

AI 赋能小学科学教学评一体化实践研究

白远

北京第二实验小学朝阳学校

摘要：在人工智能与教育融合背景下，小学科学教育需兼顾核心素养培育与教学模式革新，新课标提出科学观念、科学思维、探究实践和态度责任目标，均可借助 AI 技术深入落实。当前教学存在综合性不足、探究性薄弱、生活性脱节等问题。基于教学评一体化理念，AI 技术的应用可构建智能评价系统精准测评素养目标，开发个性化学习任务推送机制，设计虚实融合的探究活动。AI 赋能突破传统教学时空限制，通过实时数据反馈优化教学闭环，提升学生科学探究能力与核心素养，为小学科学教育高质量发展提供实践范式。

关键词：人工智能；小学科学；教学评一体化；技术赋能

引言

随着《义务教育科学课程标准（2022 年版）》对核心素养培育的强化，小学科学教育正从知识传授向能力素养导向转型。教学评一体化作为落实这一转型的关键模式，强调教师的教、学生的学与课堂评价的协同统一，但在实践中仍受限于教学资源、时空条件和个性化指导等因素。人工智能技术的迅猛发展为突破这些瓶颈提供了数据分析、虚拟仿真、个性化推送等功能，重构教学内容的呈现，革新探究过程与评价方式，形成“技术赋能-素养培育-教学优化”良性循环。

从教育实践来看，小学科学课程的综合性、实践性与 AI 技术的应用场景高度契合。例如，通过虚拟实验平台可突破实验室资源限制，借助智能传感器可实现生活化数据的实时采集，利用机器学习算法能构建动态评价模型。这些技术应用不仅延伸了教学的广度，更突破了学习的深度，使科学教育真正回归“做中学”“用中学”的本质。本文基于一线教学实践，系统探讨 AI 赋能小学科学教学评一体化的实施路径，旨在为核心素养导向下的科学教育改革提供理论参考与实践范例。

一、小学科学教学的现实困境与 AI 赋能的必然性

（一）当前小学科学教学的主要瓶颈

尽管新课标已推行多年，小学科学教学在核心素养培育方面仍存在诸多现实问题，这些问题的解决急需技术手段的支撑。

1. 综合性维度的局限

传统科学课堂受限于时空条件，难以实现“课堂-自然-社会”的多维联结。虽能借助多媒体展示自然现象，但学生无法获得沉浸式体验；社会实践活动因安全风险、组织成本等因素难以常态化开展，导致学生对科学知识的整体性认知不足。例如，在“生物与环境”单元教学中，学生仅能通过图片或视频了解食物链关系，无法观察真实环境中生物与环境的动态作用，难以形成系统的科学观念。

2. 探究性实践的不足

科学探究需要充足的器材、反复的试错与精准的数据支撑，但多数学校存在实验资源匮乏、分组人数过多等问题，导致学生动手操作机会有限。部分教师因担心课堂秩序或教学进度，将“探究活动”简化，学生难以经历完整的“提出问题-设计方案-验证假设-得出结论”过程。如在“简易电路”课程中，学生往往只能按照既定步骤完成连接，缺乏自主设计变量的机会，科学思维与创新能力的培养被弱化。

3. 评价体系的滞后性

当前科学教学评价仍以纸笔测试和教师主观评判为主，存在“重结果轻过程，重知识轻素养”的倾向。课堂评价缺乏即时性与针对性，难以捕捉学生在探究过程中展现的思维能力；作业评价因教师工作量限制，无法实现个性化反馈。

（二）AI 赋能科学教育的内在逻辑

人工智能技术的特性与小学科学教育的需求具有天然适配性，其赋能价值主要体现在以下三个维度：

1. 打破课堂时空边界，拓展学习场域

AI 技术通过虚拟仿真、增强现实（AR）等手段构建“虚实融合”的学习环境，使学生在课堂中即可获得沉浸式体验。虚拟实验平台可模拟危险或难以观察的科学现象（如火山喷发、细胞分裂），AR 技术能将抽象知识具象化（如三维太阳系模型）。技术突破传统课堂的限制，使科学学习延伸至课前、课后，形成“全域学习”生态。

2. 支持学生个性探究，培育科学思维

基于大数据分析的 AI 系统能够精准识别学生的认知特点与学习需求，推送差异化的探

究任务。例如，在机械摆钟学习中，AI 可根据学生前期测试结果，为基础薄弱的学生推送“测量摆的摆动时间”的基础任务，为能力较强的学生推送“设计一个机械摆钟”的挑战任务，确保每位学生都能在最近发展区获得充分发展。

3. 构建动态评价体系，实现精准反馈

AI 技术可通过学习分析系统实时采集学生的探究数据，运用算法生成多维度的素养发展报告。教师依据报告可及时调整教学策略，学生通过可视化数据了解自身优势与不足，家长也能全面掌握孩子的学习进展，形成“家、校、社”协同育人的评价闭环。

二、AI 赋能小学科学教学评一体化的实践框架

基于核心素养培育目标，AI 赋能小学科学教学评一体化需构建“目标-任务-评价-设计”的闭环系统，通过技术手段将科学观念、科学思维、探究实践与态度责任四个素养维度融入教学全过程。

（一）以核心素养为导向，构建 AI 智能评价体系

科学核心素养的四个维度各有其评价要点，AI 技术可通过多模态数据采集与分析，实现评价的精准化与常态化。

1. 科学观念的智能测评

科学观念的形成需基于对知识的理解与应用，AI 可通过“情境化测试+知识图谱”实现测评。例如，在《声音是怎样传播的》一课中，AI 系统可呈现宇航员在月球上能否听到声音等生活化情境，要求学生结合所学知识解释现象；同时通过知识图谱分析学生对介质、振动等核心概念的掌握程度，自动生成认知诊断报告，为教师提供针对性教学建议。

2. 科学思维的过程性评价

科学思维体现在问题解决的推理与论证过程中，AI 可通过“探究行为分析+语言编码”捕捉思维轨迹。在“影响蒸发快慢的因素”探究中，AI 记录学生提出的假设、设计的变量及得出的结论，运用自然语言处理技术分析其论证逻辑的严密性，识别未控制无关变量等思维漏洞，并提示学生是否考虑了风力对蒸发的影响，引导其完善思维过程。

3. 探究实践的自动化评估

探究实践能力可通过“操作数据+成果分析”进行评价。AI 借助传感器、摄像头等设备，采集学生实验操作的规范性与创新性。例如，在“让小车运动起来”一课中，AI 通过运动传感器实时记录小车速度与拉力的关系数据，分析实验操作的精准度；对小组设计的“用气球反冲力驱动小车”等实验方案，系统可自动标记并赋予创新分值，激励学生的探究热情。

4. 态度责任的隐性评价

态度责任具有内隐性，AI 可通过“行为表现+情感识别”进行间接评价。在小组合作探究中，AI 通过语音识别统计学生的发言次数、合作建议的有效性，结合摄像头捕捉的专注度、互动频率等数据，评估其团队协作意识，综合评价学生的发展水平。

（二）以个性化学习为核心，设计 AI 驱动的任务系统

学习任务是连接素养目标与教学实践的桥梁，AI 可根据学生的认知水平与兴趣特点，推送阶梯式、情境化的任务。

1. 基于认知水平的分层任务

AI 通过前期测评将学生分为“基础型，发展型，挑战型”三个层次，推送匹配的任务。例如在《磁铁的两极》一课中，我们可以设计基础型任务：AI 提供标注磁极的磁铁模型，引导学生通过操作发现“同极相斥、异极相吸”现象；发展型任务：AI 呈现未标注磁极的磁铁，要求学生利用已知磁极的磁铁判断未知磁极，培养推理能力；挑战型任务：AI 设置“如何用磁铁分离混合物中的铁屑”等真实问题，鼓励学生设计解决方案，提升应用能力。

2. 基于生活实践的情境任务

AI 可连接真实生活场景，使学习任务更具实用性。学习光的反射知识时，AI 推送“设计家庭反光照明方案”任务，引导学生观察家中哪些物体能反射光、如何调整角度使光线照亮暗角，并通过手机摄像头上传设计方案，系统结合光学原理分析方案的可行性，让学生感受科学与生活的密切联系。

3. 基于兴趣驱动的项目任务

AI 通过分析学生的浏览记录、探究偏好等数据，推荐个性化项目。例如，对植物感兴趣的学生，推送“校园植物生长监测”项目，提供智能传感器和数据记录模板，引导其长期观察并分析环境因素对植物生长的影响；对天文感兴趣的学生，则推荐“月相变化观测”项目，结合 AR 技术模拟月相形成过程，同步比对真实观测数据，培养持续探究的科学态度。

（三）以素养发展为目标，优化 AI 支持的教学设计

教学设计需整合 AI 技术优势，创设“探究式、生活化、互动性”的学习环境，促进学生主动建构知识、发展能力。

1. 虚拟仿真与真实体验结合的探究设计

在“植物的生长过程”教学中，AI 虚拟仿真可先通过动态 3D 模型展示种子从萌发、长根、抽茎、展叶到开花结果的完整过程，学生能点击任意阶段放大观察，比如根尖的根毛如何吸收水分，叶片的气孔怎样进行气体交换。随后组织学生开展真实种植活动，每人培育一

盆绿豆，每天记录生长变化，用尺子测量茎的高度，观察叶片数量的增加。这种设计既让学生直观了解了植物生长的全貌和微观细节，突破了真实种植中生长周期长、观察不全面的局限，又通过亲手照料感受生命成长的奇妙，保留了实践体验的意义。

2. 大数据支撑的生活化教学设计

AI 可通过数据分析挖掘生活中的科学素材，使教学更贴近学生经验。在“物质的变化”单元，AI 收集学生日常接触的冰融化、铁生锈等现象，设计“厨房中的物质变化”主题活动：学生用 AI 测温仪记录冰块融化过程的温度变化，用放大镜观察铁锅生锈的形态，结合数据讨论物理变化与化学变化的区别。教师借助 AI 生成的班级数据分析报告，教师可针对易错点及时调整讲解重点。

3. 人机协同的合作学习设计

在《声音的传播》一课中，AI 能够充分发挥其独特优势，作为“协同伙伴”有力促进小组合作学习的深化。先抛出“真空环境中能听到闹钟声吗”的问题，引导小组讨论假设。随后提供虚拟实验工具，让学生试做抽气观察声音变化的实验。

AI 统计各小组方案与结论后，推送差异化资源，如原理动画或太空交流案例，分享其他小组的实验，促进跨组交流。教师则引导学生分析空气含量与声音变化的关系，深化对声音传播需要介质的理解。

三、AI 赋能小学科学教育的挑战与展望

（一）面临的挑战

1. 技术应用的适切性问题：部分教师存在为“为技术而技术”的倾向，如过度依赖虚拟实验替代真实操作，忽视了动手体验对科学态度培养的价值。需明确 AI 是“辅助工具”而非“替代者”，其应用需服务于核心素养目标。

2. 教师数字素养的短板：AI 系统的操作、数据的解读需要教师具备一定的技术能力，而部分小学科学教师因年龄、培训机会等因素，难以充分发挥技术潜力。需建立常态化的教师培训机制，将 AI 应用能力纳入教师专业发展评价体系。

3. 数据安全性与伦理风险：学生的探究数据、评价结果等包含个人信息，若管理不当可能引发隐私泄露，需建立严格的数据安全制度，确保 AI 系统的透明性与可解释性。

（二）未来展望

1. 技术融合的深化：随着 5G、物联网技术的发展，AI 将实现“虚拟仿真-真实传感-云端分析”的无缝衔接。学生可在户外用 AI 终端采集植物生长数据，实时上传至云端与虚拟模型比对，形成“自然观察-数据建模-预测生长”的完整探究链。

2. 评价体系的完善：AI 将从单一学科评价向跨学科素养评价拓展，综合评价学生的科学知识、社会责任感与创新能力，更全面地反映核心素养发展。

3. 教育生态的重构：AI 将推动“教师-学生-家长”角色的转变——教师聚焦于任务设计与思维引导；学生成为自主探究者，借助 AI 工具主动建构知识；家长成为协同支持者，通过 AI 推送的学习报告参与教育过程，形成协同育人的新格局。

四、结语

AI 赋能小学科学教学评一体化，本质上是通过技术革新重构教育逻辑，使科学教育更符合核心素养培育的要求。AI 技术不仅拓展了教学的广度与深度，更通过精准的评价与个性化的支持，让每个学生都能在科学学习中获得成功体验。然而，技术的价值终究需要通过人的智慧来实现，教师需在“技术应用”与“教育本质”之间找到平衡，既善用 AI 提升教学效率，又坚守立德树人的初心，引导学生在探究中形成正确的科学态度与社会责任。

未来，随着技术的不断发展，小学科学教育将迈向更高水平，这既需要教育者持续探索实践，也需要政策层面的支持与保障，共同推动科学教育的高质量发展，为培养具有科学素养的未来公民奠定坚实基础。

参考文献

- [1]中华人民共和国教育部制定。义务教育科学课程标准（2022 年版）[S]. 北京师范大学出版社，2022.
- [2]黄荣怀，杨俊锋，胡永斌。智慧教育：教育信息化的新境界[J]. 开放教育研究，2012，18(04)：12-24.
- [3]余胜泉，王阿习。人工智能促进教育公平的可能路径[J]. 中国教育学刊，2020(06)：1-7.
- [4]林荣姐。小学科学教学评一致性教学模式的建构[J]. 生活教育，2022(12)：93-96.
- [5]许健。“教—学—评”一体化理念下的小学科学教学设计[J]. 教学管理与教育研究，2024(02)：43-45.