

AI 赋能课程的人机协同教学模式研究

——以《交通工程学》为例

薛晴婉¹, 郑国荣¹, 周宇²

1. 北方工业大学 电气与控制工程学院 北京 100144; 2. 北京航空航天大学 交通科学与工程
学院 北京 100191

[摘要]随着人工智能技术的迅猛发展, 高等教育正经历向智能化、个性化方向的深刻变革。本文针对当前 AI 赋能教育中存在的人机协同模式不清、理论与实践脱节等关键问题, 以《交通工程学》课程为例, 系统构建了以 OBE 理念为引领的人机协同教学模式。该模式通过“以智助教、以智助学、以智助评”三位一体的实施路径, 设计了覆盖教学全流程的数字人与自然人双师协同框架, 并具体阐述了智能资源推送、虚拟仿真实验与动态评价反馈三大核心应用场景。实践证明, 该模式能有效整合教学资源、弥合理论实践鸿沟、实现精准教学反馈, 显著提升课程教学质量与学生综合能力, 为工程教育专业的智慧教学改革提供了可资借鉴的实践范式。

[关键词]人工智能; 人机协同; 教学模式; 交通工程学; OBE

[中图分类号] G641 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1893-9338(2026)-0056-84 **[收稿日期]** 2025-11-25

一、引言

随着人工智能技术的快速发展, 教育领域正经历从传统模式向智能化、个性化、共享化方向的深刻变革。2025 年政府工作报告对高等教育人才培养的外延与内涵提出了新的要求, 高等教育正在加速从数字化转型阶段进入智慧教育阶段, 人工智能重塑“教师-学生”二元教育关系, 构建起“人机共育”的新型教育生态, 学生的实践能力和创造力将得到有效激发。

然而, 当前 AI 赋能教育的实施过程中仍存在以下关键问题:

1. 人机协同模式不清晰: 现有探索多聚焦于课前预习或课后评估等单一环节, 缺乏

覆盖教学全流程的系统化人机协同模式设计。教师、学生与数字人的角色分工模糊, 导致技术应用流于表面, 未能深度融合;

2. 实践应用与理论脱节: 尽管国内外对
人机协同教育的理论探讨较多, 但可操作性强的教学模式及实证研究不足, 尤其缺乏针对跨学科、复合型知识的本土化教育实践案例;

3. 教师适应性不足: 部分教师对 AI 工具的功能认知有限, 难以在教学设计中实现人机优势互补, 导致技术应用停留于辅助层面, 未能充分激发教学创新。

因此, 本文拟针对上述问题, 结合交通类专业学科特点, 重塑 AI 赋能下的《交通工

程学》课程教学模式，实现教学方法多样化、教学节奏定制化、教学资源丰富化、教学反馈实时化和学生互动自主化的“数字人+自然人”双师协同教学模式探索。

二、AI 赋能下的人机协同教学模式框架

(一) 理念依据

Outcome Based Education (OBE) 教学理念最早起源于 20 世纪 80 年代美国。OBE 是以学生最终学习成果为导向的教育范式，强调教育系统围绕学生未来所需能力进行组织，课程与教学作为实现目标的工具^[1]。近年来，国内教育工作者对 OBE 教学理念针对中国教育的特点进行了新的探索与尝试，王蕙探讨了如何构建基于 OBE 理念的高校课堂教学质量双向评价体系^[2]，所提出的评价体系为高校课堂教学质量评价的创新发展提供了建议。尹裴提出了结合 OBE 和项目式学习的混合教学模式，这种模式能够有效地提升学生综合能力，促进产业需求与人才培养的

对接^[3]。郎海香基于 OBE 理念结合“道路交通规划”课程提出了校外实践基地+“第二课堂”产教融合为主的课程建设路径，有效提升学生的专业素养^[4]。

随着人工智能技术的迅猛发展及其在教育领域的深度融合，如何借助 AI 手段进一步落实与优化 OBE 理念，成为当前教学改革的新方向^{[5][6]}。因此，探索以 AI 为支撑的“人机协同”教学模式，不仅有助于实现个性化学习路径设计与动态评估反馈，也为 OBE 所倡导的“反向设计、持续改进”提供了技术实现路径。

(二) 教学模式设计

为将上述理念切实落地，本文以《交通工程学》课程为例，系统构建了 AI 赋能的人机协同教学模式(图 1)。该模式以 OBE 理念为引领，以智能技术为驱动，贯穿于“教、学、评”三个核心环节，旨在形成全链条、数据化、个性化的教学新生态。

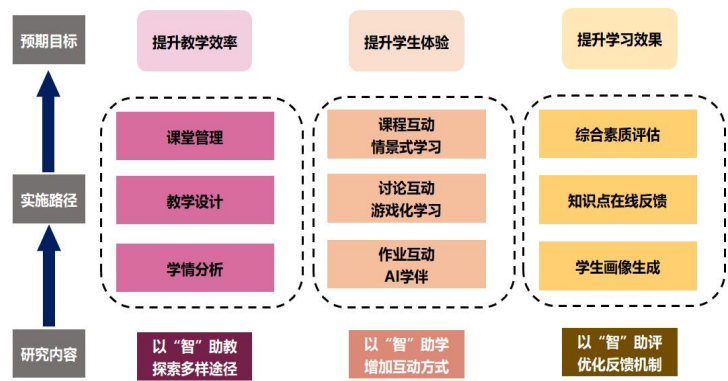


图 1 教学模式及实施路径

其具体实施路径主要围绕以下三个维度展开：

- 1. 以“智”助教，探索多样途径
在学情分析环节，通过机器学习分析历

史学习数据，构建动态能力雷达图，精准识别学生技能短板；教学设计环节，打造“虚实联动的交通场景化课程”，依托数字孪生实验室集成 SUMO、VISSIM 等仿真工具与城市交通大脑实时数据，开展“AI 信号灯优化”“智能交通事故诊断”等跨学科项目；课堂管理环节，搭建智能协同平台，动态优化小组角色配置，通过“拥堵预测排行榜”等 Kaggle 式竞赛激发学生的学习动力。

2. 以“智”助学，增加互动方式

聚焦学生自主学习参与度低、协作深度不足等痛点，构建多维度智能交互体系。作业互动层面，开发基于自然语言处理的 AI 学伴系统，支持课程作业的智能批改与对话式辅导，自动标注错误类型；讨论互动层面，设计游戏化协作平台，激发学生参与度与实践动手能力；课程互动层面，打造情景式学习引擎，开发 VR 驾驶环境，沉浸式体验不同交通环境下驾驶人操作行为所引发的事故风险，形成“精准辅导、趣味协作、沉浸实践”

三位一体的互动新范式。

3. 以“智”助评，优化反馈机制

研究聚焦传统评价滞后性、反馈颗粒度粗等问题，构建“数据贯穿式”智能评价生态链。学生画像生成层面，融合多源数据搭建动态评价模型，利用知识追踪模型量化知识点掌握度，生成关联知识链的掌握热力图，精准定位长周期遗忘点；知识点在线反馈层面，开发轻量化知识点诊断插件，嵌入智能交通管控实训平台，即时推送课程重点、难点掌握情况；综合素质评估层面，设计多模态素质雷达图，从理论知识点掌握、实践操作、课后拓展等多个维度，生成技能适配报告，形成“过程-结果-发展”三维评价体系。

（三）角色分工

在 AI 赋能的《交通工程学》教学模式下，教师、AI 系统与学生构成了一个紧密互动、各司其职又相互促进的“教学共同体”。其核心分工如表 1 所示：

表 1 角色分工

教学环节	教师角色（主导与引导）	AI 系统角色（赋能与支持）	学生角色（主体与中心）
以智助教	课程总设计师与深度引导者	数据驱动的研究助理	主动的探索者与协作者
	设定教学目标与项目框架。在复杂情境中启发思辨，主导研讨深度。	处理学情数据，可视化学生作答情况。 智能配置仿真资源（SUMO, VISSIM）与实时数据。	基于课程目标，进行自我认知与目标管理。 在教师设计的项目框架和 AI 提供的仿真环境中，主动探究、动手实践。
以智助学	学习生态构建者与导师	个性化的学伴与沉浸环境	积极的参与者与自主管理者
	设计课堂任务规则与内容。解决学生遇到的复杂及专业问题。	提供智能答疑与作业批改，标注错误。 驱动仿真环境，提供安全的沉浸式实操训练与即时反馈。	主动利用 AI 学伴进行预习、复习和巩固练习。 积极参与游戏化协作，在“做中学”，提升沟通与团队协作能力。

以智助评	评价体系的构建者与成长教练	客观的量化分析师	持续的自我反思者与共建者
	设定综合素质评价的维度和标准。 解读 AI 生成的学情报告，进行个性化的发展性评价与生涯指导。 制定并执行精准的教学改进策略。	全流程、无感化采集学习行为数据。 即时推送知识点掌握预警与个性化复习建议。	查阅 AI 生成的学情报告，进行自我反思与规划。 根据即时反馈调整学习策略，实现能力的提升。 学习数据和行为反馈，成为教师优化教学、AI 迭代算法的核心依据。

三、教学实施过程设计

教学实施过程是理念落地的关键环节，其设计需根植于对学生的精准洞察、对目标的清晰规划以及对流程的闭环优化。本研究以《交通工程学》课程为例，构建了一个以动态学情分析为基础、以综合性学习目标为导向、并贯穿“课前-课中-课后”全流程的 AI 赋能人机协同教学实施框架。

（一）学情分析

深入且动态的学情分析是实现个性化教学与精准干预的逻辑起点。授课对象虽已具

备必要的专业先修知识，但在面对如《交通工程学》这类知识体系庞杂、理论与实践紧密结合的专业核心课时，普遍表现出跨学科知识整合能力不足、理论模型与应用场景关联困难等挑战。同时，传统的线性教学路径难以满足学生多样化的认知风格与学习节奏。为了动态把脉学情，本研究引入 AI 技术，通过分析历史学习数据与实时课堂反馈，构建图 2 所示动态能力雷达图，从而精准定位每位学生在交通流建模或信号配时等环节的薄弱点，为教师的精准干预与资源推送提供科学依据。

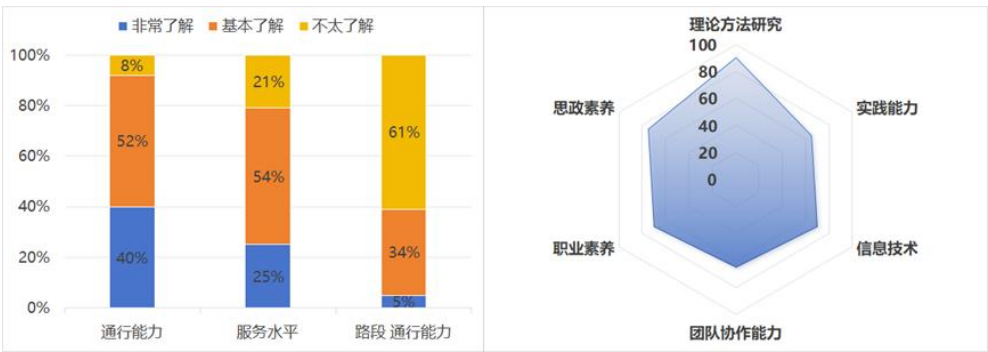


图 2 课程学情分析

（二）学习目标

在本教学模式中，学习目标的设定遵循成果导向教育理念，并深度融合智能技术，

旨在实现知识、能力、素养的协同发展。目标体系涵盖五个维度：在知识层面，要求学生系统掌握课程的核心概念与理论模型；在

能力层面，重点培养其解决复杂工程问题与进行仿真设计的高阶能力；在思维层面，着力训练系统思维与数据驱动的决策能力；在价值引领层面，将思政元素内化于专业教学，培养学生的家国情怀与职业责任感；在综合素质层面，则关注批判性思维、创新意识及协作精神的培育。这些目标相互关联、层层递进。AI 技术在目标达成过程中扮演着智能导航员的角色，通过自适应学习系统为不同学生规划个性化的学习路径，并提供即时反馈，确保各维目标的高效达成。

（三）教学实施流程

教学实施流程遵循“探究-解析-拓展”的逻辑，形成了贯通课前、课中与课后的教学闭环，并充分体现了数字教师与自然教师的协同分工。

课前阶段以探究为导向，教师通过智慧教学平台推送预习任务，学生进行自主探究。AI 系统则无缝采集预习数据，生成学情分析报告，为课中精准教学提供依据。

课中阶段是深度互动的核心，课程以真实工程场景或前沿问题导入，激发学习兴趣。在知识内化环节，教师精讲核心原理，AI 则通过动态模拟与交互式动画将抽象概念直观呈现。课堂嵌入即时互动环节，AI 系统通过分析反馈数据，助力教师动态调整教学步调。在突破重难点时，学生进入高度仿真的虚拟实验环境，通过自主设计与参数调整，在“做中学”中深化理解、锻炼能力。课程尾声引入综合案例，引导学生完成从理论到实践的

跃迁，并实现价值塑造与素质提升。

课后阶段聚焦拓展与巩固，教学闭环进一步延伸。师根据课堂表现与 AI 分析报告，布置分层、弹性的任务。AI 学伴系统提供全天候的个性化辅导，教师则依据平台汇聚的学习数据，对下一轮教学进行持续性优化。

四、AI 赋能的具体应用场景

（一）智能资源推送

智能资源推送体系以知识图谱为核心构建精准化资源组织架构，通过纵向学习链、横向模块关联和跨学科链接显性化“概念—模型—方法—应用”的知识脉络，形成结构化知识底座。在此基础上，系统基于先修成绩、课堂互动与作业表现构建学生画像，采用 K-means 聚类将学生划分为不同类型，分别推荐。

（二）虚拟仿真实验

虚拟仿真实验体系围绕“真实性、沉浸感、安全性”三大核心特征，通过“虚实结合、高度再现、自主可控”的技术路径构建一体化实验环境(如图 3 所示)。该体系按“基础认知—参数探究—方案优化—创新设计”四层递进结构设计实验内容，从简单双车道路段的 V-K、Q-K、Q-V 关系认知，到标准交叉口通行能力比较，再到真实路口信号配时优化，最终在大型活动、恶劣天气等场景下设计非常规交通组织方案。环境构建以真实路网数据标定仿真参数，在高风险场景中引入 VR 提供沉浸体验，形成“虚拟设计—现实检验—效果反馈”闭环。

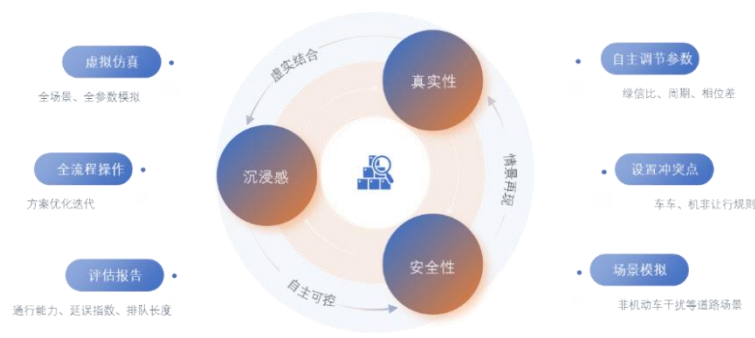


图 3 虚拟仿真系统示意图

（三）动态评价反馈

动态评价反馈体系遵循“评价准备—数据采集—分析诊断—改进实施”的闭环流程，构建“诊断—形成—总结”三维智能评价架构。诊断性评价通过开课初期在线摸底测试生成个人知识雷达图，为分层教学提供依据；形成性评价利用课堂即时答题与行为分析构建高频反馈机制，作业采用“AI 初评+教师深评”模式，通过知识追踪模型动态刻画知识点掌握情况；总结性评价由 AI 按认知层次自动组卷、教师审定，综合课程设计、仿真实验与实践表现形成多维能力画像。教师团队定期开展“数据复盘”优化教学内容，动态迭代。

五、结论与展望

本研究立足 OBE 理念，以《交通工程学》课程为载体，系统构建了“数字人+自然人”双师协同的智能化教学模式。通过“以智助教、以智助学、以智助评”三位一体的设计框架，形成覆盖“课前-课中-课后”全流程

的人机协同教学闭环，既充分发挥了教师在价值引领、复杂问题引导方面的不可替代性，也最大化释放了 AI 技术在数据分析、资源推送、即时反馈等方面的效能优势，成功破解了传统教学中人机协同模式不清晰、实践应用与理论脱节等关键问题。

尽管本研究取得了一定成效，但 AI 赋能的人机协同教学仍处于探索阶段，未来需强化 AI 模型自适应能力，实现“千人千面”个性化学习路径与学习困难的事前预防，为培养高素质创新型人才奠定基础。

基金项目：北京市教育科学“十四五”规划 2025 年度一般课题(CDDB25238)，2025 年度北方工业大学本科教育教学改革项目，北京航空航天大学研究生教育与发展研究专项基金(JGXY2025022C)。

作者简介：薛晴婉（1991-），女，河北承德人，副教授，主要从事交通安全分析、交通运输规划管理研究。

参考文献：
[1]Davis M H. Outcome-based education[J]. Journ

al of veterinary medical education, 2003, 30(3): 258-263.

- [2]王蕙.高校课堂教学质量双向评价体系的构建——基于 OBE 理念的研究[J].科教文汇,2025,(22):37-40.
- [3]尹裴,朱悦,权冠霆.基于 OBE-PBL 混合教学模式的人工智能本研一体化教学改革研究[J].科教文汇,2025,(22):151-154.
- [4]郎海香,赵学刚.基于 OBE 理念的“道路交通规划”课程思政教学研究[J/OL].中外建筑,1-9[2025-11-22].
- [5]惠林虎,李永彬,常永虎.基于 OBE 与 AI 辅助教学融合的计算机组成原理课程教学改革[J].西部素质教育,2025,11(21):145-148.
- [6]刘雪莹,夏亚钊,刘艳艳,等.AI 赋能 OBE 理念下基础化学思政混合教学实践[J].化工设计通讯,2025,51(10):72-77.

A Human-Machine Collaborative Teaching Model Empowered by Artificial Intelligence -- A Case Study of Traffic Engineering

Xue Qingwan¹, Zheng Guorong¹, Zhou Yu²

1. School of Electrical and Control Engineering, North China University of Technology, Beijing 100144; 2. School of Transportation Science and Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China

Abstract: With the rapid advancement of artificial intelligence, higher education is undergoing a profound transformation towards intelligence and personalization. Addressing key issues in current AI-empowered education, such as unclear human-machine collaboration models and the theory-practice gap, this paper takes the "Traffic Engineering" course as an example to systematically construct a human-machine collaborative teaching model guided by the OBE philosophy. This model establishes a Digital Human and Natural Human dual-teacher collaborative framework covering the entire teaching process through a tripartite implementation path of "AI-Assisted Teaching, Learning, and Evaluation". It elaborates on three core application scenarios: intelligent resource, virtual simulation experiments, and dynamic evaluation feedback. Practice has proven that this model effectively integrates teaching resources, bridges the theory-practice gap, enables precise teaching feedback, and significantly enhances both course teaching quality and students' comprehensive abilities, providing a referential paradigm for the smart teaching reform in engineering education.

Keywords: Artificial Intelligence; Human-Machine Collaboration; Teaching Model; Traffic Engineering; OBE