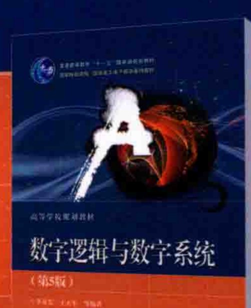
国家精品课程 · 国家电工电子教学基地教材

高等学校规划教材

数字逻辑与数字系统（第5版）

学习指导与习题解答

◎ 李景宏　赵丽红　王爱侠　编著



中国工信出版集团
電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

普通高等教育“十一五”国家级
规划教材配套参考

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考
高等学校规划教材

国家精品课程·国家电工电子教学基地教材

数字逻辑与数字系统

（第5版）

学习指导与习题解答

李景宏　赵丽红　王爱侠　编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材、国家精品课程教材和国家电工电子教学基地教材《数字逻辑与数字系统（第 5 版）》（书号：ISBN 978-7-121-32537-3）的配套教材。全书共分 10 章，内容包括：数字逻辑基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、半导体存储器、可编程逻辑器件、脉冲波形的产生与整形、数模转换和模数转换、数字系统分析与设计等。每章包含学习要点、教学要求、解题指导和习题解答 4 部分内容。

本书可作为高等学校计算机、通信、电子、电气及自动化等专业的本科生“数字电子技术”课程辅助教材，还可供从事电子工程设计与开发的技术人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

数字逻辑与数字系统（第 5 版）学习指导与习题解答 / 李景宏等编著. —北京：电子工业出版社，2018.4
高等学校规划教材
ISBN 978-7-121-32536-6

Ⅰ. ①数… Ⅱ. ①李… 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. ①TP302.2②TP271

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 202750 号

策划编辑：冉 哲
责任编辑：底 波
印 刷：三河市良远印务有限公司
装 订：三河市良远印务有限公司
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
开 本：787×1 092 1/16 印张：10.25 字数：262.4 千字
版 次：2018 年 4 月第 1 版
印 次：2018 年 4 月第 1 次印刷
定 价：29.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：ran@phei.com.cn。

前　　言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材、国家精品课程教材和国家电工电子教学基地教材《数字逻辑与数字系统（第 5 版）》（书号：ISBN 978-7-121-32537-3，李景宏、王永军等编著，电子工业出版社出版）的配套教材。

全书共分 10 章，内容包括：数字逻辑基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、半导体存储器、可编程逻辑器件、脉冲波形的产生与整形、数模转换和模数转换、数字系统分析与设计等。每章包含学习要点、教学要求、解题指导和习题解答 4 部分内容。学习要点部分对本章重点知识和难点知识进行概括与总结；解题指导部分精选了一些具有代表性的题目，目的是引导学生解答习题，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；习题解答部分对主教材中各章的每个习题进行了详细的解答，帮助学生理解、消化所学知识。

本书既可作为任课教师教学的参考书，也可作为学生学习的指导书，还可作为研究生入学考试的指导用书。

本书由李景宏、赵丽红、王爱侠编著，康恩顺、田亚男、雷红玮、沈鸿媛等参加了部分编写工作。本书在编写过程中得到了王永军、李景华、李晶皎教授的悉心指导及东北大学电子技术课程组多位教师的大力支持和帮助，在此表示诚挚的谢意。

限于编者水平和编写时间，书中不妥和错误之处在所难免，敬请读者不吝指正。

编著者

2018 年 3 月

目　　录

第1章　数字逻辑基础

1.1　学习要点

1. 数制

（1）数制

数制是指用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。如果按照进位的方法进行计数，则称为进位计数制。最常用的是十进制、二进制、八进制和十六进制。任何一个进制都含有两个基本要素：权和基数。

基数为 R 的数制称为 R 进制，计数符为 0, 1, 2, …, R−1，它的进位规则为：逢 R 进 1。如果按权展开，R 进制数的表示为：

$$D=\sum k_i\times R^i\qquad (R\geqslant 2\ \text{正整数})$$

式中，R 为计数的基数，k_i 为第 i 位的系数，R^i 为第 i 位的权。

1）十进制数可以表示为

$$D=\sum k_i\times 10^i$$

式中，k_i 是第 i 位的系数，它可以是 0, 1, 2, …, 9 中的任何一个。如果整数部分的位数是 n，小数部分的位数为 m，则 i 包含从 n−1 到 0 的所有正整数和从−1 到−m 的所有负整数。例如，十进制数 1234.56 可表示为

$$(1234.56)_{10}=1\times10^3+2\times10^2+3\times10^1+4\times10^0+5\times10^{-1}+6\times10^{-2}$$

2）二进制数可以表示为

$$D=\sum k_i\times 2^i$$

式中，k_i 是第 i 位的系数，它可以是 0,1 中的任何一个。例如，二进制数 1101.01 可表示为

$$(1101.01)_2=(1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2})_{10}$$

3）八进制数可以表示为

$$D=\sum k_i\times 8^i$$

式中，k_i 是第 i 位的系数，它可以是 0, 1, 2, …, 7 中的任何一个。例如，八进制数 3456.12 可表示为

$$(3456.12)_8=(3\times8^3+4\times8^2+5\times8^1+6\times8^0+1\times8^{-1}+2\times8^{-2})_{10}$$

4）十六进制数可以表示为

$$D=\sum k_i\times 16^i$$

式中，k_i 是第 i 位的系数，它可以是 0, 1, 2, …, 9, A, B, C, D, E, F 中的任何一个。例如，十六进制数 ABCD.EF 可表示为

$$(\mathrm{ABCD.EF})_{16}=(10\times16^3+11\times16^2+12\times16^1+13\times16^0+14\times16^{-1}+15\times16^{-2})_{10}$$

（2）进制间的转换

1）非十进制数到十进制数的转换

一般采用的方法是按权相加。按照十进制数的运算规则，将非十进制数各位的数码乘以对应的权再累加起来。

2）十进制数到非十进制数的转换

整数部分和小数部分要分别进行转换，整数部分的转换采用除基取余法，小数部分的转换采用乘基取整法。

3）非十进制数之间的转换

主要是指二进制数、八进制数、十六进制数之间的转换。

① 二进制数和八进制数之间的转换。将八进制数转换成二进制数时，直接将每位八进制数码转换成 3 位二进制数码。从小数点开始向两边分别将整数和小数每 3 位划分成一组，整数部分的最高一组不够 3 位时，在高位补 0，小数部分的最后一组不足 3 位时，在末位补 0，然后将每组的 3 位二进制数转换成 1 位八进制数即可。

② 二进制数和十六进制数之间的转换。十六进制数转换成二进制数时，直接将每位十六进制数码转换成 4 位二进制数码。从小数点开始向两边分别将整数和小数每 4 位划分成一组，整数部分的最高一组不够 4 位时，在高位补 0，小数部分的最后一组不足 4 位时，在末位补 0，然后将每组的 4 位二进制数转换成 1 位十六进制数即可。

2. 常用编码

（1）十进制编码

用二进制数码表示 1 位十进制数（0～9）称为二-十进制编码，简称 BCD（Binary Coded Decimal）码。常用的 BCD 码为有权码 8421BCD、2421BCD、5421BCD 等，无权码有余 3 码、余 3 循环码等。

（2）二进制编码

用二进制数码表示一个特定对象称为二进制编码。常用的二进制编码有 ASCII 码、格雷码、奇偶校验码等。

3. 逻辑代数基础

（1）基本逻辑运算

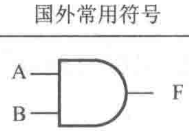
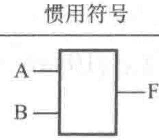
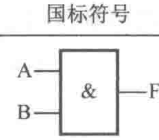
与运算：当所有条件都具备时结果才会发生，可表示为 $F=A\cdot B$。

或运算：当任一条件具备时结果就会发生，可表示为 $F=A+B$。

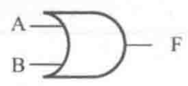
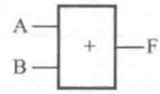
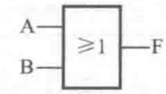
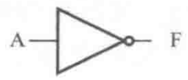
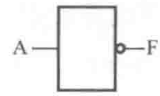
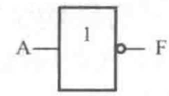
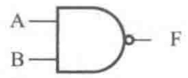
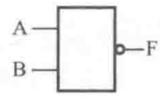
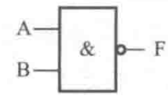
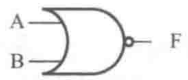
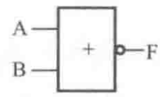
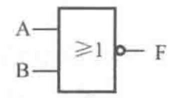
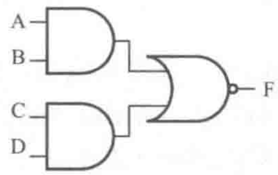
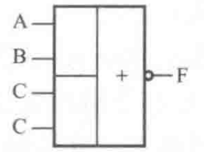
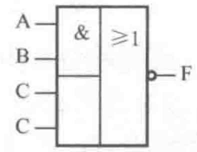
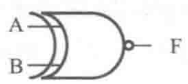
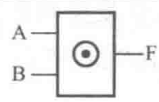
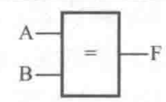
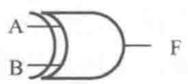
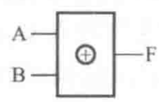
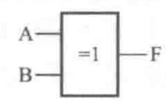
非运算：当条件不具备时结果却发生了，可表示为 $F=\overline{A}$ 。

用这 3 种运算可以构成任何复杂的复合逻辑运算。表 1-1 给出了 3 种基本运算和 5 种复合运算的逻辑表达式和逻辑符号。

表 1-1　3 种基本运算和 5 种复合运算的逻辑表达式和逻辑符号

逻辑运算	逻辑表达式	逻辑符号		
		国外常用符号	惯用符号	国标符号
与	$F=A\cdot B$			

续表

逻辑运算	逻辑表达式	逻辑符号		
		国外常用符号	惯用符号	国标符号
或	F=A+B			
非	$F=\overline{A}$			
与非	$F=\overline{A\cdot B}$			
或非	$F=\overline{A+B}$			
与或非	$F=\overline{AB+CD}$			
同或	F=A⊙B			
异或	F=A⊕B			

（2）逻辑代数的常用公式

逻辑代数的常用公式见表 1-2。

表 1-2　逻辑代数的常用公式

名　称	公　式	
0-1 律	$A+1=1$	$A\cdot 0=0$
自等律	$A+0=A$	$A\cdot 1=A$
互补律	$A+\overline{A}=1$	$A\cdot\overline{A}=0$
交换律	$A+B=B+A$	$A\cdot B=B\cdot A$
结合律	$A+(B+C)=(A+B)+C$	$A\cdot(B\cdot C)=(A\cdot B)\cdot C$
分配律	$A+B\cdot C=(A+B)\cdot(A+C)$	$A\cdot(B+C)=A\cdot B+A\cdot C$
吸收律	$A+A\cdot B=A$ $A\cdot B+A\cdot\overline{B}=A$ $A+\overline{A}\cdot B=A+B$ $A\cdot B+\overline{A}\cdot C+BC=A\cdot B+\overline{A}\cdot C$	$A\cdot(A+B)=A$ $(A+B)\cdot(A+\overline{B})=A$ $A\cdot(\overline{A}+B)=A\cdot B$ $(A+B)(\overline{A}+C)(B+C)=(A+B)(\overline{A}+C)$
重叠律	$A+A=A$	$A\cdot A=A$
反演律(摩根定律)	$\overline{A\cdot B}=\overline{A}+\overline{B}$	$\overline{A+B}=\overline{A}\cdot\overline{B}$

续表

名　称	公　式	
还原律	$\overline{\overline{A}} = A$	
交叉互换律	$A \cdot B+\overline{A} \cdot C=(A+C)(\overline{A}+B)$	$(A+B)(\overline{A}+C)=A \cdot C+\overline{A} \cdot B$

（3）逻辑代数的 3 个重要运算规则

逻辑代数的 3 个重要运算规则：代入规则、反演规则和对偶规则。

1）代入规则：将逻辑等式中的某一个逻辑变量全部用同一个逻辑函数代替，则逻辑等式仍然成立。

2）反演规则：将逻辑函数 F 表达式中所有的“· ”换成“+”，所有的“+”换成“· ”，常量 1 换成 0，0 换成 1，原变量换成反变量，反变量换成原变量，所得到的逻辑函数就是 F 的非。

3）对偶规则：将逻辑函数 F 表达式中所有的“· ”换成“+”，所有的“+”换成“· ”，常量 1 换成 0，0 换成 1，而变量保持不变，所得到的逻辑函数就是 F 的对偶式。

（4）逻辑函数的表示方法

逻辑函数常用的表示方法有：逻辑表达式、逻辑真值表、逻辑图、波形图、卡诺图等。

1）逻辑表达式（也称逻辑函数式）：将输入、输出之间的逻辑关系写成与、或、非等运算的组合式，即逻辑代数式，就得到了所需的逻辑函数式。

2）真值表：将输入变量所有取值对应的输出值找出来，列成表格，即可得到真值表。

3）逻辑图：将逻辑函数式中各变量之间的与、或、非等逻辑关系用逻辑图形符号表示出来，即为逻辑图。

4）波形图：将逻辑函数输入变量每一组可能出现的取值与对应的输出值按时间顺序依次排列起来，就得到了表示该逻辑函数的波形图，这种波形图也称时序图。

5）卡诺图：这是真值表的一种图形化表示方法，是按逻辑相邻特性画出的一种方块图。

（5）各种表示方法之间的相互转换

1）由真值表写出逻辑函数式。

- 找出真值表中所有使逻辑函数 F=1 的那些输入变量取值的组合。
- 每组输入变量取值的组合对应一个乘积项，其中取值为 1 的写为原变量，取值为 0 的写为反变量。
- 将这些乘积项相或，即得 F 的逻辑函数式。

2）由逻辑函数式画出逻辑图。

- 按照题目要求将逻辑函数式转换成指定形式。
- 用逻辑图形符号代替逻辑函数中的运算符号。
- 按照从输入到输出的顺序将逻辑图形符号连接起来。

3）由逻辑图写出逻辑函数式。

- 从输入到输出逐级写出各逻辑符号所对应的逻辑运算式。
- 从输出到输入依次写出各级的逻辑运算式，最终得到该电路的逻辑表达式。

4）由逻辑函数式画出卡诺图。

- 将逻辑函数式转换成标准的与或式。
- 在卡诺图中填入具体的值，如果最小项出现在函数式中，则在卡诺图的对应小方格中

填 1，否则填 0。

- 如果函数式中含有无关项，则在卡诺图的对应小方格中填×。

（6）逻辑函数的最小项表达式

最小项：如果一个具有 n 个变量的逻辑函数的“与项”包含全部 n 个变量，每个变量以原变量或反变量的形式出现，且仅出现一次，则这种“与项”称为最小项。最小项的特点有：仅一组变量的取值能使某个最小项的取值为 1，其他组变量的取值全部使该最小项的取值为 0；任意两个最小项的逻辑与恒为 0；对 n 个变量的最小项，每个最小项有 n 个相邻项；相邻项是指两个最小项仅有一个变量互为相反变量。

（7）逻辑函数的化简方法

1）逻辑代数化简法：它是利用逻辑代数的基本公式和规则对给定的逻辑函数表达式进行化简。

2）卡诺图化简法。

① 卡诺图的构成：将 n 个逻辑变量的全部最小项各用一个小方格表示，并使具有逻辑相邻性的最小项在几何位置上也相邻，按照这一规则排列的几何图形称为 n 变量最小项的卡诺图。

② 逻辑函数的卡诺图表示：当逻辑函数是以真值表或波形图给出时，可以将逻辑函数为 1 的所有逻辑变量取值的组合相或，从而得到其最小项的表达式，然后画卡诺图。当逻辑函数是以一般与或形式给出时，可以将每个与项覆盖的小方格填 1，重复覆盖时，只填一次。

③ 用卡诺图化简逻辑函数。确定每个填 1 的小方格及和它所有相邻的填 1 的小方格；用卡诺圈圈起具有相邻关系的填 1 的小方格；无关项在卡诺图上用“×”表示，化简时可代表 0，也可代表 1；写出最简逻辑函数表达式。

④ 卡诺图画圈的原则如下。

- 圈 1 得原函数，圈 0 得反函数。
- 圈必须覆盖所有的 1。
- 圈中 1 的个数必须是 2^n 个相邻的 1。
- 圈的个数必须最少（乘积项最少）。
- 圈越大越好（消去的变量多）。
- 每个圈至少包含一个新的最小项。

1.2 教学要求

1．掌握十进制、二进制、八进制、十六进制之间的转换；掌握二-十进制编码，了解其他编码；了解半导体二极管、三极管和 MOS 管的开关特性。

2．掌握逻辑代数中的基本定律和定理；掌握逻辑函数的逻辑表达式、真值表、逻辑图、卡诺图等描述方法；掌握逻辑函数的化简方法。

1.3 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。

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

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

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

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

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

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

等。

上面 3 个函数的具体化简过程如下。

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

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

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

【例 1-2】 用卡诺图化简下面具有约束条件的逻辑函数：

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

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为 0 或 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。

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

图 1-1 例 1-2 的卡诺图

函数 F 的卡诺图如图 1-1 所示，函数 F 的最简与或式如下。

$$F = AD + \bar{A}\bar{D} + BC\bar{D}$$

1.4 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：$(987)_{10}=(100110000111)_{8421}$，$(3456)_{10}=(11010001010110)_{8421}$，

$(7531)_{10}=(111010100110001)_{8421}$

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 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。

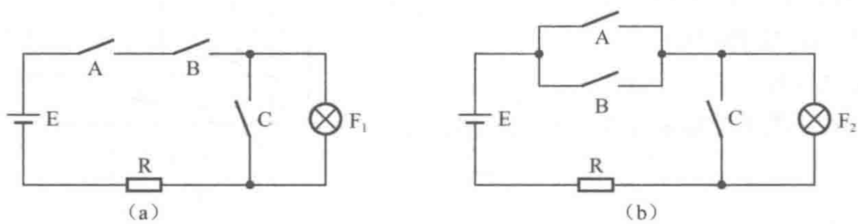


图 1-2　习题 1-10 电路图

得 F_1、F_2 真值表如表 1-3 所示。

得逻辑函数表达式如下：

$$F_1 = AB\overline{C}$$

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

表 1-3　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·B，则 A=B=1

（3）若 A·B =A·C，则 B=C

解：（1）错误。

由真值表 1-4 可知：

因为 A+B=A，所以 A=1 时，B=0，B=1 均可以。

而 A=0 时，只能 B=0。

（2）正确。

由真值表 1-5 可知：

因为 1+B=1，且 1+B=AB，即 AB=1，所以 A=B=1。

表 1-4　真值表（1）

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

表 1-5　真值表（2）

A　B	1+B	AB
0　0	1	0
0　1	1	0
1　0	1	0
1　1	1	1

（3）错误。

由真值表 1-6 可知：

因为 A=0 时，若 AB=AC，B≠C 也成立；

而 A=1 时，若 AB=AC，必有 B=C。

表 1-6　真值表（3）

A　B　C	AB	AC
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

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。

1-13　用真值表法证明：

（1）AB+C=(A+C)(B+C)

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

由真值表（见表 1-7 和表 1-8）可以看出，上述两式相等。

表 1-7　（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 1-8　（2）式真值表

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

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：

$$F_1=A\overline{B}+\overline{A}B+A$$

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

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

$$F_4=AB+\bar{A}C+BC+A+\bar{C}$$

解:

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

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

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

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

1-15　证明下列异或运算公式:

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

解:

$A\oplus 0=A\cdot\bar{0}+\bar{A}\cdot 0=A$;　　$A\oplus 1=A\cdot\bar{1}+\bar{A}\cdot 1=\bar{A}$;　　$A\oplus A=A\cdot\bar{A}+\bar{A}\cdot A=0$

$A\oplus\bar{A}=A\cdot\bar{\bar{A}}+\bar{A}\cdot\bar{A}=A+\bar{A}=1$

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

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:（1）

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

（2）左式$=\bar{A}(\bar{C}+\bar{B}+\bar{C}\bar{D})+BC=\bar{A}\cdot\overline{BC}+BC=\bar{A}+BC$=右式

1-17　求下列逻辑函数 F 的反函数 $\bar{F}$。

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

$$F_2=ABC+\overline{\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}}$$

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

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

解:

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

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

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

$$\overline{F_4}=\bar{A}\bar{B}\bar{C}+ABC$$

1-18　求下列逻辑函数的对偶式 F′:

$$F_1=AB+CD$$

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

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

$$F_4=\overline{A+B+\overline{\bar{C}+\overline{DF}}}$$

解：

$$F_1' = (A+B)(C+D)$$

$$F_2' = AB + CD$$

$$F_3' = \overline{AB}\cdot(\overline{A}+\overline{B}) = \overline{AB}\cdot\overline{AB} = \overline{AB}$$

$$F_4' = \overline{A\cdot B\cdot\overline{\overline{\overline{C}\cdot\overline{D}+F}}} = \overline{AB\cdot\overline{\overline{\overline{C}DF}}} = \overline{AB}+\overline{C}DF$$

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。

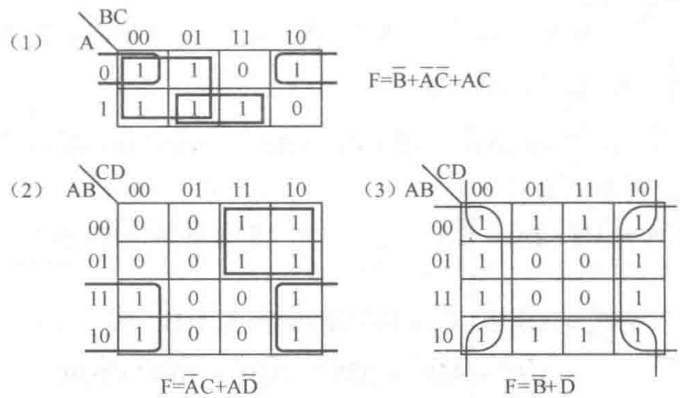


图 1-3　习题 1-19 卡诺图及最简与或式

1-20　用卡诺图化简下列函数：

（1） $F = \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + AB\overline{C}D + ABCD + A\overline{B}C\overline{D}$

无关项： $\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BCD + A\overline{B}\overline{C}\overline{D}$

（2） $F = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}BCD + A\overline{B}CD$

无关项： $\overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}D + ABCD$

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

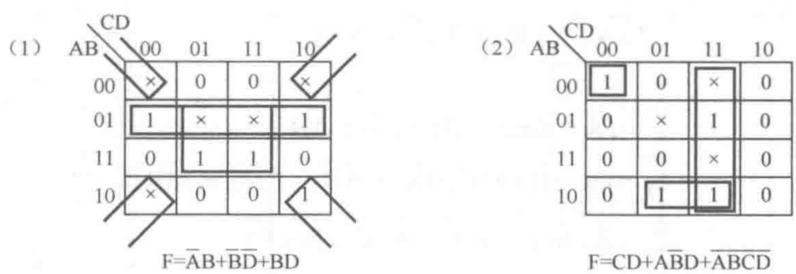


图 1-4　习题 1-20 卡诺图及最简与或式

1-21　用卡诺图判断逻辑函数 Z 与 Y 有何关系。

（1） $Z = AB + BC + CA$

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

（2） $Z = D + B\overline{A} + \overline{C}B + \overline{C}\,\overline{A} + C\overline{B}A$

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

解：分别画出题中给定逻辑函数 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式可以看出，Z 和 Y 互为反函数。

（1）

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

$Z=AB+BC+AC$

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

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

$Z=\overline{Y}$

（2）

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

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

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

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

$Z=\overline{Y}$

图 1-5　习题 1-21 卡诺图及最简与或式