

# 全断面针梁式钢模台车在拉洛水利枢纽工程中的应用

肖梦奇, 赵久海, 郑俊杰

(中国人民武装警察部队水电第九支队, 四川 成都 611130)

**摘要:**拉洛水利枢纽泄洪洞的混凝土衬砌质量对后期截流与泄洪影响重大。由于施工工期较紧,洞衬有效施工时间仅为3个月,为满足施工进度要求,泄洪洞渐变段衬砌混凝土采用组合钢模板立模浇筑,标准段衬砌混凝土使用2台12 m长的全断面针梁式钢模台车浇筑。台车由泄洪洞出口组装进洞,浇筑顺序为从隧洞中间的26#段分别向进、出口浇筑。介绍了泄洪洞混凝土衬砌中台车的施工方法及工艺,对类似工程施工具有一定的借鉴意义。

**关键词:**拉洛水利枢纽;隧洞;混凝土衬砌;钢模台车

中图分类号:TV53;TV7;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)增1-0041-03

## 1 概述

拉洛水利枢纽位于西藏日喀则地区萨迦县境内,枢纽建筑物由沥青混凝土心墙砂砾石坝、泄洪发电隧洞、溢洪道、拉洛电站、德罗引水隧洞等组成。泄洪发电洞布置在右岸,为有压隧洞,断面为圆形,洞径5.4 m,全长576.35 m。隧洞在轴线平面上呈直线型,进口底部高程4 265 m,出口高程4 255 m。洞身围岩类别为IV类及V类,分别长340.5 m、235.85 m。IV类围岩段衬砌厚度为50 cm,V类围岩段衬砌厚度为60 cm。

## 2 施工布置

### 2.1 供水

该工程所用夏布曲水量充沛,水质优良,故该工程用水水源采用夏布曲水。使用潜水泵( $Q = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H = 60 \text{ m}$ ,  $P = 30 \text{ kW}$ )抽水。泄洪洞进口设1#水池供水,出口设2#水池供水。

### 2.2 供电

该工程1#变压器布置在大坝下游右岸泄洪洞出口附近,供应泄洪洞出口工作面,变压器容量为1 250 kVA。2#变压器布置在大坝上游右岸泄洪洞进口附近,变压器容量为1 250 kVA,供应泄洪洞进口工作面。同时,在拌和系统和施工现场配置了一定容量的柴油发电机用作备用电源。

### 2.3 混凝土拌和系统

在泄洪洞出口和拉洛厂房之间布置了一套90拌和站作为主要供料点,同时辅以左岸雪日巴

塘料场的60拌和站作为辅助供料点。

### 2.4 台车组装场地

全断面钢模台车在洞外组装,组装后行走进入洞内工作面。为便于进洞施工,该工程台车组装场地设置在泄洪洞出口控制段,场地面积根据台车尺寸确定。

## 3 台车构造

台车一般由模板总成、托架总成、平移机构、门架总成、主从行走机构、侧向液压油缸、侧向支承千斤、托架支承千斤、门架支承千斤等组成。台车有关结构和液压、电气等系统的设计应考虑其在高程4 300 m的隧洞中正常运行。同时,设计时应充分考虑混凝土最大衬砌厚度及可能存在的超挖值(约30 cm)。该台车为全液压电动台车,断面直径为 $5.4 \text{ m} + 0.04 \text{ m} = 5.44 \text{ m}$ ,衬砌厚度按90 cm设计,台车针梁采用桁架结构,桁架总长约27 m,模板总长12 m,施工搭接10 cm,模板面板厚度为10 mm,工作窗外形尺寸为 $40 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ ,工作窗采用品字形布置,在止水位置以下配设挡头模板(图1)。

## 4 施工方案

因工期紧、任务重且泄洪洞衬砌混凝土施工作为关键线路将影响后期截流及顺利通水,为此,最终决定采用2台全断面针梁式台车进行混凝土衬砌施工,以确保工程质量,满足工期要求。

### 4.1 施工流程

洞衬混凝土施工流程包括:测量放线、断面检

收稿日期:2016-05-04

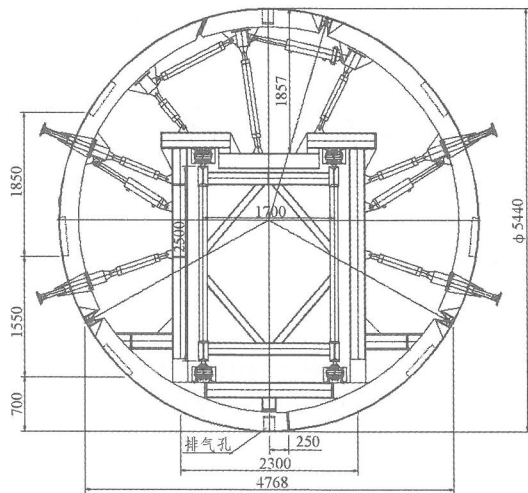


图1 全断面针梁式钢模台车断面示意图  
查处理、洞渣清理开挖、绑扎钢筋、台车就位、止水  
埋件安装、验收、混凝土浇筑及养护等(图2)。

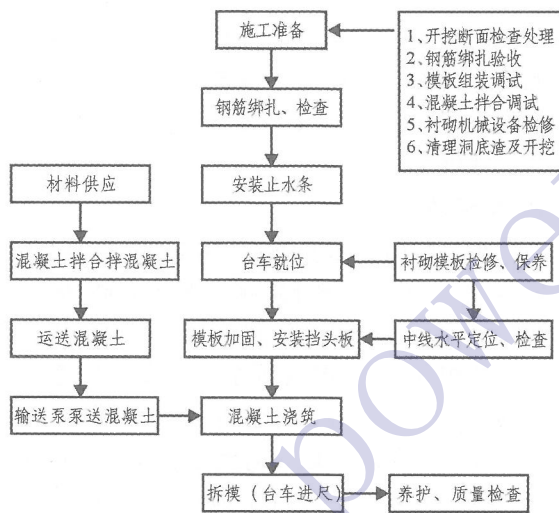


图2 施工工艺流程图

#### 4.2 施工工艺

##### (1) 测量放线。

测量中线及水平标高,根据混凝土衬砌厚度检查开挖断面,绘出开挖断面图,处理不合格的部位,泄洪洞混凝土衬砌厚度为50~60 cm。

##### (2) 钢筋加工。

提前将需衬砌段的钢筋严格按照钢筋大样图进行下料、弯制好并做好防锈工作,按钢筋编号进行堆放。隧洞主体工程设计全部采用三级钢筋,洞身钢筋根据断面形状及钢筋图进行配筋。钢筋的施工工艺见图3。

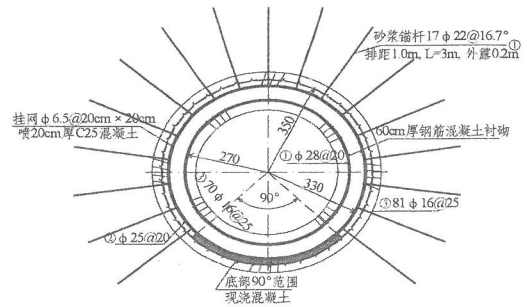


图3 钢筋施工工艺流程图

##### (3) 模板组立。

①泄洪洞洞室标准段衬砌立模采用全断面针梁钢模台车(12 m),渐变段采用组合钢模板。

②为保证模板结构的承载能力,防止其在一定条件下出现脆性破坏,应根据模板体系的重要性、荷载特性、连接方法等不同情况选用适合的钢材型号和材性,且宜采用Q235和Q345钢。

③隧洞模板应按模板编号顺序吊装就位,并将模板边缘的角钢用连接板和螺栓进行连接。合模后采用千斤顶升降模板的底沿,将其调整到设计标高并用斜支撑和垂直支撑调整模板的水平度和垂直度后再将螺栓拧紧。

##### (4) 台车定位。

①台车定位前进行测量放线,采取控制关键点的方法(即拱脚点和拱顶中点),确定关键点坐标并进行打点,以确保台车工作位置的轨道轨面标高正确,轨道相对泄洪洞中心线对称;

②台车就位后进行控制点位复测,检查台车控制点是否在指定的坐标上,复测无误后锁紧行走系统并固定台车;

③台车定位完毕关好前后挡头模板,台车四周及内部使用千斤顶进行支承固定,台车底部采用麻袋装填渣料压底,防止混凝土浇筑时台车上浮。

##### (5) 混凝土搅拌及运输。

混凝土搅拌站由专人搅拌,匹配试验员监督混凝土的搅拌和使用,运输采用8 m<sup>3</sup>和6 m<sup>3</sup>混凝土罐车。

①原材料:水泥采用散装42.5普通硅酸盐水泥。水泥放在水泥料仓内,仓内储存的水泥不少于两仓衬砌混凝土所需的水泥用量,水泥的存放严格按标准管理,做好防潮工作。使用前进行复检,过期、受潮的不合格水泥坚决不允许使用。

细骨料:骨料颗粒坚硬、耐久,强度、粒径、形

状及级配等满足规范要求。

粗骨料:骨料坚硬、耐久、洁净,表面无覆盖物,粒径、形状、压碎值指标、级配等满足规范及泵送要求。

外加剂:所采用的泵送剂、粉煤灰、微纤维、硅粉等外加剂必须通过试验确定其品种和掺量,其添加采用容器准确计量。

②配合比:由试验室现场取样,通过试验进行配合比设计。在选定配合比时注意水灰比、坍落度等各项指标既要满足设计强度,又要满足规范中对钢筋混凝土、泵送混凝土的有关要求。

③计量:计量精度应满足规范要求,拌和机设自动计量装置。砂、石料均需按施工配合比严格计量,自动计量仪由专职试验人员操作,其他人员不得随意操作。

④混凝土搅拌:将粗骨料、细骨料、水泥、外加剂和水搅拌成均匀的混凝土。出料时,不应有离析现象出现,混凝土拌和时间应与规范规定的时间相符。

⑤混凝土的运输:采用  $8\text{ m}^3$  和  $6\text{ m}^3$  混凝土罐车运输混凝土,保证在运输过程中不离析、不漏浆运至混凝土泵,然后用混凝土泵泵送入仓,泵管从台车预留口泵入仓内,将混凝土泵尽量布置在台车附近,以减少泵管铺设长度,减少堵管的几率和拆装泵管的工作量。

#### (6) 混凝土浇筑。

①浇筑采用混凝土泵入仓,分仓分段连续浇筑;

②浇筑前 12 h 会同指挥所质检人员和监理人对混凝土浇筑部位的准备工作进行详细检查,检查内容包括地基处理、浇筑面的清理以及模板、钢筋、插筋、冷却水管、灌浆管路、止水、观测仪器和其他预埋件等永久设施的埋设与安装是否符合合同施工图纸的要求;为混凝土浇筑所需的运输和装卸设施、浇筑仓面设施和混凝土温控措施等施工准备工作是否均已就绪。经检查合格后,方可进行混凝土浇筑。

③灌注时按设计要求预埋好灌浆管并作好防护,防止堵塞。应将混凝土入模温度控制在  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ~  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$  之间。按照左右对称、分层浇筑的方法浇筑并成辐射状不间断浇筑。

④混凝土灌注到最后封顶时,控制好泵送压

力,以保证混凝土封顶密实并防止压力过大损坏模板,可以通过输送泵压力表读数控制泵送压力。

⑤当混凝土灌注到距离窗口下边 5 cm 时需关闭窗口。窗口关闭应严密,不得有缝隙,以保证混凝土表面平整并防止漏浆。

⑥混凝土浇筑的振捣应遵守 DL/T5144 - 2001 中第 7.3.9 条的规定执行。混凝土浇筑应先平仓、后振捣,振捣时间以混凝土粗骨料不再显著下沉并开始泛浆为准,应避免欠振或过振,振捣设备的振捣能力应与混凝土仓面面积浇筑循环时间相适应。对底部混凝土应加强振捣,振捣时振捣棒应插入下一层混凝土 5 cm。

#### (7) 接缝的处理。

泄洪洞与进、出口闸室的连接缝采用两道紫铜片止水,其余洞身分缝采用一道紫铜片止水和一道遇水膨胀止水条止水,衬砌结构缝的宽度均为 2 cm。止水焊接采用搭接或双面焊接,搭接长度不小于 20 mm。焊接完毕,经渗透试验检验合格后方可使用。止水片须按设计位置跨缝对齐进行安装并用托架、卡具定位,以确保在混凝土浇筑过程中不产生变形或位移。止水片水平铺设时应确保止水带下部的混凝土振捣密实。安装或固定止水条时,不得在止水带上穿孔,且不允许有拉筋、钢筋或其它钢结构与止水相碰接。止水铜片的凹槽部位须用沥青麻丝填实,安装时应严格保证凹槽部位与伸缩缝位置一致,骑缝布置。

#### (8) 拆模及混凝土养护。

按规范要求,当混凝土强度达到拆模要求后须经监理工程师批准后方可拆模。每块模板拆卸后对其表面应进行清理、整修、涂好脱模剂,堆码好以备下仓使用。必须做好混凝土温度的检测。由于西藏地区昼夜温差较大,当温度低于  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  时必须采取保温措施,温度较高时应进行洒水保湿。混凝土养护时间不少于 14 d;混凝土的质量检查(外观和强度)按规范要求以及有关试验规程进行。

### 5 质量控制要点

(1) 台车定位和模板组立前应做好测量放线工作,采取控制关键点位的方法确保台车、模板位置及标高准确。

(2) 模板和台车应固定牢固,台车底部采用

(下转第 59 页)

过小);转向器内主、从动啮合部位间隙过大或主、从动部位轴松旷;左、右前轮主销后倾角或车轮外倾角不相等;转向盘与转向轴连接部位松旷;制动鼓与制动摩擦片间隙调整不均匀(一边过紧,一边过松);转向垂臂与转向垂臂轴连接松旷;钢板弹簧一边折断,造成两边弹力不等;直、横拉杆球头连接部位松旷;转向节或转向节臂弯曲变形;直、横拉杆臂与转向节连接部位松旷;前轴或车架弯曲或扭转;转向节主销与衬套磨损后松旷;左右两边轮胎气压不相等(一边偏高,一边偏低);车轮轮毂轴承间隙过大;车架变形或左、右轴距不相等;转向车轮轮胎气压不足;转向器齿轮调整不良或损坏;前轮毂轴承调整不当,左、右轮毂轴承松紧度不一致;前轮定位失准。

### 3.2.3 故障诊断与排除

①检查左、右前轮轮胎气压是否一致。如果是在换上新轮胎后出现跑偏现象,则应检查左、右轮胎规格以及轮胎花纹是否一致。

②用手触摸跑偏一侧的制动鼓和轮毂轴承部位是否发热。若发热,说明制动拖滞或是车轮轮毂轴承调整过紧,造成出现一边紧一边松的现象。

③测量左右轴距是否相等;更换轴承或调整轴承紧度;更换球头;调整转向器齿轮啮合间隙或更换损坏的齿轮。

(上接第 43 页)

麻袋装填渣料压底,防止浇筑过程中台车上浮。

(3) 试验室做好混凝土塌落度及和易性控制,确保混凝土施工质量。

(4) 控制好混凝土浇筑温度,同时保证浇筑施工的连续性。

(5) 严格控制泵送压力,保证混凝土封顶密实,同时防止压力过大造成模板损坏。

(6) 做好混凝土温度监测,采取必要的保温、保湿措施。

## 6 结 语

拉洛水利枢纽泄洪洞衬砌施工洞内渐变段采用组合钢模板立模浇筑,标准段采用 2 台钢模台车浇筑,能够满足施工工期要求。衬砌施工质量

④检查前钢板弹簧有无折断,前轴是否变形;按标准充气;检查并调整前轮定位;调整转向器或更换损坏的齿轮。

⑤若以上情况均为正常,应对前轮定位进行检查调整。由上述可知:影响汽车操纵和行驶性能的故障因素很多与车桥有关,因此,在分析判断故障时,必须明确汽车操纵的稳定性主要取决于前轮定位的准确程度。前轮定位调整不准确、前桥各配合部位松旷、非独立悬架前轴的变形、独立悬架支撑架、摆臂、稳定杆与支撑架的变形以及车架的变形都会破坏前轮定位的准确性,产生一系列故障,继而影响汽车操纵的稳定性和轻便性。

## 4 结 语

转向系对车辆的使用性能影响很大,直接关系到车辆直线行驶的稳定性和行驶转弯时的灵活性。因此,做好车辆转向系统检测和故障的及时发现、排除工作,直接关系到车辆的行驶安全和抢险应急救援各项任务的完成。

### 作者简介:

赵占旺(1986-),男,青海西宁人,助理工程师,学士,从事水电工程机械设备管理;

沈楠(1983-),男,河北涿源人,工程师,学士,从事水电工程抢险及物资装备工作。

(责任编辑:李燕辉)

控制的关键在于浇筑过程控制。在其施工过程中应主要做好模板、钢筋、止水埋件的定位,浇筑过程控制是重点,后期养护亦对施工质量至关重要。笔者介绍的全断面针梁式钢模台车施工技术及衬砌施工过程控制可为同类工程施工提供借鉴。

### 参考文献:

[1] 建筑施工模板安全技术规范, JGJ162-2008[S].

### 作者简介:

肖梦奇(1991-),男,湖北孝感人,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

赵久海(1977-),男,吉林长岭人,高级工程师,硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

郑俊杰(1989-),男,山西太原人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)