

简析市政工程建设中顶管施工技术的应用

邓龙泉

中交特种工程有限公司 湖北 武汉 430000

摘要：顶管施工技术作为非开挖管道铺设的先进方法，在市政工程建设中发挥了重要作用。该技术通过液压千斤顶等设备，将预制管道顶入土中，有效减少了地面开挖，降低了施工对交通和环境的影响。其施工速度快、管道内表面光滑、密封性能好，且能在复杂地质条件下作业，确保了施工质量与安全。顶管施工技术在市政道路排水、污水管道、给水管道及天然气管道等领域广泛应用，极大地推动了市政工程的绿色高效发展。

关键词：市政工程建设；顶管施工技术；应用

引言：随着城市化进程的加快，市政工程建设面临着越来越多的挑战，尤其是在如何在保证工程质量的同时，减少对城市环境的影响。顶管施工技术作为一种先进的非开挖施工方法，在市政管道铺设中展现出独特优势。该技术不仅能够有效减少地面开挖，降低噪音、粉尘污染，还提高了施工效率，缩短了工期，成为市政工程建设中不可或缺的重要手段。本文将深入探讨顶管施工技术在市政工程建设中的应用，分析其优势、施工工艺及关键问题，以期对相关实践提供参考。

1 顶管施工技术概述

1.1 顶管施工技术定义

顶管施工技术，作为一种先进的非开挖管道铺设方法，其核心在于利用土壤的可压缩性和管道的顶进力，实现管道在不开挖或少开挖地表的条件下穿越土层，直接到达预定位置。具体而言，该技术通过在地面预先构建的工作井中安装顶进设备，利用液压千斤顶或机械推力，将预制的管道（多为钢筋混凝土管、钢管或塑料管）按预定路线逐节顶入土中，同时挖出土体，形成管道通道。整个过程中，地表除了工作井和接收井（必要时）需开挖外，其余部分保持原貌，极大程度地减少了对地面交通和周边环境的影响。

1.2 技术特点与优势

（1）施工速度快：顶管施工无需大面积开挖，避免了传统施工方法因土方作业量大、施工周期长而导致的效率低下问题。在地质条件适宜的情况下，顶管机可以连续作业，显著缩短工期，提高施工效率。（2）施工管道内表面光滑：预制管道在工厂条件下生产，其内表面光洁度高，有利于流体的顺畅通过，减少了因管道内壁粗糙而产生的阻力和沉积物积累，提升了管道的使用性能。（3）密封性能好：顶管施工过程中，管道接头通常采用橡胶密封圈等密封材料，确保了管道之间的严密

连接，有效防止了地下水渗漏和有害气体侵入，保障了管道系统的安全稳定运行。（4）施工安全性高：顶管施工在地下进行，减少了地面交通中断、人员疏散等安全风险。同时，由于施工面转变为点（即工作井和接收井），现场作业空间相对集中，便于安全管理和事故预防。（5）环境影响小：相较于传统的开挖埋管方式，顶管施工极大地减少了对地面的破坏，降低了噪音、粉尘等环境污染，保护了城市生态环境，符合绿色施工理念。（6）减少工程量与占地面积：顶管施工无需大面积开挖，显著减少了土方工程量，节约了施工成本。同时，由于只在少数几处设置工作井和接收井，占地面积小，有利于城市空间的有效利用。（7）施工面转变为点：这是顶管施工技术最为显著的优势之一。通过精准设计施工路线，将大规模的地面开挖作业转化为局部工作井和接收井的建设，不仅减少了对周围环境的干扰，还降低了施工难度和风险。

2 顶管施工技术在市政工程建设中的应用

2.1 应用领域

顶管施工技术在市政工程建设中展现出广泛的应用价值，尤其是在那些对地表环境影响要求严格的领域，如市政道路排水、污水管道、给水管道以及天然气管道等工程的建设中，其优势尤为突出。（1）市政道路排水系统：在城市排水管网的建设与改造中，顶管施工技术能够有效避免大规模开挖对道路交通的影响，同时确保排水管道的顺利铺设。通过非交通高峰期或夜间进行作业，可以最大限度地减少对市民日常出行的影响。此外，顶管施工还能精确控制管道走向和埋深，提高排水系统的整体效能。（2）污水管道工程：污水管道系统作为城市基础设施的重要组成部分，其建设与维护同样面临着施工难度大、环境影响广的问题。顶管施工技术凭借其非开挖或少开挖的特点，在污水管道的新建、扩

建及修复工程中得到了广泛应用。它不仅能够有效减少施工扬尘和噪音污染,还能在不影响周边居民生活的情况下,快速完成管道铺设任务。(3) 给水管道工程:随着城市化进程的加快,对水资源的需求日益增长,给水管道系统的稳定性和安全性显得尤为重要。顶管施工技术在给水管道建设中的应用,不仅提高了施工效率,还保证了管道的质量和安全。特别是在穿越河流、道路等复杂地形时,顶管技术能够确保管道埋设的精准度和深度,减少了因施工不当导致的水资源泄漏风险。(4) 天然气管道工程:天然气作为清洁能源,在城市能源供应中占有重要地位。天然气管道的建设与维护对安全性要求极高。顶管施工技术在天然气管道工程中的应用,可以确保管道在穿越地下障碍物时保持连续性和完整性,减少了因开挖施工可能导致的管道破损和气体泄漏的风险。同时,该技术还能有效缩短施工周期,降低施工成本,提高整体项目的经济效益^[1]。

2.2 施工工艺与流程

顶管施工技术的工艺流程复杂而精细,主要包括以下几个关键环节:(1) 工作井与接收井的建造:作为顶管施工的起点和终点,工作井与接收井的建造是整个施工过程的第一步。工作井通常根据管道直径、顶进长度及地质条件进行设计,需确保足够的强度和稳定性以支撑顶进设备和管道。接收井则用于接收顶进的管道,并需提前预留好管道接口。在建造过程中,需严格控制井壁垂直度、井底平整度及防渗处理等关键指标。(2) 顶进设备的安装:顶进设备是顶管施工的核心部件,包括液压千斤顶、导轨、顶铁等。在安装过程中,需根据设计要求和现场实际情况进行精确调整和固定,确保顶进过程中设备的稳定性和安全性。同时,还需对设备进行全面的检查和试运行,确保各部件运转正常、无故障。(3) 管道顶进:管道顶进是整个施工过程的核心环节。在顶进过程中,需严格控制顶进速度和力度,避免过快或过猛导致管道破损或变形。同时,还需密切关注管道顶进过程中的阻力和偏移情况,及时调整顶进方向和角度。在特殊地质条件下(如软土、砂层等),还需采取注浆加固等措施以提高管道周围的土体稳定性^[2]。(4) 施工监测与纠偏:施工监测是顶管施工过程中不可或缺的一环,它贯穿于整个顶进过程,旨在实时监测管道的顶进状态,包括顶进速度、顶进力、管道偏移情况等,以确保施工的安全性和精度。常用的监测方法包括地面沉降观测、管道内部应力监测以及激光导向系统等。通过这些手段,可以及时发现并纠正施工过程中出现的问题,确保管道按照预定路线和坡度准确顶进。在发现管

道偏移时,必须立即进行纠偏操作。纠偏的方法通常包括调整顶进设备的推力方向、使用纠偏千斤顶对管道进行微调以及改变切削土体的形状和角度等。这些措施需要根据实际情况灵活运用,以最小的干扰实现管道的准确归位。同时,在纠偏过程中还需密切关注管道和周围土体的稳定性,避免产生新的施工问题。

2.3 施工要点

(1) 地质勘查:地质勘查是顶管施工前的重要准备工作。通过详细的地质勘查,可以了解施工区域的土层分布、地下水位、岩石特性等信息,为后续的施工设计和设备选型提供依据。同时,还能帮助识别潜在的施工风险,如地质灾害、地下障碍物等,并制定相应的应对措施。(2) 设备选型:顶管施工设备的选型需根据工程规模、管道材质、地质条件等因素综合考虑。合理选择顶进设备、导向仪器、注浆设备等,不仅能够提高施工效率,还能保证施工质量。同时,还需关注设备的性能参数和使用寿命,确保其能够满足施工需求并具备良好的耐用性。(3) 管道材料选择:管道材料的选择需考虑其耐久性、耐腐蚀性、抗压能力以及施工工艺要求等因素。常见的管道材料包括钢筋混凝土管、钢管和塑料管等。不同材料具有不同的优缺点和适用范围,需根据工程具体情况进行选择。同时,还需关注管道接头的密封性和耐久性,确保管道系统的整体性能^[3]。(4) 施工监测与纠偏:施工监测与纠偏不仅是施工过程中的重要环节,更是保证顶管施工质量的关键。在监测过程中,需建立完善的监测体系和预警机制,及时发现并处理施工中的问题。在纠偏时,需遵循“预防为主、及时纠偏”的原则,采取科学合理的纠偏方法,避免问题扩大化和复杂化。(5) 不同地质条件下的应对措施:地质条件是影响顶管施工的重要因素之一。针对不同的地质条件,需采取相应的应对措施。例如,在软土地区施工时,需加强注浆加固和土体改良工作,以提高管道周围的土体稳定性;在岩石地区施工时,需选用合适的切削刀具和破碎设备,以提高破岩效率和降低施工成本。此外,还需关注地下水位和地下水流对施工的影响,制定相应的排水和止水措施。

3 顶管施工技术的关键问题与对策

3.1 技术问题

在顶管施工过程中,由于地质条件的复杂性和施工环境的多样性,往往会遇到一系列技术问题,这些问题若不妥善解决,将严重影响施工进度和工程质量。(1) 地下水位高。当地下水位较高时,土壤容易液化,导致土体稳定性下降,增加了管道顶进的难度和风险。同

时,高水位还可能引起地下水渗漏,影响管道周围的土体结构和密封性能。(2)土层不稳定。不同土层的物理性质和力学特性差异较大,如软土、砂土、粘土等,这些不稳定的土层在顶管施工过程中容易发生坍塌、流动等现象,给管道顶进带来极大困难,甚至造成施工事故。(3)管道顶进困难。管道顶进困难可能由多种因素造成,如土层阻力大、管道轴线偏差、顶进设备能力不足等。这些问题不仅会导致施工进度缓慢,还可能对管道造成损坏,影响其使用性能。(4)施工监测与纠偏精度不足。施工监测与纠偏是确保顶管施工质量的重要环节。然而,在实际施工过程中,由于监测设备精度不够、数据处理不及时或纠偏措施不当等原因,往往会导致监测结果不准确、纠偏效果不佳等问题。

3.2 对策与建议

针对上述技术问题,以下是一些解决对策和建议:

(1)加强地下水控制。在地下水位较高的施工区域,应采取有效的降水措施,如设置降水井、使用深井泵等,降低地下水位,提高土体稳定性。同时,还需加强地下水位的监测工作,及时发现并处理地下水渗漏问题。

(2)增强土层稳定性。针对不稳定的土层,可采取注浆加固、土体改良等措施,提高土层的力学性能和稳定性。注浆加固可以通过注入水泥浆、化学浆液等材料,填充土层中的空隙和裂缝,增强土体的整体性和抗剪强度。土体改良则可以通过添加石灰、水泥等固化剂,改变土体的物理性质和力学特性,使其更适合顶管施工。

(3)优化施工方案。在施工前,应充分了解施工区域的地质条件和施工环境,制定科学合理的施工方案。针对管道顶进困难的问题,可以通过优化顶进路径、调整顶进力、增加辅助设备等措施来解决。同时,还需加强施工过程中的管理和协调工作,确保施工方案的顺利执行。(4)改进施工设备。随着科技的发展,施工设备也

在不断更新换代。为了提高顶管施工的效率和质量,应积极引进和推广先进的施工设备和技术。例如,采用先进的顶管机和导向仪器可以提高管道顶进的精度和稳定性;采用自动化和智能化技术可以实现对施工过程的实时监测和控制^[4]。(5)加强施工监测与纠偏。施工监测与纠偏是确保顶管施工质量的关键环节。应加强监测设备的投入和维护工作,确保其精度和可靠性;同时,还需建立完善的数据处理和分析机制,及时发现并处理监测数据中的异常情况。在纠偏方面,应制定科学合理的纠偏方案和措施,确保纠偏工作的准确性和有效性。同时,还需加强施工人员的培训和管理,提高其专业技能和责任意识。

结束语

综上所述,顶管施工技术在市政工程建设中的应用,不仅解决了传统开挖埋管方式带来的诸多弊端,还以其独特的优势促进了城市基础设施建设的绿色高效发展。随着技术的不断进步和应用经验的积累,顶管施工技术将在更多领域发挥重要作用。未来,我们期待看到更加完善的技术体系、更加高效的施工方法和更加环保的施工工艺,共同推动市政工程建设迈向新高度,为城市的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]詹跃明.市政工程建设中顶管施工技术的应用[J].科技风,2020,(11):146-147.
- [2]王景全.市政工程建设中顶管施工技术的应用[J].现代物业,2020,(01):187-188.
- [3]吴柳林.浅谈市政大口径管道工程顶管施工工艺[J].四川水泥,2021(03):124-125
- [4]刘彩霞.市政工程建设中顶管工程技术的应用[J].中国住宅设施,2020(3):109-110.