

# 溢洪洞混凝土专项施工方案

薛 刚

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710065

**摘 要:** 溢洪隧洞底板砼施工也是中国水利建设的一项难点, 溢洪洞底板砼施工中, 施工技术人员是十分重要的, 但同时施工条件、施工装备、工程人员的施工能力等也将对施工时间造成一定的限制。该文根据韩城市侯家峪水电站的特点, 进行了水工溢洪洞底板砼浇筑关键技术的研究, 以供有关技术人员借鉴。

**关键词:** 工程方案; 施工程序; 施工方法

## 1 工程概况

韩城市侯家峪水电站, 是一个具备乡镇人民基本生活饮用水和农用灌溉能力的Ⅳ等小(1)型水利枢纽项目。韩城市侯家峪水库的建设工程主要包括水坝、导流放水洞、溢洪洞、交通建筑、输浆管线、机械安装以及金属结构、电力和自动监控系统等基础建设工程。

溢洪洞位于大坝左侧, 由引渠段, 控制段、渐变段、洞身段, 出口挑流段和明渠段组成, 桩号0-033~0+281, 总长为314m<sup>[1]</sup>。

## 2 施工方案

### 2.1 引渠段和控制段

基础处理使用1.0m<sup>3</sup>挖掘机, 结合人工进行基本处理。模具使用组合钢模板与木模具有机地结合, 底板与侧壁使用型钢纵横围檩加固的钢架对支撑, 顶部则使用胶合板与模板满堂式架支撑。钢直径和模具在木等生产厂房集中加工制造, 由5t载重汽车运输至施工现场, 由人工配合的25t汽车吊运输至作业面, 人工装配。水泥使用10m<sup>3</sup>的混凝土槽车运至施工现场, 垫面水泥则使用溜槽粮食进粮仓, 其余的水泥混凝土则使用车打进仓,  $\phi 50$ 、 $\phi 70$ 软轴插入式振捣机具或平板振捣器每点, 人工收面。控制段块岩砼中的块石, 由20t型自卸车运输至施工现场, 由1.0m<sup>3</sup>挖掘机与ZL50机械车联合人工进仓<sup>[2]</sup>。砼按原设计分缝划片法施工, 每块按底板、侧壁各一个仓浇筑, 混凝土采取跳仓法施工。

### 2.2 渐变段

对于混凝土的施工, 采用10m<sup>3</sup>砼罐车运输至工程现场, 而垫层混凝土则采用ZL50装载机运送至洞内并直接倒入仓中。其余部分的混凝土浇筑则采用HBT90型拖式泵进入仓内, 然后使用 $\phi 50$ 和 $\phi 70$ 软轴插入式振捣器和平板振动器进行振捣, 人工收面。

### 2.3 洞身段

混凝土由砼罐车运输至洞口, 垫层混凝土则采用装

载机运至洞内直接入仓。余下的混凝土则采用拖式泵送入仓, 并用软轴插入式振捣器和平板振动器进行振捣, 最后通过人工处理表面<sup>[3]</sup>。

### 2.4 出口挑流段和明渠段

混凝土采用10m<sup>3</sup>砼罐车运输至施工现场, 垫层混凝土采用ZL50装载机运输至现场直接入仓, 其余混凝土采用汽车泵入仓,  $\phi 50$ 、 $\phi 70$ 软轴插入式振捣器及平板振捣器振捣, 人工收面。砼按设计分缝分块浇筑, 每块按底板、侧墙各一仓施工, 采用跳仓法浇筑。

## 3 施工程序及施工方法

### 3.1 施工程序

溢洪洞混凝土计划分4段施工<sup>[4]</sup>。

洞身模筑衬砌由出口向进口进行衬砌, 洞身模筑衬砌的每段分为二仓次进行, 先是进行底板砼施工, 再进行边墙和顶拱。底板施工采取组合钢模板浇筑, 边墙和顶拱则通过一组钢模衬砌的台车由出口向进口方向施工, 分仓的长度则按设计分缝六m一仓内完成。

### 3.2 施工方法

#### 3.2.1 基础清理

根据基础部位的岩性不同, 进行基础清理。采用挖掘机配合人工清理基础面, 人工采用风水枪冲洗基础岩面。

#### 3.2.2 垫层浇筑

进行基础的联合检查和验收合格后进行垫板施工, 并使用10m<sup>3</sup>水泥槽车运送粮食至建设施工现场, 溢洪洞内使用ZL50装填手搬到坑内作业面直接粮食进入粮库, 倒退法施工垫板混凝土, 溢洪洞外使用斜沟粮食直接进入粮库, 人工进行平仓工作, 使用振捣器将每点密实, 并进行收面、养护等工作<sup>[5]</sup>。

#### 3.2.3 钢筋制作

溢洪洞的混凝土为HRB400E和HPB300的最大直径。钢筋安装时, 对不同型号、不同型号的钢筋分批进行的检测。对经检验合格的钢材原料, 根据不同级别、

牌号、规格和生产厂家挨批、分级存放，并派专人负责管理。在钢材加工之前，要做好对钢材的调直、清污和除锈等处理。按照建筑图样以及分仓的形式进行加工配料，并由技师制作钢筋直径下材表。

### 3.2.4 钢筋运输

钢筋大直径运输使用5t载重汽车，由木等生产工厂直接运输至施工现场，溢洪洞内通过人工抬运至作业面。钢筋施工时通过一个简易的钢筋台车捆扎钢筋直径，并行驶于混凝土台车前面。钢筋台车主体由底座、上部的钢排架构成，底座由I20工字钢条连接而成，并配备六个行走轮，前部通过倒链牵引，并定位牢固，以避免在钢筋安装过程中滑落；上部排架采用Φ50钢管搭设，并在工作面满铺竹跳板并与排架固定，台车四周及下面围上安全网，再自下游向上游逐仓绑扎边顶拱钢筋<sup>[1]</sup>。

### 3.2.5 钢筋安装

钢筋捆扎在安装前先根据原设计的图纸钢筋间距进行排距，并在垫层混凝土上标记，再再进行绑扎焊接，严格控制钢筋直径间距，满足施工图纸规定。模板架设完毕要进行验筋，使钢筋正确定位，并在钢筋与模板之间按砼保护层厚度预制砼垫片支撑，以使砼保护层强度达到工程要求。

### 3.2.6 模板制作

模板的总体规划确保了模板构件具有充分的稳定性、刚度和强度，且具有充分的密封性，并能够经受混凝土粮食进入粮仓时和砼振捣的侧向压力、震动力，将模板位移限制在标准和设计的规定范围内，以保证混凝土构件外形尺寸精度。

洞体衬砌型混凝土的所用模具类型主要包括：大钢模站台门、组合钢模板、钢木复合模具等类型<sup>[2]</sup>。

#### (1) 模板规划

- ①底板、边墙混凝土采用组合钢模板。
- ②侧墙及顶拱混凝土衬砌采用钢模台车。
- ③堵头模板采用木模板。

④洞身渐变段采用木模板，在洞口外的预拼装满足要求后，对模块进行编号，并按顺序在洞口内支护。利用满堂架加以支撑。

#### (2) 模板施工

##### ① 施工程序

模板设计、制造→测量及放线工作→搬运→装配→模板的校正及复测→混凝土浇筑→拆模及维护→下一循环工作<sup>[3]</sup>。

##### ② 组合钢模板

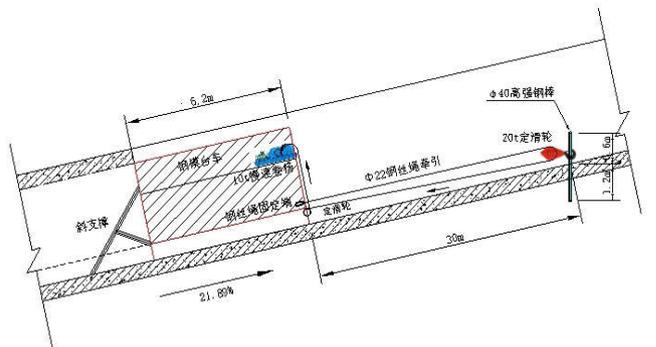
底板为带60cm的边墙混凝土用组合钢模板，通过边

墙工字钢管和拉锚筋连接，在模板外通过钢纵横围檩固定，并用凤蝶卡对钢管和楼板加以定位。

### ③ 钢模台车

洞身边墙体和顶拱混凝土之间用大钢模板台车支撑，大钢模衬砌的台车模板每圈由二侧边墙体和顶拱模板所构成，每一次混凝土长6m，衬砌台车宽度为6.2m，面板厚8mm，整体重26t。长度方向为搭接零点0.2m，与底板的边墙间搭接距离0.1m。应按边顶或拱的不同，分别设置进料窗、观察窗口、共振捣窗等<sup>[4]</sup>。

底板在施工前已预埋了二条直径为1.5m的Φ30高强螺栓，外露高度50cm；10t型慢速卷扬机安装在钢模台上面，以Φ22钢丝绳和上游底板；的预埋Φ30蜗杆连接，由卷扬机牵引台车运行；另在平台的下部，以2个10t导链连接Φ22钢丝绳，单独引出台车，作为卷扬机断绳的措施。同时由于台车自带行走轮，所以为了避免台车的行走过程中失控，在下方安装了导轨，并将导轨与钢板相连。月台闸门的高度调好后，先使用轨道限位器，再后端使用钢斜支架撑在地面上使月台闸门重新定位。由钢模台车的牵引、支撑过程如图显示。



钢模台车牵引、支撑图

钢模台车在液压控制系统关闭后，将模板内收，与混凝土分开，此时检测周边状况，一切正常后准备钢模台车继续运行<sup>[5]</sup>。先敷设标准铁轨，再按已测量定位的标准铁轨线路方向敷设钢板或三十轻轨轨道，并与底板混凝土固定牢固。检查卷扬机正常工作后，缓慢启动卷扬机并继续运行，原轨道限位器也不能拆除，在钢模台车运行过程中，后部支承柱要与基础混凝土完全接触以支撑，在站台门行走完毕后，尽快设置限位器，并以2条10t型导链牵引，使钢丝绳按长度受力，并使后斜撑与基础粘结更紧密。

钢模台车牵引力验算：

钢模台车自重26000kg，即重力 $G=mg=26000 \times 9.8=254.8\text{KN}$ ；

动摩擦系数：钢模台车行走轮与钢轨之间摩擦系数 $\mu=0.15$ ；

Φ22钢丝绳牵引力：最小破断拉力252KN；

10t慢速卷扬机额定牵引力：100KN；

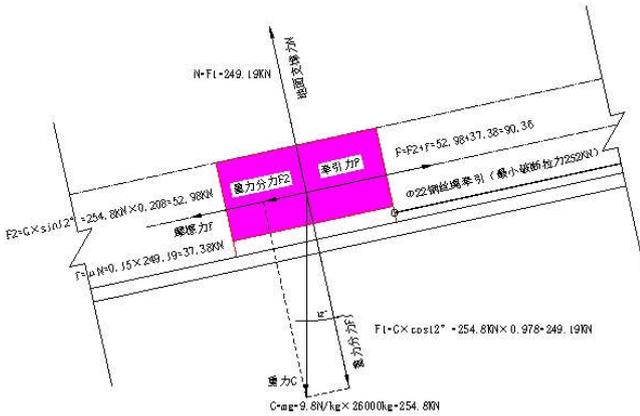
10t导链额定牵引力：100KN<sup>[1]</sup>。

钢模台车行走过程中受力图如下：

经计算，钢丝绳所受牵引力 $F=91.92\text{KN} < 100\text{KN}$ 。

所配置10t慢速卷扬机满足牵引力要求。

钢模台车行走过程中牵引力分析计算如下图：



### 3.2.7 混凝土浇筑

洞身模筑衬砌由出口对进口进行衬砌，洞身模筑衬砌的每段分为二仓进行施工，先完成基础和60cm边墙的钢筋施工，再再进行边墙和顶拱。

洞体砼用硅粉钢筋砼模筑衬砌，按工程设计要求为每立方砼添加32.7/kg硅，在拌制站设置了2人人工加硅粉，砼搅拌时间也相应延长30S。洞身段混凝土结构分为两层衬砌，边壁和顶拱的模板采用钢模衬砌台车，底板使用组合钢模板进行施工<sup>[2]</sup>。先把底板水泥施工完毕，再安放台车轨道，台车到位后，用堵头模板封堵。全断面模筑衬砌段边顶拱施工时由钢模衬砌段台车模板上预留的工作窗口进料，而边墙模筑衬砌段混凝土泵管从模板上部进料，采用分层摊铺的方法施工，各个分层摊铺的厚度为30~40cm，在两边均匀出料，并均匀上升，砼浇筑采用手持式Φ50软轴振捣器每点，底层砼浇筑超前边顶拱<sup>[3]</sup>。

侯家峪水库主要依靠地下水作为补给源，而流域内自

然降水量有限，规模和结构不平衡，水质受到一定影响。采用溢洪洞混凝土专项施工方案可以有效保障水库的储水质量，避免水质污染和浑浊，确保供水用水的安全性。这种施工方案利用先进的技术和材料，可大大提高水库的防洪能力，相较于传统的土石工程具有更大的承压和抗震能力，并可延长水库的使用寿命和稳定运行。

溢洪洞混凝土专项施工方案可以利用现代技术和材料，大大提升水库的防洪能力，避免了传统土石工程可能遭遇的土石坍塌、溃坝等事故，增强了水库的承压和抗震能力<sup>[3]</sup>。

采用溢洪洞混凝土专项施工方案，可提高水库的安全性和使用寿命。该方案避免水库建设中可能出现的问题，如渗漏、冲刷、灌浆不均等，从而确保水库长期稳定运行。

### 结语

溢洪隧洞底板砼浇筑技术是对水利工程施工安全的重要保证，但同时底板砼浇筑技术也是工程施工中的重要问题与难点。所以，有关工程技术人员的施工应当按照项目的实际状况选用合理施工工艺，并在施工过程中严格地按照施工部门所规范的技术标准进行作业，从而保证了施工品质。

### 参考文献

- [1]刘学峰, 黄玲水工溢洪隧洞底板混凝土施工技术[J].低碳世界, 2019, 03:120-121.[2017-08-15].DOI:10.
- [2]鲁浦吐拉.木提里浦溢洪洞底板混凝土施工技术措施的研究[J].黑龙江水利科技, 2019, 4504:65-66+91.[2017-08-15].DOI:10.
- [3]党莉, 程壮, 董艳华, 等.江坪河水电站溢洪洞洞室及出口边坡稳定性分析[J].水力发电, 2019, 38(10):21-23.
- [4]张锋.浅谈冯家山水库非常溢洪道改建隧洞工程的施工技术[J].陕西水利, 2011, 05:92-94.
- [5]周隆基浅谈隧洞工程施工质量控制管理[J].华章, 2012, 36:340.