

# “三高”面板堆石坝面板混凝土的施工与质量控制

任勤<sup>1</sup>, 王晶<sup>2</sup>

(1. 四川华电木里河水电开发有限公司, 四川 西昌 615000; 2. 中国华电集团有限公司四川分公司, 四川 成都 610095)

**摘要:**卡基娃水电站面板堆石坝最大坝高171 m,是我国在海拔2 000 m以上高原地区建设的最高面板堆石坝,大坝二期面板浇筑工程量大,工期紧,单块面板最大连续浇筑长度长,且因面板混凝土受工期影响需安排在雨季施工。结合卡基娃水电站大坝二期面板混凝土施工,介绍了高海拔、高寒、高面板堆石坝面板混凝土施工工艺以及质量控制要点,可供同类工程参考。

**关键词:**面板施工;面板堆石坝;质量控制;卡基娃水电站

**中图分类号:**TV7;TV52;TV51

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2018)02-0075-03

## 1 工程概述

卡基娃水电站位于四川省凉山州木里县境内,系木里河干流水电规划“一库六级”中的第二个梯级电站,是该流域开发的“控制性水库”工程。电站装机容量45.24万kW,多年平均年发电量16.51亿kW·h。水库大坝为混凝土面板堆石坝,最大坝高171 m,坝顶宽11 m,坝顶长355 m,坝顶高程2 856 m,上游坝坡为1:1.4,下游综合坝坡为1:1.496,大坝填筑总量为547.98万m<sup>3</sup>。

卡基娃大坝面板采用钢筋混凝土结构(C30W12F200),面板混凝土浇筑总量为3.3万m<sup>3</sup>,面板面积为6.3万m<sup>2</sup>(相当于9块标准足球场面积)。面板分32块,由11块16 m宽、19块8 m宽以及2块13.5 m宽面板组成,面板厚度(从上至下)为30~86 cm,单块面板最大斜长273.55 m。大坝面板混凝土分三期浇筑,一期面板为高程2 737 m以下部分,二期面板为高程2 737~2 810 m部分,三期面板为高程2 810~2 852 m部分。大坝面板单块最大连续浇筑长度为125.6 m(二期面板),最大浇筑方量为1 162 m<sup>3</sup>。

## 2 大坝混凝土面板的施工难点

卡基娃水电站面板堆石坝最大坝高171 m,是我国在高海拔、高寒冷地区修建的最高面板堆石坝,工程所在地偏远、交通条件差、自然环境恶劣。大坝面板施工面临以下难点:

- (1) 工程物资运输困难,供应保障难度大。
- (2) 工程所在地季节区分不明显,基本上仅

有夏、冬两季,夏季炎热、多暴雨,冬季寒冷干燥、多负温,加之昼夜温差较大,适合于大坝面板混凝土浇筑的时段较短。

(3) 受自然条件及工期影响,大坝二期面板混凝土不得不安排在雨季施工,面板混凝土浇筑需克服异常多变的天气、集中暴雨等困难。

(4) 二期面板最大连续浇筑长度为125.6 m,接近同类工程记录,连续浇筑时间长,施工组织及管理要求高。

(5) 高原地区气压低、含氧量少,人员及设备工作效率低;施工场地狭窄,上下交叉作业普遍,施工安全保障难度大。

## 3 面板混凝土施工工艺

大坝面板混凝土浇筑流程见图1。

### 3.1 测量放样、坡面清理及修整

在挤压边墙坡面上按照3 m×3 m的网格进行平整度测量,要求坡面偏差不得超过面板设计线5 cm。对不满足设计要求的部位以及挤压边墙层间错台进行修补,使面板基础平顺、无突变;同时,在挤压边墙上放出每块面板垂直缝中心线及边线、周边缝沥青砂浆垫块边线,打铁钎进行标识。

### 3.2 止水砂浆垫层的铺设

根据已标记的面板垂直缝、周边缝边线,将垂直缝、周边缝方向挤压边墙凿断成槽,按设计要求在槽段内铺设M20砂浆垫层,要求砂浆垫层表面平整度用2 m长直尺检查偏差不大于5 mm,同时砂浆垫的宽度和厚度应满足设计要求。

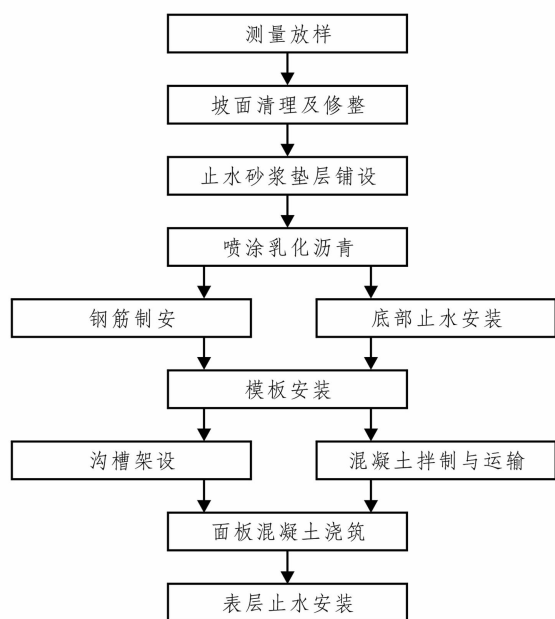


图1 大坝面板混凝土浇筑施工流程图

### 3.3 喷涂乳化沥青

面板基础面验收合格后,由人工配合专用施工机械沿坡面由上至下喷涂2层乳化沥青,要求乳化沥青喷涂均匀,喷层间隔时间不少于24 h,每遍喷涂厚度为1.5 mm。乳化沥青施工完成后应进行表面检查和破坏性试验,要求表面检查不出现龟裂和脱落现象,用力踩踏沥青涂层不破坏。

### 3.4 钢筋制安与底部止水的安装

在坝顶钢筋加工平台预先完成钢筋加工,采用小轮车运送钢筋至安装工作面。钢筋绑扎采用人工现场绑扎,首先进行坡面架立筋的布设,再布设面板结构钢筋,钢筋绑扎、焊接应满足设计要求。

将面板垂直缝砂浆条带清理干净,先铺装铜止水下的橡胶垫片。底部铜止水采用止水成型机在坝顶平台现场压制成型,顺坡面下送,止水加工长度依据每块面板垂直缝长度确定,垂直缝与周边缝相交处的异形铜止水采用定型铜止水。铜止水安装过程中要注意固定,避免止水沿坡面下滑、变形破坏。

### 3.5 模板安装

面板混凝土采用无轨滑模施工,周边缝三角区采用扣模法施工。滑模采用布置在坝顶的2台卷扬机通过两端钢丝绳牵引下放。侧模采用钢木组合结构,由槽钢加木模板拼接而成,侧模外侧采

用三角支撑架固定。侧模安装过程中应注意拼缝紧密,防止漏浆,同时注意对垂直缝铜止水的保护。

### 3.6 面板混凝土浇筑

面板混凝土采用跳仓浇筑方式,混凝土采用HZS90强制拌合楼拌制,自卸汽车运输至坝面,溜槽入仓。混凝土入仓必须均匀布料,每层布料厚度为25~30 cm,止水周围混凝土应辅以人工布料,严禁分离。混凝土布料后应及时振捣,振捣人员站在滑模操作平台施工,混凝土振捣要求深入下层混凝土5 cm,振捣过程中不得触碰侧模、止水、监测仪器等,振捣以混凝土不再显著下沉、不出现气泡并开始泛浆为准。

每层混凝土振捣完成后准备提升滑模,滑模提升前注意清理其前缘超高混凝土,防止其顶托滑模;滑模滑升时,两端应平衡、匀速、同步提升,每层混凝土滑升约25~30 cm,滑升间隔15 min左右,将滑升速度控制在1~1.5 m/h之间。对于脱模后的混凝土,施工人员站在滑模后的抹面平台上及时进行修整和压面。要求收面后的混凝土表面平整度不超过5 mm。

面板混凝土浇筑完成、混凝土终凝后应及时进行混凝土养护。在面板混凝土表面铺装土工布并固定,安装洒水水管进行长流水养护。

### 3.7 表层止水的安装

面板混凝土达到设计龄期后开始表层止水的安装,止水施工工序主要有:V型槽清理、底胶及填料嵌缝、PVC棒安装、波形止水带安装、SR柔性填料鼓包施工、防渗盖片包裹、不锈钢扁铁安装及封边等。表层止水的安装应严格按照设计要求分步分序施工,确保止水的安装质量。

## 4 面板混凝土施工质量控制

卡基娃水电站大坝二期面板混凝土受自然环境、交通条件、施工分期影响,存在施工时间短、天气变化快、交通运输困难、昼夜温差大、单块面板浇筑时间长等不利因素,为保证面板混凝土浇筑质量,必须周密组织,严格控制每一环节、每道工序的施工质量,确保面板混凝土质量达到设计要求。

### 4.1 施工前的质量保证措施

(1)原材料质量控制。改进砂石加工系统生产工艺,确保砂石骨料级配、含粉量等指标满足设

计要求。

(2) 优化混凝土配合比。组织开展混凝土配合比优化试验,将一期面板混凝土采用的0.39水灰比调整为0.42,以减少水泥用量;适当增加粉煤灰用量,以减少混凝土浇筑后的水化热,降低面板混凝土开裂风险。

(3) 开展混凝土入仓工艺性试验。为确保混凝土顺利入仓,将一期面板浇筑使用的半圆形溜槽改为矩形溜槽,以减少混凝土与溜槽的接触面积,降低溜槽堵塞风险。

(4) 严格控制模板参数。复核滑模重量,增大滑模配重,避免在混凝土浇筑过程中顶托移位;按照设计结构线严格控制侧模的安装高度,以保证混凝土结构面的精度。

#### 4.2 施工中采用的质量控制措施

(1) 严格制度管理。面板混凝土浇筑严格执行三检制以及业主、监理联合检查制,确保每道工序符合设计要求。混凝土浇筑过程中,各施工班组均实行专人负责制度,每名工人固定工作岗位,专职负责对应工序作业,确保施工质量。

(2) 做好应急准备。面板混凝土浇筑现场天气多变,天气晴朗时气温高、辐射强;降雨时雨量大、急。为应对高温、暴雨天气,混凝土开仓前需做好相关部位的防雨、防晒和排水工作。

(3) 注重混凝土和易性控制。面板混凝土采用无轨滑模浇筑,浇筑过程中混凝土和易性的好坏直接影响面板混凝土的浇筑速度及浇筑质量。混凝土塌落度太小难以滑入仓及振捣;塌落度太大时骨料分离严重,导致滑模提升及收面困难,影响浇筑质量。一定要总结出面板混凝土入仓振捣与滑模后混凝土人工收面的时间,控制混凝土的入仓塌落度为2~4 cm,实现滑模前混凝土振捣与滑模后混凝土收面基本同时完成,确保浇筑施工连续进行。

(4) 做好振捣及收面工作。面板混凝土应在

模板前缘振捣,振捣器垂直插入下层混凝土的深度宜为5 cm。超深或超时振捣易造成滑模顶托或已脱模混凝土下挫形成波浪状而影响混凝土的外观质量。脱模后的混凝土应及时收面,做到收面进度与滑模上升速度相协调以保证收面质量。

#### 4.3 施工后采取的质量保障措施

面板混凝土脱模收面完成后应加强对其的保护,及时遮蔽,做好防雨、防晒工作,避免混凝土在雨水或高温下破坏,混凝土终凝后应立即覆盖,进行长流水养护。

### 5 面板混凝土施工效果

为确保发电工期,卡基娃水电站大坝二期面板混凝土施工安排在雨季,采用三套滑模跳仓浇筑,面板混凝土于2014年7月17日开仓浇筑,2014年10月4日浇筑完成,累计浇筑面积2.9万 $m^2$ ,浇筑方量1.7万 $m^3$ ,面板滑升速度达到1~1.5 m/h。根据后期相关检测得知,大坝二期面板混凝土各项指标均满足设计要求,面板外观质量较好。二期面板蓄水前检查共发现裂缝9条,运行一年后进行水下检查时未发现破坏现象。为此,大坝二期面板混凝土施工质量得到了相关专家肯定,被评为样板工程。

### 6 结语

卡基娃水电站大坝是我国在藏区高原修建的高面板堆石坝,大坝工程位于高寒、高海拔地区,工程建设自然环境恶劣,广大参建者克服诸多不利条件,成功实现了大坝面板雨季浇筑,为“三高”混凝土面板堆石坝施工与管理积累了一定经验,工程相关施工及管理经验可在类似工程中推广实践。

#### 作者简介:

任勤(1989-),男,四川成都人,工程师,从事水电工程建设管理工作;

王晶(1985-),男,四川成都人,工程师,从事水电工程建设技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 藏区最大的水电工程——雅砻江两河口水电站地下厂房开挖贯通

日前,藏区最大的水电工程——两河口水电站地下厂房开挖工程迎来重大节点,三大主体洞室开挖已贯通,即将转入混凝土浇筑和机组安装的关键时期。两河口水电站地下厂房位于雅砻江干流与支流庆大河交汇口处的右岸山体内部。以发电厂房、主变室、尾水调压室为核心的洞室群规模大,埋深大,地应力高,层状岩体条件下节理裂隙和断层发育,地质条件十分复杂,围岩稳定问题突出。两河口水电站装机容量为3000兆瓦,安装6台单机容量为500兆瓦的混流式水轮机组。地下厂房洞室群以厂房、主变室、尾水调压室为核心,三大洞室平行布置。厂房最大开挖跨度28.4米,最大高度66米,总长度275.94米。