

Hg, Pb Content Distribution of Traffic Police's Hair, Guilin, China

Jianping Qian¹, Li Zhang², Chenchao Li², Dong Huang²

¹ College of Earth Sciences, Guilin University of Technology, Guilin, China, 541004

² College of Environmental Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin, China, 541004

jpqian@163.com, #12 Jian'gan Road, Guilin, Guangxi, China

Abstract: 95 hair samples from traffic police and 110 hair samples from ordinary people for comparison were collected from six areas of Guilin, China and Hg, Pb were determined. The result shows that the heavier the traffic, the higher hair Hg, Pb contents of theirs. Hair Hg, Pb contents of traffic police is also increased with their working time. Hair Hg, Pb contents of traffic police outside office are higher than that in office. The average Hg content (1.340 $\mu\text{g/g}$) of traffic police's hair is 1.74 times as high as Chinese average value (0.77 $\mu\text{g/g}$), while the average Pb content (2.877 $\mu\text{g/g}$) is below the Chinese average value (6.60 $\mu\text{g/g}$). The use of unleaded petrol reduced the air Pb pollution, but Hg pollution still exists. Hg content (1.504 $\mu\text{g/g}$) in male's hair is higher than that (1.176 $\mu\text{g/g}$) in female's, while Pb content (2.852 $\mu\text{g/g}$) in male's hair is lower than that (2.902 $\mu\text{g/g}$) in female's.

Keywords: Hg; Pb; Hair; Traffic pollution; Guilin; AAS

桂林市交警头发 Hg、Pb 含量及分布研究

钱建平¹, 张 力², 李成超², 黄栋²

¹ 桂林理工大学地球科学学院, 桂林, 中国, 541004

² 桂林理工大学环境科学与工程学院, 桂林, 中国, 541004

jpqian@163.com, 广西桂林市建干路 12 号

摘 要: 对桂林市六个城区交通警察按年龄、工龄、工种和性别比例采集发样 95 件, 普通人群发样 110 件进行了发样 Hg、Pb 分布研究。结果表明, 车流量越大, 从事交警的职业年限越长, 交警发样的 Hg、Pb 含量越高。从事外勤工作交警发样 Hg、Pb 平均含量高于内勤工作交警。桂林市交警发样 Hg 平均含量为 1.340 $\mu\text{g/g}$, 是中国居民头发 Hg 平均值 (0.77 $\mu\text{g/g}$) 的 1.74 倍; 而 Pb 平均含量为 2.877 $\mu\text{g/g}$, 则低于中国居民头发 Pb 平均值 (6.60 $\mu\text{g/g}$)。无铅汽油的使用降低了大气中铅的污染, 但汞的污染依然存在。男性交警头发 Hg 平均含量为 1.504 $\mu\text{g/g}$, 高于女性交警平均含量 (1.176 $\mu\text{g/g}$), 而 Pb 的平均含量在 2.852 $\mu\text{g/g}$, 则低于女性交警发铅平均含量 (2.902 $\mu\text{g/g}$)。

关键词: 汞; 铅; 头发; 交通污染; 桂林; 原子吸收

1 引言

汞、铅是具有较长生物半衰期的强蓄积性元素。易在人体头发、血液和尿液中蓄积。比较而言, 人体头发中的微量元素含量是反映身体环境暴露和内部组织长时期内的平均水平; 而血液、尿液仅反映取样时短时期内的身体状况。因此, 对于间接暴露和长期暴

露监测、大规模流行病学调查、疾病筛选等头发分析均优于血液和尿液分析。而且头发取样方便, 易于保存、重复测定方便, 所以, 测定头发中的微量元素有更大的优点和意义。本次选择桂林市特征人群——交通警察作为研究对象, 试图通过测定他们头发中 Hg、Pb 含量, 了解汽车尾气 Hg、Pb 污染状况及对人体的影响。

2 实验部分

2.1 样品采集

基金项目: 广西环境工程与保护评价重点实验室资助桂科能 (0701Z011); 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资助项目 (SKLEG8009); 国家自然科学基金 (40563001); 广西自然科学基金 (桂财教【2008】36 号)

对桂林市各六个城区（象山、秀峰、叠彩、七星、雁山和机场路）交警大队警员分别取样，取样数量视辖区范围大小而定，样本的构成考虑研究对象的年龄、工龄、工种和性别比例。使用不锈钢剪刀，剪取枕部离发根 1-2cm 处 1-2 克头发，装入专用塑料袋中，并登记采样对象，包括姓名、性别、年龄、工龄、工种、生活习惯、区域和主要值勤地点等。共采集桂林市交警头发样品 95 件（男 75 件，女 20 件）。同时采集普通人群发样 110 件（男 78 件，女 32 件）作为对照样品。

2.2 样品处理

将采集的发样放入适量的、约 60℃ 的洗洁精溶液中浸泡 30 分钟后，用自来水冲洗 4-6 遍直至无泡沫为止，去除其表层油脂、灰尘及其它表面污染物，再用超纯水冲洗 2-3 遍。将洗净的发样用培养皿盛放于 50-60℃ 下干燥 1-2 个小时后，用干净的不锈钢剪刀剪成 1-3mm 的小段，用洁净的封口塑料袋密封保存，并贴上标签备用。

精确称取 0.2000g 备用发样，用微波消解仪（上海新仪微波化学科技有限公司）消解。其最佳消解体系为 4 mL HNO₃+1 mL H₂O₂，微波消解仪的工作条件

Table 1 Working conditions of Microwave Sample Preparation System

表 1 微波消解仪工作条件

工步	压力(MPa)	时间(min)	功率(W)
1	0.2	4	400
2	0.4	4	400
3	0.6	4	600
4	0.8	4	600
5	1.0	4	800

Table 3. Analysis results of the national standard substance

表 3. 国家标准物质分析结果

国家标准物质编号	元素	国家标准物质推荐值(μg/g)	测定次数与测定值(μg/g)					标准偏差	相对标准偏差(%)
			1	2	3	4	5		
GBW07601	Hg	0.36±0.08	0.371	0.352	0.362	0.368	0.376	0.0058	1.58
	Pb	8.8±1.1	8.412	8.631	8.960	9.168	9.087	0.0516	0.58

从表 3 中可以看出，测定值与推荐值颇为接近，

见表 1。

消解好的样液，以 5% HNO₃-0.05% K₂CrO₇ 溶液作为测定 Hg 的稀释液，以超纯水作为测定 Pb 的稀释液，分别定容到 10 mL，待测。

2.3 样品测试

测试仪器为美国 Perkin-Ehner 700 型原子吸收光谱仪。

2.3.1 Hg 的测定

采用流动注射-冷原子吸收光谱法测定样液中的 Hg。汞灯波长 253.7nm、狭缝宽度 0.7nm、灯电流 3mA；原子化温度为室温；进样量 500 μL；采用峰高测量，读数（积分）时间 20s；反应管长度 300mm（内径 1.0mm）；高纯氩气作载气，载气流速 70mL/min；载液流速 9.5mL/min；还原剂溶液流速 4.070mL/min。

2.3.2 Pb 的测定

用石墨炉原子吸收光谱法测定样液中的 Pb，选用 4% 的磷酸二氢铵作为基体改进剂。石墨炉的工作参数见表 2。

Table 2 Operating conditions of graphite furnace

表 2 石墨炉工作条件

步骤	干燥 1	干燥 2	灰化	原子化	清除
温度(℃)	100	140	700	1800	2600
时间(S)	25	30	30	5	5

2.4 分析结果的准确度

为了保证分析数据的可靠性，在测试每批样品的同时加入国家标准物质进行质量监控，其测定结果见表 3。

Hg、Pb 元素的测定标准偏差分别为 0.0058 和 0.0516，

其相对标准偏差分别为 1.58%和 0.58%，均小于 5%，符合准确度要求，所以测定结果可信。

3 结果

3.1 桂林市不同城区交警发样中 Hg、Pb 平均含

Table 4. Hg, Pb contents in traffic policemen's hair of different districts in Guilin

表 4. 桂林市不同城区交警发样 Hg、Pb 含量

城 区	交警数量 (人)	Hg			Pb		
		含量($\mu\text{g/g}$)	标准离差	变化系数	含量($\mu\text{g/g}$)	标准离差	变化系数
象山区	22	1.784	0.8926	0.5003	3.329	3.012	0.9048
叠彩区	18	1.499	0.6374	0.4252	3.059	2.710	0.8859
七星区	22	1.344	0.9625	0.7161	2.947	1.958	0.6644
秀峰区	16	1.336	0.7502	0.5615	2.697	1.121	0.4156
机场路	9	1.311	0.4228	0.3225	2.130	1.180	0.5539
雁山区	8	1.277	0.3086	0.2417	1.869	0.966	0.5168
总 计	95	1.340	0.7830	0.5326	2.877	2.004	0.7012

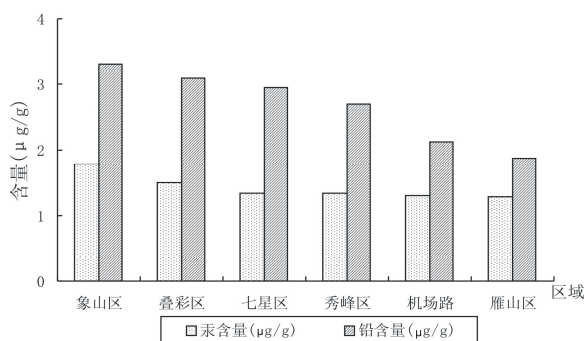


Fig.1 Hg, Pb contents in traffic policemen's hair of different districts in Guilin

图 1 桂林市不同城区交警发样 Hg、Pb 元素含量

由图 1 可见，由雁山区→机场路附近→秀峰区→七星区→叠彩区→象山区，交警发样 Hg、Pb 平均含量依次增高，且其标准离差和变化系数相应增大。不同城区交警发样中的 Hg、Pb 平均含量随车流量、人流密度增大而增大。其中交警发样 Hg、Pb 平均含量最高的象山区位于桂林市区南部，为市政府所在地，其是市内主要商业和交通中心，亦是桂林汽车站和桂林火车南站所在区域。交警发样 Hg、Pb 平均含量次高的叠彩区位于桂林市区北部，是桂林火车北站和八里街经济开发区所在地，亦是桂林机床厂等工厂的所在地。而机场路和雁山区是人流量和车流量较小的边缘城区。

量分析

对桂林市不同城区交警发样系统采集分析结果见表 4 和图 1。

3.2 桂林市不同工龄交警发样 Hg、Pb 平均含量

对桂林市不同工龄交警发样分析数据分组统计结果见图 2。

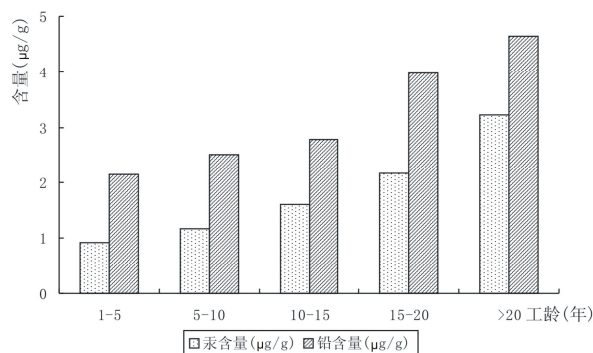


Fig.2 Hg,Pb contents in hair samples of different working ages of traffic policemen in Guilin

图 2 桂林市不同工龄交警发样 Hg、Pb 含量

由图 2 可见，交警发样 Hg、Pb 平均含量与交警的工作年限呈明显的正相关关系，相关系数分别为 0.969, 0.966，大于相关系数临界值。随着工作年限的增加，发样 Hg、Pb 含量相应地增高。如工龄>20 年的交警发样中的 Hg、Pb 分别为 3.213 $\mu\text{g/g}$ 和 4.649 $\mu\text{g/g}$ ，分别是工龄为 1-5 年（Hg0.912 $\mu\text{g/g}$ ，Pb2.150 $\mu\text{g/g}$ ）的 3.52 倍和 2.16 倍。

3.3 桂林市不同岗位交警发样 Hg、Pb 平均含量

对采样交警分内勤和外勤两大工种进行统计 (图 3), 外勤交警发样 Hg、Pb 平均含量分别为 $1.591\mu\text{g/g}$ 和 $3.073\mu\text{g/g}$, 明显高于内勤交警发样 Hg、Pb 平均含量 ($1.158\mu\text{g/g}$, $2.282\mu\text{g/g}$), 分别为其的 1.4 倍和 1.3 倍。

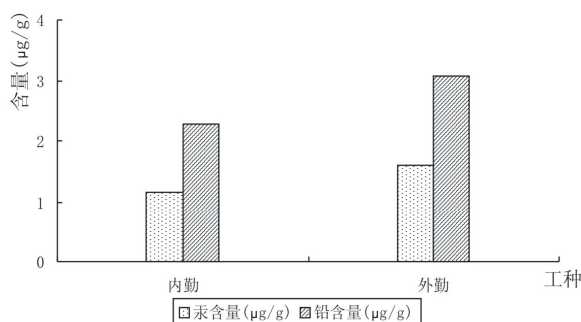


Fig.3 Hg, Pb contents in hair samples of different work types of traffic policeman in Guilin

图 3 桂林市不同工种交警发样中 Hg、Pb 含量

3.4 桂林市不同性别交警发样 Hg、Pb 平均含量

对不同性别的交警发样中 Hg、Pb 的分析结果进行统计 (图 4), 男性发样 Hg 平均含量为 $1.504\mu\text{g/g}$ 、Pb 平均含量为 $2.852\mu\text{g/g}$ 。男性发样 Hg 含量高于女性 ($1.176\mu\text{g/g}$); Pb 含量则低于女性 ($2.902\mu\text{g/g}$)。

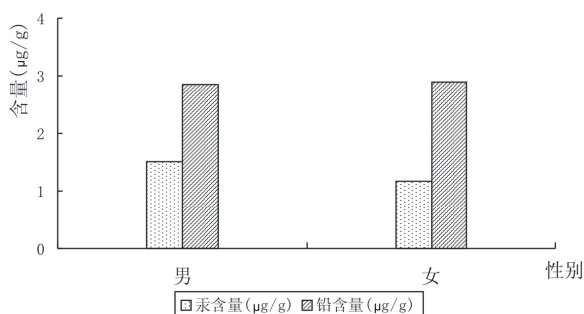


Fig.4 Hg, Pb contents in hair samples of different sexes of traffic policemen in Guilin

图 4 桂林市不同性别交警发样中 Hg、Pb 含量

4 讨论

车流量越大, 从事交警职业的年限越长, 交警发样的 Hg、Pb 含量越高。从事外勤工作交警发样 Hg、Pb 平均含量高于从事内勤工作人员。与普通人群发样 ($\text{Hg}1.083\mu\text{g/g}$, $\text{Pb}1.784\mu\text{g/g}$) 相比, 桂林市交警发样 ($\text{Hg}1.340\mu\text{g/g}$, $\text{Pb}2.877\mu\text{g/g}$) 分别是其 1.24 倍和 1.61 倍, 上述事实均表明汽车尾气 Hg、Pb 污染对人体中 Hg、Pb 的蓄积具有显著的影响。

与中国居民发样 ($\text{Hg}0.77\mu\text{g/g}$, $\text{Pb}6.60\mu\text{g/g}$) 相比, 桂林市交警发样 Hg 亦明显偏高 (1.74 倍), Pb 相对偏低。这可能与桂林市自 1999 年开始强制使用无铅汽油, 使大气中铅的浓度明显降低有关。上述事实也表明, 尽管无铅汽油的使用降低了汽车尾气铅的污染, 但汽车尾气汞的污染依然存在。本次对桂林市使用 0# 柴油机动车的排气管中尾气颗粒物进行了系统取样分析, 其汞含量可高达 $0.343\text{--}9.920\mu\text{g/g}$, 这进一步证实汽车尾气汞污染的存在。

男性交警发样 Hg 平均含量高于女性交警发样 27.9%, 其原因可能是: 一、男性从事外业工作较多, 受汽车尾气汞暴露时间长, 二、男、女个体生理差异所致。根据生物化学的理论, 汞与生物体内的巯基 (-SH) 有很强的亲和力, 能生成汞的硫化盐^[2]。人体内含-SH 最多的物质是蛋白质, 而男性体内蛋白质可占体重 (干重) 的 $40\%\pm$, 而女性体内蛋白质仅占体重的 $28\%\pm$ 。男性体内蛋白质所占比例明显高于女性, 这有利于体内汞的蓄积。

女性头发中的 Pb 平均含量高出男性头发中的 Pb 平均含量。据有关资料介绍, 空气中铅尘浓度在 1m 以下的地方比 1m 以上要高出 16 倍^[3], 而女性的平均身高低于男性, 使之吸入铅尘量相对大于男性。

References (参考文献)

- [1] Wang-K 1981 M. The date book of trace elements analysis in life sciences, chinese metrology publishing houses, Beijing. 王夔主编. 生命科学中的微量元素分析与数据手册, [M]. 北京: 中国计量科学出版社, 1981.1.
- [2] Tai-Z-H 1982 J. Metal-poisoning and detoxicating Chemistry. 6, 36-43. 邵子厚. 金属中毒和解毒[J]. 化学通报, 1982, (6):36-43.
- [3] Li-X-H 1985 J. The determanition of trace elements in hair of occupational exposure to lead. Chemical Industry Occupational Safety & Health (Industrial Thealth and Occupational Diseases). 17(3), 115-156. 李信鸿等. 职业 Pb 接触者头发微量元素含量测定, 化工劳动保护 (工业卫生与职业病分册), 1985, 17 (3) :115-156.