科普生态视域下的中国科普发展指数研究

——基于31个省域10年的监测分析

朱　镇[1]　敖依然[1]　胡　然[2]　牛婧红[2]

［中国地质大学（武汉）经济管理学院，武汉 430078］[1]
（湖北省科技信息研究院，武汉 430071）[2]

［摘　要］本研究基于生态系统理论构建了科普生态系统，解构了构成要素和结构关系并描述了科普生态系统在供给端、需求端、环境端和展现端的特征。在此基础上，设计了“4W2E”科普发展评价框架，从人员、内容、渠道、受众、环境、影响六个维度提出了由29个测量指标构成的评价指标体系。采用AHP与熵值法—Critic组合赋权法，利用多源数据集，对2012—2021年全国31个省域的科普发展指数进行了测算。结果表明，全国科普发展整体呈现阶段性上升态势，东部地区科普发展水平较高，中西部地区相对滞后。从空间分布上看，科普发展水平呈现由东向西逐步降低的态势，地区间差距仍较为明显。2015—2018年，科普发展水平出现略微下降，主要受科普内容供给不足影响导致。建议后发地区要充分利用科普水平较高地区的空间溢出效应，通过经济和教育的反哺，带动科普资源的合理分布；充分利用互联网、大数据和人工智能等新技术，拓宽科普渠道构建高效的科普信息化体系。

［关键词］科普生态系统　科普发展指数　科普发展时空演进　“4W2E”评价框架
［中图分类号］N4　　**［文献标识码］**A　　**［DOI］**10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.04.006

科学技术普及简称科普，是指通过多种传播媒介，以公众易于接触、理解、接受、参与的方式，向公众普及科学技术知识、倡导科学方法、传播科学思想以及弘扬科学精神的活动[1]。科学普及是实现创新发展的重要基础性工作，党的二十大报告明确提出要“加强国家科普能力建设”。党和国家相继发布了一系列促进科普发展的法规政策，推动科普工作进入了体系化发展的新阶段。我国在科普政策保障、科普人员和经费投入、科普基础设施完善、科普原创作品创作和科普活动组织等方面取得了显著的进步。然而，受经济区域差异和公共服务部署滞后等影响，当前的科普工作仍然面临人才短缺、科普资源配置不均、科普内容创新和供给不足、科普基础设施薄弱等困难[2]。科普发展的治理体系不健全、结构性不均衡的态势未能得到根本性的改善。如何科学构建符合我国国情的科普发展评价指标体系，全面动态监测和评估科普工作的发展状况，已成为新时代从宏观层

收稿日期：2025-02-23
基金项目：湖北省科技创新人才及服务专项软科学重点项目“中国科普发展监测与评价指数体系研究”（2023EDA105）。
作者简介：朱镇，中国地质大学（武汉）经济管理学院教授、博士生导师，研究方向：数字平台生态治理，E-mail：zhuzhen@cug.edu.cn。

面管理科普事业的核心任务。

近年来，科普形式逐渐多样化，大众接受科普的方式和渠道越来越丰富。大众的科普意识快速增强，科普内容的创作、传播扩散以及科普活动等出现了社会性生态扩张，大众对科普的需求得到了极大的满足。例如，在短视频平台上，科普博主会通过实验演示与多媒体手段，深入浅出地解释复杂的科学原理；各地科技馆推出的沉浸式互动展览、科研机构组织的社区讲座等活动推动了科学知识的快速传播。当前的科普正在摆脱自上而下的、被动式参与的传统科普方式，逐步转变为以公众需求为导向、以技术赋能为支撑的科普发展新生态。各种新技术的出现为扩展科普创作手段、链接科普对象、重塑传播路径以及优化服务效能提供了变革手段。科普发展的量化评价也需要吸纳这些新的特征以体现最新的科普发展趋势。

当前，国内外研究者已在宏观机制上探索了科普创新源头[3]、科普体系构建和完善的策略[4]、科普人才供给[5]及公众参与行为特征[6]等问题。在科普的量化方面，现有研究从科普全要素或科普能力角度开展大范围的区域评估，评估范围涉及全国[7–8]及省域层面[9–11]。在评估方法方面，现有研究多采用赋权分析进行科普量化指数分析，例如，专家评价的层次分析法（AHP），基于客观数据特征的熵权法、因子分析等数理方法。在测评数据方面，大部分研究依赖《中国科普统计》公布的2012—2021年的省域公开数据，并借鉴既有评价成果构建评估模型进行指数测算；少部分研究依据科普能力的概念和内涵或传播学理论来构建指标体系。值得注意的是，现有研究主要围绕人员、设施、经费、传播、活动五个维度展开。在科普能力相关要素的专项评估方面，研究多聚焦于构成科普能力的特定维度，包括主体（科普人才队伍）、客体（受众）、支撑（政策环境等）、载体（场馆、社区等）、内容和手段等要素[12]。除此以外，也有学者从社区、科技人才、各级科协组织、科普场馆、科普活动等微观层面对科普能力进行研究[13]，例如，针对科普人员的专业角色效能及其社会影响进行量化分析[14]。然而，目前的科普发展评估还存在以下局限。第一，已有研究主要依托公开的科普统计数据，根据科普内涵以及工作实践开展评价[15–16]。虽然这些研究能够很好地反映宏观的科普运行特征，但在理论构建方面相对薄弱，未能全面科学地解释评估体系的内在逻辑。第二，现有研究未覆盖科普发展的社会技术环境变化的刺激因素、政府的政策扶持和治理改进等支持因素，存在一定的测量局限性。

鉴于此，本文基于生态系统理论提出了科普生态系统框架，试图解构科普生态的构成要素和结构关系，提出了科普生态系统在供给端、需求端、环境端和展现端的特征。通过设计“4W2E”科普发展评价框架，科学地揭示出科普生态内部交互关系与运行机制。在此基础上，以年鉴数据为基础，充分融合当前数字媒体、社会反馈、基础设施以及政策支撑等公开数据，利用多源集成的数据集对我国2012—2021年科普发展水平进行了系统的监测，以此揭示我国科普发展的地区差异及时空演进趋势。

1 科普生态系统与“4W2E”科普发展评价框架

1.1 生态系统理论

生态系统的概念源于生物学，指生物群落与其环境通过物质循环、能量流动和信息传递形成的动态统一整体。生态系统的核心是有机体与环境之间的交互依存关系。一个可持续的生态系统具有整体性、自组织性和动态演化的特征。生态系统不仅涵盖有机体

与环境的复杂关系，还通过描述能量流动、物质循环和种间关系揭示系统内各部分的相互依赖与协同进化，体现系统整体的稳定性和动态平衡的能力[17]。

随着学科交叉融合的不断深入，生态系统的上述特征正不断地拓展至其他学科，为揭示复杂环境中多主体协同关系规律提供了理论框架[18]。例如，生态系统概念被引入社会科学领域，用以描述社会技术系统中多主体通过复杂互动形成的共生网络，如商业生态系统、数字平台生态系统和创新生态系统等。社会科学领域的生态系统通常可以理解为由多个对象交互组成的联合关系，不同对象通过互动实现各自的目标和核心价值主张[19]。与生态系统类似，社会生态系统的运行依赖主体间交互、外部环境反馈及系统内部的动态调整[20]。这种跨学科的理论拓展，为科普生态系统的研究奠定了理论基础。

1.2 科普生态系统的概念与结构

科普生态系统在实践中常被提及，但其定义并没有在学界达成共识。借鉴生态系统理论，本文将科普生态系统定义为由科普生态的主体和环境围绕科普知识供给与需求满足之间相互作用而形成的有机整体，旨在提升科普的社会影响与价值展现。在科普生态系统中，参与主体是指与科普活动供给与需求相关的个体、组织及相关资源条件，分处于供给端和需求端。科普环境指影响主体活动的支持性要素或资源集合，涵盖技术基础设施、制度政策环境、资源保障体系等，科普展现的是参与主体与环境交互的结果。

艾德诺（Adner）认为，生态系统需要关注与参与者相关的活动、位置和链接三个基本要素，才能解析参与者和环境之间的运行规则[19]。首先，活动是为了使价值主张得以实现而需采取的行动[19]。大量新兴的科普实践说明，大众参与和新技术赋能特色的科普活动越来越受到公众的关注。这些实践打破了传播者与接收者以往“主—客”的二分关系，呈现出内容动态生成、个性推送以及基于反馈的持续优化等新特征，逐步塑造了更加开放、互动、高效的科普生态系统雏形[21]。

其次，位置是参与者在活动流程中的具体地位以及明确任务移交的动作[19]。内容供给与传播渠道决定了科普生态中不同对象所处的位置。由于社交媒体、人工智能等数字技术改变了科普内容的创作流程[22]，新技术赋能后的服务框架极大地丰富了内容创作手段，从根本上提高了科普内容的供给效率[23]。此外，下游的科普渠道正在脱离书籍、电视等传统媒介，迅速延展至社交媒体、虚拟现实体验等多维数字场景和体验服务中。这种创新性变革进一步促使科普内容驱动的知识普及向大众参与驱动的科学思维塑造转变[24]。

最后，链接是指跨越不同主体之间的资源、信息和影响力的转移活动[19]。科普生态系统中参与主体与环境正是通过“供给—需求—环境—影响”的闭环链接形成动态平衡，例如，科普供给方通过多渠道将内容传递给需求方，在环境支撑下产生多层次社会影响，最终反馈调节系统运行形成科普影响。

基于此，本文提出了科普生态系统框架（见图1），揭示科普生态系统的特征。科普生态系统的核心参与者集中在供给端和需求端，环境端通过提供各种资源和支撑促进核心参与者的科普互动，创造社会影响。供给端与需求端的横向双向互动实现了科学知识的传播与触达。从纵向关系看，处于底层的环境端为科普活动的开展提供资源保障，体现为政府与非营利机构为科普发展提供资源支撑与治理方案，激发需求端的科普需求，是科普生态能可持续发展的重要保障条件。处于顶层的展现端反映了科普生态的展现形式和结果，通过科学影响和价值传播，实现了科

普对国家与社会的综合影响。纵横十字相交于科学思维塑造这一关键目标上，形成一个多维度、多层次链接的系统结构。

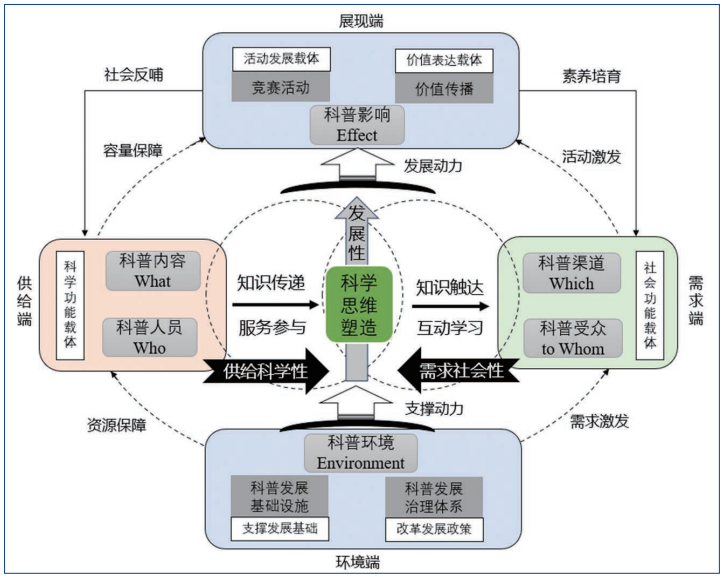

图 1 科普生态系统框架

1.3 基于科普生态结构的“4W2E”科普发展评价模型

从主体上看，科普生态系统由供给端、需求端、环境端和展现端构成，这种结构关系为识别当前的科普事业现状、界定关键的科普运行能力提供了理论基础。

首先，供给端（包含科普人员、科普内容）主要进行科普内容的创作与供给，是科普的科学功能载体。科普人员包括科研工作者、专业科普作家、科技媒体记者等多元主体，其专业素养直接影响着科学信息的编码质量；而科普内容则涵盖传统媒体作品、新媒体产品、科普展览等多种形式，其科学性、准确性和传播适切性决定了知识解码的效能。优质的科普供给既要确保科学事实的准确，又要充分考虑受众的认知水平。因此，供给端体现了科普生态系统的科学属性，是科普权威性的来源。

其次，需求端（包含科普渠道、科普受众）的核心功能是促进科学知识的社会化流动与公众参与，是科普的社会功能载体。科普渠道（例如，大众媒体、社交平台、科技场馆等）既是信息分发媒介又是社会交互的界面，其传播效率直接影响科普的触达广度与渗透深度。科普受众是科普的直接受益者，通过知识触达和参与互动来获取和理解科学知识。科普受众具有群体广泛性、需求多样性以及互动参与性的社会特征，参与互动和学习吸收使科普从单向灌输转向社会共治。因此，需求端体现了科普生态系统的社会属性。

最后，环境端（即科普环境）与展现端（即科普影响）是科普生态系统的基础架构，体现了科普的发展属性。科普环境和科普影响所形成支撑动力与发展动力，构成“输入—输出”框架结构，是科普不断演进发展的根源动力。环境端通过政策引导、资源保障和制度设计为科普活动提供系统性支撑。从发展视角看，环境端不仅能刺激科普的资源供给，还能通过动态治理激发需求端活力，促进科普生态系统长期均衡发展。展现端则通过科普影响在活动发展以及价值传播两个方面向公众传递科学的价值理念、素养精神和社会责任，促进科学文化的繁荣和发展。随着科普的持续开展，科学影响逐渐从知识层面渗透到思维层面，不仅塑造了公众的科学思维和科学方法论，还提升了社会整体的科学素质。

科普生态系统的科学性、社会性和发展性映射到参与者构成的子系统中，在宏观上勾勒了科普持续发展的态势，形成了科普发展评价的理论基础，明确指向了科普发展评价的对象。基于此，本文提出了“4W2E”科普发展评价模型，即从科普人员（Who）、科普内容（What）、科普渠道（Which）、科普受众（to Whom）、科普环境（Environment）和科普影响（Effect）六个维度对科普事业发

展进行评估，具体定义见表 1。其中，“4W”属于科普生态系统的供给端与需求端，用于考察科学知识的传播与触达过程；“2E”属于环境端和影响端，构成科普生态系统持续发展的动力源。“4W2E”评价模型为界定科普发展水平提供了一个精细而全面的理论工具。

表 1 “4W2E”科普发展评价模型的定义

科普生态系统的组成	科普生态的评价对象	定义
供给端（科学性子系统）	科普人员	具备科普能力并从事科普工作的人员
	科普内容	书籍、期刊、电视及新媒体等多渠道传播的科学知识
需求端（社会性子系统）	科普渠道	支持科普活动的线上与线下传播途径
	科普受众	参与科普活动的个体和群体
环境端（发展性子系统）	科普环境	支持科普活动开展的各种支撑与运行条件
展现端（发展性子系统）	科普影响	科普活动的社会展现力与影响力

2 科普发展指标评价体系

2.1 科普发展评价指标与测量

根据“4W2E”科普发展评价模型，科普发展评价的指标设计采用文献梳理、年鉴识别以及专家访谈相结合的方式进行。对于常见的测量指标，依据文献梳理并结合年鉴公开数据确定。对于先前研究没有涉及的维度，采用专家咨询与理论分析相结合的方式确定，数据为本研究独立采集获取。

科普人员：根据《中国科协科普人才发展规划纲要（2010—2020 年）》对科普人员的定义，规模、质量以及价值贡献等是常见的几个方面 [5]。结合以往研究 [16, 25] 确定 4 个最常见的指标，包括科普专职人员数、中级职称以上或本科以上学历科普人员比例、科普创作人员数、科普兼职人员年度实际投入工作量。此外，鉴于科普志愿者已经成为开展科普工作的重要社会力量，本研究新增注册科普志愿者数，用以衡量科普社会力量。以上数据全部来自年度科普统计年鉴。

科普内容：科普内容评估实质上是对科普作品的生产规模和供给水平的衡量，科普期刊和图书、科普读物和资料、科普电台和电视台是 3 个最常见的指标 [15, 26]。鉴于科技发展使新媒体逐步成为科普的主要形式，研究新增“高影响力新媒体内容发布数”，用以反映在社交媒体、网络平台等数字媒介上发布的科普内容数量。在一家社交媒体监测平台的支持下，对全国访问量排序靠前的 1 432 个微信科普公众号和 638 个哔哩哔哩（以下简称 B 站）科普视频站点①进行了历史数据回溯采集，整理形成 2017—2021 年年度统计数据。2017 年前，社交媒体还没有被广泛应用，2021 年后，呈现爆发发展态势。因此，后续指标权重以 2017 年为界，进行了两阶段差异化处理。

科普渠道：《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035 年）》明确提出，要兼顾数字空间和物理场所的资源配置与利用。本研究除了延续科普场馆数、展厅面积以及活动场地数 3 个指标外，新增“科普网站个数”以及“高影响力新媒体账号个数”两个指标作为新媒体科普内容的数字空间途径。新增指标依据社交媒体监测平台提供的监测数据，对评估当年正常运行的微信科普公众号和 B 站科普视频站点进行计数测量。

科普受众：以往研究中的评价体系很少考虑科普受众，甚至将科普受众等同于科普活动影响，混淆了需求端与展现端的差异。本研究从科普活动参与者角度测量科普受众的参与广度，从而剥离科普活动的展现方式与社会影响。因此，基于科普（技）讲座、展览、竞赛，科研机构及大学参观以及青少年科技兴趣小组参与人数 5 个方面界定受众的

①当前微信公众号是市场占有率最高的社交媒体平台，B 站是市场占有率最高的长视频学习与传播平台。

科普受众面。上述数据全部来自年度科普统计年鉴。

科普环境：由于先前研究很少涉及科普环境这一要素，因此，本研究结合政府和科普专家调查，将科普环境构成要素设定为政策环境、资源保障和技术基础 3 个关键维度。研究采用多源数据测量：（1）年度科普经费使用额；（2）科普专项经费；（3）政府关于科普的规范文件数量；（4）互联网普及率。前两个指标数据来自年度科普统计年鉴；第三个指标取自北大法宝平台 2012—2021 年收录的全国各省级政府或省厅发布的科普发展促进文件，通过计算当年正在执行的文件数之和进行测量；第四个指标数据来自 CNNIC 发布的 2012—2021 年年度报告数据。

科普影响：以往研究多数将科普活动过程指标，如参与人次，简单等同于科普的社会展现和影响 [12]。本研究从科普活动中剥离出反映科普社会影响力的指标，删除渠道、受众需求端相关的测量指标。主要使用 6 个指标测量，其中科普（技）竞赛举办次数、科普国际交流举办次数、重大科普活动次数和重要科普获奖结果 4 个指标用以刻画科普活动产生的宏观影响力，数据取自年度科普统计年鉴。其次，关于科普内容的有效性，增设“公民科学素质”和“高影响力新媒体科普类视频点赞评论数”两个指标。公民科学素质得分参考 2012—2021 年间中国公民科学素质调查的数据。由于该报告并非每年度发布，本文采用统计学拟合方法，发现二次函

表 2 中国科普发展指标体系及权重

目标层	评价准则层	指标度量层（权重）	年度数据来源
需求端	科普人员	每万人科普专职人员数（0.049）[1]	《中国科普统计》
		中级职称以上或本科以上学历科普人员比例（0.035）[1]	《中国科普统计》
		科普创作人员数（0.040）[2]	《中国科普统计》
		每万人科普兼职人员年度实际投入工作量（0.038）[1]	《中国科普统计》
		注册科普志愿者数（0.038）[2]	《中国科普统计》
	科普内容	科普期刊和图书出版总册数（0.057）[2]	《中国科普统计》
		科普读物和资料发放量（0.068）[2]	《中国科普统计》
		科普电台和电视台播出科普（技）节目时间（0.051）[2]	《中国科普统计》
		高影响力新媒体内容发布数（0.074）[2]	B 站、微信公众号
供给端	科普渠道	每百万人科普场馆数（0.016）[1]	《中国科普统计》
		每万人科普场馆展厅面积（0.014）[1]	《中国科普统计》
		每万人科普活动场地数（0.018）[1]	《中国科普统计》
		科普网站个数（0.016）[2]	《中国科普统计》
		高影响力新媒体账号个数（0.016）[2]	B 站、微信公众号
	科普受众	每万人科普（技）讲座参加人数（0.012）[1]	《中国科普统计》
		每万人科普（技）展览参加人数（0.012）[1]	《中国科普统计》
		科普（技）竞赛参加人数（0.013）[2]	《中国科普统计》
		青少年科技兴趣小组参加人数（0.013）[2]	《中国科普统计》
		每万人科研机构、大学参观人数（0.011）[1]	《中国科普统计》
环境端	科普环境	年度科普经费使用额（0.057）[2]	《中国科普统计》
		科普专项经费（0.066）[2]	《中国科普统计》
		政府关于科普的规范文件数量（0.068）[2]	北大法宝网站
		互联网普及率（0.079）[1]	CNNIC 年度调查
展现端	科普影响	科普（技）竞赛举办次数（0.020）[2]	《中国科普统计》
		科普国际交流举办次数（0.022）[2]	《中国科普统计》
		重大科普活动次数（0.023）[2]	《中国科普统计》
		重要科普获奖结果（0.027）[2]	《中国科普统计》
		公民科学素质（0.021）[1]	中国公民科学素质调查
		高影响力新媒体科普类视频点赞评论数（0.026）[2]	B 站、微信公众号

注：上标 1 表示质量指标，上标 2 表示数量指标。

数的拟合效果最好（R^2 在 0.95~0.99），未调查年度的空缺值使用二次函数的预测值代替。高影响力新媒体科普类视频点赞评论数采用当年正常运行的科普类微信公众号和 B 站发布的科普内容的所有点赞数之和。

参考统计指数的设计原则："4W2E"科普评价框架兼容测量指标的质量与数量内涵。质量型指标采用人均计算法，以所在省域人口做分母（通常采用每万人或每百万人），旨在考察质量驱动的科普内涵式发展。数量型指标采用计数法或累计法，强调规模效应，旨在考察科普的规模化现状。29 个测量指标的具体含义以及数据来源见表 2。

2.2 科普发展评价指数测算

（1）数据处理。由于数据普遍存在极端值问题且各指标性质不同，用最大最小值法（公式 1）对原始数据进行归一化处理，使数据更加平滑。

$$x'_{ij}=\frac{\log x_{ij}-\min(\log x_i)}{\max(\log x_i)-\min(\log x_i)}\times 100 \qquad (1)$$

其中，x_{ij} 为某指标第 i 个省份在第 j 年的值，x_i 为该指标第 i 个省份在基期年的值（以 2012 年为基期年，出现较晚的新媒体数据以 2017 年为基期年）。

（2）权重设置。为了减少单一的主观赋权或客观赋权所带来的局限性，本文选取主客观组合赋权方法。在评价准则层采用 AHP 方法进行主观赋权。邀请来自政府和科研机构的 10 名科普领域的学者或行业专家进行打分，经重要性排序和两两比较，计算得到权重见表 3。在指标度量层选用客观赋权法进行衡量。由于指标体系中的指标不仅存在差异性，还具有关联性，因此，本文在熵权法基础上加入 CRITIC 法可以更客观地界定各指标的重要性。基于文献[27]的方法进行测算，利用向量夹角余弦的加权组合确定最优加权平均系数，以便提高预测的准确性。度量层的权重结果见表 3。

（3）科普发展指数测算。在上述两步基础上，基于标准化指标 x'_{ij} 及测算的各级指标权重 ω_i，使用公式 2 求得各省域的科普发展指数和六维度得分。Z_i 越大，表示科普发展水平越高，反之越低。

$$Z_i=\sum_{j=1}^{n}\omega_j x'_{ij} \qquad (2)$$

3 主要评价结果

3.1 全国科普发展指数的整体趋势

根据测算得到 2012—2021 年中国大陆 31 个省（自治区、直辖市）的科普发展指数，为评估全国科普发展的总体水平变化，对所有省域的科普发展指数进行省域简单平均处理，得到 2012—2021 年全国科普发展指数的均值（见表 4）。鉴于统计年鉴数据的可获得性，本文研究范围不包括香港特别行政区、澳门特别行政区及台湾省。2012—2021 年，全国科普发展指数趋势见图 2。

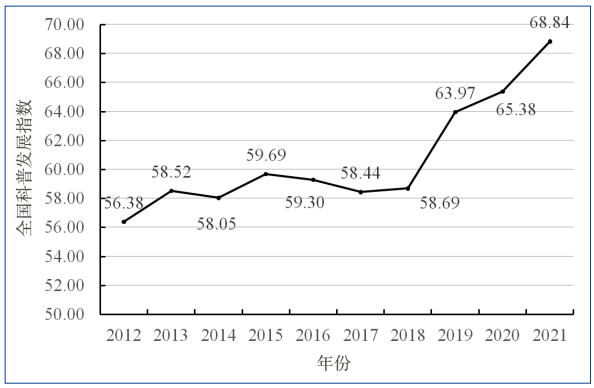

图 2 2012—2021 年全国科普发展指数趋势

总体来看，10 年间，全国科普发展趋势积极向好，指数从 2012 年的 56.38 上升至 2021 年的 68.84。根据图 2 的发展指数发展趋势，全国科普大致分为三个发展阶段：2012—2015 年，为小幅波动上升阶

表 3 科普发展指标体系度量层指标权重

准则层指标	科普人员	科普内容	科普渠道	科普受众	科普环境	科普影响
AHP 权重	0.20	0.25	0.08	0.06	0.27	0.14

表 4 中国 31 个省（自治区、直辖市）科普发展指数测算结果（2012—2021 年）

省份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京市	86.68	93.57	89.46	95.56	92.88	96.18	95.55	99.32	98.51	102.67
天津市	62.83	67.83	66.51	66.84	64.79	61.04	58.86	72.88	74.75	78.03
河北省	58.49	57.91	63.77	61.81	60.90	56.89	61.67	66.82	65.80	69.88
山西省	51.62	52.45	48.71	44.06	51.45	47.60	44.26	50.24	49.26	57.48
内蒙古自治区	55.71	56.22	58.52	60.62	57.68	53.85	55.69	60.73	60.23	64.80
辽宁省	67.35	67.29	66.43	72.53	71.73	63.86	59.44	64.07	68.50	64.89
吉林省	47.86	50.52	29.74	28.46	19.80	37.84	53.05	67.44	64.97	59.52
黑龙江省	47.57	46.70	46.61	55.95	53.57	54.22	50.70	54.94	56.96	58.52
上海市	82.02	85.18	90.21	89.93	90.21	91.85	91.40	93.77	91.25	93.12
江苏省	76.18	75.96	81.87	81.54	76.68	80.38	77.26	79.61	79.57	80.50
浙江省	67.85	72.06	71.82	76.88	78.62	76.87	72.02	75.44	71.97	79.20
安徽省	58.08	58.67	64.63	56.05	61.22	57.36	63.48	67.66	66.77	71.96
福建省	60.48	60.45	57.07	66.65	59.78	62.74	66.76	68.36	71.48	73.32
江西省	50.29	54.91	55.98	59.69	59.74	53.60	57.91	61.33	67.53	72.19
山东省	59.27	66.25	68.82	66.87	60.68	60.31	62.47	68.76	70.13	74.40
河南省	60.03	54.94	56.01	52.32	55.90	57.12	57.43	68.58	67.68	72.58
湖北省	64.55	69.87	71.21	67.78	69.42	66.55	65.58	71.06	80.48	80.58
湖南省	62.83	62.85	62.81	61.83	64.61	63.71	58.95	67.34	70.67	74.76
广东省	67.80	70.15	69.94	69.53	77.99	74.94	74.95	82.19	85.16	88.94
广西壮族自治区	59.68	58.00	60.79	58.03	58.57	65.67	59.43	65.57	67.67	70.96
海南省	41.33	35.64	32.82	35.63	31.08	37.47	31.09	41.62	41.84	55.02
重庆市	49.90	54.53	58.39	58.51	59.86	60.97	61.90	65.22	69.06	76.46
四川省	66.49	63.41	62.84	62.39	63.15	63.97	61.89	67.04	72.20	77.43
贵州省	44.88	45.38	44.67	50.43	50.74	44.78	47.44	50.80	58.04	57.06
云南省	55.87	61.99	56.03	63.23	65.80	58.41	61.11	63.45	66.86	70.62
西藏自治区	5.04	15.47	12.75	19.36	16.10	16.07	17.26	13.69	14.96	20.14
陕西省	60.02	65.67	64.30	66.26	66.67	64.48	69.55	73.72	72.73	77.70
甘肃省	45.96	52.45	51.49	55.78	57.47	50.82	51.71	54.75	54.39	53.54
青海省	41.85	40.22	40.66	43.60	40.62	40.68	37.86	46.32	47.87	48.23
宁夏回族自治区	38.17	39.89	39.92	42.94	46.06	41.36	43.70	47.17	46.70	49.65
新疆维吾尔自治区	51.20	57.79	54.63	59.24	54.57	50.17	48.85	53.10	52.91	59.93
全国均值	56.38	58.52	58.05	59.69	59.30	58.44	58.69	63.97	65.38	68.84

段；2016—2018 年，为小幅下滑阶段；2019 年，为快速增长的起点。

3.2 科普生态系统的六个发展维度增长趋势

研究进一步绘制了科普生态系统的六个发展维度增长态势（见图 3）。总体来看，科普生态系统的发展性子系统表现较好，社会性子系统较为稳定，而科学性子系统波动较大。科学性体现在科普人员和科普内容两个维度。前者基本呈现小幅下降后稳定增长态势，但后者在 2015—2018 年存在明显的下跌趋势，之后呈现出复苏迹象，2021 年回升至 58.13。社会性体现在科普渠道和科普受众两个维度。科普渠道的增长态势与科普受众基本相同，发展趋势在 10 年间均相对稳定，其中科普受众从 2020 年表现出快速增长迹象，这可能与新冠肺炎疫情导致公众科普需求增加的情况有关。发展性主要体现在科普环境和科普影响两个评价维度，均呈现出稳步上

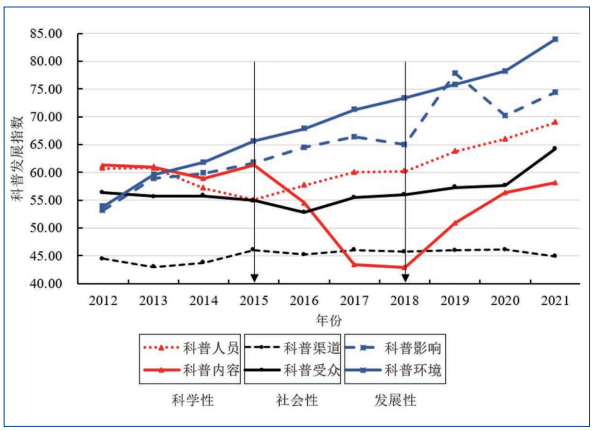

图 3 2012—2021 年全国科普发展 6 个发展维度增长态势

升的趋势。

为了进一步分析上述六个评价维度的 31 个省域年际演进趋势，使用 Matlab 软件绘制 Kernel 核密度图（见图 4）揭示影响科普发展指数的分布变化。

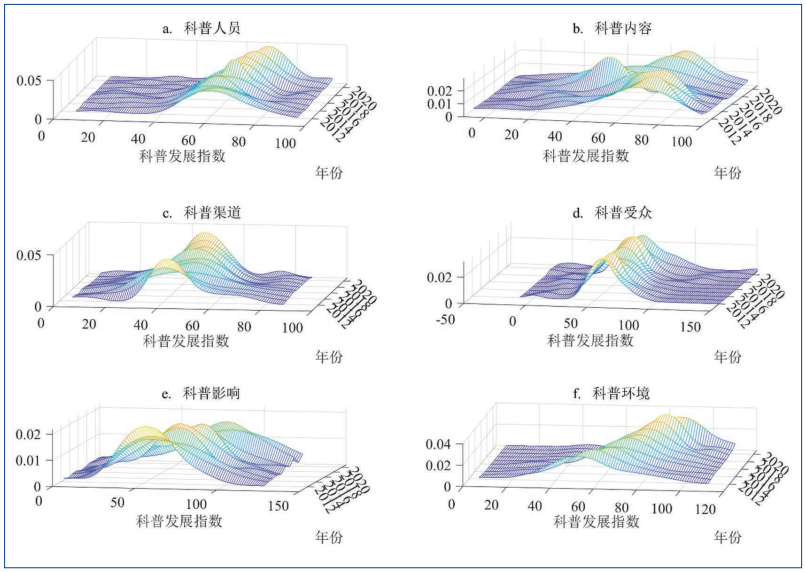

图 4 31 个省域科普生态发展指数六个维度的年际演进趋势

首先，从核密度曲线分布看，科普人员、科普影响和科普环境的曲线随着时间变化均表现向右移动的趋势，表明这三维度的科普发展水平在全国范围内整体呈现上升态势，特别是科普环境的优化效果较为显著。相比之下，科普内容的核密度曲线则显示出左偏分布，说明存在下降或上升趋势缓慢的态势。科普渠道和科普受众未表现出显著的变化，整体呈现出相对稳定的状态。

其次，从分形角度看，科普人员和科普渠道的主峰均呈现上升趋势，并伴随着宽度逐渐收窄，表明这两个维度的省际发展差异趋向均衡。与此相反，科普影响和科普受众的核密度曲线宽度呈现扩展趋势，表明这两个维度的省际差异逐渐增大。科普环境的主峰高度呈现阶梯上升，而科普内容主峰则在短期内有所上升后回落，但主峰宽度显著收窄，表明这两个维度在全国范围的发展趋势向好。

再者，从分布延展性看，科普人员、科普内容和科普环境的曲线均表现出左拖尾现象，表明极端值与全国平均值之间的差距尚未得到有效缩小。科普受众的曲线则表现为右拖尾现象，表明这些维度中，部分省域的科普发展水平明显高于其他省份。

最后，从波峰数目变化看，10 年期间，除了科普内容外，其他维度均出现了多峰现象，且随着时间的推移，波峰逐渐由单峰转变为双峰，显示出科普发展过程中两极分化的情况。

综上所述，得到以下结果。

第一，2012—2021 年 10 年间的科普发展指数的显著增长源于供给端科普人才队伍的优化和增长以及环境端的科普环境支撑的完善，科普展现能力也随之增强。科普生态发展的这一趋势，得益于国家和各省（自治区、直辖市）对科普人才建设的重视以及科普基础设施建设的加强，是典型的政府拉动型科普发展模式，而科普的市场机制有待于进一步激活。

第二，全国科普发展水平 2015—2018 年出现略微下降，主要体现在科普内容供给不足。经分析有以下两个原因。一是国家出版政策的收紧导致科普图书以及科普期刊出版数量急剧减少，而新媒体科普形式当时还未成为主流，导致科普内容供给下滑严重。二是这一时间段内社交媒体开始兴起，一些博主开始通过微博、博客等方式尝试公共科普，电视台与电台等传统科普服务模式受到挑战，科普供给采取收缩方式以减少低效运营。科普统计年鉴的原始统计数据结果见图 5。

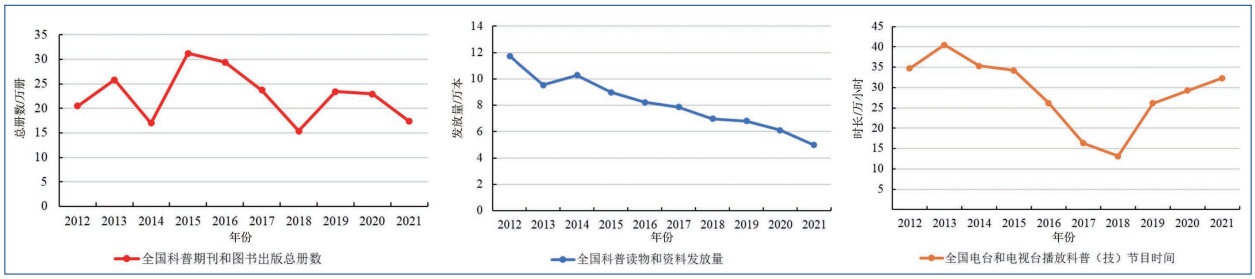

图 5 全国科普期刊和图书出版总数、读物和资料发放数以及全国电台和电视台播放科普（技）节目时间

第三，2019 年开始科普事业迎来了快速发展期。这一变化可能受到国家科技强国建设政策以及新冠肺炎疫情后公众对健康科普需求新增的影响。随着科普内容的创新和传播方式的数字化变革，近年来，供给端的科普内容、需求端的科普受众以及展现端的科普影响三个指数快速提升，说明供给与需求之间的联动关系正在被激活，科普生态系统的正循环运行能力也在快速建立。

3.3 科普发展时空演进特征

3.3.1 全国层面的时空演进

结果显示，过去 10 年间，我国科普发展的阶梯分布特征明显，空间发展呈现不平衡的状态。2012—2021 年，北京市和上海市保持科普发展水平的领先地位，构成第一梯队；江苏省、广东省、浙江省、天津市、湖北省、陕西省的科普发展势头强劲，处于第二梯队；辽宁省、四川省、山东省、湖南省、福建省、云南省等则处于第三梯队，科普发展相对缓慢；新疆维吾尔自治区、甘肃省、黑龙江省、山西省、贵州省、西藏自治区等科普发展水平比较滞后。从 2021 年发展水平来看，第一梯队的省份北京市（102.67）、上海市（93.12）的科普发展水平是第四梯队省份排名后三位的省份青海省（48.23）、宁夏回族自治区（49.65）的 2 倍左右，西藏自治区（20.14）的 5 倍左右。上述阶梯式的空间发展分布特征与所在省份的经济实力和教育基础存在较高的相关性。

3.3.2 区域层面的时空演进

为了进一步比较区域差异，本文依据国家统计局经济区域划分标准①，将我国划分为东部、中部、西部、东北部四大区域。图 6 显示了中国科普发展水平在空间上呈现出“东部 > 中部 > 东北部 > 西部”的格局，而发展速度则呈现出“西部 > 中部 > 东部 > 东北部”的格局。这种区域发展差异与先前研究保持一致 [10]。

东部地区 10 年指数均值为 71.30，远高于全国平均水平。这一优势主要得益于该区域经济发达、教育资源丰富以及科普基础设施完善。北京市、上海市、广东省、浙江省和江苏省等不仅是经济中心，也是科普活动的热点地区，这些地区拥有众多科技馆、博物馆和科学教育项目。然而，尽管东部地区科普发展水平高，但近年来增长速度开始变缓，平均增速为 2.05%，这可能与该地区科普发展已较为成熟，增长空间相对有限有关。

中部地区 10 年指数均值为 61.27，在研究期内平均增长 2.42%，增长速度略高于东部地区。近年来，随着国家中部崛起战略的深入实施，该地区的经济和教育事业得到了快速的发展。中部地区的省份如湖北省、湖南省、河南省等，通过加强科普基础设施建设、提升科普教育质量以及举办各类科普活动，有效地推动了科普事业的进步。然而，与东部地区相比，中部地区的科普发展水平仍存在一定的差距，这主要体现在科普资源的分

①见国家统计局官网 https://www.stats.gov.cn/hd/cjwtjd/202302/t20230207_1902279.html。

配和利用上。

东北部地区 10 年指数均值为 55.03，在发展速度上要明显慢于东部和中部地区，显示出发展后劲不足的态势。东北部地区的科普发展面临着多重挑战，包括经济转型升级的压力、人才流失的问题以及科普资源的相对匮乏。

西部地区在科普发展水平上相对落后，但其增长速度最快，平均增速为 2.66%，超过了东部地区和中部地区。西部地区自然地理和历史古迹丰富，国家西部大开发战略带动经济和教育事业快速发展，科普工作也因此逐渐受到重视，科普发展具有巨大的潜力。

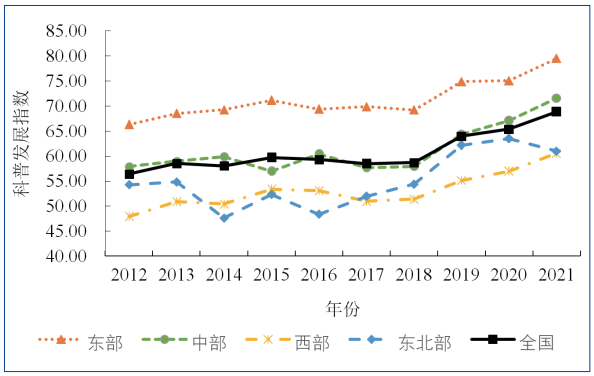

图 6 2012—2021 年区域科普发展水平的差异演变

4 结语

依据生态系统理论，本文提出了科普生态系统的结构是由供给端、需求端、政策端以及展现端四个维度构成，结合科学性、社会性和发展性特征设计了“4W2E”科普发展评价框架，从科普人员、科普内容、科普渠道、科普受众、科普环境、科普影响六个维度提出了评价体系。以年鉴数据为基础，充分融合和利用多源集成的数据集对我国 2012—2021 年科普发展进行了系统监测，得出以下研究结论。第一，近 10 年中国科普发展水平呈阶段性发展，全国科普发展进程趋势积极向好。第二，从科普发展监测的六要素来看，科普人员、科普环境和科普影响的发展水平持续上升，科普受众稳定波动，而科普内容和科普渠道前期逐渐衰落，但科普内容在新媒体流行后呈现复苏迹象。第三，从空间分布特征来看，中国科普发展的阶梯分布特征明显，表现为“东部 > 中部 > 东北部 > 西部”。东部地区科普发展水平领先，但增速相对缓慢；西部地区虽然起点较低，但科普发展速度最快，显示出较大的发展潜力。

根据上述研究结论，提出以下政策建议。（1）科普发展水平较高的地区发挥科普发展优势，带动区域协作。充分利用科普水平较高地区的空间溢出效应，带动科普水平较低地区的发展。通过加强相邻省域的合作，促进区域间的资源互补和技术交流，推动科普资源在全国范围内的均衡配置。（2）加大对欠发达地区的资源支持。针对东北部和西部等科普发展滞后地区，应加大政策和资源投入，提升这些地区的科普基础设施建设和人员培养水平。通过经济和教育的反哺，带动欠发达地区科普资源的合理分布，缩小区域差距。（3）强化内容创新与渠道拓展。鼓励优质科普内容的创作，满足多样化的公众需求。通过互联网、大数据和人工智能等新技术，拓宽科普渠道，构建高效的科普信息化传播体系，提升科普效果，推动科普事业的现代化发展。

参考文献

[1] 中华人民共和国科学技术普及法 [M]. 北京：人民出版社，2025.
[2] 王挺 . “两翼理论”的思想源起和内涵认识 [J]. 科普研究，2022，17(1)：5–12.

[3] 董纪昌，祝魏玮，张超，等 . 科学传播模式演变与科技创新交互机制的探析和思考 [J]. 中国科学院院刊，2024，39(2)：358-366.
[4] 齐培潇 . 我国科普理论研究再思考 [J]. 中国软科学，2024(S1)：334-340.
[5] 袁梦飞，周建中 . 关于新时代科普人才队伍建设的研究与思考 [J]. 科普研究，2021，16(6)：18-24.
[6] Jensen E，Buckley N. Why People Attend Science Festivals：Interests，Motivations and Self-reported Benefits of Public Engagement with Research[J]. Public Understanding of Science，2014，23(5)：557-573.
[7] 王挺，郑念，王丽慧，等 . 国家科普能力发展报告（2019）[M]. 北京：社会科学文献出版社，2019.
[8] 上海科普教育 . 第七期全国科学传播发展指数报告正式发布 [EB/OL].（2024-09-30）[2025-08-12]. https://mp.weixin.qq.com/s/wg5hLR4f9qgYvP2NoC8XhA.
[9] 任嵘嵘，郑念，赵萌 . 我国地区科普能力评价——基于熵权法 -GEM[J]. 技术经济，2013，32(2)：59-64.
[10] 张立军，张潇，陈菲菲 . 基于分形模型的区域科普能力评价与分析 [J]. 科技管理研究，2015，35(2)：44-48.
[11] 张增一，贾萍萍，王丽慧，等 . 省级（域）科普工作评估的核心指标——基于访谈资料的质性分析 [J]. 科普研究，2023，18(2)：19-28，63.
[12] 王刚，郑念 . 科普能力评价的现状和思考 [J]. 科普研究，2017，12(1)：27-33.
[13] 齐培潇，郑念 . 我国科普能力发展的影响因素分析 [J]. 科协论坛，2018(6)：4-8.
[14] Volk S C. Assessing the Outputs，Outcomes，and Impacts of Science Communication：A Quantitative Content Analysis of 128 Science Communication Projects[J]. Science Communication，2024，46(6)：758-789.
[15] 北京市科技传播中心 . 北京科普发展报告（2021—2022）[M]. 北京：社会科学文献出版社，2022.
[16] 王挺，王京春，郑念，等 . 国家科普能力发展报告（2020）[M]. 北京：社会科学文献出版社，2020.
[17] Holling C S. Understanding the Complexity of Economic，Ecological，and Social Systems[J]. Ecosystems，2001，4(5)：390-405.
[18] Jacobides M G，Cennamo C，Gawer A. Towards A Theory of Ecosystems[J]. Strategic Management Journal，2018，39(8)：2255-2276.
[19] Adner R. Ecosystem as Structure：An Actionable Construct for Strategy[J]. Journal of Management，2017，43(1)：39-58.
[20] Marco I，Roy L. Strategy as Ecology[J]. Harvard Business Review，2004，82(3)：68-78，126.
[21] 王硕，阎妍 . 生成式人工智能时代下科技传播的机遇与挑战——基于科技传播体系的分析 [J]. 中国科技论坛，2024(9)：134-143.
[22] Deng Q. Who Are the Science Audiences? A Typology Study on Digital Scientific Audiences：Persona，Performance，and Public[J]. Science Communication，2024，46(6)：687-724.
[23] 上官大堰 . 内容为本科技赋能 :AR 科普童书出版与发展策略 [J]. 中国出版，2021(13)：76-79.
[24] 王聪，丁苏雅，詹琰 . 线上评论背景下传统科普形式的科学传播模式研究 [J]. 自然辩证法研究，2024，40(6)：93-99.
[25] 张越，符洋，黄虹 . 基于因子分析的湖南省区域科普能力测度评价 [J]. 科技管理研究，2019，39(18)：82-87.
[26] 李婷 . 地区科普能力指标体系的构建及评价研究 [J]. 中国科技论坛，2011(7)：12-17.
[27] 刘建国，李悦 . 人口高质量发展水平测度、空间分布与动态演进 [J]. 统计与决策，2024，40(17)：64-69.

（编辑 颜 燕 和树美）

（上接第 35 页）

[23] Soranno P A，Bacon L C，Beauchene M，et al. LAGOS-NE：A Multi-Scaled Geospatial and Temporal Database of Lake Ecological Context and Water Quality for Thousands of US Lakes[J]. GigaScience，2017，6(12)：gix101.
[24] Clare J D J，Townsend P A，Anhalt-Depies C，et al. Making Inference with Messy（Citizen Science）Data：When Are Data Accurate Enough and How Can They Be Improved?[J]. Ecological Applications，2019，29(2)：e01849.
[25] Snik F，Rietjens J H H，Apituley A，et al. Mapping Atmospheric Aerosols with a Citizen Science Network of Smartphone Spectropolarimeters[J]. Geophysical Research Letters，2014，41(20)：7351-7358.
[26] Sullivan B L，Aycrigg J L，Barry J H，et al. The eBird Enterprise：An Integrated Approach to Development and Application of Citizen Science[J]. Biological Conservation，2014，169：31-40.
[27] Fraisl D，Hager G，Bedessem B，et al. Citizen Science in Environmental and Ecological Sciences[J]. Nature Reviews Methods Primers，2022，2(1)：64.
[28] Liñán S，Salvador X，Álvarez A，et al. A New Theoretical Engagement Framework for Citizen Science Projects：Using a Multi-Temporal Approach to Address Long-Term Public Engagement Challenges[J]. Environmental Research Letters，2022，17(10)：105006.

（编辑 颜 燕 和树美）

Analysis on How the Revised *Law of the People's Republic of China on Popularization of Science and Technology* Promotes Science Popularization Activities

Zhang Zhimin

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)

Abstract: Under the revised *Law of the People's Republic of China on Popularization of Science and Technology*, science popularization activities are defined as the actions that fulfill the functions of science popularization. Promoting such activities is one of the major revisions, with the guiding policy concept concentrated in the newly added chapter, "Science Popularization Activities". On the macro-level, the strategy centers on deepening supply-side reform in science popularization, fostering synergy among government, school education, society and the market, embedding science popularization in the national "Five-Sphere Integrated Plan", and proactively aligning science popularization with scientific and technological innovation, school education, social governance and national diplomacy. These measures aim to enhance both the quality and efficiency of science popularization activities. On the micro-level, the Law calls for further involvement of research institutes, universities, and enterprises in creating science popularization content, protection of intellectual property rights for science popularization outputs, and the establishment of science popularization enterprises, all intended to expand the supply of works, products and services. It also maps the priority directions for science popularization activities through disseminating and promoting new technologies and knowledge, strengthening science communication during emergencies, enriching various training programs with science popularization content, and expanding international exchanges and cooperation. Furthermore, the Law mandates monitoring and evaluation of misinformation, science popularization performance and citizens' scientific literacy, to help science popularization activities improve quality and efficiency and finanlly achieve benign and sustainable development. In the future, the implementation of the Law should be advanced via strengthening policy promotion and interpretation, clarifying the responsibilities among government departments, taking high-quality development as the lead, and giving full play to the role of the National Science Popularization Month platform, so as to effectively promote science popularization activities.

Keywords: the revised *Law of the People's Republic of China on Popularization of Science and Technology*; science popularization activities; policy orientation

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.04.005

Research on China's Science Popularization Development Index from the Perspective of Science Popularization Ecosystem: A Decadal Analysis Across 31 Provincial-Level Regions in China

Zhu Zhen[1] Ao Yiran[1] Hu Ran[2] Niu Jinghong[2]

(School of Economics and Management, China University of Geosciences, Wuhan 430078)[1]

(Hubei Academy of Scientific and Technical Information, Wuhan 430071)[2]

Abstract：Grounded in ecosystem theory，this study constructs a science popularization ecosystem and deconstructs its key elements and structural relationships. Six key components were identified across four dimensions: supply-side，demand-side，environment-side，and presentation-side. Following six key components，a “4W2E” evaluation framework was developed with 29 measurement indicators across six dimensions: persons，contents，channels，audience，environment，and impact. Utilizing multi-source datasets，the science popularization development index was calculated for 31 provincial-level regions from 2012 to 2021 using a combined Analytic Hierarchy Process（AHP）and Entropy-Critic weighting method. The findings identify a phase-wise upward trend in nationwide science popularization development，with eastern regions demonstrating higher development levels than the central and western regions. Spatially，the development of science popularization shows a progressive expansion from east to west，accompanied by notable regional disparities. During the 2015—2018 period，science popularization development exhibited a marginal decline，primarily attributable to insufficient supply-side content provision. These findings provide empirically grounded policy recommendations for optimizing resource allocation and promoting quality-intensive science popularization public strategies.
Keywords：science popularization ecosystem；science popularization development index；spatio-temporal evolution of science popularization development；4W2E evaluation framework
CLC Numbers：N4 Document Code：A DOI：10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.04.006

Research on the Construction of Science Popularization Demonstration Community from the Perspective of Actor-Network Theory：A Case Study from Xiangda Community of Xiangtan City in Hunan Province

Long Xiaoqiong[1] Xiong Ziying[2] Wang Ming[2]

（School of Marxism，Hunan University of Science and Technology，Xiangtan 411201）[1]
（School of Law and Public Administration，Hunan University of Science and Technology，Xiangtan 411201）[2]

Abstract：The Outline of the Nationwide Scientific Literacy Action Plan（2021—2035）clearly states that it is necessary to implement the project of improving the capacity of grassroots science popularization services，thoroughly implement the grassroots science popularization action plan，and carry out the creation activities of national science popularization demonstration counties（cities，districts）. Taking the specific practice of Xiangda Community in Yuhu District，Xiangtan City，Hunan Province as a sample，this paper comprehensively analyzes the science popularization demonstration creation actions of this community from the perspective of the Actor-Network Theory，providing experience references for the construction of a wider range of science popularization demonstration communities. The study reveals that establishing a science popularization demonstration community depends on multi-subject collaboration. Thus，it is essential to link human agents like science and technology associations，communities and the public with non-human ones such as science venues，social media platforms and science policies，dig deep into hidden resources to build a cooperative network，and develop management mechanisms to maintain the network’s stability and balance，thereby enhancing the sustainable development capacity of community science popularization services.
Keywords：science popularization demonstration community；actor-network theory；community science popularization；grass-root service capability of science popularization
CLC Numbers：N4 Document Code：A DOI：10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.04.007