现代数字电路设计学习指导与题解

经典

经典教材辅导用书 电子信息系列

知识要点

重点与难点

考研试题精解

例题解析

习题全解

高教版《现代数字电路设计》(蓝江桥 曹汉房)

朱红卫 曹汉房 主编

華中科技大学出版社
http://www.hustp.com

经典

经典教材辅导用书 ▌电子信息系列

现代数字电路设计学习指导与题解

高教版《现代数字电路设计》(蓝江桥 曹汉房)

朱红卫 曹汉房 主编
朱红卫 曹汉房 谷京朝 韩德红 宋晓玫 秦振杰 编著

华中科技大学出版社
http://www.hustp.com
中国 · 武汉

图书在版编目(CIP)数据

现代数字电路设计学习指导与题解/朱红卫　曹汉房　主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008 年 3 月
ISBN 978-7-5609-4405-0

Ⅰ.现…　Ⅱ.①朱…　②曹…　Ⅲ.数字电路-电路设计-高等学校-教学参考资料　Ⅳ.TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 034688 号

现代数字电路设计学习指导与题解　　朱红卫　曹汉房　主编

责任编辑:沈旭日　　封面设计:潘　群
责任校对:刘　竣　　责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国・武汉)
武昌喻家山　　邮编:430074　　电话:(027)87557437

录　排:华中科技大学惠友文印中心
印　刷:华中科技大学印刷厂

开本:710mm×1000mm　1/16　　印张:19　　字数:425 000
版次:2008 年 3 月第 1 版　　印次:2008 年 3 月第 1 次印刷　　定价:28.00 元
ISBN 978-7-5609-4405-0/TN・114

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内容简介

本书是为配合蓝江桥、曹汉房主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《现代数字电路设计》(高等教育出版社出版)而编写的教学辅导用书。

与教材配套,全书共有10章:数字逻辑基础,集成逻辑门,组合电路设计原理,组合电路设计练习,组合电路设计实例,时序电路设计原理,时序电路设计练习,时序电路设计实例,存储器、CPLD和FPGA,数模与模数转换器及脉冲单元电路。针对各章有重点与难点内容的分析与总结;典型例题与考研试题解析;习题全解,详细解答了各章习题。对于难以理解的例题或习题给出题意分析或提示;某些题型给出了一例多解并加以点评;对技巧性强的题则给出了解题技巧分析。

本书可作为理工院校大学生和其他层次高等学校或自学者的教学辅导用书,也可供硕士研究生和有关专业工程技术人员参考。

前言

本书是为配合蓝江桥、曹汉房主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《现代数字电路设计》(高等教育出版社出版)而编写的教学辅导用书。对教材各章内容进行了系统总结:指出教学中的重点与难点内容;对典型例题和一些考研试题进行范例性的解析(如题意分析、提示、点评、谬误分析等);对各章习题给出详尽解答。

本书可帮助学习本课程的大学生和硕士研究生的考生,巩固和加强对基本内容、基本方法和基本逻辑技巧的理解与应用,建立清晰的解题思路,提高解题的能力、效率与技巧。

本书附录中选编了部分院校近几年(2005—2006)的考研试卷。除图号、表号统一编序外,均保留原卷风貌。其中,部分有代表性的题型在相应章节中作出了详尽解析。

本书由朱红卫、曹汉房主编,参加编写的有谷京朝、韩德红、宋晓玫、秦振杰等老师。

作者对本书选用参考资料的著作者表示真诚感谢,对华中科技大学出版社的支持与帮助表示衷心感谢。

由于作者水平有限,错谬之处恳请读者批评指正。

作　者

2007 年 9 月

目录

第1章 数字逻辑基础

1.1 重点与难点

一、数制及数制转换方法

1. 数制

按进位规则进行计数的方法称为进位计数制，简称数制。最常用的是十进制、二进制、八进制和十六进制；还有十二进制、二十四进制和六十进制等。

任何一个进制都含有两个基本要素，即基数和位权值。在一个数制中采用的数码个数称为基数；不同数位(位置)上的数码所具有的十进制的数值则称为位权值。

任何一个数制的数都可以用位置计数法和多项式表示法来表示。

2. 数制转换

(1) 任意进制数与十进制数的转换方法。

(a) 任意进制数转换为十进制数：依据多项式表示法按位权值展开，即可得十进制数。

(b) 十进制数转换为任意进制数：采用基数乘除法，即整数采用基数除法，小数采用基数乘法分别转换，然后用小数点“.”合起来便可得任意进制数。

(2) 二进制数与八进制数的转换方法。

整数由小数点向左每 3 位为一组，最后不足 3 位者补 0；小数则由小数点向右每 3 位一组，最后不足 3 位者补 0。然后，将每一组 3 位二进制数用相应的八进制数代替即实现转换。

(3) 二进制数与十六进制数的转换方法。

整数由小数点向左每 4 位为一组，最后不足 4 位者补 0；小数则由小数点向右每 4 位一组，最后不足 4 位者补 0。然后，将每一组 4 位二进制数用相应的十六进制数代替即实现转换。

(4) 转换精度。

将十进制数转换为二进制数或其他任意进制数时，有时会出现无休止的、没有结果的情况，这时应依据转换精度要求来确定转换位数。因为转换精度由二进制数的小数位数确定，所以应依据转换精度的要求来确定小数的位数(参见例 1.1，例 1.2)。

二、编码

1. BCD码和二进制编码

(1) BCD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、右移码等。

(2) 二进制编码:用二进制数码表示一个特定对象,例如字符、人名、校名等,这称为二进制编码。若被编码的特定对象增加,则需增加二进制数码的位数。常用的二进制编码有二进制码、格雷码、奇偶校验码等。

2. 可靠性编码

具有防止代码在产生、传输或变换过程中出错,或出错时可以发现或既能发现错码又能确定错码位置并予以纠正的编码统称为可靠性编码。常用的可靠性编码有余3码、右移码、格雷码、奇偶校验码等。

3. 常用编码的构成及其特点

(参见教科书中的1.2节)

三、代数法化简逻辑函数

1. 最简逻辑函数表达式的标准

逻辑函数可以用逻辑电路实现,所以逻辑函数表达式越简单则实现它的逻辑电路也越简单。一个逻辑函数通过等式变换可以有多个等值的表达式,其中最简表达式只有一个。逻辑函数的化简就是将一个复杂的函数通过等值变换求出最简表达式。

逻辑函数最简表达式的标准如下:

(1) 若逻辑函数为与或式,则要求与项最少;逻辑函数为或与式,则要求或项最少。

(2) 在满足条件(1)的基础上,要求每个与项(或项)所含变量数最少。

2. 添加项规则的应用

添加项规则:若一个逻辑函数中有两个乘积项分别包含一个变量和其反变量,则用它们的系数构成一个新乘积项加入原函数不会改变函数之值。添加项规则的逆定理也是成立的,即:若函数中的某个乘积项是另外两个乘积项的添加项,则可把该乘积项从函数中消除。

在逻辑函数化简过程中,灵活运用添加项规则可以使化简过程简单,获得事半功倍的效果(参见例1.3)。

3. 逻辑命题正确性的判断

令某变量X有**0**及**1**两种取值,判断逻辑命题是否正确(参见例1.10)。

四、卡诺图化简逻辑函数

1. 卡诺图的构成方法

(1) 卡诺图中变量的排列应符合循环码规则,即相邻小方格对应的与项只有一个

变量互补，其他变量完全一致。

(2) 对于 n 变量卡诺图，任何一个最小项都有 n 个相邻最小项。在寻找相邻最小项时，除了几何位置相邻者之外，必须注意同纵、横轴对称的最小项也是相邻最小项。

(3) 最小项同最大项的编号是一致的。

2. 卡诺图的填写方法

已知逻辑函数，可以采用3种方法填写卡诺图：列真值表法，逻辑函数标准型法，观察法等。其中，观察法的灵活运用可以使填图过程简便(参见例1.7，例1.8)。

3. 卡诺图的化简方法

(1) 在逻辑函数F的卡诺图上对1画合并圈，可得F的最简与或式，每一个合并圈就是一个与项。与项的构成方法是：若变量为**0**，则取其反变量；若变量为**1**，则取其原变量。所有与项之或便构成最简与或式。

(2) 在逻辑函数F的卡诺图上对**0**画合并圈，可得F的最简或与式，每一个合并圈就是一个或项。或项的构成方法是：若变量为**0**，则取其原变量；若变量为**1**，则取其反变量。所有或项之与便构成最简或与式。

(3) 在逻辑函数F的卡诺图上对**0**画合并圈，可得$\overline{F}$的最简与或式，其与项构成方法同(1)。由此便可得到F的与或非表达式。

(4) 化简准则：在覆盖全部**1**(或**0**)的条件下，合并圈最少，每个合并圈最大。在含有任意项“×”的卡诺图中，则应充分利用×的随意态特性，使得化简结果最佳(参见例1.6～例1.8)。

1.2 例题解析

例1.1 将$(25.49)_{10}$转换为二进制数，要求转换精度为1%。

题意分析 将十进制数转换为二进制数时，可能会出现有限的二进制数不能完全表示十进制数的情况，即转换存在误差，称为截断误差(剩余误差)。显然，截断误差由二进制数小数的位数决定，所以本例应依据精度要求先确定小数的位数。

解 将$(25.49)_{10}$转换为二进制数的精度取决于二进制数小数部分的位数 m，即 m 应依据精度要求确定，令 $2^{-m}\leqslant 1\%$，则可得

$$m\lg 2 \geqslant \lg 100$$

所以，$m\geqslant 6.66$。取 $m=7$，则有

$$0.49\times 2=0.98 \quad a_{-1}=0$$
$$0.98\times 2=1.96 \quad a_{-2}=1$$
$$0.96\times 2=1.92 \quad a_{-3}=1$$
$$0.92\times 2=1.84 \quad a_{-4}=1$$
$$0.84\times 2=1.68 \quad a_{-5}=1$$
$$0.68\times 2=1.36 \quad a_{-6}=1$$
$$0.36\times 2=0.72 \quad a_{-7}=0$$

因此，$(25.49)_{10}=(11001.0111110)_2$

剩余误差为 $e<2^{-7}\approx 0.7\%$。显然在允许的精度之内。

例 1.2 将$(0.706)_{10}$转换为二进制数，要求其误差不大于 2^{-6}。

解 由于要求转换误差不大于 2^{-6}，而数码 a_{-6}的位权值为 2^{-6}，所以小数部分应有 6 位。

$$0.706\times 2=1.412 \quad a_{-1}=1$$
$$0.412\times 2=0.824 \quad a_{-2}=0$$
$$0.824\times 2=1.648 \quad a_{-3}=1$$
$$0.648\times 2=1.296 \quad a_{-4}=1$$
$$0.296\times 2=0.592 \quad a_{-5}=0$$
$$0.592\times 2=1.184 \quad a_{-6}=1$$

所以 $(0.706)_{10}=(0.101101)_2$

转换误差 $e<2^{-6}$。

例 1.3 用代数法化简逻辑函数

$$F=AB+A\overline{C}+\overline{B}C+B\overline{C}+\overline{B}D+B\overline{D}+ADE(G+H)$$

解 **[解法 1]**
$$\begin{aligned}F&=AB+A\overline{C}+\overline{B}C+B\overline{C}+\overline{B}D+B\overline{D}+ADE(G+H)\\
&=A\overline{\overline{B}C}+\overline{B}C+B\overline{C}+\overline{B}D+B\overline{D}+ADE(H+G)\\
&=A+\overline{B}C+B\overline{C}+\overline{B}D+B\overline{D}\\
&=A+\overline{B}C(D+\overline{D})+B\overline{C}+\overline{B}D+B\overline{D}(C+\overline{C})\\
&=A+\overline{B}CD+\overline{B}C\,\overline{D}+B\overline{C}+\overline{B}D+BC\overline{D}+B\overline{C}\,\overline{D}\\
&=A+\overline{B}D+B\overline{C}+C\overline{D}(B+\overline{B})\\
&=A+\overline{B}D+B\overline{C}+C\overline{D}\end{aligned}$$

[解法 2]
$$\begin{aligned}F&=A\overline{\overline{B}C}+\overline{B}C+B\overline{C}+\overline{B}D+B\overline{D}+ADE(H+G)\\
&=A+\overline{B}C+B\overline{C}+\overline{B}D+B\overline{D}\\
&=A+\overline{B}C+B\overline{C}+\overline{B}D+B\overline{D}+C\overline{D} && \text{(添加项)}\\
&=A+\overline{B}D+B\overline{C}+C\overline{D} && \text{(添加项消除)}\end{aligned}$$

提示 $C\overline{D}$是$\overline{B}C$ 和 $B\overline{D}$的添加项；$\overline{B}C$ 是$\overline{B}D$ 和 $C\overline{D}$的添加项、$B\overline{D}$是 $B\overline{C}$和 $C\overline{D}$的添加项，故可从函数中删除。

点评 [解法 2]是利用添加项规则先增加一项，构成的某些与项是它和另外一些与项的添加项；再将这些与项从函数中删除来达到化简之目的。比较两种解法，显然后者为佳。

例 1.4 求最简与或表达式：

$$Z=DEFG+D(\overline{E}+\overline{F}+\overline{G})+BC(A+D)+\overline{D}(\overline{A}+\overline{B})(B+C)$$

题意分析 本例要求写出最简与或式，但未限定解题方法，所以可以在保证结果是最简的前提下，采用代数法或卡诺图法，或者二者结合进行。

解 **[解法 1]**
$$\begin{aligned}Z&=DEFG+D(\overline{E}+\overline{F}+\overline{G})+BC(A+D)+\overline{D}(\overline{A}+\overline{B})(B+C)\\
&=DEFG+D\overline{EFG}+ABC+BCD+\overline{D}(\overline{A}B+\overline{B}C)\end{aligned}$$

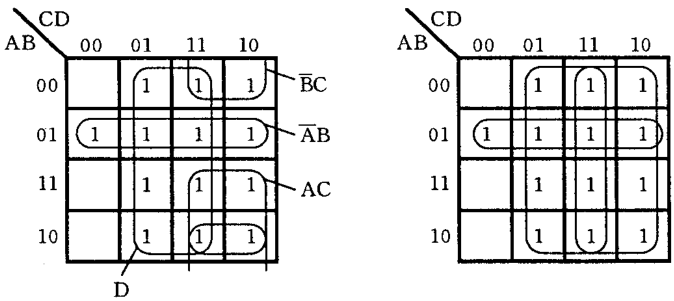
$$=D+ABC+BCD+\overline{A}B\overline{D}+\overline{B}C\overline{D}$$
$$=D+ABC+\overline{A}B+\overline{B}C$$
$$=D+AC+\overline{A}B+\overline{B}C$$
$$=D+AC+\overline{A}B+\overline{B}C+\overline{A}C$$
$$=D+C+\overline{A}B$$

[解法 2] 由[解法 1]得到

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

用观察法画出 Z 的卡诺图，如图 1.2.1(a)所示，重新画合并圈如图(b)所示。所以

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



(a) (b)

图 1.2.1

点评 用代数法化简逻辑函数不能直观地求得最简表达式，结果是否最简较难掌握；而用卡诺图法化简逻辑函数，则只要正确地掌握化简准则，就能直观地求出最简表达式。

例 1.5 指出下式中 A、B、C 取哪些值时，F 为 **1**。

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

解 用代数法求解：

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

当 ABC 分别为 111，110，011，001 时，F 为 **1**。

例 1.6 用卡诺图将具有约束条件 $AB+A\overline{D}=0$ 的逻辑函数 $F=\sum m(0,2,3,4,6,7,9)$分别化简为最简与或式及最简或与式。

题意分析 对于约束条件 $AB+A\overline{D}=0$，即有

$$AB\overline{C}\,\overline{D}+AB\overline{C}D+ABC\overline{D}+ABCD+A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}+A\overline{B}C\overline{D}+AB\overline{C}\,\overline{D}+ABC\overline{D}$$
$$=AB\overline{C}\,\overline{D}+AB\overline{C}D+ABC\overline{D}+ABCD+A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}+A\overline{B}C\overline{D}$$
$$=\sum m(8,10,12,13,14,15)=0$$

所以，把这些恒为 0 的最小项作任意项×处理，加入函数之中不会改变其值。

解 依据约束条件 $AB+A\overline{D}=0$ 可得

$$\times\times AB+A\times\times\overline{D}=\sum m(8,10,12,13,14,15)=0$$

将这些恒为 0 的最小项作任意项×处理，画出函数卡诺图，如图 1.2.2 所示。由此

可得最简与或式为

$$F=\overline{D}+\overline{A}C+A\overline{C}$$

圈 **0** 得最简或与式为 $$F=(\overline{A}+\overline{C})(A+C+\overline{D})$$

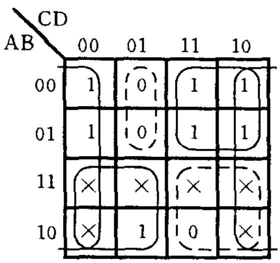


图 1.2.2

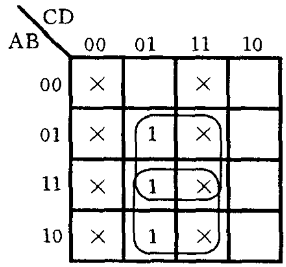


图 1.2.3

例 1.7 用卡诺图化简函数 $F=B\overline{C}D+A\overline{B}\overline{C}D$,其中 $C\odot D=0$。

题意分析 约束条件表明凡是 C 和 D 取值相同的最小项都是不会出现的,因此这些最小项都可以作任意项×处理。

解 用观察法将 F 填入卡诺图,其中凡 C 和 D 取值相同的那些最小项作任意项×处理,如图 1.2.3 所示。由此可得最简与或式为,

$$F=AD+BD$$

例 1.8 利用卡诺图化简逻辑函数

$$F=\overline{A}\overline{B}\overline{C}+ABC+\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}+\sum\times$$

式中, $$\sum\times=A\oplus B$$

解 **[解法 1]** 将原式展开为标准与或式

$$\begin{aligned}F&=\overline{A}\overline{B}\overline{C}+ABC+\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}+\sum\times\\&=\overline{A}\overline{B}\overline{C}(D+\overline{D})+ABC(D+\overline{D})+\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}+\sum\times\\&=\overline{A}\overline{B}\overline{C}D+\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}+ABCD+ABC\overline{D}+\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}+\sum\times\\&=\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}+\overline{A}\overline{B}\overline{C}D+ABC\overline{D}+ABCD+\sum\times\end{aligned}$$

式中,$\sum\times=A\oplus B=\overline{A}B+A\overline{B}$

$$\begin{aligned}&=\overline{A}B(C+\overline{C})(D+\overline{D})+A\overline{B}(C+\overline{C})(D+\overline{D})\\&=\overline{A}BCD+\overline{A}BC\overline{D}+\overline{A}B\overline{C}D+\overline{A}B\overline{C}\overline{D}+A\overline{B}CD+A\overline{B}C\overline{D}+A\overline{B}\overline{C}D+A\overline{B}\overline{C}\overline{D}\end{aligned}$$

所以, $$F(A,B,C,D)=\sum m(0,1,14,15)+\sum\times(4,5,6,7,8,9,10,11)$$

卡诺图如图 1.2.4 所示。化简后得

$$F=\overline{A}\overline{C}+BC$$

[解法 1] $$F=\overline{A}\overline{B}\overline{C}+ABC+\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}+\sum\times=\overline{A}\overline{B}\overline{C}+ABC+\sum\times$$

$$\sum\times=A\oplus B=A\overline{B}+\overline{A}B$$

用观察法分别用 **1** 和×完成 F 中的与或式及任意项表达式的填写,卡诺图仍如图 1.2.4 所示。因此,化简结果完全一致。

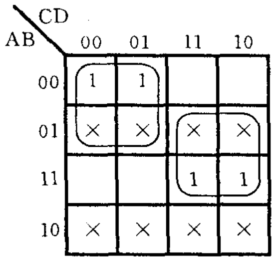


图 1.2.4

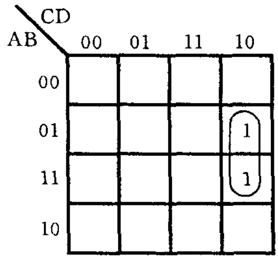


图 1.2.5

例 1.9 已知有 4 个运动员参加拳击比赛,举行拳击比赛的条件有:

(1) 只有其他运动员在场的条件下,A 才可与任何运动员比赛;

(2) B 只与 C 比赛,而且是在无其他运动员在场的情况下;

(3) C 可与任何运动员比赛,但只要 D 在场则拒绝比赛;

(4) D 宣布不与任何运动员比赛。

试求出举行一次拳击比赛的逻辑表达式,并用逻辑语言解释之。

解 设某个运动员在场用 **1** 表示,不在场用 **0** 表示;能否举行拳击比赛用逻辑函数 F 表示,F 为 **1** 表示能举行比赛,F 为 **0** 表示不能举行比赛。依据题意给出的比赛条件可以画出 F 的卡诺图,如图 1.2.5 所示。由图可得

$$F=BC\overline{D}$$

上式表明:只要 B、C 在场,而 D 不在场,则可举行一次拳击比赛。显然与 A 是否在场无关。若 A 在场则 A 与 C 比赛;若 A 不在场则 B 与 C 比赛。

例 1.10 判断下列命题是否正确,并回答为什么?

(1) 若 $A+B=A+C$,则 $B=C$;

(2) 若 $A+B=AB$,则 $A=B$;

(3) 若 $AB=AC$,则 $B=C$;

(4) 若 $\mathbf{1}+A=B$,则 $\mathbf{1}+A+AB=B$。

解 (1) 此命题错误,因为当 $A=\mathbf{1}$,$B\neq C$ 时,等式依然成立。

(2) 此命题正确,因为当 $A=\mathbf{0}$ 时 $B=\mathbf{0}$;当 $A=\mathbf{1}$ 时,$B=\mathbf{1}$,所以 $A=B$。

(3) 此命题错误,因为在 $A=\mathbf{0}$ 时,$B\neq C$,等式也成立。

(4) 此命题正确,因为当 $A=\mathbf{0}$ 时,$B=\mathbf{1}$,等式成立;在 $A=\mathbf{1}$ 时,$B=\mathbf{1}$,等式也成立,所以此命题正确。

1.3 习题全解

题 1.1 写出下列各数的按权展开式:

(1) $(1101.101)_2$　　(2) $(248.375)_{10}$　　(3) $(A87.D2)_{16}$

解 (1) $(1101.101)_2=1\times2^3+1\times2^2+1\times2^0+1\times2^{-1}+1\times2^{-3}$

(2) $(248.375)_{10}=2\times10^2+4\times10^1+8\times10^0+3\times10^{-1}+7\times10^{-2}+5\times10^{-3}$

(3) $(A87.D2)_{16}=10\times16^2+8\times16^1+7\times16^0+13\times16^{-1}+2\times16^{-2}$

题 1.2 将下列二进制数转换成十进制数：

(1) 100110 (2)0.01101 (3)1010.101

解 (1) $(100110)_2=2^5+2^2+2^1=32+4+2=(38)_{10}$

(2) $(0.01101)_2=2^{-2}+2^{-3}+2^{-5}=0.25+0.125+0.03125=(0.40625)_{10}$

(3) $(1010.101)_2=2^3+2^1+2^{-1}+2^{-3}=8+2+0.5+0.125=(10.625)_{10}$

题 1.3 将下列十进制数转换成二进制数(精确到小数点后 6 位)：

(1) 193 (2) 0.525 (3) 41.6875

解 (1) $(193)_{10}=(11000001)_2$

(2) $(0.525)_{10}=(0.100001)_2$

(3) $(41.6875)_{10}=(101001.101100)_2$

题 1.4 用下列代码表示数$(468.32)_{10}$：

(1) 8421BCD 码 (2) 2421BCD 码 (3) 5421BCD 码 (4) 余 3BCD 码

解 $(468.32)_{10}=(010001101000.00110010)_{8421}$

$=(010011001110.00110010)_{2421}$

$=(010010011011.00110010)_{5421}$

$=(011110011011.01100101)_{余3}$

题 1.5 写出二进制数 11011 对应的格雷码。

解 $(11011)_2=(27)_{10}=(10110)_{Gray}$

题 1.6 用真值表判断函数 F 和 G 的关系：

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

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

解 (1)列出真值表如表 1.3.1 所示。由真值表 1.3.1 知：$F=\overline{G}$。

表 1.3.1

A	B	C	F	G
0	0	0	0	1
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	0

表 1.3.2

A	B	C	D	F	G	A	B	C	D	F	G
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0

(2) 列出真值表如表 1.3.2 所示。由真值表 1.3.2 知：$F=\overline{G}$。

题 1.7 用公式证明下列等式。

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

(2) $BC+D+\overline{D}(\overline{B}+\overline{C})(AD+B)=B+D$

(3) $A\bar{B}+BD+\bar{A}D+CD=A\bar{B}+D$

(4) $ABCD+\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}=\overline{A\bar{B}+B\bar{C}+C\bar{D}+\bar{A}D}$

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

(6) $AB+BC+AC=(A+C)(B+C)(A+B)$

解　(1) 原式左边$=AB+\overline{AB}C=AB+C=$右边

(2) 原式左边$=BC+D+\overline{BC}(AD+B)=BC+D+AD+B=B+D=$右边

(3) 原式左边$=A\bar{B}+BD+AD+\bar{A}D+CD=A\bar{B}+BD+D+CD=A\bar{B}+D=$右边

(4) 原式右边$=\overline{A\bar{B}}\,\overline{B\bar{C}}\,\overline{C\bar{D}}\,\overline{\bar{A}D}=(\bar{A}+B)(\bar{B}+C)(\bar{C}+D)(A+\bar{D})$

$=(\bar{A}\bar{B}+BC)(AD+\bar{C}\bar{D})=ABCD+\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}=$左边

(5) 原式左边$=A\bar{B}+B\bar{C}+\bar{A}C+A\bar{C}+\bar{A}B+\bar{B}C=\bar{A}B+\bar{B}C+A\bar{C}=$右边

(6) 原式右边$=(AB+C)(A+B)=AB+BC+AC=$左边

题 1.8　求下列函数的对偶式：

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

(2) $F=(A+B)(\bar{A}+C)(\bar{C}+DE)+G$

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

(4) $F=\overline{\overline{A+\overline{B+C}+D}+\overline{A+B+\overline{C+D}}}$

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

(2) $F_d=[AB+\bar{A}C+\bar{C}(D+E)]G$

(3) $F_d=\overline{\overline{\bar{A}B}\,\overline{\bar{B}C}\,\overline{\bar{C}D}\,\overline{\bar{D}E}}$

(4) $F_d=\overline{\overline{A\overline{BC}D}\,\overline{AB\overline{CD}}}$

题 1.9　利用反演规则求反函数：

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

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

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

(2) $\bar{F}=\overline{\overline{A\bar{B}}\,\overline{B\bar{C}}\,\overline{C\bar{D}}\,\overline{D\bar{E}}}$

题 1.10　将下列函数转换成与非-与非式、或与式、或非-或非式和与或非式：

(1) $F=A\bar{B}+\bar{A}B$　　　　(2) $F=\bar{A}B+BC$

解　(1) $F=\overline{\overline{A\bar{B}+\bar{A}B}}=\overline{\overline{A\bar{B}}\,\overline{\bar{A}B}}$　　(与非-与非式)

$=\overline{(\bar{A}+B)(A+\bar{B})}=\overline{\bar{A}\bar{B}+AB}$　　(与或非式)

$=\overline{\bar{A}\bar{B}}\,\overline{AB}=(\bar{A}+\bar{B})(A+B)$　　(或与式)

$=\overline{\overline{(\bar{A}+\bar{B})(A+B)}}=\overline{\overline{\bar{A}+\bar{B}}+\overline{A+B}}$　　(或非-或非式)

(2) $F=\overline{\overline{\bar{A}B+BC}}=\overline{\overline{\bar{A}B}\,\overline{BC}}$　　(与非-与非式)

$=\overline{(A+\bar{B})(\bar{B}+\bar{C})}=\overline{A\bar{C}+\bar{B}}$　　(与或非式)

$=\overline{A\bar{C}}\,\bar{\bar{B}}=(\bar{A}+C)B$　　(或与式)

$=\overline{\overline{(\overline{A}+C)}\overline{B}}=\overline{\overline{\overline{A}+C}+\overline{B}}$ （或非-或非式）

题 1.11 由函数的真值表 1.3.3 和表 1.3.4 写出 F_1 和 F_2 的最小项表达式和最大项表达式。

表 1.3.3

A	B	F_1
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

表 1.3.4

C	D	E	F_2	C	D	E	F_2
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1

解 由表 1.3.3 可得

$$F_1(A,B)=\overline{A}\overline{B}+AB=\sum m(0,3)=(A+\overline{B})(\overline{A}+B)=\prod M(1,2)$$

由表 1.3.4 可得

$$F_2(C,D,E)=\overline{C}\overline{D}E+\overline{C}DE+CDE=\sum m(1,3,7)$$
$$=(C+D+E)(C+\overline{D}+E)(\overline{C}+D+E)(\overline{C}+D+\overline{E})(\overline{C}+\overline{D}+E)$$
$$=\prod M(0,2,4,5,6)$$

题 1.12 用代数法简化下列逻辑函数。

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

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

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

(4) $F=(DE+ABC)(DE+\overline{A}+\overline{B}+\overline{C})$

(5) $F=(A+B+C+\overline{D})(A+E)(B+C+\overline{D}+\overline{E})$

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

(7) $F=AB+\overline{A}C+(\overline{B}+\overline{C})D$

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

(9) $F=AB+ABD+\overline{A}C+BCD$

(10) $G=A\overline{B}+D+(\overline{A}+\overline{B}+C)D$

(11) $G=A\overline{B}(C+D)+B\overline{C}+\overline{A}\overline{B}+\overline{A}C+BC+\overline{B}\overline{C}\overline{D}$

(12) $G=X(\overline{X}+Y)(\overline{X}+\overline{Y})+(\overline{X}+\overline{Y})\overline{W}+\overline{X}\overline{Y}$

解 (1) $F=AB+\overline{A}B=B$

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

(3) $F=\overline{B}\overline{C}+\overline{C}+AB=AB+\overline{C}$

(4) $F=(DE+ABC)(DE+\overline{ABC})=DE$

(5) $F=[A(B+C+\overline{D})+(B+C+\overline{D})+A\overline{E}+(B+C+\overline{D})\overline{E}](A+E)$

$$=(B+C+\overline{D}+A\overline{E})(A+E)$$
$$=A(B+C+\overline{D})+(B+C+\overline{D})E+A\overline{E}$$
$$=A\overline{E}+(B+C+\overline{D})E=A\overline{E}+BE+CE+\overline{D}E$$