

Pollution Characteristics and Assessment of Heavy Metals in Water from the Dongliao River

Yan Chen*, Yu Chi, Yutong Ji, Jinyan Chen, Hui Xu, Meng Zhang, Dongxue Li, Baolin Liu[#]

College of Chemistry, Changchun Normal University, Changchun Jilin

Email: [#]liubaolin1213@163.com

Received: May 22nd, 2019; accepted: June 6th, 2019; published: June 13th, 2019

Abstract

The concentrations of heavy metals including Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Cd in the Dongliao River were determined to illustrate the distribution characteristics of heavy metals. Heavy metal pollution index (HPI) method was used to evaluate pollution levels of heavy metals. The results showed that the contents of heavy metals except Pb were in line with the surface water quality standard III. The HPI of the Dongliao River was 26.1930 at an acceptable level.

Keywords

The Dongliao River, Water, Heavy Metals, Pollution Characteristics, Pollution Index

东辽河水体中重金属污染特征及评价

陈 炎*, 迟 雨, 季雨童, 陈金燕, 胥 慧, 张 萌, 李冬雪, 刘宝林[#]

长春师范大学化学学院, 吉林 长春

Email: [#]liubaolin1213@163.com

收稿日期: 2019年5月22日; 录用日期: 2019年6月6日; 发布日期: 2019年6月13日

摘 要

以东辽河水体为研究对象, 对东辽河水体中Fe、Mn、Cu、Ni、Pb和Cd 6种重金属含量进行测定与分析, 阐明其空间分布特征和污染程度。采用重金属污染指数法(HPI)进行评价。结果表明, 除Pb外, 其它重

*第一作者。

[#]通讯作者。

文章引用: 陈炎, 迟雨, 季雨童, 陈金燕, 胥慧, 张萌, 李冬雪, 刘宝林. 东辽河水体中重金属污染特征及评价[J]. 环境保护前沿, 2019, 9(3): 398-403. DOI: 10.12677/aep.2019.93055

金属含量均符合地表水Ⅲ类水质标准；东辽河流域水体HPI值为26.1930，处于可接受水平。

关键词

东辽河，水体，重金属，污染特征，污染指数

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着经济快速发展，重金属污染已成为全球环境问题之一[1]。环境中重金属主要来自污水处理厂所排放的污水和污泥，农业生产中农药和化肥的使用，工业生产所产生的“三废”等[2] [3]。重金属具有非生物降解性、生物可利用性、生物富集性和环境毒性[4]。重金属会引发不同的人体疾病，如发育迟缓畸形，肾脏损坏，癌症，流产，智力低下等[5] [6] [7]。

近年来，众多学者对水体中重金属污染特征方面开展了一系列研究。张润洁等[8]研究了辽河干流 13 种重金属含量与分布特征，并探讨重金属含量的变化规律。权轻舟[9]运用健康风险评价模型对沈河湿地重金属污染物对人体产生的危害进行了风险评价。周晓红等[10]通过单因子以及内罗梅综合指数，对金山湖水体重金属风险进行综合评价。尽管环境水体中重金属的研究较多，但针对辽河源头水体重金属的污染状况却鲜有报道。

东辽河位于吉林省的南部，为辽河的源头水。东辽河流域是吉林省重要的粮食生产基地，主要种植玉米、大豆、水稻等。近年来，随着东辽河流域周边农业、养殖业和工业的迅速发展，农业废水、工业废水和生活污水的排放量日益增加，流域水环境质量面临着巨大的挑战。

本研究以东辽河为研究对象，采集东辽河水系辽河源镇 - 王奔段代表性断面的表层水，分析水体重金属 Fe、Mn、Cu、Ni、Pb、Cd 的含量及空间分布规律，并采用重金属污染指数法评价水体重金属的污染程度，以为东辽河水污染防治提供基础数据。

2. 材料与方法

2.1. 样品采集和测试

在东辽河辽河源镇 - 双辽市王奔镇陈船口段设置 21 个采样点(见图 1)，在靠近河道中心部位采集表层水样。水样以不锈钢桶采集，采样量约为 2 L，采集后的水样装入聚丙烯采样桶中。水样采集后，运回实验室低温避光密封保存，以火焰原子吸收光谱法测定重金属 Fe、Mn、Cu、Ni、Pb、Cd 的含量。

2.2. 数据处理方法

数据采用 SPSS20.0 软件统计分析，绘图和相关的插图采用 ArcGIS 10.0 和 Origin7.5 制作。

2.3. 重金属污染指数法

重金属污染指数法是以加权算术平均值为基础，对各种重金属产生的影响进行综合评价的方法[11]。具体内容如下：

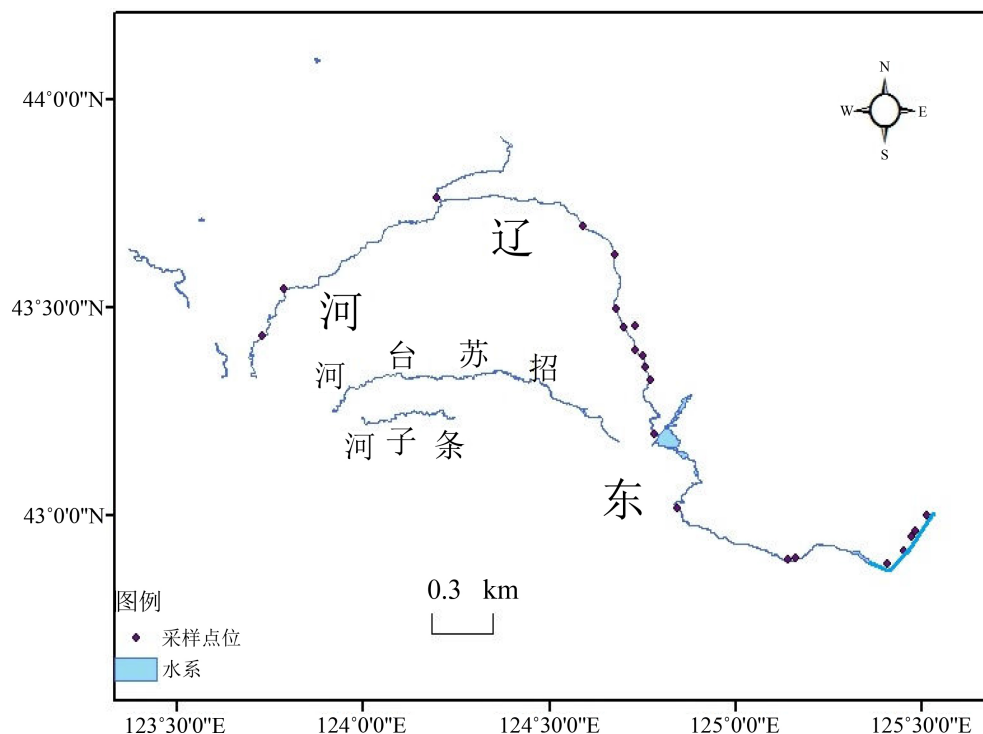


Figure 1. Distribution of sample sites in the Dongliao River

图 1. 东辽河水样采样点分布

1) 计算第 i 个重金属指标的权重。

$$W_i = k/S_i \quad (1)$$

2) 计算第 i 个重金属指标的质量等级指数。

$$Q_i = 100 \times V/S_i \quad (2)$$

3) 加权计算重金属污染指数。

$$\text{HPI} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i Q_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (3)$$

式中: S_i ——水域功能允许的最高浓度值($\mu\text{g/L}$) (《地表水环境质量标准(GB3838-2002)》的 III 类标准限值); k ——由条件决定的比例常数,为计算简便通常取 1; C_i ——水体重金属的监测浓度值($\mu\text{g/L}$); n ——评价指标的个数。HPI 为重金属污染指数。根据研究文献[11] [12], 通常污染临界指数 HPI 为 100, 当 $\text{HPI} > 100$ 时, 该水体的重金属污染程度已超过其最高可接受水平。

3. 结果与讨论

3.1. 重金属含量分析

东辽河水中重金属含量统计分析结果见图 2。Fe、Mn、Cu、Ni、Pb、Cd 的平均含量分别为 $260 \mu\text{g/L}$ 、 $50 \mu\text{g/L}$ 、 $9.5 \mu\text{g/L}$ 、 $10 \mu\text{g/L}$ 、 $136 \mu\text{g/L}$ 、 $0.11 \mu\text{g/L}$ 。Fe、Mn、Cu、Ni、Pb、Cd 在东辽河水中背景值分别为 $80 \mu\text{g/L}$ 、 $19 \mu\text{g/L}$ 、 $1.3 \mu\text{g/L}$ 、 $1.3 \mu\text{g/L}$ 、 $0.84 \mu\text{g/L}$ 、 $0.05 \mu\text{g/L}$ [13]。上述重金属含量均值均高于背景值, 其中 Cd 含量超过背景值 1.2 倍, Mn 含量超过背景值 1.6 倍, Fe 含量超过背景值 2.3 倍, Cu、Ni 含量超过 6 倍左右, Pb 含量超背景值 160 倍。

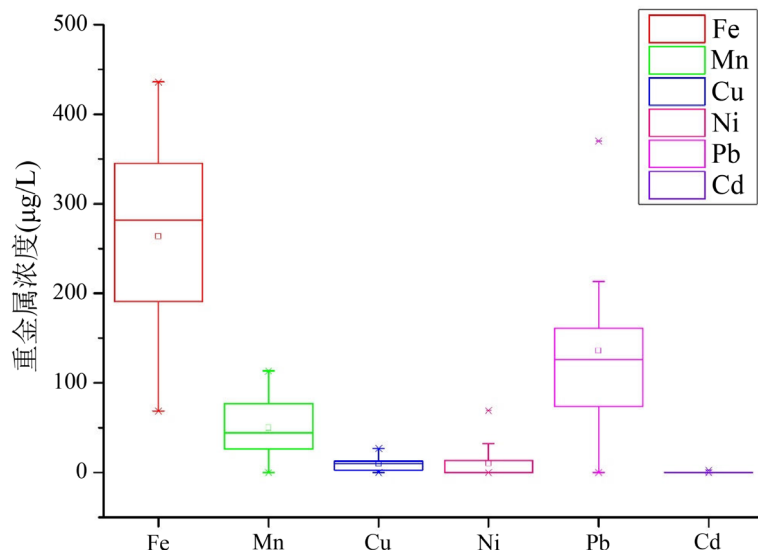
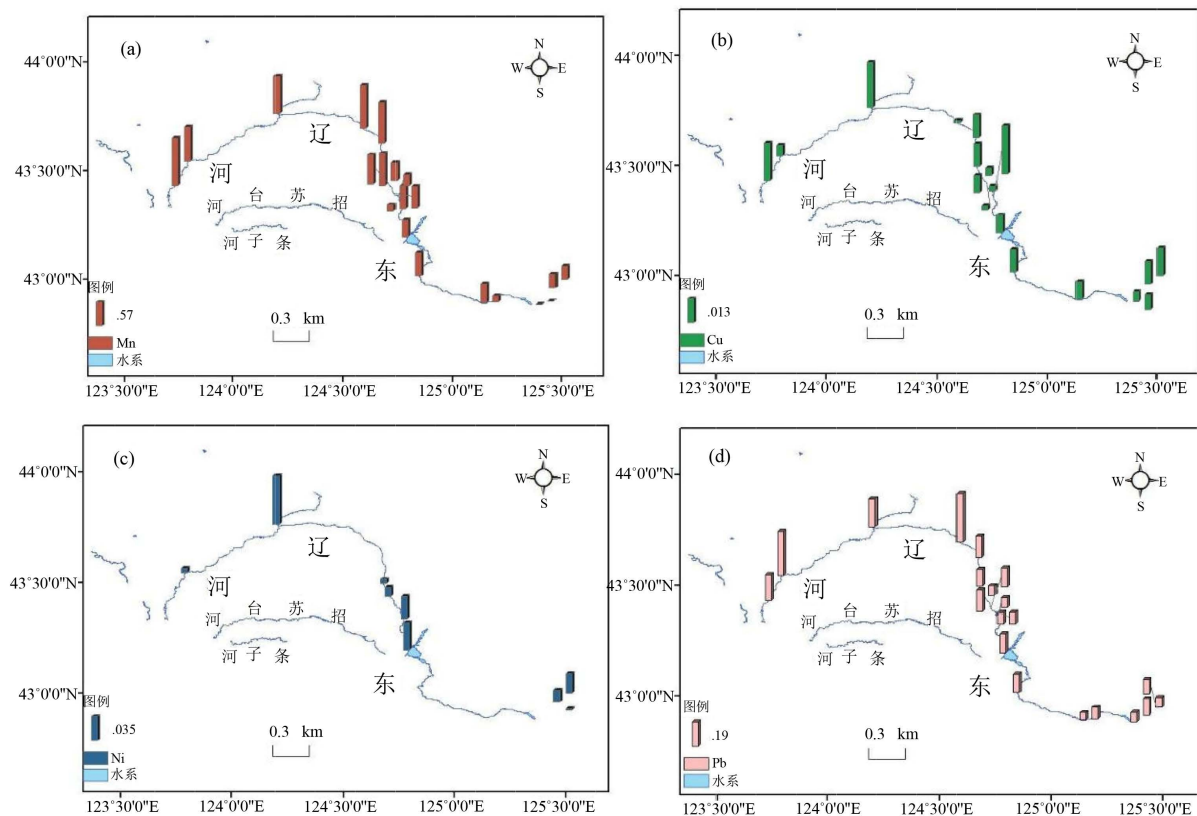


Figure 2. Box statistical analysis of heavy metal contents in the Dongliao River
图 2. 东辽河水体重金属含量统计分析箱式图

3.2. 水中重金属的空间分布及来源分析

东辽河水中重金属的空间分布见图 3。Mn、Cu、Pb、Ni、Fe 这五种重金属均在中下游出现高值区，上游含量偏低。其中，Cu、Mn、Ni、Pb 含量在各个采样点间的变化幅度较大，Fe 含量的变化幅度较小，整体含量偏高。Cd 仅在其中一个采样点检出，且含量较高。



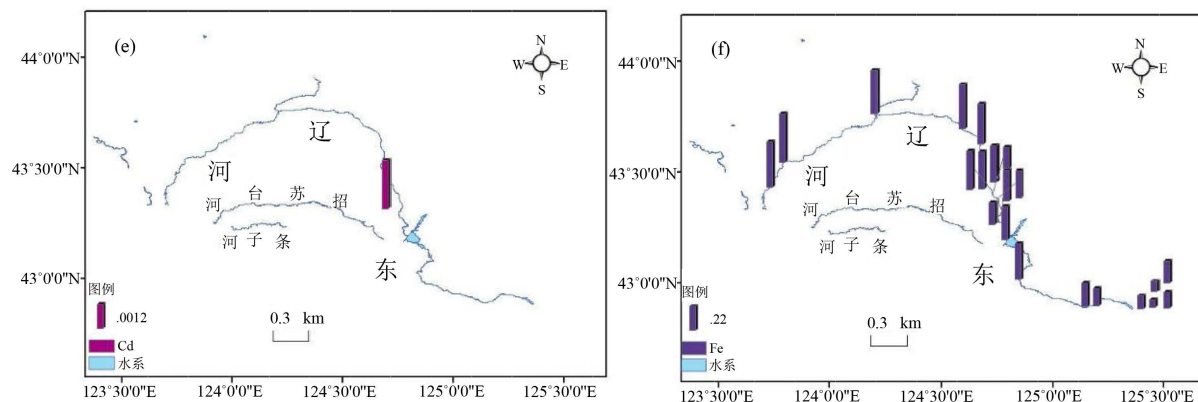


Figure 3. Spatial distribution of six heavy metals in the Dongliao River

图 3. 东辽河水中 6 种重金属空间分布

Mn、Fe 主要来自岩石和土壤等,并且在一定程度上受到农业施肥的叠加和人类活动影响如大气粉尘、农业施肥、废水灌溉等[14],中下游地区农业活动更为频繁,使中下游 Mn、Fe 的含量高于上游。Pb 主要来自工矿企业排放的废物和废水[15]。公主岭市和双辽市所在河段 Pb 含量较高,与其周围存在的工矿企业有关。Ni 主要来自食品加工、电镀、化石燃料燃烧和农业废水等[16]。公主岭市所在河段受 Ni 污染较为严重,该地区水稻的种植面积较大,而且存在化工、粮食深加工企业,导致 Ni 含量偏高。Cu 主要来自农药、化肥使用等农业活动[17]。东辽河中下游地区主要为农业用地,农田径流中含有 Cu,导致水体中 Cu 含量偏高。Cd 主要来自工业废水和农业废水[17],四平市京哈高速所在河段 Cd 含量偏高可能与周围工厂排放的废水有关。

3.3. 重金属污染评价

东辽河水体重金属污染指数(HPI)计算结果见表 1。由结果可知,东辽河河水的 HPI 值为 26.1930,按重金属污染评价方法, $HPI < 100$ 时,重金属污染程度处于可接受水平。所以,东辽河水体重金属污染程度处于可接受水平,污染程度较轻。水体中大部分重金属浓度满足地表水质量标准 III 类水的要求。从重金属的污染贡献可以看出,东辽河主要污染元素是 Pb。

Table 1. Assessment of heavy metal pollution

表 1. 重金属污染评价结果

P (重金属)/(mg * L ⁻¹)	实测质量浓度/(mg * L ⁻¹)	III 类水限定最高值/(mg * L ⁻¹)	Q_i	HPI
Pb	0.1359	0.05	271.8	26.1930
Cu	0.0095	1.0	0.95	
Ni	0.0102	0.5	2.04	
Cd	0.0001	0.005	2	

4. 结论和建议

根据本研究的结果,得出以下结论:

- 1) 东辽河流域水体检出的 6 种重金属平均含量由大到小依次为: Fe > Pb > Mn > Ni > Cu > Cd。除 Pb 外,其它重金属含量均在《地表水环境质量标准(GB3838-2002)》的 III 类水质标准范围内。
- 2) 东辽河流域水体的 HPI 为 26.1930,低于污染临界值 100,这说明东辽河水体的重金属污染程度处

于可接受水平。

3) 综合以上两种分析结果, 东辽河水体中重金属主要污染元素为 Ni、Pb。

建议在东辽河水体重金属污染治理过程中, 着重加强 Ni 和 Pb 的污染治理, 并不断开发出更全面有效的重金属污染治理技术, 有效地防治东辽河水体重金属污染, 不断地加强东辽河水环境保护。

参考文献

- [1] Adaikpoh, E.O., Nwajei, G.E. and Ogala, J.E. (2005) Heavy Metals Concentrations in Coal and Sediments from River Ekulu in Enugu, Coal City of Nigeria. *Journal of Applied Science and Environmental Management*, **9**, 5-8.
- [2] Esmaeilzadeh, M., Karbassi, A. and Moattar, F. (2016) Assessment of Metal Pollution in the Anzali Wetland Sediments Using Chemical Partitioning Method and Pollution Indices. *Acta Oceanologica Sinica*, **35**, 28-36. <https://doi.org/10.1007/s13131-016-0920-z>
- [3] Ramos, L., Fernández, M.A., González, M.J. and Hernández, L.M. (1999) Heavy Metal Pollution in Water, Sediments, and Earthworms from the Ebro River, Spain. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, **63**, 305-311. <https://doi.org/10.1007/s001289900981>
- [4] Reddy, U.A., Prabhakar, P.V., Rao, G.S., Rao, P.R., Sandeep, K., Rahman, M.F., Kumari, S.I., Grover, P., Khan, H.A. and Mahboob, M. (2015) Biomarkers of Oxidative Stress in Rat for Assessing Toxicological Effects of Heavy Metal Pollution in River Water. *Environmental Science and Pollution Research*, **22**, 13453-13463. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4381-2>
- [5] Alves, R.I., Sampaio, C.F., Nadal, M., Schuhmacher, M., Domingo, J.L. and Segura-Muñoz, S.I. (2014) Metal Concentrations in Surface Water and Sediments from Pardo River, Brazil: Human Health Risks. *Environmental Research*, **133**, 149-155. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.05.012>
- [6] Yao, H., Qian, X., Gao, H., Wang, Y. and Xia, B. (2014) Seasonal and Spatial Variations of Heavy Metals in Two Typical Chinese Rivers: Concentrations, Environmental Risks, and Possible Sources. *International Journal of Environmental Research Public Health*, **11**, 11860-11878. <https://doi.org/10.3390/ijerph111111860>
- [7] Segura, R., Arancibia, V., Zúñiga, M.C. and Pastén, P. (2006) Distribution of Copper, Zinc, Lead and Cadmium Concentrations in Stream Sediments from the Mapocho River in Santiago, Chile. *Journal of Geochemical Exploration*, **91**, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2006.03.003>
- [8] 张润洁, 袁犇, 王鑫壹, 孙莹莹, 任婧. 辽河干流水体中重金属时空分布特征及污染评价[J]. 环境保护与循环经济, 2018, 38(12): 63-68+78.
- [9] 权轻舟. 沈河水体重金属含量分析与健康风险评价[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(5): 119-125.
- [10] 周晓红, 文淳子, 刘丹, 马志良. 金山湖水体重金属污染物现状调查及其评价[J]. 江苏水利, 2019(3): 21-29.
- [11] Reza, R. and Singh, G. (2010) Heavy Metal Contamination and Its Indexing Approach for River Water. *International Journal of Environmental Science and Technology*, **7**, 785-792. <https://doi.org/10.1007/BF03326187>
- [12] 徐玉洁, 曹恩伟, 王敏, 沈宁宁, 张芹芹. 徐州市涉重企业地下水重金属污染调查[J]. 环境科技, 2016, 29(4): 61-63+69.
- [13] 李建, 郑春江. 环境背景值手册[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1989.
- [14] 马先杰, 陆凤, 陈兰兰, 陈淼. 贵州锰矿区地表水体重金属污染及生态风险评价[J]. 环境科学与技术, 2018, 41(11): 191-197.
- [15] 王漫漫. 太湖流域典型河流重金属风险评估及来源解析[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京大学, 2016.
- [16] 杨明. 大宝山矿区重金属元素(Zn, Ni, Cr)和氟环境地球化学效应研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- [17] 周军, 高凤杰, 张宝杰, 马彪. 松花江表层沉积物有毒重金属污染的潜在生物毒性风险评价[J]. 环境科学学报, 2014, 34(10): 2701-2708.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5485，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：aep@hanspub.org