

# 石油天然气长输管道危险性探讨

谢红鹏 李国辰 (国家管网集团北方管道有限责任公司廊坊分控中心, 河北 廊坊 065000)

**摘要:** 我国近些年的工业产业快速发展, 对油气的需求量也在不断增加, 长输油气管道的长度、数量与日俱增。油气管道运输的介质易燃、易爆, 如汽油、柴油的危险程度较大, 引起爆炸和火灾事故的概率较大。此外, 这类介质也极易挥发、泄漏, 管道沿线的环境复杂, 发生风险的概率较大, 油气管道内可能存在多种油品顺序输送, 这些情况都会对管道输送的安全性造成负面影响。为确保顺利完成油气输送任务, 需设计一套高效、全面的安全系统, 确保管道运输的安全性。

**关键词:** 石油天然气; 长输管道

## 0 引言

针对工程作业实践及结构之中油气长输管道的特点予以深入分析, 并在此基础上展开对油气长输管道系统安全性的高效安全评价。以数据整理为前提, 获取潜在事故的可能后果, 确定油气长输管道生产系统在事故发生全程中所发生的各类影响, 让有关油气长输管道工程安全技术人员和工程管理机构得以充分明确油气长输管道中所存在的各类问题。并予以有效的安全措施, 以充分确保工程生产的安全性。

## 1 油气长输管道工程安全评价

油气长输管道是一种十分庞杂的人、机、环境共存系统, 该系统密闭存在, 不仅表现出人因系统事故的性质, 也同时具有自然系统灾变的特点。如果单纯采取适用于人因系统或自然系统的评价方法进行评价, 则可能影响油气长输管道系统危险性的评估结果。为此, 要求综合考虑“人—机—环”系统, 针对油气长输管道系统的危险性实施综合分析及全面评价。在确定具体的安全评价方法时, 不应以理论深度及广度作为唯一的评判和选择标准, 而是要充分关注工程应用的便捷性和评价方法的可操作性及可实践性, 全面考虑各类影响因素, 以确定契合油气管道现场实际, 可以充分反映油气管道整体安全评价结果的评价方法。

### 1.1 安全检查表

安全检查表, 即采取系统化的方式展开对于生产系统及设备的合理分析, 从中挑选出具体的不安全因素, 并将其通过问题清单的形式进行呈现, 将其列制成表, 以便开展后续检查, 降低漏检问题的发生风险。需要在安全检查表之中列出各种可能引发事故的不安全因素, 针对岗位职责实施细化。要求确保安全检查表内容及所检测项目的一致性, 在其中囊括备注、序号、回答、检查地点及内容等多项内容。待建立相应的安全检查表后, 可以将其视作检查实施的重要依据。安全检查表具有非常强的针对性, 可以在系统安全性考察过程中发挥十分重要的作用。要求在站场单元中充分关注火源、中毒、雷电及噪声等各类危害。在管道安全预评价过程中运用安全检查表, 需要进行充分改造, 并针对检查结果实施更改。

## 1.2 风险评价

结合国外管道的事故案例资料予以全面分析和充分总结, 以管道风险管理经验为前提开展油气长输管道风险评价, 针对评价管道之中的不同安全因素及各类潜在后果实施逐项评分, 以确定管段的实际危险情况, 确定管段的相对风险。此类方法的指标值及评分标准通常是在国外管道事故数据分析和评价的基础上所总结的, 为此, 要求在实际评分过程中全面做好第三方破坏、自然灾害及腐蚀取值, 结合中国已经构建的管道设计及施工经验, 采取评分法针对管道沿线的危险水平实施充分评价及绘制, 以确定管道全线的直观风险状态。

### 1.3 危险指数评价法

结合以往的事故统计资料及物质潜在能量状态, 充分运用系统工艺之中的物料量和物质等系列数据, 利用推算公式展开对于系统工艺装置及各类物料潜在危险实施客观评价。通常可以从多个视角进行危险指数评价, 分别为危险物质及工艺过程的火灾, 以确定爆炸的危险性; 其次, 针对事故发生过程中的经济损失情况予以充分分析和合理评价。在实施油气长输管道工程安全评价时, 充分利用此类方法可以展开对于火灾及爆炸危险性部分的充分评价, 以便展开对于火灾和爆炸危险等级的定性评价。

## 2 长输管道安全管理存在的问题

### 2.1 地质灾害

地质灾害的发生具有突发性强、破坏性大的特点, 由地质灾害而引发的天然气管道事故后果也非常严重。江西省山地丘陵区和多雨区, 是较为严重的暴雨型山体滑坡、泥石流地质灾害易发区, 特别是在赣南地区管网沿线地质环境条件复杂, 局部地段沟谷深切, 地形高差大, 岩坡陡峻, 由于管道敷设在浅表层, 较易受各类地质灾害的影响。

### 2.2 施工及材料缺陷

施工缺陷主要包含施工期机械损伤、焊口不达标、防腐层破损甚至补口未做、管道底部存在异物导致后期凹陷、管道敷设横切山体导致滑坡隐患、管道埋深不足等。上述施工缺陷及材料缺陷的修复对已投产管道的损失是巨大的, 一方面带伤运行存在极大安全风险, 另一

方面修复缺陷往往需要停输,即使不停输在带压管道上修复安全风险高,维修成本大。因此减少前期施工缺陷及材料缺陷,可以有效保障管道安全运行,降低维护成本。

### 3 影响油气储运过程当中管道腐蚀的相关因素

#### 3.1 内部方面的影响

针对此方面的影响因素来说,当油气进行储运的过程中,相应介质的构成部分,抑或者相关输送条件等等,上述构成部分易于让油气管道产生被严重腐蚀的情况。基于减小由于腐蚀造成的严重危害的目的,进行油气储运的过程当中,应该针对管道中存在的相应介质因素加以科学处理,以便及时把包含的氢气能够排出去,不过,很大几率依然存在不同含量的二氧化碳,上述构成成分会和管道中的水进行融合,然后形成了相应的酸性物质,受到酸性物质的影响,带给油气储运管道很大的腐蚀影响,对比强酸性腐蚀来说,其更加严重,造成的危害也更大。为此,深入分析内部方面的影响因素可谓非常必要,其重要性是毋庸置疑的。

#### 3.2 外部因素

当开展油气储运的过程当中,非常易于发生管道腐蚀的现象。通常情况之下,在被外部环境和其他类因素所干扰之后,将会产生严重的不良影响。例如,外部中出现的温度、天气以及土壤酸碱值的改变等因素,特别当出现十分恶劣的天气情况时,其带给管道腐蚀方面的影响十分巨大。因而,处于管道施工的初始阶段,有关技术人员应该紧密结合作业位置的具体环境情况,提前进行预估和评析工作。特别遇到管道长久被深埋到地下的情况,在使用的年限增加之后,将会造成腐蚀性逐渐变大,形成不良的后果。

#### 3.3 管道自身因素

由于各种类型的油气管道,在材质方面也存在着很大的差异性,所以,影响腐蚀方面的因素也不一样。当管道被运用到油气储运的过程当中,实际上,针对油气中的不同类型化学成分来说,显然十分复杂,如此,容易由于运输、储存工作不到位,进而造成相应的化学因子发生了不良反应,以便带给管道与其接触面严重的腐蚀影响,一方面,降低了管道运输工作的效率,另一方面,则导致管道运输的安全性无法获得有效地保障。系统研究和分析管道自身方面的影响因素非常关键,有助于进一步增强管道防腐工作的成效,其实践价值是非常大的。

### 4 管道安全管理的应对策略

#### 4.1 加强过程管控

施工质量是关系到管道能否安全、平稳投产和运行以及减少事故发生的关键,也是能显著降低后续维护费用的环节。施工过程中要遵守国家、行业有关施工规范,还要特别做好下列工作:施工过程中严格执行规范,严防出现不合格焊口、黑口;焊口防腐修补时严格按照工

艺要求进行操作,保证补口质量,杜绝出现补口未防腐事件发生,防止留下安全隐患;管道下沟过程中避免管道防腐层的损坏和管道本体的划伤;对地质灾害易发地段的,要完善专项保护方案,确保后期投产后管道安全。在做好工程建设管理的同时,建议建设单位制定对施工单位的处罚制度。如在“三查四定”前,先由施工单位及监理进行自查自改,施工方确认无异常问题后,建设单位再抽调公司专业人员检测管道埋深、管道防腐层、水工保护情况,如发现管道本体损伤、埋深不足或防腐层缺陷时,施工单位除无条件整改外,还应承担由此产生的检测费用并对其进行一定的经济惩罚,提高管道本质安全,也是降低后期管道维护费用的方法。

#### 4.2 运行期间管理

针对国内外发生的事故及原因分析,做好运行期间管道风险管控,确保管道长期安排平稳运行尤为重要,管道企业需要落实——《油气输送管道完整性管理规范》要求,抓好管道全生命周期完整性管控外,建议重点完善以下工作:

##### 4.2.1 加强线路巡护管理

管道线路巡护是基础,巡护人员责任心是关键,各单位一方面需通过不断培训来提高巡护人员风险辨识及隐患排查能力,提升其工作责任心,另一方面通过考核兑现方式,激励巡护人员,对不负责任及长期巡线缺失的属地巡线工进行撤换,对不合格的专职巡线员进行调离或考核处罚。

##### 4.2.2 安全管理前置,扎实做好第三方施工管理

应简化施工前方案审批流程,在符合管道保护要求的前提下,尽快审批通过,杜绝方案审批时间过长耽误对方工期而激化双方矛盾。在管道周边动土作业前,做好管道埋深、走向等关键信息的技术交底,做好风险辨识,重点加强施工项目负责人、工地负责人及机械设备操作员安全教育,使其树立管道安全红线意识;管道安全范围内开挖必须安排人员监护,及时补充完善警示标志设施,必要时设置管道保护硬隔离设施,严格按照方案做好管道保护。

##### 4.2.3 做好管道保护宣传

提高管道精准宣传方式,深入管道周边企业、村委、学校、农户家中,定期走访村委等有特定影响力人员,提前掌握管道周边施工情况。完善管道线路加密桩及警示牌,保证管道走向清晰明了。落实管道保护举报奖励制度,提高群众积极性,对管道沿线群众及时发现并报告的第三方施工给予现金奖励,提高群众积极性。

##### 4.2.4 科学识别地质灾害,做到治早治小,有效降低维护费用

针对地质灾害隐患,应科学识别,提前识别,争取“治小治早”,特别是山区地段管道投产运行前,因施工期间地质山体扰动破坏,发生地质灾害事件可能性更高,更应该提前研判,有效降低地质灾害发生并降低维



修费用的投入。

#### 4.2.5 加强防腐管理,保障管道长期安全稳定

管道防腐层的好坏,直接制约管道使用寿命,影响管道长期安全平稳运行。日常管理中,首先需要认真负责地组织人员定期对阴极保护参数进行测量,发现异常问题及时处理,保障阴极保护系统正常问题;其次,组织力量对管道存量防腐层漏点进行开挖修复,一方面可以解决管道外腐蚀情况,另一方可以通过防腐层开挖修复发现部分管道本体损伤,第三,及时关注管道内腐蚀状况,防止发生管道内腐蚀失效事件。

#### 4.2.6 推行管道完整性管理,保证管道本质安全

推行管道完整性管理,全面进行管道清管内检测,识别管道潜在的本体缺陷,以便能早期维护,同时可以为管道维修提供科学的依据,变抢修为计划检修,减少管道维修费用,避免管道维修的盲目性。

#### 4.3 钻进设计

在进行钻进工程施工时,要对钻进参数做随时调整。因为,通过地质勘探,并非就能将地下岩层情况完全显示出来,所以,在展开钻孔施工过程中,在钻入段的时候一定要注意慢转轻压,当进行到平直段的适合,就可切换为快转轻压的方式,从而使钻具的稳定性与导向性得到更好保障。伴随地质岩层及钻进深度的改变,在突破不同岩层带的时候,要结合岩层的具体情况对钻进参数做适当调整,以免在钻进不同岩层时,出现设备损害的情况。留意钻压突变、泥浆漏失等地质突发情况,做好施工过程的认真监控。如果出现有钻探设备故障、地质突发情况,施工要即刻停止,并及时告知地质勘察工程师与施工技术人员,在将突发情况的原因查明之后,完成相应处理,施工才能继续进行。在进行回扩时,泥浆量要确保合适,同时不定期检测泥浆的性能参数,依据土层和岩层的情况,对泥浆性能指标进行调整。例如,一些地区土层为粉淤质土,可把适量的稀释粉加入泥浆混配系统内,旨在起到塑管、钻杆、润滑剂固化洞壁的效果。完成扩孔后,要按照设计图纸校核完成的扩孔孔洞,确保其方向精度、宽度与管道施工要求相符合。在管道回拖时,要加强对孔内情况的观察,钻机操作人员要注意钻机扭矩和回拖力的变化情况。严禁蛮拖,保证回拖顺利、平稳。要一次性将管材拖入成型的孔洞内,尽可能避免中途停顿,防止回拖遇到较大阻力。

#### 4.4 加大对涂层防腐技术的运用

进行金属管道表面除锈处理工作的过程当中,通过在上面涂一层防腐涂料之后,以均匀的形式进行涂抹,能够让金属表面和不同的腐蚀性实现一定的隔绝效果,此种防腐处理的方式便叫做涂层防腐。从当前的情况来看,油气储运管道进行防腐工作的过程当中,此种方法的运用次数非常多。实施开展运用的过程当中,有关工作人员需要实施涂料以前,应该仔细清理金属表面,确保上面存在的各类油污与锈蚀等现象都能够及时清除,

有助于进一步增强涂层的效果,规避出现浪费时间与精力的现象,达到有效降低成本的目的。除此之外,基于规避输送介质造成管道内壁出现腐蚀现象的目的,一般可以在管道的内壁上涂抹防腐涂层,具体的厚度要求处于0.03~0.3mm的范围内,通常情况下,主要以环氧煤沥青防腐层与煤焦油瓷漆防腐层等为主。显而易见,通过前文的阐述和分析以后,从中可以获悉,加大对涂层防腐技术的运用力度显得尤为必要,拥有一定的研究意义与实践价值。

#### 4.5 压力测试

在石油化工工艺管线中,阀门有控制压力和流向的作用,在安装前必须要进行试压,试压合格后才可以进行安装,安装质量的好坏决定了到达压力后管理的能否通畅。对没有特殊工艺要求的阀门采取垂直向下安装,重量较大的阀门需要科学的进行吊装措施,安装原则是不影响人员后期通过和操作。安装阀门时需要牢记安装常识和安装技能,在施工时要做好型号标记,在图纸上相应的地方标注,避免阀门安装错误或者出现方向装反的现象发生,针对单向阀不仅要标注出来,还要标出每个阀门的安装位置。在管道进行试压前要预先做好准备,按照试压方案确定好试压介质、方法、步骤及各项安全措施等,将试压系统中所有管线进行检查,做好现场各项试压设备的安装和检查工作,确保试压能够顺利开展。

#### 5 结束语

油气储运管道是油气资源运输、供给的重要工具,其运输安全不仅关系到国家能源的安全、社会经济稳定发展,还关系到生态环境的健康及人身安全。由于油气储运管道所处的工作环境恶劣且复杂,加之自身使用功能的特殊性,所以其运输安全会受到多种因素的影响,存在很多风险类型。对于油气储运管道的设备安全问题,除持续加强防腐技术来提高设备设施防渗漏外,还要结合软件技术,监控油品的运输过程,做到准确控制油品运输,防止因为运输不当引起各类事故,造成财产损失。保持天油气管道系统的完整,从而提高管道的安全性能,同时减低后期维护成本,提高管道企业的经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 付志明.长输天然气长输管道失效原因及安全管理研究[J].化工设计通讯,2021,47(12):11-12.
- [2] 赵黎,丁一军,卫玮,叶飞.石油天然气管道储运安全系统研究[J].能源与环保,2021,43(12):91-95.
- [3] 谭笑,张妮,孙大微.国内外石油管道站场地下水监测标准指标研究[J].石油工业技术监督,2021,37(12):12-15.
- [4] 张一,王鹏程,王玺程,郝志磊,路阳.输气管道施工过程环境保护措施探讨[J].石油和化工设备,2021,24(12):115-116+121.
- [5] 王长征.针对油气储运中管道防腐技术的分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(23):195-196.