

· 管理与改革 ·

太湖流域生态安全监测体系的构建

张宁红

(江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

摘要:针对太湖流域水质污染、湖体富营养化、饮用水质受影响和水生植被减少等生态问题,提出了构建生态安全监测指标体系、布设四类监测点位、引入科学的监测技术与评价体系,从而构建流域生态安全监测体系的设想。

关键词:生态安全;环境监测指标体系;太湖流域

中图分类号: X830 **文献标识码:** C **文章编号:** 1006-2009(2008)03-0001-05

The Establishment of Ecological Safety Monitoring System for the Taihu Lake Area

ZHANG Ning-hong

(Jiangsu Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210013, China)

Abstract: The establishment of ecological safety monitoring indicators system, the four sets of monitoring points, scientific monitoring technology and evaluation system were described for the solution of the water pollution, water body eutrophication, drinking water quality and aquatic vegetation reducing in the Taihu Lake area

Key words: Ecological safety; Environmental monitoring indicator system; The Taihu Lake area

党的十七大把建设生态文明作为实现全面建设小康社会奋斗目标的新要求之一,要求“建设生态文明,基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式和消费模式”。这是党和国家的领导在高度总结全球社会经济发展中出现的共性问题:地球已难继续生态透支,全球生态借贷也已经到期^[1],地球人必须偿还过度索取资源的现状而提出的。

从工业文明向生态文明转型,是延续人类生存,实现可持续发展的需要。环境监测如何适应这一转变,由污染监测向生态监测转型,首先需构建流域水环境生态安全监测技术体系。

1 太湖流域水环境生态安全存在的主要问题

太湖流域面临的蓝藻水华暴发,供水出现危机,水生植物分布的区域和总量下降^[2],湖泊的生态服务价值下跌等,正是我国流域水环境不安全状态的一个缩影,直接影响全流域的经济发展,已引起各级地方政府的关注。

1.1 水体富营养化导致蓝藻水华暴发

由于太湖水体中氮和磷营养盐浓度较高,2006年全太湖平均处于中度-富营养化状况,仅有东部沿岸区为轻度-富营养化状态,其余湖区均处于中度-富营养化状态。近年来,蓝藻水华暴发,各年度藻类生物量均出现多个峰值,暴发的周期呈现不规则,一般出现2~6次不同程度的大暴发,从6月中旬进入蓝藻水华暴发危险期,到10月中旬结束。例如2007年5月底,无锡市市民家中自来水突然出现难闻的气味,使得全市工农业生产和居民生活用水发生困难。根据有关资料,2007年无锡沙渚水源地藻类生物量变化见图1。

1.2 入湖河流水质污染,影响湖体水质

2006年太湖地区由生活排放的污水量、COD、氨氮分别占生活、工业污染排放总量的32.6%、52.3%和56.5%。纺织染整、化学工业、造纸、钢铁、电子设备及金属制品、食品制造6个行业,工业

收稿日期:2008-05-19

基金项目:全国重点湖泊水库生态安全调查基金资助项目(2008)

作者简介:张宁红(1960—),女,江苏泰兴人,研究员级高级工程师,大学,从事环境监测管理工作。

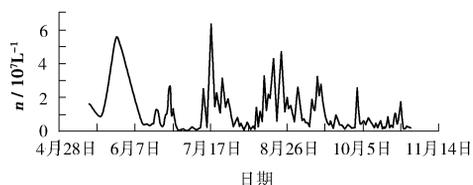


图 1 2007 年无锡沙渚水源地藻类生物量变化

废水、COD、氨氮排放量分别占太湖地区工业排放总量的 79.8%、81% 和 79.2%。结构性污染引起的流域水质普遍下降,湖西入湖河流水质均为类、V 类及劣 V 类,湖体主要水质指标中, I_{Mn} 达类,TP 达类,TN 劣于类水质标准。由此可见,太湖总体水质劣于类水质标准。

1.3 生物多样性降低,群落结构简单

近二十多年来,太湖流域社会经济快速发展的同时,也严重影响了生态系统的结构。太湖浮游植物种群数量减少,种类组成单一,群落结构简单。生物多样性降低,水生系统初级生产力失衡,浮游动物耐污种增多,种类小型化,外来种增多。太湖鱼类资源种类和数量大幅减少,从 20 世纪 60 年代的 106 种减少到目前的 60 余种,迴游性鱼类绝迹,某些珍稀名特品种消失。

1.4 水生植被大规模消失

水生植被消失是太湖生态环境出现的又一重要问题。1981 年挺水植物区域为 11.12 km²,占 0.49%。近几年局部地区水生植被消失较明显,如北部五里湖、梅梁湖等水生植被基本消失,在 2003 年梅梁湾湖滨带还有芦苇+水花生、芦苇+菹草群落等水生植物。此外,太湖围网养殖区高达 9 999 hm²,过度的围网养殖加速了养殖区水生生态系统退化,大型水生植物被破坏。

1.5 流域水系阻隔不畅,污染物难降解

受流域经济开发和市政建设等影响,太湖流域水系不畅通,自然河网水系被一座座闸坝阻隔,造成污水滞留,污染物难以降解。此外,由于主要入湖河流水质较差,相当多的沿湖岸闸坝还起着挡污的作用,平时将较差的河水挡在湖岸外侧,但到汛期,西北部长期积蓄的较高浓度的河水,会随泄洪期间闸坝的开启,进入湖内。图 2 是 2007 年汛期常州武进港闸门开启时,污染较重的河水进入太湖形成明显污染区域的卫星图片。



图 2 2007 年汛期梅梁湾受入湖河水影响实况

生态监测是运用可比的方法,在时间或空间上对特定区域内生态系统或生态系统组合体的类型、结构和功能测验及观察的过程。监测的结果则用于评价和预测人类活动对生态系统的影响,以合理利用资源、改善生态环境。流域生态安全监测将为揭示流域生态风险,调整和降低人类社会经济活动对其产生的负面影响,提高流域生态服务价值,开展生态文明建设提供依据。

2.1 捕获风险信息

客观真实反馈流域生态安全现状。流域生态安全监测体系的建立,首先要满足客观、真实反馈流域生态环境所处现状的要求,必须有代表性好,系统性强的实地监测数据支撑,以全面反馈流域水环境方面潜在风险和生态安全隐患。如饮用水源地水质的变化,蓝藻水华的暴发,生态系统完整性及不同资源的结构、分布、数量与质量等。

2.2 摸清压力来源

生态安全监测的另一主要任务是通过系统科学的监测,摸清太湖流域生态环境的主要压力来源。太湖流域地区城市和农村经济发展迅速,加之流域企业密集,污染物排放强度大。通过系统的监测,可获取流域环境承受生态压力的主要来源,如工业污染负荷,农业面源压力,产业结构的影响与比例,单位 GDP 消耗的各类资源数量等。同时,也可系统地界定污染的主要贡献区域,寻求合理的压缩空间,调高调优产业结构与规模,科学评价增长方式等产生影响。

2.3 支撑污染治理

生态安全监测对于流域生态环境的管理,也将起着积极的推动作用。如捕获流域内水利工程运行对水资源合理应用方面的利与弊,归纳科学的调

2 流域生态安全监测的作用

度方式,从保证入湖河流水质,维护最小生态流量,确保水资源的可持续利用的目的出发,最大程度地优化科学调水方案,有效规避调水不当引发事故等。同时也将支撑水产养殖区、生态旅游区规划与管理等。

2.4 保障生态安全与修复

如何支撑当前太湖流域的水环境生态修复工作,也是生态安全监测的又一主要任务。“十一五”期间,国家对太湖流域的生态环境修复投入大,力度强,涉及面广,国务院批复的《太湖流域水环境综合治理总体方案》中,近期全流域将在生态修复方面投入资金高达 50 亿元人民币。因此科学地实施流域生态环境安全监测,可为确定生态修复内容与范围提供直接支持,也可为评估相关的生态修复成效提供依据。

3 流域水环境生态安全监测技术路线

生态安全是一个动态的过程,要提示其系统的演变趋势,监测需要基于各个角度,既要有反映流域水环境生态系统承受的环境压力指标,又要有生态环境所处健康状态性指标,更要有影响及灾变方面的反映性指标。

太湖流域生态安全监测的技术体系构建的主要思路:结合流域生态安全问题,研究建立水环境生态安全监测指标体系,明确相关监测指标与重点关注的内容;采用遥感遥测、在线监测和实验室深度分析等多种监测手段相结合的方式,系统获取流域水环境生态安全状况与变化基础信息;用科学的表征形式与评估方法,全面评价流域生态风险和生态安全水平,为流域的生态文明建设提供技术支撑。太湖流域水环境生态安全监测技术路线见图 3。



图 3 太湖流域水环境生态安全监测技术路线

4 流域生态安全监测网络组成

4.1 生态安全指标体系确定

(1)环境压力指标。压力指标反映人类社会活动对流域水环境的直接影响。具体有:主要污染

物排放量及接纳区域;人口负荷;水资源、煤炭资源和主要矿产资源等消耗;地区社会经济发展速度指标。其中主要污染物排放量和接纳区域性指标获取要通过实测,其他指标获取可通过统计核算。

(2) 状态响应指标。反映流域水环境生态系统在当前的环境压力作用下的反应状态。其主要指标有:水资源分布(地表径流、降水量)、水体质量、水生生物群落与初级生产力构成、底栖状态和优势种等。

(3) 健康影响指标。是指流域生态环境健康变化对其生态功能和服务价值产生的影响。借鉴国内外的研究,影响指标包括水环境功能区变化、污染物的净化总量、水产品总产值调蓄水量、鱼类总产值和生物栖息地等。

(4) 风险灾害指标。反映流域生态灾变及生态环境影响程度指标。主要有水体生物综合毒性、急性生物预警、藻类生物量峰值、水华面积、优势种、微囊藻毒素、水生态群落变化、水环境功能损失、水产品中有毒有害物质含量等。其中前 5 项可作为突发急性风险灾害指标给予关注,开展应急监测。

4.2 监测点位类型

4.2.1 第一类为应急预警监测点^[3]

(1) 饮水安全。针对流域内集中式饮用水源地,特别是以太湖或流域内其他湖泊为水源的区域,捕获对饮用水有风险影响的相关信息,有效预警水质的变化。可通过在线实时监控和实验室定期检测的方法实现。饮水安全在线预警监测可选择水质综合生物毒性、DO、pH、Chla、TP、TN、 I_{m} 等指标。实验室深度分析可定期开展,选择如藻毒素、重金属和有毒有害物指标。

较理想的饮用安全预警测点位置应距取水口一定距离,留有足够的应急处置时间,确保进入水厂的水质。

(2) 引调水质量。为保证流域引调水的质量,在引江济太等主要引调水通道的口门和支流汇点等布设测点,以监控调入湖里的水质。测点的主要监测项目可选择水质综合生物毒性、DO、pH、TP、氨氮、COD、石油类、挥发酚和流量等。此外,还需关注引调水中泥沙含量,定期抽检其他重金属和有毒有害物指标。

(3) 蓝藻水华影响。监测点位主要布设在主要湖区及蓝藻水华暴发的高频区,可用浮标等装置布设实时在线监测点。主要监测指标为 DO、pH、Chla、藻类密度、TP、SD、TN 和 COD。同时,配合卫星遥感影像分析结果,确定蓝藻水华暴发的影响区域和范围。

4.2.2 第二类为污染状态监控点

(1) 重点污染源监控。太湖流域自 2008 年 1 月 1 日起实施《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》(DB 1072 - 2007)后,对企业排污状况(特别是化工、纺织染整、造纸、钢铁、电镀、味精和啤酒等主要污染行业)的监控要求大幅提高,此外,还有市政排口等。目前,江苏省境内太湖流域国控重点废水排放源共有 188 家,均需布设在线监控点。此类监控点的主要监测指标可以是 COD、氨氮、TP、TN、流量等,还可安装摄像、报警等设备。其他特征污染物等以不定期抽测为主。

(2) 入湖污染物监控。在太湖流域主要入湖河道上布设监控测点,捕获主要污染物的入湖通量,以全面核定汇入太湖的主要污染物总量。入湖污染物通量监控点可实施在线实时水质、水量同步监测,主要监测项目可选择 I_{m} 、氨氮、TP、TN、流量和流向等,但测点的选择须尽可能避开湖水的回流区域。

(3) 区域污染监控。太湖流域自 2007 年开始区域生态补偿试点,由无锡陈东港入湖河流上游到常州、镇江、南京等市 7 个断面率先启动,针对上游交给下游的水体,超过区域水质考核目标(COD、氨氮、TP 等指标)的部分实行经济补偿,全部依靠水质在线自动监测装置实现,2008 年起还将在全流域推行生态补偿。

(4) 处理处置监控。针对流域突发饮用水水质异常、蓝藻水华暴发等或其他环境事件,所在地均会采取相应的处理措施。如投放除藻剂、种植水葫芦等,这一系列措施是否会对局地水域水质产生影响,影响哪些方面等,均应有针对性的跟踪监测,在主要区域和外围布设测点。其主要监测指标可针对除藻剂的主要成分以及水葫芦种植区周围 DO、pH、TP、TN、氨氮等设定。

(5) 面源污染监控。针对太湖流域蓄禽、养殖区域变化,为捕获相关区域农业污染和农业生态系统氮磷的贡献,布设面源监控点,以全面核定相关污染量。其监测可采用遥感和实地核测方法。

4.2.3 第三类中长期观测点

(1) 鱼类种群观察。鱼类种群观察方法较多,如水下观察法、岸边计数法、拖网捕获法和水中声学调查法^[4]等。目前,太湖鱼类种群定点观察点尚未建立,部分数据也主要来自调查,如主要水产

市场信息调查或渔业管理部门统计调查等。但从系统观察的角度出发,太湖流域应在不同的湖区、引江入湖口、重要出入湖断面等布设鱼类种群定点观察点,以全面捕获其变化的动态信息与趋势。

(2)水生植被观察。可利用遥感技术获得水生植被的主要生长区域和生长范围,定期针对水生植被主要生长区进行实地观察,以便补充了解遥感技术所不能实现的作用,如水生植物类型、构成与具体的分布物证等。

(3)流域涵养林观察。流域涵养林是太湖主要清水的来源与补充,流域实施生态修复期,封山育林,扩建流域涵养林也是重要举措。因此,对涵养林的保护与建设,设中长期的观察点,将有助于系统捕获其变化动态。

(4)生态修复观察。主要是针对太湖流域近期和中长期开展的区域生态修复和专项生态修复工程等,进行系统的跟踪观察和监测。其观察指标可视修复内容而定,应以相关区域水质改善、太湖湖体水质和生态系统的整体变化作为最终评价的科学依据。

4.2.4 其他调查

对于全流域而言,还有其他无法通过定点、定期监测获取的生态安全指标,如区域人口负荷、主要资源消耗量、水产品产量和产业结构等,均可通过调查统计或估算方式获取。

5 应用的主要监测技术

(1)生物预警技术。利用水中生物运动行为的改变来判断水质条件是否发生剧烈变化。如以水蚤、鱼类等作为指示,生物研发出的在线预警监测装备等。欧美等国家均将生物预警技术作为一级预警,捕获到预警信号后,再进行实验室的深度分析(GC、GC/MS等),得出深层次的预警分析数据。

(2)遥感技术。利用遥感技术则可实现大型水体的生态监测^[5],遥感技术是根据水体的光波特性和辐射温度等特征,利用飞行器或入航片,获取彩色或红外扫描图像,再作色调判读,测知水质参数。近年来,遥感技术在太湖蓝藻水华暴发预警和水生植物调查等方面得到较广泛的应用。

(3)对于污染监控方面采用的主要技术,相对集中于在线实时理化指标监测技术。

(4)长期生态观测。如生态群落观测、定点定位的水生生物种类观测。

(5)生物监测技术。包括生物群落监测法、生物残留监测法、细菌学监测、急性毒性试验和致突变物监测等^[6]。

6 评估方法与成果

水环境生态系统各类监测数据获取后,可采用生态系统健康综合指数、综合分级指数、指数叠加评价、欧氏距离评价法和模糊综合评价法等方法评价水质。但目前在各类有关生态学方面的评价,特别是生态系统健康评价中,没有一个统一的关于评价标准分级的方法。这是由于研究区域的条件和评价目的不同,应根据长期的监测数据系统确定。

将各类评价结果组合提升,可系统编写《太湖流域优先控制污染物名单》《太湖流域生态安全评估报告》《太湖流域生态灾害预报》《太湖流域饮用水安全预警报告》等,全面支撑流域的环境管理。

7 结语

太湖流域水环境、水生态安全监测体系涵盖了研发系统的相关监测技术规范与技术方法,探索实用监测技术、编制安全评估等级、生态风险预警标准阈值和安全等级等。同时,核心监测设备与仪器的国产化程度将直接影响到推广应用,因此各级政府应给予充分的支持与关注。

[参考文献]

- [1] 莱斯特 R 布朗. B 模式 [M]. 林自新,译. 北京:东方出版社, 2003: 4 - 5.
- [2] 金相灿, 稻森悠平, 朴俊大. 湖泊和湿地水环境生态修复技术与管理指南 [M]. 北京:科学出版社, 2007: 36.
- [3] 徐恒省, 洪淮民, 王亚超, 等. 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.
- [4] SUTHERLAND W J. 生态学调查方法手册 [M]. 张金屯,译. 北京:科学技术文献出版社, 1999: 204 - 211.
- [5] LATHROP R G, L LLESAND T M. The use of thematic mapper data to assess water quality in Green Bay and Central Lake Michigan [J]. Photogram Metric Engineering Remote Sensing, 1986, 52 (50): 671 - 680.
- [6] 吴邦灿, 费龙. 现代环境监测技术 [M]. 北京:中国环境科学出版社, 2005: 259 - 264.