

加强石油天然气管道运行安全隐患管理的策略研究

王宝贵（中国海洋石油国际有限公司，北京 100028）

杨国生 林 超（中海石油（中国）有限公司天津分公司，天津 300452）

摘要：石油天然气是工业生产和居民生活中不可缺少的能源，在社会经济发展中扮演着重要角色。随着我国经济发展，石油天然气管道数量不断增加，为工业生产提供了更加便利的能源供应，但是也带来了许多安全隐患。因为石油天然气属于易燃易爆物品，如果输送管道存在安全隐患，可能导致严重的企业生产和公共安全事故，最终影响企业正常生产和人们的日常生活。研究石油天然气管道运行安全管理方法对于石油天然气安全输送意义重大。本文探究了石油天然气管道运行中存在的安全隐患问题，并分享了强化安全管理工作的措施，希望促进石油天然气管网安全稳定运行。

关键词：石油天然气；管道管理；隐患事故；运行安全

石油天然气管道运行过程中发生故障，可能造成环境污染和火灾爆炸事故，对企业正常生产和居民生活带来极大损失。石油天然气管道运营企业要结合管道运行常见的安全隐患和易发生安全事故的段位采取预防性措施，进行技术控制，做好维护保养工作，消除管道运行安全隐患，防止管道发生安全事故。

1 石油天然气管道运行安全隐患

随着中国经济快速发展，对石油天然气能源的需求越来越大，因此石油天然气管道建设规模不断扩大，同时也带来了许多安全隐患。如果这些安全隐患逐步升级可能引发安全事故，对企业造成巨大损失，甚至对社会的稳定带来一定的影响。所以有必要深入分析目前我国石油天然气管道运行中的安全问题，制定相应的解决措施，最大限度降低石油天然气管道安全隐患。

1.1 管道线路设计缺乏合理性

石油天然气线路选择的首要条件是避免在人群密集并且存在火源、电源的区域。近些年来，不少石油天然气管道在选址阶段由于缺乏合理性和长远规划，导致石油天然气管道运行的安全隐患不断增加。另一方面，由于城市建设的扩张，一些住宅建设到了石油天然气管道线路的附近。

有些管道修建在人群密集的区域，且有些管道裸露在外，容易受到人们日常活动的影响，导致管道外部保护层出现破损，进而增加管道危险性。部分管道所在地质环境不稳定，如果地质环境发生结构变化可能对管道的整体稳定性带来影响，导致管道泄漏和断裂。还有部分管道过于靠近火源或电

源，如果管道发生泄漏，在接触到火源和电源后可能引发管道爆炸。

2013年11月22日，山东黄岛石油管道爆炸事故造成近200人伤亡，对人民生命财产安全造成极大伤害，也对涉事企业造成了毁灭性的影响。该管道建造于1986年，造成事故损失如此巨大的原因，除了输油管道本身的安全隐患外，另一个很重要的原因就是如事故调查报告所说，“原本管线所处的郊区现在变为繁华城区，建筑物众多，人口密集，部分管道陆续被占压，导致管道无法抢维修，即使一些没有占压的建筑物也离管道较近，无法进行管道防腐层大修”，隐患长期无法有效整改，最终酿成重大事故。

1.2 管道材质安全等级不达标

我国对石油天然气管道材质的选用制定了具体明确的规范，但是一些设计和施工单位未能严格遵守设计施工规范，导致管道材质的安全等级不达标。在设计方面，部分设计单位对管道路由和运行条件等参数调研不充分，地区系数、安全系数、腐蚀余量等参数选择不当，从而导致管线设计的管线材质和尺寸选择错误，管道的安全等级降低，对未来的安全运行埋下先天隐患。施工承包企业施工时由于缺乏严格的监理体系，对于管道材质的检测力度不足，可能会混杂使用不合格的材料，在强度和抗性方面远远达不到规范要求，在外力的作用下可能出现结构问题。另外，在管道施工过程中，过于追求施工进度，施工环境不合格或者焊接质量缺陷，导致管道部分管段存在质量问题，成为整个管道运行安全的薄弱环节。

1.3 人为破坏现象较为严重

人为破坏是石油天然气管道运行安全管理中较为常见的问题。许多石油天然气管道修建在裸露的环境下,甚至缺少足够的保护措施,很容易受到人为破坏。

一是随着人们生产活动范围的扩大,或者有些管道本身就处于人员密集的小区附近,其他生产活动开展的过程中由于施工人员的疏忽,或管道信息标识不明确,对管道造成损坏。例如建筑施工作业时不小心破坏了石油天然气管道外保护层,使得埋地管道与土壤和水分直接接触,使管道受环境腐蚀加速。甚至有些施工作业直接挖断石油天然气管道,造成油气泄漏和火灾爆炸事件。2017年7月4日,吉林省松原市宁江区某施工企业在实施道路改造工程旋喷桩施工过程中,钻漏地下中压燃气管道,导致燃气大量泄漏,燃气扩散到室内,积累达到爆炸极限,遇随机不明点火源引发爆炸,造成多人伤亡。有些海底油气输送管道被附近船舶抛锚撞击或拖拉变形甚至破裂,或被挖沙等工程作业船破坏。二是一些不法分子窃油窃气,故意将管道破坏。有些管道铺设在农村等经济欠发达地区,盗油盗气现象时有发生,这种行为危害非常大,因为管道局部结构受到破坏后需要采取科学的方法进行修复,而这些盗油盗气者往往只是简单处理,从而增加了管道的风险,甚至可能在管道破坏后失控弃逃,造成油气泄漏,污染环境。新闻媒体就曾报道国内某些地区的居民偷盗管线天然气,并用塑料袋灌装回家,给当地带来很大的安全隐患。

1.4 施工方法不科学埋下安全隐患

石油天然气管道的铺设和安装方法也影响着管道的安全性,一些施工企业缺乏足够的施工经验,加之部分人员对管道安全保障技术的把控不到位,在施工过程中埋下安全隐患。有些管道铺设的实际位置与设计位置存在较大的偏差,有些海底管道铺设埋深不足,在海流作用下发生位移,或没有进行有效压载,导致局部悬空,这些管道受到地质环境和外力的影响管道结构发生变化,使得管道的稳定性变差。有些管道在施工过程中没有按照相应的规范进行焊接、防腐涂装、保温,或为了便于施工,未经设计单位同意,私自改变管道的支撑结构等,导致石油天然气管道局部缺陷,在长期的运行过程中发生失效。

1.5 运行管理不完善

截至2020年,国内油气管道运行总长度达到

16.5万km,涵盖了原油、成品油和天然气管道,已经形成基本的管网结构。这些管道的建设和运行之前大多隶属于三桶油众多不同的石油石化分公司,运行管理水平各有不同。2019年,国家石油天然气管网集团有限公司正式成立,实现了石油天然气的生产和运输分离,油气管道运行专业化管理。但是在油气管道运行管理中存在的历史性问题的解决和完善并不是一朝一夕的事情。主要问题包括管道设施完整性管理不足,体现在管道设计建造和运行管理的基础数据信息系统不完善,对于管道的监测、检验、维护等执行标准不统一;管道运行状态差异较大,部分管道带病运行,隐患长期未得到解决。2013年山东黄岛石油管道爆炸事故的原因之一就是管道隐患长期存在,未及时整改。

2 强化石油天然气管道运行安全管理的措施

强化对石油天然气管道运行安全的研究,对降低管道的安全风险,确保石油天然气运输的稳定性意义重大。石油天然气管道设计单位和运营企业需要结合管道存在的安全风险制定管理措施,最大程度降低石油天然气管道运行安全风险。

2.1 科学设计管道线路



图2 在无人区铺设的架空管道

石油天然气管道设计线路前需要进行实地调研,获取区间的具体地质地貌、农田建筑等情况,将地质环境和建筑物带来的安全影响降低。与此同时,也要考虑管道沿线人口分布情况,尽量避开人口密集的区域(图1)。此外,设计阶段也要考虑到管道周边是否存在危险点,如电厂、化工厂或者火源等,防止管道出现泄漏带来爆炸事故。在管道路由调查确认最终线路后,要做好路由标记,及时更新管道信息系统,做好信息共享,避免其他施工作业误伤管道。

2.2 加强对管道材质的检验

石油天然气管道材质对于管道稳定运行非常关键。一是加强对管道生产厂商资质审核和不同批次

管道材料的检验,严格将管道生产质量控制在规定的范围内。二是加强对施工管道的检查,对于同一批次的管道需要进行多次检查,发现存在结构问题的材料后需要第一时间进行更换。三是从源头上控制石油天然气管道的生产,对具备生产资质的企业也需要进行长期的考察,连续发现管道材料不达标需要撤销其生产资质。

2.3 强化管道保护宣传工作

石油天然气管道运营企业应该加强管道保护法宣传工作,减少人为破坏管道现象出现。通过电视、网络和短信、以及在管道附近设置明显标识的方法向社会宣传保护石油天然气管道的法律意义,并说明相关注意事项和应急联系方式,增强人们对石油天然气管道安全运行重要性的理解,强化人民群众对油气管道保护的自觉意识。此外,也要坚决打击窃油和窃气行为,建立完整的石油天然气管道监控网络,如果发现窃油窃气行为及时制止,并依法查办。同时也要强化维护检修工作,定期检查石油天然气管道结构,发现安全隐患问题及时解决。

2.4 严格控制管道施工质量

施工作业质量对管道的安全运行至关重要,严格控制施工质量也是提高管道安全性最有效手段。在招标合同中明确规定对施工作业质量标准,并且明确质量不合格的纠正措施。一是对施工承包企业和作业人员进行严格的资质审查,选用资质齐全、信誉良好的施工单位和技能过硬的施工人员。二是要认真审核施工作业方案,确保施工工艺和机具材料符合管道设计要求和施工规范。三是要加强施工作业过程监督和质检,如管道焊接工艺和作业条件是否满足要求,涂装和保温是否按规范施工,管线阀门、仪表等附件安装是否满足操作条件等。四是严格工程验收,对管道功能性试验结果进行验证,对施工作业文件进行移交归档。

2.5 加强管道运行安全管理

管道的运行安全管理在全生命周期的管理中占据最为重要的地位,一是运行周期时间最长,占全生命周期的时间比例最大;二是运行期间管道是充满油气且工况变化最为复杂,也是管道失效后果最为严重的阶段;三是运行期间的有效管理也是验证管道设计和施工质量,解决其中缺陷问题的最佳途径。制定完善管道运行安全管理制度和强化执行是保障管道安全运行的必要条件,主要包括:

①建立健全管道运行操作规程,加强操作人员技能培训,提高操作维护质量;②加强管道运行数

据监测和分析,利用智能软件对运行工况进行模拟,能够预判管道运行中存在的隐患;③落实管道巡线制度,可根据实际需要通过视频监控、无人机或人工巡线,实时掌握管道路线上的物理状况,及时发现影响管道安全运行的不利因素;④加强管道腐蚀监测,通过设置腐蚀检测装置、定期通球检测等手段,及时发现管道缺陷,避免隐患升级(图2);⑤制定管道隐患管理制度,加强隐患排查治理,及时化解事故风险;⑥建立管道事故应急响应机制,从人员、程序、物资、社会资源等各个方面做好充分储备,定期开展应急演练,提高事故应急处置能力。



图2 智能通球可全面检测管道缺陷

3 结束语

随着中国能源消费结构升级,在今后一段时间内,石油天然气将逐渐占据能源供应的主导地位。石油天然气的内陆输送主要依靠管道运输,因此未来中国油气管道建设里程将快速增长,油气管道安全运行管理的重要性更加凸显,不仅关系石油天然气能源的连续输送,更关系到社会经济的持续发展和居民生活的稳定。油气管道的安全管理要着眼全生命周期,从设计、施工、运行、弃置各个环节全方位加强管理,通过做实基础工作,夯实技术和安全管理的各个细节,构建油气管网管理的信息系统,实现数字化管网,智能化管理,实现油气管道安全管理的升级,保障油气管道长期安全运行。

参考文献:

- [1] 张烨,赵伟,赵辉,等.石油天然气管道安全管理存在隐患及排除[J].中国化工贸易,2015,7(33):467.
- [2] 刘琛.加强石油天然气管道运行安全隐患管理的策略研究[J].大观周刊,2020(15):409.
- [3] 吴玉得.加强石油天然气管道运行安全隐患管理的策略研究[J].石化技术,2020,27(11):212-213.
- [4] 李亮.浅谈石油天然气管道运行安全隐患排查与管理体系[J].中国化工贸易,2020,12(25):11-12.