



普通高等教育“十五”国家级规划教材

电子技术 及其应用基础

数字部分

李哲英 骆 丽 张有根 李晓光 编
李哲英 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十五”国家级规划教材

电子技术及其应用基础

数字部分

李哲英 骆 丽 张有根 李晓光 编
李哲英 主编

高等教育出版社

内容简介

本书比较系统地讨论了数字逻辑系统和数字电路的分析和设计方法,内容包括逻辑系统基本特征、数字电路基本特征、数字逻辑信号特征、组合逻辑的分析和设计方法,时序逻辑系统的分析和设计方法。根据电子技术的发展趋势,在注重基本理论与技术的同时,本书比较详细地介绍了 HDL 设计方法的特点,以及现代数字逻辑电路系统的设计技术,其中包括行为描述、仿真验证以及测试方法。本书突出强调了数字逻辑系统与数字电路之间的关系,以数字逻辑系统行为特性和数字电路行为特性为核心,介绍了用数字电路实现数字逻辑系统的基本技术和方法。这些都是现代电子技术应用的基本概念与技术。书中附有大量的思考题、练习题和习题。本书适用于计算机和电子信息类专业本科教学,也可供其他专业和有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术及其应用基础.数字部分 / 李哲英主编.
北京:高等教育出版社,2003.8
ISBN 7-04-011989-7

I. 电... II. 李... III. 数字电路—电子技术
IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 043833 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 北京民族印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 34.75
字 数 650 000

版 次 2003 年 8 月第 1 版
印 次 2003 年 8 月第 1 次印刷
定 价 39.40 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

前 言

数字电路技术是现代工程技术的重要组成部分,是信息技术的基础。

近些年来,电子技术与信息技术紧密结合,相互促进,形成飞速发展的态势。这对高等理工院校电气、电子、计算机和信息工程学科人才的培养提出了新的要求。如何根据电子与信息技术的发展现状和方向,提供相应的基础理论与技术,并充分反映新技术的应用,是编写电子技术教科书必须考虑的一个重要问题。

1995年,IEEE在电气、电子及相关学科本科培养的基本要求中提出,科学技术课程必须是面向应用的课程,这些课程应与实验室相结合,以增强测试、数据采集和分析以及工程文件撰写和表达能力。这些课程必须包括电气、电子基本技术和电路分析基础。这一要求体现了本科电子技术课程的基本教学目标。

对电气、电子、计算机和信息学科有关电子技术课程的本科教学而言,就是要注重基础理论和基本技术的培养,注重技术应用能力的培养。在基础理论、基本技术和应用能力培养过程中,电子技术课程既是一门技术基础课,又是一门应用技术课。作为技术基础课,电子技术课程的基本内容需包括基本原理和基本分析技术两个方面。基本原理介绍半导体器件及其应用技术的基本原理,基本分析技术提供有关电子电路或系统的模型分析技术,其中包括分析目的、分析方法和分析手段。

作为教材,如何体现基本技术内容是十分关键的问题。电子技术教材不能是电子与技术学科的百科全书,但必须包括电子科学与技术应用所需要的全部基本概念和技术内容。电子技术教材不应成为一个器件和应用电路手册,但必须提供器件和应用电路分析所必需的基本技术。为了适应现代电子技术应用对人才的要求,本书吸收了20世纪90年代以来国际国内电子技术和相关课程教学改革成果,以满足计算机科学与技术、信息工程等学科专业人才培养的新目标和新要求为目的,突出了电子技术中基本物理概念和现代分析设计技术。本教材所涉及的基本内容包括:

1. 数字逻辑的物理概念和数学概念。
2. 数字逻辑系统的分析方法与分析技术。
3. 电路模块的物理模型和数学模型。
4. 数字逻辑系统的软件实现方法与技术。
5. 系统分析技术和分析工具的应用。

6. 系统设计技术与工具的应用。

7. 数字电路集成技术的基本概念。

在教学内容和习题中,全面采用了现代分析和设计概念与工具。

本书分为基础部分和技术部分。

基础部分包括绪论、第1章、第2章、第3章、第4章。绪论介绍了有关数字逻辑和数字电路的一些基本概念和知识,为学习数字电路奠定基础。第1章、第2章和第3章较详细地介绍了数制、编码、数字逻辑,以及数字逻辑系统的数学描述方法(建模方法和技术)。第4章介绍数字电路的基本结构和应用特性,这是学习数字电路的数学基础。对于学时较少的数字电路课程,可以把第一部分作为24~32学时的教学内容。

技术部分包括第5章、第6章、第7章、第8章,内容包括数字电路系统的分析、设计技术与方法,还包括A/D和D/A及集成数字电路的基本概念。这部分可以作为24学时的教学内容,其中第8章可以作为阅读部分而无需课堂讲授。

在第2章和第3章中,分别介绍了Verilog描述模块的建立方法,其后各章则把Verilog描述语言作为基本工具使用。

本书可作为48学时的数字电子技术课程教科书,实际教学学时可以为40学时。必须注意,本书在教学过程中应当配有12~18个基本实验(其中应有6~8个应用设计性实验),约需24~36个实验学时。另外,本书使用中还应要求学生撰写至少1篇小论文。各章的习题都可以扩展为小论文的研究题目,也可结合各章内容和习题,布置应用性论文的撰写。

本书的基本体系和内容已经在北方交通大学计算机科学与技术系1996、1997、1998、1999、2000和2001级本科生、生物医学工程系2001级本科生,以及北方交通大学电子工程系电子科学与技术专业2001级本科生的“电子技术基础”课程中使用,取得了良好的教学效果。

本书在编写过程中得到了电子工程系教师的大力支持,电子工程系的刘元盛工程师、国家电工电子教学基地的李维敏、北方交通大学计算机科学技术系黄厚宽教授、罗四维教授对本书的内容和体系提出了很好的建议,清华大学董在望教授、北京理工大学罗伟雄教授、北京联合大学信息工程学院王毓银教授和李金平副教授对本书编写提出了宝贵意见,给予了热情帮助。作者在此一并致谢。

本书的绪论、第4章、第5章、第8章和附录由李哲英教授编写,第1章、第2章、第3章、第6章、第7章由骆丽副教授编写,李晓光副教授参与了第4章的编写工作,张有根副教授参与了第5章的编写工作,刘元盛工程师提供了本书大部分的电路实验验证。此外,骆丽副教授还制作了本书的电子教案。全书由李哲英教授担任主编并统稿。

由于作者水平有限,再加上电子技术的飞速发展,书中一定存在着不足和缺

陷,作者真诚地希望得到广大同行和学生的批评指正。

李哲英

2003年1月26日于北方交通大学

策划编辑	张培东
责任编辑	李葛平
封面设计	张楠
责任绘图	朱静
版式设计	马静如
责任校对	朱惠芳
责任印制	陈伟光

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将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，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 82028899 转 6897 (010)82086060

传真：(010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮编：100011

购书请拨打读者服务部电话：(010)64054588

目 录

绪论	1
0-1 数字逻辑与数字电路	2
0-2 工程问题的数字逻辑模型	7
0-3 数字逻辑系统的分析和设计工具	10
0-4 数字电路技术的发展趋势	11
本章小结	12
练习与习题	12
第1章 数制与编码	16
1-1 数制	16
1-1-1 数制与表示方法	16
1-1-2 二进制的基本算术运算	20
1-1-3 数制转换	22
1-2 编码	31
1-2-1 有符号数的编码	31
1-2-2 有小数点的数的编码	38
1-2-3 字符和其他编码	39
1-3 数字逻辑系统实现数学运算的基本原理	46
本章小结	47
练习与习题	47
第2章 逻辑代数基础	50
2-1 逻辑代数的基本概念	50
2-1-1 基本逻辑关系与逻辑运算	50
2-1-2 逻辑关系的数学描述	53
2-1-3 逻辑函数的基本表达式	58
2-2 逻辑代数的物理概念	67
2-2-1 物理事件的逻辑函数描述	67
2-2-2 不完全确定的逻辑函数	68
2-2-3 逻辑函数的物理实现	70
2-3 逻辑代数的基本规则与定理	75
2-3-1 基本定律	75

2-3-2 反演规则与对偶规则	77
2-3-3 扩展定理	80
2-4 逻辑代数的化简	85
2-5 逻辑关系的 Verilog HDL 描述	86
2-5-1 逻辑表达式的 Verilog 描述	87
2-5-2 真值表的 Verilog 描述	92
2-5-3 逻辑图的 Verilog 描述	93
本章小结	94
练习与习题	95
第3章 数字逻辑系统建模	100
3-1 数字逻辑系统的分类	100
3-1-1 组合逻辑	100
3-1-2 时序逻辑	102
3-2 组合逻辑系统的建模	107
3-2-1 逻辑表达式建模	107
3-2-2 真值表建模	110
3-2-3 逻辑图建模	112
3-2-4 波形图建模	114
3-2-5 组合逻辑的 Verilog HDL 描述	115
3-3 时序逻辑的状态模型	125
3-3-1 状态的基本概念	125
3-3-2 状态的描述模型	126
3-3-3 时序逻辑的 Verilog HDL 描述	134
3-4 逻辑函数的化简	138
3-4-1 卡诺图化简	139
3-4-2 表格法化简(Q-M 法)	147
3-4-3 包含任意项的逻辑函数的化简	163
3-5 状态化简	166
3-5-1 确定状态逻辑系统的状态化简	166
3-5-2 不完全确定状态逻辑系统的状态化简	174
本章小结	180
练习与习题	180
第4章 基本数字电路	186
4-1 数字集成电路	186
4-1-1 数字集成电路的分类	186
4-1-2 逻辑电平与正负逻辑	191
4-1-3 数字集成电路的主要技术特性	191

4-2 基本逻辑门电路	198
4-2-1 二极管门电路	198
4-2-2 TTL 门电路	201
4-2-3 CMOS 门电路	212
4-2-4 时间特性与三态门的 Verilog HDL 描述	219
4-3 触发器	220
4-3-1 单稳态触发器与双稳态触发器	220
4-3-2 双稳态触发器的工作原理	221
4-3-3 几种典型的触发器	229
4-3-4 触发器的主要技术指标和使用注意事项	237
4-4 存储器电路	240
4-4-1 存储器的基本概念	240
4-4-2 存储单元的基本结构	244
4-4-3 存储器的地址译码	248
4-5 可编程逻辑器件	251
4-5-1 可编程逻辑器件的基本结构	252
4-5-2 CPLD 器件的基本结构	257
4-5-3 FPGA 器件的基本结构	262
4-6 数字电路的基本参数与测量技术	266
4-6-1 数字电路基本参数	266
4-6-2 基本测量技术	267
本章小结	269
练习与习题	269
第 5 章 数字电路基本分析技术	275
5-1 数字电路基本分析的概念	275
5-1-1 数字电路分析的目的	275
5-1-2 数字电路的分析模型	276
5-1-3 数字电路的基本分析技术	279
5-1-4 数字电路的仿真分析	292
5-2 组合逻辑电路分析	294
5-2-1 组合逻辑电路分析的基本步骤	295
5-2-2 组合逻辑的基本功能模块	299
5-2-3 含功能模块的组合逻辑电路的行为分析	320
5-2-4 组合逻辑电路时间特性分析	330
5-3 同步时序逻辑电路分析	333
5-3-1 同步时序逻辑电路分析的基本步骤	333
5-3-2 时序逻辑的基本功能模块	341

5-3-3 含功能模块的同步时序逻辑电路的行为分析	353
5-4 异步时序逻辑电路分析	363
5-4-1 脉冲异步时序逻辑电路分析	364
5-4-2 电平异步时序逻辑电路分析	370
5-4-3 异步时序逻辑电路的竞争与冒险	380
5-5 数字电路的逻辑测试分析技术	381
5-5-1 逻辑测试的基本概念	381
5-5-2 数字电路的逻辑测试设计	382
本章小结	384
练习与习题	384
第6章 数字电路设计基础	395
6-1 数字电路应用设计的概念	395
6-2 组合逻辑电路的设计	401
6-2-1 组合逻辑电路基本设计方法	401
6-2-2 组合逻辑电路设计实例	403
6-2-3 组合逻辑电路设计应注意的问题	431
6-3 时序逻辑电路的设计	433
6-3-1 时序逻辑电路设计的概念	433
6-3-2 同步时序逻辑电路设计实例	434
6-3-3 脉冲异步时序逻辑电路设计实例	455
本章小结	459
练习与习题	459
第7章 A/D 与 D/A 转换电路	464
7-1 DSP 系统的基本概念	464
7-2 D/A 转换电路	467
7-2-1 D/A 转换的基本原理	467
7-2-2 D/A 转换的主要技术指标	469
7-2-3 典型的 D/A 转换电路	472
7-2-4 D/A 转换电路的输出极性	478
7-2-5 集成 D/A 转换器 DAC0832	478
7-3 A/D 转换电路	482
7-3-1 A/D 转换的基本原理	482
7-3-2 A/D 转换的主要技术指标	486
7-3-3 基本的取样-保持电路	486
7-3-4 典型的量化编码电路结构	487
7-3-5 集成 A/D 转换器 ADC0809	490
本章小结	491

练习与习题	491
第 8 章 集成数字电路 EDA 技术概述	493
8-1 集成数字电路设计的基本概念	493
8-1-1 结构设计	493
8-1-2 数字电路的仿真	495
8-2 集成数字电路 EDA 设计的基本概念	496
8-2-1 分析和设计工具的技术特征	497
8-2-2 数字系统自动设计流程	498
8-3 集成数字电路测试技术	500
8-3-1 测试概念	501
8-3-2 测试矢量设计	506
8-3-3 边界扫描 JTAG(IEEE 1149.1)的基本概念	508
练习与习题	510
附录 Verilog HDL 介绍	511
附录 1-1 语言	512
附录 1-2 程序结构	514
附录 1-3 数据类型	517
附录 1-4 算子	521
附录 1-5 控制结构	523
附录 1-6 其他语句	527
附录 1-7 定时控制	531
附录 1-8 系统任务	537
参考文献	540

绪 论

数字逻辑与数字电路技术,是现代信息系统中两项十分重要的基本技术。

数字逻辑技术就是用数学方法研究和处理事件之间的逻辑关系。实际工程中许多问题可以转化为数字逻辑问题,例如计算机数据处理、工业系统开关量的控制等。数字电路技术是现代电子技术的重要组成部分,主要研究数字逻辑的电路实现方法,是数字逻辑处理的物理实现技术之一。

数字逻辑系统是利用数字逻辑技术建立的系统,也就是用数字逻辑概念描述工程实际中的基本问题,建立相应的数字逻辑模型,并用相应技术实现,简称为逻辑系统或数字系统。最早出现的数字系统是 100 多年前的铁路信号控制系统。随着科学技术的发展,特别是计算机和集成电路技术的发展,数字逻辑与数字电路已经成为现代工业的技术基础。从第一个数字逻辑厚膜电路的诞生到现在的 40 年中,数字系统得到了突飞猛进的发展。特别是 20 世纪 70 年代以来,由于电子器件制作工艺的长足进步,数字电路从小规模集成电路(SSI)发展成为中规模集成电路(MSI)、大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI),目前已经进入系统集成(SOC)阶段。数字电路支持下的数字逻辑系统,已经成为现代信息技术的支柱,是现代科学技术的重要基础。因此,数字逻辑系统的分析和设计已经成为现代电气、电子和计算机工程师必须掌握的基本技术。

数字逻辑与数字电路课程的基本内容包括两方面,一方面是数字逻辑技术,也就是对数字逻辑系统逻辑模型的分析与设计,另一方面是数字电路技术,也就是对数字逻辑系统物理模型及具体实现(数字电路)的分析和设计。

数字逻辑与数字电路技术可分为硬件与软件两部分。所谓硬件技术,是指数字电路系统的分析、设计和实现。所谓软件包含两层含义,一层是指数字电路系统需要软件控制才能正常工作(例如计算机中的程序),另一层是指与数字逻辑系统分析设计相关的软件工具。因此软件技术就是对数字逻辑系统中控制软件的分析设计,以及相关辅助分析设计工具的设计(Electronic Design Assistance - EDA 技术)。对现代数字逻辑系统来说,软件与硬件已经融为一体。没有软件的支持,就无法实现对数字逻辑系统的分析设计,数字系统也无法正常工作。同样,如果没有硬件的支持,再好的数字逻辑系统也只是纸上谈兵。所以,数字逻辑系统中的硬件和软件技术是不可分割的统一体。

本章将介绍有关数字逻辑和数字电路的基础知识。

0-1 数字逻辑与数字电路

一、数字逻辑

1. 逻辑状态与逻辑关系

工程实际中,对有些事件而言,不需考虑事件的大小,只需考虑事件的“有”、“无”状态,以及多个事件之间的逻辑因果关系。事件的这类状态称为逻辑状态,事件之间的这种因果关系称为逻辑关系。

基本逻辑关系包括“与”逻辑、“或”逻辑和“非”逻辑,其他逻辑关系可以由这3种基本关系组合得到。

“与”逻辑:当决定某一事件的所有条件都具备时,这一事件才会发生,这种因果关系就是“与”逻辑关系。例如,图0-1-1所示的电路中,两个串联的开关A、B同时控制一盏灯。只有当开关A、B同时合上时,灯才会亮。

“或”逻辑:只要决定某一事件的所有条件中有一个或几个条件具备,这一事件就会发生,这种因果关系就是“或”逻辑关系。例如,将图0-1-1所示的两个开关改为并联,只要开关A或开关B中有一个合上,灯就会亮,如图0-1-2所示。

“非”逻辑:只要决定某一事件的条件具备时,这一事件就不会发生,这种因果关系就是“非”逻辑关系。例如,图0-1-3所示的电路中,只要开关A断开,灯就亮;开关A合上,灯就灭。

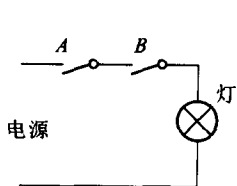


图0-1-1 非逻辑示例

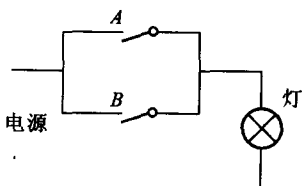


图0-1-2 或逻辑示例

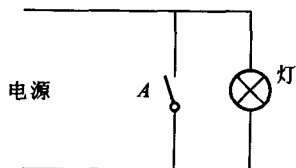


图0-1-3 非逻辑示例

通过“与”、“或”、“非”3种逻辑关系可以构成其他一些常见的逻辑关系,如“与非”、“或非”、“异或”和“同或”等。

“异或”逻辑关系是指决定某一事件的两个条件中只有一个成立时,这一事件成立。

“同或”逻辑关系是指决定某一事件的两个条件同时成立或者同时不成立时,这一事件成立。

2. 数字逻辑

对于图 0-1-1 所示的电路,如果用字母 A 、 B 和 F 分别代表两个开关和灯,而用数字 1 和 0 表示开关的闭合与断开、灯的亮与灭,用数学中的运算符“ $\cdot$ ”代表与逻辑关系,则可以用数学方式描述图 0-1-1 所示的两个开关控制一个灯的电路。这种利用数学方式描述事件、事件的逻辑状态和事件之间逻辑关系的方法就称为数字逻辑。其中事件、逻辑状态和逻辑关系分别称为数字逻辑变量、数字逻辑值和数字逻辑运算。

数字逻辑变量:简称逻辑变量,代表各事件,如 A 、 B 、 C 等。逻辑变量分为输入逻辑变量和输出逻辑变量,输入逻辑变量表示决定某事件的各个条件事件,输出逻辑变量代表由条件事件决定的事件。图 0-1-1 中两个开关就是输入逻辑变量,灯就是输出逻辑变量。

数字逻辑值:简称逻辑值,没有数量概念,只代表事件的“有”或“无”、“是”或“非”等逻辑状态。由于数字电路硬件的限制,很难实现用 10 种稳定的、相互独立的状态来表示日常生活所习惯的十进制数,而实现两种稳定状态则较容易。例如,灯的“亮”与“灭”,三极管的“导通”与“截止”,电平的“高”与“低”等,这些都采用二值逻辑,也就是逻辑变量只有两个值。这两个逻辑值常用 1 和 0 表示,叫作逻辑 1 和逻辑 0。

数字逻辑运算:简称逻辑运算,就是用数学运算描述各事件之间的逻辑关系。由于基本逻辑关系为“与”、“或”和“非”逻辑,则与此对应的基本逻辑运算为“与”、“或”和“非”运算,分别用运算符“ $\cdot$ ”、“ $+$ ”和“ $-$ ”表示。一般可以省略符号“ $\cdot$ ”。其他逻辑运算可以由这 3 种基本运算组合实现。

逻辑运算只与事件的逻辑状态有关,即只处理逻辑状态。例如,图 0-1-1 中,用字母 A 、 B 和 F 分别代表两个开关和灯,则 $A \cdot B$ 表示两个开关之间的“与”运算。如果用逻辑 1 表示开关闭合和灯亮,用逻辑 0 表示开关断开和灯灭,则 $1 \cdot 1 = 1$ 表示两个开关同时闭合时灯亮, $1 \cdot 0 = 0$ 、 $0 \cdot 1 = 0$ 和 $0 \cdot 0 = 0$ 表示两个开关同时断开或其中一个断开时灯灭,即 $F = A \cdot B$ 。可以看出,数字逻辑中的“与”逻辑与普通代数中的乘法运算类似,所以也称为逻辑乘;数字逻辑中的“或”逻辑与普通代数中的加法运算类似,所以也称为逻辑加。例如,图 0-1-2 中, $A + B$ 表示两个开关之间的“或”运算, $1 + 1 = 1$ 、 $1 + 0 = 1$ 和 $0 + 1 = 1$ 表示其中一个开关闭合或两个开关同时闭合时灯亮, $0 + 0 = 0$ 表示两个开关同时断开时灯灭,即 $F = A + B$ 。图 0-1-3 中, $\bar{1} = 0$ 或 $\bar{0} = 1$ 分别表示开关 A 闭合或断开时灯灭或亮,即 $F = \bar{A}$ 。

3. 数字逻辑系统与数字逻辑模型

数字逻辑系统是利用数字逻辑技术建立的系统。在数字逻辑系统中,事件具有逻辑状态,事件之间具有逻辑关系,其基本工作是处理逻辑变量之间的逻辑

关系,即进行逻辑运算。例如,图 0-1-1 所示电路就是一个灯控制逻辑系统,通过对两个开关的开合控制实现灯的亮灭控制。

所谓数字逻辑模型,是指用数字逻辑抽象地描述实际的逻辑系统,表达了系统中各事件之间的逻辑关系,反映了系统的行为特性。例如, $F = A \cdot B$ 就是表示图 0-1-1 所示灯控制逻辑系统的数字逻辑模型。

工程实际中,常把数字逻辑模型简称为逻辑模型。逻辑模型是分析、研究和设计数字逻辑系统的基础,具有以下特点:

(1) 表征逻辑特性

表征逻辑特性是指逻辑模型不代表数值关系,只代表逻辑值关系。逻辑关系的运算结果只有真和假、有和无等,不存在连续变化的可能性。

(2) 表现形式多样性

同一个逻辑模型可以有多种不同的表现形式。所谓不同的表现形式,是指对同一逻辑模型的不同数学描述。这是由研究问题的出发点和数字逻辑关系描述方法所决定。例如,对同一个逻辑系统,可以使用与普通代数类似的表达式形式建立逻辑模型,也可以用表格(表格中具体给出输入逻辑变量的各种取值以及对应的输出变量值)、图形(用逻辑符号和连线表示逻辑变量之间的逻辑关系)等作为逻辑模型。任何工程问题都可以用不同的数学工具进行研究,这也是逻辑模型具有不同表现形式的重要原因。必须注意,尽管逻辑模型的表现形式不同,但所描述的数字逻辑系统功能和行为却应当相同。逻辑模型的不同表现形式之间可以相互转换。

(3) 逻辑模型多样性

同一个数字逻辑系统,当限制条件或分析目的不同时,可以有不同的逻辑模型,但可以在一定条件下相互转换。这种转换在数学上叫作映射。例如,不考虑数字电路的延迟特性或信号电平时,用软件实现的逻辑模型和用数字电路实现的逻辑模型是完全相同的。因此在相同的限制条件下,不考虑实现方法和技术差异时,同一个数字系统的各逻辑模型具有相同的逻辑功能和逻辑行为。

二、数字电路

数字电路是与模拟电路相对应的一种特殊电路,是用来实现数字逻辑的基本电路。

逻辑变量是数字逻辑系统处理的对象,任何数字系统都是针对逻辑运算而设计的。数字电路中使用数字信号代表逻辑事件,通过对数字信号的处理实现数字逻辑系统的设计功能。

1. 数字信号和逻辑电平

实际应用中,通常将模拟电路处理的信号称为模拟信号,将数字电路处理的