

理工科考研辅导系列 电子信息类

# 数字电子技术

## 「名校考研 真题详解」

金圣才 主 编



中国水利水电出版社

[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

理工科考研辅导系列（电子信息类）

# 数字电子技术名校考研真题详解

金圣才 主 编



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 编 委 会

主 编：金圣才

编 委：按姓氏笔画排序

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 孔丽娜 | 尹守华 | 王 丹 | 王仁醒 |
| 汤明旺 | 许明波 | 吴义东 | 张 伟 |
| 张永翰 | 张彩云 | 杨 刚 | 肖爱林 |
| 辛灵轩 | 辛灵暖 | 陈 志 | 陈剑波 |
| 段辛云 | 段辛雷 | 徐新猛 | 殷超凡 |
| 高 丹 | 董兵兵 | 潘丽繁 |     |

## 前 言

数字电子技术是电子、电气、信息、机械等相关学科的重要专业基础课程，也是相关专业硕士研究生入学考试的必考内容之一。为了帮助广大读者掌握数字电子技术课程的学习方法和解题思路，顺利通过研究生入学考试或大学期末考试，在综合分析各大院校近年来出题特点的基础上，编写了本书。

全书共分为 10 章，每章包括四部分内容。第一部分主要是根据各高校的教学大纲、考试大纲等，对本章的重点与难点进行归纳，并进行简要解析；第二部分主要是精选知名院校近年的考研真题，并进行详细解答；第三部分主要是精选知名院校近年的本科期末考试真题，并进行详细解答；第四部分是精选典型题目，并进行详解解答。

本书具有如下特点：

(1) 所选题目均为知名院校近年的考研或期末考试真题，这些题目具有很高的代表性。通过这些真题及其详解，读者可以在很大程度上判断和把握相关院校考研和大学期末考试的出题特点、解题要求等。

(2) 对所有考试真题均进行了详细解答。了解历年真题不是目的，关键是要通过真题解答掌握和理解相关知识点，因此，本书不但精选了真题，同时还对所有的真题进行了详细解答。

本书特别适合备战考研和大学期末考试的读者，同时，对于参加相关专业同等学力考试、自学考试、资格考试的考生而言，本书也具有较高的参考价值。

参与本书编写的人员主要辛灵轩、张永翰、陈志、董兵兵、许明波、孔丽娜、张彩云、汤明旺、辛灵暖、吴义东、段辛云、段辛雷等。

作者始终抱着一种严肃、认真的态度来编写本书，力求使内容准确、完整。但由于作者水平有限，时间仓促，不妥之处在所难免，真诚地请读者批评和指正。

作 者

2009 年 12 月

# 目 录

## 前言

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第 1 章 数字逻辑概论        | 1   |
| 1.1 重点与难点解析         | 1   |
| (一) 本章重点与难点         | 1   |
| (二) 重点与难点解析         | 1   |
| 1.2 名校考研真题详解        | 3   |
| 1.3 名校期末考试真题详解      | 4   |
| 1.4 典型题详解           | 4   |
| 第 2 章 逻辑代数与硬件描述语言基础 | 5   |
| 2.1 重点与难点解析         | 5   |
| (一) 本章重点与难点         | 5   |
| (二) 重点与难点解析         | 5   |
| 2.2 名校考研真题详解        | 7   |
| 2.3 名校期末考试真题详解      | 15  |
| 2.4 典型题详解           | 19  |
| 第 3 章 逻辑门电路         | 23  |
| 3.1 重点与难点解析         | 23  |
| (一) 本章重点与难点         | 23  |
| (二) 重点与难点解析         | 23  |
| 3.2 名校考研真题详解        | 26  |
| 3.3 名校期末考试真题详解      | 40  |
| 3.4 典型题详解           | 42  |
| 第 4 章 组合逻辑电路        | 45  |
| 4.1 重点与难点解析         | 45  |
| (一) 本章重点与难点         | 45  |
| (二) 重点与难点解析         | 45  |
| 4.2 名校考研真题详解        | 47  |
| 4.3 名校期末考试真题详解      | 104 |
| 4.4 典型题详解           | 113 |
| 第 5 章 锁存器和触发器       | 120 |
| 5.1 重点与难点解析         | 120 |
| (一) 本章重点与难点         | 120 |
| (二) 重点与难点解析         | 120 |
| 5.2 名校考研真题详解        | 123 |

|               |                                  |            |
|---------------|----------------------------------|------------|
| 5.3           | 名校期末考试真题详解.....                  | 134        |
| 5.4           | 典型题详解 .....                      | 135        |
| <b>第 6 章</b>  | <b>时序逻辑电路.....</b>               | <b>140</b> |
| 6.1           | 重点与难点解析 .....                    | 140        |
|               | (一) 本章重点与难点 .....                | 140        |
|               | (二) 重点与难点解析 .....                | 140        |
| 6.2           | 名校考研真题详解 .....                   | 141        |
| 6.3           | 名校期末考试真题详解.....                  | 206        |
| 6.4           | 典型题详解 .....                      | 226        |
| <b>第 7 章</b>  | <b>存储器、复杂可编程器件和现场可编程门阵列.....</b> | <b>239</b> |
| 7.1           | 重点与难点解析 .....                    | 239        |
|               | (一) 本章重点与难点 .....                | 239        |
|               | (二) 重点与难点解析 .....                | 239        |
| 7.2           | 名校考研真题详解 .....                   | 241        |
| 7.3           | 名校期末考试真题详解.....                  | 250        |
| 7.4           | 典型题详解 .....                      | 254        |
| <b>第 8 章</b>  | <b>脉冲波形的变换与产生 .....</b>          | <b>258</b> |
| 8.1           | 重点与难点解析 .....                    | 258        |
|               | (一) 本章重点与难点 .....                | 258        |
|               | (二) 重点与难点解析 .....                | 258        |
| 8.2           | 名校考研真题详解 .....                   | 261        |
| 8.3           | 名校期末考试真题详解.....                  | 277        |
| 8.4           | 典型题详解 .....                      | 282        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>数模与模数转换器.....</b>             | <b>286</b> |
| 9.1           | 重点与难点解析 .....                    | 286        |
|               | (一) 本章重点与难点 .....                | 286        |
|               | (二) 重点与难点解析 .....                | 286        |
| 9.2           | 名校考研真题详解 .....                   | 290        |
| 9.3           | 名校期末考试真题详解.....                  | 296        |
| 9.4           | 典型题详解 .....                      | 297        |
| <b>第 10 章</b> | <b>数字系统设计基础.....</b>             | <b>301</b> |
| 10.1          | 重点与难点解析 .....                    | 301        |
|               | (一) 本章重点与难点 .....                | 301        |
|               | (二) 重点与难点解析 .....                | 301        |
| 10.2          | 名校考研真题详解 .....                   | 301        |
| 10.3          | 名校期末考试真题详解.....                  | 305        |
| 10.4          | 典型题详解 .....                      | 306        |

# 第1章 数字逻辑概论

## 1.1 重点与难点解析

### (一) 本章重点与难点

1. 数字信号。
2. 数制之间的转换。
3. 常用码制。

### (二) 重点与难点解析

#### 1. 数字信号

(1) 定义。断续变化（离散变化），时间上离散幅值上整量化，多采用 0、1 两种数值组成，又称二进制信号。

(2) 脉冲波形的主要参数。脉冲波形如图 1-1 所示。

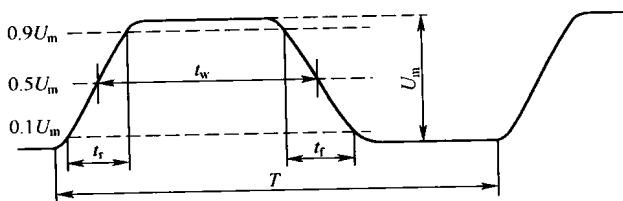


图 1-1

图 1-1 中的参数如下：

脉冲幅度  $U_m$ ：脉冲电压波形变化的最大值，单位为伏（V）。

脉冲上升时间  $t_r$ ：脉冲波形从  $0.1U_m$  上升到  $0.9U_m$  所需的时间。

脉冲下降时间  $t_f$ ：脉冲波形从  $0.9U_m$  下降到  $0.1U_m$  所需的时间。

脉冲宽度  $t_w$ ：脉冲上升沿  $0.5U_m$  到下降沿  $0.5U_m$  所需的时间，单位和  $t_r$ 、 $t_f$  相同。

脉冲周期  $T$ ：在周期性脉冲中，相邻两个脉冲波形重复出现所需的时间，单位和  $t_r$ 、 $t_f$  相同。

脉冲频率  $f$ ：每秒时间内，脉冲出现的次数。单位为赫兹（Hz）、千赫兹（kHz）、兆赫兹（MHz）， $f = 1/T$ 。

占空比  $q$ ：脉冲宽度与脉冲重复周期  $T$  的比值。

#### 2. 数制之间的转换

(1) 十进制转换为二进制。将十进制数的整数部分转换为二进制数采用“除 2 取余法”，将十进制小数部分转换为二进制数采用“乘 2 取整法”。

### (2) 二进制和八进制间的相互转换。

1) 二进制数转换成八进制数。二进制数转换为八进制数的方法是：整数部分从低位开始，每三位二进制数为一组，最后不足三位的，则在高位加 0 补足三位为止；小数点后的二进制数则从高位开始，每三位二进制数为一组，最后不足三位的，则在低位加 0 补足三位，然后用对应的八进制数来代替，再按顺序排列写出对应的八进制数。

2) 八进制数转换成二进制数。将每位八进制数用三位二进制数来代替，再按原来的顺序排列起来，便得到了相应的二进制数。

### (3) 二进制和十六进制间的相互转换。

1) 二进制数转换成十六进制数。二进制数转换为十六进制数的方法是：整数部分从低位开始，每四位二进制数为一组，最后不足四位的，则在高位加 0 补足四位为止；小数部分从高位开始，每四位二进制数为一组，最后不足四位的，则在低位加 0 补足四位，然后用对应的十六进制数来代替，再按顺序写出对应的十六进制数。

2) 十六进制数转换成二进制数。将每位十六进制数用四位二进制数来代替，再按原来的顺序排列起来便得到了相应的二进制数。

### 3. 常用码制

(1) 格雷码。格雷码与二进制码关系对照如表 1-1 所示。

表 1-1

| 十进制数 | 二进制码    | 格雷码     |
|------|---------|---------|
| 0    | 0 0 0 0 | 0 0 0 0 |
| 1    | 0 0 0 1 | 0 0 0 1 |
| 2    | 0 0 1 0 | 0 0 1 1 |
| 3    | 0 0 1 1 | 0 0 1 0 |
| 4    | 0 1 0 0 | 0 1 1 0 |
| 5    | 0 1 0 1 | 0 1 1 1 |
| 6    | 0 1 1 0 | 0 1 0 1 |
| 7    | 0 1 1 1 | 0 1 0 0 |
| 8    | 1 0 0 0 | 1 1 0 0 |
| 9    | 1 0 0 1 | 1 1 0 1 |
| 10   | 1 0 1 0 | 1 1 1 1 |
| 11   | 1 0 1 1 | 1 1 1 0 |
| 12   | 1 1 0 0 | 1 0 1 0 |
| 13   | 1 1 0 1 | 1 0 1 1 |
| 14   | 1 1 1 0 | 1 0 0 1 |
| 15   | 1 1 1 1 | 1 0 0 0 |

(2) 8421 奇偶校验码。8421 奇偶校验码如表 1-2 所示。



表 1-2

| 十进制数 | 8421 奇校验码 |     | 8421 偶校验码 |     |
|------|-----------|-----|-----------|-----|
|      | 信息码       | 校验位 | 信息码       | 校验位 |
| 0    | 0 0 0 0   | 1   | 0 0 0 0   | 0   |
| 1    | 0 0 0 1   | 0   | 0 0 0 1   | 1   |
| 2    | 0 0 1 0   | 0   | 0 0 1 0   | 1   |
| 3    | 0 0 1 1   | 1   | 0 0 1 1   | 0   |
| 4    | 0 1 0 0   | 0   | 0 1 0 0   | 1   |
| 5    | 0 1 0 1   | 1   | 0 1 0 1   | 0   |
| 6    | 0 1 1 0   | 1   | 0 1 1 0   | 0   |
| 7    | 0 1 1 1   | 0   | 0 1 1 1   | 1   |
| 8    | 1 0 0 0   | 0   | 1 0 0 0   | 1   |
| 9    | 1 0 0 1   | 1   | 1 0 0 1   | 0   |

## 1.2 名校考研真题详解

【1-1】(华中科技大学 2005 年硕士研究生入学考试试题) 将下列十进制数转换为二进制数和二一十进制 BCD 码: (1) 20; (2) 168。

解:

(1) 20 转换为二进制数是 10100, 转换为二一十进制 BCD 码是 100000。

(2) 168 转换为二进制数是 10101000, 转换为二一十进制 BCD 码是 101101000。

【1-2】(华中科技大学 2004 年硕士研究生入学考试试题) 将下列十进制数转换为二进制数和二一十进制 BCD 码: (1) 10; (2) 598。

解:

(1) 10 转换为二进制 BCD 码是 1010, 转换为二一十进制 BCD 码是 00010000。

(2) 598 转换为二进制 BCD 码是 1001010110, 转换为二一十进制 BCD 码是 010110011000。

【1-3】(中国科学院半导体所 2005 年硕士研究生入学考试试题) 填空题。

十进制数 $(173.8125)_{10}$ 的二进制表示为\_\_\_\_\_。

答案: 10101101.1101

【1-4】(中国科学院电子学研究所 2004 年硕士研究生入学考试试题) 填空题。

十进制数 4097 的十六进制表示为\_\_\_\_\_；十进制数 -128 的二进制补码表示为\_\_\_\_\_；十进制数 23.5 的二进制表示为\_\_\_\_\_。

答案: 1001    10000000    10111.1

【1-5】(武汉科技大学 2006 年硕士研究生入学考试试题) 填空题。

将二进制数 $(1100100)_2$ 转换为八进制数的结果为\_\_\_\_\_。

答案:  $(144)_8$

【1-6】(武汉科技大学 2007 年硕士研究生入学考试试题) 填空题。

(1) 十进制数 $(100)_{10}$ 等于十六进制数\_\_\_\_\_。

(2) 连续“同或”299 个 0 的结果是\_\_\_\_\_。

答案: (1) 16; (2) 0

### 1.3 名校期末考试真题详解

【1-7】(北京交通大学 2004-2005 学年第 1 学期期末考试试题) 将二进制数  $11010.011_B$  转换为等值的十进制数。

解: 二进制数  $11010.011_B$  各位对应的位权如下:

位权:  $2^4 2^3 2^2 2^1 2^0 2^{-1} 2^{-2}$

二进制数:  $11010.011$  等值十进制数为:

$$\begin{aligned} & 2^4 + 2^3 + 2^1 + 2^{-2} + 2^{-3} \\ &= 16 + 8 + 2 + 0.25 + 0.125 \\ &= 26.375_D \end{aligned}$$

【1-8】(北京交通大学 2005-2006 学年第 1 学期期末考试试题) 将十进制数 0.1875 转换为二进制数。

解: 采用乘 2 取整法:

$$0.1875 \times 2 = 0.3750 \quad 0(\text{MSB})$$

$$0.3750 \times 2 = 0.7500 \quad 0$$

$$0.7500 \times 2 = 1.5000 \quad 1$$

$$0.5000 \times 2 = 1.0000 \quad 1(\text{LSB})$$

因此,  $(0.1875)_{10} = (0.0011)_2$ 。

### 1.4 典型题详解

【1-9】将二进制数  $(11011.101)_2$  转换成十进制数。

$$\begin{aligned} \text{解: } (11011.101)_2 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 16 + 8 + 0 + 2 + 1 + 0.5 + 0 + 0.125 \\ &= (27.625)_{10} \end{aligned}$$

【1-10】一字节长的二进制数能代表多少个数值? 其最大数是多少?

解: 一字节长的二进制数是 8 位, 8 位二进制数共有  $00000000 \sim 11111111$ , 256 种组合, 因此, 一字节长的二进制数能表示 256 个数值。其最大数是 11111111, 所对应的十进制数是 255。

【1-11】将八进制数  $(136.524)_8$  转换成十进制数。

$$\begin{aligned} \text{解: } (136.524)_8 &= 1 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2} + 4 \times 8^{-3} \\ &= 64 + 24 + 6 + 0.625 + 0.03125 + 0.0078125 \\ &= (94.6640625)_{10} \end{aligned}$$

## 第2章 逻辑代数与硬件描述语言基础

### 2.1 重点与难点解析

#### (一) 本章重点与难点

1. 逻辑代数的基本定律和规则。
2. 逻辑函数的卡诺图化简法。

#### (二) 重点与难点解析

1. 逻辑代数的基本定律和规则

(1) 逻辑代数的基本定律。

交换律:  $A+B=B+A$ ,  $A \cdot B=B \cdot A$

结合律:  $A+(B+C)=(A+B)+C$ ,  $A \cdot (B \cdot C)=(A \cdot B) \cdot C$

分配律:  $A \cdot (B+C)=A \cdot B+A \cdot C$  (乘对加分配)

$A+B \cdot C=(A+B)(A+C)$  (加对乘分配)

吸收律:  $A+A \cdot B=A$ ,  $A \cdot (A+B)=A$

0-1律:  $A+1=1$ ,  $A+0=A$ ,  $A \cdot 0=0$ ,  $A \cdot 1=A$

互补律:  $A+\bar{A}=1$ ,  $A \cdot \bar{A}=0$

重叠律:  $A+A=A$ ,  $A \cdot A=A$

非非律:  $\overline{\overline{A}}=A$

反演律:  $\overline{A+B}=\bar{A} \cdot \bar{B}$ ,  $\overline{AB}=\bar{A}+\bar{B}$

包含律:  $AB+\bar{A}C+BC=AB+\bar{A}C$

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

(2) 逻辑代数的三个重要规则。

1) 代入规则。对于任一个含有变量  $A$  的逻辑等式, 可以将等式两边的所有变量  $A$  用同一个逻辑函数替代, 替代后等式仍然成立。这个规则称为代入规则。代入规则的正确性是由逻辑变量和逻辑函数值的二值性保证的。

2) 反演规则。已知一逻辑函数  $F$ , 求其反函数时, 只要将原函数  $F$  中所有的原变量变为反变量, 反变量变为原变量; “+”变为“-”, “-”变为“+”; 0变为1, 1变为0。这就是逻辑函数的反演规则。

3) 对偶规则。已知一逻辑函数  $F$ , 只要将原函数  $F$  中所有的“+”变为“-”, “-”变为“+”; 0变为1; 1变为0, 而变量保持不变、原函数的运算先后顺序保持不变, 那么就可以得到一个新函数, 这新函数就是对偶函数  $F'$ 。

(3) 逻辑函数的公式法化简。

1) 合并项法。利用公式  $AB + \overline{A}B = B$  将两项并为一项，还可消去一个变量。

2) 吸收法。常利用公式  $A + AB = A$  及  $AB + \overline{A}C + BC = AB + \overline{A}C$ ，消去多余项。

3) 消去法。常利用公式  $A + \overline{A}B = A + B$ ，消去多余因子。

4) 配项法。为了求得最简结果，有时可以将某一乘积项乘以  $(A + \overline{A})$ ，将一项展开为两项，或者利用  $AB + \overline{A}C = AB + \overline{A}C + BC$  增加  $BC$  项，再与其他乘积项进行合并化简，以达到求得最简结果的目的。

## 2. 用卡诺图化简逻辑函数

卡诺图实质上是把真值表按格雷码的编码规律排列出来的方格图。在卡诺图中，小方格的个数与真值表的行数相同；在真值表中，各行的行号也就是卡诺图中相应小方格的编号。

(1) 卡诺图的构图思想。

1)  $n$  变量的卡诺图包含有  $2^n$  个小方格，它分别对应  $2^n$  个最小项。

2) 任意相邻的两个小方格所表示的两个最小项之间，彼此仅有一个变量不同，且这不同的变量是互为“反”的。

3) 与每一个小方格相邻的小方格数是随着变量的增加而增加，其增加的个数等于变量数。

(2) 卡诺图表示逻辑函数的方法。卡诺图是用来化简逻辑函数的，但逻辑函数在卡诺图上是怎么表示的呢？分以下两种方法进行讨论。

方法一：

由于任意一个  $n$  变量的逻辑函数都可以表示成最小项之和的形式。而  $n$  变量的卡诺图包含了  $n$  个变量的所有最小项。所以只要先根据函数中的变量数画出对应的卡诺图，然后将函数中所有的最小项在卡诺图中找到对应的小方格，在格中填上 1 作为标记；其余小方格填 0。填有 1 的所有小方格合成的区域就是该函数的卡诺图，如图 2-1 所示。

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

图 2-1 卡诺图

方法二：

任意一个  $n$  变量的逻辑函数不但可以表示成最小项之和的形式，也可以表示成最大项之积的形式。而最大项和最小项之间是互为“反”的。即  $\overline{m_i} = M_i$ ， $\overline{M_i} = m_i$ ，因此在卡诺图上最小项用 1 格表示，那么最大项就可用 0 格来表示。

(3) 卡诺图化简逻辑函数化简的步骤如下：

1) 画出该逻辑函数的卡诺图。

2) 画合并圈。将相邻的 1 格按  $2^n$  圈为一组直到所有的 1 格全部被覆盖为止。

3) 将每个合并圈所表示的与项逻辑加。

为使简化后的逻辑函数式最简，在画圈时，应注意下列几点：合并圈按  $2^n$  越大越好（与项中因子少）；合并圈个数越少越好（与项数目少）；由于  $A + A = A$ ，所以同一个 1 格可以圈多次；每个合并圈中要有新的未被圈过的 1 格。如果某一合并圈中所有 1 格均被别的圈所包围，则此圈所表示的与项是多余的，即为冗余项。

例：化简  $F = \overline{A}BCD + \overline{A}C\overline{D} + \overline{A}BC + \overline{A}BD + ABC + AC\overline{D} + \overline{A}BCD$ 。

解：

1) 将  $F$  正确地填入 4 变量的卡诺图内，如图 2-2 所示。

| $AB \backslash CD$ | 00 | 01 | 10 | 11 |
|--------------------|----|----|----|----|
| 00                 | 1  |    |    |    |
| 01                 |    | 1  |    | 1  |
| 10                 |    | 1  | 1  |    |
| 11                 | 1  | 1  | 1  | 1  |

图 2-2

2) 画合并圈，圈住所有“1”格。为便于检查，每个合并圈化简结果应标在卡诺图上，如图 2-3 所示。

| $AB \backslash CD$ | 00 | 01 | 10 | 11 |
|--------------------|----|----|----|----|
| 00                 | 1  |    |    |    |
| 01                 |    | 1  |    | 1  |
| 10                 |    | 1  | 1  |    |
| 11                 | 1  | 1  | 1  | 1  |

合并圈及化简结果标注：

- $\overline{A}B\overline{D}$  (圈住 00 列)
- $\overline{A}B\overline{C}D$  (圈住 01 列)
- $\overline{A}BD$  (圈住 10 列)
- $BC$  (圈住 10 列)
- $C\overline{D}$  (圈住 11 列)

图 2-3

3) 组成化简后的函数。每一个合并圈对应一个与项，然后再将各与项“或”起来得到化简后的函数：

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

## 2.2 名校考研真题详解

【2-1】(浙江大学 2007 年硕士研究生入学考试试题) 用代数法化简以下逻辑函数：

(1)  $Y_1 = \overline{A}(C \oplus D) + \overline{B}CD + AC\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D$ 。

(2)  $Y_2 = 1 \oplus A \oplus B \oplus C \oplus AB \oplus AC \oplus BC \oplus ABC$ 。

解：(1) 对原式进行化简可得：

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \overline{A}(C \oplus D) + \overline{B}\overline{C}D + A\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D \\
 &= \overline{A}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{C}D + \overline{B}\overline{C}D + A\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D \\
 &= \overline{C}\overline{D} + (\overline{A} + B + \overline{A}\overline{B})\overline{C}D \\
 &= \overline{C}\overline{D} + (\overline{A} + B + A)\overline{C}D \\
 &= \overline{C}\overline{D} + \overline{C}D = C \oplus D
 \end{aligned}$$

(2) 对原式进行化简可得:

$$\begin{aligned}
 Y_2 &= 1 \oplus A \oplus B \oplus C \oplus AB \oplus AC \oplus BC \oplus ABC \\
 &= (A \oplus AB) \oplus (B \oplus BC) \oplus (C \oplus CA) \oplus (1 \oplus ABC) \\
 &= \overline{A}\overline{B} \oplus \overline{B}\overline{C} \oplus \overline{C}\overline{A} \oplus \overline{A}\overline{B}\overline{C} \\
 &= (\overline{A}\overline{B} \cdot \overline{\overline{B}\overline{C}} + \overline{A}\overline{B} \cdot \overline{B}\overline{C}) \oplus (\overline{C}\overline{A} \cdot \overline{ABC} + \overline{C}\overline{A} \cdot \overline{ABC}) \\
 &= (\overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C}) \oplus (C + \overline{A}\overline{B}) \\
 &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}
 \end{aligned}$$

【2-2】(电子科技大学 2007 年硕士研究生入学考试试题) 将下列逻辑函数化简成最简单的与或表达式和最简单的或与表达式:

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

解: 原式 =  $A + B\overline{C}\overline{D} + C\overline{D} + B\overline{D} + \overline{B}C$

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

【2-3】(华中科技大学 2007 年硕士研究生入学考试试题)

(1) 化简下面的逻辑函数:

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

$$2) Y = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}BC + ABC + \overline{A}BC. \text{ 给定约束条件为 } \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}BC = 0.$$

(2) 利用最小项性质, 将函数  $Y = AB + \overline{A}C + \overline{B}\overline{C}$  化为与或非形式。

解: (1)

1) 化简步骤如下:

$$\begin{aligned}
 &\overline{(\overline{A+B})} + \overline{(A+B)} + (\overline{AB})(\overline{AB}) \\
 &= \overline{A \cdot \overline{B}} + \overline{A \cdot B} + (\overline{A+B})(\overline{A+B}) \\
 &= \overline{B + AB} + \overline{A \cdot B} = \overline{AB} + \overline{B} \\
 &= \overline{A+B} = \overline{AB}
 \end{aligned}$$

2) 可采用卡诺图对该逻辑函数进行化简, 画出卡诺图如图 2-4 所示。化简得:

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

(2)  $Y = AB + \overline{A}C + \overline{B}\overline{C}$ , 利用最小项性质, 可将其化简为:

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

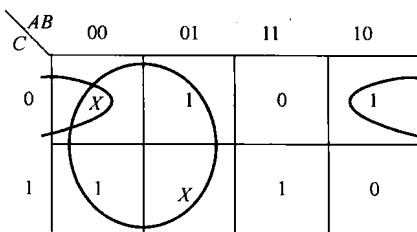


图 2-4

【2-4】(浙江大学 2006 年硕士研究生入学考试试题) 用公式法将下列函数化为最简与或式:

$$(1) F_1(ABCD) = \overline{A}\overline{B}C + CD + \overline{B}\overline{D} + \overline{C}.$$

$$(2) F_2(ABCD) = \overline{A}\overline{B}C + AC + \overline{A}BC + \overline{B}\overline{C}D.$$

解:

(1) 利用公式法, 化简如下:

$$\begin{aligned} F_1 &= \overline{A}\overline{B}C + CD + \overline{B}\overline{D} + \overline{C} = \overline{A}\overline{B}C + \overline{B}\overline{D} + \overline{C} + D \\ &= \overline{A}\overline{B}C + \overline{C} + B + D = \overline{A}\overline{B} + \overline{C} + B + D = A + B + \overline{C} + D \end{aligned}$$

(2) 利用公式法, 化简如下:

$$\begin{aligned} F_2 &= \overline{A}\overline{B}C + AC + \overline{A}BC + \overline{B}\overline{C}D = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}\overline{C} + AC + \overline{A}BC + \overline{B}\overline{C}D \\ &= \overline{A}\overline{B} + A + \overline{A}BC + \overline{B}\overline{C}D = A + \overline{A}BC + \overline{B}\overline{C}D \\ &= A + BC + \overline{B}\overline{C}D = A + B(C + \overline{C}D) = A + B(C + D) \\ &= A + BC + BD \end{aligned}$$

【2-5】(中国科学院—中国科学技术大学 2005 年硕士研究生入学考试试题) 化简逻辑函数:

$$(1) F(A, B, C, D) = \sum m(5, 7, 13, 15).$$

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

解: 化简逻辑函数可得:

$$(1) F(A, B, C, D) = \sum m(5, 7, 13, 15) = BD$$

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

【2-6】(华中科技大学 2005 年硕士研究生入学考试试题)

(1) 将逻辑函数  $Y = \overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{D} + \overline{A}BC + ABCD$  化为与非—与非形式。

(2) 写出  $Y = A(B + C) + CD$  的最小项表达式。

解:

(1) 将原逻辑函数化为与非—与非式如下:

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

(2) 将原式进行等效变换可得:

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

则最小项表达式为:

$$Y = \sum m(3, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

【2-7】(北京大学 2005 年硕士研究生入学考试试题) 用卡诺图法化简:  $F(A,B,C,D) = \sum m(0,2,3,5,7,8,10,11,12,13,14,15)$ 。

(1) 化简为最简与或表达式, 并请回答该函数有几个等价的最简解(只需给出其中一个最简解)。

(2) 化简为最简或与表达式。

解:

(1) 根据题意, 可以画出卡诺图如图 2-5 所示, 然后进行化简。

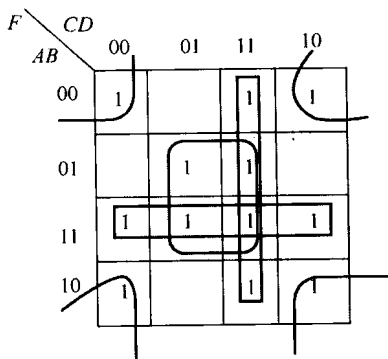


图 2-5

根据上述卡诺圈, 可以求得最简与或表达式为:

$$F(A,B,C,D) = BD + \overline{B}\overline{D} + AB + CD$$

由上述分析可知, 该函数有三个等价的最简解。举例如下:

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

(2) 将原式化简为最简或与表达式, 可得:

$$\begin{aligned} F(A,B,C,D) &= \prod M(1,4,6,9) \\ &= (A+B+C+\overline{D})(A+\overline{B}+C+D)(A+\overline{B}+\overline{C}+D)(\overline{A}+B+C+\overline{D}) \\ &= \overline{\overline{BCD}} \cdot \overline{\overline{ABD}} = (\overline{B}+C+\overline{D})(A+\overline{B}+D) \end{aligned}$$

【2-8】(电子科技大学 2005 年研究生入学考试试题) 用公式法将逻辑函数  $F = AB + A\overline{C} + \overline{B}C + \overline{B}\overline{C} + \overline{B}D + (\overline{B}+D)((\overline{A}+D+E)+FGH)$  化简成最简单的与或表达式。

解: 利用公式法, 可将元逻辑函数进行如下化简:

$$\begin{aligned} F &= AB + A\overline{C} + \overline{B}C + \overline{B}\overline{C} + \overline{B}D + (\overline{B}+D)((\overline{A}+D+E)+FGH) \\ &= A + \overline{B}C + \overline{B}\overline{C} + \overline{B}D + \overline{B}D + A\overline{D}E \cdot FGH \\ &= A + \overline{B}C + \overline{B}\overline{C} + \overline{B}D + \overline{B}D \\ &= A + \overline{B}C + \overline{C}D + \overline{B}D \end{aligned}$$

【2-9】(北京大学 2005 年硕士研究生入学考试试题) 用代数法证明:  $\overline{A \oplus B \oplus C} = \overline{A} \odot \overline{B} \odot \overline{C}$ 。

解: 根据逻辑代数的基本定理, 对等式左边进行化简, 过程如下:



$$\begin{aligned}
\text{左式} &= \overline{A \oplus B \oplus C} = \overline{(\overline{AB} + \overline{AB}) \oplus C} = \overline{\overline{AB} + \overline{AB} \cdot C + (\overline{AB} + \overline{AB}) \cdot C} \\
&= \overline{\overline{AB} + \overline{AB} \cdot C \cdot (\overline{AB} + \overline{AB}) \cdot C} = \overline{(A + \overline{B}) \cdot (\overline{A} + B) \cdot C + \overline{AB} \overline{C} + \overline{ABC}} \\
&= \overline{\overline{ABC} + ABC + \overline{AB} \overline{C} + \overline{ABC}} = \overline{\overline{ABC} \cdot \overline{ABC} \cdot \overline{AB} \overline{C} \cdot \overline{ABC}} \\
&= (A + B + \overline{C})(\overline{A} + \overline{B} + \overline{C})(\overline{A} + B + C)(A + \overline{B} + C) \\
&= (\overline{AB} + \overline{AC} + \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{AC} + \overline{BC} + \overline{C}) \cdot (\overline{AB} + \overline{AC} + AB + BC + AC + \overline{BC} + C) \\
&= (\overline{AB} + \overline{AB} + \overline{C})(\overline{AB} + AB + C) = \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{AB} \overline{C} + \overline{ABC}
\end{aligned}$$

同理, 根据逻辑代数的基本定理, 对等式右边进行化简, 过程如下:

$$\begin{aligned}
\text{右式} &= \overline{A \cdot B \cdot C} = (\overline{A \cdot B} + AB) \odot \overline{C} = (\overline{A \cdot B} + AB) \overline{C} + \overline{A \cdot B} + AB \cdot C \\
&= \overline{A} \overline{B} \overline{C} + ABC + \overline{A \cdot B} \cdot \overline{AB} \cdot C = \overline{A} \overline{B} \overline{C} + ABC + (A + B)(\overline{A} + \overline{B}) \cdot C \\
&= \overline{A} \overline{B} \overline{C} + ABC + \overline{ABC} + \overline{ABC}
\end{aligned}$$

可见, 左右两式相等, 得证。

【2-10】(电子科技大学 2005 年硕士研究生入学考试试题) 已知函数  $F_1$  和  $F_2$  如下, 试用卡诺图求出函数  $F = F_1 \cdot F_2$ , 并将  $F$  化简成最简与或表达式 (要求分别画出  $F_1$ 、 $F_2$  及  $F$  的卡诺图)。

$$F_1(A, B, C, D) = \sum m(1, 2, 3, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15)$$

$$F_2(A, B, C, D) = \prod M(0, 1, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14);$$

解: 由已知分析可得,  $F_1$  的卡诺图如图 2-6 所示。

$F_2$  的卡诺图如图 2-7 所示。

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

图 2-6

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

图 2-7

$F$  的卡诺图如图 2-8 所示。

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

图 2-8