

面向GeoAI的《时空大数据分析》课程教学改革研究与实践

朱健锋, 吕 易*

辽宁师范大学地理科学学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年6月24日; 录用日期: 2026年8月6日; 发布日期: 2026年8月17日

摘 要

地理空间人工智能(GeoAI)正在推动地理信息科学人才培养从传统GIS技能训练转向数据、算法、平台与地理问题综合解决能力培养。《时空大数据分析》课程处于地理信息科学专业基础课程与GeoAI前沿应用之间的关键衔接位置,但在本科教学中仍面临知识跨度大、教学资源适配性不足、实践环境门槛高和案例专业指向不够突出等问题。本文基于辽宁师范大学地理科学学院本科教学改革项目,围绕“AI+ 地理”综合素养培养目标,构建“问题牵引、内容重构、资源支撑、平台实践、评价改进”的课程改革框架。改革方案以大单元教学重组课程内容,建设线上教学资源库、地理时空数据库和教学案例库,并依托JupyterHub平台形成“教、学、练、战”一体化实践环境。研究认为,面向GeoAI的课程改革应避免简单移植人工智能算法课程,而应从地理问题、时空数据、智能方法和实践平台协同发力,推动学生在真实地理场景中形成数据处理、模型应用、结果解释和创新实践能力。该改革路径可为地理信息科学专业复合型应用人才培养提供课程建设参考。

关键词

GeoAI, 时空大数据分析, 教学改革, JupyterHub, 地理信息科学

Exploration and Practice on Teaching Reform of the “Spatio-Temporal Big Data Analysis” Course Oriented to GeoAI

Jianfeng Zhu, Yi Lyu*

School of Geography, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning

*通讯作者。

文章引用: 朱健锋, 吕易. 面向 GeoAI 的《时空大数据分析》课程教学改革研究与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(8): 165-172. DOI: 10.12677/ces.2026.148591

Abstract

Geospatial artificial intelligence (GeoAI) is promoting the transformation of talent cultivation in geographic information science from traditional GIS skills training toward the integrated development of data, algorithms, platforms, and geographic problem-solving competence. The course “*Spatio-temporal Big Data Analysis*” plays a key bridging role between foundational courses in geographic information science and frontier GeoAI applications. However, undergraduate teaching still faces problems such as broad knowledge coverage, insufficient adaptation of teaching resources, high barriers to practice environments, and inadequate professional orientation of cases. Based on the undergraduate teaching reform project of the School of Geography, Liaoning Normal University, this paper focuses on the cultivation goal of “AI + geography” comprehensive literacy and constructs a curriculum reform framework featuring problem orientation, content reconstruction, resource support, platform-based practice, and evaluation improvement. The reform reorganizes course content through large-unit teaching, builds an online teaching resource repository, a geographic spatio-temporal database, and a teaching case library, and relies on JupyterHub to establish an integrated practice environment for teaching, learning, training, and project-based application. The study argues that GeoAI-oriented curriculum reform should avoid simply transplanting artificial intelligence algorithm courses. Instead, it should coordinate geographic problems, spatio-temporal data, intelligent methods, and practice platforms to help students develop abilities in data processing, model application, result interpretation, and innovative practice in real geographic scenarios. This reform pathway can provide reference of curriculum development for cultivating interdisciplinary applied talents in geographic information science.

Keywords

GeoAI, Spatio-Temporal Big Data Analysis, Teaching Reform, JupyterHub, Geographic Information Science

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

人工智能已成为数字经济和战略性新兴产业发展的重要支撑, 国家层面发布《高等学校人工智能创新行动计划》, 强调人工智能与教育、产业和学科建设的深度融合[1]。对地理信息科学专业而言, 人工智能带来的影响并不是在既有课程体系之外新增若干算法知识, 而是对地理问题识别、空间数据组织、模型方法选择和结果解释方式的整体重塑。

地理信息科学自形成以来就强调空间数据、空间分析和地理知识发现的交叉属性。Goodchild 早期关于地理信息科学(Geographical Information Science, GIS)的论述, 已经指出地理信息科学不仅是工具系统, 更是围绕空间信息采集、表达、分析和应用展开的科学领域[2]。在此基础上, GeoAI 将 GIS、遥感、空间统计、机器学习、深度学习和高性能计算等方法进一步融合起来, 推动地理知识发现从传统空间分析走向更强的智能感知、预测模拟和辅助决策[3]。同时, 地理大数据的发展使遥感影像、轨迹、POI、人口、气象、土地利用等多源数据成为教学与研究的重要对象, 数据基础设施和数据素养也成为理解大数据时

代知识生产方式的关键内容。

《时空大数据分析》课程正是在这样的背景下承担承上启下的作用。一方面, 该课程需要承接《地理信息系统原理》《遥感原理》《数字图像处理》《Python 与空间数据处理》等专业基础课程; 另一方面, 它又要引导学生理解机器学习、深度学习和大规模数据分析在地理空间场景中的应用逻辑。近年关于地理信息科学专业课程建设的研究已经注意到, AI 时代专业课程需要从单一工具训练转向综合能力培养, 并在课程体系中突出地理问题、数据方法和行业应用之间的联系[4]。

从已有研究看, 相关探索大体可归纳为三类: 一是围绕地理信息科学专业课程体系更新, 强调人工智能时代 GIS、遥感、空间分析等课程内容的协同调整; 二是围绕数据科学、Python 编程和大数据实践教学, 强调项目驱动、案例教学和统一实践环境对学生计算能力培养的支持作用; 三是围绕课程思政和专业实践教学, 强调在真实地理场景中融入数据伦理、社会责任和国土空间治理意识。上述研究为本课程改革提供了重要基础, 但现有成果多聚焦于单门基础课程、通用编程训练或平台工具建设, 对 GeoAI 情境下“教、学、练、战”一体化教学路径的讨论仍有进一步深化空间。基于此, 本文尝试从课程内容重构、资源体系建设、平台化实践和评价改进等方面提出面向 GeoAI 的课程改革框架。

因此, 本文以《时空大数据分析》课程为核心, 结合课程建设目标与前期平台建设基础, 探讨面向 GeoAI 的课程教学改革路径。本文将课程改革整合为五个层面: 第一, 分析课程改革的问题基础; 第二, 提出课程改革的目标与原则; 第三, 设计课程内容、资源体系和实践平台; 第四, 构建教学实施与评价改进机制; 第五, 总结改革特色与后续完善方向。

2. 课程改革的问题基础与设计原则

2.1. 课程教学面临的主要问题

从教学实践看, 地理信息科学专业学生学习 GeoAI 相关内容时首先遇到的是知识衔接问题。人工智能与大数据课程通常源于计算机科学体系, 对算法、编程和工程环境要求较高; 而地理类本科生虽具备 GIS、遥感、空间数据库和空间分析基础, 却未必能自然完成从地理概念到智能模型的迁移。如果课程直接采用通用机器学习或大数据教材, 学生容易出现两类割裂: 一类是能够运行代码但不理解地理问题, 另一类是理解专业背景但不会组织数据与模型流程。

其次, 教学资源与课程目标的适配性不足。时空大数据分析离不开数据、代码、案例和工具, 但现有资源往往偏向平台框架、通用算法或单一应用领域, 难以同时覆盖 GIS、遥感、Python、空间分析和人工智能应用。教师在教学需要自行收集数据、编写讲义、设计 Notebook 和组织实验, 资源分散且不易复用。已有地理信息系统课程改革研究也提示, 课程内容、实验资源与真实应用任务之间的耦合程度, 会直接影响学生对专业方法的理解深度[5]。

再次, 实践环境配置复杂影响学习体验。GeoAI 课程实验通常需要配置 Python 环境、地理空间处理库、Notebook、深度学习框架和一定计算资源。对学生而言, 环境安装和依赖冲突常常先于课程知识本身造成挫败感。大数据专业教学模式改革和 Python 编程教学改革的相关研究表明, 人工智能背景下的课程实践更需要微项目、统一环境和任务驱动方式支持学生完成从代码运行到问题解决的迁移[6][7]。项目团队前期围绕 JupyterHub 课程实践平台开展的设计与应用探索, 也为本课程实践环境统一化提供了基础[8]。

最后, 理论讲授与实践案例之间仍需进一步贯通。若课程只讲授通用算法, 会弱化地理信息科学专业特色; 若仍停留在传统小规模数据处理, 又难以体现时空大数据和人工智能方法的价值。因此, 课程改革必须围绕真实或近真实地理场景组织案例, 使学生在遥感影像、DEM、土地利用、气象、人口和 POI 等数据处理中理解数据特征、方法适用条件和结果解释边界。

2.2. 改革目标与设计原则

从教学设计逻辑看, 面向 GeoAI 的《时空大数据分析》课程改革可借鉴成果导向教育和建构主义学习理念。成果导向教育强调以学生最终能够完成的学习任务和能力表现反向设计课程内容、实践活动与评价方式; 建构主义学习则强调学生在真实问题情境中主动建构知识, 而不是被动接受离散概念。对 GeoAI 课程而言, 学生能力形成并不只取决于是否掌握某个算法, 而取决于能否在具体地理问题中识别数据需求、选择合适模型、解释分析结果并反思方法边界。因此, 课程设计需要把知识点组织到连续任务链中, 使学生经历“问题理解 - 数据组织 - 模型计算 - 结果解释 - 价值反思”的完整过程。

基于此, 本课程改革以培养学生“AI + 地理”综合素养为目标(图 1)。这里的综合素养包括四个方面: 能够从地理学视角识别真实问题并抽象为可分析任务; 能够理解时空数据的来源、尺度、结构和质量特征; 能够运用 Python、Jupyter、Git 等工具完成数据处理、模型构建和结果表达; 能够判断人工智能方法在地理场景中的适用性、局限性和社会价值。

围绕这一目标和理念, 课程改革遵循三个原则:

第一, 坚持问题牵引。人工智能不应被处理为孤立算法清单, 而应服务于土地利用变化识别、城市功能区分析、气象因子空间插值、灾害易发性评价等地理问题。

第二, 坚持内容贯通。课程应打通 GIS、遥感、数字图像处理、空间数据采集、机器学习、深度学习和 GeoAI 应用之间的知识链, 回应 AI 时代地理信息科学课程建设对知识、能力和应用场景协同更新的要求。

第三, 坚持平台支撑。通过统一实践平台整合资源库、数据库和案例库, 降低技术门槛, 形成课堂教学、上机训练、自主探究和项目实践相结合的教学模式。

3. 面向 GeoAI 的课程改革设计与实施路径

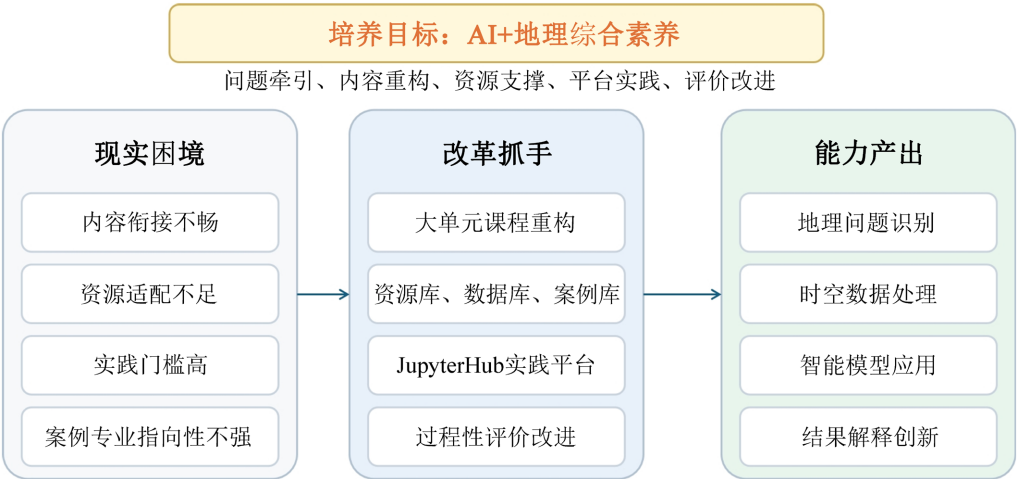


Figure 1. Curriculum reform framework for GeoAI
图 1. 面向 GeoAI 的课程改革逻辑框架

3.1. 基于大单元的课程内容重构

课程内容重构是改革的基础。传统课程往往按照概念和技术点线性展开, 而面向 GeoAI 的课程更适合形成“基础认知、数据处理、模型方法、综合应用”的递进结构。基础认知部分帮助学生理解时空大数据的基本概念、数据类型、尺度效应和不确定性; 数据处理部分围绕矢量数据、栅格数据、遥感影像、

DEM、气象与社会经济数据等展开，强化数据清洗、格式转换、空间匹配和可视化表达；模型方法部分引入机器学习、深度学习、空间统计和时空预测等内容，突出方法原理与地理场景的对应关系；综合应用部分则通过案例将知识整合到具体问题中，训练学生独立完成分析流程。

在知识衔接上，课程应充分利用学生已有专业基础。例如，遥感原理可与卷积神经网络影像分类相衔接，数字图像处理可与遥感影像特征提取相衔接，空间数据库可与时空数据组织管理相衔接，Python 与空间数据处理可与 GeoPandas、Rasterio、Scikit-learn、PyTorch 等工具相衔接。通过这种方式，学生不会把人工智能看作与专业无关的外来知识，而能理解它是地理信息科学方法体系的延伸。

在教学组织上，可借鉴大单元教学理念，将课程专题设计为若干真实或近真实地理问题单元。每个单元包含问题导入、数据认知、方法讲解、Notebook 实践、结果评价和拓展任务。比如“遥感影像智能解译”单元可从土地利用识别任务导入，依次讲解影像预处理、样本构建、特征提取、分类模型和精度评价；“城市空间活动识别”单元可基于 POI、人口和交通数据，引导学生理解多源数据融合与城市功能分析。地图学课程多元化教学改革的研究表明，地理类课程需要在知识讲授、技能训练和表达应用之间形成更完整的学习链条[9]。大单元结构有助于学生在反复实践中形成“问题、数据、模型、解释”的稳定思维框架。

以“遥感影像智能解译”单元为例(表 1)，教学可从“某区域土地利用类型如何识别”这一真实问题导入。首先引导学生观察遥感影像中的地物差异，讨论水体、植被、建设用地等类别在空间形态和光谱特征上的表现；随后将地理现象转化为可计算任务，即把土地利用识别抽象为样本构建、特征表达、分类建模和精度评价过程。在方法学习环节，学生先使用传统机器学习方法完成基础分类，再比较卷积神经网络等深度学习方法在影像特征提取中的优势与局限。最后，学生需要结合混淆矩阵、总体精度和 Kappa 系数解释模型结果，并讨论样本数量、空间分辨率和地物混合对分类可靠性的影响。通过这一单元，学生能够经历从地理现象观察到计算模型构建、再到地理意义解释的完整认知过程。

Table 1. Case studies on course content restructuring
表 1. 课程内容重构案例

教学环节	学生任务	能力指向
问题导入	判断区域土地利用识别的实际需求	地理问题识别
数据认知	理解影像分辨率、波段、样本类别	时空数据理解
方法建模	完成分类模型训练与预测	智能方法应用
结果评价	使用精度指标解释分类结果	结果解释与反思
拓展讨论	分析样本偏差和模型适用边界	科学规范与社会责任

3.2. 线上资源库、数据库与案例库协同建设

资源体系建设是课程可持续发展的关键。课程建设拟形成三类相互支撑的教学资源。第一类是线上教学资源库，包括教学大纲、电子课件、实验指导书、示例 Notebook、多媒体教学视频和拓展阅读材料。第二类是地理时空数据库，包括遥感影像、DEM、土地利用、天气气象、社会经济、人口和 POI 等数据。第三类是教学案例库，包括典型实践案例、实验数据、代码模板、结果样例和讨论问题。

三类资源不是简单堆放，而应按照课程知识结构进行组织。每个教学单元均对应一组课件、一份 Notebook、一套数据和一个实践案例。学生进入平台后能够看到完整学习路径：先阅读背景材料和概念说明，再运行示例代码理解关键步骤，随后在给定数据上完成基础任务，最后在拓展数据或开放问题中

进行自主探索。资源之间的对应关系越清晰，学生越容易形成可迁移的学习经验。

资源建设还应强调版本控制和师生共建。GeoAI 技术更新快，课程内容、代码和案例需要持续迭代。如果仍采用零散文件传递方式，容易出现版本混乱、资源丢失和重复建设等问题。引入 Git 对课程资源进行管理，可以记录资源修改过程，支持教师团队协同维护，也便于学生理解现代科研和工程实践中的版本管理思想。对于优秀学生作品，在征得同意并规范整理后，可纳入案例库，形成师生共同建设的课程生态。

3.3. 基于 JupyterHub 的课程实践平台建设

实践平台建设是本课程改革的重要支点。JupyterHub 是面向多用户的共享计算平台，能够为每个学生生成独立的 JupyterLab 环境，并由教师或管理员统一管理用户、文件、课程资源和计算环境。将其引入《时空大数据分析》课程(图 2)，有助于降低环境配置门槛，让学生通过浏览器即可进入统一实践空间，把课堂时间更多用于理解问题、运行实验和分析结果。

平台功能可围绕用户管理、文件管理和代码管理展开。用户管理功能支持学生注册、管理员审核、账号权限设置和个人服务器启停，便于教师维护班级实践环境。文件管理功能为每位学生创建独立目录，支持 Notebook、Python、Markdown 和文本文件的创建、上传、下载和整理，保障学习过程资料可持续保存。代码管理功能支持学生在 Notebook 中编写、调试和运行 Python 程序，也可借助 Git 插件同步代码和开展版本管理。

在内容模块上，平台可设置实践平台介绍、课程学习、地理数据共享和课程资源共享四个模块。平台介绍模块帮助学生快速了解使用方法、专业学习路径和相关技术栈；课程学习模块将 Python 程序设计、遥感图像处理、时空大数据分析等内容以 Notebook 形式导入；地理数据共享模块集中提供 DEM、遥感影像、土地利用、气象、人口和 POI 等数据；课程资源共享模块整合 PPT、文档、视频和拓展资料，形成稳定学习入口。平台还可与学习通等现有信息化教学系统配合，构成课前预习、课堂讲授、在线实验、作业提交、过程反馈和课后拓展的闭环。

4. 教学实施、评价机制与预期成效

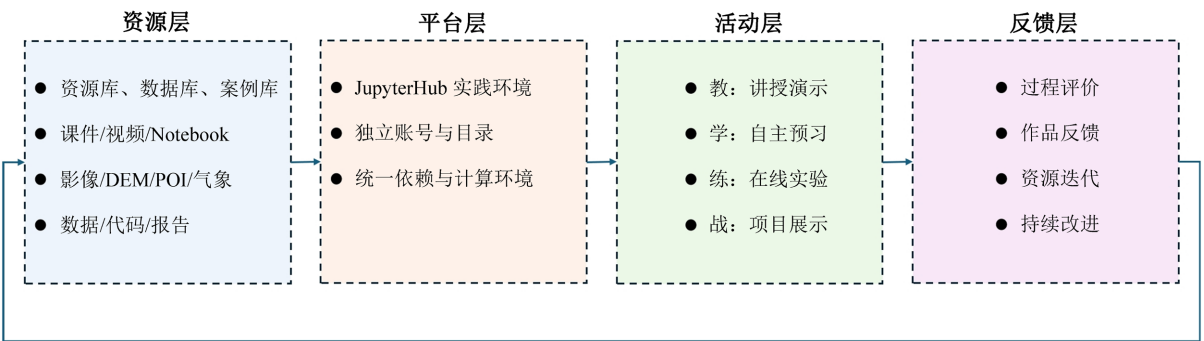


Figure 2. Integrated practice process of “teaching, learning, practicing, and fighting” based on JupyterHub
图 2. 基于 JupyterHub 的“教、学、练、战”一体化实践流程

4.1. 混合式教学与案例驱动实践

在教学实施中，课程可采用混合式教学与案例驱动实践相结合的方式。课前，学生通过线上资源完成概念预习和环境熟悉；课中，教师围绕关键概念、方法原理和典型案例进行讲授，并通过 Notebook 演示数据处理流程；课后，学生在平台中完成基础实验和拓展任务。对于综合性较强的单元，可组织小组

项目, 让学生围绕一个地理问题自主选择数据、设计流程、运行模型并展示结果。

案例驱动实践的关键在于让学生经历完整分析过程, 而不是只完成单个工具操作。一个有效案例应包含问题背景、数据说明、方法选择、代码实现、结果表达和反思讨论。以土地利用变化识别为例, 学生需要理解遥感影像的空间分辨率和光谱特征, 完成样本组织和模型训练, 并通过精度评价解释结果可靠性。以城市功能区分析为例, 学生需要处理 POI、人口和空间单元之间的匹配关系, 并讨论数据偏差对结论的影响。通过这样的实践过程, 学生能够把技术学习转化为面向地理问题的综合训练。

课程思政和价值引领也可自然融入教学过程。GeoAI 应用于国土空间治理、生态环境保护、灾害风险防控和公共服务优化, 具有明确的国家战略需求和社会价值。已有地理信息科学专业实践教学研究指出, 课程思政并不应停留在外加式叙事, 而应进入数据获取、空间表达、技术应用和社会责任等实践环节[10]。因此, 教师可通过真实案例引导学生理解地理信息技术在服务数字中国、生态文明建设和区域高质量发展中的作用, 同时强调数据伦理、算法责任、隐私保护和结果解释的科学规范, 使技术能力培养与价值引领同向同行。

例如, 在“城市功能区分析”案例中, 教师可引导学生使用 POI、人口和交通等数据识别城市空间活动特征, 同时设置“数据偏差与算法公平性”讨论任务。学生需要分析不同类型 POI 数据在采集平台、空间覆盖和更新频率上的差异, 思考低收入群体、老年群体或网络使用较少群体是否可能在数据中被低估, 并讨论模型结果若用于公共服务设施布局可能带来的公平性问题。通过这种方式, 课程思政不再作为外加内容出现, 而是嵌入数据选择、模型解释和技术应用边界的专业训练之中。

4.2. 过程性评价与持续改进

评价方式应从单一结果评价转向过程评价与综合评价。课程可将平时学习、Notebook 实验、案例报告、小组展示和期末综合项目结合起来, 重点考察学生的问题理解能力、数据处理能力、模型应用能力、结果解释能力和团队协作能力。对代码结果, 不宜只看是否运行成功, 还应关注流程是否清晰、注释是否规范、图表是否准确、结论是否与数据和方法相匹配。对案例报告, 则应强调地理问题意识和科学表达能力, 避免学生只堆砌技术步骤。

教学效果评价可从学生、教师和课程资源三个层面展开。学生层面关注学习兴趣、实践参与度、工具掌握程度和综合项目质量; 教师层面关注课堂组织效率、资源维护成本和团队协作程度; 课程资源层面关注资源访问情况、案例复用情况、数据更新情况和平台稳定性。由于课程改革仍处于建设与实施推进阶段, 本文不虚构改革完成后的量化成效。后续研究可在课程实施中进一步收集学习行为数据、问卷反馈和作品质量评价, 形成更充分的实证支撑。

为进一步检验改革成效, 后续可在课程连续实施一至两个周期后开展准实验或混合方法评价。评价对象可包括学生学习过程数据、Notebook 实验完成情况、综合项目作品、课程问卷和访谈反馈。量化层面, 可比较改革前后学生在数据处理、模型应用、结果解释和综合项目质量等方面的表现变化; 质性层面, 可通过作品分析和访谈了解学生对 GeoAI 学习难点、平台使用体验和专业应用价值的认识变化。若条件允许, 还可设置同专业不同年级或不同教学班作为参照, 以增强评价结果的解释力。这样既能避免当前阶段过早作出成效判断, 也为后续课程改革研究发展为实证研究奠定基础。

4.3. 特色创新与预期成效

本课程改革的特色首先体现在理论应用创新。改革不是简单在传统课程中增加人工智能章节, 而是围绕 GeoAI 重新梳理地理信息科学专业知识结构, 将 GIS、遥感、数字图像处理、空间数据采集、机器学习、深度学习和地理空间智能应用串联起来。通过大单元教学和问题导向设计, 课程能够帮助学生理解人工智能方法与地理问题之间的内在联系, 提升课程内容的整体性和专业适配性。

其次, 改革体现了技术应用创新。课程依托 Python、Jupyter、Git 和 JupyterHub 等开源工具, 构建线上资源库、数据库、案例库和实践平台, 为学生提供一体化学习环境。与传统上机教学相比, 平台化实践能够降低环境配置成本, 增强资源共享能力, 并使代码、数据和案例形成可积累、可复用、可迭代的课程资产。这种技术路径既服务教学, 也能够帮助学生熟悉未来科研和行业实践中的常用工具。

再次, 改革有利于复合型应用人才培养。项目主要面向地理信息科学专业本科生, 也可扩展至地理科学、人文地理与城乡规划等相关专业学生。按照课程开设情况, 每届预计可覆盖约 30 至 50 名学生。通过持续实施和评价反馈, 课程有望逐步提升学生对 GeoAI 前沿方向的理解, 并在科研训练、项目实践和就业能力培养中形成支撑作用。

5. 结语

面向 GeoAI 的《时空大数据分析》课程改革, 是地理信息科学本科教育回应人工智能时代需求的重要探索。课程建设不能停留在算法知识的简单移植, 也不能局限于传统 GIS 实验的局部更新, 而应围绕“AI+ 地理”综合素养培养目标, 重构课程体系、整合教学资源、建设实践平台并完善评价机制。本文形成了以课程体系为主线、以资源库和案例库为支撑、以 JupyterHub 平台为载体的教学改革路径。该路径有助于解决地理类学生学习 GeoAI 时“学什么”和“如何学”的关键问题, 推动理论教学、实践训练和创新应用相互融合。需要指出的是, 本文主要提出课程改革框架与实施路径, 对学生学习成效的量化检验仍有待在后续教学周期中进一步完成。未来, 随着课程实施数据和学生成果的不断积累, 可进一步开展实证研究, 检验改革成效, 优化教学模型, 为地理信息科学复合型创新人才培养提供更坚实的教学支撑。

基金项目

感谢辽宁师范大学 2024 年度本科教学改革研究项目(编号: lsbkjg202425)及辽宁师范大学 2025 年人工智能赋能本科教学改革研究项目(编号: Lsrgznjg202527)的支持。

参考文献

- [1] 高等学校人工智能创新行动计划[EB/OL]. 2018-04-03. https://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html, 2026-06-24.
- [2] Goodchild, M.F. (1992) Geographical Information Science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6, 31-45. <https://doi.org/10.1080/02693799208901893>
- [3] Janowicz, K., Gao, S., McKenzie, G., Hu, Y. and Bhaduri, B. (2019) GeoAI: Spatially Explicit Artificial Intelligence Techniques for Geographic Knowledge Discovery and beyond. *International Journal of Geographical Information Science*, 34, 625-636. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1684500>
- [4] 张中浩, 刘芦萌. AI 时代行业高校地理信息科学专业课程的建设与思考[J]. 测绘通报, 2023(S2): 29-33.
- [5] 董少春, 胡欢, 尹宏伟. 高校地理信息系统课程的教学改革实践[J]. 高等理科教育, 2021(2): 83-88.
- [6] 吴炜, 江谜, 王佳淼, 罗川, 李芳芳, 张士庚. 基于 AI 大模型的大数据专业教学模式改革探索[J]. 教育教学创新, 2025, 3(5): 26-30.
- [7] 王承琨, 冯福生, 赵秋多, 陈义平, 刘丽娜, 张春晶. AI 大模型背景下基于微项目的 Python 编程教学改革探索[J]. 教育学报, 2025, 3(7): 67-72.
- [8] 朱健锋, 李嘉慧, 王方雄. 基于 JupyterHub 的课程实践教学平台设计与应用——以地理信息科学专业为例[J]. 软件, 2023, 44(7): 52-56.
- [9] 冯冬宁, 陈丽萍, 李雪. 新时代背景下“地图学”课程的多元化教学创新与改革研究[J]. 教育理论与研究, 2024, 2(13): 9-11.
- [10] 刘宪锋, 李晶. 课程思政背景下地理信息科学专业教学改革探索与实践[J]. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2023, 44(4): 91-96.