

# 涪天河水库 1#泄洪洞进水塔滑模施工技术

徐申飞

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i3.6628

**[摘要]** 文章以涪天河水库扩建工程为例,探讨了滑模浇筑施工技术。涪天河水库扩建工程位于永州市江华县东田镇,是一项以灌溉、防洪、补水为主的大型水利水电综合利用工程。1#泄洪洞位于右岸山体中,进水塔 EL285.65~EL320.0 段采用滑模施工,高 34.35m。与支模施工相比,可以最大限度减少施工缝,提高混凝土整体性;避免重复搭拆工作,进度更快,工效更高,节约人力物力。

**[关键词]** 滑模;千斤顶;滑升;水利水电工程

## Construction technology of sliding mode of water tower of 1 # flood spillway tunnel of Centitianhe Reservoir

Xu Shenfei

Sinohydro 11 Limited

**[Abstract]** Taking the expansion project of Centianhe Reservoir as an example, this paper discusses the construction technology of sliding form pouring. The reservoir expansion project is located in Dongtian Town, Jianghua County, Yongzhou City. It is a large-scale water conservancy and hydropower comprehensive utilization project mainly focusing on irrigation, flood control and water supply. 1 # spillway tunnel is located in the mountain on the right bank. The inlet tower EL 285.65 ~ EL 320.0 is 34.35m. Compared with the formwork construction, it can minimize the construction joints and improve the concrete integrity; avoid duplication and demolition, make faster progress, higher efficiency and save manpower and material resources.

**[Key words]** sliding form; jack; sliding rise; water conservancy and hydropower project

### 一、工程概况

涪天河水库扩建工程位于永州市江华县东田镇,是一项以灌溉、防洪、补水为主的大型水利工程。该工程总库容 15.1 亿立方米,正常蓄水位 313.0 米。1#泄洪洞是该工程的主要泄洪通道之一,位于右岸山体中,采用有压短管形式,全长 573 米,底宽 10 米,高 12 米。考虑到 1#泄洪洞 EL285.65~EL320.0 米高程段为等截面结构,采用滑模施工比传统支模施工更有利于保证质量,且工期短。滑模由钢结构和面板组成。钢结构承担滑模自重及混凝土重量,采用桁架结构;面板采用 6mm 厚钢板。滑模长度 34.35 米,宽 10 米,顶部有滑升装置,可以连续前进施工。施工流程为首先搭建滑模基础,然后组装钢结构,再安装面板,验收完成后浇筑混凝土,滑升模板,安装钢筋,补浇混凝土,重复以上动作直至浇筑到顶。这种连续施工方式可以最大限度减少施工缝,提高混凝土质量。采用滑模施工是 1#泄洪洞进水塔 EL285.65~EL320.0 米段最适宜的施工方案,有利于保证工程质量和提高施工效率,为该水库工程提供了可靠的泄洪通

道。

### 二、滑模结构设计

滑模结构是涪天河水库 1#泄洪洞滑模施工的关键部分,其设计科学合理直接影响施工质量和效率。本项目采用液压调平内爬式滑升模板,这种模板结构设计合理,便于加工和重复使用,有利于提高施工效率。整个滑模采用钢结构,各构件之间采用焊接连接,形成一个刚性整体,满足强度和稳定性要求。模板采用 6mm 厚钢板加 50×50×5mm 角钢筋肋制作,上下相差 3mm 有利于脱模。模板与桁架梁采用螺栓连接,便于拆装。模板质量直接影响混凝土质量。1m×1m 矩形的角钢围圈支撑和加固模板,使模板形成整体。采用“F”型和“开”型两种提升架,“F”型用 18 号槽钢组合,“开”型用 18#工字钢立杆和 14#槽钢横梁,通过计算满足强度和刚度要求,可承受整个滑模重量。操作盘采用 ∠100×10 和 ∠80×8 角钢桁架加 50mm 钢板或木板工作面,形成刚性网架结构,同时起到横向支撑模板作用。辅助盘悬挂在操作盘下方 2m,便于查看混凝土和修补。采用 Φ48×3.5mm

钢管作为支撑杆,下埋入混凝土作为筋,上通过液压千斤顶支撑整个滑模。并辅以液压控制系统和洒水管进行混凝土养护。总体设计合理、各部分协调,满足施工强度、稳定性和操作要求,有利于提高施工质量和效率,实现泄洪洞高质量施工。

### 三、模体制作与组装

模体采用钢结构制作,各构件在工厂加工成型后运至现场组装。组装顺序科学合理,首先施工支撑平台,利用脚手架或锚杆构成稳固的基础,保证模体组装的安全性。然后从下到上依次组装各构件。先组装桁架梁工作平台框架,形成基础结构。继而安装提升架,部分液压千斤顶,使模体具备起升能力。然后分别安装围圈和模板,确保混凝土浇筑的形态。铺设铺盘后,安装液压系统和辅助盘,使整个模体具备升降和监测功能。各构件之间采用螺栓连接,便于拆装。组装顺序科学,从下而上逐步组成一个完整的整体。模体制作与组装程序的把握,是成功施工的重要一环。

### 四、滑模施工

#### 1、施工准备

滑模施工是涿天河水库 1#泄洪洞工程中一个重要环节,为确保施工顺利进行,施工单位需要做充分的准备工作。施工前的准备工作包括对底板进行凿毛清洗,为模体定位提供条件。此外,还需要对滑模进行组装调试,检查各构件是否配合良好。同时开展测量放线工作,为模体定位提供依据。

#### 2、千斤顶 进行试验编组

千斤顶是支撑整个滑模的关键设备,需要对各千斤顶进行耐压试验和爬升试验,筛选出性能相近的编组在一起,以保证滑模升降的同步性。此外还需要备用部分千斤顶和必要零件,以应对可能出现的设备故障。

#### 3、滑模调试

在安装完千斤顶和液压系统后,进行多次升降试验,检查提升系统、液压控制系统和模板是否存在问题。同时观察盘面和模板是否出现变形,一旦发现问题及时排除,确保滑模齐全可靠。

#### 4、钢筋绑扎

根据滑模的工艺特点,采用套筒联接立筋,分布筋采用绑扎或丝套筒连接。爬杆代替部分立筋,且要求接头平整。这些工作都旨在保证钢筋施工与滑模升降同步进行。

#### 5、混凝土浇筑

涿天河水库 1#泄洪洞滑模施工中的混凝土浇筑施工需要保证混凝土的均匀下料和模板的均匀滑升,以满足滑模施工的要求。由于该工程地处山体,混凝土的水平输送能力受限,施工单位采取了混凝土泵车配合混凝土拖泵实现混凝土的垂直入仓,并在模体组装完成后在相应位置搭设混凝土泵管架子,将混凝土输送到滑模顶部进行浇筑。同时考虑利用后面山体,利

用混凝土输料管垂直入仓的方式来实现,下料管底部安装缓存器来防止混凝土分离。搭设混凝土分料槽实现混凝土在模体平台上的均匀分料。混凝土采用分层 30cm 一层进行浇筑,每层结束后使用 70 插入式振捣器进行振捣,初次滑升采取分 6 步进行,间隔滑升检查浇筑质量。正规浇筑和滑升采用每 2 小时滑升 30cm,1 日滑升控制在 2.5m 的速度。通过这些建设性措施,保证了混凝土的均匀下料和模板的均匀滑升,满足了该工程滑模施工的特殊要求。

#### 6、模板滑升

在模板提升过程中,专人负责观察千斤顶和爬杆情况,检查中心线和操作盘是否保持水平。浇筑过程设人观察混凝土表面,判断合理的浇筑高度和滑升速度。如听到“沙沙”声,混凝土出模后留 1mm 指印且能用抹子抹平,则表明滑升条件适宜。

#### 7、表面修整及养护

混凝土脱模后,施工人员会立即进行表面修整。当混凝土表面达到  $0.1 \sim 0.3 \text{MPa}$  的初凝强度时,使用抹子进行压平,修补表面不平整之处。此举可以保证混凝土外表平整度,为后续防护工作打下基础。同时,在辅助盘上设置了洒水管,对新浇筑的混凝土进行定期养护浇水。浇水频率按混凝土硬化程度适当调整。这有利于混凝土在适宜湿度下顺利进行水化反应和硬化,减少裂缝的发生。

#### 8、预埋件及预留处理

门槽和爬梯的预埋件,分别采用预埋钢板和预留钢筋改为一级钢两种方法。其中,预埋钢板方法是在模板上预先焊接好钢板,埋入混凝土内,使钢板表面与模板平齐,不突出混凝土表面。这样可以满足滑模顺利滑升的要求。预留钢筋改为一级钢方法是:将原预留钢筋改造,边滑升边进行钢筋安装,待混凝土初固后利用辅助盘将钢筋凿出,留下孔洞。两种方法都可以很好保证预埋件不影响滑模过程。此外,施工还进行了以下预留处理:门槽和爬梯位置均预留了安装孔洞,以便二期安装工作;滑模表面预留了修补缝隙的通道,以便边滑边修。

#### 9、停滑措施及施工缝处理

停滑时,每隔 0.5-1 小时将模板滑升 1-2 个行程,以缓解混凝土与模板的粘结。通常 4 小时后,混凝土基本不再与模板粘结。改模时,事先在模板预留改模缝,改模后将残渣清除。然后浇一层骨料浆或水泥浆,起到分离混凝土与新模板的作用。出现施工缝时,也预先在模板留出缝槽。复工前清理残渣,用水冲洗。然后浇一层骨料量减半的混凝土或水泥砂浆,再浇原配混凝土,以衔接两次浇筑。

#### 10、滑模控制

为保证门槽中心线不发生偏移,在门槽两端各悬挂 1-2 根垂线,利用垂线测量门槽中心,确保门槽垂直性,满足安装要求。利用千斤顶同步器进行同步提升,保证各区块同时升高,控

制模板水平度。同时,每升高1米左右,利用水准仪对模板进行水平检查。施工中如果发现模板偏斜,需要及时调整。方法是根据水准仪测量结果,利用千斤顶微调模板各个支点的高度,使模板恢复水平状态。如果偏差较大无法调整,需要停工拆除模板重新铺设。铺设时需要增加模板支撑点数,并利用钢丝绳预应力进行拉直,保证模板平整。

## 五、滑模拆除

### 5.1 布料系统拆除

工人需要系好安全带,以防意外。布料系统的主要组成部分如竹节筒、溜槽铁皮和支撑立柱需要分别拆除。拆除顺序按从上到下的顺序操作,以免影响下层部件。同时拆除时下方不允许有人,以保证工作安全。拆除的部件利用钢丝绳吊装,吊至合适位置暂存,待下一个模体组装结束后,这些部件可以回收再利用。

### 5.2 滑模模体拆除

由于模体体积大,重量也重,无法整体吊起。所以需要根据吊车的最大起重能力,对模体进行合理拆分。例如先拆除头顶和两侧的模板,然后再分段吊起模心和底模等主体部件。拆除过程需要结合吊车型号和起重能力,确保每个模体部分的重量都在其允许范围内,以保证工作安全。同时下方区域也需要清空,防止因部件落下造成第二次损害。拆除时要做好以下安全工作:

(1) 模体的拆除顺序及分块要对全体拆除人员进行技术交底;

(2) 成立专门的模体拆除指挥小组;

(3) 滑模停滑后对模体先进行滑空加固,利用槽钢垫到模体的桁架梁下面,槽钢与预埋的钢筋进行焊接固定;模体上沿利用钢筋斜拉固定;

(4) 凿除模体上粘接的混凝土以减轻模体重量;

(5) 模体上单件设备利用吊车先行吊下,不吊除的用10#铁丝固定牢固,模体需要拆解的部位,要仔细检查,确保连接全部断开;

(6) 模体要拆解的部分要结合吊车的安全起重量,且要留出足够的安全系数,确保拆除人员和吊车的安全;

(7) 被拆除的部分要根据现场实际情况选好起吊点,尽量使各起吊绳受力均匀,被吊物受力平衡;

(8) 起吊钢丝绳与模体接触部位要做好钢丝绳的保护措施,防止钢丝绳被割伤发生意外;

(9) 模体拆除时吊车先给钢丝绳加力,经检查各绳均匀受力后,再割除受力爬杆,爬杆割除过程中要不断调整吊车受力,使爬杆在不受力状态下割除,防止最后割除爬杆时,模体有大的起落晃动;

(10) 爬杆全部割断后,缓缓的提升起重设备,经检查确信没有连接后,把模体吊除,指挥人员目送;

(11) 模体最后爬杆割除要留在模体需吊移的外侧进行,操作人员不得在被拆除部分的模体内;

(12) 模体拆除时,非操作人员要远离施工现场,模体拆除后起吊运行范围内不得有人,经指挥把模体吊放到下一指定位置。

## 六、技术措施

滑模施工前,对混凝土的配方设计进行试验,测试混凝土的塌落度和初凝时间,确定适当的初凝时间范围,待试验结果符合要求后,正式开始施工。施工过程中,严格按照设计要求控制闸墩周边线的垂直度,每个滑升间隔进行测量,发现偏差及时调整。混凝土分层分片对称浇筑,每个滑升高度和时间控制在标准范围内。考虑到滑模特殊性,钢筋设置采取随浇随绑方式,并加强质量管理,如生产经理跟班制度、质量考核等措施,确保钢筋安装质量。同时,每层浇筑后露出最上层横筋,钢筋间距和接头设置符合规范,并接受监理单位监督。爬杆保护层设置在允许的厚度范围内,保证整个滑升过程中钢筋保护层厚度。施工现场备有足够的钢筋储备。班组交接应在工作面进行,了解上一班情况并制定本班工作计划。设备使用与维护也是重中之重,这些措施共同保障了滑模施工的技术质量。

## 七、结束语

本文从工程概况、滑模设计、施工方法、优势分析、质量保障五个方面论述了1#泄洪洞EL285.65~EL320段采用滑模施工的方案。通过设计合理的滑模结构,采用连续施工方式,最大限度地减少了施工缝,提高了混凝土的整体性,避免了重复的搭拆工作,大大提高了施工效率。同时,文章还重点阐述了施工过程中的质量控制措施,如混凝土配比控制、滑模安全措施设置等,以保证工程质量。本文系统论述了该段采用滑模施工方案的设计思路和施工方法,分析了其相对于传统支模施工的优势,并提出了保证质量的保障措施。该方案利用滑模的优势,最大限度地提高了施工效率和混凝土质量,为类似结构提供了参考。

### [参考文献]

[1] 文林, 隗收. 泄水闸墩滑模施工方案设计与实施要点[J]. 小水电, 2022, (06): 78-81.

[2] 文浩. 筒仓滑模施工安全管理策略[J]. 江西建材, 2022, (03): 181-183.

[3] 王维强. 浅谈尼雅水库联合闸井滑模施工方法[J]. 四川水泥, 2021, (07): 161-162.

[4] 周晨. 桥梁空心墩滑模施工要点分析[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(03): 88-89.