

# 物联网技术在油气管道中的应用

安宏武 (中国石油管道局工程有限公司管道投产运行分公司, 河北 廊坊 065000)

**摘要:** 油气管道安全管控中, 由于管道距离较长, 无法精准定位故障, 可采取物联网技术, 实现管道实时监测。文章以物联网技术对油气管道完整性与安全性的影响为切入点, 阐述了油气管道利用物联网监管, 已经成为减少事故、持续优化的重要举措, 以此为基础, 结合油气管道物联网技术应用内涵, 提出物联网技术应用措施, 从而为相关工作者提供参考。

**关键词:** 物联网技术; 油气管道; 油气储运; 完整性; 安全性

物联网是通过射频识别技术、传感器、红外感应器、全球定位系统等传感设备与技术, 对需要监控的物体进行光、热、力学、生物、位置、化学等信息进行采集, 结合互联网形成的网络, 能够实现物与物、人与物的连接, 便于物体识别、管控。而油气管道作为油气储运的重要载体, 管道安全性与完整性会影响油气储运质量, 需合理应用物联网技术, 实现油气管道建设、维护、运营的全过程管理, 把控管道完整性, 从而实现管道安全运行, 提高经济效益。

## 1 物联网技术对油气管道的影响

油气管道在油气储运中, 根据管道不断变化的影响因素, 对其风险进行技术评价和识别, 制定控制风险对策, 改善不利因素, 合理把控油气管道风险, 保证其处于可控范围, 通过检测、监测、检验等方式, 获取油气管道完整性、安全性信息, 探寻可能造成油气管道失效的威胁因素, 评估管道适应性, 达到持续改进、预防和减少事故发生的目的。在此过程中, 油气管道采取物联网技术, 通过在油气管道上安装各种传感器, 如油品液位传感器、可燃气体传感器、油气泄漏传感器、安保振动电缆、烟感传感器等, 能够及时、有效的识别油气管道各项风险因素, 特别是本质安全要素, 采取常规方式难以发现和识别, 可利用物联网提前发现和预控<sup>[1]</sup>。并且, 还能实施采集数据, 保证数据精准性, 将风险分析固化至系统内, 准确采集数据, 做好风险分析工作, 可消除操作人员、管道管理采集数据的人为误差, 利用传感技术实现自动采集, 按照操作步骤与管理业务流程落实治日常工作, 以免发生事故, 从而保证油气管道完整性与安全性。

## 2 油气管道物联网技术应用内涵

### 2.1 建设瓶颈

油气管道应用地区通常存在水文、地貌、地质条件复杂情况, 具有地质灾害多、河多、山多特点,

对标国外智能管道自主分析、感知能力与认知能力时, 结合油气管道特点, 应用物联网技术存在以下瓶颈: ①数据传输和感知。油气管道地形较为复杂, 风险点分散, 导致采集数据和巡检难度较高, 现有油气管道物联网中, 感知数据数量、类型及传输方式, 难以满足管道运行决策需求<sup>[2]</sup>; ②决策和应用优化。油气管道管理中, 普遍缺乏站场工艺和管道运行仿真管控、应急管控、安全检测、全生命周期管理软件及物联网决策系统, 无法实现智能预判、分析和决策, 自然难以预警预测管道风险点, 增加安全风险; ③自动控制系统。油气管道安全管理中, 仍以人工管控为主, 逻辑功能与工控系统难以满足无人操作、远程控制与设备物联联动需求, 未能构成闭环设备控制。

### 2.2 建设内涵

在油气管道物联网技术应用中, 为实现设备连接和智能化建设, 应民孤儿油气管道智能管理内涵, 即形成以先进数据传输、感知系统为依据, 利用物联网技术, 完善智能决策运行系统为基础, 3D高仿真为载体的战场数字、管道孪生体, 完成站场、管道运行工况的在线预警、预测、优化及决策, 提出管控措施<sup>[3]</sup>。利用先进物联网系统, 能够优化运行管道状态, 提高运行效益, 减少运行风险, 保证管道运行安全性与可靠性。

### 2.3 建设需求

油气管道物联网系统中, 需要立足于执行层系统, 实现项目管理、设备管理、采购管理、调运管理、能源管理等活动的信息传递、加工和转换, 是设备数据和人员决策的桥梁。物联网系统需求如下:

#### 2.3.1 信息安全性

油气管道企业具有资产密集的特点, 设备、管道资产平稳安全的运行和全局产业链业务生产息息相关, 特备是业务需求细分情况下, 面向泄露监

测、腐蚀防护、预防性维修维护、基于风险的管理等业务系统开发成功,已经将视频监控系統、完整性系統、泄露监测系统、光纤预警系統等用于实际油气管道监控中,便于人员能够掌握运行管道动态,合理、科学制定检修方案,预防发生事故,强化管道可靠性、安全性管理<sup>[4]</sup>。

### 2.3.2 信息拓展性

管道业务的变革和发展对物联网系統建设提出新要求,管道历程数量的增加、辐射范围的扩展,要求企业必须将新建管道也纳入信息系統中,实现统一管理。因此,智能管网也要根据业务发展需求、新客户情况进行开发,为系統预留功能升级、拓展空间,优化智能管网建设。

## 3 物联网技术在油气管道中的应用

### 3.1 智能管网

油气管道检测可视化系統分为感知层、传输层与服务层,应用射频识别装置、传感器系統、视频识别装置、全球定位系統等物联网技术,实现油气管道管理。具体如下:①服务层为管理中心,为核心组成部分,包含工作站、服务器、显示屏及网络交换机。管道传输感知数据后,能够输出决策、优化信息,构建高效求解算法与复杂机理模型,显示屏上展示3D预测数据与实时数据,达到人机混合决策目的,优化站场、管道运行状态;②传输层构建通信网络,负责传输数据信息,是系統内外界交换信息的重要组成部分,包含光纤通信、公用电话、卫星通信及光纤通信等。针对油气管道偏远区域高风险地段、高后果区传输数据量大、通信强度弱的特点,采取通信技术、操作技术构建工业管道物联网,联合区块链、边缘计算等手段,实现采集一次数据,即可按需调用,完成多数据传输的数据共享与互联互通;③感知层为管道传感器与检测仪器系統,基于卫星遥感、无人机、传感器、高后果区视频智能监控、光纤预警技术等,能够检测油气管道、油气储运、土体应力变化、视频监控数据、管道泄漏数据、安全环保数据、关键设备数据等情况,从空间层面检测运行油气管道情况,实现数据感知和信息融合。

### 3.2 PZM 模块

油气管道中由于安装传感器数量较多,多使用压电陶瓷传感器,具有体积小、重量轻的特点,能够将其安装于管道表面,施加一定电场后,阻抗由于管道压力变化而改变。不同传感器应需做好标识工作,标识中选用RFID无源标签及有源标签方式,标识传感器后,能够通过网络模块实现互相通信,

将其连接压电陶瓷传感器,形成PZM模块,主要负责PZM模块数字化管理,能够修改和写入信息,及时更新采集的传感信息,由天线、工作站、交换机、计算机构成,能够存储8kb数据,经过标识编号加密操作,即可保证PZM模块唯一性,做好信息加密管理。

### 3.3 中间数据库

该数据库由数据处理、接入、访问服务等模块构成,软件功能模块可经过系統总线实现互相通讯,对外则利用Web Service网络协议,为人员提供能耗管理、工况分析等高级功能,做到数据共享。数据库包含I/O点配置、实时数据、管道生产模型,以关系数据库与实时数据库为存储载体,均支持集群部署,考虑访问并发量、数据规模需求,可使用实时工业级数据库。数据库拥有OPC接口,实施服务器采集数据后,能够将監控系统的设备诊断数据、監控数据、网络态势感知数据,经过穿“网闸”镜像传输至数据库外网服务器内,为应用服务提供支持。还要在办公区、生产区服务器配制实时软件,支持镜像功能及双机冗余部署,满足系統镜像访问和容错需求。

### 3.4 巡检系統

油气管道较长,为实现油气管道的检测,每隔1km设置1个巡检点,安排车载巡检与无人机巡检。具体如下:

#### 3.4.1 车载巡检

该系统为移动管理站,包含车载巡检模块、GPS模块、交换机、计算机系统、高精度摄像头、手持终端等,将摄像头安装于巡检车最前方,巡检车如果无法达到指定检查点,人员可手持终端采集油气管道运行数据。巡检车达到巡检点后,会唤醒传输数据模块,实现数据交流,摄像头负责录入周围环境,存储信息。

#### 3.4.2 无人机巡检

系統配置无人机巡检系統,由通信模块、微型无人机、PZM模块构成,保证油气管道发生泄漏后,检测仪器能够初步定为泄漏点,管理站放飞无人机,选择最短路线达到泄漏点,根据无人机宽阔视野特点实现精准定位,为检修人员短时间寻找精准泄漏点提供支持。并且,PZM模块还能采集油气管道信息,利用通信模块传输数据,打包信息输送至管理站。

### 3.5 远程维护系統

智能管网远程维护中,硬件选用“中控赛德”的ICSGateway工控网关,系統有效将采集数据、

存储数据、安全虚拟运维通道、报警管理、信息加密及网络隔离等信息自动化技术有机融合,利用工控网关与运维平台,能够为油气管道运维应用提供综合管理与信息通讯功能。ICSGateway 工控网关还兼容 PLC/PTU 自动化系统、智能通讯软件、设备等,实现网络隔离、数据采集、信息加密与微信报警等综合功能。而工业运维平台则是综合平台软件,拥有历史数据、实时数据、图像检索、SNMP 网络协议、WebGIS 管理功能等。

### 3.6 故障诊断系统

以工业运维平台为载体,诊断功能基于多维度模型进行建立,内置若干模型,能够将其列在不同模型组内,信息来源包含数据库信息数据、内置信息数据、自定义信息数据等。而多维度模型,可分为诊断模型、信息模型、预防性维护模型、预测模型,模型间信息数据互相关联。整体诊断故障与预防维护流程如下:

步骤一:获取油气管道全方位信息,包含设备关联信息、状态信息、公益信息、常态信息、用户信息与专家知识信息,经过信息矩阵分析,能够确定故障位置;步骤二:判断故障,为实现故障诊断,需构建多个诊断故障模型,分析步骤一获得的矩阵信息,根据诊断故障模型开展智能分析,确定故障原因、类型、结果,提供指导反馈、处理意见、复盘分析,生成诊断报告;步骤三:诊断模型自学习训练,通过全过程记录诊断故障、处理故障,修正真大模型,提高诊断效率及准确度;步骤四:预测预警故障,建立预警模型,结合诊断模型与信息模型,能够迅速预测发生故障几率,通过多次修正训练,能够提高预测准确度;步骤五:预防性维护,通过系统记录、分析、统计以上步骤,构建预防性维护模型,能够排查通讯设施、工控设备、油气管道的故障,做好维护工作,达成预防性维护效果。

通过以上方式,运维平台是立足于闭环反馈和多为模型基础,不断进行训练、修正与自学习,实现先进、高效、可靠、精准的智能运维。

## 3.8 系统功能

### 3.8.1 安全监控

油气管道在油气运输中可能出现安全事故,影响因素较多,利用物联网技术能够对其进行安全监控,分析引发各种事故的因素及故障情况,便于人员提前制定预防方案。例如,ESD 阀门紧急关闭,物联网技术即可分析压缩机运行参数、泵参数、可燃气体报警参数、自然地质灾害预警等数据,确定进出站压力合格性,是否泄漏可燃性气体,对各种

风险因素逐一检查,为人员提供参考;发生泄漏报警,调用风险评估、内测数据、光纤预警及巡线数据,确定泄漏原因,为修复工作提供支持。

### 3.8.2 能耗计量

油气管道储运利用物联网技术可计量能耗,通过监控能耗的方式,采集能耗数据、运输指标等,还能对耗能设备开展数据分析管理,寻找耗能原因,为油气管道降低能耗提供支持。

### 3.8.3 物料平衡

油气管道利用物联网可进行储运监管,管控油气输出量、注入量、管存变化、消耗量等,确定储运中损耗情况,采取补救措施,保证物料平衡。

### 3.8.4 智能调度

油气管道利用物联网可实现智能调度,固化调度规程至智能管网内,调度员操作错误后,即可自动校验错误操作,拒绝错误操作,保证调度准确性,以免人为失误造成调度失误。物联网还能处置扰动,产生突发事件后,扰动管网压力增大,物联网可自动对参数进行识别,分析增加管网压力原因,助力人员作出准确处理,确保油气管道运行正常。

### 3.8.5 动态输量分配

按照日指定量进行分数场站调节阀开合度控制,控制用户输油气量,保证计划供给和实际供给相符,减少日偏差,通过管道物联网完成输差动态分配,保证产运销平衡。

## 4 总结

综上所述,油气管道作为储运油气的重要载体,长期运行后不可避免出现老化、腐蚀的情况,导致油气泄漏,不仅会浪费资源,污染周围环境,还会危害人员安全。因此,油气管道储运中,需合理应用物联网技术,建立智能管网,通过车载巡检与无人机巡检的方式,实现智能监控、智能调度、能耗计量及物料平衡,实时监控油气管道,保证油气管道完整性与安全性。

### 参考文献:

- [1] 党红强,唐飞龙.基于物联网技术的油气管道安全监测可视化管理系统探索[J].化学工程与装备,2019(10):296-297.
- [2] 高世杰.基于物联网技术的油气管道安防综合平台探究[J].数字通信世界,2018(12):77+80.
- [3] 韩林元,姜慧春.物联网技术在天然气管道行业的运用研究[J].化工管理,2020(01):153-154.
- [4] 岳铭亮,王天宇,杨旭东,蒋文明,刘杨.智能管道与智慧管网建设分析[J].中国科技信息,2020(11):72-75.