基于知识图谱的机械原理课堂教学改革实践分析

简韬
成都锦城学院，四川 成都 611731
DOI:10.61369/ETI.2026060001

摘　　要： 机械原理是机械类专业核心基础课程，传统教学存在知识碎片化、学生系统性工程思维不足等痛点。本文引入知识图谱工具，从课前、课中、课后三个维度构建系统化教学改革路径，结合一线教学实践分析改革成效与现存共性问题，提出针对性优化方向。实践表明，该模式有效破解传统教学的知识碎片化痛点，契合高等工程教育的人才培养需求，为工科基础课的数字化教学改革提供实践参考。

关 键 词： 知识图谱；机械原理；课堂教学改革；高等工程教育

Analysis on the Practice of Classroom Teaching Reform in Mechanical Principles Based on Knowledge Graphs

Jian Tao
Chengdu Jincheng College, Chengdu, Sichuan 611731

Abstract: Mechanical Principles is a core foundational course for mechanical engineering majors, but traditional teaching methods suffer from issues such as fragmented knowledge and a lack of systematic engineering thinking among students. This paper introduces the use of knowledge graph tools to construct a systematic teaching reform pathway across three dimensions: pre-class, in-class, and post-class. By analyzing the reform outcomes and existing common issues through frontline teaching practices, targeted optimization directions are proposed. The practice demonstrates that this model effectively addresses the problem of fragmented knowledge in traditional teaching, aligns with the talent cultivation needs of higher engineering education, and provides practical references for the digital teaching reform of foundational engineering courses.

Keywords: knowledge graph; mechanical principles; classroom teaching reform; higher engineering education

《教育信息化2.0行动计划》《关于加快推进教育数字化的意见》明确提出，要以教育数字化推动教育现代化，构建网络化、数字化、个性化、终身化的教育体系。机械原理作为工科核心基础课程，传统线性章节讲授模式易导致学生知识碎片化、工程思维培养缺位。多数同类教改仅聚焦教学形式的表层更新，未触及知识体系底层建构的核心问题。本文基于知识图谱工具，结合两年的一线教学实践，探索机械原理课堂改革的落地逻辑与优化路径。

一、基于知识图谱的机械原理课堂教学概述

（一）课程属性与教学困境

机械原理作为机械类专业的核心基础课程，上承高等数学、工程力学、工程制图等前置基础课程，下接机械设计、机电传动控制、机械制造技术等后续专业课程，在整个工科人才培养体系中承担着桥梁与枢纽的核心作用。其知识体系的网状关联特征极为突出，单个知识点的掌握往往依赖多个前置知识的支撑，同时又会延伸到多个后续应用场景。从大学生的认知规律来看，本科阶段学生已具备基础的逻辑推理能力与自主学习能力，但普遍缺乏跨知识点的系统性整合思维，习惯按章节孤立记忆知识点，难以形成完整的知识网络。不少授课教师默认学生掌握单个知识点后自然会形成完整知识体系，这种想当然的认知恰恰忽略了机械原理知识本身的强关联性特征。传统教学模式下，学生的学习停留在知识点记忆层面，无法完成从理论到实践的迁移，高阶工程思维的培养完全落空。

（二）知识图谱内涵与价值

知识图谱本质是以结构化方式呈现知识节点与节点间关联关系的可视化语义网络，区别于传统思维导图的静态梳理，具备动态拓展、关联溯源、隐性知识挖掘的核心优势。它以实体为节点、以关联为边，能直观呈现知识间的层级结构与逻辑关系，打破传统知识呈现的线性局限[1]。当前很多教学实践中存在一个普

作者简介：简韬（1989.5-），男，汉族，四川乐山人，成都锦城学院，硕士研究生，讲师，主要研究方向：智能运维、故障诊断与信号处理等方面。

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

遍的认知误区，就是把知识图谱简单等同于升级版的思维导图，完全混淆了知识罗列与知识体系建构的本质差异。思维导图的核心是梳理已有知识的层级结构，本质是对教师认知体系的复刻；而知识图谱的核心是呈现知识间的隐性关联，本质是帮助学生自主建构个性化的知识网络。

（三）适配教学的内在逻辑

结合孙桓版《机械原理》、于靖军版《机械原理与设计》的核心教材体系拆解，机械原理的知识结构天然适配知识图谱的网状呈现形式。孙桓版教材将课程内容划分为机构分析、机构设计、动力学分析、常用机构四大核心模块，模块间存在极强的内在关联：连杆机构的运动分析依赖运动学基础理论，凸轮机构的轮廓设计关联动力学参数计算，齿轮机构的强度校核对接材料力学的核心知识点，每个模块都不是孤立存在的。于靖军版教材进一步强化了原理与设计的融合，要求学生能整合多模块知识完成实际机构设计，这与知识图谱的跨节点整合能力高度契合。知识图谱可将传统教学中隐藏的知识关联显性化，把分散在不同章节的知识点串联成完整的网络，契合高等教育阶段学生从“知识点记忆”向“知识体系建构”的认知升级需求。武汉理工大学的教学实践已验证，机械原理课程可构建含6个层级、90个知识点的动态知识图谱，关联600余条教学资源，完全覆盖两本核心教材的全部内容。知识图谱的推理功能还可根据知识点的先修关系自动推算学习路径，为不同基础的学生提供个性化的学习指引，从底层适配机械原理课程的教学逻辑。

二、基于知识图谱的机械原理教学改革落地路径

（一）课前知识图谱建构

课前阶段的核心是完成标准化图谱搭建与个性化认知前置，从根源上解决传统预习的盲目性问题。教师端首先搭建课程总图谱，以孙桓版、于靖军版两本核心教材为基础，梳理机械原理全课程的一级、二级、三级知识节点，明确标注节点间的前置、并列、延伸三类关联关系，形成标准化的课程总图谱，在每章授课前一周发放给学生[2]。总图谱不仅包含教材的核心知识点，还补充了知识点对应的微课视频、习题资源、工程案例链接，形成“节点－属性－资源”的完整三元组结构。学生端在总图谱的基础上完成个性化前置建构，要求学生结合自身前置知识的掌握情况，补充标注自己的知识薄弱点、疑问点，同时可自主添加感兴趣的延伸内容。这里并非要求学生完全照搬教师搭建的总图谱，而是以标准化图谱为基础框架完成个性化的认知前置，从根源上避免传统预习的盲目性，适配不同基础学生的自主学习需求。基础薄弱的学生可重点标注先修知识的缺口，提前补漏；基础较好的学生可提前拓展工程应用类的延伸节点，满足分层学习的需求。教师课前收集学生标注的个性化图谱，精准掌握班级的共性疑问点，据此调整课堂讲授的重点与节奏，实现以学定教。

（二）课中互动教学实施

课中阶段结合大学生的自主学习与协作能力，设计三层互动式教学，充分发挥知识图谱的关联优势，打破传统讲授的单向传递模式。第一层是知识点讲授的关联拓展，讲授单个知识点时，实时调用知识图谱展示其前置知识、后续应用场景与跨学科关联[3]。比如讲授平面连杆机构运动分析这一知识点时，我们会同步展示其前置知识——工程力学中的刚体平面运动学原理，以及后续应用场景——机械系统设计中的执行机构选型，还会关联“机械＋医疗”领域的疫苗封盖机构设计案例，让学生清晰看到单个知识点在整个知识网络中的位置，而不是孤立学习公式推导。第二层是小组协作构建局部图谱，将学生分为4–5人小组，针对凸轮机构、齿轮机构这类核心模块，要求小组协作完成局部知识图谱的拓展，补充工程应用案例、常见失效形式、材料选型要求等延伸节点。比如有小组在齿轮机构图谱中补充了风电齿轮箱的实际应用案例，还有小组补充了齿轮疲劳失效的常见形式与应对措施，整个过程教师仅做引导，不干预小组的拓展方向，充分体现学生的主体性。第三层是疑难问题的图谱溯源，学生遇到解题障碍或认知疑问时，引导其通过知识图谱定位知识缺口，针对性补漏，避免传统答疑的碎片化。比如学生遇到连杆机构传动角计算的问题时，可通过图谱快速定位到前置的受力分析知识点，自主完成知识补全，培养学生的自主问题解决能力。

（三）课后动态迭代应用

课后阶段的核心是发挥知识图谱的动态迭代价值，推动学生完成知识体系的持续建构与迁移应用，打破传统教学“学完即止”的局限。首先是个性化图谱的动态迭代，要求学生课后结合作业、实验、课程设计的内容，动态更新自己的知识图谱。比如完成齿轮强度实验后，补充齿轮失效形式、材料选型、加工工艺等关联节点；完成连杆机构课程设计后，补充机构优化、装配误差、加工约束等工程实践类节点[4]。知识图谱不再是静态的预习工具，而是伴随整个学习过程的动态知识载体，记录学生的认知成长轨迹。其次是复杂问题的图谱应用，布置综合性设计作业，要求学生借助知识图谱整合多模块知识完成方案设计。比如布置“仿生扑翼机器人机构设计”的综合作业，要求学生整合连杆机构、非圆齿轮、动力学分析多个模块的知识，借助知识图谱梳理设计逻辑，完成从理论到实践的迁移。很多教学实践中仅把知识图谱当作一次性的课前预习辅助工具，完全忽略了其动态迭代、伴随整个学习过程的核心价值，而实践证明，动态迭代的知识图谱能有效强化学生的知识整合能力，推动高阶工程思维的形成。最后结合过程化考核，将学生知识图谱的完成度、拓展质量纳入平时成绩，占比达到30%，引导学生重视知识体系的建构，而不是仅关注期末考试的卷面成绩。

三、改革实践成效反思与优化方向

（一）改革实践成效分析

从两年的教学实践效果来看，知识图谱教学模式取得了显著成效，有效破解了传统教学的核心痛点。从知识掌握维度看，学生对跨模块关联题的得分率较传统教学班提升了21%，知识碎片化问题得到有效缓解。参考广东海洋大学的改革数据，实施知识图谱教学的改革班期末考试平均分显著高于传统教学班，80分

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

及以上人数占比大幅提升，成绩呈现阶梯递增分布，说明学生的自主学习积极性得到有效激发，知识点掌握更加扎实。从学习主动性维度看，学生自主拓展知识节点的比例达到78%，不再局限于教材的固定内容，很多学生主动补充学科竞赛、科研项目、企业实际案例等延伸内容，自主学习时长较传统教学模式增加了42%。学生参与科研实践、学科竞赛的积极性大幅提升，改革实施期间，教学团队指导学生获得专业相关学科竞赛奖项20余项，申请及获授权专利6项，发表相关学术论文1篇，获奖数量和质量均创历史新高。从工程思维培养维度看，学生完成综合性设计作业时，知识整合能力、问题解决能力明显提升，不再出现“只会解习题、不会做设计”的问题。知识图谱教学有效契合了高等教育阶段学生的认知升级需求，实现了从“教知识点”到“建知识体系”的根本性转变，为后续专业课程的学习与工程实践能力的培养打下了坚实基础。

（二）实践共性问题反思

知识图谱教学并非包治百病的万能方案，教学实践中也暴露出不少共性问题，需要客观反思。首先是工具化误区，部分学生过度依赖知识图谱的关联提示，忽略了对核心知识点的深度理解，出现“会看图谱不会解题”的问题，把知识图谱当成了“解题工具”，而不是知识建构的载体，违背了教学改革的初衷。其次是认知负担问题，部分教师构建的总图谱过于冗余，节点过多、关联过杂，试图把所有延伸内容都纳入图谱，反而增加了基础薄弱学生的认知负担，导致部分学生面对复杂图谱产生畏难情绪，反而降低了学习积极性。最后是适配性不足的问题，统一的标准化图谱难以适配不同基础学生的学习需求，出现“基础好的学生觉得太浅、基础差的学生跟不上”的分层矛盾。基础好的学生认为总图谱的内容过于基础，没有拓展空间；基础薄弱的学生认为图谱的关联过于复杂，难以理清逻辑，分层教学的需求没有得到充分满足。这些问题都是改革过程中不可避免的，需要后续针对性优化。

（三）后续教学优化方向

针对实践中暴露的共性问题，结合高等工程教育的人才培养需求，提出三点精准优化路径。首先是分层构建知识图谱，设计基础层、提升层、拓展层三级图谱，适配不同基础学生的学习需求。基础层覆盖教材核心知识点与基本关联，满足基础薄弱学生的学习需求；提升层补充工程应用案例与跨模块关联，满足大部分学生的能力提升需求；拓展层融入前沿研究、学科竞赛、科研项目内容，满足拔尖学生的拓展需求，学生可根据自身情况自主选择对应层级的图谱。其次是平衡工具与内容的关系，明确知识图谱的辅助定位，避免过度工具化。核心知识点的深度讲授仍是课堂教学的核心，知识图谱仅作为关联拓展与体系建构的辅助工具，不能替代核心理论的讲解与推导。引导学生正确使用知识图谱，把图谱作为建构知识体系的载体，而不是依赖的解题工具[5]。最后是结合工程案例丰富图谱场景，在图谱中融入更多真实工程案例与企业实际需求，强化知识的迁移应用。参考“点线面体”分阶式资源库的建设逻辑，在图谱中补充更多跨学科、跨领域的工程案例，比如流延膜生产线、风电叶片制造、新能源小车设计等真实项目，进一步契合高等工程教育的人才培养目标，提升学生的工程实践能力。

四、结束语

基于知识图谱的机械原理课堂教学改革，本质是对工科基础课知识建构模式的创新，而非简单的工具引入。改革有效破解了传统教学的知识碎片化痛点，契合高等教育阶段学生的认知发展规律，为工科基础课的系统性教学改革提供了可复制的实践经验。未来仍需结合工程教育的人才培养需求持续优化，不断完善图谱的分层设计与场景适配，推动知识图谱教学从“工具应用”向“体系建构”深度升级，为培养新时代高素质工程人才提供坚实支撑。

参考文献

[1] 肖小平，陈祯，莫抒志 .数字化赋能下机械原理课程智慧教学模式创新与实践 [J].大学教育，2026,(4):37-42.

[2] 毛娅，高忠梅，庄可佳 .基于知识图谱的机械原理课程人工智能赋能教学实践 [J].科技视界，2025,15(29):103-106.

[3] 陆倩倩，吴央芳 .机械原理课程思政教学改革探索与实践——以浙大城市学院机械原理课程为例 [J].中国教育技术装备，2025,(12):68-71.

[4] 唐斌，刘征宏，郑俊强，等 .强化实践内容的“机械原理”课程设计教学改革 [J].南方农机，2024,55(4):192-194.

[5] 陈应航，王景琦，陈兴强 .面向工程教育认证的机械类专业机械原理教学改革与探索 [J].科教导刊，2024,(5):73-75.

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