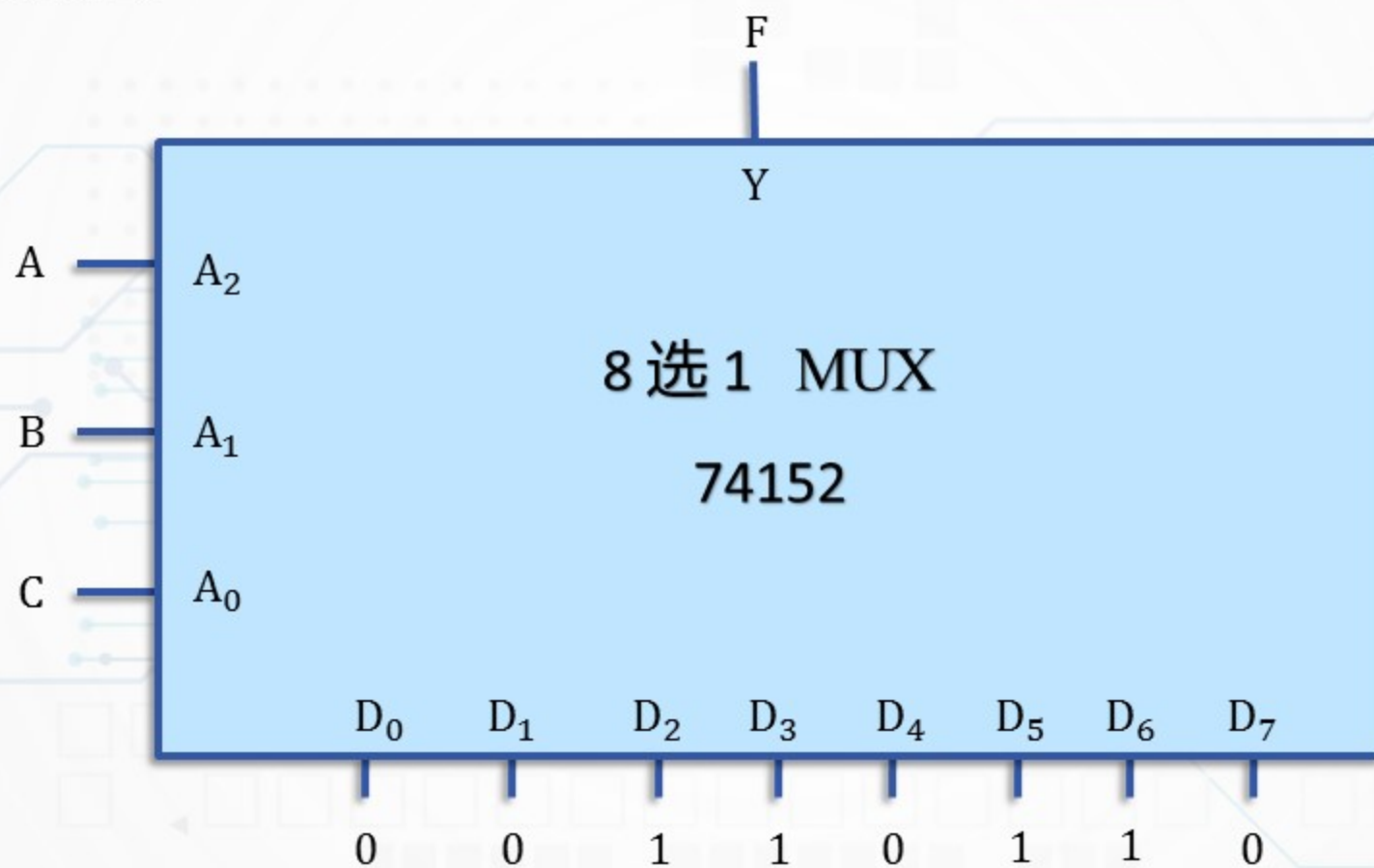


$$D_0=D_1=D_4=D_7=0, D_2=D_3=D_5=D_6=1$$

多路选择器



逻辑电路图



多路选择器

例

采用4路选择器实现以下逻辑函数

$$F(A, B, C) = \sum m(2, 3, 5, 6)$$

分 析



函数变量 $m=3$



$m > n$



4路选择器选择控制变量数 $n=2$



从A,B,C中选择两个作为控制变量

多路选择器



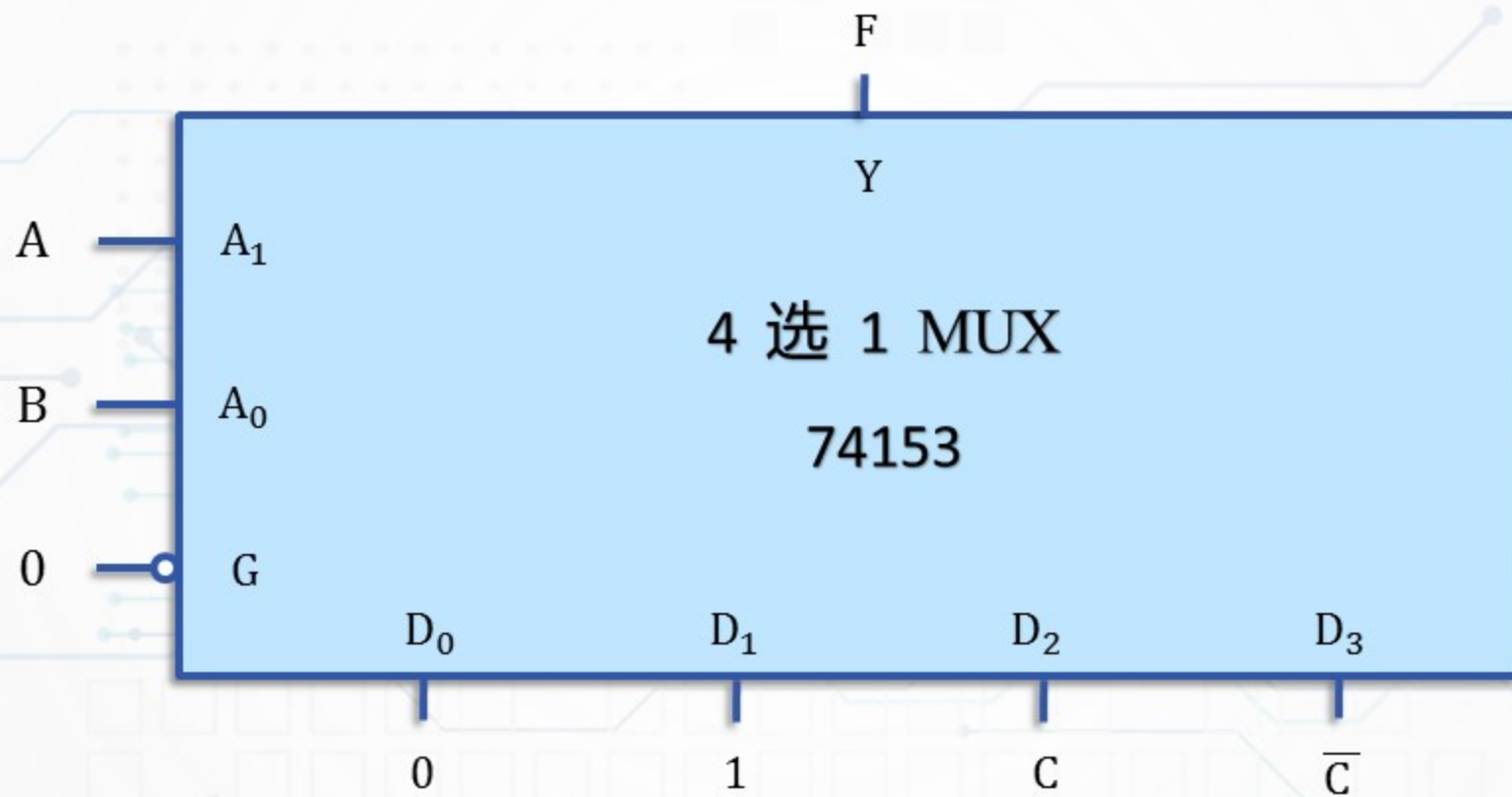
假定选A、B作为选择控制变量

$$\begin{aligned}
 F(A, B, C) &= \sum m(2,3,5,6) \\
 &= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + AB\bar{C} \\
 &= \underbrace{\bar{A}}_{\substack{\downarrow \\ A_1}} \underbrace{\bar{B}}_{\substack{\downarrow \\ A_0}} \cdot \underbrace{0}_{\substack{\downarrow \\ D_0}} + \underbrace{\bar{A}}_{\substack{\downarrow \\ A_1}} \underbrace{B}_{\substack{\downarrow \\ D_1}} \cdot \underbrace{1}_{\substack{\downarrow \\ D_1}} + \underbrace{A}_{\substack{\downarrow \\ D_2}} \underbrace{\bar{B}}_{\substack{\downarrow \\ D_2}} \cdot \underbrace{1}_{\substack{\downarrow \\ D_2}} + \underbrace{A}_{\substack{\downarrow \\ D_3}} \underbrace{B}_{\substack{\downarrow \\ D_3}} \cdot \underbrace{\bar{C}}_{\substack{\downarrow \\ D_3}}
 \end{aligned}$$

多路选择器



逻辑电路图



多路选择器



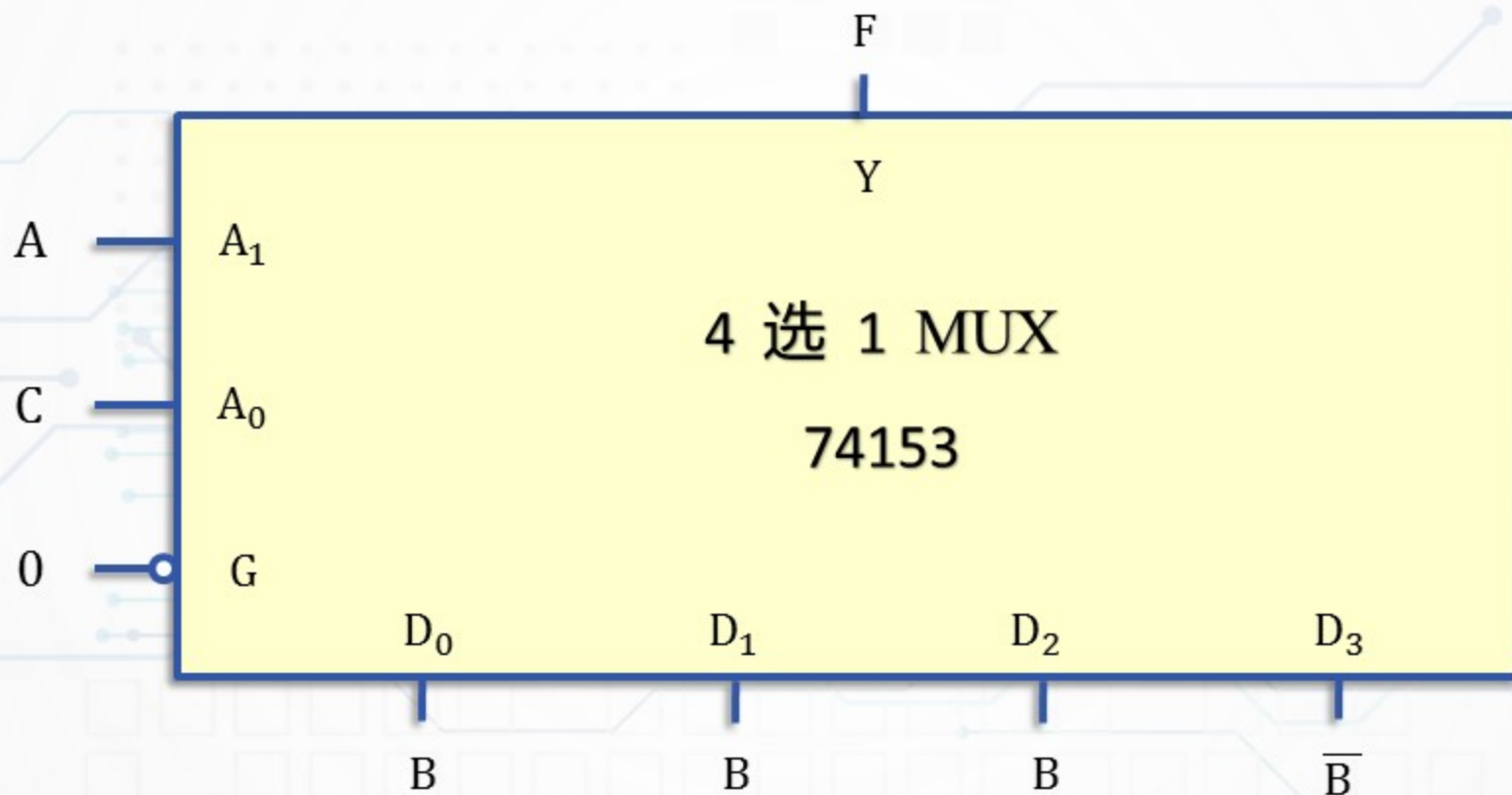
假定选A、C作为选择控制变量

$$\begin{aligned}
 F(A, B, C) &= \sum m(2, 3, 5, 6) \\
 &= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC \\
 &= \underbrace{\bar{A}}_{A_1} \underbrace{\bar{C}}_{A_0} \cdot \underbrace{B}_{D_0} + \underbrace{\bar{A}}_{A_1} \underbrace{C}_{D_1} \cdot \underbrace{B}_{D_0} + \underbrace{A}_{D_2} \underbrace{\bar{C}}_{A_0} \cdot \underbrace{B}_{D_0} + \underbrace{A}_{D_2} \underbrace{C}_{D_1} \cdot \underbrace{\bar{B}}_{D_3}
 \end{aligned}$$

多路选择器



逻辑电路图



多路选择器

例

采用4路选择器实现4变量逻辑函数

$$F(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 13)$$

分 析



函数变量 $m=4$



$m > n$



4路选择器选择控制变量数 $n=2$



从A,B,C,D中选择两个作为控制变量

多路选择器



选用变量A和B作为选择控制变量

$$F(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 13)$$

$$= \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{D} + \overline{A} \overline{B} C \overline{D} + \overline{A} \overline{B} C D + \overline{A} B C D + \overline{A} \overline{B} \overline{C} D + \overline{A} \overline{B} C D + \overline{A} B \overline{C} D + A B \overline{C} D$$

$$= \overline{A} \overline{B} \cdot (\overline{C} \overline{D} + \overline{C} D + C \overline{D}) + \overline{A} B \cdot C D + \overline{A} \overline{B} \cdot (\overline{C} \overline{D} + \overline{C} D + C \overline{D}) + A B \cdot \overline{C} D$$

$$= \overline{A} \overline{B} \cdot (C + \overline{D}) + \overline{A} B \cdot C D + \overline{A} \overline{B} \cdot (\overline{C} + D) + A B \cdot \overline{C} D$$

A_1 A_0

D_0

D_1

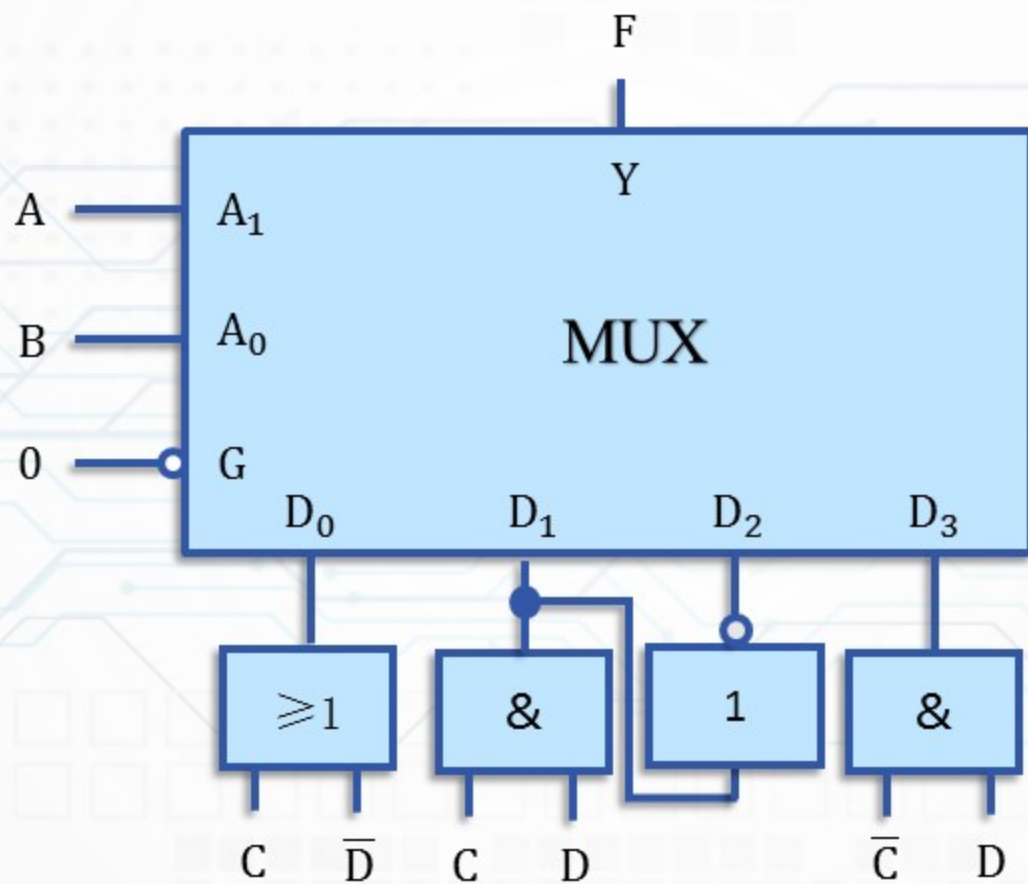
D_2

D_3

多路选择器



逻辑电路图



多路选择器



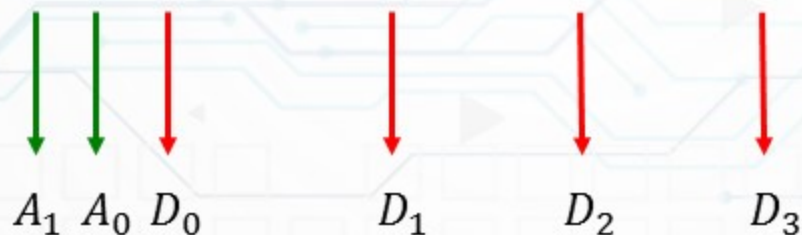
选用变量C和D作为选择控制变量

$$F(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 13)$$

$$= \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{D} + \overline{A} \overline{B} C \overline{D} + \overline{A} \overline{B} C D + \overline{A} B C D + \overline{A} B \overline{C} \overline{D} + \overline{A} B \overline{C} D + \overline{A} B C \overline{D} + \overline{A} B C D$$

$$= \overline{C} \overline{D} \cdot (\overline{A} \overline{B} + \overline{A} B) + \overline{C} D \cdot (\overline{A} B + A B) + C \overline{D} \cdot (\overline{A} \overline{B} + \overline{A} B) + C D \cdot (\overline{A} \overline{B} + \overline{A} B)$$

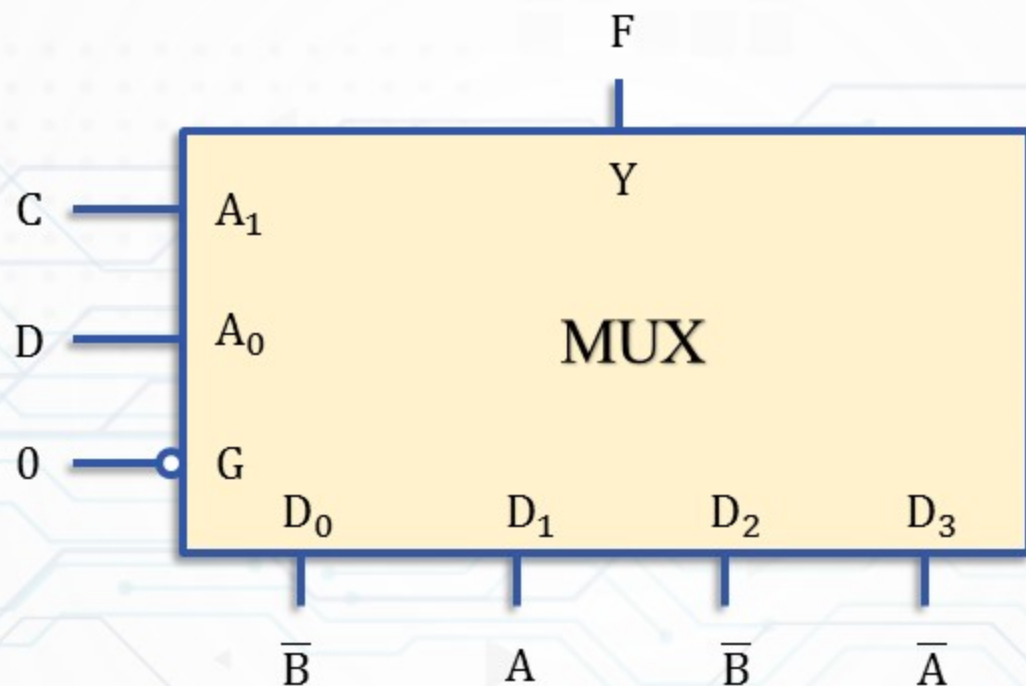
$$= \overline{C} \overline{D} \cdot \overline{B} + \overline{C} D \cdot A + C \overline{D} \cdot \overline{B} + C D \cdot \overline{A}$$



多路选择器



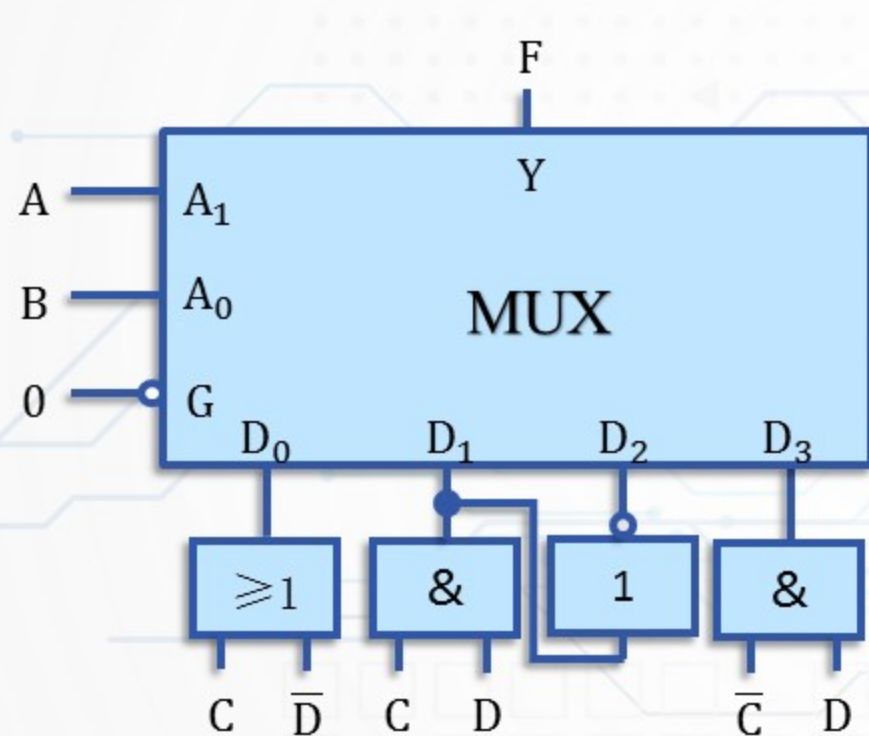
选用变量C和D作为选择控制变量



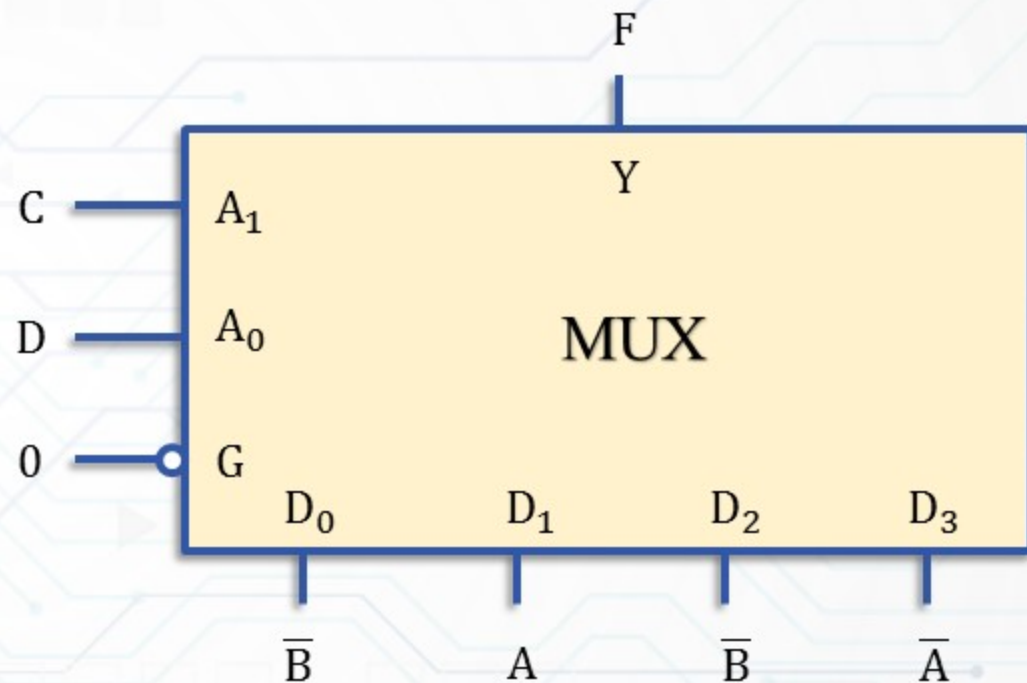
多路选择器



对比



AB作为选择控制变量



CD作为选择控制变量

多路选择器

例

用一片4路选择器74153实现4变量多输出函数

$$F_1(A, B, C, D) = \sum m(0, 1, 5, 7, 10, 13, 15)$$

$$F_2(A, B, C, D) = \sum m(8, 10, 12, 13, 15)$$

分 析



双4路选择器中，两个4路选择器公用一对选择控制变量



$m > n$



从 A, B, C, D 中选择两个作为控制变量



多路选择器



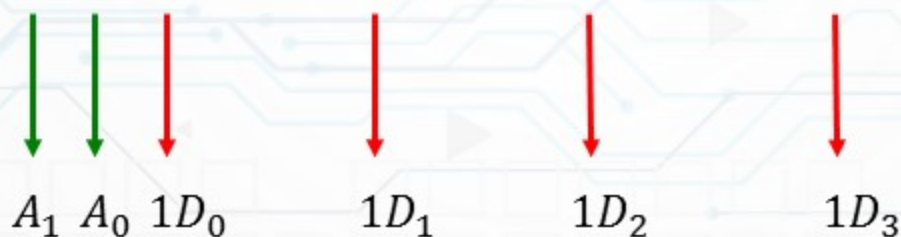
选用变量A和B作为选择控制变量

$$F_1(A, B, C, D) = \sum m(0, 1, 5, 7, 10, 13, 15)$$

$$= \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + ABCD$$

$$= \bar{A}\bar{B} \cdot (\bar{C}\bar{D} + \bar{C}D) + \bar{A}B \cdot (\bar{C}D + CD) + A\bar{B} \cdot \bar{C}\bar{D} + AB \cdot (\bar{C}D + CD)$$

$$= \bar{A}\bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A}B \cdot D + A\bar{B} \cdot \bar{C}\bar{D} + AB \cdot D$$



多路选择器



选用变量A和B作为选择控制变量

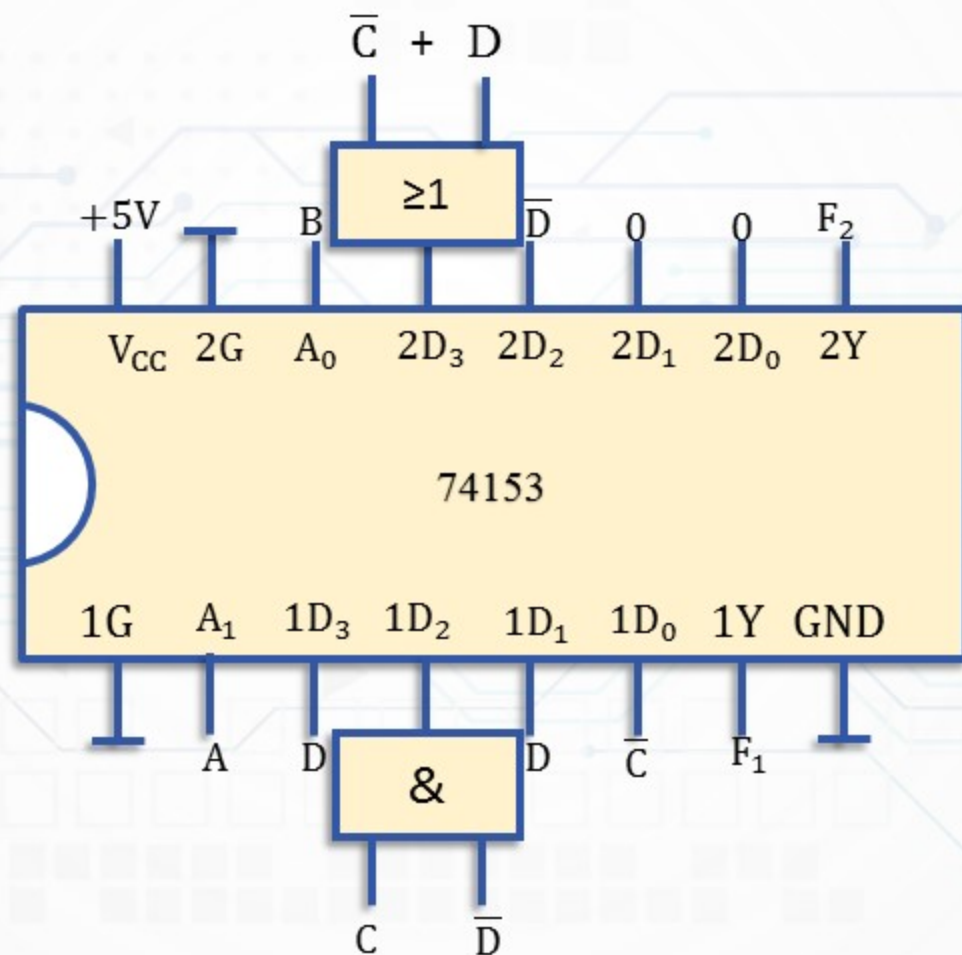
$$\begin{aligned}
 F_2(A, B, C, D) &= \sum m(8, 10, 12, 13, 15) \\
 &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BCD \\
 &= \overline{A}\overline{B} \cdot 0 + \overline{A}B \cdot 0 + \overline{A}\overline{B} \cdot (\overline{C}\overline{D} + \overline{C}D) + \overline{A}B \cdot (\overline{C}\overline{D} + \overline{C}D + CD) \\
 &= \overline{A}\overline{B} \cdot 0 + \overline{A}B \cdot 0 + \overline{A}\overline{B} \cdot \overline{D} + \overline{A}B \cdot (\overline{C} + D)
 \end{aligned}$$

$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$
 $A_1 \quad A_0 \quad 2D_0 \quad 2D_2 \quad 2D_1 \quad 2D_3$

多路选择器



逻辑电路图



数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

谢谢，祝学习快乐！

主讲教师 | 何云峰

07