

人员因素对燃气长输管道运营安全的影响及对策研究

王新安 葛丽莎 王大为 于晓琨 (陕西燃气集团有限公司, 陕西 西安 710016)

摘要: 燃气长输管道作为能源运输的核心基础设施, 其运营安全直接关系到经济发展与民生保障。人员作为管道运营全流程的核心参与者, 其行为与能力对安全状态具有决定性影响。本文从操作执行、管理监督、技术支撑三个维度, 分析人员因素引发安全风险的具体表现; 结合实际运营场景, 挖掘安全意识薄弱、专业能力不足、责任考核缺位等深层原因; 进而提出场景化意识培育、实操化能力培养、精细化责任监督、协同化跨岗联动等可落地的对策, 旨在通过优化人员管理机制, 降低安全风险, 为燃气长输管道运营安全提供保障。

关键词: 燃气长输管道; 运营安全; 人员因素; 安全意识; 专业能力; 责任考核

中图分类号: TE88 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 031-0117-03

Research on the Impact of Human Factors on the Operational Safety of Long-Distance Gas Pipelines and Countermeasures

Wang Xin'an, Ge Lisha, Wang Dawei, Yu Xiaokun (Shaanxi Gas Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi 710016, China)

Abstract: As critical infrastructure for energy transportation, the operational safety of long-distance gas pipelines is directly related to economic development and public livelihood. Personnel, as core participants in the entire pipeline operation process, have a decisive impact on safety conditions through their behavior and capabilities. This paper analyzes the specific manifestations of safety risks caused by human factors from three dimensions: operation execution, management supervision, and technical support. Combining actual operational scenarios, it identifies underlying causes such as weak safety awareness, insufficient professional competence, and lack of accountability assessment. Furthermore, it proposes practical countermeasures, including scenario-based safety awareness training, practical skill development, refined responsibility supervision, and collaborative cross-role coordination. The aim is to reduce safety risks by optimizing personnel management mechanisms, thereby ensuring the operational safety of long-distance gas pipelines.

Keywords: long-distance gas pipelines; operational safety; human factors; safety awareness; professional competence; accountability assessment

燃气长输管道承担着天然气跨区域输送的重要职能, 是国家能源管网的关键组成部分, 其安全稳定运营对保障能源供应、减少安全事故具有重要意义。随着管道里程的不断增加与运营环境的日益复杂, 影响运营安全的因素愈发多元, 其中人员因素因具有主观性、动态性特点, 成为制约安全水平的核心变量。当前, 部分管道运营中存在人员操作不规范、安全监督不到位、技术处置不专业、岗位协作不顺畅等问题, 这些问题不仅可能引发管道泄漏、爆燃等安全事故, 还会对周边环境与居民生命财产安全造成严重威胁。基于此, 本文聚焦人员因素对燃气长输管道运营安全的影响, 深入剖析问题产生的根源, 并提出具体可执行的对策, 为提升管道运营安全管理水平提供理论参考与实践指导。

1 人员因素对燃气长输管道运营安全的具体影响

人员因素贯穿燃气长输管道运营全流程, 其影响可通过不同岗位层级具体呈现。操作执行、管理监督、技术支撑层人员的行为与能力, 直接或间接关联管道安全状态。以下从这三个维度, 剖析人员因素引发安全风险

的具体表现, 为后续分析原因、提出对策奠定基础。

1.1 操作执行层违规操作引发直接安全风险

操作执行层人员是燃气长输管道日常运营的直接参与者, 涵盖巡检人员、阀门操作人员、应急处置人员等, 其操作行为的规范性直接决定管道的实时安全状态^[1]。部分巡检人员在日常巡检中存在漏检、错检问题, 对管道防腐层破损、阀门密封不严等隐患未能及时发现, 导致隐患长期累积后引发泄漏事故; 阀门操作人员在启停阀门、调节压力时, 未严格按照操作规程执行, 存在操作速度过快、压力调节幅度过大等问题, 易造成管道内压力骤升骤降, 引发管道疲劳损伤或接口泄漏; 应急处置人员在面对初期泄漏时, 因操作流程不熟练、防护措施不到位, 不仅无法有效控制事态发展, 还可能导致泄漏范围扩大, 甚至引发燃爆事故。这些违规操作并非偶然, 而是源于人员对操作规程的漠视与操作习惯的不规范, 直接将管道运营置于高风险状态。

1.2 管理监督层履职缺位滋生间接安全隐患

管理监督层人员承担着管道运营安全的统筹规

划、制度落实与监督检查职责，其履职情况直接影响安全管理体系的运行效果。部分管理人员在制度制定环节，未结合管道实际运营场景细化安全规程，导致制度内容笼统、可操作性不强，基层人员在执行中难以把握标准；在制度落实环节，缺乏有效的跟踪监督机制，对基层人员的操作行为未进行定期检查，对发现的违规问题仅做表面整改，未深入分析问题根源并建立长效防范机制；在应急管理环节，未定期组织针对性的应急演练，应急预案与实际场景脱节，导致事故发生时各部门协同不畅、处置效率低下。管理监督层的履职缺位，使得安全管理体系形同虚设，无法及时发现并纠正运营中的问题，间接为安全事故的发生埋下隐患。

1.3 技术支撑层专业不足带来潜在安全威胁

技术支撑层人员负责管道运营中的技术检测、数据分析与设备维护，其专业能力直接影响管道隐患的早期识别与风险预警。部分技术人员对管道腐蚀检测技术掌握不扎实，在使用超声波检测、阴极保护检测等设备时，无法准确判断腐蚀程度与位置，导致腐蚀隐患未被及时处理，加速管道老化；在数据分析环节，对管道压力、流量等运行参数的异常变化缺乏敏感性，未能通过数据趋势分析提前预判安全风险，错失隐患处置的最佳时机；在设备维护环节，对输油泵、压缩机等关键设备的运行原理与故障排查方法不熟悉，维护时存在漏检关键部件、更换配件型号不符等问题，导致设备运行稳定性下降，增加故障引发安全事故的概率。技术支撑层的专业不足，使得管道运营中的潜在风险无法被及时识别与控制，长期积累后易引发严重安全事故^[2]。

2 人员因素引发燃气长输管道安全问题的深层原因

明确人员因素对管道运营安全的具体影响后，需深挖问题根源。安全意识、专业能力、责任考核作为人员管理的核心环节，其体系缺陷易导致安全问题频发。本节聚焦这三方面，剖析培育、培养、监督体系的不足，揭示人员因素引发安全问题的深层逻辑。

2.1 安全意识培育体系存在薄弱性

安全意识是人员规范操作的思想基础，当前部分管道运营企业的意识培育体系存在明显薄弱环节，导致人员安全意识不足。在培育内容上，多以理论知识讲解为主，缺乏与管道运营实际场景结合的案例分析与风险警示，内容枯燥、脱离实际，无法让人员深刻认识到违规操作的严重后果；在培育方式上，多采用集中授课的传统模式，缺乏互动性与体验性，人员参与度低，难以将安全知识转化为安全意识；在培育频率上，多为年度或季度集中培训，缺乏常态化的意识强化机制，人员

易在日常工作中淡忘安全要点，形成“重效率、轻安全”的思维惯性。这种薄弱的安全意识培育体系，使得人员未能形成“安全第一”的思维定式，在操作中易因侥幸心理或疏忽大意引发安全问题。

2.2 专业能力培养机制存在不完善性

专业能力是人员应对运营风险的核心支撑，当前专业能力培养机制的不完善，导致人员能力无法满足管道运营需求^[3]。在培养内容上，未能紧跟管道技术发展趋势，对智能化检测设备、数字化运维系统等新技术的培训不足，人员仍依赖传统经验开展工作，无法适应现代化管道运营的技术要求；在培养方式上，重理论讲解、轻实操训练，培训过程中缺乏模拟操作环节，人员仅掌握理论知识却无法熟练开展实际操作，在面对复杂场景时易出现处置失误；在能力考核上，考核标准过于宽松，考核内容以理论笔试为主，未将实操能力纳入核心考核指标，无法真实检验人员的专业水平，导致部分能力不足的人员仍在关键岗位任职，为运营安全埋下隐患。

2.3 责任考核监督体系存在不健全性

责任考核监督是保障人员履职尽责的重要手段，当前责任考核监督体系的不健全，导致人员安全意识淡薄。在责任划分上，未制定精细化的岗位安全责任清单，部分岗位职责模糊、交叉，出现问题时易推诿扯皮，无法明确责任主体；在考核指标上，过于侧重运营效率、成本控制等经济指标，对安全指标的权重设置过低，且安全考核指标多为定性描述，缺乏量化标准，无法客观评价人员的安全履职情况；在奖惩机制上，奖惩力度不对等，对安全事故的处罚力度较轻，对安全工作表现突出的人员缺乏实质性奖励，无法形成有效的激励与约束，导致人员对安全工作缺乏重视，难以主动落实安全责任。

3 优化人员因素保障燃气长输管道运营安全的对策

针对人员因素引发的安全问题及深层原因，需制定可落地的优化对策。从意识培育、能力培养、责任监督到跨岗联动，对策需覆盖人员管理关键环节。本节围绕这四方面，提出具体可行的措施，旨在通过优化人员管理，切实保障燃气长输管道运营安全。

3.1 构建场景化安全意识培育体系

针对安全意识培育薄弱的问题，需构建与实际运营场景深度结合的场景化培育体系，强化人员安全意识^[4]。在培育内容上，收集管道运营中常见的隐患场景与事故案例，制作实景化培训教材，通过图文、视频等形式，详细讲解不同场景下的风险点、违规操作后果及正确处置方法，让人员直观感受安全风险；在培育方式上，引入VR虚拟仿真技术，搭建管道巡检、

应急处置等模拟场景,让人员通过沉浸式体验开展操作训练,在模拟过程中强化安全操作意识;在培育频率上,建立“月度微培训+季度集中演练”的常态化机制,每月围绕一个具体安全场景开展15–20min的微培训,每季度组织一次针对性的应急演练,通过高频次、场景化的培育,让“安全操作”成为人员的本能反应。

3.2 完善实操化专业能力培养机制

为提升人员专业能力,需完善以实操为核心的能力培养机制,确保人员具备应对实际问题的能力。在培养内容上,结合管道技术发展趋势,及时更新培训课程,将智能化检测设备操作、数字化运维系统使用等新技术纳入培训范围,邀请设备厂家、技术专家开展专项培训,确保人员掌握最新技术;在培养方式上,建设管道运营模拟实训基地,配置与实际运营一致的巡检设备、阀门装置、应急处置工具,设置管道泄漏、设备故障等常见场景,让人员在实训基地开展实操训练,由经验丰富的技师现场指导,纠正不规范操作;在能力考核上,建立“理论+实操”的双重考核机制,实操考核占比不低于60%,考核内容涵盖设备操作、隐患识别、应急处置等实际工作任务,考核合格方可上岗,不合格者需重新培训,直至考核通过,确保上岗人员具备合格的专业能力。

3.3 健全精细化责任考核监督体系

为强化人员责任意识,需健全精细化的责任考核监督体系,确保安全责任落到实处。在责任划分上,制定《岗位安全责任清单》,明确每个岗位的安全职责、操作标准、考核要求,细化到巡检的频次与范围、阀门操作的步骤与参数、应急处置的流程与时限等具体内容,实现“一岗一清单、责任全覆盖”;在考核指标上,优化考核体系,将安全指标权重提升至40%以上,设置“隐患发现率”“操作规范率”“应急处置达标率”等量化指标,每月对人员安全履职情况进行评分,评分结果与岗位等级、薪酬调整挂钩;在监督机制上,成立专职安全监督小组,采用“日常抽查+专项检查+远程监控”的方式,对人员操作行为进行实时监督,发现违规操作立即制止并督促整改,对整改不力的人员按照考核制度严肃处罚,同时设立安全奖励基金,对年度安全考核优秀的人员给予现金奖励与荣誉表彰,通过“严考核、硬监督、明奖惩”,推动人员主动落实安全责任^[5]。

3.4 强化协同化跨岗联动机制

管道运营各岗位间的协同配合直接影响安全管理效率,需强化协同化跨岗联动机制,打破岗位壁垒。在岗位协作流程上,制定《跨岗协作安全规程》,明

确巡检、技术、管理、应急等岗位在隐患处置、事故应对中的协作职责,例如巡检人员发现隐患后需在15min内同步反馈至技术部门与管理部门,技术部门需在1h内出具初步检测方案,管理部门需协调资源支持处置,确保各岗位衔接顺畅;在跨岗培训上,每半年组织一次跨岗轮训,让巡检人员参与技术检测流程、技术人员参与应急处置实操、管理人员参与基层巡检,通过岗位体验提升人员对跨岗工作的理解,减少协作中的沟通障碍;在协同考核上,将“跨岗协作效率”纳入各岗位考核指标,例如隐患处置中因岗位间配合不力导致处置延误的,相关岗位均需承担考核责任,反之则给予集体奖励,通过考核引导形成“安全共同体”意识,提升整体安全管理效能^[6]。

4 结束语

本文通过分析可知,操作执行层的违规操作、管理监督层的履职缺位、技术支撑层的专业不足,会直接或间接引发安全风险,这些问题的根源在于安全意识培育薄弱、专业能力培养不完善、责任考核监督不健全。针对这些问题,构建场景化安全意识培育体系、完善实操化专业能力培养机制、健全精细化责任考核监督体系、强化协同化跨岗联动机制,是解决人员因素问题的有效路径。未来,随着燃气长输管道智能化水平的提升,人员因素的影响形式可能发生变化,但人员的安全意识、专业能力、责任意识与协作能力始终是保障运营安全的核心。管道运营企业需持续优化人员管理机制,不断提升人员综合素质,才能从根本上降低安全风险,实现燃气长输管道的安全稳定运营。

参考文献:

- [1] 齐学振,章峰,曲悦,等.城镇燃气管道泄漏蒸气云爆炸对建筑 and 人员的安全影响[J].安全,2024,45(12):8-14.
- [2] 程喜兵,周国强,张家文.商业综合体、集贸市场等人员密集场所管道燃气安全管理机制和措施探讨[J].城市燃气,2024(05):33-37.
- [3] 沈开远.浅谈燃气安全风险及管理防范措施[J].化工安全与环境,2022,35(09):9-11.
- [4] 王凡,王佩广.管道燃气运营安全与措施[J].城市管理与科技,2022,23(03):60-61.
- [5] 安喆.燃气管道工程质量与安全管理[J].化学工程与装备,2021(12):225-226.
- [6] 杨效娟.加强燃气管道施工安全管理工作的思考[J].中国建材,2021(05):148-150.

作者简介:

王新安(1968-),男,汉族,陕西蓝田人,硕士研究生,高级工程师,研究方向:燃气工程技术。