

城镇燃气管道数字化与管网智慧运营平台构建

文鹏

杭州哥伦布机器人有限公司 浙江杭州 310000

【摘要】城镇燃气管道作为城市基础设施的重要组成部分，其安全平稳运转关乎城市经济发展态势与居民生活品质。伴随信息技术迅猛进步，以往城镇燃气管道管理模式于数据处理、风险防范、运营效能等层面暴露出诸多不足，搭建数字化管网智慧运营体系成为优化城镇燃气管道管理的必要举措。本文着重剖析城镇燃气管道数字化及管网智慧运营体系建设要点，探究平台搭建所需核心技术，阐释平台主要功能架构，钻研平台运营可行模式，致力于为城镇燃气管道高效管理与安全运行供给理论依据及实践指引，促进城镇燃气产业向智能化、信息化方向稳步前行。

【关键词】城镇燃气管道；数字化；智慧运营平台；构建

Digitalization of urban gas pipeline and construction of intelligent operation platform of pipe network

Wen Peng

Hangzhou Columbus Robot Co., LTD Zhejiang Hangzhou 310000

【Abstract】 As an essential component of urban infrastructure, the safe and stable operation of urban gas pipelines is crucial to the economic development of cities and the quality of residents' lives. With the rapid advancement of information technology, the traditional management model for urban gas pipelines has revealed numerous shortcomings in data processing, risk prevention, and operational efficiency. Establishing a digital pipeline smart operation system has become a necessary measure to optimize the management of urban gas pipelines. This paper focuses on analyzing the key points of digitalization and the construction of a smart pipeline operation system for urban gas pipelines, exploring the core technologies required for platform development, explaining the main functional architecture of the platform, and studying feasible operational models. It aims to provide theoretical basis and practical guidance for efficient management and safe operation of urban gas pipelines, promoting the steady progress of the urban gas industry towards intelligence and informatization.

【Key words】 urban gas pipeline; digitalization; intelligent operation platform; construction

引言

城镇化进程不断加快，城镇燃气管道规模日益拓展，其运行安全紧密关联居民生命财产安全与城镇有序运转，现阶段燃气管道管理存在分布错综复杂、数据零散孤立、故障探测迟缓、应急处置效率欠佳等状况，传统人工管理方式与基础信息化手段已难以契合实际需求。在此形势下，运用物联网、大数据等先进技术搭建数字化智慧运营平台，达成管道数据集成、即时交互与智能解析，这对于增强运营安全性与可靠性、削减运营成本、推动燃气行业长远稳健发展，具备显著的现实价值。

一、城镇燃气管道数字化与管网智慧运营平台构建的必要性

（一）传统管理模式的局限性

过往城镇燃气管道管理多依靠人工巡查与简易台账登记，存在诸多弊端，人工巡检于数据采集环节，仅能获取局

部少量数据，数据精准度与时效性难以保障，难以全面洞悉管道整体运行态势，管道材质、铺设年代、管径等基础信息，多以纸质台账或简易电子表单呈现，数据分散，缺乏有效整合与共享，致使管道维护、更新决策时，难以获得精准信息支撑。故障检测处理方面，传统方式常待管道出现显著泄漏、压力异常等状况才被察觉，此时或已形成安全隐患、造成经济损失，故障定位棘手，维修过度依赖人工经验，效率不高，难以实现快速响应与精确处置。传统管理模式对管道运行数据缺乏深度剖析挖掘，难以预先预判管道潜在问题，无法开展预防性维护，进而提升了管道运行风险。

（二）行业发展的必然要求

伴随信息技术持续革新，物联网、大数据、人工智能等前沿技术于各领域广泛渗透，城镇燃气行业同样迎来数字化转型的契机与挑战，数字化与智慧运营已然成为城镇燃气行业发展的必然走向，搭建对应的平台可达成燃气管道智能化目标^①。该平台能够实时采集管道运行压力、流量、温度等各类数据，借助大数据技术剖析处理这些数据，深度挖掘数据蕴含价值，为管道运行管理提供科学参照，智慧运营

平台具备管道实时监控预警功能，一旦管道出现异常状况，即刻触发警报，并自动锁定故障地点，为应急处置提供有力支撑，有效增强管道运行安全性与可靠性。平台可整合燃气企业内部资源，推动业务流程自动化、智能化变革，提升运营效率，削减管理成本，增强企业竞争力，契合行业发展需求。

二、城镇燃气管道数字化与管网智慧运营平台构建的关键技术

（一）数据采集与智能分析技术体系

物联网技术作为数字化架构基石，于燃气管道关键节点部署压力传感装置、流量监测器、温度探测器及泄漏感应设备，构建起立体式数据采集网络架构，实时抓取管道运行参数信息，借助无线通讯链路传输至管理平台，实现运行工况动态监测与异常状况预警功能。压力传感设备灵敏捕捉管内压力起伏变化，泄漏检测装置精准定位渗漏点位，为安全管控提供即时数据依据。大数据技术打造数据处理核心枢纽，依托分布式存储架构整合管道运行数据、设备状态信息、用户用气需求等多源信息资源，运用数据挖掘算法与机器学习模型解析数据内在关联，识别泄漏频发区域、预估用户用气峰值、研判设备老化进程，将海量数据转化为管道养护策略、资源配置方案等决策参考，形成“数据采集—清洗规整—智能解析”的完整技术运作链条。

（二）空间可视化与基础设施支撑技术

地理信息系统（GIS）塑造管道数字孪生环境，把管道走向、埋设深度、周边建筑布局等空间信息与压力数值、流量数据等属性资讯相融合，凭借三维可视化界面展现管网架构，便于分析管道与周边环境的空间联系，助力规划设计阶段的线路优化以及施工阶段的风险预估。遇到故障处理，GIS依据传感器定位数据迅速确定事故地点，同时展示周边应急资源分布状况，为救援路线规划提供空间决策依据。云计算技术为平台运行给予弹性算力支撑，利用分布式计算架构高效处理实时监测数据与历史数据集合，达成存储资源动态扩充和计算任务智能调配，还支持跨区域管理终端经互联网接入平台，突破时空界限，实现多部门远程协同监控与业务操作，构建起“技术保障—业务联动—决策完善”的一体化技术支持体系。

三、城镇燃气管道数字化与管网智慧运营平台的功能模块

（一）数据采集与监控预警模块

数据采集管理模块作为平台根基，借助物联网传感装置、智能终端及人工录入等多种途径，全方位收集管道基础资料、运行指标、设备状况、用户信息及周边环境数据，经筛选整合后实施集中存储与交互共享，为平台运转供应数据

保障^[2]。实时监控预警模块凭借实时数据交互，于可视化界面动态展示管道运行情形，通过设定压力、流量等参数临界值，对异常数据即刻触发警报，以声响提示、短信推送等多元方式告知管理人员，同时依据故障方位、类别等详尽信息助力快速处置，还可依据历史预警数据统计剖析完善预警机制，达成管道运行全时段动态管控。

（二）智能分析与决策支持模块

智能分析决策模块运用大数据技术与人工智能算法，深入剖析管道运行数据。构建运行状态评估体系，融合压力、流量、设备工况等多维度参数，智能化判别管道正常、预警、故障状态；借助机器学习算法解析历史数据，预判故障类型与发生时机，诊断已出现故障的根源及波及范围；依据用户用气需求、管道运行态势与燃气供应状况，优化资源调配及设备维护方案，提高燃气分配效能；基于地理条件、用户分布等信息，为新建管道规划设计提供布局优化建议，从数据驱动层面为运营管理输送科学决策支撑。

（三）应急管理与用户服务模块

应急管理指挥模块围绕提升事故处置效能，搭建包含泄漏、破裂、火灾等情形的应急预案储备库，集成应急组织架构、物资调度安排、救援作业流程等关键要素^[3]。当突发事件出现，模块即刻启动响应程序，借助GIS技术精准锁定事故地点并调用适配预案，实时统筹调配救援力量，跟进处置进度并依实际情况灵活调整策略，事故处理完毕后通过复盘优化应急体系，最大程度减少灾害损失。用户服务模块充当政企沟通纽带，提供用户信息维护、业务报装过户、线上费用缴纳等便民服务，支持投诉建议即时处理反馈，同步推送燃气安全知识，优化用户体验、强化安全防范意识，推动企业与用户互动交流，助力营造良好服务生态环境。

四、城镇燃气管道数字化与管网智慧运营平台的运营模式

（一）政府主导模式

政府主导模式由相关行政部门牵头，联合燃气企业、信息技术企业等主体，共同搭建并运营城镇燃气管道数字化与管网智慧运营平台，该模式下政府履行统筹规划、资源整合及监督管理职能，确立平台建设总体目标，制定标准规范与政策举措，协调各方权益，保障平台建设有序推进。燃气企业作为核心使用方，提供管道基础数据与运行信息，参与平台功能需求分析及设计工作，依托平台开展日常管道运营管理，信息技术企业承担平台技术开发与维护任务，输出前沿技术支持与解决方案。此模式凭借整合政府资源，推动跨部门、跨行业协同，实现数据共享与业务联动，同时凸显平台公益性与公共服务特性，为城镇燃气管道公共安全筑牢保障。

（二）企业自主运营模式

企业自主运营模式以燃气企业为主体，独立开展智慧运

营平台的搭建与运作,基于自身业务诉求及发展规划,燃气企业投入资金与资源,或自行组建技术团队,或委托专业信息技术机构实施平台建设开发。在此模式下,企业对平台享有完全掌控权,可依照自身特性与需求,定制平台功能模块及运营流程,实现与企业内部管理体系的深度融合,有效提升运营效能与管理水准。该模式灵活性突出,能够迅速适应企业业务变化与需求,同时便于企业保护商业秘密及核心数据,企业自主运营模式也存在局限,企业需负担高额建设与运营成本,在数据共享及跨行业协作方面可能面临挑战。

(三) 政企合作模式

政企合作模式融合政府主导与企业自主运营两种范式,凭借政府与燃气企业签署合作协议,明晰双方权责,协同推进平台建设运营。该模式下,政府承担制定平台建设政策法规、标准规范及发展规划之责,给予资金扶持与政策优惠,并对平台运营实施监督管理;燃气企业作为平台建设运营主体,负责具体落地实施与日常运维,依政府要求提供数据服务,同时获取政策支持与资源倾斜^[4]。政企合作模式有效发挥政府统筹协调及企业市场主体效能,实现优势互补,既保障平台公共服务属性与安全性,又提升运营效率与市场化程度,堪称理想的运营范式。

五、城镇燃气管道数字化与管网智慧运营平台的实施路径

(一) 前期筹备与数据奠基

规划设计环节紧扣需求驱动,深入调研燃气企业、政府机构、终端用户等多元利益主体,精准锚定平台功能定位与技术路径,精心编制涵盖系统架构设计、技术选型方案、数据标准规范的整体建设蓝图。充分兼顾与既有 ERP、SCADA 系统的适配性,确保业务流程顺畅衔接,同步制定分阶段推进计划,细化任务分工、明确时间节点,为项目实施提供清晰指引。数据筹备阶段着重全量数据治理,整合管道基础资料、运行参数、用户信息等多元数据资源,通过历史数据清洗转换、实时采集机制搭建提升数据质量,配套建立跨部门数据共享机制与加密备份安全策略,构建起贯穿数据采集、处理、存储、应用全流程的管理体系,筑牢平台运行的数据

根基。

(二) 平台构建与测试验证

平台搭建进程依规划推动软硬件协同落地:软件开发团队运用微服务架构、容器化部署等手段,打造数据管理、智能研判、应急调度等关键模块,达成功能组件低耦合与灵活拓展;硬件部署涵盖传感器网络铺设、服务器集群搭建、通信设备安装调试,构建“端-网-云”一体化设施体系。系统集成时贯通各模块数据接口,完成与既有业务系统的对接联调,塑造功能完备的运行实体。测试验收环节依“功能核验-性能评估-兼容测试-体验优化”层层递进,借单元测试、压力测试、多场景适配保障技术指标,邀用户参与实测改进交互设计,经专家评审与标准合规验收,确保平台契合业务需求与技术规范。

(三) 持续运营与迭代优化

运营维护环节围绕长效稳定运行,组建技术运维、数据管控、客户服务等专业队伍,构建日常巡检、故障处理、数据更新等标准化管理体系,依托全天候不间断监控保障系统平稳运行^[5]。搭建“需求收集-功能升级-性能改进”的动态优化循环,紧跟行业技术演进与用户新需求,定期迭代算法模型,拓展模块功能,引入 AI 智能巡检、数字孪生等前沿应用,持续提升平台智能化程度。同时注重人员能力培养,通过常态化技术培训、应急演练与考核评估,强化运维团队故障快速响应和系统优化能力,推动平台从项目交付迈向价值产出,实现全周期高效运营与持续迭代升级。

结语

城镇燃气管道数字化与管网智慧运营平台的构建,对于保障燃气安全稳定供应、优化运营效能、削减管理成本方面作用显著,本文围绕建设必要性、核心技术架构、功能模块组成、运营模式类型及实施具体路径展开研究论述,旨在为平台建设提供理论依据与实践指引。实际建设过程中,需充分考量行业特性,科学选取运营模式,合理规划实施流程,借助前沿技术确保建设品质与运行成效。伴随信息技术的不断发展与深入应用,此类平台必将持续迭代升级,为城镇燃气行业的长远发展注入更强劲动力。

参考文献

- [1]席丹,陈润杉.智慧燃气信息化系统在城镇燃气管道完整性管理的应用与实践[J].全面腐蚀控制,2024,38(12):9-15.
- [2]谢中杰,鲁永华,徐知岩,等.基于数字技术燃气智能一体化管理运营平台在城镇天然气管网公司中的应用[C]//中国城市燃气协会标准工作委员会.2024年中国城市燃气协会标准工作委员会年会暨燃气安全运营和智慧建设研讨会论文集.绍兴天然气投资有限公司,2024:333-339.
- [3]张成宝.ZBNY集团燃气智慧化安全运营管理方案设计[D].山东理工大学,2024.
- [4]石宏.S公司智慧燃气平台发展问题及对策研究[D].西南大学,2023.DOI:10.27684/d.cnki.gxndx.2023.002405.
- [5]范杰文,金铭,汪志星.数字孪生赋能燃气管网[J].中国电信业,2022,(09):23-27.