

# 车门水库顶管施工技术探讨

翁国宏

武义县宣平溪水电工程管理处

DOI:10.12238/hwr.v7i9.5007

**[摘要]** 为解决车门水库施工过程中面临的气压失衡,施工地形复杂多变,水利工程日常运行产生的水量变化等可能存在的问题,本文对顶管施工技术进行了研究,提出保证气压平衡,定向山体钻孔,入孔点钻技术及采用导向孔,预扩孔,回扩等方法进行车门水库顶管施工工程以期对相关人员进行参考。

**[关键词]** 车门水库; 非开挖定向钻; 顶管施工

**中图分类号:** TV62 **文献标识码:** A

## Discussion on Construction Technology of Pipe Jacking of Chemen Reservoir

Guohong Weng

Wuyi County Xuanpingxi Hydropower Project Management Office

**[Abstract]** In order to solve the possible problems of air pressure imbalance, complex and changeable construction terrain, and water volume changes caused by the daily operation of water conservancy projects, this paper studies the construction technology of pipe jacking, and proposes to ensure air pressure balance, directional mountain drilling, hole point drilling technology, and the use of guide hole, pre-expanded hole, re-expansion and other methods to carry out the pipe jacking construction project of Chemen Reservoir in order to provide reference for relevant personnel

**[Key words]** Chemen reservoir; trenchless directional drilling; pipe jacking construction

### 引言

目前顶管施工技术应用大多借鉴下列三种平衡理论:即气压平衡理论,土压力平衡理论,泥水平衡理论。气压平衡理论是指气压平衡中总体气压平衡和局部气压平衡两种平衡共同达到的效果。总气压平衡是指在固定压力作用下使用空气填充管道内部或采用挖掘表面,并通过利用该过程中产生的压力以此来达到地下水压力平衡。想要做到结构局部气压平衡这一效果仅需要在挖进机中土箱内部填充足量的气体,以气体取代土壤体积来达到平衡地下水压力的目的并使得钻头能在地表将地下水排出<sup>[1]</sup>。

泥水平衡中有一种保持土压力平衡理论,综合考虑工程建设的应用范围,综合考虑如果依靠土压力平衡理论开展工程设计,集管箱的设备运营成本、施工过程中排出的泥浆是否具备易处理性能<sup>[2-3]</sup>。

### 1 工程概况

车门水库位于武义县柳城镇车门村,距柳城镇约2.5km。车门水库所在流域属于瓯江流域宣平溪支流,水库上游集雨面积4.3km<sup>2</sup>,引水面积2.6km<sup>2</sup>,主流长度3.87km,主河道平均比降0.11%。正常蓄水位242.2m,相132.0万m<sup>3</sup>,设计洪水位243.13m,校核洪水位243.43m,总库容152.65万m<sup>3</sup>。水库枢纽工程由主坝

和副坝、放水涵管、溢洪道等建筑物组成,是一座以灌溉为主、并结合防洪的小型水库。主坝和副坝的新建灌溉放空涵管采用非开挖定向钻进方式建设。主坝涵管位于大坝左岸0+015山体内。涵管长120.6m,进水口高程227.38m,涵管出口管底高程为221.19m,水头落差6.19m。副坝涵管位于大坝左岸0+006山体内。涵管长73.8m,进水口高程232.50m,涵管出口管底高程为231.80m,水头落差0.7m。

顶管施工在扩孔孔径800mm时,由涵管出水口钻孔至40米左右,遇到岩性软弱夹层的不明地质情况,顶管钻杆多次钻孔断裂,致使顶管施工停滞。后采用小型探孔摄影设备进行深入洞内探孔观察,发现洞内多处坍塌,洞内岩层断裂。施工队伍采取加大钻杆设备重新钻孔,再次发生钻杆断裂现象。经参建各方研究分析商议,施工单位重新采购大功率顶管设备,重新勘探钻孔,顶管施工顺利扩孔孔径800mm,后再次顺利扩孔孔径1000mm和1200mm。

### 2 顶管施工变更

(1)取消主坝右岸DN300灌溉涵管;(2)封堵原主坝左岸放水涵管,同时去除采用到挂井方案进行原涵管渗漏检查;(3)在主坝左岸新建DN800放水涵管,合计120m,采用非开挖钻孔,出口设三通,接DN300PE管至主坝右岸灌溉渠,设DN300闸阀1

只, 合计95m; 接DN800PE管至下游河道, 并设DN800蝶阀1只, 合计30m。

水库放空后, 根据现状实测主坝涵管进口高程227.50m, 水库死水位水深约5m, 实际死库容约5.7万m<sup>3</sup>; 库区死库容较多, 由于库区死水位较高, 主坝进行套井粘土回填钻孔时, 容易出现塌孔现象; 为彻底消除坝下涵管安全隐患, 采用套井及上下游封堵方式废弃主坝坝下涵管, 降低死水位高程, 提高水库兴利库容, 经各方协商, 拟在大坝左侧山体新建放水涵管, 进水口高程降低至226m。

### 3 顶管施工技术工艺

做好施工关键点的控制, 工程采用水平定向钻穿越施工方法, 该方法有着施工工期少、质量上乘的好处。使用定向钻达到穿越山体的施工目的重要一步在于导向孔钻孔的把控、合理安排预扩孔和回拖管道, 认真测量工程数据, 准确定入孔点与出孔点间距离; 控向人员准确测出方位, 认真按照设计孔线进行控制; 司钻工思想集中, 若有突变立即汇报; 钻进时要知悉地质不可能做到规律变化, 地质的变化会增加顶管工程钻进难度, 绝不掉以轻心。回拖管道时准备好挖掘机和吊管机等设备, 保证管道顺利回拖。为保证工程可以顺利完工, 施工过程中要认真执行工程设计的要求并落实施工规范规定, 保证各工种之间各岗位之间都能做到紧密配合, 认真负责, 充分做好工程准备, 制定相应的出来措施, 泥浆岗位在施工进行前更要完全知晓地质变化情况, 根据不同地层的地质情况调配泥浆, 努力满足钻孔需要和保证成孔良好。

#### 3.1 入孔点钻机场地及施工

施工工艺及流程图1所示。

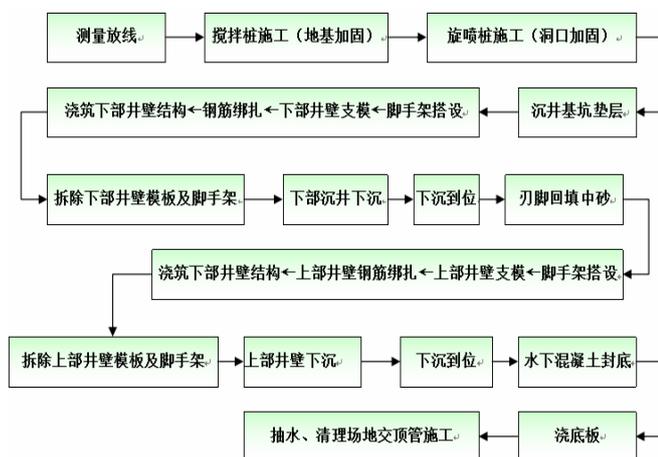


图1 施工工艺及流程

(1) 做好工程测量放线: 按照施工设计图纸中心线与入孔点、出孔点、成一条直线。(2) 掌控泥浆用料: 若施工用水采用水库水, 必须经沉淀处理后方可备用; 必要的膨润土添加剂要保证及时配给。(3) 利用导向孔技术: 必须保证各项参数完善无误, 才能相互配合钻出达到工程设计的导向孔, 钻导向孔需要随时对照工程地质资料及设施仪表参数及时准确分析导向孔成孔情况。(4) 做好钻面试运行钻孔: 在各系统可以正常运行后进行钻

面试钻孔, 采用只钻进一根钻杆后检查钻机设备各部位运行情况, 确保各种参数正常后按施工次序钻进。(5) 通讯联系技术采用对讲机。在工程实施钻孔、扩孔、回拖等技术钻孔工艺中严格执行钻进工艺保证现场联系以紧密协调各部门及时做出调整。

#### 3.2 出孔点施工场地及施工

(1) 出孔点施工场地受限, 安全较为重要, 须加强防护。(2) 预扩孔的钻杆倒运与钻具连接: 根据钻杆穿越孔洞长度以及扩孔次数决定钻杆的倒运, 按程序进行钻杆、钻具的清洁和连接。(3) 回拖前检查: 管道检查合格, 将管道移放在滑送道口上, 拖管头要焊接牢固须检验确认无缺陷。

#### 3.3 顶管主要施工方法及技术措施

3.3.1 定向钻施工的关键步骤在于保证导向孔的精准钻进, 当前施工通常运用水平定向钻机技术进行施工以完成全部钻孔穿越工程。

3.3.2 分次完成预扩孔: 为了保证预扩孔穿越顺利进行, 对副坝需至少进行2次预扩孔, 主坝需至少进行8次预扩孔。

3.3.3 回拖: 钻头穿越的最后一步是进行钻头回拖, 也是工程中最关键的一步, 回拖时通常根据不同的情形采用不同的设备: 主坝为Φ1000mm流道式扩孔器, 副坝是Φ500mm流道式扩孔器。

#### 3.4 泥浆质量控制: 面对复杂情况采取以下措施:

(1) 水源如果采用水库水时需要经过沉淀池沉淀杂质保证不会干扰工程的进行, 并在水中加入纯碱中和, 提高水的PH值以满足施工时的复杂环境。(2) 根据施工时面临的不同情况而调制的泥浆配比通过结合一级膨润土掺上泥浆添加剂使得泥浆性能更加优越, 调制出达到设计标准的泥浆。(3) 目前工程大多使用的泥浆添加剂有: 磺化沥青(降滤失)、CMC、聚丙烯酰胺(NH2-PAN)、防塌降滤失剂(KH-931)、正电胶和液体DRISPAC、改性聚丙烯酰胺(PHPA) [提粘] 等。(4) 为保证泥浆具备良好性能, 使膨润土具备充足的水化时间, 在工程建设用量不能改变的情况下, 一般采用增添泥浆数量等措施。(5) 根据不同阶段的施工需求, 配制相应工程所需的泥浆, 这些泥浆调配方案都是根据地质情况而变化, 根据不同情况配制方案也随之变化。(6) 钻导向孔阶段必须将孔内泥沙清除, 并且要维持钻孔壁的稳定: 其配方是: 0.3%降滤失剂+7-8%预水化膨润土+0.1%-0.5%正电胶+0.2-0.4%增粘剂。(7) 预扩孔阶段需要泥浆具备良好的护壁功能, 为防止地层坍塌, 应当提高泥浆便于携带能力; 其基本配方为: 7-8%预水化钠基膨润土+0.3-0.5%提粘剂+0.4%降滤失剂+0.1%液体DRISPAC。

#### 3.5 管道焊接(热熔焊接)

管道接口的质量好坏会导致拉管施工能否顺利进行, 必须严格控制热熔管口面清洁干净、连接加热时间和加热温度(220±10°), 两端间隙不得大于3mm。错边不宜大于壁厚10%。

#### 3.6 回拉敷设管道

PE管焊接和管道强度检验合格后, 即可进入拉管施工, 首

先用现场制作的管封头将管口密封,然后管后端接上分动器、回扩头进行拉管,回拉管子一次性到位后堵塞上堵头,进行闭水试验。

### 3.7孔道注浆

因在施工时,管道与孔道间存在较大的间隙,为避免间隔渗水造成大坝渗漏,在牵引管道完成后进行水泥注浆处理,为保证注浆质量,注浆前需先对孔内沉渣进行清洗,清洗后在进口预设二根高密度聚乙烯管,一根用作注浆管,一根用作排气管,并将进出口孔内间隙用砼进行封堵。

注浆机采用挤压式压浆泵进行注浆,整个注浆过程中,注浆管需埋设在浆液内,以确保浆液达到一定压力,以填补岩层缝隙,回填灌浆浆液组成为水泥、水、泡化碱,配比1:0.4:0.4。注浆压力控制在0.1~0.3Mpa,浆液流速为0~45L/min。注浆的原则是注浆量与注浆压力双控原则,以注浆压力值为主,注浆量为辅,当注浆量达到预定值时,终止注浆<sup>[4]</sup>。

### 4 压水试验

工程主要为DN400和DN800PE管的安装。根据低压管道输水灌溉工程技术规范要求和设计施工图纸的要求, DN400和DN800PE管试压 $\geq 0.4$ MPa。

根据现场实际情况和管道试压方案,在管道安装施工过程中,我方根据施工图纸和技术规范要求对安装已完成的管道进行试压,在试压过程中分两个阶段进行:

(1)预试验阶段:将管道内水压平缓增至试验标准下的压力并稳压30分钟。压制过程中不高于试验压力的情况下若产生压力降低可采用注水补水;试验阶段要及时检查各管道接口、及配件接口等是否有漏水或损坏现象;若产生漏水、损坏现象时应当停止试压,立即查明故障原因并采取相应措施后及时进行重新试压。(2)主试验阶段:终止注水补水,保持水压15分钟;当15分钟后压力下降未超过 $(P+0.5)$ MPa,将试验压力下调至工作压力并保持恒压30min,压力检查完毕后进行外观检测若无漏水现象,则水压试验合格<sup>[5]</sup>。

根据现场实际情况,项目部会同监理、建设、设计、质检站等相关单位对管道进行了压水试验,结果均满足设计图纸和技

术规范要求。

## 5 顶管施工的注意事项

### 5.1施工地的水文及地质影响

土层变化经常受管道变化影响,因此在建设管道推进器之前一定要知悉施工地土层的变化情况。除此之外,在工程建设结束回填土地时,需事先对回填点进行加固操作,以防止因回填不完善导致水土流失引起铺设的顶管结构发生过度沉降。

### 5.2做好顶升计算

顶升计算最重要的是准确计算顶升推力在工程中的影响,合理选择相应的气缸类型并根据计算结果确定继电器分布。顶升计算是工作井设计的来源,根据计算出的工程所需最大推进力,对工作井进行合理配置并制定相应加固措施。

## 6 结束语

顶管施工技术具备较高的技术门槛,要求建设人员具备相关的知识储备并按照施工工作要求进行工程建设,保证在施工过程中不发生质量事故问题和安全事故问题,确保工程质量优良。顶管施工技术相较于传统的管道埋设法而言,在大多数的施工环境和条件下顶管施工技术拥有更显著的施工优势。并且顶管施工技术合理应用,不但能够减少土地资源浪费,还可以做到保证工程质量优异,有利于缩短工期以及降低工程成本,获得了良好的社会效益。

### [参考文献]

- [1]蔡伟通.顶管技术在水利工程施工中的应用[J].科技创新,2020,(11):116-117.
- [2]白永维.顶管技术在市政给排水管道施工中的应用[J].居舍,2019,(34):71-73.
- [3]周冰洁.水库涵管施工中顶管技术的应用研究[J].门窗,2019,(22):286-287.
- [4]王洪.通信电缆管道施工中顶管技术的应用分析[J].中国化工贸易,2017,009(027):140-142.
- [5]王丽国.泥水平衡顶管施工技术在平顶山路的应用[J].房地产导刊,2014,(007):189-191.