



联合国
工业发展组织

浙江清水潭电站正在施工改造中的生态堰坝



UNIDO-GEF 中国小水电增效扩容改造增值项目

2023年5月

清水潭水电站 案例分析报告

孙澜

1 电站概况

清水潭水电站厂房位于浙江省西部衢州市衢江区大洲镇旧营自然村，水系属于衢江支流上山溪。衢州地处浙闽赣皖四省边际，境内降雨量丰沛、水能资源丰富。电站引水式开发，以发电为主，主要建筑物包括引水堰坝、引水渠道、无压引水隧洞、压力前池、压力钢管、厂房和尾水渠道等，坝址以上集雨面积69.8km²。电站建设后未引起河道水质变化，所在河段也不涉及国家和地方重点保护、珍稀濒危或河段特有水生生物。

清水潭水电站于1999年7月建成投运，原总装机容量3×320kW，多年平均发电量371.5万kWh，设计水头41m，发电引用流量3.21m³/s。电站于2017

年1月开始增效扩容改造工程，2017年11月完工验收合格。电站改造后，总装机容量增至3×400kW，设计多年平均发电量458.7万kWh，发电引用流量3.75m³/s。电站于2021年6月底前完成全部GEF增值改造活动，获评农村水电安全生产标准化二级单位和绿色小水电示范电站。

2 GEF增值改造活动

清水潭水电站实施GEF增值改造活动的主要目标是促进电站在增效扩容基础上进一步升级管理水平，改善电站所在河流生态，绿化、改善电站周边环境，达到绿色小水电建设要求。GEF活动赠款总经费69.61万元人民币，具体如表1所示。

活动内容	设置原因	活动成效
更换生态放水管、安装视频监控设施	原放水涵管管径150mm太小，不满足要求，没有设置监测装置	改设DN300放水管，并安装监测设备，保证生态流量泄放。
进水口安装拦污栅	拦污栅高度较低，洪水期大量河道垃圾物进入电站引水渠	扩大进水口拦污栅安装面积，新装拦污栅，效果好
电站拦河坝上下游整治	进水口侧淤积严重，左岸边坡存在局部坍塌；坝下游渠道挡墙底部存在掏空现象	引水渠进口新建30m长C25砼挡墙，稳固河岸；进水口河床清淤327.6m ³ ；引水渠挡墙底部采用C25砼填筑，解除悬空问题
新建景观抬水小堰、打造景观节点	河道缺少便民及亲水设施，居民取水不便	修建了抬水小堰坝以及方便取水用水的青石板汀步等
提升厂房外立面环境	电站厂房门窗破旧，外墙涂料剥落	改造厂房，更换铝合金窗65m ² ，铝合金门10.5m ² ，外立面涂刷高级外墙涂料450m ²
安全生产标准化建设	增值改造活动要求	达到安全生产标准化二级标准
绿色小水电评价	增值改造活动要求	达到绿色小水电标准

表1.清水潭水电站GEF增值改造活动列表

相关可持续发展目标 (SDG)



国家



时间

2015-2023



总预算

912万美元



合作伙伴

中国水利部
中国财政部



联系我们

h.liu@unido.org

3 GEF增值改造活动亮点

3.1 改造厂房及周边 消除洪水倒灌隐患 提升环境协调性

清水潭水电站厂房紧邻自然村庄，周边为低山、丘陵地貌。电站改造前，受机组安装高程的限制，发电机层地面高程比较低，厂房发生过多次洪水倒灌事故，其中严重的导致发电机直接浸水。分析厂房发生洪水倒灌原因，主要是：发生强降雨时，厂房南面山体坡面雨水下泄量大，厂房西面小山沟有短时洪峰来水；厂房南面块石挡墙有少量地下水渗出；在汛期河道高水位时，由于发电机层以下底板密封性差，发电机层地坪局部存在渗漏水现象。电站改造，本着合理、有效、经济的原则，采取了多个措施：厂房南面山体坡脚修建长约44m的排水沟，厂房西面小山沟进行长约100m的疏浚，加宽加深厂房内电缆沟，并增设电缆支架、排水钢管，增设1口 $1.5 \times 1.5 \times 1.5\text{m}$ (内长×内宽×深)集水井。集水井内装设2台潜水泵，井内积水可经由DN50、DN70镀锌钢管排入河道，遏制坡面雨水进入厂房。

清水潭水电站所在上山溪流域，青山绿水，景色秀丽，但电站厂房运行多年，外墙面涂料剥落严重，与周围环境协调性差。电站改造前，厂房为水泥平顶，容易漏水，厂房外墙面涂料剥落严重，门窗破旧。电站改造后，将平顶厂房改为盖瓦斜屋面厂房，更换铝合金窗 65m^2 ，铝合金门 10.5m^2 ，外立面涂刷白色高级涂料 450m^2 ，消除了厂房漏水等隐患，提高电站和周边村庄的协调性。电站厂房边有一条村民上下山的道路，改造前为土路，下雨产生泥浆。电站改造后将其建成混凝土路，最初设计 22m ，实际实施时增加到 41.7m 。电站改造后，还在厂房通往河道的道路上，增设 16m 仿木材质栏杆。



清水潭水电站厂房周边改造前、后



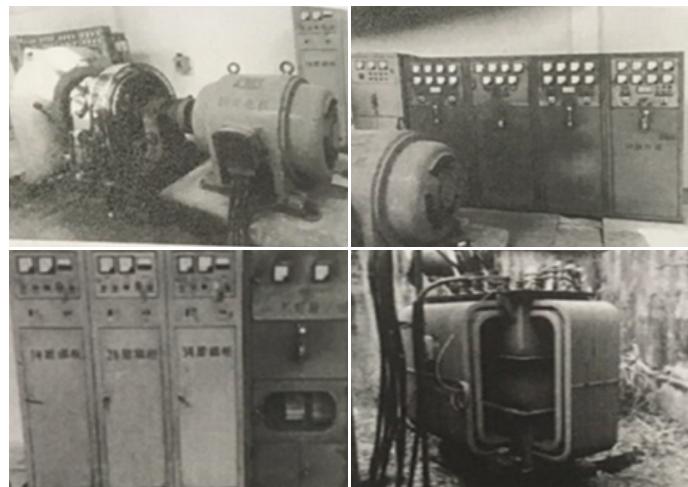
清水潭水电站厂房周边(改造前)、改造后厂房



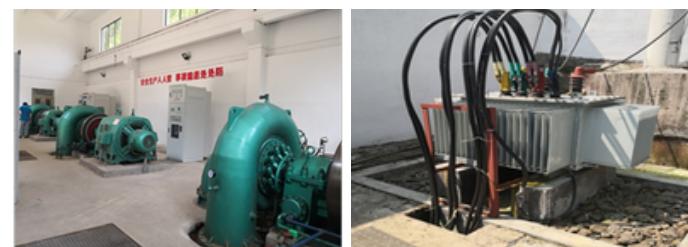
清水潭水电站厂房边上道路改造前、后



厂房通往河道的路边增设仿木材质栏杆



清水潭水电站改造前发电机组、机旁屏、变压器



清水潭水电站改造后发电机组、户外变压器

3.2 治理拦河坝上下游 改善河道生态

清水潭水电站改造前，拦河坝运行时间较长，上游进水口侧淤积严重，左岸边坡由于水流淘刷导致局部坍塌现象。拦河坝下游左岸为电站引水渠道，渠道挡墙底部由于长期的水流下泄导致存在掏空现象。电站改造，进水口河床清淤 327.6m^3 ，在引水渠进口新建 30m 长C25砼挡墙，引水渠挡墙底部采用C25砼填筑，解除挡墙脚悬空的威胁。电站改造前，虽然进水口装有拦污栅，但由于拦污栅高度不足，洪水期大量河道垃圾物进入引水渠。电站改造后，在引水渠进水口重新安装拦污栅，扩大拦污栅安装面积至约 9m^2 ，并妥善处理垃圾和漂浮物，保证发电取水顺畅。

清水潭水电站正常蓄水位对应的正常库容仅为 2.8万m^3 。拦河坝为无节制、坝顶自由溢流坝，坝高较矮，电站改造前河道减脱水情况并不严重。拦河坝设置有DN150放水涵管，但经过复核计算，枯水季时涵管过流能力仅为 $0.078\text{m}^3/\text{s}$ ，不满足下泄 $0.286\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量的要求。为减少施工难度和降低造价，改造没有在原坝体位置更换涵管，而选择在电站引水渠处安装新的DN300涵管，长度达 1.5m ，并在渠道进水口和隧洞进口处安装了视频监控设施，保障生态流量下泄。



清水潭水电站拦河坝上游改造、改造后



引水渠道挡墙修复、进水口新装拦污栅



清水潭水电站改造后生态流量泄放、监测设施



清水潭水电站改造后下游河道



清水潭水电站拦水坝下游、尾水下游监测装置



3.3 打造便民及亲水设施 提供村民休闲场所

清水潭水电站改造前，厂房边河道的生态性、休闲性未得到充分体现，河道缺少便民及亲水设施，村民生活、生产取水不便。电站改造后，修建了一处景观抬水小堰坝平台。增加堰坝顶部浆砌卵石、汀步设计，河道部分挡墙改用鹅卵石砌筑，河道边新增鹅卵石路。改造后，完善地方公共服务，方便村民下河道亲水、用水、取水，同时增加了河道的拦蓄水量和水面，为周围村民提供一处休闲场所。



清水潭水电站改造后增建抬水小堰坝



清水潭水电站改造后方便村民用水、取水、亲水



4 经验和启示

案例分析表明，浙江清水潭水电站 GEF 项目活动效益显著，其经验与启示总结如下：

(1) 将水泥平顶厂房设计成盖瓦斜屋面厂房，将需要加装的栏杆选择仿木材质栏杆，有设计地进行改造。清水潭电站位于山脚、紧邻村庄，针对厂房破旧漏水问题，电站研究周边环境，将厂房改造成看似农舍，采用防木材质栏杆，既消除安全隐患，又提高电站和周边的协调性。

(2) 分析原因，多措并举，解决雨水经常性入侵厂房问题。因电站厂房南面紧邻山体坡面，中间仅一条土路间隔，发电机层地面高程低于土路路面，导致山体汇集下流的雨水经常性地入侵厂房。电站设置 GEF 项目活动，包括：土路改成混凝土路，山体坡脚处修建排水沟，疏浚已有的小山沟，加宽加深电缆沟并增设电缆支架，增设集水井及潜水泵、排水钢管，改造发电机层地坪等。采取综合举措较好地治理了厂房进易遭雨水侵袭的隐患。

(3) 紧贴村民需求设计 GEF 项目惠民活动，并在实施过程中进一步调整优化初步设计方案。将厂房边土路改造成混凝土路，为村民上下山劳作提供方便，初步设计改造路长 22m，实际实施增加至 41.7m。为方便村民到下游河道生活、生产取水，设计小堰坝和取水平台。堰坝顶部采用卵石、汀步设计，平台选用鹅卵石砌筑并增加宽度，充分使村民体验到 GEF 项目活动带来的好处。

UNIDO-GEF 中国小水电增效扩容改造增值项目

了解更多信息请访问

- <https://open.unido.org/projects/CN/projects/140196>
- <http://www.icshp.org/small-and-green>