

# 纳子峡水电站堆石坝混凝土面板 止水变形处理措施

田卫祖 金永才

(中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司工程实验监测院,陕西 西安 710043)

**【摘要】** 堆石坝面板混凝土结构产生裂缝和止水变形,直接影响面板的耐久性和使用寿命,对裂缝及止水进行处理十分必要。本文介绍了纳子峡水电站堆石坝混凝土面板垂直缝、周边缝的止水,面板裂缝修补的变形、破损情况。采用涂覆型止水结构对面板垂直缝表面止水进行修复;采用SK手刮聚脲方案对面板裂缝进行柔性封闭处理。文中还详细介绍了修补方案和施工工艺。处理后止水效果良好,可供类似工程参考。

**【关键词】** 堆石坝;混凝土面板;垂直缝;止水变形;处理措施

中图分类号: TV698.2+3

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2018)07-031-03

## Cracks and water stop deformation analysis and treatment measures of rockfill dam concrete face in Nazixia Hydropower Station

TIAN Weizu, JIN Yongcai

(Engineering Experimental Monitoring Institute, Northwest Survey and Design Institute,  
China Electrical Engineering Group, Xi'an 710043, China)

**Abstract:** Concrete structure of rockfill dam face produces cracks and water stop deformation, which directly affect the durability and service life of the face. It is necessary to treat cracks and water stop. Concrete face vertical crack, water stop, face crack deformation analysis and detailed treatment measures in water level change area in Nazixia Hydropower Station are introduced in the paper. Coating water stop structure is adopted for repairing water stop on the vertical seam surface of the panel; SK manual scraping of polyurea is used for flexible sealing treatment on panel cracks. Repair plan and construction technology are also introduced in detail. The water stopping effect is good after treatment, which can provide reference for similar projects.

**Key words:** rockfill dam; concrete panel; vertical crack; water stop deformation; treatment measures

### 1 工程概况

纳子峡水电站位于青海省大通河上游末段,是大通河流域年调节的“龙头”水电站,电站主要任务是发电。主要建筑物由混凝土面板堆石坝、右岸溢洪道、左岸放空泄洪洞、左岸引水发电洞、发电厂房、升压站等组成。水库正常蓄水位为3201.5m,总库容 $7.33 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,

为二等大(2)型工程。电站总装机容量87MW,水头范围100.47~113.50m。

混凝土面板堆石坝坝顶长度416.01m,坝顶宽度10.0m,坝顶高程3204.6m,防浪墙顶高程3205.8m,最大坝高121.5m。大坝面板设计厚度为64.1~30.0cm的不等厚结构,面板间设垂直缝,面板与趾板间设周边缝,坝顶防浪墙与面板间设伸缩缝。面板共有35条

块,其中 12m 的 33 条块,左、右岸分别为 5.61m 和 5.99m 三角条块各一块,单块面板最长 209.95m。面板混凝土设计标号为 C30F300W12,混凝土总方量 28785m<sup>3</sup>,钢筋总量 2632t。2013 年 8 月混凝土面板浇筑完成,2014 年 2 月开始蓄水。

## 2 裂缝破损处理措施

### 2.1 垂直缝、周边缝及面板裂缝检查

2014 年 11 月电站投产发电,经过近两年的发电运行期,2016 年 4 月中旬,在坝前冰盖消融后,再次对水库水面以上面板进行检查,发现存在以下主要问题:

a. 面板垂直缝及周边缝:表面止水塑性填料不饱满,变形较为严重;防渗保护盖片存在沿两侧固定端撕开破损现象。

b. 防渗盖片接头:盖片接头搭接部位出现开裂或撕裂破损。

c. 面板裂缝:水库蓄水前已经处理过的水位变幅区面板裂缝,存在防渗胶带和弹性涂层与混凝土面开裂剥离的现象。

堆石坝面板混凝土不同于一般的大体积结构混凝土,长、宽、厚三相尺寸相差悬殊,面板厚度较薄,纵向长度很大,影响面板混凝土产生裂缝的因素也较多且十分复杂。根据 2016 年面板表面止水冰盖消融后面板止水破损情况,结合专家咨询意见,并参考国内类似工程修复处理经验,对面板破损的表面止水采用了两种方案进行修复:锚固型盖板结构和覆涂型盖板新型止水结构。自 2016 年 12 月初(水位 EL3199.83m)库区开始结冰,随库水位下降冰层在面板上形成冰盖,2017 年 2 月中旬(水位 EL3198.18m)库区冰层与冰盖均达到最厚,为 65cm。4 月 1—17 日(水位 EL3195.14m)陆续出现坝面冰盖消融。

2017 年 4 月中旬水库坝前冰融化后对水库水面(水位 EL3195.14m)以上面板检查,发现主要存在以下问题:

在高程 3199.0~3194.0m 之间,由于冬季冰盖受水库水位下降影响,垂直缝普遍存在表面止水变形。检查发现 12 条垂直缝止水破损严重,其中张性缝 6 条,压性缝 6 条。主要表现为表面止水受冰层挤压、下拽、错动综合作用影响,变形较为严重;塑性填料沿两侧压板下部挤出;止水盖片撕裂;防渗保护盖片存在螺丝

松动脱落和压条翘起;接头防护部位(2016 年应急处理)SK 手刮聚脲涂层上边缘掀开,原表面止水及 2016 年应急处理后的止水均存在不同程度变形和破损。

### 2.2 处理措施

采用涂覆型止水结构,对面板垂直缝表面止水进行修复,处理范围确定在高程 3200.76~3192.24m,并在处理范围上下游侧各设 1.0m 长的渐变段与现有表面止水衔接过渡。在冬季运行水位变幅区选取坝体最大断面的 19 号和 20 号两块相邻面板涂刷 SK 手刮聚脲,对新出现的裂缝进行表面柔性封闭。

#### 2.2.1 张性垂直缝止水结构型式

冰冻区面板坝张性缝接缝表层止水修补方案如图 1 所示,SK 手刮聚脲厚 5mm,宽 60cm,中间复合两层胎基布(宽度大于 30cm)。

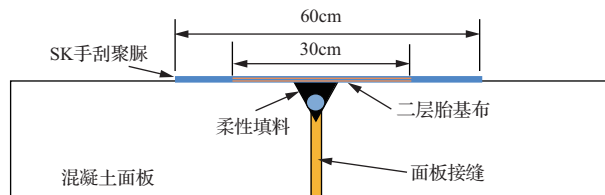


图 1 面板坝接缝表面修补方案(张性缝)

面板坝张性缝表面修补施工工艺如下:

a. 拆除现有表面止水。

b. 沿面板接缝两侧用金刚石磨片打磨混凝土表面。

c. V 形槽内涂刷 SK 底胶,张性缝嵌填  $\phi 40\text{mm}$  PVC 棒,周边嵌填柔性填料与面板表面平齐;并在接缝下部过渡段小断面处 V 形槽内嵌填 10cm 高弹性砂浆,以防止柔性填料流淌。

d. 混凝土表面清洗干净后涂刷混凝土界面剂,待混凝土界面剂沾手不拉丝后涂刷 SK 手刮聚脲。

e. 涂刷第一遍 SK 手刮聚脲后,待聚脲表干后再涂刷第二遍聚脲,并在聚脲表面粘贴一层大于 30cm 宽的胎基布,待第二遍聚脲固化后,涂刷第三遍聚脲,并粘贴第二层大于 30cm 宽的胎基布,再涂刷第四遍、第五遍聚脲。涂刷直至看不到胎基布为止,要求 SK 手刮聚脲厚度大于 5mm。

f. 过渡衔接段接头部位要求聚脲涂层与三元乙丙盖片的纵向搭接长度为 40cm,并且聚脲涂层与混凝土面板之间的搭接宽度大于 25cm。

### 2.2.2 压性垂直缝止水结构型式

冰冻区面板坝压性缝接缝表层止水修补方案如图2所示,SK手刮聚脲厚4mm,宽55cm,中间复合一层胎基布(宽度大于30cm)。

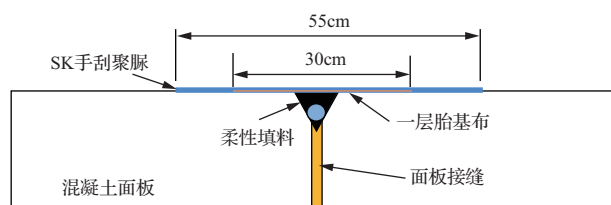


图2 面板坝接缝表面修补方案(压性缝)

面板坝压性缝表面修补施工工艺如下:

- a. 拆除现有表面止水。
- b. 沿面板接缝两侧用金刚石磨片打磨混凝土表面。
- c. V形槽内涂刷SK底胶,压性缝嵌填 $\phi 25\text{mm}$  PVC棒,周边嵌填柔性填料与面板表面平齐;并在接缝下部过渡段小断面处V形槽内嵌填10cm高弹性砂浆,以防止柔性填料流淌。

d. 混凝土表面清洗干净后涂刷混凝土界面剂,待混凝土界面剂沾手不拉丝后涂刷一遍SK手刮聚脲。

e. 涂刷第一遍SK手刮聚脲后,待聚脲表干后再涂刷第二遍聚脲,并在聚脲表面粘贴一层大于30cm宽的胎基布,待第二遍聚脲固化后涂刷第三遍聚脲、第四遍,涂刷聚脲厚度直至看不到胎基布为止,要求SK手刮聚脲厚度大于4mm。

f. 过渡衔接段接头部位要求聚脲涂层与三元乙丙盖片的纵向搭接长度为40cm,并且聚脲涂层与混凝土面板之间的搭接宽度大于25cm。

### 2.2.3 大面积涂刷SK手刮聚脲

a. 面板缝表面止水加强处理后,在冬季运行水位变幅区选取坝体最大断面的19号和20号两块相邻面板涂刷SK手刮聚脲,用以观察改进后止水结构的作用。

具体施工工艺为:

①首先对该区域面板混凝土进行打磨,并清洗干净;

②晾干后涂刷BE14界面剂;

③待界面剂表干(粘手不拉丝)后直接刮涂SK手刮聚脲,涂层厚度大于2.0mm;

④要求涂刷均匀,一次成型,不要来回涂,防止出现小包。

b. 面板新增裂缝封闭处理。在水库下闸蓄水前,对面板混凝土进行了全面检查并封闭处理。2017年5月现场检查发现,面板表面有新增裂缝,需进行处理。

### 2.2.4 面板混凝土裂缝表面封闭

对面板混凝土裂缝表面涂刷SK手刮聚脲进行柔性封闭处理。本次面板混凝土裂缝处理时对其两端各延长50~100cm进行表面封闭处理;对于缝长大于同高程面板分块宽75%的裂缝,按贯通性裂缝进行表面封闭处理,并与面板之间、面板与趾板接缝表面的防渗盖板闭合;相邻裂缝距离较小时,表面封闭层连为一体。对于表面裂缝分布比较密集的面板,应对其表面整体采用SK防渗型手刮聚脲涂刷处理,涂层厚度不小于2.0mm。

具体施工工艺为:

①沿混凝土裂缝表面进行打磨,并清洗干净;

②晾晒干后涂刷BE14界面剂;

③待界面剂表干(粘手不拉丝)后直接刮涂SK手刮聚脲,涂刷第一遍后粘贴10cm宽的胎基布。裂缝部位防护涂料厚度大于2.5mm;

④涂刷均匀,一次成型,禁止来回涂,防止出现小包;

⑤如果裂缝渗水,必须先进行化学灌浆,再进行表面封闭;

⑥如果裂缝相邻宽度小于30cm,则将柔性高性能防护涂料连为一体,大面积涂刷,施工工艺同上。

## 3 变形处理效果

为了提高混凝土面板运行的耐久性,对混凝土面板垂直缝、周边缝已变形的止水进行处理很有必要。纳子峡水电站面板垂直缝及周边缝止水处理前,业主、设计、监理、施工单位共同对裂缝及止水变形进行现场检查分析、定性,制定了有针对性的处理方案,然后组织专业队伍进行处理。纳子峡水电站面板垂直缝及周边缝止水处理过程中,监理工程师对各工序进行了严格控制和验收,确保了面板垂直缝及周边缝止水的处理质量。经处理后再次检查,没有发现裂缝进一步发展,止水也没有变形,止水效果良好,进一步证明了上述高寒、高海拔地区面板止水处理措施的可行性。该止水处理措施取得了较好的实际应用效果,提高了工程效益,可供类似工程借鉴。◆