

DOI: 10.3880/j.issn.1004-6933.2016.03.029

新形势下对太湖流域水环境治理的思考

谢 飞^{1,2}, 吴俊锋^{1,2}, 任晓鸣^{1,2}

(1. 江苏省环境科学研究院, 江苏 南京 210036; 2. 江苏省环境工程重点实验室, 江苏 南京 210036)

摘要: 针对太湖流域目前面临的湖体水质持续改善压力增大、水生态系统脆弱等问题, 2012—2013 年对太湖流域 87 个点位丰、平、枯水期进行生态调查。结果表明: 底栖生物 53% 的点位、浮游植物 65% 的点位和浮游动物 35% 的点位 Shannon-Wiener 指数评价等级为贫乏; 其次是面源污染日益突出, 面源对太湖的污染贡献中 COD、NH₃-N、TP、TN 分别占到总量的 53%、46%、68% 和 45%; 再次是工程缺乏长效运行管理机制, 出现“重工程建设、轻运行管理”的现象。提出治理措施: ①建立水生态功能分区, 恢复生态系统完整性; ②加大面源及农村黑臭河道治理力度; ③制定严格的污染物排放标准; ④提高治理工程运行管理水平。

关键词: 太湖流域; 水环境治理; 生态调查

中图分类号: X524

文献标志码: A

文章编号: 1004-6933(2016)03-0153-04

Thoughts on water environmental management in Taihu Basin under new conditions

XIE Fei^{1,2}, WU Junfeng^{1,2}, REN Xiaoming^{1,2}

(1. Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science, Nanjing 210036, China;

2. Jiangsu Key Lab of Environmental Engineering, Nanjing 210036, China)

Abstract: The Taihu Basin is facing problems such as the increasing difficulties in continuously improving the lake's water quality and an ineffective aquatic ecological system. To solve these problems, an ecological investigation was conducted at 87 sites in the Taihu Basin in wet, normal, and dry seasons from 2012 to 2013. The results show that benthic organisms at 53% of the sites, phytoplankton at 65% of the sites, and zooplankton at 35% of the sites were at low levels as evaluated by the Shannon-Wiener index. Non-point source pollution has become increasingly prominent, with COD, NH₃-N, TP, and TN accounting for 53%, 46%, 68%, and 45%, respectively, of the total amount of pollutants in the lake. The project lacked a long-term operation and management mechanism, with less focus placed on the operation management and more focus placed on the project construction. Several countermeasures are put forward: (1) establishing aquatic ecological function regionalization and restoring the integrity of the ecosystem, (2) strengthening the control and management of non-point source pollution and rural black and malodorous rivers, (3) setting strict standards for the discharge of pollutants, and (4) improving the operational management of the project.

Key words: Taihu Basin; water environmental management; ecological investigation

太湖流域地跨苏、浙、沪两省一市, 是长江三角洲的核心区域, 总面积达 36 900 km², 历来是我国工农业生产最发达、人口密度最大和人均收入增长幅度最快的地区之一^[1], 流域人口约占全国的 4.3%,

GDP 占全国的 10.8%, 人均 GDP 为全国平均水平的 2.5 倍, 地理位置见图 1。

自 2007 年 5 月太湖蓝藻污染事件暴发以来, 党中央、国务院高度重视, 社会各界广泛关注, 太湖流

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07506-001)

作者简介: 谢飞(1982—), 男, 工程师, 硕士, 主要从事水环境规划与管理工。E-mail: xiefei82@163.com



图1 太湖流域地理位置

域水环境问题被摆在了尤为突出的位置。国务院批复并实施了《太湖流域水环境综合治理总体方案》，为太湖流域水环境质量的改善打下了坚实的基础，经过近6年“铁腕治污”，太湖流域水质得到逐步改善。但随着十八大“生态文明建设”的提出，建设“环境美”已成为时代强音。在这种新的形势下，太湖流域水环境质量改善不应停留在水质的改善，而是全方位的水生态建设，“碧波荡漾、鱼虾成群”才是太湖流域建设“环境美”的内在要求。笔者梳理近年来太湖治理成果，发现太湖流域工业点源得到控制，产业结构调整取得突破，大量治理工程投入建设，但是水生生态系统退化、生物多样性减少问题依然严峻。另外太湖流域污染源类型也发生了转变，已从点源污染型过渡到面源污染型，以往只注重环境治理工程建设，忽视长效运行管理制度建设。笔者剖析这些问题，从“生态文明建设”要求出发，提出应对措施和建议，旨在为太湖流域水环境治理提供参考。

1 太湖流域水环境现状分析

1.1 太湖湖体水质及富营养状况

2013年，太湖湖体 COD_{Mn} 达到Ⅲ类水质标准

(GB 3838—2002《地表水环境质量标准》，下同)， NH_3-N 年均浓度均达到Ⅱ类水质标准，TP 年均浓度符合Ⅳ类标准，TN 年均浓度劣于Ⅴ类标准。与2007年相比，湖体 TN 年均浓度下降 16.4%； NH_3-N 年均下降 63.7%；TP 年均下降 22.8%； COD_{Mn} 浓度年均下降 4.4%。2013 年湖体综合营养状态指数为 57.6，比 2007 年下降 4.1，总体处于轻度富营养状态(表 1)。

从表 1 可知，TN 年均浓度仍处于劣于Ⅴ类，且改善幅度越来越小。笔者认为这与太湖流域污染源类型发生转变有关。自 2007 年《江苏省太湖水污染防治条例》实施以来，工业点源废水排放不能新增氮磷污染物排放总量，因此，面源污染没有得到有效控制可能是造成太湖湖体 TN 浓度改善缓慢的一个重要原因。

1.2 河网水质

近年来，入湖河道水质明显改善。与 2007 年相比，2012 年湖西来水(常州和宜兴)入湖水水质 COD_{Mn} 、 NH_3-N 、TP、TN 浓度分别降低了 20.5%、37.0%、1.1% 和 19.6%。苏州来水水质 COD_{Mn} 、 NH_3-N 、TP、TN 浓度分别降低了 10.6%、5.9%、23.1%、6.9%(表 2)。

1.3 太湖流域水生态状况

2012—2013 年太湖流域 87 个点位丰、平、枯水期生态调查结果表明：底栖生物 53% 的点位 Shannon-Wiener 指数评价等级为贫乏；37% 的点位 Shannon-Wiener 指数评价等级为一般，仅 10% 的点位 Shannon-Wiener 指数评价等级为较丰富，浮游植物 65% 的点位 Shannon-Wiener 指数评价等级为贫乏，27.5% 的点位 Shannon-Wiener 指数评价等级为一般，7.5% 的点位 Shannon-Wiener 指数评价等级为较丰富，浮游动物 35% 的点位 Shannon-Wiener 指数评价等级为贫乏，65% 的点位 Shannon-Wiener 指数评价等级为一般。

表 1 太湖主要水质指标年均浓度及综合营养状态指数

年份	COD_{Mn}		NH_3-N		TP		TN		综合营养状态指数	污染程度
	质量浓度/ ($mg \cdot L^{-1}$)	水质类别								
2007	4.5	Ⅲ	0.91	Ⅲ	0.101	V)	2.81	劣V	61.7	中度
2008	4.4	Ⅲ	0.59	Ⅲ	0.083	Ⅳ	2.57	劣V	60.2	中度
2009	4.2	Ⅲ	0.47	Ⅱ	0.083	Ⅳ	2.64	劣V	58.4	轻度
2010	4.4	Ⅲ	0.36	Ⅱ	0.073	Ⅳ	2.68	劣V	58.5	轻度
2011	4.4	Ⅲ	0.37	Ⅱ	0.079	Ⅳ	2.37	劣V	58.5	轻度
2012	4.0	Ⅱ	0.33	Ⅱ	0.070	Ⅳ	2.38	劣V	56.5	轻度
2013	4.3	Ⅲ	0.33	Ⅱ	0.078	Ⅳ	2.35	劣V	57.6	轻度
2013 年较 2007 年 下降幅度	4.4%		63.7%		22.8%		16.4%		6.7%	

注：数据来源《江苏省环境状况公报》。

表2 环湖河流主要水质指标平均入湖浓度

年份	湖西来水(常州和宜兴)					年份	苏州来水				
	入湖水量/ 亿 m ³	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})/$ (mg · L ⁻¹)	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/$ (mg · L ⁻¹)	$\rho(\text{TP})/$ (mg · L ⁻¹)	$\rho(\text{TN})/$ (mg · L ⁻¹)		入湖水量/ 亿 m ³	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})/$ (mg · L ⁻¹)	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/$ (mg · L ⁻¹)	$\rho(\text{TP})/$ (mg · L ⁻¹)	$\rho(\text{TN})/$ (mg · L ⁻¹)
2007	56.88	7.61	3.41	0.273	6.39	2007	15.53	4.59	0.92	0.147	2.96
2008	61.46	6.69	2.48	0.296	5.73	2008	11.04	4.25	0.74	0.092	2.61
2009	74.27	6.22	2.23	0.243	5.42	2009	6.85	4.27	0.62	0.083	2.37
2010	80.91	6.44	2.08	0.307	5.47	2010	12.15	4.01	0.68	0.096	2.85
2011	70.50	6.17	2.29	0.279	5.29	2011	18.70	3.89	0.74	0.086	2.64
2012	73.12	6.05	2.15	0.270	5.14	2012	9.10	3.78	0.72	0.084	2.52

2012年较2007年变化幅度

2012年较2007年变化幅度	28.6%	-20.5%	-37.0%	-1.1%	-19.6%	2012年较2007年变化幅度	-11.3%	-10.6%	-5.9%	-23.1%	-6.9%
-----------------	-------	--------	--------	-------	--------	-----------------	--------	--------	-------	--------	-------

注:①数据来源:水利部太湖流域管理局;②苏州来水中包括引江济太入湖水量;③水质浓度为按各巡测站段入湖水量进行加权得到的平均浓度。

通过上述分析可知,在《太湖流域水环境综合治理总体方案》指导下,经过近6年“铁腕治理”,从水质监测数据来看,太湖流域不管是湖体还是河网,水质都得到较大改善,应该说目前工业点源得到了控制,产业结构调整取得了突破,但是从2012—2013年太湖流域87个点位丰、平、枯水期生态调查来看,太湖流域生物多样性减少、水生态系统退化依然严重,不容乐观。

2 太湖流域水环境面临新问题分析

2.1 湖体水质持续改善压力增大,水生态系统脆弱

从表1可知,太湖湖体TN浓度仍然较高,仍处于劣V类,且改善幅度越来越小,已成为太湖湖体水质持续改善的制约因子。另外,太湖流域水生态系统退化依然严峻,太湖湖体藻型生境已经形成,在适当的气象、水文条件下,太湖蓝藻大规模暴发也不是不可能。因此,恢复健康水生态系统任重道远。

2.2 流域面源污染突显

随着太湖流域纺织染整、化工、造纸、钢铁、电镀、食品制造等6大重点行业全面整治以及集中污水处理设施提标改造,点源污染比重逐步下降,但相关研究表明,面源对太湖的污染贡献中COD、NH₃-N、TP、TN分别占到总量的53%、46%、68%和45%,面源污染逐步突显,已成为太湖治理的主要矛盾。一方面,以往面源污染治理项目相对较少;另一方面面源污染面广、量大,而且治理技术及运行管理不够成熟,缺乏有效的组织保障和政策支持。

2.3 治理工程运行管理水平较低

“重工程建设、轻运行管理”的现象较为突出,长效运行管理机制亟待加强。部分城镇污水处理厂管理能力欠缺、运行负荷低;部分农村生活污水处理设施未能得到有效维护和运行,污水处理设施未能发挥相应的环境效益;部分湿地、资源化利用等工程项目运营管理主体不明确、责任未落实,运行管理水

平较低。

3 治理太湖流域水环境对策及建议

目前,太湖流域面临的这些新问题,治理思路必须与时俱进,笔者提出建设水生态功能分区管理制度,突破以往单一水质管理模式;其次,重新审视太湖流域污染结构,提出太湖流域污染治理侧重点要从点源污染向面源污染转变的思路,进一步削减污染物排放量的新途径;城镇集中式污水处理厂提标改造和对电子、光伏、生物医药等新兴产业制定地方排放标准。工程运行管理水平的高低直接影响太湖流域水环境治理效果,势必改变以往流于形式的做法。因此,笔者提出建立后评价制度和第三方企业负责制等新策略。

3.1 建立水生态功能分区,恢复生态系统完整性

按照自然属性、保护物种类别以及服务功能,建立太湖流域水生态功能分区,统筹化学目标和生物目标,恢复生态系统多样性、完整性。具体可以分为两步:①将太湖流域科学合理地划分为不同生态功能区,确定保护目标;②建立太湖流域水生态管理制度,实行“水环境-水生态-水景观-水文化”四维一体管理模式。

3.2 加大面源及农村黑臭河道治理力度

在太湖流域以行政村为控制基本单元,从农村生活污水收集处理、控制种植业化肥使用量及流失量、生态养殖、疏通支浜河道以及生态修复工程方面进行综合治理。

a. 控制种植业化肥使用量以及流失量。①鼓励农民多使用生物有机肥和复合肥、合理轮作、间作和秸秆还田。②改造农田排水沟渠,构建农田尾水和农田地表径流生态拦截屏障以及尾水回用工程,达到污染物的有效控制及养分高效利用^[2-3]。

b. 生态养殖。推行“种植业-养殖业”循环模式。种植业为养殖业提供饲料,养殖业产生的粪便还于种植业,实现粪污零排放。

c. 农村生活污水合理处置。农村分散式生活污水处理方式主要有埋地式微动力氧化沟、厌氧滤池-氧化塘-植物生态渠、厌氧池-跌水充氧接触氧化-人工湿地、厌氧池-滴滤池-人工湿地等技术^[4-6],根据当地的自然、经济和社会条件,因地制宜地选择适合处理技术。

d. 疏通支浜河道,增强水动力。农村支浜河道多淤积严重,多数成断头浜,俗话讲“流水不腐”,农村支浜河道水动力不足是发生“黑臭”现象的重要原因。因此,必须实施支浜河道清淤和基底改造,保障水动力条件。

e. 河流生态系统修复。通过坡岸生态治理、水生生态植物群落重构、鱼类放养等措施,重建河流生态系统^[7-8]。

3.3 制定严格的污染物排放标准

随着太湖流域近年来“铁腕治污”的实施,水环境污染已基本遏制,但是太湖流域是我国经济最发达、投资增长最具活力的地区,污染物排放量必然还会增加,减排压力将持续增大。因此,除了实施太湖流域执行国家污染物排放标准外,还可以从以下两个方面进一步削减污染物排放量:①提高太湖流域城镇集中式污水处理厂排放标准,推行城镇集中式污水处理厂排放标准达地表水质量Ⅳ~Ⅴ类标准。②太湖流域除纺织染整、化工、造纸、钢铁、电镀、食品制造等6大行业外,电子、光伏、生物医药等新兴行业也日益蓬勃发展,其污染负荷在各污染源的排放中所占比重不容忽视,目前关于电子、光伏等新兴行业的国家排放标准已不能满足太湖流域水环境管理要求,因此,可制定电子、光伏、生物医药等新兴产业地方排放标准。

3.4 提高治理工程运行管理水平

a. 构建项目监管长效机制,实现工程项目事前、事中和事后全过程监督。建立项目后评价制度,形成建设—评估—反馈的良性循环。

b. 探索农村面源及生态修复等工程长效管护新模式,推广各地成熟的管理经验,对已建成运行的污染治理设施或公益性生态湿地工程,实行公开招标,由环保第三方企业负责具体管护工作,有关部门监督实施,地方安排相应资金给予支持。探索形成一套责任明确、奖惩到位的项目监管新机制。

参考文献:

[1] 秦伯强,胡维平,陈伟民,等.太湖水环境演化过程与机理[M].北京:科学出版社,2004:1-28.
[2] 方淑荣,刘正库.论农业面源污染及其防治对策[J].农业科技管理,2006,25(3):22-23. (FANG Shurong, LIU Zhengku. The discussion of agricultural non-point source

pollution and countermeasures [J]. Agricultural Science and Technology Management, 2006, 25 (3): 22-23. (in Chinese))
[3] 宋家永,李英涛,宋宇,等.农业面源污染的研究进展[J].中国农学通报,2010,26(11):362-365. (SONG Jiayong, LI Yingtao, SONG Yu, et al. Research progress of agricultural non-point source pollution [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(11): 362-365. (in Chinese))
[4] 孙兴旺,马友华,王桂苓,等.中国重点流域农村生活污水处理现状及其技术研究[J].中国农学通报,2010,26(18):384-388. (SUN Xingwang, MA Youhua, WANG Guiling, et al. Research on current treatment status and technologies of rural domestic wastewater in China major basins [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(18): 384-388. (in Chinese))
[5] 苏东辉,郑正,王勇,等.农村生活污水处理技术探讨[J].环境科学与技术,2005,28(1):79. (SU Donghui, ZHEN Zheng, WANG Yong, et al. Discussion on treatment technology of rural domestic sewage [J]. Environmental Science & Technology, 2005, 28(1): 79. (in Chinese))
[6] 阮晓卿,蒋岚岚,陈豪,等.江苏不同地区典型农村生活污水处理适用技术[J].中国给水排水,2012,28(18):44-47. (RUAN Xiaqing, JIANG Lanlan, CHEN Hao, et al. Typical technologies applicable for rural domestic sewage treatment in different areas in Jiangsu Province [J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(18): 44-47. (in Chinese))
[7] 陈荷生,宋祥甫,邹国燕.太湖流域水环境综合整治与生态修复[J].水利水电科技进展,2008,28(3):76-79. (CHEN Hesheng, SONG Xiangfu, ZOU Guoyan. Comprehensive improvement of water environment and ecological restoration in Taihu Lake Basin [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2008, 28(3): 76-79. (in Chinese))
[8] 董哲仁.生态水工学探索[M].北京:中国水利水电出版社,2007:225-255.

(收稿日期:2015-05-28 编辑:徐娟)

(上接第104页)

[20] 雷泽湘,徐德兰,顾继光,等.太湖大型水生植物分布特征及其对湖泊营养盐的影响[J].农业环境科学学报,2008,27(2):698-704. (LEI Zexiang, XU Delan, GU Jiguang, et al. Distribution characteristics of aquatic macrophytes and their effects on the nutrients of water and sediment in Taihu Lake [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2008, 27(2): 698-704. (in Chinese))
[21] 温周瑞,谢平,徐军.太湖贡湖湾虾类种类组成与时空分布特征[J].湖泊科学,2011,23(6):961-966. (WEN Zhouhui, XIE Ping, XU Jun. Spatial and temporal patterns of species composition and distribution of shrimp community in the Gonghu Bay, Lake Taihu [J]. Journal of Lake Sciences, 2011, 23(6): 961-966. (in Chinese))
[22] HEISLER J, GLIBERT P M, BURKHOLDER J M, et al. Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus [J]. Harmful Algae, 2008, 8(1): 3-13.

(收稿日期:2015-06-11 编辑:王芳)