

《环境化学》教学中BOPPPS模式与AI的融合与探索

叶黄凡*, 谯 华, 唐 然, 邹 海

重庆科技大学化学化工学院, 重庆

收稿日期: 2025年9月9日; 录用日期: 2025年10月17日; 发布日期: 2025年10月27日

摘 要

《环境化学》是国内外多数高校化学专业本科阶段的必修课程, 该课程知识面广、交叉性强, 对于传统单纯依靠PPT的教学方式, 学生的学习效果不佳。对此, 作者在BOPPPS模式的基础上, 融合“雨课堂 + 思维导图 + DeepSeek”等AI工具进行教学, 可将复杂的知识体系明了化, 并增加学生的参与感。课程中, AI工具的运用使学生的学习兴趣和专注力得到明显提高, 学生发现问题和解决问题的能力也有提升。该研究为本科课程的教与学提供了一种高效方法。

关键词

《环境化学》, BOPPPS模式, 人工智能, 教学改革

Integration and Exploration of BOPPPS Mode and AI in Teaching of *Environmental Chemistry*

Huangfan Ye*, Hua Qiao, Ran Tang, Hai Zou

College of Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: September 9, 2025; accepted: October 17, 2025; published: October 27, 2025

Abstract

Environmental Chemistry is a compulsory course for undergraduate students majoring in chemistry in most domestic and foreign universities. However, this course encompasses a broad knowledge base

*通讯作者。

文章引用: 叶黄凡, 谯华, 唐然, 邹海. 《环境化学》教学中 BOPPPS 模式与 AI 的融合与探索[J]. 创新教育研究, 2025, 13(10): 495-505. DOI: 10.12677/ces.2025.1310818

and exhibits strong interdisciplinary characteristics, combined with the traditional PPT teaching method, which leads to students' difficult to learn and poor learning efficiency. Therefore, we based on the BOPPPS model, integrates AI tools such as Rain Classroom, mind maps, and DeepSeek into teaching, aiming to clarify the complex knowledge system and increase students' sense of participation. In the course, the application of AI tools has significantly enhanced students' learning interest and concentration, and also improved their ability to identify and solve problems. This research provides an efficient method for teaching and learning in undergraduate courses.

Keywords

Environmental Chemistry, BOPPPS Mode, Artificial Intelligence, 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

当前新一轮科技革命正在孕育兴起,互联网+、人工智能(AI)等新技术的发展正在不断重塑教育形态,知识的获取方式和传授方式、教与学的关系正在发生深刻变革[1] [2]。2025 年 1 月,教育部印发《教育强国建设规划纲要(2024~2035 年)》,提出“实施国家教育数字化战略”、“促进人工智能助力教育变革”等要求,鼓励探索数字赋能大规模因材施教,探索创新性教学的有效途径,主动适应学习方式的变革,提升师生的数字素养,深化人工智能助推教师队伍建设。《环境化学》作为一门交叉性强、应用实践性突出的专业基础课程,亟需探索 AI 技术与教学模式深度融合的创新路径,以响应“新工科”建设对复合型人才的需求。

《环境化学》课程为多数高校中环境工程专业、化学专业本科教育的必修课程。该课程综合性强,包含了环境分析化学、环境污染化学、环境控制化学以及环境生态化学等学科内容,存在多学科的交叉[3]。主要讲授有害化学物质在不同环境介质(包括大气环境、水环境、土壤环境、生物体内等)内部或多介质间的迁移、转化规律,环境效应,污染修复手段的原理与应用等,教学目的是使学生能够利用化学知识,发现并解决环境问题,实现环境污染的全过程管控。因课程知识体系复杂抽象,学生表示学习吃力,课上表现积极性差,参与度低,实际教学效果并不理想,迫切需要一种高效的学习方法帮助学生建立知识体系,实现知识点的交叉融合。

BOPPPS 教学模式对于推进有效教学、获得最佳教学效果等方面的可操作性很强,目前已被多所国内外高校采用[4]。教学过程中发现 AI 工具如 DeepSeek 的使用,可以激发学生的内驱力,帮助学生实现对知识体系的逻辑连接,并构建学术思维[5]。因此,作者将传统的、被动听讲的 PPT 式讲授方式升级为“BOPPPS+AI”的教学模式,破除传统“灌输式”教学痛点,做到以学生为主体,以能力培养为核心,以增强学生的主观能动性和思考创新能力为主要目标,实现“教学模式-智能工具-学科知识”的三维融合,推动教育教学的数字化转型。

2. BOPPPS 模式和 AI 技术简介

BOPPPS 理念以有效教学设计著称,强调的是学生的参与与反馈,通过导入-目标-前测-参与式学习-后测-总结形成六环节的闭环设计。以学生全方位的参与式学习代替听讲式学习,增加学生知识

获取率的同时，也可及时获取学生的反馈信息，为后续教学活动调整提供参考，以顺利实现教学目标。但只基于该理念，仍无法解决《环境化学》内容多、涉及广、可视化难等问题。随着技术的不断革新，AI已成为教师的强大助手，也是学生获取复杂知识、建立学术思维的帮手。其主要功能可分为三个方面(表1)：生成式 AI 内容增强、及时反馈与互动、知识可视化，这些均可有效提升教学效果。因此本文将现代 AI 技术——DeepSeek、思维导图等作为辅助工具，可实现《环境化学》中繁冗复杂知识体系的简单化和可视化[6]。

Table 1. AI tools and their corresponding functions
表 1. AI 工具 - 功能对应表

通用功能	本研究使用的具体工具示例	可替代工具举例
生成式 AI 内容增强	DeepSeek	ChatGPT、 文心一言、即梦 AI
及时反馈与互动	雨课堂	学习通、课堂派
知识可视化	MindMaster	XMind、MindNode

3. “BOPPPS + AI” 模式在环境化学教学中的应用探索

3.1. 导入 - 增强学生兴趣

根据不同章节所授内容，以前沿知识、热点问题、社会事件或与学生息息相关的环境问题作为知识点的切入口，弥补教材前沿性不足的缺陷，同时吸引学生注意力，增强好奇心。

(1) 授课教师利用 DeepSeek 对与环境化学相关的前沿文章作总结归纳，并引入到教学中，展示相关理论知识的实际应用过程，拓展教学知识，提高课程内容的科技性、时代性和丰富性。例如利用 DeepSeek 预测模型模拟高危污染物扩散场景，丰富教学内容，将理论知识具象化，使学生掌握基本知识的同时深入理解知识的应用过程，并且 AI 技术的应用也突破了实验安全限制。

(2) 以解决某个实际问题为话题，让学生带着问题学知识，可利用生成式 AI 内容增强工具(本研究中使用 DeepSeek 实现)快速生成多视角、多案例的背景材料，增强学生对知识点的应用性思考，实现对知识的补充拓展。如针对课程中涉及的“如何修复土壤中重金属 Cd 污染”的问题，教材以科普的方式，从物理、化学、生物三个方面给出了不同的修复方法，缺乏针对性和案例性，就某个修复方法有什么前提条件、具体如何实施、效果如何均未详细展开，知识的展示缺乏应用性。针对此情况即可利用 DeepSeek 庞大的知识体系，对课程内容作进一步扩展，图 1 即为其反馈的部分解决方案，不仅对课程内容所涉及的修复方法作了补充(包括适用场景，优缺点等)，还拓展了其他方法(如农艺调控)，并对所给出的技术进行了归纳总结，以及修复方案选择建议和注意事项。

(3) 以上节课程内容的知识点与本节课程知识点的关联性为导入点，增强学生对知识的连接性，让学生对已学知识有获得感。

3.2. 目标 - 成果可检测

以学生获得为目标导向，将课程目标、教学重点具象化，不再只是使用“学习”、“掌握”、“理解”等抽象概括性词语，而是选择一些行为动词，如“列举”、“复述”、“比较”、“设计”等。以可检测、易判断的方式设定目标和重点，不仅可以帮助教师真正了解学生对知识点的掌握程度，也可帮助学生自行判断。对此，学生也表示利用行为动词更能对获取知识的情况进行自测。

如何修复土壤中重金属 Cd 的污染

4. 农艺调控

调整 pH 值：施用石灰或有机肥提高土壤 pH，减少 Cd 的生物有效性。

水管理：通过淹水（还原条件）促进 Cd 与硫化物结合，降低活性。

作物选择：种植低积累 Cd 的作物（如玉米、小麦），避免叶菜类等易富集作物。

适用场景：轻度污染的农田持续管理。

5. 联合修复技术

化学+植物修复：先用钝化剂降低 Cd 活性，再种植超积累植物。

微生物+植物修复：利用微生物增强植物对 Cd 的吸收或固定。

优点：提高修复效率，适用于复杂污染场景。

修复方案选择建议

轻度污染农田：优先选择钝化剂（如生物炭+有机肥）+ 农艺调控（调整 pH 和作物类型）。

中重度污染农田：植物修复（超积累植物）联合化学钝化。

工业用地/重度污染区：固化稳定化或土壤淋洗+客土法。

注意事项

长期监测：修复后需定期检测土壤 Cd 含量及形态变化。

生态风险：避免修复过程对周边环境造成二次污染。

政策法规：遵循当地环保标准，合理选择技术。

通过综合评估污染程度、成本及生态影响，选择最适合的修复策略，可实现土壤 Cd 污染的有效治理。

Figure 1. Result display of DeepSeek's input instruction: "How to remediate the pollution of heavy metal Cd in soil"

图 1. DeepSeek 搜索“如何修复土壤中重金属 Cd 的污染”结果展示

3.3. 前测 - 精准学情诊断

学情精准诊断主要分为两种情况，一是开课之前，需要对本课程的先修课程的学习掌握情况进行诊断，二是每次课程开始，要对上节课程重点内容做测试。主要以提问应答、匿名投票、“雨课堂”随堂练习(图 2)和任务布置等方式开展。通过对学生前测，了解其先备知识或对上节课内容的掌握和遗忘程度，并根据测试结果，及时调整课程的讲解内容及教学进度。

对于基础薄弱的班级，应在课程开始之前，对其可能不了解的知识点，以文档或视频的方式分享给 学生，让学生提前自学，并在“雨课堂”中通过布置任务、设定问题的方式，及时了解学生对陌生知识的掌握情况，以增强学生在课堂上对于知识的接受程度，跟上教学节奏。

填空题 5分

设置

1、[填空1]的光解是平流层中O₃的主要来源。

O₂

2、[填空2]的光解是光化学烟雾的引发过程。

NO₂

3、[填空3]的光解是大气中唯一已知O₃的人为来源。

NO₂

4、[填空4]的光解大气中HO·的重要来源。

HNO₂

5、[填空5]的光解是对流层HO₂·的重要来源。

HCHO

作答

第二章 大气环境化学 / 第三节 大气中污染物的转化

Figure 2. “Rain Classroom” in-class quizzes

图 2. “雨课堂” 随堂测验

3.4. 参与式学习 - 高阶能力培养

想要获得更好的教学效果，参与式学习极为重要。增加学生在课堂上的参与度，也符合“学习金字塔”中“小组讨论”、“实际操练”、“教别人”的模式，学习效果分别可达到 50%、75%、90%，远高于“听讲”学习的 10%，学生获得知识也更牢固。

(1) 鼓励学生主动参与分享和课程相关的知识点或热点问题，可以是课堂上某个知识点的拓展，例如前沿期刊论文、与课程相关的热点问题最新进展等，以 PPT 的模式，将所学分享给大家，并与同学和教师进行有效讨论，促进学生自主思考，培养学生创新实践应用能力。在此过程鼓励学生利用 AI 工具，对已完成体系进行补充。两学期的教学对比发现，DeepSeek 的使用让学生的思维逻辑更加全面，以往未使用 DeepSeek 的学生只是在陈述某方面的知识，各知识之间缺乏连接，展示内容仍局限于课本的知识体系中(图 3(a))，并无拓展；将汇报内容利用 DeepSeek 辅助完成之后，整体逻辑明显更为全面，除了包括污染现状、危害等基础内容外，还增加了解决措施和实际案例(图 3(b))，学生表示 DeepSeek 的使用打开了其知识盲区，帮助其建立了更完整的思维逻辑。



Figure 3. The impact of using DeepSeek on the establishment of students’ logical thinking (a) without using DeepSeek (b) using DeepSeek

图 3. (a) 未使用 DeepSeek 与(b) 使用 DeepSeek 对培养学生逻辑思维能力的影

(2) 教学过程增加互动环节。以课程相关问题为题(如就某个污染事件哪种修复技术最为有效), 组织学生讨论。利用 DeepSeek 生成环境化学谜语: “我是无色无味, 但能致癌, 我是谁? ——苯并芘”。也可利用 AI 技术生成随堂测验, 如在 DeepSeek 输入指令: 请生成 5 道关于“持久性有机污染物(POPs)”的随堂测验题, 难度适中, 并附带解析(图 4)。可以看到, DeepSeek 给出的题目存在很多特点, ① 设计思路覆盖了有关 POPs 的核心知识点, 如定义、典型物质、国际公约、迁移机制、与同类污染物的区别; ② 增强对比记忆, 给出了干扰项易混淆的概念(如其他公约、非 POPs 污染物); ③ 解析侧重逻辑关联, 强化对“持久性”、“生物蓄积性”、“全球迁移性”三大特征的理解。

持久性有机污染物随堂测验题设计

持久性有机污染物 (POPs) 随堂测验题

题目 1: 以下哪项是持久性有机污染物 (POPs) 的核心特征?

- A. 易溶于水
- B. 在环境中快速降解
- C. 具有长距离迁移能力
- D. 仅对植物有毒

解析: 选 C。POPs 的核心特征包括持久性 (难以降解)、生物蓄积性、长距离迁移能力 (通过“蚱蜢效应”) 以及对生物体的毒性。C 选项正确, A、B、D 均为错误描述。

题目 2: 以下哪种物质属于典型的 POPs?

- A. 二氧化碳 (CO_2)
- B. 滴滴涕 (DDT)
- C. 甲醛 (HCHO)
- D. 氯化钠 (NaCl)

解析: 选 B。DDT 是《斯德哥尔摩公约》首批列入管控的 POPs 之一, 曾被广泛用作杀虫剂。A 是温室气体, C 是挥发性有机化合物, D 是普通盐类, 均不属于 POPs。

题目 3: 国际社会管控 POPs 的主要公约是?

- A. 蒙特利尔议定书
- B. 斯德哥尔摩公约
- C. 巴塞尔公约
- D. 巴黎协定

解析: 选 B。《斯德哥尔摩公约》专门针对 POPs 的管控, A 涉及臭氧层保护, C 针对危险废物跨境转移, D 关注气候变化。

题目 4: POPs 能够进行长距离迁移的主要原因是?

- A. 高密度
- B. 半挥发性 (易蒸发和沉降循环)
- C. 强酸性
- D. 颜色深易吸附

解析: 选 B。POPs 的“半挥发性”使其能在温暖地区蒸发, 随大气流动到寒冷地区冷凝沉降 (蚱蜢效应), 从而实现全球扩散。其他选项与迁移无关。

题目 5: 以下哪项是 POPs 与重金属污染物的显著区别?

- A. 对生态系统有害
- B. 可通过食物链富集
- C. 在环境中长期存在
- D. 具有有机化合物结构

解析: 选 D。POPs 是含碳有机化合物, 而重金属 (如汞、铅) 是无机元素。A、B、C 是两者的共性, 并非区别。

设计思路:

覆盖核心知识点: 定义、典型物质、国际公约、迁移机制、与同类污染物的区别。

干扰项贴近易混淆概念 (如其他公约、非 POPs 污染物)。

解析侧重逻辑关联, 强化对“持久性”“生物蓄积性”“全球迁移性”三大特征的理解。

Figure 4. Result display of DeepSeek's input instruction: "Please generate 5 in-class test questions about Persistent Organic Pollutants (POPs) with moderate difficulty, and provide explanations."

图 4. 向 DeepSeek 输入指令: “请生成 5 道关于持久性有机污染物(POPs)的随堂测验题, 难度适中, 并附带解析”的结果展示

(3) 鼓励学生对课程复杂内容建立思维导图, 提升学生对知识体系的全局性掌握, 例如课程第二章“大气环境化学”中涉及多种吸光物质的光解反应的条件、路径, 各种自由基之间也存在一定关联, 这部分知识极易产生混淆, 对此可让学生在过程中制作思维导图(图 5), 加深学生对知识点对比记忆的同时, 还可增强学生的实践能力。

3.5. 后测 - 及时反馈调整

通过设置开放性问题, 让学生在课堂上以回答问题、互动讨论等方式, 参考布鲁姆教育目标分类法, 明确学生对于知识点的掌握程度是“记忆”、“理解”、“应用”、“分析”、“评估”还是“创造”。通过即时反馈互动系统(如雨课堂平台)发布前测/后测题目, 实时收集学情数据对比情况, 实现精准教学干预, 并结合学生课堂上的表现, 及时上课方式调整下节课的内容和方式。

在 DeepSeek 生成的多种土壤修复方案的案例(图 1)任务中, 学生首先应用课堂所学知识构建初步方案(即为应用层次); 继而分析利用 AI 生成的多种方案的优缺点、适用条件和潜在副作用(即为分析层次); 最后小组讨论并评价出最优方案, 并且陈述理由(即为评价层次)。AI 工具的高效信息整合能力, 使得课

堂时间得以从低阶的“记忆”和“理解”中解放出来，更多地投入到高阶的“分析”、“评价”乃至“创造”活动中，实现认知目标的爬升。

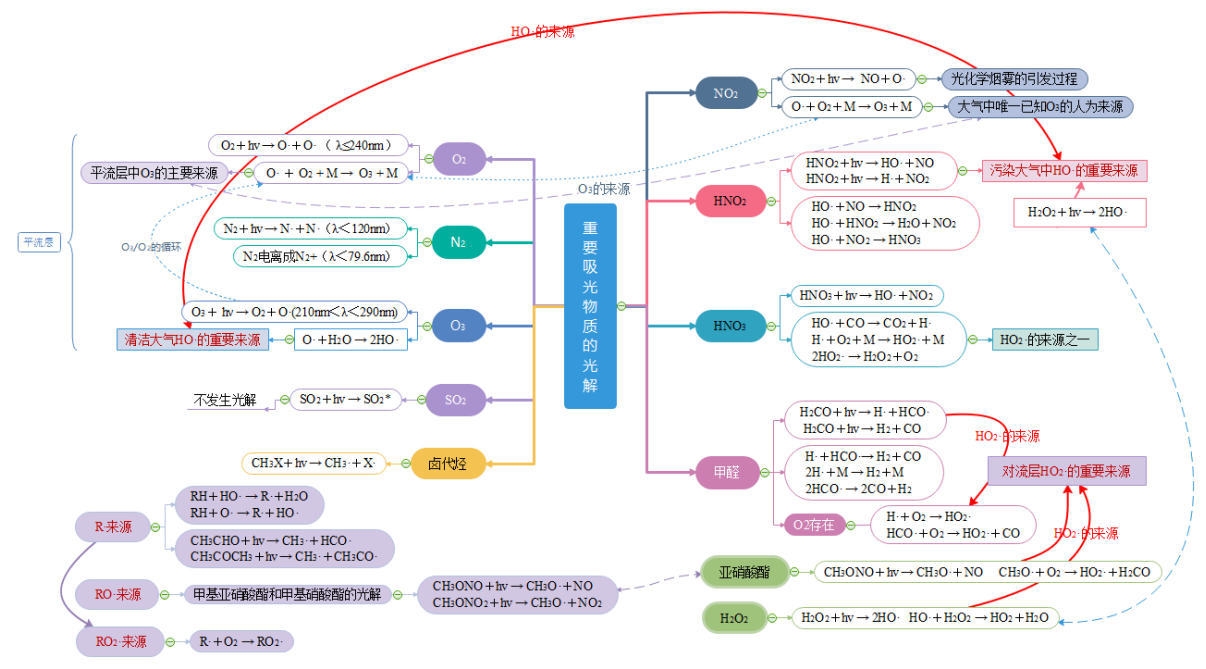


Figure 5. Mind map of photolysis of important absorbing substances in the atmosphere

图 5. 大气中重要吸光物质光解的思维导图

也可利用生成式 AI 内容增强工具(如 DeepSeek)生成错题本，将学生作业整理成册，向 DeepSeek 输入指令：“请批改这份文件中的 50 份《环境化学》作业(含计算题和简答题)，统计错误率最高的 3 个知识点，并为每位学生生成个性化复习建议”(图 6)。教师由此可掌握学生的易错点，实现对知识掌握情况的“分析”和“评估”，提升教学效率。

批改与统计分析流程

1. 知识点分类表 (需提前建立)

题目编号	对应知识点	类型 (计算/简答)
1-3	POPs 特性与公约	简答
4-5	亨利定律计算 (气体溶解度)	计算
6-8	污染物降解半衰期计算	计算
9-10	生物富集因子 (BCF)	简答+计算

2. 错误率统计

记录每位学生每题的得分/错误点。

按知识点汇总错误频次 (例如: 30 人错“半衰期计算”)。

3. 高频错误知识点示例 (需根据实际数据填写)

排名	知识点	错误率	典型错误表现
1	污染物降解半衰期计算	68%	混淆一级反应公式 (ln 与 log 混用)
2	生物富集因子 (BCF)	52%	未考虑脂溶性参数或食物链层级
3	亨利定律常数应用	45%	单位换算错误 (atm 与 Pa 未转换)

个性化复习建议模板 (以学生 A 为例)

学生 A (学号 2023001)

1. 薄弱环节:

- 半衰期计算: 作业第 6 题公式错误 (误用零级反应公式)。
- 亨利定律: 第 4 题未将温度统一为开尔文单位。
- POPs 迁移性: 简答题未提及“蚱蜢效应”关键机制。

2. 针对性建议:

重点复习章节:

- 《环境化学》第 3 章“化学动力学基础”(公式推导+单位训练)。
- 第 5 章“污染物迁移模型”中的全球蒸馏效应图解。

练习推荐:

- 完成教材 P78【习题 3-5】半衰期计算专项训练。
- 观看慕课视频“亨利定律三步法计算”(链接示例: xxx.com)。

易错点提醒:

- 计算前先明确反应级数, 一级反应必须用 $\ln(C_0/C) = kt$!
- 单位换算口诀: “先看量纲再动手, 温度必用 K”。

Figure 6. Result display of DeepSeek’s input instruction: “Please review 50 assignments of *Environmental Chemistry* in this document (including calculation questions and short-answer questions). Identify the three most error-prone knowledge points, and generate personalized review suggestions for each student.”

图 6. DeepSeek 输入指令: “请批改这份文件中的 50 份《环境化学》作业(含计算题和简答题), 统计错误率最高的 3 个知识点, 并为每位学生生成个性化复习建议”的结果展示

3.6. 总结 - 学习成果可视 + 课后延伸

以思维导图、随堂测验、课后作业等模式对当节课程作总结。更多地鼓励学生自主总结, 并以讲授的方式进行掌握程度检验。以“教别人”模式的提高对知识的掌握。例如, 利用思维导图(图 5、图 7)可以帮助学生将知识点串联, 增强学生的逻辑性及对知识的灵活运用, 有助于学生对课程的理解和记忆; 利用 DeepSeek 结合 Neo4J 等工具帮助学生建立“污染物 - 介质 - 生物效应”的多维关系的可视化, 解决抽象知识理解障碍的问题; 利用“雨课堂”实现随堂测验(图 2), 有助于教师实时了解学生对本次课程内容的获得程度, 并总结本次课程的不足, 明确改进方向; 课后作业可利用 DeepSeek 布置和总结(图 6), 鼓励学生独立思考完成并自行批改, 对于自行批改的作业要求其保留修改痕迹, 防止学生为想获得高分, 直接抄袭教材或互相抄袭的情况, 也帮助教师实时掌握学生的易错点, 并加强相关知识点的复习。

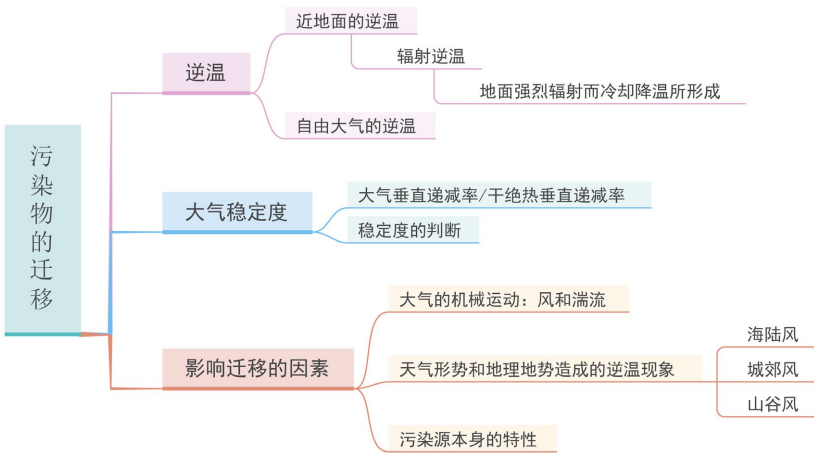


Figure 7. Use mind maps to summarize the key knowledge of the chapter on atmospheric pollutant migration
图 7. 利用思维导图完成大气污染物迁移章节的重点知识汇总

4. “BOPPPS + AI” 模式的教学效果分析

4.1. 不同教学班对比结果

在同一学期开设的两个教学班中分别采取“传统”和“BOPPPS + AI”的教学模式，两个教学班的师资、学生专业、课程基础、教材、课时无显著差异。课程开始时，两个班级的学生进行统一的“基础知识概念测试”，以此作为基线数据。在一章学习或者课程结束后，对学生的学学习结果(如章节测试、课堂表现、雨课堂过程数据、期末考试成绩等)进行收集并分析。并在学生群体中采用问卷调查、焦点小组访谈、学生学习日志等方法，收集学生关于学习体验、参与积极性、思维方式变化的数据。

在课堂活跃度上能明显发现，采用“BOPPPS + AI”教学模式的班级上，学生的积极性更高、参与度更强。课间在与学生交流时，学生表示“每节课的教学设计和 AI 使用，可以让自己减少走神、跟上节奏，对于知识的理解也更加透彻清晰，在思维上也感受到了一些变化”、“AI 工具帮助其多角度地思考”、“相似知识点的甄别具有挑战性”等等。对期末成绩(图 8)分析发现，传统教学模式下，学生期末成绩的优良率并不高，在教学模式改革之后，不及格人数清零，高分成绩段人数明显增多，尤其是 70~80 分段的人数显著增加，最高分由传统模式的 77 分涨至 92 分。由此可知，新的教学模式下，学生对基本知识的掌握更加牢固，同时在理论知识的应用上，即在利用相关知识分析、计算、解决环境问题上，也更加灵活。

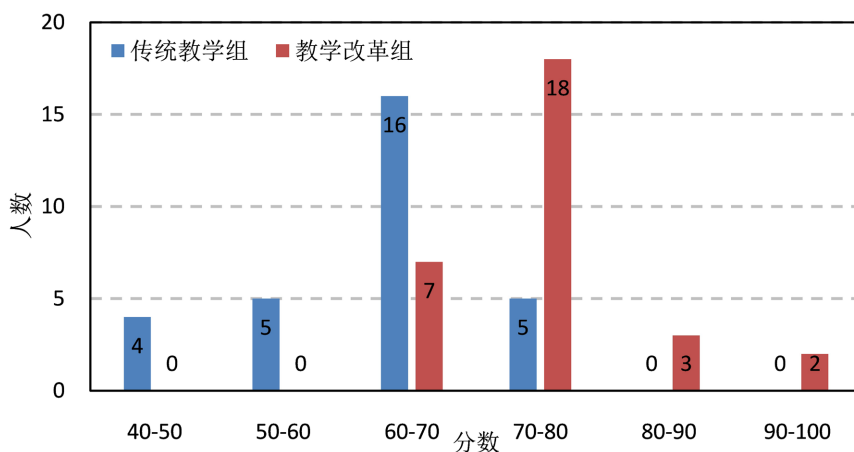


Figure 8. Statistics of students' final exam results

图 8. 学生期末成绩统计

4.2. AI 工具在教学应用中的反思

在学生使用 AI 工具获得优势的同时，也发现了一些问题。例如(1) AI 工具提供的信息准确性问题，DeepSeek 提供的信息中可能存在一些虚假或过时信息，尤其是在快速发展的环境化学领域。(2) 思维惰性与学术诚信问题，有些学生跳过思考，直接抄袭 AI 生成的答案，导致批判性思维和独立研究能力的退化。(3) 技术依赖问题，学生发现 AI 工具提供的结果比起自主思考更加全面，一有问题就想利用 AI 解决，产生了较强的信赖和依赖心理。对此，我们也在使用 AI 的过程中不断改进。(1) 针对信息准确性，我们在任务设计中融入了“交叉验证”环节。例如，要求学生对 AI 生成的修复方案，必须通过查阅教科书、权威数据库或者 SCI 论文进行核实和佐证。(2) 针对思维惰性和学术诚信，向学生明确表达“过程重于结果”的评价标准。要求学生提交与 AI 对话的历史记录、修改迭代过程的草稿、以及最终的学习反思，重点评估其思维过程而非最终答案的完美程度。(3) 针对批判性思维培养，设计“AI 挑错”或“方案优

化”任务。给学生一段有瑕疵的 AI 生成文本，让其找出错误并提出改进意见，或将 AI 的初步方案作为批判性分析和优化的对象。(4) 明确 AI 工具使用规范，在课程开始时就与学生共同制定《AI 工具使用公约》，明确何时可用、如何运用、何为滥用，并将其纳入课程评价体系。这种改进措施也可实现布鲁姆教育目标分类法中高阶的“分析”、“评价”和“创造”的目标。

5. 结论

《环境化学》具有很强的理论性和逻辑性，学生获得如此庞杂且抽象的知识是很吃力的，由此导致课堂不活跃、学习积极性差的情况。依据“教师主导，学生主体”的教育理念，借助人工智能技术的发展不断重塑教育形态这一契机，笔者采用“BOPPPS+AI”的教育模式，实现对教材缺乏的实时前沿内容的更新、传统教学过程的改进、考核机制的创新，降低学生对复杂知识的掌握难题，增强繁冗庞杂知识点的关联性和可视化。应用之后发现学生对知识学习的主观能动性明显增强，学生独立思考、分析和解决问题的能力得到提升。该模式响应国家教育数字化战略要求，对知识的获取方式、传授方式以及教与学关系的革新有所助力。

参考文献

- [1] 鲁世林. DeepSeek 对大学教师教学的冲击及反思[J]. 高等理科教育, 2025(2): 10-12+16.
- [2] 李兴, 李潇, 张莞昕, 等. 基于知识图谱的《天气诊断分析》课程教学改革与创新路径研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(9): 22-30.
- [3] 李洁, 叶文玲, 尹带霞, 等. 新时代背景下环境化学课程的教学改革探索[J]. 大学教育, 2023(8): 35-38.
- [4] 武华乙, 武闯, 金兰英, 等. BOPPPS 模式在海洋药学专业物理化学教学中的探索[J]. 广州化工, 2022, 50(22): 197-199.
- [5] 马睿朵. DeepSeek 与批改网写作批改效能对比研究[J]. 计算机时代, 2025(7): 62-65.
- [6] 马亚鲁, 田昀, 马骁飞. DeepSeek 大模型: 对无机化学教与学的启示[J]. 大学化学, 2025, 40(9): 171-177.