

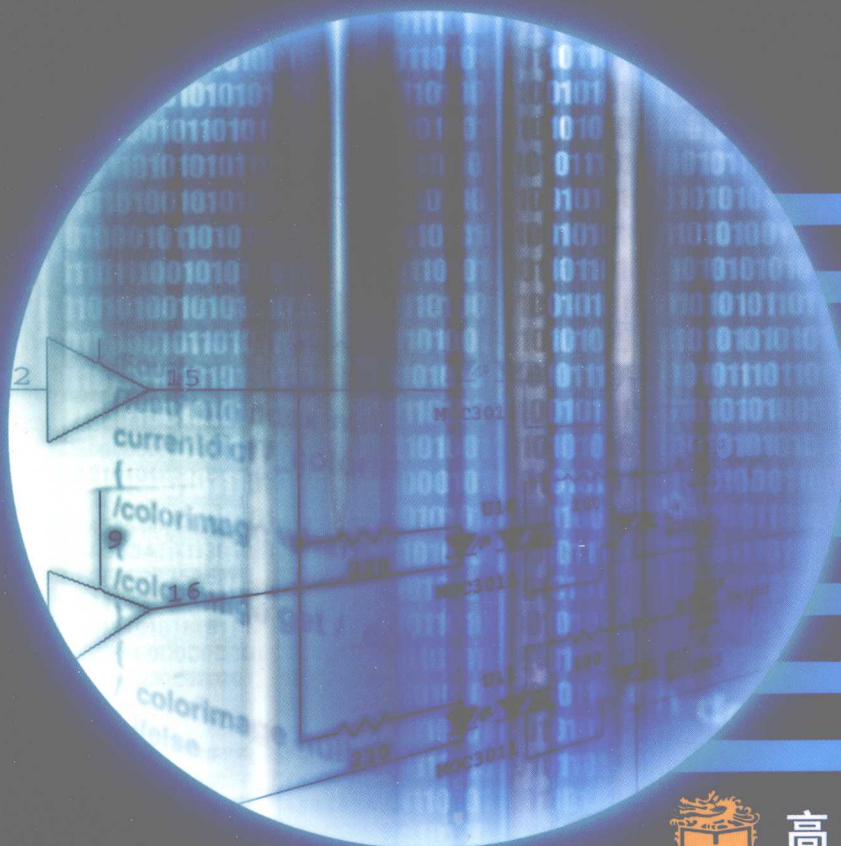


普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

数字电子技术 学习指导

杨志忠 卫桦林 编



高等教育出版社

TN-
1

普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

数字电子技术学习指导

杨志忠 卫桦林 编

高等教育出版社

内容提要

本书是为杨志忠主编的“十五”国家级规划教材《数字电子技术》(第2版)编写的配套学习指导,目的是为了帮助读者掌握教材的基本理论、基本概念以及应用所学知识解决实际问题的能力。本书各章都有基本要求、重点和难点,总结了各章的主要内容,并给出了书中部分习题解答。通过对习题的分析和归纳,总结了各类习题的解题思路、方法和技巧,逐步提高读者应用所学知识分析和解题的能力。书后有四套难度不同的模拟试卷和答案,供读者自测检查。

本书可供高等职业学校、高等专科学校、职业技术学院、成人高校、民办高校的电气、电子、通信、计算机、自动化和机电等专业的教师和学生参考,也可单独作为《数字电子技术》的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术学习指导/杨志忠,卫桦林编. —北京:
高等教育出版社, 2003.12

ISBN 7-04-013176-5

I. 数... II. ①杨... ②卫... III. 数字电路-电子技术-高等学校:技术学校-教学参考资料
IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 097650 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 河北新华印刷一厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 10.25
字 数 240 000

版 次 2003 年 12 月第 1 版
印 次 2003 年 12 月第 1 次印刷
定 价 12.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前言

“数字电子技术”是电子、通信、计算机、电气、自动化和机电等专业的重要技术基础课，为便于这门课程的学习和使用，特编写这本《数字电子技术学习指导》，供有关教师、学生参考。

《数字电子技术学习指导》是按照杨志忠主编的《数字电子技术》(第2版)中章节顺序编写的，每章包括基本要求、重点和难点、本章要点、习题选解四部分。

基本要求 分掌握、理解和了解三个层次，是对学生学习各章提出的要求。掌握和理解的内容是重点所在，其余内容属一般了解。

重点和难点 重点为必须熟练掌握的内容。难点为学习中的疑难部分和容易产生错误概念的地方。学习这些内容应多加思考，引起注意。

各章要点 简明扼要地归纳了各章的主要内容：基本概念、基本理论、基本公式、基本电路功能的比较、基本分析方法和基本设计方法，以及解题的步骤。

习题选解 选择了有一定代表性、应用性的习题作解答，目的在于帮助学生掌握各类习题的解题方法和技巧，做到举一反三，更好地掌握课程内容。学生做作业前，必须仔细阅读教材，掌握了有关理论、公式和解题方法后，在认真分析、理解题意的基础上，才能动手做作业。解题时，要步骤清楚，计算准确，绘图规范，书写整洁。所选习题仍使用原题号。

书末有4套难度不同的模拟试卷，并附有答案，供学生自测检查。

《数字电子技术》(第2版)教材有如下特点：

1. 优化教材内容，突出理论教学重点

在教学内容上突出了基本理论、基本分析方法和知识的应用，回避了繁琐的分析和数学推导，加强了集成电路外特性的分析和应用。如在逻辑门电路一章中主要分析了CT74LS系列门电路的基本功能及其外特性，进而对TTL系列、CMOS4000系列、HCMOS系列门电路的主要电气特性进行了比较，使学生能根据实际工作要求，正确选用集成电路。又如组合逻辑电路和时序逻辑电路两章中，在简要介绍了编码器、译码器、数据选择器、运算电路、计数器、移位寄存器等电路基本原理的基础上，直接介绍了上述电路的中规模集成电路的功能和使用，这不但突出了中规模集成电路的应用，同时也为技能训练(实验)中学生正确使用集成电路打下了良好的基础。

2. 注重能力培养，理论教学和技能训练融为一体

“数字电子技术”是一门理论性、应用性和实践性都很强的课程，除理论教学内容外，各章都有多个配合教学的实践训练环节——技能训练，供教学选择使用。在技能训练中自始至终贯穿了“逻辑设计(少数为器件功能测试)——选用集成电路——安装调试——排除故障”的训练方法，使理论教学和实践训练紧密结合，融为一体，从工程应用的角度出发，培养学生的工程思维方法和应用所学知识解决实际问题的能力，使能力培养贯穿于教学的全过程。

为了培养学生分析和排除故障的能力,除在技能训练中有相应的要求外,还介绍了“技能训练中故障的检查与排除”和“数字系统一般故障的检查和排除”等内容,学生在老师指导下,分析和排除技能训练中出现的故障,以提高学生解决实际问题的能力。

3. 内容适应新技术发展要求

数字电子技术的发展十分迅速,新器件不断涌现,功能也更加强大。为了适应当前新技术发展的要求,本教材第10章以较多的篇幅介绍了可编程逻辑器件及其应用,内容可根据专业需要决定取舍。

4. 深入浅出,便于教学

课程内容注意突出基本理论、基本概念、基本分析方法和设计方法,叙述深入浅出,通俗易懂,重点突出,便于阅读,注意结合当前高职高专的实际情况和教学要求。

本学习指导第2、5、6、8、9、10章由卫桦林编写,其余各章由杨志忠编写,罗中燕、赵依群等也参加了部分编写工作。全书由杨志忠统稿。南京工程学院的章忠全副教授担任主审,对全部书稿进行了认真仔细的审阅,并提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,再加解题量大,图又很多,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2003年8月

目 录

第 1 章 绪论	(1)	6.3 本章要点	(71)
1.1 本章基本要求	(1)	6.4 习题选解	(75)
1.2 本章重点和难点	(1)		
1.3 本章要点	(1)	第 7 章 时序逻辑电路	(95)
1.4 习题选解	(2)	7.1 本章基本要求	(95)
		7.2 本章重点和难点	(95)
第 2 章 逻辑代数基础	(7)	7.3 本章要点	(95)
2.1 本章基本要求	(7)	7.4 习题选解	(101)
2.2 本章重点和难点	(7)		
2.3 本章要点	(7)	第 8 章 数模和模数转换器	(124)
2.4 习题选解	(15)	8.1 本章基本要求	(124)
		8.2 本章重点和难点	(124)
第 3 章 逻辑门电路	(22)	8.3 本章要点	(124)
3.1 本章基本要求	(22)	8.4 习题选解	(126)
3.2 本章重点和难点	(22)		
3.3 本章要点	(22)	第 9 章 半导体存储器	(128)
3.4 习题选解	(29)	9.1 本章基本要求	(128)
		9.2 本章重点和难点	(128)
第 4 章 集成触发器	(40)	9.3 本章要点	(128)
4.1 本章基本要求	(40)	9.4 习题选解	(129)
4.2 本章重点和难点	(40)		
4.3 本章要点	(40)	第 10 章 可编程逻辑器件及其应用 ...	(133)
4.4 习题选解	(44)	10.1 本章基本要求	(133)
		10.2 本章重点和难点	(133)
第 5 章 脉冲信号的产生与整形	(56)	10.3 本章要点	(133)
5.1 本章基本要求	(56)	10.4 习题选解	(135)
5.2 本章重点和难点	(56)		
5.3 本章要点	(56)	模拟试题	(140)
5.4 习题选解	(60)	试卷 A	(140)
		试卷 B	(141)
第 6 章 组合逻辑电路	(71)	试卷 C	(144)
6.1 本章基本要求	(71)	试卷 D	(146)
6.2 本章重点和难点	(71)		
		参考答案	(149)

第1章

绪 论

1.1 本章基本要求

掌握 二进制、八进制、十进制、十六进制数及其相互转换。

理解 常用8421BCD码和可靠性代码。

了解 脉冲波形的的主要参数。

1.2 本章重点和难点

重点 二进制、八进制、十进制和十六进制数及其相互转换。

难点 没有。

1.3 本章要点

1.3.1 数字信号和数字电路

数字信号是指在时间上和幅值上断续变化的离散信号。实际上是在两个稳定状态之间作阶跃式变化的信号。通常高电平用1表示，低电平用0表示。

数字电路是指用于对数字信号进行传递、加工和处理的电路。数字电路具有逻辑运算和分析判断的功能，其分析的主要工具是逻辑代数，故数字电路通常又称为逻辑电路。

在数字逻辑电路中，主要是研究电路输出信号与输入信号之间的逻辑关系。

1.3.2 不同数制之间的相互转换

在数字系统中，常用的计数进制有十进制、二进制、八进制和十六进制。这些不同数制之间可相互转换。转换的原则是转换前后表示的数值应相等。

1. 十进制数转换为二进制、八进制、十六进制数

(1) 十进制数转换为二进制数的方法是：整数部分采用连续“除2取余法”，小数部分则采用连续“乘2取整法”。

(2) 十进制数转换为八进制数的方法是：整数部分采用连续“除8取余法”，小数部分则

采用连续“乘 8 取整法”。

(3) 十进制数转换为十六进制数的方法是：整数部分采用连续“除 16 取余法”，小数部分则采用连续“乘 16 取整法”。

2. 二进制、八进制、十六进制数转换为十进制数

任何一种数制都具有基数、进位数和位权值三个特征。二进制、八进制、十六进制数转换为十进制数的方法是采用“按权展开相加法”，这样，便获得了相应的十进制数。

3. 二进制数与八进制、十六进制数间的相互转换

(1) 二进制数转换为八进制数

由于 $8=2^3$ ，所以用 3 位二进制数表示 1 位八进制数。其方法是：整数部分从低位到高位，每 3 位二进制数为一组，最后一组如不足 3 位，则在高位（左边）加 0 到 3 位为止；小数部分则从高位到低位每 3 位二进制数为一组，最后一组如不足 3 位，则在低位（右边）加 0 到 3 位为止，然后将每组二进制数转换为八进制数。

(2) 二进制数转换为十六进制数

由于 $16=2^4$ ，所以，用 4 位二进制数表示 1 位十六进制数。其方法是：整数部分从低到高位每 4 位二进制数为一组，最后一组不足 4 位时，在高位加 0 到 4 位为止；小数部分则从高位到低位每 4 位二进制数为一组，最后一组不足 4 位时，则在低位加 0 到 4 位为止，然后将每组二进制数转换为十六进制数。

(3) 八进制和十六进制数转换为二进制数

将每位八进制数和十六进制数分别转换为 3 位二进制数和 4 位二进制数表示。

1.3.3 常用二进制代码

1. 二-十进制代码 (BCD 码)

将 0~9 十个十进制数用 4 位二进制数表示的代码，称为二-十进制码，又称 BCD 码。BCD 码又分有权码和无权码两种。有权码每位二进制数都有固定的权值，如 8421BCD 码，5421BCD 码和 2421BCD 码等；无权码每位二进制数没有固定的权值，如余 3 BCD 码。

2. 可靠性代码

常用的可靠性代码有格雷码和奇偶校验码。

格雷码为无权码，它的特点是相邻两组代码只有一位不同，其余各位都相同，从而减少了格雷码在形成和传输过程中引起的错误。

奇偶校验码由需要传输的信息码和一位校验位（其值为 0 或 1）组成。在奇校验码中，信息码加校验位后，使 1 的个数为奇数。在偶校验码中，信息码加校验位后，使 1 的个数为偶数。采用奇偶校验码后，很容易发现信息在传输过程中出现的错误，以便及时纠正。

1.4 习题选解

【题 1.1】 将下列十进制数转换为等值的二进制数。

(1) $(174)_{10}$; (2) $(37.438)_{10}$; (3) $(0.416)_{10}$

【解】 (1) $(174)_{10}$

2	174	.....	0	最低位
2	87	.....	1	
2	43	.....	1	
2	21	.....	1	
2	10	.....	0	
2	5	.....	1	
2	2	.....	0	
	1	.....	1	最高位

所以 $(174)_{10} = (10101110)_2$

(2) $(37.483)_{10}$

①整数部分

2	37	.....	1	最低位
2	18	.....	0	
2	9	.....	1	
2	4	.....	0	
2	2	.....	0	
	1	.....	1	最高位

②小数部分

$0.438 \times 2 = 0.876$	.....	0	最高位
$0.876 \times 2 = 1.752$	.....	1	
$0.752 \times 2 = 1.504$	.....	1	
$0.504 \times 2 = 1.008$	.....	1	最低位

所以 $(37.438)_{10} = (100101.0111)_2$

(3) $(0.416)_{10}$

$0.416 \times 2 = 0.832$	.....	0	最高位
$0.832 \times 2 = 1.664$	.....	1	
$0.664 \times 2 = 1.328$	.....	1	
$0.328 \times 2 = 0.656$	.....	0	
$0.656 \times 2 = 1.312$	.....	1	最低位

所以 $(0.416)_{10} = (0.01101)_2$

【题 1.2】 将下列二进制数转换为等值的十进制数。

(1) $(1100110011)_2$; (2) $(101110.011)_2$; (4) (0.001011)

【解】 (1) $(1100110011)_2 = 1 \times 2^9 + 1 \times 2^8 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$
 $= 512 + 256 + 32 + 16 + 2 + 1$
 $= (819)_{10}$

(2) $(101110.011)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}$

$$= 32 + 8 + 4 + 2 + 0.25 + 0.125$$

$$= (46.375)_{10}$$

$$(4) (0.001011)_2 = 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-5} + 1 \times 2^{-6}$$

$$= 0.125 + 0.03125 + 0.015625$$

$$= (0.171875)_{10}$$

【题 1.3】 将下列十进制数转换为八进制数。

$$(1) (84)_{10}; \quad (2) (254.76)_{10}$$

【解】 (1) $(84)_{10}$

$$\begin{array}{r|l} 8 & 84 \cdots \cdots 4 \quad \text{最低位} \\ \hline 8 & 10 \cdots \cdots 2 \\ \hline & 1 \cdots \cdots 1 \quad \text{最高位} \end{array}$$

$$\text{所以 } (84)_{10} = (124)_8$$

$$(2) (254.76)_{10}$$

① 整数部分

$$\begin{array}{r|l} 8 & 254 \cdots \cdots 6 \quad \text{最低位} \\ \hline 8 & 31 \cdots \cdots 7 \\ \hline & 3 \cdots \cdots 3 \quad \text{最高位} \end{array}$$

② 小数部分

$$0.76 \times 8 = 6.08 \cdots \cdots 6 \quad \text{最高位}$$

$$0.08 \times 8 = 0.64 \cdots \cdots 0$$

$$0.64 \times 8 = 5.12 \cdots \cdots 5 \quad \text{最低位}$$

$$\text{所以 } (254.76)_{10} = (376.605)_8$$

【题 1.4】 将下列十进制数转换为十六进制数。

$$(1) (427)_{10}; \quad (2) (1276.47)_{10}$$

【解】 (1) $(427)_{10}$

$$\begin{array}{r|l} 16 & 427 \cdots \cdots 11 = B \quad \text{最低位} \\ \hline 16 & 26 \cdots \cdots 10 = A \\ \hline & 1 \cdots \cdots 1 \quad \text{最高位} \end{array}$$

$$\text{所以 } (427)_{10} = (1AB)_{16}$$

$$(2) (1276.47)_{10}$$

① 整数部分

$$\begin{array}{r|l} 16 & 1276 \cdots \cdots 12 = C \quad \text{最低位} \\ \hline 16 & 79 \cdots \cdots 15 = F \\ \hline & 4 \cdots \cdots 4 \quad \text{最高位} \end{array}$$

②小数部分

$$0.47 \times 16 = 7.52 \quad \dots\dots\dots 7 \quad \text{最高位}$$

$$0.52 \times 16 = 8.32 \quad \dots\dots\dots 8$$

$$0.32 \times 16 = 5.12 \quad \dots\dots\dots 5 \quad \text{最低位}$$

$$\text{所以 } (1276.47)_{10} = (4FC.785)_{16}$$

【题 1.5】 将下列十六进制数转换为十进制数。

(1) $(6CF)_{16}$; (2) $(8ED.C7)_{16}$

【解】 (1) $(6CF)_{16} = 6 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 15 \times 16^0$

$$= 1536 + 192 + 15$$

$$= (1743)_{10}$$

(2) $(8ED.C7)_{16} = 8 \times 16^2 + 14 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1} + 7 \times 16^{-2}$

$$= 2048 + 224 + 13 + 0.75 + 0.0273$$

$$= (2285.7773)_{10}$$

【题 1.6】 将下列十六进制数转换为二进制数、八进制数和十进制数。

(1) $(36B)_{16}$; (2) $(4DE.C8)_{16}$

【解】 (1) $(36B)_{16} = \begin{matrix} 3 & 6 & B \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \end{matrix} = (1101101011)_2$

$$\begin{matrix} 0011 & 0110 & 1011 \end{matrix}$$

$$= (\underline{001} \underline{101} \underline{101} \underline{011}) = (1553)_8$$

$$\begin{matrix} 1 & 5 & 5 & 3 \end{matrix}$$

$$= 3 \times 16^2 + 6 \times 16^1 + 11 \times 16^0$$

$$= 768 + 96 + 11$$

$$= (875)_{10}$$

(2) $(4DE.C8)_{16} = \begin{matrix} 4 & D & E & . & C & 8 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \end{matrix} = (0100 \ 1101 \ 1110.1100 \ 1000)_2$

$$\begin{matrix} 0100 & 1101 & 1110. & 1100 & 1000 \end{matrix}$$

$$= \underline{010} \underline{011} \underline{011} \underline{110}. \underline{110} \underline{010} \underline{000} = (2336.620)_8$$

$$\begin{matrix} 2 & 3 & 3 & 6 & . & 6 & 2 & 0 \end{matrix}$$

$$= 4 \times 16^2 + 13 \times 16^1 + 14 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2}$$

$$= 1024 + 208 + 14 + 0.75 + 0.0312$$

$$= (1246.7812)_{10}$$

【题 1.7】 将下列二进制数转换为八进制数和十六进制数。

(1) $(1001011.010)_2$; (2) $(1110010.1101)_2$

【解】 (1) $(1001011.010)_2 = \underline{001} \underline{001} \underline{011}. \underline{010} = (113.2)_8$

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 3 & . & 2 \end{matrix}$$

$$(1001011.010)_2 = \underline{0100} \underline{1011}. \underline{0100} = (4B.4)_{16}$$

$$\begin{matrix} 4 & 11 & . & 4 \end{matrix}$$

(2) $(1110010.1101)_2 = \underline{001} \underline{110} \underline{010}. \underline{110} \underline{100} = (162.64)_8$

$$\begin{matrix} 1 & 6 & 2 & . & 6 & 4 \end{matrix}$$

$$(1110010.1101)_2 = \underline{0111} \underline{0010}. \underline{1101} = (72.D)_{16}$$

$$\begin{matrix} 7 & 2 & . & 13 \end{matrix}$$

[例 1.8] 将下列 8421BCD 码转换为十进制数。

- (1) $(1110100)_{8421BCD}$; (2) $(011010000101)_{8421BCD}$

[解] (1) $(1110100)_{8421BCD} = (74)_{10}$

(2) $(011010000101)_{8421BCD} = (685)_{10}$

[题 1.9] 将下列十进制数转换为 8421BCD 码和 5421BCD 码。

- (1) $(48)_{10}$; (2) $(34.15)_{10}$

[解] (1) $(48)_{10} = (1001000)_{8421BCD}$

$(48)_{10} = (1001011)_{5421BCD}$

(2) $(34.15)_{10} = (110100.00010101)_{8421BCD}$

$(34.15)_{10} = (110100.00011000)_{5421BCD}$

[题 1.10] 将下列十进制数转换为 8421BCD 码和余 3BCD 码。

- (1) $(87)_{10}$; (2) $(67.94)_{10}$

[解] (1) $(87)_{10} = (10000111)_{8421BCD}$

$(87)_{10} = (10111010)_{\text{余}3BCD}$

(2) $(67.94)_{10} = (1100111.10010100)_{8421BCD}$

$(67.94)_{10} = (10011010.11000111)_{\text{余}3BCD}$

第2章

逻辑代数基础

2.1 本章基本要求

掌握 ①逻辑代数中的基本定律、基本公式和三条规则；②逻辑函数的表示方法与变换；③逻辑函数的化简。

理解 逻辑函数化简的含义、最小项和无关项的概念及相邻项的意义。

了解 最大项和最小项的概念。

2.2 本章重点和难点

重点 ①逻辑代数中的基本定律、基本公式；②逻辑函数的表示方法及相互转换；③逻辑函数的代数化简法、四变量及以下逻辑函数的卡诺图化简法。

难点 逻辑函数的代数化简法。

2.3 本章要点

2.3.1 逻辑变量和逻辑函数

1. 逻辑变量

具有两个对立状态取值的变量，称为逻辑变量，通常用字母表示。它的取值只有 0 和 1 两种，所以逻辑变量又称为二值变量。

2. 逻辑函数

用以描述数字系统输出与输入变量之间逻辑关系的表达式，称为逻辑函数。当输入变量的取值确定后，输出函数值也就惟一确定。

在数字电路中，通常将表示输入条件的变量称为输入变量或输入逻辑变量，而把表示输出结果的变量称为输出变量或逻辑函数。和变量取值一样，逻辑函数的值也只有 0 和 1 两种可能。

3. 逻辑函数的相等

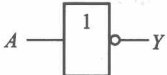
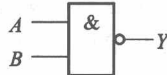
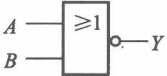
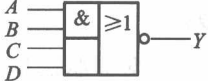
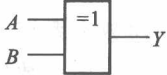
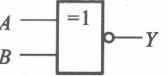
具有相同变量的两个逻辑函数 Y_1 和 Y_2 ，若对于变量的任一组取值 Y_1 和 Y_2 的值都相

同，则称逻辑函数 Y_1 和 Y_2 相等，即 $Y_1 = Y_2$ 。

2.3.2 基本逻辑运算、导出运算

逻辑函数的基本逻辑运算、导出运算和逻辑符号见表 2.3.1。

表 2.3.1 基本逻辑运算、导出运算和逻辑符号

逻辑运算	逻辑表达式	逻辑符号
与逻辑运算	$Y = A \cdot B$	
或逻辑运算	$Y = A + B$	
非逻辑运算	$Y = \bar{A}$	
与非逻辑运算	$Y = \overline{A \cdot B}$	
或非逻辑运算	$Y = \overline{A + B}$	
与或非逻辑运算	$Y = \overline{A \cdot B + C \cdot D}$	
异或逻辑运算	$Y = A\bar{B} + \bar{A}B$ $= A \oplus B$	
同或逻辑运算	$Y = AB + \bar{A}\bar{B}$ $= A \odot B$	

2.3.3 逻辑代数中的基本公式、定律及规则

1. 基本公式和定律

逻辑代数中的基本公式和定律见表 2.3.2。

表 2.3.2 逻辑代数中的基本公式和定律

名 称	基本公式和定律		说 明
0-1 律	$0 \cdot A = 0$	$0 + A = A$	变量与常量运算
互补律	$1 \cdot A = A$ $A \cdot \bar{A} = 0$	$1 + A = 1$ $A + \bar{A} = 1$	
交换律 结合律 分配律	$A \cdot B = B \cdot A$ $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$ $A \cdot (B + C) = AB + AC$	$A + B = B + A$ $(A + B) + C = A + (B + C)$ $(A + B)(A + C) = A + BC$	与普通代数相似的定律
还原律 重叠律 德·摩根定律 吸收律	$\bar{\bar{A}} = A$ $A \cdot A \cdot A = A$ $\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$ $A + AB = A$ $A + \bar{A}B = A + B$	$A + A + A = A$ $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$ $AB + A \bar{B} = A$ $AB + \bar{A}C + BC = AB + \bar{A}C$	逻辑代数的特殊定律

2. 异或运算和同或运算的常用公式

异或运算和同或运算的常用公式见表 2.3.3。

表 2.3.3 异或和同或运算的常用公式

名称	异或运算	同或运算
自等律	$A \oplus 0 = A$	$A \odot 1 = A$
互补律	$A \oplus \bar{A} = 1$ $A \oplus 1 = \bar{A}$	$A \odot \bar{A} = 0$ $A \odot 0 = \bar{A}$
奇偶律	$A \oplus A = 0$ $A \oplus A \oplus A = A$	$A \odot A = 1$ $A \odot A \odot A = A$
交换律	$A \oplus B = B \oplus A$	$A \odot B = B \odot A$
结合律	$(A \oplus B) \oplus C = A \oplus (B \oplus C)$	$(A \odot B) \odot C = A \odot (B \odot C)$
分配律	$A(B \oplus C) = AB \oplus AC$	$A + (B \odot C) = (A + B) \odot (A + C)$
反演律	$\overline{A \oplus B} = A \oplus \bar{B} = \bar{A} \oplus B$	$\overline{A \odot B} = A \odot \bar{B} = \bar{A} \odot B$

3. 三个规则

(1) 代入规则 一个逻辑等式两边的同一个变量代之以同一个逻辑函数时，则等式仍然成立，这个规则称为代入规则。运用代入规则可以扩展基本公式的应用范围。

(2) 反演规则。对于任一个逻辑函数 Y ，如将 Y 中所有“ $\cdot$ ”（与）换成“ $+$ ”（或），“ $+$ ”（或）换成“ $\cdot$ ”（与）；原变量换成反变量，反变量换成原变量；“ 0 ”换成“ 1 ”，“ 1 ”换成“ 0 ”，保持原先运算的优先顺序，则得到函数 Y 的反函数 $\bar{Y}$ ，这个规则称为反演规则。运用这个规则可以方便地求出逻辑函数的反函数，有利于逻辑函数的变换与化简。

(3) 对偶规则 对于任一个逻辑函数 Y ，如将 Y 中所有“ $\cdot$ ”（与）换成“ $+$ ”（或），“ $+$ ”（或）换成“ $\cdot$ ”（与）；“ 0 ”换成“ 1 ”，“ 1 ”换成“ 0 ”，变量保持不变，且保持原先运算的优先顺序，则得一个新的逻辑函数 Y' ，称 Y 和 Y' 互为对偶式，这个规则称为对偶规则。运用对偶规则可使基本定律和公式扩大一倍。

2.3.4 逻辑函数表达式的形式

1. 逻辑函数的变换

同一个逻辑函数可有多种形式的表达式：与或式、或与式、与非式、或非式、与或非式等五种形式。表 2.3.4 中列出了以逻辑函数 $Y = AB + \bar{A}\bar{B}$ 为例的 5 种形式的变换和逻辑图。

表 2.3.4 逻辑函数的 5 种基本形式变换和逻辑图

名 称	逻辑表达式的变换	逻辑 图
与或表达式	$Y = AB + \bar{A}\bar{B}$	
与非表达式	$Y = AB + \bar{A}\bar{B}$ $= \overline{\overline{AB + \bar{A}\bar{B}}}$ $= \overline{\overline{AB} \cdot \overline{\bar{A}\bar{B}}}$ $= \overline{\overline{AB} \cdot A'B'}$	
与或非表达式	$Y = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{\bar{A}\bar{B}}}$ $= \overline{(\bar{A} + \bar{B})(A + B)}$ $= \overline{\bar{A}B + A\bar{B}}$	
或与表达式	$Y = \overline{\bar{A}B + A\bar{B}}$ $= (A + \bar{B}) \cdot (\bar{A} + B)$	
或非表达式	$Y = (A + \bar{B}) \cdot (\bar{A} + B)$ $= \overline{\overline{(A + \bar{B}) \cdot (\bar{A} + B)}}$ $= \overline{(A + \bar{B}) + (\bar{A} + B)}$	