

房地产用地土壤污染环境风险评价 ——以江苏某搬迁企业原址用地为例

单学凯

(盐城盐工环境科技有限公司, 江苏 盐城 224051)

摘要: 许多房地产项目都是在工业企业原址上进行开发建设,可能存在不同程度的土壤污染。土壤污染的评估和修复方案已成为房地产开发项目环评的重点,文中采用单因子指数法、内梅罗指数法和土壤背景值对照法对江苏某房地产用地土壤进行了环境风险评价,结果表明该地块不需要进行土壤修复和处置。

关键词: 重金属污染; 单因子指数; 内梅罗指数; 土壤修复

中图分类号: X53 文献标识码: A

Risk Assessment of Real Estate Land with Polluted Soil ——taking a former industrial enterprise land in Jiangsu as an example

SHAN Xue-kai

(Yan Cheng Environmental Science and Technology Co. Ltd, Yancheng, Jiangsu 224051, China)

Abstract: Many real estate items were exploited on former industrial enterprise land, which might have potential soil pollution to some extent. Assessment of potential soil pollution and rehabilitation program were the key points in the environmental risk assessment of real estate development. The single factor index, Nemerow index and the control method of soil background values were applied to environmental risk assessment of a real estate land soil in Jiangsu. The results showed that soil remediation and disposal was unnecessary to the land.

Key words: heavy metal pollution; single factor index; nemerow index; soil remediation

随着城市化进程的加快,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,土地由工业用地转变为公共用地或住宅用地,使用性质发生根本的改变。由于原场地可能因工业生产过程而受到污染,所以在改变土地使用性质之前,必须对原址土地进行污染调查和环境风险分析,以判断土地是否受到污染,从而决定是否需要进行土壤修复并合理的界定土地使用性质^[1]。

土壤重金属污染评价的方法很多^[2],主要有单因子指数法^[3]、内梅罗综合指数法^[4]、地质累积指数法、几何均值综合评价模式、污染负荷指数法、沉积物富集系数法、潜在生态危害指数法、模糊贴近度法^[5]、灰色聚类法、基于GIS的统计学评价法、健康风险评价法、环境风险评价法等。以上方法各具优缺点,应根据实际情况采用多种方法相结合的评价方法进行分析^[6,7]。其中,单因子指数法与内梅罗指数法通常结合使用,方法简单,被广泛使用。

文中采用该方法探讨了江苏盐城某搬迁化工企业原址场地土壤环境质量,并进行了相关分析。

1 原址场地概况

书香水岸房地产项目位于江苏省盐城市某搬迁化工企业地块内,该化工企业主要生产农用碳酸氢铵、工业液氨。因土地性质由工业用地转为住宅用地,需要进行环境风险评价,以确定是否需进行土壤修复。

2 分析与评价方法

2.1 样品的采集与测定

2.1.1 布点与采样 土壤监测布点根据拟调查地块原生产和辅助装置布局及其周边环境确定,采用

收稿日期: 2011-05-04

作者简介: 单学凯(1973—)男,江苏射阳人,工程师,本科,主要从事环境影响评价、工业企业清洁生产研究工作。

放射状、均匀、带状布点法,每 100 hm² 占地的采样点不少于 5 个。土壤取样参照《土壤环境监测技术规范》HJ/T 166-2004 的要求进行,分别在土壤表层(0~20 cm)、中层(20~60 cm)、下层(60~100 cm)处采样并做好标记,具体见表 1。

表 1 土壤采样点及编号

序号	编号	地点	采样深度
1	T1-1	厂区内拟建 11#楼	地表土壤
2	T1-2		距地表 0.5 m
3	T1-3		距地表 1.0 m
4	T2-1	厂区内拟建 12#楼	地表土壤
5	T2-2		距地表 0.5 m
6	T2-3		距地表 1.0 m
7	T3-1	厂区内拟建 7#楼	地表土壤
8	T3-2		距地表 0.5 m
9	T3-3		距地表 1.0 m
10	T4-1	厂区内拟建 5#楼	地表土壤
11	T4-2		距地表 0.5 m
12	T4-3		距地表 1.0 m
13	T5-1	龙冈中学附近	地表土壤
14	T5-2		距地表 0.5 m
15	T5-3		距地表 1.0 m

2.1.2 样品的处理与分析 预处理采用阴凉通风处自然风干,剔除样品中的侵入体,如植物根系、石块、杂草等。用木质工具碾碎并用玛瑙研钵研磨,过 0.85 m 筛。监测项目根据生产过程所采用原辅料、产品的不同、污染物的物理化学和毒理学性质、危险性分类,主要监测项目为:镉、铅、汞、铜、铬、砷、氰化物、挥发酚。其中总砷采用二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法测定,镉、铅采用原子吸收分光光度法测定,铬、铜采用火焰原子吸收分光光度法测定,汞采用冷原子吸收分光光度法测定,氰化物采用异烟酸-巴比妥酸分光光度法测定。土壤中挥发酚用蒸馏法提取后采用 4-氨基安替比林萃取分光光度法测定。

2.2 评价方法与评价标准

2.2.1 单因子指数法 单因子指数法是以土壤环境背景值为评价标准来评价土壤环境质量,是环境各要素评价中应用较广泛的一种指数,表达式为:

$$P_i = \frac{C_i}{S} \quad (1)$$

式中 P_i 为污染物单因子指数; C_i 为实测浓度 mg/kg; S 为土壤环境质量标准 mg/kg。 $P_i < 1$ 则表明未受污染。 $P_i > 1$ 则表示已经受到污染, P_i

数值越大,说明受到的污染越严重。

单因子指数法可以判断出环境中的主要污染因子,但环境是一个复杂的体系,环境污染往往是由多个污染因子复合污染导致的,因此这种方法仅适用于单一因子污染特定区域的评价;单因子指数法在其他环境质量指数、环境质量分级和综合评价的基础。

2.2.2 内梅罗综合指数法 单因子污染指数法只能分别反映各个污染物的污染程度,不能全面、综合地反映土壤的污染程度,因此当评定区域内土壤质量作为一个整体与外区域土壤质量比较,或土壤同时被多种重金属元素污染时,需将单因子污染指数按一定方法综合起来进行评价,即应用综合污染指数法评价。重金属元素综合污染评价采用兼顾单元素污染指数平均值和最大值的内梅罗综合污染指数法。计算公式如(2)式:

$$I = \frac{\sqrt{P_{imax}^2 + P_{iave}^2}}{2} \quad (2)$$

式中 I 为内梅罗综合污染指数; P_{imax} 为土壤中最大单项污染指数; P_{iave} 为单项污染指数平均值。

内梅罗指数不仅考虑到各种影响参数的平均污染状况,而且特别强调了污染最严重的因子,同时在加权过程中避免了权系数中主观因素的影响,克服了平均值法各种污染物分担的缺陷,是应用较多的一种环境质量指数。

按照内梅罗综合污染指数,划定污染等级。内梅罗指数土壤污染评价等级见表 2。一般说来, $I > 1$ 说明环境质量已不能满足评价标准的要求; $I = 1$ 说明环境质量处于临界状态; $I < 1$ 说明与评价标准对比,环境质量较好。

表 2 内梅罗指数土壤污染评价等级

等级	内梅罗污染指数	污染等级
I	$I \leq 0.7$	清洁(安全)
II	$0.7 < I \leq 1.0$	尚清洁(警戒限)
III	$1.0 < I \leq 2.0$	轻度污染
IV	$2.0 < I \leq 3.0$	中度污染
V	$I > 3.0$	重污染

2.2.3 评价标准 评价标准的选择是房地产开发项目遗留土壤污染评价的关键环节。目前,中国缺乏居住、办公等不同用途的土壤环境质量标准,评价中通常借用国家《土壤环境质量标准》和《工业企业土壤环境质量风险评价基准》,或者采用区域土

壤背景值和土壤健康风险建议值作为评价标准。

目前,城市土壤一般参照《土壤环境质量标准》中的二级标准进行衡量,房地产开发项目也可以此作为评价标准。但该标准中只有汞、镉、砷、铜、铅、铬、锌、镍、六六六、滴滴涕这十种污染物的限值,许多重要的土壤污染物未涉及。且该标准以无机物为主,而中国土壤有机污染日趋严重,已成为主要土壤污染物,其应用具有较大局限性。此时可以用《工业企业土壤环境质量风险评价基准》作为补充,应用于房地产开发项目的土壤污染评价。

土壤背景值是指区域内很少受人类活动影响和不受或未明显受现代工业污染与破坏的情况下,土壤原来固有的化学组成和元素含量水平。以区域土壤背景值为评价标准,可以分析判断土壤污染程度。

土壤中污染物的含量超过土壤背景值即为土壤污染,土壤背景值评价是以某污染物的区域土壤背景值加二倍标准差作为污染起始值,其表示方法为 $X_0 = X + 2S$, 式中 X_0 为污染起始值, X 为背景值测定的平均值, S 为标准差。但它因不同地区和不同土壤类型而异,具有明显的区域性,且目前土壤背景值研究主要集中在某些重金属和农药上,对土壤有机污染物的背景值了解甚少,作为评价标准的应用范围有限。

3 结果与讨论

3.1 一般指标的监测分析结果

盐城市盐都区环境监测站2010年9月份对项目所在区域土壤、地下水的监测结果(监测报告及质保单见附件)见表3、表4。

表3 项目所在地地下水中各项指标的测定结果

采样地点	总硬度 /(mg·L ⁻¹)	pH	氨氮 /(mg·L ⁻¹)	阴离子表面活性剂 /(mg·L ⁻¹)	COD _{Mn} /(mg·L ⁻¹)	铜 /(mg·L ⁻¹)	铬 /(mg·L ⁻¹)	类大肠杆菌群 /(个·L ⁻¹)
书香水岸	112	7.56	0.053	0.05	2.2	0.05	0.004	≤3
标准值	≤450	6.5~8.5	≤0.2	≤0.3	≤3.0	≤1.0	≤0.05	≤3.0

表4 项目所在地土壤中各项指标的测定结果

采样地点	pH	镉 /(mg·kg ⁻¹)	铅 /(mg·kg ⁻¹)	汞 /(mg·kg ⁻¹)	砷 /(mg·kg ⁻¹)	铜 /(mg·kg ⁻¹)	铬 /(mg·kg ⁻¹)
书香水岸	7.4	0.062	20.7	0.11	5.4	26.1	68.2
标准值	6.5~7.5	≤0.30	≤300	≤0.50	≤30	≤100	≤200
单因子指数	—	0.207	0.069	0.22	0.18	0.261	0.341
内梅罗指数				0.201			

由表3和表4可见,地下水各项指标均符合相应标准,因此项目所在地地下水环境质量满足相应功能要求。土壤中各单因子指数均小于1.0,没有超过标准值;内梅罗指数为0.201,小于0.7,表明该地块土壤,没有风险危害。

3.2 特征污染物的监测分析结果

铜、砷、氰化物和挥发酚等污染物为原化工厂的特征污染物,因此对这些物质进行重点分析评价,其中土壤中砷和铜对照《土壤环境质量标准》中二级标准进行评价,氰化物和挥发酚由于没有相关标准,以对照点位(龙冈中学)为基准进行评价,评价结果见表5。

由表5可知:项目所在地土壤铜和砷的监测值均低于标准值,单因子评价指数小于1,因此土壤

环境质量符合《土壤环境质量标准》中二级标准;铜和砷的内梅罗指数分别为0.212和0.448,均小于0.7,说明该地块土壤是清洁的,无需进行土壤修复和处理。

项目所在地土壤pH偏酸性,氰化物未检出;监测点各层土壤的挥发酚均高于对照点(龙冈中学)相对应层土壤的挥发酚监测值,同时还可看出,土壤表层的挥发酚低于距地表0.5m和1m土壤中挥发酚的监测值;对照《工业企业土壤环境质量风险评价基准》(HJ/T 25-1999),挥发酚的监测值均低于该标准中的土壤基准_{直接接触}(1 000 000 mg/kg)和土壤基准_{迁移至地下水}(176 000 mg/kg),所以没有环境污染风险。

(下转第60页)

把分析空白值降至可以忽略不计的程度,同时在分析过程中作空白的平行测定,以监视分析过程。若分析空白值明显的超过正常值,则表明本次分析测定过程有严重的沾污,平行样品的测定结果不可靠。

因此,在实际分析过程中要注意以上这些影响因素,避免测定值出现偏差,从而影响到空白值,进而影响最终测定结果。

[参考文献]

[1] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和

废水监测分析方法[M]. 第4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 29.

[2] 王毛兰, 胡春华, 周文斌. 碱性过硫酸钾法测定水质总氮的影响因素[J]. 光谱实验室, 2006, 23(5): 1046-1049.

[3] 任妍冰, 曹雷. 碱性过硫酸钾紫外光度法测定水中总氮时影响空白值的因素[J]. 江苏环境科技, 2008, 21(6): 48-50.

[4] 李婷婷, 李丽. 氯化氢(硫氰酸汞分光光度法)测定中若干问题探讨[J]. 环境科技, 2009, 22(2): 45-47.

[5] 李丽, 李婷婷. 浅谈测定地表水中挥发酚常遇问题[J]. 江苏环境科技, 2008, 21(6): 45-47.

(上接第 51 页)

表 5 土壤特征污染物风险评价

编号	pH	Cu		单因子 指数	砷		单因子 指数	氰化物 $/(mg \cdot kg^{-1})$	挥发酚 $/(mg \cdot kg^{-1})$
		$/(mg \cdot kg^{-1})$	标准值 $/(mg \cdot kg^{-1})$		$/(mg \cdot kg^{-1})$	标准值 $/(mg \cdot kg^{-1})$			
T1-1	6.42	15.23	50	0.305	21.2	40	0.53	NA	1.51
T1-2	6.34	11.01	50	0.220	19.8	40	0.495	NA	3.35
T1-3	6.17	12.84	50	0.257	21.6	40	0.540	NA	3.23
T2-1	6.77	3.67	100	0.037	19.2	30	0.640	NA	2.49
T2-2	6.23	3.67	50	0.073	19.8	40	0.495	NA	3.16
T2-3	6.14	2.75	50	0.055	22.1	40	0.553	NA	3.28
T3-1	6.86	13.76	100	0.138	21.0	30	0.700	NA	1.20
T3-2	6.52	9.17	100	0.092	19.9	30	0.663	NA	1.98
T3-3	6.13	13.39	50	0.268	20.8	40	0.520	NA	1.78
T4-1	6.15	7.34	50	0.147	20.8	40	0.520	NA	2.14
T4-2	6.18	4.59	50	0.092	18.7	40	0.468	NA	2.55
T4-3	6.22	3.67	50	0.073	19.8	40	0.495	NA	2.89
T5-1	4.68	18.72	50	0.374	24.2	40	0.605	NA	1.01
T5-2	4.78	3.67	50	0.073	22.6	40	0.565	NA	0.94
T5-3	4.89	19.36	50	0.387	23.8	40	0.595	NA	1.56
内梅罗指数			0.212			0.448			

4 结 论

根据监测结果,项目所在地土壤重金属监测值均低于《土壤环境质量标准》中二级标准值,氰化物未检出,单因子指数均小于 1.0,内梅罗指数均小于 0.7,说明该地块是清洁安全的;表层土壤的挥发酚含量低于距地表 0.5 m 和 1 m 土壤中挥发酚的监测值且均低于相关标准值。因此,项目所在地不需要进行土壤修复和处置。

[参考文献]

[1] 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: 111-113.

[2] 范拴喜,甘卓亭,李美娟,等. 土壤重金属污染评价方法进展

[J]. 中国农学通报, 2010, 26(17): 310-315.

[3] 刘庆,王静,史衍玺,等. 浙江省慈溪市农田土壤重金属污染初步研究[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(2): 639-644.

[4] 刘衍君,汤庆新,白振华,等. 基于地质累积与内梅罗指数的耕地重金属污染研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(20): 174-178.

[5] 窦磊,周永章,王旭日,等. 针对土壤重金属污染评价的模糊数学模型的改进及应用[J]. 土壤通报, 2007, 38: 101-105.

[6] 周启星. 污染土壤修复原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 516-552.

[7] 姜林,王岩. 场地环境评价指南[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.