普通高等教育"十一五"规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI

SHUZI DIANZI JISHU JICHU

数字电子技术基础

王义军 主编

中国电力出版社

http://jc.cepp.com.cn

TN79
155

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI

TN79/155
2007

SHUZI DIANZI JISHU JICHU

数字电子技术基础

主　编　王义军
编　写　周　军　张光烈　王　冰　刘晓峰
主　审　任先文　任　哲

中国电力出版社
http://jc.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”规划教材。

全书共分为四篇13章，主要内容包括数字电路基础篇、组合逻辑电路篇、时序逻辑电路篇以及数字系统相关电路篇。在数字电路基础篇中主要介绍逻辑代数基础和数字电路基础部分，在组合逻辑电路篇中介绍集成门电路、组合电路研究方法和集成组合逻辑电路；在时序逻辑电路篇中介绍触发器电路、时序逻辑电路研究方法和集成时序逻辑电路；在数字系统相关电路篇中介绍脉冲波形的产生与整形、模数转换电路、存储器电路和可编程逻辑器件电路。另外，在附录中增加电子线路仿真软件EWB相关内容的介绍。

本书主要作为普通高等院校电气信息类专业的教材，也可作为高职高专教材，还可供从事电子技术工作的工程技术人员学习、参考。

图书在版编目（CIP）数据

数字电子技术基础/王义军主编．—北京：中国电力出版社，2007

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5083-5947-2

Ⅰ.数… Ⅱ.王… 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112397号

中国电力出版社出版、发行

（北京三里河路6号　100044　http://jc.cepp.com.cn）

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007年8月第一版　2007年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米　16开本　16印张　383千字

印数 0001—3000册　定价 **25.60** 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有　翻 印 必 究

前　言

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神，加强教材建设，确保教材质量，中国电力教育协会组织制订了普通高等教育"十一五"教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校，满足学科发展和人才培养的需求，坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为新编教材。

为了适应现代电子技术迅速发展的需要，能够较好地面向21世纪，面向数字化和专用集成电路的新时代，在保证基本概念、基本原理和基本方法的前提下，本书压缩了集成电路电气特性的讨论和内部电路工作原理的分析，而突出综合能力的培养训练以及集成电路逻辑特性和工作特点的介绍。

本书打破以往各种版本数字电子技术教材的分章方式，把整书分为数字电路基础篇、组合逻辑电路篇、时序逻辑电路篇和数字系统相关电路篇四篇，在数字电路基础篇中主要介绍逻辑代数基础和数字电路基础，在组合逻辑电路篇中介绍集成门电路、组合电路研究方法和集成组合逻辑电路，在时序逻辑电路篇中介绍了触发器电路、时序逻辑电路研究方法和集成时序逻辑电路，在数字系统相关电路篇中介绍了脉冲波形的产生与整形、模数转换电路、半导体存储器电路和EDA及可编程逻辑器件电路，这样编排可以使初学者直观了解数字电路所研究的主要内容以及各主要内容的内在联系。另外，在本书的附录中增加了对电子线路仿真软件EWB的介绍，更加方便读者对数字电路相关内容的学习。

本书由东北电力大学王义军副教授任主编，周军副教授、张光烈副教授、王冰副教授和刘晓峰高级工程师任参编。王义军老师编写第1、8、11章及附录部分，张光烈老师编写第3、5、7章，王冰老师编写第2、4、6章，周军老师编写第9、10章，刘晓峰老师编写本书的12、13章，王义军老师对全书进行修改和统编。

在本书的编写过程中，得到东北电力大学任先文教授的亲切关怀和指导。本书由东北电力大学任先文教授和北华大学任哲教授主审，提出了许多宝贵意见，并且也得到东北电力大学韩学军教授、邢晓敏老师、解东光老师的友情帮助。在此一并感谢。

由于我们水平有限，加之时间仓促，书中一定存在错误和不妥之处，敬请各方面的读者予以批评指正，以便今后不断改进。

编者

2007年3月

目录

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第三篇 时序逻辑电路

第四篇 数字系统相关电路

第1章 绪 论

随着现代电子技术的发展，人们正处于一个信息时代，每天都有大量的信息通过我们的感觉器官传入大脑，并被储存起来用于以后的分析。

在电子技术领域内，被处理的信号分成模拟信号和数字信号。为了便于传输、运算和存储，常将模拟信号转换为数字信号。处理数字信号的数字电路具有抗干扰能力强、精度高、保密性好、易于集成化的特点。分析和设计复杂的数字电路或数字系统使用的工具是数字逻辑。

数字电路广泛应用于计算机、自动控制、通信、数字仪表、电视、雷达、核物理、航天以及国民经济各部门。

数字电子技术课程是一门研究数字电子电路的分析和设计方法的基础课程。读者可以通过学习掌握数字电子电路中各个量之间所遵循的规律，数字电子电路的工作原理、主要特性以及电路之间的互连匹配等基本知识和基本方法之后，再通过阅读器件产品手册，就可以设计出满足需要的数字电子电路或数字系统。

1.1 电 子 信 号

1.1.1 模拟信号和数字信号

模拟信号是时间连续、数值连续的物理量，如电压、电流、温度等，具有无穷多的数值，其数学表达比较复杂。一般模拟信号要用模拟电路处理。在工程技术中为了便于分析，常用传感器和互感器将各种模拟量变成合适的电压或电流等电学量。

数字信号是在时间和幅值上均不连续的量。数字信号要用数字电路处理。

模拟电路和数字电路的功能不同，分析问题的方法也不相同。模拟电路是电子系统中必需的组成部分，但是模拟信号在存储、分析和传输等方面没有数字信号方便。在数字电路中常用二进制数来量化连续变化的模拟信号，而二进制数 0、1 可以用二值数字逻辑中的逻辑 0 和逻辑 1 表示，这样就可以借助复杂的数字系统来实现信号的存储、分析和传输。

1.1.2 脉冲信号

所谓脉冲信号，是指在短时间内作用于电路的电流和电压信号。图 1.1 是常见的两种脉冲信号波形。

一、脉冲信号的参数

图 1.1（a）是理想矩形脉冲的波形，它从一种状态变化到另一种状态不需要时间。而实际矩形脉冲波形与理想波形是不同的。下面以图 1.2 所示的实际矩形脉冲波形为例来说明描述脉冲信号的各种参数。

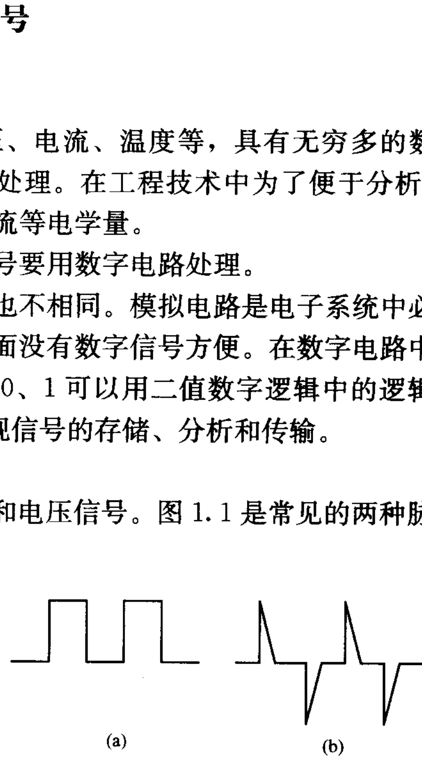

图 1.1 常见的脉冲波形

（a）矩形波；（b）尖顶波

1. 脉冲信号的脉冲幅值

脉冲幅值 A，是脉冲信号从一种状态变化到另一

种状态的最大变化幅度。

2. 脉冲信号的上升时间 t_r

信号由幅值的10%上升到幅值的90%所需的时间称为脉冲信号的上升时间。

3. 脉冲信号的下降时间 t_f

信号由幅值的90%下降到幅值的10%所需的时间称为脉冲信号的下降时间。

4. 脉冲信号的宽度 t_W

由信号前沿幅值的50%变化到后沿幅值的50%所需的时间称为脉冲信号的宽度。

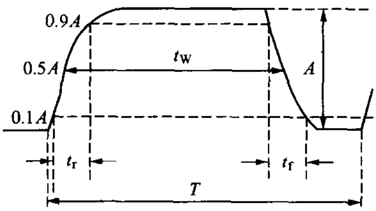

图1.2 实际的矩形脉冲波形

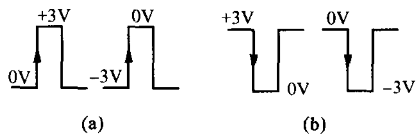

图1.3 理想正、负脉冲波形

(a) 正脉冲；(b) 负脉冲

5. 脉冲信号的周期 T

周期性变化的脉冲信号，完成一次变化所需的时间称为脉冲信号的周期。

6. 脉冲信号的频率 f

单位时间内脉冲信号变化的次数。

二、正、负脉冲信号

脉冲信号可以分为正脉冲和负脉冲两种。变化后比变化前的电平值高的脉冲信号称正脉冲，如图1.3 (a) 所示；变化后比变化前的电平值低的脉冲信号称负脉冲，如图1.3 (b) 所示。

理想脉冲信号的上升时间和下降时间可视为零。

1.2 数制和码制

1.2.1 数制

一、进位计数制

用数字量表示物理量的大小时仅用一位数码往往不够用，常用进位计数的方法组成多位数码使用。人们把多位数码中每一位的构成方法以及从低位到高位的进位规则称为数制。

二进制数是数字电路中应用最广泛的一种数值表示方法。为了更容易地理解有关概念，首先介绍熟悉的十进制数表示方法，进一步介绍二进制、八进制和十六进制数的计数规律。

二、十进制

十进制是日常生活和工作中应用最广泛的一种计数进位制。在这种计数进位制中，每一位有0～9十个数码，所以计数的基数是十。低位数和相邻高位数的关系是“逢十进一”，故称为十进制。

例如： $192.74=1\times10^2+9\times10^1+3\times10^0+7\times10^{-1}+4\times10^{-2}$

所以任意一个十进制数 D 均可展开为

$$D=\sum_{i=-m}^{n-1}k_i\times10^i \tag{1.1}$$

式中：ki 是第 i 位的系数，可以是 0～9 中的任何一个数字；i 的取值范围从 $-m$ 到 $n-1$，其中 m 是小数部分的位数，n 是整数部分的位数。

若用 r 取代式（1.1）中的 10，即可得到任意进制数展开式的普遍形式：

$$D=\sum_{i=-m}^{n-1}k_i\times r^i \tag{1.2}$$

式中：i 的取值与式（1.1）的规定相同；r 称为计数的基数；k_i 为第 i 位的系数；r^i 称为第 i 位的权。

三、二进制

在数字电路中应用最广泛的是二进制。在二进制数中，每一位仅有 0 和 1 两个可能的取值，所以计数的基数为 2。低位向高位的进位关系是“逢二进一”。

根据式（1.2），任何一个二进制数均可展开为

$$D=\sum_{i=-m}^{n-1}k_i\times 2^i \tag{1.3}$$

并可利用此式计算出它所表示的十进制数值。

例如：$(1101.11)_2=1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+1\times2^{-1}+1\times2^{-2}=(13.75)_{10}$

上式中分别用下标形式表示的 2 和 10 表示括号里的数是二进制和十进制。也可以用字母后缀 B 来标识二进制数，用字母后缀 D 来标识十进制数。

四、十六进制

十六进制是每一位有 16 个不同的数码，分别为 0～9 和用大写字母 A、B、C、D、E、F 来表示十进制的 10、11、12、13、14、15 六个数字。因此，任意一个十六进制的数均可展开为

$$D=\sum_{i=-m}^{n-1}k_i\times 16^i \tag{1.4}$$

并可利用此式计算出它所表示的十进制数值。

例如：$(BA.7F)_{16}=11\times16^1+10\times16^0+7\times16^{-1}+15\times16^{-2}=(186.49609375)_{10}$

上式中的下标 16 表示括号里的数是十六进制，也可用字母后缀 H 标识十六进制数。

五、八进制

八进制是每一位有 8 个不同的数码，分别为 0～7 来表示。因此，任意一个八进制的数均可展开为

$$D=\sum_{i=-m}^{n-1}k_i\times 8^i \tag{1.5}$$

并由此式计算出它所表示的十进制数值。

例如：$(43.25)_8=4\times8^1+3\times8^0+2\times8^{-1}+5\times8^{-2}=(35.328125)_{10}$

上式中的下标 8 表示括号里的数是八进制，也用字母后缀 O 标识八进制数。

1.2.2 数制转换

一、二—十转换

只要将二进制数按式（1.3）展开，然后把所有各项的数值按十进制数相加即可。

例如：$(11011.01)_2=1\times2^4+1\times2^3+0\times2^2+1\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2}=(27.25)_{10}$

二、十—二转换

1. 整数的转换

假定十进制整数为 $(S)_{10}$，等值的二进制数为 $(k_{n-1}\cdots k_0)_2$，则依式（1.3）知：

$$(S)_{10} = k_{n-1}2^{n-1} + kn_{-2}2^{n-2} + \cdots + k_1 2^1 + k_0 2^0 = 2(k_{n-1}2^{n-2} + k_{n-2}2^{n-3} + \cdots + k_1) + k_0 \tag{1.6}$$

上式表明，若将 $(S)_{10}$除以 2，则得到的商为 $k_{n-1}2^{n-2}+k_{n-2}2^{n-3}+\cdots+k_1$ 而余数为 k_0。根据等式两端对应项系数相等的原则可以得到十进制数 S 除以 2 的余数就是 k_0。同理，由其商再除以 2 可得余数就是 k_1。依此类推，反复将每次得到的商再除以 2，直到除尽为止，就可求得二进制数的每一位的系数。

【例 1.1】 将 $(57)_{10}$化为二进制数。

解　可如下表示进行

$$\begin{array}{r|c l}
2 & 57 & \text{余数}=1=k_0 \\ \hline
2 & 28 & \text{余数}=0=k_1 \\ \hline
2 & 14 & \text{余数}=0=k_2 \\ \hline
2 & 7 & \text{余数}=1=k_3 \\ \hline
2 & 3 & \text{余数}=1=k_4 \\ \hline
2 & 1 & \text{余数}=1=k_5 \\ \hline
 & 0 &
\end{array}$$

$$(57)_{10} = (111001)_2$$

2. 小数转换

假设 $(S)_{10}$是一个十进制的纯小数，对应二进制小数为 $(0.\ k_{-1}\ k_{-2}\cdots k_{-m})_2$ 则据式 1.3 可知

$$(S)_{10} = k_{-1}2^{-1} + k_{-2}2^{-2} + \cdots + k_{-m}2^{-m}$$

将上式两边同乘以 2 得到

$$2\times(S)_{10} = (k_{-1} + k_{-2}2^{-1} + k_3 2^{-2} + \cdots + k_{-m}2^{-m+1}) \tag{1.7}$$

根据等式两端对应项系数相等的原则，式 (1.7) 说明，将小数 $(S)_{10}$乘以 2 所得乘积的整数部分的系数就是 k_{-1}，同理将得到的结果再次乘以 2 就会得到二进制小数的其他位的系数。

【例 1.2】 将 $(0.8125)_{10}$化为二进制小数。

解

$$\begin{array}{r l}
0.8125 & \\
\times\quad 2 & \text{整数部分}=1=k_{-1} \\ \hline
\boxed{1}.6250 & \\
\times\quad 2 & \text{整数部分}=1=k_{-2} \\ \hline
\boxed{1}.2500 & \\
\times\quad 2 & \text{整数部分}=0=k_{-3} \\ \hline
\boxed{0}.5000 & \\
\times\quad 2 & \text{整数部分}=1=k_{-4} \\ \hline
\boxed{1}.0000 &
\end{array}$$

故 $(0.8125)_{10} = (0.1101)_2$

应该指出，因为十进制数乘以 2 不一定都能乘尽，所以并不是所有的十进制小数都能转化成有限位数的二进制。通常情况下这种转换需要给出转换精度，转换满足精度就可以。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

三、二—十六转换

4 位二进制一共有 16 种组合，将这 16 种组合按照每位的权展开就得到二进制到十六进制的对应表，如表 1.1 所示。

表 1.1　　二—十六进制对应表

二进制	十六进制	二进制	十六进制
0000	0	1000	8
0001	1	1001	9
0010	2	1010	A
0011	3	1011	B
0100	4	1100	C
0101	5	1101	D
0110	6	1110	E
0111	7	1111	F

把 4 位二进制数看作一个整体，以小数点为出发点向两侧每 4 位二进制数分为一组，整数部分不足 4 位的高位用 0 补充，小数部分不足 4 位的低位用 0 补充，每 4 位二进制数以等值的十六进制数表示，即可得到相应的十六进制数。

【例 1.3】 将 $(1011110.\ 1011001)_2$ 化为十六进制数时。

解　　$(\underline{0}101\ \ 1110.1011\ \ 001\underline{0})_2 = (5E.B2)_{16}$

上式中用下划线表示的 0 是由于数位不足而补充的。

四、十六—二进制转换

把每 1 位十六进制数对应 4 位二进制数，就可实现十六进制到二进制的转换。

将 $(8FA.C6)_{16}$ 化二进制数时得

$$(\ 8 \quad F \quad A. \quad C \quad 6\ )_{16} =$$
$$(1000 \quad 1111 \quad 1010. \quad 1100 \quad 0110)_2$$

五、十六—十进制数的转换

十六进制化为十进制，根据式（1.4）将各位按权展开后相加求得。

六、十—十六进制

方法与十进制到二进制的转换方法类似。

整数部分：除 16 取余，先得到的余数是对应十六进制数最低位的系数；小数部分：乘 16 取整，先得到的整数是对应十六进制数最高位的系数。另外，也可先将十进制数转换为二进制数，再将二进制数转换成十六进制数。

1.2.3　码制

用文字、代码、数字等来表示不同的事物的过程叫做编码，在编制代码时要遵循一定的规则，这些规则就叫做码制。

例如，在用 4 位二进制数码表示 1 位十进制数的 0～9 这十个状态时，通常称为二—十进制代码，简称 BCD（Binary Code decimal Code）代码：

8421 码是 BCD 代码中最常用的一种。它的 4 位二值代码的 1 从高位到低位所代表数值是 8、4、2、1，把每一位的 1 代表的十进制数加起来，就得到所代表的十进制数码。表 1.2 给出 8421 BCD 码和对应的十进制数表格。

表 1.2 **8421 BCD码编码表**

十进制数字	8421 BCD码				十进制数字	8421 BCD码			
	B3	B2	B1	B0		B3	B2	B1	B0
0	0	0	0	0	5	0	1	0	1
1	0	0	0	1	6	0	1	1	0
2	0	0	1	0	7	0	1	1	1
3	0	0	1	1	8	1	0	0	0
4	0	1	0	0	9	1	0	0	1

1.2.4 算术运算

二进制数码的算术运算在加法时遵循“逢二进一”，在减法时遵循“借一当二”的规律。两个二进制数 1001 和 0101 的算术运算：

加法运算　　　　减法运算

$$\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 1 \\ +\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 1\ 0 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 1 \\ -\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ \hline 0\ 1\ 0\ 0 \end{array}$$

在数字电路和数字电子计算机中，二进制数的正、负号也是用 0 和 1 表示的。最高位为符号位，正数为 0，负数为 1。用 0 和 1 表示数值符号且其他位不变的数码称为原码，如

$$(\underset{\text{正数符号位}}{0}\quad \underset{\text{原有数值}}{1011001})_2=(+89)_{10}$$

$$(\underset{\text{负数符号位}}{1}\quad \underset{\text{原有数值}}{1011001})_2=(-89)_{10}$$

补码：最高位为符号位，正数为 0，负数为 1；正数的补码和它的原码相同；负数的补码可通过将原码的数值位逐位求反，然后加 1 得到。

【例 1.4】 计算 $(1001)_2-(0101)_2$。

解 根据二进的运算规则可知

$$\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 1 \\ -\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ \hline 0\ 1\ 0\ 0 \end{array}$$

采用补码运算时，首先求出 $(+1001)_2$ 和 $(-0101)_2$ 的补码，它们是

$$(+1001)_{补}=\underset{\text{符号位}}{0}\quad 1001$$

$$(-0101)_{补}=\underset{\text{符号位}}{1}\quad 1011$$

然后将两个补码相加并舍去进位

$$\begin{array}{r} 0\ 1\ 0\ 0\ 1 \\ +\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1 \\ \hline \underset{\text{进位舍去}}{1}\quad 0\ 0\ 1\ 0\ 0 \end{array}$$

舍去进位后与减运算的结果相同。应该指出，在计算机内所有的四则运算都是利用加法来实现的。

习 题

1.1 写出下列几组二进制数的十进制数值：

(1) $(10110101)_2$；(2) $(01101011)_2$；(3) $(10101101)_2$；(4) $(01010111)_2$；(5) $(10000001)_2$；(6) $(10010111)_2$；(7) $(11111111)_2$；(8) $(10011111)_2$。

1.2 将下列十进制数转换成二进制数：

(1) $(31)_{10}$；(2) $(69)_{10}$；(3) $(255)_{10}$；(4) $(128)_{10}$。

1.3 把下列不同进制数写成按权展开形式：

(1) $(3825.267)_{10}$；(2) $(11010.1011)_2$；(3) $(653.247)_8$；(4) $(7D8.24A)_{16}$。

1.4 将下列二进制数转换为等值的十六进制数和等值的八进制数：

(1) $(110010111)_2$；(2) $(0.1101)_2$；(3) $(1101.101)_2$。

1.5 将下列十进制数转换成等值的二进制数和等值的十六进制数。要求保留小数点以后4位有效数字。

(1) $(156)_{10}$；(2) $(0.39)_{10}$；(3) $(82.67)_{10}$。

1.6 将下列十六进制数化为等值的二进制数和等值的十进制数：

(1) $(B5)_{16}$；(2) $(3B.CE)_{16}$；(3) $(7F.FF)_{16}$；(4) $(10.00)_{16}$。

1.7 完成下列二进制表达式的运算：

(1) 10111+101.101；(2) 1100−111.011。

1.8 已知 $N_1=+1011$，$N_2=-10110$，$N_3=+0.10111$，$N_4=-0.010011$，试分别求出在8位计算机中它们的原码、反码和补码表示。

1.9 用原码、反码和补码完成如下运算：

(1) 0.000101+0.011010；(2) 0.010110−0.100110。

1.10 将下列8421BCD码转换成十进制数：

(1) 011010000011；(2) 01000101.1001

1.11 试用8421BCD码表示下列各数：

(1) $(695)_{10}$；(2) $(11000110)_2$。

1.12 将下列各数转换成八进制数：

(1) $(37)_{10}$；(2) $(65)_{10}$；(3) $(255)_{10}$。

第一篇　数字电子技术基础

数字电子技术这门课程自成体系，它以逻辑代数和半导体器件为基础。逻辑代数反映数字电路输出变量与输入变量所遵循的规律，而半导体器件介绍构成数字电路的半导体器件的基本原理。通过本篇的学习，学生应掌握数字电子技术的最基本知识，为后续章节的学习打下基础。

第2章　逻 辑 代 数 基 础

逻辑代数是分析和设计数字逻辑电路的基本数学工具，它的基本和常用运算也是实现数字电路的重要步骤。这一章主要讲述逻辑代数的基本概念、公式和定理、逻辑函数的化简方法、几种常用逻辑函数的表示方法及其相互间的转换，同时对数字在计算机内的表示法也做了必要的介绍。

2.1　逻辑代数中的基本运算

1849年，英国数学家乔治．布尔（Geogle. Boole）首先提出了描述客观事物逻辑关系的数学方法，称为逻辑代数，又叫开关代数或布尔代数。逻辑代数中用大写字母表示的变量称为逻辑变量。逻辑变量在二值逻辑中只有0和1两种取值，这里0和1表示逻辑状态。

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，而与之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。

2.1.1　逻辑代数中的三种基本运算

在逻辑代数中，基本运算有逻辑与、逻辑或、逻辑非三种。与之相对应，在逻辑代数中，基本的逻辑运算也有与运算、或运算、非运算三种。为了理解与、或、非三种基本逻辑运算的含义，下面以图形为例进行说明。

图2.1（a）表明只有决定事物结果（灯亮）的全部条件（开关闭合）同时具备时，结果才发生。这种因果关系叫做逻辑与，或者叫做逻辑相乘。

图2.1（b）表明在决定事物结果的诸条件中只要有一个满足，结果就发生。这种因果关系叫做逻辑或，也叫做逻辑相加。

图2.1（c）表明只要条件具备了结果便不会发生；而条件不具备时，结果一定发生。这种因果关系叫做逻辑非，也叫做逻辑求反。

若以A、B表示开关状态，1为闭合，0为断开；以L表示指示灯状态，1为亮，0为不亮，列出0、1表示的与、或、非逻辑关系的图表，如表2.1～表2.3所示。这些表是描述

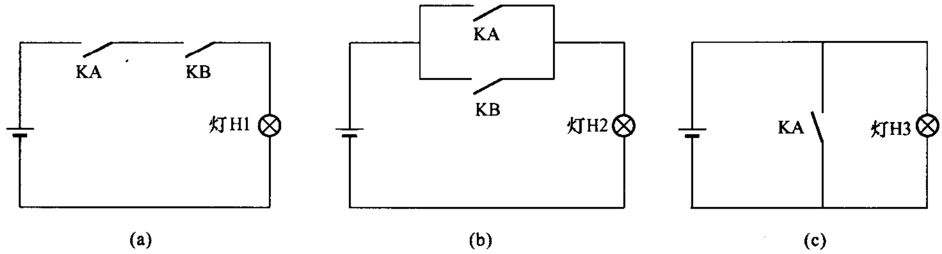

图 2.1 基本逻辑关系电路举例

(a) 逻辑与；(b) 逻辑或；(c) 逻辑非

电路输入变量的所有取值与输出变量取值对应的表格，称为逻辑函数的真值表。

表 2.1 与逻辑运算的真值表

A	B	$L1$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

表 2.2 或逻辑运算的真值表

A	B	$L2$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

表 2.3 非逻辑运算的真值表

A	$L3$
0	1
1	0

在逻辑代数中，有以下三种：

与运算可写成 $Y=A\cdot B$，以“·”表示与运算“·”可省略。

或运算可写成 $Y=A+B$，以“+”表示或运算。

非运算可写成 $Y=\overline{A}$，以变量上的“—”表示非运算。

把实现与逻辑运算的单元电路叫做与门，把实现或逻辑运算的单元电路叫做或门，把实现非逻辑运算的单元电路叫做非门（也叫反向器）。

与、或、非门图形逻辑符号，如图 2.2 所示。

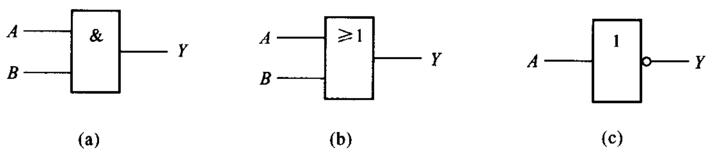

图 2.2 与、或、非门图形逻辑符号

(a) 与门图形逻辑符号；(b) 或门图形逻辑符号；(c) 非门图形逻辑符号

2.1.2 常用的几种复合逻辑关系

实际中还有复杂的逻辑运算，如与非、或非、异或等，这些逻辑关系的真值表如表 2.4～表 2.6 所示。

与非运算表示成 $Y=\overline{A\cdot B}$

或非运算表示成 $Y=\overline{A+B}$

异或运算表示成 $Y=A\oplus B$

与非、或非、异或门图形逻辑符号如图 2.3 所示。

表 2.4　与非逻辑运算的真值表		
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

表 2.5　或非逻辑运算的真值表		
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

表 2.6　异或逻辑运算的真值表		
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

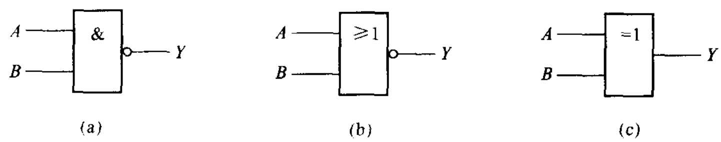

图 2.3　与非、或非、异或门图形逻辑符号

(a) 与非门图形逻辑符号；(b) 或非门图形逻辑符号；(c) 异或门图形逻辑符号

2.2　逻辑函数的定理和规则

2.2.1　逻辑代数基本公式和常用公式

表 2.7 给出了逻辑代数的基本公式，这些公式也叫布尔恒等式。

表 2.7　　**逻辑代数的基本公式**

常量之间的关系	$0\cdot 0=0$	$1+1=1$
	$0\cdot 1=0$	$1+0=1$
	$1\cdot 0=0$	$0+1=1$
	$1\cdot 1=1$	$0+0=0$
	$\overline{0}=1$	$\overline{1}=0$
变量与常量之间的关系	$A\cdot 1=A$	$A+0=A$
	$A\cdot 0=0$	$A+1=1$
	$A\cdot\overline{A}=0$	$A+\overline{A}=1$
交换律	$A\cdot B=B\cdot A$	$A+B=B+A$
结合律	$(A\cdot B)\cdot C=A\cdot(B\cdot C)$	$(A+B)+C=A+(B+C)$
分配律	$A\cdot(B+C)=A\cdot B+A\cdot C$	$A+(B\cdot C)=(A+B)\cdot(A+C)$
同一律	$A\cdot A=A$	$A+A=A$
德·摩根定理	$\overline{A\cdot B}=\overline{A}+\overline{B}$	$\overline{A+B}=\overline{A}\cdot\overline{B}$
还原律	$\overline{\overline{A}}=A$	

以上公式的证明可以用真值表的方法来进行，如果等式两端的真值表完全相同，那么这个等式就成立。

【例 2.1】　用真值表证明表 2.7 中 $A+(B\cdot C)=(A+B)\cdot(A+C)$ 的正确性。

解　这个分配律是逻辑代数特有的，列出等式两端式子的真值表：

将 A、B、C 所有可能的取值组合逐一代入上式的两边，算出相应的结果，即得到表

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com