

气象条件对湖北长湖水质的影响研究

刘韬^{1,2} 夏智宏^{2,3} 朱浪^{2,3}

(1 湖北大学资源环境学院, 武汉 430062; 2 江汉平原生态气象遥感监测技术协同创新中心, 荆州 434025;

3 荆州市气象局, 荆州 434020)

摘要: 长湖2014—2017年的水质监测和气象数据综合分析表明, 长湖水质的主要问题是富营养化, 主要污染指标为总磷(TP)、总氮(TN)、化学需氧量(COD)和五日生化需氧量(BOD₅)。这些指标的变化呈现出明显的时空异质性。在空间上长湖入水口与出水口的TP、TN、COD差异明显, 但BOD₅无明显差异。时间维上, 2014—2017年水质总体上有所好转, 但各指标显示出不同程度的季节性变化, 水质变化受气象因素影响明显。其中, TP与降雨变化呈明显的正相关, 而TN与气温存在一定的负相关。

关键词: 长湖, 富营养化, 气象, 时空变化

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2018.05.012

Influence of Meteorological Factors on Temporal and Spatial Variation of Water Quality in Changhu Lake, Hubei Province

Liu Tao^{1,2}, Xia Zhihong^{2,3}, Zhu Lang^{2,3}

(1 Faculty of Resources and Environmental Sciences, Hubei University, Wuhan 430062

2 Collaborative Innovation Center of Remote Sensing Technology in Ecological and Meteorological Monitoring in the Jiangnan Plain, Jingzhou 434025 3 Jingzhou Meteorological Bureau, Jingzhou 434020)

Abstract: The comprehensive analysis of water quality and meteorological data in Changhu Lake for 2014–2017 demonstrates that the main problem of water quality in Changhu Lake is the eutrophication. The main pollution indicators are total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), and chemical oxygen demand (COD) and biochemical oxygen demand (BOD₅) on five days. Variations in these indicators show significant spatial and temporal heterogeneity. In the space, the differences of TP, TN and COD between inlet and outlet in Changhu Lake was obvious, but there was no significant difference in BOD₅. In terms of time scale, the overall water quality was improved during the period from 2014 to 2017, but the indicators showed that seasonal variations appeared at different levels, and the water quality was significantly affected by meteorological factors. The TP was positively correlated to the rainfall, while TN was negatively correlated with the temperature.

Keywords: Changhu Lake, eutrophication, weather, temporal and spatial variation

0 引言

长湖位于江汉平原荆州市东北部, 是湖北省第三大淡水湖泊, 湖北四湖水系的上游, 夹于汉江与长江之间, 兼具调蓄、灌溉、渔业、生活水源等多种自然和社会功能。长湖流域是湖北省重要的粮棉油生产基地和水产基地, 湖泊水位季节性变化明显^[1-3]。以往对长湖水质的研究多集中于污染源、水质变化、环境容量等方面, 对于水体污染物变化与气象因素间关联的系统研究还相对较少。大量研究表明, 气象因

素——尤其是降雨、气温等因素, 对流域内污染物质的时空分布存在显著影响^[4-6]。因此, 系统分析长湖水体污染的时空分布特点及其与气象因素间的内在联系, 对于保障南水北调工程上游供水安全, 保障长湖周边城市居民生产、生活用水质量, 以及长湖水体污染治理和生态恢复都具有重要的现实意义。

1 数据与研究方法

1.1 区域概况

长湖位于荆州、荆门、潜江三市交界处, 多年平均水位为29.0 m, 现存湖泊面积约132.7 km²。湖水主要由拾桥河、龙会桥河、太湖港、广平港汇入, 由刁家口、刘岑闸经四湖总干渠流入洪湖(图1)。

收稿日期: 2018年5月30日; 修回日期: 2018年8月2日

第一作者: 刘韬(1980—), Email: liutao@hubu.edu.cn

通信作者: 夏智宏(1981—), Email: 14694209@qq.com



图1 研究区域概况图
Fig. 1 Map of the studied area

1.2 数据获取

水质数据为荆州市环境保护监测站提供的2014—2017年原始水质监测数据，监测站点为戴家洼、习家口、关沮口、桥河口（图1）。从2014年1月起，每两个月监测1次，监测频率为每年6次，采样监测一般在当月上旬进行。

气象数据来源于荆州市气象局，包括月平均气温、月平均降雨量与月日照时长，监测时段和频率与水质数据一致，并单独提取2014—2017年强降雨记录。

1.3 研究方法

分别对各监测站点水质进行时空分析，找出主要水体污染指标，对污染数据与气象数据进行聚类分析和相关性分析，探讨气象因素与长湖水体污染变化间的内在联系。

水质分析依照《湖北水功能区划》（鄂政函〔2003〕101号）规定，按照《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）中的Ⅲ类水质标准进行对比，确定超标的污染物。

水体污染指标与气象因素间的相关性分析在SPSS 16.0软件中完成，相关性分析选择Pearson算法，计算各指标间相关系数。通过这些指标的时空相关性分析，探究水质时空变化的原因，及其与气象因素间的内在联系。

2 结果与分析

2.1 长湖水水质状况

2014—2017年水质监测结果显示，长湖水质的主要问题是富营养化，超标指标为总磷（TP）、总氮（TN）、化学需氧量（COD）和五日生化需氧量（BOD₅），且水质状况存在明显的时空差异。资料显示，长湖水体污染中的TP和TN超过50%来源于周边农村生活污水、种植业污染、畜禽养殖污染和水产养

殖污染等非点源污染，TP的点源污染主要来自城镇生活污水，TN的点源污染则来源于城镇生活污水和工业废水等；COD超过70%来自于城镇生活污水和工业废水等点源污染^[1]。

从时间变化看，2016—2017年长湖水水质相对2014和2015年有所好转（表1），且主要污染指标呈季节性变化。从空间分布看，TP、TN的变化规律在戴家洼、关沮口和桥河口3处比较接近，习家口监测点的TP和TN浓度明显低于其他监测点。各监测点COD和BOD₅的年平均值差异相对较小。

表1 长湖各监测站点主要污染指标及污染程度
Table 1 The main pollution indexes and polluted degrees at observed sites

监测点	超标指标	年平均值 (mg/l) /SD				规划标准 (mg/l)
		2014	2015	2016	2017	
戴家洼	TP	0.231/0.080	0.234/0.045	0.163/0.079	0.165/0.060	≤0.05
	TN	2.53/2.23	2.69/0.65	3.29/0.73	2.28/0.65	≤1.0
	COD	23.5/10.9	22.5/9.6	16.3/18	20.0/6.5	≤20
	BOD ₅	7.78/3.71	6.83/1.34	4.88/0.97	3.60/0.96	≤4
习家口	TP	0.089/0.048	0.070/0.032	0.067/0.042	0.110/0.025	≤0.05
	TN	2.37/2.17	1.82/0.44	2.38/0.54	1.55/0.83	≤1.0
	COD	20.1/6.0	23.3/2.8	22.4/3.1	19.2/5.7	≤20
	BOD ₅	6.62/1.60	7.83/1.21	5.90/1.60	3.58/0.64	≤4
关沮口	TP	0.209/0.081	0.242/0.060	0.144/0.075	0.152/0.064	≤0.05
	TN	3.38/2.35	2.85/0.76	3.43/0.91	2.44/0.27	≤1.0
	COD	24.1/8.5	21.8/4.7	18.4/1.8	17.8/3.0	≤20
	BOD ₅	7.95/2.88	7.67/0.47	5.43/1.44	3.20/0.40	≤4
桥河口	TP	0.204/0.069	0.226/0.062	0.226/0.062	0.153/0.052	≤0.05
	TN	3.40/2.05	2.83/0.62	3.01/0.94	2.21/0.59	≤1.0
	COD	26.2/7.5	23.1/7.0	13.8/1.4	18.0/4.4	≤20
	BOD ₅	8.28/2.63	7.67/1.70	5.02/1.18	3.43/0.24	≤4

2.2 气象条件对水质的影响

除上述原因外，气象因素变化会对非点源污染的运移和扩散产生显著影响^[4-6]。长湖2014—2017年TP、TN、COD、BOD₅和降雨曲线、温度曲线对比结果显示：TP浓度变化呈明显的季节性波动，7—10月浓度较高，低值一般出现在1—5月；TN的峰值一般出现在冬季（11月—次年3月）；COD和BOD₅的变化规律则不明显（图2和图3）。

各监测站点的TP、TN、COD、BOD₅与降雨、温度之间的相关性分析结果（表2）显示，戴家洼、关沮口和桥河口TP的变化与降雨呈正相关，在习家口相关性较弱。对比2014—2017年长湖地区强降雨数据（表3）也显示，每次强降雨期间TP的值都较高，说明强降雨会造成非点源来源的TP输入量增加，导致水体TP浓度上升。4个监测站点的TN浓度高值都出现在冬季，应与当地春耕前施用化肥有关。所有监测站点

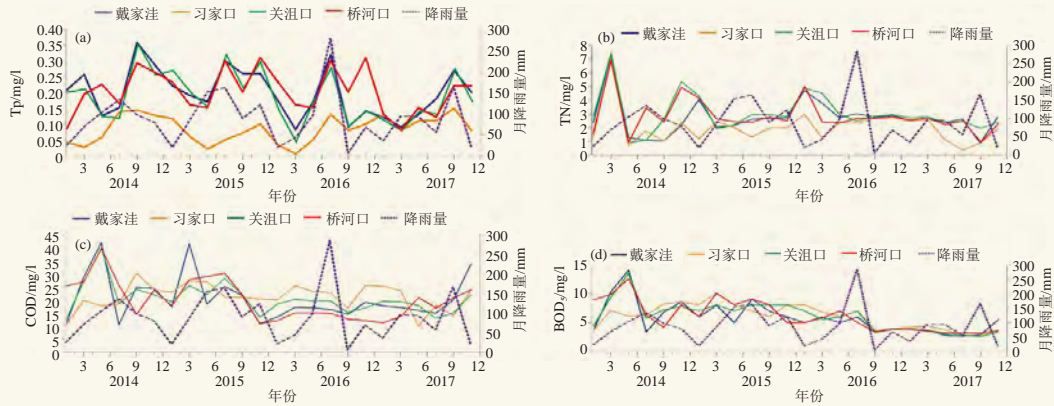


图2 长湖主要污染指标: (a) TP, (b) TN, (c) COD和 (d) BOD₅及降雨变化曲线
Fig. 2 Variations of the main pollution indexes (a) TP, (b) TN, (c) COD, (d) BOD₅ and rainfall

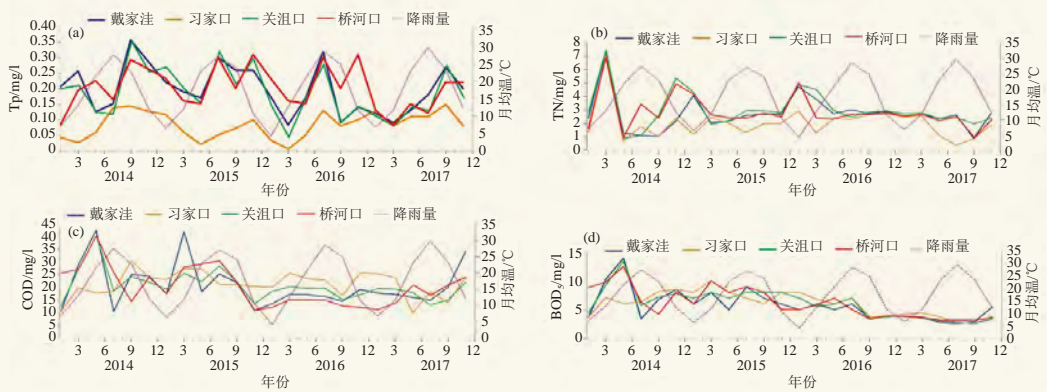


图3 长湖主要污染指标: (a) TP, (b) TN, (c) COD和 (d) BOD₅及温度变化曲线
Fig. 3 Variations of the main pollution indexes (a) TP, (b) TN, (c) COD, (d) BOD₅ and temperature

表2 各监测站点污染指标与气温、降水的相关性分析
Table 2 Correlations of the pollution indexes with temperature and rainfall at observed sites

	戴家洼		关沮口		桥河口		习家口	
	气温	降水	气温	降水	气温	降水	气温	降水
TP	0.198	0.468	0.115	0.431	0.247	0.528	0.233	0.255
TN	-0.413	-0.298	-0.463	-0.326	-0.341	-0.225	-0.307	-0.094
COD	-0.008	0.003	0.119	0.165	0.247	0.190	-0.175	0.051
BOD ₅	-0.019	0.132	0.003	0.234	-0.029	0.108	-0.182	0.200

表3 2014—2017年长湖地区强降雨记录
Table 3 Statistics of the heavy rainfall in years between 2014 and 2017

年	2014			2015			2016			2017		
月	3	7	8	6	7	8	4	7	5	6	8	9
频次	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1
平均日降雨量 (mm)	53.9	53.6	54.7	62.4	61.4	73.7	53.3	60.8	53.8	68.8	59.1	56.2

的COD和BOD₅与气象因素间的相关性都较弱, 因为其污染源主要是生活污水和工业废水等点源污染, 受气候影响较小。

3 小结

2014—2017年, 长湖水质问题主要是富营养化,

超标指标为总磷、总氮、化学需氧量和五日生化需氧量。长湖入水口和出水口的水质差异明显, 出水口的水质要好于入水口。水体污染指标的空间分布主要受到位置和水文特征的影响。

尽管这几年长湖水质有所好转, 但仍未达标。总磷、总氮、化学需氧量和五日生化需氧量等污染指标浓度呈现出不同程度的季节性波动。其中长湖入水口附近的总磷变化与降雨变化呈正相关, 且受强降雨影响明显; 水体中总氮浓度的峰值一般出现在冬季, 应与春耕前化肥的施用有关。

参考文献

- [1] 夏菁, 张翔, 朱志龙, 等. TMDL计划在长湖水污染总量控制中的应用. 环境科学与技术, 2015, 38(7): 176-181.
- [2] 余明勇, 徐圣杰, 徐建华. 长湖流域水质时空分布特征及影响因素. 中国环境监测, 2016, 32(5): 73-79.
- [3] 郝孟曦, 杨磊, 孔祥虹, 等. 湖北长湖水生植物多样性及群落演替. 湖泊科学, 2015, 27(1): 94-102.
- [4] 范丽丽, 沈珍瑶, 刘瑞民. 不同降雨-径流过程中农业非点源污染研究. 环境科学与技术, 2008, 31(10): 5-8.
- [5] 朱红霞, 陈效民, 方莹. 太湖地区旱季、雨季水体污染影响因素分析. 农业环境科学学报, 2008, 27(6): 2396-2400.
- [6] 吕兴娜, 尚佰晓. 降雨径流对柴河水库总磷、总氮的水质影响分析. 中国环境管理干部学院学报, 2011, 21(2): 64-66.