

文章编号: 0427-7104(2013)02-0215-05

城市湖泊水质污染状况研究 ——以南昌市西湖水质为例

熊丽黎^{1,2}, 裴智超³, 温祖标², 张利超⁴(1. 江西省水文局, 南昌 330002; 2. 江西师范大学 化学化工学院, 南昌 330022;
3. 江西省水利水电开发总公司, 南昌 330019; 4. 江西省水土保持科学研究所, 南昌 330029)

摘 要: 依据《水和废水监测分析方法(第四版)》中规定的方法和原理, 用单因子法和综合污染指数法, 对南昌市西湖水质状况进行了研究, 用湖泊(水库)营养状态标准及分级方法对南昌市西湖水质的富营养化程度进行了评价, 并用 Spearman 秩相关系数法对评价结果进行了检验分析, 同时对其水污染原因进行了调查, 并就改善城市湖泊水质状况提出了建设性的意见。

关键词: 城市湖泊; 水质污染; 研究与对策

中图分类号: X 32

文献标志码: A

城市湖泊是指位于大中城市城区或近郊的中小型湖泊^[1], 是重要的水资源和旅游资源, 也常为当地市民休闲游玩的首选地, 在降低城市热岛效应和防洪排涝、为动植物提供栖息地并维持物种多样性等方面起着重要作用^[2]。但是, 近年来, 随着经济的快速发展和人为活动的日趋频繁, 我国很多城市湖泊, 如北京昆明湖、武汉东湖等面临着日益严重的水质污染问题, 这势必对湖泊的水体功能和城市景观造成严重影响^[3]。因此, 城市湖泊水质污染分析研究成为城市水环境保护研究领域的一个热点。

南昌市西湖作为城市湖泊, 地处市繁华城区, 位于市西湖区孺子路、渊明南路、西湖路和羊子街之间的孺子亭公园内, 是该公园景观的重要组成部分, 对该区域防洪排涝、城市美化、休闲娱乐等方面起到重要作用^[4]。西湖作为城市湖泊, 其水质污染及富营养化状况与众多城市湖泊相比具有相似之处, 西湖水质的调查研究可为城市湖泊水环境保护提供重要依据。

本文根据《水和废水监测分析方法(第四版)》规定的方法和原理, 对南昌西湖水质进行了长期调查监测, 研究了其水质污染状况及其变化趋势, 并提出了相应的治理对策, 以期在西湖水环境治理方面取得较好成果, 同时将治理经验进一步推广, 从而为城市湖泊水环境保护提供科学依据。

1 西湖环境概况与研究内容及方法

1.1 西湖环境概况

西湖为南昌市政城市雨水径流排入口。区域内经济发达、交通便利、土地利用率高、人口密度大, 居民以商住为主。西湖岸线总长 900 m, 东西长 280 m, 宽 50~70 m, 平均水深约 2.5 m, 湖床为淤泥, 岸坡红石砌筑, 周边主要有居民楼、公园绿地围绕^[4]。湖区周边无工、农业污染源, 湖内无养殖项目、娱乐设施, 水源主要依靠降雨及城市积管道排放, 换水主要依靠其毗邻的游泳馆供水, 然后经市政排水管道入青山湖, 后入赣江。湖泊水面长期静止, 换水周期长。

1.2 研究内容及方法

根据《水和废水监测分析方法(第四版)》中的规定的方法和原理, 在 2009 年 1 月至 2011 年 10 月期间, 逐月对西湖水质进行监测。除现场测定了水色、嗅和味、气温、水温等项目外, 还现场采集了水样, 在实验室测定了其 pH 值、溶解氧、氨氮、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发性酚、氰化物、六价铬、铜、铅、锌、镉、

收稿日期: 2012-07-16

作者简介: 熊丽黎(1984—), 女, 讲师; 温祖标, 男, 副教授, 通讯联系人, E-mail: jxnuwen@163.com.

锰、砷、汞、总磷等项目. 用单因子法和综合污染指数法研究其水质状况, 用湖泊(水库)营养状态标准及分级方法对其富营养化程度进行了评价, 并用 Spearman 秩相关系数法进行了检验分析.

2 结果与讨论

2.1 水质污染状况

表 1 列出了西湖水质污染项目测试参数与评价结果. 从西湖水质污染项目指标测定结果分析发现, 西湖水质长期受到不同程度的污染, 主要超标项目有氨氮、高锰酸盐指数、生化需氧量、总磷、总氮. 就西湖水质污染项目指标测定结果对其水质和富营养化状况进行了评价, 其结果如表 1 所示. 由表 1 可知, 监测期间, 西湖水质多为劣 V 类, 综合污染指数均已明显超过 1.0 的标准限值, 有的大于 2, 甚至数倍, 富营养化评分值大于 64, 有的甚至高达 85, 水质处于中度~重度营养化水平. 这说明西湖水质长期处于不同程度的污染状态, 其水体功能受到明显制约.

表 1 西湖水质测试参数与评价结果
Tab. 1 The water test parameters and the water quality evaluation

采样时间段	pH ¹⁾	$\rho^{1)}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$						水质类别 ²⁾	综合污染指数 ²⁾	富营养化分值	富营养化分级
		溶解氧	氨氮	高锰酸盐指数	生化需氧量	总磷	总氮				
2009-02	7.7	7.0	3.74	9.5	4.7	0.222	—	劣 V	2.73	75	中度
2009-03	9.0	10.2	2.76	11.1	8.2	0.136	—	劣 V	2.35	85	重度
2009-04	7.6	4.3	2.35	10.1	7.3	0.371	—	劣 V	3.32	80	中度
2009-05	8.2	6.2	1.74	6.9	4.7	0.496	—	劣 V	3.50	85	重度
2009-06	7.5	3.5	2.90	4.6	5.3	0.756	—	劣 V	5.03	75	中度
2009-07	7.9	7.4	1.22	9.3	<2.0	0.534	—	劣 V	3.43	75	中度
2009-08	8.4	5.8	1.54	5.2	3.9	0.441	—	劣 V	3.05	70	中度
2009-09	8.8	7.8	0.45	10.1	2.0	0.595	—	劣 V	3.63	80	中度
2009-10	7.6	6.0	0.24	4.6	2.2	0.255	—	IV	1.66	70	中度
2009-11	7.6	6.8	0.98	2.8	3.4	0.412	—	劣 V	2.63	65	中度
2009-12	8.0	7.7	1.45	4.7	5.4	0.423	—	劣 V	3.01	70	中度
2010-01	8.1	11.6	0.63	4.6	5.4	0.304	—	V	2.21	70	中度
2010-02	7.9	9.3	1.76	5.9	5.4	0.535	—	劣 V	3.70	70	中度
2010-03	7.8	5.8	3.66	7.4	5.8	0.504	3.45	劣 V	3.97	73	中度
2010-04	7.9	7.9	4.53	6.6	5.6	0.746	6.30	劣 V	5.65	80	中度
2010-05	8.5	9.4	4.25	7.9	2.3	0.616	6.38	劣 V	4.97	83	重度
2010-06	7.3	7.9	2.86	6.5	7.9	1.170	1.97	劣 V	6.26	77	中度
2010-07	7.2	2.3	3.30	7.0	2.3	0.585	4.42	劣 V	4.23	73	中度
2010-08	7.2	8.9	0.73	7.2	7.8	0.623	4.22	劣 V	4.11	77	中度
2010-09	7.6	6.8	3.08	5.4	11.4	0.777	3.56	劣 V	5.19	69	中度
2010-10	8.0	12.5	1.07	7.8	6.8	0.685	3.42	劣 V	4.24	70	中度
2010-11	7.6	2.7	0.16	5.5	9.2	0.554	5.58	劣 V	4.01	70	中度
2010-12	7.6	7.8	0.50	4.6	5.9	0.525	3.11	劣 V	3.27	65	中度
2011-02	7.5	10.9	3.07	5.6	9.0	0.143	7.34	劣 V	3.29	64	中度
2011-03	7.5	8.2	3.42	3.9	4.3	0.771	2.34	劣 V	4.58	65	中度
2011-05	7.5	7.0	1.54	3.8	2.7	0.887	3.05	劣 V	4.73	66	中度
2011-06	7.3	6.0	2.63	4.2	<2.0	0.698	4.46	劣 V	4.40	69	中度
2011-07	7.0	0.6	2.55	7.2	3.4	0.432	3.44	劣 V	3.34	66	中度
2011-08	7.4	7.3	1.42	5.6	2.1	0.486	3.64	劣 V	3.25	66	中度
2011-09	7.3	4.5	1.51	7.8	8.5	0.518	4.86	劣 V	4.03	70	中度
2011-10	7.2	5.9	1.09	6.1	<2.0	0.768	3.82	劣 V	4.31	70	中度

1) 水质评价项目, ρ 为相关项目的浓度, mg/L; 2) 水质评价类别与指数.

2.2 水质变化趋势

2.2.1 综合污染指数变化趋势分析

综合污染指数变化趋势如图 1 所示. 将监测数据按年度及季度划分, 进行综合指数变化趋势分析发现: (1) 2009~2011 年监测期间水质综合污染指数为 2010 年>2011 年>2009 年; (2) 按季节划分, 水质综合污染指数春夏季节大于秋冬季节.

2.2.2 Spearman 秩相关系数检验分析

选取监测期间氨氮、高锰酸盐指数、生化需氧量、总磷、总氮 5 个项目及综合污染指数进行检验, 将秩相关系数 R_s 的绝对值与 Spearman 秩相关数统计^[5] 的临界值进行比较, 结果见表 2. 由表 2 可知, 2009~2011 年, 西湖主要污染物氨氮、高锰酸盐指数、总氮略有下降, 但趋势较为平稳, 生化需氧量处于平稳状态, 总磷则呈上升趋势.

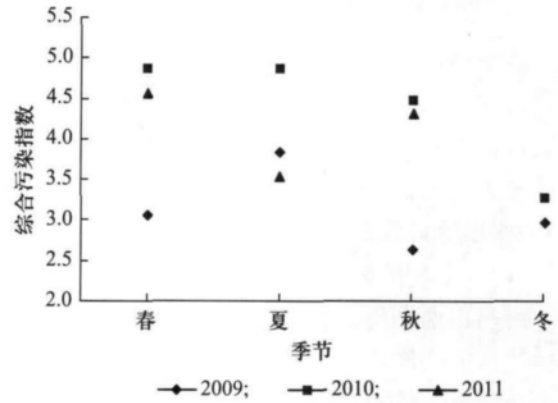


图 1 综合污染指数变化趋势图

Fig. 1 The change trend of comprehensive pollution index

表 2 西湖主要污染物变化趋势检验

Tab. 2 The change trend test of main pollutants

项目	$\rho / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$					综合污染指数
	氨氮	高锰酸盐指数	生化需氧量	总磷	总氮	
R_s	-0.070	-0.283	0.0004	0.425	-0.079	0.398
W_p			0.3060			
变化趋势	下降	下降	平稳	上升	下降	上升

图 2 是 5 种污染物浓度随时间变化情况. 从图 2 可以看出, 污染物浓度整体呈上升趋势, 水质整体呈下降趋势. 其中总磷浓度上升趋势较为明显, 氨氮、高锰酸盐指数、总氮浓度略有下降, 但趋势不明显, 随着季节变化, 生化需氧量呈波动趋势, 但趋势较为平稳. 图 2 中显示的变化趋势与 Spearman 秩相关系数检验所指出的趋势一致.

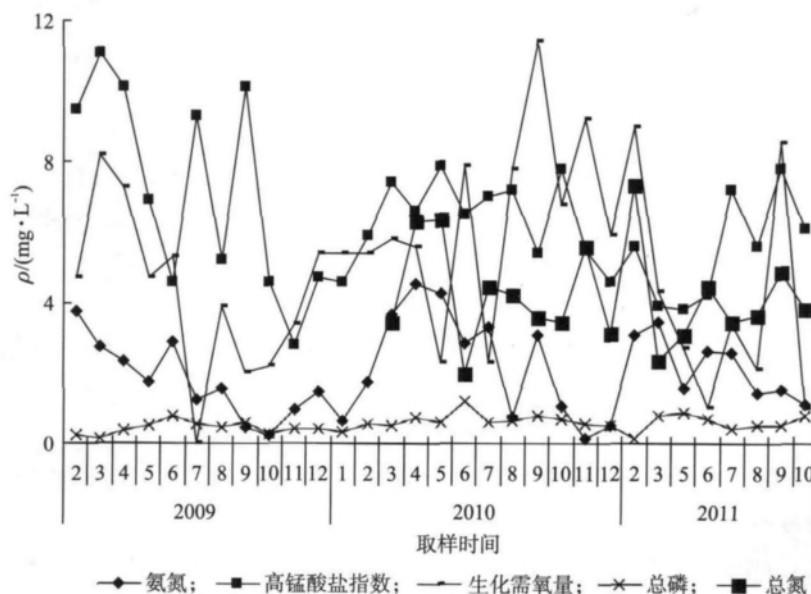


图 2 水污染物浓度变化

Fig. 2 The change trend of water pollutant concentration

2.3 水质富营养化评价

监测结果显示,该湖泊 pH 值偏高,湖体呈弱碱性,溶解氧含量相对偏低,用评分法对湖泊富营养化程度进行评价发现该水体处于中度~重度富营养化水平^[6](见表 1)。同时在 2010 年 7 月、8 月期间对该湖泊调查取样发现,水体颜色偏绿、水中悬浮大量绿色藻类聚集物。用 Spearman 秩相关系数检验分析结果发现秩相关系数 $R_s = -0.6161$,富营养化程度呈降低趋势。

2.4 水质污染源分析

2.4.1 污染物的来源分析

南昌市西湖所处的区域商业发展程度高、人口密度大、车辆流通频率高,西湖水质受周边环境及城镇居民生活方式影响较大,其主要污染来自于西湖周边区域降雨与区域内生活污水,并未经处理而排入城市雨水管道,后径直进入湖泊。在人类生产活动过程中,产生大量固、液、气三态污染物,行人抛弃的废物、从庭院和其他开阔地上冲刷到街道上的碎屑和污染物、建筑和拆除房屋的废土、垃圾或随风抛撒的碎屑、汽车漏油、轮胎磨损和排出的废气等对城市降雨径流污染贡献较大,下水道系统沉积池中沉积物和排水系统漫溢出的污水经降水径流首次冲洗下水道是面源污染物的 1 个重要来源。区域内居民生活污水未经处理直接排入城市雨水管道,而后直接进入湖泊也是造成湖泊污染的重要原因。

根据对水质的调查分析,笔者认为西湖周边区域降雨径流及居民生活污水排放对西湖水质的影响主要表现在富营养化物质浓度偏高。

2.4.2 污染物浓度变化分析

水文行业对南昌市的水资源现状进行统计发现南昌市多年平均年降水量 1 589.0 mm,降水主要集中在 3~6 月,约占全年降水量的 55%。南昌市降雨集中在春夏季节,大量污染物通过降雨及冲刷进入西湖,是导致春夏季节西湖水质差于秋冬季节的主要原因。

2.5 水质保护与对策

2.5.1 截污工程

可在湖泊周边地区绿地、道路、岸坡等不同降雨径流源头种植下凹式绿地,进行透水铺装、建设缓冲带、生态护岸以对降雨径流进行拦截、消纳、渗透,减轻后续处理系统的污染处理负荷和负荷波动,对入湖的面源污染负荷起到一定的削减作用。将生活污水与降雨积水分开处理也是非常重要的环节。

对积聚在不透水地表上的污染物,在雨水冲刷前就从地表上清除,包括街道垃圾清运和树叶清扫等。对已被径流冲走的污染物,可在下水道中用沉积法清除,也可以在不透水区中布设一些透水带,减少地表中有效的不透水面积,以增加集水区的透水性,增加下渗,阻滞和吸附不透水地表所产生的污染物。

降雨径流通过排水管道进入湖泊之前进行集中处理。废水的处理有 3 种类型:物理、化学和生物处理。目前生物方法利用较为广泛,常采用贮水池蓄水和人工培养菌种的方法^[7]。

2.5.2 生态修护

种植挺水植物:种植适当面积得挺水植物,长得过快可适当收割,沉水、浮水植物有大量腐烂应捞取。投放鱼类:严禁人工投饵,采用水层食物链的控制法,增加以藻类为食的鱼类投放,减少以吃浮游动物为主和吃水生植物的鱼类投放。通过这些途径逐步改善西湖的生态结构,达到防治富营养化的目的^[8,9]。

2.5.3 引水冲湖

定期引水冲湖,加速湖水交换。由于水力冲刷系数提高,引水水源污染物浓度较低,可大大提高湖泊的水质,降低湖泊的富营养化程度。

2.5.4 加强管理

确定湖水的环境目标;严格遵守湖泊环境保护相关条例;加强对群众的宣传教育;建立湖区管理机制,切实保证预防措施的实施。

随着中国城市人口的急剧增长和经济社会的快速发展,城市湖泊水体污染日益严重,主要表现为:(1)水质污染严重;(2)水质整体呈下降趋势;(3)富营养化程度严重。因此,必须对城市湖泊水体污染进行有效的控制。针对不同的城市湖泊污染特征,选择适用的防治方法,并形成技术体系,改进原有措施,提高处理效率,以及各项污染控制技术的实用性和可靠性,在城市湖泊污染防治、管理方面积累经验,逐步

恢复城市湖泊的生态结构和功能,达到人与自然和谐和可持续发展.

参考文献:

- [1] 彭晶倩,李琳,曹雯,等.城市湖泊水环境安全评价研究[J].环境保护科学,2010,5(36): 62-64.
- [2] 孙宁涛,李俊涛.城市湖泊的生态系统服务功能及其保护[J].安徽农业科学,2007,35(22): 6885-6886.
- [3] 荆红卫,华蕾,孙成华,等.北京城市湖泊富营养化评价与分析[J].湖泊科学,2008,20(3): 357-363.
- [4] 江西省水利厅.江西省河湖大典[M].武汉:长江出版社,2009: 227.
- [5] 万黎,毛炳启.Spearman秩相关系数的批量计算[J].环境保护科学,2008,10(34): 53-55,72.
- [6] 金相灿,刘鸿亮.中国湖泊富营养化[M].北京:中国环境科学出版社,1992.
- [7] 谢卫民,张芳,张敬东,等.城市雨水径流污染物变化规律及处理方法研究[J].环境科学与技术,2005,28(6): 30-31,49.
- [8] 种云霄.利用沉水植物治理水体富营养化[J].广州环境科学,2005(9): 41-43.
- [9] 刘建康.高级水生生物学[M].北京:科学出版社,1999: 229-230.

Research and Countermeasure on Water Pollution of Urban Lake—A Case Study of Water Environment of West Lake in Nanchang City

XIONG Li-li^{1,2}, PEI Zhi-chao³, WEN Zu-biao², ZHANG Li-chao⁴

- (1. Hydrological Bureau of Jiangxi, Nanchang 330002, China; 2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China; 3. Jiangxi Province Water Conservancy and Hydrolopower Development Corporation, Nanchang 330019, China; 4. Jiangxi Provincial Research Institute for Soil and Water Conservation, Nanchang 330029, China)

Abstract: According to the methods and principle of “The methods for the monitoring and analysis of water and wastewater (Fourth edition)”, the water environment of West Lake in Nanchang city was studied by single-factor method and integrated pollution index method, and the eutrophication degree of West Lake was evaluated by nutrition status standards and classification method of lake (reservoir). The test and analysis results were discussed by Spearman rank correlation coefficient method. In addition, the causes of lake water pollution were investigated, and constructive countermeasure was further put forward to improving water environment of urban lake.

Keywords: urban lake; water pollution; research and countermeasure