

天然气管道工程监督智能化研究与探索

贾鹏飞

唐山市天然气有限公司 河北 唐山 063000

摘要：本文探讨了天然气管道工程监督智能化的现状、技术路径、实践案例以及面临的挑战与优化策略。传统监督方式存在人工巡检局限性和数据更新不及时等问题，而智能化监督通过物联网技术、大数据分析、智能化信息平台以及空地一体化智能巡检系统等手段，实现对天然气管道工程的高效、实时监督。文章通过具体案例展示了智能化监督系统的应用效果，并分析了在技术、管理和标准层面面临的挑战，提出相应的优化策略，为天然气管道工程监督智能化的发展提供参考。

关键词：天然气管道；监督智能化；技术路径

引言：天然气管道工程作为能源运输的重要组成部分，其安全性和稳定性至关重要。本文将深入探讨天然气管道工程监督智能化的现状和技术路径，通过分析实践案例，揭示智能化监督在提升监督效率、降低安全事故风险等方面的显著优势。同时，还将关注智能化监督面临的技术、管理和标准挑战，提出针对性的优化策略，以期推动天然气管道工程监督智能化水平的进一步提升。

1 天然气管道工程监督现状

1.1 传统监督方式概述

传统的天然气管道工程监督主要依赖人工巡检和定期检查相结合的方式。在工程建设阶段，监督人员通过现场巡查，对管道铺设的位置、焊接质量、防腐处理等环节进行检查，记录相关数据并形成纸质报告。在管道运营阶段，安排专人按照固定的路线和周期进行巡检，查看管道是否存在泄漏、损坏、第三方施工干扰等情况。另外，传统监督还会借助一些简单的检测设备，如手持检漏仪、压力表等，对管道的关键参数进行测量。对于一些重要的节点和地段，会设置固定的监测点，定期采集数据并进行分析。这种监督方式在过去较长一段时间内，为天然气管道工程的安全建设和运营发挥一定的作用。

1.2 传统监督方式存在的问题

1.2.1 人工巡检的局限性

人工巡检受人员体力、精力和经验等因素的影响较大。天然气管道往往穿越山区、河流、荒漠等复杂地形，巡检人员在这些区域行进困难，不仅巡检效率低下，而且难以全面覆盖所有管道路段，存在巡检盲区。例如，在陡峭的山区，巡检人员可能无法到达某些管道位置，导致这些区域的安全隐患不能及时发现。同时，人工巡检的主

观性较强，不同的巡检人员对同一问题的判断可能存在差异，容易出现漏检、误判的情况。此外，人工巡检的频率有限，对于一些突发性的管道故障，难以及时发现和处理，可能会引发严重的安全事故^[1]。

1.2.2 数据更新不及时

在传统监督方式中，数据的采集和记录主要依靠人工完成，然后通过纸质文档或简单的电子表格进行整理和存储。这种方式导致数据的传递和更新速度缓慢，工程管理人员难以及时获取管道工程的实时信息。当管道工程出现问题时，由于数据更新不及时，决策者无法根据最新的情况做出准确的判断和决策，可能会延误问题的解决时机。而且不同部门之间的数据共享困难，信息孤岛现象严重，不利于对管道工程进行全面、系统的监督和管理。

2 天然气管道工程监督智能化技术路径

2.1 物联网技术的应用

物联网技术通过在天然气管道沿线安装大量的传感器节点，实现对管道运行状态的实时监测。这些传感器可以采集管道的压力、温度、流量、振动、腐蚀等多种参数，并将数据通过无线通信网络传输到数据中心。例如，在管道的关键部位安装压力传感器和温度传感器，能够实时监测管道内部的压力和温度变化，一旦出现异常，系统会立即发出警报，提醒相关人员进行处理。腐蚀传感器则可以监测管道外壁的腐蚀情况，为管道的维护和更换提供依据。物联网技术的应用实现了天然气管道工程监督的实时化和自动化，大大提高监督的效率和准确性。

2.2 大数据分析 with 预测

天然气管道工程在建设和运营过程中会产生海量的数据，包括管道参数数据、巡检数据、环境数据等。通

过大数据分析技术,可以对这些数据进行深入挖掘和分析,提取有价值的信息,为管道工程监督提供决策支持。利用大数据分析可以建立管道故障预测模型,通过对历史故障数据和实时监测数据的分析,预测管道可能出现故障的位置和时间,提前采取预防措施,降低故障发生的概率。同时,大数据分析还可以优化巡检路线和频率,根据管道的运行状态和风险等级,合理安排巡检资源,提高巡检的效率和针对性^[2]。

2.3 智能化信息平台构建

智能化信息平台是整合天然气管道工程监督相关数据和功能的核心载体。该平台将物联网技术采集的实时数据、大数据分析的结果以及各种管理信息进行集成,实现数据的集中管理、共享和可视化展示。平台具备数据查询、统计分析、警报处理、工单管理等功能。监督人员可以通过平台实时查看管道的运行状态、巡检记录、故障处理情况等信息,及时掌握工程的整体情况,平台还可以实现各部门之间的信息共享和协同工作,提高工作效率和管理水平。例如,当传感器检测到管道异常时,平台会自动生成故障工单,并分配给相应的维护人员,维护人员可以通过平台反馈处理进度和结果。

2.4 空天地一体化智能巡检系统

空天地一体化智能巡检系统整合卫星遥感、无人机巡检和地面机器人巡检等多种巡检手段,实现对天然气管道的全方位、立体式巡检。卫星遥感技术可以对管道沿线的大范围区域进行监测,及时发现管道周边的地质灾害、第三方施工等潜在威胁。无人机巡检具有灵活性高、覆盖范围广的特点,适用于穿越山区、河流等复杂地形的管道巡检,能够快速获取管道的外观图像和周边环境信息。地面机器人则可以沿着管道进行近距离巡检,对管道的焊缝、防腐层等进行细致检测。通过空天地一体化智能巡检系统,可以实现对天然气管道的无缝巡检,提高巡检的全面性和效率,及时发现管道存在的问题。

3 天然气管道工程监督智能化的实践案例

3.1 案例一:某天然气管道工程智能化监督系统应用实例

某大型天然气管道工程全长超过1000公里,穿越多种复杂地形,传统的监督方式难以满足工程需求。为此,该工程引入了智能化监督系统。在物联网技术应用方面,沿管道每隔50米安装一个传感器节点,实时采集管道的压力、温度、振动等参数,并通过无线网络传输到数据中心。同时,构建了智能化信息平台,对采集到的数据进行集中管理和分析。平台具备数据可视化功能,能够以图表、地图等形式直观展示管道的运行状

态。并且采用无人机巡检和地面机器人巡检相结合的方式。无人机每周对管道进行一次全面巡检,获取管道周边环境和外观图像;地面机器人则每天对重点路段进行巡检,细致检测管道的焊缝和防腐层。通过该智能化监督系统的应用,该天然气管道工程的监督效率提高60%以上,故障发现时间提前平均3天,大大降低安全事故的发生概率^[3]。同时,数据共享和协同工作的效率也得到显著提升,各部门之间的沟通成本降低40%。

3.2 案例二:城市燃气管网智能化改造项目

某城市燃气管网建成时间较长,管道老化问题突出,传统的人工巡检方式存在诸多弊端。为了提高燃气管网的监督水平和安全性,该城市开展燃气管网智能化改造项目。项目引入物联网技术,在燃气管网的关键节点安装智能传感器,实时监测管网的压力、流量和泄漏情况。同时,构建大数据分析平台,对管网运行数据进行分析和预测。通过分析用户的用气规律和管网的运行状态,平台能够预测管网的负荷变化,为调度决策提供支持。在巡检方面,采用小型无人机和智能巡检机器人。无人机主要用于对管网周边的建筑物和施工情况进行监测;智能巡检机器人则可以在地下管廊内自主移动,对管道进行检测。改造项目完成后,该城市燃气管网的泄漏检测准确率提高80%,故障处理时间缩短50%,每年减少因故障造成的经济损失超过1000万元。通过大数据分析优化了管网调度,天然气供应的稳定性得到了显著提升。

4 天然气管道工程监督智能化的挑战与优化策略

4.1 面临的挑战

4.1.1 技术层面

在复杂地形条件下,如山区、沙漠、沼泽等,传感器的信号传输稳定性受到严重影响。由于地形复杂,无线通信信号容易受到遮挡和干扰,导致数据传输中断或延迟,影响实时监测的效果;多源数据融合精度也是一个亟待解决的问题。天然气管道工程监督智能化涉及物联网传感器数据、无人机巡检图像、卫星遥感数据等多种来源的数据,这些数据的格式、精度和时空特性存在差异,融合过程中容易出现误差,影响数据分析和决策的准确性。

4.1.2 管理层面

数据安全与隐私保护是天然气管道工程监督智能化面临的重要挑战。管道运行数据和用户信息等涉及国家安全和商业机密,一旦发生数据泄露,将造成严重的后果。然而,当前数据安全防护技术还不够完善,存在被黑客攻击和数据篡改的风险。天然气管道工程监督智

能化涉及多种新技术和新设备,对监督人员的专业技能和操作水平提出了更高的要求。但目前部分监督人员缺乏相关的技术知识和操作经验,难以熟练运用智能化系统,影响了智能化监督的效果。

4.1.3 标准层面

智能化监督的行业规范缺失,导致天然气管道工程监督智能化的发展缺乏统一的指导和约束。不同企业和项目采用的技术标准和规范不一致,使得智能化系统之间的兼容性和互通性较差,不利于行业的整体发展。跨平台数据接口不统一也是一个重要问题,由于不同的智能化系统和设备来自不同的厂商,数据接口的格式和协议各不相同,导致数据共享和交换困难,形成了新的信息孤岛。

4.2 优化策略

4.2.1 技术迭代

为有效应对天然气管道工程监督智能化进程中的技术难题,需加大对传感器技术的研发投入。鉴于复杂地形对信号传输的干扰,应着力开发具备强抗干扰能力的传感器。例如,采用新型通信技术,像低功耗广域网(LPWAN)中的LoRa或NB-IoT技术,增强信号传输的稳定性,确保在山区、沙漠等复杂环境下数据能准确、及时传输。同时,优化传感器的能源管理系统,通过采用更高效的电源管理芯片和低功耗设计,延长传感器使用寿命,减少频繁更换带来的成本和维护压力。在AI算法方面,通过收集大量管道故障和异常情况的样本进行训练,不断改进算法模型,提高AI系统对各类问题的识别精度,降低误报率。此外,结合多源数据融合技术,将传感器采集的不同类型数据进行整合分析,提高数据的一致性和准确性,为监督决策提供更可靠、全面的依据,推动天然气管道监督技术向更高水平发展。

4.2.2 管理机制完善

完善管理机制是天然气管道工程监督智能化顺利推进的重要保障。建立数据分级管理制度势在必行,依据数据的敏感程度和重要性进行细致分级分类。对于涉及国家安全和商业机密的关键数据,要采用严格的加密技术,如对称加密和非对称加密相结合的方式,同时设置多层次的访问控制权限,只有经过授权的特定人员才能访问和处理这些数据,确保数据安全无虞。此外,制定完善的数据备份和恢复机制,定期对重要数据进行备份,并存储在多个安全地点,以防数据丢失或损坏时能迅速恢复。在人员管理方面,开展智能化技能培训,定

期组织专业技术人员对监督人员进行系统培训,包括智能化设备的操作、数据分析方法以及系统维护等内容,并通过实操演练巩固所学知识^[4]。同时,建立激励机制,对积极学习新技术、新知识并在工作中取得良好成效的员工给予奖励,激发员工的学习积极性,提升整体监督人员的专业素质。

4.2.3 标准体系建设

标准体系建设对于天然气管道工程监督智能化的发展具有关键引领作用。推动制定智能化监督的行业标准与评估规范,明确智能化系统在技术要求、性能指标和评估方法等方面的具体标准。组织行业协会、科研机构和企业等各方力量共同参与标准的制定过程,充分结合实际需求和技术发展趋势,确保标准既具有科学性又具备实用性。促进跨平台数据接口的统一是实现数据共享和交换的基础,制定统一的数据接口标准和协议,鼓励设备厂商和系统开发商按照标准进行生产和开发,使不同系统之间能够实现无缝对接。此外,建立数据共享平台,打破各部门、各企业之间的信息孤岛现象,将分散的数据集中整合在平台上,通过授权机制实现数据的合理共享和高效利用。这样不仅能提高数据的利用效率,还能促进天然气管道工程监督智能化领域的协同发展,提升整个行业的监督水平和安全保障能力。

结束语

综上所述,天然气管道工程监督智能化是提升工程安全性和稳定性的有效途径。通过物联网技术、大数据分析等智能化手段的应用,可以实现对天然气管道工程的全面、实时监督,及时发现和处理潜在的安全隐患。然而,智能化监督的发展仍面临诸多挑战,需要不断加强技术研发、完善管理机制、建设标准体系。未来,随着技术的不断进步和应用经验的积累,天然气管道工程监督智能化将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]戈永越,刘洪川,张忠效,孙健.天然气管道工程施工建设质量管理[J].化工管理,2021,(23):170-171.
- [2]田屹晗.天然气管道储运的安全管理[J].化工管理,2021,(11):112-113.
- [3]郭博深.天然气管道建设工程投资控制因素分析[J].石油石化物资采购,2023,(03):202-204.DOI:10.
- [4]刘伟妍,周庆潮,金常磊.天然气管道施工技术安全隐患分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(05):147-149.