

基于知识图谱的工科课程知识结构可视化路径探索

桂伟 汪宇康

武汉商学院, 中国·湖北 武汉 430113

摘要: 在工科基础课程中, 教学内容往往逻辑复杂、知识点交叉密集, 学生面临知识碎片化、难以构建系统知识框架等问题。论文以《机械设计基础》课程为研究对象, 探索如何运用知识图谱实现知识结构的系统梳理与可视化呈现。通过课程内容分析、知识节点构建、关系挖掘与图谱建模, 初步形成了具有层级逻辑与交叉关联的课程知识图谱。教学实践表明, 该方法有助于提升学生对课程内容的整体把握、增强知识整合能力与系统思维能力。研究结果为工科课程知识可视化教学提供了可行路径与实践参考。

关键词: 知识图谱; 工科课程; 教学改革; 机械设计基础; 可视化教学

Exploration of the Visualization Path of Knowledge Structure in Engineering Courses Based on Knowledge Graphs

Wei Gui Yukang Wang

Wuhan Business University, Wuhan, Hubei, 430113, China

Abstract: In engineering basic courses, the teaching content is often logically complex and the knowledge points are densely interwoven, which leads to problems such as fragmented knowledge and difficulty in constructing a systematic knowledge framework for students. Taking the course *Fundamentals of Mechanical Design* as the research object, this paper explores how to use knowledge graphs to systematically sort out and visually present the knowledge structure. Through course content analysis, knowledge node construction, relationship mining, and graph modeling, a course knowledge graph with hierarchical logic and cross-connections has been initially formed. Teaching practice shows that this method helps students to have a better overall grasp of the course content, enhance their knowledge integration ability and systematic thinking ability. The research results provide a feasible path and practical reference for the visualization teaching of engineering course knowledge.

Keywords: knowledge graph; engineering courses; teaching reform; fundamentals of mechanical design; visualization teaching

0 前言

《机械设计基础》作为机械类专业的重要基础课程, 在整个工程教育体系中具有承上启下的重要地位。课程内容涉及机械原理、零件设计、力学分析、结构优化等多个领域, 既要求学生掌握基本的理论知识, 又要具备较强的系统思维与综合应用能力。然而, 在当前的教学实践中, 学生普遍反映知识点分布零散, 章节之间缺乏清晰逻辑联系, 导致“只见树木、不见森林”的碎片化学习现象较为严重。与此同时, 教师在教学过程中也面临如何构建完整知识结构、引导学生跨章节关联学习的难题。尤其在后续设计性课程或学科竞赛中, 学生往往难以灵活调动《机械设计基础》中所学知识, 反映出知识迁移能力不足。

随着人工智能与大数据技术在教育领域的逐步渗透, 知识图谱技术因其在数据关联和知识整合上的显著优势, 被广泛应用于教育领域。其具有如图 1 所示的 4 个特征。

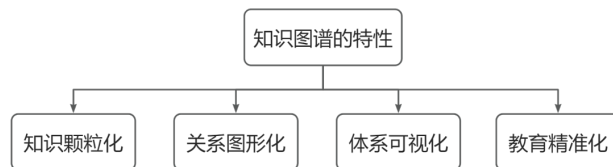


图 1 知识图谱的四个特征

国外研究多集中于如何将知识图谱应用于智能学习系统、个性化教育、学习分析等方面。例如, 欧美部分高校已将知识图谱应用于学习管理系统中, 构建学习者知识结构和学习路径, 实现个性化推荐和学习反馈, 帮助学生理解复杂的学科知识结构, 提高学习效率。此外, 国外一些学者研究了基于知识图谱的学习进度分析与行为预测, 以便在教学过程中实时调整内容与方法。总的来说, 知识图谱在国外的教育研究中多被应用于高等教育中的科学和技术类学科, 旨在提高学生的知识掌握效率和自适应学习能力。知识图谱不仅能够梳理复杂知识间的关联结构, 还能通过可视化形式提升学习者的认知效率。将知识图谱引入《机械设计基础》工科课程, 是本研究的重点。

1 研究目标与方法

本研究旨在通过构建《机械设计基础》课程知识图谱，实现知识点的系统梳理和可视化表达，解决学生在学习过程中的碎片化和整合难问题，提升其系统思维与知识迁移能力。具体目标包括：

- ①依据课程教学大纲与教学实际，对课程知识点进行梳理与分层；
- ②构建适配课程特征的知识图谱模型；
- ③设计知识图谱辅助教学的可视化路径与教学策略；
- ④在教学实践中应用知识图谱，并对其教学效果进行分析与评估。

研究方法包括：

- ①文献研究法：分析国内外知识图谱在教学中的应用案例；
- ②内容分析法：结合课程教材与教学案例，提取知识点并构建知识层级；
- ③图谱建构法：采用 Neo4j 图数据库和 Cytoscape 等工具实现知识图谱的构建与可视化；
- ④教学实验法：在实际教学中使用知识图谱辅助教学，观察学生学习表现与反馈；
- ⑤数据分析法：通过问卷与测验数据对教学效果进行评估。

2 《机械设计基础》知识图谱构建路径

2.1 课程知识点提取与层次划分

根据《机械设计基础》的教学大纲及主流教材，初步梳理出十二个一级知识模块：机械系统设计概论、自由度、平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、齿轮系、间歇运动机构、连接、蜗杆传动、带传动、轴、滚动轴承。

在一级模块下，进一步细化出 500 余二级和三级知识点，涵盖如“螺纹连接强度计算”“键连接的受力分析”“齿轮模数选取原则”“受力构件安全系数”等核心内容，并建立知识点间的依赖与逻辑关系。

2.2 构建课程知识图谱模型

基于图论模型，将每一个知识点作为“节点”，将其之间的逻辑联系如“前提—结果”“包含—被包含”“并列—互斥”等关系抽象为“边”。再利用 Cytoscape 工具进行图谱建构与可视化呈现，最终形成具备层次性、依赖性与交互性的知识图谱结构。

例如，“受力分析”节点连接“螺纹连接”“键连接”“过盈配合”等具体应用节点；“齿轮传动”又与“模数设计”“材料选择”构成知识群组；“安全系数设计”则与多个零部件的强度计算存在交叉关联，图 2 展示的是本课程知识图谱的建设成果。

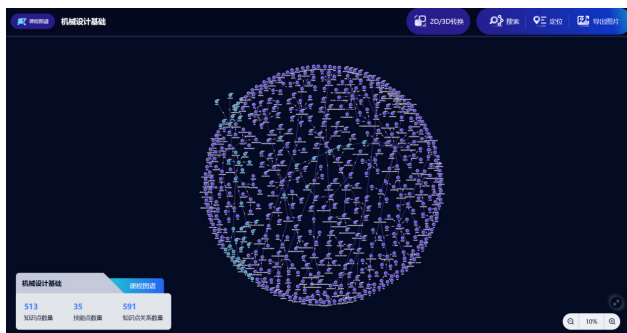


图 2 知识图谱建设成果

2.3 知识图谱的可视化呈现与教学嵌入

在课堂教学过程中，教师利用知识图谱作为教学导图工具，引导学生从整体到局部，从结构到功能逐步展开知识学习。在课程起始阶段整体展示课程知识结构，中期按模块深化内容学习，结课阶段引导学生用图谱回顾与整合知识体系。图谱还嵌入教学课件、教学软件及学习平台，支持学生课后自主查询与复习。

3 知识图谱辅助教学的实践应用

3.1 教学实验设计

选取湖北省某校 2024—2025 学年机器人工程专业三个班级进行教学实验，具体实验教学模式及分组情况如表 1 所示，其中实验班采用知识图谱辅助教学，对照班维持传统 PPT 线性教学方式，另外还引入一组仅采用线下教学，无知识图谱的对比组。三个班为同一学院同一个专业，入校时学生总体情况相似，学生素质的方差较小，且三个班课时、教师与考核方式一致，实验周期为一学期。

表 1 不同教学模式下的班级情况对比

班级序号	教学模式	知识图谱	班级信息	人数
1	线下教学	无	23 机器人工程 (1)	40
2	混合式教学	无	23 机器人工程 (2)	40
3	混合式教学	有	23 机器人工程 (3)	40

3.2 教学效果分析

通过期中测验、期末设计报告、学生问卷反馈等方式进行数据采集与分析。

①知识结构掌握度对比：期中测验中，实验班在“综合设计类”和“跨章节应用题”中平均得分比其余班高出 13.2%；

②系统思维能力提升：实验班学生在期末项目报告中对各零部件之间功能联系、材料选择依据说明更清晰，综合评分高于对照班；

③学生学习满意度：调查问卷显示，87% 的实验班学生表示“知识图谱帮助其更好理解课程结构”，79% 表示“提升了对知识的兴趣与理解效率”。

4 研究结论

本研究表明，基于知识图谱的课程知识可视化路径在

工科课程《机械设计基础》的教学中具有良好的应用价值。其主要成效包括以下几点。

4.1 知识图谱理顺知识脉络，清晰呈现复杂结构关系

借鉴知识图谱的关联思维，本团队对《机械设计基础》课程知识点进行了深度梳理与结构化组织，构建了课程知识图谱。该图谱清晰可视化了各知识点（如机构原理、零件设计、材料选择、力学分析等）之间的内在联系与层级结构。在授课与预习环节引入图谱，帮助学生快速把握课程知识体系的整体框架，显著降低了对复杂机械原理和系统设计理解的认知难度，有效扫清了学习障碍。

4.2 支持个性化学习路径，激发学习自主性与兴趣

依托构建的知识图谱，为学生提供了灵活的知识点导航和路径选择功能。学生可以根据自身基础、学习进度和兴趣点，在图谱指引下自主选择学习路径。这种个性化的学习方式，有效实现了“因材施教”，满足了不同层次学生的学习需求。知识图谱的动态展示和路径探索特性，增强了学习的趣味性和方向感，显著提升了学生的课堂参与度和自主学习动力。

4.3 助力高效复习与巩固，强化知识体系与长期记忆

知识图谱的关联性和结构化特征，为学生的复习巩固提供了强大工具。学生能够通过图谱快速定位目标知识点，并直观查看其与相关概念、公式、设计规范的前后衔接和应用场景。这种基于图谱的复习模式，不仅提高了复习效率，更有助于学生将零散知识点整合为有机的知识体系，深化对知识间逻辑关系的理解，显著提升了知识的长期记忆效果和

在设计实践中的应用能力。

4.4 驱动精准教学评价与反馈，优化教学质量与决策

基于知识图谱的教学设计，为动态收集和分析学生的学习行为数据（如知识点访问路径、关联理解度、测试反馈等）奠定了基础。通过对这些图谱相关数据的挖掘与分析，教师能够更加精确、直观地了解每位学生乃至班级整体的知识掌握状态、薄弱环节和学习路径偏好。这种基于图谱的数据洞察，为教师提供了有力的数据支撑，帮助教师及时调整教学策略、优化内容讲授、强化重点难点辅导，从而不断改进教学方法，提升教学决策的精准性和整体教学质量。

参考文献：

- [1] 彭玉青,裴一心,王晨曦,等.同步融合视觉与语义信息的图像描述模型[J].计算机工程与设计,2023,44(3):807-814.
- [2] 徐增林,盛泳潘,贺丽荣,等.知识图谱技术综述[J].电子科技大学学报,2016,5(4):18.
- [3] 许棣华.基于主动式混合教学模式的程序设计类课程改革[J].计算机教育,2025(5).
- [4] 赖新峰,肖斌.基于知识图谱的程序设计类课程混合式教学实践研究[J].教育学术月刊,2025(4):57-63+70.

作者简介：桂伟，男，中国湖北武汉人，教授，从事高等教育改革、机器人研究。

课题项目：武汉商学院 2024 年校级教学改革研究项目
一般招标课题：基于知识图谱的《机械设计基础》教学改革
创新研究，项目编号：2024Y017。