

科技创新和科学普及协同演进的 实践机制与优化策略研究

——基于浙江省 11 个地级市的实证分析

顾秋阳¹ 郭亮玺¹ 谢思君²

(浙江省科技交流和人才服务中心, 杭州 310000)¹

(兰州财经大学国际经济与贸易学院, 兰州 730000)²

[摘要] 科技创新、科学普及是实现创新驱动发展的两翼。浙江省作为中国高质量发展先行区, 在推动科技创新与科学普及协同演进过程中形成了独特经验。本研究运用熵值法和耦合协调模型量化分析浙江省 11 个地级市 2023 年的耦合协调度, 总结出科技创新与科学普及协同演进的内在机制。研究发现, 浙江省存在科创与科普资源分配不均、转化效率低、公众参与不足及评价机制滞后等问题。基于问题, 本研究系统总结了二者协同演进的内在动因, 并据此提出优化策略, 包括构建跨区域资源统筹与补偿机制, 建立科研与科普协同转化体系, 培育多元主体参与的科普生态, 完善动态评价与治理反馈机制 4 个方面。以期为推动科技创新与科学普及协同发展提供有益借鉴。

[关键词] 科技创新 科学普及 耦合协调度

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.06.005

1 问题提出

在全球科技竞争日益激烈的背景下, 科技创新已成为驱动经济社会发展的核心引擎^[1]。与此同时, 科学普及作为提升全民科学素质、营造创新生态的基础工程, 对科技创新的可持续性具有深远影响^[2]。科技创新与科学普及并非孤立存在, 而是相互依存、协同演进的共生体: 科技创新为科学普及提供源头活水, 科学普及则为科技创新培育社会土壤、激发人才潜能, 二者被视为实现创新发展的“两翼”^[3]。

当前, 我国正加快实现高水平科技自立自强, 亟须弥合公众“知识鸿沟”, 构建“创新—普及”双轮驱动的良好循环体系^[4]。习近平总书记强调: “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。”^[5] 这一重要论述为浙江省在科技创新与科学普及协同推进工作方面指明了前进方向、提供了根本遵循。浙江省始终秉持创新驱动发展的核心理念, 把增强科技创新能力摆在突出位置, 持续加强科技基础能

收稿日期: 2025-06-01

基金项目: 浙江省科技计划项目“浙江省科技创新和科学普及协同推进的机理与路径研究”(2025C35011); 浙江省第五次全国经济普查课题“浙江省企业科技创新人才发展路径研究”(ZJWJP04)。

作者简介: 顾秋阳, 浙江省科技交流和人才服务中心助理研究员, 研究方向: 科技创新与科学普及, E-Mail: 827791171@qq.com。

力建设,整合科技创新力量和优势资源,为科技创新与科学普及协同演进提供有力支撑^[6]。浙江省科技创新与科学普及的协同关系,经历了从初步探索到深度融合的演进历程,实现了从“重科创、轻科普”向“两翼并重”的根本性转变,这一过程不仅提升了公众科学素质,还激发了公众的创新活力,培育了创新文化,为全国提供了“两翼齐飞”的浙江样本^[7],但与实现高水平科技自立自强、建设世界科技强国的目标相比,仍有改进和提升空间,需要深入研究分析。

科学普及与科技创新作为国家创新体系中被确立为“同等重要”的“两翼”,其协同演进机制已成为创新理论研究的核心议题^[8]。现有文献主要沿理论建构、实证测度与实践路径3个维度展开。在理论层面,学界以“两翼同等重要”为框架基础,相继引入创新生态系统理论阐释多元主体资源相互依存与知识流动的共生逻辑,运用资源依赖理论解析科创机构与科普组织通过合法性获取与资源置换降低环境不确定性的内在动力^[9],并依托新制度主义理论论证制度打破“重科创、轻科普”路径依赖的催化作用^[10],从而构建了从宏观结构到微观行为的系统性解释机制。在实证层面,研究通过构建科普能力与科技创新水平的区域评价指标体系,采用耦合协调度模型^[11]、TOPSIS主成分分析^[12]和Dagum基尼系数分解^[13]等方法,量化揭示了科学普及和科技创新由割裂走向协同的动态演化规律与区域异质性特征。在实践路径层面,学者们提出需通过制度设计重塑科研评价机制、依托资源整合推动科研设施开放共享、借助技术赋能在人工智能与虚拟现实场景中创新科普形式,进而构建“知识生产—传播—应用—反馈”的闭环生态^[14]。然而,现有研究仍存在双重局限:其一,缺乏对高质量发展先行区(如浙江省等)的聚焦考察,难以回

应区域创新实践的理论需求;其二,研究范式多陷于“科技赋能科普”的单向路径依赖,忽视了科普反馈优化科技创新的知识反哺效应与双向互馈机制。鉴于此,本研究以浙江省为典型场域,深入探究“两翼”协同演进的实践模式、作用机理与优化策略,旨在为创新驱动发展战略提供更具解释力与前瞻性的理论支撑。

当前科技创新与科学普及协同演进的研究多聚焦于理论层面的宏观分析,如运用创新生态系统理论、资源依赖理论以及新制度主义理论等进行探讨^[15],然而针对区域内部各子系统的科技创新与科学普及耦合协调度的分析相对较少,缺乏深入且系统的量化研究,导致对具体城市间差异和特点了解不够全面,难以形成针对性策略。此外,对于科技创新与科学普及协同演进的机制未能总结出具有普遍指导意义的经验和模式,且对协同演进过程中存在的问题研究不够全面和深入,缺乏深入剖析和系统梳理,难以提出有效的解决方案和改进措施以应对复杂挑战。因此,本研究聚焦浙江省科技创新与科学普及协同演进的核心问题,运用熵值法和耦合协调模型量化分析浙江省11个地级市的耦合协调度,并深入剖析浙江省在科技创新与科学普及协同演进方面的独特经验与内在机制。

2 科技创新与科学普及的耦合协调度分析

2.1 科技创新与科学普及的耦合机制理论分析

耦合是指两个及以上系统之间相互影响的现象,协调度能反映整体的发展水平^[16]。科技创新与科学普及的协同演进本质上是知识社会中知识生产、传播与应用闭环形成的必然结果,其耦合机制根植于二者内在的互动性与共生性^[17]。从知识流动视角看,科技创新是科学普及的内容源泉^[18]。前沿科研成果通过科技创新不断涌现,为科普提供了权

威、时效性强的内容基础；而科学普及又是科技创新的社会土壤，科普通过将复杂知识转化为公众可理解的形式，传播科学方法与思想，提升全民科学素质，营造崇尚创新的社会文化氛围。“两翼同等重要”正是对这一共生关系的深刻概括——科技创新为科学普及“铸魂”，科学普及为科技创新“筑基”^[19]。

二者的耦合更深层地受资源依赖机制驱动。科技创新主体需通过科普获取社会合法性、公众支持和政策资源。科普主体则高度依赖科技创新主体提供前沿知识、专家资源和技术展示载体^[20]。这种知识、影响力和资金的资源互换，降低了双方在不确定环境中的生存风险，形成“知识生产—传播—应用反馈—优化研发”的闭环。从系统演进视角看，科技创新与科学普及的耦合是创新生态系统演化的高阶形态^[4]。根据创新生态系统理论，多元主体通过知识流动与资源共享形成共生网络。科技创新主体与科学普及主体通过生态位互补增强系统韧性，即科研机构提供原创内容，媒体扩大传播半径，公众反馈优化研发方向^[21]。这种生态协同在浙江数字经济高地表现尤为显著，其发达的产业链与创新链为科普提供了丰富的应用场景与转化渠道。

制度环境则是耦合的催化剂^[22]。新制度主义理论指出，组织行为受合法性机制约束。当国家政策将科普纳入创新评价体系，科研机构为获取制度合法性会主动打破“重科创、轻科普”的路径依赖^[23]。浙江省率先将科普成效纳入之江实验室、西湖大学等平台的考核指标，推动科研人员参与科普创作的政策实践。反之，制度缺位会导致协同失效——边缘城市因考核聚焦 GDP 与专利数量，科普长期被边缘化，陷入“资源投入不足—公众参与度低—

创新需求反馈缺失”的恶性循环^[24]。科技创新与科学普及的耦合是知识共生的内在要求、资源互换的理性选择、系统演进的必然方向、制度引导的行为响应四重机制共同作用的结果。浙江省的实践印证了这一逻辑——科创高地的生态优势催化了双向赋能闭环，而制度与资源短板则导致系统解耦。因此，深刻理解科创与科普走向深度耦合，由“重科创轻科普”转向“两翼同等重要”的协同演进过程，是破解区域协同失衡、构建科技创新与科学普及协同演进新格局的理论基础^[25]。

2.2 科技创新与科学普及综合评价指标体系

为深入探究目前浙江省科学普及与科技创新之间协同演进关系，根据浙江省的科技创新水平和科学普及水平，并遵循指标体系设置的科学性原则，本研究构建了科技创新和科学普及的综合评价指标体系（见表1）。该体系涵盖科学普及和科技创新两个一级指标，进一步细分为7个二级指标和17个三级指标，全面覆盖了科普人员、科普场馆、科普经费、科普传媒、科普活动以及创新投入、创新产出等关键方面。

表 1 科技创新和科学普及综合评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	属性
科学普及	科普人员	科普专职人员数量 / 人	+
		科普兼职人员数量 / 人	+
		场馆数量 / 个	+
	科普场馆	建筑面积 / m ²	+
		展厅面积 / m ²	+
	科普经费	当年科普经费筹集额 / 万元	+
	科普传媒	科普图书当年出版种数 / 种	+
		科普图书当年出版总册数 / 册	+
		科普期刊当年出版种数 / 种	+
		科普期刊当年出版总册数 / 册	+
		科技类报纸当年发行总份数 / 份	+
科技创新	科普活动	科普讲座线上线下举办次数 / 次	+
		科普讲座线上线下参加人次 / 人次	+
	创新投入	R&D 经费支出 / 亿元	+
		R&D 人员 / 万人	+
	创新产出	专利申请授权量 / 项	+
		科技发明 / 项	+

为便于后续实证分析，本研究在构建科技创新与科学普及综合评价指标体系的基础

上，进一步以浙江省 11 个地级市为样本，对其 2023 年科技创新与科学普及两大系统的实际表现进行了量化测评，形成了浙江省各市科技创新与科学普及综合评价。该表采用熵值法分别计算出各市“科技创新综合指数”与“科学普及综合指数”，并按指数高低给出省内排名，直观地呈现了不同城市在两大系统的相对实力与梯度差异（见表 2）。具体来看，杭州市科技创新指数（1.000）、科学普及指数（0.841）均列第一，显示出“双高”优势；宁波市、温州市、嘉兴市等地级市科技创新表现相对突出，但科普指数显著低于创新指数；而舟山市、衢州市、丽水市等地级市在两项指数上均处于末位，暴露出明显的“双低”短板。表 2 的量化结果不仅为后续耦合协调度测算提供了数据基础，也直接印证了浙江省科技创新与科普资源配置的非均衡格局，为深入剖析区域差异成因与提出针对性优化策略奠定了事实依据。

表 2 浙江省各地级市科技创新与科学普及指数及排名

地级市	科技创新综合指数	科技创新排名	科学普及综合指数	科学普及排名
杭州市	1.000	1	0.841	1
宁波市	0.657	2	0.311	3
金华市	0.244	6	0.386	2
温州市	0.339	3	0.247	4
嘉兴市	0.320	4	0.194	5
绍兴市	0.250	5	0.153	6
台州市	0.231	7	0.122	7
湖州市	0.141	8	0.044	10
丽水市	0.029	9	0.105	8
衢州市	0.026	10	0.081	9
舟山市	0.001	11	0.028	11

2.3 方法设计及数据分析

在综合评价指标体系的基础上，本研究以浙江省 11 个地级市为研究对象，采用熵值法分别测算 2023 年浙江省各地级市的科普和科技创新水平综合得分，并基于耦合协调模型计算两系统的耦合协调度，随后对耦合协调度进行分析。基于数据的可得性和完整性，浙江省各市的科学普及数据根据科技部发布

的 2023 年度全国科普统计数据整理得到，科技创新数据来源于《浙江省统计年鉴》。

首先，采用极差法对数据进行标准化处理，在本文中，所有指标均为正向指标。 x'_{ij} 代表第 i 个城市在第 j 个指标上的标准化值。

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \tag{1}$$

其次，计算信息熵 e_j 。

$$p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^n x'_{ij}}, e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij} \tag{2}$$

再次，计算指标权重 w_j 。其中， $0 \leq w_j \leq 1$ ， $\sum_{j=1}^m w_j = 1$ 。

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)} \tag{3}$$

对数据进行标准化处理后，通过熵值法计算各指标权重，可有效避免主观因素影响，使结果更加客观科学^[26]。

从次，计算浙江省 11 个地级市的科技创新（ $U1$ ）和科学普及（ $U2$ ）综合得分。

$$U1_i = \sum_{j=1}^{m_1} w_j * x'_{ij}, U2_i = \sum_{j=1}^{m_2} w_j * x'_{ij} \tag{4}$$

最后，计算耦合协调度（ D 值）。其中 T 为两系统的综合协调指数，反映整体发展水平对耦合协调度的贡献， α 、 β 为系数，表示科普和科技创新系统各自的贡献系数，考虑到科普与科技创新同等重要^[27]，故设定 $\alpha = \beta = 0.5$ 。

$$C = \frac{2\sqrt{U1 \cdot U2}}{U1 + U2}, (0 \leq C \leq 1) \tag{5}$$

$$T = \alpha U1 + \beta U2 \tag{6}$$

$$D = \sqrt{C * T}, (0 \leq D \leq 1) \tag{7}$$

耦合协调度能够反映科普和科技创新两个系统整体的协调发展水平， D 值越小，说明两个系统的耦合协调发展水平越低； D 值越大，耦合协调发展水平越高。参考已有的关于系统耦合协调度的研究^[28]，将耦合协调度划分为 3 个等级、8 个级别（见表 3）。

表 3 科技创新和科学普及耦合协调度级别与等级划分

<i>D</i> 的范围	级别	等级
0~0.19	严重失调	失调类
0.20~0.29	中度失调	
0.30~0.39	轻度失调	
0.40~0.49	濒临失调	过渡类
0.50~0.59	初级协调	
0.60~0.69	中级协调	协调类
0.70~0.79	良好协调	
0.80~1.00	优秀协调	

2.4 耦合协调度分析

根据上文的数据与研究设计，得到了浙江省 11 个地级市的 *D* 值，并总结出协调等级（见表 4）。可以看到，杭州市的耦合协调度最高，属于“优秀协调”级别，这表明杭州市的科技创新和科学普及水平高度协同，充分彰显了其在推动科技创新与科学普及深度融合、相互促进方面的卓越能力。作为浙江省省会，杭州市拥有丰富的科技资源和科普设施，在科普政策的制定与实施上始终走在前列，为科普事业的蓬勃发展提供了坚实的政策保障。不论是科普经费的投入还是科普活动的组织、科学知识的传播，都体现出了杭州市对科普工作的高度重视和大力支持，为浙江省其他各市的科普工作做了表率。宁波市以 0.679 的耦合协调度位列第二，虽然与杭州市差距显著，属于“中级协调”级别，却显示出了较好的协同发展态势。金华市、温州市和嘉兴市均达到了“初级协调”的级别。虽然这三市在科技创新和科普工作方面也有一定的基础，但需要进一步加强科技创新和科普工作的协同推进，提升耦合协调度。绍兴市和台州市的耦合协调度分别为 0.443 和 0.410，处于“濒临失调”的级别。这表明这两市在科技创新和科普工作方面的协同性相对较弱，需要引起高度重视，并采取措施加以改进。然而，湖州市、丽水市、衢州市和舟山市 4 个市属于“失调类”，在科技创新和科普工作方面的协同性存在明显不足，需要

加大力度进行改进和提升，否则将严重制约科技创新和科普工作的发展。

表 4 浙江省各市耦合协调度级别与等级划分

地级市	<i>D</i> 值	级别	等级
杭州市	0.959	优秀协调	协调类
宁波市	0.679	中级协调	协调类
金华市	0.550	初级协调	过渡类
温州市	0.539	初级协调	过渡类
嘉兴市	0.501	初级协调	过渡类
绍兴市	0.443	濒临失调	过渡类
台州市	0.410	濒临失调	过渡类
湖州市	0.261	中度失调	过渡类
丽水市	0.245	中度失调	过渡类
衢州市	0.224	中度失调	过渡类
舟山市	0.120	严重失调	失调类

对浙江省 11 个市科技创新与科学普及耦合协调度的系统评估，不仅清晰呈现了各地协同发展的现状格局，更深刻揭示出区域间存在的显著分化特征。这样的区域间差异性发展现状凸显了推进科技创新与科学普及深度融合的紧迫性。这种区域分化的实质，既反映了资源禀赋、政策导向等结构性差异，也暴露出科普效能转化、创新生态构建等机制性短板。为破解这一发展困境，浙江省率先启动了多维度的协同创新实践，即通过数字化技术重构科普传播链路，以科创平台为载体实现科研与科普的双向赋能，激发企业主体的科普动能，构建政策—资源—人才协同支持网络等。这些探索不仅是对耦合协调度分析结果的直接回应，更形成了具有全国示范意义的协同创新解决方案。

3 浙江省 11 个地级市耦合协调度差异的成因分析

耦合协调度评估清晰地揭示了浙江省 11 个地级市在科技创新与科学普及协同发展水平上的显著区域差异。杭州市以 0.959 的 *D* 值高居榜首，处于“优秀协调”级别，充分彰显其作为省会城市在推动“两翼同等重要”方面的引领地位；而舟山市的 *D* 值仅为 0.12，

深陷“严重失调”困境，这种差异凸显了省内区域协同发展的严重不平衡。这种局面的形成并非偶然，其背后是资源依赖格局下形成的非均衡性、创新生态系统成熟度差异以及制度环境与执行效能分化共同作用的结果。深刻剖析这些差异的成因，是精准识别协同发展瓶颈、科学施策推动全域“两翼”深度融合、实现高水平均衡发展的关键前提。本研究基于资源依赖理论、创新生态系统理论和新制度主义理论的整合视角，深入分析其成因。

3.1 资源依赖格局下的空间非均衡性与路径锁定

资源依赖理论强调组织的生存与发展依赖于外部关键资源的获取，其行为受到资源稀缺性和控制权分配的影响^[29]。浙江省科创与科普资源在空间上的非均衡分布，塑造了显著的“核心—边缘”依赖结构，导致区域协同发展的路径锁定。

3.1.1 科创资源的高度集中与知识生产依赖

杭州市、宁波市等核心城市凭借其行政中心地位、历史积累和经济优势，成为全省乃至全国高端科创资源的“引力中心”。2023年，杭州市R&D经费支出占全省总量的29.8%，是湖州市的6.3倍^①。这种资源的高度集中，比如高水平科研院所、巨额R&D投入和顶尖人才等优势均赋予了核心城市强大的知识生产能力，为科普提供了丰富的前沿知识源。然而，这也导致了边缘地区对核心城市知识源的深度依赖。湖州市、舟山市、丽水市、衢州市等市不仅自身R&D投入低，更缺乏关键的知识生产主体，知识供给能力严重不足。这种依赖格局使得边缘地区难以摆脱“知识输入型科普”模式，本地科创与科普的协同缺乏内生动力源，陷入“资源匮乏—能力薄弱—依赖加剧”的负向循环，体

现了资源依赖的路径锁定效应。

3.1.2 科普资源配置不均与能力建设困境

科普资源的配置包括专职人员、经费、场馆设施和传媒影响力等，同样高度依赖区域的经济实力和行政层级，呈现向核心城市严重倾斜的特征，杭州市科普专职人员2985人，是舟山市的10.3倍；科普讲座线上线下共举办19334次，是舟山市的10倍^②。核心城市凭借资源优势，能够构建并运营现代化科普平台，实现高效传播。而边缘城市则面临关键科普资源包括人才、资金、设施等的持续短缺。这种资源禀赋的悬殊，不仅限制了边缘城市独立开展高质量科普活动的 ability，更使其难以有效承接和转化来自核心区域的有限科创溢出，导致本地“两翼同等重要”缺乏必要的资源支撑基础。资源依赖视角下，边缘城市难以突破资源约束，科普能力建设长期滞后，进一步固化了其在区域协同网络中的边缘地位。

3.2 新制度主义视角下的政策执行差异与合法性机制

新制度主义关注制度环境如何塑造组织行为，强调合法性机制和制度同构的作用^[30]。省级政策的顶层设计与地方执行的巨大落差，以及评价考核体系的导向差异，深刻反映了制度环境对“两翼同等重要”效能的影响。

3.2.1 政策执行的层级耗损与制度脱耦

尽管省级层面通过《浙江省科学技术普及条例》等政策，浙江省确立了“两翼并重”和建立“协同演进机制”的正式制度框架，但在市、县层级，政策的执行存在显著的“层级耗损”。杭州市、宁波市等强治理能力城市能够快速响应并内化省级要求，结合本地实际制定操作性细则，甚至进行制度创新，体现了对政策合法性的积极追求和高效

①数据来源，2023年浙江统计年鉴，http://tjj.zj.gov.cn/art/2023/10/16/art_1525563_58960915.html。

②数据来源，2023年浙江统计年鉴，http://tjj.zj.gov.cn/art/2023/10/16/art_1525563_58960915.html。

执行。然而，部分边缘城市则可能出现“制度脱耦”现象：省级政策仅停留在文件转发或象征性执行层面，缺乏实质性的配套投入、有效组织协调和具体项目抓手。这源于财政资源约束、认知合法性不足和专业人才缺失等多重压力。“制度脱耦”导致政策红利难以在基层释放，科普工作与科技创新“两张皮”问题突出，省级制度的规制性力量与规范性期望未能有效传导至基层。

3.2.2 评价考核体系的导向作用

评价考核体系是塑造组织和个人行为的强大制度性工具。在核心城市，评价体系开始纳入反映“两翼”协同深度的指标，并将其作为科研项目结题、机构评优、人才评价的重要参考。这种制度设计传递了“协同具有合法性价值”的信号，有效激励了科研人员、高校、院所甚至企业主动参与科普的内生动力，促进了科研与科普的实质性结合。而在多数边缘城市，评价体系的合法性来源仍主要锚定在GDP、财政收入等传统的、易量化的经济指标，以及专利、技术合同额等显性科创产出指标上。对科普工作的长期社会价值及其与科创协同产生的“乘数效应”缺乏有效的衡量标准和足够的权重。这导致基层主体缺乏深度融合所需的资源投入与模式创新的制度性激励，其行为更倾向于符合传统“合法性”标准，而忽视“两翼”协同发展的长远价值，体现了评价体系这一制度性规则对协同行为的导向作用。

3.3 创新生态系统成熟度分化下的主体协同效能

创新生态系统理论强调多元主体在特定地域内通过复杂互动实现价值共创^[31]。生态系统结构的完整性、主体活力以及互动网络的紧密性，直接决定了“两翼”协同模式的落地效果。

3.3.1 核心城市：健全生态与活力主体的正向循环

杭州市、宁波市等核心城市集聚了大量

高新技术企业如全球高性能机器人领先企业宇树科技、国家级科研平台如之江实验室、西湖大学，以及发达的现代服务业，特别是数字经济、文化创意产业。这些主体不仅是科技创新的核心引擎，也因其强烈的市场属性、品牌建设需求、广泛的社会影响力和用户/受众基础，天然成为科普创新的重要生力军和最佳实践者。例如，宇树科技创新性地实践“产品即科普载体”模式，通过在春晚、冬奥会等重大场合的机器人表演，在产品展厅和科技展会中的互动体验，将前沿的机器人技术以生动、直观、场景化的方式转化为公众可感知、可参与的科普内容，极大地提升了科普的吸引力、覆盖面和影响力。这种模式不仅有效普及了科学知识，也反哺了企业自身的品牌价值塑造和市场拓展。核心城市浓厚的创新氛围、完善的产业链条和丰富的应用场景，更容易催化形成“科技创新产生新知识/技术—通过多元主体尤其是企业转化为科普内容/体验—提升公众科学素质和创新意识—激发新的市场需求、反馈优化研发方向、吸引培养人才—促进新一轮更高水平的科技创新”的良性循环。

3.3.2 边缘城市：生态结构薄弱与主体动能缺失

相比之下，湖州市、舟山市、丽水市、衢州市等地的创新生态系统结构相对单一且活力不足。产业构成以传统制造业、资源依赖型产业或大量中小微企业为主。这些企业普遍规模小、生存压力大、研发投入有限、技术创新能力弱。更重要的是，它们作为潜在的科普协同主体，对科普的战略价值认知不足，往往将其视为与主营业务无关的“额外负担”或纯公益行为。本地缺乏像宇树科技这样的“关键企业”作为示范者和连接器。同时，高水平科研机构 and 高校等知识生产主体也相对匮乏。这导致：一方面，本地有限的科创成果缺乏有能力和意愿的市场主体进

行有效转化和传播；另一方面，本地科普活动往往由政府部门或少量科普场馆主导，形式传统，内容与本地产业关联度低，难以激发公众的深度参与和对本地产业升级需求的反馈。创新生态系统中关键主体特别是企业的缺位与活力不足、主体间互动网络的稀疏与低效，使得“两翼”的协同模式难以落地生根，价值共创链条断裂，协同效应无从产生。

4 结论与优化策略

4.1 主要结论

本研究基于浙江省 11 个地级市 2023 年度科技创新与科学普及耦合协调度的量化测度及成因解析，系统揭示了该省科技创新与科学普及协同演进的总体格局与核心矛盾。研究发现，浙江省作为高质量发展先行示范区，在推进科技创新与科学普及协同发展方面已形成若干实践经验，其中杭州市呈现“优秀协调”状态，为全省提供了示范样本。然而，区域间协同水平存在显著分异，呈现“核心—边缘”非均衡空间格局，杭州、宁波等核心城市与舟山、衢州等边缘城市在耦合协调度上表现出显著梯度差。具体问题表现在 4 个方面。第一，科技创新与科普资源在空间分布上呈现出显著极化特征，核心城市高度集聚了研发经费、专利产出、科普人员和活动资源；而边缘城市因创新基础薄弱、科普内容匮乏与公众创新意识欠缺，导致科技创新动能进一步削弱，形成负向循环机制。第二，科技创新成果向科普产品转化效率低下，前沿科研成果缺乏可视化、互动化科普供给，导致技术迭代与公众认知产生结构性错位。第三，公众及社会主体参与度不足，公众因感知关联性缺失导致参与意愿低迷，中小微企业将科普投入视为非核心业务成本，致使社会化协同链条断裂。第四，评价体系与反馈机制建设滞后，过度依赖量化指标而

忽视质性维度与闭环治理机制，制约协同效能提升。深层根源在于资源依赖格局的路径锁定效应、区域创新生态系统成熟度差异以及制度执行效能的分化。

4.2 优化策略

基于研究所发现的问题，为推动浙江省科技创新与科学普及深度协同、实现全域均衡发展，本研究提出以下优化策略。

一是构建跨区域资源统筹与补偿机制。以数字化平台为载体，引导杭州市、宁波市等核心城市的科创与科普资源向边缘城市定向流动，实施“科创资源下沉计划”与“科普对口支援”专项行动。建立横向财政转移支付与纵向专项补助相结合的补偿制度，缓解资源过度集聚引发的“马太效应”，为边缘城市提供必要资源支撑。

二是建立科研与科普协同转化体系。在重点科研平台、高校和企业研发中心设立“科普转化专员”岗位，负责将前沿科研成果转化为公众可理解的科普内容，贯通“科研成果—科普产品”转化路径。设立省级科普转化专项基金，将成果的可视化呈现与互动性设计水平纳入科研机构绩效评估与人才评价体系，构建“研发—转化—传播”双向激励机制，缩短技术迭代与公众认知更新的周期。

三是培育多元主体参与的科普生态。聚焦健康、环保等公众关切领域，开发沉浸式、体验式科普场景，提升公众参与的认知增益与情境关联性。推行“科普参与积分激励制度”，将个体参与度与社会信用体系、消费权益相衔接，强化持续参与的内在驱动力。推广“产品即科普载体”模式，支持中小微企业在研发与生产环节嵌入科普功能，引导企业认知科普对品牌价值建构与市场拓展的战略意义。

四是完善动态评价与反馈治理机制。构建融合量化指标与质性分析的多维评价体系，

弥补现行单一评价机制的局限。依托大数据与人工智能技术，建立覆盖科研机构、企业和科普场馆的实时反馈平台，确保协同策略能够基于区域异质性特征与实践需求动态调适，增强协同发展的可持续性。

5 结语

本研究整合资源依赖理论、创新生态系统理论和新制度主义理论，构建了一个多维度的分析框架，深入阐释了科技创新与科学普及协同演进的内在动力机制、系统结构基础和制度催化作用。在此基础上，运用熵值法及耦合协调模型，对浙江省 11 个地级市的科技创新与科学普及耦合协调度进行了系统化测度与空间差异分析，揭示了区域协同发展的非均衡格局及其深层成因，提炼了数字化时代背景下“两翼”从“单向赋能”向

“知识反哺、协同演进”跃升的具体路径与多元主体协同机制。这不仅深化了对“两翼同等重要”在区域实践层面的理解，也为浙江省乃至全国其他地区精准施策，优化科创与科普资源配置，提升协同效率，进而促进创新驱动发展战略的深入实施和经济社会高质量发展，提供了兼具理论支撑与实践指导价值的参考。本研究基于 2023 年截面数据揭示了浙江省“两翼”协同演进的整体格局。然而，受数据可得性与研究周期限制，尚未开展纵向时序追踪，难以捕捉耦合协调度的动态演化规律。同时，微观层面公众科学素质、企业科普行为等关键变量尚显不足。未来研究可引入多期追踪调查和社会网络分析，进一步揭示科技创新与科学普及协同演进的长期趋势、互动路径与情境差异，为跨区域比较与政策优化提供更为精细的实证支撑。

参考文献

- [1] 朱春艳, 李东泓, 陈凡. 习近平关于科技创新重要论述的哲学阐释 [J]. 科学技术哲学研究, 2025, 42(3): 123-128.
- [2] 柏坤, 贾宝余. 科学普及“一体两翼”的平台实践与探索——以“科创中国一院士开讲”为例 [J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(11): 1740-1748.
- [3] 王萍. 让科学普及与科技创新“比翼齐飞” [J]. 中国人大, 2025(1): 25-26.
- [4] 牛盼强. 科学普及与科技创新关系的演进 [J]. 科学管理研究, 2023, 41(5): 22-26.
- [5] 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.
- [6] 沈澜. 推进浙江省前沿科技科普化的对策研究 [J]. 科技通报, 2024, 40(6): 116-120.
- [7] 龙爱民, 郭晓, 吴刚, 等. 地方科普立法的实践探索与经验启示——以《浙江省科学技术普及条例》为例 [J]. 科普研究, 2025, 20(1): 94-105.
- [8] 冯添, 张玮琦. 让科学普及与科技创新“比翼齐飞”——科学技术普及法修订草案初审热点聚焦 [J]. 中国人大, 2024(21): 13-14.
- [9] 郑永和, 杨宣洋, 徐洪, 等. “两翼理论”指导下科普事业发展路径的思考 [J]. 科普研究, 2022, 17(1): 13-18, 32.
- [10] 翟杰全. 科学普及和科学素质建设高质量发展: 服务创新发展 [J]. 科普研究, 2021, 16(4): 31-36, 43.
- [11] 刘芳宇, 陈海燕. 区域科技创新与科学普及协同发展水平测度与评价 [J]. 决策咨询, 2024(6): 56-62, 66.
- [12] 丁刚, 陈超敏, 林泽锋. 省域科普能力建设与科技创新的耦合协同演化态势研究 [J]. 合肥工业大学学报 (社会科学版), 2022, 36(3): 28-36.
- [13] 苏国东, 易能. 粮食安全背景下农业科技创新与科学普及协同发展策略研究 [J]. 农业科技管理, 2024, 43(4): 8-12, 50.
- [14] 刘莹, 段志伟. 科普助力创新文化建设的机理及实现途径 [J]. 科普研究, 2024, 19(1): 41-48.
- [15] 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.
- [16] 朱海燕. 高校赋能科学普及: 可能性与现实性 [J]. 中国矿业大学学报 (社会科学版), 2024, 26(6): 134-141.
- [17] 王含阳. 智能时代网络舆论极化传播模式及其引导策略——基于过程系统的方法论启示 [J]. 西安交通大学学报 (社会科学版), 2025(4): 1-15.

[18] 张志坚, 褚丹丹, 张凯, 等. 河南省科学普及与科技创新协同发展的耦合协调度研究 [J]. 未来与发展, 2025, 49(5): 116-123.

[19] 陈宝明. 从“两翼理论”认识新时代科普工作新格局 [J]. 科普研究, 2022, 17(5): 13-15.

[20] 张余瑜. 视听赋能科普未来——知识就是力量科普视听行动启动 [J]. 中国广播电视学刊, 2025(6): 132-133.

[21] 杨玉良. 关于科学普及与中国未来发展的思考 [J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(5): 720-725.

[22] 向小微, 周建中, 刘杨. 关于科技资源科普化的制度要素探析及政策建议——基于新制度主义视角 [J]. 中国科学基金, 2023, 37(6): 977-985.

[23] 王大鹏, 黄荣丽, 陈玲. 新时代科学家参与科普的现状与路径思考 [J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(11): 1994-2004.

[24] 郑纳新. 中国式现代化视域下传媒内容创新路径研究 [J]. 新闻大学, 2023(11): 53-62.

[25] 郑念. 科普如何为中国式现代化固基赋能 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2023(3): 93-99.

[26] 蔡文伯, 陈念念. 成渝地区双城经济圈高等教育投入与经济增长耦合协调的实证研究 [J]. 黑龙江高教研究, 2022, 40(2): 46-53.

[27] 谭涛. 基于耦合协调模型的科普与科技创新协同发展研究 [J]. 科技和产业, 2023, 23(5): 80-86.

[28] 徐宁, 谢凡. 高校科技成果转化与区域科技创新测度研究——基于因子分析法和耦合协调度模型 [J]. 北京邮电大学学报 (社会科学版), 2021, 23(2): 88-96.

[29] 李维安, 李鼎, 周宁, 等. 政府环保补助何以诱发企业绿色治理背离行为?——基于资源依赖理论视角 [J]. 会计研究, 2024(3): 138-149.

[30] 向小微, 周建中, 刘杨. 关于科技资源科普化的制度要素探析及政策建议——基于新制度主义视角 [J]. 中国科学基金, 2023, 37(6): 977-985.

[31] 王珍愚, 胡彩文, 王宁, 等. 区域创新生态系统评价体系研究——基于 AHP-CRITIC-TOPSIS 方法 [J]. 科学与科学技术管理, 2025, 46(4): 54-71, 86.

(编辑 颜 燕 和树美)

(上接第 24 页)

[29] Public Participation in Scientific Programmes: Citizen Science for Biodiversity[EB/OL]. (2023-01-06) [2025-11-10]. <https://zh-cn.council.science/blog/public-participation-in-scientific-programmes-citizen-science-for-biodiversity/>.

[30] 首个全国科普月, 水科学实验室提供免费水质检测 [EB/OL]. (2025-09-23) [2025-11-10]. <https://finance.sina.com.cn/jjxw/2025-09-23/doc-infrmtuv2839120.shtml?from=ggmp>.

[31] 多措并举, 提升农村、偏远地区群众和重点群体数字素养与技能 [EB/OL]. (2024-10-12) [2025-11-10]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202410/content_6979468.htm.

(编辑 颜 燕 和树美)

论文摘要写作指南

摘要以报道性文字形式为宜, 基本要素包括研究目的、方法、结果和结论, 重点在于结果和结论。具体地讲就是研究工作的主要对象和范围, 采用的手段和方法, 得出的结果和重要的结论, 有时也包括具有情报价值的其他重要信息。摘要应具有独立性和自明性, 并且拥有与文章等量的主要信息, 即不阅读全文, 就能获得必要的信息。摘要篇幅以 300 字左右为宜。

摘要写作应结构严谨、表达简明、语义确切。切忌把应在引言中出现的内容写入摘要, 出现引言和摘要重复的现象; 一般也不要对论文内容作诠释和评论, 尤其是自我评价。

英文摘要应使用现在时态叙述, 尽量使用被动语态, 不必强求与中文一一对应。

Research on the Practical Strategies for Science Popularization Services to Support High-Quality Population Development in the New Era

Liu Houlian Zhang Xuying Jia Can Yuan Junlei

(China Population and Development Research Center , Beijing 100081)

Abstract: Under the strategic framework of supporting Chinese modernization with high-quality population development, science popularization services assume a critical role in advancing such development. This paper analyzes the challenges confronting China's population development, including pressures arising from population size and structural issues. It elucidates the scientific essence and priority tasks of promoting high-quality population development. Furthermore, it examines the new demands placed on science popularization services in this context, such as their integration into the population service system, their contribution to enhancing the overall quality of the population, and their role in reshaping perceptions related to marriage and childbearing. A framework for structuring science popularization services to foster high-quality population development is proposed. Accordingly, for the 15th Five-Year Plan period, it is imperative to focus on the integrated enhancement of three core dimensions of comprehensive population quality: scientific and cultural literacy, holistic health, and ideological and ethical standards. This requires to establish a science popularization system for the entire population and across the entire life cycle, innovate the content of science popularization, implementing targeted action plans, which include initiatives for a high-quality demographic foundation, a competent workforce, healthy aging, and supportive family environments, promote the integration of new and traditional science popularization methods, and strengthen the policy guarantee mechanism for science popularization, and promote the high-quality development of the population served by science popularization.

Keywords: high-quality population development; science popularization; scientific literacy

CLC Numbers: N4; C92-05 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.06.004

Research on the Practices, Mechanisms, and Optimization Strategies of the Co-Evolution between Innovation of Science and Technology and Science Popularization: Based on the Empirical Analysis of 11 Prefecture-Level Cities in Zhejiang Province

Gu Qiuyang¹ Guo Liangxi¹ Xie Sijun²

(Zhejiang Provincial Science and Technology Exchange and Talent Service Center , Hangzhou 310000) ¹

(Lanzhou University of Finance and Economics , Lanzhou 730000) ²

Abstract: Scientific and technological innovation alongside public science education serve as the “dual engines” driving innovation-led development. As a pioneering region for high-quality development in

China, Zhejiang Province has cultivated distinctive experiences in promoting the synergistic evolution of these two domains. This paper focuses on the core issue of how Zhejiang facilitates its coordinated advancement and explores the underlying mechanisms. Employing empirical analysis combined with case studies, This paper utilize the entropy method and the coupling coordination model to quantitatively assess the coupling coordination degree across Zhejiang's 11 prefecture-level cities in 2023. Through integrating practical case studies from the province, The research identify the intrinsic mechanisms governing their synergistic evolution while revealing existing challenges: uneven resource allocation between innovation and popularization, low conversion efficiency, insufficient public engagement, and lagging evaluation mechanisms. Systematically summarizing these intrinsic mechanisms, This paper propose targeted improvement recommendations based on our findings, This includes four aspects: establishing a cross-regional resource coordination and compensation mechanism, establishing a collaborative transformation system for scientific research and science popularization, cultivating a science popularization ecosystem involving multiple entities, and improving dynamic evaluation and governance feedback mechanisms. offering transferable insights for other Chinese regions pursuing coordinated “dual-engine” development.

Keywords: innovation of science and technology; science popularization; coupling coordination model

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.06.005

Research on the Current Situation and Enhancement Strategies of Understanding the Nature of Science in Early Childhood

Li Xiuju Jia Chaochao

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing100081)

Abstract: Under the background of a strong country in education and science and technology, the importance of science education is increasingly prominent. As an important goal of science education, the nature of science helps students better understand scientific knowledge, develop scientific thinking, and enhance curiosity and imagination. Teaching the nature of science in early childhood is crucial to ensuring that students have an accurate understanding of the nature of science. However, the survey results show that the overall development level of kindergarten graduates' understanding of the nature of science is low, and there are regional and school differences in China. Schools in the western region and schools with weak conditions are in a relatively vulnerable position. Besides, the survey results of kindergarten teachers also reveal that kindergarten teachers themselves have a poor understanding of the nature of science, and a serious lack of understanding of the importance of the nature of science. Based on this, this study proposes a multi-level framework for promoting the understanding of the nature of science in early education. At the macro level, it advocates for the early implementation of relevant educational practices and the optimization of resource allocation. the meso level, the focus shifts to institutional empowerment and ecological development, aiming to enhance science teachers' comprehension and appreciation of the nature of science, foster an open, diverse, and inclusive environment for exploration, and establish a coherent science education system bridging kindergarten and primary school.