

天然气长输管道山地陡坡段施工技术要点分析

王 龙

中石化胜利油建工程有限公司 山东 东营 257000

摘 要：为提高天然气长输管道工程质量，本文以川气东送二线天然气管道工程为例，探讨该项目在山地陡坡段的施工技术应用。通过对该项目情况与山地陡坡段施工特征的介绍，了解项目施工的特殊性。最后分别从山地陡坡段现场勘察、施工现场修建临时便道、开挖管沟和布管、管道组对焊接、管沟回填5个环节着手，总结施工技术的应用要点，保证在山地陡坡段进行天然气管道施工的质量，以期能够为相关施工人员提供参考。

关键词：天然气；长输管道；山地陡坡段；施工技术

鉴于国内天然气长输管道项目规模的不断拓宽，各地区修建天然气长输管道的数量也随之增加。考虑到该项目施工路线长，而且环境的复杂性也比较高，而且比较常见一些山地陡坡段，所以需要科学选择施工技术，促使天然气长输管道施工的有序推进。本文结合川气东送二线天然气管道工程为例，选取川渝鄂段（铜梁-潜江）重庆段，分析在山地陡坡段时的施工技术要点，提高天然气长输管道施工质量。

1 项目概况

此次分析天然气长输管道工程为川气东送二线天然气管道工程中的川渝鄂段（铜梁-潜江）重庆段，此段管线的起点为铜梁/合川界（桩号 BD000），终点为石柱利川界（桩号 CA000），线路的全长是299.06km。根据该项目资料，确认管线途经省市包括重庆市的7个县区，即合川区、北碚区、渝北区、长寿区、垫江县、忠县、石柱县。项目基本情况整理为表1。

表1 川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段重庆段情况	
项目	参数
站场	1座（垫江压气站）
线路阀室	15座 A类分输监控阀室2座 B类监控阀室13座
管道沿线穿越	铁路8次，高速公路9次，高等级公路18次，山岭隧道穿越31次（其中新建28次、利旧3次），河流大中型穿越7次
全线设计压力	10MPa
设计年输量	$202 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$
设计日输气能力	$7150 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ （折合设计年输气能力 $250 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ ）
管径	D1219mm
涂层	全线设置内涂层
钢管型号	L555M 钢管

2 天然气长输管道山地陡坡段特征

目前我国修建天然气长输管道覆盖规模较大，例如

中亚天然气管道、西气东输、川气东送管道等。因为天然气长输管道工程建设体量大、线路长，所以沿途省份也比较多，加上部分地段存在山地陡坡段，所以难免会增加施工难度^[1]。

此次分析项目同样为山地陡坡段，考虑到地质特殊、坡度大，所以在施工过程中因沿坡地段的土质问题造成严重灾害，例如坍塌和滑坡。与此同时，此次项目现场施工过程中，周边环境条件相对恶劣，天然气管道防腐层可能面临扎穿或磨破的情况，容易给天然气管道工程后续使用埋下隐患^[2]。例如爬行设备在山地陡坡处的运输存在困难，设备的回旋与移动空间有限，增加了管道施工的不确定性，一旦面临阴雨天气，更是会增加施工难度。综上，结合此次分析项目，天然气长输管道山地走破段施工技术的选择与应用非常重要。

3 天然气长输管道山地陡坡段施工操作要点

3.1 山地陡坡段现场勘察

因为天然气长输管道本身在施工过程中比较复杂，与建筑工程的地面施工不同，所以在山地陡坡段的施工中更容易受到阻碍。为了提高天然气长输管道施工质量，建议在项目施工前按规范开展现场勘测，技术人员专门负责勘测工作，保证施工现场条件与项目标准一致，并以此为基础细化施工方案，保证山地陡坡段的施工提供支持。

施工人员在勘测过程中需了解山地陡坡段的基本情况，例如地形地势、坡度等，以此为依据选择合适的施工方法，也为施工现场设备的停留创造条件。进入施工现场后，施工人员首先应进行测量放线，测量时应用GPS卫星定位仪这一设备，选定计划测量地段，在GPS设备中输入测量地段的坐标信息，为确定桩位提供参考，也有利于提高测量工作的效率。如果在勘测中遭遇岩石地段，可能会增加放线环节打桩的难度，施工人员可在岩

石表面每隔20m进行标记^[3]。另外,转角桩桩位需要选择比较显眼的位置,为原桩位的校核提供参考。而且桩桩处和管道中心线之间的距离不能小于5m,以免管沟爆破时因距离过近遭到波及。

3.2 施工现场修建临时便道

结合川渝鄂段(铜梁-潜江)重庆段项目施工的复杂性,要想进一步提升山地陡坡段施工的安全性,需要根据此次分析项目的实际情况,在施工现场修建临时便道,为山地陡坡段管道施工创造条件,而且施工便道也能够保证现场施工人员的人身安全,确保现场所有机械设备功能得到体现,最大程度降低管道施工过程中发生事故的概率。

充分参考现场施工现场实际情况,施工人员按要求进行测量放线作业,根据施工人员布置的桩点做标记,以此为依据确定标高,并结束管道施工前期的基础作业,其间施工人员需要着重检查标注的中线和作业线是否清晰^[4]。随后施工人员可按要求修建施工便道,拓宽山地小路面积,并提高山地陡坡段的稳定性,修建低缓坡段,保证天然气长输管道施工满足技术要求。如此一来,通过修建的施工便道还能够有效预防滑坡、塌方等问题,保证天然气长输管道项目质量。

此次项目在山地陡坡段的施工中修建便道,其中横坡便道的施工中,管道需沿着横坡敷设。因为横坡可能出现滚管、施工设备故障,所以在修筑便道时要重点关注施工设备、施工人员,要求道路上的横坡不能大于8°。如果条件允许,施工人员可以在填方坡脚位置修建挡土墙护坡。修建纵坡施工便道时,施工人员需要应用挖高填低工艺,选择坡度低的一侧修建挡土墙。

3.3 开挖管沟和布管

此次项目施工在山地陡坡段进行,考虑到施工环境比较特殊,所以施工人员必须严格按技术规范,如果施工现场不具备吊管机布管的条件,或不支持部署大型机械设备,建议施工人员开挖管沟,并以管沟为基础布管。

施工现场在布管时,施工人员必须综合分析项目所在地区的周边环境、地质条件等,特别是确定山地坡度以及布管施工顺序,提高管道施工质量。施工人员根据图纸精准布管,当此环节结束后,便可对管道进行固定,以免后期出现脱落的情况。如果布管施工所在部位有较大的坡度,需要控制施工质量,此环节可以选择溜管、滚轮等方法,保证布管与项目施工标准的一致性^[5]。另外,布管结束后开挖土方,施工人员可使用挖掘机,如果是石方地质管沟,建议采用机械凿岩、松动爆破等方法,开挖环节的清沟,需要施工人员和机械设备共同

进行。

此次项目所选地段开挖管沟与布管时,根据所选区域的土质设置了管沟上口宽度与埋设深度,如果这两项参数发生变化,必然会影响现场生熟土的有序堆放。所以,施工人员根据实际情况布置了施工作业带。敷设管道过程中,主要沿着山脚进行,其中山腰横向敷设环节,考虑到作业带宽度有限,所以开挖管沟时挖出土方一般会堆放到山体以外的一侧,确保机械设备移动空间充足。与此同时,对施工作业带外侧进行施工,施工人员采用垒砌袋装土的形式修筑挡土墙,不仅可以防止水土流失,还能够保护环境。修筑挡土墙时,施工人员以钢桩增强其稳固性。开挖土方地质管沟,现场主要使用挖掘机,而开挖石方地质管沟则运用机械凿岩、松动爆破这两种方法,施工人员再以人工的形式清沟。此次项目选择的布管方法,主要为机械直接布管和组焊再吊装就位两种方法。

此环节修筑作业带,需满足以下几点要求:(1)施工人员清理作业带,作业过程中需要对线路的保护进行控制;(2)如果现场的场地可能会阻碍作业带施工,施工人员应将其整平,检查发现可能影响作业带施工安全性的场地,需要做好安全防护;(3)修筑作业带时应保护植被,以免地表植被遭到破坏;(4)作业带的宽度最大为15m,坡度 $\geq 25^\circ$ 的情况下,可修筑阶梯。作业带如果位于横坡,施工人员应夯实、整平填土一侧。如果施工地点在石质山坡,或横坡的坡度超过 30° ,建议修筑挡土墙或进行单桩,以起到加固作业带的作用;(5)作业带修筑完成后,施工人员在上方铺设开挖管沟得到的碎石,并碾压。

3.4 管道组对焊接

因为山地陡坡段的地形条件、地势相对复杂,所以在天然气长输管道的施工过程中,务必严格按技术规范进行管道的组对焊接,提高管道施工质量。具体在焊接施工的准备阶段,施工人员需要清理管道内部的杂物以及锈蚀,检查焊接表面光滑、干净。开始正式焊接施工后,根据项目实际情况,挑选符合实际要求的焊接方式,要求管道焊接和布管高度一致。如果在组对焊接施工期间出现事故,不仅会阻碍后续施工,而且还会给天然气长输管道工程埋下安全隐患,增加天然气泄漏事故的可能性,导致严重后果。所以,面对山地陡坡段的复杂情况,天然气长输管道的施工中必须严格按施工要求进行,提高组对焊接作业的规范性,施工人员充分了解现场环境的真实情况,安排质量监督人员,实时监测组对焊接施工质量,为天然气长输管道后续施工做好准备。

此次项目在管道沟下焊组装环节,施工人员重点检查管子稳定,以免焊接时管道晃动导致管道焊接质量问题^[6]。组对方式选择外对口器组对,且根据要求在焊接至少达到50%的情况下,方可将外对口器撤离。组对焊接施工时,下料必须提前检查直管、弯头、弯管的位置,要求错开螺旋缝,以免山区管道组装时因螺旋缝不能错开而出现无法满足100mm要求的情况。机组组装施工的过程中,当进行到水平转角处,施工人员按水平弯头、直管焊口的顺序进行焊接,确定需加管段针对性下料,决定下料长度时,重点检查管段两端的母材、组对段螺旋缝之间错开长度数值,以免在焊接时发生管道悬空的情况。

3.5 管沟回填

当天然气长输管道前期施工结束后,最后的管沟回填阶段需严格按照施工要求进行。施工人员回填管沟前,首先需要检查管道是否存在安全隐患,且保证管道与质量标准一致。回填管道之前,施工人员还需要按要求焊接阴极保护测试线,焊接结束后将其引出,在后续正式回填时为测试桩的安装做准备。因为天然气长输管道可能会穿越构筑物或地下电缆等,所以管沟回填的准备阶段应严格按照设计要求进行,检查管沟内部情况,若发现积水,需要及时将其排出,确认积水排净后再组织回填。

其次在开始管沟回填后,结合山地陡坡段的坡度,选择合适的回填方法。如果山地坡度比较小,可以直接以人工回填,或是使用翻斗车等机械设备进行回填。如果山地坡度大,建议在回填管沟时应用草袋装土的形式进行。因前期开挖石方与砾石段管沟时,已经确认符合要求,所以在回填时可以填入细土垫层,厚度一般要控制在300mm,待达到此标准后将土体压实。

最后,管沟内部的回填土必须以自然沉降的方式达

到密实度要求,普通地段的自然沉降时间统筹为30天,如果是沼泽地段、地下水位比较高的地段,可自然沉降7天左右,采用雷达巡管仪、地面音频检漏仪等设备,检查管道防腐层是否完整,并安排地面检漏,确认均符合设计规定,即管道回填合格。

4 结语

综上所述,天然气长输管道施工中途经山地陡坡段,必然增加施工难度。施工人员结合项目实际情况与地势特点,不断完善施工技术方案,加强施工技术与山地陡坡段的契合度,从而降低在管道施工中的难度,最大程度消除因地势问题导致的管道施工隐患,为天然气长输管道工程质量提供保障。

参考文献

- [1]曲秀斌,罗衍涛,代燕丽,等.长输管道抢修切割技术选用策略研究[J].全面腐蚀控制,2024,38(11):123-125+134.
- [2]王莅云,黄超,王艺,等.中江气田天然气集输管道检测与完整性评价结果分析[J].大众标准化,2024,(21):152-154.
- [3]汪本寂,胡安森,赵俊丞,等.基于主成分分析和随机森林的长输管道风险评价[J].中国水运,2024,24(20):145-147.
- [4]云少闯,张帅.天然气长输管道施工期环境监理研究——以川气东送二线天然气管道工程(川渝鄂段)为例[J].低碳世界,2024,14(10):172-174.
- [5]谢雳雳,罗嘉慧,杨浩.天然气长输管道完整性管理效能评价指标研究[J].内蒙古石油化工,2024,50(09):10-14.
- [6]高辉,刘杰,洪旭.某“油改气”老旧长输管道检验与适用性评价案例[J].中国特种设备安全,2024,40(06):52-57+61.