

第二章 工程分析

2.1 流域（河段）概述及流域规划

2.1.1 流域规划概况

深坑井溪位于漳平市东北部，系九龙江流域北溪水系深坑井溪上游的支流，主河道发源于漳平市吾祠乡北坑场，河流走向大致由北向南，由漳平市吾祠乡厚德村合溪坪、三班岬流入大田县谢洋乡仕福村炼州坂，经仕福村溪底转入象湖镇长塔村汇入溪南溪。深坑井溪流域总面积 61.5km^2 ，主河道长 19.7km ，河道平均坡降 12.93% ，流域形状系数 $\gamma=0.19$ 。

流域形状呈不规则多边形，流域内地表复盖植被良好，水土流失相对较小。流域年降雨量在 $1350\sim 1650\text{mm}$ 之间，水资源相对较为丰富。

漳平市永溪(三班岬)二级水电站位于漳平市吾祠乡厚德村深坑井溪上游河道上，坝址集雨面积 40.3km^2 ，坝址以上主河道长度 11.3km ，河道平均坡降 16.2% 。电站厂房位于坝址下游 1.2km 处右岸，厂址集雨面积 43.2km^2 。

根据《龙岩市九龙江水系流域面积 500km^2 以下河流综合规划环境影响报告书(报批稿)》水电梯级开发方案，深坑井溪流域核准的电站有：永溪(三班岬)一级水电站，装机 1260kW (已建)；永溪(三班岬)二级水电站，装机 1600kW (本项目，已建)；永溪(三班岬)三级水电站，装机 1260kW (已建)。

2.1.2 流域规划环评

《龙岩市九龙江水系流域面积 500km^2 以下河流综合规划环境影响报告书（报批稿）》于 2013 年 1 月由广州市环境保护工程设计院有限公司编制完成。根据该规划环评，深坑井溪流域已建电站 3 座，本项目为永溪二级水电站，属于推荐水电站中的第二级，为整改后推荐的电站，流域规划环评中明确要求永溪二级水电站制定具体措施，保证最小下泄流量。根据现场调查，本项目现已安装闸门下泄流量系统，可确保最小下泄流量，与规划相协调。

深坑井溪流域各水电站基本情况见表 2-1。

表 2-1 深坑井溪各电站主要技术指标

流域名称			深坑井溪		
序号	工程特性	单位	永溪一级 水电站	永溪二级 水电站	永溪三级 水电站
1	水头	m	83	54	37.5
2	装机容量	kw	640	1600	640
3	发电形式	—	混合式	混合式	引水式
4	投产时间	a	2005	2007	2005
5	设计时限	—	40	40	40
6	总库容量	万 m ³	65.4	—	9.1
7	脱水段	km	1.3	0.7	1.1
8	脱水段所占比例	%	38.667	24.510	—
9	是否列入规划	—	是	是	是
10	最小下泄生态流量	m ³ /s	0.0335	0.102	0.11
11	主要环境问题		该电站减水段长度为 1300m, 减水段水流量减少比率较大。	该电站减水段长度为 700m, 减水段水流量减少比率较大。	该电站减水段长度为 1100m, 脱水段较长, 对河流生态有一定影响。
12	坝址与本项目距离 (m)		3000m	-	520m

2.2 工程地理位置

漳平市永溪（三班岬）二级水电站位于溪南溪上游的支流深坑井溪，项目坝址位于漳平市吾祠乡厚德村深坑井溪上游河道上，坝址坐标为北纬 25° 34′ 24.50″，东经 117° 41′ 47.27″，发电厂房位于坝址下游 1.2km 处右岸，厂址地理坐标为北纬 25° 34′ 12.94″，东经 117° 41′ 56.12″，项目地理位置详见图 2-2。

2.3 原有工程概括

原有工程建于 1981 年，由于修建时间较早，原有工程的资料较少，故本次评价对其进行简单介绍。

2.3.1 原工程主要经济技术指标

表 2-2 原有工程主要经济技术指标一览表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.流域面积			

全流域	km ²	61.5	
坝址以上	km ²	37	
2.多年平均年径流量	万 m ³	3223	
3.多年平均流量	m ³ /s	1.02	

二、水库

1.水库水位			
校核洪水位 (P=1%)	m	541.19	
设计洪水位 (P=5%)	m	540.76	
正常蓄水位	m	539.30	
2.回水长度	km	2.25	
总库容 (校核洪水位以下)	万 m ³	93.7	
4.调节性能		日	

三、工程效益指标

装机容量	kw	300 (100+100×2)	
多年平均发电量	万 kW·h	100	

四、主要建筑物及设备

1.挡水坝			
型式		重力式溢流坝	
2.引水渠	m	2000	
3.引水隧洞	m	200	
4.压力管道	m	125	
引用流量	m ³ /s	0.85	
5.厂房型式		河床式	
6.主要机械设备			
发电机组	台	2	

2.3.2 原工程环境影响分析

2.3.2.1 水环境

①生活污水

工程运营期废水主要来自电站职工的生活污水，职工共 7 人。根据 GB50013-2010《建筑给排水设计规范》(修订)等相关标准的水量指标，结合 DB35/T772-2013《福建省地方标准-行业用水定额》要求，住厂职工每人每天生活用水量按 120L 计，生活污水的产生量按使用量的 80%计，则项目生活污水产生量约 0.672t/d (228.6t/a)。根据业主介绍，技改前生活污水经化粪池简单处理后，排入电站下游河段。电站运行期间，产生的污水量较少，对下游水质影响甚微。

②厂房设备检修废水

水电站发电过程一般不产生生产废水，发电设备维修时会产生少量含油废水。根据业主介绍，原工程项目检修机械次数为1次/年，每次检修含油废水排放量约为4m³/次，检修废水未经处理直接排入电站下游河段，对下游水质造成一定的影响。

2.3.2.2 固体废弃物

技改前产生的固体废物主要包括坝前浮渣、废机油、隔油废油、含油污泥、生活垃圾、淤泥。

技改前水电站劳动定员7人，生活垃圾产生量约为1.68t/a，发电站设置生活垃圾收集池，生活垃圾集中收集后委托环卫部门统一清运；技改前库区产生的浮渣量(干渣)约为1.0t/a，拦河坝前浮渣量约0.2t/d，主要成分为上游的垃圾、树叶、树枝等，主要通过人工清捞的方式处理，清理后堆置于生活垃圾收集池，集中收集后委托环卫部门统一清运；电站维修时会产生废机油，废机油的产生量约为150kg/a，在厂内临时存放点集中收集后，委托有资质的公司进行处理。技改前库区淤泥产生量约为2.0t/a，淤泥中的成分以泥沙和有机物为主，淤泥收集后直接用作周边绿化覆土。

2.3.2.3 声环境及大气环境

技改前机组运行产生噪声，但周边没有敏感目标，且通过厂房隔声，噪声对环境的影响不大。生活能源主要为电能，不产生大气污染物。

2.3.3 原工程环保执行情况

本项目于1981年开始建成投产，由于在项目建设时当地尚未开展环境影响评价工作，相关法律、法规亦未颁布，且当时项目所在地流域规划和流域规划环评尚未完成，故本项目一直未委托相关单位开展环境影响评价工作及相应的环保验收工作。因此，本项目原工程环保审批验收落实情况分析略。

2.4 现有工程概况

为了提高机组发电效益，充分利用水能资源，漳平市永溪(三班岬)水电投资有限公司于2007年对原三班岬水电站进行全面技改扩建。在原坝址下游2.1km处建设了一高27m左右的砌石拱坝，在坝址右岸上游70m处开挖一长388m的有压隧洞至原厂房发电。技改后的永溪(三班岬)二级水电站装机容量为1600kW，属混合式引水式电站。项目技改至今，目前

运行情况基本良好，能发挥良好的效益。

2.4.1 技改工程内容

(1) 厂房：河流的右侧原厂房废弃，并在原址重新修建一座新厂房，电站厂区建筑物由发电主副厂房、尾水建筑物、升压开关站、生活区、回车场等组成。

(2) 大坝：在原坝址下游 2.1km 处建设了一高 27m 左右的砌石拱坝。

(3) 引水隧洞：在坝址右岸上游 70m 处开挖一长 388m 的有压隧洞至新厂房发电。

(4) 装机容量及发电量：装机容量增加至 1600kW，年平均发电量 326.7 万 kW·h 左右。

2.4.2 技改工程任务、规模及运行方式

2.4.2.1 开发任务

本项目为具有日调节性能的引水式电站，根据漳平市电力工业现状分析和发展规划要求，以及流域水电开发规划的要求，本工程兴建的工程任务是以发电为主，无排涝、航运、城市供水等其它作用。本评价要求电站需在保证下游最小生态流量的前提下进行运营发电。

2.4.2.2 工程规模及特性

本项目为引水式电站，设计水头 49m，引水流量 4.20m³/s，总装机容量 1600kW，水库总库容为 93.7 万 m³，年发电量 326.7×10⁴kW·h，年利用小时 2042h。根据中华人民共和国国家标准《防洪标准》(GB50201-94) 和水利部《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2000)中的有关规定，本工程属小(二)型IV等工程，工程的拦河坝、厂房、引水系统等主要建筑物为 5 级建筑物设计，次要建筑物及临时工程为 5 级建筑物设计。

设计洪水标准拦河坝按 20 年一遇洪水设计，按 100 年一遇洪水校核；厂房按 20 年一遇洪水设计，按 50 年一遇洪水校核。

2.4.2.3 工程运行及调度情况

(1) 工程运行情况

根据漳平市永溪（三班岬）二级水电站发电统计情况及电站所在流域资料可知，年平均发电量 326.7 万 kW·h 左右。流域丰水期为 4 月~10 月，平水期和枯水期为 11 月~3 月，因此本项目水电站每年 4 月~10 月电站每隔 5~6h 开机发电一次，11 月~3 月每日早晚各开机发电一次。在满足大坝下泄生态流量前提下，水电站蓄水发电；水电站不发电时，水直接过流。

(2) 工程调度情况

电站调度由漳平市供电公司调度室统一调度。电站调节特性为日调节，水库正常蓄水位 539.3m，发电最低水位 531.3m，水库调节库容 50.86 万 m^3 。

2.4.3 工程布置与主要建筑物

2.4.3.1 工程布置与主要建筑物

工程通过引水隧洞集中水头发电，厂址位于坝址下游 1.2km 处河流的右侧。进水口位置在大坝右岸上游约 75m 处的岸坡上。为引水式水电站，枢纽建筑物主要由拦河坝、泄洪建筑物、引水系统、厂房及开关站等组成。

(1) 拦河坝

① 大坝布置

拦河坝为砌石拱坝，坝顶中心线弧长 113.0m，坝顶高程 541.80m，顶宽 2.0m，拱坝起拱高程为 515.0m，底宽 6.4m，最大坝高 27.30m，拱坝宽高比 0.234。

拱坝溢流堰布置于河床中央偏左，不挂闸，在左岸设置 2.0m 宽的排砂闸启闭交通桥，溢流口净宽 59m，溢流面采用实用堰 WES 非真空堰面曲线，堰顶高程即水库正常高 539.3m 高程，溢流面下部按半径为 2.5m 的反弧段，出口设挑流鼻坎，鼻坎顶高程为 537.61m，挑角 25° ，在渲泄设计和校核洪水时，溢流堰单宽流量分别为 $3.54\text{m}^3/\text{s}$ 和 $5.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

② 拱坝材料

砌石拱坝坝身采用 C₁₅ 砌石，上下游面采用 M₁₀ 水泥砂浆砌块石作模板并深沟缝，坝基与基岩接触处，采用 C₁₅ 砌石基础垫层，厚 0.5m，溢流面采用 C₂₅ 钢筋砼现浇而成，坝体防渗采用坝身整体防渗形成。

(2) 泄洪建筑物

① 泄洪建筑物的选择

根据地形条件和枢纽布置要求，本工程泄洪方式没有特殊要求，主要考虑坝顶溢洪方案。由于大坝为砌石拱坝，所以采用简单、经济的坝顶开敞式自由溢流方案。

② 工程布置

拱坝溢洪道布置于主河床中央偏左，采用实用堰型溢流堰，堰顶高程 539.30m，堰顶不挂闸，在左岸设置 2.0m 宽的排砂闸启闭交通桥，溢流孔口净宽 59.0m，堰面曲线采用 WES 非真空堰面曲线，溢流面下部按半径为 2.5m 的反弧段，出口设挑流鼻坎，鼻坎顶高程为 537.61m，挑角 25° ，在渲泄设计和校核洪水时，溢流堰单宽流量分别为 $3.54\text{m}^3/\text{s}$ 和 $5.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

③ 泄洪能力

根据溢流堰顶高程为 539.30m，非溢流坝顶高程为 541.80m，经计算，该溢流堰最大泄洪能力 $Q_{\max}=310\text{m}^3/\text{s}$ ，大于校核洪水时最大下泄量 $Q=309\text{m}^3/\text{s}$ 。

④下游消能水力设计

1) 下游消能水力计算

拱坝为实用堰自由溢流，考虑到下游河床地质条件良好，下游消能设施拟暂采用不设护坦，其消能的水力计算要素主要包括射距，冲坑深度。

对该工程大坝进行消能水力计算，成果见表 2-3。

表 2-3 消能水力计算成果表

项 目	单宽流量 $q(\text{m}^3/\text{s})$	挑距 $L(\text{m})$	最大冲坑水垫厚度 $t_k(\text{m})$	最大冲坑深度 $d(\text{m})$
设计情况	3.54	15.78	5.34	2.59
校核情况	5.2	16.66	6.48	3.51

2) 安全校核

$I_{\text{设}}=d_{\text{设}}/L_{\text{设}}=2.59/15.78=0.164<i_c=1/3\sim 1/4$ ；安全

$I_{\text{校}}=d_{\text{校}}/L_{\text{校}}=3.51/16.66=0.211<i_c=1/3\sim 1/4$ ；安全

以上结果得出，在设计和校核洪水时，其水流对大坝基础不会产生不利影响。但考虑到实际运行时小流量洪水对坝趾的冲刷，待运行后视实际冲刷情况再予补建。

⑤冲砂(放空)设施

永溪（三班岬）二级水电站多年平均输沙量为 1.01 万吨，为防止坝前河砂淤积和水库放空，在大坝主流位置设置一冲砂孔(放空孔)，冲砂孔(放空孔)采用 $1.2\times 1.5\text{m}$ 方形钢筋砼管，其进口底高程为 517.5m，并在冲砂孔前部安装 $1.2\times 1.5\text{m}$ 的铸铁闸门，并配型号 LQ—20（20T）螺杆启闭机进行启闭。

(3)引水系统

引水系统主要建筑物由进水口、引水隧洞、压力管道等组成。

水建筑物包括进水口、引水隧洞、压力管道等。

①进水口

进水口布置在拦河坝右岸坝肩上游约 75 米处，其地形坡度约 35° ，进水口基础为弱风化岩体，进口处地表覆盖层厚 3m，沿隧洞线方向弱风化埋深约 10m，进洞条件较好。岩性为上侏罗统南园群的鹅宅组（Je）的浅灰色、灰绿色流纹质晶屑、岩屑凝灰熔岩。根据地形、地质等特点，进水口采用岸坡式。

进水口由拦污栅、闸门段、渐变段、启闭房等组成。进口段根据电站最大引用流量 $4.2\text{m}^3/\text{s}$

及过栅流速不大于 1.0m/s 的要求确定。在进口前端布置一扇 $2.4 \times 4.0\text{m}$ ($b \times h$) 倾角为 $33^\circ 43' 05''$ 的钢质拦污栅, 拦污栅后通过顶板和两侧边墙分别以圆弧曲线和直线收缩至 $2.0 \times 2.2\text{m}$ ($b \times h$) 的矩形断面, 并通过渐变段由方形渐变至 $2.0 \times 2.2\text{m}$ 城门型断面与隧洞连接。根据在死水位发电时的防涡流水深及淤砂高程, 确定进水口底板高程为 524.75m。

在 528.00m 高程设一平台, 根据需要库水位消落于平台以下, 可在此段临时挂一台 5t 手动葫芦将拦污栅吊起至平台进行清污及检修拦污栅。

进水口设一扇 $2.0 \times 2.2\text{m}$ 的事故检修平板铸铁闸门, 倾角为 $33^\circ 43' 05''$, 启闭房平面尺寸为 $5.1 \times 4.5\text{m}$, 地面高程 543.00m, 布置一台 40T 螺杆式启闭机斜拉启闭操作。

②引水隧洞

根据本工程特点, 其引水隧洞为有压隧洞, 隧洞总长 388m。引水隧洞洞径经动能经济、施工方案比较后, 选用开挖断面为宽 $2.4\text{m} \times$ 高 2.4m 的城门形断面。

引水隧洞上覆围岩大部分厚度在 30~100m 之间, 沿线山体表层为坡残积层所覆盖, 厚度约 1.5~3.0m 不等, 植被发育。全线多沿山脊穿行, 无大的断层和大的构造碎带发育。隧洞围岩为上侏罗统南园群的鹅宅组 (Je) 的浅灰色、灰绿色流纹质晶屑、岩屑凝灰熔岩, 大部分围岩基本稳定。引水隧洞衬砌支护原则为: II 类围岩为不衬砌, 仅在洞底为减小糙率而浇筑 10cm 厚 C15 铺底砼, III 类围岩局部不衬砌, 大部分为喷锚衬砌, 喷射砼厚 10cm, 底部铺设 C15 砼。IV、V 类围岩为砼或钢筋砼衬砌, 衬砌砼厚为 30cm。

为了施工方便, 引水隧洞进口段纵坡设计为 0%, 开挖进口底高程 522.00m, 隧洞出口段纵坡设计为 40%, 在 0+150~0+180 桩号设一坡度 1: 1 的斜井将上下游隧洞连接, 斜井长 42.4m。隧洞出口底高程 484.00m, 并设置长 20m 深 1.2m 的集石坑。

③压力管道

隧洞出口紧接压力管道, 根据本工程地质的特点, 压力管按结构要求伸入洞内 30m 长, 该压力管道为地下埋管和明钢管组成, 其中桩号 0+346.5~桩号 0+379.5m 为地下埋 (主) 管, 压力钢管四周采用 500mm 厚 C20 钢筋混凝土衬砌; 桩号 0+379.5m 岔管处设一个镇墩, 机组供水采用 1 管 2 机引水方式, 由主管引至厂前经 “Y” 形岔管进入机组。管道总长 46m, 其中主管长 33.0m, 主管直径为 1.4m, 管壁厚度 δ 为 10mm, 岔管单长 6.5m, 岔管管径 0.8m, 管壁厚度 δ 为 8mm。

镇墩尺寸为长 $6.0\text{m} \times$ 宽 $6.0\text{m} \times$ 高 5.2m , 采用 C15 埋石砼, 管中心高程 483.4m, 镇墩底高程 480.50m。

(4)发电厂房及开关站

①厂区布置

电站厂区建筑物由发电主副厂房、尾水建筑物、升压开关站、生活区、回车场等组成。

其中发电主厂房为地面式，布置有主机间、安装场等，厂房内装有 2 台混流式水轮发电机组，其装机容量为 $2 \times 800\text{kW}$ ；副厂房布置于主厂房下游侧；升压站采用户外开敞式布置，位于副厂房下游侧，地面高程为 490.0、492.0m 两个平台，面积为 $16.4 \times 9\text{m}^2$ (长 \times 宽)，出线回路为一回，出线电压 35kV；进厂公路可利用厂房前现有的简易公路，经安装场进入厂房；生活区布置在厂房后靠山侧原生活区位置。

本项目工程为 V 等工程，厂房为 5 级建筑物，其设计洪水按 20 年一遇洪水设计，相应设计洪水位为 486.32m；校核洪水按 50 年一遇洪水校核，相应校核洪水位 486.65m。机组正常运行的尾水位为 483.00m。

②厂房布置

厂房尺寸为 $25.44 \times 9.00\text{m}$ (长 \times 宽)。主厂房内设二台单机容量为 800kW 的混流式水轮发电机组，总装机容量 1600kW。水轮机中心安装高程为 485.50m，电站正常发电尾水位 483.00m，副厂房布置在主厂房下游侧。

升压开关站为户外式，布置在厂房后侧。开关站面积 $16.4 \times 9\text{m}^2$ ，开关站出线回路为一回，出线电压 35kV，接入漳平吾祠变。

根据机组、洪水位等有关尺寸，最终确定厂房段总长度为 25.44m，宽 9.0m，其中安装场段长为 4.84m，主机段长为 20.6m。装卸场与安装场结合，布置在主机间左侧，进厂公路由安装场进入厂房。主厂房内布置 2 台单机容量为 800kW，型号为 HLA384-WJ-56 型水轮机，配 SFW800-6/1180 型发电机，励磁系统采用静止可控硅励磁装置，机组中心距上、下游主厂房外墙中心线分别为 4.77m 和 3.99 米。2 台水轮机中心距为 8.5m，主厂房左端为进厂大门及安装场，安装场长度为 4.84m，满足一台机组安装与大检修时放置“四大件”的需要，根据厂家提供的设备最重件重量，考虑到设备吊动过程中的冲击荷载及安全、经济、适用等因素，电站的起重设备选用 LDA 型 10t 手电动单梁起重机。

主厂房主要控制参数如下：

- 1) 主厂房尺寸(长 \times 宽 \times 高)： $25.44 \times 9.00\text{m} \times 11.45\text{m}$
- 2) 吊车梁梁顶高程： 493.30m
- 3) 水轮机安装高程： 485.50m
- 4) 安装间地面高程： 487.00m
- 5) 水轮机层地面高程： 484.80m
- 6) 尾水管底板高程： 480.60m

副厂房布置于主厂房下游侧，地面高程 487.00m，副厂房屋顶高程 491.93m，平面尺寸

(长×宽): 9.0×5.4m。

③厂房结构布置

考虑到本电站的特点及厂址校核洪水位 486.65m，为了满足厂房防洪和结构要求，主厂房下部采用钢筋砼及浆砌石结构型式，其上部为钢筋砼框排架结构形式，并将防洪墙设至 487.00m 高程。副厂房基础采用 M7.5 水泥砂浆砌石，上部为钢筋砼框排架结构形式。

④尾水建筑物

根据厂房布置要求，确定尾水平台顶部高程为 484.50m，单机尾水管出口孔口尺寸为 2.6×1.8m，尾水出口底板高程为 480.60m，以 1:3.5 反坡与下游河床相接。

⑤厂内外排水设计

为排除厂内渗漏水，在水轮发电机层上游侧设有容积为 21m³ 的集水井，选用二台 IS80-50-200 型离心泵，其流量为 25m³/h，扬程为 12.5 米，电动机功率为 2.2KW，二台水泵互为备用，开停机及备用泵的投入均以液位信号器自动控制来实现。

(5)生态泄水工程

根据现场调查，本项目已安装了闸门下泄流量系统，根据系统显示，本项目下泄流量约 0.242m³/s，大于最小下泄生态流量 0.102m³/s。本评价要求建设单位应在保证最小生态用水的前提下进行发电。

2.4.3.2 水力机械

①机组机型选择

根据动能提供资料，本电站水轮机工作水头范围 44~55.5m，可采用的水轮机型号为混流式水轮机。由于本电站装机容量仅为 1600kw，水轮机属于中水头小型卧式机组型号，可供选择的型号较多，国内生产厂家也较多，因此本阶段推荐采用混流式水轮机。

②机组容量

本电站装机容量为 1600kw，电站建成后电力送入漳平市电网，在电网中所占比重较小。

表 2-4 机组方案

序号	项 目	单 位	方案
1	装机容量	kW	1600
2	机组台数	台	2
3	单机容量	kw	800
4	水轮机型式		混流式

5	转轮直径	cm	56
6	最大水头	m	55.5
7	加强平均水头	m	51.77
8	额定水头	m	49
9	最小水头	m	44
10	额定出力	KW	851
11	额定转速	r/min	1000
12	吸出高度	m	+2.5
13	发电机额定出力	kw	800

③水轮机机型及其主要参数选择

根据电站的水头变化范围为 44m~55.5m，总装机容量 1600KW，水轮机参数的选择以安全、可靠为前提。经比较选用 HLA384-WJ-56 型水轮机，配套发电机 SFW800-6/1180 型。水轮发电机主要参数见表 2-5。

表 2-5 水轮发电机设备参数表

电 站 参 数			
最 大 水 头		53 m	
最 小 水 头		44m	
水 轮 机		发 电 机	
设计水头	49m	额定电压	0.4KV
设计流量	2.1m ³ /s	额定电流	1443.4A
功 率	851KW	额定转速	1000r/min
额定转速	1000r/min	功率因素	0.8(滞后)
飞逸转速	2400r/min	频 率	50HZ
吸 出 高	+2.50 m	绝缘等级	B
		最 重 件	8.2 t
设计点效率	86.2%	设计点效率	94%

④水轮机吸出高度和安装高程

水轮发电机组的安装高程由两个条件决定：其一满足水轮机气蚀的要求，其二要满足尾水管出口淹没深度 $\geq 0.5\text{m}$ 的要求，经过计算电站水轮机的吸出高度为 $+2.5\text{m}$ ，相应下游水位为 483.0m （一台机组满发尾水位）。确定安装高程为 485.50m ，并能满足尾水管出口最高处淹没深度 $\geq 0.5\text{m}$ 的要求。

⑤调速系统及调节保证

考虑到电站具体运行情况和调速系统过度过程的品质，满足机组稳定运行的要求，选择手电动调速器作为本站的调速设备。机组在额定水头甩满负荷，最大速率上升率不大于 50% ，机组在最大水头甩满负荷，机组蜗壳最大水压力不大于 92.5m 。

⑥配套设备

发电机励磁装置选择静止可控硅励磁，进水闸门型号选择 Z41H-1.0/ $\Phi 800$ ，发电机低压配电屏为 GGD-05。

2.4.3.3 辅助机械设备

①厂内起重设备

本电站厂房内装有 2 台 800 千瓦水轮发电机组、水轮机型号为 HLA384-WJ-56，发电机为 SFW800-6/1180，其设备最重部件是发电机，其重量为 8.2 吨，因此厂内设备一台 10 吨单梁起重机，跨度为 7.7 米，吊钩的起升高度为 7.9 米，以便机组进厂卸货和安装机组及检修用。

②油、气、水系统

1)油系统

本电站安装 2 台小型卧式机组，电站用油设备主要有变压器和机组轴承润滑及调速器用油。

③气系统

本电站配备手电动调速器不需要补气，因此仅设置简易的低压气系统作为机组检修时吹扫之用。选用一台 V-0.42/T 型移动低压空气压缩机作气源。

④供水系统

本电站为引水式水电站，设计水头 49 米，因此厂内技术供水采用自流减压供水方式。水源取自每台机组闸阀前压力钢管，并用一条水管联接各系统，使之互为备用。

⑤消防用水系统

电站消防用水水源引自技术供水总管，在厂内机组各个间隔及户外升压站分别设置消防栓。并在取用方便处配置“1211”型灭火器作为扑救油类、电气设备等火灾。

⑥排水系统

为排除厂内渗漏水，在水轮发电机层上游侧设有容积为 21m³ 的集水井，选用二台 IS80-50-200 型离心泵，其流量为 25m³/h，扬程为 12.5 米，电动机功率为 2.2KW，二台水泵互为备用，开停机及备用泵的投入均以液位信号器自动控制来实现。

⑦机修设备

本电站为小型水电站，不设专门检修车间，置备一些简要检修设备，详见水力机械主要设备汇总。

2.4.4 水库淹没及工程占地

(1) 工程等级和建筑物级别

项目水库正常蓄水位 539.30m，库区淹没范围不涉及移民拆迁，仅涉及部分林地少量耕地，其中耕地 3.5 亩、旱地 4 亩、林地 2 亩。

(2) 工程占地

工程永久占地包括水电站厂坝区占地、引水系统占地、永久道路占地等，总占地面积 5.1 亩。

2.4.5 工程特性

本项目工程特性见表 2-6。

表 2-6 工程主要经济技术指标一览表

序号	名称	单位	数量	备注
一	水文			
1	流域面积			
	全流域（深坑井溪）	km ²	61.5	
	坝址以上	km ²	40.3	
2	利用的水文系列年限	年	44	
3	多年平均年径流量	万 m ³	3223	
4	代表性流量			
	多年平均流量	m ³ /s	1.02	
	拦河坝正常运用（设计）洪水标准及流量	m ³ /s	209	(P=5%)
	拦河坝非常运用（校核）洪水标	m ³ /s	307	(P=1%)

	准及流量			
	厂房正常运用（设计） 洪水标准及流量	m ³ /s	220	(P=5%)
	厂房非常运用（校核） 洪水标准及流量	m ³ /s	279	(P=2%)
5	泥沙			
	多年平均输沙量	万 t	1.01	
	多年平均含沙量	kg/m ³	0.243	
二	水库			
1	水库水位			
	校核洪水位（P=1%）	m	541.19	
	设计洪水位（P=5%）	m	540.76	
	正常蓄水位	m	539.30	
	死水位	m	531.30	
2	正常蓄水位水库面积	万 m ²	7.7	
3	回水长度	km	2.25	
4	水库容积			
	总库容 （校核洪水位以下）	万 m ³	93.7	
	正常蓄水位以下库容	万 m ³	77.4	
	死库容	万 m ³	26.6	
5	库容系数	%	1.58	
6	调节特性		日调节	
7	水量利用系数	%	93.5	
三	流量及水位			
1	坝址设计洪水时 最大泄量	m ³ /s	209	P=5%
	相应下游水位	m	518.02	
2	坝址校核洪水时 最大泄量	m ³ /s	307	P=1%
	相应下游水位	m	518.33	
3	厂址设计发电流量	m ³ /s	4.2	
	相应下游水位	m	483.00	
4	厂址设计洪水流量	m ³ /s	220	P=5%
	相应下游水位	m	486.32	
5	厂址校核洪水流量	m ³ /s	279	P=2%
	相应下游水位	m	486.65	
四	发电效益			
1	装机容量	kw	1600	
2	保证出力	kw	169.5	P=90%
3	多年平均发电量	万 kwh	326.7	
4	年利用小时	h	2042	
五	淹没损失及			

	工程永久占地			
1	淹没耕地	亩	3.5	
2	淹没旱地	亩	4	
3	淹没林地	亩	2	
4	工程永久占地	亩	5.1	
六	主要建筑物及设备			
1	挡水建筑物			
	型式		砌石拱坝	
	地基特性		凝灰熔岩	
	地震基本烈度	度	VI	
	坝顶高程	m	541.80	
	最大坝高	m	27.3	
	坝顶长	m	113	
2	泄水建筑物			
	型式		WES 曲线实用堰	
	堰顶高程	m	539.30	
	溢流段净宽	m	59.0	
	单宽流量（校核洪水）	m ³ /s • m	5.20	
	消能方式		挑流消能	
	设计泄洪流量	m ³ /s	209	
	校核泄洪流量	m ³ /s	307	
	排砂孔(闸)		1.2×1.5m 铸铁闸门	
	启闭机型式		螺杆式启闭机 LQ—20	
3	引水建筑物			
	最大引用流量	m ³ /s	4.20	
3.1	进水口			
	型式		岸坡式	
	地基特性		凝灰熔岩	
	底槛高程	m	524.75	
	闸门型式、尺寸、数量		1-2.0×2.2(扇-长×宽) 潜孔平板铸铁闸门	
	启闭机型式、数量		螺杆式启闭机 LQ-40t(1 台)	
3.2	引水渠道			
	地基特性			
	长度	m		
	断面尺寸	m		
3.3	引水隧洞			
	型式		有压引水	

	地基特性		凝灰熔岩	
	长度	m	388	
	断面尺寸	m	城门型 2.4×2.4	
	衬砌型式		局部钢筋砼或喷射 砼	
3.4	压力前池			
	长×宽×深	m		
3.5	压力管道			
	型式		地下埋管 (钢管)	
	条数	条	1	
	主管长度	m	33m	
	内径	m	Φ=1.4m	
4	厂房			
	型式		地面式	
	地基特性		凝灰熔岩	
	主厂房尺寸	m	25.44×9.0×11.45	(长×宽×高)
	水轮机安装高程	m	485.5	
	副厂房尺寸	m	9.0×5.4×4.93m	(长×宽×高)
5	升压站			
	型式		户外式	
	面积(长×宽)	m ²	16.4×9	
	地坪高程	m	490.0	
6	主要机电设备			
6.1	水轮机台数	台	2	
	型号		HLN384-WJ-56	
	额定出力	kw	851	
	安装吸出高度	m	+2.5	
	最大工作水头	m	55.5	
	最小工作水头	m	44	
	设计工作水头	m	49.0	
	额定流量	m ³ /s	2.1	
6.2	发电机台数	台	2	
	型号		SFW800—6/1180	
	单机容量	kw	800	
	发电机功率因素		0.8(滞后)	
	额定电压	V	400	
6.3	主变	台	1	
	型号		S9-2000/35	
	容量	KVA	2000	
7	输电线路			
	电压/回路数	KV/回	35/1	

	输送目的地		吾祠 35KV 变电所	
	送电距离	km	7.5	
七	经济指标			
1	总投资	万元	587.42	

2.5 污染源强

2.5.1 施工期污染源历史遗留问题

根据现场调查，项目区不涉及自然保护区、风景名胜区和饮用水水源保护区。电站已于 2007 年技改完成进入运营阶段，目前工程施工活动已全部结束。随着施工结束，施工期噪声、废水、废气和固体废物等对环境的影响已消失，工程施工期环境影响基本不复存在，无环境遗留问题。

2.5.2 运营期污染源强分析

2.5.2.1 水环境

技改后本项目运营期水环境、生态环境影响包括：

对区域水资源的影响；水库蓄水流速发生变化，污染物冲稀扩散能力改变，对水温、库区水质及下游水质产生一定的影响；库区下游河道在截流后形成减水段，对下游水体水质和水生生态造成一定程度的影响；对水生生物及陆生生物的影响。

由于本电站已运营多年，大坝的阻隔对生态环境、水质、水资源等的影响早已形成，因此运营期水污染主要来自电站管理人员的生活污水及机械检修过程中产生的少量含油污水，如果随意排入电站下游，可能对深坑井溪水质产生一定的影响。

（1）员工生活污水

工程运营期废水主要来自电站职工的生活污水，本次技改工程不增加新员工，职工为 7 人，则项目生活污水产生量与技改前一致，约 0.672t/d（228.6t/a）。

根据国务院第一次全国污染源普查领导小组办公室编制的《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册（第一分册 城镇居民生活源污染物产生排放系数手册）》（2008 年 3 月）的产排污系数分析可得，其中 SS 参考《给排水设计手册》（第五册城镇排水）典型生活污水水质示例，项目污水经化粪池处理前主要污染物浓度大体为 pH：6.5-7.5、COD_{Cr}：421mg/L，BOD₅：177mg/L，SS：150mg/L，NH₃-N：49 mg/L、动植物油 8mg/L，则本项目相应污染物产生量为 COD_{Cr}：0.096t/a、BOD₅：0.040t/a、SS：0.034t/a、氨氮：0.011t/a、

动植物油类：0.002t/a。采用化粪池处理工艺，处理后的生活污水作为肥料用于周边林地施肥不外排。本项目四周均分布有林地，可完全消纳本项目产生的生活污水。

（2）厂房设备检修废水

水电站发电过程一般不产生生产废水，发电设备维修时会产生少量含油废水。根据业主介绍，项目技改后检修机械次数与技改前一致，为1次/年，因此每次检修含油废水排放量不变，仍约为4m³/次。本项目设置了1座21m³的集水井，根据现场调查，检修废水收集于集水井内，收集池内废水未经处理直接排入水体。

本评价建议集水井出口设置油水分离器，经油水分离后的废水与化粪池处理后的生活污水一起用于林地浇灌，油水分离后产生的废油、含油污泥属危险废物，与检修过程产生的废机油统一委托有资质单位进行安全处置。由于废水处理后不排入水体，对溪水水质无影响。

（3）雨天生活污水去向

本项目生活污水经处理后均用于周边林地浇灌，建设单位应配套一座蓄污池，用于储存雨季未能及时喷灌的生活污水、冲洗水。在雨季，应将处理后的废水暂存于该蓄污池内，雨天结束后再进行浇灌。

对蓄污池的容积要求如下：蓄污池内生活污水的贮存期不得低于当地农作物生产用肥的最大间隔时间和冬季封冻期雨季最长降雨期，一般不得小于30d的排放总量，项目生活污水产生量0.672m³/d，因此蓄污池对生活污水的有效容积不小于21m³。

2.5.2.2 噪声

本项目现有工程运营期噪声源包括：水轮发电机组、空压机运行噪声、尾水噪声等。详见表2-7。

表 2-7 项目生活废水水质及排放量

噪声源	型号规格	数量（台）	单台设备噪声级（dB(A)）	位置	监测距离（m）
发电机	SFW800-6/1180	2	85.7	发电厂房	1
水轮机	HLA384-WJ-56	2	95.9		
励磁设备	可控硅	2	85.5		
空压机	V-0.42/T	1	90		
离心水泵	IS80-50-200	2	90		
尾水噪声	—	—	77.2	发电厂房外	—

根据现状噪声监测结果可知，项目职工管理房外昼间、夜间环境噪声现状可以达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的1类区标准要求。项目周边无敏感点，因此项目运营期噪声对敏感目标影响不大。

2.5.2.3 废气

本项目运营期无大气污染物产生，对周围大气环境基本无影响。

2.5.2.4 固废

根据现场踏勘可知，项目运营期产生的固体废物主要包括坝前浮渣、废机油、隔油废油、含油污泥、生活垃圾、淤泥。

（1）生活垃圾

生活垃圾主要为工作人员的生活垃圾。本水电站技改后劳动定员 7 人，生活垃圾按平均每人每天产生量为 0.8kg，则生活垃圾产生量约为 1.68t/a，发电站设置生活垃圾收集池，生活垃圾集中收集后委托环卫部门统一清运。

（2）坝前浮渣

根据电站运营管理方提供的资料，本项目技改后库区产生的浮渣量(干渣)约为 1.56t/a，拦河坝前浮渣量约 0.5t/d，主要成分为上游的垃圾、树叶、树枝等，目前主要通过人工清捞的方式处理，清理后堆置于生活垃圾收集池，集中收集后委托环卫部门统一清运。

（3）废弃机油

本项目现有工程运营过程使用的主要危险化学品包括机油（齿轮油和变压器油），电站维修时会产生废机油，废机油在《国家危险废物名录》的废物类别为 HW08（废矿物油，废物代码：900-249-08）。根据现场调查，本项目技改后机油最大单体存量为 170kg，总存量最大达 3 桶，总存量最大可达 510kg。根据业主提供资料，本项目电站设备检修时废机油的产生量约为 250kg/a，在厂内临时存放点集中收集后，委托福建龙岩力浩新能源有限公司进行处理。

（4）淤泥

根据现场踏勘可知，本项目技改后库区和压力前池淤泥产生量约为 4.0t/a，淤泥中的成分以泥沙和有机物为主。

（5）浮油、含油污泥

根据现场踏勘可知，项目技改后检修机械次数为 1 次/年，每次检修含油废水排放量约为 4m³/次，本评价要求含油废水经油水分离器进行处理。因此，本项目油水分离后会产生浮油、含油污泥。类比其它厂家的废油量，本项目产生浮油、含油污泥量约 0.06kg/次。本评价要求浮油、污泥集中收集后，与废机油一同委托福建龙岩力浩新能源有限公司进行处理。

2.6 现有工程存在的环境问题

目前本工程存在的主要环境问题是：

（1）废水

根据现场调查，本项目检修废水经检修废水收集池收集后直接外排入水体，本评价要求本项目集水井出口安装油水分离器，经油水分离后的废水与化粪池处理后的生活污水一起用于林地浇灌。另外，本评价要求建设单位应建设容积不小于 21m^3 的生活污水储液池，并具有防渗透作用，能够满足本项目 30 天累计的生活污水排放量要求。

（2）固体废物

根据现场调查，本项目废油未用专用贮存间进行堆存，因此，要求本项目设立危废专用贮存间，按规定建设防渗、防漏收集措施，并按危险废物进行管理。

另外，本项目库区的浮渣不定期打捞，要求建设单位对库区浮渣进行定期清捞，降低对水质的影响。

2.7 项目可行性分析

2.7.1 产业政策符合性分析

（1）与《产业结构调整指导目录(2011)》(2013 年修正)符合性分析

根据《产业结构调整指导目录(2011 年本)》(2013 年修正)，“四、电力——1、水力发电”，为鼓励类项目，“无下泄生态流量的引水式水利发电”为限制类，本项目为水力发电项目，并且安装了闸门下泄流量系统，可满足《龙岩市九龙江水系流域面积 500km^2 以下河流综合规划环境影响报告书（报批稿）》中，最小生态下泄流量为 $0.102\text{m}^3/\text{s}$ ，不在限制类之列，本符合当前国家产业政策的要求。

（2）与《国家发展改革委关于印发可再生能源产业发展指导目录的通知》(发改能源[2005]2517 号)符合性分析

本项目属于《国家发展改革委关于印发可再生能源产业发展指导目录的通知》(发改能源[2005]2517 号)中的第六类水能中的“水力发电”。

（3）与《关于印发应对气候变化国家方案的通知》符合性分析

2007年6月，国务院以国发[2007]17号提出《关于印发应对气候变化国家方案的通知》中明确提出，逐步改善能源结构，大力发展水电、风电、太阳能、地热能、潮汐能和生物质能等可再生资源。项目利用水能发电，符合该《通知》的要求。

（4）与《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》符合性分析

根据《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》，进一步强调水电开发过程中生态保护工作的重要性，要求积极发展水电要在“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的原则指导下，全面落实水电开发的生态环境保护要求。

本项目为引水式水电站，安装的闸门下泄流量系统可确保最小生态下泄流量，符合“生态优先”。项目不会对鱼类造成影响，做到了“统筹考虑、适度开发”。项目职工生活污水经处理后回用于山林地灌溉，不会对水体造成污染，符合“确保底线”的原则。

（5）与《福建省人民政府关于进一步规范水电资源开发管理的意见》(闽政[2013]31号)符合性分析

《福建省人民政府关于进一步规范水电资源开发管理的意见》(闽政[2013]31号)中要求：

①严格控制影响生态环保的新建水电项目

水电站开发建设必须符合流域综合规划和流域规划环评要求。不符合规划或位于未经规划流域的水电站开发项目，各级各部门不得审批建设。继续严格控制以发电为主的水电站新建项目，除以防洪、供水、灌溉等为主兼顾发电的水资源开发项目外，未经省发展改革委会同省经贸委、水利厅、环保厅联合审查同意，市、县政府及其部门不得出具新建水电站项目相关核准、审批（审查）文件。本项目为技改项目不属新建水电站，且符合流域综合规划及规划环评的要求。

②稳步推进现有水电站技术改造

支持现有水电站对引水建筑物、发电厂房、机电设备、送出工程、下泄流量监控装置等进行技改，实施增效扩容，消除安全隐患，提高水电能效，改善水环境。对运行时间已达到设计年限、且不符合生态环保要求的水电站，有关部门不得受理延续运行年限的申请，不得批准其进行技改，由当地政府依法依规组织拆除。

本项目对发引水建筑物、发电厂房、机电设备等进行了技改，实施了增效扩容，并且安装了闸门下泄流量系统，提高水电能效，运行时间还未达到设计年限，因此本项目符合

该要求。

③大力发展生态水电

各级环保部门要科学核定水电站最小生态下泄流量，水利部门、经贸部门分别牵头指导和督促各水电站安装最小生态下泄流量在线监控装置，确保监控设施正常运转，最小生态下泄流量落实到位。有关市县要适时组织受石材行业或历史遗留问题影响的水电站库区进行清淤，并及时清理垃圾漂浮物，确保水体清洁。优化电站梯级调度，发挥电站径流调控效应，通过蓄丰补枯，有效提高枯水期流量。科学运用雨情水情信息，合理安排水电站发电计划，提高水能利用率，充分发挥我省水能资源的综合效益。当发电与流域生活、生态用水需要发生冲突时，应优先保证流域生活、生态用水需要。

根据现场调查，项目已安装了闸门下泄流量系统，可确保生态下泄最小流量，因此项目建设可以符合国家和福建省相关产业政策要求。项目在运行过程中要及时清理垃圾漂浮物，确保水体清洁。项目提高了水能利用率，做到科学运用雨情水情信息，合理安排水电站发电计划，在不对下游流域生活、生态用水需求的情况下发电。

2.7.2 与流域梯级开发符合性分析

（1）与流域水电开发规划的符合性分析

根据《龙岩市九龙江水系流域面积 500km² 以下河流综合规划环境影响报告书》（批复见附件六），漳平市永溪（三班岬）二级水电站功能定位为发电，工程建设符合相关流域综合规划。

（2）与流域规划环评的符合性分析

根据《龙岩市九龙江水系流域面积 500km² 以下河流综合规划环境影响报告书》（批复见附件六），深坑井溪流域已建电站 3 座，本项目为永溪二级水电站，属于已推荐水电站中的第二级，流域规划环评中明确了永溪二级水电站为整改后推荐的电站，要求永溪二级水电站制定具体措施，保证最小下泄流量。根据现场调查，本项目现已安装在线流量计，可确保最小下泄流量，与规划相协调。

2.7.3 工程选址合理性分析

2.7.3.1 坝址可行性分析

本项目电站大坝为砌石拱坝，坝基河谷呈不对称的“V”字型，坝体均置于弱风化基岩上，高宽比为 1: 4.5；断层和卸荷裂隙带少发育，岩性为流纹质晶屑、岩屑凝灰熔岩，属坚硬岩体，其工程地质条件中等，具备拱坝和重力坝基础的地形和工程地质条件。本项目大坝已正常运行 10 余年，未见异常现象发生。因此，项目坝址选址是合理的。

2.7.3.2 厂址可行性分析

电站厂址位于河流的右侧报废厂房原地坪，地势开阔平缓，无断层和较大破碎带，边坡多为弱风化岩质边坡，厂址地形地貌条件和工程地质条件良好。因此，项目厂址选址是合理的。

本项目选址既能充分利用水力资源，发挥最佳综合效益，满足下游生态用水，又符合国家的产业政策，有利于改善生态环境，节省投资，经济技术指标优异，因此项目选址合理。

2.7.4 装机容量合理性分析

永溪二级水电站来水量丰富，且地处偏僻与周边用水矛盾小，在一定的用水原则下尽可能多发电符合水资源高效利用的原则。从水量利用上考察，本工程上游多年平均来水量 3223 万 m^3 ，因下游没有其他较大的用水户，业主为充分利用丰水资源，安装装机容量为 1600kW、2 台型号为 HLA384-WJ-56 及 SFW800-6/1180 的水轮发电机组，保证出力（ $P=90\%$ ）为 169.5kw，年电能 326.7 万 kwh，装机年利用小时数 2042h，水量利用系数为 93.5%。项目的装机容量可以充分利用水资源、发挥梯级水电站电能。