

【比较与借鉴】

科学教育：大国博弈的前沿阵地

——国际科学教育战略与发展路径研究

课题组

【摘要】伴随国际竞争日趋激烈，科学教育作为建设世界人才中心与创新高地的推进器，再次受到各国高度重视。从历史发展来看，自“二战”结束以来，欧美国家科学教育政策随国际格局的变化而演进，经历了“精英化”“大众化”“STEM 教育化”和“战略化”四个发展阶段。在实施路径上，注重学校教育和校外教育的有机结合，其中前者包括面向科学领域英才儿童的早期培育和面向普通儿童的学校教育两类，后者主要包括开展科技竞赛活动和积极利用科技场馆、科研院所等学习资源。在支撑体系建设上，国际上从师资、专业人才、专业平台和家校社联动等方面采取了行动。借鉴国际科学教育经验，我国应完善科学教育专项政策设计、强化科学人才贯通培养体系、健全科学教育社会支持体系、持续提高科学教育和科学人才国际竞争力。

【关键词】科学教育；科技创新；大国博弈；英才儿童教育

【作者简介】课题组，本课题组负责人系中国教育科学研究院比较教育研究所所长王素研究员；执行负责人系中国教育科学研究院比较教育研究所助理研究员张永军（北京 100088）；课题组成员包括（按姓氏笔画排序）方勇、苏红、吴云雁、张珊、张晓光、赵迎结、赵章靖、姜晓燕、秦琳、袁野、黄瑄、康建朝。

【原文出处】《中国教育月刊》（京），2022.10.25～31

【基金项目】本文系中国教育科学研究院 2022 年度基本科研业务费专项资金所级项目“国际比较视野下中小学科学教育实施模式与支持体系研究”（项目编号：GYI2022021）研究成果。

在百年未有之大变局下，创新人才尤其是科技创新人才越来越成为决定国家竞争优势的一个关键变量，由此也带来了各国对科技教育的重点关注，纷纷从国家战略的高度出台相关支持和发展政策并采取行动。本文聚焦科技教育中的“科学教育”，从国际比较的视角，就科学教育的世界发展格局、国际科学教育政策演进、国际科学教育的实施路径、国际科学教育的支撑体系、国际科学教育的借鉴等内容进行分析。

一、科学教育的世界发展格局

从全球视野来看，目前美国仍然是世界科学中心和人才中心，而全球创新高地则呈现由美国、西欧和东亚组成的“三足鼎立”态势。相比较而言，我国在这些方面还有所落后，需加强科学教育发展。

（一）美国仍是世界人才中心，但不再独占世界创新高地

按照日本科学史家汤浅光朝（Yuasa Mitsutomo）的研究，近代以来科学活动中心在世界范围内存在周期性转移现象，依次为意大利、英国、法国、德国和美国，每个国家科学活动鼎盛期大约是 80 年左右。^[1]世界科学中心与世界人才中心是相一致的，而且相互促进。正因为如此，美国目前没有如汤浅

光朝的预测在 2000 年前后退出世界科学中心。例如，在国际顶尖科学成果上，2001 年—2021 年美国获得诺贝尔科学奖的人数占获奖总数的 52.1%；在人才竞争力上，2021 年美国旧金山位居世界城市人才竞争力的榜首，波士顿和西雅图分列第三名和第八名，总体排名美国位居第三^[2]；在基础科学研究上，主要世界大学排行榜中，前 10 名中美国大学一直都保持至少一半的席位。^[3]

然而从全球科技创新集群分布来看，美国却并非一枝独大。例如，根据《2021 年全球创新指数》报告，排名前 100 位的科技集群集中在 26 个经济体，其中 3/4 分布在美国、西欧和东亚。美国拥有 24 个科技集群，西欧拥有 22 个科技集群，东亚拥有 29 个科技集群，三地成为全球创新策源的主要区域。^[4]

（二）中国成为世界人才中心与创新高地潜力巨大

从人才总体规模来看，我国近年来一直稳居世界第一。例如，2020 年我国科学研究与试验发展（R&D）人员全时当量已经达到 509.2 万人年，年均增长超 7%^[5]；2020 年全球 6167 位高被引科学家名单中，我国内地上榜人数达 770 人次，排名世界第

一^[6]。然而从人才相对数量来看,我国与发达国家还存在一些差距。例如,目前我国 R&D 研究人员在 R&D 人员中的占比仅为 43.9%,而世界主要国家都在 50.0% 以上,韩国 R&D 研究人员占比更是高达 81.5%;2021 年每百万人中 R&D 研究人员的数量我国有 1307 人(第 47 位),而排在第一的韩国有 7980 人,是我国的 6 倍。^[7]另外,在人才竞争力方面,我国近年来尽管增长较快,但是在分项指标上不均衡,2021 年总体位居全球第 37 位,在留住人才方面排在第 70 位,在吸引力指标上更是排在第 78 位。^[2]世界人才中心的形成也有赖于一流大学的支撑。然而我国首批建设的 42 所世界一流大学在世界大学排行榜中主要集中在 101 名~500 名区间,差距较大。^[8]

在创新高地建设上,我国全球领先的科技创新高地数量仅次于美国,但缺少国际顶尖科技人才和创新团队。例如,在《全球创新指数》报告中,2021 年我国已经位居世界第 12 位,有 20 个科技集群进入前 100 个全球领先的科技集群;美国 15 个科技集群共集聚了 198 位国际顶级科技奖项获得者,平均每个城市拥有 13.2 个,而北京仅拥有国际顶级科技奖项获得者 5 个。^[4]

(三)科学教育是建设世界人才中心与创新高地的推进器

首先,科学教育是培养拔尖创新人才的摇篮。以美国为例,在 1957 年苏联成功发射人造地球卫星后,就把狠抓科学教育作为一个重要举措,先后推出了多项增强科学教育的措施和法案,为 STEM 人才提供充足的发展机会。截至 2019 年,美国 STEM 专业中硕士生和博士生占比分别为 24% 和 5%,高于我国的 13% 和 2%。^[9]再以诺贝尔科学奖为例,1901 年~2011 年共有 549 名科学家获奖,其中具有博士学位的比例为 94.57%,诺贝尔物理学奖、化学奖、生理学或医学奖获得者接受过研究生教育的比例分别为 95.84%、98.13% 和 98.49%^[10],这说明接受高质量的科学教育,尤其是研究生科学教育,是科学创新的一个重要因素。

其次,科学教育是提高全体国民科学素养的根基。仍以美国为例,二战之后,美国为了保持其经济与科技大国的国际地位,在科学教育方面接连进行了大规模的改革,包括科学课程的现代化、普及科学教育、提高科学教师专业水平等,这些不仅提升了本国公民的素质,也为从中成长出拔尖创新人才打下了良好的根基。

二、国际科学教育的内在驱动及政策演进

自第二次世界大战结束以来,科学教育在各国都得到了普遍重视,并随着国际格局的变化而演进,在政策上经历了“精英化”“大众化”“STEM 教育化”和“战略化”四个发展阶段。

(一)精英化阶段(1950 年~1970 年)

第一阶段从 1950 年至 1970 年,该阶段的一个重要时代背景是美苏冷战对抗,由此也使欧美国把培养拔尖人才作为科学教育政策的主要目标。例如,1950 年,美国率先通过立法的形式成立了国家科学基金会(National Science Foundation, NSF),该基金会最初提出加强大学科学教师培训,后来又扩展到中学科学教师,并进而延伸至中学科学课程的研发设计。1957 年苏联成功发射人造地球卫星进一步激发了美国对科学精英人才培养的重视,并于次年颁布《国防教育法》(National Defense Education Act),提出将科学、数学和现代外语作为国家财政资助的三个重点学科,与此同时还提出大力发展理工科天才儿童教育。^[11]

(二)大众化阶段(1971 年~2000 年)

第二阶段从 1971 年至 2000 年,该阶段的一个重要时代背景是世界走向多极化,在科学教育上欧美国开始把提高全民科学素养纳入政策目标。例如,美国 1983 年发布的《国家处在危险中:教育改革势在必行》(A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform)报告提出提高教育公平机会、提高科学课程地位、强化科学教师补充等。在此报告影响下,1985 年美国促进科学协会(American Association for the Advancement of Science)联合美国科学院等机构启动了一项面向 21 世纪、致力于科学知识普及的中小学课程改革工程——“2061 计划”。^[12]

(三)STEM 教育化阶段(2001 年~2016 年)

第三阶段从 2001 年至 2016 年,该阶段经济全球化开始繁荣发展,知识经济兴起,欧美国在科学教育政策上的一个显著特点是开始强化科学教育与技术教育、工程教育与数学教育的跨学科融合,即在“STEM 教育”概念框架下推进科学教育。此间,美国、英国、德国、澳大利亚等国都在国家层面制定了 STEM 政策,如美国 2013 年发布了《STEM 教育五年战略规划》(The National Science and Technology Council's Committee on STEM Education Releases 5-Year Strategic Plan),英国 2002 年发布了《促进成功的科学、工程、技术:STEM 人才储备》等(SET for Success: The Supply of People with Science, Technology, Engineering and Mathematics Skills)。

(四)战略化阶段(2017 年至今)

第四阶段从 2017 年开始,该阶段“逆全球化”开始抬头,科技战再次打响,强化战略布局并将科学教育提高到维护国家安全高度成为欧美国科学教育政策的重要特点。如美国 2018 年发布《为成功规划路线:美国 STEM 教育行动方略》(Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education),提出要确保美国作为 STEM 创新

和就业的全球领导者的地位。同时,全方位创新科学教育生态体系成为美国的一个重要政策特点,包括依托全社会力量(如科研机构、行业协会、社会组织等)来共同推进科学教育、进一步加强全民科学素养教育、围绕数字经济竞争改革科学教育课程、利用数字技术促进科学教育教学模式变革、重视科学教师持续专业发展、提高科学教育国际化水平等。^[13]

三、科学教育实施路径国际比较

国际上科学教育的实施注重学校教育和校外教育的有机结合,其中前者包括面向科学英才儿童的早期教育和面向普通儿童的学校教育两类,后者主要包括开展科技竞赛活动、积极利用科技场馆和科研院所等学习资源。

(一)英才儿童早期培育:分组、加速与充实

在英才儿童教育的政策支持上,有的国家主要以教育公平为依据,有的则以服务国家战略为依据,有的将英才教育融入主流教育政策,有的则制定了专门的英才教育政策。此外,一些国家还建立了专门的组织协调机制和天才儿童信息库,如俄罗斯的“天才儿童教育中心”、韩国的“英才教育数据库”等。

在英才儿童教育的具体实施上,一般都遵循分组、加速、充实等基本原则。分组是将英才学生作为一个群体,设立特别学校或特别班级对其进行专门培养,如德国的文理中学、以色列的英才班等。加速是通过一定的评估机制,允许高天赋学生提前入学、跳级或者跨年级学习、超前学习,以满足其特殊学习需求。充实是通过课程、学习内容或者教学形式的延伸拓展,为英才儿童提供更具深度和广度的学习活动。

各国在英才教育实施上也形成了一些自身的特色。例如,在美国,多所大学均设有英才教育中心,实施“英才搜索计划”,面向英才学生提供测试评估和暑期课程等形式的补充教育,该计划还搜索和招收外国英才儿童。俄罗斯在英才教育实施上注重校外补充教育和学科分组培养,前者除了由少年宫等机构开展的数学、自然科学、科技等领域补充教育外,还包括联邦政府支持的80多个“天狼星”教育中心和200多个“量子智慧”儿童科技园^[14]。以色列和韩国均自上而下构建了专门的英才教育管理体系。德国虽没有专门的英才教育体制,但在其基础教育的各个阶段融入了英才学生培养相关安排,各地方和不同社会主体也进行了多样化的英才教育探索。

在英才教育保障体系建设上,各国都强调要系统开展英才教育教师培养、通过专业组织和学术研究机构为英才教育提供科学引领、多元主体共同构建英才教育社会支持体系等。

(二)普通学校教育:小学开始普及而高中出现分流

在普通学校实施科学教育是世界各国的普遍做法,而且大多从小学阶段就开始设置相应课程。具体而言,小学阶段以课程融合为主,课程名称在不同国家不尽相同。例如,在爱尔兰,小学的科学课程被称为“社会、环境与科学教育”,加拿大称为“科学与技术”,英国称为“科学”。这一阶段重在对学生科学兴趣的引导、好奇心的激发和良好科学探究习惯的养成,主要采用项目式学习、主题化学习等。中学阶段,各国基本采用分科教学方式,主要包括物理、化学和生物三科,强调学生对科学本质的理解,在科学探究过程中掌握科学方法,发展科学思维,注重问题解决能力的培养。在课时安排上,大多数国家的中小学都给予科学课程很大比重,仅次于母语和数学。具体如英国每周2~3.5小时,美国每周3.5~4小时,澳大利亚每周2~3小时,加拿大每周1.5~2.5小时,爱尔兰每周2~3小时等。

在高中阶段,部分国家还设立了专门高中来实施科学教育。例如,美国建有“STEM高中”,分精英式STEM高中、包容式STEM高中和职业技术式STEM高中。^[15]日本设有“超级科学高中”,包括基础工程和重点工程两类,前者分为开发型、实践型和先导改革型学校,后者分为广域合作型、海外合作型、全球性问题社会共创型、高大衔接型及其他。^[16]韩国建有科学高中和科学英才高中,均以培养科学人才为目标,前者重视学生的通识知识和才能,后者更加重视深化学生某一特定科学领域的特殊才能。^[17]俄罗斯设置了名为“专业教育和科学中心”的科学高中,以培养科技人才为目标。德国的科学高中主要指的是以数学、科学以及技术为特色的文理中学高中阶段,在课程设置上,该类高中采取课程制,由学生依据其喜好与发展方向自由选择学习课程与重点科目,这些课程的成绩将根据一定的计算方式纳入高中毕业考试成绩。

(三)利用竞赛活动服务科学人才培养与选拔

在国际上,科技竞赛活动是科学人才培养与选拔的重要补充。首先,通过严谨规范的赛事规则及流程选拔优秀人才。如美国科学与公众协会主办的国际科学与工程大奖赛(ISEF),其赛事安排和活动组织具备精细化的竞赛类目设置、规范合理的规则及流程、科学严谨的评审机制等显著特点。其次,以竞赛辐射对青少年创新、问题解决等能力的培养。仍以ISEF为例,全球每年有约300万~500万名学生会提交参赛科研项目,但最终只有约1200名学生能够获得参赛资格。最后,给予优秀人才顶级深造机会,鼓励投身科学事业。除丰厚奖金之外,在各个国际科技竞赛中获得奖项的参赛者还将

收获更多具备长期价值的奖励。例如,ISEF 赛事因具有较强国际影响力,其参赛经历和获奖情况在申请大学时亦为美国知名大学所看重,麻省理工等顶尖名校的招生官员甚至会作为评委在该全球决赛中挑选合适的招录人选。ISEF 各类别的一等奖、二等奖获奖者还将被授予以自己的名字命名小行星的殊荣,年满 18 周岁的最佳获奖者还可受邀参加当年诺贝尔颁奖典礼。

(四) 利用科技馆和科研院所的学习资源

在科技馆的利用方面,一是开展开放式科学知识普及及互动参与活动。例如,伦敦科学博物馆将一系列与课程相关的互动表演、研讨会、微视频等带入中小学、社区、科学俱乐部等,方便大众理解科学。二是通过馆校合作促进科学教与学协同发展。例如,美国芝加哥科学与工业博物馆与学校合作推出了面向 K-8 年级的“科学领导力计划”项目,为每个伙伴校提供“学校支持工具”“博物馆工作会议组”“教师领导群”“管理群”“跨学科工作小组”等支持资源,同时还为每个合作校提供一个数据库,用于管理相关信息。三是综合运用新技术手段提高科学学习真实体验。例如,美国明尼苏达科技馆的皮克斯动画电影的主题公园,通过动画主人公的展示结合虚拟现实技术向孩童传输知识。另外,明尼苏达科技馆还通过 VR 技术与 IMAX 技术向公众展示海洋的秘密,如同亲临南太平洋一般来一次深海探险。

在科研院所的利用方面,一是协力促进全民科学参与。例如,美国科学教师协会(NSTA)、美国科学促进协会(AAAS)等机构承担了很多大型的科学课程改革以及教师专业发展等工作。二是设立多样项目和奖励激发科学学习热情。例如,英国维康信托基金会(Wellcome Trust)自 2003 年已在国家 STEM 学习中心投资了 4500 万美元用于科学相关专业发展。三是推进线上线下融合发展回应数字化时代的科学教育发展需求。例如,英国科学协会(BAAS)举办英国科学节、英国科学周,公民科学活动、国家科学工程大赛(NSEC)。日本科学协会(JSS)设立科学实验站,包括科学世界、自然和文化相关的各种主题,适用于儿童和成人,激发人们的好奇心,满足人们的探索欲望,并举办一系列活动,推广体验式教学法。

四、科学教育支撑体系国际比较

为促进科学教育的健康持续发展,国际上建立了多元立体的支撑保障体系,涉及师资、专业人才、专业平台和家校社联动等方面。

(一) 强化科学教师专业培养标准建设

在科学教师培养上,很多国家都制定了专业标准,使科学教师职前培养有据可依,如英国的《职前小学科学教师培养课程》、美国的《科学教师培养标

准》、澳大利亚的《全国高水平科学教师标准》等。在科学教师队伍充实上,主要有三种方式。一是在师范院校和综合大学开设科学教育专业学士课程;二是对非师范类理工科毕业生提供硕士学位课程或教育科学培训;三是形成科学教育共同体,让没有正式“教师”称号的人参与科学教育工作。在科学教师持续专业发展上,通常有三种路径:一是由政府出台政策,高校和科研机构提供培训服务;二是专业机构通过研制教师标准、提供专业认证等方式激励教师持续专业成长;三是吸纳社会力量广泛参与,通过项目、资金等支持科学教师培训。

(二) 重视科学教育高层次专业人才培养

在高层次专业人才培养方面,国际上一般在本科、硕士和博士阶段都设有相应的学位课程。本科阶段的科学教育既有以培养中小学科学教师为目标的课程,也有追求学术研究的课程。例如,在美国佛罗里达州大学等院校,科学教育专业本科生可以根据幼儿园至 5 年级、4~8 年级、7~12 年级 3 个不同层次来选择学习的课程和决定未来从事的职业,不同层次的课程方案要求也有所差异。

在硕士和博士阶段,除了培养从事科学教育研究者外,还培养科学教师教育者,即既具有科学背景又具有科学教育理论与实践知识的人员。例如,英国约克大学等大学科学教育专业硕士研究生招生,倾向于录取在教育系统或相关领域有两年或以上相关经验的在职人员。课程设置注重综合化,鼓励学生跨系、跨校选课。

(三) 完善社团、学术和资金支持平台建设

在专业社团方面,许多国家都成立了专门的科学教育社会组织,如美国科学促进会、美国国家科学教师协会、英国科学教育协会、英国科学学习中心等都是典型代表。这些专业组织参与支持科学教育的主要途径包括立法与决策咨询支持、组织开展教师培训与专业发展、组织开展学术会议与科学教育传播活动、参与中小学科学课程教学管理等。例如,美国 STEM 教育联盟主要为美国国会、政府和机构提供相关决策咨询,并督促美国 STEM 教育发展。

在学术支持方面,一是普遍重视科学教育学术期刊建设。如英国有《科学教育》(Education in Science)、《小学科学评论》(Primary Science Review)、《学校科学评论》(School Science Review)和《科学教师教育》(Science Teacher Education)等期刊,澳大利亚有《科学教育研究》(Research in Science Education),美国有《科学教育者》(Science Educator)等。二是重视科学教育学科建制。科学教育学通常按狭义和广义来加以建设,前者主要研究各级各类学校的自然科学教育、课程、教学、学习与评价等方面的理论与实践问题,后者则包括数学教育、

技术教育,乃至社会科学教育及校外科技教育等方面的理论与实践问题。三是在大学和研究机构建立专门的科学教育研究中心,如英国伦敦大学国王学院和里兹大学的科学与数学教育研究中心、德国基尔大学的科学教育研究所、法国国家教育研究所下设的科学教育研究部等。

在资金支持方面,许多国家都设立了专门的基金会并鼓励民间机构和组织赞助。例如,美国国家科学基金会下设“教育与人力资源”局,资助科学教育与普及研究和活动。“教育与人力资源”经费占 NSF 总支出的比例约 13% 以上。其中“非正规科学教育”项目经费占 NSF 总支出的比例长期稳定在 1.1%。美国政府还积极与民间联盟或企业沟通与协助,为科学教育争取最大限度的资金支持与技术赞助。

(四)探索科学教育的家校社、媒体等跨界联动
为推进科学教育发展,一些国家构建了家庭—学校—社会协同育人模式。例如,美国自然历史博物馆联合纽约市教育局及其他文化及教育机构发起的“城市优势”项目,其目标是通过培训为家庭、学校、社区提供丰富的校外资源,最终帮助中学生更好地完成科学探究项目学习。该项目将家庭视为科学教育重要组成要素,设计了专门的家庭指导手册,分发到参与项目的学生家庭。另外,以高质量科学传播产品为中介承载媒体的科学教育社会责任。例如,美国政府制定了相关政策法规来鼓励媒体实施科学普及,并向科学教育媒体投入发展资金。^[18]

五、建设科学教育强国的国际借鉴

在我国推进教育现代化发展进程中,特别是在当前国际格局重塑背景之下,科学教育的重要性愈加凸显,需要进一步加强。结合国际科学教育发展的经验及未来动向,我们认为可以从政策设计、人才贯通培养、社会支持体系、国际竞争力等方面来着手。

(一)完善科学教育专项政策设计

目前,我国的科学教育专项政策主要集中在科学普及教育领域,学校教育中的科学教育还缺少专项的政策文件支持。而从近些年来西方发达国家的发展来看,推出专门的政策已经成为共同的战略选择,而且更加注重跨学科设计,或以“科学与技术教育”或以“STEM 教育”等名义提出。例如,美国联邦众议院通过的《2022 美国竞争法案》建议修订《1992 年科学与先进技术法》,将其中“科技教育”“核心科学和数学课程”变更为“STEM 教育”“核心 STEM 课程”。^[19]尽管近些年来,我国学术研究领域和实践领域对 STEM 教育给予了很多关注,但在国家政策层面尚无相关的专项文件支持。因此,有必要完善这方面的政策设计,具体来说,可以立法为

基础,联合政府多部门统筹制定英才教育体系建设、科学教育内容建设、科学教师队伍建设、科学教育生态建设等科学教育关键领域政策,对法律法规进行不断完善与迭代,推动科学教育有效实施。在相关政策推行过程中,强化科学教育研究的引导性作用,发挥科学家的专业性作用,体系化构建覆盖英才学生筛选、科学教育内容、科学教育教学、科学教育评价、科学教师职前培养与职后培训、科学教育共建生态等要素的科学教育标准,推动我国科学教育规范、高效发展。

(二)强化科学人才贯通培养体系

在我国,科学教育在各学段之间的衔接除了升学考试这一通道外,其他方面还不是很完善,同时科学英才儿童教育体系和大众科学教育体系也没有完全打通。结合国际做法,建议从以下方面加强。一是确立科学教育服务国家科技创新发展与国家安全的人才培养目标,从科学人才的国家和社会实际需求出发,在高等教育、职业教育、基础教育等阶段自上而下延展分解科学教育培养目标与内容,构建科学教育贯通培养机制,实现科学人才的精准、高效培养。二是在英才教育层面,独立构建英才学生贯通培养机制,为英才学生提供清晰的升学发展路径与出口,义务教育阶段利用课后、周末或假期为英才学生开展弹性教学,在高中阶段设立英才高中/科技高中,在高等教育阶段可继续深化、推广“钱学森班”等成功经验。三是在大众科学教育层面,应完善科学教育的贯通培养与终身教育机制,通过加强科学教育研究人才培养体系与相关支持体系建设,充分发挥科学教育研究的基础性、先导性作用。同时邀请科研院所、科技企业等科技领域用人单位共同参与贯通培养体系构建,从实际需求角度出发明确科学教育贯通培养各阶段目标。广泛邀请科学家、一线科技工作者参与科学教育标准、内容、教材的制定,发挥科技领域从业专家的专业性作用,提升科学教育的精准性、专业性以及科技人才的培养效率。

(三)健全科学教育社会支持体系建设

社会资源在我国科学教育发展中没有得到充分利用,一个重要原因是政府部门之间、教育部门与社会及科研部门之间等缺少畅通的协调与合作机制。在这方面,欧美国家过去一直就比较重视,而且被证明对于推进科学教育发展起到了积极作用,所以目前有继续加强的趋势。例如,美国国家科学、工程和医学院 2021 年发布的报告就建议白宫科学技术政策办公室(OSTP)鼓励包括联邦机构在内的国家利益相关者以及教育、商业、非营利、科学和慈善部门的利益相关者集中资源并利用其资产来提高 K-16 科学教育的质量和可及性。^[20]基于此,我们也应该加强这方面的建设。

具体来说,一是应建立明确科学教育统筹单位,探索政府部门间协同、政府与社会协同、教育与科研协同的工作机制,构建多元主体共同参与、多方投入的科学教育生态体系。二是政府部门间协同应明确科学教育边界与主体责任部门,明确科学教育统筹单位、执行单位与协同工作机制,充分参考科普工作开展过程中的经验,突破教育系统围墙,为释放多元主体开展科学教育的效能提供保障。三是政府与社会间协同应关注激发社会主体参与科学教育活力,通过社会职责、税收减免、专项资金支持等多种手段有效激励科研院所、科技企业、科技场馆、媒体等社会主体投入人力、物力、财力的意愿,实现多方投入、共同参与的多元主体参与科学教育的新格局。四是教育与科研协作应关注动员中国科学院等专业科研机构和相关学会等社会组织共同参与科学教育教学政策出台、标准制定和教材编写工作,充分发挥科学家在科学教育发展中的指导作用。从合规角度出发,建立健全兼职科学教师参与校内科学教育的政策及制度依据,广泛吸纳有能力、有意愿的科研人员、技术人员、研究生等科技相关从业者作为兼职科学教师,并提供教学专业技能培训,填补科学教师不足的缺口。

(四)持续提高科学教育和科学人才国际竞争力

在逆全球化形势下,我国科学教育既要积极参与国际科学教育研究与合作,取长补短,也要强化科学教育及科技人才领域的国际竞争意识,提升我国的科技竞争力。我国应以参与评估和贡献智慧的双重身份积极参与以 PISA 和国际数学与科学学习趋势项目(TIMSS)为代表的国际大规模教育评估项目,横向上通过国际比较客观定位我国科学教育发展水平,纵向上通过结合我国国情对国际前沿科学教育评估理论开展本土化研究,为科学推动我国科学教育高质量发展提供支撑。同时,应清晰认识到我国当前在吸引人才和留住人才方面与发达国家仍有较大差距。我国应通过深化世界一流大学建设,优化研究生与博士生培养模式,加强学者自由研究和青年学者职业发展等方面的政策、财政支持力度以提升科技人才职业预期,持续深化科研诚信、评价改革等手段,着力提升科技人才留存效率。在符合基本国策的前提下,从移民、人才待遇、家庭保障等多方面统筹优化科技人才引进政策,归纳总结近年来各地人才引进工作经验,尤其关注以大湾区、长三角等国际化程度较高区域的经验与教训,优化提升我国科技人才吸引力。

贝尔奖获得者的分析[D].上海:华东师范大学,2019.

[2] INSEAD. The Global Talent Competitiveness Index 2021 [EB/OL]. (2021-10-19) [2022-07-08]. <https://www.insead.edu/sites/default/files/assets/dept/fr/gtci/GTCI-2021-Report.pdf>.

[3] 陈婷婷,杨天平.世界一流大学的“共性”特征:基于“ARWU”“THE”与“QS”排行榜的分析[J].高教发展与评估,2016(3):19-31.

[4] WIPO. Global Innovation Index 2021 [EB/OL]. (2021-09-20) [2022-07-10]. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf.

[5] 杨舒.《中国科技人才发展报告(2020)》发布:我国科技人才队伍规模素质均大幅提高[N].光明日报,2021-08-28(4).

[6] 余惠敏.2020年度“高被引科学家”名单出炉,中国科学家已占12% [EB/OL]. (2020-11-18) [2022-07-19]. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/202011/18/t20201118_36024749.shtml.

[7] World Bank. R&D 研究人员(每百万人) [EB/OL]. (2022-06-30) [2022-07-10]. <https://api.worldbank.org/v2/zh/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6?downloadformat=excel>.

[8] 杨天平,刁清利.基于五大排名分析的我国世界一流大学建设:进展、成效与不足[J].浙江师范大学学报(社会科学版),2022(1):88-99.

[9] 王思霓.中国青年科技人才培养的历史演进、存在问题与对策建议[J].中国青年研究,2022(3):37-43.

[10] 蔡聪裕,陈宝国.诺贝尔奖获得者的教育背景统计分析及对我国研究生教育的启示[J].中国高教研究,2012(5):33-37.

[11] 陈露茜.联邦管控、自由市场与新中产阶级:对1958年美国《国防教育法》的再审视[J].教育学报,2018(3):121-122.

[12] 孙大廷.美国教育战略重塑与维护霸权的国家意向[J].东北亚论坛,2009(5):123-125.

[13] 李刚,吕立杰.构建公平而有质量的STEM教育生态:《制定成功路线:美国的STEM教育战略》解读及启示[J].中国电化教育,2019(7):100-104.

[14] 姜晓燕.不错失一个天才儿童:俄罗斯从娃娃抓起培养创新力[N].光明日报,2020-10-15(15).

[15] 董泽华.如何建设一所成功的STEM高中?——美国STEM高中的类型与建设框架述评[J].现代教育技术,2018(7):120-126.

[16] 文部科学省.令和4年度スーパーサイエンスハイスクール(SSH)指定校の内定等について[EB/OL]. (2022-03-24) [2022-08-17]. https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/2020/mext_00102.html.

[17] 李昕,刘敏.韩国的科学高中与科学英才高中[J].上海教育,2014(12B):45.

[18] 李青.现代性视角下美国非正式科学教育发展研究[D].成都:四川师范大学,2021:141-143.

[19] H. R. United States Innovation and Competition Act of 2021 [EB/OL]. [2022-08-17]. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4521/text/eh>.

[20] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Call to Action for Science Education: Building Opportunity for the Future [M]. Washington, DC: The National Academies Press, 2021:9.

参考文献:

[1] 何舜辉.世界科学中心转移过程与形成机制:基于诺