

柳洪水电站泄洪闸采用的修补技术

吴 娱, 李睿昆

(四川美姑河水电开发有限公司, 四川 成都 610041)

摘要:柳洪水电站抗冲磨修复采用高弹性抗冲磨砂浆进行基底修补, 该材料具有高弹性及良好的抗冲击性能, 与混凝土粘接强度高。针对推移质冲磨的破坏机理, 采用了“以柔克刚”的复合式方案, 通过吸收跳跃式推移质砂石的冲击能量, 达到解决抗推移质冲磨破损的目的。柳洪水电站3孔闸室底板在2016年初进行了冲磨破坏修复, 经过两个汛期多次泄洪的考验, 抗推移质冲磨效果良好。

关键词:推移质; 抗冲磨; 高弹性砂浆; 柳洪水电站; 泄洪闸

中图分类号:TV7;TV52;TV735

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增2-0126-03

1 概述

磨蚀冲击破坏是水利泄水建筑物常见的问题之一, 尤其是当水流流速较高、水流中挟带砂石等推移质时, 这种破坏现象表现的更为严重。行业统计表明: 水利泄水建筑物表面经常遭受高速含沙水流或携带推移质水流的冲刷, 经过一段时间的运行, 往往会出现不同程度的磨损及气蚀破坏, 不仅直接或间接影响工程的安全运行, 而且维修费用大。目前常用的抗冲磨混凝土为硅粉混凝土、纤维混凝土、高性能混凝土和HF混凝土等, 这些材料的特点都是“以硬碰硬”, 均不能较好地解决泄水建筑物抗推移质冲磨问题。

柳洪水电站位于美姑河干流上, 距西昌市166 km, 距美姑河汇入金沙江的汇入口27 km。工程开发任务为发电, 利用落差392 m(高程1305~913 m), 设计发电引用流量 $57 \text{ m}^3/\text{s}$, 总装机容量180 MW。该工程枢纽为引水式布置型式, 由首部枢纽、引水系统和厂区枢纽组成。首部枢纽位于拉木阿觉乡下游的峡谷里, 水利建筑物(从左至右)主要由取水口、左岸混凝土挡水坝、一孔冲沙闸、三孔泄洪闸和右岸混凝土挡水坝等组成。

电站泄洪闸的泄洪特点是流速较高, 泄洪时携带有大量的推移质。美姑河年平均输送石沙量为4.28万t, 最大粒径76.6 cm, 且推移质物质质地坚硬。自2007年8月发电以来, 柳洪水电站泄洪闸经多个汛期运行, 在洪水和推移质的共同作

用下, 三孔泄洪闸底板出现了不同程度的冲蚀磨损, 其中3#泄洪闸底板混凝土冲磨严重。该工程进行了多次处理, 均没有解决推移质冲蚀磨损问题。为保证柳洪水电站大坝安全运行, 2016年, 电厂在3孔闸室底板进行了推移质冲磨破坏修复现场试验。

2 抗冲磨材料的选用

柳洪水电站天然河段比降达3%, 加上流域植被覆盖差, 洪水特征为陡涨陡落及洪水挟沙量大。根据公司既往对泄水建筑物修复的经验并经反复研究, 决定放弃传统、坚硬性修补材料, 选用了中国水利科学研究院研制的柔性抗冲耐磨材料作为该项目修复使用的材料。

2.1 高弹性抗冲磨手刮聚脲物理力学指标及配比

SK手刮聚脲为单组分聚脲, 具有防渗能力强、强度高、耐久性和抗冲磨效果好等特点, 将其作为胶结材料, 其主要力学性能见表1。通过对玻璃彩砂、石英砂、河沙及玄武岩人工砂、花岗岩人工砂等多种填料进行优选比较, 最终选定玻璃彩砂, 将玻璃彩砂按不同配比和胶结材料混合成如表2所示的8组砂浆进行了性能测试。

2.2 高弹性抗冲磨砂浆之力学性能

室内材料试验结果表明: 高弹性抗冲磨砂浆具有极佳的弹性, 压缩50%后可以恢复原状; 断裂伸长率在10%~30%之间(根据配比不同而异), 具有良好的抗裂能力和适应基础变形的能力; 抗冲击性能强。高弹性抗冲磨砂浆力学性能

收稿日期: 2018-04-25

指标见表 3。

表 1 SK 手刮聚脲力学性能表

检测项目	性能指标	检测标准
拉伸强度 /MPa	≥16	
扯断伸长率 /%	≥350	GB/T
撕裂强度 /N · mm ⁻¹	≥40	16777 - 2008
与混凝土之间的粘接强度 /MPa	≥2.5	

表 2 高弹性抗冲磨砂浆配合比设计表

砂料配比	砂浆级配	胶砂比
配比 1	细砂	
配比 2	粗砂: 细砂 = 2: 1	1: 2
配比 3	粗砂: 细砂 = 3: 1	
配比 4	粗砂	1: 3
配比 5	细砂	
配比 6	粗砂: 细砂 = 2: 1	1: 3
配比 7	粗砂: 细砂 = 3: 1	
配比 8	粗砂	

表 3 高弹性抗冲磨砂浆技术指标表

序号	项 目	指标	备 注
1	拉伸强度 /MPa	≥3	23℃, 28 d
2	与混凝土粘接强度 /MPa	>2	涂界面剂
3	断裂伸长率 /%	10 ~ 30	根据配比不同而异
4	耐冲击性能 /次	>15 000	参照环氧砂浆规范
5	抗压强度 /MPa	>15	压缩 50%, 卸载后可恢复
6	低温柔性	柔性	-40 ℃

2.3 材料粘接强度试验

在泄洪闸修复完成后,采用随机抽样的办法进行了粘结力试验。试验结果表明:高弹性抗冲磨砂浆与混凝土之间的粘接强度最高可以达到 3.37 MPa,平均粘接强度为 2.94 MPa,拉拔试验的破坏形式均为混凝土本体内部,说明该材料与混凝土粘接性能良好。

3 现场推移质冲磨破坏修复试验

3.1 推移质冲磨破坏修复方案

据现场观察,3#闸室底板冲蚀最为严重,在结构缝的右侧有整排的钢筋网裸露在外,且混凝土冲蚀深度达 17 cm;另外,混凝土有裂缝渗水、伸缩缝表面破损等缺陷(图 1)。

根据实际情况,最终选用的修复方案为复合式修复方案:首先恢复原设计的钢筋及插筋,采用高强环氧砂浆将冲蚀坑找平至低于原高程 24 mm 的高程,回填 20 mm 厚的高弹性抗冲磨砂浆,最后采用 4 ~ 5 mm 厚的抗冲磨型 SK 手刮聚脲防护(图 2)。其中高强环氧砂浆用于回填冲蚀坑、找平及恢复原结构;高弹性抗冲磨砂浆用于吸收推移质石块以冲击式锤击所产生的锤击

能量;表层的抗冲磨型 SK 手刮聚脲用于防止推移质石块对其下高弹性抗冲磨砂浆的磨损,同时亦可吸收泄洪时推移质对底板产生的部分锤击能量。复合式修复方案是通过以柔克刚的设计思路来解决高速水流携带的推移质对水工泄洪建筑物的冲击及磨损。

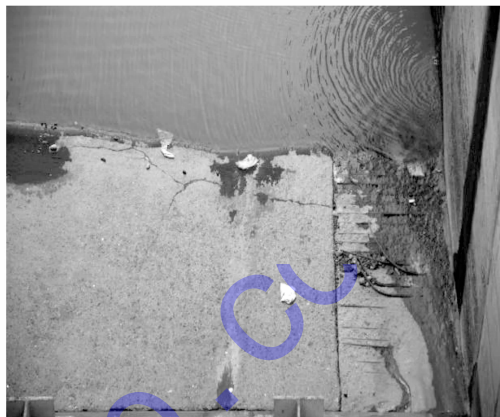


图 1 3#泄洪闸修补前的状况

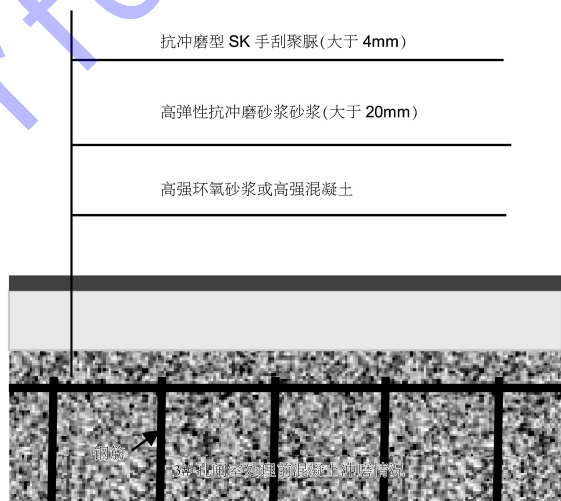


图 2 修补材料示意图

3.2 冲磨破坏修复的施工工序

(1) 将 3#闸室底板冲蚀破坏严重并有钢筋外露的部位表面凿除剥蚀的混凝土厚约 20 cm,对被破坏的钢筋进行修复并增设插筋,对原锈蚀的钢筋予以除锈,涂刷阻锈剂(图 3)。

(2) 涂刷环氧砂浆界面剂,采用高强环氧砂浆充填并找平,表层预留 24 mm 厚;

(3) 高强环氧砂浆固化后,在其表面涂刷聚脲界面剂并涂刷一遍 SK 手刮聚脲,充填 20 cm 厚的高弹性抗冲磨砂浆并找平。



图 3 凿毛及补焊钢筋照片

(4) 在高弹性抗冲磨砂浆表面涂刷 4 mm 厚的抗冲磨型 SK 手刮聚脲(图 4)。



图 4 表面涂刷 SK 手刮聚脲照片

3.3 试验结果

经过 2016、2017 年连续两年泄洪后进行的现场检查得知,3#闸室底板混凝土修补基本成功,如图 5 所示,其表层的 SK 手刮聚脲无老化及剥蚀现象,修补效果整体良好。连续两年泄洪考验结果表明:本次混凝土冲磨破坏修复处理施工所选用的材料及复合式修复方案是成功的。

(上接第 89 页)

力稳压器,以保证在地方备用电源供电时提高供电质量,确保集控中心 UPS 正常工作,避免因地方电源供电电压偏高对监控设备造成损坏。

(3)加强与地方供电局的沟通协调,调整地方电源无功补偿装置的投退以保证供电质量。在特殊情况下,请地方供电局为公司提供必要的供电保障。

(4)加强集控中心柴油发电机的运行维护,增加给柴油发电机蓄电池充电的频率,加强柴油发电机启停试验的执行力度,确保其随时处于完好状态。

(5)加强对集控中心蓄电池的维护保养,每



图 5 3# 闸室底板汛后检查情况

4 结 语

笔者通过对柔性抗冲磨材料的特性进行研究及现场修复陈述,例举了连续两年汛期泄洪考验之事实,证明高弹性抗冲磨砂浆具有高弹性及良好的抗冲击性能,与混凝土粘接性能良好。对泄水建筑物混凝土推移质冲磨破坏采用“环氧砂浆 + 高弹性抗冲磨砂浆 + 抗冲磨型 SK 手刮聚脲”的复合式修复方案,具有施工简便、防推移质冲磨效果好的特点。该修复方案解决了柳洪水电站泄水建筑物抗推移质冲磨破坏修补的难题,值得在同类型水电站中推广应用。

参考文献:

- [1] SL352-2006, 水工混凝土试验规程[S]
- [2] DL/T5193-2004, 环氧砂浆技术规程[S].

作者简介:

吴 娱(1964-),男,湖南湘乡人,高级工程师,学士,从事水工建筑物设计、运行技术与管理工作;

李睿昆(1986-),男,辽宁丹东人,助理工程师,从事水工建筑物、运行技术与管理工作。 (责任编辑:李燕辉)

年对蓄电池组进行充放电试验,确保蓄电池组完好;发现蓄电池组有明显异常时需及时进行更换。

5 结 语

集控中心是流域梯级水电站的大脑,美姑河两座电站的安全、可靠、经济调度离不开监控、通信设备的支撑。通过此次事件,发现了日常生产运行中存在的各种问题。笔者认为:只有加强现场管理,严格执行各种规章制度,才能保证电力设备的安全、稳定运行。

作者简介:

张 盼(1987-),男,四川成都人,助理工程师,从事水电站运行与检修技术工作。 (责任编辑:李燕辉)