



新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

· 应用电子技术专业

数字逻辑电路 学习与实训指导

· 梅开乡 主 编

· 余宏生 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

数字逻辑电路学习与实训指导

梅开乡 主编
余宏生 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

“数字逻辑电路”是高职高专学校电气、电子、计算机、机电等专业的一门重要技术基础课，本书是与“数字逻辑电路”课程相配套的学习辅导和实训（实验）指导教材。上篇学习辅导，对基础理论和重点内容进行了概括和总结，典型例题和习题解答突出了解题思想方法和步骤，旨在提高解题技能和强化对基础知识的深入学习。下篇实训（实验）指导，强化实际操作，注重动手能力的培养。全书共有 12 个实训项目和 3 个综合性设计实训项目。

本书内容深入浅出，可作为高职高专电气、电子、计算机、机电等专业的实训教材，也可作为广大电子爱好者学习“数字逻辑电路”的参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

数字逻辑电路学习与实训指导/梅开乡主编. —北京：电子工业出版社，2004.8
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业
ISBN 7-5053-8494-5

I. 数… II. 梅… III. 数字电路-逻辑设计-高等学校：技术学校-教学参考资料 IV. TN790.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 075956 号

责任编辑：张荣琴 特约编辑：王宝祥

印 刷：北京四季青印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销：各地新华书店

开 本：787×1092 1/16 印张：13 字数：341 千字

印 次：2004 年 8 月第 1 次印刷

印 数：5 000 册 定价：17.00 元

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系。联系电话：（010）68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分。其根本任务是培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型人才。近年来,高等职业教育发展迅猛,其宏观规模发生了历史性变化。为适应我国社会进步和经济发展的需要,高等职业教育的教学模式、教学方法需要不断改革,高职教材也必须与之相适应,进行重新调整与定位,突出自身的特色。为此,在国家教育部、信息产业部有关司局的支持、指导和帮助下,电子工业出版社在全国范围内筹建成立“全国高职高专教育教材建设领导小组”,下设“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等专业的多个编委会。各专业编委会成员由电子信息战线辛勤耕耘、功绩卓著的专家、教授、高工和富有高职教学经验的一线优秀教师组成。

2002年10月,“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等四个专业的编委会精心组织全国范围内的优秀一线教师编写了《新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材》60余种。这批教材的主要特点是:

1. 在编写方法上打破了以往教材过于注重“系统性”的倾向,摒弃了一些一般内容和烦琐的数学推导,采用阶跃式、有选择的编写模式,强调实践和实践属性,精炼理论,突出实用技能,内容体系更加合理;
2. 注重现实社会发展和就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,充实训练模块的内容,强化应用,有针对性地培养学生较强的职业技能;
3. 教材内容的设置有利于扩展学生的思维空间和学生的自主学习;着力于培养和提高学生的综合素质,使学生具有较强的创新能力,促进学生的个性发展;
4. 教材内容充分反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有超前性、先进性。

首批教材共有60余种,将于2003年8月陆续出版。所有参加教材编写的高职院校都有一个共同的愿望:希望通过教材建设领导小组、编委会和全体作者的共同努力,使这批教材在编写指导思想、编写内容和编写方法上具有新意,突出高等职业教育的特点,满足高职学生学习和就业的需要。

高等职业教育改革与教材建设是一项长期的任务,不会一蹴而就,而是要经历一个发展过程。这批高职教材的问世,还有许多不尽人意之处。随着教育的不断深化,我国经济和科学技术的不断发展,高职教材的改革与开发将长期与之相伴而行。在教育部和信息产业部的指导和帮助下,我们将一如既往地依靠本行业的专家,与科研、教学第一线的教研人员紧密联系,加强合作,与时俱进,不断开拓,逐步完善各类专业课教材、专业基础课教材、实训指导书、电子教案、电子课件及配套教材,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

电子工业出版社高职高专教育教材事业部的全体成员殷切地希望全国高职高专院校的教师们能够踊跃投稿,提出选题建议,并对已出版的教材从多方面提出修改建议。除以上四个专业外,我们还设立了“计算机技术”、“电子商务”、“物流管理”、“会计类”、“金融类”、“环保类”等专业的编委会。我们衷心欢迎更多的志士仁人加入到各个编委会中来。

电子工业出版社的全体员工将竭诚为教育服务,为高等职业教育战线的广大师生服务。

全国高职高专教育教材建设领导小组
电子工业出版社

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院	广州大学科技贸易技术学院
江西信息应用职业技术学院	湖北孝感职业技术学院
江西蓝天职业技术学院	江西工业工程职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院	四川工程职业技术学院
保定职业技术学院	广东轻工职业技术学院
安徽职业技术学院	西安理工大学
杭州中策职业学校	辽宁大学高职学院
黄石高等专科学校	天津职业大学
天津职业技术师范学院	天津大学机械电子学院
福建工程学院	九江职业技术学院
湖北汽车工业学院	包头职业技术学院
广州铁路职业技术学院	北京轻工职业技术学院
台州职业技术学院	黄冈职业技术学院
重庆工业高等专科学校	郑州工业高等专科学校
济宁职业技术学院	泉州黎明职业大学
四川工商职业技术学院	浙江财经学院信息学院
吉林交通职业技术学院	南京理工大学高等职业技术学院
连云港职业技术学院	南京金陵科技学院
天津滨海职业技术学院	无锡职业技术学院
杭州职业技术学院	西安科技学院
重庆职业技术学院	西安电子科技大学
重庆工业职业技术学院	河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院

南京化工职业技术学院

湛江海洋大学海滨学院

江西工业职业技术学院

江西渝州科技职业学院

柳州职业技术学院

邢台职业技术学院

漯河职业技术学院

太原电力高等专科学校

苏州工商职业技术学院

金华职业技术学院

河南职业技术师范学院

新乡师范高等专科学校

绵阳职业技术学院

成都电子机械高等专科学校

河北师范大学职业技术学院

常州轻工职业技术学院

常州机电职业技术学院

无锡商业职业技术学院

河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院

浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校

深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院

湖南信息职业技术学院

江西交通职业技术学院

沈阳电力高等专科学校

温州职业技术学院

温州大学

广东肇庆学院

湖南铁道职业技术学院

宁波高等专科学校

南京工业职业技术学院

浙江水利水电专科学校

成都航空职业技术学院

吉林工业职业技术学院

上海新侨职业技术学院

天津渤海职业技术学院

驻马店师范专科学校

郑州华信职业技术学院

浙江交通职业技术学院

前 言

本书是根据高职高专“数字逻辑电路”课程的教学大纲和实训大纲编写的。“数字逻辑电路”是高职高专电气、电子、计算机、机电等专业重要的技术基础课之一。它系统地讲述了数字系统的新技术、新器件、新应用、新动向。它涉及“电路基本理论”，“低频电子线路”等多门必修课程，具有知识面广、实用性强的特点。在教学、复习、实训（实验）和实习中，师生们希望能有一本针对性较强的实训（实验）指导书和学习辅导书，本书是为满足这一要求而写的。

本书是《数字逻辑电路》课程的配套教材，上篇各章分为学习要点、典型例题、思考题和习题解答、补充练习等4个部分，反映了各章内容的重点和主要概念；下篇为实训（实验）指导，对典型例题力求做到一题多解，演示解题方法。为强化学生关于大、中规模集成芯片应用能力的培养，本书以集成芯片的应用设计为主线，给出了一定数量的原理电路和应用设计参考电路，尽量提高实训课的效率。实训（实验）内容可作为独立实践体系开课，也可与理论教学同步进行。后面标有“※”号的实训项目为选作内容，可根据实训学时的多少予以取舍。

本书由黄石理工学院（原黄石高等专科学校）梅开乡任主编，余宏生任副主编。上篇第1~4章和下篇第10.1~10.2节由余宏生编写，上篇第5~8章和下篇第10.8~10.15由梅开乡编写，其余部分由梅军进编写，张春玲、高芹参加部分章节的校对，全书由梅开乡统稿。

由于时间仓促，书中尚有许多待改进之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

2004年5月



Contents

上篇 学习辅导

第 1 章 数字逻辑基础	(1)
1.1 学习要点	(1)
1.1.1 数制表示法与数制转换	(1)
1.1.2 逻辑代数基础	(2)
1.1.3 逻辑函数的化简	(3)
1.2 典型例题	(4)
1.3 思考题和习题解答	(6)
补充练习	(11)
第 2 章 集成门电路	(13)
2.1 学习要点	(13)
2.1.1 TTL 数字集成电路	(13)
2.1.2 CMOS 数字集成电路	(14)
2.2 典型例题	(14)
2.3 思考题和习题解答	(18)
补充练习	(21)
第 3 章 组合逻辑电路	(22)
3.1 学习要点	(22)
3.1.1 常用组合逻辑电路	(22)
3.1.2 常用中规模集成组合逻辑电路	(23)
3.1.3 组合逻辑电路的分析和设计方法	(23)
3.2 典型例题	(24)
3.3 思考题和习题解答	(25)
补充练习	(32)
第 4 章 触发器电路	(34)
4.1 学习要点	(34)
4.1.1 触发器的功能描述	(34)
4.1.2 触发器的时间波形图	(35)
4.2 典型例题	(36)



4.3 思考题和习题解答	(38)
补充练习	(42)
第5章 时序逻辑电路	(43)
5.1 学习要点	(43)
5.1.1 时序逻辑电路的分析和设计方法	(43)
5.1.2 计数器	(45)
5.1.3 寄存器	(47)
5.2 典型例题	(47)
5.3 思考题和习题解答	(61)
补充练习	(67)
第6章 半导体存储器和可编程逻辑器件	(71)
6.1 学习要点	(71)
6.1.1 RAM 和 ROM 的结构、特点	(71)
6.1.2 可编程逻辑器件	(72)
6.2 典型例题	(74)
6.3 思考题和习题解答	(78)
补充练习	(82)
第7章 脉冲产生和整形电路	(83)
7.1 学习要点	(83)
7.1.1 脉冲单元电路	(83)
7.1.2 脉冲电路中的集成器件	(84)
7.2 典型例题	(86)
7.3 思考题和习题解答	(91)
补充练习	(92)
第8章 模数与数模转换	(94)
8.1 学习要点	(94)
8.1.1 数/模转换器 (DAC)	(94)
8.1.2 模/数转换器 (ADC)	(95)
8.2 典型例题	(97)
8.3 思考题和习题解答	(100)
补充练习	(102)

下篇 实验指导

第9章 数字逻辑电路实验常识	(105)
9.1 数字逻辑电路实验的一般要求	(105)
9.1.1 实验前的要求	(105)
9.1.2 实验中的要求	(105)
9.1.3 实验后的要求	(106)



9.2 常用数字集成芯片的识别与主要性能参数	(106)
9.2.1 集成电路的型号命名法	(106)
9.2.2 数字集成电路的分类	(107)
9.2.3 CMOS 数字集成电路标准系列——4000 系列	(108)
9.2.4 CMOS 数字集成电路扩展系列——4500 系列	(109)
9.2.5 CMOS 数字集成电路高速系列——74HC (AC) 00 系列	(109)
9.2.6 TTL 数字集成芯片	(110)
9.3 常用实验测量仪器	(111)
9.3.1 示波器及其应用	(111)
9.3.2 逻辑试笔和脉冲信号笔	(116)
9.3.3 数字频率计	(118)
9.3.4 数字万用表	(120)
9.3.5 数字电路测量仪器的选择	(121)
第 10 章 数字逻辑电路实验 (实训) 项目	(123)
10.1 TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	(123)
10.2 CMOS 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试 ※	(128)
10.3 集成逻辑电路的连接与驱动 ※	(130)
10.4 组合逻辑电路的设计与测试	(133)
10.5 译码器及其应用 ※	(135)
10.6 数据选择器及其应用	(140)
10.7 触发器及其应用	(145)
10.8 计数器及其应用	(151)
10.9 移位寄存器及其应用 ※	(156)
10.10 单稳态触发器与施密特触发器 ※	(161)
10.11 555 时基电路及其应用	(166)
10.12 D/A, A/D 转换器及其应用	(171)
10.13 智力竞赛抢答装置 ※	(176)
10.14 电子秒表	(178)
10.15 三位半直流数字电压表 ※	(182)
附录 A CC7107 A/D 转换器组成的三位半直流数字电压表	(187)
附录 B 实验 (实训) 项目中相关的集成芯片的引脚排列图	(190)
参考文献	(195)

上篇 学习辅导

第 1 章 数字逻辑基础

1.1 学习要点

1.1.1 数制表示法与数制转换

1. 十进制数

基数为 10，数码符号为 0~9 共 10 个符号，做加法时逢 10 进 1，做减法时借 1 当 10，常用数码并列表示法表示十进制数，也可以使用按权展开式表示法，一般地，对于任意 n 位整数和 m 位小数的十进制数可以表示为

$$(N)_{10} = b_{n-1} \cdots b_0 b_{-1} \cdots b_{-m}$$

$$\text{或 } (N)_{10} = b_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + b_0 \times 10^0 + b_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + b_{-m} \times 10^{-m}$$

$$= \sum_{i=-m}^{n-1} b_i \times 10^i$$

2. 二进制数

基数为 2，数码符号仅为 0 和 1 两个符号，做加法时逢 2 进 1，做减法时借 1 当 2。仿照十进制数，对于 n 位整数和 m 位小数的二进制数的两种表示法如下。

(1) 数码并列表示法。如

$$(N)_2 = b_{n-1} \cdots b_0 b_{-1} \cdots b_{-m}$$

(2) 按权展开式表示法。如

$$(N)_2 = b_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + b_0 \times 2^0 + b_{-1} \times 2^{-1} + \cdots + b_{-m} \times 2^{-m} = \sum_{i=-m}^{n-1} b_i \times 2^i$$

二进制数按权展开后，可以按照展开式计算其对应的十进制数的值。当数值较大时，用二进制数表示，位数很多，书写冗长，故常将二进制数转换成八进制数或十六进制数表示。

3. 八进制数

基数为 8，数码符号为 0~7 等 8 个符号，如一个八进制数 245.42 可表示为

$$(245.42)_8 = 2 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2}$$

4. 十六进制数

基数为 16，数码符号为 0~9, A, B, C, D, E, F 等 16 个符号，例如



$$(245.42)_{16} = 2 \times 16^2 + 4 \times 16^1 + 5 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} + 2 \times 16^{-2}$$

5. 数制转换

日常使用的比较直观的数值是十进制数，而数字电路处理的都是二进制数，编程使用的又常常是十六进制数，这就需要掌握数制转换的方法。

(1) 二进制数、八进制数、十六进制数转换为十进制数。这种转换可通过按权展开式完成。

(2) 二进制数转换为八、十六进制数。如果将一个二进制整数转换成八（十六）进制数，则从右到左将每 3 位（4 位）数码分为一组，最左边不足 3 位（4 位）的用 0 补齐，每组二进制码对应的数值就是转换的结果。

如果将一个二进制小数转换成八（十六）进制数，则从左至右将每 3 位（4 位）数码分成一组，最右边不足 3 位（4 位）的用 0 补齐，每组二进制数码所对应的数值就是转换的结果。

如果将一个既有整数部分又有小数部分的二进制数转换成八进制数（十六进制数），从小数点开始分别从左到右和从右到左将每 3 位（4 位）数码分成一组，不足 3 位（4 位）的用 0 补齐，每组二进制数所对应的数值就是转换的结果。

(3) 八、十六进制数转换为二进制数。八、十六进制数转换为二进制数只需要将每位八进制数码或十六进制数码转化成 3 位或 4 位对应的二进制数码，然后去掉二进制数最高有效位前面无效的 0；如果是小数或带有小数的二进制数，小数点右边最低有效位右面的 0 也必须去掉。

(4) 十进制数转换成二进制数。

① 十进制整数直接转换成二进制数有两种方法，即除 2 取余法和权比较法。

② 十进制小数直接转换成二进制数，一般采用乘 2 取整法。

如果一个十进制数既有整数部分，又有小数部分，在转换为二进制数时，分别对两个部分进行转换，两部分的结果结合起来即可。

当十进制数整数比较大或小数比较小时，采用上述方法费时费力，一般先将十进制数转换成相应的十六进制数，然后将十六进制数再转换成相应的二进制数。

(5) 十进制数转换成十六进制数。与十进制数转换成二进制数类似，十进制整数转换为十六进制整数采用除 16 取余法；十进制小数转换为十六进制数采用乘 16 取整法。

十进制数转换成八进制数一般先将十进制数转换成二进制数，然后再将二进制数转换为八进制数；八进制数和十六进制数的相互转换，一般通过二进制数过渡。

1.1.2 逻辑代数基础

1. 逻辑函数的概念及基本定理

要求理解逻辑代数的基本概念，了解逻辑函数的基本运算规律，熟悉逻辑运算的公理以及与、或、非混合逻辑运算的优先顺序；熟练运用逻辑代数的基本定理，掌握交换律、结合律、分配律和摩根定律。



2. 逻辑代数的规则

逻辑代数有如下规则。

(1) 代入规则。代入规则是指任何一个含有变量 A 的等式，如果将所有出现 A 的地方都用函数 G 替换，则等式仍然成立。利用该规则可将仅含两个变量的一些公式扩展为多个变量的公式。

(2) 对偶规则。对偶规则是将逻辑函数式中的“ $\cdot$ ”换成“ $+$ ”，“ $+$ ”换成“ $\cdot$ ”，1 换成 0，0 换成 1，注意保留所有非号及原函数中的运算顺序，即可得到原函数式的对偶式。对偶规则在理论上有重要的意义，已知一组公式，可推知另一组公式，在解题中要会求一个函数 F 的对偶式 F' 。

(3) 反演规则。反演规则是将逻辑函数式中的“ $\cdot$ ”换成“ $+$ ”，“ $+$ ”换成“ $\cdot$ ”，1 换成 0，0 换成 1，原变量换成反变量，反变量换成原变量，并注意两个以上变量共用的长非号保持不变和原函数式中的运算顺序保持不变，即得到原函数式的反演式。利用反演规则可以很快求出函数 F 的反函数 F 。

3. 常用复合逻辑

与非： $F = \overline{ABC}$ 或非： $F = \overline{A+B+C}$ 与或非： $F = \overline{AB+CD}$

异或： $F = A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B}$ 同或： $F = A \odot B = \overline{A}\overline{B} + AB$

异或逻辑有以下重要性质：

- (1) $A \oplus 1 = \overline{A}$ 。
- (2) $A \oplus 0 = A$ 。
- (3) 奇数个 1 异或得 1，偶数个 1 异或得 0。
- (4) 交换律：若 $C = A \oplus B$ ，则 $A = C \oplus B$ 或 $B = A \oplus C$ 。
- (5) 分配律： $A(B \oplus C) = AB \oplus AC$ 。

1.1.3 逻辑函数的化简

逻辑函数化简的方法有代数法化简和卡诺图法化简。

1. 代数法化简

在化简函数时常用的定律除了摩根定律以外，还有以下 3 个重要定律。

- (1) 合并律： $AB + A\overline{B} = A$ 。
- (2) 吸收律： $A + AB = A$ ； $A + \overline{A}B = A + B$ 。
- (3) 包含律： $AB + \overline{A}C + BC = AB + \overline{A}C$ 。

包含律经常反过来使用，在式中添加一项，然后利用这个添加项去吸收包含它的更复杂的与项，达到化简效果，故把这个方法称做“添加—吸收”法。

2. 卡诺图法化简

利用卡诺图法化简逻辑函数比较直观，可以很方便地得到逻辑函数的最简表达式，还能利用随意项进一步化简。



(1) 用卡诺图法表示函数。

①从真值表到卡诺图法。若已知某函数的真值表,则在那些使 $F=1$ 的输入组合所对应的小方格中填 1,其余的填 0 (也可不填)。

②从标准式到卡诺图法。若已知某函数的标准式,则对于式中出现了的最小项,在所对应的小方格中填 1。

(2) 用卡诺图法化简得最简与或式的步骤。

①对卡诺图法上相邻的“1”方格画卡诺圈,并注意以下几点:

- 卡诺圈范围尽可能大,只要符合合并规律,可将 2, 4, 8, … 个“1”的方格圈在一起,一个“1”方格允许重复圈多次。
- 卡诺圈数目尽可能少,只需画必要的圈,即卡诺图法内有“1”方格必须被圈一次,但尽量减少重复圈的次数。

②写出各卡诺圈所对应与项的名称(变量发生变化的自动消失,变量无变化的保留,若为 0 则写反变量,若为 1 则写原变量)。

③化简的结果即为最简与或式。

1.2 典型例题

【例 1.1】将 $(11110101.011)_2$ 转换成十进制数。

$$\begin{aligned}\text{解} \quad (11110101.011)_2 &= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 \\ &\quad + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= (245.375)_{10}\end{aligned}$$

【例 1.2】将 $(245.42)_8$ 转换为十进制数。

$$\text{解} \quad (245.42)_8 = 2 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2} = (165.53125)_{10}$$

【例 1.3】将 $(245.42)_{16}$ 转换为十进制数。

$$\text{解} \quad (245.42)_{16} = 2 \times 16^2 + 4 \times 16^1 + 5 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} + 2 \times 16^{-2} = (581.2578125)_{10}$$

【例 1.4】求 $(1110111.1101111)_2 = (?)_8$; $(1110111.1101111)_2 = (?)_{16}$

$$\text{解} \quad \begin{array}{cccccc} \underline{001} & \underline{110} & \underline{111} & \underline{110} & \underline{111} & \underline{100} \\ 1 & 6 & 7 & 6 & 7 & 4 \end{array}$$

$$\text{故} \quad (1110111.1101111)_2 = (167.674)_8$$

$$\begin{array}{cccc} \underline{0111} & \underline{0111} & \underline{1101} & \underline{1110} \\ 7 & 7 & D & E \end{array}$$

$$\text{故} \quad (1110111.1101111)_2 = (77.DE)_{16}$$

【例 1.5】求 $(374.2)_8 = (?)_2$ $(374.2)_{16} = (?)_2$

$$\text{解} \quad \begin{array}{cccc} 3 & 7 & 4 & 2 \\ \underline{011} & \underline{111} & \underline{100} & \underline{010} \end{array}$$

$$\text{故} \quad (374.2)_8 = (11111100.01)_2$$

$$\begin{array}{cccc} 3 & 7 & 4 & 2 \\ \underline{0011} & \underline{0111} & \underline{0100} & \underline{0010} \end{array}$$

$$\text{故} \quad (374.2)_{16} = (1101110100.901)_2$$



【例 1.6】求 $(51)_{10} = (?)_2$

解	$2 \overline{) 51}$	余数	
	$2 \overline{) 25}$	1	b_0 低位
	$2 \overline{) 12}$	1	b_1
	$2 \overline{) 6}$	0	b_2
	$2 \overline{) 3}$	0	b_3
	$2 \overline{) 1}$	1	b_4
	0	1	b_5 高位

所以 $(51)_{10} = (b_5 b_4 b_3 b_2 b_1 b_0)_2 = (110011)_2$

【例 1.7】求 $(0.785)_{10} = (?)_2$, 要求精确到小数点后第 5 位。

解	$0.785 \times 2 = 1.57$	$b_{-1} = 1$
	$0.57 \times 2 = 1.14$	$b_{-2} = 1$
	$0.14 \times 2 = 0.28$	$b_{-3} = 0$
	$0.28 \times 2 = 0.56$	$b_{-4} = 0$
	$0.56 \times 2 = 1.12$	$b_{-5} = 1$

所以 $(0.785)_{10} = (0.11001)_2$

【例 1.8】用代数法求 $F = AB + \overline{A}C + \overline{B}C + A\overline{B}C\overline{D}$ 的最简与或式。

解
$$F = AB + \overline{A}C + \overline{B}C + A\overline{B}C\overline{D} = AB + \overline{A}C + \overline{B}C$$

$$= AB + (\overline{A} + \overline{B})C = AB + \overline{A}BC = AB + C$$

【例 1.9】求 $F = AC + \overline{A}BC + \overline{B}C + AB\overline{C}$ 的最简与或式。

解 这种类型的题目, 一般首先是对非号下的表达式化简, 然后对整个表达式化简。

$$F' = AC + \overline{A}BC + \overline{B}C = AC + BC + \overline{B}C = AC + C = C$$

故

$$F = F' + AB\overline{C} = \overline{C} + AB\overline{C} = \overline{C}$$

【例 1.10】用卡诺图法求 $F_1(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 4, 7, 8, 10, 12, 13)$ 的最简与或式。

解 F_1 的卡诺图法及卡诺圈画法如图 1.1 所示, 所得最简与或式为

$$F_1 = \overline{B}\overline{D} + \overline{C}\overline{D} + AB\overline{C} + \overline{A}BCD$$

注意: 卡诺图法左上角的变量分布根据不同的习惯有不同的写法, 如另一种写法为 CD/AB , 对于这种写法, 卡诺图中填 1 的方格也要相应改变为如图 1.2 所示。

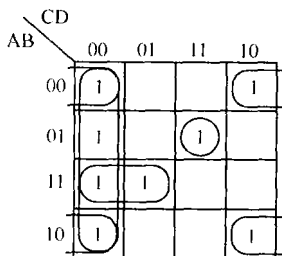


图 1.1 F_1 的卡诺图法

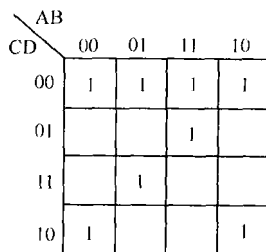


图 1.2 F_1 的另一种卡诺图法



初学者常常犯这样的错误,即在画卡诺图法时,变量的分布按图 1.2 中的式样填写成 CD/AB,而在方格中填“1”时,却按图 1.1 的样式填写,因而导致错误的结果。

按照习惯,在画卡诺图法时,从左上角到右上角,变量 A, B, C, D 排列的顺序与函数 $F(A, B, C, D)$ 括号中的排列一致,或与真值表上的变量排列一致。

【例 1.11】 求 $F_2(A, B, C, D) = \sum m(0, 1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15)$ 的最简与或式。

解 F_2 的卡诺图法及卡诺圈画法如图 1.3 所示, 所得 F_2 最简与或式为

$$F_2 = \overline{A}\overline{C} + \overline{C}D + BC + AC$$

注意: 对同一个函数的卡诺图, 有时存在不同的卡诺圈画法, 因而所得的最简与或式的表达式不是惟一的, 但不同表达式中与项的数目应该是相同的。例如, 此题的另一种卡诺圈画法如图 1.4 所示。

根据 F_2 卡诺图法后一种卡诺圈的画法, 所得 F_2 最简与或式为

$$F_2 = \overline{A}\overline{C} + \overline{A}B + AD + AC$$

从上述的 F_2 两种最简与或式中可知, 它们的与项数目相同, 化简程度一样, 都是正确的答案。

【例 1.12】 求 $F_3(A, B, C, D) = \sum m(1, 3, 4, 7, 13, 14) + \sum d(2, 5, 12, 15)$ 的最简与或式。

解 这是利用无关最小项化简逻辑函数的例题, F_3 的卡诺图法及卡诺圈画法如图 1.5 所示。所得最简与或式为

$$F_3 = AB + \overline{B}\overline{C} + \overline{A}D$$

注意: 最小项 m_2 所对应方格中的 d 既可看成 1, 也可看成 0, 由于它对扩大圈 1 无帮助, 故可把它视做 0 而不圈它, 如果圈它, 就达不到化简的效果。

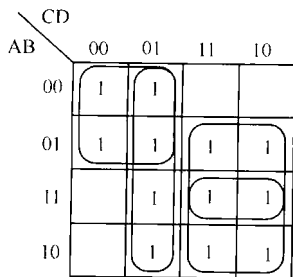


图 1.3 F_2 的卡诺图法

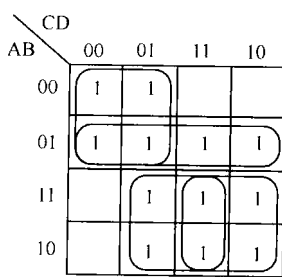


图 1.4 F_2 卡诺图法后一种卡诺圈的画法

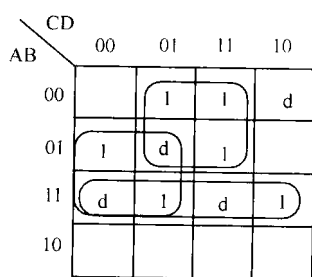


图 1.5 F_3 的卡诺图法

1.3 思考题和习题解答

【题 1.1】 解

$$(2075)_{10} = (81B)_{16} = (100000011011)_2 = (4033)_8$$

$$(20.75)_{10} = (14.C)_{16} = (10100.11)_2 = (24.6)_8$$

【题 1.2】 解

$$(101.1)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = (5.5)_{10}$$

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

$$(101.1)_{16} = 1 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 1 \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} = (257.0625)_{16}$$



【题 1.3】解

$$(110111.0101)_2 = (67.24)_8 = (37.5)_{16} = (55.3125)_{10}$$

$$(1001101.101)_2 = (115.5)_8 = (4D.A)_{16} = (77.625)_{10}$$

【题 1.4】解

$$(3692)_{10} = (E60C)_{16} = (1110011000001100)_2$$

$$= (0011, 0110, 1001, 0010)_{8421BCD}$$

【题 1.5】解

$$(100100101001)_2 = (929)_{16} = 9 \times 16^2 + 2 \times 16^1 + 9 \times 16^0 = (2345)_{10}$$

$$(100100101001)_{8421BCD} = (929)_{10}$$

【题 1.6】证明

(1) 真值表如表 1.1 所示。

表 1.1 【题 1.6】(1) 真值表

A	B	$A\bar{B}$	$\bar{A}B$	$\bar{A} + \bar{B}$	$A + B$	$AB + \bar{A}\bar{B}$	$(\bar{A} + \bar{B})(A + B)$
0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1	0	0

从表中可以看出 $AB + \bar{A}\bar{B} = (\bar{A} + \bar{B})(A + B)$ 。

(2) 真值表如表 1.2 所示。

表 1.2 【题 1.6】(2) 真值表

A	B	C	$B + C$	$\bar{A}(B + C)$	$\bar{A}(\overline{B + C})$	$A + \bar{A}(\overline{B + C})$	$\overline{B + C}$	$A + \overline{B + C}$
0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	0	1	1	0	1

从表中可以看出 $A + \overline{\bar{A}(B + C)} = A + \overline{B + C}$

【题 1.7】解

(1) 与或表达式中任一项取 1 时, 函数值 Y 将会取 1, 所以 ABC 分别为 $11 \times, \times 11, 1 \times 1$ 即 110, 111, 011, 111, 101, 111, 合并相同项后, 即 110, 011, 101, 111 时, 函数值 Y 取 1。

(2) 与或表达式中任一项取 1 时, 函数值 Y 将会取 1, 所以 ABC 分别为 111, 100, 001, 010 时, 函数值 Y 取 1。

(3) 利用反演规则, 求其反函数, 即