

# 浅谈市政给排水施工中顶管技术的应用

杨平 赵琦

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

**摘要:**在排水工程建设中,顶管技术已经成为非常重要的施工方法之一,在各种管道项目中都能够发挥出其独有的优势。本文将通过分析顶管技术的优势和适用范围,并结合顶管技术施工的准备工作和施工流程、应用案例以及未来展望,探讨市政排水施工中顶管技术的应用,希望对市政排水工程建设人员有所启示和帮助。

**关键词:**市政;排水施工;顶管技术;应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.23.036

市政给排水工程建设中,顶管技术是一种非开挖施工方法,它是一种不开挖或者少开挖的管道埋设施工技术。这种技术可以避免传统开挖式施工方式中会遇到的一系列问题,如噪声扰民、地面沉降和交通中断等,从而得到广泛的应用。具体来说,顶管法施工就是在工作井内借住顶进设备产生的顶力,克服管道和周围土壤的摩擦力,将管道按设计要求顶入土中,并将土方运出。一节管子顶入土中后,下一节管子就可顶在其上,如此往复,直至管道铺设完成,因此不会对周边环境造成明显干扰<sup>[1]</sup>。

## 一、排水施工中顶管技术的优势

排水施工中,顶管技术已经成了一种成熟并被广泛应用的管道实施方式。相比传统的开挖施工方法,顶管技术具有很多的优势。本文将从以下几个方面来阐述顶管技术在排水施工中的优势。首先可以降低对周边环境的影响,传统的开挖施工方式需要大量地挖掘土地和铺设管道,会对周边环境造成影响。例如,会影响到交通流量、建筑物的稳定性、树木以及道路的使用等。而顶管技术能够减少开挖量,只需要开挖两个工作井(顶进井和接收井),然后通过推挤管道的形式将管道推到目的地。其次可以缩短工期,开挖沟槽容易造成周边管线及建筑物变形或失稳,在开挖完后再进行管道铺设,施工周期长,而且对于涉及地下管线,协调迁改周期长,容易出现施工延误的情况。而顶管技术在地下作业,对地质控制较为稳定,可以大大缩短施工周期。另外,顶管技术可以在复杂区域进行施工,避免因为环境和地理条件的限制而导致施工延误。最后降低施工成本,对于埋深较大以及长距离管道,开挖施工方式需要大量挖掘土地及支护措施,再进行管道铺设,投入大量的人力和物力,容易增加施工成本。而采用顶管技术可以减少挖掘土地的量,避免了铺设管道需要的大量

工时,从而减少施工成本。最后能保证施工质量,顶管技术的推挤管道的形式保证了管道的稳定性和质量,可以保证排水效果的稳定和可靠<sup>[2]</sup>。另外,由于顶管技术的施工过程中不需要过多地开挖土地,对现场环境和管道安装品质的要求比较高,这样能够促使施工方在施工过程中更加注重安全和质量问题,从而保证施工质量和施工安全。总之,顶管技术在排水施工中具有明显的优势,它能够降低对周边环境的影响,缩短施工周期,降低施工成本,同时保证施工质量。虽然这种技术有一定的限制,例如施工区域必须符合一定的条件,以及可能需要额外的设备投入,但在排水工程中,顶管技术已经被广泛采用并得到验证,随着科学技术的不断进步和应用推广,相信它的应用领域将会更加广泛和深入。

## 二、顶管技术的适用范围

顶管技术由于其精度高、适用性强被广泛运用于管道施工过程中。首先,顶管的管径适用范围广,通常管径为d800—d3000mm,对于一些小管径也可以选择小型或者微型顶管机操作。其次,顶管管材的选择较多,根据工程的性质以及实际需求,可以选择钢管、“F”型钢筋混凝土管、玻璃钢管和铸铁管等。由于钢筋混凝土管具有强度高、造价低、性能好的优势,应用最为广泛。最后,顶管技术可以适应不同的地质条件。根据不同的地质条件选择不同的顶管方式,顶管机类型有手握式顶管机、泥水式顶管机、土压式顶管机、气压平衡顶管机等。手握式顶管机应用较早,主要是通过人工在管道内取土顶进,但其对管径有一定要求,必须容纳人员取土作业,且对于地下水丰富地段也不太适用。泥水式顶管机主要通过平衡介质在顶管前端获取一定的压力,通过压力平衡地下水的水压力及土压力。通过压力泵将泥水注入到工作舱内,与前面的土体接触,使泥水渗透到前方土体中,对土体性质改善,并在表面形成一层泥膜,有效阻止地下水往顶管机中流动,保证了顶管机的正常向前推进。土压式顶管机可运用刀盘切削下来的土体进行搅拌,其可以在开挖前形成一定的压力,后续再通过螺旋出土机出土控制。以此来确保开挖前方土体,避免出现塌陷与隆起现象。气压平衡顶管机主要是通过压缩气体来保持挖掘面的稳定,可以有效抵抗地下水压力、土体压力,从而保证顶管机顺利进行。在实际工程中根据不同土质类型、周边环境,费用等方面来综合考虑顶管机的选择。因此,顶管技术适合应用土层较广,可直接用于砂土、黏性土、粉性土,也可适用碎石、卵

石、风化残积土等非黏性土质。顶管技术可以用于各种地下管道的铺设与维修，如城市给水管、街道排水管、城市燃气管道等等。同时，顶管技术也可以用于建筑物基础和地质灾害治理等领域，如地下空间的施工、地下水位调控、地下车库建设等。顶管技术的优点在于其可以在不开挖地面的情况下完成管道的建设，避免了因为开挖地面而对城市交通、生活带来的影响。此外，顶管技术能够在较长的距离内进行铺设，有时甚至可以达到几百米的长度。这使得顶管技术在城市地下管道建设中具有很大的优势。

### 三、顶管技术施工前的准备工作

#### （一）资料准备

在进行顶管技术的施工前，首先需要进行资料准备。具体工作包括：首先，施工方需要对工程现场进行全面深入的勘测和考察。该过程主要包括对现场地质情况、环境条件和周边建筑设施等各个方面进行评估和分析。通过科学评估现场的具体情况，可以为后续施工提供参考，并有效避免在施工过程中出现意外情况。例如，在岩土工程和地下管线铺设等方面，针对不同的地质条件可以采用不同的施工方案和支护措施，以确保工程的稳定性和安全性。其次，施工方需要确定施工方案和施工计划。施工方案的制定需要从多个方面进行考虑，包括施工过程中可能遇到的困难和问题，以及如何有效解决这些问题，从而提高施工效率。同时，根据工程量和时间要求，施工方还需制定详细的施工计划，合理安排人力、物力、财力等各项资源，确保施工计划能够按期完成。最后施工方需要对施工材料和设备进行准备。在顶管施工中，常用的材料包括钢管、水泥、松软土等。这些材料必须经过精心挑选和检验，确保其质量符合国家标准，并在施工现场进行储存和保护，避免在使用过程中出现质量问题。同时，施工方还需要准备专业的施工设备，例如顶管机、铲车、挖掘机等，以保证施工能够顺利进行<sup>[3]</sup>。

#### （二）施工现场准备

首先，施工现场需要搭建相应的设施。在搭建设施方面，主要包括工地围挡、自来水、电力和照明设施等方面，这些基础设施的搭建是施工的基础，能够有效地保障施工的顺利进行。例如，工地围挡可以起到隔离施工现场与外部环境的作用，保证施工安全和施工秩序。自来水、电力和照明设施则能够为施工现场提供必要的水、电力和照明设备，保证施工人员有较好的劳动环境，同时也方便了施工现场管理人员的施工管理工作。其次，交通管理是施工现场准备工作的重要环节之一。在施工现场周边要进行合理的交通管理，包括施工现场距离公路、铁路等交通线的距离与交通流量，以及如何规划施工调度，避免对外部交通的影响。交通管理的核

心是保证施工现场与周边社会单位的良好关系，对于大型施工工程尤其重要<sup>[4]</sup>。例如，在城市交通建设领域中，一些主干道路和高速公路的施工，必须严格把控交通管理，保证施工现场起到较小的交通影响。最后，通讯设备也是施工现场准备工作的重要环节之一。通讯设备可以促进施工现场的信息沟通，取得必要的数据和现场协调，最大限度地提高施工效率和质量。例如，在城市交通建设领域中，通讯设备可以为施工现场的管理与调度提供及时、高效的信息支持。

#### （三）安全措施

安全措施是施工现场准备工作的重要保障。在施工现场的安全措施方面，应当组建专业的施工管理团队，指定相关负责人，明确各项施工任务，以确保施工的顺利进行。同时还需要对施工现场的人员进行安全教育，在施工现场的人员需要具备一定的技术技能和安全意识，并需要针对不同的岗位进行专业的培训和教育，增强安全意识、规章制度及特殊情况处理等方面的能力。同时，在施工现场需要配置一定的劳动安全设备，包括头盔、防护服、安全绳、安全带、氧气瓶等。最后在施工过程中，需要有专业的监督人员进行现场监督，对施工进度及现场安全情况进行监测和分析，最大限度地保证施工的安全性。

### 四、排水施工中顶管技术的施工流程

顶管技术施工流程主要包括工作井挖掘、顶管机安装、顶杆安装和推管施工四个步骤。（1）进行工作井的挖掘。工作井是指在管线两端开挖的竖井，提供充足的空间供顶管作业。工作井通长采用圆形，方形及半椭圆形等钢筋混凝土结构，尺寸根据顶管机设备尺寸、管节长度、管径、管材等综合确定，深度根据管道的埋深确定。对于周边施工区域受限制的工作井，可以采用沉井施工。挖掘期间要注意避免发生地质灾害，如滑坡、塌方等。同时，需要保证现场安全，对工人进行必要的安全培训，加强安全意识。（2）进行顶管机的安装。顶管机是顶进设备的主要组成部分，具有顶进能力和回转能力。在施工过程中，顶管机通过其弹簧式锁紧机构将杆体锁紧，使其形成一个整体。然后，顶管机通过其内置的液压系统，以大约1米/分钟的速度带动顶杆安全向前推进<sup>[5]</sup>。顶管机的安装需要具有一定的技术要求，建议由专业的施工队进行操作，确保施工安全和顺利。（3）进行顶杆的安装。顶杆是用于推动管道的重要部件。在施工前，需要按照设计要求选择合适的杆体直径、杆长和杆壳材质等参数。安装好顶杆后，还应根据需要连接各种配套接头和水密封圈，保证管道的连接结实可靠。在施工过程中，还应注意对顶杆的检查和维修，及时排除故障。（4）进行推管施工。推管是整个顶管技术施工过程的关键步骤。在完成工作坑准备和

顶杆安装后,就可以开始推管施工。施工过程中,顶进设备会产生相应的顶力,使管道按照设计要求顺利地推进。同时,还需要进行一些配合操作,如土方运输、钢套管放置等,确保管道能够顺利地顶入土中,不受任何障碍阻挡。施工过程中,还需要及时记录施工数据,包括推进距离、推进时间、顶力大小等,以便后续分析和施工质量评估。

### 五、排水施工中顶管技术的应用案例

排水施工中的顶管技术已经被证明是一种可靠、高效的管道施工方式,广泛应用于各种排水工程中。本文将分析几个典型的排水工程案例,以展示顶管技术在排水领域的应用。案例一:某市水环境综合治理工程,需要建设一条调蓄主管道。根据规划设计,该管道管径为 $d1500-3500\text{mm}$ ,采用钢筋混凝土管,长度约5.5公里,深度5-10米,需要在繁华商业区域、住宅区、桥梁下、河道等复杂地段施工。结合区域内的交通状况和地质条件以及经济因素,最终全线采用顶管技术进行施工,工作井采用沉井施工。采用顶管技术可以减少开挖量,避免对周边环境和建筑物的影响,同时还可以缩短工期。在施工过程中,施工方对现场交通、噪音和环境污染等问题进行了有效管控,确保了施工安全和周边环境的稳定。案例二:某截污工程需新建一段主管位于城市主干道,地下管线复杂,采用传统的开挖施工方式可能会对周边交通以及地下管线产生重大影响,因此决定采用顶管技术进行施工。该项目选择了直径为1.5米的钢套管作为截污管道,总长约2公里。通过合理的施工组织 and 精细的施工计划,施工实现了在不干扰周边交通和不对地下管线迁改的情况下完成了工程的建设。该工程在施工前后,经历了多次的设计、评审和论证,施工方在保证施工质量的基础上,最终成功完成了工程建设。案例三:某县地下排水系统工程<sup>[6]</sup>。由于污水处理厂位于山丘地区,地形多变,对于排水管道埋深超过5米采用传统施工方式效率低下,增加了施工难度。如果对管道埋深控制较浅范围,则需要中途增加泵站提排,增加造价。为解决这一问题,该项目最终采用顶管技术进行埋深超过5米的管道施工。在施工过程中,顶管技术有效降低了对周边环境和居民的影响,缩短了施工周期,节约了土方和人力资源成本。同时,施工还采用先逐层逐段推进再连接的方法,保证了每个管道的连接牢固可靠,使得整个工程在质量上得以保证。施工期间,工程师还可以利用现代通讯技术对施工过程进行实时监控,及时发现并解决施工中出现的問題,确保施工质量和安全。

### 六、未来展望

市政排水施工的顶管技术是目前排水领域经常使用的一种技术,它可以将管道直接引入街道,解决了很多

城市排水系统的问题。随着城市化的发展,城市排水系统的建设也在不断提升。未来,顶管技术还有很大的发展潜力。首先,顶管技术可以高效地降低施工成本,增加施工效率。顶管技术可预测,施工周期短,对道路影响小,环境影响少,与传统施工相比减少人工、材料、设备和土方开挖等方面的投入成本和一系列不必要的工作和对生态环境的负荷,节约了时间和资金。同时,通过数字化、自动化和智能化手段集成优化施工流程,进一步提高效率。其次,未来顶管技术将更加智能化。利用大数据和物联网技术,可以实现对整个施工过程的追踪、监测和管理。通过传感器、云计算和人工智能等技术,可以实现材料的自动供给、机械的自动控制以及现场的自动监测,提高了施工质量和安全性。此外,随着环保意识的不断提高,未来顶管技术将更加注重环保。采用新型材料和新技术,可以减少对环境的污染和破坏。例如,采用可降解、可重复使用或可回收的材料,减少了对自然环境的干扰和修复成本。最后,顶管技术的未来发展还需要加强多学科交叉融合,借鉴其他工程领域技术的创新,例如机器人、自动控制、智能制造等技术,跨界整合,共同推进工程实践的变革,以适应建设绿色、智慧城市的需求。总之顶管技术在未来将呈现智能化、高效化、环保化和跨学科融合的发展特点,对于推进城市排水系统建设,提高生活质量和城市持续发展具有十分重要的作用。

### 七、总结

总之,排水施工中的顶管技术在工程建设中具有广泛的应用价值。通过精心设计、科学施工和有效管理,顶管技术能够帮助工程承建方顺利完成工程建设,提高施工效率和质量,降低施工成本和环境压力。未来,随着科学技术的不断进步和应用推广,相信顶管技术在排水领域的应用将会得到更加广泛和深入的推广。

### 参考文献

- [1] 张飞翔. 市政给排水施工中顶管技术的应用与分析[J]. 技术与市场, 2021, 28(2): 122-123.
- [2] 徐辉. 市政给排水施工中顶管施工技术应用研究[J]. 住宅与房地产, 2019(36): 192.
- [3] 姚建超, 赵鹏. 市政给排水施工中顶管技术的应用要点[J]. 石油化工建设, 2022, 44(12): 136-138.
- [4] 杜洪贞, 焦子君, 张芑, 等. 市政给排水施工中顶管技术的应用分析[J]. 价值工程, 2021, 40(25): 88-90.
- [5] 孔亮. 市政污水管网改造工程的施工管理策略研究[J]. 工程抗震与加固改造, 2021, 43(4): 后插7.
- [6] 王超. 市政给排水施工中顶管技术的应用[J]. 数码设计(上), 2021, 10(5): 185-186.