

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0001.010

# 十字河受污底泥中重金属种类及含量分析\*

方 帅, 时建伟\*\*, 梁 琪, 腾晓旭, 徐建华

(长江师范学院 化学化工学院, 重庆 涪陵 408100)

**摘 要:**通过对十字河长江师范学院段底泥沉积物中的重金属种类和含量分析,得知本段河流由于受到沿岸公路的影响,沉积物中含有的 Pb 已严重超标,是目前的首要污染物,同时校门口大量生活垃圾的随意排放引起了 Cr、Cd 的超标,值得警惕。

**关键词:**底泥;重金属;种类;含量

**中图分类号:** O627.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-058X(2015)01-0038-04

十字河是重庆市涪陵区李渡长江北岸的一条小支流,流经长江师范学院西北部。此段河流以前清澈透明,鱼虾成群,随着附近李渡工业区的建设和沿岸数个居民区及长江师范学院建成使用,大量的生活污水、生活垃圾和工业废水直接排入河中,使水质受到严重污染。由于配套污水处理厂建设滞后,十字河现在的环境污染问题也愈发凸显,受污染的河水水体富营养化特别严重,在夏季部分河段蓝藻和水葫芦覆盖整个河道,腥臭难闻,严重影响周边居民生活,因此对十字河的治理工作迫在眉睫。水污染的种类主要有有机物污染和重金属污染,水体中的有机物较易除去,难点在于水体中的重金属不会被生物降解,还会经过不同类型的吸附、沉淀等在底泥中沉积起来,形成持久的二次污染,对水体的污染影响很大<sup>[1]</sup>,因此治污之前一定要对底泥沉积物中重金属状况做详细的分析。对十字河长江师范学院段底泥沉积物中重金属种类、含量进行分析,以期了解这段河流的水体重金属污染现状和历史缘由,为以后的治理提供依据。

## 1 实验部分

### 1.1 样品采集与处理

在十字河长江师范学院段设置 4 个采样点(1 为上游、4 为下游),在 4 个采样点进行了底泥采集(图 1)。在每个采样点采集约 1 kg 表层沉积物(0~10 cm)样品,混合均匀后装入聚乙烯塑料袋中。

在实验室将样品平铺在白色搪瓷盘内,用玻璃棒将样品平摊为薄层,在阴凉通风处放置



图 1 底泥采样点分布图

收稿日期:2014-06-14;修回日期 2014-09-21.

\* 基金项目:重庆市科委科学技术研究项目(cstc2012jjA50025);长江师范学院校级项目(2012XJYB003).

作者简介:方帅(1991-),男,安徽合肥人,从事化工研究.

\*\* 通讯作者:时建伟(1979-),男,河北保定人,硕士,工程师,从事化工教学与研究. E-mail: jianweicn2000@163.com.

24 h,放置过程中注意用玻璃棒不间断翻动,并去除其中的植物残体等杂质,然后在烘箱内烘干。烘干后的底泥样品用四分法取其中一部分(1/4),经石英研钵研细,充分混合后储于广口试剂瓶中备用<sup>[2]</sup>。

## 1.2 主要试剂与仪器

(1) 主要试剂:硝酸(分析纯);盐酸(分析纯);高氯酸(分析纯);双氧水(分析纯);氢氟酸(优级纯);盐酸羟胺(分析纯)。

(2) 仪器。Hitachi Z-5000 火焰原子吸收分光光度计(日本日立);电子天平 EL104 型(上海梅特勒一托多利仪器有限公司);台式恒温水浴箱(金坛市开发区吉特实验仪器厂);电热板 DB-3B 型(江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司);各种空心阴极灯。

## 1.3 实验方法及步骤

精确称取沉积物样品 0.1 g(精确到 $\pm 0.000 1$  g),加入 2 mL  $\text{HNO}_3$  在 60 °C 水浴中预消解 12 h,冷却后加入 1 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  和 0.5 mL HF,在  $85\pm 2$  °C 水浴中继续加热 12 h,将消解液过滤转移定容至 25 mL 用原子吸收分光光度计分析重金属总量<sup>[3]</sup>。

采用原子吸收法测量重金属含量(日本日立 HitachiZ5000 原子吸收分光光度计),所有样品均设置 2 个平行样,每个样品进行 3 个平行测定,测量数据为 3 次测定的平均值,每个批次设置空白样<sup>[4]</sup>。数据处理使用 Excel2003 处理。

## 2 数据处理与讨论

### 2.1 沉积物与背景土壤重金属含量的比较

通过查阅文献得知涪陵地区土壤重金属的背景值如表 1:

表 1 涪陵地区重金属背景值<sup>[5]</sup>

重金属种类	含量(水田)/(mg/kg)	平均值/(mg/kg)	标准差	变异系数/%
Pb	1.35~11.60	6.88	4.24	61.63
Cd	0.572~1.594	1.088	0.436	40.07
Zn	37.09~67.81	52.33	14.40	27.52
Ni	16.68~31.04	22.32	6.21	27.82
Cu	10.68~27.54	20.02	6.24	31.17
Mn	42.69~128.73	76.31	37.24	48.80

实验十字河长江师范学院段沉积物样品中重金属的含量如表 2:

表 2 沉积物样品中重金属总含量

重金属	含量/(mg/kg)				平均值 /(mg/kg)	标准偏差	变异系数 /%
	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4			
Pb	219.91	180.56	100.69	107.64	152.20	50.07	32.90
Cd	2.736	2.289	2.921	2.843	2.697	0.245	9.08
Zn	100.65	100.57	92.18	97.61	97.75	3.44	3.52
Ni	30.651	27.778	22.031	15.326	23.95	5.87	24.49
Cu	24.17	22.17	21.91	22.86	22.78	0.88	3.84
Mn	15.05	13.64	13.88	12.62	13.80	0.87	6.29

综合表 1、表 2 可以看出,十字河底泥沉积物中 Pb 超标严重,Cd、Zn 超标明显,Ni 和 Cu 略微超标,Mn 反而在背景平均值以下。

### 2.2 沉积物中超标重金属来源分析

(1) Pb 的污染最为严重,经实地考察分析主要来自汽车尾气和工业园区部分企业。此段河流紧邻 319

国道和长涪高速,往来的车辆特别是大型载重汽车非常多,在汽油燃烧中产生了大量无机铅盐及铅的氧化物随汽车尾气排出随雨水汇集到十字河中,成为底泥沉积物中 Pb 的主要来源。同时在附近工业区中有生产农药、塑料的企业,也会产生部分含铅污染物。

(2) Cd 主要是农田使用含 Cd 磷肥,有资料显示当地磷肥的年使用量为  $2\sim 3.33\text{ kg/hm}^2$ ,其中磷肥 Cd 含量在  $1.59\sim 20\text{ ppm}$  之间<sup>[6]</sup>,因当地为丘陵山地,降雨频繁,洒在田间磷肥很大一部分被雨水带走,提高了河流污泥中 Cd 的含量。同时 Cd 还可能来自于沿岸的生活污染,沿岸部分饭店使用煤作为燃料,煤中含有微量的 Cd,最终沉积在河流底泥之中。

(3) 与 Pb 相同,Cu、Zn 也是汽车污染过程中产生的主要污染物,其中 Cu 为汽车润滑剂的主要成份,Zn 是汽车轮胎硫化剂的主要成份,在汽车的使用过程中随着车体和轮胎的磨损将会产生一定的 Zn、Cu 污染;并且十字河周边数个大型楼盘陆续建成入住,大量五金件的加工使用和油漆涂料的应用也会增加 Zn、Cu、Pb 等重金属的排放<sup>[7]</sup>。同时学校十字河周边有很多的理发店,使用的染发剂含有较多重金属 Pb、Cd,这些理发店污水直接排放十字河中,Pb、Cd 进入水体会在底泥中沉积,造成底泥中重金属含量超标。

### 2.3 沉积物中超标重金属区域分布分析

从表 2 中可以看出在 4 个取样点间 6 种重金属含量除 Pb 外其它变化幅度都不大,沉积物中各种重金属含量在每个取样点间的变化趋势如图 2-4 所示。分析图 1、2、3、4,可以发现随着水的流向几种重金属在底泥中沉积物中含量有逐渐减少的趋势。

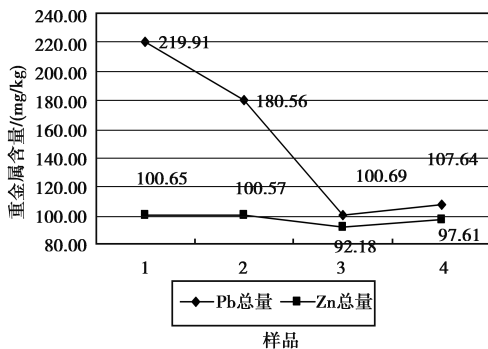


图 2 沉积物中 Pb、Zn 总量的变化趋势

Pb 的变化幅度最大,在点 1 和点 2 值很高,在点 3 突降之后在点 4 又有所上升,变化范围为  $100.69\sim 219.91\text{ mg/kg}$ 。这与采样点 1、2 在公路两边相关,汽油的使用会产生大量 Pb 污染。而且点 1 分在 319 国道和长江师范学院北门外的公路之间,在点 1 不远处还有一个加油站,这些都使得点 1 和点 2 的 Pb 的含量增高。在点 4 含量上升与靠近学校校园与教师公寓之间的公路桥有关,由于桥上过往车辆不多其值上升不大,与点 1、点 2 相比仍然较低。同时 Pb 在沉积物中一般以残渣态和氧化态为主,不易迁移容易就近在底泥中沉积,形成了如图 2 的变化趋势。

Zn、Cu 的变化范围不大,但变化趋势和 Pb 相近,与 Pb 一样都在点 1 的沉积物中含量最高,含量先逐渐降低在点 3 有最低值,然后在点 4 约有上升。通过前面的分析已经知道 Zn、Cu 的污染也同 Pb 一样与汽车的污染有关,在各点沉积物中的含量变化和原因与 Pb 基本一致。

从图 3 的变化曲线上来看,Cr 和 Cd 的变化曲线基本可以重合,在点 1 有一个较高值,在点 2 下降之后又先升高后降低,变化的值也不大。Cr、Cd 在点 1 和点 3 的值比较接近,主要是 Cr、Cd 两种重金属都主要来源生活垃圾,特别是燃烧煤炭。而点 3 是学校的西苑食堂,大量燃烧煤炭产生一定数量的 Cr、Cd 污染,造成

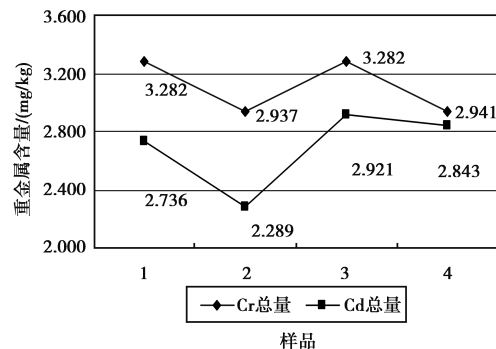


图 3 沉积物中 Cr、Cd 总量的变化趋势

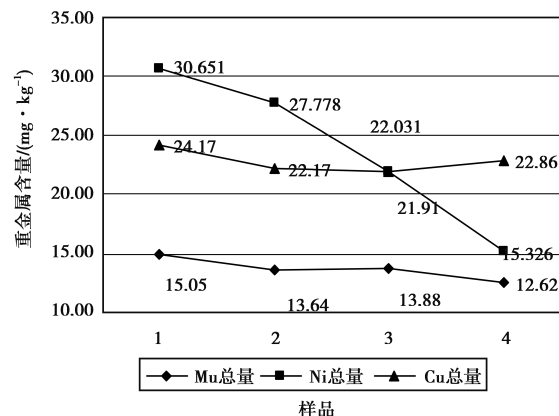


图 4 沉积物中 Mn、Ni、Cu 总量的变化趋势

了点 3 沉积物中两种重金属含量升高。

Ni 和 Mn 的含量基本上是一直降低,其中尤以 Ni 的变化趋势最为明显。分析认为本段河流之中的 Ni 主要为环境本底值和少量其它外来污染源,随着河水的流动,Ni 被稀释,所以从点 1 和点 4 Ni 的含量一直降低。而 Mn 的含量更是低于背景值,分析认为除了与 Ni 有相似的原因外还与锰一般主要以残渣态和铁锰结合态形式存在有关,河流两岸大量餐厨垃圾的排入,源源不断排入的有机质会大量消耗水体中的氧,形成严重厌氧环境,使得部分铁、锰氧化物溶解,锰含量有所减少<sup>[8]</sup>。

### 3 结 论

造成底泥沉积物中 Pb、Zn、Cu 含量严重超标的主要因素是十字河沿岸公路汽车尾气的大量排放;底泥沉积物含量显著超标的 Cr、Cd 在沉积物中的变化趋势与沿岸的生活污染源的分布有关,形成了点 1 和点 3 的高含量;底泥沉积物 Ni、Mn 含量低,其它外来污染源较少,在沉积物中的累积也不多,并随着河流的流向含量逐渐减少,对水体影响较小。综上可知,Pb、Cr、Cd 和 Cu 是目前十字河长江师范学院段主要的重金属污染,特别是 Pb 已经严重超标,而 Pb 易于在人体内富集具有高生物毒性,是目前重要的和首要的污染危害,在污染防治上优先考虑防治。Cr、Cd 同样具有很强的生物毒性,具有高生物富集性易于在人体内蓄积,是目前本段河流主要的污染物,应该重视 Cr、Cd 的动态变化,采取措施减少对人员的危害。

#### 参考文献:

- [1] 金相灿.沉积物污染化学[M].北京:中国环境科学出版社,1992:147-208
- [2] 奚旦立,孙裕生,刘秀英,等.环境监测[M].北京:高等教育出版社,2010:135-136
- [3] 中国标准出版社第二编辑室.环境监测方法标准汇编[M].北京:中国标准出版社,2006
- [4] 刘恩峰,沈吉,朱育新.重金属元素 BCR 提取法及在太湖沉积物研究中的应用[J].环境科学研究,2005,18(2):57-60
- [5] 中国环境监测总站主编.中国土壤元素背景值[M].北京:中国环境科学出版社,1990
- [6] 陈西平.涪陵附近土壤环境六种元素含量研究[J].环境保护科学,1992,18(61):22-25
- [7] 范文宏,张博,张融,等.锦州湾沉积物中重金属形态特征及其潜在生态风险[J].海洋环境科学,2008,27(1):54-58
- [8] 窦佩琼,候方东,包晓风,等.株洲市清水塘工业区地表水底泥重金属污染评价[J].四川环境,2008,27(4):74-78

## Analysis of Species and Contents of Heavy Metals in the Polluted Sediment in Shizi River

**FANG Shuai, SHI Jian-wei, LIANG Qi, TENG Xiao-xu, XU Jian-hua**

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Yangtze River Normal University, Chongqing Fuling 408100, China)

**Abstract:** By the analysis of species and contents of the heavy metals in the polluted sediment in Shizi River (in the section of Yangtze River Normal College), it is shown that Pb content in the sediment has seriously exceeded the standard because of the influence from the road along the banks of the River, and is the present principal pollutant, meanwhile, Cr and Cd exceed the standard due to randomly stacking a lot of home scraps at the gate of the College, which is worth vigilance.

**Key words:** sediment; heavy metal; species; content

责任编辑:田 静