

文章编号: 1674 - 6139 (2009) 07 - 0170 - 04

# 不同应用层次的环境风险评价技术方法的研究进展

彭王敏子

(厦门大学 海洋与环境学院, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 针对环境风险评价的技术方法从它在建设项目、区域、规划环境影响评价三个层次的应用出发对其发展进行了全面的总结、分析。最后提出了要重视现阶段规划层次的环境风险评价的工作。建议规划的环境风险评价总体上可以借鉴区域环境风险评价的方法,在此基础上针对规划中风险源的布局尚未明确的特点可以尝试引入环境敏感点的位置作为约束条件运用运筹学的方法对规划区域的污染(风险)源进行优化布局。

**关键词:** 环境风险评价; 技术方法; 综述

**中图分类号:** X820.4

**文献标识码:** A

## Review of the Methods of Environmental Risk Assessment in Different Levels

Peng Wangn inzi

(College of Oceanography and Environmental Science of Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** This paper reviews the methods of environmental risk assessment(ERA) in three practical levels: the project, the regional, the plan. It puts forward that the ERA in plan environment assessment(PEA) should be emphasized at present. It suggests we could probably use the method of ERA in regional environment assessment(REA) to process the problems in PEA. Considering the character of the arrangement of the risk sources is not determinate, we can try to bring the position of the environmental sensitive objectives as the restricted conditions, then, using the operational research to optimize the location of risk sources in the planning region.

**Key words:** environmental risk assessment; technology methods; summarize

### 前言

环境风险在许多发达国家已经成为一种主要的决策工具。政府需要充分利用人类健康和环境风险工具,帮助民众来充分理解风险。以最有效的方式来管理风险,以保护人民的健康和安全<sup>[1]</sup>。2005年11月中石油吉林化工双苯厂爆炸导致松花江发生重大水环境污染事故之后,国务院及时发布了《国家突发公共事件总体应急预案》,加大环境风险管理力度,环境风险评价已经成为当前社会安全保障的迫切需要。进入21世纪以来,中国经济发展进入重要转型期,这个时期,颇类似于西方发达国家七八十年代的情况:经济速度发展很快,经济总量扩张很快;法律法规、规章制度尚不配套等;相关的社会意识没有跟上,经济和社会发展不协调。处在这样的

大背景之下,无疑将使我们面临比以往更多的潜在风险因素。据统计,2006年8月到11月仅4个月就发生了一系列严重的污染事件:8月,吉林长白精细化工有限公司将约10立方米的废液人为倒入牯牛河内;9月,甘肃徽县的铅污染事件,导致数百名儿童血液中的铅含量超标;9月,湖南省岳阳县城饮用水源地新墙河发生水污染事件,致使砷超标10倍左右;11月,四川泸州市川南电厂发生燃油泄漏,长江受到污染……2007年国家环境保护部公布的环境报告显示,中国2007年全年突发环境事件高达462起,其中水污染事故178起、大气污染134起,海洋污染4起,固体废物污染58起。造成的直接经济损失达3016万元。这说明环境事故高发期已经到来,如无有力的防范意识和措施,前景十分堪忧。

### 1 不同应用层次环境风险评价技术的发展

#### 1.1 建设项目环境风险评价

随着人们对环境风险的日益重视,在建设项目环境影响评价中,已部分融入了风险评价的原则。

收稿日期: 2008 - 12 - 23

作者简介: 彭王敏子(1982 - ),女,硕士,研究方向:环境评价、环境规划与管理等。

20 世纪 80 年代开始,建设项目环境风险评价在国外得到了较好的发展。在法国还专门成立了国家工业环境及风险研究所,研究内容涉及除核技术之外的所有化学污染风险和技术风险,并且对不同介质(空气、水及土壤)、不同责任者(从工厂到用户)、不同性质(物理、化学、生物及经济)、不同受体(人类、动物、植物及人类财富)、不同阶段(从事故发生到恢复过程)的多种风险进行分析。对事故风险评价的流程,许多学者和研究机构做了大量研究。1983 年美国科学院(NAS)和全国科学研究委员会(NRC)提出风险评价由四个部分组成,即危险鉴别、剂量-效应评价、暴露评价和风险表征。S. Con-  
tini 在《risk Analysis in Environmental Impact Studies》一文中认为:一个完整的风险定量分析或评价程序应由下述四个阶段组成:危害识别;事故频率和后果估算;风险计算;风险减缓。在中国,90 年代初开始引入建设项目环境风险评价,很多学者对于中国开展环境风险评价的必要性、研究目的、内容、方法进行了探讨,并对实践过程中存在的问题提出了改进建议。2004 年,国家环保总局颁布的《建设项目环境风险评价技术导则》提出评价流程包括风险识别、源项分析、后果计算、风险评价、风险管理、应急措施等共六项。该导则中推荐了许多分析方法:定性分析方法,包括类比法、加权法、因素图法;定量的分析方法包括概率法、指数法、事件树分析方法、故障树分析法等。定性方法主要根据经验和直观判断能力,此类方法容易理解,过程简单,由于往往依靠经验,带有局限性,评价结果缺乏可比性。定量方法运用数学模型对一些定量指标进行计算,得出评价结果。环境风险评价的主要特点是评价环境中的不确定性和突发性,关心的是事件发生的可能性及其发生后的影响。<sup>[1]</sup>建设项目的环境风险可以分为突发性的环境风险以及积累性的环境风险两种。突发性的环境风险评价常称为事故风险评价。它主要考虑与项目连在一起的突发性灾难事故,包括易燃、易爆和有毒物质,放射性物质失控状态下的泄漏,大型技术系统(如桥梁、水坝等)的故障等。发生这种灾难事故的概率虽然很小,但影响程度是巨大的。建设项目的环境风险研究从一开始比较关注的就是突发性的环境风险,如美国核电站风险研究(NRC, 1989)、英国石油化工系统的风险评价(Manju Mohan, 1991)、印度化工厂风险评价研究(A. R. Sundavarajan, 1991)、HCl 的事故性排放(S. L. Cutter, 1987)等。环境风险评价就是评估事件的发生概率以及在不同概率下事件后果的严重性,并决

定采取适宜的对策。因此对突发性环境风险评价方法的研究可以分为对风险发生概率的估计以及对事故危害程度评价两个方面。事故风险概率分析的最终结果可以个人风险和社会风险来表示。<sup>[2]</sup>目前随着科学的发展,特别是随着系统工程科学的发展,出现了多种预测方法:如初步危险分析法、故障树类型和事件树分析方法等。还有一些学者针对某些具体的问题提出过一些模型和方法,如曾光明等<sup>[3]</sup>针对风险不确定性问题提出定量分析的四种方法:传递函数法、数值模拟法、置信区间法和二阶矩法,并提出减少不确定性的途径即多目标规划法、非参数回归法、回归分析法和专家意见法等方法。有学者提出应采用模糊数学、灰色系统、非线性回归、随机过程和可靠性系统工程等理论与方法,并将环境风险数据与计算机仿真有机结合起来。

## 1.2 区域环境风险分析

区域环境风险评价和风险管理是在区域环境影响评价基础上发展起来的一门新技术。它利用概率论等数学手段结合环境毒理学的研究成果研究区域环境中的各种不确定性。突发性问题。从而达到预测和防治区域内可能出现的各种环境事故的目的。随着具有不同风险的新技术和新能源的广泛应用。人口的日益集中和人类活动的日益频繁及综合工业体系的形成。即使个别环境因素的危险性相对较小,但由于一个区域内各种危险因子的并存并相互影响而大大增加诱发新的环境事故的可能性。如果仅以单个环境风险因素作为评价对象,显然不能真实反映区域环境因素的综合效应。所以,人们逐步认识到区域环境风险综合评价和管理的重要性,逐步从单因素环境风险评价转向区域环境风险综合评价。<sup>[4]</sup>然而,由于起步较晚及其自身的复杂性,以致目前区域环境风险评价和风险管理研究在理论和方法上尚不完善。早在 1975 年,美国核能管理委员会完成的 WASH - 1400 报告,已开始对区域的环境风险给予了相当的关注,并进行了尝试性研究。克拉克大学的危害评价小组曾建立了一个比较完整的 CENTED 模型; James E. Dooley 等<sup>[5]</sup>也探讨过区域环境风险系统研究的框架。USEPA 还与其它部门共同建立了可用于区域生态风险分析的数据库。在国内,曹希寿最早提出区域环境风险评价与管理的理念。阐述了开展区域环境风险评价与管理的重要性,探讨了区域环境风险水平的表征方法、区域环境风险的识别方法、评价的模式方法以及管理的基本原则四个开展区域环境风险评价与管理的主要问题。<sup>[6]</sup>少数学者对区域环境风险评价的内容、程序和

方法开始了探索。

杨晓松、谢波 (1998) 就指出针对区域多风险因素应该采取有别与建设项目单风险因素的风险评价程序, 提出已经实际应用在城市环境风险综合评价的两个技术方法: 综合风险指数法和模糊数学评价法<sup>[7]</sup>。在实际应用研究方面, 区域环境风险评价也得到了很大发展。毕军<sup>[8]</sup>应用“风险频数”及相关指标对沈阳地区过去 30 年环境风险的时空格局进行了分析。Stien A.<sup>[9]</sup>探讨了 GIS 在环境风险评价中的应用。Jay Graham 对小区规划与否和小区居民环境风险关系进行了研究<sup>[10]</sup>。薛峰、柯孟岳<sup>[11]</sup> (2007) 等人采取了专家打分法对区域内的环境风险进行识别、运用指标法和叠图法进行了区域环境风险综合评价, 取得了较好的效果。

### 1.3 规划环评中环境风险分析

战略环境评价 (Strategic Environmental Assessment, SEA) 是环境影响评价在政策、规划和计划等战略层次的应用, 是在战略层次上及早协调环境与可持续发展关系的程序。战略环境评价起源于 1970 年 1 月生效的美国《国家环境政策法》。20 世纪 80 年代中后期, 英国的学者提出了 SEA 这个术语, 并得到各国学者的认可。中国从 90 年代中期开始引入 SEA 概念并开展了相关研究, 但由于《中华人民共和国环境影响评价法》中只规定了规划环境影响评价, 因此目前中国的 SEA 多集中于规划层次, 并缺乏成熟、配套的战略/规划环境影响评价技术指南、导则和工作方法。Therivel 在 1992 年关于战略环评方法学的定义中仍然沿袭项目环评的方法, 认为将项目环评的评价学方法直接应用到较高层次上就可以克服项目环评在程序和技术上固有的缺陷。<sup>[12]</sup>但 Sadler 后来指出, SEA 需要更灵活的方法学。<sup>[13]</sup>经过十余年战略环评的实践和方法研究, 2004 年 Therivel<sup>[14]</sup>结合战略环评的目的和特点, 推荐了若干适用于战略环评的技术方法, 这些方法大部分是定性或半定量的, 具有灵活性强和可操作性强的特点, 应用这些方法得到的评价结果能够影响决策。国外战略环境影响技术导则如英国英格兰环保署于 2005 年 1 月推出的“战略环境评价技术导则”, 英国副首相于 2005 年 9 月推出的“战略环境评价操作导则”等结合了本国特点推荐了一些技术方法, 其中既包含了传统的项目环评方法, 如数学建模法、费用效益分析法、风险分析评价法、专家判断法等, 也着重推荐了基于 GIS 的叠图法、可持续发展能力评价法、多目标分析、网络法、生活质量评价法、情景分析法等更适合战略环境评价的宏观性和不确定

性分析方法; 同时指出由于战略的宏观和复杂性等特点, 在战略环境评价中应该灵活使用推荐的技术方法, 通过实践不断总结丰富技术方法的内容。

项目的环境风险评价的研究和实践开展几十年来, 其方法和技术已经相当成熟。区域的环境风险评价国外研究的也较早, 已经形成了一些实用的方法体系。在世界各地以及中国的实践工作中也有不少成功的范例。然而, 对 SEA 中环境风险评价的研究起步较晚。90 年代后期以来, 一些学者认识到健康风险评价和事故风险评价的孤立发展带来的缺憾, 提出应采用“综合风险评价”(integrated risk assessment)。WHO/UNEP (2001) 定义其为“基于科学的方法, 在一个评价下统一对人类、生物区和自然资源进行风险评估的过程”, 并给出评价框架。因此人们对环境风险评价关注的范围超出了单纯的事事故风险评价和健康风险评价, 开始关注政策和人类活动失误所带来的政策风险和战略风险等综合风险。<sup>[15]</sup>早在 1975 年 Water 就提出环境风险评价应包括对政策的意外失误的影响分析, Hilborn 把上述概念用到渔业发展政策失败的后果分析中, 这是环境风险评价的一大发展。<sup>[16-17]</sup> Gareth Llewellyn 提出战略环境风险评价, Slater 和 Jones 认为要对各种人为政策进行战略性评价, 并提出相应的概念模型。在美国, 环境风险评价已经作为一种主要的决策工具。风险评价提供几乎所有环境管理的基础。Dent 和 Balagopalan 等人将风险暴露模型用于土地利用规划。采用 GIS 与模拟模型相结合拓展了风险模型在区域和规划层面的预测能力。Fedra 等人将 GIS 与模拟模型相结合开发了一种基于图形界面的风险信息管理系统来用于土地利用规划, 使得评价更有力和更容易理解。在中国, 吴晓青<sup>[18]</sup>等对政策的环境风险问题的来源和后果研究后认为政策所造成的环境破坏要远远大于建设项目所带来的破坏。王志霞<sup>[19]</sup> (2007) 建立了区域规划的风险评价的基本理论和方法框架, 提出了以规划环评的工作程序为基础, 将风险评价集成于其中的工作程序。并提出了区域规划的环境风险源概率分析的基本方法即对比风险评价方法和主观概率分析方法、区域突发性风险和非突发性风险的评价方法, 并将这些方法成功地运用到上海市杨浦区规划的风险评价中。虽然环境风险评价已经发展到规划层次、综合风险评价阶段, 但也仅仅是提出了一个概念模型, 研究还不完善, 对于如何衡量和评价目前还没有成型的标准和理论, 这将成为今后环境风险评价研究的重点。

## 2 现阶段中国规划环境风险评价存在的问题

近年来,中国建设项目环境风险和突发性工业事故的环境风险评价日益重视。2006年2月,环保总局对127个分布在全国江河湖海沿岸、人口稠密区、自然保护区等环境敏感区附近的投资约4500亿元重点化工石化类项目进行环境风险排查,目的就是减少环境安全隐患,避免类似松花江水污染事件的重大突发环境事件再度发生。然而目前中国的环境风险评价只针对建设项目有一个规范性的指导——《建设项目环境风险评价的技术导则》(HJ/T 169-2004),在各地已经开展的“区域”或者“规划”的环境影响评价中进行的环境风险评价仍然属于初步摸索阶段,很多时候还难以摆脱建设项目环境风险评价的框架束缚。然而规划环评作为战略环评的一种,其评价的对象宏观性更强、范围更广、时间跨度更长、涉及因子更多、因子间关系更复杂,故在技术特点上与项目环评也有所区别<sup>[20]</sup>。因此如何科学、有效进行规划环评中环境风险的评价是目前环境影响评价的热点,也是一项亟待解决的难题。近年来,产业或区域规划的环境影响评价已作为一项制度在国内展开,这些规划环评的主要问题表现在:

规划环境影响评价中通常不考虑突发性事故,从防灾保护人民生命财产安全的角度显得力度不够。在区域生产生活中可能产生或遭遇的危险在规划中反映不足。而规划的风险评价有利于在决策层次上将人、环境和社会综合在一起考虑,以利于全面地推进区域的可持续发展。没有完全摆脱建设项目环评的影子。在规划环评的实践中,仍然沿用建设项目环评方法存在局限性,简单照搬建设项目一些技术这种做法明显制约了规划环评的发展。在规划技术方法的理论研究中,具有实践指导意义的规划环评技术方法的研究远远滞后,不能满足规划环评实践的要求。表现在技术方法的实用性研究薄弱。尽管《规划环境影响评价导则(试行)》已经公布,其中推荐了一些技术方法,但这些技术方法如何在规划环评的实践中具体操作研究较浅<sup>[21]</sup>。

## 3 结语

本人通过对国内外规划环评和环境风险评价研究的文献调研,结合实际工作中的一些体会,认为首先必须重视加强规划环评中环境风险,特别是事故风险的内容;因为在中国现有的规划环境影响评价中,基本上是把区域的环境承载力等当作是一个广义上的环境风险来看待,而往往忽视了突发的环境

事故(爆炸、泄漏、火灾等)所引发的环境风险。这种做法在当今环境事故频发的今天,从保护人民财产安全的角度来看是不够的。其次,规划环评中的环境风险评价在技术方法层面上值得深入研究。现有的区域环境风险评价的方法程序是针对现有污染(风险)源布局比较明确的区域进行设计的。而规划环评中污染源布局尚不明确。针对此特点,本文提出可以尝试在现有的区域环境风险评价的方法程序的基础上进行改进,在进行评价之前引入环境敏感点的位置作为约束条件对规划区域的污染(风险)源进行优化布局。建议在今后的研究工作中逐步探索出一条符合规划环评需求的环境风险评价体系,并将一些科学的、操作性强的技术方法应用到区域规划环境风险评价的程序中,以利于区域规划环境风险管理的实际工作。

### 参考文献:

- [1] 胡二邦,彭理通,陆雍森.环境风险评价实用技术与方法[M].北京:中国环境科学出版社,2000
- [2] 国家环保局监督管理司.环境影响评价培训教材[M].北京:化工工业出版社,1997.
- [3] 曾光明,卓利,钟政林,等.突发性水环境风险评价模型事故泄漏行为的模拟分析[J].中国环境科学,1998,18(5):403-406.
- [4] 杨晓松,谢波.油田开发区域环境风险综合评价探讨[J].环境科学,1992,13(1):63.
- [5] James E Dooley. Risk Analysis for Health and Environmental Management[M]. Atlantic NovaPrint, Halifax and Jakarta, 1990.
- [6] 曹希寿.区域环境系统的风险评价与风险管理的综述[J].环境科学研究,1991,4(2):55-58.
- [7] 杨晓松,谢波.区域环境风险综合评价的程序和方法[J].国外金属矿选矿,1998,11:26-28.
- [8] 毕军,王华东.沈阳地区过去30年环境风险时空格局的研究[J].环境科学,1994,16(5):72-76.
- [9] Stein A., Staritsky I., Bouma J., Van Groenigen J. W.. Interactive GIS for environmental risk assessment[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 1996, 33(7): 313.
- [10] Jay Graham, Patrick Gurian, Veronica Corella\_baud Raquel Avitia - Diaz Peri - urbanization and in - home environmental health risks: the side effects of planned and unplanned growth[J]. Int J. Hyg Environmental Health, 2004(207): 447\_454.
- [11] 薛峰,柯孟岳.区域环境风险评价的方法研究[J].黑龙江环境通报,2007,31(4):62-64.
- [12] Therivel R, Elizabeth W, Steward T et al. Strategic environmental assessment[M]. London: Eearthscan Publication Ltd, 1992

(下转第 194 页)

部分地区土壤污染严重,土壤污染类型多样,呈现新老污染物并存、无机有机复合污染的局面,土壤污染途径多,原因复杂,控制难度大,从源头控制污染势在必行。其方式可归纳为:

#### 4.1 完善相关的法律法规

加强土壤污染防治法规政策标准建设,修订不同地区的土壤质量标准,形成配套的技术规范,促进土壤污染管理的科学化和规范化。

#### 4.2 摸清污染现状

防治土壤污染,首先应是摸清土壤污染状况。目前,环境保护部和国土资源部已经联合启动了全国首次土壤污染状况调查,对已污染的土壤有针对性制定实行措施,为食品安全生产做保障。

#### 4.3 合理施用化肥

根据土壤的特性、气候状况和农作物的生长发育特点,配方施肥,严格控制有毒化肥的使用范围和用量。增施有机肥,提高土壤有机质含量,可增强土壤胶体对重金属和农药的吸附能力。同时,增加有机肥还可以改善土壤微生物的流动条件,加速生物降解过程。

#### 4.4 合理使用农药

重视开发高效低毒低残留农药。在生产中,不仅要控制化学农药的用量、使用范围、喷施次数和喷施时间,提高喷洒技术,还要改进农药剂型,严格限制剧毒、高残留农药的使用,重视低毒、低残留农药的开发与生产。

#### 4.5 加强宣传教育

深入开展科普教育,加强保护土壤科普宣传,进行农业环保知识和生产技能培训,提高农民综合素质。

#### 参考文献:

- [1] 刘志全. 中国环境污染对健康危害的现状及其对策研究 [J]. 环境保护, 2005, 4.
- [2] 林玉锁. 中国土壤环境安全面临的突出问题 [J]. 环境保护, 2004, 10.
- [3] 赵雪莲, 王黎黎. 浅论中国的土壤污染与防治. 内蒙古民族大学学报 [J]. 2008, 14 (4): 110 - 111.
- [4] 翟雯航, 高勇伟, 田景环. 中国土壤污染概况及危害性. 河南科技, 2008, 5: 7 - 8.

(上接第 173 页)

[13] Sadler B. Environmental assessment in a changing world: evaluating practice to improve performance [C] // Final Report of the International Study of the effectiveness of environmental assessment Ottawa, Canada, Canadian Environmental Assessment Agency and International Association for Impact Assessment, Minister of Supply and Service, 1996

[14] Therivel R. Strategic environmental assessment in action [M]. London: Earthscan Publication Ltd, 2004: 4 - 21.

[15] 刘桂友, 徐琳瑜, 李巍. 环境风险评价进展. [J] 环境科学与管理, 2007, 32 (2): 114 - 118

[16] 孟宪林, 周定, 黄君礼. 环境风险评价的实践与发展. 四川环境 [J]. 2001, 20 (3): 1 - 4

[17] Wang B. Z et al Translation Foreign environmental Science and technology [M]. 1985, (supplement): 111.

[18] 吴晓青, 洪尚群, 吴学灿, 等. 环境政策风险评价的原理、方法与技术 - 政策环境风险评价. 安全与环境工程 [J], 2004, 11 (3): 40 - 43

[19] 王志霞. 区域规划环境风险评价理论、方法与实践 [D]. 同济大学, 2007.

[20] 陈云进, 杨常亮. 战略环评与项目环评异同分析研究 [C]. 第一届环境影响评价国际论坛论文集, 国家环境保护总局环境影响评价管理司, 2005: 49 - 55.

[21] 马铭峰, 陈帆, 吴春旭, 等. 规划环境影响评价技术方法的研究进展及对策探讨 [J]. 生态经济, 2008 (9): 31 - 36