

· 管理与改革 ·

长江水环境质量监测网络运行体系初步构建

嵇晓燕¹, 王姗姗^{2*}, 杨凯¹, 李文攀¹, 姚志鹏¹, 解鑫¹, 陈亚男¹

(1. 中国环境监测总站, 北京 100012; 2. 江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210019)

摘要:为精准、客观、全面评价长江水环境质量和支撑长江大保护,通过研究制定一系列管理制度和技术规范,以优化调整的水环境质量监测网络为基础,建立了涉及管理制度、监测技术、质量控制和数据审核等方面的水质自动监测与采测分离手工监测相结合的网络运行机制。研究自动与手工监测的总磷前处理方式,实现了自动与手工监测数据的匹配和融合,并将融合数据应用于长江水环境质量评价、预警、考核与排名,实现了长江水环境质量监测网络的业务化运行。

关键词: 长江;水环境质量;监测网络;运行机制

中图分类号:X832 文献标志码:B 文章编号:1006-2009(2022)05-0001-05

Preliminary Construction of Water Environmental Quality Monitoring Network Operation System of the Yangtze River

Ji Xiao-yan¹, Wang Shan-shan^{2*}, Yang Kai¹, Li Wen-pan¹, Yao Zhi-peng¹, Xie Xin¹, Chen Ya-nan¹

(1. China National Environmental Monitoring Center, Beijing 100012, China;

2. Jiangsu Provincial Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210019, China)

Abstract: In order to accurately, objectively and comprehensively evaluate the water environmental quality of the Yangtze River and support the Yangtze River great protection, through the research and development of a series of management systems and technical specifications, based on the optimized and adjusted water environmental quality monitoring network, a network operation mechanism of combining automatic water quality monitoring and separate sampling and testing manual monitoring involving management system, monitoring technology, quality control and data review was established. Automatic and manual monitoring of total phosphorus pretreatment methods were studied, the matching and integration of automatic and manual monitoring data were realized. The integrated data was applied to the evaluation, early warning, assessment and ranking of the water environmental quality of the Yangtze River, and the operational running of the water environmental quality monitoring network of the Yangtze River was realized.

Key words: The Yangtze River; Water environmental quality; Monitoring network; Operation mechanism

长江水环境质量监测网络于20世纪80年代初步建立,虽历经几次调整,但均以国家组网、属地监测的模式运行。直至2017年,国家地表水环境质量监测事权上收,长江水环境质量监测模式也迎来了重大转变,实现了由“考核谁,谁监测”到“谁考核,谁监测”的历史性转折,监测方式由手工为主、自动为辅转变为自动与手工监测相结合^[1]。与此同时,长江水环境质量监测网络经过30余年发展,断面数量逐渐增加、监测频次不断提高、监测指标日渐丰富^[2]。为适应监测模式重大转变与断面数量持续增加的新形势,对海量数据进行科学管理和分析,必

须构建以自动与手工监测相结合为特征的长江水环境质量监测网络运行体系^[3],自动监测的智能性、连续性、预警性与手工监测的全面性、可靠性、精准性相辅相成,可以为长江水环境“监测先行、监测灵敏、监测准确”提供全面有力的保障。

收稿日期:2022-03-18;修订日期:2022-06-15

基金项目:长江生态环境保护修复联合研究基金资助项目(2019-LHYJ-01-0301);国家水体污染控制与治理科技重大专项基金资助项目(2017ZX07302002)

作者简介:嵇晓燕(1981—),女,江苏淮安人,正高级工程师,博士,主要从事水环境质量监测与评价研究。

*通信作者:王姗姗 E-mail: 1213867660@qq.com

1 总体架构

通过研究制定系列标准规范,建立长江水环境质量监测网络运行体系,以优化调整的水环境质量监测网络为基础,建立自动与手工监测相结合的运行机制,并针对融合后的数据开展水环境质量评价考核,从而为水环境管理和水污染防治攻坚提供科学、可靠的技术支撑。

将原有地表水环境质量监测断面和重要江河湖泊水功能区断面合并优化调整,形成水资源、水生态、水环境“三水统筹”的长江水环境质量监测网络。建立自动与手工监测相结合的网络运行机制,规范监测技术、质量控制、数据审核和管理制度,涉及监测的“人、机、料、法、环”各环节。建立覆盖样品采集、样品保存、样品运输、实验室分析、质量控制、数据传输和数据审核等全流程的技术规范和 workflows,以总磷前处理方式自动与手工相匹配,以及同一断面自动与手工数据融合成同一代表值等关键技术为突破口,实现自动与手工监测技术和监测数据的科学融合。监测数据主要用于水环境质量评价考核,为充分体现以水环境质量为核心的目标,建立相应的评价考核体系,主要包括评价

方法、预警方法、考核方法和排名方法,在评价指标、统计方法、结果表征、预警方法、考核赋分、排名计算等方面形成技术规定,为长江水污染防治提供重要支撑。

长江水环境质量监测网络运行体系总体架构见图 1,形成的规范体系见表 1。

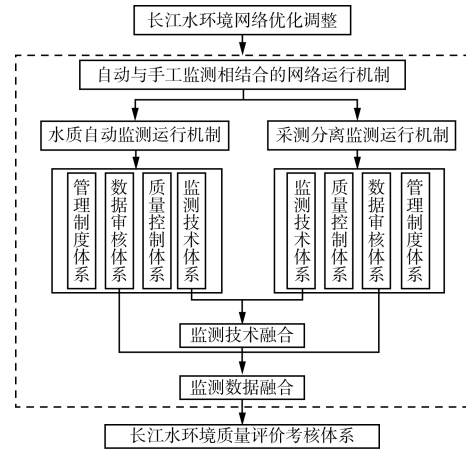


图 1 长江水环境质量监测网络运行体系总体架构

Fig. 1 Framework for water environmental quality monitoring network operation system of the Yangtze River basin

表 1 规范体系

Table 1 Legal, management and technical specifications

规范体系		规范性文件	
网络运行 机制	网络优化调整	《地表水生态环境监测断面(点位)编码规则(试行)》	
	水质自动 监测	管理制度	《地表水水质自动监测站运行管理办法(试行)》《地表水水质自动监测站运行维护管理实施细则(试行)》 《地表水水质自动监测站盲样考核管理规定(试行)》《地表水水质自动监测站停运管理规定(试行)》
		监测技术	《地表水水质自动监测站站房及采排水技术要求(试行)》《地表水水质自动监测站安装验收技术要求(试行)》 《地表水水质自动监测站运行维护技术要求(试行)》《地表水自动监测仪器通信协议技术规定(试行)》 《地表水自动监测系统通信协议技术规定(试行)》《地表水水质自动监测站常规五参数现场比对技术要求(试行)》
	采测分离 监测	质量控制	《地表水水质自动监测站运行维护技术要求(试行)》
		数据审核	《地表水水质自动监测数据审核办法(试行)》
		管理制度	《地表水环境质量监测网采测分离管理办法(试行)》《地表水环境质量监测网采测分离监督检查管理办法(试行)》 《地表水环境质量监测网廉洁运维正面清单和禁止清单(试行)》《地表水环境质量监测网断面桩设置与管理规定(试行)》
		监测技术	《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91—2002)《国家地表水环境质量监测网监测任务作业指导书(试行)》 《国家地表水环境质量监测网采测分离 采样技术导则(试行)》《国家地表水环境质量监测网采测分离(现场监测技术导则)(试行)》
	环境 质量 评价 考核	质量控制	《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91—2002)《环境水质监测质量保证手册》(第二版)《国家地表水环境质量监测网监测任务作业指导书(试行)》
		数据审核	《地表水水质采测分离监测数据审核办法(试行)》
		融合机制	《地表水总磷现场前处理技术规定(试行)》《地表水环境质量监测数据统计技术规定(试行)》
评价方法		《地表水环境质量评价办法(试行)》	
预警方法		《长江流域水环境质量监测预警办法(试行)》	
考核方法		《水污染防治行动计划实施情况考核规定(试行)》	
	排名方法	《城市地表水环境质量排名技术规定(试行)》	

2 长江水环境质量监测网络优化调整

为满足各项环境管理需求,基于原有长江国控网地表水环境质量监测断面、重要江河湖泊水功能区和重要饮用水源地监测点位,以科学性、代表性、延续性、全面性为原则,优化、调整、扩充长江水环境质量监测网络。监测断面(点位)由909个调整为1328个,监测640条河流的1183个断面和60座湖库的145个点位,建设水质自动监测站(以下简称水站)743座;覆盖流域内18个省、119个地市级以上城市和部分直管市、1739个水功能区。设置跨界断面581个,包括181个、255个和145个省、市和县界断面;涉及流域内长江干流,雅砻江、岷江、嘉陵江、乌江、沅江、湘江、汉江和赣江等8大支流,以及太湖、巢湖、滇池、洞庭湖、洱海和丹江口水库等重点湖库。

3 长江水环境质量监测网络运行机制

3.1 水质自动监测运行机制

水质自动监测是对地表水样品自动采集、处理、分析及数据传输的过程^[4],监测项目配置方式为 $9+N$,即常规五参数(水温、pH值、电导率、浊度、溶解氧)和常规监测四项(高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮)共9项指标,湖库增加叶绿素a和藻密度,再根据特征污染物情况逐步增加重金属、VOCs等监测项目,即 N 项目。常规五参数、叶绿素a和藻密度监测频次为1h1次,其他指标监测频次为4h1次,出现异常情况可加密监测,自动监测数据实时上传。为保证水质自动监测网络稳定、高效运行,从管理制度、监测技术、质量控制和数据审核等4个方面开展探索研究^[5]。

(1)管理制度体系。通过制定系列管理办法和规定,从管理制度上保障水站有序、正常运行。研究制定《地表水水质自动监测站运行管理办法(试行)》和《地表水水质自动监测站运行维护管理实施细则(试行)》,明确水站运行职责分工和管理细则,对站点、站房与采水设施、自动仪器各单元、安装验收、运行维护等方面进行规范和约束;研究制定《地表水水质自动监测站盲样考核管理规定(试行)》,加强水站质量监督和运维质量管理;研究制定《地表水水质自动监测站停运管理规定(试行)》,明确停运条件、申请流程、停运补测、恢复运行等相关内容。

(2)监测技术体系。制定系列监测技术文件,

明确水站站房、安装验收、运行维护、仪器通信、系统通信和数据比对等技术要求。研究制定《地表水水质自动监测站站房及采排水技术要求(试行)》《地表水水质自动监测站安装验收技术要求(试行)》和《地表水水质自动监测站运行维护技术要求(试行)》,明确水站选址、站房及采排水建设、验收和运行维护的具体内容和要求;研究制定《地表水自动监测仪器通信协议技术规定(试行)》和《地表水自动监测系统通信协议技术规定(试行)》,规范和指导水站数据采集传输仪与在线监测仪器之间的数据通信,以及水站数据采集端与上位机之间的数据传输;研究制定《地表水水质自动监测站常规五参数现场比对技术要求(试行)》,明确常规五参数现场比对的工作流程、质控核查等技术要求,确保监测数据真实、准确。

(3)质量控制体系。构建贯穿水站运行的多级别、多维度和内外部质控相结合的地表水水质自动监测质量控制体系^[6],包括日质控、周核查和月质控。其中,日质控包括零点核查、跨度核查、零点漂移和跨度漂移;周核查包括每周使用标准物质对五参数进行核查;月质控包括多点线性、集成干预、实际水样比对和加标回收。

(4)数据审核体系。研究制定《地表水水质自动监测数据审核办法(试行)》,规定地表水水质自动监测网数据审核的基本要求、职责分工、审核流程、质量控制等管理要求,确定自动预审、一级初审、二级复审、三级终审的审核流程,建立运维单位、地方监测中心(站)、中国环境监测总站各单位参与且分工明确的审核体系。

3.2 采测分离监测运行机制

采测分离是指在地表水环境质量监测中,将样品采集和检测分析交由不同单位承担,实现样品采集和检测分析分离的监测模式。在执行过程中统一制定实施计划,加密编码;第三方机构按照技术规范采样,水样混合后随机分送至各分析单位;分析单位对加密水样集中分析;原始数据网络直传,全流程各环节留痕质控。采测分离监测指标包括pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、五日生化需氧量、化学需氧量、石油类、挥发酚、汞、铜、锌、铅、镉、铬(六价)、砷、硒、氟化物、氰化物、硫化物和阴离子表面活性剂共21项,监测频次为每月1次,特殊情况可实施加密监测。为保证采测分离监测网络稳定、高效运

行,从管理制度、监测技术、质量控制和数据审核等4个方面开展探索研究。

(1)管理制度体系。通过制定系列管理办法和规定,从管理制度上保障采测分离手工监测有序、正常运行。研究制定《地表水环境质量监测网采测分离管理办法(试行)》和《地表水环境质量监测网采测分离监督检查管理办法(试行)》,确定采测分离职责分工和运行管理方式,明确监督检查责任分工、结果反馈机制、问题处理机制和整改机制;研究制定《地表水环境质量监测网廉洁运维正面清单和禁止清单(试行)》,严防弄虚作假行为;研究制定《地表水环境质量监测网断面桩设置与管理规定(试行)》,明确断面属性和位置,不得擅自更改。

(2)监测技术体系。监测任务承担单位严格按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91—2002)和《国家地表水环境质量监测网监测任务作业指导书(试行)》开展监测,确保数据准确、可比。此外,研究制定系列技术文件,保障采测分离手工监测科学、规范运行。研究制定《国家地表水环境质量监测网采测分离 采样技术导则(试行)》和《国家地表水环境质量监测网采测分离(现场监测技术导则)(试行)》,从采样方案制定、采样器材耗材准备、采样点位确认、水样采集方法、保存剂添加和水样冷藏运输等方面做出详细规定;研究制定《监测采样用试剂耗材检验技术规定》,对影响采样质量的试剂耗材质量检验做出明确规定;研究制定《现场监测异常数据处置技术要求》,规定监测过程中异常情况的处理方式;研究制定《现场监测影像记录技术要求》,对现场监测影像录制提出细化要求。

(3)质量控制体系。按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91—2002)《环境水质监测质量保证手册》(第二版)和《国家地表水环境质量监测网监测任务作业指导书(试行)》开展监测质量保证和质量控制工作。在内部质控方面,按照不低于监测项目10%的比例,对每个采样点随机分配全程序空白和外部平行样品,以盲样形式由采样单位送至分析单位检测,分析单位由采测分离管理系统结合送样距离、送样时间和分析单位能力智能生成;在外部质控方面,开展多部门联动的“双随机”飞行检查,以及现场比对和体系核查等多形式监督检查,实现“以内部质量控制为主、外部质量监督

为辅”和“过程监控、全程溯源”的有效监管。

(4)数据审核体系。研究制定《地表水水质采测分离监测数据审核办法(试行)》,规定地表水水质采测分离监测数据审核的基本流程,以及现场监测、实验室分析、综合数据审核等各阶段数据审核的技术要求,确定包括现场采样、实验室分析和综合审核在内的各环节三级审核制度,从监测规范性、质控符合性、数据合理性与可比性、样品代表性等各方面对监测数据的真实性和准确性进行把关。

3.3 自动与手工监测融合机制

自动与手工监测融合机制主要表现为监测技术和监测数据两方面的融合,以总磷前处理方式自动与手工相匹配,以及同一断面自动与手工数据融合成同一代表值等关键技术为突破口,实现自动与手工监测动态可比和自动与手工数据科学融合。自动与手工监测融合机制稳定运行以来,2020年和2021年分别有24 414个和20 540个总磷样品得以规范化预处理,分别有32 848个和76 158个融合数据被应用于长江流域的水质评价、预警通报、城市排名、“水十条”考核等工作中。

(1)监测技术融合。长江流域水系发达,不同特征的水体适用何种前处理方式是自动与手工监测技术融合的关键,尤其是总磷指标。研究制定《地表水总磷现场前处理技术规定(试行)》,考虑一般水体、感潮河段和藻类聚集等情况下浊度对总磷监测的影响,确定了自然沉降、离心和过滤等不同的前处理方法。此外,针对不同水体浊度、盐度和色度差异导致的水站预处理方式难以统一的技术难点,设计车站“一站一策”预处理技术,在质控手段合理、有效的前提下,针对不同水体特性,选择合理的预处理措施,并且不断改进和优化,实现自动与手工监测方法的动态可比。

(2)监测数据融合。同一断面自动与手工数据的融合是水环境质量评价考核的基础。研究制定《地表水环境质量监测数据统计技术规定(试行)》,填补了自动监测数据参与地表水质评价的空白^[7]。对自动与手工监测数据融合统计方式进行规定,pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮和总磷5项指标优先采用自动监测数据,其余16项指标采用采测分离手工监测数据,确定了数据统计、整合、补遗和修约等方面的技术规则,保证监测数据融合结果的科学性和可比性。

4 长江水环境质量评价考核体系

4.1 评价方法

长江水环境质量评价以《地表水环境质量评价办法(试行)》为基础^[8],针对存在问题对方法细节进行优化完善。评价指标包括水质和营养状态两个方面,数据统计根据月、季度和年度等不同时间尺度进行。规定了6个水质类别(I类、II类、III类、IV类、V类、劣V类),5种水质状况(优、良好、轻度污染、中度污染、重度污染)和5个营养级别(贫营养、中营养、轻度富营养、中度富营养、重度富营养),明确了超标倍数和主要污染指标的确定方法、营养状态指数的计算方法与水质变化趋势分析方法,为科学评价长江水环境质量提供依据。

4.2 预警方法

为推进长江水环境保护工作,建立长江水环境预警机制^[9]。研究制定《长江流域水环境质量监测预警办法(试行)》,对水环境质量变差或无法完成年度目标的风险断面分级分类预警。规定长江流域断面同时满足当月或累计水质同比下降2个类别及以上至III类以下、累计水质未达当年目标,属一级预警;同时满足当月或累计水质同比下降1个类别及以上至III类以下、累计水质未达当年目标、不符合更高等级预警条件,属二级预警。

4.3 考核方法

为切实加大水污染防治力度,《水污染防治行动计划实施情况考核规定(试行)》将水环境质量目标完成情况纳入考核^[10]。规定了地表水评价方法、数据来源、特殊情形和上游入境影响扣除的计算方法,对地表水达到或优于III类断面比例和劣V类断面比例进行赋分,针对单断面水质变化情况设置加分和扣分项,为长江水环境质量考核的具体实施提供支撑^[11]。

4.4 排名方法

为有效激励地方水污染防治工作,强化公众信息知情和舆论监督,以《城市地表水环境质量排名技术规定(试行)》为依据^[12],定期开展城市地表水环境质量状况排名和变化情况排名。现状排名以城市水质指数 $CWQI_{城市}$ 为依据从小到大排序,排名越靠前说明城市地表水环境质量状况越好;变化情况排名以城市水质指数变化程度 $\Delta CWQI_{城市}$ 为依据,负值说明城市地表水环境质量变好,正值说明城市地表水环境质量变差, $\Delta CWQI_{城市}$ 从小到大

排序,排名越靠前说明城市地表水环境质量改善程度越高。

5 结语

构建长江水环境监测网络运行体系,通过优化、调整,形成“三水统筹”的流域水环境质量监测网络,突破监测指标、监测频次和前处理方法技术难点,实现自动与手工监测技术和监测数据的融合。从监测技术、质量控制、数据审核和管理制度等方面构建水质自动监测与采测分离手工监测相结合的网络运行机制,从评价、预警、考核和排名方法等方面发挥长江水环境质量评价考核体系总抓手的作用,为长江水环境监测网络的业务化运行提供技术层面和管理制度上的重要支撑。

[参考文献]

- [1] 嵇晓燕,孙宗光,刘允,等.基于事权上收的国家网流域水环境质量监测技术体系构建[J].环境保护,2017,45(24):30-33.
- [2] 嵇晓燕,刘廷良,孙宗光,等.国家水环境质量监测网络发展历程与展望[J].环境监测管理与技术,2014,26(6):1-4.
- [3] 吴季友,陈传忠,赵岑,等.关于“十四五”生态环境监测支撑能力提升的思路与目标[J].中国环境监测,2020,36(6):1-4.
- [4] 刘璐.水质自动监测技术在水环境保护中的应用[J].环境与发展,2019,31(6):156-158.
- [5] 刘京,刘廷良,刘允,等.地表水环境自动监测技术应用与发展趋势[J].中国环境监测,2017,33(6):1-9.
- [6] 嵇晓燕,孙宗光,刘廷良,等.国家地表水质自动监测站运行管理定量考核初探[C]//陈斌,李国刚,王业耀,等.环境监测科技进展——第十一次全国环境监测学术论文集.北京:化学工业出版社,2013:323-325.
- [7] 嵇晓燕,杨凯,陈亚男,等.地表水质监测数据应用于环境管理的思考[C]//中国环境科学学会.2020中国环境科学学会科学技术年会论文集.北京:中国环境科学学会,2020.
- [8] 嵇晓燕,刘雷,陈亚男,等.地表水环境质量评价办法在应用中存在的问题及建议[J].环境监测管理与技术,2016,28(6):1-4.
- [9] 嵇晓燕,刘廷良,孙宗光.地表水水质自动监测预警理论初探[C]//李国刚.环境监测技术新进展——庆祝中国环境监测总站成立30周年论文集.北京:化学工业出版社,2010:111-115.
- [10] 陈善荣,何立环,林兰钰,等.近40年来长江干流水质变化研究[J].环境科学研究,2020,33(5):1119-1128.
- [11] 李青云,汤显强.浅析“水十条”对长江水污染防治的影响[N].人民长江报,2015-05-16(005).
- [12] 嵇晓燕,孙宗光,陈亚男.城市地表水环境质量排名方法研究[J].中国环境监测,2016,32(4):54-57.