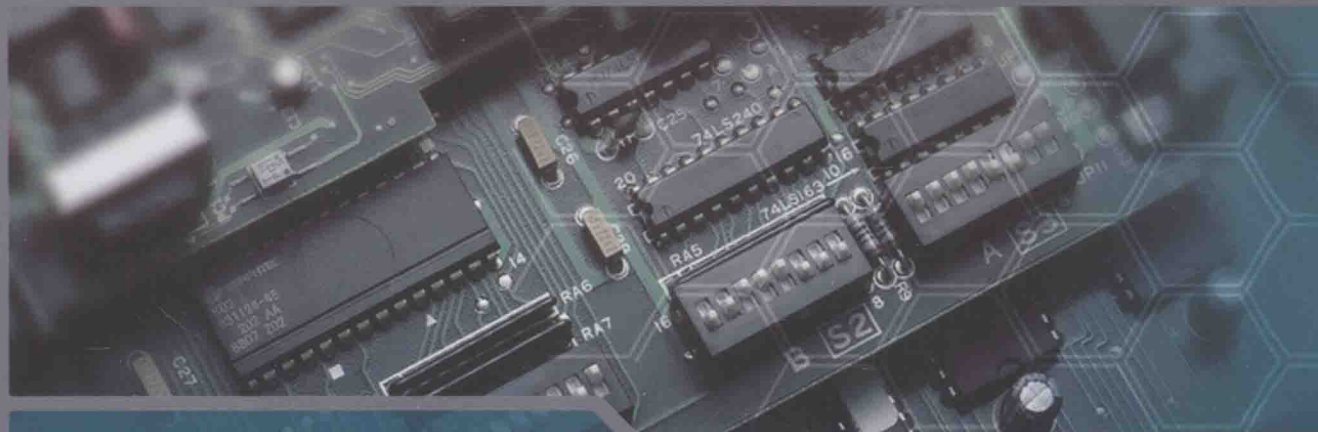




高等职业教育电子信息类专业规划教材

GAO DENG ZHI YE JIAO YU DIAN ZI XIN XI LEI ZHUAN YE GUI HUA JIAO CAI



数字电路分析与实践

■ 张福强 主 编

■ 刘 松 赵俊英 副主编

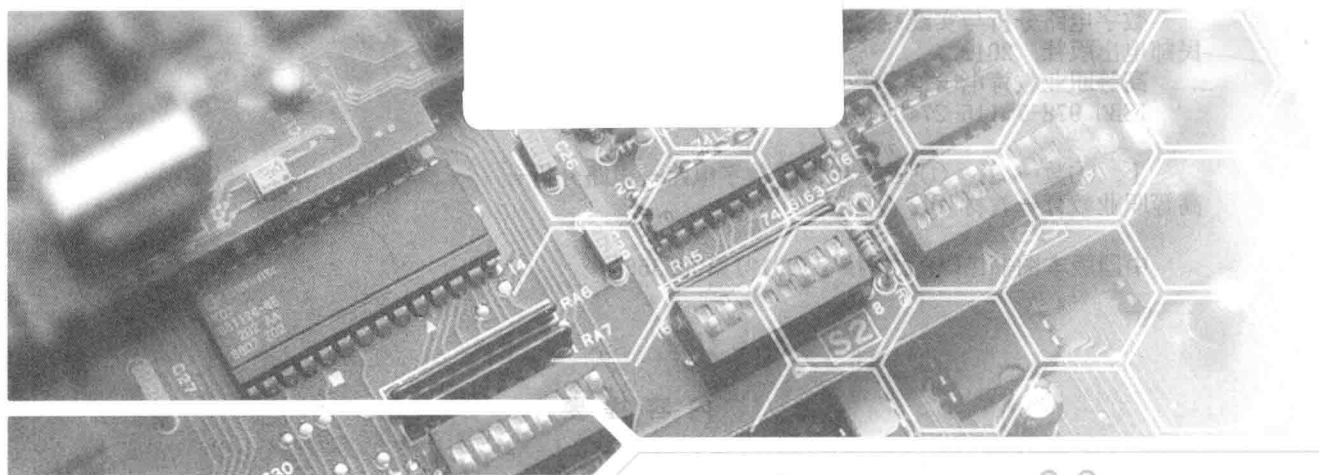


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



高等职业教育电子信息类专业规划教材

GAO DENG ZHI YE JIAO YU DIAN ZI XIN XI LEI ZHUAN YE GUI HUA JIAO CAI



数字电路分析与实践

■ 张福强 主 编

■ 刘 松 赵俊英 副主编

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

数字电路分析与实践 / 张福强主编. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2012. 4
高等职业教育电子信息类专业规划教材
ISBN 978-7-115-27406-9

I. ①数… II. ①张… III. ①数字电路—电路分析—
高等职业教育—教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第006356号

内 容 提 要

本书以项目教学为主线, 在继承传统数字电路教学经验的基础上, 对学生的动手能力、实践能力有了更高的要求。本书先对基础知识加以介绍, 后将实例、项目作为重点, 使学生在实践中熟练掌握相关知识。

全书共分 8 个项目, 主要包括裁判器电路设计与制作、门电路的认识与测试、16 路跑马灯电路的设计与制作、智力抢答器的设计与制作、交通灯控制电路的设计与制作、报警器的设计与制作、简易数字电压表的设计与制作、用可编程逻辑器件实现简单的数字频率计。

本书可供高职高专电子类、通信类专业教学使用, 也可供电子电路工程人员参考。

高等职业教育电子信息类专业规划教材

数字电路分析与实践

-
- ◆ 主 编 张福强
副 主 编 刘 松 赵俊英
责任编辑 李 强
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.75
字数: 324 千字 2012 年 4 月第 1 版
印数: 1-3 000 册 2012 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-27406-9

定价: 28.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

“数字电子技术”是高职高专电子类专业的一门必修课程，是后继专业课程的基础。一本好的教材是学好一门专业课程的必要条件。随着现代电子电路设计、仿真手段的不断更新，数字电路设计也引入了新的方法和手段。而在高职高专教育的改革中对学生的教学也由“重理论”转向了“重实训”。项目教学作为一种高效而可行的教学方法，将基础知识点融入实训项目之中，给传统教学方法注入了活力，本书就是在这样的教学背景下编写的。

本书以项目教学为主线，在继承传统数字电路教材知识体系（基础知识、门电路、组合电路、时序电路、触发器、555 电路和数/模、模/数转换电路等）的基础上，针对每个知识模块给出一个设计项目，此项目涵盖本章节的主体知识，并给学生的实训提出具体的要求。同时，我们引入了 Multisim10.0 电路仿真软件，对大部分的实训题目，都提出了仿真的要求。考虑到数字电路的发展趋势，本教材补充了电子设计自动化（EDA）的相关知识，建议教师在后继的教学中，对 EDA 的设计思想、知识体系给予一定的介绍，以使学生对数字电路设计前沿方向有较好的把握。

在教材的知识体系安排上，我们遵循的原则是，先对基础知识加以介绍，后以实例、项目作为重点，使学生在实践中对新知识掌握和熟练。每个项目知识结束后，配有实训、知识总结和自我检验题。

本书可供高职高专电子类、通信类专业教学使用，也可供电子电路工程人员参考。

本教材的编写分工如下：张福强编写项目二；刘松编写项目五；赵俊英编写项目一中 1.3、1.5、1.6 节，项目四，项目八及附录；张磊编写项目六、项目七；王永朝编写项目一中 1.1、1.2、1.4 节和项目三。本教材的编写得到了天津电子信息职业技术学院电子技术系教师的指导和帮助，在此深表谢意。

由于编者水平有限，加之时间仓促，本书不足与疏漏之处在所难免，欢迎各位读者多提宝贵意见。

编者

目 录

项目一 裁判器电路设计与制作	1
第一部分 相关知识	1
1.1 数字电路概述	1
1.2 数制与码制	2
1.2.1 常用的进位计数制	2
1.2.2 数制转换	3
1.2.3 码制	4
1.3 逻辑代数基础	6
1.3.1 逻辑体制	6
1.3.2 基本逻辑运算与复合逻辑运算	6
1.3.3 逻辑函数及其表示方法	9
1.3.4 逻辑代数的基本定律和规则	11
1.4 逻辑函数的化简	12
1.4.1 逻辑函数的公式化简法	12
1.4.2 逻辑函数的卡诺图化简法	14
第二部分 工作任务	16
1.5 学习 Multisim10.0 在数字电路中的应用	16
1.6 裁判器电路设计与制作	20
第三部分 总结与考核	21
知识小结	21
自我检验题	22
项目二 门电路的认识与测试	24
第一部分 相关知识	24
2.1 分立元件实现的基本逻辑门电路	24
2.1.1 二极管“与”门电路	24
2.1.2 二极管“或”门电路	25
2.1.3 三极管“非”门电路	26
2.2 TTL 集成逻辑门	27
2.2.1 TTL 的主要特性与技术参数	28
2.2.2 TTL 门的电路原理	31
2.2.3 扩展功能的 TTL 门电路	32
2.2.4 TTL 集成逻辑门的使用注意事项	34

2.3	CMOS 集成逻辑门	35
2.3.1	CMOS 集成逻辑门的特性与特点	35
2.3.2	CMOS 集成逻辑门使用注意事项	36
2.4	TTL 与 CMOS 集成门的互联接口电路	37
2.4.1	TTL 电路驱动 CMOS 电路	37
2.4.2	CMOS 电路驱动 TTL 电路	38
第二部分	工作任务	38
2.5	集成门电路仿真实训	38
2.6	TTL 集成逻辑门的参数测试	41
第三部分	总结与考核	45
	知识小结	45
	自我检验题	46
项目三	16 路跑马灯组合电路的设计与仿真	48
第一部分	相关知识	48
3.1	组合逻辑电路的分析与设计	48
3.1.1	组合逻辑电路的分析	48
3.1.2	组合逻辑电路的设计	50
3.2	编码器	52
3.2.1	编码器的原理和分类	52
3.2.2	集成编码器	54
3.3	译码器和数据分配器	56
3.3.1	译码器的原理和分类	56
3.3.2	显示译码器	59
3.3.3	数据分配器	62
3.4	数据选择器	63
3.4.1	数据选择器的原理	63
3.4.2	集成数据选择器	64
3.5	数值比较器和加法器	65
3.5.1	数值比较器和加法器工作原理	65
3.5.2	集成数值比较器和集成算术运算电路	67
3.6	组合逻辑电路中的竞争-冒险现象	69
3.6.1	竞争-冒险现象及其产生原因	69
3.6.2	冒险现象的判别	69
3.6.3	消除冒险现象的方法	70
第二部分	工作任务	71
3.7	组合电路的逻辑功能测试	71
3.7.1	编码器和译码器的 Multisim10.0 仿真	71
3.7.2	编码器和译码器的功能测试	75

3.8 组合电路的应用设计	77
3.8.1 16 路跑马灯电路的 Multisim10.0 仿真	77
3.8.2 16 路跑马灯电路的制作	78
第三部分 总结与考核	79
知识小结	79
自我检验题	80
 项目四 智力抢答器的设计与制作	83
第一部分 相关知识	83
4.1 基本 RS 触发器	83
4.1.1 基本 RS 触发器的结构组成	83
4.1.2 基本 RS 触发器结构原理	83
4.1.3 基本 RS 触发器的逻辑功能描述	84
4.2 同步触发器	86
4.2.1 同步 RS 触发器	86
4.2.2 同步 D 触发器	88
4.3 时钟脉冲边沿触发的触发器	89
4.3.1 维持阻塞 D 触发器	89
4.3.2 主从型 JK 触发器	91
4.3.3 T 触发器和 T' 触发器	94
第二部分 工作任务	94
4.4 集成触发器的 Multisim10.0 仿真分析	94
4.5 智力抢答器的设计与制作	96
4.5.1 智力抢答器的 Multisim10.0 仿真分析	96
4.5.2 智力抢答器的制作	98
第三部分 总结与考核	99
知识小结	99
自我检验题	99
 项目五 交通灯控制电路的设计与制作	102
第一部分 相关知识	102
5.1 时序逻辑电路的分析和设计思路	102
5.1.1 时序逻辑电路的功能描述	102
5.1.2 时序逻辑电路的基本分析方法	103
5.1.3 时序逻辑电路的设计思路	107
5.2 计数器	107
5.2.1 异步计数器	108
5.2.2 同步计数器	113
5.2.3 N 进制计数器	119

5.3	寄存器和移位寄存器	121
5.3.1	寄存器	121
5.3.2	移位寄存器	122
第二部分	工作任务	125
5.4	任意进制计数器、移位寄存器的 Multisim10.0 仿真分析	125
5.5	交通灯控制电路的设计与制作	127
5.5.1	交通灯控制电路的 Multisim10.0 仿真分析	127
5.5.2	交通灯控制电路的制作与测试	130
第三部分	总结与考核	131
	知识小结	131
	自我检验题	132
项目六	报警器的设计与制作	136
第一部分	相关知识	136
6.1	555 定时器的结构及工作原理	136
6.2	施密特触发器	138
6.2.1	用 555 定时器组成施密特触发器	139
6.2.2	施密特触发器的应用	139
6.3	单稳态触发器	140
6.3.1	用 555 定时器组成单稳态触发器	141
6.3.2	单稳态触发器的应用	142
6.4	多谐振荡器	143
6.4.1	用 555 定时器组成多谐振荡器	143
6.4.2	多谐振荡器的应用	145
第二部分	工作任务	146
6.5	报警器电路的 Multisim10.0 仿真分析	146
6.6	报警器电路的设计与制作	147
第三部分	总结与考核	148
	知识小结	148
	自我检验题	149
项目七	简易数字电压表的设计与制作	151
第一部分	相关知识	151
7.1	D/A 转换器	151
7.1.1	D/A 转化器的基本概念	151
7.1.2	二进制权电阻网络 D/A 转换器	152
7.1.3	R-2R T 型网络 D/A 转换器	153
7.1.4	D/A 转换器的主要技术参数	155
7.1.5	集成 D/A 转换器	155

7.2 A/D 转换器	157
7.2.1 采样、保持、量化及编码	157
7.2.2 V-T 型双积分式 A/D 转换器	159
7.2.3 逐次逼近型转换器	161
7.2.4 A/D 转换器的主要技术指标	163
7.2.5 集成 A/D 转换器	163
第二部分 工作任务	164
7.3 三位半数字电压表的设计与 Multisim10.0 仿真分析	164
7.4 三位半数字电压表的制作与测试	166
第三部分 总结与考核	167
知识小结	167
自我检验题	168
 项目八 用可编程逻辑器件实现简单的数字频率计	 170
第一部分 相关知识	170
8.1 EDA 基础知识	170
8.1.1 EDA 概述	170
8.1.2 可编程逻辑器件	171
8.1.3 EDA 开发环境	172
8.2 硬件描述语言 VHDL	175
8.2.1 VHDL 程序相关知识	175
8.2.2 组合电路的 VHDL 描述	179
8.2.3 时序电路的 VHDL 描述	183
第二部分 工作任务	188
8.3 用 QUARTUS II 8.0 开发环境实现数字频率计的设计	188
第三部分 总结与考核	193
知识小结	193
自我检验题	193
 附录一 Multisim 常用命令	 197
 附录二 常用逻辑符号对照表	 201
 附录三 常用数字集成电路管脚图	 202
 参考文献	 208

项目一 裁判器电路设计与制作

第一部分 相关知识

在电子技术领域里,为了便于存储、分析和传输,常将模拟信号进行编码转换为数字信号,利用数字逻辑来分析、处理和设计复杂系统。数字信号的诸多优点,使得其在通信、电子、计算机控制等领域广泛应用。可以说,正是数字信号处理技术的出现,才使得现代信息处理技术得到了突飞猛进的发展。

在本章中,我们以裁判器电路的设计项目为载体,引出数字逻辑的初步应用。本章介绍了数制与码制、逻辑代数基础与化简等相关知识,使读者对数字电路的基础知识有初步的了解与认识,能够进行简单的数字逻辑电路分析。

1.1 数字电路概述

1. 数字信号与模拟信号

自然界有许多物理量,尽管它们性质不同,但就其变化规律和特点而言,可分为两大类,即模拟量和数字量。所谓模拟量是指在时间和幅值上都连续的一类物理量。我们把表示模拟量的信号,称为模拟信号。模拟信号的变化是连续、平滑的。用以传递、加工和处理模拟信号的电路称为模拟电路。

所谓数字量是指在时间上和幅值上离散的一类物理量。也就是说,它们的变化在时间上是不连续的,总是发生在一系列离散的瞬间,而数值的大小和每次的增减变化都是某一个最小数量单位的整倍数。我们把表示数字量的信号叫做数字信号,例如,当我们用一个电子电路记录从生产线输出的零件数目时,每送出一个零件就给电路一个信号,使之记1,没有零件送出的信号记0,即不计数。可见,零件数目这个信号的变化在时间和数量上都不是连续的,所以它是一个数字信号,最小的数量单位为1。用以传送、加工和处理数字信号的电路称为数字电路。数字电路技术是研究有关数字信号的产生、整形、编码、存储、计数和传输的。

2. 数字电路的特点

电子系统中一般均含有模拟和数字两种构件。模拟电路是系统中必需的组成部分。但在存储、分析或传输信号时,数字电路更具优越性,其优越性主要表现为以下几点。

① 电路结构简单,稳定可靠。数字电路采用二进制数,每位只有0或1两种状态,所以,对元器件的要求不是很严格,允许其参数有较大的分散性,只要能区分截然不同的两种

状态就可以。

② 抗干扰能力强。因为数字信号的传输只反映信号的有、无，不反映信号大小，所以干扰信号很难改变信号的有、无。

③ 精度高。由于数字信号的精度与数字的位数有关，因此，增加二进制数的位数就可提高信号的精度。

④ 功耗较小。因为电路元件处于开关状态。

⑤ 保密性好。在数字电路中可对信号进行加密处理，使数字信号不易被窃取。

⑥ 通用性强。数字电路可采用各种标准逻辑部件组成各种逻辑功能的数字系统。

⑦ 数字电路便于实现集成化。

1.2 数制与码制

1.2.1 常用的进位计数制

进位制：表示数时，仅用一位数码往往不够用，必须用进位计数的方法组成多位数码。多位数码每一位的构成以及从低位到高位进位的规则称为进位计数制，简称进位制。

计数制有 3 个要素：数码符号、进位规律和进位基数。

基数：进位制的基数就是在该进位制中可能用到的数码个数，又被称为进位模数。我们经常把数用每位权值与该位的数码相乘展开。当某位的数码为“1”时所表征的数值即为该位的权值与 1 相乘的结果。

常用的数制有十进制、二进制、十六进制等。

(1) 十进制

十进制数的特点：

① 它的数码共有 10 个：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9；

② 基数为 10；

③ 权为 10^{n-1} ；

④ 计数规则是：逢十进一、借一当十。

任何一个十进制数可以写成以 10 为底的幂之和的形式，例如十进制数 5678.28 可表示为：

$$(5678.28)_{10} = 5 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$$

上式中的 10^3 、 10^2 、 10^1 、 10^0 、 10^{-1} 和 10^{-2} 为对应位的权。

(2) 二进制

二进制数的特点：

① 它只有两个数码：0、1；

② 基数为 2；

③ 权为 2^{n-1} ；

④ 进位规则：逢二进一、借一当二。

例如 $(1111001.1)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1}$

(3) 十六进制

二进制数在数字电路中处理起来很方便，但位数很多的二进制数在书写时会不方便，因此，在书写时，常采用十六进制数。

十六进制数的特点：

① 它有 16 个数码，除 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 十个数码外，还用 6 个字母 A、B、C、D、E、F，A~F 分别代表十进制的 10~15；

② 基数为 16；

③ 权为基数 16 的幂，如 16^5 、 16^3 、 16^1 、 16^0 等；

④ 计数进位规则：逢十六进一、借一当十六。

例如 $(7D0A)_{16} = 7 \times 16^3 + 13 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 10 \times 16^0$

1.2.2 数制转换

各种数制之间可以进行转换，其转换规律如下所述。

1. 二进制数转换为十进制数

方法：把二进制数按权展开，再把每一位的位值相加，即可得到相应的十进制数。

例：将二进制数 10111 化为十进制数。

解： $(10111)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$
 $= (23)_{10}$

2. 十进制数转换为二进制数

十进制数转换为二进制数时，需将十进制数的整数部分和小数部分分别进行。整数部分采用除二取余法，小数部分采用乘二取整法，转换后再合并。

例如，将 75 转换为二进制数。

2 75	余数	
2 37	1	↑ 最低位
2 18	1	
2 9	0	
2 4	1	
2 2	0	
2 1	0	↑ 最高位
0	1	

则， $(75)_{10} = (1001011)_2$

例如，将 0.698 转换为 4 位二进制数。

0.698		
× 2	整数部分	高位
1.396	1	
0.396		
× 2		
0.792	0	
× 2		
1.584	1	
0.584		
× 2		
1.168	1	低位

$$(0.698)_{10} = (0.1011)_2$$

任何十进制数均可将其整数部分和小数部分分别转换后再予以合并转换为相应的二进制数。

3. 二进制数转换为十六进制数

方法：把二进制数的整数部分自右向左每 4 位分为一组，最后不足 4 位的，高位用零补足；小数部分自左向右每 4 位分为一组，最后不足 4 位的，在右面补零，最后将每 4 位二进制数对应的十六进制数写出即可（一位变四位）。

例： $(10111101100101.1101001101)_2 = (2F65.D34)_{16}$

4. 十六进制数转换为二进制数

方法：将每个十六进制数用 4 位二进制数表示，然后按十六进制数的顺序将各 4 位二进制数排列好，可得到相应的二进制数。整数部分最高位的 0 可以省去，但小数部分不够 4 位必须用 0 补齐。

例： $(6A04.5F1)_{16} = (0110101000000100.010111110001)_2$

1.2.3 码制

用二进制数来表示十进制数码、字母、符号等信息的过程称为编码。用来表示十进制数码、字母、符号等信息的二进制数称为代码。

码制是指用代码表示数字或符号的编码方法。常见的二进制代码有：自然二进制码、二-十进制码、格雷码、奇偶校验码、字符码等。这里重点介绍二-十进制码。

1. 自然二进制码

就是按自然数顺序排列的二进制码，如 0000，0001，0010，0011，…，1111 等。

2. 二-十进制码（BCD 码）

用 4 位二进制数码表示 1 位十进制数称为二-十进制码，简称 BCD 码。常用的 BCD 码有 8421 码、2421 码、5421 码、余 3 码、格雷码等，如表 1.1 所示。

(1) 8421 码

8421 码是 BCD 码中最常用的一种。在这种编码方式中，每一位二进制代码的“1”都代表一个固定数值，把每一位的“1”代表的十进制数加起来，得到的就是它所代表的十进制数。在用 4 位二进制数码表示一位十进制数时，二进制数的权从左到右每一位的“1”依次表示 8、4、2、1，所以把这种编码称为 8421 码。

例: $(158)_{10} = (0001\ 0101\ 1000)_{8421BCD}$

(2) 2421 码

在用 4 位二进制数码表示一位十进制数时, 每一位二进制数的权依次为 2、4、2、1。它的 0 和 9、1 和 8、2 和 7、3 和 6、4 和 5 互为反码。

例: $(158)_{10} = (0001\ 1011\ 1110)_{2421BCD}$

(3) 5421 码

在用 4 位二进制数码表示一位十进制数时, 每一位二进制数的权依次为 5、4、2、1。它是有权码。

例: $(158)_{10} = (0001\ 1000\ 1011)_{5421BCD}$

(4) 余 3 码

在用 4 位二进制数码表示一位十进制数时, 与 8421 码相比, 对应同样的十进制数多出 $(0011)_2$, 即 $(3)_{10}$, 因此称为余 3 码。

余 3 码不能由各位二进制数的权来求出其代表的十进制数, 故余 3 码是无权码。

(5) 格雷码

格雷码为无权码。它的特点是相邻的两个码之间仅有 1 位不同。

表 1.1 几种常见的 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	1000

3. 字符码

在信息交换、处理和数据传输时, 特别是在通信设备和计算机中, 为满足各种格式的需要, 采用了多种字符码。这种字符码专门用于字母、专用符号、数字的处理, 它不仅包含 0~9 的各位字符, 而且包含 A、B、C 等 26 个字母以及其他一些专门的标记和控制功能, 如美国标准信息交换码 (简称 ASCII 码)。

1.3 逻辑代数基础

1.3.1 逻辑体制

逻辑指事物因果关系的规律。与普通代数相比，逻辑代数描述客观事物间的逻辑关系，相应的函数称逻辑函数，变量称为逻辑变量。逻辑变量和逻辑函数的取值都只有两个，通常用 1 和 0 表示。

逻辑代数中的 1 和 0 不表示数量大小，仅表示两种相反的状态。

在逻辑代数中有正逻辑体制和负逻辑体制之分。如果用 1 表示高电平，0 表示低电平，则称为正逻辑体制；反之，用 0 表示高电平，1 表示低电平，则称为负逻辑体制。

在本教材中，我们都以正逻辑体制表示逻辑关系。

1.3.2 基本逻辑运算与复合逻辑运算

1. 基本逻辑运算

基本的逻辑关系有与、或、非 3 种，与之对应，有与、或、非 3 种基本逻辑运算。下面以具体的实例来介绍。

(1) 与逻辑运算

图 1.1 的电路所示，用二元常量来表示，设开关不接通和灯不亮均用 0 表示，开关接通和灯亮均用 1 表示，则得到输出量（结果状态灯亮）与输入量（开关状态）之间的与逻辑关系表，如表 1.2 所示，其中 Y 表示灯的状态。

与逻辑关系可以表述为：只有当决定事件（灯亮 Y）的几个条件（开关 A 与 B 接通）全部具备之后，这件事（灯亮 Y）才能发生。与逻辑又称逻辑乘或逻辑与。

若用逻辑表达式来描述，则可写为

$$Y = A \cdot B \quad (1.1)$$

式中小圆点“ $\cdot$ ”表示 A、B 的与运算，常被省略。与逻辑的逻辑符号如图 1.2 所示。

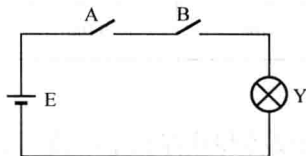


图 1.1 与逻辑电路

表 1.2 与逻辑真值表		
A	B	$Y=A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

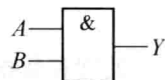


图 1.2 与逻辑符号

与逻辑运算规律为：有 0 得 0，全 1 得 1。

(2) 或逻辑运算

图 1.3 为一简单的或逻辑电路, 电源 E 通过开关 A 或 B 向灯泡供电, 当 A 或 B 一个开关闭合时, 灯 Y 点亮。用二元常量表示的或逻辑真值表如表 1.3 所示。

由此电路可总结出另一种逻辑关系: 当一件事件 (灯亮) 的几个条件 (开关 A、B 接通) 中只要有一个条件得到满足, 这事件 (灯亮) 就会发生。这种逻辑关系称为或逻辑, 也称逻辑加。

用逻辑表达式来描述, 则可写成 $Y=A+B$ (1.2)

式中符号 “+” 表示 A、B 的或运算, 即逻辑加。或逻辑的逻辑符号如图 1.4 所示。

或逻辑运算的规律为: 有 1 得 1, 全 0 得 0。

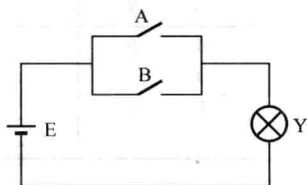


图 1.3 或逻辑电路图

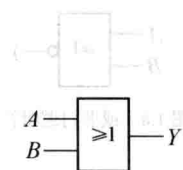


图 1.4 或逻辑符号

(3) 非逻辑运算

图 1.5 所示为一个非逻辑电路的实例。当开关 A 断开时, 灯 Y 亮; 当开关 A 闭合时, 灯 Y 不亮。用二元常量来表示开关 A 和灯的状态, 可得表 1.4。

由此可总结出第三种逻辑关系: 一件事 (灯亮) 的发生是与其相反的条件为依据, 也就是只要某一条件具备了, 事件便不发生, 而当条件不具备时, 事件一定发生。这种逻辑关系称为非逻辑, 也称逻辑求反。

用逻辑表达式来描述, 则可写成为 $Y=\bar{A}$ (1.3)

式中符号 “-” 表示 A 的非运算。非逻辑的逻辑符号如图 1.6 所示。

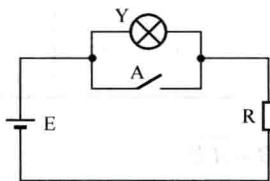


图 1.5 非逻辑电路图

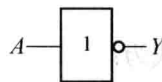


图 1.6 非逻辑符号

非逻辑运算的规律为: 入 0 得 1, 入 1 得 0。

2. 复合逻辑运算

由与、或、非 3 种基本逻辑门电路可组合成多种复合逻辑门, 如与非门、或非门、与或非门、同或门、异或门等, 在这里将几种常见的复合逻辑门的符号及真值表、逻辑表达式表

示如下。

(1) 与非门



图 1.7 与非门逻辑符号

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

与非逻辑表达式为：

$$Y = \overline{AB}$$

(2) 或非门

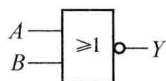


图 1.8 或非门逻辑符号

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

或非逻辑表达式为：

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

(3) 与或非门

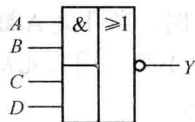


图 1.9 与或非门逻辑符号

与或非逻辑表达式为：

$$Y = \overline{AB + CD}$$

与或非的逻辑真值表请读者思考给出。

(4) 同或门

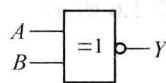


图 1.10 同或门逻辑符号

表 1.7 同或逻辑真值表

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

同或逻辑表达式为：

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

(5) 异或门

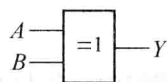


图 1.11 异或门逻辑符号

表 1.8 异或逻辑真值表

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