

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2026.03.020

欢迎按以下格式引用:冯新,陈伯望,王天鹏.林业高校土木工程专业木结构实验教学项目设计与实践[J].高等建筑教育,2026,35(3):166-174.

林业高校土木工程专业木结构实验教学项目设计与实践

冯新^{a,b}, 陈伯望^{a,b}, 王天鹏^b

(中南林业科技大学 a.现代木结构工程材制造及应用技术湖南省工程实验室;b.土木工程学院,湖南长沙 410004)

摘要:低碳装配式木结构的推广应用符合国家“双碳”目标,而木结构专业人才是助推木结构产业发展的源动力。以林业高校木结构人才培养创新为目标,研究了土木工程专业木结构实验教学项目建设的必要性;基于OBE理念,结合土木工程专业现有实验教学体系,设计了三种不同类型的木结构实验教学项目及相应的考核方式,并讨论了木结构实验教学项目的适用性。为构建完备的木结构建筑与材料专业实验教学体系提供了有效参考。

关键词:林业高校;土木工程专业;木结构建筑与材料专业;木结构;实验教学

中图分类号:G642;TU366.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2026)03-0166-09

21世纪以来,现代木结构在我国的应用开始复苏。目前,许多高校已逐步恢复木结构相关的课程和研究,也培养了一批拥有木结构专业知识的学生和科研人员。然而,在木结构人才培养方面还有较大的提升空间。部分学者^[1-4]针对我国高校木结构人才培养存在的教学体系不完善、教材建设不强、实践教学薄弱、师资力量不足等问题,基于合作教学、实验观摩、案例教学、学科竞赛及毕业设计等,研究了木结构人才培养的改革措施,并取得了一定的初步成效。黄浩宇等^[5]和HARRIS^[6]介绍了英国高校土木工程专业木结构课程的设置情况,并结合暑期木结构教学实践,强调了木结构实践教学的重要性。郑维等^[7]对新形势下木结构人才培养体系进行了探索,从专业引导、理论教学、教学实践、专业竞赛和大学生创新项目等方面提出了相应的改革措施。李宏敏等^[8]对木结构设计软件课程教学模式进行了探索,强调了理论教学与实践技能相融合的重要性。邢东等^[9]从理论联系实际、建立线上线下混合教学、加强学术交流和企业合作三个方面,探讨了木结构建筑结构学课程的混合式学习教学改革。这些研究侧面反映了我国高校木结构实践课程建设较为薄弱。木结构实验教学是重要的实践环节,但目前国内多数高校尚未单独开设相关课程,这一定程度上源于业界没有对木结构实验教学项目的设计达成共识。

修回日期:2024-03-22

基金项目:教育部产学合作协同育人项目(201902302061);湖南省普通高等教育教学改革研究重点项目(HNJC-20230456);湖南省普通高等教育教学改革研究项目(HNJC-2020-0376)

作者简介:冯新,高级实验师,博士,主要从事土木工程研究,(E-mail)fxanhui@163.com。

杨文明^[10]探讨了实验教学项目的开发设计思路与策略,指出实验教学项目的开发要以学生和实践为中心,并且要注意适度性。张恒谦等^[11]详细介绍了综合型实验、调理电路实验、计算机检测控制实验的具体内容和实施过程,并认为实验项目的开发是积极改善实验教学效果的一种尝试。部分学者^[12-14]从科教融合视角出发,提出基于科研项目和成果开发本科生实验教学项目,取得了较好的效果。也有部分学者^[15-17]结合某种新技术或新材料对综合研究型实验教学项目设计进行了实践和探索。目前,土木工程专业的木结构课程学时相对较少,木结构建筑与材料专业开设时间短,因此木结构实验教学体系的设计仍处于探索阶段。

本文以林业高校土木工程专业人才培养创新为目标,基于OBE理念,对木结构实验教学项目设计进行了研究和实践,并提出了实验教学项目的考核方式。此外,林业高校普遍开设了木结构建筑与材料相关专业,本文的木结构实验教学项目设计可满足该专业的教学需求

一、木结构实验教学项目设计的必要性

(一) 土木工程专业木结构相关课程设置

据不完全统计,国内28所高校的土木工程专业开设了木结构相关课程,详细情况如表1所示。土木工程专业开设的木结构课程基本为专业方向选修课,理论课一般在32学时之内,部分高校开设了16学时的课程设计实践课;理论学时在24学时内的课程,其考核方式基本为考查。除南京林业大学外,每个高校只开设了一门木结构相关课程。哈尔滨工业大学是国内最早开设木结构课程的高校,并于2003年开始招生木结构方向博士研究生。2015年,南京工业大学土木工程专业开设了绿色建筑技术与工程方向,该专业方向的木结构课程学时相对较多,理论部分采用考试的考核方式,同时该校还开设相关设计实践课。清华大学最早在建筑结构与选型课程中讲授木结构的结构形式、结构设计原理和方法,后续开设了现代木结构设计课程。学科的生命力在于特色,林业高校是以“涉林学科”为优势和主要支撑的高校,林业高校土木工程专业必须充分体现和紧密依托“涉林学科”的特色优势。许多林业高校土木工程专业在本科阶段和研究生阶段均开设了木结构相关课程,并设有木结构研究方向,注重开展更深层次的木结构科学研究。根据《中国工程教育专业认证协会 教育部教育质量评估中心关于发布已通过工程教育认证专业名单的通告》,共有119所高校的土木工程专业通过了专业认证。随着木结构科研工作的持续性深入开展和木结构的大力推广应用,在土木工程专业中开设木结构课程的高校还会继续增加。

然而,针对土木工程专业人才在木结构技术应用方面的实践能力培养明显不足。调研发现,目前仅有5所高校土木工程专业开设了木结构相关的课程设计实践课,并且将木结构实验教学纳入土木工程专业人才培养方案的高校几乎没有。山东建筑大学常年招收木结构方向的硕士研究生,学校的木加工特色实训区为建筑学专业相关学生奠定了良好的实践基础,学生可在该实训区开展基于木结构的装配式建筑、基于传统木结构的优秀鲁班文化传承、基于人居环境优化提升的木制构件运用等方面的实践训练。福建农林大学和温州理工学院均建有专门的木结构实验室。2022年,吉林建筑大学也开始建设现代木结构建筑及技艺创新实验室。但这些木结构相关实验室均是以木结构建筑学专业教学需求为主,较少考虑土木工程专业开展木结构力学性能实验的实际需求。2010年,同济大学提出土木工程专业本科生可以课外选修方式学习木结构相关实验内容;2015年之后,哈尔滨工业大学、南京工业大学、南京林业大学也相继开展同类教学实践,但在土木工程专业人才培养方案中相关内容尚未体现。土木工程材料课程主要讲授木材物理力学性能方面的理论知识,在其配套的土木工程材料实验课程中还没有涉及木结构方面的实验内容。

表1 土木工程专业开设木结构相关课程统计

学校	课程名称	课程类别	理论学时	实践学时	考核方式	开设年份
哈尔滨工业大学	木结构	专业方向选修课	24	0	考查	2001
同济大学	木结构(双语)	专业方向选修课	17	0	考查	2003
浙江大学	木结构	专业方向选修课	1周	0	考查	2009
东南大学	木结构(双语)	专业方向选修课	24	16	考查	2009
重庆大学	木结构设计	专业方向选修课	24	0	考查	2011
大连理工大学	砌体结构与木结构	专业方向必修课	32	0	考试	2011
北京航空航天大学	木结构	专业方向必修课	32	0	考试	2013
北京林业大学	木结构	专业方向选修课	32	1周	考试	2013
南京林业大学	现代竹木结构	专业方向必修课	24	1周	考试	2014
	竹木及混凝土结构设计原理	在线开放课程	30	0	—	2020
东北林业大学	木结构设计原理	专业方向选修课	24	0	考查	2015
南京工业大学	竹木结构设计原理	专业方向必修课	32	1周	考试	2015
湖南大学	木结构设计	专业方向选修课	32	0	考查	2015
太原理工大学	木结构	专业方向选修课	16	0	考查	2015
青岛理工大学	木结构设计	专业方向选修课	24	0	考查	2015
中国矿业大学/北京	木结构	专业选修课	16	0	考查	2016
西安建筑科技大学	木结构	专业方向选修课	16	0	考查	2016
吉林建筑大学	木结构	专业方向选修课	16	0	考查	2016
海南大学	木结构	专业方向选修课	24	0	考查	2016
中南林业科技大学	现代竹木结构	专业方向必修课	16	0	考查	2016
浙江农林大学	木结构设计	专业拓展选修课	24	0	考查	2017
山东大学	木结构基本原理与设计	专业方向选修课	24	0	考试	2017
清华大学	现代木结构设计	专业方向选修课	—	—	考查	2017
广州大学	砌体结构与木结构	专业方向选修课	24	0	考查	2018
北京交通大学	现代木结构	专业方向选修课	16	0	考查	2020
温州理工学院	木结构	专业任选课	32	0	考试	2021
西南林业大学	木结构设计原理	专业方向选修课	32	0	考试	—
上海大学	木结构设计	专业方向选修课	32	16	考试	—
常州工学院	木结构	专业方向选修课	24	0	考查	—

(二) 木结构课程实践教学环节的重要性

土木工程专业是一门实践性很强的工科专业。作为土木建筑结构类型之一的木结构,未来将同钢结构一样,被广泛推广应用。然而,目前木结构课程实践教学环节设置不足的现状,对木结构人才培养极其不利。首先,实践教学环节有助于深化学生对木结构理论知识的理解与运用,通过主导或参与木结构模型的搭建、分析和优化等实践活动,学生能直观地感受木结构的力学特性和材料属性,从而更加深刻牢固地掌握木结构知识。其次,木结构课程尚未得到充分重视,若没有实践环节的辅助,学生在未来的工作中将难以有效地应用所学知识,尤其是在涉及木结构实际操作时,极易呈现出与初学者相当的陌生感与不适应状态。最后,木结构行业属于小众行业,若加强理论与实践的有机结合,将帮助学生建立对木结构行业的直观认识和感受,促进学生了解木结构行业的最新动态和发展趋势,为未来的职业规划提供参考。

二、木结构实验教学项目设计

(一) 林业高校土木工程专业木结构实验教学项目设计可行性

《教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》提出,挖掘和充实各类课程、各个环节的创新创业教育资源,持续推进国家级大学生创新创业训练计划;强化科研育人功能,推动高校及时把最新科研成果转化为教学内容,激发学生专业学习兴趣,支持学生早进课题、早进实验室、早进团队,以高水平科学研究提高学生创新和实践能力。此外,《工程教育认证标准(2024版)》要求工程实践与毕业设计(论文)至少占总学分的20%。林业高校结合学科优势,将“绿色基因”融入土木工程专业人才培养全过程,构建起独具林科特色的培养体系,突出实践教学也成为其专业建设的趋势。因此,在必修课程实验、探究性实验、课外拓展实验等实践模块中设计木结构实验教学项目具有可行性。

(二) 木结构实验教学项目内容设计

木结构实验教学项目内容设计要秉持以学生为中心的理念,充分考虑学生的基础条件,在教学过程中引入具体的实验任务,使学生通过实践掌握木结构方面的知识和技能。此外,木结构实验教学项目内容设计还应兼顾开放性和适度性,注重在实践中检验实验教学项目效果,并不断完善。结合中南林业科技大学的实验教学设备和场地条件,以及实验教学项目的师资力量,分别设计了演示验证型、设计综合型和研究创新型三类实验项目。

1. 演示验证型实验项目

木材是四大常用土木工程材料之一,而土木工程材料实验课程只涉及水泥、混凝土和钢筋等材料的基本性能实验。该课程共计16学时,现有实验教学内容较单薄,可将木材基本力学性能实验纳入其中。依托湖南省生态建筑环境材料研发与应用创新团队的科研和教学资源,设计了木材基本力学性能演示验证型实验项目,如表2所示。表2中的木材强度实验主要内容与木材学实验课程部分内容一致,木材防腐和阻燃实验主要内容与木材改性与保护实验课程部分内容一致,因此,上述两项实验项目可在木结构建筑与材料专业实验室中完成。

表2 演示验证型实验项目设计

知识点	实验项目名称	实验主要内容	实验目的
木材的力学性质	木材强度实验	木材顺纹抗压强度、抗拉强度和弹性模量,以及木材抗弯强度、木材剪切强度和木材硬度等方面的测试;绘制并记录木材的各种强度测试曲线和木材破坏断面等	了解各种木材(软木和硬木)力学性质的变异;通过实验基本熟悉和掌握木材力学性质的测定方法
木材的防护处理	木材防腐和阻燃实验	常温浸泡和真空处理两种处理方式,以及不同浓度防腐剂对木材防腐防霉的保护效果;不同阻燃剂对木材阻燃性能的影响;绘制并记录木材的各种测试曲线和实验现象等	理解木材防腐处理工序及要求,系统了解木材防腐性能;熟悉建筑材料的燃烧性能要求,掌握木材的根本阻燃方法

2. 设计综合型实验项目

结构试验是土木工程专业一门重要的专业技术课程,一般为24学时或32学时。目前,中南林业科技大学的结构试验课程仅16学时,包含应变测试、简支钢桁架梁非破坏试验、钢筋混凝土梁的正截面抗弯和斜截面抗剪性能实验等项目。依托现代木结构工程材制造及应用技术湖南省工程实验室的科研和教学资源,可在结构试验课程中增加16学时的设计综合型实验项目,如表3所示。表3中的实验项目可在土木工程结构虚拟仿真实验室中完成参数仿真分析。

表3 设计综合型实验项目设计

知识点	实验项目名称	实验主要内容	实验目的
轴心受压和 压弯构件	胶合木立柱轴心和偏心受压试验 (4学时)	胶合木立柱轴线受压、偏心受压试验,轴心受压稳定性系数测试,绘制并记录构件的各种测试曲线和破坏形态等	掌握长细比对胶合木立柱轴压承载力的影响;理解相对偏心率和长细比对胶合木立柱抗压承载力的影响
受弯构件	胶合木梁抗弯和抗剪试验 (4学时)	胶合木简支梁弯曲强度和剪切强度试验。绘制并记录构件的各种测试曲线和破坏形态等	理解胶合木简支梁弯剪性能的影响因素,并掌握其设计方法;掌握胶合木梁和混凝土梁或钢梁弯剪性能的异同点
螺栓连接	胶合木螺栓连接抗剪试验 (8学时)	胶合木/钢板螺栓连接单剪和双剪强度试验,绘制并记录螺栓连接的各种测试曲线和屈服模式等	理解螺栓连接的4种屈服模式,掌握螺栓连接屈服模式的主要因素

3. 研究创新型实验项目

未来一段时间内,正交胶合木(CLT)、连接节点、钢木组合、木混组合等仍然是木结构领域的研究重点和热点,而重木结构及其混合结构将是推广应用的重点。基于教师的科研项目和成果,设计了研究创新型实验项目,如表4所示。依据“两性一度”标准和课时要求,将大于16课时的实验项目纳入创新能力拓展项目,可与研究生阶段高等结构试验环节实行学分互认,其余16课时及以下的实验项目纳入本科教学的探究性实验项目。上述实验项目均采用预约准入模式,依托实验室开放平台开展。研究创新型实验项目与另外两种实验项目的实施方式有所不同,研究创新型实验项目仅明确研究任务与要求,具体的研究思路及试验方案须由团队成员通过文献调研和研讨自主确定,并且试验结果是不确定的。研究创新型实验项目的实施方式如图1所示。

表4 研究创新型实验项目设计

实验项目名称	研究任务	实验要求
CLT剪力墙抗侧力性能	普通CLT和复合CLT墙体在单调和循环加载全过程中的主要破坏形态;不同材料和不同连接件条件下CLT墙体的承载力、延性和耗能情况	利用提供的CLT墙体,设计不同连接条件的拟动力加载构件模型,比较试验结果,评价工作性能差异
木结构销类连接力学性能	木材顺纹和横纹方向荷载作用下木结构销类连接的破坏形态、群栓组合系数、屈服承载力和极限承载力;梁柱节点在低周反复荷载作用下的破坏形态、承载力和耗能情况	利用提供的木板材和金属连接件,制造不同的连接节点,设计不同荷载方向下的静力、拟动力加载模型,比较试验结果,评价工作性能
钢木组合梁柱力学性能	钢木组合梁不同种类连接件的抗剪性能,以及不同种类连接件钢木组合梁的弯曲性能;钢木组合柱的轴压和偏压力学性能	利用提供的钢、木构件和金属连接件,设计不同连接的钢木组合构件,分析剪力连接件的可靠性,评价钢木组合梁、柱的工作性能
木混组合梁板力学性能	木混组合梁不同种类连接件的抗剪性能,以及不同种类连接件木混组合梁的弯曲性能;木混组合楼板的隔振性能和振动舒适度	利用提供的木板材、金属连接件和混凝土材料,设计不同连接的木混组合构件,分析剪力连接件的可靠性,评价木混组合梁、板工作性能
竹木结构整体力学性能	根据每年的大学生结构设计竞赛和全国高等学校木结构设计竞赛方案确定	根据竞赛方案确定

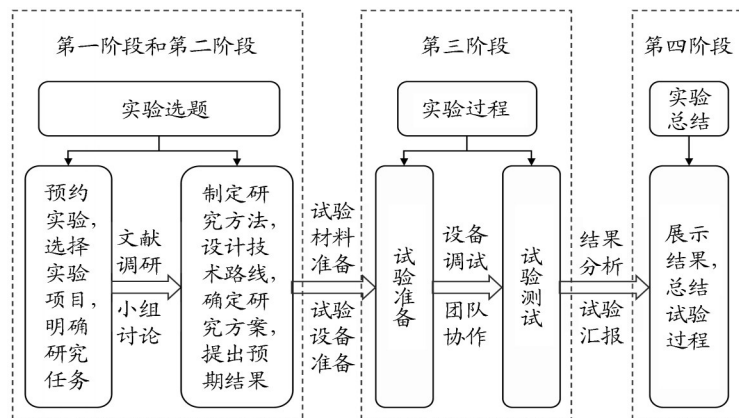


图1 研究创新型实验项目实施方式

(三) 木结构实验教学项目考核方式设计

1. 专业核心课程实验考核方式

基于OBE理念,设计了专业核心课程实验考核方案,如表5所示。课程成绩按百分制计算,由平时成绩和实验报告成绩两部分构成,其中,平时成绩占60%、实验报告成绩占40%。平时成绩主要考查学生课前预习、实验操作、实验结果和团队协作等方面的情况,其中,课前预习占20%,实验过程占80%;实验报告主要考查学生对课程理论知识和技能的掌握程度,考核内容包括实验数据的整理与分析、实验结果的总结等情况。依托实验教学管理系统可对学生实验预习、实验过程和实验结果进行系统考核。通过分析考核数据,评估实验项目的教学效果,可持续提升木结构实验教学项目内容质量。

表5 专业核心课程实验考核方案

考核环节	考核内容	考核方式	考核目标
课前预习 (20%)	明确实验目的、了解实验设备、熟悉实验内容和注意事项	实验教学管理系统根据实验预习报告的完成度评定成绩	
实验过程 (80%)	实验原理掌握、实验设备的使用方法、实验操作的规范性、团队协作、实验数据的完整性、实验结果、课程目标完成情况	2~6人一组,根据实验操作、团队协作表现和实验完成情况,由教师和实验教学管理系统共同评定成绩	课程目标达成度良好,实验项目对解决复杂工程问题有明显支撑效果,且对课程教学持续改进有促进作用
实验报告	实验数据处理、实验结果分析及思考、课程目标完成情况	教师根据实验报告的完成情况评定成绩	

2. 研究创新型实验考核方式

根据大学生结构设计竞赛、全国高等学校木结构设计竞赛方案,竹木结构整体力学性能实验可由土木工程、建筑学专业的大二、大三学生团队完成,实验成果可作为学生毕业设计的主要支撑材料。这些研究创新型实验项目作为竞赛类的创新能力拓展项目单独实施考核。其余研究创新型实验安排在第六至第七学期,时间为3~5周,2~4人为一个团队,每个团队可自由选择实验项目。这类项目采用以过程为导向的评价方式。结合学院探究性实验教学方案,木结构研究创新型实验项目的过程性评价考核方案如表6所示。研究创新型实验项目并不过分强调个人能力的考核,而是将团队协作效果作为评分的重要参考。过程性评价具体分为三个环节和四个阶段:实验选题环节(构思阶段和设计阶段)、实验过程环节(实现阶段)和实验总结环节(运作阶段),其成绩占比分别为30%、

40%和30%。实验选题环节是指学生根据实验室提供的实验项目自由选择研究内容,并根据文献调查撰写研究的背景、意义和可行性,进而提出具体的实验方案;实验过程环节包括实验准备和实验测试两个阶段,实验准备阶段是指学生根据实验方案准备实验材料、构件、加载设备、测试仪器和元件等必备物品,主要考查学生的动手能力和团队合作精神,实验测试阶段是指学生根据方案对实验对象进行加载测试,完成实验目标,除考查学生的动手能力和团队协作精神外,还注重考查学生的问题解决能力、创新能力和数据处理能力;实验总结环节是指学生汇报实验结果和实验目标完成情况,并提交实验项目成果报告。

表6 过程性评价考核方案

考核环节	考核内容	考核方式
实验选题 (1周)	文献综述(30%)	文献检索能力(20%):能否根据实验项目检索所需的文献资料 小组成员论证(20%):组员是否对选题的背景、意义进行有效论证 文献综述内容(60%):对选题领域知识和发展方向的提炼能力
	研究方案(50%)	理论方案(50%):根据研究内容提出可用的理论方案 试验方案(50%):根据研究内容提出可行的试验方案
	可行性分析(20%)	团队合作(50%):组员分工是否合理
		试验条件(50%):是否充分利用实验室条件
实验过程 (1~3周)	实验准备(30%)	试验原材料(30%):试验所需材料、设备、试件等准备情况 测试方案(70%):具体加载方案和测试内容的准备情况
	实验测试(70%)	试验设备(20%):能否熟练使用相关仪器设备
		团队合作(20%):组员能否有效合作
测试过程(30%):测试过程的整体把控能力		
实验总结 (1周)	目标完成度(70%)	数据处理(30%):能否对试验数据和结果进行有效处理和分析
		试验结果(50%):是否完成预设研究内容
	PPT汇报效果(30%)	试验指标(30%):是否完成试验具体指标
		实验成果报告(20%):结果分析的完整性和报告撰写的态度
		PPT内容(60%):PPT排版整洁美观,思路清晰,内容真实完整,研究总结思考分析到位
		汇报效果(30%):表达清晰,重点突出,回答完整准确

三、木结构实验教学项目的适用性

笔者在进行土木工程材料实验和结构试验课程教学时,已经连续3年将木结构相关实验内容融入“第二课堂”,吸引众多对木结构感兴趣学生参与,参与人数呈逐年递增趋势;课题组在指导大学生创新训练项目时,均有意识地将竹木结构相关内容纳入学生的申报内容范围。问卷调查结果显示,虽然89%的学生之前对木结构实验教学方面的知识不了解,但77%的学生都认为有必要开设木结构实验教学项目,如表7所示。

3年多的实践表明,本文设计的土木工程专业木结构实验教学项目可操作性强、适应性好,且涵盖木结构的材料、基本构件、连接节点、结构体系等方面的知识点,可为中南林业科技大学新开设的木结构建筑与材料专业实验教学体系构建提供参考和支持。本文设计的演示验证型实验项目适用于林业高校的土木工程、木材科学与技术、木结构建筑与材料专业;设计综合型实验项目和纳入学

院探究性实验教学方案的研究创新型实验项目适用于林业高校的土木工程、木结构建筑与材料专业;其余研究创新型实验项目可作为实验室科研开放课内容,面向全校本科生和研究生开放。

表7 问卷调查及结果

序号	问题	结果
1	之前是否了解木结构实验方面的知识	了解11%,不了解89%
2	木结构实验是否对项目/比赛/竞赛有帮助作用	很大28%,较大70%,不大2%
3	是否愿意参加木结构探究性实验教学项目学习	愿意82%,无所谓18%
4	学校是否有必要开设木结构方面的实验教学	有必要77%,不知道23%

四、结语

绿色、低碳、智能已成为土木工程未来发展的重要方向,木结构人才培养是林业高校土木工程专业发展的现实需求和特色体现,实践能力是土木工程专业人才培养体系的重要内容。然而,目前林业高校木结构相关课程课时设置偏少,尤其缺少实践教学环节。本文从木结构人才实践能力培养体系出发,基于OBE理念,设计了演示验证型、设计综合型和研究创新型三类不同层次的木结构实验教学项目,提出了实验教学项目的过程性评价考核方案,并结合3年的实践经验论证了实验教学项目的适应性。本文围绕木结构实验教学开展的研究与实践,既能为林业高校土木工程专业实践教学改革提供借鉴,又能为大学生“厚基础学习、宽口径成长”综合平台的搭建提供支撑。

参考文献:

- [1] 张晋,冯健,范圣刚,等. 联合加拿大不列颠哥伦比亚大学的木结构课程教学[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(4): 63-67.
- [2] 凌志彬,杨会峰,孙国华. 中国木结构教学实践与探索[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(6): 82-86.
- [3] 高颖. 高等院校木结构及其相关专业人才培养的探索[J]. 中国林业教育, 2018, 36(5): 27-30.
- [4] 张国锋,李冉,常爱革. 高等学校木结构课程现状及教学方法实践探索[J]. 大学教育, 2021(7): 13-15.
- [5] 黄浩宇,姚振瑀,张纹韶. 木结构暑期境外教学实践与探索[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(4): 122-130.
- [6] Harris R, Chang W S. Teaching timber engineering[C]// Proceedings of the World Conference on Timber Engineering, WCTE 2014. Canada: Curran Associates, Inc, 2014: 3216-3222.
- [7] 郑维,王志强,王剑. 新形势下木结构建筑专业人才培养的探索[J]. 教育教学论坛, 2020(51): 100-102.
- [8] 李宏敏,阙泽利,王志强,等. 木结构设计软件课程教学模式探索[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(5): 170-176.
- [9] 邢东,牛耕芜,王欣. 基于混合式学习的木结构建筑结构学课程教学改革探索[J]. 中国教育技术装备, 2021(7): 99-100, 110.
- [10] 杨文明. 实验教学项目的开发设计与策略[J]. 喀什师范学院学报, 2014, 35(3): 52-55.
- [11] 张恒谦,侯震. 检测技术实验室自主类实验项目的设计与开发[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(2): 37-40.
- [12] 骆文广,陈欢. 依托科研试验基地的农业水利工程专业研究性实验教学设计[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(12): 193-197.
- [13] 冯学玲,吴葛,邓春花,等. 综合课程设计模式在实践类课程的应用和探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(10): 184-189.
- [14] 贾征,喻兵,王心彤,等. 以大学生创新创业训练计划项目为依托的材料成形及控制工程专业实验教学实践[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(2): 168-171.
- [15] 葛正辉,朱永伟,宋爱平,等. 自制实验设备在大学生创新实践能力培养中的应用与教学探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(12): 188-192, 206.
- [16] 周冬跃,刘汉瑞,陈丽,等. 卫星接收信号的同步设计性实验开发与教学实践[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42

(1): 195–200.

[17] 韩鹏, 刘瑞平, 余俊镨. 基于轨道理论的缓蚀配方开发实验体系设计[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(5): 37–40, 45.

Design and practice of experimental teaching projects for timber structures of civil engineering in forestry universities

FENG Xin^{a,b}, CHEN Bowang^{a,b}, WANG Tianpeng^b

(a. Hunan Engineering Laboratory for Manufacturing and Application Technology of Modern Timber Structural Engineering Materials; b. College of Civil Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, P. R. China)

Abstract: The application of low-carbon prefabricated timber structures is in line with the development strategy of carbon peaking and carbon neutrality goals in China. The cultivation of talents in the field of timber structure is the source power behind the development of the timber structure industry. With the aim of fostering innovative talents in timber structure in forestry universities, the necessity of establishing experimental teaching projects for timber structures in civil engineering majors is studied. Based on the OBE concept, combined with the existing experimental teaching system of civil engineering, three different types of timber structure experimental teaching projects and assessment methods are designed, and the applicability of timber structure experimental teaching projects is discussed. This provides effective reference for the construction of a comprehensive experimental teaching system for wood structure architecture and materials.

Key words: forestry universities; civil engineering; wood structure architecture and materials; timber structures; experimental teaching

(责任编辑 代小进)