

冶炼厂渣场周边农田土壤中铜镉的分布特征研究

刘 鹏^{1,2}, 林玉锁², 贺 静^{1,2}, 张孝飞², 冯艳红², 徐 建²

(1.南京农业大学资源与环境学院, 江苏 南京 210095; 2.环境保护部南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042)

摘 要:通过现场采样及室内测定,调查了某铜冶炼厂的废渣堆放对周边农田土壤的重金属污染状况,分别对调查区土壤中重金属的污染特征、铜和镉的土壤表层富集系数和淋失比率、土壤中重金属可提取态含量及形态进行了研究。结果表明,该调查区土壤中以铜和镉重金属污染为主。镉元素已经较明显地向下迁移,污染深度范围 0~40 cm,镉在土壤中分布特征与镉易于被水淋溶和在土壤中的形态以交换态为主有关;调查区土壤中的铜主要富集于表层土壤中(0~20 cm),这与土壤中的铜不易被水淋溶发生迁移和在土壤中形态主要以非交换态为主有关。由此可见,受重金属污染农田土壤中镉存在较大的环境风险。

关键词:表层富集;淋溶;淋失比率;pH 值

中图分类号:X53 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2043(2009)07-1397-07

Distribution Characterization of Cu and Cd in Surrounding Agricultural Soil of A Waste Dumping Site at A Copper Smelter

LIU Peng^{1,2}, LIN Yu-suo², HE Jing^{1,2}

中黑线所围的区域为受到污染的农田土壤。调查时,沿渣场大坝下游由近及远,大致按照“近密远稀”的原则布置了 8 个采样点。在每个采样点用不锈钢土钻分别采集表层(0~20 cm)、亚表层(20~40 cm)、下层(40~60 cm)土样,所采集土壤样品用聚乙烯塑封袋盛装,在室内自然风干,过 60 目筛备用。

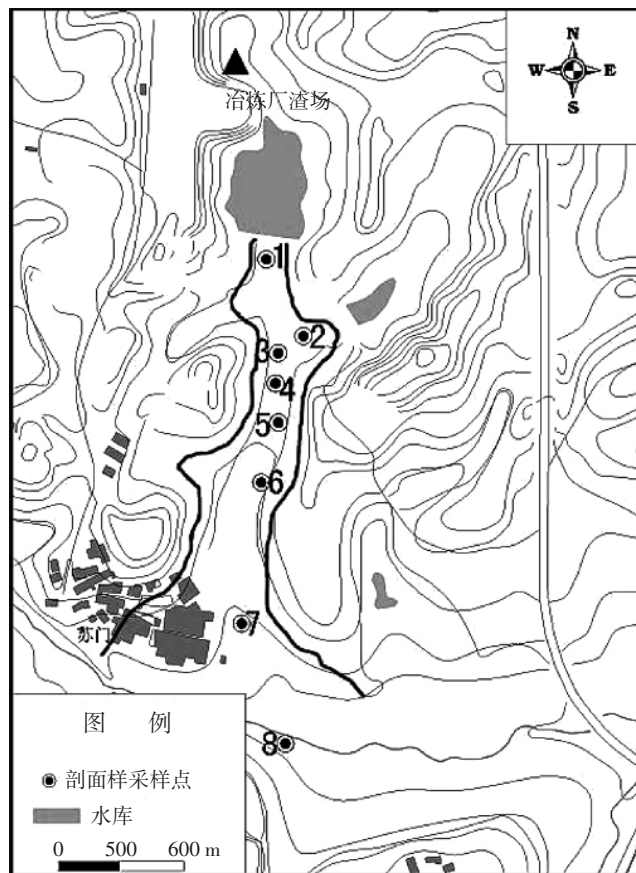


图 1 调查区域示意图

Figure 1 The sketch map of the sampling sites in the investigating area

1.2 土壤基本性质

该区域地质基础属白垩系的红砂岩,上部为第四系土壤层,下部为白垩系的砂页岩(包括沙岩、粉沙岩和沙质砾石等)。区域土壤类型主要为红壤型水稻土,主要特征是通体棕红或黄红,呈酸性或强酸性,有机质含量不高,仅含 1% 左右。水稻土为该调查区的主要耕作土壤,土壤偏酸性,土壤 pH 值范围一般在 4.3~6.5

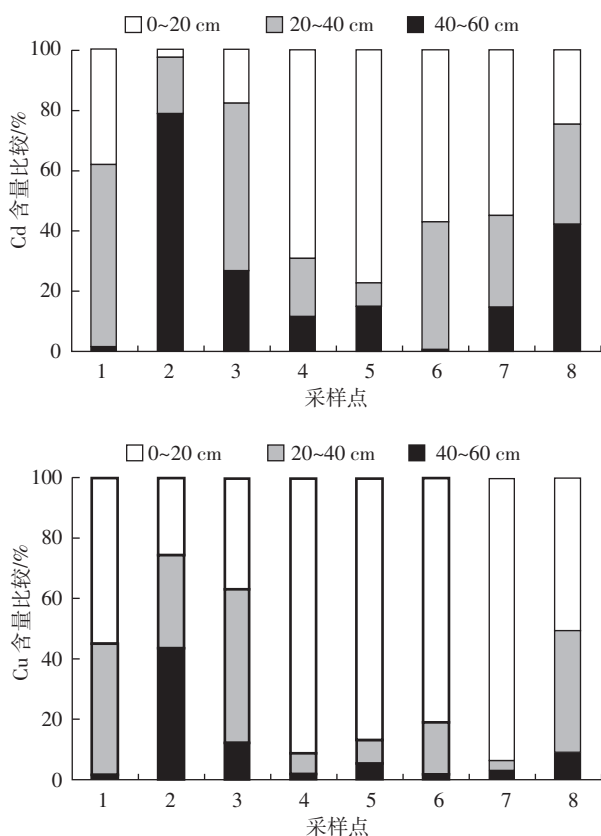
表 2。由表 2 可见,靠近渣场大坝(1 号采样点)重金属污染最为严重,靠近运渣道路旁(6 号采样点)土壤也有较重的污染,其余各采样点土壤中重金属呈现不同程度的污染。对照 HJ332—2006《食用农产品产地土壤环境质量评价标准》(Cd:0.3 mg·kg⁻¹、As:30 mg·kg⁻¹、Pb:80 mg·kg⁻¹、Cu:50 mg·kg⁻¹、Zn:200 mg·kg⁻¹、Cr:250 mg·kg⁻¹、Ni:40 mg·kg⁻¹), As、Cr、Ni、Pb 和 Zn 5 种元素均未超出土壤环境评价标准规定值,其含量接近

表 2 土壤样品中重金属含量测定结果

Table 2 The heavy metal concentrations of the soil samples of the investigating area

样点 编号	采样深 度/cm	As/ mg·kg ⁻¹	Cd/ mg·kg ⁻¹	Cr/ mg·kg ⁻¹	Cu/ mg·kg ⁻¹	Ni/ mg·kg ⁻¹	Pb/ mg·kg ⁻¹	Zn/ mg·kg ⁻¹
1	0~20	489	56	83.1	1 950	115	701	1 270
	20~40	658	88.1	41.9	1 570	219	465	944

表层土壤中的含量比例高达 80%~95%，均未出现明显的向下迁移。从图 2 中还可以看出，镉向下迁移现象比铜明显。



$$w_{wc} = \frac{M_{i-1} - C}{(M_i - C) + (M_{i-1} - C)} \quad (2)$$

式(2)中: w_{wc} 为 i 层中某元素的淋失比率; M_{i-1} 为 $i-1$ 层中某元素的含量; M_i 为 i 层中某元素的含量; C 为该元素的背景含量。

采用重金属淋失比率公式(2),计算各采样点铜和镉的淋失比率,结果见表 6。

表 6 铜和镉在土壤中的淋失比率

Table 6 The leaching loss ratio of the copper and cadmium in the soil

采样点	$w_{wc}-Cd$	$w_{wc}-Cu$	铜、镉 w_{wc} 均值	pH
1	0.612	0.446	0.529	6.2
2	0.889	0.216	0.552	5
3	1.118	0.592	0.855	5.0
4	0.127	0.051	0.089	4.9
5				

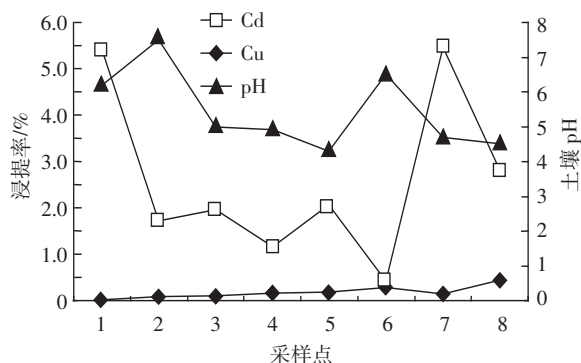


图3 土样中重金属的水浸提率与 pH 的关系

Figure 3 The relationship between the water extrat ratios of the heavy metals and the pH values of the soil samples

表 10 土样中 Cu 与 Cd 的盐酸浸提率(%)

Table 10 The HCl(0.1 mol·L⁻¹)extract ratio of the copper and cadmium in the soil samples(%)

采样点	Cu	Cd	pH
1	31.79	27.14	6.2
2	50.00	42.50	7.5
3	42.28	70.00	5
4	7.72	24.32	4.9
5	20.00	40.48	4.3
6	33.		

- [2] 许晓春, 王 军, 李 援, 等. 安徽铜陵林冲尾矿库重金属元素分布与迁移及其环境影响[J]. 岩石矿物学志, 2003, 22(4): 433-436.
XU Xiao-chun, WANG Jun, LI Yuan, et al. The distribution and migration of heavy metal elements of Linchong tailings reservoir in Tongling, Anhui Province, and their environment effects[J]. *Acta Petrologica et mineralogical*, 2003, 22(4): 433-436.
- [3] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 106-109.
LU Ru-kun. The agricultural chemical analyse methods of the soil[M]. Beijing: China Agricultural Sciencetech Press, 2000: 106-109.
- [4] Tessier A, Campbell P G C, Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals[J]. *Anal Chem*, 1979, 51: 844-851.
- [5] 刘 俐, 高新华, 宋存义, 等. 土壤中镉的赋存行为及迁移转化规律研究进展[J]. 能源环境保护, 2006, 20(2): 6-9.
LIU Li, GAO Xin-hua, SONG Cun-yi, et al. Progress in the study of cadmium occurrence and transportation in soils[J]. *Energy Environmental Protection*, 2006, 20(2): 6-9.
- [6] 郭跃品, 吴国爱, 付杨荣, 等. 海南省胡椒种植基地土壤中重金属元素污染评价[J]. 地质科技情报, 2007, 26(4): 92-94.
GUO Yue-pin, WU Guo-ai, FU Yang-rong et al. Evaluation of heavy metal pollution of soil in pepper fields in Hainan Province[J]. *Geological Science and Technology Information*, 2007, 26(4): 92-94.
- [7] 段永惠. 污水灌区汞、镉在土壤中的纵向迁移及影响因素研究[J]. 环境保护, 2004, 12: 35-37.
DUAN Yong-hui. Distribution and affecting factors of mercury and cadmium in soil profiles of sewage irrigation area[J]. *Environmental Protection*, 2004,