

基于大模型的智能知识图谱构建路径及其在教学中的应用 ——以《环境科学概论》为例

唐迪¹, 张明礼^{2,*}, 沈冠辰²

1. 南京师范大学, 教师教育学院, 江苏 南京, 210023

2. 南京师范大学, 地理科学学院, 江苏 南京, 210023

摘要: 在人工智能大模型快速发展的时代背景下, 教育智能化转型已是必然之势。本文聚焦学生认知发展困境, 基于认知负荷理论、建构主义等学习理论, 设计了 AI 赋能的智能知识图谱构建路径, 并创新性地提出适配的教学模式与应用策略。该研究为多学科复杂课程的智能化教学提供了可借鉴的路径与模式, 在助力人工智能与教育教学的深度融合方面具有重要参考意义。

关键词: 人工智能; 知识图谱; 智慧教学; 教学实践

Pathways for Building Intelligent Knowledge Graphs Based on Large Models and Their Application in Teaching —Taking Introduction to Environmental Science as an Example

Di Tang¹, Mingli Zhang^{2,*}, Guanchen Shen²

1. School of Teacher Education, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu, China, 210023

2. School of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu, China, 210023

Abstract: Against the backdrop of rapid advancements in large-scale artificial intelligence models, the intelligent transformation of education has become an inevitable trend. This paper focuses on the challenges in students' cognitive development. Drawing upon learning theories such as cognitive load theory and constructivism, it designs an AI-enabled path for constructing intelligent knowledge graphs and innovatively proposes corresponding teaching models and application strategies. This research offers a referenceable pathway and model for intelligent teaching in multidisciplinary complex courses, holding significant implications for advancing the deep integration of artificial intelligence and educational pedagogy.

Keywords: Artificial intelligence; Knowledge graph; Smart teaching; Teaching practice

近年来, 以大模型为代表的人工智能迎来新的发展浪潮, 人工智能的应用正全面重塑教育事业。大模型是指在人工智能和机器学习领域中, 具有大规模参数和复杂计算结构的模型, 尤其是具备文本解析和知识生成能力的人工智能模型。其中, 生成式人工智能能够凭借泛知识性与高水准的自然语言交互能力, 助力个体认知发展^[1]。2024 年 3 月, 教育部正式启动人工智能赋能教育行动; 2025 年 1 月, 中共中央、国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)》, 明确提出要促进人工智能助力教育变革^[2]。

随着智能技术和图数据库等技术的飞速发展, 知识的组织与管理方式也正在发生深刻变化, 教

育领域、科技领域等与知识密切相关的领域正在朝着信息化时代大步迈进。知识图谱（Knowledge Graph）是一种用于存储和表示知识的图形化结构，它通过图的形式展示实体、概念以及它们之间的关系。知识图谱应用于教育领域，则能够进一步优化知识的存储和呈现方式，通过数据挖掘、语义化建模等方式整合学科知识体系，建构智能化的学习路径。

目前在高校教学场景中，学生常在综合性问题的解决中表现不佳。产生这一问题的本质原因是其认知系统与问题需求的不匹配。面对复杂性较高的综合性问题时，学生的知识储存结构往往是碎片化的，无法建立起跨领域的关联，形成完备的问题解决逻辑。这种知识碎片化的困境，在多要素交互作用的学科教学中尤为凸显。

将人工智能与知识图谱相融合，利用人工智能设计和使用知识图谱，可为破解复杂学科教学中的认知困境提供有力支持。为此，本研究设计了一套将知识图谱与人工智能相结合的人机协同的智能教学体系框架，旨在将大模型的知识处理能力与知识图谱的可视化优势相融合，转化为可落地的智能知识图谱构建路径；并以《环境科学概论》为例，进行了案例设计。

1 认知与建构主义理论与 AI 赋能认知发展的比较

1.1 课程教学困境

高校课程知识体系相对庞杂，教材复杂多样，内容整合困难，现有的课程知识体系满足学生个性化学习需求方面仍有不足；就教学现状而言，教学成效浅薄，学生能力素养方面培养不足。这一方面来源于课程本身的综合性，另一方面也与现阶段高校课程设置的不合理性有关。如《环境科学概论》作为高校地理类、环境类专业普遍开设的基础性课程，其学科内容涵盖了专业的环境科学知识和多样的学科交叉知识，兼具理论性与实践性，在高校复杂学科中具有代表性。在有限的学时和学习资源中，仅凭课堂教学，学生难以结合已有知识对某一领域进行深入探讨。须整合其复杂的知识体系，构建更具系统性的教学模式和智能化的辅助工具。

1.2 不同认知发展的比较

AI 赋能的知识图谱对解决上述困境具有建设性意义。认知负荷理论认为，学习过程中的认知资源是有限的，过度负荷会导致认知困难和效率下降，而客体信息的结构化和层次化能够降低认知负荷^[3]；认知主义学习理论强调学习者的主动性和内部认知过程，鼓励学生通过发现学习来主动探索知识，有意控制学习者的认知结构可有效帮助学习和解决问题；从建构主义视角看，学习是根据先前的认知结构，有意识地和有选择性地理解和建构新的信息的过程，并通过与他人的交流和协商来达成认知协调^[4]。在上述理论视角下，AI 赋能知识图谱恰可以突破传统认知发展的局限，具体对比如表 1 所示。

2 AI 赋能知识图谱构建

2.1 知识提取

知识提取是图谱构建的基础，提取的独立知识点是图谱中最为核心的关键节点，是教学资源的连接器^[5]。资源选择上，知识提取首先应以教材为根基。或以一本权威教材为框架母本，其他教材资源作为补充；或融合多本教材，由成熟教师自行设定合理框架。其次应将国内外前沿研究考虑在内，作为学习的拓展资源。再由多形态网络资料作为补充资料，网络资源包含但不限于图文材料、虚拟仿真工具及其他多媒体资源。

知识的提取与清洗使用 AI 工具作为辅助。目前，市面上 AI 大模型各具特色和优势，教师需根据学科特征识别知识提取步骤的重点，并参考相关的测评基准（表 2）选定适合的模型。但对于知

识提取这一步骤本身来说，语言理解能力与安全伦理尤为重要。

表 1 传统认知发展与 AI 赋能知识图谱认知发展的比较

Table 1 Comparative analysis of cognitive development in traditional paradigms versus AI-empowered knowledge graphs

核心理论观点		传统认知发展	人工智能赋能知识图谱辅助认知发展
认知负荷理论	外部认知负荷	学习材料呈现混乱或教学步骤跳跃	以简洁可视化结构呈现知识
	相关认知负荷	学生需主动寻找知识关联，消耗大量工作记忆	可视化多知识的关联路径
认知主义学习理论	一切学习都是有目的的活动	教师通过课程目标陈述、教材提示等传递学习目的	个性化推送学习目标路径
	学习是认知结构的重组	学生通过做题、手写笔记自主调整认知结构	跟踪错误节点，推送相关联任务节点
建构主义学习理论	把学生已有知识作为生长点	教师通过提问、回忆旧知等方式唤醒学生已有经验	检测学生知识掌握情况，高亮已有知识与新课的连接点
	知识是对客观世界的一种解释	学生通过教材文字、静态图表等形式形成抽象理解	知识图谱动态、多维度呈现知识关联，丰富学习资料形式
	学习是社会参与的过程	学生通过小组讨论、课堂辩论等人际互动交流	AI 整合多视角不同观点，辅助课堂讨论

表 2 与教育领域相关的大模型常用测评基准

Table 2 Common evaluation benchmarks for large language models in the education domain	
测评方向	代表性测评基准
通用语言理解	GLUE, SuperGLUE, MMLU, SQuAD,
中文特定任务评估	CMMLU, C-Eval, AGIEval
逻辑推理能力	GSM8K, MATH, Gaokao-Bench
复杂场景理解	ImageNet, COCO
安全伦理	Open LLMs Benchmark

注：测评结果实时更新，应注意选用最新优秀版本

为了保证学科知识图谱中的数据质量和权威性，图谱应采用自顶向下的方式来构建。先由专家参与构建学科知识图谱的体系结构，再辅以 AI 工具进行扩展与填充^[6]。

为满足知识图谱构建平台的一般导入格式要求，需要以特定的格式处理知识点，以 NRD Studio 平台为例，以下是其具体操作示例：①指令编写：在人工智能平台输入指令，提取知识点的核心概念及其属性。“请根据以下文本提取知识点，并以‘N（编号），概念，描述’的格式输出。编号使用 N1、N2……依次递增，概念与概念之间换行。文本：[粘贴相关文本内容]。”②输出提取结果：输出内容包括编号、概念名称和属性/描述。③格式清理与导入：生成的结果经简单校验，直接复制到数据模板进行下一步处理。④人工清洗和优化：教师修正并根据实际需要调整素材内容。应当注意的是，提取深度应当匹配教学目标，适应班级的基本学情，在初次教学时不宜讲解过深或插入过多前沿文献资料；AI 提取结果存在术语偏差、逻辑错误的可能性，人工清洗环节仍需由教师主导，一一进行审核和修正。

2.2 关系建立

关系建立是知识图谱构建的关键环节,其核心在于通过概念间的关联,将零散的知识点串联成一个结构化的知识网络。相较于知识点的提取,关系的建立更具复杂性,但它对于提升学习的系统性和理解的深入性具有不可替代的作用。

在教学场景中,知识间关系的建立直接影响学生处理信息的能力。通过关系的连接,知识才能体现概念间的逻辑联系和交互作用,从而帮助学生形成更高效清晰的认知框架。合理的关系构建有助于提升记忆效果和逻辑能力,过于复杂或冗杂的关系则可能加重学生的认知负荷。因此,在关系建立过程中,应遵循适度原则和逻辑清晰原则,保证关系数量适中,避免单一线性关系过少导致结构缺失,也避免复杂网络关系使认知处理过载;同时应尊重知识的内部逻辑,体现本体之间的合理连接,避免无意义或错误关系的加入。

同样地,关系建立的操作可按照以下流程进行:①指令编写:“请根据以下文本建立知识点之间的关系,使其符合附件所示的体系结构,并按照固定格式输出。知识点已编号为‘N1, N2, N3……’,关系种类有包含、因果、并列、前提、无(无关系则空着)。格式要求每行以‘编号 1, 编号 2, 关系’排布,关系与关系之间换行。文本:[粘贴相关文本内容],附件[体系结构]。”②关系提取与输出:AI根据文本输出结构化的关系数据,包括知识点编号1、知识点编号2和二者关系的类型。③格式清理与导入:将输出结果复制到图谱建设平台的excel模板中,与上一步提取结果合并整理。同时,为保障数据的准确性与简洁性,教师仍应仔细校验,确保无冗余或缺漏。

2.3 图谱生成与视觉优化

当前市面上已有多种成熟度较高的图谱构建平台,如超星学习通、智慧树、知谱空间-国家教育知识图谱服务平台、NRD Studio等,为不同需求的教学场景提供图谱建设服务。教师可根据院校支持和教学场景选用合适的服务平台进行图谱生成。

视觉优化是提升图谱表现力的重要步骤。合理的视觉设计能提升图谱的美观性,还直接影响着学习者对知识结构的理解与注意力集中程度。研究表明,视觉设计中的情绪诱导具有显著的教育效果^[7]。若图谱使用饱和度较高、明亮的暖色调标注关键节点,可诱发学习者的积极情绪,进一步促进学习者的注意力聚焦和材料投入,从而提高学习效果。在复杂的知识图谱中,视觉优化还能帮助学习者区分重点和层次。例如,通过色彩、字体大小或图形形状的变化对不同类型知识节点或关系进行分层,强化知识图谱的层次结构,使学生在学习中更快地捕捉核心知识点与其相关信息。

视觉优化设计策略应注重科学性与适用性。色彩选择应与知识图谱的主题和教学目标保持一致,合理运用暖色调来突出关键节点,但也应避免过于丰富或鲜艳的颜色组合,使整体设计保持简洁大方。设计应秉持学习者中心原则,引导学习者在无意注意中自然捕捉到图谱的核心内容,例如调整中心节点的位置、放大关键知识点的字体等。对于不同类型的节点,也可通过清晰、明显的视觉标记加以区分。

2.4 AI工具赋能

当下,虽然许多知识图谱构建平台正在逐步引入人工智能模块,但市面上仍有许多不具备AI辅助工具的平台,因此,不同技术基础的教师可借助不同外部AI工具的方式实现图谱功能的延展与创新。对于大部分非信息技术专业的教师,可优先选择自带AI工具的平台,如超星学习通;对不具备AI功能的平台,则尽可能使用AI辅助人工录入,以保证大多数教师都能具备利用AI高效率建设知识图谱、赋能教学的能力。对于信息技术等专业的教师,则更推荐其建立具有学科特色的知识图谱编辑器,既满足个性化教学管理需求,同时规避信息泄露风险。

表 3 AI 赋能知识图谱建设场景

Table 3 AI-empowered knowledge graph construction scenarios			
场景类型	导入方式	代表平台	技术要求
开放接口型	配置 AI 辅助插件	Neo4j	需要代码基础
半开放型/封闭型	手动与站外 AI 互动，以获取资源 和教学指导	NRD Studio、超星学习通、智慧树、 国家教育知识图谱服务平台	无需代码基础

表 4 知识图谱平台类型与教学使用方向

Table 4 Knowledge graph platform types and educational applications		
平台类型	教学使用方向	典型案例
具备 AI 功能的知识图谱平台	利用原生 AI 功能深化个性化指导价值	超星学习通、智慧树、国家教育知识图谱服务平台
不具备 AI 功能的知识图谱平台	使用 AI 生成适配模板的数据，将数据与图谱连接	部分高校自建课程平台、简易图谱编辑器

对于具备 AI 功能的知识图谱平台，可充分利用平台原生 AI 服务，实现个性化、智能化的知识图谱内容生成与推送，实时捕捉学生图谱停留、标注、提问等行为数据，定位知识薄弱节点并推送针对性的关联任务；对不具备 AI 功能的知识图谱平台，则建议通过外部 AI 工具生成适配的模板数据，辅助人工补充和内容优化。教师可结合课程实际需要，将自带 AI 平台生成的关关节点数据导出，再导入到其他平台，借助平台特色补充与优化，兼顾图谱建设的效率和质量。

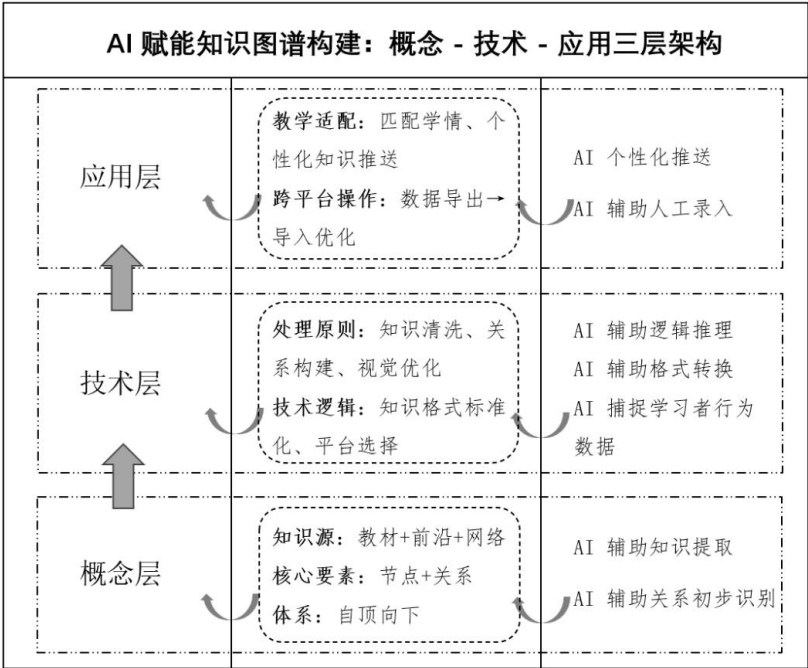


图 1 AI 赋能知识图谱构建：概念-技术-应用三层架构

Fig. 1 AI-empowered knowledge graph construction: a three-tier architecture of concepts, technologies, and applications

3 AI 赋能知识图谱促进新型认知发展的作用路径

依据上述理论, AI 赋能知识图谱可发挥以下作用。一是以 AI 为协作工具，基于学科逻辑与学生认知规律，进行知识体系的智能化重构。根据多版本教材、文献与网络资源生成系统性的知识图谱，

将碎片化知识转化“实体-关系-属性”的结构化网络，解决知识管理难题。二是依托 AI 生成多模态学习资源，知识素材的灵活化供给。以教师对学情的把握与学生的自我认知为基础，适配不同学生的认知偏好，满足个性化学习资源。三是学习过程的个性化追踪。利用 AI 技术实时捕捉学生图谱停留、标注、提问等行为数据，定位知识薄弱节点并推送针对性的关联任务，动态调控认知负荷，持续优化学生认知结构。教师可根据本学科特征，灵活调整人工智能在教学中的应用角色，归纳适配的教学策略。

人工智能赋能的知识图谱以认知负荷理论、认知主义学习理论和建构主义学习理论为理论指导，形成促进认知发展的路径：于认知基础维度，依托大模型定位学生已有知识的节点分布与关联强度，激活学生已有经验，扩散至关联知识节点，将其作为新知识建构与生长的根基^[8]；于知识关系维度，根据师生需求与专业进展实时延展领域分支，使知识体系动态化、网络化，并推动知识网络从单一维度走向多元交互；于思维能力维度，通过可视化层级结构降低外部认知负荷，以可视化多知识的关联路径减少相关认知负荷消耗，助力学生跨越最近发展区，推动思维从单一知识应用向知识综合、批判性分析的高阶思维水平发展。

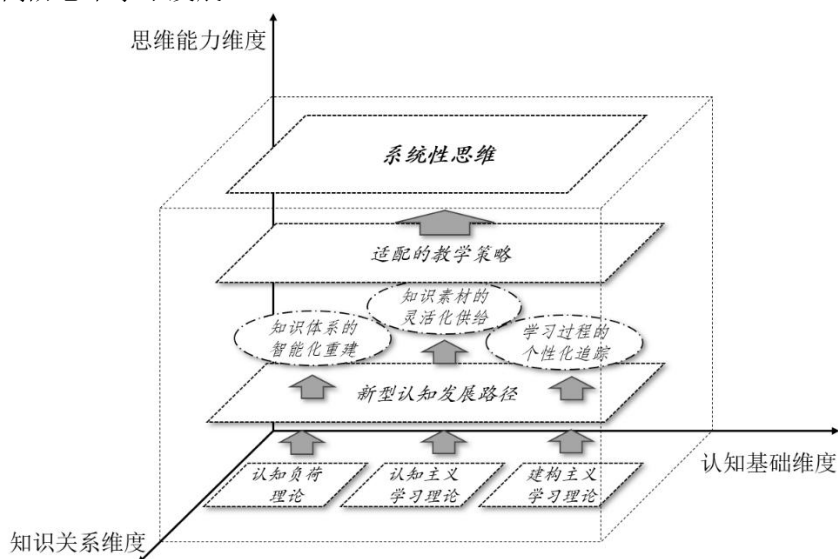


图2 AI 赋能知识图谱促进新型认知发展的作用路径

Fig. 2 Pathways for AI-empowered knowledge graphs to promote novel cognitive development

4 双线教学模式与应用策略

4.1 双线循环模式

基于认知主义、建构主义学习理论及认知弹性理论，遵循学习者中心原则、个性化与差异化教学原则、合作学习原则、动态反馈与持续改进原则，提出“基于知识图谱的线上线下双线教学模式”。该模式创新性借鉴计算机领域“冷启动-热启动”双线机制，形成线上知识内化与线下深度探究的闭环教学流程：

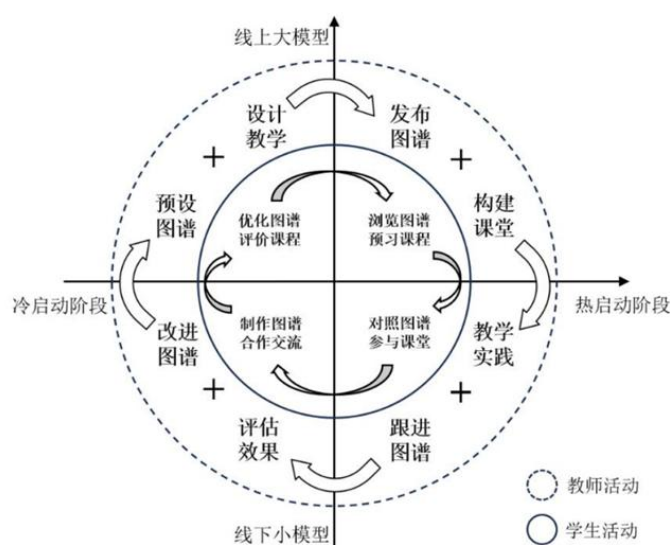


图3 基于知识图谱的线上线下双线教学模式

Fig. 3 Knowledge graph-based blended learning model integrating online and offline instruction

线上冷启动阶段，教师利用人工智能工具构建知识图谱，整合环境科学核心概念与课内外跨学科关联知识，设计课堂教学环节。线上热启动阶段，教师发布图谱至线上平台，学生于课前自主访问图谱，初步了解基础知识并与协同进行个性化学习路径规划，教师根据平台 AI 工具反馈的预习数据进行课堂架构。

线下热启动阶段，采用图谱导航-协作重构-交互探讨三步引领教学。课堂中，教师以图谱为认知支架，引导学生通过小组合作等方式对参与课堂问题解决，融入核心概念对比与关系辨析以加深理解。课后则进入线下冷启动阶段，学生进行小组合作，制作基于课上对知识点认识的知识图谱，并作为作业提交；教师则结合任务完成质量与图谱完善度，动态调整图谱内容，引入辅助性资料与学科前沿研究进展，形成教学内容的持续迭代，并作为下一轮线上冷启动阶段的基础，进入新一轮循环。

该模式一方面借助了知识图谱的可视化与结构化特征，帮助学生构建系统的学科认知框架；另一方面，通过双线机制实现由教师主导灌输向师生协同建构的教学主体转变，为高校智能化教学改革提供了可迁移的实践范式。

4.2 双线教学的应用策略

4.2.1 强化面向认知发展的教学目标

教学目标是教育工作的核心和教育活动的出发点，也是教学模式的核心要素^[9]。教学目标的制定应依据认知规律、立足于技术条件。在人工智能时代，知识图谱辅助的课堂教学仍然应当以知识体系的构架为基本框架，在此基础上扩大对学生认知发展的追求，借助 AI 工具的辅助，实现从知识传递到思维培养的深层转变。

教师可借助布鲁姆认知目标分类，将课程目标拆解为可量化的认知节点，并依托知识图谱构建层次性的知识达成映射网络。通过 AI 分析学生前期学习数据，动态推送个性化学习路径。例如，对知识薄弱学生强化基础概念关联任务，对能力达标学生增设跨学科拓展目标，确保教学目标与学生认知水平的适配性。

4.2.2 整合多模态的个性化教学资源

数字化教学资源是学生个性化培养的基础^[10]。教学中提供的教学资源需丰富多样,以确保学习内容和路径具有选择性和灵活性^[11]。AI工具可支持教师针对学习者个性差异和具体课程内容,快速生成个性化教学资源和学习材料,

传统教学受限于教学环境与资源限制,仅依据教材作为教学的主要参考文本,辅以多媒体资料。但这种资料来源决定了其内容必然不全面,模态也极其受限,能应用到课堂的资料更是形式单一,无法兼顾不同知识基础、认知类型的学生的发展需求。

AI生成、知识图谱整合多模态、个性化的教学资源或可突破这一困境。一方面,AI可充当教师助手,自主检索和生成教学资源,减轻教师的备课负担;另一方面,由AI针对学生认知特征产生的内容更方便进行智适应推送,相对于传统教学更具便捷性与个性化。但需要注意的是,AI生成存在的幻觉问题在技术上仍未得到解决,可能会存在知识错误、表达不当等问题,必须经过教师的严格筛查。

4.2.3 创设人机交互的智能化教学场景

教学场景是教学目标落地与教学资源应用的载体^[12],其交互性直接影响学生的认知参与深度。在人工智能与知识图谱融合的教学模式中,教学场景需突破传统课堂单向知识讲授的局限,构建多元主体、即时响应的人机协同交互环境。

传统教学场景下,师生交互多为单向知识传递或有限的小组讨论,学生缺乏适合自己认知节奏的针对性反馈。而AI与知识图谱从两方面进行场景补充:一是节点触发式交互,学生通过点击知识图谱中的知识节点获得该知识的深入解读与AI教学资源的个性推送;二是问题驱动式交互,当教师提出开放性问题时,师-生、生-生、生-机之间形成多维互动,AI依托图谱梳理关联路径,引导学生逐步推导解决方案,并推送相关案例辅助课堂讨论。同时,教师应注意根据学生认知水平提前调试人工智能推送机制,防止增加额外认知负荷。

4.2.4 设计强反思性的课后活动

课后活动的核心价值在于引导学生复盘学习过程、发现认知漏洞、促进课程整合。根据建构主义学习理论,强反思性课后活动可借助知识图谱的可视化特征,将隐性的认知过程转化为显性的反思对象,跳出传统课后任务重复训练的弊端。

结合AI与知识图谱的课后活动可从三方面设计:一是图谱差异反思任务,学生将课后自主构建图谱,与课堂教师发布的标准图谱、AI生成的优化图谱进行比对,反思认知结构存在的问题并进行改进;二是问题溯源反思任务,针对课堂理解不足或由认知误区的题目,在图谱中定位该知识点的位置与关联节点,自主补充图谱注释,强化认知;三是应用迁移任务,AI根据学生掌握情况,推送现实案例及相关资料,学生通过大量了解现实问题,将理论知识与现实世界建立联系,激发学生关注并回应现实环境问题的主动意识。

4.2.5 搭建多元主体的教学评价方式

教学评价是教学模式的反馈闭环,对学生的动机激发与认知发展具有关键导向作用。有效的评价需突破单一评价主体的局限,依托AI与知识图谱的技术赋能,构建兼顾过程与结果多位一体融合的评价体系。

传统教学评价多以教师期末考核或论文评分为主,存在评价主体单一、重结果轻过程的弊端。AI赋能的教学评价体系可突破这一弊端提供助力。一是开展多元主体协同评价,评价主体拓展为学生自评、生生互评、教师评价以及AI智能评估的融合模式,将学生在自学中的过程表现通过AI监

控融入评价体系；二是开展全过程即时评价，传统教学一再倡导评价的及时性，但在高校学生众多的情况下难以执行落地，而 AI 能够捕捉学习数据，即时生成阶段性评价报告，教师可据此及时掌握班级整体学情，开展课堂即时反馈与个性化辅导。

需要警惕的是，AI 生成的量化数据评价需结合学生的能力基础、课堂讨论表现等进行综合判断，由教师严格把关，确保评价既具科学性又富教育温度。

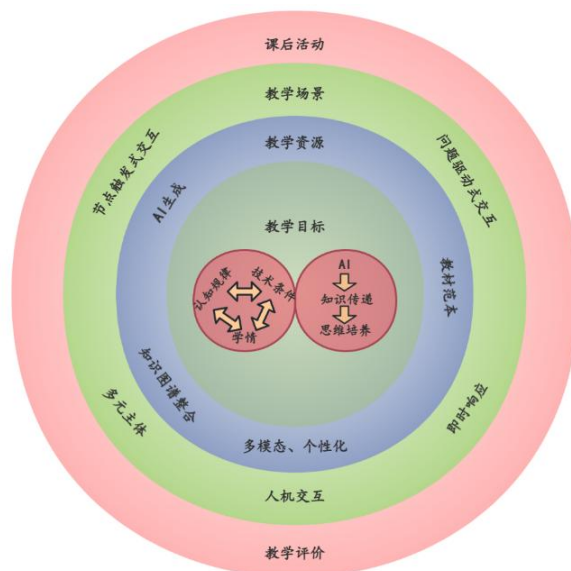


图4 双线教学的应用策略

Fig. 4 Application strategies for dual-track teaching

5 环境科学知识图谱教学实践——以环境科学概论为例

5.1 案例实施背景

以本校《环境科学概论》课程为研究案例，该课程为地理科学类的自发课程，主要修读人员为地理师范和人文地理专业的学生，主要修读学年为大学二到三年级的春季学期。本校修读《环境科学概论》这门课的学生一般已经具备较强的基础学科知识，这一阶段的学习正在由基础学科课程转向更加综合的课程，其学习重点逐渐从基础知识的积累转向应用与综合能力的提升。在这一转型过程中，学生常感受到知识碎片化和现实问题解决的困境，在知识的深入理解中遇到阻碍。不过，由于人文地理和师范专业学生的课程与实践安排更加偏向社会科学领域，他们往往更擅长从社会、文化和经济等多角度分析问题，这就为教师以图谱形式助力学生思维发展提供了契机。

5.2 教学实践应用

选取高校通识课程《环境科学概论》，以2022级120名学生为实践对象，以“大气环境及污染防治”章节为试点，使用本研究开发的基于知识图谱的线上线下双线教学模式为教学模式，开展为期1个月的教学实践。知识图谱构建使用NRD Studio平台，完成共计238个核心节点、156条关系链的可视化整合，形成包含“概念层-原理层-应用层”的三级认知框架。

实践表明该教学模式的应用价值体现在：

(1) 从量化数据来看，学生对概念的理解度与概念间的关系建构表现优秀。10组学生的概念描述准确率平均值达87%，综合完成率在75%-90%，有效规避了传统教学中概念模糊的问题。在概念间的关系建立层面，知识关系数平均值为213.6，关系密度稳定在0.50-0.55，且关系系数与知识节

点数呈强正相关（皮尔逊相关性 0.991），表明学生能够有意识地为知识点建立联系。究其原因，知识图谱通过知识体系的网络化架构，将环境科学中离散的概念转化为可交互的节点，有效降低传统教学中因信息混乱产生的外部认知负荷；AI 赋能的知识图谱为个性化认知发展提供支撑，通过多样化资源的生成和引入，适配不同认知偏好的学习需求。

（2）从教师主观感受来看，学生在图谱制作时展现出明显的创新能力。在未经教师提示和点拨的情况下主动使用层次性的色彩表示逻辑架构，部分学生自发使用 3D 图谱模型进行表达，这展现了学生对课程图谱建设的高度参与积极性与认可，也赋予了知识图谱更加鲜明的个性化属性与美学价值。

（3）从教学互动模式看，“线上冷启动-线下热启动”的双线机制使得师生角色悄然发生转变，教师从知识传授者转型为认知引导者，学生则通过课堂参与和图谱制作，展现出从被动接受向主动建构的认知模式改变。

6 讨论

本研究提出了 AI 赋能的知识图谱构建理论与基于知识图谱的线上线下双循环教学模式，并基于《环境科学概论》课程实践，探讨了 AI 赋能知识图谱在教学模式创新中的应用价值。从知识体系呈现方式来看，知识图谱是建立学生认知体系的有效载体；从教学模式创新角度来看，人机协同应是智能教学的核心范式。

从知识建构效果看，量化数据反映结构化的知识呈现能有效破解传统教学中概念模糊、关系割裂的难题。从教学互动模式看，“线上冷启动-线下热启动”双循环机制使得师生角色悄然发生转变，教师从知识传授者转型为认知引导者，学生则通过课堂参与和图谱制作，展现出从被动接受向主动建构的认知模式改变。究其原因，一方面，知识图谱通过知识体系的网络化架构，将环境科学中离散的概念转化为可交互的节点，有效降低传统教学中因信息混乱产生的外部认知负荷；另一方面，AI 赋能的知识图谱为个性化认知发展提供支撑，通过多样化资源的生成和引入，适配不同认知偏好的学习需求。

过往研究多不注重教师操作的可行性，本研究针对不同技术基础的教师提供了可参考的图谱建设和 AI 工具引入的解决方案。但也发现了新的不明确性，即教学模式的建设应当各具备学科特色，对此学界尚未提出统一的标准体系。

7 结论

本研究提出了 AI 赋能的知识图谱构建理论与基于知识图谱的线上线下双线教学模式，并基于《环境科学概论》课程实践，探讨了 AI 赋能知识图谱在教学模式创新中的应用价值。

（1）知识图谱应用于课堂教学能够取得良好的成果。知识图谱是建立学生认知体系的有效载体，人机协同应是智能教学的核心范式，量化数据反映结构化的知识呈现能有效破解传统教学中概念模糊、关系割裂的难题。

（2）AI 赋能知识图谱为复杂学科的知识体系整合提供了有效路径；基于知识图谱的线上线下双线教学模式实现了人机协同的教学范式创新。

研究结果为多复杂学科提供了可复制的图谱构建模式和可借鉴的教学模式，有望将知识图谱发展为连接人工智能与教育教学变革的重要纽带，具备较强的实践推广价值。

参考文献

- [1] 沈书生,祝智庭. ChatGPT 类产品: 内在机制及其对学习评价的影响[J].中国远程教育, 2023, 43(4): 8-15.
- [2] 积极推动人工智能赋能教育强国建设-中华人民共和国教育部政府门户网站[EB/OL]. [2025-09-29]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202504/t20250402_1185864.html.
- [3] 李晶,郁舒兰,金冬. 均衡认知负荷的教学设计及知识呈现[J].电化教育研究, 2018, 39(3): 23-28.
- [4] 曹恩国,陈华强,黄姝然,等. 建构主义学习理论下在线设计教育的交互方法研究[J].包装工程, 2022, 43(24): 67-74,166.
- [5] 杨梦,李彩云,苏丽清,等.知识图谱+BOPPPS 混合教学模式在温病学教学中的应用[J].中医教育, 2025, 44(1): 107-111.
- [6] 李艳燕,张香玲,李新,等. 面向智慧教育的学科知识图谱构建与创新应用[J].电化教育研究, 2019, 40(8): 60-69.
- [7] 杨红云,陈旭辉,顾小清. 多媒体学习中视觉情绪设计对学习效果的影响——基于31项实验与准实验研究的元分析[J].电化教育研究, 2020, 41(1): 76-83.
- [8] 熊永红,黄元龙. 激活扩散模型与英语词汇教学中的常规关系建构[J].外语教学, 2011, 32(4): 61-64.
- [9] 林盼盼,姚苗苗,郑欣慧,等.在医学教学中渗透人文素养和心理健康教育的探索——以医学影像诊断学为例[J].临床放射学杂志, 2025, 44(09): 1787-1791.
- [10] 马观凤,李擘,卢烁,等. 面向创新人才培养的轻工实验教学一体化信息平台建设[J].实验室研究与探索, 2025, 44(09): 117-123.
- [11] 张静. 生成式人工智能背景下翻译高阶思维教学模式构建[J].中国翻译, 2024, 45(03): 71-80.
- [12] 朱元嘉,周海涛. 应用型高校校企合作实践教学创新的逻辑理路[J].国家教育行政学院学报, 2025, (04): 75-84.

基金项目: 中国教育学会教育科研中国点规划课题“大数据时代下 AI 赋能地理课堂的智能化教学模式研究”(课题编号: 202416293612A)。2025 年南京师范大学大学生创新训练项目(编号 X2025103190725)。

第1作者简介: 唐迪(2004-), 女, 硕士在读, 南京师范大学, 研究方向: 地理教育。E-mail: TangDi0321@163.com。

通讯作者简介: 张明礼(1976-), 男, 博士研究生, 副教授, 研究方向: 自然地理与地理教育。E-mail: zhangmingli@njnu.edu.cn。