

智慧管道技术现状及发展趋势

李海润

中国石油工程建设有限公司, 北京 100120

摘要:目前,国内长输油气管道建设和运营大量采用数字化技术,随着信息化技术的不断发展以及自动化程度的不断提高,智慧管道将成为未来管道建设和运行的必然趋势。通过调研国内外智慧管道发展现状,分析了智慧管道发展面临的难点和问题,提出了包括数据层、服务层和应用层三层次的典型智慧管道总体架构,搭建管道建设与运维一体化智能管理平台,实现数字化移交、智能化运营、全生命周期管理的目标,为国内智慧管道建设研究提供参考。

关键词:智慧管道;全生命周期;智能管理

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2018.02.023

The Status Quo & Development Trend of Smart Pipeline Technology

Li Hairun

China Petroleum Engineering & Construction Corp., Beijing, 100120, China

Abstract: At present, a large number of the digital technologies have been adopted in domestic long distance oil and gas pipeline construction and operation. With the continuous development of information technology and the constant improvement of automation, smart pipeline will become the future trend of pipeline construction and operation. According to investigation of the status quo of smart pipeline both at home and abroad, the difficulties and issues in smart pipeline development are analyzed and the typical overall framework of smart pipeline is put forward including data layer, service layer and application layer. Smart management platform for pipeline construction and operation shall be built up to realize the digitalized handover, intelligent operation and the full life cycle management, and also to provide reference for the construction and study of domestic smart pipeline.

Keywords: Smart pipeline; Full life cycle; Intelligent management

0 前言

目前,国内长输油气管道建设和运行管理已基本摆脱传统建设运行模式,全面利用信息化和自动化技术,基本实现管道建设和运行数字化,能达到信息化、网络化和可视化的技术水平,即数字管道。近年来,随着物联网、大数据、云计算、人工智能等先进技术的飞速发

展,对管道建设提出了更高要求,对管道运行可靠性提出了更迫切需求,数字管道需要进一步向智能化方向发展,智慧管道将是管道行业今后发展方向^[1-4]。

1 发展现状

1.1 国内现状

中国石油、中国石化、中国海洋石油三大石油公司

收稿日期:2017-11-28

基金项目:中国石油中亚天然气管道 D 线(XN 140/S/KS 15)

作者简介:李海润(1988-),男,安徽安庆人,工程师,硕士,主要从事油气集输和储运技术工作。

在数字管道方面已经全面掌握了相关技术,具备数字管道建设能力。中国石油最早开展数字管道建设,2004年在西气东输冀宁联络线首次应用,随后在西气东输二线、中缅油气管道等工程中利用实时数据采集和管网运行监控,实现集中监控和运行调度。中国石化在2007年开始数字管道建设,首先应用于榆济管道中,随后在川气东送管道上全面推进,建成专业的管道地理信息系统,数据覆盖全线管道及附属设施。中国海洋石油由于业务性质,独立运行管道较少,数字化成果尚不完善,数字化技术主要应用于LNG接收站领域^[5-10]。

国内智慧管道发展尚处于起步阶段,2017年6月15日,在中俄东线天然气管道工程项目管理研讨会上,中国石油宣布将依托中俄东线天然气管道工程项目,开启智慧管道建设,实现数字化移交、智能化运营、全生命周期管理,全力推进智慧管道建设,拉开中国油气管道由数字管道步入智慧管道建设的大幕。

1.2 国外现状

国外发达国家智慧管道建设起步较早,基本与信息技术进步保持同步发展,在管道建设运行等全生命周期大量采用了物联网、大数据和云计算技术,已取得大量建设成果。美国建立统一的地理信息系统(GIS),整合地理环境数据和管道数据,同时与其他信息系统(如管网模型系统、设备管理系统、视频监控等)相连,实现所有管道运行动态数据统一管理。英国BP公司利用现代信息技术,应用天线、智能终端、高清摄像头、无人机等先进设备,实现了管道资产和人员的高效管理,提高了

复杂自然环境中对管道的安全监控^[11]。

1.3 智慧管道发展面临的难点和问题

1)数据标准的统一。管道建设从设计、采购、施工到运行维护,期间产生大量的数据,如何建立统一的数据标准,来实现数据存储、积累和自由调用以及建设数据和运行数据的交互。

2)智能决策支持技术。智慧管道与数字管道最大的不同点在于智慧管道具有智能决策支持技术,如何使用智能决策技术为管道企业提供增值服务是一难点。

3)系统运行效率和稳定性。智慧管道整个系统涉及到大量的数据、实体资产、参建和运营单位,系统面临数据多、界面杂和建设周期长等特点,系统运行的效率和稳定性直接决定智慧管网建设的水平和质量。

4)体系建设和系统建设需要同步进行。智慧管道建设需要完善的体系支撑,需要在管道建设的同时开展相关体系的建设,确保建成后的使用和运维有章可循。

2 智慧管道总体架构

智慧管道是以管道以及与之相关的全生命周期数据为基础,通过现在信息技术(如物联网、云计算、大数据等)收集、统计和分析管道各类属性及数据,为管道建设和运行、管道完整性管理、管道应急及智能决策提供支持。典型智慧管道总体架构整体分数据层、服务层和应用层三个层次,以标准数据库为基础,服务于项目所有参与方,达到管道全生命周期的所有活动在同一个平台上开展,总体架构见图1^[12]。

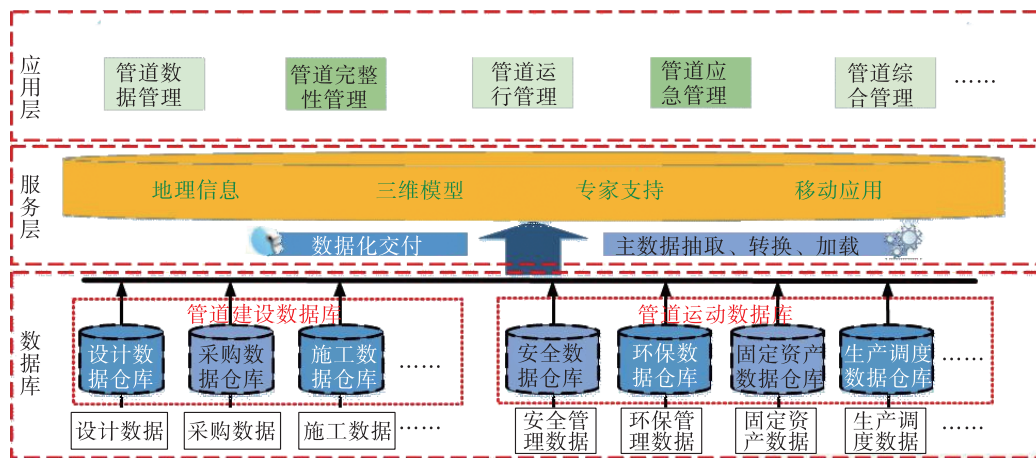


图1 典型智慧管道总体架构

2.1 数据层

建立统一的管道数据标准是关键,在管道全生命周期采用统一的数据标准,各种数据按照数据标准进行记录、积累和调用,形成与管道实体一一对应的数据资产,目的是保证各阶段管道数据的一致性和重复使用。通过构建智慧管道数据标准,对管道本体以及其相关的建

设数据(设计、采购、施工)、生产运行数据及其他数据等进行集中归集、处理、分析和应用,实现实体管道和虚拟管道模型的一一对应,在管道全生命周期内(从前期规划、可研、建设、投产到运行维护),将各类业务运行数据信息形成完整的数据信息链^[13]。

2.2 服务层

服务层是以服务化的方式实现对智慧管道系统的业务支持,即针对不同用户(如工程建设承包商、站场运行维护人员、线路巡线人员等)业务通过标准接口方式和规范调用相应的服务及其组合,实现弹性的业务流程控制,如三维模型、移动应用和地理信息等。

2.3 应用层

应用层通过门户和单点登录控制不同层次、不同业务领域的用户应用环境和共享信息,包括管道数字化管理、管道完整性管理、管道运行管理、应急响应管理和综合管理等。应用层是智慧管道系统的重点,数据层、服务层是在现有数据的基础上,进一步提高数据的使用效率,为智能应用奠定基础^[14-16]。

3 智能管理平台核心功能

智能管理平台是智慧管道的核心和关键组成部分,也是智慧管道的重要手段和工具。在典型智慧管道总体架构下,按照“建成统一平台,达到智慧管理”的思路,建成管道全生命周期智能管理平台,具备管道建设与运行管理功能,满足工程建设和运行管理需要,实现管道全生命周期的智慧化建设、生产、运行与管理。

3.1 管道建设的可视化管理和数字化移交

智慧管道建设首先是要实现管道建设阶段的可视化管理和数字化移交,包括工程建设过程可视化管理和数字化移交。工程建设过程可视化管理,包括三维设计可视化管理和施工现场可视化管理,实现业主、承包商和分包商可以在平台上实时查看三维模型和现场施工情况,三维模型根据现场施工情况实时更新模型状态,反馈已建未建工程量;现场施工实时更新,以空间图像、照片为手段,实现问题实时反馈,应用智能手持终端等先进工具和管理现场记录施工^[17],实现业主对总包方,总包方对分包方的全参与方精细化管理,提升管理质量和效率。

数字化移交是工程建设承包商将管道建设过程中的所有设计、采购、施工数据和文件以标准化的方式,向业主实现数据电子化移交,实现虚拟管道和实体管道建设成果的同步移交,实现所有数据的线上查询和利用,为智慧管道运行阶段各类数据的调用奠定基础。

3.2 管道运行管理

管道运行管理指对管道各类工况以及管道优化运行的管理,具体包括管道巡线管理、管道运行管理、隐患管理、管网仿真模拟、设备培训管理等功能。一是对油气管道各项运行参数进行实时监控和趋势预警分析;二是管道巡线管理,包括实现无人机智能巡线,掌握管道沿线变化^[17];三是管输计划、调度运行和一优化方案管

理,建立管道运行优化和仿真模拟模型,形成模拟分析报告,实现管输计划智能优化和管道工况智能优化;四是建立管道运行培训平台,实现所有运行操作的线上培训、考核。

3.3 管道应急管理

智慧管道应急管理能够实现应急资源的优化分配和调运,通过移动视频和检测设备实现应急抢险现场监控,实现管道周边环境敏感数据及响应的应急预案维护、展示和应急模拟演练,在实际应急情况下,通过输入基本参数能实现一键输出应急预案。模块建设以管道应急响应流程为主线,包括接处警、事件定位、应急通知、事件预评估、事件进展、现场动态等,全面支撑突发事件应急响应全过程管理。

3.4 管道数据挖掘与知识决策

通过互联网、云计算、物联网等现代信息技术,将各类管道数据进行统一、归集、分析整合,建立管道大数据分析模型,对整个管道的市场需求、运行控制、节能降耗等方面给出指导性意见,同时解决管道泄漏、腐蚀、自然灾害、第三方破坏等数据的有效应用问题,获得泄漏控制、腐蚀控制、灾害管理、人为破坏管理的指导性解决方案,保障管道企业的可持续发展^[18]。

4 结论与建议

1)随着数字管道建设的快速发展和成熟,智慧管道已经成为今后一段时间内国内管道发展的重点方向,建议管道企业紧跟前沿技术,提前布局,统筹规划,做好智慧管道建设顶层设计。

2)智慧管道建设的核心和基础是数据的统一,建议管道企业在管道建设前期阶段建立适应全生命周期的统一数据标准,保证数据的有效累积和调用,使数据由以前的“死数据”变成“活数据”。

3)智慧管道包括建设和运行两个阶段,管道建设阶段的数字化移交直接影响后期运行维护,建议管道企业在管道建设阶段积极与承包商沟通交流,确定建设阶段的数字化移交方案,为建成智慧管道打好基础。

参考文献:

- [1] 李鑫,刘少山,张晶,等.数字化管道技术的现状及发展趋势[J].管道技术与设备,2010,(2):54-56.
Li Xin, Liu Shaoshan, Zhang Jing, et al. The Status and Development Trend of Digital Pipeline Technology [J]. Pipeline Technique and Equipment, 2010, (2): 54-56.
- [2] 谢含宇,解谨.智能化管道是管道行业的发展方向[J].石化技术,2016,23(10):227.
Xie Hanyu, Xie Jin. Intelligent Pipelines Are the Development

- Direction in Pipeline Industry [J]. Petrochemical Industry Technology, 2016, 23(10): 227.
- [3] 王 昆, 李 琳, 李维校. 基于物联网技术的智慧长输管道[J]. 油气储运, 2017, 37(1): 33-34.
Wang Kun, Li Lin, Li Weixiao. Intelligent Long-distance Pipeline Based on Internet of Things Technology [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2017, 37(1): 33-34.
- [4] 汤晓勇, 王鸿捷, 胡耀义. 油气企业智能化转型的规划与建设方法研究[J]. 天然气与石油, 2018, 36(1): 96-100.
Tang Xiaoyong, Wang Hongjie, Hu Yaoyi. Research on the Planning and Construction of Intelligent Transition of Oil and Gas Enterprises [J]. Natural Gas and Oil, 2018, 36(1): 96-100.
- [5] 王洪生, 刘永茜, 肖德仁, 等. 四川气田数字管道建设之我见[J]. 天然气与石油, 2007, 25(2): 1-3.
Wang Hongsheng, Liu Yongqian, Xiao Deren, et al. Studies on Digital Pipeline Construction in Sichuan Oilfield [J]. Natural Gas and Oil, 2007, 25(2): 1-3.
- [6] 杨 焱. 数字化 LNG 工厂建设与应用[J]. 天然气与石油, 2015, 33(5): 66-68.
Yang Ye. Construction and Application of Digital LNG Plant [J]. Natural Gas and Oil, 2015, 33(5): 66-68.
- [7] 王瑞萍. 数字管道技术应用现状与前景展望[J]. 油气田地面工程, 2008, 27(2): 1-4.
Wang Ruiping. Application and Prospects of the Digital Pipeline Technology [J]. Oil & Gas Field Surface Engineering, 2008, 27(2): 1-4.
- [8] 孙朝旭, 彭 锋, 陈国威. 基于全生命周期的数字管道建设方法研究[J]. 内蒙古科技与经济, 2017, 385(15): 85-87.
Sun Zhaoxu, Peng Feng, Chen Guowei. Study on the Construction Method of Digital Pipeline Based on Whole Life Cycle [J]. Inner Mongolia Science Technology & Economy, 2017, 385(15): 85-87.
- [9] 林红岩, 王春财. 数字管道技术及应用[J]. 油气田地面工程, 2008, 27(2): 15-17.
Lin Hongyan, Wang Chuncai. Technology and Application of the Digital Pipeline [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2008, 27(2): 15-17.
- [10] 周 昊, 王 磊, 王晓刚, 等. 数字化管道技术在在役管道上的应用研究[J]. 天然气与石油, 2007, 25(1): 3-6.
Zhou Hao, Wang Lei, Wang Xiaogang, et al. Application of Digital Pipeline Technology to Pipelines in Service [J]. Natural Gas and Oil, 2007, 25(1): 3-6.
- [11] 董绍华, 张河苇. 基于大数据的全生命周期智能管网解决方案[J]. 油气储运, 2017, 36(1): 29-30.
Dong Shaohua, Zhang Hewei. Solution of Full-Life-Cycle Intelligent Pipeline Network Based on Big Data [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2017, 36(1): 29-30.
- [12] 杨宝龙, 周利剑, 刘 军, 等. 长输管道完整性管理物联网应用架构初探[J]. 油气储运, 2016, 35(11): 1164-1167.
Yang Baolong, Zhou Lijian, Liu Jun, et al. Initial Research on the Application Architecture of Internet of Things in the Integrity Management of Long-Distance Pipelines [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2016, 35(11): 1164-1167.
- [13] 杨 茂, 傅贺平, 杜 毅, 等. 数字管道施工数据采集[J]. 天然气与石油, 2012, 30(5): 7-9.
Yang Mao, Fu Heping, Du Yi, et al. Acquisition of Digitalized Pipeline Construction Data [J]. Natural Gas and Oil, 2012, 30(5): 7-9.
- [14] 杨 茂, 牟 健, 刘 兵. 管道数字化施工管理[J]. 天然气与石油, 2010, 28(3): 1-3.
Yang Mao, Mu Jian, Liu Bing. Construction Management of Pipeline Digitalization [J]. Natural Gas and Oil, 2010, 28(3): 1-3.
- [15] 王馨艺. 天然气管道可靠性研究进展[J]. 天然气与石油, 2017, 35(4): 1-5.
Wang Xinyi. Research Progress of Gas Pipeline Reliability [J]. Natural Gas and Oil, 2017, 35(4): 1-5.
- [16] 李遵照, 王剑波, 王晓霖, 等. 智慧能源时代的智能化管道系统建设[J]. 油气储运, 2017, 36(11): 1243-1250.
Li Zunzhao, Wang Jianbo, Wang Xiaolin, et al. Construction of Intelligent Pipeline System in the Era of Smart Energy [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2017, 36(11): 1243-1250.
- [17] 喻言家, 雍歧卫. 无人机油气管道巡线系统发展现状及建议[J]. 天然气与石油, 2017, 35(2): 22-24.
Yu Yanjia, Yong Qiwei. Development Status and Suggestion of the UAV-Based Oil and Gas Pipeline Inspection System [J]. Natural Gas and Oil, 2017, 35(2): 22-24.
- [18] 吴瑛瑛. 大数据在管道运行中的应用探讨[J]. 天然气与石油, 2015, 33(3): 15-17.
Wu Xiying. Application of Big Data in Pipeline Operation [J]. Natural Gas and Oil, 2015, 33(3): 15-17.