

城镇燃气管道应急管理的智能化措施研究

靳志军¹ 任立英² 马晓峰¹ 王伟平¹ 王 猛¹

1. (北京航天拓扑高科技有限责任公司, 北京 100176)

2. (北京航天万源科技有限公司, 北京 100176)

摘 要: 针对城镇燃气管道应急管理问题, 本次研究首先对城镇燃气管道突发事件的直接原因和间接原因进行分析, 在此基础上, 对城镇燃气管道突发事件应急处理过程进行探讨, 最后, 开展城镇燃气管道应急预案智能化模型设计, 为提高城镇燃气管道的安全性奠定基础。研究表明: 在城镇燃气管道运行的过程中, 出现突发事件的直接原因和间接原因相对较多, 出现突发事件后需要按照响应的流程进行处置, 同时, 为了全面提高突发事件的处理效率和效果, 还需要引入实时监测与传感技术和大数据分析异常检测技术, 建立风险评估与预测模型和应急响应策略模型, 并引入人工智能辅助应急响应, 以此提高城镇燃气管道应急管理的智能化水平。

关键词: 城镇燃气管道; 应急管理; 突发事件; 智能化; 模型设计

0 前言

城镇燃气管道是城市能源供应体系的重要组成部分, 其在居民生活、工业生产等方面发挥着不可替代的作用, 但是随着城市化进程的不断推进和城镇燃气使用量的增加, 管道运行过程中发生的突发事件也在不断增多, 给城市安全稳定运行带来了新的挑战^[1]。为了提高城镇燃气管道应急管理的水平, 加强对潜在风险的预警和处置能力, 迫切需要引入智能化措施, 以适应城市燃气管道管理的新需求。随着信息技术、互联网和人工智能等技术的不断发展, 智能化已经成为解决许多问题的有效手段, 在城镇燃气管道应急管理中, 引入智能化技术不仅可以提高监测、预警和应对的效率, 还能够降低人为因素导致的事故风险。本文将针对城镇燃气管道应急管理中的智能化措施进行深入研究, 以此提高城镇燃气管道运行的安全性。

1 城镇燃气管道突发事件原因分析

1.1 直接原因

城镇燃气管道突发事件的直接原因多种多样, 管道系统中的设备, 如阀门、管道、压力传感器等, 由于制造缺陷、老化、损坏或未能及时维护保养, 可能导致设备故障, 引发管道事故。管道长时间的使用可能导致腐蚀, 特别是在潮湿或腐蚀性气体存在的环境中, 腐蚀速度可能增加, 管道腐蚀可能导致管道壁薄弱、破裂, 引起泄漏或爆炸。管道施工阶段存在施工质量问题, 如焊接不牢固、管道连接处漏气等, 可能在管道投入使用后引发问题。管道系统的运行需要人员进行监测和操作, 操作人员的失误、误操作或未能

按照规定程序操作, 可能导致事故发生^[2]。外部因素如施工作业、交通事故、盗挖等, 可能对管道造成物理损伤, 导致泄漏或其他事故。恶劣的天气条件, 如雷电、地震、洪水等自然灾害, 可能对管道系统造成破坏引发事故。燃气管道的运行需要维持合适的压力, 如果压力异常, 过高或过低, 可能导致管道事故。

1.2 间接原因

缺乏完善的应急预案和响应机制, 使得在事故发生时无法迅速、有效地进行应对, 导致事态扩大。缺乏透明度和有效的信息传递机制, 可能导致在事故发生时各相关部门之间信息共享不畅, 难以形成协同作战。管道系统操作和维护人员的培训不足, 可能导致操作不规范、不专业, 增加了发生事故的可能性。在一些情况下, 经济利益可能影响了对管道设备维护的投入, 导致设备老化、腐蚀, 从而增加了事故发生的可能性。不合理的城市规划和建设, 可能使得燃气管道穿越人口密集区、易受自然灾害影响区域, 增加了事故的危险性^[3]。燃气管道系统技术更新不及时, 使用过时的设备和技术, 可能增加系统的脆弱性, 提高了事故的风险概率。

2 城镇燃气管道突发事故应急处理过程

城镇燃气管道突发事故的应急处理过程包括应急响应、事故确认、隐患排查、公众安全保障等多个环节。当管道事故发生时, 首要任务是立即启动紧急报警系统, 通知相关部门和人员, 包括消防部门、燃气公司、应急救援队等, 如有必要, 立即进行附近居民和工作人员的紧急疏散, 确保人员的生命安全。紧急响应后,

立即派遣专业人员前往事故现场进行勘查, 确认事故的具体情况, 包括泄漏点、泄漏物质、事故范围等, 将现场勘查获得的信息及时汇报给指挥中心, 为后续应急处理提供准确的数据支持。对整个管道系统进行全面隐患排查, 检查设备状态、管道完整性等, 确定是否存在其他潜在危险, 进行周边环境监测, 确保泄漏物质未对周围环境造成二次污染^[4]。及时向周边居民和企事业单位发布事故通告, 提醒居民采取必要的防护措施, 避免人员伤害和财产损失, 如有必要, 组织受影响的人员进行临时安置, 提供必要的生活保障。启动应急救援队伍, 进行事故区域内的人员救援和伤员救治, 采取措施对事故点进行隔离和封堵, 防止事故进一步扩大。对事故原因进行深入追溯, 确定事故发生的直接和间接原因, 为后续防范提供经验教训, 对事故的影响范围、损失情况进行评估, 为后续的修复和赔偿提供依据。在确保安全的前提下, 尽快恢复管道系统的正常运行, 总结事故的教训, 对管道系统的管理和运行进行改进, 提高应对类似事故的能力^[5]。

3 城镇燃气管道应急预案智能化模型设计

3.1 实时监测与传感技术

城镇燃气管道的实时监测与传感技术是确保管道系统安全运行的关键环节。通过安装在管道上的压力传感器, 实时监测燃气管道的压力变化, 可用于检测管道是否处于正常工作范围内, 以及是否存在异常压力。温度传感器被布置在关键位置, 用于监测管道温度的变化, 可用于检测管道温度是否超过安全范围, 防止温度过高引发事故。安装在管道上的气体浓度传感器用于监测燃气的浓度, 用于及时发现和定位潜在的气体泄漏, 提高安全性。流量计用于测量燃气在管道中的流动速率, 可以监测燃气的流量情况, 有助于预测系统的运行状态和检测管道是否存在阻塞等问题。安装在管道上的振动传感器用于监测管道的振动情况, 可用于检测管道是否发生了异物撞击或其他异常情况, 提高对潜在风险的感知。电流/电压传感器监测管道系统中的电流和电压变化, 可用于检测管道设备的运行状态, 提高对电气问题的监测。安装在管道系统上的声音传感器用于监测管道中的声音变化, 可用于检测管道是否存在异常声音, 如漏气或其他机械故障。利用无人机和卫星技术, 对管道系统进行远程监测, 提供高分辨率的图像, 用于检测管道线路的异常情况、植被侵入等问题。

3.2 大数据分析 with 异常检测技术

城镇燃气管道的大数据分析与异常检测是一种关

键的技术手段, 能够帮助及时发现管道系统中的潜在问题, 提高管道系统的运行安全性。建立数据仓库, 对历史数据和实时数据进行高效存储, 以支持后续的分析, 使用分布式存储系统, 确保对大规模数据的快速访问和处理。对采集到的数据进行异常值检测和处理, 排除错误或异常的数据, 确保数据的准确性和可靠性, 对不同传感器采集的数据进行归一化处理, 使得数据具有一致的尺度, 便于综合分析。使用实时数据流处理技术, 对实时采集的数据进行快速处理和监测, 利用流式分析技术, 对实时数据流中的异常进行即时检测。对历史数据进行趋势分析, 了解管道系统的运行规律, 以便发现潜在的异常模式, 利用关联分析技术, 寻找数据之间的关联关系, 识别潜在的问题因果关系。

使用监督学习算法, 基于历史数据训练模型, 实现对管道系统的正常和异常状态的分类, 应用无监督学习算法, 自动发现数据中的模式和聚类, 从而发现潜在异常。利用时序数据分析方法, 建立时序模型, 对管道系统的时序数据进行分析 and 预测, 检测管道系统数据中的周期性变化, 发现潜在的问题。结合地理信息系统技术, 对管道系统的空间分布、地形地貌等因素进行综合分析, 发现潜在的问题源, 利用 GIS 技术, 将异常数据与空间位置相结合, 精确定位问题发生的位置。基于异常检测结果, 建立实时预警系统, 通过设定阈值或规则触发异常事件的警报, 将异常信息及时通知相关人员, 以便快速响应 and 处理。

3.3 风险评估与预测模型

选择和训练城镇燃气管道风险模型需要根据具体情况综合考虑多个因素。其中, 决策树模型易于理解和解释, 能够处理非线性关系, 对缺失值不敏感, 应用: 适用于风险评估中的分类问题, 可用于推断出导致风险的主要因素。随机森林模型结合多个决策树, 提高模型的稳定性和准确性, 适用于复杂的风险模型, 在风险评估中, 通过整合多个决策树的预测结果, 可以更准确地估计潜在风险。支持向量机模型适用于高维空间的分类问题, 可以处理非线性关系, 在燃气管道风险模型中, 可以用于分类问题, 例如判断管道是否处于正常状态或潜在风险状态。朴素贝叶斯模型简单、快速, 对小规模数据表现良好, 在风险评估中, 可以用于概率推断, 估计不同因素对风险的贡献概率。神经网络模型适用于处理大规模数据和复杂关系, 可以通过深度学习提高模型性能, 在风险预测中, 神经网络可以学习非线性关系, 对于复杂的风险模型具有

一定优势。梯度提升树模型通过迭代训练多个弱分类器,逐步提升模型性能,在风险模型中,梯度提升树可以用于回归问题,预测风险水平的连续值。集成学习模型结合多个模型的优势,通过投票或平均的方式提高整体性能,在风险评估中,可以使用集成学习方法,综合多个模型的预测结果。时间序列模型针对时间相关的数据,可以用于预测未来一段时间内的风险,在燃气管道风险评估中,考虑到运行状态的时序性,可以使用时间序列模型进行预测。在模型选择的过程中,需要根据问题的具体性质,考虑数据规模、特征复杂性、模型解释性等因素,可以采用交叉验证等方法,比较不同模型在训练集和测试集上的性能。

3.4 应急响应策略模型

建立城镇燃气管道应急响应策略模型涉及多个方面,包括应急响应计划、决策流程、资源调配等。进行城镇燃气管道系统的风险评估,确定可能发生的故事类型和潜在风险,根据评估结果,制定相应的应急预案,包括各种可能事故的处理程序、责任人员、资源调配计划等,制定不同级别的应急响应措施,依据事故的严重性进行分级。设立专门的应急响应团队,包括应急指挥部、技术专家组、救援队伍等,指定各团队成员的职责和权限,进行定期的培训和演练,确保应急响应团队熟悉应急预案和紧急情况下的操作流程,定期模拟各类事故场景,提高团队应对突发事件的能力。部署实时监测传感器,监测管道压力、温度、气体浓度等关键参数,集成先进的监测技术,如无人机、卫星监测等。

基于实时监测数据和预警信息,进行事故情景分析,判断事故的严重性和影响范围,制定详细的应急响应决策流程,包括应急级别判定、响应步骤、资源调配等,设定响应决策的标准和流程,确保决策的科学性和合理性。制定详细的资源清单,包括人员、设备、应急材料等,设定资源的调配原则和流程。与相关部门建立协同机制,确保在应急响应中的信息共享和资源协同,设定信息发布的流程和标准,确保信息的准确性和及时性,建立专门的信息发布渠道,包括官方网站、社交媒体等。制定公众沟通计划,包括紧急疏散通知、安全防护措施等,进行定期的公众教育和演练,提高公众的安全意识。定期评估应急响应模型的效果,根据实际应急事件的经验进行模型的持续改进,针对演练和实际事件的反馈,不断优化应急响应策略,制定应急响应性能评估指标,评估模型的响应时间、

准确性和效果,定期进行应急演练,评估团队和系统的应急响应性能。

3.5 人工智能辅助应急响应

建立基于人工智能的决策支持系统,帮助应急响应团队做出更准确的决策,集成数据挖掘、机器学习等技术,提供针对特定情境的实时决策建议。结合自动化技术,实现对燃气管道系统的远程监控和控制,利用人工智能算法,对管道设备进行智能化管理,降低人为操作风险。使用机器人进行巡检、维护和紧急救援任务,减少人员进入危险区域的风险,利用机器视觉和传感技术,实现对管道系统的高效监测。集成自然语言处理技术,建立智能通讯系统,能够理解和处理人员的语音或文字信息,提高与应急响应团队之间的信息交流效率。利用虚拟仿真技术建立燃气管道应急场景,进行人工智能辅助培训,提高应急响应团队对不同情境的处理能力。建立智能监控中心,集成各类人工智能技术,对管道系统进行全面监管,实时跟踪数据变化、模型预测结果和应急响应状态,提供决策支持。利用区块链技术建立管道运行数据的不可篡改的分布式数据库,提高数据的安全性和可信度,确保信息的真实性。

4 结论

综上所述,随着城市燃气使用量的增加和管道网络的扩展,管道系统运行中发生的突发事件和事故风险也日益增加,传统的人工监测和管理方式难以满足对安全风险的及时感知和有效处置,因此需要引入智能化技术,提高城镇燃气管道的应急管理能力,以此提高城镇燃气管道系统的安全性。

参考文献:

- [1] 贺永利,罗智,杨春花,等.县域城镇燃气企业应急管理现状分析与对策思考[J].城市燃气,2022,(01):35-38.
- [2] 王宝金.城镇燃气管道应急管理的智能化措施[J].化工管理,2021,(31):89-90.
- [3] 王腾.城镇燃气管道完整性管理[J].化学工程与装备,2021,(10):87-88.
- [4] 巩忠领.关于城镇燃气管道应急管理的智能化[J].城市燃气,2020,(07):4-6.
- [5] 陈星.浅谈城镇高压管道管理[J].建材与装饰,2018,(40):202.

作者简介:

靳志军(1982-),男,汉族,河北张家口人,高级工程师,从事燃气输配调度技术研究与系统建设工作。