

顶管技术在市政给排水管道施工中的实践研究

冯展健

中山市水库水电工程管理中心

摘要：市政给排水管道的施工一直是城市建设的重要环节，顶管技术作为一种高效、低影响的施工方法，逐渐在市政给排水管道的施工中得到了认可。顶管技术通过在地下施工过程中，不需要大规模挖掘地面，而是在地下利用顶进机头将管道逐步铺设到预定位置，能够降低对地面交通的影响，减少环境破坏。本文从多元化角度入手，对顶管技术在市政给排水管道施工中的实践应用展开详细研究，为进一步提高施工质量奠定坚实基础。

关键词：顶管技术；市政给排水管道；工作井；接收井；顶管防水

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.015

顶管技术是一种在地下施工中用于安装管道或其他设施的先进方法，通过在地下推进钻头或钢壳，并将管道或其他设施直接顶进土壤或岩石中，无须进行传统的地面挖掘。市政给排水管道施工是指在城市或城镇范围内进行的水务基础设施建设过程，包括给水管道和排水管道的铺设、安装和调试等工作。本研究旨在探讨顶管技术在市政给排水管道施工中的实际应用，分析其优势，为提高城市基础设施建设的效率和质量提供参考。通过深入研究顶管技术的施工过程和应用情况，可以为相关行业提供技术支持和经验总结，推动该技术在城市建设中的更广泛应用。

一、顶管技术的优势

（一）施工效率高

相比传统的开挖施工方式，顶管技术无需对地表进行大面积的开挖，减少了土方开挖、运输和填方的时间和成本。顶管技术采用钢管顶进的方式，可以直接穿越地下障碍物，如铁路、道路、建筑物等，避免了对这些障碍物的拆迁和重建，节省了大量的工程时间。以往需要数周甚至数月完成的工程，在顶管技术的应用下，可大幅缩短至数天甚至数小时，提高了工程的进度和效率^[1]。顶管施工过程中，不需要大量的人力投入进行地表开挖和挖掘机械的操作，减少了人力成本和机械设备的租赁费用。由于顶管技术减少了地表开挖的范围，减少了对地下管线的干扰和破坏，也因此，也能降低施工过程中的意外风险和事故发生率，进一步减少相关的人力和物力成本。

（二）交通影响小

传统的地面开挖施工方式通常需要在道路两侧或中间进行大面积的挖掘和施工，导致道路的封闭和交通的管制，给周边的交通流量和行车安全带来严重影响。顶

管技术的施工过程大部分是在地下进行，只需要在施工起点和终点等局部区域进行少量的开挖，不需要对整条道路进行封闭，只需临时设置少量的交通标志和路障，就能够确保施工区域的安全，并最大限度地减少对周边交通的影响。这样就可以保证周边交通的畅通，降低因施工而造成的交通拥堵和交通事故的风险，提高交通运行的效率^[2]。传统的地面开挖施工方式通常需要对地面的道路、人行道、绿化带等交通设施进行破坏和修复，增加了施工的时间和成本，给周边的市政设施和居民生活带来了不便。顶管技术的施工过程主要集中在地下进行，几乎不会对地面交通设施造成任何破坏，不需要进行任何的修复工作，避免了对周边环境和市政设施的二次破坏。

（三）环境破坏小

相比传统的地面开挖施工方式，顶管技术大部分施工过程在地下进行，几乎不需要对地表进行大面积的挖掘和开挖，不会破坏地表的植被、土壤和地貌，减少了对周边自然环境的破坏。可以有效保护周边的植被覆盖和生态系统，维护生态平衡，减少土壤侵蚀和水土流失等环境问题的发生，有利于保护生物多样性和生态环境的可持续发展^[3]。顶管技术的施工过程主要在地下进行，不会对地下水和地下管线造成直接的影响，避免了地下水位下降和地下管线损坏等问题的发生。可以保护地下水资源的安全和地下管线的完整性，减少了因施工活动而引发的地下水污染和管线泄漏等环境风险，保障了城市的供水安全和环境卫生。顶管技术在施工过程中采用的无开挖施工方式，也降低了地下工程施工对周边建筑物和地下设施的影响，减少了地震、沉降等风险，有利于保护城市的基础设施和公共安全。

二、顶管技术在市政给排水管道施工中的应用

（一）施工前准备工作

施工前需要进行详细的现场勘察和测量，确定管道线路的具体位置和走向，因为管道的准确定位直接影响到后续的施工质量和工期，通过现场勘察，施工人员可以了解地下管道的地形、地貌、地质条件以及地下设施的分布情况，为后续施工提供重要参考。同时，制定详细的施工方案和施工计划。施工方案应包括施工方法、施工步骤、安全措施等内容，确保施工过程中能够高效有序地进行；施工计划则需要根据工程的具体情况确定施工周期、人力物力需求、材料采购计划等，确保项目按时完成^[4]。施工前还需要进行相关手续的办理和准备工作，包括施工许可证的申请、与相关部门的沟通协调、现场施工人员的培训 and 安全教育等，只有在相关手

续齐备、施工人员技术过硬、安全意识到位的情况下，施工才能顺利进行。

(二) 工作井

工作井作为施工现场的重要设施，其主要作用是作为顶管机提供工作空间和支撑，某市政给排水管道项目顶管施工中的工作井设计如图1所示。在施工过程中，顶管机需要通过工作井进入地下进行管道铺设作业，因此，工作井的设计和布置应考虑到顶管机的尺寸和操作空间需求，保证顶管机能够顺利进入和操作，并具备足够的稳定性和承载能力，确保施工过程中不会发生工作井坍塌或变形等安全问题^[5]。工作井还承担着对施工现场的安全管理和监控的职责，所以，在施工过程中，工作井内部还应设置相应的安全设施，如安全扶梯、防护栏杆等，保障施工人员的安全。同时，工作井周围应设置明显的警示标识，提示周围人员注意安全，避免意外事件发生，配备相应的监控设备，实时监测工作井内部的情况，及时发现并处理异常情况，确保施工现场的安全稳定。

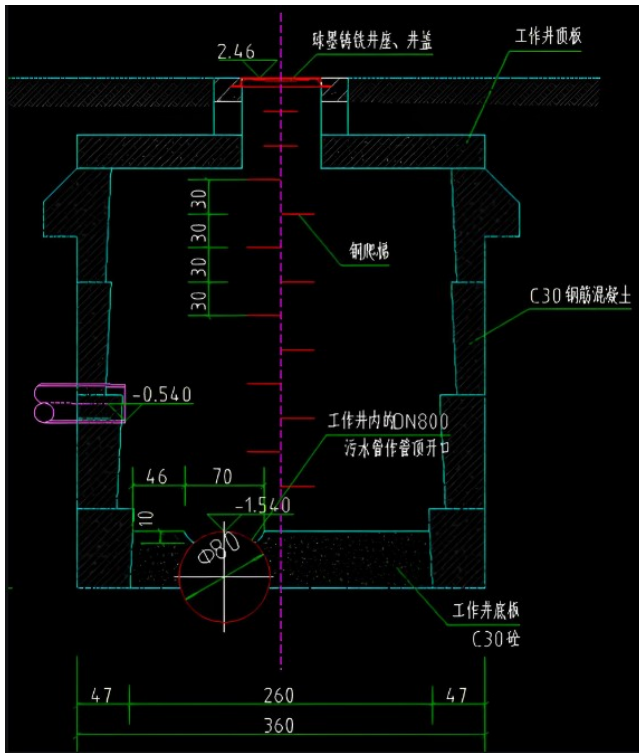


图1 某市政给排水管道项目顶管施工中的工作井设计示意图

(三) 接收井

在顶管技术中，管道铺设通常是从一端向另一端进行的，而接收井则位于管道铺设的终点或转折处。接收井的设置可以有效地接收和过渡顶管机铺设的管道，确保管道的连续性和完整，需要根据设计要求设置合适的尺寸和结构，保证顶管机可以顺利将管道铺设至接收井内，并通过合适的连接方式与其他管段进行接驳，确保整体管道系统的畅通无阻^[6]。于接收井位于管道系统的

终点或转折处，其通常设计有较大的操作空间和检修通道，方便工作人员进行管道的检修和维护工作。接收井内部可以设置人孔、检查孔等设施，便于工作人员进入井内进行管道的清理、维修和更换等操作，还可以设置相应的排水设备，保证井内水位的正常排放和管道系统的正常运行。

(四) 顶管选择

在选择顶管设备时，需要充分考虑管道的直径、长度、材质、地质条件和施工环境等多个因素。对于直径较小的管道，如城市给排水管道中的小直径污水管道，通常直径在300毫米以下，且长度相对较短。针对这种情况，可以选择小型的顶管机械进行施工，如TBMs（隧道掘进机）中的微型顶管机械。这些微型机械通常具有较小的尺寸和轻巧的结构，适用于狭窄空间和较小直径管道的施工需求，例如在城市中的地下管道施工作业；对于直径较大或长度较长的管道，如大型供水管道或长距离输油管道，在施工过程中需要考虑更高的施工效率和质量。为了满足这些需求，通常会选择大型的顶管机械，如TBMs中的主力顶管机械，这些大型机械具有强大的推进能力和稳定性，能够应对较大直径管道的施工挑战，如直径超过3米的大型隧道或长达数千米的输水管道。在选择顶管机械时，还需考虑其性能指标，如最大推力、最大回转力矩和推进速度等。这些指标直接影响到施工的效率和质量。针对较长的管道施工，需要具备较大推力和回转力矩的机械，确保稳定推进和精确定位。同时，推进速度也是一个关键指标，它决定了施工周期和工程进度，需要根据具体施工要求进行评估和选择^[7]。在选择顶管设备时，还需重点关注施工现场的地形地貌、地下管线情况、交通条件等因素，对于施工场地势较为复杂或存在较多地下管线的情况，选择具有良好适应性和灵活性的顶管机械，以便能够顺利地进行管道铺设。同时，保证顶管机械的操作便捷性和安全性，确保施工过程中能够保障施工人员的安全和施工设备的稳定性。

(五) 顶进施工

机头是顶进施工的核心装置，负责推动管道的顺利穿越地下障碍物。在设置机头时，需要根据具体情况选择适当的机头类型和规格，并进行正确的安装。机头的选择应考虑地质条件、管道材料、施工环境等因素，确保施工的顺利进行^[8]。穿墙是将管道顶进地下隧道或障碍物的关键步骤，在穿墙过程中根据设计要求和地质条件选择适当的穿墙设备和方法，并进行精确的定位和控制。常见的穿墙设备包括钻孔机、液压顶管机等，通过这些设备可以在地下障碍物中准确地开凿出管道的通道，为顶进施工创造条件。顶出洞口是将顶管机头从地下隧道推出地面的过程，在顶出洞口时，保证机头的稳定和准确位置，避免出现误差或偏移，确保管道的顺利出洞。为了保证施工安全，还需要采取适当的支护和防

护措施，确保施工现场的安全性和稳定性。测量是顶进施工中至关重要的一环，直接影响到管道的质量和准确度。在测量过程中，需要使用精密的测量仪器和设备，对顶管的位置、方向、倾斜度等进行准确的测量和记录，并通过对测量数据的分析和处理，及时发现并纠正偏差，确保管道的准确布置和顺利施工^[9]。在顶进施工过程中，偏移是一种常见的问题，可能会导致管道的不正常布置或偏离设计要求，应及时发现并处理偏移，保证施工质量达到标准要求。针对偏移较小的情况，可调整机头位置：停止顶进施工，使用调整装置对机头进行

微调，使其重新对准目标位置。在调整过程中，需要密切观察测量数据，确保机头位置的准确性和稳定性。对于偏移较大或无法通过机头微调的情况，需要重新定位管道：停止顶进施工，并对偏移部位进行全面检查和评估；根据实际情况确定重新定位的位置和方向，制定合理的调整方案；使用专业的定位设备和工具，对管道进行精确的定位和调整。在定位过程中，需要严格控制调整力度和方向，确保管道的稳定性和安全性；完成重新定位后，重新启动顶进施工，进行后续工作，某市政给排水管道项目顶管顶进施工方式如图2所示。

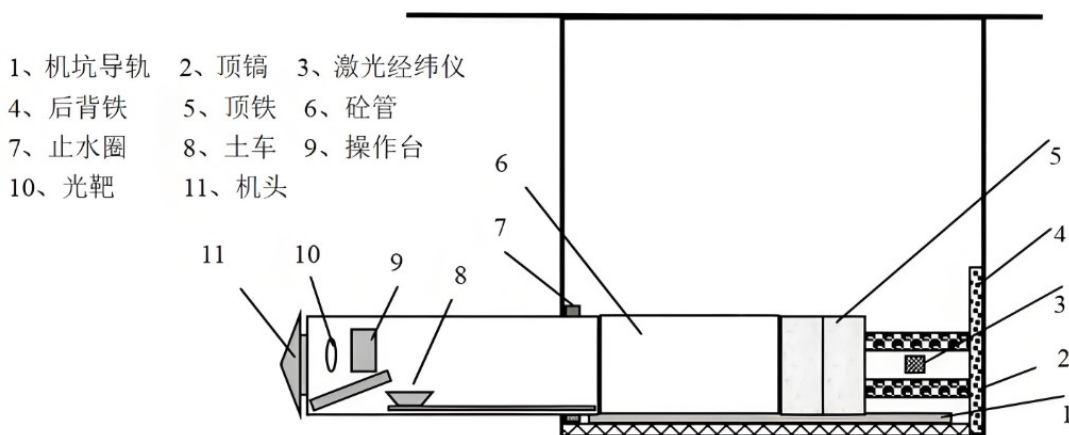


图2 某市政给排水管道项目顶管顶进施工示意图

（六）顶管防水

在顶管施工前，需要对施工现场进行防水准备，确保施工区域的干燥和清洁，在地面和管道接口处设置防水层，通常采用聚乙烯薄膜或橡胶防水带等材料进行防水处理，防止地下水和地表水渗入施工区域，影响顶管施工的正常进行。对于地下水位较高的区域，采取加固措施，如设置排水管道或抽水泵等，将地下水位降低到可控范围内^[10]。在进行顶管推进时，也需要采取有效的防水措施，防止管道周围的地下水或地表水渗入管道内部。常用的防水方法是在顶管机械的尾部设置防水封头，通过密封装置将顶管机械与管道周围的土壤隔离开来，防止水的渗透。在顶管施工过程中，还需要定期检查和维修防水设备，确保其密封性能良好，避免因防水不力导致的管道漏水等问题的发生。

结束语

研究发现，顶管技术在市政给排水管道施工中具有施工效率高、交通影响小、环境破坏小等优势。通过对多个工程实践案例的分析，发现顶管技术能够显著缩短施工周期，降低施工成本，提高施工效率。由于不需要大规模开挖地面，能够减少对交通的影响，降低施工对周边环境的破坏程度，符合可持续发展的要求。

参考文献

- [1] 张志强. 顶管技术在市政给排水管道施工中的运用分析[J]. 建材发展导向, 2023, 21(13): 126-128.
- [2] 刘红伟. 论顶管技术在市政给排水管道施工中的应用[J]. 砖瓦世界, 2023(5): 172-174.
- [3] 狄传纲. 顶管技术在市政给排水施工中的应用——以通沪大道管道迁改工程为例[J]. 江西建材, 2022(6): 205-206, 211.
- [4] 付娟. 顶管技术在市政给排水管道施工中的应用研究[J]. 世界家苑, 2023(3): 76-78.
- [5] 何清宝. 顶管技术应用于市政给排水管道施工的探讨[J]. 现代装饰, 2023(10): 187-189.
- [6] 连一心. 明挖施工和顶管施工在市政给排水管道施工中的运用研究[J]. 居业, 2023(9): 167-169.
- [7] 李晓虎. 非开挖顶管技术在市政给排水管道施工中的应用[J]. 石材, 2023(11): 71-73.
- [8] 陈兵. 长距离顶管施工技术在水市政给水管网建设中的应用[J]. 散装水泥, 2024(2): 141-143.
- [9] 彭维康. 市政道路给排水管道中顶管技术工艺与应用浅析[J]. 科技视界, 2023(7): 41-44.
- [10] 李超. 市政给排水施工中长距离顶管施工技术的研究与应用[J]. 建筑与装饰, 2023(19): 97-99.