

数智赋能下重大线路工程地质灾害识别与监测创新 实验教学改革研究

张瑞¹, 吕继超¹, 沙马阿各^{1*}, 蔡嘉伦², 包馨³

1. 西南交通大学地球科学与工程学院, 四川 成都 611756

2. 西南科技大学环境与资源学院, 四川 绵阳 621010

3. 桂林理工大学测绘地理信息学院, 广西 桂林 541006

DOI: 10.61369/SDME.2026090042

摘 要 : 随着数字中国、智慧交通和新工科建设的深入推进, 重大线路工程沿线地质灾害防控对资源环境类专业人才培养提出了新的要求。然而, 传统实验教学在教学内容、数据来源、技术手段和评价模式等方面与工程实际需求仍存在一定脱节, 验证性实验占比较高, 学生在多源数据融合分析、智能识别、监测预警和风险决策等方面的综合实践能力培养不足。针对上述问题, 构建了数智技术驱动、科研成果转化、产教协同育人的创新实验教学体系。该体系融合遥感、GIS、无人机、InSAR、物联网、人工智能及工程地质分析等技术方法, 建立八个实验模块, 形成案例引导、方案设计、数据处理、模型构建、成果评价的实验教学模式, 并构建全过程、多维度教学评价体系。教学实践表明, 该改革有效提升了学生的工程实践能力、多源数据分析能力、系统思维能力和创新能力, 促进了科研成果向本科实验教学的转化, 为资源环境类专业数智化实验教学改革与复合型创新人才培养提供了参考。

关 键 词 : 数智赋能; 地质灾害; 实验教学改革; 产教融合; 新工科; 创新实践

Research on Innovative Experimental Teaching Reform for Geological Hazard Identification and Monitoring in Major Linear Engineering Projects Empowered by Digital Intelligence

Zhang Rui¹, Lv Jichao¹, Shama Age^{1*}, Cai Jialun², Bao Xin³

1. Faculty of Geosciences and Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 611756

2. School of Environment and Resource, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010

3. College of Geomatics and Geoinformation, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541006

Abstract : With the continued advancement of Digital China, smart transportation, and Emerging Engineering Education, geological hazard prevention and control along major linear engineering projects has posed new requirements for talent training in resource and environmental disciplines. However, traditional experimental teaching remains partially disconnected from practical engineering needs in terms of teaching content, data sources, technical methods, and evaluation models. Confirmatory experiments still account for a relatively high proportion. Thus, the training of students' comprehensive practical abilities in multi-source data fusion analysis, intelligent identification, monitoring and early warning, and risk-based decision-making remains insufficient. To address these problems, an innovative experimental teaching system was constructed. The system is driven by digital-intelligence technologies, supported by the transformation of research outcomes, and based on industry - education collaborative education. It integrates remote sensing, GIS, UAV, InSAR, the Internet of Things, artificial intelligence, and engineering geological analysis. Eight experimental modules were established. An experimental teaching model was developed, covering case guidance, scheme design, data processing, model construction, and outcome evaluation. A whole-process and multidimensional teaching evaluation system was also established. Teaching practice shows that this reform effectively improved students' engineering practice ability, multi-source data analysis ability, systems thinking ability, and innovation ability. It promoted the transformation of research outcomes into undergraduate experimental teaching. It also provides a reference for the reform of digital-intelligence-based experimental teaching and the cultivation of interdisciplinary innovative talent in resource and environmental disciplines.

Keywords : digital intelligence empowerment; geological hazards; experimental teaching reform; industry-education integration; emerging engineering education; innovative practice

引言

重大线路工程具有空间展布范围广、穿越地质单元多、环境扰动持续性强等工程属性。面向此类复杂工程场景，相关本科专业实验教学亟需将灾害识别、动态监测、风险评价与防控决策等内容纳入实践训练体系，以支撑学生工程地质认知、空间信息分析和综合问题求解能力培养^[1-4]。

当前测绘遥感、工程地质、土木工程和交通工程本科专业的实验教学仍存在诸多方面的不足。首先，地质灾害实验内容与工程实际存在明显脱节，本科实验教学仍停留在观察单一地质现象和基础软件操作层面，学生难以从工程实际需求出发理解地质灾害从识别、评价和预警的完整体系^[5-6]。其次，多学科交叉融合不足，单一学科的教学局限于单一专业体系，学生难以形成融合测绘、遥感、地质、计算机和交通工程知识的系统认知^[7]。再次，创新实践培养能力不足，学生只需按照既定步骤即可完成实验任务，缺少自主方案设计过程^[8]。最后，产教融合不够深入，本科实验教学普遍采用经过理想化处理的演示数据，与工程实际中存在噪声的真实监测数据存在较大差异，导致学生工程实践能力和解决复杂问题能力培养不足^[9]。

基于上述，本文围绕重大线路工程地质灾害识别、监测与预警，构建数智赋能下的创新实验教学改革方案，为培养相关专业人才提供参考。

一、改革基础与目标定位

本课程改革以数智技术赋能和工程实际需求为牵引，构建面向重大线路工程地质灾害防治的创新实验教学体系，强化测绘遥感、工程地质、土木工程、交通工程与人工智能等多学科知识融合，着力培养学生运用数智技术解决复杂工程问题的能力。通过教学内容、教学模式和评价体系的系统重构，推动实验教学由“知识验证”向“问题解决”转变、由“单项技能训练”向“系统集成实践”转变、由“结果导向评价”向“过程评价与成果评价相结合”转变，实现学生工程实践能力、创新能力和跨学科协同能力的全面提升。

二、创新实验教学体系构建

为实现重大线路工程地质灾害识别与监测创新实验教学改革，本文构建的实验教学体系可以概括为“一个主线、三个融合和八个模块”。“一个主线”是以重大线路工程地质灾害识别与监测为主线，将工程实际需求贯穿实验教学各个环节。“三个融合”是指数智技术与地质专业知识融合、科研成果与实验教学融合、学校培养与企业需求融合。

“八个模块”主要围绕重大线路工程地质灾害防治的关键环节展开，包括地质灾害基础认知、遥感解译、无人机调查与三维建模、InSAR 形变监测、GIS 风险评价、物联网监测、人工智能识别预警以及综合防控方案设计。教学中，学生以典型工程案例为对象，先认识灾害类型和解译标志，再开展遥感影像判读、无人机数据获取与建模、区域形变反演、风险区划和监测数据分析，并进一步完成智能模型训练、精度评价和防控方案编制。通过这些连续训练，学生能够把灾害识别、动态监测、风险评价、预警判断和工程决策联系起来，逐步形成面向线路工程地质灾害防控的综合实践能力。

三、教学实施路径

为实现数智赋能下重大线路工程地质灾害识别与监测实验教

学改革目标，落实创新教学实验体系构建要求，本文围绕“案例引导—方案设计—数据处理—模型构建—成果评价”流程建立实验教学实施流程。

在案例引导阶段，教师应选择重大线路工程地质灾害典型案例的工程背景、地质条件、灾害特征、已有监测资料 and 治理方案等作为引导材料，详细讲解地质灾害的孕灾环境和成灾要素。

在方案设计阶段，基于前期开展的地质灾害案例教学，要求学生根据相应任务制定典型地质灾害防治的详细实验方案。教师应对学生的方案提供相应的技术指导，鼓励学生自主选择不同灾害类型开展实验。

在数据处理阶段，学生根据自行收集的多源遥感数据和地面设备监测，采用合适的数据处理软件自行开展数据分析。教师应注重指导学生处理数据误差控制、多源数据坐标系统一和多尺度数据匹配等问题。

在模型构建阶段，教师引导学生运用基础编程方法，能够初步搭建传统模型或机器学习模型，学生根据不同灾害的任务选择合适的模型开展多源数据的综合分析。

在成果评价阶段，教师根据学生提交的图件和报告等材料，组织课堂汇报和小组讨论，科学评价实验方案的合理性、数据处理的规范性、结果解释的可靠性和工程建议的可行性。

四、教学评价与实践效果

为评价本次实验教学改革的实际成效，课程将考核嵌入“案例引导—方案设计—数据处理—模型构建—成果评价”各环节，而不是仅依据最终报告评分。教师主要检查学生能否从线路工程案例中提炼灾害问题，所选技术路线是否与数据条件和灾害类型相匹配，数据处理过程是否留有可追溯记录。小组互评用于反映组内分工、协作过程和任务完成情况，学生自评则要求说明本人在资料整理、数据处理、模型调整、图件编制或报告撰写中的具体工作。由此，评价对象从“实验结果是否完成”扩展到“问题如何提出、方法如何选择、结果如何解释”，更能体现学生

的工程分析能力、实践能力和协同能力。

从教学实践看，八个实验模块能够支撑学生形成较完整的地质灾害防控认知链条。学生在典型线路工程案例牵引下，依次完成地质灾害背景认知、遥感解译、无人机调查、InSAR 形变监测、GIS 风险评价、物联网监测、智能预警和综合防控方案设计等任务，逐步理解“识别—监测—评价—预警—决策”之间的内在联系。因此，本课程改革能够使学生 在遥感监测、智能解译、数据融合、图件表达和工程建议形成等方面获得连续训练，对地质灾害防治领域的技术需求形成更具体的认识。

五、存在问题与改进方向

课程实施中仍存在若干需要改进的问题。① 真实工程案例数据的教学转化仍受限制，后续需通过脱敏、裁剪、尺度转换和分级使用等方式，在保护工程信息的同时保留灾害演化过程、空间关联关系和监测序列特征。② 实验内容更新速度仍需与行业技术发展相匹配，后续应结合科研项目和企业案例定期更新实验数据、软件流程和模型案例。③ 学生知识结构差异对综合实验推进造成一定影响，后续可设置基础任务、综合任务和拓展任务，形成分层递进的实验训练体系。④ 跨学科教学团队建设仍需加强，后续应建立多学科教师与企业技术人员共同参与的课程建设机制，提高案例转化、内容更新和工程解释能力。

未来改革可从三个方面持续推进：① 建设开放共享的实验

资源库，整合典型线路工程案例、多源遥感数据、InSAR 形变结果、地面监测时序、实验指导材料和优秀实验成果，提高教学资源复用效率；② 建设虚实结合的实验平台，将真实监测数据、三维场景重建、风险评价模型和预警指标分析集成起来，支撑从灾害识别到工程决策的连续训练；③ 加强课程实验与学科竞赛、大学生创新创业训练计划和毕业设计的衔接，引导学生将课堂成果进一步转化为科研训练项目或综合实践成果，提升实验教学的延展性和持续育人效果。

六、结语

本文面向资源环境类专业人才培养需求，构建了以重大线路工程地质灾害防控为主线，以数智技术与地质专业知识融合、科研成果与实验教学融合、学校培养与企业需求融合为支撑的创新实验教学体系。该教学改革的价值不在于简单增加数智技术环节，而在于将线路工程地质灾害防控任务转化为可操作的实验过程。学生在同一案例框架下完成灾害解译、形变监测、风险分析、预警判断和防控方案设计，能够更直接地理解多源数据、智能方法与工程决策之间的关系。后续课程建设应继续围绕案例数据、实验平台、评价方式和校企协同机制进行优化，使实验教学更贴近重大线路工程地质灾害防治的实际需求。

致谢：感谢四川省高等学校创新性实验项目“西部山区重大线路工程沿线地质灾害识别与监测创新实验”资助。

参考文献

- [1] 吴昊, 吴志坚, 王盛年. AI 赋能“工程地质”课程教学改革探索——以南京工业大学为例 [J]. 科技风, 2025, (29): 122–124.
- [2] 丁明涛, 郑豪, 张露, 等. 基于虚拟仿真技术的“灾害地质学”课程教学模式改革研究 [J]. 中国地质教育, 2022, 31(1): 35–39.
- [3] 王艳萍, 白相东, 袁四化, 等. 地质灾害类专业构造地质学教学思路探讨 [J]. 中国科教创新导刊, 2013, (13): 179+181.
- [4] 陈一平, 李媛, 张书航, 等. 面向新工科的人工智能与测绘课程融合教改思考与实践 [J]. 地理空间信息, 2024, 22(11): 131–134+140.
- [5] 刘华南, 邱丹, 郎秋玲, 等. 地质工程专业实践教学对学生创新能力培养的探究 [J]. 长春工程学院学报(社会科学版), 2022, 23(2): 148–152.
- [6] 李长冬, 顾东明, 周佳庆, 等. “双一流”建设背景下“地质灾害防治”课程教学方法改革与思考 [J]. 中国地质教育, 2025, 34(4): 44–48.
- [7] 许锐, 王广璐, 侯慧颖, 等. “一带一路”背景下地质灾害实践教学改革创新机遇 [J]. 教育教学论坛, 2023, (24): 36–39.
- [8] 张树志. 课程思政视域下高职“地质灾害评估与防治”课程教学改革初探 [J]. 社会与公益, 2025, (21): 162–164.
- [9] 尹超, 袁维. 学科交叉背景下地质灾害防治课程教学改革探索 [J]. 高教学刊, 2025, 11(11): 150–153+159.