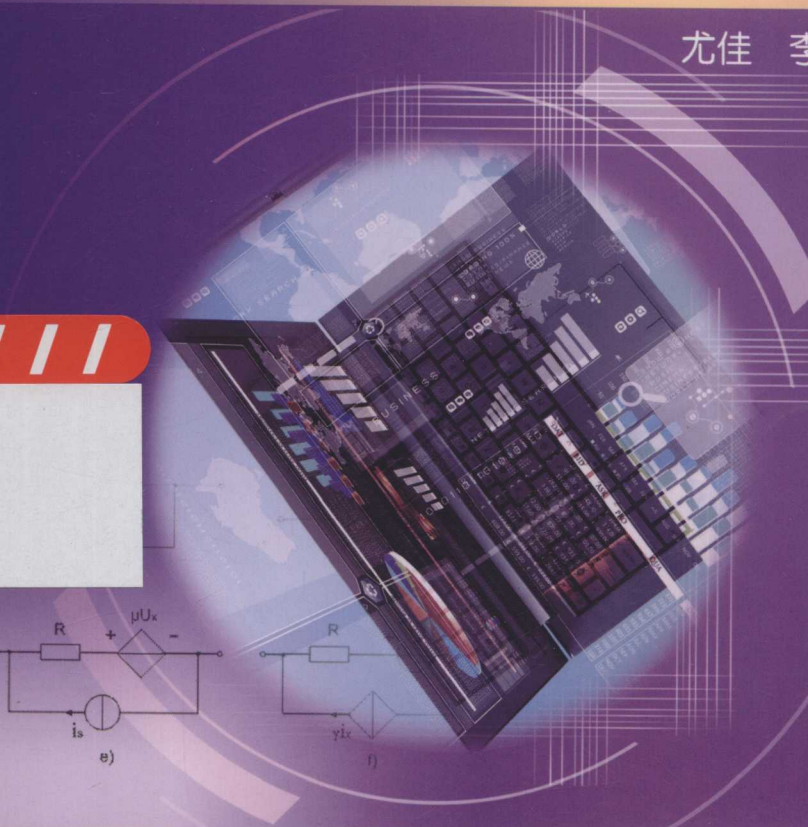




普通高等教育“十二五”电工电子基础课程规划教材

数字电子技术 实验与课程设计

尤佳 李春雷 伍春洪 杨淑华 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”电工电子基础课程规划教材

数字电子技术实验与 课程设计

尤佳 李春雷 伍春洪 杨淑华 编著



机械工业出版社

100820410

本书根据高等院校电类专业数字电子技术课程教学大纲,结合编者的教学实践与应用编写而成。本书按不同的实验教学平台构建相关内容,包括:使用面包板和元器件搭建的基础实验,到采用EDA实验箱下载的综合设计型实验,小组仿真调试的系统课程设计,通过科技创新项目完成的实物制作。

本书的实验内容设计阶梯化,注重学生综合素质、创新意识的培养。从器件认识的基本验证性实验到加强实验技能、设计技巧的设计型实验;从功能单一的局部电路实验到综合系统实验;从个人的独立实验到小组协作完成的课程设计实验,全面培养学生的自主学习能力和分析问题、解决问题的能力。

本书不拘泥于现有的实验平台,既有针对性又有通用性,以实用为原则,逐步指导学生完成实验课程和系统综合设计大作业。本书可以作为高等学校电类专业本、专科学生的基础实验及相关课程设计教材,也可以作为从事数字电子技术理论及实验教学教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术实验与课程设计/尤佳等编著. —北京:机械工业出版社, 2014.4

普通高等教育“十二五”电工电子基础课程规划教材
ISBN 978-7-111-46291-0

I. ①数… II. ①尤… III. ①数字电路-电子技术-课程设计-高等学校-教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第058345号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:吉玲 责任编辑:吉玲 王康 卢若薇
封面设计:张静 责任校对:程俊巧
责任印制:刘岚
北京京丰印刷厂印刷
2014年4月第1版·第1次印刷
184mm×260mm·11.5印张·279千字
标准书号:ISBN 978-7-111-46291-0
定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

社服务中心:(010) 88361066

销售热线:(010) 68326294

销售热线:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

网络服务

教材网:<http://www.cmpedu.com>

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

前 言

在数字电子技术课程的建设过程当中，我们吸收国外的教学经验，在理论课程教学中加强了实践锻炼，增加了数字系统的综合设计大作业环节。经过几届学生的试行，取得了良好的初期效果。紧接着，我们研究了“电子课程设计”教学与实践内容的整合，使相关的实验、实践环节更加有据可依、行之有效，并逐渐感受到提升学生实践能力和创新意识的重要性。随着教学改革的深入、课程建设的推进，我们迫切需要对当前的实验教材进行补充和改进，并将综合设计大作业规范成课程设计，形成一本新的实验实践一体化教材。以上就是我们编写这本教材的初衷。

目前国内也有很多教材将数字电子技术实验和课程设计综合在一本书中，这些教材有的针对具体的实验平台编写，主要是仿真软件的应用，课程设计仅作简单介绍，实践环节指导不够；有的内容非常全面，含有大量的理论知识和实验平台介绍，系统性好，但也略显庞杂，容易让学生做实验时无所适从。我们结合我校的实验实践教学应用及经验编写了这本教材，它不拘泥于现有的实验平台，既有针对性又有通用性，以实用为原则，能逐步指导学生完成实验课程和数字系统综合设计大作业。

本书的实验和实践内容主要分为基础实验、综合设计型实验和数字系统课程设计三大部分。其中基础实验部分主要由李春雷编写整理；综合设计型实验部分主要由杨淑华和尤佳编写整理；数字系统课程设计部分由伍春洪编写整理；其他部分及全书的统稿由尤佳负责。

本书的编写得到了“十二五”高等学校本科教学质量与教学改革工程建设项目和北京科技大学教材建设经费的资助，也得到了很多同仁的指导与帮助，并借鉴了部分往届学生的实践成果。在此，我们衷心的感谢。

由于水平有限，书中难免有不妥之处，衷心希望使用本书的老师和同学们能予以批评指正。

编 者

B.1 Verilog HDL 的特点	151	C.1 产生故障的原因	172
B.2 简单的 Verilog HDL 模块	152	C.2 故障的查找和分析	173
B.3 Verilog HDL 的语法要点	171	故障的诊断与排除	174
B.4 Verilog HDL 的开发流程	171	参考文献	176
附录 C 故障检测与诊断	172		

120	Verilog HDL 入门	123	D-A 转换器 A-D 转换器
124	MAX+plus II 入门	122	4.4 时序逻辑电路设计
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.1 寄存器
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.2 计数器
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.3 移位寄存器
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.4 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.5 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.6 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.7 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.8 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.9 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.10 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.11 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.12 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.13 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.14 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.15 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.16 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.17 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.18 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.19 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.20 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.21 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.22 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.23 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.24 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.25 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.26 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.27 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.28 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.29 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.30 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.31 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.32 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.33 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.34 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.35 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.36 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.37 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.38 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.39 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.40 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.41 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.42 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.43 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.44 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.45 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.46 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.47 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.48 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.49 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.50 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.51 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.52 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.53 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.54 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.55 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.56 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.57 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.58 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.59 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.60 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.61 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.62 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.63 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.64 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.65 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.66 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.67 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.68 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.69 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.70 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.71 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.72 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.73 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.74 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.75 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.76 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.77 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.78 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.79 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.80 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.81 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.82 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.83 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.84 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.85 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.86 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.87 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.88 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.89 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.90 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.91 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.92 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.93 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.94 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.95 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.96 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.97 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.98 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.99 其他时序逻辑电路
124	MAX+plus II 入门	122	4.4.100 其他时序逻辑电路

目 录

前言	73
第1章 概述	1
1.1 实验与课程设计的目的及意义	1
1.1.1 数字电子技术实验的目的及意义	1
1.1.2 数字电子技术课程设计的目的及意义	1
1.2 实验的要求与规范	2
1.2.1 实验守则	2
1.2.2 数电实验的基本步骤	3
1.3 课程设计的要求与规范	4
1.3.1 课程设计的基本要求	5
1.3.2 课程设计的教学过程	5
1.3.3 课程设计的一般过程与规范	6
第2章 基础实验	8
2.1 TTL与CMOS集成电路逻辑功能及参数测试	8
2.1.1 TTL门电路逻辑功能测试	8
2.1.2 TTL与非门电路参数测试	13
2.1.3 CMOS门电路逻辑功能及参数测试	19
2.2 组合逻辑电路基本实验	25
2.2.1 组合逻辑电路设计与测试	25
2.2.2 译码器及其应用电路	31
2.2.3 数据选择器及其应用电路	35
2.2.4 显示译码器电路	39
2.3 触发器逻辑功能测试及其应用	45
2.3.1 触发器逻辑功能测试	45
2.3.2 触发器基本应用电路	51
2.4 时序逻辑电路基本实验	55
2.4.1 触发器设计计数器	55
2.4.2 集成计数器及其应用	59
2.4.3 移位寄存器及其应用	63
2.5 555定时器的功能及应用	67
2.6 D-A转换器和A-D转换器	73
2.6.1 D-A转换器	73
2.6.2 A-D转换器	74
第3章 综合设计型实验	79
3.1 组合逻辑电路的设计与实现	79
3.1.1 代码转换电路的实现	79
3.1.2 病房呼叫系统设计	80
3.1.3 十进制加法器的设计	81
3.2 时序逻辑电路的设计与实现	82
3.2.1 序列检测电路	82
3.2.2 数字频率计	83
3.2.3 可控脉冲发生器	85
3.3 实用电路	86
3.3.1 琴键控制电路的设计与实现	86
3.3.2 数字钟的设计及实现	87
第4章 数字系统课程设计	89
4.1 数字系统认识	89
4.2 数字系统设计及调试方法	89
4.3 数字系统设计举例	90
4.3.1 人行横道交通信号灯控制系统设计	90
4.3.2 简易自动售饮料机	96
4.4 电路仿真及实现举例	101
4.4.1 电路仿真软件简介	101
4.4.2 电路、设计、仿真及实现举例	105
4.5 课程设计任务	109
4.5.1 组合逻辑设计练习题	109
4.5.2 数字系统综合设计题	111
4.6 数字电子技术课程设计报告模板	122
附录	124
附录A MAX+plus II使用简介	124
A.1 文件录入	125
A.2 电路仿真	133
A.3 引脚设定	142
A.4 下载测试	144
附录B Verilog HDL语言简介	150

B.1 Verilog HDL 的特点	151	C.1 产生故障的原因	172
B.2 简单的 Verilog HDL 模块	152	C.2 故障的查找和分析	173
B.3 Verilog HDL 的语法要点	161	C.3 故障的诊断与排除	174
B.4 Verilog HDL 的开发流程	171	参考文献	176
附录 C 故障检测与诊断	172		

1.1 实验与课程设计的目的及意义

1.1.1 数字电子技术实验的目的及意义

做实验是为了通过实际操作,观察现象来巩固和理解理论课程所学的基本概念、基本原理、基本知识,锻炼同学们的动手能力和设计能力,培养同学们理论联系实际的能力,最终提高同学们分析问题和解决问题的能力。实验也是提高工程技术人员素质和能力的重要环节。通过规范的实验训练,能够使同学们掌握常用的仪器设备和测量测试技能,加强工程的训练,特别是技能的培养,形成科学严谨的学习态度。

数字电子技术课程是电类专业的一门专业技术基础课程,具有很强的工程特点和实践性,在生产生活中有非常广泛的应用。该门课程的学习不仅要掌握基本原理和基本方法,更重要的是能够灵活应用,所以数字电子技术实验教学环节是课程体系中很重要的一个环节。

数字电子技术实验按其性质可以分为以器件认识和功能验证为主的局部电路基本实验和以培养实验技能,设计技巧为主的综合设计型实验。通过基本实验的学习训练,同学们可以掌握器件的基本性能、数字电路的基本原理,并对理论知识进行验证,从中发现理论知识在实际应用中的条件,最终培养同学们从大量的实验数据中总结规律,发现问题的能力;通过综合设计型实验的学习训练,同学们可以利用所学知识和指导思路独立思考,寻求方法,自行设计实现电路功能并进行总结分析,从而培养同学们独立解决问题的能力 and 进行科学研究的基本素养,最终提高同学们的自学能力及创新意识。

理论学习当中做好实验,将实验与理论结合起来,才能真正成为未来的工程师或科学家。

1.1.2 数字电子技术课程设计的目的及意义

课程设计是通过布置一些较为复杂的、实践性强的设计题目,由同学们自行寻找方案并解决问题的训练过程。该过程锻炼同学们综合运用课程所学知识的能力,能够加深同学们对该课程知识的理解,并培养独立进行科学研究、解决实际问题的本领。与综合设计型实验比较起来,课程设计涉及的问题更复杂,需要的知识更广泛,解决的问题更贴近生产实际。

为了更好地将理论与实践相结合,也为了给同学们提供更广阔的课外学习机会,我们在数字电子技术课程的教学环节中增加了数字系统课程设计部分。这部分既是综合设计型实验的提升,又是大学生科研训练计划(Student Research Training Program, SRTP)项目的基础,既需要用到一些先修课程的知识,又可能用到部分后续课程的知识扩展。比如,以综合设计

第1章 概述

1.1 实验与课程设计的目的及意义

1.1.1 数字电子技术实验的目的及意义

做实验是为了通过实际操作、观察现象来巩固和理解理论课程所学的基本概念、基本原理、基本知识,锻炼同学们的动手能力和设计能力,培养同学们理论联系实际的能力,最终提高同学们分析问题和解决问题的能力。实验也是提高工程技术人员素质和能力的重要环节。通过规范的实验训练,能够使同学们掌握常用的仪器设备和测量调试技能,加强工程的训练,特别是技能的培养,形成科学严谨的学习态度。

数字电子技术课程是电类专业的一门专业技术基础课程,具有很明显的工程特点和实践性,在生产生活中有非常广泛的应用。该门课程的学习不仅要掌握基本原理和基本方法,更重要的是能够灵活应用,所以数字电子技术实验教学环节是课程体系中的一个重要环节。

数字电子技术实验按其性质可以分为以器件认识和功能验证为主的局部电路基本实验和以培养实验技能、设计技巧为主的综合设计型实验。通过基本实验的学习训练,同学们可以掌握器件的基本性能、数字电路的基本原理,并对理论知识进行验证,从中发现理论知识在实际应用中的条件,最终培养同学们从大量的实验数据中总结规律、发现问题的能力;通过综合设计型实验的学习训练,同学们可以利用所学知识和指导思路自主思考,探寻方法,自行设计实现电路功能并进行总结分析,从而培养同学们独立解决问题的能力 and 进行科学研究的基本素养,最终提高同学们的自学能力及创新意识。

理论学习当中做好实验,将实验与理论结合起来,才能真正成为未来的工程师或科学家。

1.1.2 数字电子技术课程设计的目的及意义

课程设计是通过布置一些较为复杂的、实践性强的设计题目,由同学们自行寻找方案并解决问题的训练过程。该过程锻炼同学们综合运用课程所学知识的能力,能够加深同学们对该课程知识的理解,并培养独立进行科学研究、解决实际问题的本领。与综合设计型实验比较起来,课程设计涉及的问题更复杂,需要的知识更广泛,解决的问题更贴近生产实际。

为了更好地将理论与实践相结合,也为了给同学们提供更广阔的课外学习机会,我们在数字电子技术课程的教学环节中增加了数字系统课程设计部分。这部分既是综合设计型实验的提升,又是大学生科研训练计划(Student Research Training Program, SRTP)项目的基础;既需要用到一些先修课程的知识,又可能用到部分后续课程的知识扩展。比如,以综合设计

型实验数字频率计的设计为基础,可以扩展成课程设计题目电子心率仪,增加传感器和适当的输出环节还可以构成一个 SRTTP 项目心电图仪。

本教材中课程设计的重点是电路设计,内容侧重综合应用所学知识,设计制作较为复杂的功能电路或小型电子系统。同学们通过任务分析、方案确定、电路设计、仿真调试、实物制作、报告撰写等环节,逐步提高电路设计水平和实验实践技能,并培养如下能力:

- 1) 查阅资料,挑选搜集与设计内容相关知识的能力。
- 2) 小组讨论、团结协作,综合考虑技术、功能、经济等方面合理选择方案的能力。
- 3) 深入理解电路参数,全面掌握电子系统相关知识和设计方法,迅速准确地进行工程计算的能力。
- 4) 融会贯通、综合运用所学的电学基础知识,设计比较复杂的数字系统的能力。
- 5) 训练科学的思维方法,提高综合分析问题、解决实际问题、预测目标的能力。
- 6) 用简洁的文字、清晰的图表来表达自己设计思想的能力。

1.2 实验的要求与规范

实验中操作方法与操作程序的正确与否对实验的安全性和实验结果的可靠性影响甚大。因此,实验者必须注意按照一定的要求与规范进行实验。

1.2.1 实验守则

实验守则如下:

1. 实验前

- 1) 实验前必须做好充分预习,完成要求的预习任务,做到思路清晰、实验任务明确。不做预习者不得做实验。
- 2) 在实验室要遵守纪律,不迟到、不喧哗,保持室内安静及室内卫生。
- 3) 因病或其他原因不能按时参加实验者,必须事先与实验课指导教师联系请假,并按指定时间补做实验。
- 4) 实验开始前,不许乱动实验桌上的仪器。

2. 实验中

- 1) 实验中,不做与实验无关的事情,不动与本次实验无关的仪器设备。
- 2) 搭接实验电路前,应对所用集成电路进行功能测试。用仪器前,必须了解其性能及使用方法和注意事项,并对其进行必要的检查校准。
- 3) 认真按照预习时已准备好的电路原理图或接线图连接实验电路,经过指导教师检查确认无误后,才能接通电源。
- 4) 搭接电路时,应遵循正确的布线原则,实验中接线、拆线时,应先关闭电源。带电插拔器件和连线有可能损坏电路!
- 5) 接通电源后,应首先观察有无破坏性异常现象(如仪器设备、元器件冒烟、发烫或有异味等)。如有,应立即关断电源,保护现场并报告指导教师,只有在查明原因、排除故障后,方可继续做实验。
- 6) 实验中也要眼观全局,多注意观察,如发现事故或异常情况应立即关断电源,分

析原因,并向指导教师报告。

7) 实验时应仔细地观察实验现象,完整准确地记录实验结果、数据、波形,并分析其正确与否,然后再交老师检查。

8) 掌握科学的调试方法,有效地分析并检查故障,确保电路工作稳定可靠。

9) 测试时,手不得接触测试笔或探头的金属部位,以免造成干扰。

3. 实验后

1) 实验完成后,先关掉仪器设备开关,再关掉实验供电电源,最后拆掉实验连线。

2) 将仪器设备复位,按规定整理好导线、工具等,并将实验桌及周边清理干净、摆放整洁,经实验指导教师同意后,方可离开实验室。

3) 实验课后,按照实验指导书或指导教师的要求,做好实验报告,并按时上交。在实验报告中,还要认真分析实验中发生故障的原因,并说明故障排除的方法。

1.2.2 数电实验的基本步骤

要顺利进行数电实验,获得正确的测试结果,同学们必须拥有严肃认真的态度并遵循一定的实验步骤。本书中,对于基础实验,已经给出了较为详细的具体步骤,大家只要按照步骤操作就可以;但对综合设计型实验,需要同学们自主选定实验方法和实验线路,自行拟出实验步骤,进行连接安装和调试,并自我设计出相关的实验报告。所以,我们有必要了解和掌握数电实验的基本步骤和方法。

数电实验的基本步骤一般是:预习及设计→实验操作与记录→总结和撰写实验报告。

1. 预习及设计

预习是进行知识准备的环节,预习的好坏直接关系到实验能否顺利进行,实验结果是否正确有效,所以这是做好实验的关键步骤。必要时还应写出预习报告。预习的主要内容包括:

1) 认真阅读理论教材和实验教材,深入了解实验目的,结合实验教材中给出的实验内容,复习与内容相关的基本原理。

2) 根据实验原理设计出实验电路的逻辑图,较复杂的电路可以先设计出框图再细化。参考教材中给出的实验器材和注意事项,有助于更快更好地完成设计。

3) 对设计出的电路进行逻辑关系的推导和输出波形等的理论分析,确定其符合实验要求,并将理论估算的数据结论等记录下来,以跟实验结果进行比较。

4) 根据最终确定的逻辑图画出接线图,并确定需使用的元器件。在图上标出器件型号、使用的引脚号及元件数值,必要时还需用文字说明。

5) 按照实验内容的要求拟定实验方法和具体步骤,拟好记录实验数据的表格和波形坐标。实验记录应能体现实验结果的正确与否。

6) 确定需使用的仪器设备并了解掌握有关仪器的主要性能和使用方法,对如何着手做实验心中有数、目的明确。

2. 实验操作与记录

实验操作是为了得到相关的实验数据;而实验记录是实验过程中获得的第一手资料。所以操作过程要严谨,记录必须清楚、合理、正确。

1) 实验操作之前要认真听取实验指导教师的讲课,尤其要注意指导教师提出的实验操

作要点和注意事项,以防损坏设备或发生人身安全事故。

- 2) 选取预习时已经确定好的电路元器件,并对其好坏进行判断。
- 3) 按实验操作规范和准备的接线图连接电路,正确使用相关设备。连接完毕后检查其与接线图是否完全一致,不清楚的应向指导教师虚心请教。
- 4) 将已调节好的电源打开,粗测电路是否正常,排除出现的故障。
- 5) 逐次测量并记录电路相关参数和波形,并记录实验中出现的现象,作为原始的实验数据。从记录中应能初步判断实验的正确性。如果所测试的数据和波形与理论分析值一致,说明实验结果正确;否则应该找出原因并调整电路重新测量。
- 6) 记录波形时,应注意输入、输出波形的时间对应关系;还应记录实验中实际使用的仪器型号和编号以及元器件使用情况。
- 7) 复杂的电路可以先对电路分级调试,然后再级联起来做系统测试。

3. 总结和撰写实验报告

实验结束后要根据实验内容及具体要求,进行实验总结并撰写实验报告。培养学生对科学实验的总结能力,也是一项重要的基本功训练,它能很好地巩固实验成果,加深同学们对基本理论的认识和理解,从而进一步扩大知识面。

- 1) 实验报告是一份技术总结,要求文字简洁,内容清楚,图表工整。
 - 2) 实验报告首先应简单写明实验目的、实验内容、实验步骤和实验器材,画出实验的原理图(或接线图),对于设计型实验,还应附有设计过程和关键的设计技巧说明。
 - 3) 实验报告的中间部分是实验记录,实验记录包括原始记录和整理后的数据。原始记录是指测得的数据、波形,实验中发现的现象及所用仪器设备等,这些记录要秉承严谨的科学作风,实事求是,不做任何修改。整理后的数据是对原始数据进行分析运算后得出的数据、曲线和波形,其中曲线和波形图要力求画得准确,如果分析结果与理论不符,要认真讨论原因,分析误差。
 - 4) 实验报告的最后是实验总结。实验总结也是实验报告最重要的部分,包含对实验结果的分析、讨论及结论。一般应对重要的实验现象、结论加以讨论,以便于进一步加深理解。对于实验中出现的异常现象或故障问题,在实验总结中也应加以简要说明和具体分析。实验总结中还要回答有关的实验思考题,简述实验中的收获和心得体会。
- 本书中的第2章基础实验部分,每个实验均提供了实验报告模板,可以直接在模板上填写实验报告。

1.3 课程设计的要求与规范

课程设计是高等工科院校培养具有创新精神和实践能力的高级专业人才不可缺少的重要实践教学环节,是工程类课程对学生进行知识能力综合训练的重要手段。通过课程设计,培养学生们的工程意识,训练同学们工程设计及计算的能力,并使同学们在查阅中外文献、资料收集及调查研究、电路设计、参数计算与器件选择、布线安装调试及报告撰写等方面的能力得到一定的提高,进而把理论知识转化为实践知识,更快更好地适应实际工作需要。要做好课程设计,达到预期的目的,应遵循一定的要求与规范。

1.3.1 课程设计的基本要求

数字电子技术课程设计是在数字电子技术实验的基础上进行的综合性的实验实践训练,对于同学们全面、系统、深入地理解与掌握电子系统的知识与设计方法具有重要的意义。

通过课程设计各环节的实践,同学们应达到以下基本要求:

1. 初步掌握数字电路系统分析和设计的基本方法。包括:

- 1) 根据设计任务和指标,讨论确定电路的总体框架并进行任务分工。
- 2) 通过调查研究、设计计算,确定电路具体方案。
- 3) 运用恰当的电路仿真软件实现电路功能,并通过仿真调试不断改进方案。
- 4) 分析结果,写出总结报告。

2. 一定的自学能力和分析问题、解决问题的能力。包括:

- 1) 能够做好资料收集与整理工作,并具有资料分析的能力,从中获得所需信息。
- 2) 对设计中出现的问题,能独立思考或小组讨论解决。
- 3) 掌握一些测试电路的基本方法,能独立解决实验实践中出现的一般故障。
- 4) 能对实验实践结果进行分析总结和评价。

3. 良好的工程意识与科学素养。包括:

- 1) 认识理论与实际的联系和区别,具有一定的工程观、经济观和全局观。
- 2) 能与小组成员合理分工、团结协作,共同完成一项工作。
- 3) 掌握布线、焊接、调试等基本技能,能安装电路进行实验。
- 4) 树立严肃认真、一丝不苟、实事求是的科学作风。

1.3.2 课程设计的教学过程

数字电子技术课程设计是学生在教师指导下通过独立或分组完成相关设计题目,实现理论与实践相结合的综合性训练。其教学过程由以下四部分组成:

1. 课题任务布置

结合课程理论教学的进度,学生学习了组合逻辑电路和时序逻辑电路的分析设计方法后,教师可以在课堂上为学生布置相关内容的课程设计任务。

1) 明确课程设计的要求。包括题目的完成标准、上交时间及内容、成绩评定方法等。组合部分的设计题目一般比较简单,建议一人一组;时序部分的设计题目多为数字小系统,建议3~4人结成小组来完成。

2) 题目的确定。课程设计的选题是围绕本课程内容确定的、难度份量适当的、贴近生产生活实际的具体工程项目。一般要求同学们从多个题目中选做1~2个。同学们可以从教材或教师给定的题目中选择,也可以自拟符合要求的题目进行设计。为更好地锻炼独立解决问题的能力,避免过度的参考,对完成同一题目的学生数量应加以限制。

2. 具体设计与调试

题目与分组确定之后就是同学们的自我设计及调试阶段。

1) 首先要查阅资料,确定大致方案,明确分工及进度安排,确保在规定的时间内完成。

2) 根据技术参数及内容要求,进行具体的方案分析、论证和计算,最终完成设计。

3) 进行实际电路安装和仿真调试。购买相关元器件搭建电路,运用所学知识进行调试,使之达到题目要求的各项技术指标。

4) 运行的结果要能够检验与展示。必要时应附有简单的使用说明。

3. 总结交流与展示

课程设计完成后应该为同学们提供一个总结交流与展示的平台。一方面,向老师和同学们汇报课程设计的成果;另一方面,互相开阔思路,又是学习和复习相关知识的机会。

1) 撰写 Word 文档的总结报告。总结报告是对课程设计全过程的系统总结,是课程设计中一个重要的部分。每一个完成课程设计的同学都应该撰写总结报告,按规定的模板从电路功能描述、设计思路、具体实现电路、经验及教训几个方面来撰写。

2) 专门安排时间进行课程设计的答辩展示。参加展示的同学要把设计内容和总结报告做成 PowerPoint 形式,对全体同学和评委老师进行口头汇报;其他小组的同学可以进行文字汇报。

3) 根据答辩展示的结果,选出有代表性的优秀作品,进一步支持做成实物设计。在学期末的时候,为优秀作品及实物设计专门制作展板宣传,激励更多的同学投入到科学研究和实际动手制作当中来。

4. 成绩评定

课程设计实践不仅需要学生具有实际操作能力,更主要的是独立完成设计和分析的能力。因此,我们对课程设计成绩的评定从以下几方面来考查。

1) 设计方案。设计方案是否正确合理,是否新颖简洁。

2) 电路功能。电路运行的结果是否达到了题目的基本要求,是否实用。在电路调试中是否展现了分析解决问题的能力。

3) 设计报告。报告中的设计思路是否清晰,具体电路的实现过程是否完整合理,调试中出现的问题是否能进行有效的思考和解决,是否确有收获。

4) 课程设计答辩。是否能进行合理的分工和良好的团队协作,是否有较好的表达能力和展示能力,是否具有严谨的工作作风和科学精神,是否有创新意识。

1.3.3 课程设计的一般过程与规范

数字电子技术课程设计的过程就是设计一个数字电路系统的过程,我们首先必须明确系统的设计任务,根据设计任务要求进行方案选择,然后对方案中的各逻辑功能部件进行具体电路的设计、参数的计算和元器件的选择,最后将各部分连接在一起,构成一个符合设计要求的、完整的系统电路图。每一部分的具体规范如下:

1. 设计任务分析

对设计题目给定的设计任务进行具体分析,充分了解所要构建电路系统的性能、指标内容及功能要求,以便明确系统应完成的任务。

2. 总体方案设计

在设计任务的基础上,结合查阅的相关资料,针对系统提出的任务、要求和条件,提出总体的设计方案。主要是把系统的任务分配给若干个逻辑功能部件(单元电路),并画出一个能表示各逻辑功能部件之间相互联系与关系的整体原理框图。

方案的初稿出来以后还要进行论证,确定方案的合理性和可行性。这个过程要不断地对

照设计要求对方案的优缺点进行分析,还应该反复多次修改,最终得到一个确定完整的整体框图。方案的论证过程要勇于探索、勇于创新,力争做到设计方案合理、可靠、功能齐全、经济、技术先进。最终画好的框图必须能正确反映系统应完成的任务和各逻辑功能部件的功能,能清楚表示系统的基本组成和相互关系。

3. 逻辑功能部件的设计和实现

逻辑功能部件是数字系统的具体组成部分,只有把每个逻辑功能部件都设计好才能提高整体的设计水平。每个逻辑功能部件设计前都要首先明确本部分电路的任务,详细列出该部分电路的性能指标、与前后级之间的关系,并分析其电路的组成形式。具体设计时,在保证性能要求的基础上,可以模仿成熟的先进电路,也可以进行自我创新或改进。需要注意的是,不仅逻辑功能部件本身要设计合理,各功能部件之间也要注意输入输出信号和控制信号之间的相互配合关系。

逻辑功能部件的电路形式和结构确定后,还要利用数字电子技术的知识对相关具体参数进行计算,以保证各部分电路达到功能指标的要求。只有很好地理解电路的工作原理,正确地使用分析手段,计算的参数才能满足设计要求。

计算完成后就要参考计算结果进行元器件的选择。由于集成电路可以实现很多单元电路甚至整体电路的功能,所以选用集成电路来进行设计既方便又灵活,它不仅使系统体积缩小,而且性能可靠,便于调试及运用。现在国内外已生产出大量功能丰富、指标齐全的集成电路。所以,我们在可能的情况下尽量选择现有的集成芯片加以改造来实现我们的设计。当然,在选择芯片的时候,不仅要注意芯片的功能和特性,还要注意芯片的功耗、电压、速度、价格等多方面的要求。电阻和电容对电路的构成实现也必不可少。电阻和电容种类很多,不同的电路对电阻和电容性能要求也不同。我们要根据电路的要求选择性能和参数合适的阻容元件,并要注意功耗、容量、频率和耐压范围是否满足要求。

4. 电路的搭建调试

电路的搭建调试应按照先局部后整体的原则。先根据信号的流向,逐个逻辑功能部件进行搭建和调试,使各功能部件都达到各自逻辑功能的要求,然后再把它们连接起来构成整体电路进行统一调试和系统功能测试。

调试包括调整与测试两部分。调整是指根据测量结果调节电路中可变元器件或更换器件,使之达到性能的改善;测试是采用电子仪器测量相关点的数据与波形,以便准确判断设计电路的性能。实际电路搭建前必须对元器件进行性能参数测试。即使仿真调试效果很好,在使用洞洞板、面包板或者印制电路板设计制作实物之后,还要在实际电路上再进行调试,以确保电路功能的准确无误。

5. 总结与思考

课程设计的内容全部完成后,要及时记录和总结整个设计过程。尤其是要记录电路的功能和特点,方案的选择和设计的思路以及调试中出现的问题,总结课程设计中获得的经验及教训。

第2章 基础实验

2.1 TTL 与 CMOS 集成电路逻辑功能及参数测试

2.1.1 TTL 门电路逻辑功能测试

1. 实验目的

- 1) 了解 TTL 门电路的外观封装、引脚分布和使用方法。
- 2) 掌握数字电路实验箱、万用表和示波器的使用方法。
- 3) 掌握 TTL 与门、或非门和异或门的逻辑功能。
- 4) 认识门电路对信号的控制作用。

2. 实验预习要求

- 1) 复习 TTL 与门、或非门和异或门的逻辑功能。
- 2) 了解实验所用芯片的外观封装、引脚分布和使用方法。
- 3) 了解数字电路实验箱、万用表和示波器的使用方法。
- 4) 阅读实验相关知识和注意事项。

3. 实验相关知识

TTL 门电路是最简单、最基本的数字集成电路，通过适当的组合连接便可以构成复杂的组合电路。熟练掌握 TTL 门电路的逻辑功能是数字电子技术工作者必备的基本功之一。本实验将对几种基本门电路（TTL 与门、或非门和异或门）进行逻辑功能测试。

74LS08 是四 2 输入与门芯片，其引脚分布如图 2-1 所示，它共有四组独立的“与”门，每组有两个输入端，一个输出端。各组的逻辑功能相同， A 和 B 为输入端， Y 为输出端。与门的逻辑表达式为 $Y=AB$ 。当 A 、 B 均为高电平时， Y 为高电平“1”； A 、 B 中有一个为低电平或二者均为低电平时， Y 为低电平“0”。

74LS02 是四 2 输入或非门芯片，其引脚分布如图 2-2 所示，它也有四组独立的“或非”门，每组有两个输入端，一个输出端。各组的逻辑功能相同， A 和 B 为输入端， Y 为输出端。或非门的逻辑表达式为 $Y=\overline{A+B}$ 。当 A 、 B 均为低电平时， Y 为高电平“1”； A 、 B 中有一个为高电平或二者均为高电平时， Y 为低电平“0”。

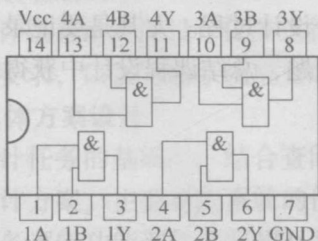


图 2-1 74LS08 的引脚分布

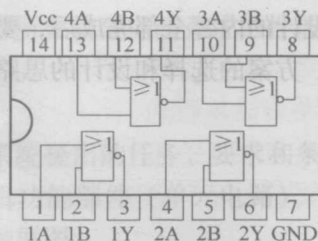


图 2-2 74LS02 的引脚分布

74LS86 是四 2 输入异或门芯片，其引脚分布如图 2-3 所示，它同样有四组独立的“异或”门，每组有两个输入端，一个输出端。各组的逻辑功能相同， A 和 B 为输入端， Y 为输出端。异或门的逻辑表达式为 $Y = A \oplus B$ 。当 A 、 B 电平状态不同时， Y 为高电平“1”； A 、 B 电平状态相同时， Y 为低电平“0”。

4. 实验设备及元器件

- | | |
|------------|-----|
| 1) 数字电路实验箱 | 1 台 |
| 2) 万用表 | 1 块 |
| 3) 示波器 | 1 台 |
| 4) 元器件 | |

集成电路：74LS08、74LS02、74LS86 各 1 片

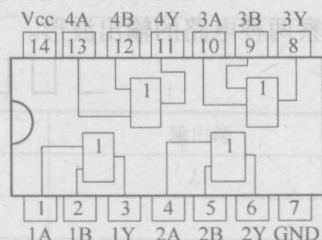


图 2-3 74LS86 的引脚分布

5. 实验内容及步骤

首先检查 5V 电源是否正常，随后选择好实验所用芯片，查清芯片的引脚及功能，然后根据实验电路图接线，特别注意 V_{CC} 及 GND 的接线不能接错（不能接反也不能短接），待仔细检查后方可通电进行实验，以后所有实验均依此办理。

1) 测试与门的逻辑功能

① 选好某一个 14P 集成块插座，插入被测器件四 2 输入与门 74LS08，按图 2-4 接线。在 14P 插座的第 7 脚接上实验箱的地（GND），第 14 脚接上电源（ V_{CC} ），其输入端（设为 A 、 B ）接逻辑开关（开关向上为高电平“1”，向下为低电平“0”），其输出端（设为 Y ）接逻辑指示灯（LED 亮则输出高电平“1”，灭则输出低电平“0”）。

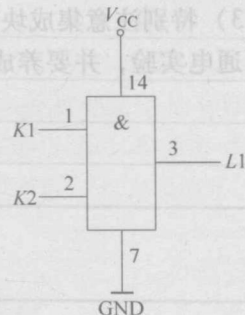


图 2-4 74LS08 的测试电路

② 按表 2-1 分别改变开关逻辑值，测试并记录输出逻辑结果。

2) 测试或非门的逻辑功能

① 选择四 2 输入或非门 74LS02，按图 2-5 接线。输入端接逻辑开关，输出端接逻辑指示灯。

② 按表 2-2 分别改变开关逻辑值，测试并记录输出逻辑结果。

3) 测试异或门的逻辑功能

① 选择四 2 输入异或门 74LS86，按图 2-6 接线。输入端接逻辑开关，输出端接逻辑指示灯。

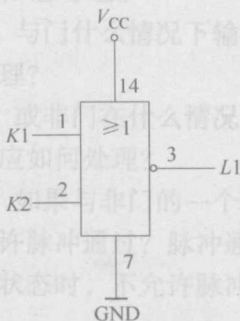


图 2-5 74LS02 的测试电路

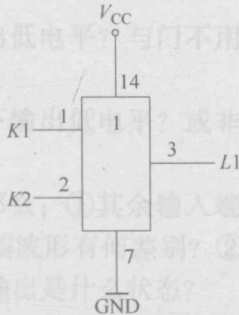


图 2-6 74LS86 的测试电路

②按表 2-3 分别改变开关逻辑值, 测试并记录输出逻辑结果。

4) 观察与门对脉冲的控制作用

选一块与门 74LS08 按图 2-7a、b 所示接线, 将一个输入端接 1kHz 连续脉冲, 用示波器观察两种电路的输出波形。

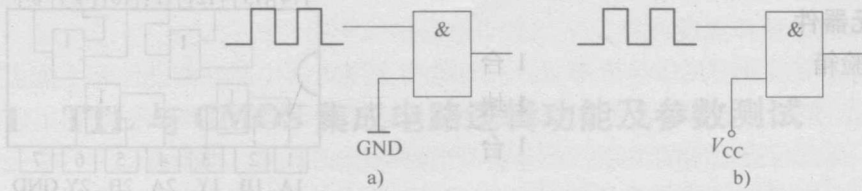
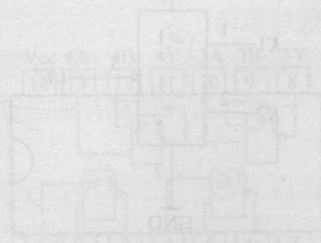


图 2-7 74LS08 的门控电路

6. 注意事项

- 1) TTL 电路电源电压 V_{cc} 是 +5V, 注意检查电源是否为 +5V (不要超过 +5V)。
- 2) 接拆线都要在断开电源的情况下进行。
- 3) 特别注意集成块的插入位置与接线是否正确, 每次必须在接线后经复核确定无误后方可通电实验, 并要养成习惯。



7. 实验报告

学号：_____ 姓名：_____ 班级：_____ 实验台号：_____ 成绩：_____

实验标题：_____

(1) 原始数据

表 2-1 74LS08 的测试表格

输入端		输出端
K1	K2	L1
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

表 2-2 74LS02 的测试表格

K1	K2	L1
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

表 2-3 74LS86 的测试表格

K1	K2	L1
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

(2) 整理分析实验数据，总结各基本门的逻辑功能。

(3) 思考题。

1) 与门什么情况下输出高电平？什么情况下输出低电平？与门不用的输入端应如何处理？

2) 或非门在什么情况下输出高电平？什么情况下输出低电平？或非门中不用的输入端应如何处理？

3) 如果与非门的一个输入端接连续时钟脉冲，那么：①其余输入端是什么状态时，允许脉冲通过？脉冲通过时，输出端波形与输入端波形有何差别？②其余输入端是什么状态时，不允许脉冲通过？这种情况下与非门输出是什么状态？