文章编号:1003 - 2053(2026)04 - 0721 - 10

公民科学素质影响创新发展的理论和实践分析

任春晓[1],李秀婷[1,3],董纪昌[1],王艳芬[2]
(1. 中国科学院大学经济与管理学院,北京 100190; 2. 中国科学院大学资源与环境学院,北京 100190;
3. 中国科学院大学数字经济监测预测预警与政策仿真教育部哲学社会科学实验室(培育),北京 100190)

摘 要:近年来,中国政府高度重视公民科学素质建设以及其在科技创新中的作用。以习近平总书记关于公民科学素质对创新发展重要作用的重要论述为遵循,从科技创新的源头、过程和终端三个维度,对提高不同人群的科学素质促进创新发展进行理论和实践分析,认为公民科学素质是一种"助推剂"或"加速剂",以不同的方式作用于科技创新全过程,通过增强科技创新的前端"源"、畅通过程"流"、扩大终端"库",而影响着科技创新,最终促进创新发展。在此基础上,秉持"把科学普及放在与科技创新同等重要的位置"原则,结合我国发展国情和国外有益经验,着眼于促进科技创新和提升公民科学素质协同互动、同频共振,提出将公民科学素质建设和科技创新一体融入创新发展的目标体系、责任体系、组织体系和评价体系的政策和工作建议。

关键词:公民科学素质;创新发展;科学教育;科技创新
中图分类号:G322 **文献标识码**:A

习近平总书记高度重视公民科学素质建设在我国创新发展中的作用,多次作出重要论述并指出:"科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼,要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。没有全民科学素质普遍提高,就难以建立起宏大的高素质创新大军,难以实现科技成果快速转化"[1]。2024 年 12 月,《中华人民共和国科学技术普及法》修订,强调把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。公民具备科学素质是指崇尚科学精神、树立科学思想、掌握基本科学方法、了解必要科技知识,并能应用其分析问题和解决实际问题的能力[2],其在个人综合素质中的影响力超过身体素质、心理素质和文化素质等各方面作用的总和[3],不仅影响人的创新实力、创新意识和协作精神,还在一定程度上决定了一个国家或地区的创新发展水平[4]。

科技创新是一个长周期的过程,需要持续提升科技创新的硬实力和软实力。在这一过程中,人的因素是最为深刻和关键的影响要素之一,是科技创新软实力的重要组成部分。当前,我国正处于从人口红利向人才红利转变的关键阶段,具备高水平科学素质的劳动者是新质生产力的核心内涵[5]。因此,不断提升公民科学素质,加强公民科学素质建设与科技创新协同互动、同频共振,对于推动创新发展、实现党的二十大提出的 2035 年进入创新型国家前列的战略目标具有重要意义。

1 有关文献研究

公民科学素质的探究起源于美国[6],而我国对这一领域的研究则始于 20 世纪 80 年代。目前,关于公民科学素质的研究主要集中在公民科学素质的概念探讨、测度方式以及提升途径等方面,关于科技创新和创新发展的研究,主要包括创新测度、影响因素以及创新对经济发展的影响等方面。

在关于公民科学素质与创新发展之间关系的研究方面,有研究表明,在科学知识生产过程中,公众能够通过作为被试、收集数据,甚至参与到科学研究项目的设计阶段[7],在科学知识经过同行评议被运用到社会中的过程中,公众通过科学的治理过程深入地参与到了成果转化的过程中[8]。公民科学素质对经济发展的作用具有区域性特征,在最发达以及落后地区二者是接近同步协同的[9];提高公民科

收稿日期:2025 - 03 - 17;**修回日期**:2025 - 04 - 27
基金项目:国家自然科学基金资助项目(72334006);中国科学院大学数字经济监测预测预警与政策仿真教育部哲学社会科学实验室(培育)资助
作者简介:任春晓(1984 -),男,博士研究生,E - mail:renchunxiao@ ucas. ac. cn。李秀婷(1986 -),女,教授。董纪昌(1974 -),男,教授,通讯作者。王艳芬(1969 -),女,中国科学院院士,教授。

学素质,有助于吸引更多人从事科学事业[10],也有利于科学研究获得公共资金支持[11]。然而,上述研究主要关注公民对科学知识生命周期中某一阶段的作用,或者就某一方面阐述公民科学素质对科技创新的促进作用,较少从整体的角度,系统、深入地分析公民科学素质影响创新发展的机理。本文将在这一方面进行阐述。

2 公民科学素质影响创新发展的理论和实践分析

习近平总书记关于“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼,要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置”的重要论述,深刻阐述了新时期中国创新发展的基本逻辑,指明了科学普及和科技创新二者相互依存、协同发展的要求,揭示了更高的公民科学素质对于科技创新的重要作用。提升公民科学素质是科学普及工作的核心目标之一,本文将公民科学素质作为创新发展的“一翼”,从科技创新的前端、过程、终端三个角度分析公民科学素质影响科技创新的理论机制,认为公民科学素质是一种“催化剂”或“加速器”,以不同的方式作用于科技创新全过程,通过增强科技创新的前端“源”、畅通过程“流”、扩大终端“库”,从而对科技创新的“另一翼”产生深远影响,最终推动创新发展的实现(如图 1 所示)。

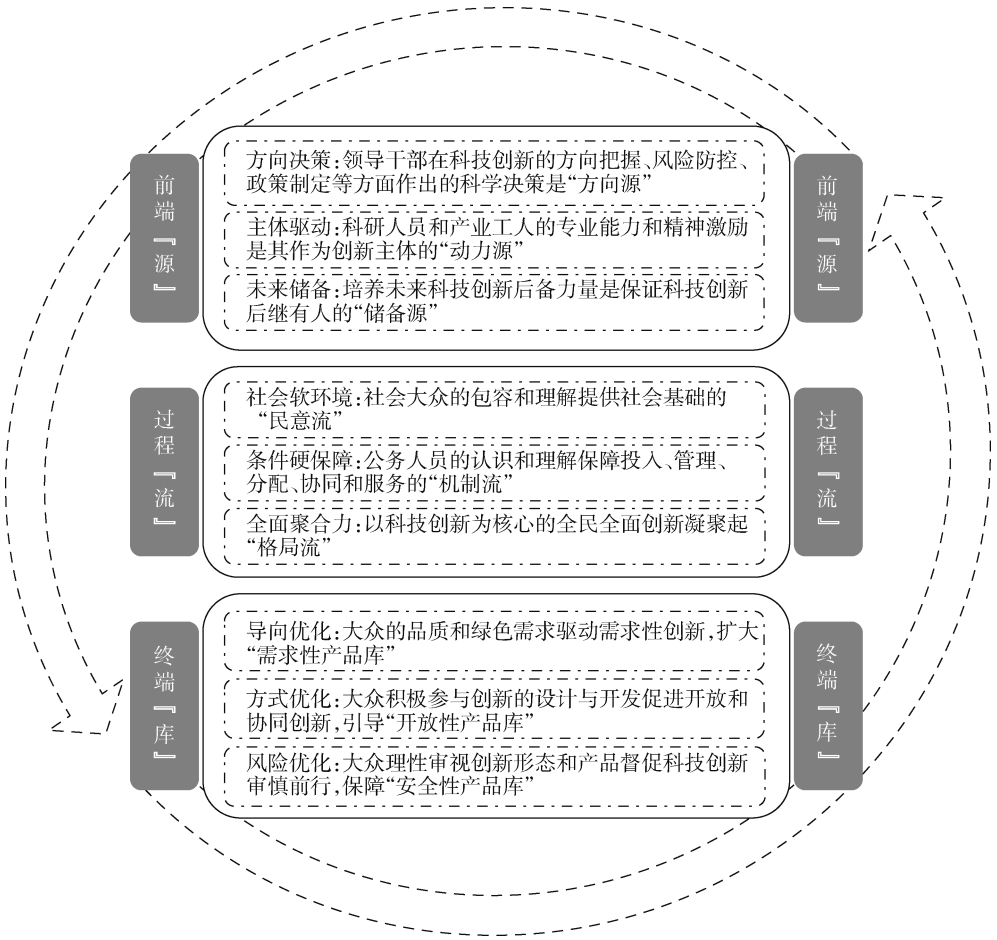

图 1 公民科学素质影响科技创新前端、过程、后端的机制示意图

Figure 1 The schematic diagram illustrating the mechanisms by which citizens´scientific literacy influences the front – end, process, and back – end stages of technological innovation

2.1 科技创新的前端:提高公民科学素质为科技创新的正确决策和创新主体的培育提供重要支撑

科技创新在我国现代化建设全局中居于核心地位,是国家发展的战略支撑。在科技创新前端的领导干部是科技政策“方向源”的主要决策者,科研人员和产业工人是实施科技创新主要“动力源”,青少

年是未来科技创新力量的重要“储备源”。提升这些群体的科学素质水平,对科技创新的整体发展具有重要的引领作用。

(1)理论分析

公民科学素质是科技创新和社会经济创新发展的生产要素,促进提升科技创新生产力水平。马克思主义认为,生产力是社会发展的最终决定力量。作为一种生产方式,创新发展是一种物质资料生产过程,是创新产出的谋得方式。马克思指出,“最强大的一种生产力是革命阶级本身”[12]。人力资本是生产力的核心要素之一,是生产活动和科技创新中最有决定性、创造性的力量和最活跃的要素,而科学素质是人力资本的最重要组成部分[3],对科技创新活动起着重要的驱动作用[13]。

提高公民的科学素质能够提升劳动者科学认识世界和改造世界的能力,充分激发人力资本潜在的创新智慧和创新力量,提高其综合素质和使用劳动资料的生产技能,赋能科技创新生产力的提升[14],成为促进创新产出的重要因素。

(2)实践分析

①提升领导干部科学素质,为科技创新工作的前期提供科学布局和决策支持。邓小平在改革开放之初就曾强调:“能不能把我国的科学技术尽快地搞上去,关键在于我们党是不是善于领导科学技术工作。”领导干部作为党和国家事业发展的核心力量,其科学素质水平直接影响党的创造力、凝聚力和战斗力。通过提升领导干部的科学素质,能够增强其对科技创新重要性的认识、对科技发展趋势的把握和对科学精神的践行,在科技创新前端的方向把握、风险防控、政策制定等方面作出科学决策,减少或避免类似个别地区在“造芯热潮”中出现的“造芯骗局”等问题。2002 年由中国科学院学部发起的“科学与中国”科普活动,专设“科学思维与决策”部分,由院士专家团与地方党校联合开展,致力于提升各级领导干部科学素质与科学决策能力。

②弘扬科学家精神和工匠精神,激发科研人员和产业工人的创新潜能。习近平总书记指出:“科学成就离不开精神支撑”。科学家精神、“两弹一星”精神、工匠精神等是中国共产党人精神谱系的重要组成部分,是在长期科技创新实践中积累的宝贵财富,也是科学素质建设的核心内涵之一,支撑了新中国“两弹一星”等科技创新事业的发展。科研人员和产业工人是科技创新的核心实践群体,其科技创新能力不仅体现在专业硬实力,还体现在文化软实力。加强科研人员和产业工人的科学家精神和职业精神等教育,能够营造良好的创新文化氛围,坚定其理想信念、强化其作为创新主力源头的内在动力,从而提升创新产出的效率和质量。新时代以来,作为国家战略科技力量的中国科学院通过建立弘扬科学家精神示范基地、以老科学家命名科技攻关突击队、编著百位著名科学家入党志愿书等方式,激励广大科技工作者坚守初心使命,勇攀科技高峰。

③提升青少年科学素质,培育“未来科学家”。习近平总书记指出:“对科学兴趣的引导和培养要从娃娃抓起”。在基础教育和高等教育阶段,通过强化科学教育和科普活动,弘扬科学精神,能够有效提升青少年的科学素质,这不仅能够激发青少年的好奇心和想象力,还能增强他们的科学兴趣、创新意识和创新能力,为培育具备科学家潜质的青少年群体奠定基础,为加快建设科技强国提供坚实的人才支撑。中国科协和教育部于 2013 年开始实施的“中学生科技创新后备人才培养计划”、教育部等六部门于 2018 年实施基础学科拔尖学生培养计划等,都将青少年科学教育作为核心内容。

2.2　科技创新的过程:提高公民科学素质有利于增进社会对科技创新的理解和支持

科技创新活动是一个生态系统,其发展受到外部环境的显著影响[15],社会各方面对于科技创新的正确认识和深刻理解,能够为科技创新活动提供社会基础的“民意流”、服务保障的“机制流”和全民全面创新的“格局流”,从而构建良好的创新环境。

(1)理论分析

公民科学素质是改善创新环境的必要条件,使生产关系更加适应科技创新生产力的发展。马克思主义认为,生产关系影响生产力的发展。社会成员从属于一定的生产关系,在生产活动中处于不同的地位,以不同的方式参与生产和生产成果的分配,这对生产者的生产积极性和生产效率具有重要影响。马克思指出,“人创造环境,同样,环境也创造人”[12]。科研人员所处的各种生产关系实际上形成了创新环境,特别是社会各类群体科学素质、市场需求、管理服务质量等外部环境,对科技创新活动和经济社会创新发展具有显著影响[15]。科研人员在创新活动生产中的地位、获得的社会服务保障、在创新发展带来的成果中分配中获得如何,会影响其开展科技创新活动的积极性和科技创新产出效果。

提升公民科学素质,有助于促进决管理服务机构和社会大众等对科技创新和科研人员作用的重视和理解,培育创新发展过程的良好环境,给予科研人员在创新生产活动中更高的地位、认可和服务保障,更大程度上激发和维护科技创新动力[16],使得创新过程生产关系更加适应不断发展的科技创新生产力,促进创新产出和转化应用,驱动经济社会创新发展。

(2)实践分析

①提升社会大众科学素质,为科技创新健康发展奠定坚实的社会基础。毛泽东曾说,"人民的支持是最大的妙计"。社会大众对科技创新的认知、理解与支持是推动科技创新的重要社会支撑,通过提升社会大众的科学素质,能够增强其对科技创新在国家发展中重要性的认知和对科学研究(尤其是基础研究)大投入、长周期、低回报等特征的理解、提升对科研人员社会地位和合理分配的认可度、加快对科技成果应用与转化的接受速度,为科技创新一个更营造一个更加包容和理解的社会环境。2004 年起,中国科学院各个科研院所每年 5 月面向社会开展的"公众科学日",已成为公众了解科学、探索科学,也是理解和支持科学的重要渠道。

②提升公务人员科学素质,为科技创新提供更高效的支持与服务。公务人员作为人民的"服务者",在科技创新中承担着重要的支持与服务角色。提高公务人员的科学素质,能够使其更深入地理解科技创新的政治意义、复杂性和战略价值,有助于不断优化管理和服务,增强落实政策、资源保障以及破除不合理束缚的坚定性和科学性,完善科研投入、收益分配、协同合作等机制,为科研人员潜心开展科技创新提供坚实保障。当前,随着人工智能技术的发展,各地不同层级政府要求公务人员学习掌握 DeepSeek、豆包等智能工具,强调公务人员要了解人工智能的发展趋势,并重视和服务好相关创新产业的发展。

③提高全民科学素质,为以科技创新为核心的全面创新提供强大动力。创新的源泉在于人民,创新发展的本质在于全社会思想活力的系统性迸发与释放。提高全民科学素质,能够拓宽公众的认知边界,激发人民群众的创造精神,进一步增强人的主观能动性,使蕴藏在亿万人民中间的创新智慧和巨大潜力得到充分释放,从而推动以科技创新为核心的全面创新,助力实现创新发展的新格局。近些年,我国鼓励"大众创业、万众创新",在国务院 2018 年发布的《关于推动创新创业高质量发展打造"双创"升级版的意见》中,面向创业意愿和培训需求的劳动者"推行终身职业技能培训制度",体现了国家对劳动者科学素质和职业技能在创新发展中作用的重视。

2.3 科技创新的终端:提升公民科学素质公民有助于推动科技创新高质量产出和结构优化

需求是创新的驱动力,人民对美好生活的追求就是科技创新的目标使命,也是创新价值得以实现的根本体现[17]。科技创新的终端是满足经济社会发展和人民生产生活需求的产品,公民积极且理性的消费需求、认知、选择和建议将在一定程度上影响科技创新的导向、方式与风险控制,从而不断扩大"需求性产品库"、优化"开放性产品库"和保障"安全性产品库",推动科技创新高质量产出和结构优化。

(1)理论分析

公民科学素质是公众认识和消费创新产品的基础,其形成的社会意识会反作用于科技创新前端的社会存在。马克思主义认为,社会意识反作用于社会存在。公众对创新产品的消费使得创新产出成为现实的产品,使创新生产活动得以最终完成。马克思指出,"消费创造出新的生产需要……消费在观念上提出生产的对象,作为内心的意向,作为需要、作为动力和目的"[12]。公众对创新产品的消费持有的态度和观念,以及由此产生的新需求,在一定程度形成社会意识,对创新活动的前端生产起到反作用,产生新的内生动力,促进创新生产力的变革、创新结构的调整和创新产品的迭代。

提高公民科学素质,有助于增强人民大众对科技创新活动的正确认识、对科技创新产品的深入了解、使用和更多的期待,进而促进科技创新生产活动的彻底完成、创新产出的结构优化和质量提升,并且有助于催生新的创新活动的,推动经济社会的创新发展。

(2)实践分析

①提高公民科学素质,有助于公众树立高品质和绿色消费观念,从而强化需求驱动生态环保型创新。具备较高科学素质的公民更倾向于关注产品的质量、安全性、便捷性、时尚性以及绿色环保属性,更可能选择具有科技含量高、环保节能型的高品质产品。这种消费观念将深刻影响市场需求,并反馈至

科技创新前端和企业生产环节,推动科技创新更加贴近公众需求,促进科技创新结构向生态型和绿色型方向转变。随着我国公民科学素质提升,人们对生存质量和环保问题的关注不断提高,国家于 2020 年推出“双碳战略”,倒逼作为创新主体的企业转型,加大绿色技术创新。

②提高公民科学素质,有助于公众树立积极的消费观念,从而增强科技创新的开放性与协同性。具备较高科学素质的公民更加关注产品的创新性和个性化特征,善于和创新企业沟通提出意见建议,并能够积极参与到产品的设计与开发过程中,有助于推动企业科技创新方式朝着开放型和协同型转变。海尔集团 2013 年建立开放创新平台 HOPE,以“世界就是我的研发部”的理念,注重吸收包括广大用户在内的广泛意见建议,整合全球智慧,实现创新的产生和转化。

③提高公民科学素质,有助于公众在智能社会形态下更加理性审视不同科技创新形态和产品,从而推动科技创新更加稳健地发展。随着人工智能与其它科技的加速融合与聚变式发展,社会形态正从信息社会向更高级的智能社会快速演进。通过提升公民科学素质,公众能够更加理性地审视人工智能、基因编辑、医疗诊断、新冠疫苗、自动驾驶、无人机、服务机器人等新兴科技创新形态和产品,并与科学界进行更有效的双向对话与反馈,从而督促相关科技创新在符合伦理与安全的框架内积极发展。北京市 2024 年印发的《关于加强科技伦理治理的实施意见(试行)》中指出,推动建立科技伦理专家和公众代表的论证机制,探索公众监督科技活动新模式,以加强公众对相关科学研究的监督。

3　我国加强公民科学素质建设促进科技创新成效和问题

3.1　主要成效

我国 2002 年颁布了第一部《中华人民共和国科学技术普及法》,并于 2024 年 12 月进行修订。自 2006 年起,先后两次出台“全民科学素质行动计划纲要”,从完善科学教育与培训体系、将科学教育纳入基础教育、提高大众传媒科技传播能力、提升科普信息化、发展科普设施、培养科普人才、建立科普法等方面采取的一系列措施[2]。2024 年,我国公民具备科学素质的比例达到 15.37%,较 2010 年的 3.27% 增长 3.7 倍,公民对参观利用科普基础设施意愿较高,对科技创新保持积极关注[18]。

有调研报告指出,一个国家的创新水平对全体劳动者科学素质普遍提高的依赖越来越强[19]。以专利申请量来表征一个地区创新产出水平为例,国家数据统计局数据显示,2010 年到 2023 年,我国国内专利申请受理量由 122 万件增长 556 万件(2024 年数据暂未公布),增长 3.56 倍,其与公民科学素质水平呈现同步提升的趋势(图 2)。研发人员对创新产出起到主要作用,同时在一定程度上也体现了科普对实现创新发展的基础性作用和公民科学素质作为“高原”对科技创新“高峰”的支撑作用。

3.2　主要问题

一是公民科学素质水平仍然相对较低。虽然我国公民科学素质建设取得了长足进步,然而,与发达国家相比,我国公民科学素质水平仍然偏低:美国公民具备科学素质的比例 2008 年则达到 28%,瑞典的 2005 年达到 35%,加拿大 2005 年达到 42%[20]。

二是公民科学素质水平在城乡、区域、人群之间发展仍不平衡,科学理性的社会氛围仍需进一步营造,科普有效供给仍需加强、测评方法和技术还需与时俱进等[2]。

三是落实“科学普及与科技创新同等重要”的制度和机制顶层设计尚不健全,关于“如何实现同等重要”“实现怎样的同等重要”尚未有统一的社会战略共识,在一些单位和领域还存在重科技、轻科普的现象,科普工作仍属于“软任务”“软指标”[21],科技创新与科学普及和公民科学素质建设在很大程度上呈现割裂发展和失衡发展的状态。

4　发达国家围绕科技创新推进公民科学素质建设的经验

发达国家科技创新水平和公民科学素质水平整体较高,其在提升公民科学素质方面积累了丰富的经验。这些国家普遍将公民科学素质建设作为国家发展的重要战略,通过制度机制的顶层设计、社会力量的广泛动员以及科学教育与普及的持续推进,促进公民科学素质的提升和科技创新的进步,从而巩固其在全球的领先地位。

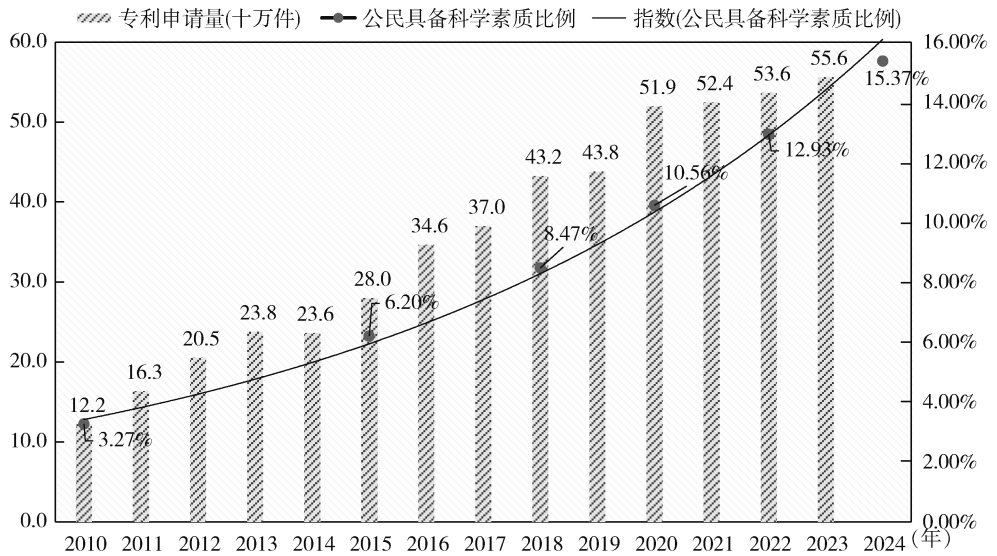

图 2　2010 – 2024 年间我国公民具备科学素质比例和专利申请受理量的变化趋势

Figure 2　The trends of proportion of citizens possessing scientific literacy and amount of patent application in China

4.1　围绕科技创新的前端,加强公民科学素质建设的前置规划

(1)将提升公民科学素质作为国家战略。发达国家从国家战略层面推动公民科学素质建设,将其与科技创新紧密结合。自 20 世纪 50 年代起,由于苏联在“太空竞赛”中的领先,美国将提升公众科学素养作为应对国际竞争的重要手段,被视为“解决问题的有效战略”[22]。1986 年,美国正式实施 STEM 教育的国家战略,通过经过多年改革,基本重塑了国家教育体系。2007 年,《美国竞争法案》将 STEM 教育提升为国际竞争战略举措,强调通过 STEM 教育为未来的科技发展提供人才支持。1994 年,英国为摆脱经济危机,提出著名的“十年战略”,并在《实现我们的潜力:科学、工程和技术战略》白皮书中明确要求增强公众对科学技术的认识,促进公民参与科技议题的讨论。2023 年,英国发布《英国科技框架》,将公民科学素养提升作为核心内容,目标是到 2030 年巩固其全球科技大国的地位。

(2)注重早期青少年的科学教育。发达国家将青少年科学教育视为未来科技人才储备的关键,并给予高度重视。美国 1985 年发起“2061 计划”,推动“以研究证据为基础”的青少年科学教育,旨在通过三个阶段全面提升科学、数学和技术教育水平,进而提高整体国民科学素养水平。2020 年,美国发布的《州共同核心课程标准》,为基础教育阶段的 STEM 课程提供了统一标准,强调实验式、探究式和批判式学习。英国于 2014 年颁布《国家课程标准》,将科学列为与英语和数学同等地位的核心课程,贯穿基础教育各学段。日本 2022 年提出建立探究式 STEAM 教育生态系统,旨在从小学阶段培养孩子好奇心和探究能力,并在高中阶段实现深度 STEAM 学习[23]。

4.2　围绕科技创新过程,凝聚全社会在公民科学素质建设中的共识与合力

(1)构建全社会协同参与的公民科学素质建设格局。发达国家通过政府、学术机构、企业和社会组织的多方协作,形成全民参与的科学素质建设氛围。以美国为例,自 1986 年 STEM 教育提出以来,联邦政府通过与多部门、多机构协作和经费保障,构建了覆盖广泛的 STEM 教育网络。截至 2023 年,美国已有 1713 家机构参与 STEM 教育,涵盖政府机构、高校与学术机构、公司企业、非盈利机构和 STEM 专门机构等[24]。在英国,以英国皇家学会、英国科学协会与英国科学教育协会为代表的学术团体深度参与科学教育实施,包括青少年科技创新人才培养以及科学教育政策的制定与执行等。

(2)注重分类提升不同受众群体的科学素质水平。美国于 2016 年通过《科学众筹与公民科学法案》,将支持公民科学项目从科研科普界的自发行为转变成了国家行为,使公众参与者们获取了从事科研的乐趣和不断提升的科学素质。美国能源部于 2017 年发布《能源素养指南》,美国海洋局于 2024

年发布《提高海洋素养手册》,为相关领域受众提供正式或非正式的科学素质教育资源。加拿大政府于2021 年推出多项计划,旨在提升不同人群的科学素质以应对未来的挑战[25]。例如,CWSE 计划、NSERC PromoScience 项目和 BHER 项目分别针对女性、年轻人以及青年学生,提供相关科学素质和职业素质的培训和支持。

4.3　围绕科技创新的终端,提升公众对最新科技成果的了解、使用和评价,鼓励公众积极参与科技创新并提供反馈

(1)公民数字素养培育成为全球发展新趋势。随着人工智能、数据科学等新兴技术的快速发展,发达国家将数字素养培育列为公民科学素质建设的新重点。美国联邦政府 2024 年发布新一轮“STEM 教育五年规划”,强调通过多学科合作推动学生在数据科学、量子计算、人工智能等领域的学习,并增强他们的实际操作能力。英国在 2023 年发布的《英国科技框架》中特别重视公务人员的数字科学素养,提出“数字学徒计划”“数字借调计划”“数字卓越计划”等,旨在根本上提高公务员在数据科学和人工智能方面的技能水平。加拿大 2021 年启动 CanCode 资助计划,致力于为青少年提供先进的数字技能培训。日本内阁 2021 年发布第六期《科学技术创新基本计划》指出,培养支撑未来社会的人才需要聚焦解决问题能力的培养、构建终身学习体系、促进知识循环、增强信息素养以及深化 STEAM 教育。

(2)让公众理解和参与科技创新。为了促进公众对科技创新的理解与参与,发达国家采取了一系列措施,鼓励和支持公民参与科技创新的民主决策和实施过程,从而使科技创新成果更好地契合社会需求。例如,美国通过《科学众筹与公民科学法案》,积极推动公众参与科学研究,使其在数据收集、实验设计等科研环节中发挥重要作用,从而加强科技创新与公众需求之间的联系。英国政府则通过“创新英国”计划,鼓励企业与消费者合作开发新产品。以 Dyson 为例,该公司通过在线平台收集消费者反馈,进一步优化产品设计,实现了科技创新与市场需求的紧密结合。此外,欧盟在《人工智能白皮书》中特别强调了公众参与和伦理审查的重要性,以确保科技创新在符合社会价值观的前提下健康发展。

5　我国公民科学素质建设和科技创新进一步协同发展的建议

针对前述关于我国科普资源和科普能力不足的现实问题,国家层面已经制定了《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035 年)》和《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》,主要从资源、手段、平台、能力等深化科普供给侧改革的角度,对进一步提高公民科学素质做出部署。

在此基础上,本文进一步对照习近平总书记“科学普及与科技创新同等重要”的重要论述,针对前述 3.3 部分关于科学普及与科技创新协同发展上存在的问题,着眼于促进科技创新和科学普及的价值链条深度融合,促进构建科技创新与科学普及“同等重要”的科技治理新格局,促进公民科学素质的建设与科技创新互动互利、同频共振,在借鉴国外有益经验的同时,结合我国国情,提出以下政策建议和工作思路。

5.1　把公民科学素质建设和科技创新一体融入创新发展目标体系

目标体系通过明确方向和任务,提供清晰的指引,强化将科技创新和提升公民科学素质作为双重目标,形成公民科学素质建设和协同推进创新发展的牵引力。(1)把提升公民科学素质作为国家战略,在教育系统中加强科学教育,成体系地设计大中小贯通式科学教育目标标准和课程体系,提升学生科学素质水平,激发更多学生的科学兴趣,为培养未来科技创新人才提供了更多可能性;(2)强化将“促进公众对科学的普及了解”作为“象牙塔”内科学研究的内在目标之一,更好促进科学界与社会的沟通和互动;(3)增强培养科技创新和科学传播人才队伍建设的统一性,特别是加强科研人员对公民科学素质建设重要性、紧迫性的认识和传播科学知识的能力,更好实现科技创新和公民科学素质提升的双重目标。

5.2　把公民科学素质建设和科技创新一体融入创新发展责任体系

责任体系通过明确分工和责任,激发相关主体的主动性和积极性,有助于从长远发展眼光切实担负起相关责任,凝聚公民科学素质建设和协同推进创新发展的内生动力。(1)构建政府和学术共同体等多主体协同格局,加强社会相关方在公民科学素

质建设中的责任,克服短视化和行为,为助力创新发展打下坚实基础;(2)将提升公民科学素质纳入高校、科研院所、国家实验室和企业等国家战略科技力量的职责使命和科学家工作责任,为开展公民科学素质建设提供了雄厚的科学内容和智力资源;(3)将提升公民科学素质和科技创新纳入政府机构的同等重要的政治责任,促进形成强大有效的组织运行。

5.3 把公民科学素质建设和科技创新一体融入创新发展组织体系

组织体系通过优化资源配置和协调各方关系,畅通实践路径,提升公民科学素质建设和协同推进创新发展的推动力。(1)通过顶层设计,将公民科学素质建设有机融入有关科技、教育的发展规划计划,并"同等重要"地组织实施;(2)强化有关组织机构在领导体制和组织实施上强化力度,比如将"加强公民科学素质建设"作为中央科技委员会的重要职责之一,统筹谋划科技创新和公民科学素质建设。(3)推进建立《科学教育法》,把青少年的科学教育作为重中之重,同时通过专项计划同步推进各方面人群的科学素质水平;(4)有关方面引导、保障和支持"公众参与科学",同时把培养公民数字素养作为新时期科学素质建设的重要增量内容。

5.4 把公民科学素质建设和科技创新一体融入创新发展评价体系

评价体系通过科学评估和动态反馈,为落实责任提供抓手,为持续改进提供依据,提供公民科学素质建设和协同推进创新发展的反馈力。(1)把科学课程作为基础教育的核心课程,同时将科学教育成效作为其重要考评指标;(2)对于赋予"双重目标"的"国家队""国家人",从科技创新和科技传播两方面给予考核评价和激励,实现 1 +1 >2 的效果,充分调动和发挥他们的在促进创新发展中的作用;(3)科研基金资助部门对任务承担方的评价、科学研究组织对科技人员的评价、政府部门的逐级评价等都围绕科技创新和科技传播两方面开展,夯实"同等重要"的地位不断,促进形成"协同进步"的局面。

参考文献:

[1] 习近平. 为建设世界科技强国而奋斗——在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话[R]. 新华网, 2016. Xi J P. Strive to build a world - leading science and technology power - Speech at the national science and technology innovation conference, the general assembly of the Chinese Academy of Sciences and the Chinese Academy of Engineering, and the 9th national congress of the China Association for Science and Technology [R]. Xinhua Net, 2016.

[2] 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[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2021(19):12 - 20. Notice of the state council on printing and distributing the outline of the action plan for scientific literacy for all (2021 - 2035)[J]. Bulletin of the State Council of the People's Republic of China, 2021(19): 12 - 20.

[3] 任福君,等. 中国公民科学素质报告 - 第一辑[M]. 科学普及出版社, 2010: 9. Ren F J, et al. Report on the Chinese Citizens´Scientific Literacy(Ⅰ)[M]. Beijing: Popular Science, 2010: 9.

[4] 何薇,张超,任磊. 中国公民科学素质报告(第三辑)[M]. 北京:科学普及出版社, 2015:1. He W, Zhang C, Ren L. Report on the Chinese Citizens´Scientific Literacy(Ⅲ)[M]. Beijing: Popular Science Press, 2015:1.

[5] 刘志强. 以发展新质生产力塑造高质量发展新优势[N]. 人民日报, 2024 - 02 - 29. Shape new advantages for high - quality development with the development of new quality productivity[N]. People' s Daily, 2024 - 02 - 29.

[6] Cohen B. General Education in Science[M]. Harvard University Press, 1952.

[7] 杨正. "公众科学"研究——公民参与科学新方式[J]. 科学学研究, 2018,36(9):1537 - 1544. Yang Z. Citizen science research—— A new method for public engagement with science[J]. Studies in Science of Science, 2018,36(9):1537 - 1544.

[8] Yang Z. The new stage of public engagement with science in the digital media environment: Citizen science communicators in the discussion of GMOs on Zhihu[J]. New Genetics and Society, 2022, 41(2): 116 - 135.

[9] 相征. 公民科学素质与区域经济发展关系浅析[J]. 经济学, 2019, 2(6): 86 - 87. Xiang Z. A preliminary analysis of the relationship between civic scientific literacy and regional economic development[J]. Economics, 2019, 2(6): 86 - 87.

[10] Shortland M. Advocating science: Literacy and public understanding[J]. Impact of Science on Society, 1988, 4(38):305 - 316.

[11] 英国皇家学会,等. 公众理解科学[M]. 北京理工大学出版社, 2004: 49. Royal Society, et al. Public Understanding of Science [M]. Beijing Institute of Tech-

nology Press, 2004:49.

[12] 马克思恩格斯文集[M]. 人民出版社, 2009: 274, 172, 691. Selected Works of Marx and Engels[M]. People's Publishing House, 2009: 274, 172, 691.

[13] 周丽群,连慧君,袁然. 国际劳动力流入对美国创新影响的实证分析——兼论对中国吸引国际人才的启示[J]. 中国软科学, 2021(6):53 - 63. Zhou L Q, Lian H J, Yuan R. Empirical analysis of the impact of international labor inflow on innovation of the U. S. ———On the enlightenment of attracting international talents to China[J]. China Soft Science Magazine, 2021(6):53 - 63.

[14] 吕洪燕,于翠华,孙喜峰,等. 人力资本结构高级化对科技创新绩效的影响[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(3):133 - 141. Lv H Y, Yu C H, Sun X F, et al. Research on the impact of human capital structure upgrading on scientific and technological innovation performance[J]. Science &Technology Progress and Policy, 2020,37(3):133 - 141.

[15] 侯鹏,刘思明,建兰宁. 创新环境对中国区域创新能力的影响及地区差异研究[J]. 经济问题探索, 2014(11):73 - 80. Hou P, Liu S M, Jian L N. Research on the impact of innovation environment on China's Regional innovation ability and regional differences[J]. Inquiry into Economic Issues, 2014(11): 73 - 80.

[16] 方竹兰,徐腾达. 人力资本制度与区域创新绩效——基于模糊集定性比较分析(fsQCA)的研究[J]. 经济理论与经济管理, 2021,41(11):23 - 34. Fang Z L, Xu T D. Human capital system and regional innovation performance——Research based on fuzzy - set qualitative comparative analysis(fsQCA) [J]. Economic Theory and Business Management, 2021,41(11):23 - 34.

[17] 陈宝明. 需求是创新的根本动力[N]. 光明日报, 2019 - 01 - 03. Chen B M. Demand is the fundamental driving force of innovation[N]. Guangming Ribao, 2019 - 01 - 03.

[18] 我国公民科学素质呈现提速增长趋势[N]. 光明日报,2024 - 04 - 16. China's civic scientific literacy demonstrates accelerated growth momentum[N]. Guangming Ribao, 2024 - 04 - 16.

[19] 全国政协科普课题组. 深刻认识习近平总书记关于科技创新与科学普及"两翼理论"的重大意义建议实施"大科普战略"的研究报告(系列一)[N]. 人民政协报, 2021 - 12 - 15. Science popularization research group of the Chinese People's Political Consultative Conference. The report(Ⅰ) suggesting to implement strategy for Great Science Popularization, based on understanding the significance of the called "Two Wings Theory", from the discourses by Xi Jinping, general secretary of the Communist Party of China Central Committee, on technological innovation and scientific popularization[N]. CPPCC Daily, 2021 - 12 - 15.

[20] 刘立,孙楠,牛桂芹. 公民科学素质测评国际新进展及对中国的启示[J]. 全球科技经济瞭望, 2018,33(5):33 - 39. Liu L, Sun N, Niu G Q. Recent international progress in citizen scientific literacy measurement and its enlightment to China[J]. Global Science, Technology and Economy Outlook, 2018,33(5):33 - 39.

[21] 黄荣丽. 让科普从"不务正业"迈向"两翼齐飞"[EB/OL]. https://kepu.gmw.cn/2022 - 09/07/content_36012434.htm. Huang R L. Elevating science popularization from peripheral activity to dual - wing development[EB/OL]. https://kepu.gmw.cn/2022 - 09/07/content_36012434.htm.

[22] Hurd P D. Science literacy: Its meaning for American schools[J]. Educational Leadership, 1958, 16: 13 - 16.

[23] Policy package on education and human resource development for the realization of society 5.0.[EB/OL]. https://www.mext.go.jp/content/20220124 - mxt_kyoiku02 - 000019798_2.pdf.

[24] STEM Ed Coalition. Affliate Member List[EB/OL]. http://wwwstemedcoalition.org/wp - content/uploads/2017/09/Afliate - List - for - Website - 1.pdf.

[25] The Government of Canada and STEM[EB/OL]. https://www.ised - isde.canada.ca/site/choose - science/en/government - canada - and - stem#1.

Theoretical and practical analysis of the impact of civic scientific literacy on innovation development

REN Chun – xiao[1], LI Xiu – ting[1,3], DONG Ji – chang[1], WANG Yan – fen[2]

(1. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2. College of Recourses and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
3. MOE Social Science Laboratory of Digital Economic Forecasts and Policy Simulation at UCAS, Beijing 100190, China)

Abstract: In recent years, the Chinese government has placed great emphasis on the cultivation of civic scientific literacy and its critical role in scientific and technological innovation. Scientific and technological innovation is a long – term process that requires the continuous enhancement of both hard power and soft power. Among the various factors influencing this process, human capital stands out as one of the most profound and critical elements, constituting a key component of the soft power in innovation. Scientific literacy, as a core dimension of individual competence, exerts a greater influence than the combined effects of physical fitness, psychological resilience, and cultural literacy. It not only shapes individuals' capacity for innovation, awareness of innovation, and spirit of collaboration, but also, to a significant extent, determines the level of innovation – driven development in a nation or region. Guided by General Secretary Xi Jinping's important discourse on the significance of civic scientific literacy for innovation – driven development, this study conducts an in – depth theoretical and practical analysis of how enhancing scientific literacy across different social groups can contribute to innovation at three key dimensions: the source, the process, and the end of the innovation chain. It argues that civic scientific literacy serves as a "catalyst" or "accelerator" that operates throughout the entire innovation chain by strengthening the source ("origin"), facilitating the flow ("process"), and expanding the reservoir ("terminal") of innovation, thereby promoting the overall development of science and technology. Specifically, at the front end of innovation, government officials act as the key "directional source" of science and technology policy, researchers and industrial workers constitute the primary "driving source" of implementation, and youth represent an important "reserve source" of future innovation capacity. Improving the scientific literacy of these groups enhances the strategic leadership and foundational momentum for innovation. During the innovation process, a well – informed public understanding of science provides a "stream of public opinion," a "stream of institutional support," and a "stream of participatory innovation," together forming a supportive social environment for innovation. At the end of the innovation chain, citizens' active and rational demand, cognition, choices, and feedback can influence the orientation, approaches, and risk management of innovation, thereby expanding the "demand – driven product pool," optimizing the "open – access product pool," and securing the "safety – assured product pool," which together promote high – quality outputs and structural optimization in scientific innovation. Meanwhile, this study analyzes both the achievements and challenges China faces in strengthening civic scientific literacy to advance innovation. Although significant progress has been made in improving public scientific literacy, it remains relatively low compared to that of developed countries. A key issue lies in the underdeveloped institutional and systemic framework necessary to fully implement the principle that "science popularization is as important as scientific and technological innovation." In contrast, developed countries generally exhibit high levels of both scientific literacy and innovation capacity. These countries regard the enhancement of civic scientific literacy as a vital national development strategy. They have accumulated rich experience in this area by implementing well – designed institutional mechanisms, mobilizing broad societal participation, and continuously promoting science education and public engagement. These efforts have not only enhanced public scientific literacy but also driven scientific and technological innovation, reinforcing their global leadership in innovation. Based on these analysis, and adhering to the principle that "science popularization should be treated with equal importance as scientific and technological innovation," the study draws from China's national context and international best practices. It proposes that the construction of public scientific literacy and the advancement of scientific innovation should be jointly integrated into the goal – setting, responsibility – sharing, organizational coordination, and performance evaluation systems of national innovation development.

Key words: civic scientific literacy; innovation – driven development; science education; technological innovation