

污染场地环境风险评价中可接受风险水平探讨

欧阳黄鹂, 曲常胜

(江苏省环境科学研究院, 江苏省环境工程重点实验室, 江苏 南京 210036)

摘要: 简述了可接受风险水平的内涵及其发展历程, 介绍了国外污染场地环境风险评价中可接受风险水平的选取。提出我国污染场地风险评价和修复治理应合理选取风险可接受水平数值, 梳理现有修复治理工程修复目标值的制定过程, 建立差异化的可接受风险水平标准体系。

关键词: 风险评价; 污染场地; 可接受水平

中图分类号: X53; X825

文献标志码: A

文章编号: 1674-6732(2017)04-0010-04

Discussion on Acceptable Risk Level in Environmental Risk Assessment of Contaminated Sites

OUYANG Huang-li, QU Chang-sheng

(Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science, Jiangsu Key Laboratory of Environmental Engineering, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

Abstract: This paper introduced the connotation and development course of acceptable risk level and the selection of acceptable risk level in environmental risk assessment of contaminated sites at abroad. It is suggested that the value of risk acceptable level should be selected reasonably for the risk assessment and repair management of pollution sites in China, and the establishment process of the target value of the remediation project should be sorted out, and the standard system of differentiated acceptable risk level should be established.

Key words: Risk assessment; Contaminated sites; Acceptable risk level

1 可接受风险水平的内涵

风险是指在某一特定环境下和某一特定时间内, 某种损失发生的可能性。是自然-经济-社会系统的一种属性, 人类的各种活动都伴随着一定的风险, 包括财产和商业利益损失风险、安全风险、健康风险、环境风险等。经济社会活动决策与人们对相应风险的可接受水平密切相关。社会公众根据主观愿望对风险水平的接受程度, 即为可接受风险水平^[1]。例如, 极限运动比正常体育运动具有更高的意外伤害风险, 而极限运动爱好者由于兴趣驱使, 比普通公众具有更高的风险可接受水平。

可接受风险水平应该包括2方面涵义: 一方面, 风险不是无条件接受的, 仅仅在所获利益可以补偿所带来的风险时才是可以接受的; 另一方面, 鉴于风险的客观存在属性, 人们不可能通过预防措施彻底清除风险, 因此风险也不是无条件不可接受的。例如, 公众进行商业投资旨在获取资本收益的同时, 也存在本金亏损的风险, 此风险不会因个体

主观愿望而完全规避, 决策取舍因投资人的价值偏好而异。正由于风险具有很大的不确定性, 对风险的可接受性进行研究成为风险管理的重要内容^[2]。

2 可接受风险水平的发展历程

国际上对可接受风险水平的研究源于20世纪70年代。1974年, 英国在其颁布的法律《The Health and Safety at Work Act 1974》中提出了风险决策领域中的ALARP (as low as reasonably practicable) 准则, 对于可接受风险的选择以及制定合理的风险控制方案具有重要的意义, 至今仍广为应用^[3-4]。ALARP准则将风险划分3个区域: 不可接受区、合理可接受区和广泛可接受区(可忽略区), 见图1。

收稿日期: 2017-05-23; 修订日期: 2017-07-20

基金项目: 江苏省公益院所能力提升基金资助项目(BM2015022); 江苏省自然科学基金资助项目(BK20161600)

作者简介: 欧阳黄鹂(1980—), 女, 工程师, 硕士, 从事环境科研工作。

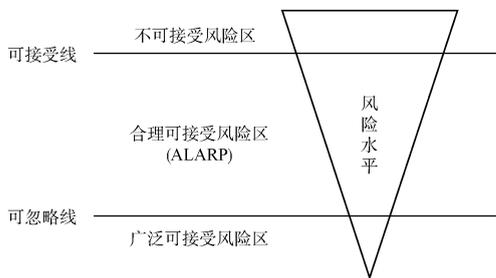


图1 ALARP 准则

(1) 若风险处于不可接受区, 无论收益多大, 均必须采取措施减少风险;

(2) 若风险处于广泛可接受区, 风险处于很低水平, 可以忽略;

(3) 两者之间的区域为合理可接受区, 在经济可行的情况下需尽量减少风险, 即通过成本 - 风险分析 (Cost - Risk Analysis) 确定是否采取风险控制措施。

根据边际产出变化规律可以描述“ALARP 准则”的经济本质, 见图 2^[5]。当系统不采取任何安全保障措施时, 系统将处于不可接受的高风险水平。随着风险控制投资的投入, 风险水平显著下降, 然而并不呈线性降低, 而是类似于生产要素的边际产出, 先递增后递减, 即风险控制投入存在最佳经济效益点。当系统的风险水平越低时, 要进一步降低风险就越困难, 相应的风险管理成本往往呈指数曲线上升^[6], 即风险水平降低到一定水平后将不再随着投入的增加而明显降低。这也说明风险不可能完全消除, 只能控制在一个合理可靠的范围内。

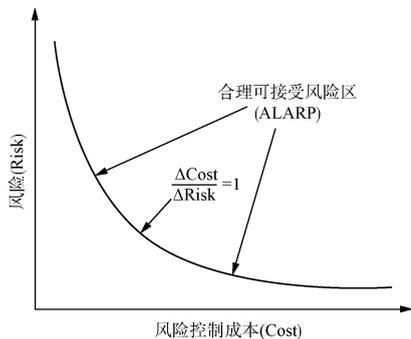


图2 风险与风险控制成本关系曲线

ALARP 准则所包含的可接受线和可忽略线,

各国并没有统一的划分标准。一般认为个人风险可接受水平多是在历史统计数据的基础上, 根据各国的经济、政治、文化等具体情况制定的, 各国通常设定在 $10^{-3} \sim 10^{-6}$, 其中 10^{-6} 与人类社会面临的自然灾害水平相当。研究表明人们根据个人知识和经验来接受已明确的风险, 而对未知的风险有更多的恐惧, 从而易将其后果判断得比较严重; 长期暴露于某种风险中, 人们会低估风险水平, 如生活在地震地区的人群或从事井下开采的工人。因此, 在确定可接受风险水平标准时, 需要了解公众在日常生活中接触的风险水平, 如自然灾害风险、疾病风险等。此外, 个体差异、文化因素等也会导致风险的感知和接受表现不同^[7]。如在评价毒物及放射性垃圾处理的危害时, 英国人关注运输风险, 匈牙利人关注操作风险, 美国人关注环境风险, 这些差异可能与英国人对其人口密度的担忧、匈牙利人对操作可靠性的关心及美国人对环境质量的关注等国家文化上的差异有关^[8]。在美国核能管理委员会的资助下, 橡树岭国家实验室曾出版《Approaches to acceptable risk: A critical guide》一书, 就可接受风险进行了专门探讨, 也明确指出风险决策过程中一定有价值取向的影响, 不存在全社会通用的可接受风险数值^[2]。因此, 可接受风险水平的确定与其说是科学问题, 更是一个社会政治问题。

3 国外污染场地风险评价中的可接受风险水平

土壤污染关系农产品环境质量、公众人居安全^[9]。在场地污染防治领域, 美国、加拿大、澳大利亚、荷兰等国采用了健康风险评估模式, 即在场地污染调查和人群暴露情景分析的基础上, 通过分析场地特定利用方式的人群健康风险水平, 制定风险控制措施, 并筛选确定相应的修复治理目标。在此过程中, 10^{-6} (百万分之一的额外致癌风险, 即每百万人中会有 1 人因该场地污染而致癌) 被广泛用于人群致癌风险的可接受风险水平。事实上, 人类因暴露于各种环境污染物的自然背景而产生的致癌风险约为 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ ^[10], 也就是高于所谓的可接受风险水平 10^{-6} 约 1 000 ~ 10 000 倍。因此, 10^{-6} 对很多地区的环境风险控制和污染治理产生了重要经济影响, 尤其是污染场地修复治理行业起步较早并投入大量资金以求达到这一风险控制目标的美国。

10^{-6} 被广泛用于确定污染场地的修复治理目标,然而这一数值并没有严格的科学、社会、经济或其他合理依据^[11]。 10^{-6} 作为可忽略的风险水平(essentially zero level),最早于1973年被美国食品药品监督管理局(USFDA)用于致癌性动物药品的测试分析方法评价,以监管可加工为食物的动物制品的安全性^[12]。此后, 10^{-6} 被美国环保署(USEPA)引用作为污染场地修复治理的最大可接受风险值,风险低于 10^{-6} 则代表安全。学者 Kelly 等^[11]认为在这一引用的过程中, 10^{-6} 的含义被曲解,美国食品药品监督管理局确定的 10^{-6} 是一个筛选值,低于该数值意味着不需要采取监管措施,而非动物制品中致癌性残留物可接受水平的制定则需要建立在成本-效益分析的基础上。

至20世纪90年代,尽管 10^{-6} 在场地修复治理领域应用广泛,但这一严格的标准却未应用于汽车尾气、氡污染等其他对公众健康风险更高的污染治理工作中。由于废弃场地的修复治理执行 10^{-6} 标准,美国环保署为此花费巨大并受到质疑,学术界开始有声音要求重新审视将 10^{-6} 作为污染场地的可接受风险水平标准^[11]。污染场地的可接受风险水平逐渐由 10^{-6} 发展为 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 的风险区间。如美国密苏里州、新墨西哥州等在制定基于风险评估的土壤筛选值时,采用致癌风险 10^{-5} 作为可接受风险水平^[13];荷兰住房、空间规划和环境部(VROM)在制定基于健康风险评估的土壤标准时,以 10^{-4} 作为可接受致癌风险;加拿大在进行土地利用规划时,明确处于 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 风险等值线之间的区域可用作商业用地、办公楼或低密度住宅开发^[8]。此外,值得注意的是,美国环保署1996年在《土壤筛选值指南》中推荐 10^{-6} 用于计算基于风险评估的土壤筛选值^[14],当场地污染浓度超过筛选值时会启动更详细的现场调查和风险评估, 10^{-6} 属于污染场地调查与修复治理计划制定过程中的阶段参考值;列入美国优先治理清单的污染场地,累积风险超过 10^{-4} 时才会启动修复治理计划^[11,15]。

4 我国污染场地可接受风险水平值的选取

我国环保部于2014年发布《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3—2014),在制定过程中参考美国环保署1996年发布的《土壤筛选值指南》,推荐 10^{-6} 为可接受风险水平,在风险表征的工作基础上,用于判断计算的污染场地致癌风险是否超

过可接受风险水平,并反推计算污染场地修复目标值。由于污染场地风险评估在我国开展时间并不长, 10^{-6} 的合理使用对于正确看待场地污染的客观风险水平、科学制定修复治理目标有重要影响。

4.1 合理选取风险可接受水平数值

国际上目前已普遍认为可接受风险水平很难为一个通用的固定数值,其因社会、经济、文化差异而不同,通常将可接受风险水平设置在 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 的风险区间。我国的污染场地修复治理工作处于起步阶段,实际操作中往往会将 10^{-6} 这一导则推荐值作为标准值来使用。而使用 10^{-6} 作为可接受风险水平标准反推得到的修复目标值很可能过于严格,造成所需要投入的治理成本过高,超出社会经济承受能力,将抑制基层部门或社会机构参与土壤修复治理活动的积极性,最终制约土壤污染防治事业的发展。因此,有必要就可接受风险水平的选取和应用开展深入研究和示范,以引导监管部门和相关从业人员全面、客观地认识可接受风险水平的内涵和使用原则,鼓励根据具体条件在 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 的风险区间内合理选取风险可接受水平数值,而非简单套用 10^{-6} 。例如,国家“土十条”提出对土壤环境进行差异化管理^[16],因此针对居住等敏感用途或公众对环境质量要求较高的情形,可选取 10^{-6} 等较为严格的风险可接受水平数值,而对于工业用地等非敏感用途或公众对环境质量要求不高的情形,则可在实证研究的基础上,合理放宽风险可接受水平数值,有利于提高土壤污染治理的社会、经济可行性。

4.2 梳理现有修复治理工程修复目标值的制定过程

我国现有风险评价技术导则明确指出“确定切实可行的土壤修复建议目标值,须兼顾综合考虑其他因素,如土壤修复技术可行性、修复成本的可接受性和修复时限等”,这也意味着基于风险可接受水平计算得到的修复目标值并不是确定实际修复治理目标的唯一因素,还需要根据客观条件进行科学调整。近年我国各地,特别是北京、上海、南京、苏州、杭州等东部城市,因产业升级和城市开发需要,已率先开展起污染场地修复治理工程。由于风险可接受水平简单套用 10^{-6} 往往导致修复目标过严,工程实践中常需要人为调整修复目标值,造成基于风险可接受水平的修复目标值确定过程出现程序化倾向,主观性和随意性过大,也为部分污

染责任人有意回避或降低污染治理责任提供了模糊空间。为此,有必要梳理分析各地已开展的修复治理工程修复目标值的制定依据,分析可接受风险水平在决策过程中所发挥的实际作用,更全面地掌握污染场地风险可接受水平的应用现状,有助于我国尽早形成科学的污染场地可接受风险水平标准体系。

4.3 建立差异化的可接受风险水平标准体系

我国东、中、西不同地区经济社会发展水平差异较大,公众的风险可接受程度也存在明显差异^[17]。通常经济发达地区公众由于对生活质量的关注,其环境风险可接受水平相对较低,而经济欠发达地区公众的风险可接受水平相对偏高。以江苏省为例,苏南、苏中、苏北地区之间,以及城市与农村地区之间,经济社会发展程度差距大,公众对不同类型环境风险的可接受水平可能存在较大的差异。因此,有必要系统开展区域公众风险感知和风险比较研究,分析影响不同地区公众风险可接受水平的关键因素,进而在风险评价过程中选取合理的参数以体现区域特性,并建立差异化的可接受风险水平标准体系,因地制宜地科学指导不同地区的污染场地修复治理工作。

【参考文献】

[1] 李漾,周昌玉,张伯君. 石油化工行业可接受风险水平研究[J]. 安全与环境学报, 2007, 7(6): 116-119.

[2] FISCHHOFF B, LICHTENSTEIN S, SLOVIC P, et al. Approaches to acceptable risk: A critical guide [R]. Decision Research, Eugene, OR (USA), 1980.

[3] MELCHERS R E. On the ALARP approach to risk management [J]. Reliability Engineering & System Safety, 2001, 71(2): 201-208.

[4] BAYBUTT P. The ALARP principle in process safety [J].

Process Safety Progress, 2014, 33(1): 36-40.

[5] KASPERSON R E. Acceptability of human risk [J]. Environmental Health Perspectives, 1983, 52: 15.

[6] 罗云, 风险分析与安全评价 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.

[7] NEALEY S, LIEBOW E. Assessing social and economic effects of perceived risk: Workshop summary of BWIP Repository Project [R]. Battelle Human Affairs Research Center, Seattle, WA (USA), 1988.

[8] 刘茂. 事故风险分析理论与方法 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2011.

[9] 张琪, 沈志群, 江峰琴. 钢丝绳产业区重金属对土壤-农产品的复合污染及生态风险评价 [J]. 环境监控与预警, 2013, 5(6): 45-48.

[10] TRAVIS C C, HATTEMER-FREY H A. Determining an acceptable level of risk [J]. Environmental Science & Technology, 1988, 22(8): 873-876.

[11] KELLY K E, CARDON N. The myth of 10^{-6} as a definition of acceptable risk [C]//In 84th Annual Meeting and Exhibition of the Air and Waste Management Association, Vancouver, BC, 1991.

[12] FOOD U, ADMINISTRATION D. Compounds used in food-producing animals. Procedures for determining acceptability of assay methods used for assuring the absence of residues in edible products of such animals [J]. Proposed rule. Federal Register, 1973, 19: 19226-19230.

[13] 污染场地风险评估技术导则编制组. 污染场地风险评估技术导则(报批稿)编制说明 [R]. 2013.

[14] USEPA, Soil screening guidance; Fact sheet [S]. 1996.

[15] CLAY D. Role of the baseline risk assessment in superfund remedy selection decisions [J]. OSWER Directive, 1991, 9355: 30.

[16] 王水, 蔡安娟, 曲常胜. 加强土壤污染防治, 保障土壤环境安全——《江苏省土壤污染防治工作方案》解读 [J]. 环境监控与预警, 2017, 9(2): 1-5.

[17] 毕军, 杨洁, 李其亮. 区域环境风险分析和管理 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.

· 简讯 ·

江苏启动新一轮物种调查

江苏省近期将启动覆盖全省的新一轮物种调查工作,以系统掌握全省生物多样性现状,为针对性治理与保护提供坚实的工作基础。具体内容主要是调查全省生物物种资源(包括动物、植物、水生生物、微生物)的种类、数量,查明重要生物物种的生活习性和生存特点,提出保护对策和措施。

江苏省环保厅自然处处长耿启宏表示,江苏人多、地少,城镇化、产业化进程相对较快,全省土地开发强度高,生态空间萎缩、破碎化压力越来越大。尤其是不合理的开发建设,总体偏重的产业结构,对环境承载力形成了更加严峻的考验。

近年来,江苏生物多样性保护水平不断提升,就地或迁地保护体系不断完善。目前,全省已建立各类自然保护区31个,占国土面积5.5%;建立国际重要湿地两处、国家重要湿地5处、各类湿地自然保护区27处、省级以上湿地公园59处,全省自然湿地保护率达46.2%;建立国家级农业野生植物原生境保护点8个、国家级水产种质资源保护区25个。

摘自 www.jshb.gov.cn 2017-07-07