

Research on innovation of safety supervision and inspection mode: digital drive and management optimization

Haoran Sun

Huazhong Branch of National Pipeline Network Group, Xianning, Hubei, 437000, China

Abstract

Long-distance oil and gas pipelines, as a critical component of national energy transmission, the innovation in their safety supervision and inspection models is essential for ensuring energy security and enhancing corporate competitiveness. This study integrates safety management theory with risk management theory to explore innovative approaches to the safety supervision and inspection of long-distance oil and gas pipelines in the context of digital transformation. By employing digital technologies such as smart supervision platforms and intelligent analysis models, the study aims to achieve real-time monitoring of pipeline operations and dynamic risk prediction. Additionally, it seeks to optimize risk management by enhancing a multi-dimensional risk assessment system and implementing differentiated risk control measures. The research indicates that digitalization and enhanced risk management can improve the accuracy of identifying safety hazards and the efficiency of resource allocation. Future research could focus on the application of emerging technologies like quantum computing, the refinement of risk assessment systems, and the standardization of industry collaborative governance, to provide more comprehensive theoretical and practical support for the safety management of long-distance oil and gas pipelines.

Keywords

long distance oil and gas pipeline; safety supervision and inspection; digital transformation

安全监督检查模式创新研究：数字化驱动与管理优化

孙浩然

国家管网集团华中分公司，中国·湖北 咸宁 437000

摘要

长输油气管道作为国家能源输送的关键设施，其安全监督检查模式创新对保障能源安全与企业竞争力至关重要。本研究结合安全管理理论与风险管理理论，探讨数字化转型背景下长输油气管道安全监督检查模式的创新路径。通过构建智慧监督平台、开发智能分析模型等数字化技术应用策略，实现管网运行状态实时监控与风险动态预测；同时，通过完善多维度风险评估体系、实施差异化风险管控措施优化风险管理。研究表明，数字化驱动与风险管理强化可提升安全隐患识别精准度与资源配置效率。未来研究可聚焦量子计算等新兴技术应用、风险评估体系完善及行业协同治理标准化，为长输油气管道安全管理提供更全面的理论与实践支持。

关键词

长输油气管道；安全监督检查；数字化转型

1 引言

1.1 研究背景与意义

长输油气管道作为能源输送领域的关键设施，承担着保障国家能源稳定供应的重任。其涵盖油气长输管道、储存设施等，点多、线长、面广，安全风险复杂多样，任何安全事故都可能导致能源供应中断、环境污染，甚至威胁人民生

命财产安全。近年来，随着能源需求的持续增长，长输油气管道的运营规模不断扩大，安全监督检查工作的难度和压力也与日俱增。

创新安全监督检查模式对于保障能源输送安全具有至关重要的意义。通过创新，可以更精准地识别潜在的安全风险，及时发现并消除安全隐患，有效预防各类安全事故的发生，确保能源输送的连续性和稳定性，为国家能源安全战略的实施提供坚实保障。在当前能源市场竞争日益激烈的背景下，安全管理水平已成为企业竞争力的重要组成部分。创新安全监督检查模式有助于提升企业的安全管理效能，降低运营成本，树立良好的企业形象，增强市场信誉，从而在激烈的市场竞争中脱颖而出，实现可持续发展。

【作者简介】孙浩然（1987-），男，汉族，吉林长春人，本科学历，工程师，主要从事安全环保管理体系与机制、管道安全运行与风险防控和管道保护技术与创新等方面的研究。

1.2 研究方法

本论文采用多种研究方法,确保研究的全面性和深入性。通过对长输油气管道深入剖析存在的问题以及创新模式的实施效果。同时,广泛收集相关文献资料,梳理安全监督检查模式的发展脉络和研究现状,为论文提供理论支持和研究思路。

2 安全监督检查模式创新的理论基础与方向探索

2.1 相关理论基础

安全管理理论在安全监督检查模式创新中起着基础性的指导作用。海因里希事故因果连锁理论指出,事故的发生是一连串事件按一定顺序互为因果依次发生的结果,人员伤亡的发生是事故的结果,事故的发生是由于人的不安全行为和物的不安全状态。这启示在安全监督检查中,不仅要关注表面的安全问题,更要深入挖掘背后的深层次原因,从人的行为规范和设备设施的安全状态等多方面进行检查和管理。在对站场设备进行检查时,不仅要查看设备是否正常运行,还要检查操作人员是否按照规范进行操作,是否存在违规行为,从源头上预防事故的发生。

风险管理理论为安全监督检查模式创新提供了重要的方法和思路。该理论强调对风险的识别、评估和控制,通过对安全风险的全面识别和科学评估,确定风险的等级和影响程度,从而有针对性地制定风险控制措施。在长输油气管道的安全监督检查中,可以运用风险矩阵等工具,对管道运行、站场作业等各个环节的风险进行量化评估,根据评估结果确定检查的重点和频率。对于高风险的区域和作业环节,增加检查的频次和深度,加强风险监控,确保风险始终处于可控状态。同时,根据风险评估结果,合理分配安全监督检查资源,提高资源利用效率,使安全监督检查工作更加科学、有效^[1]。

2.2 数字化转型

在当今数字化时代,利用大数据、物联网、人工智能等技术实现安全监督检查的数字化,已成为长输油气管道安全管理的必然趋势。大数据技术能够对海量的安全数据进行高效存储、管理和分析。通过收集长输油气管道各个环节的安全数据,包括设备运行数据、巡检记录、事故报告等,运用大数据分析算法,可以挖掘出数据背后隐藏的安全风险模式和趋势。通过对管道压力、流量等运行数据的长期分析,能够预测管道可能出现泄漏或堵塞的位置和时间,提前采取预防措施,避免事故发生。

物联网技术的应用则为安全监督检查带来了实时性和全面性的变革。在长输油气管道的管道、站场等关键设施上部署大量的智能传感器,这些传感器能够实时采集设备的运行状态、温度、压力、振动等数据,并通过无线网络将数据传输到监控中心。管理人员可以通过监控平台实时了解设备的运行情况,一旦发现异常数据,系统能够立即发出预警,

通知相关人员进行处理。在站场的消防系统中,通过物联网技术连接消防设备,实现对消防设备状态的实时监测,如消防栓水压、灭火器压力等,确保在火灾发生时消防设备能够正常运行^[2]。

人工智能技术在安全监督检查中也发挥着重要作用。利用人工智能的图像识别技术,可以对监控视频进行实时分析,自动识别出人员的违规行为,如未佩戴安全帽、擅自进入危险区域等;利用智能语音识别技术,能够对员工的操作指令进行实时监测,判断操作是否符合规范。人工智能还可以通过机器学习算法,不断学习和优化安全风险预测模型,提高预测的准确性和可靠性。

3 长输油气管道安全监督检查模式创新策略

3.1 数字化技术应用策略

3.1.1 构建智慧监督平台

长输油气管道充分利用物联网、大数据技术,构建了全方位、多层次的智慧监督平台,实现了对管网运行状态的实时监控和数据的高效共享。通过物联网技术采集到的数据,借助5G、卫星通信等高速通信网络,被实时传输到智慧监督平台的大数据中心。智慧监督平台具备强大的数据共享功能,打破了公司内部各部门之间的数据壁垒,实现了数据的实时共享和交互。

3.1.2 开发智能分析模型

为了提高安全隐患的预测和预警能力,长输油气管道运用人工智能算法,开发了一系列智能分析模型。在机器学习算法的应用方面,公司利用历史安全数据和设备运行数据,对机器学习模型进行训练。当输入新的管道相关数据时,模型能够根据学习到的规律,预测该管道发生泄漏的可能性,并给出相应的风险等级。同时,深度学习算法在智能分析模型中也发挥着重要作用。智能分析模型能够与风险评估体系相结合,实现对安全风险的动态评估。根据实时采集到的数据和预测结果,模型能够不断更新风险评估结果,及时调整安全监督检查的重点和频率。当智能分析模型预测某段管道存在较高的泄漏风险时,风险评估体系会相应提高该管道的风险等级,安全监督检查部门会根据风险等级增加对该管道的检查频次和深度,加强对该区域的安全监控,采取针对性的防范措施,如加强管道防腐、定期进行内检测等,降低安全风险。

3.2 风险管理优化策略

3.2.1 完善风险评估体系

长输油气管道通过多维度的数据收集与分析,建立了一套科学、全面的风险评估体系。在数据收集方面,公司不仅收集设备运行数据、历史事故数据等内部数据,还广泛收集外部环境数据,如地质灾害数据、气象数据、周边人口密度数据等。对于穿越山区的管道,收集该地区的地震活动数据、山体滑坡历史数据等,以便全面评估管道在复杂地质条件下的安全风险;收集管道周边的人口密度数据,分析在不

同区域发生事故时可能造成的人员伤亡和社会影响。

在风险量化评估方面,公司采用先进的风险评估模型和方法,对不同类型的安全风险进行量化分析。运用故障树分析(FTA)方法,对管道泄漏事故进行分析,找出导致事故发生的基本事件,并通过逻辑关系计算出事故发生的概率;利用风险矩阵,将风险发生的可能性和后果严重程度进行量化评估,确定风险等级。根据管道压力、流量、温度等运行参数的变化,结合设备的老化程度、维护记录等因素,运用风险评估模型计算出管道在当前状态下的风险值,为安全决策提供科学依据^[3]。

为了确保风险评估的准确性和时效性,公司还建立了动态更新机制。随着业务的发展、技术的进步以及外部环境的变化,及时更新风险评估体系中的数据和参数,重新评估安全风险。当长输油气管道新建一条管道时,需要根据新管道的设计参数、施工环境、周边设施等因素,对该管道的安全风险进行重新评估,并将评估结果纳入风险评估体系;定期对现有管道的风险评估结果进行复查,根据设备的运行状况、维护情况以及外部环境的变化,调整风险等级,确保风险评估始终与实际情况相符^[4]。

3.2.2 加强风险管控措施

针对不同风险等级,长输油气管道采取了差异化的管控措施,以确保风险可控。对于高风险区域和设备,公司制定了严格的安全生产制度和操作流程,加强日常巡检和维护。在穿越人口密集区的管道沿线,增加巡检频次,采用智能巡检设备,实现24小时实时监控;对关键设备设施,如大型压缩机、阀门等,制定详细的维护计划,定期进行设备检测和维修,确保设备的安全运行。建立高风险区域的应急响应机制,配备专业的应急救援队伍和物资,定期组织应急演练,提高应对突发事件的能力。

对于中风险区域和设备,公司在加强日常管理的基础上,采取针对性的风险降低措施。优化设备的运行参数,提高设备的运行效率和安全性;加强员工的培训,提高员工的操作技能和安全意识。在某站场,通过优化天然气压缩机的运行参数,降低了设备的故障率,减少了安全风险;定期组织员工参加安全培训和技能竞赛,提高员工对安全风险的识别和应对能力。同时,建立中风险区域的风险预警机制,当风险指标达到预警阈值时,及时发出预警信号,提醒相关人员采取措施进行处理^[5]。

对于低风险区域和设备,公司主要采取常规的安全管理措施,定期进行检查和维护,确保设备的正常运行。制定低风险区域和设备的检查标准和流程,明确检查的内容、方法和频率;加强对员工的安全教育,提高员工的安全意识,防止因人为因素导致安全风险的增加。在普通管道段,按照规定的检查频率进行巡检,及时发现并处理一些小的安全隐患;通过安全宣传栏、内部培训等方式,向员工宣传安全知识,强化员工的安全意识,形成良好的安全文化氛围。

4 结论与展望

4.1 研究结论

本研究围绕长输油气管道安全监督检查模式创新展开,结合相关理论和技术发展趋势,提出并论证了创新模式的策略与实践路径。

在创新方向上,数字化转型、强化风险管理成为关键路径。数字化转型利用大数据、物联网、人工智能等技术,实现了安全监督检查的智能化和信息化,提高了数据处理效率和风险预测能力。强化风险管理通过完善风险评估体系和加强风险管控措施,对安全风险进行全面识别、评估和控制,将风险管理贯穿于监督检查全过程。

长输油气管道在安全监督检查模式创新实践中,采取了一系列切实可行的策略。在数字化技术应用方面,构建智慧监督平台,实现了对管网运行状态的实时监控和数据共享;开发智能分析模型,提升了安全隐患的预测和预警能力。在风险管理优化方面,完善风险评估体系,多维度收集数据,采用先进评估方法,实现风险量化评估和动态更新;针对不同风险等级采取差异化管控措施,确保风险可控。

4.2 未来展望

未来安全监督检查模式创新的研究可以从以下几个方面展开。在技术创新方面,持续关注新技术的发展,如量子计算、边缘计算等,探索其在安全监督检查中的应用潜力,进一步提升数据处理和分析能力。加强对智能设备的研发和优化,提高设备的稳定性、可靠性和兼容性,确保数字化技术在安全监督检查中的高效应用。在风险管理方面,深入研究新兴风险因素,建立更加全面、科学的风险评估指标体系,完善风险预警和应急处置机制,提高对各类安全风险的应对能力。在协同治理方面,进一步完善协同机制,加强各方之间的信息共享和沟通协调,建立常态化的合作交流平台,促进协同工作的高效开展。还可以探索建立安全监督检查的标准化体系,推动行业内安全监督检查模式的规范化和统一化,提高整个行业的安全管理水平。加强对员工安全文化的培育,通过开展多样化的安全培训和宣传活动,提高员工的安全意识和责任感,营造良好的安全文化氛围,为安全监督检查模式创新提供坚实的文化支撑。

参考文献

- [1] 省能源局石油天然气处党支部.三个发力推动油气长输管道保护见实效[EB/OL].四川机关党建网,2024-12-26[2024-12-26].
- [2] 嘉兴市油气管道保护工作情况[EB/OL].嘉兴市发展和改革委员会,2024-10-16[2024-10-16].
- [3] 市发展改革委深入油气长输管道现场查隐患保安全[EB/OL].平凉市发展和改革委员会,2024-08-27[2024-08-27].
- [4] 广东五条防线探索建立输油气管道安保长效机制[EB/OL].国家发展和改革委员会,2013-09-10[2013-09-10].
- [5] 临泽县人民政府-县发改局:“三强化”保障油气管道持久安全[EB/OL].临泽县人民政府,2024-12-27[2024-12-27].