

我国天然气输送管道发展方向及相关技术问题

管蓓蓓 (山东鲁东天然气有限责任公司, 山东 东营 257000)

摘要:天然气管道系统是保证稳定供气及保障能源安全核心设施, 其覆盖广泛及输送能力强直接关系到国民经济发展及社会稳定。本文探讨我国天然气输送管道的发展方向, 重点分析在管道建设及运营过程中面临的选择管道材料、压力调节技术及环境适应性等方面的技术创新及实际应用。进一步指出未来天然气管道发展对智能化、数字化及安全性技术需求, 分析在应对复杂地质条件及气候变化时的新技术路径。

关键词:天然气; 输送管道; 方向; 技术

中图分类号: F407.22

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 016-0145-03

Development direction and related technical issues of natural gas transmission pipeline in my country

Guan Beibei(Shandong Ludong Natural Gas Co., Ltd. Dongying Shandong 257000, China)

Abstract: The natural gas pipeline system is a core facility to ensure stable gas supply and energy security. Its extensive coverage and strong transmission capacity are directly related to the development of the national economy and social stability. This article discusses the development direction of natural gas transmission pipelines in my country, focusing on analyzing the technological innovation and practical applications in the selection of pipeline materials, pressure regulation technology and environmental adaptability faced during pipeline construction and operation. Further point out the future development of natural gas pipelines for intelligent, digital and safety technology needs, and analyze the new technological paths in dealing with complex geological conditions and climate change.

Keywords: natural gas; conveying pipeline; direction; technology

我国天然气消费逐年增加, 建设优化天然气管道网络成为支撑能源供应及经济发展的关键。规划设计天然气输送管道涉及多方面技术挑战, 在复杂地理环境及多变气候条件下保证高效安全输送, 成为技术发展中的核心问题。与此同时, 管道输送过程中对智能化技术、实时监测及管理系统需求也逐步增大, 推动着行业不断向着更高效安全的方向进化。尽管国内管道技术取得显著进展, 但在建设规模化及高效运营背后依然存在诸多技术难题待解决。

1 天然气管道输送效率提升的核心问题

提升天然气管道输送效率的核心问题主要集中在多个方面, 这些问题直接影响输送管道的运行效能及安全性。设计管道及选择管径是一个待解决问题, 随着不断增长的天然气输送需求, 现有输送管道无法满足大规模输送。管道口径及输送压力之间的匹配关系是提升输送效率关键。管道管径过小输送能力将受到限制, 而管径过大虽可增加输送能力, 但会导致建设维护成本上升, 在管道效率成本之间找到平衡点, 成为一个复杂的技术问题。

同时, 输送压力限制也是提升管道输送效率的一大瓶颈, 天然气的流动需要一定的压力支持, 但压力过高会导致管道材料受损, 增加管道爆裂的风险。与此同时, 低压输送会导致输送能力无法发挥最大效益。

当前, 许多输送管道系统由于输送压力不足, 导致气流速度减慢, 输送效率低下。在保证输送管道安全前提下, 优化输送压力以提高效率依然是一个难题。此外, 输送管道材质及耐腐蚀性问题也严重影响管道的长效运行以及输送效率。传统钢材在高压下容易出现疲劳腐蚀现象, 在恶劣环境下, 维护更换输送管道工作成本巨大。虽然新型钢材 X100 在一定程度上可以解决这一问题, 但其制造应用的难度较大, 仍然面临技术上的瓶颈。选择既能承受高压又具备优异耐腐蚀性能的材料, 是目前技术发展的一个重要问题。

此外, 管道长距离输送中能量损耗也是一个不可忽视的挑战, 由于天然气在长途输送过程中存在较大能量损耗, 在输送过程中管道内的摩擦及温差变化等因素, 都会影响输送管道效率。长距离管道需要考虑物理运输条件, 还要解决因环境因素对气体流动的影响。减少这些能量损耗, 提高管道输送整体效率, 是管道运输领域需要重点解决的问题。除此之外, 输送管道老化及维护问题也是影响输送效率的重要因素。随着时间推移, 管道会面临腐蚀磨损等问题, 这些问题影响管道安全性, 还直接影响其输送效率。虽然定期检查修复措施可以在一定程度上减缓输送管道老化, 但由于输送管道的规模庞大及运行周期长, 维护管道成本逐年攀升, 所以延长管道使用寿命, 减少因

老化带来的效率损失，也是一个长期挑战。

2 我国天然气输送管道发展方向及相关技术实施策略

2.1 投入科研攻关技术，提升管道输送效率

随着我国天然气需求的快速增长，输送管道系统的稳定性及效率日益成为能源安全的关键，持续科研投入及技术攻关是提升管道系统运作效率及保障能源供应安全的核心手段。强化科研投入使管道材料及输送技术得到突破，在运用高压输送、高管径管道、钢材优化以及智能化监控技术上均取得显著进展。科研人员针对管道的耐腐蚀性、抗震性及高温适应性等方面展开深入研究，使用创新型钢材及复合材料，使管道在恶劣环境下仍能保持高效稳定的输送性能，为提升我国天然气管道输送系统效率及安全保障提供坚实的技术支撑。

施工人员可借助“智能化监测系统”来提升输送管道效率及安全性，施工过程中，施工团队根据工程的设计要求，精确布设超过 10 万个物联网传感器。这些传感器分布于管道的关键节点，能够实时监测管道的压力、温度及流量等关键参数。每个传感器均可以在毫秒级别内采集数据，并将数据运用 5G 网络传输至云端，形成一个全方位的“数字神经网络”。施工人员需借助智能化系统实时监控数据流，以保证每一段管道都在最优运行状态下工作。整个系统每秒处理的传感器数据超过 500GB，让在高负载及复杂环境下高效运行。

除部署传感器，施工人员还需定期调试系统排查故障，针对系统运行中的突发状况，施工人员需依托云平台智能分析，利用先进算法实时处理采集到的大数据及时发现潜在的安全隐患。故障预警机制运用智能化算法优化，提前预测到系统可能出现的问题，并结合自动化报警系统提前启动应急响应措施，极大缩短故障排查时间，将故障预警时间从传统的小时级缩短至分钟级，保证管道在运行中的安全性。

同时，在科研投入及技术攻关方面，施工团队不断加大研发输送管道智能化监控技术，结合大数据及人工智能技术，优化管道运行参数的预测模型。施工人员合作科研机构，可以利用新型算法动态调整管道输送压力及温度等多维度数据，保证管道在高效安全状态下运行。

具体而言，管道输送压力需保持在安全范围内，不超过设计标准值的 5% 波动，流量波动则控制在 0.5% 以内，从而大幅度提升管道输送效率及安全性。实施智能化监测系统不单纯依赖于设备本身的技术优势，还需要施工人员不断调试完善。紧密合作设备制造商

及科研机构，施工团队能够针对不同地理环境条件，开发出定制化的监测方案，使管道输送系统在复杂地质条件下仍能保持高效稳定运行。

2.2 加强技术人才培养创新驱动，促进管道行业持续发展

我国天然气输送管道作为国家能源供应的关键基础设施，其发展不单关乎能源安全，也直接影响经济发展及社会稳定。管道行业未来依赖于推动技术创新，而创新的根本力量来自于培养积累高素质技术人才。在人才培养方面，应当建立多层次及全方位的培养创新人才体系。借鉴高技术领域人才培养方面的成功经验，采取更加系统化及标准化的培养方式进一步紧密结合技术创新及产业应用，推动我国天然气输送管道行业发展朝着更高效、更安全及更绿色方向发展。

施工人员可参加“技能提升培训”来促进输送管道行业持续发展，结合系统化教学及实操，能够强化其在天然气管道建设中的实际操作能力。培训借助理论授课及现场实践相辅相成的模式，可以保证施工人员理解基础理论，同时在实际工程中得心应手。培训内容涵盖管道设计原理、施工标准及安全规范等多个方面，培训班需安排有至少 40 小时的理论授课，强调在管道建设过程中对环境影响评估及风险控制，保证施工人员对复杂环境下应用技术有更全面认识。实施过程中，现场实操环节采用模拟管道焊接、压力测试及故障排查等项目，增强施工人员在面对实际施工中的挑战时的反应能力及解决问题能力。同时，施工人员借助模拟压力测试，能理解不同压力下管道承载能力及潜在风险，从而提前做出调整，避免在实际施工过程中出现安全隐患。与此同时，结合案例分析及问题研讨环节可以使施工人员深入分析以往工程中的成功经验及失败教训，提升其综合判断能力及应急处置能力。

此外，为推动结合应用创新技术及实际施工，培训中专门引入智能化输送管道监测系统、自动化焊接技术等前沿技术，施工人员借助这些技术应用，更高效精准地建设输送管道。每个技能提升培训班的学员都需要在培训结束后完成技术考核，考核内容涵盖理论知识及实操技能，保证每位施工人员具备实际工程中所需的专业能力。

此外，每年培训次数超过 20 场，参与人员达到 2000 人次以上，可以进一步提升行业整体技术水平。实施这些培训措施，施工人员能够在工作中不断创新进步，将技术攻关成果转化为实际生产力，为管道建设提供更多技术创新，从而促进整个天然气管道输送行业的技术进步及可持续发展。

2.3 优化全生命周期管理,提升管道运营可靠性

天然气输送管道在现代能源体系中发挥着重要作用,贯彻全生命周期管理理念,着眼于协同优化设计、建设、运营到维护等各个环节,这一理念使管道管理不单纯停留在监控运行阶段,更包括初期设计施工到后期运维等方面。引入智能监控系统,可以在每个环节中精准控制风险并优化资源。智能系统分析功能,可以根据历史数据、环境因素及设备状况,预测管道设备运行趋势,及早发现设备潜在故障,进而提前安排维修调整,避免突发性故障对管道系统造成影响。

施工人员可设置“智能监测系统”来提升管道运营可靠性,施工过程中,施工人员设计系统化及高效技术手段,实施“智能监测系统”设置,施工人员需在管道沿线安装超过10万个物联网传感器,这些传感器能够实时监测管道的压力、温度、流量及地质位移等关键参数。压力传感器能够实时记录压力变化,保证在正常范围内运行,温度传感器结合监测温度波动及时反映输送管道环境的异常状况。此外,地质位移传感器可以精确监控地质活动的微小变化,保证管道在遭遇地质变动时能及时发出预警。所有监测数据借助5G网络系统,能够实时传输至云端,形成覆盖整个管道系统的“数字神经网络”。这一网络将各类传感器收集的数据统一汇总并传输至大数据处理平台,由此动态监控管道并预警故障。

同时,施工人员运用数据分析平台,可以实时查看各监测点的数据,应用大数据技术及人工智能算法筛查分析数据判断管道运行状态。若监测到管道压力超标或温度异常波动,系统会自动发出警报并提供故障预测诊断。除此此外,施工人员还依据这些实时数据,定期优化计划,保障管道长期稳定运行。施工人员采用智能监控方式,能够让管道在整个生命周期内高效稳定运行,并为未来维护管道提供科学数据支持及技术保障。

2.4 科技突破引进人才,提升管道施工质量

随着天然气需求快速增长及逐步深化建设输送管道,传统设计及施工方式已无法满足新技术要求及施工难度。可以利用大数据、云计算及物联网技术优化管道的设计运营,让管道设计逐步向智能化方向发展。引进人才也成为管道行业技术突破的关键支撑,引进一流的工程技术人才及科研力量,可以加速研发创新技术,精细化管理设计过程,还能在施工过程中解决技术难题保障施工质量。

施工人员可借助“超大口径天然气管道并行建设技术”及“天然气集团招聘信息”,来突破科技引进人才,提升管道施工质量,具体过程中,在超大口径

天然气管道并行建设项目中,施工团队运用“移动端+云计算+大数据”技术架构,优化管道设计及施工质量。具体操作中,三条超大口径天然气输送管道在最小间距1.2m的情况下并行建设。施工人员可以结合智能化设计工具管道布局,在施工中实时采集管道的压力、温度、流量以及位移情况等各项数据,这些数据能够运用5G网络传输到云端平台并实时分析处理。数据分析可以帮助施工人员实时掌握现场状况,还能精确调节施工方案,保证施工精度,避免因环境因素而引发施工误差。

同时,天然气集团结合大力招聘高端技术人才,可以进一步推动实施项目及创新技术。集团在人才引进过程中,采用定期举办全国招聘会、专场面试、线上招聘平台及校企合作等多渠道招聘方式,保证能够广泛吸引到具有专业背景及高技术能力的应聘者。此外,天然气集团可以与国内外顶尖学府合作,设立定向培养计划,以技术研发为导向,借助研究生实习及联合科研项目等形式,提前选拔培养符合企业发展需求的高层次技术人才。为加速技术引进并保证人才持续性,集团还推出具有吸引力的薪酬及福利政策,保障吸引到业内顶尖人才加入团队。

3 结语

我国天然气输送管道发展正进入全新阶段,面对优化能源结构及环境保护需求双重压力,未来管道系统发展将朝着智能化、绿色化及高效化方向。智能化管道借助大数据及人工智能技术,可以全程监控、远程调控及精准检测,提高管道运行安全效率。随着能源安全需求的增加,管道系统的互联互通及区域一体化将成为重点,技术创新及政策引导将是支撑这些发展方向关键。

参考文献:

- [1] 欧阳欣,王嘉康,程磊,彭世焱,王志恒,王金华.掺氢对天然气管道水热特性及其与压缩机联合运行影响规律研究[J]. 风机技术,2025,67(01):1-10.
- [2] 王雅倩.石油与天然气管道输送中BOG处理技术的应用与研究[J]. 辽宁化工,2025,54(02):328-330.
- [3] 杨旸,单新煜,韩文杰,蔺晓婉,王岩峰.掺氢对现役天然气管道输送的影响[J]. 当代化工,2025,54(01):197-201.
- [4] 鞠朋朋,王晓宇,张欢,邱森淼.天然气输送管道与密相CO₂输送管道泄压对比分析[J]. 盐科学与化工,2024,53(12):20-22.
- [5] 贾宗贤.天然气管道输送计量输差的控制[J]. 油气田地面工程,2008,27(6):2.