

# 浅谈引水工程管道顶管施工技术

邵宏魁

中国水利水电第六工程局有限公司 辽宁 沈阳 110179

**摘要:** 随着城市化进程的加快,引水工程在城市供水、农业灌溉及工业发展中的重要性日益凸显。顶管施工技术作为引水工程的核心技术之一,具有不影响地面交通、减少对周围环境的干扰等显著优点。本文首先对顶管施工技术进行了概述,随后详细探讨了其在引水工程中的应用现状,最后深入研究了引水工程中的顶管施工技术,旨在为该领域的发展具有重要意义。

**关键词:** 引水工程;管道;顶管施工技术

引言: 本文主要探讨了引水工程中管道顶管施工技术的原理、特点及其应用。首先简要介绍了顶管施工技术的定义和发展历程,随后深入分析了其在引水工程中的实际应用和重要性,以及相关工艺流程和技术要点。文章还讨论了顶管施工技术在引水工程中的优势与局限,并提出了未来的研究方向。本文旨在为相关从业人员提供有关引水工程中顶管施工技术方面的参考与指导。

## 1 顶管施工技术的概述

顶管施工技术是一种非开挖施工方法,通过不开挖或者少开挖的管道埋设施工技术来实现地下管道的铺设。其原理是借助于顶进设备产生的顶力,克服管道与周围土壤的摩擦力,将管道按设计的坡度顶入土中,并将土方运走。一节管子完成顶入土层之后,再下第二节管子继续顶进。这种技术的优点在于不影响周围环境或者影响较小,施工场地小,噪音小,而且能够深入地下作业,这是开挖埋管无法比拟的优点。但是顶管技术也有缺点,例如施工时间较长,工程造价高等。技术要点在于通过工作井并把要埋设的管子顶入土内,一个工作井内的管子可在地下穿行2000米以上,并且还能曲线穿行,以绕开一些地下管线或障碍物。它的技术要点在于纠正管子在地下延伸的偏差<sup>[1]</sup>。特别适用于大中型管径的非开挖铺设。采用顶管施工技术能节约一大笔征地拆迁费用、减少对环境污染和道路的堵塞,具有显著的经济效益和社会效益。

## 2 引水工程管道顶管施工技术的现状

### 2.1 技术难度大

引水工程管道顶管施工面临的技术难度大,主要是由于工程需求和地质环境的复杂性所致。具体来说,长距离的顶进需要解决多种技术难题,如顶力控制、长距离顶进的稳定性、管道连接等。地质勘察是顶管施工中的重要环节,需要准确掌握施工区域的地质资料,包括

土层分布、地下水位、地质构造等。然而,由于地质条件的复杂性和不确定性,准确的地质勘察非常困难,需要借助先进的勘探技术和设备。其次,土层稳定性分析也是技术难度的重要组成部分。在顶管施工过程中,土层的稳定性对施工安全和质量至关重要。然而,由于土层结构的多样性和动态变化,土层稳定性分析存在较大的不确定性。需要采用数值模拟、模型试验等方法进行深入研究,以提高土层稳定性分析的准确性和可靠性。最后,设备选型和材料选择也是技术难度大的关键原因。顶管施工需要使用各种专业设备和材料,如顶管机、顶进泵、管道材料等。同时,设备的维护和更新也是技术难度的一部分。

### 2.2 施工精度要求高

引水工程管道顶管施工需要高精度的施工控制,主要是由于管道对接和密封性的严格要求所致。在引水工程中,管道是主要的输水设施,其对接的准确性和密封性直接关系到工程的安全和正常运行。因此,顶管施工需要高精度的施工控制,以确保管道对接的准确性和密封性。其次,长距离顶进过程中的轴线控制和纠偏也是影响施工精度的重要因素。由于顶管施工穿越较长距离,管道轴线的控制和纠偏对于保证管道的准确对接至关重要。在实际施工过程中,由于地质条件、设备误差、操作不当等原因,管道轴线可能会出现偏差<sup>[2]</sup>。因此,需要进行精确的轴线控制和纠偏,以确保管道对接的准确性和质量。此外,施工精度还受到施工环境的影响。引水工程管道顶管施工通常穿越复杂的环境,如河流、湖泊、道路等。这些环境因素可能对施工精度产生影响,如地面沉降、水流冲刷等。

### 2.3 施工安全风险高

引水工程管道顶管施工通常在地下进行,这使得施工环境相对封闭、复杂,存在较高的安全风险。在顶管

施工过程中,需要穿越各种土层,如软土、砂层、岩石等,这些土层可能存在不稳定因素,如土层坍塌、滑坡等,对施工安全构成威胁。首先,地质条件的不确定性是影响施工安全的重要因素。由于地质勘察的局限性,施工区域的地质资料可能存在误差或遗漏,导致对土层的稳定性判断不准确。例如,在软土地区施工时,如果对软土的分布和性质了解不足,就可能导致顶管机在顶进过程中发生沉陷或偏差,影响施工安全和质量。其次,机械设备的安全管理也是影响施工安全的关键因素。顶管施工需要使用各种机械设备,如顶管机、注浆机等,这些设备如果操作不当或维护不及时,可能导致机械故障和人员伤亡。例如,顶管机在顶进过程中出现故障,可能导致顶力失控,引发土层坍塌或设备损坏。

### 3 引水工程管道的顶管施工技术

#### 3.1 施工准备

施工准备是顶管施工的重要环节,也是确保后续施工顺利进行的基础。首先,需要进行场地清理和平整,去除杂物、障碍物和地表不平整的地方,确保施工场地整洁安全。同时,需要对施工区域内的地下管线、电缆等设施进行调查和标记,以避免在施工过程中对其造成损坏。其次,进行详细的地质勘察至关重要。通过地质勘察,可以了解施工区域的地质资料,包括土层分布、土质类型、地下水位、岩石分布等。这些资料对于确定顶管施工的方案和参数具有重要意义,有助于选择合适的顶管机、管道材料、注浆材料等,并制定相应的施工方案和安全措施。此外,还需要建立施工临时设施,包括工作井、接收井、材料堆放场、临时道路等。工作井和接收井是顶管施工的关键设施,用于放置顶管机、拼装管道等。材料堆放场用于存放管道、顶管机、注浆材料等施工材料,需确保材料的质量和安

#### 3.2 顶管机安装

顶管机的选择和安装是顶管施工中的重要环节,需要根据地质条件、施工长度、顶力大小等因素进行综合考虑。首先,需要进行拼装,即将顶管机各部分组装在一起,形成一个完整的顶管机。拼装过程中需要注意各部分的连接牢固性和稳定性,防止出现安全事故。其次,需要进行吊装。吊装是将顶管机从地面吊至工作井中,然后将其放置在正确的位置上。在吊装过程中,需要注意安全问题,如选择合适的吊装设备、确定吊装路线、确保操作人员熟悉操作规程等。最后,需要进行运输。运输是将顶管机从拼装场地运至工作井的途中,需要注意道路的平整和安全,防止出现颠簸和倾覆等问题。在安装过程中,需要注意顶管机的安全和质量<sup>[3]</sup>。首

先,需要确保顶管机的各部分连接牢固,防止出现松动或脱落等问题。其次,需要确保顶管机的操作稳定性和可靠性,防止出现故障或异常情况。最后,需要加强安全监管和质量控制,确保安装过程中的安全和质量。

#### 3.3 顶进施工

顶进施工是顶管施工的核心环节。首先,启动顶管机并开始顶进施工时,需要控制顶进的速度和方向。顶进速度需要根据土层性质、管道材料和施工要求等因素进行确定,不宜过快或过慢,以免造成土层扰动过大或管道稳定性不足等问题。顶进方向需要通过测量和监测进行控制,确保管道按照预定的路线顶进,避免出现偏差或误差。其次,在顶进过程中需要监测土层的变化和管道的稳定性。土层的变化可能会影响顶进的顺利进行,如遇到软土、流沙等不良地质条件时需要及时采取措施进行处理。管道的稳定性对于施工安全和质量至关重要,需要监测管道的变形、位移等情况,及时采取加固措施,防止出现安全事故。最后,在顶进过程中需要及时调整施工参数。施工参数包括顶进速度、顶力大小、注浆量等,需要根据实际情况进行调整和控制。

#### 3.4 注浆工艺

管道安装是顶管施工中的重要环节。首先,需要选择合适的管道材料和连接方式。根据施工要求和地质条件,选择合适的管道材料,如钢管、钢筋混凝土管等,并确保管道的质量和耐久性。同时,需要选择合适的连接方式,如焊接、法兰连接等,以确保管道的密封性和稳定性。其次,在铺设管道时需要注意管道的放置和稳定性。将管道放置到工作井中时,需要确保管道的位置和方向准确无误,避免出现偏差或误差。同时,需要采取措施加强管道的稳定性,如使用支撑架、填充砂石等,防止管道出现下沉或偏移等问题。最后,在安装过程中需要注意安全问题。管道安装是一项技术性较强的工作,需要使用各种工具和设备,如起重机、焊接机等。在使用这些工具和设备时,需要注意安全问题,如操作规程、设备安全等,防止出现安全事故。

#### 3.5 管道安装

管道安装是顶管施工中的重要环节。首先,在选择管道材料时,需要考虑到管道的抗压、抗渗性能以及耐腐蚀性。一般而言,顶管施工会选择钢管或者钢筋混凝土管,这两种材料在强度和耐久性方面都比较出色。其次,管道连接方式的选择也是关键。在实践中,常见的连接方式有焊接和法兰连接。焊接连接强度高,密封性好,但焊接质量受工人技能影响较大。法兰连接则比较方便,但密封性相对较差,需要在法兰间加垫片。应根

据具体工程条件进行选择。此外,管道的稳定性也是一个需要重视的问题。在安装过程中,应确保管道放置的位置准确,避免出现偏移或下沉的情况。同时,为了增强管道的稳定性,可以在适当的位置设置支撑架或者填充砂石等材料<sup>[4]</sup>。最后,施工过程中的安全问题也不容忽视。工人需要严格遵守操作规程,正确使用各种工具和设备。同时,还需要对施工现场进行定期的安全检查,确保所有安全措施都得到落实。

### 3.6 接口处理

在管道安装过程中,接口处理是非常重要的环节。首先,选择合适的密封材料是关键。在顶管施工中,常见的密封材料是橡胶圈。橡胶圈具有较好的弹性和密封性能,能够适应不同的管道接口,有效地防止液体和气体的泄漏。在安装过程中,要确保橡胶圈放置平整,没有扭曲或折叠,以保证其密封效果。其次,对接口进行加固处理也是必要的。接口的稳定性对于管道的正常运行至关重要。在某些情况下,为了增强接口的稳定性,可以使用一些加固措施,如使用特殊的固定件或焊接加强筋等。这些措施能够提高接口的抗拉拔能力和整体稳定性。此外,在安装过程中要特别注意操作的规范性。工人需要具备一定的技能和经验,能够熟练地操作工具和设备,确保管道接口安装平整、密实、牢固。

### 3.7 回填

回填是顶管施工的最后道工序,也是确保管道安全和稳定的重要环节。首先,选择合适的回填材料是至关重要的。根据地质勘察结果和施工要求,应选择密度适宜、稳定性好、无腐蚀性的回填材料。常见的回填材料包括砂石、土、水泥等,应根据实际情况进行选择。同时,回填材料的质量应符合相关标准和设计要求,不得含有杂质或不良物质。其次,回填方式的选择也直接影响回填效果。在顶管施工中,常见的回填方式有机械回填和人工回填。机械回填速度快、效率高,但需注意防止对管道造成损坏。人工回填则能够更好地控制回填质量,适用于小型顶管工程。无论采用哪种回填方式,都应确保回填材料分层夯实,避免出现空洞或松散现象。此外,在回填过程中还需要加强监测和质量控制。对回填材料的密度、含水量等指标进行检测,确保符合设计要求。

### 3.8 监测与检测

在整个顶管施工过程中,监测与检测是不可或缺的一环。顶力的监测对于防止管材损坏、控制施工进度至关重要。通过实时监测顶力数据,可以及时了解管材所承受的压力状态,防止因压力过大导致的管材破裂或变形。如有异常,施工人员可迅速采取应对措施,如调整顶进速度或修正顶力,以确保施工安全和质量。顶进速度的监测同样重要。过快或过慢的顶进速度都可能影响施工质量。通过监测顶进速度,可以确保顶进过程平稳、匀速,避免因速度波动造成的管道错位或土层扰动。这样能够提高管道铺设的准确性和稳定性。轴线偏差是评价顶管施工质量的重要指标。通过监测轴线偏差,可以及时发现管道在顶进过程中的偏移情况。一旦发现偏差超标,施工人员可以迅速采取纠正措施,如调整机头方向或补充回填材料,确保管道轴线与设计要求一致。监测与检测结果不仅用于及时调整施工参数,提高施工质量,还可作为施工记录和验收依据。这些数据资料对于工程验收、质量评估及后续维护管理都具有重要价值。

### 结语

顶管施工技术在引水工程中发挥了重要作用,不仅提高了施工效率,还降低了对周围环境的影响。然而,该技术在实际应用中仍存在一定的局限性和挑战。未来,需要进一步研究和探索顶管施工技术的改进与创新。同时,加强相关技术人员的培训和教育也至关重要,以确保顶管施工技术的正确应用和可持续发展。通过不断完善和优化顶管施工技术,我们有望为引水工程建设提供更加高效、环保的解决方案,为社会的可持续发展做出贡献。

### 参考文献

- [1]先国强.浅谈引水工程管道顶管施工技术[J].农业科技与信息,2021(8):115-116,118.
- [2]达云玲.顶管施工技术在长距离水利管道工程中的应用研究[J].黑龙江水利科技,2019(7):138-140.
- [3]汤易,刘洋.市政给水管道顶管施工技术探究[J].建筑工程技术与设计,2018(34):237-238.
- [4]林元照.浅谈引水管道工程顶管施工技术[J].陕西水利,2018(1):74-76.