



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 (中文版)

■ 姜书艳 主编 ■ 陈瑜 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 (中文版)

姜书艳 主 编

陈 瑜 副主编

金燕华 李 力 李 军 编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

《数字逻辑设计及应用习题册(中文版)》与《数字设计——原理与实践(第4版)》(John F. Wakerly, 林生 等译, 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 / 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 978-7-121-23956-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 175011 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: 4.5 字数: 115 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 zlt@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）》（John F. Wakerly, 林生 等译, 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, 陈瑜任副主编, 参与了整本书的讨论与组织工作。姜书艳编写了第一、五章, 金燕华编写了第二、三章, 李力编写了第四章, 陈瑜编写了第六章, 李军编写了第七章。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

## 反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

# 目 录

第一章 引论	1	第五章 组合逻辑电路设计	25
一、知识要点	1	一、知识要点	25
二、习题	3	二、习题	27
第二章 信息的二进制表达	5	第六章 存储电路	39
一、知识要点	5	一、知识要点	39
二、习题	7	二、习题	41
第三章 逻辑代数基础	13	第七章 时序逻辑电路设计	47
一、知识要点	13	一、知识要点	47
二、习题	15	二、习题	51
第四章 逻辑门电路	19	参考文献	63
一、知识要点	19		
二、习题	21		

(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-输出的关系体现为逻辑关系。

# 第一章 引 论

## 一、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, 数字逻辑电路的主要内容。

### 重点:

1. 数字信号与模拟信号之间的关系;
2. 数字信号的基本特点;
3. 数字系统输入/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;

(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;





## 二、习题

1.1 请解释下列缩写词的定义：

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 请解释下列缩写词的定义：

ABEL, CMOS, DDPP, JPEG, MPEG, OK, PERL (OK 真是缩写词吗? ).

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

1.3 画出由一个 2 输入与门和三个反相器组成的数字电路，其中与门的每个输入端和输出端都要连接一个反相器。若把 4 种可能的输入组合分别加到此电路的两个输入端上，请确定每种输入情况下所产生的输出值。请问是否还有能产生同样输入/输出特性的更简单的电路？

## 第二章 信息的二进制表达

### 一、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；
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. 符号数的运算；溢出的概念；
5. BCD 码（Binary Codes for Decimal Numbers）、n 中取 1 码（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进位规则。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。

## 二、习题

2.1 完成下面的数制转换：

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

(2)  $101111.0111_2 = ?_8$

2.2 将下面的八进制数转换成二进制数和十六进制数：

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

2.3 将下面的十六进制数转换为二进制数和八进制数：

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

2.4 以八进制表示的 32 位数  $34125016732_8$ ，其四个 8 字节对应

的八进制值分别是多少？

2.5 将下面的数转换成十进制数：

(1)  $10100.1101_2 = ?_{10}$

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

2.6 完成下面的数制转换：

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

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

2.7 将下面的二进制数相加，指出所有的进位：

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

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

2.8 利用减法而不是加法重复题 2.7, 指出所有的借位而不是进位:

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

2.9 将下面的八进制数相加:

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

2.10 将下面的十六进制数相加:

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

2.11 写出下面每个十进制数的 8 位符号-数值、二进制补码、二进制反码: +25、-42

2.12 指出下面 8 位二进制补码数相加时是否发生溢出:

$$(1) \begin{array}{r} 10111111 \\ + 11011111 \\ \hline \end{array}$$

$$(2) \begin{array}{r} 01011101 \\ + 00110001 \\ \hline \end{array}$$

2.13 下面每个算术运算至少在某一种计数制中是正确的。试确定每个运算中操作数的基数可能是多少?

$$(1) 41/3=13$$

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

2.14 在对火星的首次探险中，发现的仅仅是文明的废墟。从石器和图片中，探险家们推断创造这些文明的生物有 4 条腿，其触角末端长着一些抓东西的“手指”。经过很多研究后，探险家们终于能够翻译火星人的数学，他们发现了下面的等式：

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

所指出的解为  $x = 5$  和  $x = 8$ 。其中， $x = 5$  这个解看上去非常合理，但是  $x = 8$  这个解就需要某种解释。于是，探险家们反思了地球的计数体制发展，并且发现了火星的计数体制也有类似历史发展的证据。你认为火星人有几个手指(来自 1956 年 2 月的《The Bent of Tau Beta Pi》)?

2.15 交警部门的负责人说，每个码字必须至少含有一个“0”，这样可以“节省电力”。那么，对于表 X2.1 所示的交通灯控制器的状态，可能有多少种不同的 3 位二进制状态编码？

表 X2.1 交通灯控制器的状态及编码

Lights							
State	N-S Green	N-S Yellow	N-S Red	E-W Green	E-W Yellow	E-W Red	Code Word
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 列出图 X2.1 所示的机械编码盘中可能会产生不正确位置的所有“坏”边界。

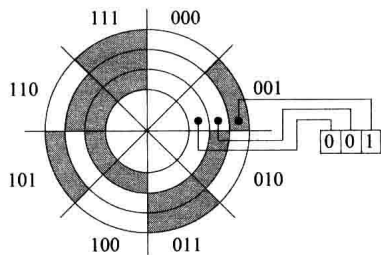


图 X2.1 使用 3 位二进制码的机械编码盘

2.17 为什么商用和私人飞机上的高度脉冲收发机，要使用格雷码来对要传送到机场交通控制塔的高度读数进行编码？

2.18 每次接通白炽灯泡，它便处于受压状态，所以在某些场合，灯泡的寿命受制于开/关周期的次数，而不是照明的总时间。利用编码知识提出在这类场合使 3 路灯泡寿命延长一倍的方法。



2.19 (选做题) 假设  $4n$  位数  $B$  用  $n$  位十六进制数  $H$  来表示。试证明:  $B$  的二进制补码可以用  $H$  的十六进制补码来表示。对于八进制数, 做类似的陈述并给予证明。

2.20 (选做题) 证明: 将二进制补码左移一位, 最低有效位的位置以零填充, 移出的最高有效位丢弃。如果没有溢出, 就等于将该数乘以 2。阐述检测溢出的规则。