

基于OBE理念的“智能材料与结构”课程体系 重构与教学模式创新研究

——以土木工程专业为例

谈亚文^{1*}, 邓 军², 王海科³

¹西安科技大学建筑与土木工程学院, 陕西 西安

²西安科技大学安全科学与工程学院, 陕西 西安

³长安大学水利与环境学院, 陕西 西安

收稿日期: 2026年4月28日; 录用日期: 2026年6月19日; 发布日期: 2026年6月30日

摘 要

在新工科建设和成果导向教育(OBE)理念的共同推动下, 土木工程专业中的“智能材料与结构”课程在
教学实践中暴露出一些问题, 比如课程目标不够清晰、知识体系联系不紧密、评价方式较单一等。为了
改进这些问题, 文章以OBE理念为基础, 重新设计了课程体系和教学模式。研究根据专业培养目标, 提
出了以“学习成果达成度”为核心的教学重构思路。通过对课程内容和能力要求进行梳理, 构建了“基
础知识 - 工程应用 - 创新设计”三层次教学目标, 使理论教学、实验操作与创新项目之间形成更紧密的
衔接。教学过程中采用“课堂讲授 + 项目驱动 + 多维评价”的方法, 注重学生的工程理解和创新能力
培养。研究表明, 这种基于OBE理念的课程改革能有效提高课程的系统性与实践性, 对新工科背景
下类似课程的教学改革具有一定参考价值。

关键词

OBE理念, 智能材料与结构, 课程体系重构, 教学模式创新, 土木工程

A Study on the Course System Reconstruction and Teaching Model Innovation of “Intelligent Materials and Structures” Based on the OBE Concept

—A Case Study of Civil Engineering

Yawen Tan^{1*}, Jun Deng², Haike Wang³

*通讯作者。

文章引用: 谈亚文, 邓军, 王海科. 基于 OBE 理念的“智能材料与结构”课程体系重构与教学模式创新研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(6): 589-597. DOI: 10.12677/ces.2026.146464

¹School of Architecture and Civil Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an Shaanxi

²School of Safety Science and Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an Shaanxi

³School of Water and Environment, Chang'an University, Xi'an Shaanxi

Received: April 28, 2026; accepted: June 19, 2026; published: June 30, 2026

Abstract

Under the joint promotion of the New Engineering Construction and the Outcome-Based Education (OBE) concept, several problems have been shown in the teaching of the “Intelligent Materials and Structures” course in civil engineering. The course objectives are not very clear, the knowledge system is not well connected, and the evaluation methods are too single. To address these issues, the course system and teaching model were redesigned based on the OBE idea. A teaching framework was proposed with learning outcomes as the main focus, according to the training goals of the civil engineering program. By sorting the course content and ability requirements, a three-level teaching objective system was built, including basic knowledge, engineering application, and innovative design. It was expected that the theory teaching, experimental work, and project tasks can be linked more closely. During teaching, a mixed method of classroom teaching, project-based learning, and multi-dimensional assessment was used. It paid attention to students’ engineering understanding and their ability to innovate. The results show that this OBE-based reform can improve the systematic level and practical value of the course. It also provides some useful reference for similar course reforms under the New Engineering background.

Keywords

OBE Concept, Intelligent Materials and Structures, Course System Reconstruction, Teaching Model Innovation, Civil Engineering

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着新一轮科技革命和产业变革不断推进，人工智能、大数据、物联网等新技术正在深刻改变全球工程领域的发展方式。为了适应这种变化，我国高等教育领域提出了“新工科”建设的战略目标，旨在培养具有创新精神、跨学科思维和复杂工程问题解决能力的新型工程人才。在这一背景下，土木工程作为传统工程学科，也正在经历从传统设计与施工向智能化、信息化和绿色化方向的转型[1]-[3]。近年来，智能建筑、智慧基础设施、智能建造与运维等新方向不断出现，对工程师的知识结构提出了新的要求。未来的土木工程师不仅要掌握力学与材料的基础知识，还需要了解如何运用智能材料和传感技术，使工程结构具备感知、分析和响应的智能特性，从而实现工程全生命周期的安全与高效运行。

“智能材料与结构”课程在土木工程专业中起到承上启下的作用，是连接传统工程知识与现代智能技术的重要课程。然而，目前多数高校的该课程仍沿用传统教学方式，教学内容偏重理论知识讲授，实验环节相对薄弱。课堂教学以教师讲解为主，学生缺乏主动探究的机会。实验内容大多是验证性实验，缺乏创新性和综合性，难以帮助学生形成系统的工程思维。这种以知识传授为主、忽视能力培养的教学模式，使学生难以把所学内容与工程实践联系起来，难以形成从材料机理到结构设计的完整认知，限制

了他们的创新与综合实践能力。

与此同时,我国正在全面推进工程教育专业认证,成果导向教育(Outcome-Based Education, 简称 OBE)理念被放在工程教育改革的核心位置。OBE 理念强调以学生的学习成果为导向,要求教学目标、教学过程和评价方式都围绕学生能力的达成进行设计。这种理念推动了教学模式从“以教师为中心”向“以学生为中心”的转变[4] [5]。对于“智能材料与结构”课程来说,如何结合 OBE 理念重新构建课程体系,使课程目标与工程教育认证要求有效对应,成为教学改革的重要问题。

从国际经验来看,麻省理工学院、斯坦福大学和慕尼黑工业大学等高校在该领域的教学改革方面取得了显著成果。它们普遍采用项目驱动学习(Project-Based Learning, PBL)和虚拟仿真实验技术,将教学内容与实际工程问题紧密结合,让学生在项目中完成从材料研究到结构设计的全过程学习[6]。这种模式有效提升了学生的创新意识和实践能力[7]-[10]。相比之下,国内高校虽然在课程更新和实验设备方面取得了一定进展,但仍存在一些共性问题:1) 教学目标与认证标准衔接不足。课程目标往往描述模糊,难以直接对应毕业要求指标点,教学目标与学生能力培养之间的关系不够清晰。2) 理论与实验脱节、内容重复。理论讲授与实验环节衔接不紧密,教学内容分散在不同模块中,缺乏系统性,学生难以形成整体工程认知。3) 评价方式单一。课程考核多以期末考试为主,偏重知识记忆与概念理解,忽视对创新设计和工程应用能力的考察。

因此,对“智能材料与结构”课程进行系统性的改革已成为必要。基于 OBE 理念的教学重构不仅可以明确课程目标与培养要求的对应关系,还能建立理论、实验与项目相结合的教学模式,促进学生学习成果的有效达成。

本研究以土木工程专业为对象,旨在构建一个符合 OBE 理念的“智能材料与结构”课程教学体系。研究内容主要包括以下几方面:首先,按照 OBE 理念的逆向设计思路,确定课程的教学目标体系,并建立与毕业要求对应的“基础知识 - 工程应用 - 创新设计”三级目标。其次,设计理论教学、实验教学和项目实践三者融合的教学模式,形成从知识到应用的完整学习路径。再次,构建多元化的学习成果评价体系,将形成性评价与终结性评价相结合,全面反映学生的学习效果与能力提升。最后,通过教学实践与数据分析,对改革后的课程体系进行验证,探讨其在提升学生学习兴趣、知识整合能力和工程创新能力方面的效果。

2. 研究设计与方法

为确保本教改研究的科学性与实效性,本研究采用了行动研究法(Action Research)与案例研究法相结合的混合研究设计。通过量化数据与质性资料的互证,系统评估基于 OBE 理念的课程改革效果。

1) 研究对象

本研究选取土木工程专业二年级本科生作为研究对象。选取两个完整教学周期(共计四个班级,120余人)作为实验样本。

2) 研究设计与实施过程

研究过程遵循“反向设计、正向实施”的逻辑,具体分为四个阶段。诊断阶段:通过对历年教学大纲及学生成绩的分析,找出传统教学中目标不清、实验薄弱等痛点。设计阶段:依据工程教育专业认证标准,重构三级教学目标,设计模块化教学内容与 PBL 项目书。实施阶段:开展为期一个学期的混合式教学实践,引入虚拟仿真、AI 辅助教学及小组合作项目。评估与评价阶段:收集课后考核数据与反馈信息,对比分析改革前后的教学达成度,进行持续改进。

3) 数据收集工具

为全面获取研究证据,本研究设计并采用了量化评估工具和质性分析工具。量化评估工具包括《“智

能材料与结构”课程达成度评价表》(涵盖基础知识、工程应用、创新设计三个维度)及《学习行为与参与度调查问卷》。质性分析工具设计了《半结构化访谈提纲》，主要围绕学生对 PBL 项目的参与感受、工程思维的形成过程及对混合式教学的建议展开[11];同时收集学生在创新实践环节产出的项目计划书、设计方案及实验报告作为作品分析样本。

4) 数据分析方法

研究收集的量化数据采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析,通过描述性统计、配对样本 *t* 检验等方法对比改革前后的成绩差异;对于访谈记录及学生作品等质性资料,采用内容分析法进行编码归纳,提取反映学生能力提升的关键指标。通过量化与质性数据的三角互证,确保研究结论的可信度与学术规范性。

3. OBE 理念与课程目标体系构建

成果导向教育(OBE)是一种以学生学习结果为核心的教学理念,也是工程教育专业认证能否顺利通过的重要依据。与传统的“以教学内容为中心”或“以教师投入为主”的教育方式不同,OBE 强调“反向设计、正向实施和持续改进”的完整教学过程[12]。

其中,反向设计是 OBE 理念的起点。教师在课程建设中需要首先明确学生完成学习后应具备哪些具体能力,这些学习成果要能被观察和评价。然后,以这些成果为核心目标,倒推课程结构与教学环节,包括教学目标、课程内容、课堂活动和考核方式。换句话说,课程中的每一个教学环节都要回答一个核心问题——“它是否有助于学生实现预期学习成果”。

正向实施是反向设计理念在教学中的实际应用阶段。在这个过程中,所有的教学活动,如课堂讲授、实验实训、项目讨论和成果考核等,都应围绕学生学习成果的达成来组织。教学过程从“以教师为中心”转变为“以学生为中心”,使学生在主动参与中实现目标。

持续改进是 OBE 理念下教学质量不断提升的关键环节。教师通过多种方式收集学生学习效果的数据,如课程作业、项目成果、问卷调查等,对教学环节的成效进行分析。根据分析结果,及时调整课程目标、教学内容与资源配置,形成一个不断优化的教学循环,从而实现教学质量的持续提升。

基于 OBE 的“反向设计”原则,并结合工程教育认证中毕业要求的分解,本研究为“智能材料与结构”课程建立了一个以能力培养为导向的“基础知识 - 工程应用 - 创新设计”三级教学目标体系(见图 1)。该体系旨在实现从知识传授到能力培养,再到创新思维发展的逐层提升。

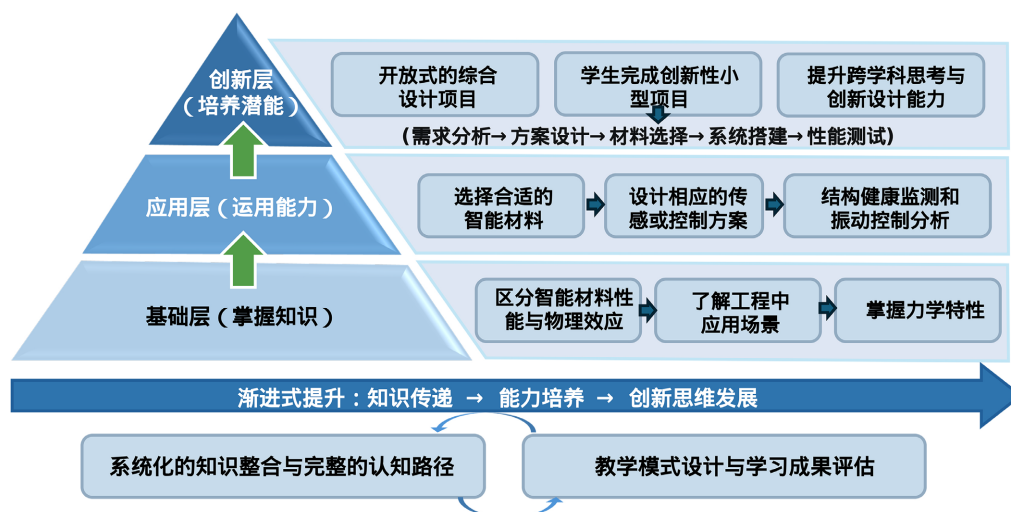


Figure 1. Schematic diagram of the teaching objective system established by the course “intelligent materials and structures”
图 1. “智能材料与结构”课程建立的教学目标体系示意图

1) 基础层(掌握知识): 主要目标是帮助学生夯实理论基础。要求学生能够正确理解并区分不同类型的智能材料(如压电材料、形状记忆合金、光纤光栅、磁致伸缩材料等)的主要性能与物理效应,了解其在土木工程中的应用场景。同时,掌握这些材料在外部作用下的基本力学行为及其应力-应变关系。这一层是学生后续能力培养的基础。

2) 应用层(运用能力): 目标是让学生能够将理论知识应用到工程实践中。要求学生能够根据特定的土木工程结构类型(如梁、板、柱等),选择合适的智能材料并设计相应的传感或控制方案,具备初步的结构健康监测和振动控制分析能力。例如,学生能够利用压电传感器的数据判断结构损伤位置,或使用形状记忆合金实现自适应加固。

3) 创新层(培养潜能): 目标是激发学生的创新意识和团队合作能力。通过开放式的综合设计项目,学生可以独立或合作完成一个包含需求分析、方案设计、材料选择、系统搭建和性能测试的创新性小型项目,如设计一种具有自感知功能的“智能混凝土”构件,或一个可调节的自适应支撑系统。通过该过程,学生不仅能综合运用前两层次的知识 and 能力,还能提升其跨学科思考与创新设计能力。

通过这一三维教学目标体系,课程将原本分散的知识内容进行了系统化整合,使学生能够在学习过程中逐步建立从基础理论到工程应用、再到创新实践的完整认知路径。该体系的建立为后续教学模式的设计和-learning成果的评价提供了清晰的方向,也为 OBE 理念在土木工程类课程中的应用提供了有益参考。

4. 课程体系重构与教学内容优化

为了解决传统课程中内容分散、理论和实践脱节等主要问题,本研究基于 OBE 理念,对《智能材料与结构》课程进行了系统化的改进与优化。课程改革过程坚持“反向设计”的思路,围绕课程三级教学目标展开,对课程结构、教学内容和实验体系进行了全面调整和更新。

1) 课程结构的模块化设计

以往课程多以材料种类为主线进行讲授,内容缺乏整体联系,容易造成知识碎片化。为此,本研究将课程内容重新整合为五个核心教学模块。这些模块不是相互独立的,而是通过“知识-能力-创新”三条主线有机衔接,使学生的学习过程从基础认知逐步过渡到创新应用,如图 2 所示。

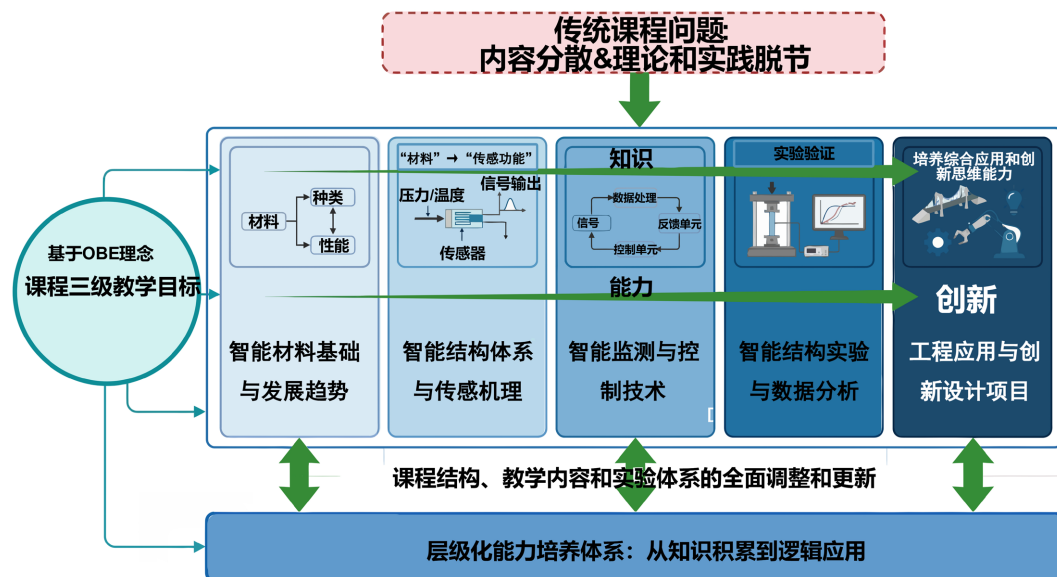


Figure 2. Schematic diagram of modular design for curriculum structure

图 2. 课程结构的模块化设计示意图

a) 模块一：智能材料基础与发展趋势。本模块作为课程的起点，主要介绍智能材料的种类、基本特征及其发展方向，帮助学生建立初步的知识框架并激发学习兴趣。

b) 模块二：智能结构体系与传感机理。本模块深入讲解智能材料的物理效应及其在传感器中的作用机理，使学生理解从“材料”到“传感功能”的转化过程。

c) 模块三：智能监测与控制技术。在这一模块中，学生学习信号采集、数据处理及反馈控制的基本原理，了解“感知-分析-响应”的完整工作过程。

d) 模块四：智能结构实验与数据分析。该模块注重动手实践，学生通过实验验证理论知识，并学习如何从实验数据中提取有效信息，实现理论与实践的结合。

e) 模块五：工程应用与创新设计项目。作为课程的综合环节，学生需要综合运用前四个模块的知识，完成一个具有实际背景的小型工程设计任务，培养综合应用和创新思维能力。

这种模块化设计有效地打破了传统教学内容的分割，使课程从原先的知识堆积转变为有层次、有逻辑的能力培养体系。

2) 理论教学内容的优化

在理论教学部分，本研究采用工程案例教学法，取代以往单一的理论讲授。教学中引入了多个与土木工程密切相关的实例，如基于光纤光栅的桥梁健康监测系统、利用微生物诱导沉积修复混凝土裂缝的自愈合技术，以及形状记忆合金在结构抗震中的应用等。通过这些案例，学生能够把抽象的理论知识与实际工程场景联系起来，更好地理解智能材料在工程中的作用原理和价值。

此外，为提高课堂互动性并适应新一代学生的学习习惯，课程建立了一个多元化的数字化学习资源平台。教师录制了微课视频讲解核心难点，并利用动画可视化展示复杂的多场耦合过程。同时，引导学生绘制知识概念图，帮助他们形成系统的知识结构。这些资源在课上与课下均可使用，为学生提供了更加灵活和个性化的学习方式。

3) 实验教学体系的更新

为了强化学生的实践能力和创新能力，本研究构建了“虚拟仿真-真实实验-创新设计”三层实验教学体系，逐步实现从基础操作到综合应用的能力提升。

a) 基础层：虚拟仿真与入门实验。学生首先利用仿真软件学习智能材料的响应机制，安全地模拟实验过程，然后在实验室完成如压电元件阻抗测试、光纤光栅应变测量等基础实验，巩固理论知识。

b) 综合层：真实实验。该层次强调综合应用。学生在简支梁等结构模型上布设传感器网络，完成加载、数据采集和信号分析等全过程，掌握智能结构监测的基本思路和方法。

c) 创新层：开放式设计实验。该阶段实验内容完全开放，学生需围绕特定工程背景，如古建筑健康监测或混凝土裂缝控制，自主完成方案设计、材料选择、系统搭建与性能验证。通过这一环节，学生的动手能力、创新意识和团队协作能力得到全面提升。

通过上述实验体系，课程实现了从验证性实验向综合性和探究性实验的过渡，使学生在实验中能够逐步培养数据分析、工程判断和创新设计能力，为后续科研和工程实践打下坚实基础。总体而言，该课程的改革实现了从“以知识讲授为中心”向“以能力培养为核心”的转变。模块化的课程结构、案例化的理论教学和分层次的实验体系共同构成了一个完整的教学链条，促进了学生知识、能力与创新素养的协同发展，为 OBE 理念在土木工程教学中的实践提供了有效经验。

5. 教学模式创新设计

为了更好地支撑重构后的课程体系和教学目标，并确保学生学习成果能够高质量达成，本研究在教学模式上进行了全面的创新与优化。通过结合现代教育技术，构建了一个以学生为中心、以能力培养为

导向的新型教学模式，使教学过程更加系统和高效。

1) 混合式教学模式设计

基于 OBE 理念和线上线下融合教学的优势，本研究提出了一个“三阶段六环节”的混合式教学模式，形成了一个可持续改进的教学循环。

a) 课前阶段(线上学习)。在课前环节，教师通过网络教学平台上传微课视频、预习资料和思考问题，学生根据提示进行自主学习并提交疑问。这一过程让学生提前接触核心知识，帮助他们在课堂中更好地理解重点内容，实现“知识传递”的前移。

b) 课堂阶段(线下教学)。课堂环节以“探究与讨论”为核心，教师不再单纯讲授知识，而是引导学生围绕典型案例进行小组讨论、问题分析与实验演示。通过面对面的互动和虚拟仿真演示，学生能够更深入地理解复杂概念和理论机理。

c) 课后阶段(线上线下结合)。在课后阶段，学生将所学内容应用于实际项目任务中，通过完成研究报告、设计作品或答辩展示，进一步提升知识迁移与创新能力。

整个教学过程具体落实为“预习 - 探究 - 实验 - 设计 - 评估 - 反馈”六个环节，环环相扣，确保学生从知识获取到能力形成，再到创新应用的完整发展路径。

2) 项目驱动学习(PBL)与案例教学融合

为了培养学生的工程实践和创新能力，课程将项目驱动学习(PBL)作为主要教学策略，并与案例教学紧密结合[13][14]。课程以土木工程实际问题为载体，如“大跨度桥梁振动监测系统设计”或“微生物诱导混凝土裂缝自愈方案”等。学生以小组形式进行项目学习，从任务分解、文献调研、方案设计到实验验证与成果展示，完整经历一个“发现问题 - 解决问题”的过程。这种教学模式改变了学生被动接受知识的状态，使他们在主动探索中形成系统的工程思维。通过真实项目的训练，学生的团队协作、数据分析、系统设计与创新能力都得到了显著提升。

3) 智慧教学与 AI 辅助工具应用

为了提升教学效率和个性化学习体验，课程积极引入智慧教学工具和人工智能辅助系统。

通过 AI 学习平台(如 ChatGPT 智能问答)、虚拟实验系统以及学习管理系统，构建了一个“互动 - 追踪 - 反馈”的智慧教学环境。

主要实现了以下功能：

a) 智能问答与知识检索。学生可以随时在线咨询问题，获取即时的学习支持，解决学习过程中的疑惑。

b) 学习过程跟踪与反馈分析。教师可通过教学平台的数据面板，实时了解学生学习进度和薄弱环节，做到精准教学。

c) 个性化资源推荐。系统根据学生作业与测试表现，自动推送针对性的学习资源和练习题，促进个性化学习。

这些技术手段的应用显著增强了教学的互动性和灵活性，使教学过程更加数字化、可视化与智能化。

4) 多元化教学评价体系

为了客观反映学生的学习成果与能力提升，本研究对传统“期末一考定成绩”的方式进行了改革，建立了过程性与终结性相结合的多维度评价体系。

a) 过程性评价(40%)。关注学生学习过程中的参与度与成长情况，包括课堂讨论、作业完成度、实验表现等指标。

b) 项目成果评价(40%)。重点考查学生在 PBL 项目中的综合能力，评价维度涵盖方案创新性、技术可行性、团队协作与成果展示质量。

c) 学习成果评价(20%)。结合期末测试和个人反思报告,对学生的知识掌握、综合应用能力以及自我改进意识进行综合评估。

这种多元评价方式不再只关注学生“学到了多少知识”,而是更重视“如何学习”和“能否创新性地运用”。它全面体现了 OBE 理念下的成果导向思想,促进学生在学习过程中的持续成长与自我反思。

6. 教学改革实践成效与分析

为了验证基于 OBE 理念的课程体系重构与教学模式创新效果,本研究在土木工程专业近两个学年(即两个完整教学周期)的“智能材料与结构”相关课程中开展了改革实践,共计覆盖 120 余名本科生。研究采用前后测数据对比、问卷调查、深度访谈以及学生创新作品分析等方法,收集了证明改革成效的量化与质性证据。

1) 学习成果达成度显著提升(量化前后测对比)

本研究将实施传统教学模式的前一届学生(对照组,60人)与实施 OBE 改革的实验组(124人)的考核数据进行了对比分析。数据表明,传统考核中学生偏重基础概念记忆,而在改革后的多维评价体系中,实验组在“工程应用”和“创新设计”模块的平均得分率较对照组分别提升了 18.5%和 22.3%。实验组的课程综合成绩优秀率(85分以上)达到了 35.6%,显著高于对照组的 15.2%。前后测数据初步证明,重构后的课程体系有效促进了学生从“被动吸收知识”向“主动解决复杂工程问题”的能力转化。

2) 学习内驱力与综合素养增强(问卷调查量化分析)

在课程期末阶段,针对实验组发放了匿名《课程学习体验与能力达成度调查问卷》,回收有效问卷 116 份。采用李克特五级量表对各项指标进行统计,结果显示:92.5%的学生对“混合式教学与 AI 智慧工具(如智能问答平台)的应用”表示“非常满意”或“满意”,认为其打破了时空限制,提高了学习效率;89%的学生认为“PBL 项目驱动学习”有效锻炼了他们的文献检索、团队协作与跨学科思维能力;95%的学生认为课程初明确的“基础-应用-创新”三级目标,帮助他们清晰了学习路径。

3) 工程创新思维落地(质性学生作品分析与访谈)

在质性证据方面,改革后的 PBL 项目产出了多项高质量的创新设计作品。例如,在“开放式设计实验”环节中,某学生小组自主设计了“基于光纤光栅的自感知智能混凝土梁模型”,不仅独立完成了传感器的埋设、网络搭建与加载信号采集,还利用数据分析结果撰写了结构健康评估报告,充分体现了知识系统化与工程实践的深度融合。

此外,研究团队在期末随机抽取了 8 名不同成绩段的学生进行半结构化深度访谈。访谈记录显示,学生普遍反映改革后的课程“挑战度大幅增加,但获得感极强”。一位受访学生表示:“以前上课大多是死记硬背材料的物理效应,现在通过小组合作设计智能混凝土,我才真正理解了智能材料在土木工程全生命周期中的实际价值。”这些质性反馈进一步印证了改革方案在激发学生工程创新意识和实践潜能方面的积极成效。

7. 结论与展望

在新工科建设和工程教育专业认证的背景下,本文针对土木工程专业《智能材料与结构》课程中存在的主要问题,开展了一项基于 OBE 理念的课程教学改革研究。研究围绕 OBE 的核心思想——“反向设计、正向实施和持续改进”,探索了课程体系的优化路径,并逐步建立了一个以学习成果达成为导向的教学模式。首先,本文构建了由“基础知识-工程应用-创新设计”组成的三级教学目标体系,明确了学生能力培养的层次和发展方向。其次,对课程内容进行了模块化调整,并建立了包含“虚拟实验-真实实验-创新项目”的分层实验教学体系,以加强理论与实践的结合。最后,在教学实施方面,采用

了“三阶段六环节”的混合式教学模式，并融入项目驱动学习(PBL)方法，同时建立了多维度的学习成果评价体系。通过这一系列改革措施，课程实现了教学内容、学习方式和评价体系的有机统一，形成了较为完整的教学改进闭环，为 OBE 理念在土木工程课程中的应用提供了可行的实践经验。

参考文献

- [1] 刁宏伟, 曾繁地, 窦美玲, 等. 基于 OBE 理念和嵌入式系统开发能力培养的“Python 程序设计”课程改革探索[J]. 科技风, 2025(30): 59-61.
- [2] 宋维华, 康绍鹏, 刘冉冉, 等. “新工科”背景下地方应用型本科院校传感器实践教学改革创新研究[J]. 物联网技术, 2025, 15(21): 159-162.
- [3] 鲁正, 吴伟伟. 问题导向的《土木工程中的智能控制》教材建设探索[J]. 高等建筑教育, 2026, 35(2): 169-175.
- [4] 王旭月, 王玉良, 崔金涛. 新工科背景下基于 OBE 理念的“结构检测与加固”教学改革研究[J]. 天津城建大学学报, 2025, 31(5): 385-389.
- [5] 范乾辉, 刘坤翔, 李立超. 基于 OBE 理念的体育教育专业毕业论文质量分析及对策研究[J]. 现代职业教育, 2025(30): 125-128.
- [6] 李新会, 刘红亚, 王立坤. 基于 PBL 的数字化创新创业教育教学模式研究[J]. 信息与电脑, 2025, 37(21): 195-198.
- [7] 贾方方, 孔德成. 土木工程材料课程思政教学改革初探[J]. 科学咨询(科技·管理), 2022(9): 179-181.
- [8] 何锐, 高莉宁, 王振军, 等. “三全育人”背景下智能材料课程思政建设研究[J]. 高教学刊, 2025, 11(29): 55-58+62.
- [9] 刘思延, 许莉. “双一流”战略下河北省应用型高校一流本科教育建设路径探索[J]. 西部素质教育, 2022, 8(8): 163-165.
- [10] 杨会歌, 杨操, 刘文涛, 等. 基于《智能高分子材料性能测试实验》课程教学内容改革探索[J]. 包装工程, 2024, 45(S2): 37-40.
- [11] 张鹏, 朱强, 栾冬. 基于智能材料产业创新价值链的校企协同育人基地建设模式探究[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(12): 111-114.
- [12] 李贞, 张延军. OBE 理念下深度融合混合式教学的实践路径研究[J]. 现代职业教育, 2025(30): 109-112.
- [13] 刘化波, 李希亮. 课堂教学项目化设计和全程化管理[J]. 高教学刊, 2018(12): 16-18.
- [14] 秦文贞, 孟江燕, 王云英, 等. “智能材料”课程教学改革创新与实践[J]. 南昌航空大学学报(自然科学版), 2023, 37(1): 127-132.