知识图谱与 AI 双辅工具赋能量子力学教学实践研究

黄安平
中国矿业大学，江苏 徐州 221116
DOI: 10.61369/ETR.2026270019

摘　　要： 量子力学是物理学专业的一门重要理论课，它的教学内容抽象，知识之间联系紧密，传统的课堂教学模式很难解决学生知识碎片化、答疑反馈慢、分层指导缺等教学问题。在教育信息化深入发展的时代大背景之下，以人工智能辅助教学以及知识图谱为主导的知识库工具被广泛应用在理工科课程当中，两者的协同使用可以构成一个相辅相成的教学支持系统。知识图谱用来整理课程完整知识脉络，形成可视化的系统化知识架构，AI 双辅工具能开展智能答疑、习题回溯、自主学习引领等多元化的辅助教学工作。本文以《量子力学》课堂教学为研究对象，系统梳理两类工具融合课堂教学的应用价值，明确落地应用的核心准则，围绕课前、课中、课后全教学流程构建完整的实践实施路径，聚焦课堂实操场景落地，可为物理类理论课程的智能化教学革新提供可行的实践参考。

关 键 词： 知识图谱；AI 双辅工具；量子力学教学；赋能路径

Practical Research on Empowering Quantum Mechanics Teaching with Knowledge Graph and AI Dual Auxiliary Tools

Huang Anping
China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221116

Abstract: Quantum mechanics is a core theoretical course for physics majors, featuring abstract content and compact internal knowledge correlation. The traditional teaching mode cannot effectively solve typical teaching dilemmas including fragmented knowledge mastery, delayed Q&A feedback and insufficient hierarchical teaching. With the in-depth development of educational informatization, artificial intelligence auxiliary tools and knowledge graph-based knowledge base tools have been widely applied in science and engineering courses, and their collaborative application can form a complementary teaching support system. The knowledge graph sorts out curriculum knowledge context and constructs visualized and systematic knowledge framework, while AI dual auxiliary tools realize diversified auxiliary teaching functions such as intelligent Q&A, exercise review and autonomous learning guidance. Taking the teaching of Quantum Mechanics as the research object, this paper sorts out the application value of integrating the two tools, clarifies relevant application principles, and constructs a full-process practical path covering pre-class, in-class and after-class stages. The research results can provide practical references for the intelligent teaching reform of physics theoretical courses.

Keywords: knowledge graph; AI dual auxiliary tools; quantum mechanics teaching; teaching empowerment path

在物理学专业人才培养体系当中，量子力学是形成现代物理理论体系的重要课程，其内容包含波函数、力学量算符、薛定谔方程、角动量和自旋、多粒子体系等主要部分，整体上理论抽象程度很高，对学生逻辑推理能力和物理思维水平都有较高的要求[1]。伴随着教育数字化转型的不断深入，各种智能教学工具开始在高校理论课堂中应用起来。知识图谱用可视化网络的形式来表现知识点之间的联系，克服了传统教材条块化的结构问题，而 AI 双辅工具依靠系统化的课程教学资源可以随时回答学生的疑问，拓宽课外学习的支持渠道。将两类工具深度融入《量子力学》全流程教学，能够重构课堂教学组织模式，打通课前预习、课中探究、课后巩固的教学闭环，破解传统理论课程的固有教学短板，推动课堂教学从单向知识传递转向学生自主探究式学习，助力物理专业学生构建系统化的量子物理思维。

一、知识图谱与 AI 双辅工具融入量子力学课堂的应用意义

（一）整合碎片化知识，搭建完整学科认知框架

量子力学各个章节的知识点存在着逐层推进的逻辑关系，前面的内容是后面理论推导的基础，单个章节的碎片化学习很容易造成学生认知上的断层。传统教材用线性章节的方式来安排教学内容，不能直接体现各章节之间的知识联系，使学生很难理解理论发展的全过程。知识图谱通过节点与关联线条搭建立体化网状知识体系，将分散的概念、定理、计算方法、应用场景有机联

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

结，清晰展现完整的理论推导链条。学生可以利用知识图谱快速找到知识点的前置基础和延伸方向，形成完整的课程认知，摆脱碎片化记忆的学习困境[2]。

（二）补齐答疑辅导短板，拓宽自主学习渠道

课堂教学时间有限，老师不能就每一个学生提出的问题作出准确的解答，大部分学生的疑问只能留到课后解决，问题不断叠加会导致学生学习速度下降[3]。AI 双辅工具依托完善的课程教学资源，可全天候响应学生的各类学习问题，覆盖基础概念辨析、公式推导步骤、习题解题思路等核心学习场景，有效缓解师生一对一辅导资源供给不足的教学矛盾。同时，知识图谱可同步标注各知识点的常见易错点，学生在自主学习过程中，可依托图谱精准定位疑问对应的知识板块，借助 AI 工具开展针对性答疑纠错，形成“发现问题—分析问题—解决问题”的自主学习闭环，打破课堂时长对学生自主学习的约束。

（三）优化课堂教学组织，提升理论课堂活跃度

纯理论灌输式讲授模式容易造成课堂气氛沉闷，学生被动地接受知识，缺少主动思考、探究的热情。将两种智能工具引入课堂教学之后，教师可以依靠知识图谱来安排课堂探究活动，以图谱核心节点为依据来提出讨论主题，促使学生自行整理知识的内部联系[4]。课堂练习环节中 AI 工具可以即时给学生反馈答题情况，使教师对整个班级的知识吸收情况有准确的认识。可视化知识图谱与智能互动工具的融合应用，打破了单一板书讲授的传统课堂形态，有效调动学生的课堂参与积极性，推动理论课堂从教师单向主导讲授转向师生协同探究的新型教学模式。

二、知识图谱与 AI 双辅工具课堂应用核心原则

（一）学科适配原则

智能工具的应用要符合量子力学理论抽象、逻辑严密、推导量大的学科特点，不能出现脱离课程核心内容的形式化技术应用[5]。知识图谱的搭建需严格契合课程教学大纲与教材逻辑，围绕核心理论板块构建完整的知识关联网络，杜绝堆砌无关拓展内容；AI 双辅工具知识库需全部采用物理专业标准表述与规范推导流程，规避非专业、不严谨的解答内容。所有的工具应用场景都以课程重难点为基础，把攻克理论教学难点、提高教学质量作为主要目的，使技术手段能有效地支撑专业知识教学。

（二）融合适度原则

智能化工具不能完全代替传统的教学方法，它应该保留板书推导、课堂讨论、师生面对面交流等方式的传统教学优点，并且要充分发挥其自身的优点[6]。概念解读、复杂公式演算这些核心教学内容仍旧是依靠教师的板书精讲，知识图谱更多的是用在课后的知识体系整理和课堂框架的回顾上，而 AI 双辅工具主要被用于处理基础的、重复性的学习疑问，复杂的逻辑误区与思维偏差由教师进行线下的讲解。教学过程中要合理控制智能工具的使用时间及使用场景，不能使整个课堂一直被数字化工具所主导，造成学生的理论推导过程被弱化。

三、知识图谱与 AI 双辅工具融入课堂的实践应用路径

（一）课前阶段：图谱搭建预习框架，AI 支撑自主预习

课前教学准备分为教师备课设计和学生自主预习两个方面。教师根据教材核心内容和教学目标，建立相应章节的知识图谱，确定本节内容在整个课程中所处的位置，标注前置基础知识点、本节重点难点和课后延伸内容，把知识图谱上传到线上教学平台上[7]。同时，教师同步完善 AI 双辅工具知识库，录入本节基础概念、典型基础例题与常见预习疑问，配套设计轻量化预习任务。学生在登录线上教学平台之后，把知识图谱作为主要的预习线索，迅速了解本节知识的大致结构，找出需要重点理解的理论要点。学生在预习过程中产生的概念疑问、简单推导问题，可通过 AI 双辅工具获取即时解答，扫清基础认知障碍。预习完成后，学生可借助 AI 配套自测习题检验预习效果，系统自动标记未掌握的图谱知识节点，让学生带着精准问题参与线下课堂学习，有效提升课堂听讲的针对性。教师依托平台汇总的学生预习数据，梳理班级共性认知误区，动态调整课堂讲授侧重点，规避无效教学内容，提升课堂教学效率。

（二）课中阶段：图谱可视化授课，AI 赋能课堂互动

线下课堂是以教师精讲讲授为主，知识图谱为可视化教学教具贯穿于整个课堂的过程。教师讲解基础理论的时候，同步呈现图谱对应的各个知识点节点，利用图谱之间的联系线将完整的理论推导链条串联起来，比如由波函数节点出发，扩展到态叠加原理，进而同薛定谔方程的关键点展开联系，使学生清晰地看到理论发展脉络及内在联系[8]。课堂互动环节增加使用 AI 双辅工具开展课堂训练。教师即时发出随堂练习任务，学生线上做题之后，AI 系统立马统计出全班的答题情况并精准地把高频错题映射到对应图谱的知识点节点上。教师就共性误区展开公式推导和深入讲解的同时，还组织学生对图谱节点展开分组讨论，自己整理知识间的内在联系。课堂全程设置智能即时答疑通道，基础性的疑问学生可以借助 AI 工具得到思路的提示，复杂的思辨型问题由集体研讨保存起来，保证课堂教学高效的同时又能让每一个学生的疑问得到妥善处理。开展实操推导教学时，教师先板书核心计算过程，同时借助 AI 工具为学生呈现标准化分步解题范例，进而方便学生课后对照参考、自主复盘巩固。

（三）课后阶段：图谱复盘知识体系，AI 开展分层巩固

课后是学生知识内化、查漏补缺的关键阶段，两类工具协同构建系统化自主巩固体系。学生在课后复习时，依靠完整的课程知识图谱把课堂上的零散知识点串联起来，理顺各个章节间的交叉联系，进而自己构建起一套系统化的知识体系并形成规范化的学习笔记[9]。针对图谱中标注的个人薄弱知识节点，学生可借助 AI 双辅工具调取对应层级的训练习题，通过基础层习题夯实核心概念，依托进阶层习题强化综合推导能力，借助拓展层习题了解学科前沿应用案例。学生完成作业与习题训练的过程中，AI 工具可分步解析推导流程，精准定位学生计算失误、概念理解偏差等问题，同步关联图谱对应知识点推送配套讲解素材与补充资源。

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

学生可以随时调取知识图谱对基本原理进行回顾，利用 AI 分析来修正自己的思维漏洞。针对学生反复出现的学习难点，教学平台可自动汇总记录，教师定期查看数据台账，有针对性地设置专项答疑时段开展集中讲解，构建“自主练习—智能纠错—线下专项辅导”的闭环巩固模式。

（四）教学资源动态建设，双工具同步迭代优化

两类智能工具教学应用效果依靠不断更新的课程教学资源来支撑。教师可以将每轮课堂教学的反馈和学生的学习数据结合起来，同步对知识图谱以及 AI 工具的知识库进行修改[10]。单次教学结束之后，教师对学生的高频疑问和普遍性难点问题进行汇总，根据实际情况动态调整知识图谱的节点层级和关联逻辑，细化难点内容的分支脉络，删除多余的、无关的节点，不断改进图谱的可读性和实用性。AI 双辅工具知识库同步完成迭代更新，补充新增典型习题、经典例题与学科前沿案例，修正知识库中表述不严谨、推导有疏漏的内容，新增各图谱节点对应的配套讲解素材与拓展资源。根据量子信息、量子计算等前沿学科的发展，在知识图谱拓展部分增加前沿应用类节点，同时更新 AI 拓展学习资源，有效地解决了传统教材内容更新滞后的问题。整套教学资源以线上教学平台为依托进行集中管理、共享使用，供同专业教师参考使用，减少教学资源重复建设的成本。

四、结语

知识图谱和 AI 伴学两类工具可以形成互补协同的智能化教学支持系统，很好地解决量子力学传统理论课堂存在的知识碎片化、答疑反馈不及时、分层教学难以落实等突出问题。知识图谱可以建立可视化的、系统的课程知识网络，有利于学生形成完整的量子物理理论思维结构；AI 双辅工具可以开拓全天候自主学习支持途径，达成习题练习、问题解答的即时回应。两类智能工具的课堂应用，需坚守学科适配、适度融合的核心准则，将其贯穿于课前预习、课中讲授、课后巩固、资源建设的全教学链条，落实全流程智能化辅助教学，持续提升物理专业理论课程的教学质量，为培育具备完整量子物理思维的高素质物理专业人才提供有力支撑。

参考文献

[1] 王琦，曹文斌，鲁启鹏，等 . 以学生为中心的 " 以一带四 " 式量子力学教学改革与实践 [J]. 中国现代教育装备 ,2025, (11):128-130.

[2] 李海蓓，沙沙，王欣妍，等 . 基于认知逻辑重构与图形化教学的 " 波函数 " 教学设计——结构化学量子力学基础 [J]. 化学教育 (中英文),2025,47 (12):13-20.

[3] 朱昌勇，欧建文 . 基于 BOPPPS 和线上线下混合教学模式的 " 量子力学 " 课程改革 [J]. 科技风 ,2025, (8):110-112.

[4] 王笠雅，李金英，路心怡，等 . 第一性原理计算软件赋能量子力学不确定关系教学实验设计与应用 [J]. 大学物理实验 ,2025,39 (1):91-98.

[5] 李会端，李增花，王红睿 . 融合 BOPPPS 模型与学习通平台的结构化学教学模式探索与实践——以 " 量子力学基础 " 为例 [J/OL]. 大学化学，1-12[2025-07-03].

[6] 苏金宝，解意洋，包蕾 . 新质生产力融入 " 量子力学 " 课程思政的探索与实践 [J]. 教育教学论坛 ,2025, (47):97-100.

[7] 王锋，曾天海 . 量子力学的教学和基础研究 [J]. 物理与工程 ,2025,35 (5):12-19.

[8] 周可雅，刘哲，曹永印，等 . 理工科类大学物理课程中的量子力学教学设计——" 一维谐振子 " 教学案例 [J]. 物理与工程 ,2025,35 (4):248-255.

[9] 何敏，肖岸 . 理工科大学物理类研究生 " 高等量子力学 " 课程建设与教学改革的理念和实践 [J]. 物理与工程 ,2025,35 (1):108-115.

[10] 梁正良，王冠玉 . 量子力学课程数字化教学改革与实践 [J]. 化工高等教育 ,2024,41 (5):47-52.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.