

中国科学院研究单位面向中小学开展科学教育工作的探索与实践

姚广宇 1, 龚文波 2, 许壮 1, 杨昕瑞 1, 张波 1, 宫博 1

(1. 中国科学院电工研究所 2. 中国电工技术学会)

摘要: 探索研究所在教育“双减”背景下如何做好科学教育加法,梳理了国家、地方对科学教育实践的重要制度和举措,以及中国科学院在科学教育实践中对下属研究单位(简称:研究所)提出的新要求,阐明了研究所从科普工作向科学教育领域探索的必要性和紧迫性;明确了在激发学生科学兴趣、培养科学思维、创新意识与创新能力的目标下,研究所面向中小学开展科学教育的具体要求,并提出了科学教育探索与设计的要点。最后总结梳理了电工研究所面向中小学开展科普活动方面的工作经验和成果,以及电工研究所在科学普及向科学教育的探索和实践。

关键词: 科学普及; 科学教育; 小学; 中学

引言

党的十八大以来,国家高度重视科普能力建设,尤其是近年来先后出台了《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》《“十四五”国家科学技术普及发展规划》《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》等一系列政策法规,为我国科普工作的开展创造了良好的环境和条件^[1-3]。习近平总书记在二十届中共中央政治局第三次集体学习时指出要在教育“双减”中做好科学教育加法。在全国教育大会上进一步强调,要统筹实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略,一体推进教育发展、科技创新、人才培养。

在国家层面,2023年5月,教育部等十八部门印发《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》,着力破解现阶段中小学科学教育存在的困难和问题,推动在教育“双减”中做好科学教育加法^[4]。2023年12月,教育部发布《关于推荐首批全国中小学科学教育实验区、实验校的通知》全面落实中小学科学教育工作的意见要求^[5];2024年12月,新修订《科

普法》将科学教育纳入其中，明确规定提高科学教育质量，完善科学教育课程和实践活动，激发学生对科学的兴趣，培养科学思维、创新意识和创新能力^[6]。2025年1月，教育部办公厅印发《中小学科学教育工作指南》为中小学科学教育工作提供全面指导，完善了中小学科学教育工作长效机制^[7]。

面对新形势、新任务，各地方教育厅或教委颁布了一系列举措，一体化推进教育、科技、人才高质量发展，切实在教育“双减”中做好科学教育加法。2024年1月，河南省教育厅等十六部门印发《关于加强新时代中小学科学教育工作的实施意见》（以下简称《实施意见》）的通知，共22条举措^[8]；2024年4月陕西省教育厅等16部门联合印发《陕西省加强新时代中小学科学教育工作实施意见》，策划实施五项行动^[9]；2025年1月，北京市教委等17部门印发《关于加强新时代中小学科学教育工作的二十条措施》，明确将实施学校科学教育提质、创新人才发现培育、科学教育资源集成等六大行动^[10]。

而中国科学院也发挥自身资源优势，逐步落实习近平总书记指出的“在教育‘双减’中做好科学教育加法”的要求。

一、研究所要面向中小学从科普活动向科学教育探索的要求

中国科学院关于科学教育的一系列咨询建议和研究报告为教育部相关标准和规划的出台提供了有力支撑。自习近平总书记指出要“在教育‘双减’中做好科学教育加法”以来，中国科学院发挥自身资源优势，在“全国科学教育暑期学校”中小学教师培训，“特色科学教师研修班”等活动全力提升教师科学教育能力；新修订《科普法》公布实施和全国科学教育推进大会召开之际，2024年12月26日，中国科学院首次召开科学教育工作研讨会，会议通过积极交流和主动探索，进一步推动了科普资源向科学教育资源的转化^[11]；2025年7月16日至18日，中国科学院2025年科普工作培训会在长春举行，会议总结交流了中国科学院科普工作过往经验，部署谋划未来发展，强调要从科普活动迈向科学教育转变。至此，研究所科普工作向科学教育探索的要求已经非常明确。

二、新时代背景下中小学科学教育要围绕根本任务进行设计

教育现代化是实现强国建设的必要手段，科学教育作为培养创新型人才的重要途径，其应在推进实现教育现代化中扮演着无可替代的角色^[12]。而要明确中小学科学教育根本任务首先要了解中小学科学教育的内涵和目标。

（一）新时代背景下中小学科学教育的内涵和目标

广义科学教育是旨在提升全民科学素养的教育实践活动，涵盖数学教育、技术教育及课外与社会科学教育等领域的理论与实践研究，即《意见》中提及的“统筹规划科学教育和工程教育”^[4]。

中小学阶段的科学教育，指义务教育阶段以科学类课程为主要渠道的教育实践，既包含以物理、化学、生物、地理等学科为基础的分科教学，也涉及多学科渗透融合形成的跨学科教育。其以传授基础科学知识为载体，依托素质教育，让学生体验科学思维与探究方法，培养科学精神与态度，建立完整的科学知识观与价值观，并开展科研基础能力训练及科学技术应用教学。

义务教育科学课程标准（2022年版）（以下简称《科学课标》）指出，学生在义务教育阶段应掌握“物质的结构与性质”“生命系统的构成层次”“宇宙中的地球”等13个学科核心概念的相关内容^[13]。2023年6月，OECD发布了《PISA2025科学素养测评框架》，该测评框架从背景科学能力、科学知识和科学认同四个维度来评估各国对于15岁学生的科学教育成效，其中科学能力作为评估的核心要素，聚焦于学生解释科学现象、科学处理数据和证据的能力。

因此，研究所开展科学教育工作的主要目标是促进各学科相互渗透、交叉与融合，即以传授基础科学知识为载体，依托素质教育，引导学生体验科学思维方法与探究过程，培养科学精神与态度，建立完整的科学知识观与价值观，并完成初步的科研基础能力训练及科学技术应用教学。

（二）研究所面向中小学科学教育课程思路

研究所在进行科学教育课程设计时要充分利用中国科学院在弘扬科学家精神方面，科研仪器与科研条件方面，以及联动多方构建协同机制方面的独特优势。

1.在弘扬科学家精神方面

中国科学院作为我国自然科学最高学术机构与科学技术最高咨询机构，汇聚了大批杰出科学家，他们在长期科研实践中孕育形成的科学家精神，具有深厚的实践根基与权威的示范价值。所以，研究所在科学家精神对外宣传中具备独特优势：一方面，通过讲述研究所科研历程中的真实故事，将抽象的精神具象化为身边科学家的奋斗经历，更容易拉近与群众的心理距离，使“爱国奉献”等精神特质从理念转化为可感知的榜样力量，帮助青少年树立清晰的思想标杆；另一方面，结合研究所的重大项目突破、基础研究进展与重大工程成就，能直观展现科学家精神在关键节点的支撑作用，例如在技术攻关中彰显的“创新求实”精神，在

团队协作中体现的“协同奉献”精神等，让青少年在具体科技突破案例中理解精神力量的实践价值，从而构建起坚实的精神支柱。

研究所探索出的弘扬科学家精神的路径，既能精准传递勇攀科技高峰、抢占科技制高点的时代要求，又能在弘扬新时代科学家精神的过程中，培育科研攻坚精神，最终为实现高水平科技自立自强凝聚持续动力。

2.在高端科研资源科普化方面

研究所在为中小学开展科学教育提供科研仪器与科研条件支持方面，具有显著且独特的优势。这种优势首先源于政策层面的系统性规划，2015年中国科学院与科技部联合发布的《关于加强中国科学院科普工作的若干意见》，明确提出“高端科研资源科普化”计划，为科研仪器与条件向中小学科学教育开放提供了制度保障^[14]。

在硬件支撑上，研究所的科研实验室配备了前沿科研仪器与专业实验设施，其设备精度、功能先进性与场地专业化程度，远超常规中小学教学条件。同时，科研条件的优势还体现在资源的综合性上：专业实验场地可模拟真实科研场景，为中小学开展沉浸式教学提供空间；这种优势与2022年版《义务教育科学课程标准》要求高度契合，通过开放科研仪器与场地，能让学生从课堂走进实验室，参与科学实验设计、操作、结论总结与展望等完整流程。研究所还可依托自身设备优势开发专属实验教具，将复杂科研设备的核心原理转化为学生可操作的形式，引导其在亲身体验中掌握科学方法、培养探究能力，进而唤起好奇心与求知欲，实现从“认知科学”到“实践科学”的跨越。

3.在多方联动协同推进方面

研究所推动中小学科学教育高质量发展，需以“走出去、进校园”为基础，联动多方构建协同机制，形成资源整合与合力推进的独特优势。

在“走出去”的实践中，中国科学院在科技领域的权威性和资源统筹方面具有天然优势：一方面，研究所与部委、科协、社会组织、高校、中小学长期开展合作，可为中小学科学教育引入跨领域资源，如联合高校开发课程体系等；另一方面，中小学热烈欢迎研究所进校园，并为“科研资源转化为教育增量”提供了顺畅渠道，通过科学家进校园授课、开展实验室开放日等活动，既能直接弥补学校专业师资与前沿知识的缺口，又能以鲜活的科研案例激发学生兴趣，实现教育质量的实质性提升。

研究所需将所内外资源的有机融合，如将科研实验室、大科学装置等高端资源与校园课程体系衔接，同时吸纳家庭与社会机构参与；联合教师团队与科研人员共同开发融合多学科的教学模块，引导学生、家长理解科学教育的综合性价值。研究所也需要建立常态化协同机

制，通过定期研讨、联合评估等方式，确保各方在科学教育中的贡献形成叠加效应，最终实现高质量发展的共同目标。

4.构建研究所科学教育评价体系，持续改进

要通过评价考核促进研究所科学教育工作持续优化，需围绕科学教育高质量发展核心要求，结合研究所特色构建动态评价体系，具体可从以下维度设计评价指标：

以“课程体系的创新性与实践适配性”为核心指标，推动课程持续迭代。将“是否涵盖学科创新思维培养内容”“在中小学实践中的验证效果”作为关键评价点。通过收集中小学师生对课程的反馈，评估课程与基础教育需求的匹配度。依据评价结果，针对性调整课程内容，让课程既保留科研严谨性，又贴合中小学认知规律，逐步构建可复制的课程体系。

以“科研资源的教育转化效能”为指标，激活科研资源的教育价值。将“科研仪器平台面向中小学的开放频次”“基于仪器设计的教学活动数量”“学生通过仪器实践获得的科学认知提升”作为评价依据。通过统计分析仪器使用记录、分析学生实践报告，评估科研资源转化的有效性。

以“科学家精神的传播影响力”为指标，强化精神引领的渗透力。将“精神内涵的系统性提炼程度”“传播渠道的覆盖范围”“对学生的激励效果”等作为评价依据。通过问卷调查、学生征文等方式收集反馈，最终挖掘出更能打动学生的科学家故事。

以“教师培训的精准性与实效性”为指标，夯实科学教育的师资基础。将“培训内容与教师需求的匹配度”“教师参训后的教学改进案例数量”“学生对教师教学效果的评价”作为核心指标。通过跟踪教师参训后的课堂实践情况，评估培训的落地效果，持续提升教师科学教育教学能力的水平。

通过上述指标的考核评价，定期评估，可精准定位科学教育工作中的短板，推动各环节持续优化，最终形成兼具科研特色与基础教育适配性的科学教育模式。

三、研究所向中小学科学教育探索和实践

在当前形势下，要实现科学教育功能，完成塑造学生科学的世界观和价值观，夯实其科研基础和科学技术应用能力任务，就要深入思考实践具体路径，并在实践过程中不断总结和优化。

电工研究所立足电气工程学科优势，整合资源，紧扣中小学电学磁学课程需求，以电磁学为核心着力点，推动科研资源与基础教育的有效衔接。研究所建立和开放了延庆太阳能热发电科普基地，该基地是国内唯一的集太阳能光热、光伏、风电、综合能源和智能电网的科

研科普基地，也是 2022 北京冬奥会延庆赛区主标志塔基地。目前，该基地已具有100kW风电、280kW光伏、2MW光热、生物质炉、1MW熔盐储热系统，已组建风光热储一体化的综合能源系统研究与教育平台，让科研和科普、科学教育工作在发电基地中有机结合。同时研究所为实现电磁学科学教育可视化和互动性，设计并购置了近二十套内容涉及磁体、静电、电流、电磁感应、新能源发电、能源利用沙盘、人体导电、雷电、磁悬浮等概念和技术的科普互动展品，形成了兼具趣味性和科学性的科学教育互动平台，在中国科学院公众科学日活动、科学节活动中发挥了重要作用。

开发的科学教育活动内容与中小学电学磁学核心课程高度契合，并通过分龄施策优化内容与形式。针对不同年龄段认知特点进行差异化设计，如面向小学生开展科学教育活动时，采用具有丰富画面效果和演示效果的形式进行，中学生侧重知识深度与科学思维培养。同时在手工实验中也依据学龄进行难度分级，如小学生手工实现简易发电机的制作，而初中生完成无线取电的实验制作，有效提升了科学教育的针对性和有效性。

电工研究所将科学家精神融入科学教育实践过程中，通过讲述电工研究所严陆光院士、顾国彪院士、王秋良院士的重要成果和科学家精神，传播电工研究所科学家们的精神和事迹，在公众科学日等活动中邀请院士作科普报告，并组织学生与院士交流互动，感受科学家精神魅力。同时在科普活动和科学教育中，融入电磁学领域科学家故事，如富兰克林、奥斯特等的探索历程与精神特质等，系统传递求实探索、创新突破、坚持奉献等精神，强化科学精神的传承，实现知识传播与精神培育的融合。

电工研究所积极申请和承担科学教育项目，如参与中国电工技术学会牵头的中国科协“2024 年推动实施全民科学素质行动—学会科普能力提升项目(乙类)”项目，共同完成了大中小學生科普受众科普路径探索。2025 年成功牵头“面向中小學生的科学实验方法探究”科学教育项目，以科学教育项目为载体，通过项目的实施，实现了研究所科普工作中科学教育研究的实践和探索。

在机制保障方面，电工研究所将通过完善激励制度、整合资源、规范流程等措施，激发科研人员参与积极性，统筹推进科普与科学教育工作，构建规范化实施体系，形成可持续的工作机制。

结论

中小学科学教育是夯实学生科研基础与提升其科学技术应用能力的关键途径。中国科学院各研究所开展科学教育实践，不仅能向学生传授基础科学知识 with 技能，更能培育其科学精神与探究能力。因此，各研究所应整合资源，充分发挥跨学科融合的先优势，在科学教育

课程设计、制度配套、校所协同及项目实施等方面深化探索与实践，践行“在教育‘双减’中做好科学教育加法”的要求，最终实现塑造学生科学世界观与价值观、完成初步科研基础能力训练及科学技术应用的目标。

参考文献

- [1] 国务院. (2021). 全民科学素质行动规划纲要（2021—2035 年）：国发〔2021〕9 号 [EB/OL]. (2021-06-25).
- [2] 科技部，中央宣传部，中国科协. (2022). “十四五” 国家科学技术普及发展规划：国科发才〔2022〕212 号 [EB/OL]. (2022-08-04).
- [3] 中共中央办公厅，国务院办公厅. (2022). 关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见：中办发〔2022〕29 号 [EB/OL]. (2022-09-04).
- [4] 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 [Z]. 2023-05-17.
- [5] 教育部办公厅. (2023). 关于推荐首批全国中小学科学教育实验区、实验校的通知：教监管厅函〔2023〕12 号 [EB/OL]. (2023-12-21).
- [6] 全国人民代表大会常务委员会. (2024). 中华人民共和国科学技术普及法（2024 年修订）： 中华人民共和国主席令第四十三号 [EB/OL]. (2024-12-25).
- [7] 教育部办公厅. (2025). 中小学科学教育工作指南：教监管厅〔2025〕1 号 [EB/OL]. (2025-01-14).
- [8] 河南省教育厅等十六部门. (2023). 关于加强新时代中小学科学教育工作的实施意见：豫教基〔2023〕300 号 [EB/OL]. (2023-12).
- [9] 陕西省教育厅等十六部门. (2024). 陕西省加强新时代中小学科学教育工作实施意见：陕教基〔2023〕300 号 [EB/OL]. (2024-04-28).
- [10] 北京市教育委员会等十七部门. (2024). 关于加强新时代中小学科学教育工作的二十条措施 [EB/OL]. (2024-12-24).

[11]中国科学院. (2024). 中国科学院科学教育工作研讨会在合肥举办 [EB/OL].

(2024-12-31).

[12]王春. 教育强国视域下科学教育的时代使命及实践路径[J]. 中国电化教育, 2024, (7): 22-25.

[13]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, 2022: 16.

[14] 丁佳. 中国科学院科技部联合发布加强中国科学院科普工作若干意见[N]. 中国科学报, 2015-03-19(1).