

跨学科知识体系构建与教材创新研究

刘火霞, 罗永兵*

浙江农林大学, 数学与计算机科学学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年9月15日; 录用日期: 2025年10月20日; 发布日期: 2025年10月28日

摘要

在当今知识经济时代, 解决复杂问题往往需要融合多个学科的知识和方法。科学研究发现, 人类大脑本身就具有整合不同领域信息的能力, 这为跨学科合作提供了天然的生物学基础。目前, 全球教育领域正在经历一场变革, 学科之间的界限正在被打破。从斯坦福大学的联合实验室到中国的“新工科”建设, 跨学科合作正在成为一种趋势。但我们也面临着一些挑战, 比如缺乏统一的教学标准、教材内容割裂、评价方式单一等问题。针对这些问题, 我们提出了一个综合解决方案, 重点关注三个方面: 认知规律、技术应用和社会需求。具体包括利用人工智能构建知识图谱、开发智能教材、建立多元化评价体系等方法创新。这些措施旨在打破学科壁垒, 为国家科技创新和人才培养提供支持。

关键词

跨学科, 知识图谱, 教学改革

Construction of Interdisciplinary Knowledge Systems and Research on Textbook Innovation

Huoxia Liu, Yongbing Luo*

College of Mathematics and Computer Science, Zhejiang A&F University, Hangzhou Zhejiang

Received: September 15, 2025; accepted: October 20, 2025; published: October 28, 2025

Abstract

In today's knowledge-driven economy, solving complex problems often requires integrating knowledge and methods from multiple disciplines. Research indicates that the human brain naturally

*通讯作者。

文章引用: 刘火霞, 罗永兵. 跨学科知识体系构建与教材创新研究[J]. 教育进展, 2025, 15(10): 1368-1377.
DOI: 10.12677/ae.2025.15101979

possesses the ability to synthesize information across different fields, providing a biological foundation for interdisciplinary collaboration. Currently, the global education sector is undergoing transformation, with disciplinary boundaries becoming increasingly blurred. From Stanford University joint laboratories to China Emerging Engineering Education initiatives, interdisciplinary collaboration is becoming a growing trend. However, challenges remain, such as the lack of unified teaching standards, fragmented curriculum materials, and overly simplistic evaluation methods. To address these issues, we propose a comprehensive solution focusing on three key aspects: cognitive principles, technological applications, and societal needs. Specific measures include using artificial intelligence to construct knowledge graphs, developing intelligent teaching materials, and establishing multidimensional evaluation systems. These innovations aim to break down disciplinary barriers, supporting national technological innovation and talent development.

Keywords

Interdisciplinary, Knowledge Graph, 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. 跨学科融合的价值意蕴

跨学科实践的本质在于突破传统学科界限,通过整合多元领域的理论范式与方法体系,构建综合性的问题解决方案。认知神经科学的研究证实了这种做法的科学性——脑成像技术(如 fMRI)显示,人类大脑本身就具备跨领域整合信息的能力。比如在解决跨学科问题时,前额叶皮层和顶叶区域会协同激活,强化神经网络间的连接。因此,构建有效的跨学科知识体系,关键在于以基础理论为框架,通过概念转换和方法调整实现学科间的有机融合。

当大脑的认知规律与跨学科需求高度契合时,教育体系和科研范式就必须同步进化。这种转变正在全球范围内加速显现:从斯坦福大学拆除学科围墙的“联合实验室”,到我国“新工科”建设强调的学科交叉,都印证了跨学科能力已成为创新生态系统的核心要素。在此背景下,跨学科研究已不仅是方法论的选择,更是国家战略竞争力的关键支点。具体表现在以下三个方面:

跨学科研究有助于科技自立自强的关键路径。当前,我国在芯片制造工艺、高端装备研发、新材料创新等关键核心技术领域仍存在明显的技术瓶颈与产业短板,面临严峻的自主可控挑战。这些技术的突破本质上依赖于多学科交叉融合创新,以光刻机为例,其研发过程需要精密机械工程、应用光学、先进材料科学和计算光刻算法等多学科的深度协同。因此,亟需打破传统学科壁垒,构建“产学研用”一体化创新体系,通过高校、科研院所和产业链企业的协同攻关,方能在人工智能、量子信息、生物医药等战略必争领域实现技术突破,最终达成高水平科技自立自强的战略目标。

跨学科融合已成为驱动产业转型升级、培育新型生产力的关键引擎。在全球科技革命与产业变革深度发展的背景下,数字经济、绿色能源、智能制造等战略性新兴产业的突破性发展,愈发依赖于多学科知识的深度交叉与系统集成。以新能源汽车为例,其技术突破需要材料科学、电化学储能、智能网联系统和能源管理技术的协同创新;我国提出的“加快发展新质生产力”战略,其核心在于通过跨学科创新有助于传统产业升级和新兴业态培育。通过系统性破除学科壁垒,加速技术迭代与产业融合,将显著提升产业链韧性和竞争力,为我国在全球产业格局深度调整中把握战略主动权,并以此驱动经济向更高质量形态跃升。

跨学科研究是国家重大战略实施的重要支撑体系。在国家战略推进过程中, 多学科协同创新发挥着关键的赋能作用。以“一带一路”建设、京津冀协同发展、长江经济带高质量发展和粤港澳大湾区建设等国家战略为例, 其有效实施均依赖于多学科知识的系统整合与创新协同。例如, 助力“双碳”目标需要能源技术、环境科学、政策规划和经济学等多维度的协同攻关; 乡村振兴战略则依赖现代农业科技、数字技术、社会学研究和金融创新等领域的交叉融合。

2. 国内外研究现状和趋势

欧美国家在跨学科教育方面进行了较早的探索, 并且在实践中取得了一定的效果, 但也面临一些挑战。美国 NGSS 三维框架与气候单元设计。美国《新一代科学教育标准》(NGSS)构建了“核心概念-跨学科思维-科学实践”的三维整合框架, 旨在系统提升学生的科学素养[1][2]。加州中学开发的气候单元, 学生运用物理知识分析太阳辐射, 建立大气环流数学模型, 并设计城市降温方案, 这正是 NGSS 理念的体现。但是, 这种模式的有效性在很大程度上依赖于教师的自主整合, 缺乏统一的教材支持, 这可能会导致教学质量的差异[3]。欧洲教育实践者尤为重视将技术手段有机融入跨学科教学体系。德国 Klett 出版社利用增强现实技术(AR)呈现分子运动, 使学生能够通过调整温度参数观察化学反应速率变化, 并同步记录数据拟合数学曲线。这种方式能够更直观地展示抽象的科学概念, 提高学生的学习兴趣 and 参与度[4][5]。芬兰的游戏化学习平台则让学生在虚拟城市中扮演环保署官员, 平衡工业发展、能源政策和公共卫生。情境式学习模式能有效促进学生系统思维的形成与决策能力的提升[6][7]。然而, 这些创新尝试的成本较高, 难以大规模推广, 这成为制约其发展的关键因素。

中国理学跨学科知识体系构建的研究, 核心聚焦于理学思想与现代科学的交叉、复杂性研究中的应用、现代工具的定量分析、多学科交叉研究及标准化知识体系构建。这一体系的构建旨在应对复杂问题, 需融合多学科并整合科学与实践知识[8]。在应用层面, 企业知识树的培育关乎知识创新生态中的主体布局、生成与整合[9], 在城乡二元结构下, 构建类型知识图谱可应对乡村发展问题[10]。另外, 知识网络研究日益重要, 被视为知识管理新范式[11], 科学知识应用需超越单向转移, 有助于交互共享[12], 科学教师的专业发展有助于其理解并应用科学本质于教学[13]。然而当前最大瓶颈有三: 一是缺乏国家层面的跨学科课程标准, 各地自行其是; 二是现行教材编写团队主要由单一学科领域的专家构成, 在跨学科知识整合方面存在明显局限性; 三是大学科目分立, 跨学科内容难以纳入评分。

未来存在三点趋势:

深度整合工具链。不再满足主题拼接, 而是提炼通用方法论。例如, 数学建模将成为纽带-用同一组微分方程描述物理中的弹簧振动、化学中的反应速率、生物中的种群波动。

人工智能个性化。自适应学习平台正兴起。美国 McGraw Hill 系统能根据学生错误类型, 动态生成练习题: 解力学题失误者收到含数学微积分的物理题, 化学计算薄弱者收到融合化学方程式的数学应用题。

素养评价体系化。PISA 国际测评 2025 年将新增跨学科模块, 评分标准包含知识整合度(能否关联多学科概念)、方案可行性(设计是否科学)、伦理反思(是否考虑社会影响), 这倒逼教材设计转型。

3. 应对策略: 基于多模态数据与智能技术的跨学科教育创新

措施一: 基于多模态数据的跨学科知识图谱自动构建方法

1. 多模态数据融合与知识体系建模

传统教材中的知识通常以单一形式(如文字、公式或图表)呈现, 缺乏有机联系, 不利于学习者形成系统性的理解。为此, 本研究提出一种智能化的知识整合方法, 旨在将多种形式的知识(如文本、数学公式、

实验数据等)融合到一个统一的知识网络中。这一设计基于双重编码理论(Dual Coding Theory), 该理论认为人类认知系统通过语言和非语言(如图像、符号)两套编码系统处理信息, 多模态表征能够显著提升学习者的记忆与理解效率[14]。通过构建统一的知识网络, 系统能够帮助学习者同时激活语言与非语言认知通道, 从而更高效地形成系统性的知识体系。具体实现过程包括以下三个关键步骤, 每个步骤均与核心教育理论或认知规律相呼应:

多模态表征学习: 采用深度学习模型分别处理不同模态的知识内容。例如, 利用语言模型解析文本, 使用符号网络处理数学公式, 借助图像模型提取图表中的特征信息。这一过程基于认知负荷理论(Cognitive Load Theory), 通过优化不同模态信息的表征方式, 减少学习者的外在认知负荷, 同时通过跨模态注意力机制建立语义关联, 促进知识的整合与内化。

动态知识网络构建: 以学科核心概念为基础构建知识网络, 每个概念节点具备多种属性表征(如文本描述、公式表达、图像示例等), 并通过逻辑关系(如推导、应用、类比等)相互连接。这一设计直接支持建构主义学习理论(Constructivist Learning Theory), 强调学习者通过主动联结新旧知识构建认知结构。网络的动态更新机制进一步体现了维果茨基的“最近发展区”理论(Zone of Proximal Development), 系统能够根据学习者的认知水平动态调整知识关联强度与呈现方式, 确保新知识始终处于可理解的挑战范围内。

跨学科关联发现: 通过分析知识网络的整体结构与节点属性, 识别不同学科领域之间的潜在联系。例如, 揭示数学中的微分方程与物理学中的动力学模型之间的共同数学基础与应用语境。这一功能基于迁移学习理论(Transfer Learning Theory), 通过显式建模学科间的概念映射关系, 促进学习者在不同情境中灵活应用知识, 解决传统教育中知识割裂的问题。

2. 跨学科知识关联挖掘与动态演化机制

学科间的知识关联往往难以通过人工方式全面挖掘与识别。基于建构主义理论中“知识通过关联整合形成认知结构”的核心观点, 本研究提出利用复杂网络与图神经网络技术, 将来自数学、物理、化学等不同学科的知识概念转化为网络中的节点, 通过智能分析方法, 自动识别并挖掘多领域知识间的潜在关联, 进而揭示跨学科知识迁移的路径特征与结构规律。具体方法设计严格遵循认知负荷理论中“降低外在认知负荷、优化关联呈现”的原则, 包括以下三个理论支撑的技术模块:

复杂网络建模: 依据知识整合理论, 将学科知识体系建模为一个动态网络, 其中节点表示概念或方法, 边表示彼此之间的逻辑依赖或应用关联。通过构建多层网络结构, 能够有效区分学科内部与跨学科的知识联系, 并量化其关联强度。这种建模方式直接支持 Ausubel 的有意义学习理论, 通过显性化概念间的上位、下位和并列关系, 促进认知结构的系统性建构。

图神经网络的应用: 针对传统方法在处理高维、非线性的知识网络时存在的局限, 结合分布式认知理论对“知识表征多维性”的要求, 采用图神经网络学习知识节点的高维嵌入表示, 并自动识别跨学科语义关联。例如, 通过计算数学概念与物理概念在向量空间中的相似性, 识别出它们共同支撑的实际应用场景, 这一过程直接体现了 Sweller 的认知图式整合机制, 有助于形成跨领域的认知迁移能力。

知识网络的动态演化分析: 基于 Piaget 认知发展理论中“知识结构动态适应”的观点, 通过持续集成学术文献与教材中的新知识, 构建时序知识网络模型。该模块特别关注 Vygotsky 最近发展区理论揭示的“知识前沿动态性”, 能够对学科交叉热点形成与演变趋势进行预测, 为教学内容的时效性更新提供理论依据。

知识图谱驱动的个性化教材生成与评估: 基于构建的知识图谱, 创新性地设计了一套符合 Mayer 多媒体学习认知理论的个性化教材智能生成系统, 该系统能够根据学习者的认知特点和需求动态优化教学

内容, 具体实现以下理论指导的功能:

智能学习路径规划: 依据 Bruner 的螺旋式课程理论, 系统通过分析知识点的认知难度和语义关联度, 自动构建循序渐进的学习路径。在基础教育阶段侧重基础概念的透彻讲解(符合 Gagné 学习层级理论), 而在高等教育阶段则着重展现学科交叉融合和实际应用场景(体现 Kolb 经验学习理论)。

多模态内容自适应呈现: 严格遵循双通道认知处理理论, 系统智能匹配知识点与最佳呈现形式。具体包括: 为数学公式配置交互式动态可视化组件(落实 Sweller 的图示化降低认知负荷原则), 为抽象理论补充真实案例解析(应用 Jonassen 的基于问题学习理论), 对实验现象采用虚拟仿真技术进行立体展示(为 Paivio 双重编码理论提供一种可能路径), 从而系统性地提升学习效果。

动态优化与持续更新: 基于 Kirkpatrick 四层次评估模型, 系统建立了闭环优化机制, 通过实时采集学习者的交互数据(包括重点标注、测评结果、讨论内容等), 持续评估教材使用效果并进行迭代优化。当知识图谱动态更新时, 系统将基于智能算法自动优化教材知识架构, 这一机制直接践行了 Bransford 的适应性学习框架, 确保教学内容与学科前沿发展的实时同步。

相应的知识图谱如图 1 所示:

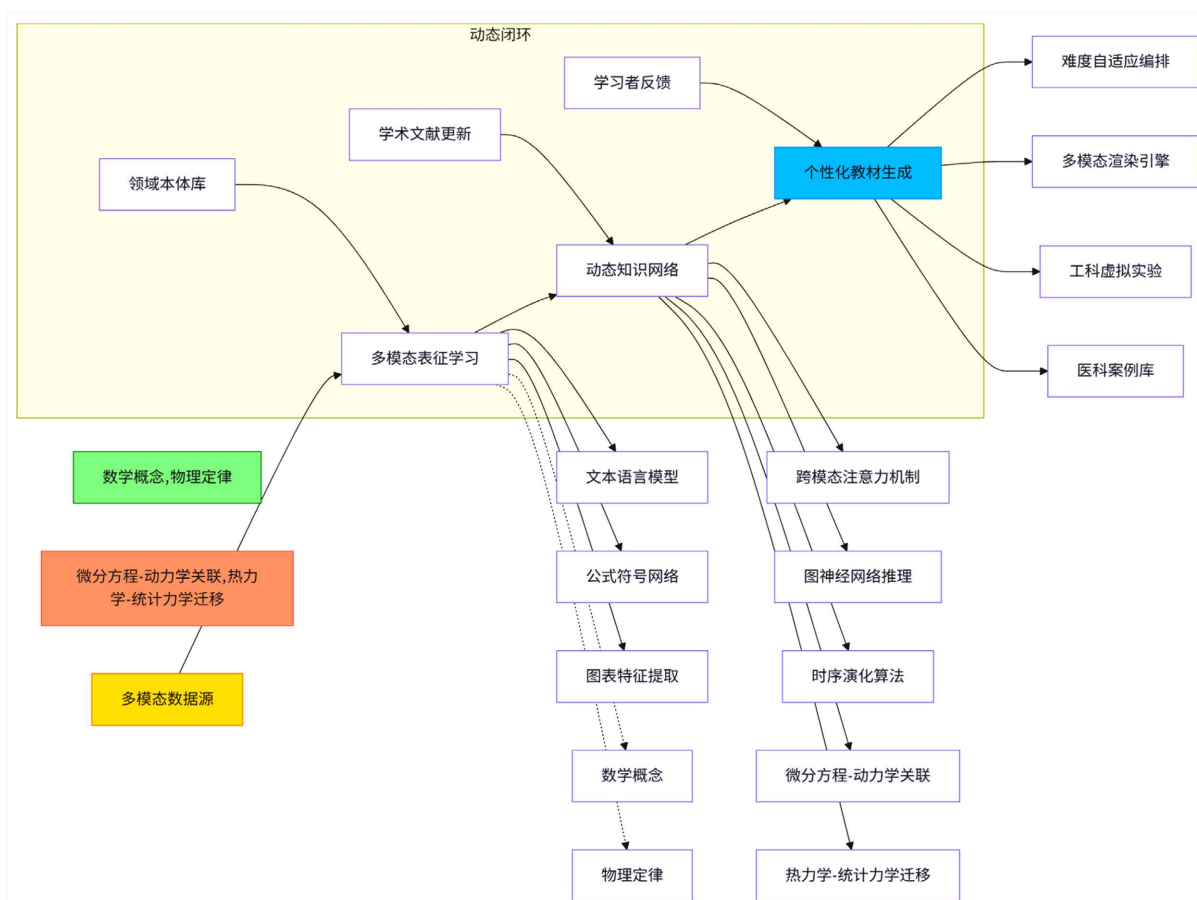


Figure 1. Logical relationship diagram of automatic construction method for multidisciplinary knowledge graphs based on multimodal data

图 1. 基于多模态数据的跨学科知识图谱自动构建方法的逻辑关系图

措施二: 智能交互式跨学科教材开发与实践验证

1. 多模态交互式教材的智能化设计框架

针对传统教材更新滞后、学科割裂等问题, 本研究提出了一套智能教材开发框架。该框架通过自动生成交互式、个性化的学习内容, 有效促进学习者对跨学科知识的整合理解。本系统的智能化架构蕴含三大核心模块:

动态知识网络构建模块: 底层采用实时更新的跨学科知识图谱技术, 确保教材内容始终与学术前沿同步, 打破学科壁垒, 助力知识点的有机连接。

智能内容生成引擎: 基于学习者的认知发展水平和个性化学习需求, 智能引擎可动态调节知识内容的深度层级与呈现方式。例如, 数学概念配以渐进式动态推导, 物理定律结合可操作的虚拟实验, 辅助抽象概念的可视化呈现。

自适应优化模块: 通过持续采集和分析学习行为数据(包括答题表现、互动轨迹等), 有助于教材内容的动态调优, 持续提升教学效果。

关键技术突破包括:

多模态智能生成技术: 系统能自主选择最优内容表现形式(文本、图表、动画等), 并通过语义一致性校验确保多模态内容的逻辑统一, 彻底解决传统教材中图文脱节的问题。

个性化学习路径规划: 基于多维学习者画像(包括认知能力水平、学习兴趣偏好等核心维度), 系统可智能生成个性化的差异化学习路径: 初学者采用“案例引导-理论升华”的渐进式路径, 高阶学习者则开启“跨学科问题探究”的深度学习模式。

2. 虚实融合的交互式学习场景构建

本研究提出了一种虚实融合交互式学习系统, 通过整合虚拟仿真与实时交互技术, 有效解决了传统教学中抽象概念难以直观呈现、学科关联性薄弱等核心问题。该系统采用“沉浸体验-智能引导-动态优化”的一体化设计思路, 为跨学科知识学习提供了全新的解决方案。

在功能设计上, 系统首先构建了高度仿真的三维学习场景, 使抽象概念有助于可视化交互。学习者可以通过自然手势操控 DNA 分子模型观察基因编码过程, 或通过参数调整实时查看微分方程解的动态变化, 从而建立直观的学科认知。其次, 系统采用分层交互机制与示范式纠错设计, 既支持从基础操作到自主实验的多层次学习需求, 又能在检测到错误时动态演示正确方法, 显著提升了知识内化效率。更重要的是, 系统具备智能分析能力, 能够通过记录学习行为数据、识别教学难点, 并动态优化教学内容, 有助于教学效果的持续提升。

3. 基于教育实验的跨学科教学效果验证

为了系统评估智能教材在交叉学科教学中的应用效果, 研究团队联合国内十余所高校开展了一项为期两年的多中心对照实验。研究选取数学物理、生物化学、计算社会科学等典型交叉学科课程, 将参与者随机分为三组: A 组使用基于知识图谱的智能教材, B 组采用传统电子教材, C 组沿用常规纸质教材。通过标准化测试、行为观察和认知评估等多维度测量, 研究发现智能教材展现出显著优势: 在认知层面, A 组学生在知识掌握深度和跨学科思维能力(包括概念关联识别、复杂问题解决等)上的表现优于其他两组; 在情感动机方面, 智能教材的可视化界面和交互功能有效提升了学习者的专注度和持续学习意愿。深入分析表明, 这种优势源于三个核心机制: 知识图谱的可视化呈现降低了跨学科概念的认知负荷, 交互式案例模拟促进了知识的迁移应用, 动态更新的学科前沿内容则持续激发学习兴趣。基于这些发现, 研究团队提出了针对不同交叉学科特点的智能教材开发范式: 对于“数学 + X”类课程, 重点构建公式推导与实际应用场景的关联网络; 在“生物 + 化学”领域, 突出分子结构的动态交互演示功能; 而面向社科与计算结合的课程, 则着力理论分析与数据建模工具的无缝衔接。相应的知识图谱如图 2 所示:

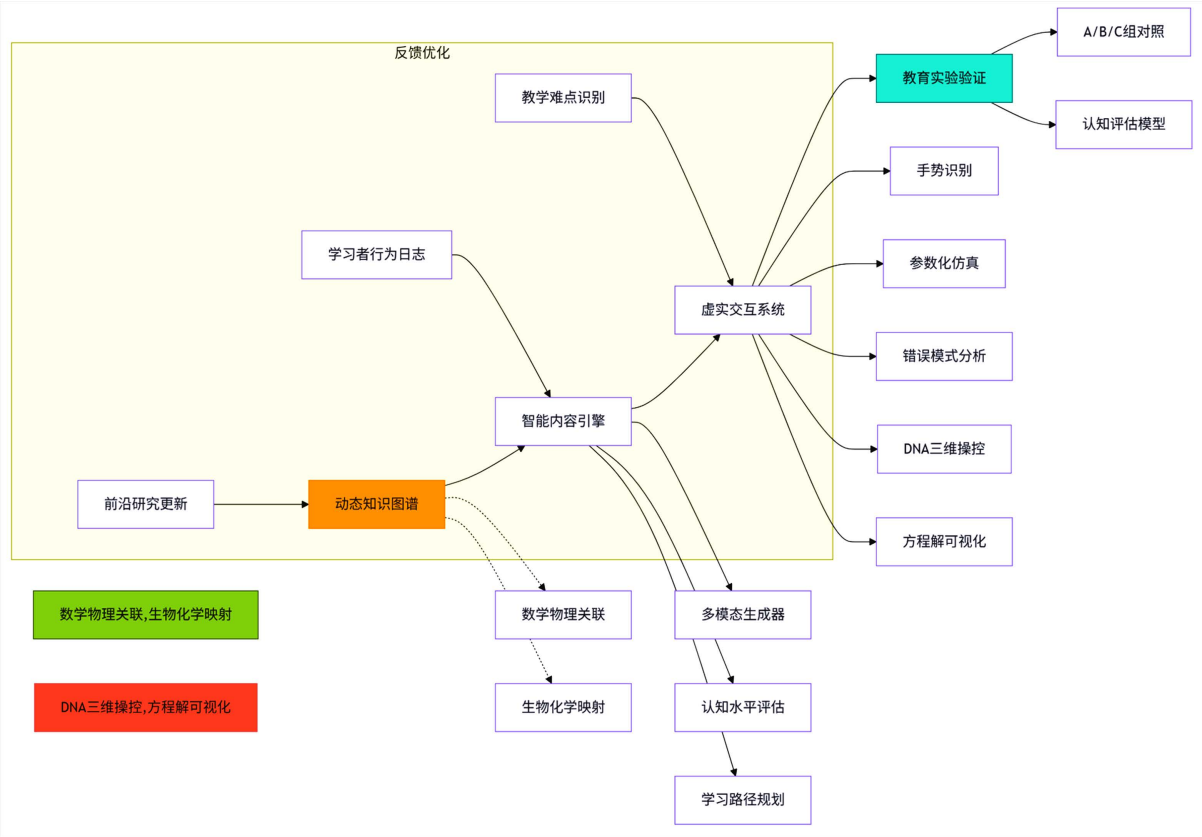


Figure 2. Logical relationship diagram of intelligent interactive multidisciplinary teaching Material Development/Practical Verification

图 2. 智能交互式跨学科教材开发/实践验证的逻辑关系图

措施三：跨学科学习效果的多维度智能评估与优化

1. 基于多源数据的跨学科能力评估模型

本研究提出构建了一套创新的跨学科能力评估体系，通过整合多维度学习数据，有助于对学习者的跨学科能力的精准评估。评估系统主要采集三类核心数据：交互行为数据(如虚拟实验操作、习题练习过程)、认知过程数据(通过眼动追踪、答题路径分析获取)以及学习成果数据(包括作业、测试等产出)。系统采用知识图谱技术，将学习者的知识掌握情况与目标知识图谱进行可视化对比，直观呈现知识结构的差异与薄弱环节。

评估模型重点聚焦三项核心跨学科能力：概念类比能力(识别不同学科概念间的相似性)、知识整合能力(综合运用多学科知识解决问题)、迁移应用能力(将所学知识灵活应用于新场景)。通过机器学习算法，系统能够从学习者的行为模式中提取这些能力的特征指标，生成个性化的能力评估报告。与传统的单一知识点测试相比，该模型更能全面反映学习者的跨学科素养。

2. 动态反馈驱动自适应学习优化

基于实时评估结果，本研究开发智能化的自适应学习优化系统。该系统采用推荐算法，在三个层面有助于个性化学习路径规划：在内容难度层面，系统根据学习者的实时能力水平，动态调整题目难度和知识深度；在学科交叉层面，依据学习者的接受程度，循序渐进地引入跨学科内容；在呈现方式层面，通过分析学习者的操作偏好，选择最适合的多媒体组合形式。

系统运行机制包含完整的反馈闭环：首先通过嵌入式传感器和交互界面采集学习行为数据，然后利

用评估模型生成诊断报告,再基于推荐算法调整学习内容,最后通过 A/B 测试验证优化效果。这种自适应调节机制能够确保学习进程与学习者的认知发展轨迹保持动态匹配。

3. 跨学科教育的长效影响追踪与政策建议

为验证智能教育的长期效果,研究团队设计为期三年的纵向追踪计划。研究选取 3000 名使用智能教材的学习者作为实验组,匹配背景相似的对照组,定期采集其学术表现、职业发展等数据。通过先进的因果推断方法,研究发现智能教育主要通过两条路径提升创新能力:其一,消解学科间的认知边界,促进学习者形成系统性的跨学科思维范式;其二,增强知识迁移与应用能力,有效提升应对复杂现实问题的综合素质。

基于研究成果,研究提出了一套完整的实施方案。在标准建设方面,建议制定包括概念关联度、方法迁移性等核心能力指标,以及教材更新频率、交互设计科学性等技术标准。在实施路径方面,强调需要建立多方协作机制:教育研究者与一线教师共同优化教学策略,技术团队与评估机构合作完善质量标准,政策制定者与学校管理者协同推进制度改革。措施三的逻辑关系图如图 3 所示:

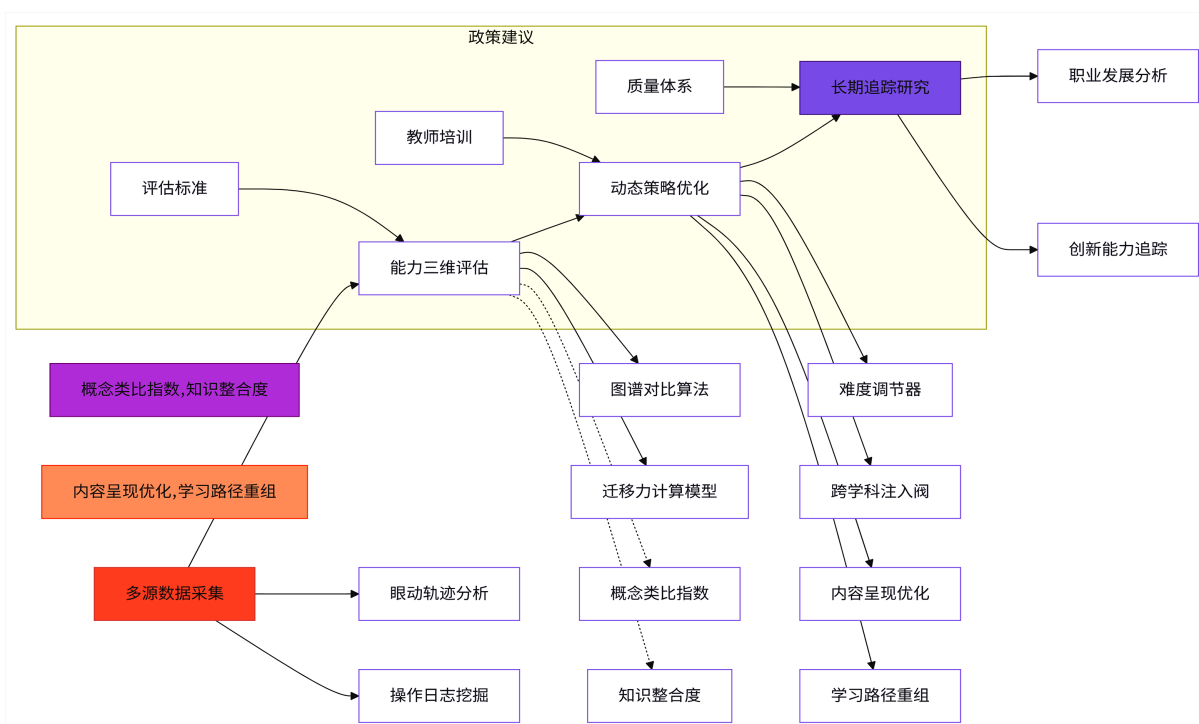


Figure 3. Logical relationship diagram of multidisciplinary learning effectiveness in multi-dimensional intelligent evaluation/optimization

图 3. 跨学科学习效果的多维度智能评估/优化的逻辑关系图

局限性与未来工作: 当前研究在推动跨学科融合方面虽取得一定进展,但仍面临诸多深层次挑战,这些挑战不仅暴露了技术、教育与体制层面的不足,也揭示了研究过程中被忽视的伦理风险和潜在问题。从技术实践来看,多模态知识图谱的构建仍存在显著缺陷:跨模态对齐的精度不足可能导致知识融合的系统性偏差,而数据开放性与隐私保护之间的张力尚未得到妥善解决。例如,不同学科术语体系的差异不仅造成语义融合困难,更可能因领域偏见导致算法歧视。尤其值得警惕的是,某些前沿领域的封闭数据生态不仅限制了知识更新,其背后隐藏的数据垄断问题可能加剧学术资源分配的不平等。

教育推广层面的问题更为复杂。 当前智能教育工具存在明显的“技术鸿沟”:AR/VR 设备的高成本

将资源匮乏地区排除在受益范围之外, 而所谓“普适性”评估工具往往基于特定文化背景开发, 可能产生教育公平性危机。更严峻的是, 教师跨学科培训普遍缺乏伦理教育内容, 这可能导致新技术在教学中的不当应用。我们不得不承认, 现有解决方案对这些风险的认识严重不足。

制度层面的障碍暴露出更深层的结构性矛盾。以单一学科为导向的评价体系不仅制约交叉研究, 更可能催生学术功利主义——研究者为满足评价要求而进行表面化的“伪交叉”研究。跨学科团队的成果归属争议背后, 实则是知识产权制度的滞后性。特别需要指出的是, 当前对交叉研究的伦理审查机制存在明显漏洞, 比如生物与人工智能融合研究中可能产生的双重用途风险常常被忽视。

针对这些挑战与风险, 未来研究必须建立更审慎的推进体系。技术突破需要平衡创新与责任: 小样本学习算法应包含可解释性设计, 知识图谱构建必须嵌入隐私保护机制(如差分隐私技术), 开放科学网络需建立严格的数据伦理审查流程。教育创新应当设置风险控制红线: 轻量化技术开发需进行数字包容性评估, 教师支持平台必须包含伦理决策模块。制度变革亟需补上监管短板: 在推行“贡献矩阵”评价方法时, 应同步建立学术不端预警系统; 专项基金需强制要求伦理影响评估, 对生物-人工智能等高风险交叉领域实施分级监管。需要特别强调的是, 当前提出的解决方案大多缺乏实证验证。未来研究必须重点验证: 跨模态学习算法在不同文化语境中的普适性、轻量化教育工具的实际覆盖率提升效果、以及新评价体系对真实研究行为的长期影响。此外, 学科交叉产生的新兴伦理问题(如神经科学与 AI 融合中的意识界定问题)亟待建立专门的研究框架。

4. 结束语

跨学科融合作为人类认知发展的必然趋势, 在应对全球性挑战方面展现出重要的战略价值。当前教育领域普遍存在的“碎片化”问题需要创新解决方案, 本研究提出的智能化路径为此提供了有益探索: 通过知识图谱有助于多学科概念的动态关联, 借助虚实交互技术降低认知负荷, 建立多维评估体系量化跨学科能力。值得关注的是, 随着 PISA 等国际测评体系开始重视跨学科素养, 全球教育范式正在逐步从“学科分立”向“问题驱动”转变。推动这一转型需要多方面的协同配合: 在技术层面完善自适应学习平台等工具, 在政策层面探索跨学科课程标准的建立, 在实践层面鼓励教材编写者和教育工作者突破传统思维、创新教学方法。通过构建“认知科学-技术创新-制度变革”的协同发展生态, 有望更好地释放跨学科融合的创新潜力, 为芯片技术突破、双碳目标实现、乡村振兴等国家重大战略提供有力的智力支持。

基金项目

浙江农林大学校级教改项目“新农科建设背景下高等数学教学改革研究”(2013110023)。

参考文献

- [1] Kaldaras, L. (2020) Developing and Validating NGSS-Aligned 3D Learning Progression for Electrical Interactions in Context of 9th Grade Physical Science Curriculum. Master's Thesis, Michigan State University.
- [2] 刘杨, 任媛媛, 王飞, 等. 从 NGSS 看我国生物学课程的发展——基于对美国 NGSS 生命科学概念体系的深入解读[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2020, 21(4): 78-81.
- [3] Wang, X., Zhang, Y., Liu, R. and Cui, X. (2021) Improving the Quality of Teaching for Clinical Nursing Students under the Guidance of “hand as Foot” Teaching Method. *Asian Journal of Surgery*, **44**, 673-674.
<https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2021.01.032>
- [4] AlGerafi, M.A.M., Zhou, Y., Oubibi, M. and Wijaya, T.T. (2023) Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education. *Electronics*, **12**, Article 3953.
<https://doi.org/10.3390/electronics12183953>
- [5] 王颖, 黄卫庭, 梁柱. 基于虚拟现实增强技术的塑料模具数字化设计课程教学改革探索[J]. 电脑知识与技术,

- 2025, 21(11): 145-147.
- [6] Morélot, S., Garrigou, A., Dedieu, J. and N’Kaoua, B. (2021) Virtual Reality for Fire Safety Training: Influence of Immersion and Sense of Presence on Conceptual and Procedural Acquisition. *Computers & Education*, **166**, Article ID: 104145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104145>
 - [7] 周维庆, 张震, 宋光乐, 等. 基于情景记忆式强化学习的协作运输方法[J]. 控制工程, 2024, 31(7): 1203-1210.
 - [8] Hochrainer-Stigler, S., Deubelli-Hwang, T.M., Parviainen, J., Cumiskey, L., Schweizer, P. and Dieckmann, U. (2024) Managing Systemic Risk through Transformative Change: Combining Systemic Risk Analysis with Knowledge Co-production. *One Earth*, **7**, 771-781. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.04.014>
 - [9] Liu, B., Zhang, Y., Sheng, G., Cheng, Y. and Tao, F. (2024) Behavior-environment Interaction Aware Manufacturing Service Collaboration Optimization. *Journal of Manufacturing Systems*, **74**, 302-315. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2024.03.011>
 - [10] Ren, K. and Buyandelger, K. (2023) Construction of a Type Knowledge Graph Based on the Value Cognitive Turn of Characteristic Villages: An Application in Jixi, Anhui Province, China. *Land*, **13**, Article 9. <https://doi.org/10.3390/land13010009>
 - [11] Liu, H., Jiang, Y., Fan, H., Wang, X. and Zhao, K. (2020) Visualization Analysis of Knowledge Network Research Based on Mapping Knowledge. *Journal of Signal Processing Systems*, **93**, 333-344. <https://doi.org/10.1007/s11265-020-01595-2>
 - [12] Roux, D.J., Rogers, K.H., Biggs, H.C., Ashton, P.J. and Sergeant, A. (2006) Bridging the Science-Management Divide: Moving from Unidirectional Knowledge Transfer to Knowledge Interfacing and Sharing. *Ecology and Society*, **11**, Article 4. <https://doi.org/10.5751/es-01643-110104>
 - [13] Eren-Şişman, E.N., Çiğdemoğlu, C., Kanlı, U. and Köseoğlu, F. (2020) Science Teachers’ Professional Development about Science Centers. *Science & Education*, **29**, 1255-1290. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00136-4>
 - [14] 吴江恒. 多模态知识表示学习研究及应用[D]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2020.