

市政施工中地下管线长距离顶管施工技术研究

朱 丹

福建平祥建设工程有限公司 福建 厦门 361000

摘 要：长距离顶管是一种先进的管道施工技术，长距离顶管施工技术在市政工程中至关重要，尤其适用于城市中心区域和复杂地质条件下的管线铺设。该技术通过非开挖方式，利用顶进设备将预制管道推入土层，具有高效、环保等优势。文章深入分析了长距离顶管施工的关键要素，包括顶管材料选择、顶进设备配置及施工工艺优化等，并提出了提升施工技术的具体措施，如穿墙技术、泥浆减阻、压力平衡管道顶管、管道加固与位移控制等。同时，还探讨了施工前准备、施工过程中的监测调整及施工后的验收评估等关键环节，为长距离顶管施工提供了全面指导。

关键词：市政施工；地下管线；长距离；顶管施工技术

引言：随着城市化进程的加速，市政工程中地下管线的铺设需求日益增加。长距离顶管施工技术作为一种非开挖式地下管道铺设方法，通过利用地下隧道作为管道敷设通道，使管道跨越较大的距离，从而避免繁琐的开挖和地面交通干扰。因其对地面交通影响小、环保等优点，在市政工程中得到了广泛应用。然而，长距离顶管施工仍面临着诸多挑战，如地质条件复杂、施工精度要求高等。因此，深入研究长距离顶管施工技术，提高其施工效率和质量，对于推动市政工程的可持续发展具有重要意义。

1 市政施工中地下管线长距离顶管施工技术分析

1.1 长距离顶管施工技术概述

顶管施工技术是一种非开挖式地下管道铺设方法，其基本原理是利用顶进设备将管道从始发井推入土层，直至到达接收井。施工过程中，通过掘进机头开挖土体，同时将预制管节依次顶入，形成连续的地下管道。顶管技术具有不影响地面交通、减少土方开挖、降低环境影响等优点，特别适用于城市中心区域和穿越重要构筑物的管线施工。在市政工程中，顶管技术广泛应用于给排水管道、电力电缆、通信光缆等地下管线的铺设。随着技术的不断进步，顶管施工的适应范围不断扩大，已能够应对复杂地质条件和长距离施工需求。然而，长距离顶管施工仍面临着诸多挑战，如顶进力控制、轨迹精度保持、地层适应性问题，需要采取针对性的技术措施和管理策略。长距离顶管施工的主要特点包括：施工距离长，通常超过500米；地质条件复杂，可能穿越多种地层；施工周期长，对设备耐久性和可靠性要求高；施工精度要求高，需要精确控制管道轨迹^[1]。这些特点使得长距离顶管施工在技术和管理上都面临着更大的挑战，需要综合考虑地质条件、设备性能、施工工艺等因

素，制定科学合理的施工方案。

1.2 长距离顶管施工技术的要素

1.2.1 顶管材料的选择

顶管材料是长距离顶管施工中的基础，其质量和性能直接关系到顶管的成败。在选择顶管材料时，首要考虑的是材料的强度和刚度，以确保管道能够承受顶进过程中的巨大压力和摩擦。钢筋混凝土管和钢管是目前最常用的两种顶管材料。钢筋混凝土管以其高强度、耐腐蚀、使用寿命长等优点，在市政工程中得到了广泛应用。而钢管则因其良好的韧性和承压能力，在需要穿越复杂地质条件或承受较大水压的工程中表现出色。在选择具体材料时，还需结合工程实际情况，综合考虑材料的成本、运输、安装等因素。

1.2.2 顶进设备的配置

顶进设备是长距离顶管施工技术的核心，它直接关系到顶管的顶进速度、精度和安全性。一套完整的顶进设备包括顶管机、主推千斤顶、纠偏千斤顶等多个组成部分。顶管机作为顶进过程中的主要动力源，其选型需根据地质条件、管道直径、顶进距离等因素综合考虑。主推千斤顶则负责提供顶进所需的推力，其吨位和数量应根据顶进阻力和工程要求来确定。纠偏千斤顶则用于调整管道顶进方向，确保管道按预定轨迹前进。此外，还需配备相应的导向系统、泥浆循环系统等辅助设备，以提高顶进效率和施工精度。

1.2.3 施工工艺的选择

长距离顶管施工技术涉及多种施工工艺，每种工艺都有其独特的适用范围和优势。在选择施工工艺时，需充分考虑土壤性质、地下水位等外部影响因素。例如，在软土地区，采用泥浆减阻技术可以有效减小顶进阻力，提高顶进速度；而在坚硬地层如砾石、冻土、岩

石等地质条件下,考虑压力平衡管道顶管。此外,穿墙技术也是长距离顶管施工中的关键环节之一,它关系到管道能否顺利穿越墙体进入预定位置。在选择穿墙技术时,需结合墙体结构、厚度等因素进行综合考虑。

2 市政施工中地下管线长距离顶管施工技术的具体应用

2.1 穿墙技术的应用

穿墙技术是长距离顶管施工中的一项关键技术,它涉及将防水套管与墙体预埋管洞进行稳定连接,以确保地下管线在不同材料连接部位的抗震性能和防水性能达到技术标准。(1)穿墙施工前的准备工作。施工单位需要对墙体预埋管洞进行彻底的清理,确保洞内无杂物、无积水,以保证后续施工的顺利进行。防水套管的防腐蚀性能和抗震性能指标也需要进行定期的测试分析,确保其性能符合施工要求。(2)穿墙技术的实施。这要求施工单位在施工前进行详细的现场勘察和测量,确保管线的安装位置、角度和深度等参数准确无误。此外,周边地质环境和水文条件的安全稳定也是穿墙技术实施中需要重点考虑的因素。施工单位需要对这些条件进行全面的勘察和分析,以确保施工过程中的安全性和稳定性。(3)施工单位还需要注意对墙体的保护。在穿墙过程中,应尽量避免对墙体造成过大的冲击力或振动,以防止墙体开裂或破损^[2]。防水套管的安装也需要严格遵循施工规范,确保其与墙体预埋管洞的连接紧密、稳固。

2.2 泥浆减阻技术的应用

泥浆减阻技术是长距离顶管施工中常用的一种技术措施,它通过布置泥浆材料在土层和管道之间形成泥浆保护膜,从而提升周边土壤环境的安全稳定性,避免地表出现大面积沉降等环境病害问题。在实际应用中,泥浆的配置是关键环节。施工单位需要根据土壤的物理性质和地下水位的实际分布情况来确定泥浆的配方和浓度。一般来说,泥浆中应含有适量的膨润土、水和化学添加剂等成分,以确保泥浆具有良好的流动性和稳定性。泥浆的供应量也需要根据施工作业的需求进行合理配置,避免供应量不足或过剩导致施工效率低下或资源浪费。在泥浆减阻技术的实施过程中,施工单位还需要注意对泥浆性能的定期检测。这包括对泥浆的粘度、密度、含沙量等指标进行检测和分析,以确保泥浆满足施工要求。此外,施工单位还需要尽量减少大中型机械设备的外力干预次数,以减少开挖作业和井下作业阶段内的管道推进作业阻力系数。

2.3 压力平衡管道顶管技术的应用

压力平衡管道顶管采用高压空气进行管道顶管,它

适用于坚硬地层如砾石、冻土、岩石等地质条件下的管道施工。该方法具有施工速度快、环保、作业空间大等优点,但是需要较高的空气压力。

2.4 顶管井的布置与施工

顶管井的布置是长距离顶管施工中的关键环节,它需要根据场地建设条件、施工组织设计方案等文件资料来明确阐述技术措施的应用要点和技术可行性分析。在顶管井的布置过程中,施工单位需要优选质量合格的顶管材料,避免在施工现场多次进行材料二次加工操作。顶管井的布置还需要考虑周边土体、地下水位的受力变化情况。施工单位需要对这些条件进行全面的勘察和分析,以确保顶管井的稳定性和安全性。在顶管井的施工阶段,施工单位需要按照施工组织设计方案的要求进行具体的施工操作。这包括开挖井坑、浇筑混凝土基座、安装钢梯导轨等基础设施等步骤。在施工过程中,施工单位需要严格控制施工质量和进度,确保各项施工指标符合设计要求^[3]。此外,顶管井的施工过程中还需要注意对周边环境的保护。在开挖井坑时,应采取有效的支护措施以防止土体坍塌;在浇筑混凝土基座时,应确保混凝土的强度和稳定性满足设计要求;在安装钢梯导轨等基础设施时,应注意对周边土体和地下水位的影响,避免对其造成过大的扰动。

2.5 管道的安装与调试

在长距离顶管施工中,管道的安装与调试是确保施工质量的关键步骤。这包括顶管材料的质量检测、运输、组装拼接以及后续的定位、加固和调试等工作。在管道安装前,施工单位需要对顶管材料进行全面的质量检测。这包括对顶管的耐久性、外观形态完整性、耐腐蚀性和密闭性等各项性能指标进行检测和分析。只有质量合格的顶管材料才能用于后续的施工操作。在管道的运输和组装拼接过程中,施工单位需要按照指定的顺序将顶管材料运输到施工现场,并进行开箱、清点、组装拼接等工作。在运输过程中,应注意对顶管的保护,避免其受到损坏或变形。在组装拼接过程中,应严格控制各项施工参数和指标,确保管道的连接紧密、稳固。在管道的安装过程中,施工单位还需要严格控制管道的位移偏差等数据指标。这要求施工单位在施工过程中进行实时的监测和调整,确保管道的安装位置、角度和深度等参数符合设计要求。施工单位还需要及时采取管道加固措施,如泥浆减阻技术措施等,以确保管道的稳定性和安全性。在调试阶段,施工单位需要对管道进行压力测试和其他相关测试,以确保其满足设计要求。这包括对管道的承压能力、密封性能等指标进行测试和分析。

只有经过严格测试和调试的管道才能正式投入使用。

3 提高市政施工中地下管线长距离顶管施工技术的措施

3.1 加强前期勘察与设计

(1) 详尽的地质勘察。在施工前,应对施工区域进行详尽的地质勘察,了解地下土层的分布、性质、承载力以及地下水位等信息。这有助于施工单位选择合适的顶管材料、确定顶进路线、制定施工方案,并提前预防可能遇到的地质风险。(2) 精确的施工设计。基于地质勘察结果,施工单位应制定精确的施工设计,包括顶管井的布置、管道的走向、顶进速度的控制、泥浆的配置等。设计应充分考虑地质条件、地下水位、管道材料等因素,确保施工方案的可行性和安全性^[4]。

3.2 优化材料与设备选择

(1) 选用高性能顶管材料。顶管材料的选择直接关系到顶管的耐久性和使用寿命。应选用强度高、耐腐蚀、抗磨损的顶管材料,如钢筋混凝土管、钢管等。材料的选择还应考虑施工区域的地质条件,以确保顶管在复杂地质环境下的稳定性。(2) 配备先进顶进设备。顶进设备是长距离顶管施工的核心。应选用技术先进、性能稳定的顶进设备,如液压顶管机、主推千斤顶等。这些设备应具有足够的顶进力和纠偏能力,以适应复杂地质条件下的施工需求。

3.3 提升施工技术水平

(1) 加强施工人员培训。施工人员的技术水平直接影响施工质量。应定期对施工人员进行技术培训,提高他们的专业技能和施工质量意识。培训内容应包括顶管施工的基本原理、操作流程、安全规范等。(2) 引入智能化施工技术。随着科技的发展,智能化施工技术在长距离顶管施工中得到了广泛应用。通过引入GPS定位、远程监控、自动化控制等技术,可以实时监测施工过程中的各项参数,提高施工精度和安全性。(3) 优化施工工艺。施工工艺的优化是提高施工质量的关键。应根据地质条件、管道材料等因素,选择合适的施工工艺,如泥浆减阻技术、管道纠偏技术等。还应注重施工过程中的细节处理,如管道接口的密封、泥浆的循环使用等。

3.4 加强施工管理与质量控制

(1) 建立完善的施工管理体系。应建立完善的施工

管理体系,明确施工流程、责任分工、质量检查等环节。通过制定详细的施工计划和进度表,确保施工过程的顺利进行。还应建立质量检查机制,对施工过程中的各个环节进行定期检查和评估。(2) 强化安全风险管理。长距离顶管施工涉及地下作业,具有一定的安全风险。应制定详细的安全风险管理计划,包括风险评估、风险预警、应急处理等。还应加强施工现场的安全管理,确保施工人员的安全。(3) 注重环境保护。在施工过程中,应注重环境保护,减少对周边环境的破坏。应采取有效的降噪、防尘措施,降低施工对周边居民的影响。还应妥善处理施工产生的废弃物,避免对环境造成污染。

3.5 加强后期维护与监测

(1) 建立定期维护机制。施工完成后,应建立定期维护机制,对地下管线进行定期检查和维护。这有助于及时发现并处理潜在的安全隐患,确保管线的正常运行。(2) 加强监测与数据分析。应加强对地下管线的监测,通过安装传感器等设备,实时监测管线的运行状态。还应收集和分析监测数据,为后续的维护和管理提供科学依据。

结语

综上所述,长距离顶管施工技术在市政工程中发挥着重要作用,其施工效率和质量直接影响到城市基础设施的完善程度。通过优化顶管材料选择、顶进设备配置和施工工艺选择等关键要素,采取针对性的技术措施和管理策略,可以有效提高长距离顶管施工技术的水平。未来,随着技术的不断进步和经验的积累,长距离顶管施工技术将在市政工程中发挥更加重要的作用,为城市建设和发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]李洋.顶管技术在市政工程中的应用研究[J].百科论坛电子杂志,2021(24):195-196.
- [2]郭旭.市政施工中地下管线长距离顶管施工技术分析[J].百科论坛电子杂志,2021(22):1507.
- [3]刘臻臻.市政施工中地下管线施工技术分析[J].建材与装饰,2023,19(15):24-26.
- [4]储晓亮.市政工程顶管施工技术及其质量控制措施分析[J].科学技术创新,2021(21):112-114.