

天然气长输管道运行中的风险及控制

曹宏远（天津北海油人力资源咨询服务有限公司，天津 300452）

摘要：天然气长输管道作为现代能源运输的重要基础设施，其安全运行直接关系到国家能源安全与民生福祉。本文深入探讨了天然气长输管道安全运行的必要性，系统分析了运行中存在的腐蚀风险、设计施工风险、制度风险、巡回检查落实不到位以及管理人员安全风险意识缺失等多重风险，并提出了一系列针对性的风险控制措施，包括健全安全风险管理、提升管道防腐性、加强管道施工材料管理以及增强预警和监测力度等，旨在为保障天然气长输管道的安全稳定运行提供理论依据与实践指导。

关键词：天然气长输管道；安全运行；风险控制；防腐性提升；预警监测

0 引言

随着全球能源结构的转型与清洁能源需求的日益增长，天然气作为高效、清洁的能源形式，其运输与利用日益受到重视。天然气长输管道作为连接气源与终端用户的关键纽带，其安全运行不仅关乎能源供应的稳定性，更直接影响到社会经济的持续发展与人民生活的安宁。因此，深入探究天然气长输管道运行中的风险及其控制措施，对于提升能源安全保障水平具有重要意义。

1 天然气长输管道安全运行的必要性

1.1 确保能源连续稳定供应

天然气长输管道作为连接气源与消费市场的桥梁，其安全运行直接关系到能源的连续稳定供应。天然气作为一种清洁能源，在现代社会能源结构中占据重要地位，广泛应用于发电、供暖、化工等多个领域。长输管道作为天然气输送的主要方式，其安全稳定运行是保障能源供应连续性和稳定性关键。一旦管道发生泄漏或中断，将直接影响下游用户的用气需求，甚至可能导致能源供应危机，对经济社会造成严重影响。

1.2 维护周边环境与居民安全

天然气长输管道的安全运行对于维护周边环境和居民安全具有重要意义。天然气具有易燃易爆的特性，管道泄漏或事故可能引发火灾、爆炸等严重后果，对周边环境和居民生命财产安全构成严重威胁。此外，管道泄漏还会导致天然气资源的浪费和环境污染，对生态环境造成长期影响。因此，确保天然气长输管道的安全运行，是保护周边环境和居民安全、促进生态文明建设的重要举措。

1.3 促进经济社会和谐发展

天然气长输管道的安全运行是促进经济社会和谐发展的重要保障。能源是经济社会发展的基础，天然

气的稳定供应对于维持工业生产、保障居民生活、推动经济发展具有重要意义。长输管道作为天然气输送的重要设施，其安全运行直接关系到能源供应的稳定性和可靠性，进而影响经济社会的正常运转。一旦管道发生安全事故，不仅会造成经济损失，还可能引发社会恐慌和不稳定因素，对经济社会和谐发展造成不利影响。因此，确保天然气长输管道的安全运行，是维护经济社会稳定、促进和谐发展的重要基础。

1.4 彰显国家能源安全保障能力

天然气长输管道的安全运行是国家能源安全保障能力的重要体现。能源安全是国家安全的重要组成部分，天然气作为重要能源之一，其安全供应对于国家经济发展和社会稳定具有重要意义。长输管道作为天然气输送的主要方式，其安全运行直接关系到国家能源安全保障能力的强弱。通过加强管道安全管理、提升应急处置能力等措施，可以确保天然气长输管道的安全运行，从而彰显国家能源安全保障能力，为经济社会发展提供有力支撑。同时，这也是展示国家能源管理水平和技术实力的重要窗口，对于提升国家在国际能源领域的地位和影响力具有重要意义。

2 天然气长输管道运行中隐藏的各种风险

2.1 腐蚀风险对管道安全的潜在威胁

天然气长输管道在漫长的服役期间，不可避免地会遭受到来自外界环境的侵蚀，其中腐蚀风险尤为突出。土壤中的电解质、水分以及氧气等因素相互作用，促使管道表面发生电化学腐蚀，而微生物活动亦能加速这一进程，导致管道壁厚逐渐减薄。此外，管道在输送天然气过程中，内部介质所含的腐蚀性成分，如硫化氢、二氧化碳等，随着时间的推移不断累积，加剧了管道内壁的腐蚀状况。应力腐蚀开裂作为一种更为隐蔽且危害严重的腐蚀形式，往往在无明显预兆的

情况下突然发生，对管道的整体结构完整性构成极大威胁。因此，腐蚀风险不仅降低了管道的承压能力，还可能导致穿孔泄漏等严重事故，对管道的安全运行形成重大挑战。

2.2 设计施工缺陷引发的安全隐患

天然气长输管道的设计与施工是确保其长期安全运行的前提。然而，在实际操作中，设计不合理与施工缺陷成为影响管道安全的重要因素。地质勘探的疏忽可能导致线路选择不当，使管道穿越地质条件复杂的区域，增加了变形、断裂的风险。材料选用的不当与焊接工艺的缺陷，则直接关系到管道的结构强度与防腐性能。例如，选用不耐腐蚀的材料或焊接过程中产生的裂纹、夹渣等缺陷，都会削弱管道的整体性能。同时，施工过程中若忽视环境保护措施，不仅会对周边环境造成破坏，还可能因生态失衡而间接影响管道的安全运行。因此，设计施工环节中的任何疏漏，都可能为管道的未来运行埋下安全隐患。

2.3 制度缺陷对管道安全管理的制约

天然气长输管道的安全管理依赖于一套完善且有效的制度体系。然而，部分管道运营单位在制度建设上存在明显不足，表现为管理制度不健全、操作规程不明确以及应急响应机制不完善等问题。这些制度缺陷使得管道运行中的安全风险难以得到有效控制。例如，缺乏科学合理的巡检制度，可能导致管道隐患无法及时发现；操作规程的不明确，则可能使操作人员在执行任务时无所适从，增加误操作的风险；而应急响应机制的缺失，则在事故发生时无法迅速有效地进行处置，扩大了事故的影响范围。因此，制度缺陷成为制约管道管理水平提升的重要因素。

2.4 巡回检查落实不力增加事故风险

巡回检查作为天然气长输管道安全管理的重要环节，对于及时发现和消除管道安全隐患具有重要意义。然而，在实际操作中，部分管道运营单位在巡回检查方面存在明显不足。检查频次不足、检查内容不全面以及检查结果处理不及时等问题，使得管道运行中的潜在风险无法得到及时发现和整改。例如，巡检人员因工作量大或责任心不强而减少巡检次数，导致某些区域长时间处于无人监管状态；检查内容设置不合理，忽略了关键部位或重要参数的检查，使得一些隐蔽性较强的隐患难以被发现；对于检查中发现的问题，若处理不及时或整改不彻底，则可能酿成更大的事故。因此，巡回检查落实不力成为增加管道事故风险的重

要因素。

2.5 管理人员安全风险意识淡薄加剧风险

天然气长输管道的安全运行离不开高素质的管理人员。然而，在实际工作中，部分管理人员对安全风险的认识不足，安全风险意识淡薄，导致在日常管理中忽视安全细节、放松安全要求。这种态度不仅影响了管道安全管理的效果，还可能因小失大，引发严重事故。例如，对于巡检中发现的小问题视而不见，认为不会造成严重后果；在决策过程中忽视安全因素，片面追求经济效益；对于员工的安全培训和教育不够重视，导致员工安全意识淡薄等。这些问题都反映出管理人员在安全风险意识上的不足，加剧了管道运行中的安全风险。

因此，提升管理人员的安全风险意识，成为加强管道安全管理、降低事故风险的关键。

3 天然气长输管道运行中风险的控制措施

3.1 健全安全风险管控制度体系

天然气长输管道的安全运行，离不开一套健全且行之有效安全风险管控制度体系。管道运营单位应依据国家相关法律法规及行业标准规范，构建起涵盖安全管理制度、操作规程、应急响应机制等多方面的制度体系。在此基础上，需加大对制度的宣贯和培训力度，通过组织专题培训、编制制度手册、开展制度考核等方式，确保各级管理人员和一线员工能够深刻理解并掌握制度要求，将安全风险意识内化于心、外化于行。此外，还应定期对制度进行修订和完善，以适应管道运行环境和外部条件的变化，确保制度的时效性和有效性。

3.2 提升长距离输气管道防腐效能

针对天然气长输管道易受腐蚀的问题，必须采取综合措施，全面提升管道的防腐效能。在管道设计阶段，应充分考虑地质条件、环境因素对管道防腐性能的影响，通过科学分析和评估，选用适宜的防腐材料和涂层技术。同时，还应注重防腐层与管道本体的结合力、耐老化性能以及施工可行性等方面的研究，确保防腐层能够在长期运行过程中保持稳定的性能。在运行过程中，应加强对管道防腐层的检测和维护力度，利用先进的检测技术和手段，及时发现并修复防腐层破损、脱落等问题。

此外，还应积极探索和应用新型防腐技术和材料，如纳米材料、高分子材料等，不断提升管道的防腐性能和使用寿命。

3.3 强化管道施工材料质量管控

施工材料的质量直接关系到天然气长输管道的整体强度和耐久性，因此必须加强对施工材料的质量管控。在材料采购环节，应建立严格的供应商评价和选择机制，对供应商的资质、信誉、产品质量等方面进行全面评估，确保所采购的材料符合相关标准规范要求。在材料使用过程中，应加强对材料的检验和验收工作，通过抽样检测、现场试验等方式，确保材料的质量可靠、性能稳定。同时，还应加强对材料存储和运输过程的管理力度，建立完善的材料管理制度和流程，防止材料在存储和运输过程中受潮、受损或变质。通过这些措施的实施，可以有效保障施工材料的质量，为管道的安全运行提供有力支撑。

3.4 加强长距离输气管道预警监测能力建设

预警和监测是及时发现和消除天然气长输管道安全隐患的重要手段，因此必须加强管道预警监测能力建设。管道运营单位应建立完善的预警和监测系统平台，实现对管道运行状态的实时监测和预警。具体措施包括：在管道关键部位安装压力、温度、泄漏等监测设备，对管道的运行参数进行实时采集和分析；建立管道地理信息系统（GIS），实现对管道沿线地形地貌、地质构造等信息的全面掌握，为管道的安全管理提供基础数据支持；利用遥感监测、声波检测等先进技术手段，对管道进行远程监测和预警，及时发现管道运行中的异常情况。

此外，还应加强预警监测系统的维护和升级工作，确保系统的稳定性和可靠性。通过这些措施的实施，可以有效提升管道运行的安全性和可靠性，为管道的安全运行提供有力保障。同时，还应注重预警监测系统与应急响应机制的衔接，确保在发现安全隐患时能够及时、有效地进行处置，防止事故的发生和扩大。

3.5 优化长输管道运行维护管理流程

天然气长输管道的运行维护管理是保障管道安全、稳定运行的关键环节。为提升管道运行维护的效率和效果，必须对现有的运行维护管理流程进行优化。首先，应建立科学的维护计划制定机制，根据管道的运行状况、使用年限、环境因素等，合理确定维护周期和维护内容，确保维护工作的针对性和有效性。其次，应加强对维护过程的监督和管理，通过制定详细的维护作业指导书、明确维护人员的职责和权限、建立维护质量验收标准等方式，确保维护工作的规范化和标准化。同时，还应注重维护数据的收集和分析，

通过建立维护数据库、对维护数据进行统计分析等方式，及时发现管道运行中的潜在问题，为后续的维护决策提供依据。

此外，还应积极探索和应用智能化、信息化的维护管理技术，如利用物联网、大数据等技术手段，实现对管道运行状态的实时监测和预警，提高维护管理的智能化水平。

3.6 加强长输管道应急响应与处置能力

天然气长输管道在运行过程中，可能会遇到各种突发情况和紧急事件，如泄漏、火灾、爆炸等。为确保管道的安全运行和人员生命财产的安全，必须加强管道的应急响应与处置能力。

首先，应建立完善的应急响应机制，明确应急响应的流程、责任人和联系方式，确保在紧急情况下能够迅速、准确地启动应急响应程序。

其次，应加强应急物资的储备和管理，根据管道的特点和可能发生的紧急情况，合理确定应急物资的种类、数量和存放地点，确保在紧急情况下能够及时、有效地提供所需的应急物资。同时，还应注重应急演练的开展，通过定期组织应急演练活动，提高应急响应人员的应急处置能力和协同作战能力。此外，还应加强与地方政府、消防、医疗等部门的沟通协调，建立紧密的应急联动机制，确保在紧急情况下能够得到及时、有效的外部支援。

4 结语

天然气长输管道的安全运行是保障国家能源安全与经济社会和谐发展的重要基础。本文深入探讨了天然气长输管道运行中的多重风险及其控制措施，旨在为保障管道的安全稳定运行提供理论依据与实践指导。通过健全安全风险管理、提升管道防腐性、加强管道施工材料管理以及增强预警和监测力度等措施的实施，可以有效降低管道运行中的安全风险，确保天然气长输管道的安全可靠运行。

参考文献：

- [1] 唐彬彬, 陆耀民. 天然气长输管道运行中的地质灾害风险分析及控制 [J]. 现代盐化工, 2024, 51(02): 71-73.
- [2] 陆耀民, 唐彬彬. 天然气长输管道运行中的风险与控制 [J]. 化工管理, 2023(17): 162-164.
- [3] 陈东. 天然气长输管道运行安全风险及控制措施 [J]. 石化技术, 2022, 29(10): 75-77.
- [4] 郭金铭. 天然气长输管道运行中的风险及控制措施分析 [J]. 化学工程与装备, 2020(07): 219+69.