

土木类专业课程数智赋能教学模式探索与改革实践

——以《路基路面工程》为例

郭庆林, 李黎丽*, 杜小飞, 张晓雄, 高 颖, 王可意

河北工程大学土木工程学院, 河北 邯郸

收稿日期: 2026年8月4日; 录用日期: 2026年9月3日; 发布日期: 2026年9月10日

摘 要

人工智能的急速发展正在促使高等教育课程教学向数智化方向转型, 传统的土木工程专业课程教学多以课堂讲授和工程实训方式为主, 教学组织及决策多依赖教师经验, 土木工程课程教学的数智化水平有待进一步改善。因此, 亟需探索并明确土木类专业课程教学的数智化赋能模式与路径。本文以《路基路面工程》课程为依托, 开展数智赋能路基路面工程课程教学模式研究。探索建立了路基路面工程课程知识图谱, 完成了数智化教学资源建设, 基于数据驱动评价体系实现了学情精准评价、学生个性化学习路径推荐和课程资源更新, 建设完善了路基路面工程智慧课程教学平台, 最终形成“一核双径三支撑”的智慧课程教学模式。教学改革成效表明该模式使学生主要概念的掌握准确率由58%提高到86%, 学习时长缩短了28%, 学生高阶工程能力和创新实践能力显著增强。为土木工程及道路桥梁与渡河工程专业课程教学数智化转型提供了有力参考依据。

关键词

路基路面工程, 知识图谱, 数智赋能, 智慧课程, 教学模式改革

Exploration and Reform Practice of Digital Intelligence-Empowered Teaching Mode for Civil Engineering Courses

—A Case Study of Subgrade and Pavement Engineering

Qinglin Guo, Lili Li*, Xiaofei Du, Xiaoxiong Zhang, Ying Gao, Keyi Wang

School of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Handan Hebei

*通讯作者。

文章引用: 郭庆林, 李黎丽, 杜小飞, 张晓雄, 高颖, 王可意. 土木类专业课程数智赋能教学模式探索与改革实践[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 753-758. DOI: 10.12677/ae.2026.1691958

Abstract

The rapid development of artificial intelligence is driving the transformation of higher education course instruction toward digital and intelligent paradigms. Traditional teaching of civil engineering courses predominantly relies on classroom lectures and engineering practice, with instructional organization and decision-making heavily reliant on teachers' experience. Consequently, the digital and intelligent level of civil engineering course instruction requires further improvement. Therefore, it is urgent to explore and define the effective empowerment models and pathways for the digital and intelligent transformation of civil engineering course instruction. For the course Pavement and Subgrade Engineering, this study investigates the digitally empowered teaching model. We have established a knowledge graph for the course, developed digital and intelligent teaching resources, and implemented a data-driven evaluation system to achieve accurate assessment of students' learning status, recommendation of personalized learning paths, and dynamic updating of course resources. On this basis, a smart course teaching platform has been constructed and refined, ultimately forming a "One-Core, Two-Path, Three-Support" smart teaching model. The outcomes of the teaching reform demonstrate that this model increases students' accuracy in mastering key concepts from 58% to 86%, reduces learning duration by 28%, and significantly enhances students' higher-order engineering abilities and innovative practical skills. This study provides a valuable reference for the digital and intelligent transformation of course instruction in Civil Engineering and Road, Bridge and River-Crossing Engineering majors.

Keywords

Pavement and Subgrade Engineering, Knowledge Graph, Digital and Intelligent Empowerment, Smart Course, Teaching Model Reform

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

随着人工智能为代表的数智技术持续发展,全球高等教育正经历深刻变革。如何借助数智技术重塑工程人才培养模式,已成为各国高等教育改革关注的重点[1]。土木工程作为典型传统工科专业,其核心课程教学长期面临知识体系复杂、工程实践性强、能力要求高等挑战,行业智能化转型对复合型人才需求旺盛,而传统教学模式应对策略欠缺。因此,立足核心课程,探索数智技术深度赋能教学模式,不仅是提升教学质量的内在需求,更是推动土木工程类专业教学数字化转型的迫切任务[2] [3]。

纵观全球高等教育发展现状,欧美等国家在土木工程高等教育数智化转型上开始较早,教学过程不但重视单一技术引进,也注重教育方法的整体改变[4]。斯坦福大学和麻省理工学院等顶尖机构主动推动计算思维和工程教育结合,并且主张把数据驱动融入到课程教学。其措施包括广泛使用数字孪生技术、虚拟仿真实验教学、项目式学习 PBL 以及推广云协作工具等,并尝试通过人工智能辅助进行个性化的学习路径和自适应评价系统[5]。例如,运用机器学习技术对学生学业行为数据进行分析,可以为精确教学干预提供科学参考。这些实践已经初步建立起连接虚拟和现实、贯穿教学与实践过程的应对策略。

国内工程教育紧随国际趋势,正逐步从“技术工具应用”向“教学模式重构”的深层阶段转变[6]。

当前的研究与实践主要集中在两大方面：一是教学资源数字化，如在线开放课程、虚拟仿真实验项目开发[7]；二是教学场景混合化，如线上线下混合式教学、VR/AR 技术辅助教学演示等。教学方式仍呈现“点状突破”特征，数智技术与传统教学的结合往往停留在表层，存在脱层现象[8]。如何实现数智技术与课程内容、教学过程、评价体系深度融合，并利用数智技术进行精准的学情分析和教学内容持续改进，仍是亟待探索的关键问题。

基于此，本研究以土木类专业核心课程《路基路面工程》为实践载体，基于认知负荷理论与建构主义学习理论视角，在系统比较国内外智慧教学模型基础上，探索数智赋能教学模式的构建路径与实施策略，以期为同类课程的数智化转型提供理论参考与实践借鉴。

2. 传统教学痛点分析

本文以土木类专业核心主干课程《路基路面工程》为例，运用文献调研、课堂观察和学生访谈的方法，整体分析了传统教学中存在的主要问题。调查发现理论教学主要通过课堂讲授来进行，教师使用 PPT 和板书进行授课，学生被动地接收知识，缺少对智能建造和智能养护等工程场景的直观认识。问卷调查结果表明，只有 23.6% 的学生认为课程内容和工程实际联系比较紧密，超过六成学生表示很难把理论知识迁移到实际工程问题中。该理论同实际应用的分离，对学生工程实践能力的培育产生了直接的影响[9]。传统线性教学方式按照章节顺序依次进行讲授，很难帮助学生建立路面结构设计原理、材料性能、施工工艺、养护技术等几个知识点之间的立体化关联。在课程结束之后进行的知识结构测试表明，学生可以准确回忆单个概念的比例达到 74.2%，但是可以完整表述知识之间逻辑关系的比例只有 31.5%，表现为“只见树木不见森林”的学习状态[10]。因此，授课程式化、理论和实践脱节，知识点碎片化，教师教学决策依赖教师个人经验和少量课堂互动反馈，缺乏学生学情数据精准分析，致使教、学、评的闭环出现断裂。

3. 数智赋能《路基路面工程》教学体系重构方法

为解决上述问题，秉承“以学生发展为中心，以工程能力为导向，以数智驱动为引擎”的理念，以知识图谱为核心中枢，构建了“知识逻辑 - 能力层级 - 工程场景”的三维融合智能化教学体系，旨在推动教学范式从传统知识传授向能力建构的系统化转型。课程教学体系重构路线图，如图 1 所示。

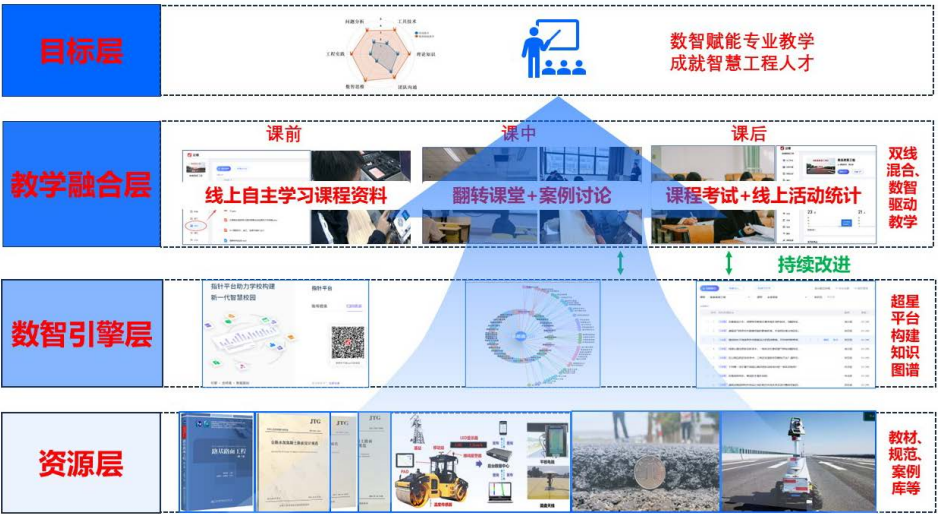


Figure 1. Pathway for the innovative reconstruction of the teaching system of subgrade and pavement engineering course enabled by digital intelligence
图 1. 数智赋能路基路面工程课程教学体系创新重构路线

(1) 知识逻辑融合，构建可视化知识图谱

运用自然语言处理技术，对《路基路面工程》课程教材、规范、案例资料进行解构，抽取核心概念、属性与关系，形成包含“基础理论-设计方法-施工技术-养护管理”四大主链，超过 260 个节点、1000 余个教学资源的路基路面领域知识图谱。实现了隐性知识点显性化关联展示，知识图谱分别在学习通和智慧树网平台完成线上内容建设，如图 2 所示。根据学生线上学习、线下讨论成果更新改进教学图谱，形成师生共建的良性循环，保持课程前沿性与生命力。



Figure 2. Knowledge graph and teaching platform of the subgrade and pavement engineering course
图 2. 路基路面工程课程知识图谱与教学平台

(2) 能力层级融合，设计个性化学习路径

知识图谱节点和知识点、技能点、难点标签有联系，也映射到识记、理解、应用、分析、创新的能力模型中。学习系统利用前置测评动态绘制学生个体的知识能力画像，并且智能推荐达标路径、强化路径或者拓展路径。比如，针对基础比较薄弱的学生，学生端会重点推送材料力学性质相关的节点群和微课。向学有余力学生推送长寿命路面和智能感知等前沿节点。

(3) 数智工程场景融合，建立数智建养技术案例库

基于“虚实结合”和“双线协同”的方式，结合实践教学建设成智能化案例库，如图 3 所示。从工程实践中提炼包括施工和运维全周期的代表性数智化案例，并且拆解后精准地映射到理论知识上，再把案例封装成可以重复使用的教学模块。依靠校企协作方式不断更新，保证案例同产业前沿保持同步，达到真实复杂工程问题和理论教学深度结合。坚持进行改进，持续融入最新规范、科研成果和行业动态，使课程内容保持与时俱进。教学应用和迭代更新过程，如图 3 所示。



Figure 3. Schematic diagram of the iterative update process of teaching driven by digital intelligence
图 3. 数智驱动课程教学迭代更新过程示意图

同时，平台集成了课程管理、作业、测验与讨论功能，全程记录学习数据，为个性化分析与教学评估提供支撑。在智慧教学平台上，设置了四大教学模块，如表 1 所示。

Table 1. Functional composition of four teaching modules
表 1. 四大教学模块功能构成

模块名称	功能	具体内容	教学作用
预习模块	课前自主学习	微课视频(8~15 分钟)、预习习题(5~10 题)、知识图谱节点探索	建立知识框架，发现认知盲点，为课堂学习奠定基础
课堂模块	课中互动深化	互动投票、实时答题、随堂测验、案例研讨	即时反馈学情，聚焦重难点，促进主动参与和深度理解
课后模块	课后拓展巩固	拓展资料(规范、科研论文)、作业提交、讨论区	延伸学习深度，促进知识内化，支持协作交流与反思
实践模块	综合能力训练	案例分析任务、虚拟仿真实验项目、小组项目展示	强化工程实践，培养复杂问题解决能力和团队协作能力

4. 实施成效与推广价值

该教学模式已经进行了三轮教学周期，覆盖本校学生七百二十多人，教学效果比较明显。实现了教学相长，教学实践成果丰硕。

在学生方面，课程平均学习用时大约减少 28%，主要概念测评准确率由 58%提高到 86%。最近两年课程测评成绩整体水平比以前提高大约 8%。学生处理复杂工程问题的能力有明显的提高，近三年来获得省部级以上竞赛奖励达到 9 项，获批国家、省级创新训练项目达到 2 项。学生知识和能力的对比情况如图 4 所示。

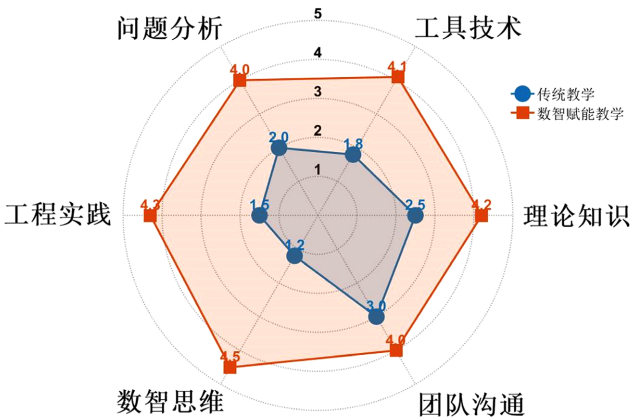


Figure 4. Comparison of student knowledge and competencies
图 4. 学生知识和能力对比图

在教师方面，任课教师教学质量测评获得 3 次年度优秀。依托课程革新，凝练形成教改论文 2 篇，获批立项省级和校级教研项目 3 项，教学改革成果获评中国煤炭教育协会优秀实践教学案例一等奖 1 项。《路基路面工程》课程获批立项建设校级智慧课程。

综上所述，本文所提出的教学模式适合用于知识模式比较复杂且实践性较强的工科课程。项目形成的智慧课程建设模式、知识图谱建立方式和平台功能扩展应用策略具有较好的推广前景，兄弟院校应用情况良好，为推进土木工程教育数字化和智能化转变提供了可以重复使用的教学方法。

5. 教学模式局限性反思

虽然本文所提出的教学模式产生了良好教学效果,但仍存在一定的局限性。例如本文探索模式是建立在《路基路面工程》这一课程基础上,学生样本仅限本校 720 余人,广泛适用性仍需进一步验证。另外,本文研究还未量化教学模式改革对教师工作量的影响。未来应开阵课程多样化及校际多样化验证试验,纳入多校对比并追踪长期学习效应,同时采用标准化工具监测教师负荷,以全面评估该模式的推广价值与可持续性。

6. 结论

本文以《路基路面工程》课程作为实施载体,形成了以知识图谱为核心的数智赋能专业课程教学模式,解决了传统教学中理论和实践分离、知识零散、教学雷同这类整体问题。本文得出主要研究结论:

(1) 形成了知识逻辑、能力层级和工程场景相结合的数字化教学体系重构方法。

(2) 基于知识图谱,通过数智驱动的学情分析构建精细化教学决策方法,依靠动态资源库、智慧课程教学平台、数据评价的支撑,形成混合式教学方法。

(3) 数智赋能传统工科课程教学可起到教学相长的效果,对提升学生学习效率和教师教学水平具有显著影响,推广前景良好。

基金项目

本文受河北工程大学教育教学改革研究与实践项目(JG2026035)、河北工程大学校级本科智慧课建设项目、河北省研究生专业学位教学案例(库)立项建设项目(YKCJSZ2027031)、2025 年度邯郸市哲学社会科学规划课题(M2025022)资助。

参考文献

- [1] 吴爱华,侯永峰,杨秋波,等.加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济[J].高等工程教育研究,2017(1): 1-9.
- [2] 林健.面向未来的中国新工科建设[J].清华大学教育研究,2017,38(2): 26-35.
- [3] 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.
- [4] 祝智庭,胡姣.教育数字化转型:面向未来的教育“转基因”工程[J].开放教育研究,2022,28(5): 12-19.
- [5] 林健,杨冬.工程教育智能化:内涵、特征与挑战[J].清华大学教育研究,2023,44(6): 1-11.
- [6] 张静晓,徐琳,余东升.数字化时代工程教育领域语言景观的嬗变[J].工程管理学报,2023,37(4): 152-158.
- [7] 于涛,申瑾.建筑业数字化转型阶段工程管理人才培养教学改革研究[J].工程管理学报,2022,36(4): 153-158.
- [8] 高妮,刘竞怡,郭俊娥,等.产业转型升级下土木工程检测技术专业教学改革研究[J].湖北开放职业学院学报,2025,38(24): 187-189.
- [9] 李宁利,张彩利,孙吉书,孙建诚.《路基路面工程》课程教学改革浅论[J].西安文理学院学报(社会科学版),2015,18(1): 107-109.
- [10] 郭庆林,李黎丽,张晓雄,吕小博,高颖,王可意.知识图谱在土木工程专业教学中的探索与应用——以路基路面工程为例[J].教育进展,2025,15(3): 562-567.