

基于知识图谱的能源经济学智能教学创新模式

杨婷茹

北京理工大学管理学院

摘 要：能源经济学作为一门深度交叉学科，其知识体系的复杂性、动态性与传统线性教学模式的局限性之间的矛盾日益凸显。本文旨在探索知识图谱技术与智能教学理念的融合，首先系统阐述了能源经济学课程知识图谱的构建路径，包括基于布鲁姆教育目标分类学的知识解构、顶层本体设计以及多源知识的抽取与融合。进而，提出了一个以知识图谱为“中枢”的智能教学创新理论框架，该框架涵盖了“全局—局部”导航式学习、“数据驱动”的个性化路径生成、“语义增强”的智能交互以及“动态关联”的资源组织四大核心模式。本文为重构能源经济学课程教学范式提供了系统性的理论蓝图，对推动交叉学科课程的数字化、智能化转型具有重要的参考价值。

关键词：能源经济学；知识图谱；智能教学；教学模式创新；个性化学习

引言

能源经济学是研究能源资源在稀缺条件下如何实现有效配置，并与社会、环境、政策相互作用的交叉学科^[1]。其教学内容横跨经济学、管理学、环境科学、政治学与工程技术等多个领域，呈现出显著的多维交叉性。同时，全球能源格局、技术变革与气候政策日新月异，使得课程内容具备强烈的动态演进性。此外，从微观的能源消费行为到宏观的能源—经济—环境系统，其知识内在关联紧密，构成了一个复杂系统^[2]。

然而，传统的以教材章节为序、教师讲授为主的教学模式，难以有效应对上述特性。其面临的挑战主要在于：第一，知识体系碎片化。线性教学易使学生陷入孤立知识点的记忆，难以构建“能源价格—技术创新—政策干预—碳排放”之间的整体性认知图谱的困境。第二，学生认知负荷过高。面对海量且关联复杂的概念、模型与案例，学生容易产生畏难情绪，学习效率低下。第三，个性化学习支持缺位。统一的教学进度与路径无法适应学生各异的知识背景、认知风格与兴趣焦点，难以实现因材施教。

基于上述分析，本文的研究目标在于：系统构建能源经济学课程的知识图谱，并以此为核心，设计一套具有前瞻性与可操作性的智能教学创新理论模式。本文首先剖析教学现实困境与融合理论基础；其次，详细阐述知识图谱的系统化构建方法论；再次，提出并解析以知识图谱为中枢的智能教学理论框架及其核心子模式；最后，总结模式价值并对未来研究方向进行展望。

一、能源经济学课程知识图谱的系统化构建路径

构建一个高质量、可用的课程知识图谱是模式创

新的前提。其构建过程需遵循知识图谱与智能教学融合的理论基础，以及系统化、规范化的路径。

（一）知识图谱与智能教学融合的理论基础

知识图谱作为一种语义网络，通过“实体—关系—实体”的三元组形式结构化地描述现实世界中的概念及其联系^[3]。在教育领域，它将课程知识从线性的“清单”转化为非线性的、可视化的“网络”，其核心优势在于实现知识的系统化表征与语义关联。这为化解能源经济学课程的知识碎片化难题提供了理想的技术工具。

智能教学系统（ITS）是人工智能技术在教育中的应用，其核心是从“知识的单向传递”向“个性化学习环境的构建”进行范式转变^[4]。它强调通过学习者建模、知识建模与教学建模，为学习者提供自适应的学习路径与即时反馈。

知识图谱与智能教学的融合，构成了理论与技术上的完美互补。知识图谱为智能教学系统提供了一个精准、可计算、可推理的结构化知识底座（即“知识大脑”）^[5]。而智能教学系统则利用这一底座，动态规划学习路径、智能应答疑问、精准推送资源，从而激活并最大化知识图谱的教育价值。这种融合为构建新一代的智能化、个性化教学环境奠定了坚实基础。

（二）构建方法论与顶层设计

知识图谱的构建并非简单的信息堆砌，而是一项涉及教育学、情报学与计算机科学的系统性工程。为确保所构建图谱的科学性与教学适用性，其构建过程必须遵循严密的方法论并进行精心的顶层设计。构建的初始与核心环节在于对课程知识体系的深度解构与语义化建模。本文以布鲁姆教育目标分类学为理论指

导,对课程教学目标进行认知层级的梳理,旨在使最终构建的知识图谱不仅能表征“是什么”的陈述性知识,更能支撑“如何用”乃至“为何如此”的程序性知识与批判性思维能力的培养,从而超越静态的知识库,成为一个能够赋能高阶教学目标的动态认知工具。在此基础上,将庞杂的课程内容依据其内在逻辑划分为“能源市场与价格”“能源政策与规制”“能源与环境”及“能源安全与战略”等核心模块,为后续的精细化建模奠定基础。

在完成知识体系的解构与规划后,构建工作的重中之重是进行本体建模,即设计知识图谱的顶层模式(Schema)。本体作为知识图谱的“地基”,定义了所有知识的表达规范与交互法则。本文为能源经济学领域构建了一个专有本体,明确界定了核心的实体类型,包括表征基础元素的“概念类”(如能源需求弹性、平准化度电成本)、表征理论体系的“理论类”(如霍特林规则)、表征政府行为的“政策类”(如碳税)、表征现实情境的“案例类”(如欧盟碳排放交易体系)以及表征信息来源的“数据/机构类”。更为关键的是,本体的设计精确定义了这些实体间丰富的语义关系类型,诸如“是前提 Of”(用以描述知识点的先后后继关系)、“导致 Leads To”(用于刻画政策与市场结果等间的因果关系)、“对比 With”(用于辨析相似或相异概念)以及“应用于 Applied In”(用于连接理论与实证案例)。这种精细化的本体设计,确保了能源经济学复杂知识网络得以被准确、完整且具有深度逻辑地形式化表征,为知识图谱从“数据网络”升华为“认知网络”提供了根本保障。

二、知识图谱驱动的智能教学创新模式理论框架

基于已构建的知识图谱,本文提出一个以“知识图谱”为中枢的智能教学创新理论框架,该框架由四大核心教学模式构成。

(一)模式总体架构:以“知识图谱”为中枢

在该框架中,知识图谱处于核心位置,充当连接一切教学要素的“中枢神经系统”。它向上承接课程教学目标,向下连接教师(提供宏观学情视图与备课支持)、学生(提供个性化学习界面)、教学资源库(视频、文献、习题等)以及智能算法引擎(推荐算法、NLP引擎等)。四者围绕知识图谱形成闭环,共同构成一个动态、智能、自适应的教学生态系统。

(二)核心教学模式构成

1.“全局-局部”导航式学习模式

本模式旨在变革学生的知识获取方式。学生进入

学习系统后,首先面对的是课程知识图谱的全局可视化视图,可以从宏观上把握“能源-经济-环境”系统的复杂关联。随后,学生可根据兴趣或任务,点击任一节点(如“碳交易”),深入探索其定义、相关理论、政策案例及最新数据,实现从宏观架构到微观知识的无缝钻取。这种模式将学习过程从被动听讲转变为主动的知识探索与意义建构,极大地激发了学生的学习主体性^[6]。

2.“数据驱动”的个性化路径生成模式

本模式的核心在于“因材施教”。系统通过前置性知识测评、学习过程中的交互行为(如在某节点的停留时间、关联链接的点击序列)等数据,动态构建学习者画像,标识出其对各知识节点的掌握程度与兴趣偏好^[7]。智能算法随后基于画像与知识图谱的拓扑结构(如前置关系、语义关联度),为不同学生生成独一无二的自适应学习路径。例如,对“能源金融”感兴趣且已掌握“能源市场基础”的学生,系统会推荐其学习“能源衍生品定价”;而对基础薄弱者,则自动强化其前置知识的学习。有效解决了统一教学路径与个体差异之间的矛盾。

3.“语义增强”的智能交互与答疑模式

传统问答系统往往基于关键词匹配,答案机械且孤立。本模式构建的智能问答引擎,依托知识图谱的语义关联与推理能力,能深度理解学生提出的复杂问题。例如,当学生提问“为何中国要大力推进电力市场改革?”,系统不仅能给出直接原因,还能基于图谱中的因果关系链,关联出“新能源消纳”“电价机制”“能源安全”等一系列相关知识点,形成一个结构化的答案网络,从而实现深度化、关联化的答疑,促进学生批判性思维的培养。

4.“动态关联”的教学资源组织模式

本模式变革了教学资源的静态存储方式。所有教学资源(学术论文、教学视频、数据报表、新闻案例)均以“标签”的形式与知识图谱中的特定节点或关系相锚定。当学生学习到“光伏发电成本”这一节点时,系统会自动聚合并推送与之关联的最新研究报告、光伏技术突破新闻、相关企业案例分析等资源。这种以知识节点为中心的动态资源组织方式,确保了学习内容的前沿性与丰富性,将课程学习与学科现实发展紧密结合起来^[8]。

三、结论与展望

(一)研究总结

本文直面能源经济学课程的教学痛点,系统性地构建了该课程知识图谱的构建路径,并创新性地提出

了一个以知识图谱为中枢的智能教学理论框架。该框架通过四大核心模式的协同作用,为实现能源经济学课程的精准化、个性化与深度化教学提供了完整的理论解决方案。

本教学模式的价值不仅在于其技术应用,更在于其对教育范式的重构。它通过结构化的知识表征,有力支撑了学生系统性认知框架的构建;通过数据驱动的路径规划,为规模化因材施教提供了可行路径。该模式的理论内核具有高度的可迁移性,对于其他具有类似复杂性与交叉性特征的学科(如环境管理、地缘政治、公共卫生等)的课程改革,具有重要的借鉴意义。

(二) 研究展望

本教学模式作为理论框架,其完善与深化仍有广阔空间。未来研究可着眼于:第一,探索图谱的动态演进机制,如何自动化地吸纳最新研究成果与时事动态,保持图谱的“生命力”。第二,研究更高效、更自动化的大规模领域知识抽取与融合技术,以降低构建成本。第三,推动该模式与虚拟教研室、元宇宙教学场景等新型教育生态的深度融合,探索其在更广阔教育图景中的应用潜力。通过持续的研究与实践,知识图谱与智能教学的深度融合必将为高等教育的高质量发展注入强劲动力。

参考文献:

- [1] 魏一鸣,廖华.《能源经济学》(第三版)[M].北京:中国人民大学出版社,2020.
- [2] 魏一鸣.《碳减排系统工程:理论方法与实践》[M].北京:科学出版社,2023.
- [3] 陈昱胤,李贯峰,秦晶等.知识图谱的复杂逻辑查询方法研究综述[J/OL].计算机科学,1-27[2025-10-24].<https://link.cnki.net/urlid/50.1075.tp.20250922.1334.010>.
- [4] 陈天云,张剑平.智能教学系统(ITS)的研究现状及其在中国的发展[J].中国电化教育,2007(2):95-99.
- [5] 熊英,高维.面向智能制造“四链融合”的工业机器人教学平台设计[J].中国现代教育装备,2025(17):61-63+70.
- [6] 赵蕾,杨雨露,袁波.基于知识图谱的个性化在线课程推荐方法[J/OL].计算机科学,1-15[2025-10-24].<https://link.cnki.net/urlid/50.1075.tp.20250928.1239.018>.
- [7] 李萌,马箭飞.基于生成式人工智能的国际中文学习系统构建[J].语言文字应用,2025(1):35-47.
- [8] 刘琼,李正波.基于自主学习能力培养的BOPPPS教学范式改革实践研究[J].教育发展论坛,2025,1(3):232-235.