

浑河流域水生态健康评价

时莹, 胡金丽, 王艳, 杨曼祺 (沈阳师范大学生命科学学院, 辽宁沈阳 110034)

摘要 [目的]评价浑河流域水生态健康状况。[方法]运用包含物理、化学、生物3个层面的评价体系对浑河流域沈阳段及抚顺段共12个断面进行生态健康评价, 评价体系包括3项1级指标12项2级指标。[结果]健康的断面有天湖大桥、新立堡大桥及长青桥, 生态健康状况最差的是沈抚灌渠(入浑河), 其余8个断面均为亚健康状态。浑河抚顺段处于健康断面的比例仅占23%, 亚健康的断面比例为67%, 而沈阳段的健康断面比例则为33%, 可见浑河流域沈阳段的生态治理效果较明显, 而抚顺段的治理亟待加强。[结论]今后应科学、系统地强化对浑河流域的管理, 减少污染物排放, 恢复河流两岸植被, 减少人为干扰。

关键词 浑河流域; 物理指标; 化学指标; 生物指标; 健康评价

中图分类号 S181.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)22-0046-03

Ecological Water Health Evaluation of Hunhe River Basin

SHI Ying, HU Jin-li, WANG Yan et al (College of Life Science, Shenyang Normal University, Shenyang, Liaoning 110034)

Abstract [Objective] To evaluate water ecological health of Hun River Basin. [Method] The ecological health evaluation was carried out on 12 sections of Hunhe River Basin in Shenyang and Fushun parts by including physical, chemical and biological aspects of the 3 evaluation system, the evaluation system included 3 first level indicators, 12 two indicators. [Result] The results showed that the Fushun Tianhu Bridge, Xinlipu Bridge and Evergreen Bridge of Shenyang were healthy sections. The worst section was Shenfu irrigation channel. The others were sub-health sections. The percentage of health section in Fushun part was 23%, sub-health cross-section was 67%. The healthy section in Shenyang part was 33% which was higher than in Fushun part. This was the effect of ecological administration by Shenyang government, The ecological management should be laying more stress to improve the river health in Fushun part. [Conclusion] It is necessary to strengthen the ecological management of the Hunhe River Basin scientifically and systematically, such as to control pollutants, to restore vegetation on river banks and to reduce human disturbance.

Key words Hunhe River Basin; Physical indicators; Chemical indicators; Biological indicators; Health assessment

河流生态系统拥有为人类提供服务的功能, 即提供食物、水资源, 贡献休闲娱乐的场所, 维持环境的稳态, 保护人们的生存环境。除此之外, 还需要维持自身净化能力, 以保证自身健康状况, 从而为人类提供可持续服务^[1]。随着全球社会经济的不断发展, 工农业生产取得了巨大进步, 与此同时, 大量工业污水排入河流, 导致河流污染越来越严重。水质评价的方法有多种, 如单因子评价法、污染指数法及综合水质指标指数评价法等^[2-8]。然而, 在评价指标中, 有学者认为, 生物评价提供的是广泛视角, 而化学标准或其他一些常规测量方法相对较为狭窄, 因此使用生物评价更好一些^[9]。近年来, 为了更准确评价河流的生态系统健康状况, 一些学者运用河流生态系统健康指标体系评价河流健康状况。生态系统健康是指生态系统处于相对良好状态, 是人们对环境期望和管理的终极目标, 但它需要充分了解河流并适应其特点, 进行持续的定义和评估^[10]。该评价体系包含物理、化学、生物3个层面, 在健康状况下, 3个层面都具有相应的完整性, 利用其完整性对河流生态系统健康进行评价更为准确、全面^[11]。

浑河又称“小辽河”, 属辽河支流。清原县滚马岭为起源处, 流经的城市有抚顺、沈阳等, 全长415 km, 主要支流包括上游入大伙房水库的社河、苏子河、东洲河、章党河、海新河、将军河、古城河、李石河等。近年来, 浑河污染逐渐加重, 主

要原因是工业废水及生活污水的大量排放, 如沈抚灌渠主要承接的是抚顺市的工业废水及生活污水, 其中一部分用于农田灌溉, 导致农田污染, 多余的废水则汇入浑河^[11]。在生态健康日益受到重视的今天, 河流健康研究与恢复受到广泛重视, 各地政府都做了很多工作。浮游藻类指水体中营浮游生活的小型藻类植物, 作为河流与湖泊等水生态系统中的生产者, 影响着该系统中的其他生物; 另一方面藻类的种类构成及数量变化对水生态系统的理化指标较为敏感, 是水生态系统健康与否的重要生物指示指标之一^[12]。经研究发现, 浮游藻类的群落结构、组成与水体环境密切相关^[13]。为此, 运用浮游藻类群落可进行水体富营养化监测, 进而评价水体水质状况。为揭示目前浑河的生态环境质量状况, 笔者在参考前人研究^[14-17]的基础上结合浑河自身的特点, 开展了物理、化学、生物3个层面的指标研究, 构建了指标评价体系, 对浑河的生态健康状况进行了初步评价, 以期对相关研究及浑河的生态恢复与管理提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 断面设置 2016年5月在浑河流域抚顺段及沈阳段共选取12个具有代表性的断面, 其中抚顺段的研究断面包括大伙房水库下游、东洲区、天湖大桥、浑河大桥(抚顺)、沈阳工学院、抚顺下(沈抚灌渠入水口)、七间房、沈抚灌渠(入浑河)、新立堡大桥9个断面; 沈阳段的研究断面包括长青桥、工农桥、浑河闸3个断面。选取的12个断面主要来自抚顺段, 由于沈阳市自2001年开始对浑河进行治理, 如掐断排污口、大规模兴建污水处理厂等, 目前已经取得了明显的效果, 因此该研究偏重浑河抚顺段。各研究断面的经纬度及海拔见表1。

基金项目 沈阳师范大学生态与环境中心主任基金项目(EERC-T-201501, EERC-T-201601); 2016年省级大学生创新创业项目(201610166041)。

作者简介 时莹(1992—), 女, 内蒙古赤峰人, 硕士研究生, 研究方向: 植物生态学。

收稿日期 2017-05-17

表 1 浑河各采样点经纬度及海拔

Table 1 The latitude and longitude of Hunhe River sampling sections

序号 No.	采样断面 Sampling section	纬度 Latitude (N)	经度 Longitude (E)	海拔 Altitude m
1	大伙房水库下游	41°52'458"	124°20'471"	93.5
2	东洲区	41°51'284"	124°25'963"	105.1
3	天湖大桥	41°52'395"	123°56'581"	77.4
4	浑河大桥(抚顺)	41°51'661"	123°45'005"	67.7
5	沈阳工学院	41°50'292"	123°42'381"	60.4
6	抚顺下(沈抚灌渠入水口)	41°49'927"	123°40'211"	57.2
7	七间房	41°50'033"	123°37'354"	52.2
8	沈抚灌渠(入浑河)	41°48'135"	123°35'376"	46.1
9	新立堡大桥	41°47'434"	123°33'234"	37.7
10	长青桥	41°45'190"	123°29'918"	41.9
11	工农桥	41°45'276"	123°23'341"	35.8
12	浑河闸	41°42'864"	123°18'309"	34.1

1.2 指标调查与分析

1.2.1 物理指标的调查。在现场调查并记录物理指标,具体包括 3 项 1 级指标 12 项 2 级指标(图 1)。

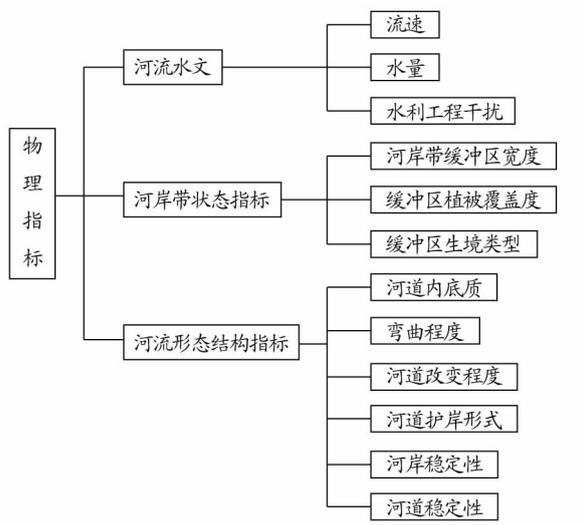


图 1 物理指标结构

Fig.1 Physical index structure

1.2.2 化学指标分析。利用便携式溶解氧测定仪测定水质溶解氧(DO)值,并在水面下 0.5 m 处采集 1 L 水于棕色瓶中,带回实验室测定化学需氧量(COD)、总磷(TP)、总氮(TN)、氨氮(NH₃-N)含量。COD 含量采用奥立龙分光光度计(AQ3700)测定,TP 含量采用钼锑抗显色法测定,TN 含量采用过硫酸钾消解法测定,NH₃-N 含量采用纳氏紫外分光光度法测定。

1.3 浮游藻类的采集与分析

1.3.1 采集。水深不同,水样采集方法不同,即水深大于 10.0 m 时,用 1 L 采水器分别在水面下 0.5 m、中部及水底上 0.5 m 处采集水样,将其混合后,取 1 L 混合水样;水深大于 2.0 m,小于 10.0 m 时,采水面下 0.5 m 及水底上 0.5 m 水样,混合后取 1 L;若水深小于 2.0 m,则在水下 0.5 m 处取 1 L 水样。将所采水样倒入 1 L 瓶中,加入 10~15 mL 鲁哥氏

试剂。水样带回实验室后,沉淀 24 h,浓缩至 50 mL,贮存于棕色瓶中。

1.3.2 鉴定、计数。取 0.1 mL 水样于浮游藻类计数框中,在 10×40 倍显微镜下鉴定藻的种类。浮游藻类计数需观察至少 2 片计数框,每片计数框观察 50 个视野。

1.4 评价方法 由于不同指标对河流生态系统的贡献和影响不同,因此对每个 1 级指标及 2 级指标赋予不同的权重^[14]。按加权平均法进行计算,每个 1 级指标控制在 20 分,最后得分即为 5 个 1 级指标得分之和。生态健康评价标准:81~100 健康,61~80 亚健康,41~60 一般,21~40 差,0~20 极差。

化学指标依据地表水环境质量标准 GB 3838—2002,I、II 类水赋值 4 分,III 类水赋值 3 分,IV 类水赋值 2 分,V 类水赋值 1 分,劣 V 类水赋值 0 分。浮游藻类生物多样性指数计算使用 Margalef 指数(底数为 e),计算公式为

$$D = (S - 1) / \ln N$$

式中,S 为藻类种类总数,N 为藻类个体总数。生态健康评价指标体系及评分标准见表 2、3。

表 2 生态健康评价指标体系

Table 2 Ecological health assessment index system

准则层 Criterion layer	1 级指标(权重) First level index (Weight)	2 级指标 Two level index	权重 Weight
物理 Physics	河流水文指标 (0.222)	流速	0.333
		水速	0.500
		水利工程干扰	0.167
	河岸带状态指标 (0.111)	河岸带缓冲区宽度	0.250
		缓冲区植被覆盖度	0.375
		缓冲区生境类型	0.375
	河流形态结构指标 (0.111)	河道内底质	0.273
		弯曲程度	0.091
		河道改变程度	0.182
		河道护岸形式	0.091
		河岸稳定性	0.182
		河床稳定性	0.182
化学 Chemistry	水体理化指标 (0.223)	TN	0.250
		TP	0.250
		NH ₃ -N	0.125
		DO	0.125
		COD	0.250
		生物 Biology	生物指标(0.333)

表 3 浮游藻类生物多样性评价标准

Table 3 Criteria for evaluation of phytoplankton biodiversity

分级 Classification	等级 Grade	分值 Score
>5	无污染	4
4~5	轻污染	3
3~4	中污染	2
>3	重污染	1
0	严重污染	0

2 结果与分析

通过对每个 2 级指标的计算,得到物理、化学、生物 3 个

层面1级指标得分及生态健康指数总分,并根据相应的评价标准得到每个采样断面相应的指数等级见表4。由图2可以清晰看出每个断面的各项2级指标的具体分值。结合表1和图2可知,生态系统健康的断面有天湖大桥、新立堡大桥、长青桥,健康状况最差的是沈抚下(灌渠入口),评价结果为一般,剩余8个断面皆为亚健康状态,占所研究断面的67%,而抚顺段处于亚健康的断面比例达67%,健康断面的比例仅为22%,然而沈阳段的33%为健康断面,且没有评价为一般及以下的断面。由此可见,浑河流域沈阳段治理效果较为显著,生态环境质量较好,抚顺段的治理亟待加强。

表4 生态健康指数总分及指数等级

Table 4 The values and grades of ecological health index

序号 No.	采样断面 Sampling section	生态健康指数总分 Total score of ecological health index	指数等级 Index class
1	东洲区	77.467	亚健康
2	大伙房水库下游	63.504	亚健康
3	天湖大桥	84.212	健康
4	浑河大桥(抚顺)	77.005	亚健康
5	沈阳工学院	69.099	亚健康
6	抚顺下(沈抚灌渠入口)	74.769	亚健康
7	七间房	72.844	亚健康
8	沈抚灌渠(入浑河)	46.838	一般
9	新立堡大桥	84.421	健康
10	长青桥	83.134	健康
11	工农桥	77.046	亚健康
12	浑河闸	74.744	亚健康

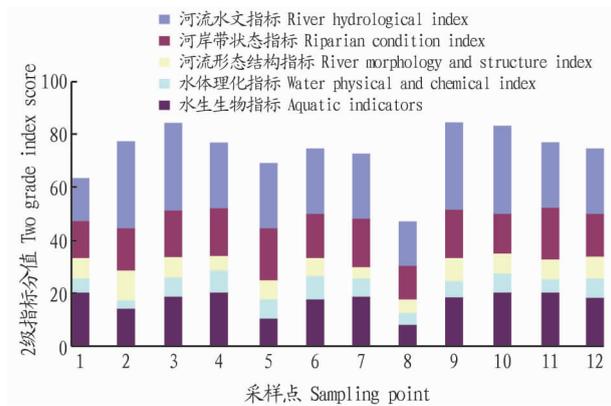


图2 浑河流域生态系统健康评价得分

Fig. 2 Assessment scores of Hunhe River Basin Ecosystem Health

3 结论与讨论

浑河污染主要原因是工业废水及生活污水的排放,如沈抚灌渠主要承接的是抚顺市的工业废水及生活污水,一部分用于农田灌溉,其余部分汇入浑河。前些年,沈阳境内的浑

河沿岸排污口有数十个,使浑河受到严重污染。该研究发现,浑河沈阳段的生态环境质量明显好于抚顺段,原因在于沈阳政府及环保局非常重视河流的环境治理,投入了较大的人力、物力、财力来改善河流的生态环境,2001年沈阳境内的37个排污口就已全部被掐断并建立污水处理厂。采取其他措施主要包括控制污染物的排放、河岸带植被的恢复,减少河流周围的人为活动等,尤其是评价结果为健康的断面,其河岸植被带的宽度均在15 m以上,乔木、灌木合理搭配。然而,抚顺段部分断面仍有明显的排污现象,河岸带的植被破坏严重,存在着近岸施工、堆放垃圾、岸边开荒种植农作物的现象。

从浑河流域抚顺段、沈阳段整体分析,浑河流域水生态系统属于亚健康状态的断面比例较大,因此对于浑河流域的治理还应继续加强。为保护、改善浑河流域水生态环境,应控制污水排放,包括工业废水及生活污水;恢复河岸带植被;减少人为干扰等。

参考文献

- [1] 姜晓辉,蔡大应. 黄河干流水库群对河流生态系统功能影响的价值评估[C]//中国环境科学学会. 中国环境科学学会学术年会论文集(2010). 北京:中国环境科学出版社,2010:2184.
- [2] NADDEO V, ZARRA T, BELGIORNO V. Optimization of sampling frequency for river water quality assessment according to Italian implementation of the EU Water Framework Directive [J]. Environmental science & policy, 2007, 10(3): 243-249.
- [3] 朱静平. 几种水环境质量综合评价方法的探讨[J]. 西南科技大学学报, 2002, 17(4): 62-67.
- [4] 郭劲松,龙腾锐,霍国友,等. 四种水质综合评价方法的比较[J]. 重庆建筑大学学报, 2000, 22(4): 6-12.
- [5] 徐祖信. 我国河流因子水质标识指数评价方法研究[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2005, 33(3): 321-325.
- [6] 尹海龙,徐祖信. 河流综合水质评价方法比较研究[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(5): 729-733.
- [7] 徐祖信. 我国河流综合水质标识指数评价方法研究[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2005, 33(4): 482-488.
- [8] 罗跃初,周忠轩,孙轶,等. 流域生态系统健康评价方法[J]. 生态学报, 2003, 23(8): 1606-1614.
- [9] KARR J R, CHU E W. Sustaining living rivers [J]. Hydrobiologia, 2000, 422: 1-14.
- [10] COSTANZA R, MAGEAU M. What is a healthy ecosystem? [J]. Aquatic ecology, 1999, 33(1): 105-115.
- [11] 唐涛,蔡庆华,刘健康. 河流生态系统健康及其评价[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1191-1194.
- [12] 江源,彭秋志,廖剑宇,等. 浮游藻类与河流生境关系研究进展与展望[J]. 资源科学, 2013, 35(3): 461-472.
- [13] 边归国. 湖泊和水库中藻类去除方法的研究进展[J]. 福建环境, 2003, 20(5): 62-65.
- [14] 马克明,孔红梅,关文彬,等. 生态系统健康评价:方法与方向[J]. 生态学报, 2001, 21(12): 2106-2116.
- [15] 胡成,苏丹. 综合水质标识指数法在浑河水质评价中的应用[J]. 生态环境学报, 2011, 20(1): 186-192.
- [16] 李凤清,蔡庆华,唐涛,等. 基于河流环境与生物复合指标评价辽北地区河流生态系统健康[J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16(1): 38-45.
- [17] 胡金,万云,洪涛,等. 基于河流物理化学和生物指数的沙颍河流域水生态健康评价[J]. 应用与环境生物学报, 2015, 21(5): 783-790.