

诚信大道延伸工程下穿水域段施工技术

陈 沁

中国水利水电第十六工程局有限公司 福建 福州 350003

摘 要：诚信大道（拥军路-西城路）延伸工程采用隧道形式下穿义乌植物园，在K0+800-K1+000段下穿红旗水库，总体施工方案为先采用围堰施工，在隧道基坑范围内提供工作面后，基坑采用放坡开挖的方式进行开挖，然后施工隧道主体。隧道主体采用附加柔性全包防水设计，对变形缝，施工缝等细部构造加强处理，采用多道防线处理的全封闭密闭防水，保证下穿水库段防水满足要求。

关键词：隧道，水库，围堰，防水，开挖；

1 项目概况

1.1 工程概况

诚信大道（拥军路-西城路）延伸工程东起已建诚信大道与西城路交叉口，西至拥军路与商城大道交叉口，全长约1.97km，线位由东向西穿越幸福湖湿地生态公园规划区（城市绿肺），采用隧道形式下穿义乌植物园（如图1所示）。其中，暗埋段长约1460m，地面道路长约310m，东侧U型槽长约100m，西侧U型槽长约100m。

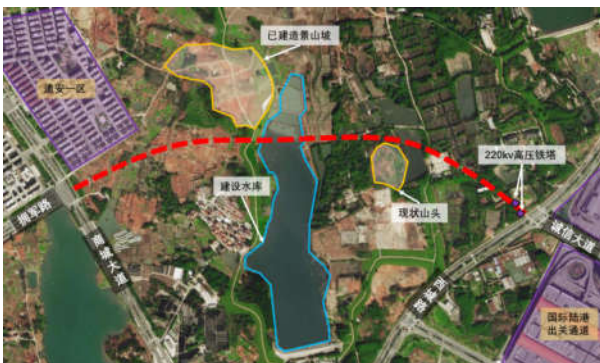


图1 工程平面图

隧道在K0+800-K1+000段下穿红旗水库及幸福湖泄洪渠，现状红旗水库底标高约为73.50m，正常蓄水位为74.84m；基坑开挖深度约9.72-11.77m^[1]。

1.2 气象概况

义乌市地处亚热带东亚季风气候区，四季分明，气温温和，雨水丰沛，光照充足，盆地气候特征明显。常年平均气温17.7℃，极端最低气温-10.7℃（1977年1月6日）；极端最高气温42.0℃（2003年7月31日），常年平均降水量1386.6毫米。一年有两个雨季，4-6月为梅雨季，7-9月为台风暴雨季，台风过境中心风力可达12级。全年一半以上雨量集中在上半年，主要表现为春雨多，梅雨量大，秋冬雨量少。其中，3-6月份常年雨量690.5毫米，约占全年雨量的50%^[2]。

2 基坑开挖及支护施工技术

2.1 围堰施工

隧道结构在K0+800-K1+000段下穿红旗水库，整体施工工期安排在一个枯水期时段进行，总体施工方案为先采用围堰施工，在隧道基坑范围内提供工作面后，基坑开挖见底，然后施工隧道主体。其中，南侧为钢板桩围堰（如图2所示），北侧为黏土堆围堰（如图3所示）。钢板桩围堰工法为钢板桩+高压旋喷桩，黏土堆围堰工法为黏土堆+高压旋喷桩^[3]。

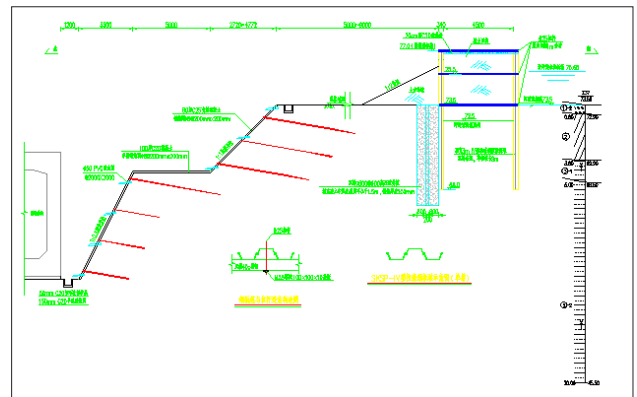


图2 钢板桩围堰横断面

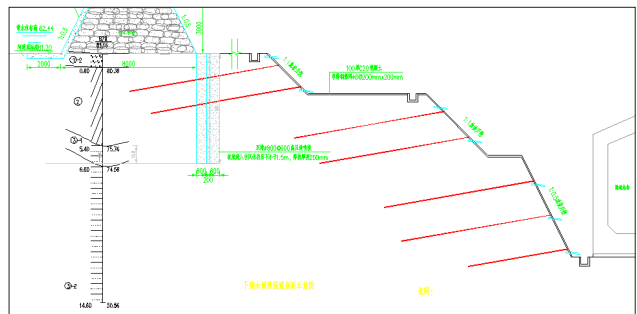


图3 黏土围堰横断面

根据现场情况，决定分一、二期倒边施工：

（1）一期施工工序：先行施工北侧粘土包围堰，

同步喷打北侧高压旋喷桩；施工南侧临时拉森钢板桩围堰；对现状土围堰北侧水域范围内存水抽排，并进行后续清淤平整等工作；开挖 K0+950 以东范围基坑，浇筑隧道主体结构，完成一期施工工作（如图4所示）。

（2）二期施工工序：一期范围内主体结构浇筑完成后进行上部覆土回填工作，拆除一期南侧临时钢板桩围

堰；施工二期南侧拉森钢板桩围堰，对钢板桩围堰北侧水域范围内存水抽排，并进行后续清淤平整等工作；开挖 K0+950 以西范围基坑，浇筑隧道主体结构^[4]；结构上方覆土回填，拆除南北两侧围堰，恢复水库库容，完成二期施工工作（如图5所示）。

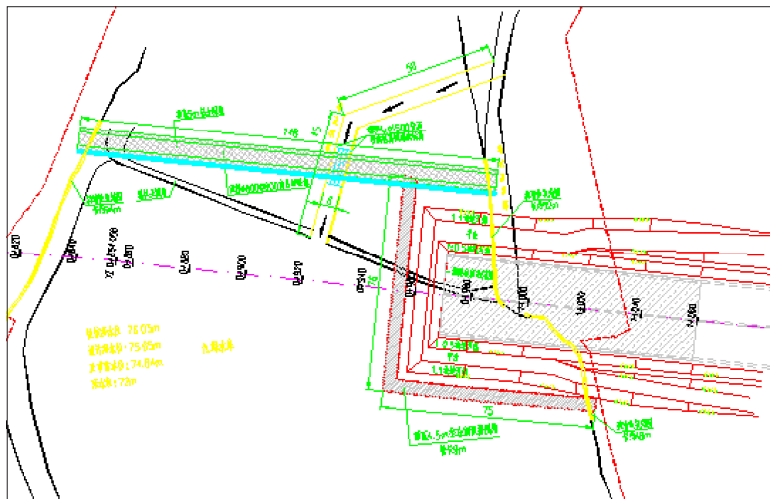


图4 一期围堰平面布置图

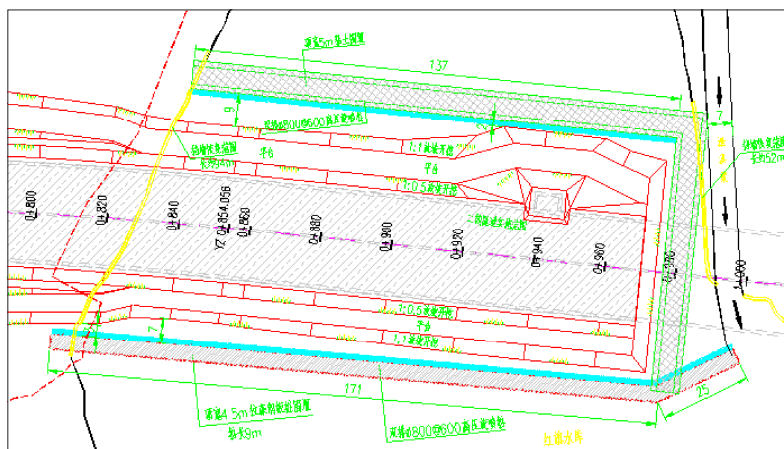


图5 二期围堰平面布置图

2.2 边坡支护施工

一期倒边与二期倒边基坑围护结构均采用土钉+放坡支护形式，坡度为1:1以及1:0.5，土钉长为6m或3m，水平间距2m或1.5m。

3 隧道结构施工

本工程隧道根据围堰分期，按一个流水作业单元，每个作业单元按照垫层、底板、边墙和顶板跳仓平行流水进行浇筑。

每段（25m）混凝土分三层施工，先施工底板及下部倒角，然后施工边墙，最后施工上部倒角及顶板，混凝土采用外购商品混凝土拌制，8m³搅拌运输车运输混凝土

至施工现场^[5]。

混凝土汽车泵送入仓，部分区域采用溜槽入仓，插入式振捣器振捣密实，拆模后洒水覆盖养护。

隧道底板采用定型钢模、竹胶木模板，钢管架支。

撑隧道边墙和顶板结构模板以6015组合钢模板为主，并以3015和1015模板为辅助模板，搭设满堂红脚手架支撑，模板四周采用可调节丝杠进行调整支撑。

底板混凝土采用一次浇筑，为防止混凝土早凝产生施工冷缝，从底板的两侧侧墙位置往中间连续浇筑，由低至高位置浇筑。

侧墙混凝土施工采用混凝土汽车泵对称浇注，采用

申筒插入钢筋骨架中,使混凝土自由倾落不超过1.5m,以防止混凝土离析。混凝土两侧同时对称浇筑,分层下料,分层振捣。层厚控制在30~50cm,且两侧高差不大于0.5m。

顶板混凝土浇筑过程中按照底板的施工顺序进行浇筑,浇筑应局部分层,确保混凝土有一定强度后才能进行上层的浇筑,施工中严格控制浇筑速度。浇注顶板,采用斜面浇筑施工方案,从两端同时向中间浇筑,分层将混凝土浇筑到顶。

4 隧道防水施工

隧道临近、下穿红旗水库,主体结构位于水库底下,地质条件含水量较高,因此对隧道防水要求较高。隧道主体防渗的原则是“以防为主,防、排、截、堵相结合,刚柔相济,因地制宜,综合治理”。主要通过采用防水混凝土配合多层防水材料,合理的结构分缝、科学的细部设计来解决钢筋混凝土主体的防渗。遵循“以防为主,刚柔并济,因地制宜,综合治理”的原则^[6]。

4.1 结构防水施工

隧道主体采用附加柔性全包防水设计,具体方案为:顶板采用优质单组份聚氨酯涂料;底板采用预铺式自粘防水卷材;侧墙密贴式采用优质单组份聚氨酯涂料。

4.1.1 底板防水施工

基坑开挖至基底后,进行基底清理,然后在基底的表面浇筑厚15公分的C20混凝土垫层,垫层表面应平整、整洁、干燥。待C20混凝土强度达到设计要求后,开始铺设自粘式防水卷材。防水卷材施工完成后,经隐蔽验收合格后,在其上浇筑5公分厚C20细石混凝土保护层。

4.1.2 侧墙防水施工

1) 将基面清理干净,防水基面满足规范及设计要求。基面不得有明水,确保基面干净,干燥。

2) 涂刷大面的防水层,防水层采用多道(3道)涂刷,上下两道涂层涂刷方向应互相垂直。每道涂层实干

后,才可进行下道涂膜施工。

3) 防水层经监理验收满足设计及规范要求后,应立刻进行7cm细石混凝土防水层保护层的施工,并在土方回填的时候采用厚度50mm的聚乙烯泡沫塑料进行保护。

4.1.3 顶板防水施工

1) 将基面清理干净,防水基面满足规范及设计要求。基面若有明水,进行引排等措施,确保基面干净,干燥。

2) 涂刷聚氨酯防水涂料,按具体施工要点进行施工组织。

3) 铺设PVC耐根穿刺防水卷材。

4) 铺设350#纸胎油毡隔离层。

5) 灌注70mm厚细石砼保护层。

4.2 细部构造防水施工

细部结构主要包括施工缝、变形缝、穿墙管件等,本文将下穿水库段施工缝及变形缝处防水方案进行详细介绍^[7]。

4.2.1 施工防水方案(如表1所示)

1) 水平施工缝浇筑混凝土浇筑前,应将其表面清理干净,先涂刷混凝土界面处理剂,再铺筑一层水泥砂浆,并及时浇筑混凝土;

2) 垂直施工缝浇筑混凝土前,应将其表面凿毛并清理干净,涂刷混凝土界面处理剂或1.5kg/m²水泥基渗透结晶型防水涂料,并及时浇筑混凝土;

3) 施工缝中部依据设计要求安装一道止水带钢板,并预埋一道可重复注浆管。对于盖挖的斜肩施工缝及临时预留孔洞的施工缝,在内衬墙中部设置两道遇水膨胀止水条,并预埋一道可重复注浆管。

4) 结构顶板上预留的后浇孔封闭时,施工缝界面涂刷1.5kg/m²水泥基渗透结晶型防水涂料,防水措施采用遇水膨胀止水条+涂料防水加强层+注浆管。

表1 施工缝防水方案

设置部位	防水方案
侧墙、顶板、底板施工缝	中埋式钢边橡胶止水带+注浆管+水泥基渗透结晶型防水涂料
纵向施工缝	中埋式镀锌钢板止水带+注浆管+水泥基渗透结晶型防水涂料
楼板环向施工缝	遇水膨胀橡胶止水条+嵌缝膏
特殊施工缝	止水胶+注浆管+止水胶

4.2.2 变形缝防水方案(如表2所示)

1) 变形缝中埋式止水带和外贴式止水带均为中孔型橡胶止水带;

2) 顶板外侧加设一道防水涂料加强层,侧墙外侧加设一道外贴式止水带,底板下侧加设一道外贴式止水带;

3) 变形缝顶板及侧墙(边墙)内侧设置1.0mm厚不锈钢接水盒,将少量渗水有组织地引入废水泵房;

4) 隧道主体与附属结构等接头处,其辅助防水层应各自进行收口处理,并用与两侧相应的辅助材料连接过渡。

表2 变形缝防水方案

设置部位	防水方案
顶板变形缝	迎水面嵌缝+中埋式中孔型钢边橡胶止水带+全断面注浆管+背水面嵌缝
侧墙、底板变形缝	外贴式橡胶止水带+中埋式中孔型钢边橡胶止水带+全断面注浆管+背水面嵌缝

5 结束语

义乌市诚信大道(拥军路~西城路)延伸工程西起商城大道与诚信大道交叉口,东至西城路与诚信大道交叉口,全长约1.97km,其中,隧道全长1.66km,隧道下穿红旗水库。本文详细介绍了下穿水库段施工中基坑开挖支护、防水所采取的技术方案。

(1)下穿水库段两期施工均在一个枯水期进行,工序衔接及资源保障要精细化控制,围堰闭气、防渗处理严格到位,基坑抽排水设备满足特殊天气最大排水强度,确保基坑施工在安全条件下进行^[8]。

(2)基坑开挖前,先进行围堰施工,南侧为钢板桩围堰,北侧为黏土堆围堰。考虑到现场实际情况,基坑开挖施工方式分为两阶段,决定在K0+950处分一、二期倒边施工,第一阶段先开挖施工K0+950-K1+000部分,第二阶段再开挖并施K0+800-K0+950部分。

(3)隧道下穿红旗水库,主体结构位于水库底下,对隧道防水提出了较高的要求。隧道主体采用附加柔性

全包防水设计,顶板采用优质单组份聚氨酯涂料;底板采用预铺式自粘防水卷材;侧墙采用优质单组份聚氨酯涂料。对变形缝、施工缝等细部构造加强处理,减少渗漏,保证防水施工满足要求。

参考文献

[1]翁贤杰,张新宙.隧道浅覆土下穿水库施工及塌方防治技术研究[J].科技与创新,2021(12):178-179.
 [4]张金龙,徐恺奇.公路隧道下穿水库段方案设计[J].中国水运(下半月)2019,19(07):216-217.
 [5]詹彪.浅谈一种组合式围堰施工方案[J].价值工程201837(20):158-160.
 [6]周冠南,付军恩,杨腾添.隧道下穿新大力寺水库施工稳定性分析[J].铁道建筑技术.2019,(3): 100-101
 [7]宋艺.地铁区间隧道浅覆土下穿水库方案设计[J].铁道标准设计.2017,(10): 133-134
 [8]孔繁越.广昆铁路秀宁隧道下穿水库围岩加固技术研究[J].城市地质.2017,(2): 97-99.