

“大科学教育”视野下 校内外科学教育协同发展初探

刘帆 沈蕾娜 丁邦平

(首都师范大学教育学院, 北京 100037)

[摘要] 科学技术日新月异的发展和国际科学教育改革趋势都迫切要求“大科学教育”的新话语和新理念。“大科学教育”的提出既源于大科学时代的特色、对科学进行广义理解的传统资源,也源于培养学生应对21世纪挑战、解决复杂问题的“大教育”的要求。在“大科学教育”视野下,学校教育应当成为科学教育的主阵地,不断增强科学课程的纵向连贯性与横向整合性,在学校层面构建“大科学教育”课程体系。同时,学校科学教育和校外科普教育应优势互补、协同发展。政府应整合各方力量构建“大科学教育”联盟;学校应以“大科学教育”观念统筹校内外资源,合作开发课程;校外科普教育应提高面向青少年的针对性,切实服务好师生群体。

[关键词] 大科学教育 学校科学教育 校外科普教育 协同发展

[中图分类号] G40-01; N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.004

2023年5月,教育部等18部门联合发布的《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》)提出,“推动中小学科学教育学校主阵地与社会大课堂有机衔接”“推动健全地方党委和政府统一领导,各部门齐抓共管、有效联动、密切配合的科学教育协作机制,并不断完善大中小学及家校社协同育人机制”^[1]。这样一个多方牵涉、广泛动员的科学教育改革需要一个统领性理念的支撑。本文认为,“大科学教育”的提出恰逢其时,它对新时代我国科学教育政策制定,各级各类学校科学教育体系构建、科学教育师资培养,以及科学课程、教学与评

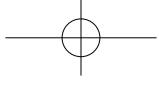
价改革,校内科学教育与校外科普教育的协调发展等,都具有重要的理论与实践意义。“大科学教育”对近年来国际科学教育改革浪潮带来的诸多新气象、新样态,如创客教育、科学技术与社会(Science—Technology—Society, STS)教育、科学史与科学哲学(History and Philosophy of Science, HPS)教育、科学—技术—工程—数学(Science, Technology, Engineering, Mathematics, STEM)教育、社会性科学议题(Socio-Scientific Issues, SSI)教育、环境教育、健康教育、人工智能教育等具有统领价值。

“大科学”概念的提出由来已久,早在

收稿日期: 2024-03-21

基金项目: 北京市教委科技一般项目“人工智能时代教师能力模型与教师教育实践研究”(KM202010028003)。

作者简介: 刘帆,首都师范大学教育学院国际与比较教育研究所讲师,研究方向:科学与技术教育国际比较, E-mail: liufan@cnu.edu.cn。沈蕾娜为通讯作者, E-mail: rena_shen@yeah.net。



20世纪60年代就被英美学者提出^[2-4]，此后成为科学史和科学社会学中的经典概念，“大科学教育”近来也进入我国部分地区科学教育的政策话语中，如浙江省杭州市余杭区提出争创“全国大科学教育实验区”^[5]。学界也开始有学者定义和使用“大科学教育”，如2023年有学者将其定义为“一种关于科学—技术—工程—社会—环境系统的整体性教育，其目标是使学生成为能够适应未来社会发展复杂性，具有科学探索动力和创新潜能，能够成为战略科学家后备力量的创新型人才和具有科学素质的公民”^[6]；2024年有学者指出新时代科学教育学学科建设应实施“大科学教育”，这“需要众多学科协同合作，由众多不同背景的学术共同体和科学家合作完成”^[7]。本文以“大科学教育”这一概念为出发点，阐述其三层涵义，并在这一概念视野下，讨论学校科学教育和校外科普教育在“大科学教育”中的地位和作用，以及在二者优势互补、协同发展中，政府、社会和学校应当有何作为。

1 “大科学教育”的内涵、愿景与意义

根据国际科学教育学学科发展的趋势、我国科学教育发展的需要，本研究提出“大科学教育”可以作为振兴新时代我国科学教育、促进我国科学教育改革、构建我国科学教育新格局的一个愿景。如何理解“大科学教育”呢？我们对“大科学教育”可以首先从“大科学”教育和“大”科学教育两个方面去理解。“大科学”是科学社会学和科学史研究中的重要概念，既体现了二十世纪四五十年代以来科学组织形态的变化，同时也体现了学科知识不断分化又不断交叉、综合的趋势，而“大”科学教育概念则体现了正规教育（formal education）与非正规教育（informal education）的协同发展。

1.1 “大科学”时代背景下的“大科学教育”

“大科学教育”的第一层涵义是，科学教育需要充分考虑大科学时代的要求。2023年5月，习近平总书记在中共中央政治局第三次集体学习时指出，“世界已经进入大科学时代”^[8]。大科学时代，科学研究的组织化程度越来越高，对支撑平台、人才队伍和国际合作的要求越来越高，科学技术与经济社会发展的渗透融合越来越密切^[8]。与个人或小组进行的、通常集中在特定领域内展开假设或问题、使用有限资源的“小科学”相比，“大科学”涉及大规模的协调研究工作，需要跨机构甚至跨国家的合作、巨大的财政投入、大规模的研究团队、昂贵的专业设施和较长的时间跨度，大科学项目中的重大突破或发现往往能影响多个领域或行业。

“大科学”概念一经提出便广受关注，直到今天依然热度不减。德里克·普莱斯（Derek John de Solla Price）的《小科学，大科学》（*Little Science, Big Science*）一书至今已被引用5 000多次（谷歌学术文献引用统计），“大科学”概念被科学史与科学哲学、社会学、管理学、政治学等不同领域学者不断使用。2023年12月，英国物理学会出版社出版的《21世纪的大科学：经济和社会影响》（*Big Science in the 21st Century: Economic and Societal Impacts*）收录了58篇论文，全面探讨了全球不同地区、不同学术和行业领域中大科学的发展现状及其影响^[9]。“大科学”概念首次引入我国学术界是在1984年，普莱斯介绍他的经典著作《小科学，大科学》的由来与发展^[10]。二十世纪八九十年代，我国学者对大科学的特征^[11]、大科学观^[12-17]、中国大科学的特征与机制^[18-20]、发达国家的大科学进展^[21-23]、大科学时代的人才培养^[24]等开展了一系列研究。

二十世纪六七十年代，我国政府确立的

“两弹一星”项目是典型的大科学项目。这个项目中，有物理学家如邓稼先、钱学森等，有数学家如华罗庚等，有大量的工程师以及来自全国各地的技术工人参与。和大科学项目一样，“大科学教育”也需要多方面的人员参与，如政府决策者、科学家和工程师、科学教育研究者、科学教师和科技辅导员、学生及其家长等。在大科学时代开展“大科学教育”是我国科学教育高质量发展的历史必然，这意味着要加大对“大科学教育”的财政投入和政府统筹，以项目引领高效协同的各方专业力量来攻克科学教育中的重大问题。

1.2 注重跨学科整合性的“大科学教育”

“大科学教育”的第二层涵义是大科学的跨学科整合性，要突破近代以来中文语境中把科学理解为“分科之学”且局限于自然科学的概念弊端。早在1922年，梁启超先生在《科学精神与东西文化》的演讲中就尖锐批判了当时我国科学教育缺乏“科学”概念而“只有化学、数学、物理、几何……等等才算科学”的弊端，他指出“殊不知所有政治学、经济学、社会学……等等，只要够得上一门学问的，没有不是科学”^[25]。这一理解突破了科学仅指自然科学或理科的局限，增加社会科学和人文学科的要素，形成交叉学科和跨学科的科学教育新话语。英国著名科学史家约翰·德斯蒙德·贝尔纳（John Desmond Bernal）认为，“科学可作为一种建制，一种方法，一种积累的知识系统，一种维持或发展生产的主要因素，以及构成我们的诸信仰和对宇宙和人类的诸态度的最强大势力之一”^[26]，但这种描述也不够全面，“科学是上述事情的全部，甚至更多”^[27]。

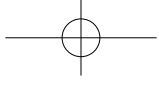
近代以来，我国学校的科学教育大多采取分科教学，尽管分科的科学教育在高中和大学仍然有其必要性，但在义务教育阶段则更需要整合的科学教育，让学生形成大科学

观，理解科学的本质、科学认识和改变世界的方式，以及科学、技术、环境与社会的紧密互动，以便对当代科学的特征有一个全面、完整的认知。大科学时代的一个显著特征是交叉学科和跨学科的发展已经成为当代科技创新与突破的主要领域，同时科技发展的社会影响日益深远。从国际上来看，STEM教育也越来越强调跨学科整合的iSTEM（integrated STEM），STS教育、HPS教育也不断融入中小学科学课程。提出“大科学教育”的话语，既适合我国的实际需求和文化特征，又可以与国际科学教育话语和理念保持联系。

1.3 学校内外协同发展的“大科学教育”

“大科学教育”的第三层涵义是“大”科学教育，不限于以学校和课堂为中心的正规教育，在全时空、多主体、多手段基础上构建一种综合性、全方位、立体化的教育模式^[28]。随着“大生产”“大经济”和“大科学”的发展，以及当今世界各国之间综合国力竞争的推动，以“大教育”观重塑教育格局已经成为时代赋予的应然和必然选择^[29]。“大科学教育”是融合学校科学教育、校外场馆教育、家庭与社区科普教育的科学教育，也是跨越线上和线下的全时空科学教育。《意见》第9条要求“强化部门协作，统筹动员高校、科研院所、科技馆、青少年宫、儿童活动中心、博物馆、文化馆、图书馆、规划展览馆和工农企业等单位，向学生开放所属的场馆、基地、营地、园区、生产线等阵地、平台、载体和资源，为广泛实施科学实践教育提供物质基础。鼓励各有关部门、单位建立‘科学教育社会（大）课堂’专家团队，开发适合中小学生的科学教育课程和项目”^[1]。该政策对应当参与到“大科学教育”中的相关部门、机构、企业、平台等进行了总动员。

综上所述，“大科学教育”是一个宏观、系统的新概念，它既是对学校和校外科学课



程、教学和评价进行重新设计的理论基石，也是我国整个科学教育体系构建与科学教育政策制定的理论基础。需要特别指出的是，虽然“大科学教育”强调科学教育的综合性、整合性、跨学科性，但同时我们又不能混淆科学、技术、工程或其他学科之间的界限，因此学生在接受“大科学教育”的过程中，我们需要引导他们区分和理解科学本质、数学本质、技术本质和工程本质。本文提出“大科学教育”的愿景，为我国当前和未来义务教育阶段的科学教育提供理论依据与实践指导，对进一步理清学校科学教育与校外科普教育的关系具有启发性。

2 “大科学教育”的主阵地是学校科学教育

近年来，我国科普活动的主体数量迅猛增长，科普内容和形式不断创新。据统计，2022年，我国电视台播出科普（技）节目总时长18.81万小时，广播电台播出科普（技）节目总时长16.46万小时，科普期刊发行8301.82万册，科普图书发行1.04亿册，科技类报纸发行8384.24万份，科普网站建设1788个，科普类微博建设1845个，科普类微信公众号建设8127个^[30]。不同主体在科普教育中各有优势，如科技类场馆提供互动式和沉浸式体验，高校和科研机构的开放日体现学术传承和学术前沿，企事业单位的科普活动以实际生产过程展示科技与生产生活的紧密结合，研学机构的营地科考注重用户体验和反馈，科普组织和志愿者团体具有强烈的使命感和社区精神；科普图书和期刊胜在内容的全面性和深入性，科普文章和短视频注重趣味性和传播性。

不同形态的校外科普教育均是“大科学教育”的有机组成部分，但学校科学教育仍是落实国家教育方针、提升全民教育质量、确保教育公平的主阵地。以提升全民科学素

质、培养未来科技人才为目的的“大科学教育”，必须以学校为科学教育的主阵地，以确保“大科学教育”符合国家战略，实现全民普惠。为此，我们应不断提升学校科学课程的纵向连贯性和横向整合性，并以“大科学教育”观念在学校层面进行课程整合，构建完整贯通的学校“大科学教育”体系。

2.1 推进学校科学课程的纵向连贯性

国际上，小学阶段和中学低段开设综合科学课程是较为常见的，如在国际学生评估项目（Programme for International Student Assessment, PISA）和国际数学与科学研究（Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS）中，科学成绩名列前茅的新加坡，即在小学（3~6年级）和中学低段（7~8年级）开设综合科学课，在中学高段（9~10年级）分设物理、化学、生物课。美国自1986年《面向全体美国人的科学》（*Science for All Americans*）奠定科学课程改革的基调起，利用《科学素养导航图》将学生在K-12级不同学段应掌握重要科学概念的程度进行区分，也在不同概念之间形成横向联结。美国1996年发布的第一个《国家科学教育标准》（*National Science Education Standard*）和2013年的《下一代科学教育标准》（*Next Generation Science Standards: For States, By States*）均是综合科学的课程标准，注重科学领域的共通范式和跨学科概念。

我国于2022年推出的《义务教育科学课程标准》明确提出了跨学科概念，并对13个学科核心概念的学段进阶作出了详细界定，这为义务教育阶段开展更具连贯性的科学教育奠定了基础。浙江省数十年的探索也为初中阶段综合科学课程积累了丰富的经验^[31]，其他地区的学校也不乏在初中低年级开设综合科学课程的校级课程改革尝试。尽管全面推进义务教育科学学科的综合化以提升科学

课程连贯性依然面临教材建设、师资培养、教师教育体系重构等诸多挑战，但课程标准、区域经验和校本探索，已经为科学课程综合化改革指引了方向。在新课标的基础上探索1~9 年级连贯的综合科学课程开发，并不断提升科学教育在义务教育阶段的学科地位，是“大科学教育”理念的必然要求。

2.2 加强学校科学课程的横向整合性

在“大科学教育”的视野下，科学这门学科对其他学科具有极强的整合潜力，可以全面培养学生的科学思维、数理逻辑、创新、社会性科学议题思辨、科学写作与沟通、语言与艺术表达等多种能力，还可以让学生了解与科学技术相关的各种职业。美国《科学启蒙》(Science A Closer Look) 系列小学科学教科书中对语言、数学、艺术、社会、健康、历史、医学等学科都加以整合、链接(见表1)^[32]。例如，这一系列教科书的一年级生物课本《动物和他们的家园》(Animals and Their Homes) 第1章《动物》(Animals) 中，“艺术链接”让学生用放大镜观察、比较不同的昆虫，并画下看到的昆虫的样子；“健康链接”在让学生学习动物如何满足自己需求的基础上，引导学生思考如何满足自身需求；“科学写作”让学生写一则“艾拉如何照顾她的猫”的故事；“科学中的数学问题”以制作“宠物统计图”的方式调查最受班级同学喜欢的4种宠物；“科学阅读”带学生认识美国自然历史博物馆一位专门研究鱼类的科学家；该册教材的最后向学生介绍“兽医”这种职业。

科学与阅读、写作的融合机会很多。科学阅读是非虚构阅读的重要组成部分，通过阅读科学发展史和科学家的故事，学生可以了解人类不断破解自然奥秘、解决社会问题、改善生活品质和拓展自身视野的过程，从而获得对科学的深刻理解，激发对科学的兴趣，并培养创造力、科学思维和可持续发展观等重要素质。艺术是儿童表达自己对世界的认知的重要渠道，科学与艺术的结合可以促进儿童观察能力、想象能力、表达能力的提升。数学被称为科学的语言，从表1中也可以看到，即使在小学阶段，科学与数学也可以有大量的联结。

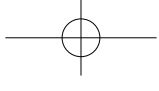
2.3 重构学校“大科学教育”的课程体系

在“大科学教育”视野下，学校科学教育不应局限于科学、物理、化学、生物等单一学科，而应全面渗透在各个学科中，同时充分利用劳动课程、综合实践课程、信息技术课程、通用技术课程、选修课程等形成合力，增强学校“大科学教育”体系的综合实效，提升青少年学生的科学技术素质 and 实践创新能力。《意见》第四条强调，要“统筹规划科学教育与工程教育，体现实践性、综合性”“将学校课程、课后服务和课外实践活动进行一体化设计”，这都隐含了“大科学教育”理念^[1]。2023年9月，浙江省温州市发布《新时代温州中小学科学教育实施方案》，提出创建“瓯越大科学教育”，积极开展聘任科学家为副校长的“百校行动”^[33]。设置科学家副校长，有助于推进全校层面科技课程的顶层设计和体系构建。

而这样的校级“大科学教育”体系在实践中也早有先例。2016年，成立仅3年的北京中学就制定了

表1 美国《科学启蒙》小学科学教材学科融合统计

	语言学科		数学/个	艺术/个	社会/个	健康/个	历史/个	医学/个
	阅读/个	写作/个						
一年级	9	9	11	14	7	5	0	0
二年级	9	8	12	13	5	4	0	0
三年级	8	23	22	11	5	6	2	0
四年级	8	30	29	11	11	0	0	1
五年级	8	26	28	11	11	2	0	0
总计	42	96	102	60	39	17	2	1



学校层面的科技教育工作三年规划，并在探索整合的过程中，逐渐将全校的科技教育工作分为科技普及、科技兴趣和科技培优三个层次。其中基础层次是面向全体学生开展的科技普及工作，让语、数、外、史、地、政、音、体、美、社会等全学科渗透科技教育，开设科学、通用技术、信息技术、STEM 四门必修课，让学生走进中原、齐鲁、徽州、巴蜀、西北、江南不同区域的社会大课堂增加阅历，邀请各行业优秀人才到学校开办讲座等；拓展层次是根据不同学生的爱好需求开展的科技兴趣教育，是学校科技工作的拓展，包括开设科技类选修课、成立科学社团、赴云南热带雨林等地开展科考活动等；提高层次是针对有特殊需求和非常热爱科技创新的学生进行的科技培优工作，是学校科技教育工作的亮点，包括后备人才计划、翱翔计划、科技俱乐部等走进高校的活动，以及选题培训、论文辅导、答辩练习等竞赛辅导。三个不同层次的科技教育工作内容丰富、形式多样，充分体现了学校面向全体学生设计富有层次的“大科学教育”课程体系是切实可行的。

3 校内外科学教育优势互补与协同发展

校内科学教育具有基础性、全面性、连贯性的特色，注重科学概念体系的建构、科学思维与探究能力的培养、科学态度和价值观的培育。校外科普活动具有前沿性、趣味性、感染力的特色，注重互动参与和普适可及，给参与者带来沉浸式体验。周末、中小学生的寒暑假等节假日是校外科普的黄金时间，科技场馆人声鼎沸，研学活动百花齐放。因此，校内科学教育和校外科普教育从性质、特点、时间等各方面都可以实现优势互补、协同发展，政府、学校和校外科普主体三方需共同努力，营造“大科学教育”的新格局。

3.1 政府应整合各方力量构建“大科学教育”联盟

集中力量办大事是我国治理体系的显著优势。“大科学教育”要求调动社会各方力量，《意见》明确了学校科学教育与校外科普教育的协同关系，要求“学校主阵地”与“社会大课堂”有机衔接、相辅相成，共同建设我国新时代“大科学教育”新格局和新体系。

《意见》的出台为地方政府发挥统筹作用，牵头构建全方位的“大科学教育”联盟指明了方向、提供了依据。如杭州市余杭区将推进“大科学教育 GEES（政府—教育—企业—社会）”行动作为 2024 年的重点行动之一，拟制定实施余杭区“10+1”“大科学教育”行动计划，集聚高校院所、高新企业人才资源，成立一批校外科学教育基地及“以才育才大科学导师”团队，推动引进国家级白名单赛事，全力争创“全国大科学教育实验区”^[5]。2024 年 5 月，北京教育系统关工委为 21 所北京高校的 36 个青少年科普教育基地授牌，囊括在京重点高校的博物馆、标本馆、纪念馆、实验中心、高精尖创新中心等，中小學生将走进高校，通过参观体验获取科学知识、感受科技魅力；一批老院士、老教授将组建“科普演讲团”，面向中小學生开展科普巡讲^[34]。

国际上也不乏在政府支持之下，馆、校、企、社联合推进“大科学教育”的成功先例。如新加坡科学中心在政府支持下成立 STEM Inc，开展 STEM 业界合作计划，邀请谷歌、英特尔、飞利浦医疗等 37 家科技企业和 66 所中学结为合作伙伴，共同促进学生的 STEM 应用学习。该计划开展的活动包括为学校的 STEM 应用学习提供专业建议；为教师、家长提供行业参观、讲座；为学生提供见习机会，让他们跟随公司的科学家和工程师学习；STEM 专业人士指导学生推进项目等^[35]。

3.2 学校应以“大科学教育”观念统筹校内外资源

在政府组建联盟、牵线搭桥的大好形势下，学校应当积极以“大科学教育”观念来统筹校内各门学科和校外科普教育资源，充分利用线上线下资源，带领学生赴场馆、企业、社区、野外等进行主题学习，并加强体验式课程与学校教育的有机融合，增强融合课程自身的系统性和科学性，培养教师团队的大科学课程开发能力。以馆校合作为例，这一教育模式已有较长历史和成熟模式^[36]，有条件的学校可与场馆建立长期合作，开发系统课程，不断升级迭代，惠及全体师生。

例如，史家小学利用地处东城区、靠近国家博物馆的优势，主动谋求与博物馆合作开发系列课程。从2012年开始，小学科学、美术、书法、历史等学科的老师就带着学生一同进入国家博物馆，和场馆内的社会教育人员一起给学生上课。校馆双方共同钻研教材、共同备课，经过一年多的尝试，达成了密切的合作关系，课程也受到了学生们的欢迎。2013年，双方签署项目合作协议，分别派出学科带头人组成项目小组，并选定40多名骨干成员组成开发团队，在对各个学科和博物馆已有资源作整体评估分析后，开发出一套覆盖3~6年级的数学、语文、音乐、美术、书法、品德与社会、科学、劳动技术等各个学科的课程体系。在此过程中，国家博物馆的工作人员精选500多件文物，向史家小学的老师逐一讲解，史家小学老师在此基础上提出学科专业意见，双方讨论近百次，最终形成涵盖150个教学主题、共计近40万字的博物馆课程系列教材《写给孩子的传统文化——博悟之旅》丛书^[37]。

3.3 校外科普教育应提高面向学校师生的针对性

校外各类科普主体在设计科普装置、开发科普内容时，应注重对不同年龄受众的针对性。尤其是考虑到与学校教育的协同时，

对于展品、内容、课程适合的年龄群体，以及其与学校科学教育的结合方式也应该充分重现，甚至对教师使用这些资源的具体方式也可以给出指导意见，从而提高面向学校师生群体的针对性和服务的专业性。

例如，新加坡科学中心（Singapore Science Centre）官方网站设有“面向学校”专栏，针对中小学各个学段、年级，提供数学、物理、化学、生物、计算、工程等多学科、不同领域的丰富课程，既有线上线下的送课到校，也有在科学中心实地开展的实践活动。校方在官网上检索，即可看到各门课程的授课方式、教学目标、主要内容、授课时长、适合年级、容纳人数、相关资源等，然后按需预约即可。对于到科学中心实地参观的课程，通常都有专门为之开发的学习任务单，供学生自助参观使用。除了面向学生的各种实践课程、拓展计划、科技比赛、实习项目等，新加坡科学中心还利用其场地和设施面向中小学教师提供专业发展培训服务^[38]。

为了更深入地挖掘展品和科普资源的教育价值，科普机构还可面向教育者提供详细的教学指南。例如，将展品与学校教育相关科目和常用版本教材的具体联系以列表呈现，对参观前、中、后可开展的教学活动进行详细指导，包括参观前教育者应了解的学习目标、问题讨论、视频资源，参观中的规范解说词、适宜现场开展的游戏和能够激发思考的问题，参观后的要点总结、拓展阅读资源、延伸活动设计等^[39]。

4 结语

“大科学教育”作为我国科学教育改革的新愿景和新观念，既适合当代国际科学和科学教育发展的大趋势，又切合我国科学和科学教育发展的迫切需求。“大科学教育”的提出，对当前和未来我国科学教育的理论与话

语建构、科学教育的实践改进、科学教育政策的制定，都具有重大的理论意义和实践意义。在“大科学教育”视野下，学校科学教育需要更新课程、整合资源、加强顶层设计，构建完整贯通的“大科学教育”体系；政府

应整合各方力量、搭建桥梁，构建“大科学教育”联盟；校外科普教育应百花齐放，在追求高品质发展的同时，应与学校科学教育主动结合，提高面向师生群体的内容、形式的针对性和服务的专业性。

参考文献

- [1] 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]. (2023-05-17) [2024-03-15]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202305/content_6883615.htm.
- [2] Weinberg A M. Impact of Large-Scale Science on the United States: Big science is Here to Stay, but We Have yet to Make the Hard Financial and Educational Choices it Imposes[J]. Science, 1961(134): 161-164.
- [3] Weinberg A M. The Federal Laboratories and Science Education: By Playing a Greater Role in Education, Big Science Can Diminish the Manpower Shortage it Has Created[J]. Science, 1962(136): 27-30.
- [4] Price D J de S. Little Science, Big Science[M]. New York: Columbia University Press, 1963.
- [5] 杭州市余杭区教育局. 杭州市余杭区教育局 2023 年工作总结和 2024 年工作思路 [EB/OL]. (2024-03-29) [2024-03-30]. https://www.yuhang.gov.cn/art/2024/3/29/art_1229548553_4250709.html.
- [6] 范冬萍, 杨波. 复杂性科学视野下大科学教育理念与跨学科学习系统策略 [J]. 系统科学学报, 2023, 31(4): 35-39.
- [7] 侯怀银, 刘璐瑶. 新时代科学教育学学科建设探讨 [J]. 云南师范大学学报(哲学社会科学版), 2024, 56(2): 137-147.
- [8] 习近平. 加强基础研究 实现高水平科技自立自强 [J]. 求知, 2023(8): 4-6.
- [9] Charitos P, Arabatzis T, Cliff H, et al. Big Science in the 21st Century: Economic and Societal Impacts[M]. Bristol: IOP Publishing, 2023.
- [10] D·普赖斯, 穆素娉.《小科学, 大科学》的由来与发展 [J]. 科学学与科学技术管理, 1984(9): 14-15.
- [11] 李以章. 从空间科技发展看大科学的特点 [J]. 科学学研究, 1985(4): 56-61.
- [12] 司岩. 第二单元大科学观 [J]. 瞭望周刊, 1986(6): 46-48.
- [13] 司岩. 第二单元·第二讲大科学的群体观念(上) [J]. 瞭望周刊, 1986(7): 47-48.
- [14] 司岩. 第二单元·第二讲大科学的群体观念(下) [J]. 瞭望周刊, 1986(8): 47-48.
- [15] 司岩. 第二单元·第三讲大科学的系统观念 [J]. 瞭望周刊, 1986(9): 47-48.
- [16] 司岩. 第二单元第四讲大科学的模糊观念(上) [J]. 瞭望周刊, 1986(10): 47-48.
- [17] 司岩. 第二单元第四讲大科学的模糊观念(下) [J]. 瞭望周刊, 1986(11): 46-47.
- [18] 王德禄, 孟祥林, 刘戟锋. 中国大科学的特征——“两弹一星”研制过程中的集体主义主导地位及其经验的研究 [J]. 民主与科学, 1991(2): 36-37.
- [19] 王德禄, 孟祥林, 刘戟锋. 中国大科学的运行机制: 开放、认同与整合 [J]. 自然辩证法通讯, 1991(6): 16-24.
- [20] 王素莉. 大科学机制: 新中国的科技体制与民族精神的认同 [J]. 自然辩证法研究, 1995(3): 38-42.
- [21] 赵红州, 束洪福. 国家事务的科学卫士——论美国的“大科学” [J]. 科学学与科学技术管理, 1994(7): 40-44.
- [22] 玉庆华, 宇尘. 大科学与日本 [J]. 国外科技动态, 1994(7): 10-13.
- [23] 石果, 薛顺震. 联邦德国的大科学研究与国际合作 [J]. 全球科技经济瞭望, 1997(3): 54-55, 51.
- [24] 徐飞. 论大科学环境下跨学科人才的培养 [J]. 教育与现代化, 1994(4): 114-122.
- [25] 梁启超. 科学精神与东西文化 [EB/OL]. (2020-07-30) [2024-02-15]. http://www.bjb.cas.cn/tbzt2016/dnzt/sd/jdwz/202007/t20200730_5648345.html.
- [26] 贝尔纳. 历史上的科学 [M]. 北京: 科学出版社, 1981: 6.
- [27] 约翰·齐曼. 元科学导论 [M]. 湖南: 湖南人民出版社, 1988: 6-7.
- [28] 臧小林. 社会工作视角下少数民族大学生思想政治教育的大教育观探析 [J]. 黑龙江民族丛刊, 2012(3): 173-177.
- [29] 王素清. 论大科学与大教育的特征 [J]. 软科学, 1994(1): 26-27.
- [30] 科技部. 科技部发布 2022 年度全国科普统计数据 [EB/OL]. (2024-01-11) [2024-02-15]. https://www.most.gov.cn/kjbgz/202401/t20240111_189336.html.
- [31] 王耀村. 培育科学素养: 初中综合科学课程建设的浙江探索 [J]. 全球教育展望, 2021, 50(12): 115-128.
- [32] 黄真. 中美小学科学教材连贯性比较研究 [D]. 北京: 首都师范大学, 2024: 70.

- [33] 温州市教育局. 温州市教育局等八部门关于印发《新时代温州中小学科学教育实施方案》的通知 [EB/OL]. (2023-09-12) [2024-02-30]. https://zjjcmpublic.oss-cn-hangzhou-zwynet-d01-a.internet.cloud.zj.gov.cn/jcms_files/jcms1/web2544/site/attach/0/1e92b0d3701244879981da70e1b39935.pdf.
- [34] 首都教育. 北京 21 所高校 36 个科普教育基地挂牌 [EB/OL]. (2024-05-28) [2024-05-28]. https://news.eol.cn/yaowen/202405/t20240528_2612733.shtml.
- [35] 刘帆. 新加坡——多元主体参与整合 STEM 教育 [N]. 现代教育报, 2023-09-12(A07).
- [36] 宋娴, 孙阳. 西方馆校合作: 演进、现状及启示 [J]. 全球教育展望, 2013(7): 98.
- [37] 吴梦. 国际视野下北京市中小学综合实践活动课程开发研究 [D]. 北京: 首都师范大学, 2018: 49-51.
- [38] Singapore Science Center. For Schools: We Complement the School Science Curriculum with Inspiring Hands-on Learning Experiences [EB/OL]. [2024-02-30]. <https://www.science.edu.sg/for-schools>.
- [39] 刘帆. 新加坡: 让博物馆成为儿童喜欢的大课堂 [N]. 现代教育报, 2023-6-20(A07).

(编辑 颜 燕 荆祎澜)

(上接第 21 页)

具备高阶科学素质人群呈现出兴趣导向, 自主获取科技信息且较多参与科学; 具备科学素质人群兼具兴趣导向和需求驱动, 参与科学的程度较高; 具备基本科学素质人群有较强的需求驱动, 通过各类专业和社交渠道获取科技信息; 具备较低科学素质人群有需求驱动导向, 主要通过社交和传统媒体获取科技信息的科学素质发展特征。针对上述特征, 科普工作应以效果为导向, 精准对接需求, 促进较低等级科学素质人群提升科学素质, 逐步改变当前的金字塔式分布结构。

6.3 进一步优化完善科学素质分级评级方法

本文分析表明, 分级评价能够清晰反映

出不同科学素质等级的层次分布, 对于不同等级人群的科学素质发展特征有了明确认识。在此基础上, 本文认为还需进一步探索不同等级之间的层次递进关系, 在个体层面上进一步加强对科学素质发展规律的认识, 促进具备较少和基本具备科学素质人群, 向具备和具备高阶科学素质等级迈进。

此外, 分级评价对科学素质测评工具的信效度和数据采集的稳定性以及调查质量提出了较高要求。从现有 2022 年以及 2023 年的两次调查数据来看, 科学素质分级评价在总体结果上保持了较好的稳定性, 但在个别地区存在波动, 仍需积累连续调查数据进行优化完善。

参考文献

- [1] Miller J D. The Measurement of Civic Scientific Literacy[J]. Public Understanding of Science, 1998, 7(3), 203-223.
- [2] Fundamentals of Item Response Theory[J]. Choice Reviews Online, 1992, 29(7): 29-4185.
- [3] Sheng Y Y, Wikle C K. Bayesian IRT Models Incorporating General and Specific Abilities[J]. Behaviormetrika, 2009, 36(1): 27-48.
- [4] Satir V. Models of Perceiving the World[J]. Journal of Couples Therapy, 2001, 10(1): 1-8.
- [5] Penfield R D. Unique Properties of Rasch Model Item Information Functions[J]. Journal of Applied Measurement, 2005, 6(4): 355-65.
- [6] OECD, PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education[M]. Paris: OECD Publishing, 2023.

(编辑 颜 燕 和树美)

influence economic development and innovation. In conclusion, binary classification and graded evaluation of scientific literacy are complementary. While binary classification is straightforward and directly corresponds to scientific literacy, graded evaluation, as an extension of binary classification, can further delineate the distribution of scientific literacy among different populations, providing a more comprehensive reflection of their structural development characteristics.

Keywords: scientific literacy; graded evaluation; structural feature

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.002

Exploration of the Current Situation and Development Strategies of Scientific Literacy of Workers in New Forms of Employment

Huang Yuele Feng Tingting Ma Kunxiang Gao Hongbin

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)

Abstract: The new forms of employment are becoming a new growth pole for employment and economic development, and the scale of workers in new forms of employment is constantly expanding. To understand the current situation of scientific literacy of workers in new forms of employment in China, this paper analyzes the development situation and characteristics of workers in new forms of employment based on the 13th National Civic Scientific Literacy Sampling Survey. The results show that the level of scientific literacy of workers in new forms of employment in China is relatively low, and there are differences in the level of scientific literacy among workers in different regions and different classification groups. Workers in new forms of employment perform well in applying science. Internet channels such as short videos are their main channels for obtaining scientific and technological information. Workers in new forms of employment are interested in science and technology and hold a positive attitude. They are willing to visit and use science and technology venues, and lack of time is the main reason for restricting their use of science popularization facilities. Based on this, it is proposed to attach importance to improving the scientific literacy in new forms of employment, focus on the main information sources of workers in new forms of employment, and strengthen the social responsibility of relevant subjects. Utilize unique resources, grasp key nodes and places, and classify and accurately popularize science. Facing the future development trend, we should take practice as the orientation and deepen the customization of science popularization content.

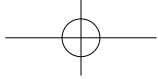
Keywords: new forms of employment; scientific literacy; digital economy; science popularization

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.003

On the Synergetic Development between School Science and Science Popularization under the Vision of Big Science Education

Liu Fan Shen Leina Ding Bangping

(College of Education, Capital Normal University, Beijing 100037)



Abstract: The rapid advancement of science and technology, and the global trend of reform in science education, urgently call for new discourse and concepts of “Big Science Education”. This concept stems from the era’s characteristics, a broad understanding of science, and the need to prepare students to tackle 21st-century challenges and solve complex problems. In the vision of “Big Science Education”, schools should be the main arena for science education, continuously enhancing the coherence and integration of science curricula to build a comprehensive education system. School-based science education and extracurricular science popularization should develop in synergy, with governments integrating all efforts to establish “Big Science Alliances”, schools coordinating internal and external resources based on “Big Science Education” and developing courses collaboratively, and science popularization institutions targeting teachers and students effectively.

Keywords: Big Science Education; school science; science popularization; synergetic development

CLC Numbers: {G40-01}; N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.004

Experiences and Implications of the Scientific and Technical Curriculum Setting for General Education in American Universities: Based on the Cases of Two Top-Ranking Universities

Gao Xiaoyi¹ Ren Jiani¹ Zhao Mingyu²

(Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)¹

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)²

Abstract: As the world’s top-ranking universities and the birthplace of general education reform, Harvard and Stanford have carried out several rounds of general education reform and established a well-structured general education system emphasizing science and technology, which can provide a reference for Chinese universities to keep up with the development and changes of the globalization and reshape their scientific and technical curriculum setting for general education. Based on the curriculum outline, student handbook and literature, this paper analyzed the history and reality of scientific and technical curriculum setting for general education in two universities, and summarized their advanced experience. The results showed that: in terms of goals and ideas, the scientific and technical curriculum setting for general education in American universities are committed to cultivating world citizens with scientific spirit and capable of making scientific decisions; in terms of the selection of course themes, their courses are based on historical and social backgrounds, oriented to the future, and focused on global scientific issues; in terms of the organization of contents, their courses advocate interdisciplinary and case learning, and integrate the courses with driving questions. Drawing on the above experience and based on the characteristics of Chinese universities, Chinese universities should clarify the orientation of scientific and technical curriculum settings for general education and update the curriculum objectives based on the current realities of the country and the university; highlight the integration of disciplines, grasp the dynamics of scientific and technological development and the focus of international competition; and follow the thinking progression and practical logic to build an integrated framework of scientific and technical contents.

Keywords: American universities; scientific and technical general education curriculum; general education; curriculum setting

CLC Numbers: G53/57 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.005