

化学品泄漏致大气环境损害的量化评估初探

董冬吟

(福建省泉州环境监测中心站,福建 泉州 362000)

摘要:以某化学品泄漏造成大气污染为例,采用虚拟治理成本法,通过对污染物单位治理成本的调查,污染物危害系数的确定等步骤量化生态环境损害的数额。针对生态环境损害价值量化过程中主要污染物的选择、单位治理成本的确定、危害类别的判断等技术关键点,提出,应结合环境质量标准限值,污染物危害系数等综合因素选择主要污染物;采用成本函数法来确定某一地区单位治理成本更容易被采纳;利用标签制度(GHS)危险性类别的结论能够快速确定污染物危害系数,以期为大气环境损害鉴定评估技术方法的完善提供参考和借鉴。

关键词:虚拟治理成本法;大气环境损害;量化评估;化学品泄漏

中图分类号:X21

文献标志码:B

文章编号:1674-6732(2022)04-0038-04

Quantitative Assessment of Atmospheric Environmental Damage Caused by Chemicals Leakage

DONG Dong-yin

(Quanzhou Environmental Monitoring Station, Quanzhou, Fujian 362000, China)

Abstract: Take a chemicals leakage as an example, the virtual treatment cost method is used to obtain the quantitative amount of ecological environment damage through the investigation of the unit treatment cost of pollutants and the determination of the hazard coefficient of pollutants etc. In view of the technical key points such as the selection of main pollutants, the determination of unit treatment costs, and the judgment of hazard types in the process of quantifying the value of ecological environmental damage, some suggestions are put forward in order to provide reference for quantitative assessment of ecological and environmental damage: first, the main pollutants should be selected in combination with the comprehensive factors such as environmental quality standard limit and pollutant hazard coefficient; second, it is easier to adopt the cost function method to determine the unit governance cost in a certain region; third, using the conclusion of GHS risk category can quickly determine the hazard coefficient of pollutants.

Key words: Virtual disposal cost approach; Atmospheric environmental damage; Quantitative assessment; Chemicals leakage

近年来,生态环境污染事件频发,已成为社会各界关注的热点问题。生态环境损害鉴定评估工作对遏制环境污染行为,追究生态环境损害的责任者损害赔偿,保障受损环境及时得到恢复补偿具有重要意义。当环境污染所致生态环境损害无法通过恢复工程完全恢复、恢复成本远大于其收益或缺乏生态环境损害恢复评价指标的情况下,可以采用虚拟治理成本法量化评估生态环境损害的价值^[1-3]。

《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲》^[4](以下简称《总纲》)和《环境损害鉴定评估推荐方

法(第Ⅱ版)》^[5](以下简称《推荐方法》)在《关于虚拟治理成本法适用情形与计算方法的说明》^[6]中对虚拟治理成本法的使用条件、参数取值进行了原则性规定,但在实际使用过程中,由于行业单位治理成本不易获取且其估算的是环境损害价值量化的低值,限制了其广泛应用^[1,7-8]。2020年12月,生态环境部发布了《生态环境损害鉴定评估技术指南 基础方法 第1部分:大气污染治理虚拟成本法》(GB/T 39793.1—2020)^[9](以下简称《技术指南》)等技术方法,在原《总纲》《推荐方法》等技术规范的基础上,进一步提出了虚拟治理成本法参

收稿日期:2022-02-22;修订日期:2022-04-24

基金项目:福建省环保科技计划基金资助项目(2016R004)

作者简介:董冬吟(1983—),女,高级工程师,硕士,主要从事环境监测工作。

数计算和选取的具体方法,提高鉴定评估的科学性,降低计算结果的争议,使得生态环境损害量化更加全面。鉴于大气环境损害鉴定评估的相关案例仍比较缺乏,现以某化学品泄漏造成大气污染进行环境损害量化评估为例,对生态环境损害价值量化过程中主要污染物的选择、单位治理成本的确定、危害类别的判断等技术关键点展开分析并提出建议,以期今后类似案例的环境损害鉴定评估提供一些参考和借鉴。

1 虚拟治理成本法

虚拟治理成本,是指目前排放到环境中的污染物按照现行的治理技术和水平全部治理所需要的支出,即是为环境治理应付而未付的支出。计算公式如下:

$$E_d = Q \times c \quad (1)$$

式中: E_d ——虚拟治理成本,元; Q ——污染物排放量,t; c ——污染物单位治理成本,元/t。

对比《总纲》内容,基于虚拟治理成本法的《技术指南》从以下几个方面做了进一步的细化和完善:(1)细化了污染物数量核定方法;(2)优化了单位治理成本的确定方法,将证据选择范围依据不够明确的收费标准法删除;(3)完善了调整系数的构成,在调整系数的选择方面,综合考虑环境功能的敏感性、污染物危害性、超标倍数等内容,提出了大气污染虚拟治理成本法调整系数;(4)给出常见污染物的危害系数参考值,为鉴定评估工作提供了便利^[10]。

2 应用案例

以某化学品泄漏引起大气环境损害案件为例,采用《技术指南》量化损害价值。所举案例仅为探讨使用,不涉及标准实施时间的适用问题。

2.1 案例基本情况

2018年某日,甲公司在码头装载工业化学品时发生泄露。事发区域为工业与居民混合区,大气污染源与敏感区域最近距离约1.2 km。泄漏事件发生后,当地政府迅速开展应急处置,环境监测部门在事发区域周边布设3个大气环境质量监测点位和1个对照点位,持续开展挥发性有机物(VOCs)采样监测。监测结果表明,事故当天事发地下风向空气中VOCs的最高质量浓度由12:00的14.9 mg/m³降至16:00的0.429 mg/m³。由于

处置及时,事发第2天,3个大气环境质量监测点的VOCs质量浓度持续保持低值,与对照点无明显差异。事发后13天,待周边大气环境质量监测点VOCs质量浓度基本保持稳定后结束跟踪监测。

此次泄漏的化学品主要化学组分有苯乙烯、茛、萘、双环戊二烯、碳八芳烃(对/间/邻二甲苯为主)、甲基苯乙烯、三甲苯、异丙苯等。化学品泄漏历时23 min,泄漏量约69 t,经自然挥发进入大气的化学品为25.7 t(苯乙烯3.19 t、茛2.03 t、萘0.88 t、双环戊二烯7.21 t、碳八芳烃3.64 t、甲基苯乙烯2.96 t、三甲苯2.90 t、异丙苯2.90 t)。事故发生区域下风向5 km外区域可以闻到化学品挥发至环境空气的味道,但未受其毒性威胁。因该突发环境事件入院就诊患者52人。事后经核算,污染控制与清理费为283.43万元,应急监测费为117.31万元。

2.2 生态环境损害数额

2.2.1 量化公式

化学品泄漏事故导致大气环境损害的事实不容置疑,但由于污染扩散快,大气污染一般不能通过修复或者恢复工程恢复至受损前的状态,因此可以采用虚拟治理成本法进行损害价值的量化。损害数额的计算公式如下:

$$D = E \times C \times \gamma \quad (2)$$

$$\gamma = (\alpha \times \beta + \omega) \times \tau \quad (3)$$

式中: D ——大气污染生态环境损害,元; E ——大气污染物排放量,t; C ——大气污染物单位治理成本,元/t; γ ——调整系数; α ——危害系数; β ——受体敏感系数; ω ——环境功能系数; τ ——超标系数。

2.2.2 污染物数量

在《技术指南》中,污染物数量涵盖大气污染物超标排放量、大气污染物超总量排放量和其他违反相关法律法规的排放量等,其具体意义根据案例的实际情况确定。本案所涉及的大气污染物有苯乙烯、二甲苯、三甲苯、异丙苯等,这些大气污染物可以通过同一污染治理设备处理,可以选择其中一种作为主要污染物。考虑到主要污染物的选择涉及后续超标系数,应选择有标准限值的污染物作为核算的基础。由于泄漏事故本身并非工业企业超标排放,不宜选用国家或地方行业标准、综合排放标准,而应该选用环境质量标准,但首选的

《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)中没有相关大气污染物的标准限值,最后参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)^[11],将总挥发性有机物(TVOC)作为核算损害价值的主要污染物。因此,该案例污染物的排放量为自然挥发到大气环境中的泄漏量 25.7 t。

2.2.3 单位治理成本

工业生产企业或专业污染治理企业治理单位体积或质量的废气所产生的费用,一般包括能源消耗、设备维修、人员工资、管理费、药剂费等处理设施运行费用、固定资产折旧费用及治理过程中产生的废物处置等有关费用,不包括固体废物综合利用产生的效益^[9]。由于泄漏化学品的性质与汽油类似,拟参考油气回收的处理方式来确定泄漏化学品的单位治理成本。对于挥发性有机液体油船装载作业油气回收,可以采用低温柴油吸收、活性炭吸附-真空再生、柴油吸收-膜分离、冷凝法及其组合工艺进行处理^[12]。现对 3 家企业的油气回收情况进行调查,油气回收单位治理成本见表 1。由表 1 可见,3 家单位治理成本分别为 920, 2 056 和 1 500 元/t,平均单位治理成本为 1 492 元/t。

2.2.4 危害系数

在《技术指南》中,污染物的危害类型选取了

表 1 3 家企业油气回收单位治理成本^①

调查对象	油气回收工艺	建设投资 年折旧 费用/(万 元·a ⁻¹)	年运行 费用/(万 元·a ⁻¹)	年回收 溶剂量本/(元· t·a ⁻¹)	治理成 本/(元· t ⁻¹)
某石化分公司储运一厂油气回收工程	活性炭吸附	79	59	1 500	920
某石化有限责任公司 4 600 m ³ /h 装车及洗槽油气的膜-吸附组合回收工程	膜分离-吸附	248	76	1 576	2 056
某燃料有限公司 600 m ³ /h 油气回收装置	冷凝-吸附联合	12	24	240	1 500

①折旧年限按 10 a 计算。

《化学品分类和标签规范》(GB 30000)系列标准中与呼吸和吸入暴露危害性有关的急性毒性、吸入危害、严重眼损伤/眼刺激等 5 种。查询泄漏化学品主要成分的化学品安全技术说明书(MSDS),其对应的全球化学品统一分类和标签制度(GHS)危险性类别和毒理学信息见表 2。数据来源于 <https://msds.chemicalbook.com/home/index>。由于本案确定的主要污染物为 TVOC,其危害类别可以通过各组成成分的毒理学数据进行计算,但 MSDS 中仅提供部分物质的急性毒性数据,眼睛刺激或腐蚀等其

表 2 物质的 GHS 危险性类别和毒理学信息^①

物质	GHS 危险性类别	急性毒性(LC ₅₀)	吸入危害
苯乙烯	皮肤腐蚀/刺激 类别 2 严重眼损伤/眼刺激 类别 2 急性吸入毒性 类别 4	24 000 mg/m ³	20 ℃时,该物质相当慢地蒸发到空气中,达到有害污染浓度
双环戊二烯	急性经口毒性 类别 4 皮肤腐蚀/刺激 类别 2 严重眼损伤/眼刺激 类别 2 急性吸入毒性 类别 4	1 676 mg/m ³	20 ℃时,该物质相当慢地蒸发到空气中,达到有害污染浓度,但喷洒或扩散时要快得多
萘	吸入危害 类别 1 急性经口毒性 类别 4	无资料 > 444 mg/m ³	无资料 20 ℃时该物质相当慢地蒸发到空气中,达到有害污染浓度
邻/间/对二甲苯	急性经皮肤毒性 类别 4 皮肤腐蚀/刺激 类别 2 急性吸入毒性 类别 4	29 609 mg/m ³	20 ℃时,该物质相当慢地蒸发到空气中,达到有害污染浓度
甲基苯乙烯	皮肤腐蚀/刺激 类别 2 严重眼损伤/眼刺激 类别 2 急性吸入毒性 类别 4	无资料 无资料	20 ℃时,该物质相当慢地蒸发到空气中,达到有害污染浓度,但喷洒或扩散时要快得多
三甲苯	皮肤腐蚀/刺激 类别 2 严重眼损伤/眼刺激 类别 2 急性吸入毒性 类别 4	10 200 mg/m ³ (air)	20 ℃时,该物质相当慢地蒸发到空气中,达到有害污染浓度,但喷洒或扩散时要快得多
异丙苯	吸入危害 类别 1	22.1 mg/L (air)	20 ℃时,该物质相当慢地蒸发到空气中,达到有害污染浓度

①三甲苯特指 1,2,4-三甲苯;air 指气态。

他危害类型无相关实验数据,因此除急性毒性外,TVOC 其他危害类型不能进行分类。根据《化学品分类和标签规范 第18部分:急性毒性》(GB 30000.18—2013)^[13]的公式(2),利用架桥原则来确定混合物的急性毒性估计值(ATE_{mix})。通过计算,混合物的 $ATE_{mix} > 150 \text{ mg/m}^3$,对应急性毒性类别5,危害系数 α 取1。

2.2.5 受体敏感系数

根据《技术指南》,对于大气污染源与敏感区域的最近距离为1.2 km,受体敏感系数 β 取值1.2。

2.2.6 环境功能系数

污染源排放区域属于II类环境功能区,环境功能系数 ω 取值1.5。

2.2.7 超标系数

对于该泄漏事故,由于缺乏评估区域的历史数据且对照区域的数据不能满足要求,因此参考《GB/T 18883—2002》表1中TVOC的浓度限值 0.6 mg/m^3 作为环境质量的控制指标,则大气污染物浓度超标倍数为 $(14.9 - 0.6)/0.6 = 23.8$,超标系数 τ 取值1.4。

2.2.8 大气污染生态环境损害

根据公式(2)、(3)得出大气污染生态环境损害建议值 $D = 25.7 \times 1492 \times (1 \times 1.2 + 1.5) \times 1.4 = 144942$ 元。

3 建议

(1)当多种大气污染物可以通过同一污染治理设备处理,主要污染物的选取尤为重要,应结合环境质量标准限值,污染物危害系数等因素综合考虑确定。

(2)单位治理成本的确定采用实际调查法、成本函数法,其中实际调查法作为优先推荐的方法。但在类似化学品泄漏的案例中,由于治理方式不同导致治理成本不同,以实际调查法求得的单位治理成本在司法审判中容易引起争议,而以成本函数法来确定某一地区单位治理成本则更容易被采纳。

(3)危害系数的确定是损害价值量化的难点和关键点。目前,通过MSDS可以查到某种污染物的半数致死量(LD_{50})、 LC_{50} 或者是刺激性毒性数据,但如果数据缺失则需要通过诸如“化学物质毒性数据库”等平台进行查询,不同平台提供的毒理

学数据有所不同,如何科学地采用污染物的毒性数据,从而判断单一污染物的危害类别甚至是推导混合物的危害类别,对于损害评估人员的专业水平提出了较高要求。建议单个污染物的危害分类可以直接采用GHS危险性类别的结论,以便快速地确定其危害系数。

[参考文献]

- [1] 陈秋兰,陈璋琪,洪小琴,等. 基于虚拟成本治理法的水污染生态环境损害量化评估[J]. 环保科技, 2018, 24(1): 28-31.
- [2] 蔡锋,陈刚才,彭枫,等. 基于虚拟治理成本法的生态环境损害量化评估[J]. 环境工程学报, 2015, 9(9): 4217-4222.
- [3] 於方,张浙巢,齐霁,等. 环境损害鉴定评估关键技术问题探讨[J]. 中国司法鉴定, 2016, 84(1): 18-25.
- [4] 生态环境部. 生态环境损害鉴定评估技术指南 第1部分 总纲:GB/T 39791.1—2020[S]. 北京:环境保护部环境规划院, 2016.
- [5] 环境保护部环境规划院. 环境损害鉴定评估推荐方法(第II版)[EB/OL]. (2014-10-24)[2022-02-12]. <https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201411/W020141105395741560668.pdf>.
- [6] 环境保护部. 关于生态环境损害鉴定评估虚拟治理成本法运用有关问题的复函[EB/OL]. (2017-09-15)[2022-02-12]. https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgth/201709/t20170928_422701.htm.
- [7] 王萍萍,洪小琴. 虚拟治理成本法在地表水环境损害评估中的应用与分析[J]. 环境与可持续发展, 2018, 43(3): 92-94.
- [8] 孙洪坤,胡杉杉. 环境公益诉讼中虚拟治理成本法律适用的认定[J]. 浙江工业大学学报(社会科学版), 2017, 16(4): 376-382.
- [9] 生态环境部. 生态环境损害鉴定评估技术指南 基础方法 第1部分 大气污染治理虚拟成本法: GB/T 39793.1—2020[S]. 北京:中国环境出版集团, 2020.
- [10] 生态环境部. 关于征求《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节第1部分:总纲(征求意见稿)》等七项国家环境保护标准意见的函[EB/OL]. (2020-09-30)[2022-02-12]. https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk06/202009/t20200930_801878.html.
- [11] 国家质量监督检验检疫总局,卫生部,国家环境保护总局. 室内空气质量标准:GB/T 18883—2002[S]. 北京:中国标准出版社, 2002.
- [12] 中国石油化工集团公司. 中国石化炼化企业VOCs综合治理技术指南试行[EB/OL]. (2017-01-01)[2022-02-12]. <https://www.renrendoc.com/paper/87183413.html>.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 化学品分类和标签规范 第18部分 急性毒性:GB 30000.18—2013[S]. 北京:中国标准出版社, 2013.

栏目编辑 周立平 谭艳