

团 体 标 准

T/GAIA XXX—2025

全光谱多参数水质在线分析仪技术要求及 检测方法

Technical requirements and inspection methods of full spectrum multi-parameter water
quality online analyzer

征求意见稿

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

广东省分析测试协会 发 布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省分析测试协会提出并归口。

本文件起草单位：深圳大学、广东省科学院测试分析研究所（中国广州分析测试中心）、广东粤海水务检测技术有限公司、深圳万物传感科技有限公司、暨南大学、深圳市华章检测技术有限公司、广东省科学院佛山技术产业研究院有限公司、中电建生态环境集团有限公司、深圳市龙岗排水有限公司、广州珠江水资源保护科技发展有限公司、深圳瀚光科技有限公司、南京光时代生态科技有限公司、山东牧也仪器设备有限公司、湖北珞珈环水科技有限公司、博瑞思数智科技（深圳）有限公司、湖北星空环保科技有限公司。

本文件主要起草人：张晗、潘银龙、宋玉梅、郭鹏然、余翔、胡好强、徐石海、黄慧星、黄子其、周瑜、李铀、胡光顺、李莎、殷红军、蔡楠、吴丙鑫、曾子川、徐浩、吴伟集、刘明磊、方鹤、谢华晶、陈树鸿、朱恒、陈卫卫、鲍爽、马从瑛、吕嫣然、梁阳照、于添淼、方俊、何毅、张家宜、李梦瑶、殷培文、董鹏铭、刘香君、曹巍、韩慧丽、徐柯南、孙雨霏、徐洪福、刘莉莎、唐世杨、谢金强、冼志全、严鹏高、韩昊鹏。

全光谱多参数水质在线分析仪技术要求及检测方法

1 适用范围

本技术要求规定了全光谱多参数水质在线分析仪（以下简称“全光谱水质分析仪”）的技术性能要求和性能试验方法。

本标准适用于应用于地表水水质分析的全光谱多参数水质在线分析仪的生产设计和性能检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 13966 分析仪器术语

HJ 477-2009 污染源在线自动监控（监测）数据采集传输仪技术要求

GB 3838-2002 地表水环境质量标准

GB 11892 水质 高锰酸盐指数的测定

HJ 915-2017 地表水自动监测技术规范（试行）

HJ/T 96 pH水质自动分析仪技术要求

HJ/T 97 电导率水质自动分析仪技术要求

HJ/T 98 浊度水质自动分析仪技术要求

HJ/T 100 高锰酸盐指数水质自动分析仪技术要求

HJ/T 101 氨氮水质自动分析仪技术要求及检测方法

HJ/T 102 总氮水质自动分析仪技术要求

HJ/T 103 总磷水质自动分析仪技术要求

HJ/T 104 总有机碳(TOC)水质自动分析仪技术要求

HJ/T 372-2007 水质自动采样器技术要求及检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 全光谱多参数水质在线分析仪

利用物质对光在紫外到近红外波段的吸收特性实现水中有机物、无机物、微生物等多种成分分析的仪器。

3.2 示值误差

计量器具指示的测量值与被测量值的实际值之差，称为示值误差。它是由于计量器具本身的各种误差所引起的。

3.3 检出限

由特定的分析步骤能够合理地检测出的最小分析信号求得的最低浓度或量。

3.4 重复性

用本技术要求在正常和正确操作情况下，使用同一仪器，并在短期内，对相同试样所做多个单次测试结果，在 95%概率水平两个独立测试结果的最大差值。

3.5 量程漂移

指采用本技术要求中规定的量程校正液为试样连续测试，相对于在线分析仪的测定量程，仪器指示值在一定时间内变化的大小相对于量程的百分率。

3.6 零点漂移

指采用本技术要求中规定的零点校正液为试样连续测试，在线分析仪的指示值在一定时间内变化的大小相对于量程的百分率。

4 仪器构造

4.1 仪器组成

仪器的基本组成单元如图 1 所示，主要包含以下单元：

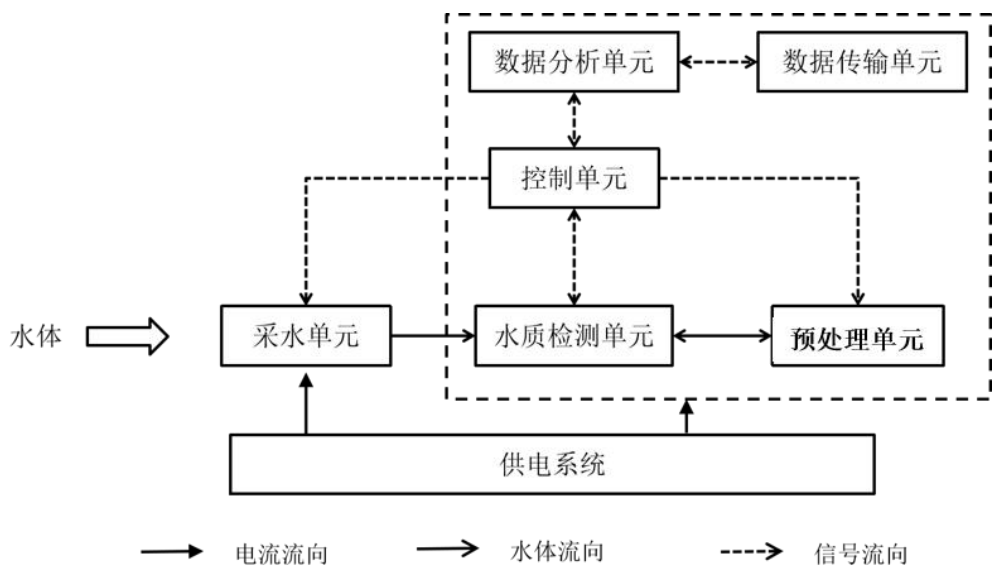


图 1 全光谱水质分析仪基本组成单元

- 1) 控制单元：包括控制仪器运行的硬件和软件，即控制仪器采水、消解、测试等过程中各部件运行，将测定值转换成电信号输出，完成数据处理、传输的部分。
- 2) 采水单元：包括采水泵、管路等元器件以及沉淀、过滤系统、进样系统和反冲洗系统。采样头宜设有 10~20 目的过滤网，防止漂浮物堵塞采样管路；同时能够实现水路自动反清洗。
- 3) 预处理单元：通过物理或化学的方式预处理水样，如静置、过滤、紫外、臭氧、超声等。应采用防腐蚀耐高温的透明材料或其他无污染材料。
- 4) 水质检测单元：负责水质样本的光谱数据采集，由光源，探测器，检测池以及进出样控制系统构成。
- 5) 数据分析单元：将检测单元采集的数据，进行人工智能分析处理。
- 6) 数据传输单元：将分析单元产出的数据，进行传输，并对系统给出预警等处理。
- 7) 供电系统：给整套设备稳定输出 220 V、12 V 以及 5 V 电压；使用交流电供电时，应设置独立计量设施、配电箱和备用电源，并具备电源过压、过载和漏电保护能力。

4.2 基本要求

4.2.1 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，其上应有如下标识和满足以下要求：

- a) 制造厂名称、地址；

- b) 仪器名称、规格型号；
- c) 出厂编号；
- d) 制造日期；
- e) 量程范围、定量下限；
- f) 工作条件。

4.2.2 显示器应无污点、损伤。所有显示界面应为中文，且字符均匀、清晰，屏幕无暗角、黑斑、彩虹、气泡、闪烁等现象，能根据显示屏提示进行全程序操作。

4.2.3 机箱外壳应由耐腐蚀材料制成，表面无裂纹、变形、污浊、毛刺等现象，表面涂层均匀，无腐蚀、生锈、脱落及磨损现象。

4.2.4 产品组装应坚固，零部件无松动，按键、开关、门锁等部件灵活可靠。

4.2.5 主要部件均应具有相应的标识或文字说明。

4.2.6 宜在仪器外壳内部标识分析流程图。

4.2.7 仪器外壳应满足 GB/T 4208 规定的 IP 54 防护等级的要求。

4.3 安全要求

4.3.1 仪器应符合 GB/T 34065-2017 的安全要求。

4.3.2 仪器的安全标志应符合 GB/T 34065-2017 第 5 章。

4.3.3 仪器的防电击要求应符合 GB/T 34065-2017 第 6 章。

5 性能指标

5.1 性能指标要求

全光谱多参数水质分析仪性能指标应满足表1要求。

表 1 全光谱多参数水质分析仪性能指标

监测项目	检出限	重复性	示值误差	漂移		室外实际水样比对
				零点	量程	
总磷	0.01 mg/L	±5%	±10%	±5%	±5%	<BIII, ±0.02 mg/L >BIII, ±30%

总氮	0.1 mg/L	±5%	±10%	±5%	±5%	<BIII, ±0.3 mg/L >BIII, ±30%
化学需氧量	2 mg/L	±5%	±10%	±5%	±5%	<BIII, ±6 mg/L >BIII, ±30%
浊度	—	±5%	±5%	±5%	±5%	±20%
氨氮	0.1 mg/L	±5%	±10%	±5%	±5%	<BIII, ±0.2 mg/L >BIII, ±30%
高锰酸盐指数	1 mg/L	±5%	±10%	±5%	±5%	<BIII, ±1.8 mg/L >BIII, ±30%

* B—GB 3838 表 1 中相应的水质类别标准限值。

5.2 检测条件

温度：5° C～45° C。

湿度：≤90% RH。

大气压：86 kPa～106 kPa。

电源电压：AC 220±22 V，DC 12 V/5 V。

电源频率：50±0.5 Hz。

周围无强电磁场干扰，无强烈震动。

避免腐蚀性气体及在紫外辐射范围内有吸收的有机和无机气体。

5.3 试剂

5.3.1 水

按 GB 11892-89 方法获得不含还原性物质的蒸馏水。

5.3.2 浊度零点校正液

将蒸馏水通过 0.2 μm 滤膜过滤，收集于用滤过水荡洗两次的烧瓶中。

5.3.3 浊度标准液

称取 5.00 g 硫酸肼[(N₂H₄)H₂SO₄]溶于 400 ml 水中。另称取 50.0 g 六次甲基四胺(C₆H₁₂N₄)，溶于 400 ml 水中。将两种溶液混合后，加水至 1000 ml，充分摇匀。在液温（25±3）℃的条件下，静置 48 h。该

溶液浊度相当于 4000 NTU。保存期为 30 天。

5.3.4 浊度量程校正液

将 5.3.3 浊度标准液用无浊度蒸馏水稀释至工作量程上限值的 80%值。

5.3.5 高锰酸盐指数标准贮备溶液

称取 0.6000 g 间苯二酚 ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$), 溶于适量水中, 移入 1000 ml 容量瓶中, 稀释至标线, 该溶液的高锰酸盐指数值为 1000.0 mg/L。

5.3.6 高锰酸盐零点校正液

将 5.3.5 高锰酸盐指数标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 20%。

5.3.7 高锰酸盐量程校正液

将 5.3.5 高锰酸盐指数标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 80%。

5.3.8 总氮标准贮备溶液

称取 0.7218 g 硝酸钾 (KNO_3 , 优级纯, 于 $105^\circ\text{C}\sim 110^\circ\text{C}$ 烘干 4 h) 溶于无氨水中, 移至 1000 ml 容量瓶中, 稀释至标线, 该溶液总氮浓度为 100.0 mg/L。加入 2 ml 三氯甲烷为保护剂, 至少可稳定 6 个月。

5.3.9 总氮零点校正液

将 5.3.8 总氮标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 20%。

5.3.10 总氮量程校正液

将 5.3.8 总氮标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 80%。

5.3.11 化学需氧量标准贮备溶液

称取 1.7004 g 邻苯二甲酸氢钾 ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$, 优级纯, 于 120°C 下烘干 2 h) 溶于适量水中, 移至 1000 ml 容量瓶中, 稀释至标线, 该溶液化学需氧量浓度为 2000.0 mg/L。此溶液在 $2^\circ\text{C}\sim 5^\circ\text{C}$ 下贮存, 可稳定保存一个月。

5.3.12 化学需氧量零点校正液

将 5.3.11 化学需氧量标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 20%。

5.3.13 化学需氧量量程校正液

将 5.3.11 化学需氧量标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 80%。

5.3.14 总磷标准贮备溶液

称取 0.2197g 磷酸二氢钾 (KH_2PO_4 , 优级纯) 和 0.1 g 十二烷基苯磺酸钠 ($\text{C}_{18}\text{H}_{29}\text{NaO}_2\text{S}$, 优级纯), 于 $105^\circ\text{C}\sim 110^\circ\text{C}$ 烘干 2 h, 随后共溶于适量水中, 移至 1000 ml 容量瓶中, 稀释至标线, 该溶液总磷浓度为 1000.0 mg/L。

5.3.15 总磷零点校正液

将 5.3.14 总磷标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 20%。

5.3.16 总磷量程校正液

将 5.3.14 总磷标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 80%。

5.3.17 氨氮标准贮备溶液

称取 3.189g 氯化铵(NH₄Cl, 优级纯)和 10g 对甲苯磺酸钠(C₇H₇NaO₃S, 优级纯), 于 105 °C~110 °C 烘干 2h, 随后共溶于适量水中, 移至 2000 ml 容量瓶中, 稀释至标线, 该溶液氨氮浓度为 1000.0 mg/L。

5.3.18 氨氮零点校正液

将 5.3.17 氨氮标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 20%。

5.3.19 氨氮量程校正液

将 5.3.17 氨氮标准贮备溶液用蒸馏水稀释至工作量程上限值的 80%。

6 检测方法

6.1 检出限

仪器的检出限采用实际测试方法获得。

检出限(DL)按公式(1)计算:

$$DL = 2.998 \times S \dots\dots\dots (1)$$

式中: DL——检出限;

S——8 次平行样测定值的标准偏差。

6.2 重复性

重复性检查是对量程 50%浓度测定结果的检查, 以相对标准偏差判定(见表 1)。

检查方法: 计算每个样品连续测定 6 次结果相对标准偏差, 并与表 1 相关指标进行比较。相对标准偏差(RSD)按公式(2)计算:

$$RSD = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{\bar{x}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中: RSD——相对标准偏差;

n——测定次数;

X_i——第 i 次测定值;

$\bar{x}$ ——测定均值。

6.3 示值误差

一般按规定浓度样品测定结果的相对误差进行检查。

以相对误差检查准确度时, 样品浓度为量程的 50%。

相对误差的检查方法: 测定 6 次检验浓度的样品, 计算其均值与真值的相对误差, 与表 1 相关指标

进行比较。相对误差（RE）按公式（3）计算：

$$RE = \frac{\bar{x} - C}{C} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

式中：RE——相对误差；
 $\bar{x}$ ——6次测定平均值；
C——参照值（标准样品保证值或按标准方法配制的受控样品浓度值）。

6.4 零点漂移

按照国家水质自动分析仪技术要求（HJ/T 96～HJ/T 104 等）进行，并按照表 1 判定结果。

6.5 量程漂移

按照国家水质自动分析仪技术要求（HJ/T 96～HJ/T 104 等）进行，并按照表 1 判定结果。

6.6 实际水样对比

实际水样对比依照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）等进行比对，比对实验应与全光谱水质分析仪的水样相同。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，将一个样品分装至 2 或 3 个采样瓶中，分别由全光谱水质分析仪和实验室进行分析，并按照表 1 判定结果。

实际水样比对相对按公式（4）计算：

$$RE = \frac{x_i - x_l}{x_l} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

式中：X_i——全光谱水质分析仪测定值；
X_l——比对实验的测定值（2 次测定平均值）。

7 操作说明书

操作说明书中，至少必须说明以下有关事项。

- a) 安装场所的选择；
- b) 预热时间；
- c) 使用方法；
- d) 测定的准备及校正方法；
- e) 校正液的配制方法；

- f) 测定操作方法；
- g) 测定停止时的处置；
- h) 维护检查；
- i) 日常检查方法；
- j) 定期检查方法；
- k) 故障时的对策；
- l) 其他使用上应注意的事项。