



新工科背景下“电子技术”课程实验设计与实践

寇志伟^{1,2}, 刘利强^{1,2*}, 崔啸鸣¹

(1. 内蒙古工业大学 电力学院, 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古自治区机电控制重点实验室, 呼和浩特 010051)

摘要: 从新工科对“电子技术”课程实验教学改革的现实意义出发, 提出了“工程导向、单元实验、项目综合”的实验思路, 设计了包含基本仿真实验、基础验证实验、拓展设计与综合设计实验的多层次实验结构, 形成了完整的“线上+线下”混合与“基本+拓展”融合的电子技术实验体系。教学实践表明, 该实验设计有效地结合了实验教学与电子设计技术, 突出了实验课程的高阶性、创新性与挑战度, 培养了学生的工程实践与创新能力, 对于新形势下实验教学的改革与实施具有重要的意义。

关键词: 电子技术; 实验设计; 新工科; 实验教学

中图分类号: G642

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20220116

Experimental Design and Practice of Electronic Technology Course Under the Background of New Engineering

KOU Zhiwei^{1,2}, LIU Liqiang^{1,2*}, CUI Xiaoming¹

(1. College of Electric Power, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China;

2. Inner Mongolia Key Laboratory of Electromechanical Control, Hohhot 010051, China)

Abstract: This paper presents an idea of “engineering orientation, unit experiment, project synthesis” in the experimental course of electronic technology, from the practical significance of new engineering to experimental teaching reform. Then, a multi-layer experimental structure including basic simulation, base verification, extended and comprehensive design experiment is constructed, which forms an experimental teaching system of online-offline blending and basic-advanced integrated teaching. Teaching practice shows that the experimental design integrates experimental teaching and electronic design technology effectively, and highlights the high-order, innovation and challenge of experimental courses. It improves students’ engineering practice and innovation ability, and has important significance for the reform and implementation of experimental teaching under the new situation.

Key words: electronic technology; experimental design; new engineering; experimental teaching

新工科着力于培养能够适应时代和未来变化的复合型工程技术人才^[1-2], 为此教育部在 2017 年提出了开展新工科的研究与实践, 随后的“复旦共识”“天大行动”及“北京指南”为全国的新工科建设进一步指明了方向^[3-5]。随着互联网+、人工智能、5G 通信、智能制造等高新技术不断深入社会生活的多个领域^[6-7], 国家迫切需要大量的工程素养高、创新意识强、综合素质好、学科视野宽的复合型技术人才^[8-9]。在工科专业人才的培

养过程中, 实践教育所发挥的作用是巨大的^[10-11]。实验教学作为实践教育体系的重要组成部分, 其教学实施与效果对于工科人才培养质量的影响是举足轻重的^[7,12]。

内蒙古工业大学的“电子技术”课程是面向机电、材料、机器人等工科专业的一门技术基础课。学生通过“电子技术”理论与实验课程的学习能够拓展科学知识, 激发学习兴趣, 培养工程规范意识, 提高工程素养与实践创新能力, 为以

收稿日期: 2022-03-07; 修回日期: 2022-07-26

基金项目: 教育部 2021 年第一批产学合作协同育人项目(202101101022); 内蒙古工业大学混合式教学示范课程项目(120524007)。

作者简介: 寇志伟(1984-), 男, 博士, 副教授, 主要从事电工基础理论教学、导航与系统技术研究。

* 通信作者: 刘利强(1975-), 男, 博士, 教授, 主要从事电工新技术的研究。E-mail: llqiang@imut.edu.cn

后专业学习和从事工程技术工作奠定坚实的基础。因此,基于新工科背景研究“电子技术”课程的实验内容、实验过程与实验方法对于构建符合时代特色的新工科人才培养体系,提高课程的高阶性、创新性与挑战度,践行立德树人的根本教育任务,培养能够适应时代和未来变化的工程人才具有重要的意义。

1 实验内容与设计思路

1.1 实验内容设计

内蒙古工业大学的“电子技术”课程实验包含模拟电子技术实验与数字电子技术实验两部分,本文以数字电子技术部分为例进行阐述。经过多年实验研究与改革,课程组提出了“工程导向、单元实验、项目综合”的实验思路,即实验以工程系统设计为目标,将工程设计与实验教学结合,经过单元划分与理论分解,各单元电路按照基础性实验的形式分别进行仿真、测试与设计,最后综合设计形成完整的工程项目,实验结构如图1所示。

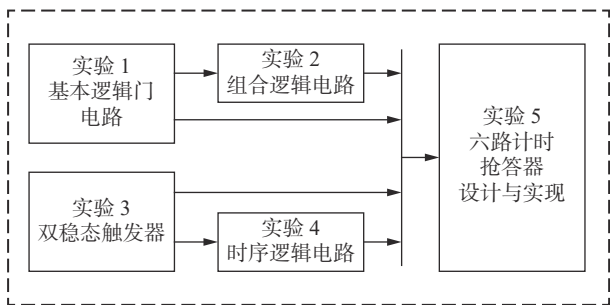


图1 电子技术实验结构

由图1可知,该部分实验包含了基本逻辑门电路、组合逻辑电路、双稳态触发器、时序逻辑电路、六路计时抢答器设计与实现5个实验项目。实验应用了逻辑门与组合逻辑、触发器与时序逻辑电路知识,由基础验证实验引入到综合设计实验,完成了计时抢答器的设计、仿真与制作。其中实验1~实验4为基本单元实验,内容均包含了基本仿真、基本验证、拓展设计3个层面;实验5为项目综合实验,内容包含了拓展设计与综合设计实验两个层面,形成了多层实验体系,其分层引导体系如图2所示。

1.2 实验设计思路

本实验由基本单元实验渐入到项目综合实验,学生经历了学习研究、任务分析、电路设

计、仿真验证、电路测试与报告总结等实验过程,基本参与了电子系统设计的全过程。为了进一步激发学习兴趣,培养学生的学科能力与工程素养,提高工程实践与技术创新能力,实验的实施重点应突出以下方面。

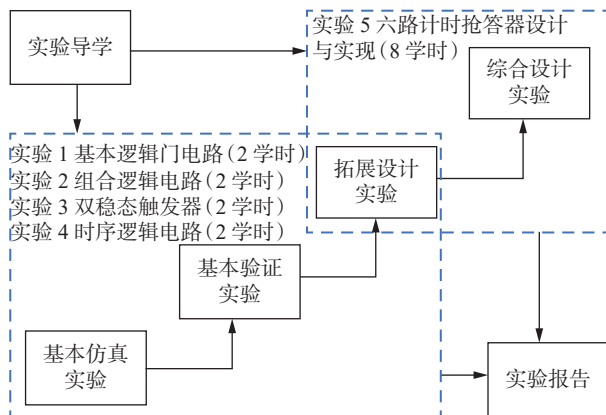


图2 实验分层引导体系

1) 通过实验项目与教学设计,推进课程思政教学,使得学生通过实验能够进一步坚定理想信念,厚植爱国情怀,激发报国热情,培养大国工匠精神。

2) 通过“线上+线下”混合与“基本+拓展”结合的教学模式,引导学生重视线下实验技术,课前有效的线上自学和合理的知识准备,高效利用实验室资源,规范地进行电路测试与数据分析。

3) 实验过程中,通过雨课堂发布的实验测试题目及时获知学生实验效果与实验进度,动态调整实验项目时间,并进行针对性辅导。

4) 以工程项目为导向,在实验过程中通过目标任务分解、设计与仿真分析、电路搭建与调试等,培养学生的科学素养,提高动手实践与创新能力。

5) 注重实验过程考核。对于基本仿真实验与基本验证实验项目,以实验过程与实验报告为主要考核方式。对于拓展设计实验与综合设计实验项目,项目小组需要在线提交设计方案、实验过程与实验结论报告,同时提交实验总结视频。

2 实验内容与电路设计

根据实验结构与实验分层引导体系,分层实验含有18项实验内容,如图3所示。实验1~实验4为必做实验(基本单元实验),而且均对应于实验5其中的一项实验内容。实验5(项目综合实验)既含有必做实验,也含有高阶选做实验。

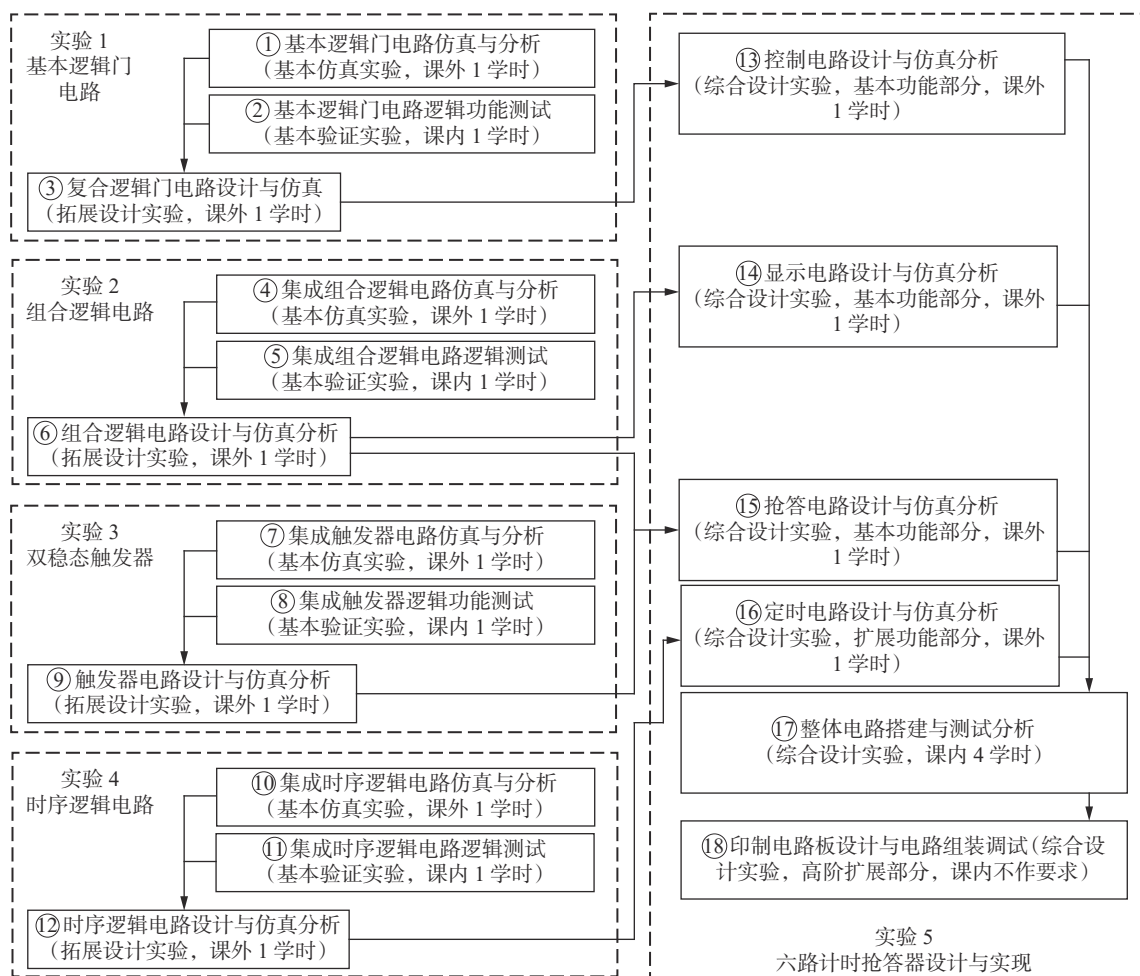


图3 分层实验内容

2.1 基本单元实验

基本单元实验内容包含了基本仿真、基本验证、拓展设计 3 个层面的实验。基本仿真实验是在课前完成的, 主要是应用仿真软件对常用集成芯片与基础电路进行逻辑功能的仿真、分析与测试。基本验证实验在实验室完成, 主要是对基本仿真层面的电路进行实际电路搭建、功能测试与逻辑分析。拓展设计实验在课后完成, 是对前两个层面实验内容的拓展。通过基本单元实验加深学生对 TTL 与 CMOS 芯片的认识, 掌握基本逻辑电路的使用与性能, 培养学生理论联系实践的能力。

2.2 项目综合实验

2.2.1 设计要求

设计六路计时抢答器, 可供 6 名选手比赛抢答使用, 基本要求与扩展功能如下。

1) 基本要求: 抢答器可供 6 名选手(S1、S2、S3、S4、S5、S6)比赛抢答, 主持人可以单独控制

抢答器的复位与抢答, 抢答前先清零, 蜂鸣器不响, 数码显示为零。抢答器具有数据锁存与显示功能, 抢答开始后优先按下 S1~S6 中任一按钮, 相应的发光 LED 亮; 编码电路根据选手的编码, 使带 BCD 译码电路的数码管显示相应选手的数字编号。

2) 扩展功能: 抢答器扩展定时抢答功能, 单次抢答的时间可以预置, 当比赛主持人按下开始按钮后, 定时电路立即开始计时并显示。如果参赛选手在设定时间内抢答, 则本次抢答有效, 定时电路停止工作, 显示电路显示参赛选手编号与抢答时间; 如果参赛选手在设定时间内没有抢答, 则本次抢答无效, 封锁输入电路, 禁止选手超时抢答。

2.2.2 设计方案

分析上述要求, 可以确定六路计时抢答器由控制电路、抢答电路、计时电路与显示电路 4 部分组成, 总体结构如图 4 所示。

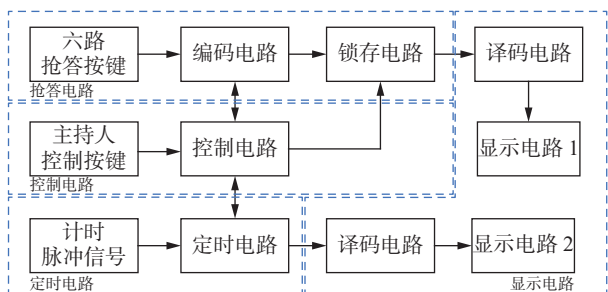


图4 项目综合实验总体方案设计

控制电路是主持人控制定时电路与抢答电路时序的单元电路。在抢答时间内，若某一路选手按下抢答按钮，则抢答有效，定时电路停止工作，显示电路显示编号和时间；若无人按下抢答按钮，则定时电路与抢答电路同时停止工作。抢答电路主要完成六路抢答顺序的分辨，并锁存优先抢答者的编号同时禁止其他选手抢答。显示电路分为两部分，其一是显示抢答电路优先抢答者的编号，其二是显示定时电路抢答过程中的时间设置与计时。定时电路主要完成主持人定时抢答时间预置，并通过预置时间对单次抢答过程进行计时，在设定时间内六路选手可以优先抢答。

2.2.3 设计思路

根据上述方案，设计思路如图5所示。实验可以采取多种技术方案实现，而且同一种方案亦可以使用不同器件。特别是实验方案里的器件均提供了TTL与CMOS两种不同形式的集成电路，目的是将基础实验与工程应用紧密结合，培养学生的实践能力与工程素养。

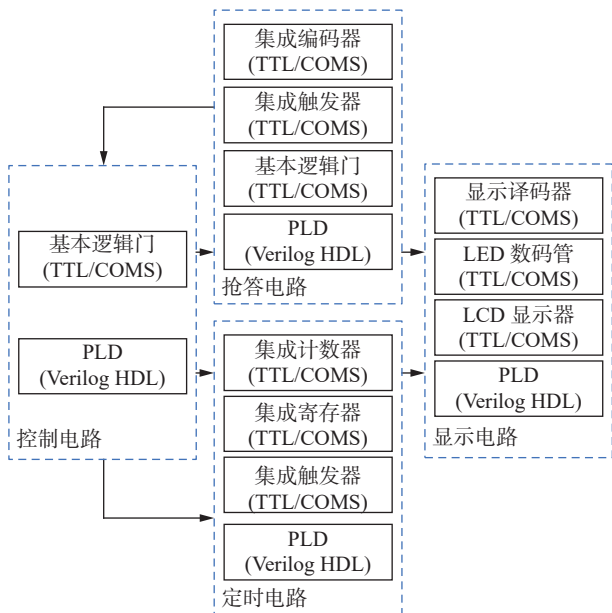


图5 项目综合实验设计思路

本实验的高阶实现方案是应用可编程逻辑器件编程实现，可供学有余力的学生工程实践、实验创新、科技创新使用。

3 实验教学的实施

3.1 实验过程

实验过程采用“线上+线下”混合与“基本+拓展”混合的教学模式完成实验教学，具体包括了实验导学发布、基本仿真实验、基本验证实验、拓展设计实验、综合设计实验与实验报告等步骤。

3.1.1 实验导学发布

教师通过在线学习平台(雨课堂、优慕课)发布实验项目导学单，向学生布置本次实验的课前、课中与课后实验流程清单，以及各学习任务的时间节点、考核方式与注意事项等。

3.1.2 基本仿真实验

基本仿真实验在课前完成。为了适应信息技术的发展，实验引入了计算机辅助设计与分析内容。要求学生根据导学单的任务，完成实验原理学习，观看视频，基于Multisim完成预习任务，引导学生熟悉课堂实验教学内容，完成实验方案的仿真验证与测试，在线提交实验与分析报告。

3.1.3 基本验证实验

基本验证实验在实验室完成。教师在学生进入实验室前在线批阅基本仿真实验报告与验证实验的预习，并给出指导意见及设计教学重点。学生进入实验室后，教师重点讲解实验应用背景、注意事项及可能遇到的重难点。学生按照器件清单认识器件，熟悉实验设备，完成实验任务，记录数据与波形、遇到的问题及解决方案。

3.1.4 拓展设计实验

拓展设计实验在课外完成。学生分组分析任务要求，查阅相关资料，设计实验报告。内容包括逻辑抽象与变量假设，列写状态表与逻辑式，绘制电路图，设计测试表格，规划实验步骤与分析相关问题。然后选择电路设计仿真软件Multisim或Proteus设计电路，完成实验。

3.1.5 综合设计实验

综合设计实验在课外与实验室完成。该实验包含了单元电路设计分析、电路搭建与调试、PCB设计与电路焊接调试等内容，其中单元电路设计与仿真实验内容需要在课外完成，电路连接

与测试实验内容在实验室完成。PCB设计与电路焊接调试属于课外选做内容,在完成基本实验的基础上,引导学习积极性较高的同学进行完整的电子系统工程项目实践,包括应用Altium Designer软件进行印制电路板的设计,电路板的焊接与调试。为学生参加科技与实验创新、学科竞赛奠定良好的实践基础。

3.1.6 实验报告

学生学习实验数据处理的方法,完成线上线下的实验报告。对于综合设计项目课外选做部分需要辅以视频与照片等附件材料提交。

3.1.7 考核与持续改进

教师批阅学生线上与线下学习提交的实验报告,并根据考核办法完成学生的实验过程考核与总体评价。然后根据实验过程的实验报告、动态反馈与学生评价,改进实验教学设计。鼓励学有余力且对电子技术学习兴趣较高的学生参与课外拓展实验的学习,指导学生参与科技创新、实验创新以及学科比赛,并给予相应的指导与考核奖励。

3.2 实验实施

实验以电子技术应用为导向,以逻辑门与组合电路、触发器与时序电路等内容为基础,通过基本仿真实验、基本验证实验、拓展设计实验、综合设计实验等多层次的教学实施,完成了数字电子技术的仿真、验证、拓展设计与综合设计的教学。学生综合实验的测试电路如图6所示。

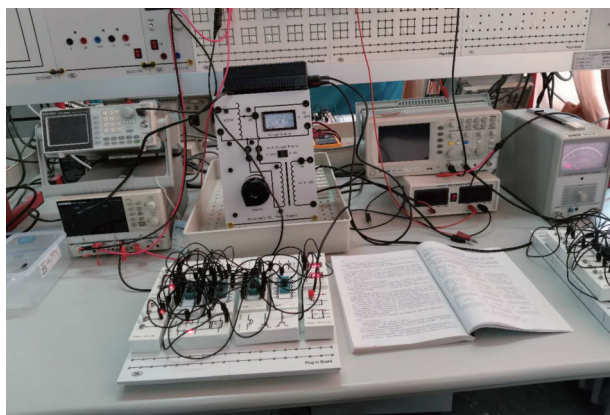


图6 六路计时抢答器的测试电路

4 结束语

本文从新工科对“电子技术”课程实验教学

改革的现实意义出发,提出了“工程导向、单元实验、项目综合”的实验思路,设计了包含基本仿真实验、基本验证实验、拓展设计实验、综合设计实验4个层面的实验内容,形成了多层次实验教学模式。实验内容有效地结合了实验教学与现代电子设计技术,循序渐进地引导学生经历学习研究、任务分析、电路设计、仿真验证、电路测试、实验调试与报告总结等现代电子系统设计的基本过程,构建了完整的“线上+线下”结合与“基本+拓展”融合的电子技术创新实验教学体系。教学实践表明,该实验设计明显地提高了实验课程的“两性一度”,很好地培养了学生工程实践与创新能力,对于新形势下实验教学的改革与实施具有重要的意义。

参考文献

- [1] 张浩,刘晔.面向新工科非电类理工科专业的电工学系列课程教学体系改革与探索[J].*电气电子教学学报*, 2021, 43(5): 10-15.
- [2] 王琳,管庆,于永斌,等.新工科背景下的“综合设计”课程教改实践[J].*实验科学与技术*, 2021, 19(4): 57-60.
- [3] 李露,罗晓燕,刘博,等.面向新工科的“多元交叉”实践教学教学改革研究[J].*实验科学与技术*, 2021, 19(1): 53-58.
- [4] 袁小庆,史仪凯,王文东.“电工学”国家级一流课程建设与实践[J].*电气电子教学学报*, 2021, 43(3): 36-40.
- [5] 周细凤,曾荣周,林愿,等.基于NI Multisim和LabVIEW的通信电子线路课程开放式虚拟实验平台[J].*实验科学与技术*, 2020, 18(5): 135-139.
- [6] 寇志伟,崔啸鸣,吴嘉锴.新形势下“电子技术”课程教学模式的研究[J].*黑龙江教育(高教研究与评估)*, 2021(6): 22-24.
- [7] 曹芸茜,吴恩铭,张磊,等.“新工科”背景下电类实验课程改革研究与实践[J].*实验室科学*, 2021, 24(5): 134-137.
- [8] 朱艳萍,卞方军,金聪伟,等.新工科背景下通信原理课程创新性实验的探索研究[J].*实验室研究与探索*, 2021, 40(12): 126-131.
- [9] 崔二娟,吴亚辉.新工科背景下3D打印课程教学改革与实践[J].*实验科学与技术*, 2020, 18(5): 115-118.
- [10] 赵旭,苗雨莹,王美蓉.“新工科”背景下实验教学改革路径研究[J].*工业和信息化教育*, 2021(10): 66-70.
- [11] 王伟.新工科背景下“电子技术”课程教学改革探索[J].*电气电子教学学报*, 2021, 43(2): 12-14.
- [12] 吴小平,朱晖文,李超荣,等.基于新工科理念的物理实验教学资源建设新途径的探索[J].*实验室研究与探索*, 2021, 40(4): 155-158.

编辑 张莉