世纪高职高专精品书系

数字电子技术基础与实践

SHUZI DIANZI JISHU JICHU YU SHIJIAN

主　编　金惠平
副主编　吴国强　崔立军

浙江科学技术出版社

电子信息系列

世纪高职高专精品书系

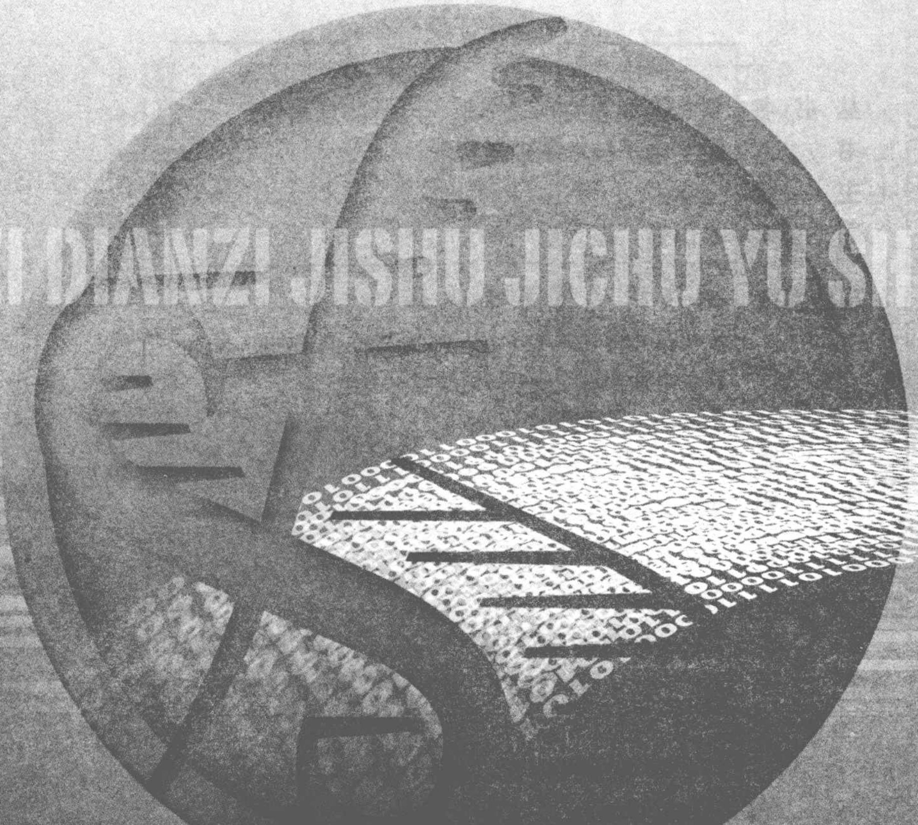
浙江省高等教育重点教材

数字电子技术基础与实践

主　编　金惠平

副主编　吴国强　崔立军

SHUZI DIANZI JISHU JICHU YU SHIJIAN



浙江科学技术出版社

电子信息系列

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术基础与实践/金惠平主编. —杭州：浙江科学技术出版社，2007.12
(世纪高职高专精品书系·电子信息系列)
ISBN 978-7-5341-3212-4

Ⅰ.数… Ⅱ.金… Ⅲ.数字电路—电子技术—高等学校：技术学校—教材 Ⅳ.TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第187403号

丛书名 世纪高职高专精品书系·电子信息系列
书　　名 **数字电子技术基础与实践**
主　　编 金惠平
副主编 吴国强　崔立军

出版发行 浙江科学技术出版社
杭州市体育场路347号　邮政编码：310006
联系电话：0571-85152486
E-mail：ycy@zkpress.com
排　　版 杭州大漠照排印刷有限公司
印　　刷 浙江万盛达实业有限公司

开　　本 787×1092　1/16　**印张** 14.5
字　　数 335 000
版　　次 2007年12月第1版　2007年12月第1次印刷
书　　号 ISBN 978-7-5341-3212-4　**定价** 24.00元

丛书策划 郑汉阳　**策划组稿** 张祝娟
责任编辑 余春亚　**封面设计** 金　晖
责任校对 马　融　**责任印务** 田　文

前 言

数字电子技术基础与实践是计算机类、信息类、电子类和自动化类专业学生的一门重要专业基础课。本书根据教学基本内容和基本要求，在总结高职高专教学经验与教改实践的基础上，以能力本位为主线，理论够用、应用为主的思路，大量删减了集成电路的内部结构、电路组成以及与电子技术发展不相适应的内容，压缩了小规模集成电路的内容，加强了中大规模集成电路的内容。理论紧密结合实际，在每章的最后都附有实训项目，开创边讲边做、先做后讲的教学新理念。本书着力于课程的整体设计，增加了第九章课程设计，整个教学过程紧密围绕几个应用系统的设计与制作来完成，集课内实验、综合实训与应用系统于一体。真正培养学生的实际动手能力和对产品的开发能力。

本书共分九章。第一章讲述了数字逻辑基础；第二章讲述了集成逻辑门电路；第三章讲述了组合逻辑电路；第四章讲述了触发器；第五章讲述了时序逻辑电路；第六章讲述了脉冲波形的产生与整形；第七章讲述了集成数/模与模/数转换器；第八章介绍了半导体存储器及可编程逻辑器件；第九章介绍了数字电路课程设计，安排了四个课程设计项目供学生选择。

本书由金惠平任主编，由吴国强、崔立军任副主编，其中金惠平编写第一章、第二章和第六章及附录；崔立军编写第三章；周志青编写第四章和第五章；魏艳华编写第七章和第八章；吴国强编写第九章。全书由金惠平负责统稿工作。

本书是浙江省高等教育重点教材。本书在编写过程中得到了宁波职业技术学院戴士弘老师、浙江工业职业技术学院刘键老师、无锡商业职业技术学院唐瑞海老师、苏州职业大学祁春清老师及其他兄弟院校老师的宝贵意见，在此一并感谢。

本书强调边讲边做，学做合一，可作为高职计算机类、电子类和自动化类的教学用书，也可作为企业技术人员的参考用书。

由于编者水平有限，书中难免有不少错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

2007 年 9 月

目　　录

第一章　数字逻辑基础

能力目标

1. 能用数制与编码知识进行各种数制间的相互转换。
2. 能用真值表、逻辑函数表达式、卡诺图表示逻辑事件。
3. 能用公式法、卡诺图法对逻辑函数进行化简。
4. 掌握逻辑函数最小项的定义和性质，并能应用其性质求解函数的最小项表达式。

第一节　概　　述

一、信号的分类

数字电子技术与模拟电子技术共同组成了电子技术学科的专业基础。两者的区别主要是所处理的信号不同。模拟电子技术处理的是模拟信号，数字电子技术处理的是数字信号。

模拟信号是指在时间、数值上都连续变化的信号，如温度、速度、压力等信号，如图1-1(a)所示。传输和处理模拟信号的电路称为模拟电路。

数字信号也称为逻辑信号或离散信号，是指在时间和数值上都不连续的(离散的)信号，如电子表的秒信号等，如图1-1(b)所示。对数字信号进行传输和处理的电路称为数字电路。

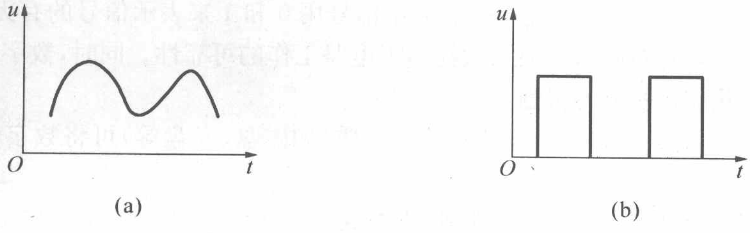


图1-1　模拟信号和数字信号

二、数字电路的分类

根据数字电路结构的不同，可分为分立元件电路和集成电路；按所完成的逻辑功能不同，可分为组合逻辑电路和时序逻辑电路；按所用器件的制作工艺不同，可分为双极型(TTL 型)和单极型(MOS 型)。

根据集成密度的不同，数字集成电路的分类见表 1-1。

表 1-1　数字集成电路的分类

集成电路分类	集　成　度	电路规模与范围
小规模集成电路 SSI	1～10 门/片，或 10～100 个元器件/片	逻辑单元电路：逻辑门电路、集成触发器等
中规模集成电路 MSI	10～100 门/片，或 100～1000 个元器件/片	逻辑部件：计数器、译码器、编码器、数据选择器、寄存器、算术运算器、比较器、转换电路等
大规模集成电路 LSI	100～1000 门/片，或 1000～10000 个元器件/片	数字逻辑系统：中央控制器、存储器、各种接口电路等
超大规模集成电路 VLSSI	大于 1000 门/片，或大于 10 万个元器件/片	高集成度数字逻辑系统：各种型号的单片机、即在一片硅片上集成一个完整的微型计算机

在我国，集成电路的发展始于 20 世纪 60 年代，经过 40 多年，目前已经发展到了一定的水平，但与欧美等发达国家相比，还有很大差距。另一方面，世界前三大集成电路代加工公司却都在亚洲(我国台湾的 TSMC 和 UNC、新加坡的 CSM)，美国等发达国家的公司都使用这些代加工公司的产品，成本却并不高。面对今后的发展，我国内地应把主要精力集中在集成电路的设计方面，生产加工就由这些代加工的公司来完成，这样可以取长补短，快速发展我国的集成电路产业。

三、数字电路的优点

与模拟电路相比，数字电路有以下优点：

(1) 便于高度集成化。由于数字电路采用二进制，凡具有两个状态的电路都可用 0 和 1 两个数来表示，因此基本单元电路的结构简单，允许电路参数有较大的离散性，有利于将众多的基本单元电路集成在同一块硅片上并进行批量生产。

(2) 工作可靠性高、抗干扰能力强。数字信号用 0 和 1 来表示信号的有无，数字电路辨别信号的有无是容易做到的，从而大大提高了电路工作的可靠性。同时，数字信号不易受到噪声的干扰，因此抗干扰能力很强。

(3) 数字信号便于长期保存。借助某种介质(如磁盘、光盘等)可将数字信息长期保存下来。

(4) 数字集成电路产品多，通用性强，成本低。

(5) 保密性好。数字信息容易进行加密处理，不易被窃取。

第二节 数制与编码

一、计数体制

人们在日常生活中随时用到数字，我们平时习惯上使用的是十进制数，但在数字系统特别是计算机中，多采用二进制、十六进制，有时也采用八进制的计数方式。本节主要介绍几种常用的计数体制。在每一种计数体制中，任何一个数都是由整数和小数两部分组成的。

1. 十进制数

十进制数(Decimal)的特点如下：

(1) 由 10 个不同的数码 0、1、2、…、9 和一个小数点组成。

(2) 采用“逢十进一、借一当十”的运算规则。

例如：十进制数 513.72，小数点左边第一位为个位，代表实际数值为 3；小数点左边第二位的 1 代表十位，它的数值为 $1\times10^1=10$；小数点左边第三位的 5 代表百位，它的数值为 $5\times10^2=500$；小数点右边第一位的 7 代表十分位，它的数值为 $7\times10^{-1}=0.7$；小数点右边第二位代表百分位，它的数值为 $2\times10^{-2}=0.02$。这里，10^2、10^1、10^0、10^{-1}、10^{-2} 称为权或位权，10 为其计数基数，即：

$$(513.72)_{10}=5\times10^2+1\times10^1+3\times10^0+7\times10^{-1}+2\times10^{-2}$$

在实际的数字电路中采用十进制十分不便，因为十进制有 10 个数码，要想严格地区分开必须有 10 个不同的电路状态与之相对应，这在技术上实现起来比较困难。因此，在实际的数字电路中一般是不直接采用十进制的。

2. 二进制

二进制(Binary)的特点如下：

(1) 由两个不同的数码 0、1 和一个小数点组成。

(2) 采用“逢二进一、借一当二”的运算规则。

例如：
$$\begin{aligned}(1101.01)_2&=1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2}\\&=(13.25)_{10}\end{aligned}$$

其中，2^3、2^2、2^1、2^0、2^{-1}、2^{-2} 为权，2 为其计数基数。

尽管一个数用二进制表示要比用十进制表示位数多得多，但因二进制数只有 0、1 两个数码，适合数字电路状态的表示，实现起来比较容易。

另外，为了表示和书写方便，数字电路中还经常采用八进制和十六进制。

3. 八进制

八进制(Octal)的特点如下：

(1) 由 8 个不同的数码 0、1、2、3、4、5、6、7 和一个小数点组成。

(2) 采用“逢八进一、借一当八”的运算规则。

八进制的计数基数为 8，每位的权是 8 的幂次方。

例如：$(105.4)_8=1\times8^2+0\times8^1+5\times8^0+4\times8^{-1}=(69.5)_{10}$

4. 十六进制

十六进制(Hexadecimal)的特点如下：

(1) 由 16 个不同的数码 0、1、2、…、9、A、B、C、D、E、F 和一个小数点组成，其中，A～F 分别代表十进制数的 10～15。

(2) 采用“逢十六进一、借一当十六”的运算规则。

例如：$(A5.C)_{16} = A \times 16^1 + 5 \times 16^0 + C \times 16^{-1}$

$= 10 \times 16^1 + 5 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1}$

$= 160 + 5 + 0.75 = (165.75)_{10}$

二、数制转换

虽然十进制数符合人们的计数习惯且表示数字的位数也较少，但二进制更适合计算机、数字系统表示和处理信号。因此，在实际工作中，经常会遇到各种计数体制之间的转换。

1. 二进制与十进制之间的转换

(1) 二进制转换为十进制。二进制转换为十进制时只要写出二进制的按权展开式，然后将各项数值按十进制相加，就可得到等值的十进制数。

例如：$(1010.01)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$

$= 8 + 2 + 0 + 0.25$

$= (10.25)_{10}$

(2) 十进制转换为二进制。十进制转换为二进制分为整数部分转换和小数部分转换，转换后再合并。

例如：将十进制数$(44.375)_{10}$转换成二进制数。

① 整数部分转换——除 2 取余法。

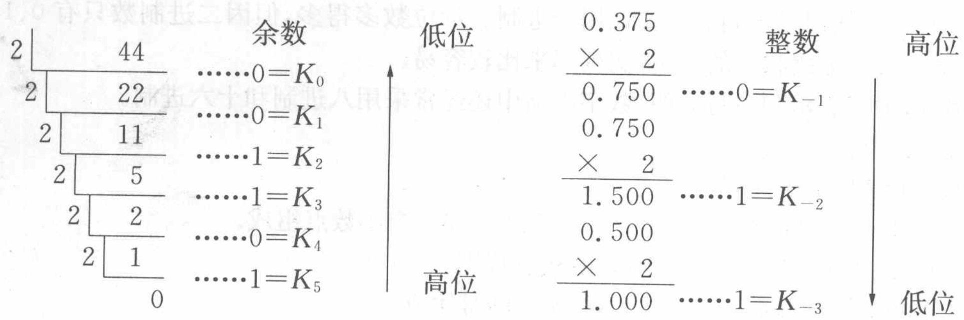
基本思路：将整数部分不断地除 2 取余数，直到商为 0。

则：$(44)_{10} = (101100)_2$

② 小数部分转换——乘 2 取整法。

基本思路：将小数部分不断地乘 2 取整数，直到达到一定的精确度。

可见，小数部分乘 2 取整的过程不一定使最后的乘积为 0，这时可以按一定的精度要求求近似值。本题中精确到小数点后四位，则$(0.375)_{10} = (0.011)_2$



最后结果为：$(44.375)_{10} = (101100.011)_2$

2. 二进制与各数制之间的转换

（1）二进制数与八进制数之间的转换。由于八进制数的基数 $8=2^3$，故每位八进制数用三位二进制数构成。因此，二进制数转换成八进制数的方法是：整数部分从低位开始，每三位二进制数为一组，最后不足三位的，则在高位加 0 补足三位为止；小数点后的二进制数则从高位开始，每三位二进制数为一组，最后不足三位的，则在低位加 0 补足，然后用对应的八进制数来代替，再按顺序排列写出对应的八进制数。

反之，将八进制数用三位二进制数代替，可将八进制数转换成二进制数。各种数制的对应关系见表 1－2。

表 1－2　几种进制的对应关系

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数	十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
0	0000	0	0	8	1000	10	8
1	0001	1	1	9	1001	11	9
2	0010	2	2	10	1010	12	A
3	0011	3	3	11	1011	13	B
4	0100	4	4	12	1100	14	C
5	0101	5	5	13	1101	15	D
6	0110	6	6	14	1110	16	E
7	0111	7	7	15	1111	17	F

例如：$(1101010.10101)_2=(\underset{1}{\underline{001}}\ \underset{5}{\underline{101}}\ \underset{2}{\underline{010}}.\underset{5}{\underline{101}}\ \underset{2}{\underline{010}})_2$

所以　$(1101010.10101)_2=(152.52)_{10}$

（2）二进制数与十六进制数之间的转换。由于十六进制数的基数 $16=2^4$，故每位十六进制数用四位二进制数构成。

例如：$(11001.110101)_2=(\underset{1}{\underline{0001}}\ \underset{9}{\underline{1001}}.\underset{D}{\underline{1101}}\ \underset{4}{\underline{0100}})_2$

所以　$(11001.110101)_2=(19.D4)_{16}$

三、常用编码

在数字系统中，由于系统只能识别“0”和“1”两种不同的状态，而实际上我们常常要传递和处理的信息很复杂，因此为了能使二进制数码表示更多、更复杂的信息，我们把 0、1 按一定的规律编制在一起表示信息，这个过程称为编码。

最常见的编码有二—十进制编码。二—十进制编码是用四位二进制数表示 0～9 的 10 个十进制数，也称 BCD 码（Binary Coded Decimals）。常见的 BCD 码有 8421 码、格雷（Gray）码、余 3 码、5421 码、2421 码等编码，其中，8421 码、5421 码和 2421 码为有权码，格雷

(Gray)码、余 3 码为无权码。

1. 8421BCD 码

8421BCD 码是最常用的 BCD 码，为有权码，各位的权从左到右为 8、4、2、1。在 8421BCD 码中，利用 4 位二进制数的 16 种组合 0000～1111 中的前 10 种组合 0000～1001 代表十进制数的 0～9，后 6 种组合 1010～1111 为无效码，见表 1-3。

表 1-3　几种编码之间的关系

十进制数	8421BCD 码	5421BCD 码	2421BCD 码	格雷码	余 3 码
0	0000	0000	0000	0000	0011
1	0001	0001	0001	0001	0100
2	0010	0010	0010	0011	0101
3	0011	0011	0011	0010	0110
4	0100	0100	0100	0110	0111
5	0101	1000	1011	1110	1000
6	0110	1001	1100	1010	1001
7	0111	1010	1101	1011	1010
8	1000	1011	1110	1001	1011
9	1001	1100	1111	1000	1100

例如：$(78)_{10}=(0111\ 1000)_{8421}$

$(0101)_{8421}=0\times8+1\times4+0\times2+1\times1=(5)_{10}$

在二—十进制编码中，5421BCD 码、2421BCD 码与 8421BCD 码的编码方式类似，只是前两种 BCD 码中每位所代表的权值有所区别。

例如：$(78)_{10}=(1010\ 1011)_{5421}$

$(78)_{10}=(1101\ 1110)_{2421}$

2. 格雷码(Gray)

格雷码为无权码，见表 1-3，格雷码与十进制数之间不存在规律性的对应关系。格雷码最基本的特性是任何相邻的代码间仅有一位数码不同，其余各位都相同，而 0 和最大数 $(2n-1)$ 之间也只有一位不同，因此它是一种循环码。格雷码的这个特性使它在形成和传输过程中减少了出错的可能性。若计数电路按格雷码计数时，电路每次状态更新只有一位代码变化，从而减少了计数错误。

3. 余 3 码

因余 3 码是将 8421BCD 码的每组加上 0011(即十进制数 3)即比它所代表的十进制数多 3，因此称为余 3 码。余 3 码的另一特性是 0 与 9、1 和 8 等互为反码，见表 1-3。

第三节 逻辑代数

逻辑代数是19世纪中叶由英国数学家乔治·布尔创立，也称为布尔代数。逻辑代数和普通代数一样，用字母A、B、C或x、y、z等代表变量，称为逻辑变量。但两种代数中变量的含义有本质的区别。逻辑代数中的变量只有两种取值0或1。0和1不能看作是数值，它们之间不存在数量上的大小关系，而是表示两种不同的状态，即“是”与“非”、“开”与“关”、“真”与“假”、“高”与“低”等。

一、逻辑代数的基本运算

逻辑代数有三种最基本的运算：“与”运算、“或”运算和“非”运算。

1. “与”运算

只有当决定某一事件的所有条件全部具备时，这一事件才会发生，这样的逻辑关系称为“与”逻辑。

在图1-2中，只有开关A和B都闭合时灯F才会亮；开关A和B只要有一个不闭合灯F就不亮。所以开关A、B闭合与灯F亮之间构成了“与”关系。表达式为：

$$F=A\cdot B \text{ 或 } F=A\cap B$$

因式中与逻辑运算用到乘法符号“·”，因此也把与逻辑运算称为逻辑乘，也可把“·”省略，写为$F=AB$。

表1-4 或逻辑真值表

A	B	$F=AB$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

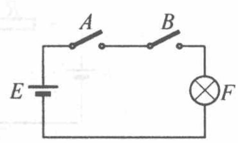


图1-2 串联开关电路

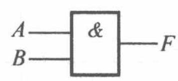


图1-3 与门符号

如果设开关A、B开为0、关为1，灯F亮为1、灭为0，则两个开关可能的组合为四种不同状态，这四种状态会产生四种结果，见表1-4，此表称为与逻辑真值表。

根据真值表可得出“与”逻辑运算的运算法则为：

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

实现与运算的电路称为与门，其逻辑符号如图1-3所示。

2. “或”运算

当决定某一事件的所有条件中，只要一个或一个以上的条件具备时，这一事件就发生，这样的逻辑关系称为“或”逻辑。

在如图1-4所示中，开关A、B只要有一个开关闭合，灯F就会亮。开关A、B闭合与

灯 F 亮之间的这种或逻辑关系可以表示为：

$$F=A+B \text{ 或 } F=A\cup B$$

因式中“+”表示或逻辑运算，因此或逻辑运算也称为逻辑加。

如果设开关 A、B 开为 0、关为 1，灯 F 亮为 1、灭为 0，则两个开关可能的组合为四种不同状态，这四种状态会产生四种结果，见表 1-5，此表称为或逻辑真值表。

表 1-5　或逻辑真值表

A	B	$F=A+B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

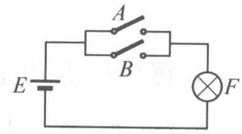


图 1-4　并联开关电路

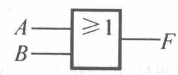


图 1-5　或门符号

根据真值表可得出“或”逻辑运算的法则为：

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

实现或运算的电路称为或门，其逻辑符号如图 1-5 所示。

3. “非”运算

当决定某一事件的条件具备，这一事件不发生；当决定某一事件的条件不具备，这一事件即发生，这种逻辑关系称为“非”逻辑。

如图 1-6 所示，当开关 A 关闭时灯 F 灭；当开关 A 断开时灯 F 才会亮。开关 A 闭合与灯 F 亮之间这种逻辑关系表示为：$F=\overline{A}$，其中符号“$\overline{\quad}$”表示“非”，即取反，非逻辑关系的真值表见表 1-6。

表 1-6　非逻辑真值表

A	F
0	1
1	0

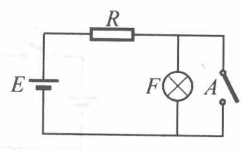


图 1-6　开关与灯并联电路

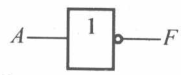


图 1-7　非门符号

根据真值表可得出非逻辑运算的法则为：

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

实现非运算的电路称为非门，其逻辑符号如图 1-7 所示。

4. 与非、或非、与或非运算

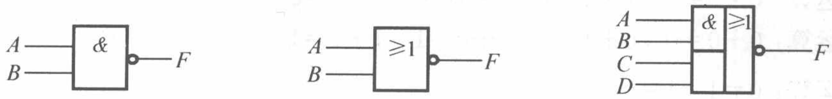
与非运算为先与运算后非运算；或非运算为先或运算后非运算；与或非运算为先与运算后或运算再进行非运算。其逻辑表达式如下：

$F=\overline{AB}$　　　与非运算

$F=\overline{A+B}$　　　或非运算

$F=\overline{AB+CD}$　　　与或非运算

它们的逻辑符号如图 1-8 所示。



(a) 与非门　　(b) 或非门　　(c) 与或非门

图 1-8　与非门、或非门、与或非门逻辑符号

5. 异或、同或运算

异或运算和同或运算都是二变量逻辑运算。异或运算的逻辑关系为：当二输入相异时，输出为 1；当二输入相同时，输出为 0。其逻辑表达式如下：

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

逻辑符号如图 1-9(a)所示。真值表见表 1-7。

同或运算的逻辑关系为：当二输入相同时，输出为 1；当二输入相异时，输出为 0。其逻辑表达式如下：

$$F=A\odot B=AB+\overline{A}\,\overline{B}$$

逻辑符号如图 1-9(b)所示。真值表见表 1-7。

(a) 异或门　　(b) 同或门

图 1-9　异或门、同或门逻辑符号

表 1-7　异或、同或逻辑真值表

异或逻辑			同或逻辑		
A	B	F	A	B	F
0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	1

二、逻辑代数的基本公式和运算规则

由于逻辑变量的取值只有 0 和 1 以及逻辑变量之间只有与、或、非三种基本运算，因此可以推导出逻辑运算的基本公式和运算规则。要想证明等式成立，最直接的方法就是列出等号两边函数的真值表，由真值表可以看出等式两边是否相等，其次利用已证明成立的公式证明该等式是成立的。

1. 基本公式

(1) 常量运算公式。由常量之间的运算关系，找出一定的规律，以助于证明下面的公

式。因为在逻辑代数中常量的取值不是 0 就是 1，基本运算关系为与、或、非三种。

① 与运算：$0\cdot 0=0$　$1\cdot 1=1$　$0\cdot 1=0$　$1\cdot 0=0$

② 或运算：$0+0=0$　$0+1=1$　$1+0=1$　$1+1=1$

③ 非运算：$\overline{0}=1$　$\overline{1}=0$

(2) 基本定律。由以上规律可得到以下定律。

0－1 律：$A\cdot 0=0$　$A+1=1$

自等律：$A\cdot 1=A$　$A+0=A$

重叠律：$A\cdot A=A$　$A+A=A$

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：$A(BC)=(AB)C$　$A+(B+C)=(A+B)+C$

分配律：$A(B+C)=AB+AC$　$A+BC=(A+B)(A+C)$

非非律：$\overline{\overline{A}}=A$

摩根定律(反演律)：$\overline{AB}=\overline{A}+\overline{B}$　$\overline{A+B}=\overline{A}\,\overline{B}$

最直接的方法是将等式两边的真值表列出来比较，如果两个真值表完全一样，就证明左右两边相等。它们的真值表见表 1－8。

表 1－8　摩根定律的证明

A	B	$\overline{AB}$	$\overline{A}+\overline{B}$	$\overline{A+B}$	$\overline{A}\,\overline{B}$
0	0	1	1	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0

由真值表证明：无论 A、B 取何值时，摩根定律都是成立的。

由以上定律可以导出一些常用的公式。

(3) 吸收定律。

① $AB+A\overline{B}=A$

证明：从基本定律得到：$B+\overline{B}=1$

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

② $A+\overline{A}B=A+B$

证明：根据分配律，从基本定律得到：$A+\overline{A}=1$

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

③ $(A+B)(\overline{A}+\overline{B})=A\overline{B}+\overline{A}B$

证明：将公式的左边展开，从基本定律得到：$A\cdot\overline{A}=0$，$B\cdot\overline{B}=0$

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

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

④ $AB+\overline{A}C+BC=AB+\overline{A}C$

证明：从基本定律得到：$A+\overline{A}=1$，$A+1=1$

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

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

2. 基本规则

逻辑代数有 3 个重要的规则：代入规则、对偶规则和反演规则，这些规则在逻辑运算中经常应用，需要熟练掌握。

(1) 代入规则。在任何一个逻辑等式中，将等号两边所有出现变量 A 的地方都用另一个函数 F 代替，则等式仍然成立，此规则称为代入规则。

如基本定律 $A+\overline{A}B=A+B$，可用$\overline{A}$来代替 A，则有$\overline{A}+AB=\overline{A}+B$，这可以看作是原基本定律的一种变形。这种变形可以扩大基本定律的应用。

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

则：$\overline{ACB}=\overline{AC}+\overline{B}=\overline{A}+\overline{C}+\overline{B}$

(2) 对偶规则。如果将一个逻辑函数 F 中所有的“·”符号换成“+”、“+”符号换成“·”；常量“0”换成“1”、“1”换成“0”，所得函数为 F'，F'为 F 的对偶函数。这就是对偶规则。

【例 1-1】 已知 $F=AB+\overline{BC}$，求 F'。

解：根据对偶规则：$F'=(A+B)(\overline{B+C})$

(3) 反演规则。如果将一个逻辑函数 F 中所有的“·”符号换成“+”、“+”符号换成“·”；常量“0”换成“1”、“1”换成“0”；原变量变为反变量、反变量变为原变量，所得函数为$\overline{F}$，E 为 F 的反函数。这就是反演规则。

【例 1-2】 已知 $F=\overline{A}B+A\overline{C}$，求$\overline{F}$。

解：根据反演规则：$\overline{F}=(A+\overline{B})(\overline{A}+C)$

三、正逻辑与负逻辑

在逻辑电路中，电路的两种不同的状态(高电平和低电平)可以用 0 和 1 表示，高、低电平和 0、1 之间如何对应便引出了正、负逻辑的问题。高电平用 1 表示、低电平用 0 表示，则这种逻辑关系的描述为正逻辑；若高电平用 0 表示、低电平用 1 表示，则这种逻辑关系的描述为负逻辑。

同一逻辑电路，在不同的逻辑假定下，其逻辑功能是完全不同的。同一电路，在正逻辑时它是与门功能；而在负逻辑时，它却是或门功能。一般而言，正逻辑的与门等价于负逻辑的或门；正逻辑的或非门等价于负逻辑的与非门；正逻辑的异或门等价于负逻辑的同或门等。也就是说，同一电路的正逻辑表达式与负逻辑表达式互为对偶式。一般情况下，人们都习惯于采用正逻辑。因此，若无特殊说明，本书一律采用正逻辑。