

监测数据驱动下小学科学实验教学优化与实践研究

王佩刚

淮安市淮海小学，江苏 淮安 223001

DOI: 10.61369/ETR.2026130012

摘 要： 随着《义务教育科学课程标准（2022年版）》的修订与完善，小学科学实验教学在核心素养培育落实中面临着诸多困境，成为困扰教师教学的重要问题。本文即以此为切入点，通过剖析传统科学实验教学中数据采集低效、反馈滞后、决策经验化等实际问题，围绕监测数据核心驱动作用，构建“多源数据采集—智能诊断分析—精准教学干预”育人体系，以此探讨数据驱动模式对学生科学探究能力、数据素养及教学精准度等维度的积极作用，并最终建立可复制的小学科学实验教学优化策略，为小学科学教育数字化转型提供实践参考。

关 键 词： 监测数据；小学科学；实验教学；教学优化；数字化转型

Research on the Optimization and Practice of Primary School Science Experiment Teaching Driven by Monitoring Data

Wang Peigang

Huai'an Huaihai Primary School, Huai'an, Jiangsu 223001

Abstract： With the revision and improvement of the Compulsory Education Science Curriculum Standards (2022 Edition), primary school science experiment teaching faces numerous dilemmas in the implementation of core literacy cultivation, which has become an important problem perplexing teachers' teaching. Taking this as the starting point, this paper analyzes practical problems in traditional science experiment teaching such as inefficient data collection, delayed feedback, and experience-based decision-making. Centering on the core driving role of monitoring data, it constructs an educational system of "multi-source data collection — intelligent diagnostic analysis — precise teaching intervention". This paper explores the positive effects of the data-driven model on students' scientific inquiry ability, data literacy, and teaching accuracy, and finally establishes replicable optimization strategies for primary school science experiment teaching, providing practical reference for the digital transformation of primary school science education.

Keywords： monitoring data; primary school science; experiment teaching; teaching optimization; digital transformation

引言

在核心素养导向下，小学科学教学应着重培养科学观念、科学思维、探究实践、态度责任四个维度的能力素养。其中“探究实践”素养强调培养学生的实验操作技能与科学探究能力，因此需要通过实验活动与科学探究过程不断磨炼学生的实验技能与思维。但当前科学实验教学中，由于数据采集依赖人工观察且反馈机制滞后，使得学生难以捕捉实验过程中的关键细节，难以辨析操作偏差，影响了其科学探究能力的可持续发展。对此，小学教师应坚持推进数字化转型，充分借助传感器技术、物联网、人工智能等技术破解教学问题，从而构建以监测数据为驱动的实验教学范式。

一、小学科学实验教学中面临的困境

（一）数据采集层面：主观观察模糊与记录误差并存

第一，感官观察存在局限性，关键现象易被忽略。在传统实验教学中，学生需要凭借视觉、听觉等感官完成实验现象观测与记录。但部分实验具有瞬时性、微观性或隐蔽性，这就使得学生无法建立明确的感知结果。

第二，人工记录的误差与偏差情况较为普遍。学生在实验数据记录过程中，无可避免地面临着读数误差、记录延迟、主观偏好等问题，甚至在实验结果与预期不符时，部分学生还会不自觉地进行结果修正，影响了实验结果。

第三，过程性数据缺失，学生探究深度受限。传统实验教学通常以结果为导向，虽然关注学生填写的实验报告，但对学生的实验过程、操作轨迹等重视度较低，更没有记录学生的学习过程

表现^[1],使得教师无法准确判断学生的实验思维与探究能力。

（二）反馈机制层面：延时反馈与指导空窗期制约学习效果

第一，实验操作中缺少即时反馈。在传统科学实验课上，教师无法关注所有学生的实验过程与细节，这就导致部分学生在出现错误操作时，教师无法第一时间予以反馈和纠正，不仅影响教学效率，还可能让学生产生挫败感。

第二，评价反馈存在滞后性，学生自我改进动机不足。当前小学科学实验教学评价主要通过课后实验报告批改进行检验，当学生收到评价反馈时，已经忘记实验过程中的具体操作和问题，从而使得评价导向作用无法落实。

第三，反馈内容较为笼统，指导价值有限。当前教师在实验教学评价中，提出的评语具有笼统性，比如“实验操作需要加强”“数据记录不够认真”等评语具有泛化性^[2]，无法准确反馈学生的具体问题，达不到精准教学的效果。

（三）决策方式层面：经验主导与差异化不足制约教学精准度

第一，教学设计建立在教师个人经验之上，缺乏学情数据支撑。在传统实验课程中，教师通常需要根据自身的实验教学经验设计教学活动，却未能根据学生差异、操作水平、知识基础等进行个性化调整。

第二，课堂互动缺乏预设，教学干预缺乏针对性。实验教学中，教师在提供巡回指导时往往以主观直觉为依据，并没有挖掘存在隐性困难的学生个体，使得师生互动缺少实际支撑。

第三，学情诊断停留在整体层面，个体差异被平均化。在教学总结环节，教师通常根据整个班级的平均分、整体表现作为评价依据^[3]，并没有对学生个体的探究能力、数据分析能力等进行具体分析，难以达到精准教学的效果。

二、监测数据驱动下小学科学实验教学优化与实践策略

（一）多源数据采集：构建实验教学全过程的数据基座

1. 传感器技术赋能精准数据采集

在传统实验教学中，观察模糊、记录误差是学生难以避免的问题。教师可以对此引入各类传感器设备，以此替代学生主观读数环节，可以保证实验数据采集的自动化与连续化。

例如在“水的沸腾”实验中，学生需要每隔1分钟读取并记录温度计读数，由此得到的数据具有离散特征，并具有较大误差。在实验装置中增加温度传感器，即可利用传感器系统实时记录水温的变化过程，甚至可以直接生成温度—时间曲线^[4]。在此过程中，学生可以更认真地观察水沸腾的具体现象，并根据完整数据做出实验结果判断，对学生的数据分析能力有着重要培养作用。

2. 物联网技术支撑多维度数据采集

教师还应引入物联网技术，以此拓宽实验数据的采集范畴。例如在“蚕的一生”观察实验中，教师可以为学生准备温湿度传感器、光照传感器和红外摄像头等设备，由此建立物联网系统，自动记录环境数据，录制蚕的活动情况^[5]。学生可以通过手机软件

远程查看监控视频，即使错过了蚕的蜕皮、化蛹等关键阶段，也可以通过后台回放进行多次观察和记录。

3. 操作行为数据的自动捕获与记录

教师还可以引入智能实验平台，一方面可以借助虚拟实验环境，满足学生的自主实验探索；另一方面可以依托系统记录学生的实验操作轨迹与各项数据，包括操作顺序、操作时长、错误尝试、修正过程等。同时，在虚拟实验训练结束后，则可以通过真实实验活动进一步升华。该环节教师可以借助智能实验台、操作识别摄像头等设备，记录学生的实验全程表现。

（二）智能诊断分析：实现从数据到教学洞察的转化

1. 建立基于AI的实时学情分析系统

监测数据驱动下的实验教学改革不仅要优化数据采集方式，更要改进数据分析模式。对此，教师应引入AI分析大模型系统，实时处理学生的实验情况。

例如在“水的沸腾”实验中，AI可以将学生实验采集的温度曲线与标准曲线进行对比，从而识别其中的异常波动。在“摩擦力”实验中，AI可以根据传感器反馈的“拉力—时间变化曲线”，自动识别“最大静摩擦力”的峰值和“滑动摩擦力”的稳定区间^[6]，甚至可以将全班学生的成果平均化，由此建立个体曲线、班级曲线与标准曲线的对照分析，以此分析学生是否存在拉动速度不均匀、读数时机不当等问题。

2. 数据可视化支持直观理解

数智化技术使得实验数据分析结果复杂化，这就需要采用直观易懂的呈现方式。在教师端，可以建立班级学情仪表盘，通过热力图的形式展现学生不同环节的学习表现，用趋势图展示学生的能力变化，用对比图分析学生之间的差异。在学生端，可以将学生个体数据可视化处理，通过统计图表的形式展现学生的学习历程。

例如在“摩擦力”实验中，系统可以将学生不同接触面、不同重量下的拉力变化分别生成曲线并进行对比，以此帮助学生直观比较条件差异对摩擦力的影响，并深刻理解“最大静摩擦力”与“滑动摩擦力”的区别^[7]。

3. 认知诊断揭示思维障碍

关于数据的智能分析不仅要涵盖学生实验操作，还应深入其认知层面。因此教师还应基于数据分析系统了解学生的操作序列与决策过程，以此判断其思维模式与认知策略。

例如在“摩擦力”实验中，探究摩擦力大小与接触面粗糙程度的关系时，有的学生会按照一定规律逐步改变变量；有的学生则会随意更改变量。通过分析该类数据信息，教师即可清晰地了解学生实验中做错了什么以及为什么会做错^[8]，由此为精准干预教学提供支持。

（三）精准教学干预：数据驱动下的差异化指导

1. 课前基于学情数据的差异化备课

教学平台可以持续采集学生数据，以此为教师提供学情基础支持。在课前，教师可以根据学生在该阶段学习中表现出的能力与素质，构建班级能力图谱和个体能力雷达图，从而明确每个学生学习过程中的缺陷与优势。在此基础上，教师即可设计差异化

教学方案。

以“蚕的一生”实验为例，在实验实施前，教师可以根据学生之前在观察类实验中的表现，将学生分为不同的层级。比如对于观察记录不细致的学生，教师可以推送明确的观察清单与记录模版，敦促其按照模版完成记录^[9]；对于探究能力较强的学生，可以鼓励其设置对照实验，分析不同条件下蚕的生长与变化情况。

2. 课中基于实时数据的即时干预

在实验过程中，教师可以在智慧教学平台终端观测学生的实时数据反馈与异常预警，从而做出即时调整。比如学生在虚拟实验中连续出现错误时，系统将自动弹出引导性问题与操作纠正提示，而教师可以同步了解情况，并为学生提供一对一的指导与建议。

例如在“蚕的一生”实验中，物联网系统一旦检测到饲养盒中温度超出规定范围，便可以向师生发出预警信息，提示学生及时调整环境。当学生持续多日未能登录平台进行观测和记录^[10]，系统也会提示教师关注该学生的学习状态，以此提高反馈响应速度。

3. 课后基于数据画像的个性化辅导

在实验教学结束后，教师可以利用系统生成学生个体画像，

并针对其操作规范性、数据准确性、探究深度等进行评估。根据画像数据表现，教师可以安排课后的训练与辅导任务。

仍以“蚕的一生”实验为例，课程结束后教师可以根据学生的观察记录和数据分析结果，推荐并发布后续拓展学习任务。比如对于观察细致但分析能力欠缺的学生，可以推动数据分析范例和引导性问题；对于分析能力优秀的学生，可以鼓励其设计其他维度的探究问题。

三、结语

综上所述，在监测数据驱动下，小学科学实验教学的优化改革不仅可以实现核心素养培育目标，而且有利于摆脱传统实验教学困境。教师应依托智慧技术构建“多源数据采集—智能诊断分析—精准教学干预”教学体系，充分发挥传感器技术、AI技术、数据分析平台的优势，从而让实验现象从模糊走向清晰，让教学诊断从经验走向循证，让教学指导从滞后走向同步。未来研究将进一步探索数据驱动模式在不同实验类型、不同学段的适用性，研究技术与教学的深度融合机制，构建更加完善的小学科学实验教学数据应用体系，为培养具备科学素养和创新潜能的新一代贡献力量。

参考文献

[1] 郭小琪. 基于增值数据的小学科学实验教学反馈机制构建 [J]. 当代教育家, 2025, (24): 77–78.

[2] 彭小珊. 基于数字化技术的小学科学实验教学策略 [J]. 家长, 2025, (33): 47–49.

[3] 詹江陆, 刘艺萍. 智创科学: 小学科学教学中人工智能辅助实验探究的新探索 [A] 广东教育学会 2025 年度学术讨论会暨第二十届广东省中小学校长论坛论文集 (八) [C]. 广东教育学会, 广东教育学会, 2025: 10.

[4] 吴延丽. 指向科学家潜质培育的小学科学实验教学策略 [J]. 教育科学论坛, 2025, (32): 56–59.

[5] 尤志津. 小学科学数字化实验教学中科学思维培养的策略研究 [A] 第七届教育信息技术创新与发展学术研讨会论文集 (上) [C]. 中国高校校办产业协会终身学习专业委员会, 中国高校校办产业协会, 2025: 4.

[6] 刘逸菲. 基于思维型课堂的小学科学阶梯式实验教学实践 [J]. 中小学实验与装备, 2025, 35(05): 16–19.

[7] 陈宇航, 邹毅, 王智豪. 小学科学实验教学中问题数据处理的教学策略研究 [J]. 生活教育, 2025, (21): 96–100.

[8] 崔雨涵. 小学科学实验教学中学生探究能力的培养 [J]. 山西教育, 2025, (22): 62–63.

[9] 宗若灿. 小学科学实验教学中学生数据意识的培养策略 [J]. 新教师, 2024, (03): 55–56.

[10] 吴韦春. 以 STEAM 理念玩转小学科学实验教学——从数据的准确测量谈起 [J]. 中小学数字化教学, 2020, (10): 82–85.