

附件 3

《环保物联网 感知设备技术规范（征求意见稿）》

编制说明

《环保物联网 感知设备技术规范》编制组

2021 年 9 月

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	项目相关行业概况.....	2
2.2	环境形势的变化对生态环境标准提出新的要求.....	2
3	国内外相关标准情况的研究.....	3
3.1	主要国家、地区及国际组织相关标准情况的研究.....	3
3.2	国内相关标准情况的研究.....	5
4	标准制订的基本原则和技术路线.....	7
4.1	标准制订的基本原则.....	7
4.2	标准制订的技术路线.....	7
5	标准主要技术内容.....	9
5.1	标准适用范围.....	9
5.2	标准结构框架.....	9
5.3	术语和定义.....	9
5.4	标准主要技术内容确定的依据.....	9
6	标准实施建议.....	13

《环保物联网 感知设备技术规范（征求意见稿）》

编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

(1) 为进一步完善国家环境保护标准体系,给环境保护执法和监督管理提供依据,2012年9月,原环境保护部发布了“关于征集2013年国家环保标准制修订项目承担单位的通知”。2012年11月5日,原环境保护部科技标准司在北京会议中心召开了“2013年度国家环保标准制修订项目承担单位评审会”,项目编号:2013-75。

(2) 经过专家评议与审核,原辽宁省环境监控中心、中国科学院沈阳自动化研究所和北京航天宏图信息技术有限责任公司联合承担《环保物联网 感知设备技术规范》的制订工作。原辽宁省环境监控中心由于机构改革,并入辽宁省生态环境事务服务中心。

1.2 工作过程

(1) 成立编制组和开展相关调研

2013年5月,原辽宁省环境监控中心接到原环境保护部下发的通知任务以后,与课题协办单位中国科学院沈阳自动化研究所和北京航天宏图信息技术有限责任公司共同成立了标准编制组。

从2013年5月开始,根据国家环保标准制修订工作管理办法的相关规定,检索、查询和收集国内外相关标准和文献资料,了解了国内目前的环保物联网相关标准以及物联网感知和传输相应方法。认真学习研究现行的国家环境保护行业标准《污染源在线自动监控(监测)系统数据传输标准》(HJ 212-2017)、《环境污染源自动监控信息传输、交换技术规范》(试行)(HJ/T 352-2007)和《污染源在线自动监控(监测)数据采集传输仪技术要求》(HJ/T 477-2009),走访了辽宁省各地市监测站,并与省监控中心污染源在线监测平台开发人员和环保设备生产厂商进行了深入的技术交流,与熟悉和使用现行相关环保标准的相关人员进行座谈,找出现行方法的不足和存在的问题。

(2) 编制标准初稿,完成开题论证

1) 2013年5月21日,参加标准制订培训会,明确标准制订方案,制定了技术路线,完成标准的开题报告。

2) 2013年12月10日,组织开展标准技术研讨,形成标准草案初稿。

3) 2014年2月25日,开展标准咨询会,根据专家给予的指导意见,形成标准草案的1.0版本。专家的主要意见是要将物联网技术和环保信息化紧密结合起来,体现环保特色,且要注意同期制订标准间的联系。

4) 2014年7月10日,召开内部专家论证会,组织相关专家对标准进行内部评审,形成标准草案的2.0版本。会上专家的意见是要突出标准的实际指导性,易于推广和实现。

5) 2015年8月24日,原环境保护部科技标准司组织召开标准开题论证会,会议论证专家组一致通过标准开题论证。会上专家对标准的内容基本同意,建议按照标准的格式要求去规范文本和行文。根据开题论证会提出的修改意见,标准编制组修改完善形成了标准征求意见稿。

(3) 编制标准征求意见稿,完成征求意见稿技术审查

2021年4月2日,生态环境部办公厅组织召开了标准征求意见稿技术审查会,通过了专家技术审查,并提出了“进一步充实完善标准文本”和“注意与环保物联网接入设备技术规范内容的衔接”的修改意见。会后标准编制组根据专家组意见,进一步修改完善了标准征求意见稿和编制说明文本。

2 标准制订的必要性分析

2.1 项目相关行业概况

物联网是继互联网之后的又一次技术革命浪潮,环境保护是当前国家工作的重点,环境在线监控网就是典型的物联网应用,但不可否认的是由于技术的局限性,已有的标准已经不符合物联网的发展要求,需要我们结合物联网的新特征,制订出更加科学的环保物联网标准。

环保部门在十几年的重点污染源自动监控、环境质量在线监测等系统的建设中,广泛采用传感器、RFID(Radio Frequency Identification, RFID)等相关技术,环保领域因而被业界公认为是物联网技术应用最早的一个领域。

环保物联网从结构上可以分为三层。首先是基础层,即感知层,此层面主要包括污染治理设施(污染源)现场端的感知,如现代化的传感器、分析仪、智能仪表等。其次是通信层,通信层的主要作用是实现感知层数据的传输,主要包括两种数据传输方式,有线传输和无线传输。最后是数据应用层,数据应用有两方面的含义,一方面是通过数据分析,得出相关的结论支持环保管理决策,另一方面是通过远程控制来优化环保治理设计的工艺运行条件。

考虑到实际应用并结合技术可实现性,在这里将环保物联网感知设备做如下定义:集成专用传感器,实现对环境质量和污染源信息的数字化输出,通过近距离有线和无线通信技术,完成与接入设备的数据交换,并具备完善的自我描述功能,实现即插即用。

通过上述描述可知,环保物联网感知设备具有两个主要的特征:一是具备标准的有线或无线通信接口,且在数据传输格式上也是统一的;二是具备完善的自我描述功能,并易于实现。本标准的编制也将从上述两个方面入手。

因此,有必要结合时下最新的技术发展趋势,制订新的环保物联网感知层面的标准,才能真正发挥物联网技术在生态环保行业的应用,促进环保业务的健康发展。

2.2 环境形势的变化对生态环境标准提出新的要求

从1999年开始,原国家环保总局第一次在全国开始推广环境在线监控系统,可以视作是物联网的最早探索和实践。在2008年,原环境保护部投入20亿元,地方配套超过80亿元,在全国31个省、自治区、直辖市,6个环保督查中心和333个地级市部署的国控污染源在线监控系统,是物联网在环保领域的规模建设和行业级实践。环境在线监控就是在点线

面源的合适点位上安装各种自动监测仪器仪表和数据采集传输仪,通过各种通讯信道与环境监控中心的通信服务器相连,实现在线实时通讯,这样传感器感知的点位环境状态就被源源不断地送到环保部门,并存储在海量数据库服务器上,以供环保信息化各种应用系统使用。

虽然污染源在线监控系统属于物联网范畴,但其“检测设备—数采仪—平台”的方式已经不能适应当前的技术发展形式,尤其是处于感知层的检测设备,除了通过简单的数字和模拟接口,能将现场物理信号转换为电信号传输给数采仪外,几乎不具有设备管理功能,在数字和模拟接口方面也是没有统一的标准。从严格意义上讲,目前的检测设备距离感知设备还有一定的差距。

截至目前,生态环境部已经发布环保信息类标准 42 个,颁布了《国控重点污染源自动监控能力建设项目建设方案》、《污染源监控中心建设规范(暂行)》、《污染源监控现场端建设规范(暂行)》、《污染源自动监控设施运行管理办法》等一批管理规定和办法。但是,上述 42 个标准中,仅有《污染物在线监控(监测)系统数据传输标准》(HJ 212-2017)属于采集端的标准,但也只是规定了在线设备和监控平台间的数据传输协议,仅能够满足环保业务方面的需求,与物联网定义下的设备感知功能存在较大差异。

由此可见,目前我国环保物联网感知层的标准体系侧重于针对不同类型数据的传输和接入方面,而相对于设备管理和自我描述方面的智能化要求,几乎为空白。

3 国内外相关标准情况的研究

3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准情况的研究

目前关于环保物联网一个公认的定义是,环保物联网是物联网技术在环保领域的智能应用,其通过综合应用传感器、全球定位系统、视频监控、卫星遥感、红外探测、射频识别等装置与技术,实时采集污染源、环境质量、生态等信息,构建全方位、多层次、全覆盖的生态环境监测网络,推动环境信息资源高效、精确的传递,通过构建海量数据资源中心和统一的服务支撑平台,支持污染源监控、环境质量监测、监督执法及管理决策等环保业务的全程智能,从而达到促进污染减排与环境风险防范、培育环保战略性新型产业、促进生态文明建设和环保事业科学发展的目的。根据上述定义,实例化其架构如图 1 所示。

感知交互层:利用感知终端、摄像头等设备实现信息采集。

网络传输层:支持 3G/4G、无线、有线网络接入,实现了互联网、环保专网的连接,保障数据传输稳定、安全。

数据支撑层:构建环保数据中心,包含基础库、业务库、主题分析库等,为平台提供数据支撑。

业务应用层:包括一体化实时监控信息系统、污染源动态监管系统、质量综合管理系统、统计综合管理系统、主要污染物总量控制与核查系统、排污许可动态管理系统、突发污染应急管理系统和应急指挥系统等主要系统。

决策服务层:根据日常应用与应急应用的数据,建立辅助决策支持系统,为环境管理人员提供决策服务。

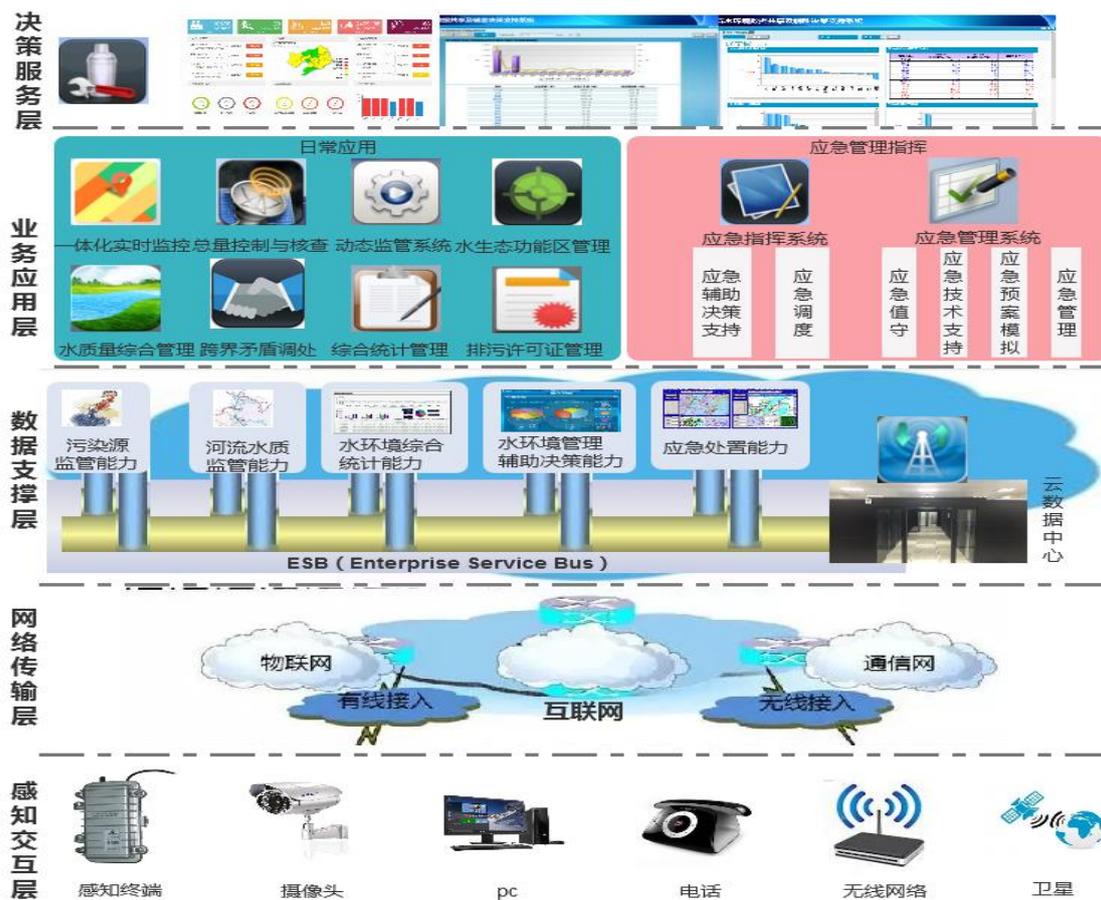


图 1 环保物联网体系架构

在国外，多个标准化组织根据自身的工作范围和技术积累开展相对独立的物联网标准制订工作，其中与感知设备相关的标准包括：

(1) 欧洲电信标准化协会（European Telecommunications Standards Institute, ETSI）：ETSI 是国际上较早系统展开 M2M 相关研究的标准化组织，2009 年初成立了专门的 TC 来负责统筹 M2M 的研究，旨在制订一个水平化的、不针对特定 M2M 应用的端到端解决方案的标准。

(2) 第三代合作伙伴计划组织（Third Generation Partnership Project, 3GPP）：3GPP 早在 2005 年 9 月就开展了移动通信系统支持物联网应用的可行性研究，M2M 在 3GPP 内对应的名称为机器类型通信（Machine-Type Communication, MTC）。3GPP 并行设立了多个工作项目或研究项目，由不同工作组按照其领域，并行展开针对 MTC 的研究。

(3) 1994 年 3 月，美国国家技术标准局（National Institute of Standards and Technology, NIST）和电气电子工程师协会（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）共同组织了一次关于制定智能传感器接口和制定智能传感器连接网络通用标准的研讨会，此后连续举办了 4 次会议，讨论这种标准建立方面的细节问题，即 IEEE 1451.1 智能传感器/执行器智能变送器接口标准。直到 1995 年 4 月，成立了两个专门的技术委员会，IEEE 1451.1 工作组和 IEEE 1451.2 工作组。IEEE 1451.1 工作组主要负责对智能变送器的公共目标模型和相应模型的接口进行定义；IEEE 1451.2 工作组主要定义 TEDS 和数字接口标准，包括 STIM

和 NACP 之间的通信接口协议和管脚定义分配。1995 年 5 月给出了相应的标准草案和演示系统。经过三年的努力，IEEE 会员分别在 1997 年和 1999 年投票通过了其中的 IEEE 1451.1 和 IEEE 1451.2 两个标准，同时新成立了两个新的工作组对 IEEE 1451.2 标准进行进一步扩展，即 IEEE 1451.3 和 IEEE 1451.4。IEEE、NIST 和波音、惠普等大公司积极支持 IEEE1451 标准，并在传感器国际会议上进行了基于 IEEE1451 标准的传感器系统演示，为此标准的推广和应用奠定了基础。

综上所述，国外组织主要针对物联网本身的规范和定义，而且更侧重从通信或工业应用角度入手，无法直接与环保具体业务相结合。

3.2 国内相关标准情况的研究

(1) 国内标准的特点及应用情况

我国物联网标准的制订工作处于起步阶段，但发展迅速。目前我国已有涉及物联网总体架构、无线传感网、物联网应用层面的众多标准正在制订中，并且有相当一部分的标准项目已在相关国际标准组织立项。我国研究物联网的标准组织主要有传感器网络标准工作组（WGSN）和中国通信标准化协会（CCSA）。

WGSN 是由国家标准化管理委员会 2009 年 9 月批准成立，负责传感网领域的标准化工作的全国性技术组织。按照国家标准制修订原则，以及积极采用国际标准和国外先进标准的方针，制订和完善传感网的标准体系表，提出制修订传感网国家标准的长远规划和年度计划的建议。根据批准的计划，组织传感网国家标准的制修订工作及其它标准化有关的工作，对口国际 ISO/IEC/JTC1/SC41 物联网及相关技术分技术委员会。

已发布的标准包括《信息技术 传感器网络 第 1 部分：参考体系结构和通用技术要求》（GB/T 30269.1-2015）、《信息技术 传感器网络 第 2 部分：术语》（GB/T 30269.2-2013）、《信息技术 传感器网络 第 301 部分：通信与信息交换：低速无线传感器网络网络层和应用支持子层规范》（GB/T 30269.301-2014）等 28 个与传感器网络相关的国家标准。

CCSA 于 2002 年 12 月 18 日在北京正式成立。CCSA 的主要任务是为了更好地开展通信标准研究工作，把通信运营企业、制造企业、研究单位、大学等关心标准的企事业单位组织起来，按照公平、公正、公开的原则制订标准，进行标准的协调、把关，把高技术、高水平、高质量的标准推荐给政府，把具有中国自主知识产权的标准推向世界，支撑中国的通信产业，为世界通信做出贡献。2009 年 11 月，CCSA 新成立了泛在网技术工作委员会（即 TC10），专门从事物联网相关的研究工作。虽然 TC10 刚刚成立不久，但在 TC10 成立以前，CCSA 的其他工作委员会对物联网相关的领域也进行过一些研究。目前 CCSA 有多个与物联网相关的标准正在制订中，目前已发布的标准有：《物联网总体框架与技术要求》（YD/T 2437-2012）、《M2M 业务总体技术要求》（YD/T 2398-2012）和《M2M 应用通信协议技术要求》（YD/T 2399-2012）等。

环保物联网行业标准编制方面，主要由生态环境部信息中心牵头开展物联网相关标准体系的研究，按总体层标准、感知层标准、网络层标准、应用层标准、应用支撑层标准、信息资源层标准、信息安全层标准、管理与运行层标准分别进行了梳理。2017 年，由生态环境部信息中心牵头编制的《环保物联网 总体框架》（HJ 928-2017）、《环保物联网 术语》（HJ 929-

2017)和《环保物联网 标准化工作指南》(HJ 930-2017)三项标准正式发布。

(2) 与本标准的关系

在《环保物联网 总体框架》(HJ 928-2017)中,对环保物联网的整体结构已经进行了明确的描述,如图2所示。

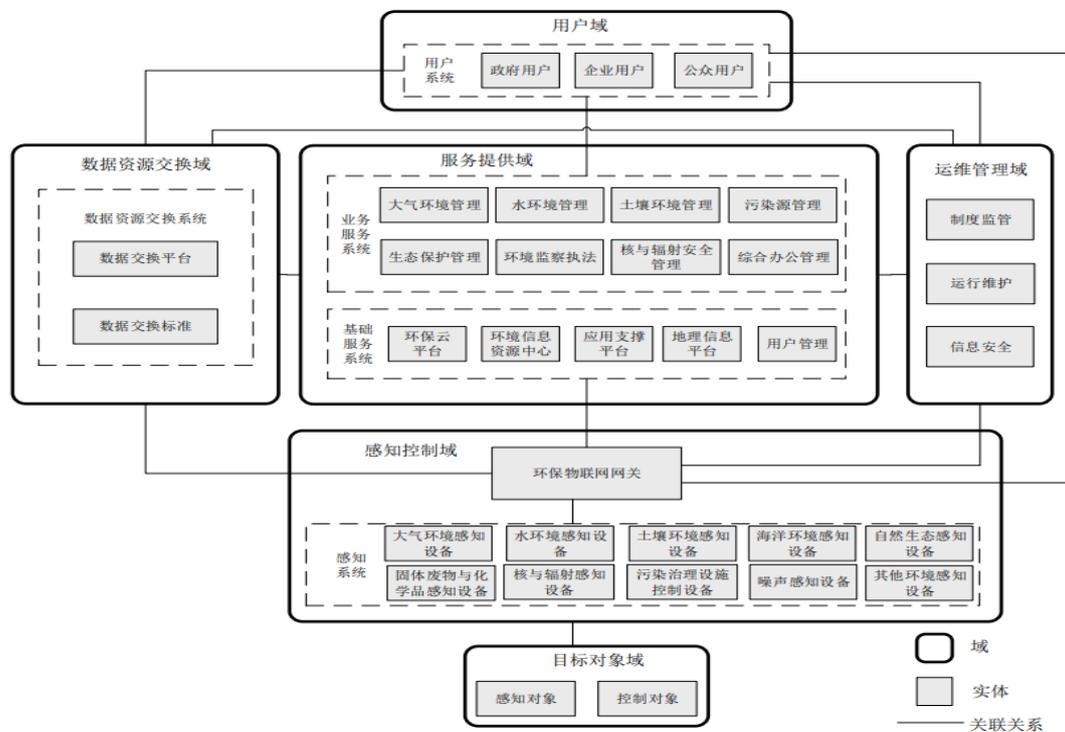


图2 环保物联网的总体框架

(1) 环保用户域：环保用户域是环保物联网用户和用户系统的集合。环保物联网用户可通过用户系统及其它域的实体获取对环境目标对象域中实体感知和操控的服务。

(2) 环境目标对象域：环境目标对象域是环保物联网用户期望获取相关信息或执行相关操控的物理对象集合。环境目标对象域中的物理对象可与环境感知控制域中的实体（如感知设备、控制设备等）以非数据通信类接口或数据通信类接口的方式进行关联。

(3) 环境感知控制域：环境感知控制域是环保物联网各类获取感知对象信息与操控控制对象的系统的集合。环境感知控制域中的感知系统为其它域提供远程的管理和服务,并可提供本地化的管理和服。

(4) 环保服务提供域：环保服务提供域是实现环保物联网业务服务和基础服务的实体集合。满足用户对环境目标对象域中物理对象的感知和操控的服务需求。

(5) 环保运维管理域：环保运维管理域是环保物联网系统运行维护和信息安全等的实体集合。环保运维管理域从规章制度符合性管理、系统运行技术性管理、信息安全性管理等方面,保证环保物联网其它域的稳定、可靠、安全运行等。

(6) 环保数据资源交换域：环保数据资源交换域是根据环保物联网系统自身与其它相关系统的应用服务需求,实现信息资源的交换与共享功能的实体集合。环保数据资源交换域可为其它域提供系统自身所缺少的外部信息资源,以及对外提供其它域的相关信息资源。

本标准与《环保物联网 总体框架》(HJ 928-2017)属于同一标准系列,或者说本标准对

其中的感知控制域进行了实例化。

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

本标准制订本着科学性、先进性和可操作性的原则，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）和《环保物联网 标准化工作指南》（HJ 930-2017）的有关要求进行编制。制订过程中，在充分消化、理解现有标准、规范的基础上，结合了当前我国环保物联网发展的现状，并且吸纳了环保设备制造商的建议。

另外，本标准制订时还遵循了以下原则：

- （1）一致性：与国家或行业标准一致性；
- （2）实用性：紧扣系统应用，实用性强；
- （3）开放性：可持续扩展、更新；
- （4）阶段性：有计划、分步骤展开；
- （5）系统性：服务环保系统全过程；
- （6）全面性：标准的内容考虑全面，满足各项评价指标的要求；
- （7）适用性：标准具有普遍适用性，易于使用。

4.2 标准制订的技术路线

- （1）标准制订的技术路线图

本标准制订的技术路线图如图3所示。

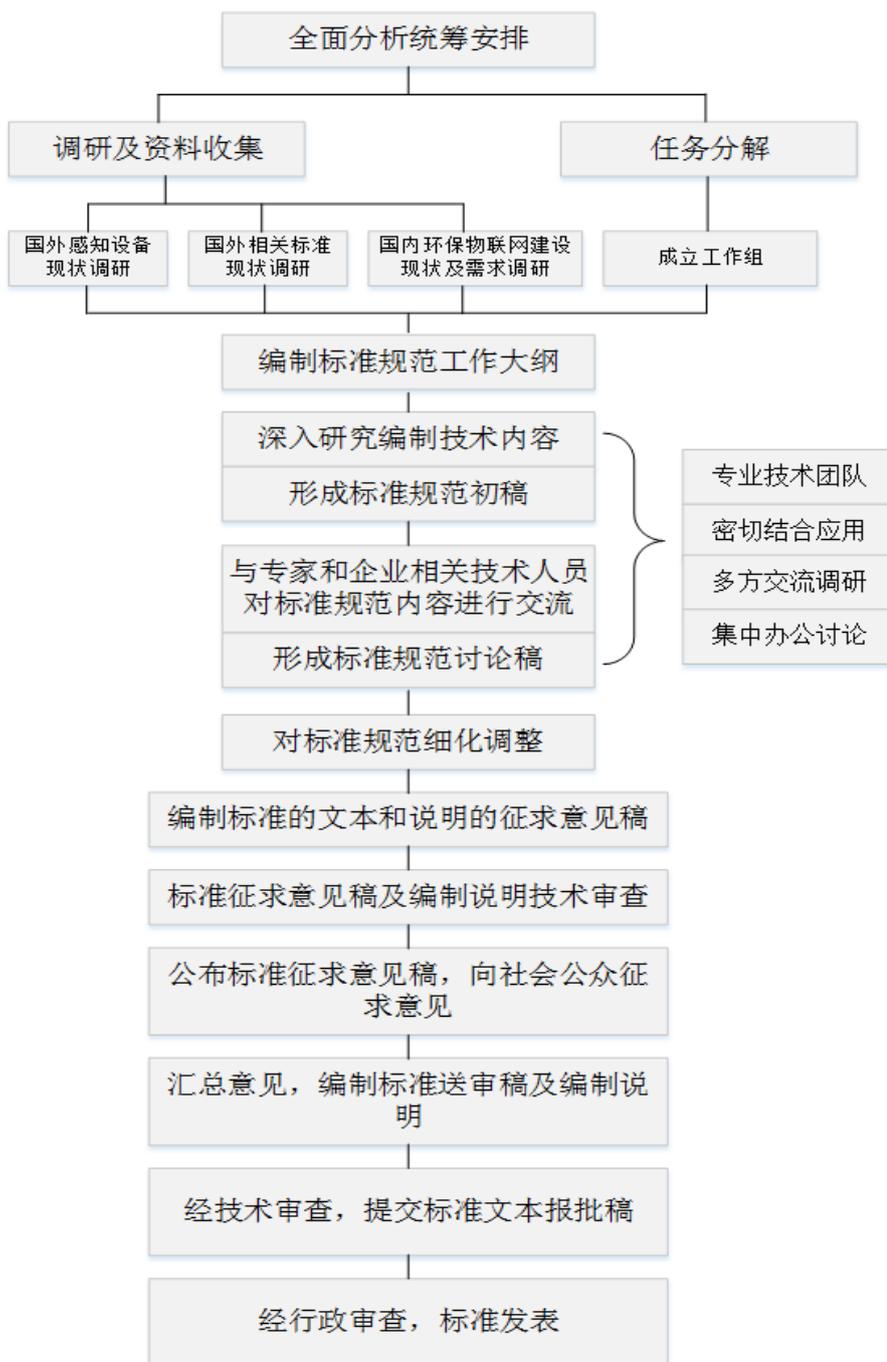


图3 标准制订的技术路线图

标准制订过程将严格遵守《国家生态环境标准制修订工作规则》（国环法规（2020）4号）的相关要求，同时兼顾标准的实用性和先进性。

（2）制订过程中的技术难点及解决途径

本标准制订过程中的技术难点，主要在于如何将环保业务与物联网技术有机结合起来，既不失去环保特色，又不是过度关注环保业务本身而背离物联网的初衷。编制组通过广泛调研、多方听取专家意见和与各相关标准编制组进行技术讨论，使标准内容逐渐聚焦和清晰。

5 标准主要技术内容

5.1 标准适用范围

本标准规定了环保物联网感知设备与接入设备、其它第三方设备或系统进行数据交换的硬件通信接口和通信协议。

本标准适用于与环保物联网感知设备相关的设计和开发应用。不限制系统扩展其他的信息内容，在扩展内容时不得与本标准所使用或保留的控制命令相冲突。

5.2 标准结构框架

标准文本包括正文和附录两部分。正文为标准的主体，附录为正文的补充部分。

本标准共由 7 章组成，主要内容如下：

第 1 章为适用范围，明确本标准的内容是规定了环保物联网感知设备与接入设备、其它第三方设备或系统进行数据交换的硬件通信接口和通信协议。

第 2 章为规范性引用文件，给出了本标准中引用的相关标准文件。

第 3 章为术语和定义，列出了在本标准中出现的相关术语及其定义。本标准引用了标准中重复出现且与本标准内容具有重要指导作用的 2 项术语，分别是感知设备和设备描述电子表格。

第 4 章为缩略语，阐明了标准中缩写名词的含义。

第 5 章为概述，说明了感知设备和接入设备同属于感知控制域，同时说明了通过本标准，感知设备和接入设备可以进行数据交换。

第 6 章为功能结构，明确了环保物联网感知设备的功能结构。

第 7 章为感知设备技术要求，详细说明了感知设备技术要求各部分的组成，具体包括设备描述电子表格相关的构成、组织方式、存储方式、基本数据类型定义、表格内容以及硬件电气接口和通信协议中的应答模式、超时重发机制和报文格式定义等。

附录 A（资料性附录）给出了设备描述电子表格中总体表格的设备类型字段可能的选项值和设备描述电子表格中各表格的识别字头字段可能的选项值。

附录 B（规范性附录）给出用于对感知设备中用户表中的内容进行进一步解析和描述的 XML 文件的格式和字段含义解释。

5.3 术语和定义

GB/T 37693 和 HJ 929 中界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

（1）感知设备（sensing device）

能够获取对象信息的设备。该定义主要来源于 GB/T 37693 中的定义 3.2。

（2）设备描述电子表格（device describe electronic tables）

感知设备内部一个固定的数据存储区域，记录了感知设备相关属性，用以实现自描述。

5.4 标准主要技术内容确定的依据

在标准的制订过程中，通过对已有标准的研究和与各个环保设备生产厂商、信息化系统

集成商的技术交流,发现目前环保信息化中一个突出问题是缺乏一套统一的规范和技术标准用于不同设备厂商间的信息集成,由于环保设备原理、功能、形态、技术架构千差万别,而且已经有大量实际运行的设备,已有的 HJ/T 212, HJ/T 477 和 HJ/T 352 三个标准,都无法满足从设备层面进行信息集成的需要,换言之,无法满足环保物联网的技术要求,而 IEEE 1451 智能传感器/执行器智能变送器接口标准又过于复杂,因此,本标准立足于制定一套简单、通行、易实现的规范。

5.4.1 概述

根据 HJ 928 中的环保物联网体系架构,感知设备和接入设备同属于感知控制域,感知设备根据感知对象的不同,又进一步分为不同类型的感知设备。感知设备和接入设备间通过本标准中规定的硬件电气接口和通信协议,完成数据交换。

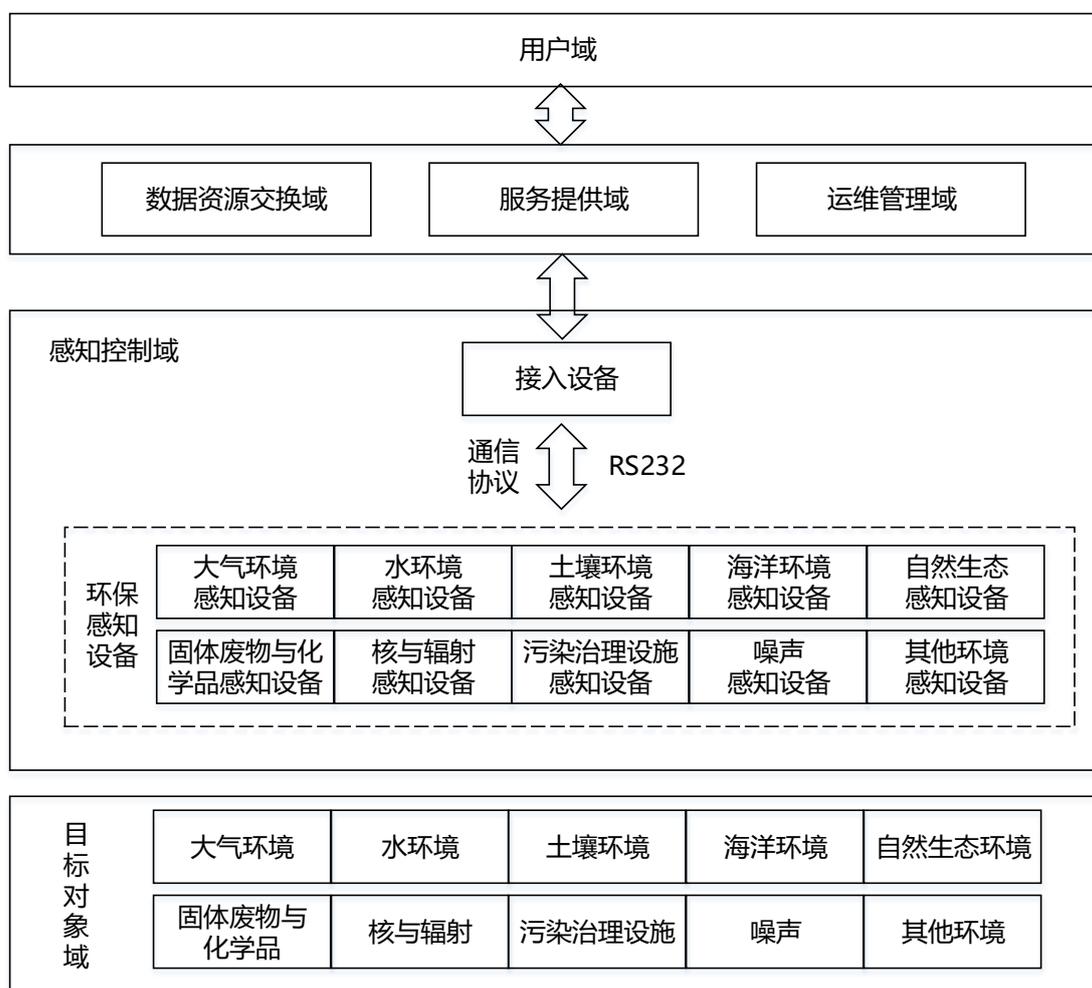


图 4 感知设备网络拓扑结构

由图 4 可知,虽然接入设备和感知设备同属于感知控制域,但是在层级上接入设备在感知设备的上层且是一对多的关系,感知设备可以表现为各种形态,其功能可以复杂也可以简单,可以是对原有环保设备的改造,也可以是完全依照本标准进行设计。

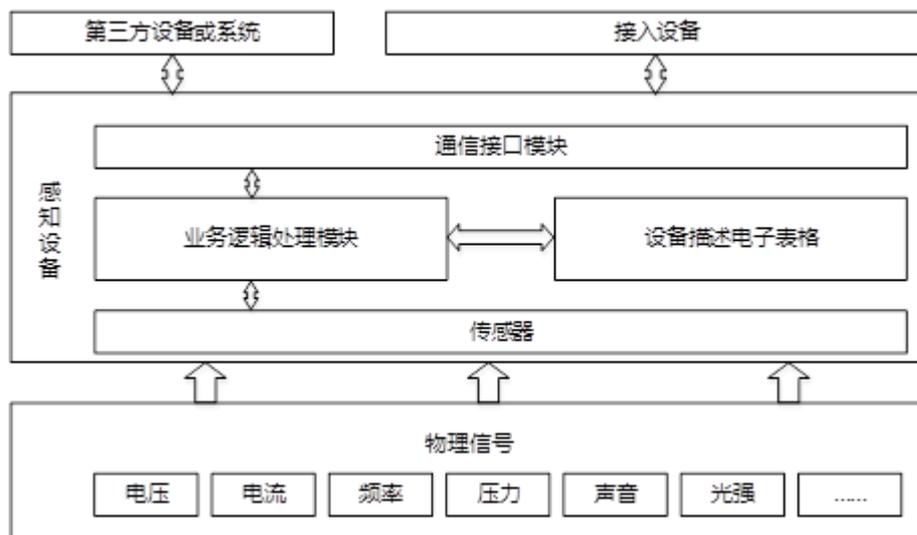


图5 感知设备功能结构

从图5中可以看出，感知设备相当于在原有环保设备功能的基础上，增加了一个设备描述电子表格的数据存储区和一个RS232的通信接口，其他功能与执行的标准在本标准中不予规定。当接入设备、第三方设备或系统通过本标准中规定的电气接口和通信协议将固化在设备中的设备描述电子表格数据读取后，即实现了在无人干预情况下自动对感知设备特征和属性加载的目的。对于可写字段，也可以进行修改更新。

对于感知设备自身的高低温、电磁兼容、安全性等物理特性以及电气特性等，需要符合相关的GB或者HJ标准。

5.4.2 数据交互接口

为使感知设备与接入设备或第三方系统实现标准化数据信息交换。本标准从设备描述电子表格、硬件电气接口和通信协议三部分进行了规定。这三方面描述了环保感知设备对外进行信息交换的全部要素，这部分也是在其他物联网领域中常规采用的方法。

5.4.3 设备描述电子表格

在环保应用中，集成了许多由各个制造厂商提供的型号、规格与性能各异的环保检测设备。这种多样性使得在安装、版本管理以及在设计、维护与诊断过程中，必须使用不同的软件对不同的设备进行操作，而这样大大增加了操作难度及开销。随着物联网技术的发展，越来越需要一个统一的方法来对不同类型的设备进行操作。

考虑到不同的设备在属性上可分为两部分，即共性部分和个性部分。共性部分又可以划分为不同的类，比如生产厂家，出厂日期，软硬件版本信息等，可以统一作为总体描述的子项；测量的类型参数、物理单位、量程、上下限等，可以统一作为通道描述的子项。基于该原则，在标准中提出电子表格的概念，相当于设置五个逻辑上的数据存储区域，分别放置某一类的设备信息，数据由感知设备自身负责维护，其中只读部分在感知设备出厂时已经固化，可读写部分可由接入设备或第三方系统按照通信协议通过硬件电气接口进行更改。五个设备描述的电子表格为：

总体表格（General Sheet）：描述感知设备的总体信息，如生产厂家、出厂日期、软硬件版本信息、型号等，同时也对是否存在用户表格进行了规定，必选。

通道表格 (Channel Sheet): 描述与传感器通道相关的信息, 如测量的类型参数、物理单位、量程、上下限等, 感知设备中每个实际物理通道对应于该表格中的一个通道信息块, 必选。

标定表格 (Calibration Sheet): 描述传感器通道的校正信息, 为简单起见, 规定通道的标定方法为线性, 如果在总体表格中规定本表格存在, 则感知设备中每个实际物理通道对应于该表格中的一个通道标定信息块, 可选。

应用表格 (Application Sheet): 描述与设备安装、运行环境要求等相关的信息, 如安装位置、工况要求等, 必选。

用户表格 (User Sheet): 描述用户自定义数据, 该表格中字段由用户根据实际需要自行定义, 同时需要依照本标准中的电子表格描述方法提供对应的 XML 描述文件, 可选。

数据表格可以理解为设备的一个电子标签, 第三方系统或者设备读取该数据后, 即可建立起该设备的详细信息模型。

表格中的数据类型包括 UINT8、UINT16、UINT32、FLOAT、UINT8 数组、UINT16 数组、FLOAT 数组和 FArray[n][m] 数组, 这些数据类型, 完全可以覆盖设备描述电子表格中的各个字段, 也便于其他软件或者设备的读取和解析。

总体表格、通道表格、和应用表格三个表格是每个感知设备必须具备的部分, 其格式已经确定。而对于用户表格, 是感知设备个性化部分, 没有统一的格式。因此, 在标准中规定感知设备厂商需要对应提供一个 XML 格式的文件, XML 文件中对用户表格中的数据进行规范化的说明, 任何第三方软件只要能够正确解析该 XML 文件, 即可知道如何去与感知设备的用户表格交互。

可扩展标记语言 (Extensible Markup Language, XML), 用于标记电子文件使其具有结构性的标记语言, 可以用来标记数据、定义数据类型, 是一种允许用户对自己的标记语言进行定义的源语言。XML 是标准通用标记语言 (SGML) 的子集, 非常适合 Web 传输。XML 提供统一的方法来描述和交换独立于应用程序或供应商的结构化数据, 同时 XML 是一种简单、与平台无关并被广泛采用的标准, 因此很容易被任何软件使用。

5.4.4 硬件电气接口

工程中常用的电气接口有 RS232、RS485、USB、CAN, 以太网以及无线中的 IEEE 802.15.4、蓝牙、WIFI 等, 考虑到无论是嵌入式板卡, 还是工控机, RS232 都可以得到支持, 且对应用层数据协议没有规定, 因此在本标准中以其为硬件电气接口。

同时规定其参数为波特率 9600, 8 位数据位, 1 位停止位, 无奇偶校验。

5.4.5 通信协议标准

通信协议是指双方实体完成通信或服务所必须遵循的规则和约定。具体说包含了数据含义、连接方式、信息发送和接收的时序, 从而确保网络中数据顺利地传送到确定的地方。

通信协议主要由以下三个要素组成:

- (1) 语法: 即如何通信, 包括数据的格式、编码和信号等级 (电平的高低) 等;
- (2) 语义: 即通信内容, 包括数据内容、含义以及控制信息等;
- (3) 定时规则 (时序): 即何时通信, 明确通信的顺序、速率匹配和排序。

在标准中“语法”已经在电气接口中说明, 因此本节内容, 规定了上述三要素的“语义”和

“时序”的具体实现方式。

语义：考虑到不同的功能要求，将报文分为读报文、读响应报文、写报文、写响应报文四类。一个完整的报文分为报文头和报文体两部分，其中报文头是每个报文必要的公共部分，它描述了每个报文的最基本信息，其长度固定，为 41 个字节，而且其格式固定，依次为目标地址、源地址、操作类型、长度、流水号、校验和 6 个字段；报文体是报文中承载交互数据的部分，由于传输的内容不定，因此其长度可变，格式不固定。

时序：时序可以理解为交互过程中双方需要遵循的规则，如超时、重发、连接建立等。这里规定在通信过程中，一次完整的命令交互由接入设备或第三方系统作为请求方发起，感知设备给与响应应答，具体过程如下：

- (1) 请求方发送请求命令给响应方；
- (2) 响应方接到请求命令后应答，请求方收到应答后认为连接建立；
- (3) 响应方执行请求的操作；
- (4) 响应方通知请求方请求执行完毕，没有应答按超时处理；
- (5) 命令完成。

并且增加了超时重发机制：

- (1) 一个请求命令发出后在规定的时间内未收到回应，认为超时；
- (2) 超时后重发，重发规定次数后仍未收到回应认为通讯不可用，通讯结束；
- (3) 超时时间根据具体的通讯方式和任务性质可自定义；
- (4) 超时重发次数根据具体的通讯方式和任务性质可自定义。

上述过程和机制，保证了一次通信过程能够正常完成。

6 标准实施建议

物联网本身是一个宽泛的概念，而物联网与具体的应用场景相结合，又诞生了很多细分的概念，环保物联网也是其中一个实例。由于物联网技术在工业中已经得到了较为广泛的应用，因此本标准的制订，借鉴和参考了很多在工业领域中的概念和原则。但由于生态环境保护业务本身的复杂性和已经大量存在的在线设备无法全部改造以达到本标准，因此建议本标准作为建议性标准而非强制性标准，并且随着技术的更新发展和环保业务的新需求，对本标准也要进行不断的补充和完善。