附件 7

《固定污染源便携式监测设备数据传输技术要求（征求意见稿）》编制说明

《固定污染源便携式监测设备数据传输技术要求》标准编制组

二〇二六年十月

项目名称：固定污染源便携式监测设备数据传输技术要求

项目统一编号：2026-58

承担单位：中国环境监测总站、生态环境部环境工程评估中心、北京市生态环境监测中心

编制组主要成员：姚婧、杨伟伟、刘常永、王成、高晨光、刘健、孔川、王军霞、刘向征、王勇

标准支持单位技术管理负责人：杨文龙

生态环境监测司项目负责人：仇鹏

目　　录

1　项目背景 1
1.1　任务来源 1
1.2　工作过程 1
2　标准制订的必要性分析 2
2.1　相关法律法规要求 2
2.2　防范数据造假、构建数据防线的重要举措 3
2.3　填补现场便携监测标准规范空白、提升行业规范化水平的重要举措 3
2.4　提升非现场监管能力、支撑精准执法与智慧监管的重要支撑 3
3　国内外相关标准情况 3
3.1　国外相关标准研究的发展现状 3
3.2　国内相关标准研究的发展现状 4
4　标准制订的基本原则和技术路线 5
4.1　标准制订的基本原则 5
4.2　标准制订的技术路线 5
5　本标准主要内容 7
5.1　适用范围 7
5.2　规范性引用文件 7
5.3　术语和定义 8
5.4　数据传输架构 8
5.5　协议层次 8
5.6　通信协议 9
5.7　通信流程 11
5.8　通信安全 12
5.9　数据处理与传输要求 12
5.10　附录 A 循环冗余校验（CRC）算法 13
5.11　附录 B 设备注册及密钥管理 13
5.12　附录 C 常用监测参数编码表（可扩充） 13
5.13　附录 D 固定污染源代码和监测点位代码表（可扩充） 14
5.14　附录 E 通信数据示例 14
6　与开题报告的差异说明 14
7　标准征求意见稿技术审查情况 14
8　标准实施建议 14
9　参考文献 15

《固定污染源便携式监测设备数据传输技术要求（征求意见稿）》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

本标准是污染源监测数智化转型工作中的一项任务。为加强污染源手工监测过程监管，遏制弄虚作假态势，推动非现场监管，生态环境监测司安排总站开展便携监测数据直连直采实施路径研究，为推动标准化奠定基础。中国环境监测总站组织生态环境部环境工程评估中心、北京市生态环境监测中心组成项目预研工作组，开展相关研究工作。2026 年 1 月 8 日生态环境监测司以《关于印发〈自行监测监督管理改革工作方案〉的通知》〔环办监测函〔2026〕6 号〕正式下达标准预研任务。2026 年 5 月 15 日标准预研结题，6 月 15 日生态环境部以环办法规函〔2026〕226 号对该标准正式立项，编号为 2026-58 号。

1.2 工作过程

1.2.1 标准预研究阶段

1.2.1.1 成立标准编制组

2025 年 3 月，中国环境监测总站（以下简称总站）作为项目承担单位，组织各协作单位成立了标准编制组，召开了标准编制内部工作启动会，初步拟定了标准制订的工作目标，确定了工作计划与任务分工。

1.2.1.2 开展预研究

2025 年 4-6 月，编制组查阅国内外污染物便携式监测设备运行管理相关文献资料与标准规范，分析便携式监测设备信息采集、传输与处理现状及发展趋势，调研部分省市手工监测联网传输现状以及部分品牌设备监测信息直连直采现场传输情况，初步确定标准编制基本原则、技术路线和拟定内容。

2025 年 7-8 月，编制组完成开题报告，管理部门组织专家研讨论证，通过开题论证。

2025 年 9-12 月，完成标准草案，组织部分设备厂家、地方管理部门及行业专家召开 3 次研讨会，根据专家意见完善草案文本和编制说明，形成征求意见稿初稿；同年 12 月，向 6 家监测设备生产厂家和地方管理部门征求意见，并据此修改完善征求意见稿初稿。

2026 年 5 月，总站标准管理部门以线上会议方式组织召开标准预研结题审议会。

1.2.2 标准立项与研究

2026 年 6 月，本标准正式列入 2026 年年度国家生态环境标准项目。7-8 月，编制组进一步完善标准文本及编制说明，形成征求意见稿。

1.2.3 征求意见稿技术审查

2026 年 8 月 19 日，生态环境部生态环境监测司以视频会议组织召开了标准征求意见稿

技术审查会，标准通过技术审查。建议按照以下意见修改完善后，提请公开征求意见：

1）建议标准名称修改为《固定污染源便携式监测设备数据传输与安全技术要求》；

2）按照《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）[1]对标准文本和编制说明进行编辑性修改。

编制组按照审查会意见对标准文本及编制说明进行修改完善，其中标准名称修改为《固定污染源便携式监测设备数据传输技术要求》。

2 标准制订的必要性分析

2.1 相关法律法规要求

我国近年来不断完善生态环境监测相关的法律法规和管理制度体系，在自动监控领域已形成较为完善的技术规范体系，为手工监测数据的规范管理、有效利用以及直连直采等工作的推进提供了坚实的制度保障。

《生态环境法典》强调了对污染源监测的严格监管，要求企业按照监测规范开展监测，并向生态环境主管部门报送监测数据。《生态环境监测条例》提出加强生态环境监测管理，规范生态环境监测活动，保障生态环境监测数据质量，并在行政法规层面首次详细列举了六类监测数据弄虚作假行为，包括未实际开展监测直接出具报告、篡改伪造原始记录、故意漏检监测项目、调换监测样品、擅自改变采样点位、通过破坏设备或修改参数使数据失真等。该条例明确指出任何单位和个人不得实施篡改、伪造监测数据的行为。《排污许可管理条例》规定了排污单位需对排污行为进行自行监测，并保存原始监测记录，记录保存期限不少于 5 年。这要求手工监测数据必须具备长期可追溯性和可靠性，便于后续的数据查询、统计分析以及执法监管等活动的有效开展。《中华人民共和国环境保护税法实施条例》明确规定，纳税人自行监测获取的数据在符合国家规定和监测规范的前提下，可视为法定监测机构出具的数据，并作为排污量核定的依据。这一规定显著提升了手工监测数据在环境保护税征管中的法律地位，同时也对其真实性与时效性提出了更严格的要求。

《关于推进生态环境监测体系与监测能力现代化的若干意见》等政策文件，明确提出要构建天地一体、上下协同、信息共享的生态环境监测网络，提升监测数据质量，增强监测数据的权威性和公信力。这为手工监测数据传输标准的制订和直连直采技术的推广提供了政策导向，推动了监测技术的创新和监测体系的优化升级，促进手工监测在生态环境监测体系中发挥更大的作用，实现环境监测的全方位、多层次、精细化管理。

此外，各地也根据自身实际情况制订了一系列针对手工监测数据管理的地方性政策和制度。《上海市排污许可重点管理单位环境信用评价指标及评分细则》将手工监测质量纳入信用评价体系，要求企业在监测完成后 5 个工作日内上传数据，并对委托检测机构实施严格管理。

现场便携监测作为排污单位自行监测的重要方式，长期以来设备数智化水平不高，依赖人工操作和手工填报，存在较大的数据篡改伪造风险。本标准明确了便携式监测数据采集处理与上传技术要求，推动监测设备数智化功能改造，实现监测信息自动采集、实时上传，是

贯彻落实法律法规要求、推动监测数智化转型的基础性工作，对于构建现代化生态环境监测体系具有重要的支撑作用。

2.2 防范数据造假、构建数据防线的重要举措

当前排污单位自行监测中，不到现场直接编造监测数据、到了现场不采样监测或者缩减监测频次、数据填报时挑选数据等造假手段屡禁不止，严重损害了监测数据的公信力和有效性。设备管理、监测活动与数据传输环节割裂为监测数据造假提供了大量的人工干预空间，监测信息填报主要是排放口排放浓度单一属性的报送，设备信息、质控信息等重要信息未进行采集，数据真实性、准确性不具备验证条件。本标准规定了设备监测信息的采集处理与上传要求，明确了点位关联、状态标记和数据补传规则，减少了数据人为操作空间，必要的全量化的信息采集保证了数据的可信度和可验证性。标准同时针对便携监测设备非固定性的特点，提出了监测点位与设备关联的实现路径，保证了监测数据、监测点位和监测设备的精准匹配。

2.3 填补现场便携监测标准规范空白、提升行业规范化水平的重要举措

现行生态环境监测标准体系对固定污染源自动监测有较为完善的规范要求，如《污染物自动监测监控系统数据传输技术要求》（HJ 212—2025） [2]标准对自动监测数据传输作出了详细规定，但对现场便携监测设备的数据传输缺乏标准规范。设备生产厂商各自采用私有协议，数据格式不统一，监管平台难以直接接入和解析，导致便携监测设备长期游离于信息化监管体系之外。本标准首次针对便携监测设备制订专门的数据传输技术要求，系统规定了便携式监测设备数据传输架构、协议层次、通信协议、通信流程、信息传输等核心内容，并建立了统一的设备信息编码和监测信息编码规则。标准的发布实施，将填补现场便携监测领域的标准空白，促进监测设备市场的规范化发展。本标准与监测设备防篡改相关要求相衔接，重点规范数据传输中的设备身份识别、通信安全、数据标记和异常数据处理。

2.4 提升非现场监管能力、支撑精准执法与智慧监管的重要支撑

本标准通过统一设备编码、软件标识、定位信息、上传时间、监测点位和监测数据字段，建立监测数据与设备、固定污染源及监测位置之间的对应关系。上位机可据此汇集监测结果、测量条件和数据标记，为监测过程核查、异常数据筛查及非现场监管提供数据基础。监测数据与排污许可等管理信息的关联应用，由相应管理平台结合业务要求实现。

3 国内外相关标准情况

3.1 国外相关标准研究的发展现状

污染源监测在发达国家起步较早，众多国外标准化组织基于其丰富的技术积累和特定工作范畴，积极开展数字通信技术、物联网以及数据安全等多方面的标准制订工作，为便携式监测设备的数据传输及相关应用提供了诸多有价值的参考和借鉴。

关于数字通信技术标准方面，国际电气和电子工程师协会（IEEE，Institute of Electrical and Electronics Engineers）为解决传感器接口不统一的问题，与 NIST（美国国家标准与技术研究院）联合制订了 IEEE 1451《智能传感器接口标准》簇，为网络化智能传感器定义了一

套通用、开放、独立于网络的软硬件接口标准。该标准不仅赋予厂家生产的传感器以多网络兼容性，还让用户能够根据实际情况灵活选择传感器和网络，并具备即插即用的功能。然而，由于其复杂性过高、使用成本昂贵，且缺乏对传统传感器的改进方案，IEEE 1451 标准并未得到广泛应用。在 IEEE 802.15.4 标准基础上发展起来的 ZigBee 协议，以其低速率、低功耗、自组织的特点著称，但主要应用于短距离无线通信领域。

国际标准化组织（ISO）和国际电工委员会（IEC）联合发布了基于发布/订阅模式的消息传输协议（MQTT，Message Queuing Telemetry Transport）的 ISO/IEC 20922:2016 [3]。MQTT 协议专为计算能力有限、处于低带宽、不可靠网络的远程传感器和控制设备通信设计，具有轻量高效、简单开放、易于实现等特点。该协议最早源于 IBM 和 Eurotech 为卫星链路连接石油管道的监控系统（SCADA）而设计的通信协议，目前在物联网、机器对机器通信、实时监控、智能家居等需要低功耗和高效通信的领域得到广泛应用。

3.2 国内相关标准研究的发展现状

3.2.1 监测标准体系

监测方法标准规范方面，我国已制订了一系列的便携监测方法标准及技术规范，如 HJ 57、HJ 629、HJ 692、HJ 1330、HJ 397 等，对固定源废气监测的采样监测步骤、监测设备校准、数据记录与处理、质量保证与质量控制等方面进行了详细规定。这些标准规范强调了监测过程中的标准化操作流程、设备校准以及质量控制的重要性，确保手工监测数据的准确性。

便携式监测设备数据传输方面，我国尚未建立国家或行业标准，地方也未制订发布相关标准。现行的《污染物自动监测监控系统数据传输技术要求》（HJ 212—2025）[2]作为污染源自动监测数据传输的技术规范，为便携监测数据传输提供了借鉴，本标准参考 HJ 212 [2]标准的相关要求，设备注册、联网、相同项目编码与自动监测标准保持一致，同时体现便携式监测设备数据传输的特点；便携手工监测方法标准体系比较成熟，采样监测步骤、测定项目、质控措施等均比较一致，为便携监测数据直连直采标准化提供了良好的工作基础。

3.2.2 手工监测设备技术现状

目前，国内手工监测设备厂商众多，分布在大气污染防治、水污染防治、土壤污染防治以及噪声监测等多个领域，其技术水平和产品特点各有差异，但整体呈现出快速发展的态势。

大气监测方面，现场便携监测设备方法原理不断更新，设备测量精度提升，如采用先进的传感器技术和光学分析方法的废气监测仪，能够对 SO_2、NO_X、颗粒物等多种污染物进行快速、准确的监测，多数设备具有数据存储和初步的数据处理功能。部分设备厂家已通过加装定位授时模块、集成无线通信模块，使得设备能够实现位置定位、监测数据实时传输的功能。然而，由于没有统一的协议规定，不同品牌之间的数据传输协议和接口标准存在较大差异，数据难以直接接入统一的监管平台，给数据的整合与共享带来了一定困难，制约了直连直采技术的大规模应用。

水监测方面，国内的监测设备厂商主要生产便携式水质监测仪器，如水质分析仪、水质快速检测箱等。这些设备能够对水中的 COD、氨氮、重金属等多种污染物进行现场快速监测，具有操作简便、检测时间短等优点，广泛应用于突发水污染事件应急监测、流域水质巡

查等领域。然而，多数水质监测设备的数据传输方式仍以手动录入为主，自动化和智能化程度较低，需要强化信息化功能升级。

噪声监测方面，国内厂商生产的便携式噪声监测设备技术相对成熟，并且部分设备已具备自动记录和数据导出功能，但同样存在数据传输手段相对落后的问题，无法实现数据的自动采集与实时传输，同样需要强化信息化功能升级。

便携监测设备除信息化功能低之外，设备本身防篡改功能不健全，如参数、计算公式未封装、数据明文存储、部分品牌设备甚至私设造假后门，对监测数据的真实性、准确性造成极大挑战。根据生态环境部 2023 年通报的自行监测造假案例统计，约 47%的案例涉及手工监测数据篡改，亟须采取有效的信息化监管手段加强数据质量管理，同时强化设备技防功能要求。

4　标准制订的基本原则和技术路线

4.1　标准制订的基本原则

（1）通用性与可扩展性原则

本标准面向不同品牌、不同类型的便携式监测设备，统一通信包结构、JSON [4]字段、设备与监测点位编码、监测参数编码及执行结果表达方式。采用 MQTT 发布/订阅通信模式[3]，常用监测参数代码可按标准附录 C 规定扩充，以适应监测项目增加和设备接入的需要。

（2）可行性与实用性原则

标准编制立足固定污染源现场采样、测试及数据传输的实际条件，采用 TCP/IP、MQTT [3]和 JSON [4]等技术组织通信。通过统一设备注册、点位关联、结果反馈、超时重发和补传要求，明确现场机与上位机的接口内容，便于设备功能适配及平台接入。

（3）适度前瞻性原则

本标准应充分研判未来 3 至 5 年便携监测技术、物联网通信及环境信息化的发展趋势，在数据模型、传输频次、安全校验等方面预留技术演进空间。避免因短期内技术升级导致标准快速失效，同时防止过度设计造成当前系统负担，实现现实适用与未来演进的平衡。

（4）安全可靠与可溯源性原则

本标准通过设备注册、通信加密、密钥管理和通信包 CRC 校验，分别规范设备接入、通信安全和传输差错检查。设备编码、软件标识、定位信息、上传时间及监测时段等字段用于保持监测数据的来源和时空关联；样品类型与设备状态标记用于保留数据产生时的条件。

4.2　标准制订的技术路线

本标准按照《国家生态环境标准制修订工作规则》（国环规法规〔2020〕4 号）[5]和 HJ 565 [1]有关要求编制，参考国内外相关标准和技术资料，结合固定污染源现场监测与数据传输的实际需求，确定技术路线如下：

（1）国内外文献与标准调研

系统收集整理国内外关于现场监测数据传输的技术标准和研究文献。重点调研国际标准化组织（ISO）、美国环保署（EPA）、欧盟环境署（EEA）等在便携监测设备数据传输方面的技术规范，特别是 MQTT 协议在物联网监测领域的应用经验，以及 ISO/IEC 20922:2016

《信息技术——消息队列遥测传输（MQTT）协议》[3]的核心技术要点。深入研究国内现行相关标准，包括《污染物自动监测监控系统数据传输技术要求》（HJ 212）[2]、《大气污染物名称代码》（HJ 524）[6]、《水污染物名称代码》（HJ 525）[7]、《排污单位编码规则》（HJ 608）[8]等，分析其在数据加密、设备编码、传输协议等方面的技术积累。同时，梳理《生态环境监测条例》等法规文件中对监测数据真实性的技术要求，为标准制订提供法规依据和技术参考。

（2）现场监测现状调研

组织开展全国范围内排污单位自行监测现状调研，重点聚焦现场便携监测环节的数据造假问题。通过实地走访、案例收集、数据分析等方式，系统梳理造假的主要手段和特征：一是监测人员不到现场直接编造数据；二是到达现场不采样监测或者缩减监测频次、减少样品采集数量，编造、变造监测数据；三是在数据填报环节进行选择性上报，剔除“不理想”数据。深入分析这些造假行为的共同根源——“监测－记录－填报”链条中存在人工干预空间，数据生成与上传环节分离。基于此，调研现有便携监测设备的功能现状，包括数据采集存储方式、传输接口类型、数据实时传输功能等，为制订有针对性的技术规范奠定基础。

（3）关键技术研究

一是通信协议选型研究。对比分析多种物联网通信协议，确定采用 MQTT 协议作为本标准的基础传输协议。该协议具有轻量高效、可靠传输、适合复杂网络环境等特点，其发布/订阅模式能够很好地适应现场监测设备与监管平台之间的异步通信需求[3]。研究确定采用 QoS1 消息等级，确保数据至少传输一次，避免因网络问题导致数据丢失。同时，规定采用 TLS 1.3[9]及以上版本的加密协议，保障数据传输安全。

二是编码规则研究。统一设备编码、固定污染源代码和监测点位代码的表达方式，明确常用监测参数的编码、计量单位和数据类型，并规定现场机信息、监测信息的字段名称及取值。废气、废水监测参数编码与 HJ 524[6]、HJ 525[7]衔接，噪声监测参数编码与 GB 3096[10]衔接。

三是数据安全机制研究。构建覆盖设备全生命周期的密钥管理体系，包括初始密钥下发、正式密钥激活、密钥定期更新等。研究密钥随机生成算法，禁止设置固定值、顺序值等易于破解的数值。明确密钥传输、存储的保密要求，不得通过任何明文形式传输、转移、显示、存储密钥。

四是通信流程研究。明确设备联网、通信传输以及传输结果标识等方面要求。

五是数据处理与传输研究。明确以监测点位为单位组包上传、数据段长度按 UTF-8 字节数计算、超长分包、定位失败处理、异常数据标记及传输失败补传要求。

（4）标准文本编制

在充分研究和技术验证的基础上，按照生态环境标准制式要求，编制标准文本，并广泛征求相关方意见，形成各阶段标准文本。

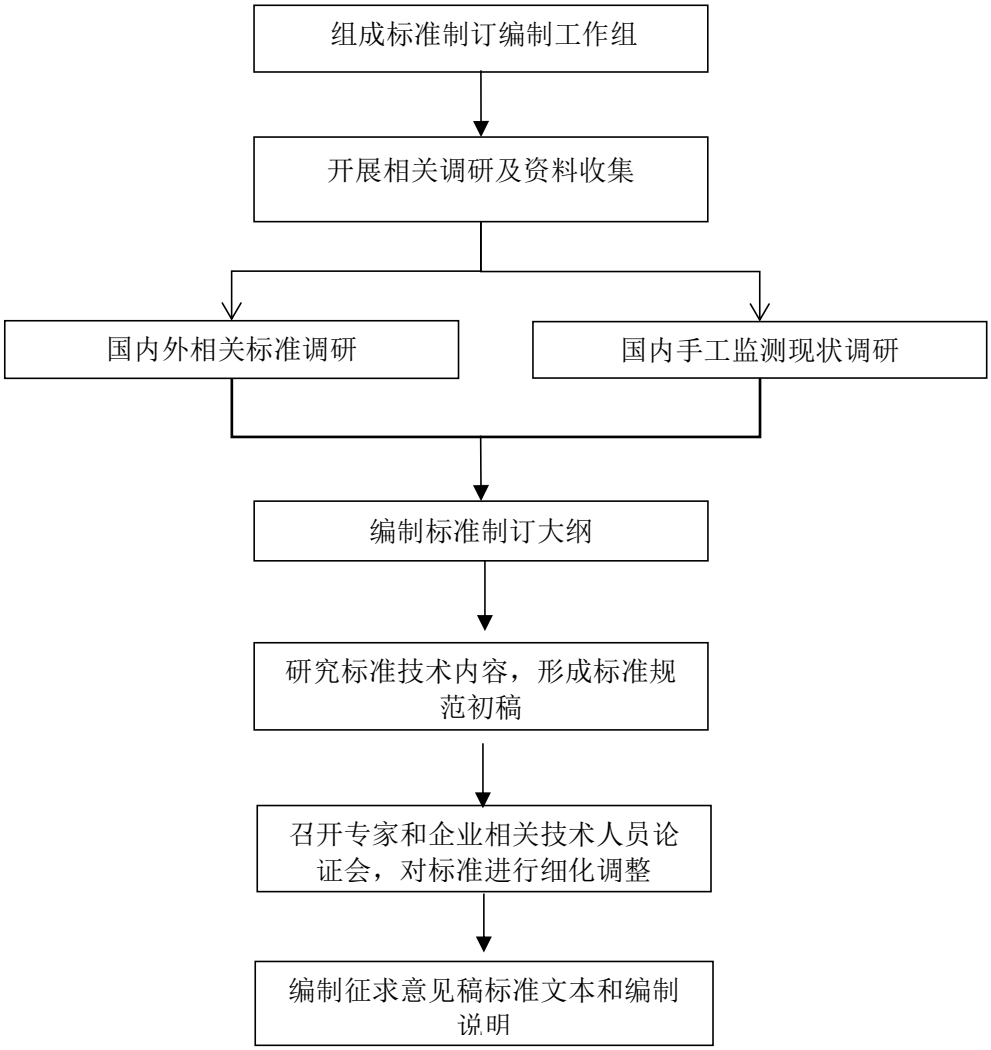


图 1　标准制订技术路线

5　本标准主要内容

5.1　适用范围

本标准规定了固定污染源便携式监测设备的数据传输架构，便携式监测设备与上位机的协议层次、通信协议、通信流程、通信安全、数据处理与上传的技术要求。

本标准适用于生态环境部门监督监测和排污单位自行监测数据采集、处理与传输，涵盖固定污染源废气、废水、厂界环境噪声监测。

5.2　规范性引用文件

本标准的规范性引用文件包括 GB 3096 [10]、GB/T 22239 [11]、HJ 524 [6]、HJ 525 [7]、HJ 608 [8]、JJF 2356，分别用于声环境参数、通信安全、大气和水污染物名称代码、排污单位编码、计量器具软件标识及 Message Queuing Telemetry Transport（简称 MQTT）通信协议。HJ 212 [2]用于相关标准研究和技术比较，不列入本标准的规范性引用文件。

5.3 术语和定义

本标准对必要的术语进行定义，用于规范标准中的专业术语，便于使用者理解。监控设备、数据标记两个术语定义与 HJ 212 [2]尽量保持一致，仅作适当修改，体现便携监测设备特点；便携式监测设备尚无有关规定，本标准结合实际工作作出统一定义；消息队列遥测传输协议引用统一术语定义 [3]。

5.4 数据传输架构

本节明确了现场机数据传输的总体结构组成，将便携式监测设备数据传输架构从底层逐级向上划分为现场机、传输网络和上位机三个层次，沿用了 HJ 212 [2]确立的数据传输系统架构，主要考虑是：便携式监测与自动监测数据应在监管平台上统一接收和处理，采用一致的系统层次划分可以降低平台建设成本，也便于两类监测数据的汇集比对。

同时明确了便携式监测场景下现场机的组成及其数据传输路径。现场机由采样单元、浓度测量单元和工况测量单元构成：采样单元是完成样品采集、传输及加热、过滤、冷凝、消解等预处理的动力装置、管路、处理装置及控制软件；浓度测量单元是实施污染物浓度监测的装置及软件；工况测量单元是测量废气或废水流速、压力、湿度、温度、pH 等工况参数的设备及软件。各组成单元应符合相应监测设备标准或方法标准，以保证设备性能、监测过程和数据质量满足相应监测方法要求。

作此规定，主要是为了统一现场机的功能边界和设备构成，避免现场机组成不清、单元功能混杂，并为后续数据汇集、传输和监管提供明确对象。数据传输路径按监测方法分别规定主控单元：采用现场便携式快速监测方法时，浓度测量单元直接产生污染物浓度结果，是监测业务的核心，所以以其为主控单元，汇集工况测量单元和采样单元数据后上传上位机，保证浓度数据与采样、工况数据配套关联；采用现场采样实验室分析方法时，现场核心任务是采样及现场工况记录，浓度由实验室分析产生，故以采样单元为主控单元，汇集工况测量单元数据后上传，符合现场实际和数据形成流程；仅监测工况参数时，工况测量单元可直接上传上位机，虽然此种情形在固定污染源监测时很少，作出规定为了确保设备传输规定完整性。上述规定明确了不同监测方式下“谁主控、汇集什么、向谁传输”，有利于避免多单元并行上传造成的数据关联不清、时间不同步和责任边界模糊，提高数据传输的规范性、完整性和可追溯性。

5.5 协议层次

标准第 5 章规定数据传输协议位于 OSI 参考模型的应用层，构建于 TCP/IP 之上，并约定 MQTT 版本不低于 3.1.1。采用“应用层协议＋开放通信介质”的技术路线，主要考虑便携监测设备使用场景复杂、接入网络不固定，有线、无线、卫星等多种介质均可能被使用，标准不宜限定单一介质；MQTT 3.1.1 为 ISO/IEC 20922:2016 [3]采纳的版本，协议成熟、实现成本低，设备厂商适配负担小。通信介质清单在 HJ 212 [2]列举方式基础上补充了蜂窝移动网（2G/3G/4G/5G）和卫星通信，以适应便携设备在野外、无公网覆盖区域的传输需求。本标准中的基础传输层构建在传输控制协议/网际协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol，TCP/IP）上，适用于以下通信介质：

a）通用分组无线业务（General Packet Radio Service，GPRS）；

b）非对称数字用户环路（Asymmetrical Digital Subscriber Loop，ADSL）；

c）码分多址（Code Division Multiple Access，CDMA）；

d）宽频分码多重存取（Wideband CDMA，WCDMA）；

e）时分同步 CDMA（Time Division - Synchronous CDMA，TD-SCDMA）；

f）宽带 CDMA 技术（CDMA2000）；

g）电力线通信（Power Line Communication，PLC）；

h）分时长期演进（Time Division Long Term Evolution，TD-LTE）；

i）频分双工长期演进（Frequency Division Duplex Long Term Evolution，FDD-LTE）；

j）微波存取全球互通（Worldwide Interoperability for Microwave Access，WiMAX）；

k）窄带物联网（Narrow Band Internet of Things，NB-IoT）；

l）蜂窝移动网（Cellular Mobile Network，2G/3G/4G/5G）；

m）卫星通信技术（Satellite Communication Technology，包括 FDMA、TDMA、CDMA、SDMA 等）。

由上述一种或多种通信介质构成本标准所称的传输网络。

5.6 通信协议

5.6.1 通信模式

采用 MQTT 发布/订阅模式组织通信 [3]，主要考虑：一是发布/订阅模式支持多现场机、多上位机的异步通信，现场机与上位机无需保持长连接，适应现场网络不稳定、设备开关机频繁的实际。二是通过消息代理转发，监管平台可按主题订阅汇集不同厂商、不同设备的数据，避免逐台设备建立专用通道。主题命名采用“厂商识别码＋设备类别代码＋产品序列号”结构，使主题本身携带设备身份信息，上位机可据此完成订阅匹配和来源识别，与标准表 6 的设备编码规则一致。三是 MQTT 轻量、低功耗、低带宽、弱网适应，更加适合便携监测数据传输。

5.6.2 超时重发机制

区分通信超时与执行超时两种情形，前者衡量报文是否到达上位机，后者衡量上位机解析是否完成，分别对应不同的故障环节，便于定位问题。关于通信超时，选用 MQTT QoS1 消息等级，保证消息至少送达一次，兼顾传输可靠性与流量开销：QoS0 不保证送达，监测数据可能丢失；QoS2 虽保证仅送达一次 [3]，但交互次数多、实现复杂，对便携设备的功耗和流量不友好。通信超时时间定为 10 s，是在调研各地 4G/5G 及 NB-IoT 网络实际时延基础上确定的宽裕值，可覆盖绝大多数现场网络环境；超时后重发并将 DUP 标志置 1，为 MQTT 协议的标准做法，便于上位机识别重复报文。关于执行超时，按通信类型分别规定重发次数（标准表 2），其中 NB-IoT 和卫星通信重发次数放宽至 5 次，是考虑其链路时延大、瞬断概率高的特点；重发间隔采用 10 s、20 s、40 s、60 s、90 s 的递增退避，避免设备在网络拥塞时段集中重发、加剧拥塞。

5.6.3 传输结果标注

要求现场机根据通信情况和执行结果对本地数据进行标注，传输失败时监测信息缓存于设备、待条件恢复后补传。这样规定是便携监测“离线作业、事后补传”特点的必然要求：现场机可能在无网络区域完成监测，数据必须先可信留存，再补传溯源。执行成功、通信超时、执行超时三类本地标注编码，为现场机确认数据传输结果提供反馈信息，同时为监管端核查数据完整性、识别“选择性不上传”提供依据。

5.6.4 数据结构

5.6.4.1 总体结构

规定通信包由包头、数据段长度、数据段、总包数、包号和 CRC 校验顺序组成。数据段汉字采用 UTF-8 编码、其他字段采用 ASCII 编码，长度均按实际传输字节数计算，统一按字节计数可避免中文字符按字符数与按字节数计算不一致导致的组包歧义。

5.6.4.2 通信包结构组成

规定的通信包结构有两个关键设计：一是数据段上限 1024 字节、超长分包传输，该阈值是综合主流无线网络单包传输效率和设备缓存能力确定的，总包数、包号字段用于保证分包重组顺序；二是 CRC 校验覆盖包头至包号的全部字段，校验错误即停止当前包的业务解析，从协议上防止错包、残包进入数据解析环节。

5.6.4.3 数据段结构组成

规定数据段采用 JSON [4]格式。与 HJ 212 [2]采用的自定义格式相比，JSON 格式可读性强，有成熟的通用解析库和格式校验工具，设备厂商和平台方的开发、联调成本低，且便于扩展新字段，这是本标准适应多厂商设备接入、降低协议实现门槛的重要考虑。字段命名统一首字母大写、其余小写，常用监测参数编码不受此限制，是为保持与 HJ 524 [6]、HJ 525 [7]既有参数编码的兼容。

5.6.4.4 数据区结构组成

将数据区字段分为现场机信息和监测信息两类。现场机信息字段除 MQTT 鉴权账号、密码外，专门设置初始密钥、新密钥字段用于密钥下发与更新，设置样品类型、设备状态字段用于数据标记，分别服务于通信安全和数据分类管理。监测信息字段遵循“一条数据完整还原一次监测活动”的原则设计：PSCode、MPCode 固定污染源和监测点位归属，监测起止时间界定监测时段，采样流量、采样体积、计前压力和废气工况参数记录测量条件，校准曲线斜率、截距保留量值溯源信息，滤筒、滤膜编号衔接样品管理，浓度、噪声字段表达监测结果；多通道采样通过字段后缀 n（1～10）区分通道。废气、废水监测参数编码直接采用 HJ 524 [6]、HJ 525 [7]代码，噪声参数参照 GB 3096 [10]编码，避免另建编码体系带来的映射成本和差错。

5.6.5 固定污染源和监测点位编码

5.6.5.1 固定污染源编码规则

固定污染源代码以 PSCode 字段传输。按照 HJ 608 [8]的编码规则，由 18 位排污单位代码、3 位顺序码和 1 位特别标识码组成，编码示例见标准附录 D.1。该编码与监测点位代码共同建立监测数据与排污单位、监测点位之间的对应关系。

5.6.5.2 监测点位代码信息编码规则

规定的监测点位代码为 5 位或 9 位：第 1 位是监测点位类型编码，区分外排口监测点位（D）与内部监测点位（M），对应部分行业有治理设施去除效率要求时，需要在治理设施进口设置监测点位，以 M 表示。第 2 位是环境要素编码，区分废气有组织监测、废水监测、废气无组织监测、厂界噪声监测，分别以 A、W、U、N 表示。第 3～5 位为点位顺序码；需要区分同一监测点位不同设点位置时，增加 3 位点位位置码并以“—”连接，构成 9 位代码。该设计覆盖了治理设施进出口比对监测、无组织排放多点位布设等场景，编码容量（每类 999 个点位、每点位 999 个位置）可满足绝大多数排污单位需求。标准附录 D 列出了环境要素标识码和各类监测点位的编码示例，包括 DA001、DW001、DN001 以及 DU001-001 等。各点位代码应与现场实际监测位置建立对应关系。

5.7 通信流程

5.7.1 现场机注册与激活

将设备入网分为注册和激活两个环节：注册由设备生产商在设备出厂阶段完成，解决设备身份登记问题；激活在设备正式开展监测前完成，解决设备传输状态确认问题。分段设计使设备身份管理与设备实际使用相匹配，也便于生态环境部门掌握入网设备底数。分体式设备的各组件、辅助测量装置分别注册并与主控单元绑定、以主控单元设备信息作为唯一设备标识，是为防止组件混用、替换后监测数据归属不清。注册流程及密钥管理见标准附录 B。

5.7.2 数据传输

5.7.2.1 设备联网

设备使用前，先将 MQTT 鉴权账号、密码以及上位机 IP 地址或域名输入现场机，向上位机发送设备联网申请。连接成功后，方可开展现场监测。

5.7.2.2 点位关联

要求监测前将固定污染源代码和监测点位代码录入现场机完成点位关联，关联成功后方可开展气密性检查、参数设置、校准调整及采样监测等操作，且上传的每一条数据均携带两项代码。这一强制关联针对的是便携监测设备流动性强、一台设备服务多个排污单位的特点，从技术上保证监测数据与监测点位的唯一对应，防止不同点位数据相互顶替，是本标准防范数据造假的核心环节之一。

5.7.2.3 数据传输与执行结果反馈

规定现场机完成采样监测并定位成功后组包上传，上位机解析后以 EXRE 字段反馈执行结果（标准表 10）。定位成功作为数据上传的前提，保证监测数据携带真实空间信息；执行结果反馈形成“上传—确认”闭环，现场机据此完成本地传输结果标注，与标准 6.2 超时重发机制、6.3 传输结果标注共同构成完整的数据传输可靠性机制。

5.7.3 数据标记

设置样品类型和设备状态两类数据标记（标准表 11），一组数据同时携带两类标记。样品类型标记区分实际样品、质控样品和预测，防止以预测数据、质控数据冒充实际样品监测数据；设备状态标记区分正常测量、设备校准、设备调试、设备故障和设备维护，防止将非正常状态下产生的数据作为有效监测数据使用。标记优先由现场机根据性能、功能自诊断情况自动生成，不具备自动标记功能的方可手工标记，是最大限度减少人为干预标记结果的考虑，与本标准防范数据造假的总体定位一致。标记结果与第 9 章无效数据的认定和处理规则配套使用。

5.8 通信安全

5.8.1 加密机制

通过互联网传输数据时采用加密传输；通过专用网络传输时，宜采用加密传输，并遵循相应通信安全管理要求 [2]。本标准采用 MQTT 协议下的 TLS 1.3 [9]及以上版本，上位机支持 TLS 并获取 SSL/TLS 证书，相关要求参照 GB/T 22239 [11]执行。加密机制用于保护通信链路，CRC 校验用于检查数据传输错误，两者分别承担不同功能。

5.8.2 密钥管理

规定的密钥管理要求主要基于以下考虑：每台现场机设置独立的初始密钥，避免一台设备密钥泄露波及其他设备；密钥最长有效期定为 90 日 [2]，是在密钥泄露风险与更新运维负担之间的权衡；因上位机故障导致密钥更新失败时延长密钥有效期，保证故障期间设备仍可传输，不因密钥机制中断监测数据连续性；禁止以明文形式传输、转移、显示、存储密钥，禁止使用固定值、顺序值、规律值，针对的是调研中发现的部分设备预设弱密钥、通用密钥的实际问题。密钥下发、更新和重置的具体流程见标准附录 B。

5.9 数据处理与传输要求

规定数据处理与传输的基本要求，各项要求的设计考虑如下：现场机直接连接上位机传输，取消中间转发环节，压缩数据产生后人为修改的空间，即“直连直采”；数据以监测点位为单位组包上传，使一个点位的监测活动形成完整数据单元，便于按点位核查数据完整性；定位失败时在具备定位条件、距离监测点位最近位置重新定位，传输失败原则上不超过监测当天 24:00 补传，兼顾数据时空真实性与现场可操作性，补传时优先保障新采集数据上传，防止历史数据挤占通道形成积压；低于检出限的测量值以负值形式上传（标准第 9 章 d 项），完整保留测量信息，避免置零或空缺造成信息损失和人为修饰空间；现

场机非正常状态下采集的数据认定为无效数据，但仍须按标记规则标记后上传，防止“状态异常即不上传”形成数据黑洞；折算浓度按排放标准规定的基准氧含量折算公式计算，氧含量不小于 21%无法折算或折算值超出缺省数据类型位数时按最大值传输，保证数值可解析、不溢出，该处理方式与 HJ 212 [2]对异常数值的处理思路一致。

5.10 附录 A 循环冗余校验（CRC）算法

附录 A 为规范性附录，按校验范围和参数、计算步骤、CRC 字段表示和校验、C 语言实现示例四部分规定 CRC16 算法。校验覆盖当前通信包除末尾 CRC 字段外的全部实际传输字节，即包头“##”、4 位数据段长度、数据段、2 位总包数和 2 位包号。长度及包数字段按 ASCII 字符参与计算，数据段按 UTF-8 编码；输入长度等于本包数据段字节数加 10。分包时每个通信包独立校验。

算法寄存器初值为 0xFFFF，生成多项式为 0x8005，最低有效位先处理时使用 0xA001，最终异或值为 0x0000。处理完全部字节后交换高、低字节一次，再转换为 4 位大写十六进制 ASCII 字符，不足 4 位前补 0。接收方按收到的原始字节计算，不先调整 JSON 字段顺序、空白或数值表示；CRC 字段、字符串结束符及未实际传输的排版空白不参与计算。ASCII 序列“123456789”的交换前校验值为 0x4B37，传输表示为“374B”。CRC 用于传输差错检查，不作为加密算法。

5.11 附录 B 设备注册及密钥管理

附录 B 为规范性附录，规定设备注册、密钥更新和密钥重置流程。设备注册依次包括生产商企业账号注册、产品型号注册和单台产品注册；产品型号采用中国物品编码中心提供的 EAN—13 标准产品编码，未取得该编码时由生态环境部门的上位机赋码。单台产品结合产品编码与产品序列号生成设备唯一标识、设备账号、密码及初始密钥。

密钥更新由现场机与上位机自动完成：现场机发送获取新密钥请求，上位机生成并下发新密钥，更新完成后旧密钥失效。密钥重置由使用单位在上位机界面操作，现场机重新联网激活后，通过密钥更新流程获取新密钥。该附录与标准第 7 章和第 8 章共同规定设备身份注册及通信密钥的使用流程。

5.12 附录 C 常用监测参数编码表（可扩充）

附录 C 为规范性附录，列出废气、水和声环境常用监测参数的编码、名称、计量单位及数据类型。废气和水污染物参数编码与 HJ 524 [6]、HJ 525 [7]衔接，噪声参数根据 GB 3096 [10]等相关要求确定。参数分别列于表 C.1～表 C.3，扩充代码以生态环境部门的上位机公布为准，数据类型按标准 6.4.4.2 解释。

统一参数编码用于识别传输数据对应的监测项目，统一计量单位和数据类型用于规范数值表达。设备鉴权、密钥和数据标记字段见标准表 8，具体监测信息字段见标准表 9，公共设备信息字段见标准表 5。

噪声测试时长采用表 C.3 中的参数代码 Ts，单位为 min、数据类型为 N2，与表 9 的通用噪声字段组合为 Ts-Data。该参数与废气温度 a01012 分别编码，避免沿用旧版 Ts 表示废气温度而混淆两类数据。

5.13　附录 D 固定污染源代码和监测点位代码表（可扩充）

附录 D 为规范性附录，提供固定污染源代码、环境要素标识码及有组织废气、废水、噪声、无组织废气监测点位编码示例。固定污染源代码按 HJ 608 [8]编制，监测点位代码区分外排口和内部监测位置，并在需要时增加点位位置码。点位编码及其与实际监测位置的对应关系，用于现场机点位关联及监测数据溯源。

5.14　附录 E 通信数据示例

附录 E 为资料性附录，给出废气、废水、厂界噪声监测结果上传及执行结果反馈示例。各示例列明 JSON 数据段、数据段字节数、总包数、包号、CRC 和完整通信包，均为总包数和包号取 01 的单包示例。三个监测结果报文均包含设备编码、47 位软件标识、经纬度、上传时间、固定污染源代码、监测点位代码、样品类型和设备状态。

废气示例以二氧化硫监测说明监测起止时间、实测工况浓度、标况干基浓度及废气流速、湿度、压力和温度的传输；废水示例以氨氮测定说明监测时段和测定浓度的传输；噪声示例采用 Leq-DayData、Lmax-Data、Lmin-Data 和 Ts-Data，其中 Ts-Data 为测试时长，单位为 min、数据类型为 N2，取值与表 C.3 一致。执行结果反馈采用 EXRE 字段，成功为 1、失败为 2。

表 E.1～表 E.3 的数据段长度依次为 440、347 和 325 字节，整包 CRC 依次为 5BC3、3B07 和 C132；表 E.4 成功、失败反馈的数据段均为 12 字节，CRC 分别为 11F4 和 22F4。示例中的软件标识用于说明字段结构，其末尾软件校验信息与通信包 CRC16 分属不同用途。

6　与开题报告的差异说明

经与开题报告比对，本标准编制内容、技术路线无差异。

7　标准征求意见稿技术审查情况

本标准征求意见稿技术审查会认为，标准编制组提交材料齐全完整，国内外标准文献调研充分，标准定位准确、技术路线可行，同意通过技术审查。按照专家组意见，已将标准名称修改为《固定污染源便携式监测设备数据传输技术要求》，并依据 HJ 565-2010 [1]对标准文本及编制说明进行编辑性修改，修改完成后将提请公开征求意见。

8　标准实施建议

标准实施应统筹现场机、传输网络和上位机的接口衔接。设备生产商按照标准完成设备注册、组件绑定及数据采集传输功能适配，统一设备编码、软件标识、监测字段、数据标记和执行结果反馈的处理方式。上位机建设和运维单位配套实现设备接入、点位关联、通信加密、密钥管理、报文解析与补传接收功能。

设备使用单位在开展监测前完成设备联网、监测点位关联和相应质量控制操作，按要求保留并上传监测信息及状态标记。对定位失败、网络中断和设备异常等情况，按标准规定处理并完成数据补传。监测方法、样品采集、质量控制和结果计算仍按相应监测标准执行。

加强面向设备生产商、监测机构和上位机建设运维单位的标准宣贯与技术培训，围绕字段解析、编码一致性、密钥更新、异常标记、分包和补传等环节开展联调，记录实施中发现的问题，为后续维护和完善提供依据。

9 参考文献

[1] 环境保护部. 环境保护标准编制出版技术指南: HJ 565—2010[S]. 2010.

[2] 生态环境部. 污染物自动监测监控系统数据传输技术要求: HJ 212—2025[S]. 北京: 中国环境出版社, 2025.

[3] ISO, IEC. Information technology — Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) v 3.1.1: ISO/IEC 20922:2016[S]. 2016.

[4] BRAY T. The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format: RFC 8259 [S/OL]. 2017[2026-10-22]. https://www.rfc-editor.org/info/rfc8259. DOI: 10.17487/RFC8259.

[5] 生态环境部. 国家生态环境标准制修订工作规则: 国环规法规〔2020〕4 号[Z]. 2020.

[6] 环境保护部. 大气污染物名称代码: HJ 524—2009[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.

[7] 环境保护部. 水污染物名称代码: HJ 525—2009[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.

[8] 环境保护部. 排污单位编码规则: HJ 608—2017[S]. 2018.

[9] RESCORLA E. The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.3: RFC 8446[S/OL]. 2018[2026-10-22]. https://www.rfc-editor.org/info/rfc8446. DOI: 10.17487/RFC8446.

[10] 环境保护部, 国家质量监督检验检疫总局. 声环境质量标准: GB 3096—2008[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.

[11] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求: GB/T 22239—2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.