

DOI: 10.3969/j.issn.1004-6933.2013.01.013

长江南京段水污染现状及限排总量

沈 乐

(江苏省水文水资源勘测局南京分局, 江苏 南京 210008)

摘要:通过长江南京段 18 个水功能区水质的 5 a 变化趋势,分析主要污染源及其入江排污量,提出了各水功能区限制排污总量和入江污染物削减建议。结果表明:长江南京段 2005—2009 年期间,83.3% 的水功能区达标率均随时间呈下降趋势,2009 年 83.3% 的水功能区所有的水质监测点均没有达到其水质目标;主要污染源头为通江河道,其 COD、NH₃-N 排放量分别占入江排污总量的 65.7%、49.9%;工业、企业排污口的 COD、NH₃-N 排放量分别占入江排污总量的 20.9% 和 25.0%。长江南京段水体 COD 限制排污总量为 6.59 万 t/a, NH₃-N 限制排污总量为 0.26 万 t/a;需要削减污染物的水功能区包括 5 个饮用水水源区、1 个保留区和 3 个渔业、农业、工业用水区;削减任务最重的为饮用水水源区,其 COD 和 NH₃-N 削减率分别在 87.0%~99.0% 和 17.8%~97.4% 之间。

关键词:长江南京段;水污染;限排总量;通江河道;水功能区

中图分类号:X52;X26 文献标志码:A 文章编号:1004-6933(2013)01-0055-06

Water pollution and permissible pollution bearing capacity of water function zones in Nanjing reach of Yangtze River

SHEN Le

(Nanjing Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210008, China)

Abstract: Based on a five-year variation trend of the water quality of 18 water function zones in the Nanjing reach of the Yangtze River, the main pollution sources and the quantity of pollutants discharged into the river were evaluated and analyzed. Suggestions on permissible pollution bearing capacity and pollutant reduction of the water function zones are made. The results of the study show the following: The up-to-standard rates of 83.3% of the water function zones decreased with time during the period from 2005 to 2009. The monitored water quality in 83.3% of the water function zones in 2009 did not reach standards. The main pollution sources were the rivers connecting with the Yangtze River, where the discharge of COD and NH₃-N were, respectively, 65.7% and 49.9% of the total discharge into the river. The discharge of COD and NH₃-N at industrial sewage outlets were, respectively, 20.9% and 25.0% of the total discharge into the river. The permissible pollution bearing capacities of COD and NH₃-N in the Nanjing reach of the Yangtze River were 6.59×10^4 tons per year and 0.26×10^4 tons per year, respectively. Pollutants need to be reduced in the water function zones, including five drinking water source regions, one reserved area, and three fishery, agricultural, and industrial water use areas. The pollutants in the drinking water source regions need to be reduced to as large degree as possible. The reduction rates of COD and NH₃-N ranged from 87.0% to 99.0%, and 17.8% to 97.4%, respectively.

Key words: Nanjing reach of Yangtze River; water pollution; permissible pollution bearing capacity; rivers connecting with Yangtze River; water function zone

随着社会经济的发展和人口数量的增加,长江南京段开发利用程度逐渐提高。资料显示,2002 年长江南京段岸线利用率为 32.2%,2008 年利用岸线

长度达 120.0 km,其岸线利用率为 61.6%^[1]。长江南京段沿江分布着南京市主要水厂的取水口和各类企业取排水口,分布位置犬牙交错^[2],长江南京段

已逐渐转变为诸多企业的排污受纳水体^[3]。为了保障水资源的可持续利用,南京市根据《中华人民共和国水法》、《水功能区管理办法》等加强了对南京境内水功能区水资源开发利用活动的管理,相继出台了《南京市水资源保护条例》和《关于加强饮用水源地保护的決定》^[2],尽管如此,长江南京段依然存在威胁水源地水质安全的污染源^[4-6]。根据《中华人民共和国水法》相关规定,为了保护长江南京段水功能区水质安全,需要对入江污染物采取总量控制措施并制定水功能区限制排污总量意见。

笔者通过评价长江南京段水环境现状及变化趋势,调查分析主要污染源及其污染物排放量,研究并提出了各水功能区污染物排放量限排和削减意见,为长江南京段水污染防治和水功能区管理工作提供建议。

1 区域概况

长江南京段自安徽省东部入南京境内,横贯南京市的河段长约 97 km,下接镇扬河段。北岸上起浦口区驷马山河口,经浦口、六合,迄六合大河口,长约 93 km;北岸有驷马山河、马汊河、滁河等。南岸

上起江宁区和尚港,经江宁、雨花台、建邺、鼓楼、下关、栖霞六区,迄栖霞大道河口,长约 98 km;南岸有铜井河、牧龙河、江宁河、板桥河、秦淮新河、秦淮河、七乡河等,详见图 1。

根据江苏省水利厅、环境保护厅 2003 年编制的《江苏省地表水(环境)功能区划》^[7],长江南京段划分为 18 个水功能区,包括 5 个饮用水水源区,4 个保留区,2 个缓冲区,7 个渔业、农业、工业用水区。如图 1 所示,长江南京段左岸包括长江皖苏缓冲区(左岸)、长江江浦保留区、

长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸)等 8 个水功能区,右岸包括长江皖苏缓冲区(右岸)、长江江宁铜井保留区、长江南京渔业、农业用水区(右岸)等 10 个水功能区。

2 分析与评价方法

2005—2009 年江苏省水环境监测中心对长江南京段水功能区水质进行了监测,监测频次如下:2005 年监测了 12 个水功能区,每月监测 1 次;2006—2007 年 18 个水功能区每月监测 1 次;2008—2009 年饮用水水源区每旬监测 1 次,其余每月监测



图 1 长江南京段水功能区示意图

1次。根据南京市地表水污染特征,按照《水和废水监测分析方法》^[8],选取 NH₃-N、COD_{Mn}、TP、COD 等共 22 项指标进行监测。

根据国家质量监督总局与国家环保总局联合发布的 GB3838-2002《地表水环境质量标准》^[9]评价标准对水体水质监测结果进行评价。参照《江苏省地表水(环境)功能区划》^[7]中长江南京段水功能区 2010 年 II 类水质目标,对 18 个水功能区的水环境现状进行评价。达标率即为分析时段内水功能区达标个数占总监测个数的比重。

根据长江南京段水体水质现状和水污染特点,结合全国水资源综合规划的要求,限制排污总量控制指标确定为 COD 和 NH₃-N。

3 长江南京段水环境现状

江苏省水环境监测中心 2005—2009 年水质监测结果表明,2005 年以来长江南京段水体水环境逐渐恶化,详见表 1。2005—2009 年期间 83.3% 的水功能区达标率均随时间呈下降趋势,其中长江南京浦口渔业、农业用水区(左岸),长江南京六合渔业、农业用水区(左岸),长江南京燕子矶工业、渔业用水区(右岸)3 个水功能区达标率始终保持为零。

从 2005—2009 年的水质均值评价得出,18 个水功能区达标率均低于 30.0%,长江南京段水环境状况不容乐观。根据江苏省环境监测中心提供的数据,长江南京段水功能区水体主要超标项目包括 NH₃-N、COD、TP、DO。

由表 1 可知,2009 年期间,83.3% 的水功能区

所有测次均没有达到 II 类水质目标,包括 50% 的缓冲区、60% 的饮用水水源区、100% 的保留区和渔业、农业、工业用水区。其中不达标的 3 个饮用水水源区包括长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸),长江南京大厂扬子饮用水水源区(左岸)和长江南京上元门—燕子矶饮用、渔业用水区(右岸)。

4 长江南京段水体污染物排放量

沿江污染物的大量排放造成了长江南京段水功能区水环境质量的恶化^[3]。长江南京段沿江分布着南京市各类工业企业、雨污泵站排污口和沿江污水处理厂排水口,它们是长江南京段水体的重要污染源。受污染的通江河道入江后也会增加长江南京段的污染负荷。根据资料统计,南京市共有 1 600 多家排污企业和单位,其中很多排污企业和单位不直接向长江排污,而是先通过城市内河再进入长江^[6]。

长江南京段现有 21 条通江河道。根据 2009 年南京市长江河道管理处调查结果,长江南京段共分布 39 个工业企业排污口、45 个雨污泵站、10 个沿江污水处理厂。其中通江河道 COD 和 NH₃-N 污染负荷最大,分别占入江排污总量的 65.7% 和 49.9%;其次是工业、企业排污口,其 COD 和 NH₃-N 污染负荷分别占入江排污总量的 20.9% 和 25.0%。详见图 2。

长江南京段各功能区的水体中不同类型污染源污染物排放总量详见图 3。长江南京段水功能区目前 COD 和 NH₃-N 排污量分别为 4.93 万 t/a、3 696 t/a。由图 2~3 可知,渔业、农业、工业用水区 COD、NH₃-N 排污量最大,分别为 2.17 万 t/a 和

表 1 长江南京段各水功能区水质达标情况

%

水功能区名称	达标率					
	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2005—2009 年
长江皖苏缓冲区(左岸)	66.7	16.7	8.3	0.0	8.3	20.0
长江江浦保留区	66.7	33.3	33.3	0.0	0.0	26.7
长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸)	83.3	25.0	25.0	5.7	0.0	17.0
长江南京浦口渔业、农业用水区(左岸)	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)	83.3	33.3	25.0	5.7	0.0	17.9
长江南京大厂扬子饮用水水源区(左岸)	—	0.0	8.3	0.0	0.0	2.5
长江南京六合渔业、农业用水区(左岸)	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
长江六合保留区	83.3	22.2	25.0	16.7	0.0	23.5
长江皖苏缓冲区(右岸)	58.3	25.0	33.3	8.3	0.0	25.0
长江江宁铜井保留区	66.7	0.0	14.3	0.0	0.0	17.9
长江南京渔业、农业用水区(右岸)	—	0.0	10.0	8.3	0.0	5.7
长江南京夹江饮用、渔业用水区(右岸)	58.3	16.7	41.7	5.7	2.9	16.0
长江南京工业、渔业用水区(右岸)	75.0	50.0	25.0	0.0	0.0	28.6
长江南京上元门—燕子矶饮用、渔业用水区(右岸)	33.3	0.0	8.3	2.9	0.0	5.7
长江南京燕子矶工业、渔业用水区(右岸)	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
长江南京龙潭饮用、工业用水区(右岸)	50.0	33.3	16.7	0.0	16.7	29.8
长江南京栖霞渔业、农业用水区(右岸)	—	0.0	40.0	0.0	0.0	18.2
长江南京营防保留区	66.7	66.7	8.3	0.0	0.0	21.6

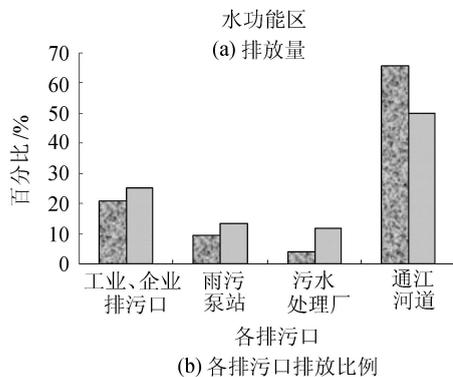
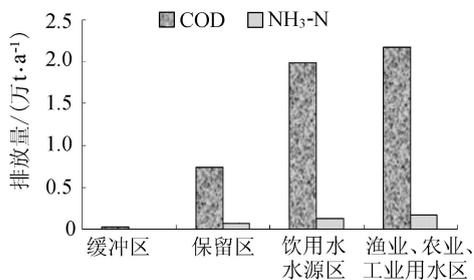


图2 各类功能区内 COD 和 NH₃-N 年排放总量及所占比例

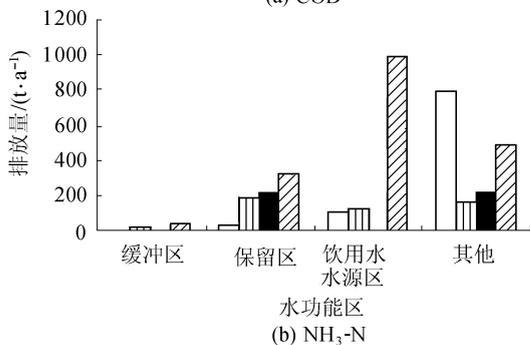
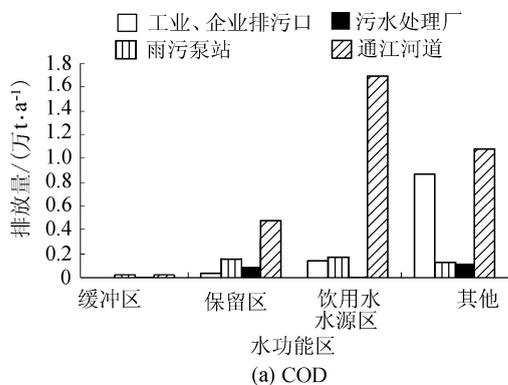


图3 各类功能区水体不同污染源污染物排放总量

1662 t/a, 主要污染源为工业、企业排污口和通江河道; 其次是饮用水水源区, COD 和 NH₃-N 年排放总量分别为 1.99 万 t/a 和 1215 t/a, 主要污染源为通江河道; 缓冲区 COD 和 NH₃-N 年排放总量最少。

长江南京段左岸水体受工业、企业排污和通江河道污染最为严重, 右岸水体受通江河道污染最为严重。从表 2 可知, 左岸分布的工业、企业排污口 COD 和 NH₃-N 入江排放量分别占总排放量的 14.3% 和 16.1%, 左岸通江河道的 COD 和 NH₃-N

入江排放量分别占排放总量的 17.0% 和 18.6%; 右岸通江河道的 COD 和 NH₃-N 入江排放量分别占排放总量 48.7% 和 31.3%。

表2 长江南京段左岸、右岸水功能区污染物排放量

排污口	污染物	左岸		右岸	
		排放量/ (t·a ⁻¹)	占排放 总量比例/%	排放量/ (t·a ⁻¹)	占排放 总量比例/%
工业、企业排污口	COD	7034.3	14.3	3260.2	6.6
	NH ₃ -N	596.4	16.1	328.3	8.9
雨污泵站	COD	1730.3	3.5	2887.4	5.9
	NH ₃ -N	205.3	5.6	289.1	7.8
污水处理厂	COD	685.5	1.4	1314.0	2.7
	NH ₃ -N	104.2	2.8	328.5	8.9
通江河道	COD	8381.0	17.0	23978.0	48.7
	NH ₃ -N	688.7	18.6	1155.5	31.3
合计	COD	17831.1	36.2	31439.6	63.8
	NH ₃ -N	1594.6	43.1	2101.4	56.9

调查发现, 长江南京段左岸水功能区水体中 COD 和 NH₃-N 的总排放总量均小于右岸, 尽管左岸水功能区工业、企业排污量高于右岸, 但右岸水功能区其他入江污染源的 COD 排放量是左岸的 1.5 ~ 2.9 倍, NH₃-N 排放量是左岸的 1.4 ~ 3.2 倍。这主要是因为最终汇入长江右岸的秦淮河是南京市重要的生活污水接纳水体; 雨污泵站收集了大量的点源、面源污染最终也汇入长江; 而与左岸相比, 右岸沿线污水处理厂排污口个数较多。

5 限制排污总量分析

5.1 长江南京段水功能区纳污能力

水体纳污能力是指在给定的水质目标、设计水量及水质背景条件、排污口位置及排污方式情况下, 水体所能容纳的最大允许污染物总量。长江南京段水功能区纳污能力直接采用 2009 年江苏省水利厅编制的《江苏省地表水(环境)功能区纳污能力和限制排污总量意见》。

5.2 削减量确定原则

提出限制排污总量意见对于水污染防治, 实施水功能区管理, 维护河流健康生命, 具有十分重要的意义^[10]。

长江流域限制排污总量的确定原则是改善保护区和饮用水源区水质, 改善或维持保留区和缓冲区水质, 充分利用水体纳污能力确定其他类型功能区的限制排污总量^[11]。对于饮用水水源区、保留区和保护区采用纳污能力和现状污染物入江量中的较小值作为限制排污总量; 对于其他各类地表水功能区采用纳污能力作为限制排污总量。

如果该水功能区现状污染物入河量超过控制断面污染物限排总量, 其差值即为该功能区入河污染

物削减量。入河污染物削减率指入河污染物削减量占现状污染物排放量的比重。

5.3 限制排污总量和入江污染物削减量

根据江苏省水利厅编制的《江苏省地表水(环境)功能区纳污能力和限制排污总量意见》(苏水资2009[15]号),长江南京段水体 COD 限制排污总量为 6.59 万 t/a, NH₃-N 限制排污总量为 0.26 万 t/a。根据各水功能区纳污能力、现状排污量和限制排污总量,长江南京段需要削减污染物的水功能区包括 5 个饮用水水源区、1 个保留区和 3 个渔业、农业、工业用水区。削减任务最重的为饮用水水源区。具体详见表 3。

长江南京段 5 个饮用水水源区均需要削减, COD 和 NH₃-N 总削减量分别为 2.14 万 t/a 和 0.12 万 t/a, 其削减率分别在 87.0% ~ 99.0% 和 17.8% ~ 97.4% 之间。长江江宁铜井保留区 NH₃-N 应削减量为 3.0 t/a, 削减率为 1.1%。渔业、农业、工业用水区中仅长江南京工业、渔业用水区(右岸)需要削减 COD 入江排放量, 其削减量和削减率分别为 0.15 万 t/a 和 31.7%; 长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸), 长江南京渔业、农业用水区(右岸)和长江南京工业、渔业用水区(右岸)均需要削减 NH₃-N 入江排放量, 总削减量和削减率分别为 0.07 万 t/a 和 41.5% ~ 62.0%。

6 结论及建议

江苏省水环境监测中心 2005—2009 年的监测资料表明, 长江南京段水功能区水质情况不容乐观, 83.3% 的水功能区水质达标率均随时间呈下降趋势。其水质恶化的主要原因归结为受污染的通江河道将污染物转嫁给长江, 以及长江南京段沿岸大量的工业、企业违法排污。而长江南京段饮用水水源区分布着南京市 10 个水厂取水口, 水厂供水总规模 330 万 m³/d, 其中城南水厂、北河口水厂、远古水

业、上元门水厂、浦口水厂、城北水厂供水量占我市城区及郊区集中式供水总量的 80%^[12], 因此长江南京段水质的恶化定会造成南京市的供水安全隐患, 需要对影响长江南京段饮用水水源区供水安全的排污口排污量进行削减。与此同时, 为了保护长江南京段各水功能区的水质安全, 还需要对污染物排入饮用水水源区之外的水功能区的污染源头提出限排意见和削减要求。

研究表明, 长江南京段水体化学需氧量限制排污总量为 6.59 万 t/a, NH₃-N 限制排污总量为 0.26 万 t/a; 长江南京段需要削减污染物的水功能区包括 5 个饮用水水源区、1 个保留区和 3 个渔业、农业、工业用水区。削减任务最重的即为饮用水水源区, 其 COD 和 NH₃-N 削减总量分别为 2.14 万 t/a 和 0.12 万 t/a。

根据长江南京段水污染现状和限制排污总量意见, 现提出以下几点建议:

a. 整合雨污泵站, 实行雨污分流, 将生活污水统一纳入污水管网进入污水处理厂, 处理出水达标后方能外排, 要做好污水处理厂规范排水监督管理工作。

b. 严格按照水功能区限制排污总量和削减意见控制排污口入江排污总量, 并在实现排污总量控制的基础上, 制定有效的污染物减排方案, 合理分配各污染源的污染负荷, 最终实现排污总量控制。

c. 加强城市内河特别是通江河道的治理, 预防通江河道将城市内河的污染物转移进入长江。

d. 加强水功能区控制断面的水质监测, 制定饮用水源地突发性水污染事件应急预案, 建立水质应急监测系统, 提高应对水污染突发事件的应急能力, 保障流域内的水质及用水安全, 最大限度地降低污染事故危害程度, 保障人民群众生命健康和财产安全。

e. 建立健全排污总量控制制度和入河排污口审批制度。严禁长江南京段干流和通江河道非法工

表 3 长江南京段水功能区 COD、NH₃-N 排放量削减

类别	功能区名称	现状排污量/(t·a ⁻¹)		限制排污总量/(t·a ⁻¹)		削减量/(t·a ⁻¹)		削减率/%	
		COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N
饮用水水源区	长江南京浦口饮用水源、渔业用水区(左岸)	4179.8	235.2	173	17	4006.8	218.2	95.9	92.8
	长江南京大厂扬子饮用水源区(左岸)	1790.0	195.5	49	5	1741.0	190.5	97.3	97.4
	长江南京夹江饮用水水源、渔业用水区(右岸)	2533.1	113.2	326	93	2207.1	20.2	87.1	17.8
	长江南京上元门-燕子矶饮用水源、渔业用水区	1815.1	374.5	185	18	1630.1	356.5	89.8	95.2
	长江南京龙潭饮用水源、工业用水区	11989.2	384.4	172	17	11817.2	367.4	98.6	95.6
	小计	22307.2	1302.8	905	150	21402.2	1152.8	—	—
保留区	长江江宁铜井保留区	—	271	—	268	—	3.0	—	1.1
	长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)	—	465.2	—	201	—	264.2	—	56.8
其他	长江南京渔业、农业用水区(右岸)	—	521.5	—	198	—	323.5	—	62.0
	长江南京工业、渔业用水区(右岸)	4750.8	159.1	3247	93	1503.8	66.1	31.7	41.5
	小计		1145.8		492		653.8		—

业、企业排污口排污,合法的企业排污都要实现达标排放。

参考文献:

- [1] 樊海宏,罗伟光,王敏. 立足沿江开发,推动江苏经济转型升级[C]//长江水利委员会,江苏省人民政府. 第四届长江论坛:河势控制与岸线利用分论坛论文集. 南京:长江水利委员会,江苏省人民政府. 2011:1-7.
- [2] 丁仲平,景卫华,陈辉. 长江南京段水功能区管理的若干思考[J]. 水电能源科学,2009,27(2):136-139. (DING Zhongping, JING Weihua, CHEN Hui. Thoughts on water function region management of nanjing section of yangtze river[J]. Water Resources and Power, 2009,27(2):136-139. (in Chinese))
- [3] 燕文明,刘凌. 长江流域生态环境问题及其成因[J]. 河海大学学报:自然科学版,2006,34(6):610-613. (YAN Wenming, LIU Ling. Eco-environmental problems in Yangtze River Basin and their causes of formation[J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2006,34(6):610-613. (in Chinese))
- [4] 陆燕宁. 加强南京市饮用水源地水质安全的思考[J]. 黑龙江环境通报,2009,33(1):43-45. (LU Yanning. Countermeasures of strengthening drinking water source safety in Nanjing City[J]. Heilongjiang Environmental Journal, 2009,33(1):43-45. (in Chinese))
- [5] 逢勇,赵棣华,姚琪,等. 长江江苏段区域供水水源地水质可达性研究[J]. 水科学进展,2003,14(2):184-188. (PANG Yong, ZHAO Dihua, YAO Qi, et al. Reaching function analysis of water quality in large water supply planning in the Yangtze River in Jiangsu Province[J]. Advances in Water Science, 2003,14(2):184-188. (in Chinese))

(上接第50页)

- [5] 毛新伟,徐枫,徐彬. 太湖水质及富营养化变化趋势分析[J]. 水资源保护,2009,25(1):48-51. (MAO Xinwei, XU Feng, XU Bin. Changes of water quality and eutrophication in Taihu Lake [J]. Water Resources Protection, 2009,25(1):48-51. (in Chinese))
- [6] 蔡娟,许有鹏,石怡. 西苕溪径流变化特性及影响因素分析[J]. 水资源保护,2011,27(3):16-19. (CAI Juan, XU Youpeng, SHI Yi. Analysis of characteristics and influencing factors of runoff variations in Xitiaoxi Basin [J]. Water Resources Protection, 2011,27(3):16-19. (in Chinese))
- [7] 陈培竹,张照余,许科文. 太湖调蓄,改善杭嘉湖平原水资源状况[J]. 水资源保护,2008,24(1):84-86. (CHEN Peizhu, ZHANG Zhaoyu, XU Kewen. Improvement of water resources in Hangjiahu Plain by storage regulation of Taihu Lake [J]. Water Resources Protection, 2008,24(1):84-86. (in Chinese))

Chinese))

- [6] 周克梅,陈卫,单国平,等. 南京长江水源地污染预测及应对措施研究[J]. 给水排水,2007,33(8):36-39. (ZHOU Kemei, CHEN Wei, SHAN Guoping, et al. Yangtze River water pollution prediction and countermeasures in Nanjing [J]. Water & Wastewater Engineering, 2007,33(8):36-39. (in Chinese))
- [7] 江苏省水利厅,江苏省环保厅. 江苏省地表水(环境)功能区划[M]. 南京:江苏人民出版社,2003.
- [8] 《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 4版. 北京:中国环境科学出版社,2002.
- [9] GB 3838—2002 地表水环境质量标准[S].
- [10] 张红举,翟淑华. 平原河网纳污能力核算方法研究[J]. 水资源保护,2009,25(5):24-27. (ZHANG Hongju, ZHAI Shuhua. Research on calculation of carrying capacity of plain river network [J]. Water Resources Protection, 2009,25(5):24-27. (in Chinese))
- [11] 傅慧源. 长江干流水域纳污能力及限制排污总量研究[J]. 人民长江,2008,39(23):40-42. (FU Huiyuan. The Yangtze River water pollutant capacity and quantity control of pollution discharge [J]. Yangtze River, 2008,39(23):40-42. (in Chinese))
- [12] 周克梅,陈卫,单国平,等. 南京长江水源突发性污染应急水处理技术应用研究[J]. 给水排水,2007,33(9):13-16. (ZHOU Kemei, CHEN Wei, SHAN Guoping, et al. Research on emergent drinking water treatment against accidental pollution of public water source in Nanjing [J]. Water & Wastewater Engineering, 2007,33(9):13-16. (in Chinese))

(收稿日期:2011-12-13 编辑:高渭文)

- [8] 陈亚男,逢勇,赵伟. 望虞河西岸主要入河支流污染物通量研究[J]. 水资源保护,2011,27(2):26-33. (CHEN Yanan, PANG Yong, ZHAO Wei. Study on flux of pollutants discharged into western Wangyu River Basin through main inflow river channels [J]. Water Resources Protection, 2011,27(2):26-33. (in Chinese))

(收稿日期:2012-01-31 编辑:彭桃英)

