

切吉水库坝址比选分析

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.v10i1.6799

[摘要] 本文从地形地质条件、枢纽建筑物布置条件、施工条件、建筑材料以及水库淹没损失等方面进行综合比较,上坝址两岸山体雄厚,工程地质条件较好,岩体强度高、较完整、无大的断层通过、无大的不良地质问题,不存在绕坝渗漏问题;上坝址工程总投资较下坝址减少573.18万元,节约工程投资,综上所述本阶段选择上坝址为推荐坝址。

[关键词] 坝址比选; 枢纽布置; 施工条件

中图分类号: TV61 **文献标识码:** A

Analysis of the Site Selection Comparison for the Qieji Reservoir Dam

Huafeng Gao

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

[Abstract] Through a comprehensive comparison from aspects such as topographic and geological conditions, layout conditions of hub structures, construction conditions, building materials, and reservoir inundation losses, the engineering geological conditions of the upper dam site are relatively good. The mountains on both sides of the upper dam site are solid, and the engineering geological conditions are good. The rock mass has high strength, is relatively complete, has no major faults passing through, and has no major adverse geological problems. There is no problem of seepage around the dam. The total investment of the upper dam site project is 5.7318 million yuan less than that of the lower dam site, saving project investment. In conclusion, the upper dam site is selected as the recommended dam site for this stage.

[Key words] Dam site comparison and selection Hub layout Construction conditions

引言

切吉水库枢纽工程具有灌溉、兼顾供水功能,是切吉沟流域灌区开发的重要基础性工程。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)^[1],和《防洪标准》GB50201-2014^[2],确定本工程等为IV等小(1)型工程,主要建筑物级别为:拦河大坝、输水洞(导流洞改建)、溢洪道为4级建筑物,次要建筑物及临时建筑物为5级。大坝、溢洪道、输水洞等永久性边坡等级为5级,场外交通道路为公路-II级,场内交通道路等级为矿山-III级。根据1/400万《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001),本区50年超越概率为10%的地震动峰值加速度为0.15g,对应地震基本烈度为VII度^[3]。

1 坝址初选

坝址和坝型比选是水库枢纽布置设计的主要内容,其对工程投资及工程安全均影响较大^[4-6]。结合地质勘探资料,从成库条件、施工技术、工程投资等方面,对坝线及坝型适宜性、技术可行性和投资经济性等关键内容进行详细论证^[7-12],优选适宜坝线、坝型和结构参数,确保工程高效优质施工建设。

切吉沟河总体流向由南向北,穿过了不同的地貌单元,总地势南高北低。地貌单元按山势的相对高程又可划分为高中山区、低山丘陵区、山前冲洪积倾斜平原区。本阶段设计根据该河道的地形地质条件,结合现场踏勘,综合考虑建筑物布置、施工、水库库盘条件等因素,在切吉沟现有龙口至上游约3.78km河段范围内选择了上、下两个坝址。其中上坝址位于切吉沟龙口上游约1.28km处,下坝址位于切吉沟现有龙口上游约0.36km处,两坝址相距河道长度约0.92km。

2 坝址比选

2.1 上坝址

上坝址位于切吉沟龙口上游约1.28km处,河流纵坡3~5%。河谷狭窄,谷底宽5~30m,为“V”型谷。

河床坝基:河床宽20~25m,河床砂卵砾石厚约3~5m,下伏基岩为凝灰岩,强风化层厚2~3m,弱风化厚10~15m,岩体透水性 $q < 5Lu$ 界限在基岩面以下10~15m。

右坝肩:右岸山体坡度较缓,1500m高程以上基岩裸露,坡度25~35°,1510~1530m之间为第四系薄层坡积物覆盖,1530m以

坝址工程地质条件比较表

项目	工程地质条件		比较结论	
	上坝址	下坝址		
地形地貌	河谷狭窄,谷底宽 5~20m,正常蓄水位 1552.5m 时谷宽 90~95m。两岸山体不对称,右岸山体较矮,拔河高度约 80m,岸坡下部基岩多裸露,山顶地势凹凸不平;右岸山体高耸、雄厚,基岩大部裸露。左岸坝线上游发育一条深切冲沟。	河谷狭窄,谷底宽 5~30m,正常蓄水位 1515m 时谷宽 110~115m。两岸山体高耸、雄厚,地形不对称。左岸山体较矮,拔河高度约 80m,岸坡下部基岩多裸露;右岸山体高耸、雄厚,基岩大部裸露,山顶地势比较宽阔平坦。右岸坝线上游发育一条深切冲沟。	上坝址优于下坝址	
地层岩性	两岸及河床下伏基岩为凝灰岩,属中硬~坚硬岩。	右岸、左岸下部及河床下伏基岩为凝灰岩,属中硬~坚硬岩。	基本相同	
地质构造	两岸无规模较大的控制性软弱结构面分布,小断层及长大裂隙发育稀疏。左岸下部卸荷裂隙较少,上部较发育,右岸卸荷裂隙发育。其余节理裂隙规模小,多短小、闭合,(F ₁)距上坝址 2.4km。	两岸无规模较大的控制性软弱结构面分布,小断层及长大裂隙发育稀疏,卸荷裂隙发育轻微,其余裂隙规模小,多短小、闭合,(F ₁)距下坝址 1.3km。	上坝址优于下坝址	
物理地质现象	凝灰岩坝基强风化厚 2~3m,弱风化厚 10~15m。两岸强风化厚 1~2m,弱风化厚 10~15m。两岸下部卸荷水平深度 2~3m,上部 5~10m。上坝址左岸有一条冲沟,位于坝线上游 300m 距坝较远,对坝无影响。逢暴雨有短时洪流,水量不大,携带碎石、泥砂很少,对大坝影响较小。	凝灰岩坝基强风化厚 2~3m,弱风化厚 10~15m。两岸强风化厚 1~2m,弱风化厚 10~15m。两岸下部卸荷水平深度 1~3m,上部 5~10m。下坝址右岸有两条冲沟,位于坝线上游 200m 和 500m 距坝较远,对坝无影响。逢暴雨有短时洪流,水量不大,携带碎石、泥砂很少,对大坝影响较小。	上坝址略优于下坝址	
坝基	河床含漂石砂卵石厚 3~5m,下伏基岩为凝灰岩,表层强风化厚度 2~3m,弱风化厚度 10~15m。坝基范围内地表出露的断层发育规模较小,延伸较短,走向多与河流大角度相交。对于混凝土面板堆石坝而言,含漂石砂卵石层承载力较高,抗变形能力较强,透水性强,可作为土石坝坝基持力层,但存在渗漏和渗透破坏问题,须采取防渗处理措施。对于混凝土重力坝而言,须清除河床覆盖层及岩体表面强风化层,坝基可置于弱风化岩体之上,但须采取必要的加固补强处理。	河床含漂石砂卵石厚 3~5m,下伏基岩为凝灰岩,表层强风化厚度 2~3m,弱风化厚度 10~15m。坝基范围内地表出露的断层发育规模较小,延伸较短,走向多与河流大角度相交。对于混凝土面板堆石坝而言,含漂石砂卵石层承载力较高,抗变形能力较强,透水性强,可作为土石坝坝基持力层,但存在渗漏和渗透破坏问题,须采取防渗处理措施。对于混凝土重力坝而言,须清除河床覆盖层及岩体表面强风化层,坝基可置于弱风化岩体之上,但须采取必要的加固补强处理。	相同	
坝肩	形态	左岸较右岸高山体雄厚、高耸,正常蓄水位以上岩面左岸变缓;裂隙发育。	左岸较右山体较厚,正常蓄水位以上岩面右岸变缓;左岸山体雄厚、高耸。	下坝址优于上坝址
	稳定性	左岸 1445m 高程以下基岩裸露,岸坡下部岩体较完整,岸坡稳定性较好;岸坡上部岩体破碎,有掉块及小崩塌现象。右岸山体雄厚高耸,基岩大部裸露,卸荷裂隙较为发育,岸坡整体稳定,局部稳定性较差。	左岸 1430m 高程以下基岩多裸露,断裂发育稀疏,卸荷裂隙发育较少,岩体较完整,岸坡整体稳定性较好;仅 1420~1430m 高程附近岩体风化破碎,有掉块及小崩塌现象。右岸临河岸坡基岩多裸露,断裂稀疏,卸荷裂隙发育轻微,岩体较完整,岸坡稳定性较好。	上坝址略优于下坝址
坝基	①左岸高程 1550m(正常蓄水位 1552.5m)以下基岩多裸露,岩面坡度 30~35°,1550m 以上为 2~3m 厚层坡积物大面积覆盖,地形连续完整,山梁顶部岩体较为破碎,基本无绕坝渗流问题。②右岸山体雄厚、高耸,基岩顶部远高于正常蓄水位,1555m 以上为 2~3m 厚层第四系堆积物坡积物大面积覆盖,山体较为连续完整,无绕坝渗流问题。	①左岸 1522m 高程(正常蓄水位 1515m)以下基岩多裸露,岩面坡度 35~46°,1522m 以上为 1~3m 厚的坡积物大面积覆盖,地形连续完整,基本无绕坝渗流问题。②右岸山体雄厚、高耸,基岩顶部远高于正常蓄水位,1525m 以上为 1~3m 厚层第四系堆积物坡积物大面积覆盖,山体较为连续完整,无绕坝渗流问题。	基本相同	

上基岩出露,地表长有茂密杂草和少量灌木。构成右岸坝肩的基础岩体为凝灰岩,岩层产状 290~310° SW∠45~55°,岩块致密坚硬,岩体中小断层发育稀疏,裂隙较为发育,规模一般不大,边坡整体稳定。坝线附近 1528m 高程以上坡度较缓,表部强风化厚 1~2m,弱风化厚度 10~15m,卸荷轻微。1530m 高程以上岸坡陡峻,强卸荷岩体较少,且多发育在向岸外弧形隆起的陡峻岩质小山梁处,水平深度 3~5m,卸荷裂隙集中张开明显,岩体结构极不均一,块裂特征明显,稳定性较差;岸坡上部卸荷水平深度为 2~3m。

左岸坝肩:左岸山体雄厚高耸,高程 1502m 以上基岩裸露,岸坡陡峻,坡度 30~35°,局部为薄层坡积物覆盖,1535m 高程以上为较厚坡积物覆盖,坡度 20~30°。构成左岸坝肩的基础岩体为凝灰岩,岩层产状 300~340° SW∠50~60°,天然状态下左坝肩岸坡整体稳定。坝线附近岸坡上部(1502m 高程以上)坡度陡峻,表部强风化厚 1~2m,弱风化厚度 10~15m,在局部岸坡较陡地段较为发育,基本无强风化和强卸荷岩体,弱卸荷水平深度为 2~3m。

上坝址水库枢纽工程的兴利库容为 131.0万 m³,正常蓄水位

为 1552.5m,死水位为 1529m,设计洪水位为 1553.05m,校核洪水位为 1553.35m。枢纽建筑物主要由拦河大坝、输水洞(导流洞改建)、溢洪道等组成。

2.2 下坝址

下坝址位于切吉龙口上游约 0.36km 处,河流纵坡 3~5%。河谷狭窄,谷底宽 5~30m,为“V”型谷。

河床坝基:河床宽 12~15m,河床砂卵石厚度 3~5m;下伏基岩为凝灰岩,强风化厚度 2~3m,弱风化带厚 10~15m,岩体透水率 q<5Lu 界线在基岩面以下 10~15m。

右坝肩:右岸山体雄厚高耸,岸坡陡峻,坡度 35~42°,1480~1498m 高程斜坡全部为第四系堆积物覆盖,覆盖层厚度 1~3m 左右,在 1498m 高程以上基岩裸露,局部薄层坡积物覆盖,坡度 25~30°。构成右岸坝肩的基础岩体为凝灰岩,岩层产状 300~340° SW∠65~80°,岩块致密坚硬,表部强风化厚 1~3m,弱风化厚度 10~15m,卸荷轻微,边坡稳定性较好。

左坝肩:左岸山体雄厚高耸,岸坡陡峻,坡度 35~46°,1503m

以下为薄层坡积物覆盖,坡度 $30\sim 35^\circ$ 。构成左岸坝肩的基础岩体为凝灰岩,岩层产状 $300\sim 340^\circ\text{SW}\angle 60\sim 80^\circ$,岩块致密坚硬,岩体中小断层发育稀疏,裂隙较为发育,规模一般不大,天然状态下左坝肩岸坡整体稳定。坝线附近岸坡上部(1503m高程以上)坡度陡峻,表部强风化厚 $1\sim 2\text{m}$,弱风化厚度 $10\sim 15\text{m}$,在局部岸坡较陡地段较为发育,基本无强风化和强卸荷岩体,弱卸荷水平深度为 $1\sim 3\text{m}$ 。

下坝址水库枢纽工程的兴利库容为 $131.0\text{万}\text{m}^3$,正常蓄水位为 1515m ,死水位为 1491m ,设计洪水位为 1516.6m ,校核洪水位为 1516.9m 。枢纽建筑物主要由拦河大坝、输水洞(导流洞改建)、溢洪道等组成。

拦河布置混凝土面板砂砾石坝,左岸布置溢洪道,右岸布置导流兼输水洞。

2.3 坝址地质条件

经比较分析,上坝址工程地质条件较好,上坝址两岸山体雄厚,工程地质条件较好,岩体强度高、较完整、无大的断层通过、无大的不良地质问题,不存在绕坝渗漏问题;本阶段从工程地质角度推荐上坝址为选定坝址。

2.4 枢纽建筑物布置

根据上、下坝址地形地质条件,上坝址枢纽建筑物布置:将导流兼输水洞布置在右岸,左岸布置溢洪道;下坝址枢纽建筑物布置:将导流兼输水洞布置在右岸,溢洪道布置在左岸。

上下坝址建筑物布置相对较为简单,引水和泄洪建筑物布置在大坝两侧,施工干扰小,运行管理方便;下坝址建筑物轴线长度比上坝址建筑物轴线长度长,工程造价较高,从上下坝址枢纽建筑物布置比较,上坝址优于下坝址。

2.5 施工条件

上下坝址的施工导流方式基本相同,即用围堰挡水,河床一次断流,导流洞导流,基坑全年施工。上下坝址河谷均较为狭窄,呈“V”型,两岸岸坡高陡,施工场地及交通道路的布置比较困难。施工条件上下坝址基本相同。

2.6 建筑材料

选择的砂砾石主料场,距下坝址平均 9Km ,距上坝址平均 10Km 。上坝址距离料场运距较远。下坝址离料场更近,优于上坝址。

2.7 水库淹没损失

切吉沟水库上坝址淹没影响范围内主要有林地(灌木林) 72.24 亩,天然牧草地 164.27 亩,未利用地 8.12 亩。下坝址淹

没影响范围内主要有林地(灌木林) 73.56 亩,天然牧草地 158.01 亩,未利用地 8.10 亩。上下坝址淹没损失基本相同。

3 结论

通过从地形地质条件、枢纽建筑物布置条件、施工条件、建筑材料以及水库淹没损失等方面进行综合比较,上坝址工程地质条件较好,上坝址两岸山体雄厚,工程地质条件较好,岩体强度高、较完整、无大的断层通过、无大的不良地质问题,不存在绕坝渗漏问题;上坝址工程总投资较下坝址减少 573.18 万元,节约工程投资,综上本阶段选择上坝址为推荐坝址。

【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]中华人民共和国水利部.GB50201-2014防洪标准[S].北京:中国计划出版社,2014.

[3]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.

[4]吴平,吴学林,郑文晓.四方井水利枢纽工程坝线坝型方案比选[J].水利技术监督,2020(02):222-225.

[5]程茜.乌斯通沟水库坝型比选分析[J].吉林水利,2022(8):50-53.

[6]姜鹏飞,王文旭.戈林水库大坝坝线坝型比选及坝体结构设计[J].云南水力发电,2023(06):80-83.

[7]黄庆龙.古皂水库工程建设方案比选[J].广西水利水电,2023(03):48-51.

[8]代佳雨,李东.兰西水库坝址区工程地质条件分析与坝型比选[J].水科学与工程,2023(04):77-80.

[9]黄涛.塔村水库坝址及坝型方案分析[J].陕西水利,2024(11):171-172+175.

[10]吴家汁.水库坝址不同坝型方案比选研究[J].中国水运,2025(14):93-95.

[11]赵丽朋.某小型水库工程选址选型及设计[J].河南水利与南水北调,2024,53(12):61-62.

[12]张西赫.章县新寨水库选址及坝型综合比选研究[J].陕西水利,2025(01):139-142.

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,现从事水工工程设计。