

附件7

《水质小型自动站（常规五参数、 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN）技术要求及检测方法（征求意见稿）》 编制说明

《水质小型自动站（常规五参数、 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN）
技术要求及检测方法》

标准编制组

二〇二五年三月

项目名称：水质小型自动站（常规五参数、 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN）

技术要求及检测方法

项目统一编号：2020-29

承担单位：中国环境监测总站、广东省深圳生态环境监测中心站、四川省生态环境监测总站和江苏省无锡环境监测中心

编制组主要成员：王雪娇、左航、陈晋、陈昌举、徐晋、王强、罗澍、
段慧、江岚

环境标准研究所技术管理负责人：雷晶

生态环境监测司项目负责人：董明丽

目 录

1	项目背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	工作过程	1
2	标准制修订的必要性分析	3
2.1	国家及生态环境主管部门的相关要求	3
2.2	相关生态环境标准和生态环境管理工作的需要	4
2.3	现行标准实施情况及存在的问题	5
3	小型水质自动站技术现状及国内外相关标准	6
3.1	小型水质自动站技术现状	6
3.2	国内外相关技术标准及与本标准的关系	12
4	标准制订的基本原则和技术路线	17
4.1	标准制订的基本原则	17
4.2	标准制修订的技术路线	17
5	标准主要技术内容解释	20
5.1	标准主要内容	20
5.2	标准主要技术要求解释	21
5.3	标准主要性能指标及检测方法解释	30
6	与国内外相关标准的对比分析	66
6.1	与国内相关标准的对比分析	66
6.2	与国外相关标准的对比分析	67
7	标准验证	88
7.1	验证方案	88
7.2	验证过程及结果	88
8	实施本标准的管理措施、技术措施建议	88
9	参考文献	89
	附件一 标准验证报告	91

《水质小型自动站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）

技术要求及检测方法》

编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

生态环境部于2020年发布《关于开展2020年度国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2020〕320号）文件，下达了《小型水质自动站技术要求及检测方法（pH、溶解氧、电导率、浊度、温度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷）》标准制订任务，项目统一编号为：2020-29。

本标准的制修订任务由中国环境监测总站承担，协作单位为：广东省深圳生态环境监测中心站、四川省生态环境监测总站和江苏省无锡环境监测中心。

1.2 工作过程

1.2.1 成立标准编制组，开展前期调研工作

2020年6月，在接到标准制订任务后，中国环境监测总站作为项目承担单位，召集各协作单位成立了标准编制小组。按照任务书的要求，制定了详细的标准编制计划与任务分工。首先，组织完成前期调研、需求和问题分析，研究确定标准主要内容。编制组对国内外现有水质小型自动站的技术现状、功能和主要参数进行调研，查询了国内外最新的相关监测标准和文献资料，结合我国地表水水质监测和管理的要求以及现行的单参数水质自动分析仪技术要求，综合分析现行标准存在的问题与不足，确定水质小型自动站标准的框架与内容。

1.2.2 开题报告编制，组织开题论证

编制组研究了现有水质小型自动站的原理、结构和功能，结合地表水自动监测技术规范，提出对水质小型自动站安全、功能和性能指标等方面的要求，从采配水、预处理、参数分析、数据传输等各个环节把控数据的质量。结合多年来单参数水质自动分析仪的适用性检测经验，在此基础上初步确定标准的适用范围、性能指标及检测方法，拟定标准制订的基本原则和技术路线，确定标准验证测试方案，完成开题论证报告和标准草案。

2020年11月，中国环境监测总站科技处组织召开《小型水质自动站技术要求及检测方法（pH、溶解氧、电导率、浊度、温度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷）》等两项环境保护标准开题论证材料内审会，邀请国家水生态环境监测、国家地表水质自动监测站管理、水质实验室分析、生态环境标准制修订的4位专家对该标准征求意见稿及编制说明进行审议，编制组根据专家意见进行了修改与完善。2021年5月21日，生态环境部生态环境监测司组织召开了本标准开题论证会，并且通过了开题论证。生态环境部生态环境监测司和环境标准研究所代表，以及来自中国环境监测总站、北京市计量检测科学研究所、上海市环境监

测中心、辽宁省生态环境监测中心、江苏省环境监测中心、山东省生态环境监测中心、湖北省生态环境监测中心站、河南省生态环境监测中心和江西省南昌生态环境监测中心的 9 位专家参加会议，专家组听取了标准编制单位针对本标准开题论证报告及标准草案的内容介绍，经质询、讨论，形成以下审查意见：

- 一、标准编制单位提供的材料齐全，内容完整；
- 二、标准编制单位对国内外应用情况、标准及文献进行了充分调研；
- 三、标准定位准确，技术路线合理可行。

专家组通过该标准的开题论证。提出的具体修改意见和建议如下：

- 1、充实完善编制说明的相关内容，处理好现有标准和本标准的衔接与协调；
- 2、标准文本6.3章节中增加仪器性能指标的相关要求；
- 3、根据HJ 565-2010等对标准草案和标准开题报告进行编辑性修改。

根据专家组意见，编制组针对本标准与现有标准进行了详细充分地比较与分析，并在编制说明中增加了相关内容，确保标准体系的合理性和科学性。此外，参考同类标准并研究确定将标准文本中原 6.3 章节的相关内容删除，并根据 HJ 565-2010 等对标准草案和开题报告进行编辑性修改。

1.2.3 标准验证测试工作，征求意见稿及编制说明编制

编制组根据开题论证会意见形成标准征求意见稿及编制说明初稿，按开题论证报告中标准验证测试方案组织开展了相关测试。2021年12月，组织完成了6种型号的水质小型自动站标准验证测试工作，根据标准征求意见稿初稿，每个型号选取3套系统进行实验室检测部分，通过实验室检测后随机选取1套完整的系统进行户外检测部分。在国内选取典型的、有代表性的地表水系进行户外检测性能指标的验证测试工作，分别在城市内河（深圳市）、长江流域（成都市）、主要湖泊（无锡市）和入海口（深圳市）4种水系代表所在地进行。编制组进行了各地验证测试数据的汇总和处理分析工作，形成了《小型水质自动站技术要求及检测方法（pH、溶解氧、电导率、浊度、温度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷）》标准验证测试报告，并根据测试结果进一步调整和完善标准内容，最终编制完成了标准征求意见稿及编制说明。

1.2.4 召开征求意见稿内审会

按照《中国环境监测总站环境保护标准制修订工作管理办法》的要求，2022 年 11 月 4 日，中国环境监测总站科技处组织召开《小型水质自动站技术要求及检测方法（pH、溶解氧、电导率、浊度、温度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷）》征求意见稿内审会，邀请国家地表水质自动监测站管理和地方监测站的 5 位专家对该标准征求意见稿及编制说明进行审议，提出如下修改意见：

1、编制组在大量调研分析基础上，组织了 6 家生产厂家的仪器，在河流、湖库现场进行了对比，获得了大量数据，并且汇报的内容详细，标准文本及编制说明规范、全面，满足标准征求意见稿的编制要求；

2、建议标准名称修改为《小型水质自动监测站技术要求及检测方法（水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮）》；

3、进一步完善标准文本内容，提高文本编制的规范性。

根据专家组意见，编制组参考当时在研标准“地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）”安装验收和运行维护技术规范的标准名称，研究确定拟在征求意见稿技术审查会上提请修改本标准名称为《小型水质自动站技术要求及检测方法（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）》。此外，编制组对标准征求意见稿及编制说明进行编辑性修改，修改标准文本部分条款的表述方法，调整标准文本结构，提高文本内容的严谨性和规范性，进一步完善标准文本和编制说明内容后提请生态环境监测司对该标准征求意见稿进行技术审查。

1.2.5 召开征求意见稿技术审查会

2024年12月3日，生态环境部生态环境监测司通过视频会议的形式组织召开了本标准征求意见稿技术审查会，来自地方监测站、北京计量院的9名专家组成专家组，对该标准征求意见稿及编制说明进行审议。专家组听取了标准主编单位所作的标准文本和编制说明的内容介绍，经质询、讨论，形成以下审查意见：

- 一、标准主编单位提供的材料齐全、内容完整；
- 二、标准主编单位对国内外标准及文献进行了充分调研；
- 三、标准定位准确，技术路线合理可行，验证内容完善。

专家组通过该标准征求意见稿的技术审查。建议按照以下意见修改完善后，提请公开征求意见：

- 1、建议标准名称修改为《水质小型自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）技术要求及检测方法》；
- 2、进一步规范检测用试剂的配制等相关表述；
- 3、按照 HJ 565《环境保护标准编制出版技术指南》对标准文本和编制说明进行编辑性修改。

结合专家组意见，编制组修改标准名称为《水质小型自动站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）技术要求及检测方法》。此外，编制组按照 HJ 565-2010 对标准文本和编制说明进行编辑性修改，修改检测用试剂表述方法，保持文本表述前后统一且通顺规范。

2 标准制修订的必要性分析

2.1 国家及生态环境主管部门的相关要求

近十年来，国家不断强化水生态环境监测网络和自动监测能力的建设。根据《生态环境监测规划纲要（2020-2035年）》，地表水环境监测要深化自动监测与手工监测相融合的监测体系。研究建立以自动监测为主的地表水监测评价、考核与排名办法，与手工监测评价结果平稳衔接。根据水环境管理需要，进一步拓展自动监测指标和覆盖范围，国家层面逐步建立国控断面9+N自动监测能力（9，即水温、浊度、电导率、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮；N，即化学需氧量、五日生化需氧量、阴阳离子、重金属、有机物、水生生态综合毒性等特征指标）。根据2021年12月生态环境部印发的《“十四五”生态环境监测

规划》，“十四五”期间要优化水环境质量监测，在全国重点流域和地级及以上城市设置3646个国家地表水环境质量监测断面，开展自动为主、手工为辅的融合监测，支撑全国水环境质量评价、排名与考核。国家地表水自动监测网络是全国生态环境监测网络的重要组成部分，水质自动监测的重要性被提到了空前的高度。近年来，国家及地方大力推进地表水自动监测站（以下简称“水站”）的建设工作，目前全国建成并已投入运行的水站多达10000余个，“十四五”期间国家和地方仍将继续投资建设水站。

近年来，生态环境部大力推进现代化生态环境监测仪器设备的研发与应用。2024年3月，生态环境部印发《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》，从监测网络、监测技术、业务支撑、数据质量、监测管理等方面提出了主要任务，强调现代化监测体系建设要以全面支撑美丽中国建设为核心，抓好健全天空地海一体化监测网络、塑造数智化监测技术新优势两个重点，推动监测数据高质量、监测管理高效能、监测支撑高水平。其中在技术装备数智化方面，要加速新技术标准化进程、提升装备自主化水平，构建符合新质生产力要求的新一代监测技术装备体系。2025年1月，生态环境部在京召开2025年全国生态环境保护工作会议，会议强调要推进生态环境科技创新与监测体系建设，深入实施国家科技重大项目，推动国家生态环境监测网络数智化转型，建设天空地海一体化监测网络。

早在2017年9月，中共中央办公厅、国务院办公厅就印发了《关于深化环境监测改革提高环境监测数据质量的意见》（厅字〔2017〕35号），要求“专门用于在线自动监测监控的仪器设备应当符合环境保护相关标准规范的要求”。水质自动监测仪器符合相关技术规范要求是地表水自动监测数据“真、准、全”的基础和前提，对于新兴的自动监测设备更要尽快出台相关技术标准，以促进水质自动监测技术体系的完善。

2.2 相关生态环境标准和生态环境管理工作的需要

《国家生态环境标准制修订工作规则》（国环法规〔2020〕4号）中规定，国家生态环境监测标准包括生态环境监测技术规范、生态环境监测分析方法标准、生态环境监测仪器及系统技术要求、生态环境标准样品等，本标准属于生态环境监测仪器及系统技术要求，不属于生态环境监测分析方法标准或生态环境监测技术规范。

根据《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]的定义，地表水水质自动监测站是指完成地表水水质自动监测的现场部分，一般由站房、采配水、控制、检测、数据传输等全部或者数个单元组成，简称水站。水站主要分为固定式水质自动监测站、简易式水质自动监测站、小型式水质自动监测站和浮船式水质自动监测站4种。固定式水质自动监测站内部有完善的仪器间、质控间以及生活间等功能区的水站，站房结构一般是砖混结构；简易式水质自动监测站内部只有仪器间和质控间功能区，或将监测仪器间和质控间合并建设。区别于这两种水站，小型式水质自动监测站是将一套地表水水质自动监测系统直接集成于一台控制柜或金属箱体中，可直接安装于现场，无需另外的站房建设的水站，其柜体一般由外箱体、内部金工件及附件装配组成。因此，本标准的研究对象水质小型自动站是一个独立的、整体的集成产品。传统固定式水站存在占地面积大、审批手续烦琐、建设周期长、投入成本高等问题。集成化、一体化的水质小型自动站可以克服上述这些问题，各监测项目分析原理与固定站一致，并且能够实现固定站的绝大部分功能，因此小型自动站逐渐发展起来。目前

国内外已有安徽皖仪、厦门斯坦道、浙江微兰、深圳朗石、盈峰科技、广西先得等三十余家企业自主研发了水质小型自动站产品，并陆续有更多的企业开展该产品的研制生产。近三年来，水质小型自动站已经在全国各地的地表水质量监测和水污染源排放监控现场有所应用，在全国范围内安装应用了数千套类似设备，积累了一定的实验和监测数据。

针对国家地表水水质自动监测必测项目为常规五参数、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷9项指标，其中水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷7项指标为《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）^[2]规定的地表水环境质量标准基本项目。《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]中要求水质自动监测站一般包含站房、采配水、控制、检测、数据传输等多个单元，监测项目至少覆盖常规9个监测项目（pH、溶解氧、电导率、浊度、温度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷）。针对以上地表水质量监测的常规9个监测项目的水质自动分析仪已有成熟的技术要求和检测方法，《pH水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 96-2003）^[3]、《电导率水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 97-2003）^[4]、《浊度水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 98-2003）^[5]、《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]、《高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 100-2003）^[7]、《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]、《总氮水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 102-2003）^[9]和《总磷水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 103-2003）^[10]为单参数水质监测仪器技术要求，但单参数水质监测仪器技术要求无法满足多参数水质小型自动站智能化、集成化功能建设的标准化要求，因此急需建立涵盖采配水、前处理、分析、控制以及数据采集上传等功能新型技术标准来指导及规范水质小型自动站的设计、生产及应用。

2.3 现行标准实施情况及存在的问题

9项单参数仪器技术要求对单参数水质在线自动监测仪器的生产、应用选型和性能检验做出了规定，已较为成熟并得到广泛应用。然而单参数仪器技术要求无法满足多参数水质小型自动站智能化、集成化功能建设的标准化要求，存在以下不足：

- a) 水质小型自动站包含了采配水、控制、检测、数据传输等多个单元，要求是一个完整的地表水自动监测系统。单参数仪器技术要求仅针对单参数水质在线自动监测仪器，缺乏对采配水、预处理、数据传输、接受远程控制等系统功能的要求。
- b) 水质小型自动站将应用于地表水水质监测，根据地表水自动监测系列技术规范中的要求，要实现数据与主要状态参数的传输。单参数仪器技术要求缺乏对监测仪器过程参数、方法参数的控制要求及数据传输通信协议方面的规范。
- c) 水质小型自动站将直接用于户外，其工作环境更为苛刻。单参数仪器技术要求中性能指标的检测均在实验室内进行，缺乏对水质小型自动站在户外/现场长期运行的持久性与稳定性的考核。
- d) 水质小型自动站是一个高度集成化、一体化、智能化的系统，内部各个单元需要协同配合才能完成9项监测项目的日常监测。单参数仪器技术要求中性能指标仅针对单个参数的测定，缺乏对水质小型自动站各组成单元运行协同性的考量。
- e) 水质小型自动站应用于地表水水质监测，单参数仪器技术要求规定的水质监测仪器

适用范围包括地表水和污染源废水，相应的仪器量程和性能指标的检测范围更宽，无法针对性地考核水质小型自动站对于较为清洁水体水质监测的性能。

因此，以往传统的单参数仪器技术要求已经不能满足需要，《水质小型自动站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）技术要求及检测方法》的编制十分必要。本标准为首次针对集成化的多个监测项目水质监测系统建立技术要求及检测方法，是对单参数（pH、溶解氧、电导率、浊度、温度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷）自动分析仪技术要求的有机整合，同时结合地表水自动监测系列技术规范（试行）中的技术要求，增加对采配水、预处理、数据传输、支持反控等方面的规范。

3 水质小型自动站技术现状及国内外相关标准

3.1 水质小型自动站技术现状

经编制组调研，国外目前没有高度集成化的水质小型自动站产品，2016年起国内市场上出现该类别产品。为满足我国水生态环境监测的管理需求，该类产品由最初的以电化学和光谱学为原理的小型监测站转向以电化学和湿法化学法为原理的水质小型自动站。目前市场上的水质小型自动站产品以国产为主，编制组就全国32个型号的水质小型自动站产品进行了技术调研。水质小型自动站的基本特点为直接应用于户外，集成于一个机柜内、占地面积小。仪器内部集成度有差异，以各监测项目仪表简单集成的方式为主，部分产品可实现模块化集成，后者一般占地面积更小。水质小型自动站产品一般由采配水单元、预处理单元、分析单元、控制单元、数据采集与传输单元构成，具备固定式水质自动监测站的大部分功能，可以实现自动采配水、自动预处理、自动水质监测项目监测、自动数据上传及接受远程控制等功能。监测项目一般包括但不限于pH、溶解氧、电导率、浊度、温度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷9项常规水质监测项目，可根据需要替换或增配化学需氧量、重金属等特征指标。

编制组从调研选取6个品牌（型号）进行详细的技术调研，以深入了解目前市场上户外水质小型自动站产品的技术现状。6个型号的调研结果详见表1，可知水质小型自动站一般占地面积不大于2 m²，集成度高的产品占地面积在1 m²左右，整体重量一般不超过1 t，最大功率在3000 W左右（包含空调功率）。除了标准规定的水站应具备的基本功能外，不同厂家的水质小型自动站还具备自动加标回收、超标留样、试剂冷藏、水浸或烟感报警、GPS定位、开关门禁等其他功能。除地表水常规9项监测项目外，可实现的监测项目还包括化学需氧量、叶绿素、重金属、氟化物等。水温、pH、电导率、溶解氧和浊度的测定原理为传感器法，高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮的测定原理为基于国家标准生态环境监测分析方法的湿法化学法，可见水质小型自动站采用的分析方法与传统固定式水质站相同，且量程范围均可覆盖《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）^[2]规定的V类水浓度以上。经调研可知，此6个型号的水质小型自动站产品就在全中国广东省、江苏省、河北省、福建省、云南省、重庆市等多地不同的地表水水质监测项目有所应用。

表 1 水质小型自动站技术调研统计表

序号	厂家名称	仪器名称	规格型号	监测项目	体积重量及功率	功能	测定原理	量程范围	应用案例
1	安徽皖仪科技股份有限公司	水质自动监测站	WMS1800s	水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮+化学需氧量	长宽高： (1.2×1.1×2.0) m 整机重量： 450 kg 最大功率： 4.0 kW	自动配水、自动预处理、自动水质参数监测、自动数据上传及接受远程控制+水浸、烟雾、温湿度报警和 GPS 定位功能	1. 水温：温度传感器法 2. pH：玻璃电极法 3. 溶解氧：荧光法 4. 电导率：石墨电极法 5. 浊度：90 度散射光法 6. 高锰酸盐指数：高锰酸钾氧化分光光度法 7. 氨氮：水杨酸分光光度法 8. 总磷：钼酸铵分光光度法 9. 总氮：过硫酸钾氧化紫外分光光度法 10. 化学需氧量：重铬酸盐法	1.水温：（0~60）℃ 2. pH：0~14 3.溶解氧：（0~20）mg/L 4.电导率：（0~20000）mS/m 5.浊度：（0~4000）NTU 6.高锰酸盐指数：（0~50）mg/L 7.氨氮：（0~10）mg/L 8.总磷：（0~2）mg/L 9.总氮：（0~20）mg/L 10.化学需氧量：（0~200）mg/L	河流断面水质监测项目、水库水质监测项目
2	厦门斯坦道科学仪器有限公司	一体化微型水质自动监测站	ESTD-XP	水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮+叶绿素、蓝绿藻、化学需氧量	长宽高： (1.2×0.9×2.0) m 整机重量： 650 kg 最大功率： 2.5 kW	自动配水、自动预处理、自动水质参数监测、自动数据上传及接受远程控制+环境动力单元监测	1. pH：玻璃电极法 2. 溶解氧：荧光寿命法 3. 电导率：石墨四极式电极法 4. 浊度：光散射法 5. 高锰酸盐指数：氧化还原滴定法 6. 氨氮：水杨酸分光光度法 7. 总磷：过硫酸钾钼酸铵	1.水温：（0~50）℃ 2. pH：2~12 3.溶解氧：（0~20）mg/L 4.电导率：（0~500）mS/m 5.浊度：（0~1000）NTU 6.高锰酸盐指数：（2~20）mg/L 7.氨氮：（0.1~5）mg/L 8.总磷：（0.02~2）mg/L 9.总氮：（0.2~20）mg/L	水库水质监测项目、河流断面水质监测项目、长江入河排污口监测项目

序号	厂家名称	仪器名称	规格型号	监测项目	体积重量及功率	功能	测定原理	量程范围	应用案例
							分光光度法 8. 总氮：过硫酸钾氧化紫外分光光度法 9. 叶绿素：荧光法 10. 蓝绿藻：荧光法 11. 化学需氧量：重铬酸钾氧化法	10.化学需氧量：(15~1000)mg/L	
3	深圳市朗石科学仪器有限公司	微型水质监测站	MINI 6000	水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮+化学需氧量，重金属（总铜，总锌，总镍等）	长宽高： (1.6×1.1×2.2) m 整机重量： 600 kg 最大功率：3 kW	自动采配水，自动预处理，自动水质参数监测，自动数据上传及接受远程控制+自动加标回收+自动废水废液分离，自动恒温控制	1. pH：玻璃电极法 2. 荧光法 3. 电导率：电极法 4. 浊度：散射法 5. 高锰酸盐指数：酸性高锰酸钾滴定法 6. 氨氮：纳氏试剂或水杨酸试剂分光光度法 7. 总磷：钼酸铵分光光度法 8. 总氮：碱性过硫酸钾紫外分光光度法 9. 重金属，化学需氧量等：分光光度法	1.水温：（0~60）℃ 2.pH：0~14 3.溶解氧：（0~20）mg/L 4.电导率：（0~500）mS/m 5.浊度：（0~1000）NTU 6.高锰酸盐指数：（0~10/20/50）mg/L 7.氨氮：（0~1/5/10/30/150）mg/L 8.总磷：（0~1/2/10/50）mg/L 9.总氮：（0~2.5/10/20/50/100）mg/L 10.化学需氧量：（0~100/1000/5000/10000）mg/L	河流断面水质监测项目

序号	厂家名称	仪器名称	规格型号	监测项目	体积重量及功率	功能	测定原理	量程范围	应用案例
4	浙江微兰环境科技有限公司	微型地表水环境质量监测站	VLWS-50A	水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、化学需氧量、+可替换氟化物、(UV) COD、叶绿素、ORP	长宽高： (1.1×0.8×1.7) m 整机重量： 500 kg 最大功率： 2.0 kW	自动采配水、自来水管清洗管路、自动预处理、自动水质参数监测、自动数据上传及接受远程控制、超标留样、试剂低温保存、电源稳压功能、烟感报警、夜间工作照明、超声波驱虫、门磁报警	1. pH: 玻璃电极法 2. 溶解氧: 荧光法 3. 电导率: 四极式电极法 4. 浊度: 90 度光散射法 5. 高锰酸盐指数: 高锰酸钾氧化分光光度法 6. 氨氮: 水杨酸分光光度法 7. 总磷: 钼酸铵分光光度法 8. 总氮: 过硫酸钾氧化紫外分光光度法 9. 化学需氧量: 重铬酸钾氧化分光光度法 10. 氟化物: 氟试剂分光光度法 11. (UV) COD: 有机物紫外吸收法 12. 叶绿素: 荧光法 13. ORP: 玻璃电极法	1.水温: (0~80) °C 2. pH: 0~14 3.溶解氧: (0~20) mg/L 4.电导率: (0~20000) mS/m 5.浊度: (0~4000) NTU 6.高锰酸盐指数: (0~10/20) mg/L, 可扩展 7.氨氮: (0~2/10) mg/L, 可扩展 8.总磷: (0~2/10) mg/L, 可扩展 9.总氮: (0~10/20) mg/L, 可扩展 10.化学需氧量: (0~200) mg/L, 可扩展	长江入口监测项目、流域支流监测项目、湖库各河道入口监测项目

序号	厂家名称	仪器名称	规格型号	监测项目	体积重量及功率	功能	测定原理	量程范围	应用案例
5	宇星科技发展（深圳）有限公司	微型水质自动监测系统	YX-WQMS-S	水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷及总氮、叶绿素a、藻密度	长宽高： (1.8×1.1×2.1) m 整机重量： 930 kg 最大功率： 3.5 kW	自动采配水、自动预处理、自动水质参数监测、自动数据上传及接受远程控制	1. pH: 玻璃电极法 2. 溶解氧: 荧光法 3. 电导率: 电极法 4. 浊度: 光散射法 5. 温度: 热电阻或热电偶 6. 高锰酸盐指数: 高锰酸钾氧化滴定法 7. 氨氮: 纳氏试剂分光光度法/水杨酸分光光度法 8. 总磷: 钼酸铵分光光度法 9. 总氮: 过硫酸钾消解-紫外分光光度法 10. 叶绿素a: 荧光法 11. 藻密度: 荧光法	1. 温度: (-20~100) °C 2. pH: 0~14 3. 电导率: (0~500) ms/cm 4. 溶解氧: (0~20) mg/L 5. 浊度: (0~4000) NTU 6. 高锰酸盐指数: (0~20) mg/L, 可扩展 7. 氨氮: (0~10) mg/L, 可扩展 8. 总磷: (0~2) mg/L, 可扩展 9. 总氮: (0~20) mg/L, 可扩展 10. 化学需氧量: (0~200) mg/L, 可扩展	河流断面水质监测项目、流域综合治理项目
6	四川久环环境技术有限公司	一体化水质自动监测站	SINOEPA 9102 MS	水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮+化学需氧量、叶绿素a、蓝绿藻、水	长宽高： (1.9×1.0×2.2) m 整机重量： 1000 kg 最大功率： 2.5 kW	自动采配水、自动预处理、自动水质参数监测、自动数据上传及接受远程控制、柜体智能恒温、系统断电自我保护、系统故障自检+具备烟雾、水	1. pH: 玻璃电极法 2. DO: 荧光法 3. 电导率: 四级式电极法 4. 浊度: 光散射法 5. 温度: 热电阻法 6. 氨氮: 水杨酸分光光度法 7. 高锰酸盐指数: 高锰酸钾消解-光度滴定法 8. 总磷: 钼酸铵分光光度法	1. 水温: (0~50) °C 2. pH: 0~14 3. 溶解氧: (0~20) mg/L 4. 电导率 (0~20000) mS/m 5. 浊度: (0~1000/4000) NTU 6. 高锰酸盐指数: (0~20) mg/L 7. 氨氮: (0~5) mg/L 8. 总磷: (0~2) mg/L 9. 总氮: (0~10) mg/L	出境流域断面监测项目、河流断面水质监测项目、水库水质监测项目

序号	厂家名称	仪器名称	规格型号	监测项目	体积重量及功率	功能	测定原理	量程范围	应用案例
				中油等		浸、温湿度、门禁开关等检测传感器，动环监控系统；可伸缩雨棚；试剂冷藏单元；稳压器、UPS；将清洗废水和废液分类收集、存放；选配超标留样器；选配质控单元	9. 总氮：碱性过硫酸钾消解-紫外分光光度法 10. 化学需氧量：重铬酸钾密闭消解-分光光度法	10.化学需氧量：（0~100）mg/L	

3.2 国内外相关技术标准及与本标准的关系

3.2.1 国外相关标准

经过对标准的全面查询,目前国外尚无针对户外一体化水质小型自动站的仪器标准或规范。美国材料实验协会(American Society of Testing Materials, ASTM)发布的标准Standard guide for continual on-line monitoring systems for water analysis (ASTM D 3864-06)^[11]中针对水质连续在线监测系统的设计、安装、校准和运行等方面做出了规范,具有一定借鉴性和普适性,但其中缺少强制性指标,而且无法满足水质小型自动站的特殊需求。对于水质在线分析仪器,国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)发布的标准Water Quality On-line Sensors/analysing Equipment for Water Specifications and Performance tests^[12]以及英国环保署MCERTS (Monitoring Certification Scheme, MCERTS)认证发布的Performance Standards and Test Procedures for Continuous Water Monitoring Equipment (Version 3.1)^[13]中对仪器的性能指标和技术要求作了较为详细的阐述。ISO标准中对水质自动在线监测仪器规定的主要性能指标包括示值误差、定量下限、重复性、环境温度影响、离子干扰、记忆效应等,能够比较全面地反映在线监测仪器的性能,但这些性能指标同样未规定限值,指导性和规范性不足;MCERTS标准规定了水质在线监测仪的示值误差、重复性、漂移、电压影响和环境温度影响等性能指标及技术要求,但指标种类较为有限,不能全面反映仪器性能以及满足我国的环境管理需求。此外,与编制说明2.3节中提及的国内现行的单参数水质在线监测仪器标准存在的问题一致,以上国外标准未对采配水、预处理、数据传输等过程和相应设备进行规范,无法满足多监测项目水质小型自动站智能化、集成化功能建设的标准化要求。

3.2.2 国内相关标准及与本标准的关系

在地表水水质自动监测方面,我国已经发布或正在制订一系列相关的技术规范,详细信息参见表2。2017年生态环境部发布了《地表水自动监测技术规范(试行)》(HJ 915-2017)^[1],该标准规定了地表水(海水除外)水质自动监测系统建设、验收、运行和管理等方面的技术要求,主要包含了水站建设、平台建设、水站验收、运行维护、质量保证与质量控制、数据采集频率与有效性判别等内容。该标准出台时间较早且内容相对全面,对我国近年来地表水水质自动监测站的建设具有一定的指导性和普适性。但随着我国地表水水质自动监测网络建设和管理的要求不断细化,此标准在站房及采排水系统、安装验收、运行维护等各个方面的内容不够具体,难以满足新技术体系下水站的技术需求。因此,2018年开始中国环境监测总站牵头制订《地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求》(HJ 915.1-2024)^[14]、《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)安装验收技术规范》(HJ 915.2-2024)^[15]、《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》(HJ 915.3-2024)^[16]、《地表水自动监测系统通信协议技术要求》(HJ 1404-2024)^[17]等系列技术规范,以保障我国水站的建设质量和运行质量。

首先,本标准与以上提及的5项标准属于不同类别的生态环境监测标准。根据《国家生态环境标准制修订工作规则》(国环法规〔2020〕4号)的规定,《地表水自动监测技术规范(试行)》(HJ 915-2017)^[1]、《地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求》

(HJ 915.1-2024)^[14]、《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)安装验收技术规范》(HJ 915.2-2024)^[15]、《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》(HJ 915.3-2024)^[16]和《地表水自动监测系统通信协议技术要求》(HJ 1404-2024)^[17]均属于生态环境监测技术规范,本标准属于生态环境监测仪器及系统技术要求。其次,本标准与以上提及的5项标准的适用范围有显著区别。本标准主要适用于水质小型自动站一类独立产品的设计、生产和检测,用于在正式投入使用前对该类仪器的性能评估。《地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求》(HJ 915.1-2024)^[14]、《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)安装验收技术规范》(HJ 915.2-2024)^[15]和《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》(HJ 915.3-2024)^[16]、《地表水自动监测系统通信协议技术要求》(HJ 1404-2024)^[17]等技术规范则主要适用于水站的建设、安装验收、运行维护和数据通信等方面,本标准规定的水质小型自动站在实际应用时可参照上述标准中针对小型水站相应的要求执行。

表 2 我国地表水水质自动监测相关技术规范汇总表

序号	标准	类别	状态	适用范围
1	《地表水自动监测技术规范(试行)》(HJ 915-2017) ^[1]	生态环境 监测技术 规范	现行	地表水(海水除外)水质自动监测系统建设、验收、运行和管理等方面的技术要求。适用于环保部门建设的地表水水质自动监测系统。
2	《地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求》(HJ 915.1-2024) ^[14]		现行	本标准规定了地表水水质自动监测站选址、站房与采水单元等基础设施建设和验收等技术要求。适用于地表水水质自动监测站站址选择、基础设施建设和验收工作。
3	《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD _{Mn} 、NH ₃ -N、TP、TN)安装验收技术规范》(HJ 915.2-2024) ^[15]		现行	适用于地表水水质自动监测站的安装、调试、试运行及验收。适用的水质自动监测仪器为常规五参数(水温、pH、溶解氧、电导率、浊度)、高锰酸盐指数(COD _{Mn})、氨氮(NH ₃ -N)、总磷(TP)、总氮(TN)等水质自动监测仪器,其他监测项目的水质自动监测仪器可参照本标准安装验收。
4	《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD _{Mn} 、NH ₃ -N、TP、TN)运行维护技术规范》(HJ 915.3-2024) ^[16]		现行	适用于水站检查维护、运行质量保证和质量控制等工作。
5	《地表水自动监测系统通信协议技术要求》(HJ 1404-2024) ^[17]		现行	适用于地表水水质自动监测站与地表水水质自动监管平台之间的数据传输,新建或升级改造的地表水水质自动监测系统的数据传输。
6	本标准	生态环境 监测仪器 及系统技 术要求	制订 中	适用于水质小型自动站的设计、生产和检测。

我国已发布的生态环境监测仪器及系统技术要求中,污染源废气和环境空气在线监测领域标准都有针对“监测系统”的技术要求,如《固定污染源烟气(SO_x、NO_x、颗粒物)排放连续监测系统技术要求及检测方法》(HJ 76-2017)^[18]、《环境空气气态污染物(SO₂、NO₂、O₃、CO)连续自动监测系统技术要求及检测方法》(HJ 654-2013)^[19]等,“监测系统”标准按照系统构成对采样、预处理、数据分析、数据传输等各个组成单元提出技术要求,针对现场应用的实际情况设定技术指标,并建立科学、合理、操作性强的实验室及现场检测方法。但目前我国水质自动在线监测领域没有针对“监测系统”的技术标准,各类水质自动监测仪器技术标准均是针对独立的单参数监测仪器,常规9个监测项目对应的仪器标准基本是在2003发布(详见表3)。首先,根据编制说明2.3节的分析解释,该系列单参数仪器标准无法对水质小型自动站的全系统做出规范和要求。其次,由于发布时间较早该系列标准本身存在一定问题。一是该类标准类似于计量部门的计量检定规程,其指标多集中于各个仪器的计量性能指标,比如漂移、重复性误差、直线性等;二是该类标准相对粗糙,对仪器量程、检测范围、定量下限或检出限等指标没有约束,导致不同人对该标准理解不一致,使用时存在偏差;三是该类标准指标设定过于简单,比如重复性误差和直线性2个重要指标仅测试1种浓度的标准溶液,缺乏代表性,不能全面的考察仪器性能。针对上述问题,2015年开始,中国环境监测总站开展针对该系列标准的修订工作,探索建立新的标准体系,从计量属性、方法属性以及管理属性等方面建立指标,逐步建立水质监测仪器标准新的性能指标体系和检测方法,全面提升标准质量,更好地服务环境管理,2019年颁布的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019)^[8]及《化学需氧量(COD_{Cr})水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 377-2019)^[20]为新标准体系的代表。

本标准参照我国现行“监测系统”标准,结合水质“单参数”标准,重点参照2019年新发布的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019)^[8]及《化学需氧量(COD_{Cr})水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 377-2019)^[20],结合现场应用、多功能集成、长期无人值守、自动化程度高、远程智能通通信等实际情况,建立性能指标及检测方法,并结合验证测试结果确定各个性能指标的标准限值。本标准建立的指标体系包含性能指标和功能指标两类,性能指标分为实验室检测指标和户外检测指标,分别在实验室内和户外进行检测。实验室检测指标及检测方法主要参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019)^[8]及《化学需氧量(COD_{Cr})水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 377-2019)^[20]建立;户外检测指标主要参考HJ 101-2019和HJ 377-2019新标准体系中考核仪器现场适用性的性能指标建立,相应检测方法则参考《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》(HJ 915.3-2024)^[16]等水质系列标准进行规定;功能指标通过现场功能检查进行检测,主要参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019)^[8]、《化学需氧量(COD_{Cr})水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 377-2019)^[20]以及《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》(HJ 915.3-2024)^[16]等系列标准建立。

表 3 9 个监测项目对应单参数水质自动监测仪器技术标准情况统计表

监测项目	现行标准	性能指标	是否规定了量程及 检测范围	是否规定了检 出限或定量下 限指标	是否规定了数据有 效率、最小维护周 期指标	检测 环境	是否包含对采 配水、预处理、 数据传输等方 面要求
水温	无	无	否	否	否	无	否
pH	《pH水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 96-2003）	重复性、漂移、响应时间、温度补偿精度、MTBF、实际水样比对、电压稳定性、绝缘阻抗	测量最小范围 pH 2~12	否	否	室内	否
电导率	《电导率水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 97-2003）	重复性误差、零点漂移、量程漂移、响应时间、温度补偿精度、MTBF、实际水样比对、电压稳定性、绝缘阻抗	测量最小范围 0 mS/m~500 mS/m	否	否	室内	否
浊度	《浊度水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 98-2003）	重复性误差、零点漂移、量程漂移、线性误差、MTBF、实际水样比对、电压稳定性、绝缘阻抗	否	否	否	室内	否
溶解氧	《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）	重复性误差、零点漂移、量程漂移、响应时间、温度补偿精度、MTBF、实际水样比对、电压稳定性、绝缘阻抗	测定范围 0 mg/L~ 10 mg/L 或 0 mg/L~20 mg/L	否	否	室内	否

监测项目	现行标准	性能指标	是否规定了量程及 检测范围	是否规定了检 出限或定量下 限指标	是否规定了数据有 效率、最小维护周 期指标	检测 环境	是否包含对采 配水、预处理、 数据传输等方 面要求
高锰酸盐指 数	《高锰酸盐指数水质自动 分析仪技术要求》（HJ/T 100-2003）	重复性误差、零点漂移、量程漂移、葡萄糖 试验、MTBF、实际水样比对、电压稳定性、 绝缘阻抗	测定最小范围 0 mg/L~20 mg/L	否	否	室内	否
氨氮	《氨氮水质在线自动监测 仪技术要求及检测方法》 （HJ 101-2019）	示值误差、定量下限、重复性、24 h低浓 度漂移、24 h高浓度漂移、记忆效应、电 压影响试验、pH影响试验、环境温度影 响试验、实际水样比对试验、最小维护周 期、数据有效率、一致性	量程范围 0.1 mg/L~150 mg/L; 检测范围 0.1 mg/L~10 mg/L 及 10 mg/L~150 mg/L	定量下限	是	室内	否
总氮	《总氮水质自动分析仪技 术要求》 （HJ/T 102-2003）	重复性误差、零点漂移、量程漂移、直线 性、MTBF、实际水样比对、电压稳定性、 绝缘阻抗	测定最小范围 0 mg/L~100 mg/L	否	否	室内	否
总磷	《总磷水质自动分析仪技 术要求》 （HJ/T 103-2003）	重复性误差、零点漂移、量程漂移、直线 性、MTBF、实际水样比对、电压稳定性、 绝缘阻抗	测定最小范围 0 mg/L~50 mg/L	否	否	室内	否

4 标准制订的基本原则和技术路线

4.1 标准制订的基本原则

标准制订要配合我国地表水生态环境管理的需求,并且符合地表水水质自动监测的相关技术要求。标准编制组在我国现有标准和相关规定的基礎上,综合考虑水质小型自动站的自身特点、国内相关技术水平现状和各地方环境监测实际工作的需要,不断深入研究和完善本标准的内容。不仅考虑标准的先进性及前瞻性,而且还考虑标准的可操作性及标准体系的科学性。

为满足特定条件下采用水质小型自动站监测地表水水质的需求,本标准制订的基本原则如下:

(1) 参考《地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求》(HJ 915.1-2024)^[14]、《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)安装验收技术规范》(HJ 915.2-2024)^[15]、《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》(HJ 915.3-2024)^[16]、《地表水自动监测系统通信协议技术要求》(HJ 1404-2024)^[17]等现行标准,总体上与国家地表水自动监测站的要求保持一致,并结合水质小型自动站的自身特点调整或增加相应规范内容。

(2) 明确水质小型自动站的基本构成及应具有的功能,增加对采配水、预处理、通信协议、远程控制等系统功能要求。

(3) 参考国家地表水环境质量自动监测网的相关要求,增加对监测仪器过程参数、方法参数的控制要求及数据传输通信协议方面的规范。

(4) 根据水质小型自动站的实际工作条件和检测可实现性,建立实验室检测与户外检测相结合的性能指标,实现从采水到获得数据全过程的综合评价。

(5) 性能指标能够满足实际环境监测需要而且可以实现,能够反映系统自身性能,与水质监测仪器的新标准体系相符。

(6) 各项指标具有普遍适用性,功能完整性和代表性,适用于以不同原理方法为基础的系统,易于推广使用。

(7) 各项指标的检测方法准确可靠,具有可实施性,通过标准规定的检测方法进行检测,能如实反映仪器各项指标和性能。

(8) 系统各参数的测量范围、漂移等指标满足相关生态环境标准和生态环境管理工作的要求。

(9) 制订的标准达到《国家生态环境标准制修订工作规则》(国环法规〔2020〕4号)的有关要求。

4.2 标准制修订的技术路线

4.2.1 标准主要技术内容及依据

标准的资料性概述要素、规范性一般要素、规范性技术要素等技术内容的编排、陈述形式、引导语等遵循《环境保护标准编制出版技术指南》(HJ 565-2010)^[21]中的有关规定。

本标准是在对国内外相关技术标准、水质小型自动站技术现状和特点、实际使用情况以及用户意见与需求、仪器厂商代表意见等充分调研和分析的基础上，结合我国水生态环境监测和管理的需求，重点参考水质监测仪器的新标准体系及地表水自动监测相关技术规范，综合标准验证测试结果最终确定的。具体的技术要素与依据如下：

（1）适用范围

参考上述已发布的水质监测仪器标准，本标准的适用范围也包含三个层面的内容，分别是：本标准规定的内容，为水质小型自动站的组成结构、技术要求、性能指标及检测方法；本标准所规定的技术要求的适用范围，为适用于水质小型自动站的设计、生产和检测；满足本标准规定的技术要求的水质小型自动站产品的适用范围，为主要应用于地表水水质的监测。

其中适用范围的确定主要是依据水质小型自动站可实现的监测项目及量程。根据仪器技术现状和应用需求的调研结果，本标准规定的水质小型自动站主要应用于地表水监测，参考《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]中规定的地表水水质自动监测站必测项目，确定水质小型自动站应至少实现水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮9项水质监测项目的自动监测。本标准规定水质小型自动站针对这9项监测项目的量程应至少包含0℃~50℃、2~12、0 mS/m~500 mS/m、0 NTU~1000 NTU、0 mg/L~20 mg/L、2 mg/L~20 mg/L、0.15 mg/L~5 mg/L、0.02 mg/L~2 mg/L和0.2 mg/L~10 mg/L，是依据国内市场上现有水质小型自动站的技术现状（测定原理、定量下限、设计量程等），结合我国地表水环境质量标准《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）^[2]中各监测项目的标准限值、各监测项目标准分析方法的测定上下限，综合本标准验证测试中所开展的检出限指标的测试结果最终确定，依据此范围最终确定本标准规定的水质小型自动站的主要应用水体。

（2）术语和定义

本标准主要对水质小型自动站、各组成单元、性能指标及检测方法中涉及的术语做出了定义。首先，根据国内市场上不同型号水质小型自动站可实现的功能、基本结构及应用案例，参考已发布和在研的地表水自动监测系列技术规范中相关定义，结合地表水监测部门的实际需求，最终确定水质小型自动站的定义。水质小型自动站的定义是从需实现的功能和基本构成两方面做出规定，由于自身技术特点和实际应用需求，水质小型自动站的定义还对集成程度、应用环境和占地面积做出了规定。

氨氮和化学需氧量2项仪器标准中规定了“量程范围”与“检测范围”两个概念，本标准进一步规范和明确两者的区别和关系。在本标准第3节术语和定义中增加对“量程”和“检测范围”的解释，量程是指仪器对目标测量物的测量范围，规范的主体为仪器。不同型号水质小型自动站针对不同监测项目可依据企业自身研发情况和市场策略设置不同量程，某项监测项目可具备单个或多个量程，本标准对每个型号仪器每个监测项目的设计量程不做明确的限制性要求，仅做可以满足环境管理需要的最低要求。因水质小型自动站主要应用于地表水监测，本标准针对各监测项目提出的量程上限及下限主要参考地表水环境质量标准限值、单参数仪器标准、仪器技术水平及验证试验结果；各监测项目的检测范围是指开展仪器性能指标检测时的浓度区间，规范的主体为检测，是仪器量程的一部分。各监测项目仪器量程应包

含的最小浓度区间作为本标准实验室检测的检测范围。

（3）组成结构

根据国内不同品牌水质小型自动站的工作原理和结构组成，结合《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]和在研地表水自动监测相关标准中对水站构成的要求，对系统的构成做出基本要求，规定水质小型自动站由采配水单元、预处理单元、分析单元、控制单元、数据采集与传输单元及其他单元组成。

（4）技术要求及检测方法

本标准技术要求不仅对系统的工作条件要求、安全要求和机柜要求做出了规定，还对系统的采配水、预处理、分析、控制和数据采集与传输单元等各个组成单元应具备的功能要求进行了规定。首先根据水质小型自动站的应用环境和需求，确定其工作条件要求、安全要求和机柜要求。系统各单元应具备功能要求的提出主要参考《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]、《地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求》（HJ 915.1-2024）^[14]、《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）安装验收技术规范》（HJ 915.2-2024）^[15]、《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[16]、《地表水自动监测系统通信协议技术要求》（HJ 1404-2024）^[17]等标准中的相关要求，同时重点参考以《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]为代表的水质监测仪器新标准体系中的技术要求，结合水质小型自动站自身技术特点以及地表水监测部门在实际应用中的需求最终确定。

本标准技术要求还对水质小型自动站提出了具体的性能要求，根据水质小型自动站的实际工作条件和检测可实现性，参照《固定污染源烟气（SO_x、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 76-2017）^[18]等我国现行的“监测系统”标准，结合水质“单参数”标准，建立实验室检测与户外检测相结合的性能指标。广泛调研国内外已开发的水质小型自动站的技术材料、操作说明及企业标准，充分掌握国内外水质小型自动站的整体水平、先进水平和发展方向；充分调研我国在生态环境实际工作中对水质小型自动站功能和性能的需求，以及实际使用过程中所遇到的问题；充分研究国内现有的较为成熟的单参数水质自动分析仪技术标准，对其中性能指标的科学性和可行性进行论证，充分考虑已发布标准实施过程中发现的问题，进一步优化性能指标及检测方法的设置；在与水质监测部门及国内生产厂家代表讨论后，提出具有科学性、代表性、可操作性和先进性的性能指标和相应检测方法。

选取6个型号的水质小型自动监测站，依据拟定的性能指标及检测方法开展标准验证测试，根据测试结果判断各项性能指标拟定的技术要求是否合理，并最终确定技术要求的具体限值。每个型号选取3套系统（未配置采水单元）进行实验室检测部分，通过实验室检测后随机选取1套完整的系统（配置采水单元）进行户外检测部分。户外检测性能指标的验证测试分别在城市内河、长江流域、主要湖泊和入海口4种水系代表所在地进行，以确定水质小型自动站测定不同类型地表水的适用性和可靠性。对于漂移、重复性等采用标准样品进行测试的性能指标，技术要求的设置需保证参与验证测试的仪器通过率不低于80%；对于采用实际水样进行测试的性能指标，考虑水样的复杂性和随机性，技术要求的设置需保证参与验证测试的仪器通过率不低于60%，避免技术要求设置过于严格。同时，达标结果需较为均匀地分布在技术要求规定的范围内，避免技术要求设置过于宽松。

4.2.2 技术路线图

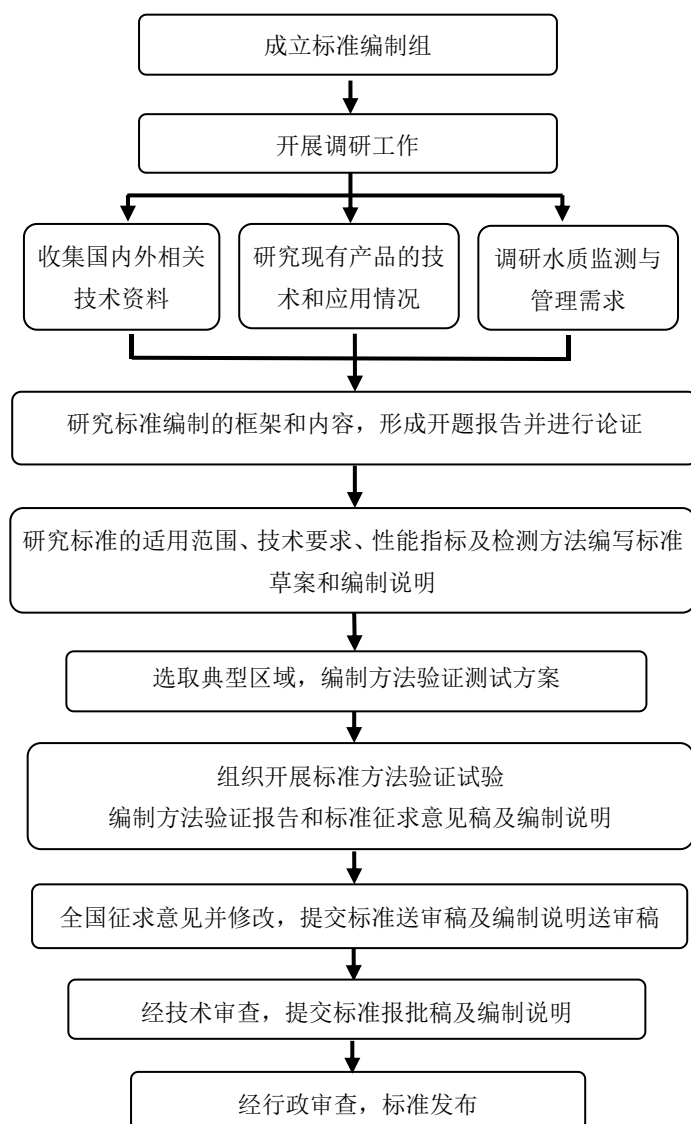


图1 标准修订的技术路线

5 标准主要技术内容解释

5.1 标准主要内容

本标准主要包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、组成结构、技术要求、检测方法和附录等部分。

(1) 适用范围：本标准规定了水质小型自动站的组成结构、技术要求、性能指标及检测方法，适用于水质小型自动站的设计、生产和检测。水质小型自动站应至少实现水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮 9 个水质监测项目的自动监测，规定了每个监测项目量程应至少包含的浓度范围及主要应用水体。

(2) 规范性引用文件：明确了制订本标准所依据的标准规范。

(3) 术语和定义：明确了本标准中的术语和定义。

(4) 组成结构：明确了水质小型自动站的基本组成。

(5) 技术要求：规定了水质小型自动站的工作条件要求、安全要求、机柜要求、各组成单元的功能要求及性能要求，其中性能要求分为实验室检测指标和户外检测指标。

(6) 检测方法：规定了性能指标的检测条件及检测所需试剂；规定了实验室检测和户外检测各项性能指标的检测方法及功能检查的方法。

(7) 附录：规定了 2 个规范性附录和 1 个资料性附录。规范性附录是标准正文中涉及的各项检测指标计算公式和户外检测期间数据有效性判别方法；资料性附录是根据本标准 5.2、5.3 和 5.4 章节的要求进行功能检查时可参考的检查方法和记录表。

5.2 标准主要技术要求解释

5.2.1 适用范围

本标准规定了水质小型自动站的组成结构、技术要求、性能指标及检测方法，适用于水质小型自动站的设计、生产和检测。本标准规定水质小型自动站应至少实现水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮 9 个水质监测项目的自动监测。其中水温量程至少应包含 0℃~50℃、pH 量程至少应包含 2~12、电导率量程至少应包含 0 mS/m~500 mS/m、浊度量程至少应包含 0 NTU~1000 NTU、溶解氧量程至少应包含 0 mg/L~20 mg/L、高锰酸盐指数量程至少应包含 2 mg/L~20 mg/L、氨氮量程至少应包含 0.15 mg/L~5 mg/L、总磷量程至少应包含 0.02 mg/L~2 mg/L 及总氮量程至少应包含 0.2 mg/L~10 mg/L，主要应用于地表水水质的监测。

(1) 适用水体和监测项目的确定

根据仪器技术现状和应用需求的调研结果，本标准规定的水质小型自动站主要应用于地表水监测。根据技术现状调研结果，不同型号水质小型自动站均配置了高锰酸盐指数分析模块，此指标主要反映地表水、饮用水和水源地的水质情况，而主要反映污染源废水中有机污染负荷量的化学需氧量监测模块为选配。此外，大部分水质小型自动站产品氨氮、总磷和总氮 4 项指标设计的量程范围较窄，不能完全满足污染源废水监测的需求。以氨氮为例，《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]规定氨氮水质在线自动监测仪的量程范围应包含 0.1 mg/L~150 mg/L，以满足地下水、地表水、生活污水和工业废水的监测需求，而根据表 1 可知 6 个型号的水质小型自动站中有 5 个型号氨氮的量程在 0 mg/L~5 mg/L 或 0 mg/L~10 mg/L 较窄的范围内。同时，通过调研我国各省市已有的应用案例，水质小型自动站几乎都应用于地表水监测项目，因此确定本标准规定的水质小型站自动站主要应用于地表水水质的监测。

根据已发布和在研的地表水自动监测相关技术规范，结合水质小型自动站技术现状确定其至少实现的监测项目。《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]附录 A（规范性附录）中规定地表水水质自动监测站针对河流水体必测项目为常规五参数（水温、pH、电导率、浊度、溶解氧）、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮，针对湖库水体必测项目增加叶绿素 a。《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）安装验收技术规范》（HJ 915.2-2024）^[15]适用于固定式、简易式、小型式和浮船式等地表水水质自动监

测站的安装、调试、试运行及验收，规定了适用的监测项目为常规五参数、氨氮、高锰酸盐指数、总磷、总氮、叶绿素 a、蓝绿藻密度等监测项目。此外，根据水质小型自动站技术现状的调研结果，我国市面上不同型号的产品均可实现这 9 个监测项目的自动监测，且大部分产品还配置了化学需氧量、重金属、叶绿素 a 等其他监测项目的分析模块。综合现有标准规定的必测项目及仪器技术现状，确定水质小型自动站应至少实现水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮 9 个监测项目的自动监测。

(2) 9 个监测项目的量程应至少包含范围的确定

为满足地表水水质的自动监测的需求，本标准主要参考地表水环境质量标准限值和各监测项目水质仪器标准中规定的仪器量程等性能要求（详见表 4），确定水质小型自动站 9 个水质监测项目量程应至少包含的浓度范围。

对于常规五参数中水温和浊度 2 个监测项目，地表水环境质量标准和单参数水质监测仪器标准中没有相应标准限值和仪器量程的规定。地表水的温度通常在 4℃~25℃之间，考虑到极端天气和不同地域本标准规定水质小型自动站的水温量程需包含 0℃~50℃。参考《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）安装验收技术规范》（HJ 915.2-2024）^[15]及《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[16]，当浊度≥1000 NTU 时不进行标准溶液考核与实际水样比对，同时中国环境监测总站仪器质检室进行浊度水质自动监测仪适用性检测工作时检测范围为 0 NTU~1000 NTU，因此本标准规定水质小型自动站的浊度量程需包含 0 NTU~1000 NTU。

pH、电导率和溶解氧 3 个监测项目量程应至少包含范围的确定，本标准主要参考对应单参数水质监测仪器标准中的相关规定，以满足不同区域不同类型地表水的监测需求。本标准参考《pH 水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 96-2003）^[3]规定的 pH 测量最小范围 2~12，以及《电导率水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 97-2003）^[4]规定的电导率测量最小范围 0~500 mS/m。《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]规定隔膜型极谱式和隔膜型伽伐尼电池式溶解氧自动分析仪测定范围分别为 0~10 mg/L 和 0~20 mg/L，本标准不再按测定原理区分，取较大测定范围 0~20 mg/L。

高锰酸盐指数通常是表征地表水、饮用水等较为清洁的水体受有机污染物和还原性无机物质污染程度的综合指标，本标准以Ⅰ类地表水环境质量标准限值 2 mg/L 作为水质小型自动站高锰酸盐指数量程应至少包含范围的下限，以至少满足Ⅰ类地表水水质监测的需求。Ⅴ类地表水环境质量标准限值为 15 mg/L，且《高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 100-2003）^[7]中规定仪器测定最小范围为 0~20 mg/L，本标准规定量程应至少包含范围的上限为 20 mg/L 以满足劣Ⅴ类地表水监测的需求。

氨氮是地下水、地表水、生活污水和工业废水等多种水体的监测指标，Ⅰ类和Ⅴ类地表水环境质量标准限值分别为 0.15 mg/L 和 2.0 mg/L。《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]为最新修订的水质监测仪器标准，其中规定氨氮水质在线自动监测仪的量程范围应包含 0.1 mg/L~150 mg/L，可满足地下水、地表水、生活污水和工业废水的监测需求。为满足Ⅰ类地表水监测需求，本标准规定水质小型自动站氨氮量程应至少包含范围下限为 0.15 mg/L。因仅需满足地表水监测的需求，水质小型自动站氨氮的量程上限不

参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中的相关规定，本标准以大于Ⅴ类地表水标准限值的 5 mg/L 作为量程应至少包含范围的上限。

总磷和总氮同样是地表水、生活污水和工业废水等多种水体的监测指标，本标准以此 2 项参数Ⅰ类地表水环境质量标准限值 0.02 mg/L 和 0.2 mg/L 作为水质小型自动站总磷和总氮量程应至少包含范围的下限，以至少满足Ⅰ类地表水水质监测的需求。因仅需满足地表水监测的需求，水质小型自动站总磷和总氮的量程上限不参考《总氮水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 102-2003）^[9]和《总磷水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 103-2003）^[10]中的相关规定，本标准以总磷和总氮Ⅴ类地表水标准限值的 5 倍作为量程应至少包含范围的上限。

表 4 9 个监测项目相关技术标准中规定情况统计表

监测项目	地表水环境质量标准限值		对应单参数水质监测仪器标准规定的仪器性能		本标准规定水质小型自动站量程应至少包含范围	
	Ⅰ类	Ⅴ类	定量下限	量程范围	下限	上限
水温	人为造成水温变化限制		无	无	0 ℃	50 ℃
pH	6~9		无	2~12	2	12
电导率	无	无	无	0~500 mS/m	0 mS/m	500 mS/m
浊度	无	无	无	无	0 NTU	1000 NTU
溶解氧	≥7.5 mg/L	≥2 mg/L	无	0~10 mg/L 或 0~20 mg/L	0 mg/L	20 mg/L
高锰酸盐指数	≤2 mg/L	≤15 mg/L	无	0~20 mg/L	2 mg/L	20 mg/L
氨氮	≤0.15 mg/L	≤2.0 mg/L	≤0.15 mg/L	0.1 mg/L~150 mg/L	0.15 mg/L	5 mg/L
总磷	≤0.02 mg/L (湖库 0.01 mg/L)	≤0.4 mg/L (湖库 0.2 mg/L)	无	0~50 mg/L	0.02 mg/L	2 mg/L
总氮	≤0.2 mg/L	≤2.0 mg/L	无	0~100 mg/L	0.2 mg/L	10 mg/L

5.2.2 术语和定义

5.2.2.1 水质小型自动站

《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]中规定地表水水质自动监测站的定义为“指完成地表水水质自动监测的现场部分，一般由站房、采配水、控制、检测、数据传输等全部或者数个单元组成，简称水站”，但其中并未对小型式水站做出明确定义，仅对小型式水站站房的建设做出规定：“4.3 站房建设”中规定“简易式站房和小型式站房适用于占地面积有限、地理情况复杂、项目建设周期较短、有移址或调整监测断面需求的水站建设。站房设计尺寸应满足仪表及系统集成装置的安装要求，站房材质宜采用轻型材料，具备恒温、隔热、防雨和报警等功能”。《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）安装验收技术规范》（HJ 915.2-2024）^[15]针对“小型式水质自动监测站”

的定义为“指将一套地表水水质自动监测系统直接集成于一台控制柜或金属箱体中，可直接安装于现场，无需另外的站房建设的水站，其柜体一般由外箱体、内部金工件及附件装配组成，人员无法直接进入内部维护，简称小型式车站”。

本标准在此基础上进一步明确和细化水质小型自动站的定义，综合考虑地表水自动监测的相关规定、水质小型自动站自身技术特点和实际应用需求，从主要功能、组成结构、集成程度、应用环境和占地面积 5 方面做出了规定。根据 HJ 915-2017 中对水站的定义，水质小型自动站首先要可以实现自动采配水、自动预处理、自动水质监测、自动数据上传及接受远程控制等功能，一般由采配水单元、预处理单元、分析单元、控制单元、数据采集与传输单元等构成。根据地表水水质自动监测站技术标准对小型式水站站房的相关要求，且在实际应用的案例中水质小型自动站直接安装于户外，本标准规定水质小型自动站是集成于一个机柜内并可以直接应用于户外的一体化集成仪器。根据水质小型自动站技术现状的调研结果，目前我国市面上的水质小型自动站产品的占地面积在 $1\text{ m}^2\sim 2\text{ m}^2$ ，集成度更高的产品占地面积在 1 m^2 左右，因此定义中规定占地面积一般不大于 2 m^2 。综上，本标准规定水质小型自动站的定义为“可以实现自动采配水、自动预处理、自动水质监测、自动数据上传及接受远程控制等功能，集成于一个机柜内，可以直接应用于户外的一体化集成系统。一般由采配水单元、预处理单元、分析单元、控制单元、数据采集与传输单元等构成，占地面积一般不大于 2 m^2 。”

5.2.2.2 量程与检测范围

相比于氨氮和化学需氧量 2 项最新修订的水质监测仪器标准，本标准“3 术语和定义”中增加了“3.2 量程”和“3.3 检测范围”，量程是指仪器对目标测量物的测量范围，即能够测量的浓度的最大值和最小值的区间，规范的主体为仪器；检测范围在本标准中是指实验室性能指标检测时的浓度区间，是量程的一部分，规范的主体为检测。水质小型自动站 9 个水质监测项目的量程应包含的最小浓度区间作为本标准实验室检测的检测范围，本标准所规定的实验室检测性能指标均在检测范围内进行检测。对于户外检测性能指标的检测，水质小型自动站安装在岸边并直接采集地表水水样测试，根据水质情况设置各监测项目的工作量程，因无法确定实际水样的水质，本标准中户外检测的部分不限定检测范围。

5.2.2.3 常规五参数

参考《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]“3.5 常规五参数”的定义，规定地表水水质监测中的五项常规项目：水温、pH、溶解氧、电导率和浊度。

5.2.2.4 数据有效率

《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中数据有效率的定义为“在整个仪器检测周期内，实际有效数据个数相对于应获得的总数据个数的百分比”，本标准中数据有效率为户外检测性能指标，实验室检测期间不涉及此指标。因此改为“在整个户外检测周期内，实际有效数据个数相对于应获得的总数据个数的百分比”。

5.2.3 组成结构

根据本标准术语和定义中规定的水质小型自动站的主要功能和基本结构，确定系统的组成结构为采配水单元、预处理单元、分析单元、控制单元、数据采集与传输单元及其他单元。

根据前期技术调研结果和相关地表水自动监测的要求，本标准确定了水质小型自动站的基本构成示意图（详见图2）。同时，本章节从功能及实现方式出发对水质小型自动站各组成单元进行解释：采配水单元主要实现采集水样和将经过预处理单元处理的水样配送至各分析单元的功能，包含采水口、采水泵及相应管路、阀门等。同时，采样的时间、频率和体积等能够受控制单元的控制；预处理单元主要功能为去除地表水样品中沙砾、垃圾等大颗粒物质，混匀水样，满足分析单元不同分析模块的样品要求，一般采取过滤、沉降、离心、超声、搅拌等物理手段。针对不同水体、不同监测项目预处理方式和装置可以不同，以满足分析单元对水样的沉降时间和过滤精度的要求；分析单元主要实现对经过预处理的水样9项水质监测项目的分析测试功能，由不同水质监测项目的分析模块构成，本标准对分析方法不做限定，一般为电化学、光学、湿法化学等方法；控制单元主要参考《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]“4.4 车站各单元建设”中“4.4.3 控制单元”的要求“控制单元是控制系统内各个单元协调工作的指挥中心”；数据采集与传输单元主要参考《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]“4.4 车站各单元建设”中“4.4.4 数据采集和传输单元”的要求“能够按照分析周期自动执行，并实现远程控制、自动加密与备份。采集装置按照国家标准采用统一的通信协议，以有线或无线的方式实施数据及主要状态参数的传输”。其他单元则是水质小型自动站中安装的防雷装置、不间断电源等其他辅助设备。

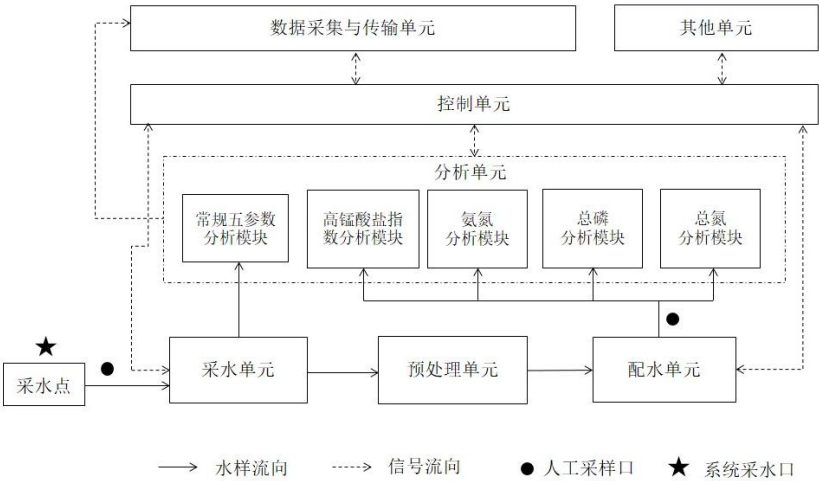


图2 水质小型自动站基本构成示意图

按水质小型自动站的分析流程，水样从采水点开始依次经过系统的采水单元、预处理单元、配水单元、各监测项目分析单元，整个过程中产生的废液或剩余的原水按照管理要求处置。其中常规五参数的自动监测根据 HJ 915-2017 的规定需使用原水，水样经采水单元采集后，水样按照最短采水距离原则不经过任何预处理，直接送入常规五参数测量池中分析测定。根据表 1 可知，除了以上的基本组成单元，不同型号的水质小型自动站产品还具有安全防护、试剂冷藏、超标留样等功能，相应配置了安防单元、试剂冷藏单元、留样单元等其他单元，这些单元不属于水质小型自动站必须具备的组成，因此系统构成图中统一归类为“其他单元”，且本标准对其他单元不做技术要求。

按信号传递的流向，数据采集与传输单元采集分析单元的监测结果、运行日志、参数状态等信息，并传递至数据采集平台。采配水单元、预处理单元、分析单元、数据采集与传输单元和其他单元均受控制单元控制执行运行命令，同时也能够反馈执行情况、仪器状态和异常报警等信息至控制单元。

此外，水质小型自动站基本构成示意图中设置了 2 处人工采样口。采水单元之前的人工采样口主要用于实际水样比对，开展国家标准方法实验室分析结果与自动监测结果的比对，配水单元之后的人工采样口主要用于评估水质小型自动站的预处理过程对水质的影响。

5.2.4 技术要求

5.2.4.1 工作条件要求

《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中 4.2 节规定了仪器的使用环境条件，包括环境温度：5℃～40℃、相对湿度：65%±20%、电源电压：交流电压 220V±22V、电源频率：50Hz±0.5Hz 和水样温度：0℃～50℃。单参数水质监测仪器一般安装在有制冷或制热设备的室内，而水质小型自动站直接在户外安装和运行，考虑到我国南北地区气候差异较大，本标准规定其工作的环境温度：-10℃～55℃、相对湿度：≤95%，包含了低温干燥和高温高湿等极端环境。其他工作条件为大气压：80kPa～106kPa、供电电压：交流电压 220V±22V，50Hz±0.5Hz、水样温度：0℃～50℃。

5.2.4.2 安全要求

根据水质小型自动站直接应用于户外的特点，本标准“5.2 安全要求”规定水质小型自动站整体应满足的 3 个方面的安全要求。

（1）绝缘电阻：参考《工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法》（GB/T 15479-1995）^[22]4.1.1 节中的相关规定，具有保护接地端子或保护接地点的仪表，额定电压 130V～650V，在电源相与机柜接地端之间施加 500V 直流电压，绝缘电阻不小于 10MΩ。

（2）绝缘强度：参考《工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法》（GB/T 15479-1995）^[22]4.2.1 节中的相关规定，具有保护接地端子或保护接地点的仪表，额定电压 130V～250V，在一般试验大气条件下，电源相与机柜接地端之间应能承受与主电源频率相同（即 50Hz）的 1500V 交流电压。

（3）防雷：水质小型自动站直接应用于户外，系统内集中了多种电气系统，本标准规定应具有机柜防雷、电源防雷、通信防雷等相关设备，并使需要有保护接地的各类设备和线路就近接地。根据前期技术调研结果，仪器设备集成在站房内，已接在防雷开关后，因此无需额外增加防雷措施；不同型号水质小型自动站的集成度相差较大，内部不同单元的连接方式和布局结构各不相同，因此本标准不对防雷设备和接地方式进行详细要求，仅规定应具备电源防雷、通信防雷和保护接地的相关设备，生产厂家可根据仪器自身情况量身定制防雷措施。

5.2.4.3 机柜要求

主要参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中 4.3 外观要求中的相关规定，结合水质小型自动站的技术特点和应用需求，本标准对水质小型自动站机柜材质、性能和占地面积，标牌内容，显示器性能，内部组件标识、安装和布局等方面

做出要求。

(1) 机柜：水质小型自动站直接应用于户外，环境条件较为苛刻，因此本标准 5.3.1 节中要求系统机柜材料应具有耐腐蚀性能，外表面喷塑或喷涂专用防锈漆，无裂纹、变形、污浊、毛刺等现象。同时，相较于单参数水质监测仪器，本标准对机柜的密闭性能提出了更高的要求，5.3.2 节中要求整体防护等级应达到 GB/T 4208 规定的 IP 55 及以上。根据《外壳防护等级（IP 代码）》（GB/T 4208-2017）^[23]IP 55 为防尘，不能完全防止尘埃进入，但进入的灰尘量不得影响设备的正常运行，不得影响安全；防喷水，向外壳各方向喷水无有害影响。根据水质小型自动站的定义，本标准 5.3.8 节规定系统机柜占地面积不大于 2 m²。

(2) 标牌：《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]4.3.1 节中规定仪器的标识应符合 GB/T 13306 规定的要求，应在适当的明显位置固定标牌，固定标牌上应包含如下内容：

- a) 电源类别；
- b) 制造厂名称、地址；
- c) 仪器名称、型号规格；
- d) 出厂编号；
- e) 制造日期；
- f) 检测范围、定量下限；
- g) 定量下限；
- h) 使用环境条件。

本标准 5.3.3 节结合水质小型自动站的特点进一步修订完善标牌内容：将“电源类别”归为“使用环境条件”；要求标牌含有制造商和生产商名称及生产地址；规格增加尺寸、重量和功率的详细要求；因涉及多项监测项目，增加“测定指标”；因属于仪器的技术指标，“检测范围”表述有误，改为“量程”，并与“定量下限”合并为 1 条；使用环境条件增加电源类别、环境温度、湿度的详细要求。

(3) 显示屏：参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]4.3.2 节的相关要求，本标准 5.3.4 节规定系统机柜内各个显示器应无污点、损伤。所有显示界面应为中文，符合 GB/T 2312 的规定，且字符均匀、清晰，屏幕无暗角、黑斑、彩虹纹、气泡、闪烁等现象，能根据显示屏提示进行全程序操作。根据本标准开题论证会专家意见，增加“符合 GB/T 2312 的规定”的要求。

(4) 机柜内各部件：参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]4.3.4 和 4.3.5 节，本标准 5.3.5 节规定系统机柜内主要部件均应具有相应的标识或文字说明，5.3.6 节规定系统机柜内各部件组装应坚固、零部件无松动，按键、开关、门锁等部件灵活可靠。同时，因水质小型自动站的管路、仪表和控制单元等集中在相对狭小的空间内，本标准要求系统机柜内各部件的布局应合理，便于维修维护。

5.2.4.4 功能要求

本标准“5.4 功能要求”对水质小型自动站的采配水单元、预处理单元、分析单元、控制单元以及数据采集与传输单元 5 个基本组成单元应具备的功能进行了规定，主要参考了《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]最新修订的水质监测仪

器标准和地表水自动监测相关技术规范。

（1）采配水单元

单参数水质监测仪器标准中没有针对车站采配水单元和预处理单元的要求，本标准主要参考《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]和在研的系列地表水自动监测技术规范中的相关要求，结合水质小型自动站的技术特点和应用需求进行规定。《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]附录 B 中 B.5 节和 B.6 节对采配水单元建设的技​​术要求做出了规定，为分段式的文字描述，本标准选取其中地表水自动监测采配水单元必须具备的功能，结合水质小型自动站的自身特点进行归纳、梳理和总结。

本标准从采配水量、常规五参数原水分析、清洗除藻功能、流路设计、采水泵要求、管路材质及保温防冻 7 个方面进行规定，对于采水口的设置、外部管路的铺设、潜水泵和自吸泵的选择与安装等方面不属于本标准规定的范围，可参考 HJ 915-2017 及《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）安装验收技术规范》（HJ 915.2-2024）^[15]中的相关内容执行。根据 HJ 915-2017 附录 B 中 B.6 节规定的常规五参数自动监测仪使用原水，5.4.1.2 节规定水质小型自动站的常规五参数分析模块使用原水分析，即水样按照最短采水距离原则不经过任何预处理，直接送入常规五参数分析模块中。此外，HJ 915-2017 中要求采用双泵/双管路交替式采水方式，一备一用。考虑到水质小型自动站集成度高、占地面积小的特点，内部空间有限，因此本标准未做出“双泵/双管路”的强制要求，如有需要可在现场进行加装。

（2）预处理单元

《地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）^[1]附录 B 中 B.7 节对预处理单元建设的技​​术要求做出了规定，为分段式的文字描述，主要对预处理的方式、组成部分、断电恢复、清洗和除藻功能等方面做出规定。本标准参照以上要求，结合水质小型自动站的自身特点进一步梳理和归纳，要求采用多级处理方式、具备自动清洗和除藻功能、系统停电恢复后自动启动。

根据前期技术调研的情况，水质小型自动站预处理单元结构简单、体积小巧，多以内置过滤筛网的沉降池为主体。水样预处理方法一般为沉降后过滤的二级处理方式，并会根据不同水质情况设置沉降时间和过滤网尺寸。在监测水质较稳定时，同一型号的水质小型自动站针对高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个监测项目的预处理方法基本一致，部分型号的产品会对氨氮参数分析的水样增加第三级预处理，相同监测项目不同型号的预处理沉降时间和过滤筛网尺寸会有较大差异。水质小型自动站采用的预处理方式与分析单元中各分析模块的自动分析方法相关联，不同型号产品的预处理方式相差较大，同一型号产品不同监测项目对应的预处理方式也可能不同，因此本标准不对预处理方式和组成进行过于详细的规定，仅要求应采用多级方式，可以满足不同分析模块对水样的预处理要求即可，不同厂家可根据分析单元的需求自行设计预处理方式和组成。

同时，为了保证水样的代表性，本标准参考《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）安装验收技术规范》（HJ 915.2-2024）^[15]中“集成影响检查”的方法，用于检查水质小型自动站的采配水及预处理过程对水样代表性的影响。“集成影响检查”规定Ⅱ类水体，检查结果合格；Ⅲ～劣Ⅴ类水体，检查结果要求在±10%之内。本标

准 5.4.2.2 节规定当监测项目的水质类别为Ⅲ~劣Ⅴ类时,预处理单元对测量结果带来的系统误差在±10%之内,具体检查方法在标准附录 C 中规定,方法解释详见编制说明 5.3.2.13 节。

(3) 分析单元

本标准 5.4.3 节对分析单元中各分析模块做出统一的技术要求,要求系统内不同监测项目的分析模块能够单独设置量程和参数、单独分析测定、单独维修维护,目的是保证各监测项目测量互不影响。参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019)^[8]4.4.4.1 节,要求各分析模块的反应组件应采用耐腐蚀耐高温材料,易于清洗,并加装防护罩。

此外,本标准 5.4.3.5 节规定各分析模块应具有外部质控仪拓展接口。《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》(HJ 915.3-2024)^[16]中规定水质小型自动站应按规定的质控项目和频率开展水质质控措施,包括零点核查、24 h 零点漂移、跨度核查、24 h 跨度漂移、标样核查、多点线性核查、加标回收率自动测试等。目前调研的水质小型自动站产品均具备自动零点核查、自动跨度核查等质控功能,对于多点线性核查、加标回收率测试等仪器不能自动完成的其他质控项目,在有需要的情况下能够通过外接质控仪的方式实现。

(4) 控制单元

本标准 5.4.4 节对水质小型自动站控制单元的控制模式、应具备的控制功能、数据标识、远程控制等方面做出规定,主要参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019)^[8]“4.4.5 控制单元”中的性能要求,结合水质小型自动站多监测项目集成系统的特点及地表水监测需求进行补充和细化。

首先,本标准不限制水质小型自动站系统内部控制层级的划分,5.4.4.1 节规定“可由一级控制或多级控制的方式实现控制功能”。根据技术调研的情况,目前市面上的水质小型自动站可分为一级控制和二级控制 2 种方式,前者集成度较高、体积较小,系统运行由中央控制单元统一控制执行;后者集成度较低、体积较大,一般为不同监测项目的水质监测仪器直接集成于一机柜中,各水质监测仪本身具有控制模块,和采配水单元等其他单元一同受中央控制单元的控制。

参考 HJ 101-2019 本标准要求控制单元具备控制预处理单元、配水单元、分析单元及分析单元中各分析模块内部进样/计量、物理/化学前处理和分析等子模块的手动和自动清洗功能,具备控制各分析模块手动和自动校准,自动标样核查的功能,对各分析模块监测数据,分析参数及运行日志的自动采集、存储、处理、查询、显示等功能,具备三级操作管理权限,测试数据添加标识,接收管理平台的远程控制指令,异常信息记录、上传及反馈,意外断电再度通电自动清洗复位,分析废液和清洗废水分类收集、存放 11 项功能。

①定时测定功能,HJ 101-2019 中规定氨氮水质在线自动分析仪检测周期不大于 60 min,考虑水质小型自动站采水、预处理、配水等流程的时间,本标准规定各监测项目从采水到分析结束整个检测周期不大于 120 min。

②测试数据添加标识功能,HJ 101-2019 中规定“具体标识符合 HJ 212 相关规定”,HJ 212-2017 为污染物在线监控(监测)系统数据传输标准,为配合地表水监测,本标准具体要求标识符合《地表水自动监测系统通信协议技术要求》(HJ 1404-2024)^[17]的相关要求。

③接收管理平台的远程控制指令功能，为配合地表水监测，本标准规定远程控制指令详见《地表水自动监测系统通信协议技术要求》（HJ 1404-2024）^[17]的相关要求。

④意外断电再度通电自动清洗复位功能，相比于单参数水质监测仪器的要求，本标准还规定意外断电时系统能够发送断电警报，并在停电工作模式下待机 2 h 以上，保障水质小型自动站在意外断电时及时向管理平台发送警报，运行维护人员能够尽快抵达现场进行排查，减少断电期间缺失的监测数据量。考虑到整个系统用电量较大及断电时间点的不确定性，仅要求断电后水质小型自动站能够发送警报并待机 2 h 以上，未要求必须继续完成当次或下次测试。

（5）数据采集与传输单元

本标准 5.4.5 节对水质小型自动站数据采集与传输单元的通信协议及传输方式做出规定。为配合地表水监测，本标准规定水质小型自动站数据传输协议应满足《地表水自动监测系统通信协议技术要求》（HJ 1404-2024）^[17]的相关要求通信协议；以及应支持监测数据的无线传输与有线传输，有线传输应具备网口输出。根据技术调研的情况，目前绝大部分厂家的水质小型自动站产品已将数据采集与传输单元与控制单元合并，没有明显的区分或单独安装数采仪。考虑到数据采集与传输单元作为水质小型自动站与管理平台间的重要纽带，需要重点规范相关传输协议和方式，同时兼顾标准对各种型号仪器的普适性，因此本标准仍将数据采集与传输单元单独列为系统组成单元并单独进行规范和要求。

5.3 标准主要性能指标及检测方法解释

5.3.1 性能指标及检测范围的确定

根据编制说明第 2 章和第 3 章的分析，本标准针对水质小型自动站直接应用于户外、包含采配水、预处理、分析、控制和数据传输等多个单元的特点，结合实际地表水的监测需求和检测指标的可实现性，建立实验室检测与户外检测相结合的性能指标，实现从采水到获得数据全过程的综合评价。

（1）实验室检测范围及指标

本标准以适用范围中规定的水质小型自动站各监测项目量程应至少包含的浓度范围作为实验室检测性能指标的检测范围，即表 5 所示。与表 3 单参数水质自动监测仪器技术标准的情况对比可知，本标准氨氮、总磷和总氮 3 项监测项目的实验室检测范围明显小于对应单参数水质仪器标准中的检测范围或测定最小范围，目的是考核水质小型自动站对于地表水等较为清洁水体的适用性。

表 5 实验室检测范围

分析模块	检测范围
水温	0℃～50℃
pH	2～12
电导率	0 mS/m～500 mS/m
浊度	0 NTU～1000 NTU
溶解氧	0 mg/L～20 mg/L

分析模块	检测范围
高锰酸盐指数	2 mg/L~20 mg/L
氨氮	0.15 mg/L~5 mg/L
总磷	0.02 mg/L~2 mg/L
总氮	0.2 mg/L~10 mg/L

单参数水质监测仪器标准中的性能指标均在实验室内进行检测,考虑水质监测仪器技术标准的先进性,本标准主要参考最新修订的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019)^[8]的性能指标体系,建立水质小型自动站实验室检测的性能指标,选取3套水质小型自动站(不包括采水单元)在实验室内进行测试,旨在对分析单元和控制单元的性能进行测试与考核。结合不同监测项目自动监测的技术特点,本标准对实验室检测各分析模块的性能指标及检测方法进行分类和整理,使其不仅满足地表水监测的需求,而且更加具有可操作性,详见表6。

表6 实验室检测指标

分析模块	性能指标
水温	水温误差
pH、电导率、溶解氧	漂移、重复性、示值误差、电压影响、温度补偿精度
浊度	漂移、重复性、示值误差、电压影响
高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮	定量下限、漂移、重复性、示值误差、电压影响、一致性

HJ 101-2019 中规定的性能指标包括示值误差、定量下限、重复性、24 h 低浓度漂移、24 h 高浓度漂移、记忆效应、电压影响试验、pH 影响试验、环境温度影响试验、实际水样比对试验、最小维护周期、数据有效率、一致性,共13项。本标准①选取其中示值误差、重复性、24 h 低浓度漂移、24 h 高浓度漂移4项指标评价仪器测定准确度、精密度和稳定性等基本性能,并将24 h 低浓度漂移和24 h 高浓度漂移2项指标合并为1项漂移,更为清晰简洁;②选取电压影响和环境温度影响2项指标考核仪器对环境因素变化的抗干扰能力;③选取定量下限指标考核仪器对于高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮4个监测项目能够准确测定的最低浓度,判断其是否适用于地表水水质监测;④选取一致性指标考核仪器生产的稳定性,反映厂家生产仪器的普遍水平;⑤对于常规五参数模块,pH、电导率和溶解氧3项监测项目会随水温变化而变化,参考《pH水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 96-2003)^[3]、《电导率水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 97-2003)^[4]及《溶解氧(DO)水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 99-2003)^[6]增加温度补偿精度指标。水温没有对应的仪器标准,设置水温误差指标;⑥HJ 101-2019 中记忆效应和pH影响试验主要考核仪器对水质变化的抗干扰能力,本标准未设立此2项指标。一般情况下地表水水质较为稳定,水质小型自动站在现场会根据水质情况设置仪器的关键参数,并且每次监测分析前会自动对水槽、管路等内部结构进行清洗,因此水质变化的影响可忽略不计。此外,本标准性能考核的重点在于针对整个系统的户外检测部分,实验室检测性能指标主要考核各分析模块的基本性能,故实验室检测不设立此

2 项指标。

(2) 户外检测指标

户外检测指标是对水质小型自动站整个自动监测系统的性能考核，并且直接在地表水监测点位附近的户外场地进行。本标准规定选取经过实验室检测的 1 套水质小型自动站（包括采水单元）安装在河岸，根据河流水质实际情况，设置各个分析模块的量程。户外检测选择的采样点位不同，水质状况不同；同一采样点位，不同时段水质也可能不同，因此户外检测性能指标未规定检测范围。

本标准主要参考最新修订的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中的部分性能指标和《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[16]等水站系列标准，建立水质小型自动站户外检测的性能指标。HJ 101-2019 中规定的性能指标中实际水样比对试验、最小维护周期和数据有效率为考核仪器现场适用性的指标，根据《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[16]水站在日常运行维护过程中也需要开展实际水样比对、数据有效率计算等质控措施，本标准结合监测仪器技术要求和水质小型自动站整个系统 9 个监测项目建立实际水样比对、数据有效率和最小维护周期 3 项户外检测性能指标（详见表 7），以配合国家地表水监测的管理需求。

表 7 户外检测指标

监测项目	性能指标
水温	实际水样比对
pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮	实际水样比对、数据有效率
全系统	最小维护周期

5.3.2 性能指标技术要求和检测方法的确定

5.3.2.1 实验室检测-水温误差

实验室检测中水温误差是考核水质小型自动站水温分析模块测量准确度的性能指标，目前暂无水温监测仪器相关的技术标准，本标准以水温分析模块测定值相对于国家标准水温监测分析方法《水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法》（GB/T 13195-91）^[24]测定值的绝对误差作为判定值，具体检测方法如下：

采用蒸馏水，分析模块采用连续测定模式，每 1 min 记录一个测定值，连续记录 3 个测定值 x_i ，计算平均值 $\bar{x}$ ，按 GB/T 13195 中规定的方法用温度计测量 3 次水样的温度，计算平均值 C ，计算 $\bar{x}$ 相对于平均值 C 的绝对误差 E 。该绝对误差 E 为水温误差的判定值。

参考中国环境监测总站《水质五参数自动分析仪检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-003-2023）^[25]中水温误差的技术要求 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，本标准水温误差的技术要求拟定 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。参与验证的 6 个型号水质小型自动监测站（每种型号 3 套）按照以上方

法进行检测，检测结果如表 8 所示，18 套仪器的水温误差均在 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内，达标结果分布在 $-0.23\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 0.40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。因此，本标准实验室检测水温误差的技术要求为 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

表 8 水温分析模块水温误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	水温误差（ $^{\circ}\text{C}$ ）		
	一号机	二号机	三号机
1	-0.01	-0.01	0.04
2	0.06	0.18	0.21
3	0.30	0.30	0.30
4	0.05	0.40	0.06
5	0.20	0.10	0.10
6	0.03	-0.23	-0.17
技术要求	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$		

5.3.2.2 实验室检测-漂移

实验室检测中漂移是考核水质小型自动站 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 8 个分析模块测量稳定性的性能指标，本标准主要参考最新修订的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中 24 h 低浓度漂移和 24 h 高浓度漂移 2 项指标的检测方法，对各分析模块测定低浓度样品和高浓度样品的稳定性进行考核。考虑到水质小型自动站与单参数水质监测仪器不同，涉及多个监测项目、多项指标，本标准将低浓度漂移与高浓度漂移合并为 1 项漂移指标，更为简洁明晰，并且重复性、示值误差 2 项指标同样采用 2 种浓度的标准溶液测试，性能指标设计更具系统性和统一性。此外，《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中漂移的计算方法中最终为绝对值结果，本标准为体现负漂移结果，去掉变化幅度取绝对值的计算过程。

（1）pH、电导率、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 6 个分析模块采用低浓度（或低 pH）和高浓度（或高 pH）2 种标准溶液进行漂移测试，具体检测方法如下：

采用检测范围下限值（或电导率零点校正液、pH=4.008（25 $^{\circ}\text{C}$ ）标准溶液）和检测范围上限值 80%的标准溶液（或电导率量程校正液、pH=9.180（25 $^{\circ}\text{C}$ ）标准溶液），分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测定值，连续记录 24 个测定值 x_i ，以前三次测定值的平均值为基准 x_0 ，分别计算后续 21 次测定值 x_i 与 x_0 的变化幅度相对于检测范围上限值 A 的百分比 D ，取绝对值最大的 $D_{\max}$ 为漂移。

电导率零点校正液为浓度为检测范围下限值的标准溶液，量程校正液为浓度为检测范围上限值 80%的标准溶液，取绝对值较大者为漂移的判定值。

（2）浊度和溶解氧分析模块漂移的检测方法略有不同。随放置时间增长，浊度标准溶液中颗粒物会有不同程度的沉降，从而引起浊度降低；饱和溶解氧溶液的溶解氧浓度也会随着水温、震动等因素而变化，因此同一高浓度的浊度和溶解氧溶液不宜连续测定较长时间。考虑到浊度与溶解氧高浓度标准样品的特殊性，本标准参考《浊度水质自动分析仪技术要求》

（HJ/T 98-2003）^[5]、《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]中零点漂移和量程漂移的检测方法，具体如下：

采用零点校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测定值，连续记录 24 个测定值 x_i ，以前三次测定值的平均值为基准 x_0 ，分别计算后续 21 次测定值 x_i 与 x_0 的变化幅度相对于检测范围上限值 A 的百分比 D ，取绝对值最大的 $D_{\max}$ 为零点漂移。

采用量程校正液，于零点漂移试验的前后，分别测定 3 次，计算平均值。由减去零点漂移成分（ x_i 与 x_0 的最大变化幅度）后的变化幅度，计算相对于检测范围上限值的百分比为量程漂移。

浊度和溶解氧的零点校正液分别为纯水和无氧水，量程校正液分别为 800 NTU 标准溶液和饱和溶解氧溶液，取零点漂移和量程漂移中绝对值较大者为漂移的判定值。

漂移指标计算的是变化幅度相对于检测范围上限值的百分比。根据表 9，8 个监测项目中 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数对应的水质监测仪器标准中规定的检测范围与本标准实验室检测范围基本一致，故本标准此 5 项监测项目分析模块漂移指标的技术要求主要参考《pH 水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 96-2003）^[3]、《电导率水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 97-2003）^[4]、《浊度水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 98-2003）^[5]、《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]、《高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 100-2003）^[7]拟定。pH、电导率和高锰酸盐指数分析模块漂移指标拟定技术要求分别为 ± 0.1 pH、 $\pm 1\%$ 和 $\pm 5\%$ ；《浊度水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 98-2003）^[5]中零点漂移与量程漂移技术要求不同，本标准浊度分析模块漂移的技术要求取两者范围较宽者，即拟定为 $\pm 5\%$ ；《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]中规定零点漂移与量程漂移的检测方法为计算相对于量程值的百分率，而技术要求为 ± 0.3 mg/L 的浓度范围，两者不一致有误。本标准根据漂移的检测和计算方法，更正浊度分析模块漂移指标的技术要求为 $\pm 3\%$ 。

氨氮、总磷和总氮对应的水质监测仪器标准中规定的检测范围上限值明显高于本标准实验室检测范围的上限值，因此本标准氨氮、总磷和总氮漂移指标的技术要求不再能参考单参数水质监测仪器标准，主要参考高锰酸盐指数分析模块漂移的技术要求 $\pm 5\%$ ，拟定为 $\pm 5\%$ 。

表 9 8 个监测项目相关技术标准中漂移指标技术要求统计表

监测项目	对应单参数水质监测仪器标准规定的漂移指标		本标准拟定的水质小型自动站实验室检测中漂移指标	
	检测范围	技术要求	检测范围	技术要求
pH	2~12	± 0.1 pH	2~12	± 0.1 pH
电导率	0 mS/m~500 mS/m	零点漂移	0 mS/m~500 mS/m	$\pm 1\%$
		量程漂移		
浊度	无	零点漂移	0 NTU~1000 NTU	$\pm 5\%$
		量程漂移		
溶解氧	0 mg/L~10 mg/L 或 0 mg/L~20 mg/L	零点漂移	0 mg/L~20 mg/L	$\pm 3\%$
		量程漂移		
高锰酸盐指数	0 mS/m~20 mg/L	零点漂移	2 mg/L~20 mg/L	$\pm 5\%$
		量程漂移		

监测项目	对应单参数水质监测仪器标准 规定的漂移指标			本标准拟定的水质小型自动站 实验室检测中漂移指标	
	检测范围	技术要求		检测范围	技术要求
氨氮	0.1 mg/L~150 mg/L	24 h 低浓 度漂移	≤0.02 mg/L	0.15 mg/L~5 mg/L	±5%
		24 h 高浓 度漂移	≤1%		
总磷	0 mg/L~50 mg/L	零点漂移	±5%	0.02 mg/L~2 mg/L	±5%
		量程漂移	±10%		
总氮	0 mg/L~100 mg/L	零点漂移	±5%	0.2 mg/L~10 mg/L	±5%
		量程漂移	±10%		

参与验证的 6 个型号水质小型自动监测站（每种型号 3 套）按照以上方法进行检测，检测结果如表 10 所示，18 套仪器中 pH 分析模块的漂移均在 ± 0.1 pH 以内，达标结果分布在 -0.08 pH~ 0.03 pH，通过率 100%；1 套仪器电导率分析模块的漂移不达标，为 1.1%，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在 -0.1% ~ 0.7% ，通过率 94.4%；浊度分析模块的漂移测试结果均达标，测试结果分布在 -0.8% ~ 3.8% ，通过率 100%；溶解氧分析模块的漂移测试结果均达标，测试结果分布在 -1.0% ~ 0.6% ，通过率 100%；高锰酸盐指数分析模块的漂移测试结果均达标，测试结果分布在 -1.4% ~ 4.6% ，通过率 100%；氨氮分析模块的漂移结果均达标，测试结果分布在 -3.9% ~ 2.4% ，通过率 100%；1 套仪器总磷分析模块的漂移结果未达标，测试结果为 -8.2% ，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在 -3.8% ~ 2.4% ，通过率 94.4%；总氮分析模块的漂移结果均达标，测试结果分布在 -2.5% ~ 2.8% ，通过率 100%。因此，本标准实验室检测 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 8 个分析模块漂移指标的技术要求拟定合理。

表 10 8 个分析模块漂移验证结果汇总表

分析模块	验证厂家 序号	漂移			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
pH	1	0.01 pH	0.00 pH	-0.02 pH	± 0.1 pH
	2	0.01 pH	0.01 pH	0.02 pH	
	3	-0.03 pH	-0.07 pH	-0.08 pH	
	4	-0.01 pH	-0.02 pH	-0.02 pH	
	5	0.03 pH	0.02 pH	0.03 pH	
	6	-0.03 pH	-0.03 pH	-0.02 pH	
电导率	1	0.1%	0.1%	-0.1%	$\pm 1\%$
	2	1.1%	0.4%	0.5%	
	3	0.02%	0.6%	0.7%	

分析模块	验证厂家 序号	漂移			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
	4	-0.1%	0.1%	-0.1%	
	5	0.2%	0.2%	0.2%	
	6	0.0%	-0.1%	0.1%	
浊度	1	-0.3%	-0.1%	-0.3%	±5%
	2	-0.1%	-0.5%	3.8%	
	3	0.2%	-0.1%	0.3%	
	4	-0.01%	-0.5%	-0.4%	
	5	0.8%	1.5%	-0.1%	
	6	-0.6%	-0.7%	-0.8%	
溶解氧	1	-0.2%	-0.4%	-0.5%	±3%
	2	0.6%	0.5%	0.6%	
	3	0.1%	0.0%	0.1%	
	4	-0.1%	0.2%	0.2%	
	5	0.1%	-0.9%	-1.0%	
	6	0.3%	0.4%	0.6%	
高锰酸盐 指数	1	1.9%	3.2%	4.6%	±5%
	2	-0.7%	1.2%	0.6%	
	3	1.5%	0.7%	-0.6%	
	4	1.6%	0.7%	-1.4%	
	5	1.5%	1.2%	1.2%	
	6	-0.9%	1.1%	1.2%	
氨氮	1	0.6%	-0.6%	0.7%	±5%
	2	-1.6%	1.0%	-1.4%	
	3	-1.0%	-0.8%	-1.0%	
	4	-2.7%	1.2%	-1.0%	
	5	-3.9%	2.4%	-3.0%	
	6	0.7%	-1.2%	0.7%	

分析模块	验证厂家 序号	漂移			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
总磷	1	1.6%	1.1%	1.3%	±5%
	2	2.4%	-1.2%	1.6%	
	3	0.6%	0.6%	1.8%	
	4	-0.6%	0.2%	0.4%	
	5	0.8%	1.3%	-0.8%	
	6	-1.0%	-3.8%	-8.2%	
总氮	1	-1.2%	2.8%	0.8%	±5%
	2	1.6%	-1.4%	1.8%	
	3	-2.5%	-1.3%	1.9%	
	4	-1.0%	-0.4%	-1.6%	
	5	-1.5%	-1.4%	1.6%	
	6	-1.0%	-0.7%	0.6%	

5.3.2.3 实验室检测-重复性

实验室检测中重复性是考核水质小型自动站 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 8 个分析模块在相同的测试条件下测量的重现性，本标准主要参考最新修订的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中重复性指标的检测方法，并根据各分析模块自动监测方法的特点选择测定的标准溶液，具体检测方法如下：

pH、电导率、浊度、溶解氧采用电极法进行自动监测，且考虑浊度及溶解氧标准样品的特殊性，此 4 项监测项目分析模块采用 1 种标准溶液，连续测定模式，每 1 h 记录一个测定值，连续记录 n ($n \geq 7$) 个测定值 x_i ，计算相对标准偏差 S_r （pH 为标准偏差 S ），作为重复性的判定值。

高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个分析模块参考 HJ 101-2019 中方法，分别采用浓度为 20%、80%检测范围上限值的标准溶液，以 1 h 为周期进行测试，连续记录 n ($n \geq 7$) 个测定值 x_i ，计算相对标准偏差 S_r ，取较大者为重复性的判定值。

重复性指标计算的是标准偏差或相对标准偏差。根据表 11，8 个监测项目中 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数对应的水质监测仪器标准中重复性指标采用的标准溶液与本标准基本一致，故本标准此 5 个分析模块重复性指标的技术要求主要参考《pH 水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 96-2003）^[3]、《电导率水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 97-2003）^[4]、《浊度水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 98-2003）^[5]、《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]、《高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 100-2003）

^[7]拟定。根据标准偏差及相对标准偏差的计算公式可知，结果必为大于等于零的百分数，以上标准重复性指标技术要求中“±”的表述有误，本标准统一改为“≤”。

《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中重复性采用氨氮浓度 2 mg/L 和 8 mg/L 的标准溶液，本标准采用较低的 1 mg/L 和 4 mg/L 的标准溶液，仪器在测定较低浓度时重复性表现可能更差，因此本标准中氨氮分析模块重复性技术要求相较于 HJ 101-2019 有所放宽，拟定为≤3%；考虑到《总氮水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 102-2003）^[9]和《总磷水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 103-2003）^[10]2 项标准发布较早且正在修订，总磷和总氮分析模块参考高锰酸盐指数分析模块拟定重复性技术要求为≤5%。

表 11 8 个监测项目相关技术标准中重复性指标技术要求统计表

监测项目	对应单参数水质监测仪器标准规定的重复性指标		本标准拟定的水质小型自动站实验室检测中重复性指标	
	标准溶液	技术要求	标准溶液	技术要求
pH	pH=4.008（25℃）	±0.1 pH	pH=6.865（25℃）	≤0.1 pH
电导率	0.0100 mol/L KCl 标准溶液	±1%	0.0100 mol/L KCl 标准溶液	≤1%
浊度	800 NTU	±5%	800 NTU	≤5%
溶解氧	饱和溶解氧溶液	±0.3 mg/L	饱和溶解氧溶液	≤3%
高锰酸盐指数	16 mg/L 草酸钠溶液	±5%	4 mg/L 草酸钠溶液	≤5%
			16 mg/L 草酸钠溶液	
氨氮	2 mg/L	≤2%	1 mg/L	≤3%
	8 mg/L		4 mg/L	
总磷	40 mg/L	±10%	0.4 mg/L	≤5%
			1.6 mg/L	
总氮	80 mg/L	±10%	2 mg/L	≤5%
			8 mg/L	

参与验证的 6 个型号水质小型自动监测站（每种型号 3 套）按照以上方法进行检测，检测结果如表 12 所示，18 套仪器中 pH 分析模块的重复性均在 0.1 pH 以内，达标结果分布在 0.00 pH~0.01 pH，通过率 100%；电导率分析模块的重复性均达标，测试结果分布在 0.03%~0.3%，通过率 100%；浊度分析模块的重复性测试结果均达标，测试结果分布在 0.1%~1.1%，通过率 100%；溶解氧分析模块的重复性测试结果均达标，测试结果分布在 0.1%~2.1%，通过率 100%；高锰酸盐指数分析模块的重复性测试结果均达标，测试结果分布在 0.3%~2.9%，通过率 100%；氨氮分析模块的重复性结果均达标，测试结果分布在 0.3%~2.6%，通过率 100%；总磷分析模块的重复性结果均达标，测试结果分布在 0.1%~2.4%，通过率 100%；总氮分析模块的重复性结果均达标，测试结果分布在 0.4%~1.6%，通过率 100%。因此，本标准实验室检测 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 8 个分析模块重复性指标的技术要求拟定合理。

表 12 8 个分析模块重复性验证结果汇总表

分析模块	验证厂家	重复性	技术要求
------	------	-----	------

		一号机	二号机	三号机	
pH	1	0.01 pH	0.01 pH	0.004 pH	≤ 0.1 pH
	2	0.01 pH	0.004 pH	0.01 pH	
	3	0.01 pH	0.01 pH	0.00 pH	
	4	0.004 pH	0.01 pH	0.01 pH	
	5	0.01 pH	0.01 pH	0.01 pH	
	6	0.004 pH	0.00 pH	0.01 pH	
电导率	1	0.03%	0.04%	0.03%	$\leq 1\%$
	2	0.1%	0.1%	0.1%	
	3	0.1%	0.1%	0.2%	
	4	0.1%	0.1%	0.1%	
	5	0.1%	0.2%	0.1%	
	6	0.2%	0.3%	0.1%	
浊度	1	1.1%	0.4%	0.2%	$\leq 5\%$
	2	0.8%	0.6%	2.5%	
	3	0.1%	0.2%	0.1%	
	4	0.1%	0.3%	0.2%	
	5	0.3%	0.4%	0.5%	
	6	1.0%	0.8%	0.4%	
溶解氧	1	0.3%	0.3%	0.2%	$\leq 3\%$
	2	0.3%	0.3%	0.4%	
	3	0.5%	0.2%	0.4%	
	4	0.2%	0.2%	0.2%	
	5	0.7%	1.0%	2.1%	
	6	0.2%	0.3%	0.1%	
高锰酸盐 指数	1	1.8%	2.2%	2.8%	$\leq 5\%$
	2	0.3%	0.4%	0.4%	
	3	0.7%	0.6%	0.7%	
	4	0.8%	1.2%	0.7%	

分析模块	验证厂家 序号	重复性			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
	5	0.5%	2.9%	0.5%	
	6	0.3%	0.9%	1.7%	
氨氮	1	0.4%	0.3%	0.4%	≤3%
	2	0.8%	0.8%	0.9%	
	3	0.6%	0.5%	0.3%	
	4	0.4%	0.6%	0.6%	
	5	2.6%	1.8%	1.0%	
	6	1.3%	0.4%	0.8%	
总磷	1	1.1%	0.7%	0.6%	≤5%
	2	1.2%	2.2%	1.4%	
	3	0.8%	0.8%	0.6%	
	4	0.3%	0.1%	0.2%	
	5	0.7%	0.4%	0.7%	
	6	0.4%	0.9%	2.4%	
总氮	1	0.9%	0.8%	1.5%	≤5%
	2	1.1%	1.6%	1.0%	
	3	1.6%	0.9%	0.5%	
	4	1.0%	0.4%	0.5%	
	5	1.0%	1.2%	0.8%	
	6	0.7%	1.1%	0.6%	

5.3.2.4 实验室检测-示值误差

实验室检测中重复性是考核水质小型自动站 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 8 个分析模块测量的准确度，本标准主要参考最新修订的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中示值误差指标的检测方法，并根据各分析模块自动监测方法的特点选择测定的标准溶液，具体检测方法如下：

pH 分析模块采用 pH=4.008（25℃）、pH=9.180（25℃）两种标准溶液，连续测定模式，每 1 h 记录一个测定值，连续记录 6 个测定值 x_i ，计算 6 次测定值均值 $\bar{x}$ 相对于标准值 C 的绝对误差 E ，取绝对值较大者为示值误差的判定值。

电导率分析模块采用 0.0100 mol/L KCl 的标准溶液，浊度和溶解氧分析模块采用量程校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测定值，连续记录 6 个测定值 x_i ，计算 6 次测定值均值 $\bar{x}$ 相对于标准值 C 的相对误差 Re 。

高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个分析模块参考 HJ 101-2019 中方法，分别采用浓度为 20%、80%检测范围上限值的标准溶液，以 1 h 为周期进行测试，连续记录 6 个测定值 x_i ，计算 6 次测定值均值 $\bar{x}$ 相对于标准溶液浓度值 C 的相对误差 Re ，取绝对值较大者为示值误差的判定值。

示值误差指标计算的是测定值相对于标准浓度的偏差。根据表 13，8 个监测项目中 pH、电导率、浊度、溶解氧对应的水质监测仪器标准中没有示值误差相关的性能指标，本标准参考此 4 个分析模块漂移和重复性指标的技术要求拟定示值误差的技术要求；为了考核高锰酸盐指数水质自动分析仪对于不同种类还原性物质的氧化能力，《高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 100-2003）^[7]中规定了葡萄糖试验，采用葡萄糖配制的 10 mg/L 高锰酸盐指数标准溶液，计算测量结果的示值误差，技术要求为 $\pm 5\%$ 。本标准参考 HJ/T 100-2003，示值误差指标采用葡萄糖配制的 2 种浓度的高锰酸盐指数标准溶液，浓度为 20%、80%检测范围上限值，即 4 mg/L 和 16 mg/L。由于 4 mg/L 浓度低于 10 mg/L，且考核 2 种浓度标准溶液的困难更大，本标准拟定示值误差指标技术要求 $\pm 10\%$ ；《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中示值误差采用氨氮浓度 2 mg/L、5 mg/L 和 8 mg/L 的标准溶液，本标准采用 1 mg/L 和 4 mg/L 的标准溶液，参考 HJ 101-2019 中 5 mg/L 标准溶液的示值误差技术要求，本标准中氨氮分析模块示值误差拟定技术要求 $\pm 5\%$ ；考虑到《总氮水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 102-2003）^[9]和《总磷水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 103-2003）^[10]2 项标准发布较早且正在修订，总磷和总氮分析模块参考氨氮分析模块拟定示值误差技术要求为 $\pm 5\%$ 。

表 13 8 个监测项目相关技术标准中示值误差指标技术要求统计表

监测项目	对应单参数水质监测仪器标准规定的示值误差相关指标		本标准拟定的水质小型自动站实验室检测中示值误差指标	
	标准溶液	技术要求	标准溶液	技术要求
pH	无	无	pH=4.008 (25 °C)	± 0.1 pH
			pH=9.180 (25 °C)	
电导率	无	无	0.0100 mol/L KCl 标准溶液	$\pm 1\%$
浊度	无	无	800 NTU	$\pm 5\%$
溶解氧	无	无	饱和溶解氧溶液	$\pm 3\%$
高锰酸盐指数	葡萄糖试验 10 mg/L	$\pm 5\%$	4 mg/L 葡萄糖溶液	$\pm 10\%$
			16 mg/L 葡萄糖溶液	
氨氮	2 mg/L	$\pm 8\%$	1 mg/L	$\pm 5\%$
	5 mg/L	$\pm 5\%$		
	8 mg/L	$\pm 3\%$	4 mg/L	
总磷	线性性 25 mg/L	$\pm 10\%$	0.4 mg/L	$\pm 5\%$
			1.6 mg/L	
总氮	线性性 50 mg/L	$\pm 10\%$	2 mg/L	$\pm 5\%$

监测项目	对应单参数水质监测仪器标准 规定的示值误差相关指标		本标准拟定的水质小型自动站 实验室检测中示值误差指标	
	标准溶液	技术要求	标准溶液	技术要求
			8 mg/L	

参与验证的 6 个型号水质小型自动监测站（每种型号 3 套）按照以上方法进行检测，检测结果如表 14 所示，18 套仪器中 1 套仪器 pH 分析模块的示值误差超标，为 0.21 pH，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-0.04 pH~0.10 pH，通过率 94.4%；电导率分析模块的示值误差均在±1%之内，测试结果分布在-0.9%~0.5%，通过率 100%；浊度分析模块的示值误差测试结果均达标，测试结果分布在-1.3%~2.3%，通过率 100%；3 套仪器溶解氧分析模块的示值误差超过±3%，其余 15 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-1.9%~0.7%，通过率 83.3%；1 套仪器高锰酸盐指数分析模块的示值误差超标，为 10.3%，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-4.0%~5.4%，通过率 94.4%；氨氮分析模块的示值误差结果均达标，测试结果分布在-3.9%~4.8%，通过率 100%；总磷分析模块的示值误差结果均达标，测试结果分布在-3.6%~2.0%，通过率 100%；总氮分析模块的示值误差结果均达标，测试结果分布在-4.6%~4.1%，通过率 100%。因此，本标准实验室检测 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 8 个分析模块示值误差指标的技术要求拟定合理。

表 14 8 个分析模块示值误差验证结果汇总表

分析模块	验证厂家 序号	示值误差			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
pH	1	0.02 pH	0.02 pH	0.01 pH	±0.1 pH
	2	0.04 pH	-0.03 pH	-0.03 pH	
	3	0.03 pH	0.21 pH	0.10 pH	
	4	0.02 pH	-0.02 pH	-0.04 pH	
	5	-0.04 pH	0.05 pH	0.07 pH	
	6	-0.01 pH	-0.003 pH	0.01 pH	
电导率	1	0.1%	0.3%	0.1%	±1%
	2	-0.4%	-0.9%	-0.3%	
	3	0.5%	0.3%	-0.7%	
	4	0.02%	0.1%	-0.1%	
	5	-0.5%	-0.4%	-0.4%	
	6	-0.1%	-0.04%	-0.1%	
浊度	1	-0.7%	-1.0%	-0.3%	±5%

分析模块	验证厂家 序号	示值误差			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
	2	-1.3%	-0.5%	2.3%	
	3	0.7%	1.7%	0.6%	
	4	-0.1%	-0.03%	-0.4%	
	5	1.4%	1.0%	0.3%	
	6	-1.1%	-0.1%	0.3%	
溶解氧	1	0.2%	-0.5%	-0.7%	±3%
	2	-0.5%	-0.2%	-0.2%	
	3	-3.2%	-3.4%	-3.5%	
	4	-1.9%	-1.9%	-1.9%	
	5	-0.6%	-1.3%	-0.9%	
	6	0.6%	0.5%	0.7%	
高锰酸盐 指数	1	1.1%	-1.7%	-0.5%	±5%
	2	1.8%	1.6%	-1.2%	
	3	10.3%	4.8%	-3.1%	
	4	-2.0%	-3.0%	0.7%	
	5	5.4%	5.2%	-4.0%	
	6	3.2%	-0.5%	3.0%	
氨氮	1	1.6%	2.0%	2.2%	±5%
	2	-0.7%	2.3%	-3.9%	
	3	4.4%	4.8%	3.7%	
	4	-1.3%	-1.0%	-3.0%	
	5	-2.1%	-0.5%	1.2%	
	6	-0.5%	-0.7%	1.0%	
总磷	1	1.6%	1.4%	1.7%	±5%
	2	1.3%	-0.4%	1.6%	
	3	-0.6%	-0.6%	2.0%	
	4	0.6%	-1.1%	1.5%	

分析模块	验证厂家 序号	示值误差			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
	5	-3.6%	-3.2%	-1.8%	
	6	-1.0%	0.6%	-0.7%	
总氮	1	1.2%	-0.7%	1.8%	±5%
	2	-2.6%	4.1%	-2.4%	
	3	1.9%	3.6%	-0.9%	
	4	1.6%	-4.6%	1.3%	
	5	-3.0%	1.5%	-2.2%	
	6	2.0%	1.8%	2.0%	

5.3.2.5 实验室检测-电压影响

实验室检测中电压影响是考核水质小型自动站 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 8 个分析模块测量对供电电压波动的抗干扰能力，本标准主要参考最新修订的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中电压影响试验的检测方法，具体检测方法如下：

8 个分析模块采用 1 种标准溶液以 1 h 为周期进行测试，在 220 V 电压下连续记录 3 个测定值，取其平均值为 V_s ，调整电压为 242 V 或 198 V，连续记录 3 个测定值，取其平均值为 V_i ，分别计算 V_i 相对于 V_s 的相对误差 ΔV （pH 为绝对误差 ΔV ）。242 V 和 198 V 条件下，取 ΔV 绝对值较大者为电压影响的判定值。

电压影响指标计算的是 242 V 或 198 V 电压下测定值相对于 220 V 电压下测定值的偏差。根据表 15，8 个监测项目中 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数对应的水质监测仪器标准中电压影响指标采用的标准溶液与本标准基本一致，故本标准此 5 项监测项目分析模块重复性指标的技术要求主要参考《pH 水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 96-2003）^[3]、《电导率水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 97-2003）^[4]、《浊度水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 98-2003）^[5]、《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]、《高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 100-2003）^[7]拟定。氨氮、总磷和总氮分析模块参考高锰酸盐指数分析模块拟定电压影响技术要求为 ±5%。

表 15 8 个监测项目相关技术标准中电压影响指标技术要求统计表

监测项目	对应单参数水质监测仪器标准 规定的电压影响相关指标		本标准拟定的水质小型自动站 实验室检测中电压影响指标	
	标准溶液	技术要求	标准溶液	技术要求
pH	pH=4.008（25℃）	±0.1 pH	pH=6.865（25℃）	±0.1 pH
电导率	0.0100 mol/L KCl 标准溶液	±1%	0.0100 mol/L KCl 标准溶液	±1%

监测项目	对应单参数水质监测仪器标准 规定的电压影响相关指标		本标准拟定的水质小型自动站 实验室检测中电压影响指标	
	标准溶液	技术要求	标准溶液	技术要求
浊度	800 NTU	±3%	800 NTU	±3%
溶解氧	饱和溶解氧溶液	±0.3 mg/L	饱和溶解氧溶液	±3%
高锰酸盐指数	16 mg/L 草酸钠溶液	±5%	16 mg/L 草酸钠溶液	±5%
氨氮	8 mg/L	±5%	4 mg/L	±5%
总磷	40 mg/L	±10%	1.6 mg/L	±5%
总氮	80 mg/L	±10%	8 mg/L	±5%

参与验证的 6 个型号水质小型自动监测站（每种型号 3 套）按照以上方法进行检测，检测结果如表 16 所示，18 套仪器中 pH 分析模块的电压影响均在 ±0.1 pH 以内，达标结果分布在 -0.03 pH~0.01 pH，通过率 100%；电导率分析模块的电压影响均在 ±1% 之内，测试结果分布在 -0.3%~0.8%，通过率 100%；浊度分析模块的电压影响测试结果均达标，测试结果分布在 -1.8%~0.5%，通过率 100%；溶解氧分析模块的电压影响测试结果均达标，测试结果分布在 -0.7%~0.5%，通过率 100%；高锰酸盐指数分析模块的电压影响测试结果均达标，测试结果分布在 -0.9%~1.4%，通过率 100%；氨氮分析模块的电压影响结果均达标，测试结果分布在 -1.6%~1.3%，通过率 100%；总磷分析模块的电压影响结果均达标，测试结果分布在 -1.7%~0.8%，通过率 100%；总氮分析模块的电压影响结果均达标，测试结果分布在 -0.8%~2.7%，通过率 100%。因此，本标准实验室检测 pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 8 个分析模块电压影响指标的技术要求拟定合理。

表 16 8 个分析模块电压影响验证结果汇总表

分析模块	验证厂家 序号	电压影响			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
pH	1	0.00 pH	0.00 pH	0.00 pH	±0.1 pH
	2	0.00 pH	0.003 pH	0.00 pH	
	3	-0.03 pH	0.00 pH	0.00 pH	
	4	0.01 pH	0.00 pH	0.00 pH	
	5	0.00 pH	-0.01 pH	0.00 pH	
	6	0.01 pH	0.01 pH	0.01 pH	
电导率	1	0.0%	0.6%	0.3%	±1%
	2	0.1%	0.1%	-0.02%	
	3	-0.2%	-0.2%	-0.3%	
	4	0.8%	0.1%	-0.02%	
	5	-0.1%	0.1%	0.02%	

分析模块	验证厂家 序号	电压影响			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
	6	0.1%	0.1%	0.1%	
浊度	1	-0.9%	-0.6%	-0.2%	±3%
	2	-1.8%	-1.8%	-0.9%	
	3	0.5%	-0.2%	0.4%	
	4	-0.6%	-0.6%	-0.1%	
	5	0.4%	0.1%	0.4%	
	6	-0.4%	-1.2%	-0.6%	
溶解氧	1	0.2%	0.2%	0.2%	±3%
	2	0.1%	0.1%	0.2%	
	3	0.1%	0.2%	0.2%	
	4	0.2%	-0.1%	-0.1%	
	5	-0.1%	-0.2%	-0.4%	
	6	-0.7%	0.2%	0.5%	
高锰酸盐 指数	1	0.8%	-0.9%	1.4%	±5%
	2	-0.6%	-0.9%	0.2%	
	3	0.3%	-0.4%	0.7%	
	4	0.2%	-0.2%	-0.8%	
	5	0.1%	0.04%	0.5%	
	6	0.3%	1.1%	-0.6%	
氨氮	1	-0.1%	0.1%	-0.2%	±5%
	2	-0.5%	1.3%	0.2%	
	3	-0.6%	-0.7%	-0.1%	
	4	0.6%	0.5%	0.4%	
	5	-1.6%	-1.1%	-0.8%	
	6	-1.0%	0.2%	-0.9%	
总磷	1	-0.6%	-0.5%	-0.6%	±5%
	2	-1.7%	-1.5%	-0.3%	

分析模块	验证厂家 序号	电压影响			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
	3	0.8%	0.2%	-0.1%	
	4	0.2%	0.1%	0.2%	
	5	-0.6%	0.2%	-0.2%	
	6	-1.0%	0.2%	-0.7%	
总氮	1	0.8%	-0.04%	0.7%	±5%
	2	0.5%	0.5%	1.2%	
	3	-0.8%	2.7%	0.6%	
	4	0.2%	-0.2%	-0.4%	
	5	0.6%	0.5%	1.0%	
	6	0.3%	0.3%	-0.3%	

5.3.2.6 实验室检测-温度补偿精度

实验室检测中温度补偿精度是考核水质小型自动站 pH、电导率和溶解氧 3 个分析模块在测量实际样品时水温不同带来偏差的修正精度，本标准主要参考《pH 水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 96-2003）^[3]、《电导率水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 97-2003）^[4]和《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]中温度补偿精度的检测方法，具体检测方法如下：

pH 分析模块采用 pH=6.865(25℃)的标准溶液(电导率分析模块采用 0.0100 mol/L KCl 的标准溶液)，在 10℃~30℃之间以 5℃的变化方式改变液温，采用连续测定模式，分别计算各温度下测定值 T_i 与该温度下 pH=6.865 标准溶液标准 pH 值 T_s 的误差 ΔT (电导率分析模块计算与该温度下 0.0100 mol/L KCl 标准溶液标准电导率值 T_s 的相对误差 ΔT)，取 ΔT 绝对值最大者为温度补偿精度的判定值。

溶解氧分析模块采用饱和溶解氧溶液，改变液温至 (20±0.5)℃和 (30±0.5)℃，在用磁力搅拌器搅拌的同时，采用连续测定模式，分别计算各温度下测定值 T_i 与该温度下标准饱和溶解氧浓度 T_s 的相对误差 ΔT ，取 ΔT 绝对值最大者为温度补偿精度的判定值。

温度补偿精度指标计算的是不同温度下测定值相对于该温度下标准值的偏差。根据表 17，pH、电导率和溶解氧对应的水质监测仪器标准中温度补偿精度指标采用的标准溶液与本标准基本一致，故本标准此 3 个分析模块温度补偿精度指标的技术要求主要参考《pH 水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 96-2003）^[3]、《电导率水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 97-2003）^[4]和《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]温度补偿精度的技术要求，溶解氧温度补偿精度结果由绝对误差表示改为相对误差表示。

表 17 3 个监测项目相关技术标准中温度补偿精度指标技术要求统计表

监测项目	对应单参数水质监测仪器标准 规定的温度补偿精度指标		本标准拟定的水质小型自动站 实验室检测中温度补偿精度指标	
	标准溶液	技术要求	标准溶液	技术要求
pH	pH=4.008 (25 ℃)	±0.1 pH	pH=6.865 (25 ℃)	±0.1 pH
电导率	0.0100 mol/L KCl 标准溶液	±1%	0.0100 mol/L KCl 标准溶液	±1%
溶解氧	饱和溶解氧溶液	±0.3 mg/L	饱和溶解氧溶液	±3%

参与验证的 6 个型号水质小型自动监测站（每种型号 3 套）按照以上方法进行检测，检测结果如表 18 所示，18 套仪器中 2 套仪器 pH 分析模块的温度补偿精度不达标，分别为-0.12 pH 和-0.11 pH，其余 16 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-0.08 pH~0.04 pH，通过率 88.9%；3 套仪器电导率分析模块的温度补偿精度超过 1%，其余 15 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-0.8%~0.8%，通过率 83.3%；溶解氧分析模块的温度补偿精度测试结果均达标，测试结果分布在-2.7%~2.1%，通过率 100%。因此，本标准实验室检测 pH、电导率和溶解氧 3 个分析模块温度补偿精度指标的技术要求拟定合理。

表 18 3 个分析模块温度补偿精度验证结果汇总表

分析模块	验证厂家 序号	温度补偿精度			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
pH	1	-0.04 pH	-0.04 pH	-0.05 pH	±0.1 pH
	2	-0.06 pH	-0.05 pH	-0.07 pH	
	3	0.03 pH	0.03 pH	0.01 pH	
	4	-0.12 pH	-0.08 pH	-0.11 pH	
	5	-0.04 pH	-0.04 pH	-0.05 pH	
	6	0.03 pH	0.04 pH	0.04 pH	
电导率	1	0.4%	0.5%	0.4%	±1%
	2	-0.8%	0.4%	0.8%	
	3	1.3%	1.1%	1.1%	
	4	-0.6%	-0.4%	-0.5%	
	5	-0.8%	0.5%	0.6%	
	6	0.4%	-0.5%	-0.4%	
溶解氧	1	-1.1%	-1.2%	-1.6%	±3%
	2	-0.3%	-0.8%	-1.5%	
	3	0.1%	0.1%	-0.3%	

分析模块	验证厂家 序号	温度补偿精度			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
	4	-1.7%	-2.7%	-2.4%	
	5	2.1%	1.7%	-1.4%	
	6	-0.7%	-1.9%	-0.8%	

5.3.2.7 实验室检测-定量下限

实验室检测中定量下限是反映水质小型自动站高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个分析模块能够准确定量测定被测物质的最低浓度的性能指标，是测量仪器最主要的计量特性之一，也一定程度上决定了水质小型自动站的适用范围。《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ 168-2020）^[26]中规定的“测量下限”为某种特定的环境监测分析方法能够准确定量测定待测物质的最低浓度，该指标是与分析方法一一对应的确定值。与此概念不同，水质监测仪器标准中定量下限指标是对某一类水质自动在线监测仪器性能方面规定的技术要求，要求其能够准确定量测定被测物质的最低浓度不大于某一浓度值，实际某种型号的该类仪器的定量下限可以低于标准的规定值，故本标准中定量下限的技术要求为小于等于某浓度值。本标准主要参考最新修订的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中定量下限指标的检测方法，具体检测方法如下：

高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮分析模块分别采用浓度值为检测范围下限值的标准溶液，分析模块以 1 h 为周期进行测试，连续记录 7 个测定值，计算 7 次测定值的示值误差。计算 7 次测定值的标准偏差 S ，所得标准偏差的 10 倍为仪器的定量下限。

定量下限指标计算的是 7 次测定值标准偏差的 10 倍，同时计算 7 次测定值的示值误差。根据表 19，高锰酸盐指数、总磷和总氮对应单参数水质监测仪器标准中规定没有定量下限或检出限等相关性能指标，本标准主要参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中定量下限指标的技术要求及 GB 3838-2002 中Ⅰ类地表水标准限值，拟定高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮分析模块定量下限的技术要求分别为 $\leq 2.0 \text{ mg/L}$ 、 $\leq 0.15 \text{ mg/L}$ 、 $\leq 0.02 \text{ mg/L}$ 和 $\leq 0.2 \text{ mg/L}$ ，同时要求示值误差不超过 $\pm 30\%$ ，以满足水质小型自动站准确测定较为清洁地表水的需求。

表 19 4 个监测项目相关技术标准中定量下限指标技术要求统计表

监测项目	对应单参数水质监测仪器标准规定的定量下限相关指标		本标准拟定的水质小型自动站实验室检测中定量下限指标	
	标准溶液	技术要求	标准溶液	技术要求
高锰酸盐指数		无	2.0 mg/L	$\leq 2.0 \text{ mg/L}$ （示值误差 $\pm 30\%$ ）
氨氮	约 0.1 mg/L	$\leq 0.15 \text{ mg/L}$ （示值误差 $\pm 30\%$ ）	0.15 mg/L	$\leq 0.15 \text{ mg/L}$ （示值误差 $\pm 30\%$ ）
总磷		无	0.02 mg/L	$\leq 0.02 \text{ mg/L}$ （示值误差 $\pm 30\%$ ）
总氮		无	0.2 mg/L	$\leq 0.2 \text{ mg/L}$ （示值误差 $\pm 30\%$ ）

参与验证的 6 个型号水质小型自动监测站（每种型号 3 套）按照以上方法进行检测，检测结果如表 20 所示，18 套仪器高锰酸盐指数分析模块的定量下限测试结果均达标，测试结果的示值误差分布在-2.5%~12.9%，定量下限结果分布在 0.00 mg/L~0.93 mg/L，通过率 100%；氨氮分析模块的定量下限测试结果均达标，测试结果的示值误差分布在-10.0%~18.6%，定量下限结果分布在 0.000 mg/L~0.053 mg/L，通过率 100%；1 套仪器总磷分析模块的定量下限结果未达标，定量下限结果为 0.024 mg/L，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果的示值误差分布在-15.7%~19.3%，定量下限结果分布在 0.000 mg/L~0.020 mg/L，通过率 94.4%；3 套仪器总氮分析模块的定量下限结果未达标，其中 2 套仪器测量结果示值误差超过±30%，分别为-32.1%和-69.3%，1 套定量下限结果为 0.22 mg/L。其余 15 套仪器测试结果均达标，测试结果的示值误差分布在-17.1%~23.6%，定量下限结果分布在 0.04 mg/L~0.18 mg/L，通过率 83.3%。因此，本标准实验室检测高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个分析模块定量下限指标的技术要求拟定合理。

表 20 4 个分析模块定量下限验证结果汇总表

分析模块	厂家		一号机	二号机	三号机	技术要求
高锰酸盐 指数	产品 1	示值误差	9.3%	6.8%	5.0%	≤2.0 mg/L（示值 误差±30%）
		定量下限	0.46 mg/L	0.45 mg/L	0.91 mg/L	
	产品 2	示值误差	1.6%	3.3%	0.6%	
		定量下限	0.10 mg/L	0.15 mg/L	0.14 mg/L	
	产品 3	示值误差	10.0%	4.6%	6.0%	
		定量下限	0.34 mg/L	0.39 mg/L	0.32 mg/L	
	产品 4	示值误差	-1.4%	6.0%	-2.5%	
		定量下限	0.14 mg/L	0.15 mg/L	0.31 mg/L	
	产品 5	示值误差	0.5%	0.9%	1.0%	
		定量下限	0.93 mg/L	0.04 mg/L	0.00 mg/L	
	产品 6	示值误差	8.4%	12.9%	8.1%	
		定量下限	0.38 mg/L	0.57 mg/L	0.33 mg/L	
氨氮	产品 1	示值误差	1.9%	3.1%	4.3%	≤0.15 mg/L（示 值误差±30%）
		定量下限	0.007 mg/L	0.004 mg/L	0.008 mg/L	
	产品 2	示值误差	3.9%	3.7%	5.7%	
		定量下限	0.009 mg/L	0.005 mg/L	0.008 mg/L	
	产品 3	示值误差	3.0%	-6.0%	4.6%	
		定量下限	0.016 mg/L	0.008 mg/L	0.014 mg/L	
	产品 4	示值误差	-10.0%	0.0%	-5.7%	
		定量下限	0.000 mg/L	0.000 mg/L	0.053 mg/L	
	产品 5	示值误差	18.6%	2.9%	7.9%	
		定量下限	0.008 mg/L	0.023 mg/L	0.009 mg/L	
	产品 6	示值误差	1.7%	3.3%	4.0%	
		定量下限	0.010 mg/L	0.005 mg/L	0.008 mg/L	
总磷	产品 1	示值误差	-0.7%	9.3%	4.3%	≤0.02 mg/L（示

分析模块	厂家		一号机	二号机	三号机	技术要求
	产品 2	定量下限	0.017 mg/L	0.019 mg/L	0.004 mg/L	值误差±30%)
		示值误差	-5.0%	-15.7%	-6.4%	
		定量下限	0.000 mg/L	0.013 mg/L	0.008 mg/L	
	产品 3	示值误差	-3.6%	-3.6%	12.1%	
		定量下限	0.005 mg/L	0.005 mg/L	0.024 mg/L	
	产品 4	示值误差	-1.4%	-14.3%	3.6%	
		定量下限	0.005 mg/L	0.004 mg/L	0.005 mg/L	
	产品 5	示值误差	19.3%	11.4%	15.7%	
		定量下限	0.004 mg/L	0.005 mg/L	0.007 mg/L	
	产品 6	示值误差	5.7%	11.4%	5.0%	
定量下限		0.016 mg/L	0.008 mg/L	0.020 mg/L		
总氮	产品 1	示值误差	13.6%	6.4%	10.7%	≤0.2 mg/L（示值 误差±30%）
		定量下限	0.08 mg/L	0.18 mg/L	0.11 mg/L	
	产品 2	示值误差	-6.4%	-14.3%	-32.1%	
		定量下限	0.11 mg/L	0.17 mg/L	0.18 mg/L	
	产品 3	示值误差	3.6%	5.7%	23.6%	
		定量下限	0.05 mg/L	0.04 mg/L	0.13 mg/L	
	产品 4	示值误差	-15.0%	-69.3%	-17.1%	
		定量下限	0.22 mg/L	0.09 mg/L	0.17 mg/L	
	产品 5	示值误差	13.6%	-7.1%	0.7%	
		定量下限	0.05 mg/L	0.17 mg/L	0.04 mg/L	
产品 6	示值误差	2.1%	12.1%	2.9%		
	定量下限	0.08 mg/L	0.05 mg/L	0.05 mg/L		

5.3.2.8 实验室检测-环境温度影响

实验室检测中环境温度影响是考核水质小型自动站高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个分析模块对环境温度变化的抗干扰能力，高锰酸盐指数、总磷和总氮对应单参数水质监测仪器中没有相应性能指标，本标准主要参考最新修订的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中环境温度影响试验的检测方法。HJ 101-2019 中环境温度影响试验按照 20℃→5℃→20℃→40℃→20℃顺序，每次变换温度后，所有仪器试剂稳定 5 h 后，连续测试 3 次。以 20℃条件下 9 个测定值的平均值为 C_s ，分别计算 5℃和 40℃条件下 3 次测定值的平均值为 C_i 相对于 C_s 的相对误差 ΔT_i ，以绝对值较大者为环境温度影响的判定值。考虑水质小型自动站直接应用于户外，环境温度变化范围更大，本标准将低温改为 -10℃以满足我国北方地区冬季室外温度达到零下的使用需求。考虑到水质小型自动站体积较大，实际检测时搬运难度较大，且环境温度实验舱内容积有限，因此本标准规定在实验室检测 3 套系统中随机选取 1 套系统进行环境温度影响测试。此外，根据氨氮水质分析性能测试的实际经验，每次变换温度后 3 h 即可达到稳定，本标准将变温后的稳定时间缩短至 3 h。具体检测方法如下：

随机选取 1 套水质小型自动站（不包括采水单元），高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮

分析模块采用检测范围上限值 80%的标准溶液，以 1 h 为周期进行测试，将系统及试剂置于恒温恒湿实验舱中，按照 20 ℃→-10 ℃→20 ℃→40 ℃→20 ℃顺序变换实验舱温度，每次变换温度，系统及试剂稳定 3 h 后，连续记录 3 个测定值。以 20 ℃条件下 9 个测定值的平均值为 C_s ，取 -10 ℃或 40 ℃条件下 3 个测定值的平均值为 C_i ，计算 C_i 相对于 C_s 的相对误差 ΔT_i 。-10 ℃和 40 ℃条件下，取 ΔT_i 绝对值较大者为环境温度影响的判定值。

本标准参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中环境温度影响试验的技术要求，拟定高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮分析模块实验室检测环境温度影响指标的技术要求为 $\pm 5\%$ 。参与验证的 6 个型号水质小型自动监测站（每种型号 1 套）按照以上方法进行检测，检测结果如表 21 所示，6 套仪器中 1 套仪器高锰酸盐指数分析模块的环境温度影响不达标，为 -6.0%，其余 5 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在 -1.0%~0.5%，通过率 83.3%；氨氮分析模块的环境温度影响结果均达标，测试结果分布在 -0.4%~2.9%，通过率 100%；总磷分析模块的环境温度影响结果均达标，测试结果分布在 -2.6%~0.3%，通过率 100%；总氮分析模块的环境温度影响结果均达标，测试结果分布在 -2.5%~1.2%，通过率 100%。因此，本标准实验室检测高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个分析模块环境温度影响指标的技术要求拟定合理。

表 21 4 个分析模块环境温度影响验证结果汇总表

分析模块	验证厂家 序号	环境温度影响			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
高锰酸盐 指数	1	—	-1.0%	—	$\pm 5\%$
	2	—	-6.0%	—	
	3	—	0.2%	—	
	4	—	0.5%	—	
	5	—	-0.9%	—	
	6	—	-0.3%	—	
氨氮	1	—	-0.4%	—	$\pm 5\%$
	2	—	2.9%	—	
	3	—	0.1%	—	
	4	—	1.1%	—	
	5	—	1.4%	—	
	6	—	0.2%	—	
总磷	1	—	-2.6%	—	$\pm 5\%$
	2	—	0.2%	—	
	3	—	-0.4%	—	

分析模块	验证厂家 序号	环境温度影响			技术要求
		一号机	二号机	三号机	
	4	—	0.3%	—	
	5	—	-0.4%	—	
	6	—	0.1%	—	
总磷	1	—	-2.5%	—	±5%
	2	—	-1.8%	—	
	3	—	1.0%	—	
	4	—	-0.6%	—	
	5	—	1.2%	—	
	6	—	0.5%	—	

5.3.2.9 实验室检测——一致性

实验室检测中一致性是衡量水质小型自动站高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个分析模块测量同一水样数据结果之间的差异，是考核仪器生产厂家生产仪器的稳定性，要求反映厂家生产仪器的普遍水平。高锰酸盐指数、总磷和总氮对应单参数水质监测仪器中没有相应性能指标，本标准主要参考最新修订的《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中一致性的检测方法，具体检测方法如下：

系统正常运行期间，抽取 3 套水质小型自动站（不包括采水单元），采用检测范围 80% 上限值的标准溶液，1 h 测试一次，获得 168 组数据 C_{ij} （其中 i 是仪器编号， j 是时段编号），按照标准附录 A 公式（18）计算第 j 时段浓度数据的相对标准偏差 S_j ，再按照标准附录 A 公式（19）计算数据的一致性 S 。

当 $S_j > 10\%$ 时，视为 $S < 90\%$ 。

本标准参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中一致性的技术要求，拟定高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮分析模块实验室检测一致性指标的技术要求为 $\geq 90\%$ 。参与验证的 6 个型号水质小型自动监测站（每种型号 3 套）按照以上方法进行检测，检测结果如表 22 所示，18 套仪器中高锰酸盐指数分析模块的一致性测试结果均达标，测试结果分布在 98.7%~99.5%，通过率 100%；氨氮分析模块的一致性测试结果均达标，测试结果分布在 99.0%~99.5%，通过率 100%；总磷分析模块的一致性测试结果均达标，测试结果分布在 98.8%~99.7%，通过率 100%；总氮分析模块的一致性结果均达标，测试结果分布在 98.4%~99.5%，通过率 100%。因此，本标准实验室检测高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个分析模块一致性指标的技术要求拟定合理。

表 22 4 个分析模块一致性验证结果汇总表

分析模块	验证厂家序号	一致性	技术要求
------	--------	-----	------

分析模块	验证厂家序号	一致性	技术要求
高锰酸盐指数	1	99.5%	≥90%
	2	99.2%	
	3	99.2%	
	4	99.1%	
	5	98.8%	
	6	98.7%	
氨氮	1	99.5%	≥90%
	2	99.2%	
	3	99.2%	
	4	98.7%	
	5	99.0%	
	6	99.4%	
总磷	1	98.8%	≥90%
	2	99.3%	
	3	99.4%	
	4	99.7%	
	5	99.1%	
	6	99.6%	
总磷	1	98.4%	≥90%
	2	98.6%	
	3	96.6%	
	4	98.9%	
	5	99.1%	
	6	99.5%	

5.3.2.10 户外检测-实际水样比对

根据我国水生态环境监测的管理需求,水质自动在线监测仪器测定结果需要与国家标准生态环境监测分析方法具有一定可比性。目前,已发布的水质自动监测仪器技术标准中均规定了“实际水样比对”这项性能指标,目的是考核监测仪器对不同种类和浓度的实际水样测

定结果与标准监测分析方法的可比性。以往单参数水质监测仪器标准中实际水样比对指标检测是在实验室内进行，而且实际水样未经过采水、配水和预处理过程，直接进入水质监测仪器分析测试，仅对监测仪表进行考核。为满足水质小型自动站户外应用及考核整套系统的需求，本标准规定 9 个监测项目均在户外进行实际水样比对，选取通过实验室检测的 1 套完整的水质小型自动站（包括采水单元）安装在河岸直接采集地表水实际水样，水样经过配水和预处理过程后进入分析模块测定，采配水单元和预处理单元对水样测试结果的影响纳入比对考核。

参考《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[6]中规定的监测频次，常规五参数应按照 1 h 为周期的频次进行监测，其他监测项目应按照 4 h 为周期的频次进行监测，本标准户外检测过程中常规五参数以 1 h 为周期进行测试，高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮以 4 h 为周期进行测试。9 个监测项目每 168 h 进行 1 次实际水样比对，共进行 4 次，户外检测周期为 28 d。由于常规五参数采用原水测定，实际水样比对直接在水质小型自动站的五参数检测池中进行。参考《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[6]中常规五参数的比对方法，在记录水质小型自动站常规五参数自动监测结果的同时刻，人工使用经过计量检定校准的便携式仪器进行比对。高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮为水质小型自动站自动采水的同时刻，人工在同一采样点采集该时刻的地表水样，并采用实验室标准分析方法对该水样进行分析比对。具体检测方法如下：

采用地表水实际水样，水温、pH、电导率、浊度和溶解氧分析模块以 1 h 为周期进行测试，每 168 h 记录 1 个测定值 x ，户外检测期间共记录 4 次，同时人工使用经过计量检定校准的便携式仪器（水温为按 GB/T 13195-1991 中规定的方法用温度计）直接测定五参数检测池内水样，记录测定值记为 C ，计算每次测定值 x 相对于便携式仪器测定值 C 的相对误差 Re （水温和 pH 为绝对误差 E ），取绝对值最大者为实际水样比对的判定值。

采用地表水实际水样，高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮分析模块以 4 h 为周期进行测试，在 28 d 的检测周期中，每 168 h 记录 1 个测定值 x ，户外检测期间共记录 4 次，同时人工采集该时刻的地表水样，由 1 家实验室采用实验室标准分析方法对该水样平行测定 3 次，3 次测定值的平均值记为 C 。

当水样浓度小于 GB 3838-2002 表 1 中Ⅲ类标准限值时，计算每次测定值 x 相对于实验室测定值 C 的绝对误差 E 。

当水样高锰酸盐指数大于等于 GB 3838-2002 表 1 中Ⅲ类标准限值时，计算每次测定值 x 相对于实验室测定值 C 的相对误差 Re 。

本标准实际水样比对在户外进行且为水质小型自动站整体系统的比对，检测方法较以往相差很大，因此技术要求的拟定不再参考单参数水质监测仪器标准中的相关规定，主要参考《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[6]及地表水监测管理的需求拟定各监测项目实际水样比对指标的技术要求。本标准常规五参数参考《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[6]“5.4 质控措施技术要求”规定的常规五参数质控措施要求中实际水样比对的技

±0.5 ℃；②pH：±0.5 pH；③电导率：电导率<10 mS/m 时，±1 mS/m；电导率≥10 mS/m 时，±10%；④浊度：浊度<30 NTU 或浊度≥1000 NTU 时，不考核；30 NTU≤浊度<50 NTU 时，±30%；50 NTU≤浊度<1000 NTU 时，±20%；⑤溶解氧：±0.5 mg/L。高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 项监测项目实际水样比对采用浓度分段规定技术要求的方式，低浓度水样采用仪器测定结果与标准方法测定结果的绝对误差进行考核判定，高浓度水样采用两者的相对误差进行考核判定，避免了相对误差在低浓度段要求过严的现象。参考我国“优Ⅲ”、“劣Ⅴ”的地表水水质评价模式，选取 GB 3838-2008 表 1 中Ⅲ类标准限值为分界浓度，当水样浓度≤Ⅲ类标准限值时以绝对误差判定，当水样浓度>Ⅲ类标准限值时以相对误差判定。由于总磷湖库浓度较低，选取与总磷Ⅲ类相同浓度值的湖库Ⅴ类标准限值 0.2 mg/L 为分界浓度。考虑到水质小型自动站采配水和预处理过程对水质的影响，以及手工分析方法存在约 10%的实验室间误差，拟定高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 项监测项目在高浓度段实际水样比对技术要求为±20%，在低浓度段为±（Ⅲ类标准限值×20%），总磷湖库为±（Ⅴ类标准限值×20%）。

为进一步确定本标准规定的水质小型自动站对于不同种类地表水的适用性，同时全面验证实际水样比对指标的科学性，编制组在城市内河、长江流域、主要湖泊和入海口 4 种水系代表所在地，按以上检测方法开展实际水样比对指标验证测试，分别为广东省深圳市福田区、四川省成都市岷江流域东风渠、江苏省无锡市太湖和广东省深圳市深圳河。每个验证测试地点至少安装 2 个型号（每个型号 1 套）水质小型自动站（包含采水单元），根据河流水质实际情况，设置各个分析模块的量程。4 处地表水断面共 13 套仪器参与验证，其中福田河 6 个型号 6 套仪器、岷江流域东风渠 2 个型号 2 套仪器、太湖 2 个型号 2 套仪器、深圳河 3 个型号 3 套仪器，验证结果详见表 23。4 处验证地点 13 套仪器中水温实际水样比对结果中有 2 套未达标，比对结果分别是-0.90 ℃（太湖）和 0.80 ℃（深圳河），其余测试结果分布在-0.50 ℃~0.50 ℃，总体通过率 84.6%；pH 实际水样比对结果均达标，测试结果分布在-0.30 pH~0.46 pH，总体通过率 100%；电导率实际水样比对结果均达标，比对时电导率均≥10 mS/m，测试结果分布在-9.1%~9.5%，总体通过率 100%；浊度实际水样比对结果有 1 套未达标，比对时 50 NTU≤浊度<1000 NTU，比对结果为-34.1%（深圳河），其余测试结果分布在-29.5%~14.2%（30 NTU≤浊度<50 NTU）、-14.4%~4.1%（50 NTU≤浊度<1000 NTU），总体通过率 92.3%；溶解氧实际水样比对结果有 2 套未达标，测试结果分别为-0.67 mg/L（太湖）和-0.51 mg/L（太湖），其余测试结果分布在-0.42 mg/L~0.37 mg/L，总体通过率 84.6%；高锰酸盐指数实际水样比对有 3 套未达标，比对结果分别是 9.46 mg/L、4.66 mg/L 和 7.64 mg/L，均为深圳河入海口盐度较高断面的验证结果。其余达标测试结果分布在-1.03 mg/L~0.50 mg/L（高锰酸盐指数< B_{III}^* ）、-11.1%~10.0%（高锰酸盐指数≥ B_{III}^* ），总体通过率 76.9%；氨氮实际水样比对有 2 套未达标，比对结果分别是 1.00 mg/L 和-0.50 mg/L，均为深圳河入海口盐度较高断面的验证结果。其余测试结果分布在-0.18 mg/L~0.07 mg/L（氨氮< B_{III}^* ），总体通过率 84.6%；总磷实际水样比对有 2 套未达标，结果分别是-0.047 mg/L（太湖，总磷<湖、库 B_V^* ）、-29.0%（深圳河，总磷≥ B_{III}^* ），其余测试结果分布在-0.037 mg/L~0.038 mg/L（总磷< B_{III}^* ）、3.23%~6.85%（总磷≥ B_{III}^* ），总体通过率 84.6%；总氮实际水样比对有 1 套未达标，比对结果为 27.0%（深圳河）。其余达标测试结果分布在

0.01 mg/L~0.18 mg/L（总氮 $\leq B_{III}^*$ ）、-14.4%~13.8%（总氮 $\geq B_{III}^*$ ），总体通过率 93.3%。因此，总体上本标准户外检测 9 个监测项目实际水样比对指标的技术要求拟定合理。

通过以上验证结果的汇总和分析，在盐度较高的深圳河入海口断面的实际水样比对结果较不理想。在验证测试期间，根据手工和自动监测的结果，深圳河所选采样点水样电导率可达 15000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上。表 23 中深圳河验证测试数据为水质小型自动站未经改型的测试结果，选用的自动监测分析方法与福田河、岷江流域东风渠和太湖 3 处水体采用的方法一致。以高锰酸盐指数为例，参与验证的 3 套仪器选用的自动分析方法为酸性高锰酸钾氧化分光光度法，深圳市环境监测中心站采用的实验室标准分析方法为碱性高锰酸钾氧化分光光度法，因此导致两者结果差异较大。参与深圳河验证测试的 3 个型号仪器均有不同程度的改型（如加配碱性法高锰酸盐指数分析模块），以适应高盐度水体的分析需求，因自动分析方法发生变化，改型后的测试数据不纳入本标准验证结果统计。由此可见，未经改型的水质小型自动站对于海洋、入海口等高盐度水体的适用性较低。

表 23 9 个监测项目实际水样比对验证结果汇总表

监测项目	监测断面	验证厂家序号	实际水样比对	技术要求
水温	福田河 (城市内河)	1	0.26 °C	± 0.5 °C
		2	0.49 °C	
		3	0.50 °C	
		4	0.27 °C	
		5	0.40 °C	
		6	0.45 °C	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2	-0.50 °C	
		6	0.50 °C	
	太湖 (主要湖泊)	1	-0.30 °C	
		4	-0.90 °C	
	深圳河 (入海口)	2	0.20 °C	
		3	0.20 °C	
		5	0.80 °C	
pH	福田河 (城市内河)	1	0.29 pH	± 0.5 pH
		2	0.36 pH	
		3	0.28 pH	
		4	0.43 pH	
		5	0.38 pH	
		6	0.34 pH	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2	0.37 pH	
		6	0.46 pH	
	太湖 (主要湖泊)	1	-0.21 pH	
		4	-0.24 pH	
	深圳河 (入海口)	2	0.11 pH	
		3	-0.30 pH	
		5	-0.15 pH	

监测项目	监测断面	验证厂家序号	实际水样比对		技术要求
电导率	福田河 (城市内河)	1	电导率≥10 mS/m	9.0%	电导率<10 mS/m, ±1 mS/m; 电导率≥ 10 mS/m, ±10%
		2		-9.1%	
		3		-8.2%	
		4		-7.1%	
		5		-5.7%	
		6		-9.4%	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2		8.3%	
		6		9.5%	
	太湖 (主要湖泊)	1		-6.9%	
		4		5.0%	
	深圳河 (入海口)	2		6.6%	
		3		1.6%	
		5		-7.2%	
浊度	福田河 (城市内河)	1	浊度<30 NTU	不考核	浊度<30 NTU 或 浊度≥1000 NTU, 不考核; 30 NTU≤浊度< 50 NTU, ±30%; 50 NTU≤浊度< 1000 NTU, ± 20%
		2		不考核	
		3		不考核	
		4		不考核	
		5		不考核	
		6		不考核	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2	浊度<30 NTU	不考核	
		6	NTU	不考核	
		2	30 NTU≤ 浊度<50 NTU	14.2%	
		6	NTU	3.6%	
	太湖 (主要湖泊)	1	30 NTU≤ 浊度<50 NTU	-23.1%	
		4	NTU	-14.7%	
		1	50 NTU≤ 浊度<1000 NTU	-14.1%	
		4	NTU	-14.4%	
	深圳河 (入海口)	2	浊度<30 NTU	不考核	
		3		不考核	
		5		不考核	
		2	30 NTU≤ 浊度<50 NTU	-29.5%	
		3	NTU	-28.0%	
		5	NTU	-18.0%	
		2	50 NTU≤ 浊度<1000 NTU	4.1%	
		3	NTU	-34.1%	
		5	NTU	0.3%	
溶解氧		福田河 (城市内河)	1	0.30 mg/L	
	2		-0.41 mg/L		

监测项目	监测断面	验证厂家序号	实际水样比对		技术要求			
		3	-0.34 mg/L					
		4	0.37 mg/L					
		5	0.34 mg/L					
		6	0.21 mg/L					
	岷江流域东风渠 （长江流域）	2	-0.40 mg/L					
		6	0.32 mg/L					
	太湖 （主要湖泊）	1	-0.67 mg/L					
		4	-0.51 mg/L					
	深圳河 （入海口）	2	0.32 mg/L					
		3	-0.42 mg/L					
5		-0.35 mg/L						
高锰酸盐 指数	福田河 （城市内河）	1	高锰酸盐指 数< B_{III}^*	-0.44 mg/L	高锰酸盐指数< B_{III}^* ，±1.2 mg/L; 高锰酸盐指数≥ B_{III}^* ，±20%			
		2		-0.35 mg/L				
		3		-0.35 mg/L				
		4		-0.42 mg/L				
		5		-0.53 mg/L				
		6		-0.28 mg/L				
	岷江流域东风渠 （长江流域）	2	高锰酸盐指 数< B_{III}^*	-0.47 mg/L				
		6		-0.82 mg/L				
	太湖 （主要湖泊）	1	高锰酸盐指 数< B_{III}^*	0.50 mg/L				
		4		-1.03 mg/L				
		1	高锰酸盐指 数≥ B_{III}^*	10.0%				
		4		-11.1%				
	深圳河 （入海口）	2	高锰酸盐指 数< B_{III}^*	9.46 mg/L				
		3		4.66 mg/L				
		5		7.64 mg/L				
氨氮	福田河 （城市内河）	1	氨氮< B_{III}^*	-0.17 mg/L	氨氮< B_{III}^* ，±0.2 mg/L；氨氮≥ B_{III}^* ，±20%			
		2		-0.16 mg/L				
		3		-0.17 mg/L				
		4		-0.18 mg/L				
		5		-0.17 mg/L				
		6		-0.14 mg/L				
	岷江流域东风渠 （长江流域）	2		0.04 mg/L				
		6		-0.04 mg/L				
	太湖 （主要湖泊）	1		0.07 mg/L				
		4		0.07 mg/L				
	深圳河 （入海口）	2		1.00 mg/L				
		3		-0.10 mg/L				
		5		-0.50 mg/L				
	总磷	福田河 （城市内河）		1		总磷< B_{III}^*	-0.019 mg/L	总磷< B_{III}^* （湖、 库 B_V^* ），±0.04
				2			-0.022 mg/L	

监测项目	监测断面	验证厂家序号	实际水样比对		技术要求
		3		-0.020 mg/L	mg/L; 总磷 $\geq B_{III}^*$ (湖、库 B_V^*), $\pm 20\%$
		4		-0.023 mg/L	
		5		-0.009 mg/L	
		6		-0.027 mg/L	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2	总磷 $< B_{III}^*$	-0.011 mg/L	
		6		-0.016 mg/L	
	太湖 (主要湖泊)	1	总磷 $< B_V^*$	-0.047 mg/L	
		4		-0.037 mg/L	
	深圳河 (入海口)	2	总磷 $< B_{III}^*$	0.038 mg/L	
		3		-0.003 mg/L	
		5		-0.003 mg/L	
		2	总磷 $\geq B_{III}^*$	3.23%	
		3		6.85%	
		5		-29.0%	
总氮	福田河 (城市内河)	1	总氮 $\geq B_{III}^*$	9.1%	总氮 $< B_{III}^*$, ± 0.2 mg/L; 总氮 $\geq B_{III}^*$, $\pm 20\%$
		2		6.0%	
		3		8.3%	
		4		13.8%	
		5		9.3%	
		6		-6.5%	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2	总氮 $< B_{III}^*$	0.18 mg/L	
		6		0.18 mg/L	
	太湖 (主要湖泊)	1	总氮 $< B_{III}^*$	0.01 mg/L	
		4		0.15 mg/L	
		1	总氮 $\geq B_{III}^*$	25.0%	
		4		-14.4%	
	深圳河 (入海口)	2	总氮 $\geq B_{III}^*$	7.6%	
		3		11.5%	
		5		27.0%	

* B—GB 3838-2002 表 1 中相应的水质类别标准限值。

5.3.2.11 户外检测-数据有效率

数据有效率是综合性指标,对于仪器效率有很好的描述,更加强调仪器对数据的及时捕捉能力,也是对有效实时监控的有力保障,《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019)^[8]水质监测仪器新标准体系和《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》(HJ 915.3-2024)^[16]中均规定了仪器数据有效率的考核。《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019)^[8]“5.5.12 有效数据率”中规定了有效数据的判定方法:项目检测时,满足性能指标要求;项目检测之外时,

仪器测定某特定浓度标准溶液，测量值满足示值误差±10%。本标准规定水质小型自动站户外检测时直接采集实际地表水水样，无法按照 HJ 101-2019 的方法判定每次监测结果的有效性，因此本标准数据有效率考核主要参考《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[16]中数据有效性的评价方法，常规五参数每周开展标准溶液考核、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮每天仪器自动开展零点核查、24 h 零点漂移、跨度核查、24 h 跨度漂移，根据以上核查结果判断数据有效性，具体检测方法如下：

因水温没有标准溶液，水温、pH、溶解氧、电导率和浊度 5 个监测项目的数据有效率合并为常规五参数数据有效率 1 项计算评价，为 pH、溶解氧、电导率、浊度 4 个监测项目测试期间的有效数据个数之和与这 4 个监测项目理论应测数据个数之和的比率。户外测试期间（28 天内），每周固定时间进行 1 次常规五参数标准样品核查，4 个监测项目样品测定顺序依次为浊度、pH、电导率、溶解氧，每个监测项目连续测定 3 个数据，每次测定值与标准样品比较，考核标准见表 24，不满足考核标准，前一周数据为无效数据。

表 24 常规五参数样品核查考核标准表

监测指标	pH	溶解氧	电导率	浊度
考核标准	±0.1pH	±10%	±10%	±10%

高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮的数据有效率为该监测项目测试期间的有效数据与理论应测数据的比率。户外测试期间（28 天内），根据地表水实际水质情况确定跨度值，参考《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[16]3.5 和 3.6 章节确定跨度和跨度值。高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮 4 个监测项目每天上午 6:00 进行 1 次零点核查，7:00 进行 1 次跨度核查，分别测试浓度为跨度值 0~20%左右和 80%左右的标准溶液，计算测试结果相对于标准溶液浓度值的绝对误差和相对误差，考核标准见表 25，不满足考核标准，前 24 小时数据为无效数据。同时针对每天高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮零点核查和跨度核查的结果，仪器 24 小时单点零点和跨度漂移计算，考核标准见表 26，不满足判定标准，前 24 小时数据为无效数据。零点核查、跨度核查、24 小时零点漂移和 24 小时跨度漂移中任意 1 项不满足判定标准，则前 24 小时数据无效。

表 25 零点核查和跨度核查考核标准表

监测项目	高锰酸盐指数	氨氮	总磷	总氮
零点核查	±0.6 mg/L	±0.05 mg/L	±0.010 mg/L	±0.1 mg/L
跨度核查	±10%	±10%	±10%	±10%

表 26 24 小时零点和跨度漂移考核标准表

监测项目	高锰酸盐指数	氨氮	总磷	总氮
24 小时零点漂移考核标准	±10%	±10%	±10%	±10%

24 小时跨度漂移考核标准	±10%	±10%	±10%	±10%
---------------	------	------	------	------

《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[16]中没有明确规定数据有效率的技术要求，本标准参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]拟定水质小型自动站各监测项目数据有效率技术要求为≥90%。

为进一步确定本标准规定的水质小型自动站对于不同种类地表水的适用性，同时全面验证数据有效率指标的科学性，编制组在城市内河、长江流域、主要湖泊和入海口 4 种水系代表所在地，按以上检测方法开展数据有效率指标验证测试，分别为广东省深圳市福田河、四川省成都市岷江流域东风渠、江苏省无锡市太湖和广东省深圳市深圳河。每个验证测试地点至少安装 2 个型号（每个型号 1 套）水质小型自动站（包含采水单元），根据河流水质实际情况，设置各个分析模块的量程。4 处地表水断面共 13 套仪器参与验证，其中福田河 6 个型号 6 套仪器、岷江流域东风渠 2 个型号 2 套仪器、太湖 2 个型号 2 套仪器、深圳河 3 个型号 3 套仪器，验证结果详见表 27。4 处验证地点 13 套仪器中常规五参数数据有效率均达标，测试结果分布 92.9%~100%，总体通过率 100%；4 处验证地点 13 套仪器高锰酸盐指数数据有效率均达标，测试结果分布 96.4%~100%，总体通过率 100%；4 处验证地点 13 套仪器总磷数据有效率均达标，测试结果均>99%，通过率 100%；4 处验证地点 13 套仪器总磷数据有效率均达标，测试结果分布在 96.4%~100%，通过率 100%。因此，本标准户外检测 9 个监测项目数据有效率指标的技术要求拟定合理。

表 27 9 个监测项目数据有效率验证结果汇总表

监测项目	监测断面	验证厂家序号	数据有效率*	技术要求
常规五参数	福田河 (城市内河)	1	>99%	≥90%
		2	>99%	
		3	>99%	
		4	>99%	
		5	>99%	
		6	>99%	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2	>99%	
		6	>99%	
	太湖 (主要湖泊)	1	>99%	
		4	>99%	
	深圳河 (入海口)	2	>99%	
		3	92.9%	
		5	>99%	
高锰酸盐指数	福田河 (城市内河)	1	>99%	≥90%
		2	>99%	
		3	96.4%	
		4	>99%	
		5	>99%	

监测项目	监测断面	验证厂家序号	数据有效率*	技术要求
	岷江流域东风渠 (长江流域)	6	>99%	
		2	>99%	
		6	>99%	
	太湖 (主要湖泊)	1	>99%	
		4	>99%	
	深圳河 (入海口)	2	>99%	
		3	>99%	
		5	>99%	
氨氮	福田河 (城市内河)	1	>99%	≥90%
		2	>99%	
		3	>99%	
		4	>99%	
		5	>99%	
		6	>99%	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2	>99%	
		6	>99%	
	太湖 (主要湖泊)	1	97.7%	
		4	>99%	
	深圳河 (入海口)	2	>99%	
		3	>99%	
		5	>99%	
总磷	福田河 (城市内河)	1	>99%	≥90%
		2	>99%	
		3	>99%	
		4	>99%	
		5	>99%	
		6	>99%	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2	>99%	
		6	>99%	
	太湖 (主要湖泊)	1	>99%	
		4	>99%	
	深圳河 (入海口)	2	>99%	
		3	>99%	
		5	>99%	
总氮	福田河 (城市内河)	1	>99%	≥90%
		2	>99%	
		3	>99%	
		4	>99%	
		5	>99%	
		6	96.4%	
	岷江流域东风渠 (长江流域)	2	>99%	
		6	>99%	

监测项目	监测断面	验证厂家序号	数据有效率*	技术要求
	太湖 (主要湖泊)	1	>99%	
		4	>99%	
	深圳河 (入海口)	2	>99%	
		3	>99%	
		5	>99%	
* 常规五参数模块的数据有效率为 pH、溶解氧、电导率、浊度 4 个监测项目测试期间的有效数据个数之和与这 4 个监测项目理论应测数据个数之和的比率。				

5.3.2.12 户外检测-整机最小维护周期

最小维护周期是《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]为代表的水质监测仪器新标准体系中考核仪器现场适用性的综合性指标，能够衡量仪器稳定运行能力，并且给出了明确的操作方法，更好地配合水环境监测管理需求。《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]中最小维护周期的检测方法为在整个仪器检测周期中，任何两次对仪器的维护（包括倾倒废液、添加试剂、更换量程及其他维修维护）间隔应 ≥ 168 h。本标准参考以上方法，针对水质小型自动站全系统做出规定，在户外检测期间，不对水质小型自动站进行任何维护（包括维修水泵、疏通管路、倾倒废液、添加试剂、更换量程、校准仪器及其他维修维护等），直到仪器不能保持正常测量状态，记录总运行时间（h）为整机最小维护周期。

为进一步确定本标准规定的水质小型自动站对于不同种类地表水的适用性，同时全面验证最小维护周期指标的科学性，编制组在城市内河、长江流域、主要湖泊和入海口 4 种水系代表所在地，按以上检测方法开展最小维护周期指标验证测试，分别为广东省深圳市福田河、四川省成都市岷江流域东风渠、江苏省无锡市太湖和广东省深圳市深圳河。每个验证测试地点至少安装 2 个型号（每个型号 1 套）水质小型自动站（包含采水单元），根据河流水质实际情况，设置各个分析模块的量程。4 处地表水断面共 13 套仪器参与验证，其中福田河 6 个型号 6 套仪器、岷江流域东风渠 2 个型号 2 套仪器、太湖 2 个型号 2 套仪器、深圳河 3 个型号 3 套仪器。在 28 d 的户外检测周期中，要求各仪器连续运行 7 d（即 168 h），期间不允许维护（包括倾倒废液、添加试剂、更换量程及其他维修维护）直至出现故障或数据异常，每连续运行 7 d 后安排集中维护 2 d，28 d 户外检测期间有 1 次满足要求连续运行 168 h 即视为合格。最小维护周期验证结果详见表 28，4 处验证地点 13 套仪器最小维护周期均可达 168 h，总体通过率 100%，本标准户外检测最小维护周期指标的技术要求拟定合理。

表 28 整机最小维护周期验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	最小维护周期	技术要求
福田河 (城市内河)	1	168 h	≥ 168 h
	2	168 h	
	3	168 h	
	4	168 h	
	5	168 h	

监测断面	验证厂家序号	最小维护周期	技术要求
	6	168 h	
岷江流域东风渠 (长江流域)	2	168 h	
	6	168 h	
太湖 (主要湖泊)	1	168 h	
	4	168 h	
深圳河 (入海口)	2	168 h	
	3	168 h	
	5	168 h	

5.3.2.13 功能检查

本标准“6 检测方法”明确了功能检查的方法，规定通过实验室检测和户外检测的一套系统，根据本标准 5.2、5.3 和 5.4 章节的要求进行功能检查，检查方法参见附录 C。附录 C 以表格的形式，根据标准 5.2、5.3 和 5.4 章节的要求，逐条列出了功能检查项目和检查方法。大部分项目的检查方法是现场查看仪器和操作演示，对于现场无法直接判定的功能检查项目，需配合第三方检测或实验验证等手段，例如系统绝缘强度、绝缘电阻和整体防护等级需要通过第三方检测确定是否符合要求。

其中，预处理单元对水质监测项目带来的系统误差规定了定量要求，同样根据水质情况分段考核，当监测项目的水质类别为Ⅲ～劣Ⅴ类时，预处理单元对测量结果带来的系统误差在±10%之内；当监测项目的水质类别为Ⅰ～Ⅱ类时，认定该项检查结果合格。此项功能检查采用实验验证的方法，分别在水质小型自动站采水口和预处理之后、配送至分析仪表之前 2 处采集水样，采用实验室标准分析方法分析这两份水样水质的差别，具体方法如下：

在户外检测期间，针对高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 项监测项目中水样浓度大于 GB 3838-2002 表 1 中Ⅱ类标准限值的监测项目，在两个人工采水口 A 点和 B 点（如图 3 所示）采集水样，样品需要满足高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮 4 个项目的分析，采用实验室标准分析方法对这两份水样各分析 n ($n \geq 2$) 次， n 次测定值的平均值记为 C_A 和 C_B ，根据公式（1）计算每个监测项目的相对误差 Re_i 。以水质类别为Ⅲ～劣Ⅴ类的监测项目中相对误差绝对值最大者作为判定依据。

$$Re_i = \frac{C_B - C_A}{C_A} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中： Re_i —相对误差；
 C_A —A 点水样实验室标准分析方法测定的平均值；
 C_B —B 点水样实验室标准分析方法测定的平均值。

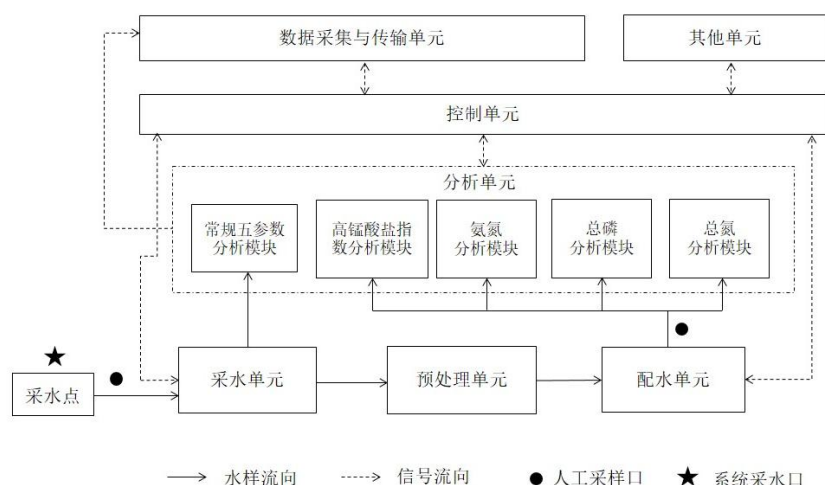


图3 水质小型自动站基本构成示意图

根据以上方法，编制组在广东省深圳市福田河边安装6个型号（每个型号1套）水质小型自动站（包含采水单元），对附录C中所有功能检查项目进行了验证检查。预处理单元对水质监测项目带来的系统误差验证结果详见表29，户外检测期间高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮4项监测项目中总氮的水样浓度大于GB 3838-2002表1中II类标准限值，6套仪器中有1套仪器预处理单元对水质监测项目带来的系统误差偏大，为28.4%，其余5套仪器系统误差分布在-2.8%~8.3%。其余功能检查项目6套仪器均能够达到标准要求，其中数据传输协议与远程控制功能的检查，编制组通过搭建网络传输线路和水质监测仪器实验室数据采集及处理系统平台实现数据、日志、参数和状态等信息的实时采集和远程反控。

表29 预处理单元对水质监测项目带来系统误差结果汇总表

验证厂家序号	系统误差
1	8.3%
2	-1.4%
3	-2.8%
4	-0.3%
5	28.4%
6	2.4%

6 与国内外相关标准的对比分析

6.1 与国内相关标准的对比分析

我国生态环境监测仪器及系统技术要求中尚无针对“水质监测系统”的技术要求，已发布的水质在线自动监测仪器标准均为单参数水质监测仪器技术要求，其中与本标准规定的水

质小型自动站 9 项监测项目对应的标准为《pH 水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 96-2003）^[3]、《电导率水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 97-2003）^[4]、《浊度水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 98-2003）^[5]、《溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 99-2003）^[6]、《高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 100-2003）^[7]、《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）^[8]、《总氮水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 102-2003）^[9]和《总磷水质自动分析仪技术要求》（HJ/T 103-2003）^[10]，水温没有对应的监测仪器标准。

本标准规定的水质小型自动站适用范围与单参数水质自动监测仪器标准中的适用范围有较大差别，水质小型自动站主要应用于地表水水质的监测，而以上 8 项单参数水质自动监测仪器标准（HJ/T 100-2003 除外）规定仪器需满足地表水、生活污水和工业废水的监测需求。因此，相应的性能指标、功能要求和检测方法也有较大差异。表 30 为本标准规定的水质小型自动站性能指标与以上 8 项单参数水质自动监测仪器标准中性能指标详细的差异分析，可以看出在性能指标及检测方法的设置方面，本标准相较于以往单参数水质自动监测仪器标准的主要区别为：

（1）指标体系的建立有显著区别，更能满足水质小型自动站等水质监测系统性能考核的需求。本标准建立的指标体系包含性能指标和功能指标两类，性能指标分为实验室检测指标和户外检测指标。以往单参数水质监测仪器技术要求性能指标的设置更侧重于仪表本身，重点考核仪器测定准确度、稳定性、重复性、抗干扰能力等方面的性能。然而本标准将性能考核的内容进一步拓展，包括了仪表性能、运行环境、系统功能、全系统运行持久性与稳定性、能否满足环境管理需求等方面，主要根据水质小型自动站的适用范围和应用需求设置或调整性能指标的种类、检测范围和检测方法。

（2）检测方法更具有系统性、可操作性和适用性，更便于开展水质小型自动站等水质监测系统的性能考核。实验室检测指标和户外检测指标分别在实验室内和户外进行检测，其中实验室性能指标侧重于各分析模块的性能考核，检测方法相较于对应单参数水质监测仪器标准规定的方法稍作调整，更具有系统性和可操作性；户外检测指标侧重考核户外整体运行的持久性和稳定性，以及能否满足地表水水质自动监测的管理需求，检测方法与单参数水质监测仪器标准中类似指标的检测方法相差很大，以往的实际水样比对、数据有效率和最小维护周期的检测均在实验室内进行，已不再适用于水质小型自动站。

此外，通过编制说明 5.3.2 章节的分析比较，实验室检测中氨氮、总磷和总氮的检测范围相较于单参数仪器标准的检测范围缩小了 10 倍~30 倍，户外检测则未限制检测的浓度范围，规定根据河流水质实际情况设置各个分析模块的量程及确定标样核查的跨度值。本标准相较于单参数水质监测仪器标准调整了检测的浓度范围，能够更有针对性地考核水质小型自动站测定地表水等较为清洁水体水质的适用性。

6.2 与国外相关标准的对比分析

目前国外尚无针对户外一体化、多监测项目的水质小型自动站的仪器标准或规范，对于水质自动监测系统，美国材料实验协会（American Society of Testing Materials, ASTM）发布了 Standard guide for continual on-line monitoring systems for water analysis（ASTM D 3864-06）^[11]，该指南从水质连续在线监测系统的设计、安装、校准、运行、确认程序和验

证程序等方面做出了规范，为水质在线自动监测系统的应用提供了统一的方法。但该指南类似于表2中我国现行的地表水水质自动监测站系列技术规范，仪器性能的评价与考核不属于其规范的重点。该指南规定的确认程序和验证程序中提出了“reference sample validation/verification procedure”，考核自动监测结果与实验室分析结果的差异性，采用的是参比样品而非实际水样，而且采用“ t 检验”等评价方法，与我国相关标准中建立的评价方法差异较大。此外，该指南未涉及应用环境条件、集成度、系统功能、运行稳定性和持久性等方面的要求，无法满足水质小型自动站的特殊需求。

对于水质在线分析仪器，国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）发布的标准 Water Quality On-line Sensors/analysing Equipment for Water Specifications and Performance tests^[12] 以及英国环保署 MCERTS（Monitoring Certification Scheme, MCERTS）认证发布的 Performance Standards and Test Procedures for Continuous Water Monitoring Equipment (Version 3.1)^[13] 中对仪器的性能指标和技术要求作了较为详细的阐述。ISO标准中对水质自动在线监测仪器规定的主要性能指标包括示值误差、定量下限、重复性、环境温度影响、离子干扰、记忆效应等，MCERTS标准规定了水质在线监测仪的示值误差、重复性、漂移、电压影响和环境温度影响等性能指标及技术要求，但此两项标准均是针对水质在线分析仪器的性能测试，未对水质监测系统中采配水、预处理、数据传输等过程和相应设备进行规范，同样未涉及应用环境条件、集成度、系统功能、运行稳定性和持久性等方面的要求，无法满足多监测项目水质小型自动站智能化、集成化功能建设的标准化要求，因此以上国外标准对本标准制订的借鉴意义有限。

表 30 本标准水质小型自动站性能指标与单参数水质自动监测仪器标准差异分析

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
功能指标	全系统	单参数仪器标准中没有给出明确的功能检查的要求，无系统性功能指标	对小型水站各个单元应具备的功能及建议的功能检查方法进行了规定，功能检查分为定量和定性两种方式	每个标准不一致	内容较多，具体在标准附录 C 中列明。
	水温	无	水温误差	无对应仪器标准	采用蒸馏水，分析模块采用连续测定模式，每 1 min 记录一个测量值，连续记录 3 个测量值 x_i ，计算平均值 $\bar{x}$ ，按 GB/T 13195-1991 中规定的方法用温度计测量 3 次水样的温度，计算平均值 C ，计算 $\bar{x}$ 相对于平均值 C 的绝对误差 E 。该绝对误差 E 为水温误差的判定值。
性能指标	实验室检测	重复性	重复性	将电极浸入 pH=4.008 的标准液，连续测定 6 次。求出各次测量值与平均值之差，最大值即为电压影响。	为了同一标准中性能指标的系统和整齐性，采用与其他分析模块一致的“重复性”指标，方法如下： 采用 pH=6.865 (25 °C) 的标准溶液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 n ($n \geq 7$) 个测量值 x_i ，计算标准偏差 S 。该标准偏差 S 为重复性的判定值。
		漂移 (pH=9)	漂移	将电极浸入 pH=9.180 的标准液，读取 5 min 后的测量值为初始值，连续测定 24 h。与初始值比较，计算该段时间内的最大变化幅度。	将 3 项漂移指标整合调整为 1 项漂移指标，同样采用多种标准溶液测试，但指标更为简洁清晰，方法如下： 采用 pH 标准溶液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 24 个测量值 x_i ，以前三次测
		漂移 (pH=7)		将电极浸入 pH=6.865 的标准液，读取 5 min	

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法 & 评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法 & 评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法 & 评价方法
				后的测量值为初始值，连续测定 24 h。与初始值比较，计算该段时间内的最大变化幅度。	量值的平均值为基准 x_0 ，分别计算后续 21 次测定值 x_i 与 x_0 的变化幅度 D ，取绝对值最大的 $D_{\max}$ 为漂移。采用 $\text{pH}=4.008$ (25 °C)、 $\text{pH}=9.180$ (25 °C) 两种溶液进行测试，取绝对值较大者为漂移的判定值。
		漂移 ($\text{pH}=4$)		将电极浸入 $\text{pH}=4.008$ 的标准液，读取 5 min 后的测量值为初始值，连续测定 24 h。与初始值比较，计算该段时间内的最大变化幅度。	
		响应时间	取消	—	取消原因，环境在线监测实际应用过程中，监测周期一般为 1 h 及以上，响应时间指标实际意义较弱，故取消。
		温度补偿精度	温度补偿精度	将带有温度补偿传感器的玻璃电极浸入 $\text{pH}=4.008$ 的标准液中，在 10 °C~30 °C 之间以 5 °C 的变化方式改变液温，并测定 pH 值。根据测定结果求出各测量值与该温度下 $\text{pH}=4.008$ 标准液标准 pH 值之差。	采用 $\text{pH}=6.865$ (25 °C) 的标准溶液，在 10 °C~30 °C 之间以 5 °C 的变化方式改变液温，分析模块采用连续测定模式，分别计算各温度下测量值 T_i 与该温度下 $\text{pH}=6.865$ 标准溶液标准 pH 值 T_s 的误差 ΔT 。取 ΔT 绝对值最大者为温度补偿精度的判定值。
		MTBF	整合调整	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行考核缺乏系统性，而且在实验室内开展缺乏科学性，户外检测中设置“整机最小维护周期”指标对小型水站整体评价。
		实际水样比对试验	整合调整	—	整合调整指标，在户外检测开展该指标测试，测试方法及评价方法与单参数指标不同。
		电压稳定性	电压影响	将电极浸入 $\text{pH}=4.008$ (25 °C) 的标准液中，在显示值稳定后，加上高于或低于规定电压 10% 的电源电压，读取显示值，计算其与规定电压下的 pH 值的最大误差。	改为 198 V 和 242 V 两种电压条件下测试，相比于单参数仪器标准中单一电压条件更为全面，方法如下： 采用 $\text{pH}=6.865$ (25 °C) 的标准溶液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，在 220 V 电压下连续记录 3 个测量值，取其平均值为 V_s ，调整电压为 242 V 或 198 V，连续记录 3 个测量值，取其平均值为 V_i ，分别计

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
					算 V_f 相对于 V_s 的误差 ΔV 。242 V 和 198 V 条件下，取 ΔV 绝对值较大者为电压影响的判定值。
		绝缘阻抗	整合调整	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行规定缺乏系统性，对小型水电站整体的绝缘阻抗做出了要求，参见标准中 5.2.1 和 5.2.2。
		无对应指标	示值误差	—	原单参数仪器标准中缺乏对仪器测定的准确度的要求，故增加示值误差指标，方法如下： 采用 pH 有证标准样品，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 6 个测量值 x_i ，计算 6 次测量值均值 $\bar{x}$ 相对于标准值 C 的绝对误差 Re 。采用 $pH=4.008$ (25 °C)、 $pH=9.180$ (25 °C) 两种标准溶液进行测试，取绝对值较大者为示值误差的判定值。
	电导率	重复性误差	重复性	将电极系统浸入 0.0100 mol/L KCl 标准溶液中，重复测定 6 次。计算测量结果的相对标准偏差。	为了同一标准中性能指标的系统和整齐性，采用与其他分析模块一致的“重复性”指标，方法如下： 采用 0.0100 mol/L KCl 的标准溶液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 n ($n \geq 7$) 个测量值 x_i ，计算相对标准偏差 S_r 。该相对标准偏差 S_r 为重复性的判定值。
		零点漂移	漂移	将电极系统浸入零点校正液中，读取 5min 后的电导率指示值为初始值，连续测定 24h。与初始值比较，计算该段时间内的最大变化幅度相对于量程的百分率。	将 2 项漂移指标整合调整为 1 项漂移指标，同样采用零点校正液和量程校正液，但指标更为简洁清晰，方法如下： 采用零点校正液和量程校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 24 个测量值 x_i ，以前三次测量值的平均值为基准 x_0 ，分别计算后续 21 次测定值 x_i 与 x_0 的变化幅度相对于检测范围上限值 A 的百分比
		量程漂移		将电极系统浸入 0.0300 mol/L KCl 标准溶液	

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
				中,读取5min后的电导率指示值为初始值,连续测定24h。与初始值比较,计算该段时间内的最大变化幅度相对于量程的百分率。	D ,取绝对值最大的 $D_{\max}$ 为漂移。采用蒸馏水、0.0300 mol/L KCl标准溶液两种溶液进行测试,取绝对值较大者为漂移的判定值。
		响应时间 (T_{90})	取消	—	取消原因,环境在线监测实际应用过程中,监测周期一般为1h及以上,响应时间指标实际意义较弱,故取消。
		温度补偿精度	温度补偿精度	将带有温度补偿传感器的电极系统浸入0.0100 mol/L KCl标准液中,在10~30℃之间以5℃的变化方式改变液温并测定电导率值。根据测定结果求出各测量值与该温度下0.0100 mol/L KCl标准液标准电导率值之差相对于标准电导率值的百分率。	采用0.0100 mol/L KCl的标准溶液,在10℃~30℃之间以5℃的变化方式改变液温,分析模块采用连续测定模式,分别计算各温度下测量值 T_i 与该温度下0.0100 mol/L KCl标准溶液标准电导率值 T_s 的相对误差 ΔT 。取 ΔT 绝对值最大者为温度补偿精度的判定值。
		MTBF	—	—	整合调整指标,仅对某个分析模块进行考核缺乏系统性,而且在实验室内开展缺乏科学性,户外检测中设置“整机最小维护周期”指标对小型水站整体评价。
		实际水样比对试验	—	—	整合调整指标,在户外检测开展该指标测试,测试方法及评价方法与单参数指标不同。
		电压稳定性	电压影响	将电极浸入0.0100 mol/L KCl标准液中,在指示值稳定后,加上高于或低于规定电压10%的电源电压,读取测量值,计算测量值的变化相对于0.0100 mol/L KCl标准电导率值的百分率。	改为198V和242V两种电压条件下测试,相比于单参数仪器标准中单一电压条件更为全面,方法如下: 采用0.0100 mol/L KCl的标准溶液,分析模块采用连续测定模式,每1h记录一个测量值,在220V电压下连续记录3个测量值,取其平均值为 V_s ,调整电压为242V或198V,连续记录3个测量值,取其平均值为 V_i ,分别计算 V_i 相对于 V_s 的相对误差 ΔV 。242V和198V条件下,取 ΔV

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
					绝对值较大者为电压影响的判定值。
		绝缘阻抗	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行规定缺乏系统性，对小型水站整体的绝缘阻抗做出了要求，参见标准中 5.2.1 和 5.2.2。
		无对应指标	示值误差	—	原单参数仪器标准中缺乏对仪器测定的准确度的要求，故增加示值误差指标，检测方法如下： 采用 0.0100 mol/L KCl 的标准溶液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 6 个测量值 x_i ，计算 6 次测量值均值 $\bar{x}$ 相对于标准值 C 的相对误差 Re 。
		重复性误差	重复性	将电极浸入量程校正液，在用磁搅拌器搅拌的同时，连续测定 6 次。记录各次测定值，计算相对标准偏差。	为了同一标准中性能指标的系统性和整齐性，采用与其他分析模块一致的“重复性”指标，方法如下： 采用量程校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 n ($n \geq 7$) 个测量值 x_i ，计算相对标准偏差 S_r 。该相对标准偏差 S_r 为重复性的判定值。
	浊度	零点漂移	漂移	采用零点校正液，连续测定 24 h。利用该段时间内的初期零值（最初 3 次测定值的平均值），计算最大变化幅度与初期零值之差相对于量程值的百分率。	将 2 项漂移指标整合调整为 1 项漂移指标，同样采用零点校正液和量程校正液，但指标更为简洁清晰，方法如下： 采用零点校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 24 个测量值 x_i ，以前三次测量值的平均值为基准 x_0 ，分别计算后续 21 次测定值 x_i 与 x_0 的变化幅度相对于检测范围上限值 A 的百分比 D ，取绝对值最大的 $D_{\max}$ 为零点漂移。采用量程校正液，于零点漂移试验的前后，分别测定 3 次，计算平均值。由减去零点漂移成分 (x_i 与 x_0 的最大变化幅度) 后的变化幅度，计算相
		量程漂移		采用量程校正液，于零点漂移试验的前后，在用磁搅拌器搅拌的同时，分别测定 3 次，计算平均值。由减去零点漂移成分后的变化幅度，计算相对于量程值的百分率。	

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
					对于检测范围上限值的百分比为量程漂移。取零点漂移和量程漂移中绝对值较大者为漂移的判定值。
		线性误差	示值误差	分别用零点校正液校正零点、量程校正液校正量程后，将用水稀释 1 倍的量程校正液导入检测器，求出该测量值与供试溶液油度值之差相对于量程值的百分率。	采用量程校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 6 个测量值 x_i ，计算 6 次测量值均值 $\bar{x}$ 相对于标准值 C 的相对误差 Re 。
		MTBF	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行考核缺乏系统性，而且在实验室内开展缺乏科学性，户外检测中设置“整机最小维护周期”指标对小型水电站整体评价。
		实际水样比对试验	—	—	整合调整指标，在户外检测开展该指标测试，测试方法及评价方法与单参数指标不同。
		电压稳定性	电压影响	用零点校正液校正零点后，导入量程校正液，在测量值稳定后，加上高于或低于规定电压 10% 的电源电压，读取测量值，计算测量值与规定电压下测量值之差相对于规定电压下测量值的百分率。	改为 198 V 和 242 V 两种电压条件下测试，相比于单参数仪器标准中单一电压条件更为全面，方法如下： 采用量程校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，在 220 V 电压下连续记录 3 个测量值，取其平均值为 V_s ，调整电压为 242 V 或 198 V，连续记录 3 个测量值，取其平均值为 V_t ，分别计算 V_t 相对于 V_s 的相对误差 ΔV 。 242 V 和 198 V 条件下，取 ΔV 绝对值较大者为电压影响的判定值。
		绝缘阻抗	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行规定缺乏系统性，对小型水电站整体的绝缘阻抗做出了要求，参见标准中 5.2.1 和 5.2.2。

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法及评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法及评价方法
	溶解氧	重复性误差	重复性	将电极浸入量程校正液，在用磁力搅拌器搅拌的同时，连续测定 6 次。记录各次测定值，计算相对标准偏差。	为了同一标准中性能指标的系统性和整齐性，采用与其他分析模块一致的“重复性”指标，方法如下： 采用量程校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 n ($n \geq 7$) 个测量值 x_i ，计算相对标准偏差 S_r 。该相对标准偏差 S_r 为重复性的判定值。
		零点漂移	漂移	采用零点校正液，连续测定 24 h。利用该段时间内的初期零值（最初 3 次测定值的平均值），计算最大变化幅度与初期零值之差相对于量程值的百分率。	将 2 项漂移指标整合调整为 1 项漂移指标，同样采用零点校正液和量程校正液，但指标更为简洁清晰，方法如下： 采用零点校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 24 个测量值 x_i ，以前三次测量值的平均值为基准 x_0 ，分别计算后续 21 次测定值 x_i 与 x_0 的变化幅度相对于检测范围上限值 A 的百分比 D ，取绝对值最大的 $D_{\max}$ 为零点漂移。采用量程校正液，于零点漂移试验的前后，分别测定 3 次，计算平均值。由减去零点漂移成分 (x_i 与 x_0 的最大变化幅度) 后的变化幅度，计算相对于检测范围上限值的百分比为量程漂移。取零点漂移和量程漂移中绝对值较大者为漂移的判定值。
		量程漂移		采用量程校正液，于零点漂移试验的前后，在用磁力搅拌器搅拌的同时，分别测定 3 次，计算平均值。由减去零点漂移成分后的变化幅度，计算相对于量程值的百分率。	
		响应时间 (T_{90})	取消	—	取消原因，环境在线监测实际应用过程中，监测周期一般为 1 h 及以上，响应时间指标实际意义较弱，故取消。
		温度补偿精度	温度补偿精度	分别在 $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 和 $(30 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 时，配制饱和溶解氧溶液。将电极分别浸入上述溶液中，在用磁力搅拌器搅拌的同时，读取各自的指示值 (mg/L)。分别测定上述溶液的温度 (准确至 $\pm 1^\circ\text{C}$)，根据测定结果求出与标准饱和溶解氧浓度之差。	采用饱和溶解氧溶液，改变液温至 $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 和 $(30 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ ，在用磁力搅拌器搅拌的同时，分析模块采用连续测定模式，分别计算各温度下测量值 T_i 与该温度下标准饱和溶解氧浓度 T_s 的相对误差 ΔT 。取 ΔT 绝对值最大者为温度补偿精度的判定值。

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法及评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法及评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法及评价方法
		MTBF	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行考核缺乏系统性，而且在实验室内开展缺乏科学性，户外检测中设置“整机最小维护周期”指标对小型水电站整体评价。
		实际水样比对试验	—	—	整合调整指标，在户外检测开展该指标测试，测试方法及评价方法与单参数指标不同。
		电压稳定性	电压影响	将电极浸入量程校正液，在用磁搅拌器搅拌的同时，在显示值稳定后，加上高于或低于规定电压 10% 的电源电压，读取显示值。	改为 198 V 和 242 V 两种电压条件下测试，相比于单参数仪器标准中单一电压条件更为全面，方法如下： 采用量程校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，在 220 V 电压下连续记录 3 个测量值，取其平均值为 V_s ，调整电压为 242 V 或 198 V，连续记录 3 个测量值，取其平均值为 V_t ，分别计算 V_t 相对于 V_s 的相对误差 ΔV 。 242 V 和 198 V 条件下，取 ΔV 绝对值较大者为电压影响的判定值。
		绝缘阻抗	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行规定缺乏系统性，对小型水电站整体的绝缘阻抗做出了要求，参见标准中 5.2.1 和 5.2.2。
		无对应指标	示值误差	—	原单参数仪器标准中缺乏对仪器测定的准确度的要求，故增加电压影响指标，方法如下： 采用量程校正液，分析模块采用连续测定模式，每 1 h 记录一个测量值，连续记录 6 个测量值 x_i ，计算 6 次测量值均值 $\bar{x}$ 相对于标准值 C 的相对误差 Re 。

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法及评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法及评价方法
	氨氮	示值误差	示值误差	仪器正常运行期间, 分别测定氨氮浓度值约为 2 mg/L、5 mg/L、8 mg/L 的三种标准溶液, 每种溶液连续测定 n ($n=6$) 次, n ($n=6$) 次测定值的平均值相对于标准溶液浓度值的相对误差。计算各次示值误差 Re 。	采用氯化铵溶液, 分析模块以 1 h 为周期进行测试, 连续记录 6 个测量值 x_i , 计算 6 次测量值均值 $\bar{x}$ 相对于标准溶液浓度值 C 的相对误差 Re 。采用氨氮浓度为 20%、80% 测量范围上限值的氯化铵溶液进行测试, 取绝对值较大者为示值误差的判定值。
		定量下限	定量下限	仪器正常运行期间, 连续测定氨氮浓度值约为 0.1 mg/L 的标准溶液 n ($n=7$) 次, 计算 n ($n=7$) 次测定值的电压影响 Re , 计算 n ($n=7$) 次测定值的标准偏差 S , 计算仪器的定量下限 LOQ 。	采用氨氮浓度为 0.15 mg/L 的标准溶液, 分析模块以 1 h 为周期进行测试, 连续记录 7 个测定值, 计算 7 次测定值的示值误差。 计算 7 次测定值的标准偏差 S , 所得标准偏差的 10 倍为仪器的定量下限。
		重复性	重复性	仪器正常运行期间, 分别测定氨氮浓度值约为 2 mg/L 和 8 mg/L 的标准溶液, 每种标准溶液连续测定 n ($n=6$) 次, 计算每种浓度的 n ($n=6$) 次测定值的相对标准偏差 S_r , 取两次相对标准偏差最大值作为仪器电压影响的检测结果。	采用氯化铵溶液, 分析模块以 1 h 为周期进行测试, 连续记录 n ($n \geq 7$) 个测量值 x_i , 计算相对标准偏差 S_r 。采用氨氮浓度为 20%、80% 测量范围上限值的氯化铵溶液进行测试, 取较大者为重复性的判定值。
		24 h 低浓度漂移	漂移	仪器正常运行期间, 测定氨氮浓度值约为 0.2 mg/L 的标准溶液, 1 h 测试一次, 连续测定 24 h。采用该时间内的初期值 (最初的 3 次测量值的平均值) Z_0 , 计算 Z_i 与 Z_0 偏差绝对值的平均值为 24 h 低浓度漂移 ZD 。	将 2 项漂移指标整合调整为 1 项漂移指标, 指标更为简洁清晰, 方法如下: 采用氨氮标准溶液, 分析模块以 1 h 为周期进行测试, 连续记录 24 个测量值 x_i , 以前三次测量值的平均值为基准 x_0 , 分别计算后续 21 次测定值 x_i 与 x_0 的变化幅度相对于检测范围上限值 A 的百分比 D , 取绝对值最大的 $D_{\max}$ 为漂移。采用氨氮浓度为检测范围下限值和检测范围上限值 80% 的氨氮标准溶液进行测试, 取绝对值较大者为漂移的
		24 h 高浓度漂移		仪器正常运行期间, 测定氨氮浓度值约为 8 mg/L 的标准溶液, 1 h 测试一次, 连续测定	

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法 & 评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法 & 评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法 & 评价方法
				24 h, 采用该时间内的初期值 (最初的 3 次测定值的平均值) R_0 , 计算 R_i 与 R_0 偏差绝对值的平均值相对于检测范围上限值的百分率。	判定值。
		记忆效应	取消	—	一般情况下地表水水质较为稳定, 水质小型自动站在现场会根据水质情况设置仪器的关键参数, 并且每次监测分析前会自动对水槽、管路等内部结构进行清洗, 因此水质变化的影响可忽略不计。此外, 本标准性能考核的重点在于针对整个系统的户外检测部分, 实验室检测性能指标主要考核各分析模块的基本性能, 故不设立此指标。
		电压影响试验	电压影响	仪器正常运行期间, 采用氨氮浓度值约为 8 mg/L 的标准溶液, 仪器在初始电压 220 V 条件下测量 3 次; 调节电压至 242 V, 测量同一标准溶液 3 次; 再次调节电压至 198 V, 测量同一标准溶液 3 次。以 220 V 条件下 3 次测量值平均值为 V_s , 分别计算 242 V 和 198 V 条件下 3 次测量值的平均值 V_i 相对于 V_s 的相对误差 ΔV , 以绝对值较大者作为电压影响试验的判定值。	采用氨氮浓度为 80% 测量范围上限值的氯化铵溶液, 分析模块以 1 h 为周期进行测试, 在 220 V 电压下连续记录 3 个测量值, 取其平均值为 V_s , 调整电压为 242 V 或 198 V, 连续记录 3 个测量值, 取其平均值为 V_i , 分别计算 V_i 相对于 V_s 的相对误差 ΔV 。242 V 和 198 V 条件下, 取 ΔV 绝对值较大者为电压影响的判定值。
		pH 影响试验	取消	—	一般情况下地表水水质较为稳定, 水质小型自动站在现场会根据水质情况设置仪器的关键参数, 并且每次监测分析前会自动对水槽、管路等内部结构进行清洗, 因此水质变化的影响可忽略不计。此外, 本标准性能考核的重点在于针对整个系统的户外检测部分, 实验室检测性能指标主要

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
					考核各分析模块的基本性能，故不设立此指标。
		环境温度影响试验	环境温度影响	仪器正常运行期间，采用氨氮浓度值约为 8 mg/L 的标准溶液，按照 20℃→5℃→20℃→40℃→20℃顺序，每次变换温度后，所有仪器试剂稳定 5 小时后，连续测试 3 次。以 20℃条件下 9 个测量值的平均值为 C_s ，分别计算 5℃和 40℃条件下 3 次测定值的平均值 C_i 相对于 C_s 的相对误差 ΔT_i ，以绝对值较大者作为环境温度影响试验的判定值。	小型车站直接应用于户外，环境温度范围更宽，故将温度改为-10℃和 40℃，相比于单参数仪器标准中温度更低。 具体方法如下： 随机选取 1 套系统，采用氨氮浓度为 80%测量范围上限值的氯化铵溶液，分析模块以 1 h 为周期进行测试，将系统及试剂置于恒温恒湿实验舱中，按照 20℃→10℃→20℃→40℃→20℃顺序变换实验舱温度，每次变换温度，系统及试剂稳定 3 h 后，连续记录 3 个测量值。以 20℃条件下 9 个测量值的平均值为 C_s ，取-10℃或 40℃条件下 3 个测量值的平均值为 C_i ，计算 C_i 相对于 C_s 的相对误差 ΔT_i 。-10℃和 40℃条件下，取 ΔT_i 绝对值较大者为环境温度影响的判定值。
		实际水样比对试验	—	—	整合调整指标，在户外检测开展该指标测试，测试方法及评价方法与单参数指标不同。
		最小维护周期	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行考核缺乏系统性，而且在实验室内开展缺乏科学性，户外检测中设置“整机最小维护周期”指标对小型车站整体评价。
		数据有效率	—	—	整合调整指标，在户外检测开展该指标测试，测试方法及评价方法与单参数指标不同。
		一致性	一致性	仪器正常运行期间，抽取至少三台仪器，1 h 测试一次，获得 168 组数据 C_{ij} （其中 i 是仪器编号， j 是水样编号），计算第 j 时段浓度	系统正常运行期间，抽取至少三台仪器，采用量程校正液，1 h 测试一次，获得 168 组数据 C_{ij} （其中 i 是仪器编号， j 是时段编号），计算第 j 时段浓度数据的相对标准偏差 S_j ，

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
				数据的相对标准偏差 S_j ，再计算数据的一致性 S 。当 $S_j > 10\%$ 时，视为 $S < 90\%$ 。	再计算数据的一致性 S 。当 $S_j > 10\%$ 时，视为 $S < 90\%$ 。
		重复性误差	重复性	连续测定量程校正液 6 次，计算相对标准偏差。	为了同一标准中性能指标的系统和整齐性，采用与其他分析模块一致的“重复性”指标，方法如下： 采用草酸钠溶液，分析模块以 1 h 为周期进行测试，连续记录 n ($n \geq 7$) 个测量值 x_i ，计算相对标准偏差 S_r 。采用高锰酸盐指数为 20%、80% 测量范围上限值的草酸钠溶液进行测试，取较大者为重复性的判定值。
	高锰酸盐指数	零点漂移		采用零点校正液，连续测定 24 h 利用该段时间内的初期零值（最初的 3 次测定值的平均值），计算最大变化幅度相对于量程值的百分率。	将 2 项漂移指标整合调整为 1 项漂移指标，指标更为简洁清晰，方法如下： 采用草酸钠标准溶液，分析模块以 1 h 为周期进行测试，连续记录 24 个测量值 x_i ，以前三次测量值的平均值为基准 x_0 ，分别计算后续 21 次测定值 x_i 与 x_0 的变化幅度相对于检测范围上限值 A 的百分比 D ，取绝对值最大的 $D_{\max}$ 为漂移。采用高锰酸盐指数为检测范围下限值和检测范围上限值 80% 的草酸钠标准溶液进行测试，取绝对值较大者为漂移的判定值。
		量程漂移	漂移	采用量程校正液，于零点漂移试验的前后分别测定 3 次，计算平均值。由减去零点漂移成分后的变化幅度，求出相对于量程值的百分率。	
		葡萄糖试验	示值误差	用葡萄糖试验液，测定 3 次。计算每次平均值与 10 mg/L 的偏差的绝对值，求出 3 次绝对值相对于 10 mg/L 的百分率。	单参数仪器标准中对测定准确度考核指标仅为单点测试，缺乏代表性，参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019） ^⑧ 改为测定两种浓度的示值误差指标，方法如下： 采用葡萄糖溶液，分析模块以 1 h 为周期进行测试，连续记录 6 个测量值 x_i ，计算 6 次测量值均值 $\bar{x}$ 相对于标准溶

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法及评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法及评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法及评价方法
					液浓度值 C 的相对误差 Re 。采用高锰酸盐指数为 20%、80%测量范围上限值的葡萄糖标准溶液进行测试，取绝对值较大者为电压影响的判定值。
		MTBF	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行考核缺乏系统性，而且在实验室内开展缺乏科学性，户外检测中设置“整机最小维护周期”指标对小型水电站整体评价。
		实际水样比对试验	—	—	整合调整指标，在户外检测开展该指标测试，测试方法及评价方法与单参数指标不同。
		电压稳定性	电压影响	采用量程校正液，加上高于或低于规定电压 10% 的电源电压时，读取显示值。分别进行 3 次测定，计算各测定值与平均值之差相对于量程值的百分率。	改为 198 V 和 242 V 两种电压条件下测试，相比于单参数仪器标准中单一电压条件更为全面，方法如下： 采用高锰酸盐指数为 80% 测量范围上限值的草酸钠溶液，分析模块以 1 h 为周期进行测试，在 220 V 电压下连续记录 3 个测量值，取其平均值为 V_s ，调整电压为 242 V 或 198 V，连续记录 3 个测量值，取其平均值为 V_t ，分别计算 V_t 相对于 V_s 的相对误差 ΔV 。242 V 和 198 V 条件下，取 ΔV 绝对值较大者为电压影响的判定值。
		绝缘阻抗	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行规定缺乏系统性，对小型水电站整体的绝缘阻抗做出了要求，参见标准中 5.2.1 和 5.2.2。
		无对应指标	一致性	—	该指标反映了仪器生产厂家所生产仪器的普遍水平。避免在实际工作中可能出现的采用几台“特殊”仪器来蒙混过关。单参数仪器标准中缺乏相应指标要求，参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
	总磷				[8]增加一致性指标。检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。
		无对应指标	定量下限	—	考核监测仪器能够准确定量测定被测物质的最低浓度，检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。
		无对应指标	环境温度影响	—	环境温度较大幅度变化会对仪器测定产生影响，单参数仪器标准中缺乏相应指标要求，参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）[8]增加环境温度影响指标。检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。
		重复性误差	重复性	测定零点校正液 6 次，各次指示值作为零值。在相同条件下，测定电极法量程校正液 6 次，以各次测量值（扣除零值后）计算相对标准偏差。	为了同一标准中性能指标的系统性和整齐性，采用与其他分析模块一致的“重复性”指标，检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。
		零点漂移	漂移	用零点校正液，连续测定 24 h 利用该段时间内的初期零值（最初的 3 次测定值的平均值），计算最大变化幅度相对于量程值的百分率。	将 2 项漂移指标整合调整为 1 项漂移指标，指标更为简洁清晰，检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。
		量程漂移		采用量程校正液，于零点漂移试验的前后分别测定 3 次，计算平均值。由减去零点漂移成分后的变化幅度，求出相对于量程值的百分率。	
		直线性	示值误差	将分析仪校正零点和量程后，导入直线性试验溶液，读取稳定后的指示值。求出该指示值对应的总磷浓度与直线性试验溶液的总磷浓度之差相对于量程值的百分率。	单参数仪器标准中对测定准确度考核指标仅为单点测试，缺乏代表性，参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019）[8]改为测定两种浓度的示值误差指标，检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法及评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法及评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法及评价方法
		MTBF	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行考核缺乏系统性，而且在实验室内开展缺乏科学性，户外检测中设置“整机最小维护周期”指标对小型水电站整体评价。
		实际水样比对实验	—	—	整合调整指标，在户外检测开展该指标测试，测试方法及评价方法与单参数指标不同。
		电压稳定性	电压影响	采用量程校正液，加上高于或低于规定电压10%的电源电压时，读取显示值。分别进行3次测定，计算各测定值与平均值之差相对于量程值的百分率。	改为198 V和242 V两种电压条件下测试，相比于单参数仪器标准中单一电压条件更为全面，检测方法和评价方法参见氨氮分析模块。
		绝缘阻抗	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行规定缺乏系统性，对小型水电站整体的绝缘阻抗做出了要求，参见标准中5.2.1和5.2.2。
		无对应指标	一致性	—	该指标反映了仪器生产厂家所生产仪器的普遍水平。避免在实际工作中可能出现的采用几台“特殊”仪器来蒙混过关。单参数仪器标准中缺乏相应指标要求，参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019） ^[8] 增加一致性指标。检测方法和评价方法参见氨氮分析模块。
		无对应指标	定量下限	—	考核监测仪器能够准确定量测定被测物质的最低浓度，检测方法的评价方法参考氨氮分析模块。
		无对应指标	环境温度影响	—	环境温度较大变化会对仪器测定产生影响，单参数仪器标准中缺乏相应指标要求，参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019） ^[8] 增加环境温度

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
总氮					度影响指标。检测方法和评价方法参见氨氮分析模块。
		重复性误差	重复性	测定零点校正液 6 次，各次指示值的平均值作为零点值。在相同条件下，测定量程校正液 6 次，计算相对标准偏差。	为了同一标准中性能指标的系统和整齐性，采用与其他分析模块一致的“重复性”指标，检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。
		零点漂移	漂移	用零点校正液，连续测定 24 h 利用该段时间内的初期零值(最初的 3 次测定值的平均值)，计算最大变化幅度相对于量程值的百分率。	将 2 项漂移指标整合调整为 1 项漂移指标，指标更为简洁清晰，检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。
		量程漂移		采用量程校正液，于零点漂移试验的前后分别测定 3 次，计算平均值。由减去零点漂移成分后的变化幅度，求出相对于量程值的百分率。	
		直线性		将分析仪校正零点和量程后，导入直线性试验溶液，读取稳定后的指示值。求出该指示值对应的总氮浓度与直线性试验溶液的总氮浓度之差相对于量程值的百分率。	
		MTBF	—	—	单参数仪器标准中对测定准确度考核指标仅为单点测试，缺乏代表性，参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》(HJ 101-2019) 改为测定两种浓度的示值误差指标，检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。
		实际水样比对实验	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行考核缺乏系统性，而且在实验室内开展缺乏科学性，户外检测中设置“整机最小维护周期”指标对小型水站整体评价。
		电压稳定性	电压影响	采用量程校正液，加上高于或低于规定电压 10% 的电源电压时，读取显示值。分别进行 3 次测定，计算各测定值与平均值之差相对于	整合调整指标，在户外检测开展该指标测试，测试方法及评价方法与单参数指标不同。
					改为 198 V 和 242 V 两种电压条件下测试，相比于单参数仪器标准中单一电压条件更为全面，检测方法和评价方法参见氨氮分析模块。

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法评价方法
户外检测				量程值的百分率。	
		绝缘阻抗	—	—	整合调整指标，仅对某个分析模块进行考核缺乏系统性，对小型水电站整体的绝缘阻抗做出了要求，参见标准中 5.2.1 和 5.2.2。
		无对应指标	一致性	—	该指标反映了仪器生产厂家所生产仪器的普遍水平。避免在实际工作中可能出现的采用几台“特殊”仪器来蒙混过关。单参数仪器标准中缺乏相应指标要求，参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019） ^[8] 增加一致性指标。检测方法和评价方法参见氨氮分析模块。
		无对应指标	定量下限	—	考核监测仪器能够准确定量测定被测物质的最低浓度，检测方法和评价方法参考氨氮分析模块。
		无对应指标	环境温度影响	—	环境温度较大幅度变化会对仪器测定产生影响，单参数仪器标准中缺乏相应指标要求，参考《氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法》（HJ 101-2019） ^[8] 增加环境温度影响指标。检测方法和评价方法参见氨氮分析模块。
	pH	无对应指标	实际水样比对	无户外检测指标	1. 数据有效率是综合性指标，对于仪器效率有很好的描述，单参数仪器标准中缺乏相应要求。参考《地表水水质自动监测站（常规五参数、CODMn、NH3-N、TP、TN）运行维护技术规范》（HJ 915.3-2024）^[16]中的考核方法，对常规五参数、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮进行数据有效率评价。 2. 单参数仪器标准中实际水样比对指标的测试方法为在
	电导率	无对应指标	实际水样比对		
			数据有效率 ^a		
			数据有效率 ^a		
	浊度	无对应指标	实际水样比对		

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法及评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法	本标准拟设立性能指标检测方法
			数据有效率 ^a		室内进行，并且水样直接进入分析仪表中，连续测定 15 次。对于直接应用于户外的小型水站，实际水样比对要考 虑采配水、预处理等全过程的影响，以往的比对方法不再 适用。配合地表水自动监测的需求，本标准要求小型水站 在户外原位采取地表水水样进行测定，与同时刻、同点位 人工采样实验室分析的结果进行瞬时单点比对，更能够反 映自动监测结果与手工监测结果的可比性。
	溶解氧	无对应指标	实际水样比对 数据有效率 ^a		
	高锰酸盐 指数	无对应指标	实际水样比对 数据有效率		
	氨氮	无对应指标	实际水样比对 数据有效率		
	总磷	无对应指标	实际水样比对 数据有效率		
	总氮	无对应指标	实际水样比对 数据有效率		
	全系统	无对应指标	最小维护周期		
					最小维护周期来代替单参数仪器标准中的无故障运行周 期。首先，很难准确的定义在什么样的情况下仪器是“有 故障”的，特别是随着对仪器数据的精确度要求不断提高， 很多比较差的数据实际上都已经无效，这种情况很难判定 是否会出现故障。因此，在本标准中直接用最小维护间隔 来衡量仪器稳定运行能力，能够给出明确的操作方法。其 次，小型水站作为直接应用于户外的整体监测设备，测试 期间会对其中各个组成单元进行维护，不仅仅是分析模

指标体系	监测项目	性能指标比较		检测方法 & 评价方法比较	
		单参数标准中性能指标	本标准中性能指标	单参数标准中性能指标检测方法 & 评价方法	本标准拟设立性能指标检测方法 & 评价方法
					块，本标准将此指标设定为在户外进行考核的、针对“整机”的最小维护周期，更能全面地反映整体性能。
^a 常规五参数的数据有效率为 pH、溶解氧、电导率、浊度 4 个监测项目测试期间的有效数据个数之和与这 4 个监测项目理论应测数据个数之和的比率。					

7 标准验证

7.1 验证方案

本标准验证工作由中国环境监测总站牵头，四川省生态环境监测总站、深圳市环境监测中心站和江苏省无锡环境监测中心协助组织，根据水质小型自动站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）技术要求及检测方法（征求意见稿）在城市内河、长江流域、主要湖泊和入海口 4 种水系代表所在地开展标准验证测试工作。

本标准验证测试共有 6 种型号的水质小型自动站参加（每种型号 3 套仪器，用于验证测试的仪器的选择原则为：（1）应至少实现水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮 9 个水质监测项目的自动监测。其中水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮的量程范围应至少包含 0℃~50℃、2~12、0 mS/m~500 mS/m、0 NTU~1000 NTU、0 mg/L~20 mg/L、2 mg/L~20 mg/L、0.15 mg/L~5 mg/L、0.02 mg/L~2 mg/L 和 0.2 mg/L~10 mg/L；（2）仪器满足本标准征求意见稿中系统构成、安全要求、外观要求和各单元功能要求等基本要求；（3）产品在国内地表水监测应用案例较多，积累了一定的运行及维护经验；（4）生产厂家有能力配合完成全国 4 处地点的验证测试工作。

7.2 验证过程及结果

2020 年 7 月~2021 年 12 月，根据《水质小型自动站技术要求及检测方法（pH、溶解氧、电导率、浊度、温度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮及总磷）》（征求意见稿）“5.5 性能要求”中“5.5.1 实验室检测”和“5.5.2 户外检测”规定的 48 项实验室检测性能指标和 18 项户外检测性能指标开展验证测试，6 个型号水质小型自动站每个型号选取 3 套水质小型自动站（未配置采水单元）进行实验室检测部分，通过实验室检测后每个型号随机选取 1 套完整的水质小型自动站（配置采水单元）进行户外检测部分，户外检测性能指标的验证测试分别在城市内河、长江流域、主要湖泊和入海口 4 种水系代表所在地进行，得到了大量的仪器测试基础数据并形成了标准验证报告，详细时间地点、组织单位及数据汇总与分析详见附件一标准验证报告。

8 实施本标准的管理措施、技术措施建议

本标准在国内外没有相应的标准，主要参考国内已发布的单参数水质自动监测仪器标准和在研的地表水自动监测系列技术规范中的部分内容。标准的技术要求和性能指标的提出是在分析大量实验数据基础上提出的，并且充分考虑了设备的先进性、可靠性和实用性。通过对厂家监测仪器的调查和国内 4 地组织验证测试工作，发现未经改型的水质小型自动站对于海洋、入海口等高盐度水体的适用性较低，同时对高色度、高浊度和成分非常复杂的实际水样的预处理能力和抗干扰能力有待进一步研究和提高。

9 参考文献

- [1] 环境保护部. 地表水自动监测技术规范（试行）：HJ 915—2017 [S]. 北京：中国环境出版集团，2017.
- [2] 国家环境保护总局. 地表水环境质量标准：GB 3838—2002 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2002.
- [3] 国家环境保护总局. pH 水质自动分析仪技术要求：HJ/T 96—2003 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2003.
- [4] 国家环境保护总局. 电导率水质自动分析仪技术要求：HJ/T 97—2003 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2003.
- [5] 国家环境保护总局. 浊度水质自动分析仪技术要求：HJ/T 98—2003 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2003.
- [6] 国家环境保护总局. 溶解氧（DO）水质自动分析仪技术要求：HJ/T 99—2003 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2003.
- [7] 国家环境保护总局. 高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求：HJ/T 100—2003 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2003.
- [8] 生态环境部. 氨氮水质在线自动监测仪技术要求及检测方法：HJ 101—2019 [S]. 北京：中国环境出版集团，2019.
- [9] 国家环境保护总局. 总氮水质自动分析仪技术要求：HJ/T 102—2003 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2003.
- [10] 国家环境保护总局. 总磷水质自动分析仪技术要求：HJ/T 103—2003 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2003.
- [11] Standard Guide for Continual On-Line Monitoring Systems for Water Analysis: ASTM D3864: 2006 [S].
- [12] Water quality — on-line sensors/analysing equipment for water — Specifications and performance tests: ISO 15839-2006 [S].
- [13] Performance Standards and Test Procedures for Continuous Water Monitoring Equipment Environment Agency Version 3.1. August 2010 [S].
- [14] 生态环境部. 地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求：HJ 915.1—2024 [S]. 北京：中国环境出版集团，2024.
- [15] 生态环境部. 地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）安装验收技术规范：HJ 915.2—2024 [S]. 北京：中国环境出版集团，2024.
- [16] 生态环境部. 地表水水质自动监测站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范：HJ 915.3—2024 [S]. 北京：中国环境出版集团，2024.
- [17] 生态环境部. 地表水自动监测系统通信协议技术要求：HJ 1404—2024 [S]. 北京：中国环境出版集团，2024.
- [18] 环境保护部. 固定污染源烟气（SO_x、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法：HJ 76—2017 [S]. 北京：中国环境出版社，2017.

- [19] 环境保护部. 环境空气气态污染物 (SO₂、NO₂、O₃、CO) 连续自动监测系统技术要求及检测方法: HJ 654—2013 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2013.
- [20] 生态环境部. 化学需氧量(COD_{Cr})水质在线自动监测仪技术要求及检测方法: HJ 377—2019 [S]. 北京: 中国环境出版集团有限公司, 2019.
- [21] 环境保护部. 环境保护标准编制出版技术指南: HJ 565—2010 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2010.
- [22] 国家技术监督局. 工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法: GB/T 15479—1995 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.
- [23] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 外壳防护等级 (IP 代码): GB/T 4208—2017 [S]. 北京: 中国质检出版社, 2017.
- [24] 国家环境保护局. 水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法: GB/T 13195—91 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1991.
- [25] 中国环境监测总站. 水质五参数自动分析仪检测作业指导书: CNEMC-03-ZJZX-003-2023 [S]. 北京, 中国环境监测总站, 2024.
- [26] 生态环境部. 环境监测分析方法标准制订技术导则: HJ 168—2020 [S]. 北京: 中国环境出版集团有限公司, 2020.

附件一：

标准验证报告

标准名称：水质小型自动站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）技术要求及检测方法

项目主编单位：中国环境监测总站

验证组织单位：中国环境监测总站、广东省深圳生态环境监测中心站、四川省生态环境监测总站和江苏省无锡环境监测中心

项目负责人及职称：左 航 正高级工程师

通讯地址：北京市朝阳区安外大羊坊 8 号院（乙）

联系电话：010-84943049

报告日期：2022 年 7 月 1 日

1 验证测试依据

《水质小型自动站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）技术要求及检测方法》（征求意见稿）。

2 验证仪器基本情况

本标准验证测试共有 6 种型号的水质小型自动站参加（每种型号 3 套仪器），详见表 2-1，用于验证测试的仪器的选择原则为：（1）应至少实现水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮 9 个水质监测项目的自动监测。其中水温、pH、电导率、浊度、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮的量程范围应至少包含 0℃~50℃、2~12、0 mS/m~500 mS/m、0 NTU~1000 NTU、0 mg/L~20 mg/L、2 mg/L~20 mg/L、0.15 mg/L~5 mg/L、0.02 mg/L~2 mg/L 和 0.2 mg/L~10 mg/L；（2）仪器满足本标准征求意见稿中组成结构、安全要求、机柜要求和各单元功能要求等基本要求；（3）产品在国内地表水监测应用案例较多，积累了一定的运行及维护经验；（4）生产厂家有能力配合完成全国 4 处地点的验证测试工作。6 种型号水质小型自动站的监测项目及测定原理参见表 2-2。

表 2-1 仪器情况登记表

序号	厂家名称	仪器名称	规格型号	仪器出厂编号
1	安徽皖仪科技股份有限公司	户外小型水质自动监测系统	WMS1800s	3110698441909260001 3110698441909260002 3110698441909260005
2	厦门斯坦道科学仪器股份有限公司	一体化微型水质监测系统	ESTD-XP	82C19060 82C19062 82C19107
3	深圳市朗石科学仪器有限公司	户外小型水质多参数自动监测系统	MINI 6000	MN0011927903 MN0011927905 MN0011927906
4	浙江微兰环境科技有限公司	小型地表水环境质量监测站	VLWS-50A	OWI13002 OWI13004 ONI13052
5	广东盈峰科技有限公司	户外小型水质自动监测系统	YF-WQMS-II	YF-WQMS-II-20050012 YF-WQMS-II-20050015 YF-WQMS-II-20050016
6	广西先得环保科技有限公司	户外小型水质多参数自动监测系统	XD8000-M S	102CN19MS91-0002 102CN19MS91-0003 102CN19MS91-0004

表 2-2 6 种型号水质小型自动站 9 项水质监测项目分析原理统计表

监测项目	厂家 1	厂家 2	厂家 3	厂家 4	厂家 5	厂家 6
水温	温度传感器法					
pH	玻璃电极法					
电导率	石墨四极式电极法					
浊度	光散射法					
溶解氧	荧光法					
高锰酸盐指数	高锰酸钾氧化 分光光度法 (酸性法)	高锰酸钾氧化 电位滴定法 (酸性法)	高锰酸钾氧化 分光光度法 (酸性法)	高锰酸钾氧化 电位滴定法 (酸性法)	高锰酸钾氧化 电位滴定法 (酸性法)	高锰酸钾氧化 光度滴定法 (酸性法)
氨氮	水杨酸 分光光度法	水杨酸 分光光度法	水杨酸 分光光度法	水杨酸 分光光度法	纳氏试剂 分光光度法	水杨酸 分光光度法
总磷	过硫酸钾氧化 钼酸铵分光光度法					
总氮	碱性过硫酸钾消解 紫外分光光度法					

3 验证测试地点及时间

2020 年 7 月~2021 年 12 月, 根据《水质小型自动站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)技术要求及检测方法》(征求意见稿)“5.5 性能要求”中“5.5.1 实验室性能要求”和“5.5.2 户外性能要求”规定的 48 项实验室检测性能指标和 18 项户外检测性能指标开展验证测试, 6 个型号水质小型自动站选取 3 套水质小型自动站(未配置采水单元)进行实验室检测部分, 通过实验室检测后每个型号随机选取 1 套完整的水质小型自动站(配置采水单元)进行户外检测部分, 户外检测性能指标的验证测试分别在城市内河、长江流域、主要湖泊和入海口 4 种水系代表所在地进行, 详细时间地点参见表 3-1。

表 3-1 标准验证测试时间和地点统计表

检测项目	时间	地点	监测断面	参与验证仪器	验证组织单位
实验室检测	2020 年 7 月~2020 年 12 月	深圳市	—	6 种型号, 每种型号 3 套	中国环境监测总站
户外检测	2021 年 4 月~2021 年 6 月	深圳市	福田河 (城市内河)	6 种型号, 每种型号 1 套	中国环境监测总站
	2021 年 9 月~2021 年 11 月	四川省成都市	岷江流域东风渠 (长江流域)	2 种型号, 每种型号 1 套	四川省生态环境监测总站
	2021 年 11 月~2021 年 12 月	江苏省无锡市	太湖 (主要湖泊)	2 种型号, 每种型号 1 套	江苏省无锡环境监测中心

检测项目	时间	地点	监测断面	参与验证仪器	验证组织单位
	2021 年 10 月~2021 年 12 月	深圳市	深圳河（入海口）	3 种型号，每种型号 1 套	深圳市环境监测中心站

4 验证测试方法

针对《水质小型自动站（常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN）技术要求及检测方法》（征求意见稿）“5.5 性能要求”中“5.5.1 实验室性能要求”和“5.5.2 户外性能要求”规定的 48 项实验室检测性能指标和 18 项户外检测性能指标开展验证测试，具体方法如下：

（1）保证验证测试地点环境条件符合征求意见稿“6.1 检测条件”的相关规定。

（2）验证测试准备：按征求意见稿“6.2 试剂”配制性能指标测试需要的标准溶液，本标准使用的试剂详见表 4-1，各台仪器完成分析测定所需的试剂由仪器厂家自行准备。测试前仪器的调试和校准由厂家人员自行完成。

表 4-1 使用试剂登记表

名称	生产厂家	规格
蒸馏水	深圳市派尼克仪器设备有限公司	符合 GB 6682-2008，电导率（25℃）≤0.1 μs/cm，比电阻（25℃）≥10 MΩ，吸光度（254 nm，25 px 光程）≤0.001
邻苯二甲酸氢钾	国药集团化学试剂有限公司	优级纯
磷酸二氢钾	国药集团化学试剂有限公司	优级纯
磷酸氢二钠	天津市科密欧化学试剂有限公司	优级纯
硼砂	国药集团化学试剂有限公司	优级纯
氯化钾	天津市科密欧化学试剂有限公司	优级纯
硫酸肼	天津市科密欧化学试剂有限公司	优级纯
六次甲基四胺	天津市科密欧化学试剂有限公司	优级纯
无水亚硫酸钠	天津市光复科技发展有限公司	优级纯
草酸钠	天津市科密欧化学试剂有限公司	优级纯
D-(+)-葡萄糖	Sigma-Aldrich Inc.	—
氯化铵	天津市科密欧化学试剂有限公司	优级纯
硝酸钾	国药集团化学试剂有限公司	优级纯
浊度标准溶液	坛墨质检科技股份有限公司	4000 NTU，90 mL/瓶，标准物质编号：BW20032-2
氨氮标准溶液	坛墨质检科技股份有限公司	1000 mg/L，20 mL/瓶，标准物质编号：GBW(E)082818
总磷标准溶液	坛墨质检科技股份有限公司	1000 mg/L，50 mL/瓶，标准物质编号：GBW(E)083181
总氮标准溶液	坛墨质检科技股份有限公司	1000 mg/L，20 mL/瓶，标准物质编号：BW20008-1000-W-20

（3）基本测试方法：按征求意见稿“6 检测方法”中各项指标的检测方法开展测试，每项

性能指标测试前按照对应检测方法中规定的测试周期设定每台仪器的自动测试周期，以仪器每个检测周期仪器自动记录的最终结果作为每次测试的测定值，并按检测方法中的公式计算每台仪器每项性能指标的检测结果。

实验室检测选择表 2-1 中 6 种型号系统（每种型号 3 套）在实验室进行，无需配置采水单元。除水温误差指标采用实际地表水水样，其余 47 项实验室检测指标均采用标准溶液进行测定。常规五参数采用探头直接放入待测标准溶液中测量的方式，高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮采用待测标准溶液不经采配水及预处理单元直接进入分析单元测量的方式；户外检测选择 6 种型号系统（每种型号随机选择 1 套）在户外进行，需配置包含采水单元的完整系统。实际水样比对指标采用实际地表水水样，数据有效率指标采用标准溶液。户外检测地点一般选择待测地表水断面附近的岸边或已有水质自动监测站房周围，以方便采水管路的布设。按 HJ 91-2002 中相关规定布设监测断面和采样点位，或直接在已有的水质自动监测站采样点附近进行自动和人工采样。

每项性能指标检测期间，若某台仪器出现故障无法继续完成测试，则终止该台仪器的测试，待维修调试正常后重新测试；若仪器仅测试数据异常但未出现故障，则不进行维护继续实验至该指标测试结束，异常数据参与性能指标结果的计算。

（4）验证测试结果记录规范：各项性能指标结果小数点后保留位数一般较对应技术要求多 1 位，若多 1 位无法表示则多 2 位。例如，根据征求意见稿中表 2 的规定，水温误差技术要求为 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ （小数点后 1 位小数），该指标测试结果则保留 2 位小数。若计算结果为 $0.004\text{ }^{\circ}\text{C}$ （小于 $0.005\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），则保留 3 位小数即表示为 $0.004\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

（5）根据验证测试结果对 48 项实验室性能指标和 18 项户外性能指标的技术要求拟定合理性进行判定：对于漂移、重复性等采用标准样品进行测试的性能指标，技术要求的设置需保证参与验证测试的仪器通过率不低于 80%；对于采用实际水样进行测试的性能指标，考虑水样的复杂性和随机性，技术要求的设置需保证参与验证测试的仪器通过率不低于 60%，避免技术要求设置过于严格。同时，达标结果需较为均匀地分布在技术要求规定的范围内，避免技术要求设置过于宽松。若符合以上要求，则技术要求拟定合理；若不符合，则调整该项性能指标的技术要求并重新进行验证测试，直至符合要求为止。

5 验证数据汇总

5.1 实验室检测

5.1.1 水温分析模块

5.1.1.1 水温误差

表 5-1 水温分析模块水温误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	水温误差（ $^{\circ}\text{C}$ ）		
	一号机	二号机	三号机
1	-0.01	-0.01	0.04
2	0.06	0.18	0.21

验证厂家 序号	水温误差 (°C)		
	一号机	二号机	三号机
3	0.30	0.30	0.30
4	0.05	0.40	0.06
5	0.20	0.10	0.10
6	0.03	-0.23	-0.17
技术要求	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$		

结论：18 套仪器的水温误差均在 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内，达标结果分布在 $-0.23\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 0.40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.2 pH 分析模块

5.1.2.1 漂移

表 5-2 pH 分析模块漂移验证结果汇总表

验证厂家 序号	漂移		
	一号机	二号机	三号机
1	0.01 pH	0.00 pH	-0.02 pH
2	0.01 pH	0.01 pH	0.02 pH
3	-0.03 pH	-0.07 pH	-0.08 pH
4	-0.01 pH	-0.02 pH	-0.02 pH
5	0.03 pH	0.02 pH	0.03 pH
6	-0.03 pH	-0.03 pH	-0.02 pH
技术要求	$\pm 0.1\text{ pH}$		

结论：18 套仪器的 pH 分析模块的漂移均在 $\pm 0.1\text{ pH}$ 以内，达标结果分布在 $-0.08\text{ pH}\sim 0.03\text{ pH}$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.2.2 重复性

表 5-3 pH 分析模块重复性验证结果汇总表

验证厂家 序号	重复性		
	一号机	二号机	三号机
1	0.01 pH	0.01 pH	0.004 pH
2	0.01 pH	0.004 pH	0.01 pH
3	0.01 pH	0.01 pH	0.00 pH
4	0.004 pH	0.01 pH	0.01 pH
5	0.01 pH	0.01 pH	0.01 pH
6	0.004 pH	0.00 pH	0.01 pH
技术要求	$\leq 0.1\text{ pH}$		

结论：18 套仪器的 pH 分析模块的重复性均 ≤ 0.1 pH，达标结果分布在 0.00 pH $\sim$ 0.01 pH，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.2.3 示值误差

表 5-4 pH 分析模块示值误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	示值误差		
	一号机	二号机	三号机
1	0.02 pH	0.02 pH	0.01 pH
2	0.04 pH	-0.03 pH	-0.03 pH
3	0.03 pH	0.21 pH	0.10 pH
4	0.02 pH	-0.02 pH	-0.04 pH
5	-0.04 pH	0.05 pH	0.07 pH
6	-0.01 pH	-0.003 pH	0.01 pH
技术要求	± 0.1 pH		

结论：18 套仪器中 1 套仪器 pH 分析模块的示值误差不达标，为 0.21 pH，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-0.04 pH $\sim$ 0.10 pH，通过率 94.4%，技术要求拟定合理。

5.1.2.4 电压影响

表 5-5 pH 分析模块电压影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	电压影响		
	一号机	二号机	三号机
1	0.00 pH	0.00 pH	0.00 pH
2	0.00 pH	0.003 pH	0.00 pH
3	-0.03 pH	0.00 pH	0.00 pH
4	0.01 pH	0.00 pH	0.00 pH
5	0.00 pH	-0.01 pH	0.00 pH
6	0.01 pH	0.01 pH	0.01 pH
技术要求	± 0.1 pH		

结论：18 套仪器的 pH 分析模块的电压影响均在 ± 0.1 pH 以内，达标结果分布在-0.03 pH $\sim$ 0.01 pH，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.2.5 温度补偿精度

按照征求意见稿“6.3.2.5 温度补偿精度”的检测方法对 18 套仪器的 pH 分析模块进行测试，采用 pH=6.865（25℃）的标准溶液，在 10℃ $\sim$ 30℃之间以 5℃的变化方式改变液温。设置 pH 分析模块为连续测定模式，将待测标准溶液放入恒温水浴锅中调节液温。pH 分析模块测定

的水温达到设定温度，稳定 1 min 后，记录 pH 读数为该温度下测量值。分别计算各温度下测量值与该温度下 pH=6.865 标准溶液标准 pH 值的误差。取误差绝对值最大者为温度补偿精度的判定值，结果详见表 5-6。

表 5-6 pH 分析模块温度补偿精度验证结果汇总表

验证厂家 序号	温度补偿精度		
	一号机	二号机	三号机
1	-0.04 pH	-0.04 pH	-0.05 pH
2	-0.06 pH	-0.05 pH	-0.07 pH
3	0.03 pH	0.03 pH	0.01 pH
4	-0.12 pH	-0.08 pH	-0.11 pH
5	-0.04 pH	-0.04 pH	-0.05 pH
6	0.03 pH	0.04 pH	0.04 pH
技术要求	± 0.1 pH		

结论：18 套仪器中 2 套仪器 pH 分析模块的温度补偿精度不达标，分别为-0.12 pH 和-0.11 pH，其余 16 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-0.08 pH~0.04 pH，通过率 88.9%，技术要求拟定合理。

5.1.3 电导率分析模块

5.1.3.1 漂移

表 5-7 电导率分析模块漂移验证结果汇总表

验证厂家 序号	漂移		
	一号机	二号机	三号机
1	0.1%	0.1%	-0.1%
2	1.1%	0.4%	0.5%
3	0.02%	0.6%	0.7%
4	-0.1%	0.1%	-0.1%
5	0.2%	0.2%	0.2%
6	0.0%	-0.1%	0.1%
技术要求	$\pm 1\%$		

结论：18 套仪器中 1 套仪器电导率分析模块的漂移不达标，为 1.1%，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-0.1%~0.7%，通过率 94.4%，技术要求拟定合理。

5.1.3.2 重复性

表 5-8 电导率分析模块重复性验证结果汇总表

验证厂家	重复性
------	-----

序号	一号机	二号机	三号机
1	0.03%	0.04%	0.03%
2	0.1%	0.1%	0.1%
3	0.1%	0.1%	0.2%
4	0.1%	0.1%	0.1%
5	0.1%	0.2%	0.1%
6	0.2%	0.3%	0.1%
技术要求	$\leq 1\%$		

结论：18 套仪器电导率分析模块的重复性均 $\leq 1\%$ ，测试结果分布在 0.03%~0.3%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.3.3 示值误差

表 5-9 电导率分析模块示值误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	示值误差		
	一号机	二号机	三号机
1	0.1%	0.3%	0.1%
2	-0.4%	-0.9%	-0.3%
3	0.5%	0.3%	-0.7%
4	0.02%	0.1%	-0.1%
5	-0.5%	-0.4%	-0.4%
6	-0.1%	-0.04%	-0.1%
技术要求	$\pm 1\%$		

结论：18 套仪器电导率分析模块的示值误差均在 $\pm 1\%$ 之内，测试结果分布在-0.9%~0.5%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.3.4 电压影响

表 5-10 电导率分析模块电压影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	电压影响		
	一号机	二号机	三号机
1	0.0%	0.6%	0.3%
2	0.1%	0.1%	-0.02%
3	-0.2%	-0.2%	-0.3%
4	0.8%	0.1%	-0.02%
5	-0.1%	0.1%	0.02%
6	0.1%	0.1%	0.1%
技术要求	$\pm 1\%$		

结论：18 套仪器电导率分析模块的电压影响均在 $\pm 1\%$ 之内，测试结果分布在 $-0.3\% \sim 0.8\%$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.3.5 温度补偿精度

按照征求意见稿“6.3.3.5 温度补偿精度”的检测方法对 18 套仪器的电导率分析模块进行测试，采用 0.0100 mol/L KCl 的标准溶液，在 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间以 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的变化方式改变液温。设置电导率分析模块为连续测定模式，将待测标准溶液放入恒温水浴锅中调节液温。电导率分析模块测定的水温达到设定温度，稳定 1 min 后，记录电导率读数为该温度下测量值。分别计算各温度下测量值与该温度下 0.0100 mol/L KCl 标准溶液标准电导率值的相对误差。取相对误差绝对值最大者为温度补偿精度的判定值，结果详见表 5-11。

表 5-11 电导率分析模块温度补偿精度验证结果汇总表

验证厂家 序号	温度补偿精度		
	一号机	二号机	三号机
1	0.4%	0.5%	0.4%
2	-0.8%	0.4%	0.8%
3	1.3%	1.1%	1.1%
4	-0.6%	-0.4%	-0.5%
5	-0.8%	0.5%	0.6%
6	0.4%	-0.5%	-0.4%
技术要求	$\pm 1\%$		

结论：18 套仪器中 3 套仪器电导率分析模块的温度补偿精度超过 1%，其余 15 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在 $-0.8\% \sim 0.8\%$ ，通过率 83.3%，技术要求拟定合理。

5.1.4 浊度分析模块

5.1.4.1 漂移

表 5-12 浊度分析模块漂移验证结果汇总表

验证厂家 序号	漂移		
	一号机	二号机	三号机
1	-0.3%	-0.1%	-0.3%
2	-0.1%	-0.5%	3.8%
3	0.2%	-0.1%	0.3%
4	-0.01%	-0.5%	-0.4%
5	0.8%	1.5%	-0.1%
6	-0.6%	-0.7%	-0.8%
技术要求	$\pm 5\%$		

结论：18 套仪器浊度分析模块的漂移测试结果均达标，测试结果分布在-0.8%~3.8%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.4.2 重复性

表 5-13 浊度分析模块重复性验证结果汇总表

验证厂家 序号	重复性		
	一号机	二号机	三号机
1	1.1%	0.4%	0.2%
2	0.8%	0.6%	2.5%
3	0.1%	0.2%	0.1%
4	0.1%	0.3%	0.2%
5	0.3%	0.4%	0.5%
6	1.0%	0.8%	0.4%
技术要求	≤5%		

结论：18 套仪器浊度分析模块的重复性测试结果均达标，测试结果分布在 0.1%~1.1%通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.4.3 示值误差

表 5-14 浊度分析模块示值误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	示值误差		
	一号机	二号机	三号机
1	-0.7%	-1.0%	-0.3%
2	-1.3%	-0.5%	2.3%
3	0.7%	1.7%	0.6%
4	-0.1%	-0.03%	-0.4%
5	1.4%	1.0%	0.3%
6	-1.1%	-0.1%	0.3%
技术要求	±5%		

结论：18 套仪器浊度分析模块的示值误差测试结果均达标，测试结果分布在-1.3%~2.3%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.4.4 电压影响

表 5-15 浊度分析模块电压影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	电压影响		
	一号机	二号机	三号机
1	-0.9%	-0.6%	-0.2%

验证厂家 序号	电压影响		
	一号机	二号机	三号机
2	-1.8%	-1.8%	-0.9%
3	0.5%	-0.2%	0.4%
4	-0.6%	-0.6%	-0.1%
5	0.4%	0.1%	0.4%
6	-0.4%	-1.2%	-0.6%
技术要求	±3%		

结论：18 套仪器浊度分析模块的电压影响测试结果均达标，测试结果分布在-1.8%~0.5%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.5 溶解氧分析模块

5.1.5.1 漂移

表 5-16 溶解氧分析模块漂移验证结果汇总表

验证厂家 序号	漂移		
	一号机	二号机	三号机
1	-0.2%	-0.4%	-0.5%
2	0.6%	0.5%	0.6%
3	0.1%	0.0%	0.1%
4	-0.1%	0.2%	0.2%
5	0.1%	-0.9%	-1.0%
6	0.3%	0.4%	0.6%
技术要求	±3%		

结论：18 套仪器溶解氧分析模块的漂移测试结果均达标，测试结果分布在-1.0%~0.6%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.5.2 重复性

表 5-17 溶解氧分析模块重复性验证结果汇总表

验证厂家 序号	重复性		
	一号机	二号机	三号机
1	0.3%	0.3%	0.2%
2	0.3%	0.3%	0.4%
3	0.5%	0.2%	0.4%
4	0.2%	0.2%	0.2%
5	0.7%	1.0%	2.1%
6	0.2%	0.3%	0.1%

验证厂家 序号	重复性		
	一号机	二号机	三号机
技术要求	$\leq 3\%$		

结论：18 套仪器溶解氧分析模块的重复性测试结果均达标，测试结果分布在 0.1%~2.1%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.5.3 示值误差

表 5-18 溶解氧分析模块示值误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	示值误差		
	一号机	二号机	三号机
1	0.2%	-0.5%	-0.7%
2	-0.5%	-0.2%	-0.2%
3	-3.2%	-3.4%	-3.5%
4	-1.9%	-1.9%	-1.9%
5	-0.6%	-1.3%	-0.9%
6	0.6%	0.5%	0.7%
技术要求	$\pm 3\%$		

结论：18 套仪器中 3 套仪器溶解氧分析模块的示值误差超过 $\pm 3\%$ ，其余 15 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-1.9%~0.7%，通过率 83.3%，技术要求拟定合理。

5.1.5.4 电压影响

表 5-19 溶解氧分析模块电压影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	电压影响		
	一号机	二号机	三号机
1	0.2%	0.2%	0.2%
2	0.1%	0.1%	0.2%
3	0.1%	0.2%	0.2%
4	0.2%	-0.1%	-0.1%
5	-0.1%	-0.2%	-0.4%
6	-0.7%	0.2%	0.5%
技术要求	$\pm 3\%$		

结论：18 套仪器溶解氧分析模块的电压影响测试结果均达标，测试结果分布在-0.7%~0.5%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.5.5 温度补偿精度

按照征求意见稿“6.3.5.5 温度补偿精度”的检测方法对 18 套仪器的溶解氧分析模块进行测试，采用饱和溶解氧溶液，改变液温至 $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 和 $(30 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 。设置溶解氧分析模块为连续测定模式，将待测溶液放入恒温水浴锅中调节液温。溶解氧分析模块测定的水温达到设定温度，稳定 1 min 后，记录溶解氧读数为该温度下测量值。分别计算各温度下测量值与该温度下标准饱和溶解氧浓度的相对误差。取相对误差绝对值最大者为温度补偿精度的判定值，结果详见表 5-20。

表 5-20 溶解氧分析模块温度补偿精度验证结果汇总表

验证厂家 序号	温度补偿精度		
	一号机	二号机	三号机
1	-1.1%	-1.2%	-1.6%
2	-0.3%	-0.8%	-1.5%
3	0.1%	0.1%	-0.3%
4	-1.7%	-2.7%	-2.4%
5	2.1%	1.7%	-1.4%
6	-0.7%	-1.9%	-0.8%
技术要求	$\pm 3\%$		

结论：18 套仪器溶解氧分析模块的温度补偿精度测试结果均达标，测试结果分布在 $-2.7\% \sim 2.1\%$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.6 高锰酸盐指数分析模块

5.1.6.1 定量下限

表 5-21 高锰酸盐指数分析模块定量下限验证结果汇总表

厂家		一号机	二号机	三号机
产品 1	示值误差	9.3%	6.8%	5.0%
	定量下限	0.46 mg/L	0.45 mg/L	0.91 mg/L
产品 2	示值误差	1.6%	3.3%	0.6%
	定量下限	0.10 mg/L	0.15 mg/L	0.14 mg/L
产品 3	示值误差	10.0%	4.6%	6.0%
	定量下限	0.34 mg/L	0.39 mg/L	0.32 mg/L
产品 4	示值误差	-1.4%	6.0%	-2.5%
	定量下限	0.14 mg/L	0.15 mg/L	0.31 mg/L
产品 5	示值误差	0.5%	0.9%	1.0%
	定量下限	0.93 mg/L	0.04 mg/L	0.00 mg/L
产品 6	示值误差	8.4%	12.9%	8.1%
	定量下限	0.38 mg/L	0.57 mg/L	0.33 mg/L

厂家	一号机	二号机	三号机
技术要求	$\leq 2.0 \text{ mg/L}$ (示值误差 $\pm 30\%$)		

结论：18 套仪器高锰酸盐指数分析模块的定量下限测试结果均达标，测试结果的示值误差分布在 $-2.5\% \sim 12.9\%$ ，定量下限结果分布在 $0.00 \text{ mg/L} \sim 0.93 \text{ mg/L}$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.6.2 漂移

表 5-22 高锰酸盐指数分析模块漂移验证结果汇总表

验证厂家 序号	漂移		
	一号机	二号机	三号机
1	1.9%	3.2%	4.6%
2	-0.7%	1.2%	0.6%
3	1.5%	0.7%	-0.6%
4	1.6%	0.7%	-1.4%
5	1.5%	1.2%	1.2%
6	-0.9%	1.1%	1.2%
技术要求	$\pm 5\%$		

结论：18 套仪器高锰酸盐指数分析模块的漂移测试结果均达标，测试结果分布在 $-1.4\% \sim 4.6\%$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.6.3 重复性

表 5-23 高锰酸盐指数分析模块重复性验证结果汇总表

验证厂家 序号	重复性		
	一号机	二号机	三号机
1	1.8%	2.2%	2.8%
2	0.3%	0.4%	0.4%
3	0.7%	0.6%	0.7%
4	0.8%	1.2%	0.7%
5	0.5%	2.9%	0.5%
6	0.3%	0.9%	1.7%
技术要求	$\leq 5\%$		

结论：18 套仪器高锰酸盐指数分析模块的重复性测试结果均达标，测试结果分布在 $0.3\% \sim 2.9\%$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.6.4 示值误差

表 5-24 高锰酸盐指数分析模块示值误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	示值误差		
	一号机	二号机	三号机
1	1.1%	-1.7%	-0.5%
2	1.8%	1.6%	-1.2%
3	10.3%	4.8%	-3.1%
4	-2.0%	-3.0%	0.7%
5	5.4%	5.2%	-4.0%
6	3.2%	-0.5%	3.0%
技术要求	±10%		

结论：18 套仪器中 1 套仪器高锰酸盐指数分析模块的示值误差不达标，为 10.3%，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-4.0%~5.4%，通过率 94.4%，技术要求拟定合理。

5.1.6.5 电压影响

表 5-25 高锰酸盐指数分析模块电压影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	电压影响		
	一号机	二号机	三号机
1	0.8%	-0.9%	1.4%
2	-0.6%	-0.9%	0.2%
3	0.3%	-0.4%	0.7%
4	0.2%	-0.2%	-0.8%
5	0.1%	0.04%	0.5%
6	0.3%	1.1%	-0.6%
技术要求	±5%		

结论：18 套仪器高锰酸盐指数分析模块的电压影响测试结果均达标，测试结果分布在 -0.9%~1.4%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.6.6 环境温度影响

表 5-26 高锰酸盐指数分析模块环境温度影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	环境温度影响		
	一号机	二号机	三号机
1	—	-1.0%	—
2	—	-6.0%	—
3	—	0.2%	—
4	—	0.5%	—

验证厂家 序号	环境温度影响		
	一号机	二号机	三号机
5	—	-0.9%	—
6	—	-0.3%	—
技术要求	±5%		

结论：6 套仪器中 1 套仪器高锰酸盐指数分析模块的环境温度影响不达标，为-6.0%，其余 5 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在-1.0%~0.5%，通过率 83.3%，技术要求拟定合理。

5.1.6.7 一致性

表 5-27 高锰酸盐指数分析模块一致性验证结果汇总表

验证厂家 序号	一致性		
	一号机	二号机	三号机
1	99.5%		
2	99.2%		
3	99.2%		
4	99.1%		
5	98.8%		
6	98.7%		
技术要求	≥90%		

结论：18 套仪器高锰酸盐指数分析模块的一致性测试结果均达标，测试结果分布在 98.7%~99.5%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.7 氨氮分析模块

5.1.7.1 定量下限

表 5-28 氨氮分析模块定量下限验证结果汇总表

厂家		一号机	二号机	三号机
产品 1	示值误差	1.9%	3.1%	4.3%
	定量下限	0.007 mg/L	0.004 mg/L	0.008 mg/L
产品 2	示值误差	3.9%	3.7%	5.7%
	定量下限	0.009 mg/L	0.005 mg/L	0.008 mg/L
产品 3	示值误差	3.0%	-6.0%	4.6%
	定量下限	0.016 mg/L	0.008 mg/L	0.014 mg/L
产品 4	示值误差	-10.0%	0.0%	-5.7%
	定量下限	0.000 mg/L	0.000 mg/L	0.053 mg/L
产品 5	示值误差	18.6%	2.9%	7.9%
	定量下限	0.008 mg/L	0.023 mg/L	0.009 mg/L

厂家		一号机	二号机	三号机
产品 6	示值误差	1.7%	3.3%	4.0%
	定量下限	0.010 mg/L	0.005 mg/L	0.008 mg/L
技术要求		≤ 0.15 mg/L (示值误差 $\pm 30\%$)		

结论：18 套仪器氨氮分析模块的定量下限测试结果均达标，测试结果的示值误差分布在 $-10.0\% \sim 18.6\%$ ，定量下限结果分布在 0.000 mg/L ~ 0.053 mg/L，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.7.2 漂移

表 5-29 氨氮分析模块漂移验证结果汇总表

验证厂家 序号	漂移		
	一号机	二号机	三号机
1	0.6%	-0.6%	0.7%
2	-1.6%	1.0%	-1.4%
3	-1.0%	-0.8%	-1.0%
4	-2.7%	1.2%	-1.0%
5	-3.9%	2.4%	-3.0%
6	0.7%	-1.2%	0.7%
技术要求	$\pm 5\%$		

结论：18 套仪器氨氮分析模块的漂移结果均达标，测试结果分布在 $-3.9\% \sim 2.4\%$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.7.3 重复性

表 5-30 氨氮分析模块重复性验证结果汇总表

验证厂家 序号	重复性		
	一号机	二号机	三号机
1	0.4%	0.3%	0.4%
2	0.8%	0.8%	0.9%
3	0.6%	0.5%	0.3%
4	0.4%	0.6%	0.6%
5	2.6%	1.8%	1.0%
6	1.3%	0.4%	0.8%
技术要求	$\leq 3\%$		

结论：18 套仪器氨氮分析模块的重复性结果均达标，测试结果分布在 $0.3\% \sim 2.6\%$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.7.4 示值误差

表 5-31 氨氮分析模块示值误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	示值误差		
	一号机	二号机	三号机
1	1.6%	2.0%	2.2%
2	-0.7%	2.3%	-3.9%
3	4.4%	4.8%	3.7%
4	-1.3%	-1.0%	-3.0%
5	-2.1%	-0.5%	1.2%
6	-0.5%	-0.7%	1.0%
技术要求	±5%		

结论：18 套仪器氨氮分析模块的示值误差结果均达标，测试结果分布在-3.9%~4.8%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.7.5 电压影响

表 5-32 氨氮分析模块电压影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	电压影响		
	一号机	二号机	三号机
1	-0.1%	0.1%	-0.2%
2	-0.5%	1.3%	0.2%
3	-0.6%	-0.7%	-0.1%
4	0.6%	0.5%	0.4%
5	-1.6%	-1.1%	-0.8%
6	-1.0%	0.2%	-0.9%
技术要求	±5%		

结论：18 套仪器氨氮分析模块的电压影响结果均达标，测试结果分布在-1.6%~1.3%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.7.6 环境温度影响

表 5-33 氨氮分析模块环境温度影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	环境温度影响		
	一号机	二号机	三号机
1	—	-0.4%	—
2	—	2.9%	—
3	—	0.1%	—
4	—	1.1%	—

验证厂家 序号	环境温度影响		
	一号机	二号机	三号机
5	—	1.4%	—
6	—	0.2%	—
技术要求	±5%		

结论：6 套仪器氨氮分析模块的环境温度影响结果均达标，测试结果分布在-0.4%~2.9%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.7.7 一致性

表 5-34 氨氮分析模块一致性验证结果汇总表

验证厂家 序号	一致性		
	一号机	二号机	三号机
1	99.5%		
2	99.2%		
3	99.2%		
4	98.7%		
5	99.0%		
6	99.4%		
技术要求	≥90%		

结论：18 套仪器氨氮分析模块的一致性测试结果均达标，测试结果分布在 99.0%~99.5%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.8 总磷分析模块

5.1.8.1 定量下限

表 5-35 总磷分析模块定量下限验证结果汇总表

厂家		一号机	二号机	三号机
产品 1	示值误差	-0.7%	9.3%	4.3%
	定量下限	0.017 mg/L	0.019 mg/L	0.004 mg/L
产品 2	示值误差	-5.0%	-15.7%	-6.4%
	定量下限	0.000 mg/L	0.013 mg/L	0.008 mg/L
产品 3	示值误差	-3.6%	-3.6%	12.1%
	定量下限	0.005 mg/L	0.005 mg/L	0.024 mg/L
产品 4	示值误差	-1.4%	-14.3%	3.6%
	定量下限	0.005 mg/L	0.004 mg/L	0.005 mg/L
产品 5	示值误差	19.3%	11.4%	15.7%
	定量下限	0.004 mg/L	0.005 mg/L	0.007 mg/L

厂家		一号机	二号机	三号机
产品 6	示值误差	5.7%	11.4%	5.0%
	定量下限	0.016 mg/L	0.008 mg/L	0.020 mg/L
技术要求		≤ 0.02 mg/L (示值误差 $\pm 30\%$)		

结论：18 套仪器中有 1 套仪器总磷分析模块的定量下限结果未达标，定量下限结果为 0.024 mg/L，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果的示值误差分布在 $-15.7\% \sim 19.3\%$ ，定量下限结果分布在 0.000 mg/L ~ 0.020 mg/L，通过率 94.4%，技术要求拟定合理。

5.1.8.2 漂移

表 5-36 总磷分析模块漂移验证结果汇总表

验证厂家 序号	漂移		
	一号机	二号机	三号机
1	1.6%	1.1%	1.3%
2	2.4%	-1.2%	1.6%
3	0.6%	0.6%	1.8%
4	-0.6%	0.2%	0.4%
5	0.8%	1.3%	-0.8%
6	-1.0%	-3.8%	-8.2%
技术要求	$\pm 5\%$		

结论：18 套仪器中有 1 套仪器总磷分析模块的漂移结果未达标，测试结果为 -8.2% ，其余 17 套仪器测试结果均达标，测试结果分布在 $-3.8\% \sim 2.4\%$ ，通过率 94.4%，技术要求拟定合理。

5.1.8.3 重复性

表 5-37 总磷分析模块重复性验证结果汇总表

验证厂家 序号	重复性		
	一号机	二号机	三号机
1	1.1%	0.7%	0.6%
2	1.2%	2.2%	1.4%
3	0.8%	0.8%	0.6%
4	0.3%	0.1%	0.2%
5	0.7%	0.4%	0.7%
6	0.4%	0.9%	2.4%
技术要求	$\leq 5\%$		

结论：18 套仪器总磷分析模块的重复性结果均达标，测试结果分布在 0.1% $\sim 2.4\%$ ，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.8.4 示值误差

表 5-38 总磷分析模块示值误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	示值误差		
	一号机	二号机	三号机
1	1.6%	1.4%	1.7%
2	1.3%	-0.4%	1.6%
3	-0.6%	-0.6%	2.0%
4	0.6%	-1.1%	1.5%
5	-3.6%	-3.2%	-1.8%
6	-1.0%	0.6%	-0.7%
技术要求	±5%		

结论：18 套仪器总磷分析模块的示值误差结果均达标，测试结果分布在-3.6%~2.0%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.8.5 电压影响

表 5-39 总磷分析模块电压影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	电压影响		
	一号机	二号机	三号机
1	-0.6%	-0.5%	-0.6%
2	-1.7%	-1.5%	-0.3%
3	0.8%	0.2%	-0.1%
4	0.2%	0.1%	0.2%
5	-0.6%	0.2%	-0.2%
6	-1.0%	0.2%	-0.7%
技术要求	±5%		

结论：18 套仪器总磷分析模块的电压影响结果均达标，测试结果分布在-1.7%~0.8%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.8.6 环境温度影响

表 5-40 总磷分析模块环境温度影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	环境温度影响		
	一号机	二号机	三号机
1	—	-2.6%	—
2	—	0.2%	—
3	—	-0.4%	—
4	—	0.3%	—

验证厂家 序号	环境温度影响		
	一号机	二号机	三号机
5	—	-0.4%	—
6	—	0.1%	—
技术要求	±5%		

结论：6 套仪器总磷分析模块的环境温度影响结果均达标，测试结果分布在-2.6%~0.3%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.8.7 一致性

表 5-41 总磷分析模块一致性验证结果汇总表

验证厂家 序号	一致性		
	一号机	二号机	三号机
1	98.8%		
2	99.3%		
3	99.4%		
4	99.7%		
5	99.1%		
6	99.6%		
技术要求	≥90%		

结论：18 套仪器总磷分析模块的一致性测试结果均达标，测试结果分布在 98.8%~99.7%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.9 总氮分析模块

5.1.9.1 定量下限

表 5-42 总氮分析模块定量下限验证结果汇总表

厂家		一号机	二号机	三号机
产品 1	示值误差	13.6%	6.4%	10.7%
	定量下限	0.08 mg/L	0.18 mg/L	0.11 mg/L
产品 2	示值误差	-6.4%	-14.3%	-32.1%
	定量下限	0.11 mg/L	0.17 mg/L	0.18 mg/L
产品 3	示值误差	3.6%	5.7%	23.6%
	定量下限	0.05 mg/L	0.04 mg/L	0.13 mg/L
产品 4	示值误差	-15.0%	-69.3%	-17.1%
	定量下限	0.22 mg/L	0.09 mg/L	0.17 mg/L
产品 5	示值误差	13.6%	-7.1%	0.7%
	定量下限	0.05 mg/L	0.17 mg/L	0.04 mg/L

厂家		一号机	二号机	三号机
产品 6	示值误差	2.1%	12.1%	2.9%
	定量下限	0.08 mg/L	0.05 mg/L	0.05 mg/L
技术要求		≤0.2 mg/L (示值误差±30%)		

结论：18 套仪器中有 3 套仪器总氮分析模块的定量下限结果未达标，其中 2 套仪器测量结果示值误差超过±30%，分别为-32.1%和-69.3%，1 套定量下限结果为 0.22 mg/L。其余 15 套仪器测试结果均达标，测试结果的示值误差分布在-17.1%~23.6%，定量下限结果分布在 0.04 mg/L~0.18 mg/L，通过率 83.3%，技术要求拟定合理。

5.1.9.2 漂移

表 5-43 总氮分析模块漂移验证结果汇总表

验证厂家 序号	漂移		
	一号机	二号机	三号机
1	-1.2%	2.8%	0.8%
2	1.6%	-1.4%	1.8%
3	-2.5%	-1.3%	1.9%
4	-1.0%	-0.4%	-1.6%
5	-1.5%	-1.4%	1.6%
6	-1.0%	-0.7%	0.6%
技术要求	±5%		

结论：18 套仪器总氮分析模块的漂移结果均达标，测试结果分布在-2.5%~2.8%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.9.3 重复性

表 5-44 总氮分析模块重复性验证结果汇总表

验证厂家 序号	重复性		
	一号机	二号机	三号机
1	0.9%	0.8%	1.5%
2	1.1%	1.6%	1.0%
3	1.6%	0.9%	0.5%
4	1.0%	0.4%	0.5%
5	1.0%	1.2%	0.8%
6	0.7%	1.1%	0.6%
技术要求	≤5%		

结论：18 套仪器总氮分析模块的重复性结果均达标，测试结果分布在 0.4%~1.6%，通过率

100%，技术要求拟定合理。

5.1.9.4 示值误差

表 5-45 总氮分析模块示值误差验证结果汇总表

验证厂家 序号	示值误差		
	一号机	二号机	三号机
1	1.2%	-0.7%	1.8%
2	-2.6%	4.1%	-2.4%
3	1.9%	3.6%	-0.9%
4	1.6%	-4.6%	1.3%
5	-3.0%	1.5%	-2.2%
6	2.0%	1.8%	2.0%
技术要求	±5%		

结论：18 套仪器总氮分析模块的示值误差结果均达标，测试结果分布在-4.6%~4.1%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.9.5 电压影响

表 5-46 总氮分析模块电压影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	电压影响		
	一号机	二号机	三号机
1	0.8%	-0.04%	0.7%
2	0.5%	0.5%	1.2%
3	-0.8%	2.7%	0.6%
4	0.2%	-0.2%	-0.4%
5	0.6%	0.5%	1.0%
6	0.3%	0.3%	-0.3%
技术要求	±5%		

结论：18 套仪器总氮分析模块的电压影响结果均达标，测试结果分布在-0.8%~2.7%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.9.6 环境温度影响

表 5-47 总氮分析模块环境温度影响验证结果汇总表

验证厂家 序号	环境温度影响		
	一号机	二号机	三号机
1	—	-2.5%	—
2	—	-1.8%	—

验证厂家 序号	环境温度影响		
	一号机	二号机	三号机
3	—	1.0%	—
4	—	-0.6%	—
5	—	1.2%	—
6	—	0.5%	—
技术要求	±5%		

结论：6 套仪器总氮分析模块的环境温度影响结果均达标，测试结果分布在-2.5%~1.2%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.1.9.7 一致性

表 5-48 总氮分析模块一致性验证结果汇总表

验证厂家 序号	一致性		
	一号机	二号机	三号机
1	98.4%		
2	98.6%		
3	96.6%		
4	98.9%		
5	99.1%		
6	99.5%		
技术要求	≥90%		

结论：18 套仪器总氮分析模块的一致性结果均达标，测试结果分布在 98.4%~99.5%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.2 户外检测

5.2.1 水温实际水样比对

表 5-49 水温实际水样比对验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	实际水样比对（℃）
福田河 （城市内河）	1	0.26
	2	0.49
	3	0.50
	4	0.27
	5	0.40
	6	0.45
岷江流域东风渠 （长江流域）	2	-0.50
	6	0.50

监测断面	验证厂家序号	实际水样比对 (°C)
太湖 (主要湖泊)	1	-0.30
	4	-0.90
深圳河 (入海口)	2	0.20
	3	0.20
	5	0.80
技术要求	±0.5 °C	

结论：4 处验证地点 13 套仪器水温实际水样比对结果中有 2 套未达标，比对结果分别是 -0.90 °C（太湖）和 0.80 °C（深圳河），其余测试结果分布在 -0.50 °C ~ 0.50 °C，总体通过率 84.6%，技术要求拟定合理。

5.2.2 pH 实际水样比对

表 5-50 pH 实际水样比对验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	实际水样比对
福田河 (城市内河)	1	0.29
	2	0.36
	3	0.28
	4	0.43
	5	0.38
	6	0.34
岷江流域东风渠 (长江流域)	2	0.37
	6	0.46
太湖 (主要湖泊)	1	-0.21
	4	-0.24
深圳河 (入海口)	2	0.11
	3	-0.30
	5	-0.15
技术要求	±0.5 pH	

结论：4 处验证地点 13 套仪器 pH 实际水样比对结果均达标，测试结果分布在 -0.30 pH ~ 0.46 pH，总体通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.2.3 电导率实际水样比对

表 5-51 电导率实际水样比对验证结果汇总表

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
福田河 (城市内河)	电导率 ≥ 10 mS/m	1	9.0%
		2	-9.1%

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
		3	-8.2%
		4	-7.1%
		5	-5.7%
		6	-9.4%
岷江流域东风渠 (长江流域)	电导率 ≥ 10 mS/m	2	8.3%
		6	9.5%
太湖 (主要湖泊)	电导率 ≥ 10 mS/m	1	-6.9%
		4	5.0%
深圳河 (入海口)	电导率 ≥ 10 mS/m	2	6.6%
		3	1.6%
		5	-7.2%
技术要求	电导率 < 10 mS/m		± 1 mS/m
	电导率 ≥ 10 mS/m		$\pm 10\%$

结论:4处验证地点13套仪器电导率实际水样比对结果均达标,比对时电导率均 ≥ 10 mS/m,测试结果分布在-9.1%~9.5%,总体通过率100%,技术要求拟定合理。

5.2.4 浊度实际水样比对

表 5-52 浊度实际水样比对验证结果汇总表

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
福田河 (城市内河)	浊度 < 30 NTU	1	不考核
		2	不考核
		3	不考核
		4	不考核
		5	不考核
		6	不考核
岷江流域东风渠 (长江流域)	浊度 < 30 NTU	2	不考核
		6	不考核
	30 NTU $\leq$ 浊度 < 50 NTU	2	14.2%
		6	3.6%
太湖 (主要湖泊)	30 NTU $\leq$ 浊度 < 50 NTU	1	-23.1%
		4	-14.7%
	50 NTU $\leq$ 浊度 < 1000 NTU	1	-14.1%
		4	-14.4%
深圳河 (入海口)	浊度 < 30 NTU	2	不考核
		3	不考核
		5	不考核
	30 NTU $\leq$ 浊度 < 50 NTU	2	-29.5%
		3	-28.0%
		5	-18.0%

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
	50 NTU≤浊度<1000 NTU	2	4.1%
		3	-34.1%
		5	0.3%
技术要求	浊度<30 NTU 或浊度≥1000 NTU		不考核
	30 NTU≤浊度<50 NTU		±30%
	50 NTU≤浊度<1000 NTU		±20%

结论：4 处验证地点 13 套仪器浊度实际水样比对结果有 1 套未达标，比对时 50 NTU≤浊度<1000 NTU，比对结果为-34.1%（深圳河），其余测试结果分布在-29.5%~14.2%（30 NTU≤浊度<50 NTU）、-14.4%~4.1%（50 NTU≤浊度<1000 NTU），总体通过率 92.3%技术要求拟定合理。

5.2.5 溶解氧实际水样比对

表 5-53 溶解氧实际水样比对验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	实际水样比对（mg/L）
福田河 （城市内河）	1	0.30
	2	-0.41
	3	-0.34
	4	0.37
	5	0.34
	6	0.21
岷江流域东风渠 （长江流域）	2	-0.40
	6	0.32
太湖 （主要湖泊）	1	-0.67
	4	-0.51
深圳河 （入海口）	2	0.32
	3	-0.42
	5	-0.35
技术要求	±0.5 mg/L	

结论：4 处验证地点 13 套仪器溶解氧实际水样比对结果有 2 套未达标，测试结果分别为-0.67 mg/L（太湖）和-0.51 mg/L（太湖），其余测试结果分布在-0.42 mg/L~0.37 mg/L，总体通过率 84.6%，技术要求拟定合理。

5.2.6 常规五参数数据有效率

表 5-54 常规五参数数据有效率验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	数据有效率*
------	--------	--------

监测断面	验证厂家序号	数据有效率*
福田河 （城市内河）	1	>99%
	2	>99%
	3	>99%
	4	>99%
	5	>99%
	6	>99%
岷江流域东风渠 （长江流域）	2	>99%
	6	>99%
太湖 （主要湖泊）	1	>99%
	4	>99%
深圳河 （入海口）	2	>99%
	3	92.9%
	5	>99%
技术要求	≥90%	
* 常规五参数模块的数据有效率为 pH、溶解氧、电导率、浊度 4 个监测项目测试期间的有效数据个数之和与这 4 个监测项目理论应测数据个数之和的比率。		

结论：4 处验证地点 13 套仪器常规五参数数据有效率均达标，测试结果分布 92.9%~100%，总体通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.2.7 高锰酸盐指数

5.2.7.1 实际水样比对

表 5-55 高锰酸盐指数实际水样比对验证结果汇总表

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
福田河 (城市内河)	高锰酸盐指数 $<B_{III}^*$	1	-0.44 mg/L
		2	-0.35 mg/L
		3	-0.35 mg/L
		4	-0.42 mg/L
		5	-0.53 mg/L
		6	-0.28 mg/L
岷江流域东风渠 (长江流域)	高锰酸盐指数 $<B_{III}^*$	2	-0.47 mg/L
		6	-0.82 mg/L
太湖 (主要湖泊)	高锰酸盐指数 $<B_{III}^*$	1	0.50 mg/L
		4	-1.03 mg/L
	高锰酸盐指数 $\geq B_{III}^*$	1	10.0%
		4	-11.1%
深圳河 (入海口)	高锰酸盐指数 $<B_{III}^*$	2	9.46 mg/L
		3	4.66 mg/L

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
		5	7.64 mg/L
技术要求	高锰酸盐指数 $\leq B_{III}^*$		± 1.2 mg/L
	高锰酸盐指数 $\geq B_{III}^*$		$\pm 20\%$
* B—GB 3838-2002 表 1 中相应的水质类别标准限值。			

结论：4 处验证地点 13 套仪器高锰酸盐指数实际水样比对有 3 套未达标，比对结果分别是 9.46 mg/L、4.66 mg/L 和 7.64 mg/L，均为深圳河入海口盐度较高断面的验证结果。其余达标测试结果分布在 -1.03 mg/L~0.50 mg/L（高锰酸盐指数 $<B_{III}^*$ ）、-11.1%~10.0%（高锰酸盐指数 $\geq B_{III}^*$ ），总体通过率 76.9%，技术要求拟定合理。

5.2.7.2 数据有效率

表 5-56 高锰酸盐指数数据有效率验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	数据有效率
福田河 (城市内河)	1	>99%
	2	>99%
	3	96.4%
	4	>99%
	5	>99%
	6	>99%
岷江流域东风渠 (长江流域)	2	>99%
	6	>99%
太湖 (主要湖泊)	1	>99%
	4	>99%
深圳河 (入海口)	2	>99%
	3	>99%
	5	>99%
技术要求	$\geq 90\%$	

结论：4 处验证地点 13 套仪器高锰酸盐指数数据有效率均达标，测试结果分布 96.4%~100%，总体通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.2.8 氨氮

5.2.8.1 实际水样比对

表 5-57 氨氮实际水样比对验证结果汇总表

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
福田河	氨氮 $<B_{III}^*$	1	-0.17 mg/L

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
(城市内河)		2	-0.16 mg/L
		3	-0.17 mg/L
		4	-0.18 mg/L
		5	-0.17 mg/L
		6	-0.14 mg/L
岷江流域东风渠 (长江流域)	氨氮 $<B_{\text{III}}^*$	2	0.04 mg/L
		6	-0.04 mg/L
太湖 (主要湖泊)	氨氮 $<B_{\text{III}}^*$	1	0.07 mg/L
		4	0.07 mg/L
深圳河 (入海口)	氨氮 $<B_{\text{III}}^*$	2	1.00 mg/L
		3	-0.10 mg/L
		5	-0.50 mg/L
技术要求	氨氮 $<B_{\text{III}}^*$		± 0.2 mg/L
	氨氮 $\geq B_{\text{III}}^*$		$\pm 20\%$

* B—GB 3838-2002 表 1 中相应的水质类别标准限值。

结论：4 处验证地点 13 套仪器氨氮实际水样比对有 2 套未达标，比对结果分别是 1.00 mg/L 和 -0.50 mg/L，均为深圳河入海口盐度较高断面的验证结果。其余测试结果分布在 -0.18 mg/L ~ 0.07 mg/L（氨氮 $<B_{III}^*$ ），总体通过率 84.6%，技术要求拟定合理。

5.2.8.2 数据有效率

表 5-58 氨氮据有效率验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	数据有效率
福田河 (城市内河)	1	>99%
	2	>99%
	3	>99%
	4	>99%
	5	>99%
	6	>99%
岷江流域东风渠 (长江流域)	2	>99%
	6	>99%
太湖 (主要湖泊)	1	97.7%
	4	>99%
深圳河 (入海口)	2	>99%
	3	>99%
	5	>99%
技术要求	$\geq 90\%$	

结论：4 处验证地点 13 套仪器氨氮数据有效率均达标，测试结果分布 97.7%~100%，总体通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.2.9 总磷

5.2.9.1 实际水样比对

表 5-59 总磷实际水样比对验证结果汇总表

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
福田河 (城市内河)	总磷 $\leq B_{III}^*$	1	-0.019 mg/L
		2	-0.022 mg/L
		3	-0.020 mg/L
		4	-0.023 mg/L
		5	-0.009 mg/L
		6	-0.027 mg/L
岷江流域东风渠 (长江流域)	总磷 $\leq B_{III}^*$	2	-0.011 mg/L
		6	-0.016 mg/L
太湖 (主要湖泊)	总磷 $\leq B_V^*$	1	-0.047 mg/L
		4	-0.037 mg/L
深圳河 (入海口)	总磷 $\leq B_{III}^*$	2	0.038 mg/L
		3	-0.003 mg/L
		5	-0.003 mg/L
	总磷 $\geq B_{III}^*$	2	3.23%
		3	6.85%
		5	-29.0%
技术要求	总磷 $\leq B_{III}^*$ (湖、库 B_V^*)		± 0.04 mg/L
	总磷 $\geq B_{III}^*$ (湖、库 B_V^*)		$\pm 20\%$

* B—GB 3838-2002 表 1 中相应的水质类别标准限值。

结论：4 处验证地点 13 套仪器总磷实际水样比对有 2 套未达标，结果分别是-0.047 mg/L（太湖，总磷 $<B_V^*$ ）、-29.0%（深圳河，总磷 $\geq B_{III}^*$ ），其余测试结果分布在-0.037 mg/L~0.038 mg/L（总磷 $<B_{III}^*$ ）、3.23%~6.85%（总磷 $\geq B_{III}^*$ ），总体通过率 84.6%，技术要求拟定合理。

5.2.9.2 数据有效率

表 5-60 总磷数据有效率验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	数据有效率
福田河 (城市内河)	1	>99%
	2	>99%
	3	>99%

监测断面	验证厂家序号	数据有效率
	4	>99%
	5	>99%
	6	>99%
岷江流域东风渠 (长江流域)	2	>99%
	6	>99%
太湖 (主要湖泊)	1	>99%
	4	>99%
深圳河 (入海口)	2	>99%
	3	>99%
	5	>99%
技术要求	$\geq 90\%$	

结论：4 处验证地点 13 套仪器总磷数据有效率均达标，测试结果均>99%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.2.10 总氮

5.2.10.1 实际水样比对

表 5-61 总氮实际水样比对验证结果汇总表

监测断面	水质	验证厂家序号	实际水样比对
福田河 (城市内河)	总氮 $\geq B_{III}^*$	1	9.1%
		2	6.0%
		3	8.3%
		4	13.8%
		5	9.3%
		6	-6.5%
岷江流域东风渠 (长江流域)	总氮 $< B_{III}^*$	2	0.18 mg/L
		6	0.18 mg/L
太湖 (主要湖泊)	总氮 $< B_{III}^*$	1	0.01 mg/L
		4	0.15 mg/L
	总氮 $\geq B_{III}^*$	1	25.0%
		4	-14.4%
深圳河 (入海口)	总氮 $\geq B_{III}^*$	2	7.6%
		3	11.5%
		5	27.0%
技术要求	总氮 $< B_{III}^*$		± 0.2 mg/L
	总氮 $\geq B_{III}^*$		$\pm 20\%$

* B—GB 3838-2002 表 1 中相应的水质类别标准限值。

结论：4 处验证地点 13 套仪器总氮实际水样比对有 1 套未达标，比对结果为 27.0%（深圳河）。其余达标测试结果分布在 0.01 mg/L~0.18 mg/L（总氮 $<B_{III}^*$ ）、-14.4%~13.8%（总氮 $\geq B_{III}^*$ ），总体通过率 93.3%，技术要求拟定合理。

5.2.10.2 数据有效率

表 5-62 总氮数据有效率验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	数据有效率
福田河 (城市内河)	1	>99%
	2	>99%
	3	>99%
	4	>99%
	5	>99%
	6	96.4%
岷江流域东风渠 (长江流域)	2	>99%
	6	>99%
太湖 (主要湖泊)	1	>99%
	4	>99%
深圳河 (入海口)	2	>99%
	3	>99%
	5	>99%
技术要求	$\geq 90\%$	

结论：4 处验证地点 13 套仪器总磷数据有效率均达标，测试结果分布在 96.4%~100%，通过率 100%，技术要求拟定合理。

5.2.11 整机最小维护周期

在 28 d 的户外检测周期中，要求各仪器连续运行 7 d（即 168 h），期间不允许维护（包括倾倒废液、添加试剂、更换量程、校准仪器及其他维修维护等）直至出现故障或数据异常，每连续运行 7 d 后安排集中维护 2 d，28 d 户外检测期间有 1 次满足要求连续运行 168 h 即视为合格，验证结果详见表 5-63。

表 5-63 整机最小维护周期验证结果汇总表

监测断面	验证厂家序号	最小维护周期	技术要求
福田河 (城市内河)	1	168 h	$\geq 168\text{ h}$
	2	168 h	
	3	168 h	
	4	168 h	
	5	168 h	
	6	168 h	

监测断面	验证厂家 序号	最小维护周期	技术要求
岷江流域东风渠 (长江流域)	2	168 h	
	6	168 h	
太湖 (主要湖泊)	1	168 h	
	4	168 h	
深圳河 (入海口)	2	168 h	
	3	168 h	
	5	168 h	

结论：4 处验证地点 13 套仪器最小维护周期均可达 168 h，总体通过率 100%，本标准户外检测最小维护周期指标的技术要求拟定合理。

6 标准验证结论

通过实验数据汇总和分析，将标准规定的性能指标确定如表 6-1 和表 6-2。

表 6-1 实验室性能指标及技术要求

分析模块	性能指标	技术要求
水温	水温误差	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
pH	漂移	$\pm 0.1\text{ pH}$
	重复性	$\leq 0.1\text{ pH}$
	示值误差	$\pm 0.1\text{ pH}$
	电压影响	$\pm 0.1\text{ pH}$
	温度补偿精度	$\pm 0.1\text{ pH}$
电导率	漂移	$\pm 1\%$
	重复性	$\leq 1\%$
	示值误差	$\pm 1\%$
	电压影响	$\pm 1\%$
	温度补偿精度	$\pm 1\%$
浊度	漂移	$\pm 5\%$
	重复性	$\leq 5\%$
	示值误差	$\pm 5\%$
	电压影响	$\pm 3\%$
溶解氧	漂移	$\pm 3\%$
	重复性	$\leq 3\%$
	示值误差	$\pm 3\%$
	电压影响	$\pm 3\%$
	温度补偿精度	$\pm 3\%$
高锰酸盐指数	定量下限	$\leq 2.0\text{ mg/L}$ (示值误差 $\pm 30\%$)
	漂移	$\pm 5\%$
	重复性	$\leq 5\%$

分析模块	性能指标	技术要求
	示值误差	±10%
	电压影响	±5%
	环境温度影响	±5%
	一致性	≥90%
氨氮	定量下限	≤0.15 mg/L (示值误差±30%)
	漂移	±5%
	重复性	≤3%
	示值误差	±5%
	电压影响	±5%
	环境温度影响	±5%
	一致性	≥90%
总磷	定量下限	≤0.02 mg/L (示值误差±30%)
	漂移	±5%
	重复性	≤5%
	示值误差	±5%
	电压影响	±5%
	环境温度影响	±5%
	一致性	≥90%
总氮	定量下限	≤0.2 mg/L (示值误差±30%)
	漂移	±5%
	重复性	≤5%
	示值误差	±5%
	电压影响	±5%
	环境温度影响	±5%
	一致性	≥90%

表 6-2 户外性能指标及技术要求

监测项目	性能指标	技术要求	
水温	实际水样比对	±0.5 °C	
pH	实际水样比对	±0.5 pH	
	数据有效率 ^a	≥90%	
电导率	实际水样比对	电导率<10 mS/m	±1 mS/m
		电导率≥10 mS/m	±10%
	数据有效率 ^a	≥90%	
浊度	实际水样比对	浊度<30 NTU 或 浊度≥1000 NTU	不考核
		30 NTU≤浊度<50 NTU	±30%
		50 NTU≤浊度<1000 NTU	±20%
	数据有效率 ^a	≥90%	
溶解氧	实际水样比对	±0.5 mg/L	

监测项目	性能指标	技术要求	
	数据有效率 ^a	≥90%	
高锰酸盐指数	实际水样比对	高锰酸盐指数<B _{III} ^b	±1.2 mg/L
		高锰酸盐指数≥B _{III} ^b	±20%
	数据有效率	≥90%	
氨氮	实际水样比对	氨氮<B _{III} ^b	±0.2 mg/L
		氨氮≥B _{III} ^b	±20%
	数据有效率	≥90%	
总磷	实际水样比对	总磷<B _{III} ^b （湖、库 B _V ^b ）	±0.04 mg/L
		总磷≥B _{III} ^b （湖、库 B _V ^b ）	±20%
	数据有效率	≥90%	
总氮	实际水样比对	总氮<B _{III} ^b	±0.2 mg/L
		总氮≥B _{III} ^b	±20%
	数据有效率	≥90%	
整机	最小维护周期	≥168 h/次	

^a 常规五参数模块的数据有效率为 pH、溶解氧、电导率、浊度 4 个监测项目测试期间的有效数据个数之和与这 4 个监测项目理论应测数据个数之和的比率。

^b B—GB 3838-2002 表 1 中相应的水质类别标准限值。