

· 环境污染及其控制原理与技术 ·

改进的地累积指数法在黔西南土壤铊污染评价中的应用

贾彦龙^{1,2}, 肖唐付¹, 宁增平¹, 杨菲^{1,2}, 姜涛^{1,2}, 刘意章^{1,2}

1. 中国科学院 地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039

在黔西南滥木厂含铊硫化物矿化区, 由于铊在土壤等表生环境中的扩散, 对矿区周围居民的健康构成了严重威胁。本研究采集黔西南滥木厂不同区域(矿业区、基土区、未扰动自然区和背景区)土壤, 分别采用水淋滤、弱酸提取 Tl 的生物有效态含量, HF 和浓 HNO₃ 联合消解提取总 Tl; 并用等离子体质谱仪(ICP-MS, 美国 PerkinElmer 公司 ELAN DRC-e 型)测试 Tl 含量。尝试采用改进的地累积指数法(公式 1)对黔西南滥木厂 Tl 污染程度进行评价。

土壤中元素 i 改进地累积指数 $I_{geo,i}$ 的计算公式为

$$I_{geo,i} = \log_2 [C_i / (k B_i)] \quad (1)$$

式中, C_i 为元素 i 在土壤中不同形态的含量; B_i 为地球化学背景区元素 i 不同形态的含量; k 为考虑各地岩石差异可能会引起背景值的变动而取的系数, 用来表征沉积特征、岩石地质及其他影响, 一般取值为 1.5, 本文采用 $k = C.V + 1$, 其中 $C.V$ 为地球化学背景区元素 i 不同形态含量的变异系数(表 1)。

表 1 土壤生物有效态和总 Tl 平均含量及变异系数

采样区域	生物有效态 Tl (mg/kg)	$C.V$	总 Tl (mg/kg)	$C.V$
矿业区	1.83	0.97	106.8	0.39
基土区	1.39	0.74	49.3	0.39
未扰动自然区	0.20	0.74	7.4	0.52
背景区	0.03	-	0.7	0.36

-表示无此数据; $C.V$ 表示变异系数。

以未扰动自然区平均值为地球化学背景值的地累积指数法评价结果表明矿业区为 Tl 偏重污染, 基土区为 Tl 中度污染; 而以背景区平均值为地球化学背景值的计算结果表明矿业区和基土区都为 Tl 极重污染。可看出研究区 Tl 污染严重, 同时, 元素地球化学背景值的选取直接影响评价结果, 对元素地球化学背景值选择的科学性应引起关注。通常情况下, 土壤中生物有效态 Tl 具有极强的迁移性, 易被植物体(农作物)吸收进入食物链, 生态风险大。因此采用生物有效态 Tl 评估土壤 Tl 污染程度更能

反映真实的土壤环境状况和生态环境效应。利用水淋滤和弱酸提取 Tl 定义的“生物有效态”Tl 评估发现, 由于研究区土壤中 Tl 的生物有效态含量极低, 使得利用生物有效态 Tl 地累积指数法评价污染程度要低于总 Tl 的评价结果(表 2)。可见尽管土壤中总 Tl 含量很高, 但是由于生物有效态 Tl 含量很低, 使得研究区土壤的生态环境风险并没有“想象”中的那么高。这种差异表明相对于总 Tl 含量, 生物有效性 Tl 能更好的评价矿物土壤真实的 Tl 污染程度, 反映实际的生态风险。

表 2 土壤不同形态 Tl 的 $I_{geo,i}$ 值

采样区域	$I_{geo,i}$ (A1)	污染类型	$I_{geo,i}$ (A2)	污染类型	$I_{geo,i}$ (B1)	污染类型	$I_{geo,i}$ (B2)	污染类型
矿业区	2.41	中度	3.25	偏重	5.30	极重	6.81	极重
基土区	2.02	中度	2.13	中度	4.90	重度	5.69	极重

A 表示公式 1 中 B_i 为未扰动自然区平均值; B 表示表示公式 1 中 B_i 为背景区平均值; 1、2 表示公式 1 中 C_i , B_i 分别取土壤 Tl 的不同形态含量, 依次为生物有效态 Tl 和总 Tl