

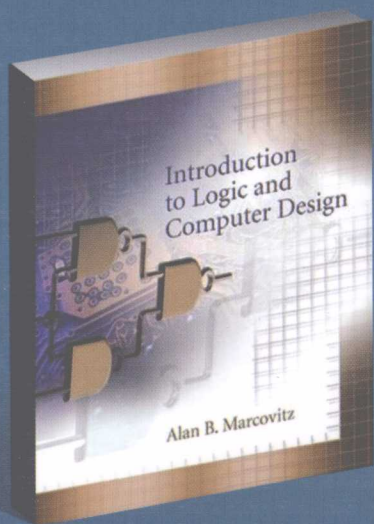


国外经典教材·计算机科学与技术

Mc
Graw
Hill Education

逻辑与计算机设计导论

Introduction to Logic and Computer Design



从基础知识入手，学生入门轻松

注重基本原理介绍，帮助读者理解设计过程

引入大量设计示例，引导读者设计

(美) Alan B. Marcovitz 著
魏 耀 译

Mc
Graw
Hill

清华大学出版社

国外经典教材·计算机科学与技术

逻辑与计算机设计导论

(美) Alan B. Marcovitz 著
魏 耀 译

清华大学出版社

北 京

Alan B. Marcovitz

Introduction to Logic and Computer Design

EISBN: 978-0-07-352949-3

Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition is published and distributed exclusively by Tsinghua University Press under the authorization by McGraw-Hill Education(Asia) Co., within the territory of the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体字翻译版由美国麦格劳-希尔教育出版(亚洲)公司授权清华大学出版社在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区)独家出版发行。未经许可之出口视为违反著作权法,将受法律之制裁。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2008-0573

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签, 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

逻辑与计算机设计导论/(美)玛考威茨(Marcovitz, A.B.)著; 魏耀译. —北京: 清华大学出版社, 2008.12

书名原文: Introduction to Logic and Computer Design

(国外经典教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-18925-1

I. 逻… II. ①玛… ②魏… III. 电子计算机—逻辑设计—教材 IV.TP302.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 177573 号

责任编辑: 王 军 梁卫红

封面设计: 久久度文化

版式设计: 孔祥丰

责任校对: 胡雁翎

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 38 字 数: 832 千字

版 次: 2008 年 12 月第 1 版 印 次: 2008 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 76.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 026269-01

出版说明

近年来,我国的高等教育特别是计算机学科教育,进行了一系列大的调整和改革,亟需一批门类齐全、具有国际先进水平的计算机经典教材,以适应我国当前计算机科学的教學需要。通过使用国外优秀的计算机科学经典教材,可以了解并吸收国际先进的教学思想和教学方法,使我国的计算机科学教育能够跟上国际计算机教育发展的步伐,从而培养出更多具有国际水准的计算机专业人才,增强我国计算机产业的核心竞争力。为此,我们从国外多家知名的出版机构 Pearson、McGraw-Hill、John Wiley & Sons、Springer、Thomson 等精选、引进了这套“国外计算机科学经典教材”。

作为世界级的图书出版机构, Pearson、McGraw-Hill、John Wiley & Sons、Springer、Thomson 通过与世界级的计算机教育大师携手,每年都为全球的计算机高等教育奉献大量的优秀教材。清华大学出版社和这些世界知名的出版机构长期保持着紧密友好的合作关系,这次引进的“国外计算机科学经典教材”便全是出自上述这些出版机构。同时,为了组织该套教材的出版,我们在国内聘请了一批知名的专家和教授,成立了专门的教材编审委员会。

教材编审委员会的运作从教材的选题阶段即开始启动,各位委员根据国内外高等院校计算机科学及相关专业的现有课程体系,并结合各个专业的培养方向,从上述这些出版机构出版的计算机系列教材中精心挑选针对性强的题材,以保证该套教材的优秀性和领先性,避免出现“低质重复引进”或“高质消化不良”的现象。

为了保证出版质量,我们为这套教材配备了一批经验丰富的编辑、排版、校对人员,制定了更加严格的出版流程。本套教材的译者,全部由对应专业的高校教师或拥有相关经验的 IT 专家担任。每本教材的责编在翻译伊始,就定期不间断地与该书的译者进行交流与反馈。为了尽可能地保留与发扬教材原著的精华,在经过翻译、排版和传统的三审三校之后,我们还请编审委员或相关的专家教授对文稿进行审读,以最大程度地弥补和修正在前面一系列加工过程中对教材造成的误差和瑕疵。

由于时间紧迫和受全体制作人员自身能力所限,该套教材在出版过程中很可能还存在一些遗憾,欢迎广大师生来电来信批评指正。同时,也欢迎读者朋友积极向我们推荐各类优秀的国外计算机教材,共同为我国高等院校计算机教育事业贡献力量。

清华大学出版社

国外计算机科学经典教材

编审委员会

主任委员：

孙家广 清华大学教授

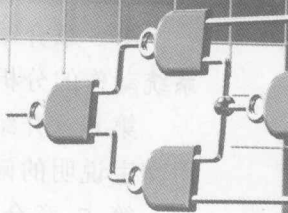
副主任委员：

周立柱 清华大学教授

委员（按姓氏笔画排序）：

王成山	天津大学教授
王 珊	中国人民大学教授
冯少荣	厦门大学教授
冯全源	西南交通大学教授
刘乐善	华中科技大学教授
刘腾红	中南财经政法大学教授
吉根林	南京师范大学教授
孙吉贵	吉林大学教授
阮秋琦	北京交通大学教授
何 晨	上海交通大学教授
吴百锋	复旦大学教授
李 彤	云南大学教授
沈钧毅	西安交通大学教授
邵志清	华东理工大学教授
陈 纯	浙江大学教授
陈 钟	北京大学教授
陈道蓄	南京大学教授
周伯生	北京航空航天大学教授
孟祥旭	山东大学教授
姚淑珍	北京航空航天大学教授
徐佩霞	中国科学技术大学教授
徐晓飞	哈尔滨工业大学教授
秦小麟	南京航空航天大学教授
钱培德	苏州大学教授
曹元大	北京理工大学教授
龚声蓉	苏州大学教授
谢希仁	中国人民解放军理工大学教授

前 言



本书的写作目的是希望可以作为计算机科学、计算机工程及电子工程专业的学生进行相关知识学习的入门书籍。第 I 部分适合作为逻辑设计方面一个学期课程的教材¹。本书完全可以作为初学者的教材，当然，若学习过工程导论类课程或初级编程课程会对本书的学习有所帮助。第 II 部分主要介绍了计算机的设计，用到了第 I 部分介绍的知识。本书可分为两个学期进行学习，也可节选其中的部分内容在一个学期内进行学习。

本书着重于基本原理的介绍，通过大量的示例进行讲解。作者认为学习设计的唯一方法就是多练习。因此，本书除在正文中有大量示例外，每章中都有一套例题，提出问题并给出了解题步骤。此外还设有章节测试(答案见附录 C)以及大量的习题(附录 B 中给出了部分习题的答案)。

尽管目前大型系统设计已大量使用计算机辅助工具，但必须首先掌握基础知识。本书内容完全满足初等教程的要求。第 4、第 7 章中关于硬件设计语言(HDL)部分的内容可作为学习基于某种计算机辅助工具类中级教程的基础知识。对于计算机设计方面的内容，我们介绍了一种简化的 HDL 语言，掌握该部分内容后我们不需花费额外的时间来学习诸如 Verilog 或 VHDL 等商用工具即可实现对硬件的描述。

第 1 章除对本书进行了一个大致介绍外，还介绍了本书将用到的数制系统的相关内容(若读者在之前的课程中已学习过相关知识，可将本章跳过)。

第 2 章介绍了组合系统的设计步骤以及真值表的推导。随后介绍了开关代数以及使用通用门——与、或、非、与非、或非、同或、异或等执行开关函数。此处仅讲述了门的逻辑执行，并非电路执行。

第 3 章介绍了使用卡诺图来简化组合系统的方法，给出了解决单路及多路输出问题的方法(5 种不同方式)。

第 4 章涉及的是大型组合系统的设计。介绍了大量商用的可用大型器件，包括加法器、比较器、译码器、编码器以及优先编码器、多路器等。对于中型组合系统中的 ROM、PLA 及 PAL 逻辑阵列的使用进行了讨论。随后介绍了硬件设计语言。最后是两个较大系统的设计。

1 若想更全面地介绍逻辑设计的内容，应包括相关的实验，教材可选用 Marcovitz, Alan B 所写的 *Introduction to Logic Design, Second Edition*, McGraw-Hill, 2005。

第 5 章介绍了时序系统。首先从锁存器及触发器功能开始介绍,然后讨论了对时序系统动作的分析技巧。

第 6 章介绍了时序系统的设计过程,然后介绍了计数器的特殊情况。最后,给出了用文字说明的问题的解决方法,以及根据问题的文字描述如何写出其特性表及状态图。

第 7 章介绍了大型时序系统。首先是移位寄存器及计数器的应用。然后,介绍了 PLD(带存储器的逻辑阵列)。接着介绍了三种在更复杂系统设计中常用的技巧,分别是 ASM 图、一位热码编码及 HDL。最后给出了两个大型系统的设计示例。

第 8 章讲述的是计算机结构,其中讨论了计算机的基本结构及不同的寻址模式和指令类型。

第 9 章着眼于大型计算机中移动数据时的逻辑需求及控制器的结构。我们介绍了数字设计语言(DDL),一种描述一个数字系统功能的简单符号语言。在这里我们没有选择使用商用系统,因为若使用这些商用系统的话,对系统本身细节的介绍将会转移本书介绍设计基本概念的初衷。

第 10 章详细介绍了一个示例计算机 MODEL 的设计。我们设计了其控制顺序并检查了其所需的时钟数。

第 11 章介绍了计算机系统中其他器件与 CPU 间的交互,主存储器、二级存储器及输入/输出控制器。

本书的一个特点是例题。每章(除第 11 章,该章主要是描述性的)中有大量的例题,用来对书中介绍的主要技术进行演示,并对每道例题给出了详细的解答。读者可以对每道例题进行推导(不看答案),然后将自己的答案与书中给出的答案进行比较。

每章中还有大量的习题。附录 B 中给出了部分习题的答案。可通过因特网得到习题的答案。

每章最后是一个章节测试,测试题答案在附录 C 中给出。

第 I 部分的内容可以作为一个四学分的学期课程。五变量卡诺图可以不必学习,这不会影响本书的连贯性(该部分内容只在第 4 章中的几个示例中用到)。可以缩减第 4.8 节及第 7.7 节中的示例。事实上,第 7 章中的大部分内容均可省略。

尽管其中有些内容和前面课程中学习的计算机结构有重叠,但第 II 部分的内容可以作为第二学期的课程。第 8 章中的内容和第 I 部分介绍的知识不相关,但其余各章均与第 I 部分相关。

补充

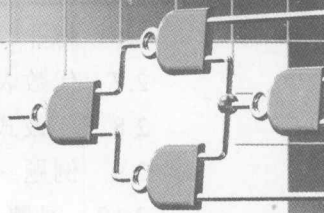
此外,McGraw-Hill 出版的 ARIS(检查评估及简介系统)中的内容可作为本书的补充。ARIS 可作为家庭作业,这样既有利于教师的管理,也有利于学生对知识的掌握。

教师可以按照业内最积极通用的作业管理系统来对书中的作业进行分配和评分。

学生可以访问多媒体学习工具并通过算法问题从无限的实践机会中学习。

进入 aris.mhhe.com 学习更多知识。记得注册啊！

若您在使用本书的过程中有任何意见或建议，或发现了任何问题，可致信至 wkservice@vip.163.com，我们会认真处理您的来信，如果您的意见是正确的，我们将在后续版本中采用，并感谢您的参与！



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 逻辑设计	1
1.2 数制概述	4
1.2.1 十六进制数	7
1.2.2 二进制加法	8
1.2.3 带符号数	10
1.2.4 二进制减法	13
1.2.5 小数、带分数及浮点表示法	15
1.2.6 二进制编码十进制数(BCD)	17
1.2.7 其他码	19
1.3 例题	22
1.4 习题	30
1.5 第 1 章测试(50 分钟)	33

第 I 部分 逻辑设计

第 2 章 组合系统	35
2.1 组合系统的设计步骤	35
2.1.1 无关状态	38
2.1.2 真值表的形成	39
2.2 开关代数	42
2.2.1 开关代数的定义	43
2.2.2 开关代数的基本性质	45
2.2.3 代数式的处理	48
2.3 用与、或、非门实现的逻辑电路	52
2.4 反变量	57
2.5 根据真值表得到代数表达式	59

2.6	与非、或非及异或门	64
2.7	代数表达式的化简	70
2.8	代数式的处理及用与非门的实现	75
2.9	例题	82
2.10	习题	97
2.11	第2章测试(100分钟;或分为两次,每次50分钟)	104
第3章	卡诺图	107
3.1	卡诺图简介	108
3.2	使用卡诺图得到最简乘积项表达式	116
3.3	无关项	127
3.4	和的积(POS)	130
3.5	五变量卡诺图	132
3.6	多输出问题	136
3.7	例题	145
3.8	习题	162
3.9	第3章测试(100分钟;或分为两次,每次50分钟)	164
第4章	组合系统设计	169
4.1	迭代系统	170
4.1.1	组合逻辑电路中的延时	170
4.1.2	加法器	172
4.1.3	减法器及加/减法器	175
4.1.4	比较器	176
4.2	二进制译码器	177
4.3	编码器及优先编码器	183
4.4	数据选择器和数据分配器	185
4.5	三态门	188
4.6	门阵列——ROM、PLA及PAL	190
4.6.1	只读存储器的应用	193
4.6.2	可编程逻辑阵列的应用	194
4.6.3	可编程阵列逻辑的应用	196
4.7	组合系统的测试与仿真	199
4.8	大系统设计示例	202
4.8.1	一位十进制加法器	202
4.8.2	七段数码显示驱动器	203
4.9	例题	211

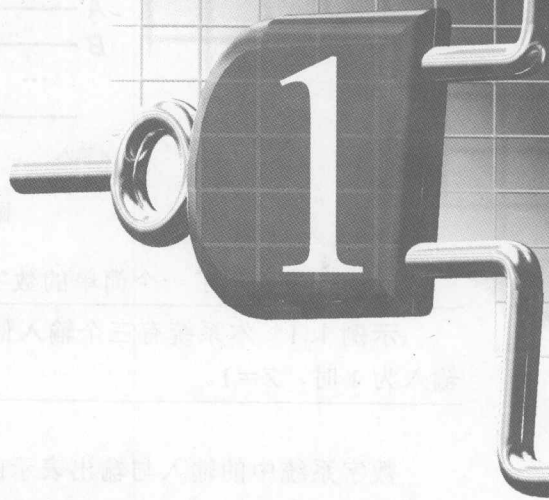
4.10	习题	233
4.11	第 4 章测试(100 分钟)	242
第 5 章	时序系统分析	247
5.1	特性表及特性图	248
5.2	锁存器	251
5.3	触发器	253
5.4	时序系统分析	262
5.5	例题	271
5.6	习题	281
5.7	第 5 章测试(50 分钟)	288
第 6 章	时序系统设计	291
6.1	触发器设计技巧	296
6.2	同步计数器的设计	311
6.3	异步计数器的设计	319
6.4	特性表及状态图的推导	322
6.5	例题	335
6.6	习题	351
6.7	第 6 章测试(75 分钟)	357
第 7 章	大型时序问题的解决	359
7.1	移位寄存器	359
7.2	计数器	364
7.3	可编程逻辑器件(PLD)	370
7.4	用 ASM 图进行设计	374
7.5	一位热码编码	378
7.6	时序系统的 VERILOG 语言描述	379
7.7	更复杂的示例	380
7.8	例题	385
7.9	习题	393
7.10	第 7 章测试(25 分钟)	396

第 II 部分 计算机设计

第 8 章	计算机结构	397
8.1	字结构	399
8.1.1	指令格式及字长	400

8.1.2 数据及字长	402
8.2 寄存器集	402
8.3 寻址模式	403
8.4 指令集	409
8.4.1 数据传送指令	409
8.4.2 算术指令	410
8.4.3 逻辑、移位及循环指令	411
8.4.4 分支	412
8.4.5 输入/输出及中断	414
8.4.6 指令执行时间	414
8.5 例题	415
8.6 习题	421
8.7 第 8 章测试(50 分钟)	426
第 9 章 计算机设计基础	429
9.1 数据传送	430
9.2 控制顺序	435
9.3 设计说明语言(DDL)	436
9.3.1 DDL 说明	442
9.3.2 时序改进	448
9.4 控制器设计	450
9.5 例题	457
9.6 习题	467
9.7 第 9 章测试(90 分钟)	472
第 10 章 中央处理器的设计	475
10.1 MODEL 描述	475
10.1.1 存储器及寄存器集	475
10.1.2 寻址模式	478
10.1.3 MODEL 的指令集	480
10.2 MODEL 的控制顺序	484
10.3 用一个硬线控制器实现的 MODEL 的控制顺序	492
10.4 使用低速存储器的 MODEL	495
10.5 微编程控制器	497
10.6 例题	499
10.7 习题	509
10.8 第 10 章测试(75 分钟)	516

第 11 章 除中央处理器外其他部分的设计	519
11.1 随机访问存储器	521
11.2 高速缓存	526
11.3 二级存储器	532
11.4 虚拟存储器	533
11.5 中断	534
11.6 直接存储器访问	538
附录 A MODEL 控制器设计概要	539
附录 B 部分习题答案	543
附录 C 章节测试答案	575



绪 论

本书介绍了数字系统的设计。所谓数字系统，是指系统内所有信号均由离散值表示。其中，数字系统通常是二进制，即对二元信号进行操作，二元信号通常用 0 和 1 来表示(尽管也有多元系统，但由于二元系统更加可靠，因此大部分数字系统使用二元信号)。

计算机与计算器是典型的数字系统，此外大部分电子系统中都有大量的数字逻辑。CD 机或 iPod 播放的音乐、计算机(以及新型的数字电视)屏幕上显示图像的点阵，以及大部分手机信号都是二进制数字串形式。我们将这些二进制数据称为位。

本书的第 I 部分(第 2~7 章)介绍了通用的数字系统设计技术，即通常所说的逻辑设计过程。这些技术通常仅限于小系统的使用，因此我们将探究将大系统分解成小的子系统的方法。第 II 部分(第 8~11 章)的内容主要是数字计算机及类似的大系统的设计。

1.1 逻辑设计

一个数字系统，可能有任意数量的输入信号(A, B, \dots)及任意数量的输出信号(W, X, \dots)，如图 1.1 所示。除图中所示的数据输入外，一些电路还需要称为时钟的定时信号(以固定速率进行 0、1 交替的输入信号)。关于时钟信号的内容我们将在第 5 章中详细介绍。

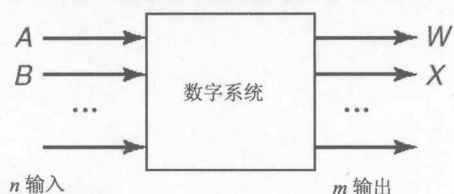


图 1.1 数字系统框图

示例 1.1 给出了一个简单的数字系统。

示例 1.1 本系统有三个输入信号 A 、 B 、 C ，以及一个输出信号 Z ，当且仅当¹两个输入为 1 时， $Z=1$ 。

数字系统中的输入与输出表示的是实际量。它们有时可能就是二进制数中的 0 或 1，如示例 1.1 所示；有时则可能是多进制数。例如，输入可能是十进制数，而输出可能是本课程的字母分数。而每一个量必须用一组二进制数来表示。这一过程就称为输入输出的二进制编码(详见下文)。

这些二进制量表示的物理意义可能是一个电压值，例如逻辑 0 表示 0V 或接地，逻辑 1 表示 5V；也可能表示不同方向的磁域(如在磁盘中)；开关的闭合或断开(作为输入)；或灯的亮灭(作为输出)。本书中除特殊说明外将不考虑物理意义，仅用 0 与 1 来进行说明。

我们可以用表格形式来描述一个数字系统的功能，如示例 1.1 所示。由于其仅有八种可能的输入组合，因此可以列出每组输入以及其对应状态下的输出。该表(称为真值表)如表 1.1 所示。我们将在后面的章节中介绍真值表(包括与其类似的表)。

表 1.1 示例 1.1 的真值表

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

示例 1.2~示例 1.5 给出另外四个示例。

示例 1.2 系统有八个输入，表示两个 4 位二进制数，输出的是一个 5 位二进制数，

¹ “当且仅当”常简称为“iff”，表示当条件满足时输出为 1，条件不满足时输出不是 1(即表示一定是 0)。

表示和(每个输入数可表示的范围是 0~15, 而输出值可表示的范围为 0~30)。

示例 1.3 系统包括一个输入 A , 一个时钟以及一个输出 Z 。当且仅当连续三个时钟周期输入 A 为 1 时, $Z=1$ 。

示例 1.4 只有小时和分钟显示的数字时钟, 需要显示四个十进制数以及一个 AM 或 PM 的指示(第一个十进制数仅需显示 1 或空白)。该系统除需要一个定时信号来实现时钟的正常运行外, 还要能够设置时间。大多数数字时钟还有闹钟功能, 这需要附加存储器与电路。

示例 1.5 交通控制器是一个更为复杂的例子。最简单的情况是只有两条路的路口, 每条路的绿灯、黄灯、红灯依次亮起, 且每种灯亮的时长固定。该系统输入只有一个时钟信号, 但需要有六路输出用来控制两个方向上的六种灯(每路输出可控制多个灯)。若有左转指示信号的话, 交通控制器还需要更多的输出信号。同样, 也可能需要增加输入信号用来指示自行车在路口的等待或通过。

示例 1.1 与示例 1.2 为组合系统, 其输出值仅由当前的输入值决定。对于示例 1.1, 若我们知道 A 、 B 、 C 的当前值, 即可确定 Z 的值²。而示例 1.3、示例 1.4、示例 1.5 为时序系统, 它们在设计中需要增加存储器, 因为我们需要知道原来的输入值(前几个时钟周期)。

我们在第 I 部分的前半段将介绍组合系统, 后半段再介绍时序系统。在这里我们可以看到时序系统包含两个部分: 存储器与组合逻辑。因此在学习设计时序系统前必须学会如何设计组合系统。

需要注意的是, 通常自然语言是有规则的, 特别是英语。英语不是一种非常精确的语言。对于前面的示例我们可能会有不同的理解。例如在示例 1.1 中, 是若三个输入量均为 1 时输出是 1, 还是只有当两个输入量为 1 时输出才是 1? 该状态的解释出现了歧义。当我们写真值表时, 必须确定到底应该是哪种状态。我们解释的“2”是“2 或 2 以上”, 因此真值表中当三个输入均为 1 时, 输出值为 1(本书中, 对于类似的问题的表述我们将尽可能精确, 但可能对某些问题的表述会使不同的读者有不同的理解)。

因此我们对于逻辑系统的描述需要更加精确。第 2 章中将展开介绍组合系统, 第 5 章中介绍时序系统。

2 在实际系统中, 输入和输出间有一定的延时, 即输入改变后, 输出要延迟一定的时间才能改变。延时一般是纳秒级(10^{-9} 秒)的。我们一般都把这种延时忽略, 这个内容将在第 4 章中进行讨论。

1.2 数制概述

本节给出一些关于数制内容的介绍,理解本书内容必须了解这些基本概念。若在其他课程中学习过相关内容,可跳过后面的内容直接看第2章。

整数通常使用一个位置数制来表示,其中每个数字表示一个幂级数的系数:

$$N = a_{n-1}r^{n-1} + a_{n-2}r^{n-2} + \cdots + a_2r^2 + a_1r + a_0$$

其中 n 为数字的位数, r 是基数, a_i 是系数, 并且是一个 $0 \leq a_i < r$ 的整数。对于十进制数 $r=10$, a_i 为 0~9 之间的整数; 对于二进制数 $r=2$, a_i 为 0 或 1。其他还有在计算机文件中常用到的十六进制数 $r=16$ 。在二进制数中, 数字通常称为位。

十进制数 7642(有时写为 7642_{10} 以强调其基数为 10, 即十进制数)展开成幂级数形式表示为

$$7642_{10} = 7 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 4 \times 10 + 2$$

而二进制数

$$101111_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2 + 1 = 32 + 8 + 4 + 2 + 1 = 47_{10}$$

从上面的例子³中可以清晰地看到如何将二进制数转换为十进制数,只需求幂级数的值即可。为简化计算,有必要记住 2 的幂,这样就不必在每次需要时进行计算(若能记住 2 的 10 次幂以内的值可节省大量的时间;表 1.2 中给出了 2 的前 20 次幂的值)。

表 1.2 2 的幂

n	2^n	n	2^n
1	2	11	2 048
2	4	12	4 096
3	8	13	8 192
4	16	14	16 384
5	32	15	32 768
6	64	16	65 536
7	128	17	131 072
8	256	18	262 144
9	512	19	524 288
10	1 024	20	1 048 576

我们经常使用前 16 个正二进制整数,有时也会常用到前 32 个正二进制整数,表 1.3 列出前 32 个二进制整数(和十进制数表示相同,二进制中无意义的起始位的 0 常常被舍去,但我们在前 16 个二进制数中保留了起始位的 0)。当正二进制数存储大小确定后,

3 第 1.3 节例题中有本章所讨论问题的解题示例,以后各章均有例题部分。