

线上线下融合的电子类实验课程教学探索与实践*

石兴华 文 斯

(昆明理工大学电子信息科学与技术实验室 云南昆明 650500)

摘要: 电子类实验课程如《模拟电子电路》《数字电路系统》是电子信息类专业的“基石”课,也是后续课程的“桥梁课”,具有较强的工程性和实践性。创新实验教学模式,以学生为中心,充分创建超星、雨课堂等网络教学资源,研发适合我校学生的实验课程内容,构建丰富的线上教学平台;线下建设实验室统一测试平台,设计具有工程应用背景的综合实验,多元化考核评价。不仅激发了学生学习电子类实验课的兴趣和积极性,还培养学生注重学习过程的良好习惯和综合实践能力,实现了线上线下、基础创新相融合的实验教学模式,取得了较好的教学效果。

关键词: 线上线下融合 电子类实验教学

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.40.122

2020年国家发改委等多部门明确指出“构建线上线下教育常态化融合发展机制,形成良性互动格局^[1]”,可见线上线下融合是教学改革和发展的侧重点。

本科实验教学与高校理论教学相结合,一方面增进学生对理论知识的理解,提高动手实践能力;另一方面提高学生科研创新的能力,提高分析研究问题、解决问题的能力。电子类实验课程如《电路分析基础》《模拟电子电路》《数字电路系统》是电子信息类专业的“基石”课,也是后续课程的“搭桥课”,具有较强的工程性和实践性。实验课程教好,既能加深学生对理论的理解和掌握,又能培养学生动手实践能力。

我校争创双一流高校之际,提高实验教学的质量,对培养创新卓越人才、推动一流专业的建设起到了奠基的重要作用。

一、传统实验教学存在的问题

在2019年以前电子类实验教学还是采用传统的课堂教学为主,教学一般分为课前预习、课堂实践和课后报告三个环节。例如模拟电子技术实验在大二上学期开设,共16学时,6个实验项目,每个实验项目基本上是2个学时左右。学生在课前按照实验教师要求完成预习报告,课堂上老师先讲解后学生再动手实验,课后再完成实验报告。这种传统教学方式存在明显的不足^[2]: 1.预习不充分,被动地抄完实验原理、实

验内容。缺乏有效的引导和监督手段,学生往往存在应付、抄袭现象,直接影响了课堂实验教学的效果。2.课堂上教师先对实验原理、实验内容以及难点进行讲解,现成的实验台,导致学生机械地完成电路的连线工作,缺乏对实验内容的主动思考。3.缺少有效的交流平台。师生之间交流主要是在课堂上进行。但课堂上教师既要讲解实验,又要帮助学生解决问题,还要检查每个学生实验完成情况,几乎没有时间与学生进行交流讨论。4.考核评价方式不够全面、合理,主要是由实验报告和操作决定实验成绩,不很科学。

二、构建线上、线下课程平台

电信实验室电子类实验教学团队不断研讨,按照线上线下混合式的内涵^[3],从电子类实验课程着重建设的四点出发,构建线上线下教学平台,提升教学质量。(1)如何使理论与实践深度融合,培养学生的工程应用能力与创新能力;(2)如何使线上线下教学有效衔接;(3)如何以学生为主体,达到深度的双向互动;(4)如何恰当地融入思政元素,进行价值引领。

(一)线上平台资源建设

根据多年的实践教学经验,为适应学生学习特点及学习规律,保障线上线下学习的无缝对接,以学生为中心,依托超星、雨课堂等网络教学平台设计制作了适合我校学生的“模拟电子电路实验”“数字电路实验”等在线教学内容。在线内

*基金项目:昆明理工大学2022年“线上线下混合式一流本科课程”建设项目(2022075);昆明理工大学2022年“线上线下混合式一流本科课程”建设项目(2022063)。

容涵盖了实验目的、实验电路及原理、实验内容与步骤、实验注意事项、总结分析思考五大块内容。通过老师的视频讲解、PPT展示，引导学生充分预习，在理解实验内容基础上，熟悉实验操作。如图 1、2 所示超星和雨课堂的部分教学内容。



图 1 超星平台模拟电路实验教学内容



图 2 雨课堂数字电路实验教学内容

(二) 线下统一测试平台建设

实验室结合线上教学内容,搭建线下统一测试平台如图 3 所示,摒弃原有的实验台的固定操作,改为自主使用元器件设计电路、PBL 项目制学习模式,引导学生分析解决实际问

题。学生可在统一测试平台完成实验的观察、记录、分析等。



图 3 统一测评平台

三、线上线下融合课程思政的教学体系

(一) 课堂教学融入课程思政元素

在电子类实验课程的线上线下教学中,适时融入课程思政,积极引导树立家国情怀,激发同学们的爱国热情。例如在电子电路设计时启发学生思考,现在国家在集成电路、半导体器件等方面取得了哪些成就,应用在哪些领域,哪些行业目前受到国外的压制,如何打破壁垒等。要靠在座的各位同学在校期间把专业基础打牢,能力培养好,将来自主研发,为国家科技发展和智能制造业贡献力量。

(二) 构建线上线下融合的实验教学体系

以模拟电子技术实验为例,线上和线下融合式教学设计如表 1 所示。该教学设计主要围绕基础性实验 1-4、综合性实验 5、6 和创新型实验 7 大内容。学生通过线上平台的内容进行预习,并在 Multisim 仿真软件上完成仿真报告;线下到实验室进行自主设计,教师采用多种教学方法启发学生,引导学生解决问题。学生可课后在线上随时和教师展开讨论。

表 1 模拟电子技术实验“线上线下融合式教学设计”

序号	教学内容	总学时	线上自学	仿真报告	课堂拓展讨论
1	绪论、实验基础知识	1	二、三级管的特性	无	如何开展专业实验
2	晶体管共射极单管放大器	3	Q点的确定	Multisim仿真	仿真与实做调试问题
3	OTL功率放大器	2	OTL工作原理	静态工作点调试	功放接法及如何提高效率
4	集成运算放大器的基本运算电路	3	集成运放的性能指标	6种运算电路	新型集成运放的特点及应用
5	UI转换与滤波电路	2	滤波电路	信号采集	小信号的提取和滤波放大实现
6	集成运算放大器组成的波形发生器	3	桥式正弦波振荡器	波形发生器	设计三极管检测电路
7	电容式雨量传感器设计	2	电容传感电路设计	无	传感芯片的用途

(三) 教学过程

整个教学过程如图 4 所示, 将三个阶段(课前预习、课中内化、课后巩固)有效衔接, 实现线上线下融合。

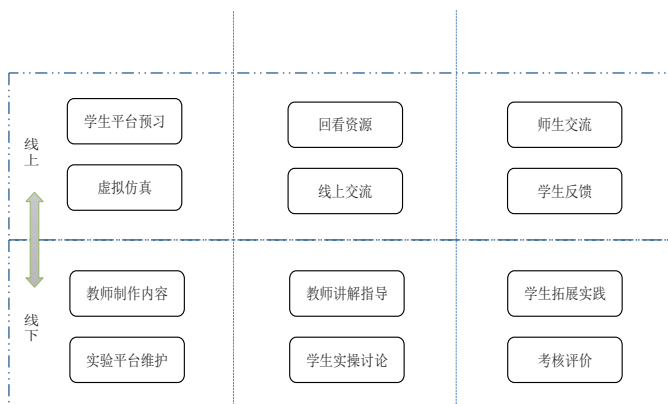


图 4 线上线下教学过程设计

1.课程预习实现线上自学和虚拟仿真自学模式^[4]。学生自学线上平台的内容, 并使用这种 Multisim 软件进行原理电路图的虚拟仿真实验, 通过项目任务的设计、项目准备、仿真实施完成仿真和预习报告。该预习模式不仅可以达到传统项目教学法的教学目标, 而且可以拓展学生的参与面, 培养学生的创造性, 有助于开展个性化实验, 具有灵活的扩展性和推广性, 达到传统仪器及实验室无法比拟的效果。近几年的实践表明, 实验室应用该教学模式非常适合“研究、创新应用型”人才培养目标下的电子类实验教学, 既增强了学生对理论知识的理解, 又将理论知识加以应用, 有助于学生形成有效的知识体系, 激发了学生的学习兴趣, 提高了学生的课堂参与度。如图 5 所示, 学生优秀的仿真报告。

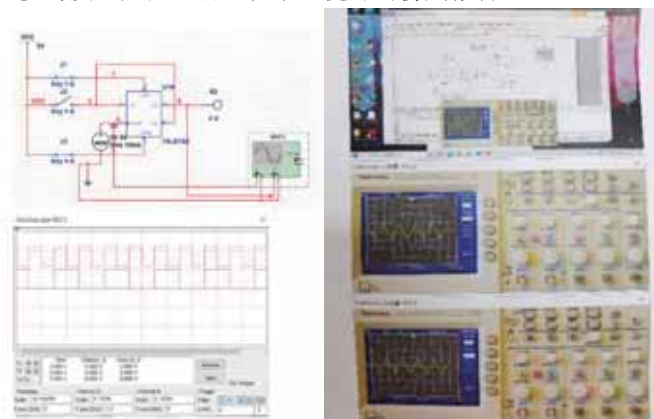


图 5 优秀的仿真报告

2.课堂教学采用线上线下混合式教学模式^[5]。教师采用多种教学方法, 如问题导向法、任务驱动法、研讨等, 引导学生“自主式、讨论式”学习; 学生采用多种学习方法如学思

结合法、参与互动法、合作学习法等互相渗透; 例如在讲解集成运算放大器这一章时, 老师提问“如何实现方波信号输出三角波?”, 学生思考“集成运放微积分电路”的工作原理, 自主设计积分电路, 在万能板上自主使用分立元件搭建, 之后使用统一测试平台对功能进行检测与验证。在课堂中所学的知识通过实物再现的形式, 验证仿真结果同时还启发学生去发现问题、学会分析问题, 并提出解决此问题的可行性方法。

3.课后巩固主要是学生线上交流平台随时提问, 和老师反馈交流; 线下完成实验报告的数据处理和分析, 并进行相应的实践拓展。老师依据同学们的反馈, 进行教学总结和学生的考核评价。

(四) 多元化的考核评价体系

实验室在电子类实验的考核评价方面, 建立了多元化、过程化、能力化的课程考核体系^[6], 探索出着重培养学生创新实践能力的实验教学考核模式^[7]。如表 2 所示模数电实验课程的考核评价体系。

表 2 模数电实验课程的考核评价体系

考核项目	考核要求	评价权重	培养能力	评价主体
线上学习	熟悉每一个实验相关的理论内容	5%	自主学习、独立思考	平台
仿真报告、纸质报告	建立电路模型, 观察输出结果, 得出仿真结论	35%	软件设计与仿真分析	教师
线下实际操作	自主探究完成问题分析,	40%	分析问题、动手实践、工程应用	教师
结果分析讨论	在小组内讨论, 提出解决方法	10%	沟通表达、	小组互评和教师评价结合

考评内容多元化: 线上学习 5%, 仿真和纸质报告 35%, 实际操作 40%, 讨论 10%。

考评主体多元化: 由教师、学生、课程平台共同评价。

考核方式过程化：通过线上学习实现。单元测验、作业+互评、课程讨论等内容均在线上平台有记录。

考核内容能力化：强化仿真能力考查，提升课程学习的广度和深度，增加综合设计电路和工程实际问题，提升了学习的挑战度。

四、成效与持续改进

电子类实验课程采用线上线下混合式教学实践模式并持续改进^[8]，使得教师有时间扩充知识的广度和深度；学生带着问题来上课，创造了饥饿感，提高了学生的学习兴趣，拓展了学生自主学习力和团队合作精神；课堂面授增加了“教师解惑及讨论、实践拓展”环节，很好地解决了学生在课下仿真、实验过程中出现的问题，同时线上平台随时和老师同学沟通交流，促进了理论与实践的深度融合。

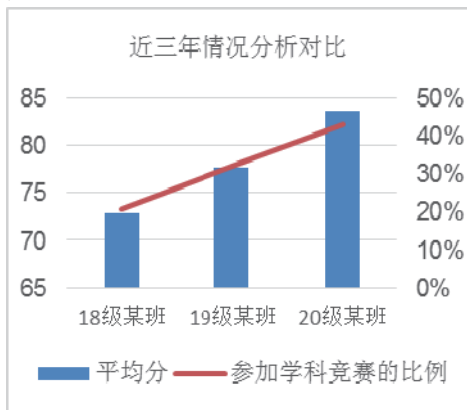


图6 近三年的情况分析对比

从2019级开始实验室实施新的教学模式，从图6中可以看出，近两级的实验成绩平均分比18级某班（传统教学模式）逐年大幅提升，提高了10.8分。近两年学生参加“互联网+”和蓝桥杯等学科竞赛的积极性和人数比例也提升了22%，获奖比例也在持续提升。

结语

实验教内涵式建设学模式充分发挥了学生的自主性，提高了课堂的活跃性，让学生从被动接受变成主动学习，独立思考，有利于学生积极参与课堂教学，更有利于提高学习效率和组织协调能力。线上线下混合式的教学模式对我校的“模拟电子技术”课程有很大的促进作用，教学效果和质量大幅提升。模拟电路实验教学模式的改革，激发了学生学习模电数电的兴趣，克服了难学的心理，学生的成绩得到了普遍提高。同时也激发了学生参加实践创新活动的内驱力，许

多同学申请了各类大学生创新实践项目，参赛成绩也越来越好。

通过对学生的问卷调查分析得知，学生对该教学模式普遍认可，对线下实验的设计、调试，以及问题的分析解决有很大帮助的达到了94%。“以学生为中心、以能力培养为导向”也发挥了积极作用，课程建设效果显著，《模拟电子技术》课程已通过校课程评价，评定等级为国内一流。

参考文献

- [1] 国家发展改革委等多部门提出. 关于支持新业态新模式健康发展激活消费市场带动扩大就业的意见[EB/OL]. 经济日报, 2020.
- [2] 张秀鸳. 混合式教学模式在“模拟电子技术实验”中的实践与探索[J]. 教育教学论坛, 2020(48): 228-230.
- [3] 于海雁, 庞杰, 李晓游, 李新. 线上线下混合式“金课”的建设与实践——以“模拟电子技术”课程为例[J]. 高教学刊, 2020(28): 66-68.
- [4] 张红宾, 赵二刚, 张颖. 虚拟仿真在电子类实验教学中的应用探讨[J]. 实验室科学, 2015(3): 44-47.
- [5] 吕慧敏. 线上线下混合式教学在“数字电子技术”课程中的应用研究[J]. 工业和信息化教育, 2021(11): 37-41.
- [6] 黄慧春, 堵国樑, 郑磊. 模拟电子电路实验线上线下相融合的教学模式改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(9): 149-152.
- [7] 郭庆, 海莺, 赵中华, 刘涛. 基于创新实践能力培养的实验教学考核模式改革探索[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(7): 175-177.
- [8] 代张音. 新时代工科专业课程线上线下混合式教学实践[J]. 科技与创新, 2022(2): 51-53.

作者简介

石兴华（1983.11—），女，汉族，籍贯：河南，硕士研究生，实验师，研究方向：嵌入式技术、物联网、智能传感器。

文斯（1981.02—），女，汉族，籍贯：云南宣威，硕士研究生，讲师，研究方向：电路系统设计。

荐稿人：陈华，昆明理工大学理学院副教授。