

坛罐窑水电站复工设计中几个问题

胡道中 李永新

(水电部成都勘测设计院)

坛罐窑水电站是马边河下游最末一个梯级。一九五八年十一月动工兴建,一九六一年七月因地质、洪水等基本资料的变化及施工质量等因素被迫停建。停建后工程面貌见



照片1 停建后工程概貌

照片1。原设计坝高76米,正常高水位378米,最大水头46米,装机容量9万千瓦,灌溉农田5.8万亩,并可改善上、下游河段通航和木材(竹)的流送条件。到停工时止,已浇混凝土约12万米³,开挖土石方约46万米³,投资近3000余万元。工程停建后,因未采取必要的恢复通航措施,给马边、沐川、犍为三县的经济建设造成了很大困难。物资过坝全靠人力中转,过坝运费每吨高达6.2元。自1961年至1976年的15年间,除物资过坝开支300余万元外,还打烂船只30多只,死亡30余人,介决旧坝碍航是三县人民的迫切要求。

1. 存在的问题

(1) 坝基 $J^{1/3}$ 层砂岩内广泛分布有倾向下游的缓倾角页状砂岩,层间裂隙内有平行层面的破碎带,部分充填夹泥。在以往进行地基固结灌浆时,由于水泥质量及施工工艺上存在的问题,灌入的灰浆,普遍不能结石,更降低了抗滑指标,处理十分困难。

(2) 对历史洪水的重现期处理、研究论证不足,选用的设计洪水、校核洪水标准偏低。以后由于工作的深入,尤其是1960年马边河出现的有记录以来的最大洪水,使设计洪水较原采用值增大了约百分之五十。大坝如何安全泄洪就成了枢纽布置中的非常突出的一个问题。

(3) 左岸接头边坡高达80余米,岩石风化,强度低(平均抗压强度仅46.9公斤/厘米²),裂隙发育,并有夹泥分布。边坡稳定及坝基承载力都是问题。后来曾在岸坡不同高程上分别打了三条探洞,深入坡内30余米,未见好转,因此,左岸坝肩接头如何处理相当复杂。

(4) 施工质量控制不严,混凝土质量低劣。经调查试验统计,150号混凝土抗压强度达不到标号的占百分之三十二点二,75号混凝土抗压强度达不到标号的达百分之四十五点六。其中质量最差的150号混凝土平均抗压强度只有63公斤/厘米²,75号混凝土平均抗压强度只有41公斤/厘米²。远不能满足高坝的应力要求。

2. 复工设计原则及解决办法

(1) 复工设计的原则

针对本工程存在的上述问题,在旧坝基础上为充分利用已浇混凝土面貌,以最少的工程量,特别是少开挖混凝土,使枢纽各主要建筑物在安全宣泄洪水,满足抗滑稳定的基础上做到:

- a. 尽快恢复通航,在满足通航的基础上争取多发电。
- b. 简化工程布置,尽量利用当地材料,使这一工程能适应地方施工的要求。
- c. 即要考虑到目前需要解决的问题,又要满足河流梯级规划要求,为将来开发利用马边河留有余地。

按照上述原则,首要的问题是确定溢流坝堰顶高程。电站厂房仍布置在左岸。为利用原导流明渠,将船闸布置在右岸 $0+165$ 米 $\sim 0+179$ 米坝段。导流明渠涵洞顶板高程 342 米,船闸门槛要求水深 1.0 米。因此溢流坝堰顶高程(正常蓄水位)应不低于 343 米,但 343 米高程,需打掉的旧混凝土较多,经论证比较确定溢流堰顶左右两端为 351 米(正常蓄水位),中部为 341.5 米,设4扇 12×9.5 米的平板闸门,并利用此段承担冲砂任务。

这样,坝体高度将分别降低 $27\sim 35$ 米左右,工程中存在的上述主要问题即可比较容易地解决,而具体实施也可大为简化。电站装机相应定为 $12,000$ 千瓦,船闸年通过能力定为 25 万吨。

(2) 复工设计中的几个具体问题

枢纽主要过筑物由左岸挡水坝段(厂房坝段)、溢流坝段、船闸段、右岸挡水坝段组成,全长 275 米。桩号 $0+022.0$ 米至 $0+084.0$ 米共 62 米为厂房坝段;桩号 $0+084.0$ 米至 $0+094.5$ 米共 10.5 米堰顶高程为 351.0 米的溢流坝段; $0+094.5$ 米至 $0+155$ 米共 60.5 米堰顶高程为 341.50 米的溢流坝段; $0+155$ 米至 $0+165$ 米共 10 米堰顶高程为 351.0 米的溢流坝段; $0+165$ 米至 $0+182.0$ 米共 17 米为船闸段;桩号 $0+182$ 米至 $0+297$ 米共 115 米为右岸挡水坝段。在溢流坝段中自左至右分高、低、高的布置是为了降低洪水位并利于冲砂,避免在厂房坝段的两侧或中部设冲砂孔所带来的许多复杂问题。为调节通航和发电水位,在低溢流坝段设置4扇 12×9.5 米平板钢闸门,提高了枯水期的运行水位。

a. 设计、校核洪水分别为 $8,020$ 米³/秒和 $11,000$ 米³/秒。因此首先必须解决洪水安全下泄问题。由于受地形及单过工程的限制,溢流坝建宽流量大($100\sim 135$ 米³/秒/米)且下游流态不好,消能非常困难。在水工模型试验的基础上,为使护坦上产生淹没水跃增强消能效果,缩短护坦长度(受下游围堰限制,无法增长),采用了在护坦前设消力墩,但考虑到护坦流速已远超过 15 米/秒,为提高消力墩的压力,避免消力墩因空蚀破坏,在消力墩后设消力坝,护坦末端设梳齿形尾坝,以改变水流流速的分布,以尽快降低底部流速,减小下游保护长度。经计算和模型论证下游均能形成淹没式水跃,保证洪水的安全下泄。在重力坝设计规范新的补充规定中,对消能防冲设计的洪水标准,原则上

可低于大坝的泄洪标准的规定,而三等工程的消能防冲可按30年一遇洪水设计。这样我们对本工程的洪水渲泄问题就更加放心了。

b. 坝体稳定问题是复工设计中另一个棘手问题。在坝体稳定和应力计算中我们着重研究了左岸挡水坝段,因为这部分坝体最高,条件最复杂,既有基础问题,又有岸坡问题。

对坝基我们考虑了基岩破碎带未经处理的稀浆、滑动面产状等因素,并类比了其他工程的经验,按照试验结果与地质建议的抗剪指标予以适应降低,作为复工设计的依据。抗滑稳定安全系数,在基本组合时为1.20;特殊组合为1.05。进行稳定计算时,由于下游尾水位高,我们改坝后式布置为河床式布置,利用厂、坝的联合作用,基本满足了抗滑稳定要求。坝体及坝基应力控制在4~6公斤/厘米²,这样即使对已浇筑的低标号混凝土及未清除完的软弱基岩都能满足。

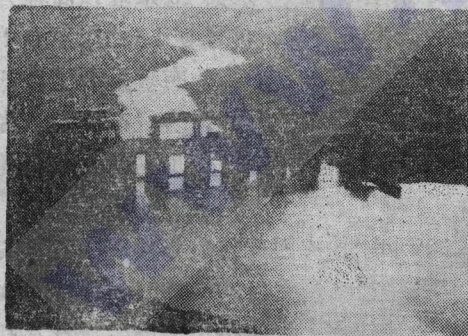
对右岸岸坡 $J^{1/3}$ 层以上因岩石风化,裂隙发育,允许应力值低,不宜作高坝坝基部位,在降低坝高以后,已经避开。为防止浇坝渗漏,除清除了原来不稳定的部分基岩外,又将已浇坝体接头齿墙向上延伸直至坝顶。整个岸坡从上至下,特别是厂房部位,除减缓边坡外还采用了浆砌石护坡,并按不同高程设置排水系统,从而减轻了地下水压力。

(3) 河床0+150.0米桩号附近,坝基下深切河槽,有厚约3米,面积约126米²的卵砾石夹砂层,复工设计时,因受围堰防渗条件差与抽水设备能力小的限制,而未能挖除。考虑到水头已减少,为保证坝体安全进行了灌浆处理。从复建后的运行情况看,效果是好的。但在今后的运行中,仍须注意观察,防止发生事故。

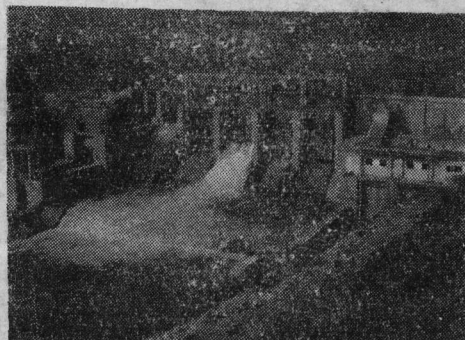
3. 结 语

坛罐窑工程已经于1984年9月建成发电(照片2.3)。在复工设计中我们体会到:

坛罐窑水电站遗留存在问题尽管十分复杂,但只要实事求是地弄清问题,充分掌握基本资料,然后进行客观地分析、研究、计算,在此基础上定能做出正确的设计。



照片2 复建后坝址全貌



照片8 复建后下游上视

通过复建工程的建设 and 一年多来的运行实践,复建方案是成功的,既解决了旧坝的碍航问题,又获得了显著的经济效益。