人工智能在地质学专业课程体系优化中的应用研究

李世超，贺金鑫，张彦龙，解超明，李晓波，常丽丽，廉墨客
吉林大学 地球科学学院，吉林 长春 130061

摘要：本研究以吉林大学地质学专业本科2022版培养方案为基础，探讨如何借助人工智能技术对课程体系进行系统分析与优化重构，形成2024版培养方案。研究构建了“AI+教育”分析评估框架，通过大语言模型对课程内容进行语义解析，建立课程–知识点共现矩阵和课程–能力支撑矩阵，识别课程冗余与能力覆盖盲点，并模拟学生学习路径以验证课程衔接的合理性。结果表明，2022版方案在信息技术应用能力和创新能力方面存在结构性支撑不足，部分课程间存在知识点重叠，课程时序安排与认知规律不完全匹配。据此，优化方案通过整合冗余内容、调整课程时序、增设“人工智能在地学中的应用”等课程，在保持核心知识体系完整性的同时，显著提升了能力覆盖的均衡性。研究表明，集成语义分析、能力映射与路径模拟的人工智能框架能够为地质学课程体系改革提供系统性、数据驱动的决策支持。

关键词：地质学；课程体系；人工智能；课程优化；大语言模型
中图分类号：G642 **文献标识码：**A **文章编号：**1006–9372（2026）04–0001–05

Title：Application of Artificial Intelligence in the Optimization of the Geology Curriculum System

Author(s)：LI Shichao, HE Jinxin, ZHANG Yanlong, XIE Chaoming, LI Xiaobo, CHANG Lili, LIAN Moke

Keywords：geology; course system; artificial intelligence; curriculum optimization; large language model

地质学作为一门传统且综合性较强的学科，其本科培养方案需要随着科学技术的发展和社会需求的变化持续更新。吉林大学地质学专业于2022年实施了以“有利于学生个性发展”为目标的新版培养方案，奠定了专业课程体系的基本框架。近年来人工智能（Artificial Intelligence, AI）技术在各领域的迅猛发展为高等教育教学改革带来了新的机遇与挑战。

在地质学研究领域，机器学习、深度学习和大语言模型等AI技术已广泛应用于地质数据分析、成矿预测、地质灾害评估等科研与生产活动中[1-3]。这一趋势对高等教育提出了双重要求：一方面，需要将AI相关知识纳入培养方案，确保学生具备时代所需的信息技术应用能力；另一方面，AI本身也可以作为课程体系优化的分析工具通过对课程内容进行语义解析和大数据分析，系统评估现有方案中的冗余与不足，从而为培养方案的修订提供数据驱动的决策依据。

传统的培养方案论证主要依赖专家经验和定性讨论，在面对涉及百余学分、数十门课程的复杂体系时，难以全面把握课程间的知识关联与能力覆盖状况[4-5]。将大语言模型引入课程体系分析，有望弥补这一方法论上的不足，实现大规模文本的自动化、标准化分析。

基于此，本研究提出利用大语言模型等AI工具对吉林大学地质学专业2022版培养方案进行系统分析，并据此制定2024版优化方案。具体研究内容包括：（1）构建基于大语言模型的课程内容语义分析方法，识别课程冗余与能力盲点；（2）建立课程–知识点共现矩阵和课程–能力支撑矩阵，量化评估课程体系的结构特征；（3）模拟学习路径，验证课程衔接的合理性；（4）以“李四光班”试验

收稿日期：2025-10-30；**修回日期：**2026-03-10。
基金项目：吉林省第二批省级课程思政示范课程（47）；吉林大学人工智能赋能本科教育教学改革专项课题（24AI063Z）；吉林大学本科“数智课程计划”项目（92）；吉林大学研究生教育教学改革与研究资助项目（2025RGZNP005）。
作者简介：李世超，男，教授，博士生导师，主要从事构造地质学的教学和研究工作。

投稿网址：www.chinageoeducation.net.cn *联系邮箱*：bjb3162@cugb.edu.cn
引用格式：李世超，贺金鑫，张彦龙，等．人工智能在地质学专业课程体系优化中的应用研究[J]. 中国地质教育，2026，35（4）：1–5.

班为案例，验证优化方案的实施效果与可推广性。

一、方法

为实现课程体系的系统优化，本研究构建了一个“AI+教育”分析评估框架[6-7]，主要包含以下5个步骤（图1）。

1. 数据收集与课程体系建模

将2022版地质学本科培养方案中的培养目标、课程清单、教学大纲等信息输入AI分析平台。利用大语言模型对文本进行知识提取，建立课程–知识点–能力项的映射关系，形成课程体系的数字化模型。

2. 课程内容语义分析

将2022版培养方案及其中全部课程的教学大纲文本（共计约12万字）通过工程（Project）的方式输入大语言模型，采用提示词工程方法引导模型对每门课程进行多维度标注。标注维度包括所属地质学子领域（矿物学、岩石学、矿床学、构造地质学、古生物学与地层学、地球化学、第四纪地质学、数字地质科学等），涉及的核心知识点（共提取687个），以及对培养方案9项毕业要求的支撑程度（按“强支撑”“中等支撑”“弱支撑”“无支撑”四级评定）。

基于上述标注结果，构建两类矩阵：课程–知识点共现矩阵，用于计算任意两门课程之间的知识点重叠率；课程–能力支撑矩阵，用于评估各项毕业要求的课程覆盖充分度。与传统培养方案论证依赖专家经验和定性讨论不同，本方法通过大语言模型实现了大规模文本的自动化、标准化分析，减少了人为主观判断的不一致性，并以量化指标直观呈现课程体系的结构特征。需要说明的是，AI输出的全部标注结果均经过教学团队逐一审核与修正，以确保分析结论的可靠性。

3. 冗余与盲点评估

基于语义分析所得的两类矩阵，从两个维度进行课程体系诊断。其一，利用知识点共现矩阵检测课程间内容的重复与重叠，将知识点重叠率超过阈值的课程对标记为潜在冗余。其二，利用课程–能力支撑矩阵检查各项毕业要求的覆盖情况，识别支撑课程不足的能力项，即“能力盲点”。

4. 学习路径模拟与优化

基于课程的先修关系和难度分布，运用教育仿真算法模拟学生在现有课程体系中的学习路径。通过模拟不同基础学生的选课与知识掌握过程，观察是否存在学习瓶颈或知识衔接断裂。若模拟结果显示某些关键知识点在先修课程中尚未覆盖或某一学期课业负担过于集中，则判定课程衔接需要调整。

5. 方案重构与验证

综合冗余分析、盲点识别和路径模拟的结果，提出课程重组与调整方案。调整策略包括：合并

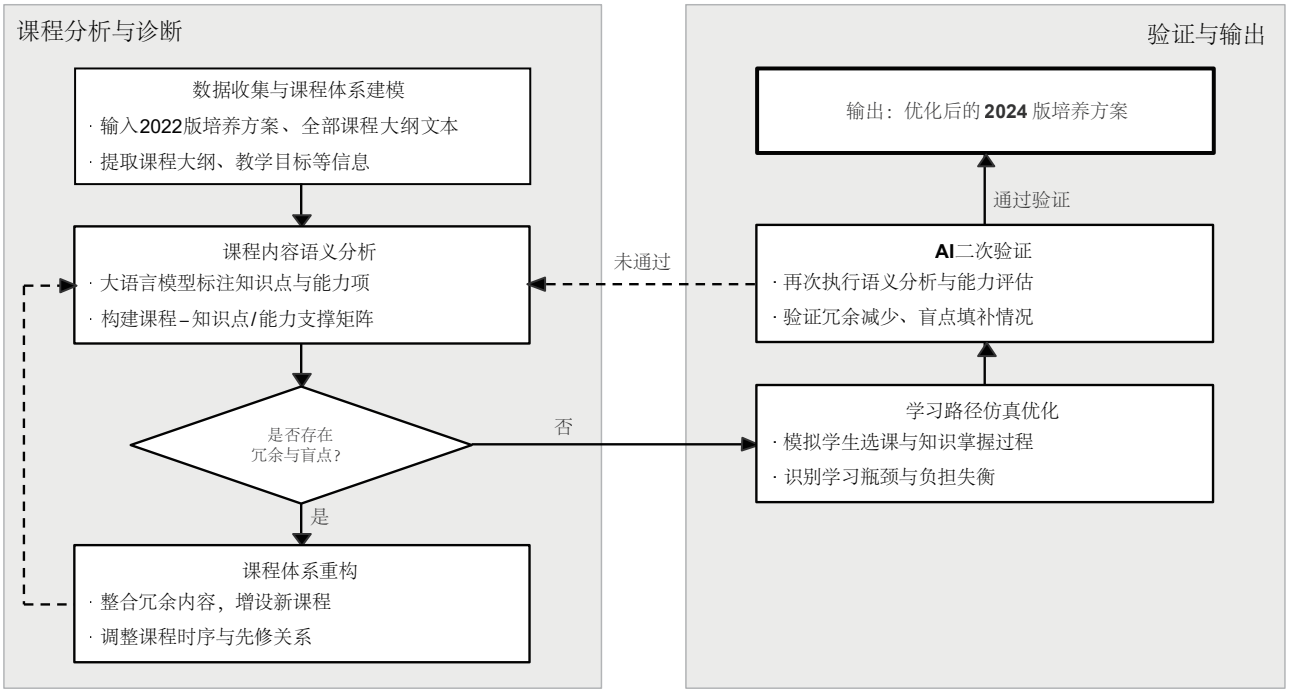


图1 基于人工智能优化课程体系流程图

或整合冗余课程模块，在能力盲点处增设新课程或补充教学内容，优化课程开设顺序以更好地符合认知规律，细化培养目标指标使之与课程体系精准对应。调整完成后，再次利用 AI 对优化方案执行分析流程，验证冗余是否减少、盲点是否填补、学习路径是否顺畅，形成闭环优化机制。

二、结果与讨论

通过上述方法，本研究对 2022 版地质学专业培养方案进行了系统诊断，并据此形成 2024 版优化方案。以下从 5 个方面报告主要发现和改进措施。

1. 课程内容冗余识别与模块重组

以 2022 版培养方案 175 学分的课程为基准，AI 语义分析对全部课程的教学内容逐一进行了知识点标注与交叉比对，发现以下主要问题：第一，“地球科学概论”与后续“行星地质学”课程在宇宙概述部分存在约 15% 的知识点重复，同时作为专业入门课程，“地球科学概论”缺乏行星科学领域的最新进展；第二，“地球信息科学”与“遥感地质学”在空间数据处理方面存在部分重复教学内容；第三，分散在多门课程中的 GIS 与遥感数据处理内容缺乏系统整合。

针对上述问题，优化方案进行了以下调整：将“地球科学概论”升级为“行星与地球系统科学导论”，在保留核心地球科学框架的同时融入行星科学前沿内容，并削减与后续课程重复的部分；将分散的 GIS 与遥感数据处理内容整合为统一的信息技术应用模块，避免重复授课。

在课程时序方面，2022 版方案将“结晶学与矿物学”安排在第三学期，而岩石学系列课程也从第三学期开始，导致学生在矿物学基础尚未夯实时便需进入岩石学学习。优化方案将“结晶学与矿物学”及其实验课提前至第二学期，为第三学期的“岩浆岩岩石学”“沉积岩岩石学”等课程腾出认知准备时间。此外，“大地构造学”课程从第四学期后移至第五学期，确保学生在修完构造地质学和充足的区域地质知识后再学习宏观构造理论。这些调整均以 AI 生成的课程知识点关联图谱为依据，通过量化分析课程间先修关系的强度确定最优排布顺序。

2. 能力结构诊断与培养目标细化

课程 – 能力支撑矩阵的分析结果直观暴露了 2022 版方案在毕业要求支撑上的薄弱环节。在 9 项毕业要求中，“信息技术应用能力”仅有 2 门课程提供直接支撑（支撑度评分 0.22），“创新能力”的支撑课程为 3 门（支撑度 0.33），两项指标均明显低于平均水平。

针对这一结构性问题，2024 版方案采取了以下措施：一是增设“文献检索与 AI 知识发现”“人工智能在地学中的应用”“Python 编程”等课程，并在原有课程中嵌入编程实践模块，使“信息技术应用能力”的支撑课程增至 5 门（支撑度提升至 0.56）；二是在高年级设置综合研讨项目和创新实践模块，使“创新能力”的支撑课程增至 6 门（支撑度 0.67）。调整后，9 项毕业要求的平均支撑度由 2022 版的 0.51 提升至 0.68，能力覆盖的均衡性显著改善。

在培养目标细化方面，2024 版方案将每项毕业要求分解为 2 ～ 3 个可测评的指标点（共计 27 个），并建立了指标点与具体课程教学环节的一一对应关系 [8]，便于教师明确能力培养目标并据此设计考核方式。例如：针对“终身学习能力”要求，新增了“文献检索与 AI 知识发现”课程，引导学生借助 AI 工具进行文献检索与信息获取；针对“国际视野”要求，增设了英文专业文献选读并安排国际学者讲座。

3. AI 相关课程的增设与融合

能力盲点评估明确指出，原有课程体系对信息技术应用能力（特别是 AI 素养）的覆盖严重不足。为弥补这一缺陷并顺应地质学与 AI 交叉融合的趋势 [9-10]，优化方案从如下两个层面加强了 AI 教学内容。

在独立课程层面，增设并升级了“人工智能在地学中的应用”课程，系统讲授机器学习、深度学习等 AI 技术在地质数据分析与地学研究中的应用方法。课程内容涵盖 AI 基础概念、典型地学 AI 应用案例（如地震预测中的模式识别、矿产勘查中的机器学习模型、陨石坑溅射物的监督学习识别），以及基于开源工具的实战练习。该课程直接回应了能力盲点评估的诊断结果，为培养方案中信息应用能力的要求提供了核心支撑。

在课程融合层面，优化方案鼓励其他专业课程有机融入 AI 元素。例如，在“地质统计学”中引入机器学习模块，在“勘探地球物理”课程中讲解智能反演技术的基本思路。这种“AI+ 地质”的课程融合模式，旨在推动形成“专业 + 信息技术”复合型人才的培养格局。

4. 学习路径优化

学习路径模拟揭示了 2022 版方案中两类主要

问题：其一，低年级阶段同时开设多门高难度专业课，导致课业负担过于集中，学生反馈学习压力较大；其二，部分专业选修课缺乏先修指导，学生选课时缺少方向感。

优化方案据此进行了针对性调整[11]。在课程排布上，遵循循序渐进、由浅入深的原则，将基础课、核心课、选修课和实践环节合理分布到各学期，避免难度集中。如前所述，将“结晶学与矿物学”前移、“大地构造学”后移等调整，均是路径优化的具体体现。在选修指导上，利用AI为学生生成个性化的学习路线建议，根据其兴趣方向和已修课程推荐后续选修组合，实现因材施教。

此外，AI技术还为教学过程中的动态调整提供了支持。通过分析学生的学习数据和测评表现，AI可以识别普遍性的学习难点，帮助教师及时调整教学策略。这种由AI赋能的教与学闭环反馈机制，使课程体系的运行更加高效。

5.“李四光班”试验班的实践验证

为验证AI辅助课程优化的实际效果，本研究以吉林大学地质学专业“李四光班”本研贯通试验班为案例进行了实践。“李四光班”在2024版方案中率先实施了上述优化措施，与2022版方案相比做出了以下改革。

其一，总学分由175学分减少至151学分，精简了约14%的学业负担。这一精简以AI语义分析确认冗余课程可删减且不损害核心知识体系完整性为前提，精简出的时间主要用于学生自主学习和科研训练。其二，通识与专业基础课时比例提高至约62%，保证学生具备宽广扎实的知识基础，同时围绕学科前沿和国家重大战略需求设置了三大模块方向选修（岩石圈深部动力学、浅表过程与环境、生物–地质过程耦合）。其三，实践学时占比提高至31%，增设了多次野外实习和科研实践机会，包括国内典型地区地质实习和海外联合实习项目。其四，为每位学生配备学习顾问式的AI助手，培养善用智能工具的习惯。

经过两年多的实施观察，“李四光班”学生在科研参与和实践能力方面表现出较强优势，多名学生在低年级即加入导师课题组。当然，该结果受试验班生源质量等混杂因素影响，不宜将全部改善归因于培养方案优化；但结合教师教学反馈和课程达成度评价，培养方案改革对教学质量的积极作用是可以确认的。

需要指出的是，“李四光班”承担的是先行先试的改革试点角色，其核心目的在于为更大范围的课程体系改革探索经验、验证路径。从方法论层面看，基于AI语义分析的课程冗余识别、基于能力映射矩阵的培养目标细化等技术手段，均不依赖小班教学或特殊生源条件，具有普遍适用性。事实上，2024版方案中的多项改革举措，如“结晶学与矿物学”提前至第二学期、“人工智能在地学中的应用”课程的增设已纳入普通班新版培养方案的修订计划。当然，在向普通班推广时，需要根据学生基础和师资条件做适当调整，个性化AI学习助手的配置可先从基础功能入手，分步推进。

三、结论

本研究以吉林大学地质学专业2022版培养方案为基础，构建了集成语义分析、能力映射和路径模拟的“AI+教育”分析评估框架，对课程体系进行了系统诊断与优化设计，形成了2024版培养方案。主要结论如下。

第一，大语言模型能够高效实现课程内容的语义解析与量化评估。通过对约12万字课程文本的自动化标注与矩阵分析，系统识别出课程间的知识点冗余和能力覆盖盲点，弥补了传统专家论证方法在大规模课程体系分析中的不足。

第二，AI辅助的优化方案在保持核心地质学知识体系完整性的同时，显著改善了能力结构的均衡性。9项毕业要求的平均支撑度由0.51提升至0.68，信息技术应用和创新能力等薄弱环节得到有效强化。

第三，“李四光班”试验班的实践表明，优化方案在减轻学业负担（学分精简14%）、提升实践占比（31%）和促进学生科研参与方面取得了初步成效，且其方法论和技术路线具备向普通班推广的可行性。

需要强调的是，AI在教学改革中的应用仍处于起步阶段，其分析结果和优化建议必须经过教学专家的审核与调整。在未来的课程体系改革中，应坚持“AI辅助决策+专家把关”的协同模式，既充分发挥AI的数据分析能力，又确保优化方案符合教育规律和专业需求[12]。后续研究可进一步引入教育大数据，对优化方案的长期效果进行跟踪评估，并探索教育数据挖掘、智能导师系统等AI技术在高等地学教育中的深化应用。

参考文献：

[1] 牛凤桂，张贝，陈石．大数据时代的地球科学知识图谱研究现状与展望 [J]. 地震学报，2024，46（3）：353-376.
[2] 朱彪彪，曹伟，虞鹏鹏，等．基于 CiteSpace 的地质大数据与人工智能研究热点及前沿分析 [J]. 地学前缘，2024，31（4）：73-86.
[3] 焦守涛，张旗，汤军，等．量子科学与大数据科学：推动地质学跨越式发展的两大利器 [J]. 地学前缘，2023，30（3）：294-307.
[4] 赖绍聪．建立教学质量国家标准提升本科人才培养质量：解读“地质学专业教学质量国家标准”[J]. 中国大学教学，2014（10）：56-61.
[5] 郭艳军，张立飞，陈云超，等．“双一流”建设中地质学拔尖本科生使命驱动研究 [J]. 中国地质教育，2025，34（1）：8-15.
[6] 焦建利．ChatGPT 助推学校教育数字化转型：人工智能时代学什么与怎么教 [J]. 中国远程教育，2023，43（4）：16-23.
[7] 卢宇，余京蕾，陈鹏鹤，等．生成式人工智能的教育应用与展望：以 ChatGPT 系统为例 [J]. 中国远程教育，2023，43（4）：24-31.
[8] 邢至晖．AI 时代，如何以跨学科学习培养未来创新人才 [J]. 现代教学，2025（增刊）：6-9.
[9] 张振杰，杨玠．地质学类专业人工智能类课程教学探索与实践 [J]. 中国地质教育，2025，34（1）：62-66.
[10] 李晓斌，杨振威，冯磊，等．地球科学大数据与人工智能技术专业建设探索 [J]. 中国地质教育，2019，28（1）：28-31.
[11] 乔玉香，徐艳斌．以学生发展为中心的应用型课程建设及教学评价改革探索 [J]. 大学教育，2025（2）：47-53.
[12] 刘定惠．科教融合背景下人文地理学专业研究生培养模式研究 [J]. 大学教育，2025（2）：119-122.