

水利工程建设中顶管施工技术的应用与探讨

常学军

安徽省阜阳市颍州区水利建筑安装有限责任公司

摘要：水利工程建设与我国民生发展存在密切的关联，提高水利工程施工水平已成为推动现代化城市发展的必然选择。其中顶管施工技术无须大面积开挖即可完成管道铺设工作，这项隐蔽性的施工技术在水利工程建设中体现出了较高的应用价值，有助于避免地面建筑物和地下基础设施遭到破坏，在道路拥挤的城市化发展进程中也具有明显的应用优势，因此在水利工程建设中广泛应用顶管施工技术具有重要现实意义。

关键词：水利工程建设；顶管施工技术；应用与探讨

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.11.081

引言

在当今社会的经济发展与城市化进程中，水利工程建设扮演着至关重要的角色。顶管技术是一种新型的管道敷设方式，其通过钻孔的方式在地下进行管道敷设，避免了地表、道路等基础设施的破坏。因此，顶管施工技术被广泛运用于各种水利、燃气、排水等领域，在保证施工质量的同时节约了时间和成本，实现了工程的高效建设。然而，顶管施工技术存在一定的技术难点，如孔洞质量难以保证、施工现场管理难度大等问题，这些问题对顶管技术的应用与推广带来了一定的挑战。因此，本文将深入探讨水利工程建设中顶管施工技术的应用及发展，探索如何解决现存问题，优化顶管施工技术，推动其更广泛、高效、可靠的应用。

一、顶管施工技术

地下管道施工技术是指在管道敷设过程中使用各种工程机械、设备，将管道穿过各种地质层后完成的一种非挖掘式的施工技术。地下管道施工技术的优点体现在施工过程中能够极大地提高施工质量，同时保证了施工进度。相对于传统的挖掘施工方式，地下管道施工技术在保证管道安全、减少对周围环境的影响、降低施工成本等方面有着显著的优势。在施工过程中，地下管道施工技术能够很好地控制施工强度，通过分段处理方式对施工过程进行有效的控制，保证了施工的稳定性和安全性。同时，地下管道施工过程中还可以对施工噪音和环境影响进行控制，在保证工程质量的同时减少了施工

对周围环境的损害。然而，在一些软土层的施工中，由于土壤的特殊性质会对管道的位置产生偏差，需要进一步进行校正，希望通过对地下管道施工技术的研究和改进，进一步提高其施工效率和准确性。

二、顶管施工技术的特点

(一) 管道建设具有较高的普及性。该技术作为管道工程的常用手段，可以在不破坏土壤和不进行任何开挖的情况下进行工程建设。无论是公路、铁路、河流，甚至是城市地下区域，都可以完成相应的工作，安全性高，同时可以避免对环境的负面影响和破坏。

(二) 由于管道本身的施工工艺不涉及土方开挖，不会对管道结构的上部区域产生任何影响，管道本身也不会产生更严重的变形，从而大大提高了管道的使用寿命，有效保证了管道的性能和质量。

管道施工技术本身是极其经济的。在传统的技术手段中，一般要求建设单位提供相应的拆迁费用，以便完成后续建设。但管道施工技术由于其自身的特点，长度相对较短，不涉及房屋的拆迁，可以为施工单位节省大量资金。

与传统施工方法相比，顶管施工技术既能满足管道铺设的需要，又能在一定程度上灵活实现有效保护。同时，作为一种顶管施工技术，也可以用来完成管道施工，为后续工作打下良好的基础。

三、顶管设计的原则

(一) 总体原则

根据现行标准规范，设计应在充分了解地下和地上管线及其他建筑设施的情况下，以一定的设计精度和深度进行，工作井的位置和管线的轴向应一次性确定，避免再次调整。如果在施工过程中调整工作井的位置和管道的轴线，将大大提高矛盾协调的复杂性和难度，投入大量的财力、人力和较长的时间，严重影响工程投资和施工进度。

(二) 管线布置

(1) 在进行管道设计时，应尽量将管道的轴线设计成直线，以保证管道的流量，减少能量损失。若在特殊情况下需要进行管道弯曲，则需计算流量，调整管径

以确保水流畅通且水量充足。(2)对于管道的布设,应避免军事设施、重要的景观建筑以及通讯、燃气、自来水等管道,如遇特殊情况无法避免时,需制定出相应解决方案和施工措施以确保施工的安全和无法中断相关服务。(3)在管道上层建筑物的施工中,应严格按照规范要求确定层厚度,减少对上层建筑物的影响,并确保现场施工人员的安全。如果层厚度不能满足设计要求,应制定相应的防护措施以确保施工的安全和无干扰上层建筑物的使用。

四、水利工程建设中顶管施工技术的具体应用

(一) 施工方案审查

采用顶管施工方法,施工前应做好施工方案的设计和审核。施工方案完成后,要会同监理、施工等单位对施工方案进行审核,确保方案的可行性和完成性。在这个过程中,要注意入口头模型、管道模型和主插座模型。施工前应调查场地水文地质条件,确保施工场地地质条件满足施工要求,且不与其他地下管线冲突。在编制施工方案时,首先要完善的是上部管线和工作井的施工,这也是施工中的主要环节。在管线开孔和基础加固设计中,地下管线施工与建筑物发生冲突时,应制定施工现场的应急预案、安全防护措施、工作底孔和事故处理方案。在制定建设方案时,要优先考虑这些内容,制定详细的规划流程,保证方案的适用性和可行性。在审查施工计划的过程中,必须对工艺流程的各个方面进行全面、详细的审查,以确保施工计划体系的完整性。

(二) 测量工作

在水利工程建设中应用顶管施工技术的前提在于保证测量工作的精准性,尤其需要测量顶进前的设备安装、顶进中的管线高程与方向以及顶进后的复测等数据。在顶管施工作业中技术人员可以将不同施工环节中涉及的数据信息进行有效整合,并将具体的参数信息标注到施工方案中,如地质条件、管道直径等。由于不同施工方法带来的施工效果不同,因此技术人员还需要结合工程概况选择适合的施工方法,避免其与后续施工工序发生冲突。另一方面,在顶管作业中还需要保证施工工序安排的合理性,确保各施工工序相互独立。由于顶管施工需要用到一定量的机械设备,因此施工队伍还需要重视机械设备选择的合理性,确保其符合实际施工要求与现场地质条件。根据总平面设计图与坐标方位科学布设控制网,尽可能选择易于校核、便于保护、视线清晰的位置作为控制点位,以此为后续的轴线顶进测量提

供一定的便利。

(三) 顶管穿墙

在上层管道施工技术中,穿墙技术主要是安装止水装置,然后将管道推进工具移到工作井外,在这个过程中,需要打开门板穿墙,然后进行上层管道的打孔工作。为了提高顶管穿墙的效果,必须在穿墙工作前充分加强墙管的工作。同时,有必要在管道穿透工作之前对墙体质量进行测试,以确保其更加坚固。打开门板后,再能够将上管推到井外,做好注水设备的安装工作,能够利用一定的补强技术做好防水处理,在处理过程中,必须要保证其实际情况和标准相符。但是,在墙体穿越技术的应用中,会有一些障碍,这就需要运用GPRS技术做好探测工作,分析工作环境,做好了解地形和水文情况的工作,进而制定方案,及时解决问题。

(四) 顶管出洞

顶管出洞指的是顶管机机头与顶管管道出洞口这一过程,会受到黏土密度等因素的影响,可能会出现管线偏离预设方向、管道变形等情况。只有做好出洞控制才能够提高施工质量,所以应加强施工控制。首先,为了使顶管机机头与管道顺利出洞,应在砌砖式封门前设置一排钢板桩,增强出洞平稳性并降低出现土壤渗入土中等问题的概率。其次,应对管道推进情况进行实时监控,若发现管道位移等问题就需要及时分析出现问题的原因并准确判断管道位移量是否在合理范围内。若管道位移量不符合相关标准就需要科学调整顶推压力并采用合适的纠偏措施,增强管道推进的合理性。此外,在顶管机出洞后应及时卸下封门,在顶管机推离密封门50mm~100mm时卸下钢板桩,充分发挥洞口止水圈的作用。在完成钢板桩的拆卸工作后需要立即顶进并尽可能地缩短间隔时间。但是在顶管机正面主动土压力过大等因素的影响下可能会出现管节后退这一问题,所以需要在洞口两侧各安装一只手拉葫芦,并在主顶油缸回缩前先拉住最后一个管节,避免其后退。

(五) 注浆减阻

注浆施工的目的是消除管线周围的孔隙,使管线使用寿命延长。注浆施工作为顶管施工中的重要环节,其施工质量会直接影响整个排水管道施工质量,所以,要严格按照设计标准来选择注浆材料,确保泥浆黏性、稳定性符合施工要求,本工程施工中选用优质的膨润土,根据膨润土:水=1:8的比例配制泥浆[3],并将泥浆搅拌均匀,防止出现离析现象,泥浆压入前,进行二次搅

拌；然后在管节一端设置3个注浆孔，且将注浆孔间距控制在7.2m，安装注浆管后，按照注浆流程进行作业，对地表、地下水变化情况进行实时观测，以此为依据灵活地调整压浆量、注浆压力，当顶进曲线段时，可通过增加注浆量的方式，使泥浆套更加完整，并将单向阀设置于泥浆出口位置，避免出现回浆、注浆压力减小等问题，同时，要确保土体间隙被完全填充，形成不易变形的泥浆保护套，从而降低管道的摩擦阻力，即减轻顶进施工的阻力。

（六）顶进

在工作井建成并达到设计强度后，在周长处沉积层，压实碎石，填充时部分移除钢支座。此外，根据设计要求，安装满分辨率的钻机顶管。吊装设备和导轨安装完毕后，在施工现场安装水环，准备吊装。在起升初期，技术人员可以利用主泥浆入口与排污管之间的协调，最大限度地控制泥浆压力稳定性，并在泥浆和水压情况下继续调节钻盘速度，完成头偏差的校正。同时，操作人员可以预先计算出每根管子、每米的位置和标高，形成完整的坡度平面图，并设定偏差，以保证向上偏差的控制效果。如果仍出现向上偏差，则操作者可采用趋势图法，根据测量、多次调整的原理，每50厘米进行一次向上数据测量，并结合倾斜仪的指示、光学目标图像，绘制趋势曲线，确定向上的发展阶段和趋势，及时调整偏差，控制偏差将视角调整为10~20，最大值不超过0.50。收缩和校正过程完成后，操作员可以将机器头发送到接收井并完成控制井的墓地。

五、水利工程建设中顶管施工技术的应用策略

（一）规范工艺流程

顶管施工技术的应用最为主要的就是工艺流程，要达到技术应用的预期目标，就要严格规范其工艺流程，从注浆止水、顶管穿墙、顶管出洞、注浆减阻和顶管纠偏等工艺流程的全过程进行规范。注浆止水是顶管施工的第一步，也是关键的一步，在选择止水注浆材料时，要合理配置石灰、水泥、黏土等材料的比例，以达到止水的最终目的，保证顶管穿墙以及后续作业良好的管道和土壤环境；顶管穿墙则需要尤为注意顶进设备的选择，要对其顶进力进行考查，选择顶进力足够的设备，并在施工的过程中对其进行及时的维护和检修；顶管出洞面临的最为主要的问题是管道出现偏差，这就需要施工团队将顶管纠偏技术与出洞进行结合，通过千斤顶等设备的应用，在出洞阶段就管道偏差进行纠偏，并利用

网络技术下的检测技术，及时检测管道顶进过程中出现的偏差，并从偏差的源头进行纠偏作业；注浆减阻是减少管道与土壤摩擦力的最为主要的工艺流程，在施工中，要对顶管的头尾进行压浆，并在施工的过程中根据施工阻力进行后续补浆，以降低施工过程中摩擦力导致的施工难度。

（二）重视现场管理

若管道内部存在施工残留物或其他杂物，通常需要先进行清理，再展开施工，以免给阀门、仪表或是设备造成不良影响。此外，对管道进行钻进施工前，还要对现场进行分段清理，保证系统气密性、整体强度均能够达到施工要求。钻进期间应对外界因素所产生影响加以考虑，例如，在温度较低的冬季，施工人员应密切关注管道情况，避免管道出现结冰或是类似情况，给施工所具有安全性、可行性造成不利影响。每焊接一段管道，就应当对残留物进行清理，此举可减少后期清扫的工作量，随后，通过加压的方式测试管道密闭性，在此期间需对环境温度引起重视，根据实时温度对压力加以调整，确保测试能够得到安全且有效的推进。

结束语：

近年来，水利安全受到重视，水利安全生产得到规范，水利安全事故得到明显控制，水利建设是关键环节。大多数水利工程建筑面积少，管线纵横，施工工艺复杂。中间很可能会对其他项目的运行造成一定的干扰，进而对项目质量造成不利影响。因此，在水利工程建设过程中，顶管施工至关重要，工后地面沉降问题亟待解决。基于水利工程施工的顶管施工技术，从铺设管道、设置中继间、注入顶管泥浆等方面减少地面沉降，有效保证了顶管施工的安全。

参考文献

- [1] 王小焕. 顶管施工技术在水利水电工程中的应用[J]. 珠江水运, 2019(19): 85-86.
- [2] 柴国平. 水利工程中顶管施工技术的应用[J]. 农业科技与信息, 2019(19): 107-108.
- [3] 张曙俊. 水利工程建设中橡胶坝施工技术的有效应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(13): 172.
- [4] 李忠杰. 水利工程建设中施工技术的应用[J]. 科技创新与应用, 2016(12): 198.
- [5] 唐爱学. 顶管技术在水利工程建设中的应用[J]. 企业技术开发, 2015, 34(18): 39-40.