

小型移动式水站在环境监测中的应用及后续展望

夏 京, 李春玉, 吴礼裕, 张奇磊, 李 璐

(常州市环境监测中心, 江苏 常州 213001)

摘 要: 相比目前大量的站房式水质自动站, 小型移动式水站具备占地小、投资少、站房可整体吊装灵活移动等特点, 正成为水质自动监测网络的一个重要组成部分。小型移动式水站特别适用于城市内小型河流、景观河流和部分典型污染因子的河流。通过科学构建、合理组合, 其优化的仪器设备和供电、采配水系统能满足水质实时监测监控、预警预报、评价考核等多方面工作。为拓展应用领域, 小型移动式水站今后还应该进一步在研发组合式新仪器、优化仪器测试方法、降低设备能耗、提高国产化率等方面努力。

关键词: 环境监测; 小型移动式水站; 监控预警; 优化方法

中图分类号: X83 **文献标志码:** A

Application and prospect of the small – scale water monitoring station

Xia Jing, Li Chunyu, Wu Liyu, Zhang Qilei, Li Lu

(Changzhou Environmental Monitoring Center, Changzhou 213001, China)

Abstract: Compared with the fixed water quality monitoring stations that widely – used, the portable water monitoring stations are becoming important parts of online water quality monitoring system for their characteristics such as small space occupied, low cost, convenient of integral installation and mobility etc. They are especially appropriate for the monitoring of small inner city rivers, scenic rivers and the parts of river with typical pollution factors. Scientifically structured and well – organized portable stations with optimized power – supply and water sample collection and distribution system can fulfill different works of real time water quality monitoring, warning and forecasting, as well as appraisalment. To broaden the applications of the portable stations, there is still more to be done in developing combined instruments, optimizing the testing method, reducing their energy consumption and ever – increasing the import substitution rate.

Keywords: environment monitoring; portable water monitoring station; warning and forecasting; optimization method

“十一五”至“十二五”期间, 江苏省在太湖流域重要河流交界断面建设了数百个站房式水站, 仅以江苏省环保厅为主要投资单位建设的水站就超过 115 个。这些水站的建设及运行, 为太湖流域水质监控预警、区域补偿、断面考核等工作发挥了重要作用, 也逐步成为水质监测的发展趋势并成为重要手

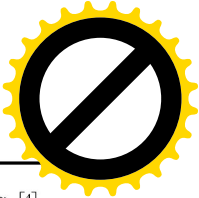
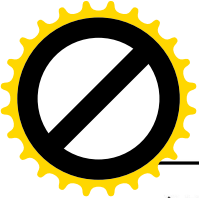
段^[1]。《国家生态环境监测网络建设方案》中指出“加强重要水体、水源地、源头区、水源涵养区等水质监测与预报预警”。切实提高水环境监测预警能力建设^[2], 优化整合水环境监测网络布局将是“十三五”期间环境保护的重要工作之一。

站房式水站在发挥重要作用的同时, 也存在诸

基金项目: 国家重大仪器专项(挥发性有机物在线监测系统在水体监测中的应用示范 2012YQ06002707)

收稿日期: 2016 – 05 – 17; 2016 – 07 – 04 修回

作者简介: 夏京, 男, 1974 年生, 江苏省常州人, 本科, 工程师, 从事环境监测工作。E – mail: 83510407@qq.com



多不足,如站房征地困难、投资巨大、建设周期较长等情况,特别是当部分河道疏浚、断流时,车站被迫长期停运,导致仪器设备受损报废的情况时有发生。近几年来,小型移动式车站应运而生,其占地小、投资少、站房可整体吊装灵活移动的特点,正成为水站网络建设中一个重要的组成部分。特别在寸土寸金的城市中心区域,具备大量建设的可能,其通过分布式技术、大数据技术、云计算服务技术为水环境监测、管理、规划、污染防治、生态预警等方面提供更及时全面的科学依据^[3]。

1 移动式车站的优势

小型移动式车站相对于站房式车站,更适合于城市内小型河流、景观河流和部分典型污染因子的河流(表 1)。

表 1 移动式车站与站房式车站的优缺点对比表

站房式车站	小型移动式车站
项目资金投入大;占地面积大、征地手续繁琐;站点搬迁难度大。如遇拆迁,站房补偿费用较低、手续繁琐,是一种较大的资产损失。	项目资金投入相对较少;使用一体式箱体站房,实际占地面积不超过 5 平方米,无需复杂征地手续;箱体可重复使用,整体吊装,方便移动点位。
需配备大功率空调、水泵,台式工控机,大型 UPS 电源;在偏远地区,供电不足或供电成本极高的地区无法部署监测点或无法长期稳定运行。	系统采用低功耗设计,所有仪器仪表、工控机、潜水泵均采用直流供电,200W 太阳能供电系统即能满足全天候监测;工业级薄板空调满足温控要求。
高投入,建设周期过长;大型化学分析仪,运行维护量大,成本较高;在规范有效的运维质量保证下,监测数据准确性较好。	低成本,低维护量,建设周期短;COD 采用紫外线吸收法,氨氮可采用离子选择性电极法或紫外线吸收法,校准简便,无需更换试剂。但仪器数据较易受水质干扰。
集成度不高,各类分析仪,传感器,实验室设备通过传统 X86 工控机及组态软件集成。	测控核心基于 ARM A9 架构定制化操作系统,传感器、变送器高度集成,实现远程故障诊断、参数设置、操作控制。同时可基于该架构实现传统泵房改造,及大规模分布式部署。

2 小型移动式车站的构成

小型移动式车站是一套以水质在线自动分析仪为核心,运用现代传感器技术、自动测量技术、自动控制技术、分布式低功耗传感器网络技术、计算机应用技术以及相关的专用分析软件和通讯网络所组成的一个综合性的在线自动监测系统。车站主要由户外箱体、采配水单元、水质分析单元、数据采控单元、

视频监控单元、供电单元、数据分析预警单元构成^[4](图 1)。

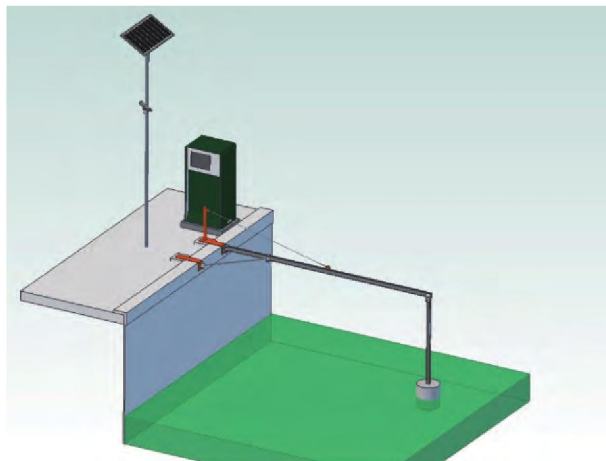


图 1 移动式车站整体外部结构设计图

2.1 水质分析单元

水质分析单元所用在线监测仪器的测量原理及方法符合国家标准分析方法(表 2)。仪器选型原则主要着眼于标准化、稳定性、小型化和易维护^[2](图 2)。

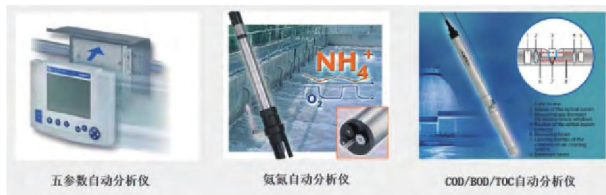
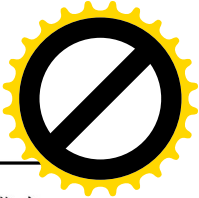
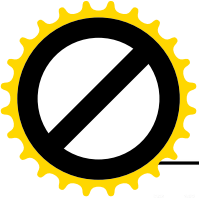


图 2 水质分析单元典型仪器图

表 2 小型移动式车站常用在线监测仪器测量方法一览表

序号	项目	方法	参照标准或规范
1	水温	温度传感器法	《水质 水温的测定》(GB13195-91)
2	pH 值	玻璃电极法	《pH 水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 96-2003)
3	溶解氧	荧光法	《溶解氧(DO)水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 99-2003)
4	电导率	电极法或电导池法	《电导率水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 97-2003)
5	浊度	光散射法或近红外双光束散射法	《浊度水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 98-2003)
6	氨氮	离子选择电极法、水杨酸分光光度法、紫外线吸收法。	《氨氮水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 101-2003)
7	高锰酸盐指数	铬法、锰法、紫外吸收连续光谱法或 254nm 紫外光吸收法,紫外吸收连续光谱法	《高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 100-2003),《紫外(UV)吸收水质自动在线监测仪技术要求》(HJ/T 191-2005)
8	总磷	钼酸铵分光光度法	《总磷水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 103-2003)



2.2 采配水单元

采配水单元(图 3、表 3)使用 Geomagic Studio 完成精准建模。通过计算机模拟系统,我们可详细

检查方案,针对性的进行实施,避免施工不规范带来的稳定性、准确性、安全性等问题。

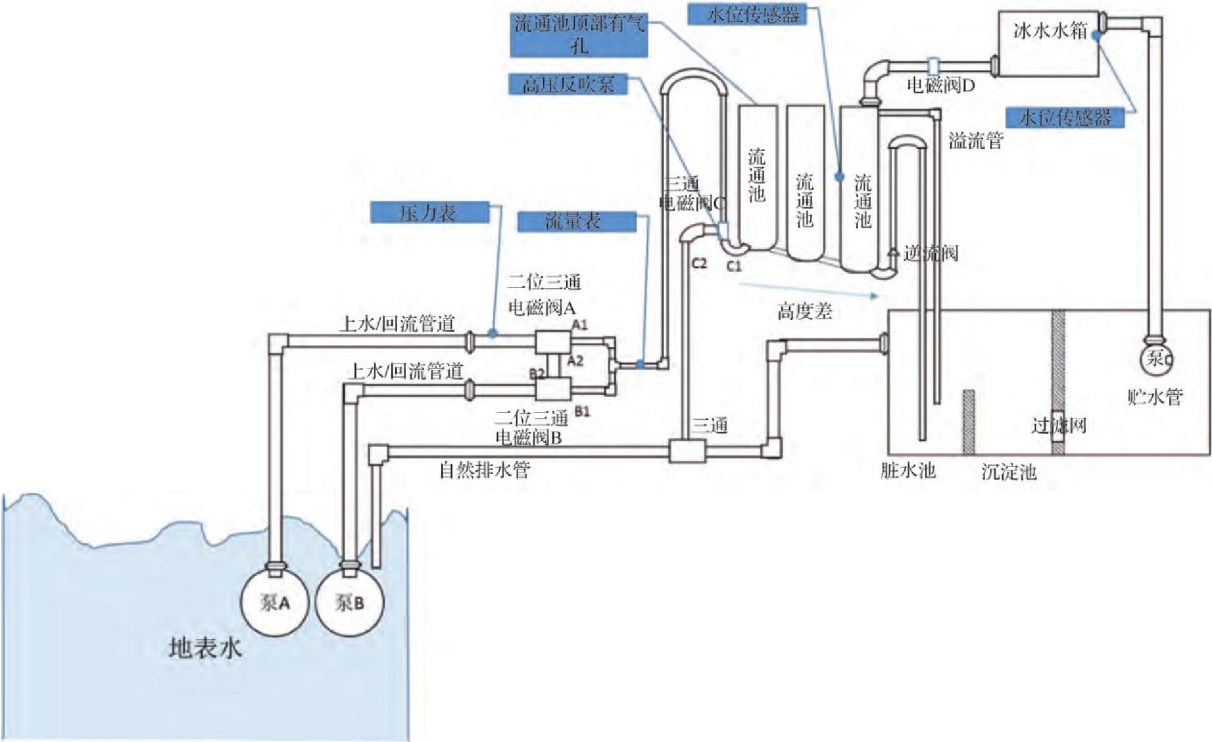


图 3 采配水单元结构图

表 3 小型移动式水站采配水单元构成一览表

分项	参数说明
设计工具	Geomagic Studio3D 精准建模
安装方式	垂直坡面安装、缓斜度坡面安装
异常报警	多种传感器联动式报警
双备份\轮换设计	采水管道、泵一用一备或轮换冲洗
采水警示	高反光标示牌基于照度传感器的 LED 灯 (亮度低于 10LUX 开启警示灯)
流通池	有机玻璃材质,最小死体积设计,顶部具有出气孔防止气泡,内置水位传感器和超声波发生器
净水系统	20 升基础过滤
自动化清洗	净水冲洗流通池超声波清洗采水管道高压反吹
采水口温度传感器	高精度 PT1000

2.3 供电单元

小型移动式水站的机动性需要按需配备多种电力供应系统(图 4),可实现市电、太阳能和蓄电池、UPS 三者供电控制。在市电长时间中断时,系统能自动转入低功耗模式,采用太阳能供电系统。

每个站点配置备用 UPS 供电系统,该备用电源系统具备在外界电源因异常情况停止供电之后,能

无缝连接到 UPS 供电系统上,保证仪器仪表仍能正常运行,并保存断电前的相关参数和恢复后的相关参数一致。

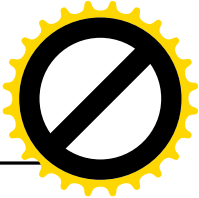
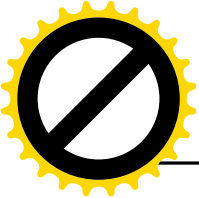
2.4 户外箱体

小型移动式水站的箱体采用一体化设计,顶端设置挂钩,以便于整体移动及运输,这也是该类水站最大的优势特点。由于长期放置于户外,箱体需采用不锈钢、SMC 等材质以适应野外恶劣环境条件,并具有良好的控温设备,确保仪器设备能全天候正常运行。箱体应采用保险箱防盗设计,设置开门短信或报警喇叭,或配以视频监控探头(表 4)。

为满足使用需要,可以进行 2 个以上的站房箱体组合,以搭载更多的仪器设备。

表 4 小型移动式水站箱体构成一览表

分项	参数说明
箱体造型设计	流线型设计、美观大方
箱体材质	SMC 不饱和聚酯玻璃纤维或双层金属烤漆
箱体尺寸	根据环境定制
重量	95 - 125KG
防雷等级	1 级,标准避雷针接地
空气开关	20KA 防浪涌,带漏电保护 CE 认证



续表 4

分项	参数说明
电表	独立电表
安防功能	正面拍照开门录像电子密码锁(支持远程解锁),红外报警(非法入侵,外部破坏报警)外置式声光报警器水浸报警, GPS 定位器(位移报警),声响报警、短信报警、APP 报警、终端报警多重报警模式。
箱体内部	嵌入式 15 寸工业触摸屏,工控机 4G 工业路由器+GPRS DTU(一用一备),数据采集/控制器,自动分析仪采配水组件(含流通池、自动清洗组件), UPS+免维护高能电池组
外部连接件	底部防盗,安装法兰,采水管路,连接器,强电线孔(IP68 防水接头),弱点线控(IP68 防水接头),防盗拆卸结构(需打开箱体门后使用专用工具内部拆卸)
安装方式	预埋式法兰结构安装

2.5 数据采集/控制单元

功能指标上,数据采集/控制单元包括系统自动控制和数据采集、通讯及中心站控制;非功能指标上,则着重考虑可靠性、可维护性、可扩展性、低功耗、兼容性等因素。

数据采集/控制单元由工控机、数据采集器、控制器、通信模块四部分组成。数据采集/控制单元与服务器的通信,物理层采用无线通信(4G/3G/GPRS),传输层采用 TCP/IP 协议(图 5)。根据《水质自动监测预警系统建设规范》,应用层采用 HTTP 协议,利用服务器的 Webservice 服务,传输数据采用标准的 SOAP 规范。通信模块作为局域网(LAN)路由,控制器和工控机加入 LAN,便于与服务器进行通信。工控机、控制器和数据采集器通过串口 RS485 进行通信。

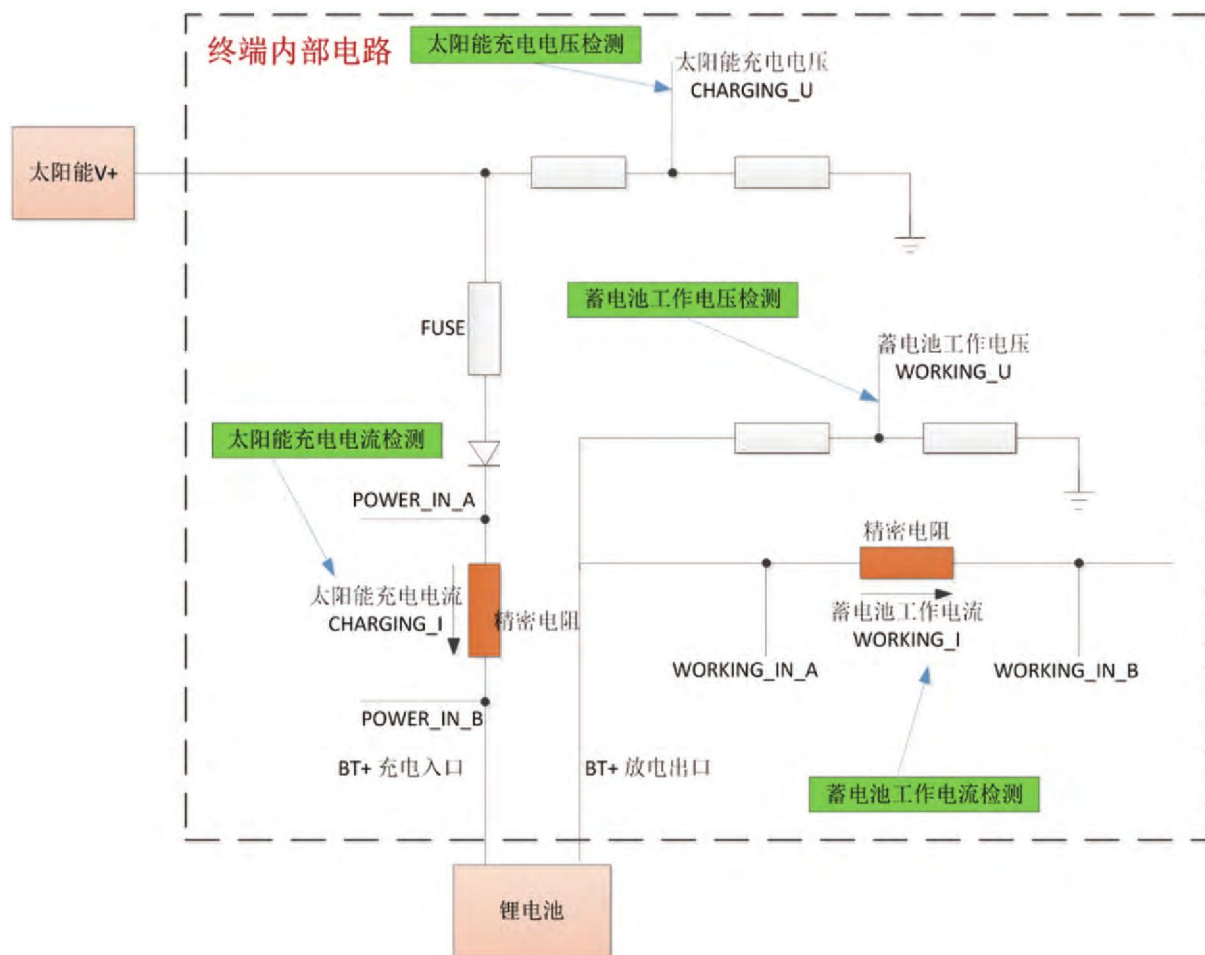
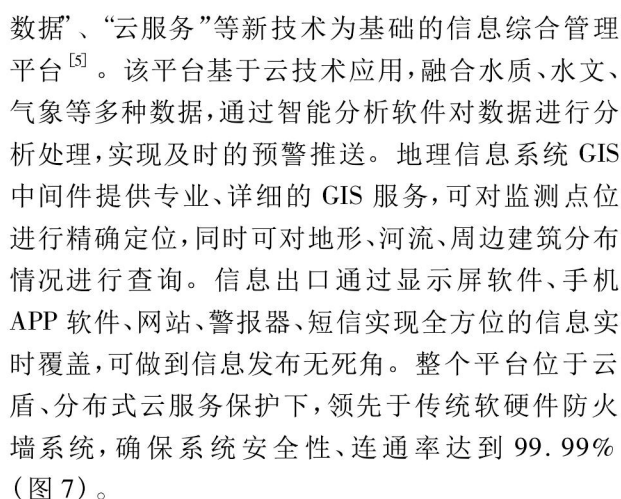


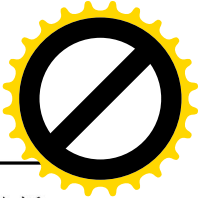
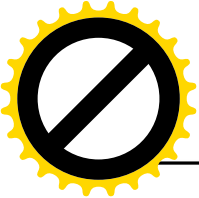
图 4 供电单元图



3 实例应用

清东桥小型移动式水站

[illegible]



4 存在的问题

4.1 监测方法的适用性

紫外吸收连续光谱法是水质在线仪的标准方法,但目前紫外(UV)吸收水质在线分析仪普遍在零点漂移、稳定性、数据偏差方面存在问题^[6]。水体中有机物的组分不同,最大吸收波长也并不相同,它们的紫外全波段吸收光谱有显著差异,不同类型的水样存在不同的紫外光谱吸收特性,导致监测仪器在投入使用初期存在较大的数据偏差、无法有效标定的问题。

4.2 监测仪器的局限性

由于移动式电站内部空间的限制,目前在用的仪器以能采用电极法或光度法的常规五参数、氨氮和COD为主,其它需前处理和较多试剂的仪器则无法顺利添置。

4.3 破坏与偷盗的安全隐患

由于移动式电站或建于闹市区,或建于野外,其新颖别致的外观造型极易引起他人注意,导致随意触碰或故意损坏,甚至偷盗事件的发生。

5 后续发展展望

5.1 紫外(UV)吸收法仪器性能的提高

水体的UV吸光度与TOC、COD等指标具有很好的相关性,可间接反映水中有机物的污染程度,而水体中的有机物含量是评价水质情况的重要标准。使用UV吸收特性综合评定水体中的有机物含量,具有快速、无二次污染的特点,优于传统的化学方法^[7]。

水体中有机物的组分不同,最大吸收波长也并不相同,它们的紫外全波段吸收光谱有显著差异,不同类型的废水存在不同的紫外光谱吸收特性,固定式COD通过氙灯-UV-VIS光纤光谱仪系统,完成对紫外-可见全波段的光谱扫描,针对每一种不同类型的水样进行单独神经网络建模,并通过光谱浊度补偿技术,最终可精确换算出COD等参数。

5.2 仪器类型的拓展及国产化率提升

结合小型电站的机动灵活性,应研发更多的电极法或光度法等新方法仪器,以完善水质测量参数配置。同时,目前水质传感器、分析仪主要以进口仪器为主,在综合考虑测量精度,稳定性等因素基础上,通过适用性检验后可尽量选配国产仪器,进一步提高设备集成度及智能化水平,并降低建设和维护成本。

目前国内多个技术公司正不断研发组合式新

型仪器并开始逐步应用,如将总磷和氨氮在线分析仪合二为一,其中总磷监测采用钼酸盐分光光度法、氨氮监测采用邻苯二甲醛荧光法,进一步提高了氨氮监测的精度和可靠性。

5.3 科学设计,提升采配水单元的合理化构架

采配水单元是小型电站的关键组成,在设计、安装和维护任何一环节出现问题会导致整个系统运行出现不确定性,影响测量结果,所以应高度重视采配水单元的构架,进一步优化采配水结构,提高结构的稳定性,降低维护量。

5.4 电站功耗与供电方式的匹配

小型电站的仪器设备本身功耗较低,但由于还有采水和温控设备,整体功耗就较大。目前电站主要供电方式还是以市电为主,太阳能为辅。如需在无法提供市电的地区建设电站,则需实现低成本下的太阳能、风能等清洁能源的整合供电方案;同时应进一步提升仪器设备的工业化设计,以降低功耗。

5.5 加强安全防范措施

为防止出现损坏、偷盗事件的发生,除了设置开关门短信和鸣笛报警外,还可张贴醒目警示标志,有条件的地方可以在电站箱体外围加做防护栏,或采取与当地派出所进行110联动等措施。

6 结论

总体而言,小型移动式电站以其投资少、占地少、灵活可移动的优势,目前在各地正逐步受到环保部门的关注和重视,随着技术提升,其将在水质实时监测监控、预警预报、评价考核方面发挥更重要的作用。

参 考 文 献

- [1] 钟声,崔嘉宇.江苏省水质自动监测预警规则的设计与应用[J].环境监控与预警,2016,8(2):9-12.
- [2] 刘京,周密.国家地表水水质自动监测网建设与运行管理的探索与思考[J].环境监控与预警,2014,6(1):10-13.
- [3] 嵇晓燕,刘廷良.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):1-8.
- [4] 刘伟,黄伟.中国水质自动监测评述[J].环境科学与管理,2015,40(5):131-133.
- [5] 张奇磊,高琦.饮用水源地水质预警系统的建立和应用研究[J].环境科学与管理,2014,2(2):123-125.
- [6] 张冉,刘京.水质自动监测参数的相关性分析及在水环境监测中的应用[J].中国环境监测,2015,31(4):125-129.
- [7] 赵利娜.苏州河干流水质自动监测系统数据的可靠性分析[J].中国环境监测,2016,31(5):152-155.