

蚌埠城区张公湖景观水体水质变化特征及保护对策

姚海军 (安徽省蚌埠市环境监测站, 安徽蚌埠 233040)

摘要 通过对2011—2015年张公湖水质监测数据的分析,可知张公湖总磷、总氮超标严重,水体呈现严重的富营养化。根据张公湖污染物类型分析,生活污水、小型畜禽养殖、垃圾乱扔河道以及部分小企业的污水排放是导致水体富营养化的主要原因。针对这些污染来源提出相应的治理对策,从源头上控制和降低污染物浓度,从而提高水体质量,改善张公湖的整体环境。

关键词 张公湖;水质;总磷;总氮;氨氮

中图分类号 X524 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)26-0063-03

Landscape Characteristics of Water Quality and Protection Measures of Zhanggong Lake in Bengbu

YAO Hai-jun (Environmental Monitoring Station of Bengbu in Anhui Province, Bengbu, Anhui 233040)

Abstract Through the analysis of the Zhanggong Lake water quality monitoring data during 2011 - 2015, the total nitrogen and total phosphorus of Zhanggong Lake exceeded the standard seriously, water eutrophication serious. According to the analysis of the types of pollutants in Zhanggong Lake, domestic sewage, small livestock and poultry breeding, waste throwing rivers and some small enterprises sewage discharge was the main cause of water eutrophication. According to these sources put forward the corresponding countermeasures, from the source to control and reduce the concentration of pollutants, so as to improve water quality, improve the overall environment of Zhanggong Lake.

Key words Zhanggong Lake; Water quality; Total phosphorus; Total nitrogen; Ammonia nitrogen

近年来,我国大多数湖泊已经或正面临着富营养化问题,湖泊安全受到严峻挑战,因此开展湖泊营养物基准和控制标准的研究刻不容缓^[1]。据调查,2009—2010年我国25个典型湖区中有52%的湖泊处于富营养化状态^[2]。蚌埠市地处淮河流域,位于安徽北部,津浦铁路与淮河的交汇处,处于我国经济较发达的东部沿海地区和资源丰富的中部地区的结合部。蚌埠市最大的自然地表水是淮河,市区较大的自然地表水有北淝河、龙子河、天河和张公湖。张公湖位于蚌埠市禹会区国家4A级风景名胜张公山风景区内,是市内较大的湖库水。笔者对2011—2015年张公湖各类水质因子进行监测,评价张公湖水质状况找到其变化的特点。

1 2011—2015年张公湖水体现状

张公湖属于湖库水,水质类别为Ⅳ类水,水质功能类别为一般工业用水和人体非直接接触的娱乐用水。张公湖按水域功能布设3条监测垂线^[3],3个监测断面分别为张公湖南、张公湖中和张公湖北。由表1可知,张公湖的主要超标污染因子为总磷、总氮和氨氮^[4](分析方法均按照国家标准

方法执行,监测结果的数据符合环境监测相关规范^[5]),其中氨氮2011、2012、2013、2015年出现超标样品,超标率为50%、50%、33.3%、50%;2011—2015年总磷均出现超标样品,超标率均为100%;总氮也出现超标样品,超标率为100%、83.3%、66.7%、100%、100%;2011、2012、2015年粪大肠菌群出现超标样品,超标率为50%、33.3%、16.7%。其他项目5年均未超标,这些监测数据说明其水体存在富营养化问题。

根据水质综合污染指数(P)^[1]来判别污染程度是相对的,即对应于水体功能要求评判其污染程度。污染程度的分级可以定性反映水质的现状, $P \leq 0.8$ 为合格,说明各项水质指标基本能达到相应功能标准; $0.8 < P \leq 1.0$ 为基本合格,说明有少量指标超过相应标准,但这些指标不直接影响水体功能效应; $1.0 < P \leq 2.0$ 为污染,说明多项指标已超过相应标准值,其水体功能明显受到制约; $P > 2.0$ 为重污染,说明水体功能已受到严重危害。由表2可知,9个评价指标中除了总磷、总氮外,其他单个指标的 P 值均在1.0以下,属于基本合格。除2014年外,由于总磷、总氮2项超标严重,导致水体的

表1 2011—2015年张公湖水质监测结果统计

Table 1 Statistics of water quality monitoring results of Zhanggong Lake during 2011 - 2015

年份 Year	pH		溶解氧 Dissolved oxygen		高锰酸盐指数 Permanganate index		氨氮 Ammonia nitrogen		总磷 Total phosphorus	
	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%
2011	7.52	0	5.58	0	7.08	0	1.87	50	0.58	100
2012	8.31	0	6.85	0	7.38	0	1.98	50	0.25	100
2013	8.34	0	9.48	0	7.54	33.3	1.14	33.3	0.33	100
2014	8.03	0	7.64	0	6.14	0	0.32	0	0.33	100
2015	7.87	0	7.04	0	6.59	0	0.93	50	0.30	100
Ⅳ类标准 Class IV standard	6~9		≥3		≤10		≤1.5		≤0.1	

接下表

作者简介 姚海军(1983—),男,安徽怀远人,工程师,硕士,从事环境保护研究。

收稿日期 2017-07-05

续表 1

年份 Year	总氮 Total nitrogen		石油类 Petroleum		类大肠菌群 Coliform bacteria		5 d 生化需氧量 Biochemical oxygen demand for 5 days		阴离子表面活性剂 Anionic surfactant	
	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%	均值 Average mg/L	超标率 Exceeding standard rate//%
2011	4.76	100	0.01	0	20 950	50	3.72	0	0.230	0
2012	3.93	83.3	0.02	0	10 860	33.3	4.01	0	0.173	0
2013	2.52	66.7	0.02	0	5 681	0	4.18	0	0.103	0
2014	4.72	100	0.02	0	2 713	0	2.73	0	0.025	0
2015	3.65	100	0.04	0	4 832	16.7	4.21	0	0.112	0
IV类标准 Class IV standard	≤1.5		≤0.5		≤20 000		≤6		≤0.3	

综合评价指数 P 值较高,因此水体属于重污染状态。

通过表 2 对张公湖水质的综合评价可知,总磷和总氮为张公湖最重要的污染因子,因为其浓度过高导致水体质量下降,同时总磷、总氮浓度过高还会导致水体的富营养化。湖泊营养状态评价方法采用综合营养状态指数法。综合营养状态指数计算公式:

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j)$$

式中, $TLI(\Sigma)$ 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; $TLI(j)$ 为代表第 j 种参数的营养状态指数。

以叶绿素 a (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:

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

式中, r_{ij} 为第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数; m 为参数的个数。

表 2 2011—2015 年张公湖水水质综合评价

Table 2 Comprehensive evaluation of water quality of Zhanggong Lake during 2011 - 2015

年份 Year	溶解氧 Dissolved oxygen	高锰酸盐 指数 Permanganate index	氨氮 Ammonia nitrogen	总磷 Total phosphorus	总氮 Total nitrogen	石油类 Petroleum	粪大肠菌群 Coliform bacteria	5 d 生化 需氧量 Biochemical oxygen demand for 5 days	阴离子表面 活性剂 Anionic surfactant	P 综合 P synthesis
2011	0.54	0.71	1.25	5.80	3.17	0.02	1.05	0.62	0.77	4.24
2012	0.44	0.74	1.32	2.50	2.62	0.04	0.54	0.67	0.58	2.00
2013	0.32	0.75	0.76	3.30	1.68	0.04	0.28	0.70	0.34	2.42
2014	0.39	0.59	0.22	0.80	0.54	0.04	0.14	0.46	0.08	0.62
2015	0.43	0.66	0.62	3.00	2.43	0.08	0.24	0.70	0.37	2.22
均值 Average	0.41	0.69	0.83	3.08	2.09	0.04	0.45	0.63	0.43	2.28

中国湖泊(水库)的 Chla 与其他参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见表 3。

表 3 Chla 与其他参数之间的相关关系

Table 3 Correlation between Chla and other parameters

参数 Parameter	叶绿素 a Chlorophyll a	总磷 Total phosphorus	总氮 Total nitrogen	透明度 Transpa- rency	高锰酸盐指数 Permanganate index
r_{ij}	1.000 0	0.840 0	0.820 0	-0.830 0	0.830 0
r_{ij}^2	1.000 0	0.705 6	0.672 4	0.688 9	0.688 9

采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊营养状态进行分级(表 4)。

根据公式计算得到表 5。由表 5 可知,张公湖的富营养化程度较高,除 2012 年外,其余年份基本维持在重度富营养化水平。

2 2011—2015 年张公湖水体变化特征

由表 1、2 可知,张公湖的主要污染物为总磷和总氮,此外总磷和总氮也是造成张公湖富营养化的主要原因。由图 1

可以看出,2011—2015 年张公湖的总氮总体呈现下降趋势,但个别年份出现反弹,仍较高。从图 2 可以看出,总磷总体呈现明显的下降趋势,并且下降的趋势比总氮明显。

表 4 湖泊营养状态分级

Table 4 Classification of trophic status in lakes

序号 No.	区间 Section	分级 Classification
1	$TLI(\Sigma) < 30$	贫营养
2	$30 \leq TLI(\Sigma) \leq 50$	中营养
3	$TLI(\Sigma) > 50$	富营养
4	$50 < TLI(\Sigma) \leq 60$	轻度富营养
5	$60 < TLI(\Sigma) \leq 70$	中度富营养
6	$TLI(\Sigma) > 70$	重度富营养

3 张公湖治理对策

针对水体富营养化采取可行的解决措施,包括超声波除藻、生物控制、城市污水除氮和除磷、工农业废水控制、分污引水、底泥挖掘、洗涤剂禁磷和药物除藻等方法来解决水体富营养化的现象^[6]。2011—2015 年的监测数据说明张公湖的总磷、总氮超标严重,5 年中除了 2012 年外,其余 4 年均为

表 5 2011—2015 年张公湖富营养化评价结果

Table 5 Eutrophication assessment results of Zhanggong Lake during 2011 – 2015

年份 Year	总磷 Total phosphorus // mg/L	总氮 Total nitrogen // mg/L	透明度 Transparency // m	高锰酸盐指数 Permanganate index // mg/L	营养状态指数 Permanganate index	营养状态 Nutritional status
2011	0.58	4.76	0.32	7.08	73.20	重度富营养
2012	0.25	3.93	0.29	7.38	69.70	中度富营养
2013	0.33	2.52	0.22	7.54	70.50	重度富营养
2014	0.33	4.72	0.24	6.14	71.30	重度富营养
2015	0.30	3.65	0.23	6.59	70.50	重度富营养

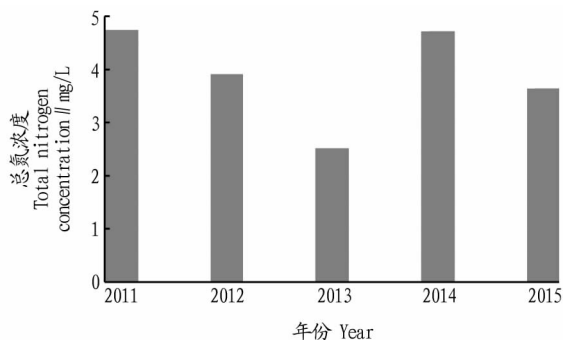


图 1 2011—2015 年张公湖总氮浓度变化趋势

Fig. 1 Variation trend of total nitrogen concentration of Zhanggong Lake during 2011 – 2015

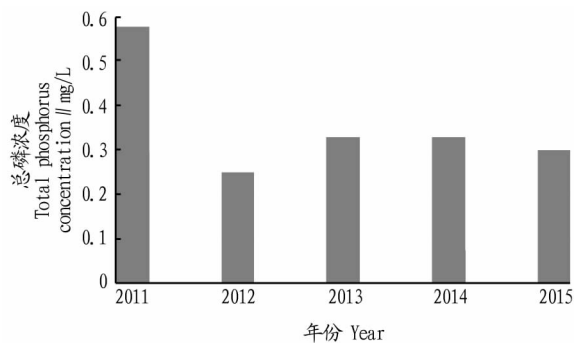


图 2 2011—2015 年张公湖总磷浓度变化趋势

Fig. 2 Variation trend of total phosphorus concentration of Zhanggong Lake during 2011 – 2015

重度富营养化。造成张公湖水体重度富营养化的主要原因，首先是张公湖周边市政管网建设滞后，生产、生活废水无排放通道，致使高浓度氨氮污水进入迎河水体污染张公湖，另外，张公湖周边的施徐村、陶店村、安平村等城中村环境基础设施落后，生活垃圾无暂存处，沿河散倒垃圾现象非常普遍，对张公湖水体有较大影响。最后，张公湖水体周边还有大量小型的畜禽养殖户，所排出的污水直接流入张公湖，从而影响水体质量。为改善张公湖水体质量，笔者提出以下治理对策：①建设部门要加快沿迎河周边的市政管网的建设步伐，切实解决排污单位和群众的生产及生活排水出路。②地区政府要想方设法加快施徐村、陶店村、安平村等地方的农村环境基础设施建设，有效处置生产和生活废水，设置垃圾暂存场所，实现有效的垃圾分类收集工作。③取缔“十五小”和小规模的养殖场，水利部门应对河道进行整治，河道岸边硬化、美化，实行规范管理。

参考文献

- [1] 赵永宏, 邓祥征, 战金艳, 等. 我国湖泊富营养化防治与控制策略研究进展[J]. 环境科学与技术, 2010, 33(3): 92 – 98.
- [2] 陈小锋, 揣小明, 杨柳燕. 中国典型湖区湖泊富营养化现状、历史演变趋势及成因分析[J]. 生态与农村环境学报, 2014, 30(4): 438 – 443.
- [3] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》委会. 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] 罗毅. 地表水环境质量监测实用分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.
- [5] 中国环境监测总站《环境水质监测质量保证手册》编写组. 环境水质监测质量保证手册[M]. 2版. 北京: 化学工业出版社, 1994.
- [6] 樊树红. 水体富营养化的探究[J]. 黑龙江科技信息, 2010(28): 8.

(上接第 31 页)

- [9] GARCIA M, RAES D, JACOBSEN S E. Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the Bolivian highlands[J]. Agric Water Manage, 2003, 60(2): 119 – 134.
- [10] JACOBSEN S E, MONTEROS C, CHRISTIANSEN J L, et al. Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages[J]. Eur J Agron, 2005, 22(2): 131 – 139.
- [11] DEINLEIN U, STEPHAN A B, HORIE T, et al. Plant salt-tolerance mechanisms[J]. Trends Plant Sci, 2014, 19(6): 371 – 379.
- [12] SZABOLCS I. Soils and salinisation[M]//PESSARAKALI M. Handbook of Plant and Crop Stress. New York: Marcel Dekker, 1994: 3 – 11.
- [13] 项玉英, 杨祥田, 张光华. 设施栽培土壤次生盐渍化的调查及防治对策[J]. 浙江农业科学, 2006, 1(1): 17 – 19.
- [14] 王遵亲, 黎力群. 中国盐渍土地资源分布图及其说明[M]//中国自然地图集. 北京: 科技出版社, 1992.
- [15] 王遵亲, 祝寿泉, 俞仁培, 等. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [16] SONG J, FAN H, ZHAO Y Y, et al. Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an intertidal zone and on saline inland[J]. Aquatic Bot, 2008, 88(4): 331 – 337.

- [17] 肖鑫辉, 李向华, 王克晶. 渤海湾津唐沿海野生大豆 (*Glycine soja*) 种群高盐胁迫反应[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(3): 290 – 297.
- [18] 秦娟, 王勇军, 张云奉, 等. 盐胁迫对宇航四号朝天椒种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(9): 41 – 45.
- [19] 张琴, 周萍萍, 朱松, 等. KCl 胁迫对黑麦种子萌发特性的影响[J]. 种子, 2012, 31(8): 89 – 92.
- [20] 姜云天, 张丽娜, 顾地周, 等. 盐胁迫对茶花凤仙种子萌发的影响[J]. 东北林业大学学报, 2014, 42(3): 37 – 41.
- [21] 韩德复, 周艳辉, 张丽辉, 等. Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 混合胁迫对益母草种子萌发的影响[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(3): 222 – 223.
- [22] SILVA P O, MEDINA E F, BARROS R S, et al. Germination of salt-stressed seeds as related to the ethylene biosynthesis ability in three *Stylosanthes* species[J]. J Plant Physiol, 2014, 171(1): 14 – 22.
- [23] 何欢乐, 蔡润, 潘俊松, 等. 盐胁迫对黄瓜种子萌发特性的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2005, 23(2): 157 – 162.
- [24] BAJJI M, KINET J M, LUTTS S. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (*Chenopodiaceae*) [J]. Can J Bot, 2002, 80(3): 297 – 304.
- [25] ZHANG H X, IRVING L J, MCGILL C, et al. The effects of salinity and osmotic stress on barley germination rate; Sodium as an osmotic regulator[J]. Ann Bot, 2010, 106(6): 1027 – 1035.