



联合国
工业发展组织

滩头电站改造后的库坝



UNIDO-GEF 中国小水电增效扩容改造增值项目

2023年5月

角三/滩头水电站 案例分析报告

孙澜

1 电站概况

角溪三级水电站（简称角三电站）厂址位于福建省西北部的三明市泰宁县大龙乡角溪村，距乡政府所在地21.8km，距县城48km，是角溪在泰宁县境内的第三级水电站。泰宁县地处武夷山脉东南侧，境内森林资源、水能资源丰富。林业是县经济支柱产业，有金溪、角溪等12条流域面积在50km²以上河流。角溪是金溪流域一级支流。电站为坝后式开发，以发电为主，主要建筑物包括拦水坝、进水口、引水系统、厂房和升压站等。水库库容127.6万m³，坝址以上集雨面积946.5km²，所在河道没有洄游性鱼类，未发现国家级和福建省珍稀重点保护物种，也没有发现本区的特有种类。

角三电站于1993年开建，1997年10月投运，原装机容量3×1600kW，多年平均发电量1875万

kWh，设计水头12.31m，设计引用流量51.3m³/s。

电站于2016年8月至2017年5月进行增效扩容改造。改造后，电站总装机容量增至3×2000kW，较改造前增加25%，设计多年平均发电量2259万kWh，较改造前多年平均发电量增加20.5%；设计水头12.4m，设计引用流量58.74m³/s。2018-2021期间，电站年均发电量1645.165万kWh，其中2019年达到2513.9660万kWh。

滩头水电站厂址位于泰宁县杉城镇北部，距县城2.6km，是金溪流域杉溪支流梯级开发的最后一级电站。电站为引水式开发，以发电为主，主要建筑物有拦河坝、引水渠、厂

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

活动内容	设置原因	活动成效
安装生态放流闸及实时监测设备	原设施不能满足生态流量泄放要求	改造了放水闸门和流量实时监测设备，可准确控制监测，保证生态流量下泄
改善拦污设施	原拦污设施的拦污能力不足	改造了拦污设施，提高了拦污能力
建设垃圾填埋点设施	存在垃圾随意丢弃现象	在生活及生产区各新建了1个小型垃圾填埋点，实现垃圾集中堆放
安装垃圾清捞装置	原垃圾人工打捞，汛期垃圾较多，打捞力度不足	增设了垃圾清捞装置，可满足汛期清捞垃圾要求
改善运行人员工作环境	原中控室未装隔音设施	更新了中控室门窗、地面，进行隔音改造，室内墙贴吸声材料
进行安全生产标准化建设	增值改造活动要求	安全生产标准化二级达标
开展绿色小水电评价	增值改造活动要求	达到绿色小水电标准

表1.角三水电站GEF增值改造活动列表

相关可持续发展目标 (SDG)



房和升压站等。电站大坝为重力坝，水库总库容250万m³，坝址以上流域集雨面积745km²。所在河道没有洄游性鱼类，未发现国家级和福建省珍稀重点保护物种，也没有发现本区的特有种类。

滩头水电站于1992年9月开建，1994年6月投运，是泰宁县首座引进外资建设的水电站，原总装机容量4×500kW，多年平均发电量890万kWh，额定水头9.6m，设计引用流量26.8m³/s。电站于2016年11月至2017年1月进行增效扩容改造。改造后，电站总装机容量增至4×630kW，较改造前增加26%，设计多年平均发电量1120万kWh，较改造前增加25.8%，额定水头9.3m，设计引用流量33.28m³/s。2018-2021期间，电站年均发电量906.9975万kWh，其中2019年达到1254.52万kWh。

角三、滩头水电站于2020年底完成GEF增值改造活动，2020年11月获评农村水电站安全生产标准化二级单位，同年12月获评绿色小水电示范电站。

2 GEF增值改造活动

角三、滩头电站GEF增值改造活动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，改善最小下泄流量设施，改善运行人员环境，达到绿色小水电建设要求。角三、滩头电站GEF活动赠款总经费分别为90、80万元人民币，具体活动分别见表1、2。

3 GEF增值改造活动亮点

3.1 改造放水闸门 保证生态流量泄放

角三电站为坝后式电站，发电后尾水位和下游池塘电站上游水位衔接，大坝下游河道不产生减脱水段。滩头电站虽然是引水式，但是引水渠道不长，仅840m。两电站为保证枯水期河道生态均改造了放水闸门及其相关设施、增设了流量实时监测设备。角三电站拆除原3号放水闸门和电脑等硬件设备，定制安装新3号放水闸，并设置下泄流量控制系统。滩头电站拆除原4号放水闸门，定制安装、调整新的4号遥控电动生态放水闸，有效准确地控制生态流量泄放。



角三电站下游河道及生态流量泄放及监控设



滩头电站下泄生态流量设施、生态流量监控设施



滩头电站库区大坝及下游

活动内容	设置原因	活动成效
安装生态放流闸及实时监测设备	原设施不能满足生态流量泄放要求	改造了放水闸门、升级改造了流量实时监测设备，可有效准确地控制生态流量，保证生态流量下泄
安装棚前清污装置，增设垃圾填埋设施	原人工清污，未设垃圾填埋设施	增设了清污装置、垃圾堆，实现机械清污，垃圾集中堆放填埋
河道整治，增设三道生态治理堰坝，植树修复植被受损区域	下游河道存在脱水段	下游河道增设了7道生态堰坝，有效增加水量和水面
在中控室、值班室增设隔音门窗	原中控室未装隔音设施	改造设置独立中控室，加装了隔音门窗
安全生产标准化建设	增值改造活动要求	安全生产标准化二级达标
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2.滩头水电站GEF增值改造活动列表

3.2 建设生态堰坝 消除减水河段

滩头电站改造前，大坝下游有约800m长的减水河段，电站通过改造，因地制宜在减水河道建设生态堰坝。考虑到减水河段较短，河道坡度较缓(平均坡度约2.5‰)，水库下泄流量对下游河道的冲刷作用并不大，同时，河道较宽，宽度大于60m，河道具备修建生态堰坝的条件，滩头电站改造后，在下游减水河道建设了7座生态堰坝。原设计方案是建设3座，实际建成后是7座，总长420m。在建设堰坝同时，开展河道清淤、堤岸加固绿化等河道综合治理。7座堰坝从上到下，布置在整个长约800m的下游河道，形成7个梯级浅潭，既增加河道水量和水面，也形成了水风景。河道紧邻当地的明清园景区（中国木雕艺术博物馆），河岸上建有通往泰宁上清溪漂流景区及高速公路的交通要道，堰坝形成生态水风景有助于整体环境改善。



滩头电站大坝下游生态堰坝



滩头电站外侧河道整治前、整治后



滩头电站下游近电站河道改造后



滩头电站进厂大桥及河道边绿化



滩头电站打捞机及其控制柜



滩头电站进厂道路绿化



滩头电站垃圾集中堆放



滩头水电站河道两岸风景建设

3.3 设置自动清污装置 垃圾集中管理

角三、滩头电站改造前，水库进水口拦污栅前的垃圾由人工打扫，打捞起来的垃圾随意堆放在大坝后。当汛期河道垃圾较多时，人力打捞能力显得不足，随意放置的垃圾对环境造成影响。两个电站改造前，生活垃圾没有集中处置点，职工生活污水随处乱倒，生活垃圾随意丢弃，有些难以降解的塑料垃圾对环境造成影响。电站改造后，水库取水口更新了拦污栅，增设了自动清污装置，有效提升了库区垃圾打捞处理能力。电站在厂区和生活区都增设了垃圾站，将垃圾定期外运纳入当地垃圾处理系统，实现垃圾集中堆放及处理。



角三电站新设拦污栅、自动清污机



角三电站设置的垃圾桶、垃圾站



滩头电站进水口拦污带、拦污栅

3.4 改造工程增加当地村民就业 重视性别问题

角三、滩头电站实施改造工程吸收了大量的当地农村剩余劳动力，增加了当地村民的就业机会和收入。角三电站改造后有员工共7人，其中本地村民6人，占运行员工比例86%；其中女工3人，占运行员工比例43%。滩头电站改造后有员工14人，全部为电站附近村镇居民，其中女职工3人，占职工总数的21.43%；电站3位值长中有1位女性值长。女运行工能独立进行电站运行操作、分析运行状况，都能胜任本岗位的运行管理工作。两电站的女职工均和男职工同工同酬。

4 经验和启示

案例分析表明，角溪三级/滩头水电站GEF项目活动效益显著，其经验与启示总结如下：

(1)角溪三级电站为坝式，滩头电站厂坝间距离很短，仅800余米。针对坝式及短距离厂坝间河道，两电站生态流量泄放措施改造均拆除原放水闸门，定制安装遥控电动生态放水闸，并安装下泄流量控制系统，可实现准确控制生态流量泄放。

(2)滩头电站厂坝间河道仅800m左右，但是堰坝数量较多，建了7座。针对下游河道坡度较缓(平均坡度约2.5‰)、宽度较大(大于60m)的特点，在厂坝间河道上设置7道低矮生态堰坝，形成7个梯级浅潭。一方面使得减脱水段的治理效果比较好，另一方面景观效果也比较好。减水河段比邻城镇，紧邻当地的明清园景区，河岸上建有交通要道，治理后的河道给路人带来漂亮的水生态景观。

(3)两电站均改变了改造前垃圾人工打扫，垃圾随意堆放或丢弃等现象。在水库取水口更新拦污栅，增设自动清污装置提升打捞能力，增建垃圾集中处置点，定期垃圾外运至当地垃圾处理点，实现电站垃圾闭环处理。

(4)优先吸收当地农村剩余劳动力到电站就业，并且关注性别问题，吸收培养女职工。角三电站改造后7名员工中有6名是本地村民，其中3名女员工；滩头电站改造后14名员工全部为电站附近村镇居民，其中也有3名女员工(包括1位女性值长)。电站重视女职工的专业能力培养，使其都能胜任各自的岗位工作。

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>