



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

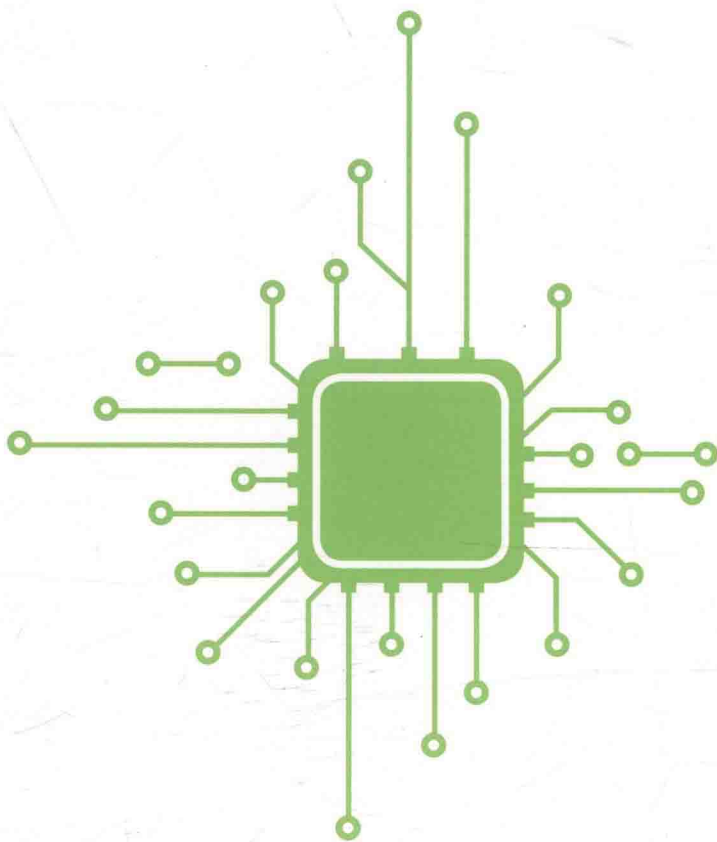
电工电子基础

Digital Circuits and Logic Design

数字电路与逻辑设计

张俊涛 编著

Zhang Juntao



清华大学出版社





教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

Digital Circuits and Logic Design

数字电路与逻辑设计

张俊涛 编著

Zhang Juntao

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书分为三篇,共12章。第一篇为数字电路基础,分为2章,主要讲述数字电路的基本概念、数制与编码以及数字系统分析与设计的工具——逻辑代数。第二篇讲述数字系统设计中常用的集成电路,分为7章,以原理为主线,以器件为目标,讲述基本门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、存储器、脉冲电路和A/D、D/A转换器,并通过章内的思考与练习、章末典型的设计项目让读者及时地掌握知识点并加以应用。第三篇介绍数字设计新技术,分为3章,主要介绍EDA技术的概念、Verilog HDL硬件描述语言以及常用数字器件的描述和有限状态机的设计方法,并配合设计项目,使读者能够快速地熟悉数字系统设计新技术。

本书可作为电子信息类、计算机类专业本科教材或教学参考书,也可以作为数字电路自学或电子技术课程设计的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数字电路与逻辑设计/张俊涛编著. —北京:清华大学出版社,2017

(高等学校电子信息类专业系列教材)

ISBN 978-7-302-46734-2

I. ①数… II. ①张… ②陈… III. ①数字电路—逻辑设计—高等学校—教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第048635号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:焦丽丽

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:20

字 数:466千字

版 次:2017年9月第1版

印 次:2017年9月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00元

产品编号:071421-01

高等学校电子信息类专业系列教材

一 顾问委员会

谈振辉	北京交通大学（教指委高级顾问）	郁道银	天津大学（教指委高级顾问）
廖延彪	清华大学（特约高级顾问）	胡广书	清华大学（特约高级顾问）
华成英	清华大学（国家级教学名师）	于洪珍	中国矿业大学（国家级教学名师）
彭启琮	电子科技大学（国家级教学名师）	孙肖子	西安电子科技大学（国家级教学名师）
邹逢兴	国防科学技术大学（国家级教学名师）	严国萍	华中科技大学（国家级教学名师）

一 编审委员会

主 任	吕志伟	哈尔滨工业大学		
副主任	刘 旭	浙江大学	王志军	北京大学
	隆克平	北京科技大学	葛宝臻	天津大学
	秦石乔	国防科学技术大学	何伟明	哈尔滨工业大学
	刘向东	浙江大学		
委 员	王志华	清华大学	宋 梅	北京邮电大学
	韩 焱	中北大学	张雪英	太原理工大学
	殷福亮	大连理工大学	赵晓晖	吉林大学
	张朝柱	哈尔滨工程大学	刘兴钊	上海交通大学
	洪 伟	东南大学	陈鹤鸣	南京邮电大学
	杨明武	合肥工业大学	袁东风	山东大学
	王忠勇	郑州大学	程文青	华中科技大学
	曾 云	湖南大学	李思敏	桂林电子科技大学
	陈前斌	重庆邮电大学	张怀武	电子科技大学
	谢 泉	贵州大学	卞树檀	第二炮兵工程大学
	吴 瑛	解放军信息工程大学	刘纯亮	西安交通大学
	金伟其	北京理工大学	毕卫红	燕山大学
	胡秀珍	内蒙古工业大学	付跃刚	长春理工大学
	贾宏志	上海理工大学	顾济华	苏州大学
	李振华	南京理工大学	韩正甫	中国科学技术大学
	李 晖	福建师范大学	何兴道	南昌航空大学
	何平安	武汉大学	张新亮	华中科技大学
	郭永彩	重庆大学	曹益平	四川大学
	刘缠牢	西安工业大学	李儒新	中科院上海光学精密机械研究所
	赵尚弘	空军工程大学	董友梅	京东方科技集团
	蒋晓瑜	装甲兵工程学院	蔡 毅	中国兵器科学研究院
	仲顺安	北京理工大学	冯其波	北京交通大学
	黄翊东	清华大学	张有光	北京航空航天大学
	李勇朝	西安电子科技大学	江 毅	北京理工大学
	章毓晋	清华大学	张伟刚	南开大学
	刘铁根	天津大学	宋 峰	南开大学
	王艳芬	中国矿业大学	靳 伟	香港理工大学
	苑立波	哈尔滨工程大学		
丛书责任编辑	盛东亮	清华大学出版社		

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来电子信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》(教高【2012】4 号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于 2014 年 5 月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信

息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

“数字电路与逻辑设计”是电子信息类和计算机类相关专业一门重要的专业基础课程,理论性和实践性都很强。在多年的电子技术教学实践中,作者深切地体会到高等教育必须适应社会的需求,将学以致用作为培养目标,组织教材内容和编写模式,设计项目和习题,使学生能够从系统的角度学习数字电路,进而提高系统设计的能力。

本书作者具有二十多年的电子技术教学经验,主讲 EDA 技术课程十多年,并具有组织和指导大学生电子设计竞赛、EDA/SOPC 电子设计专题、模拟及模数混合应用电路竞赛十多届的丰富经验,为了达到学以致用培养目标,作者在教材的架构、内容的侧重点、设计项目的构思、思考与练习和习题的精选等方面深入思考、精心安排。为了体现“数字电路与逻辑设计”课程的专业基础性,并兼顾没有时序电路难以有效构成数字系统的应用特点,本书采用理论与实践相结合的编排方式,在讲清数字电路理论的同时,注重器件的原理、功能及特性。为了突出教材的针对性和实用性,多数章节配有用于课堂启发教学的思考与练习,并在章末附有设计项目和习题,由浅入深,举一反三,注重系统观点的培养和应用能力的提高。

全书共三篇。第一篇为数字电路基础,分为 2 章,主要讲述数字电路的基本概念、数制与编码以及数字电路分析与设计的工具——逻辑代数。第二篇讲述数字系统设计中常用的集成电路,分为 7 章,以原理为主线,以器件为目标,并通过章内的思考与练习、章末典型的设计项目以便读者及时地掌握知识点并加以应用。第三篇介绍数字设计新技术,分为 3 章,主要介绍 EDA 技术的概念、Verilog HDL 硬件描述语言以及常用数字器件的描述和有限状态机的设计方法,并配合设计项目,使读者能够快速熟悉数字系统设计新技术。

本书的编写力求突出 3 个特点:

(1) 精简——以应用为导向,注重原理设计,简化器件内部电路分析,突出器件的功能、特性和应用;

(2) 完整——在精选内容的同时,注重知识点的完整性。基本门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、存储器、脉冲电路和 A/D、D/A 转换器在数字系统设计中不可或缺,因此本书均有介绍。

(3) 实用——通过章内的思考与练习以及许多典型的设计项目和设计性习题,由浅入深,循序渐进,培养读者系统设计的能力。

本书由张俊涛编写,陈晓莉帮助绘制了教材中的插图,并对书稿进行了多次审核。在本书编写过程中,作者参考了国内外许多经典的数字电路教材和著作,在此向相关作者表示深深的谢意。

本书可作为电子信息类、计算机类专业本科教材或教学参考书,也可以作为数字电路

自学和电子技术课程设计的参考书。将本书作为教材时可采用少学时和多学时两种教学模式,少学时可只讲述第一篇和第二篇,因为前两篇已经涵盖了传统数字电子技术的经典内容;多学时可选讲第三篇,以拓展视野,进一步提高数字系统设计的能力。

鉴于作者的水平,书中难免存在疏漏、不妥甚至错误之处,恳请读者提出批评意见和改进建议。

编 者

2017 年 5 月

目录

CONTENTS

第一篇 数字电路基础

第 1 章 绪论	3
1.1 数字信号与数字电路	3
1.2 数制	4
1.2.1 十进制	5
1.2.2 二进制	5
1.2.3 十六进制	5
1.2.4 不同进制的转换	6
1.3 补码	8
1.4 编码	10
1.4.1 十进制代码	10
1.4.2 循环码	11
1.4.3 ASCII 码	12
习题	12
第 2 章 逻辑代数基础	14
2.1 逻辑运算	14
2.1.1 与逻辑	14
2.1.2 或逻辑	15
2.1.3 非逻辑	16
2.1.4 两种复合逻辑	16
2.1.5 两种特殊逻辑	17
2.2 逻辑代数中的公式	18
2.2.1 基本公式	18
2.2.2 常用公式	20
2.2.3 关于异或逻辑	20
2.3 三种规则	21
2.3.1 代入规则	21
2.3.2 反演规则	22
2.3.3 对偶规则	23
2.4 逻辑函数的表示方法	23
2.4.1 真值表	23
2.4.2 函数表达式	24
2.4.3 逻辑图	24

2.4.4 表示方法的相互转换	24
2.5 逻辑函数的标准形式	27
2.5.1 最小项表达式	27
2.5.2 最大项表达式	28
2.6 逻辑函数的化简	29
2.7 无关项及其应用	34
习题	36

第二篇 数字集成电路

第3章 门电路	41
3.1 分立元件门电路	42
3.1.1 二极管与门	43
3.1.2 二极管或门	44
3.1.3 三极管反相器	44
3.2 集成门电路	46
3.2.1 CMOS 反相器	47
3.2.2 其他逻辑门电路	54
3.2.3 两种特殊门电路	56
3.2.4 CMOS 传输门	61
3.3 设计项目	63
习题	64
第4章 组合逻辑器件	67
4.1 组合逻辑电路概述	67
4.2 组合电路的分析与设计	67
4.2.1 组合电路设计	68
4.2.2 组合电路分析	70
4.3 常用组合逻辑器件	72
4.3.1 编码器	72
4.3.2 译码器	76
4.3.3 数据选择器与分配器	81
4.3.4 加法器	87
4.3.5 数值比较器	91
4.3.6 奇偶校验器	94
4.4 设计项目	96
习题	97
第5章 锁存器与触发器	100
5.1 基本锁存器及其描述方法	100
5.2 门控锁存器	104
5.3 脉冲触发器	107
5.4 边沿触发器	110
5.5 逻辑功能和动作特点	112
5.6 设计项目	113

习题	114
第 6 章 时序逻辑器件	118
6.1 时序逻辑电路概述	118
6.2 时序电路的功能描述	120
6.2.1 状态转换表	120
6.2.2 状态转换图	121
6.2.3 时序图	121
6.3 时序电路的分析与设计	122
6.3.1 时序电路分析	122
6.3.2 时序电路设计	125
6.4 寄存器与移位寄存器	133
6.4.1 寄存器	133
6.4.2 移位寄存器	134
6.5 计数器	139
6.5.1 同步计数器设计	139
6.5.2 异步计数器分析	149
6.5.3 其他进制计数器的改接	152
6.5.4 两种特殊计数器	157
6.6 典型时序逻辑单元电路	160
6.6.1 顺序脉冲发生器	160
6.6.2 序列信号产生器	161
6.7 设计项目	165
6.7.1 交通灯控制器设计	165
6.7.2 简易频率计设计	169
6.7.3 数码管控制器设计	170
习题	173
第 7 章 半导体存储器	176
7.1 ROM	176
7.2 RAM	180
7.2.1 静态 RAM	180
7.2.2 动态 RAM	181
7.3 存储容量的扩展	182
7.4 ROM 的应用	183
7.4.1 实现组合逻辑函数	183
7.4.2 实现代码转换	184
7.4.3 构成函数发生器	185
7.5 设计项目	185
7.5.1 DDS 信号源设计	185
7.5.2 LED 点阵驱动电路设计	187
习题	190
第 8 章 脉冲电路	192
8.1 描述脉冲的主要参数	192

8.2	555 定时器及应用	193
8.2.1	施密特电路	194
8.2.2	单稳态电路	197
8.2.3	多谐振荡器	201
8.3	设计项目	205
习题		205
第 9 章	数模与模数转换器	210
9.1	数模转换器	210
9.1.1	权电阻网络 DAC	210
9.1.2	梯形电阻网络 DAC	212
9.1.3	D/A 转换器的性能指标	215
9.2	模数转换器	216
9.2.1	采样-保持电路	217
9.2.2	量化与编码电路	218
9.2.3	A/D 转换器的性能指标	224
9.3	设计项目	225
9.3.1	可编程增益放大器设计	225
9.3.2	数控直流稳压电源设计	226
9.3.3	温度测量电路设计	228
习题		230

第三篇 数字设计新技术

第 10 章	EDA 技术基础	235
10.1	EDA 技术综述	235
10.1.1	PLD 的发展历史	235
10.1.2	硬件描述语言	236
10.1.3	EDA 工具软件	236
10.2	Verilog HDL	237
10.2.1	Verilog 基本结构	237
10.2.2	三种描述方法	239
10.2.3	层次化设计方法	249
10.3	Verilog HDL 语法	250
10.3.1	基本语法	250
10.3.2	数据类型	252
10.3.3	参数定义	254
10.3.4	操作符	254
10.4	测试激励文件	260
第 11 章	常用数字器件的描述	262
11.1	组合器件的描述	262
11.1.1	基本门电路	262
11.1.2	编码器	262
11.1.3	译码器	264

11.1.4	数据选择器	265
11.1.5	数值比较器	266
11.1.6	三态缓冲器	267
11.1.7	奇偶校验器	268
11.2	时序器件的描述	268
11.2.1	锁存器与触发器	268
11.2.2	计数器	271
11.2.3	分频器	272
11.2.4	双口 RAM	274
11.3	设计项目	274
11.3.1	100MHz 频率计设计	274
11.3.2	正弦波信号源设计	277
11.3.3	VGA 彩格控制电路设计	279
习题		284
第 12 章	有限状态机设计	285
12.1	状态机一般设计方法	285
12.2	状态编码	286
12.3	状态机设计示例	287
12.4	设计项目	289
12.4.1	逐次渐近型 A/D 转换器的设计	289
12.4.2	交通灯控制器的设计	292
12.4.3	等精度频率计的设计	294
习题		299
附录 A	常用门电路逻辑符号对照表	300
附录 B	常用元器件引脚速查	301
参考文献		303

第一篇

ARTICLE

数字电路基础

电子技术飞速发展的几十年间,数字技术的应用改变了世界。人们每天都要获取大量的信息,而这些信息的传输、处理和存储越来越趋势于数字化。

1. 数字产品

在人们的日常生活中,典型的数字产品主要有以下三种。

1) 计算机

计算机是数字系统的典型代表,已经广泛应用于人们的日常生活和工作。

自20世纪40年代第一台数字计算机诞生以来,伴随着半导体工艺技术的提高,计算机的功能越来越强大,其性能也大幅度提高,在数据处理、数字音视频技术和数字通信等领域都得到了广泛的应用。近30年来,“数字革命”扩展到人们生活的方方面面。计算机不仅成为了人们学习和工作的平台,同时又是文化传播和娱乐的平台,人们可以通过计算机听音乐、看电影、欣赏图片、浏览网页等。

2) 数码相机

数码相机的发展和广泛应用主要依赖于数字存储和数字图像处理技术。

40多年前,大多数照相机用银卤化物胶片记录图像。胶片需要经过曝光、冲洗、显影等过程才能呈现出摄入的图像信息。如今,半导体制造工艺技术的提高使得半导体存储器的容量大幅度提高,而成本大幅度降低,这使得存储器成为图像信息存储的主要载体。数码相机摄入的图像经压缩记录为数字信息存储在SD卡、U盘等半导体存储器中,这种方式便于图像的传输、备份、加工和处理。每幅图像记录为720p、1080p或者更大的像素矩阵,其中每个像素又可以用8位或更多比特表示红、绿、蓝三基色的强度值。

3) 智能手机

智能手机在人们日常生活中扮演着重要的角色,已经成为通信、电子商务的主要工具。

手机从初期以语音通信为主要功能的普通手机发展到现在的集通信、数字音视频、电子商务、卫星定位和导航等多种功能于一体的智能手机,其内部核心电路是以微处理器为核心

的数字系统。同时,手机的内置摄像头使得人们可以随时随地地拍照,高分辨率的显示屏可以方便地实现视频播放和图片显示,语音接口可以方便地实现录音和音乐播放,高清地图配合 GPS 可以为人们提供实时导航服务。

除上述典型的数字产品外,数字技术的应用领域十分广泛,包括医学信息处理、仪器仪表、工业控制以及音视频信息处理等领域。

2. 数字技术的优点

数字技术之所以能够广泛应用,主要因为数字电路与模拟电路相比,有许多优点:

(1) 抗干扰能力强。数字电路能够在相同的输入条件下精确地产生相同的结果,而模拟电路容易受到温度、电源电压、噪声、辐射和元器件老化等因素的影响,在相同的输入条件下输出结果可能会不同。

(2) 数字信号便于传输和处理。数字系统可以很容易地实现对信息的编码,以提高通信效率和可靠性,而且容易实现信息的加密,从而可以有效地保护知识产权。例如,目前许多住宅小区的有线电视网络将信息编码成数字信号进行传输,再通过机顶盒解码出视频与音频信息。除了提供上网和回看等附加功能外,便于收费也是其主要功能之一。

(3) 成本低。数字电路可以被集成在单个芯片里,如 CPU、单片机和 FPGA 等,以很低的成本进行量产。如经典的 MCS-51 单片机的售价只有几元;等效门电路达到百万门的 FPGA,可以集成功能强大的微处理器、DSP 和乘法器等,其售价也只有几十元到上百元。

为理解数字电路的工作原理,掌握数字电路的分析与设计方法,需要系统地学习数字电子技术。本篇首先介绍数字电路的相关概念,然后讲解分析与设计数字系统的数学工具——逻辑代数。

1.1 数字信号与数字电路

人类社会通过各种各样的方式传递信息。古人用烽火传递战争预警信息,用击鼓鸣金传送战场上的命令信息。边关的战事信息需要通过快马加鞭的方式接力传递,费时费力,效率低下。

随着电磁波的发现和半导体器件的产生及性能的提高,信息的传递方式也发生了巨大的变化。从起初的电报、电话发展到网络通信、移动通信和卫星通信等,大大地提高了信息传递的效率,丰富了人们的生活,拉近了人与人之间的距离。相应地,人类社会也从农业社会、工业社会步入了信息化社会。

承载信息的载体称为信号(signal),或者说,信号是信息的表现形式。信号一般表现为随时间、空间等因素变化的某种物理量。例如,语音信号随时间变化,气压信号随高度和温度变化,而图像信号随空间变化。在电子信息领域,习惯于将信号理解为随时间变化的一维信号,因此记为 $f(t)$ 。

根据自变量 t 是否连续取值,将信号分为连续时间信号和离散时间信号。又根据信号的幅值是否连续,将信号分为幅值连续的信号和幅值离散的信号。这样,就可以组合出以下四类信号:

第一类信号:时间连续、幅值连续的信号,如图 1-1(a)所示;

第二类信号:时间离散、幅值连续的信号,如图 1-1(b)所示;

第三类信号:时间连续、幅值离散的信号,如图 1-1(c)所示;

第四类信号:时间离散、幅值离散的信号,如图 1-1(d)所示。

将第一类信号——时间连续、幅值连续的信号称为模拟信号(analog signal),将第四类信号——时间离散、幅值离散的信号称为数字信号(digital signal)。第二类和第三类信号则为模拟信号转换为数字信号和将数字信号还原为模拟信号时产生的过渡信号。例如,对模拟信号进行采样产生第二类信号(因此也称为采样信号),再对幅值进行量化后转换为数字信号,如图 1-2 所示。相应地,将数字信号经过 D/A 转换为第三类信号,再经过低通滤波后还原为模拟信号。产生和处理模拟信号的电子电路称为模拟电路,产生和处理数字信号的电子电路称为数字电路。而第二类和第三类信号在模拟电路和数字电路课程中均有涉及。

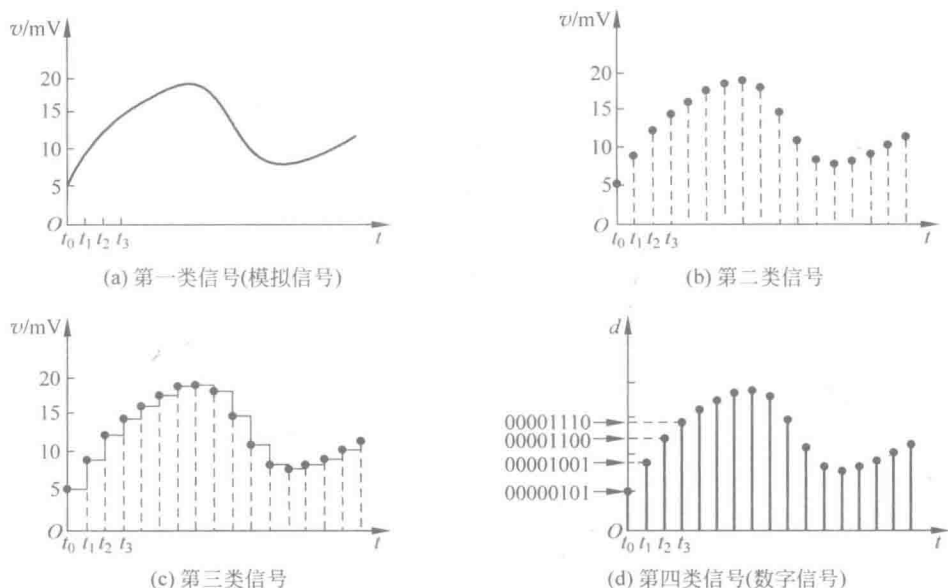


图 1-1 信号的分类

数字系统在信息处理、存储、加密和传输等方面有着独特的优势,但自然界中大多数物理量本质上是模拟量。因此,当需要用数字系统处理模拟信号时,首先需要将模拟信号转换为数字信号,经数字系统处理后,根据需要再还原成模拟信号。例如,音频信号数字化处理

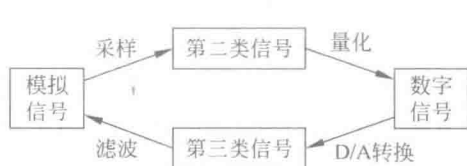


图 1-2 模拟信号与数字信号的转换

流程如图 1-3 所示,前端将模拟音源信号经过调理后转换为数字信号,再经过信源编码、调制记录到存储介质上,或者通过信道编码利用传输介质进行传输,后端则通过光盘传递或网络下载后,经过解调或者信道解码、信源解码后再还原出音源信息。

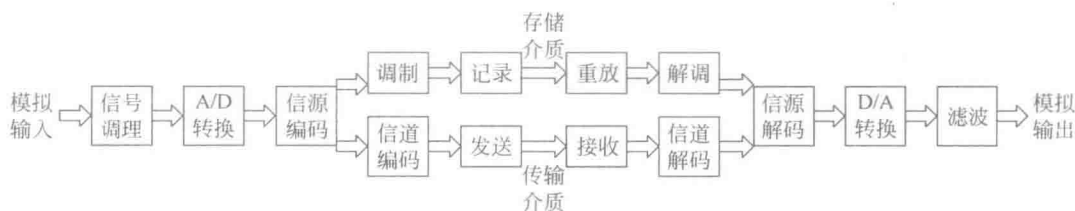


图 1-3 音频信号数字化处理流程

数字电路课程的特点是入门简单,但内容繁多,既包含逻辑分析与设计,又包含电路分析与设计。因此,在设计数字系统时,通常需要在逻辑功能与电路性能之间进行综合考虑。

1.2 数制

数制即记数所采用的体制,具体是指多位数码中每位数码的构成方式,以及从低位到高位