

趸船式水质自动监测站建站模式的技术可行性分析

陈鑫琪,梅卓华,张哲海

(江苏省南京环境监测中心,江苏 南京 210013)

摘要:分析大胜关水质自动监测站建成运行后2015—2018年每月实际水样比对数据,并与同期建设固定式水站水样比对结果比较,探讨趸船式水站的技术可行性。结果表明:趸船式水站自动监测的pH值、溶解氧、电导率、氨氮指标与实验室数据有较好一致性,相关性均 >0.7 ,且显著性概率 <0.01 ,存在非常显著的相关关系,pH值、电导率、高锰酸盐指数3个指标的实际水样比对合格率均超过80%,其中高锰酸盐指数和氨氮指标的误差范围与固定式水站监测结果的误差范围相当。

关键词: 趸船站;自动监测;比对分析;水质

中图分类号:X832

文献标志码:B

文章编号:1006-2009(2021)01-0069-03

Technical Feasibility Analysis on Construction Mode of Pontoon Type Water Quality Automatic Monitoring Station

CHEN Xin-qi, MEI Zhuo-hua, ZHANG Zhe-hai

(Jiangsu Provincial Nanjing Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210013, China)

Abstract: The technical feasibility of pontoon type water quality automatic monitoring station was studied based on comparing the monthly actual water sample data from Dashengguan station from 2015 to 2018 with the data from a fixed station set up at the same time. It was shown that the result of pH value, dissolved oxygen, electrical conductivity and ammonia nitrogen by pontoon type water quality automatic monitoring were consistent with that from laboratory. The correlation was greater than 0.7 and the significance probability was less than 0.01, showing a very significant correlation. The pass rates of pH value, electrical conductivity and permanganate index in actual water samples were all over 80%. The error range of permanganate index and ammonia nitrogen were similar to that from the fixed water station.

Key words: Pontoon station; Automatic monitoring; Comparison analysis; Water quality

自动监测在监测水质变化及变化趋势、实时掌握水质状况等方面具有重要作用^[1],能全面、快速、准确监控水环境质量,有效解决传统监测方式“频次低、时效差、覆盖窄”等问题,为水环境保护、管理及水污染防治提供监测信息^[2]。《江苏省生态环境监测监控系统三年建设规划(2018—2020)》提出实现全省省级地表水考核断面、入海河流和近岸海域考核断面、生态补偿断面、主要入江支流断面、饮用水水源地断面自动监控率100%的建设目标。目前水站的建站模式主要有标准式固定站、简易式固定站、小型站、水上固定平台站、浮标站、浮船站等,岸上建站以固定站为主^[3-5]。建设固定站需要协调多个部门,涉及多项手续,耗

时较长^[6]。趸船式水站在简化建设流程、降低建设费用、缩短建设周期的同时,运行效率与固定站相当,可以发挥实时监控、预警监测断面水质的作用。今通过对大胜关水站建设、运行情况的分析,为建设趸船式水站的可行性提供依据。

1 趸船站建设情况

大胜关趸船站位于长江南京河段大胜关附近,

收稿日期:2019-11-20;修订日期:2020-11-09

基金项目:南京市环保科研“基于水质自动监测网的南京市秦淮河流域水环境管理系统研究”基金资助项目(201601)

作者简介:陈鑫琪(1985—),男,江苏通州人,工程师,硕士,主要从事生态环境监测工作。

处于板桥河口下游 110 m, 下距南京大胜关大桥 610 m。站点建于长委下游局长江水文南京趸船上, 取水支架固定于船头, 保证取水位置在水下 0.5 m ~ 1.0 m 之间。取水口与仪器间距约 7 m, 远低于两者间距离丰水期不超过 150 m, 枯水期不超过 200 m 的要求。水质自动监测仪器仪表采用固定式水站通用仪器, 监测指标分别为 pH 值、水温、电导率、溶解氧、浊度、高锰酸盐指数 (I_{Mn})、氨氮 (NH_3-N)、总磷 (TP) 和总氮 (TN)。

2 实际水样比对

2.1 方法比对

趸船站自 2015 年正式运行以来, 每月 1 次对 pH 值、溶解氧、电导率、 I_{Mn} 和 NH_3-N 进行实际水样比对实验, 趸船站自动监测仪器 (自动监测) 方法分别为玻璃电极法、极谱膜电极法、电导池法、高锰酸盐氧化法和气敏电极法。实验室手工监测方法分别参照《玻璃电极法》(GB/T 6920—86) (现场监测)、《电化学探头法》(GB/T 11913—89) (现场监测)、《水和废水监测分析方法》(第 4 版) (现场监测)、《水质 高锰酸盐指数的测定》(GB/T 11892—89) 和《氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 535—2009)。

2.2 数据分析

对 2015—2018 年趸船站正常运行期间主要监测指标的 44 组比对数据进行统计分析, 结果表明, 各项监测指标中 pH 值、电导率、溶解氧和 NH_3-N 的自动监测与实验室数据变化趋势基本一致。pH 值绝对误差范围为 $-0.21 \sim 0.54$, 误差在 ± 0.1 内的数据占比 88.6%。电导率相对误差范围为 $-10.4\% \sim 19.4\%$, 误差在 $\pm 10\%$ 内的数据占比 84.1%。溶解氧绝对误差范围为 $-2.25 \text{ mg/L} \sim 1.67 \text{ mg/L}$, 误差在 $\pm 1.0 \text{ mg/L}$ 内的数据占比 86.4%。 NH_3-N 数值较小, 绝对误差范围为 $-0.30 \text{ mg/L} \sim 0.26 \text{ mg/L}$, 误差在 $\pm 0.15 \text{ mg/L}$ 内的数据占比 79.5%。 I_{Mn} 的比对数据一致性稍差, 主要原因在于实验室分析方法与自动监测在反应试剂浓度、消解条件、滴定终点判定方式等方面存在差异: 实验室所用高锰酸钾溶液每次使用都须校正, 自动仪器所用试剂通常半个月更换一次; 手工方法使用水浴在 $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 消解 30 min, 自动仪器通过电加热在 $95 \text{ }^\circ\text{C}$ 消解 10 min; 实验室手工测试通过颜色变化指示滴定终点, 自动仪器根据电位判断终点。 I_{Mn} 是一个条件性指标, 只

有在水样的预处理方式、反应条件、滴定终点判定等一致的情况下, 才能确保分析结果一致。

通过 SPSS 25 软件对各项监测指标实际水样比对数据进行 Pearson 相关性分析, 用来反映 2 个变量的线性相关程度^[7], 结果见表 1。由表 1 可知, pH 值、溶解氧、电导率和 NH_3-N 比对数据的相关性均 > 0.7 , 且显著性概率均为 0 ($p < 0.01$), 存在非常显著的相关关系; I_{Mn} 比对数据的相关性 > 0.4 , 且显著性概率为 0.004 ($p < 0.01$), 存在显著的相关关系。

表 1 自动监测和实验室分析数据相关性和显著性差异检验结果

Table 1 Correlation and significant difference between automatic monitoring data and laboratory results

项目	数据 n/组	Pearson 相关性	显著性 (双侧)	显著性差异 (p 值)
pH 值	44	0.750 ^①	0	0.689
溶解氧	44	0.868 ^①	0	0.906
电导率	44	0.878 ^①	0	0.113
I_{Mn}	44	0.428 ^①	0.004	0.001
NH_3-N	44	0.881 ^①	0	0.010

①在 0.01 水平 (双侧) 上显著相关。

对各项指标比对数据进行配对 t 检验, 结果见表 1。由表 1 可知, 在置信水平为 95% 时, 显著性水平为 0.05, pH 值、溶解氧、电导率的 p 值 > 0.05 , 表明这 3 项指标比对数据无显著性差异; I_{Mn} 和 NH_3-N 的 p 值 < 0.05 , 表明这两项比对数据有显著性差异。 I_{Mn} 、 NH_3-N 自动监测和实验室数据存在差异主要与分析方法的差异有关。

3 趸船站与固定站实际水样比对结果的差异

分别选取 2 个建于湖库和 1 个建于城市内河的固定站, 3 个站点与趸船站的建设时间和仪器配置基本一致, 监测的水质类别涵盖了 I 类—劣 V 类 (见表 2), 在一定程度上减小了仪器品牌、使用年限引起的测定差异^[8]。对 2015—2018 年各站点每月实际水样比对误差统计分析, 按文献 [9] 评判。 I_{Mn} 计算相对误差, NH_3-N 值较低, 且内河站 NH_3-N 水质类别与其余 3 个站点相差较大, NH_3-N 选取趸船站、湖库站 1、湖库站 2 计算绝对误差。 I_{Mn} 趸船站比对相对误差为 $-27.62\% \sim 50.59\%$, 内河站、湖库站 1、湖库站 2 的误差范围分别为 $-40.43\% \sim 35.75\%$ 、 $-52.45\% \sim 44.44\%$ 、

-49.49% ~ 60%, 趸船站误差范围相对更小。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 比对绝对误差: 趸船站为 $-0.30 \text{ mg/L} \sim 0.26 \text{ mg/L}$ 、湖库站 1 为 $-0.10 \text{ mg/L} \sim 0.25 \text{ mg/L}$ 、湖库站 2 为 $-0.10 \text{ mg/L} \sim 0.16 \text{ mg/L}$, 趸船站误差范围稍大, 主要是由长江水质中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 值高于湖库水质所导致。说明趸船站主要监测指标的实际水样比对合格率与固定式水站相当。各站点 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的比对合格率差距较大, 与监测断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 值的大小和选用仪器的测试方法有关。实验室方法选用纳氏

试剂分光光度法, 水中的游离氨或铵盐直接与纳氏试剂反应生成棕黄色胶态化合物后进行吸光度检测, 检出限为 0.025 mg/L 。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 仪器测试方法为气敏电极法, 需将铵离子转换成游离态的氨气参与反应, 检出限为 0.05 mg/L , 准确定量为 0.2 mg/L , 电极漂移明显, 需要频繁校正, 且灵敏度差, 低浓度测定准确性差。目前 $\text{NH}_3\text{-N}$ 是地表水评价的主要定类指标, 今后在 $\text{NH}_3\text{-N}$ 仪器选型上还需深入研究, 确保选购的仪器能有效应用于水质监测。

表 2 各监测站点情况与主要项目比对合格率

Table 2 Situation of each monitoring station and pass rates of main indicators

站点名称	类型	仪器型号			手工监测 水质类别	比对项目合格率/%				
		五参数	I_{Mn}	$\text{NH}_3\text{-N}$		pH 值	溶解氧	电导率	I_{Mn}	$\text{NH}_3\text{-N}$
趸船站	河流	K100	K301 A	TresCon UNO	I—III	88.6	28.9	84.1	93.3	60.0
内河站	河流	K100	K301 A	TresCon UNO	II—劣V	73.9	30.4	76.1	93.5	73.9
湖库站 1	湖库	K100	K301 A	TresCon UNO	I—II	68.8	27.1	81.2	91.7	37.5
湖库站 2	湖库	MIQ/TC2020XT	K301 A	JAWA-1005	I—II	63.8	38.3	95.7	87.2	91.5

4 应用实例

2018 年 TP 每月实际水样比对自动监测值和实验室分析结果均为 II 类—III 类水质, 两者相对误差为 $-28.18\% \sim 21.11\%$, 按文献[9]评判合格率为 100%。2018 年 7 月 25 日 12 时大胜关站 TP 数据异常升高, 连续两组小时数据超标启动预警程序。之后 7 月 26 日、7 月 28 日—8 月 2 日连续多日 TP 日均值超 III 类水质标准, 7 月 29 日均值达到峰值 0.272 mg/L 。经排查, TP 超标原因为水站取水口上游 300 m 处抛石护岸作业引起的水质波动, 8 月 4 日 TP 数据恢复正常。建成的趸船式水站充分发挥了水质异常预警作用。

5 结语

(1) 趸船站使用水文趸船作为监测站房, 不需要征地建站, 避免了发改委立项、规划部门独立选址规划、国土部门、水利部门洪水影响评价等一系列手续。同时水、电、通讯、道路等配套设施齐全, 大大减少了建站费用^[10], 缩短了建设周期。

(2) 标准式固定站的采配水系统、仪器设备均可用于趸船式水站。趸船站取水同样可以采用浮筒加水泵的方式, 相较固定站最大程度地缩短了采水距离, 可以灵活选用潜水泵或自吸泵。

(3) 趸船站 2015—2018 年每月实际水样比对数据表明, pH 值、电导率、溶解氧、 I_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 等指标的自动监测值与实验室值存在较好的相关性和

一致性。站点建成运行以来, 实际水样比对合格率、 I_{Mn} 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 指标比对误差范围与标准式固定站相当, 趸船式水站可以发挥实时监控断面水质变化趋势, 进而对水污染事故进行预警的作用。

[参考文献]

- [1] 刘京, 周密, 陈鑫, 等. 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]. 环境监测与预警, 2014, 6(1): 10-13.
- [2] 孙南. 水质自动监测系统运行过程中的质量保证和质量控制[J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(1): 62-64.
- [3] 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, 2015, 31(5): 152-155.
- [4] 吴阿娜, 汤琳, 张锦平. 小型岸边站技术在水质自动监测中稳定性和可靠性分析[J]. 中国环境监测, 2019, 35(2): 129-135.
- [5] 巩元帅, 李旭冉. 天津市水质自动监测系统建设与管理[J]. 中国环境管理干部学院学报, 2018, 28(1): 83-85.
- [6] 罗翠琴. 水质自动监测系统的建设与管理[J]. 现代测量与实验室管理, 2009(2): 32-33.
- [7] 国延恒, 王龚博, 刘继明, 等. 长江南京段水质自动监测点位优化[J]. 环境监测管理与技术, 2013, 25(4): 54-57.
- [8] 王国胜, 胡宝祥, 张兰. 地表水水质自动监测数据技术评估[J]. 中国环境监测, 2010, 26(5): 44-46.
- [9] 环境保护部. HJ 915—2017 地表水自动监测技术规范(试行)[S]. 北京: 中国环境出版社, 2017.
- [10] 王海. 地表水水质自动监测站建设与运行管理[J]. 环境监测管理与技术, 2002, 14(1): 5-6.

本栏目编辑 姚朝英 吴珊