

长输油管线的线路建设与风险管理

张新忠 杨鹏飞 张 勇 贺 焱 张 婧

(长庆油田分公司第十一采油厂, 甘肃 庆阳 745000)

摘 要: 油气管道的线路建设中的线路确定与勘察要充分认识线路走向的各种影响因素, 把握住长输油管道线路走向确定的几项基本原则。按照线路勘察工作认真做好踏勘、初步勘察和详细勘察三个阶段的工作, 管线的腐蚀防护分别按照埋地管线的外防腐绝缘层、埋地管线的阴极保护以及杂散电流腐蚀的防护等方法, 同时风险管理应该是准确检测和可靠的适用性评价相结合, 做好长输油管线的线路建设与风险管理工作。

关键词: 输油管线; 线路建设; 风险管理

油气管道的线路建设影响着油田的建设投资等诸多方面的经济收益, 所以油田在建设油气管道过程中, 要做好细致的规划与勘察设计, 油气管道建设的一项重要基础内容就是对线路走向进行规划, 输油管线的走向一方面输油线路走向要达到油气输送的实际要求, 满足其他一些特定条件, 另一方面还要让油气管道产生最佳的经济、社会以及生态效益, 做好建设项目的风险管理工作。

1 线路的确定与勘察

1.1 线路走向的影响因素

影响管道线路走向的因素主要包括以下几个方面:

1.1.1 油(气)源和用户的地理位置

这是确定油气管道线路走向的基本制约因素。干线输气管道和成品油管道的线路走向更要考虑油(气)源的供应量、各大型用户的用量及其附近的自然地理与环境条件等多方面的因素。

1.1.2 沿线自然条件

管道沿线的自然条件主要是指地形、地貌、植被、建设地质与水文地质条件等。油气管道沿线的自然条件直接影响其建设投资和运行维护费用。管道建设对沿线自然环境条件的影响主要是指对沿线地区的自然景观和生态环境的影响。在确定油气管道的线路走向时, 应尽可能避开自然保护区、水源保护区、风景旅游区、林区、重要工矿区、军事区、城市规划区和文物古迹等。当必须通过时, 需向有关部门提出申请, 只有在获得正式批准后方可通过, 而且应该采取必要的防护措施, 以尽可能减少油气管道对其沿线自然环境的负面影响^[1]。

1.1.3 沿线经济发展现状及规划

一方面, 油气管道的线路走向应适当靠近经济发达地区、规划中的大型工矿区或经济开发区等,

因为这些地区往往有潜在的大用户, 因而有利于发展油气管道的用户。另一方面, 油气管道尽量不要直接穿过已有的或规划中的工矿区、商业区、人口聚居区及各类开发区, 以免管道的建设施工及运行维护活动对这些区域造成不良影响, 同时也可以使管道免遭由这些区域引发的干扰与意外损坏。

1.2 管道线路走向确定原则

油气管道线路走向的确定主要应该遵循以下几条原则: ①线路的选择应符合我国的有关法律、法规及政策, 应避开城市中心区、文物古迹、风景名胜、军事禁区、自然保护区等敏感区域; ②线路应尽可能取直, 尽可能使管道的线路总长度最短; ③尽可能使油气管道在建设施工与运行维护过程中能利用线路附近原有的公共基础设施, 如道路, 供电、供水设施等; ④线路应尽可能避开高烈度地震区、地质断层带、沙漠、沼泽、滑坡与泥石流多发区、土壤流失区、岩石段、大落差地段等建设地质条件恶劣和施工困难的地区; ⑤油气管道沿线的站场及大、中型穿跨越建设的布局应该服从线路的总体走向, 而线路的局部走向应该考虑站场和穿跨越建设的具体选址。

1.3 线路勘察

线路勘察是油气管道设计工作的一个重要方面, 线路勘察主要目的是为油气管道设计提供基础性的设计资料。在开展油气管道设计时, 根据不同的设计阶段会对应有不同的勘察任务和指标。根据国家现行的相关规定, 长输油管道建设的设计过程主要分为三个阶段, 分别是可行性研究、初步设计、详细设计。和前述三个阶段分别对应的线路勘察任务分别是踏勘、初步勘察和详细勘察等^[2]。

1.3.1 踏勘

踏勘的主要目的是对设定的线路方向开展粗略

的现场调查,能够为线路建设的可行性研究及比选等提供必要的资料。进行踏勘任务的核心内容是对线路方案控制性地段的位置进行实地调查,例如大中型河流的穿越、城镇与企业等工矿用地位置的调查,前述地区对油气管线的建设运行起着十分重要的作用。油气管道线路建设需要收集的资料主要有油气管线经过区域的地质、地形、地貌、植被与气象等资料等。也要重点关注线路经过的河流及周边地质情况,如果油气管线周围有大型的水库分布,就要收集水库规划水位及回水淹没范围方面资料,沿线行政区规划图,交通图、特殊地段的大比例地形图、电网分布图及铁路、公路、航道、电网及相关的规划内容。线路经过的城镇、企业等分布现状 & 未来规划资料也是要重点关注的内容。

1.3.2 初步勘察

初步勘察的目的是针对选定的管道线路进行的,可以为油气管道的初步设计提供必要的资料,是最终确定油气管线走向的最为重要一个环节的勘察工作。开展初步勘察核心地段是油气中转的站场,管线的穿跨越建设以及可能影响线路安全的其他地段。油气管线站场位置一方面要满足油气运输的工艺要求,还要考虑当地的自然地理条件、气候气象因素以及社会经济发展现状等,同时充分认识站场所在地的城市规划情况,对这些因素进行综合考虑。通常而言,油气管道站场最适宜的地区应该是地形平坦、地势较高、交通和水电供应方便的位置。

油气管线涉及到的一些穿跨越段,开展初步勘察的主要任务是在进行详细的实地调查,比如油气管线通过的河流上要结合详细的测量和钻探工作。假如采用的是穿越方案,还需要进一步对水下河床的地形进行测量。

1.3.3 详细勘察

当初步设计获得批准后,就要进行下一步的详细勘察,详细勘察的主要内容是为管道的施工图设计提供必要的基础性资料。详细勘察阶段的工作主要分为重点勘察与一般勘察。油气管线的站场、穿越站点以及管线经过地段的不良地质隐患点是重点勘察的对象。其他一般地段进行一般勘察即可,主要目的是提供油气管线及周边的地质资料。

2 管线施工技术分析

2.1 土石方工程

主要是管沟开挖和回填,应根据管线纵断面图及相关的施工图的要求进行。在某些斜坡、陡坎地段,如回填土经受雨水冲刷时不能自然稳定,设计中均要求砌筑护坡、堡坎、挡土墙及排水沟等构筑

物,以防止水土流失致使管线裸露。对因管线施工而损坏的农田水利设施等应按原样修复,沿线还要建设某些附属设施,如线路截断阀室和标志桩等。

2.2 管线组装焊接

线路施工时常在沿线设若干个防腐绝缘层预制厂,钢管运到预制厂后,经检查合格后进行除锈及管端打坡口,再焊接成管段并涂敷防腐绝缘层。管段一般由2~3根钢管组成,随钢管长度及运输条件而不同。预制厂可建成移动式的,以便随着建设的进展迁移至另一处。在预制厂加工好的管段,其防腐等级、管壁厚度、坡口和弯头的角度等必须符合设计要求,按规定编号后装运至施工现场,按顺序沿管沟边摆放^[3]。

2.3 清管和试压

完成全线的连接工作后,为了暴露和检验管线的潜在缺陷,必须进行试压。在试压前要用清管器进行不少于两次的清管,以清除管内的泥沙、污水等脏物。试压、清管工作涉及沿线群众的安全和环境保护,必须和地方政府及沿线群众协商后制定相应的措施。

试压分强度试验和严密性试验两部分,先按不同地区级别的管线分段进行强度试验,每个试压段的长度一般为10~20km,视地形起伏情况而不同。严密性试验一般是在强度试验合格后,各站场之间的管线全部连通后一次进行。

各国的规范都推荐用水作为试压介质,比用气体试压安全,且易于查找漏点。各国的规范也都规定了要求的最小强度试验压力,但其取值有所不同。一般都控制试压时的最大环向应力在0.9~1.1倍的管材最低屈服强度范围内。

2.4 热油管道的预热及置换

对输送热油的管道,为防止投产初期沿线温降太大,需要先输送热水循环,待管线周围的土壤中建立一定的温度场后再输入热油。或者在投产初期提高输量或油温。对于凝点较高的原油也可在投产初期的热油中加入降凝剂。

为减少混油损失,在排出管内的试压或预热存水时,油水之间必须用清管器或隔离塞进行隔离。要妥善处理末站的污水排放。

2.5 输气管道的干燥及置换

用水试压的输气管道,试压后不仅要多次用压缩空气清扫管线排出存水;还必须用物理或化学方法干燥管线内腔。以免因管内积水而引起内壁腐蚀,或形成水合物堵塞管线。干燥的方法有:①干空气法。在隔离塞后注入经充分干燥的干空气;②甘醇法。在几个隔离塞中间注入几段有强吸水性的

甘醇溶液组成“干燥列车”沿管线推进,以吸收管壁上的存水;③真空法。用真空压缩机将管内抽至高度真空,以降低水汽分压^[4]。

干燥后往管道中引入天然气时,为防止天然气与空气形成爆炸性混合气体,要在天然气与空气之间用清管器及惰性气体隔开。只有采用真空干燥时可直接输入天然气。

2.6 投产验收

待油气到达终点、各项运行参数正常后,由业主单位组织验收。施工单位应提交详细的竣工报告及图纸。

3 油气管线腐蚀防护

3.1 埋地管线的外防腐绝缘层

对于埋地管线的外腐蚀控制,一般都采用优质的防腐绝缘层与外加电流阴极保护法联合防护。如前所述,如外防腐层始终完好无损,则埋地管道就不会被腐蚀。无奈,在如此长距离的管道沿线,在数十年的运行中,防腐层总是难免有破损、失效处。

对管线外防腐层的基本要求是:与金属有良好的粘结性;电绝缘性好;防水及化学稳定性好;有足够的机械强度和韧性;耐土壤应力性能好;耐阴极剥离性能好;抗微生物腐蚀;破损后易修复;便于施工和价格低廉。

3.2 埋地管线的阴极保护

外加电流阴极保护就是给埋地管线施加外电流以抑制其原来存在的腐蚀电流。如图1所示,用导线将管线与直流电源的负极相连,将一个外加的辅助阳极埋入地下,与电源的正极相连。其所构成的外加电池的电流从辅助阳极流入管线,使管线金属发生阴极极化,抑制了原来的腐蚀电流使管线得到保护。

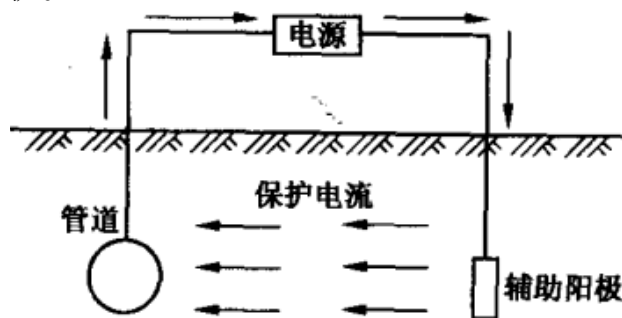


图1 外加电流阴极保护示意图

3.3 杂散电流腐蚀的防护

埋地油气管线经常遇到的杂散电流是直流电气化铁道的漏泄电流,和来自其他阴极保护系统的干扰电流,其干扰范围大,腐蚀速度快,且受多种因素的影响,防护难度较大^[5]。

管道附近是否存在杂散电流及其强度大小,可

根据管地电位的偏移和地电位梯度的强弱来判断,是否需要采取防护措施,各国都有相应的标准。我国的《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》的规定是:当管道上任意点的管地电位较自然电位正向偏移100mV,或管道附近土壤的电位梯度大于2.5mV/m时,管道应及时采取直流排流保护或其他防护措施。

4 长距离油气管道的风险管理

随着各国政府和管道行业对油气管道事故在安全、环境和经济方面造成的严重后果的重视,80年代末,英、美各国开始研究把风险管理技术应用于油气输送管道。风险管理起始于70年代的核动力工业,首先推广应用于航空,航天业,至90年代逐渐推广应用于石油化工、压力容器和输送管道^[6]。由于对环境、安全要求的提高和市场竞争的加剧,英、美、加等国都在油气管道的风险管理方面制定了相应的法令,我国已于90年代中开始对国外的管道风险管理技术跟踪调查,结合我国国情开展相应的研究工作。

5 结语

现代管道运输业始于19世纪中叶。真正具有现代规模的长距离输油管道始于第二次世界大战。战后随着石油工业的发展,管道建设进入了一个新阶段。与国外先进水平相比,我国长距离输油管道在施工机具及施工技术、管道防腐技术等方面有一定差距。改革开放以来,通过与国外的合作设计和技术引进,我国新建输油管道线路建设水平有了显著提高。长输油管道设计和施工队伍已经走向海外,参与管道线路建设的国际竞争。

参考文献:

- [1] 王现中. 基于风险管理的长输成品油管道管理体系构建与实践[J]. 石油化工高等学校学报, 2021, 34(5):6.
- [2] 马志祥. 油气长输管道的风险管理[J]. 油气储运, 2005, 24(2):7.
- [3] 吴焕苗, 李洪娟, 王官庆. 基于蒙特卡洛模拟的输电线路工程造价风险管理研究[J]. 华东电力, 2012, 40(4):4.
- [4] 骆驰, 雷俊峰, 石继训. 公路隧道下穿高压输油管道的安全风险控制研究[J]. 现代隧道技术, 2019(1):5.
- [5] 姚安林, 周立国, 汪龙, 等. 天然气长输管道地区等级升级管理与风险评价[J]. 天然气工业, 2017, 37(1):7.
- [6] 张平生. 油气输送管道的风险管理与基于风险的检测[J]. 油气储运, 1999, 18(2):6.