

· 管理与改革 ·

太湖入湖河流水环境综合治理

张利民¹, 孙卫红², 程炜², 刘伟京², 王春²

(1. 江苏省太湖水污染防治办公室, 江苏 南京 210024; 2 江苏省环境科学研究院, 江苏 南京 210036)

摘要: 简述了太湖入湖河流水污染控制的基本思路、关键环节和主要方法。分析了太湖流域 15 条主要入湖河流规划综合治理区污染源现状, 提出污染控制对策建议和重点整治工程, 并预测削减入湖河流的污染物总量。通过整治工程的实施, 截至 2009 年 5 月, 15 条主要入湖河流中劣 Ⅴ 类水质的河流已从 2007 年的 9 条下降为 3 条, 湖体也由中度富营养转为轻度富营养, 综合治理初见成效。

关键词: 太湖; 入湖河流; 水环境治理

中图分类号: X524 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-2009(2009)05-0001-05

Overall Treatment of Water Environment for Inflow Rivers of Lake Taihu

ZHANG Limin¹, SUN Wei-hong², CHENG Wei², LIU Wei-jing², WANG Chun²

(1. General office of Lake Taihu Water Pollution Prevention and Control, Nanjing, Jiangsu 210024, China;

2. Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

Abstract: key teches and main methods were put forward basic on water pollution control of inflowing rivers of Lake Taihu. The pollutant source situation in the comprehensive treatment zone of the 15 major inflowing rivers was analyzed for pollution control suggestion and main projects to forecast amount of reducing pollutants into the Lake. By the May 2009 among the 15 major inflow rivers, regulating projects had improved 6 of 9 rivers whose water quality were worse than Grade V and changed water-body eutrophication of the Lake from medium level into light level. The comprehensive treatment of Lake Taihu water quality had achieved initial success.

Key words: Taihu; Inflowing rivers; Water environment treatment

太湖流域是全国人口最稠密、经济最发达和城市化程度最高的地区之一,在我国社会经济发展中具有举足轻重的地位。但是伴随着经济快速发展,流域污染严重,导致湖泊富营养化程度日益加重,水华出现的频率也越来越高,严重影响湖区工农业生产的发展和湖区人民生活饮用水的安全。湖区共有 215 条出入湖河流,其中主要入湖河流 15 条。据测算,江苏省太湖流域 15 条主要入湖河流的污染负荷占江苏太湖入湖污染总负荷的 80% 以上。因此,15 条主要入湖河流的水环境质量直接影响太湖湖体水质。

江苏省高度重视太湖流域水环境综合整治与管理工作,对 15 条主要入湖河流开展了水环境综合整治,为从源头控制和减轻湖体污染奠定了基础。

2008 年 8 月,制定了《太湖流域主要入湖河流水环境综合整治规划编制技术规范》。2009 年初《太湖流域 15 条主要入湖河流水环境综合整治规划总本》的编制工作基本完成,各项整治重点工程正在进行。

1 太湖流域入湖河流水环境治理

1.1 基本思路

(1) 调查流域(区域)的水环境质量和污染源

收稿日期: 2009 - 05 - 20; 修订日期: 2009 - 09 - 10

基金项目: 国家“水体污染控制与治理”科技重大专项课题基金资助项目(2008ZX07101 - 003)

作者简介: 张利民(1966—),男,江西南康人,研究员,博士,从事湖泊环境、水污染治理、环境规划与管理等方向的环境科研工作。

现状,分析水环境污染问题和潜在的环境压力;

(2)运用数学模型对规划目标年污染物排放总量进行预测;

(3)根据河流水文、水质资料和水环境功能要求计算水环境容量;

(4)根据现状评价、污染物排放量预测和水环境容量计算结果,综合分析确定规划目标;

(5)从治理和控制污染源、改善生态环境两方面入手,制定实现规划目标的整治措施,形成规划方案;

(6)优选落实规划措施的重点工程项目,制定投资计划^[1];

(7)提出规划实施的保障措施;

(8)分析规划目标的可达性,必要时进行适当的调整,建立规划目标和措施的对应关系^[2]。

1.2 关键环节

在确定了入湖河流水环境治理的基本思路后,水环境问题分析、水污染控制单元划分、形成综合整治总量削减方案以及综合整治目标可达性分析是关键的环节。

水环境问题分析要明确水环境问题的类型、时间、空间特征,论证解决水环境问题的措施、投资、效益。一般采取单项污染指标评价方法理清污染源与目标之间的关系。

水污染控制单元划分要基于水环境问题,考虑行政区划、水域特征、污染源分布特点,对污染源所在区域与接纳水域进行污染控制单元划分。

形成综合整治总量削减方案环节要注意削减量分配原则:规划河段主要控制污染物削减量进行一次分配,即按污染负荷比分配到入河排污口和支流口;规划河段主要污染物削减量可进行二次分配,即先按动态污染负荷比分配到各入河排污口、支流口,进而分解到各主要排污单位。

综合整治目标可达性分析要通过对水环境功能区达标、城市污水的处理率以及经济、技术和环境上的可达性分析,提出最终的可实施的水污染控制措施。若规划水平年主要控制污染物的削减量及削减率过大,其所在地区经济、技术条件难以承受时,需调整水质目标,重新测算污染物削减量。

1.3 污染物削减量的确定方法

1.3.1 污染源调查与统计方法

太湖河网的污染源主要来自 4 个方面:工业污染源、生活污染源、农业面源污染和城镇面源污染。

对污染物调查时,主要通过经验公式(排放系数或排污系数法)、抽样调查和实测法相结合的方法确定废水排放量、COD、NH₃-N、TN 和 TP 的排放浓度和排放总量。

1.3.2 污染源入河量计算

工业污染物,农村和城市生活、农田、畜禽等 5 类污染源入河量的计算采用经验公式加上排污系数的方法计算,其中入河系数的获得主要有 2 种方式。

(1)以现有成果确定污染物排放系数和入河系数的取值范围;

(2)开展小区试验确定各类污染物的排放系数及入河系数。

1.3.3 区域污染物排放量的核算和修正

河道水环境质量的变化是区域工业、生活和农业污染物排放的结果。考虑水体自然降解因素,利用入、出边界水质变化估算区域污染物排放总量是比较科学的测算方法,可以据此对照校核从统计途径获得的各类污染物的总量数据。根据某时段河道水质变化估算区域污染物入河量按下式计算,从而核定规划区入河污染物排放量计算的合理性。

$$W = KVC + Q(C_2 - C_1) \quad (1)$$

式中:W——规划区域污染物入河量;

V——河道体积;

C——现状水质监测值;

C₁——河段进口水质浓度;

C₂——河段出口水质浓度;

Q——年径流量。

1.3.4 河网区水环境容量和污染物削减量的计算

区域水体中污染物发生平流输移、纵向离散、横向混合的物理、化学和生物作用,使水体中污染物浓度逐渐降低,根据控制单元水质目标、设计条件以及选用的适当水质模型,计算该区域水环境容量。计算时,分为理想水环境容量、实际水环境容量、点源允许排放量、污染物削减量 4 类进行。其中:实际水环境容量的计算时,扣除各控制单元非点源入河量得到水环境容量,通过各控制单元中非点源在入河量中的比例,建立理想水环境容量和实际水环境容量之间的关系,其计算公式如下:

$$W_{\text{水环境容量}} = W_{\text{理想水环境容量}} - W_{\text{面源入河量}} \quad (2)$$

其中:

$$W_{\text{面源入河量}} = W_{\text{农田入河量}} + W_{\text{农村生活入河量}} + W_{\text{畜禽入河量}}$$

按照各控制单元工业、生活入河平均系数,反

向折算到陆上,得到最大允许排放量。通过各控制单元中各类污染源入河系数,建立水环境容量和最大允许排放量之间的关系,按下式计算:

$$W_{\text{点源最大允许排放量}} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{\text{(水环境容量)}i}}{\sum_{i=1}^n (\text{点源平均入河系数})i} \quad (3)$$

最终根据点源最大允许排放量和点源排放量,确定污染物削减量,其计算公式为:

$$W_{\text{现状削减量}} = W_{\text{点源排放量}} - W_{\text{点源最大允许排放量}} \quad (4)$$

其中: $W_{\text{点源排放量}} = W_{\text{工业排放量}} + W_{\text{城市生活排放量}}$

1.3.5 污染物排放量预测

污染物排放量预测对于规划实施河网流域污染物的控制影响较大,准确预测对于制定水环境综合整治规划非常关键。需用要从社会经济发展、废水排放量、污染物排放量、污染物入河量等 4 个方面预测。其中:社会经济发展主要对人口和国内生产总值预测,废水排放量包括工业废水量和生活污水排放量,污染物排放量包括工业污染物和生活污水污染物排放量^[3]。

污染物入河量预测是通过排污口进入规划河流的污染物质,可根据现状排污口污染物排放量与入河量之间的关系,推求规划水平年污染物入河量;通过支流进入规划河流的污染物质,可根据规划水平年支流的排污状况及河流的降解作用,演算至入河口的污染物浓度,再乘以水量,即规划水平年支流的污染物入河量。

2 太湖主要入湖河流水环境治理现状

2.1 2007 年水环境状况

2007 年湖体综合营养指数为 61.4,处于中度富营养水平。入湖河流是湖体外源污染的主要来源和通道。江苏省境内太湖的 15 条主要入湖河流为:梁溪河、直湖港、小溪港、漕桥河、社渎港、官渎港、大浦港、乌溪港、大港河、洪巷港、陈东港、武进

港、太滪运河、太滪南运河和望虞河等。

水质监测数据表明,2007 年江苏省的 15 条主要入湖河流中有 9 条为劣类水质,3 条为类水质。 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 污染最为严重,对照类水质标准的最大超标倍数为 4 倍^[1]。

2.2 2007 年主要污染源状况

(1) 生活污染源

太湖流域规划区范围涉及苏州、常州、无锡 3 市,共辖 69 个镇(街道),规划区范围内总人口 752.75 万人。规划区域内生活污水产生量 36 415.08 万 t/a,经测算,主要污染物入河量:COD 为 52 137.45 t/a, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 为 6 184.20 t/a, TN 为 9 246.40 t/a, TP 为 800.93 t/a。

(2) 工业污染源

据调查,规划区内各行政区重点排污企业约 787 家,其中直接排入水体的企业 364 家。直排企业废水排放总量为 15 320.14 万 t/a, COD 排放总量为 18 190.32 t/a, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 排放量为 1 177.27 t/a, TP 排放量为 182.87 t/a, TN 为 2 126.25 t/a。

另外,规划范围内现运行的污水处理厂共 74 座,总设计规模为 138 90 万 t/d,实际处理量为 31 030.58 万 t/a,废水污染物排放量如下:COD 为 17 256.78 t/a, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 为 1 435.59 t/a, TN 为 4 691.3 t/a, TP 为 186.51 t/a。

(3) 农业面源

规划区农业面源中, COD 和 TP 污染源中畜禽养殖业所占的比例最大,分别占到了 57.3%、48.6%; $\text{NH}_3 - \text{N}$ 和 TN 污染源中农业所占的比例最大,分别占到了 55.1%、56.5%,水产养殖业所产生的污染物在农业面源污染中所占的比例最小,见表 1。

表 1 规划区农业面源污染物入河量组成情况

t/a

项目	COD		$\text{NH}_3 - \text{N}$		TN		TP	
	入河量	占农业面源 / %	入河量	占农业面源 / %	入河量	占农业面源 / %	入河量	占农业面源 / %
农田	5 189.02	40.4	947.63	55.1	2 091.27	56.5	135.32	46.1
畜禽养殖	7 352.20	57.3	765.90	44.5	1 522.50	41.1	142.70	48.6
水产养殖	296.80	2.3	7.16	0.4	87.27	2.4	15.62	5.3
合计	12 838.02	100.0	1 720.69	100.0	3 701.04	100.0	293.64	100.0

(4) 污染物入河量分析

规划区 COD 入河总量为 100 422.55 t/a,

$\text{NH}_3 - \text{N}$ 为 10 517.76 t/a, TN 为 19 765.05 t/a, TP 为 1 464.01 t/a。区域内污染物排放量大,主要来

源于生活污染。工业、农业、生活污染源入河比例见表 2。

表 2 规划区域内主要污染物入河量 %

污染物比重	COD	NH ₃ -N	TN	TP
工业	35.3	24.8	34.5	25.2
其中:污水处理厂	17.2	13.7	23.7	12.7
生活	51.9	58.8	46.8	54.7
农业	12.8	16.4	18.7	20.1
合计	100	100	100	100

由 2 表可见,规划区内生活污染尤为严重。规划范围内农村污水处理设施建设严重滞后,已有的污水处理设施排放标准及利用率低,且大多数不具备脱氮除磷工艺,无法达到太湖流域一级 A 标准,导致生活污染严重。工业污染源防治需要进一步加强。

规划区内工业废水集中处理率仅为 46%,监管范围内的企业也以考核 COD 为主,NH₃-N、TP 等主要污染指标还未纳入监管范围。农业面源污染尚未得到有效控制。规划区内耕地平均化肥和农药施用量大,散养和部分规模养殖场的养殖污水缺乏严格控制,水产养殖规模较大,由于基本没有进行治理和循环利用,几乎全部渗入或排入河道,增加了水体 N、P 污染负荷。

2.3 区域污染物排放量预测

预测基准年为 2007 年,规划区域经济增长速率类比《太湖流域水环境综合治理总体方案》,即按照 2007 年—2012 年污染物的增长速率与前 10 a 相当、2013 年—2020 年增长减半的速率进行测算,预测结果见图 1。

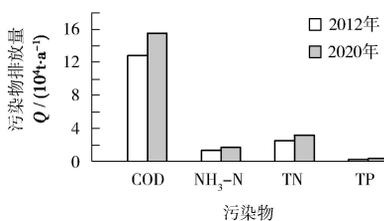


图 1 规划区污染物排放总量预测

2.4 规划区河网的环境容量

根据各功能区水质目标要求,计算得到 15 条河流规划区河网 2012 年和 2020 年水环境容量,见图 2。

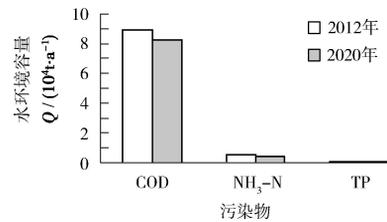


图 2 太湖 15 条主要入湖河流规划区水环境容量

3 太湖入湖河流水环境治理对策

3.1 对策

(1)加大生活污染综合治理力度。加强城镇生活污水处理能力建设,规划近期新建污水处理能力 37.2 万 t/d,扩建污水处理能力 115.30 万 t/d,在 2012 年前使规划区范围内城市生活污水集中处理率达到 90% 以上,2020 年达 95% 以上;抓紧落实规划区内 74 家污水处理厂除磷脱氮提标改造工程;积极推广农村污水治理设施,建设农村分散式小型生活污水处理设施,到 2012 年,分散居住区生活污水处理率达到 70% 以上;2020 年达 90% 以上;全面禁止使用含磷洗涤剂^[4-6]。

(2)加大工业污染治理工程。推行全过程清洁生产;抓紧工业点源的提标改造,对区内纺织染整、化工、造纸、钢铁、电镀和食品制造等 6 大行业中 111 家重点污染源实施提标改造;加强中水回用工程建设,至 2010 年开发区污水处理厂尾水再生率达到 25% 以上;提高工业废水集中处理率,2012 年重点工业企业集中处理率达到 90%,2020 年达到 95% 以上;推进清洁生产审核,促进循环经济建设,规划区内的 303 家重点企业要在 2009 年底前完成第一轮清洁生产审核,2010 年底前完成第一轮清洁生产改造。

(3)控制和削减农业面源污染。实施绿色农业工程,削减农药施用量,全面推广测土配方施肥和农药减量增效控污等先进适用技术,提高土壤保肥保水能力,减少化肥面源污染;控制畜禽养殖污染,建设污水收集和处理设施,到 2012 年,畜禽养殖粪便综合利用率达到 85% 以上,2020 年达到 95% 以上;清理整顿水产围垦养殖,减少饵料投放量,削减池塘养殖污染,大力推广综合套养、种草养殖、仿野生养殖等高效、健康、生态养殖模式和技术,实现“以渔养水”。

(4)加大垃圾收集和处置力度,加强航运船舶污染物的处置和监管,落实河道整治(包括提高引

排通道能力)及生态修复工程,加强环境管理和监控,开展节水减排建设。

政府、企业、社会 3 方共同投资,加大投入,围绕以上对策实施水环境重点整治工程。工业点源治理工程、污水处理及垃圾处理处置工程、面源污染治理工程、河道综合整治工程(包括提高引排通道能力)、生态修复工程等 5 大类共 711 个项目,总投资规划约 158.1 亿元。

3.2 规划区污染物削减能力综合分析

如能采纳上述对策与措施,可以预计到 2012 年和 2020 年均能满足削减量的需要,见表 3。

表 3 规划区污染物削减能力综合分析 万 t/a

水平年	污染物	COD	NH ₃ -N	TP
2007	基准年排放量	10.04	1.05	0.15
	预测总排放量	12.79	1.34	0.19
2012	允许排放量	6.14	0.53	0.05
	需要削减量	6.65	0.81	0.14
	削减能力	7.65	0.94	0.15
	预测总排放量	15.57	1.63	0.23
2020	允许排放量	5.90	0.48	0.05
	需要削减量	9.67	1.15	0.18
	削减能力	10.31	1.23	0.20

3.3 综合治理进展

按 15 条主要入湖河流综合整治规划总本要求,共需实施 711 个项目。目前已启动 536 项,启动率 75.4%。其中完成 283 项,完成率 39.8%;在建 206 项,在建率 29.1%。从河流看,进展最好的是漕桥河,完成率达 75.5%,其次为官渎港、乌溪港;从工程类型看,进展较好的是点源治理和面源污染治理工程,完成率均超过 50%。

3.4 初步综合治理后水环境现状

按照规划经过初步整治,2009 年 1—5 月份,

主要入湖河流平均水质处于 I 类、II 类、III 类和劣 V 类的断面数分别为 2 个、7 个、2 个和 3 个。与 2007 年相比,劣 V 类数量减少 6 个,使主要入湖河流水质月均值劣于 III 类的数量下降到 20% 以下。湖体水质也相应改善。2009 年 1—5 月份,太湖水质总体保持稳定,湖体平均综合营养指数为 58.2,由 2007 年的中度富营养状态好转为轻度富营养状态。整治成果初见成效。

4 结语

太湖流域入湖河流污染治理是一项复杂的系统工程,改善河网水质,达到功能区划目标的难度很大,制定的整治措施必须具有针对性、系统性、完整性和技术经济可行性。整治规划的具体实施是一件长期工作,规划部门要根据实际情况,不断在规划实施过程中进行修正,各级地方政府要监督推进规划重点工程的实施,并提供各项保障措施。

[参考文献]

- [1] 张宁红. 太湖流域生态安全监测体系的构建[J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(3): 1-5.
- [2] TERPSTRA P M J. Sustainable water usage systems: models for the sustainable utilization of domestic water in urban areas[J]. Water science and Technology, 1999, 39(5): 65-72.
- [3] 张利民. 太湖入湖河流治理规划研究[M]. 南京:江苏教育出版社, 2008: 13-14.
- [4] 徐恒省,洪为民,王亚超,等. 太湖饮用水源地蓝藻水华预警监测体系的构建[J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(1): 1-3.
- [5] 张利民,夏明芳,王春,等. 江苏省 12 大湖泊水环境现状与污染控制建议[J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(2): 46-50.
- [6] 纪荣平,李先宁,吕锡武. 太湖梅梁湾水源水中微囊藻毒素浓度的变化[J]. 环境监测管理与技术, 2007, 19(3): 20-23.

·征订启事·

欢迎订阅 2010 年《环境科技》 中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)

《环境科技》是由江苏省环保厅主管,江苏省环境科学研究院、江苏省徐州市环境监测中心站联合主办的集学术性与实用性于一体的环境科学技术类期刊,为“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)。国内统一刊号:CN32-1786/X,国际标准刊号:ISSN 1674-4829。本刊以直接为环境污染防治实践服务为宗旨,重点报道环境科学最新实用技术、科研成果、治理开发及国内外最新信息与动态,内容涉及水、气、声、固等污染处理技术及清洁生产、生态保护等实用技术的推广应用。

本刊为双月刊,大 16 开国际标准版,80 页,每逢双月 25 日出版。国内订价(含邮费)订价 8 元/期,全年 48 元。全国各地邮局均可订阅,国内邮发代号:28-179,也可以直接向本刊编辑部邮购。 E-mail: jshjkj@126.com

地址:徐州市黄河南路 60 号 邮编:221002 电话:0516-82365781、85635681 传真:0516-85737126