

油气长输管道顶管穿越施工技术要点探析

桂皓琛(中国石油工程建设有限公司华北分公司, 河北 沧州 062550)

摘要: 油气长输管道施工时需要穿越特殊地段, 常见如高速公路、铁路等, 施工单位会根据实际情况优先选择顶管穿越施工技术, 进一步提高油气管道施工质量。文中以油气长输管道施工为着眼点, 分析顶管穿越施工技术要点, 探讨做好长输管道顶管穿越施工技术控制的措施, 并给出保障施工技术控制的措施, 充分发挥顶管穿越施工技术的优势, 旨在为类似研究提供借鉴。

关键词: 油气长输管道; 顶管穿越技术; 质量控制

常规的油气长输管道施工中, 往往需要封锁阻断行人与车辆的通行, 这对交通运行带来了一定的负面影响。为满足油气长输管道项目施工低破坏、低干扰、低能源的原则, 就要对油气长输管道施工技术进行优化与改进, 顶管施工技术就此产生。顶管工艺是一种新型的管道施工技术, 其主要优势在于无需进行土方开挖即可完成管道铺设。此外, 顶管施工具有良好的适应性与协调性, 可与其他项目同步进行, 并能有效地降低土方开发施工中造成的环境污染等问题。

1 油气长输管道顶管穿越施工的影响因素

1.1 地质调查与勘探

地质勘探决定了顶管施工可行性, 在地质条件良好的前提下可以采用长距离顶管施工。对于顶管区域地质条件的初勘、详勘, 需结合场地的复杂情况、周边地形地势开展。探明顶管区沿线的地形、地貌、地质、地下水位以及地下管线等勘探资料。

只有在地质条件符合要求时, 方可采用长距离顶管施工。但是, 地质勘探无法覆盖到每一个角落, 顶管区域是有可能存在未探测到的孤岩或其他零星分布的物体的, 从过往的工程建设经验来看, 长距离顶管的路线遇到这些孤立物体是一个极小概率的事件, 但这也是长距离顶管施工的一个风险所在^[1]。

1.2 管体材质与选型

目前主要的顶管管材主要包括钢筋混凝土管、钢管、玻璃钢管、铸铁管以及陶土管, 在油气长输管道工程施工中比较常使用的管道管材类型以前两种为主。在长距离顶管施工中, 管体材料的选择适合与否直接影响着工程整体的施工质量, 一定要结合工程实际情况选择适合的管材, 这样才能保障施工质量。

1.3 顶管推力

油气长输管道管道施工中顶管的推力对施工效果有重要影响, 可以针对不同工况设定不同的顶管设备推

力值。在实际施工中使用不同管材管道的推力值大小也具有很大差异, 常规条件下, 混凝土管道的抗压为 50MPa 左右, 玻璃纤维管的抗压强度在 90~200MPa, 钢管的抗压强度在 320MPa 上下。基于此可确定钢管的抗压强度最高, 在施工过程中能够承受更大的顶管强度, 同时因为其本身质量较轻, 顶进阻力较小, 因此在顶进过程中需要的推力也会相应减少, 这也是这种管材常应用于长距离管道施工的主要原因之一。

1.4 管道的偏移

在油气长输管道管道顶管施工过程中, 一般都会产生难以避免的偏差, 在顶管施工过程中对管道的偏移进行及时的纠偏, 把顶管的偏差控制在一个允许值范围内, 是保证顶管质量的关键^[2]。

长距离顶管施工中管道偏移有很多种可能, 地勘不详、施工放线不精确、推力设定过高过低等都有可能导致管道偏移。偏移现象的发生会加大顶管施工难度, 同时还为油气长输管道管道工程施工埋下了安全隐患, 对后续的施工以及维护等均具有不良影响。

2 油气长输管道顶管穿越施工技术要点

2.1 准备工作

在开展油气长输管道施工前, 必须进行基础勘测工作, 全面掌握施工区域的地形、地质、土壤环境和地下水状况, 以确保后续施工的顺利进行, 避免在给水管工程施工期间发生凹陷、坍塌等严重事故。施工单位要结合施工图纸中的内容, 明确相关结构和预埋件的状态, 并使用经纬仪进行测绘获取两条垂直贯通的线条, 使用红色油漆进行标识。

对管线铺设前的测量数据和高程值进行整理, 确保其精度能够满足设计要求。在放线作业中, 需要对定位间隔进行严格控制, 将其保持在约 10m 左右范围内。管道与土体之间要保持一定的间距, 避免由于管线倾斜造成沉降或隆起现象, 影响整个工程施工质量。

施工单位要立足于施工现场的实际情况，对不同顶管层进行水平标高线测定，以此为依据计算尺寸。为确保测量精度，可使用水准仪对墙体和柱子的标高线进行测量，最终确定顶管的尺寸。

2.2 管线与设备选择

在进行非开挖顶管施工之前，必须根据工程具体情况选择最合适的设备，以确保顶管工艺的先进性^[3]。在非开挖的顶管施工中，顶进管发挥着关键作用。顶进管有多种类型，包括但不限于钢管、钢筋混凝土管以及球墨铸铁管。在选择顶进管类型时，必须全面考虑油气长输管道工程的各项要求，并对不同顶进管的品质进行深入分析，选择最合适的管材。一般而言，在市政给排水工程施工中顶进管常常选用钢筋混凝土管，对管材的供应商必须进行严格的资质审核，确保其资质与产品质量符合国家与行业标准。

此外要注意控制管材的内径，一般要达到800mm及以上的标准。在非开挖顶管施工技术中，顶管机是关键设备之一，针对地下水位以上的工程，一般使用挤压式、机械式顶管机；地下水位以下的工程，使用土压平衡式、气压平衡式顶管机，不同类型的顶管机都会对施工效率和质量产生显著的影响。

2.3 顶管现场平面布置

在顶管现场的平面布置中，需要考虑两方面内容，一是现场的布置，二是工作井内的布置。在现场布置中，为满足施工需求，需配置履带式吊车，完成钢管和顶铁的吊装作业；为了满足管材、半成品以及相关材料的堆放要求，可在现场搭建临时的材料堆放场地；为了提高施工效率，可在施工现场的一侧搭建临时板房，包括工具间、泥浆房和空压机房等。

在工作井内布置中，需要沿顶管轴线的方向设置刚性后座以及各种顶进设备；为确保机械设备的正常运行，必须在工作井内安装电力配电箱，提供必要的电力支持；在井内两侧的工作平台上，要配置电焊机和泥水旁通设备，以提高作业效率和质量；为提高后续施工的可靠性，要在工作井内安装机头、千斤顶、排水设备以及控制系统，并对设备进行精细调试。

2.4 工作井和接收井施工

为确保后续施工的顺利进行，需要在每一段顶管的两端各设置一个工作井和一个接收井，在油气长输管道工程中，工作井和接收井由淤泥质粉质粘土构成，其力学性质相对较差，因此在工作井和接收井的施工中，需要先使用钢板桩进行支护处理，然后再进行开

挖，在完成井浇筑作业后立即开展井周土方填筑作业。

2.5 顶管穿墙

在顶管施工中，将穿墙闷板与相应工具管顶到井外，并安装穿墙止水设备，这一步骤被称为顶管穿墙，这是顶管工艺中不可或缺的关键步骤。在进行顶管穿墙作业时，需要事先夯实黄黏土，接着将黄黏土以及低强度水泥粘土填充进穿墙管中，用于封堵工具管与穿墙管之间的缝隙，减少工作坑内涌入大量地下水或泥土等问题的风险^[4]。

在顶管穿墙施工中，必须确保土体的强度和稳定性均符合施工标准，避免穿墙孔外侧距离超出规定限制，穿墙口位置需要位于安全区域，防止发生坍塌事故。在穿墙作业之前，必须对穿墙管的外侧采取注浆固结处理，并对可能出现的问题进行全面分析。启动闷板并迅速推进工具管，同时安装有效的止水装置。可将厚度在2cm左右、耐磨性好的优质橡胶止水板环填充进止水法兰加压板内，在管道顶中进时逆向止水装置。

2.6 顶管出洞

在顶管机机头与顶管管道出洞口的期间，由于受黏土密度等多种因素的影响，极易发生管线偏离预设方向、管道变形等情况，因此需要对其进行有效的施工控制，严格执行出洞控制措施。为了确保顶管机机头与管道能够正常出洞，可在砌砖式封门前设置一排坚固的钢板桩，提高出洞的平稳性，防止土壤渗入等问题的发生。实时监测管道推进情况，一旦发现管道发生位移，应立即进行原因分析并评估管道位移量，判断是否处于合理范围内。若管道位移量超出施工范围，则需对顶推压力进行调整，并采取有效的校正措施。

对于不同规格大小的管道，可以根据实际需求安装适当数量的钢板桩以保证其安全性和稳定性。顶管机出洞后应立即将封门卸下，推离密封门50~100mm处后将钢板桩卸下。拆除钢板桩后，要立刻顶进，不要间隔过长时间。基于顶管机正面主动土压力过大等因素的影响，有可能会发生管节后退现象，对此可将手拉葫芦安装在洞口的两侧，在主顶油缸回缩前先拉住最后一个管节，以避免其向后移动。

2.7 注浆技术

使用注浆减阻技术还可减少顶管作业所需消耗的电能，从而达到节能减排的目的。在注浆减阻技术的应用前，必须考虑到不同土层的特性，采用合适的原

材料来制备黏稠度适宜的泥浆,合理布置注浆孔并调整压力。例如,混凝土管接头侧可设三个注浆孔,泵直接出口压力可控制在 $(1\sim 1.25)\times 10^5\text{Pa}$ 。对压浆情况进行实时监测,及时补浆,避免顶进过程中泥浆流失所产生的影响。

2.8 顶管测量与偏差校正

在顶管测量中,必须确保顶管中线测设、工作坑高程控制、导轨安装测量等工作妥善完成,认真执行顶进中管道中线测量与高程测量任务。为了保证工程顺利进行,还应该对管土压力和地表沉降量进行监测。可适当提高顶进中管道中线测量和高程测量的频率,例如,在首节顶进中,可每隔200~300mm测量一次;在正常顶进期间,每隔0.5~1.0m测量一次,以便及时发现顶进中存在的隐患。

3 油气长输管道顶管穿越施工技术的保障措施

3.1 健全施工管理制度

在管理制度制定过程中,还必须要包括完善且合理的奖惩制度以及责任管理制度等。通过合理的奖惩制度,不仅能对工作人员的态度和热情进行引导,对其违规操作行为也能起到一定约束和限制性,体现出管理制度的权威性。如此,对于工作认真卖力的员工可以予以一定程度的精神和物质奖励,对于工作拖拉,责任心欠缺的员工起到一定警示作用。而责任管理制度的实施,可以帮助管理人员更加科学全面的进行人员安排、职责划分和工作管理,将施工人员的作用全面发挥和利用起来,提升组织活动的效率,提高员工对于自身职责的认知,且在出现问题时也能第一时间找到负责人,方便确定有效解决措施等。

受管理人员自身理念的影响,油气长输管道施工管理在实际落实中经常会出现各种各样的问题,为提高管理质量,避免类似情况发生,需要管理人员能够结合实际对油气长输管道施工管理有一个清晰且深刻的认知,能针对管理理念进行不断的更新并借助现代化管理思维对管理模式进行创新^[5]。

3.2 强化施工进度控制

为避免受外界因素影响油气长输管道施工进度和质量,需要结合施工过程,针对施工进度进行检查,确保整体工程进度能够按照既定施工计划开展。比如,可以联合施工单位、监管单位以及相关建设单位,通过协调运行的模式,对工程中存在的安全隐患进行及时发现和整改,保证工程施工进度,确保工程施工能按照预期计划科学开展,并且能够在出现突发状况或

者不良影响时,可以通过部门间的沟通和协调,针对施工计划进行优化和调整,在不影响施工质量的前提下,提升工程进度,或者调整施工计划,避免不必要的经济纠纷。

在具体施工过程中,为保证施工人员能够按照进度要求等开展施工活动,需要采取动态监控形式对其施工过程进行监察,并以确定开工完工时间段的形式对其施工进度进行确定。在开展阶段性监察过程中,为提升监控的精准度,需要结合实际制定全面的网络计划图,如此不仅方便监控,而且对于一些影响计划开展的不利因素也能及时发现,并对其进行有效解决。

3.3 做好施工材料管理

健全施工材料管理制度和体系建设是保障和提升建筑工程施工材料管理质量的关键。根据施工企业实际情况针对材料管理的制度和体系进行制定和完善,确保各部门、员工能够各司其职,明确各自职责和工作内容,做到权力、岗位和职责的明确、明了,一切工作开展有章可依,有迹可循。

施工材料管理的主要对象就是施工材料,因此一定要严查材料质量,确保其质量符合国家相关规定以及施工具体型号、材质要求。在具体施工中一定要确保质量和用料,严禁偷工减料等情况发生。定期组织材料管理相关工作人员进行培训,帮助其认识到材料质量对于工程建设的重要性,在日常工作中严格遵守工作制度,保证材料质量安全。

4 结语

总之,油气长输管道施工管理工作开展时,需要考虑工程实际情况,打破传统施工管理模式限制,创新管理思路与方法,制定科学合理的方案,进一步提高施工管理质量与效率,提高油气长输管道建设的整体质量。

参考文献:

- [1] 叶隆长. 油气长输管道顶管穿越施工技术 [J]. 建材世界, 2020, 41(06): 69-72.
- [2] 叶隆长. 油气长输管道定向钻穿越施工技术分析 [J]. 建材世界, 2020, 41(05): 83-85.
- [3] 钱彬. 长输管道顶管穿越施工技术研究与应 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(15): 209-210.
- [4] 沈吉波. 述长输油气管道水平定向钻穿越施工技术 [J]. 信息化建设, 2016(03): 275.
- [5] 石玉喜. 长输油气管道水平定向钻穿越施工技术 [J]. 化工管理, 2014(21): 199.