

《智能质控生态环境物联网设备一般技术要求》

（征求意见稿）

编制说明

一、任务来源

科技部为贯彻落实《关于加快推进生态文明建设的意见》，按照《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》（国发〔2014〕64号）要求，制定了国家重点研发计划“场地土壤污染成因与治理技术”重点专项实施方案，设立了《基于人工智能与区块链技术的生态环境新型治理体系研究与示范应用》研究项目。北京市生态环境监测中心、北京环丁环保大数据研究院、清华大学等单位承担了这一项目。

生态环境监测数据的准确性、及时性和可信性是环境管理科学决策、精准施策的重要依据。然而，从生态环境部公布多批次生态环境执法典型案例看，通过在环境监测设备端预留后门程序、人为篡改监测设备配置参数、传输和数据应用过程中篡改数据的现象还时有发生，这些行为严重影响了环境监测的数据质量。项目组针对这一问题，设立了《生态环境物联网设备智能质控技术》研究任务。

中华环保联合会积极响应国家生态文明建设的号召，推动生态环境保护事业的进步，促进人工智能与区块链技术在环境领域中的应用，提升生态环境物联网设备的智能化水平和质量控制能力，进而提高环境监测数据的质量，保证环境监测数据的“真”、“准”、“全”，联合多家项目承担单位及相关科研机构或企业，共同启动了《智能质

控生态环境物联网设备技术规范》团体标准的编制工作。

二、目的、意义、必要性

1. 目的

本标准的主要目的在于规范智能质控生态环境物联网设备的技术要求、性能指标、测试方法及质量控制流程，为设备的设计、生产、使用及维护提供一套科学、统一的技术依据。通过明确设备的各项技术指标和质量控制要求，确保设备在实际应用中的稳定性和可靠性，提高监测数据的准确性和可信度。

2. 意义

提升设备质量：通过标准化管理，促使设备制造商严格按照技术规范要求生产设备，从源头上提升设备的可靠性、稳定性和精确性。这不仅有助于减少设备故障率，延长设备使用寿命，还能有效避免因设备质量问题导致的监测数据偏差。

促进技术创新：技术规范的制定为行业内的技术创新提供了明确的方向和目标。鼓励企业加大研发投入，推动物联网、大数据、人工智能等先进技术在生态环境物联网设备中的应用，促进技术创新与产业升级。

增强监管能力：为生态环境监管部门提供有效的技术支撑，提高监管效率和水平。通过标准化的监测设备和数据，监管部门可以更加准确地掌握生态环境状况，为制定科学的环境政策和管理措施提供依据。

3. 必要性

市场需求迫切：随着国家对生态环境保护工作的重视程度不断提升，对生态环境物联网设备的需求也日益增长。然而，市场上现有的设备种类繁多、质量不一，给生态环境监测工作带来了很大的困扰。制定统一的技术规范，有助于满足市场需求，提升设备整体质量。

保障数据质量：生态环境监测数据的准确性和可靠性直接关系到环境保护决策的科学性和有效性。制定技术规范，对设备的性能指标、测试方法及质量控制流程进行统一规定，有助于确保监测数据的真实性和可信度。

推动行业发展：技术规范的制定和实施，将促进行业内企业之间的竞争与合作，推动整个行业的健康发展。通过技术创新和产业升级，提升我国生态环境物联网设备的国际竞争力。

三、主要工作过程及标准编制技术路线

1. 主要工作过程

成立标准起草小组：

2023年10月，为确保技术规范编制工作的顺利进行，我们首先成立了由项目承担单位的多位专家、学者及企业代表组成的编制小组，编制组成员见表1。这些成员具有丰富的专业知识和实践经验，涵盖了物联网技术、环境监测、数据分析等多个领域。他们共同参与标准的起草、讨论和修订工作，为标准的科学性、合理性和可操作性提供了有力保障。

表1 标准编制成员

编号	姓名	单位	标准编制分工
----	----	----	--------

1	吕广丰	北京环丁环保大数据研究院	主持人
2	王小菊	北京市生态环境监测中心	框架、章节起草
3	杨懂艳	北京市生态环境监测中心	章节起草
4	马俊文	北京市生态环境监测中心	章节起草
5	邱昀	北京市生态环境监测中心	章节起草
6	黄瑾	北京微芯区块链与边缘计算研究院	章节起草
7	庄缘	北京联通数字科技有限公司	全文统筹
8	王露露	北京环丁环保大数据研究院	校对

调研与资料收集：

编制组广泛开展了国内外相关技术的调研工作。通过查阅大量文献资料、参加学术会议、实地考察等方式，深入了解了生态环境物联网设备的最新技术进展、应用现状及存在问题。同时，我们还积极收集国内外同类标准的制定情况和应用效果，为技术规范的制定提供了重要的参考依据。

草案编写：

在充分调研和资料收集的基础上，编制小组依据国家相关法律法规、政策导向及实际需求，开始编写技术规范的草案，并于2024年3月完成标准草案。草案内容涵盖了设备的技术要求、性能指标、测试方法、质量控制流程等多个方面，力求做到全面、准确、具体。

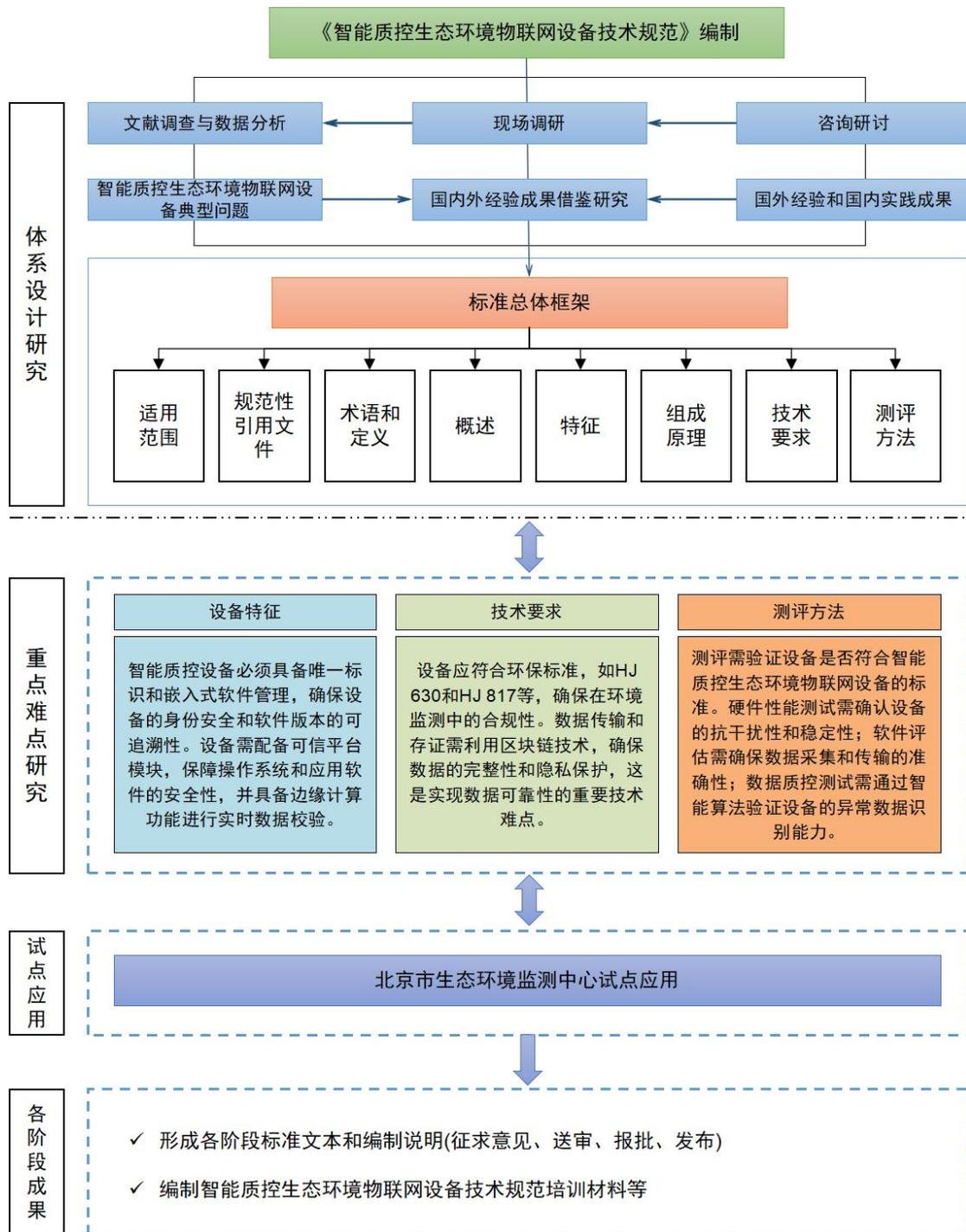
召开立项会：

2024年6月，中华环保联合会召开标准立项会。与会专家针对

项目背景、技术需求、市场需求、以及现有标准体系的完善性进行了全面的分析与讨论，评估拟立项的标准项目是否具备必要性和可行性，确定其立项的合理性与紧迫性。最终，会议形成了一致意见，认为该项目符合立项条件，具有重要的行业意义和推广价值，并决定启动该标准的编制工作。

修改完善：根据立项会专家评审意见，编制组对初稿进行了多次修改和完善，确保标准的科学性和合理性。

2. 标准编制技术路线



四、国内外相关标准研究

1. 国内现状

近年来，随着我国生态环境保护工作的不断推进，生态环境物联

网技术得到了快速发展。然而，由于起步较晚且缺乏统一的技术规范与标准体系支撑，国内生态环境物联网设备市场呈现出品牌众多、质量不一的局面。不同地区、不同企业在设备研发、生产及应用方面存在较大差异，导致监测数据的质量和可比性难以保证。因此，制定统一的技术规范对于提升设备质量、保障监测数据的可信性具有迫切需求。

2023年8月，福州经济技术开发区物联网产业协会发布的T/FZW LW 22.1—2023《物联网设备通用技术要求和测试方法 第1部分：NB-IoT》。该标准规定了基于窄带物联网（NB-IoT）的物联网设备的技术要求、测试条件和测试方法。标准从物联网设备入网条件、维测和业务数据上报、告警上报、时间同步、可维护性、可靠性、性能、数据传输稳定性、小区重选等多个方面规范了技术要求，并提供了相匹配的测试方法。综合考虑测试场景、测试环境、测试设备三个维度，标准规定了物联网设备测试条件。

尽管国内已有一些企业开始探索生态环境物联网设备的标准化工作，但整体进展相对缓慢。目前尚无基于可信计算技术和区块链技术的生态环境监测设备国家标准或行业标准出台，这在一定程度上制约了行业的健康发展。因此，《智能质控生态环境物联网设备技术规范》团体标准的编制实施对于填补国内空白、推动行业标准化进程具有重要意义。

2. 国际现状

在国际上，一些发达国家在生态环境物联网设备的技术规范与标

准制定方面已取得显著成果。这些国家不仅拥有完善的标准体系支撑行业发展，还积极推动技术创新和产业升级。例如，美国、欧洲等地已经建立了较为完善的生态环境物联网技术标准体系，涵盖了设备性能指标、测试方法、质量控制流程等多个方面。这些标准的制定和实施不仅提升了设备质量和监测数据的准确性，还有效推动了行业的技术进步和产业升级。

2022年国际电工委员会发布《Internet of Things (IoT) — Compatibility requirements and model for devices within industrial IoT systems》(ISO/IEC 30162:2022)。

这项标准主要规定了工业物联网(IIoT)连通性网络模型以及工业物联网系统内设备和网络的一般兼容性要求，主要包括数据传输协议交互、分布式数据互操作性和管理、连通性框架、连通性运输、连通性网络，以及用于工业物联网领域的最佳实践和指南。它定义了IIoT兼容性的关键点和级别，涵盖了连通性功能兼容性和非连接性功能兼容性要求，其中连通性功能兼容性方面的要求包括物理层、媒体接入控制层、逻辑链路控制层、网络层、传输层、会话层、数据表示层、应用层、测试与自动化、语义层面；非连接性功能兼容性要求包括版本方面、服务质量管理层方面、保护和隐私方面、合规层面、安全层面。此外，标准提供了工业物联网网关的工业物联网系统模型，以及工业物联网兼容性测试的网络模型。

国际上的成功经验为我国制定生态环境物联网设备技术规范提供了有益的借鉴和参考。我们可以结合国内实际情况和实际需求，借

鉴国际先进经验和科技成果，制定出一套既符合国际标准又具有中国特色的技术规范体系。

五、主要技术内容及说明

1. 标准框架

本标准主要包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、概述、智能质控生态环境物联网设备的特征、智能质控生态环境物联网设备组成、智能质控生态环境物联网设备的技术要求、智能质控生态环境物联网设备的测评方法等方面内容。

(1) 适用范围：概述了本标准的编制内容和适用范围。

(2) 规范性引用文件：介绍了本标准中引用的相关标准文件。

(3) 术语和定义：规定了标准中的相关术语。

(4) 概述：规定了智能质控生态环境物联网各业务功能域中主要实体及其相互关系。

(5) 智能质控生态环境物联网设备的特征：规定了设备应具备的唯一标识、嵌入式软件版本控制、运行时安全保障、数据可靠传输、监测值智能校验以及设备健康与运维管理等智能化特性，确保设备在环境监测中具备唯一性、安全性、可靠性及智能化校验和管理能力。

(6) 智能质控生态环境物联网设备组成：规定了设备的主要组成部分，包括可信平台模块、MCU 处理器、I²C 控制器、心跳模块、通信模块、电源模块、以及各种传感器接口等，确保设备能够实现身份识别、状态度量和数据保密存储等功能，构成完整的物联网生态环境监测体系。

(7) 智能质控生态环境物联网设备的技术要求：规定了生态环境物联网设备在环境监测中的技术规范，包括符合国家相关标准的要求、设备数据上链存证的安全性、数据的智能质控方法、以及设备的健康管理机制，以确保设备的安全可靠运行及数据的准确性与完整性。

(8) 智能质控生态环境物联网设备的测评方法：规定了设备在满足相关技术规范后，需通过硬件性能评价、软件性能评价、数据智能质控和运行状态评价等方面的测评，以确保设备在环境监测中的性能可靠性、数据准确性以及运行状态的稳定性。

2. 适用范围

本标准规定了智能质控生态环境物联网设备的组成原理、特征、技术要求、测评方法。

本标准适用于指导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、环境监测单位进行设备设计、数据质量控制和设备运维的集成应用。

3. 术语和定义

本部分为执行本标准制定的专门术语和对容易引起歧义的名词进行的定义。

(1) 物联网设备 internet of things device

物联网设备是指具有环境感知功能，并可以把感知数据进行网络传输的设备。

(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) 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。

(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。

(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。

(6) 可信模块 trusted platform module, TPM

可信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。可信模块通过存储平台度量值，确保平台软件和参数的可信性。

(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。

(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。

(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。

(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《环保物联网 感知设备技术规范》（征求意见稿）的规定，制定了智能质控生态环境物联网设备的网络拓扑结构。该结构包括用户域、服务提供域、运维管理域、感知控制域以及目标对象域，旨在确保环保行业中的各类智能质控设备能够高效、可靠地运作。用户域负责接收和展示监测数据，并为最终用户提供服务接口；服务提供域负责数据的处理、存储和应用服务的提供；运维管理域则确保设备的远程监控与维护；感知控制域包括了各种面向不同环境对象的可信感知设备，负责采集和控制环境数据；目标对象域涵盖了大气环境、水环境、土壤环境等具体的监测对象。通过各域间的协同工作，整个网络拓扑结构形成了一个高度集成、智能化的生态环境监测和管理系统，确保数据传输的安全性和设备运行的稳定性。

5. 通用要求

智能质控生态环境物联网设备的特征主要包括设备唯一标识、嵌入式软件版本控制、运行时安全、数据传输可靠性、监测值智能校验以及设备健康与运维管理等方面。

每个物联网设备在出厂时必须拥有一个唯一的标识码，此标识码以不可擦除、不可重写的只读方式保存在设备中，以确保设备的唯一性和数据安全。此标识码的操作应提供只读指令和无参数散列映射函数，以便于设备的标识码管理和使用。

在嵌入式软件方面，物联网设备的操作系统、专用驱动和应用程序都应具备数据指纹，以确保软件的完整性和版本控制。当设备接入监测网络时，嵌入式软件的数据指纹应作为注册内容提交至网络鉴权管理子系统中，同时，软件更新时需重新注册，以保持系统的安全性和合规性。

为保障设备运行时的安全，必须配备可信平台模块，通过信任传递机制确保设备操作系统、配置参数和应用软件的运行时安全。在数据传输方面，设备应通过区块链网络注册，作为轻节点接入区块链系统。数据传输过程中应采用数字签名和时间戳方法，以保证数据的完整性、私密性、可溯性、不可抵赖性以及时间证明。

此外，设备应具备边缘计算能力，能够利用系统派发的预训练模型对监测值进行智能校验，从而提高数据的准确性和可靠性。在设备健康及运维管理方面，智能合约用于高效管理设备的健康状态，将关键数据存储于区块链系统中，以实现设备健康状况的准确评估和运维

需求的明确界定。这些技术特征共同构成了智能质控生态环境物联网设备的核心技术内容，旨在确保设备的安全、可靠和高效运行。

智能质控生态环境物联网设备的组成原理涵盖了设备的核心功能和结构。设备的核心组成包括信任平台模块，其关键功能为身份识别、状态度量 and 保密存储。身份识别功能确保设备在网络中的身份唯一性和合法性；状态度量功能对设备的运行状态进行实时监测和评估，以保证其正常工作；保密存储功能则通过加密技术保护设备中的敏感数据，防止未经授权的访问和数据泄露。

设备的整体结构设计以实现这些核心功能为目标，通过信任平台模块的集成，确保设备在执行环境监测任务时能够提供可靠的数据和服务。该模块通过内置的硬件和软件机制，建立起设备的信任链，进一步增强了设备的安全性和稳定性。智能质控生态环境物联网设备的组成原理图提供了设备内部结构和功能模块的详细视图，展示了设备如何通过这些核心技术实现高效的环境监测和数据管理。

6. 技术要求

智能质控生态环境物联网设备的技术要求涵盖了外观要求、工作条件、安全要求、设备运维、数据存证、数据质量控制以及设备健康管理的等方面的内容。设备在环境监测过程中应符合《HJ 630》、《HJ/T 373》、《HJ 817》以及《环保物联网 接入设备技术规范》（征求意见稿）和《环保物联网 感知设备技术规范》（征求意见稿）的相关标准。这些标准确保设备不仅能够有效地监测各种环境要素，还能确保设备的接入和感知部分符合环保物联网的技术要求，并在环境质量

自动监测中符合相应的运维管理规范。

在数据上链存证方面，设备必须建立一个可信的运行环境。通过固化可信单元的信任链，设备在启动或重启时，由可信单元度量硬件配置和引导程序，确保系统的完整性。在设备引导后，需要登记并接入区块链系统作为轻节点，通过全节点代理上链。在数据上链前，设备必须验证其软件版本、指纹和参数配置的准确性，确保与系统中的数据一致，以防止数据不一致导致的接入拒绝。设备仅存储本地上链数据和被授权访问的数据，通过加密敏感数据，并通过链上链下数据比对，保护数据隐私，防止非法修改。

数据智能质控方面，设备应采用多种方法确保数据的准确性和质量。这包括数据格式校验法、记录数检查法、关键指标总量验证法、历史数据对比法、时间序列法、值域判断法、机器学习审核法和智能匹配判断法等。这些方法能够全面地检查数据的格式、记录数量、关键指标总量、历史数据变化、时间序列分析、合理值域以及通过机器学习模型进行审核，从而及时发现和纠正数据质量问题。

在设备健康管理方面，应选取对设备运行和数据采集影响较大的核心参数作为健康指标。设备健康评价函数根据参数的静态和动态权重进行计算。静态权重基于参数的类型、波动情况和故障频次确定，而动态权重则根据参数偏离标准值的程度来调整。健康指数的计算公式结合了这些权重和参数的相对变化率，用于评估设备的整体健康状态。这一机制确保了设备能够在稳定运行的同时，维持监测数据的准确性，并及时响应和解决设备运维中的问题。

7. 智能质控生态环境物联网设备的测评方法

智能质控生态环境物联网设备的测评方法涵盖了硬件性能评价、软件评价、数据智能质控及运行状态测试等方面，确保设备在各项技术要求下的综合性能表现。

在硬件性能评价中，设备需要在注册接入区块链系统后，通过远程控制测试验证其数据传输、参数设置和校验功能是否正常。同时，设备的可信测试通过模拟黑客攻击，检验设备在操作系统、系统参数和应用软件被篡改时是否能够触发报警，确保设备的安全性。此外，设备的算力和存储性能也需要进行测试，主要评估主频的处理能力及是否配备有效的散列映射硬件处理器。最后，设备的唯一固化标识码检测要求提供芯片规格书，以确认标识码的唯一性和可靠性。

在软件评价方面，测试重点包括物联网设备的数据采集功能。通过模拟插拔移动存储设备、修改设备参数、处理软件异常、设备异常开启及远程登录等操作，统计设备的采集正确率，验证其性能是否符合预定要求。监测数据采集和设备参数采集的有效率也需符合基本性能要求，以确保数据采集的准确性。此外，数据上链测试通过将采集的数据进行加密并上链，验证数据上链的有效率，确保数据的完整性。

数据智能质控和运行状态测试中，基于时序分析的数据异常识别算法，通过人为修改监测数据以检查数据异常识别是否能准确识别异常数据并发出报警。设备的多参数关联分析通过调整设备的关键参数，检查设备是否能准确发出数据异常报警，从而确保设备在面对异常数据时的反应能力。设备健康指数模型则通过调整多个关键参数，观察

健康评分的变化。当健康评分低于 80 时，设备会提示“警告”状态；低于 60 时，则提示“故障”状态，帮助及时识别和处理设备问题。这些测评方法确保了智能质控生态环境物联网设备的综合性能和可靠性，符合技术要求和实际应用需求。

六、标准实施的环境效益与经济技术分析

1. 环境效益

提升监测数据质量：通过实施本标准可以确保生态环境物联网设备在生产和使用过程中保持稳定的性能和质量水平从而提升监测数据的准确性和可信度。这将为生态环境保护决策提供更加科学、可靠的依据推动生态环境保护事业的进步。

推动绿色发展：准确可靠的监测数据有助于发现和解决生态环境问题为制定科学合理的环境保护政策提供有力支持。通过实施本标准可以推动生态环境保护工作的深入开展促进资源节约和环境保护推动绿色发展。

2. 经济技术分析

降低运维成本：智能质控功能的实现可以减少人工干预降低运维成本。通过实时监测和预警机制可以提前发现设备故障并采取相应措施避免故障扩大造成更大的损失。此外自动修复功能的实现也可以减少维修时间和成本提高运维效率。

促进产业升级：本标准的实施将推动生态环境物联网设备行业的标准化进程促进产业内的竞争与合作。通过技术创新和产业升级提升

我国生态环境物联网设备的国际竞争力推动整个行业的健康发展。同时标准化的监测设备和数据也有助于推动其他相关产业如数据分析、云计算等领域的协同发展形成更加完善的产业链生态系统。

七、标准实施建议

为确保《智能质控生态环境物联网设备技术规范》的有效实施并充分发挥其作用我们提出以下建议：

加强宣传培训：通过多种渠道和方式加大对技术规范的宣传力度提高行业内企业及相关人员的认识和重视程度。同时组织专题培训会等活动提高相关人员的专业技能和操作水平确保技术规范在实际应用中得到有效落实。

强化监管力度：政府相关部门应加强对生态环境物联网设备市场的监管力度加大对违规企业和产品的查处力度。通过建立健全的市场监管机制和惩罚机制确保技术规范得到严格执行维护市场秩序和公平竞争环境。

鼓励技术创新：支持企业加大研发投入推动技术创新和产业升级。鼓励企业积极采用先进技术提升设备性能和质量水平推动整个行业的持续进步和发展。同时加强与高校、科研机构等的合作推动产学研深度融合形成创新合力。

加强国际合作：积极参与国际交流与合作借鉴国际先进经验和科技成果不断提升我国生态环境物联网设备的技术水平和国际竞争力。通过参与国际标准制定和推广工作扩大我国在国际上的影响力和话语权，推动我国生态环境保护事业走向世界。