

流域污染负荷解析与环境容量研究

——以安徽太平湖流域为例

李响, 陆君, 钱敏蕾, 王祥荣*, 樊正球, 王寿兵 (复旦大学环境科学与工程系, 上海 200433)

摘要: 以安徽省太平湖流域为例, 运用监测、统计数据以及排污系数法对流域内 8 种污染源的污染排放情况进行全面解析, 结合一维水质模型、沃伦威得尔模型以及狄龙模型等水质模型的应用, 在流域水质监测的基础上核算了太平湖及主要入湖河流的水环境容量。结果表明, 2011 年, 太平湖流域污染物入湖量为: COD 3863.75t/a, NH₃-N 410.24t/a, TP 51.63t/a; 城镇和农村生活污染为太平湖流域的主要污染源, 约占流域入湖污染物总量的 60%; 麻川河和浦溪河流域的污染最严重; 流域污染物的排放在空间上呈现较为明显的区域分布, 经济发达区域污染相对较严重。在当前水质目标下, 太平湖仍有相当大的可用容量; 浦溪河、秧溪河和舒溪河流域的氨氮和总磷排放量接近环境容量, 需进行总量控制及削减。

关键词: 污染负荷; 污染源; 环境容量; 太平湖流域

中图分类号: X524, X703.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6923(2014)08-2063-08

Study on pollution loading and water environmental capacity in watershed—A case study of Taiping Lake Basin, Anhui Province, China. LI Xiang, LU Jun, QIAN Min-lei, WANG Xiang-rong*, FAN Zheng-qiu, WANG Shou-bing (Department of Environmental Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China). *China Environmental Science*, 2014,34(8): 2063~2070

Abstract: The study of pollution loading and water environmental capacity is one of the key issues in water environment, water resources management and allocation in watershed. A comprehensive analysis of water pollution loading and environment capacity was conducted in this paper by taking a case study of Taiping Lake Basin, Anhui Province, China. Based on monitoring and statistic data as well as discharge coefficient method, different sources of water pollution were analyzed. Three models, including simplified one-dimension model, Vollen welder model and Dillion model, were used to estimate water environmental capacity of Taiping Lake and other major rivers. Results indicated that 3863.75tons of COD, 410.24tons of NH₃-N and 51.63tons of TP was discharged into Taiping Lake in 2011. Water pollution was mainly contributed by urban and rural domestic sewage, accounting for about 60%. Machuan River and Puxi River were more seriously polluted than other rivers in Taiping Lake Basin. The spatial analysis of pollutant discharge suggested that developed regions had relatively higher pollution loading. While Taiping Lake still has large pollutant carrying capacity according to the current water quality management target, the discharge of NH₃-N and TP in Puxi River, Yangxi River and Shuxi River were nearly reach the limit. Therefore, the total quantity control of pollutants should be taken in the future.

Key words: pollution loading; pollution sources; environmental capacity; Taiping Lake Basin

流域污染负荷的全面解析及水环境容量核算是识别流域污染控制优先区域的重要手段,也是污染物总量控制的关键技术支持。自 20 世纪 70 年代以来,我国学者开始重视流域污染物的解析与水环境容量核算方面的工作,并开展了广泛的研究。郝芳华等^[1-4]运用统计学原理构建了流域非点源污染负荷估算模型,并在黄河流域和松

涛水库流域进行了验证;闫丽珍等^[5-8]在太湖、海

收稿日期: 2013-11-08

基金项目: 环境保护部《良好湖泊生态环境保护专项》基金项目; 复旦大学“985”三期项目“Climate Chnge and Urban Growth”;国家水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07102);“基于 PSR 模式的生态文明建 设指标体系构建研究(13AZD075)”

* 责任作者, 教授, rxrwang@fudan.edu.cn

河、淀山湖和赣江等流域开展了污染负荷解析的相关工作。刘天厚^[9]、路雨^[10]等构建稳态河流水质模型,实现了河流水环境容量的定量评价,并提出多种计算方法;Wang 等^[11-16]运用一维稳态河流水质模型对国内众多河流的环境容量进行核算;王军良等^[17-20]对湖泊环境容量常用模型进行了对比研究,并将其应用于城中湖、长湖、镜泊湖、淀山湖等湖泊的水环境容量核算。结合已有研究可以发现,当前对于流域污染负荷和水环境容量的研究相对较独立,没有进行有效的结合,对流域污染负荷的合理分配、水资源的综合管理缺乏指导性^[21]。

太平湖位于安徽省黄山境内,水域总面积为 97km²,库容量占全国淡水湖泊水资源蓄水总量的 1.21%。太平湖流域的水体生态环境保护不仅对安徽省的发展具有重要的意义,对长江中下游地区特别是长三角地区也有着极其重要的生态安全战略意义。随着经济社会的快速发展,旅游人口的快速膨胀,太平湖面临着环境问题日益凸显、水体水质下降等问题,对区域的环境保护和生态安全构成巨大的威胁。因此,合理规划流域水体的污染负荷、控制流域污染物总量是太平湖流域环境保护工作的重中之重。

作为典型的深水型人工湖,目前太平湖流域内已有研究主要集中在湖体微量元素变化特征与迁移转化规律^[22]、湖体营养型评价^[23]以及生物多样性^[24-26]等方面,缺乏对流域纳污能力及污染负荷的定量化研究。本文旨在从多角度开展太平湖流域污染源的全面解析,结合水环境容量核算,明确流域污染控制的优先区域及重点控制对象,为流域污染物的总量控制与削减分配提供科学依据,并为流域污染的综合管理提供技术支撑。

1 研究区域概况

太平湖流域位于安徽省黄山市境内,地处东经 117°50'~118°21'、北纬 30°00'~30°32'之间,流域面积覆盖整个黄山区及池州市的七都镇和陵阳镇,本文研究区域主要为流域的黄山市境内,包括 9 镇 5 乡,总面积约为 1770km²,人口 16.28 万人。研究区域位于中亚热带北部,属亚热带季风湿润气候区,气

候温和湿润,雨量充沛;地势呈现为南高北低,南为黄山北麓,地势高俊,山陵纵横;北为丘陵地区,紧依太平湖。流域内河汉密布,沟壑纵横,水系发育良好。

太平湖多年平均入湖径流量为 23.83 亿 m³,平均出湖径流量为 23 亿 m³,丰、平、枯水期平均库容为 15.5 亿 m³、13 亿 m³和 10.7 亿 m³。流域内有 5 条主要入湖河流,即麻川河、浦溪河、秧溪河、舒溪河和清溪河(图 1),5 条河流均发源于黄山山脉,由南向北汇入太平湖,总汇水面积 1878.3km²。主要河流水文参数如表 1 所示。

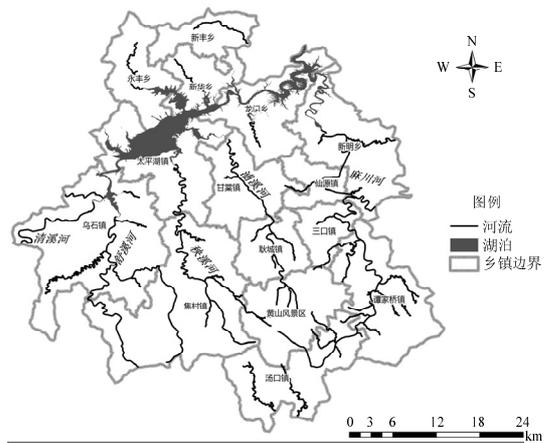


图 1 研究区位置及水系分布

Fig.1 Location and water system of the study area

表 1 太平湖流域内主要河流水文参数

Table 1 Hydrologic parameters of main rivers in Taiping Lake Basin

河流	流域面积 (km ²)	河长 (km)	多年平均径 流量(亿 m ³)	河口多年平 均流量(m ³ /s)
浦溪河	207.70	34.50	0.19	4.83
麻川河	690.0	78.0	0.64	18.19
秧溪河	205.90	44.9	0.19	6.10
舒溪河	315.80	43.82	0.25	9.36
清溪河	590.10	36.90	0.38	17.30

全流域水质总体良好,根据《地表水环境质量评价办法(试行)》^[27],太平湖符合国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)^[28]II类水质要求;流域内 5 条河流中秧溪河、舒溪河和清溪河水质较好,符合地表水 II 类标准;浦溪河和麻川河水质较差,总体保持在 III 类。

2 研究方法

2.1 流域污染负荷解析

针对太平湖流域的具体情况,通过水质监测、查阅统计年鉴,参考国内相关研究^[3-8],选取化学需氧量(COD)、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP) 3 种主要污染物,对流域内的工业污染、垃圾渗滤液污染、餐饮旅游污染、城镇生活污染、农村生活污染、化肥农药污染、畜禽养殖污染和水产养殖污染的排放量和实际入湖(河)量进行核算。

点源污染主要有工业污染 M_1 、垃圾渗滤液污染 M_2 、旅游餐饮污染 M_3 和城镇生活污染 M_4 , 面源污染主要包括农村生活污染 M_5 、化肥农药污染 M_6 、畜禽养殖污染 M_7 和水产养殖污染 M_8 。其中工业污染、垃圾渗滤液污染和水产养殖污染根据黄山区污染源普查资料获取,旅游餐饮污染、城镇生活污染、农村生活污染、化肥农药污染和畜禽养殖污染的入湖量运用公式(1)计算。

$$M_i = (\alpha_i A_i \times 365 - R_i) f_i \quad (1)$$

式中: M_i 为第 i 种污染源排入湖泊(河流)的污染物总量,t/a; α_i 为第 i 种污染源排放系数,具体取值

见表 4; A_i 为第 i 种类型污染源的面积或数量,数据来自黄山区 2012 年统计年鉴以及实际统计调查数据,其中畜禽养殖统一折算成猪当量进行计算,折算公式为 50 只鸡(鸭)=1 头猪,3 只羊=1 头猪,1 头牛=0.2 头猪。对于旅游餐饮污染,根据黄山区统计年鉴,截至 2011 年底,黄山区共有床位数 8483 个、餐位数 10205 位,其中星级宾馆 21 个,床位 5298 个根据《太平湖生态环境保护总体方案》(2013)^[29],黄山区星级宾馆的年平均入住率为 50.7%,一般宾馆和农家乐的年平均入住率为 20%(主要集中在太平湖景点和黄山风景区景点周边)。 R_i 为第 i 种污染源污染物去除量,主要指城镇生活污染源,根据黄山区污水厂相关统计资料获取,COD、NH₃-N 和 TP 的去除量分别为 508.24、36.94 和 4.19t/a。 f_i 为第 i 种污染源污染物入湖系数,根据《太湖流域水环境综合治理总体方案》(2008)^[30]选取,具体取值见表 2。

流域入湖污染总量通过公式(2)计算。

$$M = \sum_{i=1}^n M_i \quad (2)$$

式中: M 为流域内污染物入湖总量,t/a。

表 2 太平湖流域污染源排污系数及入湖系数

Table 2 Discharge coefficients and loss rates in Taiping Lake Basin

污染源	污染物排放系数			入湖系数
	COD	NH ₃ -N	TP	
城镇生活 ^① [g/(人·d)]	77.000	7.870	0.790	0.800
农村生活 ^① [g/(人·d)]	54.000	7.400	0.660	0.700
畜禽养殖 ^② [g/(头·d)]	34.930	3.920	0.470	0.600
化肥农药 ^③ [kg/(亩·a)]				
A 水田	10.000	0.223	0.075	0.150
B 旱地	10.000	0.072	0.031	0.150
C 园地	10.000	0.064	0.059	0.150
旅游餐饮 ^④				
A 住宿[g/(床位·d)]				
a. 星级宾馆	37.100	5.100	0.600	0.800
b. 一般宾馆、农家乐	35.000	3.100	0.470	0.800
B 餐饮[g/(餐位·d)]				
a. 星级宾馆	98.000	1.350	0.340	0.800
b. 一般宾馆、农家乐	193.000	1.600	0.580	0.800

注:①根据《第一次全国污染源普查-城镇生活源产排污系数手册》(2008)^[31]选取;②依据《第一次全国污染源普查-畜禽养殖业源排放系数手册》(2009)^[32]选取;③COD污染系数依据《全国水环境容量核定技术指南》(2003)^[33]选取;NH₃-N和TP系数依据《第一次全国污染源普查-农业污染源肥料流失系数手册》(2009)^[34]选取,该系数为实测径流流失值,排放的NH₃-N和TP全部入湖;④依据《第一次全国污染源普查-城镇生活污染系数手册》(2008)^[31]选取,黄山区星级宾馆污水都经过处理,一般宾馆、农家乐等未进行处理,直接排放

2.2 流域水环境容量核算

以河流或湖泊作为计算单元,以水环境功能区作为水质约束的节点条件,以流域污染物排放总量作为输入条件,选取适合黄山区河流和水库的相应水质模型,对太平湖流域的水环境容量现状进行分析.

2.2.1 河流水环境容量模型 太平湖流域 5 条主要入湖河流,自然径流量均较小,污染物浓度仅在河流纵向上发生变化,横向和垂向的污染物浓度梯度可以忽略,流域内现存的大小排污口分布较均匀,选用污染源概化的一维河流水质模型^[10,35]计算 2011 年太平湖流域 5 条主要河流的水环境容量.

公式见式(3)~式(5).

$$W = [c_s \exp(k \frac{l}{u}) - c_0 \exp(-k \frac{l-l_1}{u})]Q \quad (3)$$

式中: c_0 为基准断面污染物的本底浓度,mg/L,根据黄山区水质监测数据,选用河流上游基本未受流域污染的基准断面监测浓度进行计算; c_s 为相应的水环境质量标准,mg/L,依据《地表水环境质量标准(GB3838-2002)》^[28]中相关要求,确定麻川河和浦溪河执行 III 类标准,秧溪河、舒溪河和清溪河执行 II 类标准; k 为综合降解系数, d^{-1} ,查阅国内相关文献^[5,12,14,36],采用类比法确定,具体取值为:COD $0.24d^{-1}$, NH_3-N $0.15d^{-1}$,TP $0.02d^{-1}$; u 为河流断面的平均流速,m/s; Q 为河段设计流量, m^3/s ,设计流量和流速采用最枯月 95%保证率情况下的流量和流速计算; l 为计算河段的长度,m; l_1 为集中概化点距下游断面的距离,m,本研究取 $l_1=0.5l$.

2.2.2 湖泊水环境容量模型 太平湖多年平均入湖径流量与出湖径流量基本相等,可将太平湖视为完全混合的盒式模型,不考虑外源和漏损,湖泊内污染物仅发生衰减反应且负荷一级反应动力学,参考总结国内相关研究^[15-20,37],针对有机污染物和营养盐分别选取湖泊、水库的沃伦威得尔模型和狄龙模型进行核算.

$$\text{有机物} \quad W = \frac{(c_s - c_0)V}{\Delta t} + c_s Q_{out} + kVc_s \quad (4)$$

式中: V 为枯水期湖泊平均库容, m^3 ; Q_{out} 为出湖径流量,选用 95%保证率下的入湖流量,即多年平均入湖径流量的 68.5%进行计算; c_s 为相应的水环境质量标准,mg/L,太平湖的水质标准为 II 类, Δt 为枯水时段,为 90d.

$$\text{营养盐} \quad W = \frac{c_s Q_{in}}{1 - (M_{出} / M_{入})} \quad (5)$$

式中: $M_{出}$ 为营养盐年出湖总量,t/a; $M_{入}$ 为营养盐年出入湖总量,t/a.

3 结果与讨论

3.1 太平湖流域污染负荷解析

根据计算,2011 年太平湖流域内各污染源主要污染物入湖情况见表 3 和图 1. 2011 年,流域内 COD 的污染负荷达 3863.75t/a,各污染源对 COD 污染的贡献依次为:城镇生活污染>农村生活污染>畜禽养殖污染>化肥农药污染>旅游餐饮污染>工业污染>水产养殖污染>垃圾渗滤液污染. NH_3-N 负荷量为 410.24t/a,生活污染贡献最大,其中农村生活污染占比 39.75%,城镇生活污染占比 35.65%,其次为畜禽养殖污染和化肥农药污染,其他污染源排放量较少.流域 TP 入湖量为 51.63t/a,农村生活污染、城镇生活污染和化肥农药污染分别占 28.17%、27.69%和 24.81%,为主要污染来源.综合考虑 3 种污染物,可知目前城镇生活污染和农村生活污染为太平湖流域目前面临的主要污染问题;当前面源污染排放量约占流域污染排放总量的 2/3;对于 TP,还需着重控制化肥农药污染.

结合流域现状分析,流域内城镇管网覆盖率低,各乡镇已有分散性处理设施规模小,处理流程不规范,不能达到排放标准.农村面积广大,虽然大多数居民均建立了化粪池对污水进行简单处理,但处理水平远远不够,生活污水不经管道直接排入河流,对流域水质造成了极大的危害.流域内化肥农药过度使用,平均化肥施用量高达 450~600kg/hm².规模化畜禽养殖处理设施缺失,畜禽粪便综合利用率低,大多数污染物直接排入河.

表 3 太平湖流域各污染源污染物入湖量(t/a)

Table 3 The amount of pollutants for different sources in Taiping Lake Basin (t/a)

污染源	污染物		
	COD	NH ₃ -N	TP
点源			
工业污染	146.97	0.59	—
垃圾渗滤液污染	119.24	8.75	0.15
旅游餐饮污染	166.75	6.06	0.98
城镇生活污染	1313.43	146.25	14.30
点源污染总计	1746.39	161.65	15.43
面源			
农村生活污染	1190.10	163.09	14.55
化肥农药污染	307.80	28.48	12.81
畜禽养殖污染	473.51	53.14	6.37
水产养殖污染	145.94	3.88	2.48
面源污染总计	2117.35	248.59	36.21
流域污染总计	3863.75	410.24	51.64

注:河流中的网箱养殖较少,故未进行统计

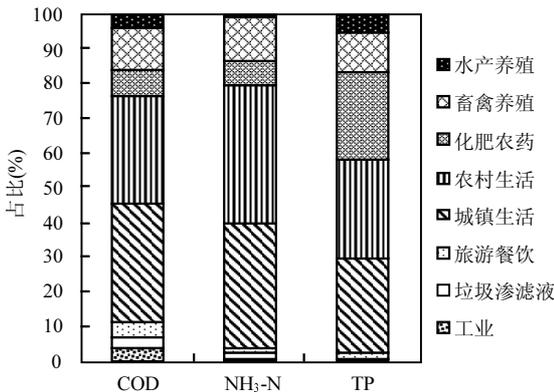


图 2 太平湖流域各污染源入湖污染负荷

Fig.2 Proportions of pollution loading for different sources in Taiping Lake Basin

3.2 5 条主要入湖河流污染负荷解析

对 2011 年流域内 5 条主要河流分污染物、污染源进行污染物入河总量核算,如图 3 所示.5 条河流的污染严重程度依次为:麻川河>浦溪河>秧溪河>舒溪河>清溪河.麻川河和浦溪河主要流经黄山区东部乡镇,一来流经乡镇较多,二来区政府和主要的旅游景点都位于东部区域,因此该区域经济相对较为发达,人口相对密集,城镇化程度高,工业及服务业占比较高.秧溪河、舒溪河和清溪河的污染程度较低,这 3 条河流周边乡镇城镇

化程度低,经济较为落后,人口密度较低,基本无工业企业.

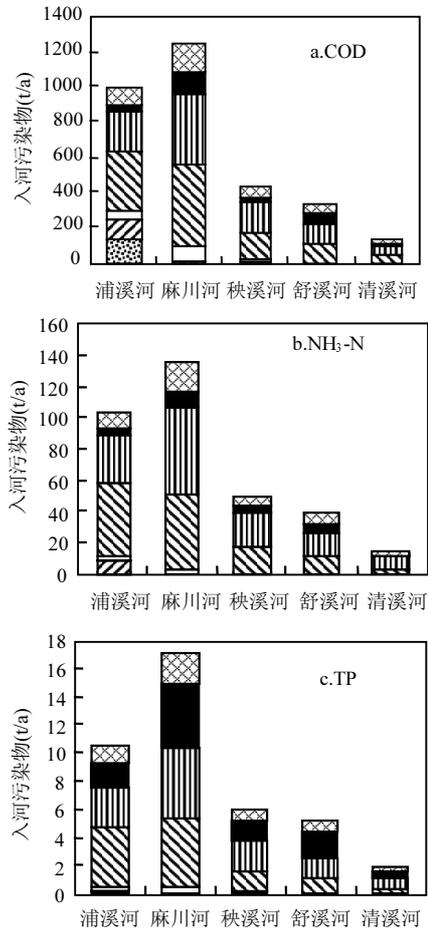


图 3 不同河流流域各污染源的入河情况

Fig.3 The amount of pollutants for different rivers and different sources

■ 畜禽养殖 ■ 化肥农药 ■ 农村生活 ■ 城镇生活
□ 旅游 ■ 垃圾渗滤液 ■ 工业

黄山区工业主要集中在浦溪河流域,全区唯一的垃圾填埋场也位于于此,因此浦溪河几乎汇集了整个太平湖流域的工业污染和垃圾渗滤液污染,与其他流域相比,浦溪河流域的污染来源更为广泛.对于 COD,城镇生活污染和农村生活污染贡献率最大,其次为工业污染、垃圾渗滤液污染和畜禽养殖污染,各占 10%左右.对于 NH₃-N,最主要的污染源为城镇生活和农村生活,其次为畜禽养殖,其它污染相对较少;除城镇生活和农村生

活源外,化肥农药污染对 TP 污染贡献较大,流域内大部分的城镇区域污水基本纳入管网,因此城镇生活污染有所控制。

麻川河流域流经的汤口镇、谭家桥镇和三口镇均处于黄山风景区周边,旅游经济发达,城镇化程度较高,城镇生活污染为流域主要的问题。麻川河流域的乡镇最多,土地面积广大,流域内畜禽养殖业较多,故化肥农药和畜禽养殖污染均比其他流域多。

对于秧溪河、舒溪河和清溪河这 3 个流域,城镇化程度较低,流域内面源污染严重,最主要来自农村生活污染。

3.3 流域各区县污染负荷解析

对黄山区各乡镇不同污染源污染物排放总量进行统计,计算各乡镇 COD、NH₃-N 和 TP 的排放负荷以及各污染源的排污贡献率,如图 4 所示。

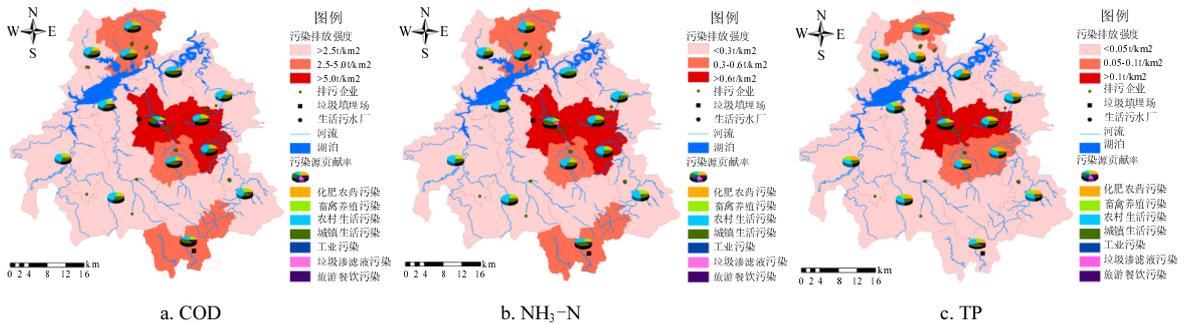


图 4 太平湖流域各乡镇污染物排放强度分布

Fig.4 Spatial distribution of pollutant discharge intensity in different regions

注:黄山风景区不在规划范围内,故未进行污染负荷计算

从流域污染负荷看来,太平湖流域内污染物排放情况在空间上呈现比较明显的区域性分布,市中心区如甘棠镇、仙源镇等区域污染负荷最大,临近黄山风景区耿城镇、汤口镇和三口镇以及太平湖北面的新华乡、新丰乡和永丰乡污染相对较重,其他区域的污染相对较轻。结合太平湖流域现状分析,中心城区及黄山风景区周边乡镇人口较为密集,且经济相对发达,单位面积的污染排放量大;太平湖风景区北面农村人口密集,包括生活、农田和畜禽养殖在内的农村污染较为严重。流域西部区域由于位置偏僻,面积广大,人口分布相对稀疏,污染负荷相对较小。

综合工业污染源的分布和污染物排放情况,流域内共有 28 家重点工业污染源,主要集中在太平湖北侧以及黄山风景区北侧部分乡镇,但甘棠镇的工业污染占区内工业污染总量的 80%,主要原因在于该区域有 2 家酿酒公司,其产生的污染物量远远超出其他类型的工业企业。

从点源和面源污染角度来讲,甘棠镇和汤口

镇的 COD 和 NH₃-N 污染主要来自点源排放,其他乡镇主要来源于面源;流域内的 TP 主要来源于面源,其中农村生活污染占有相当大的比重。甘棠镇为黄山区政府所在地,也是黄山区工业园区和污水处理厂、垃圾填埋场的所在地,基础设施相对比较完善,污水基本经过污水管网集中排放。但垃圾填埋场产生的渗滤液未经处理排放,为该地区造成极大的危害。汤口镇位于黄山风景区南大门,在旅游业的带动下,整体经济水平较高,城镇化程度也相对较高,同时与旅游相关的住宿、餐饮业发达。汤口镇的应尽快修建污水处理设施,规范化餐饮宾馆等的污水排放,削减污染物。对于流域内其他乡镇,需要着重控制农村生活、畜禽养殖、化肥农药等面源污染,从而控制流域内污染物的排放。

3.4 流域水环境容量核算

对流域内河流、湖泊的水环境容量进行核算,结果如表 4、表 5 所示。流域内 5 条主要入湖河流的 COD 水环境容量依次为:麻川河>清溪河>浦

溪河>秧溪河>舒溪河;NH₃-N 的水环境容量以麻川河最高为 390.73t/a,清溪河和浦溪河其次,秧溪河最低;TP 的水环境容量依次为:麻川河>清溪河>浦溪河>舒溪河>秧溪河.在当前水质目标下,各河流均保有一定的环境容量;对比入河污染物总量和流域水环境容量,浦溪河和秧溪河流域 NH₃-N 指标的环境容量占用率达到 98%以上,几乎无剩余纳污能力,需要重点关注;舒溪河 NH₃-N 占用率也高达 73%,未来存在超标可能;秧溪河和舒溪河可新增的 TP 污染量低于 5.0t/a,污染物增加空间较小,需加强控制;其他河流的各项污染指标均有一定的纳污空间.太平湖水水质整体良好,满足 II 类水质要求,其各项指标均保有一定环境容量.

表 4 太平湖流域主要入湖河流水环境容量汇总
Table 4 Water environmental capacity of main rivers in Taiping Lake Basin

河流	污染物	环境容量 (t/a)	污染排放量 (t/a)	环境容量占用率(%)
浦溪河	COD	1833.50	998.41	54.45
	NH ₃ -N	104.42	104.11	99.71
	TP	20.37	10.59	51.99
麻川河	COD	6904.24	1246.39	18.05
	NH ₃ -N	390.73	134.51	34.42
	TP	74.68	17.04	22.81
秧溪河	COD	1504.51	432.38	28.74
	NH ₃ -N	50.40	49.41	98.05
	TP	9.82	6.02	61.25
舒溪河	COD	1438.39	332.22	23.1
	NH ₃ -N	52.74	38.5	73.01
	TP	10.01	5.27	52.62
清溪河	COD	4897.69	122.43	2.50
	NH ₃ -N	175.89	14.35	8.16
	TP	33.75	1.85	5.48

表 5 太平湖水环境容量汇总
Table 5 The amount of water environmental capacity in Taiping Lake Basin

污染指标	COD	NH ₃ -N	TP
环境容量(t/a)	1483856	3125.33	133.73
污染排放量(t/a)	3863.75	410.24	51.63
环境容量占用率(%)	0.26	13.13	38.61

对比流域内污染排放情况和纳污能力可发现,麻川河流域的污染物排放量最多,但其纳污能力在 5 条河流中也最高,仍保有相当大的可利用容量;反之,舒溪河的污染物排放量低,其环境容量也较低.分析其原因在于麻川河的流量大,其对于污染物的稀释消解作用较大;而舒溪河的水质目标要求较高,因此其纳污能力也较低.

3.5 太平湖流域污染管控措施

3.5.1 节水控源,加强污染控制 开展工业节水,推广再生水利用和清洁生产技术,减少污染物排放量;开展工业企业排污口综合整治工程,改造污染防治设施,保障工业废水达标排放.

3.5.2 强化基础设施建设 加快城镇污水收集管网的建设进度,扩大已有污水处理厂服务半径,提升处理标准;促进集中型污水处理设施建设,提高污水集中处理率;建设垃圾渗滤液处理设施,控制垃圾渗滤液污染排放.

3.5.3 开展农村环境综合整治 建设人工湿地、氧化塘等分散型污水处理设施,收集农村生活污水,治理非规模化畜禽养殖污染,控制化肥农药施用,削减农村污染.

3.5.4 实施河湖滨岸缓冲带生态修复工程 恢复河岸、湖岸的植被,建设生态护坡和水源涵养林,拦截污染物,削减污染物入河(湖)量.

4 结语

2011 年,太平湖流域污染物入湖量为:COD 3863.75t/a, NH₃-N 410.24t/a, TP 51.63t/a,城镇生活污染和农村生活污染为流域内的主要污染问题;流域内麻川河流域的污染排放情况最为严重,需要对污染物进行总量控制和削减.分析表明,除浦溪河、秧溪河和舒溪河的部分指标外,现状污染仍在流域河流、湖泊的承载能力范围内.在未来的污染控制策略中,浦溪河流域应以控制点源污染为主;其他河流域重点控制城镇生活污染和农村生活污染;同时需要加强浦溪河、秧溪河和舒溪河这 3 个流域内的氨氮和总磷污染物排放的管理控制.

参考文献:

[1] 郝芳华,杨胜天,程红光,等.大尺度区域非点源污染负荷计算方

- 法 [J]. 环境科学学报, 2006,26(3):375-383.
- [2] 程红光,岳勇,杨胜天,等.黄河流域非点源污染负荷估算与分析 [J]. 环境科学学报, 2006,26(3):384-391.
- [3] 郑东海,王凌,曾红娟,等.松涛水库流域非点源污染负荷模拟模型 [J]. 环境科学学报, 2009,29(6):1311-1320.
- [4] 武晓峰,李婷.流域内污染负荷分布的评价模型研究——以密云县蛇鱼川小流域为例 [J]. 中国环境科学, 2011,31(4):680-687.
- [5] 闫丽珍,石敏俊,王磊.太湖流域农业面源污染及控制研究进展 [J]. 中国人口、资源与环境, 2010,20(01):99-107.
- [6] 邱斌,李萍萍,钟晨宇,等.海河流域农村非点源污染现状及空间特征分析 [J]. 中国环境科学, 2012,32(3):564-570.
- [7] 王寿兵,钱晓雍,赵钢,等.环淀山湖区域污染源解析 [J]. 长江流域资源与环境, 2013,22(3):331-336.
- [8] 胡锋平,侯娟,罗健文,等.赣江南昌段污染负荷及水环境容量分析 [J]. 环境科学与技术, 2010,33(12):192-195.
- [9] 刘天厚,施为光.沱江水环境容量及水质管理规划探讨 [J]. 环境科学, 1987,9(01):12-15.
- [10] 路雨,苏保林.河流纳污能力计算方法比较 [J]. 水资源保护, 2011,27(4):5-9.
- [11] Wang Tao, Zeng Weihua, He Mengchang. Study of the Seasonal Water Environmental Capacity of the Central Shaanxi Reach of Wei River [J]. Procedia Environmental Sciences, 2012,13:2161-2168.
- [12] Li Yingxia, Qiu Ruzhi, Yang Zhifeng, et al. Parameter determination to calculate water environmental capacity in Zhangweinan Canal Sub-basin in China [J]. Journal of Environmental Sciences, 2010,22(6):904-907.
- [13] Yao Yi-jun, Yin Hai-long, Li Song. The computation approach for water environmental capacity in tidal river network [J]. Journal of Hydrodynamics Ser. B, 2006,18(3):273-277.
- [14] 曾勇,王西琴.浙江西苕溪水环境容量模型与参数灵敏度分析 [J]. 中国环境科学, 2010,30(12):1627-1632.
- [15] 张晓斌,张建国,白继中.汾河水环境容量计算及特征分析 [J]. 水资源与水工程学报, 2010,21(02):135-138.
- [16] 李珊,周孝德,李靖.太子河流域水环境容量研究 [J]. 水资源与水工程学报, 2011,22(05):111-114.
- [17] 王军良,方志发.城中湖水环境容量计算和对策研究 [J]. 环境科学与技术, 2008,31(01):129-132.
- [18] 王钊,卢进登,梁雄兵,等.基于总磷的长湖水环境容量核算 [J]. 环境科学与管理, 2009,34(06):43-47.
- [19] 潘保原,付海全,马云,等.镜泊湖水环境容量与水污染防治对策研究 [J]. 环境科学与管理, 2011,36(11):27-29.
- [20] 王寿兵,马小雪,张韦倩,等.上海淀山湖水环境容量评估 [J]. 中国环境科学, 2013,33(6):1137-1140.
- [21] 张文志.采用一维水质模型计算河流纳污能力中设计条件和参数影响分析 [J]. 中国西部科技(学术), 2007(13):43-45.
- [22] 何岩,余中盛,阎百兴,等.安徽太平湖水体环境中元素的地球化学特征 [J]. 地理科学, 1994,14(02):157-164.
- [23] 况琪军,夏宜琄.太平湖水体的浮游藻类与营养型评价 [J]. 应用生态学报, 1992,3(02):165-168.
- [24] 刘保元,梁小民.太平湖水体的底栖动物 [J]. 湖泊科学, 1997,9(03):237-243.
- [25] 赵斌.外源添加营养对安徽太平湖水体藻类增殖影响的研究 [J]. 湖泊科学, 1996,8(02):125-132.
- [26] 王立龙,陆林,戴建生.太平湖国家湿地公园生态保育区草本植物区系及其在不同干扰下的多样性动态 [J]. 自然资源学报, 2010,25(08):1306-1319.
- [27] 环境保护部办公厅.地表水环境质量评价办法(试行) [Z]. 2011-03-09.
- [28] GB3838-2002 地表水环境质量标准 [S].
- [29] 安徽省人民政府办公厅.太平湖生态环境保护总体方案 [Z]. 2013-01-22.
- [30] 国家发展和改革委员会.太湖流域水环境综合治理总体方案 [M]. 2008.
- [31] 国务院第一次全国污染源普查领导小组办公室.第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册 [Z]. 2008-03.
- [32] 国务院第一次全国污染源普查领导小组办公室.第一次全国污染源普查畜禽养殖业源排放系数手册 [Z]. 2009-02.
- [33] 中国环境规划院.全国水环境容量核定基数指南 [Z]. 2003-09.
- [34] 国务院第一次全国污染源普查领导小组办公室.第一次全国污染源普查农业污染源肥料流失系数手册 [Z]. 2009-02.
- [35] 于雷.河流水环境容量计算方法不安全因素分析 [D]. 北京:中国环境科学研究院, 2007:10-12.
- [36] 郭儒,李宇斌,富国.河流中污染物衰减系数影响因素分析 [J]. 气象与环境学报, 2008,24(01):56-59.
- [37] 陈丁江,吕军,沈晔娜,等.饮用水水源保护区河流水环境容量计算模型 [J]. 环境科学, 2008,29(09):2437-2440.

作者简介:李响(1991-),女,山东淄博人,硕士研究生,主要研究方向为城市生态学。