

原油集输管道安全技术研究

姜凤凤(延长油田股份有限公司定边采油厂, 陕西 榆林 719000)

王 剑(长庆油田分公司定边监督站, 陕西 榆林 719000)

摘 要: 原油集输管道是油田输送原油的主要通道, 其运行的过程中由于受温度、压力、介质性质的影响而易于产生火灾、爆炸事故。本文从原油集输管道常见事故原因入手, 对其进行详细分析, 并针对不同类型事故提出了具体的事故预防控制措施, 保障了原油集输管道的长效平稳运行。

关键词: 原油; 集输管道; 安全技术; 事故

1 引言

把原油从单井收集到计量站后, 再输送到中转站、输转站、集输站、联合站行初加工、处理, 最后进行外输的过程称为原油集输。原油集输运用到的管道称为原油集输管道。它属于短距离的集输管道, 密集的分布在油田的内部, 相对于长输管道而言, 它虽然输送距离短、管径小, 但却存在分布密集、工艺复杂的特点。当期发生泄漏后, 容易引起火灾爆炸事故, 导致严重的设备损坏和人员伤亡事故。因此, 掌握原油集输管道的运行特点, 分析管道运行中易发生的事故原因, 从而找出消除隐患的对策, 对于原油集输工作有着很重要的现实意义。

2 原油集输管道的安全设计

原油集输管道由于受到温度、压力、介质性质的影响, 运行中火灾、爆炸事故的危险性比较大, 因此, 在原油集输管道的设计过程中必须注意以下问题。

①确定外输能力: 输油能力的设定, 应根据输油量及已经掌握的其他相关条件、信息、资料等, 合理的选配管径, 使管道投产后能够具有最大安全、经济、合理的输送能力; ②输送工艺: 在确定外输能力的同时, 必须同时确定外输工艺、输送方式、输送压力、输送温度等参数以及加压、加温站的布置与设备的选用; ③敷设方式: 弹性敷设, 就是在管道的设计、安装和敷设的过程中, 预先充分考虑到管道的热胀冷缩和悬空地段的自然下降问题, 留有一定的余量; ④管道深埋: 为防止管道在运行中受外界活动的影响或其他机械伤害, 管道埋地必须有一定的埋设深度。埋设的深度应根据地面负载情况、地表耕作深度、土层的稳定性等综合考虑确定; ⑤管道保护: 管道保护设计, 一般应根据线路走向、沿线地形、地质概况、穿跨越工程、敷设工程以及管道工艺方案等综合考虑。管道沿线应设计永久性地面标志桩; 河流区域应对管道做

加强式防腐处理; 管道穿越、跨越地段应加装套管和吊索; 管道全线设计还应设计应急保护措施。

3 原油集输常见事故及原因分析

造成原油集输管道管道发生事故的原因有很多, 大概可以分为内在因素和外在因素两大类。内在因素主要包括内部的腐蚀、温度变化引起的膨胀、材质不良、结构的缺陷、焊接不良和脆性破坏等。外在因素主要包括地基下沉、地层滑动、地震、暴雨、洪水、外表面腐蚀以及外力负载冲击和由其他工程引起的破坏等。具体的事故原因如下:

3.1 原油凝管事故

高凝固点原油在管道输送的过程中, 有时因输油流速大幅度的降低、原油温度的突然下降, 或停输时间过长等原因, 有可能造成原油凝管事故。事故发生后会造管道全线停输, 对整个集输流程影响较大。造成原油凝管事故具体的原因有以下几个方面: ①因修补、改造或采用间歇输送工艺等原因, 致使管道停输时间较长, 造成原油凝管; ②输油泵、加热锅炉因停电或其他故障无法运行, 管道内的原油在无动能、无热能的情况下凝管; ③原油外输过程中, 保温效果差、输油温度低、热能损失大造成原油凝管; ④因管道外输量达不到负荷要求, 在选用正输、反输工艺过程中, 采取的措施不正确; ⑤长期没有进行扫线的管道, 在扫线过程中由于受介质的压力、温度、流量及泥沙的影响, 造成原油凝管事故。

3.2 原油水击事故

在密封的输油管道上, 当原油突然停止流动时, 会将液体流动的动能迅速转化为压能, 这种动能与压能急剧转换的现象称之为“水击”。发生水击时, 如果未采取措施, 则管道由于继续“装充”的影响, 水击压力值会随时间的延续而继续上升。即当管道末端阀门突然关闭, 起点站仍在以正常的输油量向末端输

油时,就会使压力波继续沿管道传播,使管道沿线各点的压力都上升,从而引起管道的全线超压,造成局部管道、设备损坏或超压爆炸事故。

3.3 热变形事故

热变形也会使管道的强度遭到破坏。埋地输送的热油管道投运以后,由于管道操作温度与施工温度存在差异,管道沿其轴向会产生热膨胀变形。对于管道复土比较深、埋地条件比较好的管段,由于土壤对管道产生的静摩擦力和管道固定墩的作用,基本上可以消除管道热变形。而对于埋地条件不良或地势低洼的水饱和地段,由于土壤松软,对管道的束力较小,管道弯头处在两侧管道热应力作用下,会促使弯头产生热变形。操作温度越高,管道变形量越大。弯头热变形会导致弯头破裂,造成严重的原油泄漏事故。

3.4 地质灾害引起的事故

地质灾害主要包括地震、滑坡、崩塌和地面沉降灾害。地质灾害引起的原油集输管道的事故主要有:建筑物的倒塌或物体的滑落将管道砸坏;与输油管道连接的设备(如油罐、油泵等)、支架等的摇晃振动产生的相对位移将管道拉断;地基发生不均匀的下沉使设备产生相对位移将管道拉断;地层断裂、土壤发生拉伸或压缩使直埋管道剪断、扭曲或挤裂;管道与设备、构筑物发生共振而断裂;地基液化导致地下管道严重变形,有时甚至将大直径管道浮起,将支管拉断;地震引起滑坡等管道损坏。

4 原油集输管道事故预防控制措施

为保障原油集输管道正常平稳运行,预防和控制各类事故的发生和扩散,必须对管道及各种安全附件设备进行经常的检查、保养,使其处于完好的状态。针对原油集输管道事故,应采取不同的预防控制措施。

4.1 日常管理与巡护

①落实管道的完整性管理。持续改进应急预案并演练,加强操作、维护人员的业务能力和责任心;②明确细化巡护的内容、频次和重点关注位置。利用GPS定位仪等先进的设备进行沿线的巡查,定期监测管道埋深,特殊管段重点巡查,防止违章建筑占压管道,最大限度地减少自然灾害和人为因素的破坏;③加大管道安全保护工作的宣传力度。加强对沿线群众的管道设施安全保护的宣传教育,增强广大人民群众对管道安全重要性和违规行为危险性知识的认识和了解,强化管道安全保护意识;④对重点管段的管理措施应采取提高日常巡护频次、加密设置地面警示标识、安装全天候视频监控等人防、物防、技防措施;⑤组

织排查输油管道途经容易发生崩塌、滑坡、塌陷、泥石流、地面沉降等地质灾害地段的安全风险和隐患,获取掌握地质灾害预警信息,因地制宜采取治理避灾措施,及时降低风险、消除隐患,最大限度地减少地质灾害对油气输送管道安全运行的影响;⑥日常管理和巡护发现的异常和变化信息应及时上报并跟踪,实现闭环管理。及时阻止危及人员密集型高后果区管段安全的违法施工作业行为;⑦强化运行管理,杜绝操作失误。根据管道运行状况,合理制定维修周期并及时组织管道的维修清理工作;建立健全完善的安全管理规章制度、操作规程和事故预案;对管道腐蚀状况要进行监测,发现问题及时采取措施;建立维抢修队伍,配备完善的维抢修机具,确保事故状态下及时到位,并在最短时间内完成抢修作业;⑧建立GIS数据库,包括管道和设施的地理位置、管道属性的数据文档(运营商姓名、管道名称、管径、所输介质及状态)、数据收集情况等内容;⑨定期维修,采用先进检测设备和定期检测管道壁厚变化、修饰及几何形变情况;⑩定期开展隐患排查整治工作,细化隐患整改“五落实”措施;⑪加强管道日常巡护工作,密切与地方沟通,与地方百姓搞好关系,加强安全警示告知工作,深入开展管道地主信息收集,做到精准宣传;⑫设立报警电话,让管道沿线群众对管道周边异常情况能更便捷的报案预警。

4.2 第三方损坏风险控制

①进行公众宣传,向公众提供管道企业联系方式,如电话号码、电子邮箱等;②建立第三方施工管理程序。任何管道交叉处或管道中心线两侧5m内的施工活动都应纳入第三方施工管理程序,按照有关要求办理相关手续,对5m范围外可能对管道造成影响的施工也宜密切关注。对已与第三方建立联系的施工,如施工活动侵入了管道通行带,应在施工活动开始前对管道准确定位,设置临时标识,并在施工活动损坏或覆盖标识后及时维护,直到施工活动结束;③加强与第三方施工建设部门联系,做到从施工前、中、后期各个阶段均有效沟通及文件备案。针对未开工的工程则进行筛选,考虑将久未开工且不确定开工日期的施工从风险指标中剔除,使相关分数更加贴近实际情况;④邻近油库等易燃易爆场所的油气管道应设置管道走向和禁止烟火的警示标识。

4.3 自然与地质灾害风险控制

建立预防和减缓方案防止天气和地质灾害等损伤管道,在土体侵蚀、地表沉降等特殊区域采取预防和

减缓措施。

4.4 腐蚀风险控制

遵循 GB/T21447 和 GB/T21448 要求,建立外腐蚀控制程序。定期检测管道壁厚。定期识别、测试、减缓杂散电流对管道的影响。对发现的防腐层缺陷应及时修复。对输送介质的腐蚀性进行分析,并依据分析结果选择合适的内腐蚀控制措施。通过安装探针、电阻监测装置、直接测量壁厚方法,监测关键位置的内腐蚀情况。对土壤腐蚀性较强的管段定期进行土壤电阻率复测,并对这些管段定期进行防腐层检漏工作。应定期对管道进行全面检测,及时掌握可能存在的管体及防腐层缺陷。以及及时掌握管道本体情况,对腐蚀点进行修复。

4.5 应急支持

及时完善人员密集型高后果区油气泄漏事故应急预案,切实增强预案的科学性、实用性和可操作性。

定期联合开展应急演练,加快提高应急实战能力。要根据输送油品的危害特性,强化应急初期处置,科学研判并防控现场安全风险,合理控制影响范围,制定泄漏警戒和人员疏散方案。

4.5.1 应急预案编制

①对管线高风险段、高风险因素和缺陷情况应作为应急预案编制过程中重点预控对象,具体编制工作按照 GB/T29639 规定执行;②应按照识别的结果,确定应急预案需要重点关注的管段和内容;③应急响应成员应包含完整性管理人员。

4.5.2 应急措施准备

①管道泄漏后火灾、爆炸事故应作为安全防范的重点;②应将输油管道泄漏后潜在的环境影响作为应急抢险防范的重点。可通过环境敏感性分析技术确定管道泄漏后油品在水中和土壤中的扩散轨迹以及扩散速率。

4.5.3 应急资源准备

应依据风险分析结果和缺陷分布情况,对应急资源,包括人员、物资、机具等配备的有效性进行评估,以确保应急措施能够顺利实施,包括:应急资源配置与分布、人员资质及能力、现场是否满足作业条件等。

4.5.4 应急数据准备

将应急抢险所需的资料进行整理,并配发给应急指挥中心、维抢修中心等相关单位或个人,以确保应急管理人员能够获取所需的资料。

加强对巡线员的管理考核,密切关注潜在地质灾害发展情况,完善预案,加强演练工作。

4.6 其他建议

①运用先进的科技手段对安全设施、设备不断更新、改进,保证安全设施的灵敏可靠,杜绝重大事故发生;②落实动火许可证制度等安全制度,有效防范检修过程中事故的发生;③加强劳动保护用品使用的监督管理,督促职工正确佩戴劳动保护用品,并保证其性能始终处于良好状态,使其达到保障安全的目的。定期组织安全管理人员和工程技术人员对工艺设备运行情况和管理情况进行全面检查;④严格巡查制度,检查永久性的地面标志,如里程桩、转角桩、测试桩、交叉标志和警示标志等。防止因为长时间风吹日晒,造成脱落、倾倒;⑤严格检查管线沿线,管道中心线两侧各 5m 范围内,严禁取土、挖塘、修渠、修建养殖水场,堆放剩余物资以及采石、盖房、修筑其他建(构)筑物或者种植深根植物,防止出现不安全因素;⑥输油管道的穿、跨越段是管道干线的薄弱环节,应根据河道、水文、地质情况采取措施,防止管道在水流作用下的裸露、悬空及污水冲断管道事故,穿越河流的管道,应重点巡查监护,如出现裸露现象应及时恢复;⑦埋地输油管道由于输送的介质、土壤环境都可能存在腐蚀性,从而引起管道出现化学腐蚀、电化学腐蚀、应力腐蚀或电流干扰腐蚀等,最终造成管道腐蚀穿孔、破裂,因此,长时间使用的管道,应定期对防腐层等内容进行检测,如果管道腐蚀严重应及时更换,防止重大泄漏事故的发生;⑧加强管道沿线易受地质灾害管段的识别和管理,一旦发现水毁问题或损毁趋势及时处理,防止灾害扩大。对不能及时立项治理的地灾点,做好临时保护或风险减缓措施,加强日常巡检工作,特别是加强汛期时的防汛及地灾点监测工作;对于已建水工保护工程加强巡检,如出现损坏及时进行修复。

5 结论

本文通过对原油集输管道常见事故发生的机理进行分析的基础上提出了有针对性的防范措施,为延长原油集输管线的服役期限和减少各类安全环保事故的发生提供了科学的参考依据,从而保障了油田生产一线财产和员工的生命安全。

参考文献:

- [1] 廖方建,油气管道安全管理问题及保护措施探讨[J]. 工程技术研究,2019(21).
- [2] 游寒冰,彭航真,常武权.关于油气集输管线安全管理的研究[J]. 中国新技术新产品,2014(7):143-143.