

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2017.05.021

太湖流域跨界水环境动态监测点位优化布局

王 晓¹, 逢 勇^{1,2}, 沈春其³, 庄 巍⁴, 刘卫国⁵

(1. 河海大学环境学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学浅水湖泊综合治理与资源资源开发重点实验室, 江苏 南京 210098; 3. 威斯康辛大学密尔沃基分校城市环境学院, 威斯康星 密尔沃基 53211; 4. 环境保护部南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042; 5. 南京审计大学工商管理学院, 江苏 南京 210086)

摘要:基于苏浙沪77个跨界动态监测站点布局信息及监测数据,分析了当前多机构、多监测形式复杂的苏浙沪跨界监控体系及其存在的主要问题,针对监测点位重复设置、重要跨界断面监测频次不足等缺点,综合考虑苏浙沪跨界处水文特征、污染物迁移规律,以及上下游水环境敏感区分布等诸多因素,进行跨界区域水环境监控点位布局优化;形成了包括自动站在线监测、手动监测等多种监测手段相结合的跨界水环境动态监控点位布局体系,在满足监测点位代表性、监控全面性、经济合理性的优化原则下,更好地为太湖流域跨界污染事故处理及跨界行政区水环境管理提供数据支持和决策依据。

关键词:跨界断面;水环境监测;监控体系;优化布局;太湖流域

中图分类号:X522 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-6933(2017)05-0130-08

Layout optimization of water environmental monitoring site of trans-boundary of Taihu Basin

WANG Xiao¹, PANG Yong^{1,2}, SHEN Chunqi³, ZHUANG Wei⁴, LIU Weiguo⁵

(1. College of Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Key Lab of Integrated Regulation and Resources Development on Shallow Lakes, Hohai University, Nanjing 210098, China; 3. Department of Civil and Environmental Engineering, Wisconsin University-Milwaukee, Milwaukee 53211, US; 4. Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042, China; 5. School of Business Administration, Nanjing Audit University, Nanjing 210086, China)

Abstract: Based on the layout information and monitoring data of 77 cross-border dynamic monitoring sites in Jiangsu, Zhejiang provinces and Shanghai city, this paper analyzed the current complex multi-agency composited monitoring system and its problems, including the unnecessarily repeated setting of the monitoring sites on provincial boundary and inadequate monitoring frequency of important trans-boundary sections. Considering the water environmental effect factors such as the hydrological features of the trans-boundary area, migration situation of cross-border contaminants, as well as distribution of environmentally sensitive areas in upstream and downstream area, the layout of water environment monitoring sites has been optimized, which means that a new layout of the monitoring sites has been formed by combining multiple monitoring means such as automatic online monitoring and

基金项目:水体污染与治理科技重大专项(2012ZX07506-007-01);江苏省自然科学基金(BK 2012864)

作者简介:王晓(1990—),女,博士研究生,主要从事水环境管理、水资源规划方面研究。E-mail:wangxiaohesai@163.com

通信作者:逢勇,教授。E-mail:pangyonghhu@163.com

manual monitoring and etc, making up a system consisting of transboundary water environment dynamic monitoring sites. Under the optimization principle of representative monitoring sites, comprehensive monitoring and economic rationality, the new layout of monitoring sites will provide supporting data and decision basis for handling transboundary pollution accidents and transboundary water environment management in Taihu Lake Basin.

Key words: trans-boundary cross sections; water environmental monitoring; monitoring system; layout optimization; Taihu Basin

太湖流域涉及苏浙沪皖三省一市,流域面积为37 000 km²,约占全国总土地面积的3%,而其人口比例则占据了全国人口的4.5%,全国GDP贡献率更是达到了11.6%,是中国东部重要的经济核心区和人口密集区^[1-3]。随着近年来太湖流域城市化及工业化进程的加速,流域水环境质量急剧下降,污染事故特别是跨界污染事故频发,苏浙沪三地跨界水环境污染纠纷与矛盾日益加剧^[4-6]。而太湖流域跨界区域作为典型平原河网区,其水系及水文水质状况复杂;加之其受感潮状况影响,跨界河流流向往复不定,导致跨界区域上下游污染责任界定不清,跨界水环境管理困难显著突出^[7-8]。在此背景之下,准确而及时地掌握苏浙沪跨界水环境状况,对上下游跨界行政区水环境管理及跨界污染事故决策处理具有十分重要的指导意义。

近年来,水环境管理部门主要通过跨界监控体系进行跨界断面的水文水质监测,掌握并评价跨界水环境质量状况,因此良好的跨界水环境监测体系是保证监测结果准确的前提,是减少跨界环境污染纠纷的重要依据,也是跨界行政区环境管理决策的主要支撑^[9-10]。而目前在苏浙沪两省一市各自行政、条块分割的环境监测管理背景下^[11],太湖流域跨界监测体系存在诸如由水环境分块管理带来的监测问题,如苏浙沪部分跨界监测点位布设重复,且监测站点管理权限分属不同监测部分,存在重复监测、数据不一致、说服力差等问题,使其在跨界动态监测合理性及有效性上具有一定问题。因此,对现有跨界地表水环境监测体系进行优化研究,力求达到监测点位体系具有代表性,合理性,准确性及完整性等最优化目标^[12],已成为跨界环境监测与环境管理的必要要求。

1 研究区概况及跨界断面水质监测现状

1.1 研究区概况

太湖流域地处长江三角洲,位于长江下游河口段的南侧,地跨苏浙沪皖三省一市。太湖流域跨

界区域主要是指苏浙、苏沪、浙沪及浙皖交界地区,其中浙皖交界因其位置独立,且交界区水文情势简单,水质较好,无较严重水环境问题,故不在本研究范围内。根据太湖流域行政区划,苏浙沪交界行政区主要包括苏州市(江苏)、湖州市(浙江)、嘉兴市(浙江)及上海市(部分)。该区域地形以平原为主,流域内自然条件优越,平原气候温和湿润。

太湖跨界区域作为典型平原河网区,是全国河道密度最大的地区,河网密度高达3.2 km/km²^[13]其境内河道水系众多,主要有黄浦江水系、运河水系和南排水系等,包含了京杭运河、吴淞江、太浦河诸多重要跨界河流。跨界区域河网分布密集,水体交换频繁,且具有感潮河网往复流的特性,水环境状况复杂多变^[14]。

1.2 跨界断面监测现状

跨界断面作为重要控制断面,其水环境状况是苏浙沪跨界区域评价的重要指标,也是跨界污染纠纷的决策依据、跨界行政区环境管理的基础。根据国务院发布的《太湖流域地表水功能区划》及环保部发布的《地表水和污水监测技术规范》,太湖流域跨界区域共有31个跨界功能区,且每个功能区需要布设监测断面。为全面掌握苏浙沪跨界水环境情况,水利部太湖流域管理局于2012年在《太湖流域跨界公报》中公布了金浦、石浦大桥、北虹大桥等31个重要跨界断面,作为苏浙沪跨界断面进行监测管理;江苏省环境监测中心、浙江省环境监测中心、上海市环境监测中心及水利部太湖管理局4个部门在31个重要跨界断面设置了77个自动监测站及手动监测点位置,进行跨界水环境监测。自动监测通过环境监测部门建立的自动监测站点并按照国家环保部批准的自动监测技术规范进行高频次的监控;手动监测则为监测部门月行或半月行的较低频次的常规人工监测。31个重要跨界断面信息详情见表1,监控状态见图1。

表 1 31 个重要跨界断面监控状态信息详情

省界	编号	跨界断面名称	跨界河流	监控类型	监测站点名称	监测因子	
						水质	水文
苏沪交界	1	太和大桥	浏河	自动	浏河闸	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	浏河闸, 太和大桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	2	石浦大桥	吴淞江	自动	石浦大桥(浙)	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	石浦大桥(苏), 石浦大桥(太)	流量, 流向, 水位	流量, 流向, 水位
	3	千灯浦闸	千灯浦	自动	千灯浦口	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	千灯浦闸, 千灯浦口	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	4	珠砂港大桥	大、小朱库港	自动	朱库港口	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	珠砂港大桥、朱库港口	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	5	周庄大桥	急水港	自动	急水港大桥、急水港	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	周庄大桥、急水港大桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
苏浙沪交界	6	金泽	太浦河	自动	界标、金泽	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	界标、金泽	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
苏浙交界	7	陶庄枢纽	芦墟塘	自动	民主水文站	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	陶庄枢纽、民主水文站	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	8	章湾圩公路桥	斜路港	自动	斜路港	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	章湾圩公路桥、斜路港	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	9	北虹大桥	江南运河	自动	太平桥、王江泾	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	太平桥、王江泾、北虹大桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	10	太平桥	后市河	自动	新太平桥	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	太平桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	11	圣塘桥	新滕塘北支	自动	新滕塘	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	圣塘桥、新滕塘	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	12	洛东大桥	新滕塘西支	手动	洛东大桥、洛东大桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	13	思源大桥	大德塘	手动	思源大桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	14	乌桥	上塔庙港	手动	乌桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	15	太师桥	澜溪塘	自动	水泥厂、乌镇	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	太师桥、乌镇	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	16	双林桥	双林港	自动	双林桥	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	双林桥、乌镇北	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	17	升罗桥	长三港	手动	升罗桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	18	崧塘苏浙交界处	崧塘	自动	浔溪大桥、南浔	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	崧塘苏浙交界处、南浔	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
浙沪交界	19	长村桥	南横塘	手动	长村桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	20	大舜枢纽	坟头港	手动	大舜枢纽	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	21	丁栅枢纽	丁栅港	手动	丁栅枢纽	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	22	俞汇北大桥	俞汇塘	自动	池家浜水文站	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	池家浜水文站、俞汇北大桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	23	横港大桥	大蒸塘	自动	红旗塘大桥	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	红旗塘大桥、横港大桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	24	朱枫公路和尚泾桥	范塘和尚泾	手动	朱枫公路和尚泾桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	25	清凉大桥	清凉港	自动	清凉大桥	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	清凉大桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	26	枫南大桥	枫泾塘	自动	枫南大桥	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	枫南大桥、枫南大桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	27	东海桥	嘉善塘	手动	东海桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	28	青阳汇	上海塘	自动	青阳汇	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	青阳汇、青阳汇	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	29	六里塘桥	六里塘	自动	小新村	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位
				手动	六里塘桥、小新村	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	30	新风路桥	惠高泾	手动	新风路桥	COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 水位
	31	金丝娘桥	黄姑塘	手动	金丝娘桥、金桥	DO, pH, COD, NH ₃ -N, TP	流量, 流向, 流速, 水位

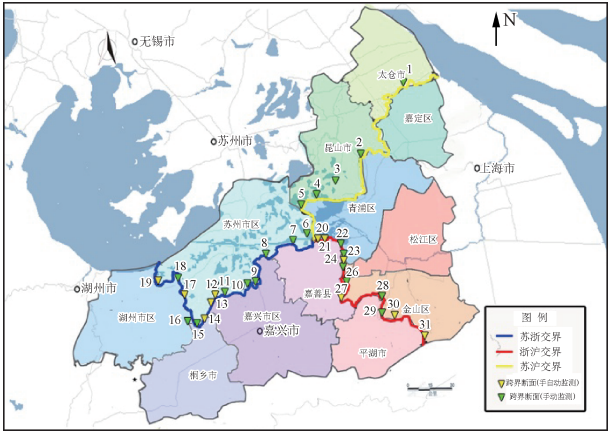


图 1 31 个重要跨界断面位置及监控状态示意图

根据现场调查及江苏省苏州市环境监测中心、浙江省环境监测中心及上海市青浦环境监测中心提供的信息,31 个重要跨界监测断面共涉及自动监测站 25 个,监测频次为 4~8 h 一次;手动监测点位 52 个,监测频次为 15~31 d 一次。

1.3 跨界研究区污染概况

基于江苏省、浙江省及上海市 2011 年统计数据,对跨界研究区域内的苏州市、湖州市、嘉兴市、上海市(交界部分)的污染源进行统计及计算分析。通过对跨界研究区域 2 051 家直排企业、193 座污水处理厂等点源污染统计及研究区域农村生活、畜禽养殖、农田等面源污染计算可知,研究区域 2011 年 COD、NH₃-N、TP、TN 排放量为 43.476 5 万 t、4.530 万 t、1.026 万 t 及 9.755 万 t 等。其中各地市的污染排放贡献比例见表 2。

表 2 各市污染物排放贡献比例 %

城市	污染排放贡献比例			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
苏州	42	52	42	39
嘉兴	25	20	26	25
湖州	21	14	19	17
上海	12	14	13	19

由表 2 可知,苏州市及嘉兴市对研究区域内污染排放量贡献比例较大,其中苏州市及嘉兴市 COD 贡献比例分别为 42%、25%,NH₃-N 的贡献比例分别为 52%、20%,TN 贡献比例分别为 42%、26%,TP 贡献比例分别为 39%、25%。

2 跨界断面水环境动态监控存在问题

太湖流域苏浙沪跨界水环境监测涉及三省一市多个行政区,根据对多机构、多监测形式组成的复杂监测站点分布现状调查及分析,跨界综合管理区动态监控点位分布主要存在如下问题。

2.1 监控站点重复设置

由图 1 及表 1 可知,31 个重要跨界断面中,千灯浦、金泽及太师桥等 22 个断面处存在多个自动监测站或手动监测点重复分布,且重复监测站点分属不同单位管理。根据各个断面重复监测站点数量、类型的不同,22 个重复监测断面可分为 3 类:①自动监测站重复设置:澜溪塘、京杭大运河、太浦河、頔塘及急水港等 5 条跨界河流跨界断面存在 2 个重复自动监测站分布,同时伴随 1~2 个重复手动监测站点分布的状况。②手动监测点、自动监测站点重复设置:浏河、吴淞江、千灯浦、大小朱库等 15 条跨界河流在跨界断面存在 1 个自动监测站联同 1~2 个手动监测站点重复分布的情况;③手动监测点重复设置:黄姑塘及新滕塘西支 2 条跨界河流在跨界断面存在 2 个手动监测站点重复分布的情况。

考虑到同一个跨界断面重复设置多个自动、手动监测站点,不但使得监测资源重复浪费,还增大了自动站建设及运行维护成本;同时重复的监测站点管理权限分属不同行政区的单位管理,而上下游各行政区因存在利益冲突,跨界断面对应的各个监测站点在无第三方协调监督的现状下,容易因各个监测站点得到的监测数据不一致而造成监测数据无准确性及说服力,从而产生上下游水质污染事件纠纷,不利于跨界区域的水环境管理及风险应急工作开展。

2.2 自动监测站点覆盖不全

由表 1 可知,31 个跨界断面中,大德塘、上塔庙港、惠高泾等 11 个断面无自动监测站分布。根据太湖流域管理局跨界手动监测站点 2009—2013 年水环境监测数据分析可知,该 11 个重要跨界断面处整体水质状况较差,水质监测指标尤其是 NH₃-N、TP 指标超标严重,综合评价结果显示平均水质达标率仅为 27.8%;同时其中部分跨界断面流量高达 33.4 m³/s,使得部分跨界河流污染过境通量较大,且部分跨界河流过境后还会汇入饮用水源地、生态保护水域等敏感水体,若监控不及时则容易对下游行政区水环境产生极为不利的影响。综合考虑以上因素,仅靠每月 1 次的手动监测无法满足部分重要跨界断面水环境监控需求,故需要对部分影响贡献大的跨界断面进行识别并增加自动监测站点,以期进行动态监控,保障跨界区域重要水体水质。

3 跨界断面水环境监控站点优化

3.1 优化原则

以监测点位代表性、监控全面性、经济合理性为优化原则,针对上述提出的太湖流域苏浙沪跨界动

态监测点位分布现状问题进行优化。

考虑到监测现状点位分布具有重复性高、资源浪费等问题,结合优化原则,优化过程主要对已有跨界监测断面站点合并调整;同时针对部分流量较大或污染程度较高断面存在无动态监测的问题,结合原则需要对该类跨界断面进行识别,并进行自动监测点位补充,有必要则需要考虑设置通量监测站(即同步水质水量监测站)。在满足监测点位代表性、监控全面性、经济合理性的最优化原则下,进行重要跨界断面的监测站点位调整优化。

3.2 跨界断面水环境监控点位合并优化

经过现状问题分析,31 个重要跨界断面上设置了 77 个手动监测点及自动监测站,虽然已达到了监控全面性和点位代表性,但不符合经济合理性的原则,故需要对多个重复监测点位进行合并优化。

由上节问题分析可知,31 个断面中共有 22 个断面监测站点布设重复,对于同类型监测点位设置重复的跨界断面,其水质监测因子均相同(自动水质监测项目为 5 项水质因子,手动监测项目为 3 项因子),则需经过对该类跨界断面上分布的监测站点情况联同断面水文情势及水质污染特点,进行合并优化。优化方法为根据跨界断面水文监测长序列流量、流向监测数据绘制得到断面流量过程曲线图,由过程曲线判断分析其在跨界断面处主要流向及往复流比例,建议撤除主要流向上游区域的监测站点,以下游监测数据为准。

以太师桥断面为例,澜溪塘跨界断面太师桥分布有水泥厂(江苏省监测中心管辖)、乌镇(浙江省监测中心管辖)2 个自动监测站及太师桥(太湖局)、乌镇(浙江省监测中心管辖)2 个手动监测点,故建议撤除重复监测站点;根据澜溪塘跨界断面太师桥 2009—2014 年水文监测数据绘制得到断面流量过程曲线(图 2)。由图 2 可知,其在跨界断面处存在极小部分逆流现象,逆流比例较低,为 6.25%。考虑到澜溪塘主要流向为自西向东,故建议撤除太师桥主要流向上游区域的乌镇自动及手动监测站,保留水泥厂自动监测站及太师桥手动站点作为太师桥跨界断面的动态监测点位。同理,20 个自动监测站重复设置的跨界断面监测站点优化信息详情见表 3。

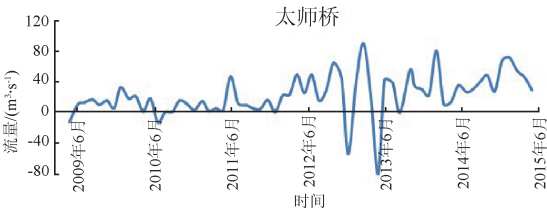


图 2 太师桥跨界断面流量过程曲线

3.3 跨界断面自动监控点位分布新增

考虑到部分断面跨界通量较大或下游汇入饮用水源地敏感水体等特点,即仅靠低频次的手动监测无法满足该类重要跨界断面水文、水质概况监控要求,无法达到监测数据代表性原则,故需在该部分重要跨界断面建立自动监控站进行高频次的动态监测。

根据跨界动态监控问题分析可知,苏浙沪边界 31 个跨界断面中,大德塘、上塔庙港、惠高泾等 11 个跨界断面无自动监测站分布,综合考虑跨界处水文特征、污染物迁移规律,以及跨界上下游水环境敏感区分布等因素,进行需要补充自动监控的跨界断面识别。识别方法如下:

- a. 根据太湖流域水功能区划、各省市生态红线保护区规划,对 11 个无自动监测站分布的跨界断面有无下游敏感水体进行判别。
- b. 基于跨界断面流量及特征污染物浓度监测值,运用断面污染通量计算方法^[15]对 11 个跨界断面通量进行计算。

考虑到较大的跨界通量会对下游敏感区域造成影响,故根据识判及计算结果,对于下游存在敏感水体且跨界污染通量较大的断面建议补建自动监测站,各断面水环境特征见表 4。

由表 4 可知:南横塘、范塘和尚泾、惠高泾及嘉善塘 4 条跨界河流下游连通或汇入国家级水产种质资源保护区、上海饮用水源地等敏感水域或特殊功能区,其中南横塘、范塘和尚泾、惠高泾 3 条跨界河流 COD 跨界通量达到 4 075 ~ 8 286 t/a,对下游水环境影响程度较大。而嘉善塘因 COD 跨界通量达到 969 t/a,仅占流入下游秀州塘—小泖港上海饮用水源区污染通量比重的 13%,故影响较小,手动监测可满足需求。故建议在 11 个无自动监测站设置的重要跨界断面中,长村桥,朱枫公路和尚泾及新风路桥 3 个断面增加自动通量监测站。

3.4 苏浙沪跨界水环境监测站点优化分布结果

综合合并调整及点位新增的结果,得到基于原太湖流域苏浙沪跨界水环境监控站点分布的优化布局结果(表 5)。

4 结 语

本文在对跨界区域水文情势、污染物跨界迁移状况、生态敏感区分布调查基础上,对原有太湖流域苏浙沪跨界水环境监测体系进行点位优化,使其能更全面、有效、合理地为流域内三省一市在跨界区域制定污染物削减方案以及处理跨界污染问题提供决策依据。

表 3 监测站重复设置的跨界断面监测站点优化信息

跨界断面	跨界河流	主要流向	优化前		优化后
			监测状况	站点名称	站点名称
太和大桥	浏河	自西向东	自动	浏河闸	浏河闸
			手动	浏河闸, 太和大桥	浏河闸
石浦大桥	吴淞江	自西向东	自动	石浦大桥	石浦大桥
			手动	石浦大桥(苏), 石浦大桥(太)	石浦大桥(太)
千灯浦闸	千灯浦	自北向南	自动	千灯浦口	千灯浦口
			手动	千灯浦闸, 千灯浦口	千灯浦口
珠砂港大桥	大、小朱厓港	自西向东	自动	朱厓港口	朱厓港口
			手动	朱砂港大桥, 朱厓港口	朱厓港口
周庄大桥	急水港	自西向东	自动	急水港大桥, 急水港	急水港大桥
			手动	周庄大桥, 急水港大桥	周庄大桥
金泽	太浦河	自西向东	自动	界标、金泽	金泽
			手动	界标、金泽	金泽
陶庄枢纽	芦墟塘	自北向南	自动	民主水文站	民主水文站
			手动	陶庄枢纽, 民主水文站	陶庄枢纽
章湾圩公路桥	斜路港	自北向南	自动	斜路港	斜路港
			手动	章湾圩公路桥、斜路港	章湾圩公路桥
北虹大桥	江南运河	自北向南	自动	王江泾(苏)、王江泾(浙)	王江泾(浙)
			手动	王江泾、北虹大桥	王江泾(浙)
太平桥	后市河	自北向南	自动	新太平桥	新太平桥
			手动	太平桥	
圣塘桥	新滕塘北支	自西向东	自动	新滕塘	新滕塘
			手动	圣塘桥、新滕塘	新滕塘
洛东大桥	新滕塘西支	自西向东	手动监测	洛东大桥(太)、洛东大桥(浙)	洛东大桥
太师桥	澜溪塘	自南向北	自动	水泥厂、乌镇	水泥厂
			手动	太师桥、乌镇	太师桥
双林桥	双林港	自西向东	自动	双林桥	双林桥
			手动	双林桥、乌镇北	双林桥
崧塘苏浙交界处	崧塘	自西向东	自动	浔溪大桥、南浔	浔溪大桥
			手动	崧塘苏浙交界处、南浔	崧塘苏浙交界处
俞汇北大桥	俞汇塘	自西向东	自动	池家浜水文站	池家浜水文站
			手动	池家浜水文站、俞汇北大桥	
横港大桥	大蒸塘	自西向东	自动	红旗塘大桥	红旗塘大桥
			手动	红旗塘大桥、横港大桥	
清凉大桥	清凉港	自西向东	自动	清凉大桥	清凉大桥
			手动	清凉大桥	
枫南大桥	枫泾塘	自西向东	自动	枫南大桥(浙)	枫南大桥
			手动	枫南大桥(浙)、枫南大桥(太)	枫南大桥
青阳汇	上海塘	自西向东	自动	青阳汇	青阳汇
			手动	青阳汇(太)、青阳汇(浙)	青阳汇(太)
六里塘桥	六里塘	自西向东	自动	小新村	小新村
			手动	六里塘桥、小新村	六里塘桥
金丝娘桥	黄姑塘	自西向东	手动监测	金丝娘桥、金桥	金丝娘桥

表 4 无自动监测站设置的重要跨界断面水环境特征

断面名称	所在河道	位置	跨界通量(t·a ⁻¹)		水流流向	下游敏感水体	
			COD	NH ₃ -N		名称	水质目标
长村桥	南横塘	苏浙交界	8 286	242	自西向东	长漾湖国家水产种质资源保护区	Ⅲ
升罗桥	长三港	苏浙交界	841	57	自西向东		
洛东大桥	新塍塘西支	苏浙交界	2 748	79	东西往复流		
思源大桥	大德塘	苏浙交界	4 556	58	自西向东		
乌桥	上塔庙港	苏浙交界	208	3	南北往复流		
丁栅枢纽	丁栅港	浙沪交界	3 871	147	南北往复流		
大舜枢纽	坟头港	浙沪交界	9 972	387	南北往复流		
东海桥	嘉善塘	浙沪交界	969	103	东西往复流	秀州塘-小泖港上海饮用水源区	Ⅱ
朱枫公路和尚泾	范塘和尚泾	浙沪交界	4 075	382	东西往复流	大蒸塘-园泄泾上海缓冲区	Ⅱ ~ Ⅲ
新风路桥	惠高泾	浙沪交界	6 208	439	南北往复流	秀州塘-小泖港上海饮用水源区	Ⅱ
金丝娘桥	黄姑塘	浙沪交界	437	22	东西往复流		

表 5 太湖流域苏浙沪跨界水环境监控站点分布优化结果

编号	监测断面	所在河道	所在位置	自动站点	手动站点	变更方式
1	太和大桥	浏河	太仓市	浏河闸	浏河闸	优化合并
2	石浦大桥	吴淞江	昆山市-苏州市区	石浦大桥	石浦大桥(太)	优化合并
3	千灯浦口	千灯浦	昆山市	千灯浦口	千灯浦口	优化合并
4	朱砂港大桥	朱厓	昆山市-青浦区	朱厓港口	朱厓港口	优化合并
5	周庄大桥	急水港	青浦区	急水港	周庄大桥	优化合并
6	金泽	太浦河	青浦区-吴江区	金泽	金泽	优化合并
7	陶庄枢纽	芦墟塘	苏州市区-嘉善县	民主水文站	陶庄枢纽	优化合并
8	章湾圩公路桥	斜路港	嘉兴市区-苏州市区	斜路港	章湾圩公路桥	优化合并
9	新太平桥	麻溪	苏州市区-嘉兴市区	新太平桥	太平桥	维持不变
10	北虹大桥	运河嘉兴段	嘉兴市区-苏州市区	王江泾	王江泾	优化合并
11	圣塘桥	新塍塘北支	嘉兴市区-苏州市区	新塍港	新塍塘	优化合并
12	洛东大桥	新塍塘西支	嘉兴市-苏州市区		洛东大桥	优化合并
13	思源大桥	大德塘	嘉兴市-苏州市区		思源大桥	维持不变
14	乌桥	上塔庙港	嘉兴市-苏州市区		乌桥	维持不变
15	太师桥	澜溪塘	苏州市区-桐乡市	水泥厂	太师桥	优化合并
16	双林桥	双林塘	桐乡市	乌镇北	双林桥	优化合并
17	升罗桥	长三港	湖州市区-吴江区		升罗桥	维持不变
18	崧塘苏浙交界处	崧塘	湖州市区-吴江区	浔溪大桥	崧塘苏浙交界处、	优化合并
19	长村桥	南横塘	湖州市区-吴江区	长村桥	长村桥	新建自动站
20	丁栅枢纽	丁栅港	嘉善县-青浦区		丁栅枢纽	维持不变
21	大舜枢纽	坟头港	嘉善县-青浦区		大舜枢纽	维持不变
22	俞汇北大桥	俞汇塘	嘉善县-青浦区	池家浜水文站	俞汇北大桥	优化合并
23	横港大桥	红旗塘	嘉善县-青浦区	红旗塘大坝	横港大桥	优化合并
24	朱枫公路和尚泾	范塘和尚泾	嘉善县-青浦区	朱枫公路和尚泾	朱枫公路和尚泾	新建自动站
25	清凉大桥	清凉塘	嘉善县-金山区	清凉大桥	清凉大桥	维持不变
26	枫南大桥	枫泾塘	嘉善县-金山区	枫南大桥	枫南大桥	优化合并
27	东海桥	嘉善塘	嘉善县-金山区		东海桥	维持不变
28	青阳汇	上海塘	平湖水	青阳汇	青阳汇	优化合并
29	六里塘桥	六里塘	平湖水-金山区	小新村	六里塘桥	优化合并
30	新风路桥	惠高泾	平湖水-金山区	新风路桥	新风路桥	新建自动站
31	金丝娘桥	黄姑塘	平湖水-金山区		金丝娘桥	优化合并

同时,考虑到监测体系优化后其管理结构依然不统一,故建议以太湖局监测作为主要管理单位进行监督与管理,以便后续进行协调管理与污染事故纠纷处理,这一调整也将有效避免因水质监控数据可信性产生的管理冲突。综合来说优化后的监测体系进一步完善了流域跨界区域水环境监管系统,配合太湖流域跨界区域水环境监管协调机制,利用跨界区域动态监测技术体系,推动实现流域跨界水环境管理的信息化、动态化和前瞻性。

参考文献:

[1] 潘佩佩,杨桂山,苏伟忠,等. 1985 年以来太湖流域耕地变化与粮食生产研究[J]. 长江流域资源与环境, 2013,22(10):1289-1296. (PAN Peipei, YANG Guishan, SU Weizhong, et al. Research of cropland change and grain production in Taihu Lake Basin since 1985 [J]. Resources and Environment in Yangtze Basin, 2013, 22 (10):1289-1296. (in Chinese))

[2] ZHANG Ruibing, QIAN Xin, YUAN Xingcheng, et al. Simulation of water environmental capacity and pollution load reduction using qual2k for water environmental management[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2012,9(12):4504-4521.

[3] 罗慧萍,逢勇,徐心彤. 江苏省太湖流域水功能区纳污能力及限制排污总量研究[J]. 环境工程学报, 2015,9(4):1559-1564. (LUO Huiping, PANG Yong, XU Xintong. Study on assimilative capacity and limitation of water pollutant gross of water function zones in Taihu Lake area of Jiangsu Province [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2015, 9 (4): 1559-1564. (in Chinese))

[4] 庄巍,王晓,逢勇,等. 太湖流域跨界区域水污染物通量数值模型构建与应用[J]. 水资源保护, 2016,32(1):36-41. (ZHUANG Wei, WANG Xiao, PANG Yong, et al. Establishment and application of numerical model of water pollutants flux for trans-boundary regions of Taihu Lake Basin[J]. Water Resources Protection, 2016, 32 (1): 36-41. (in Chinese))

[5] 王晓,逢勇,韩梓流,等. 基于跨界断面水质达标的嘉善污染总量控制[J]. 水资源保护, 2016,32(1):79-85. (WANG Xiao, PANG Yong, HAN Ziliu, et al. Total amount control of pollutants in Jiashan region based on water quality standard at border-crossing section [J]. Water Resources Protection, 2016, 32 (1): 79-85. (in Chinese))

[6] 陈军,谭显英,陈祖军. 太湖流域省际边界河湖治理生态补偿机制研究[J]. 水资源保护, 2012,28(2):85-90. (CHEN Jun, TAN Xianying, CHEN Zujun. Ecological compensation mechanism for management of rivers and lakes in inter-provincial border region of Taihu Basin[J]. Water Resources Protection, 2012, 28 (2): 85-90. (in Chinese))

[7] XIE Rongrong, PANG Yong, BAO Kun. Spatiotemporal distribution of water environmental capacity: a case study on the western areas of Taihu Lake in Jiangsu Province, China[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2014,21(8):5465-5473.

[8] WANG Qingeng, GU Gang, YOSHIRO Higano. Toward integrated environmental management for challenges in water environmental protection of lake Taihu Basin in China[J]. Environmental Management, 2006,37(5):579-588.

[9] 谢新民,蒋云钟,闫继军,等. 流域水资源实时监控管理系统研究[J]. 水科学进展, 2003,14(3):255-259. (XIE Xinmin, JIANG Yunzhong, YAN Jijun, et al. Study on real time monitoring and management system for water resources in river basin [J]. Advance in Water Science, 2003, 14 (3): 255-259. (in Chinese))

[10] PETER Hills, LEI Zhang, LIU Jianhua. Transboundary pollution between Guangdong Province and Hong Kong: threats to water quality in the pearl river estuary and their implications for environmental policy and planning [J]. Journal of Environmental Planning and Management, 1998,41(3):375-396.

[11] 谢蓉蓉,逢勇,王晓,等. 基于太湖流域跨界断面的跨界水环境综合管理区及控制单元划分研究[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2015,31(1):103-109. (XIE Rongrong, PANG Yong, WANG Xiao, et al. Delineation of the water environmental comprehensive management area and control unit in the trans-river cross-section of Taihu Basin [J]. Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition), 2015, 31 (1): 103-109. (in Chinese))

[12] 许宏斌. 云南省省控地表水监测断面优化认证[J]. 云南环境科学, 2005,24(B05):224-226. (XU Hongbin. Optimizing demonstration of monitoring cross section of surface water in Yunnan Province [J]. Yunnan Environmental Science, 2005, 24 (B05), 224-226. (in Chinese))

[13] 苏伟忠,杨桂山. 太湖流域南河水系无尺度结构[J]. 湖泊科学, 2008,20(4):514-519. (SU Weizhong, YANG Guishan. Scale-free structure of the Nanhe drainage of Lake Taihu watershed [J]. Lake Science, 2008, 20 (4): 514-519. (in Chinese))

[14] YIN Yining, XU Yongpeng, CHEN Ying. Relationship between changes of river-lake networks and water levels in typical regions of Taihu Lake Basin, China [J]. Chinese Geographical Science, 2012,22(6):673-682.

[15] 钟海涛,逢勇,杨柳,等. 苏浙沪跨界断面 2009—2014 年污染物通量变化趋势分析[J]. 四川环境, 2016,35(1):42-49. (ZHONG Haitao, PANG Yong, YANG Liu, et al. Analysis on variation tendency of pollutant flux on Su-Zhe-Hu transboundary-section from 2009 to 2014 [J]. Sichuan Environment, 2016, 35 (1): 42-49. (in Chinese))

(收稿日期:2016-11-14 编辑:徐娟)