

T/SSXT

团 体 标 准

T/SSXT 003—2023

数字油田 油水井物联网系统架构

Digital oilfield Oil-well IOT System architecture

2023 - 12 - 27 发布

2024 - 01 - 27 实施

陕西省区域大数据产业协会 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 缩略语	1
5 设计基本原则	2
6 总体框架	2
6.1 原理概述	2
6.2 架构概述	3
6.3 基础设施层	4
6.4 数据采集层	4
6.5 数据传输层	4
6.6 数据存储层	4
6.7 业务应用层	4
6.8 服务展示层	5
7 技术要求	5
7.1 一般要求	5
7.2 现场数据采集设备的技术要求	6
7.3 油田生产专网要求	6
附录 A （资料性附录） 关键核心技术	7

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。

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。

本文件由陕西省区域大数据产业协会提出并归口。

本文件起草单位：陕西省信息化工程研究院、延长油田股份有限公司、西安邮电大学、延长油田志丹采油厂、中任（陕西）软件测评有限公司、陕西艾特智慧信息技术有限公司、西安交通大学、中陕核工业集团有限公司、陕西思德睿产业发展研究院有限公司。

本文件主要起草人：高星星、朱志祥、张鑫、高元如、张勇、刘嘉兴、任浪、陈光智、孙宇杰、王建军、母建飞、单旭光、龚红豪、赵晓荣、宋文文、靳小莉、刘宁丽、张露露、乔炳、王汉荣、孙钦东、刘翔、朱良鸽、于洪博。

本文件为首次发布。

数字油田 油水井物联网系统架构

1 范围

本文件规范了数字油田中油水井物联网系统的总体框架、设计基本原则、技术要求以及相关的核心技术。

本文件适用于油水井物联网系统的设计、开发、实施和验收等。

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 3836.1-2010 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分:通用要求

GB/T 13993 通信光缆系列标准

GB/T 18015 数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆系列标准

GB/T 28181-2016 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 33745-2017 物联网 术语

SY/T 7352-2016.2 油气田地面工程数据采集与监控系统设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

物联网 internet of things IoT

通过感知设备，按照约定协议，连接物、人、系统和信息资源，实现对物理和虚拟世界的信息进行处理并作出反应的智能服务系统。

[来源：GB/T 33745-2017，定义2.1.1]

3.2

物联网数据服务平台 IoT data service platform

进行物联网数据采集、处理与服务的平台。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EMQ: 基于 ErlangOTP语言平台开发,支持大规模连接和分布式集群 (ErlangEnterpriseElastic MQTT Broker)

IOT: 物联网 (Internet of Things)

MQTT 消息队列遥测传输协议 (Message Queuing Telemetry Transport)

RFID 射频识别 (Radio Frequency Identification)

WLAN:无线局域网 (Wireless Local Net)

5 设计基本原则

5.1 可靠性、实用性

在实用的基础上追求先进性,使系统便于联网,实现信息资源共享。易于维护管理,具有广泛兼容性,同时为适应油田的内部需求,油田管理的工作特性、生产的兼容特性等。

5.2 安全性、保密性

油田内许多保密信息,如管理资料、生产资料、油田开发信息等都关系到整个油田的稳定与发展。因此,在系统方案设计应考虑到系统的信息安全性和保密性等诸多要求。

5.3 开放性、可扩展性

开放性是系统集成设计的关键因素,需能够解决不同系统和产品之间的接口和协议的标准化和兼容性,具体原则如下:

(1) 在系统设计和设备选型上遵循国家有关政策及企业相关要求,采用开放的技术标准,避免系统互联或扩展的障碍。

(2) 采用标准化的设计,选择标准化的产品,便于备件储备和互换。

(3) 充分考虑系统及其设备的兼容性。

系统规模要易于扩展,可以方便地进行设备扩充和适应工程的变化,以及灵活进行软件版本的更新和升级,保护用户的投资。

5.4 先进性、智能性

在选择硬件要预测到未来发展方向,选择软件要考虑先进性、智能性和软件集成优势。网络设计要考虑通信发展要求,确保网络在未来较长的年限内能充分发挥功能。

5.5 简便性、适用性

随着油田信息化的不断发展,系统应适用于各个采油厂、队及站点。考虑到系统面向的用户不是计算机专业人员,系统安装配置、操作界面、开发维护、日常维护等工作应简单方便,符合维护人员和各类使用者的操作习惯。

6 总体框架

6.1 原理概述

油水井物联网的基本原理是利用各种传感器感知油水井状态数据,终端采集各种传感器的数据,处理后通过有线或者无线方式传输至MQTT中间件,中间件转存至数据库供上层应用使用,上层应用通过MQTT协议实现对终端设备的控制。其本质是数据采集、数据传输、数据管理、数据应用的一个过程。

6.2 架构概述

服务架构层包括基础设施层、数据采集层、数据传输层、数据采层、数据存储层、业务应用层以及服务展示层。

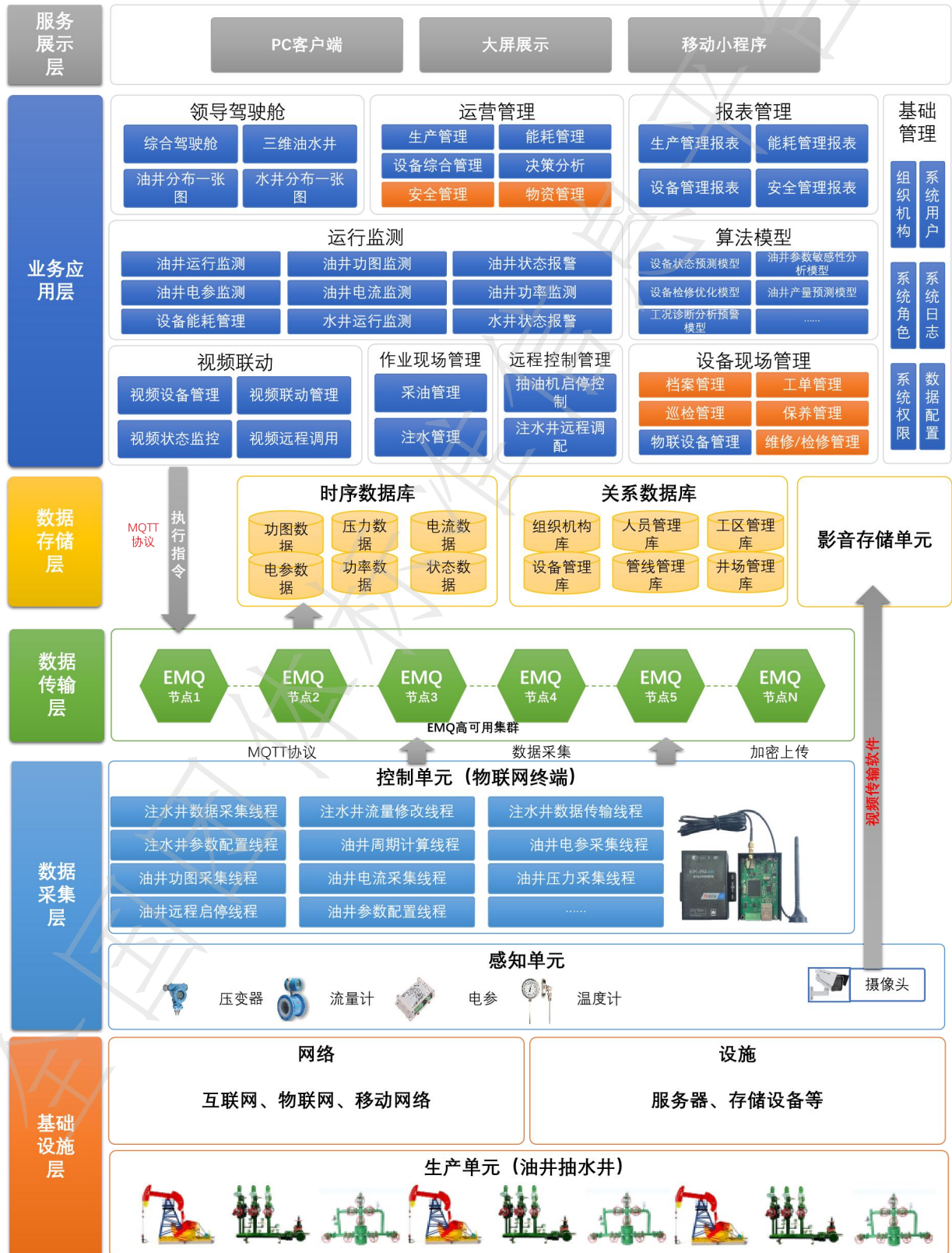


图 1 系统框架图

6.3 基础设施层

基础设施层主要包括生产单元、网络以及硬件设施。

其中，生产单元包括油井、注水井、配水间，网络包括互联网、物联网、局域网、移动通信网，硬件设施包括服务器、存储设备等。

6.4 数据采集层

数据采集层主要通过感知单元执行数据采集和影音采集，并利用控制单元（物联网终端）实现油井/注水井数据处理、整合、参数配置，为实现运行参数采集、生产环境监测、设备状态监测告警、生产过程控制及远程监视功能做支撑。

6.5 数据传输层

数据传输层主要是通过MQTT中间件实现数据采集层中数据信息与传输层的交互与存储，通过视频软件将影音信息传输至影音存储单元。

其中，MQTT协议及节点介绍具体见附录A。

数据传输层所承载的业务数据包括：实时生产数据、控制命令数据及语音数据。

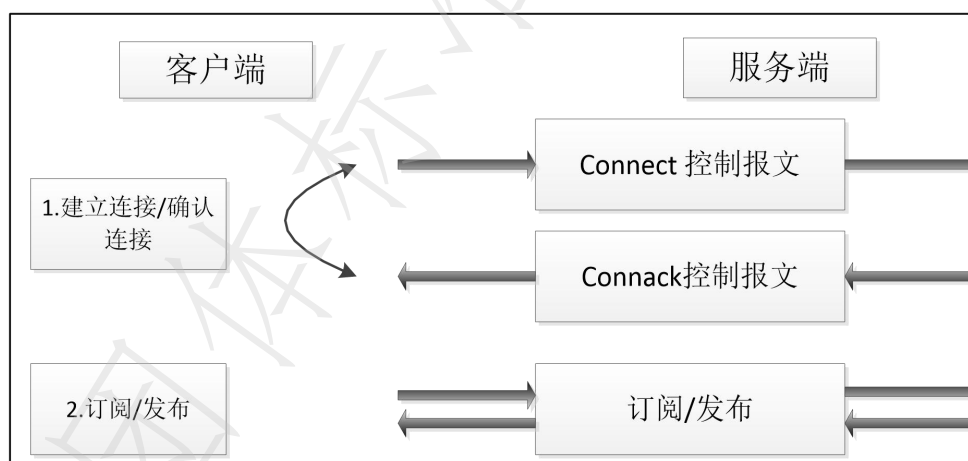


图 2 数据传输系统结构图

6.6 数据存储层

数据存储层主要是包括：时序数据库和关系数据库、影音存储单元。

时序数据库：将带有采集时间的实时数据经过中间件进入私有云时序数据库进行存储，供关系数据库调用；数据包括：功图数据、压力数据、电流数据、电参数据、功率数据以及状态数据等；

关系数据库：系统需要调用的中间数据、物联网设备管理库、影音设备管理库，以及可能需要支撑系统运行的组织机构库、人员管理库、工区管理库等；

影音存储单元：将带有采集时间的生产环境影音信息存储至影音存储单元，以供生产环境监测调用。

6.7 业务应用层

主要包括领导驾驶舱、运营管理、报表管理、运行监测、算法模型、视频联动、现场作业管理、远程控制管理以及设备现场管理模块等。

其中，领导驾驶舱是通过对全域数据的抽取、分析、结合可视化的仪表盘或表格等，使企业的指标体系能够实时化，可视化地反映整个企业的运营状态，为领导层及高管的商业决策提供数据基础。

运营管理提供生产过程管理、能耗管理、设备综合管理、辅助分析与决策支持、以及安全管理和物资管理等功能。

生产分析与工况诊断实现产量计量、参数敏感性分析、工况诊断预警功能。功图分析具有功图对比分析、功图分析结果查询与展示功能。

物联网设备管理实现物联网设备信息检索、设备故障管理和物联网设备维护等功能。

报表管理实现生产数据报表模板管理，实现对生产数据报表、物联网设备故障报表、系统运行报表的自动生成功能。

辅助分析与决策支持实现油气生产信息分析、汇总及展示功能，为生产管理、决策和应急事件提供支撑。

6.8 服务展示层

服务展示层主要是通过PC客户端、大屏展示以及移动小程序等方式实现全方位可视化。

7 技术要求

7.1 一般要求

7.1.1 数据采集系统采集与控制参数应符合 SY/T 7352-2016 4.2 的要求，对井场视频监控应满足 GB/T 28181-2016 的要求。

7.1.2 数据采集系统包括现场设备数据采集的基本要求、采集终端技术要求、通信模式要求、井场数据通信接口要求、数据监测系统要求、视频监测系统要求。

7.1.3 设备质量性能应符合国家标准或行业标准的规定，具有国家或石油行业认可的认证、测试机构出具的检测、试验报告及质量证书。

7.1.4 根据生产环境确定设备所需工作温度、防爆等级、防雷等级和防护等级。在有防爆要求的环境应满足 GB 3836.1-2010 的要求。

7.1.5 井场和配水间的物联网仪表、控制柜、终端采集器、协议箱等数据采集、传输设备，应通过延长油田认定具有相关资质的实验室检测，并取得准入认证或检测报告。

7.1.6 井场感知设备选型宜采用有线的传输方式，终端宜采用 WLAN 的传输方式。

7.1.7 有线仪表输出信号宜采用 4mA~20mA、1~5V、脉冲信号或 RS485 信号。

7.1.8 井场、集油间/集油罐、注水站、配水间、油水井采集参数、控制功能应符合 SY/T 7352-2016 中的要求。

7.1.9 井场、集油间/集油罐、注水站、配水间、油水井物联网设备信息宜采用 RFID、条码等进行外部标识，标识应支持读取包括仪表编号、设备类型、生产厂家（厂商代码）、量程、精度、出厂日期、校验周期等基本信息。

7.1.10 现场数据采集设备应支持状态信息及故障信息的采集。

7.1.11 智能仪表周期检定或校验后,通过仪表信息数据追溯或管理平台辅助配置后可实现安装自动适应。

7.2 现场数据采集设备的技术要求

7.2.1 载荷传感器过载能力应满足 150%F. S。

7.2.2 位移传感器宜采用角位移传感器,角位移测量范围 $-45^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

7.2.3 功图数据采集设备在一个采油周期的采集点数不应少于 200 点。

7.2.4 综合电参模块应具有测量三相四线、三相五线制等(可选)制负载的各相线电流、电压、有功功率、无功功率、功率因数、有功电能、无功电能、线路频率等功能。

7.2.5 数据采集设备应具备存储配置参数和掉电保持功能。

7.2.6 现场数据采集设备,应根据应用场景与通信方式的不同,采集包括仪表工作状态、温度、压力、流量、冲程、冲次、位移、载荷、通信效率、电池电压、休眠时间、工作温度、故障信息等基本状态信息。

7.2.7 无线数据采集设备应支持报警主动上传功能,传输距离应不小于 150m。

7.2.8 无线数据采集设备,因故障与原连接节点断开后,宜具有自动寻找就近节点恢复数据传输的功能。

7.3 油田生产专网要求

7.3.1 有线传输网络技术选型应符合 GB/T 13993 和 GB/T 18015-2017 的要求。

7.3.2 在有线链路不可达或不具备自建有线链路条件的接入层网络节点,可采用无线传输方式。

7.3.3 无线传输网络应根据现场自然环境、业务需求和已有的网络情况,结合各类网络传输技术特点,选用适合的网络通信技术进行组网。

附录 A

(资料性附录)

关键核心技术

A 涉及的核心关键技术

A.1 概述

油田物联网技术是传感器技术、无线通信技术等在油田生产过程中的应用，因此，被感知的对象具有很明显的标志，这就是油田生产过程的各种设备及其事物。因而，油田物联网的关键技术主要包括传感器技术、无线通信与网络技术以及嵌入式系统与嵌入式人工智能技术。

A.2 传感器技术

由于油气田生产的特殊性，油气田各种设备装置是油气生产的主要工具和手段，为油气从地下采出到送入炼化厂，无处不用设备和仪器、仪表，将传感器安装或置入油气田生产过程的各种装置中感应设备的状态，采集各种数据，通过对数据的处理、分析，再对装置优化，反馈、控制是最基本的技术之一。

A.3 无线通信与网络技术

油气田全部在野外作业，大漠、深山、远海都是油气田的生产基地，在油气田实施油气田物联网数据汇聚中，必须要具有无线通信技术作支持。因此，除了在有条件的地方铺设光纤外，远山地带还大多采用GPRS/CDMA等，对GPRS/CDMA覆盖不到的地方，要用无线网桥技术等把“最后一公里”接通，特别是对于从分散的井场到站、库、队等，无线网桥技术成为重要的技术条件。目前，正在兴起的4G、5G技术也在探索着来解决这一问题。

只有利用无线通信技术，才能将物联网中大量的数据汇聚在控制中心。油田物联网技术是以互联网为基础的，除了形成物品互联构成的物物相连的网，还有无线通信网。互联网技术包括交换、路由设备等。油田物联网首先必须基于互联网技术作为基本条件和基础，油田物联网拥有海量数据和大量的有用信息，必须依靠网络技术完成。

A.4 嵌入式系统与嵌入式人工智能技术

嵌入式系统与嵌入式人工智能技术是基于物联网是在互联网的基础上，将用户与物品或者物品与物品用互联网进行连接，并通过互联网进行信息交换和通信的一种概念，而形成的一项重要的技术。

对于一些数据量不大，传输速率要求不高的应用，要考虑用较低的成本实现最可靠的物联网服务，嵌入式系统与嵌入式人工智能技术是必选的技术之一。

对于油田来说，数据量大，要选择这一技术，如接口电路技术系统，但在追求低耗、低成本的情况下，也整体结构由传感器、RFID信息进入到系统后的嵌入式人工系统，通过这一系统可以解决数据在低功耗条件下的传输。以设计方案灵活、功耗可控制等为特点，比起通用计算机，其具有针对性更强、体积更小、成本更低等优点，一般是物联网领域应用设计的首选方案。