

张家大湖水环境现状分析与评价

张霞 龚婷婷 闵银柳

湖北省天门市水文水资源勘测局

DOI:10.12238/hwr.v5i6.3857

[摘要] 近年来我国各地政府均加强了对环境污染治理的力度。湖泊水环境的治理工作也得到了大力推进。随着湖区淤积、湖泊萎缩和人为因素的影响,导致湖泊大多污染严重。以天门市张家大湖水环境为例,综合分析其水环境污染状况及产生的主要原因,采用不同的评价方法对水质状况进行评价,并提出相关建议,为湖泊水环境治理和保护提供科学的理论依据。

[关键词] 淡水湖泊; 水环境现状; 水质评价; 富营养化; 水文水资源

中图分类号: TV211 **文献标识码:** A

Analysis and Evaluation of Water Environment in Zhangjia Lake

Xia Zhang, Tingting Gong, Yinliu Min

Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Tianmen, Hubei Province

[Abstract] In recent years, local governments in China have strengthened their efforts to control environmental pollution. The management of lake water environment has also been vigorously promoted. With the effects of silting, shrinking and human factors, most lakes are seriously polluted. Taking the water environment of Zhangjia Lake in Tianmen city as an example, this paper comprehensively analyzes the water environment pollution and its main causes, adopts different evaluation methods to evaluate the water quality, and puts forward relevant suggestions, so as to provide scientific theoretical basis for the water environment management and protection of the lake.

[Key words] shallow lakes; water environment status; water quality assessment; eutrophication; hydrology and water resources

张家大湖作为天门最大的原生态湖泊主要有防洪排涝、灌溉供水和水产养殖的功能。随着湖泊水产养殖面积的增大,湖泊富营养化问题日益突出^[1]。湖泊水环境污染是当今湖泊治理所面临的主要问题之一。为深入了解张家大湖水环境状况,全面评估张家大湖水环境问题现状,通过对张家大湖进行实地勘察和长期的水质监测及评价,综合分析张家大湖水环境问题产生的主要原因。湖泊流域的水环境是十分脆弱的生态系统,这些地区的生态系统十分复杂,并且会对气候、人类活动极为敏感。随着全球气候变暖和人类活动的加剧,对湖泊资源的不合理开发利用,污染物的排放,造成湖泊面积缩小、污染加剧、水质富营养化、可利用水量减少,湖泊流域的自我

清洁能力大大减弱,生态日趋恶化,保护湖泊流域水环境成为了一个迫在眉睫的现实问题^[2]。针对张家大湖当前存在的水环境问题,提出张家大湖水环境整治建议。

1 调查

1.1 研究区域概况

张家大湖,位于湖北省天门市北部的九真镇,属于江汉湖群范畴,是典型的浅水湖泊,其中心地理坐标为东经113°14'59",北纬30°44'37",湖泊水域面积6.53平方公里^[3],平均水深1.8m,张家大湖湿地湖岸绵延数十公里,湖河相通,田湖相连,是天门市最大的湖泊。

张家大湖位于江汉平原北部,由张家湖、於家汉、李家湖和黄家汉四片组成。张家大湖因泽口溃堤、洪水泛滥、积

水于九真镇东北部而形成。洪水溢出河床后,大量悬浮物质沉积形成沿河岸带状分布的天然堤。天然堤的不对称发育导致天然堤外形成于堤岸平行的浅洼地,低地积水成湖。

1.2 水文与水系

张家大湖是一个调节性的湖泊,枯水可蓄,丰水可泄,湖水可按季节进行有效交换。张家大湖位于汉北河北岸,北面承接柳河、邱桥河来水,总承雨面积为195.94平方公里,多年平均降水量1090毫米,南面经张家湖排水区、张家湖闸流入汉北河,再入汉江长江。柳河、邱桥河上游为山丘与岗地、汇流时程短、径流集中。湖泊南面过冲担沟,经张家湖排水渠、张家湖闸流入汉北河。湖泊水位受人为控制,湖泊历史最高水位27.53米,

最低水位23.00米,多年平均水位25.30米。湖内水位正常情况下控制在26.5米,保证农业灌溉用水。

1.3生态功能

(1)防洪

张家大湖具有调蓄洪水、减缓水流风浪的侵蚀作用的防洪功能。其南部与汉北河相通,可以蓄积洪水、减缓洪水流速、削减洪峰、延长水流时间等。

(2)水源地

张家大湖总承雨面积为195.94km²,主要为周边居民生活用水和农业灌溉用水的水源地。同时通过为地下蓄水层补充水源,作为地下水系统的一部分,为周边居民提供地下饮用水源。

(3)净化水质

张家大湖可以通过水文和湿地植物的作用和化学、生物过程,吸收、固定、转化土壤和水中营养物质含量,降解有毒污染物质,净化水体,保护环境。张家大湖的水质净化功能主要表现在对自身水质的保护能力和对上游来水水质的净化能力。

(4)调节气候

张家大湖作为重要的灌溉水源地,通过水面的热量和水汽交换,对区域环境产生影响。湿地区域内生长有大量的植被,具辐射热平衡值高的特点。湿地对该区域的气候有一定的湿润作用和气温效应。

1.4管理现状

当前张家大湖水面管理权和使用权为天门市水产局,防洪抗旱及整体开发涉及九真镇政府,水则由九真镇村民灌溉使用,湖泊水位调蓄权限由市水利和湖泊局负责。张家湖国家湿地公园内,主要以生态养殖和种植业为主,主要养殖四大家鱼,盛产鲤、鲫、乌鳢及菱等,殖养性质为粗放经营,年平均养殖面积约9300亩。种植业以种植水稻、棉花、油菜为主,旱地以麦棉为主,兼种大豆,水田以水稻为主,同时发展油菜生产。现渔场场部南、北两片鱼池及南部田园、林地,部分环水区域植以野荷、野菱等水生植物,水中养鱼。张家湖南部和东部临岸水域丰富的野芦、野荷、野菱及水

草等湖生生物景观,湖盆呈浅碟形,湖底平坦,湖底淤泥深厚。

作为湖北省保持原始生态最好的湖泊之一,张家大湖湿地公园范围内游客以垂钓、踏青等形式的自主游为主。

1.5水生生物状况

据统计,张家大湖范围内共有维管束植物76科,189属,244种,其中蕨类植物6科6属6种,裸子植物3科4属4种,被子植物67科179属234种;脊椎动物共有5纲28目68科158种,其中鱼纲6目13科57种,两栖纲2目6科9种,爬行纲2目6科11种,鸟纲13目35科68种,哺乳纲5目8科13种。底栖动物22种。张家大湖盛产多种鱼类,特别是青、草、鳊、鲮、乌鳢、中华绒螯蟹、鲤、鲫等8种鱼蟹。

2 实验

2.1水样采集与采样布点

为了全面反映张家大湖的水质状况,增加水样的代表性,研究人员依据湖泊的基本形态共布设3个监测采样点(左岸、右岸和中泓处各设置1条垂线),基本可以代表整个湖泊的水质情况,野外采样点采用GPS定位,监测点分布如图1和表1所示。



图1 张家大湖水水质监测采样点位图
表1 张家大湖水水质监测采样点位名称及地理坐标

编号	监测点	纬度	经度
1	湖1	30.74361111	113.2497222
2	湖2	30.73503205	113.2462392
3	湖3	30.73828029	113.2610488

2.2水质监测

现场测试水深,同时用聚乙烯瓶采集水样2.5L带回实验室作进一步的化学

分析,主要指标包括水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP)、总氮(TN)、透明度、叶绿素a。以上指标的实验室分析主要按照《环境监测规范》(SL219-2013)中的规定方法执行,各监测项目的具体分析方法见表2。

3 张家大湖水环境监测评价结果

3.1水质状况评价

3.1.1水质状况评价方法

采用单因子指数法和综合污染指数法^[4]对张家大湖湖水环境质量进行评价。

(1)单因子指数法

单因子指数法是以《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)规定的水质类别为标准,从单项水质指标入手,算出其超标倍数。

(2)综合污染指数法

综合污染指数是评价水环境质量的一种重要方法,计算公式为:

$$P_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

P_j 为综合污染指数均值; n 为评价指标数量; P_i 为第 i 种水质指标的单因子指数。评价项目分别为水温、pH、溶解氧、总氮(TN)、总磷(TP)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、氨氮(NH₃-N)等。

3.1.2水质状况评价结果

本研究课题针对张家大湖水环境进行监测。监测时间是2019年4月-2021年6月,根据监测数据的完整性、可得性以及评价指标的代表性,参照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002),将水温、pH、溶解氧、总氮(TN)、总磷(TP)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、氨氮(NH₃-N)七项指标作为参评指标。

2019年共监测5次,15组数据的平均值水质类别为IV类,超标项目主要为总磷和总氮。氨氮、溶解氧和高锰酸盐指数浓度监测结果较好,大部分能达到地表水III类水质标准,15组数据中只有一次溶解氧达到V类标准,位于湖心的监测

表 2 张家大湖水环境监测项目分析方法

检测项目	检测方法名称及编号	最低检出限	方法来源
水温	水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法		GB/T 13195-1991
溶解氧	水质溶解氧的测定电化学探头法	0.2 mg/L	HJ 506-2009
pH	水质 pH 的测定玻璃电极法		GB/T 6920-1986
高锰酸盐指数	水质高锰酸盐指数的测定-滴定法	0.5mg/L	GB/T 11892-1989
氨氮	水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法	0.025mg/L	HJ 535-2009
总磷	水质 磷酸盐和总磷的测定 连续流动-钼酸铵分光光度法	0.01mg/L	HJ 670-2013
总氮	水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	0.05mg/L	HJ 636-2012
透明度	透明度的测定(透明度计法,圆盘法)		SL 87-1994

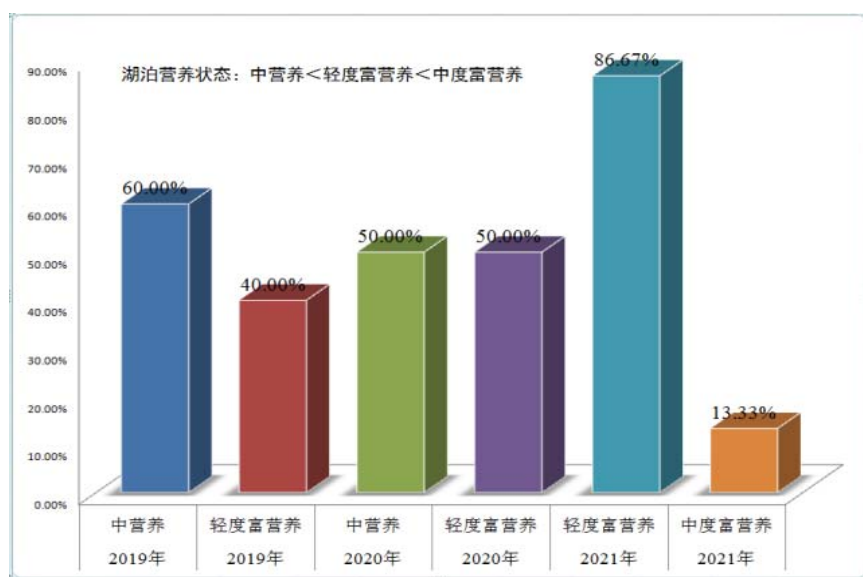


图 2 2019年-2021年张家大湖营养状况图

点；总磷、总氮浓度监测结果较差，总磷浓度8组数据为IV类，总氮浓度4组数据为IV类，说明张家湖受上游污染影响较大。湖心监测点的氨氮和总氮浓度略高于左岸和右岸两个监测点的监测值，说明湖区渔业养殖对水质影响较大。左岸和右岸两个监测点的总磷浓度略微高于湖心监测点，说明张家大湖受到附近水稻田、库塘和水产养殖区的化肥及农药污染。

2020年共监测6次，18组数据的平均值水质类别为IV类，超标项目主要为总磷、溶解氧和总氮。氨氮、总氮和高锰酸盐指数浓度监测结果较好，大部分能达到地表水III类水质标准，18组数据中只有一次总氮达到IV类标准，位于右岸的监测点；总磷浓度监测结果较差，总磷浓度有15组数据为IV类；溶解氧浓度5

组数据为IV类，说明张家湖受附近水稻田、库塘和水产养殖区的化肥及农药以及各类动物的排泄物的污染影响较大。

2021年共监测5次，15组数据的平均值水质类别为IV类，超标项目主要为总氮和氨氮。总磷和高锰酸盐指数浓度监测结果较好，大部分能达到地表水III类水质标准，15组数据中只各有一次达到IV类标准，分别位于左岸和右岸两个监测点；氨氮和总氮浓度监测结果较差，氨氮浓度在II-V类之间，总氮浓度在III-劣V类之间，说明张家湖受化肥、农药以及生活污水和生活固体废物(如动物粪便、尿液等)污染影响较大。

3. 2营养状况评价

3. 2. 1营养状况评价方法

依据《地表水环境质量评价技术规范》(SL395-2007)，采用营养状态指

数法对张家大湖的营养状况进行综合评价。张家大湖营养状态评价项目包括总磷、总氮、叶绿素a、高锰酸盐指数和透明度。其计算公式为：

根据如下公式计算营养状态指数(EI)，并根据该指数确定营养状态分级：

$$EI = \sum_{n=1}^N E_n / N$$

式中：EI——营养状态指数；

En——为评价项目赋值；

N——评价项目个数

3. 2. 2营养状况评价结果

据实验室数据分析，2019年-2021年张家大湖营养状况，按营养状况评价，如图2所示：2019年15组实验数据表明张家大湖营养状况，处于中营养状态的有9个监测断面，占总数的60.0%；处于轻度富营养状态的有6个水质监测断面，占总数的40.0%。2020年18组实验数据表明张家大湖营养状况，处于轻度富营养状态的有9个水质监测断面，占总数的50.0%；处于中营养状态的有9个监测断面，占总数的50.0%。2021年15组实验数据表明张家大湖营养状况，处于轻度富营养状态的有13个水质监测断面，占总数的86.67%；处于中度富营养状态的有2个监测断面，占总数的13.33%。处于轻度富营养状态占比逐年递增，2021年开始出现了中度富营养状态。

综上所述，2019年-2021年张家大湖中营养占比降低，轻度富营养状态占比升高，逐步出现中度富营养状态，张家大湖营养状况越来越严重。

4 张家大湖水环境主要污染源分析

张家大湖主要面临污染包括化肥及农药污染、生活污染、养殖业污染和交通污染。其中以农业面源污染和生活污染为主。

4. 1化肥及农药污染

张家大湖上游地区分布着大面积水稻田、库塘和水产养殖区，其农业活动对农药、化肥的使用不合理。由于距离湖区较近，对水质影响较大。面源污染分布广泛，排放点分散，污染的发生随时间变

化较大。农田逐步增加的化肥施用量及肥料流失量更是造成水体富营养化重要原因。随着农田养分(如N、P素肥料使用过程中的硝酸盐、 NH_4^+ 和磷酸根离子等)的投入,使农田土壤养分不断积累,并随着暴雨、农田灌排水、土壤侵蚀产生的地面径流和地下渗漏途径,促使养分从土地向水体转移,从而导致张家大湖总磷和总氮超标的原因之一。

4.2 生活污染

人口和居民点的分布于水质有着较强的相关性。生活污水和垃圾是人类生产活动的必然产物。实地调查发现,柳河上游区域居民点分布集中,沿河随处可见垃圾无管制堆放,生活污水和粪便直排入湖,基本没有进行集中和无害化处理。垃圾利用率低,还可能传播病毒细菌,经过雨水冲刷入湖形成水肿固体污染物,或通过污染地下水间接对湖体水质产生影响,也是导致张家大湖总磷和总氮超标的另一个原因。生活污水中含有高浓度的合成洗涤剂,使水中含磷超标,加剧地表水的富营养化。污水中的固体污染物主要以悬浮状态、胶体状态和溶解状态的形态存在于水体中,会造成水体浑浊度提高,影响水体外观。悬浮物沉积于河湖底部,危害底栖生物的繁殖,影响渔业生产。湖泊岸线较长,垂钓垃圾、生活垃圾和生活污水直排入湖,对张家大湖水体富营养化加剧有较大影响。

4.3 养殖业污染

张家大湖水产养殖面积较大,部分沟汊被人为筑坝隔断或围网,在湖泊周围还有大量的鱼塘。养殖密度过大,湖泊

中众多生物的呼吸作用增加,生物耗氧量也增大,从而会导致张家大湖水体中溶解氧降低。鱼类的排泄物、底质释放导致水体富营养化,同时水产养殖使水草骤减,湖泊自净能力降低。底泥在汛前被冲起,造成大量鱼类死亡,污染水体。目前张家大湖投放化肥农药或违禁鱼药的现象较少,多采用生态养殖的方式,对水质影响较小。湖泊岸线较长,附近有养猪场、养鸡场,农村家畜粪便没有进行无害化、资源化处置,未经处理通过土壤和地表径流进入水域,也是造成张家大湖总氮和氨氮超标的原因之一。

4.4 交通污染

张家大湖水陆交通便利。与213省道紧紧相连,周边有张店、张庙、龙背、高垮、陆岭、杜场、段场、同兴、新河等九个村有道路5条,直通湖边。沿湖公路车辆增多,汽车尾气排放量增加,有害物质沉积在两旁土壤和植物体,经过淋溶或土壤渗漏随水流直接入湖。此外,由于捕鱼等人类活动使机动船增多,使水体受到油的轻微污染。

4.5 来水污染

研究人员经过对上游柳河丰水期和枯水期水质进行监测,结果显示柳河枯水期水质达到II类-III类水标准,丰水期水质达到III类-IV类水标准,从而对张家大湖水环境产生一定的影响。

5 结论

张家大湖上游及沿湖周边基本无工业,如图3所示:2019年-2021年总体上能够达到《国家地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类-IV类水标准,超标项目主要为总磷、总氮、氨氮和溶解氧。

主要污染源为附近水稻田农业生产污染、居民点生活污水污染、生活垃圾污染和水产养殖区的化肥及农药污染等,主要发生在湖区周边村落及居民点集中地区。2019年-2021年张家大湖中营养占比降低,轻度富营养状态占比升高,逐步出现中度富营养状态,张家大湖营养状况越来越严重。

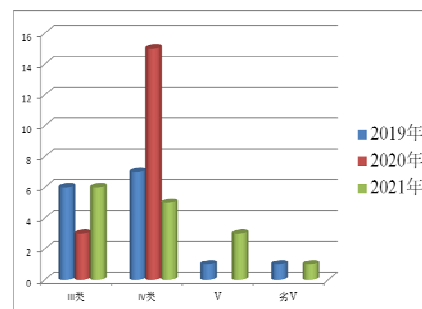


图3 2019年-2021年张家大湖水质状况图

[参考文献]

- [1]鄢勇.天门市湖泊生态环境现状及治理对策[J].长江大学学报(自科版),2016,13(21):52-54+58.
- [2]陈娟,陈锦.我国湖泊流域水环境保护中存在的问题及对策分析[J].资源节约与环保,2017,(10):44-45.
- [3]湖北省水文水资源局.湖北省湖泊集[J].长江出版社,2014,(3):355.
- [4]焦亚亚,方珂,周云,等.长江中游浅水湖泊水环境质量评价与分析[J].广州化工,2020,(17):88-90+130.

作者简介:

张霞(1984--),女,汉族,湖北黄冈人,硕士研究生,中级,研究方向:水质检测,水资源分析、评价。