



3.1 组合电路的分析方法和设计方法

3.1.1 组合电路的基本分析方法

一、分析方法

逻辑图 → 逻辑表达式 → 化简 → 真值表 → 说明功能

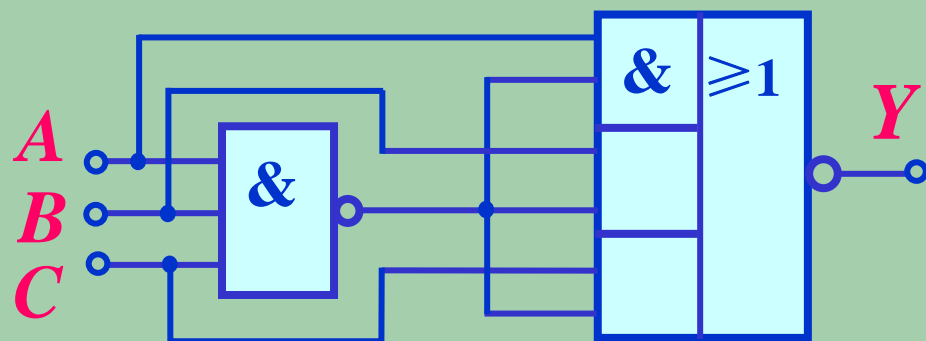
分析目的：

- ① 确定输入变量不同取值时功能是否满足要求；
- ② 变换电路的结构形式(如：与或 → 与非-与非)；
- ③ 得到输出函数的标准与或表达式，以便使用 MSI、LSI 实现；
- ④ 得到其功能的逻辑描述，以便用于包括该电路的系统分析。



二、分析举例

[例] 分析图中所示电路的逻辑功能



真值表

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Y</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Y</i>
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	1	1	1	1

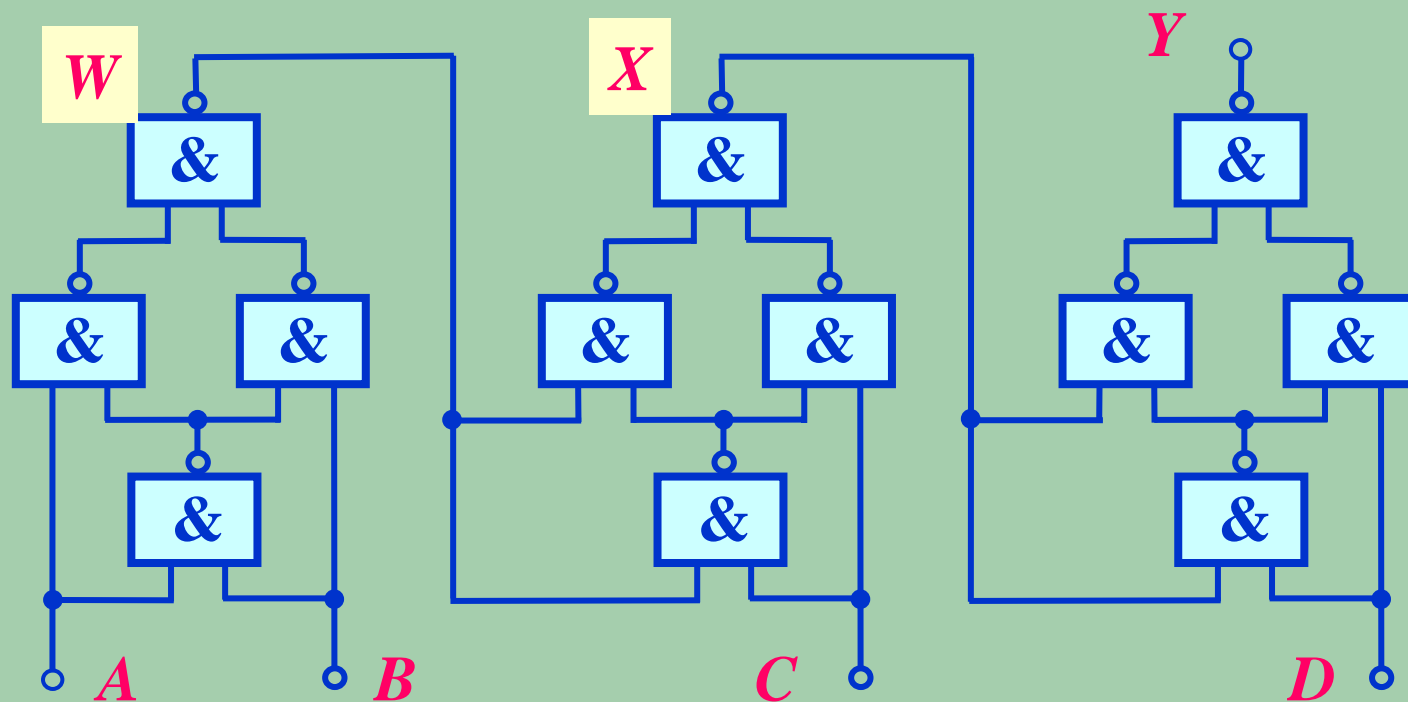
[解] 表达式

$$\begin{aligned}
 Y &= \overline{ABC} \cdot A + \overline{ABC} \cdot B + \overline{ABC} \cdot C = ABC + \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} \\
 &= ABC + \overline{A} \overline{B} \overline{C}
 \end{aligned}$$

功能 判断输入信号极性是否相同的电路 — 符合电路



[例 3.1.1] 分析图中所示电路的逻辑功能，输入信号 A 、 B 、 C 、 D 是一组二进制代码。



[解] (1) 逐级写输出函数的逻辑表达式

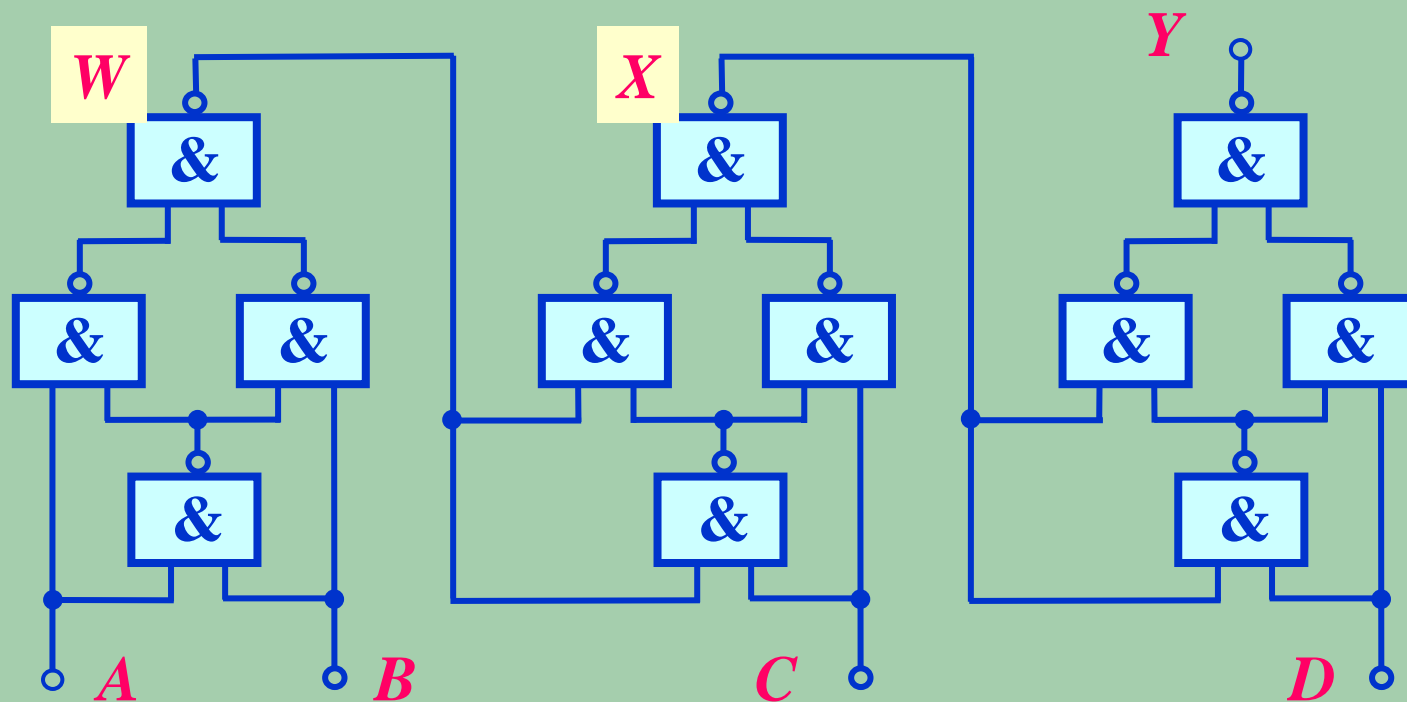
$$W = \overline{A \overline{AB} \overline{AB} B}$$

$$Y = \overline{X \overline{XD} \overline{XD} D}$$

$$X = \overline{W \overline{WC} \overline{WC} C}$$



[例 3.1.1] 分析图中所示电路的逻辑功能，输入信号 A 、 B 、 C 、 D 是一组二进制代码。



[解] (2) 化简 $W = \overline{A}AB + A\overline{A}B = \overline{A}B + A\overline{B}$

$$X = W\overline{C} + \overline{W}C = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}C + ABC \\ + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D} + ABC\overline{D}$$

$$Y = X\overline{D} + \overline{X}D = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D} + ABC\overline{D}$$



[例 3.1.1] 分析图中所示电路的逻辑功能，输入信号 A 、 B 、 C 、 D 是一组二进制代码。

[解] (3) 列真值表

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

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

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

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

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

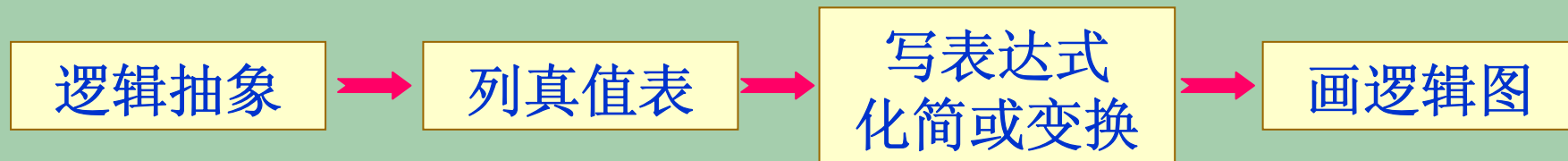
A	B	C	D	Y	A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0

(4) 功能说明：当输入四位代码中 1 的个数为奇数时输出为 1，为偶数时输出为 0 —— 检奇电路。



3.1.2 组合电路的基本设计方法

一、设计方法



逻辑抽象:

- ① 根据因果关系确定输入、输出变量
- ② 状态赋值 — 用 0 和 1 表示信号的不同状态
- ③ 根据功能要求列出真值表

化简或变换:

根据所用元器件(分立元件 或 集成芯片)的情况将函数式进行化简或变换。



二、设计举例

[例 3.1.2] 设计一个表决电路，要求输出信号的电平与三个输入信号中的多数电平一致。

[解] (1) 逻辑抽象

① 设定变量： 输入 A 、 B 、 C ， 输出 Y

② 状态赋值：

A 、 B 、 $C = 0$ 表示 输入信号为低电平

A 、 B 、 $C = 1$ 表示 输入信号为高电平

$Y = 0$ 表示 输入信号中多数为低电平

$Y = 1$ 表示 输入信号中多数为高电平



二、设计举例

[例 3.1.2] 设计一个表决电路，要求输出信号的电平与三个输入信号中的多数电平一致。

[解] ③ 列真值表

(2) 写输出表达式并化简

$$Y = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + \underline{ABC}$$

$$= \underline{BC} + \underline{A} \square C + \underline{AB} \square$$

$$= BC + AC + AB$$

最简与或式 \rightarrow 最简与非-与非式

$$Y = \overline{\overline{BC + AC + AB}} = \overline{\overline{BC} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{AB}}$$

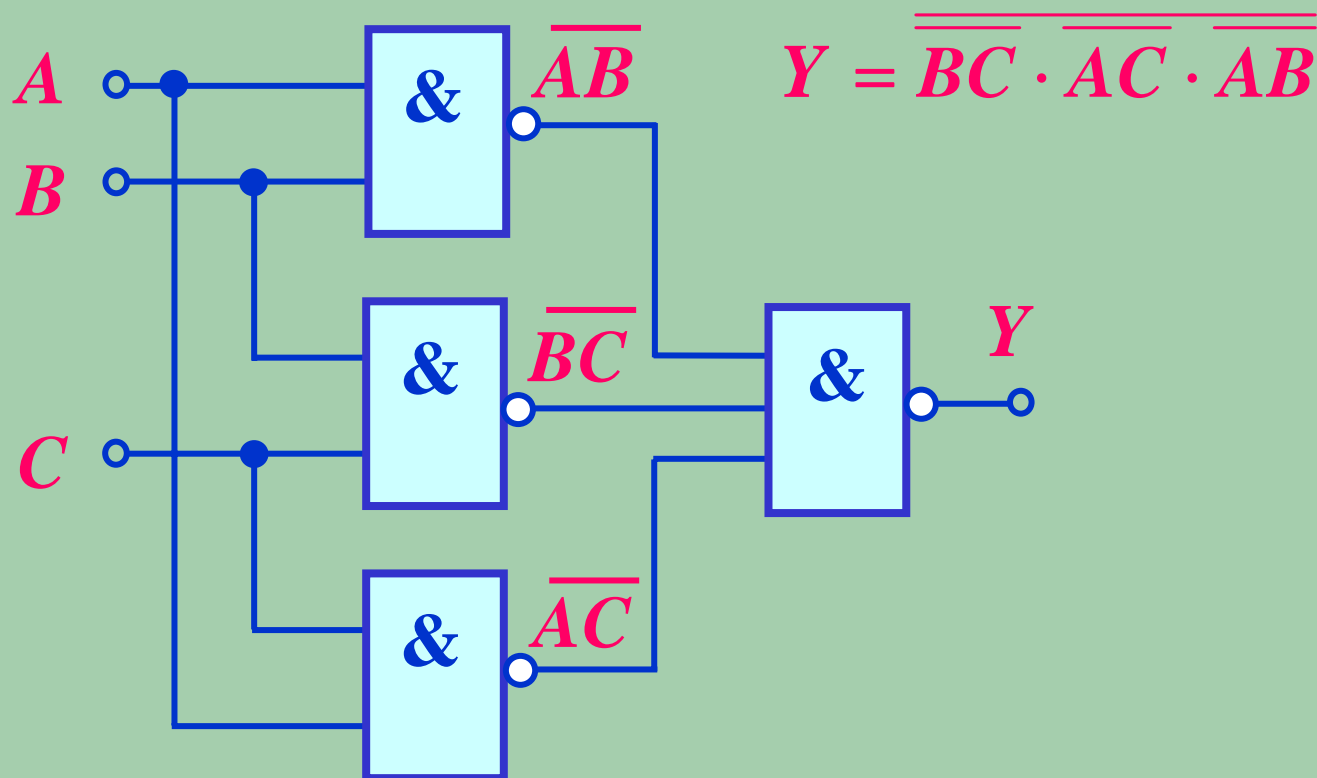
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Y</i>
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



二、设计举例

[例 3.1.2] 设计一个表决电路，要求输出信号的电平与三个输入信号中的多数电平一致。

[解] (3) 画逻辑图 — 用与非门实现





[例] 设计一个监视交通信号灯工作状态的逻辑电路。正常情况下，红、黄、绿灯只有一个亮，否则视为故障状态，发出报警信号，提醒有关人员修理。

[解] (1) 逻辑抽象

输入变量： R (红) $\left. \begin{array}{l} Y$ (黄) \\ G (绿) \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1 \text{ -- 亮} \\ 0 \text{ -- 灭} \end{array}

输出变量： Z (有无故障) $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ -- 有} \\ 0 \text{ -- 无} \end{array} \right.$

(2) 卡诺图化简

$$Z = \overline{R}\overline{Y}\overline{G} + RY + RG + YG$$

		YG			
R		00	01	11	10
	0	1		1	
	1		1	1	1

列真值表

R	Y	G	Z
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



[例] 设计一个监视交通信号灯工作状态的逻辑电路。正常情况下，红、黄、绿只有一个亮，否则视为故障状态，发出报警信号，提醒有关人员修理。

[解] (3) 画逻辑图

$$Z = \overline{R} \overline{Y} \overline{G} + RY + RG + YG$$

