

补水期东昌湖氮参数变化规律*

张亚楠 马启敏** 程海鸥 岳宗恺 韩雪

(中国海洋大学环境科学与工程学院, 青岛, 266100)

东昌湖位于被称为“江北水城”的山东省聊城市城区, 初现于宋熙宗三年(公元1070年), 环绕古城四周, 以黄河水为源, 常年蓄水, 湖底平坦, 水深平均为2—3 m, 是我国长江以北最大的人工湖泊^[1-2]. 自2000年来, 东昌湖出现了日益严重的富营养化现象. 研究表明, 东昌湖富营养化的限制因子是氮而不是磷, 应对防控东昌湖富营养化的重点放在对氮素的消除与控制上^[1,3]. 同时, 城市湖泊补水对水质影响巨大, 而在补水期间对水质营养盐参数的变化研究较少. 为此, 本文开展了对东昌湖补水期间氮变化规律的研究, 旨在为东昌湖水质改善和保护提供依据.

1 调查与样品分析方法

1.1 样品采集与处理

2011年3月8日—14日, 在东昌湖补水期间, 连续6d每天分上午(10:00点)和下午(15:00点)两次对东昌湖7个采样断面(水源断面、南入水口、北入水口、北关桥、东关桥、南关桥、西关桥)进行样品采集, 每个断面总共采集水样12次, 并依次标号1—12.

1.2 测定方法

水质指标的测定参照《水和废水监测分析方法》^[4]. 总氮(TN)、硝氮($\text{NO}_3\text{-N}$)、氨氮($\text{NH}_4\text{-N}$)、亚硝氮($\text{NO}_2\text{-N}$)分别采用碱性过硫酸钾消解-紫外分光光度法、紫外分光光度法、纳氏试剂比色法、萘乙二胺法测定. 实验数据用Excel和SPSS13.0进行计算和统计分析.

2 结果与讨论

2.1 补水期氮含量变化

在所监测7个站点的氮指标中, TN含量变化范围为: 0.31—4.95 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 平均值为2.55 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 明显高于国家地表水环境质量标准IV类水的标准限值(TN: 1.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$); $\text{NO}_3\text{-N}$: 0.13—1.97 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 平均值为0.71 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; $\text{NH}_4\text{-N}$: 0.01—0.52 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 平均值为0.12 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; $\text{NO}_2\text{-N}$ 含量未检出. 补水期氮的总体特征为含量变化区间较大, 说明在补水期间东昌湖水质极不稳定. 相关数据见表1.

表1 补水期间东昌湖水质状况 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)

		TN	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$
补水前	平均值	0.71	0.16	0.05	—
	最大值	4.95	1.97	0.52	—
补水后	最小值	0.31	0.13	0.01	—
	平均值	2.55	0.71	0.12	—

2.2 补水期氮含量的时空变化

图1中a、b、c分别为补水期间水源断面、南入水口、北入水口3个采样断面TN、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的变化及变化趋势. 第一次采样为补水前采样, 由图1可以看出, 开始补水后TN、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的含量均有显著增大, 并且表现出较剧烈的波动, 这种情况可能是由于源水与湖水相互的不断推动混合所致. 在整个补水过程中, 水源断面的TN量持续较高, 南、北入水口的TN量则受到补水的影响急剧增大, 随后保持较高水平, 其中南入水口较北入水口先受到影响, TN量增大较快(图1a). 在水源断面的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量在此期间却呈现出逐渐降低的趋势; 而南入水口的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的含量基本稳定, 略有增大; 北入水口的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 变化则与该站位的TN变化趋势相一致: 补水第3天(第5、6次采样)开始急剧增大(图1b). 3个站位的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量在补水期间总体上比较稳定, 并未表现出明显增大或减小的趋势(图1c).

图2为补水期间东、南、西、北4个关桥不同形态氮素的变化情况. 这4个站点的水质指标的变化情况代表了湖面水质的变化情况, TN、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的含量在补水期间均出现了明显的波动. 在此补水期间, 4个关桥的TN含量都有所增加, 其中增涨最大和最快的站点均是南关桥, 其次是东关桥, 然后是北关桥, 最后是西关桥(图2a). 4个站位的 $\text{NO}_3\text{-N}$

2012年3月8日收稿.

* 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2009zx07106-003)资助.

** 通讯联系人, E-mail: maqimin@ouc.edu.cn

含量也有类似于 TN 的增长趋势(图 2b). 这种情况说明在补水期间,东昌湖水 TN、NO₃-N 含量受补水影响的先后顺序依次是南关桥、东关桥、北关桥、西关桥,其中南关桥受补水的影响最大. 由于补水的影响,4 个关桥的 NH₄-N 含量虽然波动较大,但并未出现较大的增大或减小的趋势(图 2c).

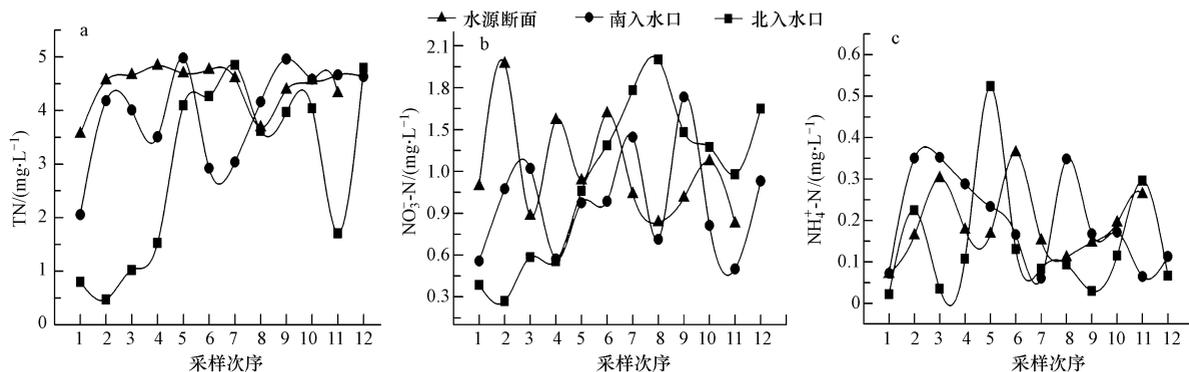


图 1 水源与入水口的氮的变化趋势

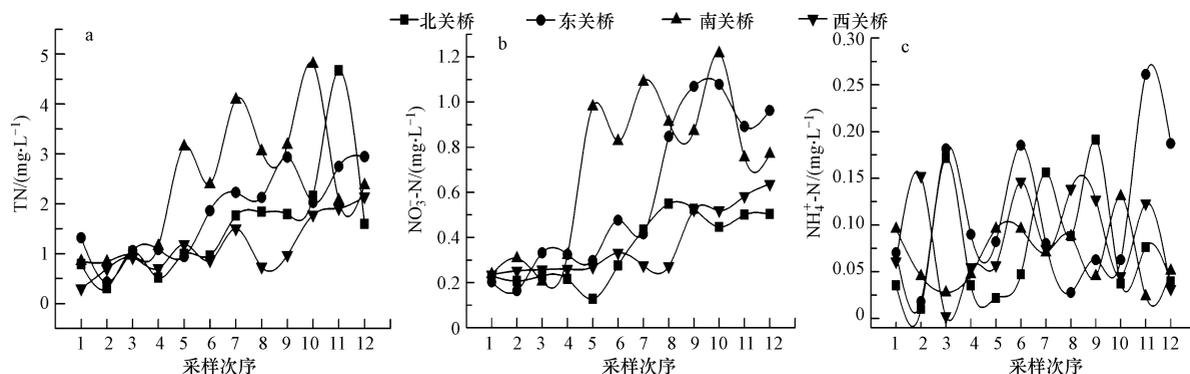


图 2 4 个关桥的氮的变化趋势

2.3 总氮的相关性分析

为了探讨在补水期间东昌湖水氮素受补水水流搅动和冲刷的影响,采用统计方法对各个站位的 TN 进行了相关性研究. 结果显示,除了水源断面与东关桥、水源断面与北关桥的 TN 含量呈负相关(相关性系数分别为 $r = -0.219$ 和 $r = -0.168$)以外,其它站位的 TN 含量均正相关. 同时,并没有出现理想的水源断面与南北两个入水口相关性较好的结果,相反的,南、北入水口的 TN 含量变化与水源断面的 TN 含量变化相关性并不太强,几乎可以说没有相关性(相关性系数分别为 $r = 0.275$ 和 $r = 0.186$). 这种情况可能是由于补水时源水与入水口出水混合搅动较为剧烈造成的,受到了悬浮泥沙的影响. 而北入水口与东关桥、南关桥(相关性系数分别为 $r = 0.605^*$ 和 $r = 0.832^{**}$),东关桥与西关桥、北关桥(相关性系数分别为 $r = 0.626^*$ 和 $r = 0.685^*$),西关桥与北关桥(相关性系数为 $r = 0.650^*$)均在显著性水平 $P < 0.05$ 下显著正相关,尤其北入水口与南关桥极显著相关. 这说明在补水期间,湖水水质并不仅仅受到补水水质这一因素控制,还受到源水和湖水混合及湖水中悬浮泥沙等复杂因素的影响.

3 结论

补水期间,东昌湖氮含量有明显的增加,变化范围分别为 TN: $0.31\text{—}4.95\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, NO₃-N: $0.13\text{—}1.97\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, NH₄-N: $0.01\text{—}0.52\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. 各个位点均出现了较强烈的波动和不同幅度的增大. 其中,东昌湖除了水源断面与东关桥、水源断面与北关桥的 TN 含量呈负相关以外,其它站位之间的 TN 含量均正相关;北入水口与东关桥、南关桥,东关桥与西关桥、北关桥,西关桥与北关桥均显著正相关. 补水期间东昌湖水质受到了补水水质、湖底底泥、源水和湖水混合搅动等多方面复杂因素的影响.

关键词: 东昌湖, 补水期, 氮变化, 相关性.

参 考 文 献

- [1] 邓焕广,张菊. 东昌湖水体富营养化评价及 N、P 平衡研究[J]. 环境科学与管理,2008,33:178-180
- [2] 刘国军,方旭红. 聊城市东昌湖风景区环境问题与对策的实地研究[J]. 湖北经济学院学报,2009,8(6):43-45
- [3] 程俊美,马启敏. 东昌湖水体富营养化动态变化与分析[J]. 海洋湖沼通报,2010,(4):16-22
- [4] 国家环保总局. 水和废水水质监测分析方法[M]. 北京:中国环境科学出版社,2002:254-281