

新工科背景下高性能土木工程材料课程教学的实践与思考

蔡润泽

中国地质大学（北京）工程技术学院，北京市，100083；

摘要：在新工科建设浪潮与国家“双碳”战略的双重驱动下，土木工程领域正经历着深刻变革。作为土木工程专业核心课程《高性能土木工程材料》，其教学改革已成为对接行业前沿、响应国家战略需求的关键环节。然而，传统教学模式在教学内容前沿性、实践教学深度、学科交叉融合及评价体系科学性等方面均面临严峻挑战，制约了复合型创新人才的培养。本文旨在系统梳理当前课程教学存在的共性问题，并以新工科理念为引领，从教学内容重构、教学模式创新及考核评价改革等，探讨课程改革的实践路径与深层思考，以期期为打造适应新时代需求的高质量土木工程材料课程体系提供参考。

关键词：新工科建设；土木工程材料；教学改革；实践能力

DOI：10.64216/3104-9702.25.06.002

引言

目前是工程教育转型发展的关键时期，新一轮科技革命和产业变革对土木工程人才培养提出了新的更高的要求^[1-3]。“新工科”建设正在深入实施，工程教育正在完成从教书到育人的跨越，推动将教育教学目标从传授知识转变为注重培养学生的能力，形成了强化学科交叉、重视培养创新实践能力和培养学生正确的价值观念并举的新型综合育人培养方式^[4]。在我国经济和社会发展中，一直离不开土木工程专业的的基础建设支撑，如果只重数量不注重质量会影响人才的培养效果，从而导致对土木工程人才需要及国内基础设施水平得不到保证；同时我国发展到了新的历史阶段，工程技术已从一种改造物质的物理力量，演变为同时重塑自然、文化与社会综合性力量，工程建设领域在设计、施工及管理涉及的知识包含人工智能技术、信息技术、环境科学、地质学、经济学、运筹学、材料科学、管理学等专业，因此单一工科无法满足当前行业发展需求，因此要求学校加快推进跨学科融合、打造新的土木工程专业人才培养路径。而传统人才培养的重难点都聚焦在专业技术的训练上，但是忽视了广度的拓展以及不同学科之间联结，形成了窄而浅的现象。传统土木工程从狭义上一般认为是对土地、木材等材料资源的设计和建造，在新时代背景之下主要指的是利用多种形式来满足人们对社会的协调发展、城市的系统规划、生态的保育、灾害的防御、重大基础设施的智能运维、对应急管理。对于人才培养来说要从原先的单一学科主导走向多学科

交叉驱动的全面性培养^[5-7]。结合和融合不仅可以拓宽学生们的知识面，也可以激发学生的创新潜能，更为学生未来的综合竞争力的发展打下了坚实的基础。

本文基于笔者长期的助教实践经验，结合新工科建设要求，从教学内容重构、教学方法创新、育人理念提升等多个维度，对课程教学改革进行系统探讨，以期同为同类课程建设提供参考，同时将新工科建设和“双碳”战略的需求融入教学，方能有效提升教学质量，培养出适应行业发展的复合型、创新型土木工程人才。

1 课程教学现状与挑战

《高性能土木工程材料》作为土木工程专业的核心课程，主要是为了培养学生现代工程材料应用的能力，在今后设计、施工、管理和使用的过程中能够掌握新材料的应用途径以及相关技术。除此之外，本课程还让学生掌握了高性能土木工程材料性能、应用场合及技术发展的相关知识，能更好地从性能、应用场合的角度讲清楚新技术的发展意义，学会运用新方法和新材料改善工程结构耐久性、安全性和可持续性。但是当前土木工程材料课程教学面临着一些新的问题。一方面课程内容囊括了传统的材料知识体系，但是对于现在的诸如智能材料、绿色低碳材料等方面介绍还不够，不能更好对接工程实际与行业发展需要；另一方面，实验教学仍以验证性实验为主，适当增加综合性和创造性的实验平台，加强学生的综合能力训练，尤其是解决复杂工程问题的能力。此外，还可以借鉴材料科学、化学、环境工程等相关学科的内容，做好跨学科课程，凸显跨学科特色，

符合新工科教育背景下对复合型人才的需求。另外,在现行的考核方式中仍然更多偏向于对学生理论知识方面的考核,在对学生的实践能力和创新思维考核上还有待加强。综上所述,在保留传统教学优势的基础上与时俱进、深化改革更新教学模式势在必行。

2 教学内容的重构与优化

对于课程内容不够前沿的问题,需要对教学内容做系统性重构(如图1所示),缩减传统材料基础理论讲述的时间,为后面的重点内容留足授课时间;同时添加一些诸如智能土木工程材料、低碳可持续材料、3D打印建筑材料等前沿专题,时刻紧跟行业发展动态;特别是像高性能混凝土、纤维增强复合材料这些重要的章节更应该增加最新的工程应用案例,让学生了解材料的实际工程性能和要求;而且还要加强和材料科学、化学等基础学科之间的联系,在讲解材料组成与结构的时候可以适当地引入一些物理化学的基础原理,帮助学生理解材料性能的本质;另外要增加有关材料数字化设计的内容,介绍计算材料学、大数据分析方法在材料上的应用情况,使得学生能够运用现代化的手段去解决工程中的相关问题。

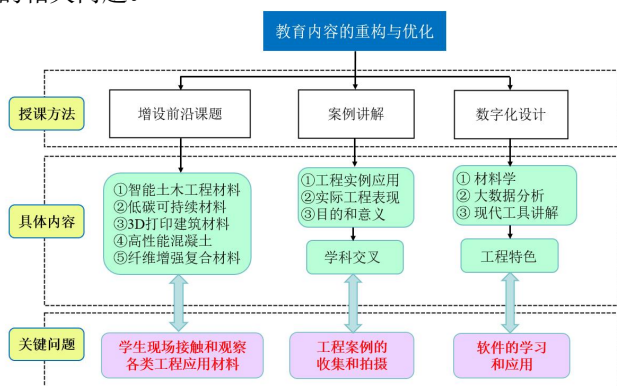


图1 教育内容的重构与优化思维导图

3 教学模式的创新与实践

除了这些教学方式以外,在教学模式上还采用了项目驱动式的小组研讨式教学,将真实工程问题作为研讨话题,例如:设计适用于海洋环境的耐腐蚀混凝土,或者高强高建厚钢板的受力性能试验等,要求学生在小组内完成相关的资料搜索、方案设计及汇报等工作,有利于培养学生的工程思维和交流表达及团队协作的能力。阶梯式的实验教学体系还包括三种类型的实验:一是基础验证性实验,为其他两种类型的实验提供验证条件和技术基础;二是综合设计性实验,主要是依据本课

程相关的金属材料知识,设计并制作出相应的金属材料样品,并对其各项力学性能进行检测与评定;三是创新性实验,在前两种类型的实验基础上进行选择与凝练后,针对一些难度相对较高或者有针对性的目标,让学生通过查阅大量文献并进行前期调研后,选定某一金属材料的某一项力学性能展开相关方面的探索性实验研究。最终,既可以保障对学生基本技能的培训,又能为学有余力的学生搭建更高的平台。虚实结合的教学方法能为课程创新提供技术支持,以虚拟仿真的方式进行一些材料长期性能的试验,例如可以做混凝土碳化、钢筋腐蚀的发展等,在这种条件下我们可以对学生来进行长时间观察实验的过程,这是在实际的实验室当中不可能实现的。与此同时我们也创建了线上的教学资源库,包含了相关的课程视频、案例分析、模拟软件等各种各样的学习资源来提供给学生。考核方式的改革也是对整个教学模式的创新之一。在实际教学过程中,我们摒弃以往期末单一闭卷考试为主的方式,将平时的学生实验报告、项目的成果、出勤考勤情况等因素纳入成绩评定范围,增加了过程性评价的比例。根据不同阶段采用适当的方法,并从实际效果来看达到了预期目的。

4 课程思政的融入与实施

首先,在新工科建设下,课程思政对于培育工程技术人才十分重要,我们要深度挖掘高性能土木工程材料中蕴含的思政元素,并有机融入到教学的过程中,通过对我国在土木工程材料方面的重大成果进行介绍,比如超高性能混凝土应用于港珠澳大桥、新型抗震材料在重要工程的使用等,提升学生们的民族自豪感以及科技报国的使命与担当;同时在开展绿色建筑材料的教学工作中要注重让学生认识到可持续发展的思想,并让学生能明白土木工程材料行业在达成碳达峰、碳中和的过程中担负的责任与使命,进一步强化学生们的生态意识;工程伦理教育也是课程思政的一项重要内容,在这里我们可以结合国内外重大工程事故中出现的相关材料问题来进行讲解,包括材料质量问题引发的桥梁坍塌事故、因为防火材料出现问题而引起的建筑火灾事故等,在这样做的时候也能让学生们充分意识到工程技术人员的职业道德和社会责任,促使学生养成严谨求实、精雕细琢的工作态度,从而达到强化工匠精神的效果。

5 实施效果与反思

经过上述的改革举措实施以后,课程教学质量有了较大提高。学生的学习兴趣与积极性显著提高,学生能够主动地参与到课堂讨论、课后实验等活动中;项目驱动下的小组研讨可以充分发挥学生的团队协作能力以及工程思维,能较好地使学生运用所学知识去解决现实问题的能力充分调动起来;实验教学环节的改革能使使学生得到更加全面的实践训练,在熟练地掌握基本的操作技能的同时具备了一定的创新意识与研究能力;课程思政的渗透有助于学生工程价值观念与社会责任感的建立,培养学生成为综合素养较高的工程科技人才;以《高性能土木工程材料》课程教学改革后的评价体系进行评估,全班共计43名同学,课程总评成绩按照平时成绩(30%)+期末成绩(40%)+实验实践成绩(30%)进行加权评定。每个学生都有一定的分数获得,及格率为100%,平均分为78分,分数基本上成正态分布(符合正态规律),拟合程度较高,高低分基本保持平衡,详见图2。但同时也要看到,在教学改革的过程中也出现了由于教学资源不够充足、教师自身跨学科能力较弱以及实验条件受限等问题,在今后的课程建设过程中还应持续重视师资力量建设、强化实验环境条件并深度开展校企合作,使课程改革真正实现向纵深发展。

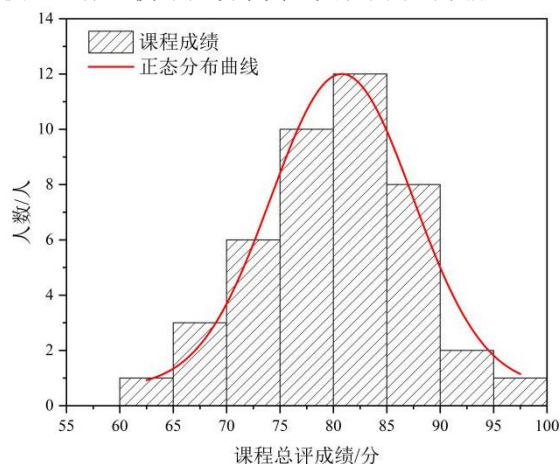


图2 课程总评成绩统计图

6 结束语

新工科建设赋予了《高性能土木工程材料》课程改革契机。以教学内容重构、教学模式创新和课程思政融入为核心开展了前期工作,并取得了初步成效,构建起了适合时代发展的育人模式。后期将紧紧依托产业,持续推进课程改革;充分挖掘并引进工程实际案例,丰富

和完善虚实结合的教学方法和手段,不断提升课程建设水平;加强师资建设,提高教师工程实践能力及跨专业综合教学能力,为培养大批优秀土木工程技术人员提供保障;借助教学创新实践,使《高性能土木工程材料》课程不断适应行业的发展需要,为助力新工科建设作出积极贡献。未来,课程建设仍需在跨学科师资培养、实验资源拓展及校企协同育人等方面持续深化,以推动改革成效的不断发展。

参考文献

- [1] 李志强,唐魁,冯有良,等. 立德树人背景下土木工程专业“3324”课程思政体系多维度探索与实践[J]. 高教学刊,2025,11(23):181-184.
- [2] 刘熙媛,王玲花. 新工科视域下电气工程专业“工业互联网”课程建设的困境剖析与路径重构[J]. 黑龙江教育(理论与实践),2025,(11):40-42.
- [3] 汪安娜. 新工科背景下工程管理专业“建设法规”课程教学改革的难题与应对举措[J]. 黑龙江教育(理论与实践),2025,(10):61-65.
- [4] 林沛元,黄林冲,林凯荣,等. 土木工程专业人才培养改革的必然趋势:多元学科融合[J]. 高教学刊,2025,11(20):62-67.
- [5] 杨刚,程晋炳,王银花. 多学科交叉融合背景下研究生科研创新能力培养策略[J]. 南阳师范学院学报,2025,24(05):81-85.
- [6] 刘小网. 基于“跨学科、交叉学科、融合学科”模式创新复合型人才培养研究——以西北工业大学柔性电子学人才培养体系为例[J]. 高教学刊,2025,11(24):156-159.
- [7] 孙立娟,杨成佳,李鑫,等. 多学科交叉视域下“土木+”创新实践教学体系多维建构研究[J]. 高教学刊,2025,11(12):68-71.

作者简介:蔡润泽,男,讲师,研究方向:城市地下空间工程方面的教学与科研。

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金(C类)“高强高建厚钢板及焊缝连接本构模型和延性断裂性能研究”(52408187)