

水环境监测中水质自动监测系统的应用

谷辉宁 谢海星 卢一杰 (南京大学环境规划设计研究院集团股份公司, 江苏 南京 210019)

摘要: 本文以水质自动监测系统作为切入点, 简要叙述水质自动监测系统的结构组成、发展历史和主要监测方法, 结合自身工作经验, 阐述水质自动监测系统在水环境监测项目中的具体用途, 并对系统建设、投运使用期间存在的具体问题开展探讨, 提出有效应用策略。旨在保证水质自动监测系统安全、稳定运行, 发挥出应有功能效用, 加快自动监测技术在水环境监测行业中的应用步伐。

关键词: 水环境监测; 水质自动监测系统; 应用策略

0 引言

近年来, 为保障用水安全、缓解水资源短缺矛盾, 我国逐年加大对水环境监测与治理工作的开展力度, 积极应用自动监测技术, 在主要水系中陆续建成多个水质在线监测系统, 替代、辅助人工完成水样采集与现场检测等工作任务, 做到对水质情况和水环境污染问题的全面掌握、快速预警, 这对水资源保护与社会可持续发展战略的实现有着重要意义。

1 水质自动监测系统概述

1.1 系统结构

水质自动监测系统由采水单元、供水单元、水样预处理单元、配电单元、通讯单元、主控单元和辅助单元组成, 在水环境监测点位修建现场站, 配置氨氮分析仪、COD 分析仪、流量计、氟化物分析仪等硬件设备, 单元模块负责维持系统稳定运行和实现污染事件预警、水样处理等使用功能, 硬件设备负责采集现场监测信号与分析水样成分。此外, 在水质自动监测系统开发设计阶段, 为满足使用要求, 需要明确各项单元模块的实现方法与注意事项。例如, 对采水单元的设计, 应在河道周边 50m 内、地势相对较高区域修建监测站房, 在河堤坡度较大部位搭设采水平台与设定取水点, 选用滑动采水方法, 配置浮筒装置采水, 将水管控制在水面下方 0.5~1.0m 处取水, 确保所采集水样具备代表性, 与河面、河底保持适当距离。

1.2 发展历史

水质监测系统最早在 1975 年被日本、英国等少数国家投入使用, 早期系统存在设备种类与使用功能单一的局限性, 监测范围有限, 监测精度缺乏必要保障。随着时间推移, 自动监测技术体系日益完善, 在上世纪八十年代初期, 日本、美国、德国等国已建立起功能相对完善的水质监测系统, 在工业废水监测、污水处理厂水质监测等场景中得到广泛应用, 监测项目由最初的氧化还原电位、水质五参数增加到氨氮、F 化物、COD 化学需氧量、重金属离子等, 并依托计算机技术和 GPS 系统, 建立起新一代的无线分布式水质自动监测系统, 解决监测数据远距离传输问题。

与此同时, 我国在上世纪八十年代初期广泛开展水质监测系统的研究工作, 在主要河道汇流入口、流域、

入海口等区域建立大量监测站, 采取人工采样方法前往水道采取水样、送至实验室分析, 积累起丰富的水环境监测经验。

随着科技水平提高与新型自动化设备的研制使用, 自 1998 年以来, 我国陆续在七大水系、多个重点流域中建立几百个国家地表水水质自动监测站与地方级地表水水质自动监测站, 陆续攻克了监测项目单一、传感器与仪器运行工况不稳、监测精度下滑明显等技术难题, 充分满足水质监测需要。

1.3 水质自动监测方法

已建成的水质自动监测系统普遍采取传感器监测和分析仪监测两种方法, 其适用范围、监测精度与系统功能存在差异性, 应根据水环境监测项目要求加以合理选择。传感器监测方法是在系统中配置多种传感器, 在监测水源或储水槽中放入传感器探头, 传感器持续采集水体温度、水流速、溶解氧含量、水体 pH 值等要素, 将现场监测信号发送至主控制器与额定值对比分析, 判断水源是否存在异常情况, 此项方法有着系统结构简单、易于实现的优势, 但监测精度有待提升, 对环境要求较为严格, 多用于监测精度要求宽泛、水源水流冲击小的水环境监测项目。分析仪监测方法是在现场站中设置 COD 分析仪、氟化物分析仪等多种型号的仪器, 各台仪器负责单独监测水质中某种组分的含量, 获取单一水质参数结果, 再将各项参数独立发送至总控平台进行集中处理。此项方法有着极高的监测精度与自动化程度, 切实满足现代化监测要求, 也是新建水环境监测项目的首选方法。同时, 为控制系统成本和改善监测效果, 需要根据项目具体要求来适当增减仪器种类, 设计水样预处理单元, 将预处理后的水样送至仪器检测。

2 水质自动监测系统在水环境监测中的主要用途

2.1 污染物总量监控

由总控平台持续收集传感器发送的现场监测信号, 或收集 COD 分析仪等仪器发送的单一水质参数检测结果, 将监测信号、检测结果进行汇总整理、运算分析, 从而掌握水源中各类污染物的实时含量, 用于判断水环境整体质量与水质情况, 这也为后续水环境治理工作的开展提供了大体思路。例如, 根据近年来水环境监测结果显示, 我国七大水系与近岸海域中, 珠江、长江总体

水质较佳,松花江、渤海为轻度污染,淮河、黄河为中度污染,海河、辽河与东海为重度污染,河流污染严重,近海海域污染范围呈扩大趋势。

2.2 水源地水质监测

为保障饮用水安全,加强水源地保护力度,水质自动监测系统被广泛用于水源地水质监测场景中,配置水质分析仪、投入式水位计、视频摄像头等硬件设备,由环境监测机构、水务公司与水务局协同开展水源地水质监测工作,持续监测供水水量、水源地水质、地下水水位等要素,以及在供水设施与水源地取水口部位实施全天候自动视频监控,将实时数据、图像发送至监控中心。如此,在出现水量不足、水质污染、地下水水位过低等问题时,可以及时采取相应处理措施。此外,不同类别水源地的水质监测项目存在差异,1类水源地设立水量监测与安防监测项目,2类水源地设立水量监测、水质监测与安防监测项目,3类水源地设立水量监测、水位监测与安防监测项目。

2.3 跨界河流水质监测

考虑到不同河流水系的水质情况存在差异性,在跨界河流交汇期间,水体中的污染物得到扩散传播,使得水源污染范围扩大,造成更为严重的损失,不易开展水质质量溯源分析工作。因此,需要在跨界河流水质监测场景中应用到水质自动监测技术,在河流跨界断面处设立若干监测站,全天候对各流域水质的化学需要量、总磷、氨氮等指标进行监测,将监测数据发送至总控平台汇总整理,确保环境监测机构与政府主管部门可以第一时间掌握全部断面水质变化情况,在出现水污染事件时,快速锁定污染源头、掌握实时污染情况、预测未来一段时间的污染范围与水体受污程度变化情况,以此来强化水质质量溯源分析能力、解决上下游推诿扯皮问题。

2.4 调水工程水质监测

为缓解局部地区水资源短缺矛盾,我国陆续实施滇中引水、引汉济渭、引黄入淀、引黄济青等多个大型调水工程,在工程实施、运作期间取得极为显著的综合效益,然而,所调水水质是否满足使用要求、如何预防大范围水污染问题出现,是调水工程策划、实施期间面临的一项重要问题。例如,在早年实施的南水北调工程中,受到技术水平限制,选用现场采样、实验室分析的方法,操作流程较为繁琐,将一般项目与敏感项目的监测频率设定为10天一次和5天一次,无法做到对水质情况的实时掌握。在这一工程背景下,可搭建水质自动监测系统,在监测断面处建造现场站,全天候监测水体中挥发酚、粪大肠菌群、硫酸盐、总磷、氨氮与高锰酸盐等指标的浓度含量,对比调水水质要求和实时监测数据,如果二者产生过大偏差、相邻时间段的单一或多项水质指标发生明显变化、监测数据未达到水质要求,由系统自动发送水污染预警信号,帮助监测人员掌握调水水质具体情况,这对推动长距离输水工程实施、保障水资源安全有着重要意义。

2.5 入河排污口监督管理

现阶段,入河排污口是水环境污染的源头之一,大量经过处理或未经处理的生活废水、工业废水排入周边河流域当中,这类污水中含有一定数量的污染物,造成水源污染,水体携带污染物向其他流域和地下水扩散。因此,为预防大范围水污染问题出现,必须将水质自动监测系统应用到入河排污口监督管理场景中,配置流速仪、流量计、多种传感器与专用仪表,持续监测排污口处入河污水的相对浊度、pH值、入河量、污染物总量与污水流速,全天候掌握动态排污情况,在监测到河流水系中排入未经处理的工业废水、污染物入河总量与浓度超标等问题时,自动发送报警信号。

2.6 自动预警水质污染事故

在早期水环境监测项目中,主要采取水污染人工预警方法,由监测人员分析实验室出具的水样检测报告,对照检测结果是否达到《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)、《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-93)等规范标准,确定出现水污染事故后,将问题逐级上报,根据已掌握信息确定水污染级别,采取污染源排查等方法手段来控制污染事件发展,水污染事故的报警流程较为繁琐,时效性较差,给水污染事件的发展提供一定时间。相比之下,水质自动监测系统具备自动预警功能,以及强大的数据处理能力,系统运行期间,在现场站完成水样采集、检测任务,由PLC控制器或微处理器对比水质指标要求和实时监测数据,如果实时数据值超出与邻近额定值时,自动触发水污染预警程序,由程序对水质监测数据开展全面分析,在极短时间内确定水污染级别、污染范围、主要污染物,依托通讯网络,向监测人员与政府主管部门远程发送预警信号与水污染调查报告。

3 水环境监测中水质自动监测系统的问题与应用策略

3.1 系统测试运行

现阶段,多数水质自动监测系统的应用场景、系统结构、仪器设备型号与软件程序存在差异性,在系统开发设计环节存在部分缺陷不足,如果直接将系统投入使用,在长时间运行期间,受到软件设计、环境侵蚀、人为操作等因素影响,容易出现设备失效、监测精度下滑与参数突变的问题,系统运行工况不稳。

水质自动监测项目实施前,必须开展完善的系统测试试验,发现和解决问题,判断系统功能状态是否满足水环境监测要求。

首先,开展手动运行测试试验,手动调节档位与按下控制按钮,观察电动阀、泵机、电磁阀是否在限定时间内有效执行命令,观察设备指示灯显示情况,如观察设备在通电状态下电源指示灯和手动运行指示灯是否保持常亮状态。例如,将转换开关档位调节至反冲洗——水,检查对应电动阀、电磁阀与清洗阀的启闭情况,对样水池、五参数检测池、预处理沉淀池开展清洗动作,

如果清洗效果与清洗时间达标,则通过该档位的手动测试。

其次,开展自动运行测试试验,将系统保持通电运行状态,把转换开关调节至自动运行模式,在指示灯全部亮起后,系统自动执行预先导入的控制方案,依次开展池体清洗、采水泵采水、池体蓄水浸润、预处理沉沙、样水浸润、分析仪采样检测、数据发送总控平台的操作,测试员观察系统运行工况过程,记录各项步骤的执行时间与效果,重复进行多次测试,或是开展仿真试验,判断系统在多种工况环境时的运行情况。

最后,开展功能性测试试验,检查水质自动监测系统的通讯、全面清洗、远程控制、自动预警等功能是否得以正常发挥,如向分析仪提供一份预先经过实验室检测的污水样品,由分析仪检测水样水质成分,观察系统是否发送预警信号、检测结果与实验室出具的检测报告是否一致。

3.2 做好水质自动监测系统运行维护工作

水质自动监测系统的工作环境较为复杂,设备设施受自身老化、水流冲刷、水汽侵蚀等因素影响,实际使用寿命缩短,在运行较长时间后容易出现故障问题,包括监测精度下滑、细小管道堵塞、仪器振动、搅拌电机停机等。

水质自动监测系统投运使用期间,必须同步开展设备设施的运行维护工作,采取日常保养、定期巡视、停机维措施。

首先,日常保养是由站内值守人员按照准则要求,每日检查 1-2 次仪器设备的运行工况,清理设备表面附着杂质,疏通内部管路堵塞物,按照管路压力数值、电源电压、环境温湿度与仪器分析数据来判断水泵、仪器与现场站内情况,在出现异常数据值或设备振动等问题时,及时将问题上报反馈,采取切断电源等措施,避免设备严重受损。

其次,定期巡视任务由每周巡视、每月巡视所组成,每周巡视内容包括检查仪器设备运行工况与记录参数信息、检查管路 with 电路及通讯系统运行情况、观察自吸泵与采水浮筒的运行及固定情况。每月巡视内容包括清理水管路与水泵过滤网、清洗配水板观察窗、清洗电导率仪与氨氮仪等仪器、拆卸清洗取水口与取水管路、清洗反应池与蠕动泵管等部位的沉积物。

最后,根据系统历史运行工况与设备使用年限,合理设定停机维护开展频率,定期将现场站内设备停机,拆机检查设备内部元器件情况,更换老化磨损严重的零配件与易耗件,使用蒸馏水清洗仪器蠕动泵等装置,在保护液内浸泡电极头,处理设备隐性故障,在停机维护结束后启动仪器设备,重新将仪器校准。

3.3 建立完善的水质自动监测系统管理制度

为约束、指导水环境监测工作开展,避免人为因素影响到监测质量与系统运行状态,需要根据实际工作情

况,建立起完善的管理制度,包括试剂管理制度、仪器管理制度、数据管理制度、数据审核制度、突发事件应急预案制度等,明确管理标准、工作程序与注意事项。以仪器管理制度为例,每隔 1 个月开展一次仪器校准作业,由具备相应资质的检测机构进行校验,如果仪器设备使用期间长时间停机问题,必须在重新校准后方可投入使用,同时,每周开展一次质控样测定作业,判断仪器设备漂移程度,在误差大于 20% 情况下重新校准仪器,每月开展一次水样比对试验,从而判断系统运行工况。

3.4 提升水质监测人员专业素养

在水环境监测项目中,对水质自动监测系统的应用,提高了监测精度与效率,但监测方法、工作内容与流程步骤也因此发生明显改变,监测人员固有的理论知识、工作经验缺乏适用性,难以满足工作开展需要。针对这一问题,监测机构需要针对性开展水质监测人员的培训,以全新水质监测分析方法、在线监测仪器正确操作与维护保养方法、相关理论知识作为培训内容,进行岗前技能培训与专业考核,将培训考核结果作为岗位调配的主要依据。例如,培训监测人员掌握正确的点位选择方法,先后确定宏观位置、微观位置与代表性位置,宏观位置按照监测面积覆盖率、流域内人口密度指标、监测目的而定,微观位置按照水体水质影响因素、水质要求、已掌握水质数据和用水量而定,代表性位置按照采样断面、采样垂直线而定,以保证采样分辨率在时间与空间维度上的代表性为首要目的。

4 结语

综上所述,水质自动监测系统在水环境监测领域中有着极为广阔的发展前景,既可以解决传统监测技术时效性差、工作量大、监测频率低等局限问题,同时,也是水环境监测事业的必然发展趋势。环境监测单位务必对水质自动监测技术予以高度重视,遵循实际出发原则,根据项目要求针对性开发一套功能完善、工况稳定的水质自动监测系统,确保水环境监测工作稳步开展。

参考文献:

- [1] 蒋幸幸,许信.水环境监测中水质自动监测系统的运用[J].中国科技信息,2020(Z1).
- [2] 邢瑞.水质自动监测系统研究[D].北京:华北电力大学,2015.
- [3] 黄兆林,马艳琼,徐岗.地表水水质自动监测系统应用中存在的问题及对策[J].云南化工,2019,46(04).
- [4] 赵利娜.苏州河干流水质在线监测系统的应用研究[D].上海:复旦大学,2012.
- [5] 皇甫铮,吴旻妍.水质自动监测系统的建设及应用研究[J].智能城市,2018,4(23).
- [6] 汤燕.地表水质自动监测系统建设及运行管理探究[J].绿色科技,2018(18).