

◆ 高等学校教学参考书

数字电路逻辑设计

(第三版)

学习指导书

王毓银 主 编

王毓银 沈明山 编

高等教育出版社

◆ 高等学校教学参考书



数字电路逻辑设计

(第三版)

学习指导书

王毓银 主 编

王毓银 沈明山 编



RFID

内容简介

本书是《数字电路逻辑设计》(第三版)(王毓银主编)的学习指导书。

本学习指导书配合教材内容,围绕数字电路逻辑设计的基本理论、基本分析方法和设计方法进行编写,共分10章,主要包括绪论、逻辑函数及其简化、集成逻辑门、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、半导体存储器、可编程逻辑器件、脉冲单元电路、模数转换器与数模转换器等内容,并附有模拟试题及异步时序电路分析。本学习指导书在每一章中均有本章内容提要、本章教学基本要求、本章重点与难点、本章的重要概念和方法以及本章习题解答。

本书可作为高等学校电子信息类、电气类、自动化类、计算机类各专业的学习辅导教材,也可作为教师的教学参考书,还可供本学科及其他相近学科工程技术人员自学和参考。

图书在版编目(CIP)数据

数字电路逻辑设计(第三版)学习指导书/王毓银主编;
王毓银,沈明山编. --北京:高等教育出版社,
2018.11

ISBN 978-7-04-050624-2

I. ①数… II. ①王… ②沈… III. ①数字电路-逻辑设计-高等学校-教学参考资料 IV. ①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 217072 号

策划编辑 吴陈滨
插图绘制 于博

责任编辑 吴陈滨
责任校对 张薇

封面设计 于文燕
责任印制 赵义民

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京盛通印刷股份有限公司
开本 787mm×960mm 1/16
印张 23.25
字数 420千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>

版 次 2018年11月第1版
印 次 2018年11月第1次印刷
定 价 43.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 50624-00

前 言

数字电路逻辑设计课程是电子信息类专业的主要技术基础课。其作用与任务是通过数字电路逻辑设计课程的理论和实验教学使学生掌握数字电路的基本分析方法和逻辑设计方法,并达到相关的实验能力素质要求。为达到好的教学效果,教学中必须牢抓基本,这就要突出课程的基本理论、基本方法和基本技能的传授;必须强调应用,这就要关注和引导学生解题能力、器件使用能力和实验能力的提高;必须与时俱进,这就要紧密联系现代电子技术发展情况,及时引入VHDL、EDA技术、FPGA/CPLD器件并且增加数字电子系统设计基本方法的教学内容。《数字电路逻辑设计》(第三版)(王毓银主编)在以上几方面都有所考虑,力求定位准确,基本概念清楚,深入浅出,适当引入新知识、新方法。

在当前本课程教学学时不断缩减,新知识、新方法、新器件不断增加的情况下,为了有利于教师搞好教学,提高学生的学习主动性,特编写了《数字电路逻辑设计(第三版)学习指导书》。事实证明,一本适宜的学习指导书可以使学习者更快入门,在此基础上深造也就不难了。

《数字电路逻辑设计(第三版)学习指导书》包括了教学基本要求的列举、重点与难点的提示、主要内容的剖析以及各章习题详解,并附有模拟试题及异步时序电路分析;在编写风格上,既体现突出重点少而精,又强调开阔思路一题多解,其中一些重要习题的答案大多数已经过实验或计算机仿真,以保证其正确性。在理论课的学习指导书中适当引入实验或计算机仿真,既面向当代世界,适应现代科学发展的形势,又使学习指导书图文并茂、易学易用、便于举一反三。相信通过对习题解答过程的学习消化及读者自身的刻苦努力,使用本学习指导书的教师和学生会有所裨益。

《数字电路逻辑设计(第三版)学习指导书》由王毓银主编,王毓银、沈明山编写,习题解答及计算机仿真由沈明山完成。

北京联合大学信息学院赵亦松老师认真审阅了书稿,在此表示衷心感谢。

本学习指导书一定还存在不少缺点和不足之处,殷切期望读者批评指正。

编者

2018年5月

目 录

第 1 章 绪论	1
一、本章内容提要	1
二、本章教学基本要求	1
三、本章重点与难点	1
四、本章的重要概念和方法	1
第 1 章习题解答	4
第 2 章 逻辑函数及其简化	8
一、本章内容提要	8
二、本章教学基本要求	8
三、本章重点与难点	8
四、本章的重要概念和方法	8
第 2 章习题解答	18
第 3 章 集成逻辑门	33
一、本章内容提要	33
二、本章教学基本要求	33
三、本章重点与难点	33
四、本章的重要概念和方法	34
第 3 章习题解答	46
第 4 章 组合逻辑电路	59
一、本章内容提要	59
二、本章教学基本要求	59
三、本章重点与难点	59
四、本章的重要概念和方法	60
第 4 章习题解答	73
第 5 章 集成触发器	122
一、本章内容提要	122
二、本章教学基本要求	122
三、本章重点与难点	122
四、本章的重要概念和方法	123

第5章习题解答	134
第6章 时序逻辑电路	158
一、本章内容提要	158
二、本章教学基本要求	158
三、本章重点与难点	159
四、本章的重要概念和方法	159
第6章习题解答	194
第7章 半导体存储器	274
一、本章内容提要	274
二、本章教学基本要求	274
三、本章重点与难点	274
四、本章的重要概念和方法	275
第7章习题解答	276
第8章 可编程逻辑器件	283
一、本章内容提要	283
二、本章教学基本要求	283
三、本章重点与难点	283
四、本章的重要概念和方法	283
第8章习题解答	289
第9章 脉冲单元电路	300
一、本章内容提要	300
二、本章教学基本要求	300
三、本章重点与难点	300
四、本章的重要概念和方法	301
第9章习题解答	314
第10章 模数转换器和数模转换器	328
一、本章内容提要	328
二、本章教学基本要求	328
三、本章重点与难点	328
四、本章的重要概念和方法	328
第10章习题解答	330
附录一 模拟试题	339
附录二 异步时序电路分析	360
参考文献	362

第 1 章 绪 论

一、本章内容提要

本章介绍了数字信号、数字信号波形及数字系统中数值信息的表征方法——数制及其转换,以及非数值信息的表征方法——编码。

二、本章教学基本要求

要求掌握二进制数、十进制数、八进制数、十六进制数及其相互转换;掌握 8421 BCD 码,了解其他常用 BCD 码。

三、本章重点与难点

本章重点为常用数制之间的相互转换。

四、本章的重要概念和方法

1. 数字信号

数字信号是在时间上和数量上都是不连续的信号。本章重点研究“二值离散信号”。

数字信号类型分为电位型(不归 0 型)数字信号及脉冲型(归 0 型)数字信号。

2. 数制及其转换

(1) 数制三要素:三要素指基数、数符、位权三个要素。

以 R 进制为例:

基数: R ($R \geq 2$ 的整数)。

数符(系数): $0, 1, \dots, (R-1)$ 共 R 个数符。

位权: $R^i \quad i=n-1、n-2、\cdots、2、1、0、-1、-2、\cdots、-(m-1)、-m$ ($n、m$ 为正整数)。二进制、八进制的位权值见表 1-1。

表 1-1 二进制、八进制的位权值(用于数制转换的速算和有效值数位选取)

i	2^i	2^{-i}	8^i	8^{-i}
0	1	1.0	1	1.0
1	2	0.5	8	0.125
2	4	0.25	64	0.015625
3	8	0.125	512	0.001953125
4	16	0.0625	4096	0.000244140625
5	32	0.03125	32768	0.000030517578125
6	64	0.015625	262144	$0.381\times\exp(-5)$
7	128	0.0078125	2097152	$0.477\times\exp(-6)$
8	256	0.00390625	16777216	$0.596\times\exp(-7)$
9	512	0.001953125	134217728	$0.745\times\exp(-8)$
10	1024	0.0009765625	1073741824	$0.931\times\exp(-9)$
11	2048	0.00048828125	8589934592	$0.116\times\exp(-9)$
12	4096	0.000244140625	68719476736	$0.146\times\exp(-10)$
13	8192	0.0001220703125	549755813888	$0.182\times\exp(-11)$
14	16384	0.00006103515625	4398046511104	$0.227\times\exp(-12)$
15	32768	0.000030517578125	35184372088832	$0.284\times\exp(-13)$
16	65536	0.0000152587890625	281474976710656	$0.355\times\exp(-14)$

数的进位、借位法则：

两个相邻的数位之间,逢基数进一到高位、借高位一当作低位基数;简称逢基数进一、借一当作基数。

(2) 数的按位权展开式。

$$\text{十进制} \quad (N)_{10} = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 10^i \quad \text{系数数符 } a: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$$

$$\text{二进制} \quad (N)_2 = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 2^i \quad \text{系数数符 } a: 0, 1$$

$$\text{八进制} \quad (N)_8 = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 8^i \quad \text{系数数符 } a: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

$$\text{十六进制} \quad (N)_{16} = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 16^i \quad \text{系数数符 } a: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F$$

(3) 十进制数转换为二进制数。

十进制整数转换为二进制整数:辗转除2取余法。首次除2得到的余数数符的位权最低,为2的0次幂,以后的位权逐位加1变大,依次类推。

十进制小数转换为二进制小数:乘2取整数法。首次乘2后取出乘积中的整数数符的位权为二进制小数的最高位,即2的负1次幂,以后的位权逐次减1变小,依次类推。

(4) 二进制、八进制、十六进制之间的转换规律。

以小数点为界,往左及往右转换。

1位八进制数可以展开为3位二进制数,反之:3位二进制数可以写为1位八进制数。

1位十六进制数可以展开为4位二进制数,反之:4位二进制数可以写为1位十六进制数。

本书对数制符作如下规定:

用数字下标10或后缀D代表十进制数;

用数字下标2或后缀B代表二进制数;

用数字下标8或后缀O代表八进制数;

用数字下标16或后缀H代表十六进制数。

3. 常用的二-十进制代码(BCD码)

8421 BCD码、余3 BCD码、5421 BCD码、余3循环码等。

4. 算术运算与二值逻辑运算

二进制算术运算: $1+1=10\text{ B}$,此处的“+”表示“算术加”。

二值逻辑运算: $1+1=1$,此处的“+”表示“逻辑加”、“逻辑或”。

5. 补充阅读资料

中国是最早采用十进制的国家。中国也是最早用到二进制的国家。中国在

古代就在天地阴阳万物众象分析中研究使用了二进制,殷周之古书《周易》中有二爻(爻:音 yáo):

阳爻——

阴爻--

阳爻和阴爻不同的排列可以构成“四象”(每次取两个爻)、“八卦”(每次取三个爻)、“六十四卦”(每次取六个爻),这可能是世界上最早讨论排列和二进制的书。阴爻作为 0,阳爻作为 1,则“八卦”相当于 3 位二进制数,共 8 个状态(见表 1-2);“六十四卦”相当 6 位二进制数,有 0~63 共 64 个状态。

表 1-2 “八卦”的爻图、称谓、作为方向用途时的对应关系

							
乾	坤	震	巽	坎	离	艮	兑
西北	西南	东	东南	北	南	东北	西

第 1 章习题解答

题 1-1 把下列二进制数转换成十进制数:

(1) 11000101; (2) 101101; (3) 0.01101; (4) 1010101.0011; (5) 101001.10010。

解:

(1) 法 1:按照二进制数的按位权展开求和法得到等值十进制数,这是基本方法。

$$(11000101)_2 = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (197)_{10}$$

法 2:二进制整数左移 1 位补 1 个 0 相当于乘以 2 的 1 次幂,左移 2 位补 2 个 0 相当于乘以 2 的 2 次幂,得出速算法如下:

$$(11000101)_2 = (11000000)_2 + (101)_2 = (3)_{10} \times 2^6 + (5)_{10} = (197)_{10}$$

$$(2) (101101)_2 = (101000)_2 + (101)_2 = (5)_{10} \times 2^3 + (5)_{10} = (45)_{10}$$

$$(3) (0.01101)_2 = 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 0 \times 2^{-4} + 1 \times 2^{-5} = (0.40625)_{10}$$

$$(4) \text{整数部分 } (1010101)_2 = (1010000)_2 + (101)_2 = (5)_{10} \times 2^4 + (5)_{10} = (85)_{10}$$

$$\text{小数部分 } (0.0011)_2 = 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = (0.1875)_{10}$$

$$\text{则有 } (1010101.0011)_2 = (85.1875)_{10}$$

$$(5) (101001.10010)_2 = (41.5625)_{10}$$

题 1-2 把下列十进制数转换成二进制数:

(1) 51; (2) 136; (3) 12.34; (4) 0.904; (5) 105.375。

解:

(1) 法 1: 用竖式辗转除 2 取余法计算可得到

$$(51)_{10} = (110011)_2$$

法 2: 采用中转法, 先把十进制数 $(51)_{10}$ 转换成等值的八进制数, 而每 1 位八进制数可以容易地展开为 3 位二进制数得到最终结果, 简称为整数的十-八-二转换法。

本例十进制数 $(51)_{10}$ 转换成等值八进制数, 用竖式除 8 取余法计算得到, 如下所示:

$$\begin{array}{r|l} 8 & 51 \\ \hline 8 & 6 \quad \leftarrow \text{余数} \\ \hline & 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{商} \\ \text{-----} 3 \text{ LSB} \\ \text{-----} 6 \text{ MSB} \end{array}$$

所得八进制数 $(63)_8$ 可以展开为二进制数 $(110\ 011)_2$, 于是有

$$(51)_{10} = (63)_8 = (110011)_2$$

(2) 用整数的十-八-二转换法。

本例的 $(136)_{10} = (210)_8$ 用竖式“除 8 取余法”计算得到, 如下所示:

$$\begin{array}{r|l} 8 & 136 \\ \hline 8 & 17 \quad \leftarrow \text{余数} \\ \hline 8 & 2 \\ \hline & 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{商} \\ \text{-----} 0 \text{ LSB} \\ \text{-----} 1 \\ \text{-----} 2 \text{ MSB} \end{array}$$

则: $(136)_{10} = (210)_8 = (010\ 001\ 000)_2 = (10\ 001\ 000)_2$, 最高位无效 0 可以“消隐”, 不写出。

(3) 整数部分 $(12)_{10} = (1100)_2$

小数部分: 应注意小数部分的转换要保证原来十进制小数的有效值精度, 原来 $(0.34)_{10}$ 的最低位的值是 $4/100$, 则根据有效数概念, 转换后的数与原来的数之间的误差应小于 $1/100$ 的一半即 $5/1000$, 或 $1/200$, 可取误差为 $1/256$, 即 2^{-8} , 即转换后取 8 位二进制小数, 可以先用乘 8 取走个位整数法, 把 $(0.34)_{10}$ 变为 3 位八进制小数, 再由 3 位八进制小数展为 9 位二进制小数, 再取 9 位二进制小数的前 8 位即可, 简称: 小数的十-八-二转换法。具体的步骤如下:

$(0.34)_{10}$ 变为 3 位八进制小数的计算如下:

$$0.34 \times 8 = 2.72 \dots \dots \text{取整数 } 2, \text{ 其位权: } 8^{-1}$$

$$0.72 \times 8 = 5.76 \dots \dots \text{取整数 } 5, \text{ 其位权: } 8^{-2}$$

$$0.76 \times 8 = 6.08 \dots \dots \text{取整数 } 6, \text{ 其位权: } 8^{-3}$$

则有 $(0.34)_{10} = (0.256)_8 = (0.010\ 101\ 110)_2 = (0.010\ 101\ 11)_2$

则最后有 $(12.34)_{10} = (1100.010\ 101\ 11)_2$

(4) 用小数的十-八-二转换法。方法和步骤仿照上例, 有

$$(0.904)_{10} = (0.111\ 001\ 110\ 110)_2$$

$$(5) (105.375)_{10} = (110\ 1001.011)_2 \quad \dots \dots \text{答案之一}$$

严格地讲, 小数 $(0.375)_{10}$ 的最低位为 $(1/1000)_{10}$ 位权, 则转换后有效位误差小于 $(5/10000)_{10} = (1/2000)_{10}$, 可取 $(1/2048)_{10}$, 即 2^{-11} , 要写出 11 位二进制小数, 即

$$(105.375)_{10} = (110\ 1001.011\ 000\ 000\ 00)_2$$

……答案之二

题 1-3 把下列各数转换成十进制数(小数取 3 位):

$$(1) (78.8)_{16}; (2) (3FCA)_{16}; (3) (101.1)_8; (4) (74.32)_8。$$

解:

$$(1) (78.8)_{16} = 7 \times 16^1 + 8 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = (120.500)_{10}$$

$$(2) (3FCA)_{16} = 3 \times 16^3 + 15 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 10 \times 16^0 = (16330)_{10}$$

$$(3) (101.1)_8 = 1 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 1 \times 8^0 + 1 \times 8^{-1} = (65.125)_{10}$$

$$(4) (74.32)_8 = 7 \times 8^1 + 4 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2} = (60.40625)_{10}$$

题 1-4 完成数制转换:

$$(1) (3AB6)_{16} = (?)_2 = (?)_8; \quad (2) (432.B7)_{16} = (?)_2 = (?)_8;$$

$$(3) (163.27)_{10} = (?)_2 = (?)_{16}; \quad (4) (754.31)_{10} = (?)_2 = (?)_8。$$

解:

$$(1) (3AB6)_{16} = (11\ 1010\ 1011\ 0110)_2 = (11\ 101\ 0\ 10\ 11\ 0\ 110)_2 = (35266)_8$$

$$(2) (432.B7)_{16} = (100\ 0011\ 0010.1011\ 0111)_2 = (10\ 000\ 110\ 010.101\ 101\ 110)_2 = (2062.556)_8$$

$$(3) (163.27)_{10} = (1010\ 0011.0100\ 0101)_2 = (A3.45)_{16}$$

$$(4) (754.31)_{10} = (10\ 1111\ 0010.0100\ 1111)_2 = (2F2.4F)_{16}$$

题 1-5 列出下列各有权 BCD 代码的码表:

$$(1) 6421 \text{ 码}; (2) 631-1 \text{ 码}; (3) 4321 \text{ 码}; (4) 5421 \text{ 码}; (5) 7421 \text{ 码}; (6) 8421 \text{ 码}。$$

解:

本题的各种有权 BCD 代码的解答见题表 1-1, 有的编码不是唯一的, 本表只列出可能的一种取法。

题表 1-1 题 1-5 的各有权 BCD 代码码表

十进制数	6421 码	631-1 码	4321 码	5421 码	7421 码	8421 码
0	0000	0011 (或 0000)	0000	0000	0000	0000
1	0001	0010	0001	0001	0001	0001
2	0010	0101	0010	0010	0010	0010
3	0011	0111 (或 0100)	0100	0011	0011	0011
4	0100	0110	1000	0100	0100	0100
5	0101	1001	1001	1000	0101	0101
6	1000	1000 (或 1011)	1010	1001	0110	0110

续表

十进制数	6421 码	631-1 码	4321 码	5421 码	7421 码	8421 码
7	1001	1010	1100	1010	1000	0111
8	1010	1101	1101	1011	1001	1000
9	1011	1100 (或 1111)	1110	1100	1010	1001

题 1-6 完成下列各数的转换：

- (1) $(73.26)_{10} = (?)_{8421 \text{ BCD}}$ ；
- (2) $(31.67)_{10} = (?)_{\text{余}3 \text{ BCD}}$ ；
- (3) $(465)_{10} = (?)_{2421 \text{ BCD}}$ ；
- (4) $(1101 \ 1010 \ 0011)_{631-1 \text{ BCD}} = (?)_{10}$ ；
- (5) $(1000 \ 0101 \ 1001 \ 0111)_{8421 \text{ BCD}} = (?)_{10 \circ}$

解：

- (1) $(73.26)_{10} = (0111 \ 0011.0010 \ 0110)_{8421 \text{ BCD}}$
- (2) $(31.67)_{10} = (0110 \ 0100.1001 \ 1010)_{\text{余}3 \text{ BCD}}$
- (3) $(465)_{10} = (0100 \ 1100 \ 1011)_{2421 \text{ BCD}}$
- (4) $(1101 \ 1010 \ 0011)_{631-1 \text{ BCD}} = (870)_{10}$
- (5) $(1000 \ 0101 \ 1001 \ 0111)_{8421 \text{ BCD}} = (8597)_{10}$

第2章 逻辑函数及其简化

一、本章内容提要

本章内容是数字逻辑电路的基础,主要内容包含:

- (1) 基本逻辑概念,逻辑代数中三种基本运算(与、或、非)及其复合运算(与非、或非、与或非、同或、异或等)。
- (2) 逻辑代数运算的基本规律(变量和常量的关系、交换律、结合律、分配律、重叠律、反演律、调换律等)。
- (3) 逻辑代数基本运算公式及三个规则(代入规则、反演规则、对偶规则)。
- (4) 逻辑函数的表示方法(真值表法、表达式法、卡诺图法、逻辑图法)及其之间关系。
- (5) 逻辑函数的化简方法(公式化简法、卡诺图法)。

二、本章教学基本要求

要求掌握逻辑代数的基本定律和定理,掌握逻辑问题的描述方法,掌握逻辑函数的化简方法。

三、本章重点与难点

本章重点:逻辑代数中的基本公式、基本定理和基本定律,常用公式,逻辑函数的真值表、表达式、卡诺图表示方法及其相互转换,最小项、最大项概念,逻辑函数公式化简法和卡诺图化简法。

本章难点:公式化简法。

四、本章的重要概念和方法

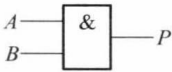
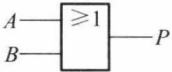
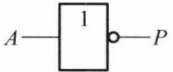
1. 关于二值逻辑

- (1) 二值逻辑中,每个变量只能取两种逻辑值:0和1,它们代表两种对立的

逻辑状态,工程实际中,它们可同开关电路的开和关,导通和截止相对应。二值逻辑代数又叫布尔代数、开关代数,简称逻辑代数,是数字逻辑电路和数字电子计算机的基础理论。

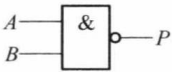
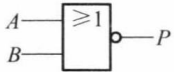
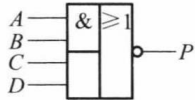
(2) 二值逻辑代数的基本逻辑运算是与、或、非,详见表 2-1。

表 2-1 二值逻辑代数的基本逻辑运算

与 $P=A \cdot B$	或 $P=A+B$	非 $P=\overline{A}$
		
$0 \cdot 0 = 0$ $0 \cdot 1 = 0$ $1 \cdot 0 = 0$ $1 \cdot 1 = 1$ 有 0 出 0 全 1 出 1	$0+0=0$ $0+1=1$ $1+0=1$ $1+1=1$ 有 1 出 1 全 0 出 0	$\overline{0}=1$ $\overline{1}=0$ 0 则出 1 1 则出 0
$A \cdot 1=A$ $A \cdot 0=0$ $A \cdot A=A$	$A+0=A$ $A+1=1$ $A+A=A$	$\overline{\overline{A}}=A$ $A+\overline{A}=1$ $A \cdot \overline{A}=0$

(3) 复合逻辑运算,详见表 2-2。

表 2-2 常用的复合逻辑运算

复合运算 名称和表达式	与非 $P=\overline{A \cdot B}$	或非 $P=\overline{A+B}$	与或非 $P=\overline{A \cdot B+C \cdot D}$
逻辑符号			
数值运算	$\overline{0 \cdot 0}=1$ $\overline{0 \cdot 1}=1$ $\overline{1 \cdot 0}=1$ $\overline{1 \cdot 1}=0$	$\overline{0+0}=1$ $\overline{0+1}=0$ $\overline{1+0}=0$ $\overline{1+1}=0$	$\overline{0 \cdot 1+0 \cdot 0}=1$ $\overline{0 \cdot 1+1 \cdot 1}=0$ $\overline{1 \cdot 1+1 \cdot 0}=0$ $\overline{1 \cdot 1+1 \cdot 1}=0$

续表

复合运算 名称和表达式	与非 $P = \overline{A \cdot B}$	或非 $P = \overline{A+B}$	与或非 $P = \overline{A \cdot B + C \cdot D}$
口诀	有 0 出 1 全 1 出 0	有 1 出 0 全 0 出 1	与项有 1 出 0 与项全 0 出 1
特殊用法	$\overline{A \cdot 0} = 1$ $\overline{A \cdot 1} = \overline{A}$ $\overline{A \cdot A} = \overline{A}$	$\overline{A+1} = 0$ $\overline{A+0} = \overline{A}$ $\overline{A+A} = \overline{A}$	$\overline{AB+0 \cdot 0} = \overline{AB}$ $\overline{A \cdot 1+B \cdot 1} = \overline{A+B}$ $\overline{A \cdot 1+A \cdot A} = \overline{A}$

2. 逻辑代数公式

(1) 亨廷顿(Huntington)公设。

逻辑代数中一些原始公式由亨廷顿提出,称为“亨廷顿公设”,有以下几个公式。

$$A+0=A, \quad A \cdot 1=A \quad (\text{自等律})$$

$$A+\overline{A}=1, \quad A \cdot \overline{A}=0 \quad (\text{互补律})$$

$$A+B=B+A, \quad A \cdot B=B \cdot A \quad (\text{交换律})$$

$$A(B+C)=AB+AC, \quad A+BC=(A+B)(A+C) \quad (\text{分配律})$$

(2) 基本公式。

在“亨廷顿公设”基础上扩展形成了一组布尔代数基本公式,它们表明了逻辑运算的一些基本规律。

$$A+1=1, \quad A \cdot 0=0 \quad (\text{0-1律})$$

$$A+B+C=A+(B+C), \quad A \cdot B \cdot C=A \cdot (B \cdot C) \quad (\text{结合律})$$

$$A+A=A, \quad A \cdot A=A \quad (\text{重叠律或等幂律})$$

$$\overline{A+B}=\overline{A} \cdot \overline{B}, \quad \overline{AB}=\overline{A}+\overline{B} \quad (\text{反演律或德·摩根定理})$$

$$\overline{\overline{A}}=A \quad (\text{还原律或对合律})$$

$$A+A\overline{B}=A, \quad A(A+B)=A \quad (\text{吸收律1})$$

$$AB+A\overline{B}=A, \quad (A+B)(A+\overline{B})=A \quad (\text{吸收律2或相邻项合并律})$$

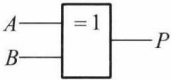
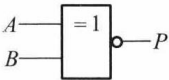
$$A+\overline{A}B=A+B, \quad A(\overline{A}+B)=AB \quad (\text{吸收律3})$$

$$\left. \begin{aligned} AB+\overline{A}C+BC &= AB+\overline{A}C \\ (A+B)(\overline{A}+C)(B+C) &= (A+B)(\overline{A}+C) \end{aligned} \right\} \quad (\text{吸收律4或冗余定理})$$

$$\left. \begin{aligned} AB + \bar{A}C &= (A+C)(\bar{A}+B) \\ (A+B)(\bar{A}+C) &= AC + \bar{A}B \end{aligned} \right\} \quad (\text{交叉互换律})$$

(3) 异或和同或公式,见表 2-3。

表 2-3 异或和同或公式

异或	同或
	
$A \oplus B = \overline{AB} + \overline{\bar{A}\bar{B}}$	$A \odot B = \overline{\bar{A}\bar{B}} + \overline{AB}$
$0 \oplus 0 = 0$ 扩展:任意个 0 连续异或等于 0	$1 \odot 1 = 1$ 扩展:任意个 1 连续同或等于 1
$0 \oplus 1 = 1 \oplus 0 = 1$ $1 \oplus 1 = 0$ 奇数个 1 异或等于 1 偶数个 1 异或等于 0	$1 \odot 0 = 0 \odot 1 = 0$ $0 \odot 0 = 1$ 奇数个 0 同或等于 0 偶数个 0 同或等于 1
$A \oplus 1 = \bar{A}$ $A \oplus 0 = A$ $A \oplus \bar{A} = 1$ $A \oplus A = 0$	$A \odot 0 = \bar{A}$ $A \odot 1 = A$ $A \odot \bar{A} = 0$ $A \odot A = 1$
$A \oplus B = \overline{A \odot B}$	$A \odot B = \overline{A \oplus B}$
$A \oplus B = \bar{A} \oplus \bar{B}$	$A \odot B = \bar{A} \odot \bar{B}$
$A \oplus B = \bar{A} \odot B = A \odot \bar{B}$	$A \odot B = \bar{A} \oplus B = A \oplus \bar{B}$
$A \oplus B \oplus C = (A \oplus B) \oplus C$ 结合律	$A \odot B \odot C = (A \odot B) \odot C$ 结合律
$A(B \oplus C) = AB \oplus AC$ 分配律	$A + (B \odot C) = (A + B) \odot (A + C)$ 分配律
$\overline{A \oplus B} = \bar{A} \odot \bar{B} = A \odot B$ 反演律	$\overline{A \odot B} = \bar{A} \oplus \bar{B} = A \oplus B$ 反演律
若 $A \oplus B = C$, 则必有 $A \oplus C = B, B \oplus C = A$ 调换律	若 $A \odot B = C$, 则必有 $A \odot C = B, B \odot C = A$ 调换律
$A + B = A \oplus B \oplus (A \cdot B)$	$A \cdot B = A \odot B \odot (A + B)$
$A \cdot B = A \oplus B \oplus (A + B)$	$A + B = A \odot B \odot (A \cdot B)$