

城镇燃气输送智能化安全运行建议

赵兴涛 (齐河中石化石油昆仑燃气有限公司, 山东 德州 251100)

摘要: 随着城镇燃气输送系统规模不断扩大和运行环境日益复杂, 传统以人工巡检和事后处置为主的安全管理模式已难以满足高质量安全发展的要求。新一代信息技术的快速发展为燃气安全治理提供了智能化转型机遇。本文提出城镇燃气输送智能化安全运行建议。推动感知、分析、决策与处置环节的系统联动, 可实现燃气安全管理由“事后应急”向“事前预警、事中可控”的转变, 为提升城镇燃气本质安全水平提供有效路径。

关键词: 城镇燃气输送; 智能化; 安全运行; 智慧燃气

中图分类号: TU996.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 008-0160-03

Suggestion on Intelligent and Safe Operation of Urban Gas Transmission

Zhao Xingtao (CNPC Kunlun Gas Co., Ltd., Qihe, Dezhou Shandong 251100, China)

Abstract: With the continuous expansion of urban gas transmission systems and increasingly complex operational environments, the traditional safety management model primarily relying on manual inspections and post-incident handling can no longer meet the requirements of high-quality safety development. The rapid advancement of next-generation information technology offers opportunities for intelligent transformation in gas safety governance. This paper proposes recommendations for intelligent and safe operation of urban gas transmission systems. Promoting the systematic linkage of perception, analysis, decision-making and disposal can transform gas safety management from “post-incident emergency response” to “pre-incident warning and in-process control”, providing an effective approach to enhance the intrinsic safety level of urban gas.

Keywords: urban gas transmission; intelligentization; safe operation; smart gas

城镇燃气作为城市重要的基础能源, 其运行安全直接关系到公共安全和社会稳定。近年来, 随着城市规模扩大、管网长度增加以及用户数量快速增长, 燃气系统运行复杂度显著提升, 安全风险呈现出隐蔽性强、传播速度快和影响范围广等特征。传统依赖人工巡检和经验判断的安全管理模式, 存在信息滞后、响应缓慢和管理粗放等问题, 已难以适应现代城市燃气安全治理需求。在物联网、大数据、人工智能等技术不断成熟的背景下, 推动燃气安全管理向智能化转型, 成为提升行业本质安全水平的必然选择。

1 智能化转型的战略机遇

随着产业变革的推进, 现代信息技术逐步成熟, 在各行业广泛应用, 促进城镇燃气安全管理模式的深度变革, 城镇燃气输送管理也面临前所未有的机遇^[1]。传统燃气安全管理依赖人工巡检, 往往依靠工作人员的经验判断, 信息获取滞后, 风险识别不全面, 应急响应被动, 多种问题的存在, 难以适应城镇燃气系统的大规模要求, 运行复杂度不断提升, 管理质量受到严重影响。

在此背景下, 推进燃气安全管理的智能化转型, 成为提升行业本质安全水平的必然选择。物联网技术的发展, 为燃气运行状态的全过程感知奠定基础, 在燃气管网中, 关注调压设施, 针对重点用户端, 分析高风险区域, 布设各类传感器, 实时采集关键数据,

实现对燃气系统运行状态的持续监测。由“人工巡查”向“实时感知”的转变, 使安全管理方式发生法改变, 从依赖人员经验, 逐步升级为以技术系统为支撑的防范, 提升风险发现的准确性。以人工智能技术为燃气安全管理, 实现事前预警与精准研判, 为其提供技术支撑。

分析长期积累的运行数据, 针对典型事故案例, 综合分析环境信息, 建立风险识别预测模型, 提前预警异常波动, 发现潜在泄漏。相较于传统事后处置的被动管理方式, 智能化系统提前发出预警信号, 在风险尚未演化为事故时, 为管理部门争取宝贵的处置时间, 降低事故发生概率, 尽可能缩小损失。地理信息系统 (GIS) 与无人机技术的融合应用, 为燃气管网的空间化管理创造了条件, 实现精细化巡检。GIS 技术针对管网设施, 衡量周边环境, 整合用户信息, 形成可视化管理平台, 精准掌握燃气设施分布, 确定风险点位, 在之后重点管控。无人机用于高空巡查, 对复杂地形的检查, 并根据时间情况应急处置, 大幅提升巡检效率, 扩大覆盖范围, 减少人员在高风险环境下作业的安全隐患。技术协同应用, 推动燃气安全管理水平的提升。

2 城镇燃气输送智能化安全运行的核心目标

2.1 风险可知

“风险可知”是城镇燃气智能化安全运行的首要

目标,其核心在于实现对全系统风险源的动态、全面和精准感知与识别。传统燃气安全管理更多依赖定期巡检和事后排查,难以及时捕捉隐蔽性强、演化过程快的风险隐患^[2]。

通过引入物联网感知设备、在线监测终端和多源数据采集手段,可对管网压力、流量、燃气浓度、设备运行状态以及外部环境变化进行持续监测,形成覆盖“点一线一面”的风险感知网络。在此基础上,结合大数据分析和智能算法,对异常数据进行自动识别和关联分析,及时发现潜在风险苗头,实现从“发现问题”向“识别风险”的转变。

2.2 状态可视

“状态可视”是智能化安全运行的重要表现形式,其目标在于将复杂分散的燃气运行信息,转化为直观的可视化界面。构建基于地理信息系统的燃气安全运行平台,整合用户端信息,查询管网分布,分析关键设备状态,找出重点风险区域,实现运行状态的实时在线展示。

状态可视不仅限于数据的呈现,更强调动态跟踪运行状态,根据运行情况,提出后续建议。例如,借助实时曲线,制作风险分布图,管理人员快速掌握管网运行情况,分析设备是否处于正常工况,高风险区域是否存在异常变化等。

2.3 事件可控

“事件可控”是检验智能化安全运行成效的关键目标,体现为对燃气安全事件的快速响应,并在次基础上有效处置。在传统模式下,泄漏、压力异常或设备故障,一般都是人工发现,逐级上报,处置过程存在滞后性^[3]。

智能化系统则可自动报警,联动控制,远程操作,在事件发生初期,触发预警机制,根据预设策略,实施自动或半自动处置。例如,当监测到燃气浓度异常时,系统自动联动切断阀门,启动通风设施,同步向管理人员推送告警信息;对于压力异常,发现设备故障,实现远程调控,精准处置问题,减少人为干预风险。

2.4 管理可预

“管理可预”是城镇燃气智能化安全运行的高级目标,利用数据价值,实现前瞻性管理,完成科学决策。系统分析长期积累的运行数据,发现其中存在的隐患,结合处置记录,识别设备老化规律,分析管网风险分布特征,找出事故高发时段,从而预测风险发展趋势。在此基础上,管理部门实施预防性维护,展开精细化管理,合理安排检修计划,优化资源配置,提前干预高风险区域。以数据驱动的管理模式,减少突发事件发生频率,提升整体运行安全水平。

3 城镇燃气输送智能化安全运行的建议

3.1 构建覆盖“场站—管网—用户”的智能化立体监测网络

构建覆盖智能化立体监测网络,推进城镇燃气智能化安全运行,作为燃气输送的基础性工程,实现燃气安全方向的转变^[4]。城镇燃气系统环境复杂,仅仅依靠局部区域的监测,难以满足整体安全运行要求,借助立体化的技术布局,实现对燃气全过程的连续感知,展开协同管控。在场站层面,围绕燃气输送的各个环节,借助高精度智能传感设备,重点加强对关键设备的检测,在线监测设备的运行状态,确保场站运行工况健康,异常状态即时可知。将传感器与自动控制系统相结合,在参数超限时,准确发现设备异常,自动触发联锁保护报警机制,避免人为判断处置的滞后性。

同时,对老旧设备的重点监测,分析高风险工艺单元,提高场站本质安全水平。在管网层面,智能化监测网络建设,把握重点管段,识别关键区域,实现动态变化。

一方面,在穿越建筑密集区时,把握特殊地形,针对第三方施工频繁区域的重点管段,规模化放置泄漏监测传感器,实时感知管网运行状态,衡量外部扰动情况,一旦发现问题,及时采取措施,避免风险扩大。

另一方面,结合地理信息系统,动态标识管网周边环境,实现风险分级管理,提升对外力破坏的感知能力,识别隐蔽风险,将风险遏制在萌芽之中。在此基础上,引入分布式光纤监测技术,运用智能声学监测手段,注重对微小泄漏的感知,及时捕捉异常振动,不放过细微之处,从技术层面弥补人工巡检的弊端,涵盖难以覆盖的盲区。

在用户端层面,以燃气表前为核心节点,逐步推进智能燃气表,应用可燃气体报警器,智能切断装置的协同部署,引入智能手段,借助智能终端,实时采集用户用气量,分析压力变化,及时发现泄漏信息,与后台系统联动,实现对异常用气行为的检测,识别潜在安全隐患。当监测到异常情况时,系统自动报警,远程切断气源,防止事故进一步扩大。同时,接入用户端数据,帮助管理部门掌握用气结构,分析风险分布特征,实现城镇燃气输送的精准管理,进一步提高服务水平。

3.2 建设集成化的“智慧燃气安全大脑”平台

在完成前端感知体系建设的基础上,建设集成化的“智慧燃气安全大脑”平台,实现城镇燃气智能化安全运行。立体监测网络解决的是看得见的问题,那么智慧燃气安全大脑,着力解决看不见的问题^[5]。实

施集成化建设,统一汇聚分散在不同系统的数据资源,对相关信息深度分析,推动燃气安全管理从被动响应向主动预防,朝着数据驱动转型。

系统打破数据孤岛,构建统一的数据汇聚治理体系。在传统燃气管理模式下,运行监测的各项工作往往分属不同业务系统,数据标准不统一,接口不互通,难以形成整体认知。智慧燃气安全大脑平台,以统一的数据架构为基础,全面接入多种数据类型,场站监测数据,管网运行参数,GIS空间信息,记录用户档案,实现数据的集中管理,完成标准化治理。

依据统一编码规则,构建数据模型,解决信息割裂问题,为后续智能分析奠定基础。依托大数据分析,构建智能模型,深度挖掘燃气安全风险,精准识别其中存在的问题。平台基于历史运行数据,结合典型事故案例,构建泄漏识别模型,判别异常工况,评估设备健康情况,分析实时数据。

一旦发现参数脱离正常区间,呈现异常变化趋势,系统自动触发预警,推送处置信息,早期发现泄漏风险,快速响应后续处置。相较于人工判断,基于数据关联趋势的分析,提升风险识别的准确性,让后续的处置过程更为合理。智慧燃气安全平台,重点强化设备预测性维护,提高管网风险动态评价能力。

分析设备运行状态,衡量故障频率,结合评估维护记录,评估设备健康状况,预测可能出现的失效风险,从而指导维护计划,根据实际需求完成日常维护。在管网管理方面,结合GIS空间分析,对不同管段动态风险评级,绘制可视化风险分布图,辅助管网改造决策,实现精细化管理,提升运维效率,降低安全成本。

3.3 打造“自动处置+高效协同”的智能应急闭环

在城镇燃气智能化安全运行体系中,打造智能应急闭环,将风险感知转化为安全保障能力,既能自动处置,又能根据实际情况高效协同,二者相结合,实现对燃气输送的智能应急处理,提高预警能力。燃气安全事故突发性强,扩散速度快,社会影响大,针对事故特点,若应急处置仍停留在人工层面,根据现场判断为主,难以及时控制事态发展。因此,依托智能化技术手段,重构应急处置流程,改变被动响应的局面,实现对事故的智能处置^[6]。推进关键设施的自动化改造,为应急处置争取时间。

在燃气场站的重要管段用户端,调整关键阀门调压设备,智能升级用户表具,使其具备远程控制功能,根据实际情况自动连锁。当监测系统识别到燃气泄漏问题,发现压力异常,面对设备故障紧急事件时,根据预设策略,自动切断气源,实现压力调节,防止事故进一步扩大。

与人工到达现场相比,在秒级内完成初步控制,构建智能应急闭环的基础。构建集成化的应急指挥平台,实现高效指挥调度,在智能应急体系中,应急指挥平台不再是信息汇总的工具,而是应急处置的控制中心,在汇总信息的基础上,准确提出判断,方便后续工作的开展。

当系统触发预警后,平台自动关联事件类型,确定发生位置,评估事件的影响范围,一键启动应急预案,同步推送处置指令。与资源管理系统对接,平台自动匹配应急管理人员,分配设备物资,避免人工调度信息遗漏,造成响应延迟,提升应急处置效率。强化前后方协同,构建多角色联动的处置机制,智能应急闭环注重自动化,更强调协同化。

配备单兵设备,借助移动终端,应急处置人员实时接收任务指令,查看现场风险信息,将处置进展的视频画面实时回传指挥平台,汇总关键数据,后方指挥人员基于实时数据,完成动态分析,提出指挥调整方案,形成闭环协同,前后方高效联动,解决传统应急中信息不对称的问题。

4 结语

综上所述,推进城镇燃气智能化安全运行,面对复杂运行环境,提升安全治理能力。结合城镇燃气管理要求,构建立体监测网络,实现风险的全面感知,依托智慧燃气安全大脑平台,推动数据融合,实现对数据的智能分析,打造智能应急闭环,缩短响应时间,提升处置效率,增强燃气系统的风险防控能力,针对实际情况,展开应急处置。随着相关技术的不断发展,城镇燃气安全管理向智慧化发展,不断提高燃气输送效率,保证城市安全运行,为民生保障提供坚实的支撑。

参考文献:

- [1] 张乐天. 城镇燃气智能化安全运行分析 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2025,(12):183-185.
- [2] 刘平涛. 浅析城镇燃气工控系统网络安全防护及优化研究 [J]. 化工管理, 2025,(32):65-68.
- [3] 程国梁. 城镇燃气安全管理的问题现状与解决措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025,45(13):88-90.
- [4] 雷鸣刚, 张胜杰. 人工智能技术在城镇燃气输配系统中的应用 [J]. 中国科技信息, 2025,(13):61-63.
- [5] 李伟业. 城镇燃气行业安全管理与发展策略研究 [J]. 中国科技论文在线精品论文, 2025,18(01):109-111.
- [6] 郝帅, 孙婷婷. 试论城镇燃气管道安全运行智能化监测系统 [J]. 当代化工研究, 2022,(09):99-101.