# 顶管技术在市政给排水管道施工中的应用

王祎明
（河间市农村发展有限公司，河北　河间　062450）

【摘　要】市政给排水工程在城市建设中具有重要作用，其中顶管施工技术是一种常见的施工方法。顶管施工技术是一种在地表不开挖沟槽的情况下，利用特殊设备和技术在地下施工新管线或者更换、修复旧管线的工程技术。该文以某工业区的排洪涵工程为例，从工程力学的视角探讨了顶管施工技术在市政给排水工程中的应用，为顶管施工技术的具体应用提供参考与示范。

【关键词】顶管技术；市政；给排水管道；施工应用

**引言：**

随着城市化进程的不断加快，市政给排水系统的建设和维护变得越来越重要。市政给排水系统是城市基础设施的重要组成部分，它涉及居民的生活用水、污水排放、雨水排放等方面，直接关系到城市的环境卫生和居民的生活质量。在市政给排水系统中，顶管技术是一项关键的施工技术。顶管技术主要应用于地下管线的敷设和维护，包括给水管道、污水管道、雨水管道等。顶管技术的应用直接影响到管道系统的质量、安全和运行效果。

**一、工程概况**

某市排污管道工程全长4084m，管道管径为1000mm、1200mm、2000mm，长度分别为168m、2732m、1184m，全线共有30个沉井，分别为15个工作井和15个接收井。

**二、顶管技术概述**

顶管技术是一种用于地下管道施工的专业技术，主要用于铺设和更换地下管道，如给水管道、排水管道、燃气管道等。顶管技术通过无需开挖地面的方式即可将管道推入地下，从而减少对地面的破坏和干扰。

顶管技术利用推力设备，将管道通过地下推进，并在地面上进行控制和监测。推进过程中，通过推力设备施加推力，推动管道向前推进，同时进行土方开挖和支护，确保管道的稳定和安全。另外，顶管技术需要使用专用的推进设备，如顶管机、顶管推进器等，科学布置工作井井内。这些设备通常由液压系统驱动，具有较大的推力和承载能力，能够适应不同直径和长度的管道推进。

该技术的具体施工流程：1. 地面准备：确定施工区域，清理地面，设置施工场地和支撑设施。2. 预制管道准备：根据设计要求，预制管道段，包括连接口和支撑结构。3. 推进施工：将预制管道段通过顶管机或推进器推入地下，同时进行土方开挖和支护。4. 管道连接：在推进过程中，逐段连接管道，形成连续的管道线路。5. 完工验收：完成推进施工后，进行管道的完工验收和测试，确保管道的质量和性能。

**二、顶管施工现状问题分析**

（一）地质条件复杂

长距离顶管施工往往需要穿越各种地质条件，包括软土、岩石、地下水等。不同地质条件下的施工难度各异，特别是在复杂地质条件下，如地下河道、高地下水位等情况下的施工，可能会导致顶管倾斜、塌方等问题，增加了施工难度。

（二）管道线形纠偏困难

顶管长距离顶进时，管道敷设质量取决于管道线形控制效果。由于给排水管网敷设线路较长，在长距离顶进过程中可能遇到地下障碍物、硬层等，使管段发生偏移，对机头位置、顶进方向产生严重影响，一旦偏角过大，就会使实际轴线与设计轴线发生较大偏离，如果未能及时进行纠正，可能对后续施工顺利开展造成一定影响，从而延长施工周期，情况严重的可能引起管接头损坏。地层结构复杂，如出现淤泥质粉质黏土、粉质黏土夹粉土、黏土夹碎石等土体，将会给管道线形纠偏带来一定困难。

（三）施工控制和监测手段不足

在长距离顶管施工过程中，对管道倾斜、变形等参数的监测和控制手段不够完备。目前常用的监测手段主要包括倾斜仪、测量设备等，但其精度和实时性有待提高，对快速发现并解决问题有一定限制。

**三、顶管技术在市政给排水管道施工中的应用**

（一）材料准备

在选择顶管材料时，优先选用强耐腐蚀性顶管，保证材料能够在地下管网复杂运行环境中发挥自身性能，为施工顺利进行和后续使用提供方便。结合

地下管网给排水管道施工具体要求，确定顶管直径、顶管管线总顶力，并调节顶管配筋参数。

（二）基础处理和支护结构设计

顶管施工前需要进行基础处理，以提供一个稳固的施工平台，并确保施工的安全性。

首先，对施工区域的地质条件进行详细调查和分析。通过地质勘探了解地层的性质、分布和变化，确定土壤和岩石的力学特性。基于地质勘探的结果，判断土壤的承载能力、变形特性和渗水情况等，为基础处理提供依据。其次，对基础进行处理，包括土体加固和地基处理。对于较弱的土壤层，可以进行土体加固，采用加固槽或灌浆注浆等技术，增加土壤的承载能力和稳定性；对于较深的基础层，可以进行地基处理，如加固桩或排浆技术，以减少地基沉降和变形的风险。

同时，在顶管施工中，需要设计合适的支护结构，以确保施工过程的安全稳定。常见的支护结构包括埋地锚杆、挡土墙和钢支撑等。设计支护结构时，需要考虑土壤的力学性质、变形特性以及顶管的受力情况和施工工艺。合理选择支护结构的类型、布置和材料，在最大程度上确保顶管的安全性。

（三）顶管机选型管理

顶管机选型管理是长距离顶管施工中极为重要的一环，涉及顶管机的选择、适配工程需求等方面。首先，根据工程项目的要求和施工环境条件，确定适合的顶管机类型。顶管机的类型包括盾构机、顶推机等，每种类型具有不同的特点和适用范围。需要综合考虑工程的地质条件、管道长度、直径要求以及地面交通情况等因素，选择最适合工程需求的顶管机类型。其次，考虑工程规模和施工周期，确定顶管机的规格和尺寸。不同规格的顶管机具有不同的推进能力和施工效率。根据工程的施工进度要求、工期限制以及预计的推进速度等因素，选择合适的顶管机规格和尺寸。在顶管机选型管理中，还需要根据工程的管道要求、地质条件以及施工的特殊要求，确定顶管机的性能指标，以满足工程的施工质量和效率要求。选择具有稳定性高、安全性能良好的顶管机，并确保该设备符合相关的安全标准和规范。最后，顶管机选型管理中还需考虑供应商的信誉和售后服务。选择正规、具有良好信誉的供应商，以确保提供质量可靠的顶管机设备，并能够提供及时的技术支持和售后服务。

（四）沉井施工

沉井主要包括工作井和接收井，主要负责顶管排水、顶管出土和运输等，可保护施工现场及周围建筑物。沉井分为圆形和矩形两种形态，材料主要为钢筋混凝土。一般情况下，矩形沉井封闭需要采用锚杆，在四角相应部位设置斜支撑，可强化沉井稳定性，但是，要保证后背墙使用装配式工艺进行构造，可节约大量建筑材料，且符合生态环保需要。

（五）顶进施工操作

由于需要进行钢筋混凝土管的长距离顶进，因此要使用合理的顶进方法，并做好中继段的划分，采取措施降低阻力。

正常顶进情况下，应先做好现场测量放样工作，并安装设备，合理配置注浆料，做好现场布置，掘进机就位前做好调试工作，掘进机进洞的同时做好出泥准备。管道顶进过程中需要随时进行测量，针对偏差进行纠偏，精确控制顶进操作。钢管焊接工作台严格进行焊缝接口的检验，技术人员需要进行必要的进场验收。

中继站是顶进工作中的重要一环，设置中继站的方式取决于总顶力。如果总顶力大于主顶液压装置、总顶力大于沉井后座最大土抗力，则需设置中继站。施工中，还需要结合数据分析结果和外墙阻力调整中继站位置，减少中继站投入，确保施工顺利进行。

顶进过程中会受到较大的阻力，包括土的正切力、管壁摩擦力等，如果没能有效控制阻力，容易引发事故。因此，施工中利用浆液填充管壁和土壁，构成泥浆保护套，起到控制摩擦力的作用。

（六）处理泥水

这一环节需施工人员借助现场装置与工具对水力进行有效处理，保证其能够高效率地运输到指定区域中。施工过程中可根据实际情况选择气压水力挖土法，同密封舱进行搭配使用，借助扬升装置、高压水枪对土体进行冲挖，并能够吸收冲挖过程中产生的泥水，统一收集在泥管道中，通过运泥管道把泥水运输到对应的水池中。

（七）通风技术

通风技术在长距离顶管施工中扮演着重要的角色，其应用对于保障工人的安全和施工质量至关重要。通风技术的应用可以有效控制施工现场的空气质量，确保工人的呼吸畅通和健康。首先，通过安装通风设备，可以将新鲜空气引入施工现场，并排除有害气体和粉尘。这些设备可以有效地循环空气，减小施工现场的湿度和污染物浓度，提供一个相对清洁和舒适的工作环境。其次，通风技术还可以通过控制空气流动方向和速度来避免施工现场的积尘和污染。通过合理布置通风设备和通风口，可以使空气流动顺畅，并有效地清除施工现场产生的废气和有害物质。这可以减少工人暴露在有害气体和粉尘中的风险，提高工作效率和质量。此外，通风技术还可以用于控制施工现场的温

度和湿度。在长距离顶管施工中，由于密闭环境和工程活动的热量产生，易导致施工现场温度过高或过低，湿度太大或太小。通风技术的应用，可以调节施工现场的温湿度，提供舒适的工作条件，有利于施工进展和工人的身体健康。通风技术在长距离顶管施工中的应用对于保障工人的安全和施工质量至关重要。合理的通风设计和设备安装，可以提供清洁、舒适和安全的施工环境，减少工人的暴露风险，提高工作效率和质量。因此，在长距离顶管施工中，通风技术的应用前景广阔，并将继续得到重视和推广。

（八）管线纠偏

因地下管网给排水管线施工中易发生严重位移情况，导致管道固定位置与实际所处位置发生偏差，应做好管线纠偏施工，确保管道施工质量。在实际施工时，施工人员要记录管线偏差情况，一旦发现严重偏差（>10mm），应及时进行纠偏，但是，切记不能一次性大量纠偏，而是采取缓慢适度调节，逐步将管道调整到指定部位，避免力度过大而影响管道下端及周围土体而损坏管道。为提高管道移位监测和线形纠偏效果，建议采用监控测量系统，实时监测顶进线形状况，并根据监测结果形成相应顶进曲线，如发生偏角过大，及时调整顶进速率，如无法纠正，则适当增加千斤顶顶进推力，使顶进方向偏差得到有效纠正。

（九）注浆减摩施工

注浆减摩环节虽不复杂，但是，误操作可能对总体施工质量产生较大影响。长距离顶管注浆施工主要利用抽吸力和内筒的压力使锚固材料穿透穿凿孔，充填到两个孔加压，在负压下形成锚固。首先，检查孔内混凝土干燥度，是否有裂缝，并清理表面污垢和杂质。锚固安装前应将孔做好清洁处理，孔槽内不能出现任何杂物，可采用高压水清洗，提高锚固性能和质量。长距离顶管锚固应多次加压，利用内筒产生压力，保证有足够压力穿透管壁，形成锚固，保证锚固材料的穿透性和均匀性。在此基础上，拉索负荷主要受锚固材料保护封层、密封材料的影响，综合考虑工作负荷，拉索负荷要满足设计要求。此外，注浆减摩施工时，注意使用质量良好、无毛刺的注浆器具，确保施工质量。

**四、提高顶管施工质量的措施**

（一）有序规划施工工序

在城市给排水工程中，顶管技术的应用首要是设置墙体开口，随后需预先将工具管置于外部。为提升穿墙管道的临时挡土、挡水效能，需将混合了水泥粘土和纸筋黏土的材料填实于穿墙管内，确保墙孔外侧间距符合施工规范，以强化土壤的稳固性和承载力。在墙体工作井的工具管前进行注浆固结处理，以防穿墙过程中可能出现的意外状况，一旦发生，能立即开启防护板，推动工具管执行穿墙防水任务。接下来的步骤是顶管出洞，这涉及在第一根管子和顶管机内部，从工作井破开洞口，封闭后继续深入土壤。

（二）强调后期验收

在验收前，需严谨地审核施工图纸及相应规范，以确认施工步骤遵循了设计规定和技术标准。对已完成的顶管进行彻底检验，涉及检查管道接头的稳固性，管道的平直度和直线度是否合格，以及排查管道内外表面的损伤或瑕疵。此外，还需对与顶管配套的部件，如阀门、法兰、支撑架等进行审查，确保它们定位精确，连接牢固，并完成必要的压力测试和试验。试压能暴露潜在的泄漏问题，而实验则能证实管道系统的运行效能和排水性能。同时，需核实施工期间的各类记录和报告，包含施工日记、压力测试记录、试验报告等，以保证施工历程的记录完整无误，可供后期维护和管理参考。最终，验收结束后，应向业主或使用者提供详细的顶管系统维护指南，涵盖清洁、防腐蚀、防积垢等措施，旨在延长系统寿命。总的来说，后期验收是顶管施工的关键步骤，通过全方位的检验和测试，确保顶管系统的质量和性能满足标准，为日后的使用和维修奠定坚实基础。

**结论：**

综上所述，市政工程建设直接关系到城市的安全与发展，关系到每一位市民的日常生活，所以应引起高度重视。从可行性、经济性、环保性等方面综合考虑施工，积极引入对应的管道施工技术。顶管技术常用于市政给排水工程施工中，不仅能够有力地支撑循环水系统、排水系统、供水系统，而且还能够控制施工对周边环境的不良影响，并保障城市管道工程施工品质与效率，助力于城市建设，值得广泛推广运用。

**参考文献：**

[1] 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.

[2] 许世明 . 市政给排水施工中长距离顶管施工技术的研究与应用 [J]. 清洗世界，2023(10)：193-195.

[3] 李洪武 . 城市给排水项目施工阶段顶管技术的具体应用分析 [J]. 科技资讯，2023(20)：142-145.

[4] 茆训源 . 市政道路排水工程顶管施工技术研究 [J]. 四川水泥，2023(10)：272-274.

[5] 敖红勇 . 市政给排水施工中长距离顶管施工技术的应用探究 [J]. 城市建设理论研究（电子版），2023(27)：190-192.