

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/ XXXXX—XXXX

水质检测智慧实验室建设和运维技术规范

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

广东省质量检验协会 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。

本文件由广州市生态环境局黄埔技术中心提出。

本文件由广东省质量检验协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

生态环境水质检测智慧实验室建设和运维技术规范

1 范围

本文件规定了地表水、地下水、生活污水、工业废水及海水等生态环境水智慧实验室的术语与定义、基本设计、建设、验收、运行维护和管理等方面的技术要求，以及分析仪器的性能指标要求。

本文件适用于生态环境检测领域的水智慧实验室设计、建造、验收、运行维护与管理。

其他液态样品可参照本文件执行。

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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
GBT 27025-2019 检测和校准实验室能力的通用要求
GB/T 27476 检测实验室安全
GB/T 37140 检验检测实验室技术要求验收规范
GBT 39556-2020 智能实验室 仪器设备 通信要求
GBT 40343-2021 智能实验室 信息管理系统 功能要求
GB 50073-2013 洁净厂房设计规范
GB 50189 公共建筑节能设计标准
GB/T 50378 绿色建筑评价标准
GB 50736-2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
HJ 91.1-2019 污水监测技术规范
JGJ 91-2019 科研实验室建筑设计规范
HJ 630-2011 环境监测质量管理技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

检测仪器 intelligent detection instrument

实现任务接收、取样、含量初筛、预处理、检测、数据分析与处理、信息预判与上传等过程自动化、智慧化的新型设备。

注：检测仪器依据水质分析国家标准或行业标准等的方法原理，通过边缘计算、物联网和人工智能等现代技术手段，将仪器传统的测量、控制、调节和溯源等功能进行升级，以实现检测过程。

3.2

智慧实验室 wisdom laboratory

利用物联网、大数据和人工智能等信息技术，对检测的全过程各要素进行智能感知、分析和处理，实现检测过程自动化、精准化、智能化、规范化的实验室。样品进入实验室以后分析全过程无人化，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。

3.3

功能机器人 functional robot

专为生态环境水质检测特定检测场景设计，其核心能力围绕感知-决策-执行链条构建。

4 设计

4.1 结构设计

4.1.1 一般要求

智慧实验室架构的设计，宜符合实现实验室全面资源管理的计算机应用系统要求，形成一套完整的检测综合管理系统，满足日常管理需求。

4.1.2 框架结构设计

包括基础框架结构、拓展框架结构设计。

4.1.3 功能结构设计

智慧实验室的功能结构包不限于样品分拣模块、样品表征模块、样品初筛模块试剂补充模块、断电保护模块等。不同制造商可以对模块的名称自定义，但其基本功能应满足本文件要求。

4.1.4 样品运输系统设计

4.1.4.1 流水线系统

包含转移样品、识别样品、输送样品、分取样品、输送样品等五个功能。

转移样品：通过移动机器人将样品瓶从样品台转移到识别模块，识别后传送到传送带，或将从传送带送回样品瓶放置回样品台，使用机械臂技术。

识别样品：通过高清摄像头扫描样品瓶上的条形码、二维码（样品唯一性编码），实现样品识别。

输送样品：通过传送带将样品瓶输送到分样模块。

分取样品：通过机械爪打开样品瓶瓶盖，插入取样针吸取样品。

输送样品：使用蠕动泵吸取样品，通过管路输送到待测项目检测设备。

4.1.1.2 移送机器臂

用于样品转运、定量分取以及与各自动检测单元的对接

包含移动轨道、多关节机械臂、机械臂前端配套夹爪夹指。

样品分取：从样品瓶中定量分取样品及质控相关样品到待测容器，用于后续检测环节。样品分取时，应满足检测方法要求，如混匀取样、pH测定及调节等。

样品转移：将装有待测样容器转移至各自动检测单元。

4.2 流程设计

4.2.1 工作流程设计

工作流程设计包括：样品交接与识别、样品保存、样品初筛、样品分配、样品预处理、样品检测、数据分析处理、报告编制等环节。智慧实验室工作流程可根据实际用户业务需求及项目情况作不同设计。

4.2.2 数据流程设计

数据流程设计包括：数据审核和批准、报告生成和批复及数据复审、报告复批的流程。

4.2.3 样品复测流程设计

样品复测流程设计包括：检测指标含量逻辑关系公式输入、样品编号录入、样品常规检测、样品复测流转、样品复测保存待检。

5 智慧实验室实体

5.1 功能模块

5.1.1 中央主控模块

通过软硬件结合，实施对实验室各类型功能的模块、机器人等设备的控制开关、传感器等电器元件的控制、整合和监控，实现实验室样品检测的全流程自动化，并在自动化基础上实现智能分析、决策、执行，甚至智慧创造发明。

5.1.2 样品分拣模块

用于批量样品的识别、分类并转移至样品运输系统。

包含样品条形码、二维码、射频识别（RFID）等识别装置，移动轨道、多关节机械臂、机械臂前端配套夹爪夹指等抓取转移装置。

5.1.3 样品表征模块

用于样品状态、物理化学性质等表征项目的测量，表征项目包含pH值、浊度、嗅和味、色度、电导率、溶解氧等指标。

包含自动移动、混匀、开关盖装置，以及检测指标的电极或传感器等。

应具备传感器的校准、自动清洁和自保护功能；传感器自动切换以及配置功能。

5.1.4 样品初筛模块

5.1.4.1 浓度水平初筛

采用化学快速检测预制试剂法或全光谱等技术，初步实现快速测量样品高、中、低浓度水平，并将结果反馈至中央主控模块，告知在检测任务开始前，对该批样品进行低、中、高排序后依次进入下个模块，测试时间不超过10 min/个样。

5.1.4.2 干扰物初筛

采用化学快速检测预制试剂法或全光谱等仪器快检技术,初步实现快速定性和定量样品中的各类干扰物,并将干扰物浓度水平结果反馈至中央主控模块。

化学快速检测预制试剂法的样品用量不超过5 ml/个样,试剂用量不超过5 ml/个样,测试时间不超过10 min/个样。

仪器快检法的样品的用量不超过20 ml/个样,初筛时间不超过10 min/个样。

5.1.5 样品预处理模块

对样品自动实施预处理操作,包括但不限于稀释、调节pH值、絮凝、过滤/抽滤、离心、加热、消解、蒸馏、萃取、纯化、真空镀膜、固相萃取、氮吹浓缩等。预处理模块可独立配置或集成在检测仪器中,并具备自清洁功能。

5.1.6 检测仪器

检测仪器采用的检测方法,应符合国内外手工检测实验室现行有效的国家标准、行业标准或地方标准,质量保证与质量控制应满足相关要求。

5.1.7 废液管理模块

在样品分取、预处理及仪器检测等过程中产生的废液,应按不同性质类别和要求进行集中或分类收集管理;涉及危险废物的,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。

5.1.8 样品留存模块

该模块用以保存待测(尤其是检测值可疑待复测)或已测暂存样品,储存方式与条件应满足相应方法标准的要求(如低温、避光等)。

5.1.9 数据分析模块

该模块负责检测数据的全流程处理与管理,具体要求如下:

- 数据处理流程:依据检测方法标准中的计算公式进行数据计算,确保计算逻辑与标准一致。采用 GB/T 8170 规定的数值修约规则,确保结果的准确性和一致性。对异常数据(如逻辑矛盾、超出量程等)自动触发复测流程,并生成异常记录。
- 数据存储与备份:中央主控模块需存储原始数据、质控数据及处理结果,存储周期不低于 6 年。数据每日自动备份至本地服务器及云端,并加密存储,确保数据安全。
- 报告生成与输出:支持定制化报告模板,自动生成不同类型的检测分析报告。报告需经电子签名或权限审核后发布,确保数据可追溯性。
- 智能分析功能:集成 AI 算法对历史数据进行趋势分析,识别潜在污染源或异常波动。支持与“生态环境大脑”联动,实时上传数据用于区域水质综合评价。

5.1.10 质量控制模块

依据用户设定的规则,以及国内外手工检测实验室执行的现行有效的国家标准、行业标准或地方标准,自动添加空白样、平行样、加标样、标准样、标定样等质量控制功能,按计划自动完成质量控制样品检测及结果判断,超出限值时自动触发复测并报警。

5.1.11 安监模块

安全运行是智慧实验室的重要要求，应根据检测项目及管理要求，配置必要的安监模块，可根据实际检测项目及管理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、火灾监控等装置。

5.1.12 纯水供应模块

为保证智慧实验室的长期无人化运行，减少补充纯水的人工操作，可配备纯水制备设备或外接集成管路实现自动供水。

5.1.13 清洗模块

实现样品瓶或检测器皿的自动清洗，可附带风干、烘干功能和洁净度检验等功能。

5.1.14 试剂补充模块

实现试剂的自动配制、输送与供给。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措施核查试剂配制的准确性。

5.1.15 断电保护模块

当实验室发生断电时，对主控模块、部分大型设备或对整个智慧实验室提供临时用电的不间断电源。用户可根据实验室实际情况，选择是否配置及断电保护覆盖范围和时长。

5.2 功能机器人

包括试剂标液配制机器人、称量机器人、理化指标全自动分析机器人、水体微生物全自动分析机器人。

6 智慧实验室软件

6.1 生态环境水质检测智慧大脑

生态环境检测智慧大脑负载于中央主控模块，是覆盖智慧实验室环境检测全生命周期（含采样、传输、分析、质控、报告等环节）的智能化中枢系统，基于物联网、大数据、人工智能等技术，实现对实验室的人员、设备、信息系统和数据资源等全要素的一体化整合与协同，具备“感知 - 学习 - 决策（创造） - 执行”的闭环智能能力。

6.2 报告生成系统

建有智慧实验室各类型项目报告库，包含不限于以下几类：某批次水质某项/类检测指标或污染因子原始分析报告；某批次水质多指标综合分析报告；某河（湖、涌）季度或年度水质综合分析报告；某地域、某行业、某项/类检测指标或污染因子季度或年度水质综合分析报告；某批次应急事件某项/类检测指标或污染因子溯源分析报告。

6.3 实验室节能环保监控系统

记录、追溯智慧实验室的每一个用电、水、试剂、耗材等环节，统计用电、水、试剂、耗材等总量，并定期针对异常用量情况发出预报和提出整改建议。

6.4 实验室环境调控系统

在满足仪器设备正常运行及保证样品检测质量基本要求的条件下,结合实验室节能环保监控系统的建议,实现对实验室环境的温度、湿度、光度、空气、气压等条件的智慧调节。

6.5 样品干扰去除智囊系统

根据样品表征模块和初筛模块结果,结合检测方法要求,智慧规划样品预处理方案。

6.6 检测数据记录追溯系统

检测数据记录溯源系统应对接LIMS,具备分析数据、报告等以关键词、报告类别、日期等形式的检索和追溯功能。

6.7 异常事故预报预警和维修AI建议系统

为确保异常事故预报预警和维修AI建议系统应具备数据采集与整合能力、异常检测能力等等。

6.8 AI智能语音指令收发系统

具备低延迟的指令传输能力,从接收到指令到系统作出响应的的时间,应控制在300 ms以内,确保设备能够快速响应指令。

6.9 仪器计量定期提醒和AI自校系统

6.9.1 仪器计量定期提醒

仪器设有计量定期提醒系统,可根据上次计量校准日期与校准周期自动计算下一次计量日期,并在有效期届满前1个月发送预警通知,超期前7天升级为警示状态,逾期未计量则自动触发故障提报并锁定设备权限,实现全流程管控。

6.9.2 AI自校

实验室可根据用户需求、设备传感器寿命、使用频次等一个或多个因素,依据相关技术方法,对仪器各计量参数进行自动校准。自动记录校准结果,并进行不确定度智能评估,自动判定校准结果符合性,生成校准报告。

6.9.2.1 开机自检

执行硬件状态检测(电源、存储、传感器)、软件版本校验及数据完整性检查、异常时触发多级报警(声光警示+可视化提示),并生成诊断日志。

6.9.2.2 过程自检

实时比对运行参数与预设值,偏差超限时按等级预警,同步记录异常数据供溯源分析,例如运行轨道偏离、传感器及样品框位置偏移等。

6.9.2.3 仪器定期自检

- a) 周期:根据仪器类型与使用频次动态设定(周/月/季);
- b) 标液核查:月均浓度验证(偏差 $\pm 10\%$ 以内);
- c) 管理:LIMS自动调度任务、推送提醒,电子化记录数据并生成稳定性趋势图,确保长期性能可控。

6.10 AI 节能调控系统

6.10.1 不同工种作业 AI 节能调控

针对采样、分析、运维等不同工种，制定AI节能策略（如设备自动启停、资源动态分配、能耗预测优化），明确节能调控的触发条件、控制流程及效果评估指标。

6.10.1.1 调控机制

建立能耗预测模型：基于历史数据和实时环境参数，预测不同工种作业的能耗趋势。

动态资源分配：根据检测任务优先级和能耗情况，智能调度设备、人力等资源。

闭环反馈优化：通过实时监测能耗数据，自动调整调控策略，形成“监测-分析-优化-反馈”循环。

6.10.1.2 节能效果评估指标

量化指标：单位检测任务能耗、系统整体能耗降低率、设备利用率提升率。

定性指标：调控响应速度、系统稳定性、人工干预频率减少程度。

6.10.2 暖通 AI 节能调控

通过实时监测和分析暖通系统的运行状态、室内外环境数据、用户需求等信息，对实验室的暖通系统（供热、通电和空调等）进行AI智能、系统化管理和能效优化，以达到节能降耗的目的。

7 智慧实验室建设

7.1 场地要求

7.1.1 建设规模

建设单位根据业务需求选择配置不同功能机器人,配置与检测项目和检测任务量相匹配的检测仪器,并根据仪器规格、数量确定建设场地空间规模。

7.1.2 实验室分区及要求

7.1.2.1 基本要求

- a) 工作区域布局合理，通风、给排水、照明、温湿度、强弱电、供气等基础设施应符合实验室基本标准，实验室环境条件应满足仪器设备正常运行及保证样品检测质量的基本要求；
- a) 实验室洁净度、电源稳定性、冷热源布局、水电路走向、消防安全设施、有毒有害及易燃易爆试剂的存放等，应符合相关工作需求；
- b) 通信条件良好，且通信线路或无线网络质量符合数据传输要求；
- b) 无论是改建还是新建实验室，实验室布局应符合检测流程、区域划分合理、防止干扰与污染；
- c) 涉及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；
- d) 环境条件：环境温度 10 ~ 25℃，24 h 内温度浮动在 10℃内，湿度 10 ~ 85%；
- e) 无影响仪器使用的振动和电磁干扰。

7.1.2.2 特殊要求

7.1.2.2.1 称量

(1) 防震要求

远离振动源、稳固的安装台面。

(2) 温湿度控制

- a) 普通天平，室温 20 ~ 26°C，波动 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ ；高精度分析天平温度波动 $\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ ，最佳范围 20 ~ 25°C。
- b) 相对湿度控制在 45 ~ 65%之间，配备恒温恒湿设备或除湿机。

(3) 环境条件

防气流与灰尘、光照与电磁干扰。挥发性物质称量应在操作区域上方加装局部排气装置。

(4) 其他要求

- a) 供电需稳定，建议配置独立电路，避免电压波动；不设水管，防止结露或渗漏。
- b) 单独设置，避免与高温室、有机前处理室相邻，减少交叉污染；微量天平需专用区域，人机分离以减少操作干扰。

7.1.2.3.2 水体微生物

c级及以上洁净区。

7.2 功能机器人参数和其他要求

7.2.1 各类功能机器人参数

为保障智慧实验室的日常检测需求，充分考虑检测项目和检测量，配置相关功能机器人。在充分调研的基础上，功能机器人的配置参数应与检测需求及检测量相适应，科学合理设置一定种类和数量的检测仪器。

7.2.2 检测仪器性能要求

- a) 可根据实验室检测能力的设计要求，结合实验室目标定位，自由选配检测所需的检测仪器。
- b) 检测仪器用于不同类别水样的检测，其性能指标应满足国内外手工检测实验室执行的现行有效的国家标准、行业标准或地方标准中关于最小检测范围、检出限、精密度、正确的、比对要求等。
- c) 检测仪器应定期自动进行零点（空白）校准及正确度控制的质量控制样核查、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范围内。
- d) 可单独对各检测仪器的工作量程、检测项目进行设置；各检测仪器可单独进行相应的水质参数检测；各检测仪器可单独进行维修和维护，单台检测仪器的维修不影响其他水质项目的检测。

7.2.3 中央主控模块要求

包括样品信息关联和登记、样品传递、检测任务安排、质量控制、数据处理、数据判定、数据保存等。

8 智慧实验室验收

8.1 总体要求

智慧实验室的验收，以各功能机器人队列为验收单位，小到检测仪器为最小单元，大到对整个智慧实验室系统运行的整体验收。

验收可按照GB/T 37140的要求执行。

8.2 验收基本条件

智慧实验室验收应具备以下条件：

- a) 实验室的通风、给排水、照明、温湿度、强弱电、供气、通讯等基础设施满足相关技术标准、规范要求。
- b) 仪器设备外观无损，可正常运行。
- c) 完成智慧实验室调试，技术指标满足国内外手工检测实验室执行的现行有效的国家标准、行业标准或地方标准技术标准、规范。

8.3 验收技术内容

8.3.1 硬件系统验收

8.3.1.1 模块的验收

在硬件系统验收合格的前提下，对照5.1和相应的技术合同逐条进行核实验收。

8.3.1.2 功能机器人的验收

在硬件系统验收合格的前提下，对照5.2、7.2和相应的技术合同逐条进行核实验收。

8.3.2 稳定性验收

智慧实验室完成安装及调试后，连续进行200~500个样品的全项目测试。记录测试期间的故障率应 $\leq 0.05\%$ 。其中，故障率是衡量系统在特定样品检测任务工作量内，处于运行状态的系统发生故障的概率，单位是“%”。其中故障特指需要重启系统或设备，会造成系统检测流程中断的故障。

9 智慧实验室自运行、日常维护和管理

9.1 总体要求

智慧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。

9.2 自运行质量控制要求

9.2.1 基本要求

智慧实验室应以功能机器人为单位，检测仪器为最小单元，建立适当的质量控制方法，按样品批次自动执行，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。

可采用的质量控制措施包括但不限于：空白检验、质量控制样品检验、标准曲线核验、平行测定质量控制、基体加标质量控制、方法比对。

9.2.2 具体要求

9.2.2.1 称量

每日开机自动执行零点校准和量程验证,支持外部砝码标定功能,校准记录可追溯至国家计量标准。每月至少1次进行不确定度评估,确保称量结果符合GB 91.1要求。

9.2.2.2 非金属无机

- a) 每批样品至少测试 1 个空白样。
- b) 使用当天绘制标/标定准曲线。
- c) 每 ≤ 20 个样品测试 1 个平行样
- d) 每 ≤ 20 个样品测试 1 个有证标准样品或标准物质。

9.2.2.3 重金属

- a) 每批样品至少测试 1 个空白样。
- b) 使用当天绘制标/标定准曲线,当正确度不在范围内时,重新绘制标准曲线。
- c) 每 ≤ 10 个样品测试 1 个平行样
- d) 每 ≤ 10 个样品测试 1 次标准曲线中间点核查;每批样品测试 1 个实验室质量控制样/;每批样品测试 1 次空白加标或实验室质量控制样;每批样品测试 1 次基体加标及 1 次基体加标平行。

9.2.2.4 有机

标准方法有规定的,需满足相应的标准方法要求。

标准未规定的需至少满足以下要求:

- a) 校准曲线至少需 5 个浓度系列,目标化合物相对响应因子的 RSD 应 ≤ 20%,或者校准曲线相关系数 ≥ 0.990。否则应查找原因或重新建立校准曲线。
- b) 每 24 h 分析一次校准曲线中间浓度点,其测定结果与实际浓度值相对偏差应 ≤ 20%,否则重新绘制校准。
- c) 每批样品至少测试 1 个空白样,空白值需低于方法检出限(MDL)。
- d) 每 ≤ 20 个样品测试 1 个平行样,相对偏差 ≤ 25%(痕量有机物可放宽至 30%)。
- e) 每 ≤ 20 个样品测试 1 个有证标准样品、加标回收样品或标准物质,有证标准样品测定值应在证书范围内,标准物质测定值与标准值相对误差 ≤ ± 20%,或加标回收样品的回收率范围 70 ~ 130%。

9.3 自维护技术要求

9.3.1 例行自维护

智慧实验室应可周期性自动开展例行维护(每周不少于1次),包括各模块、功能机器人队列的检查、易损件更换、耗材更换、试剂更换、管路清洗等工作。

9.3.2 自保养检修

根据智慧实验室运行负载等具体状况,定期对正在运行的仪器设备进行预防性检修。

- a) 智慧实验低于最大负载 60%以下,检测模块和仪器设备每年至少进行 1 次保养检修,若 ≥ 60% 负载,则保养检修间隔应缩短至每半年至少 1 次。

- b) 定期检查检测仪器中的光源、电极、泵、传感器等关键零部件的损耗情况，若需更换，报警提醒。
- 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。
- d) 每次全面自保养检修完成后，或更换仪器设备中的光源、泵、传感器等涉及定量与检测的关键零部件后，智慧实验室开机运行后自动进行校准和检查，并记录检修校准情况。

9.3.3 故障自维修

故障自维修是指对出现故障的仪器设备自动进行针对性检查和维修。故障自维修应做到以下几个方法。

- a) 常见故障，应可自行进行故障排查，并自动开展维修，若无法自动则提醒报警，提示实验室操作员维修要点。常见异常情况及处理办法详见附录 A。
- b) 在智慧实验室开机运行后，应自动对经故障维修后的仪器进行校准。

9.4 管理要求

为确保智慧实验室的正常运行和监测数据的准确可靠，应设置实验室系统的分级管理权限，合理分配操作、审核、监督、维护、维修、应急处置等管理职能。

应建立相应的保障制度，包括但不限于以下内容：实验室运行管理办法、实验室运行管理人员岗位职责、实验室质量管理保障制度、仪器及中央主控模块操作规程、实验室建设、运行维护和质量控制的档案管理制度。

9.5 自记录

在智慧实验室运行过程中，主动记录运行每个环节，尤其是关键设备的使用、运行维护、保养检修、故障维修、环境条件及日常管理等过程，保证各项工作内容的记录完整、全面、准确。

9.6 安全管理

- a) 应制定完善的安全管理制度，宜覆盖硬件安全、软件安全、数据安全、网络安全、信息安全、系统安全等保护措施，实现安全管理数字化，系统应记录所有操作行为，包括登录、数据访问、设备操作等。
- b) 每个月定期自动备份数据至备用数据库，备份数据应存储在安全的位置，避免与主系统同地存储。验证备份数据的完整性和可用性，确保在需要时能够成功恢复。
- c) 每周定期自动开展安全、加密、权限控制等都是常见的数据安全措施。同时，在数据的存储、传输和使用过程中，应采取数据加密、备份等措施，确保数据的安全性和可靠性，所有接入系统的设备必须通过身份认证。根据设备类型和用途分配不同的访问权限，确保设备只能访问其工作所需的系统资源。
- d) 宜对智慧实验室的系统资源进行实时监测，对智慧实验室内的进出人员进行信息安全教育培训，增强智慧实验室操作人员的信息安全意识和技能，人员的权限分配应遵循“最小权限原则”，避免过度授权。
- e) 加强安全监控和预警，利用物联网技术，对智慧实验室内的硬件、环境等进行全方位监控，及时发现并处理安全隐患，避免出现安全事故。同时，利用智能预警系统，对智慧实验室的安全风险进行预测和预警，为智慧实验室安全管理提供科学依据。
- f) 安全性宜符合 GB/T 27476（所有部分）的要求。