

长江口南通地区水源地水质预警监测系统探析

孙克遥

(华侨大学环境科学与工程系, 福建 厦门 361021)

摘要: 以长江口南通地区集中式饮用水源地为研究对象,在水源地污染物调查的基础上筛选了预警监测因子,建立了三级联动预警监测系统,突出强调了生物预警系统作为自动监测系统重要组成部分的内容、作用和优势,最后针对南通市饮用水源地水质预警监测系统存在的局限提出了前景展望。

关键词: 水源地;自动监测;生物预警

中图分类号:X832

文献标识码:A

文章编号:1674-6732(2012)-06-0014-04

Analysis on Water Quality Precaution Monitoring System of Nantong in Yangtze Estuary Area

SUN Ke-yao

(Department of Environmental Science and Engineering, Huaqiao University, Xiamen, Fujian 361021, China)

ABSTRACT: Based on the investigation of the centralized water source of Nantong in Yangtze estuary area, the warning factors were selected according to the investigation for the pollutants in this region. A three-level linking automatic monitoring system was established. In addition, the contents function and advantages of the biological early precaution system was highlighted as an important part of the automatic monitoring system. Finally the long-term outlook of automatic monitoring system on water sources was developed according to the limitation of the precaution and monitoring system in Nantong city.

KEY WORDS: source of drinking water; automatic monitoring; biological early warning

0 引言

随着经济日益快速的发展以及现代化进程的不断推进,城市需水量大幅增多,与此同时水污染却日益加重。饮用水的水质直接关系到人民群众的切身利益,受到了广泛关注和重视。然而,由于水体中的有毒有害物质随时间、空间、气象条件等因素的变化而变化,给传统的人工采样、保存、运输、分析等监测手段带来了很大困难,并难以准确及时地反映水质的变化情况及趋势,无法反映污染物的综合毒性及其对生物的风险。因此,采用自动监测技术,并与传统的理化分析方法相结合,建立并完善水源水质预警监测系统,利用快速、科学、准确的监测手段及时发现水质的变化,是保障饮用水安全的基础。

张锡辉等通过比对试验和系统试运行分析,发现在线系统能够准确快速地监测水源水质的短期变化,能够满足水源水质在线监测和预警的需要^[1]。这对于提高供水系统的管理水平具有重要

的意义。与此同时,将生物预警系统加入水质预警监测系统系列,与传统的理化分析方法互为补充,有利于了解污染物迁移转化与毒性变化,及时捕获水质现状,为饮用水源地水质预警提供技术保障。

1 南通市集中式饮用水源地水质现状

1.1 研究区概况

2011年,南通市共有5座集中式饮用水厂,分别为芦泾港水厂、狼山水厂、洪港水厂(东北片区域供水厂)、南通鹏鹞水务有限公司(西北片区域供水厂)、海门长江水厂,全市日供水能力125万t,供水覆盖人口558万人(表1)。

收稿日期:2012-10-23;修订日期:2012-10-31

作者简介:孙克遥(1990—),男,本科,专业领域为环境科学与工程。

表1 南通市县城镇以上水源地基本情况

地区	水厂名称	地理坐标		所属河流
		经度(°E)	纬度(°N)	
市区	狼山水厂	120.87	31.95	长江干流
	洪港水厂	120.92	31.87	长江干流
	芦泾港水厂	120.77	32.02	长江干流
海门	长江水厂	121.15	31.87	长江干流
如皋	南通鹏鹞水务有限公司	120.57	32.03	长江干流

1.2 水质现状

根据南通市社会发展项目《南通市饮用水源地有毒有害物污染现状及对策建议》普查结果:全市各饮用水源地中挥发性有机物、多氯联苯均未检出;47项半挥发性有机物的检出率较低,主要检出物为多环芳烃类,检出的化合物浓度均低于评价标准;均有重金属元素检出,检出的金属元素浓度含量均远低于评价标准。长江水厂水源水中有机氯农药中化合物虽有不同程度检出,但浓度值远低于评价标准。5个集中式饮用水源地水中蚕豆根尖微核率在6.38‰~7.28‰间,均小于评价标准10‰,属基本无污染。绝大多数其他项目为未检出,只有阿特拉津、甲醛、活性氯、TOC、四乙基铅、水合肼、微囊藻毒素-LR、微囊藻毒素-RR、环氧氯丙烷9种化合物有检出,但均低于评价标准。重组人雌激素受体(h-ER)基因酵母菌检测试验结果显示:雌二醇有检出,在所有样品中平水期长江水厂雌二醇浓度相对较高,表明南通市饮用水源中存在痕量内分泌干扰物质。此外,人们常用的抗生素在水源中均有不同程度的检出,低于美国FDA和欧盟OECD规定的药物进入(环境危险性评价)ERA程序的预期环境浓度域值1 μg/L和0.01 μg/L。但可能通过饮用水对人体健康造成威胁,长期摄入微量抗生素,将会影响免疫系统,降低机体免疫力^[2]。

2 南通市集中式饮用水源地预警监测系统

目前,南通市集中式饮用水源地预警监测系统主要由理化监测预警系统和生物监测预警系统组成。

2.1 理化监测预警系统

理化监测预警系统是整个预警系统的基础,刘宴辉等在上海黄浦江水源水质监控与预警系统中

构建了“在线监测—移动快速监测—实验室检测”三位一体的三级联动监测体系^[3]。第一级由水质自动监测设备组成,对水源地、输水渠道、取水口的水质进行实时在线监测,获取水源的实时水质情况;第二级由应急监测车对突发水污染事故进行现场监测,适用于在线监测报警或接到外源报警信息后,在未知污染物、污染程度情况下的快速分析;第三级为实验室抽样监测。

2.1.1 水质在线预警监测

水质在线预警系统主要是通过自动采样、配水单元和预处理单元,经在线仪表实时监测原水的水质情况^[4]。该系统主要具备以下功能:水样采集,自动监测,自动控制,数据采集及处理,数据结果直观显示,自动报警,数据传输,远程控制。其中数据采集系统主要是通过集成总控制器,将各种数据接口不兼容的在线监测仪表监测数据收集起来,并传输至信息化平台上。预警信息化平台主要是实时接收各监测数据,并进行分析、评估、判断,在水质异常、污染时发出报警,并实现水质监测数据的显示、查询、保存等功能。

为了更好地对突发性污染事故进行预警,在常规监测因子的基础上,选取一个或几个特定的有代表性水质指标进行水质预警十分必要^[5]。南通市集中式饮用水源地地处长江口,地形复杂,受潮汐影响较大。航运船舶泄漏和涉及危险化学品的工业企业,是目前威胁长江口南通水源地的主要因素。长江口运输的油品和化学品种类较多,有机物占大多数,包括油品、醇、酸、酮、醛、酯和芳香烃等,以及部分酸类物质,如硫酸、硝酸和盐酸等。目前南通市涉及危险化学品的工业企业均经过严格的控制,其尾水排放亦经过有效处理,一般情况下不会对水源地水质产生突发效应。根据上述特点,为反映水源水质的常规变化、有机污染以及水体综合毒性,在线水质指标选择主要包括三类,即常规理化指标、有机物指标、生物指标。南通集中式饮用水源地自动监测站理化监测项目采用德国布朗卢比公司进口的PowerMon自动分析仪,对水体进行一般指标、综合指标以及单项污染指标的实时监测,每隔4h一次。其中监测项目包括水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、氨氮、高锰酸盐指数、总酚、TOC、VOC、生物毒性等。其中pH、TOC指标对酸类物质和有机物浓度变化有较好指示作用。与此同时,陈江海等人指出多环芳烃普遍存在于河口及

滨岸生态环境中,可通过食物链发生生物累积而不断富集和放大,进而对河口环境中的生物种群和群落,甚至人体健康造成严重威胁,并导致河口与近岸生态系统最终发生衰变和退化^[6]。因此,在今后的改进中,可考虑增加多环芳烃为预警监测因子。

2.1.2 水质现场应急监测

水质现场应急监测系统,是指采用移动的应急监测车,配套典型污染物的快速检测设备、测试盒以及相关的色谱分析仪器,结合在线监测结果,对污染物的种类和浓度进行快速分析和识别。适用于在线监测报警或接到外源报警信息后,在未知污染物、污染程度情况下的快速分析。南通市集中式饮用水源地应急监测系统目前具备的应急监测能力有:挥发酚、氨氮、COD、重金属等(表2)。

表2 南通市集中式饮用水源地水质理化监测项目

类别	项目
在线监测指标	水温、pH、电导率、DO、浊度、氨氮、高锰酸盐指数、TOC、总酚、VOC等
应急监测指标	挥发酚、氨氮、COD、重金属(铜、锌、六价铬、砷、镉等)
实验室深度监测指标	特定项目80项及特征有机污染物

2.1.3 水质实验室深度监测

依托现有实验室的监测能力,对受污染的水样作进一步的成分定量分析,即借助大型仪器,最终确认污染物的种类、浓度以及毒性大小等,为决策指挥和应急处理提供参考信息。南通市集中式饮用水源地实验室目前具备的监测能力有:《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中的特定项目80项以及特征有机污染物等(表2)。

2.2 生物监测预警系统

生物监测预警系统是水质监测中的另一个重要组成部分,与传统的理化分析方法互为补充,建立起完善的水源水质预警监测系统。

2.2.1 在线生物监测技术

常规水质在线监测主要通过化学分析和化学传感器,以达到对某种预定的可能会对人体健康造成危害的某几种化学物质的在线监测,但不能反映水体对人体的综合毒性。在线生物监测是对生活在水环境中的生物个体行为的生态变化进行实时监测的技术。在水生生物所有变化中,行为生态变化对环境质量的反应最快、最敏感,且水生生物的

行为生态变化是环境对其产生影响的一种最终反映。赵晓艳等认为鱼类是生态系统中的消费者,又是水中重要的经济动物,和人类的关系密切,进入水体的环境污染物对鱼类会产生重要影响^[7]。同时由于鱼类和无脊椎动物的生理特点不同,某些污染物对低等生物可能不引起明显变化,但鱼类却可能受到影响。因此鱼类毒性实验在研究水生生态毒理学中占有重要地位,并能够全面反映水体的质量。

目前南通市5大集中式饮用水源地仅狼山水厂水质自动站安装了生物毒性监测仪BS-2010,一种使用鱼类(青鲮鱼)的新图像处理式生物传感器。基于摄像机摄录到的放置在水槽内的鱼的图像进行处理,通过比过去更细小的检测点(块)来计测鱼的移动变化(简称“活动量”),通过活动量来监视鱼的活动是否迟钝或停止,可以分阶段发出报警。其图像处理流程见图1。

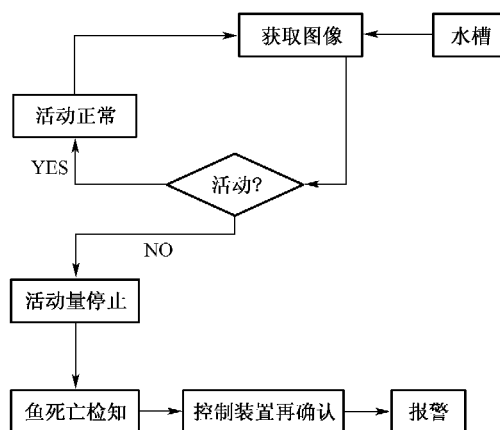


图1 南通市集中式饮用水源地生物毒性仪图像处理流程

2.2.2 实验室生物监测技术

实验室生物监测是利用不同水平上的指示生物对环境污染所产生的反应,以生物学方法对环境污染状况进行综合监测和评价。利用水生生物对环境质量的敏感进行生物监测和预警,便于及时反映水体污染物的毒性。传统的生物监测以水蚤、藻类或鱼类等为受试对象,虽然能反映毒物对生物的直接影响,但是这些方法的最大缺点是实验周期长,实验比较繁琐^[8]。目前,新型生物毒性监测技术——发光细菌法逐步得到应用。

南通市各集中式饮用水源地的综合毒性的监测用发光细菌的发光强度变化来反映。发光现象是其正常的代谢活动,在一定条件下发光强度是恒定的。当发光细菌与水样毒性组分接触时,可影响

或干扰细菌的新陈代谢,使细菌的发光强度下降或熄灭。表3详细列出了2008—2011年南通狼山水厂水源水对发光细菌发光率的监测结果,并给出急性毒性评价,结果均为低毒。

表3 南通市狼山水厂水质生物监测结果与评价

年份	平均发光率/%	急性毒性评价
2008年	97.2	低毒
2009年	96.4	低毒
2010年	91.9	低毒
2011年	94.6	低毒

3 结论与展望

长江口南通地区集中式饮用水源地选取理化常规指标以及有机指标构建水质理化指标监测预警系统进行在线监测预警。在理化监测预警系统的基础上,将生物预警系统融入其中,与理化监测预警系统互为补充,建立起完善的水源水质预警监测系统。可以预警监测多种水质污染事故,并能判定水质的综合毒性大小,及时发现识别水质的异常及污染。该预警监测系统实现定时定点自动取样,现场进行相关指标的测定,与常规的监测方法相比更为简便,提高了数据的实效性,便于及时发现污染、掌握监测区域水质状况,与此同时减少了传统方法中采样、保存、运输、实验室检测等的工作量,大大节省了时间,避免了在此过程中水样的化学变化所导致的结果偏差。就南通市饮用水水源地自动监测站的状况看,水质的理化监测项目还不全

面,如多环芳烃及油类等,尤其是重金属及一些有机污染物等的监测还必须依靠传统的水质监测方法。

需要指出的是,生物预警系统是水质自动监测系统中的重要组成部分,具有快捷、简便和传统理化方法无法比拟的在线监测优势,该系统将生物毒性监测提高到重要层面。但是生物预警系统仍存在一定局限性。例如,指示生物除了受环境污染物影响外,还受许多其他环境因子的影响,从而导致误警情况产生,这是以后研究所要解决的主要问题。

[参考文献]

- [1] 张锡辉,郑振华,欧阳二明,等. 水源水质在线监测预警系统的建设[J]. 中国给水排水,2005,21(11):14-17.
- [2] 王冰,孙成,胡冠九. 环境中抗生素残留潜在风险及其研究进展[J]. 环境科学与技术,2007,30(3):108-111.
- [3] 刘宴辉,申一尘,王绍祥,等. 黄浦江水源水质监控与预警系统研究及应用[J]. 计算机技术,2010,36(11):119-121.
- [4] 郑振华,张锡辉,欧阳二明,等. 供水水源水质监测和预警研究. 城镇饮用水安全保障技术研讨会论文集[C]. 深圳,2004:46-498.
- [5] 吕卓,谢冰,徐亚同. 青草沙水源地水库藻类监测预警指标体系研究[J]. 环境科学与技术,2011,34(10):118-120.
- [6] 陈江海,张宏伟. 青草沙水源地突发性污染事故预警监测的主要因子[J]. 净水技术,2012,31(1):1-3.
- [7] 赵晓艳. 城市水源地典型污染物的生物监测与预警研究[D]. 暨南大学,2009.
- [8] 方战强,陈中豪,胡勇有,等. 发光细菌法在水质监测中的应用[J]. 重庆环境科学,2003,25(2):56-58.
- [8] SU Z. The Surface Energy Balance System (SEBS) for estimation of turbulent heat fluxes[J]. Hydrology and Earth System Sciences, 2002(6): 85-99.
- [9] 马耀明,戴有学,马伟强,等. 干旱半干旱区非均匀地表区域能量通量的卫星遥感参数化[J]. 高原气象,2004,23(2):139-146.
- [10] BASTIAANSEN W G M. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey [J]. Journal of Hydrology, 2000(229): 87-100.
- [11] WANG G L, JIANG W M. Analysis of urban/rural albedo from MODIS over East China [J], Proceedings of SPIE, 2006(6199):123-134.
- [12] 王桂玲,蒋维桐,魏鸣. 城市热岛效应的卫星遥感分析[J]. 南京气象学院学报,2007,30(3):201-207.
- [13] EYMARD L, TACONET O. The methods for inferring surface fluxes from satellite data and their use for atmosphere model validation [J]. International Journal of Remote Sensing, 1995(16): 1907-1930.
- [14] PRATA A J. A new long - wave formula for estimating downward clear sky radiation at the surface[J]. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 1996(122):1127-1151.
- [15] BOEGH E, SOEGAARD H, THOMSEN A. Evaluating evapotranspiration rates and surface conditions using Landsat TM to estimate atmospheric resistance and surface [J]. Remote Sensing of Environment, 2002(79): 329-343.
- [16] WHITE J M, EATON F D, AUER A H. The net radiation budget of the St. Louis Metropolitan area [J]. Journal of Applied Meteorology, 1978, 17: 593-599.
- [17] OKE T R. The energetic basis of the urban heat island [J]. Quarterly Journal Royal Meteorological Society, 1982, 108(455): 1-24.

(上接第13页)