

咪哩乡茶光互补发电项目 电磁环境影响专项评价

编制单位： 云南江楚环保科技有限公司

编制日期： 二〇二六年九月

目 录

1 总论	1
1.1 项目背景	1
1.2 评价目的	2
1.3 评价依据	2
1.3.1 国家法律、法规及相关规范	2
1.3.2 技术规范与标准	3
1.3.3 相关技术资料及批复	3
1.4 评价因子、评价等级、评价范围	3
1.4.1 评价因子	3
1.4.2 评价等级	3
1.4.3 评价范围	3
1.5 评价标准	4
1.6 环境保护目标	4
2 升压站工程概况	5
2.1 项目概况	5
2.2 项目升压站组成及规模	5
2.3 升压站总平面布置	10
2.4 建筑设计	11
2.5 升压站电气主接线	11
2.6 升压站电气设备	12
2.7 项目主要污染工序	12
3 电磁环境影响预测与评价	21
3.1 项目区电磁环境现状	21
3.2 运营期电磁环境影响分析	23
3.2.1 220kV 升压站工频电场、工频磁场预测及评价	23
3.2.2 对环境保护目标的影响	32
3.3 电磁环境达标控制要求	33
4 电磁辐射环境保护措施及监测计划	34
4.1 环境保护措施	34
4.2 电磁环境监测计划	35
5 电磁辐射影响评价结论	36

1 总论

1.1 项目背景

咪哩乡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甘庄街道蔓瓜村、红岩脚、茂落珠、小干坝村附近坡地，地理坐标介于东经 $101^{\circ}54'33.29'' \sim 102^{\circ}0'4.79''$ 、北纬 $23^{\circ}41'53.26'' \sim 23^{\circ}46'6.08''$ 之间。项目利用南向坡、偏南向坡、平缓的北向坡和东西向坡进行组件布置，沿线地形坡度大部分地段介于 $10 \sim 30^{\circ}$ 之间，少数地段介于 $30 \sim 40^{\circ}$ ，局部地段地形陡峻，超过 $35 \sim 40^{\circ}$ 。场址周边、场址区有多条公路通过，对外交通运输条件便利。

项目总装机规模为交流侧 150MW，直流侧 170.67456MW；共建设 43 个光伏子方阵，由 8 个 3.68MW 的光伏子方阵、14 个 4.6MW 的光伏子方阵、8 个 2.76MW 的光伏子方阵、4 个 4.14MW 的光伏子方阵、3 个 1.84MW 的光伏子方阵、2 个 3.22MW 的光伏子方阵、3 个 1.38MW 的光伏子方阵及 1 个 2.3MW 的光伏子方阵组成，采用 244692 块峰值功率为 710Wp 的单晶硅双面光伏组件、8 座 3680KVA 箱式变压器、14 座 4600KVA 箱式变压器、8 座 2670KVA 箱式变压器、4 座 4140KVA 箱式变压器、3 座 1840KVA 箱式变压器、2 座 3220KVA 箱式变压器、3 座 1380KVA 箱式变压器及 1 座 2300KVA 箱式变压器、469 台 320kW 的组串式逆变器，项目建成后年平均上网电量为 22783.921 万 kW·h。项目集电线路采用架空加电缆直埋的方式，集电线路路径总长度约 48km，架空线路长度约 25.5km，其中单回架空线路长度约 19.9km，双回架空线路长度约 5.6km，电缆直埋线路长度约 22.5km。本项目拟在光伏场区上部 19#光伏子方阵北侧建设 220kV 升压站 1 座，主变容量选择为 $1 \times 230\text{MVA}$ 。本光伏电站工程拟以 6 回 35kV 集电线路汇集电能，接入新建 220kV 升压站，以 1 回 220kV 送出线路接入 220kV 元江变。

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）及《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），100KV 以下输变电工程属于豁免评价，项目光伏场区箱式变压器、集电线路电压等级均为 35kV，低于 100kV，其电磁环境影响可免于管理（豁免范围）。项目拟建 220kV 升压站送出线路不在此次评价范围内。因此本次专题报告对项目内部集电和变电项目（箱式变压器、6 回集电线路电压等级均为 35kV）低于 100KV 部分的电磁辐射影响不再进行评价，专题评价内容

为项目拟建的 220kV 升压站。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，项目光伏发电属于“四十一、电力、热力生产和供应业”第 90 小类“陆地利用地热、太阳能热等发电；地面集中光伏电站（总容量大于 6000 千瓦，且接入电压等级不小于 10 千伏）；其他风力发电”中太阳能发电项目，应编制环境影响报告表；项目 220kV 升压站属于“五十五、核与辐射”第 161 小类“输变电工程”，应编制环境影响报告表。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），报告表“应设电磁环境影响专题评价，其评价等级、评价内容与格式按照本标准有关电磁环境影响评价要求进行”。

1.2 评价目的

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号）等有关法律法规，为切实做好项目的环境保护工作，使输变电事业与环境保护协调发展，控制电磁环境污染、避害扬利、保障公众健康，中广核玉溪元江风力发电有限公司委托我单位承担本次项目的电磁环境影响评价工作。目的是在说明输电项目电磁环境影响的同时，也给公众提供一个正确认识输电项目电磁环境影响的技术文献。

1.3 评价依据

1.3.1 国家及地方法律、法规及相关规范

- （1）《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 8 月 15 日实施；
- （2）《建设项目环境保护分类管理名录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日，生态环境部令第 16 号；
- （3）《中华人民共和国电力法》，2018 年 12 月 29 日修正；
- （4）《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 6 月 21 日国务院第 177 次常务会议通过修订，自 2017 年 10 月 1 日起施行；
- （5）《云南省生态环境保护条例》，2024 年 10 月 10 日；
- （6）《云南省电力设施保护条例》，2024 年 11 月 28 日修订；
- （7）《云南省供用电条例》，2004.6.1；
- （8）《电力设施保护条例实施细则》（2011 年 6 月 30 日修订）；
- （9）《关于进一步加强输变电类建设项目环境保护监管工作的通知》（环办〔2012〕131 号）；

(10) 《国家危险废物名录》(2025 年版)。

1.3.2 技术规范与标准

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则—总纲》，HJ2.1-2016；
- (2) 《环境影响评价技术导则—输变电》HJ24-2020；
- (3) 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；
- (4) 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；
- (5) 《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）；
- (6) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ 705-2020）。

1.3.3 相关技术资料及批复

- (1) 中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司《咪哩乡茶光互补发电项目可行性研究报告》（2026 年 5 月）；
- (2) 投资项目备案证；
- (3) 云南科环环境工程咨询有限公司《咪哩乡茶光互补发电项目环境质量现状检测报告》（报告编号：科环检字【2026】-0625002）；
- (4) 云南省核工业二〇九地质大队《禄劝县撒永山 250MW 光伏电站项目（220kV 升压站）竣工环境保护验收监测报告》（报告编号：FSJC-2023171）（项目拟建升压站电磁辐射类比检测报告）。

1.4 评价因子、评价等级、评价范围

1.4.1 评价因子

咪哩乡茶光互补发电项目 220KV 升压站运行过程中会对周围电磁环境产生影响，其主要污染因子为工频电场和工频磁场，因此，选择工频电场和工频磁场作为本项目评价因子，具体见表 1-1。

1.4.2 评价等级

项目拟建 220kV 升压站为户外升压站，电压等级为 220kV，根据《环境影响评价技术导则—输变电》（HJ24-2020）中表 2，确定本项目 220kV 升压站评价等级为二级，具体见表 1-1。

1.4.3 评价范围

根据《环境影响评价技术导则—输变电》（HJ24-2020）中表 3 确定：项目 220kV 升压站的评价范围为站界外 40m，具体见表 1-1。

表 1-1 评价因子、评价等级及评价范围

分类	电压等级	环境要素	判定依据		评价等级	评价因子	评价范围
交流	220KV	电磁	升压站	户外式	二级	工频电场 (kV/m) 工频磁场 (μT)	项目拟建 升压站站 界外 40m

1.5 评价标准

项目拟建 220kV 升压站工频电磁场执行《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 的要求。

表 1-2 工频电磁场标准值

项目	频率范围	电场强度 E (V/m)	磁感应强度 B (μT)	备注
《电磁环境控制限值》 (GB8702—2014)	0.025kHz~1.2kHz	200/f	5/f	f 代表频率
220kV 升压站	0.05kHz (50Hz)	4000	100	——

1.6 环境保护目标

本项目电磁环境评价范围：升压站站外 40m，在此范围内的村庄或民居应列为环境保护目标，经过现场踏勘，确定本工程无电磁环境保护目标，距项目拟建升压站最近的居民点为西北方向的蔓瓜村（与升压站直线距离约为 1743m），但项目升压站综合楼（办公生活区）内常驻有 5 名工作人员，故本工程电磁环境保护目标确定为升压站综合楼（办公生活区）。

表 1-3 本项目升压站电磁辐射环境保护目标一览表

类别	所属行政区域	名称	最近环保目标相对方位及距离(m)	房屋层数及结构	房屋高度(m)	影响规模(人)	功能	保护级别
电磁环境	元江县甘庄街道	综合楼（办公生活区）	升压站内	1F，混凝土框架结构平顶	3.9	5 人	办公居住	《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014) 工频电场强度 4000V/m 和工频磁感应强度限值 100μT；

2 升压站工程概况

2.1 项目概况

咪哩乡茶光互补发电项目总装机规模为交流侧 150MW，直流侧 173.73132MW；共建设 43 个光伏子方阵，8 个 3.68MW 的光伏子方阵、14 个 4.6MW 的光伏子方阵、8 个 2.76MW 的光伏子方阵、4 个 4.14MW 的光伏子方阵、3 个 1.84MW 的光伏子方阵、2 个 3.22MW 的光伏子方阵、3 个 1.38MW 的光伏子方阵及 1 个 2.3MW 的光伏子方阵组成，采用 244692 块峰值功率为 710Wp 的单晶硅双面光伏组件、8 座 3680KVA 箱式变压器、14 座 4600KVA 箱式变压器、8 座 2670KVA 箱式变压器、4 座 4140KVA 箱式变压器、3 座 1840KVA 箱式变压器、2 座 3220KVA 箱式变压器、3 座 1380KVA 箱式变压器及 1 座 2300KVA 箱式变压器、469 台 320kW 的组串式逆变器。

光伏发电项目集电线路敷设共有电缆敷设、架空线敷设、架空线/电缆混合敷设等三种方式，综合考虑项目区的地形、环境、气候等条件，本项目 35kV 集电线路采用架空加电缆直埋的方式，集电线路路径总长度约 48km，架空线路路径长度约 25.5km，其中单回架空线路路径长度约 19.9km，双回架空线路路径长度约 5.6km，电缆直埋线路长度约 22.5km。

本期工程新建 1 座 220kV 升压站，该升压站位于本项目 19# 光伏子方阵上方，升压站内安装 1 台 220kV 主变，主变容量为 1×230MVA，新建 1 个 220kV 主变进线间隔，1 个系统出线间隔和 1 个母线设备间隔，共 3 个户外 GIS 间隔，预留远期 2 个系统出线间隔位置，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，容量均为 ±35000kvar。220kV 配电装置采用户外六氟化硫组合电器（GIS）。

本项目拟配置 19MW/38MWh 储能系统。电压等级 35kV；拟采用 3 套 5MW/10MWh 及 1 套 4MW/8MWh 储能单元。每个 5MW/10MWh 储能单元包含 2 个储能预制舱，共计 24 个电池簇。电池簇经汇流柜汇流后接入储能变流器直流侧，储能变流器交流侧并联接入升压变压器低压侧，升压至 35kV。

2.2 项目升压站组成及规模

根据设计及建设单位核实确认，本工程升压站建设内容如下：

新建 220kV 升压站 1 座，位于本项目光伏场区 19#光伏子方阵上方，升压站总占地面积为 14400m²，建设内容包括：

1) 主变规模

主变压器：本期新增 1 台变压器，主变容量为 1×230MVA，选用三相双绕组有载调压型，户外布置。

2) 升压站系统接线

220kV：升压站 220kV 侧采用单母线接线，220kV 配电装置采用户外六氟化硫全封闭组合电器（GIS），本期建设 1 个主变进线间隔、1 个系统出线间隔和 1 个母线设备间隔，共 3 个户外 GIS 间隔，预留远期 2 个系统出线间隔位置。

35kV：扩大单元接线，建成 1 个主变进线间隔、10 回光伏场区集电线路间隔（本项目集电线路为 6 回，本次建设兼顾 2 回间隔用于腰街光伏接入、2 回间隔用于横山光伏接入）、1 个储能回路、1 个母线设备间隔、2 个无功补偿间隔、1 个站用变间隔、1 个接地变间隔、预留 2 个谐波治理进线间隔。35kV 配电装置选用户内成套装置 KYN-40.5 铠装移开式开关柜。

站用变：35kV 母线配置 1 台容量为 500kVA 的站用变压器，另配置一台 10kV 容量为 500kVA 的变压器接于外引电源做为备供站用变。

3) 站用电接线

根据负荷统计情况分析，本升压站站用变压器容量需约 500kVA，升压站站用电采用双电源供电，两段单母线接线。主电源引自 35kV 母线，备用电源引自附近 10kV 电网，设置 1 台 10kV 变压器接于外引电源做为站用变，型号为：SCB14-500/10，500kVA，10±2×2.5%/0.4kV，D，yn11，Ud=6%

正常运行情况下，两台站用变各带一段母线分列运行，互为备用，进线电源设备用电源自动投切装置以提高站用电系统运行的灵活性和可靠性。

4) 无功补偿

本工程无功补偿装置初拟采用动态无功补偿装置，采用 2 套±35Mvar 的动态无功补偿装置。动态无功补偿装置（SVG）为水冷、直挂式。

成套 SVG 动态无功补偿设备包括：集装箱、隔离开关、断路器、控制屏、配套的 CT、水冷系统等其它配套设备。其主要技术参数如下：

型式：水冷、直挂式型式 SVG

额定电压：35kV

最高工作电压：40.5kV；

补偿容量：±35MVar

响应时间：<5ms

5) 站用变压器：在 35kV 母线配置 1 台容量为 500kVA 的站用变压器。

6) 电气参数

主变：

变压器型号：SFZ20-230000/220 1 台；

型式：三相自冷双卷油浸式变压器，电压等级：220/35kV；

调压方式：高压侧有载调压；

主变变比：230±8×1.25%/37；

阻抗电压：Ud%=14

联接组别：YN，d11

调压方式：有载调压

冷却方式：ONAF（油浸自冷）；

中性点接地方式：220kV 侧按不死接地设计，35kV 侧经小电阻接地。

220kV 配电装置：

本项目升压站 220kV 配电装置选用六氟化硫组合电器（GIS），采用单母线接线，本工程配置 1 个 220kV 出线间隔，1 个 220kV 主变进线间隔，1 个 220kV 母线 PT 间隔，预留远期 2 个系统出线间隔位置。隔离开关、接地开关均采用电动操作方式。

表 2-1 本期 220kV 配电装置配置一览表

设备名称	型式及主要参数	
GIS	断路器	220kV，3150A，50kA/3s；125kA
	隔离开关	220kV，3150A，50kA/3s；125kA
	接地开关	220kV，3150A，50kA/3s；125kA
	电流互感器	额定电压：220kV
	电压互感器	220/√3/0.1/√3/0.1/√3/0.1/√3/0.1kV

35kV 高压开关柜配置:

升压站 35kV 侧本期采用扩大单元接线。本项目本期建成 35kV I 段母线，本期建成 1 个主变进线间隔、10 个光伏厂区集电线路间隔（其中腰街光伏项目采用 2 回进线、横山光伏项目采用 2 回进线）、1 个储能回路、1 个母线设备间隔、2 个无功补偿间隔、1 个站用变间隔、1 个接地变间隔、预留 2 个谐波治理间隔。35kV 配电装置选用户内成套装置 KYN-40.5 铠装移开式开关柜。开关柜除无功补偿柜采用 SF6 断路器，其余均配置真空断路器。详见表 6.1-4。

表 2-2 本项目 35kV 配电装置配置一览表

安装位置	数量	类型	工作电压 (kV)	额定电压 (kV)	开断电流 (kA)	短路关合电流 (kA)	动稳定电流 (kA)	热稳定电流 (kA)	变比
35kV 主变进线柜2面	1	断路器	40.5	40.5	31.5	80	80	31.5	
	2	接地开关	40.5	40.5			80	31.5	
	3	母线侧电流互感器	35	35					5P30/5P30/5P30 级
	4	主变侧电流互感器	35	35					5P30/0.5S/0.2S
35kV 出线柜11面	1	断路器	40.5	40.5	31.5	80	80	31.5	
	2	接地开关	40.5	40.5					
	3	电流互感器	35	35					5P30/5P30/5P30/0.5S/0.2S
35kV 母线电压互感器柜1面	1	隔离手车	40.5	40.5			80	31.5	
	2	电压互感器	35	35					0.2/3P /3P/3P
35kV 动态无功补偿柜2面	1	断路器	40.5	40.5	31.5	80	80	31.5	
	2	接地开关	40.5	40.5					
	3	电流互感器	35	35					5P30/5P30/5P30/0.5S/0.2S
35kV 接地变柜1面	1	断路器	40.5	40.5	31.5	80	80	31.5	
	2	断路器	40.5	40.5					

	3	电流互感器	35	35					5P30/5P30/5P30/0.5S/0.2S
35kV 站用变柜 1 面	1	断路器	40.5	40.5	31.5	80	80	31.5	
	2	断路器	40.5	40.5					
	3	电流互感器	35	35					5P30/5P30/5P30/0.5S/0.2S

表 2-3 项目拟建 220KV 升压站建设内容一览表

工程		名称		建设内容	备注
				本期工程	
拟建 220kV 升压 站	主体 工程	220kV 升压站	电压等级	220kV	
			布置方式	户外布置	
			主变压器	1×230MVA	本期新建
			35kV 站用变	1×500kVA	本期新建
			10kV 站用变	1×500kVA	本期新建
			220kV 出线	1 回	本期新建
			35kV 进线	6 回	集电线路
			无功补偿	新建 2 套户外水冷 SVG 动态无功补偿装置，容量均为±35000kvar。	本期新建
	辅助 工程		GIS	1 套六氟化硫全封闭组合电器（GIS）	本期新建
			储能系统	项目总体系统配置 19MW/38MWh 储能容量，电压等级 35kV；拟采用储能系统由 3 套 5MW/10MWh 及 1 套 4MW/8MWh 储能单元。每个 5MW/10MWh 储能单元包含 2 个储能预制舱，共计 24 个电池簇。电池簇经汇流柜汇流后接入储能变流器直流侧，储能变流器交流侧并联接入升压变压器低压侧，升压至 35kV。项目储能区位于升压站北侧。储能系统中升压变压器冷却方式为风冷，无变压器油。	本期新增
			综合楼	框架结构，为地上 2 层框架结构，占地面积 288m ² ，建筑高度为 8.5m。设置一层临时存放仓库，一层水泵房。	本期新建
	公用 工程	给水工程	本工程在升压站新建一座 5m ³ 成品生活水箱，通过管道向升压站各用水点供水。生活用热水采用贮水式电热水器，设在宿舍卫生间内。生活供水采用罐车拉水至升压站水箱供水。	本期新建	
		排水工程	站区排水采用雨污分流。生活废水经隔油池、化粪池预处理后排入一体化污水处理设施进行处理，处理达标后用于升压站场内绿化及道路洒水降尘，雨天储存，不外排。站区内雨水通过设置在场地上的雨水口收集，汇入地下雨水管网。	本期新建	
		进站道路	进站道路总长约 0.2km，为新建道路。	本期新建	

	环保工程	废水处理	项目站区排水采用雨污分流。升压站办公生活区内建设食堂废水隔油池 1 个，容积应 $\geq 0.5\text{m}^3$ ；建设化粪池 1 个，容积为 1m^3 ，建设一体化污水处理设施 1 套，处理规模为 $2\text{m}^3/\text{d}$ ；建设生活废水收集池 1 个，容积为 10m^3 ；生活废水经隔油池、化粪池预处理后排入一体化污水处理设施进行处理，处理达标后用于升压站场内绿化及道路洒水降尘，雨天储存，不外排。	本期新建
		固废处理	升压站事故废油及其他危险废物储存于危险废物暂存间内，委托有相应危废处置资质的单位处置。生活垃圾集中收集后转运至甘庄街道垃圾转运站处置。	本期新建
		噪声防治措施	选用低噪声设备，加装基础减震	本期新建
		危废暂存间	建设 1 间 20m^2 的危险废物暂存间，危废暂存间地面采取重点防渗，基础防渗工程严格按照《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。	本期新建
		集油坑+事故油池	升压站主变场地设置有效容积为 80m^3 总事故油池一座，主变下方建设容积为 30m^3 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。	本期新建

2.3 升压站总平面布置

项目在光伏场区 19#光伏子方阵上方建设 220kV 升压站一座，升压站呈长方形，项目升压站占地面积为 14400m^2 ，为正南北向布置，大门位于站区西侧。站内东南侧为生产区，西北侧为生活区。生活区布置综合楼（控制室、办公室、休息室、餐厅、厨房、卫生间）、综合库房、一体化泵站及生活污水处理设施。采用钢丝围栏把生产和生活分开，生产区采用环形道路闭合，生产区域为：主变压器、35kV 预制舱、户外配电装置、SVG 预制舱、站用变预制舱、接电变预制舱、事故油池。各电气设备之间通过电缆沟连接。站内各个分区功能分明，生产区和生活区互不干扰，满足日常检修、运维要求。

升压站设环形道路，作为设备运输、巡视、消防的通道。

升压站用地技术指标详见表 2-3。

表 2-3 项目升压站用地技术指标表

序号	项目	单位	数量	备注
1	站址总用地面积	m^2	14400	
2	围墙内占地面积	m^2	10560	不含边坡
3	总建筑面积	m^2	572.4	

4	站内道路及广场面积	m ²	2000	
5	绿地面积	m ²	350	
6	绿化率	%	0.2271	

2.4 建筑设计

表 2-4 拟建升压站建构筑物一览表

编号	名称	规格	层数	结构形式
1	综合库房	为地上 2 层框架结构，占地面积 288m ² ，建筑高度为 8.5m。设置一层临时存放仓库，一层水泵房。	2	框架结构
2	综合楼	为地上 1 层框架结构，占地面积 284.4m ² ，建筑面积 248.4m ² ，建筑高度为 3.9m。设置电气一次室、二次设备室以及一间主控室。	1	框架结构
5	主变（1 台）	型号：SZ20-230000/220，230MVA；	1	板式基础
6	GIS	六氟化硫全封闭组合电器（GIS）	1	板式基础
7	SVG	户外水冷动态无功补偿装置，35Mvar	1	板式基础
8	总事故油池	1 座，容积为 80m ³	1	地埋
9	集油井	1 座，容积为 30m ³	1	地埋
10	隔油池	1 座，容积为 0.5m ³	1	地埋
11	化粪池	1 座，容积为 1m ³	1	地埋
12	一体化生活废水处理站	1 套，处理规模为 2m ³ /d	1	地埋
13	生活废水收集池	1 座，容积为 10m ³	1	地埋
14	生活水箱	1 座，容积为 4m ³	1	板式基础
15	危废贮存库	1 座，20m ²	1	预制舱
16	一般固废暂存间	1 座，10m ²	1	预制舱

2.5 升压站电气主接线

主变规模：1×230MVA。

220kV：线路-变压器组接线，以 1 回 220kV 线路送出。

35kV：项目采用扩大单元接线，建成 1 个主变进线间隔、10 回光伏场区集电线路间隔（本项目集电线路为 6 回，本次建设兼顾 2 回间隔用于腰街光伏接入、2 回间隔用于横山光伏接入）、1 个储能回路、1 个母线设备间隔、2 个无功补偿间隔、1 个站用变间隔、1 个接地变间隔、预留 2 个谐波治理进线间隔。

无功补偿：本工程无功补偿装置拟采用动态无功补偿装置，采用 2 套±35Mvar 的动态无功补偿装置。动态无功补偿装置（SVG）为水冷、直挂式。

站用变：在 35kV 母线配置 1 台容量为 500kVA 的站用变压器。

2.6 升压站电气设备

升压站电气主要设备见下表。

表 2-5 项目升压站电气主要设备表

序号	名 称	型 号 规 格	单 位	数 量	备 注
1	主变压器设备及安装				
1.1	主变压器	SZ20-230000/220,230MVA; 230±8X1.25%/37, YN, d11 Ud%=14, 附套管 CT: LR-220, 1200/1A, 5P30/5P3 级, 800/1A , 0.5S 级, 3 只/相 中性点套管 CT, LRB-110, 400/1A, 5P30/5P30/5P30, 3 只	台	1.00	
2.1	220kV 主变中性 点隔离开关	GW13-126/630, 630A	组	1	
3.1	220kV 主变中性 点间隙电流互感器	LJW-80GY,100/1A,5P30/5P30/5P30	台	1	
4.1	220kV 主变中性 点氧化锌避雷器	Y1.5W-144/320GY,144kV, 在线检测仪, 海拔 1500m	只	1	
5.1	变压器油色谱在线 监测装置		套	1	
6.1	局放在线监测装置		套	1	
7.1	铁芯及夹件电流监 测		套	1	
8.1	套管电容量和介损 在线监测		套	1	
2	220kV 户外 GIS 配电装置				
2.1	220kV GIS 主变 进线间隔	(1) 220kV 隔离开关: 252kV 3150A , 50kA/3S, 125kA, 2 组; (2) 接地开关: 252kV, 50kA, 3组; (3) 220kV 断路器 252kV, 3150A, 50kA, 弹簧操作机构 1 套 ; (4) 电流互感器: 1200/1A, 5P30/5P30/5P30/5P30, 30VA/30VA/30VA/30VA, 3 只, 1200/1A, 5P30/5P30, 30VA/30VA800/1A , 0.5S/0.2S, 5VA/15VA, 3只;	间隔	1	

2.2	220kV GIS 出线间隔	(1) 220kV 隔离开关: 252kV 3150A , 50kA/3S , 125kA , 2 组; (2) 接地开关: 252kV , 50kA , 2组; (3)快速接地开关: 252kV , 50kA, 125kA , 1 组; (4) 220kV 断路器 252kV , 3150A , 50kA, 弹簧操作机构 1 套; (5) 电流互感器: 1200/1A, 5P30/5P30/5P30 , 3 只, 1200/1A, 800/1A,5P30/0.5S/0.2S , 3 只; (6) GIS 带电监测仪, 1 台	间隔	1	
2.3	220kV GIS 母线设备间隔	(1) 电容式电压互感器:220/ $\sqrt{3}$ /0.1/ $\sqrt{3}$ /0.1/ $\sqrt{3}$ /0.1kV, 0.2/0.5/3P/3P 级, 10VA/75VA/75VA/75VA (2) 220kV 隔离开关: 252kV 3150A , 50kA , 125kA , 2 组; (3) 接地开关: 252kV , 50kA , 2组; (4)快速接地开关: 252kV , 50kA, 125kA , 1 组;	间隔	1	
2.4	220kV 出线线路氧化锌避雷器	Y10W-204/532, 海拔 1500m, 附在线监测仪	只	3	
2.5	220kV 主变出线氧化锌避雷器	Y10W-204/532, 海拔 1500m, 附在线监测仪	只	3	
2.6	铝设备线夹	SY-400/30	套	25	
2.7	钢芯铝绞线	JL/LB20A-400/30	m	150	
2.8	耐张绝缘子串	18(U160BP/155D),附全套金具	串	9	
2.9	T 形线夹	TY-400/30	套	9	
2.1	耐张线夹	NYG-400/30	套	9	
2.11	GIS 微水在线监测		套	1	
2.12	GIS 局放在线监测		套	1	
3	35kV 配电装置设备及安装				

3.1	主变进线开关柜	1.断路器: 真空断路器 40.5/2500-31.5kA;1 台 (配弹簧操动机构, 直流电机, 直流控制, 直流电源:DC220V) 2.电流互感器: 40.5kV, 2500/1A, 0.2S/0.5S/5P30/5P30 级; 3 只; 2500/1A, 5P30/5P30/5P30/5P30 级; 3 只, 3.智能操控显示装置: AC 220V 1 套 4.温度、湿度控制器: AC220V 1套 5. 配置红外测温窗口 6. 配置无线测温装置, 测温节点为3个 8. 带电显示装置 1 套	面	2.00	
3.2	集电线路开关柜	1. 断路器: 真空断路器 40.5kV , 1250A , 31.5kA;1 台 (配弹簧操动机构, 直流电机, 直流控制, 直流电源:DC220V) 2.电流互感器: 40.5kV, 1000/1A, 5P30/5P30/5P30; 600/1,0.5S/0.2S 级; 3 只, 3.接地开关:TGN02-40.5/S1250-31.5; 1 组 4.智能操控显示装置: AC 220V 1 套 5.氧化锌避雷器 YH5W-51/125, 附在线监测仪; 3 只。 6.温度、湿度控制器: AC220V 1套 7. 配置红外测温窗口 8. 配置无线测温装置, 测温节点为3个 9. 带电显示装置 1 套 10.零序电流互感器: L XK;1 只	面	12.00	11 面集电线路柜+1面储能进线柜

3.4	无功补偿开关柜	1.断路器: SF6 断路器 40.5/1250A,31.5kA;1 台 (配弹簧操动机构, 直流电机, 直流控制, 直流电源:DC220V) 2.电流互感器: 40.5kV, 1000/1A, 5P30/5P30/5P30, 700/1A,0.5S/0.2S 级; 3 只, 3.接地开关:JNH1-40.5GY/31.5kA; 1组 4.智能操控显示装置: AC 220V 1 套 5.氧化锌避雷器:YH5WR-51/125 , 51/125kV, 附在线监测仪; 3 只。 6.温度、湿度控制器: AC220V 1套 7. 配置红外测温窗口 8. 配置无线测温装置, 测温节点为3个 9. 带电显示装置 1 套 10.零序电流互感器: $\varnothing$ 250 100/1 10P10 2.5VA	面	2.00	
3.5	站用变开关柜 (充气柜)	1. 断路器: 真空断路器 KYN-40.5 , 40.5kV , 1250A, 31.5kA;1 台 (配弹簧操动机构, 直流电机, 直流控制, 直流电源:DC220V) 2.电流互感器: 40.5kV, 1000/1A,5P30/5P30/5P30, 100/1A,0.5S/0.2S;3 只, 3.接地开关:JN12-40.5/31.5kA ; 1 组 4.智能操控显示装置: AC 220V 1 套 5.氧化锌避雷器 YH5W-51/125 , 51kV, 附在线监测仪; 3 只。 6.温度、湿度控制器: AC220V 1套 7. 配置红外测温窗口 8. 配置无线测温装置, 测温节点为3个 9. 带电显示装置 1 套 10.零序电流互感器: 100/1A,10P10,5VA	面	1.00	
3.6	35kV 母线PT 开关柜 (充气柜)	1.隔离手车:40.5/1250A,31.5kA 2.高压熔断器: XRNP-40.5GY/0.5A; 3 只 3.电压互感器: JDZX9-35GY; 1 台 $((37/\sqrt{3})(0.1/\sqrt{3})/(0.1/\sqrt{3})/$ $(0.1/\sqrt{3})/(0.1/3)kV$, 0.2/0.5(3P)/3P/3P 级; 4.一次消谐器; 1 套 5.氧化锌避雷器: YH5W-51/125, 附在线 监测仪; 3 只 6.带电显示器: NYD-SSD , 1 套。	面	1.00	

3.7	站用变开关柜	1. 断路器: 真空断路器 KYN-40.5 , 40.5kV , 1250A, 31.5kA;1 台 (配弹簧操动机构, 直流电机, 直流控制, 直流电源:DC220V) 2.电流互感器: 40.5kV, 1000/1A,5P30/5P30/5P30/5P30, 100/1A,0.5S/0.2S;3 只, 3.接地开关:JN12-40.5/31.5kA ; 1 组 4.智能操控显示装置: AC 220V 1 套 5.氧化锌避雷器 YH5W-51/125,附在线监测仪; 3 只。 6.温度、湿度控制器: AC220V 1 套 7. 配置红外测温窗口 8. 配置无线测温装置, 测温节点为3个 9. 带电显示装置 1 套 10.零序电流互感器: 100/1A,10P10,5VA	面	1.00	
3.8	接地变开关柜	1. 断路器: 真空断路器 KYN-40.5 , 40.5kV , 1250A, 31.5kA;1 台 (配弹簧操动机构, 直流电机, 直流控制, 直流电源:DC220V) 2.电流互感器: 40.5kV, 1000/1A,5P30/5P30/5P30/5P30, 100/1A,0.5S/0.2S;3 只, 3.接地开关:JN12-40.5/31.5kA ; 1 组 4.智能操控显示装置: AC 220V 1 套 5.氧化锌避雷器 YH5W-51/125,附在线监测仪; 3 只。 6.温度、湿度控制器: AC220V 1 套 7. 配置红外测温窗口 8. 配置无线测温装置, 测温节点为3个 9. 带电显示装置 1 套 10.零序电流互感器: 100/1A,10P10,5VA	面	1.00	
3.9	35kV 接地变及小电阻装置	DSCB- 1250kVA 37kV-35.6Ω-600A-10S	套	1	
3.10	35kV 电力电缆	ZC-YJV22-26/35-3x70	米	80	
3.11	35kV 户外裸铜排	4500A,31.5kA,50kA, 含配套金具	米	45.00	三相总长
3.12	35kV 封闭母线	4500A,31.5kA,50kA, 含配套金具	米	15.00	三相总长
3.13	35kV 封闭母线	2500A,31.5kA,50kA, 含配套金具	米	30.00	三相总长
4	无功补偿装置部分				
4.1	无功补偿装置	35kV , ±35MVar, 直挂式, 集装箱水冷	套	2.00	

4.2	35kV 电力电缆	ZC-YJV22-26/35-3x150	米	300	SVG 电缆
4.3	35kV 电缆终端	与 ZC-YJV22-26/35-3x150 配套	只	8	户内/户外各 4 只，冷缩型
5	低压配电部分				
5.1	站用变压器	SCB14-500/37	套	1	
5.2	10kV 站用变	SCB14-500/10GY	台	1	
5.3	低压配电柜	抽出式2200x800x800（高x 宽x 深）	面	8	
5.4	35kV 电力电缆	ZC-YJV22-26/35,3x70	米	100	站用变
5.5	35kV 户内冷缩电缆头	三芯3x70，35kV，冷缩型	只	2	站用变（一只户外，一只户内）
5.6	10kV 电力电缆	ZC-YJV22-8.7/15,3x70	米	500	预估
5.7	10kV 冷缩电缆头	三芯3x70，10kV，冷缩型	只	2	
5.8	1kV 动力电缆	ZC-YJV22-0.6/1kV	km	8	各种截面
5.9	1kV 动力电缆	NH-YJV22-0.6/1	km	4	各种截面
5.10	站用变系统进线电缆	ZC-YJV22-0.6/1-3x300+1x150	km	1	
5.11	1kV 控制电缆	ZC-KVVP-450/750V	km	25	
5.12	计算机电缆	ZR-DJYVP22-2x2x1.0	km	2	
5.13	1kV 电缆终端		个	50	
5.14	动力配电箱	XLW-1-14(G)	台	1	
5.15	户外检修配电箱	XLW-1-14(G)	台	2	GIS；主变
6	照明部分				
6.1	户外照明配电箱		台	1	
6.2	户内照明配电箱		台	3	
6.3	户外照明灯具	各种规格，附灯具	盏	20	
6.4	户内照明灯具	各种规格，附灯具	盏	60	
6.5	BV 导线		米	4000	
7	电缆敷设及防火封堵部分				
7.1	电缆沟支架	热镀锌角钢∠50x50x5	m	1000	
7.2	电缆沟支架	热镀锌角钢∠40x40x4	m	1500	
7.3	镀锌钢管	φ25	m	100	
7.4	镀锌钢管	φ32	m	300	
7.5	镀锌钢管	φ50	m	100	
7.6	镀锌钢管	φ100	m	100	
7.7	防火阻燃材料	防火涂料	kg	250	
		防火堵料	kg	400	
		阻火包	kg	1000	
		阻火板	m2	50	
8	防雷接地部分				
8.1	特殊降阻措施		项	1	
8.2	镀锌钢管	φ100	m	200	
8.3	避雷针	h=35 米	套	4	1 套构架避雷针，3 套独立避雷针

8.4	水平接地体	60×6 接地扁钢	km	6	接地网
8.5	设备接地线	50×5 接地扁钢	km	2	接地网及设备接地
8.6	垂直接地极	L50x5x2500mm 热镀锌角钢	根	250	主接地网垂直接地极
8.7	二次接地网		项	1	
三	升压站二次部分				
1	35kV 预制舱（两层）	一层：29100x1200x4500（长x 宽x 高） 二层：22100x1200x3800（长x 宽x 高）	套	1	
2	220kV 升压站监控系统				
2.1	监控主站	包括监控主机、显示器、基础、支撑、运用、通信、开发软件等	套	1	
2.2	220kV 线路测控屏		面	1	
2.3	220kV 线路故障录波柜		面	1	
2.4	220kV 主变故障录波柜		面	1	
2.5	主变测控屏		面	1	
2.6	公用测控柜		面	1	
2.7	远动通信柜	主机冗余设置	面	2	
2.8	同步时钟屏	双北斗冗余设置	面	1	
2.9	AGC/AVC 服务器柜		面	1	
2.10	微机五防系统	配套全套上位系统及锁具	套	1	
2.11	监控系统组网用交换机		台	3	
2.12	电压转接柜		面	1	
2.13	35kV SVG 回路保护测控装置	装于35kV 开关柜	台	2	
2.14	35kV 馈线回路保护测控装置	装于35kV 开关柜	台	11	
2.15	35kV 站用变、接地变回路保护测控装置	装于35kV 开关柜	台	2	
2.16	35kV 母线PT 测控装置	装于35kV 开关柜	台	1	
3	继电保护设备				
3.1	主变保护柜		面	3	
3.2	继电保护及故障信息管理系统（控制型子站）		面	1	
3.3	220kV 母线保护柜		面	2	

3.4	220kV 线路保护柜		面	2	
3.5	PMU 及宽频测量装置系统		面	1	
3.6	防孤岛保护柜		面	1	
3.8	继电保护试验电源柜		面	1	
3.9	安全稳定装置		套	2	
3.10	复用接口柜		面	1	
3.11	35kV 母线保护柜		面	2	
4	二次电源系统				
4.1	升压站UPS 屏	20kVA	套	2	
4.2	UPS 屏馈线		面	2	
4.3	直流系统				
4.4	蓄电池组	SB-400 (2V), 220V, 400Ah, 2V/ 只, 每组 104 只	组	2	组架安装
4.5	蓄电池钢架及蓄电池间连线		套	2	
4.6	直流馈电屏	与蓄电池成套, 架上设电缆过渡接线板	面	2	
4.7	直流充电屏		面	2	
5	计费系统				
5.1	升压站电度表屏		面	1	
5.1.1	电能量采集装置	含失压计时仪	套	2	
5.1.2	线路用电度表	有功0.2S, 无功2.0 级 三相四线制	只	2	
5.1.3	主变用多功能电度表	有功0.2S, 无功2.0 级 三相四线制	只	2	
5.1.4	屏柜配线所需全套设备及屏体		套	1	
5.2	35kV 系统用多功能电度表	有功 0.2S 级, 无功2.0 级, 三相四线, 带RS485 口	只	11	装于各 35kV 开关柜上
5.3	35kV 系统用多功能电度表	有功 0.5S 级, 无功2.0 级, 三相四线, 带RS485 口	只	4	装于各 35kV 开关柜上
6	其他				
6.1	光功率预测系统		套	1	
6.2	电能质量在线监测柜		面	1	
6.3	视频监控及安防系统	含升压站及光伏区视频监控 53 处	套	1	
6.4	火灾报警系统		套	1	
6.5	一次调频系统		套	1	
6.6	AGC 及AVG 控制柜		套	1	
6.7	箱变监控系统柜	满足6 个环网接入	套	1	
6.8	外信子站		套	1	
7	通信系统		项	1	220 升压站
8	调度自动化系统		项	1	220 升压站
9	储能	19MWh/38MWh, 2 小时	套	1	

2.7 项目主要污染工序

变电站内的工频电场、工频磁场主要产生于配电装置的母线下以及电气设备附近。在交流变电站内各种带电电气设备包括变压器、高压电抗器、断路器、电流互感器、电压互感器等以及设备连接导线的周围空间形成了一个比较复杂的高电场，继而产生一定的电磁场，对周围环境产生一定的电磁影响。

3 电磁环境影响预测与评价

3.1 项目区电磁环境现状

为了解项目所在地的工频电场、工频磁场现状，建设单位委托云南科环环境工程咨询有限公司于 2026 年 7 月 13 日对拟建升压站场址工频电场强度、工频磁感应强度进行了现状测量。

1、监测布点

本次共布设 1 个电磁环境监测点位，详见表 3-1。

表 3-1 电磁环境质量现状监测点位一览表

序号	监测点名称	监测因子	监测内容
1#	拟建场址中心处（1#）	工频电场强度、工频磁感应强度	工频电场、工频磁感应强度监测点位均设置在距离地面 1.5m 高处

本次评价依据《环境影响评价技术导则—输变电》（HJ 24-2020），在拟建升压站中心布设监测点，具有充分的代表性。该点位能够准确反映拟建项目建成后的核心电磁场强水平；同时，现状监测值包含周边已建光伏项目的背景贡献，具有充分的空间代表性和现状背景代表性，且针对周边已建光伏场区边界距离拟建升压站站址边界达 300m 的现状，依据电磁场距离衰减规律，已建项目在该点位的贡献值已衰减至较低水平，现状监测值主要表征本项目建设特征及环境本底，满足导则评价要求。

2、监测指标

①工频电场：地面上方 1.5m 高度处的工频电场强度。

②工频磁场：地面上方 1.5m 高度处工频磁感应强度。

所有点位均应监测工频电场强度、工频磁感应强度，同步记录环境温度、湿度、天气状况等。

3、监测时间及频率

监测 1 天，每天监测 1 次。

监测工作应在无雨、无雾、无雪的天气下进行。监测时环境湿度应在 80% 以下，避免监测仪器支架泄漏电流等影响。

4、监测时段气象数据

环境 条件	监测日期	2026 年 07 月 13 日-2026 年 07 月 16 日
	天气	晴
	风速	0.6-2.1m/s
	风向	西北风、东南风、东风
	温湿度	环境温度:21.1-33.1℃ 相对湿度:41.4-67.7%RH
	大气压	87.3-91.1kPa

5、监测仪器

电磁辐射分析仪 EH400X

仪器编号: C109AL0000071(KH-095)

检定/校准有效期: 2026 年 09 月 06 日

证书编号: JL2509079164

检定/校准单位: 深圳市计量质量检测研究院

电磁场探头:

电场量程范围:4mV/m-100kV/m

磁场量程范围:0.3nT-40mT

6、监测方法

交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）HJ 681-2013；

7、监测结果

监测结果见表 3-2。

表 3-2 项目拟建升压站工频电磁场现状监测结果

序号	检测点位名称及经纬度	检测日期	检测结果	
			工频电场强度 (V/m)	工频磁感应 强度 (μT)
1	拟建场址中心处 (1#) (101°57'56"E 23°44'46"N)	2026.07.13	0.392	0.014
《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)			4000	100
达标情况			达标	达标

根据监测结果,本项目各测量点位处的工频电场强度及工频磁感应强度现状测量结果均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)限值要求,表明本项目所在区域电磁环境质量现状良好。

3.2 运营期电磁环境影响分析

项目 220kV 升压站为 220kV 户外升压站，电磁环境影响评价等级为二级，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中二级评价的基本要求，升压站电磁环境影响预测应采用类比监测的方式，因此本项目类比同类项目电磁辐射监测结果进行影响评价。

3.2.1 220kV 升压站工频电场、工频磁场预测及评价

（1）类比对象选取原则

根据《电磁学》中关于电磁场相关理论，工频电场强度主要取决于电压等级，与周围环境、植被及地理地形因子等屏蔽条件密切相关；工频磁感应强度主要取决于电流强度。

对于变电站围墙外的工频电场，在最近的高压带电构架布置一致、电压相同的情况下，可以认为具有可比性；对于变电站围墙外的工频磁场，在最近的带电导体的布置和电流相同的情况下，可以认为具有可比性。但在实际情况中，工频电场的类比条件相对容易实现，因为变电站主设备和母线电压基本稳定，不会随时间和负荷的变化而产生大的变化；而产生工频磁场的电流却是随负荷变化而有较大的变化，因此工频磁场亦有相应的变化。

根据对多个 220kV 变电站的监测结果分析，站外电磁环境影响程度主要受高压进出线等因素影响。

（2）类比对象的选择

本项目升压站为 220kV 升压站，主变容量为 $1\times 230\text{MVA}$ ，为预测本工程运行后产生的工频电场、工频磁场对周围电磁环境的影响，本次评价选用收集到的昆明市禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站作为类比对象。

本次环境影响评价选取位于昆明市禄劝县撒营盘乡的“昆明市禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站”作为类比对象，该项目 220kV 升压站已建成并投入运营，并于 2023 年 10 月 12 日由云南省核工业二〇九地质大队进行验收监测，监测时撒永山光伏电站 220kV 升压站正常运行。

本项目与撒永山光伏电站 220kV 升压站电压等级、主变压器户外布置类似，本期工程主变容量（ $1\times 230\text{MVA}$ ）小于类比变电站容量（ $2\times 125\text{MVA}$ ），能够较好的反映本项目对周边电磁环境的影响情况。本项目与类比工程的可行性分析见

表 3-3。

表 3-3 类比可行性一览表

变电站		撒永山光伏电站 220kV 升压站（类比项目）	本工程升压站	类比分析
地理位置		昆明市禄劝县撒营盘乡	玉溪市元江县甘庄街道	/
电压等级		220kV	220KV	相同
变电站布置形式		户外型	户外型	相同
主变压器	容量	2×125MVA	1×230MVA	大于本项目
	布置	户外布置	户外布置	相同
出线	220kV 出线	1 回	1 回	相同
	110kV 出线	0 回	0 回	相同
	架线形式	架空	架空	相同
220kV 配电装置		户外六氟化硫组合电器（GIS）	户外六氟化硫组合电器（GIS）	相同
围墙内占地面积		9400m ²	10560m ²	略小于本项目
主变与围墙距离	主变与东厂界距离	主变与东厂界距离约 39m	主变与东厂界距离约 13.68m	类比项目距离东厂界远
	主变与南厂界距离	主变与南厂界距离约 24m	主变与南厂界距离约 37.5m	本项目距离南厂界远
	主变与西厂界距离	主变与西厂界距离约 31m	主变与西厂界距离约 52.88m	本项目距离西厂界远
	主变与北厂界距离	主变与北厂界距离约 45m	主变与北厂界距离约 73.5m	本项目距离北厂界远
总平面布置		室外布置，220kV 配电装置位于站址南侧，主变位于升压站南部，35kV 配电装置位于站址北侧，主控综合楼位于西侧，出线端位于南侧。	升压站 220kV 配电装置采用户外 GIS 设备布置在升压站西侧，主变压器布置在 GIS 设备南侧，SVG 无功补偿装置布置在主变压器西侧，接地变及小电阻成套装置布置在主变西侧。出线端位于站区南侧。	相似
周边环境		农村地区，周围无其他电磁污染源	农村地区，周围无其他电磁污染源	相似
数据来源		《禄劝县撒永山 250MW 光伏电站项目（220kV 升压站）竣工环境保护验收监测报告》；2023 年 10 月	/	/

注：项目升压站总占地面积为 14400m²（含边坡），围墙内占地面积为 10560m²（不含边坡）。

（3）类比可行性分析

根据表 3-3 分析，本项目拟建升压站与类比工程禄劝县撒永山光伏电站

220kV 升压站同属户外变电设施，升压站的电压等级相同，出线方式均为架空出线，总体平面布局相似，占地面积大小相差不大，类比工程出线回数相同，影响工频磁场的主变容量中，本期主变容量（1×230MVA）小于类比变电站容量（2×125MVA），类比项目主变距离东厂界围墙远（远 25.32m），其余主变距离围墙均稍近，故本项目除东厂界电磁环境影响稍大外，其余厂界电磁环境影响均稍小，但类比工程主变容量大于本项目，主变容量越大，电磁环境影响越大；综合分析，用类比工程撒永山光伏电站 220kV 升压站运行期产生的工频电场、工频磁场监测数据来类比预测本项目 220kV 升压站较保守，是可行的。撒永山光伏电站 220kV 升压站电磁辐射监测结果能够代表本项目 220kV 升压站运营后的电磁环境影响。

（4）类比监测情况

2023 年 10 月禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站开展竣工环境保护验收期间，委托云南省核工业二〇九地质大队对其升压站场界工频电场强度和工频磁感应强度进行了检测，检测结果见表 3-7（完整检测报告见附件）。

1) 测量内容

工频电场强度、工频磁场强度。

2) 类比对象监测天气条件及运行工况

本项目类比的昆明市禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站监测期间气象条件见表 3-4。

表 3-4 撒永山光伏电站 220kV 升压站监测期间气象条件

监测日期	温度（℃）	湿度（RH%）
2023 年 10 月 12 日	16-22℃	72%

根据类比监测报告，昆明市禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站 2023 年 10 月 12 日相关运行工况如下：

昆明市禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站 1#主变（125MVA）电压值：235.90kV；电流值：36.38A；有功功率：12.88MW；无功功率：-15.67Mvar。

昆明市禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站 2#主变（125MVA）电压值：235.77kV；电流值：15.63A；有功功率：5.49MW；无功功率：-2.88Mvar。

表 3-5 撒永山光伏电站 220kV 升压站监测时运行工况

项目	电压（kV）	电流（A）	有功（MW）	无功（MVar）	设计负荷	最小负荷
----	--------	-------	--------	----------	------	------

	U	I	P	Q	(MW)	率 (%)
1#主变	235.90	36.38	12.88	-15.67	125	10.304%
2#主变	235.77	15.63	5.49	-2.88	125	4.392%

3) 测量仪器

表 3-6 监测仪器技术指标一览表

仪器名称及编号	仪器量程	检定/校准证书 编号	检/校有效期 至	检定/校准单 位
西班牙电磁辐射分析仪 (电场) SMP-560&WP50 (FS-J01)	电场: 1V/m~100kV/m	校准字第 202306010187	2024-06-11	中国测试技 术研究院
西班牙电磁辐射分析仪 (磁场) SMP-560&WP50 (FS-J01)	磁场: 10nT~20mT	校准字第 202307001374	2024-07-06	中国测试技 术研究院

4) 监测单位

云南省核工业二〇九地质大队

5) 测量方法及监测日期

监测方法: 监测布点及测量方法依据《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ681-2013)。

监测日期: 2023 年 10 月 12 日

6) 监测布点

①站点: 升压站厂界四周各设置 1 个测点, 点位在厂界外 5m、距地面 1.5m 高。

②衰减断面: 垂直于升压站东南侧围墙布设 1 个检测断面, 每 5m 设一个检测点位, 测至围墙外 50m 处(站址东侧至东南侧为空地, 相对宽敞, 故监测断面选择在站址东南侧, 以围墙为起点, 避开进出线, 依次外测到 50m)。



图 3-1 禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站总平面布置图

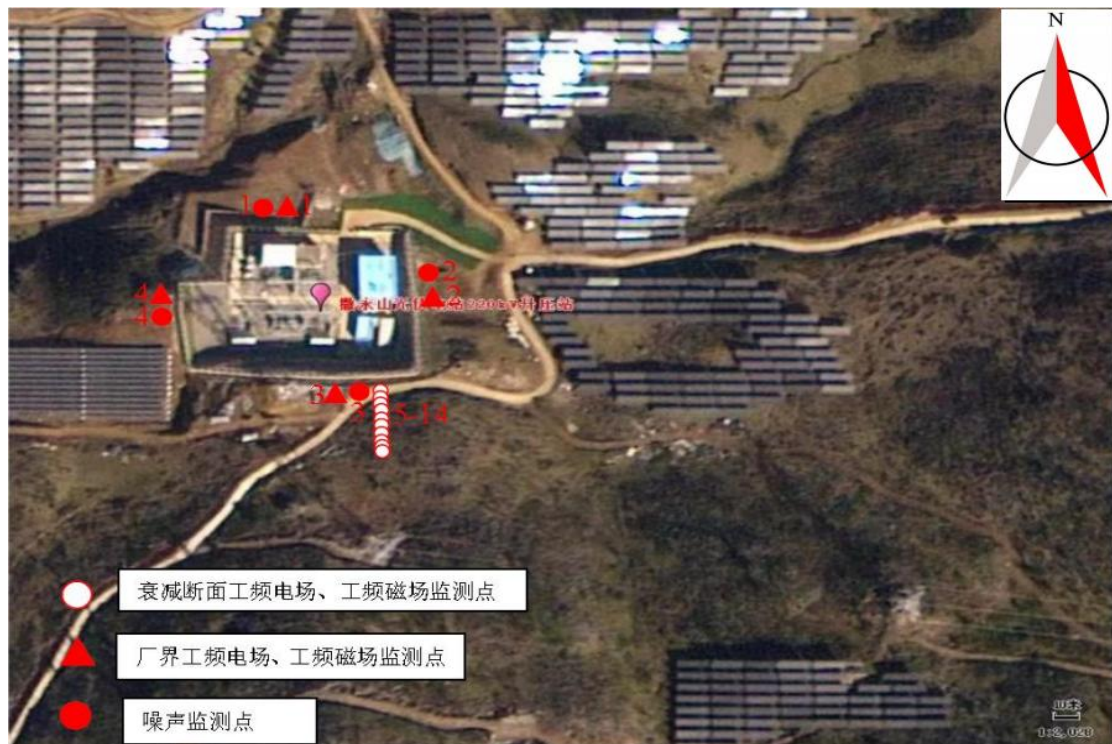


图 3-2 禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站监测布点图

7) 监测结果

禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站厂界工频电场、工频磁场监测结果见表 3-7。禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站监测时主变运行均达到设计运行电

压,但尚未达到设计最大负荷。工频电场强度监测值能反映主变运行产生的工频电场,为反映主变满负荷运行产生的工频磁感应强度,本次评价对工频磁感应强度监测值按负荷比进行校核。监测期间 1#主变有功功率为 12.88MW,为设计负荷(125MW)的 0.10304 倍;2#主变有功功率为 5.49MW,为设计负荷(125MW)的 0.04392 倍;本项目设计负荷为 230MW,综合考虑其不利影响状态,本次评价对工频磁感应强度监测值按照 $230/(12.88+5.49)=12.52$ 系数对监测结果进行校核,即监测值乘以 12.52 倍,从而反映本项目主变满负荷运行产生的工频磁感应强度。

表 3-7 撒永山光伏电站 220kV 升压站厂界工频电场、工频磁场监测结果一览表

监测点位	监测结果		
	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	
		监测值	校核值
撒永山光伏电站 220kV 升压站东侧围墙外 5m 处	76.07	0.198	2.479
撒永山光伏电站 220kV 升压站南侧围墙外 5m 处	1670	0.575	7.199
撒永山光伏电站 220kV 升压站西侧围墙外 5m 处	59.35	2.702	33.829
撒永山光伏电站 220kV 升压站北侧围墙外 5m 处	25.09	0.178	2.229
标准值	4000V/m	100μT	100μT
达标情况	达标	达标	达标

表 3-8 撒永山光伏电站 220kV 升压站工频电场、工频磁场断面监测结果一览表

测点 序号	监测点位	监测结果		
		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	
			监测值	校核值
1	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 5m	1670	0.575	7.199
2	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 10m	1563	0.393	4.920
3	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 15m	1357	0.339	4.244
4	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 20m	1070	0.241	3.017
5	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 25m	949.4	0.219	2.742
6	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 30m	690.1	0.207	2.592
7	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 35m	478.7	0.207	2.592
8	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 40m	417.3	0.177	2.216
9	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 45m	311.0	0.172	2.153
10	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 50m	276.1	0.159	1.991
标准	《电磁环境控制限值》(GB8702—2014)限值	4000V/m	100μT	100μT
达标情况		达标	达标	达标

(5) 监测结果分析

根据类比监测结果：禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站场界围墙 5m 处测得的工频电场强度在 25.09~1670V/m 之间，工频磁感应强度在 0.178~2.702 μ T 之间，厂界处的工频电场强度最大值出现在升压站南侧围墙外 5m，为 1670V/m，工频磁感应强度最大值出现在升压站南侧围墙外 5m，为 2.702 μ T；校核后变电站四周工频磁感应强度监测值在 2.229~33.829 μ T 之间；校核后变电站南侧衰减断面处工频磁感应强度为 1.991 μ T~7.199 μ T；周围电磁环境监测结果均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）电场强度 4000V/m 和磁感应强度 100 μ T 的限值要求。

根据禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站衰减断面监测结果，工频电场强度在 276.1V/m~1670V/m 之间，最大值为 1670V/m，低于 4000V/m 的居民区工频电场强度限值要求，随着距离增加开始平缓下降，距离场界 10m 时衰减至 1563V/m，距离场界 20m 时衰减至 1070V/m，距离场界 30m 时衰减至 690.1V/m，距离场界 40m 时衰减至 417.3V/m，距离场界 50m 时衰减至 276.1V/m；衰减断面工频磁感应强度检测值在 0.159 μ T~0.575 μ T，最大值为 0.575 μ T；校核后变电站衰减断面工频磁感应强度在 1.991 μ T~7.199 μ T，最大值为 7.199 μ T，低于 100 μ T 的限值要求，工频磁感应强度随着距离增加开始平缓下降，距离场界 10m 时衰减至 4.920 μ T，距离场界 20m 时衰减至 3.017 μ T，距离场界 30m 时衰减至 2.592 μ T，距离场界 40m 时衰减至 2.216 μ T，距离场界 50m 时衰减至 1.991 μ T；均低于《电磁环境控制限值》（GB8702—2014）中的限值要求。

禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站监测断面趋势图见图 3-3 及图 3-4，从图中可以看出，升压站的工频电场和工频磁场强度均从站址围墙外 5m 处随着距离增加开始平缓下降。

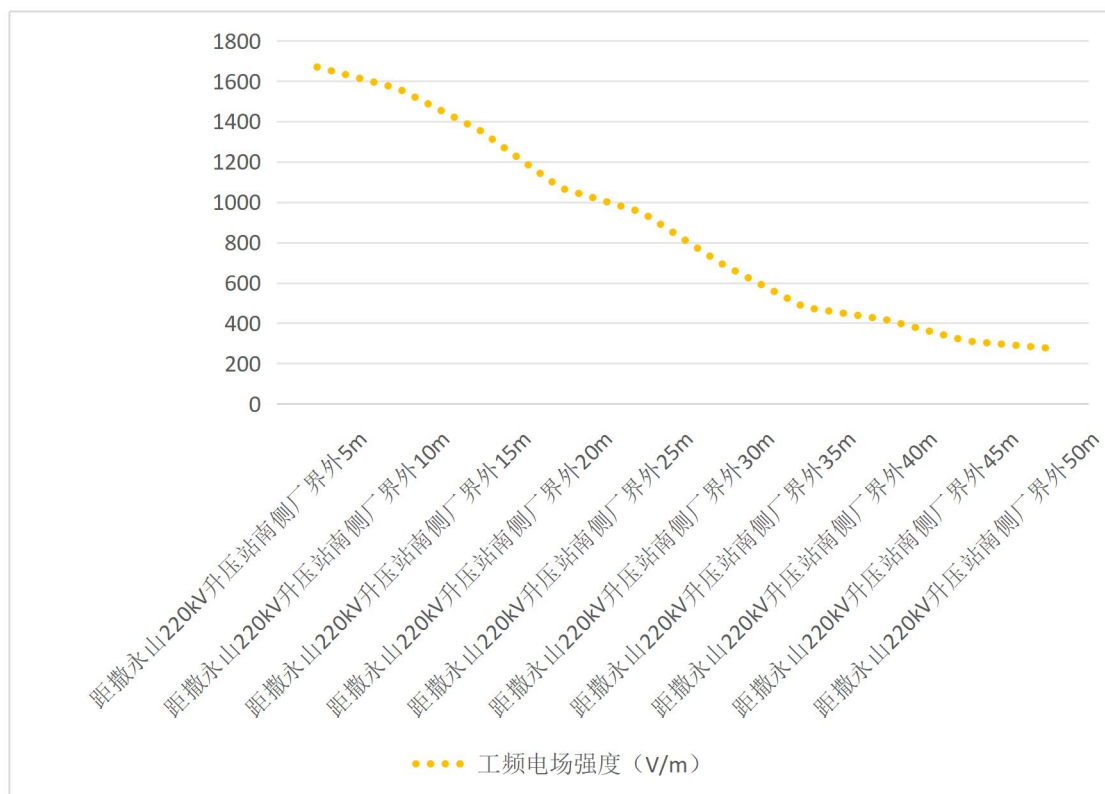


图 3-3 禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站衰减断面工频电场强度衰减情况

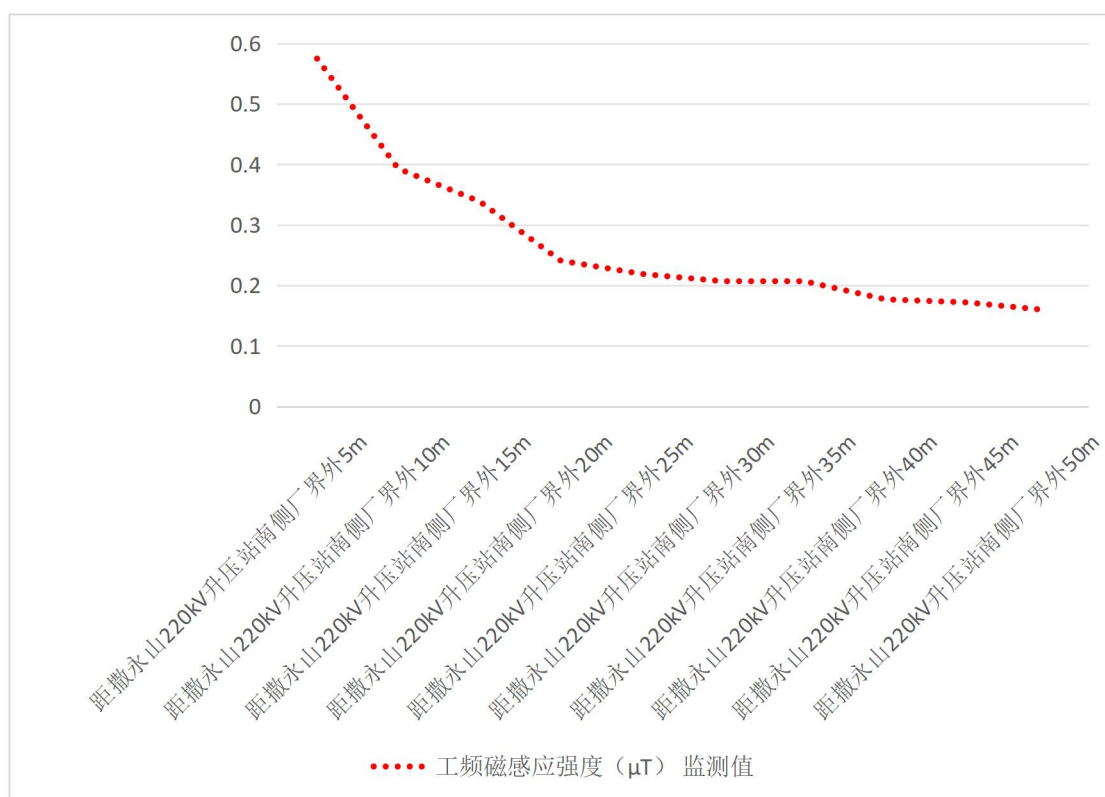


图 3-4 禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站衰减断面工频磁感应强度衰减情况
(监测值)

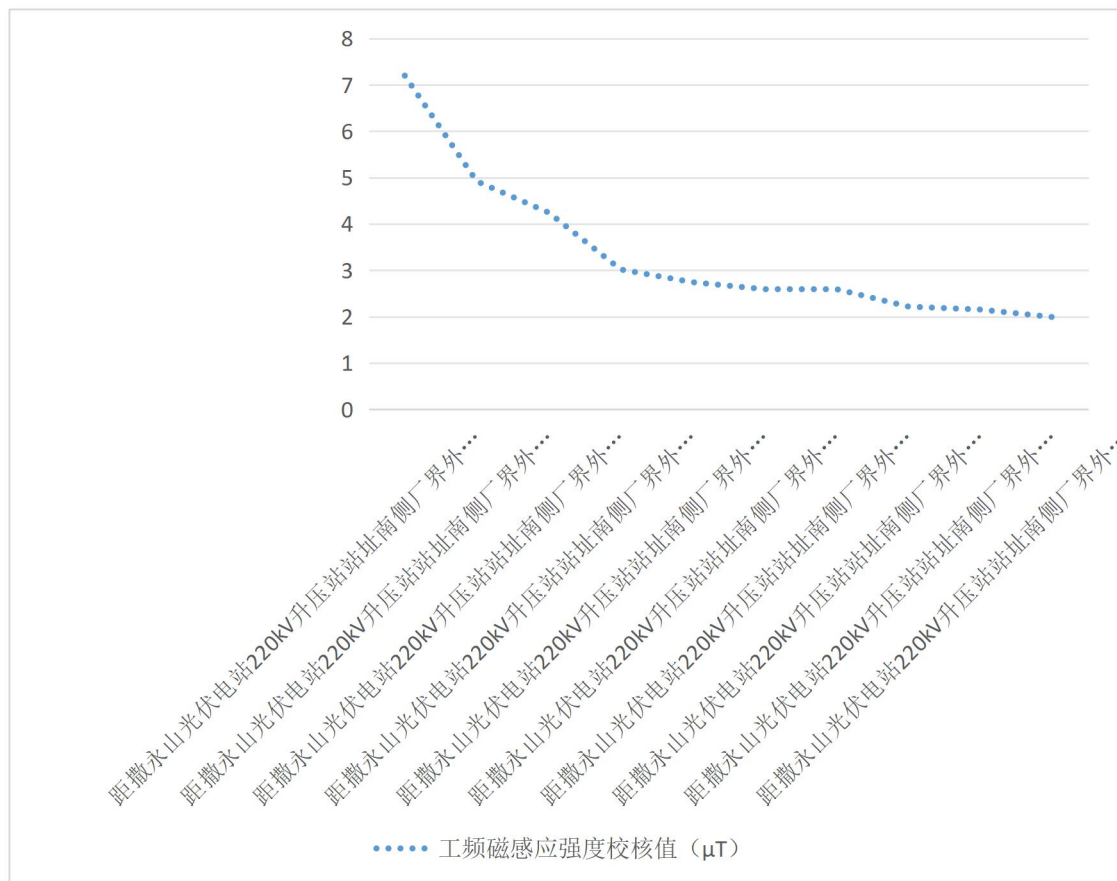


图3-5 禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站衰减断面工频磁感应强度衰减情况（校核值）

（6）运行期本项目升压站电磁环境影响预测评价

根据本项目拟建升压站与类比工程的类比可行性分析，禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站电磁辐射监测结果能够代表本项目升压站运营后的电磁环境影响，根据上述类比监测结果，叠加项目拟建升压站各场址电磁辐射现状监测值，可以得出项目拟建升压站建成运营后各场界、保护目标的工频电场强度、工频磁感应强度，工频电场强度、工频磁感应强度叠加采用矢量合成中的平行四边形法则进行计算，计算结果详见表 3-9。

表 3-9 项目 220kV 升压站各场界工频电场、工频磁场预测结果一览表

预测点位	监测结果					
	工频电场强度 (V/m)			工频磁感应强度 (μT)		
	类比结果值 (取最大值)	背景值	预测值	类比结果值	背景值	预测值
拟建 220kV 升压站场界东 5m 处	76.07	0.392	76.267	2.479	0.014	2.486
拟建 220kV 升压站场界南 5m 处 (出线)	1670 (类比工程出线侧、南侧)	0.392	1670.196	7.199	0.014	7.206

侧)						
拟建 220kV 升压站 场界西 5m 处	59.35	0.392	59.547	33.829	0.014	33.836
拟建 220kV 升压站 场界北 5m 处	25.09	0.392	25.288	2.229	0.014	2.236
标准值	4000	4000	4000	100	100	100
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

注：项目 220kV 升压站 220kV 出线侧位于升压站南侧，类比工程禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站 220kV 出线侧位于升压站南侧，故本项目升压站 220kV 出线侧预测值为类比工程 220kV 出线侧的监测结果+背景值。

根据表 3-9 可以看出，本项目 220kV 升压站运行期产生的工频电场强度预测值在 25.288~1670.196V/m 之间，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中评价标准 4kV/m 的限值要求。工频磁感应强度预测值在 2.236~33.836 μ T 之间，工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中评价标准 100 μ T 的限值要求。

综上所述，项目 220kV 升压站各预测点工频电场强度预测值、工频磁感应强度预测值均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中控制限值要求，对周边环境影响可接受。

3.2.2 对环境保护目标的影响

根据预测结果，本项目 220kV 升压站运行期产生的工频电场强度预测值在 25.288~1670.196V/m 之间，工频磁感应强度预测值在 2.236~33.836 μ T 之间，均未超过《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）规定，即工频电磁限值为 4kV/m，工频磁场限值为 100 μ T。项目升压站综合楼（办公生活区）靠近西侧场界，根据类比监测结果来看，升压站场界电场强度及磁感应强度远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的规定，预计综合楼（办公生活区）处电场强度及磁感应强度也能够满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的要求，升压站产生的工频电场和工频磁场对综合楼（办公生活区）内工作人员的影响可接受；

此外，根据现场踏勘，本项目 220kV 升压站距离最近居民点为升压站西北面 1743m 的蔓瓜村，电场强度和磁感应强度均有随距离增加而减小的特征，因此升压站产生的工频电场和工频磁场对周围关心点的影响可接受。

3.3 电磁环境达标控制要求

根据《云南省电力设施保护条例》第十七条规定的变电站围墙外延伸 3m 所形成的区域划分为其他电力设施保护区，经现场勘查，本项目 220kV 升压站界外 3m 范围内无住宅、学校、医院、办公楼、工厂等有公众居住、工作或学习的建筑物。满足《云南省电力设施保护条例》中的电力保护要求。

根据电磁环境影响预测分析结果，本项目 220kV 变电站运行产生的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中公众曝露控制限值 4000V/m 和 100 μ T 的要求，本项目不设电磁环境保护距离。

4 电磁辐射环境保护措施及监测计划

4.1 环境保护措施

为确保工程所在区域的电磁辐射安全，本评价提出以下环保措施：

（1）按照《电力设施保护条例》和《云南省电力设施保护条例》的要求，变电站围墙外延伸 3 米所形成的区域为安全防护距离，应严格按照《云南省电力设施保护条例》的要求进行保护。

（2）设备选型时应选择符合国家标准的产品,尽可能减少电磁辐射的强度。

（3）合理设计并保证设备及配件加工精良

本工程 220kV 升压站为新建工程，因此，在设计中应将主变压器尽量布置在升压站的中间位置，尽量远离围墙。合理选用各种电气设备及金属配件（如均压环、保护环、垫片、接头等），以减少高电位梯度点引起的放电。升压站内电气设备应采取集中布置方式，在设计中应按有关规程采取一系列的控制过电压、电磁感应场强水平的措施，如保证导体和电气设备之间的电气安全距离，选用具有低辐射、抗干扰能力的设备，设置防雷接地保护装置，选用带屏蔽层的电缆、屏蔽层接地等，将可以有效的降低电磁环境影响。

（4）控制绝缘与表面放电

合理选用各种电气设备及金属配件（如保护环、垫片、接头等），以减少高电位梯度点引起的放电；使用合理、优良的绝缘子来减少绝缘子的表面放电，尽量使用能改善绝缘子表面或沿绝缘子串电压分布的保护装置。

（5）减少因接触不良或表面锈蚀而产生的火花放电

在安装高压设备时，保证所有的固定螺栓都加弹簧垫后，可靠拧紧，导电元件尽可能接地，以减少因接触不良引起火花放电。

（6）采用良好的屏蔽体对各种电气设备进行遮蔽，有效降低电磁环境影响；

（7）升压站附近高压危险区域应设置相应的警告牌。升压站四周应修建围墙，禁止在输变电设施防护区内建设、搭建民房。

（8）优化施工图设计，合理规划升压站位置及进出线布局，严格按照《110（66）kV~220kV 智能变电站设计规范》（GB/T51072-2014）和《火力发电厂与变电站设计防火规范》（GB50229-2019）中相关要求设计施工。

（9）厂界外 40m 范围内禁止新建住宅、学校、医院、办公楼、工厂等有公

众居住、工作或学习的建筑物。

4.2 电磁环境监测计划

根据项目的环境影响和环境管理要求，并结合《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ 705-2020），制定环境监测计划，环境监测计划的职责主要是测试、收集环境状况基本资料，整理、统计分析监测结果，并建立环保档案。由建设单位委托有资质的环境监测单位进行监测，具体的环境监测计划见表 4-1。

表 4-1 电磁辐射监测计划及监测内容

项目	监测因子	监测点位及数量	监测方法	监测频次
工频 电场 工频 磁场	电场强度 磁感应强度	220kV 升压站厂界四周 5m 外各设 1 处监测点。 220kV 升压站出线间隔 厂界处（监测最大值处） 设一处衰减断面监测点。	《交流输变电 工程电磁环境 监测方法（试 行）》（HJ 681-2013）	工程调试运行期间验收时监测 一次，运营期间针对工程变化 或投诉情况进行监测；例行环 境监测计划或生态环境主管部 门要求时进行监测。

5 电磁辐射影响评价结论

根据电磁现状监测，本项目拟建 220kV 升压站各监测点的电场强度监测值小于 4kV/m，磁感应强度监测值小于 100 μ T，工频电场和工频磁场均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定要求。

根据类比分析及预测，本项目拟建 220kV 升压站运行期产生的工频电场强度预测值在 25.288~1670.196V/m 之间，工频磁感应强度预测值在 2.236~33.836 μ T 之间；220kV 升压站各预测点工频电场强度预测值、工频磁感应强度预测值均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中控制限值要求，对周边环境影响可接受。本次评价不设置电磁环境保护距离。

根据预测结果，项目升压站综合楼（办公生活区）靠近西侧场界，根据类比监测结果来看，升压站场界电场强度及磁感应强度远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的规定，预计综合楼（办公生活区）处电场强度及磁感应强度也能够满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的要求，升压站产生的工频电场和工频磁场对综合楼内工作人员的影响可接受；此外，根据现场踏勘，本项目 220kV 升压站距离最近居民点为升压站西北面 1743m 的蔓瓜村，电场强度和磁感应强度均有随距离增加而减小的特征，因此升压站产生的工频电场和工频磁场对周围关心点的影响可接受。