



三导丛书

# 数字电路与 逻辑设计

(第三版)

## 导教 · 导学 · 导考

DAOJIAO DAOXUE DAOKAO

王有绪 主编

- 重点内容提要
- 重点知识结构图
- 考点及常见题型精解
- 考研点津
- 课后习题详解
- 学习效果测试及答案

西北工业大学出版社

# 数字电路与逻辑设计

(第3版)

**导教·导学·导考**

王有绪 主 编  
许 柯 姚海红 编

西北工业大学出版社

**【内容简介】** 本书是以王毓银主编的《数字电路与逻辑设计》教材第3版的内容为基础,按章次编写了重点内容提要、重点知识结构、考点及常见题型精解、考研点津、课后习题详解、学习效果测试及答案6大部分。本书旨在使读者掌握课程重点内容,学会分析和解题方法,达到举一反三的目的。

本书可供使用王毓银主编的《数字电路与逻辑设计》教材的师生参考,也可作为考研者和使用其他教材的读者学习参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

数字电路与逻辑设计导教·导学·导考/王有绪主编;许柯,姚海红编. —西安:西北工业大学出版社,2003.8

(三导丛书)

ISBN 7-5612-1670-X

I. 数… II. ①王… ②许… ③姚… III. 数字电路—逻辑设计—高等学校—教学参考资料 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 055896 号

出版发行:西北工业大学出版社

通讯地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072 电话:(029) 8493844

网 址:www.nwpu.com

印刷者:陕西友盛印务有限责任公司

开 本:850 mm×1 168 mm 1/32

印 张:11.875

字 数:404千字

版 次:2003年8月第1版 2003年8月第1次印刷

印 数:1~8 000册

定 价:15.00元

## 前 言

为了适应教学改革的需要,在西北工业大学出版社“三导丛书”编辑组的指导下,我们编写了本书,供学习“数字电路与逻辑设计”,“脉冲与数字电路”课程的大学本科、专科学生,有志于考研复习相关课程的考生以及广大自学者使用和参考。

王毓银教授主编的《数字电路与逻辑设计》在1984年就已出版(原名《脉冲与数字电路》),二十年来不断跟踪数字电路的发展方向,历经三版,日臻完善,在高等院校中广泛使用,受到广大师生的好评。该教材(第2版)曾获原国家教委优秀教材一等奖,第三届教育部科学技术进步三等奖,为普通高等教育“九五”原国家教委重点教材。该教材于1999年修订为第3版,在保留原书内容详实、概念清楚、语言流畅优点的基础上,减少了分立元件和脉冲电路内容,大篇幅增写了大规模和超大规模数字集成电路,使其更能适应数字技术飞速发展的需要。

为了使广大读者更好地理解课程内容、快速把握重点知识体系,《数字电路与逻辑设计——导教·导学·导考》一书,对该门课程的重点知识内容进行了提炼总结。“重点知识结构图”以图表的形式描述了知识点之间的内在联系。“考点及常见题型精解”可帮助读者

掌握解题思路和方法,达到举一反三的目的。“课后习题详解”给出了《数字电路与逻辑设计》(第3版)教材课后习题的详细解答。“学习效果测试及答案”可供读者检查学习的效果。有志于考研的读者可阅读“考研点津”,以提高综合应用知识和解题的能力。

由于对王毓银教授主编教材的内容理解尚有不到之处,加上编者的能力所限,疏漏和错误之处敬请广大读者批评指正。

编 者

2003年4月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 重点内容提要 .....	1
1.2 例题选解 .....	3
1.3 课后习题详解 .....	5
<b>第 2 章 逻辑函数及其简化</b> .....	10
2.1 重点内容提要 .....	10
2.2 重点知识结构图 .....	13
2.3 考点及常见题型精解 .....	14
2.4 考研点津 .....	21
2.5 课后习题详解 .....	24
2.6 学习效果测试及答案 .....	36
<b>第 3 章 集成逻辑门</b> .....	39
3.1 重点内容提要 .....	39
3.2 重点知识结构图 .....	45
3.3 考点及常见题型精解 .....	46
3.4 考研点津 .....	52
3.5 课后习题详解 .....	55
3.6 学习效果测试及答案 .....	62
<b>第 4 章 组合逻辑电路</b> .....	66
4.1 重点内容提要 .....	66
4.2 重点知识结构图 .....	73

---

4.3	考点及常见题型精解 .....	74
4.4	考研点津 .....	90
4.5	课后习题详解 .....	95
4.6	学习效果测试及答案 .....	131
<b>第5章</b>	<b>集成触发器 .....</b>	<b>133</b>
5.1	重点内容提要 .....	133
5.2	重点知识结构图 .....	138
5.3	考点及常见题型精解 .....	139
5.4	考研点津 .....	144
5.5	课后习题详解 .....	146
5.6	学习效果测试及答案 .....	154
<b>第6章</b>	<b>时序逻辑电路 .....</b>	<b>157</b>
6.1	重点内容提要 .....	157
6.2	重点知识结构图 .....	164
6.3	考点及常见题型精解 .....	166
6.4	考研点津 .....	200
6.5	课后习题详解 .....	204
6.6	学习效果测试及答案 .....	264
<b>第7章</b>	<b>半导体存储器 .....</b>	<b>271</b>
7.1	重点内容提要 .....	271
7.2	重点知识结构图 .....	277
7.3	考点及常见题型精解 .....	278
7.4	考研点津 .....	285
7.5	课后习题详解 .....	287
7.6	学习效果测试及答案 .....	292
<b>第8章</b>	<b>可编程逻辑器件及其应用 .....</b>	<b>294</b>
8.1	重点内容提要 .....	294
8.2	重点知识结构图 .....	305
8.3	考点及常见题型精解 .....	306
8.4	课后习题详解 .....	313

---

---

8.5	学习效果测试及答案	322
<b>第9章</b>	<b>脉冲单元电路</b>	324
9.1	重点内容提要	324
9.2	重点知识结构图	329
9.3	考点及常见题型精解	330
9.4	考研点津	335
9.5	课后习题详解	338
9.6	学习效果测试及答案	343
<b>第10章</b>	<b>模数转换器和数模转换器</b>	346
10.1	重点内容提要	346
10.2	重点知识结构图	353
10.3	考点及常见题型精解	354
10.4	考研点津	361
10.5	课后习题详解	363
10.6	学习效果测试及答案	368
<b>参考文献</b>		371



# 第 1 章 绪 论

本章主要学习各种数制及其转换以及常用的 BCD 编码。

## 1.1 重点内容提要

### 一、模拟信号和数字信号

在时间和数值上都连续变化的物理量,比如时间、温度、压力等,称为模拟量或模拟信号。在时间和数值上不连续(离散)的物理量,称为数字量。二进制的数字量采用 0,1 两种数字来表示。

### 二、数制及其转换

#### 1. 十进制、二进制、八进制和十六进制

设任意进制( $R$ 进制)数  $N$  的整数部分有  $n$  位,小数部分有  $m$  位,则均可按位权展开为

$$(N)_R = (a_{n-1} \cdots a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \cdots a_{-m})_R = a_{n-1} \times R^{n-1} + \cdots + a_1 R^1 + a_0 R^0 + a_{-1} \times R^{-1} + \cdots + a_{-m} \times R^{-m} = \left( \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times R^i \right)_{10}$$

经过求和运算,最终转换为大众所习惯的十进制数。各种进制数的特点如表 1.1.1 所示。

#### 2. 任意进制数转换成十进制数

将其他进制数按位权展开相加即得十进制结果。

#### 3. 十进制数转换成任意进制( $R$ 进制)数

(1) 整数部分的转换。除“ $R$ ”取余:将十进制整数除以  $R$ ,得到的余数作为转换后整数部分的最低位(LSB)。商作为新的被除数再除以  $R$ ,余数作为整数部分的次低位,……,直到商为 0,最后的余数作为整数最高位(MSB)。这里的除法

为整除。

(2) 小数部分的转换。乘“R”取整：将纯小数(整数为0)乘以R,积的整数部分作为小数结果的最高位。余下的纯小数再乘以“R”,其整数部分作为小数结果的次高位,……,直到积为0或达到一定的精度。

对于既包含整数又包含小数的数,则分成整数和小数两部分分别转换,最后合并即可。

表 1.1.1

进制	使用数码	进 / 借位规律	按位权展开
十	0 ~ 9(10个)	逢十进一,借一当十	$\sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 10^i$
二	0,1(2个)	逢二进一,借一当二	$\sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 2^i$
八	0 ~ 7(8个)	逢八进一,借一当八	$\sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 8^i$
十六	0 ~ 9, A ~ F(16个)	逢十六进一,借一当十六	$\sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 16^i$

#### 4. 二-八-十六进制数的互相转换

进位制满足  $2^k$ :二进制为  $2^1$ ,八进制为  $2^3$ ,十六进制为  $2^4$ 。三种进制之间无需计算,可直接转换。

若将二进制转换成八进制(或十六进制),以小数点为界,同时向左、右方向每3位(或4位)数作为新的位,整数部分最高位,小数部分最低位不足补0,再将每一个新位中的二进制数转换为八进制(或十六进制)。

### 三、二十进制数(BCD码)

由于十进制数每位有10个状态(0~9),故需要4位二进制数才能表示一位十进制数,即BCD码。BCD码为用二进制编码的十进制数,从本质上讲还是十进制数,只不过用二进制表示罢了。

常见的BCD码如表1.1.2所示。BCD码可分成有权或无权两大类。

表 1.1.2

BCD码 十进制数码	8241码	余3码	2421码	5121码	631-1码	单位 间距码	余3循 环码	移存码
0	0000	0011	0000	0000	0011	0000	0010	0001
1	0001	0100	0001	0001	0010	0001	0110	0010
2	0010	0101	0010	0010	0101	0011	0111	0100
3	0011	0110	0011	0011	0111	0010	0101	1001
4	0100	0111	0100	0111	0110	0110	0100	0011
5	0101	1000	1011	1000	1001	0111	1100	0111
6	0110	1001	1100	1100	1000	0101	1101	1111
7	0111	1010	1101	1101	1010	0100	1111	1110
8	1000	1011	1110	1110	1101	1100	1110	1100
9	1001	1100	1111	1111	1100	1110	1010	1000

## 1.2 例题选解

本章的习题集中在数制转换及BCD码。

**例 1.2.1** 将二进制数 101110.11 转换成十进制数。

**解** 只要将该数按位权展开并求和即可。

$$(101110.11)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (46.75)_{10}$$

**例 1.2.2** 将十进制数 202.8125 转换成二进制数、八进制数和十六进制数。

**解法 1** 先将十进制数转换成二进制数,再用进制为  $2^k$  数之间的特点直接转换为八进制和十六进制数。

故有

$$(202.8125)_{10} = (11001010.1101)_2$$

$$(011\ 001\ 010.110\ 100)_2 = (312.64)_8$$

$$(1100\ 1010.1101)_2 = (CA.D)_{16}$$

$$(202.8125)_{10} = (11001010.1101)_2 = (312.64)_8 = (CA.D)_{16}$$

二进制数:	整数部分	小数部分
2   202		0.8125
2   101	0	× <u>2</u>
2   50	1	1.6250   ……1
2   25	0	× <u>2</u>
2   12	1	1.2500   ……1
2   6	0	× <u>2</u>
2   3	0	0.5000   ……0
2   1	1	× <u>2</u>
0 1		1.0000   ……1

**解法 2** 直接由十进制数分别求二进制、八进制、十六进制数,由于二进制数在解法 1 已求出,仅求八、十六进制数。

八进制数:	整数部分	小数部分
8   202		0.8125
8   25	2	× <u>8</u>
8   3	1	6.5000   ……6
0 3		× <u>8</u>
		4.0000   ……4

所以  $(202.8125)_{10} = (312.64)_8$

十六进制数:	整数部分	小数部分
16   202		0.8125
16   12	10(A)	× <u>16</u>
0	12(C)	48750
		<u>8125</u>
		13.0000   ……13(D)

所以  $(202.8125)_{10} = (CA.D)_{16}$

**例 1.2.3** 将  $(0.706)_{10}$  转换成二进制,要求其误差不大于 0.1%。

**解** 要使精度达到 0.1%, 必须使 LSB(最低有效位) 的值小于等于 0.1%。

由于  $2^{-10} = \frac{1}{1\ 024} < \frac{1}{1\ 000} = 0.1\%$ , 所以小数点后取 10 位即可满足精度要求。

$$\begin{array}{rcl}
 0.706 \times 2 = 1.412 & 1 & a_{-1} \\
 0.412 \times 2 = 0.824 & 0 & a_{-2}
 \end{array}$$

$0.824 \times 2 = 1.648$	1	$a_{-3}$
$0.648 \times 2 = 1.296$	1	$a_{-4}$
$0.296 \times 2 = 0.592$	0	$a_{-5}$
$0.592 \times 2 = 1.184$	1	$a_{-6}$
$0.184 \times 2 = 0.368$	0	$a_{-7}$
$0.368 \times 2 = 0.736$	0	$a_{-8}$
$0.736 \times 2 = 1.472$	1	$a_{-9}$

由于最后的小数小于 0.5, 根据“四舍五入”的原则,  $a_{-10} = 0$ , 所以有  $(0.706)_{10} = (0.101101001)_2$ 。

**例 1.2.4** 将  $(236.85)_{10}$  分别表示为 8421BCD、余 3BCD 和 631-1 码。

**解**  $(236.85)_{10} = (0010\ 0011\ 0110.1000\ 0101)_{8421\text{BCD}} =$   
 $(0101\ 0110\ 1001.1011\ 1000)_{\text{余}3\text{BCD}} =$   
 $(0101\ 0111\ 1000.1101\ 1001)_{631-1}$

### 1.3 课后习题详解

1. 把下列二进制数转换成十进制。

(1) 1100 0101

**解**  $(1100\ 0101)_2 = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 = 197$

(2) 101101

**解**  $(101101)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 = 45$

(3) 0.01101

**解**  $(0.01101)_2 = 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-5} = 0.4375$

(4) 1010101.0011

**解**  $(1010101.0011)_2 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 +$   
 $1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = 85.1875$

(5) 101001.10010

**解**  $(101001.10010)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-4} =$   
 $41.5625$

2. 把下列十进制数转换成二进制数。

(1) 51

$$\begin{array}{r}
 \text{解 } 2 \overline{) 51} \\
 \underline{2 \quad 25} \quad 1 \\
 \quad 2 \overline{) 12} \quad 1 \\
 \quad \quad 2 \overline{) 6} \quad 0 \\
 \quad \quad \quad 2 \overline{) 3} \quad 0 \\
 \quad \quad \quad \quad 2 \overline{) 1} \quad 1 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad 0 \quad 1
 \end{array}$$

$$(51)_{10} = (110011)_2$$

(2) 136

$$\begin{array}{r}
 \text{解 } 2 \overline{) 136} \\
 \underline{2 \quad 68} \quad 0 \\
 \quad 2 \overline{) 34} \quad 0 \\
 \quad \quad 2 \overline{) 17} \quad 0 \\
 \quad \quad \quad 2 \overline{) 8} \quad 1 \\
 \quad \quad \quad \quad 2 \overline{) 4} \quad 0 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad 2 \overline{) 2} \quad 0 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad 2 \overline{) 1} \quad 0 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 0 \quad 1
 \end{array}$$

$$(136)_{10} = (10001000)_2$$

(3) 12.34

解 整数部分

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 12} \\
 \underline{2 \quad 6} \quad 0 \\
 \quad 2 \overline{) 3} \quad 0 \\
 \quad \quad 2 \overline{) 1} \quad 1 \\
 \quad \quad \quad 0 \quad 1
 \end{array}$$

小数部分

$$\begin{array}{r}
 0.34 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0.68 \quad 0 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.36 \quad 1 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0.72 \quad 0 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.44 \quad 1
 \end{array}$$

$$(12.34)_{10} \approx (1100.0101)_2$$

(4) 0.904

$$\begin{array}{r}
 \text{解 } 0.904 \times 2 = 1.808 \quad 1 \quad a_{-1} \\
 0.808 \times 2 = 1.616 \quad 1 \quad a_{-2} \\
 0.616 \times 2 = 1.232 \quad 1 \quad a_{-3}
 \end{array}$$

$$(0.904)_{10} \approx (0.111)_2$$

(5) 105.375

解	整数部分	小数部分
2	2   105	
	2   52	1
	2   26	0
	2   13	0
	2   6	1
	2   3	0
	2   1	1
	0	1

$$(105.375)_{10} = (1101001.011)_2$$

3. 把下列各位数转换成十进制数(小数取3位)。

(1)  $(78.8)_{16}$

解  $(78.8)_{16} = 7 \times 16^1 + 8 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = (120.5)_{10}$

(2)  $(3FCA)_{16}$

解  $(3FCA)_{16} = 3 \times 16^3 + 15 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 10 \times 16^0 = (16330)_{10}$

(3)  $(101.1)_8$

解  $(101.1)_8 = 1 \times 8^2 + 1 \times 8^0 + 1 \times 8^{-1} = (65.125)_{10}$

(4)  $(74.32)_8$

解  $(74.32)_8 = 7 \times 8^1 + 4 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2} = (60.406)_{10}$

4. 完成数制转换。

(1)  $(3AB6)_{16} = (?)_2 = (?)_8$

解  $(3AB6)_{16} = (0011\ 1010\ 1011\ 0110)_2 = (35266)_8$

(2)  $(432.B7)_{16} = (?)_2 = (?)_8$

解  $(432.B7)_{16} = (0100\ 0011\ 0010.1011\ 0111)_2 = (2062.556)_8$

(3)  $(163.27)_{10} = (?)_2 = (?)_{16}$

解  $(163.27)_{10} = (1010\ 0011.01)_2 = (A3.4)_{16}$

(4)  $(754.31)_{10} = (?)_2 = (?)_8$

解	整数部分		小数部分
2	754		0.31
2	377	0	$\times \underline{2}$
2	188	1	0.62
2	94	0	$\times \underline{2}$
2	47	0	1.24
2	23	1	$\times \underline{2}$
2	11	1	0.48
2	5	1	$\times \underline{2}$
2	2	1	0.96
2	1	0	$\times \underline{2}$
	0 1		1.92
			$\times \underline{2}$
			1.84
			1

$$(754.31)_{10} = (1011110010.010011)_2 = (1362.23)_8$$

5. 列出下列各有权 BCD 代码的码表。

- (1) 6421 码;      (2) 6311 码;      (3) 4321 码;  
 (4) 5421 码;      (5) 7421 码;      (6) 8421 码。

解 各代码如表 1.3.1 所示。

表 1.3.1

十进制 数码	6421 码	6311 码	4321 码	5421 码	7421 码	8421 码
0	0000	0000	0000	0000	0000	0000
1	0001	0001	0001	0001	0001	0011
2	0010	0011	0010	0010	0010	0010
3	0011	0100	0011	0011	0011	0101
4	0100	0101	0101	0100	0100	0100
5	0101	0111	1001	1000	0101	0111
6	1000	1000	1010	1001	0110	0110
7	1001	1001	1011	1010	1000	1001
8	1010	1011	1101	1011	1001	1000
9	1011	1100	1110	1100	1010	1011



6. 完成下列各数的转换。

(1)  $(73.26)_{10} = (?)_{8421\text{码}}$

**解**  $(73.26)_{10} = (0111\ 0011.0010\ 0110)_{8421\text{BCD码}}$

(2)  $(31.67)_{10} = (?)_{\text{余3BCD码}}$

**解**  $(31.67)_{10} = (0110\ 0100.1001\ 1010)_{\text{余3BCD码}}$

(3)  $(465)_{10} = (?)_{2421\text{BCD码}}$

**解**  $(465)_{10} = (0100\ 1100\ 1011)_{2421\text{BCD码}}$

(4)  $(1101\ 1010\ 0011)_{631-1\text{BCD码}} = (?)_{10}$

**解**  $(1101\ 1010\ 0011)_{631-1\text{BCD码}} = (870)_{10}$

(5)  $(1000\ 0101\ 1001\ 0111)_{8421\text{BCD码}} = (?)_{10}$

**解**  $(1000\ 0101\ 1001\ 0111)_{8421\text{BCD码}} = (8597)_{10}$