

新时代科普赋能科技创新的理论机制研究

李正风^{1,2} 王 懂^{1,2}

(清华大学社会科学学院, 北京 100084)¹

(清华大学科学技术与社会研究中心, 北京 100084)²

[摘 要] 科普赋能科技创新是新科技革命背景下的时代命题。要理解赋能的机制和路径, 需要厘清科普为何被放在与科技创新同等重要的位置, 以及二者如何高效紧密协同。结合当代科普面临的时代变革和数字化、智能化社会新转型, 高质量发展 and 高层级竞争的新需求, 以及科普重心从“成熟的科学和技术”向“形成中的科学和技术”拓展带来的新挑战, 可以发现, 科普的概念已经在内容、对象、主体、形态、机制等方面发生重大转变, 其功能也从思想和文化的启蒙、知识和技术的赋能向“基于知识和技术的价值创造”扩展。为推动科普在概念和功能上的整体性转变, 实现科普对科技创新赋能, 需要将科普深度融入国家创新体系, 其关键在于提高国家知识和技术配置力, 即强化知识和技术在“生产者—使用者”之间的高效流动, 及时发现并破除知识和技术流动中的障碍, 形成保障创新者及时获得所需创新要素的体制机制。

[关键词] 科技创新 大科普 知识和技术配置力 知识资产

[中图分类号] N4; G206.3 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.06.001

2016年, 习近平总书记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明确指出, “要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置”^[1]。2022年, 中共中央办公厅和国务院办公厅联合印发的《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》(以下简称《意见》)强调, 要“促进科普与科技创新协同发展”^[2]。2024年, 新修订的《中华人民共和国科学技术普及法》(以下简称新修订《科普法》)进一步强调, “科普是国家创新体系的重要组成部分”^[3]。理解这一

系列重要论断要求我们深入思考, 为什么科普被放在与科技创新同等重要的位置, 二者如何实现协同发展? 科普如何在国家创新体系中发挥作用? 在新科技革命如火如荼, 技术创新大量涌现, 人类认知边界不断被突破的背景下, 新的时代特征与社会转型向科普提出了新问题与新需求, 科普的概念、功能和社会效应随之发生改变。科普已突破对科学知识的大众化和通俗化传达与推广的传统定位, 演变为国家创新体系中的“社会操作系统”和连接科学与社会的重要纽带, 在推

收稿日期: 2025-09-07

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“深入推进科技体制改革与完善国家治理体系研究”(21ZDA017); 中国科普研究所委托项目“科普服务科技创新发展研究”(240114EKR022); 中国博士后科学基金面上资助“人工智能介入科学知识生产的伦理研究”(2025M773763)。

作者简介: 李正风, 清华大学社会科学学院教授、博士生导师, 研究方向: 科技治理、科技政策, E-mail: lizhf@tsinghua.edu.cn。王懂为通讯作者, E-mail: wang0817@mail.ustc.edu.cn。

动科技创新发展和完善国家科技创新体系中发挥着支撑性、战略性作用。

为理解科普在科技创新中的赋能作用,本研究在深刻理解当代科普面临的新的时代特征和社会需求的基础上,重新认识当代科普的新概念和新功能。在厘清科普的概念转变和功能拓展的要求之后,基于大科普理念,进一步构建知识和技术配置力概念,从理论层面探讨科普中的知识和技术配置网络与科技创新在生产要素组合、创新主体互动方面的同构关系、“传动结构”和动力机制,遵循从要素、结构到过程的生成逻辑,阐述大科普格局下知识和技术配置网络如何融入国家创新体系。最后,结合当前国内科普的发展状况和上述理论辨析,剖析当前国家知识和技术配置力发展面临的阻滞,进而提出相应的提升对策。

1 新的时代特征与新的需求

科技的快速迭代和颠覆性创新成为科技发展的新常态。我国作为世界上具有重要影响力的科技大国^[4],科技创新发展已经逐渐走入从“跟跑”向“并跑”乃至“领跑”转变的新阶段。面对科技创新的高度不确定性、高层级的国际竞争新环境、科技高质量发展的新要求,以及科技推动的社会转型引发的新需求,科普必须主动变革,在赋能科技创新发展、提高创新体系整体效能中发挥更大作用。

1.1 新科技革命的时代特征与社会转型

新一轮科技革命给人类生产生活带来全面的、整体性的影响,推动人类加速进入知识社会和新科技时代,社会向数字化、智能化和“全民终身学习的学习型社会”转型。知识和技术等“知识资产”已成为越来越重要的创新资源,将知识、信息和技术更充分、更及时地纳入创新体系和创新过程的能力决定了创新的

质量和效率。以互联网、大数据、云计算为代表的数字技术以及以 DeepSeek 等生成式人工智能、自动驾驶汽车为代表的智能技术已经渗透进日常生产和生活的方方面面。

人类社会的发展正在走向以科学技术为基础的知識社会,科普作为知识和技术等创新资源的配置过程,需要扩展内涵和功能。一方面,在科技创新领域,颠覆性创新的根基是原创基础理论知识和原创技术的突破;另一方面,科普应当摆脱“单向传输”的传统模式,走出与科技创新和产业发展相脱离的误区,在创新资源高效合理配置方面发挥更加重要的作用。

数字技术和智能技术助力科学知识向全民个性化和“病毒式”传播,重塑科普的形态,也倒逼全民通过终身学习适应技术的飞速发展和生产方式的变革。第一,数字化和智能化会加剧知识和技术的不公平分配^[5],扩大数字鸿沟,这对科普提出了公平性和高效性的要求。第二,借助智能推送算法,科普媒介朝着数字化、社群化、娱乐化、个性化方向发展,但同时可能引发“信息茧房”和过度娱乐化等问题。第三,以大语言模型为代表的智能技术逐步取代部分劳动生产,倒逼易被取代的职业群体不仅要终身学习新的知识和技术,还要学习使用和适应智能技术本身,包括辨别、核查、监督生成内容的真实性、完整性等问题^[6]。大语言模型既作为科普的渠道和平台,也作为科普的对象,重塑了知识和技术的“生产—传播—使用”过程和关系。

1.2 高质量发展和高层级竞争的新要求

中国进入科技创新的高质量发展和高层级竞争的新阶段。高质量发展强调加快推进高水平科技自立自强,摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径,培育高科技、高效能、高质量的新质生产力。高层级竞争指的是我

国面临的国际科技竞争与科研合作的地缘政治化挑战。这些挑战包括关键核心技术创新和产业化、组织化效率不足，高新技术领域遭遇封锁与技术霸权，科技标准与规则制定权争夺白热化，创新生态竞争与高端人才争夺加剧，国际高新技术合作机制亟待创新等。科技高质量发展不仅要求增加高质量科技成果供给，还要求强化高质量的科普转译、高效率的知识技术流通和高质量的科技决策支持。科技领域的高层级竞争要求借助科普形成全民合力，提升科技创新硬实力和软实力以及国家竞争力。

面对发展和竞争中的新挑战，党的二十大报告首次将教育、科技、人才进行统筹部署，强调三者协同推进对中国式现代化的支撑作用。科普作为教育、科技、人才联动的重要枢纽，应当主动融入科技创新体系，推动教育、科技、人才一体化发展，系统支撑国家科技创新硬实力和软实力构建，提高我国科技的国际影响力和竞争力。

1.3 科普内容从聚焦静态知识向动态知识拓展

当代科普涉及的核心创新资源逐渐从“成熟的科学和技术”向“形成中的科学和技术”拓展。以往面向大众，尤其是面向科学知识缺失人群的科普，涉及的内容主要是经过大量重复性检验的“成熟”的科学和技术，这类知识是静态的，呈现出更高的确定性。但当前“形成中的科学和技术”日益受到关注，这类知识正在经历不断形成，不断被检验，不断被推翻，进而不断接近真相的过程，即便是科学家和工程师也很难确定无疑地向公众推广和普及“正确”的知识。

“形成中的科学和技术”涉及高度的不确定性，这要求科普内容包含对科研中的不确定性的解释、风险的提示、科学的本质和局限性的理解以及合适媒介的选择等，认识到科学本就处于范式稳定和范式转移的发展变

化中。例如，关于全球变暖导致海平面上升程度的问题，不同的科学模型因为存在大量难以确定、无法测量的外在因素而给出差异很大的结论，这些结论支持不同政策的施行，施政效果也将对不同地区公众产生意想不到的巨大影响^[7]。科学结论的不确定性还有可能加剧公众对科学议题的极化，造成越科普越反对的局面^[8]。此外，还需要澄明这种不确定性可能带来的风险和伦理问题。

“形成中的科学和技术”涉及非共识性的结论、学派争论和利益，要求科普提供中立、全面、精准的前沿动态知识，辅助知识受众进行理性判断。前沿科技领域存在不同研究团队和学派，针对同一现象可能持有不同的解释和理论模型，即在科学知识生产的源头就有互相矛盾的结论共存。例如，关于胆固醇与人体健康的关系研究，不同研究团队、利益团体给出了相反的结论，胆固醇也由原来的单纯的负面角色逐渐获得“平反”^[9]。

“形成中的科学和技术”允许跟踪科学和技术形成的过程和社会性影响，要求科普带着公众反馈直接介入知识生产过程，塑造研究议程。例如，在生成式人工智能大量进入公众视野、引发公众对生成内容的合理性和伦理性质疑之后，研究团队提出了思维链（Chain-of-Thought）技术，呈现出人工智能思考的过程，在很大程度上降低了公众对人工智能“黑箱”认知^[10-11]，以及基于人类反馈的强化学习（Reinforcement Learning from Human Feedback）等技术以响应公众对人工智能的价值和伦理质疑^[12-13]。人工智能技术的透明性可以降低不信任和技术抵制^[14]，强化研究者、技术与公众的正向关系，促进技术创新。

“形成中的科学和技术”涉及深奥晦涩的科学内容，要求科普在科学知识理解、科学精神和思想的普及以及科学文化的营造方面实现平衡。在与科学技术的长期接触中，公

众更能形成对科技的监督、理解、认同乃至应用，养成理性怀疑、实事求是、求真务实、突破权威、批判质疑的理性的、辩证的、创新的态度，厚植科学文化土壤。

在上述时代背景下，以往的科普概念和功能已经难以适应当代科普工作的需求，因此，重新认识新时代科普的概念和功能显得尤为重要。

2 科普概念转变和功能拓展

《意见》明确要求“全社会共同参与的大科普格局加快形成”，为重新认识科普的概念和功能指明了方向。

2.1 科普概念的转变

科普在长期发展中衍生出一系列相关概念，包括科学技术普及（popularization）^[15]、科学技术传播（communication）^[16]、知识和技术扩散（diffusion）^[17]以及需求驱动的对知识和技术的搜索（search）。上述概念对科普的解释存在共性特征，包括以下方面：科普是知识和技术的流动、分享与传达的过程；科普是知识和技术的获得、吸收的过程，包括对它的知晓、理解、习得和利用；科普是不同主体学习、交互的过程。这些概念共同构成了促进知识、技术和信息流动与分享的行为谱系，表明科普与知识和技术在社会中的分布与配置状况的关联^[18]。

结合上述共性特征来理解大科普的建设目标，可以发现，新时代科普概念的转变包括内容扩展、对象扩大、主体多元、形态多样和机制多重5个维度。

内容扩展主要体现在从“成熟的科学和技术”扩展到“形成中的科学和技术”。在技术发展和公众的迫切需求下，以往仍处于研究中或未经充分验证的阶段性结论被呈现到公众面前，改变了知识的生产、议题的塑造和知识的科普转译等过程。科普的内容不再

局限于以文字为载体的知识，而应把技术也作为传播内容，包括显性知识和隐性的操作经验与技艺等知识，从而作为一种生产性力量直接或间接支撑和服务科技创新和产业发展，匹配科技创新的过程和语境。

对象扩大即知识“使用者”的范围扩大，将全社会中知识和技术的使用者均作为科普对象。以往科普理念中的对象是“公众”，即以身份、职业或受教育程度为标准划界的科学家、工程师或领域专家以外的个体，呈现二元对立的结构。大科普理念中每个人均可作为各自专业领域中的知识提供者而成为“科普工作者”，同时每个人也可以作为知识和技术的使用者而成为“科普的对象”。

主体多元指的是在实践上，将国家创新体系中的企业、科研机构、政府和科技中介机构也作为科普中的相关主体。科普的传者不只是专业科普工作者，更应将高质量科技知识的生产者，即科研机构和企业中的科学家和工程师都纳入其中；而科普的受者则应该包括所有对知识和技术有需求的主体，尤其是处在创新生产一线的研究人员和工程师等，通过科普形成科技创新的“生产者—使用者”的充分联通，构建面向科技创新的协同网络。

形态多样意味着除了以往科普中显性知识传播的形态外，还应包括以经验和技艺为代表的隐性知识的形态。科技创新场景涉及大量隐性知识生产和传播的形态，与传统科普形成较大区别。以技术交流、技艺传授、强化生产力为目标的“周末工程师”和“科技小院”等科普实践为工程师、研发人员和生产一线的“创新者”，如产业工人、农技人员、农民，构建了协同创新的桥梁。此外，大语言模型、文生视频大模型作为新的科普内容生产方式和知识分布渠道极大地丰富了科普的形态，为新时代科普带来了新的机遇

和挑战。

机制多重指的是大科普综合运用多种知识传播机制，旨在构建“生产者—使用者”之间知识和技术的有效流通和配置，保障知识和技术的可得性。大科普要求优化科技创新各类主体之间知识传输的体制机制，尤其是构建科研机构和企业之间的前沿知识配置机制，加速科技成果转化和产业创新。在大科普框架下，需要进一步强化科普对生产力发展的促进与支撑作用，构建基于信任的知识和技术传播机制，让更多科研人员和技术人员愿意将各自领域的知识和技术分享出来，融入科技创新和产业创新环节，实现知识和技术的再生产。

总体而言，大科普格局下的科普是一个知识、技术和信息得以充分流动与分享的网络，这个网络应当在结构、功能、运作机制与社会影响方面实现超越。

2.2 科普功能的拓展

在大科普理念下，新时代科普内涵的转变对科普的功能提出了新的要求，即从思想和文化启蒙到知识和技术的赋能，再向“基于知识和技术的价值创造”拓展。这里的拓展并非新功能替代旧功能的过程，而是传统功能深化和新兴功能生长同时发生、发展的过程。传统意义上作为知识传达、普及过程的科普在新时代不仅要进一步强化公众对知识和技术的可及性、可理解性和交互性，更强调知识和技术的可习得性、可用性赋能和价值创造，进而提高全社会的新质生产力和国家创新体系整体效能。

第一，作为科普基础功能的“思想和文化启蒙”发生转变。一方面，要求强化理解、习得过程，而不只是扩散和获取相关知识，关注科普的后效阶段；另一方面，科普内容发生了根本性变化，对前沿的知识和技术的需求更高，对科学和技术发展规律的理解要求

更深，关注理性思维能力的提升，旨在系统性培养公众的科学精神和科学思想。第二，知识和技术的赋能意味着科普要提升公众适应科技时代和知识社会的能力。知识和技术作为一种生产性、建设性的力量通过科普介入公众的生活，产生实质性帮助，不仅要弥合因创新资源和基础设施不足或不均引发的知识鸿沟和认知不平等，更要提升公众的生产力、生活质量和幸福感。这要求科普助力公众理解和应对来自科技的不确定性，应用前沿科技创新成果，从而有效规避风险、享受科技福祉。第三，随着知识社会和科技时代发展的深入，公众的科学素质普遍提高，基于知识和技术的价值创造成为可能。科普走向价值创造，向着知识和技术的使用、价值实现和现实生产力发展，进而融入国家创新体系。公众成为知识和技术再生产的重要力量和创新体系中的关键主体，在科技时代保持竞争力，通过价值创造促进公众的自我实现甚至自我超越。

在上述时代背景和社会需求下，传统的科普概念和功能框架已经难以适应今天科普工作的需要和大科普的要求。要实现科普的创新赋能与价值创造的新功能，就要在新知识、新技术的生产者与应用者之间，建立紧密的联系和互动，实现知识和技术的高效流动和配置。通过科普对“知识资产”的高效扩散和配置来优化科技创新体系，构建科普与科技创新深度融合的协同网络和效应机制，提升国家创新体系整体效能。

3 提高知识和技术配置力以促进科普赋能科技创新的机制

在辨析科普概念转变和功能拓展的基础上可以发现，在大科普理念下，科普就是作为生产要素的知识和技术的流通与配置的过程，这个过程本身就是科技创新的核心环节，

因此，提高知识和技术配置力可以赋能科技创新发展。而充分构建大科普格局的机制就在于提高全社会的知识和技术的配置能力，将科普深度融入国家创新体系的主体要素、网络结构和运行过程。新修订《科普法》提出的“加强国家科学技术普及能力建设”的要求，实质就是要提高国家知识和技术配置力。

3.1 知识和技术配置力辨析

知识和技术配置力是确保创新主体及时、高效、低成本获得所需知识和技术的能力。通过加速知识、技术在科技创新的“生产者—使用者”之间的流通和吸收过程，提升知识流速率，优化知识、技术等创新要素的配置效率和覆盖范围，强化应用效能和价值转化。知识和技术配置力的理论构建来源于“知识配置力”（Knowledge Distribution Power），其最早在经济合作与发展组织（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）国家创新系统的研究中提出^[19-20]。知识在经济发展中的作用不仅取决于知识的生产能力，而且取决于知识的传播、扩散和利用能力^[21]。知识配置力概念表征的就是传播、扩散和利用知识的能力，是“确保创新者及时获得相关知识的能力”或“通过增进对现有知识的转移、转化、吸收和获取，从而支持、提高扩散和使用知识的过程的运行效率的系统能力”^[21]。它不仅包括知识转移、转化的能力，而且包括知识学习（或吸收）与知识应用的能力，它决定了一个社会依靠知识得以进步的状况。

知识配置网络和技术配置网络是同构融合的。在创新链、产业链、资金链、人才链“四链融合”的创新生态系统内部，以及以知识和技术作为核心创新要素的资源观中，技术的配置与知识的配置在内容形式、载体渠道、涉及的创新主体和流通方式等方面高度一致，即知识配置网络和技术配置网络具有结构上的相似性和关联性，二者同构融合，

因此，本研究将技术也纳入配置力的理论框架。知识配置力的既有理论可为国家知识和技术配置力的探索提供参照和支持。

3.2 知识和技术配置力赋能科技创新的要素、结构和过程

创新本质上是生产要素的重新组合，是由不同参与者和机构的共同体大量互动的结果^[22]。因此，理解知识和技术配置力的提升对科技创新的赋能作用，首先需要在要素层面厘清知识和技术在科技创新中的角色，其次需要在结构层面明确知识和技术的配置与科技创新的关系及其作用，最后需要在过程层面理解知识和技术的配置如何在创新主体之间的互动中发生。在要素、结构和过程维度上厘清知识和技术配置力赋能科技创新的基础条件之后，方能了解如何提高知识和技术配置力以提升和保障赋能效果。

首先，知识和技术是科普的核心内容，也是科技创新的生产要素，而在大科普中，全社会所有个体均可作为科技创新互动的主体。一方面，在当前的知识社会和科技时代，知识和技术既是公众适应社会转型的方式，也是越来越重要的生产要素和创新资源。科技创新发展的核心基础不再是以原材料、设备、土地等物质资源为代表的传统资源，而是以核心技术为基础的“知识资产”。随着知识经济的发展，知识和技术也成为经济增长的主要驱动力。另一方面，大科普要求涵盖全社会所有个体，其中没有绝对的“公众”，每个人都兼具科普中的传者和受者角色，都可能作为科技创新的专家或者外行。在知识社会，公众整体的教育水平和科学素质显著提升，每个人在自己的专业领域都可能是专家，可以科普相关的专业知识和技术。而一旦离开其专业领域，即便是权威的科学家和工程师也成为外行，不具有认识上的权威性。因此，营造、构建能充分调动全社会各专业

领域的公众参与知识和技术分享的氛围和机制成为新时代科普的重点目标。

其次，知识和技术的配置网络构成了科技创新的结构基础和完整链条。一方面，在大科普的意义上，知识和技术就是生产要素、创新要素，科技创新中生产要素的组合就是知识和技术的流通与配置过程；同时全社会知识和技术的“生产者—使用者”（二者合为创新者）均作为创新主体，包括每一个非绝对的、在不同场景中可作为专家或外行的公众，科技创新中的创新主体的互动就是生产者和使用者之间交流、扩散、再生产知识和技术的过程，是由知识和技术的配置介导的全社会互动，即知识和技术的流通与配置跟科技创新在要素与要素间关系方面是同构的，共享同一套行动者及其网络结构。无论是微观层面的研究者之间的沟通交流，如学术讨论、论文发表和技术传授，中观层面的机构间的正式、非正式合作，如技术转让、专利交易、技术咨询、共建联合实验室和创新联合体，还是宏观层面的国际人才流动、科技产业联盟、创新政策和区域规划，均是不同类型主体间的知识和技术的高效流动与配置的互动过程，其中涌现出科技创新。另一方面，对于科技创新，知识和技术的传播与生产、应用同样重要，知识和技术的配置网络串联起从生产、传播到应用的完整创新链。传统意义上，创新链上游的知识和技术的生产被视为科技创新，创新链下游的知识和技术的应用被视为产业创新，而在这两种创新之间的中游，知识和技术的传播及其赋能作用被大大弱化，科普被认为对科技创新没有贡献，甚至因受“萨根效应”的影响被认为有负面作用。正是长期以来科技创新与科普实践被割裂开来，“两翼同等重要”的提出才尤为迫切。在大科普观念下，知识和技术的配置与流通不仅能直接促进创新互动，还能

盘活既有科技知识资源，释放创新动能。例如，高校和科研机构积累的大量基础研究成果由于缺乏使用场景、技术验证以及中试熟化的资金和动力，不仅难以直接形成生产力，还会随着知识的老化和技术的陈旧造成资源浪费。通过科普的充分扩散，有需要的企业可以及时与研发机构搭建联系和互动，共同推动基础研究成果的市场化和产业化创新。

最后，通过对知识和技术在生产者和使用者之间的高效配置过程推动价值创造，形成直接驱动科普赋能科技创新的“传动结构”（见图1）。传统视角下的科技创新的核心是知识和技术的“生产者→使用者”构成的“二元单向结构”，是由高校或科研机构（生产者）生产出科学知识和技术并单向地转移到企业（使用者），由后者转化为技术和生产力的过程。新时代下，“线性模型”创新理念暴露出诸多问题。第一，生产者与使用者的角色固化，阻碍了创新链后端各类主体的创新动能释放以及与前端的创新互动；第二，创新主体以科研工作者身份划界，将大量具有专业知识和技术的公众排除在外，限制了科技创新的效率和规模；第三，生产环节与使用环节相脱离，由兴趣驱动的自由探索不以价值创造为目标，这样得到的科技成果难以

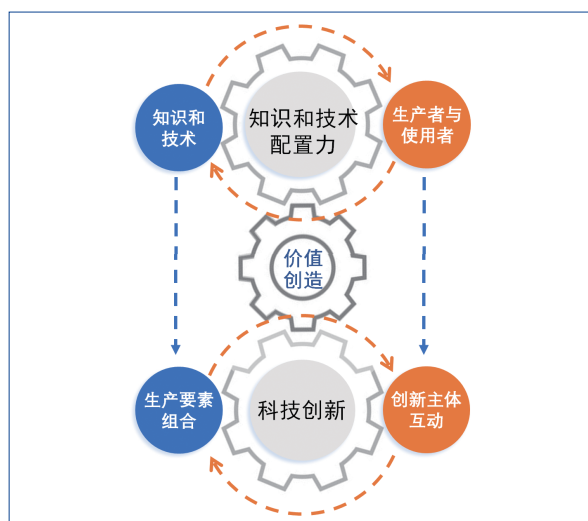


图1 知识和技术配置力对科技创新赋能的“传动结构”

转化形成现实生产力和产业潜力，导致创新链与产业链脱节，难以“自我造血”，知识社会的优势也无法发挥。

通过提高知识和技术配置力，上述3种问题将得到有效缓解。在“传动结构”中，科技创新形成有限范围内的自驱动，而知识和技术配置力作为动力源，通过以价值创造为核心的动力传递，加速生产要素的组合和创新主体的互动，进而提高科技创新效率和效能。在大科普理念下，知识和技术的生产者与使用者不再受限于科研工作者的身份，而是将知识社会的全体成员引入知识和技术的生产者与使用者之间的循环，极大地丰富了生产要素和创新主体的互动类型。生产者与使用者随场景转换，下游的企业也可以开展知识和技术的再生产，充分强化企业的科技创新主体地位。同时，桥接二者的价值创造，将具有专业知识和技术的公众纳入国家创新体系，重构传统科技创新模型，打通创新的全链条，提高创新体系的整体效能。

3.3 大科普：知识和技术配置网络融入国家创新体系

大科普必须面向全社会开展的这种普遍性特征意味着，知识和技术配置力的全面提升只能在国家层面实现。局部地区或组织之内的知识流动无法跨越地区、组织、异质主体之间的障碍，容易造成重复低效建设、无效信息冗余、知识流梗阻和资源浪费。知识和技术配置力是国家能力的体现，只有在“全国一盘棋”的整体统筹兼顾的格局下推行，才能充分发挥科普作为国家创新体系不可分割的一部分的支撑性、贯通性和全国整体性的关键作用。

知识和技术配置网络融入国家创新体系，是完善国家创新体系、提高国家创新体系整体效能的重要途径。国家创新体系是以政府为主导、充分发挥市场配置资源的基础性作用、

各类科技创新主体紧密联系和有效互动的社会系统^[23]。国家创新体系的核心主体包括政府、企业、大学、科研机构、金融机构和中介机构等^[24]，各主体在科技创新中的关系与互动是国家创新体系的运作关键。

传统科普理念中的绝对化的公众和科普工作者被排除在国家创新体系之外，大量受过高等教育、具备专业领域知识和技能公众的智力资源和创新能力被闲置、浪费，创新体系的整体效能难以充分发挥。随着知识社会的发展和公众科学素质的全面提高，这类资源的体量也将进一步扩大，成为国家的战略性资源。尽管在理想化的配置网络中没有绝对的公众，每个个体都可以作为知识和技术的传者与受者，但在当前国家创新体系的实践中仍然存在角色差异，因此，在配置网络中各类主体应立足于职能要求，借助科普渠道积极寻求融入。

大科普重塑国家创新体系的格局，拓展创新主体网络的结构和功能，促进主体间的互动学习、生产要素的重新组合和创新的涌现。一方面，知识和技术配置网络融入国家创新体系可以实现创新主体的全面拓展和协同过程的有机融合，让全社会加入科技创新体系，激励每个人自愿贡献有价值的专业知识和技术。另一方面，这种互动本身可以直接助力科技创新，强化知识和技术的生产、传播、应用、价值转化和再生产的正向循环。知识和技术的普及与扩散过程不是发生在创新完成之前或之后，而是内嵌在创新的过程、创新的系统之中。

4 国家知识和技术配置力发展面临的障碍及其提升路径

4.1 国家知识和技术配置力发展面临的障碍

知识和技术配置网络如果无法在国家层面实现全面覆盖与高效运作，那么知识流将

受到5类障碍,影响知识和技术配置的广度、速度与质量。

这5类障碍分别是:(1)知识理解的障碍,科学共同体与公众、产业界之间的认知鸿沟导致知识解码与吸收效率低下,显性知识的标准化表达若未能适配多元主体的认知层次、科学素质差异,将削弱知识流动的普惠性;(2)利益分配的障碍,知识产权保护与开放共享的失衡^[25]、部门或区域间的利益博弈,可能引发知识垄断或重复投入,阻碍跨主体协作的知识共生产;(3)组织结构的障碍,科研、产业、教育等领域的制度性分割形成知识孤岛,缺乏国家创新体系下的跨部门协同框架,致使知识流动网络碎片化、离散化;(4)渠道缺失的障碍,数字化基础设施(如开放数据库、科普平台)覆盖不足或运行低效,将限制知识传播的即时性与精准触达效率,降低创新扩散速率;(5)主体缺位的障碍,弱势群体、中小企业等主体未能深度嵌入知识网络,导致需求端反馈缺失与知识应用场景单一化,弱化知识配置的双向增值和赋能潜力。

这5类障碍共同侵蚀知识和技术配置力的制度根基与网络韧性,亟须通过国家层面的系统性整合,构建统一数据标准、利益协调机制、主体参与激励等,从而打造全域联动、高效循环的知识分配网络。

4.2 国家知识和技术配置力的提升路径

提升国家知识和技术配置力的核心机制与目标是让创新主体能及时、高效、低成本地获得所需知识和技术。具体来看,知识和技术配置力的形成、提升和建制化主要包括3个过程,一是让知识和技术在“生产者—使用者”之间高效地流动、精准地对接;二是发现并清除知识和技术流动的障碍与瓶颈,扫除知识流的堵点;三是改进、巩固知识和技术流动和精准对接的政策、措施与方法,

形成有力的制度保障。

对应地,在路径层面,知识和技术配置力的提升要求做到以下3点。

第一,建构社会化的大科普格局,借助数字化和智能化技术打造知识和技术配置网络。通过推动多元主体的社会协同,激励社会公众的广泛参与,强化社会力量在知识和技术配置中的重要作用,形成有利于科技创新的社会生态。例如,由政府主导建立国家级“知识流通云平台”,嵌入人工智能匹配算法,实时连接企业技术需求与科研机构成果;鼓励科学家通过短视频、开源社区等渠道主动共享“形成中的科学和技术”;在产业园区设立“科普—创新服务站”,组织科学家—企业家联席研讨会,促成技术定制化开发和集成技术扩散等。

第二,完善大科普的新体系,查缺补漏疏通全社会知识流。通过强化不同环节的有效衔接,优化不同创新主体职能互补的工作模式,重构大科普工作体系,形成知识和技术配置的体系化保障力量。例如,强制推行公共科研项目成果“双公开”,建立跨机构知识共享积分制度;设立“前沿技术风险科普指南”,授权科研机构对虚假信息快速响应;重建科学信任和不确定性认知,积极宣传“科研失败案例”和探索中遇到的挫折,深化公众对科技发展发生发展机制的认识和科学精神的领悟。

第三,健全推进大科普发展的体制机制,强化政府规制、社会规则与市场规范。主要包括科普内容的规范化监管、主体责任的制度化要求、科普事业的制度化保障、科普参与的激励评价规则等制度。通过政策或法律的形式保障知识和技术配置网络运行,从举国体制的层面构建贯通不同机构类型、体制类型主体之间的知识流,尤其强化直接参与科技研发和产业创新的创新主体的知识可得性与及时性。

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 [M]. 北京: 人民出版社, 2016.
- [2] 中共中央办公厅、国务院办公厅《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》[EB/OL]. (2022-09-04) [2025-10-30]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2022/content_5710610.htm.
- [3] 中华人民共和国科学技术普及法 [EB/OL]. (2024-12-25) [2025-10-30]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202412/content_6994555.htm.
- [4] 张志文. 为高质量发展提供强大科技支撑 [N]. 人民日报, 2024-10-06(003).
- [5] Weinberg L. Rethinking Fairness: An Interdisciplinary Survey of Critiques of Hegemonic ML Fairness Approaches[J]. Journal of Artificial Intelligence Research, 2022, 74: 75-109.
- [6] Sahebi S, Formosa P. The AI-Mediated Communication Dilemma: Epistemic Trust, Social Media, and the Challenge of Generative Artificial Intelligence[J]. Synthese, 2025, 205(3): 1-24.
- [7] Keohane R O, Lane M, Oppenheimer M. The Ethics of Scientific Communication under Uncertainty[J]. Politics, Philosophy & Economics, 2014, 13(4): 343-368.
- [8] Kronberger N, Holtz P, Wagner W. Consequences of Media Information Uptake and Deliberation: Focus Groups' Symbolic Coping with Synthetic Biology[J]. Public Understanding of Science, 2012, 21(2): 174-187.
- [9] Carter S, Hill A M, Yandell C, et al. Impact of Dietary Cholesterol from Eggs and Saturated Fat on LDL Cholesterol Levels: A Randomized Cross-Over Study[J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 2025(1): 83-91.
- [10] Wei J, Wang X, Schuurmans D, et al. Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 2022, 35: 24824-24837.
- [11] Chen Y, Deng H, Han K, et al. Policy Frameworks for Transparent Chain-of-Thought Reasoning in Large Language Models[J]. arXiv Preprint, 2025 arXiv: 2503.14521.
- [12] Schuster N, Kilov D. Moral Disagreement and the Limits of AI Value Alignment: A Dual Challenge of Epistemic Justification and Political Legitimacy[J]. AI & SOCIETY, 2025: 1-15.
- [13] Banerjee D, Gopalan A. Towards Reliable Alignment: Uncertainty-Aware RLHF[J]. arXiv Preprint, 2024 arXiv: 2410.23726.
- [14] Park K, Yoon H Y. Beyond the Code: The Impact of AI Algorithm Transparency Signaling on User Trust and Relational Satisfaction[J]. Public Relations Review, 2024, 50(5): 102507.
- [15] Fu S, Nielsen K H. The Humanist Challenge to China's Dominant Policies for Popularizing Science and Technology (PST)[J]. Science as Culture, 2023, 32(4): 486-504.
- [16] 李正风, 尹雪慧. 知识流、知识分配力与基础研究中的科学传播 [J]. 科普研究, 2012, 7(5): 31-34, 39.
- [17] Horst M, Michael M. On the Shoulders of Idiots: Re-Thinking Science Communication as 'Event' [J]. Science as Culture, 2011, 20(3): 283-306.
- [18] 李正风. 当代“科普”的特点及其意义 [J]. 世界科学, 2025(6): 25-27.
- [19] OECD. The Knowledge Based Economy[R]. Paris: OECD Publishing, 1996: 24.
- [20] 李正风. 从“知识分配力”看科技中介机构的作用与走向 [J]. 科学学研究, 2003(4): 405-408.
- [21] David P A, Foray D. Accessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base[J]. STI Review, 1995, 16: 14-68.
- [22] 约瑟夫·熊彼特. 经济发展理论 [M]. 何畏, 等译. 北京: 商务印书馆, 1990: 73.
- [23] 陈劲. 关于构建新型国家创新体系的思考 [J]. 中国科学院院刊, 2018, 33(5): 479-483.
- [24] 雷小苗. 提升国家创新体系效能的机制与路径——基于“科学—技术—产业”协同视角 [J]. 科学学研究, 2024, 42(7): 1504-1512.
- [25] 许燕. 科技报告共享应用中的知识产权平衡策略研究 [J]. 情报科学, 2025, 43(7): 124-130.

(编辑 颜 燕 马 赫)

Research on the Theory and Mechanism of Empowering Technological Innovation through Science Popularization in the New Era

Li Zhengfeng^{1,2} Wang Dong^{1,2}

(School of Social Sciences, Tsinghua University, Beijing 100084)¹

(Research Center for Science, Technology and Society, Tsinghua University, Beijing 100084)²

Abstract: The empowerment of technological innovation through science popularization constitutes a pivotal contemporary issue in the context of the new technological revolution. To elucidate the mechanisms and pathways of this empowerment, it is imperative to clarify why science popularization is positioned as equally critical as technological innovation and how the two can achieve efficient and synergistic integration. In light of the transformative shifts facing contemporary science popularization—including digital and intelligent societal transitions, the demands for high-quality development and high-level competition, as well as the challenges arising from the expansion of its focus from “mature science and technology” to “science and technology in action”—it is evident that the concept of science popularization has undergone substantial evolution in dimensions such as content, target audiences, actors, forms, and mechanisms. Its functions have expanded beyond ideological and cultural enlightenment and the empowerment through knowledge and technology to encompass “value creation based on knowledge and technology.” To facilitate this comprehensive transformation in the conception and functionality of science popularization and thereby realize its empowerment of technological innovation, it is essential to deeply embed science popularization within the national innovation system. The key to this lies in enhancing the national “distribution power for knowledge and technology,” which entails strengthening the efficient flow of knowledge and technology between producers and users, promptly identifying and dismantling barriers to such flows, and establishing institutional mechanisms that ensure innovators’ timely access to requisite innovation elements.

Keywords: innovation of science and technology; great science popularization; distribution power for knowledge and technology; knowledge assets

CLC Numbers: N4; G206.3 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.06.001

Research on the Paradigm Shift of Science Popularization from Knowledge Dissemination to Ability Cultivation in the Digital Age

Cheng Peng¹ Fu Wenting¹ Gao Hongbin¹ Wang Shuai²

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)¹

(Institute of Religious Studies, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100005)²

Abstract: The rapid development of artificial intelligence in the digital age is reshaping the connotation and boundaries of science popularization, promoting the transformation of science popularization goals from traditional knowledge dissemination to ability cultivation. By reviewing