

DOI: 10.3880/j.issn.1004-6933.2015.05.019

上海市水功能区纳污能力和分阶段限排总量研究

陈长太, 徐贵泉, 李学峰, 夏雪瑾

(上海市水务规划设计研究院, 上海 200233)

摘要:以 COD、NH₃-N 为控制指标,应用一维感潮河网纳污能力模型计算上海市水功能区水域纳污能力。结果表明,上海市水功能区 COD 和 NH₃-N 的纳污能力分别为 79.96 万 t/a 和 7.56 万 t/a。以水功能区水质和污染物入河量分析评价结果为基础,制定水功能区分阶段达标目标,并从空间和时间上分解,提出每个水功能区分阶段限制排污总量控制方案。

关键词:水功能区;纳污能力;分阶段限制排污总量;水资源保护;上海市

中图分类号:X32 文献标志码:A 文章编号:1004-6933(2015)05-0102-04

Study on pollutant carrying capacity of water function zone in Shanghai City and its total pollutant discharge limits of different stages

CHEN Changtai, XU Guiquan, LI Xuefeng, XIA Xuejin

(Shanghai Water Planning and Design Research Institute, Shanghai 200233, China)

Abstract: Taking COD and NH₃-N as the control index, the pollutant carrying capacity of water function zone in Shanghai were calculated by using the one dimensional tidal river network pollutant carrying capacity model. The results show that the pollutant carrying capacity of COD and NH₃-N in the water function zone of Shanghai is 79.96×10⁴t/a and 7.56×10⁴t/a, respectively. Based on the analysis of the water quality and the pollutant discharged in water function zone, the phase goals of water function zone were set up with the goals decomposed from time and space, and the control scheme of the total pollutant discharge limits in different stages of every water function zones were put forward.

Key words: water function zone; pollutant carrying capacity; total pollutant discharge limits in different stages; water resources protection; Shanghai City

上海市地处长江三角洲前缘,滨江临海,属典型的平原感潮河网地区,城市化水平高,经济社会发达。随着上海经济社会的快速发展和水环境综合治理力度的不断加大,尤其是经过 4 轮“环保三年行动计划”以及“黑臭河道整治”、“万河整治”的实施,全市水环境质量明显改善。但是,上海市水环境综合治理任重道远,污染源彻底控制还需要一个较长过程,同时受上游省际边界来水变化的影响,全市水环境质量不容乐观,现状水质与水功能区的水质要求还有较大差距,水体使用功能仍受到严重影响,水资源开发利用与保护仍不相协调。上海市作为全国实行最严格水资源管理制度的试点城市之一,迫切

需要从严核定纳污能力,建立以限制排污总量为控制核心的水功能区限制纳污制度^[1]。

1 上海市水功能区划及现状

1.1 水功能区划概况

根据《全国重要江河湖泊水功能区划(2011—2030年)》,上海市水功能区划共涉及河流 57 条,河长 1643 km;湖泊等开阔水域 7 个,面积 876 km²。上海市共区划水功能区 117 个,其中太湖流域片区 95 个、长江流域片区 22 个;保留区 3 个、保护区 7 个、缓冲区 23 个、开发利用区 84 个。水质目标为 II 类的水功能区有 12 个,占 10.3%,II~III 类的有 9

个,占7.7%;Ⅲ类的有45个,占38.5%;Ⅳ类的有27个,占23.1%;Ⅴ类的有20个,占17.1%;另外,有4个排污控制区,其水质类别为不低于现状,占比为3.4%。

1.2 水质现状

2010年全市99个水功能区设置了监测断面,2012年底实现了117个水功能区水质监测全覆盖。根据2010年全市水功能区的水质资料(当年未监测水功能区采用2011年或2012年资料),采用GB3838—2002《地表水环境质量标准》,对117个水功能区水质状况进行了 COD_{Mn} 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 两个指标年均值评价。结果表明,水质达Ⅱ类的水功能区有17个,占14.6%;达Ⅲ类的有11个,占9.4%;达Ⅳ类的有19个,占16.3%;达Ⅴ类的有14个,占12.0%;劣Ⅴ类的有56个,占47.9%。全市水功能区水质达标率为29.9%,其中,太湖流域部分达标率为16.8%,长江流域部分达标率为86.4%。长江流域水功能区水质较好,但水功能区数量最多的太湖流域部分受上游边界来水、本地污染负荷等的综合影响,水质与水功能区划的要求相比还有很大差距。

1.3 现状入河污染物

根据工业企业、居民生活和污水处理厂尾水等重点污染源调查结果,以及对城镇地表径流、农村生活、散养畜禽、农业面源和水产养殖等面污染源的估算结果,全市 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 入水功能区的量分别为33.024万t/a和4.238万t/a,其中太湖流域分别为22.118万t/a和1.942万t/a,长江流域分别为10.906万t/a和2.296万t/a。在入水功能区的污染源中,全市点源 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 负荷量占总量的比例分别为52.29%和68.90%,点源占比大于面源;太湖流域点源 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 负荷量占总量的比例分别为37.44%和41.93%,点源占比小于面源;长江流域点源 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 负荷量占总量的比例分别为82.40%和68.90%,点源占比远大于面源。可见,太湖流域污染源以面源为主,长江流域以点源为主。

2 水功能区达标目标分解

2.1 分解原则

为了水功能区的科学规范管理,以实现水功能区分阶段达标为目标,将达标目标分解到每一个具体的水功能区,明确每个水功能区的水质达标年限,提出2015年、2020年和2030年的水功能区达标名录。确定上海市各水平年水功能区达标名录的基本原则如下:①已达标水功能区要稳定达标。现状已达标的水功能区不降低现状水质标准,稳定达标。

②水功能区要优先达标。饮用水水源区、保护区和保留区的水质达标率,在其上游边界来水水质达标的前提下,2015年不低于90%、2020年全部达标。《太湖流域水环境综合治理总体方案》确定的重点治理区范围内的水功能区水质优先达标。③易达标水功能区要优先达标。控制污染物入河量任务较轻、污染治理经济技术可行区域的水功能区,原则上应在2015年达到水质目标要求。靠近长江口区域,通过水资源调度能有效改善水质的水功能区,在2015年达到水质目标要求。④难达标水功能区要逐步达标。水质现状较差、控制污染物入河量任务较重的区域,根据经济发展水平和污染治理规划,各水平年水功能区达标目标要逐步提高。

2.2 分解成果

根据上海市水功能区水质现状和国家、流域水功能区达标目标要求,经与流域反复多次协调,最终确定2015年、2020年和2030年全市水功能区水质达标率分别为53%、78%和95%,其中,长江流域水功能区水质达标率分别为70%、78%和95%,太湖流域水功能区水质达标率分别为48%、78%和95%。

3 水功能区纳污能力计算

3.1 计算方法

按照GB/T25173—2010《水域纳污能力计算规程》和《全国水资源综合规划地表水资源保护补充技术细则》,结合上海市实际水情和工情,在以往相关工作和其他类似地区研究工作的基础上^[2-5],上海市水功能区纳污能力的计算采用模型法和公式法两种方法。对黄浦江水系概化河网及其相应的水功能区使用模型法计算,对淀山湖采用二维水动力水质模型法计算,对未列入概化河网的湖泊及河道使用公式法计算,最后进行合理性分析综合确定水功能区纳污能力^[6]。

3.2 计算条件

a. 工况条件。根据水利分片、各区(县)水利(系)规划及相关专业规划,概化河网河道断面采用相应规划设计断面进行计算,水闸(泵站)控制建筑物采用相应规划规模进行计算。

b. 水文边界条件。根据长系列水文资料,经频率分析得到1971年是太湖流域90%来水保证率的典型年,其中2月份降水相对较枯、污染物降解速度慢、河网水质相对较差,因此,选用1971年2月作为典型枯水期进行计算。

c. 水质边界条件。根据太湖流域和长江流域纳污能力核算及分阶段限排总量技术大纲,假设省

际边界上游来水水质均达到水功能区划的水质标准值。

d. 调度控制。各水利控制片采用的水资源调度方式,主要依据 2012 年上海市水务局发布的《上海市水利控制片水资源调度实施细则》所确定的水资源常规调度方式^[7]。

e. 水质参数。根据以往太湖流域河网及上海黄浦江、苏州河、浦东新区水系等的水质和底质参数的大量研究成果^[4-9],结合相应水质模型率定和验证的结果,将河道主要污染物的衰减系数确定为 $K_{\text{COD}} = 0.04\text{d}^{-1}$ 、 $K_{\text{NH}_3\text{-N}} = 0.05\text{d}^{-1}$,湖泊主要污染物的衰减系数确定为 $K_{\text{COD}} = 0.02\text{d}^{-1}$ 、 $K_{\text{NH}_3\text{-N}} = 0.025\text{d}^{-1}$ 。

3.3 计算结果

计算结果表明,上海市水功能区 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的纳污能力分别为 79.96 万 t/a 和 7.56 万 t/a;其中,长江流域水功能区 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的纳污能力分别为 62.05 万 t/a 和 6.46 万 t/a,太湖流域水功能区 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的纳污能力分别为 17.91 万 t/a 和 1.10 万 t/a。

4 分阶段限排总量控制方案的制定

4.1 方案制定的基本原则

以流域分阶段限制排污总量为基础,根据分阶段的水功能区达标名录,提出各水功能区的分阶段限制排污总量,排污总量限制分解基本原则如下:①2015 年,饮用水水源区水质达标率总体上不低于 90%,保护区和保留区的水质达标率有一定提高。在污染物削减的基础上,加强入河湖排污口整治,提高流域省界缓冲区的水质达标率。现状已达标的水功能区 2015 年保持或提高水质目标。②太湖流域所有水功能区采用纳污能力、现状入河污染物量较小者作为该水功能区远期限制排污量目标;长江流域开发利用区中除饮用水水源区以外的水功能区,可在不超过水质目标要求的前提下,综合考虑当地发展要求、上下游关系,并结合水功能区目标,从严控制确定分阶段限制排污总量。③现状水质不达标但入河污染物削减任务较轻的水功能开发利用区,原则上 2015 年实现水质达标,采用核定的纳污能力作为 2015 年限制排污总量。④现状水质不达标且

入河污染物较大,污染物削减任务较重的水功能区,根据水功能区污染程度,考虑社会经济发展水平、污染治理能力及其可达性,按一定的入河污染物削减比例,提出分阶段污染物限制排污总量。

4.2 分阶段限排方案

4.2.1 太湖流域

现状水质不达标且入河污染物较大,污染物削减任务较重的水功能区,考虑到污水处理厂全面升级改造和面源治理还需一个较长过程,近期对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 进行大幅削减的难度较大,因此,太湖流域水功能区污染物分阶段削减率按逐步加大的方式削减,见表 1。

表 1 太湖流域水功能区超量污染负荷分阶段削减方案

阶 段	达标水功能区/个		超量污染负荷 分阶段削减率/%		
	总数	期间新增数	2015 年	2020 年	2030 年
2011—2015 年	46	30	100	-	-
2016—2020 年	74	28	30	70	-
2021—2030 年	90	16	15	25	60
2030 年以后	95	5	15	25	40

4.2.2 长江流域

长江口是上海污水处理达标排放的主要受纳水体,2010 年尾水排放长江的污水处理厂处理能力为 496 万 m^3/d ,规划 2015 年和 2020 年分别达到 583.25 万 m^3/d 和 697 万 m^3/d ,2030 年预计将增加至 717 万 m^3/d 。尽管长江流域水功能区的纳污能力较大,但考虑到长江口生态环境和海洋保护的要求,应从严控制。根据相关规划要求,结合上海实际情况,尾水排放长江的各污水处理厂尾水排放标准确定为:①2015 年新建污水处理厂达一级 A,既有污水处理厂要加快改造,逐步达到一级 B(其中考虑到竹园、白龙港因规模较大,近期改造较困难,达标难度较大,故按不低于现状排放水质确定尾水排放标准);②2020 年以后新建污水处理厂达一级 A,既有污水处理厂全面达到一级 B。

4.3 分阶段限制排污总量控制方案

不同水平年下上海市水功能区 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 入河污染物总量、纳污能力和限制排污总量见表 2。

分析计算结果可知,在各规划水平年下全市水功能区限制排污总量呈逐步下降趋势,且前期削减率大于后期, $\text{NH}_3\text{-N}$ 削减率大于 COD。根据上海市

表 2 上海市水功能区限制排污总量统计结果

万 t/a

区域	纳污能力		入河污染物总量		限制排污总量					
					2015 年		2020 年		2030 年	
	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$
太湖流域	17.91	1.10	22.12	1.94	19.2	1.48	17.53	1.22	16.72	1.10
长江流域	62.05	6.46	10.91	2.30	13.0	2.63	14.40	2.65	14.69	2.66
全市	79.96	7.56	33.03	4.24	32.13	4.12	31.93	3.87	31.41	3.76

污水治理总体格局,除西部地区污水处理厂采用就地处理污水处理厂尾水排放内河外,大部分污水通过管网收集后集中处理,尾水主要排江、排海。因此,在各规划水平年下,太湖流域污水限排总量呈逐步下降趋势,而长江流域限制排污总量呈逐步增加趋势,但增加幅度不大。

5 措施与建议

5.1 措施

a. 工程措施。水污染治理包括点源治理和面源治理。太湖流域部分以面源治理为重点,包括:初期雨水治理,农村生活污水、散养畜禽、农业面源和水产养殖等污染源的综合治理;长江流域部分以点源治理为重点,主要是对排江污水处理厂进行升级改造,降低尾水排放浓度。

b. 管理措施。落实组织保障措施,强化地方行政首长负责制,将纳污红线管理主要指标纳入地方经济社会发展综合评价体系;落实能力保障措施,突出监控与管理能力建设,依靠科技进步,促进水资源保护和管理现代化;落实政策保障措施,健全政策法规和社会监督机制,加强宣传教育,强化社会监督,鼓励公众参与;落实资金保障措施,完善水资源管理投入机制。

5.2 建议

a. 上海市地处长江、太湖两个流域最下游,水功能区的水质受上游来水影响大,建议进一步加强流域中上游地区的水污染源综合治理和流域的综合管理,进一步加强省际边界地区的水质在线监测,以促进和保障边界来水水质达到水功能区划的水质标准。

b. 在污染源治理过程中,既要加强点源治理,也要加强面源治理;既要注重城市面源治理,也要加强农村面源治理。

c. 在继续加强截污治污的同时,建议加大污水处理厂升级改造力度,增强其脱氮除磷能力,进一步削减入河污染物。

d. 在科学规划入河排污口布局与整治的基础上,关注湿地建设与保护,突出饮用水水源地保护,高度重视江河湖库水系连通,增强河流自然净化能力,加强水资源合理调度,改善水环境,修复水生态。

参考文献:

[1] 陈雷. 全面落实最严格水资源管理制度 保障经济社会平稳较快发展[J]. 中国水利, 2012(10): 1-6. (CHEN Lei. To implement the most stringent water resources management system, ensuring the stable and fast

development of economy and society [J]. China Water Resources, 2012(10): 1-6. (in Chinese))

[2] SL348—2006 水域纳污能力计算规程[S].

[3] 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. Study on water pollutant capacity and limit of total pollution of the Yangtze River [J]. Yangtze River, 2008, 39(23): 40-42. (in Chinese))

[4] 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))

[5] 张红举, 章杭惠, 汪传刚. 太湖流域省际边界地区入河污染物总量控制[J]. 水资源保护, 2010, 26(5): 42-49. (ZHANG Hongju, ZHANG Hanghui, WANG Chuangang. Total pollutant amount control in inter-provincial border area of Taihu Basin [J]. Water Resources Protection, 2010, 26(5): 42-49. (in Chinese))

[6] 徐贵泉. 感潮河网水功能过渡区及水环境承载能力研究[D]. 南京: 河海大学, 2005.

[7] 徐贵泉, 陈长太, 唐迎洲. 上海市分片水资源调度方案优化[J]. 水资源保护, 2013, 29(6): 80-84. (XU Guiquan, CHEN Changtai, TANG Yingzhou. Scheme optimization of water resources regionalization scheduling in Shanghai City [J]. Water Resources Protection, 2013, 29(6): 80-84. (in Chinese))

[8] 黄琳煜, 聂秋月, 周全, 等. 基于 MIKE11 的白莲泾区域水量水质模型研究[J]. 水电能源科学, 2011, 29(8): 21-24. (HUANG Linyu, NIE Qiuyue, ZHOU Quan, et al. Study on water quantity and water quality model of Bailianjing Region based on MIKE11 [J]. Water Resources and Power, 2011, 29(8): 21-24. (in Chinese))

[9] 刘水芹, 田华, 易文林. 太浦闸调度对黄浦江水源地水质影响数值模拟[J]. 人民长江, 2012, 43(12): 33-36. (LIU Shuiqin, TIAN Hua, YI Wenlin. Digital simulation for influence of Taipu Sluice operation on water quality of water source of Huangpu River [J]. Yangtze River, 2012, 43(12): 33-36. (in Chinese))

(收稿日期: 2014-11-27 编辑: 彭桃英)

