

水系连通工程中顶管技术的应用

包爱婷

中水珠江规划勘测设计有限公司海南分公司

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5972

[摘要] 本文结合东方临港产业园及周边配套生态水系连通工程实例,对泥水平衡顶管技术在水系连通工程中的运用进行了深入探究,有利于顶管技术在水系连通工程中的应用和发展。

[关键词] 水系连通工程; 顶管施工; 泥水平衡

中图分类号: TE42 **文献标识码:** A

Application of pipe jacking technology in water system connection projects

Aiting Bao

China Water Resources Pearl River Planning, Surveying & Designing Co., Ltd. Hainan Branch

[Abstract] This paper combines the examples of the Oriental Lingang Industrial Park and its surrounding supporting ecological water system connection projects to conduct an in-depth study on the application of slurry balance pipe jacking technology in water system connection projects, which is conducive to the application and development of pipe jacking technology in water system connection projects.

[Key words] Water system connection project; pipe jacking construction; mud water balance

前言

随着我国城市化进程不断加快,人们越来越重视对城市地下空间进行开发利用,施工技术得到了不断地更新与发展。顶管技术这种少开挖施工方法在城市中施工时表现出明显的优越性,降低了对地表的损害,极大的减少了对当地市民生产和生活的影响,又提升了施工效率与施工质量。

1 工程背景

东方临港产业园及周边配套生态水系连通工程高坡岭水库至西湖连通线路段引水流量为 $0.98\text{m}^3/\text{s}$,在高坡岭水库新建独立取水口,通过管道补水至西湖、中心沟和福民公园。取水口至西湖补水主管道长 9.617km ,其中埋管 1.832km ,架管 0.125km ,顶管 7.66km ,顶管管径为 1m 和 0.9m ,工作和接收井共计32个。

2 工作井、接收井施工

本工程工作井和接收井尽量避让市政设施,选择影响相对较小的空地布置,并谨慎控制井位之间的距离以控制顶管距离,本工程顶管最小距离 189m ,最长距离 438m 。

一般情况下,工作井分为三种形状,深度较大和管线有交叉情况的一般都是圆形或多边形形状为主。工作井和接收井的结构尺寸可根据规范《给水排水工程顶管技术规程》(CECS246:2008)确定。本工程在场地开阔处工作井、接收井采用沉井施工,为避免顶管时,排泥引起流沙、坍塌等,本次在井口位置采用高压旋喷灌浆处理,阻止沙土从排泥管流出;位于市区和场地限制处工作井、接收井采用明挖逆作法施工,在

井壁四周布设两排高压旋喷桩作防水帷幕,并在顶管出洞口加固A500旋喷桩,加固旋喷桩高程为顶管上部 2.0m 至顶管下部 2.0m 范围,洞口加固旋喷桩于沉井施工完成,顶管施工前实施。

3 顶管技术的应用

3.1 施工前准备工作

①工程地质及水文地质调查:施工前施工单位必须认真研究地质及水文地质详细勘察报告,分析本段管线穿越地层土体的固有特征、力学特征等,必要时进行采样分析;②井位测量:工作井及接收井的定位准确;顶管施工前应对施工完成后的工作井及接收井井位重新校验以保证管道按设计轴线埋设。③施工前,施工单位应探明地下管线分布和深度,编制施工方案,施工方案的内容应符合GB50268的规定。

3.2 管材选择

(1)管材比较。顶管材质应根据管道用途、管材特性及当地具体情况确定,根据顶管机械特性及《给水排水工程顶管技术规程》(CECS246:2008),顶管常用材料有钢管、钢筋砼管和玻璃纤维增强塑料夹砂管。各管材顶管特性见下表。

(2)管材选择。钢管顶进投资与钢筋砼管、玻璃纤维增强塑料夹砂管顶进投资相差不大,钢筋砼管和玻璃纤维增强塑料夹砂管略低,但工作井多、占地范围大;且管缝多,接缝处理工艺多,发生漏水的可能性加大,后期维护费用相对增多。

经综合分析,高坡岭线路顶管段侧重考虑土层适应性能和

表 1 管材技术经济比选表

方案 项目	钢管	钢筋砼管	玻璃纤维增强塑料夹砂管
图示			
技术参 数要求	钢管单根长度长,管身糙率不大,管内外侧可采用涂抹防腐油漆进行防腐,接头数少。	钢筋砼管单根长度短,耐腐蚀性好,但接头较多、糙率大、重量大。	玻璃纤维增强塑料夹砂管具有良好的耐腐蚀、重量轻、内壁光滑、流量大、地质条件适应性好等特性。
施工 要求	施工技术成熟,管壁厚小,管壁光滑,一次顶进长度大;中间设置工作井数量少;利于加快施工进度;占地少。	施工技术成熟,管较重,管道接口多,接口处理工序较多;一次顶进长度较小,中间设置工作井数量较多;不利于加快施工进度;占地多。	施工技术成熟,管道接口量不多,接口处理工艺工序多;一次顶进长度小,中间设置工作井数量多;不利于加快施工进度;占地多。
后期 管护	后期管护容易,修复简单,管护费用不高。	后期管护容易,但接头多,接头漏水修复麻烦,管护费用相对高。	后期管护容易,接头修复相对麻烦,管护费用不高。

顶进长度,尤其解放东路交通量大,建筑物和地下管网较多,尽量减少工作井数量,故选用钢管。

3. 3顶进施工

本工程顶管机采用泥水平衡式顶管机,这种顶管机械是将需要挖出的土以泥水的方式排至地面上的泥浆池中。在具体的施工过程中,轴线的误差不能超出允许范围,故在施工过程中要时刻关注顶进轴线与设计轴线的偏差,在顶管过程中及时的进行调整,避免误差逐步扩大。在进行顶管操作时,要注意控制好速度,保证管线匀速顶进,还要避免出现长时间的停工现象,根据其施工数据进行土压力设定值的调整,从而使其达到最佳状态,避免施工中出现欠挖或者超挖的情况。同时,要在管道的外壁浇注一些润滑的泥浆,以此来减少管壁与土体间的摩擦力,进而减少顶进的顶力,有助于减少施工难度,加快施工进度。

(1) 顶力估算。本工程因管径、工作井和接收井位置已确定,即顶进长度已明确,故需估算管道的总顶力,确定是否需要设置中继间。可根据下式估算管道的总顶力:

$$F_0 = \pi D_1 L f_k + N_F$$

式中: F_0 —总顶力标准值(N);
 D_1 —管道的外径(m);
 L —管道设计顶进长度(m);
 f_k —管道外壁与土平均摩擦力(kN/m²);
 N_F —顶管机的迎面阻力(kN);

又因本工程采用泥水平衡式顶管机进行施工,估顶管机迎面阻力(N_F)可根据下式计算:

$$N_F = \frac{\pi}{4} D_g^2 r_s H_s$$

式中: N_F —顶管机的迎面阻力(kN);

D_g —顶管机的外径(m);

r_s —土的重度(kN/m³);

H_s —覆盖层厚度(m);

当估算总顶力大于管节允许顶力设计值或工作井允许顶力设计值时,应设中继间。

(2) 中继间计算。中继间的设计允许顶力不应大于管节相应设计转角的允许顶力。中继间顶力富裕量,第一个中继间不宜小于40%,其余不宜小于30%。根据《给水排水工程顶管技术规程》(CECS246:2008)计算中继间数量,计算公式如下:

$$n = \frac{\pi D_1 f_k (L + 50)}{0.7 \times f_0} - 1$$

式中: n —中继间数量(个);

D_1 —管道的外径(m);

L —管道设计顶进长度(m);

f_k —管道外壁与土平均摩擦力(kN/m²);

f_0 —中继间设计允许顶力(kN);

3. 4顶管施工期监测

施工过程中应加强施工期监测,包括地面以上和以下建筑物及管线的沉降、位移、变形、裂缝等。应当按照相关技术要求与顶管开始前埋设监测点,施工监测的重点应放在邻近建筑物(构筑物)、道路及可能引起严重后果的地下管线及其他重要设施。

3. 5注意事项

顶管线路的确定应进行详细的勘察,确保顶管的管线要避

开大的孤石等地下障碍物,地震断裂带位置不应布置管线,顶管下穿河道时,除了要满足河道的埋深要求,还应满足管线在河道冲刷线以下和满足管道抗浮要求。顶管管线位置在不稳定层中,则覆盖层厚度应大于1.5m。互相平行的管道水平净距应根据两条管道的管径、埋深以及所处土层的性质等因素确定,一般情况下宜大于1倍的管径。空间上有交叉的管道间的净距一般可根据其管道材质和管径确定。管底高程与构筑物、建筑物基础底高程相同时,管道与构筑物、建筑物之间的净距可根据管径初步确定,一般管径不大于1.5m的管道宜保持2倍管径净距;管径大于1.5m的管道宜保持3m净距。

4 总结语

水系连通工程中的顶管技术应用,可以大幅减少土方的开挖,减少水土流失,减少噪音、尘土等的环境污染。尤其是在闹市区等地采用顶管施工,可以有效的缓解施工带来的交通压力,极大的降低对附近居民的影响;此外采用顶管技术可大幅减少对土地的征收,减少相关用地手续的办理,推动项目顺利实施。

[参考文献]

- [1]程涛,尹雪雪,孙朋涛.市政工程顶管沉井施工技术[J].砖瓦世界,2024(12):70-72.
- [2]毛成.污水管网顶管工作井沉井法施工技术[J].建筑技术开发,2023,50(1):48-50.
- [3]单彬.沉井顶管施工中的技术预防措施[J].水利电力技

术与应用,2023,5(10):11.

[4]聂怀圣.顶管机头出洞技术在复杂城市环境沉井无法止沉中的应用研究[J].建筑·建材·装饰,2021(20):165-166.

[5]冯佳庆.沉井顶管施工中的技术预防措施[J].建筑施工,2020,42(7):1277-1279.

[6]姚鑫.装配式可回收顶管工作沉井施工技术[J].工程建设与设计,2021(8):119-121.

[7]骆桥纪.沉井法与逆作法在顶管工程中的应用分析[J].山西建筑,2024,50(7):104-107.

[8]乐重庆.沉井施工技术在顶管工程中的应用研究[J].给水排水,2014(z1):353-354,355.

[9]喻政文.沉井顶管施工过程中的安全控制技术[J].现代物业,2023(29):184-186.

[10]黄永铵.装配式顶管后靠背及沉井法和逆作法相结合的顶管井施工技术研究[J].城镇建设,2023(8):118-120.

[11]王宁.顶管施工技术在水利水电工程中的应用[J].建材发展导向,2022(016):20.

作者简介:

包爱婷(1998--),女,汉族,海南省东方市人,大学本科,中水珠江规划勘测设计有限公司海南分公司,助理工程师,研究专业方向:水库除险加固、供水工程(顶管、沉井)。