



普通高等教育“十二五”规划教材  
电工电子基础课程规划教材

# 数字逻辑设计及应用习题册 (英文版)

■ 姜书艳 主编 ■ 李春梅 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

[ <http://www.phei.com.cn> ]

普通高等教育“十二五”规划教材

电工电子基础课程规划教材

# 数字逻辑设计及应用习题册 (英文版)

姜书艳 主 编

李春梅 副主编

曾 洁 崔琳莉 廖昌俊 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

《数字逻辑设计及应用习题册(英文版)》与《数字设计——原理与实践(第4版,英文影印版)》(John F. Wakerly, 2007)或《数字逻辑设计及应用》(双语教材,姜书艳主编,2014)配套使用。本习题册的编写紧扣教材的能力目标要求,既注重基础知识的巩固,又强调基本能力的培养。全书包括引论、信息的二进制表达、逻辑代数基础、逻辑门电路、组合逻辑电路设计、存储电路、时序逻辑电路设计等共7章。每章内容包含:知识要点、重点、难点和习题。本习题册题型丰富,难易适中,对巩固课堂知识、提高学生分析问题和解决问题的能力有较好的帮助。本书提供习题参考答案。

本习题册可作为高等学校电类(包括电子、通信、电气及自动化、计算机等)各专业教师、本科生及自学者的参考书,也可供攻读硕士研究生的考生和相关技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

数字逻辑设计及应用习题册:英文/姜书艳主编. —北京:电子工业出版社,2014.9  
电工电子基础课程规划教材  
ISBN 978-7-121-23955-7

I. ①数… II. ①姜… III. ①数字逻辑—逻辑设计—高等学校—习题集—英文 IV. ①TP302.2-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第175012号

策划编辑:王羽佳

责任编辑:王羽佳 文字编辑:王晓庆

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:4.75 字数:122千字

版 次:2014年9月第1版

印 次:2014年9月第1次印刷

印 数:3000册 定价:15.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。  
质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。  
服务热线:(010)88258888。

# 前 言

本书是为配合《数字设计——原理与实践（第4版，影印版）》（John F. Wakerly, 2007）或《数字逻辑设计及应用》（双语教材，姜书艳主编，2014）的使用而编写的配套学习指导与习题册。编者根据数字电路课程教学实践和课程教学的基本要求，对教材内容进行了归纳、总结和提炼。希望通过本书的学习能够帮助学生把握好课程内容的重点、难点，从而提高分析问题、解决问题的能力。

本书共7章，依次对应教材中的引论、信息的二进制表达、逻辑代数基础、逻辑门电路、组合逻辑电路设计、存储电路、时序逻辑电路设计等内容。每章包括四方面内容：知识要点、重点、难点和习题。知识要点通过总结各章的知识点，形成学习要点；重点、难点指出了各章的重点和难点内容并进行详细分析，加强学生对重点、难点内容的理解；习题部分主要选自教材习题。

为适应教学模式、教学方法和手段的改革，本书提供习题参考答案，请登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）注册下载。另外，本书提供如下的相关学习网站：

(1) <http://222.197.183.243/wlxt/course.aspx?courseid=0669>：省级精品资源共享课程：数字逻辑设计及应用（2013年）

(2) <http://222.197.183.243/wlxt/jingpin.asp?courseid=0170>：省级精品课程：数字逻辑设计及应用（2005年）

(3) <http://china.xilinx.com/support/university/index.htm>：Xilinx 的大学计划，提供了大量的产品资料、课程资料以及用于数字设计实验课程的芯片和插件

(4) <https://www.aldec.com/en>：Aldec 的教育计划，提供了 Aldec 自己的软件包和第三方的兼容工具以及原型系统

本书由姜书艳教授主编，负责整本书的统审、定稿工作，李春梅任副主编，参与了整本书的讨论与组织工作。姜书艳编写了第一、五章，曾洁编写了第二、三章，崔琳莉编写了第四章，李春梅编写了第六章，廖昌俊编写了第七章。本书在编写过程中得到了电子科技大学“数字逻辑设计及应用”课程组老师们的大力支持，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

作 者

2014年9月

# 目 录

第一章 引论 (Introduction) .....	1	第五章 组合逻辑电路设计 (Combination Logic Circuit Design) .....	31
1. 知识要点 .....	1	1. 知识要点 .....	31
2. Exercises .....	3	2. Exercises .....	33
第二章 信息的二进制表达 (Binary Expression of Information) .....	5	第六章 存储电路 (Memory Circuits) .....	45
1. 知识要点 .....	5	1. 知识要点 .....	45
2. Exercises .....	7	2. Exercises .....	47
第三章 逻辑代数基础 (Basis of Logic Algebra) .....	15	第七章 时序逻辑电路设计 (Sequential Logic Circuit Design) .....	53
1. 知识要点 .....	15	1. 知识要点 .....	53
2. Exercises .....	17	2. Exercises .....	57
第四章 逻辑门电路 (Logic Gates Circuits) .....	23	参考文献 .....	69
1. 知识要点 .....	23		
2. Exercises .....	25		

# 第一章 引论 (Introduction)

(3) 任何时刻一根输入/输出线上的状态只能为 0 或 1, 所以输入/输出具有有限状态, 输入-输出的关系可以采用有限表格进行表达;

(4) 对于输出的讨论只是考虑在哪些输入条件下输出会等于 0, 哪些条件下会等于 1, 于是输入-输出关系体现为逻辑关系。

## 1. 知识要点

数字电路的发展及其在信息技术领域中的地位; 数字信号与模拟信号之间的关系及数字信号的基本特点; 数字系统输入/输出特性及其逻辑特点, 数字逻辑电路 (Digital Logic Circuit) 的主要内容。

**重点:**

1. 数字信号 (Digital Signal) 与模拟信号 (Analog Signal) 之间的关系;

2. 数字信号的基本特点;

3. 数字系统 (Digital System) 输入/输出特性及其逻辑特点。

**难点:**

1. 数字信号的基本特点;

2. 数字系统的特点。

数字信号只在离散时刻 (观测时刻) 变化; 其取值也是离散的, 即数字信号只能取有限种不同的值, 为方便电路中处理, 这些数值可以用二进制 (Binary Number) 表达 (0, 1)。

**数字系统的特点:**

(1) 只需考虑观测时刻的输入/输出关系, 无须考虑其连续的变化;

(2) 只需考虑有限的信号取值, 不考虑其中间值;



## 2. Exercises

1.1 Define the following acronyms:

ASIC, CAD, CD, CO, CPLD, DIP, DVD, FPGA, HDL, IC, IP, LSI,  
MCM, MSI, NRE, PBX, PCB, PLD, PWB, SMT, SSI, VHDL, VLSI.

1.2 Research the definitions of the following acronyms:

ABEL, CMOS, DDPP, JPEG, MPEG, OK, PERL(Is OK really an  
acronym?).



1.3 Draw a digital circuit consisting of a 2-input AND gate and three inverters, where an inverter is connected to each of the AND gate's inputs and its output. For each of the four possible combinations of inputs applied to the two primary inputs of this circuit, determine the value produced at the primary output. Is there a simpler circuit that gives the same input/output behavior?

## 第二章 信息的二进制表达

### ( Binary Expression of Information )

#### 1. 知识要点

十进制数、二进制数、八进制数和十六进制数的表示方法以及它们之间的相互转换、二进制数的运算；符号-数值码，二进制补码、二进制反码表示以及它们之间的相互转换；符号数的运算；溢出的概念。

BCD 码、n 中取 1 码（独热码）、格雷码等编码表达的特点及其与二进制数之间的转换关系。

**重点：**

1. 十进制 (Decimal) 数、二进制 (Binary) 数、八进制 (Octal) 数和十六进制 (Hexadecimal) 数的表示方法以及它们之间的相互转换；

2. 二进制数的运算；

3. 符号数的表达：符号-数值码 (Signed-Magnitude System, 原码)，二进制补码 (Two's Complement, 补码)、二进制反码 (Ones' Complement, 反码) 表示以及它们之间的相互转换；

4. 符号数 (Signed Number) 的运算；溢出 (Overflow) 的概念；

5. BCD 码 (Binary Codes for Decimal Numbers)、n 中取 1 码 (1-out-of-n code, 独热码)、格雷码 (Gray Code) 的特点及其与二进制数之间的转换关系。

**难点：**

1. 符号数的表达及相互转换；

2. 符号数的加减运算及溢出的判断。

(1) 十进制数、二进制数、八进制数和十六进制数的表示方法以及它们之间的相互转换

数制是指多位数码中每一位的构成方法以及从低位到高位的位置规则。对于一个具有  $p$  位整数， $n$  位小数的  $r$  进制数  $D$ ，有

$$D = \sum_{i=-n}^{p-1} d_i \times r^i \quad (2-1)$$

式中， $r$  为基数， $d_i$  为第  $i$  位的数值， $r^i$  为第  $i$  位的权重， $D$  为数值大小。

可以利用  $D_{10} = \sum_{i=-n}^{p-1} d_i \times r^i$ ，将  $r$  进制的数转换成十进制数。式中，

$r$  为待转换进制的基数， $D$  为按十进制进行计算得到的数值大小。

将十进制数转换成其他进制的数的方法要分成整数部分和小数部分两方面进行讨论。

整数部分的转换方法是：将该十进制数的整数部分除以  $r$ ，取其 余数，作为转换后  $r$  进制数整数部分的最低位；然后将上次除法的商再除以  $r$ ，再取其 余数，作为  $r$  进制整数部分的次低位；以此类推，一直到除法的商为 0 为止。

小数部分的转换方法是：将该十进制数的小数部分乘以  $r$ ，取其 积的整数部分，作为转换后  $r$  进制数小数部分的最高位；然后将乘法后的积的小数部分再乘以  $r$ ，再取其 整数部分作为  $r$  进制小数部分的次高位；以此类推，一直到乘法的积的小数部分为 0，或者达到要讨论的精度为止。

将二进制数转换成八进制数和十六进制数的方法如下。

整数部分：以二进制数的小数点为分界点，依次向左每三位（四

位)二进制数等效为一位八进制(十六进制)数,位数不足在高位加0;

小数部分:以二进制数的小数点为分界点,依次向右每三位(四位)二进制数等效为一位八进制(十六进制)数,位数不足在低位加0。

将一个八进制(十六进制)数转换成一个十六进制(八进制)数,需要经过两个步骤:第一,先将八进制(十六进制)数转化成二进制数;第二,再将转换后的二进制数转化成十六进制(八进制)数。

### (2) 二进制数的加减运算

多位二进制数相加减时,可以列出竖式进行运算。运算要点和十进制数的类似,即小数点对齐,从低位向高位逐位进行运算。进位和借位规则为:逢2进1,借1当2。

### (3) 符号数的表示方法和相互转换

原码(符号-数值码):规定原码的最高位用来表示数的符号,其后各位用来表示数的绝对值。对正数,符号位用0表示;对负数,符号位用1表示。对于0,有两种表示(+0、-0),所以 $n$ 位二进制原码的表示范围为 $-(2^{n-1}-1) \sim +(2^{n-1}-1)$ 。

补码:规定正数的补码表示和其原码表示相同,负数的补码表示是其对应正数的补码表示逐位求反后再加1。这样规定的目的是保证两个相加为0的符号数,其补码表示之和也为0。所以,零的补码表示只有一种, $n$ 位二进制补码的表示范围为 $-2^{n-1} \sim +(2^{n-1}-1)$ 。

反码:规定正数的反码表示和其原码表示相同,负数的反码表示是其对应正数的反码表示逐位求反。零的反码表示有两种(全0和全1),所以 $n$ 位二进制反码的表示范围为 $-(2^{n-1}-1) \sim +(2^{n-1}-1)$ 。

三种表达方式之间的转换方法:

① 对于正数,不同表达方式结果相同,直接改下标即可;

② 对于负数,可以先按转换前的表达方式将其改为对应的正数,修改下标后,再按转换后的表达方式将其改为负数。

### (4) 二进制补码运算

带符号的二进制运算可以用补码进行加减运算: $[\text{被加数}]_{\text{补码}}+[\text{加数}]_{\text{补码}}=[\text{和}]_{\text{补码}}$ ,被加数、加数以及和都为补码。运算时只考虑加法,减法可采用代数和的方式进行运算。

补码运算过程中会产生溢出。溢出是指运算结果超出表示的位数而导致结果错误。异号数相加绝不会溢出;同号数相加可能会溢出。溢出的判断方法为:同号数相加发生符号位变化。

### (5) BCD码、格雷码的构建方式以及与二进制数之间的相互转换

8421BCD码、2421BCD码、余3码都是BCD码,即十进制编码。每个编码表示十进制数码中的一位(0~9),故如果要将数字转换成BCD码,必须先将数字转换成十进制。其中8421和2421为该种编码形式中各位上的权重。

格雷码的特点是连续数值变化时码字(相邻码字)之间只有1位不同。

由 $n$ 位二进制数直接得到 $n$ 位Gray码的方法为:对 $n$ 位二进制码从右到左编号 $0 \sim n-1$ ;若二进制码第 $i$ 位和第 $i+1$ 位相同,则Gray码第 $i$ 位为0,否则为1;二进制码第 $n+1$ 位当做0处理。

## 2. Exercises

2.1 Perform the following number system conversions:

(1)  $10100.1101_2 = ?_{16}$       (2)  $101111.0111_2 = ?_8$

2.2 Convert the following octal numbers into binary and hexadecimal:

$7436.11_8 = ?_2 = ?_{16}$

2.3 Convert the following hexadecimal numbers into binary and octal:

$9E36.7A_{16} = ?_2 = ?_8$

2.4 What are the octal values of the four 8-bit bytes in the 32-bit number with octal representation  $34125016732_8$ ?

2.5 Convert the following numbers into decimal:

(1)  $10100.1101_2 = ?_{10}$       (2)  $15C.38_{16} = ?_{10}$

2.6 Perform the following number system conversions:

(1)  $23851_{10} = ?_{16}$       (2)  $125.17_{10} = ?_2$

姓名\_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_\_ 选课号\_\_\_\_\_ 教师\_\_\_\_\_ 日期\_\_\_\_\_ 成绩\_\_\_\_\_

2.7 Add the following pairs of binary numbers, showing all carries:

$$\begin{array}{r} 110101 \\ + 11010 \\ \hline \end{array}$$

2.9 Add the following pairs of octal numbers:

$$\begin{array}{r} 57734 \\ + 1066 \\ \hline \end{array}$$

2.8 Repeat Drill 2.7 using subtraction instead of addition, and showing borrows instead of carries.

$$\begin{array}{r} 110101 \\ - 11010 \\ \hline \end{array}$$

2.10 Add the following pairs of hexadecimal numbers:

$$\begin{array}{r} F35B \\ + 27E6 \\ \hline \end{array}$$

2.11 Write the 8-bit signed-magnitude, two's-complement, and ones'-complement representations for each of these decimal numbers: +25, -42.

2.12 Indicate whether or not overflow occurs when adding the following 8-bit two's-complement numbers:

$$(1) \begin{array}{r} 10111111 \\ + 11011111 \\ \hline \end{array} \quad (2) \begin{array}{r} 01011101 \\ + 00110001 \\ \hline \end{array}$$

2.13 Each of the following arithmetic operations is correct in at least one number system. Determine possible radices of the numbers in each operation.

(1)  $41/3=13$

(2)  $23+44+14+32=223$

2.14 The first expedition to Mars found only the ruins of a civilization. From the artifacts and pictures, the explorers deduced that the creatures who produced this civilization were four-legged beings with a tentacle that branched out at the end with a number of grasping “fingers”. After much study, the explorers were able to translate Martian mathematics. They found the following equation:

$$5x^2 - 50x + 125 = 0$$

with the indicated solutions  $x = 5$  and  $x = 8$ . The value  $x = 5$  seemed legitimate enough, but  $x = 8$  required some explanation. Then the explorers reflected on the way in which Earth’s number system developed, and found evidence that the Martian system had a similar history. How many fingers would you say the Martian had (From *The Bent of Tau Beta Pi*, February, 1956)?

2.15 Your pointy-haired boss says every code word has to contain at least one “zero”, because it “saves power”. So how many different 3-bit binary state encodings are possible for the traffic-light controller of Table X2.1?

Table X2.1 States in a traffic-light controller

State	Lights						Code Word
	N-S Green	N-S Yellow	N-S Red	E-W Green	E-W Yellow	E-W Red	
N-S go	ON	Off	Off	Off	Off	ON	000
N-S wait	Off	ON	Off	Off	Off	ON	001
N-S delay	Off	Off	ON	Off	Off	ON	010
E-W go	Off	Off	ON	ON	Off	Off	100
E-W wait	Off	Off	ON	Off	ON	Off	101
E-W delay	Off	Off	ON	Off	Off	ON	110

2.16 List all of the “bad” boundaries in the mechanical encoding disk of Figure X2.1, where an incorrect position may be sensed.

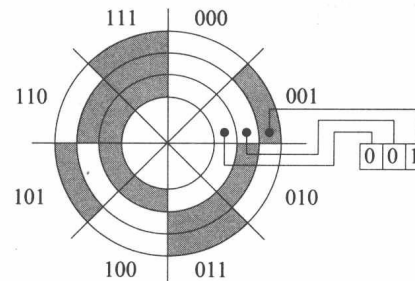


Figure X2.1 A mechanical encoding disk using a 3-bit binary code



2.17 On-board altitude transponders on commercial and private aircraft use Gray code to encode the altitude readings that are transmitted to air traffic controllers. Why?

2.18 An incandescent light bulb is stressed every time it is turned on, so in some applications the lifetime of the bulb is limited by the number of on/off cycles rather than the total time it is illuminated. Use your knowledge of codes to suggest a way to double the lifetime of 3-way bulbs in such applications.