

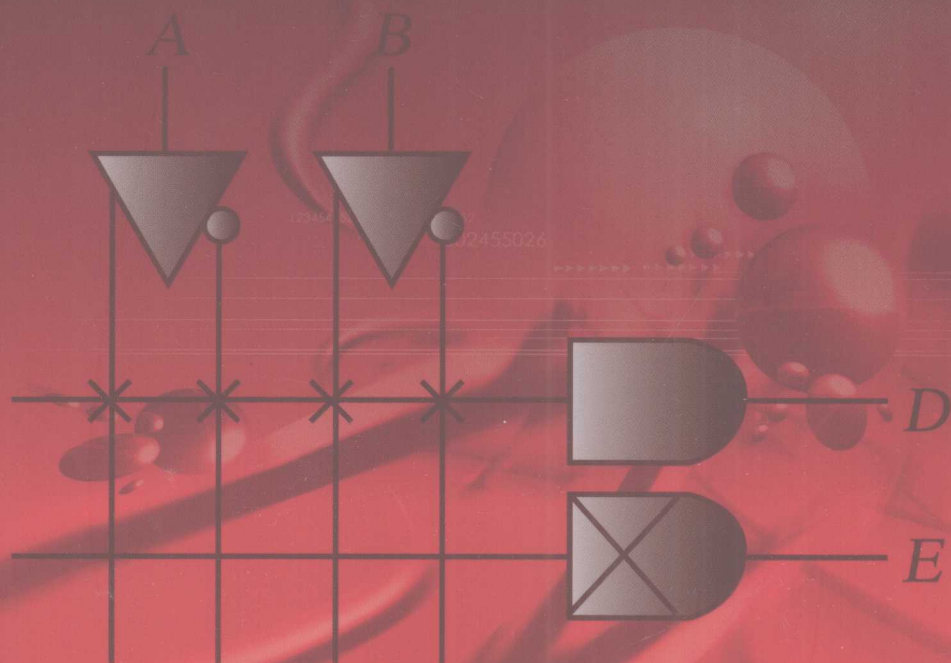


教育科学“十五”国家规划课题研究成果

数字电子技术基础

▼
……
(第2版)
……
▲

杨志忠 卫桦林 主 编
郭顺华 副主编



高等教育出版社



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

数字电子技术基础

……
(第2版)
……

杨志忠 卫桦林 主 编
郭顺华 副主编



高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部电子信息与电气信息基础课程教学指导分委员会制订的“数字电子技术基础课程教学基本要求”进行修订的。这次修订保留了原教材的理论体系,改写了部分章节的内容,补充了大量应用实例,使理论和实践联系更加紧密,增加了硬件描述语言(VHDL),使学生了解电子设计自动化(EDA)的基础知识。此外,各章还增加了自测题,帮助读者更好地掌握基本理论知识。

全书共分11章,分别为绪论、逻辑代数基础、集成逻辑门电路、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、脉冲产生与整形电路、数模和模数转换器、半导体存储器、可编程逻辑器件和硬件描述语言(VHDL)。每节有思考题,每章有小结、自测题和练习题。书末有自测题和部分练习题的参考答案。内容丰富实用,有利于培养学生的技术应用能力。

本书有配套的电子教案和学习指导与习题解答,便于组织教学和帮助读者掌握本课程的主要内容和解题方法。

本书可作为高等学校电子信息类、电气信息类、通信类、计算机类、自动化类和机电类等专业的“数字电子技术基础”、“数字逻辑电路”和“电子技术基础”数字部分等课程的教材,也可供从事电子技术工作的有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术基础/杨志忠,卫桦林主编.—2版.—北

京:高等教育出版社,2009.7

ISBN 978-7-04-026634-4

I. 数… II. ①杨…②卫… III. 数字电路-电子技术-高等学校-教材 IV. TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第073883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 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京泽明印刷有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 28.25
字 数 630 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2004年1月第1版
2009年7月第2版
印 次 2009年7月第1次印刷
定 价 34.80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

物料号 26634-00

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才培养需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和在研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才培养特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才培养探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型本科人才培养工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才培养体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的

任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结合起来,认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革,组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师,编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案,以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信,随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入,特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施,具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

第2版前言

数字电子技术的发展十分迅速,数字电路的集成度也越来越高,数字化的浪潮几乎席卷了电子技术应用的所有领域,电子产品日新月异,开发周期也在不断缩短,对电子设计自动化(EDA)也提出了更高的要求。为了适应形势发展的需要,作为专业基础课程的数字电子技术在课程内容和技能方面也要随之变化。

本书第1版于2005年被评为江苏省高等学校精品教材,这次修改是在第1版的基础上总结了多年“数字电子技术基础”课程教学改革的经验,并参照教育部电子信息与电气信息基础课程教学指导分委员会2005年制订的“数字电子技术基础课程的教学基本要求”进行修订的。基本要求强调了本课程的性质是“电子技术方面入门性质的技术基础课”;本课程的任务是“使学生获得数字电子技术方面的基本知识、基本理论和基本技能,为深入学习数字电子技术及其在专业中的应用打好基础”。因此,本版教材修订的指导思想是:保证基础、突出重点、加强应用、推陈出新、便于教学、有利自学。

本书第2版基本保持了第1版的体系、内容和特点,同时还听取了很多使用本教材的老师和同学提出的很好的意见和建议,并结合数字电子技术的发展,主要进行了以下几方面的修改和补充:

1. 精选内容、保证基础。尽管大规模数字集成电路已成为数字系统的主体,但中、小规模集成电路仍然是数字电子技术的基础。因此,本书以中、小规模集成电路的基本理论、基本电路、基本分析和基本设计方法为重点。如在组合逻辑电路和时序逻辑电路中,以基本组合逻辑电路和时序逻辑电路的分析和工作原理为基础,着重介绍了它们的功能和应用,删除了复杂的内部电路分析;在集成触发器中,在介绍基本RS触发器和同步触发器功能的基础上,突出了边沿触发器的功能和应用;在脉冲产生与整形电路中,以555定时器的典型应用为主线,在讲述每种应用电路的工作原理后,介绍了相应集成电路的功能与应用,删除了由门电路组成的上述功能的电路。同时还删除原来的两个附录。上述内容的删除并不影响“数字电子技术基础”课程内容的系统性和连贯性,同时使教师有较多时间讲述逻辑电路的工作原理和功能,使学生能更好地掌握逻辑电路的分析方法、设计方法和基本理论知识。

2. 突出理论知识的应用。在重点内容和典型集成器件逻辑功能介绍后都有应用实例,这不但能使理论和实践紧密结合,而且还可提高学生的技术应用能力和实际操作技能。

3. 加强数字电路新技术介绍。为了适应数字电路最新发展,在第10章中,较系统地、简要地介绍了可编程逻辑器件(PLD)及其应用;增加了第11章硬件描述语言(VHDL),初步介绍了

硬件描述语言的基本知识和应用,可通过配套的 EDA 设计平台进行训练,使学生了解现代数字电路与系统的设计方法。

4. 整理和增删了部分练习题。在这次修订中,删除了一些复杂的和非主要内容的练习题,增加了应用性习题,使之与课程内容联系更加紧密。为便于读者能更好地掌握课程的基本内容,各章都增加了自测题。书末附有自测题和部分练习题的答案。

5. 对于目录中标注“*”号的内容,可根据不同学科专业的需要进行选讲。如这些内容不讲,不影响教材的系统性和完整性。

6. 本书有配套的电子教案,图文并茂,便于教师组织教学。还有配套的学习指导和习题解答,以帮助读者掌握本课程的主要内容和解题方法。

本书由南京工程学院的章忠全教授担任主审,他百忙中审阅了全部书稿,并提出了宝贵的修改意见,在此表示诚挚的谢意。同时也向对本教材第1版提出修改意见和建议的广大读者表示衷心的感谢。

本书由杨志忠、卫桦林担任主编,负责全书策划和定稿,郭顺华担任副主编,协助主编工作。书中第7、8、9、10、11和附录由卫桦林负责编写,第2、5章和部分练习题答案由郭顺华负责编写,第3章由夏晔负责编写,其余各章由杨志忠负责组织编写。参加本书修订和整理资料工作的还有赵以群、赵杨、卫羽信等。

由于编者水平有限,书中难免有错漏和不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年1月于南京

第 1 版前言

“数字电子技术基础”是一门应用性很强的重要技术基础课。随着集成电路制造技术的迅速发展,中、大规模和超大规模数字集成电路在各个领域获得广泛应用,它已成为国民经济的强大推动力,这对高等院校电气、电子、通信、计算机、自动化及相关专业的工程技术人才的培养提出了更高的要求。为了适应现代电子技术应用对人才的要求,结合数十年教学经验和多年教学改革实践及课程的特点,以培养学生的综合应用能力为出发点,我们编写了本教材。编写本教材的主要指导思想是:保证基础知识、精选教材内容、理论联系实际、注重能力培养、便于读者自学。具体考虑如下:

1. 在满足本课程教学大纲要求的同时,加强了实践性和应用性的内容,为学生学习专业课和从事数字逻辑电路方面的工作打下良好的基础。

2. 本教材以小规模集成电路作引路,以逻辑代数为工具,讨论了数字逻辑电路的分析方法和设计方法,压缩了集成电路内部的繁琐分析,突出了集成电路的外特性和应用。侧重于培养学生综合运用所学知识、正确选用集成器件进行逻辑设计和解决实际问题的能力。

3. 由于“数字电子技术基础”是一门实践性和应用性都很强的课程,因此,在学习本课程理论知识的同时,应重视和加强实践训练,注重对学生技术应用能力的培养,使理论和实践紧密结合,融为一体。附录 B 中“各章技能训练”可作为学生实践训练的内容,也可作为实验。附录 A 中“数字电路故障检查和排除的一般方法”供学生在技能训练中查寻和排除故障时参考,使他们在实践训练中逐步学会分析、查寻和排除故障的方法。此外,每章还有一定数量的技能题,以开发学有余力的学生的聪明才智,除完成书面作业外,还可到实验室搭试验证。每章有小结和大量练习题,以帮助复习和巩固所学知识。

4. 为了适应新技术发展的要求和了解数字电子技术的新发展,本书还介绍了可编程逻辑器件。

5. 本书在编写过程中力求做到重点突出、概念清楚、循序渐进、文字简练、理论和实践结合、便于自学。

6. 书中标注“*”号的内容可根据需要选讲或自学。

本书由南京工程学院章忠全副教授审阅,审者认真审阅了全部书稿,提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。

本书第 2、5 章和部分练习题答案由郭顺华副教授编写,第 7、8、9、10 章由卫桦林副教授编写,第 1、3、4、6 章及附录 A、B 由杨志忠教授编写。罗中燕、杨庆、赵杨、钱明、赵以群也参加了部

分内容的编写。全书由杨志忠教授担任主编并负责全书的统稿。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2004 年 2 月于南京

本书用文字符号

一、电压符号

u	电压
U_m	脉冲电压幅度
u_i	输入电压
U_{iL}	输入低电平
U_{iH}	输入高电平
u_o	输出电压
U_{oL}	输出低电平
U_{oH}	输出高电平
u_{CE}	三极管集电极-发射极电压
$U_{CE(sat)}$	三极管集电极-发射极饱和压降
u_{BE}	三极管基极-发射极电压
$U_{BE(sat)}$	三极管基极-发射极饱和压降
u_C	电容器两端的电压
U_{th}	二极管、三极管的门限电压
U_{TH}	门电路的阈值电压
U_{OFF}	门电路的关门电平
U_{ON}	门电路的开门电平
U_{SL}	标准输出低电平
U_{SH}	标准输出高电平
U_{NL}	输入低电平噪声容限
U_{NH}	输入高电平噪声容限
U_{T-}	施密特触发器的负向阈值电压
U_{T+}	施密特触发器的正向阈值电压
ΔU_T	施密特触发器的回差电压
u_{DS}	MOS 管漏极-源极电压
u_{GS}	MOS 管栅极-源极电压
$U_{GS(th)}$	MOS 管的开启电压

$U_{GS(th)P}$	PMOS 管的开启电压
$U_{GS(th)N}$	NMOS 管的开启电压
V_{CC}	(TTL)三极管的集电极电源电压
V_{BB}	(TTL)三极管的基极电源电压
V_{DD}	(CMOS)场效应管的漏极电源电压
V_{REF}	基准电压

二、电流符号

i	电流
i_i	输入电流
I_{iL}	输入低电平电流
I_{iH}	输入高电平电流
i_o	输出电流
I_{oL}	输出低电平电流
I_{oH}	输出高电平电流
i_C	集电极电流
$I_{C(sat)}$	临界饱和集电极电流
i_B	基极电流
$I_{B(sat)}$	临界饱和基极电流
i_L	负载电流

三、时间和频率符号

t	时间
t_{rr}	二极管的反向恢复时间
t_{on}	开通时间
t_{off}	关断时间
t_{PHL}	输出由高电平到低电平的传输延迟时间
t_{PLH}	输出由低电平到高电平的传输延迟时间
t_{pd}	平均传输延迟时间

t_w	脉冲宽度
T	脉冲周期
q	占空比
f	频率
f_0	石英晶体的固有谐振频率

四、电阻和电容符号

R	电阻
R_C	集电极电阻
R_B	基极电阻
R_i	输入电阻
R_o	输出电阻
R_L	负载电阻
R_{OFF}	关门电阻
R_{ON}	开门电阻
R_P	电位器
R_U	上拉电阻
R_{ext}	外接电阻
R_F	反馈电阻
C	电容
C_L	负载电容
C_F	反馈电容
C_{ext}	外接电容

五、晶体管符号

V	三极管
V_D	二极管
V_N	NMOS管
V_P	PMOS管

六、器件及其他符号

G	逻辑门
OC	集电极开路输出端
OD	漏极开路输出端
TSL	三态输出端
TG	传输门
FF	触发器
EN	使能控制端
$Q, \bar{Q}$	触发器输出端
Q^n	触发器输出状态
Q^{n+1}	触发器输出次态
J, K	JK触发器的输入端
T	T触发器的输入端
D	D触发器的输入端
R, S	RS触发器的输入端
R_D, S_D	触发器的直接置0端、置1端
CP	时钟脉冲
CLK	时钟
CO	进位输出端
BO	借位输出端
CR	置零(清零)控制端
LD	置数控制端
D_{SL}	左移串行输入端
D_{SR}	右移串行输入端
$\uparrow$	由低电平跃到高电平
$\downarrow$	由高电平跃到低电平
N_O	扇出系数
P	功率

目 录

第 1 章 绪论	1	2.6 逻辑函数的卡诺图化简法	44
1.1 概述	1	2.6.1 用卡诺图表示逻辑函数	44
1.1.1 数字信号和数字电路	1	2.6.2 用卡诺图化简逻辑函数	49
1.1.2 数字电路的特点和分类	2	2.6.3 用卡诺图化简具有无关项 的逻辑函数	54
1.2 数制和码制	2	本章小结	56
1.2.1 数制	2	自测题	57
1.2.2 不同数制间的转换	4	练习题	58
1.2.3 二进制代码	8	技能题	61
1.3 二进制数的算术运算	11	第 3 章 集成逻辑门电路	62
1.3.1 两数绝对值之间的运算	11	3.1 概述	62
1.3.2 原码、反码和补码	13	3.2 基本逻辑门电路	63
本章小结	15	3.2.1 二极管的开关特性	63
自测题	15	3.2.2 三极管的开关特性	65
练习题	17	3.2.3 MOS 管的开关特性	68
第 2 章 逻辑代数基础	18	3.2.4 分立元件门电路	69
2.1 概述	18	3.3 TTL 集成逻辑门电路	73
2.2 逻辑代数中的常用运算	18	3.3.1 TTL 与非门	73
2.2.1 基本逻辑运算	18	3.3.2 其他功能的 TTL 门电路	82
2.2.2 复合逻辑运算	21	3.3.3 其他系列的 TTL 门电路	89
2.3 逻辑代数中的基本定律和 常用公式	25	* 3.3.4 TTL 数字集成电路的系列	91
2.3.1 逻辑代数中的基本定律	25	* 3.3.5 其他双极型集成逻辑门电路	93
2.3.2 逻辑代数中的常用公式	26	3.3.6 TTL 集成逻辑门电路的 使用注意事项	96
2.3.3 逻辑代数中的三个基本规则	28	3.4 CMOS 集成逻辑门电路	98
2.4 逻辑函数及其表示方法	31	3.4.1 CMOS 反相器	99
2.4.1 逻辑函数的建立	31	3.4.2 其他功能的 CMOS 门电路	100
2.4.2 逻辑函数的两种标准形式	34	3.4.3 高速 CMOS 门电路	103
2.5 逻辑函数的公式化简法	40	* 3.4.4 CMOS 数字集成电路的系列	104
2.5.1 逻辑函数的最简表达式	40	3.4.5 CMOS 集成逻辑门电路的	
2.5.2 逻辑函数的公式化简法	41		

使用注意事项	105	本章小结	170
* 3.5 TTL 电路与 CMOS 电路的接口	107	自测题	171
3.5.1 TTL 电路驱动 CMOS 电路	107	练习题	172
3.5.2 CMOS 电路驱动 TTL 电路	108	技能题	176
本章小结	109	第 5 章 集成触发器	178
自测题	110	5.1 概述	178
练习题	112	5.2 基本 RS 触发器	179
技能题	119	5.2.1 由与非门组成的基本 RS	
第 4 章 组合逻辑电路	120	触发器	179
4.1 概述	120	5.2.2 由或非门组成的基本 RS	
4.2 组合逻辑电路的分析和设计	121	触发器	181
4.2.1 组合逻辑电路的分析	121	5.2.3 集成锁存器	181
4.2.2 组合逻辑电路的设计	123	5.3 同步触发器	184
4.3 加法器	129	5.3.1 同步 RS 触发器	185
4.3.1 半加器和全加器	129	5.3.2 同步 D 触发器	187
4.3.2 加法器	132	5.3.3 同步 JK 触发器	189
4.4 编码器	134	5.3.4 同步触发器的空翻	192
4.4.1 二进制编码器	134	5.4 边沿触发器	192
4.4.2 二-十进制编码器	135	5.4.1 TTL 边沿 JK 触发器	192
4.4.3 优先编码器	137	5.4.2 维持阻塞 D 触发器	197
4.5 译码器和数据分配器	140	5.4.3 T 触发器和 T' 触发器	199
4.5.1 二进制译码器	140	5.4.4 CMOS 边沿触发器	201
4.5.2 二-十进制译码器	143	* 5.5 主从触发器	204
4.5.3 显示译码器	145	5.5.1 主从 RS 触发器	204
4.5.4 译码器的应用	150	5.5.2 主从 JK 触发器	205
4.5.5 数据分配器	154	5.5.3 主从 JK 触发器的一次	
4.6 数据选择器	155	翻转现象	206
4.6.1 4 选 1 数据选择器	155	5.6 触发器的应用举例	207
4.6.2 8 选 1 数据选择器	157	本章小结	210
4.6.3 数据选择器的应用	158	自测题	211
4.7 数值比较器	161	练习题	213
4.7.1 1 位数值比较器	162	技能题	222
4.7.2 多位数值比较器	162	第 6 章 时序逻辑电路	223
* 4.8 组合逻辑电路中的竞争冒险	165	6.1 概述	223
4.8.1 产生竞争冒险的原因	165	6.2 时序逻辑电路的分析	224
4.8.2 冒险的分类	165	6.2.1 同步时序逻辑电路的分析	224
4.8.3 冒险现象的判别	166	6.2.2 异步时序逻辑电路的分析	229
4.8.4 消除冒险现象的方法	168	6.3 寄存器和移位寄存器	232

6.3.1 寄存器	232	7.5.2 石英晶体多谐振荡器	304
6.3.2 移位寄存器	233	本章小结	307
* 6.3.3 移位寄存器的应用	235	自测题	308
6.4 计数器	237	练习题	309
6.4.1 异步计数器	238	技能题	314
6.4.2 同步计数器	244	第 8 章 数模和模数转换器	315
6.4.3 集成计数器	248	8.1 概述	315
6.4.4 利用计数器的级联获得大 容量 N 进制计数器	262	8.2 D/A 转换器	316
6.4.5 集成计数器应用举例	265	8.2.1 权电阻网络 D/A 转换器	316
* 6.5 同步时序逻辑电路的设计	268	8.2.2 $R-2R$ 倒 T 形电阻网络 D/A 转换器	318
6.5.1 同步时序逻辑电路的设计	268	8.2.3 权电流型 D/A 转换器	319
6.5.2 同步时序逻辑电路设计举例	268	8.2.4 D/A 转换器的主要参数	320
本章小结	273	8.2.5 集成 D/A 转换器 AD7520 介绍	321
自测题	274	8.3 A/D 转换器	323
练习题	276	8.3.1 A/D 转换的一般过程	323
技能题	282	8.3.2 并联比较型 A/D 转换器	324
第 7 章 脉冲产生与整形电路	283	8.3.3 逐次渐近型 A/D 转换器	325
7.1 概述	283	8.3.4 双积分型 A/D 转换器	327
7.2 555 定时器的电路结构及其逻辑 功能	284	8.3.5 A/D 转换器的主要参数	330
7.2.1 555 定时器的电路结构	284	8.3.6 集成 A/D 转换器 CC7106 介绍	330
7.2.2 555 定时器的逻辑功能	285	本章小结	334
7.3 施密特触发器	286	自测题	335
7.3.1 施密特触发器的逻辑符号 和电压传输特性	286	练习题	336
7.3.2 用 555 定时器组成施密特 触发器	287	技能题	336
7.3.3 集成施密特触发器	288	第 9 章 半导体存储器	337
7.3.4 施密特触发器的应用	290	9.1 概述	337
7.4 单稳态触发器	292	9.2 只读存储器(ROM)	337
7.4.1 用 555 定时器组成单稳态 触发器	292	9.2.1 ROM 的电路结构和基本电路	338
7.4.2 集成单稳态触发器	294	9.2.2 固定 ROM 的基本电路和 工作原理	338
7.4.3 单稳态触发器的应用	300	9.2.3 可编程只读存储器(PROM)	341
7.5 多谐振荡器	301	9.2.4 可擦除可编程只读存储器	342
7.5.1 用 555 定时器组成多谐 振荡器	302	9.3 随机存取存储器(RAM)	345
		9.3.1 RAM 的电路结构和读/写过程	345
		9.3.2 RAM 中的存储单元	346
		9.3.3 RAM 的扩展	349
		本章小结	351

自测题	352	本章小结	378
练习题	352	自测题	379
第 10 章 可编程逻辑器件	354	练习题	379
10.1 概述	354	第 11 章 硬件描述语言 (VHDL)	381
10.2 可编程逻辑器件的基本结构	354	11.1 概述	381
10.2.1 PLD 的基本结构	354	11.2 VHDL 语言的程序结构	382
10.2.2 PLD 器件的表示法	355	11.2.1 VHDL 语言的实体和结构体	382
10.3 可编程阵列逻辑 (PAL)	356	11.2.2 VHDL 语言的库、程序包和配置	385
10.3.1 PAL 的基本结构	356	11.2.3 子程序	388
10.3.2 PAL 的输出和反馈结构	357	11.3 VHDL 编程语言的基本要素	391
10.4 通用阵列逻辑 (GAL)	361	11.3.1 VHDL 的语言元素	391
10.4.1 GAL 的总体结构	361	11.3.2 VHDL 的基本语句	395
10.4.2 GAL 的输出逻辑宏单元 (OLMC)	361	11.4 VHDL 语言结构体的描述方法	404
10.5 现场可编程门阵列 (FPGA)	366	11.5 VHDL 设计基本逻辑电路举例	406
10.5.1 FPGA 的基本结构	367	本章小结	409
10.5.2 FPGA 的模块功能	367	自测题	409
10.5.3 FPGA 的数据装载	370	练习题	410
10.6 在系统可编程逻辑器件 ISP-PLD	371	附录 数字电路的安装调试与故障检测	412
10.6.1 低密度在系统可编程逻辑器件	372	自测题参考答案	419
10.6.2 高密度在系统可编程逻辑器件	373	部分练习题答案	426
10.6.3 可编程器件的应用设计简介	377	参考文献	433

第1章 绪 论

内 容 提 要

本章主要介绍数字信号、数字电路的分类和特点,并从十进制数的运算规则引入二进制、八进制、十六进制数的运算规则及它们之间的相互转换。接着介绍了常用 BCD 码和可靠性代码,最后介绍了二进制数的算术运算。

1.1 概 述

1.1.1 数字信号和数字电路

在电子技术中,被传送、加工和处理的信号有两类:一类是模拟信号,其特点是它的电压或电流的幅度随时间连续变化,如图 1.1.1(a)所示。用于传送、加工和处理模拟信号的电路称为模拟电路。另一类是数字信号,其特点是它的电压或电流在幅度上和时间上都是离散的、突变的信号,即常称的离散信号,如图 1.1.1(b)所示。其低电平用 0 表示,高电平用 1 表示。用于传送、加工和处理数字信号的电路,称为数字电路,它主要研究输出与输入信号之间的逻辑关系。因此,数字电路又称为数字逻辑电路。

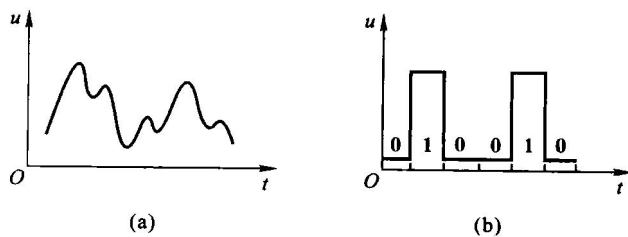


图 1.1.1 模拟信号和数字信号

(a) 模拟信号; (b) 数字信号

1.1.2 数字电路的特点和分类

一、数字电路的特点

和模拟电路相比,数字电路主要具有如下特点:

- (1) 电路结构简单,便于集成化。
- (2) 工作可靠,抗干扰能力强。
- (3) 数字信息便于长期保存和加密。
- (4) 数字集成电路产品系列全,通用性强,成本低。
- (5) 数字电路不仅能完成数值运算,而且还能进行逻辑判断。

二、数字集成电路的分类

数字电路可分为分立元件电路和数字集成电路两大类。目前,分立元件电路基本上已被数字集成电路所取代。按照集成度的不同,数字集成电路可分为以下几类:

(1) 小规模集成电路(SSI)。其集成度为1~10门/片,或10~100个元器件/片,主要是逻辑单元电路,如各种逻辑门电路、集成触发器等。

(2) 中规模集成电路(MSI)。其集成度为10~100门/片,或100~1000个元器件/片,主要是逻辑功能部件,如译码器、编码器、数据选择器、比较器、寄存器、计数器、A/D和D/A转换器等。

(3) 大规模集成电路(LSI)。其集成度为100~10000门/片,或1000~100000个元器件/片,主要是数字逻辑系统,如微型计算机中的中央处理器、存储器等。

(4) 超大规模集成电路(VLSI)。其集成度为10000门/片以上,或100000个元器件/片以上,主要是高集成度的数字逻辑系统,如单片计算机等。

思 考 题

1. 什么是数字信号?什么是模拟信号?
2. 和模拟电路相比,数字电路有哪些特点?
3. 在数字逻辑电路中为什么采用二进制?它有哪些优点?
4. 简述数字集成电路的分类。

1.2 数制和码制

1.2.1 数制

数制是计数进制的简称。十进制数是人们熟悉的数制。由于数字信号只有0和1两个不