

历史遗留固体废物堆场环境风险评估研究

陈弋戈 谭凯 邹云啸

四川省工业环境监测研究院, 四川 成都 610045

[摘要]随着我国工业化发展,历史上形成的固废堆放场地环境污染问题日益突出。文章选取位于四川地区的某处历史遗留堆场作为研究对象,开展周边环境质量监测,计算风险得分,综合评估堆场风险情况,提出堆场环境管理措施及治理建议。

[关键词]历史遗留堆场; 环境质量监测; 环境风险评估

DOI: 10.33142/nsr.v3i2.20008

中图分类号: X705

文献标识码: A

Research on Environmental Risk Assessment of Historical Solid Waste Storage Sites

CHEN Yige, TAN Kai, ZOU Yunxiao

Sichuan Province Academy of Industrial Environmental Monitoring, Chengdu, Sichuan, 610045, China

Abstract: With the development of industrialization in China, the environmental pollution problem caused by solid waste dumping sites in history has become increasingly prominent. The article selects a historical legacy yard located in Sichuan region as the research object, conducts environmental quality monitoring of the surrounding area, calculates risk scores, comprehensively evaluates the risk situation of the yard, and proposes environmental management measures and governance suggestions for the yard.

Keywords: historical legacy yard; environmental quality monitoring; environmental risk assessment

引言

由于历史遗留固体废物堆场大多修建时间较早,无防渗、导排以及封场等设施,其可能造成的土壤及地下水污染问题已引起我国政府高度重视。《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)要求“历史堆存一般工业固体废物场地经评估确保环境风险可以接受时,可进行封场或土地复垦作业”。因此,开展全面、系统的环境调查与风险评估工作对于了解场地污染状况、确定风险水平以及提出合理防控对策具有重要意义。

1 调查目的

(1)通过对固体废物堆场历史上开展的生产活动进行调查,明确固体废物堆场可能存在的污染物种类及其污染途径。

(2)对固体废物堆场及其周边污染状况进行调查与潜在污染风险评估,开展堆场土壤、地下水、地表水、底泥、固体废物监测,确定各关注污染物的污染程度、空间分布和影响范围。

(3)结合固体废物堆场现状和本次调查结果,分析评估固体废物堆场风险级别,明确周边环境风险能否接受,并提出相应要求。

2 调查原则

基于固体废物堆场评估内容及主客观相结合的要求,本次调查应遵循以下原则:

安全性原则。由于固体废物堆场的生产特性,开展现场调查监测时需遵守企业安全生产要求,不能影响企业正常生产,不能造成安全隐患,以及潜在的二次污染。

针对性原则。针对固体废物堆场的特征和潜在污染特征,进行污染浓度和空间分布调查,为固体废物堆场的环境管理提供依据。

可操作性原则。综合考虑调查方法、时间、经费等,结合现阶段科学技术发展能力和相关人力资源水平,使调查过程切实可行。

规范性原则。采用程序化和系统化的方式规范土壤污染状况调查过程,保证调查过程的科学性和客观性。

3 污染物识别

通过查阅堆场相关生产记录等资料,明确要研究的目标污染物。该堆场主要堆放的是某一企业炼铁厂产生的高炉水淬渣,依据其原辅材料及生产过程可知,高炉水淬渣主要由硅酸盐组成,可能存在的污染物主要是重金属,如钒、钛、钴、铈、锑、锰、铅、锌、砷等,还有少量有机

物,如多环芳烃、酚类。

根据现场踏勘以及人员访谈情况,进一步明确污染途径。该堆场为历史遗留堆场,地面无防渗措施,也无地下水监测井,堆场地形东北高西南低,污染物可通过雨水冲刷形成渗滤液并随地表径流和地下水流向西南低洼处沟壑以及宝溪河,从而造成土壤、地下水和地表水污染。因此,本次调查以重金属、无机物、挥发性有机物、半挥发性有机物以及酚类等为关注点进行检测。

4 调查方案

本次调查与评估依照《四川省固体废物堆存场所土壤风险评估技术规范》(DB51/T 2988-2022)、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)等相关技术标准要求进行。依据前期污染识别结果,在地块范围内以及地块周边可能受到污染位置设置采样点位。

5 评估内容

5.1 环境质量评估

5.1.1 地表水监测结果

地表水 1#(上游背景点)中氟化物监测结果为 1.62mg/L,总氮监测结果为 4.50mg/L,超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类水质标准;氯化物监测结果 273mg/L,硫酸盐监测结果 385mg/L,超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 2 中标准限值;铊监测结果为 0.00019mg/L,钒监测结果为 0.118mg/L,超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 3 中标准限值;其余监测指标均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类水质标准或表 2、表 3 中标准限值;地表水 2#(潜在污染区域所在地)中氟化物监测结果为 1.54mg/L,总氮监测结果为 4.42mg/L,超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类水质标准;氯化物监测结果 255mg/L,硫酸盐监测结果 368mg/L,超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 2 中标准限值;铊监测结果为 0.00017mg/L,监测结果为 0.116mg/L,超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 3 中标准限值;其余监测指标均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类水质标准或表 2、表 3 中标准限值。

5.1.2 地下水监测结果

地下水 2#(潜在污染区域背景点)、地下水 4#中肉眼可见物监测结果为微量颗粒物,地下水 2#(潜在污染区域背景点)臭和味为 1 级,超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV 类水质标准;其余监测指标均符合《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV 类水质标准;地下水 1#(上游背景点)、地下水 3#(潜在污染区域)、地

下水 5#(潜在污染区域)、地下水 6#(潜在污染区域)中所有监测指标均符合《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV 类水质标准。

5.1.3 底泥监测结果

底泥 1#(上游背景点) pH 监测结果为 8.85,底泥 2#(潜在污染区域所在地) pH 监测结果为 8.98,底泥 3#(潜在污染区域下游) pH 监测结果为 8.76,参照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)中 pH>7.5 的管控值和筛选值分析。

(1) 上游背景点

砷:底泥 1#砷监测结果为 31.1mg/kg,土壤筛选值 25mg/kg,管制值为 100mg/kg,满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)中农用地管制值,不能满足筛选值。

镉:底泥 1#镉监测结果为 4.10mg/kg,土壤筛选值 0.6mg/kg,管制值为 4.0mg/kg,不能满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)中的用地管制值。

锌:底泥 1#锌监测结果为 2510mg/kg,土壤筛选值 300mg/kg,不能满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)中用地筛选值。

汞、铅、总铬、铜、镍监测结果均能满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)中的用地筛选值。

(2) 潜在污染区域及下游监测点

镉:监测结果为 0.21~0.42mg/kg,土壤筛选值 0.6mg/kg,满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)表 1 中其他用地筛选值。

汞:监测结果为 0.211~0.235mg/kg,土壤筛选值 3.4mg/kg,满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)表 1 中其他用地筛选值。

砷:监测结果为 8.7~8.8mg/kg,土壤筛选值 25mg/kg,满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)表 1 中其他用地筛选值。

铅:监测结果为 97~114mg/kg,土壤筛选值 170mg/kg,满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)表 1 中其他用地筛选值。

总铬:监测结果为 71~76mg/kg,土壤筛选值 250mg/kg,满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)表 1 中其他用地筛选值。

铜:监测结果 21.0~27.0mg/kg,土壤筛选值 100mg/kg,满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》

(GB15618-2018)表1中其他用地筛选值。

镍:监测结果为25~30mg/kg,土壤筛选值190mg/kg,满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)表1中的筛选值。

锌:监测结果为111~189mg/kg,土壤筛选值300mg/kg,满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)表1中其他用地筛选值。

5.1.4 固体废物监测结果

(1)固体废物成分结果分析:

钒:固体废物1#~固体废物14#中钒监测结果为1130~2140mg/kg,其中固体废物10#的中层及下层监测值最大,均为2140mg/kg,参考《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB36600-2018),土壤筛选值752mg/kg,管制值为1500mg/kg,最大浓度点位不能满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB36600-2018)中第二类用地管制值,最小浓度点位不能满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB36600-2018)中第二类用地筛选值。

固体废物中除钒外,其余监测指标均能满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB36600-2018)中第二类用地筛选值及《四川省建设用地土壤污染风险管控标准》(DB51/2978-2023)中第二类用地筛选值。

(2)固体废物浸出毒性结果分析:

pH:固体废物1#~固体废物14#的浸出毒性监测结果中,pH值范围为7.2~11.5。24个固体废物样品的pH值超过9,其中固体废物1#、固体废物4#、固体废物5#、固体废物6#、固体废物7#的上中下层pH值均超过9,固体废物4#的上层pH最大,为11.5。

苯并[a]芘:固体废物浸出毒性监测结果中,固体废物1#的上层及中层、固体废物4#的下层、固体废物11#的上层中苯并[a]芘监测结果均超过0.00003mg/L,不能满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表1中最高允许排放浓度,其中固体废物1#的下层监测值最大,为0.000230mg/L,固体废物浸出毒性的其他监测指标均能满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中最高允许排放浓度(第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行)。

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中对第II类一般工业固体废物的定义“按照HJ557规定方法获得的浸出液中有一种或一种以

上的特征污染物浓度超过GB8978最高允许排放浓度(第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行),或pH值在6~9范围之外的一般工业固体废物”,固体废物堆场中的固体废物为第II类一般工业固体废物。

5.1.5 渗滤液监测结果

(1)参考《地表水环境质量标准》(GB3838-2002):

渗滤液监测结果中化学需氧量为23mg/L,五日生化需氧量为5.7mg/L,氟化物为5.41mg/L,挥发酚为0.10mg/L,氨氮为2.08mg/L,总氮为8.32为23mg/L,超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表1中III类标准限值;硫酸盐为353mg/L,锰为0.155mg/L,超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表2中标准限值;铊为0.00065,超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表3中标准限值。其余监测指标均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表1中III类水质标准或表2、表3中标准限值。

(2)参考《地下水质量标准》(GB/T14848-2017):

渗滤液监测结果中氟化物为5.41mg/L,硫酸盐为353mg/L,挥发酚为0.10mg/L,氨氮为2.08mg/L,超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)表1中IV类水质标准。其余监测指标均符合《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)表1、表2中IV类水质标准。

5.2 风险评估

根据《四川省固体废物堆存场所土壤风险评估技术规范》(DB51/T2988-2022)表4给出的评价标准对堆场进行评分。此堆场地面上可能受污染区域小于1km²(A),堆存物为第II类一般工业固体废物,堆存量大于1000万吨,使用年限大于10年,潜在污染影响区域内无重要目标,无防渗、防流失以及防扬尘措施。

$$R=15*0.70+15*0.60+(10+10+5+5)*0.60+(8+7)*0.50+(5+5)*0.50=50(\text{分})$$

该得分大于25分小于55分,属于中风险区间。

6 评估结论

6.1 环境质量评估结论

针对周边环境质量进行了详细布点监测,结果显示周边建设用地土壤达到国家和地方标准;地表水、地下水、底泥存在不同程度的超标现象。对超标结果进行分析,超标原因不由堆场造成。

针对堆场渗滤液进行监测,结果表明渗滤液不能满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表1中III类水质标准或表2、表3中标准限值,也不能满足《地下水水质

量标准》(GB/T 14848-2017)表1中IV类水质标准,渗滤液渗漏存在环境风险。

6.2 风险评估结论

在调查和分析固体废物堆场堆存量、使用年限、潜在影响范围内敏感目标分布情况、防渗漏措施、防流失、防滑坡措施、防扬散措施等基础上,确定固体废物堆场土壤风险评估结果为中风险。

7 建议

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)等相关要求,对后续封场提出以下建议:

(1)封场时应控制封场坡度(根据实测堆渣边缘位置情况按坡度设置规范选择适宜的坡度),防止雨水侵蚀。

(2)封场结构应包括阻隔层(防渗层采用HDPE土工膜厚度不小于1.5mm、保护层采用非织造土工布)、雨水导排层(地表雨水和渗滤液体分流)、覆盖土层(采用不低于300mm种植覆土,建议种植草)。

(3)封场后渗滤液处理系统、废水排放监测系统应继续正常运行,直到连续2年内没有渗滤液产生或产生的渗滤液未经处理即可稳定达标排放,收集系统利用现有废水收集系统。

(4)针对渗滤液收集问题,现状整改需要将渗滤液收集池扩容至 1501.24m^3 以上,或于现有渗滤液收集池附近修建应急水池,容积大于 1201.24m^3 ;企业在封场设计时,需要根据封场实际措施确定渗滤液收集池或应急池容

积,确保在最不利情况下能完全收集渗滤液。

(5)II类固废堆场未采取水平防渗时需进行垂直防渗。包括土-膨润土隔离墙、水泥-膨润土隔离墙、HDPE土工膜隔离墙、水泥帷幕灌(注)墙、高压喷射灌浆、水泥搅拌桩墙等方式。尤其是渣体所在区域地下水流向的下游,并在垂直防渗设施内侧(靠近渣体一侧)实施地下水抽排。

(6)封场设计施工必须按照相关封场技术要求开展,并做好隐蔽工程施工质量把控。

封场设计需要考虑以上技术要求,同时需要满足相关安全技术要求。

[参考文献]

- [1]蒋浩,许元顺,张后虎,等.基于模糊综合评估的大宗工业固废堆场环境风险评价[J].环境工程学报,2025,19(9):2210-2218.
 - [2]叶毓栋,杨富强,莫亚军,等.微动谱比法辅以钻探校对在历史遗留固体废物堆存区中的应用研究[J].矿产与地质,2024,38(2):329-338.
 - [3]王望权,刘茜.矿山生态修复中历史遗留固体废物危险特性鉴别技术研究[J].江西化工,2023,39(6):85-87.
 - [4]四川省生态环境厅.《四川省固体废物堆存场所土壤风险评估技术规范》(DB51/T 2988-2022)[S].四川:2022
- 作者简介:陈弋戈(1988—),男,汉,四川成都人,本科,工程师,研究方向为环境监测。