

老城区雨污分流改造中管道敷设技术对比与选择

侯欣双 张建达

中建八局第二建设有限公司 山东 济南 250014

摘要：本文探讨了老城区雨污分流改造中管道敷设技术的对比与选择，老城区具有建筑物密集、地下管线复杂、道路狭窄等特点，对管道敷设技术提出了特殊要求。文章介绍了开槽敷设、顶管敷设、盾构敷设和定向钻敷设四种常见管道敷设技术，并从技术可行性、经济合理性、环境影响和施工安全性等方面进行了对比分析。根据不同场景下的具体需求，提出了管道敷设技术的选择策略，旨在为实现老城区雨污分流改造提供科学依据和技术支持，以改善城市水环境质量，保护历史文化遗产和生态环境。

关键词：老城区；雨污分流改造；管道敷设技术；对比选择

1 老城区雨污分流改造的特点与要求

1.1 老城区的基本特征

老城区具有独特的地理和人文特征。从建筑布局来看，老城区建筑物密集，房屋间距小，多为老旧居民楼，部分建筑年代久远，结构稳定性相对较差。这些建筑的基础较浅，管道敷设施工时若产生较大扰动，可能会对建筑物安全造成威胁。地下管线方面，老城区地下各类管线错综复杂，包括给水管、燃气管、电力电缆、通信光缆等，且许多管线的建设年代早，原始资料缺失或不全，给管道敷设施工带来极大难度，稍不注意就可能造成管线损坏，引发安全事故。道路系统也有其特点，老城区道路狭窄，交通流量大，且多为混合交通，行人与车辆交织。同时，道路下的地质条件复杂，可能存在杂填土、软土地层等，增加了施工的不确定性。此外，老城区往往具有深厚的历史文化底蕴，部分区域存在历史建筑和文物古迹，施工时需加以特殊保护。

1.2 雨污分流改造的目标与要求

老城区雨污分流改造的核心目标是实现雨水和污水的分流排放，彻底解决合流制排水系统带来的污水溢流、水体污染等问题，改善城市水环境质量。具体而言，要通过改造建成功能完善的雨水和污水收集、输送系统，提高污水收集率和处理率，减少污水对自然水体的污染。改造工程对管道敷设技术提出了多方面要求，在技术上，要适应老城区复杂的地下环境和建筑布局，确保管道敷设的质量和精度，满足排水系统的功能需求。经济上，要在保证工程质量的前提下，控制施工成本，提高资金使用效率，避免不必要的浪费；要求施工过程中尽量减少对周边居民生活的干扰，降低噪音、扬尘污染，缩短施工周期，减少对交通的影响。同时，要保护老城区的历史文化遗产和生态环境，避免施工对其造成

破坏。施工安全性也是重要要求，必须确保施工人员的人身安全，以及周边建筑物、管线和道路的安全稳定^[1]。

2 常见管道敷设技术介绍

2.1 开槽敷设技术

开槽敷设技术是传统的管道敷设方法，其施工流程主要包括测量放线、沟槽开挖、地基处理、管道安装、接口处理、沟槽回填等环节。该技术适用于地下水位较低、地质条件较好、施工场地相对开阔的区域。在老城区改造中，开槽敷设技术的优点是工艺简单、施工设备和材料易得、成本相对较低，且管道安装的质量易于控制。但缺点也较为明显，需要开挖地面，会对交通造成严重影响，产生大量的扬尘和噪音污染，影响周边居民生活。同时，沟槽开挖可能会对周边建筑物和地下管线造成扰动，在地质条件复杂的区域还容易出现坍塌等安全隐患。

2.2 顶管敷设技术

顶管敷设技术是一种非开挖敷设技术，通过在工作井内借助顶进设备将管道按设计坡度顶入土层中，并将土方从管内排出。该技术不需要开挖地面，适用于穿越道路、铁路、河流、建筑物等障碍物的场景。顶管敷设技术的主要设备包括顶管机、千斤顶、后背墙、导轨等。根据顶管机的类型，可分为手掘式顶管、机械顶管、水力机械顶管等。其优点是对地面交通和周边环境影响小，施工安全性较高，能有效保护地下管线和建筑物。但该技术施工速度相对较慢，设备投资较大，对施工人员的技术水平要求较高，且在软土地层中可能会出现管道偏移等问题。

2.3 盾构敷设技术

盾构敷设技术是一种先进的非开挖管道敷设技术，适用于大口径管道（一般直径在3米以上）的敷设。它通

过盾构机在地下暗挖隧道，同时完成管片拼装和衬砌，实现管道的敷设。盾构机由切口环、支撑环和盾尾三部分组成，具有开挖、支护、推进、衬砌等多种功能。该技术的优点是施工效率高、对周边环境影响小、施工安全性好，能够适应复杂的地质条件。但盾构敷设技术设备庞大、复杂，初期投资巨大，施工成本高，且对施工场地要求较高，需要设置专门的工作井和接收井，在老城区狭窄区域应用受到一定限制^[2]。

2.4 定向钻敷设技术

定向钻敷设技术也是一种非开挖技术，主要适用于中小口径管道（直径通常在1米以下）的敷设。其施工原理是通过定向钻机在地下按设计轨迹钻孔，形成导向孔后，再进行扩孔，最后将管道回拖入钻孔内。该技术的优点是施工速度快、占地面积小、对地面交通和环境影响小，尤其适用于穿越道路、河流、建筑物等场景。但定向钻敷设技术对地质条件较为敏感，在坚硬岩层、砾石层等复杂地层中施工难度较大，且管道的回拖过程中可能会出现管道损坏、轨迹偏差等问题，对施工人员的技术水平要求较高。

3 管道敷设技术对比分析

3.1 技术可行性对比

从技术可行性来看，开槽敷设技术在地质条件较好、地下管线较少的区域技术成熟，易于实施，但在老城区复杂的地下环境中，由于可能遇到大量地下管线和建筑物基础，技术可行性相对较低。顶管敷设技术对地质条件的适应性较强，能在软土、砂土、黏土等多种地层中施工，对于穿越小型障碍物和建筑物具有较好的可行性，但在长距离、大坡度敷设时，技术难度较大，需要较高的施工控制水平；盾构敷设技术在各种复杂地质条件下都具有较高的技术可行性，尤其适用于大口径管道的长距离敷设，但由于设备庞大，在老城区狭窄街道和空间受限区域，技术可行性受到一定影响；定向钻敷设技术在土壤质地均匀、无坚硬障碍物的地层中技术可行性较高，但在遇到岩石、砾石、地下管线密集区域时，容易出现钻孔困难、轨迹偏移等问题，技术可行性降低。

3.2 经济合理性对比

经济合理性主要从施工成本、设备投资、工期成本等方面进行对比。开槽敷设技术的设备投资少，施工材料价格低廉，初期成本较低，但由于需要开挖和恢复路面，且对交通影响大，可能产生较高的交通疏导费用和工期延误成本，在繁华路段的综合成本较高。顶管敷设技术的设备投资和施工成本中等，施工工期相对较长，

但其对地面破坏小，路面恢复费用低，总体经济合理性在许多老城区场景中较为可观，尤其适用于不能长时间中断交通的区域；盾构敷设技术的设备投资巨大，施工成本高，仅适用于大口径、长距离管道敷设工程，在中小规模的老城区雨污分流改造中，经济合理性较差，难以广泛应用；定向钻敷设技术的设备投资相对较低，施工速度快，工期短，能有效降低工期成本，在中小口径管道敷设中具有较好的经济合理性，但在复杂地层中，由于需要采取特殊处理措施，成本会有所增加。

3.3 环境影响对比

环境影响主要体现在对交通、居民生活、噪音、扬尘等方面的影响。开槽敷设技术需要大面积开挖路面，会严重影响交通通行，造成交通拥堵；施工过程中产生的扬尘和噪音较大，对周边居民的日常生活干扰严重，环境影响较大；顶管敷设技术仅需要设置工作井和接收井，对地面交通的影响较小，施工过程中噪音和扬尘较少，对周边居民生活的干扰小，环境影响较小；盾构敷设技术虽然施工过程对地面影响小，但工作井和接收井的施工可能会对周边环境造成一定扰动，且设备运行过程中会产生一定噪音，环境影响中等；定向钻敷设技术施工占地面积小，不需要开挖路面，对交通几乎没有影响，施工过程中噪音和扬尘少，对周边环境的影响最小，是环境友好型的敷设技术^[3]。

3.4 施工安全性对比

施工安全性涉及施工人员安全、周边建筑物和管线安全等方面。开槽敷设技术在沟槽开挖过程中，容易出现坍塌事故，尤其在软土地层和地下水位较高的区域，施工人员的安全风险较大；同时，开挖可能会对周边建筑物基础和地下管线造成扰动，引发安全隐患，施工安全性相对较低。顶管敷设技术在封闭的工作井内施工，施工人员的安全得到较好保障；施工过程中对周边地层的扰动小，能有效保护地下管线和建筑物的安全，施工安全性较高；盾构敷设技术采用机械化施工，施工人员在盾构机内作业，安全性高；且盾构机对地层的支护作用强，能有效控制地层变形，减少对周边环境的影响，施工安全性好；定向钻敷设技术属于非开挖施工，施工人员主要在地面操作设备，避免地下作业的风险，施工人员安全有保障；但在钻孔过程中，若遇到地下管线未探明，可能会造成管线损坏，存在一定的安全风险，总体施工安全性较高。

4 老城区雨污分流改造中管道敷设技术选择策略

4.1 综合评价指标体系建立

综合评价指标体系的建立需要涵盖技术、经济、环

境和安全等多个方面。技术指标包括对地质条件的适应性、管道敷设精度、施工难度、设备适应性等；经济指标包括初始投资、施工成本、运营维护成本、工期成本等；环境指标包括对交通的影响程度、噪音污染、扬尘污染、对居民生活的干扰程度等；安全指标包括施工人员伤亡风险、周边建筑物损坏风险、地下管线破坏风险等。通过对各项指标进行量化或定性描述，采用层次分析法、模糊综合评价法等方法，对不同管道敷设技术进行综合打分，为技术选择提供科学依据。在指标权重确定上，根据老城区的具体情况，如历史文化保护要求、交通流量、居民敏感度等，合理分配各项指标的权重。

4.2 技术选择原则深化解析

在老城区雨污分流改造项目中，管道敷设技术的选择是一项至关重要的决策，需严格遵循一系列核心原则。首先是适应性原则，这要求所选技术必须充分适应老城区的独特地质构造、错综复杂的地下管线网络以及密集的建筑物布局，确保技术实施的可行性和有效性。其次是经济性原则，即在确保工程质量和施工安全的基础上，力求选择成本效益最优的技术方案，避免过度投资于高端技术而导致成本飙升，实现经济效益的最大化；环境友好原则强调，在技术选择时，应优先考虑那些对周边环境及居民生活干扰最小的方案，这不仅关乎老城区的生态环境保护，也是提升居民生活质量的关键所在^[4]。安全性原则则要求所选技术必须能够全方位保障施工人员的人身安全，同时避免对周边建筑物、地下管线和道路设施造成任何安全隐患。最后，协同性原则强调技术选择应与雨污分流改造的整体规划紧密衔接，确保与其他工程环节的顺畅配合，为工程的顺利实施奠定坚实基础。

4.3 不同场景下的技术选择建议

在老城区不同场景下，管道敷设技术的选择应有所侧重。对于道路宽阔、地下管线较少、周边建筑物距离较远的区域，可考虑采用开槽敷设技术，以降低成本，但需做好交通疏导和扬尘、噪音控制。在交通繁忙的主

干道、商业街等区域，为减少对交通的影响，应优先选择顶管敷设技术或定向钻敷设技术。其中，中小口径管道可选用定向钻敷设技术，施工速度快，对交通影响小；大口径管道则适合采用顶管敷设技术；对于穿越历史建筑、文物古迹周边的区域，必须选择对周边环境扰动最小的技术，盾构敷设技术和顶管敷设技术是较好的选择，能有效保护历史遗产的安全。在地质条件复杂、地下管线密集的区域，应优先考虑顶管敷设技术，其对地层扰动小，能精准控制管道走向，减少对地下管线的破坏；对于管径较大（3米以上）且敷设距离较长的管道，在场地条件允许的情况下，可采用盾构敷设技术，以保证施工效率和工程质量^[5]。而在狭窄的小巷和居民区内，定向钻敷设技术和小型顶管技术更为适用，因其占地面积小，对居民生活的干扰小。

结束语

综上所述，老城区雨污分流改造中管道敷设技术的选择需综合考虑多方面因素，通过对比分析不同技术的优缺点，结合老城区的具体特点和改造需求，制定合理的选择策略至关重要。未来，在老城区的雨污分流改造工程中，应继续探索和应用先进的管道敷设技术，不断优化施工方案，以提高工程质量，减少对环境的影响，保护历史文化遗产，实现老城区排水系统的现代化升级。

参考文献

- [1] 严程,潘子豪,宁江,等.老城区雨污分流制改造方案分析[J].净水技术,2021,40(9):97-103.
- [2] 翟乐天.关于老城区雨污分流改造难题与解决方法探析[J].砖瓦世界,2022(15):201-203.
- [3] 师晔.老城区雨污分流综合改造技术难题探究[J].价值工程,2023,42(13):11-13.
- [4] 王宁,曾坚,康晓鹏,等.高密度建成区排水系统雨污分流改造研究与实践[J].给水排水,2022,48(12):56-61
- [5] 高翔,陈家平,丁晓涛.城市雨污分流的改造设计[J].黑龙江科学,2023,14(14):156-158+161.