

初中科学教育有效实施的路径研究

张楠

(沈阳市十一中学实验校岐山校区, 沈阳 110034)

摘要: 初中科学教育是培养学生科学素养的核心环节, 其有效实施关乎国家科技创新后备人才的培养质量。本研究基于当前科学教育面临的挑战, 结合新课标理念与国内外实践经验, 系统构建了初中科学教育有效实施的“四维一体”路径体系: 以初中课程理念深度转化为先导, 聚焦核心素养目标重构; 以科学教学范式创新实践为核心, 推进探究式、项目式、跨学科学习深度融合; 以科学实验教学全面升级为支撑, 整合虚拟与现实实验资源; 以教学评价体系与资源保障双翼, 建立多元评价机制并优化资源配置。研究强调路径间的协同作用, 旨在为深化科学教育改革提供系统性解决方案。

关键词: 初中科学教育; 实施路径; 核心素养; 实验教学创新; 教育评价改革

一、引言: 科学教育有效实施的迫切性与复杂性

初中阶段是学生抽象逻辑思维快速发展、科学世界观初步形成的关键期。科学教育不仅承担着传授物理、化学、生物、地球科学等基础知识的任务, 更肩负着培养学生科学素养——包括科学知识理解、科学探究能力、科学思维方式、科学态度与社会责任——的核心使命。随着《义务教育科学课程标准(2022年版)》的颁布, “核心素养”导向的教学改革对科学教育实施提出了更高要求。

然而, 科学教育的理想图景与现实课堂之间仍存在显著鸿沟: 理念悬置问题: “素养导向”“学生中心”等理念未能充分转化为日常教学行为; 实践脱节问题: 探究活动形式化、实验教学边缘化、跨学科融合表面化; 资源失衡问题: 城乡、校际间实验设备、师资力量、数字资源差距显著; 评价滞后问题: 单一纸笔测试难以全面衡量学生科学素养发展水平。因此, 探索系统化、可操作、可持续的有效实施路径, 破解从理念到行动的转化难题, 成为当前深化科学教育改革的关键课题。本研究旨在整合理论思考与实践经验, 构建多维协同的实施路径框架。

二、核心路径一: 课程理念深度转化与目标重构

有效实施的首要前提是实现课程理念的“落地生根”，将抽象的素养目标转化为可操作的教学实践。

1. 从“知识覆盖”到“概念进阶”的转变：

聚焦核心概念：摒弃面面俱到的知识点罗列，围绕“物质的结构与性质”“能量及其转化”“生物体的稳态与调节”“地球系统”“技术与工程”等跨学科核心概念组织教学内容。例如，学习“能量”时，整合物理的机械能守恒、化学的化学反应能量变化、生物的光合作用与呼吸作用、地理中的可再生能源。

设计概念进阶图：依据学生认知发展规律（如皮亚杰认知发展理论），规划核心概念在不同年级的深度与广度，实现螺旋式上升。例如，“生态系统”概念在七年级侧重种群、群落基本关系，八年级深化能量流动、物质循环，九年级拓展至人类活动影响与可持续发展。

强化学科本质理解：教学中不仅讲“是什么”（科学事实），更要揭示“为什么”（科学原理）和“怎么知道的”（科学方法），引导学生理解科学知识的暂时性、实证性和可证伪性。

2. 从“教师中心”到“学生立场”的迁移：

基于学情精准设计：通过前测、访谈、观察等方式，深入了解学生的前概念、认知水平、兴趣点和学习困难。例如，针对学生普遍认为“重的物体下落快”的错误前概念，设计对比实验活动进行概念转变。

创设真实学习情境：将学习内容锚定在学生可感知的生活现象、社会议题（如垃圾分类、水资源保护、疫情防控）或科技前沿（如航天工程、基因编辑）中，激发内在动机。例如，学习“浮力”时引入“曹冲称象”或“轮船载重”问题。

赋予学习选择权：在探究主题、学习方式、成果展示等方面提供适度的选择空间，尊重个体差异。

三、核心路径二：教学范式创新与实践深化

教学方式是理念落地的核心载体，需推动范式从“授受”向“建构”转变。

（一）深化探究式学习：

完整经历探究循环：系统设计包含“提出问题→作出假设→设计方案→收集证据→分析解释→交流评价→反思修正”的完整探究过程。避免“菜谱式”验证实验。

提升探究层次：增加引导式探究和开放式探究的比重。例如，在探究“影响导体电阻大小的因素”时，教师提供器材清单和问题框架，由学生自主设计实验方案并验证。

显性化科学思维方法：在探究过程中，明确教授并训练控制变量法、转换法、模型法、类比推理、演绎与归纳等核心科学思维方法。利用思维导图、论证图等工具辅助思维外显。

（二）全面推进项目式学习：

以驱动性问题引领：设计具有挑战性、开放性、真实性的复杂问题作为项目起点。例如：“如何为校园设计一个节能环保的雨水收集利用系统？”（融合工程、物理、生物、地理）。

促进深度跨学科整合：打破物理、化学、生物、地理的学科界限，围绕核心概念或现实问题组织学习。例如，研究“本地河流生态系统健康”，需综合运用生物多样性调查、水质化学检测、水文地理知识、数据分析技术以及撰写报告、制作宣传海报。

注重合作与沟通：项目通常以小组形式开展，培养学生的团队协作、沟通表达、项目管理能力。

四、核心路径三：实验教学全面升级与资源整合

实验是科学教育的灵魂，需突破传统局限，构建多元化实验教学体系。

（一）夯实基础实验保障：

教育主管部门与投入保障：教育主管部门层面制定并落实实验教学基本标准，持续加大投入，尤其向薄弱学校倾斜，确保实验室建设达标、仪器设备更新、耗材供应充足。

课时与安全刚性要求：明确实验教学最低课时比例，将实验操作纳入教学常规督导。强化实验室安全规范教育与管理，建立应急预案，解除教师安全顾虑。

（二）拓展实验教学形态：

层次多元化：演示实验：确保规范、直观、启发性。

学生分组实验：保障动手操作机会，强化技能训练。

探究性实验：鼓励学生提出问题，自主设计探究方案（如“探究不同清洁剂的去污效果及环境影响”）。

设计性实验：基于特定目标或约束条件，设计实验解决问题（如“用给定器材测量未知液体的密度”）。

空间多样化：家庭/课外小实验：设计利用生活材料完成的趣味实验（如用柠檬、铜片、锌片制作水果电池），延伸科学课堂。

校园/社区探究项目：开展长期生态观察、环境监测等实践活动。

（三）创新实验资源开发：

大力推广低成本、高智慧实验：鼓励师生利用废旧材料（如吸管、塑料瓶、纸板）设计制作教具和实验装置（如用矿泉水瓶制作水火箭、潜水艇模型），体现“做中学”和环保理念。

建设区域共享实验中心/资源库：在区域内建立共享实验室或实验器材流动站，实现优

质资源互通互享。建立线上实验教学资源库（微课、案例、方案）。

五、核心路径四：评价体系改革与资源协同保障

评价是指挥棒，资源是基础，二者是路径有效落地的关键支撑。

（一）构建科学素养导向的多元评价体系

过程性评价深度化：

学习档案袋：系统收集反映学生学习历程的关键证据：实验设计方案、原始记录单、观察日志、研究报告草稿与终稿、项目计划书、反思日记、创意作品、同伴互评反馈等。

表现性评价：通过观察学生在真实任务（如完成一个探究项目、进行一场科学辩论、演示一个实验操作）中的表现，评估其知识应用、探究能力、思维水平、合作交流等。制定清晰、可操作的评分规则。

终结性评价能力化：

优化纸笔测试：大幅减少死记硬背题目，增加情境化试题（如分析新闻报道中的科学谬误）、开放性试题（设计解决方案）、探究能力考查题（如根据数据图表得出结论、评估实验方案合理性）。

引入实验操作考试：将规范操作、数据处理、问题解决能力纳入重要考核内容。

评价主体多元化：整合教师评价、学生自评（反思学习目标达成度）、同伴互评（在项目合作、展示中互相学习与评价）、家长评价（观察家庭科学活动参与度）。

评价内容多维化：覆盖科学素养各维度（知识理解与应用、探究能力、科学思维、科学态度与责任、交流合作）。

（二）强化资源协同保障机制

师资队伍专业化：

职前培养： 师范院校强化科学教师跨学科知识整合能力、实验教学能力、STEM/STEAM 教学能力、信息技术应用能力培养。

在职培训：开展基于需求、聚焦实践、形式多样（工作坊、课例研究、名师带徒、线上研修）的精准培训。重点提升探究活动组织、实验教学创新、项目设计实施、评价工具开发等能力。

专业社群建设：建立校际、区域科学教研共同体，促进经验分享、资源共享、难题共研。

保障实验员队伍：明确实验员职责与地位，加强专业培训，保障其待遇与发展空间。

数字资源共建共享：由政府主导或支持，建设国家级、区域级科学教育数字资源平台，汇聚优质课件、虚拟实验、案例库、微课程、测评工具等，并向所有学校开放。

社会资源协同联动：积极与科技馆、博物馆、高校、科研院所、高新企业建立合作关系，开展“馆校结合”“科学家进校园”、研学实践等活动，拓展科学教育空间。

六、路径协同与实施关键：系统思维与持续迭代

上述四条路径并非孤立存在，而是相互依存、相互促进的有机整体。

理念转化是方向引领，指导教学、实验、评价与资源建设；教学创新与实验升级是核心实践，是理念落地的具体载体；多元评价是反馈调节机制，为教学改进和资源配置提供依据；资源保障是基础支撑，确保各项实践得以顺利开展。

实施关键点在于：

1. 顶层设计与基层创新结合：教育行政部门需提供清晰的导向、标准与支持政策；学校和教师则需发挥主体作用，结合校情、学情进行创造性实践。
2. 专业引领与校本教研并重：专家指导不可或缺，但更要激发学校教研组的内生动力，开展基于真实问题的行动研究。
3. 技术赋能与人文关怀兼顾：充分利用技术优势，但更要关注师生互动、情感体验和科学精神的涵养。
4. 持续评估与动态调整：建立科学的监测评估机制，及时发现问题，总结经验，对实施路径进行动态优化和迭代升级。

七、结语：走向高质量的初中科学教育

初中科学教育的有效实施，是一项涉及理念更新、模式变革、技术融合、资源重组、评价转型的系统工程。本研究提出的“理念深度转化-教学范式创新-实验全面升级-评价资源协同”的“四维一体”路径框架，旨在为破解实施困境提供系统性、操作性的思路。其核心在于坚持以“发展学生核心素养”为根本目标，以“学生主动探究和意义建构”为中心环节，以“信息技术与教育资源深度整合”为支撑杠杆，以“科学、多元、发展的评价”为保障机制。

实现这一蓝图，需要教育管理者、教研员、校长、教师、家长乃至社会各界的共同努力、协同创新与不懈坚持。唯有如此，才能让科学课堂真正成为激发好奇心、启迪智慧、培育理性思维和创新能力的热土，为培养适应未来社会发展的、具备高度科学素养的合格公民奠定坚实基础，为建设科技强国贡献教育力量。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准（2022年版）[S]. 北京：北京师范大学出版社

- [2] 郭玉英, 刘恩山. 核心素养导向的科学教学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2019.
- [3] 王祖浩. 理科实验教学改革: 挑战与对策[J]. 课程·教材·教法, 2010, 30(06): 67-72. (强调实验教学重要性及 DIS 应用)
- [4] 裴新宁, 郑太年. 学习科学视域下的项目式学习: 设计与实施[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2021. (PBL 理论与操作指南)
- [5] 丁邦平. STEM 教育本土化: 理论建构与实践创新[M]. 北京: 教育科学出版社, 2020. (STEM/STEAM 本土化路径)
- [6] 罗星凯, 李萍昌. 探究式科学教学的本质、特征及问题辨析[J]. 全球教育展望, 2005(03): 39-43+49.
- [7] 王晶莹. 科学探究能力评价的国际比较研究[M]. 北京: 科学出版社, 2014. (评价体系研究)
- [8] 张诗亚, 周谊. 教育技术学视野中的虚拟实验研究[J]. 电化教育研究, 2012, 33(07): 93-98. (虚拟实验应用)
- [9] 李芒, 徐晓东. 学习分析技术赋能教育评价: 路径与展望[J]. 中国电化教育, 2021(02): 1-8+26. (技术赋能评价)