

大直径长距离顶管施工关键技术研究

赵强

1上海大学 2上海公路桥梁(集团)有限公司

DOI:10.18686/bd.v1i11.1056

[摘 要] 顶管作为一种非开挖管道施工技术,因具有施工速度快、交通影响小、经济成本低等优点,目前已广泛应用于各种地下管线施工中。本文以输水管道穿越小清河工程为例,从机械设备选型、顶管精度控制、中继间设计布设等方面对大直径 长距离顶管施工关键技术进行了研究。

[关键词] 顶管;精度控制;顶进力;中继间

前言

顶管属于一种非开挖地下管道施工技术。顶管施工原理是指在工作坑内以后背为支撑条件,用油压千斤顶将顶管机和工具头从工作坑开始缓慢顶进,通过压浆系统使管节周围形成泥浆套,管道在泥浆套中滑行,穿过土体到达接收坑,之后将管道埋设在土层中而工具头和顶管机被吊起的过程。与传统的明挖法相比,顶管技术具有施工速度快、交通影响小、经济成本低等优点,因而顶管技术已广泛应用于地下水道、石油天然气管道、电力和通讯电缆的施工中。而随着我国城市化的进程不断加速,顶管施工正朝着大口径、长距离、深覆土方向不断发展,所以大直径长距离顶管关键施工技术研究很有必要。

1工程背景

1.1 工程概况

输水管道穿越小清河工程,采取顶套管施工穿越,含 2 座顶管工作井,1 座顶管接收井。顶管总长度 1800m,其中北岸工作井~接收井段顶管长度 600 米(双管),南岸工作井~接收井段顶管长度 300 米(双管),套管规格为 Φ3200。顶管用钢筋混凝土管,最大埋深 16.61m,主河槽内埋深 8.41m,套管内输水管道规格为 Φ2644×22mm 螺旋钢管,双管输水,双管中心距 8.0m。顶管套管贯通后,内输送管道插入,套管与钢管之间缝隙采用中粗砂吹填。

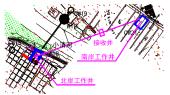


图 1 黄水东调应急工程(潍坊段)施工顶管 穿越小清河总体位置示意图

另外,通过建立水力渗流模型,在降雨渗流工况下,安全系数降低,说明降雨入渗能导致边坡安全系数的降低,是边坡稳定分析中应考虑的重要因素。

参考文献:

[1]郝哲,孙俊红,冯鸿宽,韩连生.弓长岭铁矿排土场边

1.2 工程地质

工程区位于鲁北平原与黄河三角洲之间近滨海地区, 地貌上属微倾斜低平原区的冲积 - 海积平原亚区内, 区域内浅碟式洼地星散其间,形成坡、洼相间的微起伏地形。低洼处地表和地下水径流滞缓,易受涝、碱威胁;部分平原前缘连接海潮滩地,近岸 10~20km 地区地面高程一般在 1~5m之间,易受海潮影响,由于海水浸渍,多为湿洼地,土壤盐渍严重,植被稀少。地面高程一般在 1~5m之间,易受海潮影响,由于海水浸渍,多为湿洼地,土壤盐渍严重,植被稀少。顶管范围内地层主要有壤土、砂壤土。壤土标贯击数 4~5击,呈软可塑状态,砂壤土标贯击数 9~19击,呈稍密~中密状态。

2 大直径长距离顶管施工关键技术

2.1 顶管设备选择

本工程设计为双管 DN3200 混凝土管平行顶进, 施工技术难度高,涉及土层主要为壤土、砂壤土,具有一定的风险。

国内外大量的工程实践证明面板式泥水平衡顶管掘进机对地表的沉降控制精度最高、效果最好,根据本工程穿越土质情况、对地面沉降控制的高要求以及对环境的影响情况,结合长期顶管实践中积累的实际经验,我们研制了适合该工程的面板式泥水平衡顶管机。泥水由进水泵通过旁通阀输送到机头土仓内,再由安装在管节内的泥水管道泵及工作井内的排泥泵将土仓内的泥浆排放到地面上的泥浆池内,通过调整进水泵和排泥泵的流量来控制土仓内泥水压力。

该种机型适用范围较广,因其为大刀盘全断面切削土体,顶进过程中影响土体范围能控制在2m以内,施工后地面沉降较小,尤其适用于穿越河流、保护要求高的重要构筑

坡稳定性评价[J].矿业工程研究,2012,27(02):58-63.

[2]郑冰.基于可靠度理论的露天矿场岩体边坡稳定性研究[J].工程建设,2017,49(06):25-26+38.

[3]于卫阳,程武祥.露天矿边坡稳定性的安全因素分析[J],内蒙古煤炭经济.2016.(02):29+32.

第 1 卷◆第 11 期◆版本 1.0◆2017 年 11 月

文章类型:论文 | 刊号(ISSN):2425-0082

物等。面板式泥水平衡顶管机主要技术参数如表 1 所示: 表 1 面板式泥水平衡顶管机主要技术参数

主机长度	最大外径	总重量	驱动级及数量	刀盘转速	最大输出扭矩	最大顶进速度
5900mm	3824mm	60t	30KW*6 个	0-0.91r/min	1889kN*m	100mm/min

该型顶管机主顶进系统共有 8 只 200T 双冲程等推力油缸,如图 2 所示,行程 3200,总推力 1600T,8 只双冲程油缸组装在油缸架内,安装后的 8 只油缸中心位置必须与设计图一致,以使顶进受力点和后座受力都保持良好状态,。安装后的油缸中心误差应小于 5mm。主顶液压动力机组由二台大流量斜轴式轴向柱塞泵供油,采用大通径的电磁阀和系统管路,减小系统阻尼,8 只油缸可以单动,亦可联动。主顶系统由 PLC 可编程序计算器控制,并采用变频调速器实现流量的无级调速。





图 2 主顶进系统及控制平台 2.2 大直径长距离顶管施工精度控制技术

因本项目混凝土顶管作为输水管道的套管(内径 3200mm),套管完成后,内设输水管道为 ф 2644 × 22mm 螺旋钢管(外径 2688mm),套管与钢管之间缝隙为仅为单边 25.6cm,为保证钢管能够顺利顶入套管中,要求整根套管中每节管节的绝对偏差量 < 25cm,这对顶管施工精度提出了很高要求。顶进偏差主要分为两种:滚动偏差和方向偏差。

2.2.1 形成滚动偏差的原因

刀盘切削土体的扭矩主要是由顶管机壳体与土层之间的摩擦力矩来平衡。当摩擦力矩无法平衡刀盘切削土体产生的扭矩时顶管机将形成滚动偏差。过大的滚动会影响钢管的测量板、纠偏油缸,造成测量、纠偏及出土困难,对顶管轴线偏斜也有一定影响。

2.2.2 引起方向偏差的因素

在顶管机顶进过程中因为不同部位顶进千斤顶参数的设定偏差,使顶进方向产生偏差;由于顶管机表面与地层间的摩擦阻力不均匀、开挖面上的土压力的差异以及切削刀口切削欠挖时引起的地层阻力不同,也会引起一定的偏差。开挖面土层性质差异容易引起方向偏差。即使在开挖土体力学性质十分均匀的情况下,受顶管机刀盘自重的影响,顶管机也有下扎的趋势。因此,在顶进的过程中,须对竖直方向的误差进行严密监测控制,随时修正各项偏差值,把顶进方向偏差控制在允许范围内。

通过分析顶进偏差形成的原因,我们提出了以下措施来提高顶管施工精度:

(1)优选机头。针对软土,自主研发机头及配套系统,带自动纠偏功能。由于口径较大,管上口和管下口土压力差、软硬土质交替面,顶进注浆效果等容易产生偏差,对顶进轴

线产生影响,机头纠偏理论计算值与实际值存在较大的偏差。为此,机头内特别设置铰接纠偏油缸,采用8只200t双作用油缸,分4组布置,每组2只。本次使用的纠偏油缸采用内置式行程仪,通过信号数据线,将数据直接传输至中央控制室操作控制台,同步显示,使纠偏系统的可靠性大大提高。





图 3 自动纠偏系统

(2)慢顶勤纠,顶进轴线发生偏差时,通过调节纠偏千斤 顶的伸缩量使偏差值逐渐减小并回至设计轴线位置。

(3)测量采用 GPS 技术测放控制网,顶进方向由激光导向仪提供,过程中使用全站仪加密复测导向。

(4)顶进时应及时掌握工具管的走势,顶进时可以通过 观察工具管的趋势指导纠偏。

通过以上以上措施,顶管施工精度得到了很好的控制, 内管很顺利的进入到套管中。

2.3 大直径长距离顶管施工中继间布置

2.3.1 总顶进力计算

管道的总顶力按照下式计算,计算结果如表 2 所示:

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

式中: F。一总顶力标准值(kN)

D₁—管道外径(3.78m)

L一管道设计顶进长度(m)

f.一管道外壁与土的平均摩阻力(kN/m²),取

 $1.5 kN/m^2$

NF-顶管机的迎面阻力(kN)

 $N_F = \pi \times D^2 \times \gamma_s \times H_s / 4$

式中:D-顶管机外径(3.824m)

Y_s— 土的重度(kN/m³),取 18.0 kN/m³ H_s—顶管机下部 1/3 处控制土压力(m)

表 2 总顶进力计算值

管段	管径	长度	管顶覆土	迎面阻力 N _F	总顶力 F₀
南岸~接收井	DN3200	300	15.19~16.61	3665. 49~3958. 89	9006. 63 [~] 9300. 03
北岸~接收井	DN3200	600	14.61~16	3545, 65~3832, 86	14227, 93~14515, 14

从表 2 可以看出,南岸到接收井区间最大顶力为 9300kN,北岸~接收井区间最大顶力为 14515kN,均小于顶 管机能提供的最大顶进力,但由于工作井设计最大顶力为 12000kN,因而在北岸~接收井区间需设置中继间。

2.3.2 中继间设计

中继间采用二段一铰可伸缩的套筒承插式钢结构件,由前体(长 1460mm)、后体(长 1450mm)、千斤顶、动力油泵站、止水密封圈五个部分组成。每只中继间有 20 只油缸,每只千斤顶的推力为 50t,直径 160mm,行程为 300mm,中继间采用计算机联动控制。在铰接处内侧设置二道 Y 型顶管密封圈,确保顶进时不漏浆,并设置 16 只 M10*1 直通油



文章类型:论文 | 刊号(ISSN):2425-0082

探析建筑工程建设中 CFG 桩的施工要点及其质量控制

李叶华

恩施州建设工程质量监督站 DOI: 10.18686/bd.v1i11.1057

[摘 要] CFG 桩制作需要按照相应的比例进行配置,同时还要加入适量的粉煤灰,并且建筑工程建设中 CFG 桩施工工艺 较为简单,具有较高的性价比,能够有效的提高施工质量,基于此,本文阐述了 FG 桩应用的作用,对建筑工程建设中 CFG 桩 的施工要点及其质量控制进行了探讨分析。

[关键词] 建筑工程建设; CFG 桩; 作用; 施工要点; 质量控制

1 建筑工程建设中 CFG 桩应用的作用

CFG 桩是水泥粉煤灰碎石桩的英文简称, 是指以碎石 为基础,掺入一些石屑、少量水泥和粉煤灰,加水拌合而制成 的桩。其应用的作用主要表现为:(1)CFG 桩的桩体作用。 CFG 桩的桩体压缩性在荷载作用下明显比其周围的软土 小, 因此基础传给复合地基的附加应力会随着地基的变形 而逐渐集中到桩体上,出现应力明显集中的现象。由于桩体 承受了大部分的荷载,使得桩间土的应力相应减小.因此软 土地基的承载力比原有地基的承载力大。此外,地基沉降量 减小,伴随着 CFG 桩桩体的刚度增加,桩体的作用更加明 显。(2)排水作用。建筑工程建设中 CFG 桩施工过程中,当采 用沉管灌注施工法时,在施工和成桩后一段时间内,会不同 程度地降低地层中的地下水含量, 改善地基土的物理力学 性质。在饱和的粉上、沙土中施工时,沉管和拔管的振动会 让上体产生超孔隙压力,孔隙水将会沿着桩体排出,且排出 方向向上,直到 CFG 桩体硬结为止。(3)褥垫层的作用。褥垫 层是由散体材料组成,主要作用有:保证桩、土能共同承担 荷载;调整桩的垂直荷载分担;减少基础底面应力的集中; 调整桩、土分担水平荷载的能力。

2 建筑工程建设中 CFG 桩的施工要点分析

2.1 施工准备要点。主要表现为:(1)材料准备。所需材料 需检测试验,选定合格的原材料产地或供应方后,可进行混 合料的配合比试验。(2)合理选用施工机械。桩机选用需要保 证下钻能力,优先选择履带式打桩机,保证雨期施工,地泵需 优先考虑采用柴油机的,降低施工用电,保证桩机使用临水 临电保证。(3)强化技术准备。施工技术人员熟悉图纸,现场 勘查,了解场地及周围情况,编写施工组织设计,测设控制点, 并对施工人员进行培训,对班组进行施工前技术交底。

2.2 CFG 桩施工工艺分析。主要表现为:(1)振动沉管灌 注成桩;适用于粘性土、粉土、素填土,对夹有较厚卵石、砂 和孔隙比小液性指数较低的粘土层无合理有效的辅助措施 不宜采用,软土地基应通过现场试验确定其适用性;(2)长螺

杯压注油脂,以减少顶进时密封圈的磨损。中继顶装置主 要技术参数如表 3 所示:

表 3 中继顶装置主要技术参数

油缸尺寸	油缸数量	油缸行程	装备顶力	额定顶力
$168\times140\times650\text{mm}$	20	300mm	10000kN	7000kN

2.3.3 中继间布设

施工中考虑现场实际情况,实际布置中继间的数量和 里程要在试验段根据注浆效果和顶程阻力计算确定。根据 计算和初步分析,结合我们多年来在顶管施工领域积累的 经验优势,最终确定的中继间布置间距如表 4 所示:

表 4 中继间布设情况

管段	管径 (mm)	管长 (m)	距离机头距离(m)/中继间数量(个)		
日权			30	150	
北段顶管一号管	DN3200	600	1	1	
北段顶管二号管	DN3200	600	1	1	

3 结语

本文依托山东输水管道穿越小清河工程,对大直径长 距离顶管施工关键技术进行了研究,得出如下结论:

(1)顶管机与地层的匹配性对大直径长距离顶管工程具

有重要影响,因而在以后相关顶管工程中,一定要选择适宜

(2)通过使用自动纠偏装置,GPS 技术测放控制网,激光 导向等措施可以有效确保大直径长距离顶管工程施工精 度;

(3)合理正确的布设中继间可以确保大直径长距离顶管 工程的顺利进行。

参考文献:

[1]马保松.非开挖工程学[M].北京:人民交通出版社, 2008:114-150.

[2]董文红,吴英彪,刘佩营.泥水平衡长距离顶管施工技 术要点[J].中国给水排水,2008,20(04):100-103.

[3] 龙文. 顶管技术在市政给排水工程施工中的应用 [J].建设科技,2016,13(08):168-169.

[4] 王嘉锐. 顶管施工在热力管道工程中的应用探究 [J].科技经济导刊,2016,08(02):55.

[5]何莲,刘灿生.顶管施工的顶力设计计算研究[J].中 国给水排水,2001,27(7):87-80.