



联合国
工业发展组织



盘溪梯级水电站所在河道

UNIDO-GEF 中国小水电增效扩容改造增值项目

2023年5月

盘溪梯级水电站

案例分析报告

孙澜

1 电站概况

盘溪梯级水电站包括列入GEF增值改造活动的盘溪二级、三级和四级电站，位于浙江省丽水市缙云县胡源乡。三个电站厂址距缙云县城分别为31、28和

20km。电站水系属于瓯江水系好溪南岸盘溪支流。盘溪全长31.26km，流域面积90.77km²，河道蜿蜒曲折，平均坡降为18‰，水能资源集中。

盘溪从上到下共建有6个梯级电站，共安装17台机

活动内容	设置原因	活动成效
设置保障最小下泄流量的设施并监测	未设置生态流量泄放设施，造成下游存在减脱水河段	设置生态流量泄放管，并安装实时监测设备，满足生态流量泄放和监测设备
对脱水河段进行生态环境修复	盘溪河道比降大，枯水期来水减少，河道存在减水段	修建3座生态堰坝，进行400m河段的生态护岸修复，增加了河道蓄水面和水量
水生生物保护	河道减水造成河道鱼类数量减少	投放有关生物育苗，培育水生动物种群
漂浮垃圾收集及处理设施	河道漂浮垃圾对河道水质会产生污染	电站进水口安装清污装置，增设垃圾处理设施
生态滩地修复	河道受人类活动（采砂、挖砂）干扰较大，流域内滩地、滩林萎缩，甚至消失	河道两侧范围内裸露地带进行植被修复
监测水质变化	河道水质受到村民活动影响，未设水质监测	在河道设置了5个水质监测断面，监测水质，了解水质变化
改善隔音设施	原中控室、值班室隔音效果不好	采用双层中空隔声玻璃改装，改造面积约240m ² ，达到效果；增设集油槽150m、集油桶3个，每个电站各1个
安装防止油料外泄的设施	未设置专门的收集漏油设施	增设集油槽150m、集油桶3个，每个电站各1个
厂房外立面改造及电站景观恢复	厂房外墙陈旧，职工工作环境较差	改造厂房、宿舍外立面、内墙、地面和门窗，各站增设独立控制室、开关室，建设电站景观
电站污水处理设施改造	污水未能实现有效处理后排放	建设污水处理池，达到污水处理目标
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
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. 盘溪梯级水电站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

组，总装机容量9080kW，开发河段长22.6km，共利用水头606.9m。除了一级电站为坝后式电站外，其余都为引水式电站。一级电站水库又称大洋水库，坝址以上集雨面积20.1km²，总库容1520万m³，是一座以防洪为主，结合发电、灌溉的多功能中型水库，同时也是缙云县的重要水源，每年供水4500万m³，灌溉农田面积达1万多亩。盘溪一级电站（位于大洋水库坝后）工程任务以发电、供水为主，其它电站均以发电为主。受影响河段不涉及国家和地方重点保护、珍稀濒危或特有水生生物。

盘溪梯级水电站级级相连，上级电站的发电尾水直接通过引水渠道进入下级电站的蓄水前池，再通过压力钢管引至水轮发电机组发电。电站主要建筑物包括发电引水系统、厂房和升压站等。盘溪二级电站于1974年建成投产，原总装机容量3×800kW，多年平均发电量730万kWh，其坝址到上游一级坝址的区间集雨面积约9.35km²，毛水头219.69m。盘溪三级电站于1977年投产，原总装机容量3×800kW，多年平均发电量770万kWh，其坝址至上游二级坝址区间集雨面积约5.26km²，水头范围196.21-204.38m。盘溪四级电站于1979年建成投产，原总装机容量2×800kW，多年平均发电量420万kWh，其坝址至上游三级坝址区间集雨面积约12.08 km²，额定水头87m。

盘溪梯级水电站于2017年7月至2019年4月进行增效扩容改造工程。改造后，二级电站总装机容量保持不变，设计多年平均发电量877万kWh，较改造前多年平均发电量增加20.548%。三级电站总装机容量增至3×1000kW，较改造前增加25%，设计多年平均发电量928万kWh，较改造前增加20.52%。四级电站总装机容量保持不变，设计多年平均发电量506万kWh，较改造前增加20.3%。2020年，盘溪二级、三级、四级水电站的年发电量分别为1478.5438、1568.3117、689.4388万kWh，分别较改造前多年平均发电量增加52.4%、69.0%、36.3%。电站改造后设备效率提升，提高水能利用率。

盘溪梯级水电站于2020年底全部完成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。



盘溪梯级水电站龙头水库——大洋水库

2 GEF增值改造活动

盘溪梯级水电站GEF增值改造活动目标在于修复河道生态，提升河道水生态环境，提高安全生产管理水平，建成生态水电示范区。GEF增值改造活动赠款总经费375万元人民币，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 增效扩容减少弃水

盘溪梯级水电站改造前，由于盘溪河道比降大，枯水期来水减少，盘溪梯级水电站发电尾水未下泄到下游河道，原河道存在减水段。电站改造，首先核实生态流量大小，改造生态放水设施，并安装生态流量监测设施。改造后，上游一级电站水库(大洋水库)保障足额泄放生态流量。其次，结合河道地貌特征和水生物分布情况，将原有河道堰坝改造成了生态堰坝，分别改造了原有的章村一堰、章村二堰和蛟坑堰坝等堰坝：

(1) 章村一号生态堰坝：堰顶宽度为1.0m，堰顶上设置花岗岩自然面汀步，间距30cm；堰顶后以1:6进行放坡衔接，坡面采用景观漂石高低间隔布置，为全堰坝鱼道。

(2) 章村生态二号堰坝：堰顶宽度为1.0m，堰顶上设置花岗岩自然面汀步，间距30cm；堰顶后以1:5进行放坡衔接，坡面采用景观漂石高低间隔布置，堰体修复段后接抛石防冲，为全堰坝鱼道。

(3) 蛟坑村生态堰坝：堰顶采用景观漂石改造，兼做汀步，间距30cm；堰顶高程维持原状；堰坝表面灌砌卵石贴面；平台加固，宽度1m，后接3级叠水，每级宽2m，叠水表面采用灌砌卵石贴面；堰体修复段后接1.5m厚抛石防冲，为全堰坝鱼道。

改造后的三处堰坝，使盘溪河道实现一处堰坝、一方水面，提升了水环境、水景观。在河道水量充沛时，鱼类可逐级向上游，实现鱼类过坝自由通行，成为全堰坝鱼道。遇到旱季时，堰上水池可为小型鱼类提供栖息场所。



盘溪梯级水电站生态流量泄放及监测设施



盘溪梯级水电站生态流量足额泄放效果



盘溪河道章村生态堰坝



盘溪河道蛟坑村生态堰坝

3.2 修复河道生态滩地 保护水生生物

盘溪梯级电站改造前，盘溪河道水生生境受人类采砂、挖砂等活动干扰较大，流域内滩地、滩林萎缩甚至消失，河道带植被覆盖率大幅降低。电站改造，主要针对休闲镇区段，结合周边居民的需求，对河道两侧范围内裸露地带进行植被生态修复，树种多选择色叶、落叶乔木为主，搭配喜阴小灌木等，在400m河段滩地增种了马褂木、黄山栾等树种，采用自然的手段补植水生植物，优化提升河道生态系统的同时丰富观赏性。在靠近村民居住处，专门增设栈道及景观平台。

电站改造后，针对河道减水造成河道鱼类数量急剧减少等问题，逐年放养适宜数量的当地鱼类和底栖动物，如石斑鱼、甲鱼、螃蟹等，累计放养30多万尾鱼类，并和有关部门配合，将盘溪梯级水电站所在河段设定为禁止捕捞河段，加强科普教育活动，使水生物得以保护和繁衍，保障河道生态改善。

2019年5月，盘溪梯级水电站承接了小水电生态修复与优化改造国际研讨会现场考察活动，改造效果获专家好评。



盘溪河道改造后生态滩地



改造后滩地绿化、景观平台



放养河道鱼类



禁止捕捞河段管理



2019年5月，小水电生态修复与优化改造国际研讨会专家考察盘溪流域



国际小水电中心组织多国生态水电专家考察盘溪河道

3.3 建设站容站貌 改善职工工作生活条件

盘溪梯级电站改造前，厂房及职工宿舍楼陈旧、环境景观差，中控室、值班室没有独立空间。通过改造，使职工工作环境得到极大改善。三个电站均新增设了独立的中控室、开关室等功能空间，中控室采用双层中空隔声玻璃。电站厂房外立面均以青石板粗糙面为主要材料，厂房屋面采用自粘性橡胶沥青防水材料，内墙采用乳胶漆，地面改造采用塑胶地面、防滑地砖，原木门窗改造为铝合金窗及铝合金门、防火门、钢门。各电站厂房外地面采用青石板粗糙面铺装翻新，二级电站地面铺装青石板面积约1500m²，三级电站铺装面积约450m²，四级电站铺装面积约420m²。

电站改造后，在一级电站尾水渠和泄水渠区间绿化带进行补植绿化，提升景观，补植绿化面积共计700m²，在绿化带铺设长127.0m的园路，采用600×400×50的青石板双排铺筑，两块青石板之间间隔120mm。靠近泄水渠出水口的位置新建宽6.0m小堰坝，抬高水位，形成水面景观。盘溪二级电站管理区相对较大，开展了管理区景观绿化工程，结合绿化新建多个造型花坛坐凳，管理区景观绿化面积达380m²。二级电站宿舍外立面采用花岗岩贴面翻新，内部一楼走道采用砖砌墙分隔成6个相对独立的卫生间，方便职工使用。



盘溪二级电站厂房设备改造前、后



盘溪二级电站改造后厂房、升压站



盘溪三级电站厂房设备改造前、后



盘溪三级电站厂房外、升压站



盘溪四级电站厂房设备改造前、后



盘溪四级电站改造后厂房外、升压站



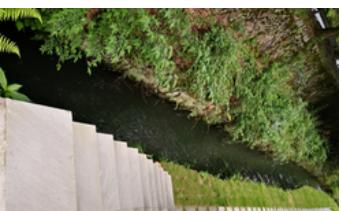
盘溪梯级水电站改造后隔音门窗



盘溪二级、三级电站改造后中控室



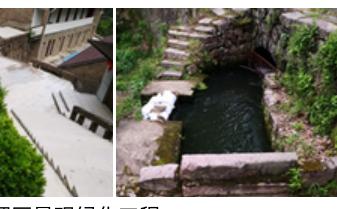
盘溪四级电站改造后中控室



盘溪一级电站尾水渠边绿化带、库区宣传



盘溪二级电站管理区景观绿化工程



3.4 助力乡村振兴 发挥社会效益

盘溪梯级水电站GEF增值改造活动造就了盘溪河道优美的乡村旅游环境，实现“电站发电、河道生态、农民增收、乡村增富”的多赢目标，很好地发挥了农村水电的社会效益。盘溪河道已经成为了村民休憩、游玩场所，婚纱摄影打卡点。盘溪梯级水电站所在单位还建设了大洋水库史迹陈列馆，系统展示水利水电人自力更生、艰苦奋斗的奉献精神，成为当地爱国主义教育基地。依托盘溪山水特色，当地诞生了15家亲水民宿，吸纳当地村民就业，显著增加当地村民经济收入。



生态堰坝形成跌水景观



河道滩地便民栈道与亲水平台



盘溪河道边的亲水民宿



大洋水库史迹陈列馆



4 经验和启示

案例分析表明，浙江盘溪梯级水电站GEF项目活动效益显著，其经验与启示总结如下：

(1) 分析河道地貌特征和水生物分布，将河道原有堰坝改造为生态堰坝。盘溪梯级电站所在河道比降大，河道上原建有3座蓄水堰坝(章村一堰、章村二堰和蛟坑堰坝)。这次GEF项目活动，电站深入分析各堰坝特点，逐个作个性化改造设计，确定合理的堰顶宽度、高度以及坡度，堰顶后坡面放缓并采用景观漂石高低间隔布置，三道堰坝改造成为全堰坝鱼道。

(2) 为改善条件，盘溪二级、三级电站在厂区外将原仓库上面加盖一层，新建中控室($10 \times 7m$)，同时原仓库的底层改建成 $6kV$ 开关室($12 \times 6m$)。改造前，电站仅在主厂房内隔出很狭小的空间作为中控室，管理运行十分不便。本次改造，重新规划优化空间结构，增设独立中控室和开关室，有效改善职工工作环境。

(3) 梯级电站的站容站貌按照统一风格设计。盘溪二级、三级、四级电站位于河道上下游，相距不远，改造后，厂房外立面统一翻新，采用花岗岩贴面;厂房外地面统一重新铺装，采用青石板粗糙面。如此统一风格，显得美观、协调。

(4) GEF项目活动助力“农民增收、乡村增富”等当地乡村工作目标。生态堰坝改造、滩地建设、景观平台建设等GEF项目活动实施后，盘溪河道旧貌换新颜，成为村民休憩、游玩场所，婚纱摄影打卡点，以及亲水民宿建设的基础，给当地村民带来实实在在的好处。

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>