

探析城镇燃气管道安全运行智能化监测系统

靳志军¹ 任立英² 许 明¹ 唐 森¹ 杨晓松¹

(1. 北京航天拓扑高科有限公司, 北京 100176)

(2. 北京航天万源科技有限公司, 北京 100176)

摘要: 针对城镇燃气管道安全运行智能化监测问题, 本次研究首先对城镇燃气管道运行智能化监测系统的研究背景进行分析, 对城镇燃气管道运行智能化监测系统进行介绍, 最后, 开展城镇燃气管道运行智能化监测系统的主要功能优势研究, 为提高城镇燃气管道运行的安全性奠定基础。研究表明: 城镇燃气管道安全运行智能化监测系统主要由传感器模块、远程传输模块、声光报警模块、手机端接收模块、后台管理系统以及太阳能供电板共同组成, 其在应用的过程中主要具有有效增加管道运行安全管理功能、增强统计功能、人力资源成本降低以及低碳经济效益等优势。

关键词: 城镇燃气管道; 安全运行; 智能化监测; 系统介绍; 功能优势

0 前言

燃气属于推动我国城镇发展的重要能源, 其管道系统的安全运行直接关系到千家万户的生活和工业生产, 但是管道系统的庞大复杂性、不可预见的自然因素以及人为因素的干扰, 使得传统的监测和管理方式难以满足对安全性和效率性的需求, 传统的管道监测通常依赖于定期巡检和手动检测存在盲点和延迟, 使得安全风险问题难以被及时识别^[1]。针对该问题, 本次研究主要是引入智能化监测系统, 开展城镇燃气管道安全运行智能化监测系统研究, 为推动我国城镇燃气领域的进一步发展奠定基础。

1 城镇燃气管道运行智能化监测系统研究背景

随着城市化进程的加速和能源需求的不断增长, 城镇燃气管道系统作为重要的能源供应基础设施, 扮演着连接供需的纽带, 但是传统的燃气管道监测系统面临着一系列挑战, 如管道老化、外部破坏、设备故障等, 这些因素可能导致事故的发生, 威胁公众生命安全和财产安全, 在这一背景下, 城镇燃气管道运行智能化监测系统的研究应运而生。城镇燃气管道系统通常覆盖广泛, 涉及到多个区域和设施, 包括高压主干管道、中压支线和低压配气管道, 这些管道网络涉及到多样的地形、地质和建筑物, 管道系统的复杂性增加了对其安全运行的监测难度^[2]。许多城镇燃气管道系统建设时间较早, 管道设施普遍存在老化和腐蚀问题, 这些问题可能导致管道的结构性损伤, 增加了事故的潜在风险, 因此, 对管道系统的定期监测和维护显得尤为重要。管道系统容易受到自然因素和人为

因素的干扰, 这些外部因素可能导致管道系统的异常情况, 需要及时的监测和应急响应来减少潜在风险。传统的燃气管道监测通常依赖于人工巡检和定期检测, 存在盲区和时滞性, 这种监测方式无法满足对实时性和全面性的需求, 容易漏检潜在问题。近年来, 随着物联网、大数据分析、人工智能等智能化技术的迅猛发展, 为城镇燃气管道的智能化监测提供了前所未有的机遇, 通过将这些技术应用于管道监测系统, 可以实现对管道运行状态的实时、精准监测, 有效降低潜在风险。随着社会对安全意识的提升, 公众对城市燃气供应的安全性和可靠性有着更高的期望, 构建智能化监测系统有助于提升管道系统的安全性, 增强公众的信心^[3]。

2 城镇燃气管道运行智能化监测系统简介

2.1 传感器模块

城镇燃气管道运行智能化监测系统的关键组成部分之一是传感器模块, 传感器通过实时采集各种物理量和环境参数的数据, 为智能监测系统提供实时、精准的管道运行状态信息。压力传感器用于实时监测管道内气体的压力变化。异常的压力波动可能表示管道存在泄漏、堵塞或其他异常情况。温度传感器用于测量管道系统内气体的温度。温度的变化可能指示管道内的异常情况, 如火灾、泄漏等。流量传感器测量气体在管道中的流动速率, 用于监测燃气的消耗情况, 同时也可检测管道内的流动异常。气体浓度传感器用于检测管道中燃气的浓度, 可早期发现潜在泄漏或其他异常情况^[4]。振动传感器用于监测管道系统的振动

和震动情况，可能指示管道结构受到损害或外部干扰。漏气检测传感器专门用于检测管道系统中的气体泄漏，提前发现潜在安全隐患。GPS 位置传感器提供管道系统的精确位置信息，用于实时追踪管道布局，便于定位问题发生位置。

2.2 远程传输模块

远程传输模块负责将从传感器模块采集到的实时数据远程传输到监测中心或云平台，以实现对管道系统的远程监控、分析和管理。通信技术提供可靠的通信手段，将传感器采集的数据传输至监测中心或云平台。数据传输协议规定数据传输的格式和规范，确保传输的数据能够被正确解读和处理。远程监控中心接收、存储和处理传感器模块采集的数据，提供实时监测、分析和报警服务。数据安全与加密保障传输的数据在传输过程中的安全性，防止数据被未授权访问或篡改^[5]。实时数据更新提供实时数据更新，确保监测中心或云平台能够及时了解管道系统的运行状态。远程控制与调整实现对管道系统的远程控制和参数调整，以响应实时的运行需求和管道状态变化。

2.3 声光报警模块

声光报警模块主要负责在监测系统检测到异常情况时，通过声音和光信号向相关人员发出警告，以便及时采取应急措施。当监测系统检测到管道系统内出现异常情况，如泄漏、高压、低温等，声光报警模块能够立即发出声音和光信号，提醒相关人员注意，通常采用高分贝的声音警报器，确保在嘈杂环境中也能被清晰听到，使用明亮的 LED 灯或其他高亮度光源进行视觉警示，综合利用声音和光信号，提高警示的效果，确保在不同环境和情境下都能被及时察觉。通过智能控制系统，实现对声光报警模块的灵活控制和调度，支持远程监控和控制，监测中心或运维人员可以实时了解报警状态，采取相应措施。允许用户根据不同的监测场景和需求，进行声音、光信号等报警参数的定制化设置，与整个城镇燃气管道运行智能化监测系统集成，与其他模块协同工作，形成完整的安全监测体系。

2.4 手机端接收模块

手机端接收模块主要任务是通过手机应用程序接收和显示监测系统传输的数据，向相关人员提供实时的管道运行状态信息和报警通知，提供实时的管道运行状态数据，包括压力、温度、流量等关键参数，通过直观的图表或数值显示方式呈现，用户可以随时随地通过手机端应用了解管道系统的运行状况。当监测系统检测到管道系统出现异常情况时，手机端接收

模块能够实时推送报警通知，包括声音、震动、消息等多种形式，提高用户对管道系统异常的感知和响应速度。使用直观的图形化界面，通过地图、图表、仪表盘等方式展示管道系统的状态，使用户更容易理解和分析数据，提高用户体验，降低用户对专业知识的依赖。允许用户通过手机端应用对管道系统进行远程控制，如关闭阀门、调整参数等，通过安全的远程通信技术，实现远程控制命令的下发。提供历史管道运行数据的查看功能，用户可以查看过去一段时间内的数据趋势，分析管道系统的运行历史，有助于用户了解管道系统的长期性能和变化趋势。支持多用户同时接入，每个用户可以通过个人账号登录，查看与其相关的管道信息，适用于多个部门、岗位或管理层级的用户，提供个性化的服务。通过安全认证机制和数据加密技术，确保用户的个人信息和管道运行数据的安全性，防止未授权访问和数据泄露，保护用户隐私。当管道系统涉及多个地理位置时，通过地图显示管道系统的实时地理位置，有助于快速定位问题发生位置，提高应急响应效率。

2.5 后台管理系统

后台管理系统是城镇燃气管道运行智能化监测系统的核心组成部分，负责整体监控、管理和维护系统的各个模块，以确保系统的高效、稳定运行。提供全面的管道系统监控与管理服务，包括传感器模块、远程传输模块、声光报警模块、手机端接收模块等各个组成部分，对传感器模块采集到的实时数据进行分析和处理，实现对管道系统运行状况的实时监测。设定并管理报警阈值，当系统检测到异常情况时，自动触发报警，并提供详细的异常处理流程，设定不同用户的权限，确保只有授权人员能够访问和修改相关信息。实时监测传感器模块、声光报警模块、远程传输模块等设备的运行状态，及时发现和处理设备故障，对系统采集到的历史数据进行存储和备份，以便进行统计分析、故障追溯和决策支持。支持系统参数的配置和定制，满足不同城镇燃气管道系统的特殊需求，记录系统的运行日志，包括用户操作、报警记录等，以实现对系统的审计和追溯，提供系统升级和维护服务，确保系统始终采用最新的技术和算法，保障系统的安全性和稳定性。

2.6 太阳能供电板

太阳能供电板是城镇燃气管道运行智能化监测系统中的一项重要组件，它通过将太阳能转换为电能，为监测系统提供稳定的电力供应。太阳能供电板独立运行，不依赖传统的电力网络，为监测系统提供可靠

的独立电力来源，降低系统的能源依赖性，增加系统在偏远地区或紧急情况下的可用性。太阳能供电板利用太阳能光伏电池将太阳光转化为电能，是一种清洁、可再生的能源，降低系统的环境影响，符合可持续发展的能源使用理念，太阳能供电板适应性强，可以根据不同的环境和气候条件进行布置和调整，适用于城镇燃气管道监测系统分布广泛、布局复杂的情况。

3 城镇燃气管道运行智能化监测系统的主要功能优势

3.1 有效增加管道运行安全管理功能

城镇燃气管道运行智能化监测系统在增加管道运行安全管理功能方面具有多重主要功能优势，这些优势使得系统能够更加有效地监测、管理和响应潜在的安全风险。智能化监测系统能够实时监测管道运行状态，通过传感器采集的数据进行分析，并及时发出预警信号，这有助于提前发现潜在问题，降低事故发生的可能性。系统具备智能算法，能够自动识别管道系统中的异常事件，如泄漏、压力异常等，这减轻了运维人员的负担，同时提高了异常事件的检测精度。系统能够通过 GPS 等技术实时追踪管道的地理位置，帮助运维人员迅速定位事故发生地点，提高应急响应的效率。智能化监测系统不仅能够发出预警，还能自动启动应急响应机制，如关闭阀门、通知相关人员等，以最小化事故对周边环境和人员的影响。系统整合了多种传感器，包括压力传感器、温度传感器、漏气检测传感器等，通过这些传感器协同工作，提高了对管道运行状态的全面监测能力。

3.2 增强统计功能

系统能够实时采集管道运行数据，并将其存储在数据库中，确保数据的及时性和完整性，系统整合多种传感器，能够采集多个参数的数据，包括压力、温度、流量等，从而支持对多个方面的统计分析。提供直观的图表、曲线等展示方式，用户可以通过后台管理系统查询并查看历史管道运行数据，便于趋势分析和问题追溯，对异常事件进行统计分析，包括泄漏事件、压力异常等，帮助系统管理员更好地了解管道系统的异常发生频率和类型。对报警事件进行详细记录和分析，包括报警时间、响应时间、处理过程等，以便优化报警机制和提高响应效率。

3.3 人力资源成本降低

系统通过对历史数据的分析，能够预测设备的维护周期和需求，降低了突发故障的概率，减少了紧急维护的人力成本，智能化监测系统具备自诊断功能，

能够及时发现设备故障并给出详细的故障信息，降低了人工排查故障的时间和成本。系统支持远程固件升级，可以通过网络远程更新设备的软件，避免了现场人员逐一升级的工作，提高了系统的可维护性，系统的灵活配置和自适应性降低了对专业技能的依赖，使得非专业人员也能够轻松操作系统，降低了相关培训和招聘的成本。一些系统整合了无人机技术，通过航拍技术实现对管道系统的巡检，减少了人力巡检的需要，同时提高了监测范围和效率。

3.4 低碳经济效益

系统通过实时监测和分析管道运行数据，能够优化管道系统的运行参数，提高能源利用效率，从而减少能源浪费，系统整合太阳能供电板等绿色能源设备，通过利用太阳能进行供电，减少对传统能源的依赖，促进可再生能源的使用。系统能够对能源设备的能耗进行统计和分析，帮助优化设备运行策略，减少能源浪费，提高设备的能效。系统通过智能算法对能源供需进行平衡，提高系统对电力需求的智能调度，有助于减少过剩电力的产生和浪费，智能系统对设备进行生命周期管理，延长设备寿命，减少废弃设备对环境的负面影响，符合低碳循环经济的原则。

4 结论

综上所述，城镇燃气管道系统面临众多的安全威胁因素，包括管道老化、外部破坏、设备故障等，这些因素可能导致事故的发生，智能化监测系统可以通过实时数据采集和分析，提前识别潜在风险，实施及时的预警和干预措施，有效防控事故的发生，保障公众和环境的安全，通过大数据分析和人工智能算法，可以精准判断管道状态，提高运维效率，降低运维成本。

参考文献：

- [1] 孙思宇. 燃气管道泄漏定位与报警系统研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(15): 88-90.
- [2] 马彬, 王会师, 马旭卿, 等. 信息技术在城镇燃气管道完整性管理的应用 [J]. 煤气与热力, 2023, 43(02): 38-42.
- [3] 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.
- [4] 周吉祥, 张浩. 智能管道建设下的城镇燃气管道完整性管理 [J]. 煤气与热力, 2021, 41(02): 32-36+46.
- [5] 牟兰花, 康昭华. 城镇燃气管道安全风险防范技术标准分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018, 38(22): 5-6.

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。