

韶关北江水质重金属污染调查与评价

周淑婷, 罗莹华*, 胡金妹, 刘旺军, 何志辉, 连智博 (韶关学院旅游与地理学院地理系, 广东韶关 512005)

摘要 为查明北江水质重金属污染情况, 采用原子吸收分光光度法检测了 17 个水样的 Hg、As、Cr、Cu、Pb 5 种重金属的含量, 并采用单因子污染指数法和内梅罗污染指数法对重金属污染程度进行评价。结果表明, 北江河水中的 Hg、As、Cr、Cu、Pb 5 种重金属的含量范围分别为 0.000 4~0.001 7、0.011~0.029、<0.004、0.000 13~0.000 14、0.000 13~0.002 00 mg/L。根据单因子污染指数法, 河水中只有 Hg 的单因子指数 >1.0, 其余 4 种重金属 <0.1; 根据内梅罗污染指数法, 河水中 Hg 的内梅罗污染指数为 27.62, 属于严重污染。因此, 北江水质中重金属的污染需要引起有关部门重视。

关键词 北江河; 重金属; 污染评价

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)03-277-03

Heavy Metal Pollution Survey and Evaluation of Beijiang River in Shaoguan

ZHOU Shu-ting, LUO Ying-hua*, HU Jin-mei et al (Department of Geography, Tour and Geography College, Shaoguan University, Shaoguan, Guangdong 512005)

Abstract To find out heavy metals pollution of Beijiang river, using atomic absorption spectrophotometry to analyze heavy metal content of Hg, As, Cr, Cu, Pb in 17 samples, and single factor pollution index method and Nemerow pollution index method were used to evaluate heavy metal pollution. The results showed that content range of Hg, As, Cr, Cu, Pb is 0.000 4 - 0.001 7, 0.011 - 0.029, < 0.004, 0.000 13 - 0.000 14 and 0.000 13 - 0.002 00 mg/L respectively. According to the single factor pollution index and Nemerow pollution index that Hg has serious pollution in river. So, the pollution of heavy metals in the Beijiang river water need to the attention of the authorities.

Key words Beijiang river; Heavy metals; Pollution assessment

随着工业发展、人口增长和城市规模的扩大, 生产和生活污水的排放量增加, 水体是否被污染是全世界都很关注的问题, 尤其是河流重金属的污染^[1-2]。重金属具有高毒性和持久毒性, 能被动植物吸收, 经食物链传递进入人体, 危害人类的健康^[3-4]。北江是粤北地区的主要供水水源, 也是污染物主要排入的河流。北江中上游主要支流有武江、浈江、南水河、连江等, 流域面积达 38 363 km², 涉及的行政区域主要有韶关市和清远市。粤北地区拥有丰富的矿产资源, 有色冶金企业较多, 其中既有国有大型特大型企业, 也有私营甚至非法的小采矿和小冶炼工厂。凡口铅锌矿和韶关冶炼厂是我国第一大乃至亚洲最大的铅锌矿生产基地, 其矿石还富含 Ag、Hg、Cd、Ge、Ga 等伴生稀贵金属。韶钢松山集团则是目前广东省最大的钢铁生产基地。大型企业都会处理其产生的废水, 但都存在处理不彻底的问题。而多数中小型或私营企业产生的废水往往只经简单的沉淀甚至不经任何处理就直接排入河流^[5]。北江两大支流曲江和浈江均曾发生过较为严重的水污染事故, 造成大量鱼虾死亡。2005 年 12 月因韶关冶炼厂的废水排放, 造成北江清远段饮用水源 Cd 污染, 一度迫使水厂停止供水, 造成严重的社会影响。

1 材料与与方法

1.1 采样点设置及样品采集 根据《环境监测实验》^[6] 中的水样采集方法, 并结合北江河的污染特征, 共设置 17 个采样点, 采样点的布置如图 1。17 个样品中有 15 个是北江河的样品, 样品编号分别为 Y1、Y2、Y3、…、Y15, 1 个是武江河的样品, 编号为 Y16, 另一个是浈江河的样品, 编号为 Y17。

在北江水质取样中, 共设置了 3 个河流断面采集水样。为方便取样, 3 个断面分别设置在 3 座桥上, 即北江桥、百旺大桥和孟洲坝桥。每个断面分别采集 3 个样品, 样品编号分别是北江桥 Y1、Y2、Y3; 百旺大桥 Y8、Y9、Y10; 孟洲坝桥 Y13、Y14、Y15。武江的取样点选择在武江桥的中央位置, 浈江的取样点选择在曲江桥的中央位置。

水样的采集器与取样瓶在取样前先用纯净水洗干净, 放在干净的柜子里晾干备用。采样时在每个采样点河面下 15 cm 左右深度, 用采集瓶装取河水, 共采样 17 份。按采集先后顺序编号为 Y1、Y2、Y3、…、Y17, 并记录污染源及采样点周围的环境状况。水样带回实验室置于避光阴凉处保存备用。

1.2 样品处理及测定 取容积为 1 000 ml 的聚乙烯塑料瓶, 用待测水样冲洗后, 加入 5 ml 硝酸, 转动容器使酸浸润内壁, 装入 1 000 ml 待测水样 (pH < 2), 摇匀, 密封, 供测定 Cu、Pb、Cr 项目。用玻璃瓶取待测水样 100 ml, 加入硫酸溶液酸化, 使 pH < 2, 供测定 As。量取 200 ml 待测样品置于 500 ml 锥形瓶中, 依次加入 10 ml 浓硫酸和 10 ml 溴化剂, 加塞, 摇匀备用, 供测定总汞。样品制备后, 采用原子吸收分光光度法分别测定 Cu、Pb、Cr、As 和 Hg 的含量, 结果见表 1。

2 结果与分析

2.1 与环境标准限值的对比分析 据我国《地表水环境质量标准》(GB3838-2002), Cu、Pb、Cr、As 和 Hg 在 5 类水域中的标准限值见表 2。I 类水域适用于源头水, II 和 III 类水域分别适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区和二级保护区, IV 类水域适用于一般工业用水, V 类水域适用于农业用水及一般景观要求水域。其中 IV 和 V 类水域有一定程度的污染。

为了分析北江水质重金属污染的情况, 采用 V 类水域标准限值为参照标准, 通过 17 个样品的各重金属测量值与

基金项目 国家级大学生创新创业训练计划项目(201310576-017)。
作者简介 周淑婷(1992-), 女, 广东清远人, 本科生, 专业: 地理环境。
* 通讯作者, 讲师, 博士, 从事自然地理与环境保护方面的研究。
收稿日期 2014-12-04



图1 北江流域韶关段河水采样点布置示意

表1 北江流域韶关段河水重金属含量分析结果 mg/L

样品编号	样品类型	Hg	As	Cr	Cu	Pb
Y1	水	0.001 60	0.025	0.004	0.000 14	0.000 36
Y2	水	0.001 20	0.023	0.004	0.000 13	0.000 34
Y3	水	0.000 14	0.024	0.004	0.000 13	0.000 34
Y4	水	0.000 90	0.018	0.004	0.000 13	0.001 90
Y5	水	0.000 80	0.015	0.004	0.000 13	0.001 40
Y6	水	0.000 40	0.013	0.004	0.000 13	0.001 70
Y7	水	0.000 50	0.018	0.004	0.000 14	0.002 00
Y8	水	0.000 40	0.019	0.004	0.000 13	0.000 29
Y9	水	0.000 40	0.018	0.004	0.000 13	0.000 20
Y10	水	0.000 90	0.021	0.004	0.000 13	0.000 24
Y11	水	0.001 20	0.019	0.004	0.000 13	0.000 51
Y12	水	0.000 80	0.018	0.004	0.000 13	0.000 49
Y13	水	0.001 60	0.017	0.004	0.000 13	0.000 13
Y14	水	0.001 40	0.013	0.004	0.000 13	0.000 13
Y15	水	0.001 70	0.018	0.004	0.000 13	0.000 13
Y16	水	0.000 80	0.011	0.004	0.000 13	0.000 19
Y17	水	0.001 60	0.012	0.004	0.000 13	0.000 23

注:样品由湖南省永兴县柏林化验中心检测。

标准限值的比较,判断河流重金属污染的程度。图2是Cu、Pb、Cr、As和Hg 5种重金属与V类水域标准限值的比照结果。从图2可知,17个采样点中,Cu、Pb、Cr、As 4种重金属的含量均未超过环境标准限值;而Y1、Y2、Y11、Y13、Y14、Y15、

表2 《地表水环境质量标准》基本项目标准限值 mg/L

重金属	I类	II类	III类	IV类	V类
Cu	0.01	1.00	1.00	1.0	1.0
Pb	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
Cr	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
As	0.05	0.05	0.05	0.10	0.1
Hg	0.000 05	0.000 05	0.000 1	0.001	0.001

Y17样品的Hg含量均超过环境限制,说明北江河中重金属Hg有一定程度的污染。结合取样点位置和河流污染源背景的调查,X1和Y11取样点的附近均有较多的生活垃圾,其余的Y2、Y13、Y14、Y15、Y17采样点均布设在桥下,水位较深,污染源主要来源于上游地带,而且河水经过了一定距离的搬运,污染物与河水混合均匀,可代表河流水质的一般情况。因此,可以认为北江河中重金属Hg的含量已超过我国V类水域标准限值,有一定程度的Hg污染。

2.2 单因子污染指数法评价 单因子污染指数法是我国通用的一种方法^[8],可以判断环境中的主要污染因子,反映某个污染物的污染程度。单项污染指数污染程度分级见表3,单因子污染指数的计算公式: $P_i = C_i/S_i$ 。式中, P_i 为污染物单因子指数, C_i 为实测值, S_i 为环境背景值。

为了使计算结果更能反映河流的实际情况,该研究中的实测值采用北江河3个河流断面(北江桥、百旺大桥和孟洲坝桥)上的9个样品(Y1、Y2、Y3、Y8、Y9、Y10、Y13、Y14、Y15)的平均值,避开了局部污染源,计算结果见表4。对比表3和表4,发现只有Hg对水环境造成了严重污染,其他4种重金属对环境均未造成污染影响。

2.3 内梅罗污染指数评价 内梅罗污染指数法兼顾了单因子污染指数的平均值和最高值,可以突出污染指数较重的污染物作用^[9]。根据内梅罗指数可以划分污染等级(表5)。内梅罗污染指数的计算公式:内梅罗污染指数(NI) = $\{[(PI_{均}^2) + (PI_{最大}^2)]/2\}^{1/2}$ 。式中, $PI_{均}$ 表示平均单项污染指数, $PI_{最大}$ 表示最大单项污染指数。根据公式把计算结果列入表6。

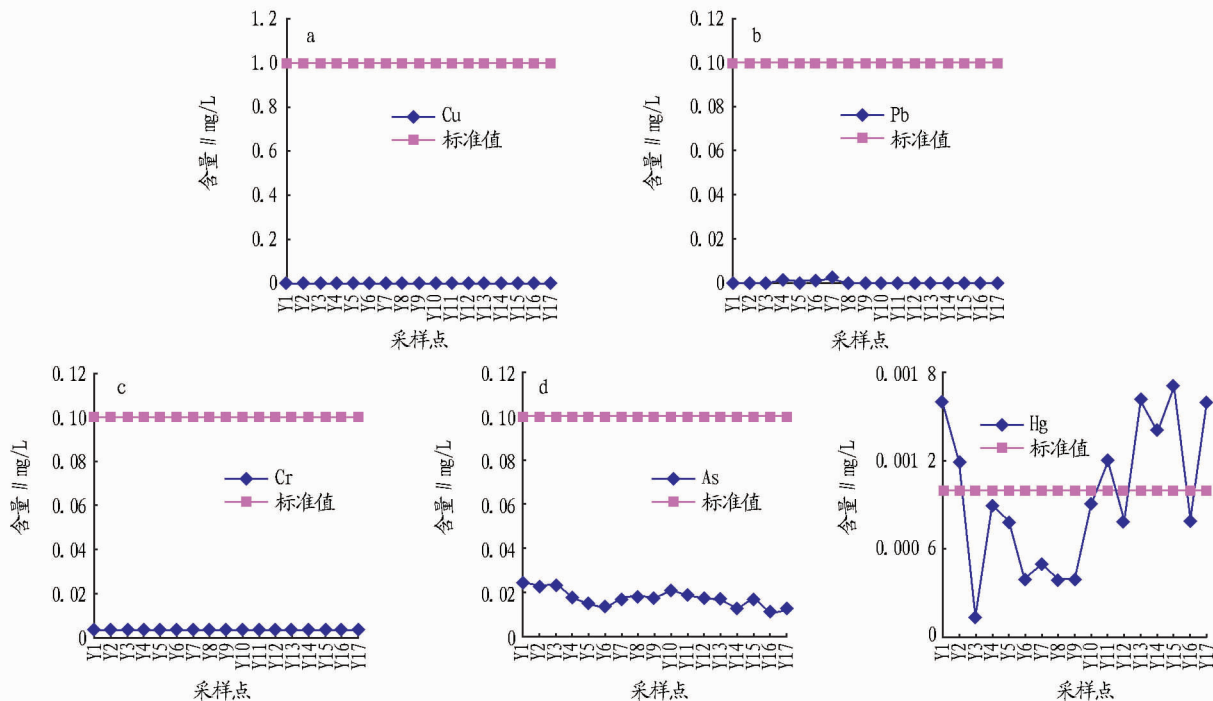


图2 各采样点 Cu(a)、Pb(b)、Cr(c)、As(d) 和 Hg(e) 的含量与相应标准值的比较

表3 单因子污染指数污染程度分级

分级	单因子污染指数(P_i)	污染等级
1	$P_i \leq 1$	无污染
2	$1 < P_i \leq 2$	轻微污染
3	$2 < P_i \leq 3$	轻度污染
4	$3 < P_i \leq 5$	中度污染
5	$5 < P_i$	重度污染

表4 北江河河水重金属单因子污染指数计算结果

重金属	实测值//mg/L	背景值//mg/L	单因子污染指数
Cu	0.000 13	0.01	0.013
Pb	0.000 24	0.01	0.024
Cr	0.004	0.01	0.400
As	0.019 8	0.05	0.396
Hg	0.001	0.000 05	20.000

注:背景值采用I类水域标准。

表5 内梅罗污染等级

污染等级	内梅罗染指数	污染等级
1	$NI \leq 0.5$	安全
2	$0.5 < NI \leq 0.7$	清洁
3	$0.7 < NI \leq 1.0$	警戒
4	$1.0 < NI \leq 2.0$	轻度污染
5	$2.0 < NI \leq 3.0$	中等污染
6	$NI > 3$	严重污染

表6 北江河韶关段河水重金属内梅罗污染指数计算结果

重金属	平均单项污染指数	最大单项污染指数	内梅罗污染指数
Cu	0.013	0.014	0.013 5
Pb	0.062	0.200	0.148 1
Cr	0.400	0.400	0.400 0
As	0.360	0.500	0.435 6
Hg	19.220	34.000	27.617 1

据内梅罗污染指数的计算结果,Hg的内梅罗污染指数为27.6,达到了严重污染的级别,而其他4种重金属均未达

到污染级别。即内梅罗污染指数评价结果与单因子指数法的评价结果一致。因此,北江河韶关段河水中重金属 Hg 含量严重超标,该河流已经受到了 Hg 的严重污染。

3 结论

对北江河的 17 个水样,分别检测了 Cu、Pb、Cr、As 和 Hg 5 种重金属的含量。通过与我国地表水域重金属含量标准限值的对比分析,发现北江河水中 Hg 的含量超过我国地表水域的V类标准。应用单因子污染指数法和内梅罗污染指数法评价水质污染状况,结果均表明河水中 Hg 的污染达到了严重污染的级别。Hg 及其化合物属于剧毒物质,可在人体内蓄积,Hg 进入人体内较难排泄,引起人体相应功能失调。血液中的金属 Hg 进入脑组织后,逐渐在脑组织中积累,达到一定的量时就会对脑组织造成损害,另外一部分 Hg 离子转移到肾脏。进入水体的无机 Hg 离子可转变为毒性更大的有机汞,由食物链进入人体,引起全身中毒。因此,河流中 Hg 的污染不容忽视,治理刻不容缓。

参考文献

- [1] 油秋平,支崇远,王璐,等.赤水河中重金属含量及污染评价[J].安徽农业科学,2013,41(8):3628-3629,3640.
- [2] 席景砖,李翠梅,王守英,等.河南某市河水和污泥中重金属污染状况及评价[J].卫生研究,2010(6):767-770.
- [3] 焦伟,卢少勇,李光德,等.环太湖主要进出河流重金属污染及其生态风险评价[J].应用与环境生物学报,2010,16(4):577-580.
- [4] 吴攀,刘从强,张国平,等.黔西北炼锌地区重金属污染特征[J].农业环境保护,2002,21(5):443-446.
- [5] 李建军,冯慕华,喻摇龙.辽东浅水区水环境质量现状评价[J].海洋环境科学,2001,20(3):42-45.
- [6] 孙成.环境监测实验[M].北京:科学出版社,2003:227.
- [7] 国家环境保护总局 GB3838-2002 地表水环境质量标准[S].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [8] 许桂苹,王晓飞,付洁.土壤重金属污染评价方法研究综述[J].农村经济与科技,2014,25(1):71-74.
- [9] 王璐,支崇远,周玉春,等.红水河上游重金属分布及污染评价[J].安徽农业科学,2013,41(8):3626-3627,3717.