

感潮区鱼类生境适宜度与水环境因子的响应关系分析

冷卓宇, 洪 铨

烟台大学土木工程学院, 山东 烟台

收稿日期: 2022年11月24日; 录用日期: 2022年12月21日; 发布日期: 2022年12月28日

摘 要

选取逛荡河感潮区, 设置3个监测点, 于春季对该区域进行一个感潮周期的水质监测。同时选定1号监测点于2019年1月至2019年10月, 分春夏秋冬四个季节进行水质监测, 进行水质分析与鱼类生境模拟。结果显示, 各样点DO范围在7.4~14.59 mg/L, NH₃-N范围在0.15~48 mg/L。从季节差异分析DO呈现出春季 > 秋季 > 冬季 > 夏季的趋势, NH₃-N呈现出冬季 > 春季 > 夏季 > 秋季的趋势。成鱼期鲈鱼对感潮区整体生境适宜度较为乐观, 适宜度指数基本集中于0.375~0.45, 且变化规律与感潮变化相似。不同季节的成鱼期鲈鱼适宜度指数集中在0.35~0.6, 且春季和秋季整体低于其他季节。

关键词

感潮区, 七星鲈鱼, 季节差异, 生境模拟

Analysis of the Response Relationship between Fish Habitat Suitability and Water Environmental Factors in Tidal Areas

Zhuoyu Leng, Quan Hong

School of Civil Engineering, Yantai University, Yantai Shandong

Received: Nov. 24th, 2022; accepted: Dec. 21st, 2022; published: Dec. 28th, 2022

Abstract

The tide-sensitive area of Guangdang River was selected and three monitoring points were set up to monitor the water quality of the area for one tide-sensitive cycle in spring. At the same time,

monitoring point No. 1 was selected to conduct water quality monitoring in four seasons from January 2019 to October 2019, spring, summer, autumn and winter, for water quality analysis and fish habitat simulation. The results showed that DO at each site ranged from 7.4~14.59 mg/L and NH₃-N ranged from 0.15~48 mg/L. The DO showed a trend of spring > autumn > winter > summer, and NH₃-N showed a trend of winter > spring > summer > autumn from the seasonal difference analysis. The suitability index was basically concentrated in the range of 0.375~0.45, and the changing pattern was similar to that of the tide sensing area. The suitability indices of adult perch in different seasons were concentrated in 0.35~0.6, and the overall suitability indices in spring and autumn were lower than those in other seasons.

Keywords

Tidal Area, Seven Star Bass, Seasonal Differences, Habitat Simulation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

鱼类是河流生态系统中的顶级群落,决定着河流生态系统物质交换和能量交换过程[1],是河流生态系统相对敏感的指示性物种,鱼类生境是指鱼类赖以生存、繁衍的空间和环境,对河流健康起着重要的指示作用[2]。城市河流受人为影响较为强烈,使得鱼类生境面临更为复杂的变化[3]。感潮河段作为城市河流的特殊河段,既受上游河段下泄径流承载污染负荷的影响,又受不同潮汐条件下和河口潮汐周期性作用[4],以致河口段水流流向、流速、流量经常发生剧烈变化,从而造成水质问题的复杂性,潮流的上溯也会对水环境质量变化产生一定的影响[5]。以往研究多为探究潮汐作用下的水质变化[6],较少地在此基础上进行生态环境的健康评估,因此对于感潮河段复杂水动力条件对沿海城市河流的生态修复效应尚不明确。

逛荡河作为莱山区主要河流,受上游多个拦河坝影响,淡水区受外界干扰不大,水环境比较稳定,而感潮区属于正规半日潮,水动力变化频繁。七星鲈鱼作为感潮河段的代表鱼类[7],主要栖息在河流出口或沿海城市,对环境适应力强,对盐度耐受区间广。因此本研究选取水动力较为复杂的逛荡河感潮区作为研究对象,选取七星鲈鱼作为指数物种,综合沿海城市河道水量流速不稳定、水质人为干预较大等特征,研究七星鲈鱼对不同生境因子的响应,根据鱼类的生境适宜度指数,揭示鱼类对水环境因子的响应机制。

2. 区域与方法

2.1. 研究区域

逛荡河位于山东省东北部、烟台市区东部的莱山区,属中纬度温带海洋性季风气候,年平均气温 12℃,年平均降水量大于 700 mm。逛荡河发源于莱山区凤凰山,最终注入黄海,全长 10.1 km,河道面积 0.72 km²。

2.2. 研究方法

2.2.1. 样品采集与分析

从河口根据涨潮轨迹,划定感潮区从河口至拦河堰附近,对河口感潮区选取三个监测点(见图 1)于春

季(2019.04.22)分三组人员在三处观测点进行涨落周期的时常 12 小时(8:00~20:00)的水动力同步观测。同时对 1 号监测点分别在冬季(2019.01.04)、春季、夏季(2019.08.06)秋季(2019.10.19)进行季节性监测。现场对附近生境, 土地利用类型, 植被覆盖率, 边坡类型等进行记录。在固定位置用取水器采集水样, 并现场测定水深、流速、溶氧等参数。收集到的水样密封带回实验室进行水质实验[8]。相关参数监测方法见表 1。

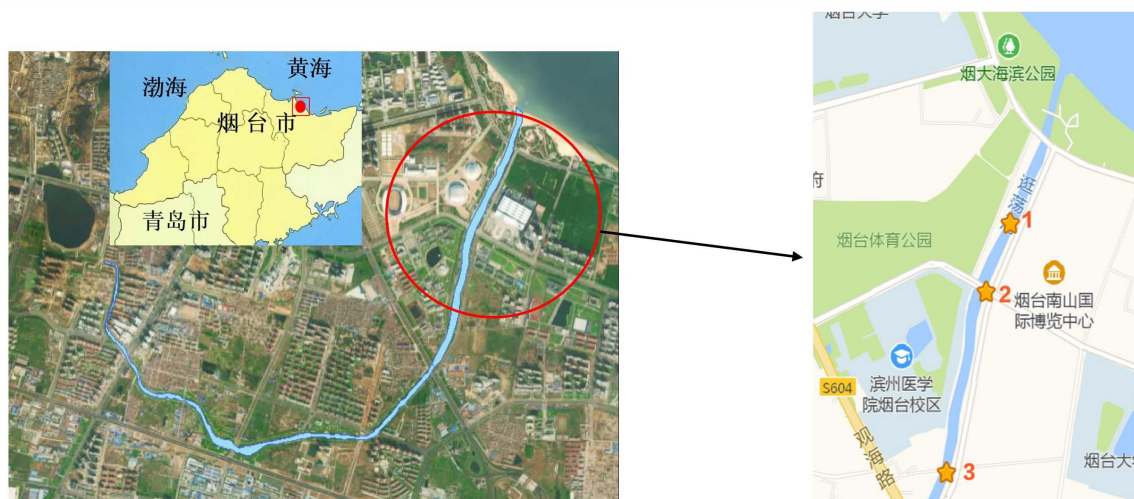


Figure 1. Research area and sample point layout
图 1. 研究区域及样点布设位置

Table 1. Water quality indexes and detection methods
表 1. 水质指标及检测方法

监测指标	检测方法	检测仪器	仪器型号
DO	电化学探头法	便携式溶解氧测定仪	JPB-607A
氨氮	纳氏试剂比色法	紫外-可见水质分析仪	AquaMate8000

2.2.2. 鱼类生境模型建立

本研究生境模型 Casimir 分为三部分: 模糊规则生成器、隶属度函数图像生成器以及生境适宜度计算。通过输入各指标各等级的适宜度指数、权重赋值以及适宜度分段范围生成模糊规则; 输入各指标隶属度函数的绘制坐标生成隶属度函数图像; 最后导入实测数据进行生成报告, 得到栖息地适宜性指数[9]。选取了七个关键要素: 流速(V)、水深(Dep)、底质(Sub)、溶解氧(DO)、氨氮(NH₃-N)、护坡植被(Veg)、水岸交接(Tra), 来作为后续进行生境适宜度评估的因子。选取了七星鲈鱼的成鱼阶段, 对其制定模糊集和模糊规则。

3. 结果与分析

3.1. 水质区域差异

不同采样点的水质潮汐变化如图 2 所示, 各样点不同时段水深受潮汐影响呈现出周期性变化, 同时影响 DO 与 NH₃-N 变化, 1 号点 DO 值范围在 8.68 mg/L~14.53 mg/L, 平均值为 12.09 mg/L, 2 号点 DO 范围在 9.58 mg/L~14.59 mg/L, 平均值为 12.39 mg/L, 3 号点 DO 范围在 7.4 mg/L~14.26 mg/L, 平均值为 10.08 mg/L。1 号点 NH₃-N 浓度范围在 0.15~0.45 mg/L, 均值为 0.27 mg/L, 2 号点 NH₃-N 浓度范围 0.1~0.39 mg/L, 均值为 0.23 mg/L, 3 号点 NH₃-N 浓度范围为 0.03~0.48 mg/L, 均值为 0.19 mg/L。

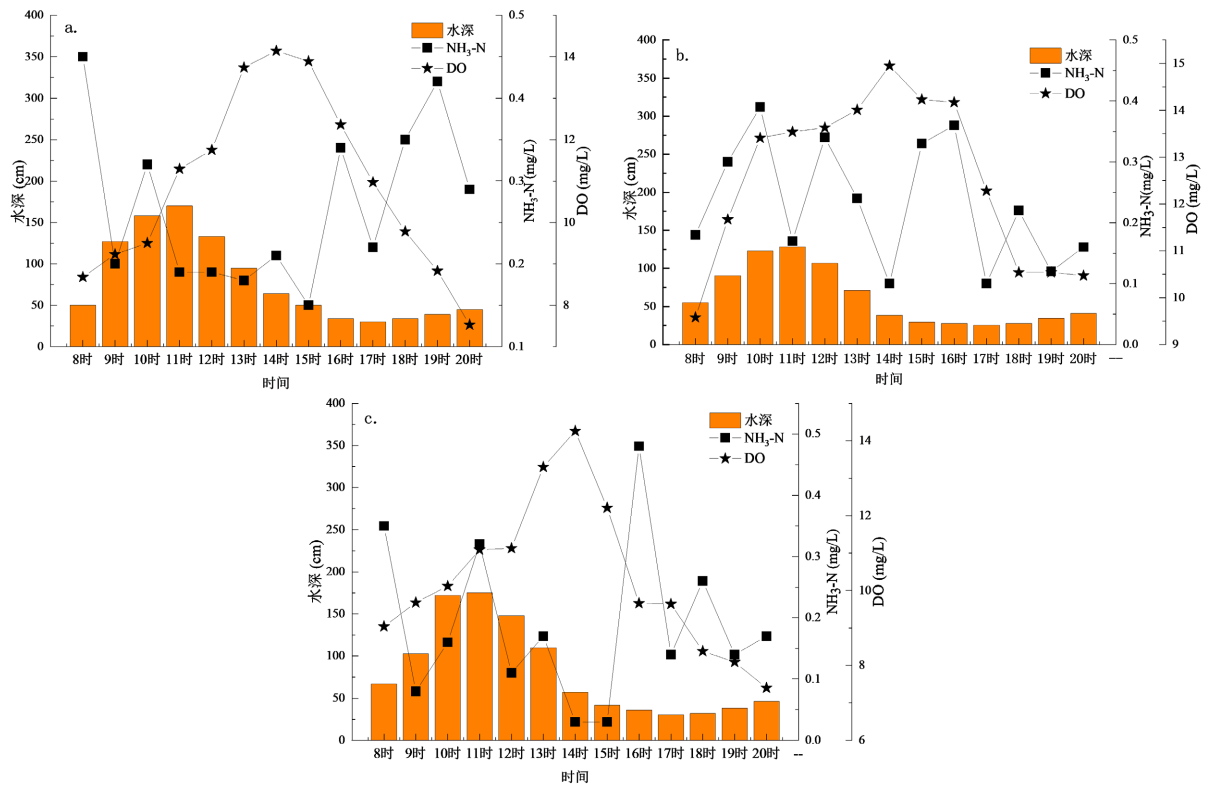


Figure 2. Tidal changes of water quality at different sampling points ((a) 1 monitoring point; (b) 2 monitoring point; (c) 3 monitoring point)

图 2. 不同采样点水质潮汐变化((a) 1号监测点; (b) 2号监测点; (c) 3号监测点)

3.2. 生境适宜度区域差异

成鱼期鲈鱼适宜度感潮变化如下图 3 所示, 结果显示成鱼期鲈鱼对春季感潮区整体的生境适宜度较为乐观, 适宜度指数 SI 值基本集中在 0.375~0.45 之间, 监测点 3 在 19 时的生境适宜度达到最高为 0.62, 最低值出现在 3 号监测点 13 时, 生境适宜度达到 0.35。

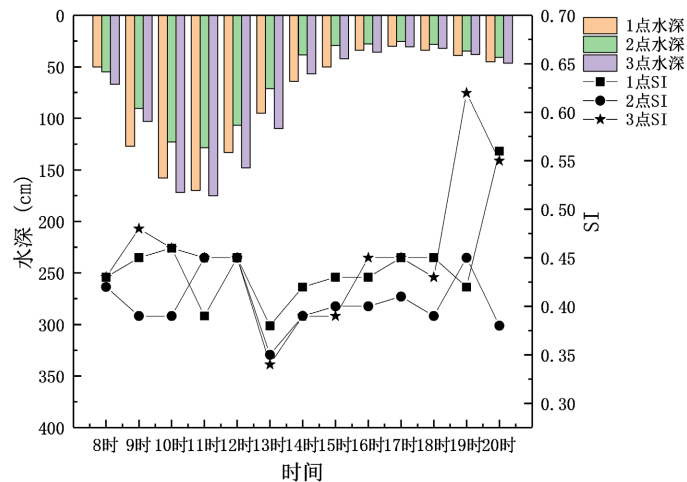


Figure 3. Differences of sampling points for perch suitability in adult stage

图 3. 成鱼期鲈鱼适宜度样点差异

3.3. 水质季节差异

四季水质感潮变化如下图4所示, 采样点水质季节性差异较为明显, DO含量夏季最低, 平均值仅为3.8 mg/L, 春季含量最高, 平均值为12.09 mg/L, DO最高值出现在秋季的15时, 浓度为14.21 mg/L, DO最低出现在夏季的20时, 浓度为1.9 mg/L, NH₃-N浓度平均值最低为秋季0.03 mg/L, 平均值最高值为冬季1.73 mg/L。各季节NH₃-N数据显示, 最高值为冬季8时, 浓度为1.44 mg/L, 最低值为夏季16时, 仅由0.01 mg/L。

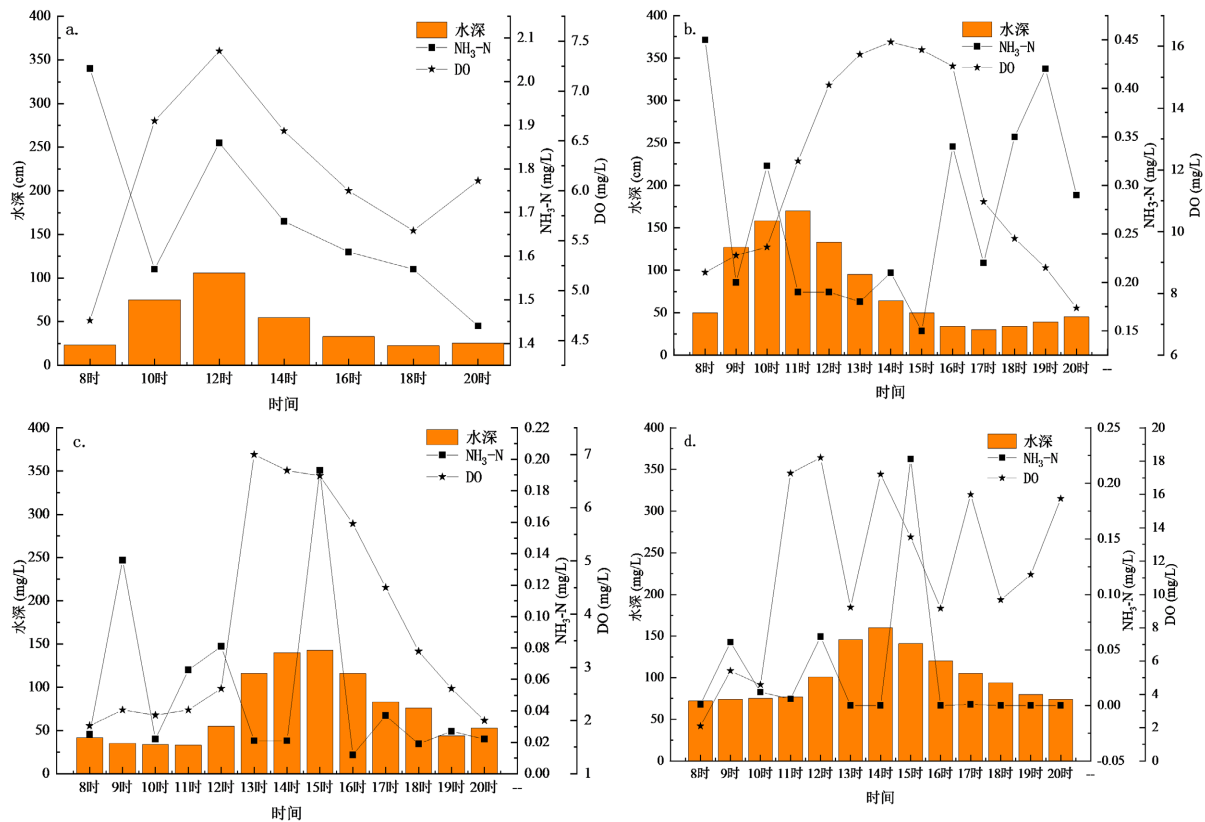


Figure 4. Water Quality Change at 1 Monitoring Point in Tidal Area of Wandang River ((a) Winter; (b) Spring; (c) Summer; (d) Autumn)

图4. 逛荡河感潮区监测1点水质变化((a) 冬季; (b) 春季; (c) 夏季; (d) 秋季)

3.4. 生境适宜度季节差异

对比不同季节1号监测点四季监测数据看出(图5), 四季成鱼期鲈鱼SI值集中在0.35~0.6之间, 且夏季为生境适度高于其他季节, SI最高值为0.65, 同时生境适宜度最高点也出现在夏季13时, 春季和秋季SI值整体低于其他季节, 变化规律相似且变化范围不大。

4. 讨论

三个观测点由于距离较近, 因此水深随潮汐几乎同步变化。水动力作用下, DO、NH₃-N也有各自的变化。同一潮水周期中, DO表现出了较为明显的趋势, 随着海水的不断上涨, 浓度不断上升; 落潮过程中DO浓度也在不断变小。原因在于逛荡河感潮区由于拦河坝的存在, 河水流量较低, 加上感潮区河道宽阔平坦, 感潮区在落潮期间水流正向流动缓慢, 空气中氧气溶进水中这一过程缓慢[10]; 而在涨潮时河

水反向流动和潮水初退时候正向流动都以较快的速度加快了氧气融进水中。随着时间的推移, 温度上升, 河流中的水生植物进行光合作用, 将氧气释放在水中, 提高了氧气浓度[11]。在两种原因综合作用下, DO 最高值所在点滞后于水深最高点两个小时, 在一天中最热的 14 时附近出现。NH₃-N 浓度变化与潮汐规律几乎一致, 2 号监测点 15 时氨氮浓度瞬间增高, 考虑到 2 号监测点附近存在排污口, 可能存在定时排放污水的行为, 同时影响到 1 号监测点和 3 号监测点对应时刻的浓度的变化。

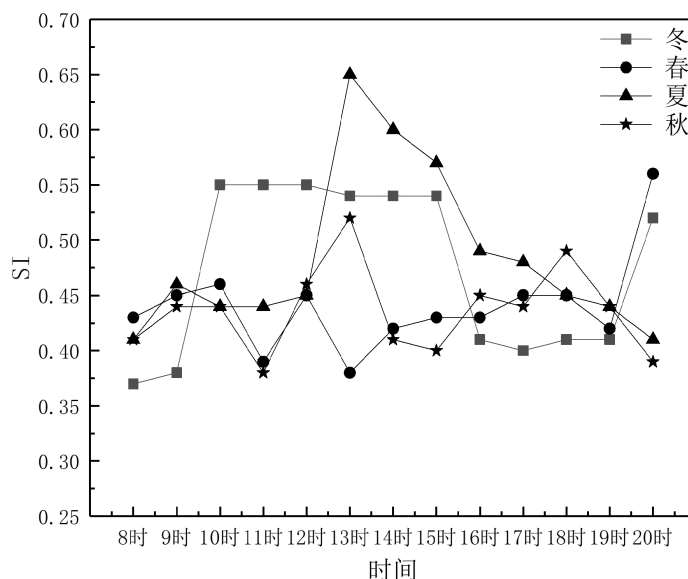


Figure 5. Seasonal difference of perch suitability in adult stage
图 5. 成鱼期鲈鱼适宜度季节差异

从季节尺度分析, 冬季 NH₃-N 浓度值高, 一方面, 是冬季北方地区气温极低, 影响了水中微生物的活性, 硝化作用缓慢, 影响了 NH₃-N 的利用和转化[12]。另一方面, 由观测数据可知, 冬季河流感潮区的水深在一个潮水周期内均值最低, 涨潮时最高点仅 120 cm。考虑到冬季取水时是两小时观测一次, 120 cm 时可能并非涨潮最高点, 但是, 冬季水深最低值只有 23.3 cm, 较之其他季节仍然低了 10 cm 左右, 说明了冬季本身河流流量较小, 潮汐作用下的稀释作用也不如其他季节。

不难发现, 鲈鱼的适应性曲线变化规律与 DO 变化曲线相似, 一方面原因是鲈鱼对流速敏感性不高, 但是较为喜欢水深较深的环境, 然而逛荡河流量较小, 即便是在涨潮最高点, 依然不能满足到鲈鱼的合适深度[13]。另一方面, 在感潮区河水 DO 值过高, 超出了鲈鱼生存的适宜区间, 也成为限制七星鲈鱼在河口生存的重要环境因子。水环境相似的春季和秋季的生境适宜度对于成鱼期鲈鱼来讲表现出了相似的且变化范围不大的趋势; 夏季的 SI 仍旧是最高的, 值得一提的是, 冬季的 SI 表现出了差异极大的分段式特征, 在每一个分段里 SI 较为稳定, 不同段之间差距较大, 且表现出低 - 高 - 低的趋势。原因在于, 早、晚两个时间段的 DO 水平过低, 在中午河水中 DO 含量升高, 这一鲈鱼更为敏感的因子对鲈鱼的生境适宜度起到了最为重要的影响。

5. 结论

本次研究结果可知, DO 和 NH₃-N 与潮汐变化相似, 从样点分析各样点 DO 范围在 7.4~14.59 mg/L, NH₃-N 范围在 0.15~48 mg/L, 从季节差异分析 DO 呈现出春季 > 秋季 > 冬季 > 夏季的趋势, NH₃-N 呈现出冬季 > 春季 > 夏季 > 秋季的趋势, 成鱼期鲈鱼对感潮区整体生境适宜度较为乐观, 适宜度指数

基本集中于 0.375~0.45, 且变化规律与感潮变化相似。不同季节的成鱼期鲈鱼适宜度指数集中在 0.35~0.6, 且春季和秋季整体低于其他季节。

参考文献

- [1] 谢文君, 靳铁治, 周海欣, 等. 渭河流域周至段鱼类多样性与栖息环境调查[J]. 水产学杂志, 2017, 30(2): 32-41.
- [2] 张赛赛, 高伟峰, 孙诗萌, 等. 基于鱼类生物完整性指数的浑河流域水生态健康评价[J]. 环境科学研究, 2015, 28(10): 1570-1577.
- [3] 边博, 程小娟. 城市河流生态系统健康及其评价[J]. 环境保护, 2006(4): 66-69.
- [4] 赵晨澄, 杨友健, 白直旭. 瓯江流域感潮河段潮位变化趋势分析[J]. 陕西水利, 2022(7): 1-5+11.
- [5] 全为民, 沈新强, 韩金娣, 等. 长江口及邻近水域氮、磷的形态特征及分布研究[J]. 海洋科学, 2010, 34(3): 76-81.
- [6] 张雷, 秦延文, 马迎群, 等. 大辽河感潮段及其近海河口重金属空间分布及污染评价[J]. 环境科学, 2014, 35(9): 3336-3345.
- [7] 毕庶万, 于光溥, 时光营, 于炳礼, 毕建强. 黄渤海的鲈鱼资源及增养殖概况[J]. 水产科技情报, 1995(4): 181-183. <http://doi.org/10.16446/j.cnki.1001-1994.1995.04.014>
- [8] GB 3838-2002. 地表水环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [9] 郑丙辉, 张远, 李英博. 辽河流域河流栖息地评价指标与评价方法研究[J]. 环境科学学报, 2007, 27(6): 928-936.
- [10] 孙君, 王志峰. 活动坝对于南明河城区水质影响分析[J]. 资源节约与环保, 2020(6): 42-43. <http://doi.org/10.16317/j.cnki.12-1377/x.2020.06.033>
- [11] 刘鹏霞, 刘子洲, 翟方国, 顾艳镇, 何健龙, 靳洋, 何鑫, 陈爱华. 山东半岛东部近海海水溶解氧时空变化[J]. 海洋科学, 2021, 45(7): 66-80.
- [12] 田颖, 郭婧, 梁云平, 等. 北京市河流氨氮浓度时空演变特征分析[J]. 中国环境监测, 2020, 36(1): 75-81.
- [13] 吴常文, 徐梅英, 胡春春. 几种深水网箱养殖鱼类行为习性的观察[J]. 水产学报, 2006, 30(4): 481-488.