

杭州市各监测站点地表水质评价及分析

徐译辰

浙江省杭州第十四中学 浙江杭州

【摘要】随着工业的发展和城市人口的快速增长，对地表水造成严重污染的同时也更依赖地表水资源。因此，全国各地相继开发了地表水在线监测系统，实时监测地表水水质。本文选择杭州市作为研究对象，构建水质模糊综合评价模型，使用杭州市 12 个监测站点 2022 年 6 月份实时监测数据进行评价和分析。结果显示，大部分地区水质情况良好，但是西溪湿地和三义村附近的水质情况仍处于劣V类，亟须改善。这两个地区都是自然-人工复合景点内的水环境问题，是由于水中溶解氧含量过低，以及水体过度富营养化导致的。建议通过提高水体流动性，防止植物物种入侵以及过度生长进行改善和预防。

【关键词】地表水监测系统；水质模糊综合评价模型；数据分析；水体富营养化

Evaluation and analysis of surface water quality at various monitoring stations in Hangzhou

Yichen Xu

Hangzhou No.14 Middle School

【Abstract】 The development of industry and the rapid growth of the urban population create serious surface water pollution, simultaneously relying on surface water resources more than before. Therefore, online surface water monitoring systems have been developed throughout the country to monitor surface water quality in real-time. In this study, establish a fuzzy comprehensive evaluation model based on the entropy weight method (FCE-EW), and the real-time monitoring data of 12 stations in Hangzhou in Jun 2022 were used for evaluation and data analysis. The results show that most stations' water quality is good except for Xixi wetland station and Sanyi Village station. Both are still in poor V class and need to be improved urgently. These two stations are in the nature-man-made composite sceneries and have similar pollution types. They are caused by much lower dissolved oxygen levels in the water and excessive eutrophication of the water. It is suggested to refine and prevent the water quality through two methods: to improve the water flow rate and avoid the invasion of plant species and overgrowth.

【Keywords】 Surface water monitoring; FCE-EW; Data analysis; Eutrophication

前言

城市地表水资源对于城镇居民的生活和城市经济可持续发展有着紧密的关系。快速的工业发展和迅速攀升的城市人口给杭州市的水环境带来了很大负担难降解的工业废水和过量的生活污水给污水处理厂带来了很大压力，同时也使城市河流一度污染严重，湖库富营养化情况严重。地表水资源时间空间分布不均匀，调水蓄水能力差，水量的很大部分难以利用的问题长久以来一直困扰着杭州，因此，杭州市政府非常注重水环境的治理与规划。浙江省在 2013 年运行了地表水环境自动监测系统，可以实

时监测各站点的水质情况。该系统的发布大大提升了污染治理的及时性，也降低了突发污染事件扩散的风险。本文数据的来源也是基于此自动监测系统，数据来源真实可靠。

1 数据来源

本文选择浙江省杭州市地表水水质监测数据，数据来源浙江省地表水水质自动监测网站 (<http://wms.zjemc.org.cn/>)，选取 2022 年 6 月份的月均值指标数据进行分析研究。该数据设置了 5 个监测指标，分别为水质酸碱度 (pH 值)，溶解氧量 (DO)，高锰酸盐指数 (COD_{Mn})，总磷 (TP) 以及氨氮 (N

H₃-N)。杭州市共设置了 12 个监测站点，分别为印渚、东梓、西溪湿地、渔山、严陵坞、进化、青何、汤家村、大石堰坝、三义村、义桥以及径山，各个监测站点的水质指标数据如表 1 所示。

2 结果分析

2.1 评价标准

本文选择 2002 年国家环境保护总局发布的地

表水环境质量标准 (GB 3838-2002) 作为评价标准。该标准将水质划分为 5 个等级，分为 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类。其中 I 类水可用作源头水或者国家自然保护区，II 类和 III 类可适用于集中式生活饮用水地表水源地保护区；IV 类水一般用于工业用水或与人体无直接接触的娱乐用水；V 类水是农业用水或景观用水。

表 1 杭州市各水质监测站点指标数据 (2022 年 6 月份均值)

监测站点	pH	DO (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	TP (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
印渚	7.67	7.99	1.8	0.041	0.03
东梓	7.54	7.92	2.9	0.099	0.111
西溪湿地	5.74	1.94	2.6	0.068	0.127
渔山	7.22	7.97	2.6	0.1	0.116
严陵坞	7.37	7.7	2.3	0.111	0.076
进化	7.19	5.75	3.3	0.112	0.192
青何	7.66	8.12	1.7	0.055	0.116
汤家村	7.06	8.59	2.9	0.108	0.062
大石堰坝	7.26	7.76	2.4	0.06	0.16
三义村	7.42	1.3	4.7	0.337	1.593
义桥	7.3	3.4	3.7	0.151	0.539
径山	7.08	7.15	2.7	0.103	0.283

表 2 地表水环境质量标准主要指标限值

分类 指标	I类	II类	III类	IV类	V类
pH 值 (无量纲)			6-9		
溶解氧 (mg/L)	7.5	6	5	3	2
高锰酸盐指数 (mg/L)	2	4	6	10	15
氨氮 (mg/L)	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
总磷 (mg/L)	0.02	0.1	0.2	0.3	0.4

2.2 评价方法

本文采用水质模糊评价模型^[1]，设有 m 个评价指标， n 个评价对象，则有 $n \times m$ 阶的实测数据矩阵

$C_{n \times m}$:

$$C_{n \times m} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1m} \\ C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_{m1} & C_{m2} & \cdots & C_{mm} \end{bmatrix}$$

若有 t 级评价标准，则有 $t \times m$ 阶评价标准矩阵

$S_{t \times m}$:

$$S_{t \times m} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1m} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{t1} & S_{t2} & \cdots & S_{tm} \end{bmatrix}$$

采用线性内插法进行实测数据矩阵标准化，设 S_{1j} 和 S_{tj} 分别是第 j 个 ($j = 1, 2, \dots, m$) 评价指标的 1 和 t 级标准值，对实测数据矩阵标准化，得到矩阵 $F(f_{ij})_{n \times m}$ 。 f_{ij} 由式 (1) 计算：

$$f_{ij} = \begin{cases} 0 & C_{ij} \leq S_{1j} \\ \frac{C_{ij} - S_{1j}}{S_{tj} - S_{1j}} & S_{tj} > C_{ij} > S_{1j} \\ 1 & C_{ij} \geq S_{tj} \end{cases} \quad (1)$$

式中, f_{ij} 表示第 j 个评价指标的第 i 个 ($i = 1, 2, \dots, m$) 评价对象的标准化值, C_{ij} 为第 j 个评价指标的第 i 个评价对象的实测值^[2]。

同理, 将标准分级矩阵标准化, 得矩阵 $E(e_{ih})_{m \times t}$, e_{ih} 由式 (2) 计算:

$$e_{ih} = \frac{S_{hi} - S_{1i}}{S_{ti} - S_{1i}} \quad \#(2)$$

式中: e_{ih} 为第 i 个评价指标的第 h 级标准的标准化值, S_{1i} 、 S_{ti} 、 S_{hi} 分别是第 i 个评价指标的第 1、 t 、 h 级标准值。

最后, 采用超标倍数法确定权重, 该方法可以更清楚的表述单因素作用的大小, 加权值与超标情况成正比相关。设 t 级评价标准, m 个评价指标, 则第 i 个 ($i = 1, 2, \dots, m$) 评价指标的权重 W_i 的计算式由式 (3) 计算:

$$W_i = \frac{C_i / \frac{1}{t} \sum_{j=1}^t S_{ij}}{\sum_{i=1}^n C_i / \frac{1}{t} \sum_{j=1}^t S_{ij}} \quad \#(3)$$

式中, S_{ij} 为第 i 个评价指标第 j 级 ($j = 1, 2, \dots, t$) 评价标准值, C_i 为第 i 个评价标准的实测值, W_i 为第 i 个评价标准的权重^[3]。

2.3 监测数据结果分析

(1) pH 值

pH 值的范围在 6-9 之间都是正常水质的酸碱度, 杭州市各监测站点中, 西溪湿地的 pH 值偏酸性, 其余监测站点都在正常范围内。正常的 pH 值表明该区域水质没有强酸强碱性的工业废水违规排入^[4]。

(2) 溶解氧 (DO) 值

根据标准, 印渚、东梓、渔山、严陵坞、青何、汤家村、大石堰坝的溶解氧数值在一类水质标准, 径山为二类标准, 进化为三类, 义桥为四类, 西溪湿地和三义村的溶解氧问题非常严重, 都属于劣五类。溶解氧值是衡量水体自净能力的一项重要指标, 因为水里的溶解氧低说明水恢复到初始状态的时间长, 也就意味着水体污染的更严重, 自净能力弱, 甚至失去了自净能力。因此, 西溪湿地和三义村可能出现了严重的水体污染问题^[5]。

(3) 高锰酸盐指数

根据标准, 印渚和青何的高锰酸盐指数优秀, 属于一类, 三义村属于三类, 其它都属于二类。整体来说, 所有监测指标的高锰酸盐指数数据情况都比较良好。高锰酸盐指数可以反应出水中有机和无机还原性物质的污染情况。高锰酸盐指数越高, 说明可被氧化的污染物越多, 也就说明该水体的污染程度越高^[6]。

(4) 总磷浓度值

根据标准, 严陵坞、进化、汤家村、义桥和径山属于三类, 三义村的总磷浓度偏高, 属于五类, 其它的监测站点总磷浓度都符合二类。总磷包括水中无机态和有机态存在的磷的总和。磷元素主要来自于化肥、冶炼等工业废水和生活污水, 水体中磷元素是导致水体富营养化的主要原因之一。因此, 水体中都会严格控制总磷的浓度。三义村的总磷浓度偏高, 说明三义村的水体富营养化程度也可能相对偏高。

(5) 氨氮浓度值

根据标准, 进化、大石堰坝、径山属于二类, 义桥属于三类, 三义村站点的氨氮浓度较高, 属于五类, 其余站点的氨氮浓度都符合一类标准。与监测总磷浓度的意义相似, 氨氮浓度也是用于评价水体富营养化的重要指标之一。氨氮指标包括水体中铵根离子 (NH_4^+) 和非离子氨 (NH_3)。氨氮很容易被水中的藻类、微生物或鱼虾吸收。过多的氨氮被藻类和其它浮游生物吸收, 会引起迅速繁殖, 形成水华和赤潮。进而影响水中溶解氧含量, 过低的溶解氧会导致水中生物死亡^[7]。

2.4 评价结果

采用模糊评价法对各监测站点的实测数据进行评价分析, 杭州市大部分水质良好, 符合国家二类、三类地表水标准。义桥、三义村和西溪湿地监测站点的的数据呈现出该区域水质需要进一步改善, 特别是三义村和西溪湿地的溶解氧问题亟需解决。

2.5 水质改善建议

(1) 西溪湿地监测点

西溪湿地有很多封闭的池塘, 水体流动性差, 导致水中溶解氧量小。同时, 在夏季暴雨季节, 周边的地表污染物会被大量冲入池塘中, 而由于水体流动性小, 导致水质进一步下降。为了保证西溪湿地的水量充足, 杭州市开发了钱塘江引水工程, 该

工程有效的改善了西溪湿地水源量的问题，但同时 负担^[8]。
也让更多的淤泥泥沙流出湿地中，带来额外的水质

各水质监测站点pH值

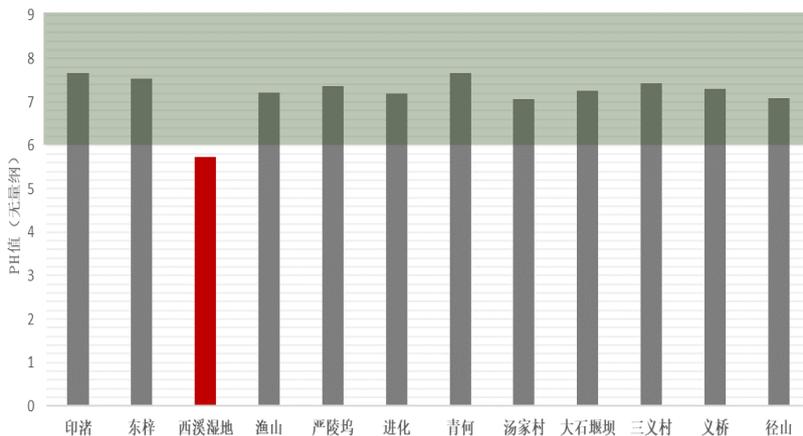


图1 各水质监测站点 pH 值

各水质监测站点溶解氧(DO)值

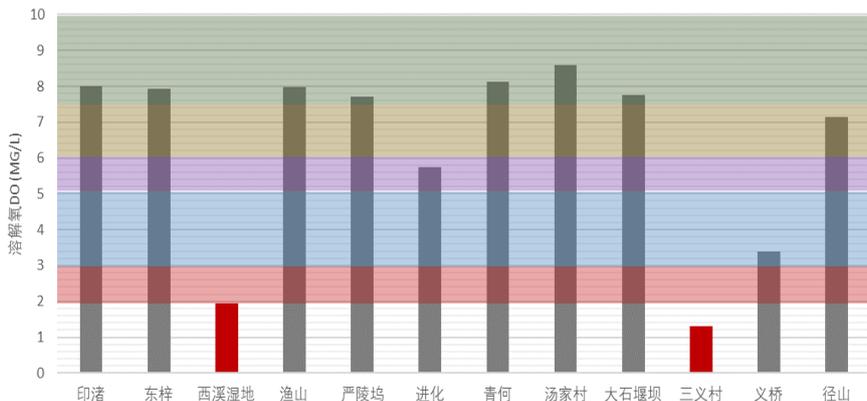


图2 各水质监测站点溶解氧 (DO) 值

各水质监测站点高锰酸盐指数

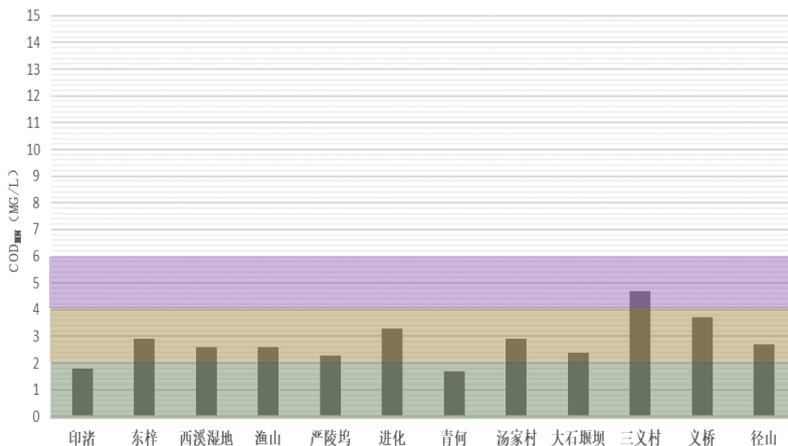


图3 各水质监测站点高锰酸盐指数

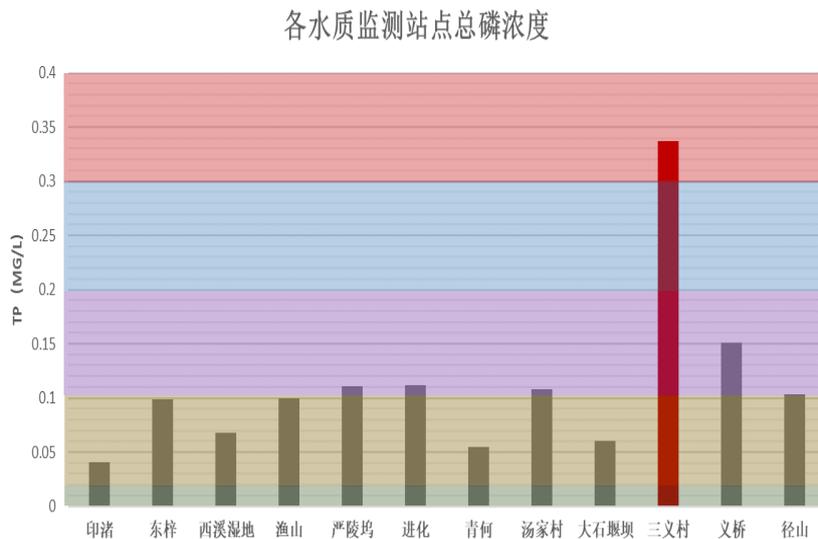


图 4 各水质监测站总磷浓度

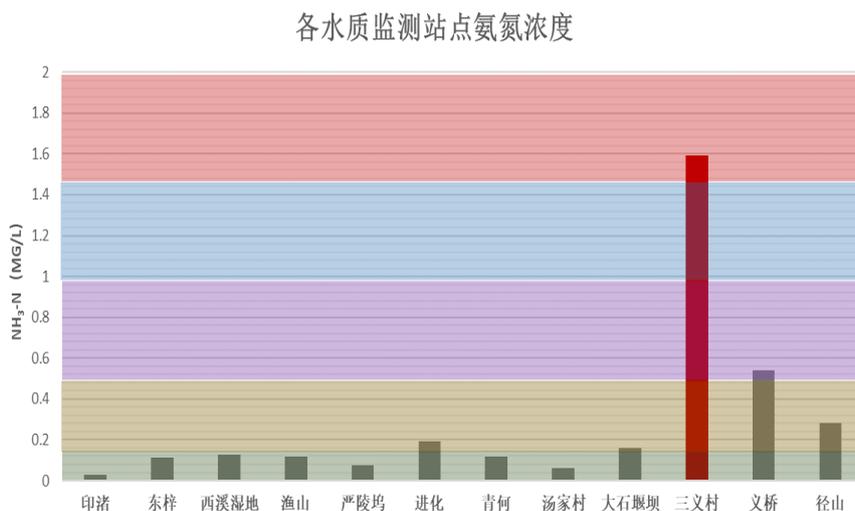


图 5 各水质监测站点氨氮浓度



图 6 各监测站评价结果

因此, 针对西溪湿地的改善建议主要分为两部分, 第一是保证水中溶解氧含量, 第二是保证水中植物稳定生长, 避免水体富营养化。溶解氧含量可通过引水工程带来水源以及保证水体流动性来提升, 但是要注意在这此过程中, 监测引入水源的水质情况, 以及减少池塘、湿地周围地表污染物。水体富营养化的预防则是要加强动植物的物种监测和保护, 避免外来生物入侵。增强河流湖泊的自净能力, 促进生态环境良性循环^[9]。

(2) 三义村监测点

没有良好的开放型水域, 是三义村监测站点溶解氧含量偏低的主要原因之一, 景点内丰富的植物种类也让该地区水域的富营养程度高于平均值。与此同时, 景点毗邻三义村生活区, 生活污水也会增加该地区水体的富营养化的风险^[10]。值得注意的是, 在半山国家森林公园内含有多出废弃矿山, 废弃矿山会给地表水和地下水带来很大风险。从目前的监测数据看这里的水质没有呈现过酸过碱的状态。但是需要注意重金属离子和氟离子超标的风险, 这些并不在常规地表水监测的范围, 需要定时进行检测^[11]。

因此, 三义村监测点和西溪湿地监测点面临的水环境问题比较相似, 都是自然-人工复合景点内的水环境问题。由此看来, 这类水质的主要修复和改善目标是提高水体流动性, 同时防止植物物种入侵以及过度生长带来的水体富营养化问题。

参考文献

- [1] 潘萃, et al. "三种常用水质评价方法的对比分析研究." 中国农村水利水电 6 (2019): 51-55.
- [2] 高贵生. "不同模糊评价方法在水环境质量评价中的应用比较探析." 工程技术 (文摘版)·建筑 12 (2016): 00255-00256.
- [3] 刘聚涛, 高俊峰, and 姜加虎. "不同模糊评价方法在水环境质量评价中的应用比较." 环境污染与防治 1 (2010): 20-25.
- [4] 宦娟, et al. "水质指标组合与河流溶解氧预测精度关系的研究." 中国农村水利水电 1 (2022).
- [5] 廖力夫, 刘晓庚, 邱凤仙, 肖锡林, 王冬梅, 陈立新等. 分析化学 第2版: 华中科技大学出版社, 2015: 325
- [6] 樊萍, et al. "环境监测数据预审中部分指标的相关性分析." 环境研究与监测 4 (2006): 17-19.
- [7] 程丽巍, et al. "水体富营养化成因及其防治措施研究进展." 环境保护科学 33.1 (2007): 18-21.
- [8] 孙永涛. "杭州西溪湿地资源现状与保护对策." 湿地科学与管理 3 (2019).
- [9] 苏诗涵. 杭州半山国家森林公园植物景观调查研究. 硕士学位论文. 浙江农林大学, 2019.
- [10] 尹诗云. 南方某废弃离子型稀土矿山修复水环境分析与评价研究. 硕士学位论文. 江西理工大学, 2021.
- [11] 李庭. 废弃矿井地下水污染风险评价研究. Diss. 徐州: 中国矿业大学, 2014.

收稿日期: 2022年9月10日

出刊日期: 2022年10月25日

引用本文: 徐译辰, 杭州市各监测站点地表水质评价及分析[J]. 工程学研究, 2022, 1(4): 88-93
DOI: 10.12208/j.jer.20220124

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS