



高等学校优秀教材辅导丛书

GAO DENG XUE XIAO YOU XIU JIAO CAI FU DAO CONG SHU

主编 赵宝峰

# 数字电子技术基础 知识要点与习题解析



哈尔滨工程大学出版社

高等学校优秀教材辅导丛书

# 数字电子技术基础 知识要点与习题解析

(配阎石第四版教材·高教版)

主 编 赵玉峰

哈尔滨工程大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术基础知识要点与习题解析/赵玉峰主编.  
哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2005  
ISBN 7-81073-710-4

I.数… II.赵… 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(2005)第 070960 号

---

## 内 容 简 介

本书是为配合高等教育出版社出版的、阎石主编的《数字电子技术基础》(第四版)一书而编写的,全书共分九章,每章内容包括知识要点、书后习题解析、同步训练题和同步训练题答案四部分。其中知识要点对全章主要内容进行了归纳和总结;书后习题解析对每章配套的自我检测题及思考题和习题进行了详细的解答;同步训练题是根据教学的需要,结合其他优秀教材的相关内容,选取了适当难度的类型题,并简要进行了解答。

本书是电类、信息专业类学生的学习参考书,也是专业教师的教学参考书,还可作为各类工程技术人员和自学者的辅导书。

---

哈尔滨工程大学出版社出版发行  
哈尔滨市南通大街145号 哈尔滨工程大学11号楼  
发行部电话:(0451)82519328 邮编:150001  
新华书店经销  
肇东粮食印刷厂印刷

\*

开本 787mm×960mm 1/16 印张 17.75 字数 328 千字

2005年7月第1版 2005年7月第1次印刷

印数:1—3 000册

定价:22.50元



P r e f a c e e f a

# 前言

本书是哈尔滨工程大学出版社组织编写的《高等学校优秀教材辅导丛书》之一,目的在于为大学本科学生在学习有关技术基础课程时提供一套实用的辅助教材。

本书是为了配合“数字电子技术基础”课程教学而编写的,是编者在多年来教学实践过程中对学生的深入了解和分析、总结经验的基础上编写的一本教学配套参考书。与清华大学电子学教研组编写、阎石任主编的《数字电子技术基础》(第四版)教材同步。全书共分九章:逻辑代数基础、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生和整形、半导体存储器、可编程逻辑器件、模-数和数-模转换。

本书总结了每一章的知识要点,对书后的全部习题进行了详尽的分析和解答,同时结合其他优秀教材的相关内容编写了同步训练题,以利于学生进一步提高对本课程内容的理解和掌握。

本书由赵玉峰、陶国彬、刘伟和闫丽梅合作编写,其中赵玉峰负责编写第1章、第2章、第3章,陶国彬编写第4章、第5章,刘伟编写第6章、第9章,闫丽梅编写第7章、第8章。赵玉峰任主编,负责全书的组稿和定稿。在本书的编写过程中,得到了教研室全体同志的帮助和支持,在此谨致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限及编写时间仓促,书中的不妥之处在所难免,我们诚恳地希望广大读者不吝批评和指正。

编者

2005年5月

<b>第1章 逻辑代数基础</b> .....	1
知识要点 .....	1
1.1 数制和码制 .....	1
1.2 逻辑代数的主要公式 .....	2
1.3 逻辑函数的表示方法 .....	3
1.4 逻辑函数的化简方法 .....	4
1.5 具有无关项的逻辑函数的化简 .....	5
书后习题解析 .....	5
自我检测题 .....	5
思考题和习题 .....	8
同步训练题 .....	26
同步训练题答案 .....	27
<b>第2章 门电路</b> .....	31
知识要点 .....	31
2.1 三极管的开关特性 .....	31
2.2 TTL 门电路 .....	31
2.3 CMOS 门电路 .....	32
书后习题解析 .....	33
自我检测题 .....	33
思考题和习题 .....	38
同步训练题 .....	53
同步训练题答案 .....	56
<b>第3章 组合逻辑电路</b> .....	60
知识要点 .....	60
3.1 组合逻辑电路 .....	60
3.2 组合逻辑电路的分析 .....	60
3.3 组合逻辑电路的设计 .....	60
3.4 常用的组合逻辑电路 .....	61
书后习题解析 .....	61

自我检测题 .....	61
思考题和习题 .....	65
同步训练题 .....	89
同步训练题答案 .....	91
<b>第4章 触发器 .....</b>	<b>99</b>
知识要点 .....	99
4.1 触发器的电路结构与动作特点 .....	99
4.2 触发器的逻辑功能与描述方法 .....	100
书后习题解析 .....	101
自我检测题 .....	101
思考题和习题 .....	107
同步训练题 .....	129
同步训练题答案 .....	132
<b>第5章 时序逻辑电路 .....</b>	<b>135</b>
知识要点 .....	135
5.1 时序逻辑电路 .....	135
5.2 时序逻辑电路的分析 .....	135
5.3 时序逻辑电路的设计 .....	136
5.4 常用的时序逻辑电路 .....	137
书后习题解析 .....	137
自我检测题 .....	137
思考题和习题 .....	143
同步训练题 .....	179
同步训练题答案 .....	182
<b>第6章 脉冲波形的产生和整形 .....</b>	<b>189</b>
知识要点 .....	189
6.1 施密特触发器 .....	189
6.2 单稳态触发器 .....	189
6.3 多谐振荡器 .....	190

6.4 555 定时器及其应用 .....	190
书后习题解析 .....	191
自我检测题 .....	191
思考题和习题 .....	193
同步训练题 .....	211
同步训练题答案 .....	214
<b>第 7 章 半导体存储器 .....</b>	<b>217</b>
知识要点 .....	217
7.1 半导体存储器的分类 .....	217
7.2 只读存储器 ROM .....	217
7.3 随机存储器 RAM .....	218
书后习题解析 .....	218
自我检测题 .....	218
思考题和习题 .....	221
同步训练题 .....	233
同步训练题答案 .....	234
<b>第 8 章 可编程逻辑器件 .....</b>	<b>239</b>
知识要点 .....	239
8.1 可编程逻辑器件的分类 .....	239
8.2 可编程逻辑器件的编程原理 .....	239
书后习题解析 .....	240
自我检测题 .....	240
思考题和习题 .....	241
同步训练题 .....	248
同步训练题答案 .....	251
<b>第 9 章 数 - 模和模 - 数转换 .....</b>	<b>255</b>
知识要点 .....	255
9.1 数 - 模转换器 .....	255
9.2 模 - 数转换器 .....	255

# C o n t e n t s

书后习题解析 .....	256
自我检测题 .....	256
思考题和习题 .....	259
同步训练题 .....	270
同步训练题答案 .....	273



# 第 1 章 逻辑代数基础



## 1.1 数制和码制

### 1.1.1 数制

数制是多位数码中每一位的构成方法以及从低位到高位进位的规则,其常包括十进制、二进制、十六进制和八进制等。

#### 1. 二 - 十转换

把二进制数转换为等值的十进制数。转换时,只要将二进制数按公式  $D = \sum k_i 2^i$  展开,再把所有各项的数值按十进制数相加,即得等值的十进制数。

#### 2. 十 - 二转换

把十进制数转换为等值的二进制数。

整数部分:采用“除 2 取余逆写”的方法,即将整数部分除 2,取其整数部分作为所求二进制数的  $d_0$  位,把所得到的商再除以 2,取余作为  $d_1$  位,如此反复处理,可求得二进制数的每一位。将所得的余数逆序书写,即为所求的等值二进制数。

小数部分:采用“乘 2 取整顺写”的方法,即将小数部分乘 2,取其整数部分作为所求二进制数的  $d_{-1}$  位,把所得到的小数部分再乘以 2,取整作为  $d_{-2}$  位,如此反复处理,可求得二进制数的每一位。将所得的整数顺序书写,即为所求的等值二进制数。

#### 3. 二 - 十六转换

把二进制数转换为等值的十六进制数。转换时,只要从低位到高位将每 4 位二进制数分为一组并代之以等值的十六进制数,即可得到对应的十六进制数。此处需注意:如果不足 4 位需在整数部分前和小数部分后用 0 补足。

#### 4. 十六 - 二转换



把十六进制数转换为等值的二进制数。转换时,只需将十六进制数的每一位用等值的 4 位二进制数代替就行了。

### 5. 十六进制和十进制之间的转换

把十六进制数转换为等值的十进制数时,将十六进制数按式  $D = \sum k_i 16^i$  展开后相加求得;把十进制数转换为十六进制数时,可先把十进制数转换为二进制数,再把二进制数转换为十六进制数。

#### 1.1.2 码制

码制是为便于记忆和处理,在编制代码时要遵循的规则。用 4 位二进制数码表示 1 位十进制数的 0 ~ 9 这十个状态时,常用的二 - 十进制代码(BCD 码)有:8421 码、余 3 码、2421 码、余 3 循环码等。

## 1.2 逻辑代数的主要公式

### 1.2.1 基本公式

逻辑代数的基本公式如表 1-1 所示。

表 1-1

序 号	公 式	序 号	公 式
1	$0 \cdot A = 0$	10	$\bar{1} = 0; \bar{0} = 1$
2	$1 \cdot A = A$	11	$1 + A = 1$
3	$A \cdot A = A$	12	$0 + A = A$
4	$A \cdot \bar{A} = 0$	13	$A + A = A$
5	$A \cdot B = B \cdot A$	14	$A + \bar{A} = 1$
6	$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$	15	$A + B = B + A$
7	$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$	16	$A + (B + C) = (A + B) + C$
8	$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$	17	$A + B \cdot C = (A + B) \cdot (A + C)$
9	$\bar{\bar{A}} = A$	18	$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$

### 1.2.2 常用公式

逻辑代数的若干常用公式如表 1-2 所示。

表 1-2

序 号	公 式
21	$A + A \cdot B = A$
22	$A + \bar{A} \cdot B = A + B$
23	$A \cdot B + A \cdot \bar{B} = A$
24	$A \cdot (A + B) = A$
25	$A \cdot B + \bar{A} \cdot C + B \cdot C = A \cdot B + \bar{A} \cdot C$ $A \cdot B + \bar{A} \cdot C + BCD = A \cdot B + \bar{A} \cdot C$
26	$A \cdot \bar{A} \cdot B = A \cdot \bar{B}; \bar{A} \cdot \bar{A}B = \bar{A}$

## 1.3 逻辑函数的表示方法

常用的逻辑函数表示方法有逻辑真值表、逻辑函数式、逻辑图和卡诺图等。

### 1.3.1 逻辑真值表

将输入变量所有的取值下对应的输出值找出来,列成表格,即为逻辑真值表。

### 1.3.2 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,即为逻辑函数式。

### 1.3.3 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出来,即为逻辑图。

### 1.3.4 卡诺图

将  $n$  变量的全部最小项各用一个小方块表示,并使具有逻辑相邻性的最小项



在几何位置上也相邻地排列起来,所得到的图形叫做  $n$  变量最小项的卡诺图。

把逻辑函数化为最小项之和的形式,在卡诺图上与这些最小项对应的位置上填入 1,其余位置上填入 0,就得到了表示该逻辑函数的卡诺图。

## 1.4 逻辑函数的化简方法

### 1.4.1 逻辑函数化简的目标

其目标是找出最简形式。用与 - 或逻辑式表示时,要求其中包含的乘积项最少,而且每个乘积项里的因子数最少。

### 1.4.2 逻辑函数化简的方法

#### 1. 代数法化简

代数法化简的原理就是反复使用逻辑代数的基本公式和常用公式消去函数式中多余的乘积项和多余的因子,以求得函数式的最简形式。常用方法如下:

- (1) 并项法 利用公式  $A \cdot B + A \cdot \bar{B} = A$  将两项合并,消去一个变量;
- (2) 吸收法 利用公式  $A + A \cdot B = A$  消去多余的项;
- (3) 消项法 利用公式  $A \cdot B + \bar{A} \cdot C + B \cdot C = A \cdot B + \bar{A} \cdot C$  及  $A \cdot B + \bar{A} \cdot C + B \cdot C \cdot D = A \cdot B + \bar{A} \cdot C$  消去多余的与项;
- (4) 消因子法 利用公式  $A + \bar{A} \cdot B = A + B$  消去与项的多余因子;
- (5) 配项法 利用公式  $A + A = A$  及  $A + \bar{A} = 1$  进行配项,展开后消去更多的项。

#### 2. 卡诺图化简

卡诺图化简的步骤如下:

- (1) 将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,选取的原则是:
  - ① 这些乘积项应包含函数式中所有的最小项(应覆盖卡诺图中所有的 1);
  - ② 所用的乘积项数目最少,也就是可合并的最小项组成的矩形组数目最少;
  - ③ 每个乘积项包含的因子最少,也就是每个可合并的最小项矩形组中应尽量多的最小项。

## 1.5 具有无关项的逻辑函数的化简

无关项是约束项和任意项的统称。化简具有无关项的逻辑函数时,合理利用无关项,可得到更加简单的化简结果。

合并最小项时,究竟把卡诺图中的  $\times$  (无关项) 作为  $1$  (即认为函数式中包含了这个最小项) 还是作为  $0$  (即认为函数式中不包含这个最小项) 对待,应以得到的相邻最小项矩形组合最大、矩形组合数目最少为原则。



## 自我检测题

(一) 将下列二进制数和十六进制数化成等值的十进制数。

- (1)  $(10110)_2$ ; (2)  $(10111010)_2$ ; (3)  $(0.1011)_2$ ; (4)  $(0101.0110)_2$ ;  
 (5)  $(3B)_{16}$ ; (6)  $(FF)_{16}$ ; (7)  $(0.35)_{16}$ ; (8)  $(7A.C1)_{16}$ 。

解 (1)  $(10110)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 = 22$ ;

(2)  $(10111010)_2 = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 = 186$ ;

(3)  $(0.1011)_2 = 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = 0.6875$ ;

(4)  $(0101.0110)_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = 5.375$ ;

(5)  $(3B)_{16} = 3 \times 16^1 + 11 \times 16^0 = 59$ ;

(6)  $(FF)_{16} = 15 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 255$ ;

(7)  $(0.35)_{16} = 3 \times 16^{-1} + 5 \times 16^{-2} = 0.20703125$ ;

(8)  $(7A.C1)_{16} = 7 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1} + 1 \times 16^{-2} = 122.75390625$ 。

(二) 已知逻辑函数  $Y$  的真值表如表 1-3 所示,试写出  $Y$  的逻辑函数式。

表 1-3

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



解  $Y = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} C + A \bar{B} \cdot \bar{C} + A \bar{B} C + ABC$

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

解 逻辑函数的真值表如表 1-4 所示。

表 1-4

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
Y	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1

(四) 写出图 1-1 中逻辑电路的逻辑函数式。

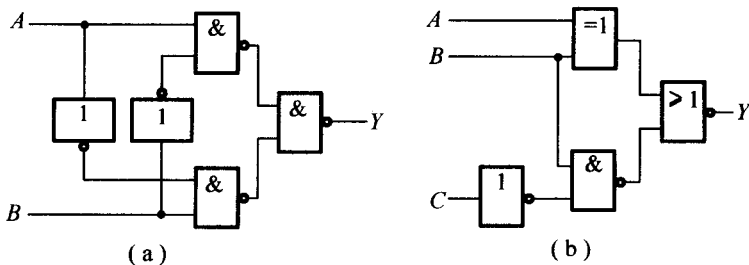


图 1-1

解 (a)  $Y = \overline{\overline{A} \cdot \overline{A} B} = A \bar{B} + \bar{A} B$ ; (b)  $Y = \overline{(A \oplus B) + \bar{B} C}$ 。

(五) 利用逻辑代数的基本公式和常用公式化简下列各式。

- (1)  $AC\bar{D} + \bar{D}$ ; (2)  $A\bar{B}(A+B)$ ;  
 (3)  $A\bar{B} + AC + BC$ ; (4)  $AB(A + \bar{B}C)$ ;  
 (5)  $\bar{E}\bar{F} + \bar{E}F + E\bar{F} + EF$ ; (6)  $ABD + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{C}DE + A$ ;  
 (7)  $\bar{A}BC + (A + \bar{B})C$ ; (8)  $AC + \bar{B}C + \bar{A}B$ 。

解 (1)  $\bar{D}$ ; (2)  $A\bar{B}$ ; (3)  $A\bar{B} + BC$ ; (4)  $AB$ ; (5)  $1$ ; (6)  $A$ ; (7)  $C$ ; (8)  $AC + B$ 。

(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  $\times$ 。

- (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)(×);(2)(m);(3)(×);(4)(×);(5)(M);(6)(×)。

(七) 写出图 1-2 中各卡诺图所表示的逻辑函数式。

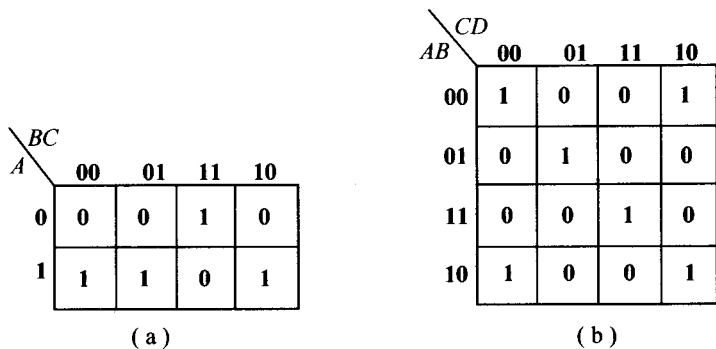


图 1-2

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

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

(八) 用卡诺图化简化简以下逻辑函数。

(1)  $Y_1 = C + ABC$ ; (2)  $Y_2 = A\bar{B}C + BC + \bar{A}B\bar{C}D$ 。

解 (1) 由图 1-3(a) 卡诺图得  $Y_1 = C$ ;

(2) 由图 1-3(b) 卡诺图得  $Y_2 = AC + BC + \bar{A}BD$ 。

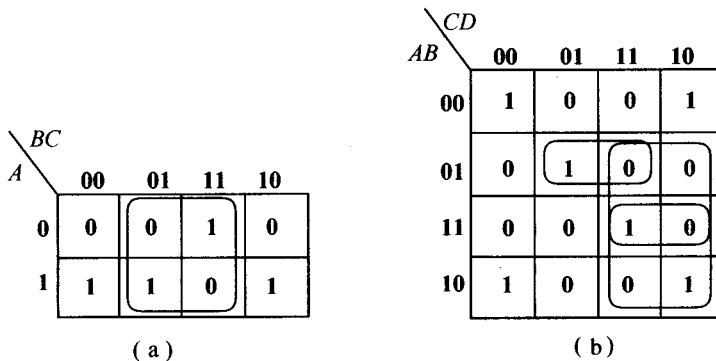


图 1-3

(九) 化简逻辑函数



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

给定约束条件为  $\bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC = 0$ 。

解 由图 1-4 卡诺图得

$$Y = \bar{A} + \bar{B}\bar{C} + BC。$$

### 思考题和习题

[题 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)  $(10010111)_2$ ; (2)  $(1101101)_2$ ;  
 (3)  $(0.01011111)_2$ ; (4)  $(11.001)_2$ 。

解 (1)  $(10010111)_2 = (97)_{16} = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (151)_{10}$ ;

(2)  $(1101101)_2 = (6D)_{16} = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 = (109)_{10}$ ;

(3)  $(0.01011111)_2 = (0.5F)_{16} = 0 + 5 \times 16^{-1} + 15 \times 16^{-2} = (0.370937)_{10}$ ;

(4)  $(11.001)_2 = (3.2)_{16} = 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-3} = (3.125)_{10}$ 。

[题 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)  $(8C)_{16} = (10001100)_2 = 8 \times 16^1 + 12 \times 16^0 = (140)_{10}$ ;

(2)  $(3D.BE)_{16} = (00111101.10111110)_2 = 3 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 11 \times 16^{-1} + 14 \times 16^{-2} = (61.7421875)_{10}$ ;

(3)  $(8F.FF)_{16} = (10001111.11111111)_2 = 8 \times 16^1 + 15 \times 16^0 + 15 \times 16^{-1} + 15 \times 16^{-2} = (143.99609375)_{10}$ ;

(4)  $(10.00)_{16} = (00010000.00000000)_2 = 1 \times 16^1 = (16.00)_{10}$ 。

[题 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)  $(17)_{10} = (10001)_2 = (11)_{16}$ ;

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

(3)  $(0.39)_{10} = (0.0110)_2 = (0.6)_{16}$ ;

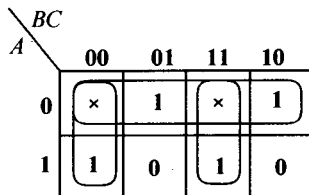


图 1-4



GAODENG XUEXIAO YUXIJIJIAOCAI FUDAOCONGSHU  
 高等院校优秀教材辅导丛书





除数	被除数	余数
2	17	1
2	8	0
2	4	0
2	2	0
1		

(低位) ↑

(高位)

除数	被除数	余数
2	127	1
2	63	1
2	31	1
2	15	1
2	7	1
2	3	1
1		

(低位) ↑

(高位)

0.39	
× 2	
0.78	..... 整数部分 = 0 = $d_{-1}$
0.78	
× 2	
1.56	..... 整数部分 = 1 = $d_{-2}$
0.56	
× 2	
1.12	..... 整数部分 = 1 = $d_{-3}$
0.12	
× 2	
0.24	..... 整数部分 = 0 = $d_{-4}$

$(4)(25.7)_{10} = (11001.1011)_2 = (19.B)_{16}$

除数	被除数	余数
2	25	1
2	12	0
2	6	0
2	3	1
1		

(低位) ↑

(高位)

0.7	
× 2	
1.4	..... 整数部分 = 1 = $d_{-1}$
0.4	
× 2	
0.8	..... 整数部分 = 0 = $d_{-2}$
0.8	
× 2	
1.6	..... 整数部分 = 1 = $d_{-3}$
0.6	
× 2	
1.2	..... 整数部分 = 1 = $d_{-4}$



高等学校优秀教材辅导丛书  
 GAODENG XUEXIAO YOUXIUJIAOCAI FUDAOCONGSHU