

泥水平衡顶管施工在污水管网中的应用

于振山

上海宏波工程咨询管理有限公司

摘要：随着城市人口的激增，人们日常生活工作产生的污水数量也快速攀升，直接增加了城市污水管网的负荷。为更好的满足城市污水排放需求，城市污水管网建设也紧随其后。顶管作为非开挖施工技术，在城市地下管网、污水管网和河流等地下工程中得到了广泛的应用。文章以某污水管网施工为例，从泥水平衡顶管施工中的顶进设备布置、施工工艺、工作井土方开挖、支护设置、排水以及质量控制方面进行了详细阐述，为类似工程提供参考。

关键词：泥水平衡顶管；污水管网；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.037

城市基础设施建设项目不同于其他建设工程项目的最大特点在于，其需要在人口集聚的城市中施工，必须要尽最大可能降低对城市居民生活的扰动。近年来，在开展城市污水管网建设中，不开挖技术备受青睐。其中泥水平衡顶管施工技术能够在不开挖或减少开挖次数的基础上，完成管道埋设。其主要指利用施工设备的顶力，减少管道与土壤之间的摩擦，从而实现将管道依次顶入土中。具体施工原理：通过主顶油缸、中继间等，将工具管等工具推进至接收坑内。管道则紧随在工具管等设备的后方，并埋设在两井之间。

一、泥水平衡顶管工作原理及工艺流程

泥水平衡顶管工艺基本原理是泥水系统将一定浓度和比重的泥水输送至刀盘前开挖面，泥水在开挖面上形成一层不透水的泥皮，对开挖面起到隔离泥水的作用，同时通过传递泥水压力至开挖面土体，起到稳定开挖面、防止坍塌的目的。顶管机头顶进过程中，开挖面土体随着刀盘转动进入泥土仓里，进浆管内的清泥浆与土体拌和后，泥浆由排浆管道进入泥水分离器，泥水分离器将浓泥浆处理后，分离出渣土和清泥浆，渣土进行清运，处理后泥浆则进入进浆管道再次使用。

二、工程概况

崧泽高架西延伸工程3标全长5.8km，地面污水管改造长度为4.5km，施工现场处于繁华地段，如果采用开挖施工法，不仅将对城市地貌产生严重影响，延长工期，而且还会造成交通堵塞，给周围群众带来不便。因此，为避免对城市环境、群众以及交通产生影响，本工程决定部分环节采取非开挖泥水平衡顶管施工方法，部分环节采取开挖施工方法。实际施工中，顶管管材采用钢承口式钢筋混凝土管，“F”型钢套环接口，楔形橡胶圈接口。其中顶管施工段长度为1489m，其余为开槽埋管，开槽埋管采用HDPE塑料排水管，“q”型橡胶

圈接口，工作井采用钻孔灌注桩加高压旋喷桩支护止水。

三、泥水平衡法顶管顶进设备布置

（一）顶进系统

在工作井的主顶装置中，共存有两只千斤顶。主顶千斤顶为单冲程千斤顶，总行程为2.5m，每只顶力为4000kN，总顶力为8000kN。在实际施工中，施工人员需注意控制油压。不同油缸分别具有与其匹配的独立油路控制系统，该系统能够根据施工需求，对主顶装置进行调整，从而实现辅助纠偏。

（二）通风系统

在长距离、较深的顶管施工中，通风具有重要地位，其可对施工人员健康产生直接影响。因此为实现良好通风，本工程将利用净化装置对含氧量较高的空气进行处理，并通过空气压缩系统，将其送至工具头顶部。而针对抽风，本工程将在距离工具头12m~15m的位置安装抽出式轴流风机，并在其中间区域设置力轴流风机，从而实现浑浊空气的排放。

（三）通讯系统

针对管内与工作现场通讯，本工程将采用对讲机以及HE系列的自动电话总机，并利用程控电话机为双方建立稳定联系。

（四）供电系统

为解决工程临时用电负荷变化较大的问题、满足工作井以及顶管需求，所以本工程计划向附近单位借用150kW的临时用电。并额外配备一台180kW的环保低噪音型发电机，备用导线选择截面为75mm²的BX型导线。部分临时电路敷设照明为220V，并依照“三相五线制”架设临时动力线。

四、泥水平衡顶管施工技术方案

本工程项目综合各方要素，最终确定选用泥水平衡顶管施工方案。为更好的应用该施工工艺技术，需要严格按照规范流程施工，确保各个环节施工质量达标，以下详细展开论述。

（一）顶管施工工艺流程

①对高程与轴线进行测量；②挖掘顶管工作井、设置顶进后背，并谨慎安装辅顶管导轨；③严格安装止水圈、割除洞口；④安装并调试主顶工作站；⑤开动挖掘机头刀盘，将挖掘机头以及先导管顶入后，依次运出多余泥土；⑥下管，安装管节，并利用顶铁将管材顶进土体；⑦在安装下管的同时，检测其是否正常推进，并确保掘进机能够顺利推进至接收井。

（二）测量系统

首先,本工程将建立控制点。工作井与接收井施工结束后,进行测量放线工作时,施工人员将参照其穿墙孔与接收孔的实际坐标,并在确定管道顶进轴线后,将其投放至测量平台与井壁。在测量控制网建成于工作井四周时,其将定期对控制点进行复核。其次,管道施工测量。本工程将利用高精度全站仪系统对施工管道进行测量,并将平台设置在顶管后座处、测量光靶安装在工具头尾部。在实际测量过程中,全站仪系统将对测量光靶位置直接进行测量,并通过倾斜仪分析掘进机机头的实际情况。最后,测量校核。全站仪系统的测量精度极易受到顶管距离的影响,造成该种现象的主要原因如下:①后视点与测量仪器之间的距离较近,但前视点距离则较远,因此短边控制长边的现象出现,从而导致精度降低;②顶管内部空气湿度较高,导致激光束出现抖动,从而对精度产生影响。

(三) 工作井土方开挖

工作井土方开挖需与机械、人工开挖法进行结合。在开挖前,有关人员需谨慎进行定位放线工作,并明确地下管线实际走向以及埋深[4]。此外,本工程将选派专人负责地下管线的监护工作,以此对地下管线安全提供保障作用。在实际施工中,施工人员将采取由上至下逐层开挖法,并在严格遵循相关原则的基础上,首先开挖上层土体。依照相关标准,工作井旁不允许堆积废土,不允许存放材料、机械设备以及水泥罐等。基槽边外部荷载必须低于 15kPa,且不允许出现流水现象,避免水流渗入基槽,对边坡稳定性产生影响。在工作井挖掘支护工作完成后,应立即开展钢板围挡工作,并在其周围设置安全警示标志。

(四) 工作井支护设置

井壁支护处理在施工中具有重要地位,其能够有效防止工作井坡面坍塌[5]。针对该点,施工人员应选取 20mm 厚木板进行支撑,并满铺设置。若土质极易坍塌,或受到场地等因素的限制,难以大程度开挖,施工人员即可采取浇筑护壁等措施,以此为工作井顺利施工提供保障作用。

(五) 工作井排水

根据相关标准,工作井内不允许出现水流,若出现少量地下水时,施工人员需在井内四周筑起宽 0.3m,高 0.4m 的土埂用来拦截地下水、在井内挖掘出 0.3m×0.3m 的边沟,将水流以 3% 的坡率引往集水坑,并及时用 $\Phi 50$ 口径污水泵将其排出,避免其浸泡边坡,对作业产生影响。

(六) 工作井底板设置

在底板混凝土垫层的浇筑过程中,施工人员应确保井底面平整;清除浮泥,避免封底混凝土中渗入杂质;混凝土面的泥污必须及时清除;底板垫层混凝土强度为 C30,厚度为 500mm,混凝土抗渗等级 S6。

(七) 工作井后基座设置

在该工程中,施工人员需确保后座墙强度,并在完成后,为其加垫 20mm 的厚钢板,以此满足顶管的最大顶力。

(八) 注浆加固

顶管施工完成后,由于混凝土管壁与洞壁之间的空隙充填的触变泥浆不稳定,已完成污水管道易发生沉降,出现质量问题。为防止管道沉降,顶管完成后进行注浆加固,用 1:2 水泥砂浆置换管道外侧的触变泥浆,以保证管道稳定。置换触变泥浆按照管道标高,由低向高进行施工,注浆压力 0.1~0.2MPa。

五、顶管施工质量保证措施

①后座必须紧贴后座支墩,并与顶管轴线垂直;②严格安装顶进油缸;③严格控制导轨轴线与顶面位置;④严格检修工具管、调试及止水试验;⑤做好穿墙准备工作、确保机械调试程度、做好防渗水工作;⑥加强测量工作效率与质量;做到随偏随纠,小角度纠偏的原则连续纠偏顶进;⑦触变泥浆的压送工作必须与顶进同时进行;严格控制泥浆比例,并根据不同土质条件进行调整;在管段上进行补浆,确保泥浆减阻质量;⑧谨慎布置管道内设备与管路,必要时,应采取单边配压重的方法进行纠扭;⑨做好详细记录,确保数据精确,为分析、掌握顶进情况、管理人员下决策提供可靠依据;⑩工程技术人员必须跟班值勤,确保每班至少有一名工程技术人员在岗,避免施工中出现问题得不到及时解决。

总之,城市发展势如破竹,人们生活水平大幅度提升。城市污水排放压力剧增,城市污水管网建设如火如荼地开展起来。顶管施工技术凭借其环保、便捷、成本低廉等众多优势,在城市管网建设中大放异彩。同时,在科学技术不断发展的背景下,顶管施工方法已从人工作业发展至机械作业,该种作业方式不仅能够显著提升施工效率,而且能够对人员安全提供保障作用。在此其中,常见的平衡理论有气压、土压以及泥水,其已成为目前市政行业顶管施工的主流方式。因此,施工单位在工程中应尽量使用该种施工方法,使得城市地貌得到保护,工程项目才能避免对群众生活产生影响。

参考文献

- [1]张磊,彭富波,王准,李围.市政管网小管径泥水平衡顶管机顶进参数控制[J].邵阳学院学报(自然科学版),2021,18(02):62-67.
- [2]尹海英.污水管网工程中顶管施工技术的应用[J].砖瓦,2021(02):174-176.
- [3]吴伟.岩石地层条件下污水管线顶管施工技术[J].福建建筑,2021(02):113-118.
- [4]张森.泥水平衡顶管技术在过河污水管道中的应用[J].中国水能及电气化,2021(01):12-16.