

生成式人工智能驱动下固体废物处理与处置课程教学改革探索

陈考^{1*}, 邢淑香¹, 王安楠¹, 莫华良^{2#}, 朱伟伟^{1#}

¹广西民族大学材料与环境学院, 广西 南宁

²百色职业学院土木建筑工程学院, 广西 百色

收稿日期: 2025年6月18日; 录用日期: 2025年7月17日; 发布日期: 2025年7月28日

摘要

针对固体废物处理与处置课程知识体系庞杂性与教学模式单一性并存的现实挑战, 本研究实施了基于生成式人工智能(AIGC)的教学改革。通过构建智能知识解构系统, 实现了对复杂知识模块的有效拆解。运用AIGC技术驱动互动教学过程, 显著提升了学生的课堂参与度。搭建跨学科融合平台, 强化了理论知识向实践应用的转化能力。建立覆盖教学全周期的评估机制, 优化了课程考核方式。深入挖掘并融入思政案例元素, 深化了课程思政建设内涵。教学实践证明, 该改革方案有效激发了学生的学习动机与创新思维培养效果, 切实提升了整体教学质量, 为培养契合行业需求的专业人才提供了具有可行性的创新路径。

关键词

生成式人工智能, 固体废物处理与处置, 教学改革

Exploration of Teaching Reform of Solid Waste Treatment and Disposal Course Driven by Generative Artificial Intelligence

Kao Chen^{1*}, Shuxiang Xing¹, Annan Wang¹, Hualiang Mo^{2#}, Weiwei Zhu^{1#}

¹School of Materials and Environment, Guangxi Minzu University, Nanning Guangxi

²Faculty of Civil and Architectural Engineering, BAISE Vocational College, Baise Guangxi

Received: Jun. 18th, 2025; accepted: Jul. 17th, 2025; published: Jul. 28th, 2025

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 陈考, 邢淑香, 王安楠, 莫华良, 朱伟伟. 生成式人工智能驱动下固体废物处理与处置课程教学改革探索[J]. 教育进展, 2025, 15(7): 1075-1081. DOI: 10.12677/ae.2025.1571324

Abstract

In response to the practical challenges of the coexistence of the complexity of the knowledge system and the singularity of the teaching mode in the solid waste treatment and disposal course, this study implemented a teaching reform based on Generative Artificial Intelligence (AIGC). By constructing an intelligent knowledge deconstruction system, the effective dissection of complex knowledge modules has been achieved. The application of AIGC technology to drive the interactive teaching process has significantly enhanced students' classroom participation. Building an interdisciplinary integration platform has strengthened the ability to transform theoretical knowledge into practical applications. An assessment mechanism covering the entire teaching cycle has been established, and the course assessment methods have been optimized. The in-depth exploration and integration of ideological and political case elements have deepened the connotation of ideological and political construction in courses. Teaching practice has confirmed that this reform plan has effectively stimulated students' learning motivation and the cultivation effect of innovative thinking, truly improved the overall teaching quality, and provided a feasible innovative path for cultivating professional talents that meet the needs of the industry.

Keywords

Generative Artificial Intelligence, Solid Waste Treatment and Disposal, Teaching Reform

Copyright © 2025 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

伴随工业化与城市化进程逐步加速，固体废物的产生量急剧攀升，由《中国生态环境统计年报》的数据显示，我国工业固体废物年产生量已跨过 40 亿吨门槛，城市里生活垃圾的清运量超 2.5 亿吨，实现固体废物处理与处置技术革新是生态文明建设关键命题[1]。基于当前这一背景，相关专业课程教学对培养适应行业岗位需求的高素质人才尤为关键。然后，传统教学模式存在知识更新跟不上、实践场景模拟不足等情况，难以契合行业对复合型人才的需求，生成式人工智能(AIGC)技术发展迅速，其利用深度学习算法实现对文本、图像、仿真场景等内容的自主生成，已在医疗诊断、工业设计等领域凸显强大的赋能潜力[2]-[5]。处于教育领域，AIGC 技术可打破传统教学资源的局限，依靠构建虚拟实验情境、生成动态教学案例等手段，切实化解课程教学里的实践难题，引领教学模式自单向知识传递向多维互动过渡，探索 AIGC 技术跟固体废物处理与处置课程的深度结合，不仅可以创新教学方式、提高人才培养水平，更是顺应科技革命潮流、促进环境工程教育迈向现代化的关键举措，对提高我国固体废物治理技术的研发能力、实现“双碳”目标意义深远。

本文的创新方面主要体现在以下几个点：属于理念创新范畴，突出把学生当作中心，充分利用人工智能来激发学生的创新思维；二是开展技术融合上的创新，把人工智能技术深度整合进固体废物处理与处置课程内容，实现教学方法、手段的革新；三是实践应用层面的创新，凭借具体的教学实践案例呈现人工智能在课程教学方面的实际应用成效，为同类课程的教学改革提供可借鉴参考的实践经验。

2. 课程定位及存在问题

2.1. 课程定位

在国家碳达峰和碳中和的战略要求形势下，固体废弃物的减量化、资源化和无害化处理十分关键，全国正在深入地推进无废城市的建设工作，要求城市达成固体废弃物产生量减到最小、资源化利用充分、处置安全的目标，实施《固体废物处理与处置》课程学习，有利于造就掌握固体废物处理与处置专业技能的人才，为无废城市建设注入有力支撑，为应对气候变化添砖加瓦。

《固体废物处理与处置》作为环境工程专业的核心课程，主要包括固体废物的收运实践、预处理步骤、物化处理过程、生物处理模式、热处理操作、填埋处置过程以及典型固体废物的资源化利用等内容，课程目标为让学生熟知固体废物处理与处置的基本概念及相关理论，掌握相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策及法律法规，把握不同社会文化对工程活动的影响效应，而且能初步分析和评定废物处理与处置工程实践及复杂工程问题解决途径对社会、健康、安全、法律等方面的作用与影响，依托课程学习，学生可形成固体废物全过程管理及可持续管理的理念，培养处理各类固体废物污染控制及资源化利用事宜的综合能力，给未来从事固体废物管理有关的工程技术和研究开发工作打下基础。

2.2. 存在问题

传统教学内容主要以固体废物处理与处置的基本概念、原理和技术为核心展开，教学主要采用课堂讲授的方法，教师凭借讲解教材、展示图片和案例等方式向学生讲授知识，该教学方式在一定程度上能让知识得到系统性的传授，但缺少互动方面的趣味，难以唤起学生的学习兴趣与主动性[6][7]。传统教学内容更新速率显得迟缓，很难跟上人工智能时代固体废物处理技术的迅猛发展，致使学生所学知识跟实际行业需求有一定落差，传统的固体废物处理与处置课程教学模式在长期的实践阶段暴露出众多问题[8]。这些问题显著制约了教学质量的进步和学生综合素养的塑造，课程教学过程中存在的主要问题如下：

1) 知识体系复杂，信息量大，理论概念较多。固体废物处理与处置课程存在此痛点的缘由，主要是因为该课程存在较强的学科交叉性，关联到多个学科领域的知识点目；同时技术发展日新月异，一直有新的理论概念和技术方法需要去学习掌握；而且理论跟实践之间结合紧密，需要学生兼具理论知识与实践技能；课程中的某些理论概念十分抽象，理解有难度，记忆也不易，这些因素一起发挥功效，让学生学习该课程时面对较大的挑战。

2) 教学方法显得单一，依旧是教师讲授占主导地位，学生处于被动接纳知识的情形，教师多半按照教材内容进行系统讲授，留意理论知识的传授，然而忽略了学生主体地位的体现和学习兴趣的唤起。这种“满堂灌”的教学手段造成课堂气氛压抑，学生缺少主动思考与参与的契机，无法充分调动起学生学习的积极主动性。在介绍固体废物处理技术之际，教师一般只是凭借板书或 PPT 演示的形式介绍各类技术的原理和工艺流程，学生真的难以对这些抽象知识做到真正理解掌握，更难把这些知识运用到实际问题的化解处理中，该单一教学方法在培养学生创新思维和自主学习能力上有弊端，难以达到新时代对高素质创新型人才的需求水平。

3) 理论知识难以应用到工程，多学科交叉，难形成体系。本门课程涉及到环境科学、工程学、化学、生物学等多学科知识，均拥有独特的理论体系及应用背景，在实际的工程实施中这些学科知识应相互渗透、协同发挥功用，但不同学科的理论框架以及思维方式存在不一致，让学生难以把所学的理论综合应用到实际工程问题之上。课程中的理论知识往往是于特定条件下得出的论断，可实际的工程环境复杂多变，学生匮乏将理论知识适配不同工程情境的能力与经验，工程实践期间的固体废物处理与处置问题大多涉及多个学科领域的交叉位置，需要学生有把跨学科知识整合起来的能力，而在现行教学体系中，

这种能力的培养也许还没有得到充分重视，学生在把理论知识用到工程实践的时候，容易感到迷茫，找不到切入点，不易形成一套完整的知识体系。。

4) 传统的考核方式不能有效反映学生学习过程以及暴露出的问题。传统的课程考核多是以期末考试成绩当作主要考量，平时成绩在总分里占比不大，而平时成绩的评定多数以考勤、作业等作为评判依据，此考核形式过度重视知识的记忆与再现，忽略了对学生学习阶段、实践能力、创新才智和综合素养的评判。期末考试的题型一般以选择题、填空题、计算题等为主流，学生靠死记硬背教材里的内容就能拿到不错的成绩，难以真实反映学生对知识的理解与应用能力[9]。单一的考核样式容易造成学生在学习过程中只看重考试内容的学习，放过了对其他知识与能力的造就，对学生的全面成长有阻碍。

5) 课程思政融入深度欠缺，在既往的教学活动里，过度聚焦专业知识的传授，然而对课程思政重视程度欠佳。固体废物处理与处置领域牵扯到环境保护、资源利用、社会责任等众多方面问题，存在大量的思政元素。在实际教学实践里，教师一般未能充分地去挖掘这些思政元素，未指引学生树立正确的价值观与职业道德观念，未培养学生的社会责任感与环保意识[10]。环境工程专业的思政教育全都集中于大一/大二的思想政治课上，大三/大四阶段，专业课程授课占主导地位。专业课程主要是对专业基础和专业应用技术进行讲授，不曾有意识地把思政教育融入到日常教学里去，探索于专业课程中融入课程思政的育人路径是新时代赋予高校的历史使命，作为高校工科专业之一的环境工程专业，处于新工科背景时拥有丰富的理论基础，也呈现出很强的工程属性，课程思政容易呈现出表象化模样，怎样实现“教学时融入思政元素，思政时结合教学内容”是本课程急需完成的任务。

3. 基于生成式人工智能的教学改革策略

固体废物处理与处置课程作为环境工程专业核心课程，知识体系的复杂性与传统教学模式的局限性形成了矛盾。为克服这一难题，本研究基于生成式人工智能平台，从知识解构、教学模式、跨学科实践、考核评价及课程思政等维度实施系统性的改革举措，搭建契合新时代人才培养要求的教学体系。

3.1. 知识解构与智能导学，应对复杂知识体系

机器学习算法对垃圾分类起到了关键作用，以垃圾图像识别的例子说明，借助对大量垃圾图像开展训练，机器学习模型可掌握不同垃圾的特征，进而达成对垃圾的精准分类，支持向量机(SVM)算法可借助垃圾图像的颜色、形状、纹理等特征构建分类模型。决策树算法采用构建决策树的办法对垃圾分类，每个节点依据特定特征把垃圾划分成不同类别。处理简单的垃圾分类任务时，这些算法呈现出较高的准确性与效率。固废处理领域现在正面临复杂固废分选难、资源化技术经济性差、全生命周期管理数据割裂等挑战，传统教学依赖静态案例与公式推导，难以匹配行业动态需求。为此，我们结合现在面临的挑战、行业需求以及教材的特点重构新增了以下四大模块的教学内容，如图 1 所示。

依靠 AIGC 的个性化推荐引擎，按照学生课前测试、课堂互动以及作业完成情形，实时规划学习路径，如若是针对基础不太好的学生，系统推送诸如《热解原理动画演示》《实验室热解实验虚拟操作指南》的资源包；就能力较强的学生而言，就推荐《微波辅助热解前沿研究进展》等相关学术论文。基于 Transformer 架构所搭建的智能问答系统，能对学生的提问实现秒级回应，采用知识图谱推理机制生成拓展性阐释。

3.2. 多维互动与场景模拟，革新单一教学模式

针对传统课堂学生参与度不足的问题，构建 AIGC 驱动的智能互动教学系统。AIGC 技术为课程思政教学提供了新的模式和路径，如智能问答、在线讨论等，使教学更加灵活多样。企业现场式沉浸教学与



Figure 1. Example of teaching content reconstruction based on AIGC
图 1. 基于 AIGC 的教学内容重构示例

AIGC 技术的结合, 可以打破传统课堂的时空限制, 实现线上线下混合式教学, 提高教学效果和学生的学习体验。

在项目式学习中, 根据学生自由分组, 为每组生成差异化的“城市建筑垃圾资源化利用”项目背景。具体教学案例比如, 一组学生获得“老旧城区改造产生的混杂建筑垃圾处理”任务, AI 提供包含建筑结构类型、周边交通限制、环保政策要求等 12 项约束条件的数据集, 并内置插件辅助方案设计。学生在设计过程中, 可利用 AI 生成的能耗模拟、成本估算模型对方案进行优化, 最终通过 Unity 引擎搭建的虚拟施工场景进行方案验证。虚拟讨论社区则采用学习通平台, 自动识别学生讨论内容中的关键议题, 如“再生骨料强度不足”问题, AI 即时推送相关前沿研究论文, 并邀请领域专家参与讨论, 实现跨学术交流。



Figure 2. Word cloud of students' interactive discussions in class
图 2. 学生课堂互动讨论词云

3.3. 跨学科融合与工程实践, 强化理论实际应用

学生面临多学科知识碎片化, 难以将理论知识应用到实际工程等问题, 构建 AIGC 跨学科知识融合平台。系统整合环境工程、材料工程、化学工程等学科的多个标准数据库, 通过知识图谱嵌入技术实现

学科知识的语义关联。在“工业危险废物协同处置工程”案例教学中，AIGC 自动生成包含危废成分分析(化学工程)、回转窑设备设计(机械工程)、污染排放模拟的综合性任务包。学生使用 Aspen Plus 进行热工模拟时，AIGC 自动调取 ANSYS 进行设备应力分析，若模拟结果出现异常，系统提示“窑体温度过高可能导致耐火材料损毁”，并推送材料科学领域的解决方案。通过教师与当地危废处置中心沟通获得操作运行数据，造就虚拟工单，学生在虚拟环境里实施从危废接收、预处理、处置到最终产物利用的全流程操作，AIGC 根据《危险废物焚烧污染控制标准》(GB 18484-2020)等规范。通过模拟工程项目有利于提高学生在真实工程约束的情境中解决问题的能力。

3.4. 全周期学习评估，优化考核方式

过程性评价占有一定的比例，有利于学生在学习过程中持续投入。本门课程的成绩由平时考核和期末考试两部分组成，其中过程考核成绩(平时成绩)占课程总成绩的 50%，期末考试成绩占课程总成绩的 50%，过程性考核和期末考试成绩覆盖课程所有教学目标，图 3 为课程全过程量化考核体系。构建基于 AIGC 的全周期学习评估系统，主要包括在线学习时长、实验操作记录、小组讨论发言频次等。在课中的案例展演环节引入 AIGC 技术，让学生在虚拟固废处理厂进行操作时，从操作规范、工艺优化、应急处理等维度，12 项指标对操作过程进行实时评估。在项目设计评价方面，利用 BERT 模型对课程设计方案进行语义分析，除检测学术不端行为外，还评估创新性(如提出新的固废处理工艺设想)、逻辑性(段落间的因果关系强度)等深层素养，最终生成包含雷达图、改进建议的综合评价报告。

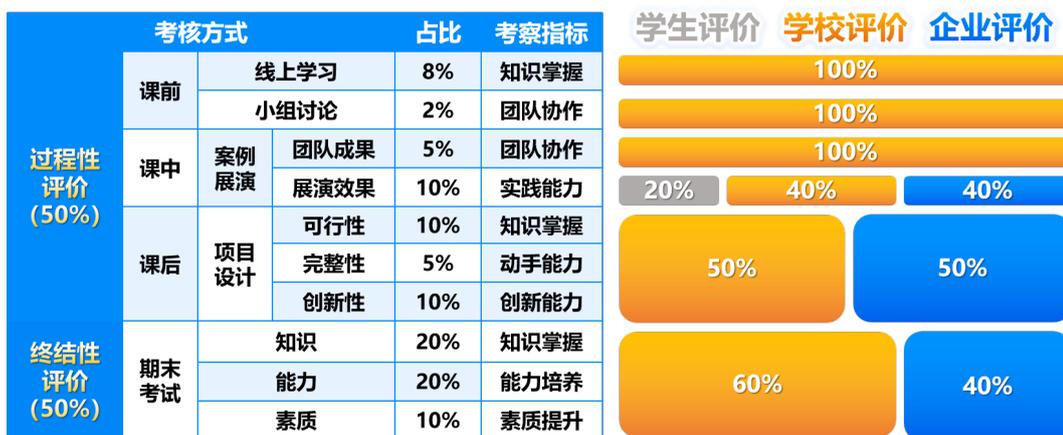


Figure 3. The whole-process learning evaluation system
图 3. 全过程学习评价体系

3.5. 智能挖掘与自然融入，深化课程思政

为强化课程思政育人实效，本研究将生成式人工智能深度整合于课程思政体系构建。具体路径聚焦国情教育、教学模式革新、案例改革三个维度，促进思政元素与专业知识的系统性融合。将国情教育和价值观引导相结合，实现专业知识与思政教育的结构性耦合。借助 AIGC 获取《中国生态环境统计年报》及地方固废治理白皮书等权威数据源，通过情感分析与事件抽取技术，生成契合学生生活场景及属地化特征的思政案例。以“生活垃圾资源化处理”教学单元为例，人工智能动态生成属地垃圾分类政策演进路径与处理设施建设成效实证，阐释固废治理对城市生态优化的促进作用，有效培育学生环境责任感。AIGC 可关联“双碳”目标、生态文明建设等国家战略，为学生提供价值观指引。建立全过程的特色课程思政模式，通过实时解析行业动态与人才需求数据，将职业价值观培育、个人素质发展与社会需求相衔

接。在“工业危险废物处理”的项目式学习中，有机融入职业道德规范与工程师社会责任要素，引导实践型价值认同。借助人工智能构建虚拟研讨社区，教师根据教学章节适当组织“固废治理与区域经济”等主题辩论，驱动学生结合地方发展实际探讨专业知识应用路径。最后，深化课程思政教学案例改革，利用生成式人工智能深化思政教学案例改革，建立“一专题、一主题、一案例”的渗透式课程思政体系。在课堂教学过程中灵活插入思政案例，如当学生对某技术难点理解困难时，引入科研团队攻坚克难、突破技术瓶颈的事迹，激励学生勇于探索。在考核评价环节，通过 AIGC 对学生作业、报告进行语义分析，评估其中体现的思政素养，如是否具备环保意识、是否关注社会需求等。

4. 结论

随着生成式人工智能技术的蓬勃发展，以及固体废物处理与处置行业对高素质创新型人才的迫切需求，相关课程教学改革势在必行。本问针对固体废物处理与处置课程教学现存的知识体系复杂、教学模式单一、理论应用困难、考核方式不完善、课程思政融入不足等问题，系统引入生成式人工智能技术进行教学改革。通过构建智能知识解构、互动教学、跨学科融合、智能评估及思政挖掘等系统，实现了教学内容的精准解构、教学模式从单向灌输到多维互动的转变、理论知识与工程实践的深度衔接、考核评价的全周期智能化以及课程思政的自然融入。教学改革有效激发了学生学习兴趣与创新实践能力，显著提升了教学质量与育人成效，为新工科背景下培养固体废物处理领域高素质创新人才提供了可推广的解决方案。

基金项目

广西高校中青年骨干教师科研基础能力提升项目(2025KY0216)；2024 第三批校级一流本科课程——固体废物处理与处置(RC2400004383)；2022 年度中国中检研发项目“城市垃圾填埋场渗滤液中污染物识别及关键技术研究”(2022ZJYF018)。

参考文献

- [1] 曹信培. 垃圾分类背景下城市生活垃圾处理碳排放预测研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津理工大学, 2024.
- [2] 徐兴子. 人工智能时代教师专业身份认同的挑战与突围[J]. 教育科学研究, 2023(4): 19-25.
- [3] 安富海. 人工智能时代学与教形态变革的依据与路径[J]. 教育科学研究, 2020(8): 6.
- [4] 罗江华, 张玉柳. 多模态大模型驱动的学科知识图谱进化及教育应用[J]. 现代教育技术, 2023, 33(12): 76-88.
- [5] 王静, 华承鑫. “新工科”背景下“固体废物处理与处置”教学改革[J]. 化工时刊, 2024, 38(6): 98-101.
- [6] 陶雪, 熊小燕, 赵龙英, 等. 基于工程教育专业认证的《固体废物处理处置及资源化》课程教学改革与实践[J]. 当代化工研究, 2024(21): 151-153.
- [7] 陈红, 王里奥, 袁辉, 等. “固体废物处理与处置”课程教学改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2021(23): 125-128.
- [8] 陈云嫩, 刘俊, 任如山, 等. “无废城市”背景下《固体废弃物处理》课程教学改革——以含铈固废资源化为例[J]. 广东化工, 2024, 51(15): 222-223.
- [9] 马文超, 纪娜, 黄建军, 等. 一流课程建设背景下固体废物处理改革与探索[J]. 实验室科学, 2024, 27(3): 86-89.
- [10] 陈杰, 贾济如, 汪磊, 等. 新工科背景下环境专业课程教学改革探讨——以“固体废弃物处理与处置”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2023(38): 51-54.