

# 科学教育与科学普及的内涵、特点及协同发展

郑永和 陶扬

**摘要：**科学教育与科学普及是推动科技人才培养与创新生态建设的基础性工作。两者在本质上均属于以提升科学素养、服务国家创新能力建设为目标的教育实践活动，但其目标、师资、受众、形式、场地等有所区别，构建科学教育与科学普及协同发展生态有利于二者优势互补、激活协同效能。针对科学教育与科学普及协同发展的现存困境，从制度建设、人员保障和资源支撑三个层面，提出了加强科学教育与科学普及协同发展机制建设、健全科学教育与科学普及高水平师资保障机制、推动科学教育与科学普及优质资源共建共享的策略性建议。

**关键词：**科学教育；科学普及；科学素养；协同发展

科学教育与科学普及是推动科技人才培养与科技创新生态建设的基础性工作。随着正式教育和非正式教育、校内教育和校外教育等多种教育形态的交互融合，科学教育与科学普及的实践边界逐渐模糊。在政策层面，2021年国务院颁布《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》，明确“十四五”时期实施五项提升行动，其中第一项是“青少年科学素质提升行动”，要求“提升基础教育阶段科学教育水平”，提出了“推进高等教育阶段科学教育和科普工作”“建立校内外科学教育资源有效衔接机制”等任务。2023年教育部等十八部门联合印发《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》，强调了“用好

社会大课堂”，要求推动各地建设具备科普、体验等多功能的教育基地，丰富环境科普内容形式等。2024年，我国修订《中华人民共和国科学技术普及法》，明确“各级各类学校及其他教育机构，应当把科普作为素质教育的重要内容，加强科学教育”，更是以法律的形式推动科学教育与科学普及的协同发展。

尽管在政策层面和实践层面国家对科学教育与科学普及协同发展都有了很强的推动，但从事科教和科普事业的大部分工作者对二者的定位内涵和功能作用，以及相互关联认识不清。鉴于此，本研究旨在阐明科学教育与科学普及的基本内涵，通过要素对比深入剖析二者的特点差异，并针对科学教育与科学普及协

**基金项目：**2023年广东省高校科研平台和项目“科学教育数字化转型理论与实践创新团队”（2023WCXTD029）。

**作者简介：**郑永和，北京师范大学科学教育研究院院长、教授、博士生导师（北京 100875）；陶扬，北京师范大学科学教育研究院博士研究生（北京 100875）。

同发展的现存困境提出建议，以期为推动我国科学教育和科学普及协同发展提供借鉴。

### 一、科学教育与科学普及内涵廓清

科学教育是以自然科学内容为主，发展个体与群体科学素养的教育教学活动。<sup>[1]</sup>狭义的科学教育是指中小学阶段实施的科学教育，既包括以数学、物理、化学、生物学、地球科学等学科为依托的分科教育，也包括各学科相互渗透、交叉、融合形成的综合性或跨学科课程教育。大多数国家将中小学科学教育的内容载体定位于自然科学，并关注其中所蕴含的人文意蕴，强调科学教育中科学价值与人文价值的统一<sup>[2]</sup>，如我国《义务教育科学课程标准（2022年版）》<sup>[3]</sup>、美国《下一代科学教育标准》（*Next Generation Science Standards*）<sup>[4]</sup>和英国《英国国家课程标准》（*The National Curriculum in England*）<sup>[5]</sup>等将科学课程主要分为物质科学、生命科学、地球与宇宙科学等自然科学领域。广义的科学教育既包括正式学习环境中的科学教育，也包括非正式学习环境（如家庭、工作场所、博物馆、社区等）中的科学教育。<sup>[6]</sup>广义科学教育的概念在国内外学术研究中均得到广泛讨论与应用，如美国科学教学研究学会（National Association for Research in Science Teaching, NARST）的年会，针对科学教育的研究议题不仅包括正式学习环境中的科学学习与教学，还包括非正式情境的科学学习（*science learning in informal contexts*）。<sup>[7]</sup>广义的科学教育泛指全学段、全学科和全场域的科学教育，体现了对科学教育多维度、跨场景发展的整体性认识。它强调科学教育不应局限于学校课堂教学，还应涵盖社会生活中的各个层面，促使个体在日常生活和社会实践中不断提升科学素养，从而实现终身学习和满足社

会科技发展的需求。

科学普及强调在普及科学知识的过程中，倡导科学方法、传播科学思想、弘扬科学精神，通过科学思维的开启、科学方法的示范，将科学知识、科学精神、科学思想和科学方法内化为科普对象的信念、思维、行为与习惯。<sup>[8]</sup>狭义的科学普及是指普及科学知识，促进公众理解科学。广义的科学普及是指科学传播系统，科技知识信息通过跨越时空的扩散而使不同个体间实现知识共享的过程<sup>[9]</sup>，包括专业交流、科学教育、科学普及三个层次及各层次的互动。<sup>[10]</sup>本质上说，科学普及是一种社会教育。作为社会教育它既不同于学校教育，也不同于职业教育，其基本特点是社会性、群众性和持续性。<sup>[11]</sup>

随着时代与技术发展，社会对科学教育与科学普及需求增长，科学教育由精英教育转向大众教育。学校教育开始强调用好社会大课堂，学校教育与社会教育的边界被打破，学校、社会与家庭的联系愈发紧密，中小学科学教育（狭义概念的科学教育）与青少年科学普及工作有了更多交集，两者呈现协同发展趋势。尽管科学教育和科学普及两者分属不同范畴，科学普及的关注点更加强调科学信息在各类媒介和受众群体中的传播效果，但两者具有相当多的内容重叠。科学教育包含学校科学教育与非学校科学教育，科学普及是社会教育，两者的底层逻辑都是教育逻辑，都是提升受众的科学素养的教育教学活动，也都是推动科技创新人才培养的基础性工作。科学教育和科学普及二者的本质都是通过科学活动让受众更加了解科学的内容和本质，即科学不仅是强大的知识体系，更是一种思维方式、是一个探索过程、是有效的社会建制。无论科学教育还是科学普及，都要以科学知识传授为载体，让受众形成科学思维方式，了解、掌握科学探究过

程,增进公众对科学事业的理解和支持,形成更加强大的科技创新发展推动力。

从教育的视角看,对正式环境与非正式环境的科学教育来说,狭义的科学普及与非正式环境中的科学教育高度重叠。尤其是针对青少年阶段,科学教育与科学普及工作有着一致的目标。从科学普及的视角出发,专业的知识技能训练、科技教育以及信息技术支持的科学传播活动三个层面的科学活动和模式中,知识技能训练和科技教育部分与中小学科学教育(狭义科学教育)也是高度重叠。因此,本研究聚焦面向青少年的科学教育与科学普及,通过对比中小学科学教育(狭义科学教育)与校外科学普及(狭义科学普及)两者的要素特点,探讨科学教育与科学普及如何协同发展推进大科学教育(广义科学教育),为我国科技创新人才培养奠定基础。

## 二、科学教育与科学普及的要素比较

为了深入辨析科学教育与科学普及两者的特点差异,本研究基于教育的五要素说(教育目标、教育者、受教育者、教育内容、教育环境),就狭义科学教育与科学普及,选取目标、师资、受众、形式、场地等五要素展开特点比较。

(一)目标:提升科学素养,助力科技强国建设

科学教育与科学普及二者目标一致,旨在提升受众科学素养。科学普及的“四科一能力”目标表述为崇尚科学精神、掌握基本科学方法、了解科技知识,并具备运用科学思维分析和解决问题的能力。<sup>[12-13]</sup>而科学教育更加聚焦提升学生科学素养,重点在于激发青少年学生的好奇心和科学兴趣,使其学习探知世界的方法与技能,掌握基本的科学知识,理解和解释自然世界中的现象、变化及其规律,树立

科学的价值观;旨在培育学生批判思维和创新能力,使其养成科学思维习惯,激发其科技报国、献身科学研究事业的远大志向。

(二)师资:专职科学教师与专兼职科普队伍

科学教育师资以专职科学教师为主,科普队伍则由专职科学普及工作者和兼职科普工作者共同组成。科学教育的开展通常依赖具备专业背景的教师,教师通常是在学校中专职从事教学的人员,具有一定的教育资质和专业知识。学校科学教育体系化、规范化,因此要求教师接受系统的专业培训,从而确保科学教师对教学目标、课程设置和评价标准理解统一。近年来,随着科学教育的发展,越来越多的国家在小学阶段配备专职的科学教师以加强科学教学改革。<sup>[14]</sup>比较而言,科学普及则更强调专兼职结合的科普队伍建设,科普工作者不仅有专职从事科普活动的人员,还包括大量来自各行业的兼职工作人员,这些兼职科普工作者拥有丰富的实践经验或专业背景。我国科普工作人员队伍采用“小核心+大协作”的模式,形成以专职人员为核心、兼职人员为补充、志愿者为后备的人才蓄水池,包含科学家、科技工作者、科普媒体从业者以及社会志愿者等多元主体。根据2023年全国科普统计数据,全国科普工作者总数约为215.63万人,其中科普兼职人员186.31万人。<sup>[15]</sup>

(三)受众:学生强制性学习与公众选择性参与

科学教育的受众主要是处于学校教育阶段的学生群体,教学活动以中小学、大学等正式学习环境为主<sup>[16]</sup>,通常带有一定的强制性。这种适当的强制性的教育旨在为学生奠定科学知识的基础,并培养他们的科学方法与科学思辨能力。科学普及则面向全社会,受众选择性参与科普活动,无论其年龄、教育背景或

社会地位。科学普及并不强制要求受众体系化学习科学知识，而是根据自己的兴趣和需求自由选择参与，在参与过程中自愿选择学习的深度。因此，科学普及强调的是以知识点的普及为载体，传播科学思想方法、弘扬科学精神，而非强制性的教育内容。

**（四）形式：学校体系化课程与校外多元化活动**

科学教育的体系化表现为学校科学教育内容往往是有目的、有计划、有组织且分学段的，根据学生认知发展规律设定了规范的课程标准和考核评价。科学教育的内容通常是系统化和专业化的，围绕课程方案和课程标准展开；课程内容有明确的教学目标，高度结构化；教学进度有严格的规定，强调对学生系统而全面的培养。科学普及则更倾向于采用直观、易于理解的方式，非体系化、不受学校教育体系约束的灵活形式进行。科学普及通过非正式的、面向公众的多元活动，如科普（技）讲座、科普（技）展览、科普（技）竞赛、科普国际交流、青少年科普、科技活动周及重大科普活动等<sup>[17]</sup>，广泛地传播科学知识和科学精神。对青少年学生而言，学校科学教育与校外科学普及在内容方面相辅相成，学校体系化科学课程为学生提供系统学习机会，而校外科学普及则为公众提供了灵活、多元的学习机会，二者协同发展不仅有利于学生了解更多的形成性知识、情景化知识，在迁移学习中更好体验知识生产过程，形成对知识从哪里来、到哪里去的深度理解，提升科学素养，而且有助于形成全社会共同关注和支持科学发展的良好氛围。

**（五）阵地：学校固定化环境与校外多样化场所**

科学教育通常发生在学校这一固定的正式教育场域，具有规范的教学环境，如教室、实验室等。学校通常具有相对固定的时间表和课

程安排，教育内容受到教育主管部门的严格管理与监督。学校是一个开展教育活动的物理空间，具有制度化的特点，旨在规范化、系统化地培养学生。相比之下，科学普及的阵地则更加多样，科学普及活动阵地主要依托科普场馆、非场馆类科普基地以及各类公共场所的科普宣传点等，这些阵地归属不同管理单位，如科技部门、科学技术协会、文化体育局等。这种阵地的多样性使得科学普及能够覆盖更广泛的群体，尤其是非学校环境中的人群。因此，科学教育规范化、系统化的特点与科学普及多样化、广泛化的特点互为补充，相得益彰。

### 三、科学教育与科学普及协同发展实践路径的建议

科学教育与科学普及是教育、科技、人才三位一体统筹推进的基础性工作，二者的底层逻辑与共同目标一致，功能作用相辅相成。为推动科学教育与科学普及协同发展，解决我国中小学科学教育与校外科学普及协同发展存在的跨系统合作不畅、优质服务供给不足、师资水平有待提高等问题，建议通过加强科学教育与科学普及协同发展机制建设、健全科学教育与科学普及高水平师资保障机制、推动科学教育与科学普及优质资源共建共享等路径，进一步实现科学教育与科学普及“1+1>2”的协同效应。

**（一）加强科学教育与科学普及协同发展机制建设**

科学教育与科学普及协同发展的关键在于构建相互协调的生态机制。由于科学教育与科学普及开展的主阵地——学校与科普基地归口不同管理部门，导致学校与科普基地权、责、利机制不明，缺乏专项资金和组织保障<sup>[18]</sup>，仅仅依赖从下至上局部改革的力量难以突破现有困境。为此，应通过国家政策层面的战略设

计与顶层规划，明确科学教育与科学普及协同发展的共同愿景，共同确定工作边界与协同机制等关键领域政策。设立区域科学教育研究中心，统筹协调区域内各级跨系统、跨部门合作机构的权力、责任与资金，汇聚区域科教资源，主管部门在执行、管理、监督等方面注重跨学科、跨领域的合作，建立常态化校内外联动机制，形成家校社协同育人的良好格局，深化科学教育大中小一体化、推动科技人才培养体系建设、科学教育优质资源建设、高水平师资队伍队伍建设等。

### （二）健全科学教育与科学普及高水平师资保障机制

师资水平是科学教育与科学普及协同发展的重要保障。科普场馆科技辅导员有较多的科普活动实践机会，但科技馆近年来发展规模迅速扩大，以及伴随教育部、中国科学技术协会、中国科学院协同科学教师素质提升行动的展开，科技场馆及其工作者服务科学教师培训的需求持续增长，科技辅导员队伍规模和科学素养亟待提升，特别是在教育相关理论如课程或活动设计能力等方面亟待加强。而我国小学科学教师在跨学科教学、科学探究和项目式教学等方面仍存在专业能力不足的问题<sup>[19]</sup>，这一现象凸显了我国科学教师专业队伍结构优化的迫切性<sup>[20]</sup>。因此，科学教育与科学普及高水平师资队伍建设已经成为科学教育和科普事业发展的关键瓶颈，亟待推动设立全国性的校内外科学教师素质提升行动给予保障。针对职前科学教师培养，应推动科研院所、高水平研究型大学等科技机构与教育主管部门、师范院校等教育界机构紧密合作，共同制定并实施科学教师与科学普及工作者培养计划；增加“国优计划”学生数量，强化非师范类理工科在读生的教育类课程供给，鼓励理工科毕业生从事科学教育与科学普及工作。针对在职科学教师

专业发展，通过高校、科研机构与教育部门联合提供培训服务、协同开展教研；引入科学家、科技工作者，通过“国培计划”“全国科学教育暑期学校”等项目提升在职科学教师的学历和专业技能。

### （三）推动科学教育与科学普及优质资源共建共享

校内外优质资源共享是科学教育与科学普及协同发展的基本保障。然而，科普资源融入学校教育的过程中存在着认同困境、转化困境与传播困境。<sup>[21]</sup>因此，有必要以学校科学教育为抓手，协同校内外资源共同发展，强化优质资源流通机制。一是在资源的开发方面，创新科学资源的“多中心供给”机制，鼓励高校、科研机构、科技企业、科技馆等各方力量积极转化科技资源，通过学生走进科普基地开展科普活动获取学分等形式赋能科学教育；发挥科研机构和科技企业的优势，结合地方经济特色，推出更多符合地方发展需求的科学教育资源和科普活动，提升教育资源的覆盖面和适应性。二是在资源的传播层面，整合学校、场馆、科研院所、科普机构等多方科学资源，借助区域科学教育中心等区域性机构，协调统筹科普资源的传播与流通。三是在资源的获取层面，学校通过“请进来”“走出去”提升资源的利用率。在“请进来”方面，引入科学家、科技工作者等多元主体和科技大篷车、流动科技馆等移动场馆资源；在“走出去”方面，组织学生前往科普场馆、高校实验室、科研院所等，充分利用场馆资源开展科学实践。

### 参考文献：

- [1] 杨玉良. 构建中国特色世界水平的科学教育体系[J]. 中国教育学刊, 2022(10): 1.
- [2] 裴新宁. 重新思考科学教育的若干概念与实施

- 途径[J]. 中国教育旬刊, 2022(10): 19-24.
- [3] 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.
- [4] National Research Council. A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas[M]. Washington: The National Academies Press, 2012: 105-202.
- [5] Department for Education. National curriculum in England: science programmes of study[EB/OL]. (2015-05-06)[2025-04-16]. <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study>.
- [6] 郑永和, 周丹华, 王晶莹. 科学教育的本质内涵、核心问题与路径方法[J]. 中国远程教育, 2023(9): 1-9.
- [7] National Association for Research in Science Teaching. NARST strand descriptions[EB/OL]. [2025-02-12]. <https://narst.org/strands>.
- [8] 杨玉良. 关于科学普及与中国未来发展的思考[J]. 中国科学院院刊, 2023(5): 720-725.
- [9] 翟杰全, 杨志坚. 对“科学传播”概念的若干分析[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2002(3): 86-90.
- [10] 黄婷, 邱德胜. 从“科学普及”到“公共科学服务体系”[J]. 社会科学家, 2011(1): 129-132.
- [11] 赵立新, 赵东平. 中国公民科学素质建设20年回顾与展望[J]. 科普研究, 2018(6): 59-65.
- [12] 吴国盛. 科学走向传播[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2013: 30.
- [13] 国务院. 国务院关于印发全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)的通知[EB/OL]. (2021-06-03)[2025-02-16]. [https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content\\_5623051.htm](https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5623051.htm).
- [14] MILLS R, BOURKE T, SIOSTROM E. Complexity and contradiction: Disciplinary expert teachers in primary science and mathematics education[J]. Teaching and Teacher Education, 2020, 89: 103010.
- [15] 杨舒. 二〇二三年全国科普工作经费投入首次突破两百亿元[N]. 光明日报, 2024-12-31(8).
- [16] 刘兵. 究竟是什么原因影响了我国正规科学教育与科普工作的理想开展?[J]. 科学与社会, 2015(3): 14-17.
- [17] 科技部. 科技部关于开展2024年度全国科普统计调查工作的通知[EB/OL]. (2025-03-13)[2025-06-18]. [https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtwj/qtwj2025/202503/t20250313\\_193221.html](https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtwj/qtwj2025/202503/t20250313_193221.html).
- [18] 宋娴. “双减”背景下科学类博物馆教育生态体系搭建: 现状、困境与机制设计[J]. 中国博物馆, 2022(1): 4-9.
- [19] 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.
- [20] 郑永和, 王佳宁, 陶丹. 科教协同促进科学教育高质量发展: 内涵、意义、现状与路径[J]. 电化教育研究, 2024(10): 5-11.
- [21] 陶扬, 杨小莉, 邢红军. 科普资源融入学校的教育功能研究[J]. 中小学科学教育, 2024(2): 36-43.

(责任编辑: 汤梅)