

长江口水中汞含量分析评价

吴俊杰 (上海城投原水有限公司, 上海 200125)

摘要 为了了解长江口水中汞污染情况, 2013年1~12月份逐月采集水样以原子荧光法测量其中汞的含量, 采用单因子污染指数法评估汞的污染水平。结果表明, 长江口水体中汞含量为0.05~0.16 μg/L, 平均值达0.09 μg/L, 且不同月份浓度变化较大, 呈现春夏高、秋冬低的季节变化特征; 以地表水Ⅲ类标准(0.1 μg/L)为评价标准, 单因子污染评价结果显示长江口汞污染全部高于清洁水平, 且有5个月处于污染程度, 表明长江口水体中汞含量存在潜在健康风险。

关键词 长江口; 地表水; 汞含量; 单因子评价

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)19-06339-02

Evaluation of Mercury Concentration in Yangtze River Estuary

WU Jun-jie (Shanghai Chengtou Raw Water Co. Ltd, Shanghai 200125)

Abstract In order to detect the mercury pollution of surface water in Yangtze River Estuary, the mercury concentrations of samples, collected from January to December in 2013, were determined by atomic fluorescence spectrophotometry (AFS), and the mercury contamination was evaluated by single factor evaluation. The results showed that the mercury contents were varied from 0.05 to 0.16 μg/L, and the average was 0.09 μg/L, the mercury concentration distribution displayed the characters as following: it had different value between months, and showed high concentration in spring and summer, low concentration in autumn and winter. Single factor evaluation indicated mercury pollution in water of Yangtze River Estuary was higher than clean level, and even 5 months' researched pollution states according to surface water III kind standard (0.01 μg/L), this phenomenon showed there exist potential health risk mercury pollution in water of Yangtze River Estuary.

Key words Yangtze River Estuary; Surface water; Mercury concentration; Single factor evaluation

汞是生物生长非必需的有毒重金属元素, 其毒性很强, 不可降解, 有很强的生物累积性和神经毒性^[1-2]。环境中特别是水体中的汞容易通过食物链的方式在生物中传播、累积并最终进入人体, 损害人体神经系统, 且在肝肾等器官中长期累积, 产生健康风险; 同时, 汞作为内分泌干扰物, 显著影响人体的正常新陈代谢活动^[3-6]。

通常, 水和食物是人体暴露的主要途径, 相较而言, 水体中汞的含量对人体的威胁更为直接和重要, 了解和降低水体中汞的含量对于保障人体健康具有重要的意义。长江口是上海市主要水源地, 直接供应上海原水70%的取水量, 作为长江最下游的水体和长江黄浦江两江交汇之所, 其水质条件受到上游来水和黄浦江水质的影响。目前, 对长江中上游特别是三峡成库后水中汞含量分布状况有了较多的研究工作, 相应的作为曾经上海的主要水源地黄浦江中汞含量也有了很大进展, 并取得很好的成果, 如丁振华等研究了黄浦江水体和沉积物中总汞沿江分布特征, 总结了汞的含量与沿岸工农业分布存在很好的对应性^[7-8]。而对于长江口水体中汞含量研究工作较少, 因此, 笔者在2013年1~12月逐月采集水样, 以原子荧光法测量其中汞的含量, 研究长江口水体中汞的含量分布情况, 并采用单因子污染指数法评估汞的污染水平。

1 材料与方法

1.1 样品采集 水样是长江口地表水, 采样时间为2013年1~12月, 样品的采集与保存过程均按照国家环境保护总局制定颁布的有关规章、标准实施。采样瓶为1L的硼硅玻璃瓶, 在取样前先用去离子水清洗采样瓶, 取样时再以所采水

样润洗3次后进行取样, 采样时, 每升水样中立即加入10 ml 硫酸, 并送回实验室当天完成分析检测。

1.2 样品制备 所用试剂均为优级纯, 水为超纯水。取10 ml 水样, 制备过程如标准系列, 分别加入1 ml 盐酸、0.5 ml 溴酸钾-溴化钾溶液(2.7 g/L + 10 g/L), 摇匀放置20 min 后, 加入2滴盐酸羟胺溶液(100 g/L)使黄色褪尽, 混匀。

1.3 样品分析 汞的含量分析采用原子荧光法, 所用仪器为北京吉天 AFS-9130 原子荧光光度计, 仪器条件为灯电流30 mA、负高压270 V、原子化器高度10 mm、载气流量400 ml/min、屏蔽气流量800 ml/min、载流盐酸溶液(2%)、还原剂硼氢化钾+氢氧化钠(1% + 0.5%), 按照仪器条件开机稳定后先测定标准系列制备标准曲线, 然后分析水样, 计算其浓度。

1.4 评价方法 水体中的汞污染情况采用标准指数法, 即根据汞元素本身所具有的毒性大小和研究水体功能特征, 根据《地表水环境质量标准 GB 3838-2002》标准, 以水体中实际汞含量水平与标准限值进行比较(通常选择Ⅲ类地表水限值作为标准), 比值作为参考进行分级评价, 其公式为 $P = C/S$, 式中, P 为污染指数; C 为污染物的实测值, S 为污染物的评价标准。当 $P \leq 0.5$ 时, 污染程度为清洁, 污染水平为清洁; $0.50 < P < 1.0$ 时, 污染程度为微清洁, 污染水平为在标准限量内; $P \geq 1.0$ 时, 污染程度为污染, 污染水平为超出警戒水平。

2 结果与分析

2.1 长江口水中汞含量及季节变化特征 2013年1~12月份采样分析结果显示, 研究区域水中汞含量水平为 $0.09 \pm 0.04 \mu\text{g/L}$, 其浓度是长江上游嘉陵江浓度($0.03 \mu\text{g/L}$)的3倍^[9], 也高于三峡库区 $0.07 \mu\text{g/L}$ 的水平^[10], 表明长江口水体中汞含量不仅仅由长江上游直接输入, 与长江沿岸工农业

生产和生活污水输入关系更为密切,其中增加部分主要来自沿岸输入过程;另一方面,研究区域水中汞浓度低于黄浦江平均值($0.14 \mu\text{g/L}$)^[8],这是因为采样点位于长江口长兴岛北侧副水道,其水量基本来自长江水,受南岸黄浦江影响较小。从长江口水中汞浓度月变化情况(图1)可以看出,汞最高浓度出现在3月份,达 $0.16 \mu\text{g/L}$,夏季含量较高并保持相对稳定的含量,而秋冬季浓度波动较大,全年呈现春夏高、秋冬低的特征。

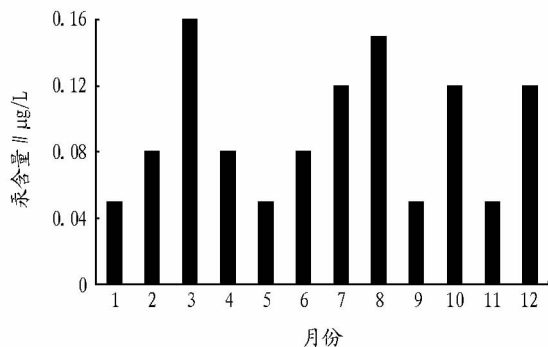


图1 长江口水中汞含量月变化

与全国其他重要水系相比,长江口水体汞浓度处于较低水平,东北松花江、环渤海区域、云贵地区河流中汞含量均显著高于长江口^[11]。一方面,这些地区工业和矿山开采输入的汞是重要原因,特别是东北松花江流域作为曾经重要的重工业基地,汞的输入一直处于较高水平;另一方面,长江口虽然处于长江末端且沿江工农业发达,但由于本底水平较低,且来水量大,稀释作用显著,因此,与其他河流相比具有较低水平的汞含量。虽然在国内水系中汞含量处于较低水平,但长江口汞污染问题依然比较严重,按照地表水环境质量标准(GB3838-2002),其含量基本处于Ⅲ类,某些时期达到了Ⅳ类水平。

有研究表明,地表水中汞含量的变化情况与汛期关系密切,通常而言,枯水期汞含量较高而丰水期含量低^[12-13]。长江口水中汞含量与此相反的情况,呈现春夏高秋冬季低的季节变化特征及丰水期含量高而枯水期含量低。一般河流中,汞的浓度变化情况由内源性汞占主导地位,在内源性汞占据优势地位的水系,水量的稀释作用是水中汞含量的控制因素,枯水期时水量少稀释作用较弱,因此汞含量较高,相反的水量增加时其浓度降低。而长江口水中汞含量变化机制与一般河流不同,外源性输入是造成长江口水体汞含量升高的主要因素,说明长江沿岸输入是引起长江口汞浓度增加的主要原因。另外,夏季较高的汞含量可能与农业面源污染有关,由于降雨量的增加,雨水冲刷带入的农业面源污染可能是造成夏季汞含量升高的主要因素,因此,治理沿江汞污染

不能忽略农业面源的污染情况。

2.2 长江口水中汞污染评价 作为日常生产活动主要水源的地表水,其质量状况直接关系到地区经济和社会健康、稳定、持续的发展,因此采用有效的手段对水体环境质量和潜在风险进行评价,对于保护水环境以及合理开发、利用水资源具有重要的作用。根据长江口12个月水样品中汞含量,经计算得出1~12月的污染指数分别为0.5、0.8、1.6、0.8、0.5、0.8、1.2、1.5、0.5、1.2、0.5、1.2,可见长江口水中汞最大污染指数为1.6,最小为0.5,属清洁程度的为4个月,占全年的33%,微清洁为3个月,占全年的25%,而污染程度的达5个月,占全年的42%,平均污染指数为0.9,已经接近污染程度水平。评价结果表明,虽然长江口水体中汞污染目前虽然较轻,但具有潜在的健康风险,另外,由于汞具有难降解、易富集的特点,水体污染程度存在进一步恶化的可能性。

3 结论

通过对长江口水中汞含量的监测分析,发现汞含量在Ⅱ~Ⅳ类标准,水中汞含量高于上游地区,主要受长江沿岸输入影响,污染指数评价说明总体上水体中汞污染较轻,但存在恶化的风险,对区域内群众生活造成潜在威胁,应采取治理措施进行治理。

参考文献

- [1] HECKY R E, RAMSEY D J, BODALY R A, et al. Increased methylmercury contamination in fish in newly formed fresh water reservoirs [M]//SUZUKI T. Advances in mercury toxicology. New York: Plenum Press, 1991: 33-52.
- [2] HEYES A, MOORE T R, RUDD J W M, et al. Methyl mercury in pristine and impounded boreal peatlands, experimental lakes area, Ontario [J]. Canada Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2000, 57(11): 2211-2222.
- [3] PHILIPPE G. Methylmercury toxicity and functional programming [J]. Reproductive Toxicology, 2007, 23(3): 414-420.
- [4] WHEALEY B, WHEATLEY M A. Methylmercury and the health of indigenous peoples: a risk management challenge for physical and social sciences and for public health policy [J]. Science of the Total Environment, 2000, 259(1/3): 23-29.
- [5] 程金平, 刘晓洁, 冀秀玲, 等. 总汞、甲基汞和硒在汞暴露大鼠脑、肝、肾中的分布 [J]. 中国环境科学, 2006, 26(3): 376-379.
- [6] 刘先利, 刘彬, 邓南圣. 环境内分泌干扰物研究进展 [J]. 上海环境科学, 2003, 22(1): 57-64.
- [7] 丁振华, 刘彩娥, 汤发合, 等. 长江口及邻近海域环境污染研究的必要性——以汞污染为例 [J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(2): 204-207.
- [8] 丁振华, 王文华, 刘彩娥, 等. 黄浦江江水和沉积物中汞的分布和形态特征 [J]. 环境科学, 2005, 26(5): 62-66.
- [9] 胡尚伟. 三峡成库后重庆及三峡水中典型有毒重金属汞的污染状况分析及环境行为初步研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [10] 杨振宁. 三峡库区重庆段汞污染现状分析 [J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2008, 25(3): 13-16.
- [11] 胡月红. 国内外汞污染分布状况研究综述 [J]. 环境保护科学, 2008, 34(1): 38-41.
- [12] 靳立军, 徐小清. 三峡库区地表水和鱼体中甲基汞含量分布特征 [J]. 长江流域资源与环境, 1997, 6(4): 324-328.
- [13] 李宏伟, 阎百兴, 徐治国, 等. 松花江水中总汞的时空分布研究 [J]. 环境科学学报, 2006, 26(5): 840-845.