

卡腊村茶光互补发电项目

生态环境影响专项评价

编制单位：云南江楚环保科技有限公司

2026 年 9 月

目 录

1 总则	1 -
1.1 工程概况	1 -
1.2 编制依据	7 -
1.3 评价因子确定	8 -
1.4 项目区域生态敏感区分布情况	10 -
1.5 评价工作等级	11 -
1.5 评价范围	12 -
1.6 生态保护目标	13 -
2 生态环境现状调查及评价	15 -
2.1 地理位置	15 -
2.2 地形、地质条件	15 -
2.3 陆生植被及植物资源现状评价	16 -
2.3.1 调查方法、范围和内容	16 -
2.3.2 植被分类系统及分布特征	18 -
2.3.3 评价区植物资源及保护物种现状	25 -
2.3.4 评价区植物资源小结	28 -
2.3.5 评价区植物群落调查结论	28 -
2.4 陆生脊椎动物	28 -
2.4.1 调查方法、范围及内容	28 -
2.4.2 陆生脊椎动物现状	31 -
2.4.3 区系分析	34 -
2.4.4 评价区内重要野生动物	35 -
2.4.5 评价区内保护动物重要生境	38 -
2.4.6 鸟类迁徙路线及重要栖息地	38 -
2.4.7 重要野生动物调查结果统计	43 -
2.4.8 脊椎动物资源现状评价	44 -
2.5 评价区主要环境问题	44 -
2.6 鱼类	44 -
2.7 土地利用现状	45 -
2.8 景观系统现状	46 -
2.8.1 景观类型面积	46 -
2.8.2 景观结构分析	47 -

2.8.3 景观多样性指数	48 -
2.8.4 景观空间特征	49 -
2.9 生态系统现状	50 -
2.9.1 生态系统结构	50 -
2.9.2 生态系统生产力及生物量	51 -
2.9.3 植被覆盖度	51 -
2.9.4 生态系统优势度	52 -
2.9.5 生态系统质量	53 -
2.9.6 生态系统格局特征	53 -
2.10 生物多样性现状	54 -
2.11 评价区生态保护红线现状	55 -
2.11.1 生态保护红线现状	55 -
2.11.2 工程与生态保护红线位置关系	55 -
2.11.3 评价范围内生态保护红线生态环境现状	56 -
2.12 天然林、公益林分布情况	57 -
2.13 永久基本农田	58 -
2.14 清水河饮用水水源保护区	58 -
3 生态环境影响分析与评价	60 -
3.1 对土地利用的影响分析	60 -
3.2 对陆生植物、植被的影响分析	62 -
3.2.1 施工期影响分析	62 -
3.2.2 运行期影响分析	63 -
3.2.3 架空集电线路影响分析	64 -
3.3 对陆生植物资源的影响分析	65 -
3.3.1 对野生保护植物及古树名木的影响	65 -
3.3.2 施工期影响分析	65 -
3.3.3 运营期影响分析	66 -
3.3.4 对外来入侵植物的影响	67 -
3.4 对陆生脊椎动物的影响分析	67 -
3.4.1 施工期影响分析	67 -
3.4.2 运营期影响分析	69 -
3.5 景观环境结构、质量和稳定性变化影响预测	69 -
3.6 对生态系统影响	72 -
3.6.1 对植被生产力影响	73 -

3.6.2 对植被覆盖度影响	- 73 -
3.6.3 对生态系统优势度的影响	- 74 -
3.6.4 对生态系统质量的影响	- 74 -
3.6.5 对生态系统格局特征的影响	- 75 -
3.7 生物多样性影响分析	- 75 -
3.8 对评价区内生态保护红线的影响分析	- 76 -
3.8.1 施工期影响分析	- 77 -
3.8.2 运营期影响分析	- 80 -
3.9 对天然林、公益林的影响分析	- 80 -
3.10 对永久基本农田的影响分析	- 81 -
3.11 对清水河饮用水源保护区的影响	- 82 -
3.12 水土流失影响	- 88 -
4 生态环境影响保护措施	- 91 -
4.1 生态环境避让措施	- 91 -
4.2 集电线路减缓措施	- 91 -
4.3 植被植物影响减缓措施	- 92 -
4.4 野生动物影响减缓措施	- 94 -
4.4.1 陆栖脊椎动物影响减缓措施	- 94 -
4.4.2 预防措施	- 95 -
4.5 恢复与补偿措施	- 95 -
4.6 生态保护红线保护措施	- 96 -
4.6.1 施工期生态红线保护措施	- 96 -
4.6.2 运营期生态红线保护措施	- 97 -
4.7 针对水源保护区的保护措施	- 97 -
4.8 对天然林、公益林的保护措施	- 98 -
4.9 基本农田保护措施	- 99 -
4.10 水土流失减缓措施	- 99 -
4.11 管理措施	- 100 -
4.12 生态环境监测计划	- 100 -
4.12.1 施工期监测	- 100 -
4.12.2 运行期监测	- 101 -
5 生态环境专项评价结论	- 102 -
5.1 生态环境现状评价结论	- 102 -
5.2 生态环境影响评价结论	- 104 -

5.3 总结论	- 111 -
5.4 要求	- 113 -

1 总则

1.1 工程概况

卡腊村茶光互补发电项目场址位于云南省玉溪市元江哈尼族彝族傣族自治县咪哩乡瓦纳村委会附近山坡地带，地理坐标介于东经 101°48'39.264"～101°54'20.699"、北纬 23°30'6.805"～23°33'8.047"之间，高程在 850m～1750m 之间。项目场址位于元江哈尼族彝族傣族自治县西南，场址中心距元江哈尼族彝族傣族自治县直线距离约 14.35km。场址周边、场址区有多条公路通过，对外交通运输条件便利。

根据设计，项目总装机规模为交流侧 80MW，直流侧 89.46MWp；共建设 25 个光伏子方阵，由 5 个 3.84MW 的光伏子方阵、12 个 3.52MW 的光伏子方阵、5 个 2.56MW 的光伏子方阵及 3 个 1.92MW 的光伏子方阵组成，采用 126000 块峰值功率为 710Wp 的单晶硅双面光伏组件、5 座 3840KVA 箱式变压器、12 座 3520KVA 箱式变压器、5 座 2560KVA 箱式变压器、3 座 1920KVA 箱式变压器、250 台 320kW 的组串式逆变器，项目建成后年平均上网电量为 11358.68 万 kW·h。本项目拟在光伏场区南侧孟朋村附近建设 220kV 升压站 1 座，主变容量选择为 1×210MVA。本光伏电站工程拟以 3 回 35kV 集电线路汇集电能，接入新建 220kV 升压站，集电线路采用架空加电缆直埋的方式，项目新建 3 回 35kV 集电线路，集电线路路径总长度约 26.422km，架空线路长度约 19.222km，其中单回线路路径长度为 14.292km，双回线路路径长度为 4.93km；电缆直埋线路长度约 7.2km。工程组成及建设内容见表 1-1。

本次评价内容不包括升压站接入系统工程（升压站 1 回 220kV 输出线路），升压站输出线路及接入当地电网系统工程后续将由建设单位另行建设，并在建设前另行编制环境影响报告表。

表 1-1 工程组成及建设内容一览表

工程类型	项目		建设内容
主体工程	光伏	光伏阵列	本项目工程交流装机容量 80MW，直流装机容量 89.46MW；共建设 25 个光伏子方阵，其中 5 个 3.84MW 的光伏子方阵、12 个 3.52MW 的光伏子方阵、5 个 2.56MW 的光伏子方阵及 3 个 1.92MW 的光伏子方阵，采用 126000 块峰值功率为 710Wp 的单晶硅双面光伏组件。本光伏电站单个 3.84MW 光伏方阵采用 12 台 320kW 组串式逆变器、接入 216 串光伏组串，安装容量为交流侧 3.84MW、直流侧 4.29408MW；单个 3.52MW 光伏方阵采用 11 台

			320kW 组串式逆变器、接入 198 串光伏组串，安装容量为交流侧 3.52MW、直流侧 3.93624MWp；单个 2.56MW 光伏方阵采用 8 台 320kW 组串式逆变器、接入 144 串光伏组串，安装容量为交流侧 2.56MW、直流侧 2.86272MW；单个 1.92MW 光伏方阵采用 6 台 320kW 组串式逆变器、接入 108 串光伏组串，安装容量为交流侧 1.92MW、直流侧 2.14704MW；1 个光伏组串由 28 块光伏组件串联而成。平面尺寸约为 18502mm×4788mm（2×14 串），共 4500 串。 项目光伏阵列均采用支架布置，并采用倾角方案，最佳倾角 21°。本工程共有支架 4500 个，均为固定支架。光伏组件基础采用钢筋混凝土钻孔灌注桩基础。每个支架单元组件均采用竖向 2×14 排列，支架倾角 21°布置，支架随地形、坡向朝正南布置，并避让冲沟、南向坡度大于 35 度、东西向坡大于 25 度，北向坡大于 10 度的区域。光伏组件按最下沿离地距离>2.5m、桩基列间距为 4.1m、行间距 6.5m 的要求进行架设。
		方阵接线方案	采用 3kV 阻燃铠装交联聚乙烯绝缘护套电力电缆连接，各光伏支架至组串式逆变器的直流电缆型号与规格采用 H1Z2Z2-K-1×4mm² 和 H1Z2Z2-K-1×6mm²，DC1500V 规格。本工程方阵布置大多为狭长布置，各组串平均电缆长度约 150m，逆变器输出采用 3kV 阻燃铠装交联聚乙烯绝缘护套电力电缆连接至箱变低压侧，采用 ZC-YJLV22-1.8/3kV-3×240mm² 和 ZC-YJLV22-1.8/3kV-3×300mm² 电缆连接。35kV 集电线路箱变的接线情况采用 ZC-YJLV22-26/35kV-3×95、ZC-YJLV22-26/35kV-3×150、ZC-YJLV22-26/35kV-3×240、ZC-YJLV22-26/35kV-3×300 的铜芯电缆用于方阵箱变与方阵箱变、方阵箱变与电缆分界箱、电缆分接箱至终端塔的连接。35kV 集电线路电缆除过道路部分采用埋管敷设外，其余采用直埋敷设。
		逆变器	本工程选择 320kW 组串式逆变器，逆变器容配比约 1.1183。每台逆变器接入 18 路组串，单串功率为 19.88kWp，单台 320kW 逆变器接入功率 357.84kWp，全站共用逆变器 250 台，其中单个 3.84MW 光伏方阵采用 12 台 320kW 组串式逆变器；单个 3.52MW 光伏方阵采用 11 台 320kW 组串式逆变器；单个 2.56MW 光伏方阵采用 8 台 320kW 组串式逆变器，单个 1.92MW 光伏方阵采用 6 台 320kW 组串式逆变器。组串式逆变器不单独做基础，逆变器托架采用连接件及抱箍固定于光伏支架立柱上。
		箱式变压器	每个方阵布置 35kV 箱式变压器一台，为油浸式无励磁调压升压变压器，项目共计设置 25 台箱式变压器，其中 5 台 3840kVA 的箱式变压器、12 台 3520kVA 的箱式变压器、5 台 2560kVA 的箱式变压器和 3 台 1920kVA 的箱式变压器。箱式变压器型号分别为：S18-3840kVA-37kV/0.8kV、S18-3520kVA-37kV/0.8kV、S18-2560kVA-37kV/0.8kV、S18-22401920kVA-37kV/0.8kV，变比均为 37±2×2.5%/0.8kV。本并网光伏电站光伏方阵经逆变、汇集、箱式变压器升压后输出电压为 35kV。 根据设计单位提供的资料显示：项目箱式变压器内变压器油量平均约为 2.1t 左右，故一个箱变配备一个事故油池用于箱变事故时泄油用（本项目共计设置 25 个箱变事故油池，容积均为 3.6m³）。
		集电线路工程	项目集电线路全线采用电缆直埋及架空线路两种结合的敷设方式，其中在光伏场区内采用沿检修道路直埋敷设，场区外采用架空线路敷设方式。项目新建 3 回集电线路，集电线路路径总长度约 26.422km，架空线路路径长度约 19.222km，其中单回线路路径长度为 14.292km，双回线路路径长度为 4.93km；电缆直埋线路长度约 7.20km。其中架空集电线路导线为

		JL/LB20A-240/40mm² 铝包钢芯铝绞线，架空线路共布设自立式铁塔 84 基，其中：双回塔 22 基、单回塔 62 基；其中双回塔中 35B-SZ3-30 杆塔型式数量为 9 基，35B-SJ1-27 杆塔型式数量为 5 基，35B-SJ2-27 杆塔型式数量为 3 基，35B-SJ3-27 杆塔型式数量为 3 基，35B-SJ4-27 杆塔型式数量为 2 基；单回塔中 35B-Z3-30 杆塔型式数量为 11 基，35B-J1-27 杆塔型式数量为 10 基，35B-J2-27 杆塔型式数量为 3 基，35B-J3-27 杆塔型式数量为 2 基，35B-J4-27 杆塔型式数量为 7 基，35A-Z3-30 杆塔型式数量为 24 基，35A-J1-27 杆塔型式数量为 3 基，35A-J4-27 杆塔型式数量为 2 基。铁塔基础为 C25 钢筋混凝土掏挖基础，铁塔与基础采用地脚螺栓方式连接，埋地深 3m~5.5m。 本并网光伏电站光伏方阵经逆变、汇集、升压后输出电压为 35kV，在适当位置设置 35kV 电缆分接箱。每个光伏方阵电力经箱变升压至 35kV 后，通过 35kV 电缆分接箱并联至 35kV 集电线路，集电线路汇集电力后输送至本项目拟建 220kV 升压站的 35kV 侧。
	升压站(户外站)	项目新建 1 座 220kV 升压站，升压站总占地面积为 17700m²，升压站围墙内占地面积为 15880.33m²，该升压站位于本项目光伏场区南侧孟朋村附近，项目升压站属于户外站，升压站内安装 1 台 220kV 主变，主变容量为 1×210MVA（本项目额定容量为 80MW，项目 220kV 升压站同时考虑本项目 80MW 光伏主变容量、那塘光伏项目 20MW 光伏主变容量、哈吉冲光伏项目 30MW 光伏主变容量、鸡街梁子风电场 77MW 主变容量的接入，总计接入容量为 207MW。升压站一次规划一次建设完成），新建 1 个 220kV 主变进线间隔，1 回 220kV 出线间隔，2 套 SVG 动态无功补偿装置，动态无功补偿装置（SVG）为水冷、直挂式，容量为±38000kvar。220kV 配电装置采用 1 套户外六氟化硫组合电器（GIS），预留远期 GIS、1 台主变、2 台 SVG、间隔扩建安装位置。出线端位于站区西北侧，项目储能区位于升压站南侧。升压站生产区四周设砖砌围墙。在升压站主变场地内建设有效容积为 59.3m³ 的总事故油池一座，主变下方建设容积为 30m³ 的集油坑一座。
	储能系统	项目储能系统按配置 10% 的储能，储能功率 21MW，配置储能时长 2 小时，配置储能容量 42MWh，项目总体系统配置 21MW/42MWh 储能容量，电压等级 35kV；项目 21MW/42MWh 储能系统由 3 套 5MW/10WMh 及 2 套 3MW/6MWh 储能子单元储能子单元组成。 每个储能单元由 2 组容量为 5.01596MWh 的储能电池舱和 1 组 5250kVA 的中压变压器（含 2 台 2500kVA 的 PCS）及设备间的动力连接电缆构成。 单台储能升压变流一体机额定功率 5MW，其中，5MW 升压变流一体机主要包含 1 台 35kV 开关柜、1 台双绕组干式变压器（SCB11-5250/37±2×2.5%-0.69）、1 台通讯动力柜、2 套功率 2500kW 储能变流器 PCS，同时集成储能单元及一体机配电系统、UPS 及通讯设备等。 储能电池系统最终通过 1 回 ZC-YJY22-1.8/35-2×240mm² 电缆接入光伏升压站 35kV 母线。项目储能区位于升压站南侧。储能系统中升压变压器冷却方式为风冷，无变压器油。
	茶/光互补方案	本项目为“茶光互补”式光伏电站，项目光伏方阵区域内场地为园地，地表主要种植茶树，少量为杂草、次生灌木。本项目茶光互补主要在现状为茶园区域进行光伏项目建设，保证现状茶树生长正常情况，提高项目光伏场区园地经济效益，本项目工程建设结束后，对建设过程影响的茶树进行恢复，不改变现状土地利用性质，实施“茶光互补”。

辅助工程	道路工程		进场道路：利用现有道路，不新建进场道路，且现有道路满足设备运输及施工需求，无需改扩建。 光伏场区场内道路：本项目绝大部分占地类型均为园地，根据现场踏勘，目前场区内均有大量乡村道路和机耕路，现有道路基本可以满足本项目绝大部分地区的施工要求，本项目不再新建场内道路及对现有道路进行改扩建；部分地区道路无法到达的地方使用无人机进行运输。 进站道路（新建）：新建道路长度约为 1.52km，路基宽度 6.0m，路面宽度 5.0m，路面采用 C30 混凝土路面（厚 20cm）+级配碎石基层（厚 20cm）+天然砂砾垫层（厚 15cm）。 升压站站内道路：路面宽 4.5m，路基宽 5.0m，均为混凝土路面，设置回车平台，主干道路转弯半径为 12.0m，站区道路根据消防和工艺需求，设环形道路。
	取土场	项目不设置取土场。	
	弃渣场	项目不设置弃渣场。	
	砂石料采场	项目施工所需的砂石料拟外购，不设置砂石料采场。	
	搅拌场	项目采用外购商品混凝土，不设置搅拌场。	
	表土临时堆场	本项目依据就近堆置的原则，临时表土堆场规划如下： 1、光伏方阵剥离表土采用分散堆存，堆放在接地扰动一侧； 2、集电线路区表土堆存在直埋电缆沟开挖沟渠及塔基的一侧，与其他开挖土分开或分层堆放。 3、进站道路区表土临时堆存于进站道路区沿线宽阔平缓路段，用于后期道路边坡植被恢复绿化。 4、升压站区表土集中堆放于该区一角，用于后期该区域临时占地植被恢复。	
	施工营地	施工人员日常生活要求均通过租用周边民房生活设施解决。项目场地范围内不设置施工营地。但在施工场地内设置办公用房，主要用于施工管理人员临时办公及值班用房。	
	施工临时场地	施工临建设施集中点：拟设置 3 处，分别于 7#、20#光伏子方阵及拟建升压站用地红线内各设置 1 个施工临建设施集中点，合计占地面积 7000m²，总建筑面积均为 4400m²。其中在拟建升压站用地红线内设置 1 个施工办公生活区（仅作为施工管理人员办公及个别留守材料仓库的施工人員食宿，项目其余施工人員食宿均依托周边村民民居）、1 个综合加工厂（钢结构加工、机械停放）、1 个综合仓库（光伏组件、支架、机电设备等堆放），占地面积为 3000m²，建筑面积为 2000m²。 7#、20#光伏子方阵内各设置 1 个综合加工厂（钢结构加工、机械停放）、1 个综合仓库（光伏组件、支架、机电设备等堆放），占地面积均为 2000m²，建筑面积均为 1200m²。 集电线路架空段均不设置综合加工厂、施工跨越场地，无导线上方跨越情况。	
	牵张场	本项目沿线设置牵张场 3 处，分别设置于塔基 A-14/B-12、A-20/B-18、C30 处，每处牵张场占地约 250m ² ，总占地面积为 0.075hm ² （占地面积包含在塔基临时施工场地内）。	

公用工程	供水	施工期供水：拟用水车从场址周边的河流（清水河、元江）运至施工现场，施工场地内设容积为 150m³ 临时水池 1 座，供施工用水。	
		运营期供水：升压站：本工程在升压站新建一座 5m³ 成品生活水箱。生活供水采用罐车拉水至升压站水箱供水。生活用水质必须达到饮用水水质标准，如不满足需设净化处理系统。	
		电池组件清洗水源：清洗用水采用罐车从周边河流（清水河、元江）运水至各用水点区域。	
供电	电站施工用电：场址附近有农网 10kV 线路，施工用电可由该 10kV 线路引接作为电源，长度约 2.0km，就近接入后设置 1 台降压变压器把 10kV 电压降到 380/220V 电压等级，通过动力控制箱、照明箱和绝缘软线送到施工现场的用电设备上。距离较远处施工及紧急备用电源采用柴油发电机供电，项目施工期设置柴油发电机 6 台。		
	项目升压站运营期用电采用项目光伏自主供电。设置 1 台 35kV 变压器和 10kV 变压器作为站用变压器，其中 35kV 站用变压器型号为：SCB18-500/37，电压比为 37±2×2.5%/0.4kV；10kV 站用变压器型号为：SC18-500/10，电压比为 10±2×2.5%/0.4kV。		
环保工程	废水	升压站采用雨污分流，雨水经截排水沟排出站外。	
		生活污水经隔油池、化粪池预处理后，进入一体化污水处理站处理，废水处理全部回用于场地绿化，不外排。	
		光伏板清洗废水直接作为林草植物灌溉补充水，不外排（项目太阳能光伏板清洗频率为每半年 1 次，清洗时不添加清洗剂）。光伏板清洁以无人机气吹+喷淋为主的方式，废水产生量小，清洗废水顺着光伏倾角滴落地表，全部被干热河谷地区的土壤及植被吸收，不会流入地表水体中。	
		隔油池	1 个，容积不小于 0.3m³，用于预处理食堂废水。
		化粪池	1 个，容积不小于 1.5m³，用于收集预处理生活污水。
		一体化污水处理站	1 套，处理能力为 1.5m³/d，采用 MBR 工艺。
		中水收集池	1 个，容积为 6.0m³，收集雨天经处理后的废水，待天晴后回用。
	废气	升压站食堂应设置油烟净化设备，净化效率应≥60%，烹饪油烟采用油烟净化设备处理后，经专用烟道引至生活楼楼顶排出。光伏场区仅有少量道路扬尘及汽车尾气产生，经大气扩散排放。化粪池、一体化生活污水处理站加盖密封，生活垃圾及时清运。	
	噪声控制	低噪设备，逆变器、箱式变压器采用箱体隔声；水泵等设备设置减振垫，放置于泵房内。	
	固体废弃物	升压站内建设 1 间 30m² 的危废暂存间，变压器事故废油、废铅蓄电池（升压站应急照明使用）等危险废物收集暂存于危废暂存间内，定期委托有危险废物处置资质的单位进行清运及处置。	
在升压站内设置 2~3 个移动式带盖生活垃圾桶。			
一般废物储存间：设置于升压站固废间内，建筑面积为 50m²，用于贮存平时如有碎裂的废旧光伏电池板。			
风险	集油坑+事故	升压站主变场地设置有效容积为 59.3m³ 总事故油池一座，主变下方建设容积为 30m³ 的集油坑一座，由排油管道与主变下事故油池连接。池体按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）要求防渗处理。	

	油池	
	箱变事故油池	一个箱变配备一个事故油池用于箱变事故时泄油用，本项目共计设置 25 个箱变事故油池，容积均为 3.6m ³ 。池体按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）要求防渗处理。
	箱变事故油池、集油坑+事故油池、危废暂存间防渗措施	重点防渗：含箱变事故油池、升压站集油坑+事故油池、危废暂存间，严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）设计建设：防渗工程需满足 GB18597-2023 要求，即：防渗层为至少 1m 厚粘土层（渗透系数不大于 10 ⁻⁷ cm/s），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10 ⁻¹⁰ cm/s），或其他防渗性能等效的材料；并建立转移联单，完善危险废物记录台账。
	地下水跟踪监测井	地下水长期监测点：按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）的要求设置 1 口地下水跟踪监测井（总事故油池下游 15m 处），并按照相关要求定期进行地下水环境水质跟踪监测。
	绿化	升压站绿化面积 800m ² ，其他施工临时占地全部恢复生态。

根据项目总体布局，结合项目区土地利用现状统计分析，本项目总占地面积合计为 96.50hm²，其中光伏方阵区—光伏布板区占地 91.30hm²，光伏方阵区—支架基础区占地 0.32hm²，光伏方阵区—箱变基础区占地 0.06hm²，光伏方阵区—围栏基础占地 0.11hm²，集电线路—地埋电缆区 1.68hm²，集电线路—35kV 架空线路区 0.35hm²，升压站 1.77hm²，升压站进站道路 0.91hm²；按占地性质，永久占地 3.27hm²，临时占地 93.23hm²。本项目占用其他草地 0.17hm²、园地 96.33hm²。具体占地情况详见表 1-2。

表 1-2 项目占地类型及面积统计表 单位：hm²

分区		工程占地面积及类型（hm ² ）				占地性质	
		其他草地	园地		总计	永久	临时
			茶园	果园			
光伏发电方阵区	光伏发电方阵		12.65	78.65	91.3		91.3
	支架基础		0.04	0.28	0.32	0.32	
	箱变及硬化基础		0.01	0.05	0.06	0.06	
	围栏基础		0.01	0.1	0.11		0.11
	小计		12.71	79.08	91.79	0.38	91.41
集电线路区	地埋电缆	地埋沟槽	0.02	0.1	0.76	0.88	0.88
		施工作业带		0.11	0.69	0.8	0.8
	架空线路	塔基	0.10	0.03	0.08	0.21	
		临时施工场地		0.02	0.12	0.14	0.14
	小计	0.12	0.26	1.65	2.03	0.21	1.82
升压站			0.24	1.53	1.77	1.77	
升压站进站道路		0.05	0.13	0.73	0.91	0.91	

小计	0.17	13.34	82.99	96.50	3.27	93.23
注：本项目永久占地为支架基础、箱变基础、塔基、进站道路及升压站，其余均为临时占地；临时施工场地、临时表土堆场利用光伏发电方阵区，面积不重复计算。						

1.2 编制依据

一、法律法规

- (1) 《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日施行）；
- (2) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日修订）；
- (3) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（1997 年 1 月 1 日施行，2017 年 10 月 7 日修改）；
- (4) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（1992 年 2 月 12 日批准，2016 年 2 月 6 日修订）；
- (5) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2026 年 2 月 3 日修订）；
- (6) 《中华人民共和国森林法》（2020 年 7 月 1 日）
- (7) 《云南省陆生野生动物保护条例》（2026 年 5 月 28 日修订）；
- (8) 《云南省珍稀濒危植物保护管理暂行规定》（1995.6.5）；
- (9) 《云南省野生植物保护条例》（2024 年 3 月 8 日）；

二、部门规章及规范性文件

- (1) 《国务院关于严格保护珍贵稀有野生动物的通令》（国发〔1983〕62 号，1983 年 4 月 13 日）；
- (2) 国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号文《国家重点保护野生植物名录》（2021 年 9 月 8 日实施）；
- (3) 国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 3 号文《国家重点保护野生动物名录》（2020 年 2 月 1 日实施）；
- (4) 《濒危野生动植物种国际贸易公约附录物种名录》（2011、2013）；
- (5) 《云南省重点保护野生植物名录》（云南省林业和草原局、云南省农业农村厅，2023 年 12 月）；
- (6) 《云南省重点保护陆生野生动物名录》（云南省林业和草原局 2023 年 12 月）；
- (7) 《关于印发云南省古树名木名录的通知》（云林保护字（1996）第 65 号）；

(8) 《云南省极小种群野生植物保护名录(2022年版)》(云南省林业和草原局, 2022年12月);

(9) 《云南省各州市分布的国家重点保护野生动植物名录(2021年)》(云南省林业和草原局, 2022年10月12日);

(10) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发〔2022〕142号);

(11) 《国家级公益林管理办法》(林资发〔2017〕34号);

(12) 《云南省公益林管理办法》(云林规〔2019〕2号)(2019年11月19日);

(13) 《基本农田保护条例》(国务院令第257号, 2011年1月8日修订);

(14) 《云南省基本农田保护条例》(2015修正版)(2015年9月25日修正)。

三、技术导则、技术规范

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则一总纲》(HJ2.1-2016);

(2) 《环境影响评价技术导则一生态影响》(HJ19-2022);

四、基础资料

(1) 《云南植被》(主编: 吴征镒、朱彦丞, 副主编: 姜汉桥);

(2) 《濒危野生动植物种国际贸易公约附录物种名录》(2011、2013);

(3) 《中国生物多样性红色名录》(脊椎动物、高等植物; 2020年);

(4) 《云南省生物物种名录(2016)》;

(5) 《云南省生态功能区划(2009)》;

(6) 《云南植被》(主编: 吴征镒、朱彦丞, 副主编: 姜汉桥);

(7) 《云南省生态保护红线》(2018年6月29日);

五、设计资料

(1) 《卡腊村茶光互补发电项目可行性研究报告》(中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司)(2026年5月);

(2) 建设单位提供的其他有关资料。

1.3 评价因子确定

根据本项目施工作业和运营过程的环境影响特点, 结合当地环境功能要求,

在环境影响识别的基础上，筛选的评价因子见下表。

表 1-3 项目环境影响因素识别表

时段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	施工占地，间接生态影响	S	-1
	生境	生境面积、质量、连通性等	施工占地，间接生态影响	S	-1
	生物群落	物种组成、群落结构等	施工占地，间接生态影响	S	-1
	生态系统	生态系统功能等	施工占地，间接生态影响	S	-1
	生物多样性	物种数量	施工占地，间接生态影响	S	-1
	生态敏感区	生态保护红线	间接生态影响	S	-1
		公益林	间接影响	S	-1
		天然林	间接影响	S	-1
		基本农田	间接影响	S	-1
		清水河饮用水水源保护区	间接影响	S	-1
运行期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	线路维护、线路阻隔	L	+1
	生境	生境面积、质量、连通性等	线路阻隔	L	+1
	生物群落	物种组成、群落结构等	噪声间接影响，线路阻隔	L	+1
	生态系统	生态系统功能等	线路阻隔	L	+1
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	线路阻隔	L	+1
	生态敏感区	生态保护红线	运行期巡护、电磁辐射、噪声间接影响	L	+1
		生态公益林	运行期巡护、电磁辐射、噪声间接影响	L	+1
	注：+表示正面影响；-表示负面影响；0 表示无影响；1 表示环境要素所受影响程度较小或轻微，进行影响描述；2 表示环境要素所受影响程度为中等或较为敏感，进行重点评价；L 长期影响；S 短期影响。				

根据本项目施工作业和运营过程的环境影响特点，结合当地环境功能要求，在环境影响识别的基础上，筛选的评价因子见下表。

表 1-4 项目环境影响评价因子

环 境	主要影响评价因子
-----	----------

生态环境	现状评价因子	陆生植被类型、组成结构、面积；陆生植物群落组成、陆生植物种类；珍稀濒危保护野生植物分布、资源量；生态系统类型、组成、格局特征、质量；景观系统组成、结构、稳定性、空间特征；陆生脊椎动物组成、资源量、珍稀濒危保护野生动物分布、资源量；土地利用类型及面积；生态保护红线分布面积、群落组成；公益林分布面积、等级。
	预测评价因子	陆生植被、陆生植物群落、生态系统、景观系统、生物多样性、陆生动物、生态保护红线、公益林等

1.4 项目区域生态敏感区分布情况

本工程所在地周边存在的生态敏感区有云南元江国家级自然保护区章巴-望乡台片区、元江鲤国家级水产种质资源保护区、生态保护红线及清水河饮用水水源保护区。项目与敏感区位置关系一览表详见表 1-5。

表 1-5 拟建项目与所在区域生态敏感区位置关系一览表

序号	名称	保护级别	行政归属	保护对象	与拟建项目位置关系	影响程度
1	云南元江国家级自然保护区章巴-望乡台片区	国家级	元江县	中国干热河谷最典型的河谷型萨王纳植被、较完整的山地常绿阔叶林和丰富的珍稀野生动植物资源。	本项目位于云南元江国家级自然保护区章巴-望乡台片区西北偏北侧，项目距自然保护区缓冲区最近直线距离约 7.34km，距离自然保护区核心区最近直线距离约 8.81km，距离自然保护区实验区最近直线距离约 10.26km。项目架空集电线路距自然保护区缓冲区最近直线距离约 7.35km，距离自然保护区核心区最近直线距离约 8.73km，距离自然保护区实验区最近直线距离约 10.2km。	影响可接受
2	元江鲤国家级水产种质资源保护区	国家级	元江县	主要保护对象为元江鲤，其它保护物种包括罗非鱼、江鳅、甲鱼等。	本项目位于元江鲤国家级水产种质资源保护区西南侧，项目距元江鲤国家级水产种质资源保护区核心区最近直线距离约 11.75km，距离实验区最近直线距离约 22.13km，项目位于水产种质资源保护区上游，但距离较远。	影响可接受
3	生态保护红线	/	元江县	红河（元江）干热河谷及山原水土保持生态保护红线	本项目光伏阵列区、集电线路塔基占地均不涉及占用生态保护红线，本工程距离生态保护红线最近处为 25#光伏阵列区东北侧，距离生态保护红线 24m；其次为 9#光伏阵列区东南侧，距离生态保护红线 105m。项目架空集电线路距生态保护红线最近直线距离约 517m。	影响可接受
4	清水河饮用水水源保护区	县级集中式	元江县	饮用水源	项目位于清水河饮用水水源保护区西侧，项目距离饮用水源保护区最近处为 10#光伏阵列区，最近直线距离约 168m（该处为一级保护区距离，该段饮用水源保护区	影响可接受

					未设置二级保护区)。根据总图布置及现场踏勘,项目布置的光伏阵列区及箱变均不在清水河县级饮用水源保护区汇水范围内,项目拟建 220kV 升压站位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内,但距离较远(距离二级保护区直线距离为 2018m,距离一级保护区直线距离为 2392m,水流流经距离为 7.43km)。 此外,项目 35kV 架空集电线路 A-24/B-22、A-23/B-21、A-22/B-20、A-21/B-19、A-20/B-18、C-44、C-45、C-46、C-47、C-48 及 C-49 共 11 座塔基也位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内,该 11 座塔基中距离饮用水源保护区最近的为 A-20/B-18,距离二级保护区直线距离为 1580m,距离一级保护区直线距离为 1688m。共有 1824m 35kV 架空集电线路位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内。	
5	天然林、公益林	/	元江县	天然林、公益林	本项目占地范围内不涉及天然林、国家公益林和省级公益林,项目光伏子方阵距离天然林最近距离为 1m,距离国家公益林最近距离为 2m,距离省级公益林最近距离为 1m。项目 35kV 架空集电线路涉及跨越国家公益林 757m,跨越省级公益林 951m,跨越天然林 7174m。	影响可接受
6	永久基本农田	/	元江县	永久基本农田	本项目占地范围内不涉及永久基本农田,项目光伏子方阵距离永久基本农田最近距离为 2m。项目 35kV 架空集电线路仅有一处涉及跨越永久基本农田,跨越长度为 42m。	影响可接受

1.5 评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)和《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)及中有关生态环境影响评价工作等级划分原则,项目生态环境评价等级判定见下表。

表 1-6 项目生态环境评价等级判定表

序号	评价等级判定依据	本项目情况	评价等级
1	a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时,评价等级为一级;	项目占地不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产地;评价区内无珍稀濒危保护野生动植物重要生境分布;评价范	/

		围内也无国家公园、自然保护区、世界自然遗产地和重要生境分布。	
2	b) 涉及自然公园时, 评价等级为二级;	项目占地及评价范围均不涉及自然公园	/
3	c) 涉及生态保护红线时, 评价等级不低于二级;	评价范围内分布有元江县生态红线26.308hm ² 。	二级
4	d) 根据HJ2.3判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目, 生态影响评价等级不低于二级	项目不属于水文要素影响型	/
5	e) 根据HJ610、HJ964判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目, 生态影响评价等级不低于二级	项目不是地下水和土壤影响型项目	/
6	f) 当工程占地规模大于20km ² 时(包括永久和临时占用陆域和水域), 评价等级不低于二级; 改扩建项目的占地范围以新增占地(包括陆域和水域)确定	本工程总占地面积96.50hm ² , 其中永久占地3.27hm ² , 临时占地93.23hm ² 。	三级
7	h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时, 应采用其中最高的评价等级	本项目采用最高评价等级	二级
8	建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时, 可适当上调评价等级	不涉及	/
9	建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时, 可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级	工程无涉水工程, 本次不进行水生生态评价	/
10	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区, 在生态敏感区范围内无永久、临时占地时, 评价等级可下调一级	/	/

本工程总占地面积 96.50hm², 其中永久占地 3.27hm², 临时占地 93.23hm²。根据核查, 项目占地范围内不涉及重要生境, 本项目不涉及地下水污染及土壤污染(判断依据: 项目均属于《环境影响评价评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)和《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中附录 A 的IV类项目, 无需进行地下水及土壤评价)。此外, 根据相关部门查询意见, 本项目占地范围不涉及占用国家公园、自然保护区、森林公园、风景名胜区、草原公园、世界自然遗产地、基本农田等生态敏感区。

项目评价范围内分布有元江县生态红线 26.308hm², 根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022): “涉及生态保护红线时, 评价等级不低于二级”; 本项目生态评价等级为二级。

1.5 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022), 结合本项目特点、周边生态环境情况以及影响区的自然地形, 本次生态影响评价区范围为: 建

设区范围内光伏阵列布设、集电线路等工程占地区及上述工程区外延 300m 范围的区域，以及升压站区外延 500m 范围的区域；本次生态环境影响评价范围为 1477.545hm²。调查重点为工程占地区及周边邻近区域。

1.6 生态保护目标

项目生态保护目标为工程占地区（包括永久占地、临时占地）及占地区外延 300m 范围的区域。

项目生态影响评价范围内有季风常绿阔叶林、暖温性针叶林、暖热性稀树灌木草丛、干热河谷灌丛；国家重点保护野生动物黑鸢、普通鵟、红隼、豹猫；《中国生物多样性红色名录》VU 物种：黑眉锦蛇、孟加拉眼镜蛇、宽齿鼯、豹猫等。工程实施过程中须保护工程生态影响区的生态系统完整性，主要对受工程建设影响的植被及野生动植物进行保护，竣工后尽快恢复因工程建设受损的生态环境及生物减少量，尽量减少对野生动物生境及野生动物活动的影响。见表 1-2。

表 1-2 卡腊村茶光互补发电项目生态保护保护目标一览表

序号	环境保护目标及保护对象		项目与环境保护目标关系	影响因素	保护要求
1	自然植被：季风常绿阔叶林、暖温性针叶林、暖热性稀树灌木草丛、干热河谷灌丛		工程占地主要影响的自然植被类型为干热河谷灌丛和人工植被。 工程占地外的评价区自然植被类型有季风常绿阔叶林、暖温性针叶林、暖热性稀树灌木草丛、干热河谷灌丛。	工程占地、施工活动干扰	保持评价区内生态系统稳定性和完整性
2	野生植物资源（516种）		野生植物资源在评价区内广泛分布，不涉及国家及云南省保护植物，不涉及工程区域及元江县特有物种	工程占地、施工活动干扰	保护评价区内野生植物资源不受较大影响
3	野生动物资源	国家二级重点保护野生动物：黑鸢、普通鵟、红隼、豹猫。《中国生物多样性红色名录》VU物种：黑眉锦蛇、孟加拉眼镜蛇、宽齿鼯、豹猫。 评价区内的所有野生动物资源。	项目生态影响评价区内	工程占地、施工活动干扰	保护评价区内野生动物资源不受工程建设和运行的较大影响。
4	红河（元江）干热	自然植被：季风常绿阔叶林。 野生动物资源：生态保护红线内的所有野	本项目工程占地范围不涉及生态保护红线，且项目集电线路也不存在跨越生态保护红线的情况。评价区分布有元江县生态红线面积 26.308hm ² ，性质为红河（元江）	施工活动干扰	保护评价区内生态保护红线植被、植物、野生动物资源

	河谷及山原水土保持生态红线	生动物资源。	干热河谷及山原水土保持生态保护红线；生态保护红线内主要植被类型为季风常绿阔叶林；生态保护红线内的所有野生动物资源。本工程距离生态保护红线最近处为 25#光伏阵列区东北侧，距离生态保护红线 24m；其次为 9#光伏阵列区东南侧，距离生态保护红线 105m。项目架空集电线路距生态保护红线最近直线距离约 517m。		不受工程建设和运行的较大影响，保持水土保持功能不下降
5	天然林、公益林、永久基本农田		项目生态影响评价区内光伏方阵距离天然林最近距离为 1m，距离国家级公益林最近距离为 2m，距离省级公益林最近距离为 1m；距离永久基本农田最近距离为 2m；项目 35kV 架空集电线路涉及跨越国家公益林 757m，跨越省级公益林 951m，跨越天然林 7174m，跨越永久基本农田 42m。	工程占地、施工活动干扰	严格控制施工活动范围，加强施工人员管理，严禁占用国家级公益林、省级公益林、天然林、基本农田，设置彩条布、围挡，警示牌等，禁止越线施工和人员进入。

2 生态环境现状调查及评价

2.1 地理位置

卡腊村茶光互补发电项目场址位于云南省玉溪市元江哈尼族彝族傣族自治县咪哩乡瓦纳村委会附近山坡地带，地理坐标介于东经 $101^{\circ}48'39.264''$ ~ $101^{\circ}54'20.699''$ 、北纬 $23^{\circ}30'6.805''$ ~ $23^{\circ}33'8.047''$ 之间，高程在 850m~1750m 之间。

2.2 地形、地质条件

拟建场地海拔高程多在 850m~1750m 之间，相对高差在 100m~700m 之间，位于近山脊一侧或近山谷一侧的斜坡，地形坡度多在 25° ~ 30° 之间，局部地段 35° ~ 40° 。地貌以侵蚀构造成因形成的中山、低中山地貌为主，地形较为复杂，高低起伏较大，多数山脊顶部相对较宽缓，少数较窄。植被一般发育，主要以灌木及杂草为主。

根据《区域地质调查报告及附图》（墨江幅 1:20 万，F-47-VI）、现场勘察及工程地质调查情况，拟建场地范围内主要出露元古界、三叠系、志留系及第四系地层。基岩岩性主要为片岩、片麻岩、板岩，具体分述如下：

粉质黏土（坡残积）①：褐黄、棕红色，稍湿，硬塑状态，局部为可塑状态，混大量碎石、角砾，切面略粗糙，稍有光泽，干强度及韧性中等。该层厚度约 1m~5m，分布整个场地表层。

片岩②-1：深灰、银灰、灰黑色，全风化，主要矿物成分为石英、长石、云母、绿泥石等，鳞片变晶结构，片理构造，节理、裂隙极发育，岩质极软，岩体极破碎，呈坚硬土状，遇水易泥化。岩体基本质量等级为V级。该层厚度大于 6m，主要分布于 06#~10#方阵。

片岩②-2：深灰、银灰、灰黑色，强风化，主要矿物成分为石英、长石、云母、绿泥石等，鳞片变晶结构，片理构造，节理、裂隙极发育，岩质极软，岩体极破碎，呈碎石状，遇水易软化。岩体基本质量等级为V级。该层厚度大于 10m，主要分布于 06#~10#方阵。

片麻岩③：浅灰、灰白、肉红、深灰色，以强风化为主，局部中风化，主要矿物成分为长石、石英、黑云母、角闪石等，粒状变晶结构，片麻状构造，节理、裂隙发育，岩质软~较软，岩体破碎，呈碎块、块状，局部糜棱岩化。岩体基本

质量等级为V~IV级。该层厚度大于 10m，主要分布于 01#~05#方阵、13#方阵及 11#方阵西北部分。

板岩④：黑色、深灰、青灰、蓝灰色，以强风化为主，局部中风化，主要矿物成分为石英、绢云母、绿泥石等，隐晶质~微粒变晶结构，板状构造，节理、裂隙发育，岩质软~较软，岩体破碎，呈碎块、块状。岩体基本质量等级为V~IV级。该层厚度大于 10m，主要分布于 11#、12#、14#~25#方阵。

2.3 陆生植被及植物资源现状评价

2.3.1 调查方法、范围和内容

(1) 调查方法

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）和《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）的有关要求，我单位（云南江楚环保科技有限公司）委托云南金璋生态科技有限公司专业人员于 2025 年 10 月 16 日-10 月 26 日、2026 年 4 月 24-30 日实地考察了工程评价区周围的植被和植物。

表 2-1 植被及植物资源调查人员一览表

调查人员	涉及专业
李晓燕	林学
吴家福	生态学

1) 基础资料收集

收集评价区及邻近地区的地形图、近期土地详查、土壤普查成果及图件，调查工程区土壤类型、面积、分布和土地利用情况。

收集评价区及邻近地区土壤侵蚀调查及规划成果图件，包括土壤侵蚀类型、面积、强度、分布、危害情况以及土壤侵蚀现状分布图、治理措施分布图等。

收集评价区及邻近地区森林资源清查、验收成果及图件。包括森林资源组成、林种、林分面积、覆盖率、蓄积量及构成、分布及保护状况；退耕还林面积及其分布；水源涵养林面积及其分布等。

2) 野外实地考察

①GPS 记录

野外调查 GPS 记录是卫星遥感影像判读植被类型和土地利用类型的基础，根据室内初步判读的植被与土地利用类型图，现场核实判读的精度，并对每个 GPS 采样点作如下记录：海拔（注意相应植被类型的垂直变化）；记录样点植被

类型（群系、群系组或植被亚型），特别是类型发生变化的地方要做准确详细的记录；记录样点优势植物和重要物种如珍稀濒危植物；拍摄典型植被特征（外貌与结构）；在视野广阔清晰之处，拍摄周围植被或景观的照片，并进行记录。

②群落调查

在实地踏查和遥感卫星影像数据分析的基础上，结合研究区的地形地貌特点和交通状况及工程分布状况，在线路调查的基础上，确定重点调查地段和重要植被类型。根据《云南省环境影响评价维管植物及植被现状调查技术要求（试行）》，本次调查采用法瑞学派样地调查法进行样地选择和记录进行群落调查。其中常绿阔叶林、暖温性针叶林样地面积 $25\times 25\text{m}^2$ ，稀树灌木草丛样地面积 $10\times 10\text{m}^2$ 。记录样地的所有植物种类，并按 Braun-Blanquet 多优度—群聚度记分，利用 GPS 确定样地位置。

③植物种类调查

采取路线调查与样地调查相结合的方法进行植物调查，在植被线路调查和群落调查中，同时记录植物种类、资源状况、珍稀濒危植物的种类及生存状况等。对资源植物和珍稀濒危植物调查采取野外调查和访问调查、市场调查相结合的方法进行。对有疑问、经济植物和珍稀濒危植物还要采集凭证标本和拍摄照片。

根据实地调查资料，结合区域林业、环境和生物多样性相关研究结果确定评价区分布的植物种类，编制植物名录。

（2）调查范围

本项目对陆生植物、植被的调查工作重点为占地红线范围内，其次是与工程直接影响相邻的地区；调查范围主要为工程光伏方阵、线路工程区域外延 300m 范围的区域，以及升压站区外延 500m 范围的区域。评价区总面积 1477.545hm^2 ，评价区海拔为 908~2269m。

（3）调查内容

陆生植被和植物调查的主要内容是评价区植被类型及分布特征，评价区植物资源现状，国家重点保护野生植物数量及分布情况，云南省重点保护野生植物数量及分布情况，名木古树数量及分布情况等。

（4）样地设置情况

根据评价区现场踏勘，本次评价陆生植被共设置 12 个调查样地。具体调查

样地情况详见附表，项目评价区植物群落样方调查表。评价设置典型样地，每一种群落类型设置 3 个典型样地，样地按照分布高程进行设置，调查时间涵盖了落叶期和生长旺盛季节，符合二级评价要求。样地分布见下表：

表 2-2 评价区陆生植被样地分布一览表

序号	样地号	经度	纬度	海拔(m)	调查时间	群落类型
1	YD1	101°49'6.1671"	23°33'11.5600"	1724	2025.10.16	刺栲、小果石栎、 红木荷群落
2	YD2	101°50'0.1750"	23°32'15.3436"	1805	2025.10.17	刺栲、小果石栎、 红木荷群落
3	YD3	101°52'59.7020"	23°31'51.9734"	1442	2026.4.27	刺栲、小果石栎、 红木荷群落
4	YD4	101°48'52.9999"	23°32'30.2122"	1867	2026.4.30	云南松、红木荷、 黄茅群落
5	YD5	101°50'38.9280"	23°32'6.8467"	1738	2026.4.29	云南松、红木荷、 黄茅群落
6	YD6	101°54'0.5597"	23°31'43.3883"	1957	2025.10.18	云南松、红木荷、 黄茅群落
7	YD7	101°48'53.2690"	23°33'9.9844"	1025	2025.10.19	车桑子、牛角瓜、 黄茅群落
8	YD8	101°50'25.7358"	23°32'2.6777"	1300	2025.10.20	车桑子、牛角瓜、 黄茅群落
9	YD9	101°53'32.0844"	23°30'45.8646"	1293	2026.4.24	车桑子、牛角瓜、 黄茅群落
10	YD10	101°48'39.5536"	23°32'59.4412"	1847	2026.4.25	清香木、云南松、 车桑子群落
11	YD11	101°51'44.5487"	23°31'25.7801"	1551	2026.4.26	清香木、云南松、 车桑子群落
12	YD12	101°53'21.1997"	23°31'31.6108"	1142	2026.4.30	清香木、云南松、 车桑子群落

2.3.2 植被分类系统及分布特征

2.3.2.1 植被分类系统

项目区位于玉溪市元江县，评价区植被区划属于亚热带常绿阔叶林区域（Ⅱ），西部（半湿润常绿阔叶林）亚区域（ⅡA），高原亚热带南部季风常绿阔叶林地带（ⅡAi），滇东南岩溶山原峡谷季风常绿阔叶林区（ⅡAi-2），蒙自、元江岩溶高原峡谷云南松、红木荷林，木棉、虾子花草丛亚区（ⅡAi-2a）。

根据野外实地考察，评价区的植被可以分为自然植被和人工植被两大类。评价区原生地带性植被为以刺栲、小果栲为建群种的季风常绿阔叶林，在本评价区内原生植被集中成片分布在观音山和萨普虽火山区域，其余区域的季风常绿阔叶林多为次生林。自然植被还包括暖温性针叶林、干热河谷灌丛、次生性暖热性稀

树灌草丛等；人工植被主要为耕地、园地、人工竹林和人工林，耕地主要种植玉米、蔬菜、土豆等，人工林主要种植直杆蓝桉、云南松、杉木、柏木、西南桦、旱冬瓜等，园地主要为茶园、果园等。

根据野外实地考察，项目评价区的自然植被类型大致可划分为以下 4 个植被型、4 个群系和 4 个群落（具体分布情况见评价区植被图）。

表 2-3 评价区植被类型统计表

A. 自然植被

I.常绿阔叶林

(I) 季风常绿阔叶林

(一) 刺栲林

(1) 刺栲、小果石栎、红木荷群落

II.暖性针叶林

(II) 暖温性针叶林

(二) 云南松林

(2) 云南松、红木荷、黄茅群落

III.稀树灌木草丛

(III) 暖热性稀树灌木草丛

(三) 含清香木、云南松的中草草丛

(3) 清香木、云南松、车桑子群落

IV.灌丛

(IV) 干热河谷灌丛

(四) 车桑子灌丛

(4) 车桑子、牛角瓜、黄茅群落

B. 人工植被

耕地（旱地）

人工林（云南松林、华山松林、柏木林、杉木林）

园地（核桃、梨、苹果等）

人工竹林（人工龙竹林、人工刚竹林）

注：I、II、III...植被型；（I）、（II）、（III）...植被亚型；（一）、（二）、（三）...群系；（1）、（2）、（3）...群落。

2.3.2.2 植被分布特征

1、水平地带性

实地调查表明项目区及周边内植被类型的水平分布规律有以下几点：

项目区及周边地带性植被为季风常绿阔叶林，受多年人为干扰的影响，地带性植被局限分布于评价区萨普虽火山区域。评价区整体属于亚热带山地，受西南季风影响，水热条件好，山坡分布具有一定人工性质的云南松林。

2、垂直地带性

整体来说，评价区面积不大，且呈现条带化分布，垂直地带性不明显。

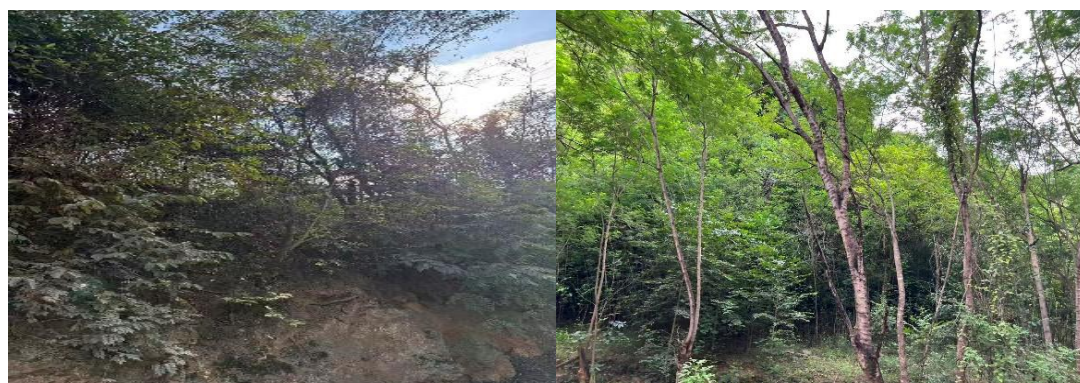
2.3.2.3 评价区植被类型及演替规律

一、天然植被

①季风常绿阔叶林

季风常绿阔叶林为常绿阔叶林受到亚热带山地立体气候带影响形成的，在云南省主要分布在南部 800-1900m 亚热带山地，区域内降水量大，终年湿润，土壤母岩以石灰岩、花岗岩、砂页岩为主，土壤发育为红壤，外貌表现为浓绿色林冠，全年季相变化不明显，仅在优势树种换叶期变化为在深绿色背景下略带灰棕色。评价区内仅记录 1 个群落类型。

➤ 刺栲、小果石栎、红木荷群落



短刺栲林为季风常绿阔叶林中分布海拔偏高的类型。

评价区内刺栲、小果石栎、红木荷群落主要分布在评价区萨普虽火山，残存有十分少量中龄林。

群落乔木层层盖度约为 65-70%，层高最高约 12m，主要可见刺栲 *Castanopsis hystrix*、小果石栎 *Lithocarpus microspermus*、截果石栎 *Lithocarpus truncatus*、印栲 *Castanopsis indica*、糙叶水锦树 *Wendlandia scabra*、西南桦 *Betula alnoides*、

红木荷 *Schima wallichii*、滇润楠 *Machilus yunnanensis*、刺栲 *Castanopsis hystrix*、岗桉 *Eurya groffii*、围涎树 *Archidendron clypearia*、毛叶柿 *Diospyros mollifolia*、潺槁木姜子 *Litsea glutinosa*、野漆 *Toxicodendron succedaneum*、毛银柴 *Aporosa villosa*、云南银柴 *Aporosa yunnanensis*、滇南木姜子 *Litsea martabanica*、密花树 *Myrsine seguinii*、大叶鹅掌柴 *Heptapleurum macrophyllum*、长穗越桔 *Vaccinium dunnianum* 等。

灌木层高 1.5m，不发达，层盖度约为 30-35%，主要可见三叉苦 *Melicope pteleifolia*、华山矾 *Symplocos chinensis*、云南木樨榄 *Olea tsoongii*、草鞋木 *Macaranga henryi*、岗桉 *Eurya groffii*、密蒙花 *Buddleja officinalis*、柳叶卫矛 *Euonymus lawsonii*、水红木 *Viburnum cylindricum*、地檀香 *Gaultheria fragrantissima*、野牡丹 *Melastoma candidum*、尖子木 *Oxyspora paniculata* 等。

草本层受乔木层盖度较大影响较为稀疏，层高 0.3-0.5m，盖度约为 20-25%，主要可见黑鳞珍珠茅 *Scleria hookeriana*、野山姜 *Alpinia japonica*、斑鸠菊 *Strobocalyx esculenta*、毛果珍珠茅 *Scleria levis*、山菅兰 *Dianella ensifolia*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、耳蕨 *Polystichum auriculatum*、凤尾蕨 *Pteris cretica*、毛蕨菜 *Cyclosorus interruptus*、芒萁 *Dicranopteris pedata*、酸脚杆 *Medinilla.sp*、云南丫蕊花 *Ypsilandra yunnanensis* 等。

藤本植物较为发达，主要可见多种悬钩子 *Rubus.sp*、小花酸藤子 *Embelia parviflora*、平叶酸藤子 *Embelia undulata*、葛藤 *Pueraria montana*、千里光 *Senecio scandens*、菝葜 *Smilax china* 等。

②暖温性针叶林

暖性针叶林在云南主要分布在除干热河谷和亚高山中部以上的山地以外的大部分区域，其分布的海拔范围主要为 800~2800m。暖性针叶林在本项目评价区内主要分布暖温性针叶林亚型的云南松林。

云南松林在滇中高原的山地分布极广，主要集中分布在 1500~2800m 的海拔范围内。云南松林在本项目区内主要分布在评价区中上部的山坡上，在评价区范围内分布很广。评价区内云南松林内主要分布有云南松、红木荷、黄茅群落。

➤ 云南松、红木荷、黄茅群落



该群落最高达 10m, 建群种为云南松。由于项目评价区内云南松林为次生林, 受人工扰动明显, 本群落结构较简单, 乔木层和草本层较发达, 灌木层不明显, 藤本植物不发达, 群落郁闭度较低, 疏散透光, 林相优良, 为单层林, 群落林冠较整齐, 同时林下有明显的采伐和放牧痕迹。

群落可分为 3 层。乔木层高 10m, 层盖度 60%, 建群种为云南松 *Pinus yunnanensis*, 并分布有滇油杉 *Keteleeria evelyniana*、红木荷 *Schima wallichii*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、水红木 *Viburnum cylindricum*、糙叶水锦树 *Wendlandia scabra*、滇石栎 *Lithocarpus dealbatus*、岗桉 *Eurya groffii* 等。

灌木层不发达, 仅分布少量清香木 *Pistacia weinmannifolia*、展毛野牡丹 *Melastoma normale*、珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、山蚂蝗 *Huangtia.sp* 等, 灌木层高 0.5m~1.5m, 层盖度约为 30%。

群落草本层较发达, 草本层高可达 0.5m, 层盖度 60%, 多分布黄茅 *Heteropogon contortus*、四脉金茅 *Eulalia quadrinervis*、紫荆泽兰 *Ageratina adenophora*、香薷 *Elsholtzia ciliata*、香茶菜 *Isodon amethystoides*、金丝草 *Pogonatherum crinitum*、芒萁 *Dicranopteris pedata* 等, 群落内藤本植物可见大菝葜、土茯苓等。

③稀树灌木草丛

稀树灌木草丛的群落类型以草丛为主, 其间散生灌木和乔木, 灌木一般低矮, 散生的乔木一般生长不良, 不规则在成片草丛上散布。本项目内的稀树灌木草丛植被型主要表现为暖热性稀树灌木草丛。

➤ 清香木、云南松、车桑子群落



本群落类型是季风常绿阔叶林经反复砍烧后产生的。在评价区分布在路边、撂荒地等，但分布较为零星，大面积连片很少。本群落内有明显的樵采与放牧痕迹。群落最高 6m，郁闭度低，总盖度约为 60%，草本层发达。

群落乔木层不发达，仅分布有少量的清香木、云南松、红木荷 *Schima wallichii* 等，乔木层层高 6m，层盖度约为 3-5%，乔木层有明显的樵采痕迹。

群落灌木层稀少且不显著，层高 0.5~2.5m，层盖度 20%，主要分布车桑子 *Dodonaea viscosa*、肿柄菊 *Tithonia diversifolia*、展毛野牡丹 *Melastoma normale*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens*、山蚂蝗 *Polhillides velutina*、金丝桃 *Hypericum forrestii* 等。

草本层层高 0.5~1m，层盖度 40%，主要分布有类芦 *Neyraudia reynaudiana*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、白花鬼针草 *Bidens alba*、穗序野古草 *Arundinella hookeri*、白健秆 *Eulalia pallens*、西南萎陵菜 *Potentilla fulgens*、飞蓬 *Erigeron acer*、细柄草 *Capillipedium parviflorum*、羊耳菊 *Duhaldea cappa*、四脉金茅 *ulalia quadrinervis*、金狗尾草 *Setaria pumila*、耳草 *Hedyotis auricularia*、粽叶芦 *Thysanolaena latifolia*、黄茅 *Heteropogon contortus*、青葙 *Celosia argentea*、蒿 *Artemisia annua*、旱茅 *Eramopogon delavayi*、巴天酸模 *Rumex patientia*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、香薷 *Elsholtzia sotillei*、毛蕨菜 *Pteridium revolutum*。

③干热河谷灌丛

干热河谷灌丛为云南各干热河谷在焚风影响下形成的特殊植被。评价区在东部和西部河谷周边分布有少量干热河谷灌丛，主要为车桑子灌丛。

➤ 车桑子、牛角瓜、黄茅群落



群落高 1.2-2m，灌木层主要可见车桑子 *Dodonaea viscosa*、牛角瓜 *Calotropis gigantea*、仙巴掌 *Opuntia dillenii*、霸王鞭 *Euphorbia royleana*、虾子花 *Woodfordia fruticosa*、清香木 *Pistacia weinmanniifolia*、朴叶扁担杆 *Grewia celtidifolia*、小叶黄皮 *Clausena emarginata*、金合欢 *Vachellia farnesiana*、假虎刺 *Carissa spinarum* 等；伴生草本主要可见低矮禾草，如黄茅 *Heteropogon contortus*、牛耳草 *Paraboea crassifolia*、黄花捻 *Sida acuta*、云南素馨 *Jasminum rufohirtum*、葛 *Pueraria montana*、卷柏 *Selaginella.sp* 等。

二、人工植被

（1）耕地

评价区内的耕地为旱地、水田等，分布广泛。旱地是评价区内分布最广的人工植被类型，主要种植水稻、玉米 *Zea mays*、洋芋 *Solanum tuberosum*、蔬菜等。

（2）人工林

评价区内分布有少量的人工林，包括云南松、华山松、柏木、杉木、旱冬瓜等。

（3）园地

评价区内园地主要种植茶、水果等。

（4）人工竹林

评价区人工竹林主要种植龙竹、毛竹等。

2.3.2.4 评价区植被类型面积

评价区总面积为 1477.545hm²，其中有植被覆盖面积为 1431.781hm²。评价区的自然植被包括 4 个植被型、4 个群系，自然植被总面积 700.294hm²，占评价区面积的 47.396%，自然植被中以季风常绿阔叶林面积最大，面积共 477.663m²，占评价区面积的 32.328%；评价区的人工植被包括人工林、人工竹林、耕地农田

植被和园地，总面积 731.487hm²，占评价区面积的 49.507%，反映了评价区农耕历史悠久，人为生产活动广泛。

表 2-4 评价区植被面积统计表

植被属性	植被类型		面积（hm ² ）	占评价区植被面积百分比（%）
I.天然植被 （含萌生、次生植被）	一、常绿阔叶林	（I）季风常绿阔叶林	477.663	32.328
	二、暖性针叶林	（II）暖温性针叶林	167.987	11.369
	三、稀树灌木草丛	（III）暖热性稀树灌木草丛	10.533	0.713
	四、灌丛	（IV）干热河谷灌丛	44.111	2.985
	小计		700.294	47.396
II.人工植被	人工林		182.537	12.354
	人工竹林		6.231	0.422
	耕地植被		204.577	13.846
	园地植被		338.142	22.885
	小计		731.487	49.507
III.非植被	住宅用地		6.354	0.430
	工矿用地		3.388	0.229
	商服用地		1.422	0.096
	公共管理与公共服务用地		0.416	0.028
	交通运输用地		27.833	1.884
	水域及水利设施用地		6.005	0.406
	其他土地		0.346	0.023
	小计		45.764	3.097
总计			1477.545	100.000

2.3.3 评价区植物资源及保护物种现状

2.3.3.1 评价区植物资源

(1) 植物种类

①种类

根据实地调查和查阅资料，评价区的植物由 112 科 319 属 516 种维管束植物组成。其中，蕨类植物 21 科 38 属 57 种，种子植物 91 科 281 属 459 种；种子植物中裸子植物 3 科 4 属 5 种；被子植物 88 科 277 属 454 种。详见下表。

表 2-5 评价区维管束植物组成

统计项目	科	属	种
植物类型			
蕨类植物	21	38	57

裸子植物	3	4	5
被子植物	88	277	454
种子植物合计	91	281	459
合 计	112	319	516

②资源植物

评价区内分布有一定数量的资源植物，但大多数的资源植物资源蕴藏量不高，没有深加工和大规模开发的条件，很多的资源植物仅限于当地居民在日常生活中少量采集利用，或者仅仅记载于一些文献。评价区内分布的主要资源植物有以下种类：

- 1) 材用植物：杉木、麻栎、木姜子、旱冬瓜、华山松、云南松等。
- 2) 淀粉植物：密毛蕨、蕉芋、玉米等。
- 3) 药用植物：草玉梅、类叶升麻、野棉花、野艾蒿、何首乌、五叶草、酢浆草等。
- 4) 花卉和绿化植物：杜鹃、青麸杨、榕树、构树、柳杉、杉木、普通铁线蕨、蜈蚣草等。
- 5) 油脂植物：猫儿屎、油菜、苦菜、蓖麻、漆、油桐等。
- 6) 编织及纤维包装用材：刺蒴麻、黄花稔、地桃花、叶底珠、水麻、雾水葛、椴、各种竹子、菝葜等。
- 7) 香料植物：木姜子、山鸡椒、花椒、葱、蒜等。
- 8) 水果及蔬菜：蕨、密毛蕨、各种悬钩子等。
- 9) 鞣料植物：旱冬瓜、矮杨梅、刚毛藤山柳、滇鼠刺等。
- 10) 种质资源：川梨、微毛樱桃、绣球蔷薇、杜鹃、矮杨梅等。

(2) 区系特征

评价区位于云南省南部，处于滇中高原向滇南宽谷河盆过渡的高原倾斜面上。根据中国种子植物区系区划，评价区域属于东亚植物区（III）。该区域地处中国—日本森林植物亚区（IIID）和中国-喜马拉雅植物亚区（IIIE）的过渡地段，植物区系成分较为复杂。

该地区植物的热带成分较为显著，同时温带成分也占有相当的比例，表现出鲜明的亚热带性质，并具有亚热带向温带过渡的特点。

2.3.3.2 评价区保护植物及特有植物现状

一、重点保护野生植物

根据《国家重点保护野生植物名录（2021 版）》《云南省各州市分布的国家重点保护野生动植物名录（2021 年）》（云南省林业和草原局，2022 年 10 月 12 日）及《云南省重点保护野生植物名录》（云南省人民政府，2023 年 12 月），评价区范围内未发现国家级、云南省级保护野生植物。评价区内部分村庄附近有少量种植红椿，因不属于野生植物，因此本次评价不对其进行保护。

二、古树名木

根据《古树名木保护条例》（国令第 800 号，2025 年 3 月 15 日起施行）和实地走访，在评价范围内没有发现挂牌古树名木分布。

三、珍稀濒危野生植物

依据《中国生物多样性红色名录 高等植物卷》（生态环境部、中国科学院，2023 年第 15 号），参考项目所在地有关珍稀濒危植物及其分布的相关资料，根据标本及文献资料查证，野外实地调查及访问调查，现阶段在评价区未发现极危、濒危、易危植物分布。根据现场踏勘，评价区内也未发现狭域特有种分布。

四、极小种群物种

根据现场调查，并结合《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划（2011-2015 年）》和《云南省极小种群物种拯救保护规划纲要（2010-2020 年）》中颁布的极小种群野生植物名单，调查区未发现极小种群野生植物分布。

2.3.3.3 评价区外来入侵植物

根据《云南省外来入侵物种名录（2019 版）》（云南省生态环境厅等，2019 年），参考本项目所在行政区内关于外来入侵植物的相关资料，通过现场实地调查期间，在评价区发现有紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、鬼针草 *Bidens pilosa* 等外来入侵种分布，均生于开阔、空旷、森林郁闭度显著降低、人畜干扰活动频繁的区域。

紫茎泽兰为菊科多年生草本植物，是世界上危害最严重的 100 种外来入侵种之一。在云南南部、西南部、东南部和中部入侵情况十分严重。在本项目评价区，紫茎泽兰也是严重的入侵植物，十分常见，尤其在上层乔木郁闭度小于 70% 的林地、灌木林地、旷野、林缘等生境。现场调查时，绝大部分塔基范围出现了紫茎泽兰，这些区域都受到了较强的人为活动影响。

鬼针草为菊科多年生草本植物，是世界上危害最严重的 100 种外来入侵种之一。原产于南美洲和中美洲，现广布于亚洲和美洲的热带和亚热带地区；在中国华东、华中、华南、西南各省区均有分布，在本项目评价区，鬼针草也是严重的入侵植物，十分常见，包括灌木草丛、灌木林地、旷野、林缘等生境均有出现。现场调查时，绝大部分调查范围的山坡、林缘均出现了鬼针草。

2.3.4 评价区植物资源小结

根据实地调查和查阅资料，评价区的植物由 112 科 319 属 516 种维管束植物组成。评价区的植物区系属于东亚植物区，区系成分特点是以泛热带分布和北温带分布的类群最常见。根据野外考察结果，本项目生态影响评价区范围内无国家级、云南省级野生保护植物，无珍稀濒危植物，无极小种群物种，无狭域特有物种，无名木古树分布。

2.3.5 评价区植物群落调查结论

表 2-6 评价区植物群落调查一览表 单位：hm²

植被 型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占用情况	
					占用面积 (hm ²)	占用比 例 (%)
A.天然 植被	一、常绿 阔叶林	(I)季风常 绿阔叶林	1、刺栲林	该群落主要分布在 评价区海拔 1800m 以下的山坡	0	0
	二、暖性 针叶林	(II)暖温 性针叶林	2、云南松林	间断分布	0	0
	三、稀树 灌木草丛	(III)暖热 性稀树灌木 草丛	3、含清香木、 云南松的中 草草丛	广泛分布于评价区 内的荒坡、河道、 旱地边缘周边	0.17	1.614
	四、灌丛	(IV)干热 河谷灌丛	4、车桑子灌 丛	干热河谷区域	0	0
B.人工 植被	/	/	耕地农作物	/	0	0
	/	/	园地	/	96.33	28.488
	/	/	人工林	/	0	0
	/	/	人工竹林	/	0	0
合计					96.50	/

2.4 陆生脊椎动物

2.4.1 调查方法、范围及内容

(1) 调查方法

调查单位（云南金璋生态科技有限公司）组织专业人员（李晓燕、吴家福）分别于 2025 年 10 月 16 日-10 月 26 日、2026 年 4 月 24-30 日对评价区及邻近地区的陆栖脊椎动物进行了专业调查。在调查过程中，确定评价区内动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护种类。调查方法主要有样线法、样点法、访问和资料查询。

1、文献资料

通过走访元江县林草、生态环境、自然资源等主管部门，收集项目涉及区域现有生物多样性资料以及周边生态敏感区资料等。收集项目涉及区域现有生物多样性资料以及周边生态敏感区资料等，收集和查阅近 5 年内相关区域的野生动物活动记录，包括当地野生动物调查报告、野生动物研究论文、野生动物采集信息、自然保护区的监测数据、民间鸟类和其他野生动物观察记录等二手资料。结合调查范围的地理位置和生境特点，根据《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》、《云南两栖爬行动物》、《中国爬行动物图鉴》、《中国鸟类野外手册》、《中国鸟类图志》、《中国哺乳动物多样性及地理分布》、《中国哺乳动物原色图鉴》、《中国西南野生动物图谱》等书籍文献，以及中国观鸟记录中心（birdreport.cn）、中国两栖类（amphibiachina.org）等在线数据库中记录的动物生境、分布区、分布点、标本采集地点等各类记录，判定调查范围内可能分布的常见野生动物。

2、现场调查

①两栖爬行类

本次评价两栖爬行类动物调查以样线法为主，在项目区内 3 条长流水箐沟分别设置 3 个典型样点进行观察。

②鸟类

鸟类现场调查主要采用样线法。通过设置的样线观察记数所见鸟类种类、数量以及痕迹，详细记录生境条件。对鸟类的数量等级采用路线统计法进行统计。

③兽类

兽类主要采用现场环境调查，野外踪迹调查，包括：足迹链、窝迹、粪便，再结合访问调查确定种类及数量等。

3、走访调查

访问当地居民、当地护林员、在山上放牧的群众和工作人员，了解当地陆生

脊椎动物的种类及其分布情况。

表 2-7 陆生脊椎动物资源调查人员一览表

调查人员	涉及专业
李晓燕	林学
吴家福	生态学

(2) 调查范围

野外调查工作的重点为受工程建设直接影响的区域，以及受间接影响的区域，其次是与评价区相邻的地区；主要调查区域总面积 1477.545hm²，评价区海拔为 908~2269m。

(3) 调查内容

主要调查评价区内的两栖类、爬行类、鸟类、兽类的种类，国家重点保护野生动物分布，云南省级重点保护野生动物分布情况。

(4) 调查样线设置情况

表 2-8 动物调查样线设置一览表

样线 编号	调查 时间	样线 长度 (m)	海拔 区间 (m)	生境类型	样线起点坐标	样线终点坐标	人为 干扰 因素
样线 1	2025. 10.16	2251	921-1 061	水域、道路、居民点、阔叶林、灌草丛、人工林、针叶林、农用地、竹林地	101°54'30.3251" 23°31'40.0235"	101°53'36.7699" 23°31'22.9740"	放牧 痕迹
样线 2	2025. 10.17	2037	1091- 1354	水域、道路、居民点、阔叶林、灌草丛、人工林、针叶林、农用地	101°53'27.6040" 23°31'23.7039"	101°53'0.3255" 23°31'53.8303"	放牧、 耕种
样线 3	2025. 10.20	2193	1175- 1493	道路、居民点、阔叶林、灌草丛、人工林、针叶林、农用地、竹林地	101°53'26.8341" 23°31'18.4164"	101°53'13.7173" 23°30'52.5300"	放牧 痕迹
样线 4	2026. 4.26	2005	1130- 1245	水域、道路、灌草丛、人工林、针叶林、农用地、竹林地	101°53'36.1168" 23°30'10.9126"	101°52'26.6872" 23°30'43.8414"	放牧 痕迹
样线 5	2026. 4.27	2114	1616- 1794	水域、道路、阔叶林、灌草丛、人工林、针叶林、农用地	101°51'5.0346" 23°31'33.7163"	101°50'37.3149" 23°32'10.3642"	放牧 痕迹
样线 6	2025. 10.21	2087	1820- 2207	水域、道路、阔叶林、灌草丛、人工林、农用地	101°48'53.2162" 23°32'20.86 37"	101°49'12.9583" 23°33'5.89 21"	/

整体来说，陆生脊椎动物现状调查分 2 期进行，设置样线 6 条，涵盖了森林、灌草丛、农用地、居民点、水域、道路等 6 种动物分布生境，记录沿途出现的野

生动物种类及数量，涉及各个生境的样线均超过 3 条（其中阔叶林样线涵盖 5 条，针叶林样线涵盖 5 条，人工林样线涵盖 6 条，灌草丛样线涵盖 6 条，农用地样线涵盖 6 条，竹林地样线涵盖 3 条，水域样线涵盖 5 条，居民点样线涵盖 3 条），且已涵盖动物越冬期、繁殖期和鸟类冬迁、春迁，满足生态导则二级评价要求。

同时工程设置 2 台红外相机，辅助调查区域陆生脊椎动物情况。

表 2-9 红外相机调查一览表

序号	布置位置		调查时间	回收情况	拍摄情况	照片
1	101°53'8 .8269"	23°30'2 3.5913"	2025.10.16 -2026.7.11	回收	共拍摄 影像 653 份， 有效影 像 243 份	
2	101°53'1 .6073"	23°31'4 6.3217"	2025.10.16 -2026.7.11	回收	共拍摄 影像 355 份， 有效影 像 107 份	

2.4.2 陆生脊椎动物现状

项目位于元江县境内，属中山山源亚区，地势河谷低、两边高，河谷深切。评价区主要地貌为深切河谷。陆栖脊椎动物栖息环境相对丰富。经统计，评价区分布有陆栖脊椎动物 111 种，见表 2-10。

表 2-10 陆栖脊椎动物各纲下分类阶元数量

	目	科	属	种
两栖类	1	5	5	10
爬行类	2	6	14	15

鸟类	11	24	49	66
哺乳类	5	10	18	20
小计	19	45	86	111

①两栖类

调查及资料表明，评价区内分布有两栖动物 10 种，隶属于 1 目、5 科、5 属。这些两栖动物在当地都为偶见种。

表 2-11 环境影响评价区两栖动物组成

目	科	种数
无尾目 ANURA	锄足蟾科 Pelobatidae	1
	雨蛙科 Hylidae	1
	蛙科 Ranidae	5
	树蛙科 Rhacophoridae	2
	姬蛙科 Microhylidae	1

②爬行类

调查及资料表明，评价区内分布有爬行动物 15 种，隶属 2 目 6 科 14 属。评价区主要是中山河谷，分布于该区域的爬行动物主要为壁虎类、游蛇等。

表 2-12 评价区爬行动物组成

目	科	种数
蜥蜴目 ACETILA	壁虎科 Gekkonidae	1
	石龙子科 Scincidae	2
	鬣蜥科 Agamidae	2
蛇目 SERPENTES	游蛇科 Colubridae	8
	眼镜蛇科 Elapidae	1
	蝰蛇科 Viperidae	1

③鸟类

根据对评价区现场调查及文献记载，评价范围分布有鸟类 66 种，隶属于 11 目、24 科、49 属（云南鸟类志分类系统）。评价区主要地貌为深切河谷，两岸高山散布阔叶林、针叶林、灌草丛，部分山坡为荒坡，鸟类栖息环境良好。大嘴乌鸦、黑头奇鹇、红尾水鸲、白鹡鸰、黄臀鹌为优势种。鹌鹑类、鹌类、鹌类、鹌亚科等种类在评价区常见。

表 2-13 环境影响评价区鸟类组成

目	科	种数
---	---	----

隼形目 FALCONIFORMES	隼科 Falconidae	1
	鹰科 Accipitridae	2
	1. 鸢亚科 Elaninae	(1)
	2. 鵟亚科 Buteoninae	(1)
鹤形目 GRUIFORMES	秧鸡科 Rallidae	1
鸡形目 GALLIFORMES	雉科 Pheasianidae	1
鸽形目 CHARDRIFORMES	鸽科 Charadriidae	2
鸽形目 COLUMBIFORMES	鸠鸽科 Columbidae	2
鹃形目 CUCULIFORMES	杜鹃科 Cuculidae	4
夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES	夜鹰科 Caprimulgidae	1
雨燕目 APODIFORMES	雨燕科 Apodidae	1
佛法僧目 CORACIIFORMES	翠鸟科 Alcedinidae	1
	佛法僧科 Coraciidae	1
鸢形目 PICIFORMES	须鸢科 Capitonidae	2
	啄木鸟科 Picidae	1
雀形目 PASSERIFORMES	燕科 Hirundinidae	2
	鹟科 Motacillidae	4
	山椒鸟科 Campephagidae	1
	鹟科 Pycnonotidae	3
	伯劳科 Laniidae	3
	卷尾科 Dicruridae	3
	鸦科 Corvidae	3
	鹟科 Muscicapidae	18
	1. 鹟亚科 Turdinae	(7)
	2. 画眉亚科 Timaliinae	(5)
	3. 鸢亚科 Sylviinae	(4)
	4. 鹟亚科 Muscicapinae	(2)
	山雀科 Paridae	3
	文鸟科 Ploceidae	3
	雀科 Fringillidae	3
11 目	24 科	66

④哺乳类

评价区分布有哺乳动物 20 种，隶属 5 目 10 科 18 属。评价区哺乳动物栖息环境多样，区域内哺乳动物种类相对丰富，但是种群数量较为贫乏，大多为偶见种，只有小型啮齿类部分种类常见。访问调查中得知该区域内无大型兽类；其他小型啮齿生境广泛，常见种类黄胸鼠、褐家鼠等。

表 2-14 评价区哺乳动物组成

目	科	种数
食虫目 INSECTIVORA	鼯科 Talpidae	1
	鼯鼠科 Soricidae	1
翼手目 CHIROPTERA	菊头蝠科 Rhinolophidae	2
	蝙蝠科 Vespertil	2
食肉目 CARNIVORA	鼬科 Mustelidae	1
	猫科 Felidae	1
兔形目 LAGOMORPHA	兔科 Leporidae	1
啮齿目 RODENTIA	松鼠科 Sciuridae	5
	鼠科 Muridae	3
	仓鼠科 Cricetidae	1

⑤陆栖脊椎动物资源现状小结

评价区地貌主要为深切河谷，两岸高山散布阔叶林，谷地灌草丛丰茂，部分山坡为荒坡。陆栖脊椎动物栖息环境多样。区域内陆栖脊椎动物种类相对丰富，但是种群数量较为贫乏，这主要与当地人为干扰有关，以及陡峭的深切河谷栖息环境较为恶劣有关。

2.4.3 区系分析

①两栖类

在评价区分布的 10 种两栖动物全部为东洋界成分，未发现有古北界成分和古北-东洋两界成分分布。在 10 种两栖动物中，西南区种类有 3 种，占全部两栖动物种数的 30%；华中-华南区种类 3 种，占全部两栖动物种数的 30%；华南区种类 3 种，占全部两栖动物种数的 30%；东洋界广布种 1 种，占全部两栖动物种数的 10%。

评价区所处区域在中国动物地理区划中属于东洋界西南区西南山地亚区。从记述的评价区内分布的两栖动物区系特点上看，分界特征与当地在中国动物地理区划中的位置相符，均为东洋界物种。这与滇西主要两栖类的区系划分一致。

②爬行类

在评价区分布的 15 种爬行动物中，全部为东洋界种类，未发现有古北界成分和古北-东洋两界成分分布。其中，广布种有 2 种，占全部爬行动物种数的 13.33%；西南区种类有 9 种，占全部爬行动物种数的 60%。华中-华南区种类 4 种，占全部爬行动物种数的 26.67%；

评价区所处区域在中国动物地理区划中属于东洋界西南区西南山地亚区。从

记述的评价区内分布的爬行动物区系特点上看，分界特征与当地在中国动物地理区划中的位置相符，均为东洋界物种。

③鸟类

评价区记录的 66 种鸟类中，有繁殖鸟类（包含留鸟、夏候鸟）58 种，其中大部分为留鸟，共有 52 种；少量夏候鸟（6 种）；冬候鸟 5 种；旅鸟 3 种。

表 2-15 评价区鸟类居留状态

居留状态	留鸟	夏候鸟	冬候鸟	旅鸟	小计
种数	52	6	5	3	66
%	78.79	9.09	7.58	4.54	100

在所记录的 58 种繁殖鸟中，大部分为东洋界物种，共有 37 种，占全部繁殖鸟的 60%；广布种有 17 种，占全部繁殖鸟的 34%；其余 4 种为古北界种，占全部繁殖鸟的 6%。

表 2-16 评价区繁殖鸟类区系成分

区系从属	东洋界	古北界	广布种	小计
种数	37	4	17	58
%	63.79	6.89	29.32	100

④哺乳类

在评价区内分布的 20 种哺乳动物，大部分为东洋界成分，为 17 种，占全部哺乳动物的 85%；有少量的古北-东洋两界成分，为 3 种，占全部哺乳动物的 15%；无古北界成分分布。在东洋界种类中，华南区种类有 3 种，占全部东洋界哺乳动物种数的 17.65%；西南区种类有 6 种，占全部东洋界哺乳动物种数的 35.29%。东洋界广布种类有 8 种，占全部东洋界哺乳动物种数的 47.06%。

⑤区系小结

评价区所处区域在中国动物地理区划中属于东洋界西南区西南山地亚区。归纳评价区分布的陆栖脊椎动物区系特点，各纲动物在细节上有所差异，但从分界特征上看大致是一致的，各纲动物均以东洋界种类为主要成分，没有或少有古北界成分。上述情况与当地在中国动物地理区划中的位置大致相符。

2.4.4 评价区内重要野生动物

评价区内分布有国家级重点保护野生动物 4 种。均为国家二级重点保护野生动物，三种为鸟类，一种哺乳类。评价区内分布有《中国生物多样性红色名录》

VU 物种 4 种。未发现云南省省级野生保护动物分布。

表 2-17 环境影响评价区重要野生动物

类群	中文名/学名	保护现状
爬行纲	黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>	《中国生物多样性红色名录》VU
	孟加拉眼镜蛇 <i>Naja kaouthia</i>	《中国生物多样性红色名录》VU
鸟纲 AVES	黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	国家二级
	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	国家二级
	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级
哺乳纲 MAMMALIAN	宽齿鼯 <i>Euroscaptor grandis</i>	《中国生物多样性红色名录》VU
	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	国家二级、《中国生物多样性红色名录》VU

①两栖类

在评价区分布的 10 种两栖动物中，无国家级和云南省重点保护野生种类分布。调查未发现该地区特有种类分布。无《中国生物多样性红色名录》列为 EN、VU 的物种分布。

②爬行类

在评价区分布的 15 种爬行动物中，无国家级和云南省重点保护野生动物分布。调查未发现该地区特有种类分布。分布有《中国生物多样性红色名录》列为 VU 的物种 2 种。

黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*，头和体背呈黄绿色或棕灰色；眼睛后方有明显的黑色花纹；体背的前、中段有黑色梯形或蝶状斑纹；老年个体体后段色深，黑线不明显，背脊黄褐色纵线较为醒目。黑眉锦蛇在中国大部分地区均有分布；在朝鲜、越南、老挝、缅甸和印度等地亦有分布，一般生活于高山、平原、丘陵、草地、田园及村舍附近，也常在稻田、河边及草丛中活动。黑眉锦蛇善攀爬，行动敏捷。吃鼠类、麻雀及蛙类。

孟加拉眼镜蛇 *Naja kaouthia*，眼镜蛇科眼镜蛇属爬行动物。体较粗大。瞳孔圆形，尾圆柱状，整条脊柱均有椎体下凸。多生活于平原、丘陵及山区，常见于矮树林，灌丛、竹林、坟堆、农耕地、溪沟、杂草丛中。性凶猛，攻击性强。广食性，以鼠类、蛙等小型脊椎动物为食。卵生。垂直分布于海拔 450—1600m 处。评价区通过走访，海拔较低的村庄村民曾见过孟加拉眼镜蛇。

③鸟类

在所记录的 57 种鸟类中，有国家二级重点保护鸟类 3 种，占全部鸟类种数

的 5.26%；其中鹰类 2 种：黑鸢、普通鵟；隼类 1 种：红隼。大多为分布区常见的留鸟或冬候鸟。调查未发现局限分布于该地区的特有种类。

黑鸢 *Milvus migrans*，栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带。白天活动，常单独在高空飞翔，秋季有时亦呈 2-3 只的小群。主要以小鸟、鼠类、蛇、蛙、鱼、野兔、蜥蜴和昆虫等动物性食物为食。一般通过在空中盘旋来观察和觅找食物。国家重点保护动物二级。评价区内主要栖息于开阔河谷区域，约分布有 1-2 只。工程占地区域不涉及其重要生境。

普通鵟 *Buteo buteo*，有棕色型和淡褐色型，圆尾，翅下有圆形斑纹；广布种，冬季来云南，栖息在山区、田坝、城镇乔木或建筑物高处，多见于在高空飞翔；捕食野兔、鼠类、鸟、蛇、蛙等多种动物。属国家二级重点保护种类。工程占地区域不涉及其重要生境。

红隼 *Falco tinnunculus*，小型猛禽，全长在 340mm 左右。头顶至后颈暗灰色，背部及翅上覆羽砖红色，有暗褐色斑点；腰至尾羽灰色，尾羽具黑色次端斑，先端白色。广分布物种，栖息地海拔 500~3600m，踪迹几遍及全省。以昆虫、两栖类、小型爬行动物、小型鸟类和小型哺乳类为食。常见种类，国家二级重点保护动物。工程占地区域不涉及其重要生境。

④哺乳类

在评价区分布的 20 种哺乳动物中，有国家二级重点保护动物 1 种，《中国生物多样性红色名录》列为 VU 的物种 2 种。调查未发现局限分布于该地区的特有种类。

豹猫 *Prionailurus bengalensis*，猫科豹猫属动物。头体长 360-660 毫米，体重 1.5-5 千克。豹猫在中国也被称作“钱猫”，因为其身上的斑点很像中国的铜钱。体型和家猫相仿，但更加纤细，腿更长。南方种的毛色基调是淡褐色或浅黄色，而北方的毛基色显得更灰且周身有深色的斑点。体侧有斑点，但从不连成垂直的条纹。明显的白色条纹从鼻子一直延伸到两眼间，常常到头顶。耳大而尖，耳后黑色，带有白斑点。两条明显的黑色条纹从眼角内侧一直延伸到耳基部。内侧眼角到鼻部有一条白色条纹，鼻吻部白色。尾长（大约是头体长的 40-50%），有环纹，至黑色尾尖。主要栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。分布的海拔高度可从低海拔海岸带一直分布到海拔 3000 米高山林区。豹猫的窝穴多在树

洞、土洞、石块下或石缝中。主要为地栖，但攀爬能力强，在树上活动灵敏自如。夜行性，晨昏活动较多。独栖或成对活动。善游水，喜在水塘边、溪沟边、稻田边等近水之处活动和觅食。常见种类，国家二级重点保护动物，2020 年《中国生物多样性红色名录》将其评估为易危（VU）等级。本次评价现场踏勘时，走访得知区域村寨周边有豹猫活动。

宽齿鼯 *Eurosaptor grandis*，鼯科鼯亚科物种，体型粗壮，体毛若丝绒状具光泽，前肢粗壮特化适于地下挖掘生活。下颌骨细长，齿式为 3·1·4·3，第四前臼齿冠发育显著。主要分布于中国云南等西南地区，栖息于海拔 2000 米以下的森林及灌丛生态系统。2020 年《中国生物多样性红色名录》将其评估为易危（VU）等级。

2.4.5 评价区内保护动物重要生境

评价区内分布有 4 种国家级保护动物。根据评价区保护动物发现地点和植被、地形情况，使用 HIS 判断适宜生境情况，通过发现点保护动物位置特征，与发现点植被类型、植被覆盖度和地形信息建立模型，生成周边生境的 HSI 适宜度指数，选择 HSI 指数 0.5 以上的周边区域为适宜生境，HSI 指数为 0.35-0.5 为较适宜生境，评价区内 4 种保护动物适宜生境情况见下表：

表 2-18 保护动物适宜生境分布一览表 单位：hm²

保护物种	适宜生境			占评价区总面积比例 (%)
	适宜生境面积	较适宜生境面积	合计	
黑鸢	3.413	4.700	8.112	0.549
普通鵟	9.175	11.927	21.102	1.428
红隼	9.580	11.589	21.169	1.433
豹猫	3.396	6.896	10.292	0.697

2.4.6 鸟类迁徙路线及重要栖息地

一、云南省鸟类迁徙通道

(1) 鸟类迁徙通道现状分布情况

云南省地处东亚—澳大利西亚候鸟迁徙路线的关键节点。根据多年来相关资料，云南省的候鸟迁徙通道存在东西两条大的线路，即：

①滇西横断山脉通道，包括高黎贡山与怒江迁徙路线；梅里雪山-怒山-碧罗雪山与澜沧江流域迁徙路线；云岭、罗坪山、点苍山、无量山、哀牢山与红河汇合路线；

②滇东-滇中高原通道，包括滇东北-滇中-滇东南明晰通道；金沙江河谷滇中高原模糊通道；滇东北滇东岩溶地区模糊通道。

另外还有部分鸟类，越过横断山脉南端向西迁徙。

其中，滇西横断山脉地区的山体走向为西北—东南走向，经过滇西地区的候鸟就在山脉东北的一侧聚集，迁徙路线呈西北—东南走向。而滇东北的乌蒙山脉则呈东北—西南走向，而经过滇东北地区的候鸟则是在山脉西北一侧聚集，迁徙路线呈东北—西南走向。因此，候鸟在云南境内的迁徙线路不管在东线还是西线都出现在山脉向北的一侧。

本项目所在的元江县地处云南省候鸟迁徙西线区域的云岭、罗坪山、点苍山、无量山、哀牢山汇合路线

(2) 云岭、罗坪山、点苍山、无量山、哀牢山与红河汇合路线迁徙鸟类习性及其现状

①区域迁徙鸟类主要种类

根据云南大学在哀牢山金山垭口的环志站提供的哀牢山迁徙鸟类多年调查资料，鸟王山夜间迁徙鸟类种类约 9 目 23 科 70 种，数量较多的主要为雀形目、鸮形目和鹳形目，按照科来说最多的是杜鹃科、鸛科、鹭科和伯劳科，数量最多的迁徙鸟类为红尾伯劳、池鹭、红翅凤头鸮、小鸦鸮、红胁绣眼鸟、红喉姬鸮、树鸮、红点颏、厚嘴苇莺和鹰鸮。从迁徙鸟类的居留型来看，冬候鸟占 23.3%，夏候鸟占 12.0%。

②迁徙区域地形特征

迁徙区域地处山区，候鸟难以持续飞跃高山地带，当气流遇到山脉被迫抬升时，山脊上方形成持续的上升气流带，候鸟利用这一上升气流沿山脊线飞行，节省体力；在云南省整体高原山区地形中，河谷和山口（垭口）往往是气流的集中通道，形成风速稳定、方向一致的天然风道，候鸟利用这些风道穿越高山屏障，因此区域内候鸟主要沿河谷特别是近南北向宽谷区域、垭口绕行。

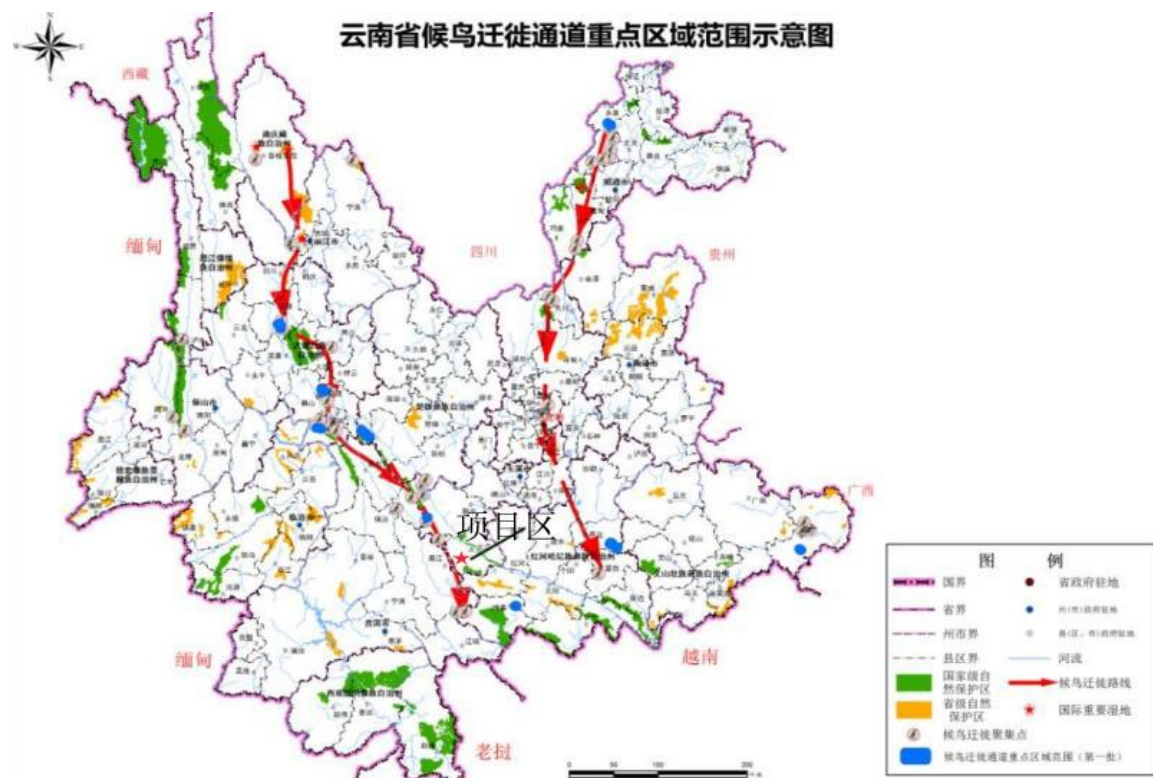
③迁徙区域气候格局

元江县立体气候显著，坝区和较高海拔的山地气候迥异；本项目区位于元江县西南部的中山海拔山地，从气候上来说主要受西南季风控制，全年主导风向西南风，主导风向为西南风，静风发生概率为 1.5%，扣除静风下年平均风速为 2.4

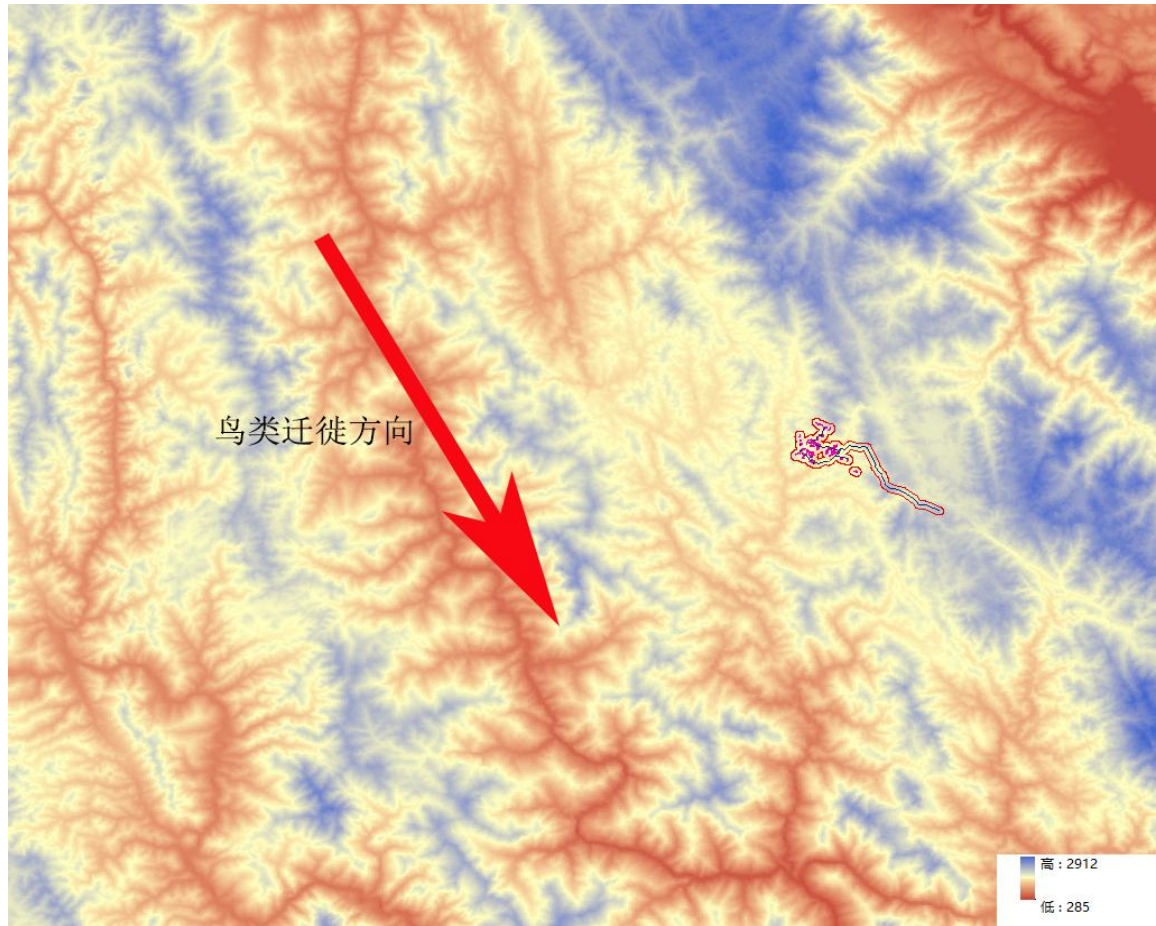
m/s,非扣除静风下年平均风速为2.4 m/s。春夏季盛行西南风,平均风速为2.3 m/s;秋季盛行南风,平均风速为1.9 m/s;冬季盛行西南风,平均风速为2.6 m/s。而候鸟迁徙多顺风飞行,因此元江县迁徙鸟类整体迁徙方向为近南北一线的大型河谷或道路进行迁徙。

(3) 本项目区与云岭、罗坪山、点苍山、无量山、哀牢山汇合路线位置关系

根据云南省林业和草原厅发布的云南省鸟类迁徙通道重点区域图,本项目位于西线迁徙通道东部。



本次评价利用 ArcGISPRO 和区域 30mDEM 分析区域地形,分析结果见下图:



根据地形图分析，本项目区域地形主要海拔较高的中山地形为主，评价区内无西北-东南走向的大中型河谷分布。结合地形图可以看出评价范围西面存在一处较为大型的河谷区域，推测该区域鸟类迁徙多从哀牢山金山垭口降低飞行高度，绕行至 G5615 形成的谷地通过那罕河河谷进入绿春以避开哀牢山高海拔地区。从候鸟迁徙地形和方向来说，本项目评价区缺乏大型近南北走向的高速路和国道，也缺乏大型近南北走向的河谷，因此可以认为工程区的地形特征并不适宜大规模候鸟迁徙。

同时，本项目区域内缺乏大型近南北走向的河谷和大型道路分布，根据区域内候鸟迁徙地形格局特征，区域内候鸟迁徙通道主要沿近南北走向的河谷和大型道路进行迁徙以顺风向活动，迁徙季节区域内主要风向为南风，本项目区以东西走向河流和道路为主，且项目区域内河流均为小型山区河流或山箐，评价区内也缺乏湿地分布，评价区内湿地多为东西走向小型山箐，缺乏大中型河流。因此可以认为项目区不存在大范围的顺应风向的方向的河谷和道路，不涉及云岭、罗坪山、点苍山、无量山、哀牢山汇合路线。

综上所述，结合本项目及周边地形、水系、大型道路、风向等影响候鸟迁徙

路线的因素分析，本项目区域地形与适宜候鸟迁徙的河谷区域最近直线距离16.67km，本项目区域不存在近南北方向的大型河谷和道路（项目区及周边主要为小型村道、东西走向山箐），这也印证了本项目区并不涉及目前已知的云岭、罗坪山、点苍山、无量山、哀牢山汇合路线，走访调查结果和2期野外调查成果也可以侧面印证该结论。

二、云南省“打雀点”分布情况

鸟类迁徙时受云南省山地地形和季风气候的影响，鸟类在夜间会降低飞行高度，集体从垭口翻越高山，这是云南省鸟类迁徙的最大特点。历史上，迁徙通道区域的群众掌握了迁徙鸟类的这一特性，逐步形成了夜间在这些垭口“打鸟”的习俗，这些垭口即：“打雀点”，也就是迁徙鸟类降低飞行高度的垭口区域，存在打雀点的区域可以确定为主要迁徙通道区域。

根据《云南夜间迁徙鸟类研究》（赵雪冰）及《云南“打雀点”的调查研究》（吴金亮），在云南省境内共发现夜间鸟类迁徙聚集点21个，分布于23县（部分点位处于两县交界区域）。这些区域大部分分布在山间（山脊）垭口的坡地或台地，海拔从1600m至3100m都有分布，植被以低矮的灌丛和草坡为主，缺少高大乔木。云南省“打雀点”分布情况见下表：

表 3-19 云南打雀点分布及生态环境

打雀点	海拔（m）	位置	生境
泸水风雪垭口	3500	26°03'N, 99°53'E	荒草坡
洱源鸟吊山	3100	25° 59' N, 99° 53' E	荒草坡
巍山隆庆关	2600	25° 18' N, 100° 21' E	草坡灌丛
南华大中山	2800	25° 15' N, 102° 45' E	荒草坡
新平金山垭口	2400	23° 56' N, 101° 30' E	荒草坡
绿春大风垭口	1700-1800	23°07'N, 102°02'E	草坡灌丛
蒙自冷泉	2000	23° 12' N, 103° 22' E	荒草坡
砚山黑巴	2150	23° 34' N, 103° 35' E	荒草坡
富宁鸟王山	1400	23° 30' N, 105° 35' E	荒草坡
巧家小河塘	2500	26° 50' N, 103° 16' E	荒草坡
永善马楠-石门坎	2650	28° 03' N, 103° 38' E	荒草坡
保山	2300	24° 50' N, 98° 47' E	荒草坡
下关瓦房哨	2600	25° 32' N, 100° 15' E	荒草坡
南涧凤凰山	2380	24° 53' N, 100° 19' E	荒草坡
新平者龙	1600-2200	24°21'N, 101°20'E	草坡灌丛
新平漠沙	2200	23° 40' N, 101° 39' E	荒草坡

元阳城郊	1680	23° 9' N, 102° 45' E	荒草坡
开远大黑山	2400	23° 37' N, 103° 30' E	荒草坡
西畴弯刀寨	1500	23° 31' N, 105° 38' E	荒草坡
东川滥泥坪	2900	26° 12' N, 102° 58' E	荒草坡
昭通五堆石	2100	21° 36' N, 103° 48' E	荒草坡

根据现有资料，本项目所在的元江县不存在明确的“打雀山”。距离项目区最近的打雀山分别为新平金山垭口、绿春大风垭口、新平漠沙。

根据云南省生态环境科学研究院及云南大学多年关于打雀点的位置分布叠图分析，本项目位于金山垭口打雀点东南部，最近直线距离 75.69km；位于绿春大风垭口打雀点西北部，最近直线距离 46.82km；位于新平漠沙打雀点西南部，最近直线距离 41.37km。

三、云南省鸟类迁徙通道重点区域

根据云南省林业和草原局公告（2023 年第 10 号），云南省候鸟迁徙通道重点区域范围（第一批）共划定 7 个州（市）12 县（市）10 处候鸟迁徙通道重要地点。

根据公布的范围，本项目所在元江县不存在已划定的云南省候鸟迁徙通道重点区域。距离项目最近的云南省候鸟迁徙通道重点区域为绿春阿保欧滨森林公园和新平一镇沉金山垭口。根据叠图分析，工程距离绿春阿保欧滨森林公园最近直线距离 72.53km，距离新平一镇沉金山垭口最近直线距离 75.69km。

四、重要栖息地

根据《陆生野生动物重要栖息地名录》，评价范围内不涉及陆生野生动物重要栖息地。评价区内虽然分布有种类较多的陆生脊椎保护野生动物，但整体数量均较少，且除评价区外这些保护动物在元江县分布范围均很广，评价区仅为这些保护动物生境的很小一部分，因此评价区不属于保护动物的重要生境。

2.4.7 重要野生动物调查结果统计

表 2-20 重要野生动物调查结果统计表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况	现场调查照片
1	黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	国家二级	《中国生物多样性红色名录》LC（无危）	否	评价区约分布有 1-2 只，踪迹集中在河谷区域。	走访调查	不占用	/
2	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	国家二级	《中国生物多样性红色名	否	评价区内主要分布在靠近农田的	走访调查	不占用	/

			录》LC（无危）		区域，约分布有1-2只			
3	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级	《中国生物多样性红色名录》LC（无危）	否	评价区约分布1-2只，主要分布在靠近农田和村庄的灌草丛、阔叶林地带。	走访调查	不占用	/
4	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	国家二级	《中国生物多样性红色名录》VU（易危）	否	主要分布在村庄周边林内。约分布1-2只	走访调查	不占用	/
5	黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>	/	《中国生物多样性红色名录》VU（易危）	否	村庄周边	走访调查	不占用	/
6	孟加拉眼镜蛇 <i>Naja kaouthia</i>	/	《中国生物多样性红色名录》VU（易危）	否	海拔较低的村庄周边	走访调查	不占用	/
7	宽齿鼯 <i>Euroscaptor grandis</i>	/	《中国生物多样性红色名录》VU（易危）	否	评价区靠近村庄林内	资料记载	不占用	/

2.4.8 脊椎动物资源现状评价

评价区为中山山源亚区，河谷深切。区域气候为高原季风山区气候，河谷两岸高山散布人工针叶林，谷地草地丰茂，部分山坡为草丛。河流水量相对较大，陆栖脊椎动物栖息环境多样。区域内陆栖脊椎动物种类相对丰富，但是种群数量较为贫乏，这主要与当地人为干扰（人为猎捕较为严重），以及陡峭的深切河谷栖息环境较为恶劣有关。

评价区内栖息有陆栖脊椎动物 111 种。其中两栖类 10 种；爬行类 15 种；鸟类 66 种；哺乳类 20 种。鸟类种类最多，主要是因为鸟类活动能力强，活动范围大。

评价区内所记录的陆栖脊椎动物中，共有国家及云南重点保护野生动物物种 4 种。无局限分布于该区域的特有种类。

2.5 评价区主要环境问题

评价区存在的主要环境问题为受人为干扰较为严重，评价区内由于地形原因，天然植被分布较为破碎，且评价区内水土流失较为严重。评价区内调查到 2 种外来入侵植物。

2.6 鱼类

项目无涉水工程，在施工期污染物做到合理处置的前提下，工程建设对地表

水无影响，因此本次评价不再对鱼类进行调查评价。

2.7 土地利用现状

表 2-21 评价区各土地利用类型面积统计表 单位：hm²

土地利用类型		面积 (hm ²)	百分比 (%)
一级类	二级类		
林地	乔木林地	738.431	49.977
	其他林地	4.397	0.298
	灌木林地	140.003	9.475
	竹林地	6.231	0.422
	小计	889.062	60.172
草地	其他草地	10.533	0.713
耕地	水田	40.409	2.735
	旱地	153.635	10.398
	小计	204.577	13.846
园地	茶园	23.222	1.572
	果园	309.719	20.962
	其他园地	5.201	0.352
	小计	338.142	22.885
住宅用地	城镇住宅用地	0.143	0.010
	农村宅基地	6.211	0.420
	小计	6.354	0.430
商服用地	商业服务业设施用地	1.422	0.096
公共管理公共 设施用地	机关团体新闻出版用地、科教 文卫用地、广场用地	0.416	0.028
工矿仓储用 地	工业用地	2.506	0.170
	采矿用地	0.882	0.060
	小计	3.388	0.229
交通运输用 地	铁路用地、公路用地、农村道 路、城镇村道路用地	27.833	1.884
水域及水利 设施用地	河流水面、内陆滩涂、坑塘水 面、水工建筑用地	6.005	0.406
其他土地	设施农用地、裸土地、裸岩石 砾地	0.346	0.023
合计		1477.545	100.000

由上表可知，评价区总面积 1477.545hm²，其中分布最大的土地利用类型为乔木林地，面积为 738.431hm²，占评价区总面积的 49.977%；其次为园地，面积为 338.142hm²，占评价区总面积的 22.885%。

2.8 景观系统现状

评价区内生态系统可分为森林生态系统、农田生态系统等。这些不同的景观系统按其内在的规律整合在一起，形成和评价区内统一的景观体系。景观质量的优劣取决于景观要素的性质与特征，以及景观的结构和时空格局的特征。景观生态系统的稳定性取决于景观生态系统稳定程度和系统干扰程度两大方面。若干扰程度大于稳定程度，景观生态系统趋于非稳定态，景观生态质量较低；若干扰程度小于稳定程度，景观生态系统趋于稳定态，景观生态质量较高。一般来说，森林比灌丛和灌草丛有更为复杂的群落结构、更高的生物生产力，同样其生态潜力也较高，对环境质量的影响也更大。农田及其他人工群落，具有结构简单、种类单一、靠人工施肥和管理维持等特点，因此相对于自然植被来说，自身的稳定性与对外界干扰的抵抗力都较弱。

在植被类型划分的基础上，根据遥感影像的色彩和色调的变化，确定满足评价要求的景观上图单元类型，根据评价区生态环境和植被组成的具体情况，评价区划分为 13 类基于遥感判读的景观生态类型。

表 2-22 评价区景观面积组成

景观类型	缀块数	缀块(%)	面积 (hm ²)	面积 (%)
常绿阔叶林景观	307	12.829	477.663	32.328
针叶林景观	256	10.698	167.987	11.369
灌丛景观	127	5.307	44.111	2.985
稀树灌木草丛景观	43	1.797	10.533	0.713
人工林景观	286	11.952	182.537	12.354
人工竹林景观	19	0.794	6.231	0.422
耕地景观	417	17.426	204.577	13.846
园地景观	750	31.341	338.142	22.885
城镇区域景观	59	2.466	8.271	0.560
工矿企业景观	6	0.251	3.388	0.229
交通景观	93	3.886	27.833	1.884
水域景观	25	1.045	6.005	0.406
裸地景观	5	0.209	0.267	0.018
合计	2393	100.000	1477.545	100.000

2.8.1 景观类型面积

项目评价区总面积为 1477.545hm²，以常绿阔叶林景观所占比重为最大，面积为 477.663hm²，占评价区总面积的 32.328%；其次为园地景观，面积为

338.142hm²，占评价区总面积的 22.885%。

常绿阔叶林景观与园地景观成为景观系统的地域背景，是景观结构单元中的主导类型，在很大程度上决定了评价区景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

2.8.2 景观结构分析

运用景观生态学原理进行景观空间结构的格局分析，可说明各种景观类型的空间分布和空间结构特征，了解人为活动与景观格局之间的关系。在景观的结构单元中，通常分为三种基本组分，即缀块(patch)、廊道(corridor)和基底(matrix)。缀块泛指与周围环境在外貌或性质上不同，并具有一定内部均质性的空间单元，缀块可是植物群落、居民点、农田等等。廊道是指景观中与相邻两边环境不同的线性或条带结构，如河流、道路、峡谷等。基底则是指景观中分布最广、连续性最大的背景结构，常见如森林基底、农田基底等。基底是景观的背景地域类型，是一种重要的景观结构单元类型，在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

景观结构单元中的缀块类型，采用植被制图中运用的无等级的植被上图单元，其中包括了农田、水体、居民区点等非自然植被或非植被的地面覆盖类型。基底的判定有 3 个标准，即相对面积大、连通程度高，动态变化中对景观的基本特征具有控制能力。采用植被生态学中确定植被重要值的方法来确定缀块在景观中的优势度。具体由 3 个参数计算而来，即密度(R_d)、频率(R_f)和景观比例(L_p)。前两个参数比较明确时，可认为相对面积较大、连通程度较高的缀块类型即控制着景观质量的基底。

景观优势度计算的数学表达式如下：

$$\text{密度 } R_d = \frac{\text{缀块 } i \text{ 的数目}}{\text{缀块总数}} \times 100\%$$

$$\text{频率 } R_f = \frac{\text{缀块 } i \text{ 出现的样方数}}{\text{总样方数}} \times 100\%$$

采用网格样方法，以 100m×100m 的样方对评价区进行全景观覆盖的取样，确定样方中出现的缀块类别，获得各类出现的频率。

$$\text{景观比例 } L_p = \frac{\text{缀块 } i \text{ 的面积}}{\text{样地总面积}} \times 100\%$$

$$\text{优势度 } D_o = \frac{(R_d + R_f)/2 + L_p}{2} \times 100\%$$

评价区内各类缀块的密度（Rd）、频率（Rf）和景观比例（Lp），以及优势度的计算值见表 2-23。

可以看出，在自然植被中，常绿阔叶林景观的优势度值最高，为 24.836，表明其受人为干扰较小，缀块破碎度不高；整个评价区看来，优势度最高的为园地景观。评价区景观中，人工植被景观分布较为集中。从总体上来看，园地景观和常绿阔叶林景观所占景观比例最大，优势度也最高，表明其连通性较好，是评价区主要的景观背景。

表 2-23 评价区内各类景观优势度现状统计表

景观类型	密度 Rd	频率 Rf	景观比例 Lp	优势度 Do
常绿阔叶林景观	12.829	25.386	30.565	24.836
针叶林景观	10.698	12.034	11.083	11.224
灌丛景观	5.307	6.998	3.102	4.627
稀树灌木草丛景观	1.797	6.042	0.517	2.218
人工林景观	11.952	15.184	14.906	14.237
人工竹林景观	0.794	1.033	0.401	0.657
耕地景观	17.426	22.687	14.153	17.105
园地景观	31.341	36.594	23.279	28.623
城乡区域景观	2.466	6.334	0.301	2.350
工矿企业景观	0.251	0.382	0.115	0.216
交通景观	3.886	10.659	1.052	4.162
水域景观	1.045	2.103	0.511	1.042
裸地景观	0.209	0.058	0.015	0.074

2.8.3 景观多样性指数

评价区是以农田生态系统、森林生态系统和河流生态系统等共同组成的复合系统，这些不同的景观系统按其内在的规律整合在一起，形成和评价区内统一的景观体系。景观生态系统的稳定性取决于景观生态系统稳定程度和系统干扰程度两大方面。

一般而言，稳定性包含抵抗力和恢复力两方面。景观的稳定性可从景观的多样性程度反映出来，单一均质的景观构成不能有效抵御多变干扰因素的作用，同时受干扰后易被彻底损毁。这里，采用景观多样性指数(Landscapediversityindex)，来衡量景观体系的复杂程度。包括 4 种景观多样性指数，即：

①Shannon-Weaver 多样性指数

$$H = -\sum_{k=1}^n P_k \ln(P_k)$$

式中， P_k 是缀块类型 k 在景观中出现的概率， n 是景观中缀块类型的总数。

②Simpson 多样性指数

$$H' = 1 - \sum_{k=1}^n P_k^2$$

式中各项定义同前。多样性指数的大小取决于两方面的信息：一是缀块类型的多少（及丰富度），二是各缀块类型在面积上分布的均匀程度。对于给定的 n ，当各类缀块的面积比例相同时（即 $P_k=1/n$ ）， H 达到最大值（Shannon-Weaver 多样性指数： $H_{\max}=\ln(n)$ ；Simpson 多样性指数： $H'_{\max}=1-(1/n)$ ）。通常，随着 H 的增加，景观结构组成的复杂性也趋于增加。

③均匀度指数

$E=H/Lgn$ ，式中， H 为 Shannon-Weaver 多样性指数， n 为景观中缀块类型的总数。

④景观优势度指数

$$LDI = H_{\max} + \sum_{i=1}^m (p_i) \ln(p_i)$$

表 2-24 评价区景观多样性现状

香农多样性指数	香农均匀度指数	辛普森多样性指数	优势度指数
SHDI	SHEI	SIDI	LSDI
1.368	0.356	0.447	0.406

从两个多样性指数及均匀度指数来看，评价区景观多样性相对较高，说明评价区由于植被类型较丰富，形成了多样的景观生态体系，景观异质性较高，景观生态系统具有一定的稳定性和抗干扰的能力。

2.8.4 景观空间特征

总体来看，评价区的聚集度指数和连通度指数相对较高，分别为 65.083、72.056；破碎度指数为 34.196。表明评价区的各类型景观呈现出较高的集群化趋势，景观的破碎化程度较低，景观连通性较好。

表 2-25 评价区景观空间格局指数

蔓延度	聚集度	连通度	分割度	破碎度
CONTAG	AI	COHESION	DIVISION	SPLIT
42.196	65.083	72.056	0.571	34.196

2.9 生态系统现状

2.9.1 生态系统结构

评价区是一个由多种生态系统组成的复合系统,根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统遥感解译与野外核查》(HJ1166-2021),评价区森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统等。各生态系统类型相互交织,按自有规律组合形成整个评价区的统一生态系统。生态系统质量的优劣取决于生态系统要素的性质与特征,以及生态系统的结构和时空格局的特征。在各种生态系统类别中,绿色植被构成了陆地生态系统的主体,是环境质量好坏最明显的指示物。原生性植被往往覆盖度高,群落结构完整,物种组成丰富多样,生物量高,更新潜力大,因此对环境质量的贡献也较大。一般来说,森林比灌丛有更为复杂的群落结构、更高的生物量,同样其生态潜力也较高,对环境质量的影响也更大。农田、城镇及其它人工配置群落,具有结构简单、种类单一、靠人工维持等特点,因此相对于自然植被来说,自身的稳定性与对外界干扰的抵抗力都较弱。本次评价生态系统分类参考 HJ1166-2021,人工竹林地为大型草本植物组成,按照林业分类标准属于经济林类,因此根据 HJ1166-2021 归入农田生态系统—园地类型。

表 2-26 生态系统体系构成一览表

生态系统类型		缀块数	缀块(%)	面积 (hm ²)	占评价区总面积 (%)
森林生态系统	阔叶林	409	17.092	543.047	36.753
	针叶林	440	18.387	285.140	19.298
灌丛生态系统	阔叶灌丛	127	5.307	44.111	2.985
草丛生态系统	稀疏草地	43	1.797	10.533	0.713
农田生态系统	耕地	417	17.426	204.577	13.846
	园地	769	32.135	344.373	23.307
城镇生态系统	居住地	59	2.466	8.271	0.560
	工矿交通	99	4.137	31.221	2.113
湿地生态系统		25	1.045	6.005	0.406
其他—裸地		5	0.209	0.267	0.018

合计	2393	100.000	1477.545	100.000
----	------	---------	----------	---------

2.9.2 生态系统生产力及生物量

区域生态系统生产力的评价指标主要是其植被生产力。植被生产力指各类土地上的植被生长量，单位用“吨/年（t/a）”表示。

参照“我国森林植被的生物量和净生产量”（方精云、刘国华、徐嵩林，1996，生态学报，16（5）），“中国不同气候带各类型森林的生物量和净第一性生产力”（李高飞，任海，2004，热带地理，24（4）），以及《生物圈第一性生产力》（H.里思，R.H.惠特克，2001）的相关文献，对我国各地带主要植被类型生产量的计算方法，计算评价区各植被类型（生态系统）的生物生产力和生物量。

表 2-27 评价区生态系统生产力统计一览表

生态系统		平均生产 力 (t/hm ² ·a)	平均生物 量 (t/hm ²)	面积 (hm ²)	生产力 (t/a)	占总生产 力的比例 (%)	生物量 (t)	占总生物 量的比例 (%)
一级类	二级 类							
森林生 态系统	阔叶 林	24.51	313.61	543.047	13310.082	68.947	170304.970	85.641
	针叶 林	10.47	81.16	117.153	1226.592	6.354	9508.137	4.781
灌丛生 态系统	阔叶 灌丛	9.4	68.559	44.111	414.643	2.148	3024.206	1.521
草丛生 态系统	稀疏 草地	6.9	19.38	10.533	72.678	0.376	204.130	0.103
农田生 态系统	耕地	6.5	17.58	204.577	1329.751	6.888	3596.464	1.809
	园地	8.5	35.196	344.373	2927.171	15.163	12120.552	6.095
湿地生 态系统	河流	4	16.88	6.005	24.020	0.124	101.364	0.051
合计		/	/	/	19304.936	100	198859.823	100

评价区总生产力约为 19304.936t/a，总生物量 198859.823t。年生物生产力最高的前三位依次是森林生态系统、农田生态系统、灌丛生态系统。

2.9.3 植被覆盖度

项目评价区总面积 1477.545hm²，评价区平均植被覆盖度为 56.699%。本次评价基于 NDVI 对植被覆盖度（FVC）进行了分析，根据分析结果，评价区 FVC 见下表：

表 2-28 评价区 FVC 统计一览表

植被覆盖度等级	评价区分布 面积 (hm ²)	占评价区面 积比例%	光伏布设区域分 布面积 (hm ²)	占评价区光伏布 设区域比例%	土地利 用现状
高覆盖度 (≥70%)	379.640	25.694	24.671	27.022	园地

较高覆盖度 (50-70%)	419.209	28.372	25.252	27.658	园地
中等覆盖度 (30-50%)	379.773	25.703	19.271	21.107	园地
较低覆盖度 (10-30%)	190.884	12.919	13.024	14.265	园地
低覆盖度 (<10%)	108.038	7.312	9.083	9.948	园地
合计	1477.545	100	91.300	100	园地

评价区低覆盖度面积 108.038hm²，占评价区总面积的 7.312%；评价区较低覆盖度面积 190.884hm²，占评价区总面积的 12.919%；评价区中等覆盖度面积 379.773hm²，占评价区总面积的 25.703%；评价区较高覆盖度面积 419.209hm²，占评价区总面积的 28.372%；评价区高覆盖度面积 379.640hm²，占评价区总面积的 25.694%。

2.9.4 生态系统优势度

生态系统类型的优势度由 3 个参数计算而成，即密度（R_d）、频率（R_f）和生态系统比例（L_p）。生态系统采样采用生态系统分布图转换为栅格文件自动随机均匀采样，采样样方为 100m*100m 网格。

生态系统优势度计算的数学表达式如下：

$$\text{密度 } R_d = \frac{\text{缀块 } i \text{ 的数目}}{\text{缀块总数}} \times 100\%$$

$$\text{频率 } R_f = \frac{\text{缀块 } i \text{ 出现的样方数}}{\text{总样方数}} \times 100\%$$

$$\text{生态系统比例 } L_p = \frac{\text{缀块 } i \text{ 的面积}}{\text{样地总面积}} \times 100\%$$

$$\text{优势度 } D_o = \frac{(R_d + R_f)/2 + L_p}{2} \times 100\%$$

表 2-29 评价区内各类生态系统优势度现状统计表

生态系统类型	密度 R _d	频率 R _f	生态系统比例 L _p	优势度 D _o
森林生态系统——阔叶林	17.092	21.584	28.772	24.055
森林生态系统——针叶林	18.387	23.107	21.064	20.905
灌丛生态系统——阔叶灌丛	5.307	8.053	2.556	4.618
草丛生态系统——稀疏草地	1.797	5.116	0.603	2.030
农田生态系统——耕地	17.426	18.307	14.603	16.235

农田生态系统——园地	32.135	34.582	29.725	31.542
城镇生态系统——居住地	2.466	3.011	0.395	1.567
城镇生态系统——工矿交通	4.137	12.104	2.011	5.066
湿地生态系统	1.045	0.986	0.256	0.636
其他——裸地	0.209	0.157	0.015	0.099

分析结果表明，评价区农田生态系统——园地优势度最高，其次为森林生态系统——阔叶林。

2.9.5 生态系统质量

1) 生态状况指数

评价区内物种丰富度指数为 0.6557，评价等级为中等，生境质量指数为 0.6412，评价等级为良好。综合物种丰富度指数和生境质量指数计算生态状况指数，结果为 0.6477，生态状况等级为良好。

表 2-30 评价区生态状况指数

片区	物种丰富度指数 SRI	生境质量指数 HQI	生态状况指数 ECI
评价区	0.6557	0.6412	0.6477

2) 生态系统质量

评价区内的生态系统功能指数较高，为 0.7983，且生态系统胁迫指数较低，为 0.3152，则生态系统质量指数为 0.5199，处于 0.40~0.60，评定其等级为良好。

表 2-31 评价区生态系统质量指数

片区	生态系统功能指数 EFI	生态系统胁迫指数 ESI	生态系统质量指数 EQI
评价区	0.7983	0.3152	0.5199

2.9.6 生态系统格局特征

本次评价选取香农多样性指数和生态系统蔓延度指数来表征评价区生态系统格局特征。

香农多样性指数 (SHDI) :

$$H = - \sum_{k=1}^m (P_k) \log_2 (P_k)$$

式中 H ——生态系统多样性指数;

P_k ——生态系统类型 k 占总面积的比;

m ——研究区中生态系统类型的总数。

生态系统蔓延度指数 (CONTAG) :

$$CONTAG = \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \left[(P_i) \left[\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right] \right] \left[\ln (P_i) \left[\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right] \right] \right]}{2 \ln (m)} \right] \times 100$$

式中: CONTAG——生态系统蔓延度;

P_i —— i 类型斑块所占的面积百分比;

g_{ik} —— i 类型斑块和 k 类型斑块毗邻的数目;

m ——区域生态系统中的斑块类型总数目。

表 2-32 评价区生态系统空间格局指数

片区	蔓延度	香农多样性指数	连通度	分割度	破碎度
	CONTAG	SHDI	COHESION	DIVISION	SPLIT
评价区	54.098	1.522	73.184	0.411	32.425

2.10 生物多样性现状

1) 生态系统类型多样性

评价区内共分布 10 种生态系统类型, 较为多样。评价区香农多样性指数为 1.522, 表明评价区生态系统较为多样。

2) 物种丰富度

评价区的植物由 112 科 319 属 516 种维管束植物组成。评价区分布有陆栖脊椎动物 111 种。就评价区面积来说, 物种较为多样。且根据物种丰富度指数计算, 评价区内物种丰富度指数为 0.6557, 评价等级为中等, 物种较为丰富。

3) 生物群落多样性

评价区内生态系统天然生物群落分布有 4 个群落, 整体来说由于评价区呈条带化分布, 生物群落并不丰富。

4) 遗传多样性

本次评价主要采用形态学水平进行评价区内遗传多样性评价。评价区共调查到陆生维管束 516 种, 陆生脊椎动物 111 种。评价区内各物种有效种群均较为稳定, 远高于最小种群规模, 性别比例趋近于 1:1, 生活史完整, 从形态学角度未

发现种群遗传存在明显不利因素和退化，种群内物种受人为干扰相对较小，遗传多样性较高。

2.11 评价区生态保护红线现状

2.11.1 生态保护红线现状

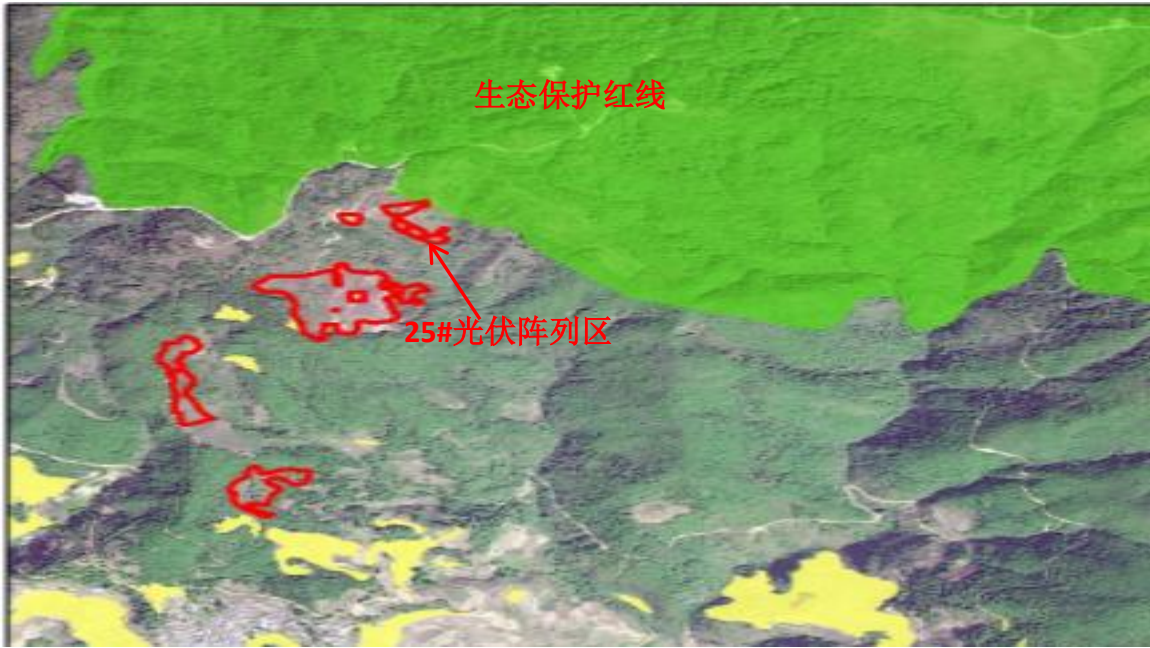
2018年6月29日，云南省人民政府以云政发〔2018〕32号印发了《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》。本项目评价范围内涉及红河（元江）干热河谷及山原水土保持生态保护红线。

红河（元江）干热河谷及山原水土保持生态保护红线区域位于我省中南部，红河（元江）中下游地区，涉及玉溪、楚雄、红河等3个州、市，面积0.42万平方千米，占全省生态保护红线面积的3.55%。以中山河谷地貌为主，降水量少，气温高。植被以季风常绿阔叶林、干热河谷稀树灌木草丛等为代表。重点保护物种有蜂猴、短尾猴、绿孔雀、巨蜥、蟒蛇、桫欏、元江苏铁、水青树、鹅掌楸、董棕等珍稀动植物。已建有云南元江国家级自然保护区、建水国家级风景名胜区、个旧蔓耗省级风景名胜区等保护地。

2.11.2 工程与生态保护红线位置关系

评价区总面积1477.545hm²，评价区分布有元江县生态红线面积26.308hm²，占评价区总面积的1.781%。

本项目占地范围不涉及占用生态保护红线。本工程距离生态保护红线最近处为25#光伏阵列区东北侧，距离生态保护红线24m；其次为9#光伏阵列区东南侧，距离生态保护红线105m。



2.11.3 评价范围内生态保护红线生态环境现状

本项目占地范围不涉及占用生态保护红线。

评价区内分布的生态保护红线主要植被类型为季风常绿阔叶林。

表 2-33 评价范围内生态保护红线区域植被类型、植物资源、动物资源一览表

序号	植被类型	群落主要组成物种	动物资源	分布面积 (hm ²)
1	季风常绿阔叶林	刺栲 <i>Castanopsis hystrix</i> 、小果石栎 <i>Lithocarpus microspermus</i> 、截果石栎 <i>Lithocarpus truncatus</i> 、印栲 <i>Castanopsis indica</i> 、糙叶水锦树 <i>Wendlandia scabra</i> 、西南桦 <i>Betula alnoides</i> 、红木荷 <i>Schima wallichii</i> 、滇润楠 <i>Machilus yunnanensis</i> 、刺栲 <i>Castanopsis hystrix</i> 、岗桉 <i>Eurya groffii</i> 、围涎树 <i>Archidendron clypearia</i> 、三叉苦 <i>Melicope pteleifolia</i> 、华山矾 <i>Symplocos chinensis</i> 、云南木樨榄 <i>Olea tsoongii</i> 、草鞋木 <i>Macaranga henryi</i> 、岗桉 <i>Eurya groffii</i> 、密蒙花 <i>Buddleja officinalis</i> 、柳叶卫矛 <i>Euonymus lawsonii</i> 、水红木 <i>Viburnum cylindricum</i> 、黑鳞珍珠茅 <i>Scleria hookeriana</i> 、野山姜 <i>Alpinia japonica</i> 、飞机草 <i>Chromolaena odorata</i> 、斑鸠菊 <i>Strobocalyx esculenta</i> 、毛果珍珠茅 <i>Scleria levis</i> 、山菅兰 <i>Dianella ensifolia</i> 、紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i> 、耳蕨 <i>Polystichum auriculatum</i> 、凤尾蕨 <i>Pteris cretica</i> 、毛蕨菜 <i>Cyclosorus interruptus</i> 、芒萁 <i>Dicranopteris pedata</i> 、酸脚杆 <i>Medinilla.sp.</i> 、云南丫蕊花 <i>Ypsilandra yunnanensis</i>	山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i> 、树鹩 <i>Anthus hodgsoni</i> 、小云雀 <i>Alauda gulgula</i> 、黄臀鹌 <i>Pycnonotus xanthorrhous</i> 、红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i> 、黄腹柳莺 <i>Phylloscopus affinis</i> 、喜鹊 <i>Pica pica</i> 、大嘴乌鸦 <i>Corvus macrorhynchos</i> 、山麻雀 <i>Passer rutilans</i> 、赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythaeu</i>	26.308

2.12 天然林、公益林分布情况

评价区内分布有公益林 293.252hm²，其中省级公益林 146.993hm²，国家二级公益林 146.259hm²；公益林主要植被类型为季风林、暖温性针叶林、人工林和干热河谷灌丛。项目占地均不涉及省级公益林和国家级公益林。

评价区内分布有天然林 689.761hm²，天然林主要包括乔木林地、灌木林地和竹林地。工程不涉及占用天然林。

项目 35kV 架空集电线路涉及跨越国家公益林 757m，具体跨越情况为：A-10/B-8 塔基与 A-11/B-9 塔基间跨越 76m，C-22 塔基与 C-23 塔基间跨越 110m，C-26 塔基与 C-27 塔基间跨越 217m，C-27 塔基与 C-28 塔基间跨越 354m。

项目 35kV 架空集电线路涉及跨越省级公益林 951m，具体跨越情况为：A-10/B-8 塔基与 A-11/B-9 塔基间跨越 99m，A-13/B-11 塔基与 A-14/B-12 塔基间跨越 171m，A-14/B-12 塔基与 A-15/B-13 塔基间跨越 46m，A-14.6 塔基与 A-14.7 塔基间跨越 43m，A-16/B-14 塔基与 A-17/B-15 塔基间跨越 140m，C-1 塔基与 C-2 塔基间跨越 83m，C-15 塔基与 C-16 塔基间跨越 183m，C-18 塔基与 C-19 塔基间跨越 160m，C-27 塔基与 C-28 塔基间跨越 199m，C-28 塔基与 C-29 塔基间跨越 7m。

项目 35kV 架空集电线路涉及跨越天然林 7174m，具体跨越情况为：C-1 塔基与 C-2 塔基间跨越 296m，C-4 塔基与 C-5 塔基间跨越 345m，C-5 塔基与 C-6 塔基间跨越 727m，C-14 塔基与 C-15 塔基间跨越 580m，C-17 塔基与 C-18 塔基间跨越 173m，C-18 塔基与 C-19 塔基间跨越 195m，C-21 塔基与 C-22 塔基间跨越 316m，C-22 塔基与 C-23 塔基间跨越 302m，C-24 塔基与 C-25 塔基间跨越 562m，C-27 塔基与 C-28 塔基间跨越 513m，C-28 塔基与 C-29 塔基间跨越 463m，C-29 塔基与 C-30 塔基间跨越 68m，C-30 塔基与 C-31 塔基间跨越 16m，C-31 塔基与 C-32 塔基间跨越 174m，C-39 塔基与 C-40 塔基间跨越 361m，C-29 塔基与 C-30 塔基间跨越 68m，C-41 塔基与 C-42 塔基间跨越 172m，C-44 塔基与 C-45 塔基间跨越 133m，C-45 塔基与 C-46 塔基间跨越 239m，C-48 塔基与 C-49 塔基间跨越 34m，A-1 塔基与 A-2 塔基间跨越 187m，A-3/B-1 塔基与 A-4/B-2 塔基间跨越 60m，B-4.1 塔基与 B-4.2 塔基间跨越 134m，A-10/B-8 塔基与 A-11/B-9 塔基间跨越 188m，A-10.1 塔基与 A-10.2 塔基间跨越 12m，A-13/B-11 塔基与 A-14/B-12 塔基间跨越

209m, A-14.6 塔基与 A-14.7 塔基间跨越 53m, A-14/B-12 塔基与 A-15/B-13 塔基间跨越 52m, A-16/B-14 塔基与 A-17/B-15 塔基间跨越 209m, A-20/B-18 塔基与 A-21/B-19 塔基间跨越 8m, A-21/B-19 塔基与 A-22/B-20 塔基间跨越 325m。

2.13 永久基本农田

本项目占地不涉及占用永久基本农田,本工程距离永久基本农田最近处为 6#光伏阵列区东侧,距离永久基本农田 2m,其次为 20#光伏阵列区东北侧,距离永久基本农田 4m。项目架空集电线路距永久基本农田最近直线距离约 6m。项目 35kV 架空集电线路仅有一处涉及跨越永久基本农田,跨越长度为 42m,具体跨越情况为: C-31 塔基与 C-32 塔基间跨越 42m。所有杆塔基础(塔基永久占地)、材料堆场、施工便道等永久及临时占地均不设置在永久基本农田内;线路以“一档跨越、高塔抬梁”方式无害化通过农田段,导线对地及作物高度满足农机通行与耕作要求,属于“路线跨越但不占地”情形。

2.14 清水河饮用水水源保护区

2014 年 7 月 30 日,玉溪市人民政府以《玉溪市人民政府关于元江哈尼族彝族傣族自治县县城饮用水源地保护区划分(调整)技术报告的批复》(玉政复【2014】125 号)对清水河饮用水水源保护区进行了批复。

根据《元江哈尼族彝族傣族自治县县城饮用水水源保护区划分(调整)技术报告》:清水河饮用水水源一级保护区总面积 13.4577km²,其中:水域面积 0.0655km²,陆域面积 13.3922km²。

二级保护区总面积 122.125km²,其中:水域面积 1.801km²、陆域面积 120.324km²。

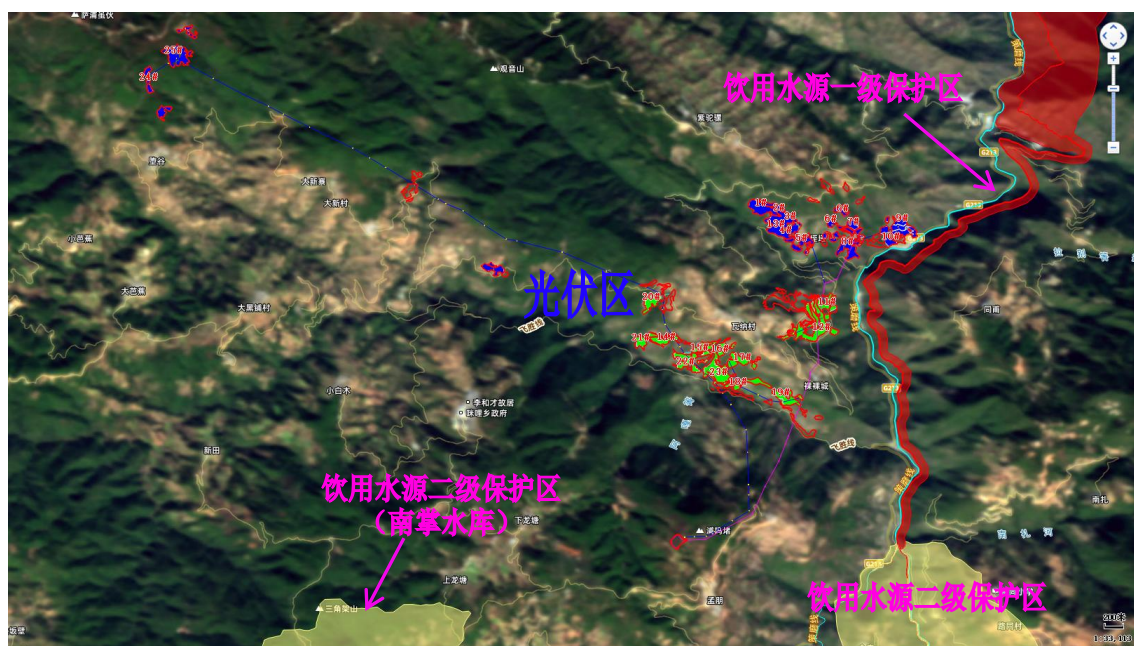


图2-1 项目场址与清水河饮用水源保护区位置关系图

根据叠图分析，项目光伏阵列区均位于清水河县级饮用水源保护区西侧，项目场址与清水河饮用水源保护区被 G213 国道相隔，项目不涉及占用清水河饮用水源保护区。项目距离饮用水源保护区最近处为 10#光伏阵列区，最近直线距离约 168m（该处为一级保护区距离，该段饮用水源保护区未设置二级保护区）；其次为项目 9#光伏阵列区，最近直线距离约 197m（该处为一级保护区距离，该段饮用水源保护区未设置二级保护区）。根据总图布置及现场踏勘，项目布置的光伏阵列区及箱变均不在清水河县级饮用水源保护区汇水范围内，项目拟建 220kV 升压站位于清水河饮用水源保护区（三板桥电站上游 500m 处至章巴水库主河道二级保护区、磨刀河主河道一级保护区及清水河主河道一级保护区）保护范围以外的汇水范围内，但项目 220kV 升压站距离最近的饮用水源保护区（三板桥电站上游 500m 处至章巴水库主河道二级保护区）较远（距离二级保护区直线距离为 2018m，距离一级保护区直线距离为 2392m，水流流经距离为 7.43km）。此外，项目 35kV 架空集电线路 A-24/B-22、A-23/B-21、A-22/B-20、A-21/B-19、A-20/B-18、C-44、C-45、C-46、C-47、C-48 及 C-49 共 11 座塔基也位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内，该 11 座塔基中距离饮用水源保护区最近的为 A-20/B-18，距离二级保护区直线距离为 1580m，距离一级保护区直线距离为 1688m。共有 1824m 35kV 架空集电线路位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内。

3 生态环境影响分析与评价

3.1 对土地利用的影响分析

(1) 工程永久占地影响分析

本工程永久占地 3.27hm²。

表 3-1 永久占地对土地利用影响一览表 单位：hm²

土地利用类型	评价区面积	占用面积	占评价区同类比例 (%)
		永久占地	永久占地
乔木林地	738.431	0	0
其他林地	4.397	0	0
灌木林地	140.003	0	0
竹林地	6.231	0	0
其他草地	10.533	0.15	1.424
耕地	204.577	0	0
园地	338.142	3.12	0.923
住宅用地	6.354	0	0
商服用地	1.422	0	0
公共管理与公共服务用地	0.416	0	0
工矿仓储用地	3.388	0	0
交通运输用地	27.833	0	0
水域及水利设施用地	6.005	0	0
其他土地	0.346	0	0
合计	1477.545	3.27	/

工程永久占用其他草地面积 0.15hm²，占评价区同类型土地利用面积的 1.424%；工程永久占用占用园地 3.12hm²，占评价区同类型土地利用类型的 0.923%；所占用的比例均较小，对评价区土地利用的影响较小，不会造成评价区土地利用格局的明显改变。

(2) 工程临时占地影响分析

本工程临时占地面积为 93.23hm²，占地类型为其他草地、园地。具体占地类型详见下表。

表 3-2 临时占地对土地利用影响一览表 单位：hm²

土地利用类型	评价区面积	占用面积	占评价区同类比例 (%)
		临时占地	临时占地
乔木林地	738.431	0	0

其他林地	4.397	0	0
灌木林地	140.003	0	0
竹林地	6.231	0	0
其他草地	10.533	0.02	0.190
耕地	204.577	0	0
园地	338.142	93.21	27.565
住宅用地	6.354	0	0
商服用地	1.422	0	0
公共管理与公共服务用地	0.416	0	0
工矿仓储用地	3.388	0	0
交通运输用地	27.833	0	0
水域及水利设施用地	6.005	0	0
其他土地	0.346	0	0
合计	1477.545	93.23	/

工程光伏场地均为租赁用地，使用期（25 年）结束后将对其进行恢复。

工程临时占用园地 93.21hm²，占评价区同类型土地利用类型的 27.565%；工程临时占用其他草地 0.02hm²，占评价区同类型土地利用类型的 0.190%；所占用的比例均较小，对评价区土地利用的影响较小，不会造成评价区土地利用格局的明显改变。工程临时占用的其他草地为电缆沟槽占地，开挖结束后可以进行恢复。在本工程临时占用了园地，这种占用无法避免，但由于项目临时占地面积较小，且工程施工期较短，施工期占地影响具有暂时性，工程临时性占地在工程竣工后可通过一定恢复手段使其保有一定的植被覆盖率或恢复成耕地，经生态恢复后影响不大。工程光伏布设区域均位于园地内。

总的来说，工程建设对评价区的土地利用有一定影响，但并不会对评价区的土地利用格局产生大的改变。由于本项目具有占地面积小、且较为分散的特点，工程建设不会引起区域土地利用的结构性变化，施工结束后及时清理现场并进行生态恢复，尽可能恢复原状地貌，不会带来明显的土地利用结构与功能变化。

同时，光伏布设区域占地为园地，不属于宜林荒山荒地，不涉及耕地后备资源、基本农田、城市永久开发边界、天然林和生态公益林。本次评价利用 30mDEM 生成评价区内的坡度分布图，可以看出，光伏布设区域不涉及 40 度以上的坡地，符合云发改能源[2023]785 号的要求。

3.2 对陆生植物、植被的影响分析

3.2.1 施工期影响分析

由于受到人为活动的长期影响，主要是农业生产及生活的影响，评价区目前很多原生植被大量消失或改变为耕地，次生植被及人工植被面积增加；本工程总占地面积为 96.50hm²，其中永久占地 3.27hm²，临时占地 93.23hm²。工程建设将对植被产生一定的负面影响，包括永久影响和临时影响。

表 3-3 工程对植被影响统计一览表 单位：hm²

植被属性	植被类型		评价区面积 (hm²)	占评价区面积百分比 (%)	占用面积			占评价区内同类型面积比例(%)		
					合计	永久	临时	合计	永久	临时
天然植被	一、常绿阔叶林	(I) 季风常绿阔叶林	477.663	32.328	0	0	0	0	0	0
	二、暖性针叶林	(II) 暖温性针叶林	167.987	11.369	0	0	0	0	0	0
	三、稀树灌木草丛	(III) 暖热性稀树灌木草丛	10.533	0.713	0.17	0.15	0.02	1.614	1.424	0.190
	四、灌丛	(IV) 干热河谷灌丛	44.111	2.985	0	0	0	0	0	0
人工植被	人工林		182.537	12.354	0	0	0	0	0	0
	人工竹林		6.231	0.422	0	0	0	0	0	0
	耕地植被		204.577	13.846	0	0	0	0	0	0
	园地		338.142	22.885	96.41	3.12	93.21	28.511	0.923	27.565
合计			/	/	/	/	/	/	/	/

(1) 永久占地

根据工程规模和区域生态环境的特点，本工程对陆生植被的影响主要是直接影响，影响的时间阶段主要是施工期，影响方式是工程占地。

通过现场调查，工程永久占地占用自然植被类型为暖热性稀树灌木草丛，工程占用的人工植被类型主要为园地，占用面积很小，影响不大。

(2) 临时占地

工程临时占地占用的天然植被类型为暖热性稀树灌木草丛，临时占用 0.02hm²，占评价区该植被类型面积的 0.190%，占用面积很小，且该植被为次生植被，在周边大量分布，影响很小。

工程临时占用园地 93.21hm²，占用面积很小，且施工结束后进行绿化生态恢

复，影响很小。

从总体上来说，经过长期的历史过程，工程评价区已基本形成了一个适应人类活动干扰的植被体系。从这一点来看，本项目的实施仅仅是人为干扰的一个方面，且干扰程度不大，不会造成评价区植被现状的显著改变及引起植被的退化。

本工程建设影响的植被类型主要为人工植被和次生植被，在项目区及周边区域广泛分布，工程建设不会对这些植被造成毁灭性的破坏，其不利影响仅限于局部，不会随时间推移而扩大。本工程占地将对评价区植被造成一定程度的不利影响，但由于占用植被面积有限，且以人工植被和次生植被为主，本工程的建设不会造成评价区植被分布格局的较大改变，不会导致评价区生态系统结构及功能的显著改变。因此，本工程建设对植被的总体影响不大。

综上所述，受本工程占地影响的主要为当地常见种，工程占地区外以及评价区外广泛分布，工程占地不会造成评价区植被分布格局的显著改变，更不会导致任何植被类型的消失，其不利影响仅限于局部，不会随时间推移而扩大。因此，本工程占地会对评价区的植被造成一定程度的不利影响，但占用面积有限，工程建设不会造成评价区植被分布格局、生态系统结构及功能的显著改变，对植被的总体影响很小。

3.2.2 运行期影响分析

项目建成后会架起大量的太阳能光伏组件，太阳能光伏组件遮挡形成的遮荫作用会对区域内的植物造成一定的影响，主要表现在以下几个方面：

①对植物光合作用的影响——植物的生存和生长离不开光合作用，对阳生植物而言，这种影响表现得更为突出，会使植物的生长处在一个不良的环境条件之中；②对植物水分利用效率的影响——由于缺乏必要的光照，植物的生长异常缓慢甚至停滞，这样一来，大大减少了植物对水的利用效率；③由于受遮盖后环境的影响，阳生植物的生境质量大大降低，但同时又为阴生植物提供了大量适宜的生境。总的说来，受太阳能光伏组件遮挡，喜阳植物（如禾本科植物等）个体将生长不良，无法繁殖甚至死亡；而对耐阴植物来说，影响不是很大，不会导致其个体的死亡；对喜阴植物（如一些蕨类植物）来说，由于适宜生境的增加，在一定程度上，其个体数量将会增加，这将在一定程度上改变项目区内原有物种的种群数量及其分布格局。但受影响的植物都为常见种，无珍稀濒危物种，受影响植

物在周边区域广泛分布，项目建设不会造成物种的濒危，更不会造成任何物种的消失，影响较小。

项目永久占用的自然植被将永久改变土地利用性质，由暖热性稀树灌木草丛等转变为建设用地，临时占用的自然植被在竣工后将成为施工迹地，通过自然演替或者人工恢复，可以逐渐恢复成次生植被。施工迹地演替的次生植被类型质量将低于其对应的原生植被的质量。评价区项目竣工后，生态质量将比施工前下降。但由于项目占地面积很小，这种影响也较小。

建设项目集电线路穿越部分主要植被类型为季风常绿阔叶林、针叶林、人工林、园地、稀树灌木草丛和耕地，影响的主要为评价区乔木层，乔木层主要为刺栲 *Castanopsis hystrix*、小果石栎 *Lithocarpus microspermus*、截果石栎 *Lithocarpus truncatus*、印栲 *Castanopsis indica*、糙叶水锦树 *Wendlandia scabra*、西南桦 *Betula alnoides*、红木荷 *Schima wallichii* 等，最高高度 12m。本项目基塔穿越自然植被的部分林冠高度矮，建设阶段和运营初期均不需要砍伐通道，开挖仅为基塔布设地基组织开挖。运营后期，当输电线路下方林冠生长到 19m 以上高度时，必须对林冠进行修剪，但不砍伐通道，影响较小。

从总体上来说，经过长期的历史过程，工程评价区已基本上形成了一个适应人类活动干扰的植被体系。

综上所述，本工程建设会对评价区内的植被和植物产生一定的不利影响，工程占地将造成部分植物种群规模的局部减小，但影响范围和程度有限，不会使评价区内的物种在空间分布格局和遗传结构上发生明显的改变，不会改变评价区的植物区系组成及造成某一种物种在该区域消失，影响较小。

3.2.3 架空集电线路影响分析

本工程架空集电线路经过主要植被类型为季风常绿阔叶林、暖温性针叶林、人工林及农作物植被等。

架空线路经过区域的季风林主要分布在沟谷区域，线路路径在设计阶段已按照本次调查成果尽量进行避让，塔基占地不涉及季风常绿阔叶林。本项目架空线路电压等级为 35kV，沟谷内季风林林冠高度约 12m，本次评价要求运行过程中禁止砍伐通道，后期设计时对于跨越季风林区域的线路应采用高塔跨越，在集电线路下方林冠长到安全高度时，仅对林冠进行修剪，禁止砍伐通道，避免架空线

路运行影响区域季风常绿阔叶林。

评价区内架空线路经过区域存在暖温性针叶林和暖热性稀树灌木草丛，均为次生性植被，在区域内十分常见。只要工程严格按照本次评价要求，仅对跨越区域超过安全距离的林冠进行修剪，不砍伐通道，对其影响很小。

3.3 对陆生植物资源的影响分析

3.3.1 对野生保护植物及古树名木的影响

根据调查结果，本项目评价区范围内未发现国家级、云南省级保护野生植物和古树名木分布，工程建设对野生保护植物和古树名木无影响。同时，调查未发现玉溪及元江地区特有植物物种分布，项目建设对区域特有物种无影响。

3.3.2 施工期影响分析

本工程建设对植物的影响主要表现为工程占地对地表植物个体的破坏。在工程建设过程中，永久占地区域的植被将永久消失，临时占地区域的植被在施工过程中将受到影响，但由于受本工程影响的自然植被为次生植被和次生性植被，受人类干扰影响较大，植物种类趋于贫乏，此类植被在该地区随处可见，而且在评价区无狭域分布种，因此本工程的建设既不会改变该地区现有植物区系组成，也不会对植物资源造成大的影响。

(1) 对植物种类和区系的影响

本工程建设对评价区植物种类和区系的影响主要是工程永久占地和临时用地对评价区内植被的直接破坏，这将造成其上生活着的植物体全部死亡。根据现场踏查，所受影响的植物物种均为当地常见种、广布种，如：刺栲 *Castanopsis hystrix*、红木荷 *Schima wallichii*、展毛野牡丹 *Melastoma normale*、玉叶金花 *Mussaenda pubescens*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、山蚂蝗 *Polhillides velutina*、金丝桃 *Hypericum forrestii*、珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、水红木 *Viburnum cylindricum*、密序野古草 *Arundinella bengalensis*、类芦 *Neyraudia reynaudiana*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、白花鬼针草 *Bidens alba*、穗序野古草 *Arundinella hookeri*、白健秆 *Eulalia pallens*、西南萎陵菜 *Potentilla fulgens*、飞蓬 *Erigeron acer*、细柄草 *Capillipedium parviflorum*、羊耳菊 *Duhaldea cappa*、四脉金茅 *ulalia quadrinervis*、金狗尾草 *Setaria pumila*、耳草 *Hedyotis auricularia*、粽叶芦 *Thysanolaena latifolia*、黄茅 *Heteropogon contortus*、紫茎泽兰 *Eupatorium*

adenophorum、青葙 *Celosia argentea*、蒿 *Artemisia annua*、旱茅 *Eragrostis delavayi*、巴天酸模 *Rumex patientia*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、香薷 *Elsholtzia sottlei*、毛蕨菜 *Pteridium revolutum* 等，这些植物种群的大部分个体在影响区域以外广泛分布，工程影响到的只是植物种群的部分个体，不会导致植物物种灭绝，也不会改变评价区域的区系性质，不会造成较大的生物多样性流失。同时，临时占地区内的植物在工程施工结束后将逐渐得以恢复，工程建设对区域内植物的影响将逐步减弱。工程施工将使裸地增加，可能导致紫茎泽兰、鬼针草等入侵植物和杂草数量增加，使原有的生物多样性遭受破坏，只要工程施工结束时立即按水土保持方案要求对临时占地区采取植被恢复措施，则由此带来的影响较小。

总体来说，本工程建设会对评价区内的植被和植物产生一定的不利影响，工程占地将造成部分植物种群规模的局部减小，但影响范围和程度有限，不会使评价区内的物种在空间分布格局和遗传结构上发生明显的改变，不会改变评价区的植物区系组成及造成某一种物种在该区域消失，影响很小。

(2) 对重要物种的影响

根据野外考察结果，本工程评价区范围内未发现有国家级保护植物，未发现有云南省级保护野生植物分布，野外调查在评价区范围内未发现云南省极小种群物种，未发现评价区内有区域狭域物种分布、未发现名木古树分布，因此本工程建设对重要物种无直接影响。

(3) 植物资源影响小结

总体来看，受本工程建设影响的自然植被不多，受影响植被多是次生植被和次生性植被，工程建设虽然对评价区内的植物会产生一定的不利影响，但受影响的多是一些广布种和常见种，且影响到的只是植物种群的部分个体，种群的大部分个体在影响区域以外仍有广泛分布，工程影响范围和程度有限，不会使评价区内的物种在空间分布格局和遗传结构上发生显著的改变，不会改变评价区的植被类型组成及造成某一种物种在该区域消失，影响很小。

3.3.3 运营期影响分析

本项目集电线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方与树木垂直距离小于 4.5m 的零星林木进行削枝，以保证线路安全运行，但总体削枝量小，

不会对植物种类和数量产生明显影响；本项目运行期对植被的影响主要是线路维护人员踩踏植被和线路电磁环境影响；线路维护人员可能在运行维护过程中对植被造成一定踩踏和引入外来植物；通常线路维护检查 1 个月左右进行 1 次，运行及维护人员的数量和负重有限，对植被的破坏强度小，不会带来明显的持续不利影响；通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。从区域类似环境状况来看，线路周围植物生长良好，输电线路电磁影响对周围植物生长无明显影响。同时，根据调查，评价区未发现古树名木，国家级、省级重点保护野生植物分布，项目运营期对植物影响较小。

3.3.4 对外来入侵植物的影响

本项目跨度较大，施工期人流、车流量较大，人员出入及材料的运输等传播途径可能带来一些外来物种，工程的施工会形成少量地表裸露的环境，其生境或植物群落的类型和结构会发生轻微变化，在这些生境中会随机带入外来植物，如紫茎泽兰、鬼针草等，使其分布范围有所扩大，外来物种在一定范围内若形成优势群落，将对当地物种产生一定的排斥，使区域内植被类型受到一定的影响。在施工中通过采取严格检查进入施工区车辆和材料、及时销毁外来种等措施，可有效控制外来入侵植物影响急剧恶化的状况发生。

3.4 对陆生脊椎动物的影响分析

项目建设对陆生脊椎动物的影响主要表现在对动物栖息环境的影响和对动物本身的影响两个方面。

3.4.1 施工期影响分析

(1) 一般野生动物

本项目对野生动物的影响主要是工程施工期带来的影响，包括项目占地带来的影响和施工活动带来的影响。

在施工期，工程占地、临时道路将改变和占用原有陆栖脊椎野生动物的栖息生境，使其栖息和活动场所缩小，如小型穴居哺乳类和爬行类的洞穴、鸟类巢区的生境将遭到破坏，少数动物的生活和繁殖活动将受到一定影响。结果迫使原栖息在该区域的动物迁往其他适宜的生境，动物种群数量在一段时间内将会有大的波动，但这一类型的影响不会导致当地物种的灭绝和消失。评价区由于多年来的人为破坏，原生植被基本被破坏，现存的天然植被（含萌生、次生植被）主要是

暖热性稀树灌木草丛、灌丛，人工植被主要为耕地、园地、人工林。项目占用和破坏的植被类型较为简单，在这些生境中生活的野生动物的种类和数量都比较贫乏，现场调查时未发现当地分布的特有种类，野生保护动物仅可见 3 种猛禽，物种多样性不丰富，而且，区内有的这些动物的活动性较强，均为广布种，因此，项目建设对区域野生动物的影响不大。

施工人员活动的干扰以及施工机械噪声干扰的影响将迫使陆栖脊椎动物迁出受干扰区域，以避让相应的干扰，随着施工期的结束影响消除，部分陆栖脊椎动物会逐渐回迁。根据该区域陆栖脊椎野生动物的调查结果可知，评价区的陆栖脊椎野生动物以鸟类和小型哺乳类占优势，迁移能力较强，两栖类、爬行类的物种均具有一定的迁移能力，且评价区的陆栖脊椎野生动物的分布区较为广泛。所以，在项目施工期间，陆栖脊椎动物对于这一类型的干扰能够主动避让，项目施工不会对该区域的陆栖脊椎野生动物多样性产生较大的影响。除此之外，工程施工中砂石料冲洗废水等，对地表水水质将会产生不利影响，从而影响沿湿润山箐生活的一些脊椎动物种类，如两栖类。施工区的粉尘和施工机械尾气可能使一些陆栖脊椎动物暂时迁出施工区，但由于施工区地势相对开阔，气体和噪声的扩散条件较好，对区域环境空气质量影响不会严重。施工人员生活垃圾和餐厨垃圾，可能会引来小型啮齿类和部分鸟类的取食，导致该区域有害兽类（啮齿类）种群数量在施工期间出现增长趋势，使区域生态系统平衡受到一定程度的干扰。但总体而言，施工期对野生动物的影响不大。

（2）对重要野生动物的影响

评价区内有国家Ⅱ级重点保护动物 4 种。3 种为鸟类，1 种哺乳类。

项目分布的保护哺乳类主要为豹猫，工程占地不直接占用其生境，但在基础开挖过程中，可能会导致以上物种部分个体离开该地区；但由于项目区海拔较高，不是上述物种最适宜的生境，分布于项目区的个体数量很少，同时项目区周边有很多适宜上述物种的生存和繁殖的适宜生境，因此，项目的建设对豹猫的影响较小。

保护鸟类均为高空猛禽，其数量较少，评价区仅为这些猛禽捕食区域的一部分，分布区域广泛，趋避能力较强，食物来源广，运营期对其影响不大。

根据适宜栖息地预测结果，本项目占地不涉及评价区内 4 种重点保护野生动

物的适宜生境、较适宜生境，这主要是由于项目区周边受人为干扰较为严重，植被覆盖率相对较低、植被类型以耕地、园地、人工林等人工植被为主。项目区仅为这 4 种保护动物捕食区域的一小部分，建设对这 4 种野生保护动物适宜生境的影响很小。

综上所述，项目建设方应组织相关培训，提高项目工作人员的环保意识，并联合、配合林业部门等野生动物主管部门加强巡护，严格执行国家和云南省的有关野生动物保护法规。只要在项目建设中采取以上提出的相关措施，工程建设对珍稀濒危保护动物和易危动物的影响很小。

3.4.2 运营期影响分析

项目运营期对野生动物的影响主要体现在机械噪声、电池板光反射对野生动物繁殖的影响。本项目建成后，项目区域设置围栏，以及光伏列阵的支架占用部分地面，将减少地面动物的活动区域，但围栏遮挡以及支架使用的面积较小，影响范围小；本项目声源少，噪声值较低，噪声源产生的噪声经光伏组件隔声和距离衰减后，不会对地面上动物的日常迁徙及鸟类正常活动造成影响；现场维护和检修等工作均在昼间进行，避免影响周边动物夜间正常活动。项目逆变器的风机运行噪声可能会使对声环境敏感的动物迁移至远离光伏发电区，但项目逆变器风机产生的噪声经距离衰减后到达厂界的噪声值小于 45dB(A)，可以确保场界噪声达标，且影响范围较小。电池板光反射反射光有一定的角度及高度，且陆地野生动物及空中鸟类有一定的行动能力可通过移动，避让反射光对它们的影响。此外，由于施工期已结束，植被逐渐恢复，动物种群趋于稳定，项目架空集电线路运行期对兽类、两栖类和爬行动物基本无影响，仅可能对鸟类产生轻微不利影响，主要体现在飞行路径的避让或栖息地的少量占用，但不会导致物种显著减少。因此，项目运营不会对项目所在区域内野生动物的日常迁徙和活动造成明显影响。

3.5 景观环境结构、质量和稳定性变化影响预测

（一）受影响景观类型及其特有性

项目涉及占用景观类型为园地景观和稀树灌木草丛景观，这些景观和生态系统并不属于特有景观和特有生态系统类型。

（二）对景观类型面积的影响

建设前后对评估区景观类型面积的影响统计表见下表。

表 3-4 对景观类型面积的影响

景观类型	开发前 (hm ²) a	开发后 (hm ²) b	变化 (+/-) (hm ²)	变幅 (%) (b-a) /a	备注
常绿阔叶林景观	477.663	477.663	0	0	
针叶林景观	167.987	167.987	0	0	
灌丛景观	44.111	44.111	0	0	
稀树灌木草丛景观	10.533	10.383	-0.15	-1.424	
人工林景观	182.537	182.537	0	0	
人工竹林景观	6.231	6.221	0	0	
耕地景观	204.577	204.577	0	0	
园地景观	338.142	335.022	-3.12	-0.923	
城镇区域景观	8.271	8.271	0	0	
工矿企业景观	3.388	6.658	3.27	0	
交通景观	27.833	27.833	0	0	
水域景观	6.005	6.005	0	0	
裸地景观	0.267	0.267	0	0	
合计	1477.545	1477.545	/	/	

工程影响这些景观类型的面积较小，对景观面积的影响较小。

(三) 对景观类型斑块数量的影响

通过叠图分析，工程建设之前，共有斑块数量为 2393，建设之后增加了 58 个，为 2451 个。

表 3-5 对评价区各景观类型的斑块数量的影响

景观类型	开发前 (斑块数) a	开发后 (斑块数) b	变化 (+/-) b-a	变幅 (%) (b-a) /a	备注
常绿阔叶林景观	307	314	7	2.280	项目建设对区域景观进行分割
针叶林景观	256	266	10	3.906	
灌丛景观	127	135	8	6.299	
稀树灌木草丛景观	43	47	4	9.302	
人工林景观	286	289	3	1.049	
人工竹林景观	19	21	2	10.526	
耕地景观	417	417	0	0.000	
园地景观	750	761	11	1.467	
城镇区域景观	59	59	0	0.000	
工矿企业景观	6	17	11	183.333	
交通景观	93	95	2	2.151	
水域景观	25	25	0	0.000	
裸地景观	5	5	0	0.000	

合计	2393	2451	58	/	
----	------	------	----	---	--

（四）对评价区斑块类型面积的影响

项目建成后评价区总面积为 1477.545hm²，仍然以常绿阔叶林景观所占比重为最大，面积 477.663hm²，占评价区总面积的 32.328%；其次为园地景观，面积为 335.022hm²，占评价区总面积的 22.674%。

项目建成后，常绿阔叶林景观与园地景观成为景观的地域背景，与建设前维持不变。

表 3-6 评价区建成后斑块类型面积

景观类型	缀块数	缀块（%）	面积（hm ² ）	面积（%）
常绿阔叶林景观	314	12.811	477.663	32.328
针叶林景观	266	10.853	167.987	11.369
灌丛景观	135	5.508	44.111	2.985
稀树灌木草丛景观	47	1.918	10.383	0.703
人工林景观	289	11.791	182.537	12.354
人工竹林景观	21	0.857	6.221	0.421
耕地景观	417	17.013	204.577	13.846
园地景观	761	31.049	335.022	22.674
城镇区域景观	59	2.407	8.271	0.560
工矿企业景观	17	0.694	6.658	0.451
交通景观	95	3.876	27.833	1.884
水域景观	25	1.020	6.005	0.406
裸地景观	5	0.204	0.267	0.018
合计	2451	100.000	1477.545	100.000

（五）对景观结构的影响

表 3-7 对评价区各景观类型优势度的影响

景观类型	开发前优势度（Do）	开发后优势度（Do）	变化（+/-）b-a
常绿阔叶林景观	24.836	24.832	-0.004
针叶林景观	11.224	11.263	0.039
灌丛景观	4.627	4.677	0.05
稀树灌木草丛景观	2.218	2.248	0.03
人工林景观	14.237	14.197	-0.04
人工竹林景观	0.657	0.673	0.016
耕地景观	17.105	17.002	-0.103
园地景观	28.623	28.550	-0.073
城乡区域景观	2.350	2.336	-0.014

工矿企业景观	0.216	0.326	0.11
交通景观	4.162	4.160	-0.002
水域景观	1.042	1.036	-0.006
裸地景观	0.074	0.073	-0.001

由上表可知，工程建成后，自然植被中仍然以常绿阔叶林景观优势度最高，且变幅较小，整个评价区看来，优势度最高的仍然为园地景观。

（六）对景观多样性的影响

表 3-8 对评价区多样性指数的影响

景观多样性指数类型	开发前	开发后	变化情况 (+/-)
Shannon-Weaver多样性指数	1.368	1.372	-0.004
香农均匀度指数	0.356	0.351	0.005
Simpson多样性指数	0.447	0.459	-0.012
优势度指数	0.406	0.411	-0.005

通过比较 Shannon-Weaver 多样性指数、Simpson 多样性指数、均匀度指数，评估区景观多样性与均匀性有变化，破碎化程度增加，工程建设使评价区景观边缘化、孤岛化加重，但整体来说变化并不大。因此可以认为项目建设对景观生态结构和多样性的影响较小。

（七）对景观空间特征的影响

表 3-9 对评价区景观空间特征指数的影响

景观空间特征指数类型	开发前	开发后	变化情况 (+/-)
蔓延度	42.196	42.199	-0.003
聚集度	65.083	65.088	-0.005
连通度	72.056	72.043	0.013
分割度	0.571	0.575	-0.004
破碎度	34.196	34.200	-0.004

根据景观空间特征指数计算，蔓延度增大、聚集度增大、连通度减小、分割度增加，破碎度增加。可知工程建成后，占用一定的景观类型面积且对评价区内景观形成分割，会造成评价区各景观破碎度增加、景观集群化现象增加。但由于项目占地面积较小，对景观分割有限，开发前后各空间特征指数变化不大。

3.6 对生态系统影响

表 3-10 建设后生态系统构成一览表

生态系统类型		缀块数	缀块 (%)	面积 (hm ²)	占评价区总面积 (%)
森林生态系统	阔叶林	417	17.013	543.047	36.753

	针叶林	452	18.441	285.140	19.298
灌丛生态系统	阔叶灌丛	135	5.508	44.111	2.985
草丛生态系统	稀疏草地	47	1.918	10.383	0.703
农田生态系统	耕地	417	17.013	204.577	13.846
	园地	782	31.905	341.173	23.091
城镇生态系统	居住地	59	2.407	8.271	0.560
	工矿交通	112	4.570	34.571	2.340
湿地生态系统		25	1.020	6.005	0.406
裸地生态系统		5	0.204	0.267	0.018
合计		2451	100.000	1477.545	100.000

3.6.1 对植被生产力影响

根据占地数据及各植被类型的平均生产力，计算拟建项目永久占地引起的植被生产力损失。见表 3-11。

表 3-11 评价区占用生态系统类型及生产力损失估算表

生态系统类型	占用面积 (hm ²)		平均生产力 (t/a)	损失生产力 (t/a)	
	永久	临时		永久	临时
森林生态系统—阔叶林	0	0	24.51	0	0
森林生态系统—针叶林	0	0	10.47	0	0
灌丛生态系统—阔叶灌丛	0	0	9.4	0	0
草丛生态系统—稀疏草地	0.15	0.02	10.533	1.035	0.138
农田生态系统—耕地	0	0	6.5	0	0
农田生态系统—园地	3.20	93.21	8.5	27.200	792.285

临时用地区在施工结束后可以恢复，因而其生产力损失是暂时的。

由上表可知，工程永久占用草丛生态系统损失的生产力为 1.035/a，占评价区同类型生态系统生产力的 1.424%；工程永久占用农田生态系统园地损失的生产力为 27.200t/a，占评价区同类型生态系统生产力的 0.929%；损失的比例相对较小，对整个生态系统而言属于可以承受的范围。

3.6.2 对植被覆盖度影响

本次评价基于 NDVI 对项目施工期植被覆盖度 (FVC) 进行了分析，根据计算结果，项目施工期评价区平均植被覆盖度为 56.695%，与建设前相比植被覆盖度下降幅度很小，工程建设对植被覆盖度影响很小。

各不同覆盖度等级变化情况见下表：

表 3-12 评价区 FVC 统计一览表

植被覆盖度	建设前评价	占评价区面	永久占用面	占用面积占评	建设后评价	占评价区
-------	-------	-------	-------	--------	-------	------

等级	区分布面积 (hm ²)	积比例 (%)	积 (hm ²)	价区同等级面 积比例 (%)	区分布面积	面积比例
高覆盖度 (≥70%)	379.64	25.694	0.202	0.053	379.438	25.680
较高覆盖度 (50-70%)	419.209	28.372	0.370	0.088	418.839	28.347
中等覆盖度 (30-50%)	379.773	25.703	1.076	0.283	378.697	25.630
较低覆盖度 (10-30%)	190.884	12.919	0.871	0.456	190.013	12.860
低覆盖度 (< 10%)	108.038	7.312	0.751	0.695	110.558	7.483
合计	1477.545	100	3.270	/	1477.545	100

根据上表分析，与建设前相比植被覆盖度下降幅度很小，工程建设对植被覆盖度影响很小。

综上所述，工程对生态系统生产力和植被覆盖度影响均很小，因此对生态系统影响很小。

3.6.3 对生态系统优势度的影响

表 3-13 评价区内各类生态系统优势度统计表

生态系统类型	建设前优势度Do	建设后优势度Do	变化情况
森林生态系统——阔叶林	24.055	24.035	-0.02
森林生态系统——针叶林	20.905	20.919	0.014
灌丛生态系统——阔叶灌丛	4.618	4.668	0.05
草丛生态系统——稀疏草地	2.030	2.06	0.03
农田生态系统——耕地	16.235	16.132	-0.103
农田生态系统——园地	31.542	31.484	-0.058
城镇生态系统——居住地	1.567	1.552	-0.015
城镇生态系统——工矿交通	5.066	5.174	0.108
湿地生态系统	0.636	0.629	-0.007
其他——裸地	0.099	0.098	-0.001

根据预测分析结果，评价区各生态系统类型优势度变化均不大。

3.6.4 对生态系统质量的影响

根据计算，工程建设后，评价区内物种丰富度指数 SRI 为 0.6555，评价等级为中等；生境质量指数 HQI 为 0.6108，评价等级为良好。综合物种丰富度指数和生境质量指数计算生态状况指数 ECI，结果为 0.6309，生态状况等级为良好。与建设前相比下降幅度很小。

项目建设后评价区内的生态系统功能指数 EFI 较高，为 0.7979，且生态系统

胁迫指数ESI较低,为0.3159,则生态系统质量指数EQI为0.5195,处于0.40~0.60,评定其等级保持为良好。

项目建设对生态系统质量的影响很小。

3.6.5 对生态系统格局特征的影响

根据计算,工程建设后,评价区内生态系统蔓延度为 54.096,香农多样性指数为 1.519,联通度为 73.178,分割度为 0.414,破碎度为 32.429,与建设前相比蔓延度、联通度、香农多样性指数有所下降,分割度和破碎度增大,但变化幅度较小,因此工程建设对评价区生态系统空间格局影响较小。

综上所述,工程建设对评价区生态系统结构、植被覆盖度、生产力、优势度和生态系统质量的影响均很小。

3.7 生物多样性影响分析

1) 生态系统多样性影响

工程建设前评价区内共分布 10 种生态系统类型,较为多样。评价区香农多样性指数为 1.522,表明评价区生态系统较为多样。根据计算,工程建设后,评价区内生态系统类型数量保持不变,香农多样性指数为 1.519,与建设前相比有所下降,但下降幅度较小,影响较小。

2) 物种丰富度影响

工程建设前评价区的植物评价区的植物由 112 科 319 属 516 种维管束植物组成。评价区分布有陆栖脊椎动物 111 种。就评价区面积来说,物种较为多样。且根据物种丰富度指数计算,评价区内物种丰富度指数为 0.6557,评价等级为中等,物种较为丰富。

本项目建设不会造成任何一种物种的消失,建成后物种丰富度指数为 0.6555,评价等级仍然为中等,物种较为丰富,因此工程建设对物种丰富度影响较小。

3) 生物群落多样性影响

本项目建设不会造成任何一种生物群落的消失,对生物群落多样性影响较小。

4) 对遗传多样性影响

本项目占地范围内清除的主要植物资源为当地常见种、广布种,如:短红木荷 *Schima wallichii*、展毛野牡丹 *Melastoma normale*、玉叶金花 *Mussaenda pubescens*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、山蚂蝗 *Polhillides velutina*、金丝桃

Hypericum forrestii、珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、水红木 *Viburnum cylindricum*、密序野古草 *Arundinella bengalensis*、类芦 *Neyraudia reynaudiana*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、白花鬼针草 *Bidens alba*、穗序野古草 *Arundinella hookeri*、白健秆 *Eulalia pallens*、西南萎陵菜 *Potentilla fulgens*、飞蓬 *Erigeron acer*、细柄草 *Capillipedium parviflorum*、羊耳菊 *Duhaldea cappa*、四脉金茅 *ulalia quadrinervis*、金狗尾草 *Setaria pumila*、耳草 *Hedyotis auricularia*、粽叶芦 *Thysanolaena latifolia*、黄茅 *Heteropogon contortus*、紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum*、青葙 *Celosia argentea*、蒿 *Artemisia annua*、旱茅 *Eramopogon delavayi*、巴天酸模 *Rumex patientia*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、香薷 *Elsholtzia sotillei*、毛蕨菜 *Pteridium revolutum* 等，且由于项目占地面积相对较小，占用的植物资源量小，工程加强管理的情况下对区域内动物的影响也很小，因此工程建设不会造成评价区内各物种有效种群大小的下降，也不会影响种群性别比例，集电线路电压等级较低，且采用架空和沿现有道路地埋两种形式，对生境分割有限，电磁辐射影响也较小，因此工程建设不会对种群遗传产生明显不利因素。

3.8 对评价区内生态保护红线的影响分析

本项目位于云南省玉溪市元江县咪哩乡，评价区总面积 1477.545hm²，评价区分布有元江县生态红线面积 26.308hm²，占评价区总面积的 1.781%。

根据元江县各局查询意见及项目生态现状调查，本项目占地均不涉及占用生态保护红线，且项目集电线路也不存在跨越生态保护红线的情况，工程建设对其无直接影响。但根据进一步核查，本项目 25#、9#光伏方阵地块周边生态评价范围内涉及生态保护红线，其中本工程距离生态保护红线最近处为 25#光伏阵列区东北侧，距离生态保护红线 24m；其次为 9#光伏阵列区东南侧，距离生态保护红线 105m；项目工程内容未进入生态保护红线区，本项目未在生态保护红线内设置施工生产生活区和表土堆放场等临时占地，不占用生态保护红线范围内面积，项目涉及的生态保护红线属于红河（元江）干热河谷及山原水土保持生态保护红线，主要功能为水土保持，评价区内分布的生态保护红线主要植被类型为季风常绿阔叶林。

受项目建设间接影响区域内（生态保护红线区）的植物种类以常见种和广布

种为主，主要可见刺栲 *Castanopsis hystrix*、小果石栎 *Lithocarpus microspermus*、截果石栎 *Lithocarpus truncatus*、印栲 *Castanopsis indica*、糙叶水锦树 *Wendlandia scabra*、西南桦 *Betula alnoides*、红木荷 *Schima wallichii*、滇润楠 *Machilus yunnanensis*、刺栲 *Castanopsis hystrix*、岗柃 *Eurya groffii*、围涎树 *Archidendron clypearia*、三叉苦 *Melicope pteleifolia*、华山矾 *Symplocos chinensis*、云南木樨榄 *Olea tsoongii*、草鞋木 *Macaranga henryi*、岗柃 *Eurya groffii*、密蒙花 *Buddleja officinalis*、柳叶卫矛 *Euonymus lawsonii*、水红木 *Viburnum cylindricum*、黑鳞珍珠茅 *Scleria hookeriana*、野山姜 *Alpinia japonica*、飞机草 *Chromolaena odorata*、斑鸠菊 *Strobocalyx esculenta*、毛果珍珠茅 *Scleria levis*、山菅兰 *Dianella ensifolia*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、耳蕨 *Polystichum auriculatum*、凤尾蕨 *Pteris cretica*、毛蕨菜 *Cyclosorus interruptus*、芒萁 *Dicranopteris pedata*、酸脚杆 *Medinilla.sp*、云南丫蕊花 *Ypsilandra yunnanensis* 等。受影响区域内无国家级和云南省级保护野生植物，无区域狭域分布物种。

3.8.1 施工期影响分析

本工程不涉及占用该部分生态保护红线，临时施工占地不进入生态保护红线范围内，对该部分生态保护红线无直接影响，本工程建设对该部分生态保护红线的影响主要来源于施工过程中机械噪声、施工粉尘及施工人员可能进入生态保护红线区活动等的影

(1) 对植被及植物多样性的影响

本项目占地不涉及占用生态保护红线，不存在直接占地影响。项目部分区域靠近生态保护红线，项目施工期产生的粉尘会随风飞扬进入生态保护红线区内，沉降于生态保护红线区内的植物叶片和树干上，会对植被景观和植物的生长造成一定影响。由于临近生态保护红线工程主要为集电线路和光伏板布设，施工工程量小，项目建设产生的扬尘较少，且项目区地势开阔，空气扩散条件较好，本项目施工产生的扬尘进入生态保护红线区范围内的量较少，对生态保护红线区植被景观的影响很小。施工扬尘沉降到植物叶片和树干上的量有限，不会对区域内的植物生长造成明显不利影响。

由于本项目部分区域靠近生态保护红线区，施工期施工人员可能进入生态保护红线区内活动，对区内的植被和植物造成干扰和破坏。因此，施工期施工单位

须对施工人员加强管理，在施工区周边设置生态保护警示牌，并在生态保护红线区边界上设置生态保护警戒线，尽量减少施工人员进入生态保护红线区范围内活动。

综上所述，项目施工期只要对施工人员加强管理，尽量减少进入生态保护红线区内活动，则项目施工期对保护区内的植被和植物影响较小。

（2）对野生动物的影响

本项目占地不涉及占用生态保护红线，项目施工不会造成生态保护红线区内野生动物生境的减少。但项目施工期产生的噪声、扬尘等会对附近的野生动物造成一定的干扰影响，使受影响区域的野生动物向不受干扰区域迁移，造成影响区野生动物种类和种群数量减少，但施工期结束后，这些物种又会回迁。根据现场调查和访问，受项目建设间接影响区域内（生态保护红线区）的野生动物均是受干扰严重生境的常见种、广布种，植物种类以常见种和广布种为主，主要可见山斑鸠 *Streptopelia orientalis*、树鹨 *Anthus hodgsoni*、小云雀 *Alauda gulgula*、黄臀鹌鹑 *Pycnonotus xanthorrhous*、红嘴蓝鹊 *Urocissa erythrorhyncha*、黄腹柳莺 *Phylloscopus affinis*、喜鹊 *Pica pica*、大嘴乌鸦 *Corvus macrorhynchos*、山麻雀 *Passer rutilans*、赤腹松鼠 *Callosciurus erythaeu* 等，这些物种对人类活动的干扰均有一定的耐受力，项目施工不会造成区域内物种和种群数量显著下降，更不会造成任何物种的濒危或灭绝，影响较小。

施工期施工人员可能进入生态保护红线区范围内活动，破坏野生动物的生境，对野生动物进行惊吓或捕杀，因此，施工单位须对施工人员加强管理，严禁施工人员惊吓、捕杀野生动物，严禁破坏周边生态环境。

综上所述，项目施工期只要对施工人员加强管理，尽量减少进入生态保护红线区内活动，则项目施工期对生态保护红线区野生动物的影响很小。

（3）其他影响分析

工程施工期施工人员的进入，将增加区域发生森林火灾的概率。因此本次评价要求施工期严格控制施工人员野外用火，防止森林火灾的发生。

工程施工期间，由于人员的进入及廊道效应可能会引起沿线现有外来物种的分布范围扩大，工程建设形成裸地，若不及时进行采用本地物种绿化，可能会造成局部区域外来物种侵入并逐步形成单一优势植物群落，进而对本地物种造成不

利影响。外来物种入侵会降低群落物种多样性，减缓群落正常演替的速度，对群落生态功能的持续增强和发挥产生一定不利影响。因此本次评价要求施工迹地恢复禁止使用列入外来入侵物种名单的植物，本次评价建议采用旱茅、扭黄、茶树和清香木等乡土物种进行绿化恢复，不得引进外来物种。

由于项目 25#、9#光伏阵列区等区域距离生态保护红线较近，工程运行期间，光伏电站工作人员在日常的管理活动中误入生态保护红线区的情况时有发生，由于人员的进入及廊道效应可能会引起沿线现有外来物种的分布范围扩大，外来物种入侵会降低群落物种多样性，减缓群落正常演替的速度，对群落生态功能的持续增强和发挥产生一定不利影响。此外，项目运营期产生的逆变器噪声会对附近的野生动物造成一定的干扰影响，使受影响区域的野生动物向不受干扰区域迁移，根据现场调查和访问，项目区域内的野生动物均是受干扰严重生境的常见种、广布种，这些物种对人类活动的干扰均有一定的耐受力，根据噪声预测，项目光伏场区逆变器噪声贡献值在 4m 处可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 1 类昼夜间声环境功能区的要求；因此，项目运营期产生的逆变器噪声不会造成区域内物种和种群数量显著下降，更不会造成任何物种的濒危或灭绝，影响较小。

此外，根据云南今禹生态工程咨询有限公司编制的项目水土保持设计方案，项目建设可能产生的水土流失在对其采取了相应的工程、临时措施及植物措施后，可有效控制项目建设引起的水土流失。光伏板部分区域采取种植经济作物，有保持水土的功效，但是项目部分区域采用植物措施，临时占地范围内的植被恢复一般在 3 年内才能逐步稳定，达到较好的水土保持效果。在水土保持工程和植物措施有效发挥作用后，项目区内的水土流失可得到完全控制，项目建设区的水土流失可达到轻度以下水平，工程建设造成的水土流失可得到基本治理，并使工程占地区域内水土流失状况得到明显改善。因此，项目建设对该区域生态保护红线的主要功能（水土保持）影响不大。

（4）对生态保护红线影响小结

综上所述，拟建项目占地不涉及占用生态保护红线，项目生态环境影响范围内的生态保护红线区受人类生产活动干扰影响严重，本项目建设不会造成生态保护红线区内植被面积的下降，不会导致植物种群数量减少。项目施工期将造成受

影响区域内陆栖脊椎动物数量少量减少，施工结束后又会逐渐恢复。本项目建设不会造成区域内物种的显著减少，更不会造成任何物种的濒危或灭绝。总之，本项目建设对项目评价范围生态保护红线内的植被多样性和分布格局、功能、生物多样性及景观影响较小，对生态保护红线区的总体影响较小。

3.8.2 运营期影响分析

本项目占地不涉及占用生态保护红线，工程建设对其无直接影响，本工程运营期对该部分生态保护红线的间接影响主要来源于光伏电站工作人员在日常的管理活动中可能进入生态保护红线区活动的影响。运行期巡护人员的进入，可能引入外来入侵物种，同时增加森林火灾发生概率。

由于项目光伏阵列区距离生态保护红线较近，工程运行期间，光伏电站工作人员在日常的管理活动中误入生态保护红线区的情况时有发生，由于人员的进入及廊道效应可能会引起沿线现有外来物种的分布范围扩大，外来物种入侵会降低群落物种多样性，减缓群落正常演替的速度，对群落生态功能的持续增强和发挥产生一定不利影响。此外，项目距离生态保护红线较近区域为光伏阵列区及集电线路区，项目运营期产生的逆变器噪声会对附近的野生动物造成一定的干扰影响，使受影响区域的野生动物向不受干扰区域迁移，根据现场调查和访问，项目区域内的野生动物均是受干扰严重生境的常见种、广布种，这些物种对人类活动的干扰均有一定的耐受力，根据噪声预测，项目光伏场区逆变器噪声贡献值在 4m 处可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 1 类昼夜间声环境功能区的要求；因此，项目运营期产生的逆变器噪声不会造成区域内物种和种群数量显著下降，更不会造成任何物种的濒危或灭绝，影响较小。

3.9 对天然林、公益林的影响分析

一、天然林

评价区内分布有天然林 689.761hm²，天然林主要包括乔木林地、灌木林地。工程现阶段不涉及占用天然林。

二、公益林

评价区内分布有公益林 293.252hm²，其中省级公益林 146.993hm²，国家二级公益林 146.259hm²；公益林主要植被类型为季风林、暖温性针叶林、人工林和干热河谷灌丛。项目占地均不涉及省级公益林和国家级公益林。工程跨越的公益

林群落具有较强的次生性，群落内主要可见小果栲 *Castanopsis fleuryi*、截果石栎 *Lithocarpus truncatus*、西南桦 *Betula alnoides*、红木荷 *Schima wallichii*、元江栲 *Castanopsis orthacantha*、尼泊尔水东哥 *Saurauia tristyla*、水东哥 *Saurauia tristyla*、黄毛青冈 *Quercus delavayi*、滇润楠 *Machilus yunnanensis*、麻栎 *Quercus acutissima*、刺栲 *Castanopsis hystrix*、岗桉 *Eurya groffii*、槲栎 *Quercus aliena*、云南松 *Pinus yunnanensis* 等。针叶成分的出现充分说明了其次生性，为原生季风林被破坏后天然更新形成的次生植被，群落内多样性较为一般，工程穿越对季风林的面积和群落结构影响较小。

所穿越的公益林中，主要可见的陆生脊椎动物为大嘴乌鸦、赤腹松鼠、黄臀鹌鹑、白鹡鸰、金头拟缝叶莺、红尾水鸲、黑头石鵖、小家鼠、褐家鼠、西南兔、滇西蛇、红嘴蓝鹊、山斑鸠、灰背伯劳等常见小型动物，这些动物活动能力较强基本不会受到工程建设大的影响，在评价范围之外评价区还有大量适宜其生存的生境，因此工程建设对公益林内陆生脊椎动物栖息地影响较小。工程线路跨越公益林，根据现场踏勘，跨越公益林区域乔木层高度为 12m，本项目基塔采用高塔跨越，建设阶段不砍伐通道也不需要切削林冠，仅在未来乔木层长至 19m 以上高度时进行局部林冠修剪，影响较小。同时工程为 35kV 线路，电压等级较低，运行期对公益林造成火灾的风险较低，根据电磁辐射预测结果，工程对电磁环境影响较小，因此对公益林内脊椎动物的生境分割也十分有限。

工程应严格按照《国家级公益林管理办法》《云南省公益林管理办法》及《建设项目使用林地审核审批管理规范》的具体规定，主动向相关主管部门履行报批手续，编制林勘报告，并根据林勘报告及主管部门使用林地审核同意书的要求，缴纳森林植被恢复费，切实落实公益林生态补偿和长效保护工作。在正式取得主管部门的审批意见之前，任何建设活动均不得擅自启动。

3.10 对永久基本农田的影响分析

本工程前期选址过程中升压站、光伏阵列、箱变、集电线路、施工道路等永久和临时工程设施均避让了永久基本农田，项目和基本农田位置关系图见附图 10，本项目不涉及占用永久基本农田。项目施工过程中严格按征占地范围进行施工，项目设计光伏板区与围栏间隔一定距离，主要工程施工均在围栏内进行，项目建设光伏板区之前将围栏范围划定，可有效避免越线施工及对围栏外永久基本

农田的影响及扰动，工程施工期严格控制施工期临时占地面积，减少土石方量、减少水土流失、减轻对地表植被的破坏，禁止临时施工场地等临时设施选址占用基本农田，项目施工期对永久基本农田影响很小。

3.11 对清水河饮用水源保护区的影响

根据叠图分析，项目光伏阵列区均位于清水河县级饮用水源保护区西侧，项目场址与清水河饮用水源保护区被 G213 国道相隔，项目距离饮用水源保护区最近处为 10#光伏阵列区，最近直线距离约 168m（该处为一级保护区距离，该段饮用水源保护区未设置二级保护区）。根据总图布置及现场踏勘，项目布置的光伏阵列区及箱变均不在清水河县级饮用水源保护区汇水范围内，项目拟建 220kV 升压站位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内，但距离较远（距离二级保护区直线距离为 2018m，距离一级保护区直线距离为 2392m，水流流经距离为 7.43km）。此外，项目 35kV 架空集电线路 A-24/B-22、A-23/B-21、A-22/B-20、A-21/B-19、A-20/B-18、C-44、C-45、C-46、C-47、C-48 及 C-49 共 11 座塔基也位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内，该 11 座塔基中距离饮用水源保护区最近的为 A-20/B-18，距离二级保护区直线距离为 1580m，距离一级保护区直线距离为 1688m。共有 1824m 35kV 架空集电线路位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内。项目不涉及占用清水河饮用水源保护区，且项目场址位于滑石板电站大沟取水口拦河坝（三板桥电站）下游 1.77km 处至 4.16km 处之间，该段清水河主河道（河面及河床）均未划入清水河饮用水源保护区范围内，项目场址附近的清水河饮用水源保护区范围属于滑石板电站引水渠段：“从滑石板电站压力前池沿电站引水沟渠至滑石板电站引水渠拦河坝（三板桥电站），涉及长 11.22km 沟渠水域，沟渠上游 100m 陆域，下游 10m 陆域范围”。该引水渠位于清水河主河道东侧 15m~216m 之间，在项目场址附近与清水河主河道高差约在 19m~107m 之间，项目区域地表水及项目场址附近清水河河水无法汇入该引水渠，故该段清水河主河道与清水河饮用水源保护区已无水力联系。

各光伏阵列区及箱变距饮用水源保护区的位置关系详见下表。

表 3-14 项目各光伏阵列区及箱变距清水河饮用水源保护区的位置关系汇总表

项目工程内容	与保护区方位	与一级保护区距离	与二级保护区距离	是否位于保护区汇水范围内	备注
1#光伏阵列区	西北侧	1358m	该段最近	否	项目 1#~8#、13#光伏阵列区雨水

1#箱变	西北侧	1645m	的清水河 饮用水源 保护区为 滑石板电 站引水沟 渠段，沟 渠上游 100m 陆 域、下游 10m 陆域 范围均已 全部划为 一级保护 区，外围 未区划二 级保护 区。	否	均顺着山坡流入项目附近沟箐，并 经该沟箐由北向南在昆胡线与 G213 国道交叉口处流入清水河（流 经距离 1.88km，该处位于三板桥电 站下游 4.17km 处，河面及河床均 已不属于饮用水源保护区范围， 该 处最近的清水河饮用水源保护区 为滑石板电站引水沟渠段 ）
2#光伏阵列区	西北侧	1237m		否	
2#箱变	西北侧	1401m		否	
3#光伏阵列区	西北侧	1080m		否	
3#箱变	西北侧	1209m		否	
4#光伏阵列区	西北侧	1071m		否	
4#箱变	西北侧	1257m		否	
5#光伏阵列区	西北侧	787m		否	
5#箱变	西北侧	1040m		否	
6#光伏阵列区	西北侧	747m		否	
6#箱变	西北侧	789m		否	
7#光伏阵列区	西北侧	443m		否	
7#箱变	西北侧	526m		否	
8#光伏阵列区	西北侧	264m	该段最近 的清水河 饮用水源 保护区为 滑石板电 站引水沟 渠段，沟 渠上游 100m 陆 域、下游 10m 陆域 范围均已 全部划为 一级保护 区，外围 未区划二 级保护 区。	否	项目 9#~10#光伏阵列区雨水均顺 着山坡流入 G213 国道内侧排水渠， 经排水渠向东北或西南流，在地势 较低处流入清水河（该处位于三板 桥电站下游 4.44km 处至 5.09km 处，河面及河床均已不属于饮用水 源保护区范围， 该处最近的清水河 饮用水源保护区为滑石板电站引 水沟渠段 ）
8#箱变	西北侧	353m		否	
13#光伏阵列区	西北侧	1197m		否	
13#箱变	西北侧	1382m		否	
9#光伏阵列区	北侧	197m		否	
9#箱变	北侧	372m		否	
10#光伏阵列区	北侧	168m		否	
10#箱变	北侧	427m		否	
11#光伏阵列区	西侧	384m		否	
11#箱变	西侧	487m		否	
12#光伏阵列区	西侧	386m	该段最近 的清水河 饮用水源 保护区为 滑石板电 站引水沟 渠段，沟 渠上游 100m 陆 域、下游 10m 陆域 范围均已 全部划为 一级保护 区，外围 未区划二 级保护 区。	否	项目 11#~12#光伏阵列区雨水均 顺着山坡流入项目附近 2 条沟箐， 并经该 2 条沟箐由西向东在瓦纳热 水塘附近或昆胡线与 G213 国道交 叉口处流入清水河（流经距离均约 1.14km，该处位于三板桥电站下游 3.31km 处至 4.17km 处，河面及河 床均已不属于饮用水源保护区范 围， 该处最近的清水河饮用水源保 护区为滑石板电站引水沟渠段 ）
12#箱变	西侧	623m		否	
14#光伏阵列区	西侧	2640m		否	
14#箱变	西侧	3062m		否	
15#光伏阵列区	西侧	2345m		否	
15#箱变	西侧	2730m		否	
16#光伏阵列区	西侧	2136m		否	
				否	

16#箱变	西侧	2294m	未区划二级保护区。	否	河面及河床均已不属于饮用水源保护区范围，该处最近的清水河饮用水源保护区为滑石板电站引水沟渠段）
17#光伏阵列区	西侧	1768m		否	
17#箱变	西侧	2042m		否	
18#光伏阵列区	西侧	1564m		否	
18#箱变	西侧	2022m		否	
19#光伏阵列区	西侧	931m		否	
19#箱变	西侧	1069m		否	
20#光伏阵列区	西侧	3029m		否	
20#箱变	西侧	3374m		否	
21#光伏阵列区	西侧	3198m		否	
21#箱变	西侧	3308m		否	
22#光伏阵列区	西侧	2467m		否	
22#箱变	西侧	2635m		否	
23#光伏阵列区	西侧	2106m		否	
23#箱变	西侧	2416m		否	
24#光伏阵列区	西北侧	9859m		否	
24#箱变	西北侧	10294m		否	
25#光伏阵列区	西北侧	9927m		否	
25#箱变	西北侧	10167m		否	
升压站	西侧	2354m	2018m	是（项目拟建升压站位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内）	项目升压站区（含位于汇水区的 11 座架空集电线路塔基）雨水流入附近箐沟，经箐沟由北向南流入杵咪河，最终在 G213 与紫哈线交叉口处流入磨刀河（流经距离 4.71km，该处位于饮用水源保护区范围外，但下游 2.72km 处即为保护区范围，该处最近的清水河饮用水源保护区为磨刀河主河道段（下游）
35kV 架空集电线路塔基（最近塔基为 A-20/B-18）	西侧	1688m	1580m	共有 11 座塔基及 1824m 架空集电线路位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内	

项目对清水河饮用水源保护区可能会产生的影响为污（废）水污染影响、箱变及主变压器油事故泄漏情况下的影响及施工扬尘影响，此外，项目施工过程中由于地表扰动和植被破坏，以及对临时堆土或开挖面如未及时采取防护措施，雨水冲刷后造成水土流失，另外，如未及时清理建筑垃圾或生活垃圾，也可能对水源保护区造成水体污染。

项目升压站及升压站进站道路建设过程将会产生一定量的面源扬尘，但类比

云南省环境监测中心站对省内其它建筑施工场地扬尘污染的监测结果，扬尘污染范围主要在 200m 以内，项目升压站距离清水河饮用水源保护区最近距离为 2018m，进站道路距离清水河饮用水源保护区最近距离为 1972m，距离均较远，项目在采用升压站设不低于 2.5m 的施工围挡及洒水降尘后其施工扬尘对清水河饮用水源保护区影响较小；此外，由于项目光伏阵列区施工仅进行钻孔及电缆开挖，集电线路区施工仅进行电缆开挖及塔基基础开挖，箱变虽涉及基础开挖，但其基础也仅为 4 根 $\phi 400\text{mm}$ 的基础桩开挖，上述工程内容施工工程量均较小；光伏阵列区及箱变施工方案均为先进行桩基基础的打桩工作，然后再在桩基基础上安装光伏组件或箱变；因此产生的扬尘是零星的，极小的，基本不存在作业面扬尘，集电线路区施工时仅为电缆沟开挖及塔基基础开挖，工程量小，不涉及大量开挖，且集电线路呈长线形，为非定点施工，施工周期短，因此，在做好相应环保措施的前提下，项目施工扬尘对水源保护区的影响较小。

根据项目光伏阵列区及箱变距饮用水源保护区的位置关系，项目 1#~8#、13#光伏阵列区雨水均顺着山坡流入项目附近沟箐，并经该沟箐由北向南在昆胡线与 G213 国道交叉口处流入清水河（流经距离 1.88km，该处位于三板桥电站下游 4.17km 处，河面及河床均已不属于饮用水源保护区范围）；项目 9#~10#光伏阵列区雨水均顺着山坡流入 G213 国道内侧排水渠，经排水渠向东北或西南流，在地势较低处流入清水河（该处位于三板桥电站下游 4.44km 处至 5.09km 处，河面及河床均已不属于饮用水源保护区范围）；项目 11#~12#光伏阵列区雨水均顺着山坡流入项目附近 2 条沟箐，并经该 2 条沟箐由西向东在瓦纳热水塘附近或昆胡线与 G213 国道交叉口处流入清水河（流经距离均约 1.14km，该处位于三板桥电站下游 3.31km 处至 4.17km 处，河面及河床均已不属于饮用水源保护区范围）；项目 14#~25#光伏阵列区雨水均顺着山坡流入项目附近沟箐，并经该沟箐由西向东在飞云桥附近流入清水河（流经距离均约 4.10km，该处位于三板桥电站下游 1.49km 处，河面及河床均已不属于饮用水源保护区范围）；项目 1#~25#光伏阵列区均不在清水河饮用水源保护区的汇水范围内。

此外，拟建 220kV 升压站位于清水河饮用水源保护区汇水范围内，但距离较远，直线距离为 2018m，水流流经距离为 7.43km，且项目施工场地中的临时办公生活区设置在拟建升压站用地红线内，施工场地内食堂废水经隔油池预处理后与其他生活污水一起进入卫生厕所化粪池，施工人员粪尿污物经卫生厕所化粪

池处理后，委托当地环卫部门定期清掏外运处理，不外排；项目升压站区施工废水采用沉淀池收集、澄清，全部回用于场地洒水降尘、建筑材料冲洗等施工环节，不外排；本报告已提出施工前，应先按主体设计及水土保持方案完成升压站区截排水沟及临时沉淀池的挖设，施工过程中产生的初期雨水经临时排水沟引入沉淀池沉淀处理后，可回用于施工过程及场地洒水降尘，不外排；施工前对升压站、进站道路、光伏阵列区、桩基周边及临时施工占地范围内表层土壤进行剥离，集中堆存、单独防护；临时堆土区采用编织袋装土拦挡+防尘网全覆盖，防止雨水冲刷造成水土流失，剥离表土全部留存用于后期植被恢复；本项目施工期废水能做到零排放。因此，在做好相应环保措施的前提下，项目施工废水及水土流失对水源保护区的影响较小。

综上所述，本项目不在水源保护区设置弃渣场、堆料场、表土临时堆场和施工临时场地等，不在保护区内进行挖沙、取土、砍伐等活动，在落实饮用水水源保护区的污染防治措施后，本工程施工将不会影响水源保护区水质。环评建议施工避开雨天，土方回填后，应及时进行平整处理，并进行植被恢复，做好水环境保护工作。由于项目临近水源保护区的光伏阵列开挖工程量小，工程施工时间短、水土流失影响区域小，且项目光伏阵列区均不在清水河饮用水源保护区汇水范围内。因此，在采取上述适当的生态保护措施后对周围水环境影响的间接影响也很小，并且能够很快恢复，故项目工程施工对水源保护区水体的影响能够控制在可接受的范围。

项目运行期间除产生部分油烟废气、道路扬尘、汽车尾气及异味外，无其他大气污染物产生；项目光伏组件清洗废水直接顺着流在太阳能电池组件下面的林草植物上，作为林草植物灌溉补充水，不外排；升压站生活污水经隔油池、化粪池和地埋式一体化生活污水处理站处理达标后全部回用于站内绿化、洒水降尘，不外排；项目运营期无废水外排。由于项目光伏组件清洗废水是分散产生的，每平方米组件清洗用水量仅 0.5L/次，废水产生量为 90%，即 0.45L/m²·每次，而参照《云南省地方标准 用水定额》（DB53/T168-2026），绿化灌溉用水量定额为 3L/（m²·次），太阳能电池组件下面的林草植物（茶树）灌溉需水量大于项目光伏组件清洗废水产生量，另光伏组件清洗仅在非雨天进行，且清洗时使用无人机气吹+雾化喷淋，用水量较少，清洗废水淋于下方林草植被上，被植物吸收，不会形成径流流入地表水体中。从水质情况看，由于组件清洗过程中不添加清洗剂，

产生的废水无特殊污染物，水质简单，主要污染物为 SS，分散于各个片区，不含有毒物质，故本项目运营期对清水河饮用水源地的水质影响较小。

箱变在正常运行状态下，变压器油定期补充，不会产生废变压器油。在事故状态下会有部分变压器油外漏，进入事故油池内。若因管理不当或设备损坏导致变压器油（废变压器油）发生泄漏，在雨天时可能随地表径流一起进入地表水，对地表水造成污染。由于项目箱变配套设有事故油池，若变压器发生泄漏后，事故变压油将全部进入事故油池，事故油池设计阶段按要求采取重点防渗措施，经事故油池收集的变压油最终交有资质的单位处理。通过及时采取应急措施处理后，变压器油（废变压器油）不会随地表径流一起进入地表水，且由于项目所布置的箱变均位于清水河饮用水源保护区汇水范围外，故项目箱变产生的废变压器油对清水河饮用水源保护区影响较小。

此外，项目升压站处于清水河饮用水源保护区汇水范围内，主变在事故状态下会有部分变压器油外漏，进入事故油池内。若因管理不当或设备损坏导致变压器油（废变压器油）发生泄漏，在雨天时可能随地表径流一起进入地表水，对地表水造成污染。但由于项目升压站距离清水河饮用水源保护区较远，直线距离为 2018m，水流流经距离为 7.43km，由于项目升压站配套设有事故油池，若变压器发生泄漏后，事故变压油将全部进入事故油池，事故油池设计阶段按要求采取重点防渗措施，经事故油池收集的变压油最终交有资质的单位处理。通过及时采取应急措施处理后，主变变压器油（废变压器油）不会随地表径流一起进入地表水，对清水河饮用水源保护区影响较小。

项目产生的太阳能电池组件、废逆变器、废电气元件、废旧磷酸铁锂电池由建设单位集中收集，全部回收处理；变压器事故废油、废铅蓄电池、检修废油、含油抹布、手套暂存危废暂存间后委托有资质的单位清运处置；生活垃圾经收集后运至咪哩乡垃圾收集点处置；升压站内化粪池污泥定期委托当地环卫部门清掏后清运及处置；隔油池废油委托有资质的单位统一清运处置；餐厨垃圾收集后委托有资质的单位进行清运、处置；一体化生活污水处理站污泥定期委托当地环卫部门清掏后清运及处置。项目运营期固体废物处置率为 100%，无固体废物外排。

此外，工作人员在日常的管理活动中可能进入水源保护区范围内活动，对水源保护区内地表扰动和植被破坏造成水土流失，对水源保护区水质可能产生影响。因此，本次环评要求建设单位运营期对工作人员加强管理，在项目区周边设置水

源保护警示牌，告知工作人员水源保护区的位置及范围，尽量减少工作人员进入水源保护区内活动，采取措施后，项目运营期对清水河饮用水源保护区影响较小。

3.12 水土流失影响

拟建项目环评期间建设单位已委托云南今禹生态工程咨询有限公司编制了项目水土保持设计方案。因此，本次环评仅对项目建设可能产生的水土流失从环保角度进行补充说明。

本项目扰动地表区域主要为光伏方阵支架基础、箱变区域、集电线路、升压站区，布板区下方及光伏方阵空地实际无扰动。根据工程平面布置结合地形图以及预测时段确定预测单元的面积，工程在预测期内，本项目背景水土流失量为46.98t，施工期水土流失预测总量为156.76t，新增水土流失量109.77t。新增水土流失中，水土流失主要集中在升压站及集电线路区。

表 3-15 项目建设新增水土流失量情况表

预测单元		预测时段	土壤侵蚀背景值 t/km ² ·a	扰动后侵蚀模数 t/km ² ·a	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	背景流失量 (t)	总流失量 (t)	新增流失量 (t)
光伏发电方阵区	临时施工场地	施工期	352.00	1500.00	0.60	0.67	1.42	6.03	4.61
		自然恢复期 1	352.00	800.00	0.60	1.00	2.11	4.80	2.69
		自然恢复期 2	352.00	550.00	0.60	1.00	2.11	3.30	1.19
		自然恢复期 3	352.00	350.00	0.60	1.00	2.11	2.10	0.00
	临时表土堆场	施工期	352.00	3000.00	0.70	0.67	1.65	14.07	12.42
		自然恢复期 1	352.00	800.00	0.70	1.00	2.46	5.60	3.14
		自然恢复期 2	352.00	550.00	0.70	1.00	2.46	3.85	1.39
		自然恢复期 3	352.00	350.00	0.70	1.00	2.46	2.45	0.00
	箱变及 周边硬化 支架基础 围栏基础	施工期	352.00	1500.00	0.06	0.67	0.14	0.59	0.45
		施工期	352.00	1500.00	0.32	0.67	0.76	3.26	2.49
		施工期	352.00	1500.00	0.11	0.67	0.27	1.13	0.87
集电线路区	地埋线路	施工期	350.87	2000.00	1.68	0.67	3.95	22.50	18.55
		自然恢复期 1	350.87	800.00	1.68	1.00	5.89	13.43	7.54
		自然恢复期 2	350.87	550.00	1.68	1.00	5.89	9.24	3.34
		自然恢复期 3	350.87	450.00	1.68	1.00	5.89	7.56	1.66
	架空	施工期	350.87	1500.00	0.35	0.67	0.82	3.51	2.69

	线路	自然恢复期 1	350.87	800.00	0.13	1.00	0.47	1.08	0.61
		自然恢复期 2	350.87	550.00	0.13	1.00	0.47	0.74	0.27
		自然恢复期 3	350.87	450.00	0.13	1.00	0.47	0.61	0.13
升压站	施工期	350.00	4000.00	1.85	0.67	4.34	49.55	45.21	
	自然恢复期 1	350.00	800.00	0.08	1.00	0.28	0.64	0.36	
	自然恢复期 2	350.00	550.00	0.08	1.00	0.28	0.44	0.16	
	自然恢复期 3	350.00	350.00	0.08	1.00	0.28	0.28	0.00	
合计							46.98	156.76	109.77

针对光伏方阵区水土流失防治措施布设,主体未考虑施工期间的临时防护措施,通过现场调查,为了减轻光伏方阵区施工期间土壤流失,方案补充施工前期箱变施工区域的表土剥离措施、表土袋装保存措施及临时覆盖措施;针对光伏方阵内排水采用场内道路边布置的排水设施一并排导,针对布板下方的占压踩踏区域方案新增后期土地整治措施及撒草绿化措施并提出光伏方阵区水土保持管理要求。针对集电线路区:地埋线路采取电缆沟明挖,方案补充施工前的表土剥离措施,施工结束后的撒草绿化措施,地埋线路作业带方案补充施工前的表土剥离措施,地埋线路施工作业带临时铺垫措施,施工期间表土袋装保存及临时覆盖措施,施工结束后的整地撒草绿化措施并提出水土保持管护要求。对架空线路塔基区域占用林地、草地的区域先行实施表土剥离;对陡坡塔基基础下游采用编织土袋挡护,防止溜渣,堆土及裸露面实施临时苫盖,施工结束后整地复绿,对临时用地(塔基施工场地及牵张场)采取临时铺垫保护施工措施,塔基区域表土考虑直接袋装码砌保存在施工场地一角并在表面实施临时覆盖,防止表土堆存过程中产生水土流失。施工结束后,对临时用地按原占地类实施整地复绿措施并提出水土保持管护要求。针对升压站区水土流失防治措施布设,主体设计了升压站周边的排水沟措施,方案补充施工前的表土剥离措施,施工期间表土的袋装保存措施及临时苫盖,排水沟出水口沉沙措施,施工期临时覆盖措施及升压站撒草绿化措施,并提出水土保持管护要求。针对临建设施区:施工场地方案补充施工前期扰动区的表土剥离措施、表土袋装保存措施、施工临时场地周边排水沟及沉沙池措施,施工场地临时堆料的临时覆盖措施,施工结束后施工临时场地整地覆土复绿措施。

根据云南今禹生态工程咨询有限公司编制的项目水土保持设计方案,项目对其采取了相应的工程、临时措施及植物措施,通过各种防治措施的有效实施,可

使本项目的水土流失治理度达到 99%，土壤流失控制比达到 1.11，渣土防护率达到 99%，表土保护率达到 99%，林草植被恢复率达到 99%，林草覆盖率达到 44.09%，均达到方案预定的目标值。在设计水平年，本项目水土流失治理面积为 11.42hm²，林草植被建设面积为 3.68hm²，减少土壤流失量 76.51t。

4 生态环境影响保护措施

4.1 生态环境避让措施

①在现有设计基础上，进一步优化铁塔设计和线路路径，减少对天然植被的占用量，减少永久占地和对林木的砍伐量。

②后期设计时，合理规划牵张场等临时场地，合理划定施工范围和人员、车辆的行走路线，避免对施工范围之外区域的动植物造成碾压和破坏。牵张场尽量布置在永久占地范围内，施工道路充分利用已有的村村通道路、田间小道、防火林带、邻近线路检修道路等，避免新建设施工临时道路。

③根据评价区内动物习性，应避免夜间施工，防止施工噪声、灯光惊扰施工场地周边区域野生动物。

④施工时应划定合理的施工范围，禁止超范围施工，注意避让生态保护红线，在靠近生态保护红线一侧设立围栏，建立严格的奖惩制度，并设立实时监控，禁止任何施工人员及施工机械跨越围栏到生态保护红线区域活动。

⑤施工时应划定合理的施工范围，禁止超范围施工，防止施工区域影响水源保护区。

⑥优化临时施工场地布置，禁止在生态保护红线范围内设置临时设施。

⑦优化光伏阵列的倾角、行间距设计，在保证发电效率的前提下，提高土地利用效率。严格按国土空间规划及相关用地政策办理土地征用、租赁或转让手续，确保用地性质合法合规。

⑧优化临时施工场地布置，涉及一般生态空间优先管控单元的基塔施工场地应布置在永久占地范围内，禁止在一般生态空间优先管控单元范围内设置临时设施。

4.2 集电线路减缓措施

①合理规划，严格控制用地范围，禁止超范围用地严格控制施工占地，合理安排施工工序和施工场地，项目临时占地优先利用荒地、劣地，减少对天然植被破坏。

②线路根据地形条件采用全方位高低腿铁塔，基础开挖时选用掏挖基础影响较小开挖方式，尽量少占土地，减少土石方开挖量及水土流失，保护生态环境；

基础开挖临时堆土应采用临时拦挡措施，用苫布覆盖，回填多余土石方选择合适地点堆放，防止施工废弃物进入地表水体，并采取措施进行防护，塔基周围其他区域采取铺垫措施减少扰动破坏。

③塔基施工占用灌木林地、乔木林地时，施工前应进行表土剥离，将表土单独堆存并做好覆盖、拦挡等防护措施，施工结束后用于项目区植被恢复表层覆土。

④严格控制塔基周围的材料堆场范围，尽量在塔基占地范围内进行施工活动。牵张场选址应尽量避免让植被密集区，尽量设置在永久占地范围内，需要另行占地的，选择线路沿线荒地或植被条件不好的区域布置，减少植被破坏，并可采用钢板铺垫，减少对土壤的倾轧。

⑤利用已建硬化道路、机耕路、林区小路等现有道路、无人机运输和人抬马驮相结合方式进行材料运输。施工中尽量控制声源，选取低噪声设备，并合理安排强噪声施工行为的时间，尽量减少施工噪声对野生动物的干扰，合理制定施工计划，避免在夜间以及鸟类繁殖季节进行施工。

⑥科学规划、精心组织、强化教育、缩短工期，减少工程施工期对鸟类栖息地的扰动和破坏，降低施工噪声对鸟类的惊扰和驱赶，避免捕鸟、掏蛋等对鸟类直接伤害的行为。

⑦经过植被较好的区域时应采用高塔架设和无人机放线等施工架线工艺；穿越天然植被基塔施工尽量减少开挖，尽量使用飞艇布线。施工现场使用带油料的机械器具，应铺设彩条布防止油料跑、冒、滴、漏，防止对土壤和水体造成污染。除施工必要的砍伐外，禁止滥砍滥伐，禁止砍伐非施工用地范围内的植物。

⑧施工人员要注意施工用火，以免引发森林火灾。尽量避免夜间施工，尽量控制光源使用量，对光源进行遮蔽，减少对外界的漏光量。加强对施工人员的教育，禁止捕猎野生动物。

⑨对保护物种的影响减缓措施：禁止超范围占地，选用低噪声机械设备进行施工，控制施工噪声、施工扬尘、和固体废弃物等，保护重点保护动物的栖息环境，禁止滥砍滥伐和捕捉野生保护动物；另外，施工噪声较大的环节建议避让评价区内保护动物的产卵高峰季节（3-4月）。

4.3 植被植物影响减缓措施

（1）植物保护措施

①植物保护的一般原则为：首先应尽量保存当地的熟化土，对于建设中永久占地、临时占地中占用耕地部分的表层土予以收集保存，施工结束后及时清理、松土、覆盖耕作土，复耕或选择当地适宜植物及时恢复绿化。

②在植被恢复及绿化过程中，应选择乡土树种及适合当地环境的植物，并注意乔、灌、草搭配的原则，同时要与周围的自然景观相协调统一。根据评价区土壤、水热等立地条件，本评价建议绿化树种选用旱茅、扭黄、茶树和清香木等适应区域生境的乡土种类。

③结合水土保持措施对道路等区域内破坏的植被进行植被恢复，加强管理保护好项目区内现有植被，严禁员工破坏周边植被及农作物等。

④对太阳能电池板、升压站、逆变器等场所周围空地进行人工绿化。绿化可考虑选取乡土树种为主，易于存活。

⑤光伏周围建设好截排水沟，空闲地多种植本地树种，减少区域水土流失。

⑥禁止违法开荒耕地种植农作物，只允许在项目征地范围内种植，不破坏项目范围外的植被。

⑦物料运输在项目区内尽量使用人扛马驮或无人机运输方式，禁用大型施工机械，尽量减少对生态敏感区的扰动。

（2）施工管理措施

对施工人员进行环境教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育。

在施工阶段，应加强施工管理，禁止随意扩大占地范围，禁止任意砍伐施工区周边植被以作施工使用，施工所需的木材尽可能从施工征地范围内取用。加强生产生活用火用电安全的管理，提高消防意识，防止森林火灾的发生。

（3）施工迹地的生态恢复

施工过程中注意保护好表层土壤，用于施工结束后施工迹地的绿化恢复。应督促施工单位及时拆除临时建筑，清理和平整场地，恢复土层，采用当地植物进行“恢复性”种植，然后采取“封育”手段，促进自然恢复。

（4）工程施工过程中强化管理，提高管理者的消防意识，注意管理巡查，避免山林火灾的发生。

（5）评价区范围内现有植被多为喜阳耐旱的人工林和草地，项目实施后，

由于电池板的遮挡，必然导致减少其种类和数量，因此要求入驻项目须根据其特点种植喜阴植物。绿化可考虑选取乡土树种为主，易于存活，并注意乔、灌、花、草结合。太阳能电池组件区域及电池板正下方部分宜布置喜阴的低小植物或草坪，且尽量保留原有的低矮植被，太阳能电池方阵附近的绿化以低矮灌木为主，以阴影不遮挡光伏板为前提。

(6) 服务期满后生态恢复

光伏项目服务期满后，须拆除光伏组件及区域内的建筑，恢复区域生态环境。服务期满后，通过采取积极的对策，即可避免一系列的社会与环境负面影响，使区域发展趋于正常化。针对本项目对生态环境的影响，对于服务期满后的生态恢复情况，现拟定以下几点措施：

1) 项目区场地内所有建筑物全部拆除，并对场地进行平整，然后覆土进行植被恢复。

2) 采用本地种、按照乔灌草结合的方式对拆除光伏组件及区内建筑物后的场地进行生态恢复，具体恢复措施严格按照《水土保持方案》进行；生态恢复须因地制宜，旱地进行土地复垦，荒草地进行植被恢复。植被恢复宜就地采集当地植物的种子、幼苗进行种植，不能采用外来入侵物种。植被恢复力求创造多样性的生态环境条件，尽可能利用自然条件，包括土壤、种子，避免过于单一化和人工化，须注意乔、灌、草的结合，避免“园林化”恢复倾向。进行植被恢复时可采用旱茅、扭黄、茶树和清香木等，须同时采用多种植物进行植被恢复，避免恢复区植物单一化。

3) 植被恢复区须采取封育措施进行恢复，对较难恢复区域应采取相应的工程治理措施进行重点恢复治理。植被恢复期须加强监督管理，在周边设立警示牌，严禁无关人员进入该区域活动。

4.4 野生动物影响减缓措施

4.4.1 陆栖脊椎动物影响减缓措施

(1) 工程施工期间尤其要加强对施工人员的管理和教育，禁止非法狩猎和捕杀陆生脊椎动物，减少工程建设对动物的影响。

(2) 保护栖息地。在保护野生动物的措施中，最有力的一条就是保护野生动物的栖息地，从某种意义上来说，保护好了栖息地，就等于保护好了野生动物，

就要求认真保护好森林和环境，合理安排施工规划，减少对动物生境的破坏。因此，工程建设中应尽量避让长势较好的森林植被，严禁破坏占地区外的森林植被。

(3) 工程施工过程中，尽量避开动物的繁殖季节。

(4) 项目运行期，禁止光伏电站工作人员捕杀野生动物；应注意观察评价区域内陆栖脊椎动物的活动情况，并注意保护评价区域内陆栖脊椎动物，发现异常应向林业部门报告，遇到受伤或死亡动物应将其交予林业部门，并排查原因。

(5) 保护当地的野生动物，禁止人为捕杀；禁止引入外来有害生物。

4.4.2 预防措施

(1) 项目实施前，必须对当地群众和施工人员进行生态环境保护的宣传教育工作，增强他们的环保意识，有助于野生动植物资源保护工作的开展；禁止超计划占地；优化施工工艺和施工时序安排，尽量减少施工开挖和降低施工噪声，尽可能将工程施工对动植物及其生存环境的影响减小到最低程度。

(2) 项目进场施工前，必须对施工人员进行环境保护相关法律法规的知识培训。

(3) 严禁引入外来物种，降低生态入侵风险。

(4) 植被恢复时，尽量注意乔、灌、草的结合。

4.5 恢复与补偿措施

1) 工程施工过程中应加强管理，对施工人员进行环保教育及有关法律、法规的宣传教育，让施工人员知道生物多样性受国家法律保护，破坏生物多样性时要承担相应的法律责任。

2) 建设单位应成立监督管理机构，制定相应的管理、奖惩制度，配备专职人员对工程施工的全过程进行监督管理。杜绝乱砍滥伐、捕猎行为的发生；加强林业管理，严禁捕猎鸟类、兽类、砍伐非施工区域的植物，违者应依法处理。同时注意森林防火，避免森林火灾的发生。工程建设区应设置警示牌提醒施工人员，保护生态环境。

3) 临时工程占地，待工程完工后，及时恢复植被。种植植物应选择本地树种，避免引入外来物种，造林严格按造林施工作业设计，以达到尽快覆盖的目的，采取植物措施进行恢复时，应选择乡土树草种进行恢复，本次评价推荐采用旱茅、扭黄、茶树和清香木等乡土树种、草种进行植被恢复和后期绿化。根据周边苗圃

情况，这些建议的恢复物种均在当地及周边苗圃内有大量人工栽培苗，采用这些物种进行植被恢复是可行的。

4) 工程施工过程中，选用低噪声设备，以减少对动物惊吓的影响。

5) 水土保持措施中提出的工程措施及生物措施的资金应纳入工程投资计划，以保证工程的实施，“水土保持措施”必须与工程同时施工，同时投入使用，使工程施工造成的水土流失得到有效控制，最大限度地减少因工程施工造成的水土流失对周围环境的危害。

6) 要加强施工人员的环境保护教育，严禁捕杀野生动物，以告示牌提醒施工人员，避免施工人员成为工程施工区野生动物的最大威胁者。

7) 对表土堆场、牵张场地一般选择较为平坦的荒地，注意文明施工对场地的保护，不得大面积砍伐树木、损坏林草。保护生态环境，对占用土地采取复垦、种植等措施恢复或改善原有的植被状况。

8) 对工程临时占地及时进行植被恢复，选择当地的常见生态林种，如旱茅、扭黄、茶树和清香木等进行植被恢复。对光伏场区周边及空隙地带实施补种栽培，促进植被恢复。对塔基占地沿线坡度较缓的地带实施补种栽培，促进植被恢复。对较陡的边坡可考虑采用围栏及其他工程措施进行特殊管护以促进其尽快恢复。同时，按照要求完善林地手续，严格按照签订的补偿协议缴纳补偿费用。工程应按照水土保持方案中的临时占地恢复方案进行植被恢复，所选用的恢复物种应尽量选用乡土物种，禁止引入入侵物种。

4.6 生态保护红线保护措施

4.6.1 施工期生态红线保护措施

(1) 严格控制施工场地范围和施工作业带宽度，明确施工作业范围，禁止占用生态保护红线范围，减少施工活动对生态保护红线的扰动。

(2) 距离生态保护红线较近的区域在靠近生态保护红线一侧设立围栏，建立严格的奖惩制度，并设立实时监控，禁止任何施工人员及施工机械跨越围栏到生态保护红线区域活动。

(3) 采取分层开挖、分层回填的施工方式，做好裸露地表及堆存土方的苫盖、压实等防护措施，减少地表裸露面积，增强表土的抗侵蚀能力，降低水土流失影响。

(4) 施工时要严格按照施工工序进行施工，对临时堆放的砂石材料进行遮盖，防止扬尘，施工期间做好洒水降尘工作，严格控制工程破坏植被的面积，增加对植被的保护措施，严禁超范围开挖，工程完工后应迅速对开挖区、边坡等区域进行水土流失防治和植被绿化。

(5) 为保持生态环境，减少水土流失，对在施工期间遭到破坏的区域在施工结束后及时进行生态恢复：临时工程在施工结束后应及时进行回填、整平，并移植草木等植被；路基边坡及两侧施工结束后应尽快栽植行道树，护坡草。

(6) 施工期，在施工区周边设置生态保护警示牌，严禁随意破坏植被、植物。加强消防安全管理，严禁发生森林火灾。加强宣传教育和管理，认真全面贯彻执行野生动植物保护法律、法规，严禁非法猎捕野生动物。通过发放宣传册、张贴宣传画报等措施，增强人们的生态环境保护意识。

(7) 施工期优化布置，不在生态保护红线范围内设置施工营地、取土场、弃渣场（弃土场）等；

(8) 禁止在生态保护红线范围内存放建筑垃圾和生活垃圾，建筑垃圾、生活垃圾等。

4.6.2 运营期生态红线保护措施

本项目运营期光伏电站工作人员在日常的管理活动中可能进入生态保护红线区范围内活动，对生态保护红线区造成影响。因此，运营期建设单位须对电站工作人员加强管理，在项目区周边设置生态保护警示牌，告知工作人员生态保护红线区的位置及范围，尽量减少工作人员进入生态保护红线区内活动。

4.7 针对水源保护区的保护措施

(1) 施工前应加强对施工人员的管理和培训，由施工监理人员负责对施工人员进行监督，并制定相关管理和考核措施。

(2) 施工建设前应制定施工组织方案，加强施工管理，优化施工时序，尽量避开暴雨期进行挖填施工作业，防止施工产生的土方随地表径流进入水体；根据现场情况进行电缆沟建设，减少土石方开挖，同时开挖的土方应做好防护措施，减少水土流失量。

(3) 燃油设备应使用前认真检查储油装置，发现漏油现象及时维修，避免在临河路段施工发生设备漏油事故。

(4) 施工前在周边设置围栏屏障，防止水土流失和施工扬尘进入水体。

(5) 建设项目的水污染防治设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

(6) 施工前，应先按主体设计及水土保持方案完成截排水沟及临时沉淀池的挖设，施工过程中产生的初期雨水经临时排水沟引入沉淀池沉淀处理后，可回用于施工过程及场地洒水降尘，回用不完的部分再顺流至附近沟渠。

(7) 施工前对升压站区、光伏阵列区、桩基周边及临时施工占地范围内表层土壤进行剥离，集中堆存、单独防护；临时堆土区采用编织袋装土拦挡+防尘网全覆盖，防止雨水冲刷造成水土流失，剥离表土全部留存用于后期植被恢复。

(8) 根据需要对裸露地表临时进行土地硬化，对临时堆放的土方进行遮挡、苫盖，防止水土流失和施工扬尘进入水体。

(9) 施工结束后，恢复临时占地植被，对裸露地表进行绿化。

(10) 禁止向水体排放油类、酸液、碱液，禁止在水体清洗装贮过油类的车辆和容器。

(11) 加强施工管理，严禁排放施工废水和固体废物。少量施工废水采用沉淀池收集、澄清，全部回用于场地洒水降尘、建筑材料冲洗等施工环节，不外排。

(12) 设立警示牌，加强施工管理，规范施工行为，严禁在水源保护区范围内乱扔建筑垃圾、塑料袋等生活垃圾；禁止在饮用水源地内设置堆料场、表土临时堆场、弃渣场及施工临时场地。

(13) 严禁在饮用水水源保护区内清洗施工机械和运输车辆等机械设备，避免油类物质进入水体污染水质。

4.8 对天然林、公益林的保护措施

(1) 临近天然林、公益林等范围的施工区域严格控制施工范围，优先建设围栏，确保主要工程施工在围栏内进行，禁止越线开发；禁止在天然林、公益林范围内存放建筑垃圾和生活垃圾，禁止在天然林、公益林内设堆料场地、堆土场等临时施工设施。

(2) 合理安排高噪声作业时间，避免在晨昏等野生动物活动高峰时段进行；控制夜间施工照明，采用遮光型灯具，避免灯光直射林区。

(3) 施工区域严格实行禁火管理，电气设备与线路规范安装，配备足量消

防器材，并设置防火隔离带。建立与林业防火部门的应急联动机制。

(4) 施工前对作业区进行生态调查，如发现保护物种或其栖息地，立即采取避让或专业迁移措施。

(5) 加强施工人员教育，严禁捕猎、惊扰野生动物，禁止破坏非施工区植被。

4.9 基本农田保护措施

(1) 光伏方阵临近基本农田范围的施工区域严格控制施工范围，优先建设围栏，确保主要工程施工在围栏内进行，禁止越线开发；

(2) 禁止在基本农田范围内存放建筑垃圾和生活垃圾，禁止在基本农田内设弃渣场、堆土场等临时施工设施。

4.10 水土流失减缓措施

1、施工期水土流失减缓措施

1) 表土剥离与专项保护施工前对光伏阵列区、桩基周边及临时施工占地范围内表层土壤进行剥离，集中堆存、单独防护；临时堆土区采用编织袋装土拦挡+防尘网全覆盖，防止雨水冲刷造成水土流失，剥离表土全部留存用于后期植被恢复。

2) 临时排水与沉沙防控沿光伏阵列区施工边界布设临时排水沟，在排水沟末端设置沉沙池，施工期地表径流经沉沙澄清后再排放，减少泥沙随径流流失。

3) 严控施工扰动范围与时间严格限定施工活动范围，仅在光伏阵列布设、桩基施工区域开展作业，禁止超范围碾压、破坏周边荒草地与裸地；桩基开挖采用点状、分段施工，做到“随挖、随浇、随回填”，最大限度缩短地表裸露时间。

4) 裸露地表临时覆盖施工过程中产生的临时裸露面、未及时回填的基坑及临时堆土区，采用土工布/防尘网全覆盖，避免强降雨直接冲刷引发水土流失。

5) 雨季施工管控雨季暂停大规模土方开挖、场地平整作业，雨后及时检查并修复临时防护设施，对冲刷裸露区域立即重新覆盖，严控雨季水土流失。

2、运营期植被恢复与水土保持方案

1) 恢复范围对光伏阵列间隙空地、施工临时占地、施工扰动裸地及荒草地进行全面植被恢复，实现扰动区域无裸露地表。

2) 植被物种选择选用项目区本土适生、耐旱、固土能力强的多年生草本植

物（如旱茅、扭黄、茶树和清香木等），采用乡土物种混播方式，禁止使用外来入侵物种，确保植被恢复的生态安全性与水土保持功能。

3）恢复方式与标准采用撒播草种方式实施植被恢复，恢复后区域植被覆盖度不低于 85%；光伏阵列间保留自然生长空间，不硬化、不碾压，依靠自然演替+人工补播形成稳定草本覆盖层。

4）运营期管护运营期定期开展植被恢复区巡查，对缺苗、枯死、冲刷区域及时补播补种；维护场地排水系统畅通，防止地表积水冲刷，构建长期稳定的水土保持防护体系。

4.11 管理措施

①在施工过程中，如发现受保护的野生动植物，要及时报告当地林业部门。

②施工前，施工单位应做好施工期环境管理与教育培训、印发环境保护手册，组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育，施工期严格施工红线，严格行为规范，进行必要的管理监督。

③在施工设计文件中应说明施工期需注意的环保问题，如对沿线树木砍伐，野生动植物保护、植被恢复等情况均应按设计文件执行；严格要求施工单位按环保设计要求施工。

④在人员活动较多和较集中的区域，如生产区域、项目部附近，粘贴和设置环境保护方面的警示牌，提醒人们依法保护自然环境。

⑤施工过程中注意保护好表层土壤，用于施工结束后施工迹地的绿化恢复。应督促施工单位及时拆除临时建筑，清理和平整场地，恢复土层，采用当地植物进行“恢复性”种植，然后采取“封育”手段，促进自然恢复。

⑥加强生态入侵风险管理，加强项目区危险性林业有害生物的预防和控制，强化森林资源及其附近森林资源的保护，确保区域生态安全。

⑦在施工阶段，应加强施工管理，禁止随意扩大占地范围，禁止任意砍伐施工区周边植被以作施工使用，施工所需的木材尽可能从施工征地范围内取用。加强生产生活用火用电安全的管理，提高消防意识，防止森林火灾的发生。

4.12 生态环境监测计划

4.12.1 施工期监测

（1）监测内容

施工期生态监测内容主要为按照《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ710.4-2014）要求监测施工区域及周边鸟类组成情况、种群结构、多样性、珍稀濒危及特有鸟类情况、居留情况、生境情、迁徙活动规律，候鸟迁飞情况。

（2）监测频次

施工期建议安排专门的工作人员对场区内的鸟类进行跟踪观测，监测时间主要为每年2月底进行一期繁殖前期鸟类监测，3月—4月每月1期迁徙期鸟类监测，4月底开展1期繁殖后期鸟类监测；10-11月（冬迁期）每月1期迁徙期鸟类监测。

监测时间选取在监测期内的晴天或多云天气进行监测，时间为日出后3小时内或日落前3小时内，迁徙期应增加夜间观测。

（3）监测地点

主要为集电线路跨越天然林、公益林密集位置及附近区域、临近生态保护红线植被茂密位置及附近区域。

4.12.2 运行期监测

（1）监测内容

1) 根据评价区内植被现状，以季风常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林、干热河谷灌丛为主要的监测对象，选择监测点设置样带进行植被及其变化调查，同时调查样带内的植物种类和数量；

2) 鸟类组成情况、居留情况、生态特点，候鸟迁飞情况；

3) 其他陆生脊椎动物在评价区的活动情况观测。

（2）监测时期

植被和植物在竣工验收时调查1次；运营期第1年、第2年、第3年和第5年各作为一个监测期。两栖、爬行、兽类在监测年度内选择于春、夏季观测1次。鸟类在监测年度内非鸟类迁徙季节每季度观测1次，鸟类迁徙季节（秋季迁徙季10~11月，春季回迁季3月底~4月中）分别监测1次。

（3）监测区域

涵盖整个工程区及评价区。建议重点观察集电线路跨越天然林、公益林密集位置及附近区域、临近生态保护红线植被茂密位置及附近区域的动植物情况，以国家保护动物为主。

5 生态环境专项评价结论

5.1 生态环境现状评价结论

(1) 植被现状

根据野外实地考察，评价区的植被可以分为自然植被和人工植被两大类。评价区原生地带性植被为以刺栲、小果栲为建群种的季风常绿阔叶林，在本评价区内原生植被集中成片分布在观音山和萨普虽火山区域，其余区域的季风常绿阔叶林多为次生林。自然植被还包括暖温性针叶林、干热河谷灌丛、次生性暖热性稀树灌草丛等；人工植被主要为耕地、园地、人工竹林和人工林，耕地主要种植玉米、蔬菜、土豆等，人工林主要种植直杆蓝桉、云南松、杉木、柏木、西南桦、旱冬瓜等，园地主要为茶园、果园等。

评价区总面积为 1477.545hm²，其中有植被覆盖面积为 1431.781hm²。评价区的自然植被包括 4 个植被型、4 个群系，自然植被总面积 700.294hm²，占评价区面积的 47.396%，自然植被中以季风常绿阔叶林面积最大，面积共 477.663m²，占评价区面积的 32.328%；评价区的人工植被包括人工林、人工竹林、耕地农田植被和园地，总面积 731.487hm²，占评价区面积的 49.507%，反映了评价区农耕历史悠久，人为生产活动广泛。

评价区内的植被类型均属常见植被类型，无稀有或特有植被类型。

(2) 植物资源

根据实地调查和查阅资料，评价区的植物由 112 科 319 属 516 种维管束植物组成。其中，蕨类植物 21 科 38 属 57 种，种子植物 91 科 281 属 459 种；种子植物中裸子植物 3 科 4 属 5 种；被子植物 88 科 277 属 454 种。

评价区无国家级和云南省级保护野生植物分布，无名木古树分布。

(3) 陆栖脊椎动物现状

根据实地调查、访问当地村民及查阅有关资料，调查区内分布有野生动物 111 种，其中两栖类 10 种，爬行动物 15 种，鸟类 66 种，哺乳类 20 种，分布的动物分别隶属于 19 目，45 科，86 属。

评价区内分布有国家级重点保护野生动物 4 种。均为国家二级重点保护野生动物，三种为鸟类，一种哺乳类，分别为普通鵟 *Accipiter nisus*、红隼 *Falco*

tinnunculus、黑鸢 *Milvus migrans*、豹猫 *Prionailurus bengalensis*。评价区内分布有《中国生物多样性红色名录》VU 物种 4 种；分别为黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*、孟加拉眼镜蛇 *Naja kaouthia*、宽齿鼯 *Euroscaptor grandis*、豹猫 *Prionailurus bengalensis*。未发现云南省省级野生保护动物分布。

(4) 土地利用现状

评价区总面积 1477.545hm²，其中分布最大的土地利用类型为乔木林地，面积为 738.431hm²，占评价区总面积的 49.977%；其次为园地，面积为 338.142hm²，占评价区总面积的 22.885%。

(5) 景观及生态系统环境现状

项目评价区总面积为 1477.545hm²，以常绿阔叶林景观所占比重为最大，面积为 477.663hm²，占评价区总面积的 32.328%；其次为园地景观，面积为 338.142hm²，占评价区总面积的 22.885%。

常绿阔叶林景观与园地景观成为景观系统的地域背景，是景观结构单元中的主导类型，在很大程度上决定了评价区景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

(6) 生态系统特征

①生态系统结构

评价区是一个由多种生态系统组成的复合系统，其中包括森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统等。各生态系统类型相互交织，按自有规律组合形成整个评价区的统一生态系统。

②生态系统生产力及生物量

评价区总生产力约为 19304.936t/a，总生物量 198859.823t。年生物生产力最高的前三位依次是森林生态系统、农田生态系统、灌丛生态系统。

(7) 植被覆盖度

评价区低覆盖度面积 108.038hm²，占评价区总面积的 7.312%；评价区较低覆盖度面积 190.884hm²，占评价区总面积的 12.919%；评价区中等覆盖度面积 379.773hm²，占评价区总面积的 25.703%；评价区较高覆盖度面积 419.209hm²，占评价区总面积的 28.372%；评价区高覆盖度面积 379.640hm²，占评价区总面积的 25.694%。

(8) 生态红线现状

评价区总面积 1477.545hm²，评价区分布有元江县生态红线面积 26.308hm²，占评价区总面积的 1.781%。

本项目占地范围不涉及占用生态保护红线。本工程距离生态保护红线最近处为 25#光伏阵列区东北侧，距离生态保护红线 24m；其次为 9#光伏阵列区东南侧，距离生态保护红线 105m。评价区内分布的生态保护红线主要植被类型为季风常绿阔叶林。

(9) 天然林、公益林、永久基本农田分布情况

评价区内分布有公益林 293.252hm²，其中省级公益林 146.993hm²，国家二级公益林 146.259hm²；公益林主要植被类型为季风林、暖温性针叶林、人工林和干热河谷灌丛。项目占地均不涉及省级公益林和国家级公益林。

评价区内分布有天然林 689.761hm²，天然林主要包括乔木林地、灌木林地和竹林地。工程不涉及占用天然林。项目 35kV 架空集电线路涉及跨越国家公益林 757m，跨越省级公益林 951m，跨越天然林 7174m，跨越永久基本农田 42m。属于“路线跨越但不占地”情形。

5.2 生态环境影响评价结论

(1) 对土地利用的影响分析结论

工程建设对评价区的土地利用有一定影响，但并不会对评价区的土地利用格局产生大的改变。由于本项目具有占地面积小、且较为分散的特点，工程建设不会引起区域土地利用的结构变化，施工结束后及时清理现场并进行生态恢复，尽可能恢复原状地貌，不会带来明显的土地利用结构与功能变化。

同时，光伏布设区域占地为园地，不属于宜林荒山荒地，不涉及耕地后备资源、基本农田、城市永久开发边界、天然林和生态公益林。本次评价利用 30mDEM 生成评价区内的坡度分布图，可以看出，光伏布设区域不涉及 40 度以上的坡地，符合云发改能源[2023]785 号的要求。

总的来说，工程建设对评价区的土地利用有一定影响，但并不会对评价区的土地利用格局产生大的改变。由于本项目具有占地面积小且较为分散的特点，工程建设不会引起区域土地利用的结构变化，施工结束后及时清理现场并进行生态恢复，尽可能恢复原状地貌，不会带来明显的土地利用结构与功能变化。

(2) 对陆生植物、植被的影响分析结论

①施工期

根据工程规模和区域生态环境的特点，本工程对陆生植被的影响主要是直接影响，影响的时间阶段主要是施工期，影响方式是工程占地。

本工程建设影响的植被类型主要为人工植被和次生植被，在项目区及周边区域广泛分布，工程建设不会对这些植被造成毁灭性的破坏，其不利影响仅限于局部，不会随时间推移而扩大。本工程占地将对评价区植被造成一定程度的不利影响，但由于占用植被面积有限，且以人工植被和次生植被为主，本工程的建设不会造成评价区植被分布格局的较大改变，不会导致评价区生态系统结构及功能的显著改变。因此，本工程建设对植被的总体影响不大。

综上所述，受本工程占地影响的主要为当地常见种，工程占地区外以及评价区外广泛分布，工程占地不会造成评价区植被分布格局的显著改变，更不会导致任何植被类型的消失，其不利影响仅限于局部，不会随时间推移而扩大。因此，本工程占地会对评价区的植被造成一定程度的不利影响，但占用面积有限，工程建设不会造成评价区植被分布格局、生态系统结构及功能的显著改变，对植被的总体影响很小。

②运营期

受太阳能光伏组件遮挡，喜阳植物（如禾本科植物等）个体将生长不良，无法繁殖甚至死亡；而对耐阴植物来说，影响不是很大，不会导致其个体的死亡；对喜阴植物（如一些蕨类植物）来说，由于适宜生境的增加，在一定程度上，其个体数量将会增加，这将在一定程度上改变项目区内原有物种的种群数量及其分布格局。但受影响的植物都为常见种，无珍稀濒危物种，受影响植物在周边区域广泛分布，项目建设不会造成物种的濒危，更不会造成任何物种的消失，影响较小。

总体来说，本工程建设会对评价区内的植被和植物产生一定的不利影响，工程占地将造成部分植物种群规模的局部减小，但影响范围和程度有限，不会使评价区内的物种在空间分布格局和遗传结构上发生明显的改变，不会改变评价区的植物区系组成及造成某一种物种在该区域消失，影响较小。

(3) 对陆生植物资源的影响分析结论

①施工期

本工程建设会对评价区内的植被和植物产生一定的不利影响，工程占地将造成部分植物种群规模的局部减小，但影响范围和程度有限，不会使评价区内的物种在空间分布格局和遗传结构上发生明显的改变，不会改变评价区的植物区系组成及造成某一种物种在该区域消失，影响很小。

根据野外考察结果，本工程评价区范围内未发现有国家级保护植物，未发现有云南省级保护野生植物分布，野外调查在评价区范围内未发现云南省极小种群物种，未发现评价区内有区域狭域物种分布、未发现名木古树分布，因此本工程建设对重要物种无直接影响。

总体来看，受本工程建设影响的自然植被不多，受影响植被多是次生植被和次生性植被，工程建设虽然对评价区内的植物会产生一定的不利影响，但受影响的多是一些广布种和常见种，且影响到的只是植物种群的部分个体，种群的大部分个体在影响区域以外仍有广泛分布，工程影响范围和程度有限，不会使评价区内的物种在空间分布格局和遗传结构上发生显著的改变，不会改变评价区的植被类型组成及造成某一种物种在该区域消失，影响很小。

②运营期

本项目集电线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方与树木垂直距离小于 4.5m 的零星林木进行削枝，以保证线路安全运行，但总体削枝量小，不会对植物种类和数量产生明显影响；运行及维护人员的数量和负重有限，对植被的破坏强度小，不会带来明显的持续不利影响；通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。从区域类似环境状况来看，线路周围植物生长良好，输电线路电磁影响对周围植物生长无明显影响。同时，根据调查，评价区未发现古树名木，国家级、省级重点保护野生植物分布，项目运营期对植物影响较小。

（4）对陆生脊椎动物的影响分析结论

1) 施工期

①一般野生动物

本项目对野生动物的影响主要是工程施工期带来的影响，包括项目占地带来的影响和施工活动带来的影响。

在施工期，工程占地将改变和占用原有陆栖脊椎野生动物的栖息生境，使其

栖息和活动场所缩小，结果迫使原栖息在该区域的动物迁往其他适宜的生境，动物种群数量在一段时间内将会有大的波动，但这一类型的影响不会导致当地物种的灭绝和消失。评价区由于多年来的人为破坏，原生植被基本被破坏，现存的天然植被（含萌生、次生植被）主要是暖热性稀树灌木草丛、灌丛，人工植被主要为耕地、园地、人工林。项目占用和破坏的植被类型较为简单，在这些生境中生活的野生动物的种类和数量都比较贫乏，现场调查时未发现当地分布的特有种类，野生保护动物仅可见 3 种猛禽，物种多样性不丰富，而且，区内有的这些动物的活动性较强，均为广布种，因此，项目建设对区域野生动物的影响不大。

②对重要野生动物的影响

评价区内有国家Ⅱ级重点保护动物 4 种。3 种为鸟类，1 种哺乳类。

项目分布的保护哺乳类主要为豹猫，工程占地不直接占用其生境，但在基础开挖过程中，可能会导致以上物种部分个体离开该地区；但由于项目区海拔较高，不是上述物种最适宜的生境，分布于项目区的个体数量很少，同时项目区周边有很多适宜上述物种的生存和繁殖的适宜生境，因此，项目的建设对豹猫的影响较小。

保护鸟类均为高空猛禽，其数量较少，评价区仅为这些猛禽捕食区域的一部分，分布区域广泛，趋避能力较强，食物来源广，施工期对其影响不大。

根据适宜栖息地预测结果，本项目占地不涉及评价区内 4 种重点保护野生动物的适宜生境、较适宜生境，这主要是由于项目区周边受人为干扰较为严重，植被覆盖率相对较低、植被类型以耕地、园地、人工林等人工植被为主。项目区仅为这 4 种保护动物捕食区域的一小部分，建设对这 4 种野生保护动物适宜生境的影响很小。

2) 运营期

项目运营期对野生动物的影响主要体现在机械噪声、电池板光反射对野生动物繁殖的影响。本项目建成后，项目区域设置围栏，以及光伏列阵的支架占用部分地面，将减少地面动物的活动区域，但围栏遮挡以及支架使用的面积较小，影响范围小；本项目声源少，噪声值较低，噪声源产生的噪声经光伏组件隔声和距离衰减后，不会对地面上动物的日常迁徙及鸟类正常活动造成影响；电池板反射光有一定的角度及高度，且陆地野生动物及空中鸟类有一定的行动能力可通过移

动，避让反射光对它们的影响。因此，项目运营不会对项目所在区域内野生动物的日常迁徙和活动造成明显影响。

(6) 景观环境结构、质量和稳定性变化影响分析结论

项目建成后评价区总面积为 1477.545hm²，仍然以常绿阔叶林景观所占比重为最大，面积 477.663hm²，占评价区总面积的 32.328%；其次为园地景观，面积为 335.022hm²，占评价区总面积的 22.674%。

项目建成后，常绿阔叶林景观与园地景观成为景观的地域背景，与建设前维持不变。

工程建成后，自然植被中仍然以常绿阔叶林景观优势度最高，且变幅较小，整个评价区看来，优势度最高的仍然为园地景观。

根据景观空间特征指数计算，蔓延度增大、聚集度增大、连通度减小、分割度增加，破碎度增加。可知工程建成后，占用一定的景观类型面积且对评价区内景观形成分割，会造成评价区各景观破碎度增加、景观集群化现象增加。但由于项目占地面积较小，对景观分割有限，开发前后各空间特征指数变化不大。

(7) 对生态系统影响分析结论

1) 对植被生产力影响

临时用地区在施工结束后可以恢复，因而其生产力损失是暂时的。

工程永久占用草丛生态系统损失的生产力为 1.035/a，占评价区同类型生态系统生产力的 1.424%；工程永久占用农田生态系统园地损失的生产力为 27.200t/a，占评价区同类型生态系统生产力的 0.929%；损失的比例相对较小，对整个生态系统而言属于可以承受的范围。

2) 对植被覆盖度影响

本次评价基于 NDVI 对项目施工期植被覆盖度（FVC）进行了分析，根据计算结果，项目施工期评价区平均植被覆盖度为 56.695%，与建设前相比植被覆盖度下降幅度很小，工程建设对植被覆盖度影响很小。

综上所述，工程对生态系统生产力和植被覆盖度影响均很小，因此对生态系统影响很小。

3) 对生态系统质量的影响

根据计算，工程建设后，评价区内物种丰富度指数 SRI 为 0.6555，评价等级

为中等；生境质量指数 HQI 为 0.6108，评价等级为良好。综合物种丰富度指数和生境质量指数计算生态状况指数 ECI，结果为 0.6309，生态状况等级为良好。与建设前相比下降幅度很小。

项目建设后评价区内的生态系统功能指数 EFI 较高，为 0.7979，且生态系统胁迫指数 ESI 较低，为 0.3159，则生态系统质量指数 EQI 为 0.5195，处于 0.40~0.60，评定其等级保持为良好。

项目建设对生态系统质量的影响很小。

4) 对生态系统格局特征的影响

根据计算，工程建设后，评价区内生态系统蔓延度为 54.096，香农多样性指数为 1.519，联通度为 73.178，分割度为 0.414，破碎度为 32.429，与建设前相比蔓延度、联通度、香农多样性指数有所下降，分割度和破碎度增大，但变化幅度较小，因此工程建设对评价区生态系统空间格局影响较小。

综上所述，工程建设对评价区生态系统结构、植被覆盖度、生产力、优势度和生态系统质量的影响均很小。

(8) 生物多样性影响分析

1) 生态系统多样性影响

工程建设前评价区内共分布 10 种生态系统类型，较为多样。评价区香农多样性指数为 1.522，表明评价区生态系统较为多样。根据计算，工程建设后，评价区内生态系统类型数量保持不变，香农多样性指数为 1.519，与建设前相比有所下降，但下降幅度较小，影响较小。

2) 物种丰富度影响

工程建设前评价区的植物评价区的植物由 112 科 319 属 516 种维管束植物组成。评价区分布有陆栖脊椎动物 111 种。就评价区面积来说，物种较为多样。且根据物种丰富度指数计算，评价区内物种丰富度指数为 0.6557，评价等级为中等，物种较为丰富。

本项目建设不会造成任何一种物种的消失，建成后物种丰富度指数为 0.6555，评价等级仍然为中等，物种较为丰富，因此工程建设对物种丰富度影响较小。

3) 生物群落多样性影响

本项目建设不会造成任何一种生物群落的消失，对生物群落多样性影响较小。

4) 对遗传多样性影响

本项目占地范围内清除的主要植物资源为当地常见种、广布种，且由于项目占地面积相对较小，占用的植物资源量小，工程加强管理的情况下对区域内动物的影响也很小，因此工程建设不会造成评价区内各物种有效种群大小的下降，也不会影响种群性别比例，集电线路电压等级较低，且采用架空和沿现有道路地理两种形式，对生境分割有限，电磁辐射影响也较小，因此工程建设不会对种群遗传产生明显不利因素。

(9) 对评价区内生态保护红线的影响分析

本项目位于云南省玉溪市元江县咪哩乡，评价区总面积 1477.545hm²，评价区分布有元江县生态红线面积 26.308hm²，占评价区总面积的 1.781%。

根据元江县各局查询意见及项目生态现状调查，本项目占地均不涉及占用生态保护红线，且项目集电线路也不存在跨越生态保护红线的情况，工程建设对其无直接影响。但根据进一步核查，本项目 25#、9#光伏方阵地块周边生态评价范围内涉及生态保护红线，其中本工程距离生态保护红线最近处为 25#光伏阵列区东北侧，距离生态保护红线 24m；其次为 9#光伏阵列区东南侧，距离生态保护红线 105m；项目架空集电线路距生态保护红线最近直线距离约 517m。项目工程内容未进入生态保护红线区，本项目未在生态保护红线内设置施工生产生活区和表土堆放场等临时占地，不占用生态保护红线范围内面积，项目涉及的生态保护红线属于红河（元江）干热河谷及山原水土保持生态保护红线，主要功能为水土保持，评价区内分布的生态保护红线主要植被类型为季风常绿阔叶林。

项目生态环境影响范围内的生态保护红线区受人类生产活动干扰影响严重，本项目建设不会造成生态保护红线区内植被面积的下降，不会导致植物种群数量减少。项目施工期将造成受影响区域内陆栖脊椎动物数量少量减少，施工结束后又会逐渐恢复。本项目建设不会造成区域内物种的显著减少，更不会造成任何物种的濒危或灭绝。总之，本项目建设对项目评价范围生态保护红线内的植被多样性和分布格局、功能、生物多样性及景观影响较小，对生态保护红线区的总体影响较小。

(10) 对天然林、公益林的影响分析

项目选址严格避让了天然林和公益林，未对其造成直接占用与砍伐，项目和

天然林、公益林位置关系图见附图。项目施工活动集中于规划的建设用地范围内，并通过设置围挡、明确作业红线等措施，有效限制了施工扰动范围，避免对林区造成蔓延性破坏。同时，针对可能产生的间接影响，项目采取系统的预防措施，如严格控制施工噪声与灯光、规范运输路线、实施严格的水土保持与扬尘管控方案，最大限度减少了施工活动对森林生态系统的干扰。整体而言，通过科学的施工组织与严格的生态管控，项目在施工阶段对天然林与公益林的环境影响较小。

(11) 对永久基本农田的影响分析

本工程前期选址过程中升压站、光伏阵列、箱变、集电线路、施工道路等永久和临时工程设施均避让了永久基本农田，本项目不涉及占用永久基本农田。项目施工过程中严格按征占地范围进行施工，项目设计光伏板区与围栏间隔一定距离，主要工程施工均在围栏内进行，项目建设光伏板区之前将围栏范围划定，可有效避免越线施工及对围栏外永久基本农田的影响及扰动，工程施工期严格控制施工期临时占地面积，减少土石方量、减少水土流失、减轻对地表植被的破坏，禁止临时施工场地等临时设施选址占用基本农田，项目施工期对永久基本农田影响很小。

(12) 对清水河饮用水水源保护区的影响分析

项目拟建 220kV 升压站、35kV 架空集电线路 A-24/B-22、A-23/B-21、A-22/B-20、A-21/B-19、A-20/B-18、C-44、C-45、C-46、C-47、C-48 及 C-49 共 11 座塔基及 1824m 架空集电线路虽位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内，但距离较远，且项目施工期废水均全部回用，不外排；运营期生活污水经处理达标后全部回用于站内绿化、洒水降尘，不外排；项目运营期无废水外排。升压站配套设有事故油池，若变压器发生泄漏后，事故变压油将全部进入事故油池，通过及时采取应急措施处理后，主变变压器油（废变压器油）不会随地表径流一起进入地表水，对清水河饮用水源保护区影响较小，且集电线路塔基运营期无污染物产生；项目建设符合相关饮用水源地政策要求，与饮用水源管理要求不冲突。

5.3 总结论

本项目建设和运行将对区域生态环境产生一定的影响，但受本工程建设影响的植被类型、植物种类在项目区及周边区域广泛分布，植物种类均为区域常见种，

没有保护植物及该区域特有物种分布，工程对其不利影响仅限于局部，占用植被面积有限，影响范围和程度有限，且以人工植被和次生植被为主，工程建设对植被及植物资源的总体影响较小；本工程建设造成的生物生产量损失占评价区年生产量的比例不高，工程建设对区域生态系统生产力水平总体影响不大；本工程建设不会导致评价区的景观生态格局、景观多样性及生态系统发生显著变化，不会导致评价区景观生态系统的功能和稳定性发生显著改变；受工程建设影响的土地类型在评价区及周边分布广泛，工程建设占用的面积有限，总体影响不大；工程占地范围不属于陆栖脊椎动物的主要栖息地，工程占地区外有广泛适宜的生境和栖息地，工程建设和运行对陆栖脊椎动物影响不大。

根据元江县各局查询意见，本项目占地不涉及占用生态保护红线，工程建设对其无直接影响。但本项目距离生态保护红线最近处为 25#光伏阵列区东北侧，距离生态保护红线 24m；其次为 9#光伏阵列区东南侧，距离生态保护红线 105m；项目架空集电线路距生态保护红线最近直线距离约 517m。生态保护红线内分布的主要植被类型为季风常绿阔叶林。受影响区域内的植物种类以次生生境常见种和广布种为主，无国家级和云南省级保护野生植物，无区域狭域分布物种。本工程不涉及占用该部分生态保护红线，对该部分生态保护红线无直接影响，本工程建设对该部分生态保护红线的影响主要来源于施工时带来的噪声、粉尘影响。由于临近生态保护红线工程主要为集电线路及光伏方阵区，施工工程量小，建设周期短，且项目不进行大开大挖，产生的噪声及粉尘量少，这种影响并不明显。本项目建设不会造成该部分生态保护红线内植被面积的下降，不会导致植物种群数量减少，对生态保护红线的总体影响较小。项目拟建 220kV 升压站、35kV 架空集电线路共 11 座塔基及 1824m 架空集电线路虽位于清水河饮用水源保护区保护范围以外的汇水范围内，但距离较远，且项目施工期废水均全部回用，不外排；运营期生活污水经处理达标后全部回用于站内绿化、洒水降尘，不外排；项目运营期无废水外排。升压站配套设有事故油池，若变压器发生泄漏后，事故变压器油将全部进入事故油池，通过及时采取应急措施处理后，主变变压器油（废变压器油）不会随地表径流一起进入地表水，对清水河饮用水源保护区影响较小，且集电线路塔基运营期无污染物产生；项目建设符合相关饮用水源地政策要求，与饮用水源管理要求不冲突。

总之，从生态影响的角度看，本工程建设和运行对区域生态环境影响不大，在可以接受的范围内。在执行一系列水土保持措施和生态环境影响减缓措施后，本项目是可以实施的。

5.4 要求

（1）下一阶段的工作中应进一步复核勘测设计成果，尽量优化选址选线及工程布置方案，在满足工程建设要求的前提下，尽可能减少占地面积，减轻工程建设对植被的破坏和影响。本工程在后期的施工设计中，应合理规划施工场地，严格选择施工附属设施的布置位置，工程临时占地应避让天然林，尽量选择荒地。

（2）施工结束后应及时进行临时占地的植被恢复，并保证成活率，栽种的植物物种应为本土物种，禁止引进外来物种。应设置专人对栽种的植物进行管护，若发现栽种的植物死亡，应及时补种。

（3）加强施工期、运行期森林防火宣传教育及管理力度，及时排除消防安全隐患。

（4）严格按照相关规定办理完成各项审批手续后方可开工建设。