

广东省分析测试协会团体标准

《移动实验室 水质金属元素自动在线分析仪技术规范》 编制说明

标准编制牵头单位：广东省科学院测试分析研究所（中国广州分析测试中心）

标准编制参加单位：青岛盛瀚色谱技术有限公司、广州伊创科技股份有限公司、广东省生态环境监测中心、青岛韶华科学仪器有限公司、盛瀚科学仪器（广州）有限公司、睿科仪器（厦门）有限公司、碧兴物联科技（深圳）股份有限公司、深圳万物传感科技有限公司

二〇二五年八月

目录

一 项目背景、目的和意义	1
1.1 项目背景	1
1.2 项目目的	2
1.3 项目意义	2
二 任务来源和工作简介	3
2.1 任务来源	3
2.2 工作过程	3
2.2.1 成立项目编制工作组	4
2.2.2 整理汇总资料并形成《技术规范》草案稿	4
2.2.3 立项评审会	4
2.2.4 征求意见稿的起草	4
三 项目涉及技术在国内的基本情况	5
四 编制原则	7
4.1 标准制订的基本原则	7
4.2 标准制订的技术路线	7
五 标准主要内容的确定	8
5.1 适用范围	8
5.2 技术要求	9
5.2.1 仪器组成	9
5.2.2 基本指标	15
5.2.3 性能指标	18
5.2.4 仪器性能核查	21
5.3 试验方法	21
六 与有关的现行法律法规和强制性国家标准、行业标准、广东省地方标准及广州市公共服务类地方标准的协调性	27
七 标准实施建议	28
八 重大分歧意见的处理经过和依据	28
九 涉及专利的有关说明	28
十 其他应予说明的事项	28

一 项目背景、目的和意义

1.1 项目背景

随着工业化、城镇化步伐的加快，越来越多的重金属进入环境水体，严重威胁到水生态环境安全和人民群众健康，增强水体的金属污染精准防治能力已迫在眉睫。精准防治首先要精准监测和溯源。重金属污染因其隐蔽性和累积性，已成为全球水环境治理的难点，而现场检测能实现污染源的快速定位。国家发布的《生态环境监测规划纲要》强调需精准支撑污染防治攻坚，增强污染溯源和靶向追踪能力，分析手段向自动化、智能化、信息化方向发展，监测精度向痕量、超痕量分析方向发展。国家《“十四五”生态环境监测规划》支持监测装备自主研发，加大集成化、自动化监测装备研发和推广力度，加强全自动实验室设备技术验证，确保监测数据“真、准、全、快、新”。2024 年生态环境部发布《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》，要求以监测先行、监测灵敏、监测准确为导向，以更高标准保证监测数据“真、准、全、快、新”为目标，加强高新监测仪器自主研发，加快水质自动采样、自动实验室分析系统等先进技术与现行监测标准的衔接和新标准研制，推进在生态环境质量监测、执法监测、应急监测中应用，推进《意见》中“两化三高”重点任务。

目前传统水质重金属监测的工作流程为现场采样、运回实验室、进行样品分析、判断水体水质情况，传统水质监测技术存在耗时长、时效性差、成本高、效率低下等问题，还可能因运输导致样品变质，从而影响测定结果。随着人们对水质要求的不断提高以及我国对水质现场检测需求的不断扩大，传统水质重金属监测技术已难以满足水质检测行业发展的需求。水质重金属在线监测技术由于具有无需人工前处理及设备操作、设备运行稳定和维护方便等优点，在自动监测站安装使用可实现水质重金属现场、连续、实时监测，已广泛应用于地表水、地下水、生活饮用水、工业污废水、城镇污水处理厂出水等水质自动监测。然而，由于自动监测站建设成本高、运行维护难，数据质量难以保障，这些问题制约着自动在线监测设备的研发和推广应用。

移动实验室由于具有可移动特点，其检测时效性高，从采样、样品处理、完成检测及出具数据可在现场短时间完成，检测过程公开透明，且可搭载大型、固定式、在线使用的仪器设备等优势，其在水质监测过程中发挥的作用也越来越大。

移动实验室上使用的水质重金属自动在线分析仪器则是将水质重金属自动在线监测技术与移动实验室相结合，形成可移动式水质重金属全流程自动化在线分析功能，解决了自动在线监测设备需建设固定自动监测站高成本、难运维的难题，可实现水质重金属现场、在线、快速、连续和自动化监测。当前重金属在线监测技术主要采用方法为四极杆质谱法、分光光度法、阳极溶出伏安法和发射光谱法。

我国水质监测移动实验室相关标准研制起步较晚。现行有效的相关国家标准有 GB/T 38118《地表水快速检测移动实验室通用技术规范》和 GB/T35401《地下水快速检测移动实验室通用技术规范》。上述标准尚未对应用于水质监测移动实验室的水质重金属自动在线监测技术进行规定和规范。此外，现行的重金属在线监测技术相关标准主要有《HJ 763-2015 镉水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》、《HJ 764-2015 砷水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》、《HJ 798-2016 总铬水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》、《HJ 926-2017 汞水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》、《HJ 762-2015 铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》等，现有水质重金属自动在线监测技术标准所采用的方法均为分光光度法，而基于四极杆质谱法的相关标准目前仍处于空白阶段，大部分重金属在线监测技术的应用仍无标准可依。因此，加速新技术标准化进程，亟需制定移动实验室使用的水质重金属自动在线分析仪器技术规范标准，推动提升我国水质监测的水平，保障水环境安全。

1.2 项目目的

通过制定移动实验室-水质重金属自动在线分析仪技术规范，规范移动实验室的实验舱中使用的水质重金属自动在线分析仪的术语和定义、技术要求（包括仪器组成、基本要求、性能指标要求、仪器性能核查）、试验方法、标志、包装、运输及贮存等内容。本标准的制定为移动实验室使用的水质重金属自动在线分析仪的研发、应用选型、检验、验收、运行、维护、市场交易等提供了技术依据，为水中重金属现场快速检测和自动监测结果的准确性和有效性提供保障手段。

1.3 项目意义

移动实验室通过集成高精度检测设备与物联网技术，解决了传统监测的时空限制问题。移动实验室可作为溯源监测、现场实时监测、紧急突发事件应急检测、行政执法现场快速监测的强力有效技术手段。制定移动实验室水质重金属自动在

线分析仪技术规范对提升水环境监测技术水平，提高环境风险防控技术支撑能力，保障水质重金属监测数据准确性和有效性具有重要意义。

本标准的实施，完善了此类仪器产品的技术要求与检验标准，提升我国移动实验室技术与仪器发展水平，拓宽元素分析四级杆质谱产品应用场景，提高国产四级杆质谱仪器市场占有率。

二 任务来源和工作简介

2.1 任务来源

根据《广东省分析测试协会关于 2024 年第一批团体标准立项的公告》（粤测协字〔2024〕14 号），广东省分析测试协会下达了编制《移动实验室 水质重金属自动在线监测仪技术规范》（以下简称《技术规范》）的项目计划，项目计划编号为 GAIA/JH20240104，任务书起止时间为：2024 年 10 月至 2025 年 7 月。广东省科学院测试分析研究所（中国广州分析测试中心）承担该标准的制订工作。

该标准制定工作是在广东省重点领域研发计划项目（精密仪器专项）“高功率微波等离子体质谱仪研制”（No.2022B0303030003）的支持下开展的，该项目研发的微波等离子体质谱仪属元素分析四级杆质谱仪器，研发的仪器成果在环境监测（包括移动监测）领域示范应用是该项目的任务内容之一。

2.2 工作过程

承担单位成立了标准编制组，查阅了国内外水质重金属在线自动检测方法和发射光谱法的相关资料，水环境保护标准中对重金属检测分析的要求，针对国内各环境监测站和企业检测方法的需求情况进行了广泛的调研，并进行了分类、归纳和总结。在此基础上完成了开题验证报告和标准草案。目前已完成工作如下：

（1）广东省测试分析研究所（中国广州分析测试中心）召开了第一次会议，对《水质重金属在线自动检测方法 发射光谱法》编制及重金属在线监测的相关问题作了深入讨论，确定了标准编制组的主要参与人员，制订了标准编制计划及主要的工作内容。

（2）标准编制组查阅国内外相关检测方法标准和文献资料。

（3）编制组经内部充分讨论，形成了《水质重金属在线自动检测方法》草案。

2.2.1 成立项目编制工作组

2024年3月，广东省测试分析研究所（中国广州分析测试中心）成立《技术规范》项目编制工作组，启动项目实施工作过程，制定了详细的技术规范编制计划与任务分工。

2.2.2 整理汇总资料并形成《技术规范》草案稿

2024年3月~6月，编制组着手收集国内相关技术规范及检测标准等资料，全面梳理了四级杆质谱仪及其分析技术的相关标准和移动实验室分析仪器设备及移动实验室环境检测技术相关标准的研究状况，并结合实际情况编制形成了《移动实验室 水质重金属自动在线监测仪技术规范研究报告》，在此基础上初步形成了《移动实验室 水质重金属自动在线监测仪技术规范》（草案稿）。

2.2.3 立项评审会

2024年7月12日，广东省分析测试协会组织召开团体标准立项评估会上，该项目顺利通过专家质询，由广东省分析测试协会批准立项。

2.2.4 征求意见稿的起草

标准立项后，项目负责起草单位组织并邀请水环境在线监测和移动监测领域内知名专家和知名企业专业技术人员参与标准的起草工作，并成立了标准起草小组。标准起草单位包括青岛盛瀚色谱技术有限公司、广州伊创科技股份有限公司、广东省生态环境监测中心、青岛韶华科学仪器有限公司、盛瀚科学仪器(广州)有限公司、睿科仪器（厦门）有限公司、碧兴物联科技（深圳）股份有限公司、深圳万物传感科技有限公司。

（1）2024年7月25日-2024年12月31日，编制小组多次进行线上会议和线下会议，讨论《技术规范》的内容，目的是使其发挥更有效、更大的作用。编制小组几经讨论，决定《移动实验室 水质重金属自动在线监测仪技术规范》调整为《移动实验室 水质重金属自动在线分析仪技术规范》：分析是监测的技术基础，分析为监测提供数据支撑；监测是指对特定对象或情况进行持续的、实时性的分析测定，分析可为一次性测定，也可为阶段性或周期性、连续性、实时性的测定。因此，由监测仪修改为分析仪，不仅适用于仪器的持续性、实时性分析测定，也适用于仪器的单次、静态、阶段性测定，拓宽了标准的应用场景和适用范围。

(2) 2025 年 1 月 1 日-2025 年 7 月 31 日，在《移动实验室 水质重金属自动在线监测仪技术规范》（草案稿）和《移动实验室 水质重金属自动在线监测仪技术规范研究报告》的基础上，起草工作组完成《移动实验室 水质重金属自动在线检测仪技术规范》（征求意见稿）及编制说明。

三 项目涉及技术在国内的基本情况

水质重金属在线分析检测已开发的方法主要有化学比色法、电化学分析法、离子选择性电极法、电感耦合等离子体-质谱法（ICP-MS）、电感耦合等离子体发射光谱法（ICP-AES）、微波等离子体发射光谱法（MP-AES）及生物化学传感法等。当前，国内外目前应用于水中重金属自动在线分析仪器的技术主要是比色法（如美国 Hach、比利时 AppliTek、意大利希思迪、德国布朗卢比等公司产品）和电化学方法（如美国 Thermo、加拿大 AVVOR、美国 TD、澳大利亚 MTI 和比利时 AppliTek 等公司产品）。国内水中重金属自动在线分析仪器开发相较于欧美国家起步相对较晚，聚光科技、湖南力合基于阳极溶出伏安法（ASV）研制了水质重金属在线分析仪，天瑞仪器、河北先河、广州伊创仪器等企业等研制了基于比色法和 ASV 的水质重金属在线分析仪，同时谱育科技、广州伊创仪器等分别开发基于 ICP-MS 和 MP-AES 法的水质重金属自动在线分析仪器。我国生态环保部自 2015 年以来发布的“铅、镉、砷、镍、铬（及六价铬）、汞等重金属水质在线监测仪技术要求及检测方法”（HJ 762-2015、HJ 763-2015、HJ 764-2015、HJ 798-2016、HJ 926-2017）标准主要依据上述两种技术方法制定。与此同时，碧兴物联、深圳世纪天源和广州怡文环境等广东省企业基于多年在比色法和光度法的技术研发和仪器应用工作，研制了 Cu、Zn、Ni 等重金属水质自动在线监测仪技术要求（DB 44T 1719-2015、DB 44T 1718-2015、DB 44T 1823-2016）等地方标准。

移动实验室是满足特定目的和要求，由成套装置组成的，在可移动的设施和环境进行抽样（采样、取样）、检测、校准，以及科学实验等活动的实验室，涉及移动和实验室两个概念，这里所指的实验室是经过移动后在移动现场进行科学试验的产品、装置或组织，与固定实验室有所不同。移动实验室标准体系就是以此为对象，突出其移动特性，运用标准化理论和方法，引领移动实验室技术进

步，确保移动实验室设计科学、制造规范、运行可靠、数据准确。我国移动实验室主要是以快速检测车的形式得到了快速发展，也得到了广泛应用，与国外先进国家相比，整体上差距依然较大。作为固定实验室的重要延伸，真正意义的移动实验室，应该是能够满足特定目的和要求，在可移动的设施和环境中进行检测、校准或科学实验，并能出具科学权威的定性或定量检验报告的成套装置或组织机构，绝非是一个简单的快速检测车所能涵盖的。

国内已有一些自主研发的专业移动检测车，如江铃汽车改装有限公司、南京南汽专用车有限公司、天津中天高特有限公司、中国检验检疫科学研究院和普析通用有限公司等已研制出 40 余种专业移动检测车。目前国内生产四级杆质谱的企业有谱育科技、钢研纳克、衡昇质谱、莱伯泰科、东西仪器、聚光、天瑞等十几家，用于车载和移动实验室的 ICP-MS 产品也已有多款（如谱育科技 SUPEC 7010 型、禾信仪器 ICP-MS 1000、伊创科技 TrasION 1080 型等）。目前依托该技术已出台多项行标、地标及团体标准。目前国内多个生态环境监测站、实验室、研究单位、第三方服务等机构应用该类仪器。

如何保证经过移动的仪器设备性能稳定、量值能够得到有效的溯源、实验数据科学有效，这是移动实验室的技术核心和难点；如何将这些技术核心和难点上升到标准及标准化进行规范和管理，建立和完善移动实验室标准体系，这是移动实验室及其使用仪器设备这一新兴产业高质量、健康发展前提。

目前我国在移动实验室标准体系（图 1）下已发布 32 项国家标准，如 GB/T 29479.1-2025《移动实验室 第 1 部分：通则》、GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》、GB/T 31020-2014《移动实验室移动特性》、GB/T 38118-2019《地表水快速检测移动实验室通用技术规范》、GB/T 31016-2021《样品采集与处理移动实验室通用技术规范》等，分布在通用基础、技术能力/范畴、移动特性、设计制造与交验、组织管理、行业应用和评价等不同体系方面，在技术能力/范畴方面，包括产品标准、方法标准、量值溯源要求及标准物质和其他技术要求（如对比试验规程、质控管理、安全与健康管理等）。

移动实验室仪器设备已有通用技术规范，但对于不同领域应用的仪器设备转悠技术规范缺少，水中自动在线分析仪器的技术规范也尚未建立。本标准属于移动实验室通用基础标准，同时也属于移动实验室仪器设备技术标准，涉及标准体

系产品中的仪器、方法中的检测和其他技术要求中的结果有效性等。

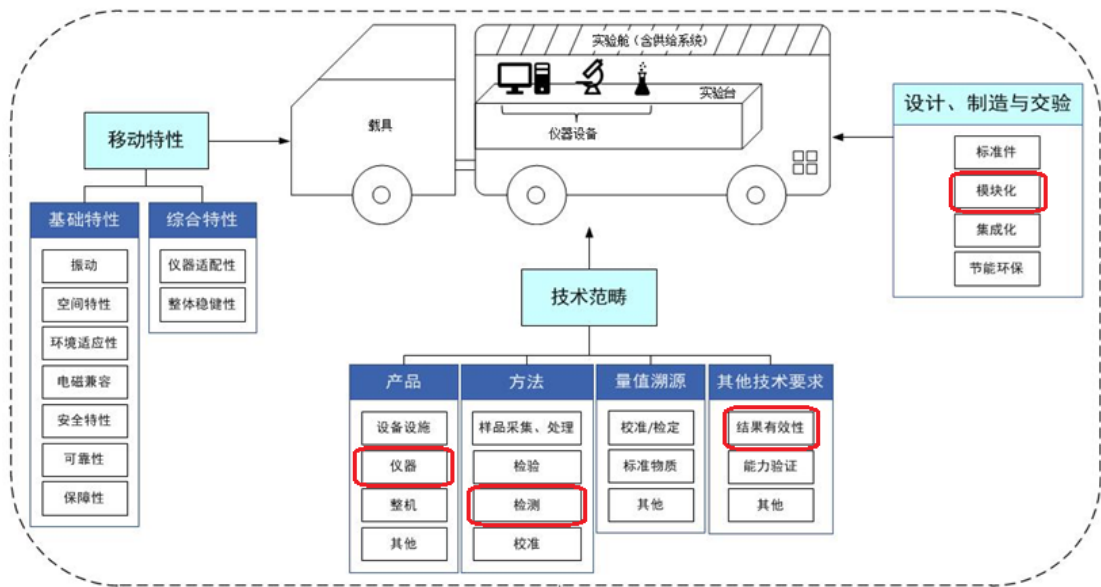


图 1 移动实验室标准体系

四 编制原则

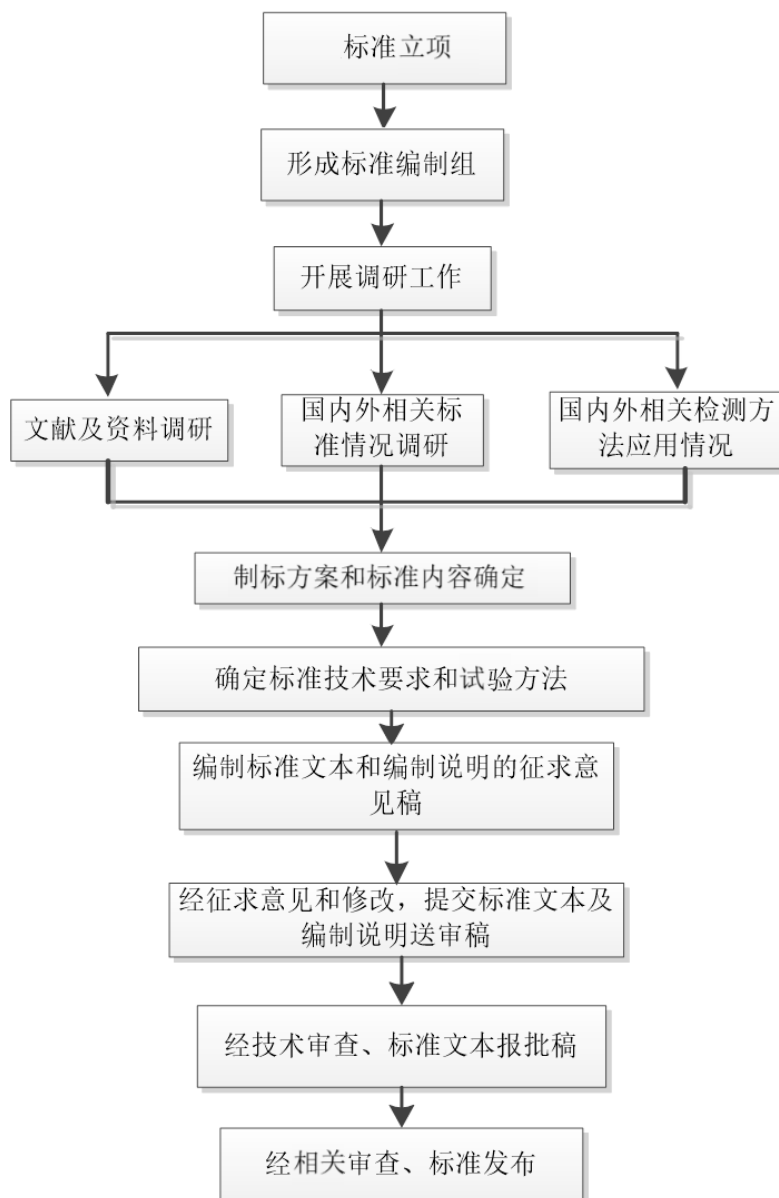
4.1 标准制订的基本原则

标准编制组在我国现有标准、规定的基础上，结合我国实际情况和《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》的要求和需求，不断深入研究和完善，制定本标准。为满足地表水、地下水、饮用水等水体中重金属自动在线监测和移动现场快速检测的需求，本标准的制定原则是：

- （1）技术规范满足相关环保标准和环保工作的要求，确保标准的科学性、先进性、可操作性和前瞻性；
- （2）各项技术要求指标的合理、可靠，试验方法具有可实施性。
- （3）各项指标具有普遍适用性、功能完整性和代表性，适于以四级杆质谱原理的仪器，能被国内主要的移动分析实验室所应用并达到所规定的要求，易于推广使用。

4.2 标准制订的技术路线

本标准制订技术路线如下图。



五 标准主要内容的确定

5.1 适用范围

本标准规定了移动实验室水质重金属元素自动在线分析仪的术语与定义、技术要求、性能指标、试验方法、标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于采用四级杆质谱法在陆地移动实验室的移动实验舱安装使用的水质重金属自动在线分析仪器。

5.2 技术要求

5.2.1 仪器组成

移动实验室的实验舱中水质重金属自动在线分析仪的安装示意图如图2，仪器的基本组成如图3所示，主要包含以下单元：

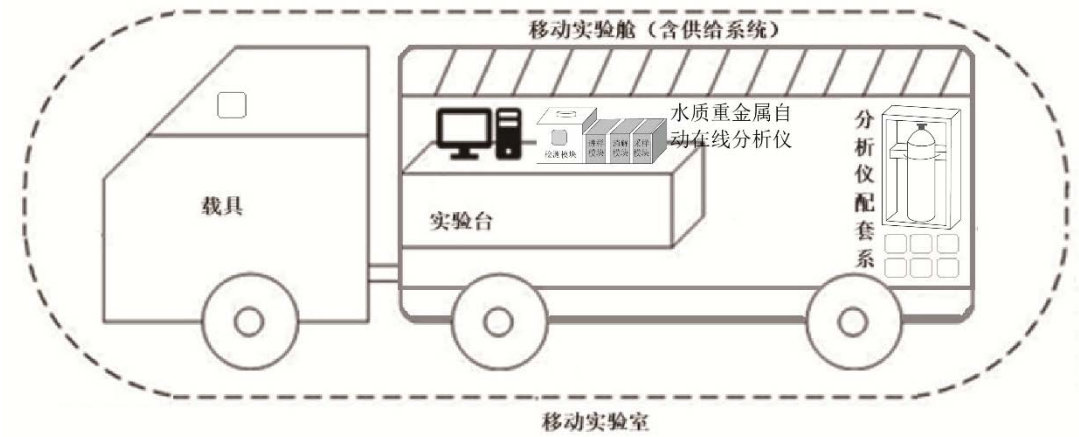


图 2 移动实验室中水质重金属自动在线分析仪的安装示意图

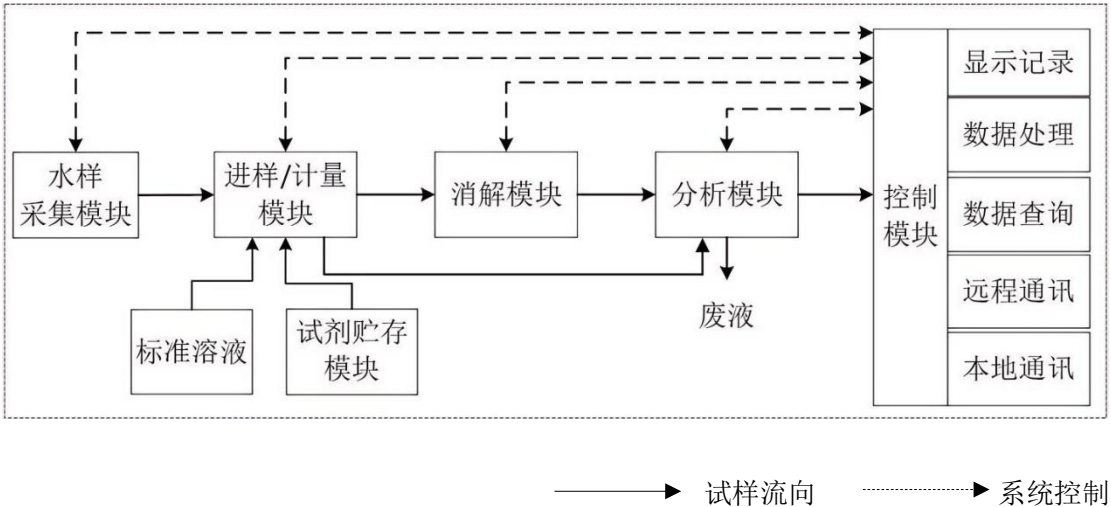


图 3 自动在线监测仪器的基本组成单元

编制说明：

仪器组成是根据 GB/T 34042-2017《在线分析仪器系统通用规范》、GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》和 DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中基本要素和相关要求而确定的。

(1) 采样模块

包括水样自动采集及自动在线预处理的部分。

1) 4.1.1.1 水质采样模块的构造组成应符合 HJ/T 372-2007 中 4.4 的要求,并具备通信接口,具备远程启动、远程设置等功能。

2) 4.1.1.2 水质采样模块的功能应符合 HJ/T 372-2007 中 4.5~4.7、4.11~4.14 的要求,采样模式应具有定时、时间等比例、流量等比例、液位比例等采样模式。

3) 4.1.1.3 水质采样模块的性能指标应符合 HJ/T 372-2007 中表 1 的要求,并满足 GB 12998 有关自动采样设备和 GB/T 31016-2021 有关移动实验舱配置采样工具的其他性能要求。

编制说明(4.1.1.1~4.1.1.3):

水质自动在线检测时需要水样自动采集,对于采样模块的构造、性能和功能是根据 HJ/T 372-2007《水质自动采样器技术要求及检测方法》而确定,同时兼顾国标 GB/T 31016-2021《样品采集与处理移动实验室通用技术规范》中 5.4.1 和 6.4.1 要求和 GB/T 12998-1991《水质 采样技术指导》对自动采样设备要求。

4) 4.1.1.4 水质采样模块预处理部分应具有自动过滤和(或)沉降功能,能够将水样中的悬浮物、藻类、20 μm 以上颗粒物等杂质去除。每次检测周期结束后均对样品杯残留水样自动进行排空和清洗。

编制说明:此部分要求是根据实验确定。

① 沉降时间对地表水预处理的影响

现行标准《HJ 915-2017 地表水自动监测技术规范(试行)》虽没有提出沉降时间等参数,但对采集水样沉降有明确要求。现行的标准对于地表水沉降的规定有较为明确的方法,如《GB 3838-2002 地表水环境质量标准》要求水样采集后自然沉降 30 min,取上层非沉降部分按规定方法进行分析;《HJ/T 91-2002 地表水和污水监测技术规范》规定“如果水样中含沉降性固体(如泥沙等)则将所采水样摇匀后倒入筒形玻璃容器(如 1-2 L 量筒),静置 30 min,将不含沉降性固体但含有悬浮性固体的水样移入盛样容器并加入保存剂。”但以上标准并不包含地表水中大部分重金属,因此对常见的重金属需要进行系统性的研究。

在沉降实验中,采集现场待检测水样静置,并于不同时间检测常规重金属浓度变化,所得结果如图 1 所示。从水样沉降时间对重金属影响的结果来看,在沉降 30 min 之内,重金属浓度变化较大,当沉降 30 min 后重金属的浓度基本趋于

稳定，这可能是上述规范及标准中采用 30 min 沉降操作的原因。在实际重金属在线监测过程中，水样取样后的沉降时间根据水质状况而定。当水样中沉降性固体很少，则不沉降过滤后直接进入后续处理程序；当水样中含有沉降性固体时，则根据沉降性固体多少，沉降 5~15 min 后，再进行过滤和后续处理。

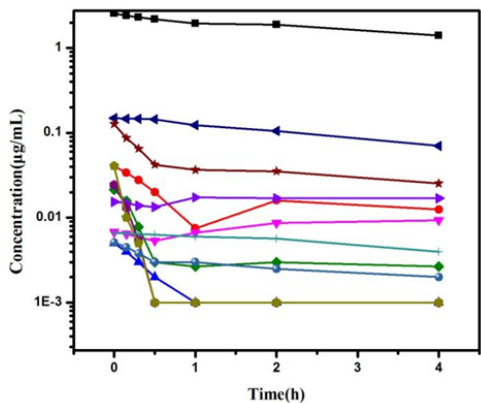


图 1 沉降时间对水样预处理的影响

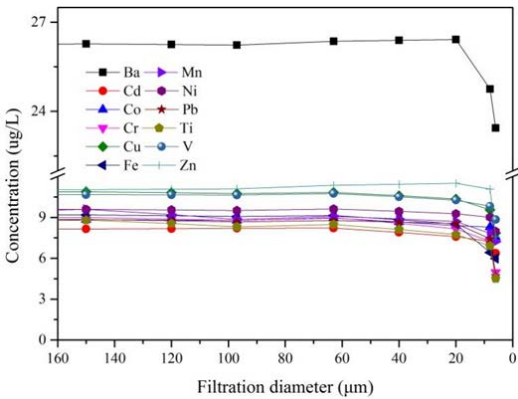


图 2 滤膜孔径对水样预处理的影响

② 过滤孔径对地表水预处理的影响

《HJ 915-2017 地表水自动监测技术规范（试行）》和 HJ 915.3—2024《地表水水质自动监测站（常规五参数、COD、NH₃-N、TP、TN）运行维护技术规范》指出预处理系统需采用初级过滤和精密过滤相结合的方法进行采样，但标准内并没有提出过滤孔径等参数进行参考。而《GB 3838-2002 地表水环境质量标准》则认为对于可溶性金属的分析需经 0.45 微米滤膜过滤，而金属总量则无需过滤，消解后可分析；而《HJ/T 91-2002 地表水和污水监测技术规范》规定金属含量检测无需过滤，加入保存剂即可，但如含沉降性固体（如泥沙等）则需在加入保存剂之前按规定沉降 30 min。

为与上述标准规范一致，需要考察过滤过程对测定的影响。地表水经过不同孔径滤膜过滤后直接上机测定其金属离子浓度，发现其孔径大小对金属离子浓度有一定的影响，为此我们使用不同孔径的滤膜对地表水进行预处理，并检测预处理后几种重金属的含量，结果如图 2 所示，当滤膜孔径<20 µm 时，离子浓度会减少；当使用 20 µm 孔径滤膜时，既能有效防止大颗粒杂质对后续检测的影响，同时也可使金属因过滤而带来的损失变得非常小。为提高检测的准确性，故优选滤膜孔径为 20 µm。

（2）进样/计量模块

包括水样、标准溶液、试剂等导入部分（含水样通道和标准溶液通道）和计

量部分。

1) 4.1.2.1 应由防腐蚀和吸附性较低的材料构成,不会因试剂或待测物质的腐蚀或吸附而影响测定结果。

2) 4.1.2.2 导入部分主流路由蠕动泵持续输送采集的水样至多通道阀,旁路由蠕动泵输送标准溶液和试剂至多通道阀。

3) 4.1.2.3 计量部分通过流速和管径来测量样品量,应保证水样、标准溶液、试剂等进样的准确性。

编制说明(4.1.2.1~4.1.2.3):

进样/计量模块是根据 GB/T 34042-2017《在线分析仪器系统通用规范》中 5.3 样品提取和 5.4 样品传输、HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》4.3.1 进样/计量单元和 DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中 5.1 系统组成(进样单元)等相关要求而确定的。

(3) 消解模块

主要包括消解装置和冷却装置。水样通过蠕动泵持续输送至消解装置,消解试剂由注射泵经旁路送输送至消解装置,完成自动消解。

1) 4.1.3.1 宜采用高温、高压等消解方式,能够将水样中金属单质及其化合物全部转化为金属离子。

2) 4.1.3.2 应具有自动加热装置和温度、压力传感器,可以设置消解时间和温度。

3) 4.1.3.3 应具有冷却装置,可使消解后溶液温度满足分析模块要求。

4) 4.1.3.4 应采用防腐蚀耐高温和高压材料,且易于清洗。和安全防护装置

5) 4.1.3.5 应采用安全防护设计,可避免消解装置溶液泄漏或喷溅出。

6) 4.1.3.6 应满足 GB/T 31016-2021 有关移动实验舱配置前处理工具的其他性能要求

编制说明(4.1.3.1~4.1.3.6):

消解模块是根据 GB/T 34042-2017《在线分析仪器系统通用规范》中 5.5 样品处理、HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》4.3.2 消解单元和 DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求

及检测方法》中 5.1 系统组成（消解单元）等相关要求而确定的。

（4）分析模块

对试样进行自动在线检测，并将测定值转换成电信号输出。

1) 4.1.4.1 应由检测装置（四级杆质谱检测仪）及其配套系统组成，包括但不限于供气系统、真空维持系统、废液收集系统和数据处理系统等。

2) 4.1.4.2 消解试样经由检测装置的样品提升系统形成气溶胶进入离子源，形成的离子通过真空接口、离子聚焦和传输系统，经检测器检测，得到试样中金属元素组分浓度。

3) 4.1.4.3 数据处理系统应具有数据和运行日志采集、存储、处理、显示和输出等功能。

4) 4.1.4.4 检测装置的输出信号应稳定。

编制说明（4.1.4.1～4.1.4.4）：

分析模块是根据 HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》4.3.3 分析单元和 DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法)技术要求及检测方法》中 5.1 系统组成（分析单元）等相关要求而确定的。

（5）控制模块

包括系统控制的硬件和软件，实现自动进样、自动消解、自动检测、自动清洗和自动排液等功能。控制方式见下图。

1) 4.1.5.1 应具有数字量通讯接口，通过数据通讯接口输出相关数据，并可接收远程控制指令。

2) 4.1.5.2 应具有对进样/计量、消解和分析等单元的手动和自动清洗功能。

3) 4.1.5.3 应具有意外断电且再度通电后，能自动排出断电前正在测定的待测试样和试剂、自动清洗各通道并复位到重新开始测定的状态。若在断电前处于加热消解状态，再度通电后能自动冷却，并复位到重新开始测定的状态。

4) 4.1.5.4 应具备自动标样核查和自动校准功能，并将结果记入运行日志。

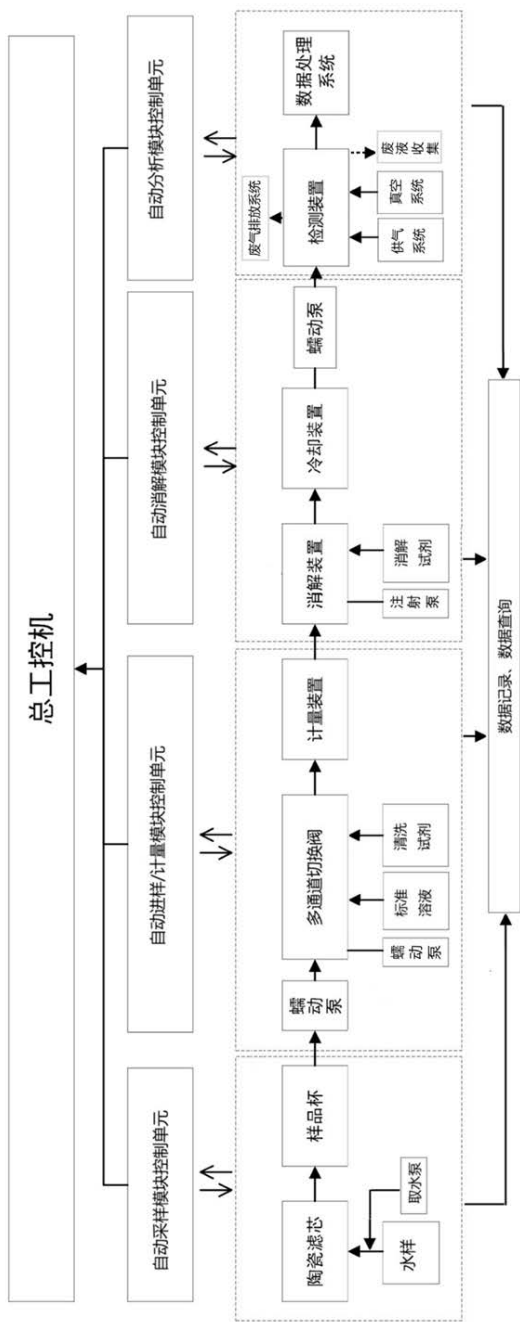
5) 4.1.5.5 应具备日常校准、参数变更的自动记录、保存和查询功能，并将结果记入运行日志。

6) 4.1.5.6 应具有异常信息记录、反馈功能和超量程报警、缺试剂报警、故障报警和超标报警功能，并将结果记入运行日志。

7)4.1.5.7 控制单元实现以上功能时均应提供通讯协议,且满足 HJ 212-2025 的要求。

编制说明（4.1.5.1~4.1.5.7）：

控制模块是 HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》4.3.4 控制单元 HJ 212—2025《污染物自动监测监控系统数据传输技术要求》8.2 水污染源自动监测数据采集处理与上传要求和 DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中 5.1 系统组成(控制单元)等相关要求而确定的。



5.2.2 基本指标

(1) 安装

在线分析仪宜采用固定式安装在移动实验舱的实验台上，仪器气瓶安装到固定式气柜中，仪器与气柜安装牢固可靠，仪器整机（必要时包括部件）和气瓶应采取隔振或减振设计。仪器与移动实验舱安装有移动接地线。移动实验舱配置有电源供电系统、废气排放系统等系统，在仪器正上方安装有排风装置，风口直径 100 mm，风速 9~12 m/s。

编制说明：

安装要求是根据 GB/T 29477-2012《移动实验室实验舱通用技术规范》中 5.7.1 总体要求、GB/T 34042-2017《在线分析仪器系统通用规范》中 6.1 工作条件、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统（ICP-MS 法）技术要求及检测方法》中 5.2 工作条件和 T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中 4.5.2 安装等相关要求而确定的。

(2) 电源

仪器应配备两种或以上不同类型电压的电源接口，电源线线径大于 4 mm²，交流电电压 220±22 V，电源频率 50~60 Hz，并应符合 GB/T 29476-2012 中 5.1.1 的要求规定。

编制说明：

电源要求是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中 5.1.1 电源、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统（ICP-MS 法）技术要求及检测方法》中 5.2 工作条件和 T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中 4.1 正常工作条件等相关要求而确定的。

(3) 接口兼容性

仪器的供水、供气、数据传输等输入、输出接口应与实验舱接口相匹配，或提供符合移动实验室通用设计要求转换适配器，并应符合 GB/T 12519-2021 中 5.6 的要求规定。

编制说明：

接口兼容性要求是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中 5.1.2 接口兼容性、GB/T 12519-2021《分析仪器通用技术条件》中 5.5 接

口和 T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中 4.5.1 接口兼容性等相关要求而确定的。

(4) 附加影响量

仪器设备在移动中和移动后产生的附加影响量应能完全消除或减小到仪器设备的最大允许误差范围内。

编制说明：

附加影响量是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中 5.1.6 附加影响量等相关要求而确定的。

(5) 快速恢复性

仪器在移动时或移动后恢复时间不应超出固定恢复时间，即静止状态下测量仪器设备的恢复时间。

快速恢复性要求是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中 5.1.5 快速恢复性和 T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中 4.5.4 快速恢复性等相关要求而确定的。

(6) 保障性

仪器应具有故障报警、自动诊断功能，应配备仪器设备现场维修所必需的工具和备件。仪器在移动中和移动后产生的附加影响量应能完全消除或减小到仪器设备的最大允许误差范围内。

编制说明：

保障性要求是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中 5.1.4 保障性和 T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中 4.5.3 保障性等相关要求而确定的。

(7) 标识

仪器应在产品明显位置标注仪器参数和工作环境的参数指标，参数指标应包含：电源、功率、恢复时间（h）、工作温度范围（℃）、相对湿度范围（%）、随机振动加速度谱密度（ m^2/s^3 ）、跌落高度（mm）、冲击加速度（ m/s^2 ）等内容。

编制说明：

标识要求是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中

5.1.8 标识和 GB/T 31018-2014《移动实验室 模块化设计指南》中 6.4.7 表示模块设计等相关要求而确定的。

(8) 环境适应性

仪器至少应保证环境温度在 10℃~30℃内正常工作，在-40℃~45℃范围运输贮存。仪器应保证在相对湿度在 20%~60%的环境下能够正常工作，不高于 80%的环境下能够正常贮存。

编制说明：

环境适应性要求是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中 5.2 环境适应性、GB/T 34042-2017《在线分析仪器系统通用规范》中 6.5 其他要求（环境要求）和 T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中 4.6 环境适应性等相关要求而确定的。

(9) 抗运输性

仪器在承受随机振动、冲击和跌落条件下能正常工作，应符合 GB/T 29476-2012 中 5.43 的规定。

编制说明：

抗运输性要求是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中 5.3 抗运输性和 T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中 4.7 振动、冲击和跌落等相关要求而确定的。

(10) 电磁兼容性

仪器应具备电磁兼容性，应符合 GB/T 29476-2012 中 5.4 的规定。

编制说明：

电磁兼容性要求是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中 5.4 电磁兼容、GB/T 34042-2017《在线分析仪器系统通用规范》中 6.5 其他要求（电磁兼容性）、GB/T 12519-2021《分析仪器通用技术条件》中 5.9 电磁兼容性和 T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中 4.8 电磁兼容性等相关要求而确定的。

(11) 安全性

仪器的防辐射、防电击、防液体等安全性应符合 GB/T 29476-2012 中 5.5 和 GB/T 12519-2021 中 5.6 的规定；电源线和机壳绝缘、漏电保护等安全性应符合

DB 52 T 1695-2022 中 5.4 的规定。

编制说明：

安全性要求是根据 GB/T 29476-2012《移动实验室仪器设备通用技术规范》中 5.5 安全性、GB/T 34042-2017《在线分析仪器系统通用规范》中 6.5 其他要求（防爆要求、防护要求）、GB/T 12519-2021《分析仪器通用技术条件》中 5.6 安全性、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统（ICP-MS 法）技术要求及检测方法》中 5.4 安全要求和 T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中 4.9 安全性等相关要求而确定的。

（12）自动检测

仪器应具有自动检测功能特性，应符合 GB/T 34042-2017 中 9.1 规定。

编制说明：

自动检测要求是根据 GB/T 34042-2017《在线分析仪器系统通用规范》中 9.1 在线分析仪器系统的功能要求而确定的。

5.2.3 性能指标

（1）基于四级杆质谱法的水质重金属自动在线分析仪的性能指标见表1。

表1 基于四级杆质谱法的水质重金属自动在线分析仪性能指标

序号	性能指标	要求
1	灵敏度 [Mcps/(mg/L)]	Be ≥ 5 In ≥ 30 Bi ≥ 20
2	背景噪声 （cps）	≤ 5
3	CeO ⁺ /Ce ⁺ （%）	≤ 3
4	Ba ⁺⁺ /Ba ⁺ （%）	≤ 3
5	检出限 (ng/L)	Be ≤ 30 In ≤ 10 Bi ≤ 10

6	短期稳定性 (%)	≤ 3
7	长期稳定性 (%)	≤ 10
8	质量轴稳定性 (amu/8h)	±0.05以内
9	示值误差 (%)	≤ 10
10	零点漂移 (%)	≤ 10
11	量程漂移 (%)	≤ 10
12	精密度 (%)	≤ 20
13	加标回收率 (%)	80~120
14	数据有效率 (%)	≥ 90
15	标准曲线相关系数	≥ 0.99
16	实际水样比对	①

注：①自动监测数据和实验室分析比对实验的相对误差：实际水样浓度≤50 μg/L时，比对检测绝对误差在±10 μg/L以内；实际水样浓度大于50 μg/L时，比对检测相对误差≤15%。

（2）性能指标与确定依据

性能指标1（灵敏度）：JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中5计量特性表1---灵敏度；

性能指标2（背景噪音）：T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中4.4性能指标表2---背景噪音；

性能指标3（氧化物离子产率）：JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中5计量特性表1、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法)技术要求及检测方法》中5.3性能要求表2和T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中4.4性能指标表2---氧化物离子产率；

性能指标4（双电荷离子产率）：JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中5计量特性表1、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法)

技术要求及检测方法》中5.3性能要求表2和T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中4.4性能指标表2---双电荷离子产率；

性能指标5（检出限）：JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中5计量特性表1---检出限；

性能指标6（短期稳定性）：JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中5计量特性表1---短期稳定性；

性能指标7（长期稳定性）：DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中5.3性能要求表2---长期稳定性；

性能指标8（质量轴稳定性）：JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中5计量特性表1---质量轴稳定性；

性能指标9（示值误差）：DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中5.3性能要求表2和T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中4.4性能指标表2---示值误差；

性能指标10（零点漂移）：DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中5.3性能要求表2---零点漂移；

性能指标11（量程漂移）：DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中5.3性能要求表2---量程漂移；

性能指标12（精密度）：DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中5.3性能要求表2---精密度；

性能指标13（加标回收率）：HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.3.1最小维护周期和数据有效性表1---标样加入试验和HJ 915-2017《地表水自动监测技术规范（试行）》中规范性附录A“地表水水质自动监测项目选择与仪器性能要求”表A.2 ---加标回收率；

性能指标14（数据有效率）：HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.3.1最小维护周期和数据有效性表1---数据有效率；

性能指标15（标准曲线相关系数）：HJ 915-2017《地表水自动监测技术规范（试行）》中规范性附录A“地表水水质自动监测项目选择与仪器性能要求”表A.2 ---标准曲线相关系数；

性能指标16（实际水样比对）：HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.3.1最小维护周期和数据有效性表1---实际水样比对检测

5.2.4 仪器性能核查

（1）4.4.1 仪器性能核查内容

仪器性能核查是获得有效数据的基本保证和自动监测仪器正常运行的关键，包括定期和仪器维护后的灵敏度、精密度、检出限、短期稳定性、长期稳定性、标准曲线、加标回收率、量程漂移和比对实验检查。

编制说明：

仪器性能核查内容是根据HJ 915-2017《地表水自动监测技术规范（试行）》中7.3.1仪器性能核查内容而确定的。

（2）4.4.2 仪器性能核查要求

a) 至少每半年进行一次灵敏度、精密度、检出限、长期稳定性、标准曲线和加标回收率的检查；

b) 至少每半年进行一次质量轴稳定性、零点漂移和量程漂移检查；

c) 至少每月进行一次短期稳定性和实际水样比对实验检查；

d) 仪器维护后，对附录A 表A.1中的所有仪器性能指标进行一次检查。

仪器性能核查的数据采集频次可以调整到小于日常监测数据采集频次，同时保证样品测定不受前一个样品的影响。

编制说明：

仪器性能核查要求是根据HJ 915-2017《地表水自动监测技术规范（试行）》中7.3.2仪器性能核查要求而确定的。

5.3 试验方法

（1）灵敏度（GBT 34826-2017《四极杆电感耦合等离子体质谱仪性能的测定方法》中 5.2、JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中 7.4）

仪器正常状态下，以质量浓度为 10 $\mu\text{g/L}$ 的Be、In、Bi元素混合溶液进样，测量质量数9、115、209处的离子计数，驻留时间为10 ms，通道数为3，扫描次数为1，分别测量20个数据，分别扣除背景噪声后取平均值，再除以其浓度值，即为各个元素的灵敏度S，单位Mcps/(mg/L)。

(2) 背景噪声 (GBT 34826-2017《四极杆电感耦合等离子体质谱仪性能的测定方法》中5.1、JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中7.4、T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中5.4.2)

以2% (V/V) 高纯硝酸溶液进样, 积分时间0.1 s, 测量中(115)、高(209)质量数的离子计数值(cps), 分别测量20个, 取其计数值的平均值。

(3) 氧化物离子产率(CeO^+/Ce^+) (GBT 34826-2017《四极杆电感耦合等离子体质谱仪性能的测定方法》中5.5、JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中7.6、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中8.2.2)

以质量浓度为 10 $\mu\text{g/L}$ 的Ce元素标准溶液进样, 测量质量数156和140处的离子计数, 驻留时间为50 ms, 通道数为3, 扫描次数为10, 计算氧化物比 $^{156}\text{CeO}^+ / ^{140}\text{Ce}^+$, 测量20个数据取平均值。

(4) 双电荷离子产率($\text{Ba}^{++}/\text{Ba}^+$) (GBT 34826-2017《四极杆电感耦合等离子体质谱仪性能的测定方法》中5.6、JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中7.7、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中8.2.3)

以质量浓度为 10 $\mu\text{g/L}$ 的Ba元素标准溶液进样, 测量质量数69和138处的离子计数, 驻留时间为50 ms, 通道数为3, 扫描次数为10, 计算氧化物比 $^{69}\text{Ba}^{++} / ^{138}\text{Ba}^+$, 测量20个数据取平均值。

(5) 检出限 (GBT 34826-2017《四极杆电感耦合等离子体质谱仪性能的测定方法》中5.3、JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中7.3、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中8.2.3)

以18 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 超纯水进样, 测量质量数9、115、209处的离子计数, 积分时间为 0.1 s, 分别测量11个数据, 用测量结果的标准偏差的3倍除以Be、In、Bi元素的灵敏度。按公式(1)和公式(2)计算。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

S ——标准偏差， Mcps；

x_i ——第 i 次测量值， Mcps；

$\bar{x}$ ——11次测量平均值， Mcps；

n ——测量次数。

$$DL = 3s / S \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

S ——检出限， mg/L；

s ——标准偏差， Mcps；

S ——灵敏度， Mcps/(mg/L)。

(6) 短期稳定性（GBT 34826-2017《四极杆电感耦合等离子体质谱仪性能的测定方法》中5.9和JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中7.12）

以质量浓度为 10 µg/L的Be、 In、 Bi元素混合溶液进样，测量质量数9、115、209处的离子计数，在20 min内每2 min测量一个数据，共重复测量10个数据，按公式（3）计算相对标准偏差RSD作为短期稳定性指标。

$$RSD = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

RSD ——相对标准偏差， %；

X_i ——第 i 次测量值， µg/L；

$\bar{X}$ ——10次测量平均值， µg/L；

n ——测量次数。

(7) 长期稳定性（GBT 34826-2017《四极杆电感耦合等离子体质谱仪性能的测定方法》中5.10和JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中7.13）

以质量浓度为 10 µg/L的Be、 In、 Bi元素混合溶液进样，测量质量数9、115、209处的离子计数，在2 h内每12 min测量一个数据，共重复测量10个数

据，按公式（3）计算相对标准偏差RSD作为长期稳定性指标。

（8）质量轴稳定性（GBT 34826-2017《四极杆电感耦合等离子体质谱仪性能的测定方法》中5.7和JJF1159-2006《四极杆质谱校准规范》中7.8）

以质量浓度为 10 µg/L的Be、In、Bi元素混合溶液进样，测量质量数9、115、209的谱图，8 h后重复该进样和测试步骤，并计算峰中心偏移的原子质量数值。

（9）示值误差（HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.5.1、T/CIMA 0023-2020《车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求》中5.4.9）

在标样进样管中依次通入20%、50%量程的标准溶液连续测定6次，计算每个标准溶液6次测定值的平均值与已知标准溶液质量浓度的相对误差，取两个标准溶液相对误差值的较大值作为示值误差的判定值。标准溶液相对误差的计算方法见公式（4）：

$$Re = \frac{\bar{C} - C_s}{C_s} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Re ——标准溶液的相对误差，%；

$\bar{C}$ ——标准溶液6次测定值的平均值，µg/L；

C_s ——标准溶液的质量浓度值，µg/L。

（10）零点漂移（HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.5.4、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中8.2.8）

连续测量浓度值为检测范围下限值的标准溶液或空白溶液，以1 h为周期，连续测量24 h（获得24个数据：X₁、X₂、X₃.....X₂₄），取前3次平均值为初始浓度（ $\bar{X}$ ），计算后续测定值与初始值的最大变化幅度相对于校准曲线上限值的相对偏差。量程漂移按公式（5）和（6）进行计算。

$$\Delta Z_i = |X_i - \bar{X}| \dots\dots\dots (5)$$

$$ZD = \frac{\Delta Z_{\max}}{A_{\max}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

ΔZ_i ——第*i*次测定值相对于初始浓度的绝对偏差；

X_i ——第*i*次测定值， $\mu\text{g/L}$ ；

$\bar{X}$ ——初始浓度（前3次平均值）， $\mu\text{g/L}$ ；

ZD ——零点飘移，%；

$\Delta Z_{\max}$ ——第*i*次测定值相对于初始浓度的绝对偏差的最大值；

$A_{\max}$ ——标准曲线上限值， $\mu\text{g/L}$ 。

（11）量程漂移（HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.5.5、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中8.2.9）

连续测量一般为校准曲线中点浓度或检测范围上限80%的标准溶液，以1 h为周期，连续测量24 h（获得24个数据： X_1 、 X_2 、 X_3 X_{24} ），，取前3次平均值为初始浓度（ $\bar{X}$ ），计算后续测定值与初始值的最大变化幅度相对于校准曲线上限值的相对偏差。量程漂移按公式（5）和（6）进行计算。

（12）精密度（HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.5.3、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中8.2.14）

测量浓度值为检测范围上限50%的标准溶液，连续测定6次，计算6次测量值的相对标准偏差作为精密度的判定值，按公式（7）计算。

$$RSD = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

RSD ——相对标准偏差，%；

X_i ——第*i*次测定值， $\mu\text{g/L}$ ；

$\bar{X}$ ——6次测量平均值， $\mu\text{g/L}$ ；

n ——测量次数。

(13) 加标回收率（HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.5.10、DB52/T 1695-2022《重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法》中8.2.15）

取2份相同的水样，其中一份加入定量的待测成分标准溶液（加标体积不得超过原始水样体积的1%），连续测量水样3次并分别计算两份水样测定值的平均值结果，加标样与未加标样测定结果差值与加入标准溶液的理论值之比，为加标回收率（ P ），按照公式（8）计算 R 。

$$P = \frac{\bar{A}_2 - \bar{A}_1}{C} \times 100\% \quad \dots\dots\dots$$

（8）

式中：

P ——标样加入试验回收率，%；

$\bar{A}_2$ ——加入标准溶液后的水样3次测定值的平均值， $\mu\text{g/L}$ ；

$\bar{A}_1$ ——未加标水样3次测定值的平均值， $\mu\text{g/L}$ ；

C ——标样溶液的理论质量浓度值， $\mu\text{g/L}$ 。

注：水样加标浓度一般为水样测定值的0.5～2倍，加入标准溶液后浓度不超过检测范围上限。

(14) 数据有效率（HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.5.12、HJ 926-2017《汞水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.5.12）

以1 h为周期，对实际水样或标准溶液进行连续测量，测量过程中不对仪器进行任何形式的人工维护（包括更换试剂、校准仪器、维修仪器等），直到仪器不能保持正常测量状态或连续3次测量结果示值误差均超过10%。数据有效率为有效数据与所有测量产生数据的比率，按公式（9）计算。

$$D = \frac{D_e}{D_t} \times 100\% \quad \dots\dots\dots$$

（9）

式中：

D ——数据有效率；

D_e ——有效数据：经在线质控确认符合要求的数据；

D_t ——所有测量产生数据。

(15) 标准曲线相关系数（HJ 915-2017《地表水自动监测技术规范（试行）》中7.3.3.4）

根据仪器规定的测量范围，配制不少于6个浓度的标准系列溶液（包括溶剂空白），按照浓度从低到高依次测定标准溶液，以标准溶液中待测元素的浓度为横坐标，相应待测元素强度值或响应信号为纵坐标，计算其相关系数（ r ）。

(16) 实际水样比对实验（HJ 762-2015《铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法》中5.5.11、HJ 915-2017《地表水自动监测技术规范（试行）》中7.3.3.8）

比对实验应与自动监测仪器所分析的水样相同。若仪器需要过滤水样，则比对实验水样可采用相同过滤材料过滤（但不得改变水体中污染物的成分和浓度），并采用分样的方式，将过滤后样品分装至2或3个采样瓶中，分别由自动在线监测仪器和实验室仪器进行分析，并按照附录A 表A.1判定结果。实际水样比对相对误差按公式（10）计算。

$$RS = \frac{X_i - X_l}{X_l} \times 100\% \quad \dots\dots\dots$$

...（10）

式中：

RS ——实际水样比对相对误差，%；

X_i ——自动在线监测仪器测定值， $\mu\text{g/L}$ ；

X_l ——实验室仪器测定值（2次测定平均值）， $\mu\text{g/L}$ 。

六 与有关的现行法律法规和强制性国家标准、行业标准、广东省地方标准及广州市公共服务类地方标准的协调性

在水质重金属自动监测标准方面，我国生态环保部2015~2017年期间发布“铅、镉、砷、镍、铬、汞等重金属水质在线监测仪技术要求及检测方法”（HJ 762-2015、HJ 763-2015、HJ 764-2015、HJ 798-2016、HJ 926-2017）标准，主要依据比色法技术制定；在此期间，在线分析仪器系统通用规范（GB/T 34042-2017）和重金属水质在线分析仪校准规范（JJF1565-2016）相继发布。与此同

时，广东省基于水环境污染监测和治理的需要，2015年发布了Cu、Zn、Ni等基于比色法的重金属水质自动在线监测仪技术要求（DB 44T 1823-2016、DB 44T 1719-2015、DB 44T 1718-2015）。2025年贵州省发布了基于四极杆质谱法的水质重金属自动在线检测技术规范（DB52/T 1695-2022）。水质移动实验室现场检测方面，有国家标准GB/T 38118-2019《地表水快速检测移动实验室通用技术规范》和GB/T35401-2017《地下水快速检测移动实验室通用技术规范》。

上述两方面标准皆未对应用于水质分析与监测的移动实验室中使用的水质金属元素自动在线分析仪器进行规定，且基于四级杆质谱法的水质自动在线分析仪器的相关标准目前仍处于空白阶段，基于四极杆质谱法的水质重金属自动在线分析仪如何在移动实验室上使用仍无标准可依。

七 标准实施建议

本标准属于通用基础标准，同时也属于移动实验室仪器设备技术标准，建议作为推荐性标准批准发布。

八 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九 涉及专利的有关说明

本标准目前没有检索到涉及专利的信息。

十 其他应予说明的事项

无。

参考文献

- [1] GB/T 29476-2012 移动实验室仪器设备通用技术规范
- [2] GB/T 29477-2012 移动实验室实验舱通用技术规范
- [3] GB/T 34826-2017 四极杆电感耦合等离子体质谱仪性能的测定方法
- [4] GB/T 34042-2017 在线分析仪器系统通用规范
- [5] GB/T31016-2021 样品采集与处理移动实验室通用技术规范
- [6] HJ 915-2017 地表水自动监测技术规范（试行）
- [7] HJ 762-2015 铅水质自动在线监测仪技术要求及检测方法

[8] JJF 1159-2006 四极杆电感耦合等离子体质谱仪校准规范

[9] JJF1565-2016 重金属水质在线分析仪校准规范

[10] DB52/T 1695-2022 重金属水质自动在线监测系统(ICP-MS 法) 技术要求及检测方法

[11] T/CIMA 0023-2020 车载式电感耦合等离子体四极杆质谱仪技术要求