

搬迁企业原址场地土壤污染环境风险评价^{*}

——以重庆某搬迁企业为例

张兴庆¹, 李小凤², 白娟², 刘斌², 彭绪亚²

(1. 重庆市环卫控股(集团)公司, 重庆 401121;

2. 重庆大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045)

摘要: 搬迁企业原址场地可能受原生产活动遗留有毒有害物质的污染, 因此, 原场地再利用之前必须对其进行污染调查分析和环境风险评价, 判断其是否需要土壤修复。对重庆木材综合工厂搬迁场址进行了土壤污染调查, 以人为影响倍数来表征污染物超过土壤背景值的程度, 并采用内梅罗指数法进行土壤环境风险评价。评价结果表明, 该场地铜、砷和锌的浓度超过背景值, 人为影响倍数分别在 1.58~3.66、1.70~4.42 和 1.01~1.90 之间, 其中 13 号样品砷的浓度超过标准值, 超标倍数为 0.06, 但各样品的内梅罗污染指数都小于 1.0, 土壤污染等级属于尚安全级别。因此原址场地没有环境风险, 不需要进行土壤修复, 但建议将该地做为居民用地时应加强监测管理, 以防止地质漏斗引起的局部较重污染。

关键词: 搬迁企业; 土壤污染; 环境风险评价; 内梅罗指数; 土壤修复

中图分类号: X53

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2009)10-0144-04

随着重庆市城市化进程的加快, 主城区的范围不断向外围扩展, 原处于主城核心区的工厂将陆续搬迁, 搬迁后的土地使用性质将发生根本的改变。而原场地可能因工业生产过程中化学药品的“跑、冒、滴、漏”等受到污染, 从而损害人体的健康。因此, 在改变原土地使用性质之前, 必须对原址土地进行污染调查分析, 以判断原址土地是否受到污染, 如果受到污染, 需要进行环境风险评价, 从而决定原土地是否需要土壤修复及合理地界定其土地使用性质。

土壤污染评价一般多采用单因子法(或超标倍数)进行分析判断, 该方法需要有各种污染的判断标准, 然而我国多数污染物还没有制定出相应的环境质量标准^[1], 这给土壤污染评价带来一定困难。目前较多采用区域土壤环境背景上限值作为土壤污染评价的一类指标^[2], 当污染物浓度超过背景值时可认为其对土壤造成了污染。另外, 欧洲多数国家已对本国大部分工厂企业的土壤进行了监测, 并建立了相应的数据库, 这为土壤的污染分析和风险评价奠定了基础^[3]。而我国目前还没有建立相应的数据库, 因此在进行风险评价之前先要对现场进行采样分析, 这相应地增加了风险评价的费用, 为了减少样品分析费用而又不影响评价结果, 有必要对原场地进行优化布点和监测因子筛选。

对土壤的环境风险评价, 国内外均有一些研究, 部分学者从污染物对人群的毒性作用(致癌风险和非致癌风

险)出发, 采用健康风险评价法对土壤进行评价^[4-6], 该方法能准确地反映单个污染物对人体的影响, 但未考虑污染物之间的协同或拮抗作用, 所以不能综合反应多种污染物对人体的影响; 也有部分学者采用多污染物评价系统对土壤进行评价^[7], 该方法综合反应了多污染物对人体健康的总影响度, 但所依据的健康目标值是以带任意安全系数的模式推算出来的^[8], 故该健康目标值不准确, 仅可作为参考。还有学者采用内梅罗污染指数法对土壤环境进行评价^[9-10], 该方法综合反映多种污染物对土壤的作用, 同时突出了高浓度污染物对土壤环境质量的影响。

以重庆某搬迁企业为例, 通过对原址场地进行调查采样分析, 判断原址场地是否受到污染, 并采用内梅罗指数法对监测数据进行环境风险评价, 以判断是否需要土壤修复。

1 原址场地概况

调查场地为重庆某搬迁企业原场址, 位于重庆市西南部, 东临长江, 该厂总占地 28 公顷, 该厂主要加工生产活性炭、刨花板和纤维板等产品。2001 年 10 月因经营不善宣告破产, 破产后刨花板生产线卖给其它公司继续进行生产, 其它部分厂房均已拆除, 而按规划刨花板生产线近期必须

* 收稿日期: 2009-07-12

作者简介: 张兴庆(1964—), 男, 工程师, 主要从事固体废物管理及资源化利用方面的研究。

搬迁.

2 监测和采样分析

2.1 监测布点

采用判断布点^[5]和分块随机布点相结合的方法来确定土壤采样点位.综合考虑原有生产工艺流程、车间平面布置、原辅材料、产品、生产设施和辅助设施、给水排水系统、原料产品贮存运输系统等,将原场地分为7个小区块,每个区块对应1个车间,各个区块根据可能污染物对环境危害程度大小决定采样点数,分别在各个区块采用随机布点法布设1~2个采样点,共布设12个点.在场区周围人为干扰较少的地方设置1个背景点,原木车间、纤维板车间和木制品车间各布设1个,废水处理站、刨花板车间、制胶车间和活性炭生产车间各布设2个.

2.2 钻孔和采样

土壤取样参照《土壤环境监测技术规范》HJ/T166-2004的要求,使用土钻进行取样.地面表层有混凝土块、砖块或水泥硬化层的区域,则先用挖掘机等将其清出钻区,再用土钻进行取样.采样深度由该区块可能的污染情况而定,考虑到制胶车间的土壤可能受到较严重污染,在制胶车间其中1个采样点取3个样品,土壤表层(0~20 cm)、中层(20~60 cm)、下层(60~100 cm)各取1个,其它区块只在表层(0~20 cm)取1个样品.全厂共采集样品14个.

2.3 监测项目筛选和样品分析

监测因子根据各个区块生产活动所采用原辅料及产品的不同、污染物的物理化学和毒理学性质、危险性类别、生产量和贮运量等参数而有区别地进行选取.各区块都有监测因子为pH、铅、汞、铜、铬、砷、苯、甲苯、二甲苯,而活性炭车间因使用氯化锌作为造空剂而增加监测因子锌,原木车间因可能使用杀虫剂增加六六六和滴滴涕2个监测因子.对于样品分析方法,重金属分析参考《土壤元素近代分析方法》,苯、甲苯、二甲苯分析采用气相色谱/质谱法,六六六和滴滴涕分析采用气相色谱法.

3 土壤污染分析

3.1 污染分析方法

土壤环境背景值是指不受或很少受人类活动影响的情况下,土壤的化学组成或元素含量水平.当前土壤中化学物质的浓度是否超过背景值反映场地是否受到污染,因此引入人为影响倍数来表征人类活动带来的污染物对土壤环境质量的影响程度,如式(1)计算人为影响倍数:

$$P_{ij} = \frac{c_{ij} - b_i}{b_i} \quad (1)$$

式中: P_{ij} 为人为影响倍数; c_{ij} 为污染物监测浓度; b_i 为区域

土壤背景值; j 为样品号; i 为污染物.

3.2 污染分析

样品分析结果和及影响倍数如表1所示.

土壤酸碱性:土壤样品的pH在7.4~8.5之间,酸碱性在中性附近而略偏碱性,属于比较正常的范围.

有机污染分析:苯系染污物的分析中,仅11#样品中检出苯、甲苯,浓度分别为0.001 mg/kg和0.002 mg/kg,其他样品(包括背景点)均未检出.这表明制胶车间使用的苯系物对土壤产生了影响,但其浓度远低于《工业企业土壤环境质量风险评价基准》,未对土壤造成污染.六六六和滴滴涕在12#样品检测到,浓度分别为0.01 mg/kg和0.004 mg/kg,影响倍数分别为1.35和1.05,这表明原木车间使用过六六六和滴滴涕作为木材杀虫剂,并对土壤造成了一定污染.

重金属分析:所有土壤样品(除了12#样品)中检测到的铅、汞和铬3种重金属浓度与背景值基本一致,这表明原址场地未受到铅、汞和铬的污染,12#样品的汞超过背景值可能是原木车间随意倾倒的生活垃圾中有电池等含汞物质.各样品中铜、砷和锌的浓度超过背景值较多,影响倍数分别在1.58~3.66、1.70~4.42和1.01~1.90之间.这表明原址场地受到铜、砷和锌的污染.铜、砷污染是因为木材防腐剂中含有五氧化二砷和氧化铜,锌污染是因为活性炭的生产采用氯化锌作为造空剂.

4 风险评价

4.1 风险评价方法

因木材厂污染种类较多,为综合反映多种污染对土壤环境的影响,采用内梅罗污染指数对土壤环境风险进行评价.按式(2)计算内梅罗指数.

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{P_{j, \max}^2 + \bar{P}_j^2}{2}} \quad (2)$$

式中: $P_{ij} = \frac{C_{ij}}{S_i}$ 为内梅罗污染指数; $P_{j, \max}$ 为最大单项污染指数; $\bar{P}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{ij}$ 为平均单项污染指数; S_i 为土壤环境质量标准.

4.2 土壤环境风险评价

风险评价因子在监测项目中选取,以土壤中积累多、危害大、影响范围广、毒性强、难生物分解、易生物富集、易进入或作用于人体的污染物为主^[11].因苯、甲苯、二甲苯仅在一个样品中检出,且浓度较低,因此这3种污染物不作为风险评价因子.铅、汞、铜、铬、砷、锌、六六六和滴滴涕采用《土壤环境质量标准》二级标准.各污染物的单项污染指数,各样品的最大单项污染指数和内梅罗污染指数计算结果如表2所示.

表1 土壤污染监测统计及影响倍数计算结果

样品编号	采样点位	项目	pH	铅	汞	铜	铬	砷	锌
1	背景	背景值	7.4	29.2	0.20	12.5	59.6	4.9	75.8
2	纤维板车间	监测值	7.7	34.9	0.19	51.7	116.0	17.3	NA
		超标倍数		0.20	-	3.14	0.95	2.54	NA
3	木制品车间	监测值	7.5	25.3	0.13	34.9	76.6	15.0	NA
		超标倍数		-	-	1.79	0.29	2.07	NA
4	废水处理站 1	监测值	7.9	37.6	0.16	47.3	94.5	15.6	NA
		超标倍数		0.29	-	2.78	0.59	2.19	NA
5	废水处理站 2	监测值	8.5	34.0	0.19	51.1	97.3	13.2	NA
		超标倍数		0.16	-	3.09	0.63	1.70	NA
6		监测值	8.0	24.9	0.11	39.6	77.0	17.0	NA
		超标倍数		-	-	2.17	0.29	2.48	NA
7	制胶车间 1	监测值	8.2	29.9	0.07	41.8	82.6	18.6	NA
		超标倍数		0.02	-	2.34	0.39	2.80	NA
8		监测值	8.1	26.9	0.05	41.8	76.6	26.5	NA
		超标倍数		-	-	2.34	0.29	4.42	NA
9	刨花板车间 1	监测值	7.5	30.9	0.14	49.6	90.9	14.5	NA
		超标倍数		0.06	-	2.97	0.53	1.97	NA
10	制胶车间 2	监测值	8.0	29.8	0.02	43.1	94.6	13.8	NA
		超标倍数		0.02	-	2.45	0.59	1.82	NA
11	刨花板车间 2	监测值	7.8	30.5	0.10	49.7	90.1	13.5	NA
		超标倍数		0.04	-	2.98	0.51	1.76	NA
12	原木车间	监测值	7.6	28.2	0.91	37.7	88.9	13.2	NA
		超标倍数		-	3.50	2.02	0.49	1.70	NA
13	活性炭车间 1	监测值	7.8	31.5	0.04	32.3	84.8	13.5	220.0
		超标倍数		0.08	-	1.58	0.42	1.76	1.90
14	活性炭车间 2	监测值	7.5	45.8	0.10	58.3	101.0	13.9	152.0
		超标倍数		0.57	-	3.66	0.69	1.84	1.01

注:NA 表示该采样点未对其进行分析;- 表示该污染物未超过背景值;制胶车间 6#、7#、8# 样品分析为表层、中层和下层土壤样品,其他为表层土壤样品;有机污染物因大部分未检出而未列入表中。

表2 单项污染指数和内梅罗污染指数表

样品编号	采样点位	P_{ij}								P_{F-max}	P_s
		Pb	Hg	Cu	Cr	As	Zn	六六六	滴滴涕		
2	纤维板车间	0.10	0.19	0.52	0.46	0.69	NA	ND	ND	0.69	0.56
3	木制品车间	0.07	0.13	0.35	0.31	0.60	NA	ND	ND	0.60	0.47
4	废水处理站 1	0.11	0.16	0.47	0.38	0.62	NA	ND	ND	0.62	0.51
5	废水处理站 2	0.10	0.19	0.51	0.39	0.53	NA	ND	ND	0.53	0.45
6		0.07	0.11	0.40	0.31	0.68	NA	ND	ND	0.68	0.53
7	制胶车间 1	0.09	0.07	0.42	0.33	0.74	NA	ND	ND	0.74	0.58
8		0.08	0.05	0.42	0.31	1.06	NA	ND	ND	1.06	0.80
9	刨花板车间 1	0.09	0.14	0.50	0.36	0.58	NA	ND	ND	0.58	0.47
10	制胶车间 2	0.09	0.02	0.43	0.38	0.55	NA	ND	ND	0.55	0.44
11	刨花板车间 2	0.09	0.10	0.50	0.36	0.54	NA	ND	ND	0.54	0.44
12	原木车间	0.08	0.91	0.38	0.36	0.53	NA	0.02	0.01	0.91	0.65
13	活性炭车间 1	0.09	0.04	0.32	0.34	0.54	0.73	NA	NA	0.54	0.45
14	活性炭车间 2	0.13	0.10	0.58	0.40	0.56	0.51	NA	NA	0.58	0.49

注:NA 表示该采样点未对其进行分析;ND 表示该污染物未检出。

单项污染指数:所有样品(除8#样品)中各污染物的单项污染指数均小于1.0,没有超过标准值.8#样品中砷的单项污染指数为1.06,稍微超过标准值.通常砷多集中在表土层(0~10 cm)^[12],而制胶车间土壤中砷的浓度从上层至下层依次增大,这可能是因该区块存在地质漏斗,砷经淋洗而至较深土层.

最大单项污染指数:12#样品中汞和14#样品中铜的单项污染指数最大,分别为0.91和0.58,其它各样品中砷的单项污染指数最大,分别在0.53~1.06之间,由此可知,砷对该场地的污染贡献最大.

内梅罗指数:制胶车间8#样品深层土壤的内梅罗指数在0.7以上,属于尚安全(警戒限)级别.但该样品表层和中层土壤的内梅罗指数小于0.7,而一般对人体健康影响较大的是表层土壤,所以该地块没有风险危害.其它各地块的内梅罗指数都小于0.7,属于安全级别,也没有环境风险.

综合分析,该木材加工厂车间的局部地块存在一定的污染,但程度较轻,没有造成环境风险,不需要进行土壤修复.

5 结束语

木材综合加工厂在原木和木制品保存加工过程中,化学药品的跑、冒、滴、漏对土壤造成了一定的污染,主要的污染物为铜、砷和锌,超过背景值的倍数分别在1.58~3.66、1.70~4.42和1.01~1.90之间.其中砷对该场地的污染贡献最大,其最大单项污染指数为1.06.

采用内梅罗指数对该块厂地的各个区块进行风险评价,结果表明,各区块的内梅罗指数都小于1.0,属于安全级别,没有环境风险,不需要进行土壤修复.但若将该地做为居民用地,仍需要加强该地的监测管理,以防止因地质漏斗而在局部产生较重的污染.

参考文献:

[1] 袁建新,王云.我国《土壤环境质量标准》现存问题与

建议[J].中国环境监测,2000,16(5):41-44.

- [2] 夏家淇,骆永明.关于土壤污染的概念和3类评价指标的探讨[J].生态与农村环境学报,2006,22(1):87-90.
- [3] Luca Montanarella. European soil databases as a tool for EU risk assessment and decision making[J]. trends in analytical chemistry, 1998,17(5):257-263.
- [4] 谌宏伟,陈鸿汉,刘菲,等.污染场地健康风险评价的实例研究[J].地学前缘,2006,13(1):230-235.
- [5] 臧振远,赵毅,尉黎,等.北京某废弃化工的人类健康风险评价[J].生态毒理学报,2008,3(1):48-54.
- [6] ELEONORA W, DAWN I, RAFAL K, et al. Human health risk assessment case study: An abandoned metal smelter site in Poland[J]. Chemosphere, 2002(47):507-515.
- [7] 赵沁娜,杨凯.城市土地置换过程中土壤有机污染物健康影响度评价[J].环境科学研究,2008,21(1):124-127.
- [8] 汪晶,和德科,汪尧衢.环境评价数据手册-有毒物质鉴定值[M].北京:化学工业出版社,1988.
- [9] 周广柱,杨锋杰,程建光,等.土壤环境质量综合评价方法探讨[J].山东科技大学学报,2005,24(4):113-118.
- [10] 赵卓亚,王志刚,毕拥国,等.保定市城市绿地土壤重金属分布及其风险评价[J].河北农业大学学报,2009,32(2):16-20.
- [11] 张增杰,唐娟.房地产开发项目用地遗留问题土壤污染评价探讨[J].环境科学与技术,2006,29(1):111-113.
- [12] 张秀武,王起超,郑冬梅,等.葫芦岛锌厂周围土壤砷污染空间格局和风险评价[J].农业环境科学学报,2008,27(5):1769-1773.

(上接第125页)

参考文献:

- [1] 王智远,崔衍松.联合信息作战[M].北京:军事谊文出版社,1999.
- [2] Karnik N M, Tripathi AR. Design Issues in Mobile-Agent Programming Systems[J]. IEEE Concurrency, 1998,6(3):

52-61.

- [3] 杨善林,倪志伟.机器学习与智能决策支持系统[M].北京:北京科学出版社,2004.
- [4] 田大纲.决策支持系统[M].上海:上海交通大学出版社,2005.
- [5] 刘昕,姚军伟.指挥信息系统标准化动因及措施[J].四川兵工学报,2008(5):106-107.