

团 体 标 准

T/ACEF XXXX—2024

智能质控生态环境物联网设备 一般技术要求

General technical requirements for intelligent quality control ecological and environmental IoT devices

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中华环保联合会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 网络拓扑结构	2
5 通用要求	2
5.1 设备标识	2
5.2 设备软件版本控制	3
5.3 运行时安全	3
5.4 数据可靠传输	3
5.5 监测值质控	3
5.6 设备健康及运维	3
5.7 设备组成	3
6 技术要求	4
6.1 外观要求	4
6.2 工作条件	4
6.3 安全要求	4
6.4 运维	4
6.5 数据存证要求	4
6.6 监测数据质控	5
6.7 设备健康管理	5
7 设备测评	6
7.1 硬件性能评价	6
7.2 软件评价	6
7.3 数据质控有效性评价	7
7.4 设备健康运行评测	7
附 录 A （资料性） 智能质控生态环境物联网设备测评表	8

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。

本文件由北京环丁环保大数据研究院提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件起草单位：北京环丁环保大数据研究院、北京市生态环境监测中心、北京微芯区块链与边缘计算研究院、联通数字科技有限公司。

本文件主要起草人：…、…、…。

智能质控生态环境物联网设备 一般技术要求

1 范围

本文件规定了智能质控生态环境物联网设备的组成、特征、技术要求、测评方法。

本文件适用于生态环境监测物联网设备设计开发单位、环境物联网监测系统开发单位、环境监测单位进行环境监测设备设计、数据质量控制和设备运维。

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 4883 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理

GB 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求

HJ/T 373 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范（试行）

HJ 630 环境监测质量管理技术导则

HJ 817 环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统运行和质控技术规范

HJ 928 环保物联网 总体框架

《环境质量自动监测运维机构质量管理体系建设通用要求（试行）》（总站质管字(2021)627号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

物联网设备 internet of things device

具有环境感知功能，并可以把感知数据进行网络传输的设备。

3.2

质量控制 quality control, QC

指为了达到质量要求所采取的作业技术或活动。

3.3

通用唯一标识码 Universally Unique Identifier, UUID

通用唯一标识码是指在一台机器上生成的数字，它保证对在同一时空中的所有机器都是唯一的。

3.4

散列映射 hash image

把输入信息进行散列变换的映射称为散列映射，本规范建议采用国产密码算法SM3作为散列变换函数。

3.5

数据指纹 digital fingerprint

原始信息经过散列映射后得到的值成为原始信息的数据指纹。

3.6

可信平台模块 trusted platform module, TPM

可信平台模块是一个微控制系统，包括控制器和安全存储，用于存放验证平台所需的关键信息，如密码、证书和加密密钥。可信平台模块通过存储平台度量值，确保平台软件和参数的可信性。

3.7

区块链轻节点 light node of blockchain

区块链轻节点只存储与自己相关的交易数据和交易验证关键数据，如区块头和交易默克尔树的根哈希，通过简化验证技术来验证交易。轻节点大幅度减少了设备资源需求，适用于前端监测设备或其他资源受限的环境。轻节点能够提高区块链网络的扩展性和效率，但对整个网络的安全性和完整性贡献较小。

3.8

区块链全节点 full node of blockchain

区块链全节点是区块链网络中的完整节点，保存区块链的全部历史数据，并能够独立验证交易和区块的有效性。全节点需要较大的存储空间和计算资源，除进行交易验证外，还参与区块链网络的共识机制，保障区块链的安全和稳定。

3.9

定基指数 fixed base index

定基指数指在按时间顺序编制的指数数列中，各时期指数的对比基期，均以同一个固定时期对比而形成的指数。在本标准中指设备参数的基准值。

3.10

可信根 root of trust

可信根是可信计算系统中的核心组件，它作为信任的起点，确保系统的可信性。可信根通常来源于一个硬件芯片，如可信平台模块，它提供了硬件级别的安全保障，确保系统的启动程序、存储数据和对外报告的可信性。

4 网络拓扑结构

根据HJ 928 中的环保物联网体系架构，智能质控生态环境物联网设备网络拓扑结构见图 1。

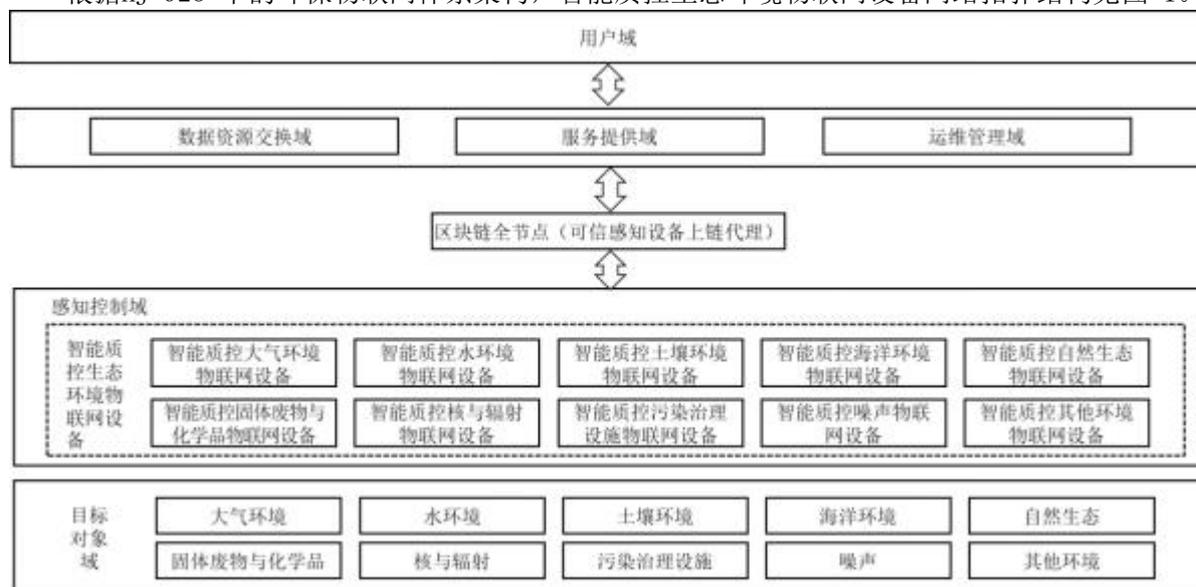


图 1 智能质控生态环境物联网设备网络拓扑图

5 通用要求

5.1 设备标识

5.1.1 唯一标识

每个环境物联网设备必须具有一个UUID，设备的UUID与其数据指纹应以不可擦除、不可重写的只读方式保存在设备中。

5.1.2 操作要求

提供UUID及其数据指纹只读操作指令或函数。

5.2 设备软件版本控制

5.2.1 设备软件

设备软件包括操作系统、驱动程序、应用程序。

5.2.2 软件数据指纹

软件应具备数据指纹。

5.2.3 软件入网注册

软件数据指纹在设备接入监测网络时应作为注册内容的组成，注册到监测网络鉴权管理子系统中。软件更新时应重新注册。

5.3 运行时安全

设备应具有可信平台模块，通过信任传递方式保障设备的操作系统、配置参数和应用软件的运行时安全性。

5.4 数据可靠传输

在区块链网络上注册的物联网设备可作为区块链系统的轻节点，通过代理方式接入区块链系统。物联网设备与代理节点之间进行数据传输时，应采用数字签名及时间戳方法保证数据传输的完整性、私密性、可溯性、不可抵赖性和时间证明。

5.5 监测值质控

设备应具有边缘计算能力，能够根据系统派发的规则和预训练模型对监测值进行校验。

5.6 设备健康及运维

通过区块链智能合约管理物联网设备的健康状态及运维过程，将设备健康与运维的关键数据存储于区块链系统中。

5.7 设备组成

设备的组成见图2，具体应用时根据厂商的实际情况进行功能选取。设备的组成部分包括：

- a) 处理器：通常为嵌入式处理器、单片机，根据设备连接传感器类型不同，可执行质量控制规则和系统下发的预训练模型等控制逻辑；
- b) 可信平台模块：身份识别、状态度量、保密存储功能，通过存储平台度量值和可信根传递，确保设备系统软件、应用软件和配置参数的可信性；
- c) 外设接口：完成设备各类传感器连接。

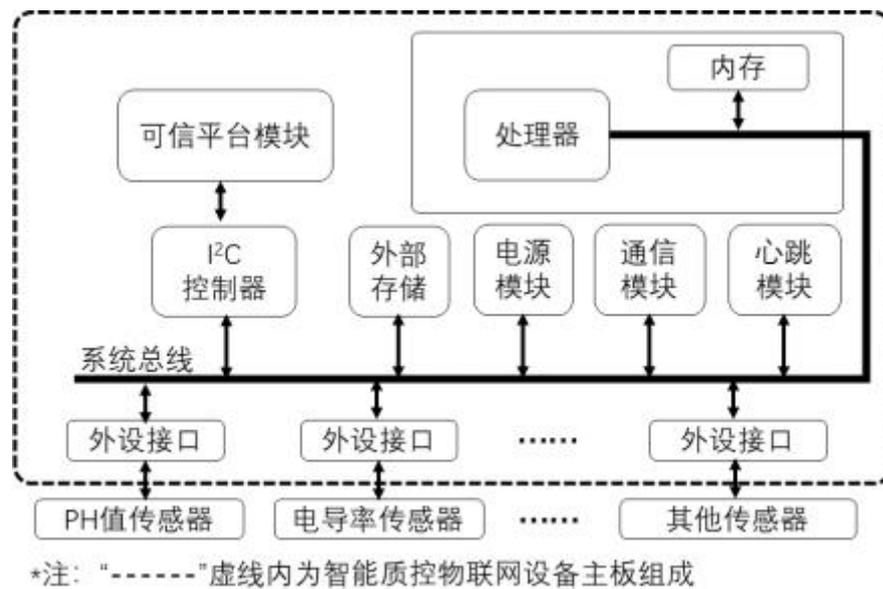


图 2 智能质控生态环境物联网设备组成原理图

6 技术要求

6.1 外观要求

设备外观应符合下列要求：

- 设备应有产品铭牌，铭牌上有采样器名称、型号、生产厂家名称、出厂编号、生产日期、维护电话等信息；
- 设备外观应完好无损、表面无明显损伤；
- 设备接口位置、接线应有明确标识。

6.2 工作条件

环境温度： $-30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

供电电压：AC (220 ± 22) V， (50 ± 1) Hz，DC (5 ± 0.5) V。

6.3 安全要求

遵循GB 4943.1-2011信息技术设备 安全 第1部分：通用要求。

6.4 运维

在环境质量自动监测中的运维，应符合《环境质量自动监测运维机构质量管理体系建设通用要求（试行）》（总站质管字(2021)627号）的相关要求。

6.5 数据存证要求

6.5.1 可信运行环境

物联网设备通过可信平台模块的可信根传递，建立信任链。

设备加电或重启过程设计应确保可信平台模块先行启动，通过对引导程序、操作系统、应用软件和系统参数的依次状态度量 and 信任跟的同步传递建立物联网设备的可信运行环境。

6.5.2 接入区块链系统

设备应采用预先注册方式接入区块链系统，注册信息应包括本设备的通用唯一标识码、标识码指纹、软件版本、软件指纹、参数配置等内容。设备开机或重启后应先进性注册信息验证，验证通过后方可接

入区块链系统。

6.5.3 数据存证操作

物联网设备作为区块链轻节点，仅存储本地上链的业务数据和被授权访问的业务数据，应通过权限和加密隔离未被授权访问的数据，以达到数据隐私保护的目的。

对于敏感业务数据及设备参数，物联网设备及代理节点均应对其进行加密，把加密后密文做为交易数据，在区块链系统中进行传输。

监测数据和关键参数上链前，应通过链上链下数据比对的方式确保物联网设备的关键参数不被非法修改。

物联网设备采集到监测数据和设备参数后，应经过数字签名后发送至区块链代理节点，封装交易数据并进行上链操作。

6.6 监测数据质控

6.6.1 数据格式校验

采用正则表达式对数据格式进行校验。

6.6.2 记录数检查

当设备特定时段内返回有效数据的记录数有明确要求时，可通过比较设备特定时间段内返回的记录条数，对数据进行概括性验证。主要是检查设备在特定时间内返回的记录数是否为确定的数值或在确定的范围内。

6.6.3 关键指标总量验证

当同表内对同个字段从不同的维度进行统计存在汇总关系时，对于关键指标，应从不同维度统计检查，进行总量检验。

6.6.4 历史数据对比

历史数据对比法包括同比和环比两种方式。通过历史数据观察数据变化规律，从而验证数据质量。评估时应根据各种指标发展特点，重点对同比变化幅度较大的数据进行审核。

6.6.5 时间序列数据校验

采用时间序列分析算法模型，如自回归综合移动平均模型、随机森林、长短期记忆模型等模型预测未来数值的置信区间，判定数据正确的概率，进行数据校验。

6.6.6 值域判断

当可以确定一定时期内指标数据的合理变动区间时，可用区间作为值域对数据进行质量控制。其中数据的合理变动区间范围可以直接根据业务经验来确定。

可采用GB/T 4883中的离群值判别方法识别离群值，也可以通过大数据、机器学习等方式来确定指标数据的合理变动区间。

6.6.7 机器学习审核

当数据具有特定且复杂的逻辑关系时，采用机器学习方法训练智能模型，通过模型进行数据质量控制。

6.6.8 数据匹配判断

依据多源数据通过智能模型对物联网设备监测数据进行交叉核验、匹配判断。

6.7 设备健康管理

6.7.1 设备健康指标选取

选取设备运行中对监测数据采集、计算影响较大的重要参数作为设备的健康指标，重要参数包括设备的核心参数和状态参数。

6.7.2 设备健康评价

设备参数中对感知设备示值有影响的参数均是设备健康评价的备选指标，指标权重通过对应参数对监测数据形成的影响程度来确定。指标的权重分为静态权重和动态权重，其中静态权重根据参数类型、参数波动、单位时间内的故障次数等因素来确定，动态权重由参数偏离标准值时对设备监测值影响程度的大小来确定见公式1、公式2。

$$w_{ip} = w_{is} + w_{id} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

w_{ip} 为参数权重指数；
 w_{is} 为参数静态权重；
 w_{id} 为参数动态权重。

$$W_i = \frac{w_{ip}}{\sum_{i=1}^n w_{ip}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

w_i 为参数权重因子。

基于定基指数特性，根据仪器参数的标准值计算参数相对变化率，结合参数权重计算仪器健康指数见公式3。

$$E = 100 \times [1 - \text{MAX}(I_i \times W_i)] \dots\dots\dots (3)$$

式中：

I_i 为参数相对变化率。

7 设备测评

7.1 硬件性能评价

7.1.1 接入区块链测试

智能质控生态环境物联网设备注册接入测试区块链系统后，并能够实现数据传输、参数设置与校验等功能。

7.1.2 设备可信环境测试

采用非法入侵手段，尝试更改设备的操作系统、系统参数、应用软件、应用参数等，查看设备是否触发报警。

7.1.3 算力和存储性能测试

主频具有足够的处理能力，并配备散列映射硬件处理器。

7.1.4 UUID 固化检测

提供设备唯一固化标识码及所采用芯片的规格书。

7.2 软件评价

7.2.1 监测数据采集

模拟监测数据采集行为，可信监测设备采集监测数据的有效率应符合设备性能的基本要求。

7.2.2 设备参数采集

模拟设备参数采集行为，可信监测设备采集设备参数的有效率应符合设备性能的基本要求。

7.2.3 数据上链测试

将设备采集到的数据和当前参数加密上链，数据上链的有效率应当足以保证数据完整性。

7.3 数据质控有效性评价

7.3.1 基于**时序**分析的数据异常识别算法

人为修改监测数据，使之明显偏离正常值，查看数据异常识别是否落在置信区间之外并处罚异常数据报警。数据异常识别有效率应当足以保证异常数据的准确识别。

7.3.2 设备多参数关联分析

人为修改监测设备参数，使其明显偏离正常范围，查看设备是否给出数据异常报警。数据异常识别有效率应当足以确保设备能准确发出异常报警。

7.4 设备健康运行评测

人为调整监测设备的多个关键参数，查看仪器健康指数变化情况，当仪器健康评分<80时，提示设备“警告”状态；当评分<60时，提示设备“故障”状态。

附录 A
(资料性)
智能质控生态环境物联网设备测评表

智能质控生态环境物联网设备关键技术指标的测评见表A.1

表 A.1 智能质控生态环境物联网设备测评表

设备名称	设备编号				
设备型号	测评日期				
测评单位	测评人员				
测评项目	测评方法	测评标准	测评结果	备注	
一、硬件性能评价	接入区块链测试	设备注册接入测试区块链系统后，测试数据传输、参数设置与校验功能	功能正常	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	
	设备可信环境测试	采用黑客入侵手段，尝试更改设备的操作系统、系统参数、应用软件、应用参数等，查看设备是否触发报警。	触发报警	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	
	算力和存储性能测试	检查主频和散列映射硬件处理器的处理能力	符合要求	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	
	唯一固化标识码检测	提供设备提供唯一固化标识码所采用芯片的规格书。	符合要求	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	
二、软件评价	监测数据采集测试	模拟监测数据采集行为，统计可信监测设备采集监测数据的有效率。	符合要求	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	
	设备参数采集测试	模拟设备参数采集行为，统计可信监测设备采集设备参数的有效率。	符合要求	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	
	数据上链测试	将采集到的各类数据加密上链，统计数据上链有效率。	符合要求	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	
三、数据智能质控和运行状态测试	基于时序分析的数据异常识别算法	人为修改监测数据，使其明显偏离正常值，检查数据异常识别是否准确。	准确识别	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	
	设备多参数关联分析	人为修改设备参数，检查设备是否能准确发出异常报警。	触发报警	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	
	设备健康指数模型	人为调整监测设备的多个关键参数，查看仪器健康指数变化情况及告警和故障状态。	仪器健康评分<80,提示“警告”状态；评分<60,提示“故障”状态。	<input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	