

广东某大城市汞污染特征

叶伟何 赖启宏

(广东省佛山地质局 广东 佛山 528000)

摘 要 : 广东某大城市的汞污染 , 在空间分布上与人口聚居、工厂密集的地方有关 , 在土壤纵向上地表含量高 , 往下变低。Hg 不同相态的含量与环境物质(有机质、土壤粒度、pH 值) 也存在一定的联系。土壤 Hg 含量高 , 还导致大气中 Hg 浓度增大。

关键词 汞污染 生物有效性 广东省

中图分类号 : P632 文献标识码 : A 文章编号 : 1000 - 8918(2006) 05 - 0460 - 03

广东随着经济的高速发展 , 环境污染越来越严重。某经济发达地区工厂对水质的污染 , 已导致鱼塘鱼类大量死亡 , 类似事故在报纸上时有报道。环境污染不仅影响动、植物 , 同时也严重威胁到人类 , 对污染的研究和治理已刻不容缓。

根据对广东某地区约 2 600 km² 进行网格采样 (采样密度 1 个样品 / km²) , 圈出 Hg 异常后 , 对 Hg 异常区(污染区) 进一步调查研究 , 认为 Hg 污染在空间上(横向和竖向) 有一定的规律 , Hg 在土壤中的污染程度与大气中的浓度存在正相关关系。

1 汞污染的形成

Hg 污染区的分布与人类活动有密切关系 , Hg 污染区主要分布在人口密集区和工厂聚集地。Hg 进入土壤后 , 有 95% 的 Hg 能迅速被土壤中的黏土矿物和有机质吸附而固定下来。土壤吸附 Hg 一般累积在土壤表层 , 并随土壤的深度增加而递减。Hg 高含量分布与地质背景关系不大 , 其含量变化与沉积层位关系不密切。

在某重度污染区 , 地表土壤 Hg 含量基本上达到重度污染(表 1^①) , 从地表往下 Hg 含量逐渐降低 , 污染程度呈重度→中度→轻度污染变化(图 1)。

污染区土壤中存在着自然辰砂矿物 , 辰砂矿物结晶状况较好 , 多呈棱角状 , 猩红色。土壤垂直剖面

表 1 土壤汞重度污染区含量变化幅度

层位	全量平均值(ng / g)	平均变化幅度 / %
表层	5042	44. 93
中层	2688	61. 57
底部	1133	

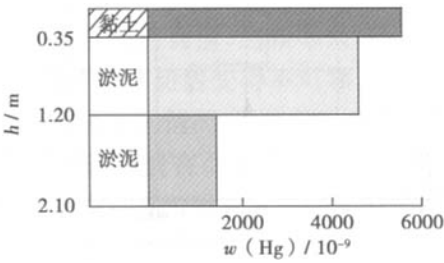


图 1 不同深度汞含量变化

上辰砂的产出部位与土壤 Hg 异常的分布范围基本一致。

2 汞的生物有效性

土壤中 Hg 按其化学形态可分为金属汞 , 无机化合态汞和有机化合态汞。Hg 与其他金属元素不同 , 在正常的土壤 pH 和 E_h 范围内 , 能以零价状况存在。

Hg 的水溶相、离子交换相、有机结合相、硫化物相、铁锰氧化物相的含量比例 , 在地表中平均为 10: 1: 26: 577: 1 ; 在地下水位上下为 20: 1: 18: 681: 1 , 在底部为 20: 1: 12: 626: 3。对 Hg 相态的百分含量与土壤 pH、有机质和粒度的关系进行以下分析。

2.1 汞相态百分含量与 pH 的关系

考虑到 Hg 与 pH 的特征 , 将样品分为浅层和深层 2 组进行讨论。

2.1.1 浅层(0 ~ 35 cm)

(1) 水溶相百分含量随 pH 的升高有逐渐升高的趋势 , 其中 pH = 6. 5 ~ 7. 5 时 , 水溶相百分含量最

① 叶伟何 赖启宏 林杰藩 , 等. 广东珠江三角洲多目标调查. 广东省地质调查院 2000.

高,随后略有下降。

(2)交换相百分含量呈“两头高、中间低”的特征,即从 $\text{pH}=4.73$ 开始,其百分含量逐渐降低,至 $6.35 \sim 6.41$ 时降至最低,随后逐渐升高。

(3)有机相百分含量变化与交换相相似。当 $\text{pH}=6.38 \sim 6.71$ 时,其值降至最低,随后逐渐升高。

(4)硫化物相百分含量随 pH 的变化不大,虽然起伏很大,但处于无序状态,变化趋势线总体呈一水平线。

(5)铁锰氧化物相与硫化物相相似,虽然局部起伏很大,但总体变化不明显。

2.1.2 深层($>35\text{ cm}$)

(1)水溶相百分含量与浅层相似,随 pH 的升高有轻微升高的趋势。在 $\text{pH}=6.38 \sim 7.71$ 时,其百分含量较高,其后有轻微降低的趋势。

(2)交换相百分含量随 pH 的升高,总的有轻微降低的趋势,其中 $\text{pH}=4.69 \sim 6.84$ 和 $7.49 \sim 7.58$ 时,其百分含量相对较高,在 $6.84 \sim 7.49$ 时,相对较低。

(3)有机相百分含量随 pH 的变化特征与交换相相似。

(4)硫化物相百分含量在 $\text{pH}=6.38 \sim 7.66$ 时较高,往两头轻微变低。

(5)铁锰氧化物相百分含量随 pH 升高有降低的趋势,在 $\text{pH}=4.69 \sim 6.89$ 时稍高,在 $\text{pH}=7.72 \sim 8.06$ 时较低,并趋于稳定。

2.2 汞相态百分含量与有机质含量的关系

分为浅层和深层 2 组进行讨论。

2.2.1 浅层($0 \sim 35\text{ cm}$)

(1)水溶相百分含量与有机质含量关系不明显,虽然随有机质含量的变化,其百分含量局部起伏很大,但总的趋势线呈水平直线。

(2)交换相、有机相百分含量随有机质的增加有所增加。

(3)硫化物相百分含量随有机质的增加起伏较大,时高时低,总的趋势呈微升状态。

(4)铁锰氧化物相百分含量随有机质的增加有降低的趋势,其中,有机质含量为 $1.37 \sim 1.75$ 和 $2.36 \sim 2.40$ 时,铁锰氧化物相百分含量相对较高。

2.2.2 深层($35 \sim 210\text{ cm}$)

(1)水溶相百分含量与有机质含量在 $0.38\% \sim 0.60\%$ 时较低,大于 0.60% 后较高,有机质含量大于 0.60% 时变化不大,大于 1.91% 时水溶相百分含量逐渐略有降低。

(2)交换相百分含量在有机相百分含量为

$0.30\% \sim 1.78\%$ 时呈逐渐降低的趋势,在含量为 $1.78\% \sim 2.27\%$ 时呈较平缓的低位;在 $2.27\% \sim 4.22\%$ 时百分含量升高。

(3)有机相百分含量随有机质的变化与交换相相似。

(4)硫化物相百分含量在有机质含量为 $0.38\% \sim 1.21\%$ 时变化较大,大于 1.21% 后较平稳,总趋势线呈近水平直线。

(5)铁锰氧化物相百分含量总的变化趋势线随有机质含量的升高而降低,其中,在有机质含量为 $0.38\% \sim 1.62\%$ 时起伏较大,后段波动较小。

2.3 汞相态百分含量与土壤粒度的关系

2.3.1 $0.1 \sim 0.075\text{ mm}$ 粒级土壤

(1)水溶相百分含量与该粒级的比例关系不大,水溶相百分含量的变化趋势为近水平的直线。

(2)交换相百分含量随该粒级的含量变化趋势线总体也呈近水平直线,但在 $0.4\% \sim 0.6\%$ 的含量区间其百分含量高值点较多,在 $0.6\% \sim 1.3\%$ 出现低值点较多。

(3)有机质百分含量随该粒级的含量变化总的趋势为近水平的直线。其中在 $0.2\% \sim 0.4\%$ 含量段其百分含量较低,在 $0.4\% \sim 0.6\%$ 含量段较高,之后大致在平均水平中。

(4)硫化物相百分含量随该粒级的含量增高,呈“中间低,两头高”的特点,即其百分含量在 $0.1\% \sim 0.4\%$ 含量段中较高,在 $0.4\% \sim 1.1\%$ 含量段中较低,在 $1.1\% \sim 9.7\%$ 含量段中有所升高, $9.7\% \sim 15\%$ 含量段时急剧上升数倍。

(5)铁锰氧化物相百分含量在该粒级的含量为 $0.1\% \sim 3.9\%$ 时变化不大,在 $3.9\% \sim 4.0\%$ 中有 2 个高值点,之后又较平稳,总体变化不大。

2.3.2 $<0.075\text{ mm}$ 粒级土壤

(1)水溶相百分含量随该粒级的含量变化不明显,虽然呈跳跃式,但总的趋势线呈近水平直线。

(2)交换相百分含量随该粒级的含量变化趋势线总的也呈水平线,但其百分含量在 $51.5\% \sim 75\%$ 含量段时普遍稍高,在 $97.9\% \sim 99.1\%$ 含量段时高含量较多。

(3)有机相百分含量随该粒级的含量变化与交换相相似。

(4)硫化物相百分含量随该粒级的含量增高而呈“两头高,中间低”的变化趋势,其百分含量在 $51.5\% \sim 90.2\%$ 含量段高值点较多,在 $90.2 \sim 98.6\%$ 含量段时普遍较低,在 $98.6\% \sim 99.9\%$ 含量段时呈轻微逐渐增高的趋势。

(5)铁锰氧化物相百分含量在该粒级的含量变化不大,总体趋势线呈水平直线,其百分含量只在51.5%~90.2%含量段时高值点较多。

3 大气汞测量结果

汞有 Hg^0 、 Hg_2^{2+} 、 Hg^{2+} 价态,在汞的自然循环过程中,这3种形态可以相互转化。在大气环境中 Hg 主要以 Hg^0 的形式存在,占总量的90%以上。

土壤 Hg 含量与土壤气中 Hg 浓度间具有一定的正相关关系,即土壤 Hg 含量高,壤中气 Hg 的浓度也高。根据这一结果和 Hg 的自然循环过程推测,在土壤 Hg 含量高的地区,相应的大气 Hg 浓度也可能比较高。为了验证这一推测是否正确,进行了大气汞测量试验。

试验中将一定量的土壤样品(Hg 污染区和对照区)放入25 kg 塑料桶中(样品只占塑料桶底一小部分),密封保存一段时间后抽取桶内上部气体,测定其中的 Hg 浓度。供试样品 Hg 含量与试验结果见表2^①。从中可见,与 Hg 污染区土壤对应的模拟大

气中 Hg 浓度分别为 85 ng/m^3 、 75 ng/m^3 ,比对照区模拟大气中 Hg 浓度明显增高,增高的幅度分别为2.6、2.3 倍。由此看来,土壤 Hg 含量与大气中 Hg 的浓度具有一定的正相关关系,土壤 Hg 含量高的地区大气中相应的 Hg 浓度很可能也高。

4 小结

调查研究表明,该地区 Hg 的污染主要与人类活动有关,尤其是人口聚居、工厂密集区。从地表往下, Hg 含量有显著递减的变化趋势。

Hg 在不同相态中的分配,与 pH 值有关,其中在地表(0~35 cm),水溶相和有机相的百分含量随 pH 值的升高而升高,硫化物相和铁锰氧化物相受 pH 的影响不大; Hg 在不同相态中的分配,与土壤中有机的含量也有联系,在地表,交换相和有机相的百分含量随土壤中有机的增加而增加, Hg 在不同相态中的分配与土壤物质的粒度关系较复杂,规律性不明确。

汞在大气中主要以 Hg^0 形式存在,土壤 Hg_2^{2+} 、 Hg^{2+} 含量高,该区大气中 Hg^0 含量也高,两者呈显著的正相关。

参考文献:

[1] 李学杰. 广东大亚湾底质量重金属分布特征与环境质量评价[J]. 中国地质, 2000, 30(4).

MERCURY POLLUTION CHARACTERISTICS OF
A CERTAIN LARGE CITY IN GUANGDONG PROVINCE

YE Wei-he ,LAI Qi-hong

(Fushan Geological Bureau of Guangdong Province , Fushan 528000 ,China)

Abstract Mercury pollution in a certain large city of Guangdong Province is spatially related to dense population and crowded factories. In the longitudinal direction of the soil ,the pollution is heavy at the surface and becomes lower downward. The different phases of mercury are also somewhat related to environmental materials(organic matter ,grain sizes of soil and pH values). The high mercury contents lead to the high mercury concentration in the atmosphere.

Key words mercury pollution ;biological effectiveness ;Guangdong Province

作者简介:叶伟何(1962-),男,高级工程师,1982年毕业于中山大学地质系,从事区域地质矿产、区域地球化学探矿工作20多年。

① 叶伟何,赖启宏,林杰藩,等. 广东珠江三角洲多目标调查. 广东省地质调查院,2000.