

溢洪道泄槽混凝土底板维修加固处理浅析

张祥吉¹, 李复永¹, 宋祥宝²

(1. 淄博市太河水库管理中心, 山东 淄博 255178; 2. 张店区水利局, 山东 淄博 255000)

【摘要】针对淄博市太河水库溢洪道泄槽混凝土底板存在的问题, 着重论述了溢洪道泄槽混凝土底板被破坏的原因, 分析维修加固处理方案, 阐述丙乳砂浆配玻璃纤维防裂网、钢纤维混凝土等处理方案及注意事项, 为类似项目提供借鉴。

【关键词】太河水库; 溢洪道; 泄槽底板; 玻璃纤维防裂网; 钢纤维混凝土

【中图分类号】TU755.8

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-03-0031-04

Brief Discussion on the Maintenance and Reinforcement Treatment of Concrete Bottom Plate in Spillway Discharge Chute

ZHANG Xiangji¹, LI Fuyong¹, SONG Xiangbao²

(1. Taihe Reservoir Management Center of Zibo Municipality, Zibo, Shandong 255178, China;

2. Water Resources Bureau of Zhangdian District, Zibo, Shandong 255000, China)

Abstract: In view of the existing problems of concrete bottom plate of spillway discharge chute of Taihe Reservoir in Zibo Municipality, this paper focuses on the reasons of damage caused by concrete bottom plate of spillway discharge chute, analyzes the maintenance and reinforcement treatment plan, and expounds the treatment plan and precautions of polyacrylate emulsion cement mortar (PAE mortar) with glass fiber anti-crack net and steel fiber concrete. It's expected to provide reference for similar projects.

Key words: Taihe reservoir; Spillway; Bottomd plate Discharge; Glass fiber anti-crack net; Steel fiber reinforced concrete

淄博市太河水库西溢洪道泄槽底板表层原为 C25 钢纤维混凝土, 由于表面长期受水流冲刷和冻融破坏影响, 尤其是受近几年“利奇马”等台风造成的水库大流量、长时段泄洪影响, 太河水库西溢洪道泄槽底板冲刷破坏严重, 局部钢纤维混凝土出现破损、起鼓、断裂等问题, 给水库枢纽工程安全运行带来一定安全隐患, 进而影响水库安全度汛。

1 病害原因分析及对策

1.1 病害原因分析

太河水库西溢洪道泄槽底板长 209 m, 宽 58.5 m, 100 年一遇洪水时, 西溢洪道泄量为 3 265 m³/s, 近期最大泄量 350 m³/s, 1972 年在原浆砌石底板的基础上浇筑一层 1 m 厚的钢筋混

凝土泄槽底板, 2001 年将原底板钢筋混凝土表面保护层凿除后, 浇筑 120 mm 厚 C25 钢纤维混凝土一层。西溢洪道闸门为 1979 年安装, 闸门止水虽经多次维修改造, 但在水库高水位运行时闸门仍存在不同程度向溢洪道内渗水; 溢洪道右岸因靠近金鸡山山体, 也存在不同程度的绕渗现象, 这两处的渗水造成西溢洪道部分泄槽底板长期处于潮湿和流水状态, 尤其冬季溢洪道泄槽底板表面长期结冰, 造成了泄槽底板长期受到冻融破坏影响。水库西溢洪道泄槽底板受近几年长时段、大流量泄洪及冻融破坏影响, 混凝土泄槽底板破坏程度呈加重趋势, 直接影响水库枢纽工程运行安全和水库度汛安全。

收稿日期: 2025-01-11

作者简介: 张祥吉(1977—), 男, 高级工程师

1.2 病害防治对策

为应对西溢洪道泄槽底板出现的病害,2020年计划对泄槽底板进行维修加固处理,初期选取了钢纤维混凝土、玻璃纤维混凝土、钢筋混凝土、丙乳砂浆配玻璃纤维防裂网四种维修加固方案进行试验比较,并针对不同病害的混凝土底板进行优缺点对比,从解决泄槽底板混凝土表层易冲

刷、易裂纹、易冻融破坏几个方面病害问题着手,进行现场小块对比试验,最终选定丙乳砂浆配玻璃纤维防裂网、C40 钢纤维混凝土两个方案分别对存在不同病害程度的西溢洪道泄槽底板进行了维修加固(详见表 1)。该项目共计完成 C40 钢纤维混凝土浇筑 504 m³,丙乳砂浆配玻璃纤维防裂网抹灰 1.2 万 m²。

表 1 溢洪道泄槽底板维修加固方案试验对比表

试验方案	C40 钢纤维混凝土 方案(厚度 12 cm)	C40 玻璃纤维混凝土 方案(厚度 12 cm)	C40 钢筋混凝土方案	丙乳砂浆配玻璃纤维 防裂网方案(厚度 2.5 cm)
优点	与下结构连接稳定,整体性好;具有较好的抗冲刷性能;混凝土表面裂缝质量控制好;整体投资小。	与下结构连接稳定,整体性好;混凝土表面裂缝质量控制好;整体投资小。	整体性好;施工简便;易于大面积混凝土施工,施工速度快;整体投资大。	抗冻、抗冲刷、抗裂性能好;成品料施工,与下部基底粘结性好;原混凝土底板凿除量小。
缺点	后期混凝土保护层破坏后,内部钢纤维易锈蚀;钢纤维混凝土施工不易泵送。	混合均匀程度不易控制;后期强度和韧性有降低趋势;混凝土表层砂浆保护层难控制。	需凿除混凝土量大;钢筋用量较大,造价较高;混凝土表面抗裂性能差。	各工序施工质量控制要求严格,需技术人员多;工序较多、施工效率较低。
针对病害	混凝土底板仅混凝土保护层破坏较严重等情况	混凝土底板仅混凝土保护层破坏较严重等情况	混凝土底板破坏严重、表面裂缝较深,无维修加固必要,需大面积拆除重建等情况	混凝土底板破坏程度较差,不需要大面积处理等情况

2 病害治理方案

2.1 丙乳砂浆配玻璃纤维防裂网方案

对溢洪道泄槽底板仅混凝土保护层存在冻融破坏、冲磨破坏等轻度病害损坏情况,采用了丙乳砂浆配玻璃纤维防裂网进行加固处理方案。

1)基面清理。施工前应使施工面洁净且充分湿润,人工使用高压水枪将凿毛面冲洗干净并用鼓风机将施工面积水及碎小石子清理干净,对表层出现锈蚀的钢纤维人工使用钢丝刷清除腐蚀层。

2)混凝土保护层凿除。对原泄槽底板混凝土保护层进行凿除,凿除厚度控制 2.5 cm,可选用人工凿除和混凝土铣刨机械凿除,以不破坏原钢纤维混凝土整体结构为标准。

3)涂刷丙乳净浆。在清理并湿润好的基面上,涂刷一层丙乳净浆打底,净浆配比为丙乳:水泥=1:1,涂刷要均匀,刷浆时要不断搅动防止水泥沉淀,在净浆未硬化前,即可进行丙乳砂浆抹面。

4)丙乳砂浆搅拌及运输。丙乳砂浆采用半成品料为 AB 组份,分别为聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆 A(粉)及聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆 B(液)两种,施工配合比例 1(粉料):0.2(液料):0.07(水)。

丙乳砂浆半成品料先用 25 t 吊车运至西溢洪道存放,施工时采用 350 滚筒式搅拌机搅拌,

胶轮车运输至施工位置。

5)丙乳砂浆配玻璃纤维防裂网施工。丙乳砂浆抹面厚度为 2.5 cm 需分层进行施工,第一层为找平层即对凿毛面凹凸不平处进行找平,第二层开始每次施工层厚 4~5 mm,施工刮抹只能向同一方向刮抹,不要来回多次刮抹,手触涂层不粘手时方可进行下一层施工,上一遍刮抹方向和下一遍刮抹方向呈“十”字交叉的垂直方向施工,最后一层施工前铺设玻璃纤维防裂网,防裂网网格尺寸不应小于 2 cm×2 cm,试验得出最优网格尺寸 2~3 cm,选取最优网格尺寸试验见表 2。人工将防裂网压入丙乳砂浆内 3~5 mm,防裂网铺设完成后丙乳砂浆铺筑到位,人工用力压实并随即抹灰出光,抹面时向同个方向抹平,不需第二次收光,如遇气泡要挑破压紧,保证表面密实。注意在施工中应严格控制丙乳砂浆含水量,水灰比控制在 30%以内。

6)丙乳砂浆抹面养护。丙乳砂浆表面略干后,采用塑料布覆盖以防止水分蒸发过快造成抹灰面表面裂缝,12 h 后覆盖养护毯洒水养护 14 d。

2.2 钢纤维混凝土处理方案

对溢洪道泄槽底板表面保护层冲刷、冻融破坏严重、且与下部结构出现起鼓、表面出现多处贯穿性裂缝的泄槽底板进行钢纤维混凝土加固处

表 2 丙乳砂浆配玻璃纤维防裂网浇筑试验

网格尺寸	1 cm × 1 cm	1.5 cm × 1.5 cm	2 cm × 2 cm	2.5 cm × 2.5 cm
实验条件	单个抹灰试块面积 4 m ² , 同样试块 4 组, 标准养护 24 d	单个抹灰试块面积 4 m ² , 同样试块 4 组, 标准养护 24 d	单个抹灰试块面积 4 m ² , 同样试块 4 组, 标准养护 24 d	单个抹灰试块面积 4 m ² , 同样试块 4 组, 标准养护 24 d
取芯检测	共计检测出 3 组试块 15 个点 出现丙乳砂浆抹灰层表面有龟裂、抹灰层中间空鼓	共计检测出 2 组试块 5 个点出 现丙乳砂浆抹灰层表面有细微裂缝、抹灰层中间空鼓	4 组试块未发现丙乳砂浆抹灰层中的上下分层、抹灰层中间空鼓	未发现丙乳砂浆抹灰层中上下分层、抹灰层中间空鼓
结 论	整体性差	整体性较差	整体性、好	整体性好

理。因溢洪道泄槽底板属冬季与水接触,且长期受泄洪水流冲刷的枢纽工程建筑物,混凝土等级选用为 C40,抗冻级别为 F150,抗渗等级为 W4。

1)清理原 C25 钢纤维混凝土底板。西溢洪道泄槽底板经长年水流冲刷表面有青苔、水垢及淤泥,为分清溢洪道泄槽底板具体破损情况,采用高压冲洗设备配合人工清扫,人工使用铁锹顺水流方向逐块清理底板淤泥、杂物,机动三轮车配合人工将淤泥及杂物清理至指定地点,待淤泥控干水分后统一外运,人工手持冲洗枪顺溢洪道泄槽底板水流方向逐块冲洗,直至漏出混凝土原状表面。

2)拆除破损的原 C25 钢纤维混凝土。底板清理完成后,按照顺水流方向自左到右依次编号为“A、B、C、D、E、F、G”,垂直水流方向自出水口向下依次编号为:“1、2、3、4、5……”,根据溢洪道泄槽底板现状情况决定拆除的底板编号。对需拆除的溢洪道原 C25 钢纤维混凝土泄槽底板,先使用混凝土切割机割缝,割缝深度控制在 8 cm 左右,割缝后使用橡胶履带式小型挖掘机油锤破除,破除深度以新旧混凝土结合面为基准。溢洪道泄槽底板拆除厚度为 120 mm,裸漏至原混凝土坚硬面为准,底板四周闭孔聚乙烯泡沫板也一并拆除。

3)钢纤维混凝土搅拌。钢纤维混凝土的搅拌,可以采用将钢纤维和粗细骨料、水泥先干拌,而后加水湿拌的方法或者采用在混合料拌和过程中加入钢纤维拌和的方法。在钢纤维掺量增多时,应适当减少一次拌和量,一次搅拌量不宜大于其额定搅拌量的 60%,或在掺加钢纤维时通过摇筛均匀添加,避免钢纤维在混凝土中结团。搅拌后的纤维混凝土的流动性,随着钢纤维掺量的增加而显著下降,拌合料从搅拌机卸出到浇筑完毕所需时间不宜超过 30 min,在浇筑的过程中严禁加水。钢纤维混凝土拌和物应拌和均匀,颜色

一致,不应有离析、泌水、钢纤维结团现象,钢纤维混凝土拌和物的稠度偏差不应超过配合比要求的±10%。

4)钢纤维混凝土浇筑。浇筑 C40 钢纤维混凝土前,人工使用喷雾器均匀喷洒,使混凝土基面充分湿润,喷洒标准以混凝土基面湿润无积水为宜。基面喷水后立即铺设 1~2 cm 同混凝土标号砂浆,砂浆铺设应均匀无死角。砂浆铺设完成后进行浇筑 C40 钢纤维混凝土,浇筑时从一侧均匀铺设至整块底板。

钢纤维混凝土铺设完成,采用插入式振动器或平板式振动器密实钢纤维混凝土。在每一位置上应连续振动一定时间,正常情况下约为 25~40 s,与普通混凝土相比,钢纤维混凝土的振动时间要适当延长,以混凝土表面均匀出现浆液为准,移动时应成排依次振捣前进,前后位置和排与排间相互搭接应有 3~5 cm,以防止漏振。

振捣密实后人工提浆收面,提浆时上下提拉使浆液均匀上浮,避免钢纤维外露锈蚀。施工中受混凝土掺入钢纤维后现场搅拌后期混凝土现场振捣质量影响,控制钢纤维混凝土上表面保护层成为关键工艺,保护层厚度不小于 2.5 cm。

5)钢纤维混凝土养护。钢纤维混凝土成型后达到初凝时即可进行洒水养护,养护时覆盖保湿毯或地膜,保证混凝土表面湿润,养护时间不少于 14 d。

3 结 论

1)钢纤维混凝土标号提高到 F150C40W4,在很大程度上提高了混凝土抗冲磨、抗冻融破坏的能力,减缓了冻融循环和大水流冲刷对溢洪道泄槽底板造成的破坏,维修加固后的水库溢洪道泄槽底板经历 2021 年泄洪 9 812 万 m³、2022 年泄洪 26 569 万 m³ 水流冲刷考验,效果较好。

2) 丙乳是一种水泥基高分子聚合物的水分散体,加入水泥砂浆后为聚合物水泥砂浆,具有优异的粘结、抗裂、抗冻、防渗、防腐、抗氯离子渗透、耐老化和耐蚀性能。施工时受施工具体部位、面积大小、外界气候条件影响较大,需要做好防晒、防风及后期养护,防止砂浆过早脱水干裂。

3) 在丙乳砂浆表面铺设玻璃纤维防裂网,有效防止的后期表面裂缝的产生,提高了砂浆面层的耐久性和结构强度。受防裂网易翘卷和在砂浆中易上浮影响,玻璃纤维防裂网离砂浆表面高度控制在 3~5 mm 左右最佳。

4) 丙乳砂浆施工时选用玻璃纤维防裂网,应选用耐碱产品,且防裂网网格尺寸不宜太小,防裂网网格尺寸控制在 2 cm×2 cm 左右为佳。

参考文献

- [1] 李金龙,朱文哲,罗浩.某水电站过水流量处理方法及应用效果检验[J].云南水力发电,2024,40(5):171-173.
- [2] 侯斌,陈晨.某渠道混凝土衬砌底板冻融剥蚀破坏的处理[J].四川水力发电,2014,33(S1):57-58+188.
- [3] 尚慧蒙.大体积混凝土结构底板施工技术[J].建筑机械,2024,(5):124-126.DOI:10.14189/j.cnki.cm1981.2024.05.013.
- [4] 张同凯.水利工程中混凝土冻融损坏形成原因及修复措施研究[J].四川水利,2024,45(2):51-53.
- [5] 哈斯也提·依米提,阿力木·许克尔,王鹏飞.探讨水利设施混凝土面冻融破坏的原因及处理措施[J].黑龙江水利科技,2023,51(2):106-109.
- [6] 李珍,熊泽斌.高寒地区水工混凝土防护修复技术与应用[J].长江科学院院报,2022,39(6):1-8.

(责任编辑 赵其芬)

(上接第 30 页)量约 827.32 MW·h,税后利润约为 257.03 万元。2024 年,计划投资 300 万元,推进林桥村光伏发电项目,进一步壮大移民村集体经济。

3.2 以产业发展为锚点,撬动移民村建设

平原县以锅培口村、北白村、张官店村等产业项目村为锚点,以美化人居环境和增加公共服务为重点,推动全县“美丽移民村”建设,持续不断地加强库区和移民安置区基础设施建设和生态环境建设,建成移民工作的代表性样板和独具移民特色的乡村典范。2021 年平原县推动大中型水库移民后期扶持基金腰站镇锅培口村美丽移民村项目建设,投资 209.8 万元,建设锅培口村村口康乃馨种植基地休闲广场,对现状村内坑塘进行治理,建设小镜湖工程,改善人居环境。同年,平原县完成北白庄村美丽移民村建设;2022 年、2023 年相继完成了贺沟村和东韩营村的美丽移民村建设项目;2024 年计划推进张官店北街村美丽移民村建设项目。

3.3 紧密联接各方利益,建立营收分配机制

以后期扶持资金为引导资金,以产业项目建设为载体,充分发挥杠杆放大效应,撬动更多社会资本参与,形成了“移民资金投资一部分、群众投资持股一部分”投入机制,为产业发展注入了活力,实现“资源变资产”“资金变股金”“农民变

股东”,更多移民村群众参与项目、建设项目;建立“职业农民合伙人”模式,构建租金、股金、薪金“三位一体”利益联结机制,完善了共建共享的“5311”利润分配机制(村集体经济收益的 50%直接分配到本村村民;30%作为运营资金不断叠加拓展业务项目,增加经营收入壮大集体经济;10%为管理经费,用于持续提升基层村干部服务效率和水平;最后 10%用于幸福公积金的储备,适时根据动态监控切实帮助村里低保、残障或临时困难群众解决生活上的困扰),实现农民和村集体收入的同时,让移民村群众共同富裕的梦想变成现实。

参考文献

- [1] 朱雅男.新乡市水库移民基本情况、存在问题及对策[J].河南水利与南水北调,2023(11):126-127.
- [2] 文岩.水库移民后期扶持管理存在问题与加强管理的措施[J].农业科技与信息,2020(20):123-124.
- [3] 张志鹏,陶建民,苏春建.德州市水库移民后期扶持主要做法与建议[J].山东水利,2021(8):39-40.
- [4] 田亮,黄翠娜,付振兴.宝鸡市凤翔区水库移民后期扶持产业开发项目管理[J].广西水利水电,2021(4):116-121.
- [5] 李彦强,逢智堂.南水北调丹江口水库移民安稳发展初探[J].中三峡大学学报,2022(1):62-77.

(责任编辑 张玉燕)