



电子系统设计与实践课程线上线下混合式 教学改革与实践

曹晓燕, 梁 斌, 李 雷, 周 群

(四川大学 电气工程学院, 成都 610065)

摘要: 电子系统设计与实践是一门基础性综合设计实验, 是电专业学生重要的实践环节。针对电子系统设计与实践课程线下教学存在的实验项目分立、学时紧张、不同能力学生对课时需求不同的问题, 提出了建立实验示范性操作及易错知识库, 升级考核方式, 线上教学与线下实践相结合的混合式教学体系。实践表明, 相关措施在电子系统设计与实践课程教学中取得较好的效果, 满足了不同能力学生的需求, 对于提升学生创新实践能力有显著的效果, 对于基础知识与专业知识的衔接发挥了重要作用。

关键词: 电子系统设计与实践; 易错知识库; 线上线下混合式教学; 考核方式

中图分类号: TP75

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20220666

Reform and Practice of Online and Offline Hybrid Teaching in the Course of Electronic System Design and Practice

CAO Xiaoyan, LIANG Bin, LI Lei, ZHOU Qun

(College of Electrical Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: The electronic system design and practice is a basic comprehensive design experiment and an important practice link for electrical students. Aiming at the problems of separate experimental items, tense class hours and different demands for class hours of students with different abilities in offline teaching of electronic system design and practice course, a hybrid teaching system is proposed. It includes establishing experimental demonstration operation and error prone knowledge base, upgrading assessment methods, and combining online teaching with offline practice. The result shows that the relevant measures have achieved good results in the teaching of electronic system design and practice courses, which can meet the requirements of students with different abilities. It has a significant effect on improving students' innovative practice ability and plays an important role in the connection between basic knowledge and professional knowledge points.

Key words: electronic system design and practice; error prone knowledge base; online and offline hybrid teaching; assessment method

电子系统设计与实践是衔接多门基础课程与专业课程设计之间的桥梁^[1], 是学生必修的基础综合设计性实验以及大部分电专业学生进行工程设计的入门课程, 对于提高在校大学生实践技能和增强动手能力起到了重要作用。新工科要求学生有扎实的专业基础知识, 系统设计、制作以及创新能力, 希望所开设的实验项目既能提高学生的兴趣又能使学生学到一定的电子产品制作过程,

为今后参加电子设计竞赛及大学生创新创业项目打下基础。电子系统设计与实践课程涵盖内容广泛, 既包括电工技术基础、数字电子技术、模拟电子技术等基础性实验内容^[2-3], 又包含了电子设计与制作等创新性综合设计实验内容, 涉及的理论知识点杂且多, 占用大量实践环节时间, 从而导致实验课时紧张。

本文探讨了电子系统设计与实践课程线上线

收稿日期: 2022-11-23; 修回日期: 2023-09-27

基金项目: 教育部新工科研究与实践项目(ENYDQHGC20202224); 教育部 2021 年第一批产学合作协同育人项目(202101232005); 四川大学高等教育教学改革工程(第十期)(SCU10294)。

作者简介: 曹晓燕(1986-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事信号检测与绝缘诊断研究。E-mail: caoxiaoyan20130810@126.com

下混合式的教学方法^[4-6]，将课程所涉及的理论知识采用线上教学^[7-9]，学生在线上完成理论知识学习、预习报告填写、实验报告提交等；实践教学则采用线下方式，学生完成电路的设计、制作、调试，然后逐层深入，由简入深，使课程形成一个完整的系统，培养学生的系统设计概念、自主发现问题和解决问题以及创新的能力^[10]。

1 传统电子系统设计与实践课程教学存在的问题

传统电子系统设计与实践课程以线下教学为主，该教学方式能较好地满足教育部对高等教育的要求，帮助学生在实践中深化对理论知识的理解，是老师与学生沟通的桥梁。在疫情之前，电子系统设计与实践主要采用线下教学，但主要存在以下问题。

1) 实验内容陈旧，不易扩展。近年来，随着电子技术的飞速发展，新技术、新方法层出不穷，却很难在成品套件焊接中得到体现，学生只能在课堂上按照老师的要求参照实验说明书机械性地焊接实验电路板，焊接好的电路出现故障，学生却没有能力解决，从而导致学生的创新及独立思考的能力得不到很好的培养。

此外，由于套件焊接是独立成型的较为成熟的模块^[11]，不易扩展，很难与后面的控制模块相连接。虽然课程包含了硬件和软件模块，但是两个模块是独立的部分，没有形成一个有机的整体，不利于培养学生的系统性概念。

2) 受时间、空间的限制，学时数与学生能力的匹配存在一定的难度。学生能力参差不齐，已有的学时数不能满足所有同学的需求。对于固定的实验项目，有的同学能够很快完成，有的同学却很难在课堂时间内做完，因此实验课时固定存在一定的弊端。

3) 线下教学成本较高，耗材浪费严重。在实践过程中，学生接错电路的情况时有发生，在调试时烧毁芯片或电子元器件，造成元件损耗，导致成本增加。

线上教学是在疫情期间普遍采用的教学方式，不受时间与空间的限制，授、排课方便，且不存在实验安全问题。在 2020 年疫情之初，电子系统设计与实践课程采用线上教学的方式进行，但线上教学存在以下问题。

1) 学生对电路设计制作的直观体验差，成就感不强烈。对学生而言，线上实验中的元器件只是一种符号，尤其是电路的调试只能纸上谈兵，学生很难获得调试出信号或者波形后的喜悦感。

2) 学生遇到问题，解答不便。线下实验时学生遇到问题可以寻求指导老师的帮助，老师可以根据现场问题快速直观地给出解决方案，而线上教学若学生遇到问题，通过语音或者文字进行描述，教师很难准确把握问题所在，不易对学生遇到的问题快速做出指导。

3) 抄袭现象严重，学生更易作弊，使教师对实验效果的评估难度增大。线上教学时，部分学生遇到问题不主动思考，直接复制粘贴同学的仿真电路、文件、数据等，导致出现雷同的实验报告。由于该课程考核是以学生实验报告成绩为主，这将极大影响分数的客观性与公正性，限制学生创新能力的提高，影响学生的个性化发展。

两种教学方法都有各自的优缺点，如果能够 在实验教学中充分发挥两种教学方式的优点，则能够在实践教学起到“1+1>2”的效果。

2 线上线下混合式实验教学的实施措施

为充分发挥线上线下教学的优点，克服缺点，上好实验课程，电子系统设计与实践课程教学团队通过改革实验内容，建立了线上教学与线下实践相结合的混合式教学体系，提出全方位考核方案等措施，经过两年的教学实践摸索，取得了较满意的成果。

2.1 改革实验内容，提升实验的可扩展性

在课程改革之前，实验内容主要包括软件和硬件两个部分。软件部分通过信号源导入已知的信号，采用单片机实验平台进行模数转换(A/D)及显示，硬件部分以焊接收音机套件为主。两个部分实验内容相互独立，不能形成有机整体，尤其是收音机套件是较成熟的固定模块，学生很难再对其电路进行设计及改进，只能机械地对电路板进行焊接，导致课程实验内容不够饱满，影响学生创新思维能力的培养。

课程改革后，实验内容以程控放大器设计为主，同时引入信号发生器模块、滤波电路模块、直流电源模块以及显示模块等部分，构成如图 1 所示的一个整体系统。

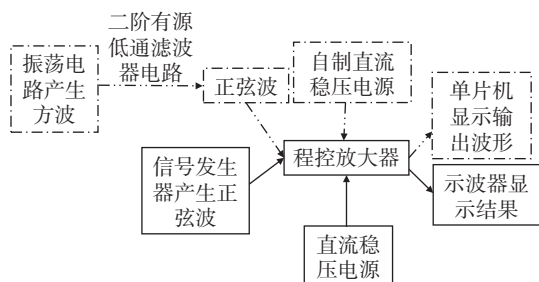


图1 课程改革后实验整体内容

图中实线部分主要针对能力一般的学生,对信号发生器产生的正弦信号实现程控放大器的放大,并在示波器上显示出来,在课内完成即可;对于能力较强,且对电子设计有兴趣的同学则选择虚线部分完成,根据自己的专业要求及兴趣选择正弦信号产生模块、直流稳压电源模块、单片机显示模块中的2~3个模块,根据要求设计、制作、调试电路。由于实验内容大大增加,学生很难课内完成,因此引导学生进入自主管理的创新实验室,利用课外时间对电路进行焊接、制作及调试。改革后的实验内容不再是较成熟的固定模块,可扩展性增强,学生可以根据自身专业要求或者兴趣选择不同的模块进行再次设计,为后续竞赛的系统化综合实践训练打下基础,使课内实验教学与学科竞赛培训形成一个完整的体系,有助于发掘学生的创新潜力及创新意识,培养创新型拔尖人才。

2.2 调整教学方式,线上线下分工明确

根据实验教学的目的及要求,将实验内容分成两个阶段:第一阶段,对实验涉及的理论基础知识、操作示范、电路仿真实验、学生易错知识点及常见问题等进行讲授;第二阶段,进行电路焊接、制作、调试等环节。

实验指导教师在实验之前将第一阶段相关基础知识及注意事项制作为视频、音频等,借助互联网手段实现线上教学。以超星学习通为平台,借助微信、QQ等进行在线答疑,如图2所示。学生根据课程安排学习相关内容;实验指导教师向学生布置测试题目,学生完成测试题目以后方可进入第二阶段的线下操作环节。

第二阶段的课堂上教师不再讲授基础知识,而是直接给出实验技术指标,指导学生设计电路图;学生根据自己设计的电路图列出元件清单,搭建实物电路;学生应用直流电源、信号源、示

波器、万用表等对实物电路进行调试,有利于学生发现问题和解决问题。

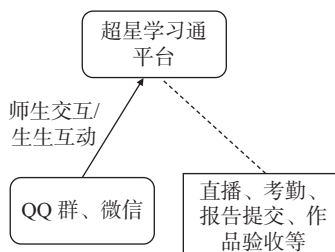


图2 线上交互软件平台

将线上线下实验内容分工明确以后,实验教师采用线上方式对学生进行日常考勤、基础理论知识的讲授、实验基本操作示范、实验注意事项讲解以及部分实验任务的验收,从而节约了大量课时。学生可以将更多的时间用在电路板设计、制作、调试等实践环节,制作出的作品也更有自己的特色,从而可以避免实验中抄袭现象的发生,极大提升了学生的创新及实践能力。

2.3 建立实验示范性操作及易错知识库

电子系统设计课程作为基础性创新实验,是大部分电专业学生的必修课程,每学期学习人数在500人左右,但实验指导教师人数有限。由于实验学习是一个摸索的过程,学生刚开始错误比较多,即使老师反复强调,依然会有同学犯类似的错误而导致实验没法继续进行。为了提高实验效率,减轻实验指导教师的压力,教师团队总结了学生常犯错误,建立了实验示范性操作及易错知识库。

示范性操作主要包括电路绘制及仿真软件的使用、仪器仪表的使用、焊接工具的操作等。实验指导教师在上课之前提前录制好操作视频与讲解发送给学生,学生可以在实验之前预习,也可以在实验操作过程中对照示范性操作视频解决实验中遇到的问题。

易错知识库根据实验内容,分为仪器设备操作、软件仿真、调试常见问题等几类,采用“问与答”的方式形成易错点及解决方法库,并在实验教学过程中不断补充、修改完善。

2.4 全方位考核方案,保障考核公平

一般情况下,学生的成绩主要以实验报告为主,课堂表现成绩为辅的方式给出,导致学生抄袭报告现象较多,实验报告内容不规范,给教师进行成绩评定带来极大不便。此外,实验成绩易

集中在某个分数段，不能反映学生的真实水平，对认真学习且有实验兴趣的学生有失公平。为了解决这一问题，我们将考核方式进行了改革，采用全方位考核方案，使成绩能够反映学生的真实能力，提高了学生的实验积极性，同时培养了学生的批判性思维。

全方位考核方案^[12-14]是从实验教学目的的各个方面对学生进行考核。将实验总成绩分为实验项目操作成绩、报告成绩、答辩成绩和互评成绩 4 个部分。其中实验项目操作成绩是在每个实验模块完成后，根据学生实际操作情况，对学生的实验完成情况进行现场评分，该部分占总成绩的 70%；报告成绩根据提供的实验报告模板，学生直接线上完成提交，使实验报告从有纸化转向无纸化，该部分占总成绩的 10%；答辩成绩则是考查学生对实验基本原理掌握情况及对实验现象的解释分析等，该部分占总成绩的 10%；互评成绩则是学生在答辩完成以后，同学之间对互相制作的作品、答辩表现等进行投票，根据得票高低评分，该部分占总成绩的 10%。考核方式改革后，教师可以更清楚地掌握学生的实验情况，实验成绩也能够真实地反映学生的实验水平。

3 实验改革成果评价与分析

为了评估电子系统设计与实践课程线上线下混合式教学方式的教学效果，该门实验课程教学团队对必修该门课程的学生(500 人左右)进行了匿名问卷调查，结果如表 1 所示。由于混合式教学方法更侧重于实践能力、创新意识、批判思维的培养，得到了 95% 以上同学的认可和喜爱，学生有更多的时间用于实践中，能够更好地掌握电路的设计、制作以及调试的基本方法，培养了学生制作硬件电路的基本能力，提高了他们的动手能力，增强了他们的创新意识。采用线上线下混合式实验教学方案以后，学生能够更加牢固掌握电子系统的设计与制作，参加电子设计竞赛的获奖率由改革之前的 51% 上升到了 72%，说明电子系统设计与实践课程线上线下混合式教学方式对于学生参加创新性学科竞赛起到了积极作用。

采用混合式教学方案以后，学生的能力得到充分体现，不同能力的学生完成的电路板作品如图 3 和图 4 所示。从作品中可以看出，采用混合式教学方案以后，学生有更多的自主实验时间，

因而做出来的实验作品不再是千篇一律，更是各具特色，对于培养学生创新竞赛及大学生创新创业能力有显著的效果，对进一步调动学生们的实践积极性，提高他们的实验动手能力起到了重要作用。

表 1 学生对线上线下混合式教学方案评价表

评价指标	不同评价结果所占比例/%		评价结果平均分(分)
	能	不能	
能提高实践动手的能力	98.7	1.3	—
能激发自身学习的兴趣	97.6	2.4	—
能提高自身创新的能力	95.7	4.3	—
有助于激发自身主动查阅资料、自主学习	92.4	7.6	—
有助于批判思维和科研能力的培养	90.8	9.2	—
有助于参与创新学科竞赛能力的提升	92.3	7.7	—
对学习效果的满意度评价	—	—	92.6
对课程的喜爱度评价	—	—	95.3

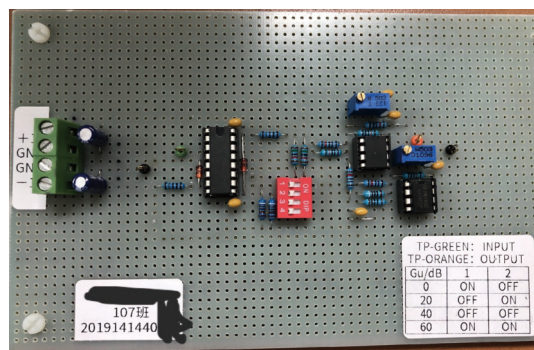


图 3 能力较强的学生完成的电路板作品

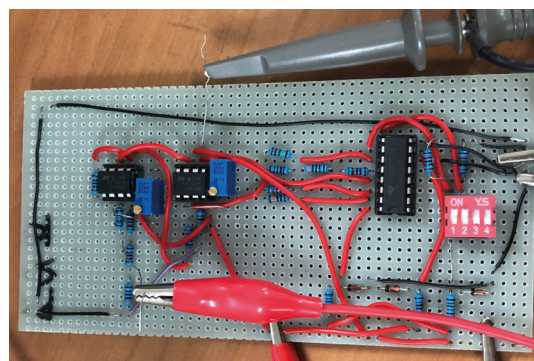


图 4 能力一般的学生完成的电路板作品

4 结束语

“双一流”建设以建设一流本科、培养具有创新精神及实践能力的专门人才为目标，要求不断提升教学水平及创新能力。电子系统设计与实践作为一门基础性综合课程，对从基础知识到专

业知识转变起到了承上启下作用,对培养学生的实践能力及创新能力发挥着重要的作用。采用线上线下混合式教学方法,增加了学生的实践时间,满足了不同能力学生的需求,达到了实验教学的目的。针对高校实验室教师队伍不断减少的情况,采用线上线下混合式教学方式可大大提高实验教学的效率及质量。全方位考核方案也使学生的实践积极性得到较大提高,对培养学生的实践兴趣、创新意识和批判性思维发挥了积极的作用。

电子系统设计与实践课程教学团队还在电路实验、电工实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验等实验课程中开展了相应的混合式教学尝试,反馈效果较好。作为高校实验教师,应坚持探索高效、高质量的实验教学方法,以提升学生创新能力及实践能力为目标,改革和完善实验教学模式,推动实验教学的发展,为各类创新竞赛及大学生创新创业实践项目发掘和培养一批有潜力的优秀人才。

参考文献

- [1] SHEKHAR P, BORREGO M. After the workshop: A case study of post-Workshop implementation of active learning in an electrical engineering course[J]. IEEE Transactions on Education, 2017, 60(1): 1-7.
- [2] 张璞,刘宁艳,金印彬.“电子系统设计与实践”课程教学改革实践[J]. 高校实验室科学技术, 2019(2): 18-21.
- [3] 刘明,周俊.“电子系统综合设计”教学改革与实践[J]. 实验科学与技术, 2016, 14(6): 173-176.
- [4] 栗彦芬.《电工电子技术基础》线上线下混合教学模式探索[J]. 创新创业理论与实践, 2021, 4(8): 92-93.
- [5] 邓红雷,张仙玲,汪娟娟. 电工与电子技术实验课程线上教学的研究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(7): 167-171.
- [6] 迟玉伦,应晓昂,刘建国. 疫情下机械测控综合实验线上线下混合教学实践[J]. 实验科学与技术, 2021, 19(6): 70-74.
- [7] 张园,宋佳,程真珍. 新冠疫情下“实验诊断学”在线教学探索与实践[J]. 江苏科技信息, 2020, 37(15): 67-69.
- [8] 李克寒,刘瑶,王了,等. 新冠肺炎疫情下线上教学模式的探讨[J]. 中国医学教育技术, 2020, 34(3): 264-266.
- [9] 于旭东,李小曼,江龙飞. 新冠肺炎疫情下多元化、多形式线上教学的优化实践[J]. 中国高等医学教育, 2020(6): 34-35.
- [10] TAKAHASHI T N, HAMADA E, IKENO M, et al. The electronics, online trigger system and data acquisition system of the J-PARC E16 experiment[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2015, 664(8): 1-7.
- [11] ANGRISANI L, BONAVOLONTÀ F, D'ARCO M, et al. A flexible remote laboratory with programmable device under test[J]. Measurement, 2020, 156: 107584.
- [12] 蔚瑞华,余有灵,徐志宇,等. 模块化电子系统设计课程建设与实践[J]. 实验科学与技术, 2016, 14(4): 144-147.
- [13] 谢小东. 挑战性实验课程教学探索与实践[J]. 实验科学与技术, 2019, 17(1): 89-94.
- [14] 商云晶,程春雨,王林.“电子系统综合设计”课程中多层次教学方法的探索与实践[J]. 工业和信息化教育, 2018(1): 91-94.

编辑 王燕