



21世纪高职高专规划教材·机电系列

数字电子技术

任中民 主 编
李艳新 李源生 副主编
沈亚强 主 审



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

数字电子技术

任中民	主 编
李艳新 李源生	副主编
沈亚强	主 审

清华大学出版社

北京交通大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是根据国家教育部最新制定的高职高专教育数字逻辑电路课程教学的基本要求和高职高专人才培养规格的要求,并结合现代数字电子技术的发展趋势而编写的。全书共分8章,内容包括:第1章数字电路基础,第2章门电路,第3章组合逻辑电路,第4章触发器,第5章时序逻辑电路,第6章脉冲信号的产生与变换,第7章数模和模数转换,第8章实验与应用实训。

本书前7章每章均配有小结、思考题和习题,第8章中配有实验题目、课程设计项目和常用集成电路芯片功能表和管脚排列图。

本书可作为计算机、应用电子、通信、机电、汽车类各专业教材,也可供其他非电专业和成人教育、职业培训等选用。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术/任中民主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2005.5
(21世纪高职高专规划教材·机电系列)

ISBN 7-81082-463-5

I. 数… II. 任… 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 (2005) 第 016206 号

责任编辑:韩 乐 特邀编辑:宋望溪

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京东光印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:16.75 字数:418千字

版 次:2005年5月第1版 2005年5月第1次印刷

书 号:ISBN 7-81082-463-5/TN·30

印 数:1~5000册 定价:23.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@center.bjtu.edu.cn。

21 世纪高职高专规划教材·计算机系列

编审委员会成员名单

主任委员 李兰友 边奠英

副主任委员 周学毛 崔世钢 王学彬 丁桂芝 赵 伟
韩瑞功 汪志达

委 员 (按姓名笔画排序)

马 辉	万志平	万振凯	王永平	王建明
尤晓晔	丰继林	尹绍宏	左文忠	叶 华
叶 伟	叶建波	付晓光	付慧生	冯平安
江 中	佟立本	刘 炜	刘建民	刘 晶
曲建民	孙培民	邢素萍	华铨平	吕新平
陈国震	陈小东	陈月波	李长明	李 可
李志奎	李 琳	李源生	李群明	李静东
邱希春	沈才梁	宋维堂	汪 繁	吴学毅
张文明	张权范	张宝忠	张家超	张 琦
金忠伟	林长春	林文信	罗春红	苗长云
竺士蒙	周智仁	孟德欣	柏万里	宫国顺
柳 炜	钮 静	胡敬佩	姚 策	赵英杰
高福成	贾建军	徐建俊	殷兆麟	唐 健
黄 斌	章春军	曹豫莪	程 琪	韩广峰
韩其睿	韩 劼	裘旭光	童爱红	谢 婷
曾瑶辉	管致锦	熊锡义	潘玫玫	薛永三
操静涛	鞠洪尧			

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高技术应用型专门人才,所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上,应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能,因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要,在教育部的指导下,我们在全中国范围内组织并成立了“21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”(以下简称“教材研究与编审委员会”)。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院,其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量,“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21世纪高职高专规划教材编审委员会”(以下简称“教材编审委员会”)成员和征集教材,并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选,对列选教材进行审定。

目前,“教材研究与编审委员会”计划用2~3年的时间出版各类高职高专教材200种,范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写,其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构,力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向;反映当前教学的新内容,突出基础理论知识的应用和实践技能的培养;适应“实践的要求和岗位的需要”,不依照“学科”体系,即贴近岗位,淡化学科;在兼顾理论和实践内容的同时,避免“全”而“深”的面面俱到,基础理论以应用为目的,以必要、够用为度;尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法,以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外,为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性,我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来,推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时,希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们,以便对已出版的教材不断修订、完善,不断提高教材质量,完善教材体系,为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版,适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会
2005年1月

前 言

本书是根据国家教育部最新制定的高职高专教育数字逻辑电路课程教学的基本要求和高职高专人才培养规格的要求,并结合现代数字电子技术的发展趋势而编写的。本书在理论上以够用为度,注重培养学生的实践能力,书中选取了大量常用的实用电路,供教学演示和学生动手实践。书中突出了高职高专教育的特色,以更适应实际的原则。

本书在内容及章节编排上,突出高职高专够用和实用的教学改革方向,删去了烦琐的理论推导过程,侧重基本分析方法、设计方法和集成电路芯片的应用,在最后一章中安排了大量的实验题目和课程设计题目,本书知识连接紧凑、系统,叙述通俗易懂。

全书内容包括:数字电路基础、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲信号的产生与变换、数模及模数转换,实验与应用实训。本书前7章后配有小结、思考题和习题。

本书由辽宁省交通高等专科学校任中民编写第4、5、6章和第8章的实验部分;李源生编写第1章;蒋然编写第8章的实训部分;辽源职业技术学院李艳新编写第2、3章;河南工业大学焦素敏编写第7章。

全书由任中民主编,负责组织、统稿;浙江工商职业技术学院沈亚强主审。

由于时间仓促加之编者水平有限,书中不妥和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2005.3

目 录

第 1 章 数字电路基础	1
1.1 数制与码制	1
1.1.1 数制	1
1.1.2 数制转换	2
1.1.3 码制	4
1.2 逻辑代数基础	4
1.2.1 逻辑变量与逻辑函数	4
1.2.2 基本逻辑运算	5
1.2.3 组合逻辑运算	6
1.2.4 逻辑代数的基本定律	7
1.2.5 逻辑代数常用公式和基本规则	8
1.3 逻辑函数的表示方法及相互转换	9
1.3.1 逻辑函数的表示方法	9
1.3.2 各种表示方法间的相互转换	10
1.4 逻辑函数的代数化简法	11
1.5 逻辑函数的卡诺图化简法	12
1.5.1 逻辑函数最小项表达式	13
1.5.2 逻辑函数的卡诺图表示法	13
1.5.3 用卡诺图化简逻辑函数	15
1.5.4 具有无关项的逻辑函数化简	16
本章小结	17
思考题和习题	17
第 2 章 门电路	19
2.1 与门电路	19
2.1.1 功能与符号	19
2.1.2 逻辑式与波形图	19
2.2 或门电路	20
2.2.1 功能与符号	20
2.2.2 逻辑式与波形图	21
2.3 非门电路	21
2.3.1 功能与符号	21
2.3.2 逻辑式与波形图	22
2.4 复合门及特殊门	22
2.4.1 与或非复合门	22

2.4.2 特殊门	23
2.4.3 集成逻辑门闲置输入端的处理	25
2.4.4 其他类型 TTL 门电路	26
本章小结	26
思考题和习题	26
第 3 章 组合逻辑电路	29
3.1 组合逻辑电路的分析	29
3.2 组合逻辑电路的设计	30
3.3 编码器	31
3.4 译码器	34
3.4.1 二进制译码器	34
3.4.2 显示译码器	35
本章小结	36
思考题和习题	36
第 4 章 触发器	39
4.1 触发器	39
4.1.1 基本 RS 触发器	39
4.1.2 同步触发器	41
4.2 主从触发器	47
4.2.1 主从 RS 触发器	47
4.2.2 主从 JK 触发器	49
4.2.3 边沿触发器	50
4.2.4 维持阻塞正边沿 D 触发器	53
4.2.5 CMOS 边沿触发器	56
4.2.6 触发器的转换	58
本章小结	58
思考题和习题	59
第 5 章 时序逻辑电路	62
5.1 概述	62
5.2 时序逻辑电路的分析方法	62
5.2.1 同步时序逻辑电路的分析方法	63
5.2.2 异步时序逻辑电路的分析方法	67
5.3 同步时序逻辑电路的设计	69
5.3.1 同步时序逻辑电路的设计方法	69
5.3.2 同步时序逻辑电路的设计举例	69
5.4 同步计数器	73
5.4.1 同步二进制计数器	73
5.4.2 集成同步计数器	74
5.5 异步计数器	77

5.5.1 异步计数器分析	77
5.5.2 集成异步计数器	78
5.6 寄存器和移位寄存器	81
5.6.1 寄存器	81
5.6.2 移位寄存器	83
5.7 随机寄存器 RAM	87
5.7.1 RAM的基本结构	87
5.7.2 RAM的存储单元	87
5.7.3 集成RAM简介	88
本章小结	90
思考题和习题	91
第6章 脉冲信号的产生与变换	95
6.1 概述	95
6.1.1 脉冲信号及主要参数	95
6.1.2 脉冲的产生	96
6.2 多谐振荡器	96
6.2.1 对称多谐振荡器	96
6.2.2 不对称多谐振荡器	98
6.2.3 RC环形多谐振荡器	100
6.2.4 石英晶体多谐振荡器	102
6.3 单稳态触发器	103
6.3.1 微分型单稳态触发器	103
6.3.2 集成单稳态触发器	105
6.3.3 单稳态触发器的应用	108
6.4 施密特触发器	109
6.4.1 带电平转移二极管的施密特触发器	109
6.4.2 集成施密特触发器	111
6.4.3 施密特触发器的应用	111
6.5 555定时器的应用	112
6.5.1 555定时器	113
6.5.2 由555定时器组成多谐振荡器	114
6.5.3 555定时器构成单稳态触发器	115
6.5.4 555定时器构成施密特触发器	116
本章小结	118
思考题和习题	118
第7章 数模和模数转换	121
7.1 概述	121
7.2 D/A转换器	122
7.2.1 权电阻网络D/A转换器	122

7.2.2	R-2R T形电阻网络 D/A 转换器	123
7.2.3	R-2R 倒 T形电阻网络 D/A 转换器	125
7.2.4	电子模拟开关	126
7.2.5	D/A 转换器的主要参数	127
7.2.6	集成 D/A 转换器及其应用	127
7.3	A/D 转换器	130
7.3.1	A/D 转换器的基本原理	131
7.3.2	并联比较型 A/D 转换器	133
7.3.3	逐次逼近型 A/D 转换器	135
7.3.4	双积分型 A/D 转换器	136
7.3.5	A/D 转换器的主要参数	138
7.3.6	集成 A/D 转换器及其应用	139
本章小结		140
思考题和习题		141
第 8 章 实验与应用实训		142
实验部分		142
实验一	晶体管开关特性、限幅器与钳位器	142
实验二	TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	145
实验三	CMOS 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	151
实验四	集成逻辑电路的连接和驱动	156
实验五	组合逻辑电路的设计与测试	160
实验六	译码器及其应用	162
实验七	数据选择器及其应用	167
实验八	触发器及其应用	172
实验九	计数器及其应用	179
实验十	移位寄存器及其应用	184
实验十一	脉冲分配器及其应用	190
实验十二	使用门电路产生脉冲信号——自激多谐振荡器	193
实验十三	单稳态触发器与施密特触发器——脉冲延时与波形整形电路	196
实验十四	555 时基电路及其应用	201
实验十五	D/A、A/D 转换器	207
实训部分		212
实训一	智力竞赛抢答装置	212
实训二	电子秒表	214
实训三	$3\frac{1}{2}$ 位 (三位半) 直流数字电压表	219
实训四	数字频率计	226
实训五	拔河游戏机	232
实训六	随机存取存储器 2114A 及其应用	236

实训七 安装优先裁决电路	244
实训八 安装霓虹灯显示控制电路	246
参考文献	252

第 1 章 数字电路基础

1.1 数制与码制

1.1.1 数制

数制即指计数的方法。日常生活中经常使用的有十进制、二十四进制及六十进制等。数字电路还经常使用二进制、八进制及十六进制。

1. 十进制

十进制是日常生活中最常用的计数体制。每一位的系数可以是 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 中的一个, 计数的基数是 10, 其相邻的低位和高位之间的关系是“逢十进一”, 故称为十进制。

任意一个十进制数 D 可展开为

$$D = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i 10^i \quad (1-1)$$

式中 K_i 是第 i 位的系数, 它可以是 0~9 十个数码中的任何一个, 10^i 称为第 i 位的权, $K_i \times 10^i$ 称为第 i 位的加权系数。例如:

$$4732.53 = 4 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2}$$

若以 N 代替式(1-1)中的 10, 则可得到任意进制数的展开式

$$D = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i N^i \quad (1-2)$$

式中 K_i 为第 i 位的系数, N 为计数基数, N^i 为第 i 位的权, $K_i \times N^i$ 为第 i 位的加权系数, 故任意进制数的数值等于各加权系数之和。

2. 二进制

在数字电路中广泛采用的是二进制。在二进制中, 每位可以是 0 或 1 两个数码, 计数基数为 2, 相邻低位和高位的进位关系是“逢二进一”, 故称为二进制, 其加权系数展开式为

$$D = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i 2^i \quad (1-3)$$

利用式(1-3)可以计算出用二进制数表示的十进制数的大小。例如:

$$(1101.11)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (13.75)_{10}$$

上式中用下标 2 和 10 分别表示括号里的数是二进制数及十进制数。

3. 八进制

八进制数中, 每一位可以是 0~7 中的每个数码, 计数基数是 8, 相邻低位与高位之间的进位关系是“逢八进一”, 故称八进制, 其加权系数展开式为

$$D = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i 8^i \quad (1-4)$$

利用式(1-4)可计算出它表示的十进制数的大小, 例如:

$$(132.4)_8 = 1 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 2 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} = (90.5)_{10}$$

式中的下标 8 表示括号中的数是八进制数。

4. 十六进制

在十六进制中, 每一位有十六个不同的数码, 分别用 0~9、A(10)、B(11)、C(12)、D(13)、E(14)、F(15)表示, 计数基数是 16, 相邻低位和高位的进位关系是“逢十六进一”, 故称为十六进制, 其加权系数展开式为

$$D = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i 16^i \quad (1-5)$$

由式(1-5)可计算出它所表示的十进制数的大小, 例如:

$$(3F.8C)_{16} = 3 \times 16^1 + 15 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} + 12 \times 16^{-2} = (63.546875)_{10}$$

式中的下标 16 表示括号中的数是十六进制数。

1.1.2 数制转换

1. 二—十进制转换

把二进制数转换成等值的十进制数称为二—十进制转换。转换时只要按加权系数展开式展开, 再把各项的数值相加即为十进制数。例如:

$$\begin{aligned} (1101.11)_2 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = \\ &8 + 4 + 0 + 1 + 1/2 + 1/4 = (13.75)_{10} \end{aligned}$$

2. 十—二进制转换

十—二进制转换指将十进制数转换成等值的二进制数, 可分为整数部分和小数部分转换两种情形。对整数部分可采用连除法, 即所谓“除 2 取余作系数, 从低位到高位”的方法, 例如, 将 $(78)_{10}$ 化为二进制数:

2	78		余数0
2	39		余数1
2	19		余数1
2	9		余数1
2	4		余数0
2	2		余数0
2	1		余数1
	0		

故 $(78)_{10} = (1001110)_2$ 。

小数部分的转换可采用连乘法,即所谓“乘2取整作系数,从高位到低位”的方法。例如,将 $(0.875)_{10}$ 转换为二进制数:

$$\begin{array}{rcl}
 & 0.875 & \\
 \times & 2 & \\
 \hline
 & 1.750 & \dots\dots\dots \text{整数}1 \\
 & 0.750 & \\
 \times & 2 & \\
 \hline
 & 1.500 & \dots\dots\dots \text{整数}1 \\
 & 0.500 & \\
 \times & 2 & \\
 \hline
 & 1.000 & \dots\dots\dots \text{整数}1
 \end{array}$$

所以有 $(0.875)_{10} = (0.111)_2$ 。

3. 其他进制—十进制转换

可将其他进制数按加权系数展开式展开,得到的即为等值的十进制数。

4. 二—十六进制数转换

若将二进制数转换成等值的十六进制数,只要从低位到高位将4位二进制数分为一组,代之以等值的十六进制数,得到的即为十六进制数。

例如,将 $(10101001.10101011)_2$ 化为十六进制数:

$$\begin{array}{cccc}
 (1010 & 1001. & 1010 & 1011)_2 \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 (A & 9. & A & B)_{16}
 \end{array}$$

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。

5. 二—八进制数转换

若将二进制数转换成等值的八进制数,只要从低位到高位将3位二进制数分为一组,代之以等值的八进制数,得到的即为八进制数。

例如,将 $(101011.110)_2$ 化为八进制数:

$$\begin{array}{ccc}
 (101 & 011. & 110)_2 \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 (5 & 3. & 6)_8
 \end{array}$$

6. 十六—二进制数转换

若将十六进制数转换成等值的二进制数,只需将十六进制中的每一位用等值的4位二进制数代替即可。

例如, $(8AC.C8)_{16}$ 转换为二进制数:

$$\begin{array}{ccccccccc} (8 & A & C. & C & 8)_{16} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ (1000 & 1010 & 1100. & 1100 & 1000)_2 \end{array}$$

另外, 八进制数转换成二进制数的方法与十六进制数转换成二进制数的方法类似, 所不同的是 1 位八进制数对应 3 位二进制数。

1.1.3 码制

码制是指用二进制数表示数字和字符的编码方法。

例如用 4 位二进制数码表示 1 位十进制数 0~9 这 10 个状态, 使其可在数字电路中运行时, 有很多种不同的码制, 见表 1-1。通常将用 4 位二进制码表示 1 位十进制数的编码方法叫做二—十进制码, 简称为 BCD 码。

表 1-1 几种常用的 BCD 码

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

此外, 在数字电路中, 为了防止代码在传送中产生错误, 还有其他一些编码方法, 如余 3 循环码(又称修改格雷码)、奇偶校验码、汉明码等。国际上还有一些专门处理字母、数字和字符的十进制代码, 如 ISO 码、ASCII 码等。

1.2 逻辑代数基础

1.2.1 逻辑变量与逻辑函数

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。因为布尔代数被广泛地用于解决开关电路及数字逻辑电路的分析设计上, 故又把布尔代数称为开关代数或逻辑代数。

逻辑代数中, 也用字母来表示变量, 这种变量叫做逻辑变量。逻辑变量的取值只有 0 和 1 两个, 这时 0 和 1 不再表示数量的大小, 只表示两种不同的逻辑状态。如 1 和 0 只表示是和非、开和关、高和低等。

在研究事件的因果变化关系时,决定事件变化的因素称为逻辑自变量,对应事件的结果称为逻辑结果,以某种形式表示的逻辑自变量与逻辑结果之间的函数关系称为逻辑函数。

1.2.2 基本逻辑运算

基本的逻辑关系有三种,即逻辑与、逻辑或、逻辑非。与之相对应,在逻辑代数中,基本的逻辑运算也有三种,即与运算、或运算、非运算。为了理解与、或、非三种基本逻辑运算的含义,下面以一例子进行说明。

从图 1-1 中可以看出,若把开关闭合作为条件,把灯的亮暗作为结果,那么 3 个电路图代表的逻辑关系如下。

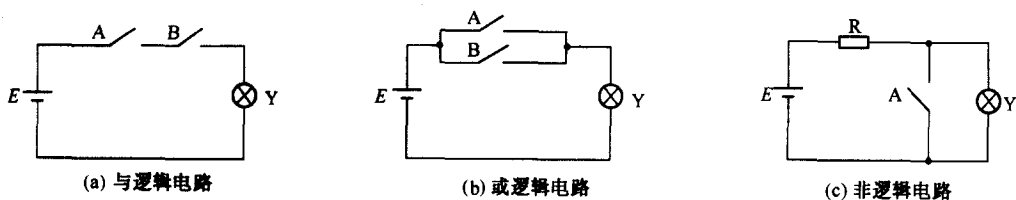


图 1-1 表示与、或、非三种逻辑的电路

图 1-1(a)表示只有决定事件结果的全部条件均具备时结果才发生,这种逻辑关系叫逻辑与、与逻辑或逻辑相乘。

图 1-1(b)表示决定事件的所有条件中只要一个满足,结果就能发生,这种逻辑关系叫逻辑或、或逻辑或逻辑相加。

图 1-1(c)表示决定事件的条件满足时,结果便不会发生,而条件不具备时,结果反而会发生,这种逻辑关系叫逻辑非、非逻辑或逻辑求反。

若以 A, B 来表示逻辑自变量, Y 表示逻辑因变量, A, B 取 0 表示开关断开,取 1 表示开关闭合; Y 取 0 表示灯灭,取 1 表示灯亮,即可列出因变量与自变量之间变化关系的图表(见表 1-2、表 1-3、表 1-4),这种图表称为逻辑真值表。

表 1-2 与逻辑的真值表

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

表 1-3 或逻辑的真值表

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

表 1-4 非逻辑的真值表

A	Y
0	1
1	0

将上述 3 种基本逻辑运算的逻辑自变量与逻辑因变量之间的关系表示成逻辑函数的形式为

$$Y = A \cdot B \quad \text{与逻辑运算}$$

$$Y = A + B \quad \text{或逻辑运算}$$

$$Y = \bar{A} \quad \text{非逻辑运算}$$

式中“ $\cdot$ ”表示与运算,“ $+$ ”表示或运算,变量上的“ $-$ ”表示非运算。

同时,把实现与逻辑运算的单元电路叫与门,实现或运算的单元电路叫或门,实现非运算的单元电路叫非门。

与、或、非逻辑运算不仅可以用逻辑函数的形式来表示,还可利用图形符号来表示,这些图形符号不仅可以表示有关的逻辑运算,还可表示相应的门电路。图 1-2 即为国家标准所采用的图形符号。

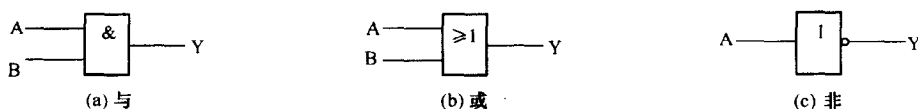


图 1-2 与、或、非的图形符号

1.2.3 组合逻辑运算

在实际问题中,事件的因果关系往往比单一的与、或、非复杂得多,不过它们均可利用与、或、非组合来实现。将含有两个或两个以上基本逻辑的逻辑函数关系称为组合逻辑函数。

通常组合逻辑函数包含与非、或非、异或、与或非等,相应的真值表如表 1-5~表 1-8 所示,逻辑函数式及图形符号如图 1-3 所示。

表 1-5 与非逻辑真值表

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

表 1-6 或非逻辑真值表

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

表 1-7 异或逻辑真值表

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

表 1-8 与或非逻辑真值表

A	B	C	D	Y	A	B	C	D	Y
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	0	1	1	1	0	0	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	0	1	1	1	1	0

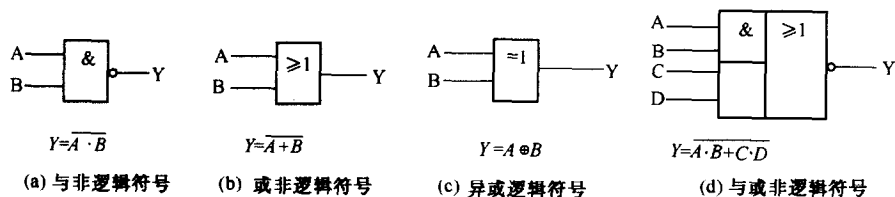


图 1-3 组合逻辑函数的图形符号