

基于知识图谱的混合式教学模式的研究与实践——以高分子化学为例

刘娜娜 曹小红 周跃明 袁轶君

东华理工大学, 中国·江西 南昌 330013

摘要: 为破解传统混合式教学中存在的课程知识碎片化、知识体系不连贯、个体差异化教学匮乏等突出问题, 本文以高分子化学课程为对象, 依托雨课堂数字化教学平台, 开展了基于知识图谱的混合式教学改革与研究。教学实践表明: 该教学模式梳理了课程内容的整体脉络, 夯实重难点知识, 显著提升了学生的学习积极性与专业拓展能力; 课程成绩分布更合理, 教学满意度高。为高校理工科专业课程数字化转型提供借鉴。

关键词: 知识图谱; 混合式教学; 高分子化学

Research and Application of Knowledge Graph-based Blended Teaching: Taking Polymer Chemistry as an Example

Liu Nana, Cao Xiaohong, Zhou Yueming, Yuan Yijun

East China University Of Technology, China Jiangxi Nanchang 330013

Abstract: Traditional blended teaching has obvious deficiencies, including fragmented course knowledge, incoherent knowledge systems and the lack of differentiated teaching for individual students. Taking Polymer Chemistry as the research object and relying on the digital teaching platform Rain Classroom, this paper explored the reform of blended teaching based on knowledge graphs. The findings revealed that this teaching mode clarified the overall framework of course content and consolidated key and difficult knowledge points. It had significantly improved students' learning enthusiasm and professional expansion ability, optimized the distribution of course scores, and achieved high teaching satisfaction. The research results can provide a reference for the digital transformation of professional courses in science and engineering majors of universities.

Keywords: The knowledge graph; Blended learning; Polymer chemistry

0 引言

随着数字化的不断推进, 教育领域正经历着深刻变革。2021 年以来, 教育部六部门将知识图谱纳入教育数字化转型的重点建设任务, 大力推进知识图谱的研发与应用, 力求让其成长为教学模式创新、教学质量提升的关键技术载体^[1]。知识图谱最初是谷歌为了改善用户的搜索体验在 2012 年提出来的, 其技术本源是语义网络工程化的实践产物, 汇聚了大数据阶段知识工程的前沿研究成果^[2]。经过十多年的技术优化与应用发展, 逐步拓展到本科各类专业课的教学改革场景^[3]。

教育场景下的知识图谱深度融合教学逻辑与学生认知规律, 被划分为知识本体层与教学应用层^[4]。知识本体层立足教学大纲、课程教学目标、教材, 逐层梳理基本概念、定义、原理、规律、重要理论与公式、易混淆辨析类知识点, 再依托从属、并列、因果、对比、递进、衍生等多种

关系, 锚定知识点之间固有的课程逻辑^[5]。教学应用层, 把课程内容与额外的资源进行联接, 比如可见、习题、微课、测验题库、延伸学习资料, 实现知识点与配套教学资源的定向匹配^[6]。两个层级各司其职、互通互联, 该架构目前已成为国内高校搭建课程知识图谱的主流设计思路^[7]。

1 混合式教学改革中存在的问题

混合式教学理念落地推广后, 就在教育界掀起了改革浪潮, 它的优点突出: 打破线上资源与线下授课的壁垒, 促成线上线下教学联动, 构建无边界的自主学习模式, 丰富立体化教学资源, 重构课堂教学结构^[8]。然而, 经过长期的一线教学实践后, 诸多现实问题逐步显现, 亟待优化完善。

碎片化教学资源与零散学习模式, 对高分子化学这类逻辑严密、机理关联性强、知识点层层递进的专业课程有明显的负面影响^[9]。雨课堂、智慧树、慕课等线上平台提

供的资源多以独立知识点为单位进行拆分制作,包含配套的习题、课件、微课等,知识点呈点状分布,割裂了原本连贯完整的课程知识体系^[10]。学生在线上自主学习中只能单独记忆基础概念、聚合反应机理、聚合速率/聚合度公式与影响因素,难以厘清不同知识点间的内在逻辑与前后脉络。而理工科课程内容具有极强的逻辑性与递进性,长期零散化学习会使得学生的知识储备孤立断层,无法把握整体的知识脉络,更无法养成融会贯通的学科思维^[3]。

混合式教学依托线上资源、任务的推送,让学生获得了灵活的学习方式,同样的资源被送到每个学生手上,整体呈现出平均化分配!但学生个体往往差异显著,优秀的学生常常学不足,基础薄弱的学生跟不上节奏,难以实施因材施教的理念^[11]!

总之,混合式教学打破了教学边界,提供了丰富的教学资源,却也存在知识碎片化以及无法落实差异化教学等缺陷,而这些问题亟待解决^[8]。

2 知识图谱在混合式教学改革中的优势

知识图谱具有知识可视化、决策科学化、学习路径个性化等鲜明优势,能有效弥补高分子化学混合式教学的实践短板,通过对教学内容、教学流程的系统性优化,提升混合式教学质量,推动高校课程教学改革向更深层次、更高质量发展^[12]。凭借上述独特优势,知识图谱已在全球教育领域得到广泛实践^[13]。国外多所高校将其深度融入课程体系设计与开放教育资源开发全过程,通过知识的结构化呈现与关联梳理,帮助学生构建系统的知识框架,实现知识的高效吸收与灵活运用^[14]。国内各类教育机构与相关企业也逐步加大知识图谱在教学设计中的应用探索,通过构建贴合学科特点的知识图谱,辅助教师优化教学规划、梳理教学逻辑,同时通过对学生学习行为的精准分析,为个性化教学提供数据支撑,推动教学过程的精准化与高效化^[4-5]。针对高分子化学逻辑性强、知识点关联紧密的课程特点,下文将结合知识图谱的应用优势,提出适合本课程的混合式教学改革措施。

3 高分子化学课程教学改革主要措施

高分子化学是本校应用化学专业的核心骨干课程,在基础化学理论与高分子材料研究、应用开发之间起着重要的桥梁作用^[1]。教学效果的好坏,直接关系着学生专业素养、科研思维与实践能力的养成。为了顺应教育的数字化发展方向,培养创新型人才,我们以应用化学专业学生为研究对象,开展了基于知识图谱的混合式教学模式研究与实践^[2]。本次改革的教学模式,如图1所示将教学分为课

程知识图谱的建设、教学活动、教学效果评价三个过程。这三个过程相互关联,联系密切,构成一个整体。

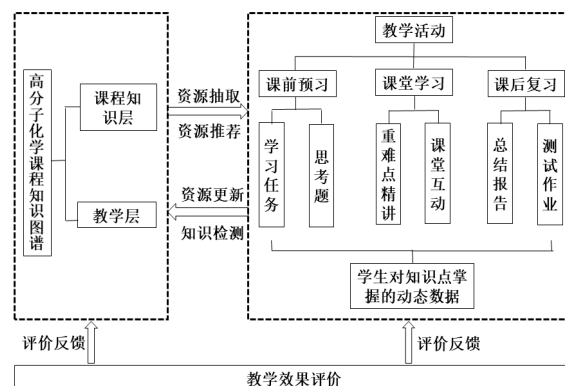


图1 基于知识图谱的混合式教学模式

3.1 知识图谱体系构建：搭建双层架构，实现知识可视化呈现

整套图谱架构包含课程知识层与教学层两个部分,二者分别对课程内容图谱与教学知识图谱。我们梳理了高分子化学各章节的知识点,利用雨课堂平台搭建了包含400+知识节点的课程知识层,通过设置重难点、编辑各知识点间的关系及属性,在呈现高分子化学课程核心内容的同时形成一个可视化的网状结构。例如,知识图谱能够直观展现出连锁聚合与逐步聚合是基于聚合原理进行分类的并列关系,进一步细化连锁聚合与自由基聚合、阴离子聚合、阳离子聚合的从属关系,并直观对比三类聚合方式的引发剂、终止剂、机理特征、影响因素等的差异。这些内容的呈现能够可视化呈现出整个高分子化学知识内容的脉络,让零碎的理论知识系统化,帮助学生把握整个课程的知识框架,为教学活动的开展、教学效果的检测奠定基础。

为推动课程内容图谱深度融入日常教学,我们特意搭建了教学层。教学活动所需的资源涵盖核心知识点的自测习题、讨论、作业、拓展图文与视频等内容,通过课程内容图谱与这些线上素材进行关联,实现各项教学活动与图谱的一体化整合,深度联接教学内容与学科前沿发展、学习巩固需求以及学生认知规律。本次共筛选并整理了27个图文、视频类优质教学资源:施陶丁格等诺贝尔奖获得者的生平事迹,生活中常见高分子材料现象的解释,橡胶的历史与制作过程,功能性高分子材料包括导电聚合物、液晶高分子、超高分子量聚乙烯纤维等的介绍,聚苯乙烯乳液聚合实验视频,以及活性阴离子聚合、ATRP等一些高分子化学的前沿研究等,督促学生在课外线上阅读这些内容,能有效引导打破课本知识与理科科研、实际应用之间的壁垒,让应化专业学生在扎实掌握理论基础上,拓宽专

业视野,激发专业探索热情与科研创新意识。这一实践也契合国家高等教育智慧教育平台中高分子化学课程“动态增补学术前沿、行业新成就”的教学特色。双层知识图谱的构建,真正实现了教学内容与学科前沿、学习巩固需求、学生认知规律的深度衔接,见图2。

3.2 数字化教学活动重构:依托图谱与雨课堂平台,打造全流程闭环教学

以双层知识图谱为基础,结合雨课堂数字化教学工具,针对高分子化学课程理论性强、与科研联系紧密的特点,重构课前、课中、课后全流程教学活动,转变传统课堂单向灌输的授课模式,构建“师-机-生”协同交互的数字化教学形态,推动教学由粗放式管理向精准化育人转型。

3.2.1 课前导学:锚定知识难点,开展递进式自主预习

结合应用化学学生的认知特点与学习规律,依托知识图谱梳理各章节知识框架,针对自由基聚合、逐步聚合等核心章节,进行课前预习改革,引导学生提前聚焦课程关键内容与理解难点。比如第三章自由基聚合中,课前提出了“请问你是如何看待烯类单体的电子效应、空间位阻效应在聚合机理选择方面的作用呢?”“谈谈你对自由基聚合速率方程的‘三个假定’的认识?”“如何推导出自由基聚合速率以及聚合度”,这三个问题分别聚焦单体对连锁聚合机理的选择、自由基聚合动力学研究的前提、聚合速率与聚合度的计算,这些问题层层递进,三次课前预习的提出,让同学们能通过课本预习把握住第三章内容的重难点。同时,借助知识图谱,引导学生提前自主梳理知识脉络、探究核心公式的推导,并借助雨课堂平台的互动功能,鼓

励学生围绕预习过程中遇到的问题发表个人见解、开展线上交流,实现课前知识预热与问题前置,能较好地破解传统预习模式中“无抓手、无反馈、无互动”难题,有助于提高课堂教学效率。

3.2.2 课堂教学:强化实时互动,激活课堂学习氛围

课堂教学环节充分运用雨课堂即时答题、随堂提问等互动功能,改变以往教师主导、学生被动听讲的课堂形态。课题组将雨课堂与高分子化学课堂教学深度融合,是理科专业数字化改革的有效路径。我们在线下课堂教学中运用雨课堂平台实现与学生间的有效互动。每次课堂上重点内容讲解完之后,会通过雨课堂发送题目,让学生限时作答,或通过平台随机点名的功能,点单个学生回答问题,平均一节课有2-3次这样的互动,时间不固定,不仅能帮助学生有效及时地巩固所学知识,还能提高学生课堂的关注度。在讲解题目的过程中,老师还会鼓励学生积极讨论,积极全体同学参与课堂互动。

3.2.3 课后巩固与作业管理:精准查漏补缺,强化过程管控

课后阶段依托雨课堂大数据分析功能,汇总预习、随堂练习数据、线下课堂表现,精准定位班级整体与学生个体的知识薄弱点、高频易错内容。课后作业分整体薄弱与个人强化两个方面来布置。大多数学生在公式的运用、知识点的对比与总结归纳方面都是比较欠缺的,比如缩聚反应中凝胶点的预测、自由基聚合中聚合度与聚合速率的计算、不同聚合方法的比较、不同机理聚合方法的速率与聚合度的调控方法等,这些往往也是属于同学们需要着重掌握的部分,课题组针对这些内容都有布置对应的作业,以提升学生整体对核心知识的掌握程度。同学们在随堂练习



图2 高分子化学知识图谱的部分内容

中有不良表现的,我们会推送知识图谱中对应薄弱知识点的自测题让学生进行针对性练习,补齐知识漏洞,落实个性化辅导。

以上两部分作业都是依托雨课堂完成发布、作答、批改与反馈,我们在批改过程中会详细标注错误原因,再通过线下作业的详细讲解,指导学生梳理解题思路。平台完整留存作业完成记录、错题档案与批改意见,既方便学生随时复盘总结,也便于教师根据整体学情动态调整教学节奏,实现教学过程精细化管控,推动“教、学、评”一体化落地。

3.3 双维度教学评价优化:革新评价模式,健全全过程考核体系

针对“一考定成绩”的弊端,课程组加大了过程考核权重,采用过程考核占比 40%、期末考核占比 60% 的方式,构建了双维度评价体系。过程考核细分为考勤 20%、学习互动 40%、平时作业 32%、课程延伸任务 8% 四个模块。其中,课程延伸任务就是指观看上传到雨课堂平台的 27 个图文/视频资源,作业包含知识图谱中自测题的完成情况。另外,我们全程详细记录学习互动情况,包括随堂练习、课后提问、线上交流、课堂教学参与度等,将其纳入评价范畴。总之,本次教学改革中的双维度评价体系呈现出多元化特征,能有效引导学生重视高分子化学的完整学习过程,改善学生爱“死记硬背”的现状,帮助他们养成主动探究、勤于思考的学习习惯。

依托雨课堂平台与知识图谱,该套评价系统全面、客观反映学生真实学习状态的同时,还能形成“教学实施-数据采集-效果评价-优化改进”的闭环机制。教师可以根据评价结果分析教学的不足之处,持续改进日常教学内容、教学资源与教学方式,并根据学生对知识点的掌握情况不断更新知识图谱、自测题与配套资源。整套评价体系高度符合应用化学专业一流课程建设要求,能够有效保障课程育人目标落地,为创新型、复合型化学人才培养提供支撑。

4 课程教学改革效果分析

通过本次高分子化学教学改革,学生整体学习效果得到明显改善。雨课堂平台数据显示学生到课率 99.1%,随堂练习参与率 97.3%,线上资源完成覆盖率 99.4%,线上人均回帖数 16 次,作业完成效果良好(完成度 100%)。借助混合式教学、课后知识图谱自测练习,有效化解了聚合机理、聚合动力学、立体构型等知识难点,使得学生对专业知识的理解得到加深。线上资源与课堂应用案例的融入,

拓宽了学生对高分子化学在实际生活中广泛应用的认识,不断强化学生的专业归属感,极大地激发了他们对高分子化学的学习热情,课堂参与度、预习主动性与课后拓展的积极性得到显著提升。

在课程成绩方面,学生的平时成绩区分度明显加大,期末成绩呈现出良好的正态分布,整体教学效果良好。多数学生对高分子化学中的基本概念、聚合机理、聚合方法等基础理论知识掌握扎实,同时,学生对课堂的参与积极、作业认真,学习习惯与课堂表现整体良好,且具备一定的知识应用能力。

为全面了解本次高分子化学教学改革的实施效果,课程组向授课班级开展了教学满意度的问卷调查。本次共发放问卷 73 份,回收有效问卷 64 份,有效回收率 87.7%。结果显示:87.5% 学生认为教学内容贴合教学目标。知识图谱厘清了课程的知识框架,其应用效果认可度达到 89.06%,认为能有效帮助学生把握课程内容的重难点。超过 85.94% 的学生认为,课前预习与线上讨论大幅提升线下课堂学习效率,而知识图谱与混合式教学的融合,也让个性化指导与因材施教得到了有力支撑。对比传统课堂教学,84.38% 的学生认为本次改革后的教学模式更能调动自身的学习积极性。问卷结果充分证明本次教学改革在资源供给、教学模式、学习效率与学习动力等方面均取得理想效果,获得了学生的广泛认可。

5 结语

基于知识图谱的高分子化学混合式教学改革,通过知识体系化、个体差异化进程与即时动态反馈,有力克服了传统混合式教学重难点失焦、过程监管乏力、课程内容与学情匹配不足等问题。该模式明显提高了学生的求知热情,降低了凝胶点预测、动力学计算等难点的学习门槛,使得学生对高分子化学知识体系的理解更加深刻、系统,为高校理工类专业基础课的智慧教学改革与教育数字化转型提供了可复制、可推广的实践路径。

参考文献:

- [1] 谢丹,陈凤青,姜柏羽等.基于知识图谱与 AI 赋能高分子化学的数智化教学思考[J].高分子通报,2025,38(5): 837-843.
- [2] 田玲,张谨川,张晋豪等.知识图谱综述——表示、构建、推理与知识超图理论[J].计算机应用,2021,41(8): 2161-2186.
- [3] 李红霞,李瑜,辛颖等.基于课程知识图谱的大学化学课程改革实践[J].大学化学,2025,40(11): 141-149.

- [4] 李振, 周东岱, 王勇. “人工智能+”视域下的教育知识图谱: 内涵, 技术框架与应用研究[J]. 远程教育杂志, 2019, 37(4): 42-53.
- [5] 赵小云, 杨先卫, 陈秋紫等. 知识结构视角下的教育知识图谱模型构建研究[J]. 数字教育, 2025, 11(1): 23-30.
- [6] 王馨瑶, 李莉. 基于超星学习通平台的知识图谱构建——以《人工智能基础》课程为例[J]. 教育进展, 2025, 15(12): 1471-1477.
- [7] 刘超, 黄荣怀, 王宏宇. 基于知识图谱的新型教材建设与应用路径探索[J]. 中国大学教育, 2023(8): 10-16.
- [8] 冯晓英, 王瑞雪, 吴怡君. 国内外混合式教学研究现状述评——基于混合式教学的分析框架[J]. 远程教育杂志, 2018, 36(3): 13-24.
- [9] 魏莉莉, 邵璟璟, 郭秀娟. 碎片化学习对理工类课程学习的影响与对策研究[J]. 创新教育研究, 2021, 9(3): 662-666.
- [10] 严潇漪, 杨宇衡, 余洋等. 基于雨课堂的混合式教学在植物免疫学课程中的应用[J]. 植物医学, 2023, 2(2): 87-92.
- [11] 曹培杰, 谢阳斌, 武卉紫等. 教育大模型的发展现状, 创新架构及应用展望[J]. 现代教育技术, 2024(2): 5-12.
- [12] 顾恒年, 周东岱, 董晓晓. 人机协同的多源异构教育领域知识图谱融合框架研究[J]. 电化教育研究, 2025, 46(12): 95-103.
- [13] 李志民. 教育信息化与教育数字化转型升级[J]. 中国教育信息化, 2024, 30(1): 71-75.
- [14] 何克抗. 从 Blending Learning 看教育技术理论的新发展(上)[J]. 电化教育研究, 2004(4): 1-6.
- 基金项目: 2024 年东华理工大学教育教学改革研究立项课题《数字赋能智慧教学: 基于知识图谱的混合式教学模式的研究与实践——以高分子化学为例》(DHJG-24-27)。
- 作者简介: 刘娜娜(1989.03-), 女, 汉族, 湖北宜昌人, 博士, 讲师, 研究方向: 化学。