



21世纪应用型电子信息专业规划教材

SHUZI DIANZI JISHU JICHU 数字电子技术基础

■ 黄嘉宁 孙守昌 主编

SHUZI DIANZI
JISHU JICHU



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



21 世纪应用型电子信息专业规划教材

参考文献

1. 黄嘉宁, 孙守昌. 数字电子技术基础. 北京: 中国计量出版社, 2008.

2. 中国版本图书馆 CIP 数据 (2007) 第 176387 号

3. 阎石. 数字电子技术基础. 北京: 高等教育出版社, 2006.

4. 杨殿华, 冯毛官, 孙万喜, 胡力山. 数字电子技术基础. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.

要 容 内

数字电子技术基础

黄嘉宁 孙守昌 主编

中国计量出版社

地址: 北京和平门内大街 13 号 (邮编 100013)

电话: (010) 64523260

网址: <http://www.xitj.com.cn>

发行: 北京发行所

印刷: 北京印刷厂

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 9.75

字数: 333 千字

版次: 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1-3 000

定价: 17.00 元



中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数字电子技术基础/黄嘉宁, 孙守昌主编. —北京: 中国计量出版社, 2008.1
21 世纪应用型电子信息专业规划教材

ISBN 978-7-5026-2760-7

I. 数… II. ①黄…②孙… III. 数字电路—电子技术—高等学校—教材 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 176397 号

内 容 提 要

本书以数字逻辑为基础, 系统分析为工具, 系统综合为目的, 全面介绍数字电路的基本理论、分析方法、综合方法和实际应用, 全书共分八章, 包括: 逻辑代数基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与整形、存储器和可编程逻辑器件、数模和模数转换等。

本教材内容新颖, 体系完整, 实践性强, 在体现科学性、先进性和系统性方面具有特色。此外, 书中附有大量图表和应用实例, 便于自学。章末附有思考题与习题, 利于读者巩固和综合运用所学内容。

本书可作为高等院校、高职高专电子信息专业以及相关专业的教材。亦可作为电子信息岗位人员的培训用书。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号 (邮编 100013)
电 话 (010) 64275360
网 址 <http://www.zgjl.com.cn>
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京市媛明印刷厂印刷
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 9.75
字 数 223 千字
版 次 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000
定 价 17.00 元

如有印装质量问题, 请与本社联系调换
版权所有 侵权必究

教材编委会

主任 孙守昌

委员	张冬梅	黄嘉宁	张志平	李谋勋
	吴 闽	王化冰	张品秀	王艳辉
	刘光辉	高美华	李春玉	赵巧丽
	雷 搏	苏本玉	王 颖	范 斌
	王海平	任欢庆	杨国强	张海深
	张 雷	陈 兴	姜永成	

— 本 书 编 委 会 —

主 编 黄嘉宁 孙守昌 昌守低 丑 主

副主编 张品秀 王艳辉 李谋勋 员 委

参 编 李春玉 姜永成 群 吴

版 第 王 本 本 雷

采 燕 燕 国 燕 燕 燕 王

燕 燕 燕 燕 燕 燕 燕

燕 燕 燕 燕 燕 燕 燕

编写说明

2007年是“十一五”规划中承上启下的重要一年。信息产业在“十一五”开局的2007年里取得了长足的进步，自主创新战略得到贯彻实施，信息产业在国民经济中的战略地位不断提升，迎来了持续快速协调健康发展的良好局面，为未来发展奠定了坚实的基础。

近年来，随着微电子技术的迅猛发展和计算机技术的普及，传统产业面临着前所未有的发展机遇。在科学发展观的指引下，信息产业正在向着“又好又快”的发展目标前进，已经进入了建设产业强国的战略起步期。产业面临着结构调整和增长方式转变等重大课题，企业面临着国际化竞争加剧的挑战以及产业融合带来的发展机遇。在融合的大趋势下，产业的健康发展越来越取决于产业链各环节和多方力量的协调与协作，为此，营造一个和谐的产业环境已经成为有识者共同的呼声。产业的融合发展，将使企业从中获益；而企业的崛起，又终将推动产业的整体竞争力增强。

在高等学府，一个专业的存在与发展都是由该专业对社会、对世界起的作用的大小所决定的，就如数学作为人类发展的基础学科将永远开展下去一样，电子信息专业发展至今也正与电子工业的发展同步灼热起来。国际上对电子专业人才的培养是相当重视的，各国政府在教育方面对信息技术大力支持，英国每所大学都有一个计算中心，中心设有用于信息技术研究和电子技术研究的计算设备，以掌握利用由微电子发展而产生的完全现代化的技术。

电子信息技术的每一步提高，都会产生超过它自身价值几倍至数十倍的效益，信息

技术的研究、开发和应用水准已经成为衡量一个国家发达程度的主要标志。也正因为如此,在当代高技术发展中,电子信息技术是领头率先技术。我国改革开放后,面对国际大趋势,电子信息专业的重要已毋庸置疑。为了能培养出更优秀的人才,一些国家已从初级教育抓起。教育部门认为,为了使青少年适应未来的劳动生活,有必要及早对学生进行电子数据处理技术的教育,而对于一些大学独立承担研究工作,国家根据学校的科研成果的多少,拨配资金。日本则是由政府出面把国立研究机构、产业界和高等院校的力量组织起来,去攻克一些重大的技术难关,这既充分利用了高校的聪明才智,又解决了本专业的科研经费,为学生提供了动脑动手的最好实战演习,有利于学生将来发展。

充分认识到了高科技领域技术和人才相当匮乏的现状,一般的理工科院校都已开设了电子和信息工程专业,并将其作为重点的先进学科培养,大力扶持该学科建设,购买精密仪器设备,加强教师队伍的技能培养,吸取国内外的新知识新技术,学生人数逐渐增加,为我国的电子信息科技发展起了强大的推动作用。

本系列教材由具有丰富教学经验的一线教师编写,内容精炼、突出实用特色,在每一章中,配备了多种类型的例题和习题,以巩固基本概念和基础知识,加深对所学知识的理解和掌握。

本系列教材可作为高等院校、高等职业技术学院电子信息类、仪器仪表类、计算机应用、自动控制及工业电气化等专业的教材,也可作为自学考试或从事电子技术工程人员的学习用书。

由于教材所涉及的知识内容丰富、更新快,而由于编者水平所限,书中的缺点、错误和疏漏之处在所难免,敬请广大师生和专家学者批评指正。

教材编委会

2007年12月

前言

• FOREWORD •

本书为 21 世纪应用型电子信息专业规划教材之一，为专业基础课教材。本教材由具有丰富教学经验的一线教师编写，内容精炼、突出实用特色，通过各种半导体器件及其电路阐述了数字电子技术中的基本概念、基本原理和基本分析方法，并通过大量的实例介绍了数字电路的分析和设计方法。

全书共分为 8 章，包括：逻辑化数基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与整形、存储器和可编程逻辑器件、数模和模数转换等。

本书第一章和第三章由广州康大职业技术学院黄嘉宁老师编写，第四章和第五章由江苏工业学院孙守昌老师编写，第二章和第六章由黑龙江八一农垦大学张品秀老师编写，第七章和第八章由平顶山学院王艳辉老师编写，同时感谢广州康大职业技术学院李谋勋老师、长春职业学院李春玉老师和佳木斯大学姜永成老师在稿件修改过程中付出的努力。

本教材可作为高等院校、高等职业技术学院电子信息类、仪器仪表类、计算机应用、自动控制及工业电气化等专业的教材，也可作为自学考试或电子技术工程人员的学习用书。

由于本书所涉及的知识内容丰富、更新快，而由于编者水平所限，书中的缺点、错误和疏漏之处在所难免，敬请广大师生和专家学者批评指正。

编 者

2007 年 12 月

• CONTENTS •

I

第四章 集成触发器	(63)
第一节 基本 RS 触发器	(63)
第二节 同步 (钟控) RS 触发器	(66)
第三节 主从 JK 触发器	(68)
第四节 D 触发器	(71)
第五节 其他类型触发器	(73)
思考题与习题	(75)
第五章 时序逻辑电路	(77)
第一节 概述	(77)
第二节 时序逻辑电路的分析	(79)
第三节 锁存器、寄存器、移位寄存器	(81)
第四节 计数器	(85)
第五节 同步时序逻辑电路的设计	(91)
思考题与习题	(95)
第六章 脉冲波形的产生与整形	(97)
第一节 概述	(97)
第二节 施密特触发器	(97)
第三节 单稳态触发器	(101)
第四节 多谐振荡器	(105)
第五节 555 定时器	(106)
思考题与习题	(109)
第七章 存储器和可编程逻辑器件	(112)
第一节 存储器	(112)
第二节 可编程逻辑器件 (PLD)	(117)
思考题与习题	(124)
第八章 数模和模数转换	(126)
第一节 概述	(126)
第二节 数模转换器	(127)
第三节 模数转换器	(132)
思考题与习题	(143)
参考文献	(145)

第一章 逻辑代数基础

逻辑代数基础亦称数字逻辑基础。本章主要介绍描述数字电路逻辑功能的数学方法。首先简要介绍了数字电路中常用的数制与码制,然后介绍了逻辑代数的基本公式、常用公式和三个重要定理以及逻辑函数及其表示方法,最后着重讲述了逻辑函数的公式化简法和卡诺图化简法。

第一节 概 述

一、数字量与模拟量

在电子电路中,工作的电信号基本上分为两类。

其中一类物理量在时间上和数量上的变化是离散的。也就是说,它们在时间上的变化是不连续的,总是发生在一系列离散的瞬间。同时,它们的数值大小每次的增减变化都是某一个最小数量单位的整数倍,而小于这个最小数量单位的数值没有任何物理意义。这一类物理量叫做数字量,把表示数字量的信号叫做数字信号,工作在数字信号下的电子电路叫做数字电路。例如,用计数器记录从自动生产线上输出的部件数目时,每送出一个部件便给计数器一个信号,使之计1,而没有部件送出时加给计数器的信号是0,所以不计数。可见,部件数目这个信号无论在时间上还是在数量上都是不连续的,因此,它是一个数字信号。最小的数量单位就是1个。

另一类物理量在时间上和数量上的变化是连续的。这一类物理量称为模拟量,把表示模拟量的信号叫做模拟信号,工作在模拟信号下的电子电路称为模拟电路。例如,热电偶在工作时输出的电压信号就是模拟信号,因为在任何情况下被测温度都不可能发生突跳,所以测得的电压信号无论在时间上还是在数量上都是连续的。而且,这个电压信号在连续变化过程中的任何一个取值都有具体的物理意义,即表示一个相应的温度。

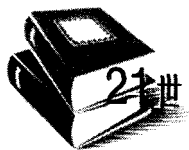
工作在模拟信号下的电子电路,叫做模拟电路;而工作在数字信号下的电路,叫做数字电路。具体来讲,数字电路就是能对数字信号进行产生、存储、传输、变换、运算及处理的电子电路。

二、数制和码制

1. 数制

用数字量表示物理量的大小时,仅用一位数码往往不够用,因此,经常要用进位计数的方法组成多位数码使用。把多位数码中每一位的构成方法以及从低位到高位进位规则称为数制。数制实际是计数进位制的简称。

在数字电路中经常使用的计数进制除了十进制以外,还经常使用二进制和十六进



制。

(1) 十进制

十进制是日常生活和工作中最常用的计数体制。在十进制数中，每一位有 0~9 共 10 个数字，所以计数的基数是 10。超过 9 的数必须用多位数表示，其中低位和相邻高位之间的进位关系是“逢十进一”，故称为十进制。各位数中的各位用位号表示，最低整数位是第 0 位，往左的各位依次是第 1 位、第 2 位、……，往右的各位依次是第 -1 位、第 -2 位……

在一个多位十进制数中，同一个数字处于十进制数的不同位号时，所代表的数值是不同的。 10^1 ， 10^0 ， 10^{-1} 等数值叫做位权。一个多位十进制数的值可以用多次式表示，例如：

$$123.45 = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2} \quad (1-1)$$

一般来说，对于任何一个十进制数 D ，都可以按位权展开为 (a_i 是写在第 i 上的数字)：

$$\begin{aligned} (D)_{10} &= (a_{n-1}a_{n-2}\cdots a_0a_{-1}a_{-2}\cdots a_{-m})_{10} \\ &= a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + a_0 \times 10^0 + a_{-1} \times 10^{-1} \\ &\quad + a_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + a_{-m} \times 10^{-m} \\ &= \left(\sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 10^i \right)_{10} \end{aligned} \quad (1-2)$$

若以 N 取代 (1-2) 中的 10，得到任意进制 (N 进制) 数展开式的普遍形式：

$$(D)_N = \left(\sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times N^i \right)_N \quad (1-3)$$

其中， N 称为计数的基数， a_i 为写在第 i 位上的数字， N^i 称为第 i 位的权。

(2) 二进制

在数字电路中应用最广的是二进制。在二进制数中，每位仅有 0 和 1 两种数码，所以计数基数为 2。二进制数中，低位和相邻高位间的进位是“逢二进一”，故称为二进制。在二进制数中，每个数位的位权值为 2 的幂。因此，二进制数可以按位权展开为：

$$\begin{aligned} (D)_2 &= a_{n-1} \times 2^{n-1} + a_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + a_0 \times 2^0 + a_{-1} \times 2^{-1} + a_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + a_{-m} \times 2^{-m} \\ &= \left(\sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 2^i \right)_2 \end{aligned} \quad (1-4)$$

式中，各符号意义与 (1-3) 中的相同。

(3) 十六进制

十六进制数与二进制数相比，能缩短字长，故常用其书写程序。十六进制的特点如下。

a. 基数为 16，即有 16 个数字：0，1，…，9，A，B，C，D，E，F。数字 A~F 分别对应十进制数的 10~15。

b. 进位规则为“逢 16 进 1”。

2. 数制转换

(1) 二—十进制转换

把二进制数转换为等值的十进制数称为二—十进制转换。转换时只要将二进制数按式(1—4)展开,然后把所有项的数值按十进制数相加,就可以得到等值的十进制数了。例如:

$$(101.01)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 4 + 0 + 1 + 0 + 0.25 \\ = (5.25)_{10}$$

上式中分别使用下脚注的2和10表示括号里的数是二进制和十进制数。

(2) 十一二进制转换

把十进制数转换成等值的二进制数称为十一二进制转换。

把十进制数转换为二进制数,需把十进制数的整数部分和小数部分分别进行转换,然后再把它们合并起来。

首先讨论整数部分的转换。由十进制数整数转换为二进制数,采用逐次除以基数2取余数的方法。

十进制数整数转换成二进制数的步骤如下。

- ①将给定的十进制数整数除以2,余数作为二进制数的最低位;
- ②把前一步的商再除以2,余数作为次低位;
- ③重复②步骤,记下余数,直至最后商为0,最后的余数即为二进制数的最高位。

其次讨论小数部分的转换。十进制小数转换成二进制数,采用把小数部分逐次乘以2,取乘积的整数部分作为二进制的各有关数位,乘积的小数部分继续乘以2,直至最后乘积为0或达到一定的精度为止。

【例1—1】 将十进制数25.375转换成二进制数。

解:

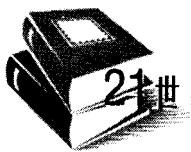
按照前面介绍的将十进制数转换为二进制数的方法,需将 $(25.375)_{10}$ 分解为整数部分 $(25)_{10}$ 和小数部分 $(0.375)_{10}$ 分别进行转换,最后将二者的转换结果合并即可。

(1) 整数部分转换——除2取余法:

2	25	
2	12	取余 1 a_0 (LSB)
2	6	取余 0 a_1
2	3	取余 0 a_2
2	1	取余 1 a_3
	0	取余 1 a_4 (MSB)

(2) 小数部分转换——乘2取整法:

×	0.375	
	2	整数部分
0.750		0 = k_{-1}
×	0.750	
	2	
1.500		1 = k_{-2}



$$\begin{array}{r} 0.500 \\ \times \quad 2 \\ \hline 1.000 \dots\dots 1 = k_{-3} \end{array}$$

综合 (1)、(2), 则有 $(25.375)_{10} = (11001.011)_2$ 。

需要说明一点: 小数部分转换时, 其乘积结果往往不能达到 0, 所以转换值存在一定的误差。一般在二进制小数的位数已达到要求的精度时, 便可结束乘 2 取整的运算。

(3) 二进制数和十六进制数间的转换

通过观察可以看出, 1 位十六进制数的 16 个数码正好与 4 位二进制数的 16 个数码状态一一对应, 并且将这 4 位二进制数看做一个整体时, 其进位输出也正好是逢 16 进 1。因此, 在进行十六进制数和二进制数间的转换时, 只要以小数点为起点, 向高、低位两个方向分别使 1 位十六进制数对应 4 位二进制数进行替代即可。

需要指出, 将二进制数转换为十六进制数时, 若其小数部分最低位一组不足 4 位, 要在有效位右边加 0 补足 4 位; 但对于整数部分, 最高位一组不足 4 位时, 可在有效位的左边补 0, 也可不补。

3. 码制

不同的数码不仅可以表示数量的不同大小, 而是还能用来表示不同的事物。在后一种情况下, 这些数码已没有表示数量大小的含意, 只是表示不同事物的代号而已。这些数码称为代码。为便于记忆和处理, 在编制代码时总要遵循一定的规则。编制代码时遵循的规则称为码制。

在数字系统中, 数据和信息都是用若干位 “0” 或 “1” 组成的代码来表示的, 这些代码称为二进制代码。下面介绍几种常用代码。

(1) BCD 码

用 4 位二进制数码的 10 个码组, 分别表示十进制数的 0~9 这 10 个状态, 称为二—十进制码, 简称 BCD 码 (binary coded decimal)。

表 1—1 中列出了几种常见的 BCD 代码, 它们的编码规则各不相同。

表 1—1 几种常见的 BCD 码

十进制数	编码种类				
	8421 码	余 3 码	2421 码	5211 码	余 3 循环码
0	0000	0011	0000	0000	0010
1	0001	0100	0001	0001	0110
2	0010	0101	0010	0100	0111
3	0011	0110	0011	0101	0101
4	0100	0111	0100	0111	0100
5	0101	1000	1011	1000	1100
6	0110	1001	1100	1001	1101
7	0111	1010	1101	1100	1111
8	1000	1011	1110	1101	1110
9	1001	1100	1111	1111	1010
权	8421		2421	5211	

8421 码是 BCD 代码中最常用的一种。在这种编码方式中每 4 位二进制数字为 1 组, 代表 1 位十进制数字, 把每一位的 1 代表的十进制数加起来, 得到的结果就是它所代表的十进制数码。组内从左到右每一位的 1 分别表示数值 8, 4, 2, 1, 所以把这种代码叫做 8421 码。例如, 8421 码 $1001 = 1 \times 8 + 0 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 9$, 8421 码 1001 就表示十进制数字 9, 记作 $(1001)_{8421} = (9)_{10}$ 。每一位的 1 代表的十进制数称为这一位的权。8421 码中每一位的权是固定不变的, 它属于恒权代码。

余 3 码的编码规则与 8421 码不同, 如果把每一个余 3 码看做 4 位二进制数, 则它的数值要比它所表示的十进制数码多 3, 故而将这种代码叫做余 3 码。

如果将两个余 3 码相加, 所得的和将比十进制数和所对应的二进制数多 6。因此, 在用余 3 码做十进制加法运算时, 若两数之和为 10, 正好等于二进制数的 16, 于是便从高位自动产生进位信号。

此外, 从表 1—1 中还可以看出, 0 和 9, 1 和 8, 2 和 7, 3 和 6, 4 和 5 的余 3 码互为反码, 这对于求取对 10 的补码是很方便的。

余 3 码不是恒权代码。如果试图把每个代码视为二进制数, 并使它等效的十进制数与所表示的代码相等, 那么代码中每一位的 1 所代表的十进制数在各个代码中不是固定的。

2421 码是一种恒权代码, 它的 0 和 9, 1 和 8, 2 和 7, 3 和 6, 4 和 5 也互为反码, 这个特点和系 3 码相仿。

5211 码是另一种恒权代码。5211 码每一位的权正好与 8421 码十进制计数器 4 个触发器输出脉冲的分频比相对应。这种对应关系在构成某些数字系统时很有用。

余 3 循环码是一种变权码, 每一位的 1 在不同代码中并不代表固定的数值。它的主要特点是相邻的两个代码之间仅有一位的状态不同。因此, 按余 3 循环码接成计数器时, 每次状态转换过程中只有一个触发器翻转, 译码时不会发生竞争—冒险现象。

(2) 格雷码

格雷码 (Gray code) 的特点是: 相邻两个代码之间仅有一位不同, 其余各位均相同。计数电路按格雷码计数时, 每次状态的更新仅有一位代码变化, 因此, 减少了出错的可能性。

第二节 逻辑代数的运算

一、逻辑代数

逻辑代数是一门研究逻辑变量及其相互关系的学科。1849 年, 英国数学家乔治·布尔 (George Boole) 首先提出了描述客观事物逻辑关系的数学方法——布尔代数。1938 年克劳德·香农 (Claude E Shannon) 将布尔代数应用到继电器开关电路的设计, 因此, 又称为开关代数。随着数字技术的发展, 布尔代数成为数字逻辑电路分析和设计



的基础, 又称为逻辑代数。逻辑代数现已成为研究数字逻辑电路不可缺少的数学工具。本章主要讲布尔代数在二值逻辑电路中的应用。

逻辑代数中的变量称为逻辑变量。但是, 逻辑变量与普通代数中的变量有着本质的差别, 逻辑变量的取值只有 0 和 1 两种可能, 而且这里的 0 和 1 已不再表示数量的大小, 只代表两种不同的逻辑状态。

二、基本逻辑运算

逻辑代数的基本逻辑运算有与、或、非三种。逻辑运算的功能常用真值表 (truth table) 来描述。所谓真值表, 就是将自变量 (输入变量) 的各种可能取值组合, 和其因变量 (输出变量) 所对应的值全列出来而形成的表格。

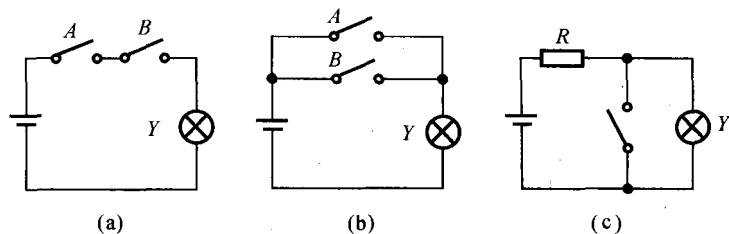


图 1—1 可以实现“与”“或”“非”逻辑的电路

表 1—2 “与”“或”“非”对应的真值表

A	B	Y	A	B	Y	A	Y
0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1		
1	1	1	1	1	1		

图 1—1 中给出了 3 个指示灯的控制电路。开关闭合是条件, 灯亮灭是结果。

在图 1—1 (a) 电路中, 只有当两个开关同时闭合时, 指示灯才会亮。可以得出: 只有决定事物结果的全部条件同时具备时, 结果才会发生。这种因果关系叫做逻辑“与”, 或逻辑相乘。

与运算的逻辑表达式为: $Y = A \cdot B$

在图 1—1 (b) 电路中, 只要两个开关任何一个闭合, 指示灯就亮。可以得出: 在决定事物结果的各种条件中, 只要有任何一个满足, 结果就会发生。这种因果关系叫做逻辑“或”, 也叫逻辑加。

或运算的逻辑表达式为: $Y = A + B$

在图 1—1 (c) 电路中, 开关断开时, 指示灯亮, 开关闭合时指示灯灭。可以得出: 只要条件具备了, 结果便不发生; 而条件不具备时, 结果一定发生。这种因果关系叫做逻辑“非”, 也叫逻辑反或逻辑否。

非运算的逻辑表达式为: $Y = \bar{A}$

与、或、非逻辑运算还可以用如图 1—2 所示的图形符号表示。这些图形符号也用于表示相应的门电路。图中上边一行是目前国家标准局规定的符号，下边一行是常见于国外一些书刊和资料上的符号。

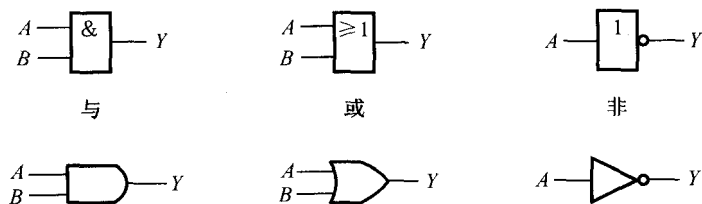


图 1—2 “与”“或”“非”逻辑图形符号

三、复合逻辑运算

如果将与、或、非三种基本逻辑运算进行组合，便可得到各种复合逻辑运算，几种最常用的复合逻辑运算，分别为与非（NAND）、或非（NOR）、与或非（AND—OR—NOT）、异或（XOR）和同或（XNOR）等运算。

与非运算是与、非的组合运算，或非运算是或、非的组合运算，与或非运算是与、或、非的组合运算，而异或运算和同或运算则为两种特定的与、或、非的组合运算。

1. 与非

“与非”逻辑是“与”逻辑运算和“非”逻辑运算的复合，是将输入逻辑变量先进行“与”运算，然后再进行“非”运算，即得到“与非”运算的结果。

逻辑式为：

$$Y = \overline{A \cdot B}$$

真值表为：

与或非真值表

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2. 或非

“或非”逻辑是“或”逻辑运算和“非”逻辑运算的复合，是将输入逻辑变量先进行“或”运算，然后再进行“非”运算，最后得到的即为“或非”运算的结果。

其逻辑式为：

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

真值表为：