

广州市河涌底泥中主要污染物的垂直分布特征

Vertical Distribution Characteristics of Major Pollutants in River Sediments of Guangzhou

侯晓辉, 潘伟斌, 李晓春

(华南理工大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510006)

摘 要: 分析了广州市 3 条河涌底泥中有机质、石油烃、Cd、Cr、Cu、Ni、Pb、Zn 等主要污染物的垂直分布特征。结果表明: 曾边涌、南村涌、会江涌底泥中有机质平均值分别为 43.15 mg/kg、10.80 mg/kg、34.81 mg/kg, 石油烃含量平均值分别为: 1644 mg/kg, 2427 mg/kg, 6763 mg/kg。有机质和石油烃垂直变化特征相似, 曾边涌呈现表层底泥含量低而底层高的特征, 南村涌呈现随深度增加而降低的趋势, 会江涌呈现先降低后上升的趋势, 3 条河涌底泥中不同重金属垂直变化规律不一样; 河涌底泥中污染物所呈现的垂直分布规律并不总是上层污染物浓度高而下层低的正常沉积特征。因此, 在考虑通过清淤改善河流水质时, 应考虑河流污染的历史, 并调查沉积物中污染物垂直分布的实际情况。

关键词: 底泥; 有机质; 石油烃; 重金属; 垂直分布

中图分类号: X53

文献标识码: A

Abstract: Vertical distribution characteristics of organic matter, petroleum hydrocarbons, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn were studied in three rivers sediments of Guangzhou. Results showed that the contents of OM in sediments of Zengbian river, Nancun river and Huijiang river were 43.15mg/kg, 10.80mg/kg, 34.81mg/kg, and the contents of Phs were 1644mg/kg, 2427mg/kg, 6763mg/kg, respectively. Variation trends of OM and Phs were similar in vertical direction in sediments, the variety characteristics were presented by low in upper layer and high in the lower layer in Zengbian river, reduced with depth in Nancun river, reduced firstly and then risen with depth in Huijiang river; the vertical distribution of different heavy metals were different in sediments; the vertical distribution was not always showed that the contents was high in the upper layer and low in lower layer. When water quality was improved by dredging, consideration should be given to history of river pollution, and the vertical distribution of pollutants in sediments should be investigated.

Key words: Sediment; Organic Matter; Petroleum Hydrocarbons; Heavy Metals; Vertical Distribution

CLC number: X53

近年来, 广州市开展了河涌综合整治工作, 对很多条河涌进行了清淤。但由于不同年代排入河涌中的污染物种类不一样, 造成河涌不同深度底泥中沉积的主要污染物种类也不同^[1-3], 所以, 如果不了解河涌底泥中污染物的污染情况, 盲目的清淤可能会导致表层淤泥被清除之后, 深层淤

泥中的污染物会暴露在泥水界面间, 进而会出现内源污染物的再次释放。因此, 有必要对河涌底泥中污染物的垂直分布情况进行研究。我们选择广州市会江涌、南村涌、曾边涌 3 条重污染河涌作为研究对象, 会江涌流经工业区, 以工业污染为主; 南村涌流经生活区, 以生活污染为主; 曾

收稿日期: 2012-07-25

作者简介: 侯晓辉 (1985-), 男, 硕士研究生。研究方向: 生态工程与环境修复研究。

E-mail: xiaohuihou1222@yahoo.com.cn

通讯作者: 潘伟斌, E-mail: ppwbpan@scut.edu.cn

边涌流经工业区和生活区,以工业污染和生活污染为主。通过对底泥沉积物中石油类污染物、Cu、Zn、Ni、Pb、Cr、Cd、有机质垂直分布特征进行研究,以期从中找出一些共性规律,进而为河涌整治提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品的采集

2011年11月5日,在会江涌、南村涌、曾边涌三条河涌上,每条河涌布设两个采样点位见图1。



图1 现场采样监测点位

用自制柱状采样器在每个点位上采集柱状样品,其中曾A、曾B、南A、南B、会A、会B点位采集的样品深度分别为42、24、24、24、18及18 cm,以3 cm为一段现场分割,然后将样品放入聚乙烯塑料袋中,排出空气密封保存,用装有冰袋的保温箱运回实验室冷冻保存,留待分析。

1.2 样品预处理及分析方法

底泥样品于自然条件下风干,剔除沙石等粗颗粒,搅拌磨细过150 μm 筛,密封后低温保存,待分析。

有机质的测定选用水合热重铬酸钾氧化-比色法^[6](略有修改);石油烃总量参照US EPA 3550c^[7]和US EPA1664重量法测定^[8];Cu、Zn、Cr、Cd、Ni、Pb用盐酸-硝酸-氢氟酸-高氯酸全分解后用ICP-AES(Thermo IRIS Intrepid II XSP型)测定。硝酸、盐酸、氢氟酸、高氯酸均为优级纯,二氯甲烷、硫酸为分析纯。实验用水为超纯水,实验所用容器在使用之前均在2% HNO_3 溶液中浸泡24 h以上,并用超纯水洗净。

使用SPSS13.0软件对实验结果进行统计分析,用Origin7.5软件制图。

2 结果与讨论

2.1 底泥中有机质含量的垂直分布

3条河涌底泥中有机质含量的垂直分布规律见图2。

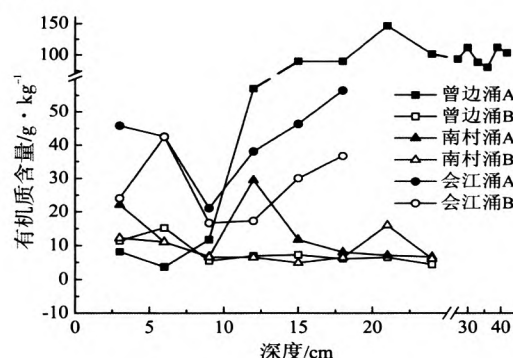


图2 底泥中有机质垂直分布

图2看出,曾边涌,南村涌,会江涌3条河涌底泥中有机质含量分别为4.37~146.43、4.88~29.52和16.7~56.49 g/kg,平均含量分别为43.15、10.80和34.81 g/kg。以广州市土壤背景值为参照^[9],曾边涌和会江涌底泥中有机质平均值分别是广州市土壤背景值的1.66倍和1.34倍。

从垂直方向上看,曾边涌A底泥中有机质含量在表层低,深层高;曾边涌B有机质含量在表层较高,0~6 cm渐增,6~9 cm渐降,其余各段变化比较平缓;南村涌A和南村涌B有机质含量整体上随深度增加而降低;会江涌A和会江涌B底泥中有机质含量在0~9 cm降低,并在9 cm处达到最小值,9~18 cm增高。

2.2 底泥中石油烃含量的垂直分布

底泥中石油烃含量的垂直分布见图3。

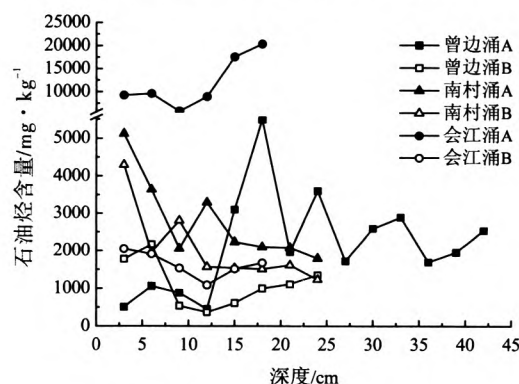


图3 底泥中石油烃含量的垂直分布

图3看出,曾边涌,南村涌,会江涌3条河涌底泥中的石油烃含量分别为364~5 501、1 233~5 120和1 087~20 345 mg/kg,平均含量分别为1 644、2 427及6 763 mg/kg。与我国《展览会用地土壤环境质量评价标准(暂行)》(HJ350-2007)中的石油烃A级标准限值相比,这3条河涌底泥石油类的含量分别超标1.64、2.42和6.76倍。3条河涌底泥中石油烃平均含量均超过了1 500 mg/kg⁻¹(海洋倾倒分类评价上限),南村涌和会江涌的平均值更是超过了底质发臭阈值(2 000 mg/kg⁻¹),因此,这3条河涌底泥中石油类污染已经比较严重。

从垂直方向上看,3条河涌底泥中石油烃含量均在表层随深度增加而降低。曾边涌A:石油烃含量在表层较少,在深层较高;在12~18 cm急剧增高,并在18 cm处达到最大值,18~42 cm呈

锯齿状下降。曾边涌B:石油烃含量在表层较高,在6cm处达到最大值,6~12 cm剧降,12~24 cm逐渐增高;南村涌A和B:石油烃含量变化趋势比较相似,都是随深度增加而降低;会江涌A和B:整体上看石油烃含量呈现先下降后增高的趋势,在9~12 cm达到最小值。

对比石油烃和有机质在各断面的垂直变化趋势可发现,3条河涌底泥中有机质和石油烃含量的变化趋势相似,与历史上有机污染物的输入强度有关,其中,曾边涌底泥中有机质和石油烃含量呈现“表层低、底层高”的特征,南村涌呈现随深度增加而降低的趋势,会江涌呈现先降低后上升的趋势。

2.3 沉积物中重金属总量的垂直分布

Cd、Cr、Cu、Ni、Pb、Zn含量见表1。

特征值	采样点	W(Cd)	W(Cr)	W(Cu)	W(Ni)	W(Pb)	W(Zn)
最小值	曾 A	1.53	9.63	3.19	8.90	16.21	40.01
	曾 B	0.92	8.31	10.20	3.64	13.21	91.79
	南 A	0.79	2.07	12.18	3.90	37.02	78.67
	南 B	1.09	6.41	4.01	2.86	30.22	52.01
	会 A	2.52	75.89	71.35	25.62	122.61	419.49
	会 B	2.75	29.37	18.63	15.73	57.19	78.46
最大值	曾 A	3.20	60.98	18.69	31.56	35.55	141.94
	曾 B	1.65	44.82	36.50	16.10	33.57	210.90
	南 A	1.64	34.14	29.32	11.91	151.50	124.22
	南 B	1.98	188.54	31.57	13.11	181.24	106.90
	会 A	4.02	483.98	513.96	72.16	216.86	1554.55
	会 B	3.03	61.64	43.33	26.14	124.00	143.58
平均值	曾 A	2.57	32.36	10.48	19.80	24.18	90.37
	曾 B	1.23	19.31	19.23	7.31	18.99	145.07
	南 A	1.35	15.44	19.94	6.74	106.88	96.04
	南 B	1.47	40.59	15.01	5.64	94.01	71.53
	会 A	3.17	265.77	266.36	50.83	185.55	1107.98
	会 B	3.46	45.10	25.04	20.66	81.68	113.13

从测试结果看,3条河涌底泥中均是Zn和Pb含量较高,Cr、Ni、Cu次之,Cd最低。广东省土壤中Cd、Cr、Cu、Ni、Pb、Zn的背景值^[9]分别为0.04、34.80、11.20、8.80、28.90和35.80 mg/kg⁻¹,3条河涌底泥中的Cd、Zn、Cu均超过了广东省土壤背景值,其中Cd污染最为严重,为土壤背景

值的17.95~100.50倍,平均为55.20倍;其次是Zn、Cu,平均分别为土壤背景值的7.56、5.30倍。Cr、Cu、Ni、Pb、Zn的含量均在会江涌A段出现最高值,分别为土壤背景值的13.90、45.89、8.20、7.50、43.42倍,该河段底泥中重金属已严重超标。

曾边涌A底泥中重金属垂直分布, 见图4。

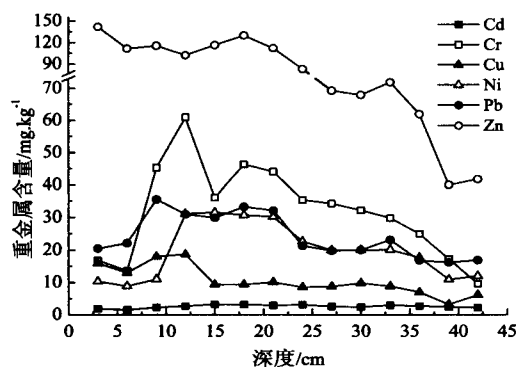


图4 曾A采样点底泥中重金属垂直分布

图4看出, Cd在0~42 cm变化不明显; Cr、Ni、Pb整体上表现为表层低, 中部高, 底部又下降的特征, 其中0~10 cm随深度增加而增高, 10~20 cm出现剖面最高值, 20 cm以下呈现逐渐降低并趋于平稳; Cu在表层高, 底部低, 其中在0~12 cm含量高, 12~42 cm含量低于表层; Zn基本上随深度增加而降低。

曾边涌B底泥中重金属垂直分布, 见图5。

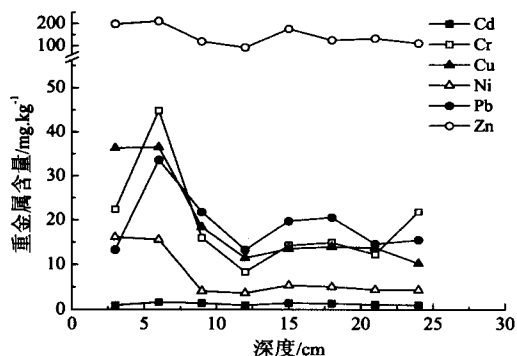


图5 曾B采样点底泥中重金属垂直分布

图5看出, Cd在0~24 cm变化较为平缓; Cr和Pb变化趋势相似, 均表现为在0~6 cm急剧增高, 并在6 cm处达到最大值, 6~12 cm含量又剧降, 12~21 cm比较平缓; Cu和Ni含量的变化趋势相似, 在0~6 cm含量较高, 6~12 cm含量降低, 12~24 cm比较平缓; Zn含量整体上呈现锯齿状下降的趋势。

南村涌A底泥中重金属垂直分布, 见图6。

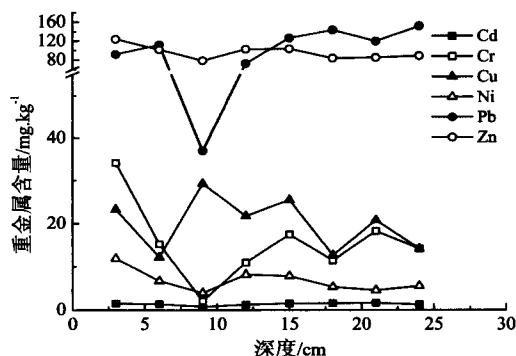


图6 南A采样点底泥中重金属垂直分布

图6看出, Cd在0~24 cm深度间变化较为平缓; Cr、Ni、Pb、Zn含量在0~9 cm随深度增加而降低, 并在9 cm深处达到最小值, 9 cm以下的含量随深度增加呈现锯齿状增加; Cu整体上呈锯齿状波动。

南村涌B底泥中重金属垂直分布, 见图7。

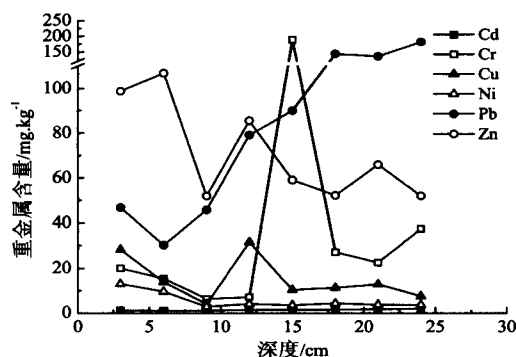


图7 南B采样点底泥中重金属垂直分布

图7看出, Cd在0~24 cm变化较为平缓; Cr、Cu、Ni、Pb在0~9 cm随深度增加而降低, 并在9 cm附近达到最小值, Cr含量在15 cm深度处出现一个波峰, 说明在过去某段时间可能发生过Cr污染; Zn随深度增加呈波动下降。

会江涌A底泥中重金属垂直分布, 见图8。

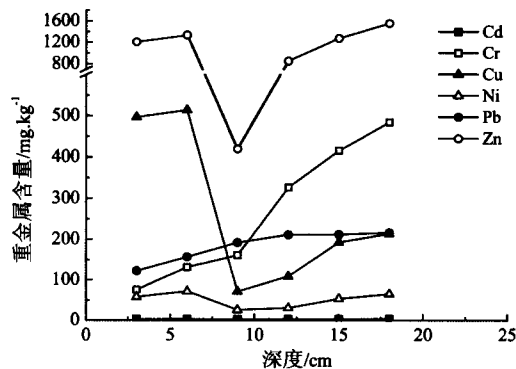


图8 会A采样点底泥中重金属垂直分布

图8看出, Cd在0~18 cm没有明显变化; Cr和Pb整体上随深度的增加而增高; Cu、Ni、Zn含量均表现表层高, 中部底, 底层又升高的趋势, 其中0~9 cm, 随深度增加而降低, 并在9 cm附近达到最小值, 9 cm以下含量随深度的增加而增高。

会江涌B底泥中重金属垂直分布, 见图9。

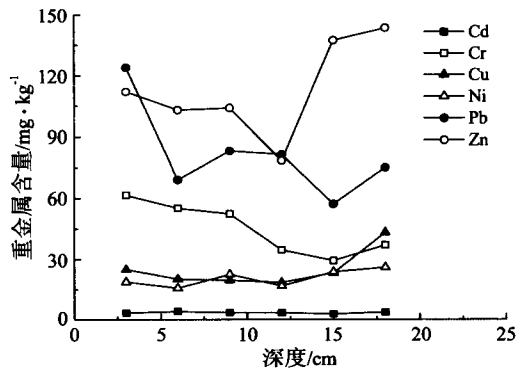


图9 会B采样点底泥中重金属垂直分布

图9看出, Cd含量在0~18 cm变化较为平缓; Cr在表层较高, 随深度增加而降低; Cu和Ni随深度的增加略有升高; Pb含量变化比较大, 随深度增加呈锯齿状下降; Zn在0~12 cm随深度增加而降低, 并在12 cm附近达到最小值, 12 cm以下随深度增加而增高。

综上, 3条河涌6个断面底泥中不同重金属垂直变化特征不一样, 其中Cd含量垂直变化特征不明显; 曾边涌底泥中除Zn外, 其他5种重金属在表层含量较低, 说明近年来曾边涌周围环境中重金属输入量有所降低; 南村涌底泥中重金属含量表层较高, 其中Ni、Pb含量整体上随深度增加而降低, Cu呈锯齿状波动。会江涌不同深度底泥中重金属含量差异较大, 但在垂直方向上并没有明显的规律。

从上述有机质、石油烃、重金属的垂直分布结果可以看出, 不同深度的底泥中主要污染物的含量不同, 所呈现的垂直分布规律并不是正常沉积的“表层高、底层低”; 河涌沉积物中污染物的垂直分布, 可能与不同历史时期污染物的排放量有关, 这需要做进一步的调查研究。因此, 在考虑用清淤改善河流水质时, 应先调查底泥中污染物垂直分布的实际情况。

3 结论

(1) 曾边涌、南村涌、会江涌底泥中有机

质平均值分别为 $43.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $10.80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $34.81 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 石油烃含量平均值分别为: $1644 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $2427 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $6763 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;

(2) 垂直方向上, 3条河涌底泥中的石油烃与有机质变化趋势较为相似, 曾边涌底泥中有机质含量呈现“表层低、底层高”的特征, 南村涌呈现随深度增加而降低的趋势, 会江涌呈现先降低后上升的趋势;

(3) 3条河涌底泥中Cd污染最为严重, Zn、Cu的污染次之, Cr的污染较轻; 底泥中不同重金属的垂直变化规律不一样, Cd在垂直方向上变化比较平缓, 曾边涌和南村涌底泥中Zn随深度增加呈锯齿状下降; 曾边涌Cr、Ni、Pb整体上层低、中间高、底层低, Cu在表层高, 底层低; 南村涌底泥中Cr、Ni、Pb、Zn在表层随深度增加而降低, Cu呈锯齿状波动; 会江涌在垂直方向上没有明显的规律性;

(4) 河涌底泥中污染物的垂直分布所呈现的垂直分布规律并不总是上层污染物浓度高而下层低的正常沉积特征; 因此, 在考虑通过清淤改善河流水质时, 应考虑河流污染的历史, 并调查沉积物中污染物垂直分布的实际情况。

参考文献

- [1] Chun-Hua Li, Hong-Wei Zhou, Yuk-Shan Wong, et al. Vertical distribution and anaerobic biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in mangrove sediments in Hong Kong, South China[J]. Science of the Total Environment, 2009, 407 (21): 5772-5779.
- [2] Chen Shiyue, Chen Yingying, Liu Jiazhen, et al. Vertical Variation of Phosphorus Forms in Core Sediments from Dongping Lake, China[J]. Procedia Environmental Sciences, 2011, 10 (B): 1797-1801.
- [3] Alireza Riyahi Bakhtiari, Mohamad Pauzi Zakaia, Mohammad Ismail Yaziz, et al. Vertical distribution and source identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in anoxic sediment cores of Chini Lake, Malaysia: Perylene as indicator of land plant-derived hydrocarbons [J]. Applied Geochemistry, 2009, 24(9): 1777-1787.
- [4] Mahmood Zai, Mohamed Che, Ishak Abdul, et al. Vertical distribution of Pb and Ra and their activity ratio in marine sediment core of the East Malaysia coastal waters [J]. Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry, 2011, 289(3): 953-959.
- [5] S.K. Sahu, P.Y. Ajmal, G.G. Pandit, et al. Vertical distribution of polychlorinated biphenyl congeners in sediment core from Thane Creek area of Mumbai, India[J]. Journal of Hazardous Materials, 2009, 164: 1573-1579.
- [6] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 106-110.
- [7] USEPA Method 3550c, Ultrasonic Extraction, United States Environmental Protection Agency, SW-846 Manual, U.S. Government Printing Office Washington, DC, 2007. Available from: <http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3550c.pdf>.
- [8] US EPA Method 1664, Oil and Grease Analysis in Wastewater, United States Environmental Protection Agency, SW-846 Manual, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 2007. Available from: <http://www.epa.gov/waterscience/methods/method/oil/>.
- [9] 温煊茂, 韦照韬. 广州市污泥和土壤重金属含量及其有效性研究[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 1996, 35(增刊): 219.
- [10] 国家环境保护总局. 全国生态现状调查与评估(中南卷)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.