

人工智能赋能野外地质实习的实践与思考 ——以周口店野外教学实践为例

庞晓雷

中国地质大学(北京)海洋学院, 北京

收稿日期: 2026年7月16日; 录用日期: 2026年8月18日; 发布日期: 2026年8月28日

摘 要

人工智能为野外地质实习中的知识解释、观察提示、记录检查和即时反馈提供了新的技术支持。基于周口店野外教学实践发现, 学生虽普遍具备人工智能使用条件, 但主动使用意愿较弱, 且不同模型、提问方式和背景信息会显著影响回答质量。人工智能要真正服务于野外教学, 不能停留在学生自由使用通用工具的层面, 而应由教师主导建设课程知识库, 设计标准化任务与提问模板, 完善审核、留痕和过程评价机制。其核心作用是辅助学生规范观察、完善证据链和开展反思, 而非替代现场实践与专业判断。

关键词

人工智能, 野外地质实习, 实践教学, 周口店, 教学方法

Practice and Reflection on Artificial Intelligence-Enhanced Field Geology Training

—A Case Study of Field Teaching in Zhoukoudian

Xiaolei Pang

School of Ocean Sciences, China University of Geosciences (Beijing), Beijing

Received: July 16, 2026; accepted: August 18, 2026; published: August 28, 2026

Abstract

Artificial intelligence provides new technological support for knowledge explanation, observation guidance, field-record checking, and immediate feedback in field geology training. Teaching practice

in Zhoukoudian shows that although students generally have access to artificial intelligence tools, their willingness to use them proactively remains limited. Moreover, the quality of AI-generated responses is significantly affected by the model selected, the way questions are formulated, and the amount of background information provided. To effectively integrate artificial intelligence into field teaching, its application should not be limited to students' unstructured use of general-purpose tools. Instead, teachers should take the lead in developing course-specific knowledge bases, designing standardized learning tasks and prompting templates, and establishing mechanisms for content review, process documentation, and formative assessment. The primary role of artificial intelligence is to help students standardize geological observations, strengthen evidence-based reasoning, and promote reflection, rather than replace field practice or professional judgment.

Keywords

Artificial Intelligence, Field Geology Training, Practical Teaching, Zhoukoudian, Teaching Methods

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

野外地质实习是地质学专业人才培养中最具学科特色的实践教学环节，也是连接课堂理论与真实地质现象的重要桥梁。与课堂教学主要依赖教材、图件和模型不同，野外实习要求学生直接面对复杂露头，在有限时间内完成定位、观察、测量、记录、绘图和解释，并将分散的岩性、地层、构造和地貌信息组织为具有逻辑关系的地质认识。学生不仅要看到颜色、粒度、层理、产状和接触界线，还要进一步判断哪些是直接观察事实，哪些是依据已有知识作出的解释，哪些结论尚需补充证据。因此，野外实习既是知识应用过程，也是观察习惯、空间思维、证据意识和科学推理能力形成的重要阶段。

北京市房山区周口店地区地层出露较为完整，构造现象和岩浆活动遗迹丰富，是我国开展地质野外教学的重要基地。区域内中元古界、古生界及新生界地层均有出露，褶皱、断裂、岩浆侵入、接触变质和第四纪地质现象较为典型。依托多条经典路线和连续的教学点位，学生可以在较短时间内完成从岩性识别、地层划分、产状测量到剖面绘制、地质填图和区域演化分析的系统训练。周口店实习具有任务密集、现场性强和综合程度高等特点，也集中体现了野外教学中教师指导资源有限、学生基础差异明显和过程反馈不充分等现实矛盾[1][2]。

传统野外教学主要依靠教师现场讲解、学生分组观察、实习指导书查阅和野簿记录。该模式能够维持基本教学秩序，并保障关键知识和操作规范的传递，但一名教师往往需要同时承担路线组织、安全管理、点位讲解、仪器使用指导、问题答疑和野簿检查等多项任务。在一个二三十人的教学班中，教师很难持续跟踪每名学生的观察路径和认知变化。基础较好的学生可以迅速抓住露头中的关键证据，基础较弱的学生则可能停留在照抄指导书、机械记录教师结论的层面。部分问题直到当天检查野簿或撰写最终报告时才被发现，此时学生已经离开露头，往往无法补充关键观察。

以大语言模型和多模态模型为代表的人工智能工具，为改善上述问题提供了新的可能。人工智能可以随时解释概念、提示观察要素、分析图像并对文字记录进行反馈，在理论上能够延伸教师指导、降低知识调用门槛并支持个性化学习。但现有讨论有时倾向于从技术功能直接推导教学效果，容易忽略真实教学情境中的使用动机、操作习惯、任务设计和评价制度。学生拥有人工智能接口，并不意味着其会在

野外主动使用；学生提出了问题，也不意味着所得回答适合具体路线和教学目标。技术可及与教学有效之间仍存在需要被识别和解决的中间环节[3]-[6]。

现有研究主要从人工智能促进专业课程体系优化、地质知识问答、图像识别和智能填图等角度讨论其应用价值，也有研究关注虚拟仿真技术对野外实践教学补充作用。相关成果说明数字技术能够扩展地质教学资源和学习方式，但对学生在真实野外情境中是否主动使用人工智能、不同提问方式如何影响输出质量，以及人工智能如何嵌入野簿记录、现场观察和过程评价等问题，仍缺少基于实际教学过程的细致讨论。

基于此，本文以周口店野外地质实习的实际带班经历为基础，首先分析人工智能辅助野外教学的理论潜力，随后呈现学生在真实教学情境中的使用情况，并据此讨论影响人工智能有效应用的主要因素。本文的主要内容并非验证某一人工智能工具的教学效果，而是从真实带班经历出发，揭示“技术可及”与“教学有效”之间的距离，并提出由教师主导的系统化应用思路。

2. 人工智能辅助野外地质实习的理论潜力

从野外实习的完整流程看，人工智能可以在实习前、实习中和实习后发挥不同作用。实习前，学生需要了解区域地质背景、路线主题、主要地层单位和典型构造现象。传统预习主要依靠实习指导书和教师集中讲解，学生遇到不熟悉的术语或知识断点时，往往难以及时获得针对性解释。人工智能可根据学生已有基础，用不同层次的语言解释地层接触关系、褶皱要素、断层判别标志和岩石分类依据，还可围绕路线任务生成问题清单，帮助学生提前形成到现场看什么、怎样看、需要记录什么的初步认识[3] [4]。

实习中的核心任务是对真实露头进行有序观察。初学者容易被颜色鲜明、形态突出的局部现象吸引，却遗漏位置、比例、延伸方向和上下层位等基本信息。人工智能较适合承担程序性提示。例如，观察地层界线时，可提示学生依次记录上下地层岩性、界线形态、产状变化、接触关系和证据依据；观察断层时，可提醒检查断层面、擦痕、破碎带、地层错断、牵引构造和两盘相对运动；描述未知岩石时，可要求从颜色、粒度、矿物组成、结构构造、风化面、新鲜面、硬度和酸反应等方面补充信息。这种提示不是直接给出结论，而是帮助学生建立可重复的观察程序。

人工智能还可以在教师无法立即到场时提供初步反馈。野外教学中，多个小组常常同时开展观察和测量，教师不可能对每个问题即时回应。学生可先将自己的观察事实和疑问输入模型，获得需要继续检查的方向，再带着更明确的问题与教师讨论。对于术语辨析、罗盘读数格式、照片命名、点位记录要素等规范性问题，人工智能能够提供较快速的提醒，从而减少低层次、重复性错误，把有限的教师时间更多用于地质关系判断、空间推理和综合解释。

实习后，人工智能的作用主要体现在资料整理和反思。学生可以用其检查野簿是否缺少点号、位置、岩性、产状、照片编号和样品信息，辨别记录中哪些属于观察事实、哪些属于解释判断，并检查结论是否有足够证据支持。对于同一路线多个点位，人工智能还可协助梳理空间顺序和逻辑联系，提醒学生避免把最终报告写成点位记录的简单堆叠。教师也可以借助人工智能汇总学生常见问题，发现班级普遍存在的概念混淆和记录缺陷，为第二天讲解或实习后的集中反馈提供依据。

从学习机制看，人工智能的潜在价值主要体现为认知支架而非知识替代。一方面，它可以把复杂任务分解为若干可执行步骤，降低初学者面对露头时的无序感；另一方面，它可以通过连续追问促使学生说明判断依据，如“这一结论来自哪些直接观察”“还有哪些可能解释”“需要补充何种测试才能排除其他可能”。这种过程有助于学生意识到地质判断并非依赖单一特征，而要建立在多种证据相互印证的基础上。理论上看，人工智能可以连接观察、记录、解释和反思，但这种潜力能否实现，仍取决于其如何进入具体教学过程。

3. 周口店野外教学场景与人工智能使用观察

周口店野外实习通常设置地层、构造、岩浆岩和综合填图等不同主题的教学路线。每条路线包含若干典型观察点，点位可能对应地层分界、接触关系、褶皱转折端、断层带、岩体边界或接触变质现象。学生携带地质锤、罗盘、放大镜、地形图和野簿，在教师指导下完成观察、测量、记录和素描。课程配有内部实习指导书，其中包括区域地质背景、路线介绍和部分点位信息。每天野外工作结束后，教师检查学生野簿，野簿质量也是课程过程性成绩的重要组成部分[1][2]。

作者所在教学班共有 25 名大二学生，均已完成矿物学、岩石学、构造地质学等相关专业课程，也均具备访问和使用人工智能模型的条件。从设备和账号条件看，人工智能并不存在明显的技术门槛。按照一般设想，学生在遇到概念不清、岩石难以识别或记录不完整时，应当会自然地借助人工智能获得帮助。然而，实际观察并非如此。多数学生仍然沿用“听教师讲解 - 查阅指导书 - 在野簿中记录”的惯常模式，主动打开人工智能工具并提出问题的学生较少。

这种使用意愿不足并不意味着学生排斥新技术。更主要的原因在于，野外学习已经形成较强的任务节奏。学生到达点位后，首先需要跟随教师听讲，然后测量产状、寻找标本、完成素描和记录。在时间压力和考核要求下，学生倾向于选择最熟悉、最直接的方式完成任务。实习指导书提供了较明确的点位信息，教师讲解也常常包含相对完整的结论，学生没有充分意识到人工智能还能用于检查遗漏、提出反证或深化问题。对他们而言，人工智能更像一个课外查询工具，而不是野外工作流程的一部分。

在教师主动提示后，部分学生开始尝试使用人工智能。从已有使用情况看，学生提出的问题大致可以分为三类：一是概念查询类，如询问“劈理”“接触变质”等术语；二是对象识别类，如依据照片判断岩石、矿物或构造现象；三是记录检查类，如检查野簿内容是否完整。不同类型问题的有效性存在明显差异。概念查询类问题通常能够获得相对稳定的回答，而对象识别类问题高度依赖照片质量和背景信息；记录检查类问题则取决于学生是否提供了完整的点位、岩性、产状和接触关系信息。这些尝试说明，学生并非没有使用能力，一旦教师给出明确任务，人工智能可以较快进入学习过程。但随之出现的问题是，不同学生得到的回答差异明显。学生所用模型不同，照片的拍摄角度、光照、比例尺和清晰度不同，提问时提供的地层、位置和观察特征也不同，导致答案在准确性、专业性和可操作性上并不一致。

例如，只上传一张风化露头照片并询问“这是什么岩石”，模型可能依据颜色和表面形态给出较为肯定的判断，却忽略岩石的新鲜面、矿物组成和区域地层背景；若学生补充层位、酸反应、颗粒大小和结构构造，回答通常会更加谨慎，也更能提出需要继续观察的内容。同样，询问一个地质概念时，有的模型侧重教材式定义，有的模型会结合区域实例，有的回答则混入并不适用于当前路线的解释。由此可见，模型输出不仅取决于模型本身，也取决于学生能否提供足够的观察证据和清晰的问题。

上述观察目前主要来自一个教学班的实践过程，尚不能替代严格的量化实验，但它揭示了人工智能进入野外教学时一个容易被忽略的事实：学生“拥有工具”与工具“产生教学效果”之间存在明显距离。技术条件只是使用的前提，真正影响效果的是学生是否有使用动机、是否知道在何时使用、是否能够形成有效提问，以及教师是否将人工智能纳入既定教学任务。正是这种从可使用到会使用、再到有效使用的差距，构成了后续教学设计需要回应的核心问题。

4. 人工智能融入野外教学的现实制约

首先，学生的使用行为受到现有教学任务和评价方式的直接影响。野外实习具有明确的路线、点位和成果要求，学生通常把完成野簿、测量数据、素描图和报告视为首要任务。若教师没有将人工智能使用嵌入这些任务，也没有说明其与学习成果之间的关系，学生很难在紧凑的野外节奏中主动增加一个新的操作环节。尤其当人工智能的使用既不影响评价，也不能直接帮助完成当下任务时，它容易停留在“有

空可以试一试”的附加位置。因此，主动性不足不能简单归因于学生缺乏兴趣，而应从教学组织和任务设计中寻找原因。

其次，学生尚未掌握与地质观察相匹配的提问方法。人工智能回答依赖输入信息，野外地质问题又具有高度情境性。仅以“这是什么岩石”“这个构造怎么形成”等宽泛问题进行询问，模型往往只能根据有限信息给出一般性回答。较为有效的提问需要包含点位、层位、尺度、岩性特征、产状关系、照片条件和学生已有判断。但这些内容本身正是初学者需要训练的观察与表达能力。换言之，学生不会提问不仅是数字工具使用问题，也反映其尚未形成完整的地质观察程序和证据组织方式。

再次，不同模型和不同输入条件造成的结果差异，会削弱教学过程的一致性。学生自由选择通用模型，教师很难预判其知识覆盖、图像识别能力和术语表达方式。即使使用同一模型，提示语、上下文和图片质量不同，也可能得到不同结论。若学生把模型输出直接记录到野簿或报告中，容易出现同一现象被赋予多种互相矛盾的解释。教师随后不仅要纠正学生原有误解，还要额外辨析人工智能生成内容，反而可能增加教学负担。

此外，通用模型掌握的是一般性地质知识，而野外教学依赖具体课程情境。周口店某一观察点的教学目标，往往不是要求学生泛泛识别一种岩石，而是要结合上下层位、接触关系和区域演化理解其地质意义。模型如果不知道路线位置、地层顺序、教师规定的记录格式和课程重点，即便给出的知识在一般意义上没有错误，也可能与当前任务不相匹配。特别是地方性地层名称、教学点位习惯称谓和内部指导书中的图件规范，通用模型未必能够准确处理。

最后，分散的人工智能使用难以形成可观察、可评价的学习过程。学生在个人手机上临时查询，教师通常不知道其提出了什么问题、模型给出了什么答案、学生是否进行了核查和修改。仅从最终野簿或报告，也难以判断人工智能究竟帮助学生补充了观察，还是替代了原本应由学生完成的分析。如果缺少过程留痕和教师审核，人工智能可能提高文本完成速度，却未必促进地质能力发展。因此，人工智能要真正进入课程体系，必须从个人化的零散使用转变为与教学目标、任务流程和评价标准相联系的学习活动。

5. 人工智能赋能野外地质实习的系统化构建

针对上述制约，人工智能赋能野外教学不能建立在“学生自由使用通用模型即可获得帮助”的假设上，而应由教师围绕课程目标进行整体设计。系统化构建的目的并不是开发一个无所不知的地质问答工具，而是形成一个能够稳定支持预习、观察、记录、解释和反思的教学环境。这个环境既包括经过审核的课程资源，也包括明确的使用任务、统一的输出要求、必要的教师把关和与能力培养相一致的评价方式[1][7]。

课程专属知识库是提高教学适配性的基础。教师团队可整理区域地质背景、实习路线、点位任务、地层表、典型岩石和矿物图像、构造案例、野簿规范、剖面示例、常见错误和安全要求，并对资料进行持续审核和更新。人工智能回答应优先依据课程资料，而不是完全依赖通用训练知识。以周口店为例，系统不仅要解释某种岩石或构造的一般定义，还应能够结合具体路线说明该点位需要观察哪些证据、哪些结论可以现场判断、哪些问题需要在后续路线中综合验证[1][3]。

在知识库基础上，应把人工智能使用嵌入具体教学任务。实习前可要求学生阅读路线材料后生成若干观察问题，并说明问题与路线主题的关系；到达点位后，学生先独立观察和记录，再按照“位置-岩性-结构构造-产状-接触关系-证据-初步解释”的顺序提交信息，由人工智能检查是否存在遗漏；离开点位前，学生根据提示补充必要观察；当天结束后，再对观察事实和解释判断进行分类。这样，人工智能不是额外增加的临时环节，而是与原有野外工作流程相衔接的检查工具。

标准化提问模板可以减少学生提问差异带来的波动,但模板不应演变为机械填空。教师可提供若干基本框架,如“请检查以下点位记录是否缺少位置、尺度、岩性、产状和接触关系”“请区分以下内容中的直接观察与成因解释”“根据现有证据列出两种可能判断,并说明还需补充什么观察”。学生仍需根据实际露头选择信息和组织问题。模板的价值在于帮助初学者形成地质表达的基本结构,随着能力提高,可逐步减少模板约束,鼓励学生提出更具针对性的问题。

人工智能在系统中的功能应主要限定为提示、检查和反馈,而不是替学生给出最终答案。对于岩石或矿物照片,可采用“可能类型-支持证据-不确定因素-建议补充观察”的输出方式;对于构造现象,可要求模型列出不同解释及其判别标志;对于记录文本,可指出缺失和逻辑矛盾,而不直接重写为完整报告。通过这种设计,人工智能的输出始终指向下一步观察和验证,使学生保持对原始现象和最终判断的主体责任。

教师审核是保证专业准确性和教学方向的重要环节。教师不需要逐条审查所有对话,但应能够查看具有代表性的提问和输出,及时识别共性误区。例如,若系统发现多名学生混淆走向与倾向、遗漏照片比例尺、将成因解释写入现象描述,教师可在第二天出发前集中讲解。模型出现的典型误判也可转化为教学案例,让学生比较人工智能结论与现场证据,讨论错误产生的原因。这种做法不仅能够纠错,还能培养学生对人工智能输出的批判性判断。

人工智能使用过程还应形成适度留痕,并与过程性评价结合。可保留实习前问题清单、现场记录检查结果、学生修改前后的文本和实习后反思。评价重点不应是使用次数或对话长度,而应关注学生是否依据提示补充了关键观察,是否能够说明修改理由,是否区分事实与解释,是否认识到判断中的不确定性。对于直接照搬模型答案、缺少现场证据的内容,应降低评价;对于能够利用模型反馈发现问题、返回露头补充观察并修正判断的过程,则应给予肯定[1]。

在具体实施中,可以先从少量路线和任务开始试行,而不必一次性覆盖全部实习内容。教师可选择地层界线观察、断层判别或野簿检查等结构较清晰的场景,建立小规模知识库和任务模板,比较学生自由使用、教师提供模板和课程系统支持三种方式的差异。通过收集学生使用频率、问题类型、记录修改情况和教师评价,逐步调整系统功能。这样的渐进式建设更符合野外教学实际,也有利于避免技术投入过大而教学收益不明确。

6. 应用边界与进一步改进

人工智能在野外地质实习中的作用必须以真实观察为前提。露头风化程度、光照、拍摄角度、比例尺缺失和样品新鲜程度都会影响图像判断,许多岩石和矿物仅凭照片无法准确区分,还需要结合手标本、硬度、酸反应、矿物组合和区域地质背景综合分析。构造关系更依赖露头尺度、空间延伸和产状数据,单张照片通常不能支持确定结论。因此,人工智能的识别结果只能作为候选判断和补充观察的参考,不能作为最终鉴定依据[5]。

同时,应防止学生把人工智能当作答案生成器。野外实习的核心是亲自观察、测量、记录、绘图和解释,任何系统设计都不能绕开这些基本训练。课程应明确规定,点位、产状、岩性、照片和样品信息必须来自现场,不得利用人工智能虚构或补写未观察内容;综合地质图、实测剖面和区域演化解释必须由学生依据真实资料完成;人工智能生成的内容需要经过学生核查,并在必要时说明使用方式和修改过程。

野外环境也对设备使用提出限制。部分路线信号不稳定,手机电量有限,强光、雨水和复杂地形都会影响操作。若学生频繁查看屏幕,还可能分散对露头和周边安全的注意。因此,人工智能不宜成为野外工作的唯一入口。传统的地质锤、罗盘、放大镜、纸质地形图、实习指导书和野簿仍是基础工具。较为合理的安排是实习前和实习后充分利用人工智能,实习中则以简洁任务、必要查询和离线资料为主,避

免技术使用挤占现场观察时间。

本文的实践观察来自一个 25 人的教学班,主要用于识别问题和提出建设思路,尚不能据此判断人工智能对学习成绩和地质能力提升的具体幅度。后续研究可采用问卷调查、半结构化访谈、野簿文本分析和教学实验相结合的混合研究方法,对学生使用动机、提问特征、记录质量和学习效果进行系统评估。

随着课程知识库、图像案例和评价机制不断完善,人工智能有望从一般性的问答工具转变为野外教学中的过程支持平台。但技术建设必须服从地质实践教学规律。系统是否先进,不应仅以模型规模、对话数量或生成速度衡量,而应看它是否促使学生更加仔细地观察露头、更加规范地记录事实、更加谨慎地解释证据,并帮助教师及时发现真实学习问题。只有坚持这一标准,人工智能的引入才不会削弱野外实习的实践属性[5][7][8]。

7. 结语

人工智能在知识解释、观察提示、记录检查和反思反馈等方面具有辅助野外地质实习的潜力,但技术可及性不会自动转化为教学有效性。周口店野外教学实践表明,即使学生均具备使用人工智能的条件,其主动使用意愿仍然有限,多数学生继续依赖教师讲解、实习指导书和任务驱动式记录。在教师引导后,学生虽然开始尝试术语查询、照片辅助识别和记录检查,却又受到模型差异、提问质量和课程背景缺失等因素影响,输出结果难以保持稳定。

这一现象说明,人工智能赋能野外教学的关键不在于是否向学生开放工具,而在于能否由教师将工具组织为与课程目标一致的教学系统。通过建设课程专属知识库、设计结构化任务和提问模板、将人工智能限定为提示者和检查者、建立教师审核与过程留痕机制,并把学生依据反馈补充观察和修正判断的过程纳入评价,可以缩小“人人可用”与“有效使用”之间的距离。

人工智能不能替代学生对真实露头的观察,也不能代替教师对复杂地质关系的专业判断。其较为合理的定位,是在教师指导无法覆盖所有学生和所有时刻的情况下,提供基础、及时且可重复的学习支持,促使学生从机械记录转向主动检查,从接受结论转向说明证据,从完成报告转向反思判断过程。未来仍需通过更系统的教学实验检验不同应用方式的效果,并在保持野外实习真实性、实践性和学科特色的前提下,逐步形成适用于地质实践教学的人工智能应用模式。

参考文献

- [1] 魏玉帅,王根厚,李亚林.地质实践教学模式的应用与探索——以北京周口店野外地质实习为例[J].教育教学论坛,2025(23):105-108.
- [2] 王根厚.周口店野外地质教学中地质思维的培养[J].中国地质教育,2004,13(4):49-51.
- [3] 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.
- [4] 谭永杰.深度求索(DeepSeek)在地质领域的应用探索与思考[J].自然资源信息化,2025(3):8-13.
- [5] 魏玉帅,黄永建,刘宁强,等.人工智能填图在地质实践教学中的应用前景与探索——以周口店地质实习为例[J].中国地质教育,2024,33(4):101-105.
- [6] 周永章,左仁广,刘刚,等.数学地球科学跨越发展的十年:大数据、人工智能算法正在改变地质学[J].矿物岩石地球化学通报,2021,40(3):556-573.
- [7] 张津宁,能源,马骁,等.虚拟现实技术在构造地质学实践教学中的应用[J].教育观察,2022,11(25):9-11.
- [8] 魏玉帅,陈建平,王根厚,等.北京周口店野外地质仿真模拟实习的建设[J].中国地质教育,2019,28(2):81-84.