

项目五 简单抢答器的制作





知识目标

理解模拟信号与数字信号的区别，掌握数字信号的表示方法，了解数字信号在日常生活中的应用；

了解脉冲波形主要参数的含义及常见脉冲波形；

掌握基本的逻辑运算、逻辑门的逻辑功能及其逻辑符号；

了解复合逻辑门的逻辑功能及其逻辑符号；

掌握函数的表示方法；

了解 TTL 门、CMOS 门电路的型号、引脚功能等使用常识；

掌握逻辑函数的化简方法；

掌握组合逻辑电路的分析与设计方法。



技能目标

能查阅相关资料识读集成块型号和引脚功能；

会测试 TTL 门、CMOS 门电路的引脚功能和逻辑功能

会分析基本的组合逻辑电路；

会设计简单的组合逻辑电路。

任务一 测试基本逻辑门电路



任务目标

了解数字电路的特点，掌握基本逻辑运算和逻辑代数的基本定律，通过测试基本逻辑门，加深对基本逻辑门的认识，并掌握测试集成电路的方法。

任务一 测试基本逻辑门电路

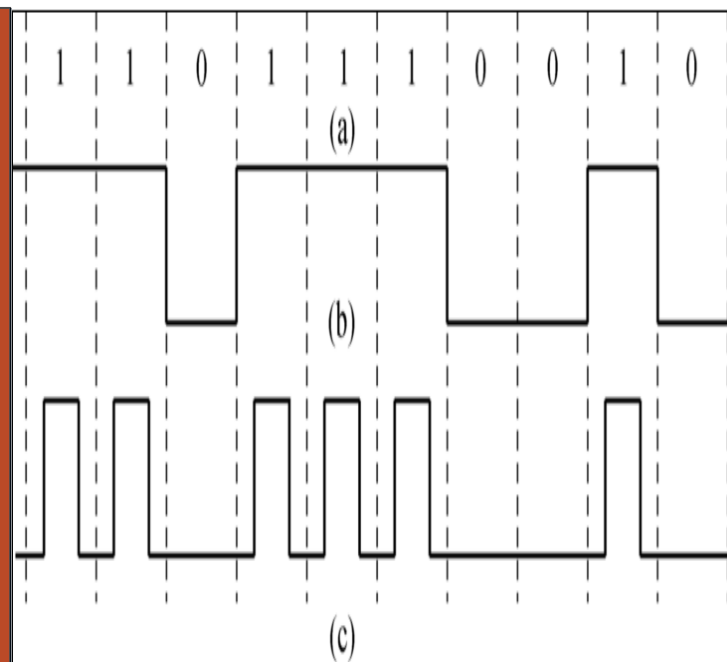


一 数字信号和数字电路

1. 数字信号的表示方法

把表示数字量的信号称为数字信号。工作在数字信号下的电路称为数字电路。

在数字电路中只有 0、1 两种数值组成的数字信号。一个 0 或一个 1 通常称为 1 比特，有时也将一个 0 或一个 1 的持续时间称为一拍。对于 0 和 1 可以用开关的通断、电位的高低、脉冲的有无来表示，如图 5-1 (a) 为数字信号 1101110010，图 5-1 (b) 是以高电平表示 1、低电平表示 0 的电位型数字信号，图 5-1 (c) 是以有脉冲表示 1、无脉冲表示 0 的脉冲型数字信号。



数字信号

任务一 测试基本逻辑门电路



2. 数字电路的特点

1) 可对数字信号进行算术运算及逻辑运算。由一系列的逻辑符号及它们之间的连线所构成的电路图称为逻辑图或逻辑电路。

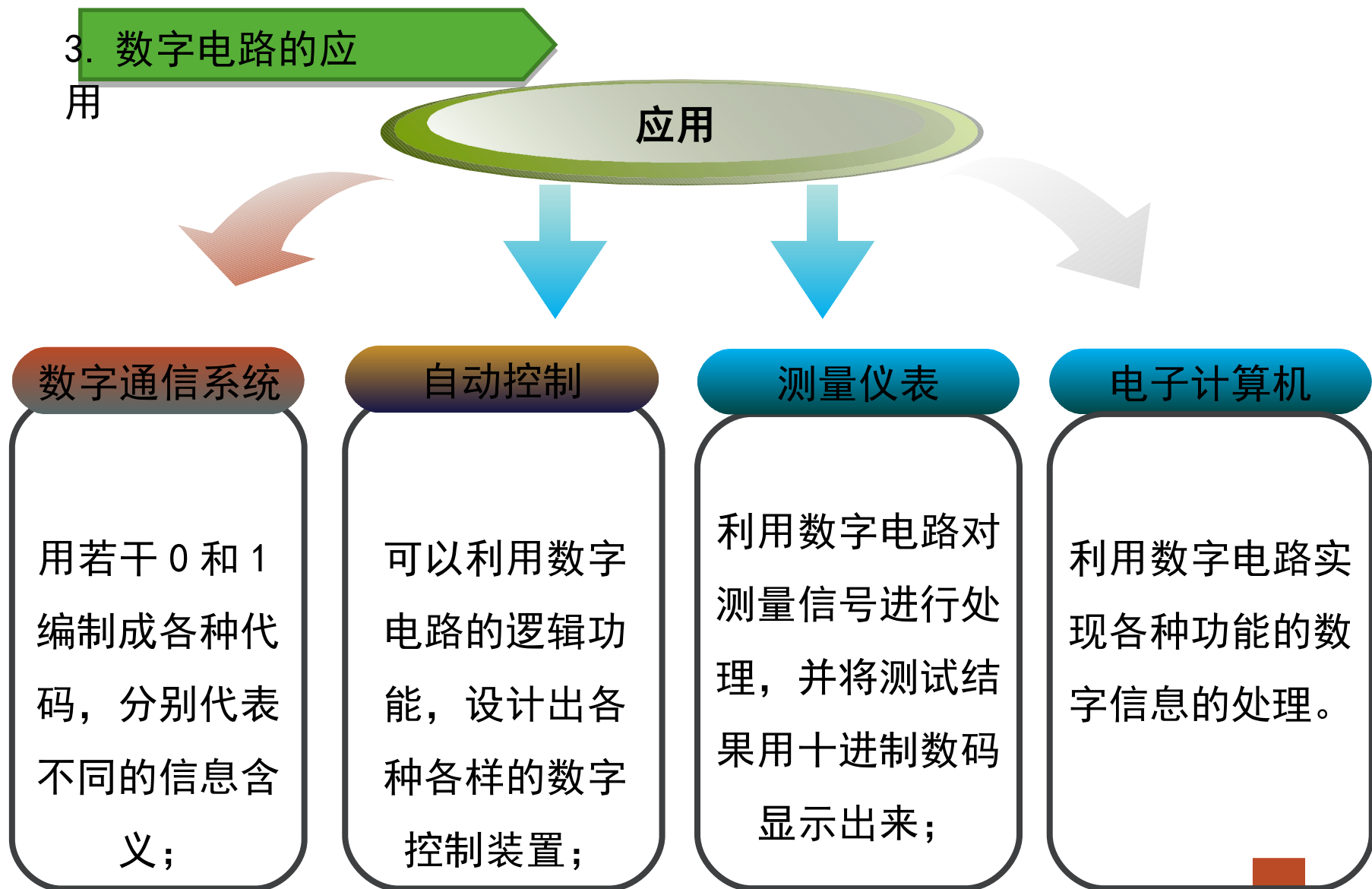
2) 逻辑电路只反映数字电路或设备的逻辑功能，而不反映电气性能及参数等。

3) 逻辑电路的分析和设计完全不同于模拟电路的分析设计，由于逻辑电路的输入和输出信号只有 0 和 1 两种取值，所以可用逻辑代数这一数学工具来加以描述。

任务一 测试基本逻辑门电路



3. 数字电路的应用



任务一 测试基本逻辑门电路



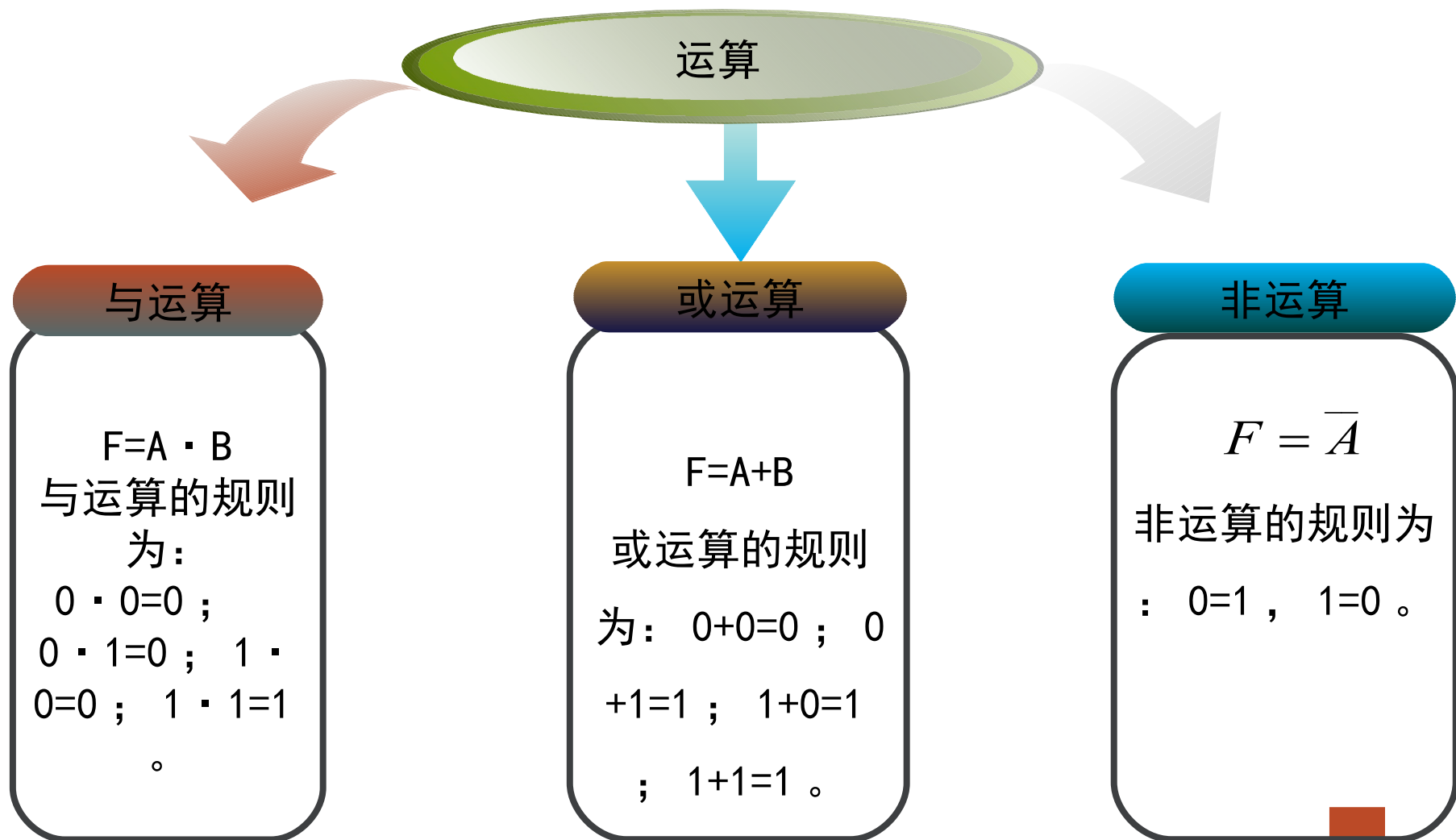
注意

数字电路只能对数字信号进行处理，它的输入和输出均为数字信号，而大量的物理量几乎都是模拟信号。因此，首先必须将模拟信号转换成为数字信号，才可送给数字电路进行处理，而且还要把数字结果再转换成模拟信号。

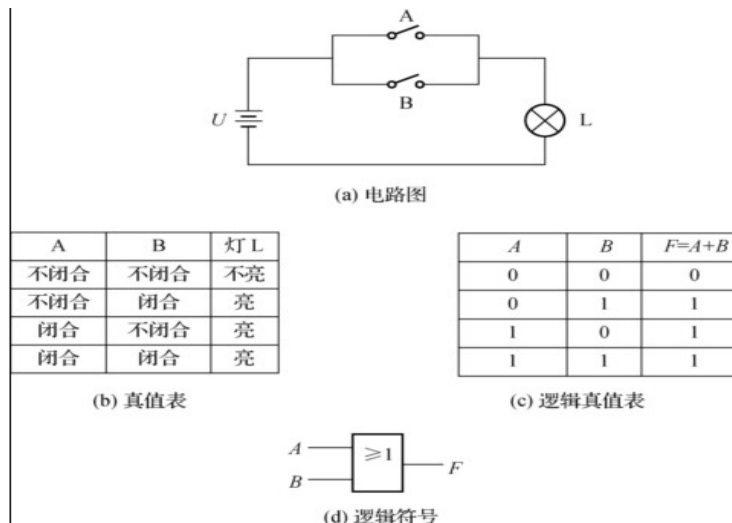
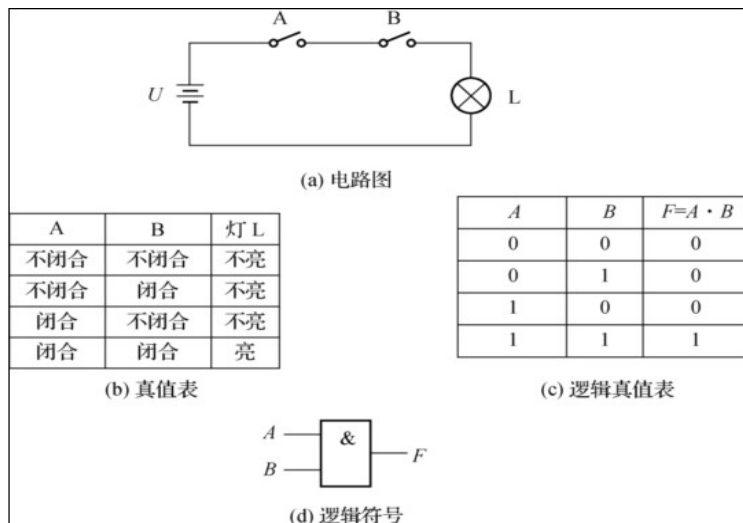
任务一 测试基本逻辑门电路



二 基本逻辑代数运算

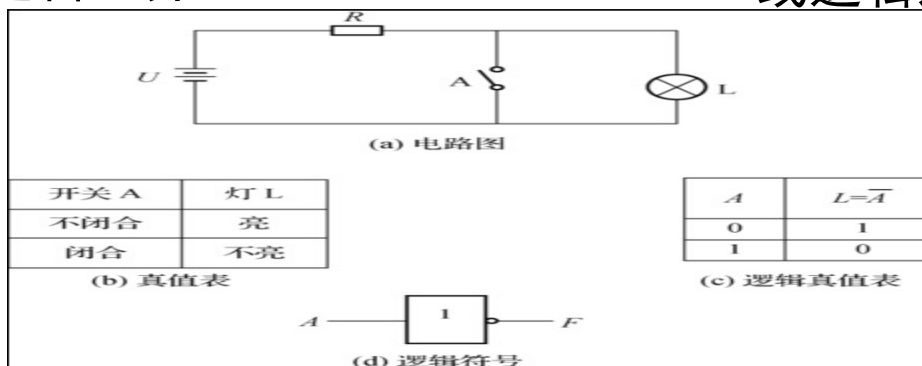


任务一 测试基本逻辑门电路



与逻辑运算

或逻辑运算



非逻辑运算

任务一 测试基本逻辑门电路



三 符合逻辑运算

运算

与非

表达式: $F = \overline{AB}$

逻辑功能为: 有 0 出 1, 全 1 出 0

或非

表达式: $F = \overline{A+B}$

逻辑功能: 有 1 出 0, 全 0 出 1

与或非

表达式: $F = \overline{AB+CD}$

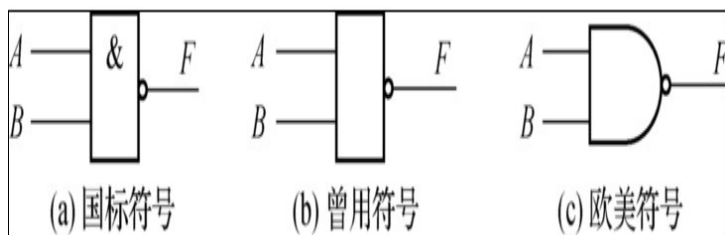
异或

表达式: $F = A \oplus B = A\overline{B} + \overline{A}B$

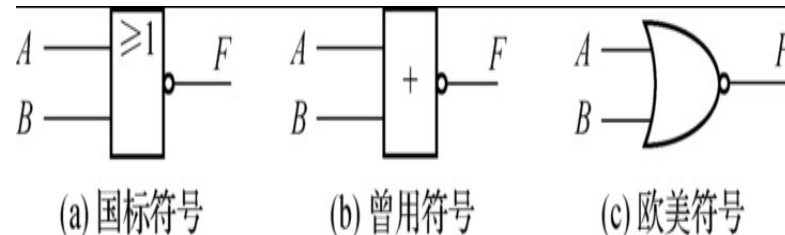
同或

表达式: $F = A \otimes B = \overline{A}\overline{B} + AB$

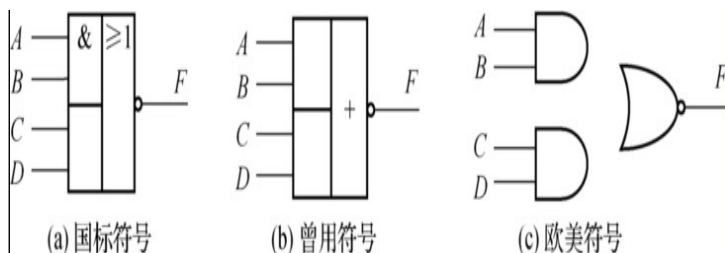
任务一 测试基本逻辑门电路



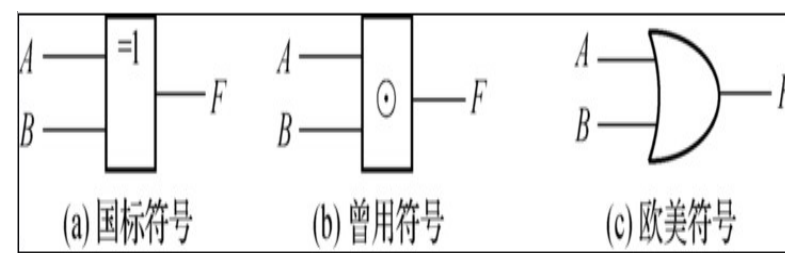
与非门逻辑符号



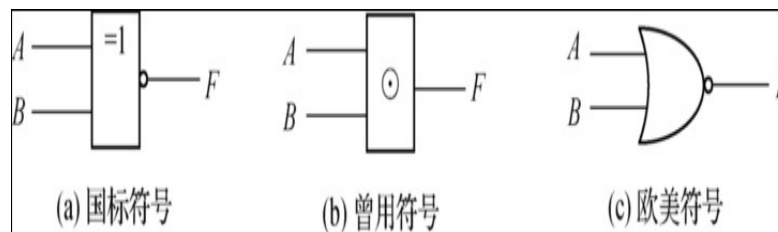
或非门逻辑符号



与或非门逻辑符号



异或门逻辑符号



同或门逻辑符号

任务一 测试基本逻辑门电路



四 逻辑代数的基本定律

(一) 逻辑代数的基本公式

序 号	公 式	序 号	公 式
(1)	$0 \cdot A = 0$	(10)	$\bar{1} = 0, \bar{0} = 1$
(2)	$1 \cdot A = A$	(11)	$1 + A = 1$
(3)	$A \cdot A = A$	(12)	$0 + A = A$
(4)	$A \cdot \dot{A} = 0$	(13)	$A + A = A$
(5)	$A \cdot B = B \cdot A$	(14)	$A + \bar{A} = 1$
(6)	$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$	(15)	$A + B + B + A$
(7)	$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$	(16)	$A + (B + C) = (A + B) + C$
(8)	$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$	(17)	$A + B \cdot C = (A + B) \cdot (A + C)$
(9)	$\overline{\overline{A}} = A$	(18)	$\overline{(A + B)} = \bar{A} \cdot \bar{B}$

任务一 测试基本逻辑门电路



(二) 逻辑代数的基本规则

规则

代入规则

将逻辑等式中的某一变量都代之以另一个逻辑函数，此等式仍成立。

例如， $\overline{AB} = \overline{A} + \overline{B}$

用 BC 代替等式中的 B 得

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

对偶规则

如果将任一逻辑函数式 $F=f(A, B, C, \dots)$ 中所有的 “ $\cdot$ ” 换成 “ $+$ ”， “ $+$ ” 换成 “ $\cdot$ ”， “0” 换成 “1”，所得到的新函数 F' 就是 F 的对偶式，此即对偶规则。

反演规则

如果将任一逻辑函数式 $F=f(A, B, C, \dots)$ 中所有的 “ $\cdot$ ” 换成 “ $+$ ”， “0” 换成 “1”，原变量换成反变量，反变量换成原变量，所得到的新函数 F 就是 F 的反函数，此即反演规则。

任务一 测试基本逻辑门电路



注意

- 1) 运用对偶规则时注意：原运算顺序不变（可运用扩号保证）；原式的长短非号保持不变。
- 2) 运用反演规则时注意：运算顺序不变（可运用扩号保证）；原式的公共非号保持不变。

实践操作 测试基本逻辑门电路



一

目标

目标

(1) 能查阅相关资料识读集成块型号和引脚功能。

(2) 学会测试 TTL 门、CMOS 门电路的引脚功能和逻辑功能。

实践操作 测试基本逻辑门电路



二

设备

设备

- (1) 集成芯片 74LS00 和 CC4011 各 1 块。
- (2) 万用表 1 块。

实践操作 测试基本逻辑门电路



三

内容与步骤

(1) 查阅资料, 识读门电路 74LS00 的型号和引脚。如图 5-10 所示为 74LS00 集成电路。

(2) 测试识别引脚。

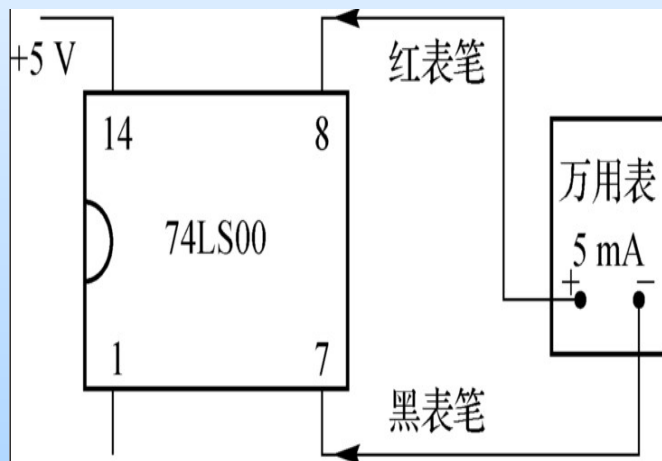
① 用万用表判别电源引脚。选用万用表电阻挡 $R \times 1 \text{ k}\Omega$, 黑表笔接电源脚, 红表笔接地时, 测得阻值约为十几千欧, 而相反连接测得的阻值为几千欧。

② 输入脚判别测试。测试电路如图 5-11 所示, 接好测试电路, 选万用表直流 5 mA 挡, 黑表笔接地, 红表笔逐个测输入端以外的各引脚, 测得的数据为 $1 \sim 2 \text{ mA}$, 则红表笔所接引脚为输入脚。将所测数据填入表 5-2 中。

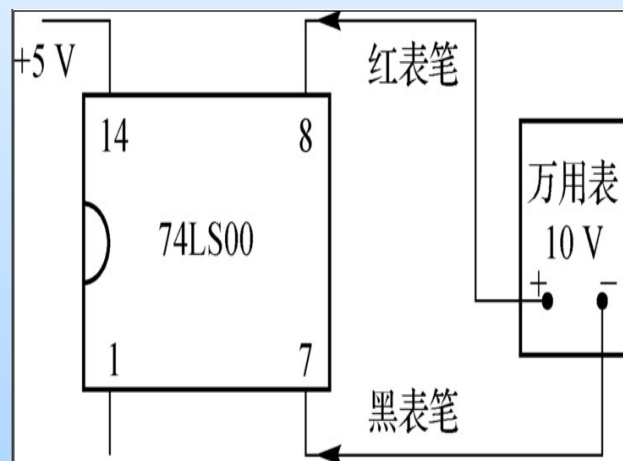
实践操作 测试基本逻辑门电路



③ 输出脚判别测试。测试电路如图 5-12 所示，接好测试电路，选万用表直流 10 V 挡，黑表笔接地，红表笔逐个测输入端以外的各引脚，测得的数据为 $0.2 \sim 0.4 \text{ V}$ ，则红表笔所接引脚为输出脚。将所测数据填入表 5-2 中。



74LS00 输入脚测试判别测试电路



74LS00 输出脚测试判别测试电路

实践操作 测试基本逻辑门电路



④ 判别同一个与非门的输入和输出端。将输入端和黑表笔接地，红表笔逐个与输出端相连测试，测得结果大于 2.7 V 时，此时红表笔所接引脚与输入脚为同一个与非门的输入、输出端，如此反复，做好记录。

（3）74LS00 功能测试。测试电路如图 5-13 所示，输入不同组合，完成表 5-3。

（4）查阅资料，识读 CMOS 门电路的型号和引脚。

（5）用万用表判别输入和输出脚。

用万用表 $R \times 1 \text{ k}\Omega$ 挡，将黑表笔接 CC4011 的 7 脚，红表笔依次接 1 ~ 6 脚和 8 ~ 13 脚，测电阻值，将结果填入表 5-4 中。

阻值较大的脚为输入脚，阻值较小的脚为输出脚。

实践操作 测试基本逻辑门电路



74LS00 引脚测量数据表

引脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
电流 / mA													
电压 / V													

74LS 功能测试

输 入	输 出
A B	LED 状态
0 0	
0 1	
1 0	
1 1	

实践操作 测试基本逻辑门电路



注意事项

- (1) 注意集成块型号和引脚，避免接反接错。
- (2) 注意正确选择万用表的挡位。
- (3) 若有些引脚在测量时无任何反应，则为空脚或坏脚。

思考与练习



1. 数字电路与模拟电路各有什么特点？
2. 画出与非门、或非门、与或非门、异或门和同或门的真值表，并说明各自的特征。
3. 写出如图 5-14 所示各个电路输出信号的逻辑表达式，并对应 A、B 的给定波形画出各个输出信号的波形。
4. 利用公式和定理证明下列等式。

$$(1) ABC + A\bar{B}C + AB\bar{C} = AB + AC$$

$$(2) A + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}CD + (\bar{C} + \bar{D}) = A + CD + E$$

$$(3) AB(C + D) + D + \bar{D}(A + B)(\bar{B} + \bar{C}) = A + B\bar{C} + D$$

$$(4) ABCD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} = \overline{A\bar{B} + B\bar{C} + C\bar{D} + D\bar{A}}$$

任务二 制作简单抢答器



任务目标

掌握逻辑函数常用的两种化简方法：公式化简法和卡诺图化简法。

通过制作简单抢答器，初步掌握组合逻辑电路的分析与设计方法。

任务二 制作简单抢答器



一

关于逻辑函数化简的几个问题

化简的意义

同一逻辑函数可以有繁简不同的表达式，实现它的电路也不相同。一般地说，如果表达式比较简单，那么电路使用的元器件就少，设备就简单。

逻辑表达式的类型

一个逻辑函数可以有多种不同的逻辑表达式，如与 - 或表达式、或 - 与表达式、与非 - 与非表达式、或非 - 或非表达式以及与 - 或 - 非表达式等。例如：

$$\begin{aligned} L &= AC + \bar{C}D = (A + \bar{C})(\bar{C} + D) \\ &= \overline{AC} \cdot \overline{\bar{C}D} = \overline{(A + \bar{C}) + (C + D)} \\ &= \bar{A}C + \bar{C}\bar{D} \end{aligned}$$

最简与或式

以下将着重讨论与或表达式的化简，因为与或表达式易于从真值表直接写出，且只需运用一次摩根定律就可以从最简与或表达式变换为与非 - 与非表达式，从而可以用与非门电路来实现。

任务二 制作简单抢答器



二

公式化简法

并项法

利用 $A+A=1$ ，将两项合并为一项，消去一个变量。

吸收法

利用 $A+AB=A$ 吸收多余项。

消去法

利用

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

消去多余的因子

消项法

利用 $AB+AC+BC=AB+AC$ 消去多余的项。

配项法

利用

$$A = AB + \bar{A}\bar{B}$$

将一项变为两项，然后寻找新组合化简

任务二 制作简单抢答器



三

卡诺图化简法

(一) 最小项

定义

对于 N 个变量，如果 P 是一个含有 N 个因子的乘积项，而且在 P 中每个变量都以原变量或反变量的形式作为一个因子出现，且仅出现一次，则称 P 是 N 个变量的一个最小项。

性质

- (1) 每个最小项都对应了一组变量取值。对任一最小项，只有与之对应的那一组变量取值才是它的值为 1。
- (2) 任意两个不同最小项之积恒为 0。
- (3) 全体最小项的逻辑和恒为 1。
- (4) 两个逻辑相邻的最小项可以合并为一项，从而消去一个因子。

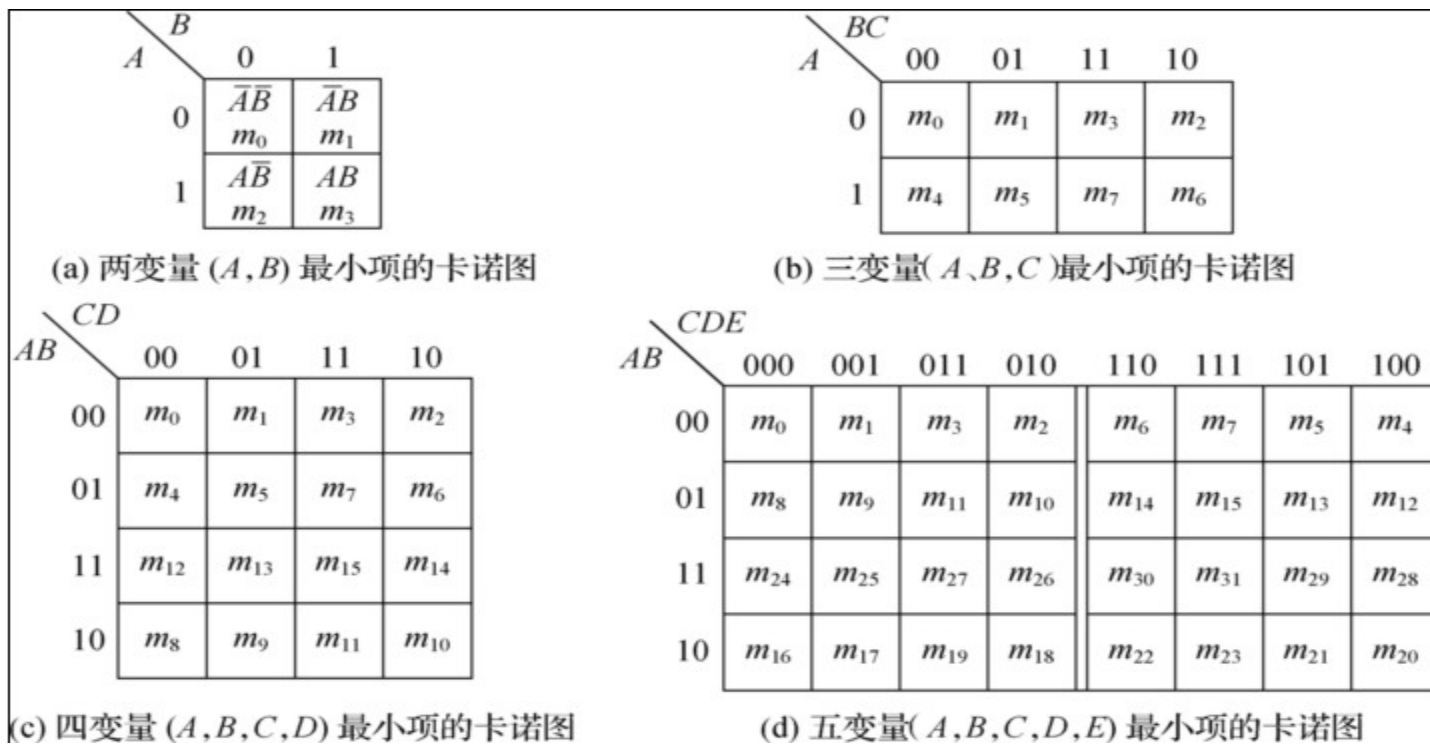
任务二 制作简单抢答器



(二) 化简详解

1. 卡诺

图



2-5 变量最小项的卡诺图

任务二 制作简单抢答器



将 n 变量的全部最小项各用一个小方块表示，并使具有逻辑相邻性的最小项在几何位置上也相邻地排列起来，所得到的图形称为 n 变量最小项的卡诺图。

这些数码不能按自然二进制数从小到大地顺序排列，而必须按图中的方式排列，以确保相邻的两个最小项仅有一个变量是不同的。

除了几何位置相邻的最小项具有逻辑相邻性外，以图中双竖线为轴左右对称位置上的两个最小项也具有逻辑相邻性。

用卡诺图来表示任意一个逻辑函数。具体的方法是：首先将逻辑函数化为最小项之和的形式，然后在卡诺图上与这些最小项对应的位置上填入 1，在其余的位置上填入 0，就得到了表示该逻辑函数的卡诺图。也就是说，任何一个逻辑函数都等于它的卡诺图中填入 1 的那些最小项之和。

任务二 制作简单抢答器



2. 卡诺图化简函数的依据

若相同变量的两个最小项只有一个因子不同，则它们在逻辑上相邻。

逻辑相邻的 2^n 个最小项相加，能消去 n 个变量。

在卡诺图中合并最小项的规律（以 4 个变量为例）如下。

（1）相邻的两个最小项可以合并为一项，消去一个变量（挨着，一行两端，一列两端）。

（2）相邻的 4 个最小项可以合并为一项，消去两个变量（组成方块，一行，一列，两行末端，两列末端，四角）。

（3）相邻的 8 个最小项合并为一项，消去 3 个变量（两行，两列，两边的两行或者两列）。

任务二 制作简单抢答器



3. 化简步骤

骤



画出函数 F 的卡诺图。

把可以合并的最小项分别圈出，每个包围圈中的最小项可合并为一项。

把各个合并项加起来。

任务二 制作简单抢答器



4. 化简注意事项

注意事项

(1) 所有为 1 的最小项必须在某一个包围圈中，且圈中 1 的个数必须是 2^n 。

(2) 包围圈中 1 的个数越多越好，而包围圈的个数越少越好。●图 5-19 (b) ○ 中实线包围圈是正确的圈法，化简结果含 3 个与项，而虚线包围圈是错误的，结果含 4 个与项。

(3) 卡诺图中的 1 可以重复使用，但每个包围圈中应至少含一个新 1。否则，该乘积项就是多余的。图 5-19 (a) 中包含 4 个 1 的竖框就是一个余项。

(4) 圈 1 得原函数，圈 0 得反函数。如果给出的是或与式，可以先用对偶规则化为与或式，再填入卡诺图化简。为获得原函数，对化简结果运用一次对偶规则即可。

任务二 制作简单抢答器



（三）具有约束的逻辑函数的化简

1. 约束项、约束条件的概念

A	B	C	MS	ML
0	0	0	0	0
0	0	1	X	X
0	1	0	X	X
0	1	1	X	X
1	0	0	1	0
1	0	1	X	X
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

任务二 制作简单抢答器



(1) 各逻辑变量取值之间的相互制约关系称为约束。下面以一液位控制为例进行说明，表 5-5 为液位控制系统真值表。

A、B、C 分别代表 40 m、30 m、20 m 不同的液位高度，高于某点取 0，低于某点取 1。

MS、ML 代表两台电动机，1 转，0 停。

BC=000，液位 $> 40\text{ m}$ ，MS、ML 均为 0。

ABC=001，表示液位低于 20 m，又高于 30 m(或 40 m)，显然，这种情况不可能出现。

同理，ABC=010、011、101 都不会出现，这就是变量取值的约束。

(2) 不可能出现的取值组合所对应的最小项就是约束项。

(3) 全体约束项之和所构成的表达式称为约束条件。

任务二 制作简单抢答器



本例的约束条件为

$$\overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}C = 0$$



或者

$$\sum d(1, 2, 3, 5) = 0$$

约束条件是一个值恒为 0 的表达式。

上例中的逻辑函数可表示成

$$M_S = \sum m(4, 7) + \sum d(1, 2, 3, 5)$$

$$M_L = \sum m(6, 7) + \sum d(1, 2, 3, 5) \quad \blacklozenge$$

或者

$$M_S = ABC + ABC$$

$$\overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}C = 0$$

$$M_L = AB\overline{C} + ABC$$

$$\overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}C = 0$$

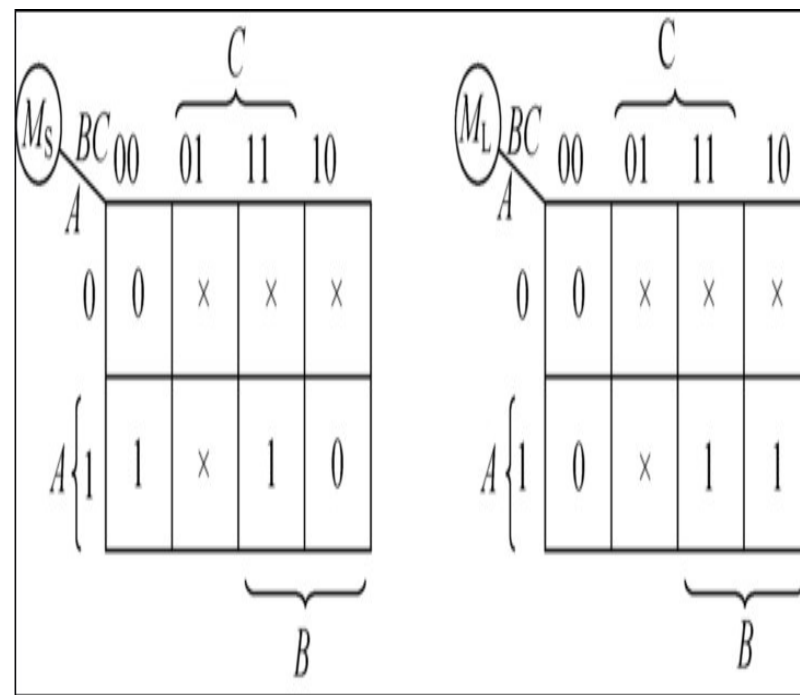
任务二 制作简单抢答器



2. 在卡诺图中处理约束项

在与约束项对应的小方格中打“×”，表示与约束项对应的值是 0 或 1 是无意义的。

(因为这种取值组合永远不会出现)



液位控制系统的卡诺图

任务二 制作简单抢答器

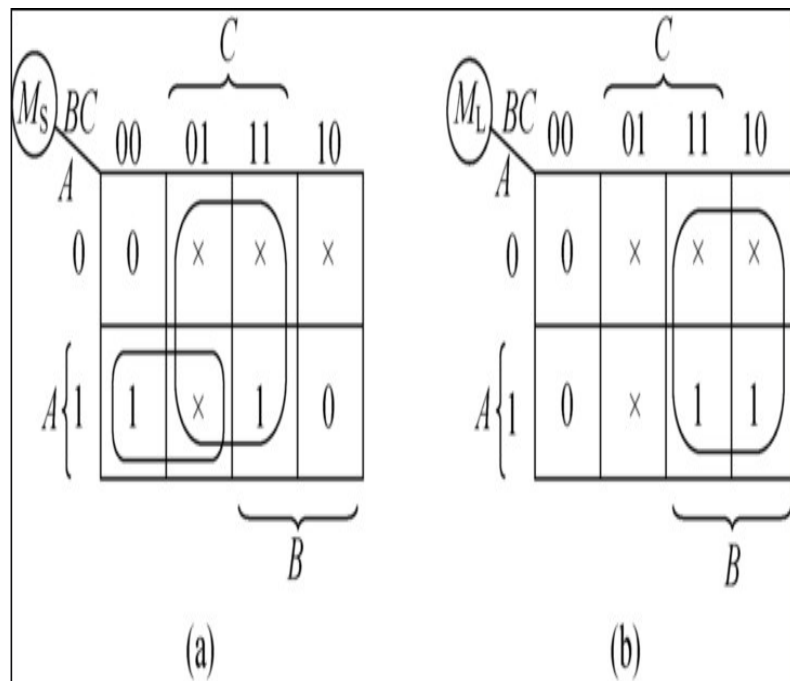


3. 利用约束条件化简具有约束的逻辑函数

图形化简时，要根据化简的需要，任意设定约束项为 1 或 0。因为与约束项对应的取值组合永远不会实现，所以在包围圈中的“×”就当作 1。而在圈外的“×”就当作 0，即约束项的值对结果没有影响。

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

$$M_L = B$$



液位控制系统的卡诺图化简

任务二 制作简单抢答器



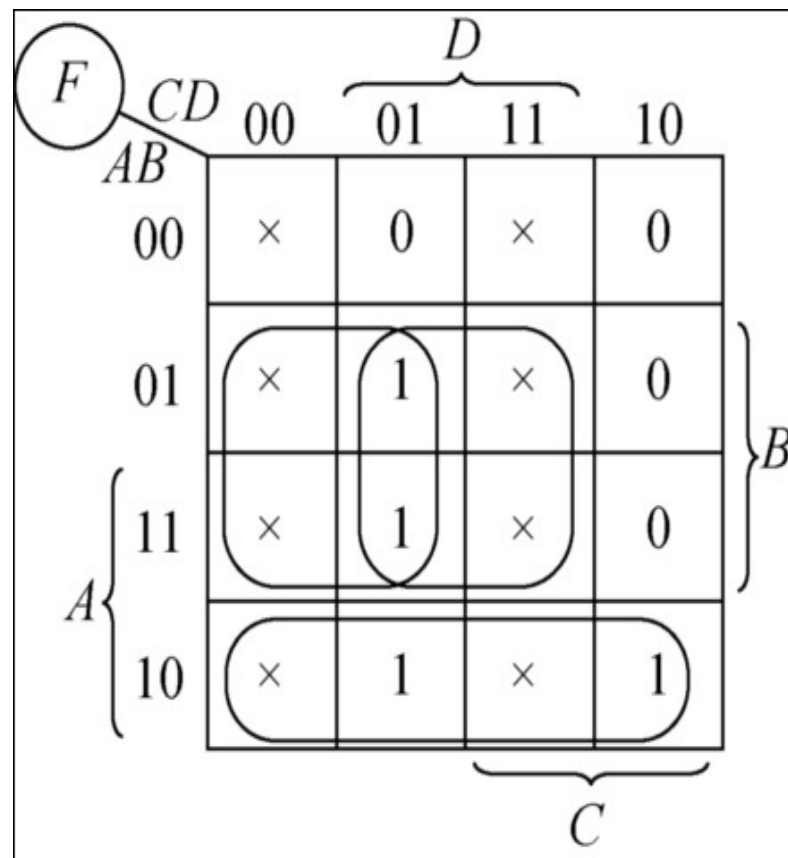
对约束项的处理方式（当成 0 或 1）不同，所得到的表达式也不同，如图 5-22 所示，函数 F 就有以下两种结果。

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

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

但是，只要变量的取值不违反约束条件，两个式子的结果就都是对的。

公式化简时可以根据化简的需要任意加上或去掉约束条件。其原因为约束条件是一个值恒为 0 的式子，由自等律知： $A+0=A$ 。



对约束项不同的处理方式



- 用卡诺图法化简：
- $F(A,B,C,D)=\sum m(0,2,4,5,6,7,12)+\sum d(8,10)$

任务二 制作简单抢答器

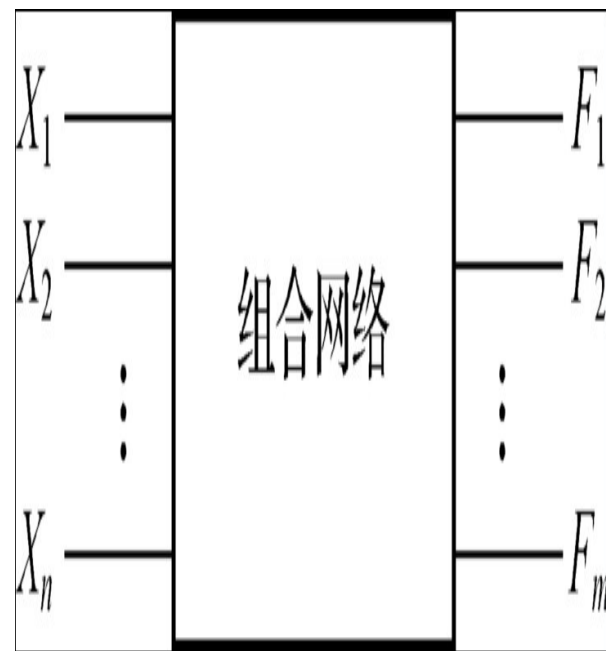


四 组合逻辑电路的分析与设计方法

(一) 组合逻辑电路的概念

组合逻辑电路是数字电路中最简单的一类逻辑电路，其特点是功能上无记忆，结构上无反馈，即电路任一时刻的输出状态只决定于该时刻各输入状态的组合，而与电路的原状态无关。

根据组合逻辑电路的特点，组合逻辑电路由门电路组合而成，电路中没有记忆单元，没有反馈通路。



组合逻辑电路框图

任务二 制作简单抢答器



(二) 组合逻辑电路的分析方法

分析的方法

- ① 由逻辑图写出各输出端的逻辑表达式。
- ② 化简和变换各逻辑表达式。
- ③ 列出真值表。
- ④ 根据真值表和逻辑表达式对逻辑电路进行分析，最后确定其功能。

任务二 制作简单抢答器



（三）组合逻辑电路的设计方法

代数法和卡诺图法
化简或转换逻辑函数

（1）分析设计要求列真值表。根据题意设输入变量和输出函数并逻辑赋值，确定它们相互间的关系，然后将输入变量以自然二进制数顺序的各种取值组合排列，列出真值表。

（2）根据真值表写出输出逻辑函数表达式。

（3）对输出逻辑函数进行化简：代数法或卡诺图法。

（4）根据最简输出逻辑函数式画逻辑图。最简与或表达式、与非表达式、或非表达式、与或非表达式和其他表达式。



- 试用与非门设计一组合电路，判断逻辑变量 A 、 B 、 C 中是否有多数个 1，要求当多数个 1 时，输出 F 为 1，否则为 0。

任务二 制作简单抢答器



(四) 组合逻辑电路中的竞争冒险

产生原因

产生冒险的原因是由于一个门（如 G2）的两个互补的输入信号分别经过两条路径传输，由于延迟时间不同，所以到达的时间不同。这种现象称为竞争。

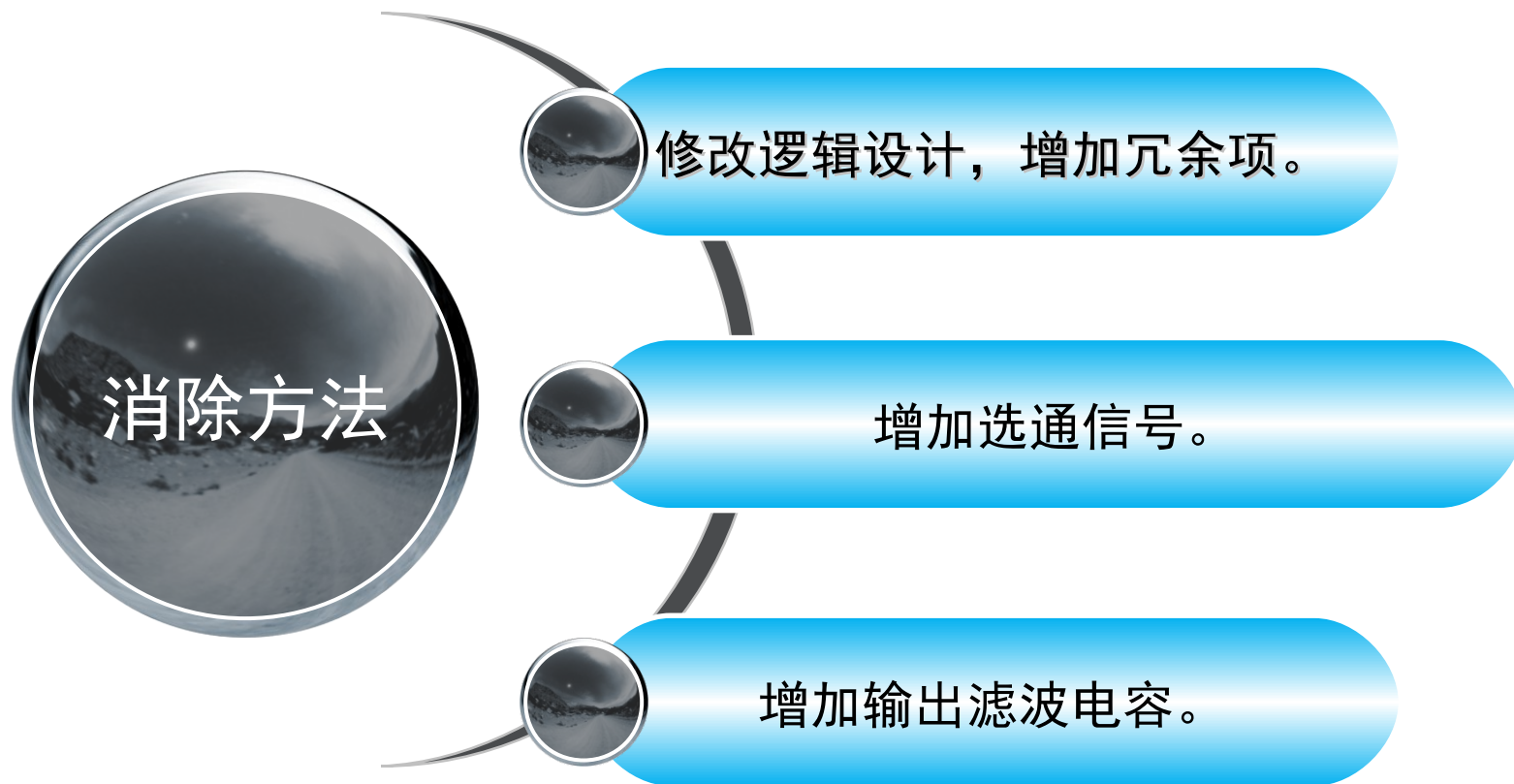
冒险现象的识别

可采用代数法来判断一个组合电路是否存在冒险，方法为：写出组合逻辑电路的逻辑表达式，当某些逻辑变量取特定值（0 或 1）时，如果表达式能转换为 $0 \cdot A \bar{A}$ ，则存在 1 冒险，如果表达式能转换为 $1 \cdot \bar{A} A$ ，则存在 0 冒险。

任务二 制作简单抢答器



3. 冒险现象的消除方法



实践操作 制作简单抢答器



一

目标

目标

了解集成逻辑门芯片的结构特点。

体验由集成逻辑门实现复杂逻辑关系的一般方法。

掌握集成逻辑门的正确使用。

实践操作 制作简单抢答器



二

设备

实训设备

数字电路实
验装置 1 台

实训器件

双四输入与非门 74LS20 两片，六非门 74LS04（或 CH40106）一片，发光二极管 4 只， $1\text{ k}\Omega$ 电阻 8 个，按钮开关 4 个，面包板、配套连接线若干

实践操作 制作简单抢答器



三

电路原理

1. 逻辑要求

用集成门电路构成简易型四人抢答器。A、B、C、D 为抢答操作按钮开关。任何一个人先将某一开关按下且保持闭合状态，则与其对应的发光二极管（指示灯）被点亮，表示此人抢答成功；而紧随其后的其他开关再被按下，与其对应的发光二极管则不亮。

成



实践操作 制作简单抢答器



3. 电路的工作过程

1) 初始状态 (无开关按下) 时, A 、 B 、 C 、 D 端均为低电平, 各与非门的输出端为高电平, 反相器的输出则都为低电平 (小于 0.7 V), 因此全部发光二极管都不亮。

2) 当某一开关被按下后 (如开关 A 被按下), 则与其连接的与非门的输入端变为高电平, 输出则为低电平, 该低电平经非门使对应二极管 (L1) 发光。同时, 该低电平与其他 3 个与非门的输入端相连, 维持其他 3 个与非门输出高电平, 因此其他发光二极管都不亮。

实践操作 制作简单抢答器



四 电路的安装与功能验证

1. 安 装

按正确方法插好 IC 芯片，参照图 5-37 连接线路。电路可以连接在自制的 PCB（印刷电路板）上，也可以焊接在万能板上，或通过面包板插接。

实践操作 制作简单抢答器



2. 功能验证

(1) 通电后，分别按下 A、B、C、D 开关，观察对应指示灯是否点亮。

(2) 当其中某一指示灯点亮时，再按其他键，观察其他指示灯的变化。

(3) 分别测试 IC 芯片输入、输出管脚的电平变化，自拟表格记录测试结果。用 A、B、C、D 表示按键开关，“×”表示开关动作无效；L♦1、L♦2、L♦3、L♦4 表示 4 个指示灯的状态。按键闭合或指示灯亮用 1 表示，开关断开或指示灯灭用 0 表示。

思考与练习



1. 用逻辑代数的基本公式和常用公式化简下列逻辑函数。

$$F_1 = A\bar{B} + \bar{A}B + A$$

$$F_2 = A\bar{B}\bar{C} + ABC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + \bar{A}B$$

$$F_3 = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D} + ABCD$$

$$F_4 = AB + \bar{A}C + BC + A + \bar{C}$$

2. 证明下列异或运算公式。

$$A \oplus 0 = A; A \oplus 1 = \bar{A}; A \oplus A = 0;$$

$$A \oplus \bar{A} = 1; AB \oplus A\bar{B} = A;$$

$$A \oplus \bar{B} = \overline{A \oplus B}$$



3. 用卡诺图化简法将下列函数化为最简与或形式。

$$Y = ABC + ABD + \bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C + \bar{A}C\bar{D} + A\bar{C}D$$

$$Y = A\bar{B} + A\bar{C} + BC + \bar{C}D$$

$$Y = \bar{A}\bar{B} + B\bar{C} + \bar{A} + \bar{B} + ABC$$

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

(6) $Y(A,B,C) = \sum(m_0, m_1, m_2, m_5, m_6, m_7)$ ■ 。

(7) $Y(A,B,C) = \sum(m_1, m_3, m_5, m_7)$ ■ 。

(8) $Y(A,B,C,D) = \sum(m_0, m_1, m_2, m_3, m_4, m_6, m_8, m_9, m_{10}, m_{11}, m_{14})$ ■ 。

(9) $Y(A,B,C,D) = \sum(m_0, m_1, m_2, m_5, m_8, m_9, m_{10}, m_{12}, m_{14})$ 。

(10) $Y(A,B,C) = \sum(m_1, m_4, m_7)$ ■ 。

思考与练习



4. 将下列函数化为最简与或函数式。

(1) $Y = \overline{A + C + D} + \overline{A} \overline{B} C \overline{D} + A \overline{B} \overline{C} D$ 约束项给定条件为
 $A \overline{B} C \overline{D} + A \overline{B} C D + A B \overline{C} \overline{D} + A B \overline{C} D + ABCD = 0$

(2) $Y = C \overline{D} (A \oplus B) + \overline{A} B \overline{C} + \overline{A} \overline{C} D$ 约束项给定条件为
 $AB + CD = 0$

(3) $Y = (A \overline{B} + B) C \overline{D} + \overline{(A + B)(B + C)}$ 约束项给定条件为
 $ABC + ABD + ACD + BCD = 0$

思考与练习



(4) $Y(A, B, C, D) = \sum (m_3, m_5, m_6, m_7, m_{10})$, 给定约束条件为

$$\blacksquare m_0 + m_1 + m_2 + m_4 + m_8 = 0 \blacksquare$$

(5) $Y(A, B, C) = \sum (m_0, m_1, m_2, m_4 \blacksquare)$, 给定约束条件为

$$\blacksquare m_3 + m_5 + m_6 + m_7 = 0 \blacksquare$$

(6) $Y(A, B, C, D) = \sum (m_2, m_3, m_7, m_8, m_{11}, m_{14})$, 给定约束条件为

$$\blacksquare m_0 + m_5 + m_{10} + m_{15} = 0 \blacksquare$$

5. 分析图 5-38 所示电路的逻辑功能, 写出 $\blacksquare Y_1$ 、 $\blacksquare Y_2$ 的逻辑函数式, 列出真值表, 指出电路完成了什么逻辑功能。

思考与练习



6. 人类有四种基本血型：A、B、AB 和 O 型。输血者与受血者的血型必须符合下述原则：O 型血可以输给任意血型的人，但 O 型血只能接受 O 型血；AB 型血只能输给 AB 型，但 AB 型能接受所有血型；A 型血能输给 A 型和 AB 型，但只能接受 A 型或 O 型血；B 型血能输给 B 型和 AB 型，但只能接受 B 型或 O 型血。试用与非门设计一个检验输血者与受血者血型是否符合上述规定的逻辑电路。如果输血者与受血者的血型符合规定，电路输出 1。（提示：电路只需要 4 个输入端，它们组成一组二进制代码，每组代码代表一对输血 - 受血的血型对。）

7. 试分析图 5-39 所示电路中当 A、B、C、D 单独一个改变状态时是否存在竞争冒险现象？如果存在竞争冒险现象，那么都发生在其他量为何种取值的情况下？