

西溪湿地公园水体富营养化评价及防治

余海霞,何 平,赵佳佳

(杭州市环境监测中心站,浙江 杭州 310007)

摘 要:根据河道分布状况、功能区划选取 6 个代表性样点在 2008~2010 年度对西溪湿地水体水质连续进行采样分析,根据分析结果利用综合营养状态指数法对西溪湿地水体富营养化程度进行评价,结果表明,西溪湿地水体 2008 年处于中度富营养化状态,2009 年至 2010 年均处于轻度富营养化,且综合营养状态指数呈逐年下降趋势,最后对西溪湿地富营养化原因进行分析并提出相应的防治措施。

关键词:西溪湿地;水质;富营养化;评价;对策

中图分类号:X824

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2011.12.012

1 西溪湿地概况

西溪湿地位于杭州城西(30°14'55"~30°16'56"N, 120°02'19"~120°05'08"E),距西湖仅 5 km,为一片地势平坦、河流纵横的水网平原,是以鱼塘为主,河港、湖漾、沼泽、墩岛相间,柿基鱼塘、桑基鱼塘、竹基鱼塘、蔗基鱼塘、菜基鱼塘等镶嵌分布的次生湿地,其中水域面积约占 70%左右,是国内唯一一个集城市湿地、农耕湿地、文化湿地于一体的国家湿地公园,已逐渐成为杭州市与西湖并称的宝贵生态、文化资源的标志.几十年以来,由于工业、生活设施以及种植业、养殖业的大量增加,截污设施又不完善,从而使西溪湿地的水体环境水平大大下降.工业、生活污水直排,种植业、养殖业面源污染淋洗进入水体,导致其水体溶解氧严重偏低,高锰酸盐指数偏高,非离子氮含量较高,水质富营养化严重^[1].本文根据西溪风景区水质现状的监测数据,对西溪湿地的富营养化程度进行综合评价,对其产生原因进行分析,并对西溪湿地水质富营养化控制提出相应的措施和建议,为湿地水体水质管理及富营养化防治提供科学依据.

2 富营养化调查内容与方法

2.1 采样点布设

水样布点和采集依据国家环境保护行业标准《地表水和污水监测技术规范》^[2](HJ/T 91—2002)进行.根据西溪湿地河道分布情况、功能区划、目前整治现状以及今后发展规划并经现场踏勘,共布置 6 个采样点,分别为沿山河、蒋村港、深

潭口、秋雪庵、百家楼、水贸市场,见图 1.采样点位为水面下 0.5 m 处,当水深不到 0.5 m 时,在水深 1/2 处.每 3 个月采样一次.

2.2 监测项目与方法

水质监测项目为叶绿素 a、总磷、总氮、透明度和高锰酸盐指数.其中透明度采用塞氏盘法^[3];叶绿素 a 用分光光度法(SL88—1994);总氮用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法(GB11894—1989);总磷用钼酸铵分光光度法(GB11893—1989);高锰酸盐指数用酸性高锰酸钾法(GB/T11892—1989).样品的分析方法和保存方法均参照《水和废水监测分析方法》^[3].选用 2008 年至 2010 年各采样点年平均值的水质监测数据作为西溪湿地富营养化评价的资料.

2.3 富营养化评价方法

西溪湿地富营养化评价采用中国环境监测总站生字[2001]090 号《湖泊(水库)富营养化评价方法及分级技术规定》^[4]中的评价方法—综合营养状态指数法进行评价.

综合营养状态指数法公式为:

$$TLI(\sum) = \sum W_j \cdot TLI(j) \quad (1)$$

式(1)中:TLI(\sum)为综合营养状态指数; W_j 为第 j 种参数的营养状态指数的相关权重;TLI(j)为第 j 种参数的营养状态指数.

湖泊富营养化状况评价指标为叶绿素 a、总磷、总氮、透明度和高锰酸盐指数五项,各指标营养状态指数计算公式分别为:

收稿日期:2011-12-02

基金项目:杭州市科技局科研课题(20091133B14)

作者简介:余海霞(1977-),女,湖北武汉人,博士,工程师.研究方向:环境监测.

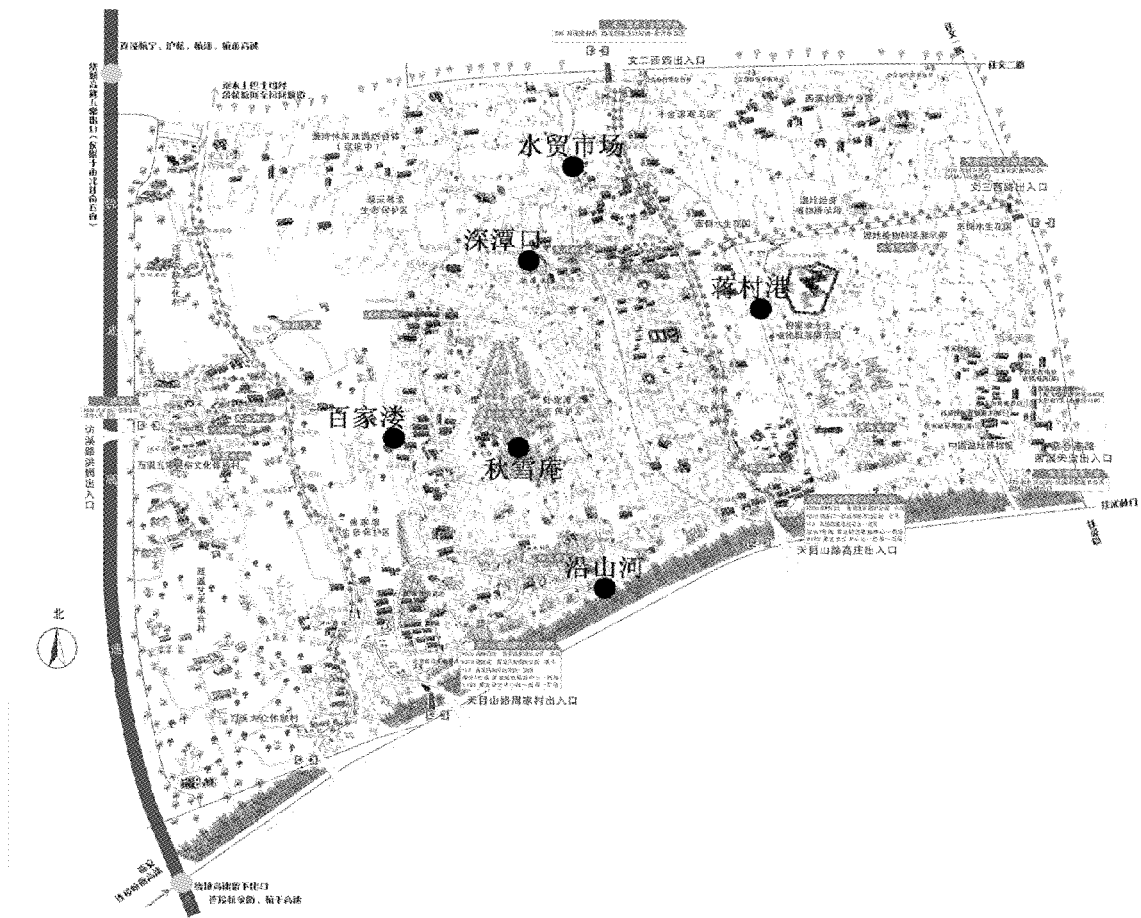


图 1 西溪湿地采样点位示意图

Fig. 1 The sampling points of Xixi wetland

$$TLI(chla)=10(2.5+1.086\ln chla)$$
$$TLI(TP)=10(9.436+1.624\ln TP)$$
$$TLI(TN)=10(5.453+1.694\ln TN)$$
$$TLI(SD)=10(5.118-1.94\ln SD)$$
$$TLI(COD_{Mn})=10(0.109+2.661\ln COD_{Mn})$$

(2)(3)(4)(5)(6)

其中:叶绿素 a *chla* 单位为 mg/m³,透明度 SD 单位为 m;其它指标单位均为 mg/L.

以 *chla* 作为基准参数,则第 *j* 种参数的归一化的相关权重计算公式为:

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2}$$

(7)

式(7)中:*r_{ij}*为第 *j* 种参数与基准参数 *chla* 的相关系数;*m*为评价参数的个数.

中国湖泊(水库)的 *chla* 与其它参数之间的相关关系 *r_{ij}* 及 *r_{2ij}* 见表 1.

营养状态采用 0~100 的一系列连续数字对湿地营养状态进行分级.指数值在 30 以下为贫营养

(Oligotropher), 30~50 为中营养 (Mesotropher), 50~60 为轻度富营养 (Light eutropher), 60~70 为中度富营养 (Middle eutropher), *TLI*(\sum)>70 为重度富营养 (Hyper eutropher). 在同一营养状态下,指数越高其营养程度越重.

表 1 中国湖泊部分参数与 *chla* 的相关关系 *r_{ij}* 及 *r_{2ij}*

Table 1 The relative relationship of *r_{ij}* and *r_{2ij}* between *chla* and the other parameters of lakes in China

参数	<i>chla</i>	<i>TP</i>	<i>TN</i>	<i>SD</i>	<i>COD_{Mn}</i>
<i>r_{ij}</i>	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
<i>r_{ij}</i> ²	1	0.705 6	0.672 4	0.688 9	0.688 9

注:引自金灿旭等著《中国湖泊环境》^[5],表中 *r_{ij}* 来源于中国 26 个主要湖泊调查数据的计算结果.

3 水体富营养化综合评价结果

西溪湿地 2008 年至 2010 年各采样位点年平均值的水质监测数据详见表 2.

表 2 西溪湿地水质年平均监测结果表

Table 2 The average water quality monitoring results of Xixi wetland

年份	点位	$chl a / (mg/m^3)$	$TN / (mg/L)$	$TP / (mg/L)$	$COD_{Mn} / (mg/L)$	SD / m
2008	沿山河	38.9	5.45	0.397	5.64	0.40
	蒋村港	58.1	3.7	0.216	6.82	0.32
	深潭口	8.8	2.32	0.059	4.66	0.62
	秋雪庵	12.8	1.9	0.04	4.28	0.55
	百家楼	14.8	3.53	0.071	4.54	0.36
	水贸市场	17.4	5.53	0.116	5.38	0.44
	平均值	25.1	3.74	0.15	5.22	0.45
2009	沿山河	47.9	8.94	0.355	7.82	0.42
	蒋村港	21	2.17	0.081	5.29	0.48
	深潭口	10.5	1.82	0.058	4.36	0.62
	秋雪庵	7.32	1.46	0.035	3.92	0.62
	百家楼	11.5	1.51	0.053	4.31	0.52
	水贸市场	26.4	2.1	0.075	5.14	0.59
	平均值	20.8	3.00	0.11	5.14	0.54
2010	沿山河	4.51	2.92	0.092	2.72	0.44
	蒋村港	5.26	2.09	0.058	3.12	0.65
	深潭口	5.53	2.12	0.062	2.99	0.65
	秋雪庵	6	2.13	0.049	2.71	0.60
	百家楼	4.05	2.19	0.064	2.89	0.50
	水贸市场	7	3.24	0.114	3.04	0.44
	平均值	5.39	2.45	0.07	2.91	0.55

从表 2 可以看出,2008 年至 2010 年西溪湿地水体叶绿素 a、总磷、总氮,高锰酸盐指数呈逐年下降趋势,透明度逐渐提高,表明湿地经规划保护后,采取缩减人口、截污纳管、调整土地利用方式等措施^[6],西溪湿地水体水质得到了一定程度的改善。

根据式(1)~(7)可分别算得叶绿素 a($chl a$)、总磷(TP)、总氮(TN)、透明度(SD)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})营养状态指数、相关权重因子以及 2008~2010 年度综合营养状态指数见表 3。

表 3 西溪湿地单因子营养状态指数统计表

Table 3 The single-factor index of nutritional status of Xixi wetland

营养状态指数	权重	2008 年	2009 年	2010 年
$TLI(chl a)$	0.266	60.0	58.0	43.3
$TLI(TP)$	0.188	63.6	58.5	51.2
$TLI(TN)$	0.179	76.9	73.1	69.7
$TLI(SD)$	0.183	66.7	63.1	62.8
$TLI(COD_{Mn})$	0.183	45.0	44.6	29.5
$TLI(\sum)$	—	62.1	59.2	53.3

根据表 3 数据,按照分级标准确定西溪湿地 2008~2010 年度营养状态级别见表 4。

表 4 西溪湿地富营养化分级状况

Table 4 The eutrophication status classification of Xixi wetland

年份	2008 年	2009 年	2010 年
$TLI(\sum)$	62.1	59.2	53.3
营养状态分级	中度富营养	轻度富营养	轻度富营养

由表 4 西溪湿地 2008~2010 年度营养状态级别可以看出,近三年来,西溪湿地水体总体都处于富营养化状态。其中,2008 年西溪湿地水体为中度富营养化,而 2009 年和 2010 年均处于轻度富营养化水平。

4 富营养化原因分析及控制

西溪湿地周边主要以农业用地和农村居住用地为主,工业企业很少,因此,本区域废水主要是生活污水和农田面源径流。据《杭州市西溪湿地保护区总体规划环境影响报告书》^[7],该区域生活和农业面源污染物排放总量 COD 为 387.93 t/a、氨氮为 20.31 t/a、总氮为 58.93 t/a、总磷为 5.95 t/a。相邻上游区域污染物排放总量 COD 为 637.12 t/a、氨氮为 32.11 t/a、总氮为 86.33 t/a、总磷为 8.33 t/a,以生活污染源为主。相邻下游区域污染物排放总量 COD 为 294.25 t/a、氨氮为 21.35 t/a、总氮为 48.76 t/a、总磷为 4.2 t/a。因此,每年有大量的 N、P 营养物质流入西溪湿地区域,是造成西溪湿地富营养化状态的主要原因。所幸的是,经综合评价可以看出,西溪湿地 2008~2010 年年度的综合营养状态指数呈逐年下降的趋势,表明西溪湿地经规划保护后,通过截污纳管、缩减人口等措施的环境综合治理,水质有所改善,富营养化程度得以控制,但形势仍然严峻。因此,

加强湿地保护,要吸取过去的经验与教训,从体制和管理上进一步加以规范完善,工程和非工程措施上齐推并进.针对西溪湿地水体富营养化现状,在现有措施进一步实施的前提下,提出如下治理措施:

a. 进行污染源综合整治. 建立城市污水处理工程,对西溪湿地保护区周围未进行纳管处理的工业废水、生活污水进行纳管集中处理,达标后方可排放. 加强对农民的技术培训,大力推动生态农业建设和推广农业清洁生产技术,努力控制农用化学物质污染,减轻农业面源污染.

b. 湿地管理对策. 充分发挥钱塘江引水工程效益. 增加水体自净能力,从而使西溪湿地水体富营养化水平降低,水体污染得到改善.

c. 疏浚挖泥,去污净流. 逐步疏浚西溪湿地保护区内的主要河流,去除积累在水体中的营养物质,减轻对水体产生污染.

d. 生态修复对策. 依据西溪湿地的水文状况、

环境条件及污染特征可选择生态浮岛、人工湿地、及健康养殖为净化处理的主要技术,对西溪湿地的污染水体进行综合有效的生态治理.

参考文献:

- [1] 陈文岳,郑花兰. 西溪湿地水质污染现状与防治对策[J]. 杭州农业科技,2008(4):25-26.
- [2] 国家环境保护总局. HJ/T 91-2002 地表水和污水监测技术规范[S]. 北京:中国环境科学出版社,2002.
- [3] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 4 版. 北京:中国环境科学出版社,2002.
- [4] 国家环保总局科技标准司. 中国湖泊富营养化及其防治研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,2001.
- [5] 金相灿. 中国湖泊环境[M]. 北京:海洋出版社,1995.
- [6] 叶旭红,申秀英,许晓路,等. 杭州西溪湿地水体环境质量分析评价及对策[J]. 农业环境与发展,2010(3): 86-89.
- [7] 牟晔. 杭州西溪湿地保护区总体规划环境影响报告书[R]. 杭州:浙江省环境保护科学设计研究院,2004.

Eutrophication assessment of water quality and control measures of Xixi Wetland Park in Hangzhou

YU Hai-xia, HE Ping, ZHAO Jia-jia

(Hangzhou Environmental Monitoring Center Station, Hangzhou 310007, China)

Abstract: Six representative sampling points were selected according to the distribution of rivers and function division. The water quality was continuously monitored with those points during 2008 to 2010. And the eutrophication degree of the water of Xixi national wetland park was assessed with comprehensive nutrition state index according to the monitoring results. The assessment results indicated that the water of Xixi wetland was middle eutropher in 2008, and that was light eutropher in 2009 and 2010. Fortunately, the comprehensive nutrition state indexes were declining during the three years. Finally, the causes of water eutrophication of Xixi wetland were analyzed and the corresponding control measures were suggested.

Key words: Xixi wetland; water quality; eutrophication; assessment; measure

本文编辑: 龚晓宁