

水利枢纽工程项目大江截流设计方案及应用

陈建伟

中国水利水电第十二工程局有限公司

摘要: 夹岩水利枢纽水源工程位于毕节市纳雍县和七星关区界河六冲河, 坝址在纳雍县的库东关乡和维新镇的交界处。水库正常蓄水位1323m, 死水位1305m, 电站装机3台, 总容量90MW。本工程导流采用河床一次断流、上下游土石围堰挡水、导流洞泄流、主体工程全年施工的导流方式。导流洞布置于左岸, 进口底板高程EL1217.0m, 出口底板高程EL1210.0m。

关键词: 水利枢纽; 截流; 水力学; 技术

一、工程概况

(一) 项目概况

夹岩水利枢纽水源工程大坝坝址在纳雍县的库东关乡和维新镇的交界处。本工程导流采用河床一次断流截流方式。

(二) 水文气象

本工程采用距离坝址处最近的毕节(七星关区)气象站作为气象代表站。据多年实测资料分析: 平均气温12.7℃, 最冷月1月平均气温2.7℃, 最热月7月平均气温21.8℃, 极端最高气温36.2℃(1988年5月6日), 极端最低气温-10.9℃(1977年2月9日)。年平均相对湿度82%。多年平均降雨量为908mm, 最大年降雨量1501.9mm(1979年), 最小年降雨量614.8mm(1989年)。

施工导流设计采用全年洪水, 洪水标准为10年一遇, 按照现状情况下坝址设计洪水计算, 为1570m³/s。

(三) 工程地质

上游围堰布置于大坝趾板上游420m, 远离峡谷出口, 左岸为潘家岩脚崩塌堆积体, 崩塌堆积体地形坡度55°, 厚15~20m; 右岸为陡坡, 坡度63°~70°, 高程1254.0m以下覆盖层厚约2~5m。上游围堰河床高程1209.8m, 河床宽54m。河床冲洪积深度10~13m, 主要由砾(卵)石组成, 呈现松散-稍密状态, 颗粒级配差, 差异性大, 透水性强。

二、截流设计

(一) 截流时段和标准

截流时段的选择应兼顾截流难度和围堰施工等因素, 选择流量较小时段可降低截流难度, 保证截流工程的顺利进行。

截流标准采用截流时段重现期5~10年的月或旬平均流量, 故选择截流标准为10月初5年一遇月平均流量, 相应设计流量为82.4m³/s。

(二) 截流方式

根据夹岩水电站坝址的地形和施工条件, 具备立堵截流条件。经水力学计算分析, 本工程采用从左岸单向进占、单戗立堵截流方式, 并利用左岸导流隧洞泄流的方式一次性截断河流。

(三) 截流戗堤布置及龙口位置选择

因导流洞进口紧临峡谷出口处, 为尽可能减少截流时受河道地形而增大水位壅高值, 同时避免截流抛投的大块体漂移影响防渗墙施工, 将截流戗堤布设在上游围堰下游侧, 距围堰中心线60m, 河床截流后, 该戗堤结构将成为上游土石围堰堰体的一部分。

根据河床地形地质, 场内交通及场地等条件, 确定截流龙口段位置布置在河床右岸侧。

(四) 截流设计

1. 截流水力学计算

(1) 计算模型

一般情况下, 合龙过程中的河道流量(截流设计流量)Q_r可分四部分, 即:

$$Q_r = Q_l + Q_d + Q_{ac} + Q_s$$

式中 Q_l—龙口流量;

Q_d—导流建筑物分流量;

Q_{ac}—上游河槽中的调蓄流量;

Q_s—戗堤渗透流量。

其中Q_{ac}和Q_s作为安全储备不予考虑。

本截流时泄水建筑物为导流隧洞, 水力学计算基于导流洞进口底板高程为1217.0m, 出口底板高程为1210.0m, 进出口引渠底宽为7.2m, 为梯形断面, 边坡1:0.3。经初步水力估算, 龙口宽度确定为35m。

(2) 计算成果

本工程采用左岸单向进占、单戗立堵截流方式。按10月初20%频率流量82.4m³/s及相关地形资料等进行截流水力学计算,

对于立堵截流, 龙口泄流流量计算公式为: $Q_g = m \bar{B} \sqrt{2g H_0} H_0^{3/2}$

式中 \bar{B} —龙口平均过水宽度, m;

H₀—龙口上游水头, m;

m—流量系数, m=0.32;

按照截流时流量Q=82.4m³/s估算, 截流时龙口的最大流速约为5.2m/s。

2. 截流戗堤高程及结构确定

由水力学计算可知, 龙口合龙后, 对应的上游水位为1221.28m, 考虑安全超高及其他不确定性因素, 上游截流戗堤顶高程定为1222.5m, 截流戗堤施工中, 根据实际水位情况使截流戗堤临时断面堤顶高程始终保持在高于水面高程不小于0.5m。

考虑满足三辆25t自卸汽车同时卸料, 截流戗堤顶宽15m, 上游边坡为1:1.5, 堤端边坡为1:1.3, 下游边坡为1:1.5, 轴线长约80.2m。根据截流水力学计算成果、戗堤堤头使用材料的抗冲能力、合龙抛投强度及道路交通布置, 经综合比较研究, 确定本工程预留龙口宽25m。

3. 截流抛投材料

非龙口段戗堤采用普通的开挖石渣料填筑, 龙口段采用大块石料及串石截流。截流戗堤顶高程1222.5m, 顶宽15m, 其中非龙口段长47.56m, 预进占段长10m, 龙口段长25m。非龙口段戗堤工程量约12436m³, 材料冲损系数按1.1考虑, 备料量约为13680m³。龙口段工程量约4535m³, 材料冲损系数按1.3考虑, 截流备料量约为5895m³。

根据龙口不同宽度时的龙口流速计算龙口不同宽度的抛投料最大粒径及重量, 计算公式按平堵抛投试验所提出的公式:

$$\text{抛投体粒径: } d = \left(\frac{v_{\max}}{k \sqrt{2g \frac{\rho_m - \rho}{\rho}}} \right)^2$$

$$\text{抛投体重量: } W = \frac{\pi}{6} d^3 \rho_m$$

式中 d——折算成圆球体的直径, m;

v_{max}——最大流速, 计算时取龙口轴线平均流速, m/s;

g——重力加速度, 取9.81m/s²;

ρ——水的密度, 取1.0t/m³;

ρ_m——抛投体密度, 块石取2.6t/m³;

k——综合稳定系数, 取0.9。

三、结语

本工程针对江河截流设计施工, 并于2017年9月30日大江截流顺利完成, 根据现场施工, 本截流设计合理, 便于施工, 有较强的实际应用性, 可以作为类似工程参考借鉴。

参考文献

[1] 欧阳洪波. 水利工程建设项目施工中的截流施工技术分析[J]. 中国水运(下半月), 2014, 04: 206-207.