

公众科学视角下基础科学研究过程风险及治理

——以 LK-99 室温超导事件为例

黄时进 李一秀

(华东理工大学马克思主义学院, 上海 200237)

[摘要] 党的二十大报告提出:“加强基础研究, 突出原创, 鼓励自由探索。”这一论述突出了新时期我国科学建设中基础科学研究的重要作用, 然而现阶段基础科学研究并不仅仅面临着传统问题, 还因社会性因素的嵌入而爆发出向基础科学研究过程、环节传导的社会化风险。本文以 LK-99 室温超导事件为典型案例, 从艾伦·欧文的公众科学视角出发, 剖析基础科学研究过程风险。本文认为, 需要从公众视角再构基础科学研究与公众的关系, 重塑科学传播模式新格局, 解读公众风险感知新方式, 从中总结出科学与公众的关系和第二现代性不相契合的原因, 并且进行关系重构, 再造“科学公众”身份, 以此来推动开放型科学与知识强健型社会的建立, 提高对基础科学研究过程风险的应对能力, 为我国基础科学研究及科学传播的发展保驾护航。

[关键词] 公众科学 基础科学研究 过程风险 风险社会

[中图分类号] G315 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.008

党的二十大报告提出:“加强基础研究, 突出原创, 鼓励自由探索。”^[1] 基础科学研究作为科学发展的基石, 在我国的强国建设中具有至关重要的作用。现阶段, 随着科教兴国战略深入人心, 公众对于基础科学研究过程的关注度也不断提高。基础科学研究的过程风险是什么? 通常而言, 至少包含两个层面, 一是科学研究自身存在的过程风险, 例如数据获取规范、实验环境等; 二是外部环境等导致的过程风险, 例如公众理解及反馈、资金短缺、人才匮乏等。本文根据研究的目的, 聚焦于公众对基础科学研究的关注以及

因外部环境变化而产生的过程风险, 即公众对基础研究的关注和反馈产生的不确定性风险。当前我国要促进科技创新和科学普及两翼齐飞, 为高水平科技自立自强提供扎实的人才基础和培育良好的社会氛围, 公众的理解和支持尤其重要。因此, 从公众视角剖析基础科学研究在科学传播中的过程风险, 对当今我国基础科学研究和科学传播实践具有重要意义。

基础科学研究过程风险与公众息息相关, 明确公众在基础科学研究过程中的角色是治理风险的关键。面对这一问题, 公众科学提

收稿日期: 2024-01-25

基金项目: 国家社会科学基金一般项目“人工智能驱动科学发现的认识论研究”(22BZX027)。

作者简介: 黄时进, 华东理工大学马克思主义学院教授、博士生导师, 研究方向: 科学哲学、科技创新研究, E-mail: huangshijin@sina.com。李一秀为通讯作者, E-mail: msnzszs@163.com。

供了一个全新的视角，以公众立场审视现阶段科学技术的发展路线，为基础科学研究过程风险提供新的分析思路。艾伦·欧文（Alan Irwin）在《公众科学：一项对公众、专长和可持续发展的研究》中总结了过去科学与公众的两种关系——“启蒙”和“批判”，并且率先提出“科学公民身份”（Scientific Citizenship, SC）的概念，通过多个角度的实证案例对公众在科学中的角色进行解读^{[2][32]}。因此，本文从公众科学视角切入基础科学研究过程风险这一议题，针对引发舆论高度关注的LK-99超导事件，选择对该事件关注度最高的开放式创作视频平台哔哩哔哩中的相关内容进行综合分析，分析基础科学研究及其在科学传播中的过程风险，探究该风险背后的深层原因并提出解决思路。

1 公众科学视角下的基础科学研究过程风险特征及表现

基础科学研究的过程风险产生于两个方面，一方面公众的主体认知发生变化，另一方面社会外部结构对于基础科学研究的影响也加剧了公众与科学的裂痕。在科学讨论中，公众往往被认为是非理性的，由于公众缺少科学的“感觉器官”——理论、实验、测量工具，无法进行对科学标准的检验，公众知识长期以来被科学共同体忽视，因而过去的科学研究中较少重视公众角色。然而这一现状却随着互联网的普及而大为改观，这并不是出于科学共同体对于公众的兴趣，而是出于公众对于科学的兴趣。随着风险社会的深入发展，现代化风险对于知识的高度依赖，推动公众提高对于知识获取的兴趣，进而为基础科学研究带来了更多关注。

在风险社会之下，公众科学理论持续对公众对于科学风险感知的问题开展研究。深入分析科学与其决策环境的关系，不难发现

公众对于科学风险的感知构建于公众知识之上。尽管科学建构了风险的表现形式，但是这种语境式（contextual form）的知识让科学风险延伸至了一个更广泛的社会结构，即对于科学风险的感知不再局限于诸如核泄漏、环境污染等事件造成的直接影响，而是来自于促进科学决策的外部结构——科学共同体之中。在基础科学研究中这一倾向尤为明显，公众知识与专家知识的不匹配制造出的认知裂痕加剧了二者嫌隙，而科学决策环境对于决策科学性的偏移又会加深公众对专家的不信任，从而强化公众对于科学风险的感知。在二者的互相作用下，现阶段的基础科学研究风险展示出了强烈的向认知层面延伸的倾向，即对于科学存在方式的认知颠覆。针对现阶段基础科学研究过程风险特征及其具体表现，本文设计如下框架对此加以论述（见图1）。

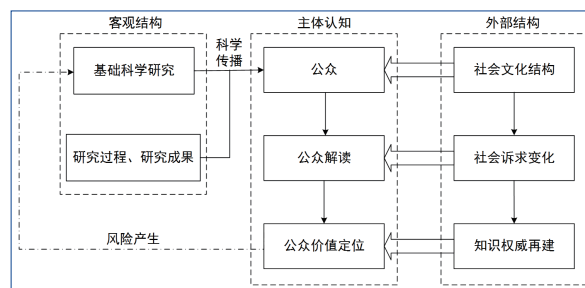


图1 基础科学研究过程风险分析框架

1.1 风险社会：基础科学研究过程风险特征

公众对科学技术的关注延伸到基础科学领域并非偶然，这背后不仅体现了公众认识能力的提升与知识获取的难度降低，更展示出了风险加强对科学过程的渗透。早在1986年，乌尔里希·贝克（Ulrich Beck）在《风险社会》中便使用“风险社会”（Risk Society）的概念来表达现代性的最新动向，“风险”可被定义为以系统的方式应对由现代化引发的危险和不安，其内涵早已不止于已经发生的影响和损害，而是一种当前可预见的损害向着未来延伸的威胁^[3]。而针对科学带来的社会风险处境，贝克也明确强调，用常规的风险

概念应对现代化生产力所引发的后果仅仅是把其正当化，对于环境的讨论会无意间将人仅仅视作有机体，人被简化为技术和自然之参考系。因此，透视现代化风险中人的地位，证明科学风险与人的链接尤为重要。

在风险社会中，基础科学研究过程风险出现新的特征，即风险发生环节前置、风险偶发性增强、风险影响广度扩大、风险多样性提升等。在风险社会中，公众不仅面临着外界的风险，还要受到公众所认为的自己面临风险的方式的影响。基于公众对潜在风险的感知愈发敏感，公众所持有的立场具有极强的社会性特征，对科学的风险与安全的判断极大地反映了个体在社会结构中的地位以及个体对这一社会机制的信任程度。自反性现代化的进程之中，社会各要素之间越来越紧密的联系推动风险认知向系统前端拓展，最终风险发生环节前置，在现阶段则表现为向着基础科学研究的过程环节深入。

尽管基础科学研究过程风险需要得到足够的重视，然而正如风险社会里的绝大多数风险一样，基础科学研究过程风险仍旧具有极强的偶发性。科技提升造就的工业化社会带来的不仅是现代性的提高，也使其产生异变，贝克将其称为“反思性现代化”或“第二现代化”，第二现代化不同于线性的第一现代化，第二现代化是第一现代化在风险发展中的延伸，“它展现了多种多样的、极其矛盾的发展可能性”^[4]。第二现代化带来的个体不确定性一方面让公众出现更强烈的社会性寻求倾向，另一方面也让个体更容易暴露在风险社会之下，而互联网传播则提供了更多的不稳定因素，最终加剧了基

础科学研究过程风险发生的不确定性。

LK-99 超导事件就是基础科学研究过程风险的典型案例。2023 年 7 月 22 日，韩国量子能源研究所研究团队在 arXiv^①上发布了两篇论文，声称在常压条件下，一种改性的铅磷灰石材料能够在 400K（127℃）以下表现为超导体，这种材料以两名论文作者名字的首字母命名为 LK-99。简而言之，他们宣称发现了全球首个室温超导材料 LK-99。这项基础科研的“重大发现”不仅轰动了科学界，让各国科学家纷纷尝试复制 LK-99，而且引发了各国普通公众的热情关注，这至少在两个方面可以体现：一方面，LK-99 超导事件的公众关注度在 2023 年 7 月 29 日达到峰值（见图 2），而视频发布数量峰值在 8 月 1 日（见图 3），媒体仅 3 天便响应了公众关注，充分体现出 LK-99 超导在公众科学中的独特性——几乎从未有基础研究受到过如此迅速的公众关注和舆论冲击。另一方面，多家超导公司的股票大涨，截至 2023 年 8 月 7 日收盘，18 只超导概念股中，有 16 只股票飘红。尽管股市整体并未有太大波动，然而“超导概念

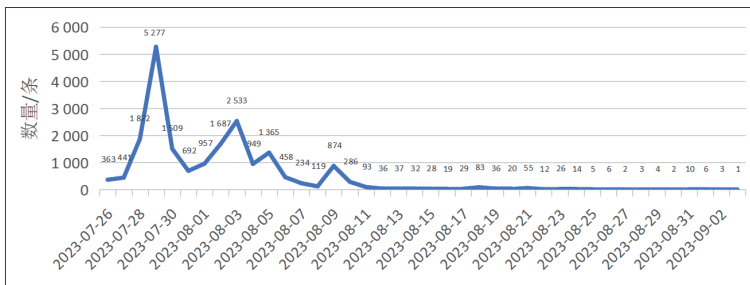


图 2 LK-99 超导事件样本视频评论数量走势图

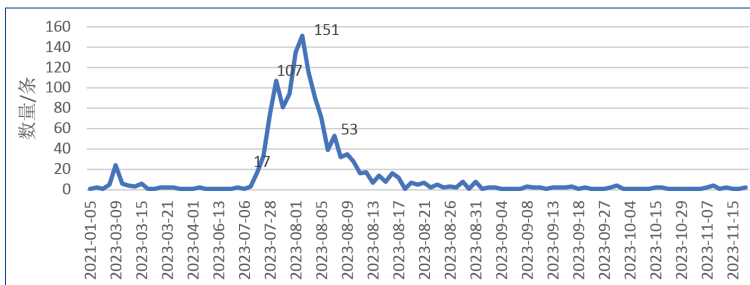


图 3 LK-99 超导事件样本哔哩哔哩视频发布数量走势图

①论文预印本网站，与传统学术期刊不同，允许学者在论文进行同行评议之前分享研究成果。

股”却借此走入公众视野，金融投资与前沿科技的碰撞引发新的讨论，助推了LK-99超导事件在更为广泛的社会领域发散其影响力。然而，只过了一个月，2023年8月，《自然》(Nature)杂志的一篇报道总结了国际上不同实验室的重复实验结果，指出LK-99不是室温超导体，并解释了这种材料出现类似超导行为的原因。名噪一时的LK-99终于尘埃落定，被认定为乌龙事件，即被证伪。

LK-99超导事件比较形象地展示了基础科学研究过程风险的特征：一是LK-99的“相关成果”发表在arXiv这一论文预印本网站，就引发了世界范围内科学共同体和公众的普遍关注，体现了基础科学研究刚出实验室，还未开展中试和产业化转化时就能引发风险，风险发生环节前置；二是LK-99超导事件引发的世界范围的舆论关注和股市涨跌，也体现了基础科学研究风险偶发性增强，以及风险影响广度扩大；三是LK-99超导事件体现了基础科学研究的风险多样性提升。科学对“事实”的影响与对社会的再次构建促使具体案例成为了新的研究对象^[5]。科学并不是一个不同社会群体从中掠夺“事实”的仓库，而是一个更加分散和灵活的社会制度集合体，这种集合体的复杂性助推了风险的多样化。

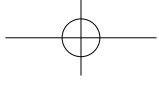
据此，查尔斯·C.拉金(Charles C. Ragin)提出的“案例导向的研究”(case-oriented research)在对基础科学研究过程风险的研究之中占有重要的位置^[6]。对LK-99超导事件的分析有利于帮助我们讨论风险建构的前提——人们必须采取某种价值立场，尤其是在风险的确立和技术上的不确定性一齐发生时，而且对于社会价值本身的讨论尤为重要。

1.2 知识权威弱化：基础科学研究专业解读中的科学共识矛盾

科学角色变化所带来的基础科学研究过程风险随着传播速度的加快而被不断扩大，

然而相比更易于得到认同的价值定位，知识的传播却因高度分工的现代社会而立起厚重的壁垒，使得在基础科学研究过程中，公众难以和知识权威达成科学共识。以专家为代表的抽象系统成为现代社会的“生活必需品”，然而“特定的专业人士在品行方面的可靠性”和“非专业人士所无法有效地知晓的知识和技能的准确性”并不能得到完全实现，因此无法为整个社会控制风险提供智慧保障^[7]，最终导致专家系统权威的丧失，使得公众与科学之间的信任鸿沟不仅直接作用于科学本身，大部分公众仍旧信任科学的方法和原则，但科学机构却成为主要的被怀疑对象。

在2023年7月22日LK-99超导材料相关论文发布之后，7月26日相关话题的视频发布量开始呈上升趋势，于7月28日出现第一个峰值，8月1日达到顶峰(见图3)。结合室温超导事件发展来看，7月26日金铉卓(Hyun-Tak Kim)教授在Science cast上传第二段视频，视频显示LK-99呈现半悬浮状态，由此引发第一次舆论，8月2日该事件发生反转，韩国“室温超导”论文作者李硕裴(Sukbae Lee)表示论文存在缺陷，系团队成员未经其他作者许可擅自发布，最终将这一事件推向顶峰。此次事件之中，从对于知识权威的影响而言，公众自发开展的科学解读速度与以往相比更快，大量自媒体博主针对这一事件发布视频进行评述，甚至将科学可信度评估压力向上传导至各大科研实验室，间接推动了大量实验室加入科学验证。同时，大量网民针对不同实验室的验证成果自发进行整理传播，其中不同研究机构的研究成果被反复比对，少见地产生了如此大规模的基础科学研究公众解读的现象。而从公众科学解读的方式来看，相对于探究实验过程的科学性，由于基础科学研究自身的理解难度，公众更倾向于从社会情感价值上对LK-99超导材料进行评价，如“LK-99超导



是假的是因为这是韩国实验室产出的”“这个实验室不属于‘双一流’高校所以结果也没有客观性”，由此向科研机构释放负面情绪压力。

这种言论的出现直接体现出了基础科学研究解读中公众与知识权威的科学共识的矛盾。科学自身作为现代化风险的来源并不仅仅只停留在直接威胁层面，还包含着对科学知识的“去边界化”。从一个学科的角度来看似乎是安全的，但对另一个学科来说却非常危险，“去边界”意味着它越来越质疑自己。这种“去边界化”带来的认知偏移从早期的应用科学研究领域开始向基础科学研究领域发展，在LK-99超导事件中，超导材料领域在公众认知之中属于难以解读的基础研究，虽然也有专业人士下场从多学科角度进行评述，但是公众却更倾向于使用“常识”视角对此事进行分析，反复出现的室温超导证伪和证实信息则让其科学性更加难以证明。现代性社会中认知过程的不断加速导致公众对常态认识的矛盾和不确定性的体验也在加深，随着每一种新的知识产生，关于“无知”的知识也会增加，最终造成更深层次的知识权威被削弱。在LK-99超导事件之中，舆论的反复最终消耗的是公众对于科学机构权威性的信任，尽管科学的进路本就曲折，但是长久以来权威机构对公众话语的漠视和剥夺最终使其在一次失信中便遭受到了巨大的反噬。

1.3 科学精神消解：基础科学研究过程解读中的知识信任减弱

现存社会知识条件对科学知识权威不断发起挑战，当前公众与科学关系的僵局加速了公众对科学本身信任程度的下降。在这样的僵局之中，尽管公众拥有一定的专业知识解读能力，然而目前被决策过程降级的专业知识却将公众推向了一场没有结果的“科学与反科学”的争论。甚至在部分科技批评家眼中，“增进公众理解”的尝试是因对科技的

敌意和不信任而导致的一种自卫和自私的反应^[6]，他们认为公众具有同质性，而且在面对这些有争议的信息技术时基本上是被动的。这种僵化的公众和科学的关系并不利于公众建构出对基础科学研究的正确认知，甚至加剧了二者之间的嫌隙，正如在LK-99超导事件中所体现出的基础科学研究过程风险那样，对于基础科学研究的认知脱离了对基础科学研究探索过程的事实真相，更多地集中于对不同价值立场的是非判断之中。

重新回到基础科学研究过程风险的出发点，尽管不同群体所持有的价值立场不同，但是都面临着风险社会下科学决策所出现的一致问题——需要在充满不确定性的环境下进行决策。科学不再以“常态”方式运行，与科学有关的政策议题具有以下特征：相关事实具有不确定性，研究对象与涉及的决策利益格局具有复杂性，多种价值观念交相融合饱受争议，决策时间紧迫，需要面临人为风险失控的可能^[8]。然而其中所蕴含的却是对于科学共同体信任的减弱，让科学成为了一种说服人的艺术。这些因素无不在基础科学研究的探索过程之中加剧了科学精神的消解，尽管这种崩坏可能会有前兆，却又受限于社会体系的复杂性而无从表现。实际上，很多情况下科学家们根本没有足够的能力提供一种明确的答案，他们总是寄希望于更多的研究，期待未来的技术革新能促成科学共识^[9]。基于这种事实，在第二现代化之下，人们对科学权威的信任度也随着公众知识增长而不断下降，这种科学认识论与社会结构关系的不协调，所带来的并非诸如封建社会中由于对科学精神的显性打压而产生的停滞，而是更为隐秘的、难以觉察的科学精神的消解。

2 基础科学研究过程风险的成因

贝克认为，“没有社会理性的科学理性是

空洞的，而没有科学理性的社会理性则是盲目的”^[10]。尽管基础科学研究引发了广泛讨论，然而其所蕴含的风险并不来自可预见的舆论反转，更多来自超出“常识”的科学走入公众视野而引发的知识性茫然，而这一事件的偶发性又助推了这种不可预见的风险加剧。因此，本文立足公众视角进行研究建构，以国内年轻一代高度聚集的综合性视频弹幕社区哔哩哔哩为调研平台，利用计算机语言 Python 以“室温超导”“韩国超导”为关键词抓取视频 871 个，并进一步抓取播放量超过 50 万的 18 个视频的评论内容，共计 21 730 条作为研究样本。同时对中央广播电视总台 2022 年 12 月所评选的“2022 年度国际十大科技新闻”之中，有超过 50 条相关讨论视频的 3 条科技新闻的共计 2 676 条视频相关数据进行筛选，从中选取出 2022 年度相关数据共计 747 条作为对照样本。本文采用内容分析和情感分析法，通过 Rost CM6 对评论样本的全部内容进行文本分词，对每条评论的情绪进行打分、分类并统计，基于最终结果开展分析。

2.1 科学传播模式的泛化倾向

基础科学研究风险环节前置本质上反映了科学传播模式的变化。目前向公众传播科学信息所采取的主要媒介为大众传媒，尽管线下科学活动的开展也对线上活动的局限进行了有益补充，但目前科学传播方式仍然存在诸多问题，如科学话语的构建、科学传播人员的培养、科学传播机构的设置等，如何

构建一种具有互动性与可实践性的传播模式仍旧是问题的关键。早在 1985 年，英国皇家学会的报告《公众理解科学》(The Public Understanding of Science) 便对此提出了强烈建议：我们最直接、最迫切的需求是推动科学家们学会与公众沟通，他们要愿意这样做，并将这样做视为己任^[11]。

每个科学家都有促进公众了解科学的专业责任，因为要想发挥科学证据的说服力，就必须以社会化的方式向特定受众展示。与此同时，受众必须根据自己的需求和关注点来理解这些信息，在此过程中，传播的方式直接影响了受众所看到的主要信息及其表达方式。现阶段基础科学研究不得不面对更为现代化的传播对其过程层面的单向度入侵，互联网平台对科学传播格局的再造和重塑让科学传播模式产生泛化倾向，无论是传播主体、传播内容还是传播渠道都有体现^[12]。

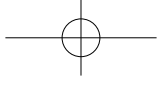
本文根据视频发布时间筛选出 2023 年 LK-99 超导事件的相关视频，并与筛选出的 2022 年发布的其他 3 则科技新闻相关视频进行对照，这 4 则视频播放量及评论量如表 1 所示，LK-99 超导事件播放量远超对照样本，公众对基础科学研究的关注度显著提升，尽管其仍旧难以超越应用科学研究的讨论度，然而这种自下而上的传播模式已经让基础科学研究的关注度相较于以往提升到了一个前所未有的高度，尤其是在突破性科学发现之中，公众讨论度显著提升。

表 1 样本视频播放数据对比统计

搜索关键词	播放总量 / 次	播放总量 / 次	最高播放量出现日期	最高评论数出现日期
韩国室温超导	52 886 186	79 285	2023 年 7 月 28 日	2023 年 7 月 29 日
“天问一号”火星探测任务团队获 2022 年度“世界航天奖”	2 636 299	9 435	2022 年 3 月 27 日	2022 年 3 月 27 日
“中国天眼”FAST 发现世界首例持续活跃重复快速射电暴	7 396 914	15 292	2022 年 6 月 14 日	2022 年 6 月 14 日
中外天文学家公布银河系中心黑洞首张照片	5 180 073	16 825	2022 年 5 月 12 日	2022 年 3 月 19 日

本次公众对 LK-99 超导事件的关注具有动态性与持续性。从关注环节来看，2022 年

中央广播电视总台发布的十大国际科技新闻之中，3 个较有影响力的科技新闻均为结果



性科技事件，相关讨论集中于科技成果出现之后，而 LK-99 室温超导并不具备应用条件，属于基础科学研究，因此相对于应用科学更容易引起关注的可视化成果，公众对其关注的持续性更强，会对事件进行动态跟进。从关注分布来看，3 个科技事件多数为短期关注集中爆发，公众缺少对其研究过程的跟进关注，对 LK-99 超导事件关注分布更为连续，公众关注缓慢递减，更具有持续性。这种泛化的传播方式一方面为科学和公众构筑新的关系提供了新的土壤，另一方面也出现了诸如科学权威削弱、知识供需失衡、推理动机错位等问题，最终促使风险渗入到了基础科学研究过程领域之中，风险发生环节出现前置。

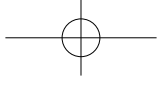
2.2 科学解读方式的公众层面发展

在第二现代化之下，科学并非仅仅是获取客观知识的规定方法，相反成为一个更加分散和灵活的社会制度集合体，这个集合体之中包含着多个领域的知识，而这些知识领域的边界划分需要不断地与其他社会机构进行技术协商。艾伦·欧文指出，在针对“科学”或者“非科学”的价值判断中，科学划界往往需要通过社会性技术协商来确定，如果一个研究是“科学的”，那么便意味着它可以被用于特殊目的，拥有被赋予道德、法律、政治或者社会价值的合法性^[13]。然而在现代科学划分中，各种不同的范式在发挥作用，单一学科的划分正在被“去边界化”所替代。一方面，科学不是作为对世界的单一和权威的描述而出现的，而是在知识结构和体制上都是多样和异质的，从这个意义上说，我们应该考虑的是多门科学，而不是一门科学；另一方面，当没有一个强有力的理论框架将整个科学领域结合在一起，而是不同的学科方法和学术观点共存时，就更容易出现理论上的不确定性。基础科学研究也受到其

影响，当传播给公众的信息通过二次加工后，几乎无法避免多学科对基础科学研究过程进行不同视角的评述和辨析，尽管不同范式的应用有利于学科补足，却唯独缺失了一个向上观察的视角，即公众的社会性知识对基础科学研究的解读。

从公众视角对基础科学研究进行解读的必要性体现在公众理性的增加之中，公众在基础科学研究中并非仅依靠感性判断，理性分析也逐渐占据了重要地位。笔者使用 Rost CM6 导入 LK-99 相关主题词自定义词典及用 jieba 分词库进行分词后，进行高频词提取，其中提及次数超过 1 000 的高频词有 14 个，提及次数超过 500 低于 1 000 的高频词有 32 个，尽管多数高频词相关评论负面情感条数大于正面情感条数，但高频词情绪得分平均大多趋近于 0，反映出公众在 LK-99 超导事件中的客观态度，公众并非如“科学启蒙主义”所描述的那般无知，现阶段的教育普及以及基础科学研究的关注人群本身的教育水平已经让 LK-99 超导事件能够在客观的舆论场域被讨论。值得注意的是，公众的认知判断仍旧是一种综合性的判断，并不具备较高的严谨性。其中尤为明显的是，公众偏好于采用价值判断，这也是公众更加易于理解的部分，因此对基础科学研究发现的科学性判断便发散至科研机构的权威性、科学家国别、科学发现的意义等其他领域。

从这个视角再次观察，便能发现一个导致公众认知偏差的重要原因——科学传播与公众信息接收模式不匹配。基础科学研究之所以出现解读偏差，是因为公众对信息的接收与对信息源的可信度、行动的可能性等因素的判断一起进行^[14]，分析问题与评估问题往往被公众模糊在同一环节，并在解读时被混为一谈。正如在 LK-99 超导事件中，科学



基础科学研究过程风险影响更易于产生结构性扩散。

2.4 科学研究特性应用性再构

尽管外部性因素尤为重要，但是我们仍旧需要从主体特征来探究问题的根源。理解基础科学研究过程风险，仍旧不能忽视对基础科学研究方式所产生的新变化的分析。基础科学研究自身存在着较高的知识解读门槛，研究的专业领域的极度细分本就与具有更加社会化知识结构的公众知识领域大相径庭，而中间对话的缺失也让基础科学研究的解读与公众之间产生了巨大的沟通鸿沟。最终，这种由科学系统所产生的不确定性扩散到了外部关系上，使得科学应用者开始了向知识界定参与者的身份转变，或者说，公众在不知不觉中参与了科学知识构建。

现阶段，公众对于基础科学研究施加的外部性压力主要体现在几次明显的舆论反转上。针对样本视频中的评论进行情感分析，并且按照评论时间进行排序，可以得到如图6所示的样本情感数量时间走势图。尽管结合正向情感关键词分析，公众并未因为LK-99超导事件的几次反转丧失对基础科学研究的信心，然而舆论爆发期的正向情感占比处于收缩状态，结合高频词分析，不难发现公众在舆论反转中将舆论压力施加给了科研机构，大量的社会讨论使得诸多科研机构被迫参与其中，其因社会关注而被要求以更短的时间

抢先完成验证，甚至于一些仅是研究材料学相关而非超导研究方向的实验室也收到行政命令，被要求参与其中，这忽略了他们原有的研究方向和研究条件。

无论公众在基础科学研究中存在怎样的技能和知识的局限性，他们在其活动所处的行动环境中仍然保持着特定的知识技能，这些知识技能又不断重建行动环境。正如艾伦·欧文在环保问题中所描述的那样，自然似乎不可避免地“成为一个概念和语言的领域”^{[2]42}，公众已经习惯于把自然与社会看作一个整体。科学知识生产和应用的界限在诸多学科之中已经模糊，而这种趋势正在向着基础科学研究扩散，基础科学研究也必须要从逻辑概率的验证走向事件概率的验证，它并不是完全外在于公众的概念，决策所涉及的知识环境发生了根本变化，基础科学研究也要和其他应用技术一样不断处于“社会实验”之中^[14]。正如大多数基础科学研究实验室需要面临的那样，大量的应用性论证的行政工作是“完成科学实验”重要的一部分。

3 结语：构建科学公众身份

尽管我们一直在强调社会性对于基础科学研究的反向作用，但我们要警惕这样一种可能性，即科学建立在对“外部世界”的一系列假设之上，而这些假设的起源是社会性的。风险的构建和治理都建立在社会价值之上，因此对人类行动和反应的假设是不可避免的，但这一点却很少被公开承认。所以，科学对社会的单方面揣测或者反过来都不利于我们构筑一个真实有效的、可以建立起知识对称性的纽带，科学在公众视角中已经获取了一个启蒙性的位置，反过来也需要在科学之中给予公众一个不再仅

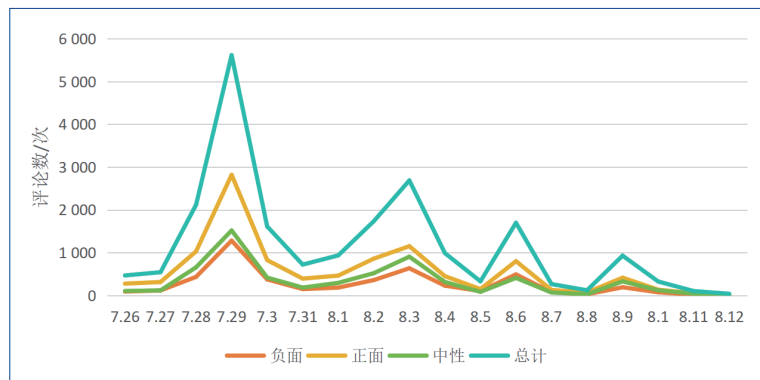
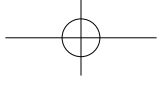


图6 样本情感数量时间走势图



仅是被动灌输的新角色，对此，艾伦·欧文给出了解决对策，这也是公众科学的归旨，即再造科学公众身份。

科学公众并不意味着让公众机械化地参与到科学研究之中，例如一阶博物学复兴运动中各地群众对生物的观察及记录活动^[16]，这种公众参与科学仍旧只是一种固有的对公众和科学关系的展示，公众仅仅作为科研助手参与其中，机械地提供着“众包”资源或者是“分布式智能”^[17]，而与之相对的便是“认知分工理念”^[18]，尽管不同学者在各种科研活动中认知分工的方式也有所不同，但是却达成了一个共识，即提供一个公众向上参与反馈的制度和渠道。我们需要看到传统的科学家权威形象在验证实验有效性的过程中，仍旧要隐性地依赖公众见证人，精英知识与大众常识之间的张力一直存在，为构筑制度与融合话语提供了最基本的前提。

艾伦·欧文也提出了公众科学可能涉及的基本要素，公众科学不仅代表不同形式的知识和理解之间的“交汇点”，它还意味着在不同的知识领域内进行交叉融合的可能性。如果我们认为目前科学与公众之间的关系没有问题也不需要改变，便是否认了科学应该与日常生活息息相关，这最终只会加剧公众与科学之间的裂痕。特别是，这种改变对科学机构而言，不仅涉及变革，还涉及面对社会压力的反思。因此，公众科学意味着承认新的社会因素和知识关系。

尽管基础科学研究过程风险并未提供

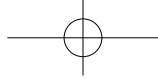
太多的案例供我们深入剖析，但是正如艾伦·欧文在动荡的现代性中所同意的观点那样，只有正视并且接受不确定的事实，并在其中仍然坚持对知识的追求，才能让现代性的发展达到新的阶段^[19]。基础科学研究过程风险及治理只是透视公众和科学之间关系发展的一点，但是从这一独特的原点出发无疑会增添新的实践进路。没有任何一个单一的框架可以完全囊括公众和科学的关系进路，我们所面临的挑战不只是建立一套灵活的、反应灵敏的制度结构，也是去重新关注科学之中的公众身份并且回应公众对此的关切。几乎每一个科学风险都会涉及不平等对话、相对权力和社会结构的问题，如果不能从公众的视角再次出发，仅仅提高技术水平毫无作用，风险环境应该被给予充分重视。

令人欣喜的是，互联网和大众传媒为科学传播提供了一个有利的土壤，尽管数字贫困仍旧存在，但公众拥有了一个可以利用自身条件去打破知识鸿沟的机会，而不是被任何先验性的条件所框定。这种“自下而上”的压力并不一定会切实地削弱风险，却蕴含着新的关系萌芽的语境。只是我们仍旧面临着新的挑战，即如何用更积极的方法去利用这种语境，而不是单纯将其视为科学风险的产生因素。因此，保持一种对待科学的开放性态度，让科学不再仅仅作为社会制度的集合体存在，并构筑出一个真正的知识强健型社会，才是公众科学何以从根本上消融基础科学研究及其科学传播过程风险的题中之义。

参考文献

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告 [EB/OL]. (2022-10-25) [2023-11-26]. https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm?eqid=dc1fe5c50000c1f400000002645ba468&eqid=ce98b80d000c89c2000000036489935b.

(下转第 88 页)



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)