

市政给排水施工中长距离顶管技术研究

孙卢昊¹ 张佳敏²

1. 青岛西海岸新区城市管理局(水务局) 山东 青岛 266400

2. 青岛建通工程招标咨询有限公司 山东 青岛 266400

摘要: 本文深入研究市政给排水施工中长距离顶管技术。阐述其施工原理、流程及关键技术要点,分析在市政工程中的应用优势。包括减少交通影响、降低环境破坏、提高施工效率质量及适应复杂地质条件等。指出该技术施工流程复杂严谨,需丰富经验与专业技术,对城市基础设施建设具有重要意义。

关键词: 市政给排水; 施工中; 长距离顶管技术;

引言: 在市政工程建设中,给排水施工至关重要。传统施工方式往往带来交通拥堵、环境破坏等问题。长距离顶管技术作为一种创新的非开挖施工技术,逐渐引起广泛关注。它能在不开挖或少开挖地面的情况下完成管道铺设,具有独特的优势。

1 长距离顶管施工概述

(1) 长距离顶管施工的原理清晰而独特。技术人员借助先进的设备,将施工管道精准地铺设至作业通道中。这一过程对精度的要求极高,因为稍有偏差就可能影响整个工程的质量。通常情况下,长距离顶管施工的长度都在1500米以上,展现了其在长距离作业方面的优势。在管道的选用上,直径多处于350mm至400mm之间,并且对管道的种类有着严格的要求。合适的管道不仅要能承受地下的压力和环境变化,还要保证在长距离顶进过程中的稳定性和密封性。(2) 长距离顶管施工技术应用优势。在施工过程中,它不会使地层产生较大程度的变形,也不会对地层造成严重破坏。这对于保护地下的各种管线、建筑物基础以及生态环境至关重要。相比传统的开挖施工方式,长距离顶管施工能有效减少因施工对周边环境带来的不良影响。然而,该技术也存在一些客观弊端。(3) 顶管施工技术的一大亮点是少开挖路面甚至不开挖路面。这一特点成功化解了交通堵塞、建筑物遭到破坏等诸多尖锐矛盾。在高层建筑众多、交通繁忙、人口密集、地下管线复杂的城市中心街区,其优势更加明显。它能将施工对周边环境的负面影响降到最小程度,为施工创造一个洁净安全的环境。正因为如此,长距离顶管施工技术具有广泛的适用范围和强大的可利用性。

2 长距离顶管技术的施工流程

2.1 施工准备

2.1.1 工程勘察

在施工区域进行详细的工程勘察是长距离顶管施工的首要步骤。勘察人员需要运用先进的勘察技术和设备,全面了解施工区域的地质条件。这包括土壤的类型、硬度、稳定性等,因为不同的地质条件会对顶管施工产生不同的影响。例如,在软土地质中,需要特别注意防止地面沉降和管道偏移;而在岩石地质中,则需要选择适合的顶管机和施工方法。地下水位的高低也是一个关键因素。如果地下水位较高,可能会增加施工的难度和风险,需要采取相应的降水措施。此外,还需要准确掌握地下管线的分布情况,避免在施工过程中对现有管线造成破坏。这些详细的勘察数据将为施工方案的制定提供重要依据^[1]。

2.1.2 设计方案

根据工程勘察结果,制定合理的顶管施工方案是确保工程顺利进行的关键。设计人员需要综合考虑各种因素,确定顶管线路。顶管线路的选择应尽量避免地下障碍物,同时要考虑施工的便利性和经济性。管径的确定也是一个重要环节。管径的大小应根据工程的实际需求和施工条件来确定。如果管径过小,可能会影响给排水的流量;而管径过大,则会增加施工难度和成本。顶进力等参数的确定需要精确计算。顶进力的大小与管道的直径、长度、地质条件等因素密切相关。设计人员需要通过科学的计算方法,确定合适的顶进力,以确保顶管施工的安全和质量。

2.1.3 设备选型

根据施工方案的要求,选择合适的顶管机、千斤顶、泥浆泵等设备是施工准备的重要环节。顶管机是长距离顶管施工的核心设备,其选型应根据地质条件、管径、顶进距离等因素来确定。目前市场上有多种类型的顶管机,如土压平衡顶管机、泥水平衡顶管机等,每种顶管机都有其适用的地质条件和施工要求。千斤顶的选

择应根据顶进力的大小来确定。千斤顶的数量和规格应满足施工的需求，确保能够提供足够的顶进力。泥浆泵的选型应考虑泥浆的流量和压力要求，以保证泥浆能够顺利地管道周围形成泥浆套，减小摩擦力。

2.1.4 工作井和接收井施工

在顶管线路的两端分别施工工作井和接收井，作为顶管施工的起点和终点。工作井和接收井的施工质量直接影响着顶管施工的安全和顺利进行。工作井和接收井的深度和尺寸应根据顶管机的大小和施工要求来确定。在施工过程中，需要采取有效的支护措施，确保井壁的稳定。还要做好防水和排水工作，避免地下水对施工造成影响。

2.2 顶管机安装与调试

先将顶管机安装在工作井内是顶管施工的重要步骤。安装人员需要严格按照操作规程进行操作，确保顶管机的位置和方向准确无误。在安装过程中，需要使用吊车等设备将顶管机缓慢地放入工作井内，并调整好顶管机的位置和方向，使其与顶进线路一致。安装完成后，还需要对顶管机进行固定，防止在施工过程中发生移动。再对顶管机、千斤顶、泥浆泵等设备进行调试是确保设备运行正常的关键。调试人员需要对设备的各项参数进行检查和调整，确保设备能够满足施工的要求。在调试过程中，需要对顶管机的推进系统、泥浆系统、控制系统等进行全面检查，确保各个系统能够协调运行。同时对千斤顶的压力进行调试，确保千斤顶能够提供足够的顶进力。调试完成后，还要进行试运行，以检验设备的性能和稳定性。

2.3 顶管施工

(1) 顶进：启动顶管机，利用千斤顶将管道逐节顶入地下是顶管施工的核心环节。在顶进过程中，需要严格控制顶进速度、顶进力和泥浆压力等参数，确保顶管施工的安全和质量。顶进速度应根据地质条件、管道直径、顶进力等因素来确定，一般不宜过快，以免引起地面沉降和管道偏移。顶进力的大小应根据设计要求进行控制，避免过大或过小。泥浆压力的大小应根据地质条件和顶进速度来确定，以保证泥浆能够在管道周围形成稳定的泥浆套，减小摩擦力。

(2) 测量与纠偏：在顶管施工过程中，要定期进行测量，及时发现管道的偏差，并采取相应的纠偏措施，确保管道的顶进方向正确。测量人员需要使用全站仪、水准仪等测量仪器，对管道的位置、高程等进行实时监测。如果发现管道存在偏差，应及时通知施工人员采取纠偏措施。纠偏措施主要有调整千斤顶的顶进方向、调

整泥浆压力等。在采取纠偏措施时，应注意控制力度，避免过度纠偏引起管道的损坏。

(3) 泥浆置换：在顶管施工完成后，要及时进行泥浆置换，将管道周围的泥浆置换为水泥浆或其他填充材料，确保管道的稳定性。泥浆置换的目的是为了填充管道与土壤之间的空隙，防止管道在使用过程中发生沉降和位移。泥浆置换的方法主要有压力注浆法、置换注浆法等^[2]。在进行泥浆置换时，应注意控制注浆压力和注浆量，确保填充材料能够充分填充空隙，提高管道的稳定性。

2.4 竣工验收

(1) 管道验收：对顶管施工完成的管道进行验收，检查管道的质量、密封性和坡度等是否符合设计要求。验收人员需要使用专业的检测设备，对管道的内部和外部进行全面检查。如果发现管道存在质量问题，应及时通知施工单位进行整改。管道的密封性是验收的重点之一。验收人员需要对管道的接口处进行密封性检测，确保管道在使用过程中不会发生渗漏。还要检查管道的坡度是否符合设计要求，以保证给排水的顺畅。

(2) 场地清理：清理施工现场，恢复地面交通和环境是竣工验收的最后一步。施工单位需要将施工现场的建筑垃圾、废弃材料等进行清理，对施工区域进行平整和恢复。还要对破坏的地面进行修复，恢复地面交通和环境。长距离顶管技术的施工流程复杂而严谨，需要施工单位具备丰富的经验和专业的技术。

3 长距离顶管技术的关键技术要点

3.1 顶管机选型

顶管机作为长距离顶管施工的核心设备，其正确选型是施工成功的基础。不同的地质条件对顶管机的要求各异。比如在软土地质中，土压平衡顶管机可能较为适用。这种顶管机通过控制土仓内的土压力与开挖面的土压力平衡，能够有效地稳定开挖面，防止地面沉降。在地质条件较为复杂，含有地下水的区域，泥水平衡顶管机则表现出色。它通过泥水压力来平衡开挖面的土压力，同时将挖掘出的泥土以泥浆的形式输送出去，保证施工的连续性和稳定性。而在岩石地质中，岩石顶管机则是首选。它具备强大的破岩能力，能够应对坚硬的岩石地层。在选择顶管机时，管径和顶进距离也是重要的考虑因素。较大直径的管道需要更强大的顶管机来提供足够的顶进力，而长距离顶管施工则要求顶管机具有良好的耐久性和稳定性。

3.2 顶进力计算与控制

顶进力在长距离顶管施工中起着关键作用。施工

前, 必须根据管道的直径、长度、地质条件等因素进行精确计算。管道直径越大, 顶进力通常也会相应增加。顶进距离的延长也会导致顶进力的累积。不同的地质条件对顶进力的影响也很大, 例如在软土地质中, 摩擦力相对较小, 而在坚硬的岩石地层中, 顶进力会大幅增加。根据计算结果选择合适的千斤顶和顶进设备至关重要。在施工过程中, 要实时监测顶进力的变化。如果顶进力超出安全范围, 可能会导致管道破裂、地面沉降等严重后果。此时, 需要及时调整顶进速度和泥浆压力等参数。降低顶进速度可以减小顶进力的增长速度, 而调整泥浆压力可以改变管道与周围土体之间的摩擦力, 从而影响顶进力的大小。

3.3 泥浆减阻

在长距离顶管施工中, 摩擦力是一个不可忽视的问题。随着顶进距离的增加, 管道与周围土体之间的摩擦力会急剧上升, 导致顶进力大幅增加, 影响施工效率和安全性。采用泥浆减阻技术是解决这一问题的有效方法。在顶管施工过程中, 向管道周围注入泥浆, 形成泥浆套。泥浆可以起到润滑的作用, 降低管道与土体之间的摩擦力。泥浆还可以填充管道与土体之间的空隙, 减少地面沉降的风险。为了确保泥浆减阻的效果, 需要选择合适的泥浆材料和配比。不同的地质条件需要不同类型的泥浆, 以达到最佳的减阻效果。

3.4 测量与纠偏

长距离顶管施工中, 管道的偏差是一个常见的问题。由于各种因素的影响, 管道的偏差会随着顶进距离的增加而增大。因此, 实时测量和纠偏是必不可少的。全站仪测量是一种常用的方法, 它可以精确地测量管道的位置和高程。激光导向测量则具有快速、准确的特点, 能够实时监测管道的顶进方向。陀螺仪测量则适用于复杂的地质条件下, 能够提供高精度的测量结果。一旦发现管道偏差, 必须及时采取纠偏措施。调整千斤顶的顶进方向是一种常见的纠偏方法, 可以通过改变千斤顶的推力方向来纠正管道的偏差^[1]。调整泥浆压力也可以起到纠偏的作用, 通过改变管道与土体之间的摩擦力来调整管道的顶进方向。在采取纠偏措施时, 要谨慎操作, 避免过度纠偏导致管道损坏。

4 长距离顶管技术在市政给排水工程中的应用优势

长距离顶管技术在市政给排水工程中有很多应用优势, 为城市建设带来了极大的便利。

第一, 减少施工对交通的影响。市政给排水工程常常坐落于城市中心区域, 这里车流量大、人流量密集。传统的施工方式需要大面积开挖地面, 必然会阻断交通, 给市民出行带来极大不便, 也会影响城市的交通效率。而长距离顶管技术无需开挖地面, 能够在不干扰交通的情况下进行管道铺设。第二, 降低施工对环境的破坏。传统的开槽埋管施工方式在施工过程中会产生大量的建筑垃圾和尘土。这些垃圾不仅占用空间, 还会对周边环境造成较大破坏, 影响空气质量和城市美观。相比之下, 长距离顶管技术施工过程中产生的建筑垃圾较少。而且, 通过泥浆处理系统, 可以对施工过程中产生的泥浆进行回收和处理, 进一步减少了对环境的污染。这种环保的施工方式符合现代城市可持续发展的要求。第三, 提高施工效率和质量。长距离顶管技术施工周期短, 能够快速完成管道铺设任务, 加快工程进度。这对于城市基础设施建设来说至关重要, 可以尽快恢复城市的正常运行。由于顶管施工是在地下进行的, 避免了受到外界天气、人为等因素的干扰。这样可以更好地保证施工质量, 减少因外界因素影响而出现的质量问题。施工过程更加稳定、可控, 从而提高了整体的施工质量。第四, 适应复杂的地质条件。城市地下地质情况复杂多样, 可能存在软土、砂土、岩石等不同地质条件。长距离顶管技术具有很强的适应性, 可以适用于各种地质条件。在遇到地下管线复杂的区域时, 也可以通过调整顶管线路和施工参数等方式进行施工。

结束语: 长距离顶管技术在市政给排水施工中展现出巨大的潜力和优势。通过精准的施工原理、严谨的施工流程、关键技术要点的把握以及显著的应用优势, 为城市建设带来诸多便利。然而, 长距离顶管技术也面临着一些挑战, 如施工技术要求高、地质条件复杂等。未来应不断加强技术创新和人才培养, 优化施工流程, 提高技术适应性和稳定性, 以更好地满足城市发展的需求。

参考文献

- [1]李冀.市政给排水施工中长距离顶管施工技术运用[J].城市建设理论研究(电子版), 2020, No.324(06):53-53.
- [2]孙玉良.市政给排水施工中长距离顶管施工技术及应用[J].华东科技(综合), 2019, 000(009):P.1-1.
- [3]杨红涛.市政给排水工程施工中长距离顶管施工技术标准研究[J].2021(2016-11):153-154.