

天然气长输管道运行安全风险及预防措施

顾奕新（国家管网集团西部管道公司独山子输油气分公司，新疆 乌鲁木齐 830011）

摘要：天然气长输管道运行安全管理有着重要的意义，这不仅体现在保障人民群众的生命财产安全，还在于维护国家的能源安全和社会稳定。随着我国经济的快速发展，天然气作为一种清洁能源，在能源消费结构中的比重逐年提高。天然气的广泛应用，为改善环境质量、减少大气污染做出了积极贡献。然而，天然气长输管道运行过程中存在的安全风险也日益凸显，因此，加强天然气长输管道运行安全管理显得尤为重要。

关键词：天然气；长输管道；安全风险；预防措施

0 引言

天然气长输管道具有输送距离长、输送压力高、工艺复杂、介质量大、高风险性和投资成本高等特点。这些特点使得天然气长输管道的建设和运行具有较大的挑战性，需要专业知识和技能的支持，以及对安全、环保和效益等方面的综合考虑。

1 天然气长输管道的特点

一是输送距离长。天然气长输管道的输送距离一般都比较长，从几百公里到几千公里不等。这是因为天然气生产地区与消费地区之间往往存在较远的距离，需要通过长距离的管道输送来实现资源的优化配置。二是输送压力高。为了确保天然气在长距离输送过程中的稳定性和安全性，天然气长输管道一般采用较高的输送压力。常见的天然气长输管道设计压力在4.0–10.0MPa之间，有的甚至更高^[1]。三是工艺复杂。天然气长输管道的建设和运行涉及到的工艺比较复杂，包括天然气的净化、调压、计量、清管、增压和冷却等多个环节。这些工艺的合理设计和有效运行是确保天然气输送安全、高效的关键。四是介质量大。天然气长输管道输送的介质量通常都很大，每天输送的天然气量可以从几千立方米到数亿立方米不等。这要求管道具有足够的输气能力和容量，以满足市场需求。五是高风险性。天然气长输管道在建设和运行过程中面临的风险较高，包括管道本身的安全问题、沿线环境的保护问题、第三方损害的预防问题等。因此，天然气长输管道需要采取一系列的风险管理和安全保障措施，以确保管道的安全运行。

2 天然气长输管道运行安全管理的意义

首先，天然气长输管道运行安全管理对于保障人民群众的生命财产安全具有重要意义。天然气长输管道穿越的地形复杂多样，涉及到的区域广泛，一旦发生事故，可能导致火灾、爆炸、中毒等严重后果，对

周边居民的生命财产安全构成威胁。因此，加强天然气长输管道运行安全管理，确保管道安全运行，是对人民群众生命财产安全的基本保障。

其次，天然气长输管道运行安全管理对于维护国家能源安全具有重要作用。天然气作为一种战略资源，在国家能源体系中地位日益重要。确保天然气长输管道安全运行，有利于保障国家能源供应的稳定，维护国家能源安全。同时，天然气长输管道运行安全管理还有助于提高我国天然气产业的竞争力，促进我国天然气市场的发展。

再次，天然气长输管道运行安全管理对于社会稳定具有重要意义。天然气长输管道事故可能导致局部地区能源供应紧张，影响居民生活。特别是在寒冷的冬季，天然气供应紧张可能会引发社会不安情绪。因此，加强天然气长输管道运行安全管理，确保管道安全运行，有利于维护社会稳定。

最后，天然气长输管道运行安全管理对于保护环境具有重要意义。天然气长输管道事故可能导致泄漏的天然气排放到大气中，加剧大气污染。加强天然气长输管道运行安全管理，降低事故发生的风险，有利于减少环境污染，保护生态环境。

3 长输天然气管道运行常见安全风险问题

3.1 环境风险

环境风险是长输天然气管道运行过程中的一大安全风险。天然气管道往往穿越多种地形地貌，如山区、平原、河流等，这使得管道面临诸多自然环境的挑战。例如，地震、洪水、泥石流等自然灾害可能导致管道损坏或泄漏。此外，天然气管道沿线土壤的地质结构也可能对管道造成影响，如土壤松软、塌陷等地质问题。环境风险还包括气候变化对管道运行的影响，如温度变化导致的管道伸缩、湿度变化引起的腐蚀等^[2]。

3.2 人为风险

为风险也是长输天然气管道运行过程中不可忽视的安全隐患。人为风险主要包括以下几个方面：一是非法行为：如盗窃天然气、破坏管道设施等，这些行为可能导致管道损坏、泄漏，甚至引发火灾、爆炸等事故。二是施工损伤：在天然气管道沿线进行施工活动时，如挖掘、爆破等，可能导致管道损坏。因此，施工过程中对管道保护措施的落实至关重要。三是管道腐蚀：由于管道长期运行在土壤中，容易受到腐蚀。腐蚀会导致管道壁厚减少，强度降低，进而引发泄漏、破裂等事故。四是安全管理不到位：包括安全培训、应急预案等方面。安全管理不到位可能导致员工对安全风险的认识不足，应对突发事件的能力有限。

3.3 管道本身风险

管道本身风险是指天然气管道在设计和制造过程中可能存在的安全隐患。这些风险主要包括：一是设计不合理：如管道线路规划不合理、管道材质选择不当等。设计不合理可能导致管道在运行过程中承受不必要的压力，增加事故发生的风险。二是制造质量问题：如管道焊接质量不合格、原材料缺陷等。制造质量问题可能导致管道在运行过程中出现泄漏、破裂等事故。三是维护保养不到位：天然气管道的维护保养是确保管道安全运行的关键。维护保养不到位可能导致管道设施老化、磨损，从而增加安全风险。四是管道检测和监测不充分：及时发现管道故障和潜在风险是预防事故发生的重要手段。检测和监测不充分可能导致管道安全隐患无法及时发现和处理^[3]。

4 长输天然气管道运行安全风险防范措施

4.1 加大宣传力度，提高管道保护意识

长输天然气管道运行安全风险防范措施是一项系统工程，需要社会各界的共同参与和支持。加大宣传力度，提高群众、维护人员的管道保护意识是其中至关重要的一环。

首先，应充分利用各种媒体资源，如电视、广播、报纸、网络等，广泛开展天然气管道保护的宣传活动。通过生动形象的公益广告、深入浅出的科普文章、丰富多样的线上线下活动，让广大群众了解天然气管道的重要性和保护意义，增强全民保护管道的意识。

其次，应加强对管道沿线维护人员的专业培训，提高他们的业务素质和安全防范能力。通过定期举办培训班、研讨会等形式，使维护人员深入了解管道运行规律、安全风险防范知识和应急处置方法，确保管道安全运行。

此外，还应建立健全激励机制，鼓励群众积极参

与管道保护工作。对发现管道安全隐患或保护管道有功的群众，给予一定的物质奖励和精神表彰，激发公众保护管道的积极性。同时，政府部门应加强对管道保护工作的监管力度，确保各项防范措施的落实。加大对非法损害管道行为的惩处力度，依法严厉打击破坏管道安全的违法犯罪活动，维护天然气管道的正常运行。

最后，企业也应承担起社会责任，加强与地方政府、群众和维护人员的沟通交流，共同维护管道安全。通过定期开展管道保护知识讲座、组织管道保护志愿者活动等方式，拉近企业与公众的距离，形成全社会共同参与管道保护的良好氛围^[4]。

4.2 优化管道设计及材料选择，提高管道质量

长输天然气管道作为我国能源输送的重要基础设施，其安全运行对于保障国家能源安全和人民生产生活具有重要意义。因此，加强长输天然气管道运行安全风险防范，提高管道设计及材料选择和管道质量，是确保天然气管道安全、稳定、高效运行的关键。

首先，优化管道设计是降低运行安全风险的基础。在管道设计过程中，要充分考虑地质条件、气候环境、输送距离等多种因素，科学合理地设计管道的线路、管径、壁厚等参数。同时，要根据地形地貌和地质条件，合理选择管道穿越方式，确保管道在各种环境下的安全运行。此外，设计过程中还应充分考虑管道维修、检测和救援等方面的需求，为管道运行维护提供便利。

其次，材料选择是提高管道质量的关键。在管道材料选择上，要根据输送介质的性质、压力、温度等条件，选择合适的钢管材料和防腐材料。钢管材料应具有较高的强度、韧性、耐腐蚀性和耐磨性，以满足管道在复杂环境下的运行需求。防腐材料要具有良好的附着力、耐腐蚀性和施工性能，确保管道在长期运行过程中不受腐蚀影响。

最后，提高管道质量的措施还包括严格把控管道制造和安装环节。在管道制造过程中，要严格按照国家标准和行业规范进行，确保管道质量符合要求。在管道安装过程中，要加强对施工队伍的培训和管理，提高施工质量，减少质量问题。同时，要加强对管道焊接、防腐、testing 等关键环节的监督和检查，确保管道安装质量。

4.3 加强巡查维护，防控自然风险

在长输天然气管道的运行过程中，安全风险防范措施至关重要。为了确保管道安全、稳定地运行，我们需要加强巡查维护和防控自然风险。

首先, 加强巡查维护是防范长输天然气管道运行安全风险的重要手段。管道企业应建立健全巡查制度, 确保巡查工作常态化、规范化。巡查内容应包括管道的完整性、防腐层状况、阀门及附属设施的功能性等方面。通过定期巡查, 及时发现管道本体及附属设施的缺陷和隐患, 并采取相应的措施进行整改, 确保管道安全运行。

其次, 防控自然风险也是长输天然气管道运行安全的关键。自然风险主要包括地质灾害、气象灾害等。针对这些风险, 管道企业应制定相应的防控措施: 一是地质灾害防控。对管道沿线地质灾害易发区域进行排查, 采取地形治理、土地整治等措施, 减少地质灾害对管道的影响。同时, 加强对地质灾害的预警监测, 及时采取应急措施, 降低灾害风险。二是气象灾害防控。针对管道沿线气象灾害(如洪水、台风等)的特点, 制定相应的预防措施^[5]。例如, 在洪水易发区域设置防洪设施, 加强台风期间的管道巡查, 确保管道设施的安全。三是生物灾害防控。针对管道沿线生物灾害(如植物根系、鼠害等)对管道的影响, 采取生物防治、物理防治等手段, 降低生物灾害风险。四是腐蚀防控。加强对管道腐蚀的监测和评估, 采用阴极保护、防腐涂料等技术, 提高管道的防腐性能, 延长管道使用寿命。五是泄漏事故防控。建立健全泄漏事故应急预案, 提高泄漏事故应急响应能力。同时, 加强管道沿线泄漏检测设施的建设和维护, 确保泄漏事故的及时发现和处理。

4.4 引入信息化技术, 加强管道运行安全监测

为了确保管道运行的安全性, 可以引入信息化技术, 加强管道运行安全监测。

首先, 利用物联网技术, 对管道进行实时监控。在管道沿线布置传感器, 实时采集管道压力、温度、流量等关键参数, 并将数据传输至监控中心。通过分析这些数据, 可以实时了解管道的运行状态, 发现异常情况, 从而及时采取措施, 防止事故发生。

其次, 运用大数据分析技术, 对管道运行数据进行深入挖掘。通过分析历史数据, 可以发现管道运行中的潜在风险, 如腐蚀、磨损等。据此, 可以制定针对性的预防措施, 降低风险发生的概率。

再次, 引入人工智能技术, 实现管道的智能巡检。利用无人机、机器人等设备, 对管道沿线进行定期巡检, 及时发现管道损伤、泄露等安全隐患。同时, 通过图像识别等技术, 自动识别管道周围的异常情况, 如施工、盗气等, 确保管道安全运行。

最后, 加强网络安全防护, 防止黑客攻击和数据泄露。对管道监控系统进行加密处理, 确保数据传输的安全性。同时, 建立健全的安全防护体系, 提高管道运行系统的抗攻击能力。如图1为监测系统示意图。

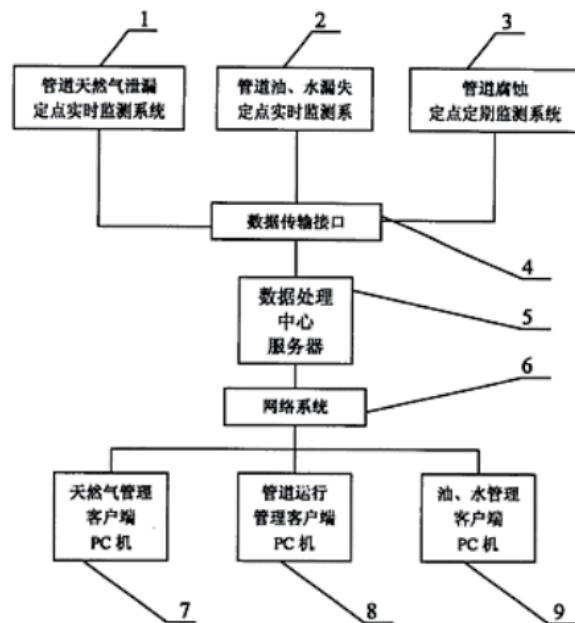


图1 长输管道安全监测示意图

5 结语

总之, 为了加强天然气长输管道运行安全管理, 我国相关部门已经制定了一系列法律法规和标准规范, 对天然气长输管道的规划、设计、施工、运行等环节进行严格监管。同时, 企业也应加强自身安全管理, 加大技术投入, 提高管道运行安全水平。只有通过政府、企业和广大人民群众的共同努力, 才能确保天然气长输管道安全运行, 为我国经济社会发展和人民生活提供稳定、清洁的天然气供应。

参考文献:

- [1] 马武, 刘志军. 浅析天然气长输管道阀门的维护与保养[J]. 中国设备工程, 2023(24):72-74.
- [2] 徐像雄, 孙甲岐, 赵良波. 天然气长输管道安全风险评估及本质安全优化措施[J]. 四川化工, 2023, 26(06):43-46.
- [3] 亓文广, 蔡文玉, 黄韶丹, 等. 长输天然气管道压气站消防安全常见问题与对策研究[J]. 消防界(电子版), 2023, 9(23):16-18.
- [4] 马燕, 王飞. 安全视角下天然气长输管道穿越化工储罐施工参数的优化[J]. 化工管理, 2023(35):157-160.
- [5] 杨明圆, 朱宏. 大口径高压天然气长输管道分段水压试验优化策略[J]. 化工管理, 2023(35):161-164.