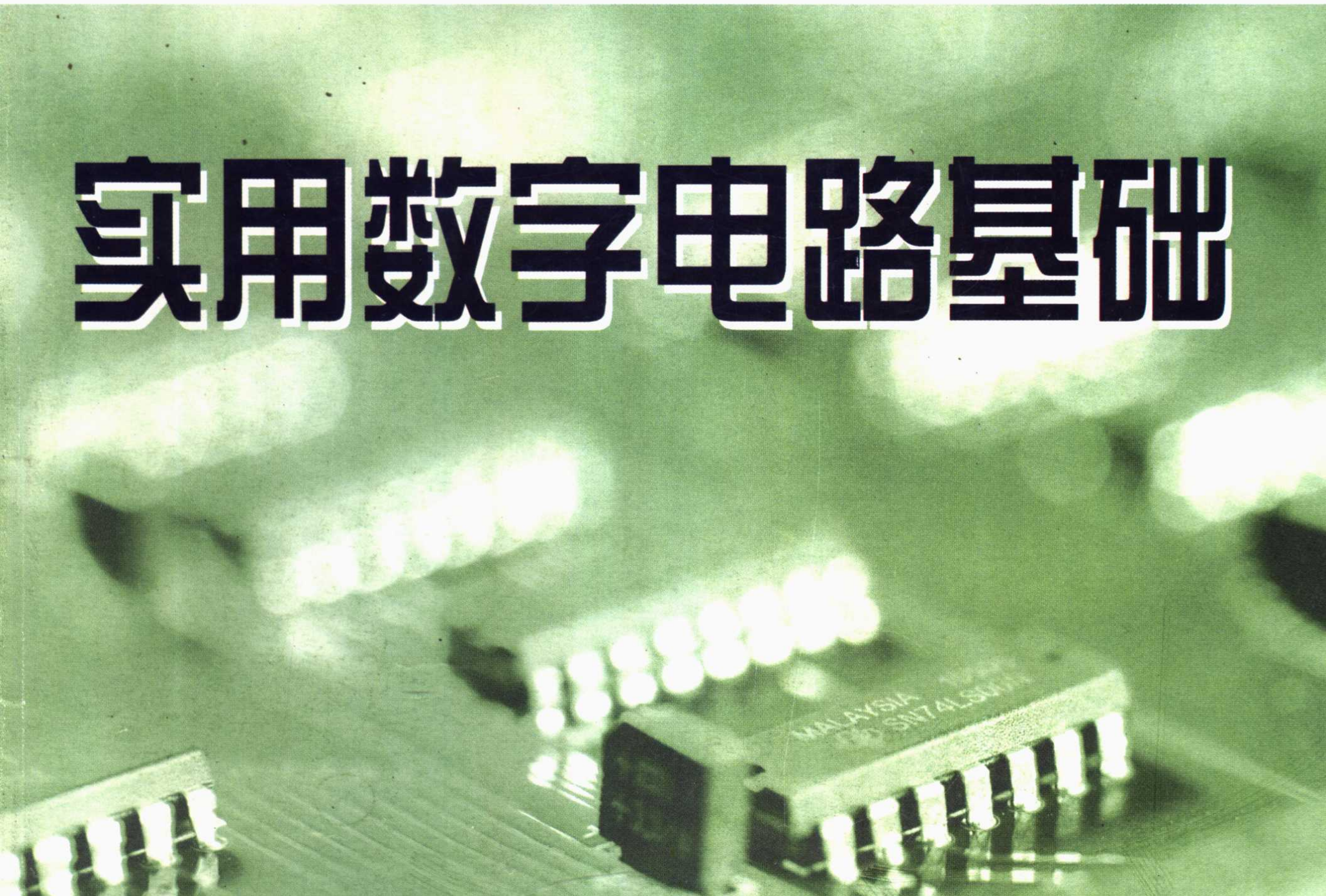
全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

实用数字电路基础



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

实用数字电路基础

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用数字电路基础/任德齐主编. —北京：中国劳动社会保障出版社，2004
全国中等职业技术学校电子类专业通用教材
ISBN 7-5045-4245-8

Ⅰ. 实… Ⅱ. 任… Ⅲ. 数字电路 Ⅳ. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 010180 号

中国劳动社会保障出版社出版发行
(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)
出 版 人: 张梦欣
*
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 6.25 印张 156 千字
2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷
印数: 3200 册
定价: 9.00 元
读者服务部电话: 010-64929211
发行部电话: 010-64911190
出版社网址: http://www.class.com.cn

说　明

为满足中等职业技术学校电子类专业、家用电器维修专业不同层次的教学需要，我们在推出全国中等职业技术学校电子类专业教材的基础上，又推出了《实用电子技术基础》和《实用数字电路基础》系列教材，供开设电子类专业、家用电器维修专业的中等职业技术学校，根据本校的教学模式选用。这两本教材的编写，参考了劳动和社会保障部培训就业司颁发的《电子类专业教学计划和教学大纲》和《家用电器维修专业教学计划和教学大纲》，按照以能力为本位，够用为原则，力求选用学生在未来工作岗位经常用到的或以后专业技能课需要的器件、电路作为基本内容，在保证基本知识、基本技能点学习和训练的基础上，对内容结构进行了较大幅度的调整，较大程度地简化甚至删除了部分理论推导过程，以降低理论教学难度，突出基本技能的培养，为以后专业知识和专业技能课的学习，提高学生分析问题和解决问题的能力打下良好的基础。

《实用数字电路基础》主要内容包括：数字电路基础、组合逻辑电路应用、时序逻辑电路应用、脉冲信号的产生和整形以及数模和模数转换技术等。

《实用数字电路基础》由任德齐、曾晓宏、谭中华编写，任德齐主编；徐德高审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2004 年 1 月

目　录

第一章 数字电路基础

应知要求：

1. 熟悉数字化的概念，了解数字电路的特点。
2. 熟悉二进制数、十进制数、BCD 码的特点及相互转换方法。
3. 了解逻辑代数的基本公式及定律，并利用其对逻辑函数进行化简。
4. 掌握 7 种基本门电路的逻辑功能。

应会要求：

1. 会利用逻辑代数的基本公式及定律对逻辑函数进行化简。
2. 会正确利用仪器对基本门电路的逻辑功能进行测试。

所谓数字化就是指将模拟信号转化为数字信号，并利用数字电路完成其信号的处理和传输。它与传统的模拟电路处理方式相比较具有极大的优点，主要体现在信号传输过程失真小，保密性强，易实现高保真，同时便于与计算机系统相连。

数字电路也是由晶体管、场效应管及其有关元器件组成。与模拟电路不同的是管子不是工作在放大状态，而是工作在截止或饱和状态。因而，电路的输出只有“高”“低”两种电平。高电平通常用“1”来表示，低电平通常用“0”来表示。

数字电路的主要特点：

(1) 数字电路的基本信号是二进制的数字信号，它在时间上和数值上是间断的，不是连续变化的，它只有“0”和“1”两个基本数字。这两个数字反映到电路上的状态就是关断和接通，反映到电平上就是电平的高和低。

(2) 在数字电路中的晶体管或场效应管，在稳定状态时，都是工作在开或关的状态。

(3) 数字电路中主要研究的问题是输入信号的状态（“0”和“1”）和输出信号的状态（“1”和“0”）之间的关系，也就是常说的逻辑关系，即电路的逻辑功能。所以，数字电路中的基本问题是如何分析出电路的逻辑功能和如何搭建能完成某个逻辑要求的电路，即逻辑分析和逻辑设计。

(4) 数字电路分析所用的数学工具是逻辑代数，也称布尔代数。

(5) 目前已生产出具有某种功能或某些功能的定型数字集成电路。它们有若干个输入端和若干个输出端，使用时按要求接好外围电路即可工作，完成某种电路功能。

§1—1 数制及代码

数制就是计数的制度。

在数的计数制度中，十进制是人们习惯而常用的数制，其特点是使用从 0～9 等 10 个数

码，且“逢十进一”。在数字电路及计算机中，则广泛采用二进制，其特点是只用“0”和“1”两个数码，“逢二进一”。用十进制表示数据时，简单明了，用二进制表示数据时，往往需要许多位，使用、书写、阅读都不方便，但因它只有两个数码（或称两种状态），用电路来实现很方便。而十进制有十种状态，电路设计复杂，仅使用简单电路不易实现。因而，二进制在数字电路以及在计算机中被广泛使用。

但是，在一些场合，除了二进制以外，还使用十进制、十六进制，以及特殊问题采用特殊的进制，如六进制等。

一、数制

常用的计数制度有以下几种：

1．十进制数

十进制数一共有 0～9 十个数码（0、1、2、3、4、5、6、7、8、9），计数的原则是“逢十进一”。

2．二进制数

二进制数只有两个数码：“0”和“1”，计数的原则是“逢二进一”。数字电路及计算机中通常都采用二进制。

例如，可用“0”表示开关的“断开”，“1”表示“接通”；也可用“1”表示三极管的“截止”（输出高电平），“0”表示“饱和”（输出低电平）。当然，这种代表法也可以作相反的定义，一旦确定就必须遵守。

3．十六进制数

十六进制数要用十六个数码表示，分别为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，计数的原则是“逢十六进一”。它的前 10 个数码与十进制相同，不同的是后 6 个数码，它是用英文字母 A～F 代表。

4．数制间的转换

（1）由十进制数转换成二进制数：一般采用除 2 取余法。具体的方法是：将已知的十进制数反复除以 2，若余数为 1，则相应位二进制数为 1；若余数为 0，则相应位二进制数为 0，一直除到商为 0 为止，首次余数为最低位，最末次余数为最高位。

例 1—1　将十进制数 215 转变为二进制数。

解：

2 | 215	余数=1=K_0	最低位
2 | 107	余数=1=K_1	↓
2 | 53	余数=1=K_2	↓
2 | 26	余数=0=K_3	↓
2 | 13	余数=1=K_4	↓
2 | 6	余数=0=K_5	↓
2 | 3	余数=1=K_6	↓
1	余数=1=K_7	最高位

所以
$$(215)_D=(11010111)_B$$
式中脚标 D 表示十进制数，脚标 B 表示二进制数。

（2）由二进制数转换成十进制数：一般是按数码乘以权后相加。所谓权是指数码所在位

置为 1 时所代表数值的大小，如无小数的二进制数的从右数第一位的 1 就代表十进制数 1，而右数第二位的 1 则代表十进制数 2，同理第三位则代表十进制数 4，如此类推，依次为 8、16、32…也可以写成，2^0、2^1、2^2、2^3、2^4…即可以用 2^n 表示第 n 位的十进制数大小，n 从 0 开始。二进制数转换成十进制数有关系式：

$$(N)_{\mathrm{D}} = \sum_{n=0}^{m} k_n \times 2^n$$

式中 k 表示数码。

例 1—2 将二进制数 $(11010111)_{\mathrm{B}}$ 转换成十进制数。

解：

$$\begin{aligned}(N)_{\mathrm{D}} &= 1\times2^7+1\times2^6+0\times2^5+1\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+1\times2^0\\ &=128+64+0+16+0+4+2+1\\ &=215\end{aligned}$$

（3）十进制数转换成十六进制数的方法：因为 $2^4=16$，所以 1 位十进制数相当于 4 位二进制数，因此可将十进制数转换成二进制数，然后从右向左按 4 位一组分组，再看一组二进制数代表的十六进制数是几，则可得到十六进制数。例如某十进制数转换成二进制数后为 01101011。

$$\begin{array}{lcc} \text{二进制数} & \underline{0110} & \underline{1011} \\ & \downarrow & \downarrow \\ \text{十六进制数} & 6 & \mathrm{B} \end{array}$$

故该数用十六进制表示为：$(01101011)_{\mathrm{B}}=(6\mathrm{B})_{\mathrm{H}}$

式中 H 表示十六进制数。

若最左边一组不足 4 位则加 0 补齐即可：如 10001，则写成 00010001

$$\begin{array}{lcc} \text{二进制数} & \underline{0001} & \underline{0001} \\ & \downarrow & \downarrow \\ \text{十六进制数} & 1 & 1 \end{array}$$

故 $$(10001)_{\mathrm{B}}=(11)_{\mathrm{H}}$$

二、代码

在数字系统中，数字、符号、文字、字母、汉字等通常是用二进制数码或十六进制数码来表示的，这种数码称为它们的代码。常用的有 BCD 码、ASCII 码。

1．BCD 码即二—十进制代码

所谓二—十进制代码，即用 4 位二进制码代替 1 位十进制数码 0～9，然后按十进制数的次序排列。它具有二进制数的形式，又具有十进制数的特点，通常作为人与数字系统联系的一种中间表示。

例如： 256 的 BCD 码为 0010 0101 0110；

74.8 的 BCD 码为 0111 0100.1000。

值得注意的是 BCD 码每 4 位间应有空格。

BCD 码和二进制码、十进制码之间的关系如表 1—1 所示。

2．ASCII 码

这种代码原是美国国家信息交换标准码，后作为计算机信息交换标准码。它将某些数字、英文字母、数学符号以及某些图形用 7 位二进制码表示。

表 1—1　　几种代码关系

BCD 码	二进制码	十进制码	BCD 码	二进制码	十进制码
0000	0000	0	1001	1001	9
0001	0001	1	0001 0000	1010	10
0010	0010	2	0001 0001	1011	11
0011	0011	3	0001 0010	1100	12
0100	0100	4	0001 0011	1101	13
0101	0101	5	0001 0100	1110	14
0110	0110	6	0001 0101	1111	15
0111	0111	7	0001 0110	00010000	16
1000	1000	8	1001 1001	01100011	99

例如：数字 0 的 ASCII 码是 30H；

数字 1 的 ASCII 码是 31H；

⋮

数字 9 的 ASCII 码是 39H。

英文大写字母 A～Z 的 ASCII 代码是 41H～5AH；小写英文字母 a～z 的 ASCII 代码是 61H～7AH；“?”的 ASCII 码是 3FH；“%”的 ASCII 代码是 25H；“=”的 ASCII 代码是 3DH 等。

思考与练习：

1. 想一想，生活中除了常用的十进制外，还有什么特殊的进制？试举例说明其他特殊问题所采用的特殊进制。

2. 十进制数的规律是什么？

3. 二进制数的规律是什么？

4. 已知十进制数 $(65)_D$、$(38)_D$、$(20)_D$、$(100)_D$，将其转换为二进制数。

5. 将下列二进制数转换成十进制数。

(1) 1010 (2) 10001 (3) 1010101 (4) 111011

6. 将下列十进制数转换成十六进制数。

(1) 18 (2) 101 (3) 256 (4) 313

7. 将下列十进制码转换为 BCD 码。

(1) 66　(2) 101　(3) 789　(4) 1680

8. 将下列 BCD 码转换为十进制码。

(1) 1001 0001　(2) 0101 0110　(3) 1010 0111 1001

§1—2　逻辑代数的基本定律

一、逻辑代数的基本概念

逻辑是指事物内部联系的规律性，因果关系是其中最常见的一类。

分析数字逻辑电路的数学工具是逻辑代数，也称布尔代数。

逻辑代数与普通代数的共同点是：逻辑代数也用 $ABC\cdots XYZ$ 等表示变量，不同的地方是这些变量的取值与普通代数不同，只有“0”和“1”两个数值，这种变量称“逻辑变量”。

逻辑代数中的“1”和“0”不再表示数值的大小，而是代表两种互相对立的可能性或两种不同的物理状态，故称“逻辑 0”和“逻辑 1”。表 1—2 是常见的对立逻辑状态举例。

表 1—2　　常见对立逻辑状态举例

状态 类别	判断	开关	灯泡	晶体管	输出		逻辑值
第一种	真	通	亮	截止	高电位	有脉冲	1
第二种	假	断	火	饱和	低电位	无脉冲	0

关于逻辑值的定义也可以相反，但是一经确定，在其系统中就必须遵守。

由逻辑变量构成的代数式 $F=f(A、B、C\cdots)$，它反映的是逻辑变量 F 与逻辑变量 A、B、C 之间的逻辑关系，所以 F 又称逻辑函数。

逻辑代数就是研究这种代数的基本运算、基本运算规律和代数式化简的代数。

二、逻辑代数的基本运算法则

逻辑代数有与普通代数类似的交换律、结合律和分配律等基本运算法则，还有其自身特有的规律。表 1—3 列出了逻辑代数的基本公式。

表 1—3 列出的逻辑代数的这些关系都是可以用一定方法证明的，下面举例证明。

表 1—3　　逻辑代数的基本公式

公式名称	公　式	
0—1 律	$A\cdot 0=0$	$A+1=1$
自等律	$A\cdot 1=A$	$A+0=A$
等幂律	$A\cdot A=A$	$A+A=A$
互补律	$A\cdot\overline{A}=0$	$A+\overline{A}=1$
交换律	$A\cdot B=B\cdot A$	$A+B=B+A$
结合律	$A\cdot(B\cdot C)=(A\cdot B)\cdot C$	$A+(B+C)=(A+B)+C$
分配律	$A(B+C)=A\cdot B+A\cdot C$	$A+B\cdot C=(A+B)(A+C)$
吸收律	$(A+B)(A+\overline{B})=A$	$A\cdot B+A\cdot\overline{B}=A$

例 1—3　证明 $A+B\cdot C=(A+B)(A+C)$

证：
$$\begin{aligned}(A+B)(A+C)&=A\cdot A+A\cdot C+B\cdot A+B\cdot C\\&=A+A\cdot B+A\cdot C+B\cdot C\\&=A(1+B+C)+B\cdot C\qquad（因\ 1+B+C=1）\\&=A+B\cdot C\end{aligned}$$

证毕

三、逻辑代数的基本定理

逻辑代数的基本定理是摩根定理，即：

1. $\overline{A\cdot B\cdot C\cdots}=\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}+\cdots$

2. $\overline{A+B+C+\cdots}=\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}\cdots$

其证明方法，可以用真值表来说明。若只取两个变量，真值表如表 1—4 及表 1—5。

表 1—4 **$\overline{A+B}$与$\overline{A}\cdot\overline{B}$真值表**

A	B	$\overline{A+B}$	$\overline{A}\cdot\overline{B}$
0	0	1	1
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	0

表 1—5 **$\overline{A\cdot B}$与$\overline{A}+\overline{B}$真值表**

A	B	$\overline{A\cdot B}$	$\overline{A}+\overline{B}$
0	0	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0

由表 1—4 及表 1—5 可见，在 A、B 不同状态组合下，两种关系表示的结果是完全相同的，因而它们的逻辑关系相等，即：

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

如果是 3 个变量，把其中 2 个看成 1 个，可以用类似的方法得到 1 个中间结果，再用上述方法可以得到：

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

因而可以推广成前面提到的关系，说明该关系是正确的。

四、逻辑函数的化简

逻辑函数的常用化简方法有两种：一种是代数化简法，就是利用代数公式和定理进行化简；另一种是卡诺图化简法。

1. 代数化简法

化简的判别标准有两条：一是函数的项数少；二是在项数最少的条件下，每项内的变量最少，此时称为最简函数。

例 1—4 化简 $F=B+\overline{B}C$

解： $F=B+\overline{B}C=B+C$（吸收律）

例 1—5 化简 $F=AB+\overline{A}\ \overline{B}+A\overline{B}CD+\overline{A}BCD$

解：

$$\begin{aligned}F&=AB+\overline{A}\ \overline{B}+A\overline{B}CD+\overline{A}BCD\\&=(AB+\overline{A}\ \overline{B})+(A\overline{B}+\overline{A}B)CD &&\text{（结合律）}\\&=(AB+\overline{A}\ \overline{B})+(\overline{AB+\overline{A}\ \overline{B}})CD &&\text{（摩根定理）}\\&=AB+\overline{A}\ \overline{B}+CD &&\text{（吸收律）}\end{aligned}$$

2. 卡诺图化简法

图形法化简逻辑函数是 1952 年由维奇（W. Veich）首先提出来的。1953 年，卡诺(Karnaugh)进行了更系统的、更全面的阐述，故称为卡诺图法。它比代数法形象直观，易于掌握，只要熟悉一些简单的规则，便可十分迅速地将函数化简为最简式。卡诺图法是逻辑设

计中一种十分有用的工具，应用十分广泛。

关于用卡诺图化简的方法，本教材不作介绍，感兴趣的读者请查阅任何有关布尔代数的书，其中均有详细介绍。

思考与练习：

1. 想一想逻辑代数的基本公式，总结出它们的运算规律。
2. 试写出逻辑代数与普通代数相似的公式。
3. 回顾一下逻辑代数的公式和定理，试证明：$(A+B)(A+\overline{B})=A$
4. 利用逻辑代数的基本公式和定理，对下列式子进行化简。

   $F=\overline{A}BC+\overline{A\,\overline{B}}$　　$F=\overline{A}\ \overline{B}+AC+\overline{B}C$
5. 证明：

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

   $AB+\overline{B}CD+\overline{A}C+\overline{B}C=AB+C$

§1—3　门　电　路

门电路是一种开关电路，主要由工作于开关状态的二极管和三极管及其他元件构成。它可以用来控制电脉冲通过或不通过。如果用门电路来实现因果关系，其“因”是门的输入信号，而“果”则是门的输出信号，这就是所谓的逻辑门电路。

门电路是任何数字逻辑电路或系统组成的基本部分之一。本节将介绍基本的逻辑关系、常用的门电路，集成门电路也将做一定的介绍。

一、基本逻辑关系

由于门电路的基本形式很多，为了清楚其功能，先说明最基本的逻辑关系。

1.“与”关系

这种关系指的是：只有当决定某种结果的全部条件发生时（或各个条件全具备时），结果才发生。这种特定的因果关系称为“与”逻辑关系。如果用 Y 代表结果，而 A、B 等表示各个独立的条件，则这种“与”关系可以用如下关系式表示。其中“.”读作“与”，为“与”逻辑的运算符号，在运算中可以省略。

$$Y=A\cdot B$$

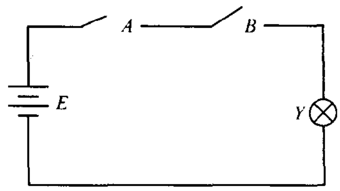
如果规定条件成立为“1”，不成立则为“0”，那么 $Y=1$ 的条件是 $A=B=1$，只要有一个原因（条件）为“0”，则 $Y=0$。例如，图 1—1 是两个变量 A 和 B 构成的“与”关系电路。

注意：上述的“1”或“0”不是指数字大小，而是指两种不同状态，例如，图1—1中的 $A=B=1$ 表示通，$A=B=0$ 表示断。

“与”关系在进行逻辑运算时应该作逻辑乘。运用“与”逻辑函数式，可将两个逻辑变量的运算结果表示如下：

$$0\cdot 0=0\qquad 0\cdot 1=0$$

$$1\cdot 0=0\qquad 1\cdot 1=1$$



a)

条　件		结　果
A	B	Y
通	通	亮
断	通	不亮
断	断	不亮
通	断	不亮

b)

图 1—1　两变量“与”逻辑示意图

a）原理图　b）功能状态

如已知“与”门输入的波形，则可根据“与”运算的逻辑功能画出输出 Y 的波形。即输出波形是输入逻辑变量经过“与”运算的结果。

2．“或”关系

“或”关系指的是：只要决定某种结果的各种条件当中任何一个条件具备时，结果就会发生。这种特定的因果关系称为“或”关系。如果用 A、B 等表示条件，而 Y 表示结果，“或”关系可以写为下式，其中“+”读作“或”。

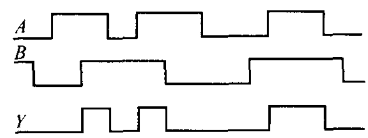
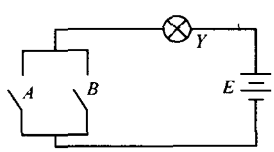


图 1—2　“与”门的波形关系

$$Y=A+B$$

例如，图 1—3 是“或”关系的例子。



a)

条　件		结　果
A	B	Y
通	通	亮
断	通	亮
断	断	不亮
通	断	亮

b)

图 1—3　两变量“或”关系示意图

a）原理图　b）功能状态

“或”关系在进行逻辑运算时应该作逻辑加。运用“或”逻辑函数式，可将两逻辑变量的运算结果表示如下：

$$0+0=0 \qquad 0+1=1$$

$$1+0=1 \qquad 1+1=1$$

若已知“或”门输入的波形，则可根据“或”运算的逻辑功能画出输出 Y 的波形。即输出波形是输入逻辑变量经过“或”运算的结果。

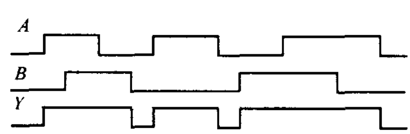


图 1—4　“或”门的波形关系

3．“非”关系

在任何事物中，如果结果是对条件在逻辑中给予否定，这种特定的关系称为“非”关系。如果用 A 表示条件，Y 表示结果，则这种关系为：

$$Y=\overline{A}$$

$\overline{A}$上面的一横表示“非”。例如图 1—5a 电路所示功能，Y 的亮灭是对 A 的否定。如用三极管来实现则如图 1—5b 所示。

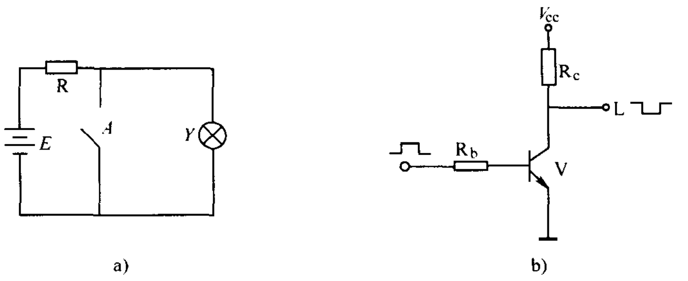


图 1—5 “非”关系示意图

a)“非”关系示意电路 b) 用电路实现“非”功能

“非”关系在进行逻辑运算时应该作逻辑取反。

三种基本逻辑关系的逻辑符号，如图 1—6 所示。

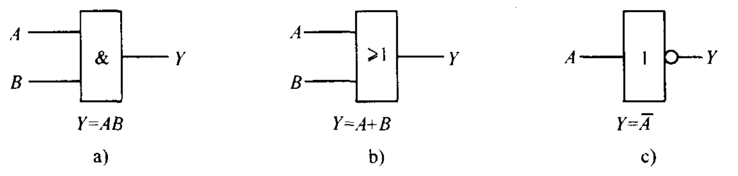


图 1—6 三种基本符号及对应关系

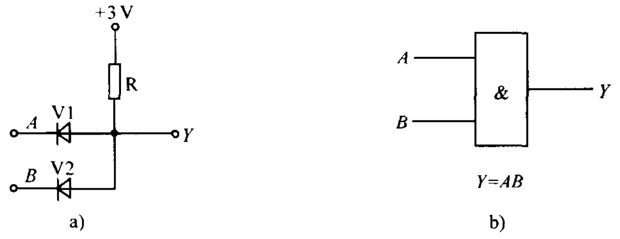
a)“与”关系符号 b)“或”关系符号 c)“非”关系符号

二、常用逻辑门电路

常用门电路的内部结构尽管千差万别，但同一类门的功能是相同的。因此，除二极管门外，下面只介绍它们的逻辑符号和所完成的逻辑运算。

1.“与”门电路

图 1—7a 是“与”门电路。图 1—7b、1—7c、1—7d 分别为其表示符号、因果关系和真值表。



条 件		结 果
A	B	Y
0 V	0 V	0 V
0 V	3 V	0 V
3 V	0 V	0 V
3 V	3 V	3 V

c)

条件（输入）		结果（输出）
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

d)

图 1—7 “与”门电路

a) 电路 b) 符号 c) 因果关系 d) 真值表

由图可见，只有 A、B 两输入端均是电位 3 V 时，Y 才输出 3 V 高电位。其他情况，A、B 中只要有一个低电位（0 V）时，其 Y 被钳位在 0 V 输出低电位，这实现了“与”的

逻辑关系 $Y=AB$。而真值表则是逻辑乘法的结果，即：

$$0\times0=0 \qquad 0\times1=0$$
$$1\times0=0 \qquad 1\times1=1$$

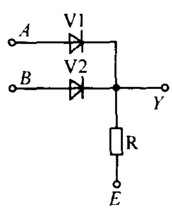
需特别指出的是逻辑表达式中的逻辑变量 A、B 只能取“1”或“0”两个数码，它分别表示两个状态，即开或关，高电平或低电平，不是用来计算电平值的，而是用来计算逻辑结果的。

结论：“与”门的逻辑功能为**有低为低，全高为高。**

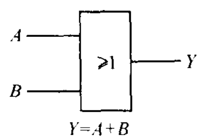
实习：在实验室用二极管为主实现“与”逻辑功能，并总结“与”门的逻辑功能。

2．“或”门电路

图 1—8 是“或”门电路、表示符号和真值表。



a)



b)

输入		输出
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

c)

图 1—8 “或”门电路

a）电路 b）符号 c）真值表

由图可见，A、B 均是“0”时，Y 是“0”；A、B 中有一个是“1”时，(如 A 为“1”，则 V1 导通，Y 为高电位，V2 截止）Y 为“1”，反之亦然。之所以这样，是因为当 A 电位高时，V1 导通，迫使 V2 截止；而当 A、B 均是高电位时，Y 也是高电位。可见 Y 实现了 $Y=A+B$ 的逻辑运算：

$$0=0+0 \qquad 1=0+1$$
$$1=1+0 \qquad 1=1+1$$

值得注意的是，该处逻辑“加”与普通的加是不同的。

结论：“或”门的逻辑功能为**有高为高，全低为低。**

实习：在实验室用二极管为主实现“或”逻辑功能，并总结“或”门的逻辑功能。

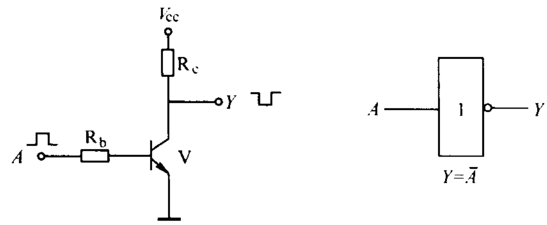
3．“非”门电路

“非”是取反的意思。一个量 A 取反的表示法，是在 A 上面加一横，即 $\overline{A}$，读为“A 非”或“非 A”。如图 1—9 所示的反相器就是“非”门电路，因为 V 是处在开关工作状态，而 A 点电位也是处于高低电平两种状态，只要高电平足以使 V 导通，低电位足以使 V 截止，即成了“非”门电路。

由真值表可见，如图 1—9 所示电路实现了“非”的运算：

$$1=\overline{0}$$
$$0=\overline{1}$$

以上给出了“与”门、“或”门和“非”门的例子，必须指出，各种门的具体电路很多，但它们都只完成基本逻辑运算，因而不论其结构是简单还是复杂，通常只注意它们的逻辑关系，因而同一功能的门不论复杂程度，均用一个符号代表。只不过有的门是分离元件的，有的门是做成集成电路的。



a)　　　　b)

输入	输出
A	Y
0	1
1	0

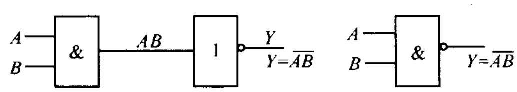
c)

图 1—9　“非”门电路

a）电路　b）符号　c）真值表

4．“与非”门电路

这种电路的逻辑结构和符号如图 1—10 所示。



a)

输入		输出
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

b)

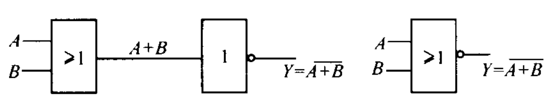
图 1—10　“与非”门电路

a）符号　b）真值表

结论：“与非”门的逻辑功能为**有低为高，全高为低**。

5．“或非”门电路

这种电路的逻辑结构和符号如图 1—11 所示。



a)

输入		输出
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

b)

图 1—11　“或非”门电路

a）符号　b）真值表

结论：“或非”门的逻辑功能为**有高为低，全低为高**。

6．“与或非”门电路

图 1—12 给出了这种电路的逻辑结构和符号。

由图可见，电路完成了 $Y=\overline{AB+CD}$的运算。