

《通信电路与系统实验》课程内容设计及考核评价方式改革

陈瑾 刘国华 孙朋飞 关阳阳 张伟

杭州电子科技大学, 中国·浙江 杭州 310018

摘要: 随着我国经济转型和社会改革的深入, 培养具有实践创新能力的创新型应用人才已成为我国高等教育的根本任务。在如今互联网+的大时代背景下, 基于 OBE 理念, 在《通信电路与系统实验》课程教学中精心开发综合性实验项目, 录制实验教学视频, 并在学校网络教学平台上开放共享, 同时在平台上引入课前练习、随堂练习和线上讨论, 加强对学生完成实验的过程性评价, 创立多维考核评价方式, 积极调动学生主动参与实验教学的过程, 激发学生做实验的兴趣, 显著提升了课程的教学效果。

关键词: 通信电路与系统实验; OBE 理念; 课程内容设计; 考核评价方式

Reform in the Design of Course Content and Assessment Methods for "Communication Circuits and Systems Experiment"

Chen Jin, Liu Guohua, Sun Pengfei, Guan Yangyang, Zhang Wei

Hangzhou Dianzi University, China Zhejiang Hangzhou 310018

Abstract: With the deepening of China's economic transformation and social reform, cultivating innovative applied talents with practical and innovative capabilities has become the fundamental task of higher education in China. In the current era of Internet Plus, based on the OBE concept, comprehensive and design-oriented experimental projects have been carefully developed in the teaching of the "Communication Circuits and Systems Experiment" course. Experimental teaching videos have been recorded and made available for sharing on the school's online teaching platform. At the same time, pre-class exercises, in-class exercises and online discussions have been introduced on the platform to enhance the process evaluation of students' completion of experiments. Establishing a multi-dimensional assessment and evaluation approach, actively mobilizing students' active participation in the experimental teaching process, stimulating their interest in conducting experiments, and significantly enhancing the teaching effectiveness of the course.

Keywords: Communication circuits and systems experiment; OBE concept; Course content design; Assessment and evaluation methods

0 引言

随着社会的飞速发展, 市场对拥有高素质的具备一定实践创新能力的复合应用技术型人才的需求越来越大, 而实践创新能力是实践能力和创新精神的有机结合, 是指理论联系实际, 运用所学知识解决实际工程问题的能力。随着我国经济转型和社会改革的深入, 培养具有实践创新能力的创新型应用人才已成为我国高等教育的根本任务。

《通信电路与系统实验》是一门独立开设的与电子信息类、通信工程类本科专业核心课程《通信电路与系统》配套的实验课, 是工程实践性很强的课程, 其对培养电子信息类、通信工程类专业动手能力强、综合素质高、具备一定工程设计能力的创新性人才具有重要影响。然而, 该

课程有不少仍然采用传统单一的教学模式, 存在以下主要问题: 教学内容与社会需求脱节、教学手段单一、教学缺乏互动性、考核评价方式单一、学生不重视预习等。实验课程内容的多为基础验证性实验, 主要局限于对理论课上所学的基本知识和基本原理的验证, 学生只要在现成做好的实验板或实验箱上简单地连线和测试, 不用思考这个电路设计的思路和其中的工作原理, 在实验过程中遇到问题, 也不知道怎么利用理论课上所学的知识去分析和解决。课程内容设计缺少综合性和设计性实验, 学生对通信电路与系统的综合设计与实践能力得不到很好地培养, 难以锻炼和提高学生解决实际工程问题的能力, 达不到提高学生实践创新能力的目的, 不能适应社会对创新型应用人

才的需求;同时教学手段与考核评价方式的单一及教学缺乏互动性都会导致学生缺乏对课程的学习热情,不能激发学生主动学习的积极性和创造性,影响我们对工程设计创新性人才的培养。

为了解决该课程在实际教学中存在的上述问题,加强对学生实践创新能力的培养,改善实验教学效果,在杭州电子科技大学高等教育教学研究改革项目的支持下,笔者引入 OBE 理念,以学生实践创新能力培养为核心,对《通信电路与系统实验》课程内容的设计及其考核评价方式进行了改革研究与实践。

1 课程内容设计

1.1 实验项目

为了培养综合设计与动手实践能力强、具有创新意识的通信技术高级人才,近年来笔者一直在进行《通信电路与系统实验》课程的教学改革。该课程是面向电子信息类和通信工程类专业本科大二学生开设的独立实验课程,共 16 学时,每年选课人数近千人,共开设 5 个硬件实验,实验项目基本摒弃传统的在实验箱上进行简单连线和测试的基础验证性实验,逐步增加综合设计性实验。经过项目建设,开发并建成了 5 个可操作性高、有代表性和工程性强的实验项目,并上传至学校网络教学平台供学生学习使用。

基于射频通信单元电路实现模拟通信系统的功能,实验项目采用单元模块电路与通信电子系统设计相结合,覆盖了元器件、电路、系统三个层次,不仅克服了传统实验课程内容中只注重单元电路验证的缺陷,还能培养学生对高频通信系统的电路创新设计能力、动手实践能力、射频测试技术和探索精神。

目前该课程开发的 5 个硬件实验项目均为综合设计性实验,学生需要根据所实现的通信电路的性能指标要求,自主设计、仿真、焊接、组装、调试和验收完成高频小信号单调谐放大器、LC 压控振荡器和 MC1496 幅度调制电路三块电路板。为了锻炼和提高学生的电路创新设计与动手实践能力,我们鼓励学生自主设计、制作 PCB 电路板,并完成焊接与组装(验收成绩可加分),也可在老师提供的 PCB 空板上完成电路元器件的参数设计、焊接与组装。

同时,为了加强学生对通信系统与整机的概念,我们还要求学生最终将这三块电路板组装成一个小型的调幅发射系统并进行联调测试。首先,LC 压控振荡器产生的高频载波送到 MC1496 幅度调制电路的输入端;然后,调幅电路产生的调幅波再送到高频小信号单调谐放大器中进行放大;最后,通过调试要求在示波器上能观察到清晰稳定

的调幅波(AM 波和 DSB 波)。

通过综合性、设计性、模块化、系统化的实验项目开发,学生在完成实验的同时,不仅了解了关于通信系统各部分单元电路的科学研究方法,掌握了通信电路与系统的实验测试方法,还激发了学生的探索兴趣,通过不断仿真设计与调整电路参数,引导学生对通信电路与系统的工作原理进行深入思考,实现了调幅无线发射系统的全过程,培养和提高了学生的工程实践创新能力。

1.2 教学视频

为了更好地改善教学效果,我们充分运用信息化教学手段,采用录制实验课程教学视频和多媒体相结合的方式,建成一批优质共享的课程资源,上传至学校网络教学平台上开放共享,供学生自主学习使用,学生能够随时随地反复观看学习,实施线上线下混合的实验教学模式。教学视频包括实验课程内容介绍、实验台上各高频实验仪器使用介绍、贴片元件及直插元件的焊接介绍,以及高频小信号单调谐放大器、LC 压控振荡器和 MC1496 幅度调制电路的设计、组装、调试与验收介绍等内容。

1.3 课前练习

相较于理论课,学生往往不太重视实验课,来上实验课前基本不怎么预习,再加上通信电路与系统本身的高频与非线性等难点,学生往往理论课就没太听懂,又不预习就来做实验,那效果可想而知。为了帮助学生主动预习,同时也检验学生在课前观看学校网络教学平台上的教学视频和 PPT 课件后的预习效果,笔者针对每次实验课的内容编写了相应的课前练习题(均为客观题)并提前一周发布到平台上,要求学生在规定的截止时间内完成并提交,提交后平台会自动批改并将成绩反馈给学生。

通过在平台上发布课前练习,并要求学生在课前完成并提交,能较好地帮助学生完成预习工作,及时发现自己存在的问题,这样在上课做实验时能做到胸有成竹、有的放矢,教学效果得到提高和改善。

1.4 随堂练习

在线下实验室的课堂教学过程中,为了吸引学生的注意力,并及时了解学生的课堂学习掌握情况,笔者给每次课都设计了 1-2 个随堂练习,并上传到学校网络教学平台,内容直接关联每次课的知识点,具有明确的目标性和针对性。教师上课时通过平台随时发布,要求学生当堂在规定的 3-5 分钟内完成并提交,结束后平台会自动批改并迅速给出答题情况统计。

随堂练习具有即时性、形式灵活、互动性强、反馈迅

速等优点。通过设置随堂练习，能有效帮助学生巩固和加深理解每次课的知识点，教师也能及时掌握学生对知识点的掌握情况，以便在教学过程中更好地做到有的放矢，改善教学效果。

1.5 线上讨论

为了培养学生的独立思考能力和创新思维，笔者针对学生在实验过程如设计、制作与调试电路板的过程中会遇到的一些典型现象和可能遇到的问题设置了线上讨论题，并发布到学校网络教学平台上，要求学生在平台上参与讨论和回复。线上讨论方便快捷，既可以随时随地进行，不受时间与空间的限制，又能增加师生之间、生生之间的互动，激发和培养学生思考问题、解决问题的能力与探索精神。

通过课程内容设计，笔者充分运用现代信息化教学手段，利用学校网络教学平台，采用学生线上主动预习 + 线下制作实物与随堂练习 + 线上互动交流的线上线下混合的实验教学模式，大大激发并促进了学生的主动性学习。如图 1 所示，截至 2025 年 6 月底，2024-2025 学年第二学期的课程网站访问量已超过 23 万次，充分调动了学生的实验积极性，显著改善了实验教学效果，确保了学生工程创新实践能力的培养。



图1 课程网站累计页面浏览量

2 考核评价方式

传统的实验教学考核评价方式是将实验报告作为评判学生实验完成情况的重要依据，甚至作为唯一评判标准，但实际上仅通过这单一的评价方式，很难对于学生在实验环节中是否达到了预期能力目标进行合理评价，也不利于激发和调动学生主动学习与探索的精神。

笔者改革以往单一的考核评价方式，创立多维考核评价方式，探索建立课程质量保障机制。基于 OBE 理念，建立以学生的学习成果为核心的评价办法，对学生更科学、更全面地进行评价，评价内容侧重能力，以能力考核为目标。评价标准以学生为中心，以对应应用型工程人才的要求为依据，构建多元化的评价体系。在此过程中，既要考虑学生的共性，也要关注学生自身的个体差异，更好地体现

学生在实验过程中的表现，侧重学生完成实验的过程性评价。

如表 1 所示，笔者将实验过程考核与验收总结性考核相结合，学生课前在学校网络教学平台上通过观看教学视频和 PPT 课件后完成并提交的课前练习占 10%、在实验室内上课过程中完成的随堂练习占 5%、线上讨论占 5%、电路设计与仿真占 10%、电路焊接与组装占 10%、实验报告占 20% 计入平时成绩（共占 60%）；电路的调试与验收结果占 30%、创新拓展占 10% 作为验收总结性成绩（共占 40%）进行加权，计算课程总评成绩。

表1 考核评价方式与成绩比例

成绩组成	比例	考核内容与评价方式
课前练习	10	课前观看教学视频和PPT后，完成并提交课前练习
随堂练习	5	在实验室内上课过程中完成教师发布的随堂练习
线上讨论	5	回复教师在平台上发布的讨论题
电路设计与仿真	10	完成电路参数的设计与仿真优化
电路焊接与组装	10	完成电路的焊接与组装
实验报告	20	报告格式规范、图表完整，数据处理与结果分析正确
电路调试与验收	30	完成电路的调试与验收，测试结果达到设计要求
创新拓展	10	自主完成PCB板的版图设计与制作，实现联调成功

3 结语

基于创新性人才的培养定位，以 OBE 理念为导向，笔者对《通信电路与系统实验》课程进行了教学改革实践。在课程内容设计上遵循以学生为中心、以学生工程实践创新能力培养为导向的原则，聚焦工程问题，以综合性、设计性、系统性实验项目引导学生建立工程思维模式，提高工程实践创新能力；同时，将现代信息化教学手段融入到教学过程中，利用学校的网络教学平台，从线上观看教学视频、完成课前练习、随堂练习、线上讨论，到线下完成电路的参数设计、仿真优化、焊接组装、调试与验收，教师与学生进行课前、课上、课后的全方位互动，给教学带来了新的生机活力，大大提高了学生做实验的兴趣；加强对完成实验的过程性评价，创立多维考核评价方式，进行全方位的考核评价，激发和培养学生自主钻研的能力及创造力，真正实现了线上线下混合式实验教学改革，从而提高了整个课程的教学质量，教学效果也得到了显著改善。

参考文献：

[1] 张波，聂伟. 射频电路理论与实验课程建设[J]. 中

国新通信, 2023,25(23):52-54+238.

[2] 刘国华, 王维荣, 陈瑾等. 虚实一体射频通信电路实验系统与教学改革探索[J]. 工业和信息化教育, 2020,(08): 47-50.

[3] 陈瑾, 程知群, 刘国华等. 教学互动、虚实融合的线上线下混合式《通信电子电路实验》教学模式改革实践[J]. 电子制作, 2020,(22):60-62.

[4] 余萍, 韩东升, 李然等. 案例式“通信电子电路”模块化实验方案设计与实践[J]. 实验技术与管理, 2019,36

(12):174-177.

[5] 侯长波, 余文鑫, 张宗昱等. 调幅接收机实验项目的设计与实践[J]. 实验科学与技术, 2019,17(06):16-21.

基金项目: 杭州电子科技大学高等教育教学改革研究项目, 项目号: YBJG202412。

作者简介: 陈瑾(1971.05-), 女, 汉族, 江苏阜宁, 硕士, 高级实验师, 杭州电子科技大学, 射频通信电路与系统的设计与研究。