

数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

第二章 逻辑代数基础

主讲教师 | 于俊清

02

■ 提 纲



逻辑代数的基本概念



逻辑代数的基本定理和规则



逻辑函数表达式的形式与变换



逻辑函数化简

逻辑代数的基本概念



逻辑函数的定义及公理



逻辑变量及基本运算



逻辑函数及逻辑函数间的相等



逻辑函数的表示法

逻辑代数的基本概念

逻辑函数



定义：随自变量变化的因变量



与普通代数中函数的概念相比，逻辑函数具有如下特点：



逻辑函数和逻辑变量一样，取值只有0和1两种可能



函数和变量之间的关系由“或”、“与”、“非”三种基本运算决定

逻辑函数

数字系统研究的角度的定义



- ◆ 设某一逻辑电路的输入逻辑变量为 A_1, A_2, \dots, A_n , 输出逻辑变量为 F
- ◆ 如果当 A_1, A_2, \dots, A_n 的值确定下来, F 的值就唯一的确定下来, 则 F 被称为 A_1, A_2, \dots, A_n 的逻辑函数
- ◆ 记为:

$$F = f(A_1, A_2, \dots, A_n)$$

逻辑函数



逻辑电路输出取决于



逻辑变量的取值



电路本身的结构



电路的逻辑功能描述



可由相应的逻辑函数完全描述



对电路的分析



借助抽象的代数表达式



逻辑函数

逻辑函数的相等



设有两个相同变量的逻辑函数

$$F_1 = f_1(A_1, A_2, \dots, A_n)$$

$$F_2 = f_2(A_1, A_2, \dots, A_n)$$



若对应于逻辑变量 A_1, A_2, \dots, A_n 的任何一组取值, F_1 和 F_2 的值都相同, 则称函数 F_1 和 F_2 相等, 记作

$$F_1 = F_2$$

逻辑函数



判断函数相等方法



真值表法



代数法



逻辑代数的基本概念



逻辑函数的定义及公理



逻辑变量及基本运算



逻辑函数及逻辑函数间的相等



逻辑函数的表示法



逻辑功能的表示法



逻辑表达式



真值表



卡诺图



逻辑函数的表示法

逻辑表达式



逻辑表达式是由逻辑变量和“或”、“与”、“非”3种运算符以及括号所构成

例

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

逻辑关系：

$$A \neq B, F = 1$$

$$A = B, F = 0$$

逻辑表达式

逻辑表达式的简写



“非”运算符下可不加括号

如 $\overline{A \cdot B}$, $\overline{A + B}$



“与”运算符一般可省略

$A \cdot B$ 可写成 AB



在一个表达式中，如果既有“与”运算又有“或”运算，则按先“与”后“或”的规则进行运算，可省去括号

$(A \cdot B) + (C \cdot D)$ 可写为 $AB + CD$

逻辑表达式

逻辑函数的简写



运算优先法则



与运算和或运算均满足结合律

$(A + B) + C$ 或者 $A + (B + C)$ 可用 $A + B + C$ 代替

$(AB)C$ 或者 $A(BC)$ 可用 ABC 代替

$(A + B) \cdot (C + D) = A + B \cdot C + D$ **X**

逻辑函数的表示法

真值表



依次列出一个逻辑函数的所有输入变量取值组合及其相应函数值的表格



一个 n 个变量的逻辑函数，其真值表有 2^n 行



n 个逻辑变量共有 2^n 种可能的取值组合

真值表

函数 $F = A\bar{B} + \bar{A}C$ 的真值表

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

真值表

例

用真值表法判断下列函数之间的关系：

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

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

A	B	C	F	G

真值表

例

用真值表法判断下列函数之间的关系：

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

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

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

真值表

例

用真值表法判断下列函数之间的关系：

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

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

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

真值表

例

用真值表法判断下列函数之间的关系：

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

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

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

真值表

例

用真值表法判断下列函数之间的关系：

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

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

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



$$F = G$$

逻辑函数的表示法

卡诺图



由表示逻辑变量所有取值组合的小方格所构成的平面图



图形描述逻辑函数



后面结合函数化简问题进行详细介绍

逻辑函数的表示法

逻辑函数表达式、真值表和卡诺图



各有特点



可用于不同场合



同一问题的不同描述形式



相互之间可以很方便地进行变换

卡诺图

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

CD \ AB	AB			
	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	0
11	0	0	0	1
10	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 | 于俊清

02