

工程力学课程图谱的建立与应用——以材料成型及控制工程专业为例

杜超 马腾

晋中学院 材料科学与工程系

DOI:10.32629/pe.v4i2.20028

[摘要] 为解决材料成型及控制工程专业《工程力学》教学中知识点零散、理论与专业实践脱节、个性化培养缺失等问题,本文构建了专业适配的课程知识图谱。遵循专业适配性、逻辑关联性等原则,采用“先通用后专业、分级梳理、精准标注”思路,整合工程力学通用知识与材料成型专业特色元素,依托智慧平台实现可视化与交互功能,形成“通用基础+专业应用”一体化知识体系。该图谱应用于课堂教学、专业实践、双创教育等全流程,通过冲压模具设计、注塑模具刚度优化等典型案例,强化力学理论与专业场景的深度衔接。实践表明,知识图谱显著提升了学生知识应用能力与学习兴趣,优化了教学效率,推动了专基融合、专创融合及教学数字化转型。本文还指出了图谱更新滞后、师生应用能力不足等现存问题,为工科专业基础课数字化改革提供了实践参考。

[关键词] 工程力学; 知识图谱; 教学创新; 实例应用; 新工科

中图分类号: TB12 **文献标识码:** A

Establishment and Application of Engineering Mechanics Course Syllabus – Taking the Materials Forming and Control Engineering Major as an Example

Chao Du Teng Ma

Department of Materials Science and Engineering, Jinzhong University

[Abstract] To address scattered knowledge points, theory–professional practice disconnection, and insufficient personalized training in Engineering Mechanics teaching for Material Forming and Control Engineering, this paper constructs a major–adapted curriculum knowledge graph. Following professional adaptability and logical relevance principles, it integrates general mechanics knowledge with the major’s characteristics via “general first, professional later, hierarchical sorting, and precise labeling”, and achieves visualization and interaction through an intelligent platform to form an integrated “general foundation + professional application” knowledge system. Applied in classroom teaching, professional practice, and innovation–entrepreneurship education, the graph strengthens the connection between mechanical theories and professional scenarios through typical cases (e.g., stamping die design, injection mold stiffness optimization). Practice shows it significantly improves students’ knowledge application ability and learning interest, optimizes teaching efficiency, promotes curriculum integration and digital teaching transformation, and identifies existing problems (e.g., delayed update, insufficient user proficiency), providing practical references for digital reform of basic engineering courses.

[Key words] Engineering Mechanics; Knowledge Map; Teaching Innovation; Case Application; New Engineering Discipline

引言

在“新工科”建设与教育数字化深度融合的背景下,材料成型及控制工程专业作为连接材料科学、机械工程与制造工艺的交叉专业,对学生的工程力学基础与跨学科知识应用能力提出

了更高要求。知识图谱作为可视化的知识组织与管理工具,能够精准梳理课程知识逻辑,搭建力学理论与材料成型专业实践的桥梁,实现个性化教学与知识高效迁移。本文结合材料成型及控制工程专业的培养特点,探讨《工程力学》课程知识图谱的建立

思路、专业适配性优化及教学应用路径,并融入具体应用案例,为专业基础课的数字化改革与专创融合育人提供实践参考。

1 构建《工程力学》知识图谱的必要性

契合专业人才培养的核心需求。材料成型及控制工程专业以培养能从事材料成型工艺设计、模具开发等的应用型工程技术人才为目标,其核心环节如金属塑性成型的应力应变分析、注塑模具的结构刚度设计、焊接过程的残余应力控制等,均以工程力学知识为核心支撑。构建专业适配的《工程力学》知识图谱,能够将核心知识点与专业场景深度绑定,夯实学生的专业基础^[1-3]。破解专业背景下课程教学的固有痛点。针对材料成型及控制工程专业的《工程力学》教学存在多重痛点:例如课程知识点与专业需求匹配度低、学生知识应用能力薄弱、专业跨学科知识整合难度大等。知识图谱通过梳理知识与专业的关联逻辑,能够有效破解上述问题,实现知识的结构化与应用化。

2 知识图谱的建立思路与构建策略

2.1 建立原则

结合材料成型及控制工程专业的培养目标与课程特点,知识图谱的建立需遵循专业适配性、逻辑关联性、实践导向性、层级清晰性四大原则。明确知识点间的前置、后置、交叉、应用关系,突出工程实践案例的融入,采用分级构建方式,让知识体系层级清晰、易于理解。

2.2 整体构建思路

采用“先通用后专业、先分后合、分级梳理、精准标注”的思路,先构建通用知识图谱,再结合专业需求进行优化;分别构建理论力学、材料力学子图谱,基于实际工程问题实现二者结合;对知识点进行分级拆解,明确逻辑关系;添加专业相关标注与教学资源等。

2.3 具体构建策略

(1) 分级梳理,搭建通用知识框架。按照四层级结构,梳理课程通用知识点,构建基础知识框架,覆盖理论力学与材料力学两大模块。

一级知识点:工程力学综述;二级知识点:分为静力学、材料力学基本概念、内力与内力图、应力与强度计算、变形与刚度计算、应力状态与强度理论、压杆稳定等子模块;三级知识点:对应二级模块下的核心知识单元,如材料力学下设轴向拉压、圆轴扭转、梁的弯曲等;四级知识点:为三级知识单元下的具体知识点,如梁的弯曲下设弯矩与剪力计算、弯曲正应力、弯曲切应力等。

(2) 专业适配,融入材料成型特色元素。知识点筛选与权重调整:强化与专业高度相关的知识点,如提升塑性变形与屈服准则等知识点的权重,弱化与专业关联度低的纯理论知识点;专业场景关联:为核心力学知识点绑定材料成型专业应用场景,如“轴向拉压”关联金属拉丝工艺的应力分析等;专业知识点衔接:将材料成型专业基础课的核心知识点融入图谱,搭建力学与专业的桥梁,如在“塑性变形”知识点后衔接“金属塑性成型原理”等。

(3) 精准标注,对接教学与专业实践资源。对图谱中所有知识点进行多维度标注,并精准对接教学资源与专业实践资源,让知识图谱不仅是“知识框架”,更是“教学与实践资源库”。添加重点、难点、考点、课程思政标签,以及记忆、理解、应用、分析、评价、创造六个认知维度,如将“模具型腔的弯曲刚度设计”标注为专业重点、应用层级;添加成型工艺、模具设计、质量控制等专业方向标签,明确知识点的专业应用领域,实现“知识节点-资源支撑”的一体化。

(4) 技术实现,依托平台实现可视化与交互性。依托超星等线上平台,完成知识图谱的数字化构建与可视化。图谱布局采用树状层级与放射型结合的形式,通用知识点以树状层级展示,专业应用场景以放射型从核心力学知识点延伸,同时支持知识点的检索、关联跳转等功能,满足课前、课中、课后、实践等不同场景使用需求。

3 教学应用路径与具体案例

(1) 课堂教学:精准施教,搭建“理论-专业”桥梁。课堂教学中,以知识图谱为工具,打破传统教学模式,构建“精讲基础、聚焦专业、互动探究”的教学场景。

案例1: 冲压模具冲裁间隙设计的力学分析

在讲解“剪切强度”与“应力分析”知识点时,教师通过知识图谱调取“冲压模具冲裁工艺”专业应用场景,图谱自动关联前置知识。教学中,先展示冲裁过程中材料的应力分布云图,再结合具体案例:厚度2mm的Q235钢板加工,落料长度400mm,材料抗剪强度 350MPa,通过公式计算冲裁力后,分析冲裁间隙取材料厚度的合理性等力学机理,实现力学理论与模具设计实践的深度融合。

(2) 课后学习:个性化导学,调动学习主动性。学生的学习需求存在差异,知识图谱为学生提供个性化的课后学习路径,让学生根据自身的专业发展方向(模具设计、成型工艺等)开展针对性学习。

案例2: 模具设计方向学生的个性化学习路径

侧重模具设计的学生登录智慧教学平台后,知识图谱根据其学习偏好自动推荐个性化路径:从“梁的弯曲”知识点出发,跳转至“注塑模具型腔板刚度设计”、“冲压模具凸模强度校核”,最后对接“组合变形分析”应用于“复杂模具结构受力计算”。每个知识点均配套对应的专项练习题。学生在学习中可通过图谱快速调取欧拉公式应用案例等资源,实现自主解决专业相关力学问题。

(3) 专业实践:知识赋能,强化力学理论在实践中的落地。

《工程力学》知识图谱深度衔接材料成型及控制工程专业的实验、课程设计、生产实习等实践环节,为专业实践提供精准的知识支撑,让学生能够将力学理论应用于实际专业实践,实现“知行合一”。

案例3: 课程设计 —— 底座冲孔落料弯曲模具的力学设计
在《模具设计与制造》课程设计中,学生需完成底座零件的冲孔、落料、弯曲一体化模具设计。依托知识图谱,学生可按以

下流程开展设计：①通过图谱调取“冲裁力计算”“弯曲正应力”等核心知识点，结合底座零件的材料（07F钢，厚度1.6mm）、尺寸参数，计算冲孔力、落料力及弯曲力；②利用图谱关联的“凸模强度校核”案例，设计凸模直径并进行强度验证，避免冲裁过程中凸模断裂；③通过“压杆稳定”知识点，校核模具顶杆的临界压力，确保顶杆在工作中不发生失稳；在整个设计过程中，学生可随时通过图谱跳转查询相关公式、参数、规范等，提升课程设计的科学性与效率。

4 实践成效与现存问题

将适配材料成型及控制工程专业的《工程力学》知识图谱应用于教学实践后，有效破解了传统教学的痛点问题，在学生学习、教师教学、人才培养等方面取得了显著成效。学生的知识应用能力显著提升：知识图谱将抽象的力学知识与学生熟悉的材料成型专业场景结合，有效降低了学生的学习畏难情绪。学生能够快速建立理论与实践的联系，夯实了理论基础，将知识灵活应用于实际问题；教师的教学效率与针对性大幅优化：让教师从繁琐的资源整理、学情分析工作中解放出来，更专注于课程设计、专业重难点讲解与个性化辅导；推动了课程教学模式的数字化转型。

尽管知识图谱在教学实践中取得了显著成效，但仍存在一些问题制约其价值的充分发挥。图谱的专业更新与完善滞后：材料成型及控制工程专业的技术发展迅速，如3D打印、精密冲压等新工艺不断涌现，但知识图谱中对这些新工艺的力学分析与应

用场景整合不足，难以满足学生对接行业前沿技术的需求。

5 结论

针对材料成型及控制工程专业的培养特点，构建专业适配的《工程力学》课程知识图谱，是破解传统教学痛点、实现专基融合育人的重要路径。该图谱以“力学理论服务专业实践”为核心，通过分级梳理通用知识、专业适配优化、精准标注与资源对接，构建了“通用基础+专业应用”的一体化知识体系，实现了力学知识与材料成型工艺、模具设计、专业实践的深度衔接。

[基金项目]

2025年山西省高等学校教学改革创新项目(J20250246)；
2024年山西省一流本科课程建设项目(K2024574)。

[参考文献]

- [1]张海,陈仲委.知识图谱赋能项目化实验教学实践——以数据仓库课程为例[J].浙江万里学院学报,2026,39(01):87-95.
- [2]王迎,李平川,曲焱炎,等.“工程制图”课程AI+知识图谱的构建与教学应用研究[J].教育教学论坛,2025,(49):5-8.
- [3]刘中常,柳丽川,刘田禾,等.基于知识图谱的数据结构课程案例教学探讨[J].计算机时代,2025,(10):81-85.

作者简介:

杜超(1990—),男,汉族,山西太原人,博士研究生,副教授,研究方向:增材制造设备及工艺。

马腾(1984—),女,汉族,山西太原人,博士研究生,副教授,研究方向:模具设计及制造。