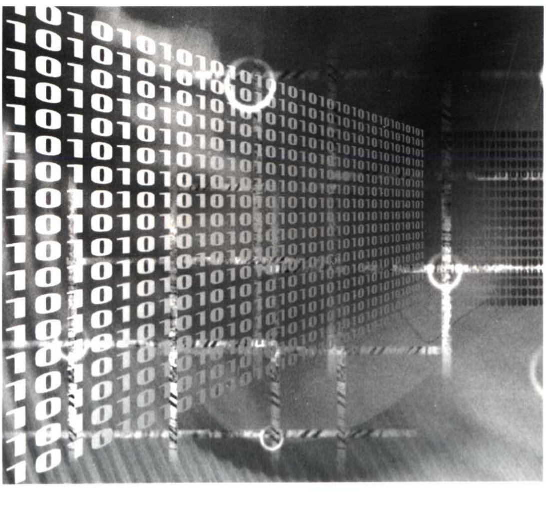
经典教材辅导用书
电工系列

数字电路逻辑设计题解

高教版《数字电路逻辑设计》(第三版)(王毓银 主编)
知识要点、重点与难点、例题精选、习题解答

叶晓慧　李小珉　主编



华中科技大学出版社
http://press.hust.edu.cn

数字电路逻辑设计题解

叶晓慧　李小珉　主编

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字电路逻辑设计题解/叶晓慧　李小珉　主编

武汉:华中科技大学出版社,2006 年 1 月

ISBN 7-5609-3621-0

Ⅰ. 数…

Ⅱ. ①叶…　②李…

Ⅲ. 数字电路-逻辑设计-题解

Ⅳ. TN79

数字电路逻辑设计题解　　叶晓慧　李小珉　主编

责任编辑:李　德　　封面设计:潘　群

责任校对:刘　竣　　责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山　邮编:430074　电话:(027)87557437

录　　排:华中科技大学惠友文印中心

印　　刷:华中科技大学印刷厂

开本:850×1168　1/32　印张:12.625　字数:304 000

版次:2006 年 1 月第 1 版　印次:2006 年 1 月第 1 次印刷　定价:17.80 元

ISBN 7-5609-3621-0/TN・94

内 容 简 介

本书是与王毓银主编的《数字电路逻辑设计》(第三版)配套的习题解答,以作为教师从事该课程教学的辅助及学生学习的辅导用书。编者依照教学基本要求,在总结了自己教学经验的基础上,细化了教学基本要求。每章按知识要点、重点与难点、例题精选、习题解答的顺序编写。对每章的知识点、重点、难点均作了明确细致的归纳,例题精选有的取材于学生常见的错误,有的取材于实际应用中的实例,它既紧扣教材的重点、难点,有力配合教学需求,同时又注意拓宽知识面,注重知识的综合应用。对教材的习题解答不仅有详细解答过程,同时还注重解题方法的研究,以达到启迪思维、培养能力的目的。

本书不仅是从事《数字电路逻辑设计》课程教与学的师生不可缺少的辅导读物,同时也可作为其他从事《数字电路》或《数字逻辑》教学的读者作为学习参考资料使用。

前　　言

随着电子技术快速发展，尤其是数字电路在各个技术领域中被广泛应用，由王毓银教授主编的《数字电路逻辑设计》（第三版）正是为适应这一新的发展而编写的。该教材内容集系统性与先进性为一体，注重基础、注重应用、注重发展，教学内容与习题相互映照，相得益彰，是一本不可多得的好教材。

由于教材内容在第二版的基础上作了较大篇幅的充实与更新，因此在教学中就不可避免地迫切需要一本与之相配套的教学辅助参考资料，我们编写本书的目的正是为了这一实际需求，旨在帮助有关《数字电路逻辑设计》课程的教师进行教学和教学研究、促进教学质量的提高。同时在另一方面也希望能对进行《数字电路逻辑设计》课程学习的学生们全面了解本课程的知识结构、掌握本课程的教学内容起到积极的作用。

本书在编写过程中，根据我们的教学实践经验，作了如下几点考虑。

1. 全书按教材的章节顺序，分知识要点、重点与难点、例题精选、习题解答四部分编写，以利于使用者学习和使用。

2. 在知识要点、重点与难点的编写中为了便于教师在教学中，尤其是在对学生的考核中把握（例如每份试卷至少应考查到重点知识点的 60%、难点的 20%等内容的选择），我们在《教学基本要求》的基础上对教材的每章节的知识点、重点和难点都作了比较明确的细致归纳，并且在归纳中比较注意它们之间的关联和层次，以保证教师和其他使用者对所有的知识点做到心中有数和准确把握。

3. 例题精选中所选的例题是我们在习题课中多次使用过的例题，实践证明它们均有较好的教学效果。这些例题有的是综合

了学生常见的典型错误而设计出的范题，有的则取材于实际应用中的实例。它们既紧扣教材的重点、难点，符合教学规律，有力地配合了课堂教学需求，同时又注重了拓宽知识面，培养知识的综合应用能力。

4. 对于教材的习题解答不仅仅拘泥于答案的给出，我们还结合了学生在作业中常犯的错误，以及难懂的问题有针对性地给出了详细的解答过程，并且还特别注意了解题方法的研究，以达到启迪思维、培养能力的目的。

全书由叶晓慧博士、李小珉副教授主编。参加本书编写工作的有叶晓慧（第一、二、四、六、七、九章）、李小珉（第三、五、八、十、十一章），赵志宏、刘丹、陈冬、张森、孔岩峰、汤家华等同志对各章的习题作了较详细的解答，胡文超高级工程师对全书作了较多的技术性指导。

本书的出版，得到了华中科技大学出版社的大力支持和帮助，在此一并表示深切谢意！

由于编写水平有限，书中错误及不妥之处恳请读者批评指正。

编　　者

2005 年 3 月于海工大

目　　录

第一章　绪　　论

一、知识要点

1. 数字信号的基本概念及表示方法。

2. 数制及各种数制的相互转换。

3. 数码、代码、二进制码、二-十进制代码(BCD 代码)、有权 BCD 码、无权 BCD 码。

4. 二进制数码的算术运算与逻辑运算的区别。

5. 数字电路的概念及分类。

二、重点与难点

1. 权的概念。二进制数、八进制数、十进制数、十六进制数之间的互换。

2. 二-十进制代码(BCD 码)中的各种代码代表十进制数 10 个数时的特点。用 BCD 码表示多位十进制数的方法。

3. 二进制数码表示二进制数时的算术运算法则。

以上三点是数字电路的基本知识,必须掌握。

三、例题精选

例 1-1　指出下列各数所对应的十进制数(1)$[00010110]_2$;(2)$[00010110]_8$;(3)$[00010110]_{16}$;(4)$[00010110]_{8421BCD}$。

解　(1)$[00010110]_2 = 0\times2^7+0\times2^6+0\times2^5+1\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+0\times2^0=[22]_{10}$

(2)$[00010110]_8 = 0\times8^7+0\times8^6+0\times8^5+1\times8^4+0\times8^3+1\times8^2+1\times8^1+0\times8^0=[4168]_{10}$

将$[00010110]_8$ 转换成二进制数时,应注意八进制数的每一位表

示三位二进制数，即

$$[00010110]_8$$

$$[\underline{000}\quad \underline{000}\quad \underline{000}\quad \underline{001}\quad \underline{000}\quad \underline{001}\quad \underline{001}\quad \underline{000}]_2$$

$$1\times\ 2^{12}\ +\ 1\times 2^6 + 1\times 2^3$$

$$=[4168]_{10}$$

(3)$[00010110]_{16}=0\times 16^7+0\times 16^6+0\times 16^5+1\times 16^4+0\times 16^3+1\times 16^2+1\times 16^1+0\times 16^0=[65808]_{10}$

(4)$[00010110]_{8421BCD}=[16]_{10}$

注意:8421BCD 码不能直接与二进制数转换，必须先转换成十进制数后，再转换成二进制数。

以上例题通过在形式上数字及位数一样的四个数来说明，用不同数制、数码表示数时的内在区别。这种区别在以后的进一步学习中还会看到，由它们所引起的数字电路也完全不一样(在计算机程序设计时，其运算方式、指令也都不一样)。这也就是为什么要搞清楚它们之间区别的根本原由。

例 1-2　$[00100011]_{8421BCD}+[001000001001]_{8421BCD}$。

解　这是两个二-十进制数码，它们的相加不能直接用二进制数的算术运算法则来进行。用手写实现运算结果的方法是，先将两数转换成十进制数，然后相加得出十进制数的结果(“和”)，再将此结果(“和”)转换成 8421BCD 码代表的数码。

$$[00100011]_{8421BCD}+[001000001001]_{8421BCD}$$
$$=[23]_{10}+[209]_{10}$$
$$=[232]_{10}$$
$$=[001000110010]_{8421BCD}$$

但是在数字电路(或在计算机)上实现两个 BCD 码的求和时，过程就复杂多了。因为数字电路只能进行二进制数的加法，而 BCD 码表示的十进制数又不能直接转换，从而使电路的构成与运算变得复杂起来。下面仅举一个 BCD 码十进制数如何变成二进

制数的例子，以便展示用数字电路来实现的思维过程。例如，将$[001000110111]_{8421BCD}$变成二进制数时，$[\underset{\text{百位}}{2}\ \ \underset{\text{十位}}{3}\ \ \underset{\text{个位}}{7}]_{10}$与 8421 BCD 码表示的$[\underset{\text{百位}}{0010}\ \ \underset{\text{十位}}{0011}\ \ \underset{\text{个位}}{0111}]_{8421BCD}$相对应。注意二者之间百、十、个位的数字对应关系。8421BCD 码的百位数（即十进制数 2）表示有 2 个二进制数$[01100100]_2$，8421BCD 码的十位数（即十进制数 3）表示有 3 个二进制数$[1010]_2$。因此，在将该 8421 BCD 码转换成二进制数时，可以这样实现，根据 8421BCD 码的百位数（$[2]_{10}$）把二进制数$[01100100]_2$（即$[100]_{10}$）连加两次后，再根据 8421BCD 的十位数（即$[3]_{10}$）将二进制数$[1001]_2$（即$[10]_{10}$）连加三次，然后再把 8421BCD 的个位数与它们一起相加，便得出转换后的二进制数了，其过程是：

$$\underbrace{[01100100]_2+[01100100]_2}_{\text{百位数}}+\underbrace{[1001]_2+[1001]_2+[1001]_2}_{\text{十位数}}+\underbrace{[0111]_2}_{\text{个位数}}$$

$$=[11101101]_2$$

在今后学习中可以知道，这个转换过程要用到数字电路的存储器、寄存器、加法器、减 1 计数器等逻辑部件。

例 1-3 试指出《数字电路逻辑设计》（以下简称教材）表 1-3 中单位间距码的特点。

解 单位间距码又称格雷码。它是一种具有某些特殊规律的编码，其特点如下。

（1）每组码与其相邻一组码之间，彼此只有一位不同，通常把两个码组中码元不相同的位数称为码距。单位间距码就是因为任一对相邻的码组之间只有一位不同，间距为 1 而得名。此特性称“相邻性”（两个码组的码距为 1 时称这两码组相邻）。

在模拟量转换成数字量时，由于模拟量是连续变化量，那么转换成数字量的二-十进制代码的各位变动情况，就因代码的不同而有很大的区别。例如，模拟量从 7 变 8 时，对 8421BCD 码来讲，代码是由 0111 变到 1000，即 4 位同时改变。这种改变由数字电路

实现时，由于每位所对应的电路的特性不能做到完全一致，因此，每位从“0”变“1”，或从“1”变“0”的时间不可能是同时（称“同步”）的，这就可能出现很多种过渡状态。如 0111 变到 1000 时，假设第 1 位的“1”变“0”比第 2 位的“1”变到“0”要慢点，这时就会先出现 1001（$[9]_{10}$），然后再出现 1000（$[8]_{10}$）状态。显然这是不可靠的。但是格雷码不会出现此情况，由 7 变到 8 时，即其代码是由 0100 变到 1100，只有第 4 位一位变化，没有过渡态，所以可靠，出错机会要少得多了。

（2）单位间距码共有 4 位，它实际上共有 16 组码（如表 L1-3 所示），教材表 1-3 的单位间距码仅取了表 L1-3 中的 10 组码来作 BCD 码。

由表 L1-3 可以得出如下结论。

① $N=0$ 时格雷码为 0000，$N=15$ 时，则为 1000，即首尾两组码的码距也为 1，是相邻的，故其相邻性是循环的。

② 每一位代码自上而下的排列都是以固定的周期进行循环的。从表的右起第一位可看出循环周期为“0110”；右起第二位循环周期为“00111100”；右起第三位循环周期为“0000111111110000”；最左的第四位循环周期为“0000000011111111”。

格雷码又称循环码。它具有码循环和位循环特性。（教材 P270 中要用到此概念）

（3）反射特性：在第 7 组与第 8 组码之间划一分界线后，可以看出表的上半部分与下半部分有些对称特点，第三位至第一位均以分界线按镜像对称形式排列，第四位则以反码形式（上半部全“0”，下半部全“1”）排列。这就是反射特性，故又称反射码。

表 L1-3 格雷码

N	格雷码			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	0	1	0
4	0	1	1	0
5	0	1	1	1
6	0	1	0	1
7	0	1	0	0
8	1	1	0	0
9	1	1	0	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	0
12	1	0	1	0
13	1	0	1	1
14	1	0	0	1
15	1	0	0	0

例 1-4 分别用 8421 BCD 码、5421 BCD 码、余 3BCD 码代换下列十进制数。

(1) $[23]_{10}$,(2)$[605]_{10}$,(3)$[81]_{10}$。

解 (1) $[23]_{10}=[\underline{0010}\ \underline{0011}]_{8421}$

$[23]_{10}=[\underline{0010}\ \underline{0011}]_{5421}$

$[23]_{10}=[\underline{0101}\ \underline{0110}]_{余3}$

(2) $[605]_{10}=[\underline{0110}\ \underline{0000}\ \underline{0101}]_{8421}$

$[605]_{10}=[\underline{1001}\ \underline{0000}\ \underline{1000}]_{5421}$

$[605]_{10}=[\underline{1001}\ \underline{0011}\ \underline{1000}]_{余3}$

(3) $[81]_{10}=[\underline{1000}\ \underline{0001}]_{8421}$

$[81]_{10}=[\underline{1011}\ \underline{0001}]_{5421}$

$[81]_{10}=[\underline{1011}\ \underline{0100}]_{余3}$

请注意各种代码的相同与不同点,这对于以后在学习中用数字电路实现码制之间的转换是很有用的。

四、习题解答

1-1 把下列二进制数转换成十进制数:

(1) 11000101,(2) 101101,(3) 0.01101,(4) 1010101.0011,(5) 101001.10010。

解 (1) $(11000101)_2=1\times2^7+1\times2^6+0\times2^5+0\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0=(197)_{10}$

(2) $(101101)_2=1\times2^5+0\times2^4+1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0$
$=(45)_{10}$

(3) $(0.01101)_2=0\times2^{-1}+1\times2^{-2}+1\times2^{-3}+0\times2^{-4}+1\times2^{-5}$
$=(0.40625)_{10}$

(4) $(1010101.0011)_2=1\times2^6+0\times2^5+1\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+0\times2^{-2}+1\times2^{-3}+1\times2^{-4}=(85.1875)_{10}$

(5) $(101001.10010)_2=1\times2^5+0\times2^4+1\times2^3+0\times2^2+0\times$

$2^1+1\times2^0+1\times2^{-1}+0\times2^{-2}+0\times2^{-3}+1\times2^{-4}=(41.5625)_{10}$

1-2　把下列十进制数转换成二进制数：

(1) 51，(2)136，(3) 12.34，(4) 0.904，(5) 105.375。

解　(1) $(51)_{10}=(110011)_2$

	商	余数	
2	51		
2	25	……………1	……LSB
2	12	……………1	
2	6	……………0	
2	3	……………0	
2	1	……………1	
	0	……………1	……MSB

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

	商	余数	
2	136		
2	68	……………0	……LSB
2	34	……………0	
2	17	……………0	
2	8	……………1	
2	4	……………0	
2	2	……………0	
2	1	……………0	
	0	……………1	……MSB

(3) $(12.34)_{10}$

先将整数部分进行转换。

	商	余数	
2	12		
2	6	……………0	……LSB
2	3	……………0	
2	1	……………1	
	0	……………1	……MSB

$(12)_{10}=(1100)_2$

再将小数部分进行转换（精确到 0.1%），精确到二进制小数

十位,即 $1/2^{10}=1/1024$。

$0.34\times2=0.68\quad b_{-1}=0$

$0.68\times2=1.36\quad b_{-2}=1$

$0.36\times2=0.72\quad b_{-3}=0$

$0.72\times2=1.44\quad b_{-4}=1$

$0.44\times2=0.88\quad b_{-5}=0$

$0.88\times2=1.76\quad b_{-6}=1$

$0.76\times2=1.52\quad b_{-7}=1$

$0.52\times2=1.04\quad b_{-8}=1$

$0.04\times2=0.08\quad b_{-9}=0$

$0.08\times2=0.16\quad b_{-10}=0$

$(0.34)_{10}=(0.0101011100)_2$

将整数部分和小数部分相加,得到

$(12.34)_{10}=(1100.0101011100)_2$

(4) $(0.904)_{10}$

精度达到 0.1%,需精确到二进制小数十位。

$0.904\times2=1.808\quad b_{-1}=1$

$0.808\times2=1.616\quad b_{-2}=1$

$0.616\times2=1.232\quad b_{-3}=1$

$0.232\times2=0.464\quad b_{-4}=0$

$0.464\times2=0.928\quad b_{-5}=0$

$0.928\times2=1.856\quad b_{-6}=1$

$0.856\times2=1.712\quad b_{-7}=1$

$0.712\times2=1.424\quad b_{-8}=1$

$0.424\times2=0.848\quad b_{-9}=0$

$0.848\times2=1.696\quad b_{-10}=1$

所以 $(0.904)_{10}=(0.1110011101)_2$

(5) $(105.375)_{10}$

先将整数部分进行转换

	商	余数	
2	105		
2	52	1	LSB
2	26	0	
2	13	0	
2	6	1	
2	3	0	
2	1	1	
	0	1	MSB

$(105)_{10}=(1101001)_2$

再将小数部分进行转换

$0.375\times2=0.75\quad b_{-1}=0$

$0.75\times2=1.5\quad b_{-2}=1$

$0.5\times2=1\quad b_{-3}=1$

$(0.375)_{10}=(0.011)_2$

将整数部分和小数部分相加，得

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

1-3 把下列各位数转换成十进制数(小数取 3 位)：

(1) $(78.8)_{16}$，(2) $(3FCA)_{16}$，(3) $(101.1)_8$，(4) $(74.32)_8$。

解 (1) $(78.8)_{16}=7\times16^1+8\times16^0+8\times16^{-1}=112+8+0.5=(120.5)_{10}$

(2) $(3FCA)_{16}=3\times16^3+15\times16^2+12\times16^1+10\times16^0=12288+3840+192+10=(16330)_{10}$

(3) $(101.1)_8=1\times8^2+0\times8^1+1\times8^0+1\times8^{-1}=64+0+1+0.125=(65.125)_{10}$

(4) $(74.32)_8=7\times8^1+4\times8^0+3\times8^{-1}+2\times8^{-2}=56+4+0.375+0.03125=(60.40625)_{10}\approx(60.406)_{10}$

1-4 完成数制转换：

(1) $(3AB6)_{16}=(?)_2=(?)_8$，(2) $(432.B7)_{16}=(?)_2=(?)_8$，

(3) $(163.27)_{10}=(?)_2=(?)_{16}$，(4) $(754.31)_{10}=(?)_2=(?)_8$。

解　(1) $(3AB6)_{16}=(0\,\underline{011}\,\underline{101}\,\underline{010}\,\underline{110}\,\underline{110})_2$

$$=(\quad 3\quad 5\quad 2\quad 6\quad 6\quad)_8$$

即$(3AB6)_{16}=(0011101010110110)_2=(35266)_8$

(2) $(432.B7)_{16}=(\underline{010}\,\underline{000}\,\underline{110}\,\underline{010}.\underline{101}\,\underline{101}\,\underline{110})_2$

$$=(\;2\quad 0\quad 6\quad 2\;.\;5\quad 5\quad 6\;)_8$$

即$(432.B7)_{16}=(010000110010.10110111)_2=(2062.556)_8$

(3) $(163.27)_{10}$

先将整数部分进行转换。

		商	余数	
2	163			
2	81		············1	······LSB
2	40		············1	
2	20		············0	
2	10		············0	
2	5		············0	
2	2		············1	
2	1		············0	
	0		············1	······MSB

$(163)_{10}=(10100011)_2$

再将小数部分进行转换。

$0.27\times2=0.54\quad b_{-1}=0$

$0.54\times2=1.08\quad b_{-2}=1$

$0.08\times2=0.16\quad b_{-3}=0$

$0.16\times2=0.32\quad b_{-4}=0$

$0.32\times2=0.64\quad b_{-5}=0$

$0.64\times2=1.28\quad b_{-6}=1$

$0.28\times2=0.56\quad b_{-7}=0$

$0.56\times2=1.12\quad b_{-8}=1$

$0.12\times2=0.24\quad b_{-9}=0$

$0.24\times2=0.48\quad b_{-10}=0$