JISUAN JIWEIJISUANJIJIE TIZHIDAO

计算机
微计算机解题指导

解建平 何诚 编著

四川科学技术出版社

计算机、微计算机解题指导

解建平　何诚　编著

四川科学技术出版社
一九八七年·成都

责任编辑：田　霞
封面设计：祝开嘉
技术设计：翁宜民

计算机、微计算机解题指导

解建平　何　诚　编著

四川科学技术出版社出版
（成都盐道街三号）
·新华书店重庆发行所发行
重庆新华印刷厂印刷
ISBN7—5364—0086—1/TN.3
科技新书目：150—337　统一书号：7298·227

1987年7月第1版开本787×1092毫米1/16
1987年7月第1次印刷　　字数794千
印数：1—6,750册　　印张31.25　　插页3
定　价：6.25元

前　　言

计算机科学的不断发展，促进了计算机在各个领域的广阔应用。无论是从事计算机软件、计算机应用、计算机通信等专业的学生，还是从事微计算机开发应用的广大工程技术人员，都必须很好地掌握计算机原理和微计算机原理课程的内容。特别是近几年来，招收计算机硕士研究生各研究方向的单位不断增多，招生人数也相应增加。在硕士研究生的入学考试中，计算机原理和微计算机原理是其必考的主课之一。总之，这两门课程在计算机各专业的教学和科研工作中，都占有十分重要的地位。

目前国内有关这方面的教科书中习题较少，致使学生对基本概念难以掌握，解题速度较慢，所学的知识不巩固。特别是一些在各条战线上从事计算机应用工作的同志，更是缺少这方面的资料。为帮助广大读者更好地掌握这两门课程的主要内容，根据教学工作的体会，特编写了这一习题指导。

全书分为三个部分，前两部分为习题部分，第三部分为计算机硕士研究生的入学考试试题。前两部分中，每一章都先简要地介绍本章应该掌握的基本原理和内容，然后列举与本章内容有关的大量例题，向读者介绍解题方法，并提供部分习题，供读者自己编演(这些习题都附有解答)。在研究生试题部分，有代表性地选编了全国各高等院校、研究所计算机硕士研究生各研究方向的“计算机(组成)原理”和“微计算机原理”课程的考题，供读者作为学完两门课程后，了解自己对基本内容掌握程度的自我检查测验题。同时，为向读者学习时提供一些指导性的方向，我们还选编了部分“计算机系统结构”和这两门课程有关的“综合考试”试题。在该部分，为了便于统一，对所有试题的图号作了统编，但丝毫不影响原试题的内容。

在本书的编写过程中，考虑到国内目前这两门课程的教材较多，故不以某一本教科书为蓝本，充分注意了通用性和

广泛性，以使读者面广一些，便于他们学习和参加考试。“微型机原理”课程选用了目前国内高等院校、中等学校广泛使用的教材中的Z80微型机作为典型机，它具有代表性。

本书的习题，不但考虑到初学者的要求，也考虑到准备报考研究生的需要。习题丰富，解答详明，可供大专院校师生及各种培训班参考。

全书承王岷山、张湘华、丁钟琦等教授和梁先宇工程师审阅。参加编写工作的还有江涛、龙子平、王一龙、程先荣、谭翔云和谢南生等同志。在该书的“研究生试题”的收集过程中，得到了有关高等院校，研究所研究生招生办的支持，在此表示衷心感谢，由于编者水平有限，不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

1985年6月

目　录

第一篇　计算机原理

第一章　运 算 基 础

§1-1　基本内容提要

电子数字计算机对外的功能虽然比较复杂，但其内部的电路通常不过是由几种或几十种最简单、最基本的电路所组成，而这些电路中，多数都是最基本的逻辑电路。布尔代数(即称为逻辑代数)是进行逻辑电路分析和设计的有力工具，因此，本章要掌握以下几方面的内容：

1．布尔代数与逻辑函数

(1) 布尔代数是对仅取“0”(假)和“1”(真)两种不同值的变量间的逻辑运算的求值数学；需了解布尔代数的基本公式(布尔代数的“相等”、基本公式、等式的若干规则、常用公式)、布尔表达式的公式化简法及文氏图法。

(2) 基本逻辑函数：必须了解：与、或、非逻辑运算的基本定义；逻辑函数的标准形式与范式；逻辑函数的化简方法(如卡诺图方法)。

2．进位计数制及其转换　计算机中的数是用二进制表示的。二进制数最基本的算术运算为加法运算，其规则为逢二进一；逻辑运算“与”、“或”和“异或”都按位进行。机器中的二进制整数分为无符号数和带符号数两种。需掌握：进位计数制、数制转换、带符号数的代码表示、数的定点与浮点表示等。

以上内容虽是最基本的，但研究生入学考试中，仍有一定数量的试题。

§1-2　例题详解

一、　布尔代数及逻辑函数

1-1　化简下列各式

① $F=\overline{AB}+\overline{A}BC=\overline{A}+\overline{B}+\overline{A}BC=\overline{A}(1+BC)+\overline{B}=\overline{A}\cdot 1+\overline{B}=\overline{A}+\overline{B}$

② $F=\overline{A}+\overline{AB+\overline{B}}=\overline{A}+\overline{AB}\cdot\overline{\overline{B}}=\overline{A}+(\overline{A}+\overline{B})B=\overline{A}+\overline{A}B+\overline{B}B=\overline{A}(1+B)=\overline{A}$

③ $F=\overline{A+\overline{AB}+B\overline{C}D+\overline{C}D}=\overline{A+\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}D(B+1)}=\overline{1+\overline{B}+\overline{C}D\cdot 1}$

$=\overline{1}+\overline{\overline{C}D}=0+CD=CD$

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

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

8810038

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

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

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

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

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

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

⑦ $F=A\bar{B}+\bar{A}B+ABCD+\bar{A}\bar{B}CD=(A\bar{B}+\bar{A}B)+CD(AB+\bar{A}\bar{B})=(A\bar{B}+\bar{A}B)$

$+CD\overline{A\bar{B}+\bar{A}B}=A\bar{B}+\bar{A}B+CD$

⑧ $F=AB+A\bar{C}+\bar{B}C+\bar{C}B+\bar{B}D+\bar{D}B+AD=A(B+\bar{C})+\bar{B}C+\bar{C}B+\bar{B}D$

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

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

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

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

⑨ $F=\bar{A}\bar{B}+(\bar{A}+B)\bar{C}=\bar{A}\bar{B}+\bar{B}B+(\bar{A}+B)\bar{C}=(\bar{A}+B)\bar{B}+(\bar{A}+B)\bar{C}=(\bar{A}+B)$

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

$=\overline{A\bar{B}}\cdot\overline{BC}$

⑩ $F=A\bar{B}+A\bar{C}+\bar{A}BC=\bar{A}BC+A\bar{C}+A\bar{B}=\bar{A}A+\bar{A}BC+A\bar{B}+\bar{B}BC+A\bar{C}+BC\bar{C}$

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

$=A\overline{ABC}+BC\overline{ABC}=\overline{\overline{A\overline{ABC}+BC\overline{ABC}}}=\overline{\overline{A\overline{ABC}}\;\overline{BC\overline{ABC}}}$

1-2 证明下列各式

① $AB+\bar{A}C+BC=AB+\bar{A}C$

证明：$\because$ $AB+\bar{A}C+BC=AB+\bar{A}C+(A+\bar{A})BC=AB+\bar{A}C+ABC+\bar{A}BC$

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

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

② $AB+\bar{A}C+BCD=AB+\bar{A}C$

证明：$\because$ $AB+\bar{A}C+BCD=AB+\bar{A}C+BC+BCD=AB+\bar{A}C+BC(1+CD)$

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

$\therefore$ $AB+\bar{A}C+BCD=AB+\bar{A}C$

③ $\overline{A\bar{B}+\bar{A}B}=\bar{A}\bar{B}+AB$

证明：$\because$ $\overline{A\bar{B}+\bar{A}B}=(\bar{A}+B)(A+\bar{B})=A\bar{A}+\bar{A}\bar{B}+AB+B\bar{B}=\bar{A}\bar{B}+AB$

$\therefore$ $\overline{A\bar{B}+\bar{A}B}=\bar{A}\bar{B}+AB$

④ $\overline{AB+\bar{A}C}=A\bar{B}+\bar{A}\bar{C}$

证明：$\because$ $\overline{AB+\bar{A}C}=(\bar{A}+\bar{B})(A+\bar{C})=\bar{A}A+\bar{A}\bar{C}+A\bar{B}+\bar{B}\bar{C}$

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

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

⑤ $BC+D+\bar{D}(\bar{B}+\bar{C})(AD+B)=B+D$

证明：$\because$ $BC+D+\bar{D}(\bar{B}+\bar{C})(AD+B)=BC+D+(\bar{B}+\bar{C})(AD+B)=BC+D+$

$A\bar{B}D+A\bar{C}D+B\bar{C}$

$=BC+B\bar{C}+D=B+D$

$\therefore\ BC+D+\bar{D}(\bar{B}+\bar{C})(AD+B)=B+D$

⑥ $AB+BC+CA=(A+B)(B+C)(C+A)$

证明：$\because\ (A+B)(B+C)(C+A)=(B+AC)(C+A)=BC+AB+AC+AC$

$=AB+BC+AC$

$\therefore\ AB+BC+CA=(A+B)(B+C)(C+A)$

⑦ $(AB+\bar{A}\bar{B})(BC+\bar{B}\bar{C})(CD+\bar{C}\bar{D})=\overline{A\bar{B}+B\bar{C}+C\bar{D}+D\bar{A}}$

证明：∵左边：$(AB+\bar{A}\bar{B})(BC+\bar{B}\bar{C})(CD+\bar{C}\bar{D})=(ABC+\bar{A}\bar{B}\bar{C})$

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

右边$=\overline{A\bar{B}+B\bar{C}+C\bar{D}+D\bar{A}}=\overline{A\bar{B}}\cdot\overline{B\bar{C}}\cdot\overline{C\bar{D}}\cdot\overline{D\bar{A}}$

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

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

左边＝右边

$\therefore (AB+\bar{A}\bar{B})(BC+\bar{B}\bar{C})(CD+\bar{C}\bar{D})=\overline{A\bar{B}+B\bar{C}+C\bar{D}+D\bar{A}}$

⑧ $A\bar{B}+B\bar{C}+C\bar{A}=\bar{A}B+\bar{B}C+\bar{C}A$

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

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

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

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

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

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

$\therefore\ A\bar{B}+B\bar{C}+C\bar{A}=\bar{A}B+\bar{B}C+\bar{C}A$

1-3 用真值表验证下列等式

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

解：等式左端真值表为：

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

等式右端真值表为：

A	B	$\bar{A}\cdot\bar{B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

两真值表完全一致，故等式成立。

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

解：等式左端真值表为：

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

等式右端真值表为：

A	B	$(\bar{A}+\bar{B})(A+B)$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

两真值表完全一致，故等式成立。

1-4　写出下列表达式的对偶式

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

② $F=\overline{\overline{A}+B+\overline{C}}$；③ $F=\overline{\overline{A}\cdot\overline{BC}}$

解：对偶规则为：设F是一个表达式，如果将F中所有的“+”换为“·”，“·”换为“+”，常量0换为1，1换为0，原变量和反变量均不变，那么，就得到一个新的表达式，这个新的表达式就称为F的对偶式，记作$F_{对}$。

根据此原则，不难写出上述表达式的对偶式为：

① $F_{对}=A\cdot\bar{B}+\bar{A}\cdot B+B\cdot C+\bar{A}\cdot\bar{C}$

② $F_{对}=\overline{\overline{A}\cdot B\cdot\overline{C}}$；③ $F_{对}=\overline{\overline{A}+B+\overline{C}}$

1-5　设$f(x_1, x_2, \cdots x_n)$为逻辑变量$x_1, x_2, \cdots x_n$的函数，证明：

① $f(x_1, x_2, \cdots x_n)=x_1f(1, x_2, \cdots x_n)+\bar{x}_1f(0, x_2, \cdots x_n)$；

② $f(x_1, x_2, \cdots x_n)=x_1x_2f(1, 1, x_3, \cdots x_n)+\bar{x}_1x_2f(0, 1, x_3, \cdots x_n)$
$+x_1\bar{x}_2f(1, 0, x_3, \cdots x_n)+\bar{x}_1\bar{x}_2f(0, 0, x_3, \cdots x_n)$。

证明：① 设$x_1=1$，x_2，x_3，$\cdots x_n$为任意值，则等号两边的函数式有：

左边$=f(1, x_2, \cdots x_n)$

右边$=1\cdot f(1, x_2, \cdots x_n)+0\cdot f(0, x_2, \cdots x_n)=f(1, x_2, \cdots x_n)$

从而等式成立。

设$x_1=0$，x_2，x_3，$\cdots x_n$任意，则

左边$=f(0, x_2, \cdots x_n)$

右边$=0\cdot f(1, x_2, \cdots x_n)+1\cdot f(0, x_2, \cdots x_n)=f(0, x_2, \cdots x_n)$

等式同样成立。

这说明x_1，x_2，$\cdots x_n$任意取值，等式都成立，因而是恒等式。

该等式称为扩张定理，此处是对变量x_1进行扩张。

② 仿照①的方法，分别设$x_1x_2=11$，01，10，00，而x_3，x_4，$\cdots x_n$为任意组合，代入等式两边，都可以证明等式成立，从而说明是恒等式。

也可以利用①导出的扩张定理，对x_1扩张之后，再对x_2扩张：

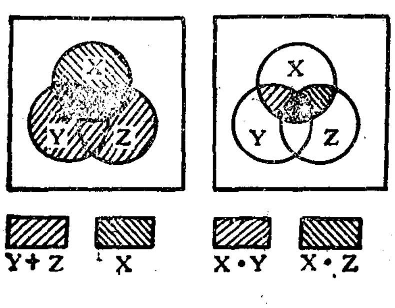
$f(x_1, x_2, \cdots x_n)=x_1f(1, x_2, \cdots x_n)+\bar{x}_1f(0, x_2, \cdots x_n)$

$=x_1[x_2f(1, 1, \cdots x_n)+\bar{x}_2f(1, 0, \cdots x_n)]+\bar{x}_1[x_2f(0, 1, \cdots x_n)+\bar{x}_2f(0, 0, \cdots x_n)]$

$=x_1x_2f(1,1,\cdots x_n)+x_1\bar{x}_2f(1, 0, \cdots x_n)+\bar{x}_1x_2f(0, 1, \cdots x_n)+\bar{x}_1\bar{x}_2f(0,0,\cdots x_n)$于是命题得证。

1-6　用真值表和文氏图证明分配律$X(Y+Z)=X\cdot Y+X\cdot Z$

证：作文氏图示于图1-1，图(a)表示$X(Y+Z)$，图(b)则表示$X\cdot Y+X\cdot Z$，由于(a)与(b)所画区域相同，故$X(Y+Z)=X\cdot Y+X\cdot Z$成立。



(a)　　(b)

图1—1

作$X(Y+Z)$和$X\cdot Y+X\cdot Z$的真值表如下：

X	Y	Z	X·(Y+Z)	X·Y+X·Z	X	Y	Z	X·(Y+Z)	X·Y+X·Z
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1

由真值表看出：$X(Y+Z)$所得结果与$X\cdot Y+X\cdot Z$所得结果完全一致，∴等式$X(Y+Z)=X\cdot Y+X\cdot Z$成立。

1-7 用代数法化简下列各逻辑式，其结果分别用最简的“积之和”与“和 之 积”的形式表示：

① $A\overline{B}C+\overline{A}\,\overline{C}D+A\overline{C}$

解：$A\overline{B}C+\overline{A}\,\overline{C}D+A\overline{C}=A\overline{B}C+\overline{C}(\overline{A}D+A)=A\overline{B}C+\overline{C}(A+D)=A\overline{B}C$

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

$+A\overline{C}+\overline{C}D$ （积之和）

将“积之和”化为“和之积”，有三种方法：

a. 利用加法对乘法的分配律：

$A+BC=(A+B)(A+C)$

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

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

b. 将积之和式求补，并化成积之和式，然后再求补，即得原函数的和之积式。

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

$=\overline{(\overline{A}+BC)(C+\overline{D})}=\overline{\overline{A}C+BC+\overline{A}\,\overline{D}+BC\overline{D}}=\overline{\overline{A}C+BC+\overline{A}\,\overline{D}}$

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

c. 将原函数的对偶式化成积之和，再转换为原式（在函数式右上角加D，表示其对偶式）。

$A\overline{B}+A\overline{C}+\overline{C}D=[(A\overline{B}+A\overline{C}+\overline{C}D)^D]^D$

$=[(A+\overline{B})(A+\overline{C})(\overline{C}+D)]^D=[(A+\overline{B}\,\overline{C})(\overline{C}+D)]^D$

$=(A\overline{C}+\overline{B}\,\overline{C}+AD+\overline{B}\,\overline{C}D)^D=(A\overline{C}+\overline{B}\,\overline{C}+AD)^D=(A+$
$\overline{C})(\overline{B}+\overline{C})(A+D)$

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

$=B+(A+CD)\cdot\overline{A}=B+\overline{A}CD$ （积之和）

$=(\overline{A}+B)(B+C)(B+D)$. （和之积）

1-8 将以下函数分别用代数法和卡诺图法转换成最小项和与最大项之积的形式。

(1) $F(A,B)=A+B$

解：①用代数法

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

$$=\bar{A}B+A\bar{B}+AB=\Sigma m(1,\ 2,\ 3)$$

最小项的序数为该项对应的二进制数换算成十进制数，如$\bar{A}B$对应于01，为十进制的1。最大项的序数为该项反变量对应的二进制数换算成的十进制数，也就是其补函数(最小项)的序数，如 $A+\bar{B}$ 对应于01，即序数1。任何一个函数的最大项和最小项的序数呈互补关系，二者序号不会重合，总数为2^n(n为变量数)。

本题为二变量函数，最大项与最小项的序数为4，即包括0、1、2、3，其中最小项为1、2、3，则其最大项序数必为0，或者记作

$$F(A,\ B)=A+B=\Pi M(0)$$

用卡诺图法：

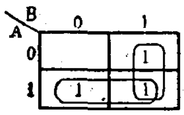


图1-2

卡诺图每小格即对应一最小项，右下角注以该项系数。将$F(A,\ B)$填入，凡标1的格即为该函数所包括的最小项；填0的格为其补函数的最小项，也即原函数的最大项。由图1-2可得到与上相同的结果。

(2) $F(A,\ B,\ C,\ D)=AD+CD+A\bar{B}\bar{D}$

$=AD(\bar{B}\bar{C}+\bar{B}C+B\bar{C}+BC)+CD(\bar{A}\bar{B}+A\bar{B}+\bar{A}B+AB)+A\bar{B}\bar{D}(C+\bar{C})$

$=\bar{A}\bar{B}CD+\bar{A}BCD+A\bar{B}\bar{C}\bar{D}+A\bar{B}\bar{C}D+A\bar{B}C\bar{D}+A\bar{B}CD+AB\bar{C}D+ABCD$

$=\Sigma m(3,7,8,9,10,11,13,15)$

$=\Pi M(0,1,2,4,5,6,12,14)$

卡诺图如图1-3所示。

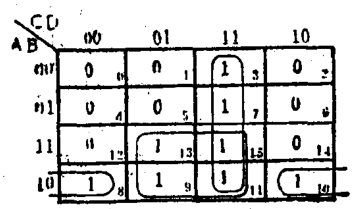


图1-3

1-9 用卡诺图将下列逻辑式化简成“积之和”与“和之积”的形式：

① $F(A,\ B,\ C)=\Sigma m(1,\ 3,\ 6,\ 7)$；

② $F(A,\ B,\ C,\ D)=\Pi M(0,\ 1,\ 3,\ 5,\ 6,\ 7,\ 10,\ 14,\ 15)$。

解：函数用最小项之和的形式表示，则各最小项在卡诺图的相应格内填入1；而用最大项之积形式表示，则各最大项在卡诺图的相应格内填入0。归纳为积之和式，则归纳填1的格；归纳为和之积式，则归纳填0的格。成为补函数的积之和，再求补，变为原函数的和之积的形式。

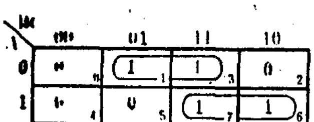


图1-4

(1) 卡诺图按最小项填入1，其余格填入0，如图1-4所示。

归纳“1”格得：

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

归纳“0”格得：

$\overline{F(A,\ B,\ C)}=\bar{A}\bar{C}+A\bar{B}$；$F(A,\ B,\ C)=(A+C)(\bar{A}+B)$

(2) 卡诺图如图1-5所示，按最大项在对应格内填入0，其余填入1。归纳“1”格得：

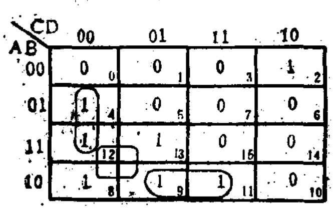


图1-5

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

归纳“0”格，并求补函数得：

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

1-10 用卡诺图将下式化简成积之和与和之积的形式(d表示随意最小项，D表示随意最大项)。

① $F(A,B,C,D)=\Sigma m(1,5,8,9,13,14)+\Sigma d(7,10,11,15)$

② $F(A,B,C,D)=\Pi M(2,7,8,9,11,13)\cdot\Pi D(3,6,10)$

解：所谓随意项，就是既可以视为0，也可以视为1，以使归纳出的逻辑表达式简单为准。

AB \ CD	00	01	11	10
00	0_{0}	1_{1}	0_{3}	0_{2}
01	0_{4}	1_{5}	ϕ_{7}	0_{6}
11	0_{12}	1_{13}	ϕ_{15}	1_{14}
10	1_{8}	1_{9}	ϕ_{11}	ϕ_{10}

图1—6

(1) 卡诺图如图1-6所示，随意项用ϕ标出。

归纳为积之和的形式时，ϕ_{10}、ϕ_{11}、ϕ_{15}视为1。

归纳为和之积的形式时，ϕ_{7}视为0。

$F(A,B,C,D)=AC+A\bar{B}+\bar{C}D=(A+D)(A+\bar{C})(\bar{B}+C+D)$

(2) 卡诺图如图1-7所示。归纳为积之和式时，ϕ_{6}视为1。归纳为和之积式时，ϕ_{3}、ϕ_{6}、ϕ_{10}视为0。

$F(A,B,C,D)=\bar{A}\bar{C}+B\bar{D}+ABC=(A+\bar{C})(\bar{A}+B)(\bar{A}+C+\bar{D})$。

AB \ CD	00	01	11	10
00	1_{0}	1_{1}	$_{3}$	0_{2}
01	1_{4}	1_{5}	0_{7}	$_{6}$
11	1_{12}	0_{13}	1_{15}	1_{14}
10	0_{8}	0_{9}	0_{11}	$_{10}$

图1-7

1-11 判定下面的等式是否成立

$xy+\bar{x}\bar{y}+yz=xy+\bar{x}\bar{y}+\bar{x}z$。

解：同一逻辑函数可以有无数表达式，但其最大项之积或最小项之和表达式却是唯一的。因此，要确定两函数是否恒等，只要将其化为最大项之积或最小项之和表达式，然后进行比较即可。做到这一点可以用代数法，将函数展开；也可以用卡诺图，看两函数填入是否相同。

先用代数法，将等号两边都化成最小项之和的表达式：

$$左边=xy+\bar{x}\bar{y}+yz=xy(z+\bar{z})+\bar{x}\bar{y}(z+\bar{z})+(x+\bar{x})yz$$

$$=xyz+xy\bar{z}+\bar{x}\bar{y}z+\bar{x}\bar{y}\bar{z}+xyz+\bar{x}yz=\Sigma m(0,1,3,6,7)$$

$$右边=xy+\bar{x}\bar{y}+\bar{x}z=xy(z+\bar{z})+\bar{x}\bar{y}(z+\bar{z})+\bar{x}(y+\bar{y})z$$

$$=xyz+xy\bar{z}+\bar{x}\bar{y}z+\bar{x}\bar{y}\bar{z}+\bar{x}yz+\bar{x}\bar{y}z=\Sigma m(0,1,3,6,7)$$

等式两边所包含的最小项完全相同，因而等式成立。

用卡诺图法更是一目了然。将等号两边分别填入卡诺图，结果完全相同，如图1-8所示。

X \ YZ	00	01	11	10
0	1	1	1	
1			1	1

图1-8

1-12 试证明n个变量共可组成2^{2^n}个不同的逻辑函数。

证：设逻辑函数全是用最小项之和的形式表示。由于任何逻辑函数都可以化成最小项之和的形式，而且是唯一的，因此只需要证明n个变量能构成的最小项之和表达式共有2^{2^n}个即可。

n个变量共有2^n个最小项。最小项组成逻辑函数，不外以下情况：

函数里不含最小项，这样的函数式只有一个，即$Z=0$，个数1也可以记作$C_{2^n}^{0}$。(C表示组合)。

函数里含1个最小项，这样的函数共2^n个，或记作$C_{2^n}^{1}$；

函数里含有 2 个最小项，这样的函数共有$C_{2^n}^2$个；

函数里含有2^n个最小项，这样的函数只有 1 个，即$Z=1$，个数 1 也可以记作$C_{2^n}^{2^n}$。这样，所能组成的逻辑函数总和为

$C_{2^n}^0+C_{2^n}^1+C_{2^n}^2+\cdots\cdots+C_{2^n}^{2^n}=Z^{n}$。

1-13 直接列出使下列函数值为0的变量取值：

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

② $F(A, B, C, D)=A+B\bar{D}+\bar{A}CD$

解：当函数用最大项之积的形式表示时，当且仅当各最大项分别为0时，函数值为0。而任意一个最大项为0，仅在该项中原变量取0，反变量取 1 时得到，如$A+\bar{B}+C+\bar{D}$，仅在A、B、C、D取(0，1，0，1)时，其值为0。因此，函数值为0的变量取值对应于其最大项之积表达式。

(1) $F(A, B, C)=(A+\bar{B}+C)(\bar{A}+\bar{B}+\bar{C})$已是最大项之积的表达式，因而函数值等于0的变量取值为：

$(A, B, C)=(0, 1, 0), (1, 1, 1)$。

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

图1-9

(2) 该函数用积之和形式表示，为了得到其最大项之积的形式，将其填入卡诺图，如图1-9所示，按填0的每小格对应一个最大项，便得到使函数值为0的变量值：

$(A, B, C, D)=(0, 0, 0, 0), (0, 0, 0, 1), (0, 0, 1, 0), (0, 1, 0, 1)$。

1-14 直接列出使下列函数值为 1 的变量取值：

① $F(A, B, C)=A\bar{B}C+ABC\bar{}$

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

解：当函数用最小项之和形式表示时，只有各最小项分别为1，函数值才为1。而任意一个最小项为1，仅在该项中原变量取1，反变量取0时得到，如最小项$A\bar{B}C\bar{D}$，仅在A、B、C、D取(1，0，1，0)时，该最小项为1。因此，函数值为 1 的变量值取对应于其最小项之和表达式。

(1) $F(A, B, C)=A\bar{B}C+AB\bar{C}$已是最小项之和表达式，因而函数值为1的变量取值为 $(A, B, C)=(1, 0, 1), (1, 1, 0)$

(2) 该函数用和之积的形式表示，为了得到其最小项之和的形式，将其填入卡诺图，如图1-10所示，按填 1 的每小格对应一个最小项，便得到使函数值等于 1 的变量值为：

$(A, B, C, D)=(1, 1, 0, 0), (1, 1, 1, 0), (1, 0, 0, 0), (1, 0, 0, 1), (1, 0, 1, 1)$

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

图1-10

1-15 解如下逻辑方程：

$$A+BC=ACD+BD=B+CD。$$

解：解逻辑方程，就是寻求使等式成立的变量取值。按照逻辑函数二值性的特点，只需找到使以上三式同时为0和 1 的变量取值即可。

方法一，分别作出以上三个函数的卡诺图，如图1-11所示。

显然，三个卡诺图中填入相同的格对应的变量取值即为原方程的解。首先按填 1 的格归纳出能使三个函数同时为 1 的变量取值为：

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

Z = A + BC

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

Z = ACD + BD

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

Z = B + CD

图 1-11

$(A, B, C, D) = (0, 1, 1, 1), (1, 1, 1, 1), (1, 1, 0, 1), (1, 0, 1, 1)$

然后按填0的格归纳出能使三个函数同时为0的变量取值为：

$(A, B, C, D) = (0, 0, 0, 0), (0, 0, 0, 1), (0, 0, 1, 0)$

以上七组值便是原逻辑方程的解。

方法二，令 $A + BC = ACD + BD = B + CD = 1$

即令 $(A + BC)(ACD + BD)(B + CD) = 1$

整理得 $ABD + ACD + BCD = 1$

将该函数填入卡诺图，如图1-12(*a*)所示，由此直接得到使函数值等于1的变量值为：

$(A, B, C, D) = (0, 1, 1, 1), (1, 1, 1, 1), (1, 1, 0, 1), (1, 0, 1, 1)$

再令 $A + BC = ACD + BD = B + CD = 0$

即令 $(A + BC) + (ACD + BD) + (B + CD) = 0$

整理得 $A + B + CD = 0$

将该函数填入卡诺图，如图1-12(*b*)所示，由此直接得到使函数值为0的变量取值为：

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

(*a*)

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

(*b*)

图1-12

$(A, B, C, D) = (0, 0, 0, 0), (0, 0, 0, 1), (0, 0, 1, 0)$这同样得到原逻辑方程的七组解。

二、进位计数制及其转换

1-16 何谓进位计数制？进位计数制包含哪两个基本因素？

答：*A*、采用少量数字符号（称之为数码），把它们按先后位置排列成数位，并按由低到高的进位方式进行计数的方法称之为进位计数制。

B、一种进位计数制包含着两个基本因素：

(*a*) 基数：指计数制中所用到的数码个数。如：在十进制中它的基数就是10。

(*b*) 位权：在进位计数制中，每个数码处在某个数位代表的数值是数码本身的数值乘上所处数位的一个固定常数，这个不同数位的固定常数称为数——位权值，简称位权。它是一个指数，指数的底是进位计数制的基数，指数的幂是数位的序数减1。如十进制的位权是：

数位序数……3　2　1　.　0　　−1　−2……

位权　　……10^2 10^1 10^0　10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}……

1-17 为什么在电子数字计算机中通常采用二进制？

答：A、二进制表示便于物理实现。因为可以找到很多具有两种明显稳定状态的元器件。如晶体管的导通和截止，只要规定其中一个状态表示“1”，另一个状态表示“0”，就可表示二进制数。

B、二进制表示的数运算简单。如：

加法表为：	乘法表为：
$0+0=0$	$0\times0=0$
$1+0=0+1=1$	$0\times1=1\times0=0$
$1+1=10$	$1\times1=1$

C、在器材设备的使用上，二进制比较省。比如若采用十进制，则需用4个双稳态元件，它可表示16个数，这里只用10个，其余6个就浪费了。

D、可方便地使用逻辑代数。

以上是计算机采用二进制的优点，它也有缺点。二进制写起来很长，念起来不易明白，其次，因人们习惯十进制，故需进行二—十进制转换，这要占用机器时间。

1-18　任意进制的数字转换：

$$(12012)_3=(?\ )_4$$

首先：将$(12012)_3$转换成十进制数：

$(12012)_3=(1\times3^4+2\times3^3+0\times3^2+1\times3^1+2\times3^0)_{10}=(140)_{10}$

然后：将$(140)_{10}$转换成四进制数：

$$\begin{array}{r|ll} 4 & \underline{140} & \text{余数} \\ 4 & \underline{35} & \cdots\cdots 0 \\ 4 & \underline{8} & \cdots\cdots 3 \\ 4 & \underline{2} & \cdots\cdots 0 \\ & 0 & \quad 2 \end{array}$$

答：$(12012)_3=(2040)_4$

1-19　将下列十进制数转换为二进制数：

51；135.625；0.4375；32

解：$(51)_{10}=(110011)_2$　　$(135.625)_{10}=(10000111.101)_2$

$(0.4375)_{10}=(0.0111)_2$　　$(32)_{10}=(100000)_2$

1-20　将下列十进制数转换为八进制数：

548.75；512.5；100；4096

解：$(548.75)_{10}=(1044.6)_8$　　$(512.5)_{10}=(1000.4)_8$

$(100)_{10}=(144)_8$　　$(4096)_{10}=(10000)_8$

1-21　将下列十进制数转换为十六进制数：

16383；1000；2048.0625；376.125

解：$(16383)_{10}=(3FFF)_{16}$　　$(1000)_{10}=(3E8)_{16}$

$(2048.0625)_{10}=(800.1)_{16}$　　$(376.125)_{10}=(178.2)_{16}$

1-22　将下列二进制数转换为十进制数：

11011，1001.1001；10000111.101；0.001101

解：$(11011)_2=(27)_{10}$　　$(1001\cdot1001)_2=(9.5625)_{10}$

$(10000111.101)_2=(135.625)_{10}$　　$(0.001101)_2=(0.203125)_{10}$

1-23 将下列八进制数转换为十进制数，并以 BCD 码表示：

$(376.2)_8$；$(570.1)_8$；$(207.5)_8$；$(1000)_8$

解：$(376.2)_8=(254.25)_{10}=(0010\ 0101\ 0100.0010\ 0101)_{BCD}$

$(570.1)_8=(376.125)_{10}=(0011\ 0111\ 0110.0001\ 0010\ 0101)_{BCD}$

$(207.5)_8=(135.625)_{10}=(0001\ 0011\ 0101.0110\ 0010\ 0101)_{BCD}$

$(1000)_8=(512)_{10}=(0101\ 0001\ 0010)_{BCD}$

1-24 将下列二进制数用十六进制表示：

11101000；10100101；11001101；10001111

解：$(11101000)_2=(E8)_H$　　$(10100101)_2=(A5)_H$

$(11001101)_2=(CD)_H$　　$(10001111)_2=(8F)_H$

1-25 已知下列二进制数：$A=1011010$；$B=101111$；$C=1010101$；$D=110$，按二进制计算规则求：$A+B$；$A-B$；$C\times D$；C/D。

解：① $A+B$；　　② $A-B$

$$\begin{array}{r} 1011010 \\ +\ \ 101111 \\ \hline 10001001 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1011010 \\ -\ \ 101111 \\ \hline 101011 \end{array}$$

③ $C\times D$：　　④ C/D：

$$\begin{array}{r} 1010101 \\ \times\qquad 110 \\ \hline 0000000 \\ 1010101 \\ 1010101 \\ \hline 111111110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} & 1110.001 \\ \hline 110 & 1010101 \\ & 110 \\ \hline & 1001 \\ & 110 \\ \hline & 0110 \\ & 110 \\ \hline & 1000 \\ & 110 \\ \hline & 10 \end{array}$$

1-26 已知八进制数 $A=165$；$B=24$，按八进制计算规则求：$A+B$；$A-B$。

解：① $A+B$　　② $A-B$

$$\begin{array}{r} 165 \\ +\ \ 24 \\ \hline 211 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 165 \\ -\ \ 24 \\ \hline 141 \end{array}$$

1-27 列出二进制原码、反码、补码的一般表示式。写出下列各二进制数的原码、反码和补码。

0.10101；0.11111；　0.10000；　-0.10101；-0.11111；-0.10000

解：① $[X]_{原}=\begin{cases} X & 1>X\geqslant 0 \\ 1-X & 0\geqslant X>-1 \end{cases}$

② $[X]_{反}=\begin{cases} X & 1>X\geqslant 0 \\ (2-2^{-n})+X & 0\geqslant X>-1 \end{cases}$

$[X]_{反}=X[\mathrm{mod}(2-2^{-n})]$。

③ $[X]_{补}=\begin{cases} X & 2^k>X\geqslant 0 \\ 2^{k+1}+X & 0>X\geqslant -2^k \end{cases}$