

顶管技术在市政给排水管道施工中的应用分析

崔宏伟¹ 刘长兴² 张玉²

1. 昆明清源自来水有限责任公司; 2. 中国市政工程西南设计研究总院有限公司

摘要:在市政给排水工程建设过程中,要在结合居民具体用水需求基础上,进行管道施工方案的合理设计,这样才能够保障管线铺设的合理性,确保给排水系统处于稳定高效的运行状态中。顶管施工技术在给排水管道施工中有非常重要的作用。其还有着施工成本低以及对周围环境影响比较小的特点,因此在给排水管道工程施工过程中,要求相关施工单位能够对顶管施工关键技术要点进行明确,保障顶管施工技术的整体应用效果,获得预期的给排水管道施工效果。

关键词:顶管技术;市政给排水管道施工;应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.10.043

一、引言

顶管技术是市政给排水管道工程中的一项重要技术,与常规的开挖施工方法相比,采用顶管技术可以节约材料,减少环境破坏,不影响市政道路,是一种更为安全、有效的施工方法。在市政给排水管道施工中,顶管技术是一种很好的方法,从施工效率和使用方便等角度看,采用顶管技术可以进一步降低工程造价,节省材料,缩短工期;从工程建设对环境的影响看,采用顶管技术不仅减少了污染,而且能耗也相对减少,是一种更为经济、环保的施工工艺;从对城市的影响上看,采用顶管技术,既不会对交通造成干扰,又不会对居民产生干扰,是一种比较适宜市政建设的技术。

二、顶管施工技术的特点

近年来我国城市地下管道的数量和种类正不断增加,如电力管道、通信管道、天然气管道都有着广泛的分布,但在市政给排水管道铺设或整改中使用传统施工技术很可能影响地下设施或其他管道,无法满足现代化城市快速发展的新要求。而顶管施工技术的应运而生不但能省去地面开挖的环节,有效避免地下开挖对社会秩序、地面生态环境造成的影响。最重要的是,这项施工技术还能使得其他种类的地下管道得以正常使用,这也是传统开挖施工技术所无法比拟的优势。在管道铺设地面明开挖工艺中顶管施工技术具有明显优势,如顶管施工技术可以将立体交叉取代为平面交叉,有效避免地面面临开挖可能对便道修建或现有交叉道路通行造成的影响,进一步节省周边房屋加固或拆迁的施工流程,以免对现有河道断流断航或维护、迁移各类管线,最大限度地降低顶管施工期间造成的各种不利影响。在管道铺设明开挖施工中,通常需要对地面上的管道、原有房屋、交通便道进行迁移,其中产生的泥浆水、扬尘、噪声等污染将会严重危害周边环境。但科学设计顶管施工

方案即可避免施工水泥浆、扬尘、噪音等污染对周边环境造成的影响,并取得良好的环境保护效益。站在顶管施工工艺的角度分析,顶管施工成本比地面明开挖施工的成本高,但管道铺设地面明开挖施工需要在河道打坝、管网维护、交通便道修建、房屋动迁等方面花费大量成本,一旦面临停产损失补偿将会花费更多的费用。因此,顶管施工技术带来的经济效益更高,极大地节约了工程投资成本。另外,应用顶管施工技术可以有效延长管道使用寿命,顶管的管节之间不易发生变形断错的情况,在实际施工中对管壁土层造成的扰动影响也相对较小,因此顶管施工的管道比开挖埋管的管道有着更长的使用年限。最后,由于地面明开挖施工还需要完成打坝、管道维护、交通便道修建、房屋加固及拆迁等一系列的流程,其中涉及大量复杂的现场协调、行政审批等环节,而建设单位、施工单位也需要投入大量人力、财力资源,但顶管施工主要在地下完成相关工作,整个作业面相对较小,从源头上避免了地面明开挖施工中涉及的风险问题。

三、顶管技术在市政给排水工程施工中的应用优势析

(一)施工作业方便快捷

在市政给排水管道施工中,顶管技术具有施工简单、快速、经济、有效的优点。与传统的开挖方法相比,顶管技术可以采用工作坑法进行排水管道的施工,不会受外部环境的影响,其最典型的特点是不会受天气、气候等因素的限制。采用顶管技术,可以节省大量的人力、物力和时间资源,从而可以更快地完成整个施工任务。顶管技术在施工过程中既方便又迅速,对施工经济效益有很大的帮助,尤其是在大口径管线的施工中,采用顶管技术可以显著降低工程造价。

(二)能够确保工程经济、环境效益

随着城市化进程的不断加快,城市规模的快速扩大,城市地下管道、管线老化等基础设施问题日益突出,尤其是城市中心老城区位置,此类相关问题更加严重,迫切需要改造其市政给排水系统。而顶管施工技术在市政给排水工程中运用,可充分发挥其无须开挖这一施工特点,即无须开挖地面就可以完成地下管道铺设工作,施工面由以往的面转变为点,即施工范围缩小,挖工程量减少,施工周期缩短,实现工程整体成本的节约,从而在确保工程施工进度、安全性的同时,凸显出工程环境、经济效益。

(三)对环境的影响较小

顶管技术的应用对环境的影响相对较小,在市政给

排水管道中具有环保优势。在城市建设中，经济适用的施工技术可以降低造价，环保也是需要重点考虑的问题。在传统的建筑工程中，人们的环保意识不强，导致环境被破坏和污染；在市政给排水工程施工中，开挖管线会对周围的环境产生一定的影响，如果不注意对周围环境的保护，会引起土壤和地下水的污染。顶管技术对环境的影响相对较小，是一种既能节约资源又能节约成本的实现管线建设的有效方法。顶管技术主要通过开挖和顶管来实现，相对于传统的开采方式，对周围环境的破坏很小，不会对地面上的植被和建筑造成太大的影响。在实际工程中，顶管技术存在土壤侵蚀等问题，但其技术控制的稳定性较好，能有效解决各类工程难题。有关调查结果表明：采用顶管技术进行施工，减少了施工环境的污染，减少了废料和建筑垃圾，保证了施工的安全性和质量，是一项相对安全、有效的施工技术。

（四）施工成本比较低

在顶管施工技术应用过程中，其还有着施工费用较低的特点，还能够有效减少工程施工股从而航能够中对于小型建筑物或者树木线杆的迁移数量。此外在顶管施工技术应用期间，也能够实现对管线长度的有效控制，在保障给排水工程整体施工质量基础上，对于资金投入量也能够起到良好的控制效果。此外顶管施工技术的应用，也能够对施工过程中的土方开挖范围起到良好的缩减跟控制效果，减少给排水工程施工中的资金成本进行控制。

（五）防水性强

在顶管施工技术具体应用过程中，可以在开挖施工阶段避免对地下水所造成的干扰，从而确保地下水作业的顺利开展。在顶管施工技术具体应用期间也有着防水性比较强的特点，有效规避地下水因素对于给排水管道施工所造成的影响，促进给排水工程施工质量跟施工效率得到进一步提高，对于工程建设周期也能够起到良好的控制效果。在对结构硬度进行强化过程中，给排水管道之间的接缝比较小，因此能够对顶管施工技术的防水性能得到进一步提高。目前在顶管施工技术应用期间，其主要采用的是综合预制类为主的施工管段，管段的水密度也能够满足工程项目的具体建设需求。

四、顶管技术在市政给排水管道施工中的应用措施

（一）顶管施工准备工作

在实施顶管施工前，应做好充分的准备工作，确保顶管施工安全、有序、高效地使用顶管施工工艺。在进行顶管施工前，应做好以下方面的准备工作：首先，做好细致的勘探工作。为了更好地推进顶管工程，必须精确勘察和测量管道和建筑物的地下水位，以便更好地进行顶管施工。其次，在顶管施工中应注意对所需施工材料和机械设备的准备工作。在材料的制作上，要严格遵守顶管的设计规范，确保材料质量与施工需要一致。同时，要根据顶管施工所需的机械设备，合理安排好机器设备，以便在施工中及时运用机械设备，确保工程的

进度和质量。同时，要对机器设备进行严格的检验，避免机器设备出现故障，从而影响工程的安全。最后，对顶管工程的设计方案进行评估，并结合工程实际情况，对技术方案进行审核，确保工程方案与工程实际的工程规模和施工需求一致，从而确保以后的顶管工程有序开展。

（二）进行顶进管的合理选择

在市政给排水工程建设期间，管道类型的选择合理性也直接影响到顶管施工技术的整体应用效果。目前在给排水管道施工过程中以钢筋混凝土管道为主，在完成了工程施工之后，还能够在管道内部形成一个稳定的内部环境，满足后续给排水管道的具体运行需求。对于顶进管施工而言，其管道的类型还有着多样化的特点，因此在具体工程施工期间，也需要在结合了给排水工程项目具体建设要求，对顶进管的施工要求以及管道埋设的承载力进行明确，对后续的工程施工参数进行明确。只有这样才能够对顶进管的直径跟尺寸进行精准把握，确保顶进管规格能够满足市政给排水工程的实际建设要求。施工单位还需要在结合给排水管道工程具体建设要求基础上，对管道的类型跟规格进行合理调整，借此保障管道布设的合理性，让顶管施工技术的应用优势能够充分发挥。

（三）明确工作坑位置

在顶管施工中，工作坑是工程建设中的一个关键环节，在施工前，首先要对工作坑周围的土壤进行监测，按照施工计划进行施工。测量完后，确定工作坑的具体位置，把有关的施工机械安装到固定的地方，并进行设备的调试，保证其符合工程需要。根据施工过程的特性，为工作人员预留足够的工作场地。为确保工程安全，应在作业坑周边设置相应的保护措施，并在现场布置警示标识。施工时，应根据场地的土壤状况，若原土的土壤质量符合要求，则采用原土作为后墙土质，并在工作坑中进行开挖；在考虑施工场地大小的前提下，应注意采用科学的施工方法，并根据工程地质情况，合理选择放坡和不放坡；若采用非开挖方法，应加强对边坡的保护，防止安全事故发生。

（四）出洞顶进施工

出洞位置的顶进作业为整个顶管施工中的核心工序。顶管机出洞前，要预先在封闭门施工前埋设一排钢板桩，将其埋入工作井底部钢板下方，从而保证顶管机顺利进出洞内，防止出现土体坍塌问题。顶管设备出洞时，要先拆除封闭门，当其距离封闭门0.5-1cm时，要充分发挥避水圈的作用，依次进行钢板桩的拆除，并及时开展顶管作业，防止钢板桩拆除作业破坏土体。此外，顶管机出洞施工初期，其承受的土体压力较大，容易出现坍塌问题，为了解决这一问题，施工人员需按照正确方向继续推动顶管机，或者通过在洞口增设手拉葫芦装置，且加固末端管节，避免出洞施工过程中出现位移现象。

（五）压浆处理

第一，进行泥浆套的使用过程中，为了减少给排水管道顶管施工过程中所遇到的阻力，确保顶管施工技术的顺利开展。还需要施工人员能够对尾端区域的压浆操作环节予以充分重视，在管道的中部位置要及时进行类管节的补偿处理工作。在进行泥浆套的合理使用过程中，要积极应用触变泥浆等物质，为泥浆套的后续制作奠定良好基础。在顶管施工作业期间，施工技术人员要严格遵循相关技术规范进行作业，确保减阻泥浆的应用合理性。第二，在进行管道的压浆施工过程中，在施工操作阶段要对地面沉降问题进行综合性考虑。在顶管施工作业完成之后，可以从顶管的外壁区域出发，对其喷射出一定量的水泥浆等物质。对于灌注阶段所应用到的浆液材料，一般需要将水灰比控制在1:1的范畴内，随后通过水泥砂浆的方式进行压浆处理。该阶段还要添加一定剂量的外加剂，避免对钢筋混凝土材料所造成的侵蚀情况。这样也能够将浆液的流动性控制在合理范畴内，为后续灌浆操作活动的开展奠定良好基础。管道的压浆施工一般需要应用高压注浆机进行施工，借此保障泥浆喷射作业的顺利开展。第三，在进行灌浆操作过程中，一般采用压入式的灌浆方式，在灌注区域内进行浆液的填充处理。在灌浆孔施工过程中，需要在前期准备环节做好合理划分。一般要先进行下游孔的灌浆操作，随后才能够进行上游孔的灌浆施工。在具体施工过程中，要求施工技术人员能够严格遵循相关次序进行作业，借此保障灌浆操作活动的顺利开展。在灌浆施工作业结束之后，要通过木塞等基础设施实现封闭处理活动。在浆液满足了终凝条件之后要及时去除木塞，随后通过M10水泥等砂浆材料进行关注工作，促进灌浆作业的顺利开展。在灌浆操作结束之后要从表面位置入手，做好水泥砂浆的抹平操作，保障灌浆操作施工效果。

（六）管线纠偏

顶管施工中容易出现管道位移问题，即管道实际与规定位置二者出现偏差，从而降低市政给排水各施工质量的情形。因此，在顶管施工中，需对轴线位置、管道内径、管道内底高程等参数进行严格控制。若顶管施工中管位偏差为0.1cm时，可通过管线纠偏手段来确保顶管施工质量，具体纠偏为：其一，先借助所设置的纠偏千斤顶组对机头端面的方向进行调整，使其向轴线靠近，缩小管位偏差，确保轴线与机头端面运行方向重合，达到管道复位的目的；其二，在顶进中顶管机头发生旋转时，可将压重块设置于机头旋转的反方向，或者通过中继站中所设置的旋转纠正力矩来调节管道位置，从而使管道逐渐处于正确位置。

（七）进出洞与防水加固处理

在应用顶管施工技术进行给排水管道工程施工时，要求施工技术人员能够对顶管施工操作流程进行严格控制，为后续各项施工作业的顺利开展奠定良好基础。在工作施工过程中对于工作井位置，要做好洞口的预留操

作，确保洞口的预留直径能够大于管节的外直径，确保顶管能够顺利出洞。在完成顶管施工作业之后，如果发现顶管施工间隙的问题时，要采取针对性的封闭措施进行处理。一般情况下需要采用洞口止水法来进行密封处理，确保工作井洞口的封闭效果。在给排水管道工程施工过程中，在施工过程中还会涉及一些复杂化的地质条件，易导致塌方等一系列施工问题发生。此外在进行顶管施工过程中，要进行准确观测点的制定，定期进行施工数据的观察，通过与初始数据进行对比的方式及时发现工程施工中存在的问题。如果发现沉降值与允许沉降值接近的情况时，要做好该类地层的全面加固处理，避免对工程建设质量所造成的影响。在顶管施工作业期间，为了避免砂石进入到施工区域内，也要做好顶管施工部位的防水处理以及加固处理工作，将外部干扰因素所造成的不良影响进行防范，从而获得良好的给排水工程施工质量。

（八）管道试压

在市政给排水管道顶进作业完成后，可采取单向水压测试的方式来检测管道综合水压，具体测试为：先将管道空气排出，接着加水、加压，当施加的压力达到规定值后停止加压，从而了解管道是否存在渗漏问题，接着在此基础上以增压、减压的方式来判断管道安装是否合理，若管道能够承受正常工作压力的1.5倍，则意味着管道满足给排水系统使用要求。

结束语

总之，顶管技术作为市政给排水管道工程施工中常用的施工技术，无须进行大范围开挖土方，就可以完成地下管道施工作业，不仅对周围建筑物、环境及居民生活带来的负面影响小，而且工程量较小，所投入的机械设备、人力等少，能够实现施工成本的节约。然而，顶管技术的施工难度较大，因此，该技术在市政给排水工程中运用时，需结合工程土质特性、施工要求及地下管线敷设情况等，制定合理的施工方案，并严格按照顶管施工工艺流程、方法进行的操作，对各施工阶段技术要点严格把控，从而提高市政给排水工程整体施工质量，凸显出顶管技术在市政给排水工程中应用的优势。

参考文献

- [1] 许锴. 顶管技术在市政给排水施工中的应用探究[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(32): 133-136.
- [2] 丁丽丽. 顶管技术在市政给排水管道施工中的应用研究[J]. 四川水泥, 2021, (08): 171-173.
- [3] 李文彦. 顶管施工技术在市政给排水施工中的应用探究[J]. 建材与装饰, 2020, (20): 14+17.
- [4] 齐德志. 顶管技术在市政给排水施工中的有效应用[J]. 科学技术创新, 2020, (12): 136-137.
- [5] 蔡伟通. 顶管技术在市政给排水施工中的应用[J]. 科学技术创新, 2020, (11): 116-117.
- [6] 周冰洁. 关于在市政给排水施工中顶管技术的应用研究[J]. 门窗, 2019, (22): 286.