

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2026.01.029

# 新工科背景下土木工程创新复合型 人才实验教学改革与实践

王渠, 童莹芳, 张鸿儒, 黄明, 吴庆雄, 程浩德

(福州大学土木工程学院, 福建福州 350108)

**摘要:** 随着国家战略发展和行业转型升级的需求, 土木工程专业亟需培养具备工科应用能力、疑难解决能力、管理协调能力、技术创新能力和国际适应能力的新型人才。然而, 传统实验教学模式存在教学手段陈旧、教材资源不足、考核方式单一、缺乏创新导向以及思政教育不足等问题。为此, 本文以福州大学土木工程学院为例, 提出了从教学方法创新、考核方式变革、创新评估方式和思政元素融合等方面入手的改革路径。通过虚实结合与产教融合的教学方法、多元评价与能力导向的考核方式、闭环机制的创新评估方式以及“智育”与“德育”协同的思政元素融合。实践表明: 该改革有效提升了学生的实践能力、创新能力和综合素质, 为土木工程专业实验教学改革提供了有益的参考。

**关键词:** 新工科; 土木工程; 创新复合型人才; 教学改革与实践

中图分类号: TU4; G642

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2026)01-0238-07

## Reform and Practice of Experimental Teaching for Innovative Compound Talents in Civil Engineering under the Background of New Engineering Disciplines

WANG Qu, TONG Yingfang, ZHANG Hongru, HUANG Ming, WU Qingxiong, CHENG Haode

(College of Civil Engineering, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350108, China)

**Abstract:** With the needs of national strategic development and industrial transformation and upgrading, civil engineering majors urgently need to cultivate new talents with engineering science application ability, problem solving ability, management coordination ability, technological innovation ability and international adaptability. However, there are some problems in the traditional experimental teaching mode, such as outdated teaching methods, insufficient teaching materials, single assessment methods, lack of innovation orientation and insufficient ideological and political education. Therefore, taking the College of Civil Engineering of Fuzhou University as an example, this paper proposed the reform path from the aspects of teaching method innovation, assessment method reform, innovation assessment method and ideological and political elements integration. Through the combination of virtual and real teaching methods and the integration of production and education, multiple evaluation and ability-oriented assessment methods, innovative evaluation methods of closed-loop mechanisms, and the integration of ideological and political elements of "intellectual education" and "moral education". The practice shows that the reform effectively improves the students' practical ability, innovation ability and comprehensive quality, and provides a useful reference for the experimental teaching reform of civil engineering specialty.

**Keywords:** new engineering subject; civil engineering; innovative and compound talents; teaching reform and practice

收稿日期: 2025-08-20

修稿日期: 2025-11-04

基金项目: 福建省本科高校教育教学研究项目 (FBJY20250095, FBJY20250110, FBJY20230045)

作者简介: 王渠 (1989—), 男, 博士, 高级实验师, 主要从事桥梁工程教学与研究工作。E-mail: wangqu1989@fzu.edu.cn

通讯作者: 黄明 (1983—), 男, 博士, 教授, 主要从事岩土工程等方面教学与研究工作。E-mail: huangming05@fzu.edu.cn

2024年6月24日,习近平总书记在全国科技大会、国家科学技术奖励大会、两院院士大会上指出,要推进教育、科技与人才体制机制的一体化改革,优化科教融合的人才培养机制,促进科技创新与产业创新的有机结合,推动新质生产力的发展<sup>[1]</sup>。在新工科建设背景下,土木工程专业需结合国家战略发展新需求、行业转型升级和国际竞争的需求,培养具备工科应用能力、工程疑难解决能力、工程管理协调能力、工程技术创新能力和工程国际适应能力等五种具有工程核心能力的新型人才,以满足行业和产业需求的迫切需求<sup>[2]</sup>。

众多学者对新工科背景下土木工程人才培养进行了探索。舒苏荀等<sup>[3]</sup>以武汉工程大学工程地质实习课程为例,强调课程思政在实践教学中的融入,通过提高教师思政意识、完善思政设计和增加思政反馈等举措,实现专业知识传授与思想政治教育的协同效应,提升学生综合素质。陈炜昀等<sup>[4]</sup>针对中山大学基础工程课程,提出教学内容的丰富与精简、教学方式的虚实结合以及考核方式的刚柔并济,旨在培养适应多领域需求的复合型人才。詹春涛等<sup>[5]</sup>和曾伟等<sup>[6]</sup>则分别从辽宁工业大学和浙江科技大学的土木工程实验课程出发,探讨在新工科背景下,通过更新实验内容、革新实验设备、多元化教学方法、开放实验室和信息化管理等手段,培养学生实践能力、创新能力和综合素质的教学改革路径。占宝剑等<sup>[7]</sup>通过对“土木工程结构试验与检测”课程的思政教学探索,强调了课程思政在专业教育中的重要性,提出了以专业教师为核心、教学内容为源泉、教学设计为途径的思政实施方案,以实现专业知识传授与思想政治教育的深度融合。林胜男等<sup>[8]</sup>则聚焦于地方高校实验教学平台建设,针对硬件设施不足、利用率低及管理机制不完善等问题,提出了服务地方、产学研结合的建设路径,强调了依托学校特色打造高水平实验平台和建立保障机制的重要性。李睿智等<sup>[9]</sup>以山西能源学院机械设计制造及其自动化专业为例,剖析了应用型本科院校在人才培养模式上的挑战,提出了基于多元智能理论、多学科融合和CDIO理念的改革策略,旨在构建满足地方经济和新兴产业需求的人才培养体系。张坚等<sup>[10]</sup>通过分析传统实践教学的局限性,基于BIM技术提出智能建造教学新模式,并通过教学案例进行了改革成效分析。甄恩泽等<sup>[11]</sup>基于新工科建设对应用型高校的新要求,提出了以“三阶递进”课程体系、“校企双平台”共建为核心的改革路径,可显著提升学生解决复杂问题的能力。卜宜顺等<sup>[12]</sup>以课程体系

建设与改革为背景,提出通过优化学时分配、创新教学方式、更新课程内容、融入思政元素等举措,全面提升学生的实践能力与创新素养。邢凯峰<sup>[13]</sup>基于新工科背景,通过分析现阶段高校土木工程专业课程教学存在的问题,从重构和更新教学内容、强化实践环节和师资队伍等方面对土木工程专业课程提出了改革策略。路韡等<sup>[14]</sup>以土木工程结构实验课程为例,以成果导向为理念,提出通过分层实验平台、模块化教学内容及多元化教学方法,有效提升了学生的综合能力与思政素养。

在新工科背景下,专业人才的培养应面向世界、面向未来,以新工科建设为重要抓手,实现“跨学科、创新型、实践型”的土木工程人才培养。传统实验教学存在“单一技能培养、产教脱节、思政育人缺位”的局限性,已经无法满足“创新复合型人才”的培养要求。因此,本研究基于新工科教育理念,立足“专业筑基、数智赋能、产教融通”的发展理念,将实践能力培养贯穿融入人才培养全过程,优化实验教学体系,加强产学研融合和师资队伍建设,改革实验教学方法和拓展教学质量监控维度,突出学生工程意识与实践能力培养,培养学生“创新复合型人才”的综合实验能力,并在实验教学过程中融入思政元素,立德树人,增强学生社会责任感和使命感。本研究旨在培育具有系统化思维、较强工程实践创新能力和跨界融合视野的土木工程学科领域创新人才,同时实现新时代土木工程专业本科生实验教学教育的内涵式发展,为其他工程教育专业的实验教学改革提供参考。

## 1 教学现状

### 1.1 专业培养现状

本研究所选10所高校土木工程专业均在第五轮学科评估中获评B级以上,地域横跨华北、华东、华中、西南、西北,办学类别涵盖一流大学建设高校、一流学科建设高校及普通本科院校,如表1所示。各校在土木工程专业人才培养目标上表现出“共性聚焦、个性差异”的特征:一方面,全部高校均将“专业基础知识、实践能力、创新意识、国际视野”列为核心素养;另一方面,侧重点又各具特色——武汉大学突出“国际视野与通识素养”,将人才定型为“复合型高级专门人才”。统计发现,“创新”出现频率最高,10所高校中有8所明确写入“创新能力/精神”,映射出行业技术革新对创新人才的迫切需求;同时“复合型”概念被4所高校在目标表述中直接

采用,其余高校虽未直接使用该词,却通过“创新精神+国际视野+领导意识+实践技能+终身学习”的多维能力叠加,事实上呈现复合型人才画像。

现阶段,福州大学土木工程专业培养方案包含建筑工程、道路和桥梁工程、地下工程等三个方向的理论知识和技能,如图 1 所示。以理论力学、材料力学、结构力学、土力学、混凝土与钢结构原理等传统理论为根基,大力融入数字化、智能化前沿技术(如建筑/道路桥梁/轨道地下工程 BIM 模块化设计、数

值计算等课程),构建了层次分明、衔接紧密的实践教学体系。实验教学作为实现这一目标的关键环节,通过认知实习、数字测绘实习、工程地质实习、生产实习、毕业实习以及融合了现代设计理念与技术的实践(如土木工程材料实验、结构试验、建筑结构试验、桥梁工程检测等),实现了从传统验证性实验向综合性、设计性、创新性实践的根本性转变,有力支撑了新时代土木工程本科生解决复杂工程问题能力和创新精神的培养。

表 1 样本高校土木工程专业培养目标

学校	类型	第五轮学科评估	专业培养目标
同济大学	一流大学建设高校	A+	土木工程专业培养面向未来国家建设需要……具有终身学习能力、创新能力、国际视野和领导意识的行业精英和社会栋梁。
东南大学	一流大学建设高校	A+	土木工程专业……并获得土木工程师与检测工程师的专业训练,具备创新精神和实践能力的高素质应用型人才。
浙江大学	一流大学建设高校	A+	土木工程专业旨在培养……具备专业实践和专业综合能力……的高素质复合型科学技术和管理人员。
重庆大学	一流大学建设高校	A+	土木工程学院致力于培养具有创新精神和实践能力的复合型高级专门人才。
天津大学	一流大学建设高校	A	土木工程专业的培养方案中强调了学生需要掌握土木工程学科的相关原理和基本方法……具有终身学习能力、创新能力、国际视野和领导意识的高级专门人才。
武汉大学	一流大学建设高校	A-	土木工程专业旨在培养具有鲜明中国精神、开阔的国际视野、良好的通识素养的复合型高级专门人才。
西安建筑大学	普通高校	A-	土木工程专业旨在培养德智体美劳全面发展……具有较好的创新能力、团队协作精神……的高素质应用型高级专门人才。
上海交通大学	一流大学建设高校	B+	土木工程专业致力于培养具有复合交叉学科背景、广阔的视野和思维、前沿专业知识和创新能力的卓越人才。
福州大学	一流学科建设高校	B+	土木工程专业培养面向未来国家建设需要……具有终身学习能力、创新能力、国际视野和领导意识的行业精英和社会栋梁。
石家庄铁道大学	普通高校	B+	土木工程专业……并获得土木工程师与检测工程师的专业训练,具备创新精神和实践能力的高素质应用型人才。

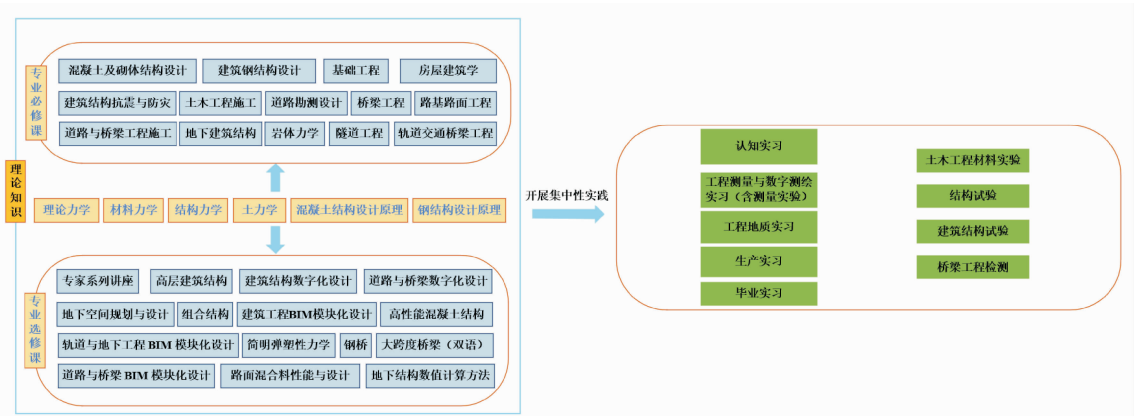


图 1 专业培养课程特色

1.2 教材资源及教学手段陈旧,革新缓慢

教材是教师教学和学生学习的基础和依据。土

木工程专业理论性和实践性较强的特点,决定了土木专业教材必须随着理论研究的进步,和众

多规范条文的更新而不断革新。同时,当前国家基础设施工程建设飞速发展,智能化、智慧化等新技术、新事物蓬勃发展,更新迭代极快,学科交叉日益密切。但是,土木专业教材革新速度远远落后于专业技术的发展,以致无法站在土木工程专业的最前沿指导学生学习和创新。此外,学生在具备深厚的专业知识的同时,也要拥有一定的实践操作能力。目前,实验实践教学仍以“教师讲授为主,学生动手实践为辅”的模式,学生通过实验操作、认知实习、生产实习和毕业实习等实验实践环节得到初步锻炼,但是学生“被动吸收”现象并未出现根本性扭转,难以理解掌握土木工程结构构造和现场施工工序等,这种教学方式常常让学生在课堂上一知半解,课后作业模糊不清,考试成绩更是不尽人意,严重挫伤了师生的积极性,抑制了学生的学习热情和创新能力。因此往往无法达到理想的教学效果,也无法引导学生在学习中和今后的工作中进行创新。

### 1.3 课程考核方式单一,缺乏以创新成果为导向的实践能力的培养模式

当前土木工程专业实验课程的考核方式多将学生成绩分为两个部分:一是平时成绩,包括考勤、作业等方面;二是期末考试成绩。这种考核方式以考查学生书本知识掌握程度为主,不能针对学生解决土木工程问题的能力和在工程实践中进行创新的能力进行考核。因此,传统的土木工程专业实验课程考核方式不能适应创新型人才培养的目标要求。

成果导向教育要求以创新成果为导向,通过“先明确培养成果,再实践,再自我评估,最后反馈并修改原有的培养方案”的培养过程,提高创新型人才的培养效果。虽然,目前已经通过挑战杯、大学生创新大赛、“创青春”创新创业大赛和创新创业训练计划等激发学生创新创业潜力,但是仍存在参与面不足、缺乏有效评估方式等问题。

### 1.4 思政教育不足

《土木工程结构试验》课程教学质量的好坏,与土木工程相关专业人才培养的质量息息相关。现实中发生的工程质量大小事件,往往是因从业人员缺乏良好的职业素养、安全意识淡薄等因素造成。基于新工科建设背景下的高等教育共识,全面推进全方位育人体系建设,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一,需以核心素养为导向、协同育人为路径,将专业思政与课程思政相结合<sup>[15-16]</sup>。课程思政是新时代背景下加强高校思想政治教育和传授知识的创新型载体平台,对高校实施全员全程全

方位的“三全育人”,深化高等教育教学改革具有重大而深远的意义。

## 2 新工科专业人才培养模式改进

### 2.1 互动式教学

新工科背景下,改革土木工程专业实验教学培养模式,应聚焦于培养创新复合型人才,即夯实土木工程核心专业能力,拓展跨学科能力(土木工程、智能监测、智能建造)、创新思维等。借助互联网、大数据、人工智能等技术,构建线上线下融合的教学环境。通过慕课平台、虚拟实验室等载体,实现教学资源立体呈现与实时反馈,在教学过程中做到“做中学,学中做”。例如,基于智慧树 AI 教学中心平台,针对老师的教案、课件提供个性化、实用的改进建议,帮助教师高效优化教学设计,提升教学质量,并且还智能匹配生成头脑风暴、课堂投票、随堂测验等多种类型的课堂活动,可一键发布至班级,极大地丰富了课堂教学形式,提升了学生参与度与互动性。同时,教材编写应注重创新思维培养,通过“案例分析-方案设计-模拟验证”的模块化结构,引导学生运用多学科知识解决实际问题,帮助学生提升综合素养和解决实际问题的能力。

同时,以瞄准国家基础设施建设和区域新型城镇化发展战略为目标,以土木工程行业需求为导向,以实际工程案例为基础,引入企业技术骨干开展线上讲座,并与企业和科研院所共建校企实训平台和实习实践基地,大力实施学生科研“青禾计划”。着力提升学生实践创新能力,形成“师生互动-校企联动”的双循环模式,以产教融合聚合跨界资源,打造多融合创新平台,充分运用硕士带本科、高年级带低年级的一体化联合培养,通过学科竞赛与项目研发,让学生更直接地了解专业知识如何运用于工程实例,提升教学效率与人才培养质量。



图 2 实训课程智能分析

## 2.2 虚拟技术驱动的沉浸式教学

借助教学信息化,将虚拟技术应用于实验实践教学,利用 VR/AR 技术构建“沉浸式”实验环境,通过可视化教学手段,将建筑质量通病、钢筋拉伸试验以及装配式建筑施工等用 VR 技术进行虚拟仿真模拟,使学生可以身临其境的体验实际过程。通过将抽象理论转化为具象场景,可以提升学生对复杂工程问题的分析能力,突破传统实验的时空限制,实现实验实践教学可持续性创新与发展。

例如,在《材料力学》实验课程中,钢筋拉伸试验是一项损耗成本、危险性较高,且实验仪器数量有限,通常为多个学生共同做一根钢筋拉伸试验,无法满足每位学生动手操作,不利于大范围重复性开展。为此,基于以往开展的钢筋拉伸实验的数据,按照实际开展实验流程,通过虚拟仿真试验系统,结合头戴式 VR 设备,可方便令每位学生亲自动手进行试验,这样既保证了试验安全也解决了试验仪器不足及材料不足的问题,使得试验可以大范围的重复开展。对于装配式建筑结构的施工,学生一般只能在认知实习时通过工地参观进行了解,既无法观看施工全过程也无法动手操作以了解竖向构件和水平构件在放置、安装及相互之间的连接。通过虚拟仿真系统,学生可以理解并掌握装配式建筑结构的拆分设计原则,并对相关知识点难点的掌握、重点的巩固有更为清晰直观的理解,由此加强学生实践能力和创新能力的培养。

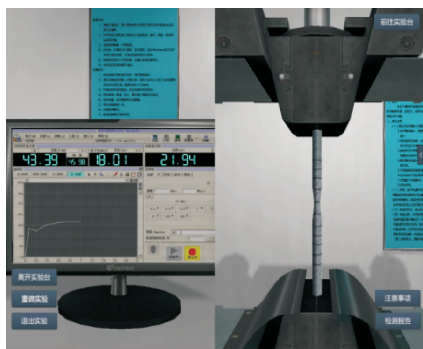


图 3 钢筋拉伸实验流程 VR 系统

## 2.3 聚焦新技术与创新能力的培养

目前, AI、BIM 技术、智能建造等新技术迅猛发展,为土木工程行业的发展提供新动力的同时,对土木工程人才创新实践能力提出了更高要求。利用 BIM 技术进行三维建模教学,同时举办学院各专业与土木工程信息技术有关的比赛和科研训练课题的创新活动,做到以赛促学,以赛促教,课内外一体化

提升学生创新实践能力和技术研发能力。例如,福州大学桥梁图文大赛,建筑行业协主办的“晨曦杯”、“广联达”等 BIM 比赛,全国“节能减排”大赛、“全国建筑类院校虚拟建造综合实践大赛”等省级和全国性有影响力的比赛,以此鼓励学生积极参与与智慧建造相关的议题,广泛开展讨论与交流。



图 4 桥梁 BIM 三维建模

## 2.4 考核方式变革

(1) 强化自主学习能力,推行全过程评价机制  
为避免学生在学习过程中出现“考就学,不考不学”的学习态度,在课程中构建全过程考核体系。例如,在实验课程开始前,要求学生每人制定不同的实验方案,在课程中让学生参与到优秀实验方案评选当中,挑选出优秀实验方案进行课上讨论和讲解,在课程结束时进行基础知识考核并要求学生修改实验方案不足之处。根据学生在课程全过程中的表现进行综合打分。这样不仅规避了传统单一依赖实验报告评分的局限性,也有效遏制了小组合作中部分成员的“搭便车”行为,切实督促学生自主学习的习惯养成。

(2) 构建“基础-综合-探索”三级实验体系  
为全面提升实验教学质量及学生专业素养与综合能力,通过基础实验、综合设计实验和研究探索型实验逐级递进,培养不同层次的创新能力。基础型实验注重基础,重点关注学生的实操能力;综合设计实验通过跨学科、独立设计,重点培养学生思考、分析和解决复杂问题的能力;研究探索型实验,围绕学科前沿,瞄准“卡脖子”工程,设立攻关课题,让学生参与其中,共同攻克技术难题。

(3) 聚焦工程实践能力培养  
土木工程实验教学应从实际工程中来,向实际工程中去。因此,实验项目命题应深度融入实际工程或直接来源于科研课题,营造沉浸式工程实践氛围,并践行“学生为主体、教师为主导”的模式,针对能够高效完成实验任务的学生给予过程性激励,提高其主动性和积极性。

## 2.5 创新评估方式

建立“自我评估-问题诊断-方案优化”的闭环机制,替代传统的“目标-执行”单向模式。传统本科生培养模式根据人才培养方案的要求,分析本科

生教育各环节是否符合人才培养方案的既定目标。但是由于缺少自我评估的过程,无法根据创新型人才培养目标的需要,持续性地改进培养方案。应建立以创新成果为导向的本科生实践能力培养模式,通过实践环节不断自我评估,不断发现问题和解决问题,对本科生培养效果进行“纠偏”,实现土木工程专业创新型人才实践能力培养模式的持续性改进。

## 2.6 思政元素融合

(1) 以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,锚定 2035 教育强国目标,构建“党建引领、育人为本、科研攻坚、双创赋能、科教融合”五位一体发展格局,打造“教学名师团队”,围绕土木工程实践教学,在注重专业教师的专业知识和技能的同时,通过集中培训、教研活动,提升教师将思政元素融入实验教学的能力。

(2) 挖掘教学内容的思政元素。聚焦于职业精神、生态理念和创新意识,将教学内容与科技发展、重点工程、大国工匠等思政案例相结合,通过老一辈工程师事迹培养奉献精神,分析新工科背景下工程建设与环境保护的平衡路径。

(3) 组建“党员导师+学生团队”竞赛核心小组,实施“老带新”梯队建设,在教学的同时,打造“科普育人实践营”,围绕科技下乡、公益测绘、社区科普开展活动,激发他们积极参与社会活动的热情,形成输出交叉融合专业成果的应用能力以及与国外同行进行专业交流的高素质,通过课程思政来实现“有灵魂的工程教育”,培养具有较强实践能力的土木工程复合人才。

## 3 新工科背景下专业人才培养成果

### 3.1 学科重构,创立复合型人才新范式

突破传统土木学科边界,构建“智能建造+”跨域培养体系,实现传统土木工程教育的蜕变。突出“工匠魂”精神,打造有思想、有灵魂的工程教育,通过亲自动手,在解决实际项目问题中,导引学生从价值观、伦理观的高度思考实践教学,对学生人格和个性进行熏陶和锤炼,实现了理论课程与实践教育的衔接与融合。培养一批“厚基础、宽口径、强能力、高素质”且具有实践能力、研究能力、协作能力的一流复合型卓越工程人才,涌现出国家优青、全国五一劳动奖章等一批优秀人才。

### 3.2 产教共生,打造双循环协同育人新机制

建立“技术研发-教学转化-产业应用”闭环生态系统,与中锐网络、上海建科、上海隧道检测等各

类企业深度合作,并以实际工程需求为价值导向,联合开展工程智能检测设备、智慧监测云平台等课题研究,借助校-企双导师培养机制,共同培育兼具技术研发能力与实践经验的创新复合型人才。协同企业共创培养体系、共建课程模块,已成功上线《土木工程传感与测试》《土木工程智能施工》等特色数字课程。实现了教育供给与产业需求的双向共赢,为建筑业智能化转型提供源源不断的人才与技术支撑。

### 3.3 五育并进,创新实践能力进阶新路径

创建“课堂-行业-竞赛-国际-思政”五维协同机制,探索和建立形式多样、反映学生综合素质特别是创新能力的考核方式,多侧面、全方位地评价学生。激发学生内动力——“我也能、我要做、我更强”,满足不同年级和专业学生的认知水平要求以及对标不同专业大学生毕业要求。完成规定的课程后,部分学生还可以继续在教师的指导下进行探索性实验,申报项目和参加比赛,进一步提高创新能力。近年来土木学子在大学生创新大赛、“挑战杯”和“创青春”等创新创业大赛中开创性地得了多项桂冠。

### 3.4 全面推进,实验教学改革新成效

通过虚实融合教学,学生对实验原理及仪器性能的关注度显著增强,敷衍实验的现象明显减少。实验时长统计显示,改革后实验平均耗时缩短约 20%,仪器损坏率同步降低,实验成功率显著提高,实验耗材使用量亦随之减少。问卷调查显示,80% 的学生对该课程表示“满意”或“比较满意”,相较于传统直播、录播及辅导式在线教学模式,满意度提升约 10%。此外,通过构建“基础-综合-探索”三级实验体系及创新成果导向闭环评估机制,学生自愿参与科研训练以及“挑战杯”、“互联网+”等 A 类赛事的比例大幅提升。在 2022 年至 2024 年福州大学本科生科研训练计划(SRTP)中,土木工程学院校级项目由 25 项增加到 37 项,增加了 48%,省级、国家级项目由 6 项增加到 9 项,增加了 50%;近年来,在科技竞赛中,学生夺得中国国际大学生创新大赛(原“互联网+”大学生创新创业大赛)2 金 4 银 2 铜、“挑战杯”国赛 1 特 1 金 1 铜、“创青春”国赛 2 金 2 银 3 铜,创学校历史记录。改革模式为土木工程创新复合型人才培养提供了可复制的“福大模式”。

## 4 结 论

本研究为了实现“复合型人才”的培养目标,针

对当前的土木工程专业实验教学培养模式的不足,提出了从改革教学方法、变更考核方式、创新评估方式、融合思政元素等方面入手,建立“自我评估—问题诊断—方案优化”的闭环创新评估机制,实现了“智育”与“德育”的有机结合,增强了学生的职业素养和社会责任感,助力培养复合型人才。为土木工程专业实验教学改革提供了可借鉴的范例,也为高等工程教育人才培养模式的改革提供有益参考。

### 参考文献:

- [1] 罗明星,李青,张季如,等.新工科产教融合背景下土木类专业人才培养创新模式探讨[J].湖北工程学院学报,2025,45(3):124-128.
- [2] 赵晓霞,王卫东,蒋琦玮,等.新工科视角下土木工程核心能力实践教育体系建设[J].高等工程教育研究,2020(1):31-36.
- [3] 舒苏荀,杨志权,周春梅,等.土木工程专业实践教学的课程思政建设与探索——以武汉工程大学工程地质实习课程为例[J].高等建筑教育,2024,33(6):156-161.
- [4] 陈炜昀,黎学优,林凯荣,等.面向土木、水利与海洋工程专业的工程教学改革研究探索[J].高等建筑教育,2024,33(6):107-112.
- [5] 詹春涛,董锦坤.新工科背景下“土木工程实验”教学改革[J].辽宁工业大学学报(社会科学版),2024,26(2):130-132.
- [6] 曾伟,潘金龙.新工科背景下土木工程实验技术课程教学改革与探索[J].科技风,2024(10):103-105.
- [7] 占宝剑,隋莉莉,洪舒贤.“土木工程结构试验与检测”课程思政教学探索与实践[J].教育教学论坛,2025

(2):61-64.

- [8] 林胜男,邹海燕,张欢.新工科背景下地方高校实验教学平台建设路径[J].实验技术与管理,2021,38(12):235-238.
- [9] 李睿智,张子英,秦香果.新工科背景下应用型本科院校省级一流专业人才培养模式探索——以山西能源学院机械设计制造及其自动化专业为例[J].中国教育技术装备,2023(8):61-66.
- [10] 张坚,陈志伟,齐丰妍,等.智能建造技术赋能土木工程实践教学的创新改革与探索[J].科教文汇,2025(19):107-112.
- [11] 甄恩泽,曹海,全伟,等.新工科背景下应用型高校工程实践类课程教学体系改革探讨——以黄山学院土木类专业为例[J].科技风,2025(26):77-79.
- [12] 卜宜顺,张金松.新时代背景下土木工程专业实验教学改革探究——以安徽理工大学土木工程测试技术实验为例[J].中国教育技术装备,2025(16):127-129.
- [13] 邢凯峰,李红艳.“新工科”视域下土木工程专业课程教学改革探索[J].才智,2025(17):101-104.
- [14] 路韡,黄洪猛,庞建利,等.多背景下土木工程结构实验多维度课程体系建设与实践[J].高等建筑教育,2025,34(3):114-120.
- [15] 闫长斌,郭院成.推进专业思政与课程思政耦合育人:认识、策略与着力点[J].中国大学教学,2020(10):35-41.
- [16] 王文静,张大富,许念勇.以课程思政为引领的土木工程施工课程教学改革[J].高等建筑教育,2021,30(5):191-197.

(上接第 228 页)

- [11] Chen Yanbo, Gao Yufeng, Ng C W W, et al. Bio-improved hydraulic properties of sand treated by soybean urease induced carbonate precipitation and its application Part 1: Water retention ability [J]. Transportation Geotechnics, 2021,27(2):100489.
- [12] He Jia, Liu Yang, Liu Lingxiao, et al. Recent development on optimization of bio-cementation for soil stabilization and wind erosion control [J]. Biogeotechnics, 2023,1(2):100022.
- [13] Gao Yufeng, He Jia, Tang Xinyi, et al. Calcium carbonate precipitation catalyzed by soybean urease as an improvement method for fine-grained soil[J]. Soils and Foundations, 2019,59(5):1631-1637.
- [14] Liu Yang, Gao Yufeng, Liu Bin, et al. Biocementation for desert sand against wind-induced erosion with differ-

ent treatment processes [J]. Journal of Soils and Sediments, 2024,24(9):3265-3275.

- [15] 何稼,吴敏,孟浩,等.生物固土用于防风固沙的研究进展[J].高校地质学报,2021,27(6):687-696.
- [16] Liu Lingxiao, Gao Yufeng, Meng Hao, et al. Pore-scale, mechanical, and hydraulic properties of EICP-treated sand using crude legume ureases with different protein contents[J]. Acta Geotechnica, 2024,19(7):4747-4763.
- [17] Liu Yang, Gao Yufeng, Zhou Yundong, et al. Evaluation of enzyme-induced carbonate precipitation using crude soybean urease during soil percolation [J]. Acta Geotechnica, 2024,19(3):1571-1580.