

市政燃气管道顶管施工研究

董 凯

天津泰达滨海清洁能源集团有限公司 天津 300000

摘 要：市政燃气管道作为城市基础设施的重要组成部分，其建设质量直接关系到城市能源供应的安全与稳定。顶管施工技术在市政燃气管道建设中占据关键地位，涉及工作井与接收井的构筑、顶管设备的选型安装、施工测量与纠偏等多个环节。通过优化顶管设备性能、强化土体保护、提升施工队伍技术水平及引入信息化施工管理手段，可显著提升顶管施工效率与质量，确保市政燃气管道建设的顺利进行。

关键词：市政；燃气管道；顶管施工

引言

市政燃气管道作为现代城市能源供应的主动脉，其建设质量和安全性至关重要。随着城市化进程的加快，市政燃气管道建设面临更加复杂的地质条件和城市环境挑战。顶管施工技术作为一种非开挖施工方法，在市政燃气管道建设中得到了广泛应用。本文旨在探讨市政燃气管道顶管施工的关键技术及其优化策略，以期对相关工程实践提供理论参考和技术支持。

1 市政燃气管道建设的重要性

市政燃气管道建设在现代城市发展中占据着举足轻重的地位。作为城市基础设施的重要组成部分，燃气管道不仅直接关系到居民日常生活的便捷性和舒适度，还深刻影响着城市的能源结构和环境保护。随着城市化进程的加速，居民对清洁能源的需求日益增长，燃气管道的高效、安全建设显得尤为重要。燃气管道建设能够显著提升城市能源供应的可靠性和稳定性。通过科学合理的管网布局，燃气可以稳定、高效地输送到城市的每一个角落，满足居民生活和工业生产的多样化需求，这种可靠的能源供应体系，对于提升城市整体运行效率和居民生活质量具有不可替代的作用。在环境保护方面，燃气管道建设也发挥着积极作用，相较于传统的燃煤、燃油等能源，天然气作为一种清洁能源，具有燃烧效率高、排放污染少的优点。通过推广使用天然气，可以有效降低城市空气污染物的排放，改善空气质量，为市民提供更加宜居的生活环境。燃气管道建设还促进了城市能源结构的优化升级，随着燃气管道网络的不断完善，天然气在城市能源消费中的比重逐步提升，这有助于减少对传统能源的依赖，推动城市能源向更加清洁、高效、可持续发展的方向。市政燃气管道建设不仅关乎居民生活的便捷与舒适，更是城市能源安全保障、环境保护和能源结构优化的重要基石。加强燃气管道建设，提

升管道运行的安全性和可靠性，对于推动城市可持续发展具有重要意义。

2 市政燃气管道顶管施工的关键技术

2.1 工作井与接收井施工技术

工作井与接收井作为顶管施工起始与终结的重要结构，其施工质量对整个顶管工程的顺利推进起着决定性作用。在进行工作井与接收井施工时，要依据地质勘察资料，精准确定井位。井位需避开地下障碍物以及不稳定的地质区域，从而保障井体的稳定性。井体的开挖通常采用人工配合机械的方式进行。在开挖过程中，要严格控制在开挖尺寸与坡度，避免超挖或欠挖现象的出现。为防止井壁坍塌，需及时进行支护作业，支护结构可选用钢板桩、混凝土灌注桩等形式，根据实际地质条件与井深进行合理选择。在支护施工过程中，要确保支护结构的安装精度与连接牢固性，使其能够有效承受土体压力。当井体开挖至设计深度后，便要开展井底板与井壁的浇筑工作，井底板的浇筑需保证混凝土的平整度与密实度，为后续顶管设备的安装提供坚实基础。井壁浇筑时，则要注重模板的安装质量，确保模板拼缝严密，防止混凝土漏浆。在混凝土浇筑过程中，要分层振捣，保证混凝土的强度与抗渗性能，还需在井壁上预留出顶管洞口，洞口的尺寸与位置要精确无误，以便顶管顺利进出。工作井与接收井施工完成后，还需对井体进行全面检查，确保其各项参数符合设计要求，为后续顶管施工创造良好条件^[1]。

2.2 顶管设备选型与安装技术

顶管设备的合理选型与正确安装是确保顶管施工高效、安全进行的关键环节。在选型时，要综合考虑管道的管径、长度、材质，以及工程所处的地质条件等多方面因素。对于大管径、长距离的顶管施工，宜选用功率较大、顶进力强的顶管机，如泥水平衡顶管机或土压平

衡顶管机,这类顶管机能够适应不同的地质情况,有效控制地面沉降。确定顶管机类型后,还需配套选择合适的千斤顶、油泵站等设备。千斤顶的顶力要满足顶管施工的最大顶进力需求,并且要具备良好的同步性,确保顶管在顶进过程中受力均匀。油泵站则要为千斤顶提供稳定、可靠的动力源,其输出压力与流量要与千斤顶的工作参数相匹配。在顶管设备安装前,要对工作井内的基础进行验收,确保基础的强度与平整度符合设备安装要求。设备安装时,要严格按照安装图纸进行操作,保证各部件的安装位置准确无误。顶管机的导轨安装尤为重要,导轨的坡度与中心线要与管道的设计坡度和中心线一致,以引导顶管机沿正确方向顶进。要对设备的各个连接部位进行紧固,防止在施工过程中出现松动现象。安装完成后,还需对顶管设备进行全面调试,检查各系统的运行情况,确保设备处于良好的工作状态。只有经过严格调试且运行正常的顶管设备,才能投入到实际施工中,为顶管施工的顺利进行提供有力保障。

2.3 顶管施工中的测量与纠偏技术

在顶管施工过程中,精确的测量与及时有效的纠偏是保证管道按设计轴线顶进的关键技术措施。测量工作从顶管施工前便已开始,需对工作井与接收井的位置进行精确测量定位,为顶管施工提供准确的起始与终结基准。在顶管顶进过程中,要实时对顶管机的位置与姿态进行测量。常用的测量方法有全站仪测量法和激光导向测量法。全站仪测量可通过测量顶管机上特定测点的坐标,计算出顶管机的实际位置与设计轴线的偏差。激光导向测量则是利用安装在工作井内的激光发射器发射激光束,通过顶管机内的激光靶接收激光信号,直观显示顶管机的偏差情况。测量频率要根据顶管施工的实际情况合理确定,一般在初始顶进阶段以及地质条件变化较大时,测量频率要适当加密。一旦发现顶管机的偏差超出允许范围,便要及时进行纠偏。纠偏方法主要有调整顶管机的纠偏油缸、改变顶进推力的分布以及在管节之间设置楔形垫块等。在进行纠偏操作时,要遵循“勤测、勤纠、小纠”的原则,避免纠偏幅度过大对管道造成损伤。要密切关注纠偏过程中顶管机的受力情况以及地面沉降变化,确保纠偏操作的安全与有效。通过精确的测量与及时的纠偏,能够有效控制顶管施工过程中管道的偏差,保证市政燃气管道的施工质量,使其符合设计要求,为后续的管道运行奠定坚实基础^[2]。

3 市政燃气管道顶管施工技术的优化策略

3.1 优化顶管设备性能

(1) 选用先进的顶管机类型是优化设备性能的基础。

根据不同地质条件,精准匹配泥水式、土压平衡式等顶管机。在软土地层,泥水式顶管机可通过泥浆护壁,有效防止土体坍塌,保证顶进过程的稳定性。其泥浆循环系统能够及时将切削下来的土体带出工作井,维持作业面的清洁与正常推进。顶管机的刀盘设计需具备良好的切削能力与适应性,可根据土质硬度调整刀盘转速和扭矩,提高破岩、碎土效率,减少顶进阻力。(2) 对顶管设备的动力系统进行升级至关重要。采用高功率、低能耗的动力装置,提升顶进力的输出稳定性与持久性。通过优化动力传输系统,减少能量损耗,确保动力高效传递至顶进机构。安装智能监测系统,实时监控动力系统的运行参数,如油温、油压、电流等,一旦参数异常,立即发出警报并自动调整,预防设备故障,保障施工连续性。(3) 注重顶管设备的维护与保养。制定严格的设备维护计划,定期对设备进行全面检查、清洁、润滑与零部件更换。在每次顶管作业前后,详细检查设备的关键部位,如顶进油缸、密封件、管道连接部位等,及时发现并处理潜在问题。对易损件提前储备,缩短设备维修时间,提高设备的完好率与使用效率,延长设备使用寿命,降低施工成本。

3.2 强化施工过程中的土体保护

(1) 合理选择顶进参数是土体保护的关键。根据地质勘察数据,精确设定顶进速度、顶力大小与方向。在顶进过程中,保持顶进速度均匀稳定,避免速度突变对土体产生过大扰动。依据土层变化及时调整顶力,防止顶力过大造成土体挤压破坏,或顶力不足导致顶进停滞、土体坍塌。通过精确控制顶管机的方向,减少对周边土体的侧向挤压,维持土体的原始应力状态。(2) 采用有效的土体改良措施对于顶管施工至关重要。针对不同土质特性,需精心选用合适的土体改良剂以确保施工顺利进行。在砂性土中,通过注入膨润土泥浆,能够有效形成泥膜,这一层泥膜能显著增强土体的整体稳定性与抗渗性能,同时大幅度降低顶进过程中的阻力。在粘性土中,适量添加分散剂则能显著改善土体的流动性,使土体更加松软,便于顶管机进行高效切削与顺畅排土。通过这些土体改良手段,土体将更适应顶管施工要求,从而有效减少土体变形与地表沉降。(3) 做好施工过程中的同步注浆工作。在顶管机推进的同时,及时向管节与土体之间的环形间隙注入浆液。选用性能优良的注浆材料,如水泥-水玻璃双液浆,其凝结时间短、强度高,能快速填充间隙,支撑土体。严格控制注浆压力与注浆量,确保浆液均匀、饱满地填充间隙,防止土体因间隙过大而发生坍塌与变形,有效保护周边土体,减少

对周边环境的影响^[3]。

3.3 提升施工队伍技术水平

(1) 开展专业技能培训是提升施工队伍技术水平的首要任务。定期组织施工人员参加顶管施工技术培训课程,邀请行业专家、技术骨干进行授课。培训内容涵盖顶管设备操作、施工工艺、土体保护技术、安全规范等方面。通过理论讲解、案例分析、现场实操演练等多种形式,使施工人员深入掌握顶管施工的关键技术要点,提高其实际操作能力与问题解决能力。(2) 建立完善的技术考核机制对于提升施工队伍的整体素质至关重要。对施工人员进行定期技术考核,这一机制将考核结果与薪酬调整、职位晋升紧密挂钩。考核内容全面而细致,涵盖了理论知识掌握情况、实际操作技能熟练度以及施工质量把控能力等多个方面。通过这样严格且全面的考核,不仅能够督促施工人员不断学习与钻研,努力提升自身技术水平,还能够有效激发他们的工作积极性与主动性,从而确保施工队伍整体技术素质能够持续稳步提高。(3) 鼓励施工人员在实践中创新。营造良好的创新氛围,支持施工人员提出新的施工方法、技术改进建议。对在施工过程中表现出创新能力并取得良好效果的人员给予奖励。通过创新实践,不断优化顶管施工技术,提高施工效率与质量,降低施工风险,使施工队伍在技术创新中不断成长与进步。

3.4 引入信息化施工管理手段

(1) 搭建施工监测信息化平台。利用传感器、物联网等技术,实时采集顶管施工过程中的各项数据,如顶进速度、顶力、土体变形、地面沉降等。将这些数据传输至信息化平台,进行集中分析与处理。通过平台的可视化界面,施工管理人员可直观了解施工状况,及时发现潜在问题,为决策提供准确的数据支持。(2) 运用BIM技术进行施工模拟与管理。在施工前,利用BIM软件

建立顶管施工的三维模型,对施工过程进行模拟分析。通过模拟,提前发现施工中可能出现的管道碰撞、土体不稳定等问题,并制定相应的解决方案。在施工过程中,将现场实际进度与BIM模型进行对比,实时调整施工计划,确保施工顺利进行。利用BIM模型进行施工资源管理,合理安排材料、设备与人员调配,提高施工管理效率。(3) 实现信息化沟通与协同。借助项目管理软件、即时通讯工具等信息化手段,实现施工各参与方之间的高效沟通与协同工作。施工人员、技术人员、管理人员等可通过信息化平台实时共享施工信息,及时沟通解决施工中出现的各种问题。打破信息壁垒,提高工作效率,确保施工过程的协调一致,保障市政燃气管道顶管施工项目的顺利推进^[4]。

结语

综上所述,市政燃气管道顶管施工技术的优化与应用对于提升城市能源供应的安全性和稳定性具有重要意义。通过深入研究顶管施工的关键技术环节,并采取有效的优化策略,可以显著提高施工效率和质量,降低施工风险。未来,随着技术的不断进步和创新,市政燃气管道顶管施工技术将朝着更加智能化、高效化的方向发展,为城市基础设施建设作出更大贡献。

参考文献

- [1]李美玲,黄小邕.市政管道顶管穿越市政道路设计要点分析[J].南北桥,2022(11):196-198.
- [2]寄玉玉.燃气管道顶管穿越市政道路设计要点分析[J].上海煤气,2021(6):9-11.
- [3]党智博.顶管施工技术在城镇燃气管道建设中的应用[J].建筑工程技术与设计,2020(24):359.
- [4]王亚江,张世豪.顶管施工技术在城镇燃气管道建设中的应用研究[J].文渊(高中版),2020(2):4143-4144.