

云南大盈江四级水电站泥沙处理措施及效果分析

洪世兴¹, 邱本军², 曲德威³

(1. 云南省水利水电建设管理与质量安全中心, 云南 昆明 650224; 2. 云南省大理州水利水电工程建设质量监督与安全监督站, 云南 大理 671000; 3. 云南省盈江县多源水电开发公司, 云南 盈江 679300)

摘要:云南省大盈江四级水电站水库库容小, 不能起到有效调沙作用, 电站机组投入运行一个汛期后, 发现水轮机因泥沙磨蚀受损严重, 设计单位对此进行了专题研究, 提出在输水发电系统增设沉沙池的补救方案。沉沙池投运后, 对电站进水口与厂房尾水含沙量、泥沙级配以及沉沙池泥沙沉降率、泥沙颗粒级配进行了分析。结果表明, 沉沙池沉沙效果显著, 沉沙作用明显, 大大降低了机组过机泥沙含量, 减少了泥沙对机组的磨损。经对导水机构过流部件检查, 未发现明显磨损。

关键词:泥沙磨损; 沉沙池; 水轮发电机组; 大盈江四级水电站

中图法分类号: TV731

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.12.004

1 工程概况

大盈江四级水电站位于云南省德宏州盈江县境内的大盈江干流上, 坝址位于大盈江下游河段 38 号界桩以上约 500 m 处, 厂址位于洪蚌河口与大盈江汇口上游约 1 km 处, 引水系统长 14 km。电站首部枢纽位于大盈江三级电站厂房下游约 740 m 处, 厂区枢纽位于大盈江右岸洪蚌河口上游约 1 000 m 缓坡台地上。大盈江四级水电站为高水头径流式电站, 电站装机容量 5×175 MW, 首部正常蓄水位 585.00 m, 相应库容约 15.99 万 m^3 , 调节库容仅为 3.58 万 m^3 , 形成了“大装机, 小库容”的现状。工程规模为大(2)型, 工程等别为 II 等, 主要建筑物级别为 3 级, 次要建筑物为 4 级。2009 年 4 月 26 日, 电站首台机组发电, 2013 年 8 月 3 日, 末台(5 号)机组投产。

机组运行一个汛期以后, 发现机组开机时, 球阀无法正常平压, 机组的振动、摆变大, 机组运行时噪音明显增大并已超过设计值, 各部位瓦温升高。2010 年上半年, 机组检修发现活动导叶、底环、顶盖及其转轮出现严重磨损, 此时被迫将 3 号、4 号机组的活动导叶进行修复处理, 即更换底环、底盖、转轮、基础环。2011

年底对 3 号、4 号机组导水机构过流部件又进行了第二次大更换。2010 年 12 月, 1、2 号机组活动导叶、底环、顶盖及其转轮也出现了同样的磨损。

通过分析机组损坏原因发现, 主要是过机水流含沙量过大, 导致机组磨蚀破坏。为此, 设计单位提出了增设沉沙池的方案^[1-2], 并得以实施。

2 原因分析

大盈江属多沙河流, 汛期泥沙含量大。坝址处年平均含沙量为 0.448 kg/m^3 , 含沙量最高的 6、7 月平均含沙量为 0.675 kg/m^3 。大盈江四级水电站水库库容小, 不能有效防沙减沙, 输水系统未布置沉沙排沙设施。

电站自 2009 年 4 月 26 日首台机组发电以来, 电站过机泥沙含量大, 机组磨损严重, 仅经过一个汛期, 水轮机转轮、导水机构等主要部件损坏严重, 机组需解体大修, 不能满足电站正常安全运行要求。电站水轮机磨损严重, 需从取水防沙建筑物设计、优化水库电站运行方式、提高水轮机抗磨性能等多方面采取综合措施, 以保证电站运行安全和效益正常发挥。

电站首部枢纽坝轴线距离上游大盈江三级水电站

厂房尾水仅 740 m,水库库容小,不能起到有效调沙作用,且该段河谷相对狭窄,不适宜布置防沙沉沙建筑。引水防沙措施主要考虑在电站进水口前距原拦沙坎 12.5 m 处增设拦沙导墙。为防止 2010 年汛期泥沙对机组的磨损,2010 年 3 月对拦沙导墙进行了停机施工,并于 2010 年 4 月 19 日修建完成。但拦沙导墙仅能解决进水口推移质泥沙淤积无法冲走的问题,根据 2010 年 7 月主汛期对电站进水口进行的 7 次泥沙取样分析,粒径大于 0.25 mm 悬移质含沙量仍高达 140 g/m³,悬移质泥沙含量远高于原设计值。

由此可以得出结论,过机水流含沙量较大且泥沙硬度过高是机组磨损的主要原因。要从根本上解决泥沙对机组产生的磨损,关键在于减少过机泥沙含量。

3 处理措施

在输水发电系统增设沉沙池,能够降低机组过机泥沙含量,减少泥沙对机组的磨损,因此设计提出在输水系统中设置沉沙池的方案。沉沙池布置在引水隧洞桩号 3+242.700~4+177.000 之间,见图 1。

沉沙池总容积为 230 万 m³,工作段底部由两个倒四棱台漏斗串联组成,漏斗顶面高程为 554 m,平面尺寸为 150 m×130 m(长×宽);漏斗底面高程为 540 m,平面尺寸为 12 m×12 m(长×宽)。倒四棱台漏斗底部设置倒圆台漏斗,其顶部半径为 5 m,底部半径为 1.75 m,高 5.9 m;冲沙廊道顶部设置直径为 0.5 m 的排沙孔,将沉沙池所沉积泥沙通过冲沙廊道排至倒四棱台漏斗底部的倒圆台漏斗后,通过冲沙洞将含沙水流排入大盈江中。

4 效果分析

4.1 沉沙池沉沙效果分析

(1) 沉沙池投运后进水口与厂房尾水含沙量对比。沉沙池于 2013 年 4 月 12 日投入运行,同年 5~10 月,坝址进水口前来水含沙量在 0~15.216 kg/m³ 区间变化,平均含沙量为 0.555 kg/m³;厂房尾水含沙量在 0~10.071 kg/m³ 变化,平均含沙量为 0.258 kg/m³。

通过实测资料来看,沉沙池建成后对坝前来水泥沙有很好的沉降作用,尤其是在汛期来沙量较大、泥沙粒度也较大的时候沉沙效果明显。

(2) 沉沙池投运后坝址进水口与厂房尾水泥沙级配对比。根据 2013 年 5~10 月电站实测坝址泥沙颗粒成果分析可知,坝址进水口来水泥沙颗粒总体上以 0.1~1.0 mm 为主。整体上泥沙粒度分布相对比较均匀,没有大颗粒的砾石出现,以泥沙为主,其中值粒度约在 0.1~0.3 mm。

尾水泥沙颗粒以 0.03~0.2 mm 为主,泥沙粒度分布均匀,没有较大石子出现,泥沙粒度小,中值粒度约在 0.04~0.08 mm 之间,并且泥沙颗粒粒度出现区域比较集中。

(3) 沉沙池泥沙沉降率。选取 2013 年 7~10 月的 50 份代表性泥沙样本,对其进行泥沙沉降率实验,除去泥沙脉动对水流中泥沙粒度的影响,7~10 月份坝址来水泥沙沉降率分别约为 75.89%,77.23%,66% 和 47.38%。实验结果表明,在汛期,坝址来沙沉降率约在 66%~90% 以上,沉降效果较好;而在枯水期,来水、来沙量较小,泥沙粒度也相对较小,主要以粉

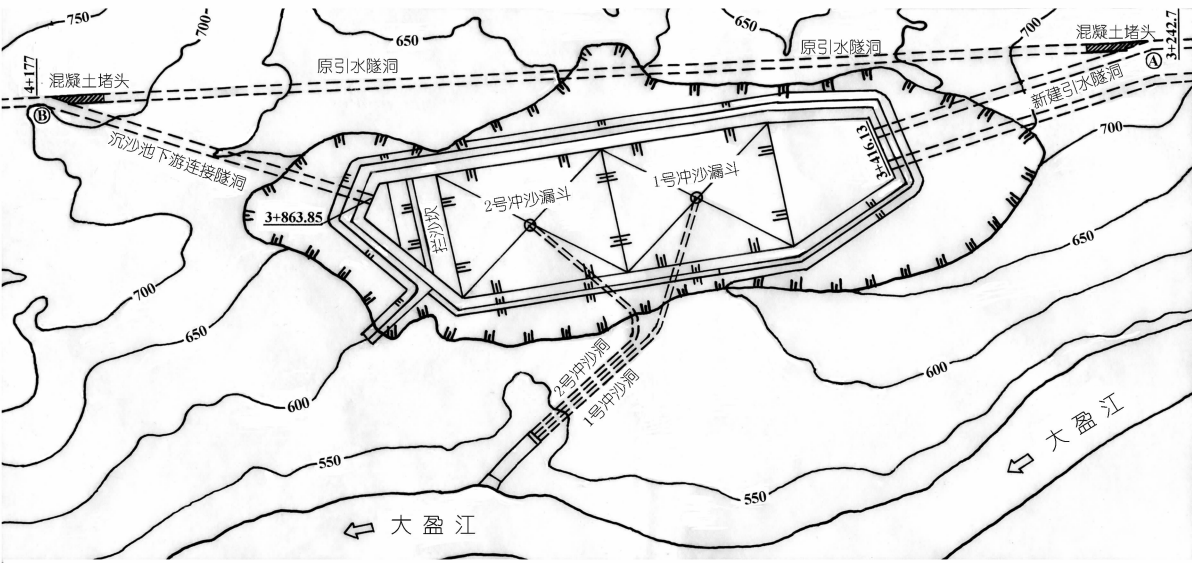


图 1 沉沙池布置示意

沙、泥土为主,其沉降率只能维持在 20% 左右。因此,沉沙池在汛期来水和来沙较大时,对坝址来沙具有很好的沉降作用。

(4) 沉沙池沉积泥沙颗粒分析。从实测数据来看,较大的粒径首先在沉沙池 1 号漏斗沉降,按粒径排序分别为中沙、细沙、极细沙、粉沙及泥土。其次,水样泥沙在 2 号漏斗沉积,中沙、细沙粒径减少,极细沙、粉沙、泥土含量增加。

4.2 沉沙池运行后机组磨损情况

2013 年 10 月 12 日,对 2 号机组导水机构过流部件进行了检查,转轮和导叶整体基本完好无损,仅转轮的长叶片、导叶的迎水面底部、底环的轴套边缘和转轮的下环等处有轻微磨损。

5 结 语

沉沙池投入运行后过机泥沙含量明显下降,颗粒直径大于 0.25 mm 级配的泥沙基本沉降于沉沙池,过机泥沙颗粒直径均在 0.2 mm 以下。沉沙池投运后沉沙效果显著,沉沙作用明显,有效降低了机组过机泥沙含量,减少了泥沙对机组的磨损,对电站的安全运行起到了重要保护作用。

参考文献:

[1] 云南省水利水电建设管理与质量安全中心.大盈江四级水电站枢纽工程专项验收质量监督报告[R].昆明:云南省水利水电建设管理与质量安全中心,2014.
[2] 中国电建集团昆明勘测设计研究院.大盈江水四级电站枢纽工程专项验收设计报告[R].昆明:中国电建顾问集团昆明勘测设计研究院,2014.

(编辑:徐诗银)

Measures for sediment treatment of Dayingjiang Hydropower Station IV in Yunnan Province and effect analysis

HONG Shixing¹, QIU Benjun², QU Dewei³

(1. Yunnan Province Water Conservancy Hydropower Construction Management & Quality Safety Center, Kunming 650224, China; 2. Dali Prefecture Water Conservancy Hydropower Construction Quality and Safety Supervision Station, Dali 671000, China; 3. Yingjiang County Multi - Source Hydropower Development Company, Yingjiang 679300, China)

Abstract: The reservoir storage of Dayingjiang Hydropower Station IV in Yunnan Province is small, so the sediment can not be regulated effectively. The sediment erosion resulted in serious damage to the hydraulic turbine generator in only one flood season after the operation. The design units carried out a special research and proposed to add a sediment settling treatment pool to the water power system. After the operation of the pool, the sediment amount and sediment gradation at the water intake and tail water were compared, and the sedimentation ratio, sediment grain in the pool were analyzed as well. The analysis results showed that the sedimentation of the pool was effective, which reduced the sediment passing through the turbine and mitigated the abrasion of the turbine. No obvious abrasion was discovered during the check of the overflow parts, which have realized high effective operation of the turbine unit.

Key words: sediment abrasion; sediment pool; hydraulic turbine generator unit; Dayingjiang hydropower station IV

(上接第 7 页)

Equivalent stress calculation of composite type arch dam based on ANSYS

LIANG Jian^{1,2}, LIU Quanhong², ZHANG Chao^{2,3}, LI Rong¹

(1. Anhui & Huaihe River Institute of Hydraulic Research, Hefei 230088, China; 2 Northwest A&F University, Yangling 712100, China; 3. Bauhaus University Weimar, Weimar 99423, Germany)

Abstract: In the stress analysis of arch dams, Finite Element Method (FEM) is superior to the Arch Cantilever Method (ACM) in calculating theory and has been widely used in numerical simulations and stress analysis of arch dams. However, according to the assumption of elastic theory, the stress calculation using FEM is affected by the element type, and the stress especially concentrates near the dam base surface. In order to solve this problem, some scholars proposed various equivalent stress methods, however the parameter calculations of these methods are different to the arch dams with different line types. Aiming to this problem, we further improve the equivalent stresses method (ES), in which the equivalent stress of the arch dams of six line types and of other arch dams between the six line types could be obtained by the input of the parameters of mixed line types. The calculation results have been compared with those methods based on the Arch Cantilever Method, which verifies the accuracy and practicality of the presented method.

Key words: arch dam; equivalent stress; mixed line types; Finite Element Method; Arch Cantilever Method