

石油天然气长输管道路由选择及施工技术的探讨

胡晓东

中石化胜利油建工程有限公司 山东 东营 257000

摘要：本文对石油天然气长输管道路由选择及施工技术进行了深入探讨。分析了常见石油天然气运输方式及特点，详细阐述了长输管道路由选择的要点，包括做好管道管理工作、调整特殊线路段以及落实安全措施提高内部安全。同时介绍了长输管道施工技术，涵盖定向钻施工技术、管道焊接技术、管道施工技术和管道防腐技术。此外，还对长输管道施工管理提出了建议，如注重加强施工进度控制、合理选择管材、下沟回填质量风险控制以及采用人工磁场等措施。

关键词：石油天然气；长输管道；路由选择；施工技术；探讨

引言：随着全球能源需求的不断增长，石油天然气作为主要的化石能源，其长距离、高效、安全的运输成为能源供应体系中的关键环节。长输管道作为石油天然气运输的主要方式，其路由选择直接关系到管道建设成本、运营安全及环境影响。同时，施工技术的先进性与否也直接影响着管道的使用寿命和可靠性。因此，深入探讨石油天然气长输管道路由选择及施工技术，对于优化能源运输结构、提升能源供应效率具有重要意义。

1 常见石油天然气运输方式及特点分析

因为天然气是以气体的方式存在，所以输送气体最可行的办法就是通过管网输送。由于我国经济社会发展进程的不断推动，对天然气的利用依赖度的逐步提高，造成了天然气的应用越来越普遍，使用的地方也愈来愈大，但使用的地点却愈来愈偏远，有的地方还需要过海、跨山把天然气送到不同的客户家中，这将会给燃气长输管线的施工建设及其经营管理工作造成很大的难度和挑战。进入了20世纪70年代，由于科技的进步，也产生了深冷科技，通过该工艺，能够使气体在较低的工作温度下转化为压力稳定的液体，进而进行灌装输送。所以目前对燃气的输送主要选择二个途径，分别为管网输送和液化天然气运输，液化天然气运输方法也可分为船舶运输、罐车运输等的方法，但这样的方法比较适合于短途少量的运送。针对中国内陆土地的较为辽阔来说，长输管道交通将更为便利与有效^[1]。

2 石油天然气长输管道路由选择

2.1 做好长输石油天然气管道的管理工作

建立专业的管理团队至关重要，团队成员应涵盖地质、工程、环境等多领域专家，他们能够全面评估路由的可行性，在前期调研阶段，管理人员要组织详细的地质勘查，分析沿线土壤类型、地形地貌和地质构造，避

免选择在地震活跃带、易滑坡地段等不良地质区域，降低管道受损风险。要加强与政府部门的沟通协调，及时获取当地规划信息，确保管道路由符合城乡建设、土地利用等规划要求。积极办理相关审批手续，保障项目的合法性。在管道建设过程中，严格监督施工单位按规划路由施工，避免随意更改路线造成不必要的损失和安全隐患。并且，还要建立完善的档案管理系统，记录路由选择的依据、过程和相关数据，为后续运营、维护和可能的改造提供准确资料。

2.2 调整特殊的线路段

在穿跨越段的路由选择中，需要综合考虑多种因素。对于河流穿跨越，若河流较窄、水浅且河床稳定，可优先选择大开挖穿越方式，路由应选择在水流平缓、河岸地质条件良好的地段，减少对河流生态和水利设施的影响，要考虑洪水期水位变化，确保管道埋深足够安全。当面对大型河流或航道时，盾构法或定向钻穿越可能更合适。此时路由要避免航道繁忙区域和重要的水利枢纽，避免干扰正常航运和水利工程运行。对于山区的跨越段，若山谷狭窄且两侧山体稳定，可采用悬索跨越或桁架跨越，路由选择要依据山体地形走势，减少对山体的开挖扰动，防止引发滑坡等地质灾害。而在沼泽湿地地区，要选择对生态破坏最小的路由，可采用定向钻等非开挖方式穿越，确保管道敷设和施工条件达到最优平衡，保障工程顺利实施和长期稳定运行。

2.3 落实安全措施，提高内部安全

油田天然气经营的企业必须积极贯彻国家有关规定的措施，主动协助有关主管部门的安全生产专项工作，对各种扰乱原油天然气长输管线的违法行为予以最彻底的打击，增强人民主动意识，以防患于未然。燃气管道经营管理企业必须主动协调政府各部门采取有效的全面

的、多样化的举措处理历史遗留下来的问题隐患,构建起针对防范非法盗取行为和安全经营活动有关的工作制度,确保每一项管理工作都可以产生实质性的成效,同时要确保原油天然气长输管道的安全保护工作完整而安全。原油天然气管道经营管理企业必须加大自身的安全防护力量,积极学习先进经验,不断增强安全防护能力。

3 石油天然气长输管道施工技术

3.1 穿跨越技术

盾构法适用于大型河流且地质条件复杂的情况,通过盾构机在河底挖掘隧道,然后将管道在隧道内铺设。盾构机具有强大的掘进能力,可有效应对不同硬度的地层,施工过程中能较好地控制隧道的精度和稳定性。定向钻穿越则是利用定向钻具在地下钻出一个弧形通道,管道沿着这个通道穿越河流。这种方法对河流的通航和周围环境影响较小,施工速度相对较快,但对于地质勘察的要求较高,需要准确掌握地下的地质结构,避免在钻进过程中出现卡钻等问题。在跨越方面,对于小型沟渠或山谷,可以采用架空跨越的方式。通过搭建钢结构支架,将管道架设在上方。支架的设计要考虑到管道的重量、当地的气候条件(如风力、雪载等),确保管道在长期运行过程中的安全性。对于大型的江河湖泊跨越,悬索跨越和斜拉索跨越技术较为常用,它们能够利用高强度的缆索来承载管道重量,分散受力,保障管道稳定跨越。

3.2 管道焊接技术

焊接前,要对管材进行严格的预处理。管口需打磨平整,去除铁锈、油污等杂质,保证焊接面的清洁度,同时对管材进行精确的对口,确保管口的同心度和错边量在规定范围内,为高质量焊接奠定基础。焊接过程中,根据管材材质和壁厚选择合适的焊接方法。对于常见的钢管,手工电弧焊应用广泛,其操作灵活,能适应多种工况。在焊接参数方面,要依据焊接工艺评定严格设定电流、电压和焊接速度等参数。焊接时,采用多层多道焊的方式,保证焊缝的熔深和熔宽符合要求,避免出现夹渣、气孔等缺陷。焊接完成后,及时对焊缝进行外观检查,观察焊缝表面是否有裂纹、咬边等问题,按照标准要求无损检测,如超声波检测、射线检测等,确保焊缝内部质量,保障管道在运行过程中的安全可靠^[2]。

3.3 管道施工技术

在场站施工中,首先是选址与规划。要综合考虑地理环境、交通便利性、周边人口分布等因素,确保场站位置安全且便于运营维护。场地平整后,进行基础施

工,根据场站设备的布局和承载要求,精确浇筑混凝土基础,保证其强度和稳定性。对于各类工艺设备的安装,如分离装置、计量设备等,需要严格按照设计要求进行定位和连接,确保管道与设备的接口严密、无泄漏,电气系统的布线和安装要遵循防爆、防雷等安全标准,保障场站的运行安全。阀室施工主要围绕阀体安装展开。在基础建设完成后,将阀门准确安装在预设位置,注意阀门的方向和垂直度。阀室的管道连接要保证焊接质量,避免出现焊缝缺陷。

3.4 管道防腐技术

对于外防腐,目前多数采用3PE防腐技术。3PE即三层聚乙烯防腐涂层,它由底层环氧粉末、中间层胶粘剂和外层聚乙烯组成。底层环氧粉末与钢管表面牢固结合,中间胶粘剂增强了各层间的附着力,外层聚乙烯则提供了良好的抗机械损伤和耐化学腐蚀性能。这种复合涂层能有效抵御外界环境因素对管道的侵蚀,延长管道的使用寿命。内防腐方面,环氧内减阻涂层发挥重要作用。它不仅能够防止管道内部被输送介质腐蚀,还能降低介质在管道内流动的阻力,提高输送效率。其良好的化学稳定性和光滑的内表面有助于减少腐蚀和结垢现象。在阴极保护方面,临时阴保在施工阶段可对管道提供及时的保护。而在管道运行期,阴保站深井阳极或者阳极地床的方式则更为常用。通过向管道提供直流电流,使管道成为阴极,抑制其腐蚀反应的发生,确保管道始终处于被保护状态,全方位保障长输管道的安全运行。

4 石油天然气长输管道施工管理

4.1 注重加强施工进度控制

在对某些国家重大项目实施工程控制时,对项目施工进度的内部管理也是十分关键的。当国家各级部门对这些重大建设项目的工程进度实行内部监管时,首先,就必须从项目前期就进行充分的前期准备工作,包括了解设计图样,并熟悉和把握其设计意图,并对工程实施严密的初步设计审查,并进行工程交底工作等,从而制订出正确而合理的工程计划。然后,注意强化政府对实施项目过程中的质量控制工作,即严格按照具体实施程序,对建设项目进行合理的规划与选择,以使项目真正用到现场并起到效果。最后,必须选择专业技术实力过硬且责任心极强的施工单位项目经理,并加强工程人员的力量和强度,以减少因人为因素而造成的施工进度问题^[3]。

4.2 合理选择管材

管材的选择对于管道工程至关重要,涉及管道材质、壁厚、管径等多个方面,且与焊接方式密切相关。在管道材质选择上,需综合考虑输送介质的性质、温

度、压力以及周围环境条件。例如,输送腐蚀性液体时,应优先选择耐腐蚀性强的不锈钢材质;若用于输送天然气等,聚乙烯等非金属材料在一定条件下也可满足要求,同时要考虑其抗老化和耐环境应力开裂性能。壁厚确定依据主要是管道所承受的内压、外载等作用力。通过精确的力学计算,考虑管道的设计压力、覆土深度、车辆荷载等因素。对于高压输送管道,需要更厚的管壁来保证安全,而在低压且无特殊外部荷载的情况下,可适当减小壁厚,但必须满足强度和稳定性要求。管径的选择方式则与输送流量相关。根据流体力学原理,计算出满足预期输送量的最小管径,同时还要考虑经济性和施工难度。过大的管径会增加成本和施工复杂性,过小则可能无法满足输送要求。而管材的选择对焊接方式有更高要求。不同材质和壁厚的管材适用不同焊接方法,如薄壁钢管可采用氩弧焊,厚壁钢管可能需要采用多层多道的电弧焊,以确保焊接质量和管道整体性能。

4.3 下沟回填质量风险控制

(1)土方段回填。在土方段进行下沟回填时,主要风险在于回填土的土质选择与夯实程度。若土质含水量过高,可能导致回填土在后续沉降过程中产生较大变形,影响管道的稳定性。因此,需对回填土的含水量进行严格检测,控制在适宜范围内,分层夯实是关键,每层回填厚度应符合规范要求,一般不超过30厘米,使用合适的夯实机械,如蛙式打夯机,确保回填土的密实度达到设计标准,防止出现空洞现象,使管道受力均匀。

(2)淤泥水塘回填。淤泥水塘地段回填难度较大。应先对水塘中的淤泥进行清理或采取换填措施,可选用透水性良好的材料,如砂砾石。若直接在淤泥上回填,会因淤泥的流动性和高压缩性,导致管道下沉。在回填过程中,要注意控制材料的抛填速度和方式,避免对管道造成冲击。对于水塘周边的软土区域,可适当加宽回填范围,并采用土工格栅等加固措施,增强回填土的整体性。

(3)石方段回填。石方段回填要注意石块的粒径和级配。过大的石块可能在回填过程中损伤管道防腐层,所以需对石块进行筛选或破碎处理,保证粒径符合要求,

要合理搭配不同粒径的石块,使回填体有较好的密实性。在管道两侧和顶部,宜采用细粒土或碎石土进行回填,以保护管道,避免因石块集中造成局部应力过大。

4.4 采用人工磁场

在穿跨越施工中的定向钻钻进控制常采用人工磁场。钻机控向系统依靠磁场调控方向,钻孔后的探头能将导向孔数据传至电脑。但地磁场易受地下线缆、地面高压线、地下管道和金属构件等影响,导致控向参数出错。而人工磁场是在中心线两侧布设闭合导线,这样可以更精准地呈现钻孔结果。当探头到达闭合导线区域后,电源和磁场重新结合,就能检测钻孔轴线是否偏离。对比地磁场和人工磁场,可判断管线位置,进而确定下一个刀具位置。人工磁场不受地磁场干扰,能给出精确的管线通过方位角。在其不受地磁场影响的优势下,对天线方位角进行修正,以此来控制导向通道的设计穿过曲线,从而提高穿过曲线的均匀度,保障定向钻在穿跨越施工中更准确地钻进^[4]。

结束语

综上所述,石油天然气长输管道路由选择及施工技术的探讨,是确保能源安全稳定供应的重要课题。通过科学合理的路由规划,结合先进的施工技术与管理手段,我们不仅能有效降低管道建设成本,还能显著提升管道安全性和运行效率。未来,随着技术的不断进步和经验的积累,我们有理由相信,石油天然气长输管道的建设将更加高效、环保、可持续,为全球能源事业的发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]陈伟.浅析石油天然气长输管道路由选择及施工技术分析[J].化工管理,2018(12):133-134.
- [2]张砚雪.浅析石油天然气长输管道路由选择[J].建筑工程技术与设计,2018(25):134.
- [3]娄宝龙.石油天然气长输管道路由选择及施工技术简析[J].丝路视野,2019(1):161.
- [4]王晓峰,郑正友,曹洋.浙江大口径天然气长输管道穿越工程建设综述[J].天然气与石油,2020,38(5):1-7.