

钢绞线铅丝笼在渠首海漫防冲应用

罗玉忠

新疆白杨河流域管理局

DOI:10.12238/hwr.v8i7.5572

[摘要] 高崖子渠首是达坂城区阿克苏乡高崖子牧场和东沟乡的农业灌溉和生态用水主要的引水枢纽,建于1972年,高崖子河纵坡较大,水流中带有大量的砂砾石,且粒径较大,对渠首护坦和海漫冲刷掏淘情况严重,每年都冲毁成深坑,对渠首安全和运行管理产生严重影响。为解决此问题,除险加固从设计开始就将此问题作为重点技术问题进行科学设计,采取新型工艺和措施减轻水力破坏,保证工程安全运行、发挥效益。

[关键词] 引水枢纽; 防冲处理; 新型材料; 推广应用

中图分类号: TV 文献标识码: A

Application of steel strand lead wire cage in the prevention of flooding at the head of the canal

Yuzhong Luo

Xinjiang Baiyang River Basin Management Bureau

[Abstract] The Gaoyazi Canal Head is the main water diversion hub for agricultural irrigation and ecological use in Aksu Township and Donggou Township of Dabancheng District. It was built in 1972. The Gaoyazi River has a large longitudinal slope, with a large amount of sand and gravel in the water flow, and the particle size is large. It causes serious erosion and erosion of the canal head apron and sea surface, and is washed into deep pits every year, which affects the safety and operation management of the canal head. To solve this problem, hazard removal and reinforcement have been scientifically designed as a key technical issue from the beginning of the design, adopting new processes and measures to reduce hydraulic damage, ensuring the safe operation and effectiveness of the project.

[Key words] Anti erosion treatment of water diversion hub; promotion and application of new materials

引言

水利是农业的命脉,新疆乌鲁木齐市达坂城区年降水量约69.1mm,农牧业发展需要的水资源,只能通过水利基础设施的建设来保障。高崖子渠首除险加固,可有效消除渠首安全隐患,弥补工程原设计标准低的短板,保障工程安全、良性运行,以提升灌溉效率以及改善高崖子河灌区的灌溉条件,旨在促进当地的农业、工业发展。由于高崖子河天然的地理条件,为确保渠首工程长久运行安全、发挥功能,针对渠首多年运行当中存在的多发易发损毁结构部位,在此次除险加固设计、实施中充分采取相应技术措施,对其进行优化,引进新材料、新工艺,满足渠首安全运行需要。

1 高崖子河概况

高崖子河流域位于乌鲁木齐市达坂城区柴窝堡—达坂城盆地中,属柴窝堡凹地东段,东天山南坡。在白杨河流域三条支流中居于最东边的一条河流,属白杨河水系,发源于博格达峰南麓,北南流向,流域形状呈扇形,河源与博格达山南坡冰川相连。高

崖子河对下游造成危害最大的主要为融雪水+暴雨洪水的混合型洪水,30年一遇洪峰流量达 $160\text{m}^3/\text{s}$ 。多年平均输沙模数为 $146.4\text{t}/\text{km}^2$,多年平均悬移质泥沙输沙量为 4.8万t ,多年平均推移质输沙量为 1.2万t ,年输沙总量为 6.0万t 。高崖子河渠首站位于高崖子河渠首的上游出山口,渠首断面以上河长 34.8km ,集水面积 331km^2 ,流域平均高程 2935m ,河道平均坡降 44% ,多年平均径流量 $0.6814\text{亿}\text{m}^3$ 。渠首距达坂城区政府 50km ,距乌鲁木齐市 130km ,是下游阿克苏乡高崖子牧场和东沟乡主要的灌溉水源。

2 高崖子渠首除险加固工程建设必要性

高崖子渠首建于1972年,至今已运行了50多年,经1996年水毁,闸底栏栅栅条被冲毁,栅堰部分位置被砸坏,根据2008年安全鉴定结果,渠首过流能力不足;渠首工程原设计标准低,原设计、校核洪峰流量均低于安全鉴定复核值 20% 左右;泄洪闸闸底板磨损严重,闸室结构失稳,闸室抗渗不满足要求;引水闸消能防冲不满足要求,闸室上部结构简陋,闸门老化,止水不严,无启闭机等问题,高崖子渠首被鉴定为四类闸。本次实施高崖子渠首

除险加固,可有效消除渠首安全隐患,补工程原设计标准低的短板,促进工程安全、良性运行,发挥效益。

3 钢绞线铅丝笼在渠首海漫防冲应用可行性

高崖子河流域地势总体上是北高南低,流域植被覆盖程度较差,河床不平整稍有冲淤,河床外形顺直或略弯曲,该河道纵坡较大,水流中带有大量的砂砾石。洪水时有大量的砂砾石进入渠道,上游挡沙坎前泥沙淤积严重,引水闸底板磨损十分严重,后面的陡坡段防冲护坦冲刷也十分严重。水流冲出若干大坑,闸址河段的冲深大约1.2m左右,由于闸后水流流速较大,冲坑还有进一步下切趋势。针对此问题,除险加固水工设计科学设计消能防冲措施,优化提高消能能力,采取长海漫、深趾墙,底层铺设钢绞线铅丝笼,回填大块鹅卵石的方式,降低水流流速,加固护坦,稳定河床,防止下切。

4 工程总体布置型式

新选闸址位置河道顺直,地形开阔,便于主要建筑物的布置,初步设计方案对比后采取底栏栅+闸方案,优点在于取水方便,洪水期时开闸泄洪,安全性较高,管理简单,有利于宣泄超标准洪水,现状渠首运行近50年,对下游灌区农业灌溉、经济发展发挥了巨大的作用。

除险加固渠首主要建筑物由泄洪冲沙闸,引水闸,底栏栅,上、下游导流堤及上、下游渐变段组成。引水闸、底栏栅、泄洪冲沙闸呈“一”形布置,底栏栅和泄洪冲沙闸轴线和河道垂直。引水闸布置在主河道右岸,与底栏栅垂直布设,底栏栅紧靠引水闸布设,泄洪冲沙闸布置在主河道左岸,泄洪冲沙闸和底栏栅上游设铺盖,下游设护坦和防冲深齿墙。引水闸之后设连接段和原渠道顺接。底栏栅后为泄洪通道和消力池接下游右岸导流堤;泄洪冲沙闸后设护坦和消力池接下游左岸导流堤。渠首管理站在原址建设,位于河道右岸,通过新建硬化道路与渠首连接。管理站主要由管理站房、值班室、车库、仓库、发电机房、化粪池、场地硬化、绿地等组成。

5 消能形式和技术参数要求

泄洪冲沙闸和底栏栅堰下游消能防冲均采用“护坦+防冲墙”消能型式。护坦长15m,闸后护坦净宽14.4m,堰后护坦净宽16m,之间用钢筋混凝土挡墙隔开。护坦设纵坡与海漫连接,护坦两侧设钢筋混凝土挡墙。末端设重力式混凝土防冲墙,墙内设2排DN110PVC排水管。护坦后接海漫长40m,其中水平段长20m,渐变段长20m。底层设1m厚不锈钢钢绞线石笼,其上采用大块抛石,粒径为 $\geq 30\text{cm}$,边墙采用混凝土重力式挡土墙结构。渐变段底层设1m厚不锈钢钢绞线石笼,其上采用大块抛石,粒径为 $\geq 30\text{cm}$,边墙结构型式由混凝土重力式渐变为混凝土贴坡式。铺设1.0m厚不锈钢钢绞线石笼尺寸为 $2\text{m}\times 2\text{m}\times 1\text{m}$ ($L\times B\times H$),网孔为 $250\text{mm}\times 250\text{mm}$ 。不锈钢钢绞线型号为Z-1 $\times 7$ -5-1420-GB/T25821-2023,钢绞线捻向为右捻,钢绞线断面结构为1 $\times 7$,直径为5mm,抗拉强度级别为1420级。施工时应按照《不锈钢钢绞线》(GB/T25821-2023)的相关要求执行。另外,石笼在起吊铺装时,受力钢绞线根数应不少于7根。

6 海漫设计长度和冲刷深度计算

6.1 海漫长度

在海漫设计中,要求构造材料粗糙、抗冲和透水,且具有一定的柔韧性。海漫表面粗糙,是为了有效地消耗水流的余能;要求具有透水性,是为了消除底面的渗透压力;抗冲是为了保证海漫本身不致被水流冲动,从而达到保护河床的目的;柔韧性可以使海漫在一定程度上能适应河床的变形。结合现场实际情况,本次设计海漫采用大块抛石,抛石粒径为 $\geq 30\text{cm}$ 。海漫底层布置1m厚度不锈钢钢绞线石笼,上层采用抛石回填厚度5.5m,末端顺接河道。

海漫长度根据《水闸设计规范》(SL265-2016)附录B.2海漫长度计算。

采用公式 $L_p = K_s q' \Delta H$

式中: q' —海漫起端的单宽流量;

ΔH —泄流时的上下游水位差(m);

K_s —海漫长度计算系数,河床为冲洪积含漂石砂卵砾石,查表取11。

渠首海漫单宽流量分为泄洪冲沙闸和底栏栅堰两个部分,根据渠首泄洪能力计算可知,泄洪冲沙闸海漫起端单宽流量为 $103.75/4/3=8.65\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$,底栏栅海漫起端单宽流量为 $81.72/16=5.11\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$,取其中最大值作为本次计算的单宽流量。

$$L_p = K_s q' \Delta H = 11 \times 7.200.67 = 26.70\text{m}$$

本次设计取海漫段长度为40m。

6.2 冲刷深度计算

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)附录B.3河床冲刷深度计算河床冲刷深度。

海漫末端的河床冲刷深度采用公式: $dm = 1.1 \times q_m / [v_0] - hm$
海漫抛石粒径 $\geq 30\text{cm}$,允许不冲流速为 3.9m/s 。

校核工况下泄洪冲沙闸和底栏栅总下泄流量 $185.48\text{m}^3/\text{s}$,海漫末端宽度为44m,单宽流量为 $185.48/44=4.22\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$

海漫末端水深 $hm=1910.31-1908.50=1.81\text{m}$

$$dm = 1.1 \times q_m / [v_0] - hm = 1.1 \times 4.22 / 3.9 - 1.81 = 0.281\text{m}$$

根据计算,海漫末端河床冲刷深度为0.281m。海漫的设置将河道冲刷削弱,对消能防冲起到良好作用。

7 钢绞线的主要特点

(1) 高强度。钢绞线是一种由多股钢丝扭绞而成的钢丝绳,具有很高的强度。相同重量下的钢绞线可以比其他材质的绳子承受更大的拉力,因此在一些需要承受较大拉力的场合,如起重、吊装等方面,钢绞线是不可替代的。

(2) 耐磨损。钢绞线表面硬度高,具有很好的耐磨损性能,能够在恶劣的工作环境下保持其稳定性能,对于需要长期使用的场合来说,钢绞线是一种非常合适的材料选择。

(3) 耐腐蚀。钢绞线采用优质钢丝作为原材料制成,且经过防腐处理,使其能够长期适应各种环境条件,具有很好的耐腐蚀性能,比同等质量的其他材质的绳子更具有使用寿命长的优势。

(4)可靠性高。钢绞线由多股钢丝通过扭绞而成,具有很高的可靠性。即使钢绞线的某一点损坏或折断,其余的钢丝仍然能够担起部分重量,大大提高了使用的可靠性,降低了使用风险。

8 施工工艺

8.1 施工准备阶段

首先将基坑开挖至设计底高程;机械设备配合人工将铺设不锈钢绞线石笼区域进行平整,对于铺设石笼区域进行长宽尺寸量测后绘制草图,按照设计要求石笼尺寸(2m*2m)在施工草图中进行布置,由上游至下游进行编号,并根据现场实际尺寸在施工过程中对于左右岸临近挡土墙的2个石笼进行调整,从而达到更好的外观质量;使用运输车辆将料场筛分出的符合设计填充要求粒径的石料运至施工作业区域,装载机将不锈钢绞线石笼运至作业区域。

8.2 施工作业阶段

(1)现场配备作业人员8人,挖掘机1台,运输车辆2辆。4名作业人员将不锈钢绞线石笼展开、摆放到位后,使用项目部现场加工工具(由 ϕ 22钢筋一端弯曲 90° ,弯曲长度20cm)勾住石笼四角。

(2)挖掘机由备料区域取料,首先对于石笼四角进行石料填充,然后由外圈向内圈依次进行石料填充,填充过程中始终保持笼子处于被撑起的状态。

(3)在挖掘机将第一个石笼填充完毕后,4名作业人员使用上述自制工具,对挖掘机填筑石笼进行平整,与此同时另外4名作业人员采用同样的方式配合挖掘机填筑第二个石笼,以此循环作业。

(4)将工作区域石笼全部填筑完毕后,挖掘机、运输车辆退场,作业班组进行石笼加盖及石笼之间连接作业,使之成为一个整体。

9 施工难点与重点

一是由于作业区域为不规则梯形,无法按照设计石笼尺寸规整摆放,为使得外观质量良好及施工便利,在作业前应做出相应合理规划;二是机械填筑石笼过程中,需与作业人员充分配合,合理调节填筑速度、放料力度等;三是不锈钢绞线石笼材质不同于常见的钢筋笼,其本质为高强度柔性材料,填筑过程中如石笼顶端出现严重变形将无法完成加盖工作,如遇到此情况需立即停止填筑,由机械设备配合人工将石笼顶端变形消除;四是整个施工过程中出现机械与人工的交叉作业,需在安全交底与班前会议中向机械操作人员及作业人员进行说明注意事项,专职安全员需旁站,密切关注作业现场,随时做出

安全提醒。

10 结论

高崖子河均以冲洪积砂卵石为主,河道发生洪水时夹带砾石较大,由于出闸流单宽流量较大,流速分布不均匀,脉动较剧烈,消能防冲措施采用护坦+防冲墙+海漫的型式,以逐步调整流量和流速分布,使之达到接近天然河道的水流状态。海漫防冲首次采用钢绞线石笼,鉴于钢绞线具有高强度、耐磨损、耐腐蚀等特点,适用于各种工作环境和场合,具有很高的可靠性和使用寿命长的优势。对于河道纵坡较大,水流中带有大量的砂砾石的河流,水闸枢纽护坦和海漫是工程结构中易损毁部位,对防冲部位的设计和材料应用对工程安全、后期运行管理显得尤为重要,通过对钢绞线在本工程中运用,解决水流对工程结构的磨损、冲刷等,对进一步促进工程安全、良性运行,发挥效益具有借鉴意义。

[参考文献]

- [1]张桂林,马亮,唐晓宇,等.新疆白杨河流域水资源的优化配置[J].水土保持通报,2021,41(3):173-180.
- [2]中华人民共和国水法[C].//2001年全国节水器具发展研讨会,2001:15-21.
- [3]李换平,韩瑞丽.《中华人民共和国防洪法》解读[J].山西水利,2014(4):50-51.
- [4]水闸技术管理规程:SL75-1994[S].1995.
- [5]新疆白杨河高崖子渠首除险加固水文分析报告.
- [6]高崖子渠首安全鉴定报告.
- [7]新疆白杨河高崖子渠首除险加固工程可行性研究报告.
- [8]水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》SL654-2014.
- [9]水工建筑物地基处理设计规范:SL/T792-2020[S].2020.
- [10]崔忠波,丁国莹,王海俊.《水闸设计规范》修编及应用[J].水利技术监督,2017,25(4):1-4.
- [11]陆忠民.《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》的编制和应用[J].水利技术监督,2015,23(1):1-4,36.
- [12]刘志明,雷兴顺.水利工程建设标准强制性条文管理改革与创新[C].//2013第一届工程建设标准化高峰论坛论文集,2013:397-400.
- [13]《水工建筑物地基处理设计规范:SL/T 792-2020[S].2020.

作者简介:

罗玉忠(1983--),男,回族,甘肃平凉市人,本科,高级工程师,研究方向:水利工程建设与运行管理。