

科学传播的“吹哨人”角色探究： 基于卡森对 DDT 历史影响的案例分析

郭茹月

(上海交通大学科学史与科学文化研究院, 上海 200240)

摘要: 在环境保护的历史进程中, 蕾切尔·卡森的科学传播活动扮演了至关重要的“吹哨人”角色。科学传播对 DDT 技术发展的具体影响常被低估, 但通过深入分析 DDT 的历史发展脉络, 并量化评估卡森的贡献, 可以确定科学传播在工业生产与技术研发中的巨大影响。研究发现科学传播的两大核心着力点: 第一, 向公众传播环境风险预警, 推动环境保护运动的发展; 第二, 促使科研工作者反思技术, 不断激发技术革新, 从而在根本上缓解由技术应用引发的社会问题。

关键词: 科学传播; “吹哨人”; 科学技术与社会; 蕾切尔·卡森; DDT

中图分类号: G206

文献标识码: A

文章编号: 1005-0566(2024)07-0079-07

Inquiry into the “whistleblower” role in science communication: A case study on Carson's impact on the history of DDT

GUO Ruyue

(School of History and Culture of Science, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: In the process of environmental protection, Rachel Carson's science communication activities played an essential role as a “whistleblower”. The specific impact of science communication on the development of DDT technology is often underestimated. However, by analyzing the history of DDT and quantitatively assessing Carson's contributions, we can more accurately identify the influence in industrial production and technology research. The research reveals two core focal points: first, to disseminate environmental risk warning to the public and promote the environmental protection movement; Second, to encourage scientific researchers to reflect on technology and constantly stimulate technological innovation, so as to fundamentally alleviate the social issues caused by the application of technology.

Key words: Science communication; “Whistleblower”; Science technology and society; Rachel Carson; DDT

在科技发展的历程中, “吹哨人”(whistleblower) 往往以其专业知识和责任感^[1], 揭露科技发展可能带来的社会问题^[2]。目前, 在公共卫生危机、食品安全和药物安全等关键领域, “吹哨人”的作用日益凸显; 在科研共同体内部, 他们有助于规范科

研行为^[3], 及时预警科技发展方向。科学传播, 作为广义上的科技知识信息共享过程^[4], 是解决科技发展问题及其与社会互动引发问题的关键途径^[5]。因此, 科学传播应充分发挥其“吹哨人”功能, 以及时预警科技发展可能会带来的问题, 并在

收稿日期: 2024-04-09 修回日期: 2024-05-16

作者简介: 郭茹月(1995—), 女, 山东滨州人, 上海交通大学科学史与科学文化研究院博士生。研究方向为科学技术与社会、科学传播。

传播过程中反思科技共同体内部的发展问题,从根本上解决科技发展引发的社会问题。

本文着重研究了蕾切尔·路易斯·卡森(Rachel Louise Carson)等工作,以及他们在推动 DDT 技术革新过程中的影响。化学制剂的潜在危害在引起公众关注后,促使工业生产转向,改变了科技研发的轨迹。本文结合 DDT 的历史发展,通过量化分析 DDT 技术研发的演变,探讨科学传播在减少化学制剂环境影响中的作用,并寻找“吹哨人”作用的有效着力点,以确定科学传播“吹哨人”作用的实践路径。

一、从“神药”与蕾切尔·卡森谈起

(一) DDT 及其化学制剂

20 世纪 30 年代,可用的杀虫剂要么是昂贵的天然产品,要么是对昆虫无效的化学合成物^[6]。当时众多实验室都在寻找一种只能被昆虫吸收,而对哺乳动物无伤害的杀虫剂。1939 年,保罗·赫尔曼·米勒(Paul Hermann Müller)在历经 349 次尝试后,终于发现一个装有试验品盒子中的苍蝇死了,这个试验品就是二氯二苯三氯乙烷(dichlorodiphenyl-trichloroethane),即人们通常称谓的“DDT”,此化合物可以制成不同类型的杀虫剂。

在 DDT 的杀虫剂特性被发现后,被迅速投入工业生产。1940 年,米勒就职的盖基染料公司(J. R. Geigy)获得了在瑞士以 DDT 为基础的化学制剂的制备工艺专利,随后又在 1942 年和 1943 年先后获得了在英国和美国、澳大利亚的制备工艺专利。直到 1944 年,孟山都公司(The Monsanto Company)成为主要生产制造销售商,此外还有 14 家公司也获得了生产许可。

世界人口扩张使得粮食问题成为首要问题,能够大批量生产的化学制剂就自然地成为廉价的增产措施。自 1945 年开始,这类化学制剂作为一种农业杀虫剂销售给农民,用于农作物除虫害。这类杀虫剂被广泛用于防治农业害虫,并获得了很好的效果:成功缓解了害虫造成的高达 40% 的作物损失,从而有效缓解了世界上由于人口增加带来的粮食问题。

由于此类化学制剂在短时间内消灭农业害虫

与消灭疾病上的作用,大众媒体称之为“神药”。1944 年,《时代周刊》评论称“DDT 是一种神奇的杀虫剂,它是 1944 年第二大持续性科学新闻,其影响力仅次于青霉素”^[7]。

DDT 在防治疟疾和粮食增产方面有很大的贡献,米勒也因此获得诺贝尔生理学 and 医学奖。为了表彰米勒为消除虫媒传播的疾病所做的贡献,诺贝尔奖委员会将 1948 年诺贝尔生理学 and 医学奖颁发给了米勒,因为他发现了 DDT 作为一种接触性毒药可以高效地杀灭一些节肢动物^[8]。化学家出身的米勒,用合成的杀虫剂拯救了无数人的生命。

当时,除了 DDT 外,这类化学制剂还包括七氯、氯丹等含氯有机化合物。刚接触此类化学制剂的普通公众还沉浸在丰收的喜悦之中,大众媒体上的多方报道各执一词。“神药”“谨慎使用”“对人类无伤害”等言论,随着家庭化普遍使用而出现,普通公众没有办法去判断该类化学制剂的安全性。但是,由于其控制蚊虫和对农作物增产的效果,其生产和使用量仍在快速增加。

(二) 作为“吹哨人”的蕾切尔·卡森

在 DDT 的杀虫剂特性被发现之前,环境似乎还保持着其自然的状态。1907 年 5 月,卡森出生于宾夕法尼亚州,在充满了原始自然状态的生机的小镇,她度过了童年和少年时期。

卡森的学习和工作经历让她有机会了解并持续关注到环境问题,初步尝试撰写这类化学制剂的相关文章来讨论其安全性问题是在 1945 年。7 月 15 日,她给《读者文摘》(Reader's Digest)写信表达了自己想撰写一篇有关 DDT 的文章。然而,这一封信并未得到对方的肯定回应,卡森暂时放下了这个题目。

一直到 1958 年,卡森再次关注到环境问题,是因为前《波士顿邮报》的撰稿人奥尔加·哈金丝写给《先驱报》的一封信^[9]。信中描写了撰稿人的经历,因化学制剂大量喷洒,自己家院子里的小鸟都生病了。卡森意识到化学制剂对环境的影响已经非常普遍。于是,她时隔 13 年再次写信给编辑部,说明写作关于化学制剂与环境问题的想法。然

而,包括《读者文摘》在内的多家杂志社均表示不感兴趣。由于文章发表问题不易解决,于是卡森决定写本书来讨论这个问题。

在1961年,卡森还在写作时,就收到了杂志编辑有意刊登她正在写作的关于化学制剂内容的消息。1961年12月,《纽约客》(The New Yorker)的编辑威廉·肖恩(William Shawn)向卡森约稿,表示他读过卡森的手稿后,想刊登这篇文章。于是《寂静的春天》在1962年6月在《纽约客》进行连载,收获了第一批读者。第一篇连载文章节选时删减了一些枯燥的研究数据和专业性的术语,保留了对新鲜瓜果蔬菜残留了化学制剂的质疑,内容迅速引起了读者的关注。随后,1962年9月,霍夫顿·米夫林出版社(Houghton Mifflin)出版了此书。

在书籍出版后,立即引发了媒体关于化学制剂是否具有危害性的讨论。1963年4月4日,哥伦比亚广播公司(Columbia Broadcasting System)播出了“蕾切尔·卡森的《寂静的春天》”,节目涉及卡森和一位支持化学制剂的科学家罗伯特·怀特·史蒂文(Robert White Stevens)。史蒂文代表了化学工业界,他曾扬言:若遵循卡森女士的教诲,将回到昆虫、疾病占领地球的黑暗时代。电视报道通过穿插喷洒化学制剂的大量画面,将这场本属于文字争论的辩论,用更具画面感的方式呈现卡森与化学工业界的冲突,引起了更多人的关注。

DDT作为一种在实验室合成的化学物质,经过工业化生产后进入社会,引发了一系列的环境问题。在卡森等人的共同努力下,这些环境问题受到重视,这是卡森与媒体共同将众多科学家的研究成果推向公众视野的结果。随即,社会各界开始关注到社会上不断出现的环境问题,并开始行动。在此科学传播活动中,卡森等人的工作促进了相关科学研究和技术研发的革新,最终引起了工业界的生产转向。

二、“吹哨人”作用:导致科技研发活动的转向

相较于缓慢的工业生产转向而言,DDT相关技术研发有更为迅速且明显的转向。从技术专利的申请量来看,技术研发量持续增多;从技术专利

的申请内容来看,随着对化学制剂危害性的认知,相关制备工艺的研究,逐渐发展探寻其替代品的制备工艺研究。DDT相关的理论基础研究,没有明显的研究转向趋势,但是也出现了一定的规律。科学文献的数量随时间的变化波动起伏较大,是因为针对该类化学制剂的基础研究与政策有密切关系,政策对基础研究有直接影响;从文献的研究内容来看,与有明显研究转向的技术研发工作相比,基础研究从一开始就存在对化学制剂的有害性与有用性兼备的研究。下文逐一呈现此类统计数据。

(一)DDT相关技术研发的转向

根据科学文献和技术专利的数据统计显示,时至今日,与DDT相关科技研究成果仍在持续产出中。自米勒发现其杀虫剂特性后,相关化学物质的制备过程、制备方法等相关的科学研究和技术研发都逐步独立开展起来。而在卡森等人的工作在社会上引起关注后,与DDT相关制备方法等研究逐步停止,并转向降低该类化学物质对环境的影响和寻找替代性低毒性物质的研究。

截至2022年12月31日,全球共有16781个与DDT相关的制备工艺专利族申请(见图1)。数据显示,在1962年前,全球累积162件关于DDT制备工艺的专利申请,主要由欧美国家申请,并均为关于该类化学物质的制备工艺优化以及对如何增强其效力的研究。

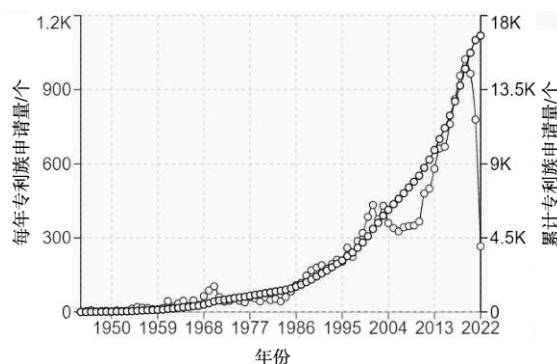


图1 与DDT相关技术专利情况统计

数据来源:Espacenet 数据库。

1972年,即卡森等人的工作10年后,美国出现了第一个关于DDT还原性降解的专利申请^[10]。

随后,全球范围陆续出现关于降解污染物的相关专利(见表1)。制备 DDT 相关专利的申请以及研究转向降解相关污染物的专利申请,均从美国开始并逐步在全球范围内开展研究。相对而言,亚洲国家的相关技术研发较晚,日本于 1961 年才有相关制备工艺的研究。我国在 1987 年才出现相关制备工艺专利申请,而此时欧美国家已经开展降解污染的技术研发。不过,我国技术研发转向很快,开展制备工艺研究后不到 10 年内就出现了降解污染技术的研发专利申请。

表 1 部分专利局关于 DDT 相关专利申请情况统计表(1940—2022)

专利局	类别			
	首个相关专利申请时间/年	首次出现降解污染的专利申请时间/年	近十年(2013—2022)的专利申请数量/件	申请专利总数/件
美国专利商标局(USPTO)	1945	1972	3 030	6 841
英国专利局(UKPO)	1949	1975	17	221
日本专利局(JPO)	1961	1991	1 812	3 457
中国知识产权局(SIPO)	1987	1998	3 032	4 500
欧洲专利局(EPO)	1978	1984	1 236	3 108

与 DDT 相关技术研发活动的开展与社会需求有密切关系。20 世纪 30 年代,疟疾等疾病亟需控制,粮食也亟需增产,因此实验室中尝试寻找杀虫剂来杀灭“害虫”。到 20 世纪 60 年代,卡森等人在美国的工作促使美国从政策到公众意识上都有了积极的回应,随着社会对降解污染的需求的增加,相关降解污染与替代性产品技术的研发活动不断增加。

(二) DDT 相关科学研究趋势

从科学研究文献的发量统计来看,科学研究并没有技术研发如此明显的转向,但是研究文献的数量在不同时期有很大程度的变化(见图2)。在米勒发现 DDT 的杀虫剂特性后,科学研究也随之不断增加,到 1946 年到达了一个研究高峰后,研究热潮逐渐冷却。1962 年是发量最少的一年,之后则不断增加,直到 1971 年达到了一个新的研究高峰。

相较于技术研发活动在卡森等的工作后才有对其毒性的解决与替代性研究方案,科学研究在

DDT 相关研究出现初期就有对该类化学制剂应用安全性质疑的研究。据统计,在 1962 年前就有大量对所引起的水污染和土地污染的相关研究^[11],这些充满调查数据与案例的研究为卡森提供了写作基础,同样也是卡森写作的科学研究资料支撑^[12]。

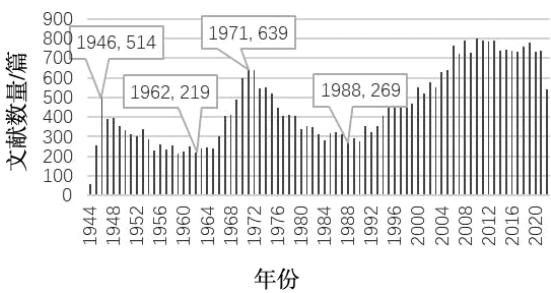


图 2 与 DDT 相关研究文献年度发量统计

数据来源:Web of Science Core Collection; BIOSIS Previews; MEDLINE®

在 DDT 相关的科学研究中,卡森等人的工作对其研究影响只体现在数量上。1962 年之后,科学研究的关注度与社会公众的关注度都处于上升的趋势。1972 年美国政府颁布的政策减少了制备工艺的相关研究。

从实验室诞生的合成物,在应用于社会后引发了环境问题后,引发了实验室的技术研发转向。在这个进程中,基础研究一直保有对 DDT 这类物质的全面性质的研究。在政策出台后研究文献的数量有所波动,但从始至终都有对其杀虫、除草的特性和其对环境的潜在危害性的全面研究。然而,技术研发发生了转向:一方面,寻找降解污染物的制备技术,解决或缓解已引发的污染,从而促进环境的修复;另一方面,加速新物质生产技术的研发,以替代原有化学物质,解决粮食问题和消灭疾病的同时,避免对环境的损害。

DDT 技术的革新以及其替代品的出现,是技术共同体不断探索的结果,而作为该类化学制剂进入社会的唯一渠道,工业界的生产转向却非常缓慢。以利益为目标的工业界利用 DDT 类产品能够杀虫、除草的功能,大量生产,并试图通过发布言论来掩盖环境污染的真相^[13],从而获得继续生产此类化学制剂的机会,进而获取更多利益。

三、“吹哨人”作用:引发全球性社会行动

(一)美国工业界的行动与转向

在经过杂志、广播电视以及最后出版成书之后,卡森通过《寂静的春天》所传达出来的声音逐渐为公众所知,并加速了公众对 DDT 及其化学制剂的质疑声音,这些声音并未促使工业界停止生产相关产品,反而促使他们抵制“该类化学制剂具有危害性”等思想的传播。

19 世纪 60 年代,当质疑该类化学制剂安全性的信息出现时,一些生产商并未立刻停止生产。1962 年,正在筹备出版《寂静的春天》的出版社收到一份威胁性的声明:《寂静的春天》里关于氯丹等杀虫剂的描述有误,出版社不能出版此类内容,否则公司可能会采取法律行动^[14]。声明来自威尔斯考(Velsicol Chemical Corporation),当时此公司两种化学制剂氯丹和七氯的唯一生产商。然而,卡森在《寂静的春天》中描述了两种农药的化学成分,并增加了现实生活中因其而中毒的实例,提到:“氯丹的残毒能长久地存在于各类食物中,或残存于表面。它会进入人体,可通过肌肤被吸收,可作为喷雾或者粉屑被吸入”^[15]。因此,威尔斯考担忧其产品的生产与销售受到影响,发表声明试图阻止该类声音的传播。

另外还有农药生产商坚持宣称,如果取消该类化学制剂的使用,现代农业将会因众多害虫和杂草而崩溃。1962 年,一篇模仿《寂静的春天》的开篇“明日的寓言”的文章,“荒凉的年头”(The Desolate Year)发表,描述了没有化学制剂,农作物会被害虫和杂草毁掉,从而让所有人都饱受饥饿^[16]。文章始终强调,农药在杀灭害虫和除杂草上具有无可替代作用。这个文章署名为在 1944 年获得 DDT 生产许可的“孟山都”。他们试图通过模仿卡森的传播方式,模糊化学制剂对环境的污染的证据,并用极端的方式来影响大众对化学制剂危害性的判断。

卡森等人的工作引起工业界的强烈反应的同时,政府的关注与调查持续展开。自 1962 年肯尼迪政府关注环境问题后,总统科学咨询委员会就致力于研究滥用杀虫剂的问题,并于 1963 年 5 月

15 日发布了一份名为《杀虫剂的使用》(The Use of Pesticides)的报告,指出杀虫剂存在潜在危害,要慎重对待。虽然关于该类化学制剂的声音沸沸扬扬,但是政府也并未立刻颁布相关应对的政策。一直到 1972 年,美国国会通过了《清洁水法案》(The Clean Water Act),这是一项允许公民对污染企业提起诉讼的新型立法^[17]。随后,尼克松政府成立环境保护署,并宣布在美国领土上禁止使用 DDT。

在政府颁布针对持续性污染物的政策后,这类化学制剂的生产才开始有所减少。由于美国在 1972 年的政策仅仅是禁止在美国国土内使用,因此,生产商依然可以生产出口至其他国家。美国的使用禁令迫使工业界逐渐减少生产,转向对该类化学制剂的替代性产品的生产。比如,与其有相似功能但是毒性更小的 DDE 类制剂。

在这类化学制剂通过工业界进入社会生产与使用的过程中,卡森等的工作引起社会各界的广泛关注,引起广泛的影响而促使政府进行深入调查并颁布相关政策来控制该类化学物质的生产与使用。

直至 20 世纪 80 年代初,美国本土公司才停止生产 DDT 类产品。而此时其他国家和地区也相继出现这类化学制剂所引发的环境问题。

(二)全球性环境问题的发现与行动

相较于经济迅速崛起的美国,欧洲作为 DDT 的诞生地,出现并认识到环境问题较为晚近。1963 年时,欧洲人普遍认为卡森所描述的事情只会发生在美国,“欧洲农业没有美国农业那样的大农场或广泛的单一种植,因此对农药的需求是在合理范围内”这样的观点在议会上占据主导地位^[18]。然而,随着环境问题席卷欧洲各国,并掀起了后来发展为绿色政党的运动,“不会在这里发生”的信念被打破。

由于经济发展程度的差异,各国出现环境问题的时间有很大差别。针对 DDT 所引发污染问题,多个国家都陆续颁布了使用禁令。在 20 世纪 70 年代到 80 年代,多数发达国家禁止了 DDT 应用于农业。到 1991 年,已有 26 个国家实行了全面

使用禁令。我国直到 1983 年正式颁布了相关化学制剂的使用禁令,但是 DDT 在我国的生产活动一直到 2007 年才停止。

自 2008 年以来,印度是全球唯一还在生产 DDT 来控制疟疾的国家。为全面评估与规范与 DDT 一样的持续性有机污染物的生产和使用,《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》(The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants)于 2001 年 5 月 22 日通过,并于 2004 年 5 月 17 日生效,该组织目前有 152 个缔约国。2007 年,斯德哥尔摩会议成立了一个专家组来调查和评估全球 DDT 的生产和使用情况。

自 2006 年 DDT 重新投入小范围使用来控制疟疾以来,该专家组已经开展 9 次会议,通过深入调查,来评估其使用的必要性,以及使用替代品或者其他途径控制病媒的可能性。根据 2022 年 10 月最新的调查研究来看,自 2004 年以来,全球生产量在逐渐下降(见图 3),目前印度仍需利用该类化学制剂来控制疟疾。

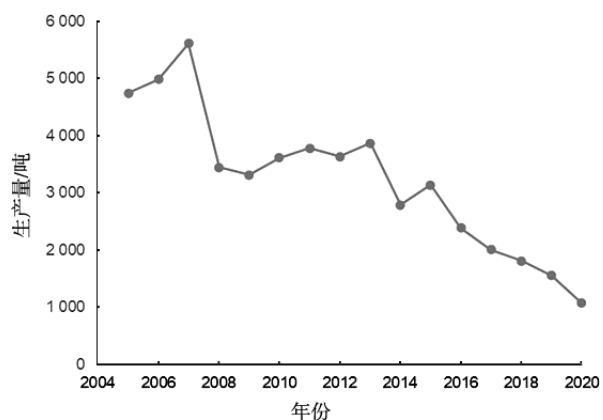


图 3 全球 DDT 年产量趋势(2005—2020)

数据来源:2022 年 11 月 10 日第九次斯德哥尔摩会议 DDT 专家组报告。

自 1970 年 4 月 22 日第一个地球日以来,全球各类环境运动大量开展。各类环境保护组织,是对人类影响环境最为激烈的反应。这样的环境保护行动是否必要或过度是另一个问题,但这些行动是对人类已经并且有可能继续影响环境的反抗。

从 DDT 首次合成至今已有百年历史,应用于社会后,引发了严重的环境问题,我们用了近 80 年

的时间持续探索如何降解这些化学制剂所带来的污染,也在持续寻找其替代性产品。卡森等的工作加速了人类关注环境问题的历程,其中,科学传播活动预警环境问题,并能够影响 DDT 相关产品的生产,减少环境问题的持续恶化。当然,这类化学制剂已引发的持续性污染还有待进一步降解,人类何时能彻底摆脱对这类持续性有机污染物的依赖,仍需要进一步探索。

四、结论

(一)科学传播的“吹哨人”功能及其关键着力点

综合分析 DDT 类化学制剂的研发、工业化生产及其应用历程,我们可以看到,这类化学制剂在短短六年内便被广泛用于除虫、除草等领域。然而,随之而来的是对大量动植物及环境的负面影响,这些问题引起了社会各界的广泛关注。在公众、科研人员和政策制定者的共同努力下,对降解物质的研究和 DDT 替代品的开发逐步展开,并持续至今。在这一过程中,卡森等的科学传播活动扮演了至关重要的“吹哨人”角色,他们不仅加速了对环境问题的关注和治理,而且其工作的主要着力点集中在技术和公众两个层面。

首先,技术革新和发展方向的调整是解决科技引发社会问题的根本途径。在技术尚未广泛应用之前,其潜在的社会风险往往被忽略。卡森等人的科学传播活动提高了科研共同体的警觉性,推动了技术研发的转型和创新。

其次,工业生产者作为技术产品进入社会的桥梁,其行为受到卡森等通过大众媒体引发的舆论监督和政策压力的影响。卡森作为“吹哨人”,不仅促进了现代环境保护运动的发展,而且在人类历史上推动了环境保护观念和行动的形成。

在一般的科学传播活动中,“吹哨人”功能的着力点主要体现在两个方面:一是在科学和技术共同体内部,促进研发人员对技术成果的反思和创新;二是在社会各界,引发公众对科学技术的深入思考,减少科技应用可能引起的社会问题。

(二)充分发挥科学传播的“吹哨人”功能

随着科学传播逐渐关注科学、政治和社会文

化的全面视角,其发展为一个多利益相关者、多视角、多模式共存的传播模式^[19]。科学传播已成为涉及科学技术与社会互动中多方面问题的社会活动。为避免或缓解科技发展与社会互动过程中引发的社会问题,科学传播必须充分发挥其“吹哨人”功能。

一方面,在传播过程中,应引导科研共同体内部对科学与技术的深入反思。科技成果在实验室中可能是纯粹的,但一旦应用于社会,可能会带来未预见的社会影响。在技术发展如此迅速的今天,这一点尤为重要。科技成果的全球化可能会迅速将地方性问题转变为全球性问题。因此,科学传播需要密切关注科技成果对社会各方面的影响,防止或减少具有潜在风险的科技成果对社会的负面影响。

另一方面,科学传播应及时预警科技成果可能引发的社会问题,促使政府和工业部门采取行动,同时促进公众对科技成果的反思性使用。如果任由科技成果自由发展,让环境和人类自身承担验证科技成果后果的责任,社会将付出巨大代价。因此,我们需要那些能够运用专业知识、持续关注社会影响的科学传播活动,及时揭示科技与社会互动可能带来的“有形或无形”问题,引起社会各界的广泛关注。

当前,公众获取科技知识的途径日益多样化,传统的科普和科学传播已不再是主要的信息来源。科学传播需要在传播过程中深刻反思科技成果的影响,并引导公众成为全方位的社会监督者。

参考文献:

- [1] 彭成义. 国外吹哨人保护制度及启示[J]. 政治学研究, 2019(4): 42-54, 126.
- [2] 孙昌璞. 破除科技评价中“吹哨人”的窘境[J]. 科技导报, 2021, 39(4): 1.
- [2] 赵延东, 张琦. 谁会成为学术不端的“吹哨人”: 举报影响因素分析[J]. 科学学研究, 2021, 39(9): 1537-1545.
- [4] 翟杰全. 再论科学传播[C] // 中国科技新闻学会. 科技传播与社会发展: 中国科技新闻学会第七次学术年会暨第五届全国科技传播研讨会论文集. 北京: 北京理工大学

人文学院, 2002: 11.

- [5] 刘兵, 侯强. 国内科学传播研究: 理论与问题[J]. 自然辩证法研究, 2004(5): 80-85.
- [6] Danci O, Perju M, Gheorghe L. The impact of persistent organic pollutants on freshwater ecosystems and human health[M]. Sibiu: Publisher Lucian Blaga University of Sibiu, 2016: 85-87.
- [7] GRAHAM F. DDT Paint[N/OL]. TIME Magazine, 1944, 44(26): 70 [2023-06-30]. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=54785440&site=ehost-live&scope=site>.
- [8] The Nobel Prize. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1948: Paul Müller[EB/OL]. (2016-01-30) [2023-01-30] <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1948/muller/facts/>
- [9] 布鲁克斯 P. 生命之家[M]. 叶凡, 译. 南昌: 江西教育出版社. 1999: 222-241.
- [10] SWEENEY H, FISCHER J R. Reductive degradation of halogenated pesticides: USP: 3640821[P]. 1972-02-08.
- [11] MORTON S, BISKIND M. Public health aspects of the new insecticides[J]. American Journal of Digestive Disease, 1953, 20(11): 331-341.
- [12] CARSON R. silent Spring[M]. New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2012: 322-326.
- [13] 奥利斯克斯 N, 康韦 A. 贩卖怀疑的商人[M]. 于海生, 译. 北京: 华夏出版社, 2013: 235-242.
- [14] LINDA L. Rachel Carson: witness for nature[M]. New York: Henry Holt and Company, 1997: 937-950.
- [15] 卡森 R. 寂静的春天[M]. 吕瑞兰, 李长生, 译. 上海: 上海译文出版社, 2014: 32-51.
- [16] MONSANTO. The desolate year [J]. Monsanto Magazine, 1962: 4-9.
- [17] GILLAM S. Rachel Carson: pioneer of environmentalism [M]. Edina: ABDO Publishing Company, 2010: 85-89.
- [18] STOLL M. Rachel Carson's Silent Spring, a book that changed the world. [EB/OL]. (2020-02-06) [2023-02-21]. <https://www.environmentandsociety.org/exhibitions/rachel-carsons-silent-spring>.
- [19] 杨正. 超越“缺失—对话/参与”模型: 艾伦·欧文的三阶科学传播与情境化科学传播理论研究[J]. 自然辩证法通讯, 2022, 44(11): 99-109.

(本文责编: 默 黎)