

喀浪古尔水利枢纽引水泄洪洞混凝土缺陷修补

胡智农¹, 王川江², 邱益军², 张霞林¹, 付明²

(1. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029; 2. 新疆水利水电工程局, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要:介绍丙乳砂浆、聚硫密封膏、堵漏剂、聚氨酯灌浆材料、硅粉抗磨蚀剂、环氧灌浆材料等修补材料的主要性能, 针对新疆喀浪古尔水利枢纽引水泄洪洞混凝土存在的渗漏、裂缝、蜂窝、狗洞、麻面、错台等缺陷, 提出采用上述材料进行相应缺陷修补的方案。经修补后的引水泄洪洞混凝土衬砌内在强度明显提高, 硅粉砂浆 28 d 平均抗压强度达到 48.6 MPa, 抗折强度达到 11.8 MPa; 丙乳砂浆 28 d 平均抗压强度达到 39 MPa; 混凝土衬砌抗磨蚀性能及表面状况也得到大幅度改善。

关键词:引水洞; 混凝土修补; 混凝土缺陷; 喀浪古尔水利枢纽

中图分类号:TV698.2+4

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2002)05-0011-03

喀浪古尔水利枢纽位于距离新疆塔城市 33 km 的喀浪古尔干流上, 水库总库容 3 900 万 m³, 是一座具有灌溉、防洪、供水、养殖、水土保持和水力发电等功能的中型水利设施。

水库布置有拦河大坝、引水泄洪洞、非常溢洪道和坝后电站等建筑, 其中引水泄洪洞为引水灌溉、发电、导流、泄洪、排沙等多用途有压隧洞。隧洞灌溉发电引水流量 12.87 m³/s, 设计泄洪流量 176 m³/s, 流速 17 m/s。引水泄洪洞位于左岸, 进口高程 960 m (水库设计正常蓄水位 1 004.6 m), 由进口引水渠、洞身、事故检修竖井、启闭机房、出口工作闸室、泄槽、挑流鼻坎等组成, 建筑物全长 600.28 m。另外, 电站支洞及泄水渠长 100 m。

水库工程于 1991 年 10 月动工兴建, 1996 年底因建设资金短缺及已完工程存在一些质量问题而停工, 当时引水泄洪洞已贯通, 钢筋混凝土衬砌完成了约 70%。2000 年 3 月, 水库续建, 对已完工工程存在的质量问题进行了全面检测鉴定。检测结果表明, 引水泄洪洞衬砌混凝土在表面及内部均存在一些缺陷。为保证工程尽快续建以及建成后正常运行, 需对已建的引水泄洪洞混凝土缺陷进行修补。

1 引水泄洪洞存在的混凝土缺陷

a. 混凝土裂缝.在衬砌上共发现混凝土裂缝 126 条, 裂缝累计总长度约 423 m。

b. 施工缝、施工冷缝及伸缩缝缺陷.①纵向水平施工缝、环向施工缝有错台现象, 纵向水平施工缝

附近有较多的蜂窝、麻面并局部有渗水, 施工缝本身有渗水或溶出现象; ②衬砌结构施工过程中, 混凝土浇筑因故中断且间歇时间过长所留下的施工冷缝有 15 条, 部分冷缝有渗水、溶出现象; ③衬砌结构设置伸缩缝有多道出现渗漏、溶出现象。

c. 混凝土狗洞、蜂窝、麻面.竖井底部有一离析层, 并有 5 处狗洞, 狗洞最深处约 40 cm, 另有数处蜂窝。混凝土衬砌其他部分有面积较大的蜂窝、麻面, 共 35 处, 最大蜂窝面积约 3.5 m²。蜂窝大多产生在纵向水平施工缝处。

d. 出口泄槽缺陷.出口泄槽侧墙混凝土出现错台, 有大面积的麻面、气孔。

2 混凝土缺陷修补材料

a. 丙乳砂浆.丙乳砂浆为聚合物水泥砂浆, 具有优异的粘结、抗裂、抗冻、防渗、防腐、抗氯离子渗透、耐磨、耐老化等性能, 适用于各类混凝土结构的防渗、防腐护面及混凝土缺陷、裂缝修补工程^[1], 应用实例超过 300 个, 其成本低、施工方便、无毒, 适合潮湿面粘结。主要性能指标 (灰砂比 1:2, 聚灰比 0.275:1): 抗压强度大于 30 MPa; 抗拉强度大于 6 MPa; 抗折强度大于 8 MPa; 极限引伸率 558×10^{-6} ~ 900×10^{-6} ; 与老砂浆粘结强度大于 3 MPa; 抗冻性大于 F300。

b. PS 双组分聚硫密封膏.它是由液态聚硫橡胶、增塑剂和助剂等组成, 具有良好的耐水、耐油、耐大气老化等优良的耐腐蚀性能和防水密封性能。技

术性能为:适用期 2~6h;表干时间小于或等于 24h;下垂度小于或等于 3mm;最大伸长率大于或等于 200%;最大拉伸强度大于或等于 0.2MPa;低温柔性为 -30℃。

c. RD 防水堵漏剂.它是由无机、有机多种材料复合而成,具有速凝、早强、抗渗等特点.主要性能为:初凝时间小于或等于 6min;终凝时间小于或等于 14min;1h 抗压强度 12MPa;抗渗标号大于或等于 1.5MPa。

d. PU4 改性聚氨酯灌浆材料.它是由异氰酸酯与水溶性聚醚合成而得,同时加以改性.主要性能为:粘度 100~400 mPa·s (22℃);粘结强度大于 1.0MPa;固结体抗压强度大于 1.5MPa;固结体抗渗性大于 0.8MPa。

e. HLC 硅粉抗磨蚀剂.掺入 15%~20% 硅粉抗磨蚀剂的水泥砂浆与同水泥用量的普通水泥砂浆相比具有以下特点:①减水率 15%~20%,抗压强度 1d 提高 1 倍以上,28d 提高 50% 以上(1:2 砂浆 28d 抗压强度大于 40MPa);②抗冲磨性能提高 50%~100%;③抗气蚀能力提高 3 倍以上;④砂浆粘结强度提高 50% 以上;⑤砂浆抗冻指标大于或等于 F300。

f. EA 改性环氧灌浆材料.具有强度高、收缩小、粘结好、可灌性好等优点.主要性能为:固结体抗压强度 15~40MPa;固结体抗拉强度 3~7MPa;粘结强度 5~15MPa;粘度 20~100MPa·s。

3 缺陷修补方案

3.1 渗水伸缩缝的修补

衬砌伸缩缝原采取的止水措施失效,外水透过伸缩缝渗入洞内,因此必须首先采取堵漏措施,在缝面不再渗漏后加一道止水材料(PS 聚硫密封膏),表面用丙乳砂浆覆盖.具体操作工艺如下:

a. 对有渗漏现象的伸缩缝沿缝凿开宽 10cm、深 8cm 的 U 形槽,清理槽内表面污物与松动骨料。

b. 用堵漏剂砂浆封闭伸缩缝,同时沿缝布置灌浆通道与灌浆嘴。

c. 待堵漏剂砂浆能足够承压时,用 PU4 改性聚氨酯进行灌浆堵漏,灌浆压力选择在 0.2~0.3MPa。

d. 待聚氨酯遇水固化后 3d,把缝槽清洗干净并检查其灌浆效果。

e. 待槽内完全干燥后,嵌填 PS 聚硫密封膏,嵌填要饱满,杜绝气泡及孔洞的形成。

f. 分两次嵌填密封膏,先嵌填密封膏固化后,再进行第二次嵌填,两次嵌填总厚度为 2~3cm。

g. 嵌填的密封膏全部固化后(5d),表层用丙乳

砂浆覆盖并抹至与缝槽边缘混凝土面相平,丙乳砂浆硬化后,洒水养护 7d。

3.2 渗水施工缝修补

施工缝的渗水是由于每次施工接合面处理不当造成的.施工缝渗水修补方案,与渗水伸缩缝修补方案相同。

3.3 混凝土裂缝修补

引水泄洪洞衬砌裂缝主要是由于温度应力、收缩以及混凝土配比不当等因素造成的,修补分渗水与不渗水两种情况。

3.3.1 渗水裂缝的修补

渗水裂缝修补的施工步骤如下:

a. 沿缝凿开宽 10cm、深 8cm 左右的 U 形槽,将槽清洗干净。

b. 用堵漏剂砂浆封缝,形成灌浆通道并埋设灌浆嘴,灌浆嘴间距视漏水情况而定;裂缝首尾部均应设置一个灌浆嘴。

c. 用改性聚氨酯浆液灌浆堵漏,根据水压情况选择灌浆压力,通常取 0.3~0.5MPa。

d. 灌浆材料固化后,抹丙乳砂浆至与缝槽边缘混凝土面相平。

丙乳砂浆修补的施工工艺为(其他部位用丙乳砂浆修补工艺与此类同):

a. 混凝土基面处理.为了使丙乳砂浆和基底混凝土能很好地粘结,首先用钢丝刷刷除表面浮层污物,然后用清水冲洗、润湿,使混凝土基底处于饱和面干状态。

b. 丙乳砂浆配制.按照胶砂比 1:2 配料,分别堆放,先将水和丙乳按比例混合均匀,水泥和砂混合均匀后倒入拌和盘中,然后将混合液慢慢倒入.每次拌和量控制在 45min 以内用完为宜(人工抹压施工).水灰比的控制标准是在满足和易性要求的前提下尽量选用小水灰比。

c. 人工抹灰.先用丙乳净浆打底,然后抹压砂浆.每次抹砂浆厚度控制在 5~10mm,要求砂浆层密实,表面平整光滑。

d. 养护.丙乳砂浆抹压后约 4h 开始初凝,此时使用农用喷雾器进行加湿养护,砂浆终凝后再继续潮湿养护,养护时间为 7d。

3.3.2 不渗水裂缝的修补

不渗水裂缝修补的施工步骤如下:

a. 混凝土表面处理.清洗表面浮尘、挂灰,用钢丝刷刷缝表面,用有机溶剂清洗缝面。

b. 封闭裂缝,布设灌浆嘴.①根据裂缝开度情况每隔 40~60cm 布设一灌浆嘴,裂缝首尾部必须设一个;②灌浆嘴用环氧腻子进行固定;③灌浆嘴之间

的裂缝用环氧腻子进行封闭。

c. 用压缩空气试气, 检验灌浆通路是否贯穿贯通, 封闭层是否漏气, 如有问题, 应重新封闭。

d. 灌浆。①浆液选择 EA 改性环氧灌浆材料; ②灌浆压力一般选择 0.3 ~ 0.5 MPa, 视情况调整; ③从底部向顶部逐个灌浆, 当邻近灌浆孔有浆液流出时, 关闭出浆嘴, 继续灌浆; ④当最顶部一个出浆嘴出浆时, 关闭出浆嘴, 继续灌浆至裂缝不再吃浆, 进浆 15 min; ⑤当某裂缝吃浆量很小, 以及发现未灌满的裂缝, 必须补灌浆以保证灌浆效果。

e. 通过试验确定浆液固化时间, 达到固化时间后, 去除封缝腻子, 并磨平。

f. 灌浆效果检查方法(任选一种): ①打斜孔穿过灌浆缝, 做压水试验, 看其是否渗水, 渗水则为不合格; ②取芯样, 看其充填情况, 并做抗压试验。

3.4 出口泄槽段抗冲耐磨处理

出口泄槽段混凝土设计标号为 C25, 侧墙有明显错台, 麻面、气孔也较多, 不能满足抗磨蚀性能要求, 因此在出口泄槽段的侧墙和底板处采用人工涂抹 2 cm 以上厚度的硅粉砂浆, 以增强抗冲磨蚀性能。

硅粉砂浆配比为: 水泥: 砂: HLC 硅粉抗磨蚀剂: 水 = 1: 2: 0.18: (0.42 ~ 0.45)。具体施工工艺如下: ①将侧墙和底板混凝土错台不平整部位凿至 2 cm 以下, 凿除混凝土表面松散、薄弱层; ②清洗、清除混凝土表面残渣、油污; ③将混凝土表面湿润, 但无积水; ④涂抹丙乳净浆于混凝土表面; ⑤在丙乳净浆未干前做上硅粉砂浆, 单次涂抹厚度不超过 1 cm; ⑥在第一遍硅粉砂浆终凝后, 再涂丙乳净浆, 做上第二遍硅粉砂浆, 直到总厚度大于或等于 2 cm; ⑦硅粉砂浆终凝后保湿养护 14 d。

硅粉砂浆质量控制标准如下: ①砂浆与基底粘结牢固, 无脱空现象; ②表面平整, 无明显凹凸不平现象; ③硅粉砂浆强度大于或等于 40 MPa; ④表面无裂缝出现。

3.5 混凝土错台处理

混凝土错台为浇筑过程中模板位移及施工不当所造成, 错台对引水洞尺寸及过水流畅造成影响, 增加了水流对衬砌的冲刷, 必须加以处理。

a. 错台高度大于 1 cm 的处理方法。①将错台一侧, 顺水流方向按 1: 10 坡度凿成斜面, 垂直水流方向按 1: 30 坡度凿成斜面, 边缘凿除深度均应不小于 1 cm; ②清洗干净, 表面用丙乳砂浆进行修补至平整。

b. 错台高度小于 1 cm 的用磨岩机磨平即可。

3.6 施工冷缝修补

施工冷缝为混凝土浇筑过程中间歇时间过长造

成, 修补亦分渗水与不渗水两种情况。

a. 渗水冷缝修补: ①沿缝凿开宽 10 cm, 深 8 cm 的 U 形槽; ②用堵漏剂砂浆封缝, 上面抹丙乳砂浆作保护层; ③灌浆堵漏(与渗水裂缝相同); ④待浆液固化后, 凿开缝槽, 抹丙乳砂浆。

b. 不渗水冷缝不作灌浆处理, 其处理工艺为: ①凿宽 8 cm, 深 2 cm 的 U 形槽; ②清洗干净, 抹丙乳砂浆与缝槽边缘混凝土面相平。

3.7 蜂窝、狗洞及麻面的处理

混凝土蜂窝、狗洞是由漏振跑模、混凝土离析骨料集中造成。

a. 蜂窝处理。①凿除不密实混凝土; ②不渗水时, 深度大于 10 cm 的采取浇筑高一级标号的细石混凝土, 小于 10 cm 的可抹丙乳砂浆作覆盖层; 渗水时用堵漏剂砂浆堵漏, 再用丙乳砂浆作覆盖层, 两者均应同时埋设灌浆嘴与内部蜂窝连通; ③灌浆补强, 不渗水时浆液用 EA 改性环氧, 渗水时灌 PU4 改性聚氨酯。

b. 狗洞处理。①凿除不密实混凝土, 若开凿深度大于混凝土断面厚度 1/2, 则停止凿除, 埋设灌浆嘴, 待混凝土浇注完毕后进行水泥灌浆; ②清洗干净, 浇筑比原混凝土强度高一级标号的膨胀混凝土。

c. 麻面处理。麻面为模板不干净以及模板接缝不严漏浆所致, 只要凿除混凝土表面以下 1.5 cm, 清洗干净, 抹上丙乳砂浆并抹平整即可。

4 结 语

喀浪古尔水利枢纽引水泄洪洞修补工程于 2000 年 8 月中旬开工, 10 月底完工。修补后的伸缩缝、施工缝及裂缝不再出现渗漏, 并且得以补强处理。抽检 5 条缝做压水试验, 恒压 (0.3 MPa) 30 min, 没有一条缝出现渗水现象。出口泄槽经硅粉砂浆修补后表面平整, 无脱空现象。抽检硅粉砂浆 28 d 平均抗压强度达到 48.6 MPa, 抗折强度达到 11.8 MPa, 可满足水流冲刷及其他耐久性要求。其他蜂窝、麻面、狗洞处理均满足设计和使用要求。修补用丙乳砂浆抽检, 28 d 平均抗压强度 39 MPa, 与老混凝土粘结强度 6.5 MPa。修补后的引水泄洪洞已于 2001 年 5 月底投入使用, 迄今运转情况良好。

参考文献:

- [1] 林宝玉, 卢安琪, 庄英豪, 等. 丙烯酸酯共聚乳液水泥砂浆的研究与应用[J]. 水利水运科学研究, 1981(1): 53 ~ 67.

(收稿日期: 2002-04-03 编辑: 张志琴)