



中国计算机学会教育专业委员会 推荐
全国高等学校计算机教育研究会 出版
高等学校规划教材

数字逻辑与数字系统 习题解答与实验指导

赵丽红 马学文 康恩顺 编著

计算机学科教学计划 2001



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等学校规划教材

数字逻辑与数字系统 习题解答与实验指导

赵丽红 马学文 康恩顺 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是电子工业出版社出版的《数字逻辑与数字系统》(第3版)的配套教材。全书包括上篇解题指导与习题解答、下篇实验指导两部分。解题指导中精选了一些具有代表性的例题,目的是引导学生的解题思路,帮助学生进一步掌握课程内容,提高学生分析问题和解决问题的能力;习题解答包括主教材中全部习题的参考答案。实验指导是在多年教改实践的基础上,精选了一些基础性实验和综合性实验。书末附录中列出了常用芯片的引脚图。

本书可作为高校电类(包括计算机、电子、通信、电气及自动化等)各专业本科生“数字电子技术”课程的辅助教材,还可供自学考试、成人教育和电子工程技术人员自学使用。

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

数字逻辑与数字系统习题解答与实验指导 / 赵丽红, 马学文, 康恩顺编著. —北京: 电子工业出版社, 2005.6
高等学校规划教材
ISBN 7-121-01345-2

I. 数… II. ①赵… ②马… ③康… III. ①数字逻辑—高等学校—教学参考资料 ②数字系统—高等学校—教学参考资料 IV. TP302.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 059063 号

策划编辑: 童占梅

责任编辑: 童占梅

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

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: 12 字数: 304 千字

印 次: 2005 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 16.00 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。

新版说明

由中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会(简称“两会”)组织和推荐,自1996年起电子工业出版社出版了基于CC1991教程的15本系列教材。该系列教材受到高校师生和读者的普遍欢迎和肯定,其中有11本入选1996—2000年全国工科电子类专业“九五”国家规划教材。

几年过去了,计算(机)学科又有了很大发展。IEEE-CS/ACM联合计算教程专题组,组织世界各国150多位专家,历时3年多,在美、欧、亚召开了一系列会议,在CC1991的基础上,发布了“Computing Curricula 2001-Computer Science Final Report”(简称CC2001)。专家们认为:随着计算(机)学科技术的迅速发展,使得现有的任何一所学校的计算机专业都很难再像CC1991所提到的那样,能够覆盖计算(机)学科的所有知识领域。所以,需按市场需求将计算(机)学科划分为4个主要分支:计算机科学、计算机工程、软件工程和信息系统。其中计算机科学是各分支的基础,CC2001正是基于计算机科学制定的。我国“两会”追踪CC2001,经过3年多的工作,最后以中国计算机科学与技术教程2002研究组的名义推出了“China Computing Curricula 2002”(简称CCC2002)。CC2001与CC1991比较有以下几个方面的变化:

(1)将CC1991确定的11个主领域扩展为14个主领域:离散结构、编程基础、算法与复杂性、计算机组织与体系结构、操作系统、网络计算、编程语言、人-机交互、图形学与可视化计算、智能系统、信息管理、职业与社会问题、软件工程、数值计算。对各主领域的名称、核心内容及选学内容都进行了调整和扩充。

(2)提出了课程的组织结构和实现策略。课程分为3类:入门(基础)课程、核心(必修)课程和附加(选修)课程。入门课程可按编程、算法和硬件优先等多种方式组织,使学生能够接触到计算机系统的设计、构造和应用,为学生提供实用性的技能训练,同时还应提高学生的兴趣和智慧;核心课程的组织可按传统、压缩、系统或网络方法进行,特别强调贯彻CC1991提出的3个过程、12个重复概念、职业与社会的关系等方法论思想;此外,还应设置一些介绍热门或前沿技术的附加课程。

(3)更加强调学生的专业实践,要求把专业实践放在重要位置,并贯穿于教学的全过程。

这次对系列教材的全面修版,力求反映计算(机)学科发展的最新成就,并力争符合CC2001和CCC2002所提出的要求及高校课程和教学改革的需要。这套教材的对象为本科生、研究生和高职高专生(通过删减使用),信息技术领域的从业人员也可使用。

为了保证编审和出版质量,编委会进行了调整,电子工业出版社成立了编辑出版小组。在原教材工作的基础上,编委会对教材大纲逐一进行了认真讨论和评审,其中一些关键性和难度较大的教材还进行了多次讨论和修改。

限于水平和经验,教材中还会存在缺点和不足,希望读者提出中肯的批评和建议。读者可以通过电子工业出版社华信教育资源网站 <http://www.hxedu.com.cn> 反馈信息并发表意见,我们在此表示衷心的感谢!

教材编委会

教材编委会

主任	杨文龙	北京航空航天大学
常委	张吉锋	上海大学
	朱家铿	东北大学
	龚天富	电子科技大学
	袁开榜	重庆大学
	委员	陈传波
	傅清祥	福州大学
	俸远祯	电子科技大学
	古天龙	桂林电子工业学院
	李建中	哈尔滨工业大学
	刘乃琦	电子科技大学
	王文辉	东北大学
	陆 枫	华中科技大学
	王晓东	福州大学
	王永军	东北大学
	王玉龙	北方工业大学
	徐 洁	电子科技大学
	徐炜民	上海大学
	杨心强	解放军理工大学
	袁崇义	北京大学
	张 璟	西安理工大学
	章振业	北京航空航天大学
	朱一清	东南大学
	童占梅	电子工业出版社
	胡先福	电子工业出版社

前 言

本书是电子工业出版社出版的《数字逻辑与数字系统》(第3版)的配套教材。全书包括上篇解题指导与习题解答、下篇实验指导两部分。解题指导中精选了一些具有代表性的例题,目的是引导学生的解题思路,帮助学生进一步掌握课程内容,提高学生分析问题和解决问题的能力;习题解答包括主教材中全部习题的参考答案。实验指导是在多年教改实践的基础上,精选了一些基础性实验和综合性实验。附录中列出了常用芯片的引脚图。

为适应当前人才培养的需要,强化工程实践训练,培养创新意识和提高学生的综合素质,本书的重点在于理论与实际相结合,强调对学生实践能力的培养,它与一般的电子技术理论教材及实验指导书不同,突出了基础训练(含基本技能的培养)和设计性综合应用能力、创新能力、计算机应用能力的培养。在选编的实验中,特别强调工程实用性,着眼于培养和提高学生的工程设计、实验调试及综合分析能力。每一个实验都分为基本内容和扩展内容两部分,其中基本内容是学生必须完成的,而扩展内容则是选择完成的内容,这有利于提高不同层次学生的综合素质,为后续课程的学习、各类电子设计竞赛、毕业设计乃至毕业后的工作打下良好的基础。

上篇解题指导和习题解答包括了精选的例题、《数字逻辑与数字系统》(第3版)教材中全部习题的参考答案。下篇实验指导包括两章,一章为基础性实验,包含16个实验;另一章为综合性实验,包含3个实验,其中可编程逻辑器件的实验可以帮助学生更好地理解PLD应用及其编程方法,为使用VLSI打好基础。

本书由赵丽红、马学文、康恩顺编著。其中解题指导与习题解答部分中第1章、第4章和第8章由康恩顺编写,第2章、第3章、第5章、第6章、第7章、第9章、第10章由赵丽红编写,实验指导及附录由马学文编写,许桂芝参加了实验14和实验15的部分编写工作。全书由赵丽红、马学文统稿,朱家铿教授审阅了全稿并提出了宝贵意见。在编写过程中得到了王永军、李景华教授的悉心指导和李景宏、杜玉远、刘纪红、孙宇舸及东北大学电子技术实验室许多老师的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限和编写时间仓促,书中不妥和错误之处在所难免,敬请读者不吝指正。

编 著 者

2005年5月于东北大学信息学院

目 录

上篇 解题指导与习题解答

第 1 章 数字逻辑基础	(1)
1.1 解题指导	(1)
1.2 习题解答	(2)
第 2 章 逻辑门电路	(8)
2.1 解题指导	(8)
2.2 习题解答	(9)
第 3 章 组合逻辑电路	(18)
3.1 解题指导	(18)
3.2 习题解答	(24)
第 4 章 触发器	(41)
4.1 解题指导	(41)
4.2 习题解答	(42)
第 5 章 时序逻辑电路	(53)
5.1 解题指导	(53)
5.2 习题解答	(56)
第 6 章 半导体存储器	(73)
6.1 解题指导	(73)
6.2 习题解答	(75)
第 7 章 可编程逻辑器件	(80)
7.1 解题指导	(80)
7.2 习题解答	(82)
第 8 章 脉冲波形的产生与整形	(87)
8.1 解题指导	(87)
8.2 习题解答	(87)
第 9 章 数/模和模/数转换	(97)
9.1 解题指导	(97)
9.2 习题解答	(97)
第 10 章 数字系统分析与设计	(107)
10.1 解题指导	(107)
10.2 习题解答	(107)

下篇 实验指导

第 11 章 数字电子技术基础性实验	(109)
实验 1 集成与非门的参数测试	(109)
实验 2 基本逻辑门及其应用	(113)

实验 3	三态门和集电极开路门	(116)
实验 4	加法器及译码显示电路	(119)
实验 5	数据选择器和译码器	(121)
实验 6	触发器及其应用	(124)
实验 7	计数器	(128)
实验 8	计数、译码和显示电路	(131)
实验 9	计数器、数值比较器和译码器	(133)
实验 10	控制器和寄存器	(136)
实验 11	多谐振荡器及单稳态触发器	(140)
实验 12	随机存储器	(143)
实验 13	D/A 与 A/D 转换器	(147)
实验 14	通用阵列逻辑 GAL 实现基本门电路的设计	(151)
实验 15	通用阵列逻辑电路实现 N 位任意进制计数器的设计	(156)
实验 16	GAL 实现全加器和十六进制七段显示译码器的设计	(162)
第 12 章	数字电子技术综合性实验	(166)
实验 1	交通灯定时控制系统	(166)
实验 2	数字电子钟	(171)
实验 3	温度测量、显示与报警系统	(174)
附录 A	常用芯片引脚图	(178)
参考文献	(183)

上篇 解题指导与习题解答

第 1 章 数字逻辑基础

1.1 解题指导

【例 1-1】 试用公式化简法将下述逻辑函数化简为最简与或表达式。

$$F_1(A, B, C) = AC + B\bar{C} + \bar{A}B + BC$$

$$F_2(A, B, C, D) = A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B} + \bar{A}D + C + BD$$

$$F_3(A, B, C, D) = (\overline{A\bar{B} + \bar{A}BC + A\bar{B}C})(AD + BC)$$

解: 用公式法化简逻辑函数时, 经常借助逻辑代数的基本公式和常用公式, 如

$$A + \bar{A}B = A + B \quad A + AB = A \quad AB + A\bar{B} = A$$

$$AB + \bar{A}C + BC = AB + \bar{A}C \quad \overline{A\bar{B} + \bar{A}B} = AB + \bar{A}\bar{B}$$

上面三个函数的具体化简过程如下:

$$\begin{aligned} F_1(A, B, C) &= AC + B\bar{C} + \bar{A}B + BC && (AC + \bar{A}B + BC = AC + \bar{A}B) \\ &= AC + \bar{A}B + B\bar{C} + BC && (B\bar{C} + BC = B) \\ &= AC + \bar{A}B + B && (B + \bar{A}B = B) \\ &= AC + B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2(A, B, C, D) &= A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B} + \bar{A}D + C + BD && (A\bar{B}\bar{C} + C = A\bar{B} + C) \\ &= A\bar{B} + \bar{A}\bar{B} + \bar{A}D + C + BD && (\bar{A}\bar{B} + \bar{A}\bar{B} = \bar{A}\bar{B}) \\ &= \bar{B} + \bar{A}D + C + BD && (\bar{B} + BD = \bar{B} + D) \\ &= \bar{B} + D + \bar{A}D + C && (D + \bar{A}D = D) \\ &= \bar{B} + C + D \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_3(A, B, C, D) &= (\overline{A\bar{B} + \bar{A}BC + A\bar{B}C})(AD + BC) && (\overline{A\bar{B} + \bar{A}B} = AB + \bar{A}\bar{B}) \\ &= [(AB + \bar{A}\bar{B})C + A\bar{B}C](AD + BC) \\ &= (ABC + \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}C)(AD + BC) && (ABC + A\bar{B}C = AC) \\ &= (AC + \bar{A}\bar{B}C)(AD + BC) && (AC + \bar{A}\bar{B}C = AC + \bar{B}C) \\ &= (AC + \bar{B}C)(AD + BC) \\ &= ACD + A\bar{B}CD + ABC && (ACD + A\bar{B}CD = ACD) \\ &= ACD + ABC \end{aligned}$$

【例 1-2】 用卡诺图化简下面具有约束条件的逻辑函数:

$$F(A, B, C, D) = \sum_m(2, 4, 6, 9, 13, 14) + \sum_d(0, 1, 3, 11, 15)$$

	CD	00	01	11	10
AB	00	×	×	×	1
	01	1			1
	11		1	×	1
	10		1	×	

图 1-1 [例 1-2] 的卡诺图

解: 约束是指函数中各逻辑变量之间互相制约的关系, 而约束项就是具有某种制约关系的最小项。利用约束项受制约的关系, 我们可以假设这些最小项不会被输入, 故在合并时, 根据化简的需要, 可任意设定这些约束项的值或为 0, 或为 1, 从而使函数更为简单。

我们常在表达式中用 \sum_d 来表示约束项之和, 而在卡诺图中, 用“×”来表示约束项。

函数 F 的卡诺图如图 1-1 所示, 函数 F 的最简与或表达式如下式:

$$F = AD + \bar{A}\bar{D} + B\bar{C}\bar{D}$$

1.2 习题解答

1-1 将下列二进制数转换为十进制数:

$$(1011)_2, (11011)_2, (110110)_2, (1101100)_2$$

解: $(1011)_2 = (11)_{10}$ $(11011)_2 = (27)_{10}$ $(110110)_2 = (54)_{10}$ $(1101100)_2 = (108)_{10}$

1-2 将下列二进制数转换为十六进制数:

$$(11101011)_2, (1010110101)_2, (11100101110)_2$$

解: $(11101011)_2 = (EB)_{16}$ $(1010110101)_2 = (2B5)_{16}$ $(11100101110)_2 = (72E)_{16}$

1-3 将下列二进制数转换为八进制数:

$$(10111)_2, (101110)_2, (1011100)_2, (101110001)_2$$

解: $(10111)_2 = (27)_8$ $(101110)_2 = (56)_8$ $(1011100)_2 = (134)_8$ $(101110001)_2 = (561)_8$

1-4 将下列十六进制数转换为二进制数:

$$(4AC)_{16}, (ACB9)_{16}, (78ADF)_{16}, (98EBC)_{16}$$

解: $(4AC)_{16} = (10010101100)_2$ $(ACB9)_{16} = (1010110010111001)_2$

$$(78ADF)_{16} = (1111000101011011111)_2$$
 $(98EBC)_{16} = (10011000111010111100)_2$

1-5 将下列八进制数和十六进制数转换为十进制数:

$$(675)_8, (A675)_{16}, (111)_8, (111A)_{16}$$

解: $(675)_8 = (445)_{10}$ $(A675)_{16} = (42613)_{10}$ $(111)_8 = (73)_{10}$ $(111A)_{16} = (4378)_{10}$

1-6 将下列十进制数转换为八进制数:

$$(105)_{10}, (99)_{10}, (9)_{10}, (900)_{10}$$

解: $(105)_{10} = (151)_8$ $(99)_{10} = (143)_8$ $(9)_{10} = (11)_8$ $(900)_{10} = (1604)_8$

1-7 将下列十进制数转换为十六进制数:

$$(100)_{10}, (10)_{10}, (110)_{10}, (88)_{10}$$

解: $(100)_{10} = (64)_{16}$ $(10)_{10} = (A)_{16}$ $(110)_{10} = (6E)_{16}$ $(88)_{10} = (58)_{16}$

1-8 将下列十进制数写成 8421 BCD 代码:

$$(987)_{10}, (3456)_{10}, (7531)_{10}$$

解: $(987)_{10} = (100110000111)_{8421}$ $(3456)_{10} = (0011010001010110)_{8421}$

$$(7531)_{10} = (0111010100110001)_{8421}$$

1-9 将下列 8421 BCD 码写成十进制数:

$(010110001001)_{8421}$, $(1000100100111000)_{8421}$

解: $(010110001001)_{8421} = (589)_{10}$ $(1000100100111000)_{8421} = (8938)_{10}$

1-10 电路如图 1-2(a),(b)所示,设开关闭合为 1,断开为 0;灯亮为 1,灯灭为 0。试写出灯 F 对开关 A,B,C 的逻辑关系真值表。并写出 F 对开关 A,B,C 的逻辑函数表达式。

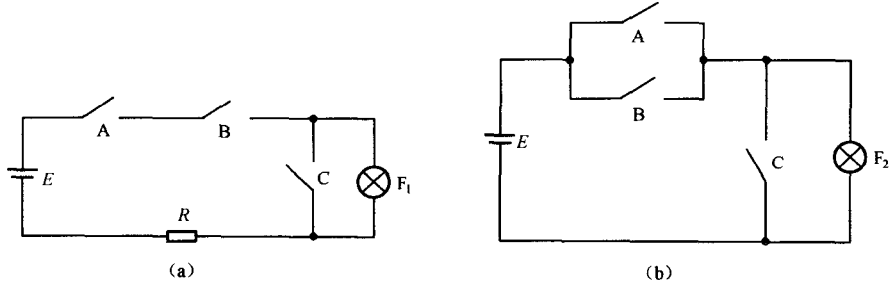


图 1-2 [习题 1-10]电路图

解:

得 F_1, F_2 真值表,如表 1-1 所示。

得逻辑函数表达式如下:

$$F_1 = A B \bar{C}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= A \bar{B} \bar{C} + A B \bar{C} + \bar{A} B \bar{C} \\ &= A \bar{C} + B \bar{C} \\ &= \bar{C}(A+B) \end{aligned}$$

表 1-1 开关控制灯真值表

A	B	C	F_1	F_2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

1-11 判断下列逻辑运算是否正确?并说明。

- (1) 若 $A+B=A$, 则 $B=0$ 。
- (2) 若 $1+B=A \cdot B$, 则 $A=B=1$ 。
- (3) 若 $A \cdot B=A \cdot C$, 则 $B=C$ 。

解:(1)×

由真值表 1-2 可知,因 $A+B=A$,

当 $A=1$ 时, $B=0, B=1$ 均可以。

而当 $A=0$ 时,只能 $B=0$ 。

(2)√

由真值表 1-3 可知,因 $1+B=1$,且 $1+B=A \cdot B$,即 $A \cdot B=1$,所以 $A=B=1$ 。

表 1-2 真值表

A	B	A	$A+B$
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	1	1
1	1	1	1

表 1-3 真值表

A	B	$1+B$	$A \cdot B$
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	1

表 1-4 真值表

A	B	C	A · B	A · C
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

(3) ×

由真值表 1-4 可知,

当 A=0 时,若 A · B=A · C, B≠C 也成立;

当 A=1 时,若 A · B=A · C,必有 B=C。

1-12 在函数 F=AB+C 的真值表中, F=1 的状态有多少个?

解:在 F=AB+C 的真值表中, F=1 的状态有:001,011,101,110,111 共 5 个状态。

1-13 用真值表法证明:

(1) $AB+C=(A+C)(B+C)$

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

解:如表 1-5 和表 1-6 所示。

表 1-5 (1)式真值表

A	B	C	AB+C	(A+C)(B+C)
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

表 1-6 (2)式真值表

A	B	$\overline{A} \overline{B}$	$\overline{A+B}$
0	0	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0

由真值表可以看出,上两式成立。

1-14 用逻辑代数的基本公式和常用公式化简下列逻辑函数:

(1) $F_1 = A\overline{B} + \overline{A}B + A$

(2) $F_2 = A\overline{B}\overline{C} + ABC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + \overline{A}B = A\overline{C}(\overline{B}+B) + AC(B+\overline{B}) + \overline{A}B = A+B$

(3) $F_3 = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \overline{D} + ABCD$

(4) $F_4 = AB + \overline{A}C + BC + A + \overline{C}$

解:

$F_1 = A\overline{B} + \overline{A}B + A = A(\overline{B}+1) + \overline{A}B = A+B$

$F_2 = A\overline{B}\overline{C} + ABC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + \overline{A}B = A\overline{C}(\overline{B}+B) + AC(B+\overline{B}) + \overline{A}B = A+B$

$F_3 = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \overline{D} + ABCD = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + ABCD = 1$

$F_4 = AB + \overline{A}C + BC + A + \overline{C} = A(B+1) + \overline{A}C + BC + \overline{C} = A+C+B+\overline{C} = 1$

1-15 证明下列异或运算公式:

$A \oplus 0 = A; A \oplus 1 = \overline{A}; A \oplus A = 0; A \oplus \overline{A} = 1; AB \oplus A\overline{B} = A; A \oplus \overline{B} = \overline{A \oplus B}$

解:

$A \oplus 0 = A \cdot 0 + \overline{A} \cdot 0 = A \quad A \oplus 1 = A \cdot 1 + \overline{A} \cdot 1 = \overline{A}$

$A \oplus A = A \cdot \overline{A} + \overline{A} \cdot A = 0 \quad A \oplus \overline{A} = A \cdot \overline{\overline{A}} + \overline{A} \cdot \overline{A} = A + \overline{A} = 1$

$AB \oplus A\overline{B} = AB \cdot \overline{A\overline{B}} + \overline{AB} \cdot A\overline{B} = AB + A\overline{B} = A \quad A \oplus \overline{B} = AB + \overline{A}\overline{B} = \overline{A \oplus B}$

1-16 用公式法证明下列等式:

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

$$(2) \bar{A} \bar{C} + \bar{A} \bar{B} + BC + \bar{A} \bar{C} \bar{D} = \bar{A} + BC$$

证明:

$$\begin{aligned} (1) \text{左式} &= A \bar{B}(C + \bar{C}) + B \bar{C}(A + \bar{A}) + C \bar{A}(B + \bar{B}) \\ &= A \bar{B}C + A \bar{B} \bar{C} + A B \bar{C} + \bar{A} B \bar{C} + \bar{A} B C + \bar{A} \bar{B} C \\ &= \bar{A}B(\bar{C} + C) + \bar{B}C(A + \bar{A}) + A \bar{C}(\bar{B} + B) \\ &= \bar{A}B + \bar{B}C + \bar{C}A \\ &= \text{右式} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \text{左式} &= \bar{A}(\bar{C} + \bar{B} + \bar{C} \bar{D}) + BC \\ &= \bar{A} \cdot \bar{B} \bar{C} + BC \\ &= \bar{A} + BC \\ &= \text{右式} \end{aligned}$$

1-17 求下列逻辑函数 F 的反函数 \bar{F} :

$$(1) F_1 = A \bar{B} + \bar{A}B$$

$$(2) F_2 = ABC + \overline{A + B + C}$$

$$(3) F_3 = \overline{A + B + C + D + E}$$

$$(4) F_4 = (A + B + C) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$$

解:

$$(1) \bar{F}_1 = \overline{A \bar{B} + \bar{A}B} = \bar{A} \bar{B} + AB$$

$$(2) \bar{F}_2 = \overline{ABC + \overline{A + B + C}} = \overline{ABC} \cdot \overline{\overline{A + B + C}} = \overline{ABC}$$

$$(3) \bar{F}_3 = \overline{\overline{A + B + C + D + E}} = \overline{\overline{A + B + C + D + E}} = \overline{A + B + C + D + E}$$

$$(4) \bar{F}_4 = \overline{(A + B + C) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})} = \overline{A + B + C} + \overline{\bar{A} + \bar{B} + \bar{C}} = \overline{A + B + C} + ABC$$

1-18 求下列逻辑函数 F 的对偶式 F' :

$$(1) F_1 = AB + CD$$

$$(2) F_2 = (A + B) \cdot (C + D)$$

$$(3) F_3 = \overline{A + B} + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$(4) F_4 = \overline{A + B + C + DF}$$

解:

$$(1) F'_1 = (A + B)(C + D)$$

$$(2) F'_2 = AB + CD$$

$$(3) F'_3 = \overline{\overline{A + B}} \cdot (\bar{A} + \bar{B}) = \overline{\overline{A + B}} \cdot \overline{\overline{A + B}} = \overline{\overline{A + B}}$$

$$(4) F'_4 = \overline{A \cdot B \cdot C \cdot D + F} = \overline{A \cdot B \cdot C \cdot D} \cdot \bar{F} = \overline{A + B + C + D} \cdot \bar{F}$$

1-19 用卡诺图化简下列函数:

$$(1) F(A, B, C) = \sum (0, 1, 2, 4, 5, 7)$$

$$(2) F(A, B, C, D) = \sum (2, 3, 6, 7, 8, 10, 12, 14)$$

$$(3) F(A, B, C, D) = \sum (0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14)$$

解:分别画出题中给定的逻辑函数的卡诺图,如图 1-3 所示,并化简写出最简与或表达式。

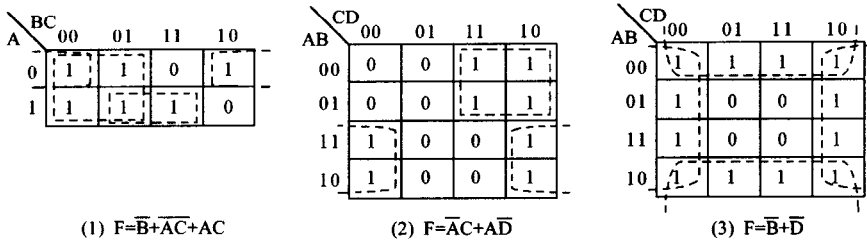


图 1-3 [习题 1-19]卡诺图及最简与或表达式

1-20 用卡诺图化简下列函数:

- (1) $F = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + ABCD + A\bar{B}C\bar{D}$
 无关项: $\bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}BCD + A\bar{B}C\bar{D}$
- (2) $F = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}BCD + A\bar{B}CD$
 无关项: $\bar{A}\bar{B}CD + \bar{A}B\bar{C}D + ABCD$

解:分别画出题中给定的逻辑函数的卡诺图,如图 1-4 所示,并化简写出最简与或表达式。

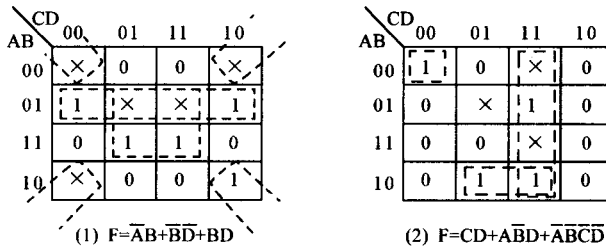


图 1-4 [习题 1-20]卡诺图及最简与或表达式

1-21 用卡诺图判断逻辑函数 Z 与 Y 有何关系。

- (1) $Z = AB + BC + CA$
 $Y = \bar{A}\bar{B} + \bar{B}\bar{C} + \bar{C}\bar{A}$
- (2) $Z = D + B\bar{A} + \bar{C}B + \bar{C}\bar{A} + C\bar{B}A$
 $Y = A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + ABC\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D}$

解:分别画出题中给定的逻辑函数 Z, Y 的卡诺图,如图 1-5 所示,并化简写出最简与或表达式。通过卡诺图和最简与或表达式可以看出, Z 和 Y 互为反函数。

	BC			
A	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	1

$$Z = AB + BC + AC$$

	BC			
A	00	01	11	10
0	1	1	0	1
1	1	0	0	0

$$Y = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{AC}$$

(1) $Z = \overline{Y}$

	CD			
AB	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	1	1	1	1
11	1	1	1	0
10	0	1	1	1

$$Z = D + \overline{B}\overline{A} + \overline{C}\overline{B} + \overline{C}\overline{A} + \overline{C}B\overline{A}$$

	CD			
AB	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	0
11	0	0	0	1
10	1	0	0	0

$$Y = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D}$$

(2) $Z = \overline{Y}$

图 1-5 [习题 1-21] 卡诺图及最简与或表达式

第 2 章 逻辑门电路

2.1 解题指导

【例 2-1】 试用 74LS 系列逻辑门, 驱动一只 $V_D = 1.5\text{V}$, $I_D = 6\text{mA}$ 的发光二极管。

解: 与 74LS 系列对应的是 T4000 系列。与非门 74LS00 的 $I_{OL} = 4\text{mA}$, 不能驱动 $I_D = 6\text{mA}$ 的发光二极管。集电极开路与非门 74LS01 的 $I_{OL} = 6\text{mA}$, 故可选用 74LS01 来驱动发光二极管, 其电路如图 2-1 所示。限流电阻

$$R = \frac{V_{CC} - V_D - V_{OL}}{I_{\alpha}} = \frac{5 - 1.5 - 0.5}{6} = 0.5(\text{k}\Omega)$$

【例 2-2】 试分析图 2-2 所示电路的逻辑功能。

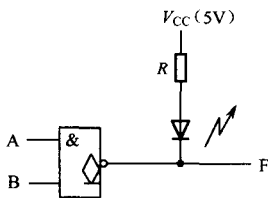


图 2-1 [例 2-1]OC 门驱动发光二极管

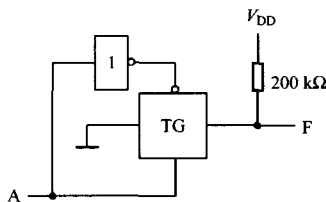


图 2-2 [例 2-2]模拟开关

解: 由模拟开关的功能知:

当 $A=1$ 时, 开关接通。传输门导通时, 其导通电阻小于 $1\text{k}\Omega$, $1\text{k}\Omega$ 与 $200\text{k}\Omega$ 电阻分压, 输出电平近似为 0V 。

$$V_F = \frac{1}{1 + 200} V_{DD} \approx 0(\text{V})$$

当 $A=0$ 时, 开关断开, 呈高阻态。 $10^9\Omega$ 以上的电阻与 $200\text{k}\Omega$ 电阻分压, 输出电平近似为 V_{DD} 。

$$V_F = \frac{10^9}{10^9 + 2 \times 10^5} V_{DD} \approx \frac{10^4}{10^4 + 2} V_{DD} \approx V_{DD}$$

故电路实现了非逻辑功能。

【例 2-3】 由 TTL 门构成的电路如图 2-3 所示, 试写出输出 F 。

解: 由 TTL 门输入端悬空其逻辑上被认为是 1 可写出

$$F = \overline{A \cdot 1 + B + 1} = \overline{A}$$

【例 2-4】 试分别写出由 TTL 门和 CMOS 门构成的如图 2-4 所示的逻辑图的表达式或逻辑值。

解: 若由 TTL 门组成图 2-4 中的逻辑门, 由于 $10\text{k}\Omega$ 大于开门电阻 R_{ON} , 所以无论 A, B 为何值 $F=0$ 。

若由 CMOS 门组成图 2-4 中的逻辑门, 由于 CMOS 无开门电阻和关门电阻之说, 所以

$F = AB$ 。

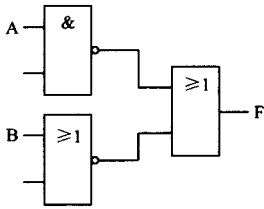


图 2-3 [例 2-3] 门电路

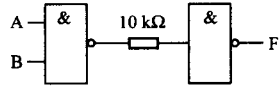


图 2-4 [例 2-4] 门电路

2.2 习题解答

2-1 电路如图 2-5 所示,其三极管为硅管, $\beta=20$, 试求:

- (1) v_i 小于何值时,三极管 T 截止;
- (2) v_i 大于何值时,三极管 T 饱和。

解:(1) 设 $v_{BE}=0V$ 时,三极管 T 截止。

T 截止时, $I_B=0$, 此时

$$\frac{v_i - 0}{2} = \frac{0 - (-10)}{10}$$

$$v_i = 2(V)$$

(2) T 临界饱和时, $v_{CE}=0.7V$, 此时

$$I_{BS} = \frac{10 - 0.7}{20 \times 10} = 0.0465(\text{mA})$$

$$I_B = I_{BS} = \frac{v_i - 0.7}{2} = \frac{0.7 - (-10)}{10} = 0.0465(\text{mA})$$

$$v_i = 4.2(V)$$

上述计算说明, $v_i < 2V$ 时, T 截止; $v_i > 4.2V$ 时, T 饱和。

2-2 电路如图 2-6 所示。

(1) 已知 $V_{CC}=6V, V_{CES}=0.2V, I_{CS}=10\text{mA}$, 求集电极电阻 R_C 的值。

(2) 已知三极管的 $\beta=50, V_{BE}=0.7V$, 输入高电平 $V_{IH}=2V$, 当电路处于临界饱和时, R_b 的值应是多少?

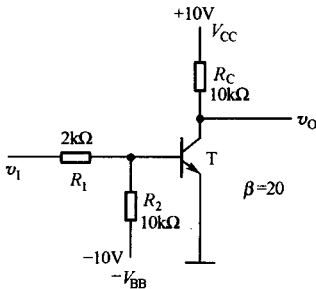


图 2-5 [习题 2-1] 三极管电路

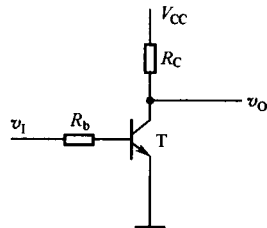


图 2-6 [习题 2-2] 三极管电路