

对长距离天然气管道定向钻穿越岩石山体难点的分析

赵 杰 (山东莱克工程设计有限公司, 山东 东营 257000)

摘 要:在我国社会经济发展速度加快的背景下,对先进技术的有效应用可以提升各领域的发展水平。在天然气管道工程施工中,也需要对原有施工技术进行完善,才能解决施工难点,提升施工效率。在本次研究中主要探讨长距离天然气管道定向钻穿越岩石山体时的技术难点,并基于某工程项目对工程施工技术要点、施工工序进行深入分析。以期为类似定向钻穿越施工项目提供参考。

关键词:长距离天然气管道;定向钻进;施工难点

0 引言

现阶段,定向钻穿越施工技术的研究越来越深入,该技术在使用过程中的安全性越来越高,可以为相关工程项目解决一些施工难题。在定向钻穿越技术应用中,需要对控向系统进行深入分析,在掌握施工区域岩石山体条件特点的基础上,制定科学合理的定向钻穿越施工方案。

目前,在定向钻穿越施工过程中,主要借助地面信标系统确定施工方向,避免外来磁场产生不良干扰,可以提升施工效率。在长距离天然气管道穿越岩石山体工程项目中,对定向钻穿越技术进行应用可以提升施工安全性,适当缩短施工周期,对保证天然气管道穿越施工质量也有积极意义。

1 施工难点分析

1.1 作业场地受限制

在长距离天然气管道穿越岩石山体时,施工距离较长,且施工场地有一定限制,周围管道的预制会受到一定影响。在施工时,不能一字排开管道,也不能实现管道的一次性焊接连接。主要是利用分段焊接的方式进行施工,通过“几接一”的方式进行回拖施工。这种回拖施工操作中,需要格外关注不同管道之间的对接情况,否则会导致管道对接不严密,影响管道的密封性能。此外,在开展管道清管、强度试验以及严密性试验操作时,如果管道连接不稳定,可能会导致钻孔作业失稳,很容易出现缩孔与塌孔情况,严重影响施工作业的安全性。

1.2 泥浆携渣能力差

在长距离天然气管道穿越岩体施工时,面临的山体岩层存在差异,在不同地质进行钻进施工时,对泥浆的配比要求也不同,这会导致泥浆黏度的控制更加困难。通常在圆砾、砂岩地层进行钻进施工时,扩孔后的地层破坏表现为有一定间隙,并且石屑之间的胶

结能力比较差,孔内的泥浆很容易流失,导致在后续扩孔操作中的石屑无法被彻底排出,还可能会出现钻杆的扭矩增加,引起卡钻事故,甚至会导致钻杆受到影响弯曲或者断裂。在钻进施工时,扩孔施工是其中的关键环节,在扩孔操作中,扩孔器受钻进施工质量影响,如果泥浆大量流失无法保护扩孔器,会使扩孔器的磨损程度加重,影响扩孔效果。

1.3 导向轨迹难控制

在此次工程建设过程中,需要穿越的山体岩层复杂度比较高,地理位置也比较特殊,导致工程建设的地质复杂性比较高。再加上因为长距离穿越岩石施工时,面临岩石层的单轴极限抗压强度值比较大的情况,穿越距离长,会导致在钻进施工时,对穿越的导向轨迹控制来说,难度比较大。此外,因为自然环境的影响,在工程建设过程中,数据信息采集时,电磁干扰相对较大,导致数据采集结果准确性受到影响,不利于通过数据信息开展施工引导与监督,使导向轨迹的控制难度进一步增加。

1.4 防腐保护易受损

在长距离定向钻穿越过程中,必须确保管道回拖时,管道外防腐完好无损。但是一般岩石层在钻进施工时,泥浆会出现一定的流失情况,加之泥浆稳定性比较差的情况,不能发挥泥浆的润滑作用,会导致管道回拖时与孔壁出现硬摩擦,很容易损伤管道外防腐层。除此之外,在岩石地层施工中,扩孔难度比较大,出现扩孔效果不佳或者孔径过小的情况,管道回拖阻力一旦达到极限值,可能出现热缩套脱落问题,会产生施工安全隐患。

2 定向钻在长距离穿越岩石山体中的应用

2.1 工程背景

在本次研究过程中,以某市绕城高压天然气管道定向钻穿越工程为对象进行深入分析。本次施工中穿

越的地层主要包含黏土层、强风化泥质砂岩层、中风化、微风化泥质砂岩层。其饱和单轴抗压强度为30MPa。在穿越施工之前对该施工区域的地质条件进行分析,发现地质不均匀,存在多变性,穿越距离比较长,施工难度相对较大。这一穿越工程的水平长度为1000m,入土角为 8° ,出土角为 6° ,穿越曲率半径为1050m。在此次施工过程中需要利用直缝埋弧焊钢管外直径为711mm。

2.2 钻机选型

在定向钻长距离岩石山体穿越操作过程中,需要根据《油气输送管道穿越工程的施工规范》对钻机类型进行科学选择。在本次施工过程中的地层主要包含粘土、微风化砂岩层,硬度比较大,回拖力要保持在1350kN以上。为了确保工程作业顺利进行,在此次施工过程中的钻机最大回拖力为2800kN,最大扭矩为 $110\text{kN}\cdot\text{m}$,远超设计回拖力,满足《油气输送管道穿越工程设计规范》对钻机类型选取的相关要求。

在钻具使用过程中,岩石扩孔器主要包含镶齿牙轮型岩石扩孔器和滚刀式岩石扩孔器。镶齿牙轮型岩石扩孔器的重量比较轻,施工速度相对较快,但是牙轮强度比较小,磨损速度比较快;滚刀式岩石扩孔器的重量比较重,滚刀硬度相对较大,施工速度也比较慢。在此次施工中,泥质砂岩的饱和单轴抗压强度为30MPa,为了保证施工如期完成,钻进作业顺利进行,在考虑到地质条件的基础上选择镶齿牙轮型岩石扩孔器进行施工。

2.3 泥浆的配制

在泥浆配比过程中需要根据穿越岩层的具体变化情况科学设计泥浆参数。泥浆配比设计作为定向穿越施工过程中的关键环节,设计效果会直接影响施工作业的安全性以及稳定性。在不同阶段对泥浆参数进行配比设计时,需要根据不同的需求进行:

①钻导向孔这一阶段进行泥浆设计时,需要尽可能将孔内的钻屑彻底排除,同时保证孔壁的稳定性,减小推进阻力;

②扩孔阶段泥浆需要具有良好的护壁效果,防止在钻进操作过程中土层坍塌,并且要携带较多的石屑,同时要促使泥浆的流动性良好,才能够运出大量钻屑;

③在回拖阶段的泥浆设计过程中,除了要有良好的护壁能力之外,还要具有较强的润滑能力,减少在管道回拖操作过程中的摩擦力和扭矩,防止管道回拖时外防腐损伤。

在本次施工过程中,确定的穿越泥浆配比主体材料为膨润土,根据膨润土的用量,按照相应的比例加入添加剂。添加剂内的碳酸钠,按照质量分数为0.3%~1.2%的用量进行添加,可以提高膨润土的造浆性能;甲基纤维素主要按照质量分数为0.5%的用量进行添加,可以提高泥浆的黏度,降低泥浆失水率,达到稳固孔壁的效果;减粘剂根据质量分数0.2%用量进行添加,能够保证泥浆的流动性,使泥浆可以有效携带钻屑。

在泥浆配比过程中还需要对水源进行控制,主要以淡水为主,要经过蓄水池沉淀,不能使用受污染的水,沉淀后水存入水罐。在水罐中可以加入纯碱,促使水软化,改善水质,提高水的pH值。同时要根据提前确定的泥浆配比对膨润土和添加剂质量进行全面检查,确保泥浆配比后,其质量与设计要求相符合。膨润土可以利用造浆率比较高的纳基膨润土,可以保证配比效果。为了进一步提高泥浆的综合性能,使膨润土有充足的水化时间,在不改变膨润土用量的情况下,可以增加泥浆储存罐的数量,延长基浆的水化时间。

2.4 主要工序分析

在具体的施工过程中,需要根据工程的实际特点利用各种数据资料整合分析和现场实践勘测,对定向钻穿越岩石层施工方案进行科学制定。并且要根据在施工过程中的要点和难点,对不同工序进行严格控制。

2.4.1 导向孔施工设计

在导向孔操作过程中,定向钻穿越曲线设计和穿越设备选择是其中的重点。相关工作人员必须严格按照相关规定和设计要求,结合施工现场的勘测结果完成定向钻穿越曲线设计工作。主要是对定向钻穿越的入土角、穿越曲率半径、出土角、穿越管道的入土层埋深范围等进行准确分析,确保工程作业顺利进行。除此之外,在定向钻穿越施工设备选择过程中,要保证机械设备的适用性和科学性。在此次施工过程中选择的钻机最大可执行力能够满足施工要求,同时在此基础上配备了其他型号的钻机,可以满足不同条件下的施工要求。还选择了有线控向系统作为导向轨迹控向系统。根据定向钻穿越岩石层的长度、地质条件和管径的不同参数可以对钻头、岩石扩孔器、钻杆、泥浆马达等钻具进行科学选用,满足实际需求。

根据定向钻穿越施工中导向孔施工的难点,还需要加强导向孔施工监督和管理的工作,保证导向孔的施

工质量。为了确保长距离岩石层定向钻穿越施工作业顺利进行,钻头方位和钻具以及孔壁的摩擦阻力必须得到有效控制,可以对泥浆进行科学配置,降低摩擦阻力对钻头位置产生的负面影响。还可以利用数据采集设备对穿越施工过程中的地磁方向角进行确定,构建人工磁场,可以降低工程环境对控制系统产生的负面干扰,进一步提高地面信号的采集能力,为地下钻孔作业提供更加准确的数据支撑。利用性能比较好的泥浆马达开展导向孔处理工作,可以避免因为导向孔质量问题导致扩孔施工和回拖作业出现卡钻问题。

2.4.2 扩孔施工操作

在扩孔操作过程中需要加强钻进控制工作,为了进一步提高扩孔器的应用效果,保证地下施工作业的稳定性和安全性,提高施工的连续性。在此次施工过程中。可以通过双钻机同步复式扩孔工艺进行钻进操作,与传统施工工艺相比,这种施工技术更有利于确保长距离岩石层施工作业的连续性,可以提高施工效率和施工质量,减少施工成本。

在施工过程中,可以根据现场的勘测结果计算岩石层强度,进一步保证岩石扩孔器应用的合理性,从而对岩石层长度进行科学切割。在正向和反向双结合的施工情况下,可以大大提高整体施工效率。在这一过程中必须准确掌握倾角和方位角的实际变化情况,根据施工情况完成旋转速度、钻进推力、泥浆压力等调整,并利用中心扶正器完成扩孔圆心度维护工作。为了防止在扩孔操作过程中出现卡钻情况,可以对钻机扩孔过程进行动态实时观察,适当调整泥浆排量、钻进速度和推拉力等。

在此次工程施工中穿越距离为 1000m,地质比较复杂,在扩孔操作中还要经过软硬交互的地层,为了解决在施工过程中的扩孔台阶问题,必须改进钻进方向。可以在改进钻进方向时,主要是对软硬交互地层的钻进方向进行科学调整,可以调节泥浆的使用情况,解决扩孔台阶问题。在硬地层扩孔钻进过程中加大泥浆排量,使扩孔进度加快;而进入软地层后,需要减小泥浆排量,可以在确保扩孔效率的同时,降低软地层出现的过孔下限问题,确保扩孔孔道的平缓性,保证施工安全。利用修孔技术解决扩孔台阶问题时,主要是在台阶区域平缓后,利用扩孔器进行扩孔,完成全部扩孔作业后,利用修孔器进行修孔。这样可以确保管道回拖作业顺利进行。在扩孔施工过程中还要开展泥浆施工工艺控制工作,主要根据工程地质的实际

变化情况完成泥浆配制。为了确保泥浆质量与施工要求相符合,可以在基浆中适当加入增粘剂、护壁剂等添加剂,保证泥浆的整体性能符合要求。

2.4.3 管道回拖操作

在长距离穿越岩石山体施工过程中,单独的钻机无法保证管道回拖的成功率。因此,在管道回拖操作中可以利用托管支架、推管机或者其他辅助设备进行回拖操作,确保管道回拖一次成功。在扩孔操作中岩石会被破碎成颗粒状的石屑悬浮在泥浆内,如果泥浆的黏度不足,石屑未被胶结,在管道回拖时可能会损伤外防腐层。因此,需要提高泥浆的润滑度,这也是管道回拖操作过程中必须关注的重点。利用高润滑度的泥浆包裹石屑,将其附着在防腐层表面,可以在减小回拖阻力的同时,保护防腐层。在实际施工时,要根据施工现场管道场地的实际情况以及地面障碍物情况,利用“几接一”的方法进行操作。在回拖操作过程中也要尽可能确保管口和焊口检测时间在 4h 之内,保证回拖作业的连续性。

3 结论

总而言之,在天然气管道定向钻穿越施工时,必须全面勘察施工区域的地质条件,掌握穿越岩层的具体情况,才能制定科学严谨的定向穿越岩层施工方案。在实际钻穿施工中,要加强钻进导向控制,保证长距离导向孔钻进施工质量,避免泥浆流失,导致后续施工作业无法顺利进行。在管道回拖操作中,需要格外关注泥浆的稳定性,充分发挥泥浆的润滑作用,防止管道外防腐损伤。在其他工序控制中,要由具有丰富工程经验和高技术水平的专业人员对施工过程进行管理和监督,对不同岩层钻进时的泥浆参数灵活调整,进一步保证长距离管道穿越施工的稳定性和安全性。

参考文献:

- [1] 贾雷,李静涛.定向钻法长距离穿越岩石山体难点分析及应用[J].城市燃气,2022,566(4):4-9.
- [2] 孙琦,李明.对长距离天然气管道定向钻穿越岩石层施工工艺的探讨[J].中国科技纵横,2019(14):2.
- [3] 王富强.高海拔地区油气管道山体定向钻施工关键技术研究与应用[J].石油天然气学报,2023,45(2):5.
- [4] 马冶辉.长距离天然气管道定向钻穿越岩石层施工工艺[J].煤气与热力,2016,36(7):76-79.
- [5] 郑超群.浅析天然气管道工程施工常见问题及对策[J].建筑工程技术与设计,2018(17).