

基于单因子评价法和内梅罗指数法的武汉外沙湖水质评价及治理效果综合分析

李 军 石 勇* 舒 适

武汉市武昌区生态环境监测站 湖北武汉 430061

摘 要：外沙湖位于武汉市武昌区，其湖泊水环境对居民生产生活和城市经济发展有着直接影响。本文通过在线监测系统对外沙湖水环境进行历时30个月的监测，监测指标包括pH、溶解氧、氨氮、COD、高锰酸盐指数和TP。分别使用单因子评价法和内梅罗污染指数评价法对水质进行综合评价。结果表明，沙湖治理前，内梅罗指数显示外沙湖水环境基本为中度污染，外沙湖治理后，内梅罗指数显示外沙湖水环境转变为轻微污染甚至无污染，说明外沙湖治理工程有效地改善了外沙湖水环境污染状况，尤其改善了水体总磷污染突出的问题。

关键词：外沙湖；水质；工程治理效果；内梅罗指数；单因子评价法

Comprehensive analysis of water quality evaluation and treatment effect of Wuhan WaiShahu Lake based on single factor evaluation method and Nemero index method

Jun Li, Yong Shi*, Shi Shu

Wuhan Wuchang District Ecological Environment Monitoring Station Wuhan 430061, Hubei

Abstract: Wai Sha Lake is located in the Wuchang District of Wuhan City, and its lake water environment directly impacts the livelihoods of residents and the urban economic development. This paper presents a 30-month monitoring study of the Wai Sha Lake water environment using an online monitoring system. The monitored parameters include pH, dissolved oxygen, ammonia nitrogen, COD, permanganate index, and TP. Both single-factor evaluation and the Nemero Pollution Index were used to comprehensively assess water quality. The results indicate that before the lake's remediation, the Nemero Index indicated that the water environment of Wai Sha Lake was predominantly moderately polluted. After the remediation of Wai Sha Lake, the Nemero Index showed that the water environment had transformed into slight pollution or even no pollution. This suggests that the remediation project effectively improved the pollution status of Wai Sha Lake's water environment, especially addressing the prominent issue of total phosphorus pollution.

Keywords: Wai Sha Lake; Water Quality; Project Management Effect; Nemerow Index; Single Factor Evaluation Method

引言：

沙湖位于武汉市武昌东北部，东邻中北路南至小龟山西抵武昌至大冶的铁路线北达徐东路。内沙湖实有面积0.134平方公里，外沙湖实有面积3.197平方公里，是

武汉市仅次于汤逊湖、东湖、南湖的第四大城中湖，也是武汉市区内环线内唯一的湖泊。

本项目通过外沙湖水水质指标进行跟踪检测，评估外沙湖水域主要污染源的变化情况和治理效果，为外沙湖

作者简介：

李军（1967-07），女，汉族，武汉市，大学本科，高级工程师，研究方向：环境监测。

石勇（1967-05），男，汉族，武汉市，大学本科，高级工程师，研究方向：环境监测。

舒适（1968-12），男，汉族，武汉市，大学本科，高级工程师，研究方向：环境监测。

水域的综合整治提供重要参考。

一、监测方法与评估指标

1. 外沙湖监测布点情况

监测点位：本次监测的4个位点分别为，沙北（点1），沙南（点2），沙心（点3），东沙连接渠（点4），其位置分布如图1所示。其中沙心监测位点位于沙湖大桥正下方，东沙连通渠监测位点（简称东沙）则位于连通渠水果湖端入口处。相关点位的经纬度坐标为：

沙北（点1）：g114.343557, 30.568469（GCJ-02坐标）；沙南（点2）：g114.325533, 30.562150（GCJ-02坐标）；沙心（点3）：g114.333773, 30.566141（GCJ-02坐标）；东沙（点4）：g114.34361, 30.554621（GCJ-02坐标）。



图1 沙湖水水质监测位点位置图

监测指标：本项目监测指标包括pH、溶解氧、氨氮、COD、高锰酸盐指数、TP，共计6个指标^[1]。

监测时段：本项目监测时间为2019.12至2022.05，跨时30个月，期间受疫情与外沙湖治理影响，2020年7月-2021年9月曾中断监测。

监测频次：浮标自动监测频次为1次/h，人工取样检测频次为1次/周。

2. 水质污染指数分析

为科学合理地对外沙湖地表水环境进行评估，本文首先采用单因子评价法分别对4个站点的6项指标进行评价，再结合内梅罗污染指数评价法对水质污染情况进行综合评价。

(1) 单因子评价法

污染指数是评价水环境质量的一种重要方法，单因子评价法即在所有参加评价的项目中，只要有一项不符合某类水标准，则该水质不符合该类水标准。单因子污染指数是对单项指标的评价^[2]。

(2) 内梅罗污染指数法

内梅罗指数是一种兼顾极值或称突出最大值的计权型多因子环境质量指数。它特别考虑了污染最严重的因子，在加权过程中避免了权系数中主观因素的影响，是目前仍然应用较多的一种环境质量指数^[3]。

二、结果分析

1. 水质污染指数统计分析

各站点不同时段相对污染值情况如下表1。

表1 各站点不同时段各污染因子的相对污染值

	月份	相对污染值			
		P沙北	P沙南	P沙心	P东沙
外沙湖治理前	2019年12月	1.105	1.132	1.183	0.984
	2020年1月	1.189	1.212	0.986	1.045
	2020年5月	1.837	1.695	1.911	1.076
	2020年6月	1.558	1.387	1.447	1.222
外沙湖治理后	2021年9月	0.732	0.771	0.818	0.559
	2021年10月	0.915	0.842	1.006	0.407
	2021年11月	0.616	0.595	0.613	0.416
	2021年12月	0.667	0.669	0.719	0.395
	2022年1月	0.701	0.799	0.705	0.455
	2022年2月	0.742	0.75	0.714	0.373
	2022年3月	0.784	0.736	0.708	0.718

由表1可以看出，①外沙湖治理前，4个站点附近水域水质基本呈现中度污染，外沙湖治理后，水质转为轻微污染，且大多时间达到地表水Ⅳ类标准，呈现无污染状态，说明外沙湖治理对水域水质改善具有一定作用。②4个站点中，沙南和沙北站点水域水质超标情况最为频繁，这可能是因为附近居民、商业活动密集导致。③4个站点附近水域虽然出现多种污染物超标，但TP超标现象最为严重，也是水质污染的主要原因。④外沙湖水体中有机物（COD和高锰酸盐指数）超标污染现象主要出现在沙北、沙南站点监测的首月，之后各点不再出现超标情况。⑤4个站点中，沙心与东沙在整个监测期间均未出现有机物污染，东沙站点位于外沙湖与水果湖连接处，沙心也基本处于连接渠附近，说明外沙湖内部早期出现有机物污染不是通过水果湖、连接渠输入。

2. 监测点各月份水质达标情况及主要污染物

根据单因子污染指数情况，对外沙湖各断面水质是否达到地表水Ⅳ类标准以及超标情况进行了汇总。

外沙湖治理前，外沙湖4个监测点均有超标水体处于Ⅴ类甚至劣Ⅴ类的状态，超标参数主要为TP、COD和高锰酸盐指数，而TP污染最为严重。外沙湖治理后，外沙湖水体大多时段达到地表Ⅳ类，但个别时段由于TP超标，处于Ⅴ类。总体而言，外沙湖主要污染在治理后得

到一定程度的改善，但TP超标问题需要尽快解决。

3. 外沙湖治理前后各站点内梅罗污染指数时空分布

表2罗列了外沙湖治理前后的各站点水质的内梅罗指数平均值。外沙湖治理前各站点内梅罗指数平均值均大于1，说明外沙湖水质为中度污染；治理后，各站点内梅罗指数平均值均小于0.7，说明经过治理后外沙湖水质转好。

表2 外沙湖治理前后各站点平均内梅罗指数情况

项目	沙北（点1）	沙南（点2）	沙心（点3）	东沙（点4）
治理前	1.42	1.35	1.38	1.08
治理后	0.68	0.68	0.66	0.42

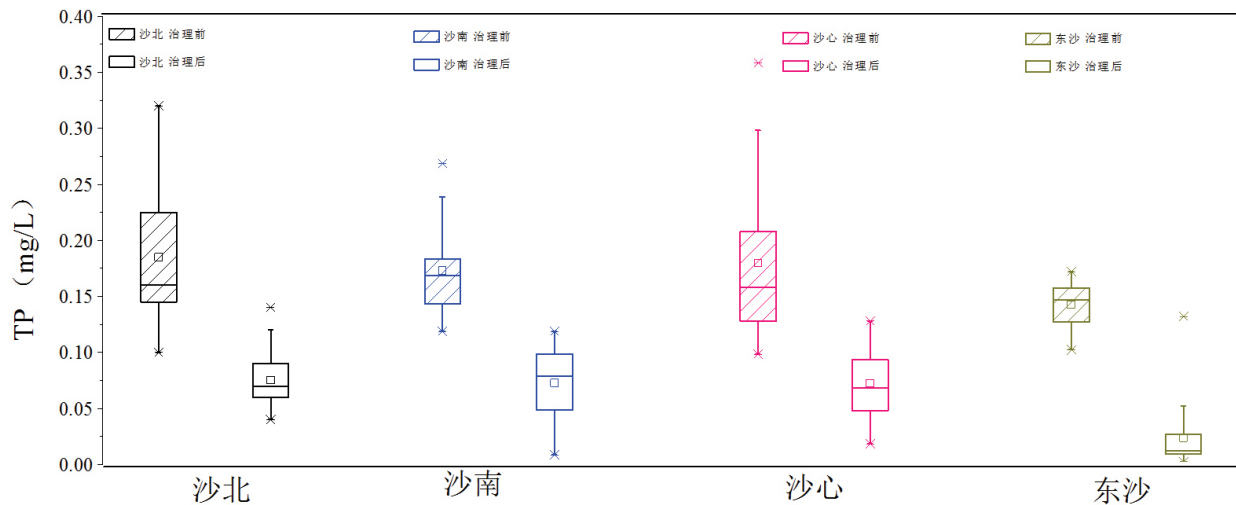


图2 各站点TP参数在治理前后的箱线图

三、结论

外沙湖治理前，内梅罗指数显示外沙湖水环境基本为中度污染，外沙湖治理后，内梅罗指数显示外沙湖水环境转变为轻微污染甚至无污染，说明外沙湖治理工程有效地改善了外沙湖水环境污染状况，尤其改善了水体总磷污染突出的问题。

4. 沙湖治理前后主要污染物TP的时空差异分析

通过前文分析可知，TP是沙湖水污染的主要、突出问题，故针对沙湖治理前后的TP浓度分布情况进行了分析。图2为各站点TP参数在治理前后的箱线图，从图中可知，治理前，各站点的TP浓度分布较为分散，且中位值均高于治理后，说明沙湖治理一定程度改善了水体总磷的突出污染问题。同时可以看出治理前后TP浓度分布最集中、差异最小的为东沙，说明东沙处水域TP污染程度相对沙湖内部低，表明沙湖水体中的磷污染可能是内源性污染或者其他外源输入。

参考文献：

- [1]莫莉，陈丽华.地表水水质监测指标体系现状综述[J].南昌工程学院学报.2014，33（04）：71-73.
- [2]张松露，仲恺.模糊数学与单因子水环境评价方法特性研究[J].中国高新科技.2022（23）：99-102.
- [3]付博超.基于内梅罗综合污染指数法的秦皇岛水质评价[J].水利科学与寒区工程.2022，5（11）：32-34.