

# 中小水电站沉砂池冲砂系统改造研究探索

## Research and Exploration on Sand Washing System Transformation in Grit Chamber of Medium and Small Hydropower Stations

楚东

Dong Chu

深能水电投资管理有限公司 中国·四川 成都 610000

Shenneng Hydropower Investment Management Co. Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

**摘要:**库区泥沙淤积是引水式电站枢纽难以彻底解决的缺陷,当沉砂池淤积体发展到一定程度,将严重影响电站发电效益。论文通过研究共和电站沉砂池淤积规律,找出合理的冲沙改造方案达到高效排沙的目的,将对电站枢纽后期运行提供指导作用和实践意义。

**Abstract:** Sediment deposition in the reservoir area is a defect that is difficult to be solved completely for diversion type power station hub. When the sediment body in the sedimentation tank develops to a certain extent, it will seriously affect the power generation efficiency of the power station. In this paper, through the study of sedimentation law of Gonghe Hydropower Station sedimentation basin, find out a reasonable sand flushing transformation scheme to achieve the purpose of efficient sediment discharge, which will provide guidance and practical significance for the later operation of the power station hub.

**关键词:** 中小水电站;沉砂池;冲砂;改造

**Keywords:** medium and small hydropower stations; sand washing; sand washing; reform

**DOI:** 10.36012/peti.v2i3.2082

## 1 电站概况

共和水电站位于中国四川省甘孜藏族自治州泸定县磨西镇境内,电站位于冰川河干流上,为无调节径流引水式电站,正常挡水位 1605.05m。引水系统总长 2642.2m,装机容量  $3 \times 12 \text{ MW}$ ,电站设计最大引用流量  $24.66 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

每年 6 月上旬至 10 月下旬为电站主汛期,11 月至翌年 5 月为非汛期。共和电站非汛期多年平均流量(11 月~翌年 5 月)为  $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ,汛期多年平均流量(6~10 月)为  $35 \text{ m}^3/\text{s}$ ,因汛期河水含沙量过重,致使机组涉水部件磨蚀严重(见图 1),每个汛后均需对主要过流部件进行修复<sup>[1]</sup>。

## 2 沉砂池系统的作用

渠首沉砂池是引水枢纽的组成部分,常规布置在进水闸



图 1 机组转轮磨蚀

前后,主要用以沉淀河道粗颗粒泥沙。布置在渠系内部的沉砂池,可以沉淀颗粒较细的悬移质泥沙(见图 2)。沉砂池按清淤方法不同,分为水力冲洗式和机械清淤式 2 种。

**【作者简介】**楚东(1988~),男,四川渠县人,助理工程师,从事电力安全生产管理及经济运行研究。



图 2 沉砂池现状

设置沉砂池的目的是用以沉淀水流中大于规定粒径泥沙的水池。其过水断面远大于引水渠道沉砂池的过水断面，因而水流通过沉砂池时流速将大幅度减小，水流挟沙能力降低，使水流中大于规定粒径的有害泥沙沉淀于池中。沉砂池应沉淀泥沙的粒径，主要取决于引水用途。

### 3 原沉砂池运行现状

共和电站所在冰川河流域沿线为河床堆积层地质，电站为冰川河流域的一级电站，根据 DL/T5107—1999《水电水利工程沉砂池设计规范》，共和电站额定水头为 173.5m，需设置沉砂池，设计沉降的最小粒径为 0.25mm(见图 3)。

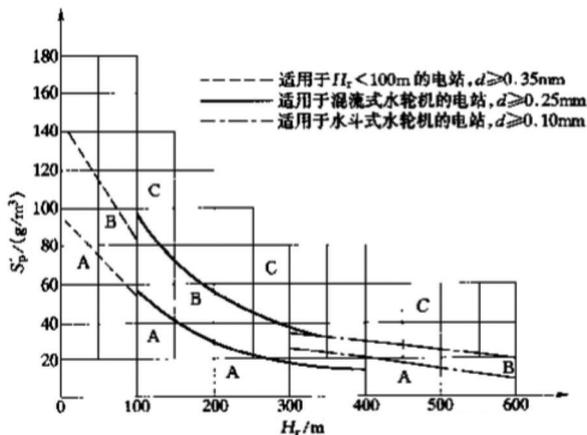


图 3 水轮机泥沙粒径水头适应曲线

渠首沉砂池采用定期冲洗式，沉砂池全长 95.5m，其中连接段长 17.5m，工作段长 72m。净宽 18m，水深 5.0m，池厢流速 0.145m/s(见图 4)。设有 1 个冲砂闸，冲砂闸孔口尺寸 1m×1m，冲水 7m³/s，沉砂池容积为 6480m³(见图 5)冲泄方式采用开启沉砂池冲砂闸门，调节进水口工作闸门引用河道自然进水水量进行淤积体循环冲排。

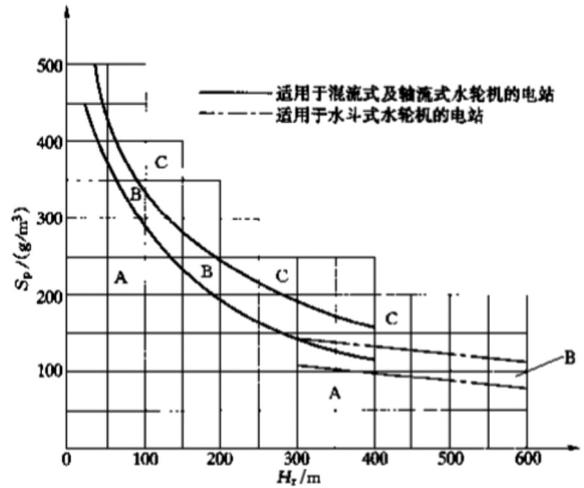


图 4 沉砂池初步判别条件分析

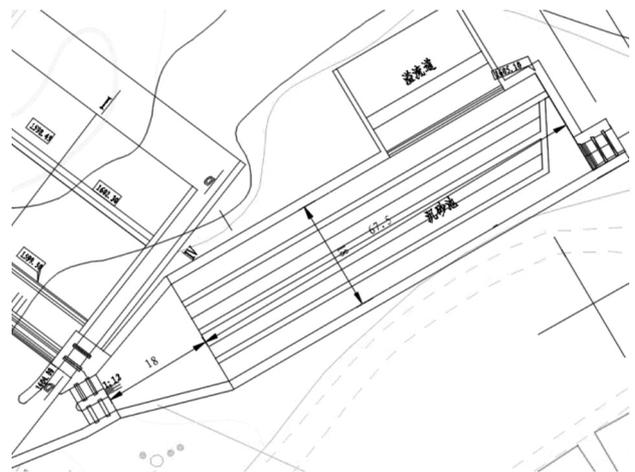


图 5 沉砂池平面布置

从工程建成以来，由于冰川河本身为多泥沙河流兼上游工程较多，每年冰川河水质进入夏季(6~10月)后泥沙含量占比高达 50%，沉砂池淤积的泥沙硬度非常高、沙粒重量较大，且以硬度极高的精钢沙为主，汛期平均 3~5d 沉砂池即被泥沙淤满。根据此前记录，每次停机沉砂池冲砂作业时常需在 7~10h(见表 1)，极大地影响电站月度与年度计划发电量，造成电站整体收益降低。

表 1 历年冲砂时长统计

| 序号 | 年份     | 月份       | 冲砂起止时间      | 冲砂耗时/h |
|----|--------|----------|-------------|--------|
| 1  | 2017 年 | 8 月 12 日 | 12:30~21:15 | 8.75   |
| 2  | 2018 年 | 8 月 3 日  | 8:30~19:30  | 11     |
|    |        | 8 月 5 日  | 13:50~20:20 | 7.5    |
| 3  | 2019 年 | 7 月 22 日 | 9:10~18:20  | 9.2    |
|    |        | 8 月 29 日 | 9:15~16:45  | 7.5    |

因此，在不增加沉砂池容积的情况下，有效改善沉砂池的冲砂效果势在必行。

## 4 改造方案

为缩短电站沉砂池冲砂作业时间,抢发电量,公司安生部与电站人员就多泥沙电站冲砂展开研究与优化,经反复论证,最终采用“钢板围挡”方案(见图6),该方案全面借用了“都江堰鱼嘴”分砂原理,同时咨询了相关水工专业设计人员,采用在渠首进水口工作闸后端装设高50cm钢板桩,使之形成冲砂分流嘴达到“束水冲砂”的效果,增加沉砂池提高单孔闸门的冲泄力度、加强水量的高效利用。该方案巧妙利用水力特点,成功实现了淤沙到指定位置、冲砂快速有效的目的。



图6 冲砂设施改造布置

经在渠首进水口工作闸后端加装冲砂设施后,充分调节冲砂泄洪闸门开度,利用冲砂分流嘴控制汇流进入沉砂池的水流,加大控制流速与水流压力,加快了沉砂池冲泄效率。

## 5 运行效果

共和电站沉砂池冲砂系统改造于2020年6月15日完成改造安装与验收。自投入使用以来,冲砂系统改造取得了明显效果,大幅缩短了电站汛期停机冲砂时长。

自进入2020年7月汛期,共和电站共计进行了2次停机冲砂作业平均耗时约2.75h(见表2)。对比过去3年停机冲砂记录8.2h。经过此次沉砂池冲砂系统改造大幅缩短了冲砂停机所需时间,综合对比耗时缩短了70%以上。根据汛期电站实际运行工况,每次停机冲砂可缩短约5~6h,可增加电量约 $1.62 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$ 。

表2 冲砂设施改造后时长

| 序号 | 年份    | 日期    | 起止时间        | 冲砂耗时/h |
|----|-------|-------|-------------|--------|
| 1  | 2020年 | 7月13日 | 7:30~10:00  | 2.5    |
| 2  | 2020年 | 7月20日 | 11:00~15:00 | 3      |

## 6 技术分析

共和电站沉砂池冲砂系统改造,在总结过去电站汛期沉砂池淤积严重,直接影响电站机组涉水部件安全运行的基础上,通过实地踏勘与参考学习其他较为科学成熟的冲砂方案下,制订了共和电站冲砂技术改造方案,方案主要特点:

借用“都江堰鱼嘴”分砂原理,巧妙利用鱼嘴控制分流水力特点,调节控制进入沉砂池的水流流速与压力,高效利用水力快流速流动可附带冲击堆积的显著特点,实现了对淤积体冲泄至指定区域、冲砂快速有效的目的。

## 7 效益分析

共和电站渠首沉砂池冲砂系统改造完成后,大幅度缩短了停机冲砂时长。经完成近2次冲砂作业分析,将冲砂时长缩短至3~4h且冲洗更为彻底。比原冲砂方式节省时间5~6h,每次停机冲砂相比改造前可增加发电量约 $1.62 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$ 。按每月4次计算,全年丰水期(7~10月)预计可增加发电量约 $3 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$ 时,直接增加电量收益约60~70万元。

(上接第48页)

MGGH烟气冷却器积灰清理取得预期效果,后续将进一步对其他机组参照1#炉进行改造。全部改造完成后每年节约维修费用将超过100万元,节约电量约 $2.30 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$ 。

厦门华夏国际电力发展有限公司MGGH烟气冷却器加装涡轮低频大功率声波吹灰器就地设有控制柜,吹灰器的吹扫时间、间隔时间均可灵活调节,同时接入DCS进行操作及

故障报警,设备稳定运行及使用性能进一步得到保障。投运后涡轮低频大功率声波吹灰器运行可靠性较好、故障低。

## 参考文献

- [1] 张峰.声波吹灰器在锅炉吹灰中的应用研究[J].电声技术,2018,42(3):25-27
- [2] 赵旺初.声波吹灰器的原理与应用[J].电力建设,2001(1):54-56.