

万家寨水利枢纽中孔坝段迎水面水平施工缝防渗处理

张 维 李 鑫 梁 箫

黄河万家寨水利枢纽有限公司 山西 太原 030001

摘 要: 万家寨水利枢纽位于温带大陆性季风气候的西北黄土高原区, 冬季气温低、持续时间长, 每年有4~5个月时间温度处于0℃以下, 记录最低气温为-31℃, 每年冬季气温降低后中孔坝段渗流量异常增大。经检查, 确定中孔坝段迎水面水平施工缝存在缺陷, 决定利用枢纽排沙低水位窗口期, 采用环氧砂浆及聚脲对水平施工缝进行防渗处理。

关键词: 中孔; 渗流量; 环氧砂浆; 聚脲; 水平施工缝

1 工程概况

黄河万家寨水利枢纽位于黄河北干流上段托克托至龙口峡谷河段内, 是中游规划开发的8个梯级中的第一个工程, 也是山西省引黄入晋工程的龙头工程。其左岸为山西省偏关县, 右岸为内蒙古自治区准格尔旗。

枢纽的主要任务是供水结合发电调峰, 同时兼有防洪、防凌作用。枢纽年供水量可达14亿 m^3 , 其中向内蒙古准格尔旗供水2.0亿 m^3 , 向山西省供水12.0亿 m^3 。枢纽电站装有6台单机容量180MW的混流式水轮发电机组, 总装机容量为1080MW, 多年平均年发电量为27.5亿 $kW \cdot h$, 年利用小时数2546h。

工程由混凝土拦河坝、泄水建筑物、坝后式电站厂房、GIS开关站、引黄取水口等组成。泄水建筑物布置在左岸, 根据泄水建筑物的运用要求, 并考虑在不同库水位泄流排沙的灵活性, 泄水建筑物由8个底孔、4个中孔、1个表孔组成, 均采用长护坦挑流消能。中孔布置在

9#、10#坝段, 每个坝段布置两孔, 共四孔, 孔口尺寸为4m×8m(宽×高), 进口底坎高程为946.00m, 为压力短管式无压坝身泄水孔, 担负着枢纽泄洪及排泄漂浮物的任务。

2 存在问题

万家寨水利枢纽位于温带大陆性季风气候的西北黄土高原区, 冬季气温低、持续时间长, 每年有4~5个月时间温度处于0℃以下, 记录最低气温为-31℃。每年冬季10月至次年2月9#、10#中孔坝段926.00m廊道坝体无砂混凝土排水管渗流量有明显增大现象, 而在夏季7至9月份时, 渗流量几乎没有。9#、10#坝段坝体渗流量监测数据显示, 2016年11月30日926.00m廊道9#坝段坝体渗流量达到了231方/天; 2016年12月15日926.00m廊道10#坝段坝体渗流量达到了315方/天, 说明9#、10#坝段冬季坝体渗流量异常(如图1所示)。

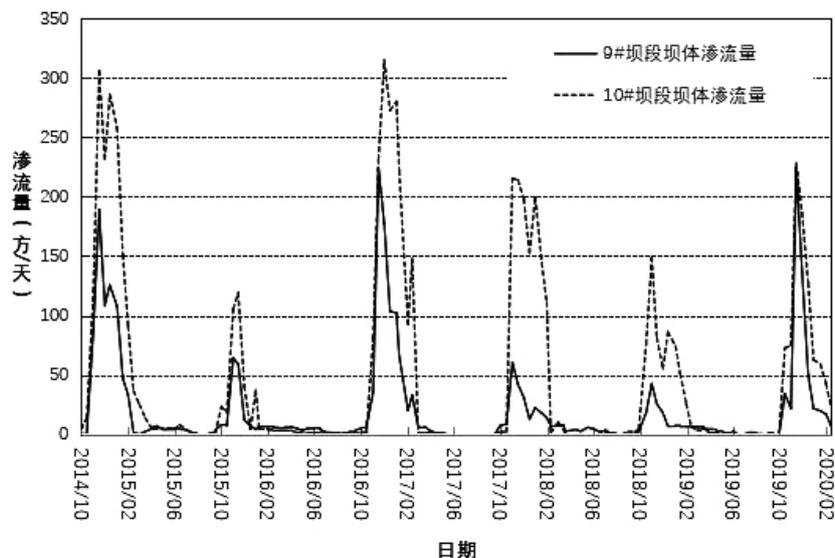


图1 9#、10#坝段坝体历年渗流量过程线

3 渗流量增大原因检查分析

3.1 无砂混凝土排水管检查

通过孔内摄像检查,发现9#、10#坝段无砂混凝土排水管完好,孔壁无裂缝等异常情况。

3.2 迎水面混凝土检查

利用万家寨枢纽低水位排沙期水位降低有利时机,对9#、10#坝段坝体迎水面保温板拆除后检查,发现迎水面混凝土整体较好,个别部位存在蜂窝麻面缺陷^[1]。

3.3 横缝止水检查

万家寨枢纽经980.00m最高蓄水位运行检验,9#、10#坝段各层廊道内及坝后缝面无渗漏水现象发生,说明横缝止水设施质量良好。

3.4 水平施工缝检查

在低水位排沙期间,对9#、10#坝段上游坝面进行检查,发现水平施工缝间存在模板木条,个别施工缝局部存在破损等现象。

3.5 渗漏原因确定

经过上述检查,初步判断冬季9#、10#坝段926.00m

廊道坝体无砂混凝土排水管渗流量增大原因主要为:受混凝土热胀冷缩特性,加之坝体迎水面水平施工缝存在缺陷,冬季温度降低后混凝土收缩,迎水面水平施工缝张开,库水通过张开后的缝隙渗入无砂混凝土排水管^[2]。

4 修复处理

4.1 修复方式确定

对9#、10#坝段迎水面水平施工缝内模板木条拆除后对封面进行封堵并对表面实施防渗处理,同时对个别部位混凝土蜂窝麻面缺陷进行处理。

4.2 修复材料确定

鉴于9#、10#中孔坝段迎水面水平施工缝大部分位于946.00m高程以下,常年处于库水面以下,仅在每年枢纽敞泄排沙期,水位降低后具备施工条件,而排沙期仅有7天左右,施工窗口期十分短暂,且施工人员需在吊篮中作业,施工效率较低。基于上述情况,处理材料需选用容易施工,强度提升快的材料,研究决定采用环氧砂浆对水平施工缝涂抹封堵,表面防渗层刮涂SK单组分聚脲^[3]。

表1 NE-II型环氧砂浆主要性能参数

主要技术性能	检测指标	备注
抗压强度	≥ 80.0 MPa	——
抗拉强度	≥ 10.0MPa	——
与砼粘结抗拉强度	> 4.0MPa	“>”表示破坏在C50砼本体
抗冲磨强度	2.791 h/ (g/cm ²)	冲磨速度40m/s
不透水系数	19.6 MPa·h	不透水
抗冲击性	2.42KJ/m ²	——
老化性能	优良	相当于自然界空气中20年

表2 SK单组分聚脲性能指标

项目	力学性能指标	
	防渗型	抗冲磨性
拉伸强度, MPa	≥ 16	≥ 22
扯断伸长率, %	≥ 350	≥ 200
撕裂强度, kN/m	≥ 40	≥ 60
硬度, 邵A	≥ 50	≥ 80
附着力(潮湿面), MPa	≥ 2.5	≥ 2.5
抗冲磨强度 (h/ (kg/m ²))	≥ 20	≥ 25
低温弯折性, °C	≤ -45	≤ -45
吸水率, %	< 5	< 5
颜色	浅灰色, 可调	

4.3 修复施工工艺

(1) 保温板拆除

拆除原大坝混凝土浇筑施工期间9#、10#坝段迎水面PE泡沫塑料保温板。

(2) 缝面凿毛

对缝面上下各10cm区域,特别是存在蜂窝麻面部位松动混凝土进行切割凿除,要求露出新鲜、密实的混凝土面,切割凿除部位尽量规则。

(3) 基面打磨清理

对缝面上下各15cm区域混凝土表面采用角磨机进行打磨,并进行糙化处理,采用高压风清除缝内混凝土屑渣和基面粉尘,局部潮湿部位采用喷灯烘干。

(4) 环氧砂浆涂抹封堵

基面清理干净,并经验收合格后,对缝面及上下各10cm范围内混凝土涂抹NE-II型环氧砂浆封堵,平均厚度2-3cm,局部厚度为6-7cm左右^[4]。

(5) 聚脲刮涂

环氧砂浆施工完成后3-4天,对缝面上下各15cm区域清理干净后刮涂2mm厚SK单组分聚脲做防渗处理。

作者简介: 张维(1986—),女,吉林四平人,工程师,从事水利工程运行管理工作。

5 处理效果检验

因枢纽排沙期时间短，2021年处理完成10#坝段，2022年处理完成9#坝段。处理后中孔坝段冬季渗流量明显减小，2021年10#坝段处理后，10#坝段冬季最大渗流量降至28.96方/天；2022年9#坝段处理后，9#坝段冬季最大渗流量降至2.07方/天，中孔坝段迎水面防渗处理成效显著（如表3、图2所示）。

6 结束语

利用枢纽排沙水位降低后短暂窗口期，采用环氧砂浆封堵及刮涂聚脲防渗层对中孔坝段迎水面水平施工缝进行防渗处理，较好的解决了万家寨水利枢纽中孔坝段冬季渗流量异常增大现象，保证了大坝长期、稳定、安全的运行。2023年枢纽排沙期水位降低后对处理部位进行检查，未发现聚脲防渗层开裂、脱落现象，后续每年

排沙期加强检查，如发现聚脲防渗层开裂、脱落，及时进行修复，保证防渗效果。

表3 9#、10#坝段坝体渗流量历年最大值统计表

单位：方/天

时间	9#坝段	10#坝段
2014年10月—2015年2月	189.37	305.94
2015年10月—2016年2月	64.15	119.03
2016年10月—2017年2月	231.41	315.28
2017年10月—2018年2月	60.62	215.48
2018年10月—2019年2月	42.46	149.13
2019年10月—2020年2月	223.98	228.44
2021年10月—2022年2月	124.07	28.96
2022年10月—2023年2月	2.07	23.79

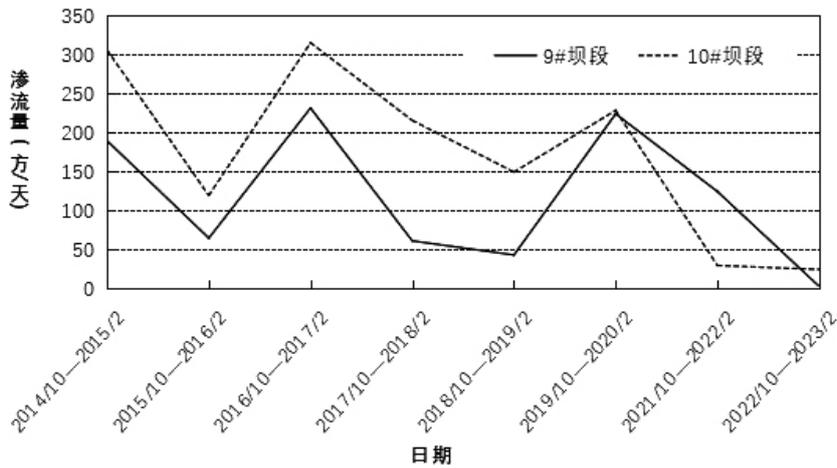


图2 历年冬季9#、10#坝段坝体渗流量最大值过程线

参考文献

[1]许小东,董恒.综合处理技术在混凝土坝水平施工缝渗水处理中的应用.中国建筑防水.2018年12期.
 [2]杨先文.单组份聚脲涂料在上游坝面防渗中的应用研究.水利科学与寒区工程.2023年07期.

[3]李建波,李炳奇,杨洁.坝面防渗聚脲弹性体涂层性能试验研究.水力发电学报.2014年05期.
 [4]陆越宽,杨宏亮,高浩,杨宇,邵益民.东北寒冷地区某混凝土重力坝溢流面结构缝修补处理.大坝与安全.2022年01期.