

知识图谱－竞赛－多元评价三位一体的 《水利工程测量》课程改革研究

樊雅琼, 杨玫, 郭向红, 胡婧娟
太原理工大学, 山西 太原 030024
DOI: 10.61369/ETR.2025330021

摘 要 : 党的二十大报告提出要培养“卓越工程师”,《水利工程测量》作为水利类核心课程,其改革对人才培养至关重要。然而,当前课程教学存在教学内容碎片化、实践教学资源不足、评价体系单一等问题,导致学生技术适应性、创新能力和跨学科协作能力不足。本课程改革研究构建“知识图谱－竞赛－多元评价”三位一体教学模式:通过构建结构化知识图谱整合碎片化教学内容,利用虚拟仿真技术突破实践教学的时空限制,并依托竞赛机制激发学生创新潜能。同时,设计多维评价体系,全面考核学生的知识掌握、实践技能、创新能力和团队协作能力。该模式在教学中取得显著成效,提升了学生系统性学习能力与实践创新能力,获得了学生的高度认可。本研究为工程教育改革提供了可推广的范式。

关 键 词 : 《水利工程测量》; “知识图谱－竞赛－多元评价”三位一体教学模式; 多维评价体系

Research on Curriculum Reform of "Hydraulic Engineering Survey" with Knowledge Graph-Competition-Multiple Evaluation Trinity

Fan Yaqiong, Yang Mei, Guo Xianghong, Hu Jingjuan
Taiyuan University of Technology, Taiyuan, Shanxi 030024

Abstract : The report of the 20th National Congress of the Communist Party emphasizes the cultivation of "outstanding engineers." As a core course in hydraulic engineering, the reform of "Hydraulic Engineering Surveying" is crucial for talent development. However, the current teaching of this course faces several issues, including fragmented content, insufficient practical teaching resources, and a singular evaluation system, which results in students lacking adaptability to technology, innovation capabilities, and interdisciplinary collaboration skills. This course reform study constructs a three-in-one teaching model of "Knowledge Graph – Competitions – Diverse Evaluation." By creating a structured knowledge graph, we integrate fragmented teaching content, utilize virtual simulation technology to overcome the spatial and temporal limitations of practical teaching, and rely on competition mechanisms to stimulate students' innovative potential. At the same time, a multi-dimensional evaluation system is designed to comprehensively assess students' knowledge mastery, practical skills, innovation abilities, and teamwork capabilities. This model has achieved significant results in teaching, enhancing students' systematic learning abilities and practical innovation capabilities, and has received high recognition from the students. This research provides a scalable paradigm for engineering education reform.

Keywords : "Hydraulic Engineering Survey"; "Knowledge Graph-Competition-Multiple Evaluation" trinity teaching model; multi-dimensional evaluation system

引言

党的二十大报告明确指出,要“深入实施人才强国战略”“加速构建国家战略人才梯队”,并将“卓越工程师”列为国家战略人才力量的重要组成部分。这一战略导向对高等工程教育提出了更高要求:不仅要强化学生的理论素养,更要注重实践能力、创新能力和跨学科协作能力的培养,以实现人才培养与产业需求的无缝衔接^[1]。在此背景下,以《水利工程测量》为代表的水利类专业核心课程,因其直接关联水利工程规划、施工与管理的全流程,成为培养“卓越工程师”的关键载体。提升水利工程测量工作的准确性和全面性,是保障水利事业长足发展的基础^[2]。但是,当前毕业生在面对智慧水利^[3]、数字孪生等新兴领域时,普遍表现出技术适应性不足、创新能力薄弱等短板,与行业对“卓越工程师”的需求存在显著差距。

本研究以新工科“交叉融合、创新驱动”理念为指引，提出“知识图谱－竞赛－多元评价三位一体”的课程改革框架。通过构建结构化知识图谱整合碎片化内容，利用虚拟仿真技术突破实践教学时空限制，依托竞赛机制激发学生创新潜能，并设计多维评价体系全面衡量学习成效。这一改革不仅回应了国家战略对工程人才的核心要求，更为破解传统工程类课程的教学困境提供了可复制、可推广的实践范式。

一、课程教学中存在的问题

《水利工程测量》课程作为水利工程专业的核心实践类课程，其教学内容涵盖传统测绘理论、仪器操作及现代测绘技术（如 GNSS、无人机遥感、三维激光扫描等），具有显著的实践性与技术迭代性特征^[4]。然而，传统教学模式在以下三方面存在突出问题，制约了学生综合能力的培养：

（一）教学内容“碎片化”，知识体系系统性不足

传统课程设计中，各知识点常以孤立模块形式呈现，缺乏逻辑关联与层级整合^[5]。例如，GNSS 定位技术、水准测量原理、无人机测绘应用等内容往往被分割为独立章节，学生难以理解技术间的协同关系。此外，教材更新滞后于技术发展，现代测绘技术（如三维激光扫描、BIM 集成）的引入不足，导致理论教学与行业实际需求脱节。碎片化的知识结构使学生无法构建“理论－技术－工程应用”的完整框架，面对复杂工程问题时难以灵活运用多维度知识。

（二）实践教学受限于资源与场景，新技术应用薄弱

多数院校因经费或管理问题，无法配备充足的先进测绘设备（如无人机、高精度三维激光扫描仪），学生实操机会有限，仅能接触基础仪器（如水准仪、全站仪）；再者，课时分配合理性欠缺，实践教学常被压缩为“短时演示”，例如水准测量实习仅安排 1-2 天，学生难以深入掌握复杂场景（如跨河水准测量、变形监测^[6]）的操作流程；另外，虚拟仿真、数字孪生等现代技术在教学中的应用不足，传统“教师演示＋学生模仿”模式难以模拟真实工程场景（如水利枢纽施工放样、地质灾害监测），测绘软件应用及大数据平台建设滞后^[3,7]，导致学生对新技术的适应能力不足。

（三）评价体系单一化，综合素养考核缺位

传统评价方式以期末笔试为主导，侧重考查理论记忆与公式推导，存在显著局限性。忽视实践能力的培养，其中仪器操作规范性、数据处理能力（如误差分析、坐标转换）等核心技能未纳入考核范畴，部分学生“高分低能”，无法独立完成基础测绘任务；缺乏创新与协作评价，日常的团队项目、竞赛成果、创新方案设计等体现工程素养的环节未被量化考核，学生创新思维与协作能力培养流于形式；另外，反馈机制尚不完善，单向的分数评价无法提供学习过程改进建议，学生难以针对性提升薄弱环节。

综上所述，《水利工程测量》课程教学存在问题的本质在于教学内容与行业需求脱节、教学模式与技术创新脱钩、评价体系与能力目标脱轨。随着智慧水利、数字孪生等新兴领域的快速发展，行业对测量人才的要求已从“技能操作型”转向“复合创新型”。传统教学模式难以满足学生“技术适应性”“问题解决力”

与“跨学科协作力”的培养需求，亟需通过系统性改革，构建“知识整合－实践强化－多维评价”三位一体的教学体系，以培养符合国家战略需求的“卓越工程师”。

二、知识图谱－竞赛－多元评价三位一体的课程教学模式构建

（一）知识图谱的内涵与构建流程

知识图谱是一种以图的形式表示知识的技术，它将水利工程测量学中的概念、原理、方法等实体及其之间的关系进行可视化展示。通过构建知识图谱，可以将课程中知识点的逻辑关系进行直观化展示，从而提高学生的理解力^[8-10]。

在构建过程中，首先，确定知识节点，对水利工程测量学的教材和教学大纲进行深入分析，确定课程中的核心概念、原理、方法等知识节点，如水准测量、角度测量、距离测量、地形图测绘等；其次，分析各知识节点之间的逻辑关系，建立相应的关系链接（例如，水准测量与高程计算、误差分析之间存在紧密的联系，角度测量与方向控制、坐标计算相关联），通过这些关系链接，将知识节点构建成一个有机的知识网络，部分知识点的图谱网络如图 1 所示；最后，知识图谱的应用，将构建好的知识图谱展示给学生，引导学生利用知识图谱进行学习，教师可以根据知识图谱设计教学内容和教学活动，将知识图谱网络穿插于课堂小结与思考中，帮助学生建立知识体系，同时，在课下学生可以根据自己的学习情况，在知识图谱中查找相关知识，进行有针对性的预习和复习。



图 1 经纬仪及其使用知识图谱网络示例图

（二）虚拟仿真训练及竞赛融合

虚拟仿真训练是利用计算机技术创建虚拟的水利工程测量场景，让学生在虚拟环境中进行测量操作训练。虚拟仿真场景可以

模拟各种复杂的地形、天气条件和测量任务，为学生提供丰富的实践机会，推动线上线下教学的有机融合^[11]。将虚拟仿真教学资源搭载在课程体系（图2），与知识图谱有序合理的链接，根据水利工程测量学的教学内容和实际工程需求，设计多种虚拟仿真场景，如水库大坝测量、河道地形测绘、水利枢纽工程施工测量等，每个场景都包含不同的地形条件、测量任务和操作要求；在训练项目设置中，可以在虚拟仿真场景中开展一系列训练项目，包括测量仪器的操作练习、测量方案的设计与实施、测量数据的处理与分析等，每个训练项目都有明确的目标和考核标准，要求学生在规定时间内完成任务；在训练过程指导中，通过在线监控和实时指导，帮助学生解决遇到的问题。同时，鼓励学生在训练中尝试不同的方法和策略，培养创新思维和实践能力。



图2 虚拟仿真在教学资源中的搭载示意图

在具体的实践过程中，本次课程改革引入南方测绘虚拟仿真平台，设计水准测量、控制测量、无人机测量三大模块的沉浸式训练。通过“课堂讲解-仿真操作-竞赛强化”三阶段教学，提升学生实践能力。鼓励学生参与全国大学生测绘技能竞赛等赛事，将竞赛融合到提升学习兴趣以及检验学习成果的途径当中，以赛促学，进一步激发学生的创新潜能。

（三）多元评价体系的建立

当前针对课程评价体系较为单一的问题，提出综合运用多种评价方式和评价指标，对学生的学习课程和学习成果进行全面、客观、公正的评价。评价方式包括课堂表现、作业、实验报告、虚拟仿真训练成绩、实地实践考核、期末考试等；评价指标涵盖知识掌握程度、实践操作技能、创新能力、团队协作能力等多个方面，过程性评价分数占到全部总成绩的50%。

在课堂表现评价中，通过观察学生在课堂上的参与度、提问情况、讨论表现等进行评价；在作业评价中，对学生的课后作业进行批改和评分，考查学生对知识的掌握和应用能力；在实验报告评价中，要求学生撰写虚拟仿真训练和实地实践的实验报告，评价学生的实验操作过程、数据处理能力和分析总结能力；在虚拟仿真训练成绩考核中，根据学生在虚拟仿真训练中的任务完成情况、操作准确性、创新表现等进行评分；在实地实践考核中，组织学生进行实地测量实践，对学生的测量操作技能、团队协作能力等进行现场考核；另外，在期末考试中，采用闭卷笔试的方式，考查学生对理论知识的掌握程度。将上述评价结果按照一定的权重进行综合计算，得出学生的最终成绩，同时根据评价结果，对学生进行个性化的反馈和指导，帮助学生改进学习方法，提高学习效果。

三、实施与评估

基于以上多维模式构建，将知识图谱、竞赛鼓励和多元评价形成了一个有机整体，三者之间紧密相关（图3），从而帮助学生掌握基本概念和原理，培养了学生解决问题的能力，同事还引导学生开展了创新性的研究和探索。

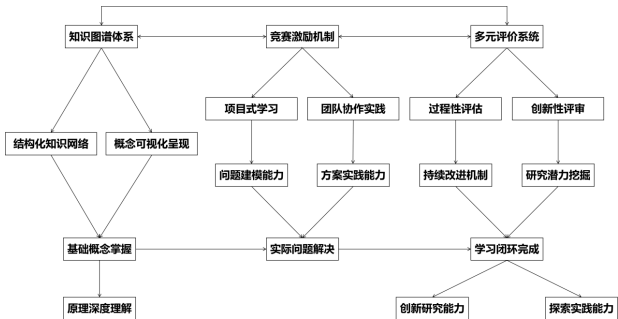


图3 知识图谱、竞赛鼓励和多元评价三者关系示意图

将以上探索应用于我校农业水利专业《水利工程测量》课程教学中，采用岳建平、邓念武主编，中国水利水电出版社出版的《水利工程测量》一书为教材。该培养模式取得了良好的教学实践效果，知识图谱通过智慧树平台广泛应用于课堂教学，推荐两人参加了全国大学生测绘学科创新创业智能大赛，多元化的评价过程获得了学生高度评价与积极反馈，学生在为期两周的实习中也完成了校园地形图测绘。

参考文献

[1] 荆少萍. “十四五”档案人才队伍建设回顾与“十五五”知识型、创新型人才培养_荆少萍 [J]. 山西档案, 2025, 网络首发.

[2] 周易成. 水利工程测量中存在的问题及对策 [J]. 黑龙江科学, 2021, 12(10): 116-117.

[3] 杜丽荣, 陈代鑫. 基于智慧大数据平台的水利工程测量研究与分析 [J]. 石材, 2024(05): 101-103.

[4] 蔡雪梅. 水利工程测量教学方法改革与实践研究——评《水利工程测量》[J]. 灌溉排水学报, 2022, 41(08): 153.

[5] 杨玫, 曹玉涛. 论《水利工程测量实习》教学改革研究与实践 [J]. 教育教学论坛, 2019(30): 84-85.

[6] 吴彦军. 现代工程测量新技术在水利工程的应用简述 [J]. 建材与装饰, 2017(47): 287.

[7] 王富坤. 全站仪与测绘软件在水利工程测量中的应用探讨 [J]. 农家参谋, 2019(17): 127.

[8] 丁国富, 王淑营, 马术文, 等. 基于知识图谱的产教融合课程体系建设模式探索 [J]. 高等工程教育研究, 2024(02): 79-83.

[9] 许雯, 潘静, 李敏. 基于知识图谱的中医课程思政领域研究可视化分析 [J]. 中国中医药现代远程教育, 2024, 22(10): 8-10.

[10] 王佐旭. 知识图谱和大语言模型辅助新工科课程教学资源建设方法 [J]. 高等工程教育研究, 2025(01): 40-46.

[11] 郭丰, 孙厚涛, 郑春辉, 等. 基于实验图谱的虚拟仿真实验建设与评价初探 [J]. 高等工程教育研究, 2024(05): 76-82.