

数字逻辑设计

Digital Logic Design

张春慨

School of Computer Science

ckzhang@hit.edu.cn

Unit 3-4 组合逻辑电路设计冒险

- 组合电路中的冒险



- 门延迟
- 冒险

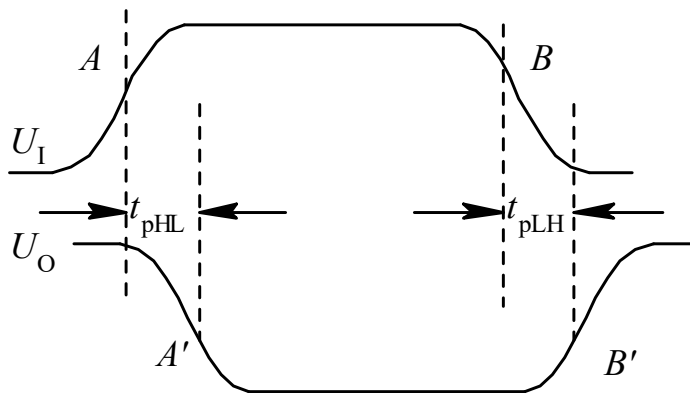
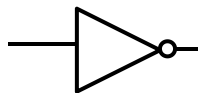
- 冒险判断及消除

- 代数法
- 卡诺图法

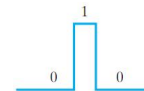
组合电路中的冒险

1. 门延迟

当输入发生变化，逻辑门的输出不会同步发生改变



可能引发非预期的尖峰干扰

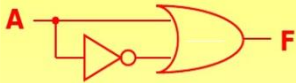
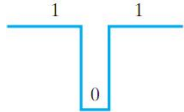
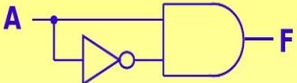
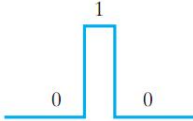


- 对于组合逻辑电路, 多数情况下可以忽略门的延迟.
- 但是, 门的延迟对时序电路的影响不容忽视

组合电路中的冒险

当一个逻辑门的两个输入端的信号同时向相反方向变化，则该电路存在**竞争**。

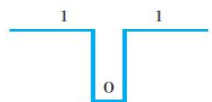
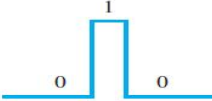
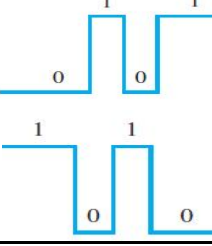
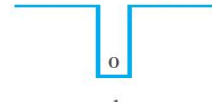
两路信号到达逻辑门的时间存在差异。

存在竞争的电路	冒险
	
	

逻辑门因输入端的竞争而导致输出了不应有的尖峰干扰脉冲（又称过渡干扰脉冲）称为**冒险**。

组合电路中的冒险

2. 冒险

冒险类型	概念		输出波形
■ 静态冒险	输入信号发生一次变化只引起一个错误信号脉冲	■ 静态1冒险	
		■ 静态0冒险	
■ 动态冒险	输入信号发生一次改变引起多个错误信号脉冲		
■ 功能冒险	多个输入信号的变化不同步而产生的错误信号脉冲		

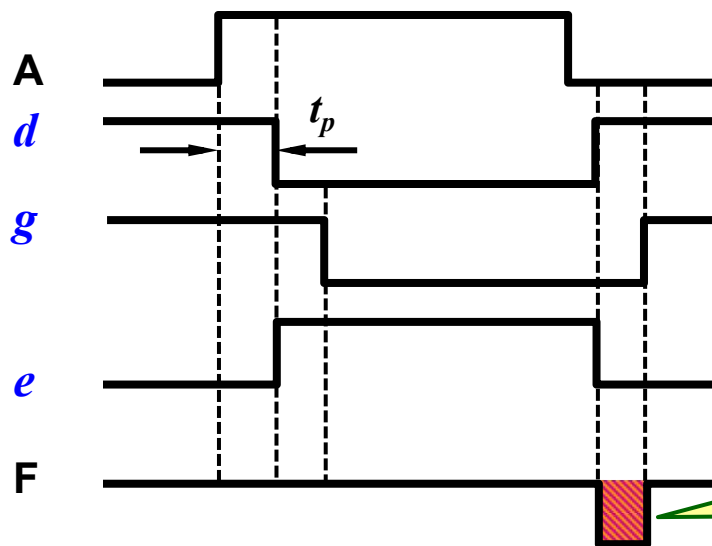
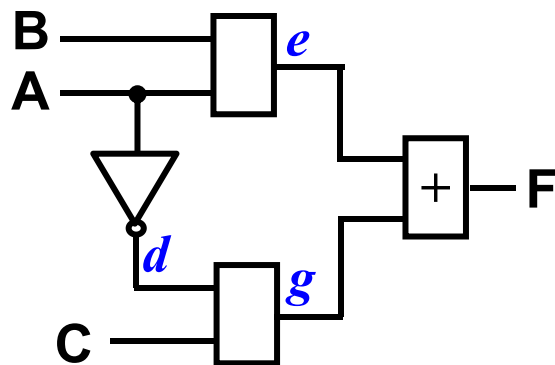
组合电路中的冒险

Example

$$F = AB + \bar{A}C$$

理论上

- 静态1冒险 if $B = C = 1 \Rightarrow F = A + \bar{A} = 1$



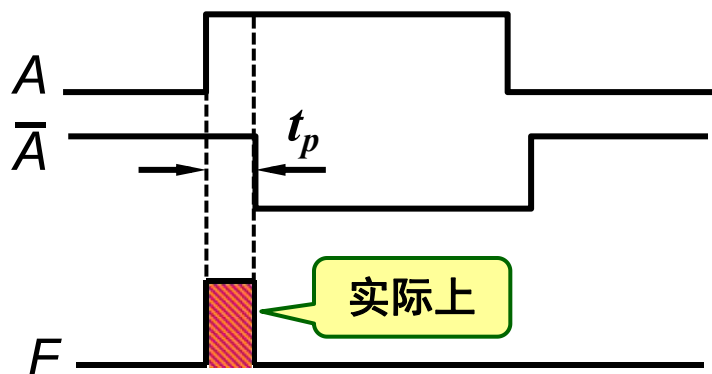
实际上

静态1冒险

组合电路中的冒险

Example

■ 静态0冒险



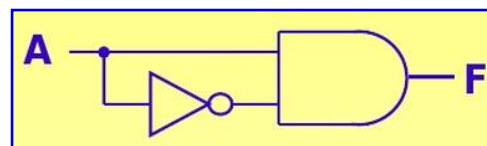
静态0冒险

$$F = (A+B)(\bar{A}+C)$$

if $B=C=0$

理论上

then $F = A\bar{A} = 0$



Example

组合电路中的冒险

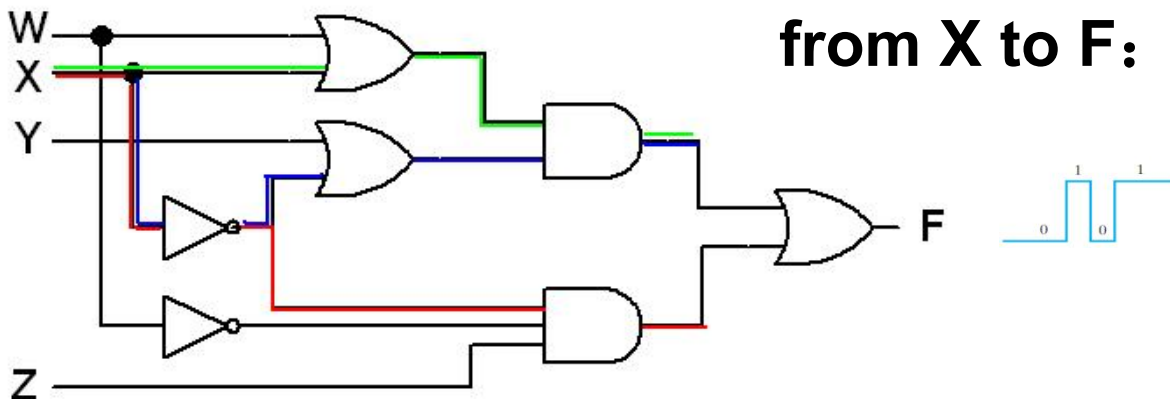
■ 动态冒险

- 通常发生在多级电路情况下
- 不同的路径有不同的传输延迟
- 当输入发生一次变化，输出将发生多次变化。

$$F = (W + X)(Y + X') + ZW'X'$$

if $WYZ = 001$, $F = XX' + X' = X'$

from X to F: 存在3条路径

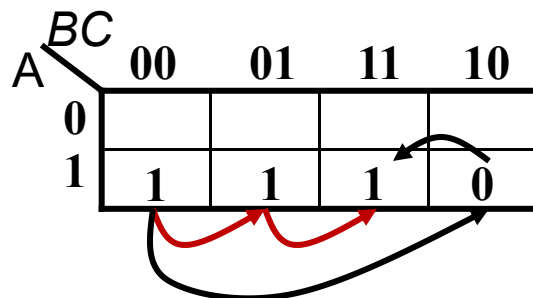


组合电路中的冒险

■ 功能冒险

多个输入信号同时改变，因速度不同产生错误信号脉冲

$$F(100) = F(111) = 1$$



BC: 00 → 11

真值表

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

	初值	过渡值	终值	F值
C 较快:	100	→101→	111	1→1→1
B 较快:	100	→110→	111	1→0→1

静态1冒险

Unit 6 组合逻辑电路设计

- 使用有限扇入门设计组合电路
- 组合电路中的冒险
 - Gate Delays
 - Static hazard



- 冒险判断及消除
 - 代数法
 - 卡诺图法

冒险判断及消除

3. 冒险的判断——代数法

检查表达式中是否存在某个变量 X ，它同时以原变量和反变量的形式出现；并能在特定条件下简化成下面形式之一：

- $X + \bar{X}$

- $X \cdot \bar{X}$



冒险判断及消除

Example

$$F = \overline{A}\overline{C} + \overline{A}B + AC$$

Check variable: A, C

C :

$AB=00$	$F=\overline{C}$
$AB=01$	$F=1$
$AB=10$	$F=C$
$AB=11$	$F=C$

没有冒险

冒险判断及消除

Example

$$F = \bar{A}\bar{C} + \bar{A}B + AC$$

A:

$$BC = 00 \quad F = \bar{A}$$

$$BC = 01 \quad F = A$$

$$BC = 10 \quad F = \bar{A}$$

$$BC = 11 \quad F = A + \bar{A}$$

static-1 hazard



冒险判断及消除

Example

$$F=(A+B)(\bar{A}+C)(\bar{B}+C)$$

Check variable: A, B

$B:$

$A \ C=0 \ 0$

$$F=B\bar{B}$$

$A \ C=0 \ 1$

$$F=B$$

$A \ C=1 \ 0$

$$F=0$$

$A \ C=1 \ 1$

$$F=1$$

$A:$

$B \ C=0 \ 0$

$$F=A\bar{A}$$

$B \ C=0 \ 1$

$$F=A$$

$B \ C=1 \ 0$

$$F=\bar{A}$$

$B \ C=1 \ 1$

$$F=1$$



冒险判断及消除

4. 冒险的判断—— k. maps

化简后是否存在相切的卡诺圈

C \ AB	00	01	11	10
0		1	1	
1	1	1		

$$F1 = A' \cdot C + B \cdot C'$$

C \ AB	00	01	11	10
0	1	1		
1		1	1	

$$F2 = (A' + C) \cdot (B + C')$$

When $A = 0, B = 1: F1 = C + C'$

When $A = 1, B = 0: F2 = C \cdot C'$

冒险判断及消除

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

When $B=D=1, C=0$

$CD \backslash AB$	00	01	11	10
00			1	
01	1	1	1	
11	1	1		
10	1	1		



冒险判断及消除

5. 冒险的消除

① 添加卡诺圈

C \ AB	AB			
	00	01	11	10
0		1	1	
1	1	1		

$$F1 = A' \cdot C + B \cdot C' + \boxed{A' \cdot B}$$

When $A = 0, B = 1: F1 = 1$

C \ AB	AB			
	00	01	11	10
0	0	0		
1		0	0	

$$F2 = (A' + C) \cdot (B + C') \cdot \boxed{(A' + B)}$$

When $A = 1, B = 0: F2 = 0$



冒险判断及消除

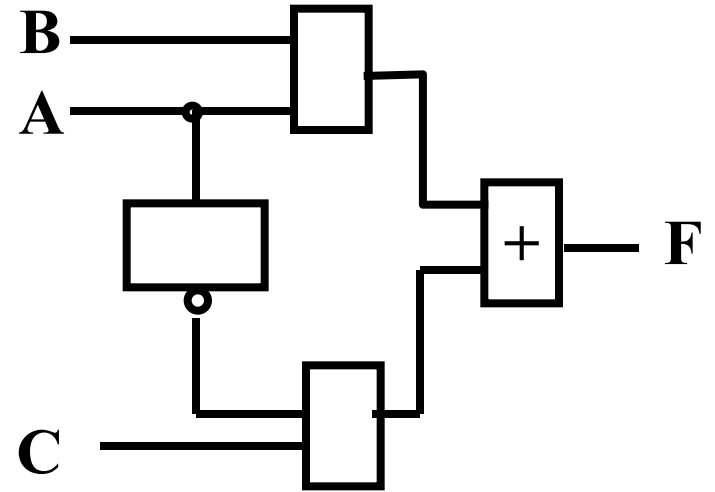
Add new term to cover the neighboring cells!

$AB \backslash CD$	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	1	1	1
11	1	1	0	0
10	1	1	0	0



冒险判断及消除

$$F = AB + \overline{A}C$$



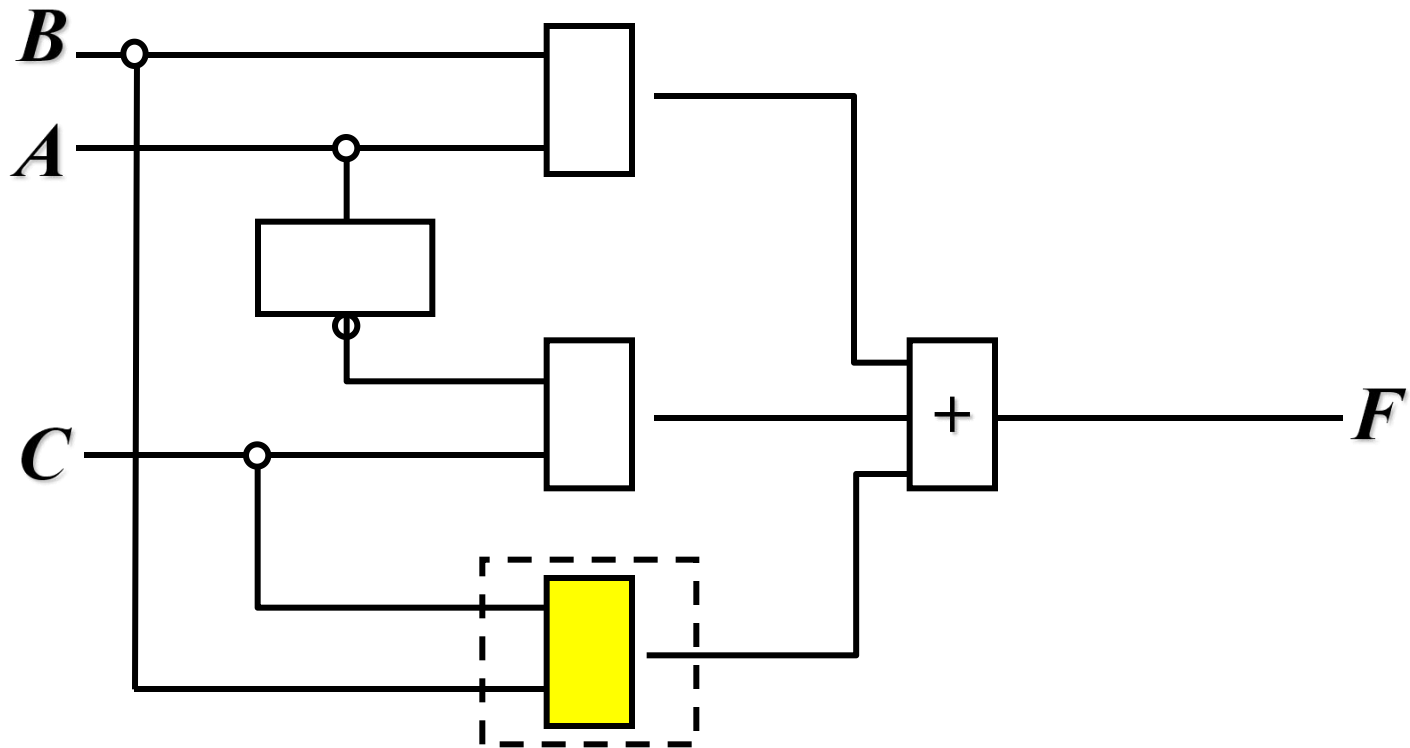
② 添加冗余项: **BC**

$$F = AB + \overline{A}C + \boxed{BC}$$



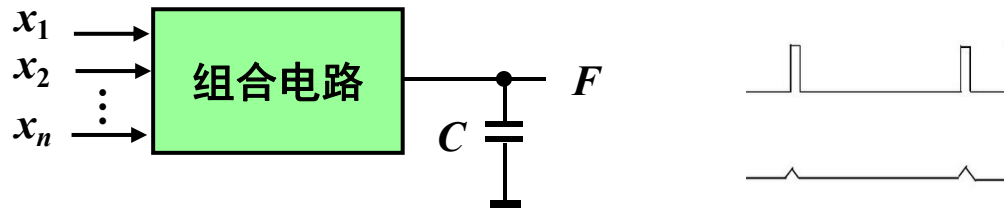
冒险判断及消除

$$F = AB + \bar{A}C + BC$$



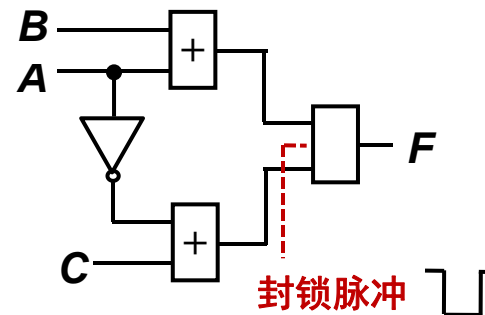
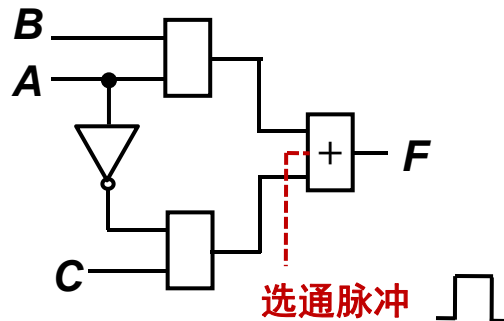
冒险判断及消除

③ 添加滤波电容



④ 加封锁/选通脉冲

FPGA设计中常用



Unit 6 组合逻辑电路设计

- 组合电路中的冒险
 - 门延迟
 - 冒险
- 冒险判断及消除
 - 代数法
 - 卡诺图法