



联合国  
工业发展组织



云南冒烟洞二级电站升压站

UNIDO-GEF 中国小水电增效扩容改造增值项目

2023年5月

# 冒烟洞二级水电站 案例分析报告

李放

## 1 电站概况

冒烟洞二级水电站厂址位于云南省红河州泸西县城南侧永宁乡法农村，距县城34km，是小江河梯级开发的第八级电站。小江河是南盘江一级支流，属珠江水系，长约90km，流域面积882.94km<sup>2</sup>，流域人类活动影响显著，总17.2万亩耕地，农业用水量大。电站为引水式开发，以

发电为主，主要包括拦河大坝、引水建筑物、压力前池、泄水道、压力管道、厂房、升压站、尾水渠道等部分。拦河坝为浆砌石重力坝，坝高14.4m，拦蓄库容小于100万m<sup>3</sup>，坝址以上集雨面积669.5km<sup>2</sup>。引水渠道全长2349m。电站所在河道不涉及国家和地方重点保护、珍稀濒危的水生生物，也没有洄游性鱼类等生物。

活动内容	设置原因	活动成效
安装生态放流闸（阀）及实时监测设备	无生态流量泄放及监控设施	设置了生态流量无节制泄放闸以及生态流量下泄监测设施
安装栅前清污装置，增设垃圾处理设施	洪水时拦截污物能力不足	在取水口拦污栅前增设一道粗格栏污栅，同时增设清污机械
安装水质在线检测设备	未监测河流水质变化情况	安装了监测设备，掌握河流水质变化
安装水文测报设备及洪水预警系统	未安装水文测报设备及洪水预警系统	安装了系统设备，收集分析水文数据
增加收集漏油设施	站内没有收集漏油设施	增加了设施，实现收集漏油再利用
在中控室、值班室增设隔音门窗	原隔音效果差	增设了隔音门窗，改善了运行人员工作环境
增设净水池、化粪池	原净水池、化粪池功能不足	改造原闲置旧前池为生活净化水池，同时把生活多余的水作为水机技术供水；在有生活设施的4个地方增设化粪池和垃圾堆放池
河道整治	河道水流畅通存在问题	对部分河道进行了整治
厂区绿化	厂区硬化面积偏大	增设了芒果园等绿化，缩小了硬化面积
安全生产标准化达标二级	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.冒烟洞二级水电站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

冒烟洞二级水电站于1988年12月投入运行，原总装机容量 $2 \times 6300\text{kW}$ ，多年平均发电量5196万kWh，额定水头227.56m，发电引用流量6.7 m<sup>3</sup>/s。电站于2019年3-5月开展增效扩容改造工程。改造后，电站总装机容量增至 $2 \times 7500\text{kW}$ ，设计多年平均发电量6849万kWh，额定水头224.87m，发电引用流量增至8.13 m<sup>3</sup>/s。电站于2021年底完成GEF增值改造活动，获评农村水电安全生产标准化达标二级单位和绿色水电示范电站。

## 2 GEF增值改造活动

为促进电站在增效扩容基础上进一步改善生态环境、提升管理水平、达到绿色水电要求，冒烟洞二级水电站开展GEF增值改造活动。活动赠款总经费166万元人民币，具体如表1所示。

## 3 GEF增值改造活动亮点

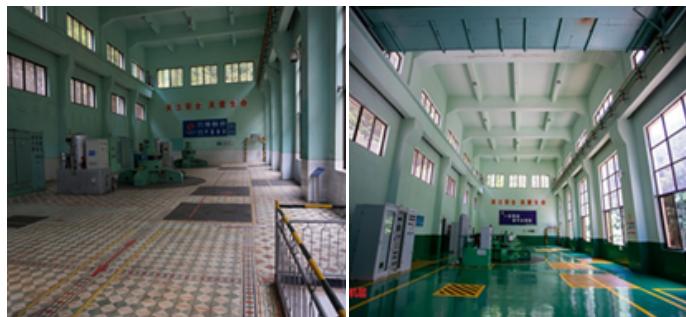
### 3.1 改造设施设备 提高发电效率和安全性能

冒烟洞二级水电站在改造前已经运行了27余年，设备设施存在不少问题和隐患，主要包括：引水渠道积垢较多，边墙及底板有冲刷；闸门及启闭设备已超过使用折旧年限，存在不同程度锈蚀；导水机构、进水球阀有漏水；水轮机型是国家明令淘汰的机型，调速器不是冲击式专用自动调速器；供排水系统老化锈蚀，不能满足自动化控制要求；发电机绝缘严重老化，出线端子多次烧坏更换，轴承磨损大，温升高，效率低；励磁装置为模拟式调节器，可靠性差、调试困难；励磁变压器为油浸式变压器，放置于高压开关柜内，有安全隐患；主变压器虽为SZ11系列节能型产品，但水轮发电机组增容后，主变容量不能满足要求；高压配电装置是GG-1A型，性能差；发电机主引出线等为铝排，耗能高、安全性差；输电线路导线为LGJ-185型，老化严重，部分杆塔存在安全隐患；电力电缆属油浸纸质绝缘铝芯电缆，耗能高；直流装置为铅酸蓄电池直流系统，须定期检测电压加硫酸维护，且性能较差。这些问题，严重影响到了电站的发电效益和工程安全。

电站改造，更换了进水口闸门，对引水渠道进行水泥砂浆抹面处理，增强抗冲强度，减少糙率系数，增加过水流量；采用了高效耐磨抗汽蚀转轮，按最优工况，水轮机效率可提高到90.6%；改造了发电机组，发电机效率由原来的94%提高到96%；更新了水轮机组辅助设备、电气设备以及主变；采用微机控制，电站达到“无人值班少人值守”要求。电站改造后，总装机容量(15000kW)比改造前(12600kW)增加19%，设计多年平均发电量(6849万kWh)比改造前多年平均发电量(5196万kWh)增加31.8%。电站在改造后的2019年7月至2020年6月期间，共发电8130.42万kWh，相较于改造前多年平均发电量增加56.47%，电站改造效益显著。电站工程区处于云南气候锋的摆动区，降水量在时空分布上不平衡，每年5~10月降雨量约占全年的80%~85%，特别是7、8月份为暴雨多发生季节，电站增效扩容改造后有利于充分利用季节性水能。



冒烟洞二级水电站改造前、后发电机铭牌



冒烟洞二级水电站厂房改造前、后



冒烟洞二级水电站水机层改造前、后



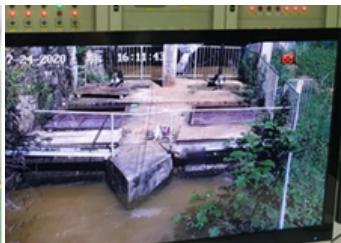
冒烟洞二级水电站改造前厂用电盘、改造后控制柜



冒烟洞二级水电站中控室改造前、后



冒烟洞二级水电站改造后达到无人值班少人值守要求



### 3.2 开展电站绿色环境建设

冒烟洞二级水电站地处深山峡谷地段，附近没有居民。电站改造前，整体与周围环境协调性较好，但也存在不足，如生产区噪声问题，生产、生活废水“零排放”问题，站内硬化面积相对过大等问题。电站改造后，中控室等设置隔音门窗，噪声降低到控制标准；在机房、生活区、前池、大坝有生活设施的地方新建设化粪池和垃圾堆放池，并及时收集处理，使生产、生活废水“零排放”；增加收集漏油设施，实现漏油收集再利用；整改电站周边杂草及野生的灌木丛，将原生活区硬化地面为主的区域改造成芒果园，种植芒果等类树木100余棵。



冒烟洞二级水电站厂区外观改造前、后



冒烟洞二级水电站改造后门窗、路面

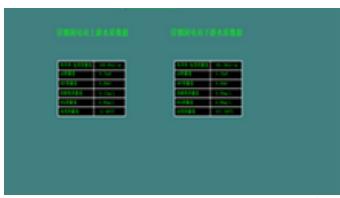




冒烟洞二级水电站改造后净水池、化粪池



冒烟洞二级水电站资助建设的法农村路灯、硬化道路



冒烟洞二级水电站水质监测设备、水位站



冒烟洞二级水电站资助建设的法农村灌溉设施、供水设施



冒烟洞二级水电站改造后生活区芒果园

### 3.3 重视安全工作 创新安全规程宣贯方法

冒烟洞二级水电站重视安全工作，创新安全理念、安全规程宣传方式，组织职工以安全为主题制作手工笔漫画，并做成安全宣传栏，张贴于走廊等职工往来场所。漫画主题包括正确使用安全帽、严禁烟火、严禁吊机下站人、雨天巡视等规程要求。电站平时注重职工主人翁意识、严格遵章守规、团队精神以及职业道德等教育培养，经过多年努力，逐步形成电站安全管理思想和行为规范。

冒烟洞二级水电站拦河坝上游岸边建有一条村民经常出入的公路。电站改造前，库区与公路之间没有任何隔离设施，存在安全隐患。电站改造后，在拦河坝上游长达千米的岸边加装了防护栏，同时，在公路大拐弯处安装了交通反光贴，在公路下坡处等显眼位置布置安全提示，有效保障村民交通和放牧劳作等安全。电站位于法农村，也关注村民的交通出入、用水安全等问题，2021年1-4月，投入资金2000元升级改造村子公共照明系统，投入资金4000元硬化维修村子公共道路；投入资金6000元改造村子灌溉及供水设施，充分发挥电站的社会效益。



安全宣传漫画（戴安全帽、严禁烟火、严禁吊机下站人）



冒烟洞二级水电站拦河坝上游库区岸边公路（改造前、后）



防护栏有效保障村民交通和放牧等劳作安全

## 2 GEF增值改造活动

案例分析表明，云南冒烟洞二级水电站GEF项目活动效益显著，其经验与启示总结如下：

(1) 系统改造电站闸门、引水渠道、电气设备、控制系统等设备设施，包括：更换进水口闸门，消除引水渠道积垢，渠道边墙及底板作水泥砂浆抹面处理，采用高效耐磨抗汽蚀转轮，更新水轮发电机组及其辅助设备、更新电气一次及二次设备，采用微机控制系统等。电站改造后，可充分利用季节性水能，切实提高发电效益。2020-2022年均发电量7927.10万kWh，比改造前2012-2019年均发电量增加10.5%。

(2) 从噪音、废水、废油、垃圾、绿化等不同角度综合整治环境，减少电站对环境的影响。冒烟洞二级水电站通过GEF项目活动，设置隔音门窗、在有生活设施的地方增设化粪池和垃圾堆放池、废水作“零排放”处理、增设收集漏油设施、部分硬化地面改建成芒果园等等，在原有较好的基础上进一步增加电站与周围环境的协调性，也进一步提升了职工的工作环境。

(3) 当电站形成较好的安全文化，安全宣传也可以创新方式。冒烟洞二级水电站平时注重职工教育培养，多年形成电站安全管理思想和行为规范。电站以安全为主题，组织职工手工笔漫画，制作形成系列安全宣传栏，张贴于走廊等职工往来场所。正确使用安全帽、严禁烟火、严禁吊机下站人等安全主题显示得生动形象，也达到很好的宣传效果。

(4) 排查电站周边是否存在公共安全隐患并采取措施。电站在拦河坝上游加装了长达千米的防护栏，使得库区和岸边公路有了硬隔离，再加上在公路大拐弯处加装反光贴，下坡处增设安全提示，较好地保障村民出行安全。

## 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>