

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2025.04.001

小学科学实验教学的价值意蕴、 实施困境与纾解路径

李文娟^{1,2}, 习文³

(1.长沙师范学院 初等教育学院,湖南长沙 410100;2.湖南省教育科学研究院 基础教育研究所,湖南长沙 410005;

3.长沙市开福区清水塘北辰小学,湖南长沙 410008)

摘要:在小学科学教学中依托实验引领学生亲历探究,可以激发学生学习科学的兴趣,助力其理解科学概念、锤炼科学思维、积淀创新潜能。透过当前小学科学实验教学的“观测点”发现,小学科学实验教学存在实验场地与资源不足、教师实验素养不高等问题,导致教学效果不佳。要想纾解小学科学实验教学困境就需要找准着力点、打出组合拳:从资源建设着手,相关部门引领协同共建社会科学实验教育生态,盘活社会场地资源,增加仪器、设备、材料的有效供给,结合信息技术赋能实验资源建设;由教师实验素养培育的“关联主体”切入,建立科学教育实验区与实验校引领示范、“职前+职后”一体化的培养体系。

关键词:小学科学;实验教学;实施困境;纾解路径

中图分类号:G622

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2025)04-0001-06

实践是创新的源泉,科学实验是学生在科学课内亲历实践的重要媒介。小学科学教育的“基础性”“综合性”与“实践性”共同诠释了科学实验教学的价值旨归与实施要求。然而,实验资源匮乏、高素质专业化创新型教师缺乏一直都是制约小学科学实验教学高质量推进的关键因素^[1-2]。教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见明确要求,努力构建与德智体美劳全面培养的教育体系相适应、与课程标准要求相统一的实验教学体系^[3]。教育部办公厅印发的《基础教育课程教学改革深化行动方案》明确指出,要加强实验教学,强化学生动手操作实验,将学校实验课开设情况纳入教学视导和日常督导,将实验操作纳入中考^[4]。同时,教育部等十八部门联合印发的《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》(以下简称《意见》)也对小学科学实验教学提出落实科学及相关学科教学装备配置标准,加强实验室

建设,探索利用人工智能、虚拟现实等技术手段改进和强化实验教学的系列要求^[5]。《意见》旨在从资源建设、师资培育、教学设计、评价方式等多角度出发,优化小学科学实验教学实施推进的保障机制,助推科学教师发挥实验教学对学生核心素养、创新思维的培育功效。因此,全面认识小学科学实验的教学价值,顺应小学科学教育改革政策引领,对纾解小学科学实验教学的实施困境具有重要的现实价值。

1 深挖价值:高度重视小学科学实验教学的逻辑起点

国家层面高度重视实验教学的缘由,可以借助思辨科学实验对科学研究的助推作用来理解。马克思曾说:“科学是实验的科学,科学就在于用理性方法去整理感性材料。”^[6]德国著名历史学

收稿日期:2024-08-09

基金项目:湖南省教育科学“十四五”规划课题一般项目(ND232964)

作者简介:李文娟(1983—),女,河南焦作人,副教授,博士,主要从事中小学科学教育研究。

家斯宾格勒曾说过：“科学，作为从精神上占有世界的一种形式，是建立在实验基础之上的。”^[7]科学实验对于科学研究而言，是一种由不知到知、由现象到本质的认识活动^[8]，是人们根据一定的研究目的，运用适当的物质手段（科学仪器和设备），人为地控制模拟或创造自然现象，使之以纯粹、典型、精确、系统、明显的形式表现出来，从而获取人类经验的方法^[9]。作为带领学生认识自然世界，理解科学、技术、社会与环境关系的启蒙者，科学教师应带领学生认识并掌握科学实验这一研究方法，并高度重视小学科学实验教学的价值意蕴。

1.1 小学科学实验教学是国家课程标准规定的重要教学内容

《义务教育科学课程标准（2022年版）》（以下简称“2022版课标”）规定科学课程是一门体现科学本质的综合性基础课程，具有实践性^[10]。为体现课程实践性的具体要求，教材安排了大量需要学生利用科学实验、通过实践探索获得科学认知的教学内容。参考教育部教育技术与资源发展中心发布的《中小学实验教学基本目录（2023年版）》，发现围绕13个学科核心概念呈现117个基本实验活动，其数量之多足以说明小学科学实验在科学教育中的重要地位。如何加强对实验探究和实践活动的研究与指导，依托启发式、探究式、互动式、体验式和项目式等各种教与学的方式将实验教学推进落实，成为确保小学科学教育教学质量的关键所在。

1.2 小学科学实验教学是引导学生亲历探究的重要途径

为激发学生学习科学的动机，2022版课标倡导以探究和实践为主的多样化学习方式，让学生主动参与、动手动脑、积极体验，并将观察、实验、记录、测量、制作、调查等作为探究实践活动^[10]。裴新宁等认为“探究—参与”可以让学习者置身于探究中体验科学，在学习科学方法并用之处处理任务、掌握表征的过程中参与科学活动，养成科学态度，化育科学精神气质^[11]。而实验教学可以通过仪器设备为学生创设“探究—参与”的情境，伴随实验现象的展示、实验原理的揭示，学生可以综合进行观察、测量、记

录等活动，在真实问题解决之实践中完成知识的学习和素养的提升。

1.3 小学科学实验教学是全面培育学生核心素养的重要媒介

2022版课标规定小学科学课程旨在培养学生的核心素养，为学生终身发展奠定基础^[10]。在小学科学教育中开展实验教学，不仅可以创设真实的问题情境，激发学生学习科学的内在动机，让学生主动参与、动手动脑、积极体验，还可以充分训练学生的科学思维，培养学生的科学态度。伴随对实验的构思与设计，学生可以思考选取怎样的仪器设备将实验原理物化呈现，明确如何做才能在实验中突出所要研究的因素，排除其他无关因素的干扰。伴随上述问题的解决，学生可以强化对实验知识、原理的理解，并在真实情境中形成初步的科学观念。在实验操作与实施阶段，要如何做才能保证实验操作的规范性，要怎样才能提高实验结果的精准度，这些都是教师与学生可以展开头脑风暴的讨论点，也是学生科学方法与探究能力的生长点。在实验分析与总结阶段，运用科学思维进行系统分析与综合、比较与分类、归纳与演绎、质疑与批判，透过实验获得的资料、数据等发现隐藏在实验背后的科学规律，进而激发学生的创新意识。

2 资源短缺：制约小学科学实验教学高效开展的现实困境

近年来，各级部门对小学科学课程的重视度逐渐提升，但多项调查均表明小学科学课程仍存在没有开足、开齐或被其他科目占用的情况^[2]。如果科学课程的开课率都无法保障，那么实验教学的实施开展势必就更难。

2.1 物力匮乏：高质量小学科学实验教学难以推进的现实羁绊

依据科学课程实践性的宏观指导，学校需要为学生“做”科学、进行实验操作提供充足的场域、仪器、设备与材料。然而，当前小学科学实验教学面临的问题如下：（1）实验室场地不足。2021年教育部基础教育教学指导委员会科学教学指导专委会开展了覆盖全国31个省份的大规模调研，发现17.0%的学校没有专门的实验室，

56.1%的学校只有 1 个实验室,仅有 13.8%的学校有 2 个实验室^[1]。(2)实验仪器设备短缺,且配置标准较为滞后。笔者走访所在城市多所小学发现,当前小学科学器材大都较为陈旧,在学生多人使用后仪器大都存在一定损伤,可正常使用的仪器设备很少。同时,当前小学科学实验仪器配备仍参考 2006 年颁布的《小学数学科学教学仪器配备标准》(JY/T 0388—2006)^[12],而科学课程于 2017 年增加了“技术与工程领域”的学习内容,按滞后标准配置的实验设备与仪器无法满足“新教材”系列新实验的教学需求。(3)实验消耗性材料补给不及时。小学科学实验的开展除了需要常见的仪器之外,还需要配备充足的消耗性材料。耗材补给不及时势必造成:本应是学生分组实验,因材料不足,被迫换成演示实验;本应是演示实验,因材料补给不畅,最后被观看实验操作视频替代。(4)信息化实验资源数量有待增加,使用面有待推广。目前,由中央电化教育馆统筹的虚拟实验教学系统中已征集并收录了 300 多例中小学科学实验的典型课例、特色课例和创新课例^[13],但这一数量与中小学科学实验教学的实际所需还存在差距。

2.2 人力匮乏:高质量小学科学实验教学难以落实的主导因素

科学教育的高效推进需要专业化的科学教师队伍来落实。教师只有经历过理工类的高等教育,才能深悟科学核心概念背后饱含的科学思维、科学方法与科学精神,形成丰厚的科学底蕴;只有经历过实验技能相关训练,才能为学生进行具有示范价值的演示实验,快速纠正学生实验操作的误区,充分落实探究实践等基本教学理念。然而,当前小学科学教师的队伍结构严重失衡,以兼任教师和具备文科背景的教师占主流^[1]。非科学类相关专业毕业的教师往往缺乏从事真实科学探究或科学实践经历,对自己有效教授科学与规范进行实验操作的能力缺乏信心。同时,兼职教师都有自己主攻的任教科目,没有过多的时间和精力投入科学课程的备课、对学生进行专业辅导以及设计并实施多样化的科学实验探究活动^[14]。此外,实验教学的稳定推进依赖于前期有计划、有组织的准备,以及后期有条理、有统筹的整理。

2021 年教育部基础教育教学指导委员会科学教学指导专委会开展的大规模调研显示:我国 65.5%的小学没有专职实验员,仅有 14.6%的学校有 1 个实验员^[1]。在忙碌的日常工作基础上再去准备实验材料、收纳实验设备成为阻碍科学教师实施开展实验教学的关键因素,也间接造成实验教学资源没有充分利用,不利于实验教学资源服务于教学改革,在一定程度上损害了创新精神与实践能力的培养^[2]。

3 增量提质:助推小学科学实验教学优质发展的实践路径

3.1 增量:多主体协同共建小学科学实验资源

相关部门做好实验资源建设顶层方案,要对科学实验资源建设经费、仪器配置标准、实验室管理条例、实验资源管理人员配备、实验室运行机制、实验评价体系等均进行详细的规划安排;要将完善中小小学场地建设经费列入区域当年财政支出计划,从源头上为实验室建设与仪器配置保驾护航。相关职能部门应根据新课标实施情况,尽快发布完善后的小学科学教育装备配置标准,为科学实验的开展提供物质保障;还要尽快组织专家团队以最新《科学》教材为突破对象,精准研制可供新教材实验教学直接使用的设备盒、材料箱,纾解没有实验员为科学教师准备实验的困境。同时,还要落实小学科学教师岗位编制,加强中小学实验员配备,彻底解决实验教学无人管理仪器设备的问题。相关部门要建立履行科学教育职责的评价体系,定期开展督导评价工作,全面贯彻党的教育方针和中共中央、国务院关于小学科学教育工作的决策部署,加强各项教育政策和条件保障机制的落实和完善^[2]。

社会科普机构协同共建社会科学实验教育生态。改善科学实验资源匮乏现状的做法除了新增、新建之外,盘活现有的社会科学实验资源是切实可行之策。具有科普功效的社会科研、教学机构应积极响应《意见》的号召,一方面,结合自身研究特色积极构建科普内容,申请成为各小学“请进来”的专家团队;另一方面,要依托自身场馆、物质资源的优势,挖掘“常态研究”与小学生科学教育的融合点,为小学生提供“走出去”的实

践场域。校外科普机构可提前了解中小学科学类教材的内容体系,结合学生的心理认知水平设计与课内教学有差异又紧密关联的主题式、项目化实验,让学生走入科技馆、科普基地后可以依托实验项目进行浸润式、启发式的深度体验,避免“走马观花”“不求甚解”的浅表体验。

学校要联动一切可用力量合力建设实验资源。除了向财政部门申请实验资源建设经费之外,小学可以充分激发“校家社”协同育人主体的积极性,与其共建实验资源。小学可充分挖掘在地化科学资源,创设具有地域特色、能用于科学实践的自然大课堂,要注重校园环境、设施设备的开发与利用^[10],让花草树木、鸟类昆虫以及校园天文台、气象站、种植园、养殖场等成为学生体验科学实验趣味性的广阔场域;还可以积极申报成为“科普进校园”活动的实践单位,借社会科普机构“小制作创未来”等科普实验主题活动的“东风”来为学生提供免费且实用的实验材料;还可激发科学教师的能动性,使其在科学合理、安全可靠等原则指导下,将教材中的实验创新地设计为可在教室或家庭操作的趣味实验,延展实验教学的时间与空间,引领教师梳理出可在家庭完成、需要长期观察、安全隐患小的相关实验,借助任务单、倡议书等告知家长相关科学实验的具体计划与实施建议,让家长成为校外推动学生进行实验探索的坚实力量。

信息技术赋能构建“普惠—共享”型小学科学实验资源库。解决科学实验资源与场地匮乏问题的另一重要突破途径是利用信息技术为科学实验教学创设数字化与虚拟化的信息化实验^[15]。信息技术赋能实验资源开发符合成长在数字环境中的“数字土著”这一代学生的学习需求^[16]。同时,精心设计的技术增强的探究性学习有助于改善学生的非认知品质,成为发展学生21世纪关键能力的重要途径^[17]。据此,教育职能部门、中央电化教育馆可统筹信息技术专家、科学教育专家、一线科学教师,依托对探究具有赋能作用的兼备仿真性、情境性、可视化、沉浸性、趣味性、交互性、联通性、协作性和诊断性的信息技术^[18],开发小学科学实验资源;并将建设开发的信息化实验资源通过“普惠—共享”的官网、微信公众号等推广

到全国不同区域的小学,减少地域差异、城乡差异造成的实验资源分布不均的实际困难。

3.2 提质:多渠道共优小学科学教师实验素养

发挥“科学教育示范”对教师实验素养培育的实践指导功效。“科学教育示范”包含由教育部统筹确定的小学科学教育实验区与实验校、“央馆虚拟实验”规模化应用试点区(含试点校)等。上述具有示范引领功效的科学教育改革先行者,必会在实验设计、实验教学、评价体系、实验安全管理等方面形成可供复制的先进经验。建议其详尽整理改革方案、认真记录实践细节、提炼形成改革心得,定期举行成果分享交流研讨会,发挥其对教师实验素养培育的实践指导功效。同时,建议实验校在筹建科学探索实验室、综合实验室、创新实验室、科学活动园,配齐配好实验仪器设备和资源时,邀请区域科学教研员、科学教育专家、社会科普机构负责人、高校科学类教师集体研讨,明确实验室建设目标、服务内容、管理条例与人员配置,形成优质的实验室建设范本、仪器设备配置标准、消耗性材料管理办法等,以自身优秀的实践改革经验引领提升区域中小学科学教育的整体水平。

提升高等师范学校对科学教师实验素养职前培育实效。有研究指出具备理科背景的小学科学教师在职前教育阶段习得了科学学科相关的专业知识和技能,系统经历了特有的实验和探究过程,在科学学科的知识与信念方面具有显著优势^[1]。因此,与科学教育相关的师范专业要聚焦高质量小学科学教师培养目标,注重各专业领域的横向联系,从传授科学知识、教授科学方法、传递科学精神等不同层面强化小学科学教师综合科学素养要求,推动培养具备跨学科问题解决能力、实践项目实施能力的教师人才队伍。要特别注重师范生在校期间实验教学技能养成的系统设计,引导师范院校以厚底蕴、强技能、育思维为出发点,围绕小学科学教育教学所需,强化实验装备配置、实验课程建设;让相关专业师范生在走上讲台前能实操完成本学科中小学教学中可能涉及的全部或至少大部分实验^[19],逐渐养成“让动手成为习惯”的科学教育理念。依托“基础+提升+创新”的人才培育模式,引导师范生以制作实验精品课、改进

实验教具、信息化实验开发等多种形式参加各类实验技能创新竞赛,在常规实验基础上磨炼开拓意识、提高实验综合素养。

夯实教育职能部门对科学教师实验素养职后培育成效。教师的专业发展需要通过持续的精准化和高质量的培训保持活力和动力,相较于国外多国通过立法规定和保障教师职后培训的义务与权利,我国小学科学教师在职前培养、入职遴选和职后培训中尚未有明确、精准和分级的专业标准^[1]。因此,教育职能部门要发挥引领效能,组织专家团队广泛调研、多方论证,建设形成我国科学教师培养标准体系,构建职前、入职及职后一体化的教师教育体系^[20]。同时,为摆脱当前小学科学教师队伍以兼职为主的现实困境,可以根据兼职教师的学科背景,精准设置体验感、提升感俱佳的实验培训活动。紧扣教材,从实验内容、实验材料、实验操作方法或要点、建议等方面整理好培训手册,并在手册的指导下及时开展实验操作训练。相关部门还可以引领区域科学名师工作室定期开展实验教学示范工作,通过展示优质的小学科学实验教育案例,增强小学科学教师组织学生开展科学探究实践活动和指导学生科学实验操作的过硬本领^[14]。同时,科学教育专家或者科技工作者可以在相关部门统筹安排下走进小学校园,将自己在实验教学、实验信息资源建设等方面的研究成果推广给一线教师;鼓励科学教师走出校园,依托校际交流学习、课例研究、参观考察等方式,切实提升自身的实验素养。

4 结语

在我国加快建设教育强国、科技强国、人才强国的关键时期,科技事业的高效能、高速度发展离不开实验素质高、科技创新能力强的人才队伍。发挥小学科学教育对人类科技文明的传播功效,借助科学实验、实践探究引导学生学科学、用科学,在丰富体验的基础上逐渐形成探索自然的内驱力,体会科学家精神,厚植家国情怀,可以筑牢我国科技创新人才队伍培育的地基。纾解小学科学实验教学“资源短缺”“实验人员配备不齐”“高素质科学教师缺乏”等困境,从实验资源的盘活、自建、信息技术赋能和高素质实验教师培育主体

的联动培养等视角出发,提出纾解之策。

参考文献:

- [1] 郑永和,杨宣洋,王晶莹,等.我国小学科学教师队伍现状、影响与建议:基于 31 个省份的大规模调研[J].华东师范大学学报(教育科学版),2023(4):1-21.
- [2] 田伟,辛涛,胡卫平.义务教育阶段的科学教育:关键问题与对策建议[J].北京师范大学学报(社会科学版),2021(3):82-91.
- [3] 中华人民共和国教育部.教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见[EB/OL].(2019-11-28)[2024-05-09].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s3321/201911/t20191128_409958.html.
- [4] 中华人民共和国教育部.教育部办公厅关于印发《基础教育课程教学改革深化行动方案》的通知[EB/OL].(2023-06-01)[2024-05-09].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/jcj_kcjcgh/202306/t20230601_1062380.html.
- [5] 中华人民共和国教育部.教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见[EB/OL].(2023-05-29)[2024-05-09].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html.
- [6] 马克思,恩格斯.神圣家族或对批判的批判所做的批判[M].北京:人民出版社,1958:163.
- [7] 达夫里扬.技术·文化·人[M].薛启亮,易杰雄,译.石家庄:河北人民出版社,1987:17.
- [8] 石国强.科学实验与认识论[J].昆明师范学院学报(哲学社会科学版),1982(1):3-6,24.
- [9] 钱明,钱兆华.实验方法在近代科学诞生及发展中的作用[J].江苏大学学报(社会科学版),2007(5):15-19.
- [10] 中华人民共和国教育部.义务教育科学课程标准:2022年版[M].北京:北京师范大学出版社,2022:4.
- [11] 裴新宁,郑太年.国际科学教育发展的对比研究——理念、主题与实践的革新[J].中国科学院院刊,2021(7):771-778.
- [12] 左成光,任永力,成刚.小学科学实验教学的现状诊断、困境溯源及出路探析[J].教育与装备研究,2022(1):87-91.
- [13] 曾丹.虚拟实验赋能中小学科学学习的研究——以央馆 3D 虚拟实验教学系统为例[D].上海:华东师范大学,2023:4.
- [14] 王晓生.小学科学教师队伍建设:价值使命、现实羁绊与实践路径[J].中国教育学刊,2023(6):91-95.
- [15] 张洪洋.实验教学信息化发展的两种取向[J].中国教育信息化,2009(4):47-50.

- [16] PRENSKY M. Digital natives, digital immigrants part 1 [J]. On the horizon, 2001(5):1-6.
- [17] 裴新宁,孔令鑫,仝玉婷,等.技术支持的探究性学习研究国际进展——历史脉络、热点主题和新议程[J].远程教育杂志,2021(3):20-31.
- [18] 徐光涛.信息技术赋能科学教育[M].上海:华东师范大学出版社,2022:45.
- [19] 任友群.做好教师队伍建设加法,夯实科学教育基础[J].教学管理与教育研究,2023(9):1.
- [20] 王钰巧,方征.从 TALIS(2013)解密芬兰教师教育一体化的经验与启示[J].外国中小学教育,2016(5):44-48.

The Value Implication, Implementation Dilemma and Relief Path of Science Experiment Teaching in Primary School

LI Wenjuan^{1,2}, XI Wen³

(1. College of Primary Education, Changsha Normal University, Changsha 410100, China;

2. Institute of Basic Education, Hunan Academy of Educational Sciences, Changsha 410005, China;

3. Qingshuitang Beichen Primary School of Kaifu District, Changsha City, Changsha 410008, China)

Abstract: In primary school science education, experimental teaching leads students to experience and explore, which can stimulate students' interest in learning science to help them understand scientific concepts, develop scientific thinking habits, and accumulate innovation potential. Through the "observation point" of the current primary school science experiment teaching, it is found that there are problems in the primary school science experiment teaching such as insufficient experimental space and resources and low experimental literacy of teachers, leading to unsatisfactory experimental teaching effect. To alleviate the difficulties in primary school science teaching, we need to find the right focus and adopt a combination of measures. Starting from resource construction, the government should lead and cooperate to build the ecology of social science experiment education, revitalize social site resources, increase the effective supply of instruments, equipment and materials, and combine information technology with the construction of digital empowered experiment resources. Starting from the "related subject" of teachers' experimental literacy cultivation, an all-round training system of leading and demonstrating science education experimental zones and schools, and integrated "pre-service and post-service" should be established.

Key words: primary school science; experiment teaching; implementation dilemma; relief path

(责任校对 王小飞)