

人工智能赋能热河生物群数字研学资源开发与文旅策略创新研究

高越

河北民族师范学院, 中国·河北 承德 067000

摘要: 研学旅行是落实实践育人理念、推动文旅深度融合的重要业态。热河生物群拥有早白垩世最完整的陆相化石遗存, 河北承德作为其冀北核心产出区, 具备得天独厚的古生物研学与文旅资源优势, 但长期存在资源浅层活化、价值挖掘不足的问题。制约当地古生物资源研学转化与文旅升级的核心症结并非资源禀赋短板, 而是数字研学资源专业化开发能力薄弱, 现有研学素材普遍存在科学性缺失、层级单一、适配性差等问题, 无法适配学段教学与市场运营需求。本文系统梳理承德热河生物群资源禀赋与数字化转化困境, 阐释人工智能赋能研学资源开发的核心机理, 明确技术应用中确定性复原与推断性生成的科学边界, 构建“冷数据—温场景—热业态”阶梯式资源开发模型, 从产品、场景、主体、制度四维提出文旅创新实践路径。研究表明, 研学资源开发的专业性决定文旅产品公信力, 文旅创新的落地性决定资源活化可持续性, 二者协同是实现热河生物群资源价值最大化的关键。

关键词: 人工智能; 热河生物群; 数字研学旅游资源; 研学旅行; 文化旅游策略创新

Research on AI-Empowered Development of Digital Study-Tour Resources and Cultural Tourism Strategy Innovation for the Jehol Biota

Gao Yue

Hebei Minzu Normal University, China Hebei Chengde 067000

Abstract: Study-tour travel is a vital carrier of practice-oriented education and an emerging form of in-depth cultural and tourism integration. The Jehol Biota preserves the most complete terrestrial fossil assemblage of the Early Cretaceous, and Chengde of Hebei occupies the core producing area with unique paleontological resources. However, the activation and transformation of local fossil resources have long been limited to superficial sightseeing. The core bottleneck is the insufficient professional development capacity of digital study-tour resources, rather than inadequate resource endowments. Existing digital materials lack scientific basis, standardized annotation and hierarchical design, with poor scientific validity and low adaptability to segmented teaching and market demands. This paper systematically sorts out the resource advantages and digital transformation dilemmas of the Jehol Biota, summarizes the core mechanism of artificial intelligence empowering resource development, and defines the application boundary between deterministic restoration and inferential generation. On this basis, a gradient development model of "cold data – warm scenario – hot business" is constructed, and innovative cultural tourism development paths are proposed from four dimensions of product, scenario, subject and institution. The research concludes that professional resource development underpins the credibility of cultural tourism products, while targeted tourism innovation guarantees the sustainable activation of paleontological resources.

Keywords: Artificial intelligence; Jehol biota; Digital study-tour resources; Study travel; Cultural tourism strategy innovation

0 引言

2016 年教育部等十一部门印发研学旅行相关指导文件, 确立了研学旅行制度化、常态化的实践育人地位^[1]。2022 年版义务教育课程方案进一步明确跨学科主题学习课时要求, 将探究实践纳入学生核心素养培育体系^[2], 推动研学旅行从课外补充活动转型为课程育人与文旅融合的核心

载体。热河生物群作为全球极具影响力的早白垩世陆相古生物群, 产出大量珍稀化石, 具备极高的科研与科普价值^[3]。承德冀北核心产区产出的早期脊椎动物化石, 拥有独特的地质年代优势, 是本土青少年科学研学、培育科学素养与文化自信的优质资源。

当前承德古生物资源存在价值禀赋与市场转化严重脱

节的问题。古生物化石的核心价值在于承载生物演化的微观科学证据,此类专业信息难以通过常规浅层讲解完整传递,导致研学活动普遍存在“观化石而不懂科学”的现象。同时,当地化石研学产品与普通文旅线路高度同质化,缺乏专属课程体系与实践环节,研学属性缺失、产品竞争力不足。

人工智能技术的快速迭代与中小学人工智能教育普及的政策导向^[4],为古生物资源数字化、科学化、场景化活化提供了全新路径。当前行业发展的核心重点已从技术引入转向技术精准落地,通过人工智能全链路赋能,破解热河生物群研学资源开发与文旅转化的现实痛点。

1 热河生物群的资源禀赋与数字转化瓶颈

1.1 资源禀赋与研学、文旅双重价值

热河生物群核心分布于辽西、冀北及内蒙古东南部,承德北部 16 个探明化石盆地中,丰宁、滦平、围场等地化石储量丰富、种类齐全,是冀北核心化石产出区。当地产出的丰宁原羽鸟、马氏始鹏鸟、丰宁北票鲟等珍稀物种,构成了独特的本土古生物资源体系。且冀北化石层位年代早于辽西经典化石层,使承德在热河生物群早期演化研究领域具备不可替代的科研话语权。

硬件载体方面,丰宁古生物化石省级自然保护区、热河地质博物馆等场馆,为科普研学提供了基础场地支撑。同时,承德依托世界文化遗产的文旅基础与毗邻京津区位优势,具备开发沉浸式、长时程研学产品的天然条件。

承德热河生物群资源具备三重核心价值:一是优质的科学育人载体,化石演化过渡特征可将抽象生物理论转化为具象探究素材,培养学生证据意识与科学推理能力;二是地域文化培育抓手,本土世界级古生物资源可助力学生建立本土文化自信与生态保护理念;三是文旅差异化发展支点,可打破承德传统文旅格局,打造专属古生物研学 IP,实现区域文旅错位发展。

1.2 数字转化面临的三重瓶颈

当前承德热河生物群资源活化的核心困境集中于数字内容转化环节,现有研学数字资源存在三大结构性短板,严重制约研学质量与文旅产业升级。

第一,素材溯源缺失,科学性难以保障。市面及教学中使用的古生物复原素材多为网络二次转载,无复原依据、无科学标注、无原始出处,无法支撑学生探究性学习,导致研学仅停留在视觉认知层面,背离科学研学的核心目标。

第二,资源形态单一,学段与场景适配性不足。现有素材以静态图片、简易短视频为主,缺乏可交互、可分层

解析的立体化资源,无针对中小学不同学段的梯度化设计,也无法适配课堂教学、场馆研学、线上自学等多元场景,资源通用性差、落地成本高。

第三,资源分散割裂,复用迭代能力薄弱。化石数据、科研文献、讲解素材等资源分散于不同机构平台,无统一标准与共享渠道,行业重复建设问题突出,研学课程与文旅产品难以迭代升级。

综上,承德古生物资源活化的核心问题并非资源禀赋不足,而是数字化转化与资源统筹能力滞后,亟需通过人工智能技术构建科学、可用、可迭代的专业化数字研学资源体系。

2 人工智能赋能数字研学资源开发的路径与边界

2.1 三条开发路径

结合热河生物群资源特征与研学文旅发展需求,人工智能可通过精准数字复原、智能内容转化、多维交互赋能三条核心路径,实现研学资源高质量开发。

一是精准数字复原,实现化石资源可视化。依托三维扫描、摄影测量技术采集馆藏化石高精度数据,借助人工智能完成化石变形校正、结构补全,生成可旋转、可剖切、可细节放大的高保真数字模型,让微观科学证据直观可察,为探究式研学提供核心素材支撑^[5-7]。

二是智能内容转化,降低产品开发门槛。利用生成式人工智能将晦涩的科研成果、地层数据、演化结论,转化为分学段的研学脚本、任务单、教案与科普素材,有效弥补基层学校与研学机构科研能力不足的短板,压缩产品研发周期,所有科学结论需经专业人员审核把关,保障内容严谨性。

三是多维交互赋能,创新研学探究模式。搭建古生物智能研学助手,打破单向讲解模式,可根据学段适配答疑难度、响应学生自主探究提问,同时留存研学轨迹与知识误区数据,为研学效果评估与产品迭代提供数据支撑。

2.2 适用边界:确定性复原与推断性生成的分野

古生物研学的核心是基于证据的科学探究,人工智能技术应用必须坚守科学底线,严格区分确定性复原与推断性生成,避免事实与推测混淆。

确定性复原以实体化石为核心依据,化石骨骼结构、印痕位置、形态参数等均为客观科学事实,人工智能仅承担测量、建模、还原等工具性工作,成果可直接通过化石实体核验,具备绝对科学性。

推断性生成是基于有限线索的合理推演,针对化石无

法留存的生物色彩、行为模式、古环境氛围等内容，依托近缘类群特征、地质研究成果开展科学化推测，此类内容属于“科学想象”而非既定事实。

研学产品开发中需对两类内容清晰标注、明确区分，通过证据溯源标注显性化科学认知边界，引导学生建立基于证据的科学思维，契合科学教育核心本质。

2.3 “冷数据—温场景—热业态”梯度开发模型

基于技术赋能机理与科学应用边界，构建层级递进的梯度开发模型（见表 1），三层级依次支撑、层层赋能，从根源解决现有数字化产品“重观赏、轻科学”的问题。

表 1 热河生物群研学资源的梯度开发模型

层级	资源形态	技术支撑	功能定位	检验标准
冷数据	三维模型、地层参数、文献数据	三维扫描、摄影测量、结构补全	提供可观察、可对比的科学证据	可被化石实体复核
温场景	分层导览、证据标注模型、智能学伴	多模态生成、自然语言交互	把证据转化为可理解、可追问的探究情境	表述与证据一致
热业态	产品模块、线路、课程包、作品集	资源调用接口、过程留痕	形成可交付、可复用、可迭代的产品	使用者能自主使用证据，模块可复用

3 数字研学资源的开发框架

3.1 建设标本三维数字档案

以本土核心珍稀化石标本为对象，联合高校、科研机构与博物馆开展高精度三维数字化扫描，搭建标准化化石数字档案。统一制定元数据标准，完整收录化石产地、层位年代、物种信息、馆藏资质、科研出处、授权规范等核心信息，保障所有数字资源可溯源、可核验，为课程开发与产品设计筑牢科学根基。

3.2 建设分层开放的资源库

面向不同使用主体搭建三级权限分层资源库，实现资源精准适配与规范流转。公开层免费开放基础化石数字资源，适配中小学常规教学；教学层开放带证据标注的专业素材与研学配套资料，服务教师课程开发；研究层留存原始扫描数据与科研资料，支撑深度学术研究。各层级明确使用规范与授权标准，从源头杜绝资源失真、溯源断裂问题。

3.3 建立证据标注与开发审核制度

制定统一的古生物数字化成果标注规范，对所有复原模型、科普内容逐一标注证据等级、标本编号与文献来源。建立专业全覆盖审核机制，由古生物领域学者核查资源科学性与表述严谨性，杜绝推测内容误导使用者。同时建立资源迭代机制，结合最新科研成果持续优化内容，保障资

源长效精准。

4 面向文旅的策略创新

4.1 产品创新：从观光线路到项目式研学产品

针对当地研学产品同质化、标准化缺失、研学属性薄弱等问题，依托数字资源推动产品从“景点观光”向“任务探究”转型，构建模块化、分层化、可复制的研学产品矩阵（示例见表 2），适配不同学段学生认知规律。

基础型轻量化产品适配小学低学段，以化石特征观察、基础认知建立为核心；进阶型深度探究产品面向小学高年级与初中生，引导学生区分科学实证与合理推测，掌握基础探究方法；共创型课题营产品适配高中生，依托多维度化石证据开展自主课题探究，完成研学结题成果。同时通过三维打印制作实体学具，规避数字化设备依赖问题，保障研学体验均衡性。

表 2 分学段数字研学产品模块矩阵

学段	驱动问题	资源形态	核心任务	作品形式
小学中高年级	这块石头里的鸟，为什么重要？	三维模型旋转观察、图文卡片	观察并描述化石的可见特征	图文观察手册
初中	化石只保存了骨架，我们怎么知道它有没有羽毛？	证据标注模型、分层导览	区分有证据支持与合理推测的部分	证据说明单
高中	为什么承德的化石能改写鸟类起源的时间表？	地层数据、文献摘要、智能学伴	用多类证据支撑一个演化判断	研究小论文

4.2 场景创新：馆内、遗址与线上三空间联动

结合古生物化石保护相关规范^[9]，针对野外研学场景受限的问题，构建“馆内实景探究+遗址情境体验+线上延伸学习”的三维联动场景体系，破解研学场景短板。

馆内场景以实物标本为核心、数字资源为辅助，通过数字化模型弥补实物观察的局限性，助力学生精准识别化石微观科学特征；遗址场景依托 AR 复原、情境影像叠加等技术，在保护遗址生态的前提下，还原古地质生态场景，带给学生沉浸式体验；线上场景承担行前预习、行后延伸功能，延长研学学习链条，实现单次研学、长效学习。同时明确技术应用底线，人工智能仅辅助基础文案优化，核心研学成果由学生自主完成，坚守育人本质。

4.3 主体协同：五方分工与两类人员的能力互补

构建多主体协同联动机制，破解单一主体能力不足、资源割裂、权责模糊的问题。自然资源与文物部门划定资源开放尺度与合规标准，守住保护底线；中小学聚焦课程标准，负责研学教学设计与校园组织；博物馆提供标本、场地与专业讲解支撑；文旅企业负责线路运营、服务落地

与基础设施建设；本地高校提供科研支撑、课程指导与师资培训。

针对教师专业薄弱、讲解员教学能力不足的人才错配问题，依托本地高校资源开展专项研修培训，双向补齐两类人员的能力短板。同时选取重点场馆开展研学试点实践，验证产品可行性与运营承载力，积累经验后逐步全域推广。

4.4 制度保障：保护优先的开放尺度与评价衔接

坚守“保护优先、合理利用”原则，结合国家化石保护条例^[6]制定本地化研学开放细则，明确遗址开放范围、接待规模、活动规范与禁止条款，实现资源保护与研学开发的良性平衡。

优化研学评价体系，摒弃传统单一的知识记忆评价模式，构建涵盖科学概念理解、探究实践能力、研学成果质量的三维评价体系，细化量化评价指标。依托数字化技术实现研学过程全留痕、可追溯，人工智能辅助数据统计分析，最终评价结论由教师综合研判，形成“开发—实践—评价—优化”的闭环发展模式。

5 结语

热河生物群是承德极具核心竞争力的世界级科学资源，其育人与文旅价值长期存在活化不充分、转化效率低的问题，核心症结在于数字研学资源专业化开发能力薄弱、产业运营模式滞后。人工智能技术的核心价值，是有效降低化石资源可视化、科研成果教学化、静态展示探究化的转化成本，为研学产品创新、场景升级、主体协同与制度完善提供坚实支撑。

技术赋能始终不能颠覆研学教育与文旅服务的核心底线，科学性、可溯源性、探究自主性是古生物研学的核心准则。后续将依托试点实践积累数据、优化产品体系与评价机制，持续探索保护优先下古生物资源研学活化的可持

续路径，为承德热河生物群文旅融合高质量发展、本土科普教育落地实施提供实践参考。

参考文献：

- [1] 教育部等 11 部门. 关于推进中小学生研学旅行的意见：教基一〔2016〕8 号[Z]. 2016-11-30.
 - [2] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案（2022 年版）[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
 - [3] 徐星，周忠和，王原等. 热河生物群研究的回顾与展望[J]. 中国科学：地球科学，2019, 49(10): 1491-1511.
 - [4] 教育部办公厅. 关于加强中小学人工智能教育的通知：教基厅函〔2024〕32 号[Z]. 2024-11-20.
 - [5] Clark E G, Jenkins K M, Brodersen C R. Back to life: Techniques for developing high-quality 3D reconstructions of plants and animals from digitized specimens[J]. PLoS One, 2023, 18(3): e0283027.
 - [6] Liu X, Jiang S, Wu R, et al. Automatic taxonomic identification based on the Fossil Image Dataset (>415,000 images) and deep convolutional neural networks[J]. Paleobiology, 2023, 49(1): 1-22.
 - [7] Biot V, Martins E, Pelissie T, et al. 3D printing, a tool for raising geoheritage awareness in the Causses du Quercy UNESCO Global Geopark, France[J]. Geoheritage, 2024, 16(1): 1.
 - [8] 中华人民共和国国务院. 古生物化石保护条例：国务院令 第 580 号[Z]. 2010-09-05.
- 基金项目：承德市社会科学发展研究课题，“人工智能赋能热河古生物群数字文旅创新策略研究”（2025035）。
- 作者简介：高越，男，汉族，河北省承德市，博士，讲师，研究方向：数字智能设计。