

Digital Transformation and Practice Exploration of the Graduate Course “Environmental Impact Assessment”

Lian Duan Beijia Huang

School of Environment and Architecture Shanghai University of Technology, Shanghai, China, 200000

Abstract

To address the digital transformation needs in ecological governance and resolve issues such as homogenized content, insufficient digital integration, and disconnection between practice and research in graduate-level “Environmental Impact Assessment” courses, this study conducts in-depth digital reform. Guided by the Outcome-Based Education (OBE) philosophy, the reform establishes a content system combining “cutting-edge expansion + case-based practice”: Cutting-edge expansion focuses on digital reconstruction of climate change impact assessment and life cycle assessment through multi-source data fusion, intelligent algorithm modeling, and high-performance computing simulations, transforming traditional evaluation from “qualitative description” to “quantitative modeling + precise prediction”; Case-based practice designs a “modular, tiered, and customizable” intelligent analysis framework, enabling students to independently construct personalized research topics aligned with their academic directions. The teaching adopts a “full-process project-based + differentiated guidance” approach, supported by a “comprehensive, multidimensional, and academic” evaluation system. Practice demonstrates that the reform effectively enhances graduate students’ digital research thinking and complex problem-solving abilities, achieving a transformation from “knowledge transmission” to “research training” in the course, providing a replicable paradigm for digital reform in engineering graduate courses.

Keywords

Graduate education; Environmental impact assessment; Digital and intelligent transformation; Climate change; Life cycle assessment; OBE concept; Teaching reform

面向研究生培养的《环境影响评价》课程数智化深度改革与实践探索

段炼 黄蓓佳

上海理工大学环境与建筑学院, 中国·上海 200000

摘要

为响应生态环境治理数智化转型需求, 破解研究生《环境影响评价》课程内容同质化、数智化融合不足、实践与科研脱节等问题, 本研究开展课程数智化深度改革。改革以 OBE 理念为导向, 构建“前沿拓展 + 案例实践”的内容体系: 前沿拓展聚焦气候变化影响评价与全生命周期评价的数智化重构, 通过多源数据融合、智能算法建模、高性能计算模拟等数智化方法, 实现传统评价内容从“定性描述”向“定量建模 + 精准预测”转型; 案例实践设计“模块化、阶梯式、可定制”智能分析框架, 支持学生结合研究方向自主构建个性化课题。教学采用“全程项目式 + 差异化引导”方法, 配套“全过程、多维度、学术化”评价体系。实践表明, 改革有效强化了研究生数智化科研思维与复杂问题解决能力, 实现课程从“知识传授”向“科研训练”的转型, 为工科研究生课程数智化改革提供了可推广范式。

关键词

研究生教育; 环境影响评价; 数智化转型; 气候变化; 全生命周期评价; OBE 理念; 教学改革

1 引言

作为环境保护的一项重要法律制度, 环境影响评价课程是高校环境工程专业的一门主干必修课程。在实际环评工作开展过程中既需要大量数据的支撑, 又会产生大量的数据。因此, 基础数据采集、处理和应用集成能力对环境影响

评价的学习具有重要的影响。在全球可持续发展议程与数字技术浪潮的双重驱动下, 环境影响评价作为环境决策核心预审制度, 核心任务已拓展为评估复杂社会 - 技术 - 生态系统的非线性响应、累积性风险与适应性阈值, 为可持续发展转型提供科学依据, 这对环境领域高层次人才提出了解析复杂系统、驾驭海量数据、构建智能模型并量化决策风险的能力要求。

【作者简介】段炼 (1991—), 女, 中国安徽宿松人, 博士, 中级, 从事大气污染防治研究。

当前研究生《环境影响评价》课程存在明显滞后性, 内容仍聚焦传统法规框架、技术导则及确定性模型讲解。曹

世海等^[1]指出环评教学中数据收集处理能力培养薄弱,杨雪等^[2]也表示前沿技术与课程教学衔接不紧密。课程内容呈现‘本科课程简单进阶’的同质化特征,对环境大数据挖掘、人工智能算法等数智化前沿方法融入不足。这种教学脱节导致研究生虽掌握传统环评理论知识,却缺乏运用数智化工具破解复杂环境问题的创新思维与实操能力,难以适配生态环境治理现代化对高端人才的核心诉求。因此,有必要对课程进行数智化重构。

当前,国内学者对环境影响评价课程从教学内容更新、教学模式、课程实践设计等多个方面进行了改革探索^[3-5]。国内学者对课程中如何引入数智化梳理研究较少,本研究将探索课程案例与前沿智能方法相融合,重点设计激发研究性学习的高阶教学案例,如何建立匹配的教学与评价范式,为工科研究生课程数智化转型提供可借鉴的方案。

2 课程内容的数智化重构

基于成果产出的“OBE”培养理念,尤其是研究生的教学培养需要增强学生自主研发能力,且环评侧重实践应用。因此在掌握环评基础理论知识掌握的基础上,针对研究生的环评课程内容可设置前沿拓展以及研究型综合案例实践。

2.1 前沿拓展

在“双碳”战略背景下,环评课程内容应该在传统内容基础上增加气候变化影响评价。目前气候变化影响评价理论基础还不完善,碳排放评价体系仍在不断发展中。本次改革以气候变化应对和全生命周期评价为核心内容,结合教学团队的科研项目,通过数智化工具与方法的全面融入,让课程内容紧跟行业数智化转型步伐。

2.1.1 气候变化影响评价的数智化重构

教学中引导学生借助生态环境大数据平台,整合气象观测数据、区域碳排放清单、生态系统监测数据等多源异构数据,运用 Python 数据处理工具完成数据清洗、融合与可视化;通过机器学习算法(如随机森林、图神经网络)识别区域碳排放的关键驱动因子与时空分布规律,精准定位高排

放源;借助 LSTM 等时间序列模型,结合不同产业发展情景参数,预测项目全周期的碳足迹变化趋势。

2.1.2 全生命周期评价的数智化

针对传统教学中数据核算繁琐、分析维度单一、结果缺乏动态性的问题,引入数字化生命周期评价数据库与智能分析工具,构建全流程数智化教学路径。指导学生运用 Python/R 语言编写自动化核算脚本,对接行业数字化生命周期数据库,实现从原材料开采、生产加工、产品使用到废弃处置全流程的环境影响(含碳排放、污染物排放、资源消耗)智能核算与多维度对比分析;通过高性能计算平台开展多情景模拟,量化不同方案的环境效益与成本,为环评决策提供精准、动态的数据支撑。

2.2 案例实践设计

针对研究生研究方向分散的教学挑战,设计“模块化、阶梯式、可定制”智能分析案例框架,提供统一方法论骨架与丰富技术工具选项,允许学生结合自身研究方向构建个性化课题。

2.2.1 课题设计思维框架

现状诊断与模式识别:运用统计和机器学习方法从监测数据中发现规律、识别问题;

关键关系分析与简易预测:构建轻量化模型,分析驱动因素并进行短期或趋势预测;

贡献度解析与归因分析:定量解析不同来源或过程的贡献比例,探究问题成因;

情景分析与策略比选:设计干预方案,定量比较效果与成本,为决策提供依据。

2.2.2 任务配置

为不同环境介质方向预设“任务菜单”,学生可选择组合,降低入门门槛。

学生结合学位论文方向从“任务菜单”选择组合,形成《个性化智能分析研究方案》。教师审核方案逻辑自洽性与数据可行性,中期和期末考核围绕个性化课题展开,组织跨方向交流研讨会。

表 1 面向不同研究方向的简易化、模块化分析任务选择菜单

研究阶段	大气环境方向	水环境方向	土壤/固废方向	生态评估方向
现状诊断与模式识别	多站点空气质量数据聚类分析,污染天气类型划分;污染物时空热点图绘制	河流断面水质指标主成分分析,污染类型识别;水质类别季节性变化规律分析	土壤重金属含量空间插值与分布格局可视化;超标点位识别	遥感植被指数时空变化趋势分析;生态变化子区域识别
关键关系分析与简易预测	气象因素对 PM _{2.5} 浓度影响分析;时间序列模型短期预测	降雨径流与污染物浓度相关关系建模;上下游水质滞后关联分析	土壤污染物与周边环境统计关系分析;简易风险筛查模型构建	遥感植被指数时空变化趋势分析;生态变化子区域识别
贡献度解析与归因分析	PMF 受体模型源解析;轨迹聚类与潜在源贡献因子分析	化学质量平衡法/同位素示踪技术源解析	富集因子法与地累积指数法污染源判别	地理探测器模型因素解释力量化
情景分析与策略比选	行业减排比例情景效果与成本估算。	污水处理率提升情景水质达标贡献率分析	固化稳定化药剂方案效率与成本比较	土地利用结构调整情景碳储量增量估算

3 教学方法与评价体系改革

3.1 “全程项目式”与“差异化引导”相结合的教学方法

采用“全程项目式”教学，课程启动即确定个性化研究课题，划分为方案设计、数据处理、模型构建、报告撰写四阶段。教师角色转变为“学术导师”与“项目协调人”，提供集中授课、专题工作坊与小组辅导。

实施“差异化引导”：为计算基础薄弱学生提供带注释的代码模板、操作指南与补习材料；为基础较好学生提供扩展文献，鼓励算法改进与模型耦合，允许选择不同深度的技术实现方式，确保所有学生在“最近发展区”获得提升。

3.2 综合性评价体系重构

摒弃期末笔试为传统的传统方式，构建“全过程、多维度、学术化”综合评价体系。

表 2 综合性、过程性评价体系构成与权重

评价环节	占比	核心评价维度与具体内容
开题报告与方案评审	20%	创新性与可行性（科学问题、文献综述、技术路线）；报告格式与参考文献规范性
中期进展答辩与过程检查	30%	研究深度与执行力（进度推进、问题解决、初步结果）；代码规范性与数据管理严谨性
最终研究报告	35%	完整性、严谨性与洞察力（系统完成度、论证逻辑、结果讨论）；学术写作规范性
学术海报展示与口头答辩	15%	沟通与可视化能力（核心工作展示、海报设计、答辩交流）

4 结语

本研究以 OBE 理念为导向，完成研究生《环境影响评价》课程数智化深度重构。通过将气候变化影响评价、全生命周期评价与大数据、人工智能等数智化技术深度融合，构建“前沿拓展+个性化案例实践”的内容体系，配套“全程项目式教学+多维度评价”模式，打破传统课程同质化局限，实现从“知识传授”到“科研训练”的转型，有效提升了研究生数智化科研能力与复杂问题解决能力。

未来，课程将持续跟踪环评数智化前沿动态，深化数智化案例库建设与产学研协同育人，不断优化教学内容与实践路径。通过持续迭代完善，为培养适配生态环境治理现代化需求的高端数智化环评人才提供坚实支撑，助力双碳目标与可持续发展战略落地。

参考文献

- [1] 曹世海,王慧雅,丁克强. 生态环境大数据下“环境影响评价”课程教学改革探索[J]. 教育教学论坛,2025(32):89-92.
- [2] 杨雪,杨轶婷,徐鹤,等. “双碳”战略背景下环境影响评价课程教学改革[J]. 科教导刊(电子版),2023(11):77-79..
- [3] 李林,储小雪,李学军,等. 翻转教学模式在《环境影响评价》课程的实践[J]. 广州化工,2021,49(18):133-135.
- [4] 杨乐,庞玮,王开勇,等. 环境影响评价课程混合式教学模式的设计与实践[J]. 高教学刊,2021(35):96-102.
- [5] 崔英. 浸入式教学在环境影响评价课程中的探索研究[J]. 广州化工,2021,49(04):118-119.