

油气管道泄漏安全对策措施研究

刘 昕（中海油天津化工研究设计院有限公司，天津 300450）

摘 要：油气属于国家战略性能源，在人们生活和社会经济发展中发挥着重要作用，随着油气资源广泛应用，油气管道逐渐发展成为重要基础设施，由于油气资源具备易燃易爆特点，而且存在一定环境危害性，故而有油气管道运行过程中，一旦出现油气管道泄露情况，极易在造成资源浪费和环境污染的同时，引发爆炸等安全事故，因此应切实提升油气管道泄露问题应对能力。基于此本文主要开展油气管道泄漏安全对策措施研究，希望引起各相关方面的重视。

关键词：油气；管道泄漏；安全对策措施

现阶段社会各界能源需求日益提高，尤其是油气资源需求大幅提升，促使油气流通越来越快，油气资源是依靠管道进行输送，随着油气管道敷设规模不断增大，油气管道泄露问题时有发生，并引发了爆炸、火灾等重大安全事故，对人民群众生命财产安全与社会和谐稳定造成极大威胁。为了最大程度降低以上问题的发生率，很有必要着眼于不同角度，详细分析造成油气管道泄露的各种原因及油气管道泄露应急抢险不同阶段的安全监督管理措施，以便进一步提升油气管道泄露处理水平。

1 油气管道泄漏事故

油气管道泄漏事故是指管道输送的介质（如原油、天然气等）发生泄漏并引发损失的事件。这种泄漏可能由于管道破裂、腐蚀、操作失误或外部因素（如地震、施工事故等）引起。泄漏介质的不同会导致后果的差异。例如，原油泄漏可能对环境造成污染，影响土壤、水源和生态系统。天然气泄漏则可能引发火灾、爆炸，并对人员安全构成威胁。输油管道泄漏液体时，液体的性质和贮存条件将影响后果。根据液体的特性（如密度、挥发性等），泄漏的液体可能会在低处聚集，形成可燃性气体云雾。如果存在点火源，这些云雾可能引发火灾或爆炸。此外，液体也可能蒸发并释放有害气体。加压液化气体泄漏会迅速蒸发，形成大量可燃气体。由于液化气体具有高度挥发性，它们在泄漏后很快转变为气态，并迅速扩散到周围环境中。这种情况下，火源的存在可能导致严重的火灾或爆炸。低温液体泄漏的蒸发速度介于液化气体和常温液体之间。由于低温液体的蒸发速度较慢，泄漏后的液体可能在地面上聚集一段时间。然而，随着时间的推移，液体逐渐蒸发并释放出有害气体。输气管道泄漏的可燃气体遇到火源时，可能发生燃烧爆炸。当管道中的

天然气等可燃气体泄漏并与空气形成可燃范围内的混合物时，如果存在点火源（如明火、电火花等），就会引发火灾或爆炸事故。有毒气体的泄漏可能会对人员生命安全产生威胁。

2 油气管道泄漏的原因分析

2.1 设计不够规范

在油气管道系统设计中，存在多个潜在的导致泄漏事故的因素。如材料选择，操作规程以及地形地貌的要求，具体如下：①设计缺陷：确保在设计过程中采用科学合理的设计标准和方法，考虑到未来可能出现的各种情况和变化，以确保管道系统的安全性和可靠性。同时，进行充分的评估和测试，以发现和纠正任何设计缺陷；②材料选择不当：在管道设计过程中，需要对材料进行充分的研究和评估，选择高质量、耐腐蚀、抗压能力强的材料。并且在使用过程中，需要定期检查和维护管道材料，及时更换老化和损坏部件；③操作要求不明确：建立完善的操作规程和安全生产管理制度，明确每个操作步骤和注意事项，加强对操作人员的培训和监督，确保操作人员遵守规程并正确操作；④地形地貌不符合要求：在管道设计过程中，需要充分考虑地形地貌等自然条件，选择合适的布置方案，并进行必要的地质勘探和评估，以确保管道系统在各种自然环境下的安全运行；⑤使用寿命限制没有考虑到：在管道设计过程中，需要考虑到管道的使用寿命及其相关因素，如材料老化、磨损等，制定相应的检查和维护计划，及时更换老化和损坏部件，以确保管道系统的安全运行。

2.2 操作管理效果不佳

①操作人员技能不足：确保操作人员接受专业培训，掌握必要的技能和知识，包括管道系统的运行原理、安全操作规程、应急处理等。此外，定期进行培

训和考核,以提高操作人员的技能水平;②操作规程不严格:建立完善的操作规程并严格执行,明确每个操作步骤、注意事项和安全要求。同时,加强对操作规程的培训和监督,确保操作人员理解和遵守规程;③监测系统不完善:配备先进的监测设备,包括泄漏检测器、压力传感器、温度监测器等,实时监测管道的运行状态和异常情况。同时,建立自动报警系统,及时发出警报并采取相应的措施;④缺乏明确的责任制度:建立健全的责任制度,明确每个环节和岗位的责任和义务。操作人员应了解自己的职责,并对自己的行为负责。同时,加强监督和管理,确保责任的履行;⑤缺乏紧急处置方案:制定全面的紧急处置方案,包括事故报警、人员疏散、泄漏控制、火灾扑救等应急措施。同时,进行定期演练和培训,提高操作人员应对紧急情况的能力和反应速度。

2.3 自然灾害

自然灾害是造成油气管道泄漏的重要原因之一,除了强风、强降雨引发的洪涝之外,地震是导致油气管道泄漏的主要自然灾害之一。当地震发生时,地面会发生剧烈震动,从而导致管道系统受损并发生泄漏事故。

3 油气管道泄漏应急不同阶段的安全措施

油气管道泄漏事故的抢险过程分为应急处置、修复施工和投产三个阶段,每个阶段都需要进行相应的安全监督。阶段性的安全监督是抢险过程中的必要条件,全程控制确保抢险顺利完成。通过分阶段的监督和控制,能够有效应对油气管道泄漏事故,最大程度地降低安全风险。

3.1 全过程安全监督管理

在第一阶段成功控制住泄漏并完成管道的放空置换后,进入破损管道修复动火作业阶段。安全监督的重点是对施工过程进行全面管理,确保作业的安全进行。进行作业的队伍和人员资质审查,包括对施工人员的技能、经验和资质进行评估,确保他们具备适当的能力和知识来进行修复工作。检查施工设备和设施的状况,包括确保设备完好可靠、符合安全要求,并进行必要的维护和检修。检查应急器材的配备情况,包括灭火器、呼吸器、急救设备等,确保在紧急情况下能够及时应对和处理。

3.1.1 作业方案及安全措施的检查

在修复作业前,需要编制专门的动火作业方案,详细规定修复流程和安全措施,确保作业的有序进行。动火作业方案需要经过多个部门的审批和批准,确保

方案符合相关法规和标准,并获得相关部门的认可。在监督过程中,需要检查隔离措施的有效性,包括确认已经采取了必要的隔离措施,避免引发新的安全风险。检查作业坑的防塌措施和逃生通道,确保作业区域的安全性,防止发生意外事故。检查作业点的警戒隔离措施和消防器材,确保作业区域的安全控制和紧急情况下的应对能力。如果发现任何不符合要求的安全隐患,必须停止作业,并进行整改,确保作业的安全性和符合要求。严格监督执行安全规程,包括要求工作人员按照规定佩戴个人防护装备,执行安全操作程序,杜绝任何违反规定的行为。

3.1.2 资质审查

在管道抢修过程中,首先需要对参与作业的队伍及人员进行资质审查。审查内容包括:参与作业人员的身份证明、从业资格证明、工作经历和技能等方面。审查的目的是确保作业人员具备相关的从业资格和技能,以及能够胜任抢修作业的任务。

3.1.3 设备检查

设备和工机具的检查是重要的流程,需要检查设备是否完整,包括各个部件、附件和连接件是否齐全,有无损坏或磨损等情况。除此之外,还需要对设备进行功能性能检查,确保其能够正常工作。例如,对电动工具进行电源连接和开关操作测试,对测量仪器进行校准和测试等。

3.1.4 人员检查

在管道抢修过程中,需要对关键人员的到位情况进行检查。关键人员包括抢修队长、安全负责人、技术负责人等。检查的目的是确保关键人员到位,能够及时、有效地指挥作业和处理突发情况。

3.1.5 防护设施

需要对作业人员的个人防护设施进行检查。个人防护设施包括安全帽、防护眼镜、防护手套、防护鞋等。检查的目的是确保作业人员佩戴个人防护设施,有效地保护自身安全。

3.1.6 作业许可

油气管道应急抢险作业需要对作业许可证的检查。作业许可证是指专门针对危险作业制定的一种许可证明文件。检查的目的是确保作业许可证的合法性和有效性,以及作业人员按照作业许可证规定的要求进行作业。

3.1.7 动火作业管理

由于动火作业会产生大量的热量和火源,容易引发爆炸、火灾等安全事故,因此在进行动火作业前需

要进行气体检测确认,以确保作业区域内的气体浓度符合安全标准,保障作业人员和现场安全。

3.1.8 抢险施工作业过程安全监督管理

抢险施工作业通常包括开挖和动火两个步骤,这些步骤都需要进行安全监督。在进行开挖作业之前,应进行地下隐蔽工程的探查和检查,确保了解地下设施的位置和情况,避免在作业过程中对其造成破坏。如果必要,应采用人工开挖的方式进行作业,以避免使用机械设备对地下设施造成破坏,确保作业的安全进行。

3.1.9 施工结束后的检查

施工结束后的检查的内容包括:作业区域的清理、设备的收拾、作业人员的撤离等方面。检查的目的是确保抢修作业结束后,作业区域恢复正常,没有留下任何安全隐患。

3.2 应急抢险处置阶段安全监督管理

某输气干线发生泄漏,焊口受含硫天然气腐蚀是导致管道泄漏的主要原因,泄露导致了上游站点和气井停产。管道单位启动二级预案,远程关闭设备,并组织抢险行动。安全监督部门派遣人员全程监督抢险作业。以下是监督抢险作业的重要工作内容:

3.2.1 减少介质扩散,控制环境污染

油气管道泄露会造成严重的环境污染,包括土壤、水体和空气的受到污染和影响。抢险人员应根据泄漏介质的特性采取切断、隔离、围堵、拦截等措施,以阻止泄漏物质进一步扩散。在应急处置过程中,应尽量减少输送介质的外泄量,通过快速关闭相关设备和阀门,以及及时采取堵漏措施来防止污染物进一步扩散。应急措施需要科学合理,选择和采用合适的处置方法,以最大限度地减少泄漏物质对环境的影响。

3.2.2 火灾隐患

泄漏现场属于易燃易爆场所,必须严禁吸烟和使用明火,以防止火灾和爆炸事故的发生。在夜间作业时,应使用防爆灯具提供照明,确保作业人员的能见度和安全。严禁进行可能产生火花的作业,如需要进行切割等操作时,应采用冷切割等无火花的工艺和工具。所有作业人员应使用防爆工具,并采取防止火花产生的措施,以降低火灾和爆炸的风险。

3.2.3 人员管理

在油气管道泄漏事故发生后,应根据泄漏范围设置多级安全警戒线,以确保事故现场的安全控制和管理。针对事故现场,应进行警戒封锁,阻止无关人员进入,以避免意外伤害和进一步扩大事故的风险。安

全警戒线应覆盖泄漏的全部危险范围,确保人员和设备远离危险区域。可以根据不同的风险区域设置多道警戒线,根据泄漏程度和危险性进行分级管理和控制。

3.2.4 有害气体防护措施

事故现场可能存在大量有毒有害气体,进入现场时必须注意防护,以避免中毒和窒息等危险。进入事故现场前必须进行气体检测,确保气体浓度在安全范围内。根据情况,抢险人员应佩戴便携式气体监测仪,实时监测气体浓度,并根据监测结果采取相应的防护措施。如果现场存在毒气或有害气体,抢险人员应佩戴正压式空气呼吸器,提供干净的空气,确保呼吸系统的安全。

3.3 管道恢复投产作业安全监督管理

焊口检测和试压确保修复质量和密封性,通过检测确认安全后进入生产阶段。置换和吹扫操作排除残留物,气体置换检测合格后进行生产。严格按技术方案和规程操作,防止不正确操作引发事故。试运行和检测确保系统稳定。每个环节和流程都需符合安全规范,包括操作、设备运行和安全防护。

总之,油气管道是输送油气资源的主要途径,为了有效满足社会各个方面不断提高的油气需求,油气管道建设规模越来越大,由于油气管道运行过程中,难免因为多种原因影响出现管道泄露现象,从而造成诸多不良后果,严重危害民众人身与财产安全以及自然环境同时也会造成比较恶劣的社会影响,因此相关人员应继续加强油气管道泄露安全对策的分析研究。

参考文献:

- [1] 徐伟. 关于油气管道安全管理的对策措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2015(19).
- [2] 刘玉恒, 郭俊圻. 输油管道安全生产运行控制措施 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017(12):3072-3072.
- [3] 肖子云. 天然气管道泄漏原因分析及防范处置对策 [J]. 河北公安警察职业学院学报, 2016, 16(1):3.
- [4] 孙启. 油气储运中的管道防腐措施分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018(12):243.
- [5] 吕政. 辽河油田 W 区块输油气管道腐蚀泄漏原因及对策 [J]. 管道技术与设备, 2019(3):5.
- [6] 付海龙. 关于油气管道安全管理的对策措施 [J]. 中国化工贸易, 2015(09):42-42.
- [7] 李子彬, 孙益星. 油气管道泄漏安全对策措施研究 [J]. 现代职业安全, 2023(19):127.
- [8] 陈宇, 赵迪. 天然气管道泄漏原因分析及防范处置对策研究 [J]. 中小企业管理与科技, 2016(08):16.