

AI 赋能科学教育的实践路径与效能机制研究

李文皓

江苏省苏州市吴中区太湖综合高级中学

摘要：AI 技术的快速发展为科学教育的变革提供了新的可能。本文围绕 AI 赋能科学教育的实践路径与效能机制展开系统研究，探讨其在教学内容呈现、教学过程组织与学习方式创新等方面的应用场景，并结合典型实践案例分析其成效与挑战。研究进一步构建了 AI 赋能科学教育的效能机制模型，提出涵盖技术支持、资源整合、个性化学习、反馈调节与价值实现的核心要素，并设计多元评估方法以衡量其教育效果。同时，文章从技术融合、教学重构与协同保障三个层面提出实施策略，旨在构建以学习者为中心、多方协同参与的智能教育生态体系，推动科学教育的高质量发展与教育公平的实现。

关键词：AI 赋能；科学教育；效能机制

随着人工智能技术的迅猛发展，其在各行各业的应用不断深化，教育领域亦不例外。特别是在科学教育这一知识密集、逻辑严密、实践性强的学科领域，AI 技术的介入正逐步改变传统的教学模式与学习方式。科学教育作为培养未来科技创新人才的重要基石，承担着提升国民科学素养、激发创新思维的关键任务。

然而，传统教学模式在资源分配、个性化教学、实验实践等方面存在诸多局限，难以满足当下多元化、深层次的学习需求。在此背景下，人工智能技术以其强大的数据处理能力、自适应学习系统和智能化交互方式，为科学教育注入了新的活力与可能性。AI 赋能科学教育不仅是技术工具的简单引入，更是对教育理念、教学结构和学习方式的深度重构。它通过智能导学、虚拟实验、个性化反馈等手段，增强了教学的互动性与针对性，提升了学习效率与质量^[1]。与此同时，AI 技术还推动了教育资源的均衡化，使更多偏远地区或资源匮乏的学校也能享受到高质量的科学教育。

因此，系统研究 AI 赋能科学教育的实践路径与效能机制，不仅具有重要的理论价值，更对推动教育现代化、实现教育公平与质量提升具有深远的现实意义。

一、AI 赋能科学教育的实践路径

（一）AI 技术在科学教育中的应用场景

AI 技术通过模拟人类智能行为，具备感知、理解、推理、决策等多种能力，为科学教育的教学内容呈现、教学过程组织、学生学习支持等方面提供了全新的解决方案。

AI 在科学教育中的应用场景主要包括智能辅助教学、个性化学习支持、虚拟实验平台、智能测评系统以及教学数据分析等多个方面^[2]。在智能辅助教学中，AI 可以根据教师的教学需求，自动生成教学资源、推荐教学策略，甚至参与课堂互动，提高教学效率；在个性化学习支持方面，AI 通过分析学生的学习行为、知识掌握情况和认知风格，提供定制化的学习路径和内容，满足不同层次学生的学习需求；虚拟实验平台则借助 AI 和虚拟现实技术，构建高度仿真、安全可控的实验环境，使学生能够进行高风险或设备昂贵的科学实验；智能测评系统能够实现对学生学习过程的实时监测与反馈，提升评价的科学性与效率；此外，AI 还可对教学数据进行深度挖掘，帮助教师发现教学中的问题与盲点，优化教学设计。这些应用场景不仅拓展了科学教育的边界，也推动了教学理念和模式的深刻变革，为构建以学习者为中心的教育生态提供了有力支撑。

（二）AI 赋能科学教育的实践案例分析

在 AI 赋能科学教育的实践过程中，涌现出许多具有代表性的案例，这些案例不仅展示了人工智能技术在教学场景中的深度融合，也为科学教育的创新发展提供了可借鉴的路径。例如，江苏省某学校引入 AI 智能教学系统，通过自然语言处理和机器学习技术，为学生提供个性化的学习内容推荐与即时反馈，显著提升了学生的学习兴趣 and 科学探究能力。同时，在高等教育领域，诸如虚拟仿真实验平台的应用，使得复杂抽象的科学原理得以直观呈现，学生可以在虚拟环境中进行反复实验与探索，从而提高学习效率与理解深度^[3]。

此外，某些区域性教育项目利用 AI 算法分析学生学习行为数据，精准识别学习难点与认知盲区，为教师提供教学调整建议，实现“因材施教”的教育理想。这些实践案例不仅体现了 AI 技术对教学流程的优化作用，也揭示了其在激发学生科学思维、培养创新能力方面的潜力。

然而，实践中也暴露出诸如技术适配性不足、教师技术素养参差不齐以及学生依赖性过强等问题。这提示我们，AI 赋能科学教育的实践路径不能简单依赖技术本身，而应注重技术与教学目标的深度融合，强调教师的主导作用与学生的主体地位。通过对这些案例的深入分析，可以为后续构建更具系统性、适应性和可持续性的 AI 教育应用模式提供理论支撑与实践指导。

二、AI 赋能科学教育的效能机制研究

（一）效能机制的内涵与构成要素

效能机制是指通过系统化设计和运行逻辑，使 AI 技术在科学教育中实现预期目标并产生持续、可测量的教育效果的一整套作用机制。这一机制不仅包含了技术本身的运行逻辑，还涵盖了技术与教学环境、师生互动、学习行为、教育目标等多维度之间的动态关系。

构成要素主要包括技术支持系统、教学资源整合机制、个性化学习支持机制、反馈与调节机制以及教育价值实现机制五个方面。其中，技术支持系统是整个效能机制的基础，它决定了 AI 在教学过程中能否稳定、高效地发挥作用；教学资源整合机制则强调 AI 在内容组织、资源推荐和知识建构中的智能化能力；个性化学习支持机制体现了 AI 在因材施教方面的优势，能够依据学生特征提供差异化学习路径；反馈与调节机制保障了教学过程的动态优化，通过实时数据分析调整教学策略；而教育价值实现机制则关注 AI 在培养学生科学素养、创新思维与问题解决能力等方面的深层作用。这些要素相互关联、协同运作，共同构成了 AI 赋能科学教育效能机制的内在结构，为后续效能评估与优化提供了理论支撑与实践框架。

（二）AI 赋能科学教育的效能评估方法

在探讨 AI 赋能科学教育的效能机制时，效能评估方法的选择与应用具有关键意义。科学合理的评估方法不仅能够准确衡量 AI 技术在教学场景中的实际效果，还能为后续的优化和推广提供有力支撑。

当前，AI 赋能科学教育的效能评估主要采用多元化的研究方法，包括问卷调查、实验研究、行动研究、个案研究以及数据挖掘与学习分析等。这些方法各有优劣，适用于不同情境和研究目标。例如，问卷调查适用于大规模数据的收集与分析，能够反映师生对 AI 教学工具的整体满意度与使用体验；实验研究则通过对照组与实验组的对比，能够较为精准地评估 AI 干预对学习成效的影响。此外，行动研究强调在真实教学场景中不断迭代与改进，具有较强的实践指导价值；而个案研究则能够深入剖析特定情境下的教学成效与问题，提供丰富的质性资料。随着教育大数据的发展，数据挖掘与学习分析技术逐渐成为评估 AI 教育效能的重要工具，它们能够通过对学习者行为数据的追踪与建模，揭示学习过程中的潜在规律与影响因素^[4]。

在具体评估指标的设定上，应兼顾学习成果与过程性指标，既包括知识掌握度、问题解决能力等结果性指标，也应涵盖学习动机、自主学习能力、合作探究能力等过程性维度，确保评估结果的全面性与科学性。

同时，评估结果的解读与应用也不容忽视，研究者和教育实践者需要结合具体教学背景，

避免单一数据导向，强调多维度、动态化的分析视角，深入分析评估数据背后的教育意义，进而为 AI 技术的优化与教学策略的调整提供依据。

三、AI 赋能科学教育的具体实施策略

（一）技术融合策略：构建智能化教学支撑体系

在 AI 赋能科学教育的实施过程中，构建智能化教学支撑体系是实现教育现代化、提升教学质量与效率的基础性策略。所谓“技术融合策略”，指的是将人工智能、大数据、云计算、物联网等新兴技术深度融合到科学教育的各个环节，打造一个智能化、个性化、互动化的教学环境。这一策略的核心在于以技术为支撑，重构教学流程，优化教学资源配置，提升教学的精准性与适应性^[5]。

首先，构建智能化教学支撑体系需要从基础设施建设入手。包括建设高性能的教育云平台、部署智能终端设备、搭建高速稳定的网络环境等。例如，通过引入 AI 驱动的智能教室系统，教师可以实时获取学生的学习数据，动态调整教学内容与节奏；学生则可通过智能终端设备实现个性化学习路径的定制，提升学习效率与参与度。

其次，技术融合策略应注重教学内容与教学方式的智能化升级。人工智能技术能够根据学生的学习习惯、知识掌握程度以及兴趣偏好，自动生成个性化的学习资源与练习题库，实现“千人千面”的教学体验。此外，AI 驱动的虚拟实验平台、智能仿真实验室等工具，能够突破传统实验教学的时空限制，让学生在虚拟环境中进行高风险、高成本的科学实验操作，增强动手能力与探究精神。

再次，智能化教学支撑体系的构建还应关注教学过程的实时监测与反馈机制。通过 AI 技术对学生的行为进行数据采集与分析，如课堂参与度、作业完成情况、知识掌握曲线等，教师可以及时发现问题学生、调整教学策略，并提供针对性的辅导建议。同时，AI 还可以辅助教师进行自动批改、智能评分和学习成果预测，减轻教师的重复性劳动，使其更专注于教学设计与学生发展。

此外，构建智能化教学支撑体系还需强化教师的技术素养与能力。教师不仅是技术的使用者，更是教学创新的推动者。因此，应通过系统化的培训机制，提升教师在 AI 教育工具的应用能力、数据分析能力以及信息化教学设计能力，使其能够更好地融合技术与教学，实现从“经验型”向“数据驱动型”教学的转变。

（二）教学重构策略：重塑科学教育的教与学方式

在 AI 技术深度介入教育领域的背景下，传统科学教育的“教师主导、知识灌输”教学模式已难以满足新时代学生个性化、探究性与实践性学习的需求。因此，推动教学重构，重

塑科学教育中的“教”与“学”方式，成为 AI 赋能教育改革的关键路径之一。

首先，从“知识传授”转向“能力培养”，是教学重构的核心理念。AI 技术能够通过大数据分析学生的学习行为、兴趣偏好与认知水平，为教师提供精准的教学决策支持，从而实现从“教什么”向“怎么教”和“为什么教”的转变。例如，AI 可以根据学生的学习数据动态调整教学内容和节奏，引导学生围绕真实问题开展跨学科探究，培养其科学思维、批判能力与创新素养。这种以学生为中心的教学方式，有效提升了科学教育的深度与广度。

其次，构建“智能辅助、人机协同”的教学模式，是实现教学重构的重要手段。AI 技术在教学中的应用不仅限于内容呈现，更可深度参与教学设计与实施。例如，借助 AI 驱动的虚拟实验平台，学生可以随时随地进行科学实验模拟，突破物理课堂的时空限制；智能答疑系统能够实时响应学生的学习疑问，减轻教师重复性工作负担；AI 生成的学习反馈报告，有助于教师精准识别学生的学习难点，实施差异化教学。这种“教师主导+AI 支持”的混合教学模式，既保留了教师在教学中的引领作用，又充分发挥了 AI 的个性化与高效性优势。

此外，推动“探究式学习”与“项目式学习”的常态化实施，是教学重构的重要方向。AI 技术通过提供丰富的学习资源、智能化的学习路径规划以及实时的学习过程追踪，为学生开展科学探究活动提供了有力支撑。例如，在开展“气候变化”主题项目时，AI 系统可以自动推荐相关的科学文献、数据分析工具与可视化模型，帮助学生构建完整的知识网络；同时利用自然语言处理技术，分析学生在项目中的表达质量与思维深度，辅助教师进行过程性评价。这种基于 AI 支持的探究性教学，不仅提升了学生的自主学习能力，也增强了他们解决复杂问题的能力。

再者，促进“跨学科融合”与“情境化学习”的深度融合，是科学教育教学重构的重要趋势。AI 技术能够整合多学科知识资源，创设真实或模拟的科学探究情境，使学生在解决实际问题中自然实现知识迁移与综合应用。例如，AI 驱动的虚拟现实（VR）实验室可以让学生在沉浸式环境中体验天体运行、分子结构等抽象科学概念，增强学习的直观性与体验感；AI 辅助的智能课程平台则可根据教学目标自动整合物理、化学、生物等学科内容，形成跨学科项目任务，推动学生在真实问题解决中实现知识的整合与创新。

（三）协同保障策略：构建多元参与的生态支持体系

在 AI 赋能科学教育的推进过程中，技术与教学的深度融合固然重要，但一个可持续发展的教育生态系统离不开多元主体的协同参与与制度保障。因此，构建以政府、学校、企业、家庭及社会多方联动的生态支持体系，是确保 AI 科学教育有效落地与持续推进的关键路径^[6]。

首先，政府应发挥顶层设计与制度引领作用。作为教育改革的主导力量，政府需制定科

学合理的政策框架，明确 AI 在科学教育中的战略定位与发展路径。通过设立专项支持资金、推动基础设施建设、制定 AI 教育伦理规范等手段，构建政策、资金与制度三位一体的保障机制。同时，政府还应加强师资培训体系建设，推动教师 AI 素养的全面提升，为教育实践提供人才支撑。

其次，学校作为教育实施的主阵地，需强化内部协同机制。学校应建立跨学科教师团队，推动科学教师与信息技术教师的深度合作，形成“教学+技术”的复合型教研机制。此外，学校还需构建 AI 教育资源共享平台，整合校内外优质资源，实现教学数据的智能分析与精准反馈，提升教学效率。同时，鼓励教师参与 AI 教学实践与科研项目，形成“教学—研究—改进”的良性循环。

再者，企业作为技术提供方，应加强与教育主体的深度合作。科技企业不仅要在技术开发上不断创新，更应深入理解教育需求，提供符合教学规律、具备教育价值的 AI 产品。通过与学校共建实验室、开展项目式学习、提供实践基地等方式，推动产学研一体化发展。此外，企业还应积极参与教育公平建设，通过公益项目向农村和薄弱学校提供技术支持，缩小数字鸿沟。

此外，家庭与社会应共同参与，营造良好的教育生态。AI 科学教育的推广离不开家长的理解与支持。学校应通过家校沟通平台，提升家长对 AI 教育的认知水平，引导其正确看待技术与教育的关系。同时，社会组织、科普机构、博物馆等也可作为科学教育的重要补充力量，通过开展科普讲座、科技竞赛、虚拟研学等活动，拓展学生的科学视野，增强学习的实际体验与价值认同。

最后，构建多元评价与反馈机制，实现动态优化。在多主体协同参与的基础上，还需建立科学的评价体系，对 AI 科学教育的实施效果进行持续监测与反馈。通过学生学习数据、教师反馈、家长意见等多维度信息的整合，及时调整策略，优化资源配置，提升系统的适应性与可持续性。

参考文献

- [1]王一岩. 人工智能赋能科学教育的典型表征、突出矛盾与实践路径[J]. 中小学科学教育, 2025, 2(02): 29-34+53.
- [2]郑永和, 王一岩. 生成式人工智能何以赋能科学教育高质量发展[J]. 科学与社会, 2025, 15(01): 11-14.
- [3]刁肇石. 高校赋能科学教育的实践路径之研究[C]//中国企业文化促进会职业教育专业委员会. 文化企业赋能教育新生态的融合模式与创新实践研讨会论文集. 豫章师范学院; , 2025:

64-66.

[4]邹柳聪, 张家华. 学情数据能否有效“诊脉”科学教育评价——多模态数据赋能个性化学情诊断与评价[J/OL]. 教育测量与评价, 1-20[2025-07-30].

[5]韩晋花. 数字化赋能科学教育: 逻辑、困境与路径[J]. 山西青年, 2025, (06): 40-42.

[6]谭婷, 朱嘉卉, 盛菁, 等. 数字赋能区域科学教育探索与实践[J]. 湖北教育(政务宣传), 2025, (05): 5-7.