

# 坝顶门机在水利工程中的运用及质量控制

——以黄藏寺水利枢纽工程为例

郝强 赵飞

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南郑州 450000

**摘要:** 由于水利工程对水害的防治和水资源的开发利用有着重要作用,因此国家十分重视水利工程建设。而在水利工程建设中,坝顶门机是重要部分,其对后期闸门的顺利吊装至关重要,进而影响下闸蓄水目标的实现,所以要重视坝顶门机在水利工程中的运用及质量控制。下面,文章以黄藏寺水利枢纽工程为例,对坝顶门机在水利工程中的运用及质量控制进行详细分析,希望对相关工程建设活动的开展提供参考。

**关键词:** 坝顶门机; 水利工程; 质量控制

## 前言

坝顶门机是安装在水利大坝坝顶轨道上的大型起重设备,其主要功能是实现闸门、启闭机等关键构件的吊装、启闭和维护,也是水利工程发挥挡水、泄洪、输水等功能的核心装备<sup>[1]</sup>。而想要确保坝顶门机充分发挥作用,则需要结合工程规模和工况的实际需求,做好坝顶门机的科学设计和合理应用,同时做好质量控制工作,规避设备故障和安全风险,从而确保水利工程能够长期稳定地运行。

## 一、黄藏寺水利枢纽工程概况

黄藏寺水利枢纽工程(以下简称黄藏寺工程)是国务院确定的172项节水供水重大水利工程之一,是“十三五”“十四五”水利重点建设项目,位于黑河上游峡谷河段,是黑河流域生态龙头控制性工程。枢纽为II等大(2)型工程,坝顶高程2631m,总投资28.52亿元。水库正常蓄水位2628m,总库容为4.03亿立方米。工程的坝顶门机由黄河设计院机械及钢结构设计中心设计,中国水利水电第十一工程局公司安装分局安装。坝顶门机设备历经设计出图、制造、出厂验收、运输、到场验收、安装等步骤。从左岸至右岸,坝顶门机依次负责对

溢流表孔的检修门、泄洪底孔的检修门、发电引水进口的检修门和拦污栅进行开启与关闭。

## 二、水利工程坝顶门机的分析

### (一) 坝顶门机结构

由于发电引水进口的检修门和拦污栅、泄洪底孔的检修门以及溢流表孔的检修门的吊点位置不在同一条轴线上,门机为双向门机,设置有起升机构的行走小车、门架、驾驶室、机房、大车运行机构、回转吊、各种电器设备和保护装置组成,小车设在门架上,小车的行走方向与大车运行方向相垂直<sup>[2]</sup>。

### (二) 坝顶门机的起升机构及作用

坝顶门机共设有3套起升机构,1套2800kN主起升机构、1套630kN副起升小车及1套320kN回转吊。2800kN起升机构用于启闭泄洪底孔事故门;630kN起升小车分别用于溢流表孔检修门、电站进口大、小检修门启闭,同时兼顾电站进口大、小事故闸门的检修;320kN回转吊分别用于启闭电站进口大拦污栅、小拦污栅,同时兼顾溢流表孔工作闸门液压启闭机油缸的检修。

### (三) 坝顶门机的主要技术参数

黄藏寺工程的坝顶2800kN/630kN/320kN门机,包括行走机构、起升机构、回转机构、电气设备等,其安装总重为396.8余吨,上下游轨距8m,同侧大车轮距9.8m,门架高16.5m,门机总高25.2m。坝顶门机的具体主要参数,见下表1和表2。

## 三、坝顶门机在水利工程中的运用

### (一) 用于关键构件的吊装安装

水利工程平板闸门和弧形闸门等的安装都是以坝顶

## 作者简介:

郝强(1993.06-)男,汉族,河南原阳县人,硕士研究生,工程师,主要研究方向:水利水电工程。

赵飞(1996.04-)男,汉族,河北张家口人,硕士研究生,工程师,主要研究方向:水利水电工程。

**表1 行走机构及回转机构主要参数表**

大车行走机构			630千牛起升小车行走机构			回转机构		
行走荷载 (kN)	1200		行走荷载 (kN)	500		回转荷载 (kN)	250	
行走速度 (m/min)	1.96~19.6		行走速度 (m/min)	0.4~4		回转速度 (r/min)	0.0343~0.343	
轨距 (m)	8.0		轨距 (m)	2.95		回转半径 (m)	12	
车轮直径 (mm)	φ 710		车轮直径 (mm)	φ 630		回转角度	180°	
减速电机	公称传动比	164	减速电机	公称传动比	700	回转支撑	开式齿轮模数	18
	电机功率 (kW)	8 × 5.5		电机功率 (kW)	2 × 1.1		大/小齿轮齿数	136/23
	输出转速 (r/min)	8.8		输出转速 (r/min)	2.0	传动比	开式齿轮	5.913
	输出扭矩 (N·m)	5370		输出扭矩 (N·m)	4730		总传动比	2099.115

**表2 起升机构主要参数表**

2800千牛起升机构			起升小车630千牛起升机构			回转吊320千牛起升机构		
额定启闭力 (kN)	2800		额定启闭力 (kN)	630		额定启闭力 (kN)	320	
满载/轻载起升速度 (m/min)	0.19~1.9/ 0.19~3.8		满载/轻载起升速度 (m/min)	0.2~2/0.2~4		满载/轻载起升速度 (m/min)	0.38~3.8/ 0.38~7.6	
总扬程/轨上扬程 (m)	85/12		总扬程/轨上扬程 (m)	69/13		总扬程/轨上扬程 (m)	66/12	
滑轮组倍率	2 × 6		滑轮组倍率	4		滑轮组倍率	2	
卷筒直径 (mm)	φ 1360		卷筒直径 (mm)	φ 940		卷筒直径 (mm)	φ 810	
钢丝绳缠绕层数	4		钢丝绳缠绕层数	4		钢丝绳缠绕层数	3	
电动机	型号	YZPF135S3-8	电动机	型号	YZPF250M2-8	电动机	型号	YZPF250M1-8
	功率 (kW)	2 × 75		功率 (kW)	37		功率 (kW)	30
	转速 (r/min)	735		转速 (r/min)	735		转速 (r/min)	730

门机为基础,借助门机的主起升机构,将大重量的闸门从运输车辆平稳吊装到闸室的预留位置,并且调整闸门的垂直度和水平偏差,控制在 $\pm 2\text{mm}$ 范围内,保证闸门和门框能够紧密贴合,防止后期使用时漏水,确保泄洪孔道的顺利使用。同时,闸门启闭机和导轨、止水座板等闸室预埋件的安装,也需要借助坝顶门机完成。在启闭机吊装时,控制坝顶门机起升速度 $\leq 0.5\text{m/min}$ ,保证设备轴线和闸门吊点保持对齐,偏差低于 $5\text{mm}$ ;在闸室预埋件安装时,使用坝顶门机的变幅机构对吊点位置进行调控,使预埋件的水平度误差满足设计的要求。

### (二) 用于日常运维工作

坝顶门机是水利工程日常运行中的重要辅助工具,在泄洪时使用坝顶门机可以控制泄洪闸门的启闭,并结合上游水位调节闸门的开度,实现泄洪水量的调控。如上游水位过高或者下游水量不足时,使用坝顶门机结合水文数据实时调整溢洪道闸门的开度,避免上游水位超警戒,满足下游灌溉、供水需求。坝顶门机具备应急响应能力,当面对特殊工况的应急操作时,也能够迅速

发挥作用。如在汛期出现水位的骤升时,使用坝顶门机能够快速控制闸门起升实现泄洪,避免大坝发生漫溢;在闸门出现卡阻时,使用坝顶门机的副起升机构,能辅助调控闸门的姿态,并配合人工进行检修便于有效排除故障。

### (三) 用于工程检修和维护

在水利闸门与启闭机检修与吊装中,也需要使用坝顶门机辅助完成,主要使用坝顶门机将闸门和启闭机吊离原位,便于检查工作的有效开展。在闸门检修时,将坝顶门机吊具和闸门的吊耳进行良好连接,后将闸门缓慢起吊到坝顶检修平台,但要注意避免闸门和闸室发生碰撞,在完成检修后,再将其平稳吊装到原处,在启闭机部件的更换中,使用坝顶门机吊装起新旧部件进行替换,过程中控制垂直偏差 $\leq 3\text{mm}$ ,保证吊装精度满足要求。同时,坝顶门机还能够辅助进行坝顶设施的维护作业,对检修用的脚手架进行吊装,运输混凝土的修补材料,更换坝顶照明设备等,能够有效提升检修的效率。

#### 四、坝顶门机在水利工程中的安装质量控制

##### (一) 做好安装前的准备

安装前,要先做好基础和轨道验收工作,检查坝顶门机轨道基础部分的混凝土强度和平整度,确保它们满足设计时的要求标准;轨道安装之前还要再次开展核对工作,检查轨道中心线和坝轴线平行度,确保其偏差 $\leq 3\text{mm}/10\text{m}$ ,核对轨道顶面的标高,确保误差 $\leq 1\text{mm}/\text{m}$ ,检查轨道接头位置的间隙,确保低于 $\leq 1\text{mm}$ 。同时,还需要做好设备的进场验收工作,全面核对设备的型号和规格,确保和设计图纸保持良好一致,还要检查设备的出厂合格证和无损检测报告等,确保设备性能和功能满足要求,还要检查设备结构件有没有运输变形,避免损坏的设备投入使用<sup>[3]</sup>。

##### (二) 做好材料控制和管理

在坝顶门机安装中,涉及的零部件材料十分多,如门腿、横梁等部件,它们的自重比较大,且占地面积大,由于黄藏寺坝址位于峡谷区,作业空间有限,因此做好材料的控制和管理十分重要。在材料采购中,要做好合理规划,对于需要安装的部件要提前发货,对不紧急安装的部件可以稍晚些发货,从而减少工地存放;并且可以结合安装施工工序,进行设备到货和安装顺序的有效协同,这样能够避免门机零部件长期在工地区域存放,防止导致生锈、损坏、变形、丢失等现象的发生。同时,对已发货零部件和未发货零部件等材料要做好清单管理,对于到货零部件,要对照发运单对现场货物全面、仔细清点,特别是整箱发货的,同样在安装前要预留好足够时间进行开箱清点;对于未发货的零部件,要清楚掌握零部件的类型、数量和规格等,并及时和厂家沟通发货时间,避免安装时需要某些零件而未发货,影响安装进度。

##### (三) 做好施工过程控制

施工过程控制是坝顶门机安装施工质量控制的关键环节。在安装过程中,此工程位于高原地区,天气变化莫测,坝址处于峡谷区,在下午阶段多有阵风,且工程吊装时间比较长,对于一些大件,要在空中和其他部件做好加固,并且安装作业尽量选择在上时段进行吊装。

同时,此工程处在严寒地区,对设备和仪器的润滑油性能有一定影响,在安装钢丝绳前,对起升机构减速器内的润滑油要足量加注,避免起升机构转动时和内部部件存在较大摩擦;在门机起升机构运行前,对安装减速器内部的润滑油要设置加热装置,确保润滑油能够保持液态,确保油泵正常运行。另外,施工中要重视坝顶门机关键安装工序的质量控制。如在起升和变幅机构的安装中,确保起升电机轴线和减速器轴线的同轴度偏差低于 $0.1\text{mm}$ ,使钢丝绳缠绕保持平整,避免重叠或者挤压,钢丝绳的张紧度要保持一致,且两侧的张力差 $\leq 5\%$ ;使变幅机构齿条和齿轮啮合的间隙保持在 $0.3\text{mm}$ 左右,保证变幅的平稳性。在电气系统的安装中,要求电气控制柜、限位开关和电缆的敷设等都要满足规范要求,对电缆接头还要进行防水处理,避免受坝顶环境影响而出现短路现象<sup>[4]</sup>。

#### 结语

黄藏寺水利枢纽工程已进行了二期蓄水,坝顶门机也已经投入了使用,此坝顶门机主起升完成了泄洪底孔检修门安装及调试工作,门机副起升及回转吊完成了发电引水进口的检修门和拦污栅的落门挡水任务,辅助发电引水进口快速门与液压启闭机的安装等工作,具有良好的功能与效果。

#### 参考文献

- [1] 崔佰奎,李小东,赵琦.水库坝顶门机顶升关键技术研究[J].水利技术监督,2024,(03):157-160+171.
- [2] 何运.白鹤滩水电站坝顶超大型斜拉门机制造探析[J].水电站机电技术,2023,46(09):59-62.
- [3] 殷兰馥.浅析下浒山水库坝顶双向门式启闭机安装技术[J].建筑与装饰,2021(4):163.
- [4] 李尧,张一发.水电站坝顶门机200t抓梁深水电缆断裂故障消除[J].水电站机电技术,2025,48(09):102-103+110.
- [5] 袁瑞红,杜正乔.乌东德水电站大坝坝顶门机轨道安装测量控制[J].人民黄河,2022,44(S1):243-245.