

团 体 标 准

T/CSES □□□□—□□□□

水质监测智能无人实验室  
建设与运维技术要求

Technical specifications for the construction, operation and maintenance of  
smart unmanned laboratory of water quality monitoring

(征求意见稿)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

中国环境科学学会 发布

# 目 次

前 言 .....	ii
1 适用范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 智能无人实验室结构和功能 .....	4
5 智能无人实验室建设 .....	7
6 智能无人实验室验收 .....	9
7 智能无人实验室运行维护 .....	11
参考文献 .....	13
附录 A（资料性附录） .....	14
附录 B（资料性附录） .....	18

## 前 言

本标准按照 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。

本标准由中国环境科学学会提出、归口并解释。

本标准起草单位：中国环境监测总站

本标准主要起草人：

# 水质监测智能无人实验室建设与运维技术要求

## 1 适用范围

本标准规定了地表水、地下水、生活污水及工业废水等水质监测智能无人实验室建设、验收、运行和管理等方面的技术要求，以及分析仪器的性能指标要求。

本标准适用于水质监测领域的智能无人实验室设计、建造、验收、运行与管理。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

GB/T 38113 分析仪器物联规范

GB/T 31190 实验室废弃化学品收集技术规范

GB/T 40343 智能实验室 信息管理系统 功能要求

GB/T 32146.1 检验检测实验室设计与建设技术要求 第1部分：通用要求

GB/T 37140 检验检测实验室技术要求验收规范

GB/T 2887 电子计算机场地通用规范

GB/T 50174 电子信息系统机房设计规范

GB/T 21052 信息安全技术-信息系统物理安全技术要求

GB/T 9361 计算机场地安全要求

GB/T 50348 安全防范工程技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 智能分析仪器 smart analytical instrument

可接入智能无人实验室，用于分析物质成分、化学结构及部分物理特性，并将取样、加试剂、预处理、检测、结果计算等步骤自动化完成的仪器，不包含在线监测仪器。

### 3.2 智能无人实验室 smart unmanned laboratory

集合多种智能分析仪器、预处理装置、主控系统及各相关模块等，可实现多个项目的24小时不间断分析的实验室，不包含在线监测系统。

无人实验指的是从样品进入实验室以后的无人化分析全过程，包括样品流转、取样、

样品预处理、样品分析、数据处理等过程。没有特殊限定要求时，智能无人实验室的水质检测结果与手工分析实验室的水质检测结果有同等效力。

## 4 智能无人实验室结构和功能

### 4.1 工作流程

智能无人实验室的工作流程包括样品交接与识别、样品保存、样品分析、样品瓶清洗等环节。智能无人实验室工作流程可参考下图进行，不同制造商也可根据实际用户需求及项目情况设计不同的工作流程。

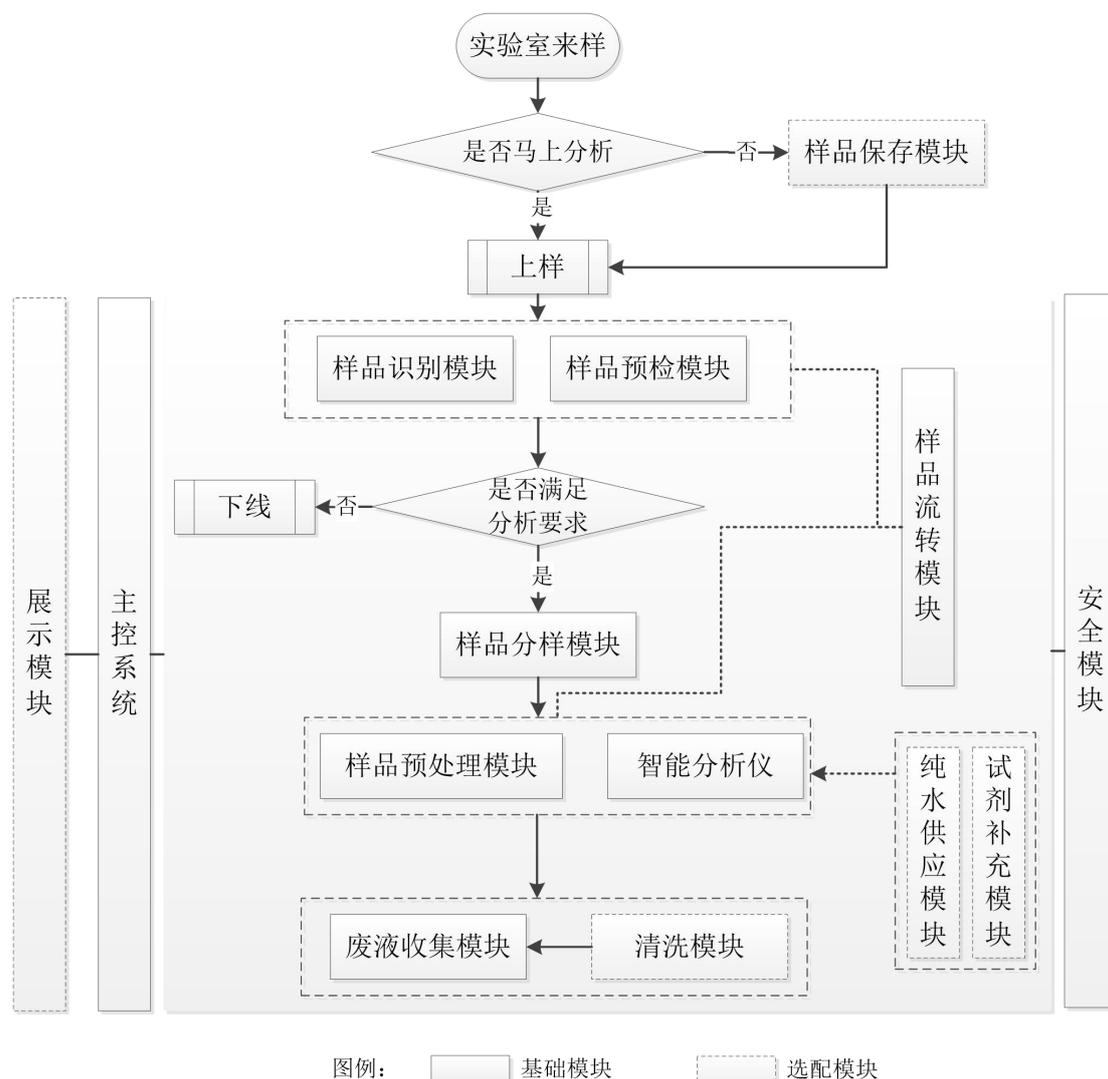


图 1 智能无人实验室工作流程示意图

### 4.2 结构

智能无人实验室的结构包括基础模块和选配模块。

基础模块包括：样品流转模块、样品识别模块、样品预检模块、样品预处理模块、样

品分样模块、智能分析仪器、废液收集模块、安全模块、主控系统。

选配模块包括：样品保存模块、展示模块、纯水供应模块、清洗模块、试剂补充模块等。

制造商可以对模块的名称自定义，但其基本功能应满足本标准所述。

## 4.3 模块及功能

### 4.3.1 基础模块及功能

#### 4.3.1.1 样品流转模块

实现样品在交接点、样品存储模块及智能分析仪器之间的流转，可以使用流水线、移动机器人及等效方式。

#### 4.3.1.2 样品识别模块

实现样品识别，可通过条形码、二维码、RFID 等技术，实现样品唯一性编码的识别，并与检测任务等信息关联，样品识别时间不长于 30 秒/瓶样。

#### 4.3.1.3 样品预检模块

在检测任务开始前，对样品的物理或化学性质及状态等进行预检及初步判断，确保样品满足后续分析要求；还可根据检测项目需要对预检项目进行拓展，如 pH、浊度、色度和氯离子等指标。

#### 4.3.1.4 样品预处理模块

样品分析前，依据样品特质及检测方法标准要求，进行适当的预处理操作，包括但不限于稀释、调节 pH、过滤、加热、蒸馏、萃取等操作，所配置的前处置模块同样应当全自动运行。

#### 4.3.1.5 样品分样模块

从样品瓶中分取适量样品，用于后续分析环节。样品分取时，需根据检测方法要求，混匀取样或取上清液。

#### 4.3.1.6 智能分析仪器

智能分析仪器涉及的分析方法，须符合国家标准、行业标准、团体标准或企业标准。其质量控制能力应当满足实验室管理要求。

#### 4.3.1.7 废液收集模块

对样品分取过程、预处理过程及仪器分析过程中产生的废液，应按不同性质类别进行集中或分别收集；涉及到危险废物，须单独收集。对废物收集容器的储量应进行实时监控，防止发生满溢情况。

#### 4.3.1.8 安全模块

安全运行是智能无人实验室的重要要求，应当根据检测项目及管理要求，配置必要的安全模块，可根据实际分析项目及需求选择配备视频监控、门禁限入、空气质量监测、电气监测、通风监测、漏水监测、空调监测、机械碰撞预防、触电预防、火灾监控等。

#### 4.3.1.9 主控系统

通过软硬件结合，实现对智能无人系统所有模块的控制、整合和监控，实现样品全流程智能无人分析。

主控系统应按照实验室管理要求保存信息，且存储容量支持6年以上信息保存；应具备数据计算、处理、判断、存储、调用、质控数据监控等基本实验室数据处理功能；应具备定制化开发功能，实现与用户Lims系统的信息自动交互；应具备监控各模块的运行状态并在需要时发出预警信息的功能。

主控系统应实时监控运行中的智能分析仪器质量控制结果，当出现空白、平行样、标准样品或加标回收等质量控制数据不达标时，需对管理人员进行提示报警。

用户有需要时，主控系统可实现远程操控功能；可设置不同用户账户并根据授权范围开放操控权限。

### 4.3.2 选配模块及功能

#### 4.3.2.1 样品保存模块

该模块可保障样品在未分析时间段内，其储存方式与条件满足方法标准的要求，如低温、避光等。

因用户留样需要，或样品量大而致使样品等待分析的时间较长时，可增加样品保存模块。

#### 4.3.2.2 展示模块

根据用户的需要，定制相应的界面，以大屏的方式展示智能无人实验室运行的状态及相关检测数据信息等。

#### 4.3.2.3 纯水供应模块

为方便智能无人实验室的长期无人化运行，减少补充纯水的人工操作，可配备纯水制水设备或通过集中管路供水实现。

#### 4.3.2.4 清洗模块

实现样品瓶或分析器皿的自动清洗，可附带风干、烘干功能和洁净度测试等功能。

#### 4.3.2.5 试剂补充模块

实现试剂的自动配制。按照标准中规定的使用时限和保存条件，控制试剂的配制量与保存条件；试剂的配制与保存过程应预防污染的发生；新配制的试剂使用前，需通过必要的质量控制手段核查试剂配制的准确性。

### 5 智能无人实验室建设

#### 5.1 场地要求

##### 5.1.1 建设规模

智能无人实验室应根据开展的分析项目及检测规模进行相应的实验室或实验区设置，实验室或实验区的面积应满足各模块功能区的要求，保证合理安放仪器设备并符合相应的设备工作的需求；各功能模块区间应视不同检测条件要求判断是否需要设置有效隔离，当需要设置有效隔离时，应不影响质量控制和人员安全。

一般智能无人实验室开展常规水质 4~20 个项目分析时，主体建筑面积约为 50~200 平方米，用电功率约为 15~40kW。

##### 5.1.2 实验室分区及要求

智能无人实验室应根据用户选配的功能模块、开展的分析项目及检测规模进行相应的实验室分区设置，包括并不限于样品保存区域、样品分析区域、展示区域、预处理区域等，各功能分区应充分满足不同功能的设置需求，如样品保存区域可提供低温、避光保存条件，预处理区域可提供排风条件等。应做到各区独立、因地制宜、方便工作、防止污染。

##### 5.1.3 基础要求

- a) 工作区域布局合理、通风、供水、照明、温湿度应符合实验室基本标准；
- b) 实验室洁净度、电源的稳定性、冷热源布局、水电线路走向、消防安全设施、有毒

有害及易燃易爆试剂的存放位置等，也应符合相关工作需求。

- c) 通讯条件良好，且通讯线路或无线网络质量符合数据传输要求；
- d) 无论是改建还是新建，在结合日常工作流程进行实验室设计布局时，都应划分合理，防止交叉污染。
- e) 涉及到消解等预处理流程应在严格分区的场所中进行，以避免产生交叉污染；
- f) 环境条件：环境温度 10℃~25℃，24h 内温度浮动在 10℃内，湿度 10%~85%；
- g) 无影响仪器使用的振动和电磁干扰。

## 5.2. 智能分析仪器要求

### 5.2.1 总体要求

为保障智能无人实验室的日常检测需求，配置智能分析仪器时应充分考虑检测项目和检测量。在充分调研的基础上，科学合理地配备与用户检测量相适应的仪器及数量；分析仪器的种类和数量可以根据需求进行组合，并具有外部预处理设备拓展接口。

智能分析仪器用于对不同类别水样进行分析检测，其性能指标应当满足该设备所采用的分析方法标准中的质量控制要求，包括检出限、精密度、准确度等。方法标准中未做明确规定的，应满足相应水质监测规范中的质量控制要求。

智能分析仪器需定期进行准确度控制的质控样核查、标液标定、标准曲线重新绘制等操作，以保证系统的漂移带来的影响在可控的范围内。使用标准样品进行准确度控制时，须保证每次标准样品的测定结果落在证书许可的区间范围内；方法标准、监测规范中对准确度范围有其他明确规定的，按照标准执行。

可单独对各分析仪器的量程、分析项目进行设置；各分析仪器可单独进行相应的水质参数分析；各分析仪器可单独进行维修和维护，单台分析仪器的维修不影响其他水质项目的检测。

### 5.2.2 智能分析仪器性能要求

参考 GB 3838-2002《地表水环境质量标准》中的基本 24 项，除去现场监测项目和微生物相关项目外，其他项目测试的智能分析仪器宜满足附录 A 要求。

## 5.3. 智能无人实验室主控系统要求

- a) 样品信息登记。系统应具有样品信息的增减、修改功能，相应变动应保留痕迹。
- b) 样品传递。系统设有人机接口----样品区（仓），系统自动从样品区抓取样品，并自动完成样品识别、开盖、传送、混匀、进样、关盖、样品归位等系列动作。
- c) 分析任务安排。系统按照设置的分析任务完成检测，并具有临时增减样品和样品的优先检测功能。

d) 质量控制。系统应具有添加空白样、平行样、加标样、标准样、标定样等质量控制样品，并且依据用户设定的规则按计划完成质控样品分析。

e) 数据处理。系统应依据相应的方法标准中规定的计算公式进行准确计算，并对计算结果依据《GB/T 8170 数据修约规则》进行修约。主控系统不允许对分析数据和计算结果进行修改。

f) 数据保存。系统应能长期保存及调取过往检测结果，保存期限>6年；数据能导出备份。

g) 结果评价。系统能根据相应的评价标准及检测结果对水质状态进行预评价。

h) 原始记录生成。系统应具备原始记录生成功能，应包含但不限于仪器工作条件、工作曲线、质控数据和水样数据，并可根据用户需求定制格式。

i) 质控数据报表生成或质量控制图绘制。当出现质量控制数据异常时，系统应给出报警。

j) 样品量及试剂量监控。系统能对分析任务所使用的样品量和试剂量进行预判，并对样品量不足或试剂量不足的情况进行报警提醒。

k) 运行状态记录。系统能对运行过程中重要的状态参数进行监控并记录。

l) 故障告警。系统能采集各模块的运行情况，对出现异常的情况，通过声光、软件界面显示、短信等方式通知使用人员。

m) 质控告警。系统实时采集运行中的智能分析仪质量控制结果，当出现空白、平行样、标准样品或加标回收等质控数据不达标时，需对管理人员进行提示报警。

n) 远程管理。系统具备远程操控功能，可设置不同用户账户并根据授权范围开放操控权限。

o) 通讯协议。主控系统需满足与用户不同已有系统的数据对接功能，根据用户实际通讯需求进行定制化开发。通讯协议可包含但不限于硬件协议 NB-IoT\3g\4g\5g\WiFi\Ethernet、传输协议 IP4\IP6\TCP、应用层协议 MQTT\AMQP\HTTP\FTP等，从而实现对外连接、查询、反控、与 Lims 对接、信息共享、数据传输等功能。

## 6 智能无人实验室验收

### 6.1 总体要求

智能无人实验室验收包括各智能分析仪器的验收，以及系统运行的整体验收。

验收可参考《检验检测实验室技术要求验收规范》（GB/T 37140-2018）的要求执行。

### 6.2 验收基本条件

智能无人实验室验收应具备以下条件：

- a) 实验室的供电、通讯、供水、供气、排风等基础设施满足要求；
- b) 仪器设备外观无损；

c) 完成智能无人实验室调试，技术指标满足相关技术标准、规范及 5.2.2 的要求。

## 6.3 验收技术内容

### 6.3.1 硬件系统验收

#### 6.3.1.1 功能模块的验收

验收要求如下：

- a) 智能无人实验室各模块应连续平稳运行。样品识别快速准确，样品流转过程中应防止样品间的交叉污染及受到环境的明显影响。
- b) 清洗模块应保证清洗效果。
- c) 样品保存模块应根据检测计划实现智能样品保存，保存条件符合相关标准要求。
- d) 废液收集模块应根据废液性质进行区别收集，涉及到危险废物的，应根据危废代码区分收集。

#### 6.3.1.2 智能分析仪器的验收

智能分析仪器验收主要是针对智能无人实验室中使用的出具分析数据的仪器设备性能指标进行验收。每台设备都应在符合要求的环境中进行，技术验收指标应当满足所对应的分析方法标准、规范的质量控制要求。

验收的主要内容包括但不限于以下内容：仪器外观，仪器初始化测试，仪器基本功能核查，检出限、准确度、精密度、标准曲线检查等。智能分析仪器宜由第三方法定计量机构进行检定或校准计量。

### 6.3.2 主控系统验收

在硬件系统验收合格的前提下，对照“5.3 智能无人实验室主控系统要求”逐条进行核实验收。

### 6.3.3 稳定性验收

完成智能无人实验室连续 7 天无故障运行，每日运行时间应满足 16 小时或 16 小时以上。

## 7 智能无人实验室运行维护

### 7.1 总体要求

智能无人实验室运行维护包括定期开展例行维护、保养检修、故障维修等。

### 7.2 运行质控要求

智慧无人实验室应建立适当的质量控制方法，按样品批次执行，频次覆盖所有检测项目、检测过程，以保证检测数据准确可靠。

可采用的质控措施包括但不限于：

- a) 空白检验
- b) 质控样品检验
- c) 标准曲线核验
- d) 平行测定质控
- e) 基体加标质控
- f) 方法比对

### 7.3 维护技术要求

#### 7.3.1 例行维护

例行维护包括各模块与分析仪器的检查、易损件更换、耗材更换、试剂更换、管路清洗等工作。每次例行维护时应进行下列工作：

- a) 查看模块及仪器的运行状态和主要技术参数，判断运行是否正常；检查有无漏液、管路里是否有气泡等；
- b) 须依据模块及仪器运行情况及运行频率制定易耗品和消耗品（如泵管、接头、密封件等）的更换周期，并进行例行检查，保证在耗材使用到期前或发生异常老化损坏时及时更换；如需更换零配件（如密封圈等），应具备有库存保证及时更换；
- c) 检查试剂状况，定期添加、更换试剂。所用纯水和试剂须达到相关技术要求，更换周期不得超过操作规程或仪器说明规定的试剂保质期，环境温度较高时应缩短更换周期。每次更换主要试剂后应按相应操作规程或仪器说明重新校准仪器（如重新绘制标准曲线等）；
- d) 检查纯水供应模块、视频监控和门禁等安全模块的运行状态是否良好。
- e) 检测废液情况，废液管是否堵塞和老化，废液桶是否满溢，重新摆放或更换废液管，清空废液桶。
- f) 保持各仪器和设备表面清洁。按仪器和设备维护要求将表面灰尘和其他污物擦拭干净。
- g) 制定期间核查作业指导书并根据仪器的稳定性、维护保养情况、测试结果的用途等制定期间核查方案，每年至少进行一次期间核查。

### 7.3.2 保养检修

根据系统运行频次及具体状况，按照规定的时间对系统正在运行的仪器设备进行预防性检修。保养检修计划应根据系统仪器设备的配置情况和设备使用手册的要求制定。

a) 正常使用频次下，分析系统中的模块和仪器设备每年至少进行 1 次保养检修，若使用频次较高，则保养检修间隔根据需要缩短至每半年 1 次；

b) 按厂家提供的使用和维修手册规定的要求，定期检查智能分析仪器中的光源、电极、泵、传感器等关键零部件的损耗情况，并根据需要进行更换；

c) 对易发生老化的器件进行检查和清洁处理，如电路板、各种接头及插座等；

在每次全面保养检修完成后，或更换了仪器设备中的光源、泵、传感器等关键零部件后（涉及到定量与检测），必须对仪器重新进行校准和检查，并记录检修校准情况。

### 7.3.3 故障维修

故障维修是指对出现故障的仪器设备进行针对性检查和维修。故障维修应做到：

a) 根据所使用的仪器特点和厂商提供的维修手册，制定常见故障的判断和维修的作业指导书，并安排运维人员进行学习。若故障类型为非常见故障，运维人员无法解决的，应及时与厂商沟通并获取解决方案，常见异常情况及处理办法详见附录 B 表 B.1；

b) 在每次故障维修完成后，根据维修内容和更换部件情况，对仪器进行校准。

## 7.4 管理要求

为确保智能无人实验室的正常运行和监测数据的准确可靠，必须建立相应的保障制度，包括但不限于下列内容：

a) 实验室运行管理办法；

b) 实验室运行管理人员岗位职责；

c) 实验室质量管理保障制度；

d) 仪器及主控系统操作规程；

e) 实验室建设、运行维护和质量控制的档案管理制度。

## 7.5 记录

在分析系统运行过程中，对运行维护、保养检修、故障维修及日常管理等过程进行记录，保证涉及各项工作内容的记录完整、全面、准确。

## 参考文献

- [1] GB/T 8170 《数值修约规则与极限数值的表示和判定》
- [2] HJ 630 《环境监测质量管理技术导则》
- [3] GB/T 27025 《检测和校准实验室能力通用要求》
- [4] HJ 168 《环境监测分析方法标准制定技术导则》
- [5] GB 3838-2002 《地表水环境质量标准》

附录 A  
(资料性附录)

表 A.1 为分析仪器性能要求。

表 A.1 分析仪器性能要求

序号	项目	最小检测范围(mg/L)	检出限(mg/L)	精密度	正确度
1	pH		/	±0.2	CRM 证书范围内
2	高锰酸盐指数	0~10	≤0.5	≤5%	CRM 证书范围内
3	化学需氧量	0-400	≤15	≤5%	CRM 证书范围内
4	氨氮	0~10	≤0.025	≤5%	CRM 证书范围内
5	总磷	0~10	≤0.01	≤10%	CRM 证书范围内
6	总氮	0~30	≤0.05	≤10%	CRM 证书范围内
7	铜	0~1	≤0.08 μg/L	≤5%	±10%
8	锌	0~3	≤0.67 μg/L	≤5%	±10%
9	氟化物	0~10	≤0.02	≤3%	±10%或 CRM 证书范围内
10	硒	0~0.01	≤0.41 μg/L	≤5%	±10%或 CRM 证书范围内
11	砷	0~0.1	≤0.12 μg/L	≤5%	±10%或 CRM 证书范围内
12	汞	0~0.004	≤0.04 μg/L	≤5%	±20%或 CRM 证书范围内
13	镉	0~0.08	≤0.05 μg/L	≤5%	±10%
14	铬(六价)	0~0.5	≤0.004	≤3%	CRM 证书范围内
15	铅	0~0.4	≤0.09 μg/L	≤5%	±10%
16	氰化物	0~0.1	≤0.004	≤5%	±5%或 CRM 证书范围内
17	挥发酚	0~0.05	≤0.0003	≤5%	±10%或 CRM 证书范围内
18	石油类	0~10	≤0.01	≤5%	±10%或 CRM 证书范围内
19	阴离子表面活性剂	0~0.5	≤0.05	≤5%	CRM 证书范围内
20	硫化物	0~1	≤0.003	≤5%	±10%或 CRM 证书范围内

注：最小检测范围指仪器在直接测试或自动稀释的方式下可以保证正确度和精密度达标的最小覆盖检测范围。

## 2、检出限:

仪器的检出限采用实际测试方法获得。

测试方法: 按照仪器方法 3 倍检出限浓度配制标准溶液或者空白样品, 测定 8 次。

检出限( $DL$ )公式计算:

$$DL = 2.998 \times S$$

式中:  $DL$  —— 检出限;

$S$  —— 一次平行样测定值的标准偏差。

## 3、精密度

精密度检查是对量程 50% 浓度测定结果的检查 (除 pH 外), 以相对标准偏差判定。

精密度检查方法: 计算每个样品连续测定 6 次结果相对标准偏差, 相对标准偏差 ( $RSD$ ) 计算公式如下:

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

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。

## 4、正确度

正确度的检查是对标准曲线中间点测定结果的检查, 以相对误差 ( $RE$ ) 表示。

或者也可用带证的标准物质进行检查。

相对误差 ( $RE$ ) 计算公式如下:

$$RE = \frac{x - z}{z} \times 100\%$$

式中:  $RE$  —— 相对误差;

$x$  —— 对量程 50% 浓度仪器的测试值;

$z$  —— 量程 50% 浓度的值;

表 A. 2 为实际水样比对要求。

表 A. 2 为实际水样比对要求。

序号	项目	要求
1	pH	±0.2
2	高锰酸盐指数	含量<2.0mg/L, 相对偏差≤±30%; 含量≥2.0mg/L, 相对偏差≤±25%;
3	化学需氧量	5mg/L<含量≤50mg/L, 相对偏差≤±20%; 50mg/L<含量≤100mg/L, 相对偏差≤±15%; 含量>100mg/L 含量>, 相对偏差≤±10%;
4	氨氮	0.02mg/L<含量≤0.1mg/L, 相对偏差≤±25%; 0.1mg/L<含量≤1.0mg/L, 相对偏差≤±20%;
5	总磷	含量≤0.025mg/L, 相对偏差≤±30%; 0.025mg/L<含量≤0.6mg/L, 相对偏差≤±15%;
6	总氮	0.025mg/L<含量≤1.0mg/L, 相对偏差≤±15%; 含量>1.0mg/L, 相对偏差≤±10%;
7	铜	相对偏差≤±20%
8	锌	相对偏差≤±15%
9	氟化物	含量≤1.0mg/L, 相对偏差≤±20%; 含量>1.0mg/L, 相对偏差≤±15%;
10	硒	相对偏差≤±15%
11	砷	含量≤0.05mg/L 时, 绝对偏差≤±0.01mg/L 以内; 含 量>0.05mg/L 时, 相对偏差≤±15%
12	汞	含量≤0.5 μg/L 时, 绝对偏差≤±0.1 μg/L 以内; 含 量>0.5 μg/L 时, 相对偏差≤±20%
13	镉	含量≤0.005mg/L 时, 绝对偏差≤±0.001mg/L 以内; 含 量>0.005mg/L 时, 相对偏差≤±15%
14	铬(六价)	含量≤0.01mg/L, 相对偏差≤±20%; 0.01mg/L<含量≤1.0mg/L, 相对偏差≤±15%;
15	铅	含量≤0.05mg/L 时, 绝对偏差≤±0.010mg/L; 含 量>0.05mg/L 时, 相对偏差≤±15%
16	氰化物	含量≤0.05mg/L, 相对偏差≤±25%; 0.05mg/L<含量≤0.5mg/L, 相对偏差≤±20%;
17	挥发酚	含量≤0.05mg/L, 相对偏差≤±30%; 0.05mg/L<含量≤1.0mg/L, 相对偏差≤±20%; 含量>1.0mg/L, 相对偏差≤±15%;
18	阴离子表面活性剂	含量≤0.2mg/L, 相对偏差≤±30%; 含量>0.2mg/L, 相对偏差≤±25%;
19	硫化物	相对偏差≤±20%

注：1、比对水样测得浓度低于定量下限时，不做评价，可另选样品或适当加标后重新比对。

2、绝对偏差计算公式： $d_i = x_i - \bar{x}$

式中： $d_i$ ——绝对偏差；

$x_i$ ——无人实验室测得结果；

$\bar{x}$ ——\_无人实验室测得结果与手工检测结果的均值。

3、相对偏差计算公式： $RE(\%) = \frac{x_i - \bar{x}}{\bar{x}} \times 100\%$

式中：RE——相对偏差；

$x_i$ ——无人实验室测得结果；

$\bar{x}$ ——\_无人实验室测得结果与手工检测结果的均值。

附录 B  
(资料性附录)

表 B.1 为智能无人实验室运行过程中常见故障现象及参考处理方式。

**表 B.1 实验室常见异常情况及处理参考**

异常情况	处理方式
实验室跳闸	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 切勿贸然重启开机</li> <li>2. 条件允许由单位电工检测电路查明跳闸原因</li> <li>3. 仪器复位，将检测中的样品移除</li> <li>4. 视情况添加试剂，确认纯水是否充足</li> </ol>
机器人暂停无动作	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 仪器自行修复，点击“清楚故障”，点击“运行”</li> <li>2. 确认保护光栅状态（若触发保护状态则复位光栅即可恢复）</li> <li>3. 确认仪器状态（若因碰撞停机则需重新启动仪器）</li> <li>4. 若爪套破损，更换机械爪爪套</li> </ol>
数据无法上传甲方服务器	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 检测网络情况是否异常。</li> <li>2. 若为内网则向网管核实网络权限是否开放。</li> <li>3. 以上无法解决则联系相关售后人员</li> </ol>
无人服务器检测结果部分缺失	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 检查相关检测仪器是否开机</li> <li>2. 检查网线是否连接，电脑网卡是否正常</li> <li>3. 检查试剂是否充足</li> </ol>
气相分子项目检测波形异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 检查试剂是否充足</li> <li>2. 检查气源气压是否符合要求（0.3MP~0.4MP）</li> <li>3. 检查废液管是否阻塞</li> <li>4. 以上若无异常则联系相关售后人员</li> </ol>
智能总磷分析仪结果异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 检查试剂是否充足</li> <li>2. 检查油浴锅温度是否达标</li> <li>3. 检查样品瓶内外壁洁净度</li> </ol>
传送带偏移或者不移动	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 仪器自动修复，点击“清楚故障”，重新启动</li> <li>2. 调试 APP 复位</li> <li>3. 以上若无法恢复则联系相关售后人员</li> </ol>
管路漏液	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 手动拧紧手拧接头</li> <li>2. 检查软管接头是否密封</li> <li>3. 检查软管是否老化或破裂</li> </ol>
扫码失败	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 检查检测编码是否在样品任务内</li> <li>2. 重新贴码或者调整编码位置</li> </ol>
开盖异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 检查胶垫磨损，并更换胶垫</li> <li>2. 检查旋瓶工位是否打滑或瓶盖拧过紧</li> </ol>