

白杨河流域胜利渠首除险加固工程方案比选分析

宋秀

新疆维吾尔自治区白杨河流域水利管理中心

DOI:10.32629/hwr.v10i1.6800

[摘要] 本文通过胜利渠首除险加固工程在运行管理及投资等多个方面的综合考量与比较分析,采用泄洪冲砂闸结合正堰形式的方案一展现出了显著的优势,如更高的安全性、更佳的可靠性以及成本效益。基于这些因素,在当前阶段决定采纳该方案作为最终的除险加固措施。

[关键词] 工程方案比选; 除险加固; 综合分析

中图分类号: P343.1 文献标识码: A

Scheme Comparison and Analysis of the Hazard Mitigation and Reinforcement Project for the Victory Dam in the Baiyang River Basin

Xiu Song

Baiyang River Basin Water Conservancy Management Center, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] Through comprehensive consideration and comparative analysis of the operation management and investment aspects of the Shengli Reservoir Headworks Hazard Elimination and Reinforcement Project, Scheme One, which combines the spillway flushing gate with the normal dam structure, has demonstrated significant advantages such as higher safety, better reliability, and cost-effectiveness. Based on these factors, it has been decided at this stage to adopt this scheme as the final hazard elimination and reinforcement measure.

[Key words] engineering scheme selection; Reinforcement in danger; Comprehensive analysis

引言

水闸作为重要的水利构筑物,具有防洪、灌溉等综合效益。水闸工程在长期使用过程中会出现一定的破损现象,对水闸工程的安全性和功能性产生影响^[1]。这种现象,在我国早期修建的水闸工程中尤为常见,针对这种情况,需要及时采取除险加固措施,提高水闸工程的安全性^[2-3]。

1 工程概况

1.1 项目区概况

白杨河发源于乌鲁木齐县境内的博格达山南麓,其流域跨越了乌鲁木齐县与托克逊县。河流自北向南流淌,先后经过峡口、后沟等地段,穿过天山山脉的一条分支后进入托克逊县境内,最终东流汇入吐鲁番盆地最低点——艾丁湖^[4]。胜利渠首坐落于托克逊县境内的白杨河上,具体位置在红山出山口、红山桥下游约300米处,地理坐标为东经88° 28' 48"、北纬42° 57' 02",海拔约为227米,集水面积2778平方公里。它是建于白杨河上的第三座渠首工程,距离上游的巴依托海渠首大约17公里。该渠于1970年建成使用。1996年遭遇了一次特别严重的洪水灾害,导致部分溢流堰、泄洪冲砂闸以及引水闸受损严重。在同年10月启动修复工作,并于1997年8月完工,胜利渠首工程任务是引白杨河水供托克逊县郭勒布依乡和夏乡灌区用水,控制灌溉面积

11.86万亩^[5]。

1.2 项目区地形地貌

胜利渠首河流流向近南北向,地形北高南低,平均河床坡降1.0%。河床宽度100m,河床两岸陡坎,高程5~16m。闸址区右侧为一河漫滩,宽度约70m。渠首闸址位于山前倾斜平原上,地势为北高南低。白杨河由北向南流,现代河床位于河流左侧,宽约100m,右侧河漫滩宽约70m,河床坡降1.0%,地势较平坦开阔,河床地面高程约217m。河床两岸边坡陡立,其中左岸坎高约5m,右岸陡高约15m。由于区域断裂距离工程区较远,工程区一带均被第四系松散地层所覆盖,断裂构造不发育,未发现断裂分布,地质构造简单。

2 存在问题

胜利渠首经过多年的运行,存在以下几个方面的问题:

- (1) 枢纽过洪能力和引水能力不足。
- (2) 引水闸及泄洪冲砂闸的混凝土结构强度未能达到相关标准的要求,其中引水闸闸室的最大和最小应力比亦不符合规范要求。
- (3) 泄洪冲砂闸和溢流堰下游防冲消能设施已达不到规范要求。
- (4) 枢纽区域存在严重的淤积现象,泄洪冲砂闸与引水闸的

底板及闸墩部位混凝土磨损显著。此外, 闸室排架柱和工作桥的混凝土结构出现了多处裂缝; 泄洪冲砂闸下游的护坦遭受了破坏, 浆砌石溢流堰亦出现裂缝且部分砌石已经脱落, 同时下游的消能设施也因水流侵蚀而受损。

(5) 上、下游两岸浆砌石翼墙超高不足, 基础淘刷。

(6) 引水闸与泄洪冲砂闸的闸门及其启闭装置存在严重的锈蚀现象, 并且由于长时间未得到妥善维护, 导致设备老化问题日益突出。

(7) 无工程观测及水文测报设施, 管理设施简陋等。

3 工程规模

面对已发现的安全隐患, 吐鲁番地区邀请了专业团队对胜利渠首进行了安全性评估。评估结果显示该水闸属于四类闸门, 必须予以拆除并重建。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》^[6]与《水闸设计规范》^[7]的相关规定, 本项目的工程级别被定为III等; 主要建筑的等级为3级, 而次要建筑则为4级, 临时性结构的级别设定为5级。关于防洪措施的标准, 按照相关规范, 设计时采用的是20年一遇($P=5\%$)的洪水标准, 对应的流量值为 $313\text{m}^3/\text{s}$; 同时, 校核洪水标准设为50年一遇($P=2\%$), 相应的校核流量为 $467\text{m}^3/\text{s}$ 。依据1/400万比例尺的《中国地震动参数区划图》^[8](GB18306-2001), 项目所在区域未来50年内发生超过10%概率的地震事件时, 最大加速度预计可达 $0.10g$, 这相当于地震烈度VII度。胜利渠首引水项目实施后, 计划保持现有灌溉面积不变, 即维持在 11.86 万亩左右。

本文选取胜利渠首的除险加固工程作为案例, 通过对闸堰结合方案与全拦河闸方案之间的对比分析, 旨在确定最适合本项目实际情况的最佳加固策略。

4 工程方案选择

4.1 方案一: 闸堰结合方案

移除现有的右岸引水闸、泄洪排沙闸、宽顶堰以及上下游的导流堤, 并在此基础上建设新的引水设施、泄洪排沙结构及更新后的上下游导流系统。

泄洪冲砂闸与溢流堰采取拦河式布局, 其中泄洪冲砂闸的轴线设计为垂直于水流方向。引水闸位于泄洪冲砂闸的右侧, 两者之间的夹角被设定为 30° 。在泄洪冲砂闸左侧配置了溢流堰, 其轴线与泄洪冲砂闸平行。引水闸上游右岸通过扭转面连接到上游导流堤, 而溢流堰上游左岸也采用类似方式与上游导流堤相连。基于工程实践经验、排沙需求及运营管理简便性的考量, 泄洪冲砂闸规划设置为三孔结构, 每孔净宽 5.0 米, 闸室总长 10.0 米, 选用钢筋混凝土作为建筑材料。紧邻左岸布置的是溢流堰, 它与泄洪冲砂闸轴线保持平行关系, 在其右侧则是泄洪冲砂闸本身。为了增强安全性并保护岸坡免受侵蚀, 在左岸上游部分采用了混凝土衬砌技术, 新建的上游连接段中, 左岸导流堤的长度大约为 50m 。根据河流宽度和整个水利枢纽所需的泄洪能力, 最终确定溢流堰的型式为WES型, 宽度为 100.0 米, 高度为 1.2 米, 并同样采用钢筋混凝土建造。

4.2 方案二: 全拦河闸方案

对于现有的水利设施, 计划将原有的右岸引水闸、泄洪冲砂闸、有坎宽顶堰以及上下游的导流堤予以拆除, 并在此基础上重建新的引水闸与泄洪冲砂闸, 同时对上下游区域实施新的导流堤防护工程。新设计的泄洪冲砂闸采用全拦河式布局, 其闸室轴线方向与水流方向呈垂直状态。引水闸位于泄洪冲砂闸右侧, 两者之间的闸室轴线相交成 30° 角。此外, 为优化水流导向, 在引水闸上游右岸及泄洪冲砂闸上游左岸均通过扭面结构连接至相应的上游导流堤。

该工程设计中, 泄洪冲砂闸共设置了6个孔口, 每个孔口的净宽度为 8.0 米, 而整个闸室的长度则达到了 10.0 米, 采用的是钢筋混凝土材料构建。为了确保水流平稳过渡并减少能量损耗, 在闸室下游部分采用了斜坡护坦式消能方法, 这种方法与方案一保持一致。具体而言, 斜坡护坦的设计参数包括: 斜坡长度设定为 10.0 米, 其倾斜角度按照 $1:10$ 的比例设置; 两侧边墙的高度为 3.5 米。此外, 在护坦末端还特别布置了一座深度达 5.5 米的混凝土重力式挡土墙。针对挡土墙下游可能出现的冲刷坑问题, 采取了使用预制混凝土四面体填充的方法, 这些四面体的每条边长均为 80 厘米。至于引水闸的具体布局及尺寸, 则完全参照了方案一的规定, 此处不再重复说明。同样地, 上下游导流堤以及上游铺盖的相关规格也遵循了方案一和方案二的设计标准, 因此这部分内容也不再赘述。

水闸加固方案比较见下表

项目	方案一(泄洪闸+WES堰)	方案二(全拦河闸)	
水闸布置	泄洪冲砂闸布置	在河道右岸设置泄洪冲砂闸, 与河道轴线呈近似垂直布局。采用3孔开敞式结构, 每孔宽度5米, 沿水流方向长度10米。	在河道左岸布置泄洪闸, 与河道轴线基本垂直。采用6孔开敞式设计, 单孔宽度8米, 沿水流方向长度10米。
	溢流侧堰布置	堰长100米, 高度1.2米, 纵向长度10米, 与水流方向垂直。	无
	引水闸布置	设置单孔开敞式水闸, 孔宽5.0米, 顺水流方向长度10米。	
工程技术条件	施工技术难度属于中等水平。		
施工条件	施工相对较为简便, 但涉及到大量混凝土的浇筑作业, 并且还需妥善处理施工过程中的导流与排水问题。		
运行管理	在堰体前方容易出现泥沙淤积的情况, 需要定期进行清淤以保证其正常运行。这种结构具有较好的应对突发洪水的能力, 且建设成本相对较低, 日常管理简便, 运行过程中也表现出较高的安全性和可靠性。	在闸门前不易形成淤积, 但在应对突发洪水方面表现较弱。由于需要管理的闸孔数量较多, 这使得日常运营管理相对复杂, 并且所需的投资成本也较高。运行过程中的安全性与可靠性得到了保障。	
工程总投资	3084	3232	

技术层面的对比表明, 第一种方案在处理泥沙淤积方面更为有效, 尽管需要定期清理或利用泄洪冲砂闸来冲洗沉积物, 但这种方法能显著缓解当前堰前淤积的问题。此外, 该方案对突发洪水具有较强的适应性, 便于管理和维护, 且运行稳定可靠。相比之下, 第二种方案虽然减少了闸门前的淤积现象, 但在遭遇突发洪水时存在较高的风险, 可能威胁到水闸的安全。由于其闸孔数量较多, 因此管理上更加复杂, 要求更高的管理水平, 在泄洪过程中必须迅速开启闸门, 并且建设成本相对更高, 不过其运行同样安全可靠。两种方案在工程实施条件和施工环境方面差异

不大。从经济角度来看,第一种方案比第二种节省了约148万元的投资。综上所述,基于经济效益、合理性和可行性考虑,本阶段推荐采用结合泄洪冲砂闸与正堰形式的第一种方案作为优选方案。

5 结论

通过对胜利渠首除险加固工程在运行管理及投资等多个方面的综合考量与比较分析,采用泄洪冲砂闸结合正堰形式的方案一展现出了显著的优势,如更高的安全性、更佳的可靠性以及成本效益。基于这些因素,在当前阶段决定采纳该方案作为最终的除险加固措施。

[参考文献]

- [1]张丹,张斌.影响大型水闸除险加固工程的因素分析[J].江淮水利科技,2024(5):49-51.
- [2]李燕忠,袁成福.赣州市章江八境湖拦河坝水闸工程结构安全复核分析[J].陕西水利,2024(10):30-32.
- [3]钟琦.基于ABAQUS计算和闸室结构分析的水闸除险加固

研究[J].水利科学与寒区工程,2024,7(6):120-122.

[4]周蕾,托克逊县胜利渠渠首除险加固工程初步设计研究[J].四川水利,2021,42(02):11.

[5]张爱民.新疆白杨河胜利渠首斜坡护坦消能防冲设施[J].水科学与工程技术,2020(4):71-74.

[6]中华人民共和国水利部.SL252-2017水利水电工程等级划分及洪水标准[S].北京:中国水利水电出版社,2017.

[7]中华人民共和国水利部.SL265-2016水闸设计规范[S].北京:中国水利水电出版社,2016.

[8]国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会.GB18306-2015中国地震动参数区划图[S].北京:中国标准出版社,2015.

作者简介:

宋秀(1987--),女,汉族,新疆伊犁人,工程师,现从事水利工程建设、运行管理工作。