基于知识图谱的工程训练综合项目设计与实践

程莎莉　明显诚

重庆理工大学工程训练与经管实验中心 重庆 400054

【摘　要】：新工科建设背景下知识图谱在教学中的应用为传统工程训练课程改革提供新模式。针对多学科交叉融合趋势下传统教学模式在复杂知识体系构建、跨学科关联性呈现等方面的不足，本文以工程训练综合创新实训项目水碓为例，基于知识图谱技术与工程训练课程的有机融合，构建可视化、结构化的项目知识体系，拓展多学科交叉领域。通过教学模式创新实践，系统夯实学生的理论基础，强化学生的工程思维能力，实现知识体系从线性关联向多学科关联系统的认知重构，为同类课程改革提供可复用的技术路径，有效推动教育信息化背景下工程训练教学创新。

【关键词】：新工科；多学科交叉融合；知识图谱；工程训练

DOI:10.12417/2705-1358.26.11.020

引言

《中国教育现代化 2035》提出要“充分利用现代信息技术，丰富并创新课程形式”、“促进学科间融合”。高校工程训练课程应与时俱进，持续地改革创新，紧跟当前科技发展的新方向、新理念和新方法，并将其引入实训课程内容。教学改革的重点是知识的跨学科应用，同时需要强调创新思维的发展和培养，提升学生的工程实践能力[1]。

作为人工智能技术的组成部分，知识图谱通过创建对象、关系和属性的图谱[2]，将散落在各处的知识聚合起来，形成一个网络化的知识体系，从而实现资源的协同共享和高效访问。在多学科交叉融合的背景下，知识图谱为教学提供了新的思路和方法[3]。

本文以多学科交叉特性显著的实训项目水碓为例，旨在探索知识图谱技术在教学中的创新应用。“跨学科实践”教学以核心素养为纲,以实践性主题为引,将学习内容拓展到工程实践中。水碓作为传统舂米器具，文化底蕴浓厚,有助于激发学生的求知欲和兴趣。其结构设计、工作原理和拓展应用等方面涉及水力机械、机械设计、材料科学及环境工程等多个技术领域，是典型的多学科交叉融合。将先进制造、工程思维、劳动实践融为一体,以走进非物质文化遗产为契机,体会古代科技发明的智慧,提升民族自豪感;以重现传统工艺技术为情境,物化项目式学习的成果,推进跨学科实践教学的落地。

1 工程训练教学现状及存在问题

近年来，校工程训练在教学理念、课程设置等方面均有较大的突破，快速发展的同时，制约工程训练课程的深层次问题也逐渐凸显。

1.1 教学内容与产业发展脱节

随着现代制造业的快速发展，数字化设计与制造技术已成为行业主流，信息化管理逐步普及，协同生产能力也在逐年提升。然而，校工程训练课程的教学内容仍以传统的“工种”技能训练为主，未能及时跟上产业发展的步伐，导致教学内容相对滞后，先进性不足。这种现状与当前数字化、网络化、智能化的智能制造要求存在较大差距，难以满足未来工程人才的培养需求。

1.2 教学模式与现代工程教育理念尚未实现深度融合

工程训练总体上量大面广，受众较多，普遍注重于教，而忽略了学生的“创”。教学成果过度依赖课堂讲授，形成了一种表面化的双主教学模式，难以培养学生自主学习能力、问题意识和反思探究精神、问题解决能力等，创新意识启发较为欠缺，不利于人才培养工作的落地。现有教学模式在知识更新速度、教学互动性以及个性化教学等方面也显现出不足。

1.3 教学平台及课程资源建设与教学需求脱节

现有的工程训练教学平台功能有限，无法满足多样化的教学需求。平台缺乏对学生学习轨迹的反馈功能，难以实现个性化指导和精准教学。同时，平台的开放性和智能化不足，教学资源整合难度大。课程资源的更新机制不完善，难以满足学生对前沿知识的需求，不利于高素质应用型人才的培养。

作者简介:
程莎莉，女（1984.08-），汉族，湖北黄冈人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：先进制造，工程训练等。
明显诚，男（1979.11-），汉族，重庆市人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：机械电子工程。
基金项目：重庆市高等教育教学改革研究项目《知识图谱赋能工程训练课程教学改革路径探索》（编号：254090）。

2 基于知识图谱的工程训练综合项目教学模式创新

知识图谱能够结构化表示课程知识，以便学生构建知识体系，促进学生深入理解和掌握知识。针对本校工程训练存在的问题，探索知识图谱在“工程训练综合实训项目之水碓的设计与制造”教学中的应用。采取以下措施：首先，提炼重要知识点，构建模块化的教学内容体系[4]；其次，采用案例教学、项目驱动、翻转课堂等教学模式改革教学方法，促进学生的积极性和提高学习效果；具体以古代科技发明水碓的设计与制造为案例，提高学生的工程实践能力和创新能力；最后，构建多方位立体的评价体系，全面评价学生的创新能力和实践技能。

2.1 改革举措

首先由授课教师将讲授章节内容细化出一些典型知识点，基于知识点制作在线教学视频。结合课件、扩展知识、练习题等内容将知识点扩展为知识图谱在超星平台上线。如下图 1 所示。

图 1　部分线上资源

2.2 教学设计———以水碓的设计与制造为例

2.2.1 项目主题

立足培养学生实践与创新能力，围绕工程训练综合素养，渗透跨学科育人理念,将项目主题确定为“水碓的设计与制造”。

2.2.2 提炼知识点

水碓是中国古代利用水力进行粮食加工的重要水利机械，其设计和加工融合了 5 大学科门类、13 个知识领域和 25 个核心知识点。本图谱系统梳理了从力学到传统工艺的知识体系，并以此为中心，继续细化知识，明确知识点之间的关系。如图 2 和图 4 所示。

2.3 项目实施

项目实施过程如图 3 所示。

2.3.1 项目任务阶段 1:分析水碓

活动 1:组织学生观看视频《古代的动力工具——水碓》，引入任务情境，欣赏非物质文化遗产,领略古代科技在生产中的作用，感受古人智慧。

活动 2:分组。结合视频，提出驱动问题 1:“水碓的结构及其组件功能是什么?”各组收集主要结构、功能相关信息。再次观看水碓工作视频,提出驱动问题 2:“水碓蕴含了哪些机械学科知识?工作原理是什么?”学生讨论后了解到水碓利用河水流过水车进而转动轮轴,再拨动碓杆带动碓头舂米.随后提出子问题:“水碓中包含哪些简单机械?”

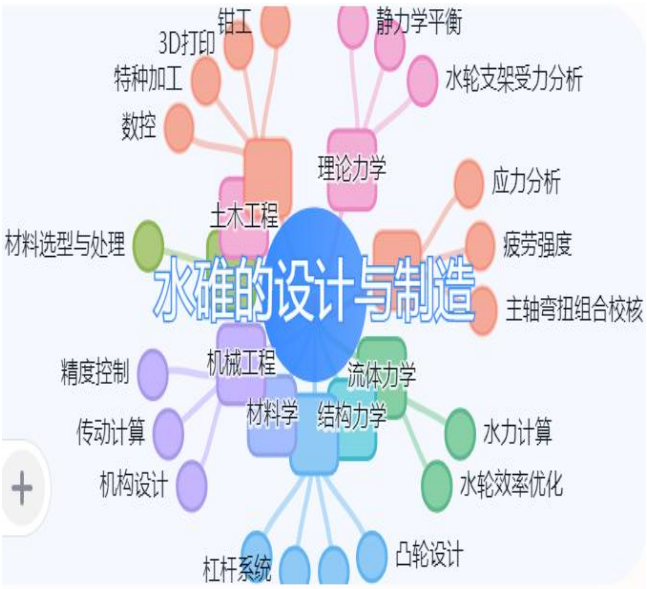

图 2　知识图谱 1

图 3　教学实施安排

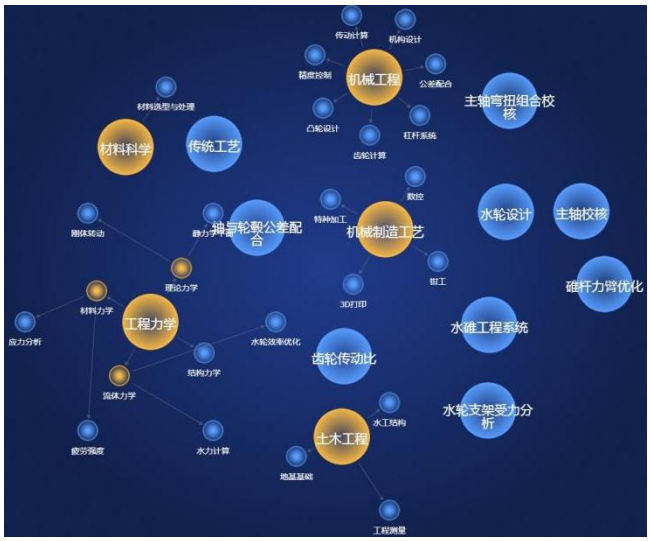

图 4　知识图谱 2

教学提示:在项目式教学中,每个环节都相应地以学生活动为主体，教师活动为辅来开展。教师作为协助者,有预见性地为学生及时提供知识图谱。使学生能综合各学科知识解释水碓工作过程,并初步具有运用跨学科知识解决问题的能力。

2.3.2 项目任务阶段 2:制作水碓

活动 3:在学生理解水碓工作原理基础上,组织学生思考驱动问题 3:“制作水碓需要哪些材料?”学生讨论并设计水碓制作方案,教师根据讨论结果指导学生建模，水碓主要组件的设计图如图 5 所示。

活动 4:教师讲解工程训练机械制造中普通车削，数控车削，数控铣削，激光切割，3D 打印，钳工等工种的知识及操作方法,提出驱动问题 4:如何加工组件、组装水碓模型？各组开展自主设计、制造水碓,教师巡视指导,项目成果图如图 6 所示。

2.4 评价交流与反思

从知识、问题解决和能力培养这三个维度出发，制定多角度的评估指标，构建多方位立体评价方式，组织学生对实践活动的过程、组内分工和实践成果进行讨论交流,培养学生团结协作、评估反思的能力.有机耦合所学知识与实践经验,促使学生能够举一反三、融会贯通,形成灵活处理复杂情境与问题的综合能力。

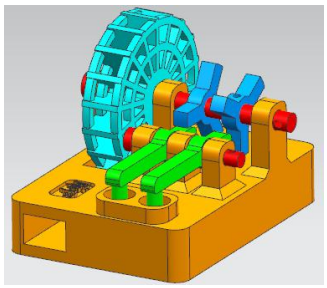

图 5　学生设计作品

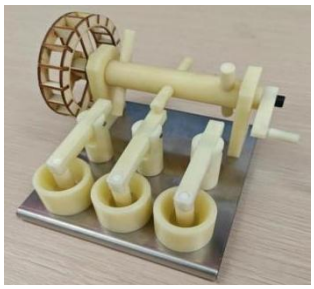

图 6　成果图

3 结语

通过知识图谱与水碓实训项目相结合，融合多学科整合基础知识，构建结构化、可视化知识体系，帮助学生系统掌握水碓的基本原理，为学生提供更广阔的学术视野和知识储备，培养专业素养和工程思维，使学生能够从多学科角度理解和解决复杂问题。

参考文献：

[1] 周峥嵘,何流洪.读懂新形势抓住新机遇实现新跨越:新工科范式下工程训练中心的建设[J].高教学刊,2021(6):69-71,75.教育部高等教育司，深入推进“新工科”建设[EB/OL].[2019-10-31].

[2] JI S，PAN S，CAMBRIA E，et al.A survey on knowledge graphs:Representation，acquisition，and applications[J].IEEE transactions on neural networks and learning systems，2021，33（2）:494-514.

[3] 施娟,张程宾,杨柳,梁财.新工科背景下知识图谱技术在教学中的创新探索[J].高教学刊,2025(24):59-63,70.

[4] 张驰,禹庭,宋伟东.基于知识图谱的创新创业教育在“材料科学基础”中的教学实践[J].科教导刊,2024(27):102-104.