

文章编号: 1671-6612 (2026) 04-629-04

低碳智能转型需求下建环学科创新实验建设探索

曹晓玲 孙亮亮 余 涛

(西南交通大学机械工程学院 成都 610031)

【摘 要】 在“双碳”战略与建筑行业智能化转型的双重背景下，建筑环境与能源应用工程（以下简称建环）专业传统实验教学体系存在内容滞后、模式单一、创新培育不足等问题，难以适配新时代复合型创新人才培养需求。依托本科教育教学改革项目，立足建环专业核心人才培养目标，结合行业低碳化、智能化发展新趋势，通过整合科研教学资源、优化实验课程体系、创新实践教学模式、完善多元考核机制，开展建环学科创新实验课程建设与实践。实践表明，本次教学改革有效丰富了专业实验教学内容，打通了科研反哺教学、学科交叉融合的育人路径，显著提升了学生的工程实践能力与创新思维，可为建环专业实验教学改革与人才培养提质提供参考借鉴。

【关键词】 双碳；建环专业；创新实验；教学改革

中图分类号 G642.0 文献标志码 A

Exploration on the Construction of Innovative Experimental Courses for Built Environment Discipline Under the Demand of Low-Carbon and Intelligent

Cao Xiaoling Sun Liangliang Yu Tao

(School of Mechanical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, 610031)

【Abstract】 Against the dual background of the "dual-carbon" strategy and the intelligent transformation of the construction industry, the traditional experimental teaching system for Building Environment and Energy Engineering (BEEE) majors suffers from outdated content, rigid teaching modes, and insufficient innovative training, which cannot meet the training needs of compound innovative talents in the new era. Based on undergraduate education and teaching reform projects, this paper combines the core talent training objectives of BEEE majors and the new trends of low-carbon and intelligent development of the industry. It carries out the construction and practice of innovative experimental courses for BEEE disciplines by integrating scientific research and teaching resources, optimizing the experimental curriculum system, innovating practical teaching modes, and improving the diversified assessment mechanism. Teaching practice shows that the reform has effectively enriched the professional experimental teaching content, opened up the education path of feeding teaching with scientific research and interdisciplinary integration, and significantly improved students' engineering practical ability and innovative thinking. The research results can provide references for the experimental teaching reform and talent training quality improvement of BEEE majors.

【Keywords】 Dual-carbon goal; Building environment and energy engineering major; Innovative experiment; Teaching reform

0 引言

随着我国“双碳”战略纵深推进、新工科建设全面落地，建筑行业正加速向绿色低碳、智能高效

方向转型升级，对建环专业人员的知识结构、实践能力与创新素养提出了全新要求。建环专业作为典型的交叉应用型工科专业，涵盖建筑节能、环境控

基金项目：“双碳”战略下能源类专业复合型创新人才培养模式探索与实践

作者（通讯作者）：曹晓玲（1984.08-），女，博士，正高级工程师，博导，E-mail: xlcao@swjtu.edu.cn

收稿日期：2026-01-18

制、智能设备运维等多个核心领域,实践性、应用性特征突出,实验教学是衔接理论知识、工程实践与科研创新的核心载体,是培育高素质工程技术人才的关键环节。

当前国内多数高校建环专业实验教学仍存在诸多短板:传统实验内容以验证性、基础性实验为主,贴合低碳节能、智能控制的前沿实验项目匮乏;实验教学模式固化,以“教师演示、学生复刻”为主,学生自主探索、创新设计空间不足;实验资源整合度低,科研成果与本科教学脱节,虚实结合教学体系不完善;考核评价方式单一,难以精准衡量学生的综合实践与创新能力。原有实验教学体系已无法适配行业低碳智能转型的人才需求,严重制约了建环专业创新型人才的培养质量。

基于此,本文紧扣低碳智能行业发展需求与新工科人才培养导向,聚焦建环专业实验教学痛点问题,开展综合型创新性实验课程体系建设。通过更新实验教学内容、重构实践教学模式、完善教学评价体系,打造适配新时代行业发展的创新实验育人平台,助力培养兼具低碳理念、智能技术应用能力

与创新实践能力的复合型建环专业人才。

1 实验教学课程体系建设

针对“双碳”背景下专业建设深化、人才培养方案迭代升级以及行业技术快速革新,现有实验中心硬件条件、教学内容设置已难以适配新时代本科实验教学要求。本文以培养“具有交通领域特色的……复合型高级工程技术人才”为目标,分巩固基础、自主学习及提升、学以致用三个层次,构建了“一个目标,三个层次”的实验课程体系(见图1),从而使教学深度分层次,人才能力培养更加循序渐进,帮助学生在实践过程中形成更完整的知识体系,获得更全面的能力培养。

以“一个目标,三个层次”的综合型创新性人才培养课程体系为引导,整合课程教学资源,通过研学融合、校企合作等手段优化、更新实验平台,积极建设虚拟仿真实验项目,丰富线上教学资源。专业创新实验课程共36个学时,依据巩固基础、自主学习与提升、学以致用3个培养层次,分别设置常规综合性实验、虚拟仿真综合实验、设计性/创新性综合实验3类实验项目。



图1 实验教学课程体系

Fig.1 Experimental teaching curriculum system

2 创新实验项目建设

2.1 科研反哺教学,新建创新性实验项目

针对以往设计性/创新性综合实验缺失的问题,采取科研反哺教学,利用科研资源建设创新性实验项目2项。利用团队在储能技术方面研究基

础,整合相关实验台6套,建设高效储能技术创新综合实验项目(见图2)。为解决台套数问题,同时也尊重学生兴趣及个性化发展,学生分组选择某一类实验平台开展实验。



图 2 高效储能技术创新实验项目

Fig.2 Innovative experimental project on efficient energy storage technology

在实验室原有热湿环境测试仪器设备的基础上, 依托团队热舒适测试相关设备, 建设人体热舒适测试与评价创新综合实验项目。学生自行选择不

同的建筑场景, 并根据建筑特点开展热舒适测试与评价实验。



图 3 热舒适测试与评价创新实验项目

Fig.3 Innovative experimental project on thermal comfort testing and evaluation

2.2 建立自主实验教学模式及方法

基于“一个目标, 三个层次”的综合型创新性人才培养课程体系, 课程坚持“学生为主, 教师为辅”的教学模式, 以前沿丰富的教学资源为支撑, 将半开放式教学、研讨式教学等多元化的科学教学方法应用于课程教学中。

创新性项目重点关注对学生创新、合作、探索、研究等“学以致用”层次能力的培养, 结合项目教学特点及培养目标, 融合开放式实验、研讨式教学多种教学方式, 翻转实验教学课堂, 借助实验项目

教学资源、教师制作的自学电子文档、“微课”视频等多媒体资源在课下进行知识传授, 课堂则以培养学生应用、创新等高阶能力和思维为主。实验分为实验指导、学生方案设计、方案批阅及优化、自主式实验探索和课堂研讨 5 个环节, 教师提前规划各时间节点及教学内容如表 1 所示, 以确保实验有序进行。实验采用分小组形式 (每组不超 5 人) 进行, 每个小组的实验课题均不相同, 方案制定、实践探索、数据分析等均由学生自主完成, 教师仅提供指导建议, 以及提供所需实验条件和设施。

表 1 创新性实验项目安排

Table 1 Arrangement of innovative experimental projects

时间节点	内容	备注
第一周（第一次课）	集体课	介绍实验基本原理、流程、要求，实验系统及仪器，实验注意事项等
第一周	撰写实验方案	小组成员确定选题，查阅资料并完成实验方案
第二周（第二次课）	集体讨论与修改	以小组为单位汇报实验方案，老师及其他小组点评，提出修改意见。各小组修改后返回老师审阅
第三周	自主实验	学生依据最终实验方案进行自主实验，如遇无法解决的困难或疑问，可联系教师进行指导
第四周（第三次课）	集中研讨	各组对测试数据进行分析，在研讨课上分享实验成果，以及实验过程中的收获、疑问等，并以 PPT 或 Word 等形式进行展示

对于创新性实验教学项目，教学质量的保障需要辅以有力的教学管理及监督。注重从实验中心层面充分利用线上交流平台，加深教师与学生的互动，提高对学生实验的辅助力度，均设置有独立的线上交流答疑平台，部分项目甚至组独立设置，以实现针对性辅导。

2.3 教学成果

实验课程每年服务约 75 名大四本科学生，在持续建设和实践中，课程逐渐展现出全新的面貌。实验教学资源逐渐呈现立体化，实验平台及配套的仪器设备也更具前沿性和科学性。教学模式由“教师为中心”转变为“学生为中心”，同时衍生了半开放式教学、研讨式教学、互动式教学等多元化教学方式。针对设计性综合实验有 90% 的学生认为设计性实验更能增加其学习的兴趣，80% 的学生认为参与度很高，认为该设计性实验更能提高其实践能力、分析总结能力和创新思维等综合能力。

3 总结

立足“双碳”战略与建筑行业低碳智能转型的时代背景，推进建环专业创新实验课程改革与建设，是新工科人才培养的必然要求，也是专业高质量发展的核心举措。本项目通过优化实验教学内容、创新实践教学模式、整合优质教学资源、重构多元考核体系，有效破解了传统实验教学内容滞后、模式固化、创新培育不足等痛点问题，构建了适配行业转型需求的创新实验育人体系，显著提升了建环专业实验教学质量与创新人才培养成效。

结合建环专业低碳智能人才培养长远需求，后续将持续深化教学改革，推进课程建设提质升级。

一是补齐虚拟仿真资源短板，围绕建筑低碳运维、暖通设备智能控制、节能系统优化等方向，开发虚实结合创新实验项目，完善立体化教学体系；二是深化校企协同育人，对接建筑节能、智能暖通行业企业，引入一线工程案例与前沿技术，实现教学与产业发展同频同步；三是推进教学成果精品化，整合现有实验课程、指导书、教改研究成果，编制特色实验教材，打造混合式精品教学项目；四是持续优化分层教学与多元考核机制，细化创新能力评价标准，进一步提升复合型创新人才培养质量。

参考文献：

[1] 林健.新工科建设：强势打造“卓越计划”升级版[J].高等工程教育研究,2017,(3):7-14.

[2] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017,(3):1-6.

[3] 陈金华,沈雪莲,李楠,等.综合型创新性人才培养实验课程建设与实践[J].高等建筑教育,2022,31(5):133-141.

[4] 李涛,刘腊美,陈敏,等.新工科背景下建环专业实验室建设的思考与实践[J].教育进展,2024,14(5):766-770.

[5] 教育部高等学校教学指导委员会.普通高等学校本科专业类教学质量国家标准[M].北京:高等教育出版社,2018.

[6] 陆国栋,李拓宇.新工科建设发展的路径思考[J].高等工程教育研究,2017,(3):20-26.

[7] 蒋婧,孙铁柱,王丽娟,等.新工科背景下建环专业实践教学改革创新研究[J].教育进展,2023,13(12):9791-9799.

[8] 李平,毛昌杰,徐进.开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设提高高校实验教学信息化水平[J].实验室研究与探索,2013,32(11):5-8.