

# 混合教学赋能高分子化学深度学习

## ——基于 O2O 混合式教学模式的研究与实践

刘巧宾, 王晓蓓, 李冬至

北华航天工业学院材料工程学院, 河北 廊坊 065000

DOI:10.61369/EIR.2025080004

**摘要:** 本研究构建并验证了一种以深度学习为导向的 O2O 混合式教学新范式, 通过“线上知识内化、线下能力升华”的设计, 系统整合线上资源, 依托超星学习通平台, 开展为期一学期的教学实践。从知识掌握、能力提升和学习体验三个维度评估了该模式的实践效果。研究表明, 该模式显著提升学生综合分析能力 (实验班综合题得分率较对照班提高 15.3%) 与创新思维 (创新题得分率提升 22.1%), 并依托人工智能技术实现学习行为精准分析。本成果为工程类课程从知识传授向能力培养的转型提供了可复用的路径参考, 具有较高的推广价值。

**关键词:** 高分子化学; 混合式教学; O2O 模式; 深度学习; 教学设计

### Blended Teaching Empowers Deep Learning in Polymer Chemistry— Research and Practice Based on an O2O Blended Teaching Model

Liu Qiaobin, Wang Xiaobei, Li Dongzhi

School of Materials Engineering, North China Institute of Aerospace Engineering, Langfang, Hebei 065000

**Abstract:** This study constructs and validates a new deep learning-oriented O2O (online-to-offline) blended teaching paradigm. Through a design that emphasizes "internalizing knowledge online and enhancing abilities offline," it systematically integrates online resources and utilizes the Chaoxing Learning Pass platform to conduct a one-semester teaching practice. The practical effects of this model are evaluated from three dimensions: knowledge mastery, ability enhancement, and learning experience. The research results indicate that this model significantly improves students' comprehensive analytical skills (the experimental class scored 15.3% higher on comprehensive questions compared to the control class) and innovative thinking (the score rate for innovative questions increased by 22.1%). Furthermore, it leverages artificial intelligence technology to achieve precise analysis of learning behaviors. This achievement provides a replicable pathway for the transformation of engineering courses from knowledge transmission to ability cultivation, demonstrating high potential for widespread adoption.

**Keywords:** polymer chemistry; blended teaching; O2O model; deep learning; instructional design

## 引言

高分子化学是材料科学、高分子材料与工程等专业的核心基础课程, 主要研究高分子的合成原理、化学反应、结构与性能关系。其内容涵盖聚合反应动力学、分子量分布等抽象理论, 以及在理论指导下的聚合方法选择与表征技术应用等复杂实践, 对学生的逻辑思维能力 and 实验操作能力要求较高。

长期以来, 高分子化学教学主要依赖于以教师讲授为中心的传统线下模式。该模式虽利于知识体系的系统构建, 但其固有局限也日益凸显: 教学进程同步化, 难以适配学生的个性化认知节奏; 理论传授与实验应用衔接松散, 导致学生难以将知识融会贯通; 课堂以单向灌输为主, 学生参与度低, 制约了深度思维能力的培养; 加之课时紧张, 教学内容往往无暇延伸至学科前沿与拓展领域。

信息技术的迅猛发展为破解上述教学困境提供了新的契机。线上线下混合式教学, 特别是强调深度融合的“O2O” (Online-to-Offline) 模式, 能有效整合线上学习的灵活性与线下教学的互动深度, 为学生实现从“浅层学习”到“深度学习”的跃迁构建了可行路径。

深度学习为导向的 O2O 混合式教学模式, 是对教学目标、内容、活动与评价的系统性重构, 通过精准教学设计实现优势融合, 达成“1+1>2”的整体增效<sup>[1]</sup>。敏捷混合学习 (ABL) 理念的兴起, 正推动 O2O 教学模式与数字化时代学习者的认知特点实现深度融合<sup>[2-3]</sup>。

基金项目: 北华航天工业学院线上线下一流课程建设项目 (项目号 JY202487)。

在 高 分 子 化 学 课 程 中 ， 已 有 研 究 关 注 OBE 理 念 与 混 合 式 教 学 的 结 合<sup>[4-5]</sup>， 或 基 于 BOPPPS 模 型 设 计 教 学 方 案<sup>[6]</sup>， 为 课 程 改 革 提 供 借 鉴 。 然 而 ， 现 有 研 究 在 融 合 O2O 模 式 所 特 有 的 “ 线 上 - 线 下 ” 闭 环 循 环 与 深 度 学 习 所 强 调 的 高 阶 思 维 目 标 方 面 仍 显 不 足 ， 难 以 充 分 适 配 高 分 子 化 学 理 论 抽 象 与 实 践 性 强 的 课 程 特 点 。 为 此 ， 本 研 究 针 对 高 分 子 化 学 的 学 科 特 征 及 其 在 工 程 涂 层 、 功 能 膜 材 料 等 领 域 的 应 用 需 求 ， 构 建 以 促 进 深 度 学 习 为 导 向 的 O2O 混 合 式 教 学 模 式 ， 并 通 过 教 学 实 践 验 证 其 有 效 性 ， 以 推 动 课 程 从 知 识 传 递 向 能 力 培 养 转 型 ， 提 供 兼 具 理 论 支 撑 与 实 践 参 考 的 解 决 方 案 。

## 一、理论基础与模式构建

### (一) O2O 混合式教学与深度学习的适配性分析

混合式教学的核心在于“融合”，通过系统化教学设计实现线上与线下有机整合，对教学目标、内容、活动与评价进行系统性重构，以追求“1+1>2”的教学协同效应。结合高分子化学课程特点，其适配性主要体现在：线上环节适合基础知识传递（如聚合反应基本概念、反应方程式书写）、虚拟仿真实验预习（如聚合设备操作流程模拟）；线下环节则聚焦高阶能力培养（如聚合工艺优化、工业案例分析、复杂体系设计），二者形成互补。

本教学模式核心理念是推动学习由浅入深，即从注重事实记忆的浅层学习，转向以知识关联、批判性思考、实际应用与创新创造为特征的深度学习。这一理念精准锚定了布鲁姆教育目标分类中的高阶认知范畴即应用、分析、评价、创造。因此，模式的设计旨在系统性地引导学生向高阶认知层次发展，实现思维能力的根本性跃升。

### (二) “O2O”混合式教学模式的构建

本研究以建构主义与联通主义学习理论为理论基础，构建了如图1所示的O2O混合式教学模式。该模式遵循“课前线上知识建构—课中线下能力内化—课后线上迁移创新”的教学路径，三个阶段通过学习平台的数据反馈有机衔接，形成一个以数据驱动教学决策、并能基于数据进行迭代优化的螺旋上升式教学闭环，框架的核心机制在于利用平台数据实现各环节间的精准衔接与持续优化，从而深度融合线上与线下教学的优势。

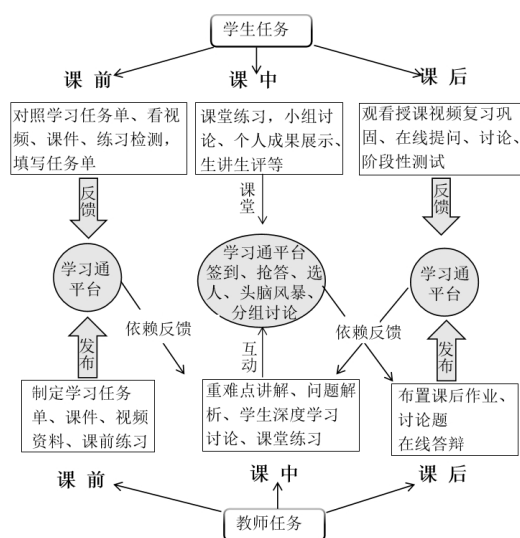


图1 基于“O2O”模式的高分子化学混合式教学框架

在本教学模式的课前阶段，教师围绕基础知识拆分核心知识点（如“自由基聚合”章节拆分为“引发剂选择”“聚合机理”“影响因素”），制作5-10分钟的微课视频，配套前沿文献、动画模拟及虚拟仿真实验资源，上传至超星学习通平台。同时发布引导性问题与前测问卷，引导学生开展初步思考。学生则依据学习任务清单，自主安排线上学习，完成基础概念的理解，并通过讨论区提出疑问，实现知识的初步内化，为后续课堂深度探究奠定基础。

在课中环节，教师基于学生线上学习数据与前测反馈，聚焦共性问题，组织教学重点，将课堂从单向讲授转为以高阶认知活动为主的教学场。学生通过翻转课堂开展小组协作探究，围绕“如何设计具有特定分子量与窄分布的聚合物”等复杂问题展开研讨；或结合真实工业案例，从成本、环保与性能等维度进行分析与辩论；借助学习通平台进行即时测评与成果展示，在师生互动与同伴评议中深化理解，实现知识内化与能力提升。

课后阶段，教师布置更具挑战性的拓展任务，如文献综述或研究设计，并在线上提供持续指导。学生通过完成此类任务实现知识整合与迁移，也可依托平台开展延伸讨论与自主学习，促进知识应用与创新。全过程产生的学习数据（如作业表现、论坛参与度）形成教学反馈，支持教师持续优化教学设计。结合人工智能技术对学习行为进行分析，可进一步增强反馈的精准性与时效性，形成“教学—评价—优化”闭环，推动教学质量持续提升。

## 二、教学实践与效果分析

为验证上述模式的有效性，本研究北华航天工业学院功能材料专业两个平行班级的《高分子化学》课程中开展教学实践。其中，实验班（N=45）采用O2O混合式教学模式，对照班（N=47）采用传统讲授式教学。课程由同一教师授课，使用统一教材及考核标准，且入学成绩、前期专业基础无显著差异。

### (一) 实践案例：以“自由基聚合”章节为例

下面以“自由基聚合”章节为例具体说明教学实施情况。该章节涉及概念多、机理复杂、影响因素相互交织，是课程教学的典型难点。

实验班的O2O模式教学分三个阶段展开。课前，教师发布围绕“自由基聚合三要素”的微课视频，要求学生观看并完成相应线上习题，同时在讨论区设置“本体聚合后期自动加速效应的成因及对工程生产的影响”等引导性问题。课中，教师首先针对线上反馈进行简要梳理，随后组织学生分组完成探究任务“设计以AIBN为引发剂、在60℃下合成聚甲基丙烯酸甲酯的方案，分

析可能出现的凝胶效应及对策”。学生开展小组研讨（10min）后，每组推选一名代表进行成果展示（每组3~5min），随后进行1~3min互动辩论，最后由教师点评总结（5~10min）。课后，学生需撰写一篇关于“可控/活性自由基聚合技术在工程材料中的应用进展”的短综述（要求3000字左右，引用近5年核心文献不少于8篇）并在线提交，评价标准包括文献综述完整性（30%）、技术分析深度（40%）、创新观点（20%）、格式规范性（10%）。

对照班的教学则沿用传统讲授方式。教师按教材顺序，系统讲解自由基聚合的机理、动力学、分子量及其影响因素，过程中仅穿插提问。课后则布置与教材内容对应的习题。

## （二）效果评估与分析

通过期末考试成绩、问卷调查和课堂观察记录等多种方式，从不同维度评估教学效果。

### 1. 知识掌握程度分析

学期末对两班学生进行统一命题的闭卷考试。试卷包含基础题（占40%，考察记忆和理解）、综合题（占40%，考察分析和应用）和创新题（占20%，考察评价和创造）。成绩对比如表1所示。

表1 实验班和对照班各题型得分率对比

题型	实验班（O2O教学模式）	对照班（常规教学模式）	差异幅度
基础题（40分）	82.3%	80.7%	+1.6%
综合题（40分）	65.8%	50.5%	+15.3%
创新题（20分）	48.2%	26.1%	+22.1%

表1数据显示，两班在基础题得分率上无显著差异，表明两种模式在基础知识传递方面效果相当。然而，实验班在综合题（+15.3%）与创新题（+22.1%）上的得分率显著超越对照班，有力的证明了O2O混合式教学模式在培养学生分析、应用、评价与创造等高阶思维能力方面具有显著优势。

### 2. 学习能力与体验调查

课程结束后，我们对实验班学生进行了匿名问卷调查。结果如图2所示。

调查结果显示，超过85%的学生认为该模式提升了他们的学习兴趣、加深了对知识的理解，近90%的学生认为其自主学习能

力和团队协作能力得到了增强。学生的开放性反馈进一步印证了量化结果。学生A提到“小组讨论迫使我在课前消化微课内容，否则无法参与课堂方案设计”，体现了课前自主学习与课中协作的联动效应。学生B写道“以前上课就是听，很容易走神。现在课前必须自己看视频预习，带着问题来上课，课堂讨论很激烈，感觉知识真正‘钻’进了脑子里。”这些反馈说明混合式教学能提升学生学习主动性，该模式能有效促进学生的沉浸式学习和深度参与。

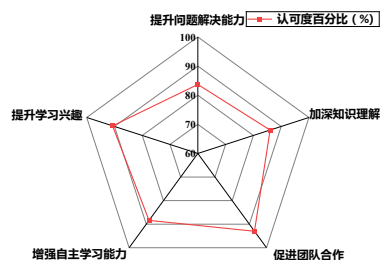


图2 实验班学生对混合式教学模式各项指标的认可度调查

## 三、结论

本研究构建并实践了一套以深度学习为导向的O2O混合式教学体系，推动了高分子化学教学从“知识传授”向“能力建构”的范式转型。该体系通过“线上知识传递-线下能力升华-课后拓展创新”的闭环设计，依托超星学习通平台与人工智能分析技术，将教学重心从教师单向讲授转向学生深度参与，有效提升了学生的分析、应用、创新等高阶认知能力，以及自主学习与团队协作素养，为课程教学改革提供了可行路径。

未来，我们将继续聚焦基于大数据的多元教学评价体系构建，探索人机协同的精准教学支持机制，强化与企业的合作，开发更多贴近工程实际的教学案例，从而持续优化教学过程，更好地服务于高分子领域创新人才的培养。

## 参考文献

- [1] 宋文龙, 林权, 张恺, 等. 课程思政背景下高分子化学课程建设——吉林大学基础学科拔尖班“唐敖庆”班教学实践[J]. 化学教育(中英文), 2024, 45(02): 18-22.
- [2] 吴永军. 课程改革需要遵循三大思维[J]. 课程·教材·教法, 2020, 40(05): 71-78.
- [3] 孙力, 郭嘉昊. 基于BOPPPS模型的高职院校混合式实习模式研究[J]. 高等职业教育探索, 2024, 23(06): 35-42.
- [4] 张青, 关俊霞, 刘会媛, 等. 基于OBE理念的高分子化学课程混合式教学模式探究[J]. 唐山师范学院学报, 2022, 44(06): 82-85.
- [5] 董黎明, 陈艳, 喻桂朋, 等. 混合式教学在《高分子化学》课程中的应用与实践[J]. 高分子通报, 2019, (12): 52-59.
- [6] 何明, 周向阳, 舒绪刚. 基于自建线上课程的线上线下混合式教学模式探索——以“高分子化学”课程为例[J]. 科教导刊, 2024, (11): 131-133.