

图说

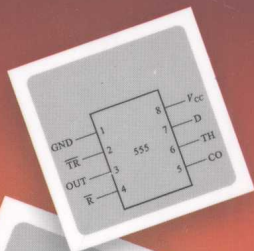
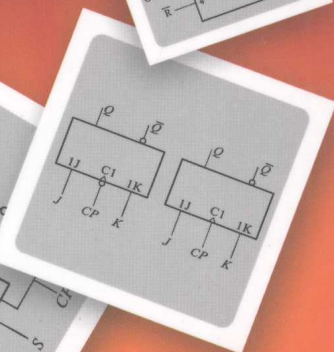
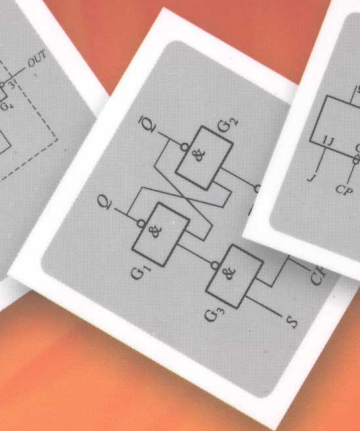
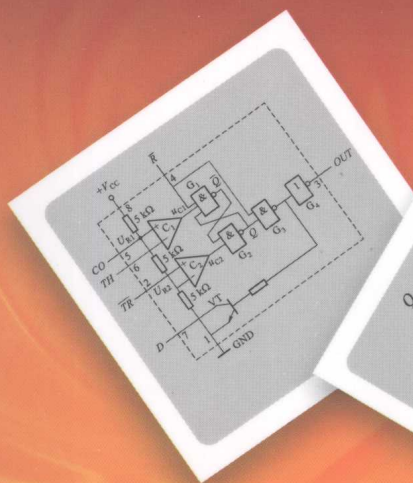
TUSHUO

SHUZI DIANZI JISHU



数字电子技术

刘朝霞 管炳文 侯秀荔 编



化学工业出版社

图说

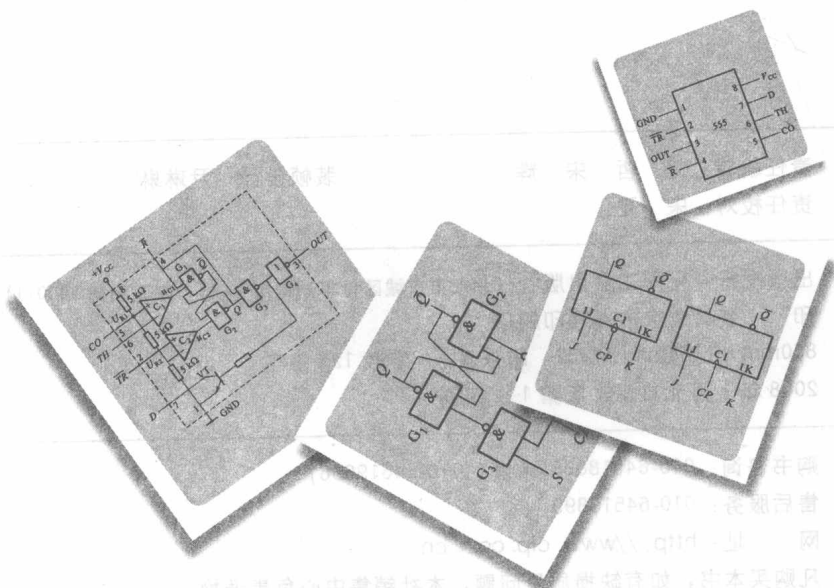
TUSHUO



SHUZI DIANZI JISHU

数字电子技术

刘朝霞 管炳文 侯秀荔 编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图说数字电子技术/刘朝霞, 管炳文, 侯秀荔编. —北京: 化学工业出版社, 2008.1

ISBN 978-7-122-01555-6

I. 图… II. ①刘…②管…③侯… III. 数字电路-电子技术-图解 IV. TN79-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 179071 号

责任编辑: 刘 哲 宋 辉
责任校对: 宋 夏

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 6½ 字数 126 千字

2008 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 16.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着科学技术的进步,各种电子产品层出不穷,这些新产品的基础都离不开数字电子技术。本书编写的目的是通过趣味性的学习,使读者能够掌握一定的数字电子技术知识,提高识图能力及简单应用电子电路的能力。

本书采用图文并茂的形式,浅显易懂,通过实例来理解理论,尽量做到以通俗的语言描述出较深的理论知识,把一些有趣的实验和应用实例加入到学习环节之中,增强学习的目的性。同时注重应用,把应用观点贯穿全书,从实际问题出发,在解决问题的过程中学习数字电子技术知识。本书还介绍了较为典型的实际应用电路,使读者能有放的放矢,提高学习效果。

本书适用于入门级电子爱好者阅读,也可作为中职中专或职高电类专业的教学参考书。

本书内容主要包括基础知识、组合及时序电路知识、实际应用电路。

本书由刘朝霞、管炳文、侯秀荔共同编写,第一章由侯秀荔编写,第二、三章由管炳文编写,第四~六章由刘朝霞编写。全书由刘朝霞统稿。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编者

化学工业出版社电子电工类图书

书 名	定价/元
实用电子技术基础	20
实用电子技术培训读本——电子测量技术问答	24
实用电子技术培训读本——电子电路识图	19
实用电子技术培训读本——电子电路制作指导	26
实用电子技术培训读本——电子元器件的选用与检测问答	28
电子技术基础	18
电子工艺技术入门	20
新编通用电子元器件替换手册	95
新编实用电子电路 500 例	40
电源集成电路手册(上、下)	136
DSP 处理器和微控制器硬件电路	58
机电控制集成电路手册	120
开关电路手册	58
数字逻辑集成电路手册	92
电动机及控制线路	16
电工常用电气线路	18
电工常用工具和仪表	18
电工常用元器件和装置	18
电工必读	23
电工计算 100 例	19
电机应用技术	18
小功率异步电动机维修技术	39
电工技能训练	22
电工电子计算手册	42
注塑机电子电气电路(附光盘)	45
注塑机电路维修(第二版)	45
注塑机操作与调校技术	32
技术工人岗位培训读本——维修电工	28

书 名	定价/元
技术工人岗位培训题库——运行电工	29
职业技能鉴定培训读本(初级工)——电工基础	23
职业技能鉴定培训读本(初级工)——电工识图	20
职业技能鉴定培训读本(技师)——维修电工	36
职业技能鉴定培训读本(高级工)——维修电工	31
电工技术培训读本——电工材料	18
电工技术培训读本——工厂电气试验	19
电工技术培训读本——工厂供配电技术	19
电工技术培训读本——电路与电工测量	18
电工技术培训读本——电气运行与管理技术	14

以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社出版。如要出版新著,请与编辑联系。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn.

地址:北京市东城区青年湖南街13号(100011)

购书咨询:010-64518888 编辑:010-64519262

目录

第一章 数字电子的基本知识

1

第一节	数字电路概述	3
第二节	数制与码制	5
第三节	逻辑代数的基本运算及其规则	9
第四节	逻辑函数及逻辑函数的表示方法 ...	20
第五节	逻辑代数基本公式与基本定理	25
第六节	逻辑函数化简	27
本章小结		35
练一练		35

第二章 逻辑门电路

39

第一节	逻辑门及其集成电路	41
第二节	集成电路的使用规则	52
本章小结		59
练一练		60

第三章 组合逻辑电路

65

第一节	组合电路的分析与设计	67
第二节	编码器	73
第三节	译码器	80
第四节	数据选择器和数据分配器	89
本章小结		95
练一练		96

第四章 时序逻辑电路 99

第一节 触发器	101
第二节 寄存器	116
第三节 计数器	122
本章小结	138
练一练	138

第五章 555 电路 141

第一节 555 集成定时器的电路结构及其 功能	143
第二节 555 集成定时器的应用	146
本章小结	157
练一练	157

第六章 数字电路的具体应用 159

第一节 数字电路的设计方法	161
第二节 应用示例	164
第三节 数字电路一般故障点的排查	175
本章小结	181
练一练	182

参考文献 193

第一章 数字电子的基本知识



知识目标

1. 了解模拟信号和数字信号的区别。
2. 了解数制以及不同进制计数符号和通用表达式。
3. 掌握 8421BCD 码，了解其它类型的 BCD 码。
4. 掌握逻辑代数的运算规则，理解和掌握逻辑代数基本公式。
5. 掌握用卡诺图化简的方法。



技能目标

1. 不同进制与码制的熟练转换。
2. 会利用真值表分析简单逻辑图的逻辑功能。
3. 熟悉逻辑函数不同表达方法之间的相互转换。



第一节

数字电路概述

一、模拟信号和数字信号

模拟信号是时间连续、数值也连续的信号。数字信号是时间上和数值上均离散的信号（如电子表的秒信号、生产流水线上记录零件个数的计数信号等。这些信号的变化发生在一系列离散的瞬间，其值也是离散的）。

数字信号只有两个离散值，所以常用二进制的两个数码“0”和“1”来表示。数字电路中工作的二极管、三极管均处于开关状态，并用“0”、“1”两个数字表示导通和断开两个状态。注意，这里的0和1没有大小之分，只代表两种对立的状态，称为逻辑0和逻辑1，也称为二值数字逻辑。

二、正逻辑与负逻辑

在科学实验、生产实践和日常生活中，人们常遇到大量相互对立的逻辑状态，如电位的高低、开关的闭和开等，用数字信号表示这两种逻辑状态非常方便，例如对高电平和低

电平来说, 分别用两个逻辑值 (逻辑 1 和逻辑 0) 来表示, 那么究竟用哪个逻辑值来表示高电平, 哪个表示逻辑值低电平呢?

两种逻辑体制规定如下。

① 正逻辑体制规定: 高电平为逻辑 1, 低电平为逻辑 0。

② 负逻辑体制规定: 低电平为逻辑 1, 高电平为逻辑 0。

注意一般都采用正逻辑体制, 而且分析同一个电路只能采用同一逻辑。同一电路采用不同的体制, 它的逻辑功能是不一样的。高电平是一种状态, 低电平则是另一种不同的状态, 它们表示的都是一定的电压范围, 而不是一个固定不变的数值。规定标准高电平 V_{HS} 为 $3\sim 5V$; 规定标准低电平 V_{LS} 为 $0\sim 0.4V$ 。

如果采用正逻辑, 数字电压信号就成为如图 1-1 所示逻辑信号。



图 1-1 逻辑信号

三、数字电路

传递与处理数字信号的电子电路称为数字电路。数字电路主要有列优点。

① 由于数字电路是以二值数字逻辑为基础的, 只有 0 和 1

两个基本数字，易于用电路来实现，比如可用二极管、三极管的导通与截止这两个对立的状态来表示数字信号的逻辑 0 和逻辑 1。

② 由数字电路组成的数字系统工作可靠，精度较高，抗干扰能力强。它可以通过整形很方便地去除叠加于传输信号上的噪声与干扰，还可利用差错控制技术对传输信号进行查错和纠错。

③ 数字电路不仅能完成数值运算，而且能进行逻辑判断和运算，这在控制系统中是不可缺少的。

④ 数字信息便于长期保存，比如可将数字信息存入磁盘、光盘等长期保存。

⑤ 数字集成电路产品系列多、通用性强、成本低。

由于具有一系列优点，数字电路在电子设备或电子系统中得到了越来越广泛的应用。



第二节

数制与码制

数制即计数方法，在不同的数制中，计数符号的多少、进位方式和计算方法也就各不相同。在日常生活中，人们习惯用十进制，而在数字电路中则更多地采用二进制、八进制、

十六进制等。

一、数制及数制之间的转换

1. 二进制计数法

二进制只有两个计数符号“0”“1”，即用“0”“1”来计数，计数的规律为“逢二进一，借一当二”的原则。二进制的运算规律是 $0+0=0$ ； $0+1=1$ ； $1+1=10$ （读作壹零）； $11+1=100$ （读作壹零零）。

二进制计数法的基数是“2”，任意一个二进制数可表示为：

$$N_2 = a_{n-1}(2)^{n-1} + a_{n-2}(2)^{n-2} + \cdots + a_0 2^0 = \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i$$

式中， a_i 为第 i 位的二进制码； 2^i 为第 i 位的位权。

2. 十进制计数法

十进制有0、1、2、3、4、5、6、7、8、9十个计数符号，计数规律为“逢十进一，借一当十”的原则。十进制计数法的基数是“10”，任意一个十进制数可表示为：

$$N_{10} = a_{n-1}(10)^{n-1} + a_{n-2}(10)^{n-2} + \cdots + a_0 10^0 = \sum_{i=0}^{n-1} a_i 10^i$$

例如十进制数345，如果写成通用表达式是： $345 = 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$ 。



八进制有 0~7 共 8 个计数符号；十六进制有 0~9 再加 A、B、C、D、E、F 共 16 个计数符号。

3. 十进制数与其它进制数的转换

(1) 其它进制的数转换为十进制数

方法非常简单，就是系数乘权求和。例如 $(101110)_2$ 二进制数，其对应的十进制数是 $(101110)_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = (46)_{10}$ ； $(1AE)_{16}$ 十六进制数，它对应的十进制数是 $(1AE)_{16} = 1 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 14 \times 16^0 = (430)_{10}$ 。

(2) 十进制整数转换为其它进制的数

就是除权取余。转换为几进制数就除几进制数的权，从高位到低位取余数。例如十进制数 $(13)_{10}$ 转换成二进制， $(13)_{10} = (1101)_2$

	2	13	余数	
	2	6	 1	最低位
	2	3	 0	
	2	1	 1	
		0	 1	最高位

从下向上
取余数。

(3) 二进制与八进制、十六进制的转换

二进制 $\rightarrow$ 八进制，只要以小数点为界，每 3 位二进制为一组（高位不足 3 位时，前面补 0；低位不足 3 位时，后面补 0），代以等值八进制数，即可完成转换。

$$(10111010001.11)_2 = (010\ 111\ 010\ 001.110)_2 = (2721.6)_8$$

二进制→十六进制，是以小数点为界，每 4 位二进制为一组（高位不足 4 位时，前面补 0；低位不足 4 位时，后面补 0），代以等值十六进制数，即可完成转换。

$$(10111010001.11)_2 = (0101\ 1101\ 0001.1100)_2 = (5D1.C)_{16}$$

(4) 八进制、十六进制转换成二进制

是 (3) 的逆过程，运用逐位转换法，八进制数的每位转换成一个 3 位二进制数；十六进制数的每位转换成一个 4 位二进制数，把各位组合起来完成转换。

二、码制



码是一种表示方法，没有大小；而数是计数方法，有大小之分。

码制实际是一种表示方法，在数字电路中经常使用 BCD 码。BCD 码是用一组 4 位二进制码表示 1 位十进制数的编码方法，也称二—十进制代码。由于 4 位二进制码有 16 个组合可以表示 16 个数，而十进制数只有 10 个计数符号，所以有 6 个未用，因而就有多种 BCD 码，其中有 8421 码、5421 码、余 3 码、无权码等。部分 BCD 码与十进制数的对应情况参见表 1-1。

表 1-1 常用 BCD 码

十进制数 \ 编码种类	8421 码	余 3 码	2421 码	余 3 循环码	BCD 格雷码
0	0000	0011	0000	0010	0000
1	0001	0100	0001	0110	0001
2	0010	0101	0010	0111	0011
3	0011	0110	0011	0101	0010
4	0100	0111	0100	0100	0110
5	0101	1000	0101	1100	0111
6	0110	1001	0110	1101	0101
7	0111	1010	0111	1111	0100
8	1000	1011	1110	1110	1100
9	1001	1100	1111	1010	1000
权值或特点	8,4,2,1	1. 无权码; 2. 由 8421 码加 0011 而得	2,4,2,1	1. 无权码; 2. 相邻码仅有一位不同	循环码, 相邻仅有一位不同

码制的表述更加方便, 例如把十进制数转换成 8421BCD 码, 是逐位转换成对应码: $(1538)_{10} = (0001\ 0101\ 0011\ 1000)_{8421BCD}$ 。

第三节

逻辑代数的基本运算及其规则

数字电路实现的是逻辑关系。逻辑关系是指某事物的条件（或