

油气长输管道系统的安全设备和设施管理策略

吕金昌（济南浩宏伟业技术咨询有限公司，山东 济南 250101）

摘要：油气资源在长距离输送过程中，为了达到安全输送的目的，就需要重视油气长输管道设备和设施运行的安全性。通过分析油气长输管道系统安全设备和设施的潜在安全隐患，制定科学完善的安全管理策略，提高油气长输管道的安全可靠性，降低油气长输管道泄漏和管道损坏的风险。基于此，本文分析了油气长输管道系统安全设备和设施管理存在的问题，并提出了油气长输管道安全管理思路和策略。

关键词：油气长输管道；安全设备；设施；管理措施

0 引言

安全设备和设施作为油气长输管道系统的重要基础设施，直接关系到油气长输管道运行的安全性。因此，在油气长输管道工程建设和运行过程中，应重视对安全设备和设施的管理，才能保证油气长输管道安全稳定运行，降低管道泄漏和损坏风险的发生几率，从整体上提升油气长输管道系统运行的安全可靠性。

1 油气长输管道安全隐患评估分析

油气长输管道工程在运行过程中，需要制定科学完善的安全隐患排查和风险管理措施，构建安全生产隐患排查治理体系和安全生产风险分级管控体系，打造以双重预防机制数字化平台为基础，建设SCADA数据采集与监视控制系统，采用站控制系统SCS、视频监控系统、紧急切断系统ESD、可燃气体检测报警系统GDS、水击保护系统、在线泄漏检测系统等智能化、信息化管理模式，这就需要油气长输管道管理部门根据潜在的风险隐患进行科学的分析和预测，并建立现代化的风险隐患评估方法，提高风险隐患评估的可靠性。

考虑到油气长输管道在运行过程中经过的区域环境具有一定的复杂性，存在的风险隐患问题也是多方面的，不同类型的风险隐患问题所表现的特征也不同，因此，构建科学的风险隐患评估体系至关重要，这样才能严格按照评估流程和方法进行操作^[1]。相关管理部门能够根据制定的油气长输管道安全隐患评估方法和程序，明确油气长输管道运行期间管道损伤和失效的方式，并通过构建模型的方式，为油气长输管道实际运行安全提供可靠的指导。

2 油气长输管道系统安全设备与设施管理存在的问题

2.1 长输管道腐蚀造成泄漏问题

长输管道腐蚀问题体现在以下几方面：

①管道内腐蚀：原油、燃料油、天然气等含有硫、硫化物、氯盐、酸性水、氢等腐蚀介质，这些腐蚀介质会对管道产生内腐蚀，腐蚀严重会造成管道泄漏。

②管道外表面腐蚀：油气长输管道防腐层不合格、沿线种植的深根植物根茎对防腐层的破坏、长输线路上人工取土导致管道埋深太浅、当地百姓犁地或者挖掘施工时对管道外防腐层的机械损伤、管道阴极保护系统损坏失效、地下水位过高和环境中含有腐蚀性液体等原因，均会造成管道外表面腐蚀加剧，引起管道穿孔，造成管油气泄漏，导致事故的发生。油气长输管道与附近的平行电力线、变配电设施等距离较近，易在油气长输管道埋地附近产生杂散电流而增加对管道的电化学腐蚀危害，从而易导致油气泄漏、火灾、爆炸等事故的发生。

③应力腐蚀开裂：应力腐蚀开裂是指受拉伸应力作用的金属材料在某些特定的腐蚀介质中，由于腐蚀介质与应力的协同作用而发生的脆性断裂现象。应力腐蚀开裂是埋地管道发生突发性破坏事故的主要危险之一。从腐蚀的类型看，点腐蚀和缝隙腐蚀造成的危害性相对较小，易于控制，而应力腐蚀开裂事故往往是在没有明显预兆的情况下，突然发生管道的灾难性破坏，其后果极其严重。

2.2 长输管道凝管问题

长输管道在输送油品时，保证输送温度在管路系统中都处于高于油品凝固点的温度是防止管路系统内凝固的一个重要措施。正常情况下，加热的原油、燃料油等在管路系统内流动时一般很少发生凝固现象，但由于各种意外原因（包括事故停输和计划停输），导致管路内液体油品流动处于停滞状态，液体油品流动携带的热量中断，使沿线管路内的液体油品温度不断下降；特别在停输过程中，温度下降更快，有可能降至接近或低于凝点，若不及时处理，就将造成凝管。

2.3 管材及施工质量不达标

油气长输管道在设计、施工过程中虽有层层质量安全保证措施，但由于各种原因总会有一些达不到质量要求的管道埋入地下，这些管道有些是管材本身质量问题或设计选材有误，有些是施工作业条件差造成焊缝有缺陷、质量管控措施不到位，这些施工质量不合格的管道数量虽少，但极易发生泄漏。

管材缺陷可导致管道强度达不到要求而出现裂缝或断裂现象；施工质量不过关、管道接头焊接质量差或未焊透等原因，会造成管道强度不够，不能维持安全运行的要求，在管道运行中受到频繁的温度波动、振动等作用会引发裂纹从而发生油气泄漏事故。

大部分油气长输管道采用钢管、球墨铸铁管以及不锈钢管等材质。在选择油气长输管道材质的过程中，需要结合油气长输管道所处的地形地貌特征以及区域自然环境等因素，有效地发挥出不同管材的优势和作用。在选择合适的管材后，还需要做好油气长输管道之间的连接，降低油气泄漏的风险，达到预期的管道运输性能^[2]。

此外，还应重点考虑油气长输管道材质的性能，避免由于管道材料自身存在质量和性能方面的缺陷，导致风险问题的发生。油气长输管道防腐层的厚度也是影响其稳定运行的关键指标，防腐层的厚度和防腐蚀措施直接关系到油气长输管道的防腐能力。所以，在油气长输管道建设过程中，应严格按照相关的规定和标准选择管道的材质，应选择防腐性能良好的钢材作为管道材料，同时还应定期对管道进行检测，确保管材处于良好的运行状态，确保达到油气长输管道稳定运行的设计要求。

3 油气长输管道安全运行管理思路

3.1 政府引导实施多元化的管理方式

①明确油气长输管道公司的安全责任。在我国油气长输管道运营期间，需要考虑多方面因素对管道运行安全产生的影响。其中油气长输管道运营商监管不到位或者监管过程中缺乏沟通是导致安全事故发生的重要因素；政府及企业对油气长输管道运行安全管理重视程度不足，导致安全管理责任落实不到位。这些因素的存在是影响长输管道运行安全的关键。因此，落实油气长输管道运营监督和检查非常重要，山东省青岛市“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸特别重大事故造成62人死亡、136人受伤，直接经济损失75172万元，事故直接原因是输油管道与排水暗渠交

汇处管道腐蚀减薄、管道破裂、原油泄漏，流入排水暗渠及反冲到路面，原油泄漏后，现场处置人员采用液压破碎锤在暗渠盖板上打孔破碎，产生撞击火花，引发暗渠内油气爆炸；间接原因是中石化集团公司及下属企业安全生产主体责任不落实，隐患排查治理不彻底，现场应急处置措施不当。

②落实油气长输管道设计主体的安全管理责任。一方面，应做好油气长输管道工程设计文件的审查。在油气长输油气管道施工期间，需要严格执行经过审查的设计方案，并做好各个部门之间的沟通协调，满足油气长输管道施工设计方案的建设要求，重视油气长输管道项目建设期间的质量及安全监管。

③明确油气长输管道施工单位责任。油气长输管道施工单位相关人员需要根据国家相关法律及规范的要求以及工程建设标准开展施工，针对不符合规定和要求的操作行为，应采取及时的纠正措施和改进方案，保证油气长输管道施工安全。油气长输管道施工人员和设计人员是管道施工的主要参与者，其自身的专业素质和能力也直接影响油气长输管道施工的安全及工程建设效果，因此，应该强化油气长输管道设计团队与施工人员的专业技能培训和安全教育，达到提升油气长输管道工程施工安全管理的目标和要求，也促进油气长输管道施工技术能力的提升^[3]。

3.2 提升油气长输管道设计与施工水平

结合油气长输管道系统建设的安全性要求，定期组织开展油气长输管道设计理论知识及施工操作相关知识培训，同时学习和参考国内外先进的油气长输管线设计与施工案例，从整体上提升我国油气长输管道系统建设的标准化和规范化，同时也能够充分发挥现代技术的应用优势，为油气长输管道工程后续建设提供可靠的参考和指导。

4 油气长输管道系统安全设备和设施管理策略

4.1 构建完善的安全生产责任体系

在油气长输管道建设施工期间构建完善的安全责任体系，并且确保从上至下各个生产部门和岗位都明确自身的安全生产管理责任，这样才能确保油气长输管道施工期间安全设备和设施的稳定运行^[4]。企业管理层应根据油气长输管道施工实际情况，制定安全生产指标体系，逐级明确安全管理责任。企业应对安全管理指标等进行细化和分解并落实，确保安全生产压力和责任能够落实到具体岗位。各级管理人员需要严格履行业务分管责任，确保安全生产管理责任有效落

实。与此同时，基层单位应加强对油气长输管道以及相关设备的安全管理，并对重点区域尤其是高后果区实施承包责任制，并落实长输管线安全设备和设施的日常巡检和维护管理等工作，利用绩效考核的方式，提高管理人员的工作积极主动性，达到油气长输管道系统安全管理的目标和要求。

4.2 强化安全设备与设施的维护保养

油气长输管道安全设备和设施在长期使用过程中会出现不同程度的老化或者破坏等情况，因此，应做好定期的维护和保养工作。做好油气长输管道系统的定期巡回检查以及周期性预防检修，同时还应做好安全设备和设施的突发性和临时性故障处理等各项工作。在油气长输管道系统设备与设施安全养护管理工作中，一方面应确保保养方案的科学化。油气长输管道相关企业以及相关单位应将设备与设施保养和零部件检修以及故障处理等相关数据和信息录入到数据库系统中，利用大数据技术分析，对油气长输管道作业指导书进行修订和完善，实现模块化和标准化管理，同时也能够对油气长输管道系统设备和设施保养人员的操作行为进行规范。另一方面，要严格执行过程管控。油气长输管道系统安全设备和设施在实施维护和保养工作中，应改变传统的重视结果轻过程的思想。因此，贯彻落实过程管理理念和方法，结合油气长输管道运行的实际情况，落实现场旁站监控；实施痕迹化管理，并贯穿油气长输管道设备管理的全过程；确定制度保障，对油气长输管道系统安全设备和设施保养方案进行制定和落实^[5]。

4.3 采用专业的油气长输管道防腐技术

在油气长输管道系统建设过程中，要想进一步延长管道的使用寿命，保证油气长输管道的运行安全，就需要重视油气长输管道防腐技术的应用。首先，在油气长输管道建设前，应进行详细的地质环境勘察工作，根据地质勘察结果，开展科学的油气长输管道规划和设计工作，确保整个油气长输管道工程能够科学施工。其次，在油气长输管道施工期间和投入使用后，应重视油气长输管道安全保护措施的落实，避免由于防腐措施不到位或者防腐材料质量和性能不达标导致管道泄漏等问题的发生，这样才能进一步提升油气长输管道的使用寿命，同时也能够降低油气长输管道日常维护投入的成本。最后，应结合不同地区油气长输管道建设的实际情况，采取积极有效的预防措施，强化对管道防腐材料质量和性能的检测，并制定完善的

管道安全事故应急预案，有效地应对突发安全状况的发生。当前我国不同地区采用的油气长输管道在设计方面以及管材方面都存在一定的差异，因此，应根据实地情况，采用专业性和针对性的防腐措施，达到油气长输管道安全运行的预期效果。

4.4 对油气长输管道系统进行信息化管理

油气长输管道系统在运行期间，企业应该充分利用当前现代化科技的安全工程技术，发挥出数字化和智能化在管理方面的应用优势，实现油气长输管道的信息化管理。例如在油气长输管道系统安全设备和设施日常巡回检查过程中，传统检测方式，需要利用人工方式按照规定的时间和路线进行实地检测。通过网络信息技术的应用，实现油气长输管道系统的智能化和标准化检测，采用在线泄漏检测系统，实施集中化监测和区域化管理，并利用无人机巡线和智能机器人等高科技巡检手段，降低传统人工检测面临的难度和压力，能够更加精准和及时的发现油气长输管道系统存在的风险隐患和故障问题，达到了良好的安全管理效果。

5 结束语

油气资源作为经济发展和社会民生的重要能源，确保油气长输管道运行的安全稳定性，对安全生产和公共安全具有重要意义。因此，在油气长输管道工程建设和运行过程中，应强化对安全设备和设施的安全管理，采取专业的安全技术和信息化管理措施，不断提高油气长输管道运行的安全可靠性。

参考文献：

- [1] 程诚 . 油气长输管道安全经济效益评价模型及应用 [J]. 中国安全生产科学技术 ,2021(S1):56-61.
- [2] 诸海博 , 张军 , 宋华东 , 等 . 一种用于长输油气埋地管道外检测系统的设计与验证 [J]. 仪表技术与传感器 ,2021(06):82-85,122.
- [3] 谢林峰 , 莫丽 , 毛良杰 , 等 . 长输管道输油鲁尔泵内部流场特性研究 [J]. 科学技术与工程 ,2022,22(32): 206-212.
- [4] 姜昌亮 . 油气管道全生命周期质量管控与安全管理探讨 [J]. 油气储运 ,2023,42(10):89-91.
- [5] 赵彤 , 张圣柱 , 王旭 , 等 . 油气长输管线路由评价指标体系及模型构建研究 [J]. 中国安全生产科学技术 ,2023,19(S02):108-114.

作者简介：

吕金昌（1977-）男，汉族，山东高密人，大学本科，高级工程师，研究方向：安全工程技术。