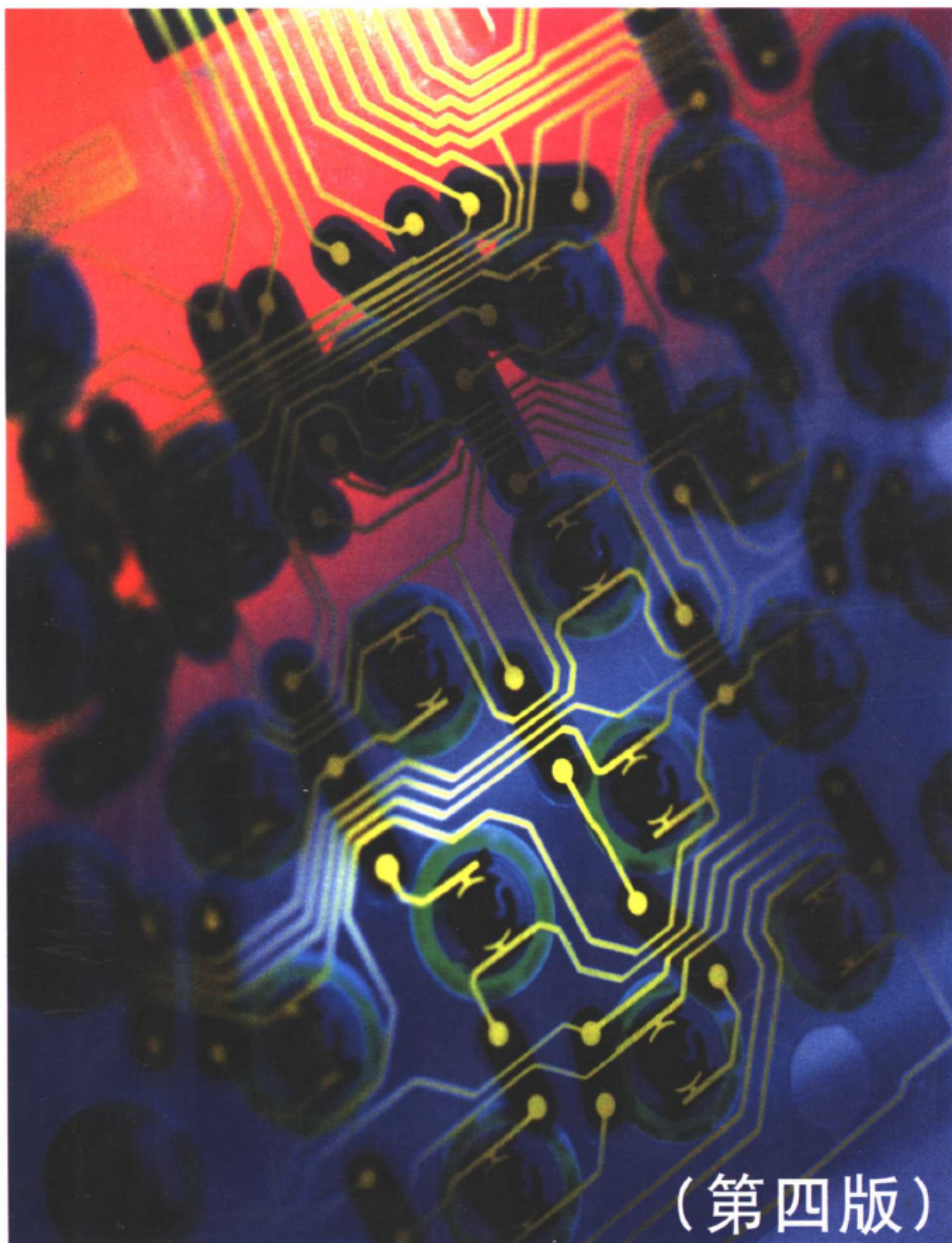




世界著名大学核心教材(电子类)

数字电子技术



(第四版)

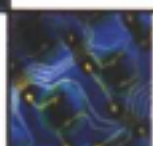
(美) James Bignell
Robert Donovan 编著

刘海涛 李 果
李东霞 刘海东 译

 科学出版社
www.sciencep.com



数字电子技术



本书特色

- 体系结构完整
- 条理清晰，叙述简明扼要，便于阅读理解
- 提供实验及仿真实验环节
- 取材广泛合理，反映数字电路发展的最新趋势
- 理论和实践并重，强调学生动手解决问题的能力

本书具有叙述简明扼要、取材新颖、强调学生动手能力的培养等特点。本书适用于电子工程及相关专业数字电路课程的教学使用。本书自成体系，读者无需具备电路方面的基础知识，但如果学生已经掌握电流、电压和电阻等方面的知识，将更加有助于学习和理解。

ISBN 7-03-014531-3



9 787030 145314 >

科学出版社 技术分社

<http://www.abook.cn>

信息技术编辑部 010-62138978-8001

ISBN 7-03-014531-3

定 价：58.00 元

世界著名核心教材（电子类）

数 字 电 子 技 术

（第四版）

〔美〕 James Bignell 编著
Robert Donovan

刘海涛 李 果 译
李东霞 刘海东

科 学 出 版 社

北 京

图字: 01-2003-2027 号

内 容 简 介

本书共 16 章, 重点介绍数制系统、布尔代数、逻辑门电路、加法器、常用集成电路、触发器、移位寄存器、计数器、数/模转换、译码器、多路复用器、多路选择器、三态门和存储器等内容及其应用。与同类书籍相比, 本书具有简明扼要、叙述流畅等特点。另外, 为了培养和提高学生实际分析和解决问题的能力, 本书提供了大量的计算机仿真试验内容。为了适应数字技术的最新发展, 本书增加了 PLD 和 GAL 编程及应用方面的内容。

本书可作为通信工程、电子工程、自动控制等专业数字电路技术课程的教材, 也可供其他相关专业学生及科技人员使用。

Digital Electronics.

First published by Delmar, a division of Thomson Learning.

Copyright © 2000

All Rights Reserved.

Authorized Simplified Chinese Edition by Thomson Learning and Science Press. No part of this book may be reproduced in any form without the express written permission of Thomson Learning and Science Press.

本书中文简体字版由美国 Thomson Learning 授权科学出版社出版, 未经出版者书面允许不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

图书在版编目 (CIP) 数据

数字电子技术/ (美) 比格内尔 (Bignell, J.) 等编著; 刘海涛等译.
—北京: 科学出版社, 2005
ISBN 7-03-014531-3

I. 数… II. ①比… ②刘… III. 数字电路—电子技术 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 109639 号

责任编辑: 李佩乾 朱凤成/责任校对: 耿耘

责任印制: 吕春珉/封面设计: 一克米工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

世界知识印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 2 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16
2005 年 2 月第一次印刷 印张: 35 3/4
印数: 1—3 000 字数: 821 000

定价: 58.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈世知〉)

译者说明

本书译自美国 Manatee Community 大学 James Bignell 和 Robert Donovan 教授编著的 *Digital Electronics* 一书。James Bignell 和 Robert Donovan 教授从事脉冲数字电路以及计算机应用软件的教学和实际工作多年，经验丰富。他们编著的这本教材具有条理清晰、叙述简明扼要、便于阅读理解等特点，为欧美多所大学采用，具有较高的知名度，已经再版四次。本书译自原书的第四版。

本书全面介绍了数字电路方面的知识，包括布尔代数、常用门电路、集电极开路门电路、触发器、移位寄存器、计数器、数/模转换、译码器、三态门以及计算机基础知识等。全书共 16 章和 6 个附录。本书体系结构完整，每章均给出了主要术语、学习目标、例子、小结和试验等。本书配有 EWB 仿真试验，学生在完成理论学习后可以直接通过仿真试验加深对理论知识的掌握。为了提高学生实际动手解决问题的能力，每章还专门开辟一小节——介绍维修工程师是如何利用理论知识解决实际问题的，这也是本书的一大特色。

本书可作为电子工程、无线电通信、自动控制以及计算机应用等专业本科生及专科生的教材，也可作为普通专业技术人员的自学用书。

本书第 1~10 章由刘海涛翻译，李果翻译第 11、12 章，李东霞翻译第 13、14 章，刘海东翻译第 15、16 章及附录。全书由刘海涛统稿和审校。限于时间和水平，错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

前 言

《数字电子技术》具有结构完整、逻辑清晰、叙述简明扼要、取材新颖以及强调学生动手能力培养等特点。该教材适用于电子工程及相关专业数字电路课程的教学使用。本书自成体系,读者无需具备电路方面的基础知识,但如果学生已经掌握电流、电压和电阻等方面的知识,将更加有助于学习和理解。

一、结 构

本书分为 16 章,每周安排两个课时,可供一个学期使用。每章包含与教学内容密切相关的电路试验和仿真试验。通过试验环节可使学生对理论的掌握更加深入,并使学生的实际动手能力得以提高。在编写本教材时,作者试图做到理论教学和实践两个环节的良好平衡。本书第四版按照以下方式组织:

1. 数制系统

第 1 章重点介绍二进制、十六进制、二进制编码和十进制数的基本概念,并介绍二进制加法/减法。

2. 门电路基础

第 2 章重点介绍各种类型的门电路(非门、与门、或门、与非门以及或非门);门电路的开启和关闭、门电路的扩充等基础知识。第 3 章重点介绍数字电路的基本理论——布尔代数及使用德·摩根定理和卡诺图化简布尔表达式的方法。第 4 章围绕异或门介绍门的基本工作原理、异或门的开启和关闭,以及如何使用异或门设计奇/偶校验发生器。

3. 加法器

第 5 章介绍半加器和全加器工作原理及其实现方法,重点介绍二进制反码加法/减法器电路和二进制补码加法/减法器电路的工作原理及其电路,并简要介绍二—十进制数加法器。

4. 技术参数

第 6 章对集电极开路输出及推拉方式输出电路进行比较,重点介绍 TTL 和 CMOS 系列集成电路的特性及技术参数,并简要介绍集电极耦合逻辑集成电路的技术参数。

5. 触发器基础

第 7 章介绍触发器知识和工作原理,重点内容包括 RS 触发器、钟控 RS 触发器、D 触发器、主从 D 触发器和脉冲边缘 D 触发器。第 8 章重点介绍主从 D 触发器和 JK 触发

器的工作原理,并详细介绍 JK 触发器在移位寄存器和时钟发生器电路中的应用。

6. 数据通信基础

第 9 章重点介绍串行集成电路、并行移位寄存器的工作原理,概要介绍 RS-232 接口标准和 ASC II 码的基础知识,并详细给出如何使用普通触发器和门电路设计串行接收机的方法。

7. 定时电路

第 10 章介绍计数器的基本概念,并重点介绍异步和同步计数器的工作原理及其应用;第 11 章介绍施密特触发器的基本工作原理,并重点介绍 555 集成电路作为时钟发生器的应用;第 12 章介绍单稳态触发器基本概念,并重点介绍可重触发单稳态触发器和非可重触发单稳态触发器的工作原理及其典型的应用。

8. 接口电路

第 13 章重点介绍模拟信号和数字信号的转换,首先介绍模/数、数/模转换器的工作原理,然后重点介绍电压比较器模/数转换器、计数比较模/数转换器和连续逼近模/数转换器的工作原理,最后简要介绍常用数/模转换集成电路 DAC0803;第 14 章阐述译码器、多路选择器、多路复用器的工作原理及应用,简要介绍七段显示器和液晶显示器的工作原理;第 15 章重点介绍三态门、三态门反相器、大电流/高电压接口电路的工作原理及其在实际系统中的应用。

9. 微型计算机基础知识

第 16 章简要叙述微型计算机及中央处理器的组成和原理,重点介绍只读存储器、可编程只读存储器、电可擦除只读存储器、静态随机存取存储器和动态随机存取存储器的工作原理及其特性。

10. 附录

附录部分包含六个方面的内容,其中附录 A 和 B 给出本书数字电路试验所需的基本组件及其电路图,以方便试验指导教师组织开展试验;为了便于读者使用集成电路,附录 C 详细给出一些常用集成电路的引脚排列;附录 D 提供 TTL、MOS 和 CMOS 方面的基础知识;附录 E 给出本书的术语表;附录 F 为自我检查及练习题的答案。

二、使用指南

(1) 技术术语简要给出了每章出现的新术语及重要概念。

(2) 学习目标给出了每章的学习重点,读者可以据此安排本章课程的学习。

(3) 每章包含多个自我检查环节,学生可通过此环节来检验对新教学内容掌握得是否牢靠。本书最后给出了自我检查和练习题的解答。

- (4) 每章包含多个示例, 通过示例可以加深理论知识的理解。
- (5) 每章小结对本章学习内容进行总结。
- (6) 每章包含了两个方面的试验内容, 一部分试验需要通过使用电路板才可以完成, 另一部分试验可以通过计算机仿真软件 EWB 进行。
- (7) 本书的术语表对本书使用的专业术语进行了总结。
- (8) 叙述和讲解基本概念时, 本书使用了大量的电路图和表格, 有助于学生理解和阅读。

三、特 色

1. 强调对学生实际分析和解决问题能力的培养

为了克服传统数字电路书籍在培养学生实际分析和解决问题能力方面的不足, 本书第四版特意在每章中增加故障诊断一节。该部分介绍了维修工程师在解决实际问题时所采取的步骤、方法以及技巧。我们认为通过这部分的学习, 不但可以拓宽学生的知识面, 而且更加有利于提高学生解决实际问题的能力。

2. 增加了EWB仿真试验环节

随着计算机的普及和广泛应用, 特别是随着计算机仿真技术的发展, 许多试验可通过仿真软件来完成, EWB 软件就是这样一个仿真工具软件。学生在完成数字电路理论学习后, 可以直接使用仿真软件来设计相应数字电路以验证课堂所学内容。这部分内容对试验设施较差的学校具有特别的意义, 同时也便于个人自学《数字电子技术》这门课程。

3. 增加了可编程逻辑器件方面内容

随着集成电路制造技术的飞速发展, 越来越多的数字电路采用可编程逻辑器件来设计。为了提高学生可编程逻辑器件方面的知识, 本书第四版在每章中增加了此方面的内容。

4. 拓宽学生的知识面

为了拓宽学生的知识面, 本书第四版在每章都增加了数字电路应用方面的内容, 并给出了如何使用数字电路完成和实现特定功能的实际应用。

5. 提供自我检查和练习

为了使学生深入掌握数字电路的基本概念和工作原理, 本书各章均提供了自我检查和大量练习题。

6. 根据前三版反馈的意见, 第四版对以下内容进行了修订

- 为了使全书内容组织更加合理, 将反码减法和补码减法内容移至第 5 章。
- 将德·摩根定理化简布尔表达式的步骤简化为三步。
- 第 6 章增加了 CMOS 系列集成电路的技术参数。

- 第 15 章扩充了绝缘门双极性三极管方面的内容,并增加了绝缘门双极性三极管在实际系统中的应用。
- 第 16 章增加了微型控制器和摩托罗拉 68HC11 处理器方面的内容。
- 全书对常用集成电路的引脚排列及其使用方面的内容也进行了扩充。

James Bignell
Robert Donovan

1999 年 10 月

目 录

第 1 章 数制	1
1.1 二进制数	1
1.2 二一十进制数转换	3
1.3 十一二进制数转换	4
1.4 八进制数	7
1.5 二一八进制数转换	9
1.6 八一二进制数转换	9
1.7 十六进制数	10
1.8 二一十六进制数转换	12
1.9 十六一二进制数转换	12
1.10 二进制编码的十进制数 (BCD)	13
1.11 二进制加法	15
1.12 二进制减法	17
1.13 四位加法器的故障诊断	19
数字电路应用——二进制和十六进制数	21
小结	22
练习题	23
试验 1A 7483 4 位全加器	24
试验 1B 4008 全加器	29
第 2 章 逻辑门电路	32
2.1 门	32
2.2 反相器	32
2.3 或门	34
2.4 与门	38
2.5 与非门	42
2.6 或非门	45
2.7 数据控制与门的开启/禁止	48
2.8 与门的开启/禁止	48
2.9 与非门的开启/禁止	49
2.10 或门的开启/禁止	50
2.11 或非门的开启/禁止	51
2.12 门电路开启/禁止小结	52

2.13 与非门用作反相器	52
2.14 或非门用作反相器非门	52
2.15 与门的扩充	53
2.16 与非门的扩充	53
2.17 或门的扩充	54
2.18 或非门的扩充	54
2.19 门电路的故障诊断	54
数字电路应用——门电路逻辑符号	55
小结	56
练习题	57
试验 2A 门电路	60
试验 2B 门电路	63
第 3 章 波形和布尔代数	65
3.1 波形分析	65
3.2 延迟时钟和移位计数器波形	67
3.3 组合逻辑电路	72
3.4 布尔定理	73
3.5 德·摩根定理	78
3.6 逻辑电路设计	83
3.7 与或非门	93
3.8 使用卡诺图化简布尔表达式	95
3.9 可编程逻辑器件	96
3.10 组合逻辑电路的故障诊断	99
数字电路应用——布尔代数	101
小结	102
练习题	103
试验 3A 布尔代数	109
试验 3B 逻辑转换器	111
第 4 章 异或门	113
4.1 异或门	113
4.2 异或门的开启/禁止	116
4.3 异或门输出波形	117
4.4 同或门	118
4.5 奇偶校验	119
4.6 奇偶校验发生器	121
4.7 奇/偶校验发生器	122
4.8 校验器	124
4.9 9 位校验发生器/校验器	126

4.10 比较器	129
4.11 可编程逻辑器件	134
4.12 异或门电路的故障诊断	144
数字电路应用——奇偶校验	145
小结	146
练习题	146
试验 4A 异或门	149
试验 4B 奇偶发生器/校验器	151
第 5 章 加法器	153
5.1 半加器	153
5.2 全加器	154
5.3 二进制反码减法	162
5.4 反码加法/减法电路	164
5.5 二进制数的补码减法	168
5.6 基于补码的加法器/减法器电路	171
5.7 带符号的补数	175
5.8 二—十进制数加法	179
5.9 二—十进制数加法电路	181
5.10 算术逻辑单元	183
5.11 通用阵列逻辑器件的编程	185
5.12 加法器电路的故障诊断	191
数字电路应用——浮点单元 (FPU)	193
小结	193
练习题	194
试验 5A 加法器	197
试验 5B 加法器电路	199
第 6 章 集电极开路门电路及技术参数	201
6.1 TTL 门电路	202
6.2 TTL 门电路特性	202
6.3 TTL 供电电流	208
6.4 TTL 集成电路的开关特性	209
6.5 TTL 集电极开路门电路	212
6.6 集电极开路门电路应用	214
6.7 CMOS 集成电路	216
6.8 CMOS 系列集成电路	216
6.9 CMOS 系列集成电路的技术参数	218
6.10 TTL 和 CMOS 集成电路的接口	221
6.11 低电压 CMOS 集成电路	223

6.12 发射极耦合逻辑电路 (ECL)	225
6.13 ECL 和其他门电路的接口	227
6.14 表面组装技术	228
6.15 GAL 技术参数	230
6.16 TTL 和 CMOS 集成电路的故障诊断	230
数字电路应用——交错引脚格栅阵列	231
小结	232
练习题	233
试验 6A 集电极开路门电路及技术参数	234
试验 6B 漏极开路反相器及技术参数	236
第 7 章 触发器	238
7.1 触发器简介	238
7.2 交叉 RS 与非门触发器	238
7.3 交叉或非门触发器	240
7.4 交叉 RS 与非门和交叉 RS 或非门触发器的比较	242
7.5 使用交叉 RS 与非门触发器设计除颤开关	243
7.6 钟控 RS 与非门触发器	245
7.7 D 触发器	246
7.8 主从 D 触发器	248
7.9 脉冲边缘 D 触发器	253
7.10 使用 PLD 设计 RS 与非门触发器	254
7.11 数字电路的故障诊断	257
数字电路应用——机械触发器	259
小结	259
练习题	260
试验 7A 触发器	261
试验 7B 触发器	262
第 8 章 主从 D 触发器和 JK 触发器	263
8.1 主从 D 触发器的翻转	263
8.2 JK 触发器	265
8.3 非重叠时钟	267
8.4 移位计数器	268
8.5 典型 JK 触发器集成电路	270
8.6 设计非重叠时钟发生器	271
8.7 JK 触发器的故障诊断	275
数字电路应用——绝缘门极性晶体管桥电路	277
小结	278
练习题	278

试验 8A 移位计数器和非重叠时钟	280
试验 8B JK 触发器	283
第 9 章 移位寄存器	284
9.1 使用 JK 触发器设计移位寄存器	284
9.2 串行和并行数据	286
9.3 并行输入串行输出	286
9.4 串行数据格式	288
9.5 移位寄存器常用集成电路	291
9.6 串行数据标准	294
9.7 ASCII 码	297
9.8 使用 GAL 设计 8 位移位寄存器	298
9.9 RS-232 接口电路的故障诊断	300
数字电路应用——使用 1489 集成电路进行电平转换	302
小结	302
练习题	303
试验 9A 移位寄存器	304
试验 9B 移位寄存器	310
第 10 章 计数器	311
10.1 异步计数器	311
10.2 依靠译码和清零实现 N 分频计数器	312
10.3 N 分频同步计数器	314
10.4 可预置计数器	317
10.5 递加/递减计数器	319
10.6 典型计数器集成电路	321
10.7 $N/2$ 分频计数器	327
10.8 使用 PLD 器件设计 16 分频同步计数器	327
10.9 计数器故障诊断	330
数字电路应用——可编程计数器	331
小结	332
练习题	333
试验 10A 计数器	334
试验 10B 计数器	336
第 11 章 施密特触发器和时钟	337
11.1 施密特触发器	337
11.2 使用施密特触发器产生方波	338
11.3 施密特时钟发生器	339
11.4 555 时钟发生器	341

11.5 晶体振荡器	346
11.6 时钟电路的故障诊断	347
数字电路应用——施密特触发器时钟	348
小结	349
练习题	349
试验 11A 施密特触发器和时钟	351
试验 11B 时钟	353
第 12 章 单稳态触发器	355
12.1 单稳态触发器除颤开关	355
12.2 脉冲延伸器	356
12.3 可重触发单稳态触发器	357
12.4 非可重触发单稳态触发器	358
12.5 555 用作单稳态触发器	359
12.6 74121 和 74LS122 集成电路	361
12.7 数据分离器	362
12.8 单稳态触发器故障诊断	364
数字电路应用——脉冲伸延器	365
小结	366
练习题	366
试验 12A 单稳态触发器	368
试验 12B 单稳态触发器	369
第 13 章 模/数转换与数/模转换	370
13.1 电阻网络数/模转换器	370
13.2 TTL 数/模转换器	374
13.3 电压比较器模/数转换器	375
13.4 计数比较模/数转换器	377
13.5 连续逼近模/数转换器	379
13.6 DAC0803 数/模转换集成电路	381
13.7 使用 GAL 实现模/数转换器中译码器电路	384
13.8 数/模转换器故障诊断	385
数字电路应用——数/模转换器	387
小结	388
练习题	388
试验 13A 模/数转换与数/模转换	390
试验 13B 模/数转换	391
第 14 章 译码器、多路复用器、多路选择器和显示器	393
14.1 译码器	393

14.2	多路选择器	395
14.3	多路复用器	396
14.4	使用多路复用器实现真值表	396
14.5	典型多路复用器和多路选择器集成电路	399
14.6	数字 8 通道示波器复用器	401
14.7	发光二极管	402
14.8	七段显示器	404
14.9	液晶显示器	407
14.10	使用 GAL16V8B 设计 3-8 译码器	410
14.11	译码器故障诊断	412
	数字电路应用——68HC11 微控制器串行通信译码器	414
	小结	415
	练习题	415
	试验 14A 多路复用器、发光二极管和七段显示器	417
	试验 14B 发光二极管	419
第 15 章	三态门和大电流电路接口	421
15.1	三态门	421
15.2	三态门反相器和缓冲器	422
15.3	计算机总线和三态门	425
15.4	大电流/高电压电路接口	427
15.5	七段发光二极管显示器复用器	430
15.6	使用光电耦合器隔离电路	432
15.7	绝缘门双极性三极管	432
15.8	大电流数字电路故障诊断	434
	数字电路应用——光电耦合器的应用	435
	小结	436
	练习题	436
	试验 15A 三态门	437
	试验 15B 大电流接口电路	438
第 16 章	存储器和微型计算机	439
16.1	微型计算机及其组成	439
16.2	中央处理器	440
16.3	存储器	442
16.4	只读存储器	442
16.5	可编程只读存储器	444
16.6	电可编程只读存储器	445
16.7	电可擦除只读存储器	448
16.8	静态随机存取存储器	448

16.9 动态随机存取存储器.....	450
16.10 计算机的输入和输出.....	453
16.11 程序.....	455
16.12 微型控制器.....	457
数字电路应用——68HC711E9 微型控制器应用.....	459
小结.....	461
练习题.....	461
试验 16 随机存取存储器.....	462
附录 A 试验培训计划.....	465
附录 B 试验设备.....	468
附录 C 常用集成电路引脚排列.....	470
附录 D 与非门、MOS 和 CMOS 电路.....	477
附录 E 术语表.....	482
附录 F 自我检查及部分练习题解答.....	488