

中国环境风险评价体系的完善:来自美国的经验和启示

吕培辰,李舒,马宗伟,毕军

(污染控制与资源化研究国家重点实验室,南京大学环境学院,江苏 南京 210023)

摘要:分析总结了美国在比较风险评价研究、环境风险评价指南、环境风险评价过程中的不确定性分析和风险交流等方面的经验,并结合我国环境风险评价现状和存在问题,提出,开展比较风险评价研究,完善环境风险评价指南体系,减小环境风险评价的不确定性和建立有效可行的环境风险交流体系的建议,从而完善我国环境风险评价体系,提高环境风险评价结果的真实性和可靠性。

关键词:环境风险评价;比较风险评价;指南;不确定性;风险交流

中图分类号:X321

文献标志码:C

文章编号:1674-6732(2018)02-0001-05

Improvement of China's Environmental Risk Assessment System: Experience and Enlightenment from the United States

LV Pei-chen, LI Shu, MA Zong-wei, BI Jun

(State Key Lab of Pollution Control and Resources Reuse, School of the Environment, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210023, China)

Abstract: This paper mainly analyzed and summarized the experience of the United States in comparative risk assessment research, environmental risk assessment guidelines, and the uncertainty analysis, risk communication in the process of environmental risk assessment. Then, combined with the current situation of China's environmental risk assessment and existing problems, this paper proposed specific recommendations of carrying out comparative risk assessment research, improving the environmental risk assessment guideline system, reducing the uncertainty of environmental risk assessment and establishing an effective and feasible risk communication system, so as to improve China's environmental risk assessment system and the truth and reliability of the environmental risk assessment results.

Key words: Environmental risk assessment; Comparative risk assessment; Guidelines; Uncertainty; Risk communication

改革开放以来,随着我国经济的快速发展以及工业化和城市化进程的不断加快,环境污染问题愈加严重,环境风险事件也频繁发生,对人们的生命财产安全构成了巨大威胁。目前,我国正处于经济社会发展转型与结构调整的关键时期,国家各项重大战略和规划也对我国环境安全提出了更高的要求。因此,必须尽快完善我国环境管理体系,改善我国环境安全现状,为国家的一系列重大战略和规划的实施创造一个良好的环境安全条件。

环境风险评价是环境风险管理中的一个重要环节。科学、准确的环境风险评价是进行有效环境风险管理的前提。然而,我国开展环境风险评价研究较晚,虽取得了一定的进展,但仍存在较多问题,

影响到环境风险评价结果的科学性和合理性,在一定程度上制约了我国环境风险管理水平的提升。

早在20世纪60年代,美国就开始了环境风险评价的研究探索,随后取得了多项重要研究成果。学习借鉴美国在环境风险评价方面的先进经验,对我国环境风险评价体系的发展与完善具有重要意义。

收稿日期:2018-01-12;修订日期:2018-02-25

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71433007;41601546)

作者简介:吕培辰(1993—),女,在读研究生,主要研究方向为环境规划与管理。

*通讯作者:马宗伟 E-mail: zma@nju.edu.cn;

毕军 E-mail: jbi@nju.edu.cn

1 美国环境风险评价经验

美国环境风险评价工作主要包括两个方面:一是宏观层面上,在国家或者区域范围内开展不同环境问题的比较风险评价和优先级排序研究,其目的是为了有效利用有限资源,进行合理的资源配置,以求最大限度地保障公众的生命财产和生态环境安全;二是微观层面上,完善环境风险评价框架和技术体系,其目的是为美国的环境风险评价的实际操作及相关研究提供指导和参考。环境风险评价框架包含多个方面,其中关注度较高且对结果可靠性具有重大影响的主要包括环境风险评价指南、不确定性和风险交流等方面。

1.1 比较风险评价研究

自 1970 年起,美国在减轻环境污染问题上做了很多工作,并且取得了较大进展,但是仍然存在不少需要解决的问题。美国环保署(EPA)为了更高效地使用有限的资源,开展了针对由环境问题导致的人类健康和环境的相对风险研究,并在 1987 年出版了《未完成的事业——环境问题的比较研究总结报告》^[1]。虽然这项研究存在一定的缺陷,但它仍然为 EPA 确定环境保护的优先级开发了一个有效的方法,为 EPA 有效利用有限的资源来更好地保护环境提供了决策参考。

随后,美国研究人员继续开展比较风险评价研究,例如 1990 年出版的《减小风险——为环境保护设置优先级和策略》^[2]中提出了 10 条建议,包括“EPA 应当将可用资源用来减少对于人类健康和环境危害最大的风险”“EPA 在减少生态风险时,应当赋予其与减少人类健康风险同等的重要性”等;《美国 EPA 通过风险评估排序来减小风险的方法》^[3]在《未完成的事业》《减小风险》这两本报告的基础上,重点介绍了美国 EPA 在风险评估排序过程中是如何减小风险的;1993 年出版的《风险排序和设置环境优先级的指南》^[4]中提供了关于设计和实施环境风险排序的指导,并讨论了在环境风险排序项目中的主要技术和一些固有的管理问题等。美国在比较风险评价方面的研究,为美国的环境风险管理提供了更多且重要的依据和建议。

1.2 环境风险评价指南体系

在环境风险评价过程中,使用风险评价指南能够保证风险评估的质量,提高机构之间的一致性,有助于机构之间的协调,并让公众更加清楚地了解各机构所进行的风险评价过程。在长期的基础研

究和实践过程中,美国逐渐建立了较为完善的环境风险评价方法指南体系^[5]。

1975 年,美国核管会发布了《核电厂概率风险评价实施指南》,系统地建立了概率风险评价方法,成为事故风险评价体系中最具有代表性的一个评价体系。在健康风险评价方面,美国国家科学院在 1983 年出版了《联邦政府的风险评价:过程管理》,也就是著名的红皮书,该红皮书出版后便成为环境风险评价的指导性文件。随后,EPA 根据红皮书制定并且颁布了一系列的指南和文件,包括 1986 年颁布的《致癌风险评价指南》《发育毒物的健康风险评价指南》《暴露风险评价指南》,以及 1988 年发布的《内吸毒物的健康评价指南》和 1989 年出版的第一版《暴露参数手册》。

20 世纪 90 年代以后,风险评价不断地快速发展和完善,生态风险评价也逐渐成为新的研究热点^[6]。得益于该时期相关基础学科的迅速发展,风险评价技术也在不断完善。在此基础上,美国对已出版的一系列风险评价技术指南进行了补充和修订,同时也颁布了一些新的指南,包括 1992 年颁布了新的《暴露评价指南》以取代 1986 年的版本,1997 年修订《暴露参数手册》,1998 年颁布的《神经毒物风险评价指南》以及在 1992 年生态风险评价框架的基础上正式颁布的《生态风险评价指南》^[7-8],2002 年编写了专门的《儿童暴露参数手册》等^[9]。

环境风险评价指南体系的不断完善,推动着美国环境风险评价研究水平快速向前发展,而这些研究成果又有助于相关指南的修订和完善,这样一个循环往复的过程使得美国的环境风险管理水平有了更大的提高,环境安全也有了很大的改善。

1.3 环境风险评价的不确定性

环境风险评价中,人们不仅关注环境风险评价的结果,还包括评价结果的可靠性,只有提高环境风险评价结果的可靠性,才能切实有助于环境风险管理和环境风险评价结果的应用。明确环境风险评价的不确定性以及尽可能地减小这个不确定性,对于环境风险管理来说是很有必要的。

风险评估中的不确定性有多种可能的原因,包括:(1)自然现象复杂多变,环境风险发生的机制也具有较大的复杂性和不确定性;(2)环境风险评价所需的信息和数据资料的累积不足;(3)选用模型、模型参数带来的不确定性;(4)各种外推并不

能完全真实反映实际情况;(5)环境风险评价标准的可变性和非客观性,使得风险评价标准也存在很大的不确定性^[10-11]。

美国EPA对于不确定性的处理在很大程度上都遵循了红皮书和美国国家研究理事会其他报告的建议,其处理方法有:(1)使用默认值;(2)进行定量不确定性分析,如蒙特卡洛模拟;(3)运用专家判断。美国已有很多关于不确定性的分类和解决的相关研究,并且还有一些关于不确定性分析机制的指南,这些指南包括超级基金、放射性核素的NESHAPS的背景信息、暴露评估指南以及风险表征备忘录等^[12-13]。

1.4 环境风险交流

风险交流是目前环境风险评价中的关键和重点。风险交流对于风险信息在相关利益群体之间的传递是非常重要的。而且在专家、公众之间交流相关的信息、知识和经验,也能够有效促进环境风险评价和管理。

美国一直在努力使其风险评价工作更加开放和透明。例如,食品健康风险评价中,立法机构向公众提供食品被召回的通告,并在机构网站提供召回信息;EPA的杀虫剂残留网站提供了完整的杀虫剂风险分析,便于公众对风险分析的程序进行评论,且在适当的情况下,风险评价的过程还将根据这些评论进行修改;所有的环境风险相关条例、法规的提案都在官方出版的《联邦登记》中发布,任何人都可以通过网络免费获得^[14]。

2 中国环境风险评价的现状和问题

2.1 环境风险评价现状

20世纪80年代,中国开始进行环境风险评价研究。原国家环境保护总局在1989年成立了有毒化学品管理办公室,开展有毒化学品的风险评价工作,标志着我国环境风险评价和管理的开始。随后,又出台了一系列技术指南,包括《环境影响评价技术导则(总则)》(HJ/T 2.1—93)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169—2004)《关于防范环境风险加强环境影响评价管理的通知》(环发[2005]152号)《中国人群暴露参数手册》《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3—2014)^[15-16]《环境污染物人群暴露评估技术指南》(HJ 875—2017)等,明确了环境风险评价的相关内容。

我国环境风险评价的发展,除了国家政府部门

不断地完善相关的技术指南,相关研究人员也开展了大量研究工作。如,胡习邦^[17]、贺桂珍等^[18]总结了美国环境及健康风险评价研究过程中颁布的一些重要指南;郭慧等^[19]对中美大气环境风险评价法规进行了比较,并对EPA推荐使用的5个常用大气风险扩散模型的特点、适用条件、各模型的优势和局限性进行了介绍;王永杰^[20]、于云江等^[21]对健康风险评价中的不确定性进行了探讨,并对不确定性的分析方法,如蒙特卡洛法、泰勒简化法、概率树法和专家判断法进行了介绍;李耀明等^[22]构建了一种新的生态风险评估方法,为生态风险评估提供参考依据;曾建军等^[23]分析了现阶段国内生态风险评价的重点研究领域,并针对目前存在的问题,提出了未来研究的发展趋势和需要解决的关键问题。

2.2 环境风险评价存在问题

2.2.1 缺乏比较风险评价

目前,我国在比较环境风险评价研究上基本处于空白,尚不能明确我国的环境风险排序状况。毕军等^[24]提出目前我国缺乏综合、完整的全国环境风险分析、评估与排序,对环境风险,尤其是长期慢性健康风险水平及其时空分布等情况底数不清,无法有效识别主要环境风险及其优先管理级,无法支撑环境风险的分区、分类、分级管理。

我国环境风险目前仍存在较多问题,涉及多个方面,包括水环境风险、大气环境风险、土壤环境风险、化工企业环境风险等。然而,由于现阶段环境风险管理资源的限制,以及经济社会发展和公众的需求,无法同时针对所有的环境风险问题开展同等力度的环境风险管理,因此急需通过比较风险评价确定我国环境风险排序状况,更有效地利用有限资源,最大化改善我国环境安全现状。

2.2.2 环境风险评价指南体系不完善

目前,我国环境风险评价技术指南主要集中在健康风险和事故风险评价等方面。虽然近几年来生态风险评价逐渐成为研究的重点,我国也开展了相关研究,但因缺乏完整的、具有中国本土化的生态风险评价基准或标准,在实际操作过程中没有明确的参考依据,导致相关研究与管理工作的进展缓慢。

另外,虽然健康风险和事故风险评价发展较为成熟,但仍存在一些问题。首先,很多环境风险问题缺乏明确的环境风险分级标准和可接受风险水

平标准,使得环境风险评价过程中风险分级所依据的标准主观性较强,说服力不足。其次,由于缺乏不同环境风险的可对比分级标准,导致不同的环境风险问题之间无法进行大小比较,为区域性环境风险的综合管理带来一定的障碍。此外,虽然我国已发布了暴露参数手册,但是相比于美国、日本等发达国家,我国的参数种类较少,还有很多参数需要补充。我国地域辽阔、民族多元,人群的暴露参数会因地区、民族的不同而产生较大差异,而我国目前的暴露参数手册不够精细,还需进一步研究修订。最后,健康风险和事故风险范围很广,有慢性的,也有突发性的,有涉及水的,也有涉及大气、土壤和化学品的,而目前我国的健康风险和事故风险评价指南体系只包含了少部分环境风险类型,还不够全面。

2.2.3 环境风险评价不确定性较大

由于相关基础科学研究的欠缺,我国目前对于环境风险的很多机制认识还不完善。而我国开展环境风险评价研究较晚,且相关部门和企业的环境安全意识不强,使得我国环境风险评价领域基础数据资料的积累有很大欠缺。目前我国的环境风险评价多采用国外的一些参数、假设、评价标准等,没有能够准确反映我国实际情况的参考依据。这些问题都导致我国的环境风险评价存在较大的不确定性,急需采取相应的技术手段来分析不确定性的相对大小,并尽可能减小风险评价中的不确定性,确保环境风险评价结果更加真实可靠^[25]。此外,虽然我国2017年发布的《环境污染物人群暴露评估技术指南》中给出了暴露模型参数敏感性分析方法,但是环境风险种类多,环境风险评价中的不确定性也涉及模型不确定性、情景不确定性等多个方面,却没有相应的技术指南针对所有的不确定性分析给出明确的规定。

2.2.4 风险交流机制不完善

现阶段,我国环境风险信息公开和环境风险交流体系仍然处于起步阶段,相关机制不完善。相关部门信息公开度不够,而对于部分公开的信息,由于信息的宣传力度不够,加上公众本身的参与意识不强,导致公众的接收效果不是很好,环境信息公开的效果差^[26]。此外,虽然我国的环境风险交流和公众参与的机制在不断完善,但是仍然需要注意公众参与方式的可行性和合理性。我国的《环境保护公众参与办法》中明确规定了公众参与到环

境风险保护中的权利和方式,但是并没有明确说明要如何反映公众合理的意见,要如何避免公众参与的形式化。在这样的背景下,我国目前还没有相关规定对如何在环境风险管理中协调公众意见和环境风险评价结果进行明确说明^[5,24]。

3 完善中国环境风险评价体系的建议

3.1 开展比较风险评价研究

我国可借鉴国外比较风险评价研究的有益经验和教训,通过整合历史资料、专家意见、风险评估结果等,对中国现阶段的各种常见、危害较大的环境风险进行比较风险评价,然后根据评价结果,合理安排有限的环境保护人力、物力、财力资源,以求在现有条件下,实施最优化的环境风险预防和保护措施,优先解决危害大、关注度高的环境风险问题。

3.2 完善指南标准体系

我国应在已有的健康风险评价指南和事故风险评价指南的基础上,结合现有的科学知识,制定完整、科学、具有中国特色的生态风险评价指南以及健康风险和事故风险中其他类型的环境风险评价指南,为环境风险评价提供参考依据和方法,推进相关研究和管理工作的依据。依据最先进的研究成果,及时修订和完善相关指南标准。

同时,在已有的环境风险评价标准的基础上,研究制定各类环境风险评价分级标准和可接受风险水平标准,并尽可能使各类风险的分级标准统一可对比。根据我国不同地区的实际情况,制定不同的可接受风险水平标准,以便于环境和经济协同、快速、可持续地发展。

另外,大力开展研究工作,制定具有我国特色并能够反映不同地区以及民族差异的精细化暴露参数手册。

3.3 分析并减小不确定性

加强基础研究,更精确地分析环境风险机制以及更准确地推测环境风险的危害程度。在美国及其他国家研究的基础上,结合我国国情,开展风险评价信息和数据资料的积累工作,建立适合我国国情的风险评价数据库和风险外推模型及相应的模型参数。用最先进的科学知识来设定和修订默认值,同时针对默认值的使用以及评估其对风险决策的影响,提供相应的要求和说明。补充和完善不确定性分析方法,针对各种类型的环境风险评价,制定专门的、定性与定量相结合的不确定性分析指

南,并且提供全面包含模型、参数、情景等的不确定性分析方法,为风险评估者在不确定性分析的实际操作中提供指导和参考依据。

3.4 建立有效可行的环境风险交流体系

公开环境风险评价的相关指南、评价过程和结果应用。用法律文件明确公众反映意见以及相关机构对公众意见进行回应的渠道和形式。鼓励公众、企业、环保组织等积极合法参与,加强信息的多向交流,兼顾多方的观点和需求,在环境风险评价和管理中考虑不同群体的价值观、知识和认知。

4 结语

为了提高我国环境风险评价和管理水平,既需要从国家宏观层面,开展比较风险评价研究,对各种类型的环境风险进行优先级排序,以便更有效地利用有限的资源;也需要优化和完善环境风险评价技术框架。针对我国当前比较重要的环境问题,首先,完善风险评估指南体系,为相关研究人员的研究工作和实际操作提供参考依据;其次,大力开展各项研究工作,减少环境风险评价中的不确定性,并对环境风险评价中的不确定性分析提供明确的指导;最后,建立有效可行的环境风险交流体系,在环境风险评价过程中,兼顾公众、企业、环保组织等多方观点,切实提高环境风险评价结果的真实性和可靠性。

[参考文献]

- [1] US EPA. Unfinished business: a comparative assessment of environmental problems-Overview report [M]. Washington, D. C.: US EPA, 1987.
- [2] US EPA. Reducing risk: setting priorities and strategies for environmental protection [M]. Washington, D. C.: Science Advisory Board, 1990.
- [3] Vincent R N. U. S. Environmental protection agency's approach to risk reduction through the process of comparative risk assessment [M]. Washington, D. C.: US EPA, 1933.
- [4] USEPA. A guidebook to comparing risks and setting environmental priorities [M]. Washington, D. C.: Office of Policy, Planning, and Evaluation, 1993.
- [5] 王锐权. 环境风险评估制度构建的基本理论问题研究[J]. 大连海事大学学报(社会科学版), 2016, 15(6): 41-48.
- [6] 杜锁军. 国内外环境风险评价研究进展[J]. 环境科学与管理, 2006(5): 193-194.
- [7] Committee on improving risk analysis approaches used by the U. S. EPA, National research council. science and decisions: advancing risk assessment [M]. Washington, D. C.: National Academies Press, 2009.
- [8] Committee on risk assessment of hazardous pollutants, national research council. Science and judgment in risk assessment [M]. Washington, D. C.: National Academy Press, 1994.
- [9] 段小丽, 黄楠, 王贝贝, 等. 国内外环境健康风险评价中的暴露参数比较[J]. 环境与健康杂志, 2012, 29(2): 99-104.
- [10] 朱东升, 黄佳, 胡海兰. 环境风险评价的进展[J]. 职业与健康, 2009, 25(14): 1537-1539.
- [11] 黄娟, 邵超峰, 张余. 关于环境风险评价的若干问题探讨[J]. 环境科学与管理, 2008(3): 171-174, 188.
- [12] Committee on risk characterization, national research council. Understanding risk: informing decisions in a democratic society [M]. Washington, D. C.: National Academy Press, 1996.
- [13] Committee on the institutional means for assessment of risks to public health, national research council. Risk assessment in the federal government: managing the process [M]. Washington, D. C.: National Academy Press, 1983.
- [14] 杨丽. 美国食品安全风险分析与评价[J]. 中国食物与营养, 2005(1): 15-18.
- [15] 刘杨华, 敖红光, 冯玉杰, 等. 环境风险评价研究进展[J]. 环境科学与管理, 2011, 36(8): 159-163.
- [16] 丁峰, 胡翠娟, 李鱼. 我国环境风险评价存在的问题及对策建议[J]. 环境保护, 2013, 41(19): 52-53.
- [17] 胡习邦. 国内外环境健康风险评价框架研究[J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(1): 25-28.
- [18] 贺桂珍, 吕永龙. 美国、加拿大环境和健康风险管理方法[J]. 生态学报, 2011, 31(2): 556-564.
- [19] 郭慧, 吴成志. 中美大气环境风险评价法规比较与建议[J]. 环境影响评价, 2017, 39(1): 14-18.
- [20] 王永杰, 贾东红, 孟庆宝, 等. 健康风险评价中的不确定性分析[J]. 环境工程, 2003(6): 66-69.
- [21] 于云江, 向明灯, 孙朋. 健康风险评价中的不确定性[J]. 环境与健康杂志, 2011, 28(9): 835-838.
- [22] 李耀明, 王玉杰, 王云琦. 基于GIS的北京地区生态风险评价[J]. 中国水土保持科学, 2017, 15(2): 100-106.
- [23] 曾建军, 邹明亮, 郭建军, 等. 生态风险评价研究进展综述[J]. 环境监测管理与技术, 2017, 29(1): 1-5, 10.
- [24] 毕军, 马宗伟, 刘苗苗, 等. 我国环境风险管理的现状与重点[J]. 环境保护, 2017, 45(5): 14-19.
- [25] 袁业畅, 何飞, 李燕, 等. 环境风险评价综述及案例讨论[J]. 环境科学与技术, 2013, 36(S1): 455-463.
- [26] 张珂, 郑宾国, 张志娇. 我国环境风险防范体系现状及发展对策[J]. 价值工程, 2017, 36(14): 258-259.

栏目编辑 王 滢