

基于水利工程施工中顶管施工技术分析

夏世飞¹, 邢友云², 赵盼³

1.南京市高淳区水务局砖墙水務站, 江苏 南京 211305

2.南京振高建设有限公司, 江苏 南京 211399

3.南京振高建设有限公司, 江苏 南京 211300

摘要：随着施工技术的不断发展，水利施工中的顶管施工技术取得一定发展与进步。当前，顶管施工技术的应用范围较为广泛，且实际应用效果良好。顶管施工又名管道非开挖铺设技术，该技术的应用可以适当减少水利施工对周边居民正常生活及生产产生的不良影响。此次论文先是对水利工程施工中顶管施工技术的应用优势及原则等进行了分析，随后又对水利施工中顶管施工技术的应用要点展开了探讨，最后是通过案例进一步分析了顶管施工技术的实际应用。

关键词：水利工程；水利施工；顶管施工；施工技术；技术分析

Technical Analysis of Pipe Jacking Construction in Hydraulic Engineering Construction

Xia Shifei¹, Xing Youyun², Zhao Pan³

1.Brickwall Water Station, Gaochun District Water Bureau, Jiangsu, Nanjing 211305

2.Nanjing Zhengao Construction Co., Ltd., Jiangsu, Nanjing 211399

3.Nanjing Zhengao Construction Co., Ltd., Jiangsu, Nanjing 211300

Abstract：With the continuous development of construction technology, pipe jacking construction technology in water conservancy construction has made certain development and progress. At present, the application range of pipe jacking construction technology is relatively wide, and the practical application effect is good. Pipe jacking construction is also known as trenchless pipeline laying technology, the application of this technology can properly reduce the adverse effects of water conservancy construction on the normal life and production of surrounding residents. This paper first analyzes the application advantages and principles of pipe jacking construction technology in water conservancy engineering construction, then discusses the application points of pipe jacking construction technology in water conservancy construction, and finally analyzes the practical application of pipe jacking construction technology through cases.

Key words：water conservancy project; water conservancy construction; pipe jacking construction; construction technology; technical analysis

近几年，随着城市化的不断建设及发展，管道工程发展迅速，尤其是在水利工程施工方面，顶管技术的应用对水利工程施工具有重要影响。管道施工是水利工程施工的重要项目，传统的管道施工需要进行土方开挖，此种施工方式不仅会对施工现场的土层造成破坏，还会增加水利施工的安全风险及工程造价等，影响范围较大。顶管施工技术是一种先进施工技术，技术应用无需大面积进行开挖施工，且实际应用具有一定的隐蔽性优势，可以有效降低水利施工产生的不良影响。

一、水利工程施工中顶管施工技术概述

(一) 技术应用原则

一方面，总体性原则。依据水利工程施工的相关规定，工程顶管施工之前，施工人员需要对施工现场地面及地下管线的铺设情况了解清楚，以此有助于水利管道铺设方案的科学制定。为保证顶管施工方案制定的精准性，顶管施工技术的应用需要遵循总体性原则，一次性确定顶管铺设走向以及工作井设置位置等，避

免后期出现变更问题。另一方面，规范性原则。依据顶管施工相关规定，顶管管线的布置应尽量减少管道轴线的折弯，特殊情况下需要优先核算过水流量，在条件允许的情况下可以通过管径的调整对管道进行折弯处理^[1]。此外，管道上层覆土厚度需要符合规范要求，避免顶管施工对地表建筑产生不良影响。

(二) 技术应用优势

一方面，水利施工中顶管施工技术的应用可以起到保护周边环境的作用。传统的管道施工土方开挖面积较大，所以对于

施工现场以及周边生态环境的破坏性较大，地面植被以及原有房屋建筑等需要被拔除以及拆毁等，部分水利管道的施工可能还会涉及管道的迁移等，由此产生的破坏性不容小觑。顶管施工技术应用的开挖面积相对较小，所以对于周边生态环境具有一定的保护作用。另一方面，最大限度的降低不良影响^[2]。顶管施工技术的应用可以避免临时便道修建产生的不良影响，同时还可以缩小管道施工的破坏范围，避免施工周边部分区域植被遭受破坏，减少周边房屋建筑的拆毁数量^[3]。此外，在施工条件允许的情况下，顶管技术的应用可能会有效规避部分水利施工不良影响。

二、水利工程施工中顶管施工技术应用要点

（一）测量施工

水利施工中，顶管施工质量的控制与测量精准度关系密切，尤其是针对顶进前设备安装、顶进后的复测以及顶进施工过程的管线高程及方向测量等，直接影响着顶管施工质量。顶管施工中，技术人员可以将各数据信息进行整合，例如地质条件、水文特征以及管道直径等，以便于为测量工作的开展提供参考。顶管测量施工大致分为两种，一种是直线顶管施工测量，该测量操作较为简单，测量人员需要优先完成管道中心线及工作坑地面平面位置的测放设计，随后需要使用经纬仪将管道中心线引入工作坑内，再布设1—2个基准点^[4]。在管道顶进施工中，使用测量仪在基准点位置可以测量出管道顶进高程；另一种是曲线顶管施工测量，该测量工作较为复杂，具体可以分为简单测量与复杂测量，简单测量需要使用测量仪在工作坑内进行，而复杂测量需要测量人员在管内布设1或多个测站，随后再使用测量仪在工作坑内开展测量工作。

（二）管材选用

水利工程的施工规模较大，所以其顶管施工需要使用的管材数量较多，同时对于管材质量以及使用年限等具有较高要求。为保证顶管施工质量，管材选用十分重要，采购人员需要引起重视，在管材采买过程中优选高质量、价格适中的管材，同时还需要对管材供应商的运营资质以及管材生产合格证等进行检查，确保管材无任何质量问题。与此同时，采购人员还需要对管材的型号以及尺寸等进行检查，严格按照水利顶管施工要求选购符合施工要求的管材。当前，材料市场上的管材质量参差不齐，采购人员需要擦亮双眼，优选高信用以及好评率较高的商家进行合作，重在保证管材质量^[5]。水利施工中常用的管材为钢管或钢筋混凝土管，前者质量较轻，强度较高且密封性较好，但是实际应用存在吊装及运输环节存在一定难度；后者稳定性较强，但抗渗性及密封性较差。

（三）注浆控制

水利顶管施工的关键在于顶进压力的减少，注浆控制可以有效降低阻力，并在注浆管道外壁形成泥浆润滑套，以此可以减少管道顶进的摩擦阻力。在注浆控制过程中，施工人员需要将灌注泥浆填充至土层空隙内部，以免出现直接碾压管体的问题，因此

可以对中间位置起到支撑作用，该操作可以提高顶管施工效率。此外，针对触变泥浆的配置，施工人员需要合理控制膨润土、水以及掺和剂的配比量等，同时需要保证各材料配比均匀。依据水利工程顶管施工相关要求，触变泥浆中水的配比量最大，掺和剂的配比量最小^[6]。与此同时，顶管施工中注浆压力以及注浆量的控制十分重要，二者对于顶管施工中摩擦阻力的控制具有重要影响，如果注浆压力及注浆量过大，可能会导致顶管凸起，引发安全事故。因顶管施工具有规范化的施工流程及规范等，所以施工人员需要规范化进行施工，施工期间禁止随意终止注浆操作，且顶进施工结束后需要立刻更换注浆液，防止填充管外出现空隙。

（四）顶管施工

顶管施工包括顶管的安装施工，施工人员需要确保顶管安装位置正确，需要控制好顶管安装高度，实际安装施工应避免各不良因素的干扰，例如地下水以及地质结构等。顶管施工涉及大型机械设备的使用，例如起重机以及千斤顶等，施工人员需要熟练掌握各机械设备的操作要点，并依据施工要求合理选择水泵以及其他电力设备等。针对顶管的施工，施工人员需要综合考虑泥浆黏稠度以及压力值等，实际施工需要边顶进边观察周边土质的变化情况，实时调整泥浆的黏稠度。为保证顶管施工质量，施工期间施工人员需要科学控制顶进速度，实时监测泥浆压力值，避免出现安全隐患^[7]。另外，因顶管施工在地下，施工过程中势必会对施工区域地表产生一定影响，所以顶进施工时施工人员还需要关注地表情况，科学控制地表沉降值，避免发生地表坍塌事故。

三、水利工程施工中顶管施工技术应用案例

（一）工程概况

此次水利工程研究案例位于某省市东部，工程顶管施工选用的管材为钢筋混凝土管，管材内径为4m，外径为4.64m，管壁厚度为0.32m，每节管材的长度为2.5m。管材的荷载等级为Ⅲ级管，钢承口是C型，各管材之间的接口方式为柔性接头。另外，钢筋混凝土管的混凝土材料等级为C50，抗渗等级为W10。该项目工程顶管施工的总长度为826m，属于双排管施工，两排管道施工长度相同，均为413m，双排管道的净间距为5.55m，曲率半径为800m。工程的顶管施工存在一定难度，例如施工中单段顶距较长，顶力偏大，施工人员需要通过对触变泥浆质量的控制进行解决，科学控制注浆压力及注浆量等，以此形成高质量的泥浆套，进而有助于摩擦阻力的减小。不仅如此，因施工管径较大，机头较重，出洞时机头易出现磕头问题，所以出洞前沉井预留洞内部需要安装延伸轨道，避免出现磕头问题。

（二）设备选型

水利顶管施工期间需要使用多种机械设备，例如起重机以及千斤顶等，管理人员需要依据顶管施工相关要求合理选择设备外形尺寸、吨位以及构件重量等，保证二者能够正常完成相应的施工任务。针对顶管机的选择，管理人员需要综合考虑施工质量要求、施工区域地质条件以及水文特征等，同时还需要考虑对周围环境的影响力。此次工程施工选用的顶管机为DN4000泥水平衡

顶管机(见下图1所示),该设备包括多种技术,例如测量技术、液压技术以及电控技术等,实际应用无需开挖施工,且适用性较强^[9]。主顶设备选择的是千斤顶,共14只,呈对称式布置,两排并列,每排各7只,每只千斤顶的最大行程为3.5m,最大推力为200t。注浆系统选用的是TWB-150泥浆泵以及SYB50/45-II注浆泵。



>图1 DN4000泥水平衡顶管机

(三) 设备安装

顶管基座的预制构件为钢结构,其位置的确定需要依据管道设计轴线而定。针对导轨的安装,此次工程选用的顶管导轨是装配式导轨,总长度为2.35m,导轨的安装需要保证稳固性,防止导轨的安装出现沉降、变形或位移等问题。依据顶管施工相关要求,导轨的安装坡度需要符合管道坡度的设计值。主顶设备的安装,主推油缸需要被固定在油缸架上,且周边需要设置油泵站以及搭设防雨棚,避免油泵站的使用遭受不良天气的影响^[9]。针对油路的安装,施工人员需要保持顺直,保证接头拧紧,避免出现

漏水事故。此外,顶管机的安装是顶管施工的重要环节,实际安装需要使用汽车吊将顶管机机头进行吊装,随后通过专人的指挥将机头平稳移动及安装在导轨之上,由测量人员对机头前后端的中心方向偏差进行测定与记录,确保机头安装位置精准。

(四) 顶管施工

该工程的顶管施工会涉及河道的穿越问题,施工前测量人员需要复测河床标高。当顶管施工进入河段时,施工人员需要依据覆土深度实时调整与控制泥水压力与注浆压力等,避免因压力过大而导致河床被击穿,引发河水倒灌灾害。当顶管穿越河底时,施工人员需要对河底情况进行实时监测,如果发现河内出现少量气泡,则需要立刻减小注浆压力及泥水压力,如果气泡数量逐渐增加,施工人员需要采取紧急措施进行处理^[10]。此次选用的顶管机属于泥水平衡型,为保证顶管机正常运行,保证顶管施工质量,施工人员需要科学设定平衡压力,实时调整顶管机推力以及推进速度等,以便于确保顶管施工的安全性及稳定性等,避免出现上层结构坍塌事故。

结束语:

水利工程施工中,水资源的调配及输送等需要管道施工的支持,而在管道施工中顶管施工属于重要施工项目,其施工质量对于水利工程施工质量具有重要影响。为保证顶管施工质量,施工人员需要加强对顶管施工技术的研究,了解该技术的应用优势以及需要遵守的相关原则等,例如保护性优势以及总体性原则等。与此同时,还需要熟练掌握该技术实际应用要点,例如测量施工、管材选用、注浆控制以及顶管施工等,认真完成各施工工艺,保证施工技术应用质量。

参考文献:

- [1] 李晓楠.水利工程建设中顶管施工技术的应用探讨[J].建材发展导向,2023,21(08):154-157.DOI:10.16673/j.cnki.jcfzdx.2023.0095.
- [2] 薛煜.浅谈水利工程顶管施工技术应用[J].价值工程,2023,42(02):139-141.
- [3] 石新中.水利工程施工中顶管施工技术研究[J].珠江水运,2022(21):77-79.DOI:10.14125/j.cnki.zjsy.2022.21.025.
- [4] 韩显达.水利工程建设中顶管施工技术的应用研究[J].地下水,2022,44(05):270-272.DOI:10.19807/j.cnki.DXS.2022-05-091.
- [5] 蒋建华.水利工程中顶管施工技术的应用分析——以民兵水库涵管更换施工为例[J].珠江水运,2021(21):33-34.DOI:10.14125/j.cnki.zjsy.2021.21.015.
- [6] 李文智.顶管掘进施工技术在水利工程中的运用探析[J].甘肃科技纵横,2021,50(04):51-53.
- [7] 沈印.试谈顶管施工技术在水利工程中的应用[J].建材与装饰,2020(18):278-279.
- [8] 冷成兴,蒋淑琴.农田水利工程中顶管施工技术探讨[C]//中国智慧工程研究会智能学习与创新研究工作委员会.2020万知科学发展论坛论文集(智慧工程一).2020万知科学发展论坛论文集(智慧工程一),2020:704-713.DOI:10.26914/c.cnkihy.2020.013409.
- [9] 黄宏.简述农田水利工程中顶管施工技术[J].绿色环保建材,2019(12):231+234.DOI:10.16767/j.cnki.10-1213/tu.2019.12.175.
- [10] 秦国平.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.DOI:10.15979/j.cnki.cn62-1057/s.2019.19.043.