

在深度参与中构建公众对科学的理解与信任

——一项基于公民科学的研究

陈强强

(西藏民族大学马克思主义学院, 咸阳 712082)

[摘要] 当前构建公众对科学的理解与信任, 亟需“参与转向”, 这要求公众深度参与科学实践。公民科学快速而深入的发展, 不仅在实践层面很好地示例了公众深度参与科学, 而且反映了以往公众理解科学、公众参与科学及公众信任科学中存在的主要问题。颇为典型的问题是公众在参与科学中缺乏积极性、主体性、具身性及公众的过度参与。以公民科学为参与形式, 公众通过不同程度的具身参与, 不仅真正融入了科学实践, 获得了以往非具身参与难以企及的默会知识和深度理解, 而且为信任科学奠定了经验基础。公众深度参与科研活动产生的对科学的熟悉、理解及具身经验, 是其信任科学的重要前提。由此, 基于深度参与构建公众对科学的信任在具体的公民科学实践中成为可能。公民科学的快速发展启示我国在推进公众理解、参与及信任科学工作时, 一要进一步提升对公民科学素质和公众参与科学的认知, 深刻认识公民科学素质的多个维度和公众参与科学的多元目的; 二要加强相关政策制度, 将政府支持与民间自治相结合; 三要从组织和技术两个层面加强公民科学实践方式的创新。

[关键词] 公民科学 公众理解科学 具身 信任 深度参与

[中图分类号] G315 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.009

目前, 人们普遍认识到公众理解科学和公众信任科学具有重要意义。然而, 如何更好地使公众理解科学和构建公众对科学的信任仍是公众参与科学面临的主要问题之一。公民科学 (Citizen Science) 是一类近年来备受关注的公众参与科学实践^{[1]3}, 为公众理解科学和信任科学的理论研究及实践提供了新思路。公民科学广义上指的是“公众积极参与科学研究任务”^{[2]1}。这样的界定无疑

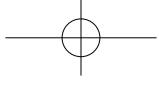
过于笼统, 但“单一或狭隘的定义可能会将各种活动排除在公民科学之外”^{[2]19}。总之, 迄今可见的 30 余种公民科学定义几乎都包含以下要义: 公众积极、主动、具身地参与科学研究, 为相关的公民科学项目作出实质性贡献^{[2]15-18}。

当前公民科学的快速发展, 既受益于数字技术和互联网的发展, 也与对公民科学的迫切需要相关。具体而言, 一是一些科学研

收稿日期: 2024-04-19

基金项目: 国家哲学社会科学后期资助项目 (23FZSA005)。

作者简介: 陈强强, 西藏民族大学马克思主义学院副教授, 研究方向: 科技哲学、科技史及马克思主义理论, E-mail: kezhechenqi@163.com。



究的数据密集型特征日益突出^[115]；二是数字技术和互联网的普及，使人们参与公民科学变得更便利和廉价^[116]。尽管公众参与科学的深度与方式存在一定的差异，但它们都突出了公众对科学知识生产的直接参与，这是“公众参与科学模式的一种潜在转变”^[3]。这种“潜在转变”与希拉·贾萨诺夫（Sheila Jasanoff）所说的“参与转向”^[4]大体相同。在这种转变背景下，公民科学在欧美各国快速发展，产生了深远影响，也揭示了以往公众理解和参与科学的一些重要不足。对中国而言，科学传播、公众理解科学、公众参与科学的当务之急是“从规范性逻辑、工具性逻辑向实质性逻辑的跨越”^[5]，要实现这种跨越，通过公民科学推动公众深度参与科学是可选路径之一。

总体来看，国内外学界对公民科学及与之相关的科学传播问题做了较为深入的研究。由于公民科学在欧美国家有颇为丰富的实践，国外学界的公民科学研究不仅注重对其内涵和外延的探讨，而且特别重视对如何借助公民科学推进科学传播、公众理解和参与科学的方法论的研究，如对草根公民科学组织在风险传播及评估方面的作用的研究等^{[1][81-82, [2][11-12, [3][6]}。相比之下，国内学界的公民科学研究还有较大的推进空间。国内学者除述评国外学界的公民科学研究之外^[6]，还就公民科学的知识生产方式、对科学传播的推动、科学民主化等及中国的公民科学实践状况做了一定的理论探讨^[7-10]。然而，已有研究从公民科学的角度探究公众理解、参与及信任科学等还不够全面而深入，尤其未基于公民科学实践系统地分析这些问题并提供解决思路。有鉴于此，本文基于公民科学实践探讨以往公众理解和参与科学存在的主要问题

及其向深度参与的转变，进而分析这种转变对构建公众理解和信任科学的意义和作用，最后对中国推进公众深度理解、参与及信任科学提出启示。

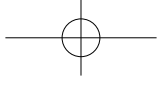
1 从公民科学看公众理解和参与科学中存在的主要问题

1.1 公众不充分理解和参与科学

长期以来，公众理解和参与科学面临的一个严重问题是公众的被动参与。造成这种被动的原因是多方面的，如一些公众仅仅被视作研究对象，甚至成为被动的数据提供者^[11]，其遵循的是公众参与科学的“工具性逻辑”，这点在当前的中国公众参与科学中也有体现。例如，有学者认为中国举办的多场次转基因大米品尝会，主要是为了消除公众对转基因大米的疑虑，带有一定“形式正确”的色彩^[5]。

从西方科学实践来看，由于公众缺乏主动性和主导地位，其参与科学被工具化和政治化，公众在科学实践中扮演了见证者和研究资料提供者的角色，也被当作使科学决策合法化的政治手段，其目的已经脱离了理解科学和信任科学，甚至适得其反^[11]。这种情况往往出现在受政府资助的科研机构主导的自上而下的公众参与科学中，因为“这是一种在没有真正致力于共享社会产品的情况下提高研究资助和研究影响的策略”^{[12][51]}。此种“参与”往往并不能使公众真正地理解科学，反而造成了对科学不正确或片面的理解。被动参与的危害是多方面的，当公众意识到自己充当了“工具人”或政治决策见证人后，其对科学家和科学的信任势必降低。

如今，双向互动和对话是科学传播的首选方式^{[2][479]}，这需要让公众积极主动地参



与进来。这里所说的“参与”在英文世界是“involvement”，而非“participation”和“engagement”。“involvement”是最为积极主动的参与，这意味着“在有些情况下，公众在研究本身的规划和实施中发挥着积极作用，甚至可以选择要解决的科学问题”^[11]。相比之下，传统的公众理解和参与科学往往表现出惰性，公众在其中颇为被动，甚至很多科学实践缺乏与公众的直接利益关联，而脱离实际地认为“公众是一种被动的均质的群体”^[5]。然而，公民科学实践能在无形中打破横亘在科研机构、科学家与公众之间的隔膜，让公众成为主动的参与者，在其中实现自我价值，以构建双向互动的科学传播。

1.2 公众浅层理解和非具身参与科学

随着公众参与科学越来越被要求实质化^[5]，走马观花式的非具身参与很难达到让公众理解和信任科学的目的。不论是传统科普方式，如文字科普和实地科普，还是“科学公众日”这样的公众理解与参与科学活动，在深入理解和参与科学方面依然有不小的发展空间。因为，这些参与活动所呈现的多是科学知识和科研成果，或者让公众对科研“惊鸿一瞥”，而不是深入科学现场，这会导致公众理解科学的“赤字”，即公众对科学过程的理解不足^{[2]63}。就参与科学而言，上述这几种方式还不充分，因为它们没有使公众具身地参与到科学研究的过程中。

公众参与科学的困难不仅来自主观因素，而且有客观的技术根源。主观因素的一个重要表现是科学家并未公平对待公民作为研究人员等的身份，而是将公民视作免费科研劳动力，这在一些公民科学实践（如某些科研众包）中有明显表现。例如，亚马逊土耳其机器人平台上的一些科研众包项目，看

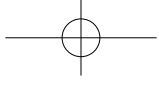
似是公民科学实践，其实是一种低微报酬的数字劳动。技术根源是指科学实践包含了大量的默会知识，只有真正“社会化”进入（socialised into）科学实践的人，才能掌握这些默会知识^[13]。当下西方社会公众对科学权威的信任度在显著下降^{[12]7}，这种情况在中国也有表现^[14]。尽管引发这些不信任的原因来自多个方面，但公众缺乏对科学实践的了解与认识是重要原因之一。

浅层参与往往带来对科学的浅层理解，也很难修复公众对科学的信任。在传统公众参与科学中，呈现给公众的主要是既定的科学知识或特定时空下的科学实践，而不能将公众带入科学现场和持续的科学实践中。浅层参与能避免一些科学争论，这或许是一些人不希望公众深度参与科学的一个重要原因。因为公众深度参与科学可能会引发一些问题，如不仅会让科学家卷入一些政治争论，而且会引发公众对官方关于科学技术的解释的怀疑^{[1]35}。但我们不能因噎废食，公众对科学及其研究过程缺乏充分而深入的了解，也可能引发更严重的不信任危机。只有将公众吸纳到科研中，对公众开诚布公，才有望提升公众对科学的理解与信任。

1.3 公众过度理解和参与科学

20世纪60年代以来，由于科学技术与社会（Science—Technology—Society，STS）研究揭示了科学实践中存在的非理性因素及其在科学知识生产中扮演的重要角色，兼受后现代主义等思潮的影响，科学实践的理性形象被解构了，科学被认为与政治纠缠在一起。在这种情况下，似乎人人都可以参与到有关科学技术的争论之中。

在科学及专家的权威被不断侵蚀和贬损的情况下，公众参与科学可能演变为一种科



学技术民粹主义，这在当前的西方社会有较为普遍的表现^[12]。在公众参与科学日益向政治化转变的同时，当前的很多事件表现出了“后真相”的特征，即人们更愿意相信能够迎合自己情感需要的情况，而不再关心这些情况是否符合客观事实。由此，公众参与科学被政治团体利用，进而造成公众对科学的过度理解和参与。

公众参与科学的兴起与反科学精英密切相关，而反精英往往是民粹主义的重要特征之一，故二者具有天然的亲缘性。公众参与科学的重要理论基础之一是对科学自治的解除。“完全科学自治”的主张是“只有专家才有能力对科学及其轨迹做出决定，而‘民意’在这种审议中不起作用”^[15]。今天，尽管“民意”介入科学实践已具有合理性，但衍生了一种担忧——人人都是专家。与此相应的一个典型事件是，美国前总统特朗普（Donald Trump）及其任命的环保官员对气候科学有效性的否认^[16]。有鉴于此，亟待构建合理的公众参与科学模式，以使公众正确地理解和重塑对科学的信任。公民科学已有颇为充分的实践，其中的成功经验和失败教训对构建合理的公众深度参与科学大有裨益。

2 在公民科学的深度参与中理解和信任科学

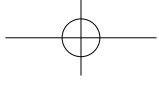
2.1 公众参与科学的方式和态度向深度、主动及具身的转变

从公民科学来看，当前构建公众对科学的理解与信任中存在一些重要问题，公众参与科学的方式和态度也亟需转变，即增强参与的积极主动性和具身性，以达到对科学的深度理解和参与。这些转变在欧美国家已经深刻地改变了公众理解和参与科学的现实图景。例如，欧洲各国搭建起来的国家公民科学网络，吸引了有各种目标的参与者，这些

平台“形成了国家公民科学信息中心”^[2]。

什么是深度参与？对深度参与作一个清晰的界定无疑较为困难，但可以参照公民科学实践尝试对其进行界定。欧洲公民科学协会的“公民科学十大原则”（The Ten Principles of Citizen Science）指出，“公民可以作为贡献者、合作者或项目领导者，并在项目中担任有意义的角色”^[17]。由此来看，在公民科学实践中，公民要么作为正式科研人员的协助者，要么作为科研活动的主导者。作为协助者，公民在科学研究中一般扮演次要角色，如为科学家收集数据和处理数据。作为主导者，公民在科学研究中一般扮演主要角色，如制定研究框架、技术路线及研究方法，与科学家在认知方面基本享有平等地位。当然，根据公民在科学研究中所作贡献和参与深度的不同，可以将公众参与科学划分为5个梯度，即合约型、贡献型、协作型、共创型、学院型，前面2个梯度中的公众只是参与科研的一个阶段，后面3个梯度则是全程参与^[18]。在一些公民科学项目实践中，公民与科学家平等合作，甚至能够“以一种自主的方式设计和实施有效和稳健的研究过程”^[20]。公民科学实践的多样性，可以包容不同背景和技能水平的参与者^[19]。因此，深度参与是相对于前述的被动参与、浅层参与及过度参与而言的，且现实中的“深度”会因科学实践中公众的角色而发生变化。如果必须对深度参与作出界定，那么，作为协助者的公众参与是初级深度参与，而作为主导者的公众参与是高级深度参与，二者皆是深度参与，只是二者的级别有所差异。

即使是公众主动参与科学，也存在两种主要方式。一种是思维层面，如公众参加科学技术研究决策活动，在决策中发表意见和建议，甚至直接参与相关决策，但几乎不



“动手”参与到具体研究之中，因而缺乏具身性；另一种是实践层面，即通过行动具身地参与到科学实践之中，其角色与正式的科研人员类似，因而具有较充分的具身性。尽管这两个层面的参与皆主动积极，但不无差异。思维层面的参与不能够深入科学实践，尤其是未具身地走入科学争论的核心，因此很难称之为深度。而实践层面的参与往往包含思维层面的参与，公众是完备意义上的科学共同生产者之一，这是一种协同治理框架下的科学实践^{[12]52-54}。事实上，当前公众对政治和科学等的普遍不信任，也增强了他们参与的意愿^{[20]51}。在公民科学框架中的公众参与科学，公众在意的往往是表达了自身意愿和参与其中，并且获得了学习和社交的机会^[21]。

2.2 重新认识科学实践中的公众及其对科学的理解

传统的线性科学传播模型认为，“科学家被视为真正知识的制造者，这些知识还将得到简化。公众被视为毫无差异的个体，他们是知识的被动消费者”^{[22]7}。早期对公众的这种角色定位存在严重的误差。然而，随后所做的转变依然“微弱”，还是将公众视为科学的消费者、支持者、见证者、参与者^{[22]12}。尽管通过对“赤字模型”（此种模型中的公众被认为是科学知识的缺乏者和被动接受者）的批评，公众不再被认为是完全无知和被动的，但消费者、支持者、见证者、参与者等角色几乎无一例外地界定了公众对科学的被动参与、浅层参与和浅层理解，公众在其中依然以被动角色为主。

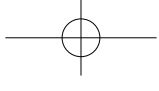
事实上，公众并非像传统刻板印象中的那样是被动和无知的^{[12]102}。公众不仅可以在科学实践中成长为专家（如美国艾滋病活动者），而且可能已是未经认证的专家，即基于经验的专家（如英国坎布里亚牧羊人）^{[23]60-62}。

由此，在公众理解和参与科学的框架下，应该“开放地对待不同的理解和知识”^{[24]168}。总之，“案例研究表明，很多公众（更多时候是其合法代表）能够熟练地运用科学知识，并加入到科学讨论中来”^{[22]159}。基于纯粹的规范视角，公民科学及其构建起来的网络受科学问题和好奇心驱动，其目标是贡献新知识，同时为贡献者提供利益和为社会生产附加价值^{[2]450-451}。值得注意的是，将公民科学项目引入学生教育可以很好地提升学生对科学的理解和参与^[25]。尽管在公民科学实践中很难将上述目标和价值完美地实现，但公民科学在逐渐消除以往公众理解和参与科学中存在的问题，这是不争的事实。

公众已经不满足于对科研成果或科学知识的了解和掌握，而是要深入到科学知识生产过程中，即走向科研现场，这是一种通过直接“动手”而具身地理解科学的方式。与之相应，所谓“公众理解科学”，其旨趣已经超越了公众对科学知识的理解，而特别重视科学实践中公众的直接互动与合作，公众对科学运作的整个过程往往充满了参与欲望，尤其是那些与自身利益紧密关联的科学实践。对于与公民直接相关且影响巨大的科学实践，公众与科学家的开放交流在相互间的理解方面具有重要作用^{[1]12}。对大量公民科学实践结果的考察可以表明，公民科学实践不仅能增强他们对科学内容的理解，有时还可以使人们了解科学的过程和本质。尤其是共创型公民科学项目，公众对科学实践的参与往往最为深入，故对公众理解科学的积极影响最为深刻^[25]。还值得注意的是，公民科学实践的多样性带来了认知实践的多样性^[3]，这也为公众从多个维度理解科学创造了条件。

2.3 在深度参与中构建信任关系

公众对专家意见的信赖是“公众理解科



学中的一个（或者唯一一个）核心问题”^{[22]159}。关键是，如何才能构建公众对科学、专家及其意见的信赖呢？“只有在熟悉的世界信任才是可能的……没有所有的先前的经验，我们不可能付出信任”^{[26]26}。公众对科学的信任，无疑需要建立在对科学实践的“熟悉”之上。当前，关于科学危机的争论颇为激烈，公众对科学的信任危机也愈演愈烈^{[2]8}。科学信任危机的一个重要根源是公众对科学实践缺乏认识和参与，或者说不熟悉科学实践。在传统的公众参与框架下，公众对科学的认知往往是对科学知识的了解和掌握，而非对科学知识生产过程的了解和掌握。通过深度参与科学，公众成为科学实践的主体之一，这为构建公众对科学的信任提供了重要条件。

以往构建公众对科学的信任，常常过于依赖科学家、科研机构、科普单位对公众的单向灌输与宣传。特别是当专家与政府及其他机构的利益密切关联在一起时，公众对其表现出了极为严重的怀疑^[14]。在利益关联难以彻底切断的情况下，科学实践和技术决策的开放及透明是解决公众对科学怀疑的可行方法之一，“目前在世界上许多国家被采纳和制度化的公众参与议程，为公众对科学信任的减少提供了一种潜在的补救措施，乃是一种富有成效的方式”^{[12]5}。一些实证研究表明，在与社区环境密切相关的研究项目中，“当地居民参与研究过程的程度增加了公众对研究结果的信任”^[27]。公民亲身参与公民科学创造的控制感和透明性、独立科学机构的参与及公民参与者同该项目科学家的积极互动，共同促成了这种信任^[28]。这也可能改善和加强社群与研究人員之间的伙伴关系^[29]，进而为在他们之间构建牢固的信任关系创造重要条件。此外，公民科学实践中的科学对公众及

所有利益攸关方的开放性，为充分沟通和建立信任创造了可能空间^[30]。

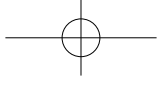
当然，尽管通过公民科学实践可以修复和构建公众对科学（家）的信任，但也可能引发相反的问题，即加深二者之间的不信任。这种不信任主要是职业科学家对公民科学项目及其公民参与者的不信任，尤其是对公民提供的数据的不信任。在摒弃偏见和傲慢的前提下，通过在参与方式、数据收集等方面的进一步规范化、开放及交流，公民科学可以在科学研究中发挥重要作用，这在一些公民科学实践中得到了证实，关键是在公民科学的领导者与参与者之间构建相互尊重的关系^[31]。与此同时，适当的公民科学确实可以修复和加强公众与科学家之间的信任关系^{[2]215}。反之，抵制和排斥公众参与往往会引发对科学的不信任。现实中的一些公民科学就源自公众对决策者的不信任，而公众参与则可能“引发一场基于独立数集的有意义的对话，且随着时间的推移会增加信任”^{[2]363}。因此，开放性的公众深度参与科学是化解信任危机和重建信任关系的可选道路。

3 对中国推进公众深度理解、深度参与及信任科学的启示

3.1 进一步提升对公民科学素质和公众参与科学的认知

中国各界已认识到了推动公众深度理解、参与及信任科学的重要性，这从相关理论研究和实践^[5]中可以看出。但就公民科学实践的发展而言，中国各界还需进一步提升对公民科学素质和公众参与科学的认知。

一方面，我们需要深刻认识公民科学素质的多个维度，即公民科学素质不止于对科学知识及科学相关常识的掌握，深度参与科



学的动力和能力（甚至是一定程度的创新动力和能力）是其不可或缺的部分。因此，推动公众参与科学的目的也应该是多维的，除增加公众的科学知识及其对科学的理解和信任之外，在深远意义上还应将增强公众的科技创新能力纳入其中。例如，德国和奥地利政府将公民科学视作提高公民科学素质和国家科技创新能力的一种手段^[2139]。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”^[32]。因此，中国应该借助发展公民科学之机，推动科技创新与科学普及的耦合。与此同时，在测评公民科学素质的过程中，应该增加公民亲身参与科学的权重，将公民是否有能力“动手”参与科学作为一个重要的衡量指标。

另一方面，公民科学实践表明，公众理解和参与科学的目的和动力是多重的。要调动公众理解和参与科学的积极性和持续性，就必须充分考虑公众参与科学过程中的成长、发展及自我实现等结果，而不是仅仅停留在关注公众参与科学项目的研究成果之上^[33]。这点值得中国在推进公众理解、参与及信任科学工作时借鉴。尽管多数公民科学项目的主要目的是科学研究，但其在公众理解和信任科学方面能产生重要的附加价值。就中国而言，应该更加深入地认识到这点，并使它在对公众理解和参与科学的构想中有所体现，甚至成为其中的一个重点内容。否则，公众参与科学有可能缺乏内在动力，也不利于公众对科学的深度理解和信任。

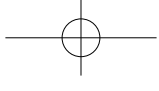
3.2 加强政策制度创新：政府支持与民间自治的结合

尽管公民科学具有较大的草根性和自发性，但依然离不开来自政府的政策支持。只

有将政府支持与民间自治有机地结合起来，才能切实推动公民科学的发展。

在欧洲和美国，公民科学得到了各级政府的政策支持，且这些支持的力度往往很大。如美国白宫的《联邦奖和公民科学授权的实施：2017—2018 财政年度》（Implementation of Federal Prize and Citizen Science Authority: Fiscal Years 2017—2018），自 2011 年以来，欧洲的一些公民科学项目也得到了欧盟第七框架计划以及“地平线 2020”（Horizon 2020）计划的支持，迄今约已有 2.34 亿欧元投入与公民科学有关的项目^[2145]。中国在科普、公众理解和参与科学方面也有一些重要的政策出台，如《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035 年）》，但还是未能特别突出公众深度参与科学的重要性，也未见专门针对公民科学的政策出台，未表现出对公民科学项目的大力支持。中国可以在资金和政策等方面对公民科学进行重点支持。尽管公民科学项目一般由科研机构、社区、社会非营利组织等发起和组织，但政府在其中的作用不可或缺，“美国公民科学近年来的实践表明，政府在推动国家的公民科学蓬勃发展中具有无法替代的主导作用”^[34]。

此外，欧洲的许多公民科学项目的资金来自政府，并且将这些项目与学校教育结合在一起，让学生与研究人员一起工作^[2139-40]，这值得中国学习与借鉴。公民科学制度创新的主体可以是政府机构，也可以是非政府机构，就欧洲而言，已有几个国家就公民科学制定了国家层面的制度战略，而科研机构、非政府组织及社区等非政府机构是其制度创新的主体^[2138]。中国也应该调动社会机构对公民科学的引导和组织。公民科学在制度创新方面的形式非常多样，中国似乎更为亟需相



关的制度创新，如为国内公民科学实践制定原则，为公民科学数字平台建立数据、元数据标准等。在实践层面，可以尝试将公民科学项目纳入中国全民科学素质行动计划框架，也可以将其与科技创新结合在一起。尤其在将来的全民科学素质行动计划中，应该将公民科学作为一个重点内容和提升公民科学素质的载体。

3.3 从组织和技术两个层面加强公民科学实践方式的创新

促进公民科学实践的一个重大困难是如何发动和吸引公众持续、广泛、低成本地参与，这需要实践方式的不断创新。就中国现状而言，公众参与科学的理论研究走在了实践前面^[5]，这或多或少受到了我国公众参与科学实践方式创新不足的影响。具体而言，可以从以下两个方面加大中国公民科学实践方式的创新。

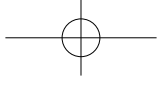
一方面，要在组织层面加强公民科学实践方式创新。尽管各个国家和地区的公民实践方式创新受限于国情和地情，但可以在互相借鉴的基础上进行创新。例如，奥地利借助公民科学平台，建立了不同主题的公民工作小组，以明确参与主题和活动性质；与此同时，奥地利自2015年以来每年都组织一次奥地利公民科学会议，作为奥地利公民科学界内部个人交流的中心活动^{[2]450}。此外，实践方式创新还要考虑公众参与的动机与目的，公众深度参与科学的动机和目的往往因人而异，如有些人因为对动物的深厚情感而参与沙滩环境研究项目^[33]。因此，在组织公众参与科学时，要重视公众动机与目的的异质性和多元性。考虑到我国的实际情况，我们可以充分利用各级科协、学会已建立的组织平台，尝试让公民科学项目在这些平台上运转，

或基于这些平台开展组织方式创新等。

另一方面，要在技术层面加强公民科学实践方式创新。公民科学的开放性和发展壮大，与网络技术和数字技术的创新使用密切相关。例如，随着智能客户端（如智能手机）的普及，开发用于公民科学项目的App已引起高度重视，“智能手机带来了一场公民科学的革命”^{[2]462}。还可以将创新主体向教育机构延伸，如中小学。在国外的公民科学实践中，仅9岁的儿童就能够“收集有价值的哺乳动物监测数据，同时亲近自然和通过自己的科学发现开展学习”^[35]。我们可以借鉴国外的这些技术创新，然后根据中国的具体情况做一些调整。此外，实施和发展公民科学，相应的平台非常重要，“公民科学平台是公民科学基础设施的一个重要方面……可以作为一个国家公民科学的催化剂”^{[2]440, 451}。由于公民科学实践往往在网络平台上开展，而网络平台可以吸纳全球各地公众参与，故网络平台与非网络平台同等重要，前者在多数情况下甚至比后者更重要，中国也要加强公民科学平台（尤其是网络平台）的建设，如构建一些专门的公民科学互联网平台、App、微信公众号等，以此为公民科学实践提供必要的工具。

4 结语

长远来看，公民科学将在各国得到进一步的发展和完善，会日益成为推动公众深度参与科学的重要方式之一。尽管中国已有多种公民科学实践，但相比国外还是“青涩”了不少^[36]。因此，应该在提高全民科学素质和科技创新的框架下，借鉴西方国家公民科学成功经验，加强我国公民科学建设，借此推动公众深度理解和参与科学，进而增强和重构公众与科学的信任关系。



参考文献

- [1] 詹姆斯·韦恩. 数字时代的公民科学: 修辞学科学和公众参与 [M]. 王丽慧, 译. 上海: 上海交通大学出版社, 2022.
- [2] Vohland K, Land-Zandstra A, Ceccaroni L, et al. The Science of Citizen Science[M]. Cham: Springer Nature, 2021.
- [3] Strasser B, Baudry J, Mahr D, et al. "Citizen Science"? Rethinking Science and Public Participation[J]. Science & Technology Studies, 2019, 32(2): 52-76.
- [4] Jasanoff S. Technologies of Humility: Citizen Participation in Governing Science[J]. Minerva, 2003, 41(3): 223-244.
- [5] 杨正, 肖遥. 为何要引入公众参与科学——公众参与科学的三种逻辑: 规范性、工具性与实质性 [J]. 科学与社会, 2021, 11(1): 115-136.
- [6] 罗健, 李健. 国外公民科学项目案例研究综述 [J]. 科普研究, 2021, 16(6): 68-79.
- [7] 贾鹤鹏. 基于公众参与科学视角探索“公民科学”的中国路径 [J]. 科学与社会, 2024, 14(2): 1-13, 97.
- [8] 朱晶, 张明君. 公民科学与社群科学中的认知劳动分工 [J]. 自然辩证法通讯, 2022, 44(9): 86-94.
- [9] 陈强强. 基于公民科学实践的科学生民主化理论研究 [J]. 科学学研究, 2020, 38(6): 968-975.
- [10] 方可人, 喻国明. 参与式科学传播: 公民科研的国际实践——基于知识图谱范式的分析 [J]. 东南学术, 2020(4): 205-217.
- [11] Woolley J P, McGowan M L, Teare H J A, et al. Citizen Science or Scientific Citizenship? Disentangling the Uses of Public Engagement Rhetoric in National Research Initiatives[J]. BMC Medical Ethics, 2016, 17(1): 33.
- [12] Mattei P. Democratizing Science: The Political Roots of the Public Engagement Agenda[M]. Bristol: Bristol University Press, 2023.
- [13] Collins H. Studies of Expertise and Experience[J]. Topoi, 2018, 37(1): 67-77.
- [14] 郭飞, 盛晓明. 专家信任的危机与重塑 [J]. 科学学研究, 2016, 34(8): 1131-1136.
- [15] Kleinman D L. Beyond the Science Wars: Contemplating the Democratization of Science[J]. Politics and the Life Sciences, 1998, 17(2): 133-145.
- [16] Collins H M, Evans R, Durant D, et al. Experts and the Will of the People——Society, Populism and Science[M]. Cham: Palgrave Macmillan, 2020.
- [17] Hecker S, Haklay M, Bowser A, et al. Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy[M]. London: UCL Press, 2018.
- [18] Shirk L J, Ballard L H, Wilderman C C, et al. Public Participation in Scientific Research: A Framework for Deliberate Design[J]. Ecology and Society, 2012, 17(2): 29.
- [19] MacPhail V J, Colla S R. Power of the People: A Review of Citizen Science Programs for Conservation[J]. Biological Conservation, 2020(249): 108739.
- [20] Phillips L, Carvalho A, Doyle J. Citizen Voices: Performing Public Participation in Science and Environment Communication[M]. Chicago: The University of Chicago Press, 2012.
- [21] Pasgaard M, Breed C, Heines M, et al. Citizen Science Beyond Science: A Collaborative Approach for Transformative Sustainable Development[J]. Citizen Science: Theory and Practice, 2023, 8(1): 1-14.
- [22] 迈诺尔夫·迪尔克斯, 克劳迪娅·冯·格罗特, 迪尔克斯, 等. 在理解与信赖之间: 公众科学与未来 [M]. 田松, 卢春明, 陈欢, 等译. 北京: 北京理工大学出版社, 2006.
- [23] 伊万·塞林格, 罗伯特·克里斯. 专长哲学 [M]. 成素梅, 张帆, 计海庆, 等译. 北京: 科学出版社, 2015.
- [24] Irwin A. Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development[M]. London and New York: Routledge, 2002.
- [25] Bonney R, Phillips T B, Ballard H L, et al. Can Citizen Science Enhance Public Understanding of Science?[J]. Public Understanding of Science, 2016, 25(1): 2-16.
- [26] 尼克拉斯·卢曼. 信任: 一个社会复杂性的简化机制 [M]. 上海: 上海人民出版社, 2005.
- [27] Bedessem B, Gawronska-Nowak B, Lis P. Can Citizen Science Increase Trust in Research? A Case Study of Delineating Polish Metropolitan Areas[J]. Journal of Contemporary European Research, 2021, 17(2): 305-321.
- [28] Vegt K R, Elberse J E, Rutjens B T, et al. Impacts of Citizen Science on Trust Between Stakeholders and Trust in Science in a Polarized Context[J]. Journal of Environmental Policy Planning, 2023, 25(6): 723-736.
- [29] Mahajan S, Kumar P, Pinto A J, et al. A Citizen Science Approach for Enhancing Public Understanding of Air Pollution[J]. Sustainable Cities and Society, 2020(52): 101800.
- [30] Hecker S. Citizen Science Communication and Engagement: A Growing Concern for Researchers and Practitioners[J]. Journal of Science Communication, 2022, 21(7): C09.

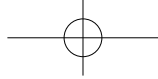
- [31] Phillips T B, Ballard H L, Lewenstein B V, et al. Engagement in Science through Citizen Science: Moving Beyond Data Collection[J]. *Science Education*, 2019, 103(3): 665-690.
- [32] 习近平. 习近平著作选读: 第1卷 [M]. 北京: 人民出版社, 2023: 500.
- [33] Haywood K B. Beyond Data Points and Research Contributions: The Personal Meaning and Value Associated with Public Participation in Scientific Research[J]. *International Journal of Science Education, Part B*, 2016, 6(3): 239-262.
- [34] 刘娅. 美国联邦政府推动公民科学发展举措及对我国的启示 [J]. *中国科技资源导刊*, 2022, 54(4): 44-50, 70.
- [35] Schuttler S G, Sears R S, Orendain I, et al. Citizen Science in Schools: Students Collect Valuable Mammal Data for Science, Conservation, and Community Engagement[J]. *Bioscience*, 2019, 69(1): 69-79.
- [36] 朱子峡. 盘点2017年: 中国公众科学实践 [EB/OL]. (2017-12-29) [2024-03-15]. <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2017/12/398588.shtm>.

(编辑 颜 燕 荆祎澜)

(上接第78页)

- [2] Irwin Alan. *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*[M]. London, New York: Roulledge, 1995.
- [3] 乌尔里希·贝克. 风险社会: 新的现代性之路 [M]. 傅博闻, 张文杰, 译. 南京: 译林出版社, 2018.
- [4] 乌尔里希·贝克, 约翰内斯·威尔姆斯. 自由与资本主义——与著名学者乌尔里希·贝克对话 [M]. 路国林, 译. 杭州: 浙江人民出版社, 2001.
- [5] Gilbert G N, Mulkey M J. *Opening Pandora's Box*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- [6] Ragin C C. *Redesigning Social Inquiry: Fuzzy Sets and Beyond*[M]. Chicago and London: University of Chicago Press, 2008.
- [7] Achterberg P, De Koster W, Van der Waal J. A Science Confidence Gap: Education, Trust in Scientific Methods, and Trust in Scientific Institutions in the United States[J]. *Public Understanding of Science*, 2017, 26(6): 701-720.
- [8] Ravetz J, Funtowicz S O. Post-Normal Science: An Insight Now Maturing[J]. *Futures*, 2005(31): 641-646.
- [9] 刘然. 跨越专家与公民的边界——基于后常规科学背景下的决策模式重塑 [J]. *科学学研究*, 2019, 37(9): 1537-1542, 1569.
- [10] Hill S. *The Tragedy of Technology*[M]. London: Pluto, 1988.
- [11] Royal Society. *The Public Understanding of Science*[R]. London: Royal Society, 1985: 24.
- [12] 席志武, 段韦. 平台化时代的科学传播: 泛化特征、现实困境与应对策略 [J]. *中国编辑*, 2023(9): 79-85.
- [13] 朱晶, 叶青. 科学划界还是理解科学——风险社会中的科学与公众 [J]. *江海学刊*, 2020(5): 73-79.
- [14] 和鸿鹏. 以“公众科学”实现“科学公民身份”——艾伦·欧文的公众科学思想 [J]. *自然辩证法研究*, 2023(5): 94-99.
- [15] Douglas M. “Environments at Risk” in Dowie J[M]. Milton Keynes: Open University Press, 1980.
- [16] Irwin A. Citizen Science and Scientific Citizenship: Same Words, Different Meanings?[C]. Paris: Presses Universitaires de Nancy, 2015: 29-38.
- [17] Haklay M. Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation[C]. Dordrecht: Springer, 2013: 105-122.
- [18] Barnes B. *About Science*[M]. Oxford and New York: Basil Blackwell, 1985.
- [19] 庞增霞, 尚智丛. 科技决策视阈下的公众参与——“专家知识”与“外行视角”的协同分析 [J]. *自然辩证法通讯*, 2020, 42(9): 112-118.

(编辑 颜 燕 荆祎澜)



science teacher professional development focuses on themes such as integrative and cutting-edge science content knowledge, science inquiry including multiple models and variations, diverse perspectives on pedagogical content knowledge, and enhancing science teaching with information technology. Six typical professional development modes have been distilled from the analysis: experience–practice–reflection, demonstration–imitation, embedded learning based on course materials, individualized guidance through lesson study, real participation in scientific practice, and co-teaching. Based on the findings of existing research, this study offers insights for in-service science teacher training in China: integrating science content knowledge and pedagogical content knowledge, paying attention to the practical application of science teachers, and conducting follow-up evaluations of training programs.

Keywords: science teachers; science content knowledge; science inquiry; pedagogical content knowledge; professional development model; professional development effect

CLC Numbers: G53/57 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.007

Risk and Governance of Basic Science Research Process from the Perspective of Citizen Science: A Case Study of LK-99 Room Temperature Superconductivity Event

Huang Shijin Li Yixiu

(School of Marxism, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237)

Abstract: The report of the 20th National Congress of the Communist Party of China proposes to strengthen basic research, highlight originality, and encourage free exploration. This discourse highlights the important role of basic scientific research in China's scientific construction in the new era. However, at this stage, basic scientific research is not only facing traditional problems but also experiencing secondary scientific risks transmitted to the process of basic scientific research due to the embedding of social factors. Based on this, this article takes the LK-99 room temperature superconductivity event as a typical case and analyzes the risks in the process of basic science research from the perspective of public science by Alan Irving. It is believed that it is necessary to reconstruct the relationship between basic science research and the public from a public perspective, reshape the new pattern of scientific communication, interpret new ways of public risk perception, summarize the reasons why science and public relations do not match with second modernity, and reconstruct the relationship to rebuild the identity of "scientific citizen." This will promote the establishment of an open science and knowledge-robust society, promote effective governance of process risks in basic science research, and safeguard the development of basic science research and its scientific communication in China.

Keywords: citizen science; basic scientific research; process risk; risk society

CLC Numbers: G315 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.008

Construct Public Understanding and Trust in Science through Involvement: A Study Based on Citizen Science

Chen Qiangqiang

(School of Marxism, Xizang Minzu University, Xianyang 712082)

Abstract: At present, building public understanding of and trust in science requires a “participatory turn”, which calls for the public to participate deeply in scientific practice. The rapid and in-depth development of citizen science not only exemplified the deep public participation in scientific practice, but also reflected the main problems existing in public understanding of science, public participation in science and building public trust in science in the past. The typical problems are the lack of enthusiasm, subjectivity and embodiment in public participation and excessive public participation. With citizen science as a form of participation, the public, through different degrees of embodied participation, not only truly integrates into scientific practice, but also obtains tacit knowledge and deep understanding that was difficult to achieve without embodied participation in the past, and also lays an empirical foundation for trust in science. The familiarity, understanding and personal experience of science generated by the public involvement in scientific research activities are important prerequisites for their trust in science. Thus, it is possible to build public trust in science in concrete citizen science practices. The rapid development of citizen science has provided inspiration for promoting public understanding, participation and trust in scientific work in China. Firstly, further enhance the cognition of citizens’ scientific literacy and public participation in science, and deeply understand the multiple dimensions of civic scientific literacy and the multiple purposes of public participation in science. Secondly, strengthen the relevant policy system and combine governmental support with civic self-governance. Thirdly, strengthen the innovation of the way of practicing citizen science at both the organizational and technological levels.

Keywords: citizen science; public understanding of science; embodiment; trust; involvement

CLC Numbers: G315 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.009

The Formation History of the Concept of “Science Popularization”: A Textual Examination

Liu Yang Wen Ruoyu

(School of Marxism Studies, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract: The vocabulary and connotation of “science popularization” evolved historically. Terms such as “intellectual communication” and “science education” originally referred to the dissemination of scientific knowledge among intellectuals. The emergence of terms such as “marrying science with the public” and “scientization” reflects the progressive trend of making scientific communication more practical, accessible, and localized in China. Following the establishment of the New Democratic cultural program, “popular science” became the most significant term associated with the concept of science popularization. It emphasized the importance of popularizing science among the general public rather than solely focusing on elevating scientific knowledge, marking the formation of the CPC’s concept of science popularization.

Keywords: marrying science with the public; popular science; science popularization

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.010