

大东沟引水枢纽除险加固工程方案比选浅析

丁允彤

新疆伊犁州水利电力勘测设计研究院有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6904

[摘要] 本文以大东沟引水枢纽的除险加固工程为案例,结合地形地质条件、工程布置、施工过程、运行管理、实际效果、占地情况及投资规模等七个维度展开综合分析。结果表明,新建全闸式引水枢纽虽然投资较高,但具有结构布置简明、运行安全性好、施工干扰小、工期较短以及后期运行维护成本较低等优势。因此,最终推荐方案一,即新建全闸式引水枢纽,作为大东沟引水枢纽除险加固的实施方案。

[关键词] 引水枢纽; 除险加固; 方案比选

中图分类号: TV61 文献标识码: A

Analysis of Scheme Selection for Hazard Mitigation and Reinforcement of the Daidonggou Water Diversion Hub

Yuntong Ding

Xinjiang Yili Prefecture Water Conservancy and Electricity Survey and Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] This paper takes the hazard elimination and reinforcement project of the Daidonggou Water Diversion Hub as an example, and conducts a comprehensive analysis from seven dimensions including topography and geological conditions, engineering layout, construction process, operation management, actual effect, land occupation situation, and investment scale. The results show that although the newly-built full-gate water diversion hub has a higher investment, it has advantages such as simple structural layout, good operational safety, less construction interference, shorter construction period, and lower long-term operation and maintenance costs. Therefore, the final recommended solution is Option One, that is, to build the new full-gate water diversion hub, as the implementation plan for the hazard elimination and reinforcement of the Daidonggou Water Diversion Hub.

[Key words] Water Diversion Hub; Hazard Elimination and Reinforcement; Solution Comparison

引言

大东沟引水枢纽建成至今已运行33年,现状是由两孔拦水闸,一孔底栏栅堰组成,枢纽建设地点为大东沟出山口处,现状引水廊道纵坡为1/12,深2.0m,宽1.4m。根据现场实地勘测引水廊道泥沙淤积严重,只有淤积上部约0.50m高空间通气,已经无法满足下游灌区引水要求。水利局组织相关专家对大东沟引水枢纽进行了“水闸安全鉴定”工作,并进行了技术审查,依据《水闸安全鉴定管理办法》,该引水枢纽水闸评定为三类闸。

1 工程规模

大东沟引水枢纽控制灌溉面积6.5万亩,按照《水利水电工程等级划分及洪水标准》^[1](SL252-2017)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。据1/400万《地震动参数区划图》^[2](GB18306-2015),工程区地震动峰值加速度为0.2g,

相应的地震基本烈度为VIII度。

2 引水枢纽除险加固设计方案比选

大东沟引水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30~70m,河床较顺直,沟底距地面深度3~7m,地面高程为1060~1085m。河床覆盖层厚度大于10m,河道较顺直,河水面宽10~20m,水深0.4~1.2m,河流纵坡降1/10~1/55,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,发生洪水时推移质、悬移质含量较大,闸址区河床宽阔,河床地质条件较好,不存在制约因素。

根据当地的运行管理经验,在大东沟河这样的山溪性、多泥沙的河道上修建底栏栅式拦河引水枢纽存在引水廊道易淤堵、干渠泥沙含量大,对渠道的破坏性较大,存在栅条容易损坏、拦栅堰过洪能力不足等问题,再结合运行管理单位的意见,因此本次项目方案比较就不再考虑底栏栅引水枢纽方案。

表 1 工程布置方案比选

项目	方案一	方案二	方案三	方案四
工程布置形式	新建全闸式	新建闸堰结合式	改建成全闸式	改建成闸堰结合式
地形地质条件	闸址区地质条件主要为全新统冲积堆积层, 闸址区河床覆盖层厚 8~8.5m, 岩性为含漂石砂卵石, 成因以冲洪积为主, 地形、地质条件对闸室布置无制约。			
工程布置	拦河新建 3 孔 6m 宽的冲砂闸, 新建 1 孔 3m 宽的进水管。上游铺盖长 15m, 宽 19.6m, 下游护坦长 15m, 宽 19.6m, 末端设 4.5m 的防冲墙。上游整治段长度 108、71m, 下游 65m。进水管引水角 25°。	拦河新建 1 孔 6m 宽的冲砂闸, 新建 1 孔 18m 宽的溢流堰。上游铺盖长 15m, 宽 24.8m, 下游护坦长 15m, 宽 24.8m, 末端设 4.5m 的防冲墙。上下游整治段、进水管引水角同前。	对原泄洪冲砂闸进行修补, 新建 2 孔 6m 宽的冲砂闸, 新建 1 孔 3m 宽的进水管。上游铺盖长 15m, 宽 19.6m, 下游护坦长 15m, 宽 19.6m, 末端设 4.5m 的防冲墙。上下游整治段、进水管引水角同前。	对原泄洪冲砂闸进行修补, 新建 1 孔 6.5m 宽的冲砂闸, 新建 1 孔 8m 宽的溢流堰。新建 1 孔 3m 宽的进水管。上游铺盖长 15m, 宽 22m, 下游护坦长 15m, 宽 22m, 末端设 4.5m 的防冲墙。上下游整治段、进水管引水角同前。
工程施工	拆除难度较小、施工难度小, 工程量较大, 施工速度比较快。	拆除难度较小、施工难度小, 工程量小, 施工速度比较快。	拆除难度较大、施工难度大, 工程量小, 施工速度比较慢。	拆除难度较大、施工难度大, 工程量小, 施工速度比较慢。
运行管理	运行简单, 后期维护费低, 水流调节功能灵活, 但管理要求严格, 须安排工作人员全天值守。	运行简单, 后期维护费用高, 水流调节功能不灵活, 但管理简单, 无须工作人员全天值守。	运行简单, 后期维护费低, 水流调节功能灵活, 但管理要求严格, 须安排工作人员全天值守。	运行简单, 后期维护费高, 水流调节功能不灵活, 但管理简单, 无须工作人员全天值守。
运行效果	有效防止泥沙淤积和安全泄洪。	溢流堰前泥沙淤积、需年年清淤。	有效防止泥沙淤积和安全泄洪。	溢流堰前泥沙淤积、需年年清淤。
工程占地	工程占地比较小, 补偿费用少。			
工程投资	1148.26 万元	1002.98 万元	957.36 万元	1009.32 万元

根据枢纽现状情况及安全鉴定报告结论, 初步拟定在原闸址处进行新建全闸式、新建闸堰结合式、改建成全闸式、改建成闸堰结合式引水枢纽四种方案进行比较分析, 从中选择较合适的工程方案。

2.1 工程布置方案拟定

方案一：原闸址处新建全闸式引水枢纽方案

将现有建筑物全部拆除, 在该闸址处新建一座拦河全闸式引水渠首。引水渠首主要建筑物有：新建 3 孔泄洪冲砂闸、1 孔进水管、上下游整治段等建筑物。

方案二：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, 在该闸址处新建一座拦河闸堰结合的引水渠首。引水渠首主要建筑物有：拦河上下游整治段、泄洪冲砂闸、溢流堰、进水管等建筑物。

方案三：改建成全闸式引水枢纽方案；

将现有建筑物除泄洪冲砂闸外其余全部拆除, 改建成一座拦河全闸式引水渠首。改建后的引水渠首主要建筑物有：上下游整治段、拦河泄洪冲砂闸、泄洪冲砂闸、进水管等建筑物。

方案四：改建成闸堰结合式引水枢纽方案；

将现有建筑物除泄洪冲砂闸外其余全部拆除, 改建成一座拦河闸堰结合式引水渠首。改建后的引水渠首主要建筑物有：上下游整治段、原有泄洪冲砂闸、新建一孔溢流堰、进水管等建筑物。

2.2 除险加固设计方案比选

(1) 工程布置比较。针对新建全闸式、新建闸堰结合式、改建成全闸式及改建成闸堰结合式这四种引水枢纽方案开展对比分

析。各方案渠首均位于原闸址, 地质条件一致, 基础为河床砂卵石层, 具备较好的建闸条件。为便于比较, 将上述四种方案归类为全闸式与闸堰结合式两种主要布置型式。全闸式渠首主要包括上下游整治段、拦河泄洪闸、右岸进水管以及末端防冲墙等构筑物。闸堰结合式渠首则由上下游整治段、拦河泄洪闸、左岸溢流堰、右岸进水管及下游防冲墙等部分构成。全闸式引水渠首, 泄洪建筑物为拦河泄洪闸, 工程布置紧凑, 泄洪灵活, 冲砂方便, 一般不存在闸前淤积问题, 运行简单, 与现状闸室宽度基本相同, 不存在多占地问题。闸堰结合式引水渠首的主体泄洪设施包括拦河泄洪冲砂闸和溢流堰, 其中溢流侧堰布置在拦河闸左侧, 两者呈“一”字形排列, 整体布局较为分散。由于拦河闸规模有限, 溢流堰需分担较大的泄洪任务, 这容易导致堰前泥沙淤积。若不及时清淤, 淤积物可能超过堰顶, 进而影响上游整治段及溢流堰的行洪能力。同时, 拦河闸泄洪规模较小, 难以在洪水期间有效冲砂, 因而必须依靠人工方式清除上游段的淤积泥沙。

通过工程布置的综合比较, 全闸式引水渠首在整体性能上显著优于闸堰结合式引水渠首。

(2) 水力消能条件。全闸式引水枢纽方案, 下泄洪水流量相对较小, 单宽流量相对较小, 对下游防冲槽及河床冲刷作用较小。闸堰结合式方案, 下泄洪水流量相对较大, 单宽流量相对较大, 对下游防冲槽及河床冲刷作用较大。

从水力消能条件来看, 河闸式引水渠首在除险加固方面较闸堰结合式更具优势。

(3) 工程施工。整个枢纽的主体施工以混凝土工程为主。上下游整治段、泄洪冲砂闸、溢流堰、进水闸以及防冲墙等结构相对独立, 允许同时施工, 具有效率高、相互干扰少、施工进度快的特点。改建渠首方案是在原闸址处实施的, 主要内容包括拆除泄洪闸以外的原有建筑物, 并对现有引水枢纽进行除险加固。具体措施包括增设两孔泄洪闸或采用“一闸一堰”的组合方式, 从而使其能够满足泄洪、冲砂及引水灌溉等功能需求。由于拆除工程均由机械来完成, 在拆除的过程中, 保留的一孔泄洪闸会对施工产生干扰, 施工进度较慢, 且拆除过程中必须保证现有闸墩基础不被扰动。因此拆除工程的难度相对较大, 要求也较高。主体拆除之后, 需对保留的一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。

综上所述, 引水枢纽的新建方案比改建方案施工难度较小、进度快、质量有保障。

(4) 工程运行管理。全闸式引水枢纽在配备自动化监控与防洪预警系统后, 可显著提升渠首的防洪安全水平。该布置形式具备良好的水流条件, 单宽流量较小, 对闸墩的冲刷磨损有限, 渠首上游基本不淤积, 因此维护成本较低。进水闸的引水角度较小, 水流顺畅, 闸前设置的挡砂坎可有效减少引水含沙量。闸堰结合式引水渠首采用闸与堰相结合的形式, 泄洪调度灵活性较高, 尤其适用于山溪性河流汛期洪水陡涨陡落的特点, 在本地区也被广泛采用。此类渠首即使在汛期无人值守、泄洪闸未开启的情况下, 大部分洪水也可通过侧堰安全下泄, 不影响渠首安全。然

而, 闸堰结合式渠首在泥沙处理方面存在难以解决的问题, 溢流侧堰前及上游整治段易发生淤积, 每年需投入大量人力进行清淤。同时, 由于水流条件较差, 拦河闸孔口尺寸小, 过洪单宽流量大, 水流对闸墩和闸底板的冲磨较为严重, 导致运行维护频繁、维修成本升高, 渠首使用寿命相对较短。

从运行管理角度比较, 全闸式引水枢纽优于闸堰结合式引水枢纽。

综合以上内容, 对前述四种除险加固方案, 从地形地质条件、工程布置、工程施工、运行管理、运行效果、工程占地及工程投资等七个方面进行综合比较分析, 具体结果见表1。

3 结论

经过比较可知, 新建全闸式引水枢纽虽然投资相对较大, 但该方案具有布置结构简单、工程运行安全程度高、工程施工干扰小、施工速度快、工程运行维修成本低。为此选择方案一: 新建全闸式引水枢纽作为大东沟引水枢纽除险加固推荐方案。

[参考文献]

[1] 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.

[2] 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:

丁允彤(1991--),男,汉族,新疆伊犁州人,本科毕业,工程师,现从事水利工程设计。