· 环境预警 ·

太湖梅梁湾水环境监控预警体系研究

黄卫[1], 陈鸣[2,3], 徐亮[1]
(1. 江苏省环境监测中心, 江苏　南京　210036; 2. 水利部南京水利科学研究院, 江苏　南京　210029; 3. 水文水资源及水利工程国家重点实验室, 江苏　南京　210029)

摘要: 从水质预警站、实验室深度分析和蓝藻遥感监测等技术集成, 监控预警模型构建, 监控预警体系建立, 应急响应工作机制等方面介绍了太湖梅梁湾水环境监控预警系统的研究, 为太湖流域水环境监控预警提供示范。

关键词: 太湖; 监控预警; 系统研究
中图分类号: X928.03　　**文献标识码:** B　　**文章编号:** 1674 - 4732(2009)01 - 0006 - 04

A Study on Water Environment Surveillance and Early Warning System of Taihu Lake

HUANG Wei[1], CHEN Ming[2,3], XU Liang[1]
(1. Jiangsu Provincial Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210036, China; 2. Nanjing Hydraulic Research Institute of Water Resources Ministry, Nanjing, Jiangsu 210029, China; 3. State Key Laboratory of Hydrology of Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing, Jiangsu 210029, China)

ABSTRACT: The study on water environment surveillance and early warning system of Taihu Lake was introduced, which consists of water quality automatic monitoring stations, detailed laboratory analysis techniques, telemetry techniques for blue algae, build of surveillance and early warning model and system, emergency response mechanism and so on. The results of the research will be promoted in Taihu valley.

KEY WORDS: Taihu lake; surveillance and early warning; system research

太湖流域是江苏乃至全国的水污染重点治理流域, 尤其是 2007 年 5 月 28 日, 太湖蓝藻较往年提前爆发引发无锡市区供水危机, 引起社会广泛关注。太湖蓝藻爆发的根源在于总磷、总氮长期累积造成了湖区水体普遍富营养化, 而入湖河流携带的污染负荷是太湖水环境恶化的主要原因之一[1,2]。江苏省环境监测中心联合无锡市、常州市环境监测中心站以及水利部南京水利科学研究院, 完成了省科技厅科技发展计划项目《梅梁湾水污染及蓝藻预警监测综合示范系统》, 目的是在原有梅梁湾水域水质监测的基础上集成现代监测仪器设备和先进预警技术, 建立应急响应运行机制, 为太湖流域水环境监控预警提供示范。

开展了包括梅梁湾水域环境状况, 水质预警站、实验室深度分析和蓝藻遥感监测等技术集成, 监控预警模型构建, 监控预警体系建立, 以及应急响应工作机制等 5 个方面。

1　水域环境状况

多年监测结果显示, 江苏境内太湖流域 23 条主要入湖河流中, 直湖港和武进港是污染物汇入量最大的两条入湖河流, 合计排放化学需氧量、氨氮、总磷、总氮分别占主要河流汇入总量的 23.7%, 29.9%, 19.5%, 26.0%, 汇入的污染物通过梅梁湾水域进入太湖。直湖港和武进港入湖污染物是影响梅梁湾整体水质和无锡马山水厂、小湾里水厂水源地水质的最主要因素。此外, 无锡梁溪河也是梅梁湾的主要入湖河流, 由于水利部门已建闸坝进行控制, 近年的监测结果表明, 梁溪河基本上不再向太湖输入污染物。近年来, 无锡市加大了长江供水, 位于梅梁湾的小湾里水厂目前基本停止供水, 马山水厂也已作为备用水源, 故在建设 6 个水质自动站提供监测数据支撑的基础上, 重点针对直湖港

收稿日期: 2009 - 07 - 31; **修订日期:** 2009 - 08 - 18
基金项目: 江苏省科学技术厅科技发展计划项目(BS2007157)
作者简介: 黄卫(1967—), 女, 安徽马鞍山人, 研究员级高工, 本科, 从事环境监测与管理工作。

和武进港入湖污染物对无锡马山水厂的影响开展水环境监控预警体系的示范性研究。

1.1　水质状况

直湖港入湖水质平均为劣Ⅴ类,按《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅲ类水质标准评价,主要污染因子氨氮、五日生化需氧量和总磷的超标率分别为 75.0% ,91.7% 和 75.0% ,质量浓度年均值分别为 2.74,6.3 和 0.26 mg/L,分别超过地表水Ⅲ类标准 1.7,0.6 和 0.3 倍。

武进港入湖水质平均为Ⅳ类,主要污染因子氨氮和总磷的超标率分别为 75.0% 和 66.7% ,质量浓度年均值分别为 1.43 mg/L 和 0.229 mg/L,分别超过地表水Ⅲ类标准 0.4 和 0.1 倍。

梅梁湾水质平均为劣Ⅴ类,主要污染因子总氮和总磷超标率均为 100% ,全年平均质量浓度分别为 2.98 mg/L 和 0.10 mg/L,分别超过地表水Ⅲ类标准达 2.0 和 1.0 倍。富营养化指数 61,总体处于中度富营养化水平。

1.2　污染来源

根据直湖港、武进港水环境综合整治规划调查结果,按照《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》中入河量的计算方法进行统计,两河地区共计排放 COD 21 697.7 t/a,氨氮 3 080.1 t/a,总磷 656.9 t/a;入河污染物 COD 总量为 13 293.1 t/a,氨氮 1 822.1 t/a,总磷 266.7 t/a,分别占地区排放总量的 61.3% ,59.2% 和 40.2% 。其中工业源、生活源和农业源占质量比情况详见表 1。

表 1　直湖港和武进港地区污染物排放量及入河量构成

项目		总量/(t·a^{-1})	w(工业源)/%	w(生活源)/%	w(农业源)/%
污染物排放量	COD	21697.7	28.0	42.9	29.1
	氨氮	3080.1	13.1	61.2	25.7
	总磷	659.9	3.6	33.8	62.6
污染物入河量	COD	13293.1	39.1	46.9	14.0
	氨氮	1822.1	20.3	67.0	12.7
	总磷	266.7	8.3	51.9	39.8

2　监测技术集成

2.1　水质预警站建设

在已建直湖港和武进港 2 个主要入湖河流水质自动监测站原有三参数、高锰酸盐指数和氨氮分析仪基础上,增配了总磷、总氮分析仪,其中武进港水质自动站还增配了综合生物毒性在线监测仪器(发光菌法);在马山水厂和小湾里水厂水源地新建 2 个固定式水质预警站,配置了五参数、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮分析仪,马山水厂站还配置了总有机碳、总酚在线监测仪,小湾里水厂站还配置了叶绿素 a 和蓝绿藻在线监测仪;在梅梁湖心(闾江口与马山水厂间东移 3 km)和拖山北(拖山北 2 km)新建了 2 个湖体浮标式水质预警站,配置了五参数、气象参数、氨氮、总磷、总氮、叶绿素 a、蓝绿藻在线监测仪器及视频监控系统。所有在线监测数据采用无线数据传输模式传输至省环境监测中心太湖流域水环境综合管理信息平台。

2.2　实验室深度分析能力拓展

江苏省环境监测中心在有机分析、生态遥感监测、生物监测能力、综合分析等方面保持国内领先优势的基础上,进一步拓展深度分析能力。近年来,为满足太湖污染治理和监测预警的需要,在原有 600 多项分析测试能力的基础上,研究开发了 20 项水中有毒有害污染物实验室深度分析能力,其中醇类 2 项,单环芳烃类 2 项,生物类 1 项,有机酸类 1 项,农药类草甘膦、甲胺膦等 9 项,以及微囊藻毒素等其他综合类 5 项。

2.3　蓝藻遥感监测技术应用

利用蓝藻在可见光 - 近红外波段具有典型的叶绿素光谱响应的特征,采用卫星遥感监测技术,选择 EOS(地球观测卫星)的中分辨率成像光谱仪(MODIS)作为理想的遥感监测平台,于 2007 年 7 月建成了基于对地观测系统 EOS/MODIS(中分辨率成像光谱仪)的遥感数据接收和处理系统(DVB - S 遥感数据接收系统),及时捕捉蓝藻爆发前兆、监视蓝藻水华空间分布,对太湖蓝藻爆发风险进行有效的监视和评估。遥感监测技术的应用和水质预警站视频监控系统的使用共同为梅梁湾水域蓝藻监测预警模型演算和校验提供了辅助决策支持信息。

3　监控预警模型构建

太湖梅梁湾监控预警模型由水质预测模型和蓝藻爆发预测模型两部分构成。首先利用水力学圣维南方程组构建湖泊的流速场,然后应用水质迁移转化方程求解湖泊的浓度场,结合线性回归的方法预测马山水厂水源地测点蓝藻浓度。

3.1　水质预测模型

太湖梅梁湾水质预测模型的计算模拟平台采

用英国 Wallingford 软件公司依托英国水力研究所组织开发的 Infoworks. RS 软件。集成了先进的水动力学仿真引擎(ISIS)和地理分析及关系数据库,具有快速准确仿真河流、湖泊及水系的水量、水质等要素的功能[3]。研究中充分利用梅梁湾水域内建设的 6 个水质观测站(直湖港和武进港入湖控制断面水质自动站、小湾里水厂和马山水厂固定式水质预警站、梅梁湖心和拖山北浮标式水质预警站)在线监测数据,以太湖湖体沙渚水质自动站数据作为水质预测模型水动力学计算下边界,主要采用了衰减污染物模型、温度模型和溶解氧模型等来构建梅梁湾水质预测模型。

3.2　蓝藻爆发预测模型

蓝藻爆发预测采用多变量线性回归模型[4]。计算蓝绿藻的一阶自相关系数,蓝绿藻与高锰酸盐指数、总氮与总磷比值的一阶相关系数,蓝绿藻与溶解氧的 0 阶相关系数等,最终建立相关性较好的三变量的线性回归方程,即蓝绿藻与前一天的蓝绿藻浓度、与当天的溶解氧浓度、与前一天的氮磷比的线性回归方程。蓝绿藻与高锰酸盐指数的相关性、与水温等气象因素的相关性等线性回归方程有待预警站在线数据样本量积累后进一步完善。

4　监控预警体系建立

4.1　水污染预警与处置

水污染预警选择 COD、DO、TN、TP 和 COD_{Mn} 作为预警指标,确定各预警指标影响权重,以国家地表水Ⅲ类标准为评价标准,采用加权重的综合污染指数确定水质状态级别,包括理想状态、良好状态、一般状态、较差状态、恶劣状态等,再对水质在时间上的变化速率(R)进行定量描述,从而对水质变化趋势做出预警判断。详见表 2。

表 2　水污染趋势预警等级划分

水质变化速率	预警级别	说明
$R \leqslant 0$	水质状态良好	水质稳定或有好转趋势
$0 < R \leqslant 0.1$	Ⅲ级预警(黄色预警)	不良状态预警,水质将发生轻度变化
$0.1 < R \leqslant 0.4$	Ⅱ级预警(橙色预警)	缓慢恶化预警,水质将发生较大变化
$R > 0.4$	Ⅰ级预警(红色预警)	迅速恶化预警,水质将发生大幅变化

经分析计算,从直湖港和武进港的交汇断面至马山水厂断面,污染物的传播时间约为 12 ~ 14 h,从直湖港和武进港的交汇断面至沙渚断面约为 28 ~ 30 h。应用 Infoworks. RS 软件做数值模拟实验,建立马山水厂断面与直湖港和武进港的入湖控制断面的相关关系,求得马山水厂取水口水质达标时上游入湖控制断面各水质指标的浓度反控阈值。

按照报警级别和取水口水质控制的相应要求,根据反控阈值明确锁定主要污染指标及浓度控制要求,当达到红色预警级别时须及时采样送实验室进行深度分析,研判主要污染物质和特征因子,通过武进港和直湖港上游水质自动站数据进行事故河段排查,并对排污企业进行定向溯源性监督监测和环境监察,查明是否存在事故排放,对违法排污实施行政处罚或追究法律责任;在水文气象条件不利、入湖污染物通量相对较大、已危害饮水安全时,对排污单位采取限排措施。当发生污染事故时,按照属地为主、分级响应的原则启动相应级别预案,开展应急处置工作。

4.2　蓝藻预警与处置

根据蓝藻预测模型的预测结果,结合卫星遥感监测结果,经马山水源地在线视频监控系统实地水面核查后,向有关方面发出预警。预警等级划分为 4 级,详见表 3。

表 3　蓝藻爆发预警等级划分

预警级别	判定依据
四级预警(零星性水华)	蓝藻水华零星集聚,总面积大于湖体面积的 5%,或主要湖区藻类生物密度小于 3 000 万个/L
三级黄色预警(局部性水华)	蓝藻水华局部水域集聚,总面积大于湖体面积的 10%,或主要湖区藻类生物密度介于 3 000 ~ 5 000 万个/L 之间
二级橙色预警(区域性水华)	蓝藻水华面积大于湖体面积的 40%,或主要湖区藻类生物密度介于 5 000 ~ 8 000 万个/L 之间
一级红色预警(全面性水华)	蓝藻水华面积大于湖体面积的 60%,且主要蓝藻水华区域藻类生物密度大于 8 000 万个/L

马山水厂水源地藻类应急处置级别共分 3 级:即一级紧急处置(水源地周围藻类生物密度大于 8 000 万个/L)、二级快速处置(水源地周围藻类生

物密度在 3 000 ~ 8 000 万个/L 之间)、三级一般处置(水源地周围藻类生物密度在 1 000 ~ 3 000 万个/L 之间)。

当预测蓝藻爆发时,一方面要采取控制和减少污染物入湖总量的相应措施,另一方面要采取人工捞取和机动表层抽吸方法对蓝藻进行集中打捞,用密闭式槽罐车或船只运送到指定场所堆放,进行无害化处理。

当水源水质蓝藻预警达到三级标准时,水厂要采取加氯或高锰酸钾强氧化剂杀藻、提高混凝剂用量、增加助凝剂等各种强化处理措施;当水源水质指标达到二级标准时,做好启动源水应急预案的准备,并实行局部减产降压供水;当水源水质指标达到一级标准时,立即启动源水水质红色预警应急预案,采取在进水泵房吸水井投加高锰酸钾、净水厂混凝反应池区投加粉末活性炭等各项强化措施。

5　应急响应工作机制

在江苏省太湖水污染及蓝藻监测预警协调小组的组织体系下,省环保厅负责太湖水污染及蓝藻监测预警工作的统一协调,建立了联络员制度、会商制度、情况报告制度、信息保密制度,同时建立信息共享机制,通过太湖流域水污染监测数据共享平台、水质自动监测站中心管理软件平台、太湖流域水环境管理综合信息平台等的建设,逐步实现监测数据信息共享。江苏省环境监测中心作为监测预警技术支持单位,实时接收和关注水质预警站在线监测数据和预测预警结果,在启动太湖蓝藻监测预警工作期间,每日安排专人负责接收解译 MODIS 双星数据,处理遥感影像,判读蓝藻分布范围与面积,并以日报形式将当天的太湖监测概况上报省环保厅,从宏观角度为领导层决策提供科学依据。

[参考文献]

[1]　朱威. 太湖富营养化治理存在的问题及对策[J]. 中国水利,2001,(8):63 - 64.

[2]　朱广伟. 太湖富营养化现状及原因分析[J]. 湖泊科学,2008,20(1):21 - 26.

[3]　Wallingford Software, Infoworks. RS 帮助[Z]. 2007.

[4]　徐恒省,洪维民. 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.

· 时讯快递 ·

南京、徐州先行为“扬尘”买单

由江苏省物价局、省财政厅、省环保厅制定的《江苏省城市施工工地扬尘排污费征收管理试行办法》已经出台,并于 2009 年 7 月 1 日起,在南京、徐州开展试点。

扬尘排污费的征收范围包括本省行政区域内县级及以上城市规划区范围内所有进行建筑工程、市政工程、拆迁工程、公路施工工程、市政开挖工程等施工活动,并产生扬尘污染的施工工地。

城市施工工地“扬尘”,是指上述工程施工过程中产生的对大气造成污染的悬浮颗粒物和可吸入颗粒物,包括砂石、灰土、灰浆、灰膏、工程渣土等物料。

扬尘排污费征收标准规定为 0.24 元/(平方米 · 月),扬尘排污费总额 =〔征收标准 × 建筑(施工、拆迁)面积(平方米)〕× 工程调整系数 × (1 - 达标削减系数的平均数) × 施工期(月)。根据不同类型工地的扬尘排放情况,建筑工程、市政工程的调整系数为 1,公路施工工程、市政开挖工程为 1.2,拆迁工程为 1.6。

扬尘排污费开征后,施工单位的成本要上升,除了一些市政工程外,一些商品楼盘也在此列。那么,开发企业会否将其打入房价呢? 省物价局有关人士认为不会影响到房价。以现行 0.24 元/(平方米 · 月)的收费标准来看,分摊到每平方米房价成本中的比例有限。以某个建筑面积 10 万平方米的中等规模楼盘为例,假设其施工期为 24 个月、达标削减系数的平均数为 0.5,那么其扬尘排污费总额为 288000 元,分摊到每平方米建筑面积的排污费是 2.88 元。

(摘自中国环境网)