

问题探讨

# 蓝藻自动监测系统在太湖无锡水域的应用与思考

曹 兰, 沈建荣

(江苏省无锡市环境监测中心站, 江苏无锡 214023)

**摘要:**以太湖无锡水域的蓝藻自动监测系统为例, 对该系统的特点、主要功能及在环境管理、蓝藻实时监控等方面的应用作了介绍, 并就系统验收、运行监管和系统拓展方面提出了一些建议。

**关键词:**蓝藻自动监测系统; 应用; 对策; 太湖无锡水域

**中图分类号:** X703      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1006-8759(2013)02-0050-03

## APPLICATION AND CONSIDERATION OF AUTOMATIC CYANOBACTERIA MONITORING SYSTEM FOR TAIHU LAKE IN WUXI CITY

CAO Lan, SHEN Jian-rong

(Wuxi Environmental Monitoring Central Station, Wuxi, Jiangsu 210034, China)

**Abstract:** Based on the automatic cyanobacteria monitoring system of Taihu Lake in Wuxi City, introduced the characteristic, function, application on environmental management and real-time cyanobacteria monitoring system. Put forward some countermeasures on acceptance of system construction, operation management as well as system development.

**Keywords:** cyanobacteria monitoring system; application; countermeasure; Taihu Lake in Wuxi City.

80年代以来,随着太湖地区经济快速发展,流域内各类污染物的排放量快速增加,导致进入太湖的氮磷不断增加,太湖水体氮磷营养盐含量升高,达到富营养化水平。2007年5月,在气象、水文等外界条件的综合影响下,太湖贡湖、梅梁湖蓝藻爆发<sup>[1,2]</sup>,引起了党中央、国务院以及江苏省委、省政府对太湖流域水防治工作的高度重视。截止2010年底,太湖无锡水域的蓝藻自动监测站数量由零增加到19个。太湖无锡水域的蓝藻自动监测系统由省市两级共同出资建成,用以完善蓝藻防范、预警和处置相结合的太湖供水安全机制,确保夏季太湖饮用水源的环境安全。

## 1 系统简介

收稿日期:2012-11-26

第一作者简介:曹兰(1980-),女,江苏海安县,工程师,工程硕士,从事环境监测和管理工作。

蓝藻自动监测系统是一套以在线自动分析仪器为核心,运用现代传感技术、自动测量技术、自动控制技术、微电子技术、太阳能技术、计算机应用技术以及相关的专业分析软件和通讯网络组成的一个综合性的在线自动监测体系<sup>[3]</sup>。太湖无锡水域蓝藻自动监测系统由锡东东、沙诸南、梅梁湖口、龙头渚、大浦港口东等19个浮标自动监测子站及一个数据控制中心(中心站)组成。

子站系统由浮体平台、水质监测仪、数据采集单元、数据传输单元、气象仪单元、供电单元及安全装置6个部分构成。

系统的监测项目包括水温、pH、溶氧、电导、浊度、叶绿素、蓝绿藻、气温、气压、风向、风速共11项。采用的分析仪器及分析方法见表1。

系统常规每隔30 min采样分析1次,每天可采集48批次的监测数据。系统的主要功能有:自

表1 蓝藻自动监测系统采用的分析仪器和分析方法

监测项目	分析仪器	分析方法	参照标准
水温		温度传感器法	GB/T13195-91
Ph		电极法	GB/T6920-86
溶氧		电极法	GB/T1913-89
电导率	YSI 多参数分析仪	电极法	水和废水监测分析方法(第四版)
浊度		电极法	水和废水监测分析方法(第四版)
叶绿素 a		荧光法	-
蓝绿藻密度		荧光法	-
气温		温度传感器法	JJG207-1992
气压	PB200 多参数分析仪	气压传感器法	JJG272-2007
风速		超声波传感器法	JJG431-1986
风向			JJG431-1986Q

控运行、自动诊断、远程控制、故障报警及记录,数据自动采集、处理及传输等等。

系统具有良好的扩展性,当监控数据发生重大变化或仪器状态异常时,系统可自动报警;用户可根据需要自行设置采样时间间隔、采样深度等参数;可绘制相关水域内的水质情况及蓝绿藻密度的时空变化;可对蓝绿藻密度、溶解氧、pH 等数据进行统计、评价,建立信息数据库,绘制相应水域内水质随蓝绿藻变化而变化的曲线图表及各

类数据报表,如日报、周报、月报等。

## 2 系统应用

### 2.1 实现了对饮用水源地蓝藻水华的实时监控

经济发展带来了湖泊富营养化问题,2007 年蓝藻爆发事件后,无锡市通过迎江济太、生态清淤、退渔还湖、控源截污等一系列措施加大对太湖水质的保护力度。该自动监测系统可以对饮用水源地周边水域蓝绿藻变化进行连续在线监测,监测频次由每日 1 次手工监测变为每天至少监测 48 次,监测数据更具代表性。动态的监测数据,为管理部门及相关职能部门及时掌握水源地周边水域蓝绿藻情况及太湖蓝藻防范措施的成效,提供了有效的技术监督依据。

以 2011 年 7~9 月太湖无锡水源水中蓝绿藻密度指标为例,图 1 中是两个水源地水域蓝绿藻密度日均值变化趋势,从 8 月份开始,沙诸、锡东水域的蓝绿藻密度均有所上升,最高值均出现在 8 月下旬至 9 月初;夏季受台风、雷阵雨的影响,水体中藻密度会出现波动;夏季无锡市主导风向为东南风,受此影响锡东水域中藻密度总体上低于沙诸水域。

自动监测不像手工监测易受天气影响,在台



图1 2011年7-9月太湖沙诸锡东水域蓝绿藻密度日均值

风、暴雨等时期,通过自动监测可掌握水体中蓝藻水华的变化趋势,为确保供水安全提供有力支持。

### 2.2 实现了对太湖无锡水域蓝藻水华的实时监控

该自动监测系统实现了对太湖无锡水域蓝藻水华的实时监控和预警功能,一改过去只能在蓝藻爆发后才能向有关部门提供蓝藻水华信息状况的被动局面。

结合太湖蓝藻生长及水华形成的过程和主导

因子,将太湖蓝藻预警分为常规监测和应急预警监测两部分。常规监测主要在每年 11 月-次年 3 月,应急预警监测主要在每年 4 月-11 月,在蓝藻应急预警监测期间,可对太湖无锡水域进行大范围监测,每 0.5 h 监测 1 次。对于叶绿素 a、藻密度这两个蓝藻监控特征项目,该系统能实时传送监测数据,当太湖水体出现肉眼可见的藻类颗粒时,最先产生变化的是叶绿素 a 和藻密度数据,配合

“无锡市全球眼蓝藻视频监控系統”，可第一时间了解蓝藻聚集、生长状况。例如，在 2011 年 6~10 月，太湖梅梁湾北部水域的藻密度指标出现异常值(图 2)。经查证，异常值与同日 EOS/MODIS 卫星遥感影像资料<sup>[4,5]</sup>、全球眼蓝藻视频监控系统和人工现场观察的蓝藻活动情况相吻合。但卫星遥

感探测由于受到云量、水生植物等因素的干扰、受到探测频次的影响，加上遥感影像资料的解译需要一定时间，因此不如在线自动监控确切和快捷。而人工监测受到各种条件的制约，也不如在线自动监测响应快速。

太湖梅梁湾北部水域蓝绿藻密度日均值(万个/L)

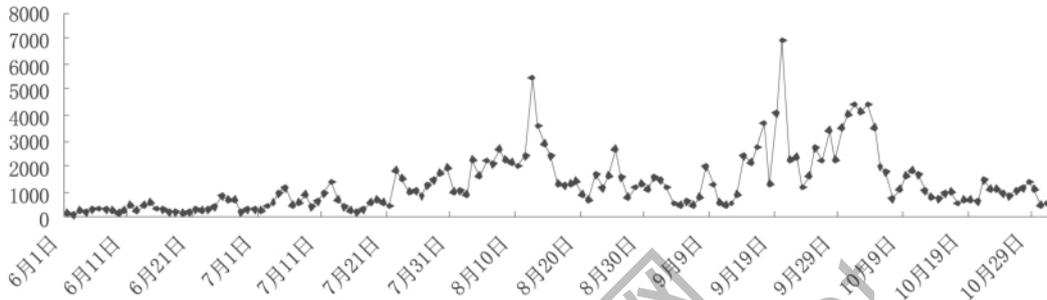


图 2 2011 年 6~10 月太湖梅梁湾北部蓝绿藻密度日均值

### 2.3 实现了蓝藻水华信息跨部门共享

该系统的所有蓝藻水华信息可实现环保部门与市政水务部门、水利蓝藻处置部门之间的信息共享。市自来水公司可随时通过系统软件对太湖集中式饮用水源地蓝藻水华和水质的动态信息进行在线查询、分析，用于指导市区自来水的生产，为确保供水安全提供技术支持。同样的道理，市水利局可随时查阅太湖无锡水域蓝藻信息数据，结合气温、气压、风向开展相应的分析预报，做好蓝藻打捞工作，积极做好蓝藻水华的防范、预警和处置工作，防止蓝藻水华爆发。

此外，通过对该系统蓝藻数据的时空分析，可获得蓝藻水华聚集或爆发的相关信息，为上级政府、相关职能部门制定太湖水污染治理政策时，提供有力的技术支持。

## 3 对策建议

### 3.1 严把系统建设的验收关

蓝藻自动监测系统验收包括自动监测仪表的验收和系统的整体验收部分。

该系统的监测对象是水质相对较好的太湖水，由于集中式饮用水源地的特殊要求和蓝藻水华预警监测的需要，对自动监测仪器的性能要求较高，分析仪器的检出限、精密度、准确度、漂移等都是影响数据质量的重要因素。

在该系统气象仪器验收初期，发现气象仪风

速监测精度不能满足验收要求。笔者分析了仪器原理，比较了各项试验数据，发现仪表测量模式、单位换算选择错误。经过系统集成商的改进，和国家海洋局东海标准计量中心、江苏省质量技术监督气象仪器计量站的测试测定，仪器通过最后顺利通过验收。

在该系统的整体验收期间，发现仪器保护罩容易附着贝壳类生物，保护罩内水流交换速度减弱；仪器电极上容易附着水生生物或藻类，影响测量数据的精确度。经多次试验后，系统集成商对保护罩进行改造，将洞眼式保护罩更改为栅格式，增加水流交换面积，同时增加浮标的维护频次，在一定程度上解决了上述问题。

### 3.2 加强系统运行监管

#### 3.2.1 加强系统管理人才培养

在蓝藻自动监测的快速发展过程中，其系统管理的专业人才培养已成为重中之重。该系统既有常规水质参数和蓝藻生物类的监测，还有气象参数的监测，在蓝藻水华数据分析时除了考虑附着生物贝壳、水温、气温的影响外，还要考虑气压、风速、风向对蓝藻的影响，以及藻类与 pH、溶解氧之间的相互关系。因此该系统的专业技术人员必须除了具备仪器仪表、计算机知识外，还需具备数据分析、生物类、气象水利等方面的知识和较强的工作责任心<sup>[6]</sup>。

专业人士培养可以有 3 种方式：①参加上级

组织的相关技术培训,即外部培训;②在系统建设和日常监管中,派人员参与系统建设、调试、验收、运维等工作,学习该系统的有关操作及维护,即内部培训;③以老带新,加强同行之间管理技术的交流,即综合培训。

在工作要求和标准相对较高的地级市环境监测站,应立足于自己的技术力量,通过多种方式培养系统运行监管人员。由于该系统专业性强,系统维护时需使用船只,因此系统日常运维可以委托第三方进行,但质量管理、数据管理及对第三方的绩效考核等管理工作必须由监测站完成。管理人员必须通过相关培训,掌握一定的专业知识,熟悉系统功能,能够从数据规律性、各监测指标的相关性等方面判别数据质量,加强监测数据有效性的管理。

### 3.2.2 建立有效的质量保证和质量控制体系

建立有效的质量保证和质量控制体系是蓝藻自动监测系统数据质量的保证。

首先,该系统质量管理工作要求专业监管人员具备良好的责任心和专业素质。

其次,该系统质量管理除了执行国家已出台的有关运行管理技术规范外,还须结合自身特点,建立一系列切实可行的制度措施,如维护频次、仪器定期校准、浮标保养等管理制度。

再次,该系统除实施“日监控、周检查、月比对”的质量管理制度,做好定期校准、实样比对验证、数据审核等质量控制措施外,对系统的预防性维护也非常重要。因为夏季藻类、贝壳等水生生物繁殖快,容易附着在浮标保护罩和测量电极上,影

响数据质量;由于浮标一直浸泡在湖水中,时时刻刻受到水流的冲击和拍打,各测量电极上的清洗转刷存在掉落的隐患。经笔者统计 2011 年 4~10 月,太湖无锡水域的 19 个蓝藻浮标共掉落转刷 10 个。

### 3.3 积极拓展系统监测能力

由于影响蓝藻聚集和爆发的因素太多<sup>[7]</sup>,在蓝藻预警监测工作中仅考虑监测点位的藻密度、叶绿素 a 和常规气象参数外,无法满足更高、更深层次对蓝藻预警的要求。如果能拓展监测点位的水流方向、水流速度、藻类聚集视频,综合多点位的蓝藻信息、气象信息、水利信息,能更好地实现对蓝藻水华的综合预警。

### 参考文献

- [1] 中国科学院南京地理与湖泊研究所. 太湖梅梁湾 2007 年蓝藻水华形成及取水口污水团成因分析与应急措施建议[J]. 湖泊科学, 2007,19(4):357-358.
- [2] 秦伯强,王小冬,汤祥明等. 太湖富营养化与蓝藻水华引起的水危机—原因与对策[J]. 地球科学进展, 2007,22(9):896-906.
- [3] 徐恒省,洪维民,王亚超等. 太湖蓝藻水华预警监测技术体系的探讨[J]. 中国环境监测, 2008,27(2):62-65.
- [4] 王铨,江南,胡斌等. 太湖蓝藻水华遥感动态监测预警信息系统[J]. 地球信息科学, 2008,10(2):147-150.
- [5] 颜润润等. 基于 EOS/MODIS 资料的太湖藻类动态模拟[J]. 环境科学与技术, 2007,30(7):29-31.
- [6] 向运荣,黄辉. 地表水水质自动监测系统及其建设中的若干问题[J]. 中国环境监测, 2001,17(6):5-7.
- [7] 孔繁翔,高光. 大型浅水富营养化湖泊中蓝藻水华形成机理的思考[J]. 生态学报, 2005,25(3):589-595.