

灌洋水库底泥重金属污染现状及生态风险评价^{*}

郭建华^{1,3}, 侯杰发¹, 王振红², 汪艳茹¹, 罗专溪¹

(1. 中国科学院 城市环境研究所 城市环境与健康重点实验室, 福建 厦门 361021;

2. 闽南师范大学 化学与环境学院, 福建省现代分离分析科学与技术重点实验室, 福建 漳州 363000;

3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:【目的】研究福建永定灌洋水库底泥中重金属的空间分布及污染水平。【方法】采用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定了库区38个采样点沉积物中的6种重金属(As, Zn, Cd, Pb, Cu和Cr)含量, 并采用单因子污染指数法、内梅罗综合污染指数法和潜在生态危害指数法进行底泥重金属污染程度及生态风险的评价。【结果】水库底泥重金属从水库边到水库中心呈现含量逐渐上升趋势(南岸水产养殖区除外), 上游含量总体低于中游和下游。底泥中Cr, As, Pb无超标点位, Cd超标十分严重, Cu和Zn超标较严重; 单因子污染指数法评价结果显示: 灌洋水库底泥各重金属元素的平均污染程度由强到弱依次为Cd(重污染), Cu(重污染), Zn(中污染), Cr(非污染), Pb(非污染), As(非污染)。内梅罗综合污染指数法评价结果显示水库底泥重金属污染达到重污染水平, 污染程度明显。潜在生态风险结果显示: 6种元素中, Cd的潜在生态风险为“极强”, Cu的潜在生态风险为“强”, As、Pb、Cr和Zn的潜在生态风险为“轻微”。多因子综合潜在生态危害指数平均值为330.13。【结论】底泥重金属污染潜在生态危害程度为“强”, 表明底泥整体处于严重污染状态。

关键词:灌洋水库; 沉积物; 重金属; 污染分布; 生态风险评价

中图分类号: X55

文献标志码: A

文章编号: 1672-6693(2017)05-0122-06

沉积物是完整水环境的一部分, 是底栖生物的主要食物来源和生活场所, 同时也是有毒有害污染物在水体中重要的源和汇, 是反映水体污染物空间和时间变化的灵敏指示剂^[1]。进入水体的重金属, 绝大部分会在物理化学吸附等作用下迅速由水相转入固相, 结合到沉积物中^[2]。重金属具有难降解、易累积、毒性大等特性, 是沉积物中对水生态系统影响较严重的一类污染物^[3]。特定环境条件下的重金属沉积物, 在化学、物理、生物等多个方面的因素作用下, 可能再次向水体释放, 造成“二次污染”^[4], 严重威胁水质安全。目前在太湖、巢湖、山美水库和广东大中型水库发现底泥均受到不同程度的重金属污染^[2,5-7]。而水库多作为城市的生活饮用水水源地和灌溉用水, 一旦受到污染就会威胁到人体健康。因此, 研究水库沉积物中重金属分布, 对它们潜在的生态危害进行评价极具理论和现实意义。

灌洋水库位于福建龙岩市永定区虎岗镇东北部, 是一座集农业灌溉、人蓄饮水、水利发电和旅游观光集一体的综合性开发水库, 也是永定河的水源头。灌洋水库已被规划作为龙岩市高新区的饮用水源地, 但目前有关灌洋水库底泥重金属污染特征不甚清楚, 不利于水库水质保护。本文以灌洋水库底泥为研究对象, 对其中Cd, As, Pb, Cu, Cr, Zn等6种重金属的含量水平及分布状况进行研究, 并采用单因子污染指数法、内梅罗综合污染指数法以及潜在生态危害指数法对水库底泥的重金属污染现状及潜在生态危害进行定量评价, 为灌洋水库水质安全保障提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 样品采集

于2016年5月利用抓斗式采泥器对灌洋水库的底泥进行现场采样, 采样点设置综合考虑了库区的面积、不同区域的水质差异和水动力特征, 分为上游(采样点1~16)、中游(采样点17~32)和下游(采样点33~38), 具体见图1(图中采样点在5月采样时均在水面以下)。采样前, 所有采样瓶均在10% HNO₃中浸泡过夜并用去离子

^{*} 收稿日期: 2016-08-23 修回日期: 2017-08-12 网络出版时间: 2017-05-16 11:26

资助项目: 国家自然科学基金(No.41401552; No.41271484); 福建省自然科学基金(No.2016J01691); 闽南师范大学新世纪优秀人才支持计划(No.MX14002)

作者简介: 郭建华, 男, 研究方向为重金属污染控制与修复, E-mail: jhguo@iue.ac.cn; 通信作者: 罗专溪, 副研究员, E-mail: zxluoire@163.com

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20170516.1126.052.html>

水清洗干净。采集的底泥样品装于聚乙烯塑料瓶,双层自封袋包装后置于冷藏箱中,运回实验室。

1.2 样品分析方法

样品运回实验室后冷藏保存,用真空冷冻干燥机进行干燥,剔除杂物,并用玛瑙研钵研磨过筛(100目)后冷冻保存。测试时,称取0.05 g 沉积物样品于 PTFE 消解罐中,分别向消解罐中加入 3 mL HCl、1 mL HNO₃、1 mL H₂O₂,盖上 PTFE 盖子,静置 2 h 后,再分别加入 3 mL HCl 和 1 mL HNO₃,预消解后装上不锈钢外罐,放入烘箱 120 ℃消解 24 h。用 0.45 μm 聚偏氟乙烯(PVDF)针头过滤器过滤后,采用 ICP-MS 测定沉积物样品中重金属元素(As,Cr,Cd,Cu,Pb 和 Zn)的含量。

1.3 评价方法

1.3.1 单因子污染指数法和内梅罗综合污染指数法 采用单因子污染指数法和综合污染指数法,以国家土壤环境质量标准(GB15618—1995)中Ⅱ级标准^[8]为评价标准来评价水库底泥重金属环境污染现状。单因子污染指数法^[9]是以土壤元素背景值为评价标准来评价重金属元素的累积污染程度,是国内通用的评价土壤、水、大气和河流底泥重金属污染的常用方法,是其他环境质量指数、环境质量分级和综合评价的基础。单因子污染指数法的优点是简单,评价目标明确,但这种方法不能反映综合、全面的污染状况^[10],计算步骤见参考文献^[11],分级标准见表 1。

内梅罗综合污染指数法则可全面反映各污染物对环境要素污染的不同程度,也能表征高浓度物质对环境质量的影响^[12],因为内梅罗指数是先将单因子污染指数评价区域土壤环境质量作为一个整体基础,在此基础之上再与外区域或历史资料进行比较的。但同时由于这一指数没有考虑土壤中各种污染物对作物毒害的差别,所以只能反映污染的程度而难以反映污染的质变特征^[13]。计算步骤见参考文献^[11],内梅罗综合污染指数法的分级标准如表 2 所示。

1.3.2 潜在生态危害指数法 潜在生态危害指数法是沉积物重金属生态风险评价方法中被广泛认可和应用的方法^[14-15]。这一方法

在考虑重金属含量的基础上,将重金属的生态、环境与毒理学联系在一起,同时也顾及了背景值的地区差异性^[16]。潜在生态危害指数的计算方法参见文献^[5]。潜在生态危害指数法中的 E_r^i 为单因子潜在生态危害指数,本文用 X_{Ri} 表示多因子综合潜在生态危害指数。根据 E_r^i 与 X_{Ri} 值,将生态风险强度划分为 5 级,即: $E_r^i < 40, X_{Ri} < 150$,生态危害程度为轻微; $40 \leq E_r^i < 80, 150 \leq X_{Ri} < 300$,生态危害程度为中等; $80 \leq E_r^i < 160, 300 \leq X_{Ri} < 600$,生态危害程度为强; $160 \leq E_r^i < 320, X_{Ri} \geq 600$,生态危害程度为很强; $E_r^i \geq 320$,生态危害程度为极强^[17]。该研究中沉积物的背景值为福建省水系沉积物背景值,Cd,As,Pb,Cu,Cr,Zn 的毒性系数值分别取 30,10,5,5,2,1^[5]。

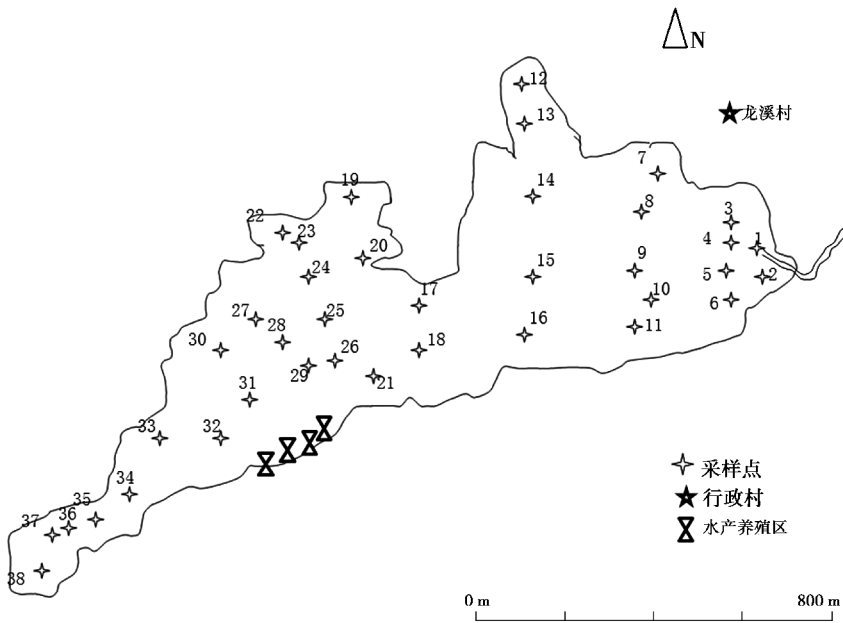


图 1 灌洋水库沉积物采样点分布
Fig. 1 Distribution of sediment samples in the Guanyang reservoir

表 1 土壤单因子污染指数法评价标准^[11]
Tab. 1 The standard of single factor pollution index method^[11]

P_i	污染水平
$P_i < 1$	非污染
$1 < P_i < 2$	轻污染
$2 < P_i < 3$	中污染
$P_i > 3$	重污染

表 2 土壤综合污染指数分级表^[11]
Tab. 2 The grading of soil pollution indexes^[11]

$P_{综}$	污染程度	污染水平
$P_{综} < 0.7$	安全	清洁
$0.7 < P_{综} < 1$	警戒线	尚清洁
$1 < P_{综} < 2$	轻污染	开始污染
$2 < P_{综} < 3$	中污染	污染明显
$P_{综} > 3$	重污染	污染严重

2 结果与讨论

2.1 灌洋水库底泥重金属分布特征

灌洋水库底泥中不同采样点的重金属含量差异较大(图 2)。Cr 含量平均值为 $119.28\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (采样点的含量分布区间为 $71.62\sim157.41\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$),上游含量低于中游和下游,其中水库中游和下游的点位 Cr 含量在 $120\sim160\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 之间;As 含量平均值为 $10.72\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (采样点的含量分布区间为 $2.81\sim18.23\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$),从水库上游到下游逐渐呈增长趋势,水库中游和下游的点位 As 含量在 $10\sim20\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 之间;Cu 含量平均值为 $176.45\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (采样点的含量分布区间为 $23.22\sim710.51\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$),从水库上游到下游也呈逐渐增长趋势,水库中游和下游的点位 Cu 含量在 $200\sim800\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 之间;Cd 含量平均值为 $0.942\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (采样点的含量分布区间为 $0.22\sim2.06\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$),且从库边到库区中心底泥表现为逐渐增长趋势(南岸水产养殖区点位除外);Pb 含量平均值为 $115.55\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (采样点的含量分布区间为 $47.86\sim234.06\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$),同样呈现从水库上游到下游逐渐增趋势;Zn 含量平均值为 $454.32\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (采样点的含量分布区间为 $71.02\sim1\,635.61\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$),各采样点含量差异较大,总体上也呈现出从水库上游到下游逐渐增长的趋势。

整体上看,灌洋水库底泥重金属在空间分布特征表现为上游重金属含量低于中游和下游,从水库岸边(南岸水产养殖区除外)到水库中心重金属含量逐渐上升,主要原因可能是因为底泥沉积物中重金属来自水体中物质的沉积,库边和上游常因枯水期或缺水年份而裸露出水面,因而富集污染物相对要少。南岸水产养殖区附近底泥重金属含量较高,主要原因可能与水产养殖活动有关,如饵料投放。

根据《土壤环境质量标准 GB15618-1995》中的二级标准,灌洋水库底泥中 Cr, As, Pb 无超标点位,水库没有受到 Cr, As, Pb 的污染,但与同类湖泊、水库(太湖和巢

湖以及大多数广东大中型水库)相比,3 种元素含量仍相对要高(表 3)。重金属 Cu 超标的点位较多,除了 2 和 7 等 6 个点位,其余点位均超标,水库 Cu 污染比较严重(已到重污染水平)。重金属 Cd 超标十分严重,除了点位 2 和 23,其余点位均超标,表明水库受到的 Cd 污染达到了重污染水平。重金属 Zn 超标点较多,除了点位 2 和 7 等 9 个点其余点位均超标,水库中 Zn 污染较为严重。灌洋水库与同类湖泊、水库(太湖和巢湖以及广东大中型水库)相比,Cu, Cd 和 Zn 含量更高,污染更重。Cd 超标相对其他重金属非常严重,可能是周边农田使用化肥、农药及杀虫剂有关。

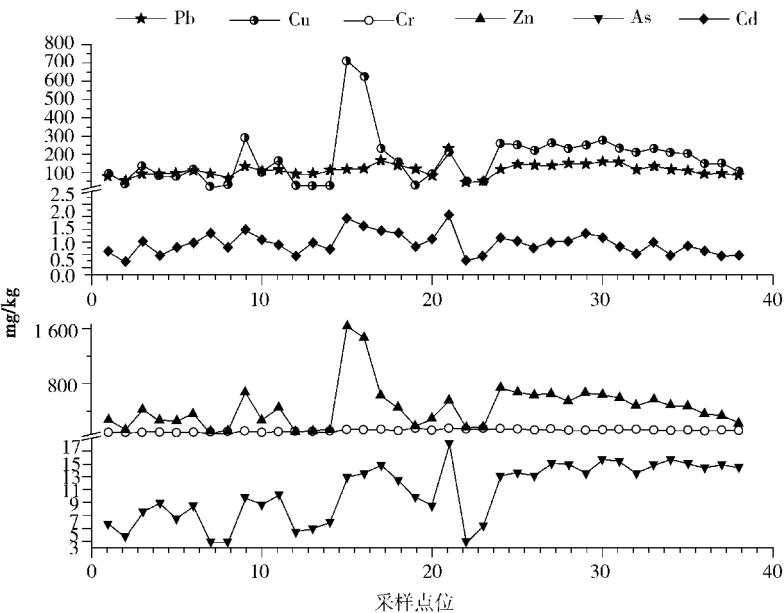


图 2 灌洋水库沉积物各采样点重金属含量
Fig. 2 Heavy metals contents of sediment in the Guanyang reservoir

表 3 灌洋水库底泥重金属含量与同类湖泊、水库中底泥重金属含量

Tab. 3 Heavy metals concentration in the Guanyang reservoir and other lakes and reservoirs $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

湖泊、水库		Cr	As	Cu	Cd	Pb	Zn
太湖 ^[18]		82.72	12.43	41.38	0.79	41	102.66
巢湖 ^[6]		64.66	4.05	30.31	0.18	26.45	76.85
广东大中型水库 ^[7]	粤东	29.23	/	76.02	0.49	78.40	162.56
	粤西	130.81	/	48.12	0.17	59.05	125.31
	粤北	40.49	/	89.71	1.46	154.95	321.21
	粤中	65.27	/	57.52	0.44	82.12	303.47
灌洋水库		119.28	10.72	176.45	0.942	115.55	454.32

2.2 灌洋水库底泥重金属污染评价

2.2.1 单因子污染指数法和内梅罗综合污染指数法对底泥污染现状分析 采用单因子污染指数法和内梅罗综合污染指数法,对灌洋水库沉积物中 Cd,As,Pb,Cu,Cr,Zn 等 6 种重金属的污染现状进行评价(表 5)。就单个重金属的污染水平而言,Cu 和 Cd 污染最为严重,达到重污染水平,Zn 污染其次,达到重污染水平,Cr,As 和 Pb 没有达到污染水平。Cd,As,Pb,Cu,Cr,Zn 等 6 种重金属的内梅罗综合污染指数为 2.77,是中污染水平,污染程度明显,快达到重污染水平。说明水库整体上重金属污染比较严重。

2.2.2 潜在生态危害评价 水库底泥污染层重金属污染潜在生态风险结果见表 6 和图 3。6 种重金属接污染程度由大到小排序为: Cd,Cu,As,Pb,Cr,Zn。与单因子污染指数法相比,各重金属的污染程度顺序有所差异,这是由于各元素的毒性响应系数的不同所致。

表 4 《土壤环境质量标准 GB15618-1995》中的二级标准^[19]

Tab. 4 Secondary standard of Environmental quality standard for soils (GB15618-1995) $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

重金属	限值	重金属	限值
Cr(水田)	250	Cu(果园)	150
Cr(旱地)	150	Cd	0.3
As(水田)	30	Pb	250
As(水田)	40	Zn	200
Cu(农田)	50		

表 5 水库底泥重金属污染现状

Tab. 5 Heavy metals pollution level of the Guanyang reservoir

	Cr	As	Cu	Cd	Pb	Zn
P_i	0.48	0.36	3.53	3.14	0.46	2.27
污染水平	非污染	非污染	重污染	重污染	非污染	中污染
$P_{\text{综}}$	2.77					
污染水平	中污染/污染明显					

表 6 灌洋水库底泥重金属潜在风险评价结果

Tab. 6 Potential ecological risk coefficient and risk indices of heavy metals

	指数						X_{RI}
	$E(\text{Cr})$	$E(\text{As})$	$E(\text{Cu})$	$E(\text{Cd})$	$E(\text{Pb})$	$E(\text{Zn})$	
最大值	11.92	50.22	338.34	412	27.15	20.63	802.86
最小值	5.43	7.74	11.06	44	5.55	0.89	89
平均值	9.04	29.53	84.02	188.40	13.40	5.73	330.13

Cd 的单因子潜在生态危害指数平均值为 188.40,各采样点的 Cd 对 X_{RI} 的贡献最大,其中 $E(\text{Cd})$ 对 X_{RI} 的平均贡献比例达 57.1%;Cu 的单因子潜在生态危害指数变化范围是 11.06~338.34,波动范围大,Cu 生态危害程度为“强”。As,Pb,Cr 和 Zn 生态危害程度轻微。 X_{RI} 高值点多分布在水库中心点位,说明水库中心区域潜在生态危害性高。库区岸边附近点位到库中心区 X_{RI} 逐渐增大, X_{RI} 值平均值为 330.13,变化范围是 89.12~802.86, X_{RI} 值波动范围大,这是由于 Cd,Cu 这两种元素的单因子潜在生态危害指数变化大,这两种元素对 X_{RI} 的贡献率高。整个库区底泥重金属污染潜在生态危害程度为“强”,表明底泥整体处于严重污染状态。研究表明应对底泥进行清淤处理,防止污染物释放到水体中和污染物下渗;且对入库河流污染物进行控制,减少污染物进入库区,引导周边农田合理使用化肥、农药及杀虫剂。

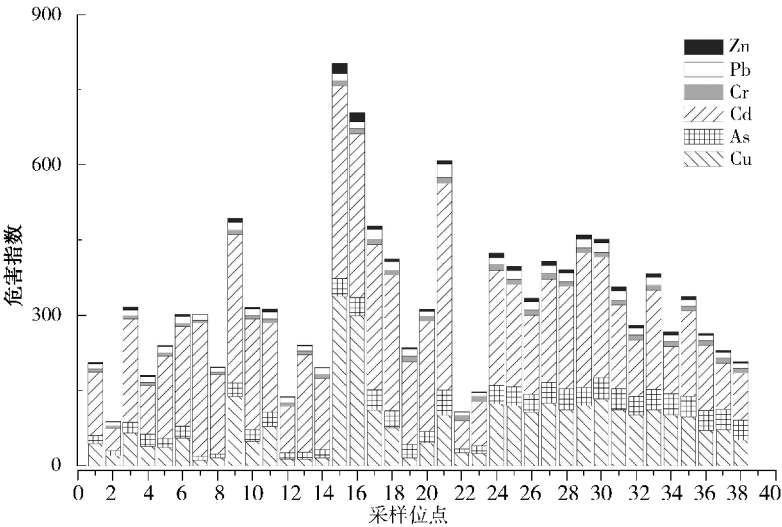


图 3 灌洋水库底泥重金属潜在风险评价结果

Fig. 3 Potential ecological risk coefficient of heavy metals in the Guanyang reservoir

3 结论

6 种重金属在水库底泥空间分布特征为从水库边到水库中心呈现含量逐渐上升趋势(南岸水产养殖区除外),上游重金属含量总体低于中游和下游。单因子指数法评价结果表明 Cu 和 Cd 污染最为严重,达到重污染水平;Zn 其次,达到重污染水平;Cr,As 和 Pb 没有达到污染浓度。内梅罗综合污染指数表明水库底泥整体上重金属污染比较严重。

6 种重金属的潜在生态危害指数表明 Cd 的潜在生态危害程度为“极强”;同时,该指数平均值为 330.13,潜在生态危害程度为“强”,表明底泥整体处于严重污染状态。应对水库底泥 Cd 和 Cu 污染进行治理,防止二次污染,同时对水库入库污染物进行控制。

参考文献:

- [1] MARTIN E, JARA M, SOTO J, et al. Bulk and bioavailable heavy metals(Cd, Cu, Pb and Zn) in surface sediment from Mazatlán Harbor(SE Gulf of California)[J]. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, 2008, 80(2): 150-153.
- [2] 战玉柱, 姜霞, 陈春霄, 等. 太湖西南部沉积物重金属的空间分布特征和污染评价[J]. *环境科学研究*, 2011, 24(4): 363-370.
ZHAN Y Z, JIANG X, CHEN C X, et al. Spatial distribution characteristics and pollution assessment of heavy metals in sediments from the southwestern part of Taihu lake [J]. *Research of Environmental Sciences*, 2011, 24(4): 363-370.
- [3] 赵艳民, 张雷, 秦延文, 等. 基于三角模糊数的清河沉积物重金属评价[J]. *环境科学研究*, 2015, 28(10): 1538-1544.
ZHAO Y M, ZHANG L, QIN Y W, et al. Assessment of heavy metals in sediments of Qinghe river based on triangular fuzzy numbers[J]. *Research of Environmental Sciences*, 2015, 28(10): 1538-1544.
- [4] 乔永民, 黄长江. 汕头湾表层沉积物重金属元素含量和分布特征研究[J]. *海洋学报*, 2009, 31(1): 106-116.
QIAO Y M, HUANG C J. A study on concentration and distribution characteristics of heavy metals in surface sediment of the Shantou Estuary in China[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2009, 31(1): 106-116.
- [5] 张文慧, 许秋瑾, 胡小贞, 等. 山美水库沉积物重金属污染状况及风险评价[J]. *环境科学研究*, 2016, 29(7): 1006-1013.
ZHANG W H, XU Q J, HU X Z, et al. Pollution and potential ecological risks of heavy metals in sediment of Shanmei reservoir[J]. *Research of Environmental Sciences*, 2016, 29(7): 1006-1013.
- [6] 陈洁, 李升峰. 巢湖表层沉积物中重金属总量及形态分析[J]. *河南科学*, 2007, 25(2): 303-307.
CHEN J, LI S F. Chemical speciation and total concentration of heavy metals for sediments from lake Chaohu[J]. *Henan Science*, 2007, 25(2): 303-307.
- [7] 宁建凤, 邹献中, 杨少海, 等. 广东大中型水库底泥重金属含量特征及潜在生态风险评价[J]. *生态学报*, 2009, 29(11): 6059-6067.
- [8] 郭平, 谢忠雷, 李军, 等. 长春市土壤重金属污染特征及其潜在生态风险评价[J]. *地理科学*, 2005, 25(1): 108-112.
GUO P, XIE Z L, LI J, et al. Specificity of heavy metal pollution and the ecological hazard in urban soils of Changchun city[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2005, 25(1): 108-112.
- [9] 郑国璋. 农业土壤重金属污染研究的理论与实践[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007: 101-104.
ZHENG G Z. Research the theory and practice of agricultural soil heavy metal pollution[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2007: 101-104.
- [10] 李朝奎, 王利东, 李吟, 等. 土壤重金属污染评价方法研究进展[J]. *矿产与地质*, 2011, 25(2): 172-176.
LI C K, WANG L D, LI Y, et al. Progress on evaluation method of soil heavy metal contamination[J]. *Mineral Resources and Geology*, 2011, 25(2): 172-176.
- [11] 陈京都, 戴其根, 许学宏, 等. 江苏省典型区农田土壤及小麦中重金属含量与评价生态学报[J]. 2012, 32(11): 3487-3496.
CHEN J D, DAI Q G, XU X H, et al. Heavy metal contents and evaluation of farmland soil and wheat in typical area of Jiangsu province[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(11): 3487-3496.
- [12] NEMEROW N L. Scientific Stream Pollution Analysis [M]. Washington: Scripta Book Co. 1974.
- [13] 范拴喜, 甘卓亭, 李美娟, 等. 土壤重金属污染评价方法进展[J]. *中国农学通报*, 2010, 26(17): 310-315.
FAN S X, GAN Z T, LI M J, et al. Progress of assessment methods of heavy metal pollution in soil[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(17): 310-315.
- [14] HAKANSON L. An ecological risk index for aquatic pollution control: a sedimentological approach[J]. *Water Re-*

- search, 1980, 14(8): 975-1001.
- [15] WANG L, LONG X X, CHONG Y X, et al. Potential risk assessment of heavy metals in sediments during the denitrification process enhanced by calcium nitrate addition: effect of AVS residual[J]. *Ecological Engineering*, 2016, 87(7): 333-339.
- [16] LI F, HUANG J H, ZENG G M, et al. Spatial risk assessment and sources identification of heavy metals in surface sediments from the Dongting lake, middle China[J]. *Journal of Geochemical Exploration*, 2013, 132: 75-83.
- [17] ZHANG J F, GAO X L. Heavy metals in surface sediments of the intertidal Laizhou bay, Bohai sea, China: distributions, sources and contamination assessment[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2015, 98: 320-327.
- [18] 顾征帆, 吴蔚. 太湖底泥中重金属污染现状调查及评价[J]. *甘肃科技*, 2005, 21(12): 21-22.
- GU Z F, WU W. Taihu lake sediment of heavy metal pollution situation investigation and evaluation[J]. *Gansu Science and Technology*, 2005, 21(12): 21-22.
- [19] 国家环境保护局科技标准司. 土壤环境质量标准: GB 15618-1995[S/OL]. 北京: 中国标准出版社, 1996[2016-08-23]. <https://wenku.baidu.com/view/13a3606a69eae009581becd8.html>.
- Department of Science, Technology and Standards. Soil environmental quality standard: GB 15618-1995[S/OL]. Beijing: Standard Press of China, 1996[2016-08-23]. <https://wenku.baidu.com/view/13a3606a69eae009581becd8.html>.

Pollution and Potential Ecological Risks of Heavy Metals in Sediment of Guanyang Reservoir

GUO Jianhua^{1,3}, HOU Jiefu¹, WANG Zhenhong², WANG Yanru¹, LUO Zhuanxi¹

(1. Key Laboratory of Urban Environment and Health, Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences,

Xiamen Fujian 361021; 2. College of Chemistry and Environment, Fujian Province Key Laboratory of

Modern Analytical Science and Separation Technology, Minnan Normal University, Zhangzhou Fujian 363000;

3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: [Purposes] To understand the spatial distribution and pollution levels of sediment heavy metals in the reservoir of Guanyang.

[Methods] 38 samples were collected to measure the total contents of six heavy metals including arsenic (As), cadmium (Cd), Chromium (Cr), copper (Cu), lead (Pb) and zinc (Zn) using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). Then the single factor pollution index and Nemerow pollution index were used to evaluate the pollution levels of the heavy metals in Guanyang Reservoir and the potential ecological risks of the heavy metals in the sediment were further assessed. [Findings] Results showed that heavy metal content increased gradually from the shore to the center of the Guanyang reservoir, where the upstream heavy metal content was lower than that of middle and lower reaches. Cr, As, Pb content in the sediment were lower than standard values (III level standard of GB15618-1995), while Cd exceeded standard value seriously. Cu and Zn were serious but slighter than Cd. According to the single factor pollution index, the rank of pollution level of the six heavy metals in Guanyang reservoir were: Cd (heavy level pollution) > Cu (heavy level pollution) > Zn (medial level pollution) > Cr (uncontamination) > Pb (uncontamination) > As (uncontamination). According to the Nemerow pollution index, the reservoir sediment was heavy polluted by heavy metals. Potential ecological risk results showed that Cd had a very high ecological risk; Cu had a high ecological risk, while the other heavy metals had a low ecological risk. The average of RI was 330.13. [Conclusions] Potential ecological risk degree of sediment heavy metal pollution in the reservoir was the "strong", and the sediment was in a state of serious pollution.

Keywords: Guanyang reservoir; sediment; heavy metals; pollution distribution; ecological risk assessment

(责任编辑 许 甲)