

· 解析评价 ·

doi: 10.3969/j.issn.1674-6732.2012.02.009

江苏省太湖流域国家考核断面污染源调查与评价

黄卫¹, 张璘², 金浩波²

(1. 江苏省环境保护厅, 江苏 南京 210036; 2. 江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

摘要: 从水系关联和地域分布特征出发, 将江苏省太湖流域 53 个国控考核断面归类划分为京杭大运河片区、入湖河流片区等 6 大片区, 全面调查和系统分析水质状况和断面的污染源, 并提出对策建议, 为环境管理提供决策支持。

关键词: 太湖流域; 国控考核断面; 污染源; 调查评价

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2012)-02-0034-06

Pollution Source Inquisition and Estimation of National Check Fracture of Taihu Lake Valley in Jiangsu Province

HUANG Wei¹, ZHANG Lin², JIN Hao-bo²

(1. Environmental Protection Department of Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu 210036, China; 2. Jiangsu Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

ABSTRACT: Proceeding from water systems and region features, the 53 national check fractures were divided into 6 districts including the Grand Canal district and lake inlet district. The water quality and pollution sources of the districts and fractures were roundly inquisited and systematically analyzed. The countermeasures and proposals would provide support for environmental management.

KEY WORDS: Taihu Lake valley; national check fracture; pollution source; inquisition and estimation

太湖流域是全国水污染防治的重点地区, 更是江苏省水环境治理的重中之重。“十五”以来, 江苏省按照国家太湖流域水环境综合治理总体方案和江苏省实施方案, 不断加大水污染防治力度, 增加投入, 大力推进污染减排和产业结构调整, 流域水污染防治工作取得了一定成效, 水环境质量逐步改善。但总体上看, 太湖流域污染物排放总量超过环境容量, 部分断面水质仍然未达到目标考核要求, 少数已经达标断面水质仍难以保持稳定, 环境保护的形势依然严峻, 距离国家考核目标仍存在一定的差距。

为贯彻落实省政府 2010 年太湖水污染治理目标责任, 江苏省环境监测中心组织苏州、无锡、常州和镇江四市开展了太湖流域 53 个国控考核断面污染源调查工作。针对辖区内每个断面划定一定的调查范围, 逐一排查污染源, 并在此基础上从水系关联和地域分布特征出发, 将 53 个断面归类划分为 6 大片区, 系统分析水质状况和污染源构成, 并提出切实可行的对策建议, 为环境保护主管部门和地方政府提供科学依据和决策支持。

1 区域概况

太湖流域地处长江三角洲, 位于长江下游河口的南侧, 北濒长江, 东部及南部邻海, 西部与西南部以茅山山脉为界, 地跨江、浙、沪、皖三省一市, 流域总面积 3.69 万 km², 其中, 属江苏省的面积为 1.94 万 km², 占全流域的 53%。江苏省太湖流域包括太湖湖体, 苏州、无锡、常州和丹阳的全部行政区域, 以及句容、高淳、溧水的部分区域。

太湖流域是城镇密集、区域城市化水平较高的地区, 也是经济最发达且发展最快的地区之一。2009 年, 江苏省太湖流域以占全国 0.2% 的土地、1.6% 的人口, 创造了全国 5% 的 GDP、5.5% 的财政收入、12% 的进出口总额和 15% 的实际利用外资额, 人均 GDP 9 513 美元, 是全国平均水平的 3 倍。

太湖流域水资源总量有限。根据“十一五”期间水资源公报, 江苏省太湖流域水循环总量约在

收稿日期: 2011-10-21; 修订日期: 2012-03-12

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项项目(2009ZX07527-008); 江苏省环境保护厅科技项目(2009023); 江苏省太湖水环境治理第四期省级专项资金。

作者简介: 黄卫(1967—), 女, 研究员级高级工程师, 本科, 从事环境管理及环境质量综合分析工作。

140 亿 t 至 170 亿 t。本次调查以 2009 年为基准年,2009 年度为正常水期年,无干旱和洪涝现象,江苏省太湖流域地表水循环总量约为 164.5 亿 t,地表水水资源静态贮量为 103.9 亿 t。

2 水质状况

2.1 水质现状

根据《江苏省“十一五”水污染物总量削减目标责任书》,国家考核江苏省太湖流域 53 个断面,考核指标为高锰酸盐指数、氨氮和总磷。从水系关联和地域分布特征出发,将 53 个断面归类划分为京杭大运河片区、丹金溧漕河片区、入湖河流片区、望虞河沿岸片区、太湖东岸片区、苏州出省断面片区等 6 大片区,水质现状监测统计结果与评价详见表 1,国控考核断面片区分布见图 1。

监测结果显示,江苏省太湖流域中上游区域(京杭运河片区、丹金溧漕河片区、入湖河流片区)水质污染较重,经太湖湖体自净作用后水质有所改善(太湖东岸片区),出省断面片区处于江苏省太湖流域的下游,水质污染负荷较重。

国控考核断面中,水质优于Ⅲ类的断面占 42.3%,Ⅳ类断面占 32.7%,Ⅴ类和劣Ⅴ类断面分别占 13.5% 和 11.5%。

对照各断面的水质目标,江苏省太湖流域国家考核断面总体达标率为 79.2%。超标断面共有 11 个,主要集中分布在京杭运河无锡-苏州交界、吴江-浙江交界、镇江-常州交界、江阴-张家港交界等区域。

表 1 2009 年江苏省辖太湖流域各片区国控考核断面平均水质评价

片区(断面数)	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NH}_3 - \text{N})$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	达标率/%
京杭运河片区 (10 个)	5.4	1.64	0.214	60
丹金溧漕河片区 (8 个)	5.5	1.51	0.206	57.1
入湖河流片区 (12 个)	5.3	1.3	0.184	100
望虞河沿岸片区 (6 个)	5.1	1.01	0.144	83.3
太湖东岸片区 (6 个)	4.3	0.44	0.093	100
出省断面片区 (11 个)	5.2	1.42	0.178	72.7

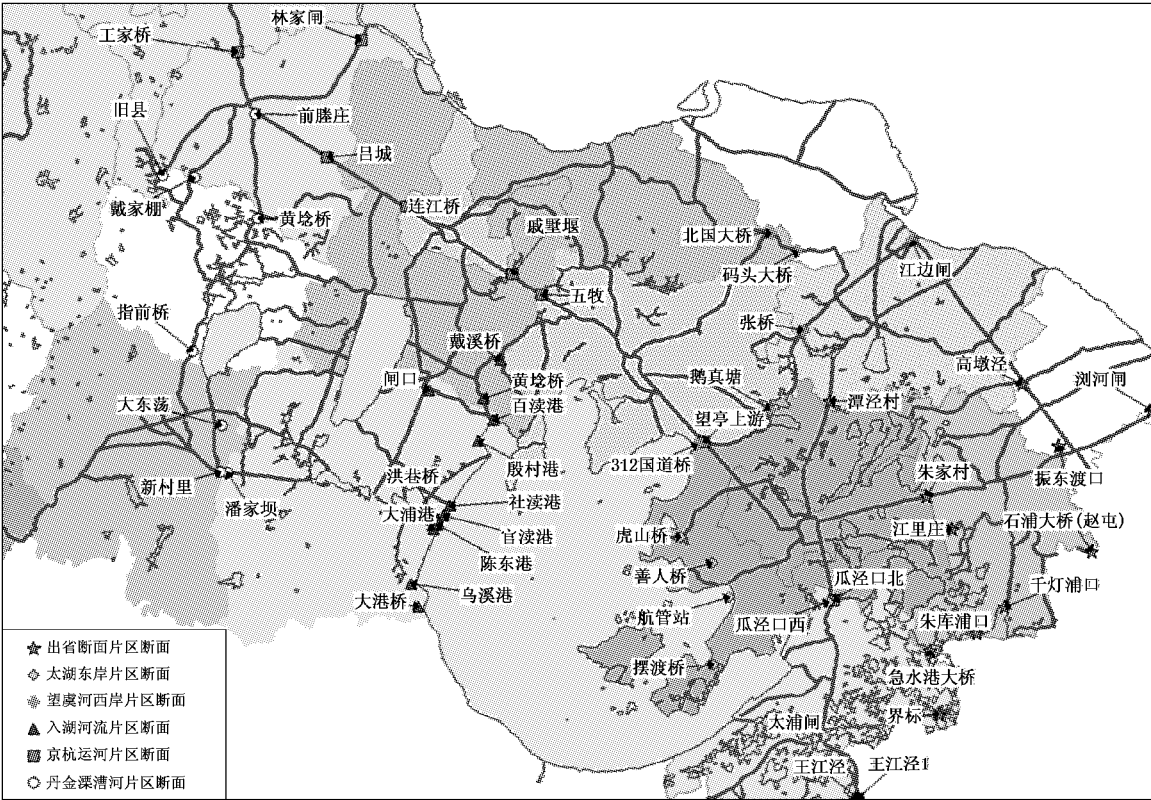


图 1 太湖流域 53 个考核断面分布示意

2.2 综合污染负荷

为了研究断面水质达标与水量的关系,采取流

量加权污染指数用以表征单位流量的污染负荷,比值越大表明单位流量承载的污染负荷越强,断面超

标风险也越大。统计结果显示,丹金溧漕河、入湖河流片区断面平均流量为全太湖流域最低区域,片区各断面总体平均流量小,污染负荷较重,在枯水期尤其是缺少天然降水的年份,断面达标压力将被进一步放大,需引起关注,参见图 2。

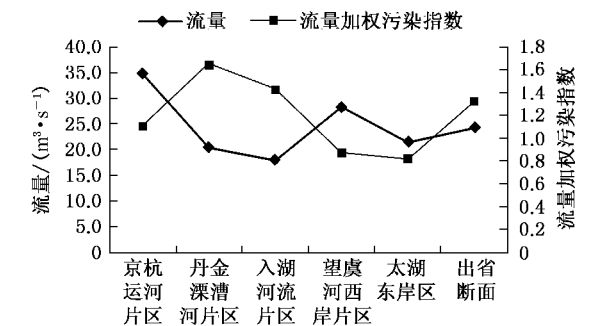


图 2 各片区考核断面流量与流量加权污染指数比较

3 污染源分析

调查发现,影响考核断面水质的污染形式主要有 4 种类型:一是处理程度较低的工业直排源的排污,二是各市(县、区)辖区内的污水处理厂排污以及处理后的尾水排放,三是上游来水污染,四是支流汇入污染,包括汇水区域内的农业面源污染。

3.1 污染源构成

各个片区所有断面合计的污染物通量、上游来水汇入量、污水处理厂排放量、工业点源汇入量,以及通过支流汇入、流出的污染物总量参见表 2。

表 2 各片区污染源汇总 t/a

片区名称	污染物	断面通量	上游来水	污水处理厂	工业点源直排	支流汇入(+)	农业面源
京杭运河片区	COD	192 458.8	207 444	5 592.2	333.09	44 976	3 298.4
	氨氮	17 577	16 840	283.9	37.26	5 638.6	301.85
	总磷	2 095.8	2 331.3	47.34	1.72	558.05	116.95
丹金溧漕河片区	COD	90 780	66 308	164.3	741.6	8 402	5 811
	氨氮	5 894	3 869	54.68	32.43	1147	473.5
	总磷	925.3	676	3.91	4.161	125.5	58.97
入湖河流片区	COD	15 2438.2	69 896.2	3 640.1	2 464.2	4 645.8	3 820.4
	氨氮	6 351.2	7 343.6	530.0	184.5	1 012.2	409.7
	总磷	653.0	668.6	35.1	21.6	78.1	51.7
望虞河沿岸片区	COD	75 544.1	31 907.2	4 794.9	382.7	64 397.2	2 552.8
	氨氮	5 758.0	1 545.0	127.1	5.8	4 393.5	363.0
	总磷	723.8	283.8	10.7	0.7	444.0	100.6
太湖东岸片区	COD	64 493.0	56 882.9	100.2	0	0	0
	氨氮	1 203.6	671.5	1.8	0	0	0
	总磷	301.9	209.4	0.8	0	0	0
出省断面片区	COD	180 267.7	204 416.7	7 972.3	777.5	36 644.4	380.1
	氨氮	12 194.8	14 172.9	660	63.8	3 842.3	74.2
	总磷	1 565.6	1 755.1	56.4	14.3	533.6	73.9
合计	COD	755 981.8	636 855	22 264	4 699.09	159 065.4	15 862.7
	占比		77.4%	2.7%	0.6%	19.3%	10.0%
	氨氮	48 978.6	44 442	1 657.48	323.79	16 033.6	1 622.25
	占比		71.2%	2.7%	0.5%	25.7%	10.1%
	总磷	6 265.4	5 924.2	154.25	42.481	1 739.25	402.12
	占比		75.4%	2.0%	0.5%	22.1%	23.1%

影响考核断面水质的 COD、氨氮和总磷 3 项污染物主要来源于上游来水的污染汇入, 占 71.2% ~ 77.4%; 其次为支流汇入, 占 19.3% ~ 25.7%; 污水处理厂尾水排放带来的污染物占 2.0% ~ 2.7%; 工业污染源排污占 0.5% ~ 0.6%。大量农业面源污染通过支流汇入, 其中 COD 和氨氮约占支流汇入总量的 10%, 总磷占比达到 23.1%。上游来水和支流汇入的污染物虽然总量较大, 但通过水体自净对断面水质的直接影响会有所减少, 且污染来源范围较广, 涉及区域性整体污染问题, 而污水处理厂尾水和工业点源排放由于距离考核断面较近, 在一定程度上对断面水质的直接影响较大。

3.2 各片区污染源分析

3.2.1 京杭运河片区

京杭运河是沿西北至东南方向贯穿江苏省太湖流域的最长的一条河流。对京杭运河沿程高锰酸盐指数、氨氮、总磷进行加密监测, 调查水质变化情况, 结果表明京杭运河沿程有 4 段区域污染物浓度呈上升突变状态: 一是京杭运河常州段河水厂至西仓桥, 污染增量的 13%, 32% 和 81.9% 主要来源于关河西段; 二是戚墅堰至五牧, 污染主要来源于新、老京杭运河段的上游输送; 三是苏州黄花泾至瓜泾口北, 污染主要来源于吴中区城区污水处理厂、城南污水处理厂和河东污水处理厂; 四是苏州吴江莺湖桥至王江泾, 污染主要来自盛泽镇污水处理厂。

有 2 段区域则呈现水质改善状态: 一是无锡市梁溪河“引太入河”断面吴桥下游, 二是瓜泾口下游至崑塘。京杭运河无锡段通过梁溪河“引太入河”河段后, 水质明显改善, 补给流量与运河上游来水的流量比例约为 1:2。在瓜泾口下游流经瓜泾港(急水港)、太浦河等太湖出湖河流后, 水质得到第二次明显改善, 其中瓜泾港(急水港)与京杭运河干流汇水比例约为 1:1; 在太浦河与京杭运河汇流后, 京杭运河水质得到第三次改善, 其中太浦河干流与京杭运河干流的流量比例约为 2:1。

京杭运河片区 10 个国控考核断面中, 有 4 个断面超标。其中, 五牧断面高锰酸盐指数、氨氮和总磷超标, 污染主要源于戚墅堰污水处理厂和横林污水处理厂。望亭上游断面总磷超标, 主要影响因素为芦村污水处理厂、无锡市高新水务有限公司新城污水处理厂、无锡市排水公司太湖新城污水处理

厂、硕放污水处理厂等 4 家大型污水处理厂。其次为上游希门凯电子(无锡)有限公司等部分电子企业排污影响。瓜泾口北断面高锰酸盐指数和总磷超标, 主要污染来源于附近苏州市吴中区城区污水处理厂、城南污水处理厂和河东污水处理厂等 3 座较大规模的污水处理厂。京杭运河王江泾断面超标因子为高锰酸盐指数, 主要污染因素是吴江市盛泽镇境内的 7 座污水处理厂, 每年共排入京杭运河的 COD 量高达 2 498.3 t、氨氮 81.3 t。

3.2.2 丹金溧漕河片区

对丹金溧漕河沿程高锰酸盐指数、氨氮、总磷进行加密监测, 调查水质沿程变化情况, 结果表明丹金溧漕河沿程有 4 段区域污染物浓度呈上升突变状态: 一是丹阳市晨旭物资排口附近; 二是金坛丹金闸下至南州里断面, 这 2 段区域中有 3 项污染物浓度均有突增; 三是溧阳的北河口下至古渎桥段, 氨氮浓度有所增加; 四是溧阳的夏桥东至潘家坝, 高锰酸盐指数和氨氮浓度增幅较大。

污染上升突变段原因分析: 丹阳市晨旭物资排口本身是一个污染源, 对丹金溧漕河沿线水质影响较大。丹金闸下丹金溧漕河受到来自紫阳桥(通济河)汇水的影响, 水质明显下降。金坛市指前桥至溧阳市古渎桥区域氨氮浓度升高主要是受古渎附近农村生活源和沿河养殖业翻水等因素影响。溧阳的夏桥东至潘家坝区域高锰酸盐指数和氨氮污染增加主要是受周边中鹏印染、龙沙化工、天容集团、罗地亚稀土等直排污染源废水排放的影响。

8 个国控考核断面中有 3 个断面超标, 污染源如下: 黄埭桥(白塔)断面超标因子为总磷, 丹金溧漕河主要支流红塘河对该断面的污染贡献较大。旧县(紫阳桥)断面超标因子为氨氮, 断面上接延陵、宝堰、荣炳、白兔、边城和茅山等 6 个乡镇的生活源、农业面源污染较重, 断面河道较窄, 流速较缓慢, 自净能力差, 且通济河及支流流域内存在大量的畜禽养殖、水产养殖、码头、船舶航运等。大东荡断面超标项目为氨氮, 污染物主要来源为丹金溧漕河的输入、支流赵村河的汇入以及沿途村镇特别是埭头镇生活污水的排放。

3.2.3 入湖河流片区

入湖河流污染物的大量汇入是导致太湖湖体水质下降的主要因素。12 个国控考核的入湖断面中, 陈东桥、百渎港、殷村港和闸口 4 个断面 COD 通量合计占总通量的 81.4%; 殷村港、百渎港和陈

东港 3 个断面氨氮通量合计占总通量的 51.8% ; 殷村港、闸口、陈东桥和百渎港 4 个断面总磷通量合计占总通量的 65.9% ,见表 3。

表 3 入湖河流片区断面污染通量占比统计

断面 名称	断面通量/(t·a ⁻¹)			占比/%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
百渎港	32 266.4	1 203.4	69.5	21.2	18.9	10.6
殷村港	23 830.7	1 299.9	173.3	15.6	20.5	26.5
社渎港	3 896.2	293.7	24.7	2.6	4.6	3.8
官渎桥	4 307.7	186.2	20.1	2.8	2.9	3.1
大浦港	5 596.3	316.6	42.4	3.7	5.0	6.5
乌溪 港桥	2 055.6	125.7	15.6	1.3	2.0	2.4
大港桥	181.1	3.5	0.8	0.1	0.1	0.1
洪巷桥	2 212	130.6	16.6	1.5	2.1	2.5
陈东桥	47 380.6	785.6	92.7	31.1	12.4	14.2
闸口	20 636	576.7	95.2	13.5	9.1	14.6
戴溪桥	4 610	722.4	50.2	3.0	11.4	7.7
黄埭桥	5 465.6	706.8	51.8	3.6	11.1	7.9
合计	152 438.2	6 351.1	652.9			

入湖河流片区断面污染来源可以分为受客水污染影响的断面以及受本地污染影响的断面 2 种类型。受客水污染影响的断面主要有百渎港(太溇运河和武宜运河污染汇入)、殷村港(武宜运河汇入)、社渎港(武宜运河圻亭段汇入)、官渎港(横塘河汇入)、大浦港(东洫汇入)、陈东港(东洫汇入)、闸口(武宜运河、太溇南运河、锡溧漕河、槽桥河四条河流的汇水区域)、戴溪桥(梅港河、采菱港、锡溧漕河汇入),戴溪桥还受到本地区的主要污染源影响(洛阳镇污水处理厂、常州永和精细化学有限公司、洛阳镇生活污水等)。受本地生活和农业面源污染影响的断面主要有乌溪港、大港桥、洪巷港,黄埭桥断面则主要受漕桥污水处理厂尾水影响。

3.2.4 望虞河沿岸片区

望虞河是江苏省“引江济太”的清水通道。望虞河沿岸片区中受污水处理厂和工业源污染影响较大的断面为张家港河上的北国大桥和码头大桥 2 个断面,污水处理厂的 COD 年汇入量合计为 4 794.9 t、氨氮 127.1 t、总磷 10.7 t,工业源的 COD

年汇入量合计为 382.7 t。其他断面基本不受污水处理厂和工业源污染影响。

本片区 6 个国控考核断面中超标断面仅有 1 个(鹅真塘断面),超标因子为总磷。望虞河西侧河流多为无锡城市污水水道,由于在“引江济太”调水期间,望虞河西侧闸门关闭,来自无锡方向的河水无法进入望虞河。调水结束闸门开启后,长时间滞留的河水排入望虞河,这直接影响了望虞河西侧的鹅真塘断面的水质。

3.2.5 太湖东岸片区

本片区 6 个国控考核断面中,太浦闸、摆渡桥、航管站、虎山桥、瓜泾口西 5 个断面均为太湖东部的出湖口门,水质不受其他支流影响,且调查范围内基本无工业污染源和污水处理厂。

善人桥断面位于木光运河流域,断面水质不受支流影响。在断面调查涉及范围内无工业污染源,仅有吴中区光福污水处理厂 1 座,该污水处理厂 COD 年排放量为 100.24 t、氨氮年排放量为 1.77 t、总磷年排放量为 0.83 t。

3.2.6 出省断面片区

出省断面片区位于苏州境内,共计 11 个断面,污染分为 3 种类型。一是太湖清水通道的下游出境断面,包括急水港、朱厓港、界标 3 个断面。影响因素主要是农业及周边生活污染源以及支流汇入。界标断面在太浦河上,太浦河是上海饮用水源,太浦河上无污染直排口。二是苏州市区内部的县(市、区)交界断面,包括潭泾村、朱家村、江里庄。影响因素主要是上游行政区域的污水处理厂尾水及周边支流污染。三是城市尾水通道的下游出境断面,包括千灯浦、振东渡口、石浦大桥、高墩泾、浏河闸 5 个断面,污染来源主要是沿途工业及污水处理厂的尾水污染。

11 个断面中有 3 个断面超标,其中,考核常熟来水对太仓影响的盐铁塘高墩泾断面高锰酸盐指数、氨氮和总磷超标,主要污染来源是大量的生活和农业面源通过支流汇入。考核昆山来水对太仓影响的娄江振东渡口断面高锰酸盐指数和总磷超标,主要污染来源是污水处理厂,其次是支流汇入的生活面源。考核昆山出水对上海影响的吴淞江石浦大桥断面氨氮和总磷超标,主要污染来源是污水处理厂、工业点源排污以及大量的生活和农业面源,尤其是水产养殖业。

(下转第 44 页)

型评价结果。

4 结论

采用指数隶属度函数以及加权平均原则对原始模糊数学法进行改进,建立一种改进的模糊综合评价方法。在这种新的水质判别方法中,采用指数隶属度函数,解决零权重的问题。加权平均原则用于替代常用的最大隶属度原则,可以尽可能多地保留地评估系数集信息,信息丢失的现象可以得到很大改善。通过对太湖地区实测数据所得结果进行论证对比,改进的模糊数学模型无论是从微观上的水质判别结果精确性和实用性方面还是宏观上的水质趋势的预测能力都远比单因子法、BP神经网络法、原始模糊数学模型更适用于太湖地区水质判别。

【参考文献】

[1] GULEDA O E, IBRAHIM D, HALIL H. Assessment of urban air quality in Istanbul using fuzzy synthetic evaluation[J]. At-

mospheric Environment, 2004, 38(23): 3809-3815.

[2] WANG H Y. Assessment and prediction of overall environmental quality of Zhuzhou City, Hunan Province, China[J]. Journal of Environmental Management, 2002, 66(3): 329-340.

[3] ICAGA Y. Fuzzy evaluation of water quality classification[J]. Ecological Indicators, 2007(7): 710-718.

[4] KUNG H, YING L, LIU Y C. A complementary tool to water quality index: Fuzzy clustering analysis[J]. Water Resources Bull, 1992, 28(3): 525-533.

[5] 王同生. 太湖流域防洪与水资源管理[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006: 10-11.

[6] 徐恒省, 翁建中, 李继影, 等. 太湖蓝藻水华预警监测与风速风向的关系研究[J]. 环境监控与预警, 2009, 1(2): 5-7.

[7] 吴浩云. 太湖流域“引江济太”水资源调度配置对维护流域河湖健康的思考[C]//房玲娣. 水资源管理创新理论与实践. 北京: 中国水利水电出版社, 2006: 341-342.

[8] 黄漪平. 太湖水环境及其污染控制[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 71.

[9] LU R S, LO S L. Diagnosing reservoir water quality using self-organizing maps and fuzzy theory[J]. Water Research, 2002, 36(9): 2265-2274.

(上接第38页)

4 对策建议

(1) 加强辖区内污水集中处理厂及工业企业的排污监管,确保达标排放。随着企业入园进区和污染集中处理力度的加大,尤其要防范和杜绝集中式污水处理厂的违法偷排和超标排放;不断调整和优化产业结构,采取多种手段促进污染减排,有效控制污染物排放总量。

(2) 加快污水处理厂除磷、脱氮技术的改造升级,提高污水处理厂出水水质,确保氮、磷污染物排放总量有较大幅度的削减,同时要加快乡镇、村污水截留工程建设和污水管网建设,切实提高生活污水的收集和集中处理率。对于暂时还没有条件建设污水处理厂的广大农村地区,推广建设农村分散式小型生活污水处理设施,减少氮、磷及其他有机污染物的排放。

(3) 加大农业、农村污染整治力度,严格控制农业面源污染和农村生活污染。引导农民科学使用化肥和农药。大幅度压缩水产养殖面积,有效削减水产养殖污染物的排放。对广大农村河道采取清淤,清理河岸堆积垃圾、两岸河坡禁止种植农作物、建立生态岸坡等综合整治措施,改善农村河道

水质。

(4) 在此次调查的基础上,组织专门力量对部分河流的支流污染来源开展进一步调查,提出更有针对性的污染防治措施。增强流域调水引流能力,加强入江支流与长江干流的水力交换,提高河流的净化能力,减少支流对考核断面水质的影响。

(5) 对一些受上游客水水质影响较大的地区,如苏州与无锡接壤地区,要加强对上游来水水质监控力度,及时发现问题,协调解决。上下游建立联合协调机制,着力解决京杭大运河、望虞河、张家港河等跨界河流的污染问题。

(6) 充分发挥交界断面已建水质自动监控装置的作用,实时监控水质异常变化。环境监测与环境监察部门建立联动机制,及时对考核断面上游排污企业和污水处理厂进行污染跟踪溯源检查,采取有效措施切实落实各地水环境保护的目标责任制。

(7) 加强航运船舶污染物的处置和监管,座舱机船必须全部安装油水分离装置,挂浆机船加装借油盘等防污设施,所有船舶必须配备生活污水和生活垃圾的收集和贮存装置,杜绝船舶污染物直接入河。完善船舶污染物岸上接收和处理处置设施的建设。