

文章编号:1001-4179(2012)10-0032-04

顶管技术在九江市官牌夹泵站施工中的应用

邓东生¹, 毛 岚², 周奇林³

(1. 长江勘测规划设计研究院 建筑设计咨询公司, 湖北 武汉 430010; 2. 长江科学院 长澳公司, 湖北 武汉 430010; 3. 中交二航局三公司 九江分公司, 江西 九江 332000)

摘要:九江市官牌夹泵站引水管路较长,埋深大,沿途紧邻的大量民房对施工沉降变形敏感。若采用传统方法开挖施工,存在风险大、工期长、费用高等问题。为此,决定采用非开挖施工技术,经对工程的地形、地质等条件进行分析论证,选用双排管顶管技术施工,采用土压平衡式工艺,可有效解决上述问题。对顶管施工的方案选择、设计计算、施工方法及常见问题的处理进行了论述,提供了长距离、大直径、双排管的顶管施工经验。可为城区水利工程非开挖施工提供借鉴。

关键词:顶管施工; 双排管; 大直径; 官牌夹泵站; 九江市

中图法分类号: S277.92 **文献标志码:** A

顶管技术主要应用于地下管路铺设、穿越工程、管道在线更换等。该技术采用工作井中的液压油缸(有时需要中间站或中继站辅助),将管道顶入由切削刀盘或掘进机形成的钻孔中构成衬砌,一直顶进到目标井(接收井)为止。在施工中,通过第1节管道的可控顶管机,可实现直线或曲线顶进^[1]。该施工技术具有如下优点:能适应大部分地质条件的地层;对公共财产和现有设施破坏程度低,对公众和环境干扰小;施工安全性高,具有可靠的工程质量和光滑的内表面,无需二次衬砌;施工速度快,与盾构施工法相比,省去了管片在地下的运输及安装工作量^[1]。

1 工程概况

官牌夹泵站属九江市城市防洪工程日元贷款项目,位于九江市城区,距离涝区较远,需采用2根 $\text{Ø}2400\text{ mm}$ 的混凝土管将涝区汇集的雨水引入排涝泵站,管道总长685 m,埋深7.5~9.8 m,大部分管道在道路下通过,部分管道直接在建筑物下部穿过。由于该地区道路狭窄,道路两旁为老旧砖瓦民房,对沉降变形非常敏感。而该地区地质条件较差,除上部为杂填

土与粉质黏土外,下部主要为淤泥质粉质黏土。若采用传统的直接开挖施工方式,支护工程浩大,且发生地面沉降变形的风险大,经反复研究,决定采用顶管技术进行施工。

2 顶管方案及设备组成

顶管方案选择应考虑的内容主要有:工程的水文地质条件,周边建筑物情况,施工的可靠性和安全性等。经过多种顶管方法的分析比较,本工程采用土压平衡式顶管工艺,主要设备由工具管与顶管设备组成。

2.1 工具管

(1) 构造。工具管的主要作用为前进掘土、防止坍塌、排出土料、导向顶管等,是顶管工程的关键机具。经过对本工程的特点和地质情况的分析,本工程工具管采用土压平衡工作方式。出土采用机械切土、人工出土的方式。工具管前端为操作舱,主要功能是挖土、弃土,操作舱后为动力舱,为操作提供所需的动力。由于此段管线没有详细的地下管线及障碍物图纸,遇有地下障碍物时,工具管前端仓门必要时打开,由操作人员直接进入工具管前端对障碍物进行清除。

(2) 工作原理。随着工具管的推进,前端土体不断地被输送到井区的外侧,在挖土与出土过程中应严格控制两者的速度,以保证舱内维持一定的土压力,从而防止上部的土体坍塌陷落。动力舱主要起提供动力供给的作用,通过调节舱内的纠偏缸以达到纠偏的目的。

(3) 土压平衡工具管有以下优点:① 适用土质范围广,尤其适合黏土、粉质黏土以及部分黏质粉土;② 能保持挖掘面的稳定,有效减小地面沉降,可用于对地面沉降较敏感的部位;③ 允许覆土深度在所有的工具管中最小,仅为工具管外径的 0.8 倍左右;④ 弃土运输、处理都比较方便、简单。

(4) 适用范围。① 适用土质:黏土、砂土、粉质黏土以及黏粒和粉粒含量大于 30% 的黏质粉土。② 适用管径:小、中、大管径都适用。③ 适用管材:钢筋混凝土管和钢管。④ 适用距离:由机械密封的耐磨寿命决定,一般为中、长距离。

2.2 顶管设备

顶管设备主要由后座墙、油缸支架、主顶油缸、主顶泵站、导轨、中继间油顶、中继间油泵、泥浆搅拌及压注系统组成^[1]。

(1) 导轨。导轨由 $\varnothing 200$ 无缝钢管制作,支撑的支架用槽钢和钢板焊接制作,为保持导轨的稳定性,在两排导轨支架之间用连杆连接,连杆用槽钢制作而成。

(2) 后靠背。后靠背是顶管设备中重要的构件,主顶油缸巨大的后坐力靠后靠背来承受,并将该后坐力均匀地传给井壁。后靠背以工字钢做主承力构件,以钢板分散应力,采用混凝土浇筑稳固,安装在主顶油缸的后面。

(3) 油缸支架。油缸支架用 18 号槽钢焊接成型,可承受较大荷载,是固定主顶油缸的构件。

(4) 主顶油缸。作为顶管系统的主要设备,主顶油缸装在专用的牢固支架上,后端紧贴后座墙,主顶油缸与主顶泵站及控制台采用输油管进行连接。此次使用的主顶油顶设计最大顶力为 300 t/台,每套共有 4 个油顶组成。

(5) 主顶泵站。主顶泵站是给主顶油缸供油以及主顶油缸回油的设备。

(6) 洞口止水环。为防止顶管顶进过程中,地下水通过出洞口进入工作井或顶管过程中注入的膨润土泥浆通过管外壁进入井内,洞口采用特殊的处理,进行洞口止水,它由橡胶垫片和止水钢片组成,安放在洞口处。

(7) 泥浆搅拌及压浆系统。为了减小顶管过程中的顶管压力,有效地保护管材不受损坏,必须对管材外

壁进行注浆,泥浆系统由泥浆搅拌设备和压浆设备组成。泥浆搅拌是通过安放在泥浆池内的污水泵进行不断的抽水,来达到搅拌的目的。压浆系统采用 3 kW 的浓浆泵,搅拌好的泥浆通过导管进入浓浆泵,泥浆通过泵中螺旋电机的均衡压力通过注浆管进入管外壁。

(8) 中继间。中继间是分配顶管压力的设备,它安装在管节之间。中继间工作时,按先后顺序逐个启动,首先借助最前面的中继间,将其前方的管节顶出一个中继间顶程,后面的中继间和工作井内的主千斤顶保持不动,形成后座,这时最前面的中继间必须排放油压,将液压系统转换为自由回程状态。后面的中继间向前顶,将第 1 个中继间的油缸缩回,前面的管段不动,重复同样的动作,直到最后再由主顶油缸把最后一段管节推顶上去,同样的过程继续重复直到整段管节全部顶完。管子顶推结束后,中继间按先后程序拆除其内部油缸以后再合拢,这样便达到了减少顶力的目的。

中继间由保护套管、密封圈、注浆孔、油缸、油顶等组成。 $\varnothing 2\ 400$ mm 的管子每套中继间由 16 个油顶组成。第 1 套中继间安装在机头后 20 m,第 2 套中继间安放在第 1 套后 80 m,第 3 套安放在第 2 套后 80 m,依次往后。

顶管的顶力按文献[2]中的公式计算。

3 顶管施工方法

3.1 顶管出洞

顶管出洞是指顶管机在油缸压力的作用下,顶破工作井中的预留洞口封门,引导第 1 节管道进入土中的过程,是顶管中非常重要的环节,这个过程也是事易发的过程。

顶管出洞操作的要领是一定要快速完成,这样可以防止洞口外面出现土体坍塌。为防止管线出现偏斜,应采取以下措施:

(1) 工具管要调零,使之成一条直线,随后锁定纠偏装置。

(2) 防止工具管下跌,需加强工具管与前几节管之间的整体性,并在井壁上增加相应支撑。

(3) 注意测量与纠偏。工具管出洞全过程应密切观察,如果出现工具管下跌,应立即操作主顶油缸进行偏差控制。

(4) 工具管出洞前,根据预估的下跌量,主动增加一个向上的角度,以抵消出洞后的下跌量。

3.2 顶管进洞

顶管进洞,是指一段顶进管道完成预定路线,由顶

管机顶破接收井壁上的封门,进入接收井,并将进洞口与最后一节管道进行密封联接的过程。

3.3 顶管测量控制

(1) 测量控制网及井下测量平台的建立。为了测量、检查和调整工作井周围及井下的测量点,需要以测量控制点及整个工程的控制网为依据,在井周围布置具有足够精度的控制网,以此在井下建立可靠的测量平台。

(2) 顶管轴线与标高控制。该工程顶管测量距离均在 300 m 以内,可直接用激光经纬仪对顶管方向与高程进行控制,基准点应每日复测,保持足够的精度,从而消除由于顶管机旋转产生的测量误差。

(3) 顶管测量注意事项。顶管过程中较容易出现起始点和后视点产生位移的情况,经常对其进行检查校核是十分必要的,发现问题需查明原因,并采取措施进行调整。

每段顶管施工完成后,应对管道的中心和高程重新进行测量,确保偏差得到修正。

4 顶管常见问题的解决

4.1 纠偏

纠偏是指发现工具管偏离方向后,采取措施改变管端方向,使之回归到正确方向的过程。这个过程一般通过工具管里面的纠偏油缸完成。纠偏应遵循以下原则:

(1) 应在顶进过程中同步进行纠偏操作,否则容易产生不利的影响。

(2) 由于钢管具有延展性,因此对钢管进行纠偏时,纠偏角度宜小一些,防止钢管出现弯曲变形。

(3) 第 1 节管道在纠偏过程中承受复杂多变的应力,容易损坏,因此第 1 节管道应有足够的强度。

(4) 为避免影响纠偏的灵敏度,第 1 节管道应稍短一些为好,该工程第 1 节管道为 2.0 m。

(5) 纠偏过程中,需要预估并观察其行进轨迹,据此对纠偏方向进行及时的调整,防止出现纠偏过度。

(6) 动态关注工具管穿越的土层情况,观察土层是否产生不利变化,对软土层及不均匀土层更应特别注意。

4.2 导轨偏移

在顶管施工过程中,导轨可能在水平方向或垂直方向产生偏移。防治措施如下:

(1) 对导轨进行加固或更换。

(2) 把偏移的导轨校正过来,并用牢固的支撑固定。

(3) 垫木应用硬木或用型钢、钢板,必要时可焊牢。

(4) 对工作底板进行加固。

4.3 后靠背严重变形、位移或损坏

顶管后靠背在顶进反力作用下可能发生如下问题:

(1) 严重变形或损坏,功能丧失。

(2) 产生过大位移,导致顶力不够。

(3) 采用钢板桩的工作坑,钢板桩产生过大的位移,使得后靠背的稳定无法得到保证。

防治措施如下:

(1) 应该用刚度好的钢结构件取代单块钢板做后靠背。

(2) 对后靠背后面的洞口,可用工字钢组成的框架垫住,避免出现变形。

(3) 对后座墙后的土体进行重物压载,或者采用注浆、搅拌桩等措施加固。

(4) 采用钢筋混凝土浇筑后座墙,并保证其嵌固深度。

4.4 主顶油缸偏移

油缸位置偏移主要有:油缸轴线与后靠背发生偏斜,与管道轴线存在水平偏差;油缸位置与管道轴线产生偏置,不在对称的位置上。防治措施如下:

(1) 正确安装立顶油缸。

(2) 精确安装油缸架。

(3) 设置坚实的后靠背。

4.5 管道通风

由于该工程中工作井较深,管道顶进距离较长,为保证进入管道的人员安全,需要采取相应的通风措施。选择离心式鼓风机向掘进机处提供新鲜空气,并排出管内污浊气体。

参考文献:

- [1] 马保松,Stein D,蒋国盛,等.顶管和微型隧道技术[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [2] 顶管施工技术及验收规范(试行)[S].北京:人民交通出版社,2007.

(编辑:徐诗银)

Application of pipe jacking technology in Guanpaijia Pumping Station in Jiujiang City

DENG Dongsheng¹, MAO Lan², ZHOU Qilin³

(1. Architecture, Design and Consulting Co., Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China; 2 Chang'ao Co., Changjiang River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China; 3. Jiujiang Branch, The Second Engineering Co. Ltd, CCCC Third Harbor Engineering Co. Ltd., Jiujiang 332000, China;)

Abstract: The diversion pipe of Guanpaijia Pumping Station in Jiujiang City is long and deeply buried, and close to a large number of civil houses as well, so its construction is sensitive to ground settlement. Traditional excavation involves long time, high cost and great risk, so a non-excitation construction method is applied. Through analysis of the topographic and geologic conditions, it is discovered that pipe jacking with double tubes by earth pressure balance technology can solve the mentioned difficulties. The scheme selection, design, calculation and construction method of pipe jacking as well as the treatment of some common problems are introduced, and some construction experience of pipe jacking construction with long distance, large diameter and double tube are provided, which can give a reference to urban hydraulic engineering constructed by non-excitation method.

Key words: pipe jacking construction; double tube; large diameter; Guanpaijia Pumping Station; Jiujiang City

(上接第 19 页)

Research on reducing negative friction of foundation pile by EPS material

FANG Yong, HOU Haiwei, YAN Zhifei, MA Xinghua

(Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract: An offshore retaining dike project will pass through the pile foundation of a built approach bridge. Due to heavy load and large settlement, the piles of the approach bridge would have a large negative friction that may damage the pile foundation. In the retaining dike construction near the approach bridge pile foundation, light EPS material is recommended as dike filling material to reduce the dike load and mitigate the large settlement. The effect of reducing negative friction by using EPS material is analyzed by detailed settlement calculation. The monitoring data after the dike completion demonstrates that the proposed measures have good applicability and economic significance.

Key words: EPS material; load; negative friction; pile foundation

· 简讯 ·

“长江中游通江湖泊江湖关系演变过程与机制”课题工作大纲审查会召开

2012年5月12日,国家重点基础研究发展计划(973计划)“长江中游通江湖泊江湖关系演变及环境生态效应与调控”课题1——“长江中游通江湖泊江湖关系演变过程与机制”工作大纲审查会在汉召开。

会议成立了评审专家组。中国科学院南京地理与湖泊研究所、中国科学院测量与地球物理研究所、水利部交通部南京水利科学研究所、水利部长江水利委员会水文局等单位的有关专家和代表参加了会议。

会议听取了长江委水文局就工作大纲的编制等有关情况进行汇报,并组织进行了认真的讨论。与会专家对课题承担单位编制完成的工作大纲给予了肯定,同时,也提出了明确的修改完善意见。会议还讨论了任务分工,并就加强沟通协调、确保项目进度等有关事项提出了具体要求。

据了解,该项目拟从江湖关系演变过程及重大水利工程影响、江湖水情对江湖关系变化的响应及其水环境、水生态效应以及江湖关系优化调控3个方面设6个课题。其中,课题1“长江中游通江湖泊江湖关系演变过程与机制”主要依据近几十年长序列观测数据,对江湖关系的演变过程和机制进行研究,为其他各课题研究提供背景。

国家重点基础研究发展计划(973计划)是具有明确国家目标、对国家发展和科学技术进步具有全局性和带动性的基础研究发展计划,旨在解决国家战略需求中的重大科学问题,以及对人类认识世界将会起到重要作用的科学前沿问题,提升我国基础研究自主创新能力,为国民经济和社会可持续发展提供科学基础,为未来高新技术的形成提供源头创新。

(长江)