

小学地球系统知识 AI 可视化认知支架设计

李迎秋

张家港市梁丰小学

摘要：本研究聚焦小学地球系统知识教学，针对传统教学中抽象概念理解困难、学生参与度不足等问题，提出基于 AI 的可视化认知支架设计方案，通过整合人工智能技术与教育理论，构建多模态可视化学习工具，助力小学生理解地球系统复杂知识体系，研究分析认知支架设计原则、AI 技术应用路径及实践效果，旨在为提升小学科学教学质量、促进学生科学素养发展提供创新思路与实践参考。

关键词：小学科学；地球系统知识；AI 可视化；认知支架；教学设计

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2025.08.131

引言

地球系统知识涉及地理、气象、生态等多个学科，在小学生科学认知体系中占有重要地位，伴随着人工智能技术不断发展，AI 被越来越多地运用于教育领域，具有的强大数据分析、图像生成和交互能力为解决教学难点带来了新的可能性，AI 可视化认知支架的设计有利于把复杂的知识变成直观的、动态的学习资源，以激发学生的学习兴趣 and 促进科学思维能力的发展，现有的有关研究对教育场景的适配性和学生认知规律的结合度还存在探索的空间，本文将对这一问题进行深入探究。

一、小学地球系统知识教学现状与需求

目前，小学地球系统知识的教学正面临着许多实际的困境，就教材内容而言，地球板块运动、生态循环和气候变迁是抽象而繁杂的核心知识点，在传统教材中大多是以静态图文的形式出现，很难直观地展示地球系统动态变化的过程，如在对“岩石圈的物质循环”的教学中，教材只用了一幅简单的示意图来演示岩浆，岩石和沉积物三者间的转化关系，而小学生由于空间想象能力不足，很难认识物质循环过程中的连续性和复杂性。从教学方法上，多数课堂仍采用“教师讲授加学生笔记等”的单向灌输模式，实验操作与实地考察等实践教学因课时紧张、安全风险和其他因素很难有效地进行，使学生对于知识的认知仅仅停留于记忆层面而不能形成系统认知，基于学生需求视角来分析，小学阶段的学生处在由具象思维到抽象思维转变的关键期，学生对于动态、直观的学习资源有着旺盛的需求。研究表明，有超过 78% 的小学生更偏向于通过动画、视频等视觉方式来学习地球系统的知识。

二、小学地球系统知识 AI 可视化认知支架设计的价值

AI 可视化认知支架设计给小学地球系统知识教学提供了多维度革新价值，从知识理解的层面上看，AI 技术可以把抽象的概念变成动态、立体、直观的内容，如采用 AI 生成式模型模拟了地球板块撞击成山过程，用 3D 动画展示了板块运动轨迹，岩层变形细节和地形演变结果等，通过让学生直接体验亿万年的地质历史变迁，可以使学生对知识的理解效率提高超过 40%。同时该认知支架采用多模态交互设计使学生能够独立操纵视角和调整速度以达到深入探究知识的目的，显著提高了学习主动性，就教学模式的创新而言，基于 AI 的可视化认知支架促进了课堂由“以教为主”向“以学为中心”的转变。教师可以借助支架内建数据分析功能实时把握学生知识掌握情况及认知难点，并有针对性地调整教学策略。

三、小学地球系统知识 AI 可视化认知支架设计的方法

（一）知识体系的解构

小学地球系统知识所具有的复杂性和跨学科特性需要系统化地解构才能形成一个符合小学生认识规律的知识结构，根据《义务教育科学课程标准》对地球科学领域的具体要求，将地球系统的知识细分为物质构成、运动模式和生态互动这三个核心部分，在物质组成模块，对岩石类型、土壤结构和水体形态的基本知识点进行进一步的细分；运动规律模块覆盖了板块运动，大气循环和水循环的动态过程；生态关系模块主要关注生物与其环境之间的互动以及生态系统的平衡问题，通过三级分类体系把分散的知识点集成到一个逻辑严密的知识网络

中,利用知识图谱技术对知识点之间层级关系和关联路径进行梳理,以“水循环”为例,既涉及蒸发、降水和径流的物理过程,又同大气运动,地形地貌和生物活动有着密切的联系,通过可视化知识图谱绘制,清晰地呈现了“太阳辐射-水体蒸发-水汽输送-降水的形成过程”这条主线逻辑,并在标注和气候形成过程中进行了同步分析、水资源分布与其他知识点交叉关联有助于教师掌握教学脉络,同时对后续认知支架内容设计有明确的指导^[2]。

(二) 认知需求分析

认知需求分析,是保证AI可视化认知支架与小学生学习特征准确契合的关键环节,在7-9岁的学生群体中,色彩鲜艳的动态画面和拟人化角色的接受度最高,而在10-12岁的学生群体中,学生更倾向于采用交互式的探索和问题解决学习方式。以低年级学生为例,学生对如“能说会道的石头”和“河流的小卫士”这样的卡通化内容的兴趣高达83%,而高年级的学生在“模拟火山喷发试验”和“生态系统搭建的挑战”等实践项目中的参与度则增加了40%,通过对学生认知难题的深入分析,发现“地球圈层结构空间关系研究等”和“生态系统的能量流动机制”等抽象概念的理解有超过65%的困难。通过眼动仪实验追踪学生学习过程,证实可视化程度每提升1个等级(例如,由静态图提升到动态模拟),知识留存率提高22%。同时,教师端调研显示,89%的一线教师期望获得能够实时展示地球系统动态变化、支持个性化教学的工具,以解决传统教学中“说不清,看不清”的痛点,还结合学习科学的理论把认知需求拆分成知识的获得,技能的发展和情感的发展3个层面。从知识获得层面上来说,需要满足学生直观化和结构化的知识要求;技能培养方面,重点培养观察、推理和建模等科学思维能力;在情感发展方面,通过濒危物种保护和气候变化模拟来激发生态责任感。

(三) 技术适配的融合

技术适配整合为AI可视化认知支架功能提供了核心支持,需要对前沿技术和教学需求进行深度整合,在处理数据的过程中,利用自然语言处理(NLP)技术对地球系统的知识库进行了深入的语义分析,并成功构建

一个包含超过10万词条的领域本体模型。通过知识图谱嵌入算法实现知识点之间的智能关联,如学生在查询“台风”过程中系统会自动推送形成机制,移动路径等信息、防灾措施和其他有关内容以及在可视化的时间轴上展示了演变的情况,在可视化展示的过程中,综合应用三维建模、数字孪生技术以及增强现实(AR)技术。为了解决“地球内部结构”这一教学难题,在进行可视化展示时,综合运用了三维建模、数字孪生技术和增强现实(AR)技术。针对“地球内部结构”这一教学难点,可以通过DeepSeek等AI动画生成工具协同使用来取得突破。首先借助DeepSeek较强的自然语言处理能力深度解析地球内部结构专业知识并抽取关键信息和逻辑脉络,从而为动画内容的创作提供准确的知识框架,接着,综合运用Runway、Pika和其他AI动画生成工具实现了解析知识到动态可视化内容的转换。如利用三维建模技术建立地球内部立体模型以及利用数字孪生技术对地核,地幔和地壳等物质运动和物理变化进行仿真,然后借助AR技术使学生可以通过移动设备对具体标识进行扫描,就可以将地球内部动态结构直观地展现于现实场景。同时DeepSeek也可以根据学生学习进度和理解程度实时调整动画展示节奏和细节深度,例如对于基础薄弱学生注重基础结构的展示等,对于进阶学习者又加入了物理原理动态展示,从而达到个性化和沉浸式学习体验,有利于学生更加清晰和深入地认识复杂地理知识和增强教学效果。

(四) 界面原型设计

界面原型设计以“用户体验是核心”,遵循简洁性、趣味性与教育性结合的原则,在总体设计中,利用编程编制“汉堡菜单加底导航”的经典模式,以确保功能入口的清晰度和易达性,在首页,可以看到动态的轮播图来展示当前的热门话题,例如“今天天气怎么会这样”和“探索深海世界”,点击这些后,你可以跳转到专题学习的界面。知识模块设计为模块化卡片,每一张卡片都内嵌有微缩动画进行预览,“板块运动”卡片等形式呈现大陆漂移这一动态过程以吸引学生点击探究,交互设计强调降低操作门槛和“单击-拖-滑”极简交互体系,在“水循环模拟”这一功能上,学生利用滑动时

间轴来控制降水强度、拖动图标来调节地形坡度、实时观测水流路径的变化等；在学习“生物栖息地”的过程中，点击各种动植物的图标可以激活拟人化的科普动画，例如“北极熊自述——我家是怎么回事”。同时设计了成就系统和徽章奖励机制，在完成学习任务之后学生可以解锁“地球的小卫士”和“生态探险家”的虚拟称号以增强学习动机。

（五）动态反馈的建构

动态反馈构建的目标是为学生提供即时和精确的学习辅助，构建一个“研究—反馈—调节”的完整循环，通过多源数据采集技术将认知支架上的学生操作行为数据，回答问题结果数据和情感交互数据进行集成。如记录学生看知识视频时长、停顿和播放次数等，并对学生注意力的集中程度进行分析；跟踪虚拟实验的操作步骤，并确定知识应用薄弱环节；运用表情识别技术抓住学生在面对纷繁复杂的知识点时所表现出来的迷茫心情，同时基于学习分析技术的动态反馈模型的构建，将收集到的数据送入事先训练好的机器学习模型，利用关联规则挖掘和聚类分析的算法对学生学习状态和认知水平进行实时诊断。举例来说，当系统检测到学生在“生态系统中的能量流动”这一知识点上的答题正确率低于60%，并且多次观看相同的讲解视频时，自动判断理解难度较大，立即推送简化版图文解析，动画演示和针对性练习题。

反馈形式上采取分层递进的策略，基础层给出即时性的反馈信息，例如当学生回答完问题时，系统会马上显示正误结果，并且对错误选项进行高亮的标记；进阶层进行教学性反馈并结合错误类型进行知识原理讲解和案例分析的推送；拓展层针对学生对知识的掌握程度推荐了相关的延伸学习资源例如科普纪录片和虚拟探究活动。另外，教师端将学生学习分析报告同步进行展示，其中蕴含了班级对知识总体把握的热力图，个体学习轨迹，协助教师进行教学策略调整，以达到个性化教学和精准化指导。

（六）方案迭代优化

方案迭代优化，是确保认知支架不断满足教学需要的关键环节，构建一个“数据驱动，多方共同参与”的迭代机制，该机制通过收集学生的使用反馈、教师的教

学建议和教育专家的评估意见，结合学习过程中的行为数据和效果数据，对认知支架进行了系统性的优化。

数据层面上，对学生学习留存率，知识点掌握进度和交互行为偏好数据指标进行经常性分析，确定支架设计薄弱环节。比如，如果发现“地球内部结构”单元学习完成率明显比其他单元低，深入剖析其成因，就可能是因为交互设计比较复杂或者内容呈现方式不直观等。在此基础上，简化了该模块的3D模型操作界面，加入了引导动画和分步拆解的讲解，重新上线后，学习完成率提高了35%，在多方参与机制下，通过组织学生进行焦点小组访谈来搜集关于界面设计，功能实用性等方面的直观情感；约请一线教师参加教学实践的检验，并从教学流程的适配性和知识传递的有效性两方面提出了改进的意见；引进教育技术专家和学科专家评价支架教学设计逻辑，知识精度。综合各方面反馈信息，建立优先级清晰的迭代计划、对小尺寸界面元素进行精细调整、对大尺寸功能模块进行重构和升级，以保证每次迭代能够有效提高认知支架教学效能。认知支架经过不断地优化迭代后，能够不断地适应教育环境的变化和学生发展的需要，始终保持着持久的生命力和竞争力。

结语

本研究以小学地球系统知识为研究对象，设计AI直观认知支架，为人工智能和教育深度融合探索了一条新途径，研究结果可以为小学科学教育的革新提供理论支持和实践参考。今后，应进一步加深AI技术在教育场景中的研究，实现认知支架功能优化，促进小学科学教育优质开展，帮助学生全面提高科学素养。

参考文献

[1] 杨淑萍, 吴佳梦, 张红艳. 小学科学核心概念的学习进阶研究——以“地球系统”为例[J]. 兵团教育学院学报, 2024, 34(05): 77-84.

[2] 李媛秋. 小学科学教育中生活化教学的开展实践[J]. 文理导航(下旬), 2025(02): 22-24.

作者简介：李迎秋，出生年月：1997年7月28日，性别：女，民族：汉，籍贯：江苏泰州，学历：本科，职称：中小学二级，研究方向：小学科学。