

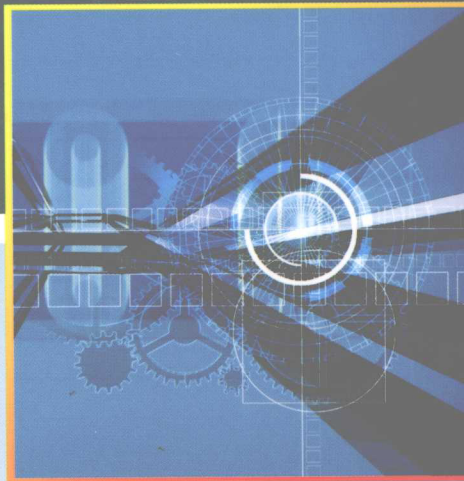
普通高等学校计算机科学与技术专业规划教材

数字逻辑

DIGITAL LOGIC

何火娇 主编

任力生 姚传安 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等学校计算机科学与技术专业规划教材

数字逻辑

何火娇 主 编
任力生 姚传安 副主编

第1版 (91.3) 自然语言处理

第2版 (91.3) 自然语言处理

第3版 (91.3)

第4版 (91.3) 自然语言处理

第5版 (830.00) 自然语言处理

第6版 (830.00) 自然语言处理

第7版 (830.00) 自然语言处理

第8版 (830.00) 自然语言处理

第9版 (830.00) 自然语言处理

第10版 (830.00) 自然语言处理

2000年, 新编教材

2000年, 新编教材

第11版 (830.00) 自然语言处理

第12版 (830.00) 自然语言处理

第13版 (830.00) 自然语言处理

第14版 (830.00) 自然语言处理

第15版 (830.00) 自然语言处理

2000年, 新编教材

2000年, 新编教材

第16版 (830.00) 自然语言处理

第17版 (830.00) 自然语言处理

第18版 (830.00) 自然语言处理

第19版 (830.00) 自然语言处理

第20版 (830.00) 自然语言处理

2000年, 新编教材

2000年, 新编教材

第21版 (830.00) 自然语言处理

第22版 (830.00) 自然语言处理

第23版 (830.00) 自然语言处理

第24版 (830.00) 自然语言处理

第25版 (830.00) 自然语言处理

第26版 (830.00) 自然语言处理

2000年, 新编教材

2000年, 新编教材

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

中国铁道出版社

内 容 简 介

本书是计算机科学与技术、软件工程等电气信息类专业“数字逻辑”课程的教材。全书共分为9章,主要内容有数字电路基础、逻辑运算门电路、逻辑代数和逻辑函数化简、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、半导体存储器和可编程逻辑器件、数/模、模/数转换和数字系统设计等。

“数字逻辑”课程是电气信息类专业学生的专业基础课程。本书精选教学内容,突出数字电路的分析方法和数字集成逻辑器件功能分析,具有重点突出、叙述通俗和实用的特点;并从学生自学的角度出发,把每节的重点教学内容精心设计成思考题,以便帮助学生掌握本节的教学内容,培养学生的学习能力。书中还配有大量的例题和习题供学生学习与训练。

本书适合作为计算机专业本科生“数字逻辑”课程的教材,也可作为电气信息类其他相关专业的教材;相关工程技术人员还可将此书作为学习数字逻辑知识的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字逻辑/何火娇主编. —北京:中国铁道出版社,2010.8

普通高等学校计算机科学与技术专业规划教材
ISBN 978-7-113-11706-1

I. ①数… II. ①何… III. ①数字逻辑—高等学校—教材 IV. ①TP302.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 159109 号

书 名: 数字逻辑
作 者: 何火娇 主编

策划编辑: 杨 勇
责任编辑: 孟 欣
编辑助理: 陈 庆
封面设计: 付 巍
版式设计: 于 洋

读者热线电话: 400-668-0820

封面制作: 李 路
责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码:100054)

印 刷: 三河市华业印装厂

版 次: 2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 14.5 字数: 337 千

书 号: ISBN 978-7-113-11706-1

定 价: 25.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社计算机图书批销部联系调换。

普通高等学校计算机科学与技术专业规划教材

主 任: 蒋宗礼(北京工业大学)

副主任: 王志英(国防科技大学)

杨 波(济南大学)

委 员: (按姓氏音序排列)

常会友(中山大学)

陈 明(中国石油大学)

陈志国(河南大学)

胡 亮(吉林大学)

姜守旭(哈尔滨工业大学)

刘腾红(中南财经政法大学)

王国仁(东北大学)

吴 跃(电子科技大学)

岳丽华(中国科技大学)

陈俊杰(太原理工大学)

陈笑蓉(贵州大学)

顾乃杰(中国科技大学)

黄国兴(华东师范大学)

李仲麟(华南理工大学)

罗军舟(东南大学)

王命延(南昌大学)

袁晓洁(南开大学)

张 莉(北京航空航天大学)

序言

PREFACE

计算学科虽然是一门年轻的学科,但它已经成为一门基础技术学科,在各个学科发展中扮演着重要的角色,并使得社会产生了对计算机科学与技术专业人才的巨大需求。目前,计算机科学与技术专业已成为我国理工专业中规模最大的专业,为高等教育发展中做出了巨大贡献。近些年来,随着国家信息化建设的推进,作为核心技术的计算机技术,更是占有重要的地位。信息化建设,不仅需要更先进、更便于使用的先进计算技术,同时也需要大批的建设人才。瞄准社会需求准确定位,培养计算机人才,是计算机科学与技术专业及其相关专业的历史使命,也是实现专业教育从劳动就业供给导向型向劳动就业需求导向型转变的关键,从而也就成为提高高等教育质量的关键。

教材在人才培养中占有重要地位,承担着“重要的责任”,这确定了其高质量的基本要求。社会对计算机专业人才需求的多样性和特色,决定了教材建设的针对性,从而也造就了百花齐放、百家争鸣的局面。

关于建设高质量的教材,教育部在提高本科教育质量的文件都提出了明确要求。教高〔2005〕1号(2005年1月7日)文件指出,“加强教材建设,确保高质量教材进课堂。要大力锤炼精品教材,并把精品教材作为教材选用的主要目标。”“要健全、完善教材评审、评价和选用机制,严把教材质量关。”为了更好地落实教育部的这些要求,我们按照教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会发布的《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》所构建的计算机科学与技术专业本科教育的要求,组织了这套教材。

作为优秀教材的基础,我们首先坚持高标准,以对教育负责的精神去鼓励、发现、动员、选拔优秀作者,并且有意识地培育优秀作者。优秀作者保证了“理论准确到位,既有然,更有所以然;实践要求到位、指导到位”等要求的实现。

其次是按照人才培养的需要适当强调学科形态内容。粗略地讲,计算机科学的根本问题是“什么能被有效地自动计算”,科学型人才强调学科抽象和理论形态的内容;计算机系统工程的根本问题应该是“如何低成本、高效地实现自动计算”,工程型人才强调学科抽象和设计形态的内容;计算机应用的根本问题是“如何方便、有效地利用计算机系统进行计算”,应用型人才的培养偏重于技术层面的内容,强调学科设计形态的内容,在进一步开发基本计算机系统应用的层面上体现学科技术为主的特征。教材针对不同类型人才的培养,在满足基本知识要求的前提下,强调不同形态的内容。

第三是重视知识的载体作用,促进能力培养。在教材内容的组织上,体现大学教育的学科性和专业性特征,参考《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》示例性课程大纲,覆盖其要求的基本知识单元。叙述上力争引导读者进行深入分析,努力使读者在知其然的基础上,探究其所以然。通过加强对练习和实践的引导,进一步培养学生的能力,促使相应课程在专业教育总目标的实现中发挥作用。

第四是瞄准教学需要,提供更多支持。近些年来,随着计算机技术、网络技术等在教学上的应用,教学手段、教学方式不断丰富,教材的立体化建设对丰富教学资源发挥了重要作用。通常,除主教材外,还要配套教学参考书、实验指导书、电子讲稿、网站等。

第五是面向主要读者,强调教材的写作特征,努力做到叙述清晰易懂,语言流畅,深入浅出,有吸引力而不晦涩;追求描述的准确性,强调用词和描述的一致性,语言表达的清晰性和叙述的完整性;分散难点,循序渐进,防止多难点、多新概念的局部堆积。

我们相信,这套教材一定能够在培养社会需要的计算机专业人才上发挥重要作用,希望大家广为选用,并在使用中不断丰富。

《普通高等學校計算機科學與技術專業規劃教材編審委員會
2008年1月

《普通高等學校計算機科學與技術專業規劃教材編審委員會
2008年1月

《普通高等學校計算機科學與技術專業規劃教材編審委員會
2008年1月

《普通高等學校計算機科學與技術專業規劃教材編審委員會
2008年1月

《普通高等學校計算機科學與技術專業規劃教材編審委員會
2008年1月

《普通高等學校計算機科學與技術專業規劃教材編審委員會
2008年1月

《普通高等學校計算機科學與技術專業規劃教材編審委員會
2008年1月

《普通高等學校計算機科學與技術專業規劃教材編審委員會
2008年1月

《普通高等學校計算機科學與技術專業規劃教材編審委員會
2008年1月

本书是江西省高等学校数字逻辑精品课程教材,学时数为 54~60。

“数字逻辑”课程是计算机科学与技术、软件工程等电气信息类专业必修的专业基础课程,在专业课程体系中,它是硬件系列课程的先修课。本书是根据计算机科学与技术、软件工程等专业人才培养目标,围绕着培养学生的学习能力、分析问题和解决问题的能力来编写的。因此,本教材具有以下特点:

(1)精选教学内容。在选取教学内容时,注重教学内容的基础性、实用性和先进性,使学生在学完本书后对数字系统有全面的了解。

(2)突出重点。对于本书的重点章节做了深入浅出的阐述,如在第 3 章逻辑代数与逻辑函数化简中,通过列举大量的例题详细地介绍逻辑代数化简逻辑函数的方法;在介绍卡诺图化简逻辑函数时,循序渐进、图文并茂地介绍卡诺图化简逻辑函数的方法,帮助学生较好地掌握逻辑函数化简的方法。在第 4 章组合逻辑一章中重点介绍了组合逻辑电路的分析;由于触发器是时序逻辑电路的基础,所以在第 5 章中,重点介绍了各触发器的状态表及使用状态表分析触发器的工作过程,对状态表、状态图的转换和波形图做了较详尽的叙述。

(3)强调实用性。突出逻辑电路的分析方法和集成逻辑器件的使用方法,还突出了数字电路的分析方法、数字集成电路组件逻辑功能分析和集成逻辑器件的使用。

(4)突出对学习能力的培养。从学生的角度出发,把每节的重点教学内容精心设计成思考题,学生通过思考题的训练,能够掌握本节的知识,达到教学要求;书中还配有大量的例题和习题供学生学习与训练。

本书由江西农业大学何火娇担任主编,并完成统稿工作,河北农业大学任力生和河南农业大学姚传安担任副主编。其中,第 1~3 章、第 5、6 章由何火娇、任力生、姚传安等编写,第 4 章、第 7 章、第 8、9 章分别由江西农业大学华晶、殷华和肖志勇等编写。

本书中带有“*”号的章节是可选的教学内容。

“数字逻辑”精品课程网址为 <http://jwc.jxau.edu.cn/>

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请广大读者和专家批评指正。编者联系邮箱:hhojj@sina.com。

编者
2010 年 6 月

05	第 1 章 数字电路基础	1
09	1.1 数字电路概述	1
15	1.1.1 数字逻辑电路的发展史	1
15	1.1.2 数字信号与数字电路	3
15	1.1.3 逻辑变量、常量和逻辑函数	4
16	1.2 基本逻辑和复合逻辑	5
16	1.2.1 基本逻辑	5
16	1.2.2 复合逻辑	7
16	1.3 数字电路与数字系统	9
16	1.4 数字电路中的常用编码	10
16	1.4.1 二进制码	10
16	1.4.2 可靠性代码	11
16	小结	12
16	习题	12
16	第 2 章 逻辑运算门电路	14
16	2.1 二极管门电路	14
16	2.1.1 二极管与门电路	14
16	2.1.2 二极管或门电路	15
16	2.2 三极管门电路	16
16	2.2.1 晶体管的开关特性	17
16	2.2.2 晶体管非门电路	17
16	2.2.3 TTL 与非门电路	18
16	2.2.4 TTL 门电路的参数	20
16	2.3 三态门	22
16	2.3.1 三态门的电路结构	22
16	2.3.2 三态门工作原理	22
16	2.4 集成逻辑门电路的使用和注意事项	24
16	2.4.1 集成逻辑门电路的外形	24
16	2.4.2 注意事项	24
16	小结	25
16	习题	26

目录

第3章 逻辑代数和逻辑函数化简	27
3.1 逻辑代数的基本定律	27
3.1.1 逻辑代数运算法则	27
3.1.2 三个基本法则	29
3.2 逻辑函数的最小项标准表达式	30
3.2.1 逻辑函数不同表示形式	30
3.2.2 最小项的定义及其性质	31
3.2.3 最小项标准式	33
3.3 逻辑函数的化简	34
3.3.1 最简逻辑函数	34
3.3.2 逻辑代数化简法	35
3.3.3 卡诺图的结构	36
3.3.4 逻辑函数的卡诺图表示	37
3.3.5 与或逻辑函数化简	38
3.3.6 无关项的化简	41
小结	42
习题	43
第4章 组合逻辑电路	45
4.1 组合逻辑电路的结构与特点	45
4.2 组合逻辑电路的分析	46
4.2.1 组合逻辑电路的分析方法	46
4.2.2 组合逻辑电路的分析举例	46
4.3 组合逻辑电路的设计	49
4.3.1 组合逻辑电路的设计方法	49
4.3.2 组合逻辑电路的设计举例	50
4.4 组合逻辑电路中的竞争与冒险	53
4.4.1 产生竞争冒险现象的原因	53
4.4.2 冒险的分类	53
4.4.3 冒险现象的判别	54
4.4.4 冒险现象的消除	55
4.5 常用中规模组合逻辑器件	56
4.5.1 编码器	56
4.5.2 译码器	61
4.5.3 数据选择器和数据分配器	67
4.5.4 加法器	71
4.5.5 数值比较器	76
4.6 应用案例	79
4.6.1 编码器的应用	79
4.6.2 译码器的应用	80

4.6.3 数据选择器的应用	81
4.6.4 全加器的应用	85
4.6.5 数值比较器的应用	87
小结	87
习题	88
第 5 章 触发器	91
5.1 基本 RS 触发器	91
5.1.1 基本 RS 触发器的结构	91
5.1.2 触发器逻辑功能分析	92
5.2 可控 RS 触发器	94
5.2.1 可控 RS 触发器的结构	95
5.2.2 逻辑功能分析	95
5.2.3 带直接置位、复位的可控 RS 触发器	96
5.2.4 触发器的空翻问题	96
5.3 集成触发器	97
5.3.1 维持阻塞 D 触发器	97
5.3.2 JK 触发器	99
5.3.3 触发器之间的转换	101
5.3.4 触发器分析举例	103
5.3.5 触发器的选用和使用注意事项	107
小结	108
习题	108
第 6 章 时序逻辑电路	112
6.1 概述	112
6.2 时序逻辑电路分析	114
6.2.1 时序电路概述	114
6.2.2 时序逻辑电路分析步骤	115
6.2.3 同步时序逻辑分析案例	116
6.2.4 异步时序电路分析	119
6.3 寄存器	121
6.3.1 数码寄存器	121
6.3.2 集成移位寄存器	122
6.4 计数器	123
6.4.1 同步二进制计数器	123
6.4.2 异步计数器	125
6.5 中规模集成计数器	127
6.5.1 同步 4 位二进制计数器 74LS161	127
6.5.2 二进制可逆计数器 74LS169	131
6.5.3 异步集成计数器 74LS90	132

6.5.4	十进制可逆集成计数器 74LS192	134
6.5.5	脉冲分配器	135
	小结	137
	习题	137
第 7 章	半导体存储器和可编程逻辑器件	140
7.1	概述	140
7.2	半导体存储器	141
7.2.1	只读存储器	141
7.2.2	随机存取存储器	142
7.2.3	存储器的扩展	143
7.3	可编程逻辑器件	151
7.3.1	可编程逻辑器件的发展	151
7.3.2	VHDL 简介	152
7.3.3	可编程逻辑器件的开发流程	153
	小结	154
	习题	154
第 8 章	数/模和模/数转换电路	156
8.1	概述	156
8.2	数/模转换电路	157
8.2.1	数/模转换器的原理与结构	157
8.2.2	数/模转换器的性能指标	158
8.2.3	典型数/模转换器的应用	159
8.3	模/数转换电路	161
8.3.1	模/数转换器的原理与结构	161
8.3.2	模/数转换器的性能指标	162
8.3.3	模/数转换器的应用	162
	小结	164
	习题	164
第 9 章	数字系统设计	165
9.1	EDA 概述	165
9.1.1	EDA 技术的发展概况	165
9.1.2	EDA 常用软件	166
9.2	Protel 辅助电路板设计软件简介	167
9.3	Protel 软件设计案例	167
9.3.1	原理图设计	167
9.3.2	PCB 设计	170
9.4	数字系统综合设计实例:七段 LED 显示器	174
9.4.1	LED 显示原理概述	174
9.4.2	电路板设计	175

9.4.3 VHDL 设计	177
小结	179
习题	179
附录 A 部分思考题及习题答案	180
参考文献	216

第1章

数字电路基础

学习目标

- 要求掌握正逻辑、负逻辑、逻辑变量、常量、逻辑函数和真值表等概念。
- 具备进行三种基本逻辑运算和复合逻辑运算的能力,会建立真值表。

本章介绍数字电路的入门知识。通过本章的学习,读者能够了解数字电路的发展史,理解正逻辑、负逻辑、逻辑变量、常量和逻辑函数等基本概念,使读者具备基本的逻辑运算能力。

1.1 数字电路概述

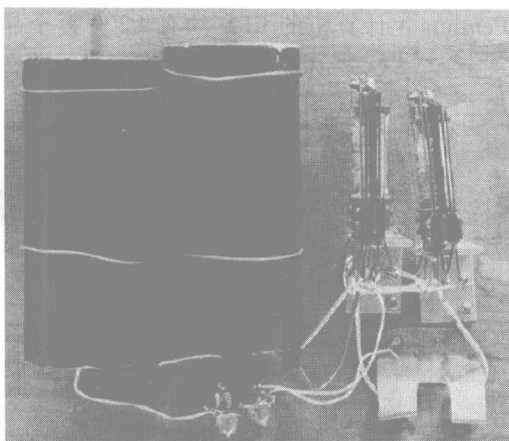
数字电路是用数字信号完成对数字量进行算术运算和逻辑运算的电路,或称为数字系统,由于它具有逻辑运算和逻辑处理功能,所以又称数字逻辑电路或数字逻辑。

1.1.1 数字逻辑电路的发展史

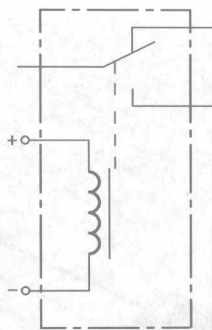
数字逻辑电路伴随着计算机一起共同经历了以下几个时代:

1. 早期的继电器逻辑运算电路

20世纪30年代,贝尔实验室研制出的第一部二进制加法器(1937年)和后来的复数运算器(1940年)都是采用继电器逻辑(Relay Logic)来实现的,如图1-1所示。图1-1(a)所示为继电器逻辑运算电路的实物外形图,图1-1(b)所示为图1-1(a)的继电器触点开关电路。



(a) 继电器逻辑运算电路实物外形图

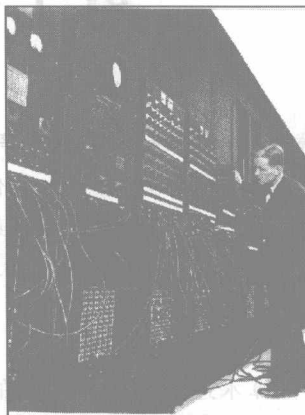


(b) 继电器触点开关电路

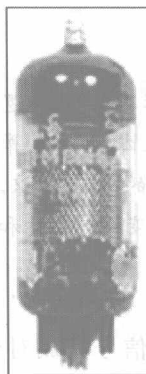
图 1-1 早期的继电器逻辑运算电路

2. 由电子真空管构成的逻辑运算电路

20 世纪 40 年代出现了电子真空管,因此就有电子真空管构成的逻辑运算电路。电子真空管及其构成的计算机如图 1-2 所示。它使用了 17 468 个电子真空管,占地面积 457m^2 ,重 30t,功率为 160kW,每秒可以完成 5 000 次加法运算,或 385 次乘法运算,或 40 次除法运算,或 3 次开方运算。该计算机开始用来计算导弹的弹道,后来也用于天气预测、原子能计算等。



(a) 电子真空管构成的计算机



(b) 电子真空管

图 1-2 电子管构成的逻辑运算电路

3. 晶体管和场效应管构成的逻辑运算电路

20 世纪 50 年代出现了晶体管,如图 1-3 所示。接着,60 年代出现了晶体管逻辑电路 (Transistor-Transistor Logic, TTL)、集成电路 (Integrated Circuit, IC),集成电路包括小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路等。1960 年出现了 MOS 场效应管 (Metal-oxide Semiconductor Field Effect Transistor, MOSFET)。从 20 世纪 80 年代开始, MOS 电路开始逐步取代由晶体管构成的 TTL 电路,现在 CMOS (Complementary MOS), 占领了世界集成电路市场的绝大部分。2000 年, Pentium 4 计算机的 CPU 约有 4 200 万个晶体管,如图 1-4 所示。

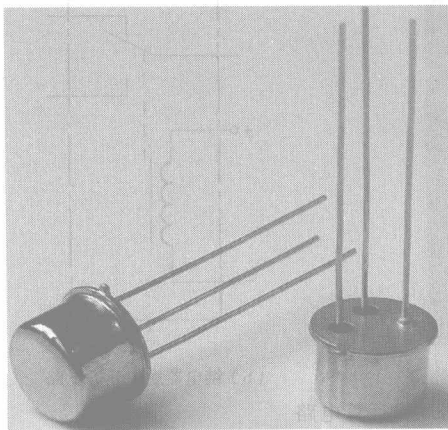


图 1-3 双极型晶体管

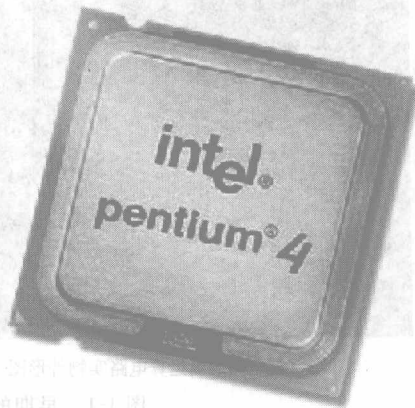


图 1-4 Pentium 4 微处理器

由此可见,数字逻辑电路的发展依赖于电子元器件的发展,而电子计算机的发展又依赖于数字逻辑电路的发展,所以电子计算机的发展史也就是数字逻辑电路的发展史,两者密不可分。

1.1.2 数字信号与数字电路

1. 数字信号

数字信号在时间上和数值上都是离散的和量化的,它们的值是阶跃变化并发生在某一瞬间,图1-5(a)所示的矩形波是数字信号的典型代表,它与图1-6所示的模拟信号是不同的,因为模拟信号在时间上和数值上都随时间连续变化,即它是连续函数。由图1-5(a)所示的数字信号波形可见它是跃变信号,并且持续时间短暂,可短至几微秒(μs)甚至几纳秒(ns , $1\text{ns} = 10^{-9}\mu\text{s}$),也可把矩形波称为脉冲波形。

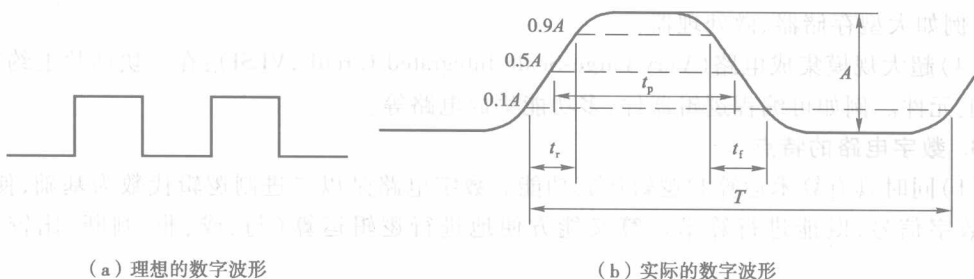


图1-5 数字信号波形图

在图1-5中,图(a)所示的波形是理想的数字信号,图(b)是图(a)所示波形的实际波形,下面以图(b)为例介绍数字信号波形的一些参数。

- (1)波形的幅度 A : 脉冲信号变化的最大值。
- (2)脉冲上升沿 t_r : 从脉冲幅度的 10% 上升到 90% 所需的时间。
- (3)脉冲下降沿 t_f : 从脉冲幅度的 90% 下降到 10% 所需的时间。
- (4)脉冲宽度 t_p : 从上升沿的脉冲幅度的 50% 到下降沿的脉冲幅度的 50% 所需的时间,这段时间又称脉冲持续时间。
- (5)脉冲周期 T : 周期性脉冲信号相邻两个上升沿(或下降沿)脉冲幅度的 10% 的两点之间的时间间隔。

- (6)脉冲频率 f : 单位时间的脉冲数, $f = 1/T$ 。

此外,数字信号有正负之分,图1-7(a)所示为正脉冲,图1-7(b)所示为负脉冲。

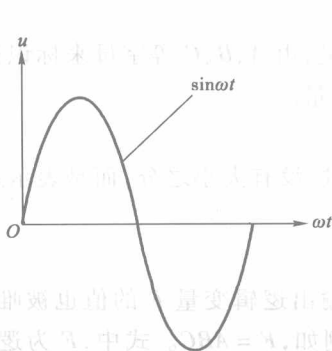


图1-6 模拟信号波形

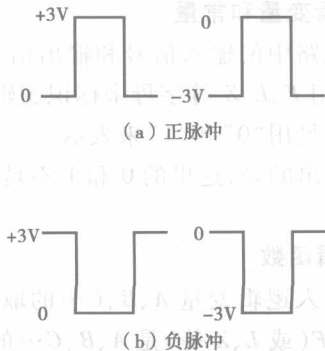


图1-7 正脉冲和负脉冲

把工作在数字信号下的电路称为数字电路。数字电路广泛应用于电子计算机、数字自动控制系统、工业逻辑系统和数字式仪表中。

2. 数字集成电路的分类

由于电子技术的飞速发展,目前数字电路主要以集成电路为主。数字集成电路按集成度可分为下几种:

(1)小规模集成电路(Small-Scale Integrated Circuit, SSI):在一块硅片上有 $10 \sim 100$ 个元件,例如逻辑门、计数器、加法器等。

(2)中规模集成电路(Medium-Scale Integrated Circuit, MSI):在一块硅片上有 $100 \sim 1000$ 个元件,例如小型存储器、门阵列等。

(3)大规模集成电路(Large-Scale Integrated Circuit, LSI):在一块硅片上有 1000 个以上元件,例如大型存储器、微处理器。

(4)超大规模集成电路(Very Large-Scale Integrated Circuit, VLSI):在一块硅片上约有 10^5 个以上元件。例如可编程逻辑器件、多功能集成电路等。

3. 数字电路的特点

(1)同时具有算术运算和逻辑运算功能。数字电路是以二进制逻辑代数为基础,使用二进制数字信号,既能进行算术运算又能方便地进行逻辑运算(与、或、非、判断、比较、处理等)。

(2)实现简单,系统可靠。以二进制数 0 和 1 两个数码来表示电路的两个状态,如电压的高低(若以高电平为“ 1 ”态,则低电平就为“ 0 ”态)、晶体管的饱和与截止、开关的接通与断开等,电路简单可靠,准确性高。

(3)集成度高,功耗低、体积小,功能实现容易,且设计、维修、维护灵活方便。随着集成电路技术的高速发展,数字逻辑电路的集成度越来越高,集成电路块的功能随着发展也从元件级、器件级、部件级、板卡级上升到系统级。电路的设计组成只需采用一些标准的集成电路块单元连接而成。对于非标准的特殊电路还可以使用可编程逻辑阵列电路,通过编程的方法实现任意的逻辑功能。

由于数字电路容易实现存储、传输和处理数字信号,因此,数字电路是电子计算机的基本电路。

1.1.3 逻辑变量、常量和逻辑函数

1. 逻辑变量和常量

逻辑电路中的输入信号和输出信号通称逻辑变量,由 A 、 B 、 C 等字母来标识逻辑电路的输入变量,用 F 、 L 、 Z 等字母来标识逻辑电路的输出变量。

逻辑常量用“ 0 ”和“ 1 ”来表示。

特别指出的是,这里的 0 和 1 不是数学中的 0 和 1 ,没有大小之分,而是表示逻辑电路的状态。

2. 逻辑函数

如果输入逻辑变量 A 、 B 、 C …的取值确定以后,输出逻辑变量 F 的值也被唯一地确定。那么,就称 F (或 L 、 Z 等)是 A 、 B 、 C …的逻辑函数。例如, $F = ABC$ 。式中, F 为逻辑函数, A 、 B 、 C 为逻辑变量。

3. 正负逻辑

在逻辑电路中有正负逻辑之分。“1”表示高电平，“0”表示低电平，这是正逻辑。反之，为负逻辑。在设计逻辑电路时可以采用正逻辑，也可以采用负逻辑，有时正、负逻辑混合使用，本书中如无特殊说明，均采用正逻辑。

思考题

- (1) 为什么说电子计算机的发展史就是数字逻辑电路的发展史？
- (2) 什么是数字信号，它与模拟信号有何区别？
- (3) 数字信号的波形有哪几个参数？
- (4) 数字电路有何特点？
- (5) 数字电路中的逻辑常量“0”和“1”与数学中的“0”和“1”的概念是否相同，它们各有什么含义？
- (6) 正负逻辑是如何定义的？试举几个正负逻辑的例子。

1.2 基本逻辑和复合逻辑

在数字逻辑电路中有三种基本的逻辑，即“与”、“或”、“非”，任何一个复杂的逻辑都可以由这三种基本逻辑的适当组合来表示。

1.2.1 基本逻辑

1. 与逻辑

- (1) “与”逻辑的概念：“与”逻辑又称逻辑乘，其逻辑函数表达式为

$$F = A \cdot B \cdot C \quad \text{或} \quad F = A \times B \times C$$

简写为

$$F = ABC$$

理解“与”逻辑中的“与”的含义可以参考图 1-8 所示的例子。

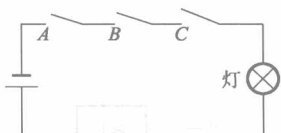


图 1-8 “与”逻辑举例

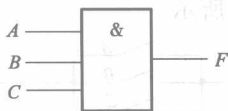


图 1-9 “与”逻辑符号

图 1-8 所示为一个灯电路，开关 A 、 B 和 C 是条件，灯亮是结果。开关的闭合与灯亮有这样一种因果关系，即只有当 A 、 B 和 C 两个开关均闭合时，灯才会亮， A 、 B 和 C 两个开关中的任意一个开关不闭合，灯都不会亮。也就是说，当决定一件事情（灯亮）的所有条件全部具备（开关 A 、 B 和 C 均闭合）时，这件事情才会发生，这种关系称为“与”逻辑关系。“与”逻辑强调的是所有条件必须全部满足。“与”逻辑符号如图 1-9 所示。

- (2) “与”逻辑运算规则为

$$0 \cdot 0 \cdot 0 = 0; \quad 0 \cdot 0 \cdot 1 = 0;$$

$$0 \cdot 1 \cdot 0 = 0; \quad 0 \cdot 1 \cdot 1 = 0;$$

$$1 \cdot 0 \cdot 0 = 0; \quad 1 \cdot 0 \cdot 1 = 0;$$

$$1 \cdot 1 \cdot 0 = 0; \quad 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$