

无锡“感知中国”物联网商会团体标准

T/CCSCIOT 0001—2020

生态监测物联网系统结构和技术要求

System architecture and technical requirements for ecological monitoring Internet of Things

2020 - 10 - 15 发布

2020 - 11 - 01 实施

无锡“感知中国”物联网商会 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 符号和缩略语.....	1
5 生态监测物联网系统架构.....	1
5.1 系统架构图.....	1
5.2 实体.....	2
5.3 接口描述.....	6
6 生态环境监测物联网系统通用要求.....	7
6.1 系统功能技术要求.....	7
6.2 系统安全技术要求.....	8
6.3 系统性能技术要求.....	9
参考文献.....	11
图 1 生态监测物联网应用系统体系结构图.....	2
表 1 目标对象域实体描述.....	2
表 2 感知控制域实体描述.....	3
表 3 服务提供域实体描述.....	4
表 4 用户域实体描述.....	4
表 5 运维管控域实体描述.....	5
表 6 资源交换域实体描述.....	6
表 7 域间接口描述.....	6

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

本标准由无锡“感知中国”物联网商会提出并归口。

本标准起草单位：感知集团有限公司、无锡物联网产业研究院、中国科学院西北生态环境资源研究院、北京雨根科技有限公司、中国科学院城市环境研究所、中国科学院植物研究所、中国科学院动物研究所。

本标准主要起草人：吴明娟、陈书义、孙万源、钱维林、李新、郭建文、施生锦、任强、宋创业、肖治术、王燕。

物联网 生态环境监测物联网系统结构和技术要求

1 范围

本文件规定了用于生态环境监测应用的物联网系统，包括以下部分：

- 生态环境监测物联网系统的系统构成和系统实体描述，生态环境监测实体包括水、土壤、空气和生物；
- 用于生态环境监测的物联网系统的通用要求。

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 33474 - 2016 物联网参考体系结构

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 符号和缩略语

下列缩略语适用于本文件。

IoT：物联网（Internet of Things）

EEM：生态环境监测（Ecological Environment Monitoring）

5 生态监测物联网系统架构

5.1 系统架构图

从系统构成角度，应用系统体系结构给出生态监测物联网的实体及接口，其中，生态监测物联网包含了目标对象域、感知控制域、服务提供域、运维管控域、资源交换域、用户域六个域，如图1所示。

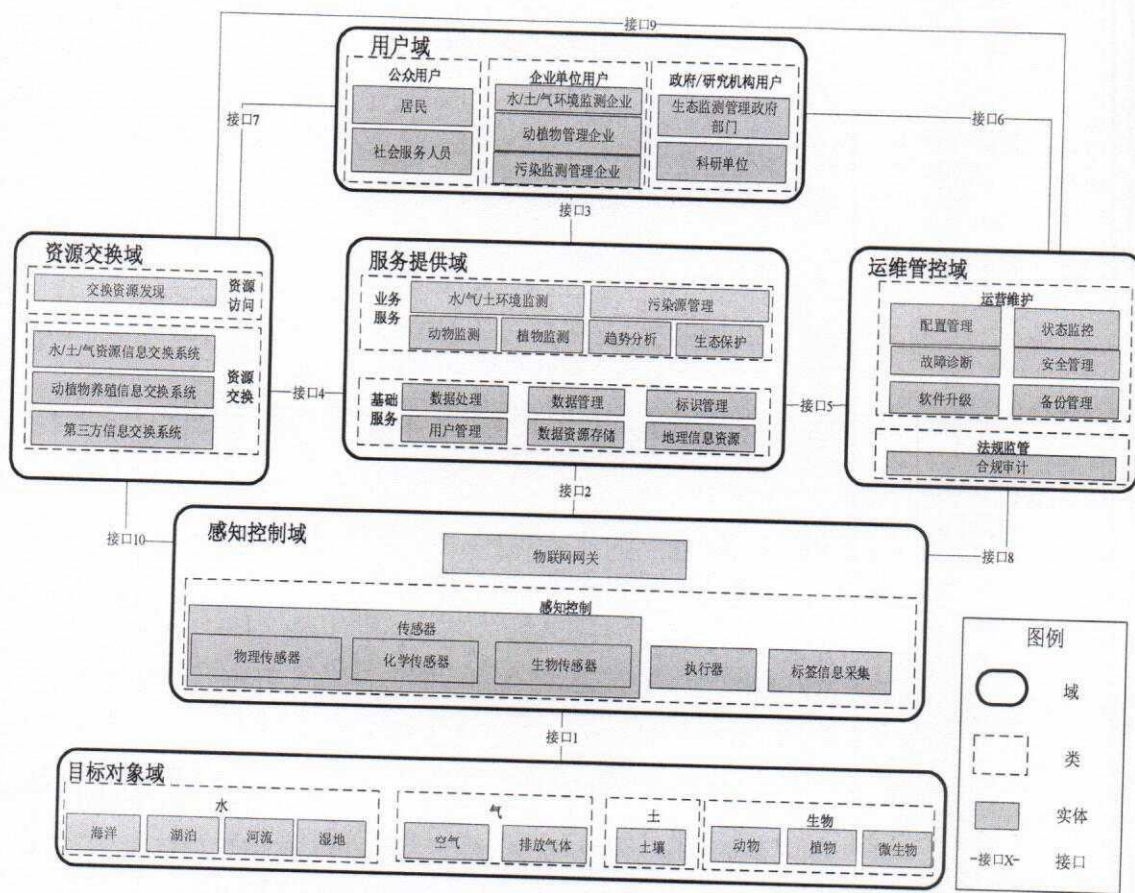


图 1 生态监测物联网应用系统体系结构图

5.2 实体

5.2.1 目标对象域

目标对象域包含生态监测物联网中用户感兴趣的监测目标对象，这些目标对象的信息可被传感器感知，在少数情况下它们也可采用执行器控制，标签也可被安装在一些目标对象上，标签包括条码、二维码、视频识别等。在生态监测物联网中，目标对象实体包括四类：一类为水，主要包括海洋、湖泊、河流、湿地等；一类为气，主要是指空气或其他气体排放；一类为土，主要是指土壤。一类为生物，主要包括各类动物、植物和微生物等。目标对象域实体描述见表1。

表 1 目标对象域实体描述

类别	实体	实体描述
水	海洋	包括海洋的水质、水体等。
	湖泊	包括湖泊的水质、水体等。
	河流	包括河流的水质、水体等。
	湿地	包括湿地的水质、水体等。
气	空气	自然环境中空气及空气各类参量。
	排放气体	从设备排放到外界环境中的气体及各类参量。
土	土壤	包括土壤的成分及污染指数。

生物	动物	自然界的动物（包含水生动物）的生长发育、活动等参数。
	植物	自然界的植物（包含水中和水体表面的水生植物、浮游生物）及其生长过程参数。
	微生物	自然界的微生物及其相关参数,例如微生物的数量、种类、生长过程、状态等。

5.2.2 感知控制域

感知控制域的实体分为感知控制类实体和物联网网关，感知控制类实体包括水/气/土/生物信息采集、标签信息采集、位置信息采集、音视频信息采集、控制/执行，主要包括传感器、执行器和标签阅读器等。

传感器获取有关生态系统实体特性的信息（如物理、化学、生物特性）。传感器可根据目标对象域中实体所需的测量参数进行选择。执行器可在紧急或救援操作时改变目标对象实体的本地或相关属性。传感器和执行器可以独立或协作地与目标对象实体交互。

物联网网关是连接感知控制域和其他域的设备，它还可以将感知控制域中的一个实体连接到另一个实体。物联网网关提供协议转换、地址映射、数据处理、信息融合、认证和设备管理等功能。物联网网关可以作为独立设备运行，也可以与其他传感和控制设备集成。物联网网关还可以为受限物联网设备（即存储、计算、通信和电源能力有限的物联网设备）执行安全功能，使用网关连接到网络。感知控制域还可能包含用于运行控制服务的本地控制系统。物联网网关实体描述见表2。

表2 感知控制域实体描述

类别	实体	实体描述
传感器	物理传感器	收集生态系统对象（如空气、水、土壤、生物）的物理参数，并格式化原始数据以供使用、传输和存储。
	化学传感器	收集生态系统对象（如空气、水、土壤、生物）的化学参数，并格式化原始数据以供使用、传输和存储。
	生物传感器	收集生态系统对象（如空气、水、土壤、生物）的生物参数，并格式化原始数据以供使用、传输和存储。
	音视频信息采集	采集水/气/土/生物的音频、视频、图像等多媒体数据，形成系统可识别、处理、传输的多媒体格式数据。
执行器		根据预先定义的条件，操作或改变生态系统中实体的相关条件或特性。
射频识别读写器		收集附着在生物（如动物或植物）上的条形码、二维码或RFID所携带的数据，并通过扫描附着在生物上的标签，从中获取相关信息，如获取类型、身份和年龄。
物联网网关		实现感知控制系统设备的网络接入，可对目标对象域内生态监测数据进行数据聚合、数据分析、控制决策的系统或设备，生成传感和控制子系统的控制命令。

5.2.3 服务提供域

服务提供域包括向用户提供生态监测服务的实体，它的目的是承载核心功能、服务和应用程序，将基于物联网的生态环境监测服务交付给用户（例如，人和/或数字实体）。

在服务提供域中，软硬件系统/子系统不仅实现了基本服务，而且实现了与业务相关的服务。服务提供域的子系统将主要提供基础服务和业务服务。基础服务包括数据访问、数据处理、数据融合、数据

存储、标识管理、地理信息服务（GIS）和用户管理。业务服务承载与业务相关的服务和基于基本服务构建的生态环境监测服务所需的应用程序。服务提供域实体描述见表3。

表3 服务提供域实体描述

类别	实体	实体描述
基础服务	数据处理	对感知控制域生成的数据进行预处理、目标处理、数据集成和融合。
	数据管理	对感知控制域获取的各类生态监测数据和数据资源进行管理。
	标识管理	对动物和植物的身份标识进行统一管理（包括标识分类、标识编目、标识审核、标识发布、标识查询、标识维护等）。
	用户管理	对使用生态监测物联网系统的各类用户进行管理（包括用户注册、身份认证、权限管理、角色配置等）。
	数据存储	存储生态系统数据，例如：与空气、水和土壤有关的数据、从传感器收集的数据以及从第三方获得的数据，这些数据对于生态环境监测服务至关重要。
	地理信息资源	来自其它系统的、本系统业务服务需要的地理信息数据，包括主要生态的地理分布及地图信息。
业务服务	大气监测	为空气环境管理提供服务，包括空气质量管理、大气固定源排放环境管理、噪声环境管理。
	水环境管理	为水环境管理提供服务，包括地表水环境质量管理、饮用水与地下水环境质量管理、海洋环境质量管理、水固定源环境管理等。
	土壤环境管理	为土壤环境管理提供服务，包括土壤环境质量管理、固体废物管理、化学品环境管理等。
	环境污染管理	为污染源管理提供服务，包括污染源监测监控、排污许可证管理、排污申报管理等。
	动物管理	为动物管理提供服务，包括生长管理、活动监测、状态监测、危险预警等。
	植物管理	为植物管理提供服务，包括生长管理、状态监测、危险预警等。
	趋势分析	分析生态环境要素之间的关系，以及生态环境的变化趋势。
	生态保护管理	为自然生态保护提供服务，包括土壤、生物多样性保护、保护区管理等。

5.2.4 用户域

用户域包含人类用户和数字用户。数字用户是某种类型的设备，它们通过网络接口或应用程序编程接口与基于物联网生态环境监测系统其他实体直接交互。人类用户使用用户界面设备进行交互，即人机界面（HMI）。HMI子系统包含允许人类用户与EEM系统交互的设备和支撑软件。根据用户的角色，系统的不同方面将被呈现出来以供观察和/或控制。人类用户包括公共用户、企业或机构用户和政府用户。数字用户包括终端或设备，或安装在智能手机或智能数字设备中的应用程序，以及加载在计算机上的软件或网页。用户域实体描述见表4。

表4 用户域实体描述

类别	实体	实体描述
公众用户	居民	城市中使用设备和人机界面访问生态环境监测服务的人员，例如，获取城市空气、水和土壤质量的信息。
	社区服务组织	社区中使用设备和人机界面访问社区EEM服务的人员或社会服务组织，例

		如,洪水或水土流失时,及时获取生态环境信息的报警或警告,获取社区周围生态环境的信息。
企事业单位用户	环境监测企业	使用设备及人机界面接口获取水、气、土生态监测服务的环境监测企业或机构。服务包括水、气、土的成分、有害物质、变化趋势等。
	动植物管理企业	使用设备及人机界面接口获取动植物状态跟踪和管理的机构等,例如动物的活动、位置、生长情况等。
	污染监测管理企业	使用设备及人机界面接口获取污监测服务的污染源监测管理机构。例如监测污染排放情况。
政府部门/研究机构用户	生态监测管理政府部门	使用设备及人机界面接口获取生态监测服务的政府部门,实现对生态环境管理的监测、计划、控制和管理等。
	科研单位	使用设计及人机界面接口获取多种生态监测信息和服务的高等学校和研究机构,实现对生态环境的研究、分析和决策支持。

5.2.5 运维管控域

运维管控域对基于物联网的EEM系统的运行监控、维护和法规遵从性监督,为生态监测服务及扩展应用提供运行保障。分为运营维护和法规监管两类,其中,运营维护用于保障生态监测物联网系统安全可靠运行。法规监管实体用于保障生态监测物联网系统提供的各项服务符合相关法律法规。运维管控域实体描述见表5。

表5 运维管控域实体描述

类别	实体	实体描述
运营维护	配置管理	维护与管理生态监测物联网系统硬件、软件等的版本、型号、配置参数等。
	状态监控	收集生态监测物联网系统硬件、软件的运行状态数据,并进行分析,发现异常及时报警。
	故障诊断	在系统运行发生异常或故障时,收集故障数据、定位故障点、给出解决建议。
	软件升级	在线或非在线的系统软件和功能组件的升级。
	安全管理	对生态监测物联网系统的物理实体安全、信息安全、功能安全、隐私保护等进行管理。
	容灾管理	制定系统备份及系统恢复策略,并执行备份计划,确保关键数据及关键服务在人为或自然原因导致的灾难后能够在确定的时间内恢复并继续运行。
法规监管	合规审计	收集系统的日志文件及人机交互信息,进行生态监测法规符合性分析,生成法规监管的管理和控制数据。

5.2.6 资源交换域

RAID提供了基于物联网的EEM系统与外部系统(如遗留系统)之间的信息资源共享和交换。RAID包括实现EEM信息和服务交换的软硬件系统实体。资源访问实体实现资源信息的访问控制,资源交换实体实现生态系统数据资源与相关外部资源的交换。

资源交换域实现生态监测物联网系统与外部系统间信息资源的共享与交换,以及实现生态监测物联网系统信息和服务交换的实体集合,包括资源访问实体和资源交换实体。资源访问实体实现资源信息的访问控制,资源交换实体实现生态系统数据资源与相关外部资源的交换。资源交换域实体描述见表6。

表6 资源交换域实体描述

类别	实体	实体描述
资源获取	交换数据发现	发现资源,以便从外部和内部系统访问适当的数据,包括来自对等物联网系统的空气/水/土壤/动植物数据和来自第三方系统的其他外部数据。
资源交换	土地资源信息交换系统	实现与外部土、水、动植物资源信息交换的系统,如从各级土、水、资源信息数据库、获取资源分布和使用情况,环境污染和保护数据,实现资源信息的统计分析和预测等,实现生态环境保护分析、统计和干预控制等措施。
	动植物信息交换系统	实现与动植物系统之间的信息交换的系统,从动植物信息数据库交换获取动植物历史生长信息,实现动植物未来生长的统计分析和预测等。
	生态监测外部信息交换系统	实现生态监测与外部非生态监测信息交换的系统,外部信息如与气象、GIS、人口基础数据库等。

5.3 接口描述

根据图1生态环境监测物联网系统中定义的接口,本节从信息流的角度描述每个接口,见表7。

表7 域间接口描述

接口 #	第1个域	第2个域	接口描述
接口1	目标对象域	感知控制域	感知控制域实体通过本接口获取目标对象域中监测生态环境对象的感知数据。
接口2	感知控制域	应用服务域	应用服务域的实体通过本接口从感知控制域的实体获取感知数据,例如水质、空气质量、树生长情况等,同时发送控制指令,例如当水污染指数超标的条件被触发,通过本接口发送命令释放环境清洁剂给感知控制域的控制或执行器。
接口3	应用服务域	用户域	用户域的实体通过本接口获取应用服务域特定的生态环境监控服务。
接口4	应用服务域	资源交换域	应用服务域的实体通过本接口与对等系统交换信息,例如地理信息系统、人口、气候信息等。
接口5	应用服务域	运维管控域	运维管控域的实体通过本接口监管应用服务域的系统运行状态以及监视其提供服务的合法性。
接口6	用户域	运维管控域	运维管控域的实体通过本接口监管用户域的系统运行状态,如生态环境监控APP。
接口7	用户域	资源交换域	用户域的实体通过本接口与其他对等系统交换信息,例如当紧急事件发生时交互救援信息。
接口8	感知控制域	运维管控域	运维管控域的实体通过本接口监管感知控制域的运行状态和维护信息,例如网关、传感节点、标签阅读器等。
接口9	运维管控域	资源交换域	运维管控域的实体通过本接口监管资源交换域的运行状态和交换信息的合法性。
接口10	感知控制域	资源交换域	感知控制域的实体通过本接口与对等系统交换信息,例如当原始感知数据被允许和授权与其他对等系统共享时,实时感知数据被发送。

6 生态环境监测物联网系统通用要求

6.1 系统功能技术要求

6.1.1 数据感知

感知控制域中的实体应具有获取生态环境感知数据和将感知数据转化为信息的能力。传感器节点通过传感器节点中的传感器获取数据，物联网网关从传感器节点获取数据并传输到其他域。

6.1.2 自动配置

用于生态环境监测的传感器节点应根据预定义的网络拓扑和规则自动配置网络和完成服务配置，并通过设定的安全认证及授权等机制接入物联网网关。

6.1.3 网络通信

生态监测物联网系统的实体应支持至少一种或多种网络通信接口能力。第6.3.6条提供了传感器节点和物联网网关通信协议的性能要求。

6.1.4 运营和管理

生态监测物联网系统应具备运营和管理能力。包括访问管理、系统安全管理、设备或系统运行和维护等。可维护性要求设备或子系统在实际故障发生前，在收到任何系统生成的警告信息后，在规定的时间内（每个设备或系统不同）可修复或可恢复。

6.1.5 上下文感知

感知控制域中的设备和子系统应具有上下文感知能力。例如，对动物进行监测的传感器节点应能获取其在某一时间段、某一地点的实时运动数据，并将运动数据与上下文中的时间、位置、天气等适当的数据/信息等元数据相结合，形成动物的状态数据。

6.1.6 可发现性

系统应为用户提供发现和访问服务提供域中服务的识别和获取能力。

6.1.7 共享性

在数据安全和隐私保护政策允许的范围内，生态监测数据应与其他对等系统共享。例如，与不同类型的应用程序共享数据，可对广泛生态环境领域的远程监测和实施提供支持。

6.1.8 身份识别

EEM系统中的用户和设备应具有唯一标识。例如，用户可以通过附着在动物或植物上的设备来查询和跟踪动物的运动或植物的生长。

6.1.9 灵活性

生态监测物联网系统应按用户需求提供多种可选择的服务。例如，可根据用户需求提供水质可选参数监测、分析预测等服务。

6.1.10 法规遵循

生态监测物联网系统的部署和运行应接受生态监管部门的监督、遵循相关法规要求，并将有关数据接受生态监管部门的检查和审计。

6.1.11 设备、网络和服务可扩展性

EEM系统的设备、网络和服务应具有可扩展性。EEM系统的可扩展性要求是指当系统实体（如设备、模块、子系统等）、网络或应用和服务的数量增加或减少时，系统应继续有效地工作。例如，当附着在物理对象（如动物）上的传感器节点的数量在较大的区域内增加时，网络仍应支持传感器节点与其他设备或子系统的通信，系统应提供对更多目标对象的监控服务。

6.1.12 趋势分析和报警

系统应在生态环境数据分析时提供警报。根据在任何时间和一段时间内获得的生态环境质量数据/信息（如历史趋势数据），系统应分析生态环境实体（空气、水、土壤或生物）的质量趋势。分析环境质量监测信息，当环境质量达到一定的风险水平，将生成警告信息/消息，并将报警信息及时发送给用户。

6.2 系统安全技术要求

6.2.1 可靠

系统提供的生态监测数据和生态监测服务（如土壤环境管理、水环境管理、污染源管理等）应可靠，确保数据和服务不被篡改。权限和身份验证管理是配置不同的权限，以允许每个标识的用户类型访问数据和系统功能。

6.2.2 弹性

系统应具有弹性。如果一个物联网网关发生故障，则应自动将同一网络中的其他物联网设备配置为替代网关，以防止传感设备和其他子系统之间的部分或整个网络发生数据传输中断。

系统应提供数据备份，并具有在发生自然灾害或人为错误时的系统恢复能力。为了具有弹性，EEM系统应包括以下功能：

- 设备或子系统应具有保护功能，防止断电时数据丢失；
- 数据库和应用服务程序应定期备份。

6.2.3 可用

系统提供的服务应根据用户权限向用户开放对应的服务。

6.2.4 保密和隐私

水资源、土壤资源、国家保护动植物以及其他与生态环境保护有关的信息及其环境、经济、社会、文化等方面的数据，应当作为保密信息处理。在存储或传输之前，应对EEM系统中的任何数据进行加密，以确保数据的机密性和隐私性。

6.2.5 完整性

生态监测物联网系统中的信息应当真实、准确，不得被破坏。包括但不限于水资源、土壤资源、国家重点保护动植物等数据，以及环境管理系统或其数据库中关键环境管理数据。

6.3 系统性能技术要求

6.3.1 数据采样率

数据采样率应定义目标对象域中每个生态环境监测对象的数据采样频率参数,即每个时间单位的采样数。数据采集采样率应以时间单位指定,例如每秒、分钟、小时或天。采样间隔取决于传感设备的能力、应用程序所需的采样率、网络容量或其他因素。采样率决定了系统应用程序允许的数据延迟或及时性。

6.3.2 数据精度

生态环境监测物联网生成的数据应在要求的精度范围内。数据精度要求规定了传感装置的保真度。数据精度由目标对象实体、服务提供域中应用服务和用户要求确定。例如,对于植物监测,系统应提供植物高度、光照、水分的准确数据。

6.3.3 设备外壳保护

对于长期使用的设备,外壳保护非常重要。这些设备应满足以下两种不同的外壳保护级别:

- 对于传感器节点或物联网网关暴露在恶劣条件下的室外使用,外壳保护应符合 IEC 60529:1989 的 IP65;
- 对于传感器节点或物联网网关暴露在恶劣条件下的室内使用,外壳保护应符合 IEC 60529:1989 的 IP54。

6.3.4 设备工作模式

传感器节点应以睡眠和唤醒进行观测的工作模式,从而省电。

6.3.5 传感节点的持久性

传感器节点的持久性取决于在极限状态(如故障、磨损故障或测量信号的偏差)之前能够承受环境和操作条件的能力,并应考虑不同状态下的功耗、电池容量和自放电率的理论值。传感器节点的耐久性应在规定的环境和操作条件下进行测试。

6.3.6 设备通信协议

感知控制域设备的通信协议应符合标准的工业通信协议,通信协议建议如下:

- 物联网网关和传感器节点的通信协议:无线通信协议包括,例如 Zigbee、蓝牙、LoRaWAN、NB-IoT、5G、卫星网络等;
- 感知控制域中物联网网关与其它域实体的通信协议:RS-485、CAN、以太网、TCP/IP、UDP 等。

6.3.7 设备通信延时

设备通信延时表示从感知数据从起点发送数据到终点接收数据的通信延迟。系统网络和通信应满足不同类型感知数据(如水质、土壤质量或动物实时活动数据)对应的通信延时要求。当数据涉及到报警、安全或紧急情况时,数据通信延时要求变得更加严格。

6.3.8 电源

传感器节点在正常情况下应由电池供电,如果部署在室外,可使用可再生能源。物联网网关采用交流或直流供电,可使用可再生能源。

应用服务域、运维管控域、资源交换域的设备或子系统应提供备用电源，当交流电源被切断时，应使用应急备用电源为设备和子系统提供所需的持续时间，所需的持续时间应比标称交流断电持续时间更长。

6.3.9 时间同步

感知控制域的传感器节点和物联网网关、以及其它域的设备或子系统应与整个EEM系统的主时钟同步。时钟同步的精度应满足各个EEM系统对时间同步精度等级要求。

参 考 文 献

- [1] GB/T 33745-2017 物联网 术语
 - [2] GB/T 33750-2017 物联网 标准化工作指南
 - [3] GB/T 22239-2008 信息安全技术 信息系统安全等级保护基本要求
 - [4] GB/T 35377-2017 森林生态系统长期定位观测指标体系
 - [5] GB/T 34815-2017 植被生态质量气象评价指数
 - [6] GB/T 34546.1-2017 海洋生态损害评估技术导则 第1部分：总则
 - [7] GB/T 27647-2011 湿地生态风险评估技术规范
 - [8] GB/T 20533-2006 生态科学数据元数据
-