

里运河底泥重金属空间分布特征

汤红亮¹,王 超¹,李 勇¹,包 钢²,朱智清²,徐 蕴³

(1. 河海大学环境科学与工程学院,江苏 南京 210098;2. 淮安市水利局,江苏 淮安 223005;
3. 南京中医药大学药学院,江苏 南京 210046)

摘要 通过对淮安市里运河底泥的采样与分析,揭示了里运河底泥中镉、砷和硫化物的沿程分布特征、垂向分布特征和横向分布特征以及这些分布特征的形成原因。结果表明:各测点镉的质量分数均超过淮安市土壤环境背景值中镉的质量分数,最大质量分数是背景值的 15.73 倍;砷和硫化物的质量分数呈沿程降低趋势,但引河路和造纸厂断面砷的平均质量分数超过了淮安市土壤环境背景值中砷的质量分数,砷的最大质量分数为土壤三级标准中砷质量分数的 2.45 倍;硫化物在引河路断面污染突出,明显高于其他 3 个断面底泥的硫化物质量分数;重金属在垂向分布上表现为中部的黑泥层质量分数最高;在污染河段的同一断面,河岸的重金属污染程度一般比河中要高。

关键词 里运河 底泥 重金属 分布特征

中图分类号 X508

文献标识码 A

文章编号 1000-1980(2006)01-0018-03

里运河是南水北调东线工程输水干线的一条河道,具有防洪、灌溉、市区排水和局部通航功能。该河道每年除接纳淮安市部分工业污水外,还接纳约 15 万人的生活污水以及船舶污水。由于里运河几十年来未彻底疏浚,随着两岸城市经济的发展和居民集聚,大量未经处理或只经低级处理的废污水直接排入里运河和附近的湖塘水体,污染物质不断沉降吸附于底泥中,随着水温的变化、pH 值的变化和船舶的扰动,大量有机污染物和重金属重新释放,使河流水体受到不同程度的污染^[1-2]。目前河水水质较差,水质均为 V 类水质,部分河段河水发黑、发臭、鱼虾绝迹,严重威胁到周边居民的正常生产和生活^[1-2]。为摸清里运河底泥污染现状,笔者对里运河底泥镉、砷和硫化物进行了调查。本文根据底泥采样与分析结果揭示了里运河底泥中镉、砷和硫化物的沿程分布特征、垂向分布特征和横向分布特征以及这些分布特征的形成原因。

1 底泥样品的采集与分析测定

1.1 样品的采集

根据历年河道水质监测资料及沿线主要污染源的污染物排放性质,确定底泥监测项目为总砷(As)、总镉(Cd)和硫化物。从上游往下游选取了引河路、造纸厂、板闸和穿运洞 4 个断面(图 1)。分别在各断面水面线的中心点(以下简称河中)和距岸边 5 m 处(以下简称河岸)钻孔取样。每个钻孔都分为 0~0.3 m,0.3~0.6 m,0.6~1.1 m,1.3~1.6 m 和 1.8~2.0 m 5 层,共取 40 个样品,每个泥样的质量为 2~3 kg。表层底泥的采样工具为抓斗式采样器,深层底泥的采样工具为圆柱状采样器。采样按《水和废水监测分析方法》^[3]中的有关要求进行。

1.2 分析方法

样品采集后立即进行固定,固定后将试样带入实验室。用于测量镉和砷的样品在自然条件下风干,研磨成粉末状。镉用盐酸—硝酸—氢氟酸—高氯酸全分解后再用 KI-MIBK 萃取火焰原子吸收分光光度法进行测量。砷用盐酸—硝酸分解后再用原子荧光光度法进行测量。硫化物

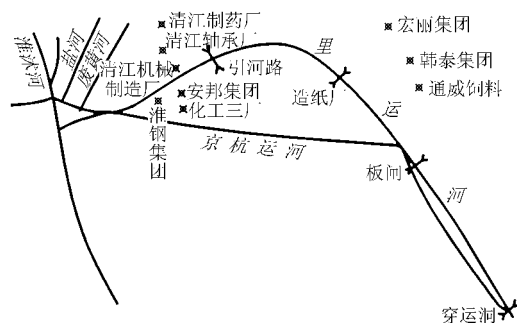


图 1 里运河底泥监测断面布置

Fig.1 Arrangement of monitoring sections for sediments along Liyun River

先用酸化-吹气法将底泥中的硫化物转变为硫化氢气体,通过乙酸锌—乙酸钠溶液吸收后再用碘量法进行测量.

2 污染物分布特征

2.1 沿程分布特征

里运河市郊段底泥重金属质量分数在沿程不同河段的分布差异较大,但各个指标的分布趋势基本相同. 砷和硫化物的质量分数呈沿程降低趋势,镉的质量分数呈沿程波浪形分布,这可能与污染源的分布有关. 引河路和造纸厂 2 个断面的重金属质量分数和硫化物质量分数较高,这表明沿岸排污是重金属污染物的主要来源. 从图 1 可以看出,引河路和造纸厂 2 个断面附近企业较多. 这些企业排放出的污水中含有的砷和硫化物加剧了这 2 个断面的重金属污染. 板闸和穿运洞断面底泥中的砷和硫化物污染相对较轻,但其镉的污染不可忽视.

在主要排污口附近和弯道(如引河路和造纸厂断面)凸岸处,污染物质量分数较高,这与苏州河底泥重金属污染状况相似^[4-5]. 弯道凸岸金属质量分数高是里运河市郊段河道的水动力特征的表现,沉积物在弯道凹岸侵蚀、凸岸堆积,从而在弯道凸岸积累大量的重金属污染物,其中凸岸 Cd 的质量分数高达 1.92×10^{-6} ,As 的质量分数为 73.50×10^{-6} ,硫化物的质量分数为 1127.10×10^{-6} .

2.2 垂向分布特征

里运河市郊段底泥重金属在垂直方向上与其层序结构相对应,呈现出明显的峰值分布特征,一般在表层浮泥层和黄泥层质量分数较低,而在中部黑泥层的质量分数最高. 以引河路断面为例,取样点处水深 1.1 m,柱样长度 200 cm,柱样顶部 30 cm 为灰黑色浮泥层,中部 30 ~ 60 cm 为黑色污染层,底部 80 ~ 110 cm 和 180 ~ 200 cm 为黄泥层. 该取样点重金属质量分数均自浮泥层开始上升,至中部黑泥层达到峰值,而到了底部黄泥层,质量分数又有所降低(图 2). 总体来看,0 ~ 1.5 m 层的污染较为严重. 其中:镉的污染较为严重,各测点镉的平均质量分数是土壤镉背景值的 8.78 倍、土壤镉三级标准值的 1.06 倍,均超过了淮安市土壤环境背景值中镉的质量分数,镉的最大质量分数是镉背景值的 15.73 倍. 砷的污染也比较严重,尤其是在引河路与造纸厂 2 个断面的 0 ~ 1.5 m 层更为严重,最大质量分数是土壤背景值的 4.90 倍、土壤三级标准值的 2.45 倍,其中造纸厂断面河岸处砷的质量分数是背景值的 2.38 倍,同时也超过了土壤环境三级标准. 硫化物在引河路断面的污染显得较为突出,该断面硫化物的平均质量分数达到了 311.4×10^{-6} ,明显高于板闸和穿运洞这 2 个断面硫化物的质量分数. 重金属垂直分布特征表明,底泥中部黑泥层为污染物主要富集区. 因此,在底泥疏

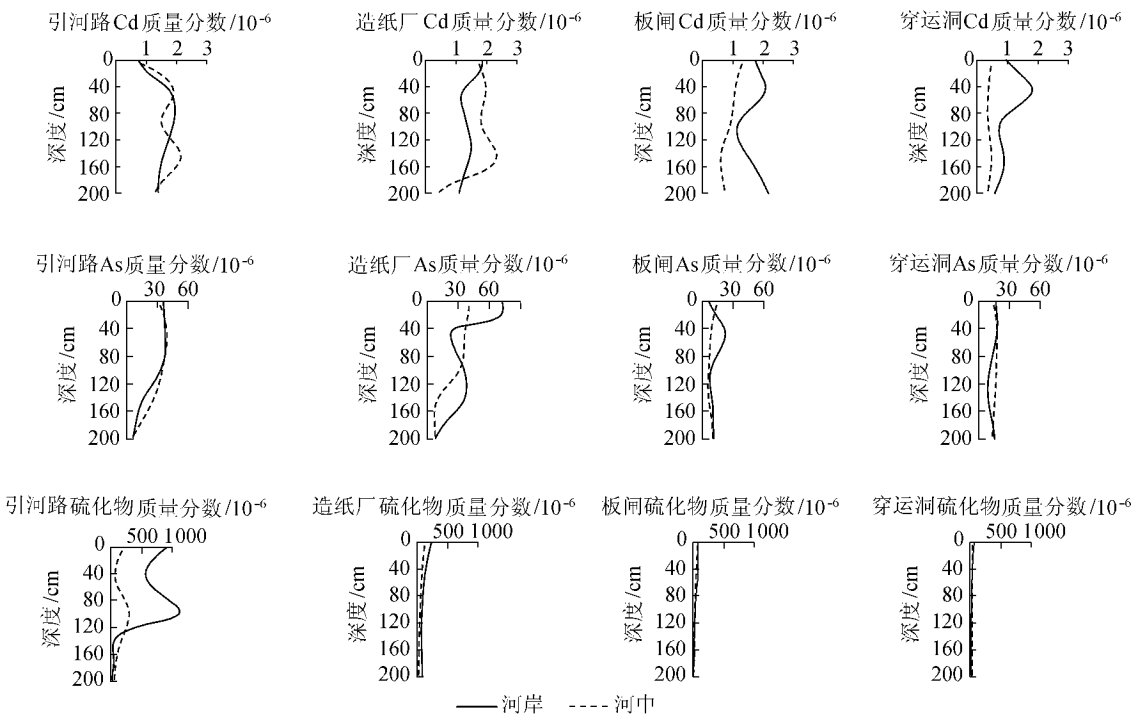


图 2 底泥沿程分布特征

Fig.2 Variation of heavy metal quality fraction in sediments of Liyun River

浚时,该层污泥应彻底清除,以防对上游来水产生二次污染。

2.3 横向分布特征

从各个监测断面河中和河岸的污染物质量分数来看,污染源在各个断面具有同源性,引河路与造纸厂的底泥污染比板闸与穿运洞都高。在同一断面,重金属,尤其是硫化物,对河岸的污染要比对河中的污染重。这可能与河道中底泥颗粒大小有关。河流中部底泥颗粒较粗,越往岸边颗粒越细。这种沉积次序一般是由于河流中部流速较大,而沿岸流速较小所致。根据以往研究^[4-5],随着沉积物颗粒的由粗到细,重金属的质量分数会相应地增加。

3 结 论

对里运河表层底泥和柱状底泥的调查与分析结果表明,里运河底泥重金属污染,从上游到下游,镉的质量分数呈波浪形分布,砷和硫化物的质量分数呈沿程降低趋势。在同一个断面,污染物质对河岸的污染要比对河中的污染严重,尤其是砷和硫化物的表现更为突出。在沿深度方向上,0~1.5 m 层的底泥污染要比深层的底泥污染严重。在污染指标中,镉污染较为严重,其质量分数超出了土壤三级标准的质量分数。砷的污染相对轻些,但引河路与造纸厂 2 个断面 0~1.5 m 层的砷污染较为严重。硫化物在引河路断面的污染也特别严重,其质量分数明显高于其他 3 个断面的质量分数。

底泥向上覆水体释放污染物质是一个长期持续的过程,为了更好地治理和保护里运河,适应南水北调的水质要求,防止水流及过往船舶行使时对水体产生二次污染,建议对里运河底泥进行彻底清淤^[6-8]。

参考文献:

- [1] 赫达平,陶建国. 改善淮安里运河水环境状况的尝试[J]. 水资源保护,2004,20(4):46-47.
- [2] 徐洪云. 淮安市城市河道水环境治理对策研究[J]. 排灌机械,2002,20(1):40-42.
- [3] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 3版. 北京:中国环境科学出版社,1997:440-446.
- [4] 赵健,郑祥民,毕春娟,等. 苏州河市郊段底泥重金属污染特征及对河道疏浚的影响[J]. 农业环境保护,2001,20(1):27-30.
- [5] 许世远,陈振楼,俞立中,等. 苏州河底泥污染与整治[M]. 北京:科学出版社,2003:13-78.
- [6] 谭炳卿,杨智,沈哲松,等. 南水北调东线工程底泥污染物对水质的影响评价[J]. 环境科学研究,2003,16(4):1-4.
- [7] 李铁,叶常明,雷志芳. 沉积物与水间相互作用研究进展[J]. 环境科学进展,1998,6(5):29-39.
- [8] 沈亦龙,何晶晶,邵立明. 太湖五里湖底泥污染特性研究[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(6):584-588.

Spatial distribution of heavy metals in sediments of Liyun River

TANG Hong-liang¹, WANG Chao¹, LI Yong¹, BAO Gang², ZHU Zhi-qing², XU Yun³

(1. College of Environmental Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. Huai'an Water Conservancy Bureau, Huai'an 223005, China;

3. College of pharmacy, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210046, China)

Abstract Based on a sampling analysis of sediments in the Liyun River flowing through the suburb of Huai'an City, the longitudinal, vertical and transversal distributions of heavy metals in sediments, including cadmium, arsenic and sulfide, as well as the causes and characteristics of their distribution, were revealed. Some conclusions are drawn from the study: the quality fraction of cadmium at each monitoring point is greater than its background value in soil of Huai'an suburb, and the maximum at monitoring points is 15.73 times of the background value; the quality fractions of arsenic and sulfide are decreasing along the river, but the average values of arsenic at the sections of Yinhe Road and the paper plant are beyond their background values in soil; the maximum quality fraction of arsenic is 2.45 times as high as that of soil of grade-III, and the quality fraction of sulfide at the section of Yinhe Road is much higher than that of the other three sections. The quality fractions of heavy metals in the middle of black mud layers are the highest in vertical direction, and the pollution caused by heavy metals at the riverbank is more serious than that at the center of the river at the same profile of polluted sections.

Key words Liyun River; sediment; heavy metal; distribution characteristics