

高邮湖水质分析与水污染状况评价

卢庆文, 张阳阳

(河海大学 水文水资源学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 高邮湖是全国第六大淡水湖、江苏省内第三大淡水湖, 连接江苏省、安徽省两省, 属于浅水型湖泊。高邮湖风光秀丽, 物产丰富, 又同时作为长江的入江水道, 具有泄洪作用, 对于高邮、扬州等地具有重要作用。本文通过对高邮湖前几年水体中物质含量进行分析, 得出高邮湖水质类型、水环境特征。其中着重研究湖水有机物年际和年内变化趋势, 从不同指标综合评价其水体营养型并分析原因, 提出对策, 为高邮湖的合理治理提供科学依据。

关键词: 高邮湖; 地表水水质分类; 水体富营养化

中图分类号: X52

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 07-0023-05

Water quality analysis and assessment of water pollution in Gaoyou Lake

LU Qingwen, ZHANG Yangyang

(College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, Jiangsu)

Abstract: Gaoyou Lake is the sixth largest freshwater lake in China and the third largest freshwater lake in Jiangsu province. It is connected to two provinces of Jiangsu province and Anhui Province, and belongs to the shallow water lake. Gaoyou Lake has beautiful scenery and rich products. It also serves as the channel of the Yangtze River and has the function of flood discharge. It plays an important role in Gaoyou, Yangzhou and other places. Based on the analysis of the content of water in Gaoyou Lake in recent years, the water quality type and water environment characteristics of Gaoyou Lake are obtained. The study focuses on the interannual and annual variation trend of organic compounds in lake water, and comprehensively analyzes the trophic types of water bodies from different indicators, and analyzes the causes and puts forward countermeasures, so as to provide scientific basis for reasonable treatment of Gaoyou Lake.

Key words: Gaoyou Lake; surface water quality classification; eutrophication of water body

0 引言

湖泊是陆地水文系统中重要的淡水蓄积体, 与人类生活密切相关, 不仅是人类重要的饮用水源, 而且对当地的气候调节、旅游业发展、渔业养殖等都有重要作用^[1]。近年来, 随着经济的发展, 国内的水污染问题日益加重, 其中水体富营养化的

现象也愈演愈烈, 严重影响着湖泊水环境和水功能的发挥。本文通过对高邮湖水环境变迁的分析, 了解其水质情况和水污染程度, 再结合其周边影响因素分析原因, 提出治理建议。

1 高邮湖概况

1.1 自然概况

收稿日期: 2017-04-28

作者简介: 卢庆文 (1996-), 女, 本科, 主要研究方向为水文与水资源。

高邮湖跨江苏省高邮市、宝应县、金湖县和安徽省天长市,在高邮市境内水域面积 431.5 km², 占高邮湖总水域面积的 60%, 湖区主属江苏省, 是江苏省第三大淡水湖、全国第六大淡水湖。水域总面积为 760.67 km², 水位 5.55 m 时, 水面积 648 km²、苇滩和堤坝面积 112.67 km², 属浅水型湖泊。

高邮湖因水位高于运河而称为悬湖, 有若干小湖。为淮河入江水道, 水面宽广, 环境优美。

1.2 社会经济概况

高邮湖风景优美, 物产丰富, 能充分调动周边地区的经济发展。作为旅游资源, 高邮湖湿地在 2008 年被列入“中国湿地保护行动计划”《国家级重要湿地保护名录》。目前天长市政府已把高邮湖旅游开发作为重点推介的项目。

高邮湖湖内自然生长着近 20 种淡水鱼类、4、5 种虾类, 湖底有 3、4 种贝类。20 世纪末, 人们沿湖开始发展围网养殖业。主要在围网内放养蟹和鲫鱼, 高邮湖大闸蟹主要销往上海、南京、扬州等周边城市。贝类—哈蜊由天长市渔业合作社(位于万寿乡白塔河新河口附近)组织销往韩国和日本。

1.3 水环境污染概况

作为与南水北调东线工程有密切关系的四大湖泊之一的高邮湖, 被称作是目前江苏省境内水质最好的湖泊。但是近些年来由于周边县市工业的发展, 其水质已遭到不同程度的污染, 也出现了水体富营养化的现象^[2-3]。

2 高邮湖水体无机污染评价

表 1 高邮湖水体中历年氟化物含量

年份	氟化物 (mg/L)
2009	0.519
2010	0.643
2011	0.621
2012	0.651
2013	0.661

高邮湖中氰化物、六价铬、汞、铜、铅、镉、锌等重要无机污染指标浓度都为零, 而氟化物含量低于 1.0 mg/L (I 类水分类标准值), 可判断出其水质为 I 类水。高邮湖的无机污染物如重金属污

染、无机金属盐类污染很低, 水质情况良好。这与高邮湖旁边的县市工业发展情况有关, 高邮湖无大量含重金属离子的污水、废水排放污染源, 使得其无机污染物含量低甚至几乎没有, 水质良好。

3 从有机物含量分析高邮湖水质情况及其变化趋势

3.1 高邮湖水体有机污染评价

选取水体有机污染物的评价参数为溶解氧 DO、五日生化需氧量 BOD₅、氨氮 (NH₃-N) 浓度、总氮, 采用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 划分高邮湖的水质类型, 评价高邮湖的有机污染情况。

从 2009 ~ 2013 年有机物评价指标的平均含量, 如表 2 所示。

单一评价指标取溶解氧, 可看出高邮湖水质良好, 达到 I 类水。水中溶解氧含量较高, 这与高邮湖水温较低, 水中有芦苇等含有叶绿素的植物的光合作用、湖水深度不大和含盐量不高有关。高邮湖周边地区的重工业发展相对落后, 不会使高邮湖受到工业热污染, 湖水水温偏低, 而气体溶解度随温度降低而升高, 因此高邮湖溶解氧含量偏高。此外, 高邮湖芦苇茂盛、绿色水生植物数量多, 他们的光合作用可向水体中释放氧气, 使水中溶解氧含量增高。高邮湖属于浅水型湖泊, 湖水深度小, 与大气接触的面积大, 不会有深层水含氧量过低的情况, 这对于湖水溶解氧较高也有贡献。在水温、氧气分压一定时, 水的含盐量越高, 溶解氧的饱和含量越小, 高邮湖作为淡水湖, 水的含盐量低, 也可使溶解氧含量较高。

高邮湖的五日生化需氧量都低于 3 mg/L, 属于 I 类水, 水质良好, 但是从总氮量来看, 湖水总氮严重超标, 说明有机物污染较严重。则 BOD₅ 数值较低, 主要原因不是水体中有机物含量低, 而应该是水中可通过呼吸作用消耗溶解氧分解有机物的微生物数量较少, 说明水体通过微生物作用发挥自然净化的能力标度低。所以从 BOD₅ 来看, 水质虽为 I 类水, 但水体自净能力低, 尚需多加关注。

再分析氨氮和总氮含量, 氨氮浓度低, 水质分为 I 类或 II 类水, 但是总氮含量超标, 水质恶劣, 最差达 V 类水。水体总氮含量高而氨氮浓度较低, 说明水中氮的存在形式主要不是氨氮, 而是有机氮

表 2 不同指标高邮湖水质分类

	DO (mg/L)	水质类别	BOD5 (mg/L)	水质类别	氨氮 (mg/L)	水质类别	总氮 (mg/L)	水质类别
2009	9.04	I	1.71	I	0.17	II	1.06	IV
2010	9.54	I	2.30	I	0.17	II	1.66	V
2011	8.79	I	2.09	I	0.16	II	1.07	IV
2012	8.90	I	2.17	I	0.14	I	1.13	IV
2013	8.67	I	2.58	I	0.13	I	1.12	IV

和硝酸盐氮。出现这种情况的可能原因是注入高邮湖的河流水体中总氮量多, 即上游来水水质的影响。还有高邮湖周边居民的生活污水排放和农业面污染源等, 导致高邮湖中有机氮含量高, 而耗氧微生物的缺乏, 使得有机氮分解为无机氮的数量少, 因此水中的氨氮浓度低^[4]。

3.2 高邮湖水中 DO、BOD5、氨氮的年际变化与变化趋势分析

分别绘制 DO、BOD5、氨氮的含量一年际变化曲线, 通过曲线的大致走向分析其原因和未来的变化趋势。

3.2.1 DO—时间关系图分析

高邮湖溶解氧平均含量的年际变化图如下:

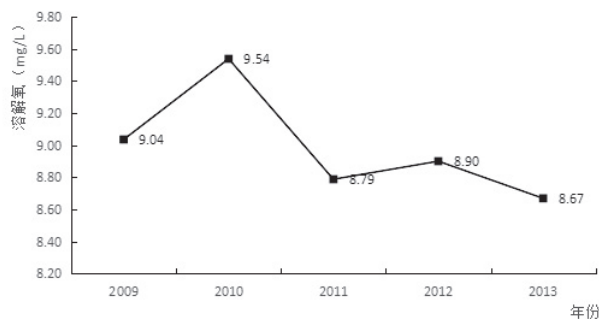


图 1 DO 年平均量年际变化图

从上图 1 可看出高邮湖溶解氧近年来呈下降趋势, 可见高邮湖水温逐年升高, 高邮湖所在地的平均温度略有提高使得湖水的温度升高, 溶解氧含量逐年下降。此外, 人类活动造成有机污染物排放量增加, 也导致高邮湖水体中溶解氧含量逐渐降低的年际变化。另一方面, 高邮湖过度的围网水产养殖使湖中繁殖了大量的水生生物, 这些生物的呼吸作用也会造成溶解氧下降。

未来气候变暖趋势仍在继续, 且随着经济发展, 污染物排放情况将会更加严重。因此高邮湖水体溶解氧含量将会继续降低。

3.2.2 BOD5—时间关系图分析

高邮湖 BOD5 平均含量的年际变化图如下:

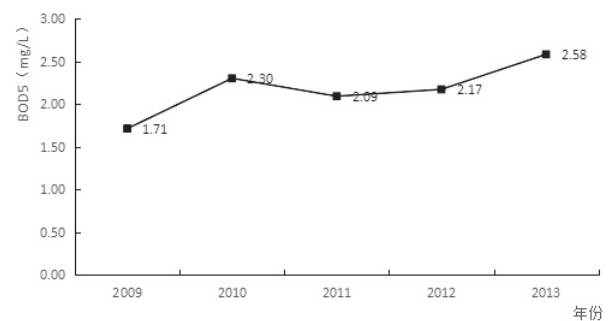


图 2 BOD5 年平均量年际变化图

从上图可看出 BOD5 在 2009 ~ 2013 年间整体上呈上升趋势。高邮湖所在地近几年经济发展, 工业数量增加, 导致污染物排放量增加。再者, 高邮市、扬州市等城市人口增加, 生活污水排放量增加。而农业面积扩大导致农药、化肥使用量增加, 这一系列的人类活动都造成高邮湖水体中有机污染物含量增加, 从而使 BOD5 的数值在近几年呈上升趋势。

如果人类不控制污染物排放指标、一味追求经济发展而忽视水质恶化的问题, 高邮湖的污染情况会愈加严重, 意味着 BOD5 数值将持续上升。

3.2.3 氨氮—时间关系图分析

高邮湖氨氮浓度年际变化图, 见图 3。

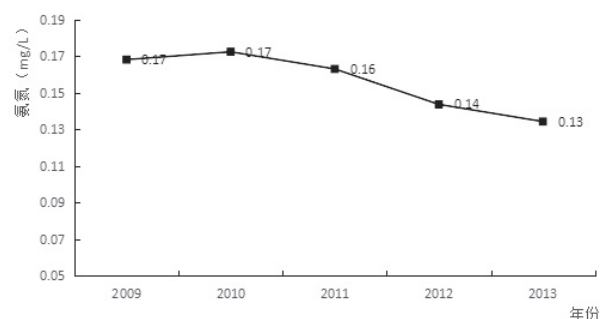


图 3 氨氮年平均量年际变化图

氨氮浓度整体上呈微下降趋势,但下降幅度很小,可认为高邮湖氨氮含量没有发生大的变化。

3.3 高邮湖 2013 年 DO、氨氮、透明度的年内变化分析

高邮湖 2013 年 DO、氨氮和透明度 1~12 月份的含量如表 3 所示。

表 3 高邮湖 2013 年 DO、氨氮和透明度
1~12 月份的含量

月份	DO (mg/L)	氨氮 (mg/L)	透明度 (m)
1	11.1	0.21	0.35
2	10.65	0.125	0.41
3	11.6	0.31	0.52
4	6.1	0.13	0.44
5	8.65	0.095	0.355
6	7.3	0.14	0.42
7	7.3	0.23	0.45
8	7.75	0.12	0.39
9	8.4	0.08	0.42
10	7.7	0.11	0.4
11	8.5	0.11	0.475
12	8.1	0.04	0.48

并绘制高邮湖 DO、氨氮和透明度 2013 年年内浓度变化图。

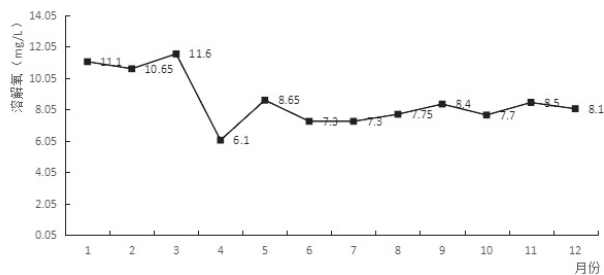


图 4 2013 年 DO 含量年内变化图

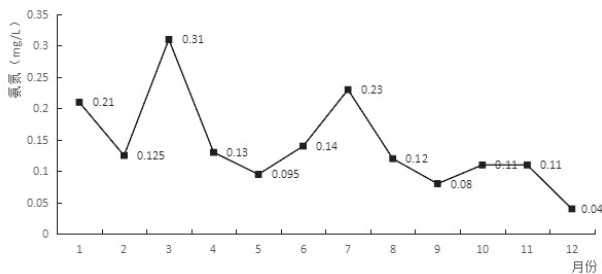


图 5 2013 年氨氮含量年内变化图

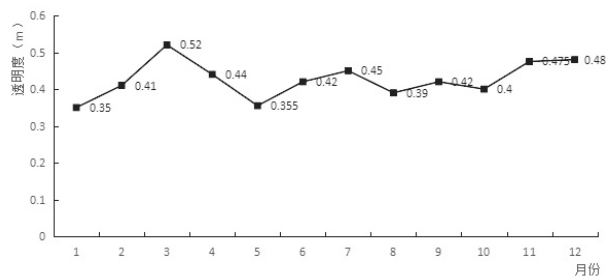


图 6 2013 年透明度年内变化图

从以上的年内变化图 4、5、6 可看出, 2013 年中, 高邮湖水体中溶解氧含量在冬季时较高, 11~3 月份时浓度明显高于其他月份, 因为冬季时温度低, 气压高, 根据气体溶解度大小与温度的关系, 再结合亨利定律 (气体分压大则其在水中溶解度就大), 可分析出冬季湖水 DO 值较其他季节大的原因。另一个明显特征是溶解氧含量在 3~4 月有一个大幅度的突降, 3 月份高邮湖中 DO 值达到了峰值, 4 月份 DO 值就出现了低谷。3 月份溶解氧最大, 一方面是水体温度低, 另一方面也与水中绿色植物的复苏光合作用增强有关, 而 4 月份突降, 可结合氨氮含量来分析。3 月份和 7 月份水体中氨氮浓度达到两个峰值, 因为当地在这两个月份左右农业施肥量的增加, 致使水中氮的含量突增。而 3 月湖水中氮的显著增多, 必然导致溶解氧的大量消耗, 因此在 4 月份溶解氧达到了低谷。再从透明度方面来看, 高邮湖透明度整体过低, 可见湖中水体浑浊, 杂质或水生动植物较多。

4 高邮湖水体富营养化的研究

4.1 从透明度、COD 和总氮判别高邮湖水体营养型

综合这三项指标, 根据表 4、5 可看出, 高邮湖营养型评价参数大多数严重超标, 有些参数已达到水体富营养化的限值, 说明高邮湖已处于中度营养化并趋于富营养化。从这些数据得知, 高邮湖水体有机污染严重, 主要原因在于生活污水、工业废水和农药化肥的大量使用和鱼类等的大量养殖, 当然也与外来入湖河水的水质情况有关。若不加以治理, 将导致藻类等水生生物大量的繁殖, 有机物产生的速度远远超过消耗速度, 若再严重化, 将出现水华, 水体溶解氧下降, 水质恶化, 鱼类及其他生物大量死亡, 对沿湖地区的生态和经济将产生很大影响。

表 4 湖水的营养化程度

程度	总氮 (mg/L)	透明度 (m)	COD (mg/L)
贫	< 0.4	> 4.0	< 0.96
低	0.4 ~ 0.6	2.5 ~ 4.0	0.96 ~ 3.60
中	0.6 ~ 1.5	1.0 ~ 2.5	3.60 ~ 14.00
富	> 1.5	< 1.0	> 14.00

表 5 高邮湖 2009 ~ 2013 年际透明度、COD 和总氮含量的变化

年份	透明度 (m)	COD (mg/L)	总氮 (mg/L)
2009	0.31	6.30	1.06
2010	0.37	7.73	1.66
2011	0.38	14.53	1.07
2012	0.33	12.33	1.13
2013	0.42	13.41	1.12

4.2 高邮湖水体富营养化治理建议

近年来，高邮湖的水体营养化愈加严重，从 2009 ~ 2013 年，COD 的值从 6.30 mg/L 增加到 13.41 mg/L，已经翻倍，增加迅速，最大值在 2011 年达到 14.53 mg/L。而且水体透明度数值过低，总氮浓度也一直居高不下。高邮湖水体主要污染物是总氮 TN、COD。目前湖中耗氧微生物数量不多，对有机物分解能力低，为防止藻类等水生植物的大量繁殖防止高邮湖再度发生太湖的水华悲剧，当地政府要着重治理高邮湖的有机污染，在淮河流域全面降低总氮、总磷、COD 等有机污染物的排放，控制湖水污染物的总排放量，同时针对高邮湖建立生态修复工程，优化 N、P 的输出模式，提高居民生活污水的排放指标^[5]。此外，要限制过

度水产养殖的发展，减少水生生物从而降低鱼类等产生的分泌物和排泄物，以达到净化水质的效果。

5 结论

(1) 高邮湖水体无机污染物很少，氰化物、六价铬、汞、铜、铅、镉、锌等重要无机污染指标浓度都为零，重金属污染、无机金属盐类污染很低，水质情况良好。

(2) 高邮湖有机污染较为严重，主要污染物为总氮、COD。水中可分解有机物的微生物数量较少，水体自净能力低。水体年内受污染高峰期主要在 3 ~ 4 月和 6 ~ 7 月，这些时段里水中 N 的浓度明显偏高。

(3) 高邮湖近几年出现了水体富营养化的情况，透明度过低、水质浑浊。湖水营养型评价参数大多数严重超标，有些参数已达到水体富营养化的限值。

(4) 高邮湖水质治理首要任务是控制全流域的 N 和 COD 排放量、限制水产养殖业的过度发展。

参考文献：

[1] 汤正军, 樊旭. 高邮湖、邵伯湖管理体制研究 [J]. 江苏水利, 2006 (9): 22-23.

[2] 季建国, 钟建国. 高邮湖水产养殖对水环境影响分析及对策思考 [J]. 江苏水利, 2009 (11): 34-35.

[3] 汤超, 樊旭. 高邮湖、邵伯湖水环境现状及治理对策 [J]. 水环境治理, 2009 (11): 48-49.

[4] 赵智, 丁建国. 高邮湖近年水质及出入湖污染物通量分析 [J]. 治淮, 2011 (12): 78-79.

[5] 齐孟文, 刘凤娟. 城市水体富营养化的生态危害及防治措施 [J]. 环境科学动态, 2004 (1): 44-46.

(责任编辑: 华智睿)