

# 数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

## 第四章 组合逻辑电路

主讲教师 | 赵贻竹

04

# 组合逻辑电路的分析

## 分析目的



根据给定电路，分析输出与输入之间的逻辑关系



得出电路的逻辑功能的描述



评估此电路的性能



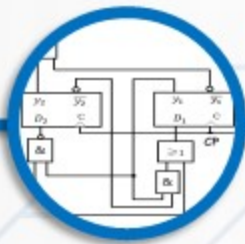
进一步改进电路



# ■ 组合逻辑电路的分析

2 写出逻辑函数表达式

$$F = \sum$$



1 逻辑电路图

## ■ 组合逻辑电路的分析

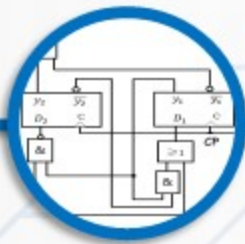
### 代 数 法

根据电路逐级写出各门的输出表达式，  
直至写出整个电路的输出逻辑表达式。



# 组合逻辑电路的分析

1 逻辑电路图



2 写出逻辑函数表达式

$$F = \sum$$

表达式化简



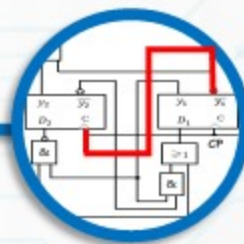
3 真值表



4 分析逻辑功能



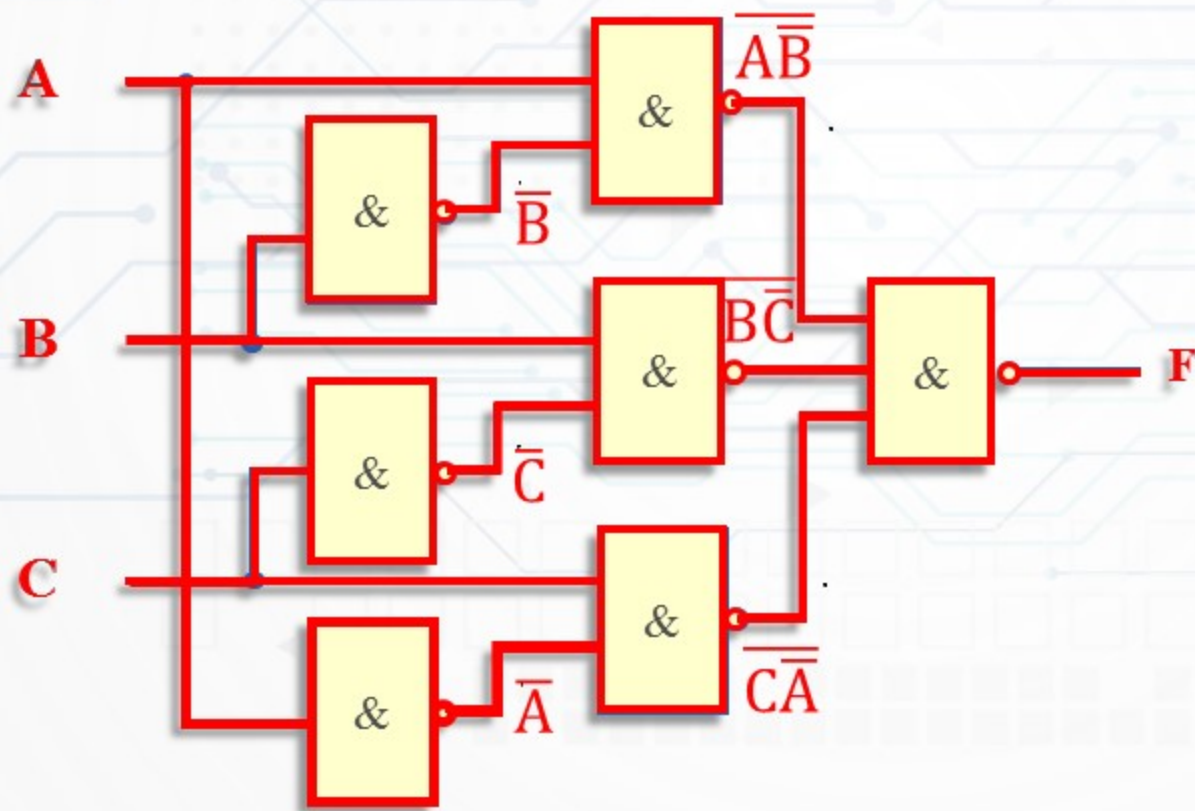
5 改进电路



## 组合逻辑电路的分析

例1

分析下图所示组合逻辑电路。



$$F = \overline{A\overline{B}} \cdot \overline{B\overline{C}} \cdot \overline{C\overline{A}}$$

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

## 组合逻辑电路的分析

### 真值表

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

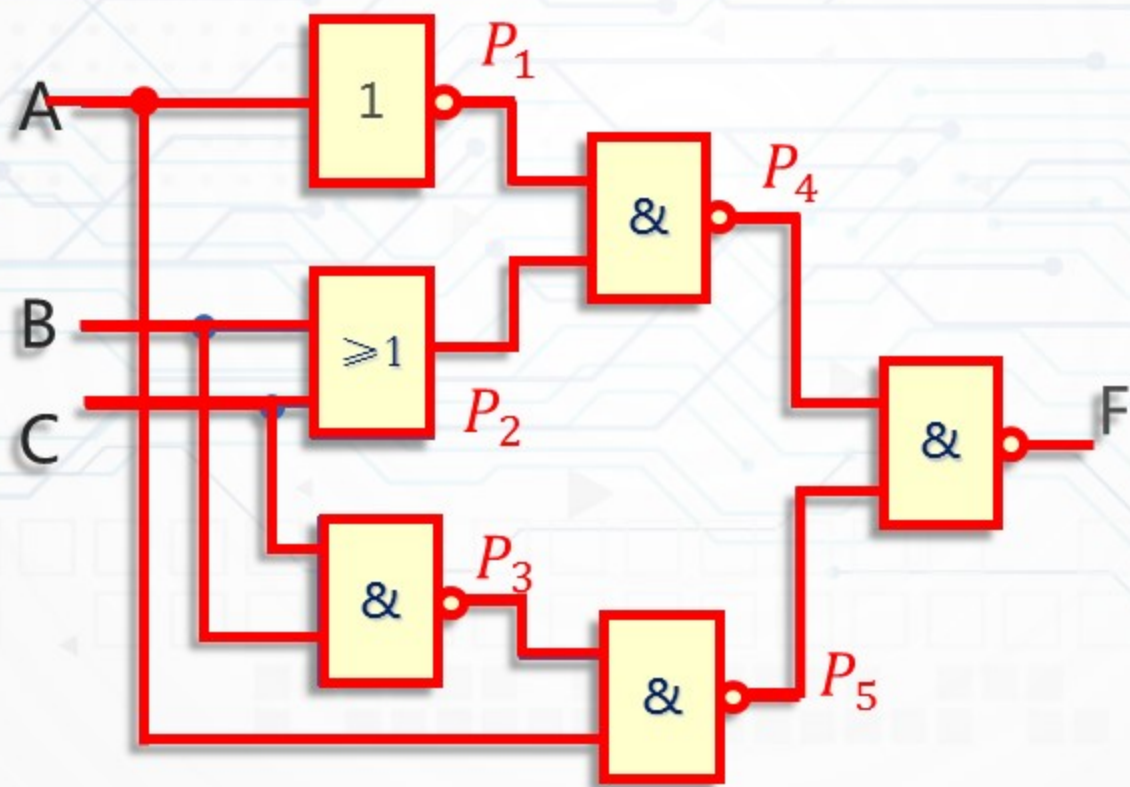
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

三变量  
非一致  
电路

## 组合逻辑电路的分析

例2

分析下图所示组合逻辑电路。



$$P_1 = \bar{A}$$

$$P_2 = B + C$$

$$P_3 = \overline{BC}$$

$$P_4 = \overline{P_1 P_2}$$

$$P_5 = \overline{A P_3}$$

$$F = \overline{P_4 P_5}$$



# 组合逻辑电路的分析

## 逻辑表达式

$$\begin{aligned} F &= \overline{P_4 P_5} \\ &= \overline{P_4} + \overline{P_5} \\ &= P_1 P_2 + A P_3 \\ &= \bar{A}(B + C) + A\bar{B}\bar{C} \\ &= \bar{A}(B + C) + A(\bar{B} + \bar{C}) \\ &= A \oplus B + A \oplus C \end{aligned}$$

$$* \quad P_4 = \overline{P_1 P_2}$$

$$* \quad P_5 = \overline{A P_3}$$

$$* \quad P_1 = \bar{A}$$

$$* \quad P_2 = B + C$$

$$* \quad P_3 = \bar{B}\bar{C}$$

# 组合逻辑电路的分析

## 真值表

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

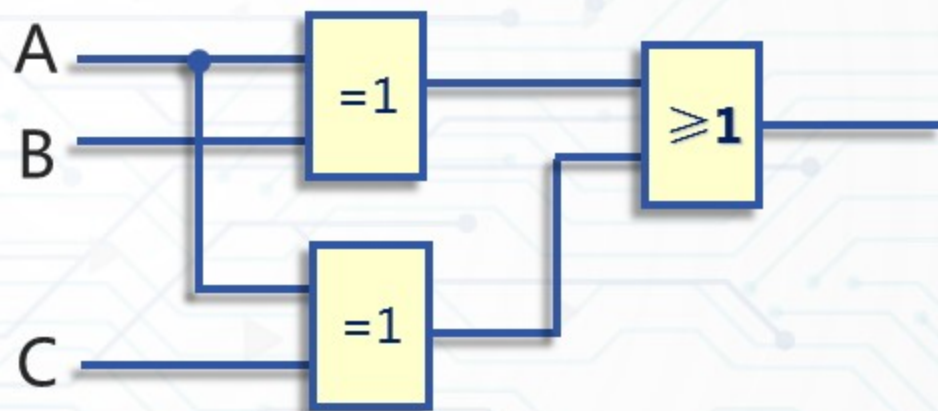
三变量  
非一致  
电路

# 组合逻辑电路的分析

## 改进电路



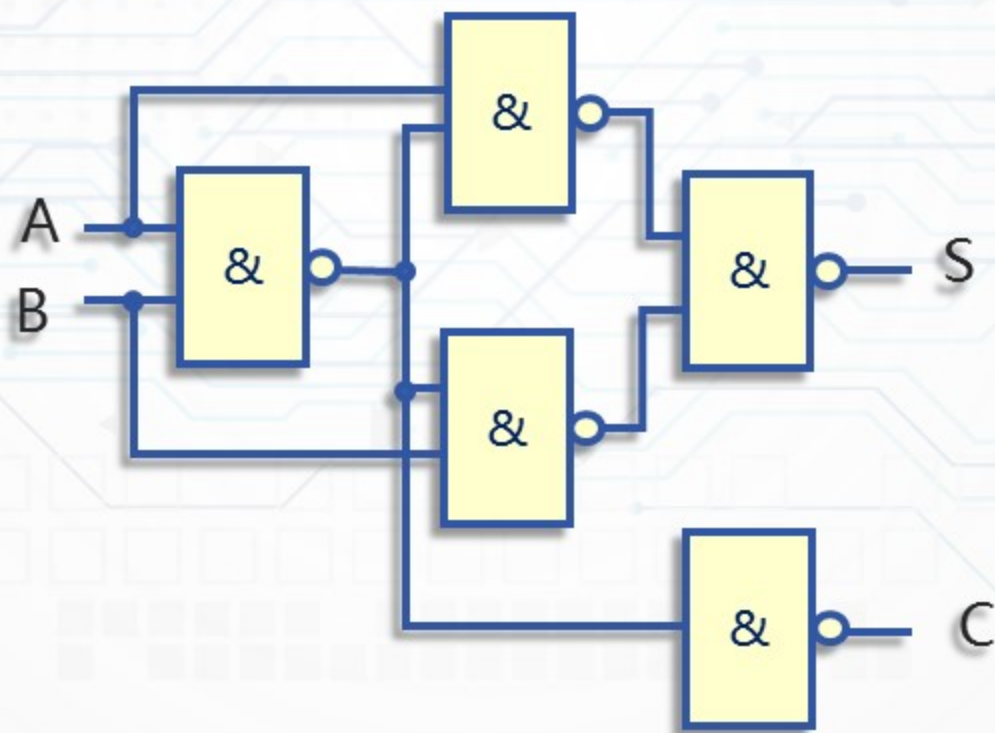
$$F = A \oplus B + A \oplus C$$



## 组合逻辑电路的分析

例3

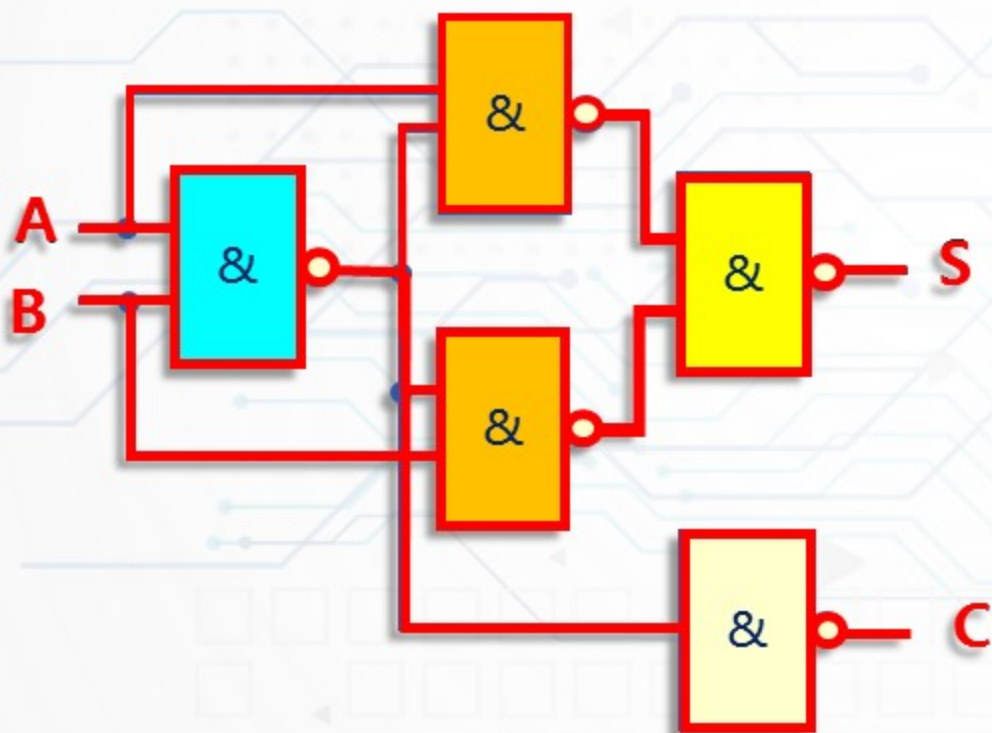
分析下图所示逻辑电路。





# 组合逻辑电路的分析

## 逻辑表达式



$$S = \text{[Timing diagram showing a pulse when A and B are both high]}$$

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

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

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

$$= A \oplus B$$

$$C = AB$$

# 组合逻辑电路的分析

## 真值表

$$S = A \oplus B \quad C = AB$$

A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

## 组合逻辑电路的分析

### 逻辑功能



若将A、B分别作为一位二进制数



S是A、B相加的“和”



C是相加产生的“进位”



该电路称作“半加器”

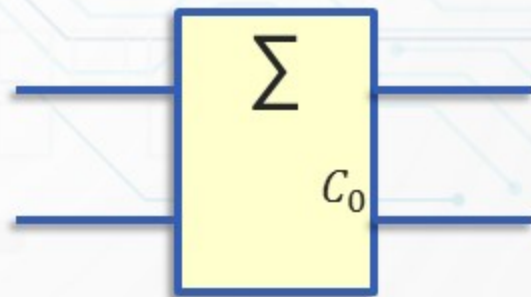


实现两个一位二进制数加法运算



集成芯片

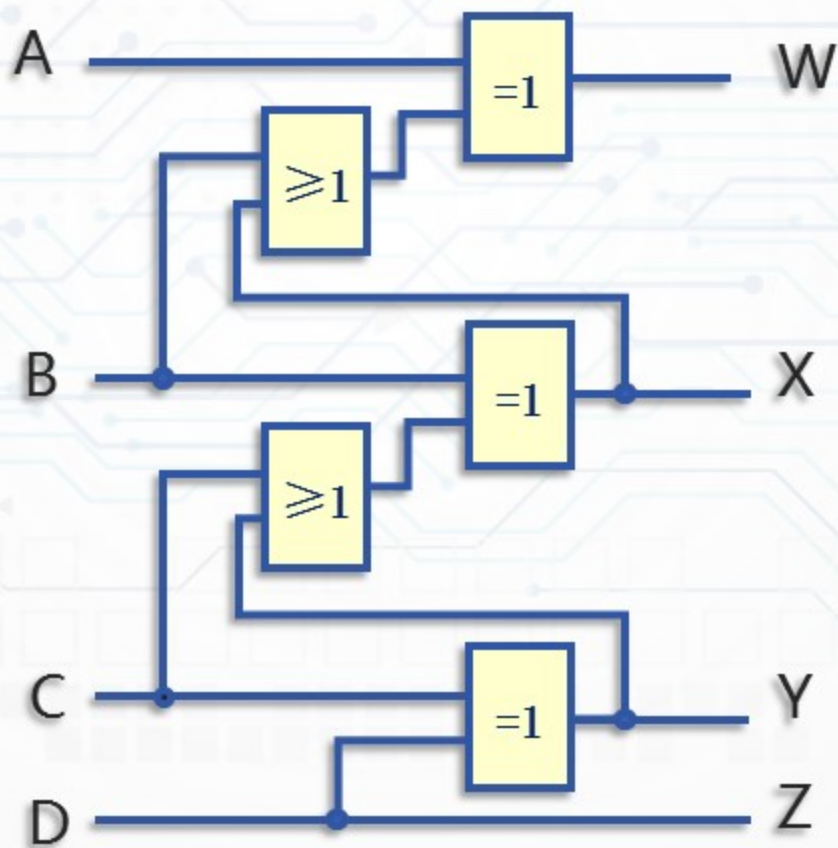
A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



## 组合逻辑电路的分析

例4


分析如下逻辑电路。







# 组合逻辑电路的分析

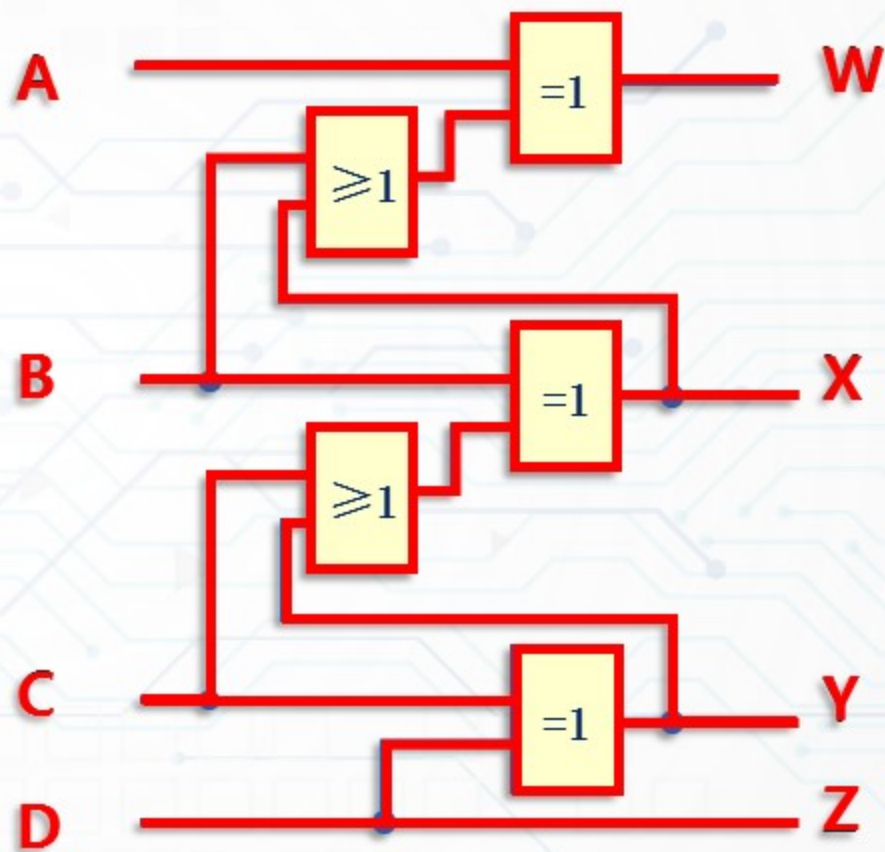
## 逻辑表达式

  $W = A \oplus (B + X)$

  $X = B \oplus (C + Y)$

  $Y = C \oplus D$

  $Z = D$



# 组合逻辑电路的分析

## 逻辑表达式的变换



$$\begin{aligned} W &= A \oplus (B + X) \\ &= A \oplus (B + B \oplus (C + Y)) \\ &= A \oplus (B + C + D) \end{aligned}$$

$$\leftarrow X = B \oplus (C + Y)$$

$$Y = C \oplus D$$



$$\begin{aligned} X &= B \oplus (C + Y) \\ &= B \oplus (C + C \oplus D) \\ &= B \oplus (C + D) \end{aligned}$$



$$Y = C \oplus D$$



$$Z = D$$



# 组合逻辑电路的分析

## 真值表



$$W = A \oplus (B + C + D)$$

$$X = B \oplus (C + D)$$

$$Y = C \oplus D$$

$$Z = D$$

A	B	C	D	W	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	1

A	B	C	D	W	X	Y	Z
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	1



# 组合逻辑电路的分析

## 逻辑功能



二进制变补器



16变补器

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>W</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	1

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>W</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	1



# 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 | 赵贻竹

04