

中东负海拔地区软弱土基尾水隧洞施工技术分析

王元印

中国水利水电第五工程局有限公司国际公司

摘要:以色列克卡夫·哈亚邓(以下简称K项目)抽水蓄能电站位于以色列东北部,靠近约旦河谷下游,距以色列第二大城市特拉维夫141公里。本文详细介绍了K项目尾水土洞洞口侧边墙及土洞段开挖施工方法。

关键词:软弱土基;尾水隧洞;施工技术

一、工程概况

K项目抽水蓄能电站总装机容量为344MW,由上水库、输水系统(引水隧洞、闸门井、引水调压井、高压竖井、下平洞、引水岔管、引水支管)、地下厂房系统(进厂交通洞、紧急电缆洞、主副厂房洞、安装间、主变洞、母线洞、排水廊道及各施工支洞)、尾水系统(尾水支管、尾水岔管、尾调通气洞、尾水调压室及尾水调压井、尾水隧洞)、下水库、地面开关站及进场道路组成。K项目尾水隧洞起于下库进排水口,至下游调压井为止,桩号范围TRT0+012.216~1+621.785m,全长1609.659m。桩号TRT0+012.216~0+560.000m为土洞段,长547.784m,开挖断面呈 $\phi 8.30\text{m}$ 的圆形,土层为含碳酸钙高液限由浅至深灰色饱和局部软塑状黏土(泥灰土,马尔地层),薄层状分部明显,净水环境下面的湖相沉积形成。

二、洞口侧边墙及土洞段开挖施工方法

尾水隧洞洞口侧边墙采用I18工字钢制作套拱, $\phi 152*5\text{mm}$ 钢管作为孔口套管,采用B40混凝土浇筑后,利用钻机钻设管棚孔,机械配合人工安装 $\phi 108*6\text{mm}$ 钢管作为管棚,对管棚封孔、注浆后成型。土洞段开挖方法为利用玻璃纤维锚杆进行超前加固,采用机械开挖、装载机配合自卸车出渣,开挖完成后依次初喷、安装钢筋网片、架立钢拱架,复喷混凝土至满足设计要求。

(一)洞口侧边墙施工方法

(1)施工准备

提前安排钻机、液压反铲、自卸汽车、装载机等设备维修、保养,确保正常、连续施工。

(2)洞脸开挖

测量工程师按照设计图纸标示出洞脸开挖线,采用反铲按照边坡坡度分部开挖,高程EL-242.50~247.60m为上部,高程EL-247.60~252.00m为下部,开挖时由上而下分层开挖,机械开挖完成后再人工刷坡至设计坡度。开挖后及时对边坡进行防护。

(3)安装套拱及孔口套管

测量工程师在洞脸按照设计图纸标示洞口开挖轮廓边线以便于安装套拱。采用人工配合机械安装,套拱采用工字钢I18依据设计图纸制作,套拱间距50cm。

孔口套管采用长度1.8m的 $\phi 152*5\text{mm}$ 钢管,环向安装间距30cm,采用双面焊接与套拱连接为整体。

(4)侧边墙模板安装及混凝土浇筑

侧边墙边墙模板采用组合钢模板,边顶拱模板采用木模,人工安装、加固,侧边墙混凝土浇筑施工采用泵送混凝土浇筑、搅拌罐车运输、分层浇筑成型。混凝土采用B40,浇筑时注意两侧均匀布料,防止受力不均造成失稳。

(5)管棚钻孔及安装

采用管棚钻机钻孔,孔深9m,沿孔口套管环向孔间距30cm,钻孔角度 5° ,完成后清孔以便于安装钢管。利用机械辅助人工安装,钢管采用热轧无缝钢管 $\phi 108*6\text{mm}$,长度9m,钢管尖端呈尖锥状,管壁四周钻 $\phi 16\text{mm}$ 压浆孔,压浆孔间距100cm,安装完成后对管口进行保护。

(6)管棚封孔、注浆

注浆前对管口采用速凝水泥进行封孔,管棚注浆施工采用制浆机制浆、灌浆泵配合注浆机注浆,水泥浆水灰比0.8:1~1:

1,灌浆压力采用初压0.5~1MPa、终压1~1.5MPa,注浆过程中要随时观察注浆压力及注浆泵排浆量的变化,分析注浆情况,防止堵管、跑浆、漏浆,并注意及时对孔口进行补充封堵。

(二)土洞段开挖支护施工方法

(1)洞内管棚施工

钻孔采用管棚钻机进行,钻机平台采用开挖料回填至距顶部管棚孔高度3.8m,钻孔从高孔位向低孔位进行,平台高度可根据钻孔高度适当调整。

钻孔孔径140mm,孔深9m,环向孔间距在洞口及下穿90#以色列国家公路加强支护段30cm,且孔深加至11m,其他土洞段环向间距50cm,钻孔角度 5° 。

钻孔前由测量队进行放样,在掌子面孔位放样的同时,标记钻杆尾部在拱顶投影的位置,钻机就位时用于控制钻孔的水平方向,或者在管棚钻机后放置控制点模板,用激光臂来控制角度。

钢管利用机械辅助人工安装,钢管采用热轧无缝钢管 $\phi 108*6\text{mm}$,长度9m,钢管尖端呈尖锥状,管壁四周梅花形布置 $4*\phi 16\text{mm}$ 压浆孔,压浆孔间距100cm;在加强支护段管棚安装完成后在钢管内插入4根 $\phi 20$,L=11m的钢筋、注浆管及出气管并对管口用速凝水泥进行封堵。

管棚注浆施工采用制浆机制浆、灌浆泵配合注浆机注浆,水泥浆水灰比0.34:1~0.44:1,灌浆压力采用初压0.5~1MPa、终压1~1.5MPa,注浆过程中要随时观察注浆压力及注浆泵排浆量的变化,分析注浆情况,防止堵管、跑浆、漏浆,并注意及时对孔口进行补充封堵。

对管棚管进行编号,分单双号施工,待单号孔注浆完成后再次钻双号孔,注浆顺序由两侧从下往上注浆。

(2)玻璃纤维锚杆施工

掌子面玻璃纤维锚杆长度15m,环向间距1.5m,搭接长度7m。杆体由玻璃纤维制成,外径 $\phi 24\text{mm}$,抗拉强度800MPa。注浆材料采用普通水泥单液浆,浆液配比W:C=0.5:1~1:1。利用钻机钻孔,采用人工配合机械下入玻璃纤维锚杆到设计位置后,进行孔口封闭。利用注浆机通过注浆管在玻璃纤维锚杆孔中注浆,注浆压力0.2MPa,注浆完成后,待强达到设计值后进行下步开挖。

(3)土洞段机械开挖及支护

采用分层开挖,上层开挖高度5m,人工配合机械开挖。开挖完成后初喷5cm厚度钢纤维混凝土封闭掌子面,再安装钢筋网、架立钢拱架(包括临时仰拱),复喷混凝土至设计厚度;最后一榀钢拱架离掌子面距离不超过1.9m。

为控制开挖质量,在开挖前进行开挖轮廓线放样,并在轮廓线外10cm处涂漆标记,开挖时控制在轮廓线以内,开挖周边轮廓时采用小型挖掘机施工,禁止超挖。上下层开挖掌子面的距离约为30m~45m,为减少下层开挖对上层开挖施工的影响,下层开挖利用上层管棚施工时段进行。

(4)钢拱架施工

钢拱架在洞内组装、人工配合机械进行安装。钢拱架安装顺序,钢拱架采用I18工字钢按照规范和施工技术要求制作,型钢拱架与连接钢板采用焊接连接,连接钢板之间采用螺栓连接。相邻钢拱架之间采用 $\phi 25@1\text{m}$ 的纵向钢筋连接。临时仰拱采用连接板加螺栓的方式固定在钢拱架的上半圆上。在临时仰拱拱架连接处覆盖塑料薄膜以防止喷混时混凝土覆盖,影响后续下层安装工作。

参考文献

[1] 黄勇. 岩滩水电站扩建工程尾水隧洞施工安全控制[J]. 红水河, 2014, 33(04):21-24.