

# 水利工程顶管施工技术及其质量控制

端木凡彬

郑州水务建筑工程股份有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:**现阶段,现代水利工程项目规模不断加大,对于施工技术的要求更是有所提高,因水利工程的复杂性,提高了施工技术控制的难度。为了加强现代水利工程建设水平,技术人员要强化质量控制,应结合具体施工内容,有针对性地制定更加完善的施工技术应用与质量控制方案,不断改善水利施工技术,进一步推进水利工程建设事业发展。

**关键词:**水利工程;顶管施工;技术要点;质量控制

## 引言

顶管施工技术是隧道或地下管道穿越铁路、公路、水库或建筑物等各种障碍物时,为不影响地面工程而设计的一种简单可靠的设计工艺,是利用少开挖和不开挖来进行地下管线铺设或更换,为一些不便开挖和开挖难度大的工程提供有效可行的施工方法。在顶管施工过程中,应控制顶管的走水方向,以及坐标控制,严格执行顶管施工工艺流程,确保施工技术质量和安全,保证管道顶进之后,其坡度、坐标符合设计要求。顶管时,在防止塌方管头加一个及可纠偏挤压式工具管,并采用触变泥浆减阻措施,采用人工掘进出土的方法进行管道顶进。

## 1 水利工程中应用顶管施工技术的产生背景及主要原理

在水利工程施工中,地下管道的安置、更换长期以来严重困扰着设计人员。频繁的开挖不仅费时费力、造成极大的成本支出,还会严重影响工程建筑主体下方的土层环境,一旦出现问题,将会严重影响工程整体质量。面对此类问题,盾构施工法应运而生,以更加先进的顶涵作业,革新了工程主体结构的顶进支护结构方式,并将明挖开槽转变为暗挖盾构支护,极大地降低了施工过程对交通造成的影响。而顶管施工技术在盾构施工法的基础之上,得到了进一步的改进。应用于水利工程、桥梁隧道工程、地下管线铺设时,无需开挖面层,即可穿越诸多障碍物。其主要原理为借助主顶油缸和管道间、中继间的推理,将作业工具管甚至是掘进设备沿着工作井内部直接穿过土层,一直推到接收井所在位置后,执行吊起操作。与此操作同时进行的,是将紧随工具管与掘进设备后方的管道埋设在工作井和接收井之间,最终通过非开挖的方式达到成功敷设地下管道的目的<sup>[1]</sup>。

## 2 顶管施工技术

### 2.1 施工测量

一般工程的施工控制网和变形控制网要同时进行布

设,即施工控制网和变形监测网共用同一个网,这样既可以提高施工控制网的精度,又可以避免以后重新布设变形监测网。

(1)平面控制网:为了保证控制点的稳定性及方便施工,控制点必须有一个布设在工程现场附近地质稳定的基岩上,采用TC-2002全站仪进行多测回的三角测量,然后采用测量平差软件进行平差。

(2)高程控制网:高程控制点布设不少于两个,均布置于工程现场附近的堤岸上,为了方便使用,高程控制点和平面控制点共用相同的点,设置方法为采用精密水准仪N3从已知水准点往返观测引测至相应平面控制点上,观测数据处理结果要求水准网闭合差高差中误差小于等于2mm。

(3)控制点的使用:所有控制点经野外观测和内业平差后上报监理/业主,经监理/业主审核确认满足规范要求后方可使用。

(4)控制网的复测:控制点定期进行检测,一般情况下,控制网的复测周期为3个月,若在使用过程中发现异常,必须立即停止使用并及时进行复测。

(5)基站设立:由于工程中经常选用测绘仪器GPS,所以工程初期须设立基准站,采用四参数法求得WGS84坐标系到工程现场的施工坐标系的转换参数,把转换参数输入手簿,用移动站在另外一个已知点上校核,如果平面坐标和已知坐标差值在2cm内、高程与已知高程差值在3cm内,则认为所求的转换参数满足精度要求。

### 2.2 顶管纠偏

纠偏是指工具管偏离设计轴线后,利用工具管制纠偏机构或其它措施改变管端的方向,减少轴线偏差的方法。当测量结果超出允许范围外,就要进行纠偏,顶管纠偏是逐步进行的,形成误差后不可立即将已顶好的管子校正到位,应缓慢进行,使管子复位。当偏差较小,在1~2cm时,采用超挖纠偏法,即在管子偏向的

反侧适当超挖,而在偏向不超挖甚至留坎,形成阻力,使管在顶进中向阻力小的超挖侧偏向,逐渐回到设计位置。当偏差较大时,采用工具管活动头来纠偏,应在顶进过程中纠偏,边顶进边纠偏;纠偏应用小角度来逐渐进行,不能急拐或突升突降;用工具管纠偏应注意工具管的复位。

### 2.3 顶管施工

顶管施工主要包括两部分,第一部分为工作井和接收井施工,第二部分为顶管施工。工作井和接收井施工采用沉井法,沉井为矩形井,钢筋混凝土结构,根据施工情况确定下沉次数。沉井施工前,先开挖至地下水位高程,周边布置轻型井点排水降低地下水位。采用 $1\text{m}^3$ 挖掘机和10t自卸汽车配合开挖。为防止超挖及扰动地基底面,开挖至距设计高程20cm处,采用人工修整基坑。基坑砂垫层选用级配较好的中粗砂,分层洒水夯实,厚度控制在20~30cm,砂垫层结束后在井底浇筑15cm厚C15素混凝土垫层,上部做40cm厚钢筋混凝土底板<sup>[2]</sup>。

顶管施工管材一般采用顶管用玻璃钢管,管径DN2400mm。单个工作坑顶管施工时选用1台50t起重机、3台10t自卸汽车、2台排水泵、2台泥浆泵、2台液压注浆泵、2台污水泵配合施工。

沉井施工工序如下:施工准备→测量放样→基坑开挖→砂、素混凝土垫层→刃脚、砖胎膜→钢筋绑扎→立模→混凝土浇筑、养护→沉井下沉→沉井封底→底板混凝土浇筑。顶管施工工序如下:施工准备→顶进设备安装(导轨、后座顶板、洞口止水、后座千斤顶)→掘进机井内就位→掘进机试运行(拆除挡土板)→掘进机穿墙(后座千斤顶顶进)→管道顶进、纠偏→管道防腐→顶进结束→挖出工具管。

## 3 顶管施工的质量控制和保护措施

### 3.1 进出洞口措施

在实际的顶管施工的过程中,进出洞口的处理在其中具有至关重要的作用,由于施工区域洞口的土质处于稳定性较差的状态,因此在实际的施工过程中极易由于土质不稳定而出现各种事故,为了避免类似问题的出现,在施工的过程中就要采取下述相应具有针对性的措施:首先在进行顶管工作的施工过程中要在墙体中盘一根止水管道来进行顶管技术工程的处理;其次在井壁外侧的处理这方面可以安装三排高压旋喷桩来实现对洞外土壤的加固,除此之外,还能够在施工的过程中起到一定的止水作用,在设置旋喷桩的过程中需要注意要控制两旋喷桩之间的间距,并且要使管底部与桩底部的距离要控制在三米<sup>[3]</sup>;在对洞口进行加固的过程中,为了保证

工程的质量与效率,就要对洞口的土体进行严格的加固密封,要保证水泥在第一次凝固之后洞口在短时间不会出现坍塌的现象,只有这样的工程才能够使机头能够顺利的进行;其次在施工过程中,管道一旦入洞之后一定要根据施工之前的设计进行密封操作,只有通过这样的方式才能够有效的防治水土向内流动;最后在管道完接收孔施工之后,为了避免出现沉降现象,在进行密封的过程中一定要采用相对来说比较柔性的材料,才能够达到理想中的施工效果,实现顶管施工技术的真正价值。

### 3.2 施工期临时防护措施

(1)工程建设过程中,各施工区在雨季均要做好排水、拦挡等临时措施。

(2)大风天气要对易起尘场所采取遮盖、加大洒水频次等措施。

(3)基础开挖时较深,设计中按梯段变坡度开挖;开挖后对需要部位做水泥砂浆喷护,雨季在基坑内设置临时排水导流设施<sup>[4]</sup>。

(4)各施工场地平整时,要结合地形条件采用削坡或分级开挖形式进行,要求在各开挖面采取临时的拦挡和截水措施。

(5)所有建筑工地排水、设备清洗水要集中处理,尽量重复利用,对施工场所进行喷洒,减少地面起尘。

(6)各区域施工期产生的建筑垃圾,要及时清运,堆放至指定的场所,并及时平整、碾压。

(7)各施工区域临时占地区域挖方首先用于回填,对于挖方不能立即回填的,其堆放场所要做好临时拦挡、苫盖等防护。

(8)施工过程中地下管线及沟(隧)道的施工,分区、分段、自下而上,且将相邻及同埋深管、沟一次开挖施工,距建(构)筑物基础较近管、沟与基础一次完成,以减少相互干扰及二次开挖和夯填工程量。

### 3.3 注射泥浆,减少顶进阻力

在不同地质环境中施工会产生不同的影响阻力。管道顶进中要合理的降低顶进的阻力,注浆是一种科学有效的方式。为了保障其运行稳定,降低管子顶进中产生的阻力因素,可以通过触变泥浆的方式进行阻力控制。在管壁外侧压入的泥浆会形成一个泥浆套,达到减少管壁四周摩擦力的目的,合理的控制施工顶力,进而保障工程有序施工,其注入泥浆主要通过成品的膨润土进行处理。而没有进行注浆的顶管,其外壁单位面积大概为20~30 KN,严重的时候甚至为摩擦力的3倍。注浆之后顶进阻力则为未注浆的1/3左右。

### 3.4 顶管管道内保护措施

工程采用手掘式管施工方法,管内采用人力车动土,由于人力车轮在管道内壁来回运土,管向会产生泥砂,可能会破坏管材内衬层,将会影响管材接口的二次密封施工,因此,需采取一定的措施保护管道内壁:①钢管连接好后,沿管道内铺设1.1m宽的施工道路;②施工道路底层采用聚苯泡沫挤塑板铺设;③施工道路面层采用胶合板铺设并连接牢固,确保施工道路平整、稳定。

结束语:随着科学技术的发展,顶管技术在我国地下管线工程施工中起到了至关重要的作用。顶管施工不仅对于管线穿越铁路、公路、河道、房屋建筑等障碍物有特殊的意义,而且对于埋设较深的管道施工具有显著的社会、经济和生态效益,因此被广泛运用于水利工程建设当中。在修建下水道、地下人行道、穿越河流的通道等地下工程时,不仅可以避免对地下构筑物、风景

区以及地面交通影响等问题,还可以减少对水利工程输水管道沿线的环境污染,因此,强化顶管施工的技术要点,保证顶管施工的质量和安 全,有效促进了水利工程建设持续发展。

#### 参考文献:

[1]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.

[2]黎银.城市道路排水工程中顶管技术施工研究[J].智能城市,2020,6(11):162-163.

[3]石荣钢.研究顶管施工技术在水利水电工程中的应用[J].建材与装饰,2020(33):293-294.

[4]王小焕.顶管施工技术在水利水电工程中的应用[J].珠江水运,2020(19):85-86.