

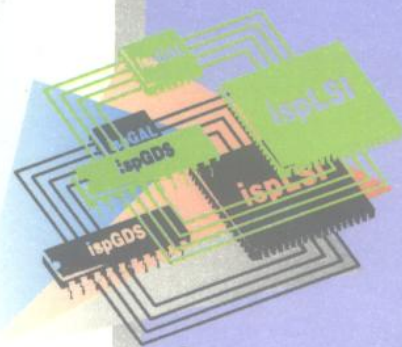
数字电子技术

常见题型解析及模拟题

王公望 主编

通向研究生之路
系列丛书

- 考研者
愿望成真的阶梯
- 大学生
知识汲取的源泉
- 自学者
闯关过隘的桥梁



理论提要·例题解析·模拟题

西北工业大学出版社

通向研究生之路系列丛书

数字电子技术

常见题型解析及模拟题

主编 王公望

编者 岳 怡 谢松云

西北工业大学出版社

1998年4月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书是根据国家教委制定的高等工业学校电子技术基础课程与脉冲数字电路课程的教学基本要求及硕士研究生入学考试的基本要求编写的辅导教材。

全书分为两部分。正文部分主要内容是:逻辑代数基础、门电路、触发器、组合逻辑电路、时序逻辑电路、大规模集成电路、数—模与模—数转换。各章均按重点与难点、例题精选及习题的格式编写。附录部分收录了国内几所重点高等院校近两年硕士研究生入学试题共 6 套,并提供了两套模拟试题,以供读者参考。另附有各章习题的参考答案,便于自学。

本书可供有志攻读硕士研究生的考生作为复习参考书,也可作为大学本科学子学习数字电路课程的辅助教材。

通向研究生之路系列丛书

数字电子技术

常见题型解析及模拟题

主 编 王公望

责任编辑 傅高明

责任校对 钱伟峰

*

©1998 西北工业大学出版社出版发行

(邮编:710072 西安市友谊西路 127 号 电话:8493844)

全国各地新华书店经销

陕西省富平县印刷厂印装

ISBN 7-5612-1011-6/TN·60

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:14.875 字数:357 千字

1998 年 4 月第 1 版

1998 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—6 000 册

定价:19.00 元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

前 言

本书是西北工业大学出版社根据国家教委颁布的高等工业学校基础课及技术基础课程教学基本要求和硕士研究生入学考试的基本要求组织编写的《通向研究生之路系列丛书》之一。目的在于为有志攻读硕士研究生的考生,提供一套全面的复习参考书,同时也为大学本科生在学习有关技术基础课程时提供一套实用的辅助教材。

全书共分七章:逻辑代数基础、门电路、触发器、组合逻辑电路、时序逻辑电路、大规模集成电路、数-模与模-数转换。当今数字电路的核心正在由中小规模电路转向以设计专用集成电路为代表的数字系统设计。考虑到现今教学的实际,本书是按照从工程技术出发,以建立功能电路为主体,辅以模块化设计方法的原则进行编写的。重点在于介绍利用中大规模集成电路相互配合使用,构成任意功能的组合和时序逻辑电路的方法。每章由重点与难点、例题精选和习题三部分组成。重点与难点主要阐述各章的基本内容和要求,为读者提供一条主线。例题精选通过典型例题,按照题意分析—电路分析与综合—讨论的格式描述出一个完整的解题思路,帮助读者提高对数字电路的解题能力,并启迪读者作深一层次的思考。为使读者能检验对各章内容理解、应用的能力,每章均选编有习题,并在附录中给出了部分习题的参考答案。

本书附录中收录了国内几所重点高等院校近两年硕士研究生入学考试试题共6套,并提供了两套模拟试题。由于各院校考硕科目不同,在收录的考题中只选录了《数字电路》部分,以供读者参考。

本书由王公望教授、岳怡副教授和博士研究生谢松云三人合作编写。王公望教授任主编,负责全书的组稿与定稿。在编写过程中得到西北工业大学604教研室全体同志的帮助和支持,并由邵世兰、王南京、齐洁等同志为本书抄稿、画图。在此谨致以诚挚的谢意。对本书选用的参考文献的著作者,我们真诚地致以感谢。

编者

1997年7月

通向研究生之路系列丛书编委会

- 顾问** 戴冠中（西北工业大学校长，博士生导师，教授）
- 主任委员** 徐德民（西北工业大学副校长，博士生导师，教授）
- 副主任委员** 孙 朝（陕西省学位委员会办公室主任）
- 王润孝（西北工业大学教务处副处长，教授）
- 冯博琴（西安交通大学教务处副处长，教授）
- 韦全生（西安电子科技大学教务处副处长，副教授）
- 郑永安（西北工业大学出版社副总编，副编审）
- 委员** 史忠科 张畴先 王公望 葛文杰
- 刘 达 支希哲 范世贵
- 策 划** 王 璐 张近乐

序

● 邱关源

面向 21 世纪, 社会对德才兼备的高素质科技人才的需求更加迫切。通过行之有效的途径和方法培养符合时代要求的优秀人才, 是摆在全社会尤其是高等学校、科研院(所)面前一项艰巨而现实的问题。

为了强化素质教育, 使大学生学有所长, 增强才智, 高等教育部门各有关单位对高等学校公共基础课、技术基础课到专业课的整个教学过程做了大量细致的工作。与之相配合, 不少出版社也相继出版了指导学生理解、领会教学内容, 增强分析、解决问题能力的辅导读物, 其中多数是关于外语、数学、政治等公共基础课的, 极大地满足了大学生基础课学习阶段相应的要求。但当学习技术基础课时, 学生们同样需要合适的参考书来帮助他们掌握课程重点和难点, 提高课程学习水平, 以及指导解题的思路和技巧, 乃至适应研究生入学考试的需求。不过, 这类读物目前比较少见。基于此, 西北工业大学出版社的同志们深入作者、读者之中, 进行调查研究, 在广泛听取意见的基础上, 组织数十位在重点大学执教多年, 具有较高学术造诣的一线教

* 邱关源——西安交通大学教授, 博士生导师。曾任第一、二届中国电工技术学会理论电工专业委员会副主任委员, 高等教育委员会工科电工课程教学指导委员会委员。

师,经历两年,精心编撰了这套旨在有效指导大学生学习技术基础课,为课程学习、应试考研及以后工作提供帮助的参考书。

该丛书首批推出9种,所有书稿几经修改,并经同行专家审定。内容选材符合课程基本要求,并且重在对基本概念的启发、理解和提高读者分析问题的能力。我热情地向大家推荐这套丛书,希望它能对广大读者的学习有所帮助,更期望它能在强化素质教育、推动教学改革方面起到积极作用。

邱关源

1997年10月

出版 说明

近年来,随着经济建设的快速发展和科教兴国战略的实施,社会对高素质专业人才的需求更加迫切。崇尚知识,攻读学位,不仅是一种知识价值的体现,更是社会进步的标志。“考研热”已成为当今中国社会的一道引人注目的风景线,成为莘莘学子乃至社会关注的焦点和热点。

研究生入学考试是通向研究生之路的基石,考试成绩的高低是能否跨入研究生之门的主要依据。为了配合考生进行有效的复习,不少出版社围绕国家教委颁布的考试大纲,相继推出了众多的考研复习辅导书,其中尤以公共基础课(外语、数学、政治)的应考书最多。

事实上,研究生入学考试不仅包括外语、数学等公共基础课,技术基础课(专业基础课)和专业课也是必考科目。片面强调公共基础课,导致技术基础课及专业课考试失分,是众多报考者最终未能如愿的主要原因,此中技术基础课对考生影响尤甚。作为制约人才培养和成长的课程因素,加强技术基础课的学习,拓宽基础知识,已成为广大学生及教师共同的心声。

为了推动教学改革,弥补技术基础课学时短、内容多,学生难以在课堂内准确理解、全面接受教学内容之不足;更为了满足当今社会对基础扎实、专业面宽、动手能力强的人才的需求,促进大学生学有所长,早日成才,西北工业大学出版社策划和组织编写了通向研究生之路系列丛书。本丛书首批推出9种,所对应的9门课程是:自动控制原理、机械原理、材料力学、理论力学、模拟电子技术、数字电子技术、电工技术、电子技术、微型计算机原理。其余课程的指导书将陆续推出,届时将基本涵盖全国工科院校所开设的技术基础课和拟选定的考研要求科目。

本丛书具有如下特点:

1. 选题新颖,独树一帜

技术基础课历来不像外语、数学、政治等公共基础课一样受到出版者的重视,因而这方面的指导书凤毛麟角,学生很难找到一套系统的、全面的、富有针对性的参考书。该丛书站在新的视角,有计划地推出整套工科技术基础课学习用书,令人耳目一新,为之一振。

2. 紧扣大纲，严把尺度

该丛书紧紧围绕国家教委制定的教学大纲及研究生入学考试大纲，按照提高基础知识与解题技巧的主线，展开论述。丛书既巩固和加深学生对技术基础课重点、难点的理解，又重在为备考研究生提供有力的指导，即既要保证课程学习时开卷有益，又要对复习应考行之有效。

3. 重视能力，提高技巧

该丛书时刻牢记不管是学习还是考试其最终目的都是为了提高学生分析问题、解决问题的能力这一主旨，重在通过阐明基本要点及设定典型例题解析来引导学生识题、解题。丛书中所选例题均是历届课程结业考试及考研中出现过的试题，经精选、精编后，既避免了让学生陷入“茫茫题海”的窘境，又使学生在有限的时间内掌握大纲所规定的基本内容，提高自己的解题潜能，从而在课程考试及研究生考试中立于不败之地。

4. 选材得当，重点突出

参加本套丛书编写的均为从事教学工作多年的资深教师，他们既能把握住课程要求的脉搏，又最了解学生的学习的状况和需求心态，因而在丛书内容的取舍，材料的选编及文字表达方面能更胜一筹。正因为如此，该丛书内容得当，材料全而不滥，精而易懂，注释简明，解析扼要，使学生乐于阅读，易于接受。

本丛书的出版得到了多方面的支持和关心，陕西省学位委员会办公室、西安交通大学、西安电子科技大学、西北工业大学等单位的有关人士为本丛书的出版出谋划策，提出了许多建设性的意见。西安交通大学邱关源教授献身教育事业 50 余年，德高望重，学识渊博，他在百忙中为本丛书写了序，充分肯定了本丛书的价值。在此，我们一并表示衷心的感谢。

“通向研究生之路系列丛书”的出版不论是对大学生的课程学习还是对有关考研人员以及广大自学者来说无疑都是一个福音，我们衷心希望本丛书能帮助广大读者闯关过隘，获得课程考试或研究生入学考试的好成绩，我们也祝愿天下莘莘学子早日如愿以偿，大展鸿图！

丛书编委会

1997 年 9 月

目 录

1 逻辑代数基础	1
1.1 重点与难点	1
1.1.1 逻辑代数与基本逻辑函数	1
1.1.2 逻辑代数的基本公式与定理	3
1.1.3 逻辑函数式及其化简	3
1.2 例题精选	6
1.3 习题	17
2 门电路	19
2.1 重点与难点	19
2.1.1 三极管开关及其开关工作条件	19
2.1.2 集成逻辑门电路	19
2.2 例题精选	25
2.3 习题	44
3 触发器	49
3.1 重点与难点	49
3.1.1 触发器的组成及动作特点	49
3.1.2 触发器的控制信号	49
3.1.3 触发器的动态特性	53
3.2 例题精选	54
3.3 习题	69
4 组合逻辑电路	75
4.1 重点与难点	75
4.1.1 常用的组合逻辑电路	75
4.1.2 组合逻辑电路的分析与设计方法	81
4.1.3 组合逻辑电路中的竞争——冒险现象	81
4.2 例题精选	82
4.3 习题	103

5 时序逻辑电路	107
5.1 重点与难点	107
5.1.1 基本概念	107
5.1.2 时序逻辑电路的分析与设计方法	108
5.1.3 常用的时序逻辑电路	108
5.2 例题精选	114
5.2.1 时序逻辑电路的分析	114
5.2.2 时序逻辑电路的设计	119
5.2.3 中规模集成器件的应用	125
5.3 习题	139
6 大规模集成电路	144
6.1 重点与难点	144
6.1.1 只读存储器(ROM)	144
6.1.2 可编程逻辑阵列(PLA)	147
6.1.3 随机存取存储器(RAM)	147
6.2 例题精选	150
6.3 习题	165
7 数—模、模—数转换技术	169
7.1 重点与难点	169
7.1.1 数—模转换技术	169
7.1.2 模—数转换技术	171
7.2 例题精选	174
7.3 习题	192
附录	196
1. 清华大学 1996 年研究生入学考试试题	196
2. 东南大学 1996 年研究生入学考试试题	198
3. 西安电子科技大学 1996 年研究生入学考试试题	203
4. 北京航空航天大学 1996 年研究生入学考试试题	206
5. 西北工业大学 1996 年研究生入学考试试题	207
6. 西北工业大学 1997 年研究生入学考试试题	210
7. 硕士研究生入学考试模拟试题 1	212
8. 硕士研究生入学考试模拟试题 2	214
各章部分习题参考答案	217
主要参考文献	227

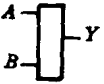
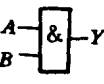
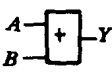
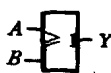
逻辑代数基础

1.1 重点与难点

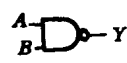
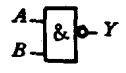
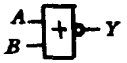
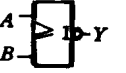
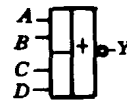
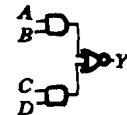
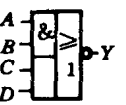
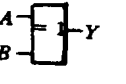
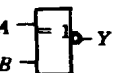
1.1.1 逻辑代数与基本逻辑函数

逻辑代数即是应用于二值逻辑电路中的布尔代数。其特点：一是它的所有变量与函数值仅有两个特征值 0 和 1，具有排中性，它们所表示的是一对互为相反的差异，它的公式、规则、定理与定义均需用二值逻辑的因果关系来理解；二是逻辑代数只有三种基本运算，即与、或、非，对应的即是逻辑与、逻辑或及逻辑非。利用这三种基本运算，则可得出处理实际逻辑问题的各种复合逻辑，如与非、或非、与或非、异或、同或等。实现这些逻辑运算的电路统称为门电路，其逻辑符号、逻辑函数式、输入输出真值表及基本运算规则如表 1.1 所示。

表 1.1 几种常用的逻辑运算

逻辑运算	逻辑函数式	逻辑符号			真 值 表		基本运算规则
		常用符号		GB472B 12-85 符号			
与 $Y = A \cdot B$					A B	$Y = A \cdot B$	$A \cdot A = A$ $A \cdot \bar{A} = 0$ $A \cdot 1 = A$ $A \cdot 0 = 0$
					0 0	0	
					0 1	0	
					1 0	0	
					1 1	1	
或 $Y = A + B$					A B	$Y = A + B$	$A + A = A$ $A + \bar{A} = 1$ $A + 1 = 1$ $A + 0 = A$
					0 0	0	
					0 1	1	
					1 0	1	
					1 1	1	
非 $Y = \bar{A}$					A	$Y = \bar{A}$	$\bar{\bar{A}} = A$
					0	1	
					1	0	

续 表

逻辑运算	逻辑函数式	逻辑符号			真 值 表		基本运算规则							
		常用 符 号		GB472B 12-85 符号										
与 非	$Y = \overline{AB}$				A	B	$Y = \overline{AB}$	$\overline{A \cdot 1} = \overline{A}$ $\overline{A \cdot 0} = 1$ $\overline{A \cdot A} = \overline{A}$ $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$ $\overline{A \cdot B} = A + B$ $\overline{\overline{AB}} = AB$						
					0	0	1		0	1	1	0		
或 非	$Y = \overline{A + B}$				A	B	$Y = \overline{A + B}$	$\overline{A + 0} = \overline{A}$ $\overline{A + 1} = 0$ $\overline{A + A} = \overline{A}$ $\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$ $\overline{A + B} = AB$ $\overline{\overline{A + B}} = A + B$						
					0	0	1		0	1	0	0		
与 或 非	$Y = \overline{AB + CD}$				A	B	C	D	Y	A	B	C	D	Y
					0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
异 或	$Y = A \oplus B = \overline{AB} + \overline{A}B$				A	B	$Y = A \oplus B$		$A \oplus A = 0$ $A \oplus \overline{A} = 1$ $A \oplus 0 = A$ $A \oplus 1 = \overline{A}$ $A \oplus \overline{B} = \overline{A \oplus B}$ $A \oplus B \oplus C = A \oplus B \oplus C$ $A(B \oplus C) = AB \oplus AC$					
					0	0	0	0		1	1	0		
同 或	$Y = A \odot B = AB + \overline{A}\overline{B}$				A	B	$Y = A \odot B$		$A \odot B = AB + \overline{A}\overline{B}$					
					0	0	1	0		1	0	1		

1.1.2 逻辑代数的基本公式与定理

逻辑代数的基本公式又称为布尔恒等式,分列于表 1.2 中。这些公式反映了二值逻辑的基本思想,是逻辑运算的重要工具,也是学习数字电子电路的必备基础。

表 1.2 逻辑代数定律

序 号	名 称	基 本 公 式	对 偶 式
1	交换律	$A + B = B + A$	$AB = BA$
2	结合律	$A + (B + C) = (A + B) + C$	$A(BC) = (AB)C$
3	分配律	$A + BC = (A + B)(A + C)$	$A(B + C) = AB + AC$
4	0-1 律	$1 \cdot A = A$ $0 \cdot A = 0$	$0 + A = A$ $1 + A = 1$
5	互补律	$A + \bar{A} = 1$	$A \cdot \bar{A} = 0$
6	重叠律	$A + A = A$	$A \cdot A = A$
7	对合律	$\bar{\bar{A}} = A$	
8	吸收律	$A + AB = A$ $A + \bar{A}B = A + B$	$A(A + B) = A$ $A(\bar{A} + B) = AB$
9	德·摩根定理	$\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$	$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$
10	包含律	$AB + \bar{A}C + BC = AB + \bar{A}C$	$(A + B)(\bar{A} + C)(B + C) = (A + B)(\bar{A} + C)$

逻辑代数的基本定理:

(1) 代入定理 任何一个含有变量 A 的等式,如果将所有出现 A 的位置都代之以一个逻辑函数式,则等式仍成立。

(2) 对偶定理 对于任何一个逻辑函数式 Y ,若将其中的“ $\cdot$ ”换成“ $+$ ”,“ $+$ ”换成“ $\cdot$ ”,1 换成 0,0 换成 1,则得出一个新的函数式 Y' ,把 Y' 称为原函数式 Y 的对偶函数式。

原函数式 Y 与对偶函数式 Y' 互为对偶函数;两个相等函数式的对偶函数式必相等。

(3) 反演定理 对于任何一个逻辑函数式 Y ,若将其中的“ $\cdot$ ”换成“ $+$ ”,“ $+$ ”换成“ $\cdot$ ”,1 换成 0,0 换成 1,并将原变量换成反变量,反变量换成原变量,则得出的新的逻辑函数式即为原函数式的反函数 $\bar{Y}$ 。

(4) 展开式定理 对于任何逻辑函数都可以对它的某一个变量 x_i 展开成如下的与或式及或式。

$$f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) = x_i f(x_1, x_2, \dots, 1, \dots, x_n) + \bar{x}_i f(x_1, x_2, \dots, 0, \dots, x_n)$$

$$f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) = [x_i + f(x_1, x_2, \dots, 0, \dots, x_n)][\bar{x}_i + f(x_1, x_2, \dots, 1, \dots, x_n)]$$

1.1.3 逻辑函数式及其化简

逻辑函数表达式反映了实际逻辑问题中输入变量与输出变量之间的因果关系。它可以通

过建立输入输出真值得出,通常具有两种标准形式:一是最小项之积即标准与或式,二是最大项之积,即标准或与式。这两种标准式又称为范式,是唯一的。若经适当的处理,同一个逻辑函数式可以表示成繁简不同,逻辑运算不同的多种形式,以便采用不同的器件实现其功能。若要得出最简的函数式,则需进行逻辑函数化简,常用的方法一是利用布尔代数进行运算,二是利用卡诺图化简,这是本章的重点要求。此外还有适用于多变量逻辑函数化简的奎恩—麦克拉斯基法和增项消元法,这两种方法通常称为列表法,其化简步骤较为规范,适合于编程运算。

1. 最小项与最大项

(1) 最小项。若有 n 个逻辑变量,它们所组成的具有 n 个变量的与项中,每个变量均以原变量或反变量的形式出现一次,且仅出现一次,则这些与项称为 n 个变量的最小项,记为 m_i 。显然 n 个变量必定有 2^n 个最小项, i 表示最小项的序号,在变量按序排列后,所组成的与项中变量以原变量形式出现记为 1,以反变量形式出现记为 0,这 1 和 0 的顺序组成的二进制数对应的十进制值即是 i 值。

例如, A, B, C 三个变量可组成 8 个最小项,分别记为: $m_0 = \overline{A}\overline{B}\overline{C}$, $m_1 = \overline{A}\overline{B}C$, $m_2 = \overline{A}B\overline{C}$, $m_3 = \overline{A}BC$, $m_4 = A\overline{B}\overline{C}$, $m_5 = A\overline{B}C$, $m_6 = AB\overline{C}$, $m_7 = ABC$

对于任何一个最小项,只有一组变量取值,且仅有一组变量取值使其逻辑值为 1,这组变量取值即是这一最小项的序号 i 值;任意两个最小项之积必为 0;对应于输入变量的全部最小项之和必为 1;若两个最小项中仅有一个因子不相同,且分别是同一变量的原变量和反变量,则这两个最小项称为相邻最小项。两相邻最小项可以合并为一项,并可消去一个变量。

(2) 最大项。与最小项的定义相仿,若有 n 个逻辑变量,所组成的包含了 n 个变量的或项称为这 n 个变量的最大项,记为 M_i 。 i 表示最大项的序号,与最小项不同的是,在确定 i 值时原变量取 0 而反变量取 1。

最大项与最小项之间的关系必须认真掌握,它们是:对于 n 个逻辑变量的最大项与最小项,若其序号 i 值相同,则二者互补;若其因子相同,则二者互为对偶。

2. 卡诺图

(1) 任何一个逻辑变量 A ,以其原变量 A 和反变量 $\overline{A}$ 代表着同一事物的一对互为相反的状态,因此原变量与反变量就其描述的事物整体,从逻辑上讲各占一半,完全均等。若原变量用 1 表示,反变量用 0 表示,这一关系如图 1.1 所示。

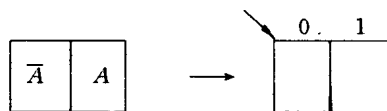


图 1.1 一变量卡诺图

(2) 对于两个逻辑变量 A, B ,依其原变量和反变量共有 4 种不同的组合,代表了事物的 4 种可能的状态,这四种组合各占整体的 $1/4$,完全均等,如图 1.2 所示。

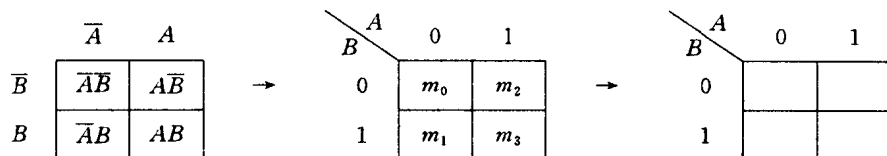


图 1.2 二变量卡诺图

这种反映逻辑变量组合关系的图表称为卡诺图。图 1.3(a)、(b)、(c) 分别给出了三、四、五变量卡诺图的常用形式。

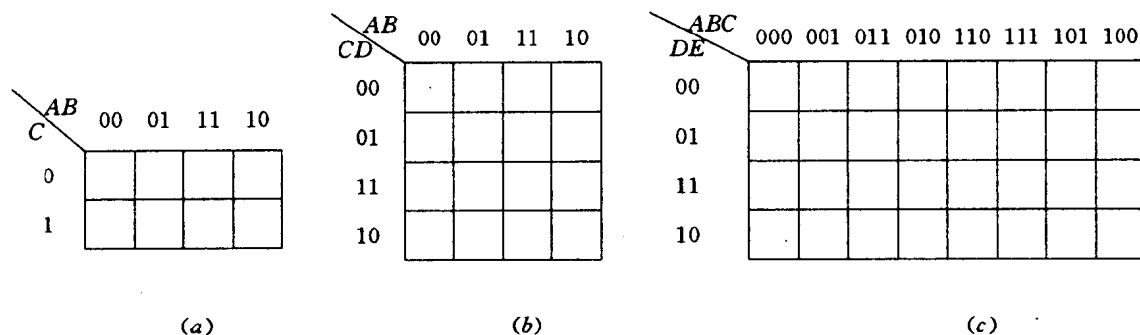


图 1.3 三、四、五变量卡诺图

3. 卡诺图的特点

(1) 在卡诺图中每个变量均以原变量及反变量各占其区域的一半, 因此 n 个变量的卡诺图包含有 2^n 个小方格, 对应着 n 个变量的 2^n 个最小项。

(2) 任意相邻的两个小方格所对应的最小项即是两个相邻最小项, 与每一小方格相邻的小方格数随变量数的增加而增加, 即相邻小方格数等于变量数。

(3) 在卡诺图上, 与逻辑具有区域的公共性, 或逻辑具有区域的叠加性, 非逻辑具有逻辑否定的含义。这是一个重要的概念, 是构成逻辑函数卡诺图的一种基本方法。

(4) 逻辑函数的卡诺图化简方法。利用卡诺图化简逻辑函数的基本思路是合并相邻小方格以进行消元。

例如, 某逻辑函数式具有图 1.4(a) 所示的卡诺图, 则可按图 (b) 所示的关系处理, 消去 A, B, D 三个变量。

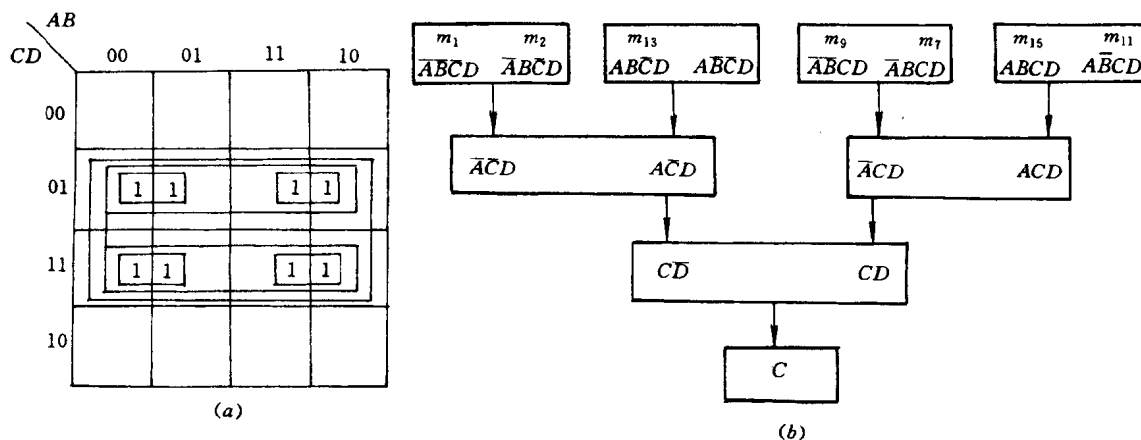


图 1.4 利用卡诺图合并最小项

在卡诺图上, 既可合并由 1 格构成的区域得出原函数式的最简与-或式, 也可合并由 0 格构成的区域得出反函数式的最简与-或式, 再经反演运算, 即可得出原函数的最简或-与式。若是要求将原函数式化简成其它运算形式, 例如, 与非-与非式, 或非-或非式, 只需进行适当的逻辑变换就可实现。

4. 具有无关最小项的逻辑函数

(1) 任何一个 n 变量的逻辑函数, 总能用 m 个最小项之和的形式来表示, 这 m 个最小项即是使该函数式逻辑值为 1 的输入变量的取值。若剩下的 $2^n - m$ 个最小项使函数式的逻辑值为 0, 这就表明此函数式与其 2^n 个最小项都有关。这一函数称为完全描述的逻辑函数。

(2) 在某些实际应用中, 一个 n 变量的逻辑函数, 并不是与它的 2^n 个最小项都有关, 而是只与其中的一部分有关, 与另一部分则无关系。这一部分无关的最小项并不决定函数的取值, 故称为无关最小项, 记为 d_i , i 表示序号, 确定方法与最小项相同。这类逻辑函数称为包含有无关最小项的逻辑函数, 或称为具有约束条件的逻辑函数, 也称为不完全描述的逻辑函数。

(3) 无关最小项的出现, 通常有两种情况: 一是在某些实际问题中, 加在逻辑电路上的输入变量的某些取值不可能或不允许出现, 这种对于输入变量取值所加的限制称为约束, 所对应的最小项称为约束项, 它们构成了逻辑函数的约束条件。二是输入变量的某些取值的出现, 不会影响逻辑函数的有效取值, 即不影响逻辑功能的实现。通常把这些输入变量的取值所对应的最小项称为任意项或随意项。

逻辑函数的约束项及任意项统称为无关最小项, 可将它们随意地加到逻辑函数表达式中。在利用卡诺图化简逻辑函数时, 可以把它们用其符号 d 填入图中, 并可随意地视为 1 格或 0 格参与化简, 而使函数式化简为最简的形式, 并不会影响该逻辑函数的实际功能。

1.2 例题精选

例 1.1 试利用代数法将函数 $Y = AC + \overline{BC} + B\overline{D} + A(B + \overline{C}) + \overline{ABC}\overline{D} + \overline{AB}DE$ 化简为最简的与-或式。

题意分析 利用代数法化简逻辑函数, 实质上就是用逻辑代数(即布尔代数)的基本公式和规则, 消去函数式中多余的项和每一项中的多余因子。常用的方法可归纳如下。

(1) 并项法: 利用 $A + \overline{A} = 1$, 将两项合并为一项, 并消去一个变量。

(2) 吸收法: 利用 $A + AB = A$, 消去多余的项。

(3) 消去法: 利用 $A + \overline{A}B = A + B$, 消去多余的因子。

(4) 配项法: 利用 $A = A(B + \overline{B}) = AB + A\overline{B}$, 配项后用来消去多余的项。

在化简复杂的逻辑函数时, 往往需要灵活、交替地运用上述方法, 才能得到较好的结果。

解

$$\begin{aligned} Y &= AC + \overline{BC} + B\overline{D} + A(B + \overline{C}) + \overline{ABC}\overline{D} + \overline{AB}DE = \\ &AC + \overline{BC} + B\overline{D} + \underline{C\overline{D}} + A(B + \overline{C}) + \overline{ABC}\overline{D} + \overline{AB}DE = \\ &\quad (\text{根据 } A + AB = A, \text{ 消去 } \overline{ABC}\overline{D}) \\ &AC + \overline{BC} + B\overline{D} + \underline{C\overline{D}} + \underline{A(\overline{BC})} + \overline{AB}DE = \\ &\quad (\text{根据 } A + \overline{A}B = A + B, \text{ 消去 } \overline{BC}) \\ &\underline{AC} + \overline{BC} + B\overline{D} + \underline{C\overline{D}} + \underline{A} + \overline{AB}DE = \\ &\quad (\text{根据 } A + AB = A, \text{ 消去 } AC \text{ 和 } \overline{AB}DE) \\ &\underline{A} + \overline{BC} + \underline{B\overline{D}} + \underline{C\overline{D}} = \\ &\quad (\text{根据 } AB + \overline{AC} + BC = AB + \overline{AC}, \text{ 消去 } C\overline{D}) \\ &\underline{A} + \overline{BC} + B\overline{D} \end{aligned}$$

讨论 本例归结了几种用代数法化简逻辑函数的常用方法。但在具体解题时, 并不要求