

中华人民共和国国家标准

GB/T 44249.1—2024

面向海上油气生产的物联网系统 第1部分：通用要求

Internet of things system for offshore oil and gas producing—
Part 1: General requirements

2024-07-24 发布

2025-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 系统架构与部署方式	2
6 采集控制	6
7 边缘服务	7
8 数据处理	10
9 业务应用	12
10 人机交互	14
11 通信网络	14
12 系统安全	16
附录 A (资料性) 海上油气生产物联网系统的感知控制对象	17
参考文献	21

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。

本文件是 GB/T 44249《面向海上油气生产的物联网系统》的第 1 部分。GB/T 44249 已经发布了以下部分：

——第 1 部分：通用要求。

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。

本文件由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28)提出并归口。

本文件起草单位：中海油天津化工研究设计院有限公司、中国电子技术标准化研究院、中国海洋石油集团有限公司、中海油研究总院有限责任公司、中海油田服务股份有限公司、中海石油(中国)有限公司、中海油能源发展股份有限公司、海洋石油工程股份有限公司、中海油信息科技有限公司、无锡物联网产业研究院、电子科技大学、中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院西北分院、安徽电信规划设计有限责任公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、国家石油天然气管网集团有限公司科学技术研究总院分公司、成都秦川物联网科技股份有限公司、涇丰科技(深圳)有限公司、西南电子科技大学、山东省计算中心(国家超级计算济南中心)、江苏中天科技股份有限公司、湃方科技(北京)有限责任公司、中海油能源发展装备技术有限公司、北京安控油气技术有限责任公司、重庆邮电大学、感知数链(无锡)科技有限公司、山西毅诚科信科技有限公司、北京电信规划设计院有限公司、西安华盛通信有限公司、海油来博(天津)科技股份有限公司、喀什地区电子信息产业技术研究院、北京东土科技股份有限公司、天津新智感知科技有限公司、上海天臣微纳米科技股份有限公司。

本文件主要起草人：陈溯、陈绍凯、孙伟、卓兰、王建丰、蒋徐标、王伟、楚西超、钟荣锋、殷红、周江、张晖、张少锋、杨宏、刘兆年、王宁、邹付兵、付根利、王晓春、万欢、曲晓慧、陈书义、王焕肖、金钰、苏静茹、张良轩、安振文、孟雪、李艳丽、乔楠、姚刚、刘琼、李莉、杨午阳、杨玉锋、魏旻、任军民、王雯、郑德生、葛永新、李鹏华、李晓瑜、张雷、邵泽华、宫有志、王文明、杨舜坤、张向阳、贾志晖、李亚亚、乔亚军、张伟、王海洋、吴明娟、白文柱、李家京、肖宇、夏明、陈得民、程远、李刚、吴中骅、周鸣乐、周立雄、杨惠清、孟伟、曹笈、边瑞昕、武通达。

引 言

物联网技术的发展对海上油气生产成本降低、方式转变、组织优化具有重要的推动作用。GB/T 44249《面向海上油气生产的物联网系统》可有效地指导海上油气生产物联网系统建设,促进海上油气生产信息系统应用,建立适应我国技术和产业发展需要的面向海上油气生产物联网标准体系,以满足系统研发、示范、推广应用等需求,推动海上油气生产的数字化转型。

GB/T 44249 拟由 3 个部分构成。

- 第 1 部分:通用要求。目的在于给出海上油气生产物联网系统的系统架构与部署方式指导。
- 第 2 部分:数据采集要求。目的在于明确海上油气生产物联网系统的采集要求。
- 第 3 部分:组网要求。目的在于规范海上油气生产物联网系统的组网要求,如融合卫星、专网、移动通信等不同应用场景的多种组网形式。

面向海上油气生产的物联网系统

第 1 部分：通用要求

1 范围

本文件提出了海上油气生产物联网系统的系统架构与部署方式，规定了系统架构各部分的通用技术要求。

本文件适用于海上油气生产物联网系统的设计、建设、应用和运维。

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 17626(所有部分) 电磁兼容 试验和测量技术

GB/T 22239—2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 31072—2014 科技平台 统一身份认证

GB/T 33474—2016 物联网 参考体系结构

GB/T 33863(所有部分) OPC 统一架构

GB/T 36468—2018 物联网 系统评价指标体系编制通则

GB/T 36478.1—2018 物联网 信息交换和共享 第 1 部分：总体架构

GB/T 36478.2—2018 物联网 信息交换和共享 第 2 部分：通用技术要求

GB/T 36478.4—2019 物联网 信息交换和共享 第 4 部分：数据接口

GB/T 38624.1—2020 物联网 网关 第 1 部分：面向感知设备接入的网关技术要求

GB/T 41780.1—2022 物联网 边缘计算 第 1 部分：通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海上油气生产物联网系统 **internet of things system for offshore oil and gas producing**

利用物联网技术，面向从海上油气勘探到油气产品输出的海上油气生产全过程，实现各层级机构对相关生产设备、设施、人员和生产过程集中管理和控制的软硬件集合。

3.2

台风模式 **typhoon mode**

台风来临导致人员撤离海上油气生产设施期间，风浪等海况条件在允许范围内时，通过远程遥控海上油气设施实现短期无人值守运行的生产模式。

3.3

综合管控中心 integrated command center

分布在各地,面向管理人员和操作人员,对所辖区域海上油气生产设施进行集中监控、指挥和调度的控制部门。

注:综合管控中心采用分级管理架构,不同级别的中心之间通过有线或无线通信网络相互连接。

3.4

固定平台 fixed platform

借助于桩、扩展基础或用其他方法支撑于海床,而上部露出水面,为了预定目的能在较长时间内保持不动的平台。

3.5

浮式生产储卸装置 floating production storage offloading unit

浮于水面且长期系泊于海上的用于油、气处理、储存及装卸的海上设施。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI:人工智能(Artificial Intelligence)

API:应用编程接口(Application Programming Interface)

CCTV:闭路电视(Closed Circuit Television)

DCS:分布式控制系统(Distributed Control System)

EMS:能源管理系统(Energy Management System)

ESD:应急关断(Emergency Shut Down)

FGS:火灾与气体探测系统(Fire and Gas detection System)

FPSO:浮式生产储卸装置(Floating Production Storage Offloading-unit)

HSE:健康、安全和环境(Health, Safety and Environment)

IaaS:基础设施即服务(Infrastructure as a Service)

PaaS:平台即服务(Platform as a Service)

PCS:过程控制系统(Process Control System)

PMS:电力管理系统(Power Management System)

POB:在船人员(People On Board)

RFID:射频识别(Radio Frequency IDentification)

SaaS:软件即服务(Software as a Service)

SIS:安全仪表系统(Safety Instrumented System)

TCP/IP:传输控制协议和网络协议(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

UPS:不间断电源(Uninterruptible Power Supply)

5 系统架构与部署方式

5.1 系统架构

海上油气生产物联网系统由采集控制、边缘服务、数据处理、业务应用、人机交互、通信网络和系统

安全等七部分功能组成,它们分别由边缘计算平台、云计算平台和人机交互平台提供资源支撑,见图1。

图1中的油气生产设施即感知控制对象,是从油气生产全过程中识别出的海上油气生产物联网系统目标对象,包括开采设施、勘探设施、支持设施等方面的客观物理实体,如固定平台、FPSO、陆岸设施、海管、海缆、水下采油树、水下管汇、物探勘察船、钻井平台、钻修机、海洋工程船、海洋石油支持船等油气生产设施。每个感知控制对象包含若干需要物联网系统数据采集或实施控制的参数类,每个参数类中包含若干具体的参数项。海上油气生产物联网系统的感知控制对象、对象参数类及对象参数项见附录A。

边缘计算平台实现采集控制和边缘服务功能。采集控制包括数据采集和控制执行。其中数据采集完成传感数据采集、多媒体数据采集、标签数据采集及位置数据采集;控制执行实现控制信令及执行反馈。边缘服务包括边缘处理和边缘管理。其中边缘处理提供边缘接入、边缘分析、边云协同、边缘控制、边缘优化、边缘人机交互及边缘存储能力。边缘管理需完成业务编排及运营管理两类功能。

云计算平台实现数据处理的业务应用功能。数据处理包括数据中台和数据共享交换。数据中台实现数据汇聚、数据存储、数据服务、数据管控等功能;数据交换共享实现气象等共享数据输入和应急管理数据共享输出等功能。业务应用提供了生产过程监控、决策和支持、运维服务等业务服务。生产过程监控提供油藏监测、注采监测、远程监控及台风模式等功能;决策和支持需提供运行监测和诊断、安环监测和分析、能耗监测和分析、辅助分析和决策、应急支持及作业协调等功能;运维服务提供用户管理、监控管理、配置管理、诊断维护和组态管理功能。物联网系统建设时,可根据需要进行裁剪或扩充。

云计算平台支撑数据处理和业务应用中定义的功能实现。数据处理通过数据中台实现数据汇聚、数据存储、数据服务、数据管控及数据交换共享等功能。数据交换共享实现气象等共享数据输入和应急管理数据共享输出等功能,用于保障生产作业安全。业务应用提供了生产过程监控、决策和支持、运维服务等业务服务。生产过程监控提供油藏监测、注采监测、远程监控及台风模式。决策和支持需提供运行监测和诊断、安环监测和分析、能耗监测和分析、辅助分析和决策、应急支持及作业协调六个功能。运维服务提供用户管理、监控管理、配置管理、诊断维护和组态管理。物联网系统建设时,可根据需要进行裁剪或扩充。

人机交互平台是进行信息发送和接收的人机界面设备的集合,是边缘计算平台和云计算平台管理、操作、运维人员与物联网系统的接口。

通信网络提供采集控制、边缘服务、数据处理、业务应用与交互终端之间的业务数据和运维数据的传输功能。其中,边缘计算平台内采集控制功能实体和边缘服务功能实体之间一般通过短距离通信网络进行数据传输,边缘计算平台和云计算平台之间通过远距离通信网络进行数据传输。

系统安全旨在确保物联网系统的物理安全、数据传输安全、网络边界安全、云计算环境安全以及用户管理及身份认证等方面的安全可靠,有效防范各种潜在的安全风险,确保物联网系统的正常运行和数据的安全性。

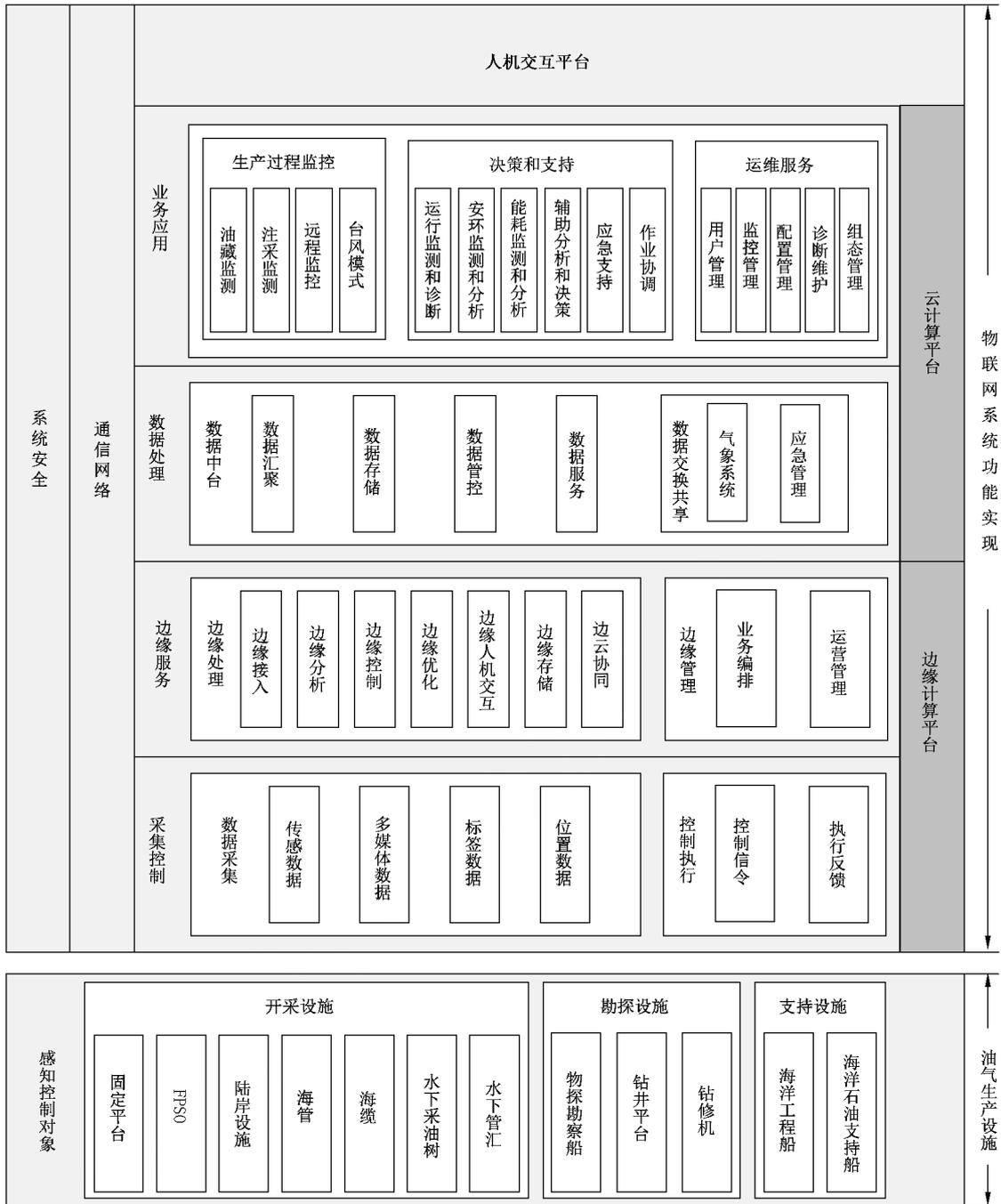


图 1 海上油气生产物联网系统的系统架构

5.2 部署方式

海上油气生产物联网系统部署方式见图 2。海上油气生产物联网系统的设备分别部署在油气生产设施、海陆传输登陆点、陆地数据中心及人机交互平台，设备间通过通信网络进行连接。

油气生产设施部署的传感器、智能仪表、执行器，DCS、ESD、FGS 等工控系统，CCTV 监控系统，PMS、EMS 系统，边缘一体机等感知、执行、计算、存储设备，与现场网络一起构成边缘计算平台，在油气生产设施上实现海上油气生产物联网系统的采集控制、边缘服务功能；同时部署现场人机交互设备，支持现场人员使用物联网系统。

海陆传输登陆点是海上油气生产物联网系统特有的通信部署点,海上设施的信息首先传输到海陆传输登陆点,然后通过陆上通信系统传输到云计算平台。

陆地数据中心集中部署高算力计算服务器、大容量存储服务器、高速网络等设备,构建云计算平台,实现海上油气生产物联网系统的数据处理及各种业务服务功能。

云计算平台可采用私有云或公有云,边缘计算平台可根据需要自行部署。

人机交互平台部署通用台式计算机、显示大屏、移动终端、专用终端和用户网络,实现对海上油气生产物联网系统的管理和操控。

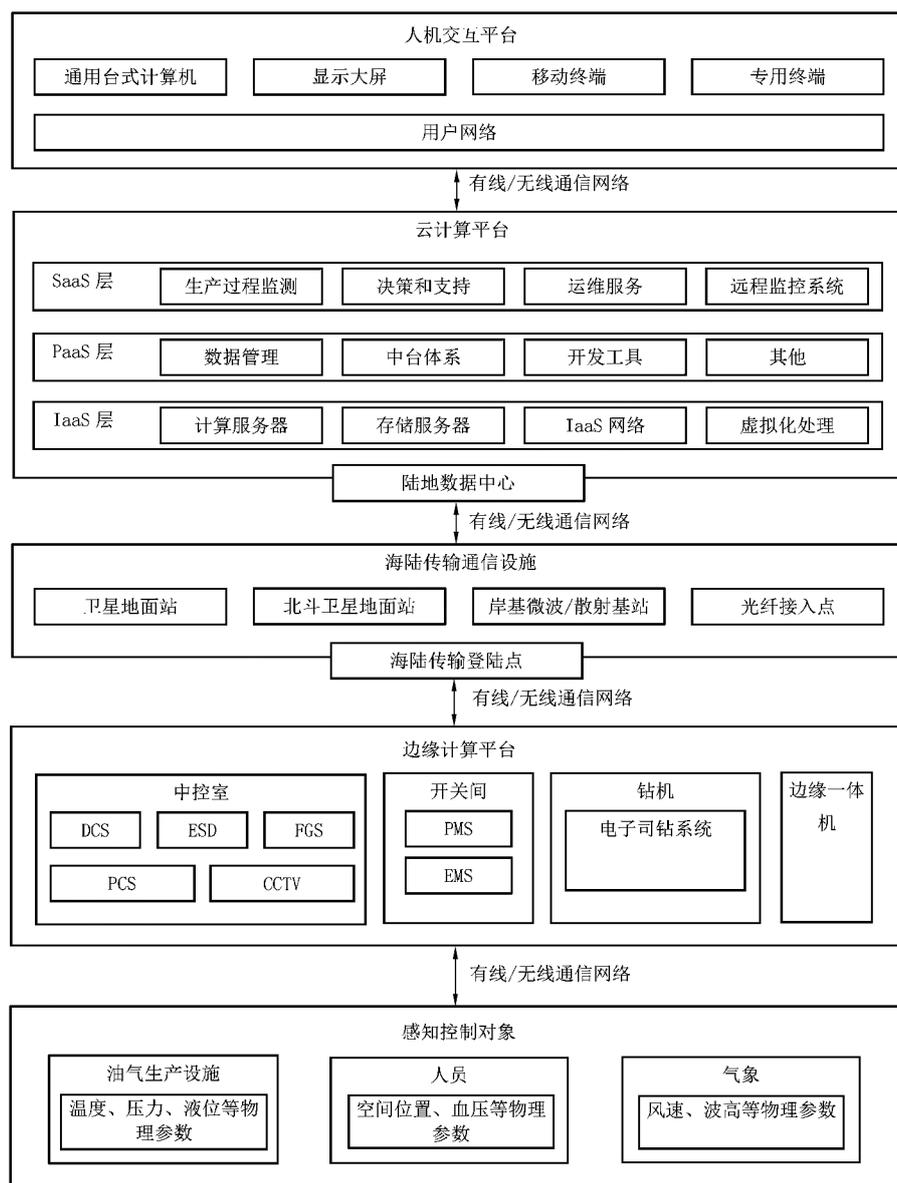


图2 海上油气生产物联网系统的部署方式

6 采集控制

6.1 概述

采集控制功能由生产现场的工控系统和其他系统中的传感器和执行器实现。通过传感器,实现对采集对象的属性数据(包括传感数据、多媒体数据、标签数据、位置数据等)的采集,再经由物联网网关将数据汇聚到边缘计算平台。通过执行器,按照边缘服务控制指令,实现对控制对象的操控。

6.2 数据采集

6.2.1 传感数据

传感数据采集包括工控传感数据的采集和非工控传感数据的采集。

工控传感数据产生于海上油气生产工艺过程监控和设备设施运行监控等过程,主要是海上设施和陆地终端运行的工业控制系统(如海上平台和船舶的DCS/PCS、ESD、FGS、SIS、PMS/EMS、电子司钻系统、电子导航系统等)中传感器采集的数据,采集过程要求具有高实时性和高可靠性。

非工控传感数据是来自海上设施和陆地终端的非工业控制系统及后建智能化系统(如测井录井系统、气象海况监测系统、设施安全监测系统、照明节能系统、基于振动故障诊断系统、UPS 蓄电池在线监测系统)的传感器数据,用于油气生产设施设备监控及生产管理等应用。

传感数据采集的具体要求如下:

- a) 应支持采集对象状态数据和生产工艺过程数据;
- b) 应满足物联网应用系统对于采集数据的实时性及精度要求;
- c) 应采用统一的时间基准;
- d) 工控系统的对外数据接口应经由网闸类安全设备。

6.2.2 多媒体数据

多媒体数据主要是 CCTV 监控系统摄像机采集的现场音视频数据,可用于人员及环境不安全行为识别。CCTV 监控系统摄像机的安装架设应根据监控需求选择合适的摄像机类型、摄像机位和视角。其数据采集的具体要求如下:

- a) 视频帧率宜不低于 25 f/s,分辨率宜不低于 1 920 dpi×1 080 dpi;
- b) 音视频数据应支持 7×24 h 不间断采集;
- c) 多媒体数据应具有时间戳,采用统一的时间基准。

6.2.3 标签数据

标签数据主要来自读写器读取的 RFID 标签,对人员和物品进行标识。标签数据采集的具体要求如下:

- a) 采集内容包括但不限于标签唯一编码、标签位置(可直接使用读写器位置)和读写时间;
- b) 标签读写器应具有断电保护的存储能力,以及对上位计算机的断点重发能力;
- c) 物品标签读写器宜采用固定点位安装和人员手持相结合的部署方式。

6.2.4 位置数据

位置数据主要包括海上设施位置数据、人员位置数据和物品位置数据。

海上设施的位置数据采集具体要求如下：

- a) 海上设施位置定位精度应满足应用需求；
- b) 位置定位应支持至少一种全球卫星定位技术，优先采用北斗卫星定位系统。

海上设施和陆地终端的人员位置数据采集的具体要求如下：

- a) 人员位置定位精度应满足应用需求；
- b) 宜采用 RFID 标签等进行人员位置数据的采集。

物品位置的数据采集具体要求如下：

- a) 物品位置定位精度应满足应用需求；
- b) 宜采用 RFID 标签定位技术采集物品位置数据，对重要物品宜同时采用卫星定位技术。

6.3 控制执行

执行器应与控制对象进行连接，执行边缘服务系统（工控系统和其他系统的上位处理器、服务器等）的控制指令，驱动控制对象的运动方式或形态发生改变，如油气水处理流程中的调节阀/关断阀、电气系统中的自动分合闸断路器、远程复位开关、摄像机云台转动和俯仰等。

执行器连接的控制对象见附录 A。

7 边缘服务

7.1 通用要求

边缘服务功能通过各类系统的上位计算机及边缘数据处理中心设备实现，应具备边缘计算的算力、存储和网络支撑能力，提供边缘接入、边缘分析、边缘控制优化、边缘人机交互、边云协同等功能服务。

边缘服务功能应符合 GB/T 41780.1—2022 中第 6 章的相关规定。

7.2 边缘处理

7.2.1 边缘接入

7.2.1.1 数据收集

边缘数据收集的具体要求如下。

- a) 应支持数据源的并发接入，工控系统并发接入宜不少于 20 个。
- b) 应支持数据的安全访问，用户宜分配不同的访问权限。
- c) 宜支持用户业务数据迁移。
- d) 应自动收集各种类型边缘系统产生的数据。
- e) 应具备并发数据收集能力，在规定的时限内完成边缘系统的数据收集；应具有并发数据收集扩展能力，以满足边缘系统数量不断增长的需求。
- f) 应保证数据收集的连续性和稳定性；与各边缘系统的数据收集链路均应具备断点续传功能；与重要边缘系统的数据收集还应建立不同通信方式和不同通信路径的双通道链路。
- g) 应依据预定规则，把实时性数据（如采集对象参数和告警数据等）提交给相关业务服务。

7.2.1.2 数据预处理

数据预处理主要包括数据转换、数据审核以及数据清洗。

数据转换可通过平滑聚集、数据概化、规范化等方式,将数据转换成适用于数据传输、数据存储、数据分析的形式,具体要求如下:

- a) 异构数据库系统应支持符合 GB/T 33863(所有部分)中相关规定的接口;
- b) 实时数据库的数据应按照规则转换,并存储到业务服务器关系数据库;
- c) 应支持结构化数据的行列转换;
- d) 宜支持非结构化数据的结构化描述;
- e) 宜支持批处理和流处理等处理方式;
- f) 宜对实时数据库采集器采取冗余措施。

数据审核负责对原始数据进行完整性、准确性、适用性、时效性审核,审核对象包括被调查的单位或个体,以及被调查的项目或指标。

数据清洗负责对不完整性、不一致性、有噪声、冗余性的数据进行清洗处理,具体要求如下:

- a) 数据清洗过程应支持填写缺失的值、识别和删除离群点、光滑噪声数据、删除冗余性数据;
- b) 物联网网关应按照 GB/T 38624.1—2020 的规定对数据进行协议解析、无效剔除、非法识别。

7.2.2 边缘分析

7.2.2.1 统计分析

边缘数据的统计分析应符合 GB/T 41780.1—2022 中 6.2.2.1 的规定。

7.2.2.2 分类识别

除了应符合 GB/T 41780.1—2022 中 6.2.2.2 的规定,分类识别的其他要求如下:

- a) 应对数据进行分类、清洗、加工、聚合后,再同步到云计算平台,并制定数据传输策略;
- b) 现场数据采集设备应具备故障自动报警功能;
- c) 宜在边缘计算节点部署 AI 模型执行推理,实现智能应用分布式部署;
- d) 宜在云端开展 AI 的集中式模型训练,并将训练后模型同步至边缘计算节点;
- e) 现场设备宜部署故障诊断、违规操作识别与报警功能;
- f) 宜部署现场作业风险自诊断功能;
- g) 宜部署现场人员不安全行为识别与报警功能;
- h) 宜部署现场环境的不安全因素识别与报警功能。

7.2.2.3 事件处理

事件处理应符合 GB/T 41780.1—2022 中 6.2.2.3 的规定。

7.2.2.4 业务应用

基于知识、算法和模型,边缘端利用业务数据实现对现场设备的控制和决策。业务应用主要包括图像识别、气体探测、设备健康监控和工况诊断,具体要求如下:

- a) 对于图像识别,边缘端应部署智能算法模型,结合视频识别功能,实现对海上油气生产设施的实时监控,包括漏油漏水监测、人员安全行为、设备状态识别、非法入侵识别等,并将告警及异常事件等关键信息同步到云端;
- b) 对于气体探测,现场生产、封闭及人群密集区等环境应部署气体探测报警仪,按场景和检测对象部署智能算法模型,实时分析和诊断关键预警信息;

- c) 对于设备健康监控,边缘端应基于与云端同步的智能算法模型,对设备实时运行数据和趋势智能研判,推断潜在的故障模式;
- d) 对于工况诊断,边缘端宜部署专家系统和油气生产数学模型,实现对生产工况的分析与判断。

7.2.3 边缘控制

边缘控制的对象是海上设施和陆地终端的控制点。边缘控制的具体要求如下:

- a) 边缘计算平台应根据生产工艺需求和业务管理需要,向执行器发出控制指令或信号;
- b) 人机界面应显示控制执行过程信息和控制执行效果;
- c) 如发生紧急情况,应支持操作员对边缘控制过程进行人工干预;
- d) 应支持台风模式下综合管控中心对固定平台或 FPSO 的远程控制。

7.2.4 边缘优化

边缘优化应符合 GB/T 41780.1—2022 中 6.2.4 的规定。

7.2.5 边缘人机交互

边缘人机交互的具体要求如下:

- a) 应支持定制数据可视化、报警提示、操作控制等功能;
- b) 应支持物联网设备状态的实时监控和报警;
- c) 应支持边缘存储、调度、管理的可视化界面;
- d) 应符合 GB/T 41780.1—2022 中 6.2.5 的规定;
- e) 宜支持作业风险识别、设备故障诊断、人员定位、人员安全行为识别、环境安全与识别等应用场景的可视化呈现与预警。

7.2.6 边缘存储

7.2.6.1 边缘节点

边缘节点提供存储基础设施资源,具有资源调度管理和云边协同能力,宜采用双路供电或不间断电源等供电可靠性措施。

边缘节点应支持对业务数据进行实时或确定性延时的处理与分析,支持分布式智能应用部署和安全与隐私保护。

7.2.6.2 存储资源支撑

存储资源支撑功能模块的具体要求如下:

- a) 应支持多类型数据库接入;
- b) 应支持实时性数据库及关系型数据库的存储;
- c) 应支持存储数据的增删改查;
- d) 应支持数据的隔离机制,可为不同的数据使用方设定不同的权限;
- e) 应支持数据备份。

7.2.7 边云协同

边缘计算平台与云计算平台应能够在网络、业务和应用等方面进行协同,包括资源协同、数据协同、模型协同、应用管理协同、业务管理协同和服务协同,具体类型和要求见表 1。

表 1 边云协同的类型和要求

序号	协同类型	协同要求
1	资源协同	边缘端应具有本地资源调度管理能力,并与云端协同,接受并执行云端资源调度管理策略
2	数据协同	边缘端提供终端数据采集,应按照规定或数据模型对数据进行初步处理与分析,并将处理结果以及相关数据上传至云端;云端提供海量数据的存储、分析与价值挖掘
3	模型协同	边缘端按照智能算法模型执行推理,实现分布式智能;云端开展智能算法集中式模型训练,并将模型下发至边缘端
4	应用管理协同	边缘端提供应用部署与运行环境,并对应用生存周期进行管理调度;云端提供应用开发、测试环境及应用的生存周期管理能力
5	业务管理协同	边缘端提供模块化、微服务化的应用实例;云端提供按照客户需求实现应用实例的业务编排能力
6	服务协同	边缘端按照云端策略实现边缘 SaaS 服务;云端提供 SaaS 服务在云端和边缘端的服务分布策略,承担云端 SaaS 服务能力

7.3 边缘管理

7.3.1 业务编排

边缘端宜具备基于智能算法的资源编排和参数配置功能,具体要求如下:

- a) 支持对异构计算资源、通信资源和缓存资源进行多维度的参数配置;
- b) 支持预设逻辑和优先级,通过编排算法,实现对底层设备的有序控制。

7.3.2 运维管理

运维管理的具体要求如下:

- a) 应提供资源配置管理功能,支持配置管理的分角色、分组管理和自动化;
- b) 应提供监控管理功能,包括多维度、可视化的监控、告警等;
- c) 应提供服务管理功能,包括支持对服务进行添加/卸载、启动/停止、配置修改等操作,以及支持服务自恢复等;
- d) 应提供日志管理功能,包括日志的收集、存储和检索以及日志目录管理等功能;
- e) 宜支持边缘计算集群管理,包括记录当前集群下各个边缘计算节点下管理的终端列表,以及在边缘控制时进行本地消息路由转发。

8 数据处理

8.1 数据中台

8.1.1 概述

数据中台是基于云计算平台的海上油气生产物联网系统数据的集中存储空间,提供对系统数据的基础性处理,对业务服务和边缘服务进行通用数据服务支撑,以及与其他系统之间的数据共享交换支撑。

8.1.2 数据汇聚

数据汇聚负责接收业务服务传递的用户输入数据及业务服务产生的数据,提交给数据中台进行存储,具体要求如下:

- a) 对各业务服务的数据存储要求,应能随时做出响应,并按照预定规则,将接收到的数据提交给数据中台进行存储;
- b) 应具备数据的并发接收能力和相应的传输带宽,以确保数据接收和存储的及时性。

8.1.3 数据存储

数据存储功能模块由数据存储介质和数据存储管理系统两部分组成,具体要求如下:

- a) 应配置充足的存储空间,并具有一定的存储扩展能力,以满足数据存储量需求;
- b) 应支持结构化数据、半结构化数据、非结构化数据等各种类型数据的存储;
- c) 应支持面向实时业务处理的操作型数据库系统和面向历史性数据的分析型数据库系统;
- d) 应进行数据存储备份,宜采取异地副本等方法实现数据存储备份,宜实现数据存储正本与副本之间实时同步和自动切换。

8.1.4 数据管控

数据管控功能模块负责对数据中台的存储数据进行纠错、优化等智能管理,使其更适应业务服务和边缘服务的需求。数据管控的具体要求如下:

- a) 应具有对数据、数据模型、数据中台和数据安全的监视、纠错、优化功能;
- b) 应对数据服务进行监视和管理,实时分析数据服务的状态、调用情况等,宜具备自动纠错和优化功能;
- c) 应具有对数据中台的自动故障诊断能力,宜具有故障处置方案的自动生产和执行功能;
- d) 宜具有自主学习能力。

8.1.5 数据交换共享

数据交换共享功能模块负责实现海上油气生产物联网系统和其他系统之间的数据交换与共享。

8.1.6 数据服务

数据服务功能模块基于数据中台存储的海量数据进行分析计算,形成满足各项业务服务和边缘服务共性要求的功能服务,以 API 接口等方式可供业务服务和边缘服务进行调用。数据服务主要有以下类型:

- a) 大数据处理服务,支持时序数据流计算处理和批计算处理;
- b) 图形图像数据处理、识别、分析服务;
- c) 专业业务分析和跨业务领域综合关联分析服务;
- d) 搜索/查询引擎服务;
- e) 数据融合服务;
- f) 数字孪生模型服务;
- g) 数字孪生数字实体服务;
- h) 智能报表服务;
- i) 数据统计服务。

8.2 数据交换共享

数据交换共享功能模块负责实现海上油气生产物联网系统和其他系统之间的数据交换与共享。

数据交换共享功能模块收集来自外部系统的生产所需数据资源,提交给数据中台进行存储,供业务服务和边缘服务使用,如来自气象系统的气象数据等;同时该功能模块也向外部系统提供其所需的物联网系统相关数据资源,如向应急管理部门上报海上油气生产安全数据等。

数据交换共享应符合要求如下:

- a) 符合 GB/T 33474—2016 中 8.2 资源交换域的相关规定;
- b) 功能集合结构符合 GB/T 36478.1—2018 中第 5 章的要求;
- c) 功能集合内各个模块符合 GB/T 36478.2—2018 中第 4 章的要求;
- d) 接口符合 GB/T 36478.4—2019 中第 6 章的要求。

9 业务应用

9.1 生产过程监控

9.1.1 油藏监测

海上油气生产物联网系统可基于生产井的静态数据(地震属性图、测井曲线、小层数据等)和生产动态数据(生产数据、井网图、射孔数据等),对油井、水井、井组和区块进行动态监测。

基于油藏监测可实现对年产油量、采油速度等开发指标的管理,对开发趋势、开发效果、开发预警等开发现状以及采收率、可采储量进行监测预警。

9.1.2 注采监测

海上油气生产物联网系统宜基于生产动态参数(采液量、采油量、含水量、采出温度等)、设备监控参数(电潜泵的电流、电压、频率、流体温度等)、井下智能工具参数(注入压力、注水量、注入介质、温度、水质等)的监测数据,进行生产动态分析,优化生产决策。

9.1.3 远程监控

基于采集的海上油气生产设施和陆地终端生产过程相关数据,应实现从综合管控中心对现场生产过程的远程实时监测和超限告警功能;应具备实时和历史数据的多条件复合查询和分类统计功能;宜具备在任意时间段内对任意监测点数据记录、显示曲线和变化趋势的查询操作能力。

9.1.4 台风模式

人员因躲避台风撤离后,在台风中心到达油田之前,风浪等海况条件在允许范围时,宜在综合管控中心实现台风模式控制,在超限停产工况下对油气田实施远程遥控关停或自动关停。

台风模式生产期间,应实现对关键流程及设备的压力、温度、液位、流量等参数的远程监控。

注:超限停产是指预测台风中心临近海上油气生产设施,现场风浪海况条件超过一定限值或者存在海上设施异常等工况时,海上油气生产设施主动或被动关停。

9.2 决策和支持

9.2.1 运行监测和诊断

海上油气生产物联网系统的设备设施运行监测和诊断功能的具体要求如下。

- a) 应监测设备设施的运行参数,以实现设备设施的运行状态监测与分析、故障诊断管理、健康预测和预防性维护。
- b) 应监测海上设施的动设备(如电潜泵、注水泵等)的状态参数,以统计汇总的方式进行显示(如总貌图、单值/多值棒图等),并自动推送报警画面。报警逻辑和报警定值可通过软件组态

设置。

- c) 应对电气设备的关键状态信息进行故障诊断、状态评估、预测性维护等一体化监管。
- d) 应实时监测水下设施(水下管汇、水下控制分配单元、水下供电分配单元、水下采油树、管段等)的运行数据,可通过数据建模分析,实现健康预测管理。
- e) 应监测电潜泵井的马达电流、马达温度、马达振动、频率、日产气、日产液、日产油等参数;可通过关键数据的故障指标阈值设定,实现对故障井信息的预警;可通过数据的横向对比展示,辅助进行电泵井的检测维护。
- f) 宜实时监测海上设施的静设备(如生产分离器、电脱水器、水处理设备、天然气处理设备)的运行温度、压力等状态参数,将其与设计参数对比分析,进行实时报警和状态展示。
- g) 宜实时监测中控系统的硬件工作状态(如中控系统卡件的运行状态、控制器运行状态及负荷、网络状态及负荷),以实现中控系统的健康管理。
- h) 宜基于船舶姿态及船体应力的相关数据,实现船舶运动姿态的实时显示、船体总体应力分布的实时呈现和船体结构健康状态的实时评估。

9.2.2 安环监测和分析

海上油气生产物联网系统的安环监测和分析功能的具体要求如下:

- a) 应对生产污水和生活污水等污染物排放进行监测;
- b) 应基于海上/陆地终端设施布置的气体泄漏探头/火焰探头位置、状态等相关信息,集成现场实时监测数据,实现气体泄漏/火焰探测的远程监测报警,并可与 CCTV 监控系统进行联动;
- c) 宜基于 HSE 相关的 POB 数据,并结合人员健康、人员位置、人员资质、巡检管理、风险隐患以及气象等信息,实现 HSE 管理的集成展示和报警;
- d) 宜通过 CCTV 监控系统,实现对于非法入侵和溢油等事件的监视、报警及联动机制;
- e) 宜在边缘服务器内配置具有视频智能分析、自动检测和实时预警的功能模块;应通过对图像、视频和安环监测感知数据的实时分析,实现对各类违规行为及安全隐患的提前告警。

9.2.3 能耗监测和分析

海上油气生产物联网系统的能耗监测和分析功能的具体要求如下:

- a) 应监测柴油、天然气、淡水、电力等能耗参数;
- b) 应实时监测发电机、注水泵、电潜泵、外输泵等设备参数;
- c) 宜统计设施单位产量能耗、单位产液量能耗等指标;
- d) 宜实现设施碳排放趋势分析和对比分析,对碳排放超标进行预警。

9.2.4 辅助分析和决策

海上油气生产物联网系统的辅助分析决策功能的具体要求如下:

- a) 应对油气田井口产量、外输量等数据进行汇总对比分析,对设施运行指标进行异常报警,辅助分析判断是否存在生产异常;
- b) 宜基于先验规则及算法模型分析,使用参数敏感性调整等技术,实现现场作业的工况分析、诊断及预警;
- c) 宜通过机理模型、大数据和人工智能,对海上作业(包括安全、生产、作业、人员等)进行风险识别和评估;
- d) 宜基于生产作业的历史数据形成数据模型,利用数字孪生技术,实现海上作业的生产模拟;
- e) 宜通过机理模型、大数据和人工智能,建立专家经验库进行生产作业的优化方案推荐。

9.2.5 应急支持

海上油气生产物联网系统应支持对紧急事件的处理和响应。应急支持包含应急准备、应急响应、应急解除、应急评估、应急演练、应急培训等环节。

系统应支持应急指挥功能,如 CCTV 监控、人员动态跟踪、灾害天气预警、溢油漂移模拟、事故灾难模拟等。

9.2.6 作业协调

海上油气生产物联网系统应通过对人员、物资、船舶、维保巡检的动态管理,实现现场数据的及时回传、资源的动态共享和调度任务的实时跟踪。

9.3 运维服务

海上油气生产物联网系统的运维服务功能包括用户管理、监控管理、配置管理、诊断维护和组态管理,具体要求分别如下。

- a) 对于用户管理,应根据用户角色的不同,实现用户基本信息、登录认证、访问系统权限管控的管理。
- b) 对于监控管理,应对系统资源使用情况、应用响应情况、组件运行状况、网络连通性、用户使用体验状况等进行监控;应对系统组件、生产应用或服务发起数据访问的记录、审核、审计、查询等涉及信息安全的行为进行监控;应对数据库的性能、可用性和安全性进行监控。
- c) 对于配置管理,应支持对系统设置、编辑、查询、保存、备份、恢复等关键配置信息的维护与管理,支持对各类数据源访问地址、人机界面展示风格、系统组件版本升级等配置项的管理。
- d) 对于诊断维护,应支持对异常组件或网络链路等进行故障数据采集、定位故障点、及时告警,并给出解决建议,支持对数据库定期备份并制定恢复计划、合理规划数据库的存储空间、分析数据库的性能瓶颈并进行调整优化。
- e) 对于组态管理,应支持系统中组态的建立、编辑和数据点标记,支持具有多设备连接和消息并发的多数据源接入、数据格式转换、实时计算及加工等功能的硬件、生产应用或服务,便于用户创建用于展示的组态应用页面。

10 人机交互

海上油气生产物联网系统使用交互终端(包括通用台式计算机、显示大屏、移动终端、专用终端等),通过键盘、触控、语音和人脸识别等交互方式,实现人机交互功能。

人机交互的具体要求如下:

- a) 应面向不同对象提供不同用户界面,如面向作业人员的操控界面和面向管理人员的管理界面;
- b) 应支持浏览器交互和专用软件交互;
- c) 应支持在不同部署点按需设置各种类型的交互终端。

11 通信网络

11.1 通用要求

海上油气生产物联网系统中的通信网络传输设备具体要求如下:

- a) 应具备感知控制和应用服务及交互终端之间的数据通信功能;
- b) 工作环境应满足现场的温湿度等气候条件,室外用设备防护等级满足现场要求;

- c) 带宽容量应满足实际业务需求,并具备一定冗余;
- d) 电磁兼容性应符合 GB/T 17626(所有部分)的相关规定;
- e) 宜考虑节能减排,在满足性能需求的前提下,优先选用低能耗产品;
- f) 数据传输时延应满足物联网业务应用对传输时延的要求;
- g) 通过公共电信网络传输数据时,宜采用 VPN 专用通道,以保证数据传输的安全性。

11.2 海上油气生产设施内部

海上油气生产设施内部网络传输的具体要求如下:

- a) 工控系统内的数据传输,宜采用有线传输方式,传输介质、通信协议、通信带宽及其冗余配置等应符合相关国家标准或行业标准的要求;
- b) CCTV 监控系统摄像机与视频服务器之间的数据传输,宜使用 TCP/IP 协议;
- c) 传感器(如人员定位手环、物品定位标签、振动、应力、风速、海浪、环境温湿度、可燃气体等传感器)与上位机之间的数据传输,可采用有线或无线方式;
- d) 上位机、服务器和用户终端之间的数据传输,应使用统一的工业以太网协议。

11.3 海上油气生产设施之间

海上油气生产设施之间的数据传输,具体要求如下。

- a) 在固定平台之间、固定平台与 FPSO 之间:
 - 1) 如具备光纤布设条件,应优先选择光纤传输方式;
 - 2) 如不具备光纤布设条件,可采用微波或卫星等无线传输方式;
 - 3) 对于重要应用场景,宜同时使用有线和无线传输方式。
- b) 海上固定生产设施(如固定平台)和海上非固定生产设施(如物探勘察船)之间的数据(如 CCTV 监控系统数据)传输,可采用微波或卫星等无线传输方式。
- c) 海上非固定生产设施(如钻井平台、海洋工程船)之间的数据(如 CCTV 监控系统数据)传输,可采用卫星无线传输方式。
- d) 海上固定生产设施与水下开采设施之间的数据传输,宜使用脐带缆。根据通信距离的不同,可采用同轴电缆或光纤传输方式。

11.4 海上油气生产设施与陆地数据中心之间

海上油气生产实施与陆地数据中心一般通过海陆传输登陆点进行网络通信和数据传输,海陆传输登陆点的选择应根据数据传输方式决定,具体要求如下:

- a) 使用光纤传输方式,登陆点一般采用光纤接入点;
- b) 使用卫星数据传输方式,登陆点一般采用卫星地面站;
- c) 使用北斗短报文传输方式,登陆点一般采用北斗卫星地面站;
- d) 使用微波传输方式,登陆点一般采用岸基微波基站。

海上设施与海陆传输登陆点之间的数据传输,如具备光纤布设条件,应建立稳定可靠的光纤链路;如不具备光纤布设条件,可选择微波或卫星等无线传输方式。

海陆传输登陆点与陆地数据中心之间的数据传输,应优先采用有线数据传输方式,可采用自建数据传输方式或租用运营商提供的符合安全保密要求的数据传输方式;不具备有线传输条件的,可采用自建无线传输方式。

11.5 陆地数据中心与人机交互平台之间

陆地数据中心与人机交互平台之间的数据传输,应优先采用有线数据传输方式,可采用企业自建数

据传输方式或租用运营商提供的符合安全保密要求的数据传输方式；不具备有线传输条件的，可采用自建无线传输方式。

12 系统安全

12.1 通用要求

海上油气生产物联网系统安全类指标应符合 GB/T 36468—2018 中 8.2 和 8.6 的规定，并开展相应的等级保护定级、备案和测评。

12.2 物理安全

海上油气生产物联网系统的物理安全，应具备防火、防爆、防盗、防潮、防雷和电磁防护等物理防护措施，必要时可加装安全防护箱。

12.3 数据传输安全

海上油气生产物联网系统的数据传输安全，具体要求如下：

- a) 传输重要数据及敏感信息时，应采用脱敏、网络认证及授权等安全防护措施；
- b) 数据传输宜符合 GB/T 39786—2021 中 6.2 的要求。

12.4 网络边界安全

海上油气生产物联网系统的网络边界安全，具体要求如下：

- a) 应设置网络安全边界，并在边界采取安全隔离、访问控制、入侵防范等安全防护措施；
- b) 访问控制宜符合 GB/T 22239—2019 中 7.1.3.2 的要求。

12.5 云计算环境安全

海上油气生产物联网系统的云计算安全应符合 GB/T 22239—2019 中 7.2.2.1 的要求。

12.6 用户管理及身份认证

用户管理及身份认证基本功能应符合 GB/T 31072—2014 中 6.2 和 6.3 的规定。

附录 A

(资料性)

海上油气生产物联网系统的感知控制对象

海上油气生产物联网系统的感知控制对象及其参数项见表 A.1。

表 A.1 海上油气生产物联网系统感知控制对象及其参数

一级对象	二级对象	参数		
		采集	控制	
01	固定平台	工控系统	PCS、ESD、FGS 等系统的监测点,如温度、压力、流量、转速、液位等	PCS、ESD、FGS 等系统的控制点,如设备启动、设备停止、阀门开关、参数调整、报警关闭、应急停止等
		智能仪表	温度、压力、流量、转速、液位、容积等	
		低压盘	频率、电压、电流、功率、功率因数、温度、绝缘电阻等	
		中高压盘	频率、电压、电流、功率、功率因数、温度等	
		变压器	电流、功率、功率因数、温度、局放等	
		注水泵	介质流量、介质温度、吸入口压力、排出口压力、泵转速、电机绕组 A 相温度、电机绕组 B 相温度、电机绕组 C 相温度、电机非驱动端轴承温度、电机驱动端轴承温度、泵驱动端轴承温度、泵非驱动端轴承温度、泵壳体温度、泵驱动端轴承振动值、泵非驱动端轴承振动值、电机驱动端轴承振动值、电机非驱动端轴承振动值等	
		泵工况	介质流量、介质温度、吸入口压力、排出口压力、泵转速、电机绕组 A 相温度、电机绕组 B 相温度、电机绕组 C 相温度、电机非驱动端轴承温度、电机驱动端轴承温度、泵驱动端轴承温度、泵非驱动端轴承温度、泵壳体温度、泵驱动端轴承振动值、泵非驱动端轴承振动值、电机驱动端轴承振动值、电机非驱动端轴承振动值等	
		移动振动	振动、频率、振幅等	
		监控视频	现场场景	摄像头水平方向、垂直俯仰、镜头推拉
		施工现场气体	粒子浓度、可燃气体、有毒气体、微水等	
人员	血压、心跳、血氧、跌倒、空间位置等			
气象	风速、风向、有效波高、风浪高度、涌高、涌向、流速、流向、温度、湿度等			

表 A.1 海上油气生产物联网系统感知控制对象及其参数 (续)

一级对象	二级对象	参数		
		采集	控制	
02	FPSO	工控系统	同固定平台	同固定平台
		智能仪表	同固定平台	
		低压盘	同固定平台	
		变压器	同固定平台	
		注水增压泵	同固定平台	
		泵工况	同固定平台	
		单点电滑环	电压、电流以及局放、绝缘油的温度等	
		船体	腐蚀量、应力	
		吊机	主钩起升速度、副钩起升速度、回转速度、变幅角度、主钩负荷、副钩负荷等	
		压载舱	液位	
		油舱	液位	
		外输监测设备	内部原油温度、压力	
		移动振动监测	振幅、频率	
		单点监测	腐蚀量、应力、吃水、位移、艏摇等	
		船体姿态	六自由度运动、倾斜角度	
		监控视频	同固定平台	同固定平台
		施工现场气体	同固定平台	
人员	同固定平台			
气象	风速、风向、有效波高、风浪高度、涌高、涌向、流速、流向、温度、湿度、风浪方向、风浪及涌浪的谱峰周期和跨零周期等			
03	水下开采设施	电力	绝缘、电力故障监测、电压、电流、温度、短路、功率、绝缘电阻、接地电流、漏电电流、保护电位等	
		采油树	压力、温度、泄漏监测、阀门开关状态、生产油嘴开度位置、生产油嘴压差、出砂探测、流量计量等	
		管汇	腐蚀监测、过球指示、化学药剂注入速度、冲蚀监测、压力、温度、泄漏监测、阀门开关状态、出砂探测、流量计量等	
04	海管		出口压力、出口温度、入口压力、入口温度	
05	海缆		频率、电压、电流、功率、功率因数、温度、应力、振动等	

表 A.1 海上油气生产物联网系统感知控制对象及其参数 (续)

一级对象	二级对象	参数		
		采集	控制	
06	陆岸设施	工控系统	同固定平台	
		智能仪表	同固定平台	
		低压盘	同固定平台	
		中高压盘	同固定平台	
		变压器	同固定平台	
		静设备 (分离器、塔器、储罐、冷却设备等)	温度、压力、液位、流量、阀门开度、阀门开关状态、结构厚度等	
		动设备 (泵、压缩机、膨胀压缩机、发电机等)	温度、压力、液位、流量、阀门开度、阀门开关状态等	
		泵工况	同固定平台	
		移动振动	同固定平台	
		监控视频	同固定平台	
		施工现场气体	同固定平台	
		人员	同固定平台	
气象	同固定平台			
07	钻井平台	装备运行与控制	温度、压力、流量、转速、液位、容积、电流、电压、功率、振动等	设备启动、设备停止、阀门开关、参数调整、应急停止等
		船体结构	结构应力、结构厚度、波浪环境、运动气隙等	
		安全	烟感、温感、可燃气体、有毒气体等	
		钻井工程	测量井深、垂直井深、迟到深度、机械钻速、钻压、套压、泵压、悬重、大钩高度、转盘转速、扭矩、泵冲数、返出流量、返出流量比、入口流量、钻井液池总体积、钻井液体积变化、累计钻头进尺、累计纯钻进时间、计量罐体积、钻井液池体积等	设备启动、设备停止、阀门开关、参数调整、大钩位置、应急停止等
		气测录井	迟到深度、甲烷、乙烷、丙烷、异丁烷、丁烷、异戊烷、戊烷、新戊烷、异己烷、己烷、二氧化碳、硫化氢、气全量等	
	定向井	测点斜深、测点垂深、测量井深、测斜工具类型、井斜角、未校正方位角、校正方位角、磁性工具面方位角、重力工具面方位角、南北坐标、东西坐标、狗腿度、投影偏移等		

表 A.1 海上油气生产物联网系统感知控制对象及其参数 (续)

一级对象		二级对象	参数	
			采集	控制
07	钻井平台	测井	测量井深、垂直井深、钻头深度(测量)、钻头深度(垂直)、电阻率传感器的测量深度及垂直深度、电阻率值、伽马传感器测量深度及垂直深度、伽马值、近钻头伽马的深度及垂直深度、近钻头伽马值、孔隙度传感器测量深度及垂直深度、孔隙度读值、ECD 测量深度及垂直深度、ECD 读值、声波传感器深度及垂直深度、声波时差、密度传感器深度及垂直深度、密度、核磁测量深度及垂直深度、核磁总孔隙度、核磁数值束缚水、核磁黏土束缚水等	
		试油测试	层位、射孔层段、套压、油嘴尺寸、井口压力、井口温度、分离器压力、分离器油温、分离器气温、分离器温度、孔板直径、孔板压差、油日产量、气日产量、取样油温度、取样油 API 重度、取样气比重、沉淀物和水、基准油温油比重、累计油产量、累计气产量、累计水产量、水日产量、分离器油流量、分离器水流量、气油比、气液比、取样油比重、取样油黏度等	
		监控视频	同固定平台	同固定平台
		人员	同固定平台	
		气象	同固定平台	
08	钻修机	同钻井平台	同钻井平台	
09	物探 勘察船	航行	位置、艏向、航速、航程、吃水、横摇、纵摇、艏摇等	设备启动、设备停止、参数调整、舵向、前进、后退、侧推、抛锚、起锚、应急停止等
		海上其他目标	位置、运动方向、运动速度、大小尺寸、实际距离、与本船相交角度、航行信号等	
		装备运行与控制	转速、温度、功率、压力、扭矩、排气量、效率、工作时间、负载效率、热值、燃油流量、回流量、推力、压强、压差、消耗率、废气比热、装载量等	设备启动、设备停止、阀门开关、参数调整、应急停止等
		人员	同固定平台	
		气象	同固定平台	
10	海洋工程船	同物探勘察船	同物探勘察船	
11	海洋石油支持船	同物探勘察船	同物探勘察船	

参 考 文 献

- [1] GB/T 39786—2021 信息安全技术 信息系统密码应用基本要求
-