

# 浅谈渠首建设方案比选分析

高华峰

杭州水利水电勘测设计院有限公司伊犁分公司

DOI:10.32629/hwr.v10i2.6812

**[摘要]** 本文从地形地质条件、上下游水流衔接、工程布置、工程施工、工程运行管理、工程投资等方面进行综合比选,全闸方案具有布置结构简单、工程运行安全程度高、水流衔接平顺,水力条件好、对下游河床冲刷影响小、工程施工干扰小、施工速度快、工程运行维修成本低、使用寿命长等优点,因此推荐拦河闸除险加固方案一。闸后消能设施采用具有水力条件好、消能效果好、工程投资低的短护坦消能。

**[关键词]** 渠首; 方案比选; 闸后消能

**中图分类号:** TU992.23 **文献标识码:** A

## A Brief Discussion on the Comparative Analysis of Canal Head Construction Schemes

Huafeng Gao

Yili Branch of Hangzhou Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute Co., LTD.

**[Abstract]** Through comprehensive comparison and selection from aspects such as topographic and geological conditions, the connection of upstream and downstream water flow, engineering layout, engineering construction, engineering operation management, and engineering investment, the full-gate scheme features a simple layout structure, high safety level of engineering operation, and smooth water flow connection. It has the advantages of good hydraulic conditions, little impact on the scouring of the downstream riverbed, less interference in engineering construction, fast construction speed, low operation and maintenance costs of the project, and long service life. Therefore, the recommended solution for the reinforcement and risk elimination of the river-blocking gate is Scheme One. The energy dissipation facilities behind the sluice adopt short retaining tanks for energy dissipation, which have good hydraulic conditions, excellent energy dissipation effects and low engineering investment.

**[Key words]** Canal Head Scheme comparison and selection Energy dissipation after the gate

### 1 前言

渠首工程是承接水源和引导水流的重要水利工程。渠首工程主要包含进水、引水、泄水以及防洪建筑物等,提供着灌溉、供水条件,发挥着水利工程防汛与抗旱的作用,有效缓解了灌区农业需水与水资源短缺的矛盾<sup>[1]</sup>。同时,渠首工程对于生态环境保护、防治水土流失具有关键意义,渠首工程的正常稳定运行对于发展经济、保障民生至关重要。但受限于设计、施工水平,渠首水闸大多存在一定质量缺陷,如水流调节灵敏性不足、金属构件锈蚀以及密封材料老化等<sup>[2-3]</sup>。渠首的安全运行直接影响当地的灌溉引水和生态供水;闸门的破损、止水的失效,大大增加了管理难度,降低了水利工程运作的效率;同时,渠首工程多位于条件艰苦地区,渠首水闸的正常运行、灌区的灌溉引水安全有助于帮助当地群众脱贫致富,维护社会稳定。因此,对于长期服役的渠首工程进行除险加固十分必要与紧迫<sup>[4-9]</sup>。

### 2 工程概况

霍尔果斯市切德克苏河拦河引水枢纽控制灌溉面积14万亩,按照《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)<sup>[10]</sup>有关规定,工程规模为III等,工程规模为中型,主要建筑物泄洪冲砂闸以及进水闸工程等级为3级;上下游连接段为次要建筑物,工程等级为4级,施工导流围堰等临时工程的工程等级为5级。工程区处于天山地震带的西段,属新疆地震活动较为强烈的区域之一,具有地震活动强度及频度均较高的特点。据1/400万《地震动参数区划图》(GB18306-2015),工程区地震动峰值加速度为0.2g<sup>[11]</sup>,相应的地震基本烈度为VIII度<sup>[12]</sup>。

### 3 渠首方案比选

#### 3.1 新建全闸式拦河枢纽

将现有建筑物全部拆除,在该闸址处新建一座全闸式拦河引水枢纽,拦河引水枢纽主要建筑物有:新建3孔泄洪冲砂闸、1

孔进水闸、上下游整治段等,其中闸室段长10.5m,上游整治段长60m;拦河布置3孔泄洪冲砂闸,在泄洪冲砂闸的右岸布置进水闸,进水闸与泄洪冲砂闸成30度夹角布置,闸室上游布置长度为20m的铺盖,下游布置15m护坦,上游与现状防洪堤采用顺接的方式,下游整治段长76m,下游与现状防洪堤采用顺接的方式。

### 3.2原闸址处新建闸堰结合引水枢纽方案

将现有建筑物全部拆除,新建的拦河引水枢纽主要建筑物由泄洪冲砂闸、溢流堰、上下游整治段、进水闸等建筑物组成。在该闸址处新建一座拦河闸堰结合的拦河引水枢纽,拦河引水枢纽主要建筑物有:新建1孔泄洪冲砂闸、1孔溢流堰、上下游整治段等;拦河布置1孔泄洪冲砂闸,在泄洪冲砂闸的左岸布置正堰式溢洪道,进水闸、铺盖、护坦下游整治段布置方式与全闸式拦河枢纽方案相同。

### 3.3改建成全闸式引水枢纽方案

将现有建筑物除两孔泄洪冲砂闸外其余全部拆除,改建成一座全闸式拦河引水枢纽。改建后的拦河引水枢纽主要建筑物有:拦河泄洪冲砂闸、泄洪闸、上下游整治段、右进水闸等。拦河布置5孔泄洪冲砂闸,进水闸、铺盖、护坦下游整治段布置方式与全闸式拦河枢纽方案相同。

## 4 比选论证

工程区天然建筑材料储量丰富,开采运输方便,闸址区地形、地质条件相对较好。三种枢纽型式闸址区为同一位置,布置格局基本相同,即上下游连接段、拦河闸、右岸进水闸,不同的是闸堰结合方案多一道溢流堰。工程建设条件对三种枢纽均无限制因素,但三种枢纽各有优缺点,现从枢纽建成后上下游水流衔接、枢纽建筑物布置条件、抗震安全性、施工条件、主要工程量和投资等方面进行综合比较。

### 4.1地形地质条件

切德克苏河拦河枢纽闸址位于低山丘陵区与山前倾斜平原区的过渡地段,地形为北高南低,河床宽度60~80m,河床较顺直,沟底距地面深度3~6m,地面高程为895~915m。河床覆盖层厚度大于10m。河道较顺直,河水面宽10~20m,水深0.4~0.8m,河流纵坡降15~20%,河床为第四系冲洪积物覆盖。该河段河床内南北向岩性主要为冲洪积的砂砾卵(漂)石组成,表层为现代河床冲洪积层,结构松散,下部中密。

闸址地基地层为第四系全新统冲洪积砂砾卵石层( $Q_{al}^{pl}$ ),分布在切德克苏河两岸及沟底,为级配良好的砂砾卵石层。

河床砂砾卵石层探坑揭露最大厚度5.0m,以花岗岩、辉绿玢岩、闪长岩、石英斑岩、凝灰岩为主,质地坚硬,最大粒径30~40cm,容重 $2.1\sim 2.3t/m^3$ ,多为中粗砂充填。

闸址处探井揭露的地层岩性为上更新统至全新统冲洪积砂砾卵石( $a1Q_{3-4}^{spst}$ )自上而下可分为两层:

第一层:含粉土砂砾卵石,杂色,松散,干~稍湿,以砾石为主,次为漂石、卵石、砂和粉土,主要分布在河床两岸,植被发育,厚度一般0.5~1.0m,孔隙大,分布不均匀,工程力学性质差异大,承载力低,建议清除。

第二层:砂砾卵石,杂色,稍密~中密,砂砾充填,磨圆度较好,含漂石,成分有:花岗岩、辉绿玢岩、闪长岩、石英斑岩、凝灰岩等,透水性好,渗透系数 $K=5.2\times 10^{-2}cm/s$ ,属中等透水层,探井揭露厚度5.0m,层间无砂层及淤泥层等软弱夹层。物理力学性质较好,强度高,是良好的建筑物基础。

根据《渠系工程抗冻胀设计规范》(SL23—2006)规定,在土的冻胀性分类中,粗粒土中粒径小于0.075mm的土粒重量占土样总重量的10.0%及以下时,为非冻胀性土;该段砂砾卵石层粘粒含量在0.5~2.5%,小于10%,因此闸基砂砾卵石层为非冻胀性土,不考虑冻胀问题。

该层岩性通过室内颗分试验定名为卵石,可以做建筑物的天然地基。对地基不利问题主要有抗冲能力差及渗透严重等。闸址区地质条件对三种方案均无不利影响。

### 4.2枢纽建成后上下游水流衔接比较

根据水利计算结果,枢纽建成后全闸方案枢纽最大壅水高度为0.10m,闸堰结合方案最大壅水高度为1.73m,保留两孔泄洪冲砂闸方案最大壅水高度为0.94m。从比较结果来看全闸方案壅水高度最低,仅0.1m,水流衔接顺畅,其余方案壅水高度较高,水流衔接不太平顺。

### 4.3枢纽建筑物布置条件

三种枢纽型式闸址区为同一位置,全闸方案总宽度为25.6m,闸室顺水流长度为10.5m,保留两孔泄洪冲砂闸方案闸室总宽度为24.6m,闸室顺水流长度为10.5m,闸堰结合方案闸室总宽度为26.8m,闸室顺水流长度为10.6m,闸址处河道宽约为25m,河道两侧均为河滩地,无宽度制约因素,各方案均合理可行。

### 4.4天然建筑材料

伊车嘎善村北侧山坡有一商业料场,距闸址以西约15km有用层厚度近10m,料场的砂石料规格齐全,其砂石料质量和储量均能满足混凝土用粗、细骨料要求,可根据工程实际用量购买。去砂石料场有公路和大路可通,便于开采和车运。运距多小于15km。

### 4.5抗震安全性

保留两孔泄洪冲砂闸方案原闸墩厚80cm现浇混凝土,基础采用高2m,宽1.6m的浆砌石基座,为分离式结构,项目区位于VIII度区,结构稳定存在隐患。拆除重建拦河枢纽为整体式钢筋混凝土结构,结构安全性能较好。

### 4.6工程运行管理

新建全闸式拦河引水枢纽方案易于管理。闸堰结合方案由于堰前容易淤积,需管理人员在每年汛期来临前组织大量人力物力清淤。保留两孔泄洪冲砂闸方案改造完成后为4\*4m拦河闸,闸孔为偶数孔,不利于水流的运行及闸孔的冲砂,会增加管理人员的管理难度。

### 4.7工程施工

拆除重建枢纽方案:在原闸址处拆除现有建筑物,重建一座引水枢纽。重建全闸式拦河引水枢纽工程和闸堰结合式拦河引水枢纽工程为常规式拦河引水枢纽工程,无较大施工难度,且整

个枢纽主体施工多为混凝土工程,各组成部分之间无干扰、可同时进行施工、进度快。

保留两孔泄洪冲砂闸方案:保留两孔4m宽的泄洪冲砂闸,拆除右侧的溢流堰,改造为五孔单孔宽为4m的泄洪冲砂闸,闸孔总净宽20m。在拆除的过程中,施工人员必须保证现有闸墩基础不被扰动,施工进度较慢,拆除工程的难度也相对较大。主体拆除之后,需对保留的两孔泄洪闸的损坏部分进行修复,对闸墩表面进行凿毛加设高标号混凝土以达到防冲耐磨的要求。此处的修复涉及新老混凝土的结合问题,施工质量难以保证。

表1 拦河枢纽方案比较表

项目	方案一:全闸方案 (推荐3*8)	方案二:保留两孔泄洪冲砂闸 (比较5*4)	方案三:闸堰结合方案 (比较8+15m)
地形地质条件	相同		
上下游水流衔接	壅水0.10m,水流衔接平顺	壅水1.73m,水流衔接不平顺	壅水0.94m,水流衔接不平顺
工程布置	新建3孔8m宽的泄洪冲砂闸,闸室总宽度为25.6m,闸室顺水流长度为10.5m,枢纽征地面积补偿小,不受场地制约	对原泄洪冲砂闸进行修补,新建3孔4m宽的泄洪冲砂闸,新建1孔4m宽的进闸闸。闸室总宽度为23.6m,闸室顺水流长度为10.5m,不受场地制约	新建1孔8m宽的冲砂闸,新建1孔18m宽的溢流堰,闸室总宽度为25.8m,闸室顺水流长度为10.5m,不受场地制约
工程施工	施工方便	由于保留两孔,重建两孔时,与原闸墩底部结合比较困难,闸底板拆除重建施工难度较大	施工方便
工程运行管理	管理方便	闸孔为偶数孔,不利于水流的运行及闸孔的冲砂,会增加管理人员的管理难度	堰前容易淤积,需年年清淤,管理较方便
工程投资	1866.31万元	1777.02万元	1770.98万元

从上面比较表可以看出,在地形地质条件相同的情况下,经过比较可知,三套方案投资相差不大,方案一具有布置结构简单、工程运行安全程度高、水流衔接平顺,水力条件好、对下游河床冲刷影响小、工程施工干扰小、施工速度快、工程运行维修成本低、使用寿命长等,因此拦河闸除险加固方案推荐方案一。

## 5 结论

通过从地形地质条件、上下游水流衔接、工程布置、工程施工、工程运行管理、工程投资等方面进行综合比选,全闸布置结构较为简单,安全性高,水流平顺衔接,水力条件优良,对下游河床的冲刷影响较小,施工过程中相互干扰少,建设速度快,后

期运行维护成本低,且使用寿命较长。综合考虑,推荐将方案一作为拦河闸除险加固的优选方案。

## 【参考文献】

- [1]孙燕琴,朱泓.海南某水利枢纽坝肩高边坡稳定性评价和处理措施探讨[J].科技通报,2022,38(8):74-78,84.
- [2]胡江,杨宏伟,李星,等.高地下水水位深挖方膨胀土渠淤运行期变形特征及其影响因素[J].水利水电科技进展,2022,42(5):94-101.
- [3]魏匡民,周恒,米占宽,等.复杂巨厚覆盖层高闸坝基础变形控制研究[J].水电能源科学,2022,40(4):104-107,65.
- [4]陈敏芬,马骏,马良伟.排涝闸站高喷防渗墙在复杂地质条件下的应用[J].灌溉排水学报,2022,41(S1):62-65.
- [5]任佳丽,胡胜刚,程永辉,等.膨胀土高边坡险情原因分析及除险加固处理措施[J].岩土工程学报,2022,44(S1):138-142.
- [6]何权,赵敏.五常市双兴灌区小河里渠首建设方案比选[J].水利科技与经济,2015,21(06):41-43.
- [7]吴玉龙,张建斌.疏勒河昌马渠首除险加固项目建设管理[J].水利规划与设计,2016(05):64-65+88
- [8]马超.头道桥梁首设计方案的可行性研究[J].黑龙江水利科技,2018,46(10):94-96.
- [9]王波.某水库引水渠首工程设计[J].黑龙江水利科技,2022,50(06):151-154+166.
- [10]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.
- [11]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.
- [12]中华人民共和国水利部中华人民共和国住房和城乡建设部.GB51247-2018水工建筑物抗震设计标准[S].北京:中国计划出版社,2018.

## 作者简介:

高华峰(1984--),男,汉族,新疆伊犁州人,本科毕业,高级工程师,现从事岩土工程设计。