

粤港澳大湾区某仓储地块 土壤和地下水中铅污染特征分析

Characterization of Soil and groundwater lead in a warehouse plot in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

聂珊珊 章生卫 卢俊安 陈怡君 (广州市环境保护科学研究所, 广东 广州 510620)

Nie Shanshan Zhang Shengwei Lu Jun an Chen Yijun (Guangzhou Research Institute
of Environmental Protection, Guangdong Guangzhou 510620)

摘要: 为了探讨回填土造成的铅污染地块特征分析, 以粤港澳大湾区某仓储地块为研究对象, 对土壤和地下水铅的污染状况进行调查分析, 并按建设用地第二类用地土壤风险筛选值及《地下水质量标准》IV类标准限值进行评价。结果表明: 研究区内土壤铅含量超过第二类风险筛选值, 且下层土壤土壤较高于表层, 表明地块土壤质量受到含铅回填污染土的影响; 地下水未超标, 表明土壤中铅污染未对地下水造成影响。基于上述污染特征分析, 提出了加强回填土来源追溯, 对源头不清晰的回填土开展土壤污染状况调查等环境管理要求。

关键词: 铅污染; 土壤和地下水; 污染特征

Abstract: In order to explore the characteristics of lead-contaminated plots caused by backfill soil, a storage plot in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area was taken as the research object to investigate and analyze the lead pollution status of soil and groundwater, and evaluated according to the soil risk screening value of the second type of land for construction land and the IV standard limit of 'Groundwater Quality Standard'. The results showed that the soil lead content in the study area exceeded the second risk screening value, and the soil lead content in the lower layer was higher than that in the surface layer, indicating that the soil quality was affected by lead-containing backfill contaminated soil. The groundwater did not exceed the standard, indicating that lead pollution in soil did not affect groundwater. Based on the above analysis of pollution characteristics, environmental management requirements such as strengthening the source tracing of backfill soil and carrying out soil pollution investigation on backfill soil with unclear source were put forward.

Key words: lead pollution ; soil and groundwater ; pollution characteristics

铅是自然界中广泛存在的化学元素, 土壤中铅污染来源于地质作用形成的自然源和人类经济生产活动的输入源。国内外大量资料证实, 铅是一种易在体内积蓄的重金属元素, 体内血铅水平达到一定程度, 铅将对人体多个系统产生损害, 会出现精神障碍、噩梦、失眠、头痛等慢性中毒症状, 严重者有乏力、食欲不振、恶心、腹胀、腹痛、腹泻等症状^[1]。已有大量文

献或报道表明我国在工业化快速发展同时形成了较为严重的土壤和地下水污染^[2-3]。

基于此, 本文以粤港澳大湾区某仓储地块为研究区域, 获取了该区域的土壤和地下水铅污染浓度分布, 并采用第二类用地风险筛选值进行评价, 以期为此非生产输入性铅污染地块的调查工作和后续环境管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概述

研究对象为粤港澳大湾区某仓储地块，面积约 3 万 m²，地势平整，区域性土壤类型为水稻田土，土层自上而下主要为素填土、粉质粘土和淤泥质土，地下水类型属于孔隙水，主要赋存于素填土层、粉质粘土及淤泥质土中，水位随季节的变化而起伏，主要受大气降雨补给，侧向径流及蒸发是其主要的排泄形式，地下水埋深度为 0.9~2.00m，整体流向大致为从东北流向西南。研究区 1994 年前为耕地，1994 年左右人工吹沙填土平整后空置，1998 年用于原木仓储使用至 2016 年闲置，由工业用地规划为商业用地。

1.2 初步调查采样

由于研究区域曾进行土方回填且回填的土壤来源不甚清晰，基于 HJ25.1-2019、HJ25.2-2019 等标准规范^[4-5]的要求，初步调查在研究区域内采用 40m×40m 系统网格布点法进行土壤监测点位布设，共布设了 17 个土壤点位（同时建设 4 口地下水监测井），布点图见图 1。基于不同的土层性质分层采样（分层深度为 0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3.5m、3.5~5.5m），共采集土壤样品 68 个，样品检测指标为重金属铅、砷、镉、汞、镍；采集地下水样品 4 个，样品检测指标为重金属铅。



图 1 初步调查采样点分布图

1.3 数据处理及评价

本研究中，主要使用 SPSS2.0 软件进行数据统计特征分析，使用 ArcGIS10.2 软件进行浓度插值分析，使用 Excel2019 进行数据的整理与计算，并采用 GB36600-

2018^[6] 中第二类用地风险筛选值（800mg/kg）评价土壤中重金属的环境质量，采用 GB/T14848-2017^[7] 中的 IV 类标准限值（0.1mg/L）评价地下水中铅的环境质量。

2 结果与讨论

2.1 研究区土壤中重金属（铅、砷、镉、汞、镍）监测结果评价

表 1 土壤中重金属监测结果统计

检测项目	检测样品量	平均值 / (mg·kg ⁻¹)	偏差	最小值 / (mg·kg ⁻¹)	最大值 / (mg·kg ⁻¹)	第二类用地筛选值 / (mg·kg ⁻¹)	变异系数
铅	68	321.63	335.05	40	1238	800	1.05
砷	68	5.81	7.68	0.942	51.4	60	1.32
镉	68	1.33	1.24	0.02	5.41	65	0.93
汞	68	0.03	0.02	0.006	0.098	38	0.64
镍	68	32.07	7.18	19.9	52.4	900	0.22

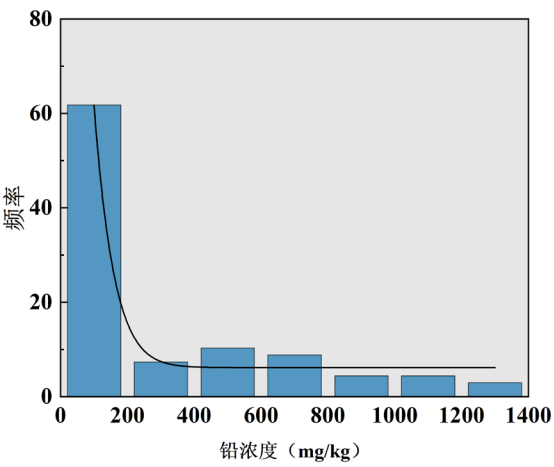


图 2 研究区内土壤中铅浓度频率分布直方图

将研究区内土壤中铅、砷、镉、汞、镍的污染浓度数据导入 SPSS22.0 中进行频率统计，描述性统计结果见表 1，土壤样品中铅、砷、镉、汞、镍的平均值分别为 321.63mg/kg、5.81mg/kg、1.33mg/kg、0.03mg/kg、32.07mg/kg。除汞外，铅、砷、镉、镍的平均值均高于广东省土壤铅背景值（36mg/kg）、砷背景值（10mg/kg）、镉背景值（0.037mg/kg）、镍背景值（18.2mg/kg）^[8]，其中铅、砷、镉、镍浓度高于背景值的样品占比分别为 100%、12%、97%、100%。

研究区所有土壤中铅和砷的变异系数均大于 1，属于强变异，说明研究区土壤中铅和砷浓度受到外界的影响较大，镉、汞和镍的变异系数分别为 0.93、0.64

和 0.22, 属于中等变异。

由铅检测浓度的频率分布图 2 可知, 铅有 8 个样品超筛, 最大检测浓度为 1238mg/kg。

2.2 研究区土壤中铅污染浓度分布特征

为进一步分析不同深度土壤中铅污染浓度分布情况, 采用 ArcGIS10.2 软件模拟不同深度土壤中铅污染浓度的分布情况见图 3。可以看出研究区土壤中的铅随着深度加深浓度变高, 浓度在 1.5~3.5m 达到最高, 深层土壤铅浓度高于表层 (0~0.5m) 土壤。表层土壤主要为素填土, 深层土壤主要为粉质黏土。结合研究区内污染土与非污染土 (原状土) 的表观性质判断, 污染土主要来源于外来的粉质黏土, 且主要分布在研究区中部以北区域。

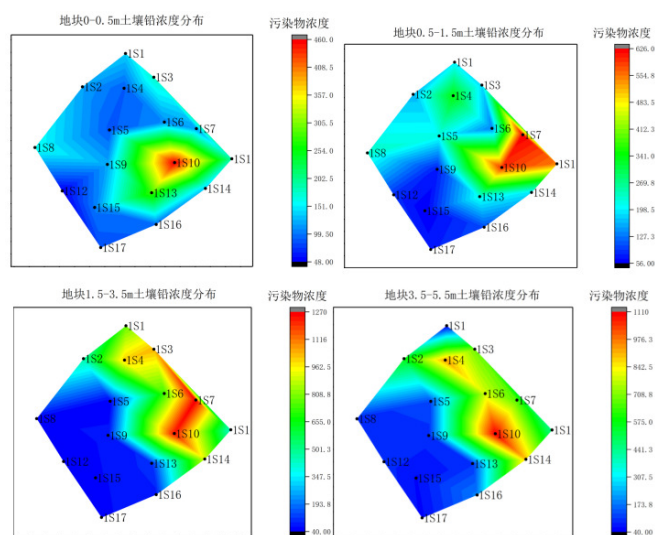


图 3 研究区土壤铅污染浓度分布图

2.3 研究区地下水中铅污染浓度分布特征

为分析研究区内土壤和地下水铅污染是否存在一致性。对研究区内 4 口监测井的水样进行铅检测, 4 口监测井均未检出铅, 地下水中铅未检出的原因主要是研究区地下水埋深较浅, 受到周边地表水侧向径流及蒸发影响较大; 珠江三角洲未明显污染土壤中重金属主要以残余态为主, 有效态 Pb 的比例较低^[9]; 粘土比砂土对重金属有更强的结合力, 使得被结合的重金属更难以解吸下来^[10]。

2.4 研究区铅污染成因分析

综上研究区土壤和地下水铅污染浓度分布情况, 铅污染较高浓度区域主要集中在研究区域中北部, 该区域为原是杂物房、变压器区域和原木仓储区。研究区域自 1994 年以来未进行生产, 用途仅作为原木仓

储, 不存在工业输入源头, 涉及的源头主要为来源不甚清晰的回填土。

3 结论与建议

①研究区域的土壤中铅含量超过第二类用地土壤污染风险筛选值, 土壤中铅浓度受到外界的影响较大, 且深层黏土层中铅含量高于表层素填土层;

②研究区地下水铅浓度未超过 GB/T14848-2017 中的 IV 类标准限值 (0.1mg/L), 地下水中铅未受到铅污染土壤的影响;

③针对回填土的后续管理, 在土地开发流转过程中, 通过加强对地块内回填土来源追溯, 有条件下开展回填土土壤污染状况调查, 尽可能减少地块后续开发利用过程中存在的健康风险和环境风险。

参考文献:

- [1] 张园, 刘寒, 单标, 等. 铅污染场地的人类健康风险评估本地化模型研究 [J]. 山东农业大学学报 (自然科学版), 2014, 45(3): 443-448.
- [2] 骆永明, 滕应. 中国土壤污染与修复科技研究进展和展望 [J]. 土壤学报, 2020, 57(05): 1137-1142.
- [3] 谭海剑, 黄祖照, 宋清梅, 等. 粤港澳大湾区典型城市遗留地块土壤污染特征研究 [J]. 环境科学研究, 2021, 34(04): 976-986.
- [4] HJ 25.1-2019. 建设用地土壤污染状况调查技术导则 [S]. 环境保护部, 2019.
- [5] HJ 25.2-2019. 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则 [S]. 环境保护部, 2019.
- [6] GB 36600-2018. 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准 (试行) [S]. 环境保护部, 2018.
- [7] GB/T 14848-2017. 地下水质量标准 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国化工贸易, 2017.
- [8] 中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [9] 方利平, 章明奎, 陈美娜, 等. 长三角和珠三角农业土壤中铅、铜、镉的化学形态与转化 [J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(4): 3941.
- [10] 刘云国, 黄宝荣, 练湘津, 等. 土壤化学萃取修复技术影响因素分析 [J]. 湖南大学学报, 2005, 32(1): 95-98.

作者简介:

聂珊珊 (1989-), 女, 江西吉安人, 工程师, 硕士, 2014 年毕业于中山大学, 现从事土壤与地下水调查评估及管控研究工作。