

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2015.06.027

江苏省太湖流域污染物排放变化规律及总量削减率的确定

谢蓉蓉¹, 逢 勇^{2,3}, 徐心彤², 张 鹏²

(1. 福建师范大学环境科学与工程学院, 福建 福州 350007; 2 河海大学环境学院, 江苏 南京 210098;
3. 河海大学浅水湖泊综合治理与资源开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210098)

摘要:基于江苏省 2007 年、2009—2011 年 4 次污染源普查资料,选取 COD 和 NH₃-N 为研究因子,统计江苏省太湖流域 2007 年、2009—2011 年污染物排放变化规律;根据已核定的区域纳污能力以及总量控制值,对研究区域入河量及排放量进行削减分析(以 2010 年为现状年)。结果表明:①2007 年、2009—2011 年江苏省太湖流域污染物排放总量逐年下降,其中城镇点源所占比例呈逐年下降趋势,面源比例呈增长趋势;②“十二五”期间,江苏省太湖流域 COD 和 NH₃-N 的入河量削减率分别为 20% 和 65%;③“十二五”期间,江苏省太湖流域 COD 和 NH₃-N 的点源排放削减率分别为 27% 和 35%。

关键词:太湖流域;点源污染;非点源污染;污染源普查;纳污能力;总量控制

中图分类号:X522 文献标志码:A 文章编号:1004-6933(2015)06-0165-05

Research on pollutant discharge tendency in Taihu Lake Basin of Jiangsu Province and determine of cutting total volume quota

XIE Rongrong¹, PANG Yong^{2,3}, XU Xintong², ZHANG Peng²

(1. College of Environmental Science and Engineering, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China;
2. College of Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China;
3. Key Laboratory of Integrated Regulation and Resource Development on Shallow Lakes, Ministry of Education, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on four large-scale censuses of pollution sources in 2007, 2009, 2011 in Jiangsu Province, selecting pollutant discharge rule of chemical oxygen demand (COD) and ammonia nitrogen (NH₃-N) as the research object, the pollutant discharge tendency in Taihu Lake Basin in 2007, 2009–2011 is fixed out. According to the defined allowable permitted assimilative capacity and the controlled discharge volume for point pollution source, the cut rate for the total volume was derived. Results indicate as follows: (1) the total discharge volume of pollution declined in Taihu Lake Basin of Jiangsu Province in 2007, 2009–2011. The proportion of urban point-source declined while the proportion of non-point source had the tendency of rise; (2) The export load of COD and NH₃-N in Taihu Lake Basin of Jiangsu Province should be decreased by 20% and 65% in the research area during the twelfth-five-year period; (3) the cut rate of point source discharge volume of COD and NH₃-N should be 27% and 35% in the research area in the twelfth-five-year period.

Key words: Taihu Lake Basin; point pollution; non-point pollution; pollution source census; assimilative capacity; total volume control

近年来,我国流域污染问题日益突出,自 2007 年太湖蓝藻暴发,太湖流域的污染控制成为国内外关注的重点。控制和消除河流污染源是防止污染的根本措施^[1],研究太湖流域污染排放规律以及总量控制对太湖流域水质管理意义重大^[2]。

长期以来,缺乏流域污染源资料是国内外管理

基金项目:国家科技重大专项(2012ZX07506-007)
作者简介:谢蓉蓉(1987—),女,讲师,博士,主要从事水资源规划与保护研究。E-mail:xierr1118@163.com

者面临的重大难题,也是国内外学者研究的薄弱环节。李慧颖等^[3-4]采用等标污染负荷法分析了东北地区工业废水污染物排放的时空变化规律。陶明清^[5]建立了镇江人均 GDP 与工业环境污染物排放模型。韩学平^[6]通过对奶牛养殖场的长期监测,得出了青海省奶牛养殖业污染物排放的季节性变化规律。污染源数据是重要的基础环境数据,为加强环境监督管理,全面掌握环境污染状况,提高科学决策水平,国务院于 2007 年提出了开展第一次全国污染源普查,调查对象包括我国境内的工业污染源、集中式污染治理措施、生活污染源和农业污染源^[7-9]。江苏省于 2007 年、2009 年、2010 年和 2011 年等 4 年开展了江苏省太湖流域污染源普查,4 次大规模的污染普查为笔者的研究提供了强有力的数据支撑。随着三条红线之一“水功能限制纳污”的实施,从严核定水域纳污容量,严格控制入河湖排污总量,成为“十二五”水污染防治规划的主要内容。污染物总量控制必须基于水环境质量标准^[10]、纳污能力^[11](水环境容量)^[12],传统的纳污能力(水环境容量)是指水体在规定的目标下所能容纳的污染物的最大负荷,其大小与水体特征、水质目标及污染物特性有关,通常以单位时间内水体所能承受的污染物总量表示^[13]。这一定义并未考虑污染源与水功能区的特点,特别是我国对饮用水地表水源各级保护区及准保护区内的排污有严格规定,即禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其他废弃物,针对这一问题,本文所提饮用水源地的纳污能力仅考虑难以进行总量控制的面源入河量。

基于江苏省 4 年的污染源普查资料及统计年鉴,笔者选取 COD 和 NH₃-N 为研究因子,分析了江苏省太湖流域污水处理厂、工业点源、人口变化及总污染物排放量和入河量的年变化规律。根据核定的江苏省太湖流域纳污能力分析了“十二五”期间研究区域现状入河量削减状况。结合江苏省“十二五”环境污染防治规划中提出的总量控制值,从源头排放控制提出了江苏省“十二五”点源排放总量控制值及削减率。长序列污染源普查对本文研究提供了强有力的支撑,研究成果可为保障太湖流域环境规划与管理提供决策依据。

1 研究区域污染源排放变化规律分析

江苏省太湖流域面积 19399 km²,占整个太湖流域面积约 52.6%,占全省面积的 19%。江苏省太湖流域位于长江三角洲中部,江苏省南部,东临上海,南接浙江,东依长江,范围涉及苏州、无锡、常州、镇江和南京 5 个省辖市的 31 个县(市、区),其中苏

州、无锡和常州地区是所有辖区内的 26 个县(市、区),镇江地区是丹阳市和句容市,南京地区是溧水区和高淳区。

1.1 污水处理厂变化

污水处理是减少污染的必要手段,近年来,污水处理厂个数逐年增加(图 1)。从 2007 年的 197 个到 2011 年的 268 个,数量涨幅达 36%。图 2 为研究区内这 4 年污水处理厂污水处理量及处理生活和工业污水变化情况。由图 2 可见污水处理量显著增加,相较于 2007 年,2011 年污水处理增幅达到 60.1%;其中处理工业污水部分的量基本保持稳定,主要增量体现在处理生活污水部分的量,说明这 4 年生活污水收集率明显提高。

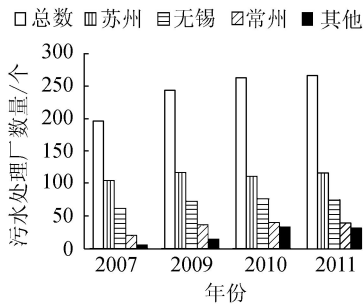


图 1 研究区域污水处理厂数量变化

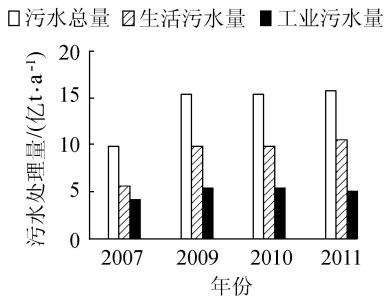


图 2 研究区域污水处理厂污水处理量及生活、工业污水处理量变化情况

1.2 工业点源变化

1.2.1 工业排放量统计

工业是社会发展的经济命脉,其带来的环境污染不可忽略,在清洁化生产浪潮的推动下,近年来,工业企业的整改已成为流域污染控制的有力措施,由图 3 可知:自 2009 年,工业污水排放总量逐年减少,但直排的污水量略有减少。

江苏省太湖流域污染物直接排放量变化见图 4,2011 年污染物质排放呈明显下降趋势,相较于 2007 年,总削减率 COD 为 41.2%,NH₃-N 为 44.9%。

1.2.2 行业结构变化

根据 GB/T 4754—2011《国民经济行业分类标准》,笔者将江苏省太湖流域直排工业分为采矿业、

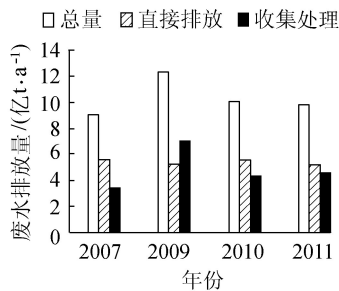


图3 研究区域工业废水排放量变化

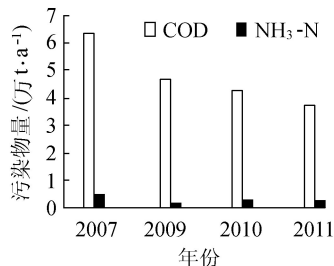


图4 研究区域污染物直接排放量变化

食品、木材及加工、造纸印刷文具、石油加工、化工及制药、矿物制品及冶炼、设备机械及工艺品制造、回收加工业、电力燃气及水的生产供应等 11 类。由表 1 可知,2007,2009—2011 年间,主要产业结构基本不变,COD 主要污染行业为纺织印染、化工及制药、矿物制品及冶炼业和设备机械及工艺品制造;NH₃-N 主要污染行业为纺织印染、矿物制品及冶炼业和设备机械及工艺品制造业,产业结构的调整仍然面临巨大的挑战。

表 1 研究区域 COD、NH₃-N 主要产业结构分布变化

污染物	年份	化工及制药业/%	纺织印染业/%	矿物制品及冶炼业/%	设备机械及工艺品制造业/%	食品业/%	其他行业/%
COD	2007	27.2	29.4	19.8			23.6
	2009	30.8	22.3	18.8	15.5		12.6
	2010	40.4	24.3	17.9			17.4
	2011	39.7	26.5	17.1			16.7
NH ₃ -N	2007	58.0	14.3			12.1	15.6
	2009	54.0	13.0		11.3		21.7
	2010	52.3	26.9				20.8
	2011	50.6	26.9	10.6			11.9

注:其他行业指污染物排放量比例不超过 10% 的行业总和。

1.3 人口变化

1.3.1 城镇人口

近年来城镇人口按一定比例持续增加(图 5),城镇污水总排放量逐年增加,直接排入水体的污染物逐年减小(图 6)。数据表明生活污水收集率有明显提高,据统计 2011 年污水处理厂污水收集率为 86.3%。

1.3.2 农村人口

农村人口数基本保持稳定,略有下降(图 7);图 8 为 COD 和 NH₃-N 的排放量逐年变化图,自

2009 年起,农村污染物排放逐年减小,但农村污水仍存在较大收集处理空间。

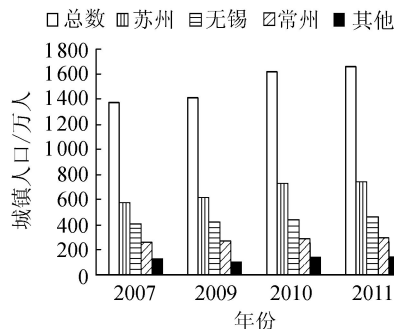
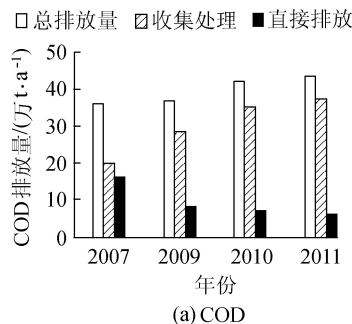
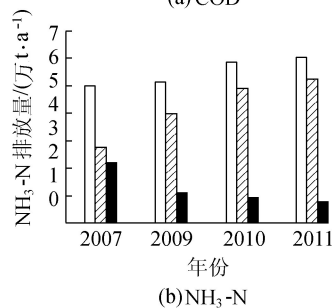


图5 研究区域城镇人口变化



(a) COD



(b) NH₃-N

图6 研究区域城镇生活污染物排放量变化

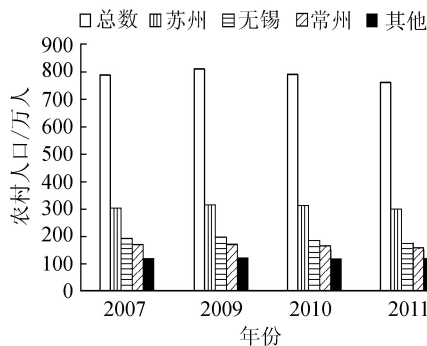


图7 研究区域农村人口变化

1.4 污染物排放量及入河量变化

根据 2007 年、2009—2011 年的江苏省 4 次污染源普查资料及江苏省统计年鉴,统计得到江苏省太湖流域 COD 和 NH₃-N 的排放量和入河量变化(图 9),由图 9 可知,污染源排放量和入河量逐年下降。图 10 为江苏省太湖流域污染物排放量来源比例逐年变化图,从江苏省“十二五”总量控制管理角度^[14],笔者将太湖流域排放量来源分为城镇点源

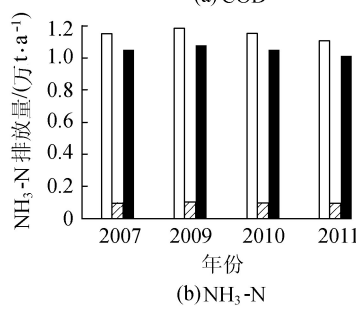
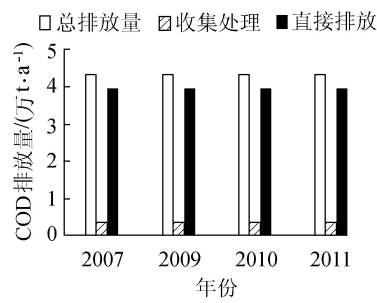


图8 研究区域农村生活污染物排放量变化

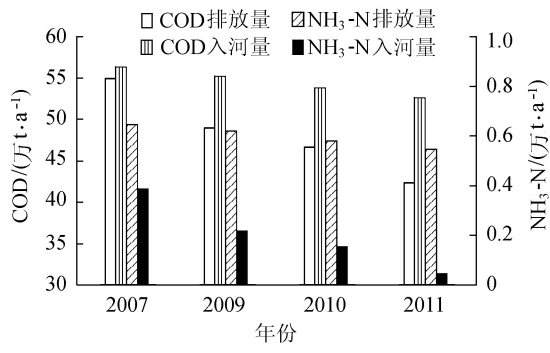


图9 研究区域污染物排放量及入河量变化

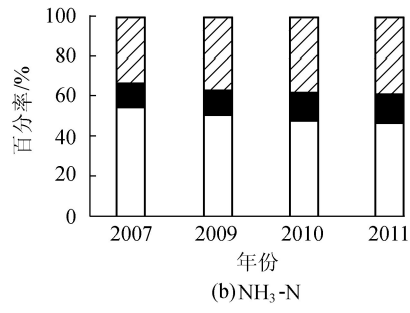
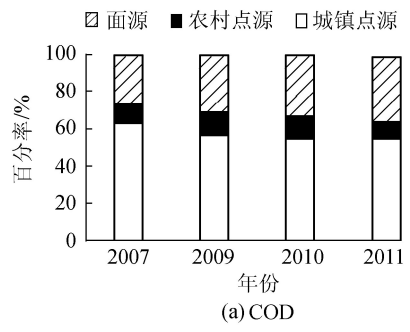


图10 研究区域污染物排放量来源比例变化

(包括工业和城镇生活)、农村点源(包括畜禽养殖和农村生活)及面源(即农田)3类,由图10可知:

2007—2011 期间,COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的城镇点源排放比例呈下降趋势,面源呈现增长趋势。

2 研究区域污染物总量削减分析

2.1 纳污能力与入河量削减分析

根据2012年江苏省水利厅水资源处修订的1329个水功能区划计算得到江苏省太湖流域纳污能力(表2),基于江苏省太湖流域纳污能力计算方法^[15],对江苏省水利厅课题《江苏省地表水(环境)功能区纳污能力和限制排污总量意见》及江苏省环保《课题太湖流域(江苏)水环境容量研究》成果进行重新核定计算;以2010年现状入河量为基准年,计算“十二五”的入河量削减,结果见表2。由表2可知:①江苏省太湖流域“十二五”期间,COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的入河量削减率分别为20%和65%;②南京和镇江的削减率较高,主要由于南京和镇江的部分区域内只有少数水功能区划属于太湖流域,导致计算得到这两个区域的纳污能力远低于全区域的污染物入河量。

表2 基于现状年(2010年)入河量的“十二五”削减率

城市名	COD			NH ₃ -N		
	入河量/ (t·a ⁻¹)	2015年 纳污能力/ (t·a ⁻¹)	削减 率/%	入河量/ (t·a ⁻¹)	2015年 纳污能力/ (t·a ⁻¹)	削减 率/%
南京(部分)	33491	615	98	5039	56	99
无锡	73205	76417	0	10211	4969	51
常州	59947	56685	5	9934	4163	58
苏州	125200	123892	1	24359	9964	59
镇江(部分)	55909	20682	63	8899	1242	86
合计	347752	278291	20	58442	20394	65

2.2 总量控制值及排放量削减分析

文献[14]明确各地市总量控制值,总量控制值是在满足水域功能前提下,控制区域中对于城镇点源(包括城镇生活和工业)和农村点源(包括畜禽养殖和农村生活)的排放总量控制值。太湖流域各地市总量控制值见表3,与2010年现状点源排放量比较可得:①江苏省太湖流域“十二五”期间,COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的点源排放削减率分别为27%和35%;②无锡和苏州为重点削减区域。

表3 基于现状年(2010年)点源排放量的“十二五”削减率

城市名	COD			NH ₃ -N		
	点源 排放量/ (t·a ⁻¹)	2015年总 量控制值/ (t·a ⁻¹)	削减 率/%	点源 排放量/ (t·a ⁻¹)	2015年总 量控制值/ (t·a ⁻¹)	削减 率/%
南京(部分)	28370	23553	17	3667	3061	17
无锡	69388	41000	41	8680	4000	54
常州	50458	41500	18	7147	5300	26
苏州	122754	84000	32	23378	14300	39
镇江(部分)	43896	39230	11	6058	4927	19
合计	314866	229283	27	48930	31588	35

3 结 论

①近几年江苏省太湖流域 COD 和 NH₃-N 的城镇点源排放比例呈下降趋势,面源呈增长趋势;②江苏省太湖流域“十二五”期间,COD 和 NH₃-N 的入河量削减率分别为 20% 和 65%;③COD 和 NH₃-N 的点源排放削减率分别为 27% 和 35%。

参考文献:

[1] DAVENPORT T E, PHILLIPS N J, KIRSCHNER B A, et al. The watershed protection approach: a framework for ecosystem protection[J]. Water Science and Technology, 1996, 33(4/5): 23-26.

[2] 边博,夏明芳,王志良,等. 太湖流域重污染区主要水污染物总量控制[J]. 湖泊科学, 2012, 24(3): 327-333. (BIAN Bo, XIA Mingfang, WANG Zhiliang, et al. Total amount control of main water pollutants in seriously polluted area of Taihu Basin [J]. Journal of Lake Sciences, 2012, 24(3): 327-333. (in Chinese))

[3] 李慧颖,杜晓明,王洪波,等. 东北三省工业废水污染物排放的时空变化规律研究[J]. 环境科学研究, 2008, 21(2): 168-174. (LI Huiying, DU Xiaoming, WANG Hongbo, et al. Research on the spatio-temporal variation of industrial wastewater pollutants in the three provinces of northeast China [J]. Research of Environmental Sciences, 2008, 21(2): 168-174. (in Chinese))

[4] 苏丹,王彤,刘兰岚,等. 辽河流域工业废水污染物排放的时空变化规律研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(12): 2953-2959. (SU Dan, WANG Tong, LIU Lanlan, et al. Research on the spatio-temporal variation of pollutant discharged from industrial wastewater in the Liaohe River Basin [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2010, 19(12): 2953-2959. (in Chinese))

[5] 陶明清. 镇江市工业污染物排放规律统计分析[J]. 科技信息, 2012(11): 460. (TAO Mingqing. The pollution discharge rule for the industry in Zhenjiang city [J]. Scientific and Technical Information, 2012(11): 460. (in Chinese))

[6] 韩学平. 青海省奶牛养殖业污染物排放规律的研究[J]. 中国奶牛, 2010(8): 61-63. (HAN Xueping. The pollution discharge rule for the dairy industry in Qinghai Province [J]. China Dairy Cattle, 2010(8): 61-63. (in Chinese))

[7] 国务院办公厅. 国务院关于开展第一次全国污染源普查的通知(国发[2006]36号文件)[R]. 北京:国务院办公厅, 2006.

[8] 中华人民共和国环境保护部,中华人民共和国国家统计局,中华人民共和国农业部. 第一次全国污染源普查公报[R]. 北京:中华人民共和国环境保护部, 2010.

[9] 徐富春,黄明祥,张波,等. 第一次全国污染普查重点污染源空间数据管理与信息共享服务平台建设研究[J]. 环境污染与防治, 2012, 34(5): 96-100. (XU Fuchun, HUANG Mingxiang, ZHANG Bo, et al. Spatial data management and information sharing service platform construction for the first national pollution source census in China [J]. Environmental Pollution & Control, 2012, 34(5): 96-100. (in Chinese))

[10] 孟伟,张远,郑丙辉. 水环境质量基准、标准与流域水污染物总量控制策略[J]. 环境科学研究, 2006, 19(3): 2-6. (MENG Wei, ZHANG Yuan, ZHENG Binghui. The quality criteria, standards of water environment and the water pollutant control strategy on watershed [J]. Research of Environmental Sciences, 2006, 19(3): 2-6. (in Chinese))

[11] 乔维川,谢慧芳,陈建国. 太湖流域丹阳市水体纳污能力分析及总量控制规划[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(4): 47-50. (QIAO Weichuan, XIE Huifang, CHEN Jianguo. Analysis of pollutants bearing capacity and total amount control planning of Danyang City Taihu Lake Basin [J]. Environmental Science and Management, 2010, 35(4): 47-50. (in Chinese))

[12] 王涛. 区域水环境容量测算方法及总量分配研究[D]. 北京:北京交通大学, 2009: 7-12.

[13] 逢勇,陆桂华. 水环境容量计算理论及应用[M]. 北京:科学出版社, 2010.

[14] 江苏省人民政府办公厅. 省政府关于印发江苏省“十二五”节能减排综合性工作方案的通知(苏政发[2012]24号文件)[R]. 南京:江苏省人民政府办公厅, 2012.

[15] 逢勇,周静,张文佳. 江苏省太湖流域水环境容量计算研究[C]//中国环境科学学会. 中国环境科学学会学术年会论文集. 北京:北京航空航天大学出版社, 2009.

(收稿日期: 2015-03-02 编辑: 徐 娟)

