

人工智能时代中外合作办学基础生物化学课程知识图谱融入教学的构筑与实践

张小宁^{1*}, 谢洁^{1,2*}, 周游¹, 龙梦娴³, 刘晓姣¹

¹西南大学蚕桑纺织与生物质科学学院, 重庆

²西南大学西塔学院, 重庆

³西南大学资源昆虫高效养殖与利用全国重点实验室, 重庆

收稿日期: 2026年3月28日; 录用日期: 2026年5月19日; 发布日期: 2026年5月28日

摘要

针对人工智能(AI)时代中外合作办学《基础生物化学》课程全英文教学中面临的知识呈现碎片化、学情差异化等痛点, 本工作探索了知识图谱与AI技术深度融合的教学模式。依托智慧教学平台, 教学团队开展了多维层级知识图谱的协同构建, 实现跨课程与跨章节知识点的有效连接; 引入大语言模型辅助知识图谱构建与PBL情境教学设计; 融合中外教师跨文化视域共铸高阶思想育人节点; 结合中外数字化工具(超星学习通与EchoPoll)实施数据驱动的全过程互动教学闭环, 并在教学过程中规范AI使用。问卷调查数据表明, 学生对该授课模式的满意度达100%; 96.43%的学生认为中外数字化工具互补显著提升了课堂互动与沉浸感; 96.43%的学生认可知识图谱对理解课程内容的帮助。本次教学实践表明, “图谱驱动、AI赋能、中外协同”的教学模式有效破解了传统全英文教学瓶颈, 显著降低了跨语言认知负荷, 为人工智能时代中外合作办学背景下课程全英文教学提供了一个有益的探索和参考案例。

关键词

知识图谱, 人工智能, 中外合作办学

Construction and Practice of Integrating Knowledge Graphs into General Biochemistry Teaching under Sino-Foreign Cooperative Education in the AI Era

Xiaoning Zhang^{1*}, Jie Xie^{1,2*}, You Zhou¹, Mengxian Long³, Xiaojiao Liu¹

¹College of Sericulture, Textile and Biomass Sciences, Southwest University, Chongqing

²Westa College, Southwest University, Chongqing

*通讯作者。

文章引用: 张小宁, 谢洁, 周游, 龙梦娴, 刘晓姣. 人工智能时代中外合作办学基础生物化学课程知识图谱融入教学的构筑与实践[J]. 社会科学前沿, 2026, 15(5): 484-493. DOI: 10.12677/ass.2026.155423

³State Key Laboratory of Resource Insects, Southwest University, Chongqing

Received: March 28, 2026; accepted: May 19, 2026; published: May 28, 2026

Abstract

To address the challenges of knowledge fragmentation and diverse learner profiles in fully English-taught courses under Sino-foreign cooperative education, this study explores an innovative pedagogical model integrating knowledge graphs and artificial intelligence (AI) for a General Biochemistry course. Supported by intelligent educational platforms, a multi-dimensional hierarchical knowledge graph was constructed to facilitate cross-disciplinary and inter-chapter knowledge connections. Large language models (LLMs) were employed to assist in the construction of the knowledge graph and the design of Problem-Based Learning (PBL) instructional contexts. Furthermore, a cross-cultural collaborative approach was adopted by Chinese and Australian instructors to co-construct high-order, value-shaping educational nodes. By combining complementary digital tools (Chaoxing Xuexitong and EchoPoll), a data-driven, closed-loop interactive teaching environment was implemented, alongside the establishment of clear ethical guidelines for AI usage. Empirical results from student surveys indicate a 100% overall satisfaction rate with the proposed teaching model. Specifically, 96.43% of the participants reported that the digital tools significantly enhanced the class participation, and an equal percentage (96.43%) acknowledged the knowledge graph's effectiveness in facilitating content comprehension. These findings suggest that the "Graph-Driven, AI-Empowered, and Cross-Culturally Collaborative" teaching framework effectively overcomes the limitations of traditional English-taught courses and significantly mitigates cross-linguistic cognitive load. This study provides a highly valuable practical paradigm for fully English-taught courses in Sino-foreign cooperative education in the AI era.

Keywords

Knowledge Graph, Artificial Intelligence, Sino-Foreign Cooperative Education

Copyright © 2026 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

在人工智能(AI)与教育数字化战略深度融合的时代背景下,知识图谱(Knowledge Graph)已日益成为高等教育教学创新的核心支撑技术[1]。作为一种以图的形式表现客观世界概念、实体及其内在关系的知识库,知识图谱能够从学科全局视域出发,将隐性知识显性化、碎片知识网络化。它以“知识地图”的形式直观呈现学科知识的结构分布与核心脉络,为数智化课程建设[2]、智能化学习路径规划[3]以及精准化学习评价[4]提供了强大的底层数据与逻辑支撑。

《基础生物化学》是生物类专业的核心必修课。该课程承上启下,前置衔接普通生物学、大学化学等基础学科,后续支撑分子生物学、基因工程等高阶课程,在生命科学专业人才的素养培育链条中发挥着不可替代的基石作用[5]。在中外合作办学模式下,采用全英文讲授该课程,既契合国际化创新人才的培养目标,又有利于学生直击学科前沿[6]。然而,教学团队在长期的全英文教学实践中发现,传统教学模式面临着以下两大亟待破解的痛点:

(1) 知识呈现碎片化, 课程间缺乏系统性体系支撑

高等教育学科体系的本质在于知识内在逻辑的建构, 旨在将零散的认知重组为对专业领域的整体理解[7]。然而, 在实际教学中, 课程间往往存在“知识孤岛”现象。以西南大学西塔学院生物技术专业为例, 课程选用的国际经典教材《Lehninger Principles of Biochemistry》前两章涉及大量对大学化学和有机化学知识的回顾与前置铺垫。由于缺乏跨课程的直观知识脉络关联, 学生常产生“为何重复学习旧知识”“化学与生化究竟有何关联”的困惑。这种底层逻辑的缺失, 不仅增加了学生的认知负荷, 也严重削弱了学生的内在学习动机。如何打破课程壁垒, 向学生可视化地展示知识的演进与交叉关系, 使学生在“知其然”的同时“知其所以然”, 是提升课程教学深度的关键。

(2) 学情存在差异化, 难以满足个性化与智能化学习需求

《基础生物化学》课程兼具知识点繁杂、逻辑推演严密、化学基础要求高等特征[8]。在教学过程中, 我们发现, 学生在学习《基础生物化学》课程时往往采用分散、孤立的死记硬背方式, 难以形成系统性的知识框架。此外, 由于中外合作办学背景下学生的英语水平与专业基础存在客观差异, 传统“齐步走”式的线性教学模式已难以适应当前的教学诉求。如何精准诊断学生的认知盲区, 并根据其学习能力与兴趣, 为其量身定制个性化的学习路径[9]; 如何利用智能手段提供高频、即时的学习反馈, 从而实现因材施教, 是课程改革面临的又一重大挑战。

针对上述问题, 本文顺应“人工智能 + 教育”的发展趋势, 以西南大学西塔学院生物技术专业为例, 探讨在全英文及中外合作办学背景下, 《基础生物化学》课程知识图谱的协同构建方法, 并深入剖析其与 AI 技术深度融合的课堂教学实践路径, 旨在为同类课程的数智化教学改革提供理论参考与实践范式。

2. 《基础生物化学》知识图谱的协同构建

为破解传统教学中知识碎片化与学情差异化的痛点, 教学团队融合教育数字化技术与中外合作办学优势, 开展了《基础生物化学》知识图谱的协同构建工作, 形成“底层知识脉络-AI 拓扑协助 - 高阶思政节点”三位一体的协同构建范式。

2.1. 梳理知识脉络, 构建多维层级知识网络

《基础生物化学》前期建设已沉淀了丰富的教学资源(含课程视频、课件、习题等), 知识图谱构建的首要任务是对这些非结构化资源进行语义定义与本体重构。

首先, 依据布卢姆教育目标分类学, 实现知识节点的精细化分层。课程组以教材和课程大纲为基准, 提取核心关键词, 将知识点科学划分为事实性(如官能团名称)、概念性(如氨基酸分子结构)、程序性(如肽键形成机制)与应用性(如蛋白质分离纯化技术)四大类, 并依据课程逻辑建立上下位、因果及包含等多层级的知识结构。

此外, 在知识图谱的构建过程中, 课题组突破了传统的线性章节逻辑, 引入了语义与结构维度的横向联结, 以辅助学生进行深度有意义识记。一方面, 构建跨主题的词源学联结。例如, 图谱将“核酸化学”模块中的减色效应(Hypochromic effect)与“渗透压”模块中的低渗(Hypotonic)/高渗(Hypertonic)概念建立跨域映射。通过解构词根 hypo-(低)与 hyper-(高)的认知语义, 引导学生触类旁通, 这为降低全英文专业词汇的认知负荷与识记难度提供了脚手架。另一方面, 强化同位概念的底层逻辑联结。在非极性氨基酸的教学设计中, 图谱将亮氨酸(Leucine)与异亮氨酸(Isoleucine)设为并列比对节点, 引导学生洞察分子式的同分异构(Isomer)本质, 将 Isoleucine 中的前缀 Iso-与其侧链结构特征深度绑定。这种基于化学本质的图谱网络构建, 有助于规避碎片化的机械记忆, 为培养学生对生化分子命名与空间结构的系统性认知提供了结构化支撑。

其次，打破课程壁垒，强化与前置课程的联结。知识图谱不仅着眼于本课程内部，更致力于实现跨课程隐性知识的显性化。例如，图谱将“氨基酸 L/D 构型系统”与《有机化学》中的“手性(Chirality)”概念相联结；将“Buffering against pH Changes in Biological Systems”知识点与《大学化学》中的“溶液 pH 计算”相联结。这种纵向延伸有效消除了学生的认知断层，为后续高阶内容的学习奠定基础。

最后，配置高阶认知属性，以“问题链”驱动知识图谱应用。在图谱节点属性设置上，教学团队明确区分了“记忆、理解、应用”等认知要求。针对具有“应用”属性的节点，配置需要综合逻辑推演的测试题目。以“20 Common Amino Acids”这一知识点为例，课题组编制题目如下：

Which of the following amino acids has a side chain group that can form ionic interactions with other amino acids side chains?

Asp, Gln, Lys, Thr

- (a) All of them
- (b) Asp, Gln and Lys
- (c) Asp and Lys
- (d) Gln and Thr

题目摒弃了传统的死记硬背，要求学生首先识别氨基酸的三字母缩写，推演其侧链化学结构，并考虑可能携带的净电荷种类，进而做出判断。通过这种环环相扣的“问题链”，引导学生在图谱网络中进行高阶思维训练。

又如，针对 Column Chromatography 这一知识点，教学组编制题目如下：

Consider two peptides undergoing separation via ion-exchange chromatography. At the operational pH, Peptide A is predominantly negatively charged (-3) due to its abundance of Glu and Asp, whereas Peptide B holds a net charge of +1. Predict the first peptide to elute when utilizing (a) a cation-exchange resin, and (b) an anion-exchange resin.

对于这一题目的解答，学生需要首先了解什么是 cation-exchange resin，什么是 anion-exchange resin，以及这些 resin 分别能够与带何种电荷的 peptide 发生相互作用，进而思考哪种 peptide elute first，予以解答。总的来讲，通过在题目内设置环环相扣的问题，引导学生开展深层次思考，避免死记硬背的情况发生。

2.2. 借助人工智能，辅助图谱拓扑生成

在海量知识点的人工梳理过程中，为避免主观遗漏并提升构建效率，课程组引入了 DeepSeek、ChatGPT 大语言模型(LLM)开展“人机协同”的图谱构建。以“碳水化合物(Carbohydrate)”章节为例，课程组将教学课件导入 AI 工具，并设计了结构化的提示词(Prompt)：

I have uploaded my lecture notes on “Carbohydrate”. Please:

- Extract the key concepts and their hierarchical relationships;
- Create a knowledge map in Mermaid syntax.

AI 生成的客观拓扑结构与教师主观梳理的知识脉络相互校验、互为补充，有效提升了图谱逻辑的严密性与科学性(图 1)。为避免 AI 生成的图谱存在逻辑偏差、节点冗余或连接缺失，教学团队设计了一套“生成-校验-修正-迭代”的四步人机协同闭环流程。具体而言，教师通过初筛，剔除明显与教学目标无关的节点，标记疑似缺失的连接点。然后，中方教师与澳方教师分别独立审阅经过初筛后的图谱内容。双方持不同意见的节点自动进入“争议池”。教学团队召开简短评议会议，对争议池中的节点逐一裁决。每次授课后，任课教师收集反馈数据对知识图谱进行修正、迭代。

闭环。

课前：任课教师依据知识图谱的拓扑路径，向学生精准推送相关的前序微课视频与学习资料。鼓励学生在预习过程中通过学习通平台进行提问。同时，教师将课程图谱与核心教案导入平台的“AI 助教”系统进行垂直领域的语料训练，确保 AI 助教具备解答基础生物化学专业问题的初步能力。

课中：课堂上，教师首先通过知识图谱的可视化展示，帮助学生建立当前章节与全局知识体系的空间坐标，明确概念间的逻辑联结。在此框架下，开展“随堂练习”与“主题讨论”，着重培养学生在复杂网络中解决综合问题的能力。

课后：课后阶段，学生通过与“AI 助教”开展全天候的个性化问答，完成知识的巩固。针对 AI 无法准确解答的长尾问题或高阶问题，教师定期从后台调取日志并进行人工回复。更为重要的是，在线学习系统基于图谱节点沉淀了大量微观学习行为数据(如节点访问时长、答题正确率等)。通过构建个性化学习报表，教师能精准诊断群体的认知盲区。例如，在“碳水化合物与糖生物学”章节的数据追踪中，系统报表显示：学生在“同多糖(Homopolysaccharides)”与“杂多糖(Heteropolysaccharides)”两个图谱关联节点上的习题“平均完成率(Avg completion rate)”持平，但后者的“平均掌握率(Avg mastery rate)”显著偏低(图 2)。基于这一精准的数据反哺，教师在后续全英文授课中及时调整进度，对杂多糖的分子构象与生物学功能进行了针对性的二次干预与强化，真正实现了数据驱动的精准确教学。

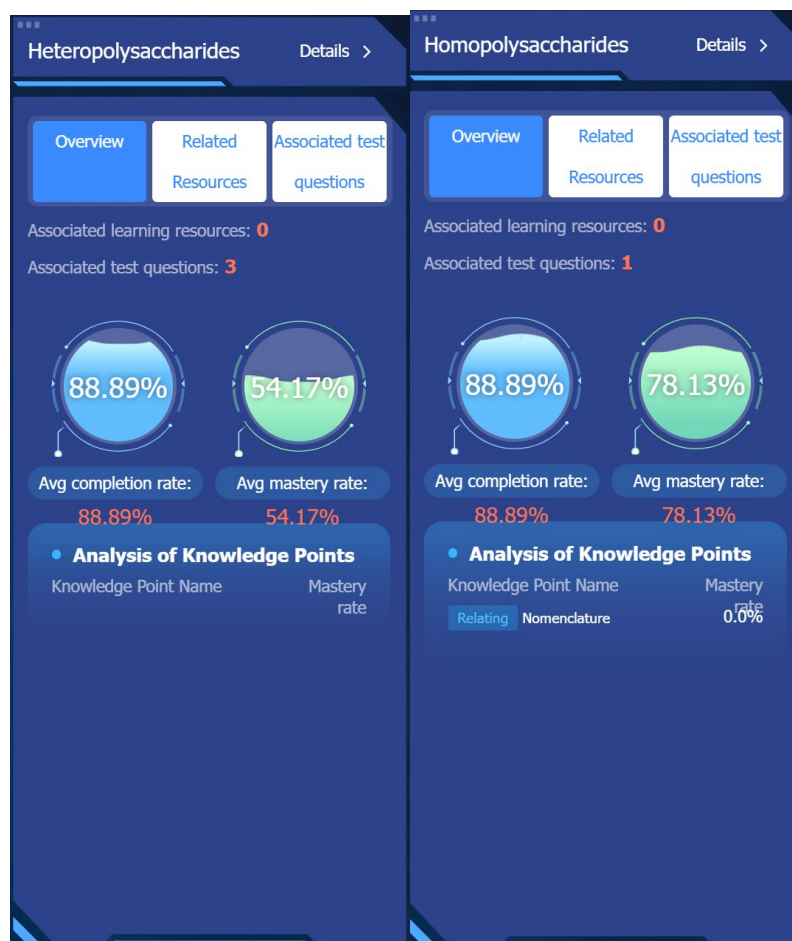


Figure 2. Learning data comparison: Heteropolysaccharides vs. Homopolysaccharides
图 2. “杂多糖”与“同多糖”两个关联节点的学习数据比对

3.2. 基于图谱延展学科前沿, 生成式 AI 辅助情境教学设计

生物化学是一门知识迭代极其迅速的前沿科学。为避免学生陷入单纯的知识点背诵, 教学团队基于图谱的“应用性节点”, 有意识地将基础理论向生命科学前沿及真实生活情境延展, 以提升学生的专业认同感与学习使命感。例如, 由“半胱氨酸及其巯基”节点延展至“二硫键拆解与重组的烫发原理”; 由“SDS-PAGE 测定蛋白分子量”延展至“高分辨质谱技术的前沿应用”。

在此类高阶拓展教学的设计中, 教学团队引入生成式人工智能, 通过输入结构化的提示词, 利用 AI 强大的跨学科检索与情境生成能力, 快速创设 PBL (Problem-Based Learning) 教学案例。

以“亲水性(Hydrophilic)/疏水性(Hydrophobic)”这一知识节点为例, 教师向 AI 下达指令, 要求将其与“药物跨血脑屏障传输”相融合进行教学案例设计。基于 AI 的反馈, 教学团队将其转化为课堂上的“认知冲突与问题驱动”教学设计:

创设认知冲突: 首先向学生呈现两个前提(血液是亲水环境, 血脑屏障核心是疏水环境), 进而抛出矛盾——完全亲水的药物无法穿透血脑屏障, 而完全疏水的药物无法在血液中有效递送。

抛出核心问题: “如何基于生化原理改造药物分子, 使其既能‘乘船’(血液运输)又能‘潜水’(穿透屏障)?”

引入前沿案例: 顺势引入“左旋多巴(L-Dopa)治疗帕金森病”的经典案例, 阐明在其完全亲水的前体上增加疏水基团的分子改造逻辑。

通过人机协同的教学设计, 生物化学不再是试管内的抽象反应, 而是精妙的分子工程。这不仅深化了学生对分子物理化学性质的理解, 更培养了其运用底层原理解决真实医学与药学问题的工程思维。

3.3. 中外数字化教学工具互补, 提升课堂互动生态

在高度信息化的教学环境中, 智能终端的普及不可避免地带来了学生注意力分散的问题。针对这一痛点, 中外教学团队转变传统“堵”的思路, 采用“疏”的策略, 致力于将学生的电子设备从“干扰源”转化为“学习终端”。

中外教师充分发挥各自的数字化教学经验, 引入多元工具重构课堂互动生态。中方教师依托超星学习通的“随堂练习”与“选人”功能, 穿插进行形成性评价, 通过实时可视化的全班作答数据, 迅速锁定理解偏差并当堂纠正; 澳方教师则引入国际通用的 EchoPoll 互动应用程序, 设计契合全英文语境的实时投票(见图 3)。这种“中西璧合”的数字化工具组合, 极大地丰富了课堂互动的维度与形式, 有效提升了学生的认知参与度与沉浸感, 显著降低了学生游离于课堂之外的现象, 形成了高活跃度、强互动的全英文生化课堂生态。

4. 知识图谱与 AI 技术融入课堂的教学实践

随着“AI + 教育”的深度融合, 培养学生的“AI 素养(AI Literacy)”已成为高等教育不可回避的命题。教学团队秉持“驭物而不被物役”的教育理念, 致力于引导学生“用 AI 而不惑于 AI”, 做新技术的“使用者”而非盲从者。为防范技术滥用引发的认知惰性与学术失范, 教学团队在教学大纲与实践环节中明确了 AI 使用的边界, 构建了“鼓励 - 审慎 - 禁止”的分级分类管控机制。

一是开放态度: 鉴于《基础生物化学》实施全英文考核, 任课教师对学生利用 AI 进行学术英语润色、语句组织以及检索多样化学习资源持完全开放态度。鼓励学生将 AI 视为“随身导师”, 辅助解析复杂概念, 借此降低跨语言学习的门槛。但同时要求学生必须对 AI 提供信息的真实性与适用性进行交叉验证。

二是审慎引导: 在面临复杂的专业习题推演与逻辑论证时, 团队审慎对待 AI 的介入。教师在课堂上专门设置了“打假环节”, 向学生展示 AI 在解答部分高阶生化计算题时产生的“科学性错误”与“逻辑

幻觉”(见图 4)。借此向学生传递深刻的教育理念: AI 技术仅为外脑, 人类的独立思考与批判性逻辑才是学术探究的内核。

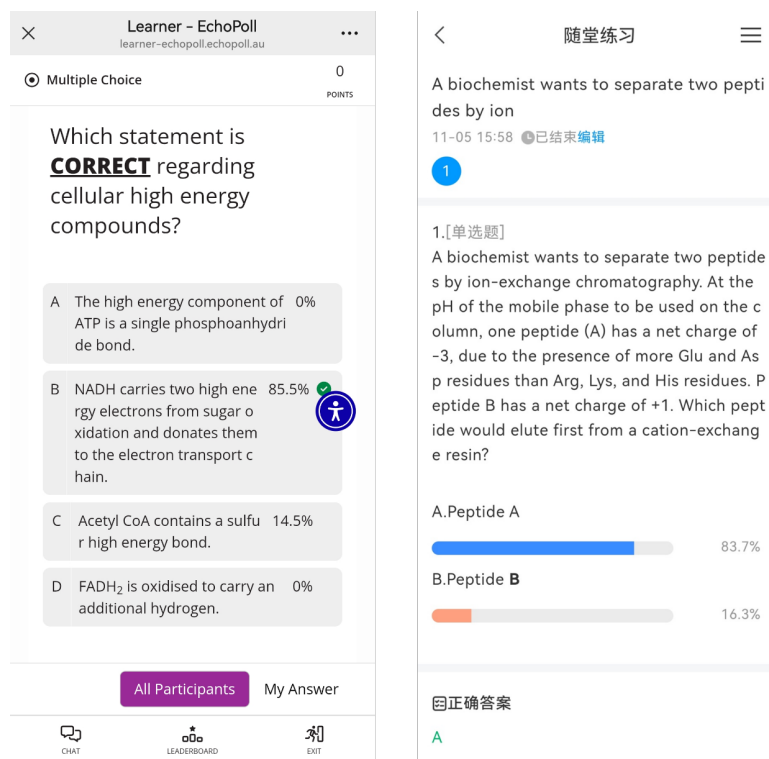


Figure 3. Implementing EchoPoll and Chaoxing Xuexitong for interactive teaching
图 3. EchoPoll 与超星学习通在课堂互动中的实际应用

三是严守底线: 团队划定了不可逾越的教学红线: 在完成课后作业阶段, 严禁直接复制粘贴 AI 生成的成段内容; 在各类在线测试与闭卷考核中, 绝对禁止使用任何 AI 工具。此外, 教学团队还特别加入了数据合规教育, 严禁学生将包含个人隐私、未公开的科研数据等敏感信息输入至公共 AI 大模型中。若在学习中遇到无法清晰判定 AI 使用边界的情境, 学生需及时向任课教师汇报并寻求指导。

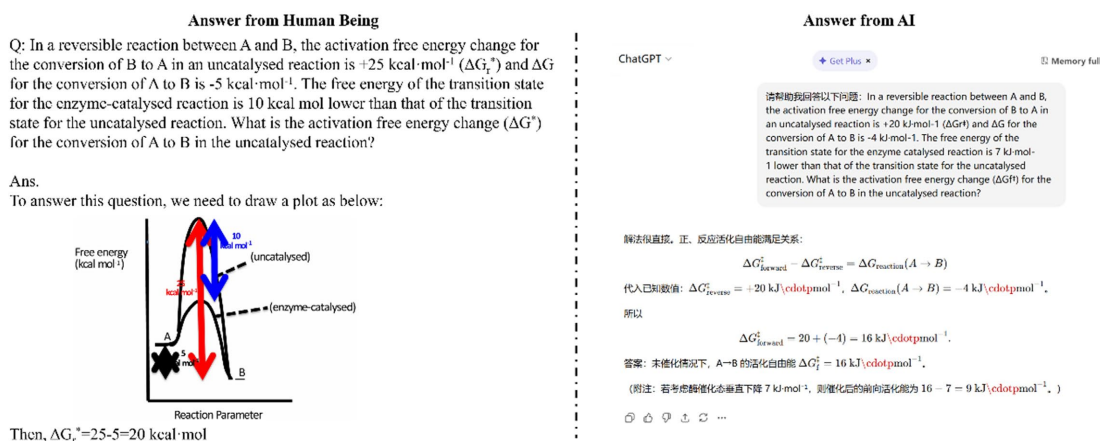


Figure 4. Comparison of manual and AI problem-solving steps: Identifying limitations in AI logic
图 4. 实际解题步骤与 AI 解题步骤比对, 揭示 AI 解题缺陷

5. 教学效果评价与教学反思

为了客观、系统地检验《基础生物化学》知识图谱与 AI 融合教学模式的实际成效,在课程结束后,教学团队面向西南大学西塔学院生物技术专业本科二年级选课学生,发放了匿名教学评价问卷。

5.1. 评价量表设计与实施情况

问卷调查紧扣本次教育教学改革的核心诉求,围绕“授课模式满意度”“课堂互动成效”与“知识图谱赋能效果”三个关键维度进行量表设计。问卷采用经典的五级李克特量表(Likert Scale),选项梯度清晰(由“非常满意/非常充分/提升非常大”到“非常不满意/几乎没有提升”),以保障反馈数据的区分度与信效度。问卷依托超星学习通平台于期末统一发放,学生自愿且匿名填写。本次调查回收率高,样本具有良好的代表性,能真实映射出学生对全英文数智化课堂的学习体验。

5.2. 核心维度的实证数据分析

(1) 针对本学期“全英文 + 知识图谱 + AI 辅助”的整体授课方式满意度这一问题,问卷统计结果显示:53.57%的学生表示“非常满意”,46.43%的学生表示“满意”,满意度合计达到100%,且无任何“一般”及以下评价。这一“零差评”的极致数据有力证明:即使在专业难度大、全英文授课的双重认知挑战下,本工作所构建的“人机协同”与“中外协同”多维教学模式,精准匹配了当代大学生的学习习惯与接受阈值,获得了较高的教学认同。

(2) 在评估课堂互动(含课堂讨论、数字化投票及小组活动)效果时,50.00%的学生认为互动“非常充分”,46.43%认为“充分”,积极评价占比高达96.43%。这一数据从学生视角印证了前文所述的教学策略一即中方“学习通”与澳方“EchoPoll”双线工具的互补应用,成功打破了传统全英文课堂的沉闷感,有效将学生的智能终端从“干扰源”转化为了“互动器”,大幅提升了课堂的沉浸感与思维碰撞的频次。

(3) 针对“知识图谱对理解课程内容的帮助程度”这一核心教改变量,42.86%的学生反馈“提升非常大”,53.57%认为“有提升”,合计96.43%的学生认可其正向赋能作用。这表明,本工作所构建的多层级知识图谱,切实发挥了“认知支架”的功能。它成功将碎片化的生化概念、跨学科的底层逻辑进行了可视化编织,有效消解了学生的认知盲区,帮助学生建立了系统性的学科全局观。

5.3. 教学反思与持续改进

实证数据不仅是对课程改革成效的肯定,更为后续教学的持续改进提供了精准靶点。尽管各项指标的积极评价均在96%以上,但数据也显示,在“课堂互动”与“知识图谱提升课程内容理解程度”两个维度上,仍有各3.57%的学生选择了“一般”。

这些数据提示教学团队:在高度结构化的图谱教学与快节奏的数字化互动中,中外合作办学背景下学生个体间(如英语听力水平、理化先修基础)的差异依然存在。未来,团队将进一步深挖AI工具的自适应潜力,探索基于学情大数据的“千人千面”个性化图谱推送;同时针对这部分学生,提供更多课后支持(如一对一辅导),以期实现更高质量的教学效果。此外,教学团队拟采用准实验设计,设置一个接受传统教学的对照组,实施前测和后测,以客观评估学生在知识掌握和高阶思维能力上的变化;进一步通过焦点小组访谈或深度访谈,挖掘学生对该教学模式更深层次的体验和建议。

本次探索以西南大学西塔学院生物技术专业一个年级的本科二年级学生为研究对象,样本规模较小(两个班级,共58人),未来研究仍需在多个年级中开展跨样本验证,以检验教学模式的普适性。

6. 结论

本研究立足于AI赋能高等教育的时代浪潮,针对中外合作办学全英文《基础生物化学》课程的教学

痛点,成功构建并实施了“图谱驱动、AI赋能、中外协同”的教学模式。实证表明,该模式有效破解了传统教学的瓶颈,显著提升了教学效果与学生的综合素养。本研究的核心贡献与结论可凝练为以下三个方面:

(1) 本研究突破了《基础生物化学》传统线性教学大纲的局限,以图数据库技术为底座,构建了多维层级的知识图谱。通过语义网络将隐性知识显性化,打通了《基础生物化学》课程与前置课程内容的壁垒,显著降低了学生的认知负荷,提升了学习效率。

(2) 研究将生成式AI与双线互动应用程序(超星学习通与EchoPoll)深度融合教学闭环。通过AI助教答疑、PBL教学情境生成以及学情数据实时反馈,有效实现了学生从“被动接收”向“主动探究”的转变。新型的数字化互动生态大幅增强了课堂沉浸感,为培养学生解决复杂问题的高阶思维提供了有力抓手。

(3) 依托中外合作办学的独特优势,中外教师在教研探讨中“求同存异”,将思想教育内容巧妙编织进知识网络,实现了专业教育与价值引领的巧妙融入。

综上所述,本工作不仅极大丰富了《基础生物化学》的在线数字化教学资源,更为同类课程的数智化转型探索出了一条切实可行的路径。未来,教学团队将继续深耕教育大数据与自适应AI技术,以期为中外合作办学机构在人工智能时代培养具备深厚专业底蕴、国际化视野与创新批判思维的人才提供更具价值的理论参考与实践范式。

基金项目

重庆市高等教育教学改革研究数字化转型专项项目资助(中外合作办学背景下基础生物化学全英文课程知识图谱构建研究与实践,244015);重庆市教育科学规划重点课题资助(数字化背景下教师专业发展的困境与对策研究,K24YD2020073);重庆市高教学会2025~2026年度高等教育科研课题资助(生成式人工智能赋能涉农高校教师数字素养提升的机理与路径研究,cqgj25008C)。

参考文献

- [1] 张铭锐,闫志明,孙铭璐,刘方媛,张昕.教师知识图谱:人工智能赋能教师专业发展的必由之路[J].现代教育技术,2023,33(8):38-47.
- [2] 赵万祥,李滔,刘强,王玉枝.以活动为导向的有机化学知识图谱构建与实践[J].化学教育(中英文),2024,45(4):113-120.
- [3] 伍宏珏.基于知识图谱的自适应学习路径生成技术研究[J].信息产业报道,2023(5):94-96.
- [4] 崔婉蓉,张婧.基于知识图谱可视化的数学课堂教学评价研究探析[J].教育进展,2022,12(6):1878-1885.
- [5] 谢兆辉,焦德杰,王丽燕,曹际云.生物化学课程思政融合点的发掘[J].化学教育,2020,41(14):71-75.
- [6] 段丹阳.中国高校全英教学理论探讨[J].高等建筑教育,2017,26(5):82-86.
- [7] 张德祥.高等教育基本关系与高等教育学体系建设[J].高等教育研究,2020,41(10):46-54.
- [8] 宋俊祎,吴小敏,叶宗煌,朱律韵,胡碧茹.高等生物化学课程思政模块设计[J].教育科学,2022(8):167-170.
- [9] 郭艳.基于知识图谱的个性化学习系统研究与实现[D]:[硕士学位论文].南昌:江西师范大学,2022.