逻辑代数与电子计算机

唐小曼　梁　骧　主编
唐小曼　梁　骧
关永刚　何畅航　合编

广东教育出版社

逻辑代数与电子计算机

唐小曼　梁　骧　主编

唐小曼　梁　骧
关永刚　何畅航　合编

广东教育出版社

逻辑代数与电子计算机

唐小曼　　梁　骧
　　　　　　　　　合编
关永刚　　何畅航

广东教育出版社出版发行

封开县人民印刷厂印刷

787×1092毫米32开本11。125印张245,000字

1988年11月第1版　1988年11月第1次印刷

印数1－3,000册

ISBN　7—5406—0690—8/G·689

定价：2。95元

前　言

本书是根据中学教师进修高等师范数学专业专科、高等师范专科学校数学专业的《逻辑代数与电子计算机》教学大纲和我们多年来的教学实践，并吸收该课程各种教材的特点编写而成的。

随着科学枝术的不断发展，电子计算机的应用日益普及。因此，对于师范专科数学系的学生，学习和掌握逻辑代数与电子计算机的有关知识显得十分必要和紧迫。

本书可供教育学院、师范专科学校数学系作为《逻辑代数与电子计算机》教学用书，也可供中学教师进修及数学爱好者自学用。

由于我们水平有限，经验不足，本书不妥之处在所难免，我们衷心欢迎读者批评指正。

暨南大学电子计算机科学系系主任吴恭顺教授审阅了全稿，并提供许多宝贵意见，对全书定稿起了重要的指导作用，我们谨在此表示衷心的感谢！

本书由唐小曼、梁骧老师主编；参加编写的有唐小曼、梁骧、关永刚、何畅航等老师。

编　者

1987年12月

目　录

第一篇　逻辑代数 ………………… (1)

第一章　二进制数 ………………… (1)

§1—1　计数制……………………………… (1)

§1—2　十进制数推广至p进制数……………(2)

§1—3　二进制数………………………… (6)

§1—4　八进制数………………………… (15)

§1—5　十六进制数……………………… (21)

§1—6　p进制数（$p\geqslant 2$的整数）……… (23)

§1—7　8—4—2—1编码…………………… (24)

§1—8　二进制数在计算机中的表示和运算…… (25)

习题一………………………………… (45)

第二章　逻辑代数的基本理论 …… (48)

§2—1　集合代数………………………… (48)

§2—2　命题代数………………………… (59)

§2—3　逻辑代数………………………… (67)

习题二………………………………… (83)

第三章　逻辑式的化简 ……………… (86)

§3—1　逻辑式的标准式和范式…………… (86)

§3—2 逻辑式的公式化简法 ………………… (110)
§3—3 卡诺图和逻辑式的卡诺图化简法 …… (115)
习题三 ……………………………… (145)

第四章 逻辑代数的应用 …………(150)

§4—1 逻辑推理 ……………………………… (150)
§4—2 逻辑方程和逻辑问题求解 …………… (177)
§4—3 逻辑代数在逻辑电路中的应用 ……… (189)
习题四 ……………………………… (229)

第二篇 电子计算机与基本 BASIC 语言简介 …………(239)

第一章 电子计算机简介 …………(239)

§1—1 硬件系统 ……………………………… (239)
§1—2 软件系统 ……………………………… (243)
§1—3 计算机语言 …………………………… (243)
习题一 ……………………………… (245)

第二章 APPLESOFT BASIC 语言基本成份 ……………(246)

§2—1 可用字符集及语句定义符 …………… (248)
§2—2 常量 ………………………………… (250)
§2—3 标识符与变量 ………………………… (252)
§2—4 标准数值函数 ………………………… (253)
§2—5 表达式 ……………………………… (255)

§2—6　注释语句，结束语句和暂停语句，
RUN命令 …………………………（257）
习题二 ………………………………（259）

第三章　数据的输入，输出与赋值 ………………………（261）

§3—1　数据的键盘输入（INPUT 语句）……（261）
§3—2　数的读取（READ语句和DATA
语句）……………………………………（265）
§3—3　数据区指针复原语句（RESTORE
语句）………………………………（270）
§3—4　赋值语句（LET语句）………………（272）
§3—5　几种提供数据的方法的比较 …………（274）
§3—6　数据的显示输出（PRINT语句）……（275）
习题三 ………………………………（283）

第四章　分支程序 ……………………（286）

§4—1　逻辑框图 ……………………………（287）
§4—2　逻辑表达式 …………………………（289）
§4—3　转向语句（GOTO语句）……………（292）
§4—4　条件语句(IF-THEN语句）………（294）
§4—5　若干例题 ……………………………（297）
§4—6　开关语句（ON-GOTO语句）……（302）
习题四 ………………………………（304）

第五章　循环程序 ……………………（306）

§5—1　循环语句 ……………………………（306）

§5—2　多重循环 …………………………… (313)
§5—3　程序举例 …………………………… (316)
习题五 ……………………………… (319)

第六章　数组 ……………………(322)

§6—1　下标变量 …………………………… (322)
§6—2　数组 ……………………………… (324)
§6—3　数组说明语句(*DIM*语句)…………… (324)
§6—4　应用程序举例 ……………………… (326)
习题六 ……………………………… (331)

第七章　子程序 ……………………(335)

§7—1　子程序 ……………………………… (335)
§7—2　使用子程序应注意的问题 …………… (338)
§7—3　应用程序举例 ……………………… (340)
习题七 ……………………………… (343)
附录 ……………………………… (346)

第一篇　逻辑代数

第一章　二进制数

§ 1—1 计 数 制

一、数制发展简介

人类在和大自然的斗争过程中，需要记数。人类社会在文字产生之前，就使用了各种原始的记数法，如“结绳记数”、“屈指记数”等。

随着生产力的不断发展，“数”逐渐被人们从具体的事物中抽象出来。当人们遇到较多的量的计算时，就需要用到较大的数，于是创造了记数的符号和方法。

由于每个人都有十只手指，所以，许多民族很早就有十进制记数法。

在欧洲，公元十六世纪以前，许多国家曾通用无位值的罗马数字记数法。

这种记数法的数码符号有七个：

I(一)，V(五)，X(十)，L(五十)，C(百)，D(五百)，M(千)。

这种记数法使用起来很不方便，一个不太大的数写起来就要用一长串的符号，例如1988写成：$M\ CM\ XXC\ \mathrm{II}X$.

约到了公元六世纪，印度人开始使用十进制记数法。公元七世纪以后，这种记数法传入阿拉伯，逐渐演变成现在的阿拉伯数字记数法。十进制和阿拉伯数字记数法就成为世界人民的共同文化财富。

二、有位值计数制

这种记数法，数字中的基本符号所表示的数值与基本符号在数字中所处的位置有关。

有位值计数制，又按进位的基数不同，分为不同的进位制。如二进制，八进制，十进制，十二进制，十六进制，六十进制等等。

各国人民日常生活中普遍采用的是十进制，而在现代电子计算机及电子技术的计量中，则大量使用二进制。

各种不同的计数制，有不同的基数和位值（又称权或幂值），并有不同的进退位法则。

§1—2 十进制数推广至p进制数

一、十进制

十进制有十个不同的数码：0，1，2，3，4，5，6，7，8，9。它的基数是10。

位值规律：整数的第i位上(从小数点起，由右向左数)的单位10^{i-1}，称为第i位整数数码的位值(又称权或幂值)。小数的第j位上（从小数点起，由左向右数）的单位 10^{-j}，称为第j位小数数码的位值。

任何一个十进制数，都可以按权展开。

例如　50704.263.

$50704.263=5\times10^4+0\times10^3+7\times10^2+0\times10^1+4\times10^0+2\times10^{-1}+6\times10^{-2}+3\times10^{-3}$.

进退位法则：逢十进一，退一当十.

二、二进制

二进制有两个不同的数码：0，1。它的基数是 2 .

位值规律：整数的第i位上的单位2^{i-1}，称为第i位整数数码的位值.小数的第j位上的单位2^{-j}，称为第j位小数数码的位值(i和j均为十进制数).

任何一个二进制数，都可以按权展开.

例如　$1101.101_{(2)}$

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

进退位法则：逢二进一，退一当二。

加法表：

+	0	1
0	0	1
1		10

乘法表：

×	0	1
0	0	0
1		1

三、八进制

八进制有八个不同的数码：0，1，2，3，4，5，6，7.它的基数是 8 .

位值规律：整数的第i位上的单位8^{i-1}，称为第i位整数数码的位值.小数的第j位上的单位8^{-j}，称为第j位小数数

码的位值（i和j均为十进制数）。

任何一个八进制数，都可以按权展开。

例如　$570.36_{(8)}$

$570.36_{(8)}=5\times8^2+7\times8^1+0\times8^0+3\times8^{-1}+6\times8^{-2}$ 。

进退位法则：逢八进一，退一当八。

加法表

+	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	2	3	4	5	6	7
1		2	3	4	5	6	7	10
2			4	5	6	7	10	11
3				6	7	10	11	12
4					10	11	12	13
5						12	13	14
6							14	15
7								16

乘法表

×	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		1	2	3	4	5	6	7
2			4	6	10	12	14	16
3				11	14	17	22	25
4					20	24	30	34
5						31	36	43
6							44	52
7								61

四、十六进制

十六进制有十六个不同的数码：0，1，2，3，4，5，6，7，8，9，A，B，C，D，E，F（后面的六个数码也可记作$\bar{0}$，$\bar{1}$，$\bar{2}$，$\bar{3}$，$\bar{4}$，$\bar{5}$）。它的基数是16.数码A、B、C、D、E、F分别相当于十进制的10、11、12、13、14、15。

位值规律：整数的第i位上的单位$(16)^{i-1}$，称为第i位整数数码的位值。小数的第j位上的单位$(16)^{-j}$，称为第j位小数数码的位值（i和j均为十进制数）。

任何一个十六进制数，都可以按权展开。

例如　$7A5B.CF03_{(16)}$

$$7A5B.CF03_{(16)}=7\times16^3+A\times16^2+5\times16^1$$
$$+B\times16^0+C\times16^{-1}+F\times16^{-2}+0\times16^{-3}+3\times16^{-4}.$$

进退位法则：逢十六进一，退一当十六。

五、p进制（p为整数，且p≥2）

p进制有p个不同的数码：　0，1，…，$p-1$。　它的基数是p。

位值规律：整数的第i位上的单位p^{i-1}，称为第i位整数数码的位值。小数的第j位上的单位p^{-j}，称为第j位小数数码的位值（i和j均为十进制数）。

任何一个p进制数，都可以按权展开。

例如　$a_na_{n-1}\cdots a_1a_0.a_{-1}a_{-2}\cdots a_{-m(p)}$。

其中m、n均为十进非负整数，a_n，a_{n-1}，…a_1，a_0，a_{-1}，a_{-2}，…a_{-m}为0～$p-1$中的一个数码，则有

$$a_na_{n-1}\cdots a_1a_0.a_{-1}a_{-2}\cdots a_{-m(p)}$$
$$=a_np^n+a_{n-1}p^{n-1}+\cdots+a_1p^1+a_0p^0+a_{-1}p^{-1}$$
$$+a_{-2}p^{-2}+\cdots+a_{-m}p^{-m}.$$

例1. 已知　$132_{(p)}=30$，求基数p。

解：　$1\times p^2+3\times p+2=30$，

$p^2+3p-28=0$，

$p=4$，

$p=-7$（舍去）。

∴　基数p是4.

例2. 在某种数制下，有如下运算结果：

$32+23=110$.

试在这种数制下，计算：

（1） $3242+3123$；

（2） $422-133$。

解：设这种数制是p进制，依题意有：

$$3p+2+2p+3=p^2+p+0,$$

$$p^2-4p-5=0,$$

$$p=5,$$

$$p=-1（舍去）。$$

∴ 这是五进制。

则（1） $3242+3123=11420$。

（2） $422-133=234$。

例3. 在$3465.102_{(8)}$中，数码3所在数位上的位值（即权）是多少？数码0所在数位上的位值（即权）是多少？

解：数码3所在数位上的位值是8^3；数码0所在数位上的位值是8^{-2}。

§1—3 二进制数

一、二进制数的特点

电子计算机之所以采用二进制，是因为它有如下特点：

1. 运算简单 对于任何一种进位制，在进行数值的算术运算时，都必须记住该进位制中，每两个数之和及积的结果。一般地，p 进制要记住$\frac{1}{2}p(p+1)$个和及积。

当$p=10$时，即十进制数，要记住的和及积分别均为$\frac{1}{2}\times10\times11=55$(个)。因此，如果采用十进制时，计算机的

计算器就必须造得很庞大，控制线路也很复杂。

当$p=2$时，即二进制数，要记住的和及积分别均为$\frac{1}{2}\times 2\times 3=3$(个)。因此，如果采用二进制时，计算机的计算器就可以小得多，控制线路也会比较简单。

2. 易于实现 如果在电子计算机中采用十进制，则要求计算机的元件具有十种稳定的不同的物理状态来表示十个不同的数码，而这却是很难做到的。在现实世界中，大量存在着具有两种明显的稳定物理状态的现象，也易于制备产生双稳态现象的物理器件。例如，电灯的“亮”和“熄”，继电器的“闭合”和“断开”，电压的“高”和“低”，晶体管的“导通”和“截止”等等，它们都可以用来表示二进制的两个数码“1”和“0”。这就是说，采用二进制，易于在电子线路中得到实现。

3. 便于利用 采用二进制，便于利用逻辑代数来分析和综合电子计算机中的逻辑电路。

二、二进制数的四则运算

1. 加法

要点是“逢二进一”。其运算步骤与十进制的加法运算一样。

例1. 计算 1010.01＋111.111.

解：

$$\begin{array}{r} 1010.01 \\ +)\ \ 111.111 \\ \hline 10010.001 \end{array}$$

$\therefore$ $1010.01+111.111=10010.001$。

2. 减法

要点是"退一当二"。其运算步骤与十进制的减法运算一样。

例2. 计算 $1101.011-110.11$.

解:
$$\begin{array}{rr} & 1101.011 \\ -) & 110.11 \\ \hline & 110.101 \end{array}$$

$\therefore\ 1101.011-110.11=110.101$.

3. 乘法

要点是"逢二进一"。其运算步骤与十进制数的乘法运算一样。

例3. 计算 110.11×1.101.

解:
$$\begin{array}{rr} & 110.11 \\ \times) & 1.101 \\ \hline & 11011 \\ & 11011 \\ +) & 11011 \\ \hline & 1010.11111 \end{array}$$

$\therefore\ 110.11\times1.101=1010.11111$.

4. 除法

要点是"退一当二"。其运算步骤与十进制数的除法运算一样。当要求取不同精确度时，可采用"0舍1入"的原则。

例4. 计算 $100.0001\div1.01$.

解:

```
        1 1.0 1
     ___________
101) 1 0 0 0 0.0 1
       1 0 1
     _______
         1 1 0
         1 0 1
         _____
           1 0 1
           1 0 1
           _____
               0
```

∴ 100.0001÷1.01=11.01。

例5。计算 1010÷111.（精确到0.1）

解:

```
              1.01
          ________
111)1 0 1 0
      1 1 1
    _________
        1 1 0 0
          1 1 1
        _______
          1 0 1
```

∴ 1010÷111≈1.1.

三、二进制数与十进制数之间的转换

1. 十进制整数转换为二进制整数

例如 将$13_{(10)}$转换为二进制数。

设 $13_{(10)}=(k_n k_{n-1}\cdots k_1 k_0)_{(2)}$,

即 $13_{(10)}=k_n\cdot 2^n+k_{n-1}2^{n-1}+\cdots+k_1 2^1+k_0 2^0$,

等式两边同除以 2，得

$$k_n 2^{n-1}+k_{n-1}2^{n-2}+\cdots+k_1 2^0+\frac{k_0}{2}=6_{(10)}+\frac{1}{2}.$$

因为等式两边的整数部分对应相等，等式两边的真分数