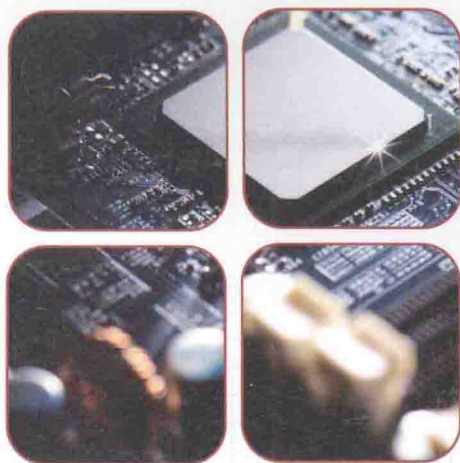


数字电子技术基础

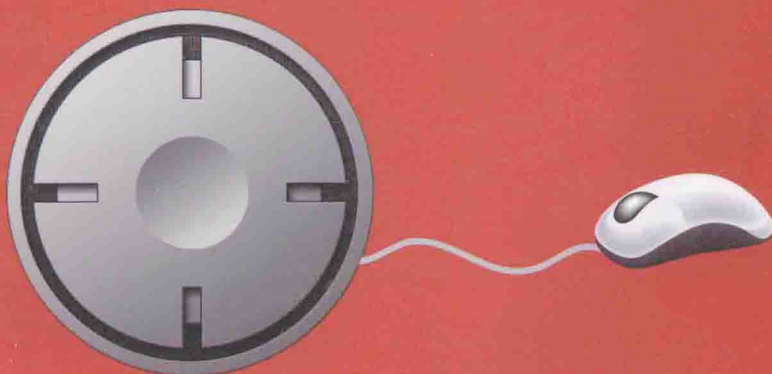
(第2版)

张宝荣 主编
黄震 李江昊 刘燕燕 副主编



D

igital Fundamentals



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

高等学校“十二五”电气自动化类规划教材

数字电子技术基础

(第2版)

张宝荣 主编

黄震 李江昊 刘燕燕 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为高等学校“十二五”电气自动化类规划教材之一，也是燕山大学的“数字电子技术基础”河北省精品课程配套教材，是根据近年来数字电子技术的新发展和课程组多年的教学实践积累，针对数字电子技术课程教学基本要求和特点而编写的。

全书内容包括数字逻辑基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、半导体存储器与可编程逻辑器件、脉冲波形的产生与整形、数模和模数转换，共 8 章。考虑到 EDA 技术已成为数字电路设计的首要手段，本书加入了目前比较流行的 EDA 设计软件 MAX+plus II 的内容，并结合具体章节给出了软件的应用方法。本教材可满足学时较少情况下的教学，适宜 48~60 学时的教学。为了方便教学和自学，配有实用的电子课件和习题简解。

本书可作为高等院校电气信息类各专业和部分非电类专业的教材，也可作为从事数字电子技术研究相关人员的参考用书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

数字电子技术基础/张宝荣主编. —2 版. —北京：电子工业出版社，2015.2

ISBN 978-7-121-25468-0

I. ①数… II. ①张… III. ①数字电路—电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 022757 号

策划编辑：陈韦凯 责任编辑：陈韦凯

印 刷：三河市华成印务有限公司

装 订：三河市华成印务有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：23.25 字数：595 千字

版 次：2011 年 10 月第 1 版

2015 年 2 月第 2 版

印 次：2015 年 2 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

第 1 版前言

为适应新形势下电子技术的高速发展和社会需求，高等教育对电气信息类人才的培养提出了更高要求，教材内容更新和定位面临新的挑战。“数字电子技术基础”是电气信息类学生的专业基础课程，也是实践性很强的技术基础课程。随着数字化和信息化技术的飞速发展，数字课程对学生知识和能力的提升凸显出更重要的作用。

遵照教育部对“电子技术基础课程教学的基本要求”，要把学生培养成为有一定理论基础，有较强的实战能力，有足够的创新意识的应用型人才。我们从事数字电子技术基础教学工作多年，并坚持教学改革实践，积累了丰富的经验，燕山大学“数字电子技术基础”课程于 2002 年获得河北省首批精品课程称号，并于 2003 年全面展开 EDA 实践教学，2004 年“数字电子技术基础课程设计”项目获河北省教学成果二等奖。

教学的实践和体会使我们感到，器件的更新、技术的发展使教学内容不断增加，而课内教学学时又在减少的形势下，编写一本适宜理论学时数较少，但密切联系实践，突出工程应用的教材是非常必要的。

本书具有以下几个特点：

1. 适宜较少学时教学

本着“保基础，重实践，少而精”的原则，整合了教学内容。加强了绝缘栅场效应管的原理知识，可方便 CMOS 门教学并为先“数字”后“模拟”的教学模式创造条件；适当精简了 CMOS 门特性曲线讲解，以加大器件产品的比对和参数列表为补充；将 555 定时器及其脉冲电路作为“脉冲波形的产生与整形”一章的开篇主体部分，具有知识的完整性和独立性，不受章内后续内容的影响，便于教学内容的裁剪。本教材建议学时数为 48~60 学时。

2. 增加教材的可读性

本书和传统教材相比，适度增大了图、表比例，强化知识对比和总结，并注重对“难点”内容进行细致的推理解析和附图说明。每章设有“内容提要”和“本章小结”，并给出“教学基本要求”和“重点内容”。教材附带习题和思考题简解、逻辑符号对照表及常用数字集成芯片列表，利于学生阅读和自学。

3. 突出了集成电路内容

除门电路和触发器较多涉及内部电路外，全书加大了集成芯片及系列产品的介绍和应用举例，把侧重点放在对集成电路的认知和使用方面，以利于学生实战能力的培养和工程意识的加强。

4. 融合 EDA 课程设计内容

可编程逻辑器件 PLD 近年来发展迅速，大容量、高速率的器件不断出现，在科技领域广泛应用。本书除在第 6 章介绍 PLD 的工作原理和电路结构外，还在其他章节介绍了可编程逻辑器件编程软件的使用方法，在相关章节结合教学内容配备相应的 EDA 实用例题。这

些例题来自我们多年的 EDA 课程设计教学实践,学生能够学以致用,为创新能力的培养打下必要的基础。

5. 采用国际上常用的图形逻辑符号

为便于学生较快地适应实际工作,中、大规模集成电路的图形符号采用国外教材、技术资料 and EDA 软件中普遍使用的习惯画法,即示意性框图画法。本书基本运算和复合运算的逻辑符号均采用国际上常用的图形逻辑符号。

6. 适宜多样化教学

教材配套提供电子课件、电子习题简解及 EDA 课程设计教学软件。

另外,教材中把 EDA 的相关知识和 MAX+plus II 的设计举例、集成逻辑门电路的实际应用问题及组合和时序电路的综合设计等内容暂定为选学部分。因为这些内容应用性较强且占用学时较多,这样会方便教材使用院校根据学校 EDA 硬件环境是否具备,或 EDA 是否再单独设课,进行灵活的教学安排,同时也方便学时较少的学校做必要的取舍而不影响本课程知识的整体性。

本书由燕山大学数字电子技术教研组全体老师共同完成。其中刘雪强编写第 1 章,李江昊编写第 4、5 章,黄震编写第 6 章及教材中 EDA 相关内容,郭璇编写第 8 章,常丹华编写第 2 章并负责全书的组织和统稿工作,张宝荣编写第 3、7 章并负责全书的核查和修改工作。

对本书选用的参考文献的著作者,我们致以真诚的感谢。限于编者水平,书中难免有错误和不妥之处,敬请业界同仁和读者批评指正。

编者

2011 年 1 月

第2版前言

本书是在《数字电子技术基础》(第1版)的基础上修订而成的,其知识体系结构与第1版一致。修订的目的是为进一步方便教学,提高教学效率。

修订工作除了修正第1版的不足之外,主要针对以下几个方面进行:

第1章数字逻辑基础,主要是新增了关于任意项的内容和例题,补充了真值表到表达式转换更为通用的方法。第2章逻辑门电路,主要是充实了TTL反相器电路工作原理的分析方法,新增了驱动与负载关系部分,以加强数电和模电在内容上的联系。第3章组合逻辑电路,主要增加了对组合逻辑电路和时序逻辑电路区别的深入讨论。第4章触发器,主要是补充了触发器的存储核心电路,对触发器的动作特点与电路结构的对应关系进行了深入说明。第5章时序逻辑电路,主要是在时序逻辑电路设计部分新增了求驱动方程更为通用的方法;增加了计数器进位信号的构成原理,细化了构成任意进制计数器的过程,增加了在定时场合经常用到的“单次/触发计数器”内容。第6章半导体存储器与可编程逻辑器件,在VHDL部分增加了加法器程序,替换了计数器程序,新增了Signal和Variable内容的说明和习题。第7章脉冲波形的产生与整形和第8章数模和模数转换也进行了相应内容的调整。附录部分新增了附录C,主要内容为EDA软件元件库说明和部分常用逻辑符号及对应名称列表,以方便EDA实践教学。

本书由燕山大学数字电子技术教研组全体教师共同完成。其中刘雪强修订第1章,李江昊和付广伟修订第4、5章,郭璇修订第8章,张宝荣和高美静修订第3、7章。由于常丹华老师已经退休,第2章修订工作由刘燕燕负责。黄震和张保军修订第6章和教材中EDA相关内容,以及全书的组织和统稿工作。

感谢常丹华老师在本书第1版编写和第2版修订过程中做的大量工作。借此机会,祝常丹华老师退休生活快乐!

对本书选用的参考文献的著作者,我们致以真诚的感谢。限于编者水平,书中若有错误和不妥之处,敬请业界同仁和读者批评指正。

编者

2015年1月

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应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，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 数字逻辑基础	1
1.1 数字信号与数字电路	2
1.1.1 数字信号	2
1.1.2 数字电路	3
1.2 数制和码制	4
1.2.1 几种常用的数制	4
1.2.2 不同数制间的转换	7
1.2.3 几种常用的码制	8
1.3 逻辑代数	10
1.3.1 逻辑代数中 3 种基本运算	10
1.3.2 复合逻辑运算	12
1.3.3 逻辑代数的基本公式	14
1.3.4 逻辑代数的常用公式	16
1.3.5 逻辑代数的基本定理	17
1.4 逻辑函数及其表示方法	18
1.4.1 逻辑函数的定义	18
1.4.2 逻辑函数的表示方法	18
1.4.3 各种表示方法间的相互转换	19
1.5 逻辑函数的化简	21
1.5.1 逻辑函数的最简形式	21
1.5.2 公式化简法	21
1.5.3 卡诺图化简法	23
1.6* EDA 技术概述	32
1.6.1 EDA 发展回顾	33
1.6.2 EDA 系统构成	34
1.6.3 EDA 工具发展趋势	34
1.6.4 EDA 工具软件 MAX+plus II 简介	36
本章小结	37
习题与思考题	38
第 2 章 逻辑门电路	42
2.1 半导体二极管门电路	43
2.1.1 二极管的开关特性	43
2.1.2 二极管门电路	45
2.2 半导体三极管门电路	46

2.2.1	三极管的开关特性	46
2.2.2	三极管反相器	49
2.3	TTL 集成门电路	50
2.3.1	TTL 反相器电路结构及原理	50
2.3.2	TTL 反相器的电压传输特性和抗干扰能力	53
2.3.3	TTL 反相器的静态输入特性、输出特性和负载能力	55
2.3.4	TTL 反相器的动态特性	60
2.3.5	TTL 门电路的其他类型	62
2.3.6	TTL 集成门系列简介	71
2.4	CMOS 集成门电路	73
2.4.1	MOS 管的开关特性	74
2.4.2	CMOS 反相器的电路结构和工作原理	79
2.4.3	CMOS 反相器的特性及参数	80
2.4.4	CMOS 门电路的其他类型	82
2.4.5	CMOS 集成门系列简介	86
2.5*	集成门电路的实际应用问题	88
2.5.1	集成门电路使用应注意的问题	88
2.5.2	TTL 电路与 CMOS 电路之间的接口问题	90
	本章小结	92
	习题与思考题	92
第 3 章	组合逻辑电路	98
3.1	概述	99
3.2	组合逻辑电路的分析与设计	100
3.2.1	组合逻辑电路的分析	100
3.2.2	组合逻辑电路的设计	102
3.3	常用组合逻辑电路	105
3.3.1	编码器	106
3.3.2	译码器	113
3.3.3	数据选择器	123
3.3.4	加法器	126
3.3.5	数值比较器	130
3.4	用中规模集成电路设计组合逻辑电路	135
3.4.1	用译码器设计组合逻辑电路	135
3.4.2	用数据选择器设计组合逻辑电路	138
3.4.3	用加法器设计组合逻辑电路	140
3.4.4*	综合设计	143
3.5	组合逻辑电路的竞争 - 冒险现象	146

3.5.1	竞争 - 冒险的概念及其产生原因	146
3.5.2	消除竞争 - 冒险的方法	147
3.6*	用 MAX+plus II 设计组合逻辑电路	150
	本章小结	153
	习题与思考题	153
第 4 章	触发器	156
4.1	概述	157
4.2	基本 SR 触发器 (SR 锁存器)	157
4.2.1	由与非门构成的基本 SR 触发器	157
4.2.2	由或非门构成的基本 SR 触发器	160
4.3	同步触发器 (电平触发)	162
4.3.1	同步 SR 触发器	162
4.3.2	同步 D 触发器 (D 锁存器)	165
4.4	主从触发器 (脉冲触发)	166
4.4.1	主从 SR 触发器	166
4.4.2	主从 JK 触发器	169
4.5	边沿触发器 (边沿触发)	171
4.5.1	维持阻塞结构的边沿触发器	171
4.5.2	基于门电路传输延迟的边沿 JK 触发器	174
4.5.3	边沿 D 触发器 (利用两个同步 D 触发器构成)	176
4.6	触发器的逻辑功能及描述方法	178
4.7	集成触发器	180
4.7.1	常用集成触发器	180
4.7.2	触发器的功能转换	182
4.8	触发器应用举例	184
4.9*	用 MAX+plus II 验证触发器逻辑功能	185
	本章小结	186
	习题与思考题	186
第 5 章	时序逻辑电路	191
5.1	时序电路的基本概念	192
5.1.1	时序电路的分类	192
5.1.2	时序电路的基本结构和描述方法	192
5.2	同步时序电路的分析方法	194
5.2.1	同步时序电路的分析任务	194
5.2.2	同步时序电路的分析步骤	194
5.3	寄存器	199

5.3.1	寄存器和移位寄存器结构组成及工作原理	199
5.3.2	集成(移位)寄存器及其应用	201
5.4	计数器	205
5.4.1	同步计数器结构组成及原理	206
5.4.2	异步计数器结构组成及原理	212
5.4.3	集成计数器及其应用	214
5.5	同步时序电路的设计方法	223
5.5.1	时序电路设计的基本任务	223
5.5.2	时序电路的设计步骤	223
5.6	用中规模集成电路设计时序电路	230
5.6.1	用移位寄存器设计	230
5.6.2	用计数器设计	231
5.6.3*	综合设计	233
5.7*	用 MAX+plus II 设计时序逻辑电路	236
	本章小结	239
	习题与思考题	239
第 6 章	半导体存储器与可编程逻辑器件	242
6.1	概述	243
6.2	随机存储器 RAM	245
6.2.1	RAM 存储单元	245
6.2.2	RAM 的结构	246
6.2.3	RAM 的扩展	249
6.3	只读存储器 ROM	251
6.3.1	固定 ROM	251
6.3.2	可编程只读存储器 PROM	252
6.3.3	现代常用 ROM	256
6.4	可编程逻辑器件 PLD	259
6.4.1	PLD 基本原理	259
6.4.2	PLD 分类	261
6.5	高密度可编程逻辑器件	263
6.5.1	复杂可编程逻辑器件 CPLD	263
6.5.2	现场可编程门阵列 FPGA	265
6.5.3	基于芯片的设计方法	267
6.6*	硬件描述语言简介	268
6.6.1	VHDL 简介	269
6.6.2	VHDL 描述逻辑电路举例	271
	本章小结	278

习题与思考题	278
第 7 章 脉冲波形的产生与整形	280
7.1 概述	281
7.1.1 矩形脉冲及其基本特性	281
7.1.2 矩形脉冲的产生和整形方法	282
7.2 555 定时器及其脉冲电路	282
7.2.1 555 定时器及其工作原理	282
7.2.2 由 555 定时器构成的单稳态触发器	285
7.2.3 由 555 定时器构成的施密特触发器	289
7.2.4 由 555 定时器构成的多谐振荡器	295
7.3 集成和其他单稳态触发器	298
7.3.1 由门电路构成的单稳态触发器	298
7.3.2 集成单稳态触发器	299
7.4 集成和其他施密特触发器	301
7.4.1 由门电路构成的施密特触发器	301
7.4.2 集成施密特触发器	302
7.5 其他多谐振荡器	304
7.5.1 由门电路构成的多谐振荡器	304
7.5.2 石英晶体多谐振荡器	306
本章小结	308
习题与思考题	308
第 8 章 数模和模数转换	311
8.1 概述	312
8.2 数模转换器 (DAC)	312
8.2.1 DAC 的基本原理	312
8.2.2 倒 T 形电阻网络 DAC	313
8.2.3 权电流型 DAC	314
8.2.4 数模转换输出极性的扩展	317
8.2.5 DAC 的主要技术参数	319
8.2.6 集成 DAC	321
8.3 模数转换器 (ADC)	323
8.3.1 ADC 的基本原理	323
8.3.2 并联比较型 ADC	325
8.3.3 逐次渐近型 ADC	326
8.3.4 双积分型 ADC	328
8.3.5 ADC 的主要技术参数	331

8.3.6 集成 ADC	332
8.4 取样 - 保持电路	333
本章小结	335
习题与思考题	335
附录 A 常用的数字逻辑集成电路	338
附录 B 逻辑符号对照表	343
附录 C EDA 软件元件库	345
附录 D 部分习题与思考题解答	347
参考文献	358

第1章 数字逻辑基础



内容提要

数字逻辑是数字电子技术的数学基础，是分析和设计数字系统的理论依据。本章介绍了数字逻辑的基本概念、常用的数制和码制、逻辑代数的基本公式、基本定理、逻辑函数的表示方法和化简方法。



教学基本要求

1. 了解数字电路、数字信号的特点。
2. 了解数制和码制，掌握各种数制间的转换。
3. 掌握与、或、非逻辑运算和常见复合逻辑运算。
4. 掌握逻辑函数的表示方法：真值表、逻辑函数式、逻辑图和卡诺图。
5. 熟练掌握公式法和卡诺图法化简逻辑函数。



重点内容

1. 逻辑函数不同表示方法之间的转换。
2. 公式法和卡诺图法化简逻辑函数。

1.1 数字信号与数字电路

1.1.1 数字信号

信号有电、声、光、磁等多种形式,由于电信号处理比较方便且技术成熟,在信号处理中应用较多的是电信号,研究电信号的产生与处理的技术就是电子技术。电子电路中的信号可分为两大类,即模拟信号和数字信号。模拟信号是在时间上、数值上均连续变化的电信号,在一定范围内可以取任意实数值,如图 1-1 (a) 所示,这样的信号可以由温度、声音、压力等转换出的电信号。处理模拟信号的电路称为模拟电路,模拟电路主要研究的是如何不失真地放大模拟信号。数字信号是在时间上、数值上均离散的电信号,如图 1-1 (b) 所示。通常用高电平和低电平表示数字信号的两种状态,或用 0 和 1 表示。通常用 1 表示高电平,用 0 表示低电平,称为正逻辑,本书均采用正逻辑。也可以用 0 表示高电平,用 1 表示低电平,称为负逻辑。数字信号是由 0 和 1 以不同的组合形式构成的,每一种形式代表一定含义。

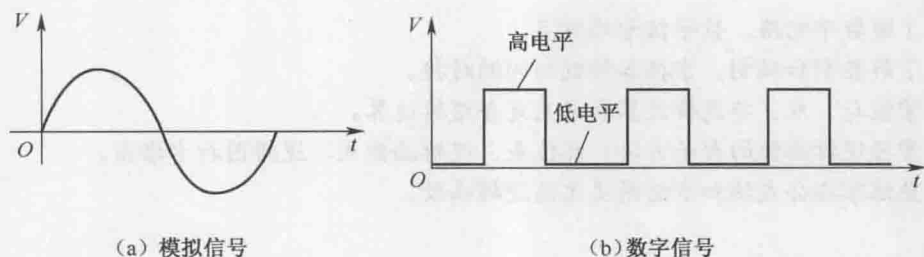


图 1-1 数字信号和模拟信号

实际生产中的数字信号如图 1-2 所示,为工业流水生产线上记录工件个数的计数系统输出的信号。在流水线的一侧放置一个光源,在流水线的另一侧放置接收装置,当工件通过光源时,光源被遮挡;没有工件通过时,接收装置接收到光源信号。接收装置把光源信号转换成电信号,其输出信号如图 1-2 所示,输出信号为高电平时表示没有工件通过,输出信号为低电平时表示有工件通过。若能够准确记录输出信号低电平的个数,则可记录工件的个数。电路只要能够准确区分高、低电平即可,因此高、低电平并不是某一个电压值,而是指一个电压范围,如 $2 \sim 5\text{V}$ 为高电平, $0 \sim 0.8\text{V}$ 为低电平。

处理数字信号的电路称为数字电路,数字电路的输入、输出都是如图 1-2 中所示的数字信号。在自然界中大多数信号都是模拟信号,当这些信号需要用数字电路进行处理时,就要进行模拟信号到数字信号的转换。由于数字电路的输出也是数字信号,数字信号不能直接回到自然界中,所以其输出的数字信号需要转换成模拟信号,才能重新被利用。数字信号和模拟信号之间的转换可以通过数模转换器和模数转换器来实现。

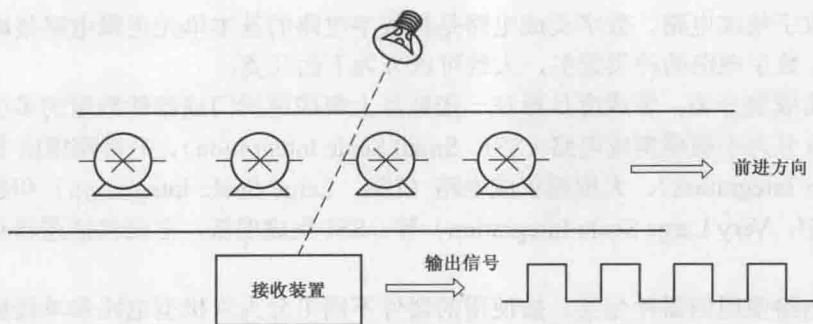


图 1-2 工业流水线计数系统

1.1.2 数字电路

1. 数字电路的特点

数字电路可以实现数字信号的存储、处理和传输，由于数字信号一般只有 0 和 1 两种状态，因此数字电路具有如下特点。

(1) 数字电路中二极管和三极管工作在开关状态。数字电路与模拟电路一样，都是由二极管、三极管等器件构成的，数字电路中二极管、三极管一般工作在开关状态，开关的通与断采用二极管的导通与截止或三极管的饱和与截止来实现，而这些器件在模拟电路中主要工作在线性区。

(2) 数字电路的基本单元电路只有 0 和 1 两个状态，单元电路简单。数字电路由几种基本单元电路组成，由于基本单元电路只要能可靠地区分高、低电平即可，对元件精度要求不高，允许有较大误差，因此数字电路单元电路结构简单、便于集成、抗干扰能力强、可靠性高、成本低廉、使用方便。

(3) 数字电路的分析和设计应用的主要工具是逻辑代数。数字电路研究的是输入和输出的逻辑关系，即因果关系，所以数字电路也称为逻辑电路。分析和设计数字电路以逻辑代数为工具，利用真值表、逻辑表达式和波形图等来表示电路的逻辑功能。

(4) 数字电路可形成大规模集成、速度快、功耗低、可编程。随着半导体制造工艺技术的不断提高，数字器件的集成度越来越高，工作速度越来越快，功耗越来越低。可编程逻辑器件的应用，提高了使用的灵活性，并大大缩短了数字电路的研发周期。

2. 数字电路的应用

数字电路因其具有集成度高、功耗低、可靠性高、抗干扰能力强、便于长期存储、可编程和使用灵活等优点，得到了广泛的应用。数字电路的应用和发展极大地改变了人们生产、生活的各个方面，在电子计算机、电机、通信设备、自动控制、雷达、家用电器、电子小产品及汽车电子等领域得到了广泛的应用。

3. 数字电路的分类

数字电路经历了电子管、半导体分立器件到集成电路的发展历程，发展迅速，目前广

泛使用的是数字集成电路。数字集成电路是把数字电路的基本单元逻辑电路集成到一块半导体芯片上。数字电路的种类繁多,大致可以分为下面几类:

(1) 按集成度分类。集成度是指在一张硅片上集成逻辑门或器件数量的多少,按集成度的大小可以分为小规模集成电路(SSI, Small Scale Integration)、中规模集成电路(MSI, Medium Scale Integration)、大规模集成电路(LSI, Large Scale Integration)和超大规模集成电路(VLSI, Very Large Scale Integration)等。SSI集成度低,主要包括逻辑功能门和集成触发器等。

(2) 按电路使用的器件分类。按使用的器件不同可分为双极型电路和单极型电路。双极型电路是由二极管、三极管双极型器件构成的电路,包括TTL等多种。单极型电路是由半导体场效应管单极型器件构成的电路,包括CMOS、NMOS、PMOS等类型。

(3) 按逻辑功能分类。按逻辑功能不同可分为组合逻辑电路和时序逻辑电路。组合逻辑电路是指输出只与输入有关的电路。时序逻辑电路是指输出不仅与输入有关而且与电路原状态有关的电路。

1.2 数制和码制

数字信号通常都是用数码的形式给出的。不同的数码可以用来表示数量大小不同的事物,这时仅用一位数码往往不够,因而需要遵循一定的规则组成多位数码使用。下面开始介绍数制和码制。

1.2.1 几种常用的数制

数制是人们对数量计数的一种统计规律。在日常生活中,人们习惯使用十进制数,而在数字电路中常使用二进制数、八进制数或十六进制数。在进位计数制中,包含基数(也称为模)和位权两个基本因素。

基数:计数制中用到的数字符号个数。例如,十进制数由0~9共10个不同的数字符号组成,所以它的基数是10。一般来说,在 N 位计数制中,包含0, 1, 2, 3, ..., ($N-1$)个数字符号,进位规律是“逢 N 进一”,即每一位计满 N 就向高位进1,简称 N 进制。

位权:在一个进位计数制表示的数中,处于不同位的数字代表不同的数值,某一位的数值是由这一位数字的值乘以处于该位的一个固定常数,不同位上的固定常数称为位权值,简称权值或权。不同位有不同的权值,如十进制数个位的权值是 10^0 ,十位的权值是 10^1 ,百位的权值是 10^2 。

1. 十进制 (Decimal)

十进制是人们最熟悉、应用最广泛的一种计数方法。它的基数是10,其进位规律为“逢十进一”或“借一当十”。例如

$$137.5 = 1 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1}$$

式中, 10^2 、 10^1 、 10^0 、 10^{-1} 分别为百位、十位、个位、小数点右第一位的权值,也就是相