21世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

数字电子技术基础

全程导学及习题全解

清华大学阎石第四版

主　编　苗明川
副主编　李昌盛
主　审　崔建宗

◆知识归纳　梳理主线重点难点
◆习题详解　精确解答教材习题
◆提高练习　巩固知识迈向更高

中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House

21 世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

数字电子技术基础

全程导学及习题全解

清华大学阎石第四版

主　编　苗明川
副主编　李昌盛
主　审　崔建宗

◆知识归纳　梳理主线重点难点
◆习题详解　精确解答教材习题
◆提高练习　巩固知识迈向更高

中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House

图书在版编目（CIP）数据

数字电子技术基础全程导学及习题全解/苗明川主编．—北京：中国时代经济出版社，2006.9

（21世纪高等院校经典教材同步辅导）

ISBN 7-80221-067-4

Ⅰ．数…　Ⅱ．苗…　Ⅲ．数字电路-电子技术-高等学校-教学参考资料　Ⅳ．TN79

中国版本图书馆CIP数据核字（2006）第042104号

数字电子技术基础全程导学及习题全解

苗明川　主编

出版者	中国时代经济出版社
地　　址	北京东城区东四十条24号 青蓝大厦东办公区11层
邮政编码	100007
电　　话	(010)68320825(发行部) (010)88361317(邮购)
传　　真	(010)68320634
发　　行	各地新华书店
印　　刷	北京密兴印刷厂
开　　本	787×1092　1/16
版　　次	2006年9月第1版
印　　次	2006年9月第1次印刷
印　　张	12.125
字　　数	250千字
印　　数	1～5000册
定　　价	13.50元
书　　号	ISBN 7-80221-067-4/G·041

前　言

由阎石老师主编的《数字电子技术基础》(第四版)是一门理论性强、结构严谨、内容广泛的高校工科电子类专业的基础课程。它不仅与后续课程有着紧密联系,而且在培养学生的创新能力,提高学生的科研素质方面都有着重要作用。为了学好这门课程,首先要对基本概念和基本理论有较好的把握,它不仅需要较强的逻辑推理能力,深入地思考,反复领会,更需要做大量的习题,在解题过程中,一方面是提高自己的解题技巧;更重要的方面,是深化对基本概念和基本理论的认识。所以解题过程就是进一步领悟的过程,深入理解的过程。因此,做大量的习题是学好该门课程的关键之一。

本书每章由概要总结、经典例题和教材的详细课后习题解答组成。第一部分的概要总结将每章的基本知识点、重要概念、常用的公式变化都列出来,让读者能在较短时间内对整个章节有大致的了解;第二部分是典型例题,这些题结合了基本概念、最经常的题型而编写出来的,具有很强的代表性,其目的是给初学者提供解题的思路,具有一定的启示作用,帮助初学者提高对基本概念和基本理论的认识,也是该门课程对学生的基本要求;第三部分是《数字电子技术基础》(第四版)教材的详细课后习题解答。

本书由苗明川、李昌盛等同志编写,全书由崔建宗老师主审。崔建宗老师严谨的治学态度,使编者受益匪浅,对此深表感谢。本书编写过程中得到陈晓峰、张景刚等同志的大力协助,并得到中国时代经济出版社的领导和有关编辑的大力支持,为此表示忠心的感谢!并对《数字电子技术基础》教材的作者阎石老师,表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,本书难免有缺点和疏漏,存在一些不妥之处,敬请各位专家及广大读者批评指正。

编　者

2006 年 8 月

目　录

第一章　逻辑代数基础

本章知识要点

一、逻辑代数的基本公式和常用公式

1. 下表列出了一些逻辑代数的基本公式和常用公式，在逻辑运算和化简逻辑函数时，利用这些公式会带来很大方便。

表 1.1

$\overline{\mathbf{1}}=\mathbf{0};\overline{\mathbf{0}}=\mathbf{1},\overline{\overline{A}}=A$	$0\cdot A=0;1\cdot A=A$
$\mathbf{0}+A=A;\mathbf{1}+A=\mathbf{1}$	$AA=A;A+A=A$
$A\overline{A}=\mathbf{0};A+\overline{A}=\mathbf{1}$	$AB=BA;A+B=B+A$
$A(BC)=(AB)C$	$A+(B+C)=(A+B)+C$
$A(B+C)=AB+AC$	$A+BC=(A+B)(A+C)$
$\overline{AB}=\overline{A}+\overline{B}$	$\overline{A+B}=\overline{A}\,\overline{B}$
$A+AB=A$	$A+\overline{A}B=A+B$
$AB+A\overline{B}=A$	$A(A+B)=A$
$AB+\overline{A}C+BC=AB+\overline{A}C$	$AB+\overline{A}C+BCD=AB+\overline{A}C$
$A\overline{AB}=A\overline{B};\overline{A}\,\overline{AB}=\overline{A}$	$\overline{A\overline{B}+\overline{A}B}=AB+\overline{A}\,\overline{B}$

二、逻辑代数的基本定理

1. 代入定理

在任何一个包含变量 A 的逻辑等式中，若以另外一个逻辑式代入式中有 A 的位置，则等式仍然成立.

2. 反演定理

对于任意一个逻辑式 Y，若将其中所有的“·”换成“+”，“+”换成“·”，**0** 换成 **1**，**1** 换成 **0**，原变量换成反变量，则得到的结果就是 $\overline{Y}$.

3. 对偶定理

若两逻辑式相等，则它们的对偶式也相等，其中对偶式定义为：对于任意逻辑式 Y，若将其中的“·”换成“+”，“+”换成“·”，**0** 换成 **1**，**1** 换成 **0**，则得到新的逻辑式 Y'，则 Y' 为 Y 的对偶式.

三、逻辑函数的表示方式

1. 逻辑真值表

将输入变量所有取值下对应的输出值找出来，列成表格，即可得真值表.

2. 逻辑函数式

把输出与输入之间的逻辑关系写成与、或、非等运算的组合式，可得逻辑函数式.

3. 逻辑图

将逻辑函数中各变量之间的与、或、非等逻辑关系用图形符号表示，即可画出表示逻辑关系的逻辑图.

四、各种表示方法间的互相转换

1. 从真值表写出逻辑函数式

(1) 找出真值表中使逻辑函数 $Y=1$ 的输入变量取值组合.

(2) 每组输入变量取值组合对应一个乘积项,其中取值为 1 的写入原变量,取值为 0 的写入反变量.

(3) 将这些乘积项相加,得到 Y 的逻辑函数式.

2. 从逻辑函数式列出真值表

将输入变量取值的所有组合状态逐一代入逻辑式求出函数值,列成表,即可得真值表.

3. 从逻辑式画出逻辑图

用图形符号替代逻辑式中的运算符号,即可画出逻辑图.

4. 从逻辑图写出逻辑式

从输入端到输出端逐段写出每个图形对应的逻辑式,即可得到对应的逻辑函数式.

五、逻辑函数的两种标准形式

1. 最小项

在 n 变量逻辑函数中,若 m 为包含 n 个因子的乘积项,而且这 n 个变量均以原变量或反变量的形式在 m 中出现一次,则称 m 为该组变量的一个最小项.

2. 最大项

在 n 变量逻辑函数中,若 M 为 n 个变量之和,而这 n 个变量均以原变量或反变量的形式在 M 中出现一次,则称 M 为该组变量的最大项.

3. 逻辑函数最小项之和的形式

利用基本公式 $A+\overline{A}=1$ 可将任意逻辑函数化为最小项之和的标准形式.

4. 逻辑函数最大项之积的形式

当已知逻辑函数可表示为最小项之和的形式 $Y=\sum m_i$ 时,定能将 Y 化为编号为 i 以外的那些最大项之积的形式.

六、常用的化简方法

1. 常用的化简逻辑函数的方法有公式化简法和卡诺图化简法等,公式化简法主要通过应用各种基本公式和常用公式达到化简目的,没有固定的步骤.

2. 在输入变量少于五个时,用卡诺图化简法简单、直观、其化简步骤可归纳为:

(1) 将逻辑函数化为最小项之和的形式;

(2) 画出表示该逻辑函数的卡诺图;

(3) 找出可以合并的最小项;

(4) 选取化简后的乘积项.

3. 约束项、任意项和无关项

恒等于 0 的最小项为约束项,在输入变量的某些取值下函数值是 1 还是 0 皆可,此时值等于 1 的最小项为任意项,约束项和任意项统称逻辑函数式中的无关项,利用无关项的特点,在化简有无关项的逻辑函数时,合理使用某些无关项,一般可得到更加简单的化简结果.

典型例题讲解

例 1　将下列逻辑函数式化为最简与或形式

$$Y_1 = \overline{A}B + B\overline{C} + AC$$
$$Y_2 = A\overline{B}C + CD + \overline{C} + B\overline{D}$$
$$Y_3 = (\overline{A} + B)(\overline{B} + C)(\overline{C} + D)(\overline{D} + A).$$

解:以上三个逻辑函数式形式上比较简单或者有规律,因此可以使用公式化简法化简.

在化简 Y_1 时,注意到 $AC + \overline{A}B = AC + \overline{A}B + BC$,而 $\overline{B}C + BC$ 恰好等于 C,则

$$\begin{aligned} Y_1 &= \overline{A}B + B\overline{C} + AC \\ &= \overline{A}B + B\overline{C} + AC + BC \\ &= AC + \overline{A}B + B = AC + B \end{aligned}$$

在化简 Y_2 时,可以观察到 $\overline{C} + CD = \overline{C} + D$,而 $D + B\overline{D} = D + B$,则

$$\begin{aligned} Y_2 &= A\overline{B}C + CD + \overline{C} + B\overline{D} \\ &= A\overline{B}C + \overline{C} + D + B\overline{D} \\ &= A\overline{B}C + \overline{C} + D + B \\ &= AC + \overline{C} + D + B \\ &= A + \overline{C} + B + D \end{aligned}$$

在化简 Y_3 时,可以将括号中的式子乘开,观察其规律后化简

$$\begin{aligned} Y_3 &= (\overline{A} + B)(\overline{B} + C)(\overline{C} + D)(\overline{D} + A) \\ &= (\overline{A}\,\overline{B} + BC + \overline{A}C)(\overline{C}\,\overline{D} + DA + \overline{C}A) \\ &= (\overline{A}\,\overline{B} + BC)(\overline{C}\,\overline{D} + DA) \\ &= \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} + ABCD + \overline{A}\,\overline{B}DA + BC\overline{C}\,\overline{D} \\ &= \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} + ABCD \end{aligned}$$

例 2 利用卡诺图化简下列逻辑函数

$$Y_1(A,B,C,D) = A\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}BC + AC + \overline{B}C\overline{D}$$
$$Y_2(A,B,C,D) = \sum(m_2, m_3, m_6, m_7, m_8, m_9, m_{10}, m_{11}, m_{13}, m_{14}, m_{15})$$

解:先将 Y_1 写成最小项之和的形式,再画卡诺图.

$$\begin{aligned} Y_1 &= A\overline{B}\,\overline{C}D + A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} + ABCD + ABC\overline{D} + A\overline{B}CD + \overline{A}\,\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\,\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\,\overline{B}C\overline{D}\,\overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} \\ &= \sum(m_2, m_6, m_7, m_8, m_9, m_{10}, m_{11}, m_{14}, m_{15}) \end{aligned}$$

卡诺图如图例 1.1 图中 m_2, m_6, m_{10}, m_{14} 四个最小项相邻;m_6, m_7, m_{14}, m_{15} 相邻;m_7, m_8, m_9, m_{10} 相邻;此时虽然 $m_9, m_{10}, m_{14}, m_{15}$ 也相邻,但图中已经将所有最小项都包括,因此 $m_9, m_{10}, m_{14}, m_{15}$ 组成的矩形块是多余的.

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

图例 1.1

将图中的矩形块分别合并,得到

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

Y_2 已经表示为最小项之和的形式,因此直接画出卡诺图.

卡诺图如图例 1.2.

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

图例 1.2

图中 $m_2,m_3,m_6,m_7,m_{10},m_{11},m_{14},m_{15}$ 八个最小项组成一个矩形块；m_7,m_8,m_9,m_{10} 组成一个矩形块；m_9,m_{11},m_{13},m_{15} 组成一个矩形块. 这时已将所有最小项都包括，且没有多余的矩形块，将图中的矩形块分别合并，得到

$$Y_2 = C + A\overline{B} + AD.$$

例 3 用卡诺图化简逻辑函数

$$Y(A,B,C,D) = \sum(m_2,m_3,m_4,m_6,m_8)$$

其中约束条件为 $AB + AC = 0$.

解：画出 Y 的卡诺图，如图例 1.3 其中约束条件为 $ABCD + AB\overline{C}D + ABC\overline{D} + AB\overline{C}\,\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D} + A\overline{B}CD = 0$

取约束项 m_{12},m_{14},m_{10} 为 0，得 m_2,m_3,m_{10},m_{11} 合并，m_4,m_6,m_{12},m_{14} 合并，m_8,m_{10},m_{12},m_{14} 合并，得到

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

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

图例 1.3

自我检测题解答

（一）将下列二进制数和十六进制数化成等值的十进制数.

(1)$(\mathbf{10110})_2$； (2)$(\mathbf{10111010})_2$；

(3)$(\mathbf{0.1011})_2$；

(4)$(\mathbf{0101.0110})_2$； (5)$(3B)_{16}$； (6)$(FF)_{16}$；

(7)$(0.35)_{16}$； (8)$(7A.C1)_{16}$

解：将二进制数和十六进制数转换为十进制数时，按公式

$$D = \sum k_i N^i$$

展开，然后把所有各项的数值按十进制相加，即可得到等值的十进制数，N 为基数，k_i 为第 i 位系数，N^i 为第 i 位的权.

(1)$(\mathbf{10110})_2$

$= 1\times 2^4 + 0\times 2^3 + 1\times 2^2 + 1\times 2^1 + 0\times 2^0$

$= (22)_{10}$

(2)$(\mathbf{10111010})_2$

$= 1\times 2^7 + 0\times 2^6 + 1\times 2^5 + 1\times 2^4 + 1\times 2^3 + 0\times 2^2 + 1\times 2^1 + 0\times 2^0$

$= (186)_{10}$

(3)$(\mathbf{0.1011})_2$

$= 0\times 2^0 + 1\times 2^{-1} + 0\times 2^{-2} + 1\times 2^{-3} + 1\times 2^{-4}$

$= (0.6875)_{10}$

(4)$(\mathbf{0101.0110})_2$

$= 1\times 2^2 + 0\times 2^1 + 1\times 2^0 + 0\times 2^{-1} + 1\times 2^{-2} + 1\times 2^{-3} + 0\times 2^{-4}$

$= (5.375)_{10}$

(5)$(3B)_{16}$

$= 3\times 16^1 + 11\times 16^0 = (59)_{10}$

(6)$(FF)_{16}$

$= 15\times 16^1 + 15\times 16^0$

$= (255)_{10}$

$(7)(0.35)_{16}$

$= 3 \times 16^{-1} + 5 \times 16^{-2}$

$= (0.20703125)_{10}$

$(8)(7A.C1)_{16}$

$= 7 \times 16^{1} + 10 \times 16^{0} + 12 \times 16^{-1} + 1 \times 16^{-2}$

$= (122.75390625)_{10}$

(二) 已知逻辑函数 Y 的真值表如表 T1.2，试写出 Y 的逻辑函数式.

表 T1.2

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

解:由真值表可见，当出现下列情况时，Y 等于 1.

$A=0 \quad B=0 \quad C=0$

$A=0 \quad B=0 \quad C=1$

$A=1 \quad B=0 \quad C=0$

$A=1 \quad B=0 \quad C=1$

$A=1 \quad B=1 \quad C=1$

在上列情况下，必然使乘积项 $\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}=1$、$A\overline{B}\,\overline{C}=1$、$A\overline{B}C=1$ $\overline{A}\,\overline{B}C=1$、$ABC=1$，因此 Y 的逻辑函数式应当等于这些乘积项之和，即

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

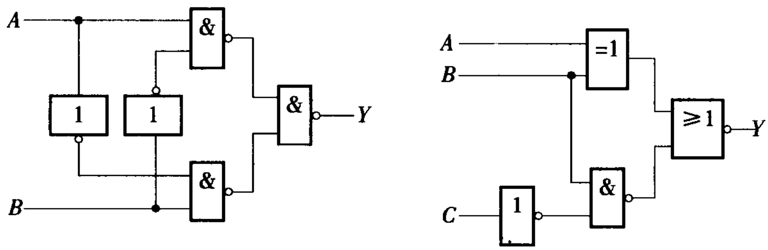
(三) 列出逻辑函数 $Y = \overline{A}B + BC + AC\overline{D}$ 的真值表.

解:将 A,B,C,D 的各种取值代入 Y 中计算，将计算结果列表，即可得到 Y 的真值表见表 1.3.1.

表 1.3.1

A	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
B	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
C	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
D	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
$\overline{A}B$	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
BC	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
$AC\overline{D}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Y	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1

（四）写出图 T1.4 中逻辑电路的逻辑函数式.



(a)　　　　　　　　　　　　(b)

图 T1.4

解:(a) 从输入端 A,B 开始逐个写出逻辑图每个图形符号输出端的逻辑式，可以得到

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

变换后可得到 $Y=A\overline{B}+\overline{A}B=A\oplus B$

可见输出 Y 与输入 A,B 之间是异或的逻辑关系.

(b) 同上题方法，从输入端 A,B,C 开始写出每个图形输出端的逻辑式可以得到

$$Y=\overline{(A\oplus B)+\overline{B\overline{C}}}.$$

（五）利用逻辑代数的基本公式和常用公式化简下列各式.

(1)$Y=AC\overline{D}+\overline{D}$

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

(3)$Y=A\overline{B}+AC+BC$

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

(5)$Y=\overline{E}\,\overline{F}+\overline{E}F+E\overline{F}+EF$

(6)$Y=ABD+A\overline{B}C\overline{D}+A\overline{C}DE+A$

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

(8)$Y=AC+B\overline{C}+\overline{A}B$

解:题中各式具体化简过程如下，括号中为所用到的基本公式和常用公式.

(1)$Y=AC\overline{D}+\overline{D}=D$　　　　$(AB+A=A)$

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

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

$=A\overline{B}$　　　　$(AA=A;A\overline{A}=0)$

(3)$Y=A\overline{B}+AC+BC$

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

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

$=A\overline{B}+BC$

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

$=ABA+AB\overline{B}C$

$=AB$　　　　$(AA=A;A\overline{A}=0)$

(5)$Y=\overline{E}\,\overline{F}+\overline{E}F+E\overline{F}+EF$

$=(E+\overline{E})F+(E+\overline{E})\overline{F}$

$=(E+\overline{E})(F+\overline{F})$　　　　$(AB+AC=A(B+C))$

$=1$　　　　$(A+\overline{A}=1)$

$$
\begin{aligned}
(6)Y &= ABD + A\bar{B}C\bar{D} + ACDE + A \\
&= ABD + A\bar{B}C\bar{D} + ACDE + A \\
&= A
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
(7)Y &= \bar{A}BC + (A+\bar{B})C \\
&= \bar{A}BC + \overline{\bar{A}B}C && (\overline{A+B} = \bar{A}\,\bar{B}) \\
&= (\bar{A}B + \overline{\bar{A}B})C \\
&= C && (A+\bar{A} = 1)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
(8)Y &= AC + B\bar{C} + \bar{A}B \\
&= AC + B\bar{C} + AB + \bar{A}B && (AB + \bar{A}C + BC = AB + \bar{A}C) \\
&= AC + B\bar{C} + (A+\bar{A})B \\
&= AC + B\bar{C} + B \\
&= AC + B
\end{aligned}
$$

（六）指出下列各式中哪些是四变量 A、B、C、D 的最小项和最大项. 在最小项后的（　　）里填 m，在最大项后的（　　）里填 M，其他填 ×.

(1)$A+\bar{B}+D$（　　）；　　(2)$\bar{A}\,\bar{B}CD$（　　）；

(3)ABC（　　）；　　(4)$AB(C+D)$（　　）；

(5)$\bar{A}+B+C+\bar{D}$（　　）；　　(6)$A+B+CD$（　　）.

解:(1) 因为式中缺少变量 C，所以本式既不是最小项也不是最大项.(×)

(2) 根据最小项的定义判定本式为最小项.(m)

(3) 式中缺少变量 D，所以既不是最小项也不是最大项.(×)

(4) 该式既含有和的形式又含有积的形式，所以本式既不是最小项也不是最大项.(×)

(5) 根据最大项的定义判定本式为最大项.(M)

(6) 同(4) 式，式中既含有和的形式又含有积的形式，所以本式既不是最小项也不是最大项.(×)

（七）写出图 T1.7 中各卡诺图所表示的逻辑函数式.

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

(a)

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

(b)

图 T1.7

解:因为逻辑函数 Y 等于卡诺图中填入 **1** 的最小项之和，所以有

(a)$Y = \bar{A}BC + A\bar{B}\,\bar{C} + A\bar{B}C + AB\bar{C}$；

(b)$Y = \bar{A}\,\bar{B}\,\bar{C}\,\bar{D} + \bar{A}\,\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + ABCD + A\bar{B}\,\bar{C}\,\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D}$.

（八）用卡诺图化简法化简以下逻辑函数

(1)$Y_1 = C + ABC$

(2)$Y_2 = A\bar{B}C + BC + \bar{A}B\bar{C}D$

解:(1) 根据逻辑函数画出卡诺图如图 C1.8.1 所示.

由卡诺图可以看出 m_1, m_3, m_5, m_7 相邻，按照图中方案将这 4 个最小项合并后得到

$$Y_1 = C.$$

(2) 根据逻辑函数画出卡诺图如图 C1.8.2 所示.

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

图 C1.8.1

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

图 C.1.8.2

根据卡诺图，可以看出 m_5, m_7 相邻，m_7, m_6, m_{15}, m_{14} 相邻，$m_{15}, m_{14}, m_{11}, m_{10}$ 相邻，按照图中方案将最小项合并之后得到

$$Y_2 = \overline{A}BD + BC + AC$$

(九) 化简逻辑函数

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

给定约束条件为 $\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}BC = 0$.

解:画出逻辑函数 Y 的卡诺图如图 C1.9 所示，并根据卡诺图选取约束项 m_0, m_3 为 1.

$A \backslash BC$	00	01	11	10
0	0	0	×	1
1	1	0	1	0

图 C1.9

按图中方案合并最小项后可以得到

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

本题还可以用另一种方法求解，即在逻辑函数中加入约束项得

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

利用基本公式和常用公式进行化简

$$\begin{aligned} Y &= (A\overline{B}\,\overline{C} + ABC) + (\overline{A}\,\overline{B}C + AB\overline{C} + \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}BC) \\ &= A(\overline{B}\,\overline{C} + BC) + \overline{A}(\overline{B}C + B\overline{C} + \overline{B}\,\overline{C} + BC) \\ &= A(\overline{B}\,\overline{C} + BC) + \overline{A} \\ &= \overline{A} + \overline{B}\,\overline{C} + BC \end{aligned}$$

化简过程中应用了公式 $A + \overline{A}B = A + B$，从而得到最后结果.

思考题和习题全解

1.1 将下列二进制数转换为等值的十六进制数和等值的十进制数.

(1)$(\mathbf{10010111})_2$;

(2)$(\mathbf{1101101})_2$;

(3)$(\mathbf{0.01011111})_2$;

(4)$(\mathbf{11.001})_2$.

解:(1)$(\mathbf{10010111})_2 = (97)_{16} = (151)_{10}$

(2)$(\mathbf{1101101})_2 = (60)_{16} = (109)_{10}$

(3)$(\mathbf{0.01011111})_2 = (0.5F)_{16} = (0.37109375)_{10}$

(4)$(\mathbf{11.001})_2 = (3.2)_{16} = (3.125)_{10}$

1.2 将下列十六进制数化为等值的二进制数和等值的十进制数.

(1)$(8C)_{16}$;

(2)$(3D.BE)_{16}$

(3)$(8F.FF)_{16}$;

(4)$(10.00)_{16}$.

解:(1)$(8C)_{16} = (\mathbf{10001100})_2 = (140)_{10}$

(2)$(3D.BE)_{16} = (\mathbf{00111101.10111110})_2 = (61.7423)_{10}$

(3)$(8F.FF)_{16} = (\mathbf{10001111.11111111})_2 = (143.996)_{10}$

(4)$(10.00)_{16} = (\mathbf{00010000.00000000})_2 = (16.0)_{10}$

1.3 将下列十进制数转换成等效的二进制数和等效的十六进制数.要求二进制数保留小数点以后4位有效数字.

(1)$(17)_{10}$;(2)$(127)_{10}$;(3)$(0.39)_{10}$;(4)$(25.7)_{10}$.

解:(1)$(17)_{10} = (\mathbf{10001})_2 = (11)_{16}$

(2)$(127)_{10} = (\mathbf{1111111})_2 = (7F)_{16}$

(3)$(0.39)_{10} = (\mathbf{0.0110})_2 = (0.63D70A)_{16}$

(4)$(25.7)_{10} = (\mathbf{11001.1011})_2 = (19.B3)_{16}$

1.4 写出下列二进制数的原码和补码.

(1)$(+\mathbf{1011})_2$;(2)$(+\mathbf{00110})_2$;(3)$(-\mathbf{1101})_2$;(4)$(-\mathbf{00101})_2$.

解:(1)$[+\mathbf{1011}]_{原} = \mathbf{01011}$　　$[+\mathbf{1011}]_{补} = \mathbf{01011}$

(2)$[+\mathbf{00110}]_{原} = \mathbf{000110}$　　$[+\mathbf{00110}]_{补} = \mathbf{000110}$

(3)$[-\mathbf{1101}]_{原} = \mathbf{11101}$　　$[-\mathbf{1101}]_{补} = \mathbf{10011}$

(4)$[-\mathbf{00101}]_{原} = \mathbf{100101}$　　$[-\mathbf{00101}]_{补} = \mathbf{111011}$

1.5 试总结并说出

(1) 从真值表写逻辑函数式的方法;

(2) 从逻辑函数式列真值表的方法;

(3) 从逻辑图写逻辑函数式的方法;

(4) 从逻辑函数式画逻辑图的方法.

解:(1) 从真值表写出逻辑函数式的方法为:

① 找出真值表中使逻辑函数 $Y = 1$ 的那些输入变量取值的组合;

② 每组输入变量取值的组合对应一个乘积项,其中取值为 **1** 的写入原变量.取值为 **0** 的写入反变量;

③ 将这些乘积项相加,即得 Y 的逻辑函数式.

(2) 从逻辑函数式列出真值表的方法为:

将输入变量取值的所有组合状态逐一代入逻辑函数式中求出函数值,列成表即得.

(3) 从逻辑图写逻辑函数式的方法为:

从输入端到输出端逐级写出每个图形符号对应的逻辑函数式,就可得到对应的逻辑函数式.

(4) 从逻辑函数式画逻辑图的方法为:

用图形符号代替逻辑函数式中的运算符号,即可画出逻辑图.

1.6 已知逻辑函数的真值表如表 P1.6(a)、(b),试写出对应的逻辑函数式.

解:(a) 按照从真值表写逻辑函数的一般方法,先找出使 $Y = 1$ 的乘积项,并相加可得

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

(b) 类似上题的做法,可得

$$Z=\overline{M}\,\overline{N}PQ+\overline{M}NP\overline{Q}+\overline{M}NPQ+M\overline{N}PQ+MN\overline{P}\,\overline{Q}+MN\overline{P}Q+MNP\overline{Q}+MNPQ$$

表 P1.6(a)

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

表 P1.6(b)

M	N	P	Q	Z
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

1.7 试用列真值表的方法证明下列异或运算公式.

(1)$A\oplus\mathbf{0}=A$

(2)$A\oplus\mathbf{1}=\overline{A}$

(3)$A\oplus A=\mathbf{0}$

(4)$A\oplus\overline{A}=\mathbf{1}$

(5)$(A\oplus B)\oplus C=A\oplus(B\oplus C)$

(6)$A(B\oplus C)=AB\oplus AC$

(7)$A\oplus\overline{B}=\overline{A\oplus B}=A\oplus B\oplus\mathbf{1}$

证明:已知异或写成与或的形式为$A\oplus B=A\overline{B}+\overline{A}B$,只需列出下列各式的真值表,将等式左右对比看真值表是否对应相等即可证明等式是否相等.

(1)

A	$A\oplus\mathbf{0}$
0	0
1	1

由真值表可以看出$A\oplus\mathbf{0}$的取值和A的取值完全对应相等,可知

$$A\oplus\mathbf{0}=A$$

证毕.

(2)

A	$A\oplus\mathbf{1}$	$\overline{A}$
0	1	1
1	0	0

由真值表可以看到 $A \oplus 1 = \overline{A}$，

证毕.

(3)

A	$A \oplus A$
0	0
1	0

由真值表看出，无论 A 怎样取值 $A \oplus A$ 的取值都是 0，由此可以判断

$$A \oplus A = 0$$

证毕.

(4)

A	$A \oplus \overline{A}$
0	1
1	1

由真值表可得 $A \oplus \overline{A} = 1$

证毕.

(5)

A	B	C	$(A \oplus B) \oplus C$	$A \oplus (B \oplus C)$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

由真值表可见 $(A \oplus B) \oplus C$ 和 $A \oplus (B \oplus C)$ 的值完全对应相等，所以

$$(A \oplus B) \oplus C = A \oplus (B \oplus C)$$

证毕.

(6)

A	B	C	$A(B \oplus C)$	$AB \oplus AC$
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	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

由真值表可见 $A(A \oplus C)$ 和 $AB \oplus AC$ 的值完全对应相等，因此

$$A(B \oplus C) = AB \oplus AC$$

证毕.