

卡腊村茶光互补发电项目

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

2026 年 9 月

目 录

1 总论	3
1.1 项目背景	3
1.2 评价目的	4
1.3 评价依据	4
1.3.1 国家法律、法规及相关规范	4
1.3.2 技术规范与标准	5
1.3.3 相关技术资料及批复	5
1.4 评价因子、评价等级、评价范围	5
1.4.1 评价因子	5
1.4.2 评价等级	5
1.4.3 评价范围	5
1.5 评价标准	6
1.6 环境保护目标	6
2 升压站工程概况	7
2.1 项目概况	7
2.2 项目升压站组成及规模	7
2.3 升压站总平面布置	12
2.4 建筑设计	14
2.5 升压站电气主接线	14
2.6 升压站电气设备	15
2.7 项目主要污染工序	18
3 电磁环境影响预测与评价	20
3.1 项目区电磁环境现状	20
3.2 运营期电磁环境影响分析	22
3.2.1 220kV 升压站工频电场、工频磁场预测及评价	22
3.2.2 对环境保护目标的影响	31
3.3 电磁环境达标控制要求	32
4 电磁辐射环境保护措施及监测计划	33
4.1 环境保护措施	33
4.2 电磁环境监测计划	34
5 电磁辐射影响评价结论	35

1 总论

1.1 项目背景

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大旧寨、瓦纳村、垭塔、裸裸城附近山坡地带，地理坐标介于东经 $101^{\circ}48'39.264'' \sim 101^{\circ}54'20.699''$ 、北纬 $23^{\circ}30'6.805'' \sim 23^{\circ}33'8.047''$ 之间，高程在 $850\text{m} \sim 1750\text{m}$ 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。

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 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。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 。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 $1 \times 210\text{MVA}$ ，与哈吉冲光伏项目（ 30MW ）、那塘光伏项目（ 20MW ）、鸡街梁子二期风电项目（ 76.5MW ）共用升压站。由 1 回长度 6km 、截面不低于 300 的 220kV 线路接入 220kV 元江变，线路由电网公司配套建设。最终接入系统方案将在下阶段设计中进一步研究，并服从于电网整体规划。

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、3 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《卡腊村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《卡腊村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】-0724001）；

（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

卡腊村茶光互补发电项目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 (μ T)	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 (μ T)	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)	4	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，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，该范围内无电磁环境敏感点（村庄及居住区）分布，项目区距拟建升压站最近的居民点为南侧的孟朋村（与升压站直线距离约为 477m），但项目升压站综合楼（办公生活区）内常驻有 10 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
电磁辐射	元江县咪哩乡	综合楼（办公生活区）	升压站内	2F，混凝土框架结构平顶	6	10 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 100 μ T；

2 升压站工程概况

2.1 项目概况

卡腊村茶光互补发电项目总装机规模为交流侧 80MW，直流侧 89.46MW_p；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 710W_p 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，。

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，本项目集电线路采用架空加电缆直埋的方式，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。

本期工程新建 1 座 220kV 升压站，该升压站位于本项目光伏场区南侧孟朋村附近，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，容量均为 ±38000kvar。220kV 配电装置采用户外六氟化硫组合电器（GIS）。预留远期 GIS、主变、2 台 SVG、间隔扩建安装位置。

本项目拟配置 21MW/42MWh 储能系统，电压等级 35kV；项目 21MW/42MWh 储能系统由 3 套 5MW/10MWh 及 2 套 3MW/6MWh 储能子单元储能子单元组成。采用电池集装箱配套储能双向变流器方案，双向变流器输出电能再经升压变压器升压后并入光伏项目 35kV 配电系统。

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南侧孟朋村附近，升压站总占地面积为 17700m²，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 1×210MVA，选用三相三绕组有载调压型，户外布置。

2) 升压站系统接线

220kV：升压站 220kV 侧按终期规模规划，220kV 侧采用单母线接线，本期建设 1 个主变进线间隔、1 个线路进线间隔、1 个 PT 间隔。预留 1 个主变进线间隔，2 个线路进线间隔安装位置。220kV 配电设备采用户外气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）露天布置。本期建成 1 个出线间隔，新建 1 回 220kV 线路接至 220kV 元江变，为兼顾建设单位同一片区规划的新能源项目共计 207MW 的新能源送出需求，线路导线截面均选择为耐热 2×400mm²。

35kV：升压站 1#主变低压 35kV 侧按扩大单元接线。项目建成 2 个主变进线间隔、8 个集电线路间隔（其中卡腊光伏项目 3 回、那塘光伏项目 1 回、哈吉冲光伏项目 1 回、鸡街梁子风电场 3 回）、2 个母线设备间隔、2 个无功补偿间隔、1 个站用变间隔，共 16 面开关柜。35kV 配电装置选用户内成套装置 KYN-40.5 铠装移开式开关柜。预留无缘滤波、储能间隔、系统间隔及后期项目集电线路间隔建设位置。35kV 配电装置选用户内成套装置 KYN61-40.5 高原型铠装移开式开关柜。

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作为备供站用变。。

无功补偿：在 35kVI 段母线配置 1 套动态无功补偿装置，容量为±38Mvar，在 35kVII 段母线配置 1 套动态无功补偿装置，容量为±38Mvar。

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。主供电源引自 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：SCB18-500/10。

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 $\pm 38\text{Mvar}$ 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: $\pm 38\text{MVar}$

响应时间: $< 5\text{ms}$

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: SFZ20-210000/220 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: $230 \pm 8 \times 1.25\% / 37\text{kV}$;

阻抗电压: $U_d\% = 14$

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 1 个主变进线间隔, 2 个线路进线间隔安装位置。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

安装位置	数量	类型	工作电压 (kV)	工作电流 (A)	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)
220kV 主变进线间隔	1	断路器	230	551.12	252	50	125	125	50
	2	隔离开关	230	551.12	252			125	50
	3	电流互感器	230		252				
	3	检修接地开关	230		252			125	50
220kV 出线间隔	1	断路器	230	551.12 (本期)	252	50	125	125	50
	2	隔离开关	230	551.12 (本期)	252			125	50
	3	电流互感器	230		252				
	2	检修接地开关	230		252			125	50
	1	快速接地开关	230		252			125	50
	1	电压互感器	230		252				
220kV 母线间隔	1	隔离开关	230		252			125	50
	1	检修接地开关	230		252			125	50
	1	快速接地开关	230		252			125	50
	3	电压互感器	230		252				

35kV 高压开关柜配置:

升压站 1#主变低压 35kV 侧按扩大单元接线。本项目建成 2 个主变进线间隔、8 个集电线路间隔（卡腊项目 3 回、那塘光伏项目 1 回、哈吉冲光伏项目 1 回、鸡街梁子风电场 3 回）、2 个母线设备间隔、2 个无功补偿间隔、1 个站用变间隔、1 个储能进线间隔，共 16 面开关柜。35kV 配电装置选用户内成套装置 KYN-40.5 铠装移开式开关柜。预留无缘滤波、储能间隔及后期项目集电线路间隔建设位置。35kV 配电装置选用户内成套装置 KYN61-40.5 高原型铠装移开式开关柜。在 35kV 母线上配置 2 台 SVG 动态无功补偿装置，容量暂按±38Mvar 考虑。详见表 2-2。

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)	工作电流 (A)	额定电压 (kV)	额定电流 (A)	开断电流 (kA)	短路关合电流 (kA)	动稳定电流 (kA)	热稳定电流 (kA)	准确级
35kV 主变进线柜 2 面	1	断路器	35	1732.10	40.5	2500	31.5	80	80	31.5	
	2	隔离开关	35		40.5	2500			80	31.5	
	3	电流互感器	35		35	3300/1A					5P40/5P40/5P40/5P40/0.5S/

											0.2S
35kV 集电线路柜 8 面	1	断路器	35	593.8	40.5	1250	31.5	80	80	31.5	
	2	隔离开关	35		40.5	1250			80	31.5	
	3	电流互感器	35		35	800/1A 800/1A					5P40/5P40/5P40,0.5S/0.2S
35kV 母线电压互感器柜 2 面	1	隔离开关	35		40.5	1250			80	31.5	
	3	电压互感器	35		35						0.2/3P (0.5) /3P/3P
35kV 动态无功补偿柜 2 面	1	断路器	35	742.32	40.5	1250	31.5	80	80	31.5	
	2	隔离开关	35		40.5	1250			80	31.5	
	3	电流互感器	35		35	850/1A 850/1A					5P40/5P40/5P40,0.5S/0.2S
35kV 站用变柜 1 面	1	断路器	35	8.24	40.5	1250	31.5	80	80	31.5	
	2	隔离开关	35		40.5	1250			80	31.5	
	3	电流互感器	35		35	400-800 /1100/1 A					5P40/5P40/5P40,0.5S/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	1×210MVA	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 出线	0 回	
			10kV 出线	0 回	
			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±38000kvar。	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	
		综合楼	钢筋混凝土框架结构，两层，层高均为 3.6m，一 层建筑面积约 660.79m²，二层建筑面积约 660.79m²，总建筑面积约为 1321.58m²。建筑内一 层布置有中控室、办公室、餐厅、休息室等，二 层布置有会议室、休息室、办公室等。室内布置 有两部疏散楼梯，满足消防疏散要求。	本期新建	
		公用工	给水工程	本工程在升压站新建一座 5m³ 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

	程	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	从现有乡道引接，进站道路长约 1.52km	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 $\geq 0.3\text{m}^3$ ；建设化粪池 1 个，容积为 1.5m^3 ，建设一体化污水处理设施 1 套，处理规模为 $1.5\text{m}^3/\text{d}$ ；建设生活废水收集池 1 个，容积为 6m^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咪哩乡垃圾转运站处置。	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 30m^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
		事故油池	在主变附近设事故油池 1 座，主变事故油池有效容积 $V=59.3\text{m}^3$ （在后续增加主变时当主变中变压器油低于 59.3m^3 时可预留主变下方集油坑与总事故油池之间用排油管道连接，共用该总事故油池，如预留主变中变压器油大于 59.3m^3 ，在增加主变时需另建事故油池） ³	本期新建
		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。	本期新建

2.3 升压站总平面布置

项目在光伏场区西侧 12#光伏子方阵内建设 220kV 升压站一座，升压站呈长方形，项目升压站占地面积为 17700m^2 。升压站外侧设 2.3m 高实体围墙，升压站大门布置在场区西侧，站内道路为 4.5m 宽混凝土路面，在站内形成环形通道，车道的净宽度和净空高度均不应小于 4.0m，满足消防要求。升压站北侧布置综合楼，西侧布置成品水泵房、成品危废品间，升压站南侧布置为生产区，无功补偿布置布置在生产区东侧，出线构架等布置在生产区南部；主变压器布置在站址中部，35kV 开关室和继电保护室、主变、事故油池、SVG、储能单位电池仓以及谐波治理预留场地也布置在中部，构成了整升压站的主体生产区。各级电压配电装置均靠近主变布置，便于各级电压等级之间进线联接。中部布置。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。

35kV 进线经 35kV 电缆沟引入，220kV 线路向东南侧出线至 220kV 元江变，。主变压器露天布置于 35kV 配电室与高压户外配电装置之间。主变高压侧用 JL/G1A-300 软母线引上至高压户外配电装置，35kV 侧用共箱母线引至 35kV 配电室主变进线柜。主变中性点设备安装于变压器旁边。高压配电装置布置形式为户外 GIS 布置，布置于升压站南侧。35kV 配电装置采用移开式开关柜，布置于 35kV 配电装置室内。

项目储能区布置在升压站的南侧，各个单元分区独立，中间均用隔离围栏相隔离，项目配套储能规模为 21MW/42MWh，工程配套储能系统采用集装箱式的建站方式，采用预制舱户外布置方式，储能电池拟选用磷酸铁锂电池，项目储能系统共由 3 套 5MW/10MWh 及 2 套 3MW/6MWh 储能子单元组成。每套 5MW/10MWh 储能单元包含 1 座储能单元交流系统舱和 1 座 40 尺储能电池预制舱，每座储能电池预制舱内安装 24 个电池簇。每套储能单元直流系统由电池簇、直流主控配电柜、消防系统、温控系统、本地控制器等设备组成。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。一体机内 PCS 交流侧并联接入变压器低压绕组，经变压器升压后接入 35kV 高压室后连接至 35kV 汇流母线。

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 2-4。

表 2-4 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	17700	约 26.55 亩
2	围墙内占地面积	m ²	15850.33	不含边坡
3	总建筑面积	m ²	1348.71	
4	站内道路及广场面积	m ²	2150	
5	碎石铺地	m ²	4000	
6	绿地面积	m ²	800	
7	绿化率	%	4.52	

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	综合楼	钢筋混凝土框架结构，两层，层高均为 3.6m，一层建筑面积约 660.79m ² ，二层建筑面积约 660.79m ² ，总建筑面积约为 1321.58m ² 。建筑内一层布置有中控室、办公室、餐厅、休息室等，二层布置有会议室、休息室、办公室等。室内布置有两部疏散楼梯，满足消防疏散要求。	2	框架结构
2	消防水泵房	钢筋混凝土框架结构，地下一层，地上一层，层高为 6.5m。地上房间为生活消防水泵房，房间设置有直接对外的出口，满足消防疏散要求。建筑面积约为 263.38m ² 。	2	框架结构
3	库房（含危废间及固废间）	钢筋混凝土框架结构，房间设置有直接对外的出口，满足消防疏散要求。地上一层，层高为 3.3m。建筑面积约为 129.28m ² 。	1	框架结构
4	警传室	钢筋混凝土框架结构，房间设置有直接对外的出口，满足消防疏散要求。地上一层，层高为 3.3m。建筑面积约为 44.79m ² 。	1	框架结构
5	主变（1 台）	型号：SZ-210000/220-NX2，150MVA；	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，容积为±38000kvar	2	板式基础
8	总事故油池	1 座，容积为 59.3m ³ （在后续增加主变时当主变中变压器油低于 59.3m ³ 时可将预留主变下方集油坑与总事故油池之间用排油管道连接，共用该总事故油池，如预留主变中变压器油大于 59.3m ³ ，在增加主变时需另建事故油池）	1	地埋
9	集油坑	1 座，容积为 30m ³	1	地埋
10	隔油池	1 座，容积为 0.3m ³	1	地埋
11	化粪池	1 座，容积为 1.5m ³	1	地埋
12	一体化生活污水处理站	1 套，处理规模为 1.5m ³ /d	1	地埋
13	生活污水收集池	1 座，容积为 6m ³	1	地埋
14	生活水箱	1 座，容积为 5m ³	1	板式基础
15	危废暂存间	1 座，30m ²	1	预制舱
16	一般废物储存间	1 座，50m ²	1	预制舱
17	地下水跟踪监测井	1 座，位于总事故油池下游 15m 处	1	/

2.5 升压站电气主接线

主变规模：1×210MVA。

220kV：线路-变压器组接线，以 1 回 220kV 线路送出。

35kV：升压站 1#主变低压 35kV 侧按扩大单元接线。项目建成 2 个主变进线间隔、8 个集电线路间隔（其中卡腊光伏项目 3 回、那塘光伏项目 1 回、哈吉冲光伏项目 1 回、鸡街梁子风电场 3 回）、2 个母线设备间隔、2 个无功补偿间隔、1 个站用变间隔，共 16 面开关柜。35kV 配电装置选用户内成套装置 KYN-40.5 铠装移开式开关柜。预留无缘滤波、储能间隔、系统间隔及后期项目集电线路间隔建设位置。35kV 配电装置选用户内成套装置 KYN61-40.5 高原型铠装移开式开关柜。

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±38Mvar 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	规格型号	单位	数量	备注
一	主变压器系统				
1	1#主变压器	SFZ20-210000/220（210MVA） 230±8x1.25%/37kV；Ud%=14,YN, yn0+d，高压侧套管 CT：LR-220， 800/1A，0.5S/0.5S；800/1A，5P30；高压 侧中性点带套管 CT：LRB-110， 400/1A,5P30/5P30	台	1	220kV 三 相双绕组 有载调压 变压器， 带平衡绕 组
2	1#主变中性点设备(包 括中性点隔离开关、电 流互感器、避雷器等)	隔离开关：GW13-126/630,630A，电流 互感器：LJW-80GY，100/1A， 5P30/5P30，氧化锌避雷器：Y1.5W-146/ 320GY，144kV 中性点放电间隙	套	1	低压侧中 性点成套 装置
3	铝包钢芯耐热铝合金 型线绞线	JNRLH60/G1A-400/50	米	120	
4	耐张绝缘子串	21(U160BP/155D)	串	3	
5	0°铜铝过渡设备线夹	SYG-400/50A	套	3	
6	90°铜铝过渡设备线夹	SYG-400/50C	套	1	
7	90°铝设备线夹	SY-400/50C	套	1	

8	耐张线夹	NYG-400/50	套	3	
二	220kV GIS 部分				
1	220kV 户外 GIS 主变进线间隔	户外 GIS: 252kV,4000A,50kA, 1.断路器: 252kV,4000A,50kA,125kA, 2.隔离开关: 252kV,4000A,50kA,125kA; 3.检修接地开关: 252kV, 50kA, 3 组; 4.电流互感器母线侧: 800/1A, 5P40/5P40/5P40/5P40 主变侧: 400-800/1A, 0.2S/0.5S800/1A, 5P40/5P40	套	1	
2	220kV 户外 GIS 出线间隔	户外 GIS: 252kV,4000A,50kA, 1.断路器: 252kV,4000A,50kA, 125kA, 2.隔离开关: 252kV,4000A,50kA,125kA; 3.检修接地开关: 252kV, 50kA, 2 组; 4.快速接地开关: 252kV,4000A,50kA, 125kA; 5.电流互感器母线侧: 1200-2400/ 1A, 5P40/5P40/5P40/5P40 出线侧: 800-1200-2400-3500/1A, 0.2S/0.5S; 1200-2400/1A, 5P40/5P40	套	1	
3	220kV 户外 GIS 母线设备间隔	户外 GIS: 252kV,4000A,50kA 1.断路器: 252kV,4000A,50kA, 125kA, 2.隔离开关: 252kV,4000A,50kA,125kA; 3.检修接地开关: 252kV, 50kA, 4.快速接地开关: 252kV,4000A, 50kA,125kA;	套	1	
4	氧化锌避雷器	YH10W-204/532,海拔 2500m	台	6	
5	线路电压互感器	TYD220/√3-0.005W〔220/√3〕/〔0.1/√3〕/0.1kV,0.5/3P 级	台	1	
6	铝包钢芯耐热铝合金型线绞线	JNRLH60/G1A-400/50	米	330	
7	双导线 T 型线夹	TYS-2x400/200, hxa=100x100	套	4	
8	0° 设备线夹	SY-400/50A, hxa=100x100	套	4	
9	30° 双导线设备线夹	SSY-400/50B-200, hxa=180x160	套	3	
10	0° 设备线夹	SY-400/50A, hxa=150x110	套	1	
11	双导线间隔棒	MRJ-5/200	套	12	
12	30° 设备线夹	SY-400/50B, hxa=180x160	套	3	
13	0° 设备线夹	SY-400/50A, hxa=190x110	套	3	
14	耐张绝缘子串	20(U160BP/155D),附全套金具	套	3	
15	耐张线夹	NYG-400/50	套	3	
16	T 型线夹	TY-400/50	套	3	
三	35kV 配电装置设备				
1	主变进线柜	内装: 1.固封式真空断路器: 40.5kV, 3150A, 31.5kA, 1 台; 2.电流互感器: LZZBJ9-40.5, 40.5kV, 主变侧 2500/1A,	台	2	

		0.2S/0.5S; 3300/1A, 5P20; 母线侧 2500/1A, 5P20/5P20/5P20, 3.氧化锌避雷器: YH5WZ-51/ 134, 51kV。			
2	集电线路进线柜	内装: 1.固封式真空断路器: 40.5kV, 1250A, 31.5kA, 1 台; 2.电流互感器: LZZBJ9-40.5, 40.5kV, 800/1A, 5P40/5P40/ 5P40; 800/1A, 0.5S/0.2S, 3 只; 3.氧化锌避雷器: YH5WZ-51/ 134, 51kV, 4.接地开关: JN22-40.5, 31.5kA, 1 组	台	8	卡腊村光伏 3 回、那塘光伏 1 回、哈吉冲 1 回、鸡街梁子风电场 3 回
3	无功补偿柜	内装: 1.固封式真空断路器: 40.5kV, 1250A, 31.5kA, 1 台; 2.电流互感器: LZZBJ9-40.5, 40.5kV, 850/1A, 5P40/5P40/5P40 850/1A, 0.5S/0.2S, 3 只; 3.氧化锌避雷器: YH5WZ-51/134, 51kV, 4.接地开关: JN22-40.5, 31.5kA, 1 组	台	2	
4	储能进线柜	内装: 1.固封式真空断路器: 40.5kV, 1250A, 31.5kA, 1 台, 2.电流互感器: LZZBJ9-40.5, 40.5kV, 800/1A, 5P40/5P40/5P 40, 500/1A, 0.5S/0.2S; 3.氧化锌避雷器: YH5WZ-51/134, 51kV, 4.接地开关: JN22-40.5, 31.5kA	台	1	
5	户外矩型铜母线	5000A,31.5kA,80kA	米	30	三相总长
6	户内共箱封闭母线	4000A,31.5kA ,80kA	米	60	三相总长
7	终端铜质软连接	RL-5000A, 含连接金具和连接螺栓等	套	3	
8	SF6 气体监测装置		套	1	
9	35kV 配电预制舱	长×宽×高: 61m×11.74m×3.8m;	套	1	
10	二次预制舱	长×宽×高: 20.1m×11.74m×3.6m;	套	1	
11	低压配电预制舱	长×宽×高: 13m×3.8m×3.6m;	套	1	
四	无功补偿系统				
1	无功补偿装置	35kV, ±38MVar, 水冷直挂式	套	2	
2	无功补偿集装箱	长×宽×高: 25m×3.4m×3.5m	套	2	
五	接地变及小电阻、低压配电部分				
1	小电阻成套装置柜	1、小电阻成套装置: 40.4 Ω ,500A-10S2、隔离开关, GN19- 40.5/1250,35kV, 1250A3、避雷器 HY10WZ-51/134 GY 4、电流互感器 500/1A0.5/5P30/5P30 /5P30	套	1	
2	站用变压器	SCB18-500/37; 37±2×2.5%/0.4kV; D	台	1	

		yn11, Uk=6.5%			
3	低压开关柜	MNS	面	8	
4	检修箱	XLW-1-14(G)	个	4	
5	动力箱	XLW-1-14(G)	只	10	
6	10kV 施工变压器	SCB18-500/10, 500kVA, 10±2x1.5%/0.4kV, Ud%=6.5,D,yn11	台	1	
六	电力电缆				
1	35kV 电力电缆	ZRC-YJV22-26/35-3×70	m	150	站用变
2	35kV 电力电缆	ZC-YJV22-26/35-3x240	m	500	无功补偿, 双拼
3	35kV 电力电缆	ZC-YJY63-26/35-1x630mm	m	40	小电阻柜
4	10kV 电力电缆	ZC-YJV22-8.7/10, 3x70	m	500	
5	电缆终端	35kV, 3×70, 户内冷缩型	套	6	
6	电缆终端	35kV, 3×240, 户内冷缩型	套	8	
7	电缆终端	35kV, 1x630, 户内冷缩型	套	2	
8	电缆终端	10kV, 3×70, 户外冷缩型	套	2	
9	电缆终端	ZC-YJV22-0.6/1kV, 3×300+1×150	套	6	
10	低压电缆头	各种型号	套	15	
11	电缆桥架	各种型号	m	1500	
12	电缆沟电缆支架	L40x4mm, 热镀锌角钢	m	1000	
13	阻燃包		kg	1000	
14	防火涂料		kg	200	
15	有机堵料		kg	1000	
15	防火隔板		m2	80	
七	接地				
1	普通型独立避雷针	针高 h=35 米	支	4	
2	构架避雷针	针高 h=35 米	支	1	
3	接地扁钢	-60×6mm 热镀锌扁钢	m	8500	主接地网
4	接地极	-50×5mm 热镀锌扁钢	m	2000	
5	垂直接地极	L50×5×2500mm 热镀锌角钢	跟	150	
6	镀锌钢管	∅ 100	米	246	
7	绝缘铜绞线	1x120mm ²	m	1200	
8	铜芯聚氯乙烯绝缘线	BV-500V, 1x50mm ²	m	1000	
八	储能系统	21MW/42MWh	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 07 月 27 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

根据《环境影响评价技术导则—输变电》（HJ24-2020）中的有关规定，本次共布设 1 个场界电磁环境监测点位，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

注：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，根据调查，本项目周边未分布有建成的光伏、风电及升压站项目，无其他电磁辐射贡献源。故本次评价现状监测点具有充分的空间代表性和现状背景代表性，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。

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 27 日-2026 年 07 月 29 日
	天气	阴
	风速	0.3-2.1m/s
	风向	西南风
	温湿度	环境温度：22.3-28.1℃ 相对湿度：4:6.1-66.3%RH
	大气压	81.4-87.5kPa

5、监测仪器

电磁辐射分析仪 LF-01D&EH400X

仪器编号：G-2276&D-2276(KH-005)

检定/校准有效期：2027 年 06 月 02 日

证书编号：WWD202601741

检定/校准单位：华南国家计量测试中心 广东省计量科学研究院

电磁场探头：

电场量程范围：0.01V/m-100kV/m 扩展不确定度±0.7dB

磁场量程范围：1nT-10mT 扩展不确定度±0.7dB

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

检测时间	检测点位	工频电场			工频磁场		
		监测结果 (V/m)	标准值 (V/m)	达标 情况	监测结 果 (μT)	标准值 (μT)	达标 情况
2026.07.27	升压站拟建场址中心处	0.50	4000	达标	0.015	100	达标

根据监测结果，本项目测量点的工频电场强度、工频磁感应强度现状测量分别为 0.50V/m 和 0.015μT。本项目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 $1 \times 210\text{MVA}$ ，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 升压站电压等级相同、主变压器户外布置类似，本期工程主变容量（ $1 \times 210\text{MVA}$ ）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	玉溪市元江县咪哩乡	/
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	1×210MVA	大于本项目
	布置	户外布置	户外布置	相同
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
母线		单母线接线	单母线接线	相同
地形		坡地	坡地	相同
220kV 配电装置		户外，GIS 布置	户外，GIS 布置	相同
围墙内占地面积		9400m ²	15850.33m 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 36m	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 66m	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 91.7m	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 46.5m	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 设备布置在升压站南侧，主变压器布置在 GIS 设备北侧，SVG 无功补偿装置布置在主变压器东侧，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，周围有其他电磁污染源	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 17700m²（含边坡），围墙内占地面积为 15850.33m²（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，工程出线回数相同，周边环境相似，影响工频磁场的主

变容量中，本期工程主变容量（1×210MVA）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 3m），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，但类比项目主变距离东厂界围墙仅比本项目远 3m，且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；类比工程占地面积远小于本项目；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

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。

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（MW）	最小负荷率（%）
	U	I	P	Q		
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-JO1)	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-JO1)	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

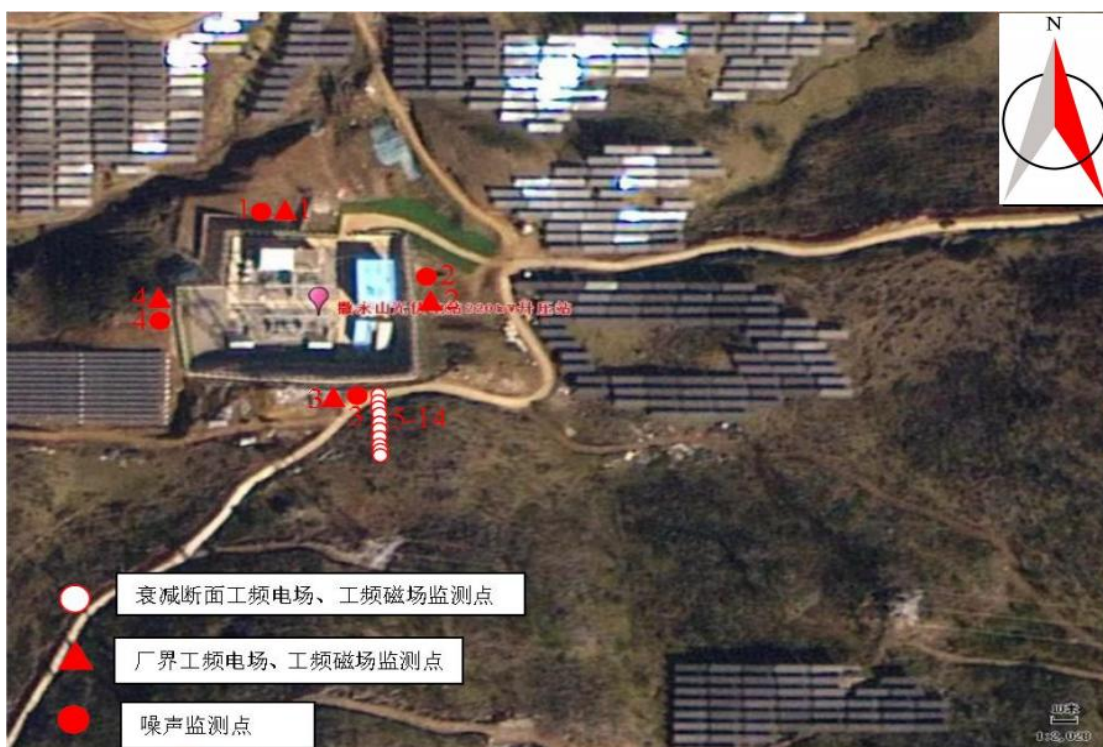


图 3-2 禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站监测布点图

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 210MW,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 $210/(12.88+5.49)=11.432$ 系数对监测结果进行校核,即监测值乘以 11.432 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	2.264
撒永山光伏电站 220kV 升压站南侧围墙外 5m 处	1670	0.575	6.573
撒永山光伏电站 220kV 升压站西侧围墙外 5m 处	59.35	2.702	30.889
撒永山光伏电站 220kV 升压站北侧围墙外 5m 处	25.09	0.178	2.035
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	6.573
2	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 10m	1563	0.393	4.493
3	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 15m	1357	0.339	3.875
4	距撒永山光伏电站 220kV 升压站站址南侧厂界外 20m	1070	0.241	2.755
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	2.504
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	2.366
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	2.366
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	2.023
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	1.966
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	1.818
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校核值在 2.035~30.889 μ T 之间；校核后升压站南侧衰减断面处工频磁感应强度为 1.818 μ T~6.573 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 1.385 μ T~5.008 μ T，最大值为 5.008 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 3.423 μ T，距离场界 20m 时衰减至 2.099 μ T，距离场界 30m 时衰减至 1.803 μ T，距离场界 40m 时衰减至 1.542 μ T，距离场界 50m 时衰减至 1.385 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、图 3-4 及图 3-5，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厂界 5m 处达到最大值，然后急速下降，35m 后平缓下降。

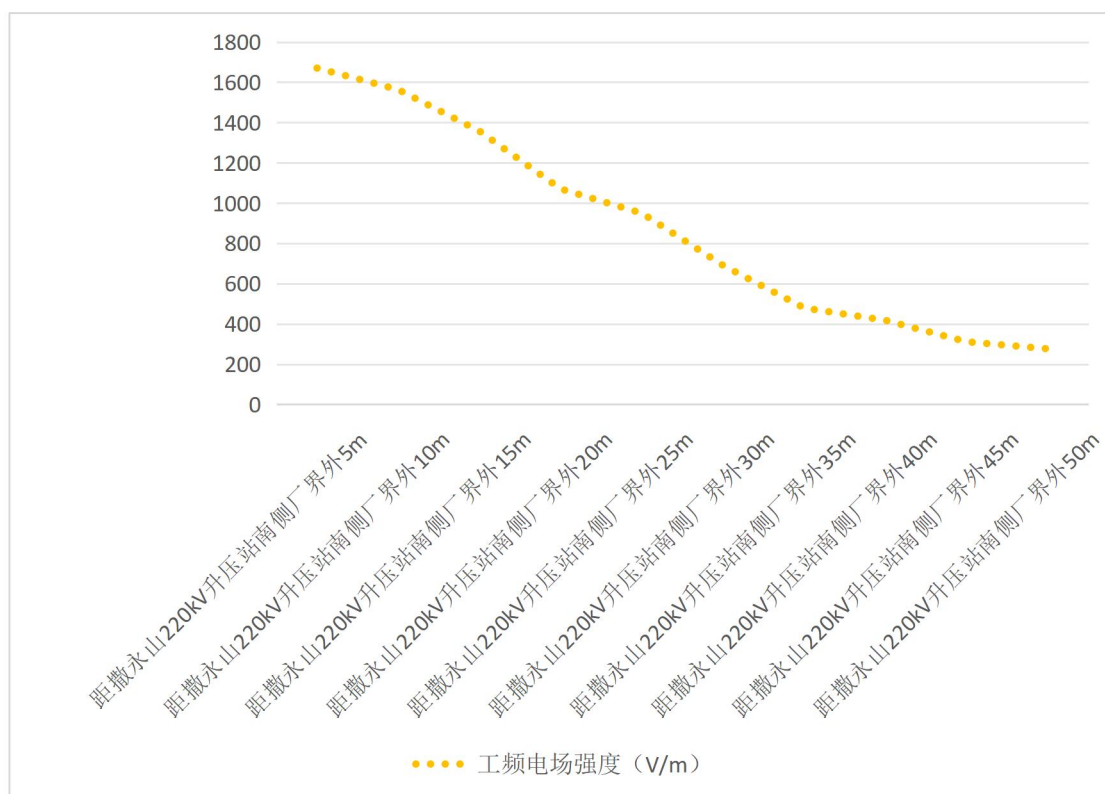


图 3-3 禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站衰减断面工频电场强度衰减情况

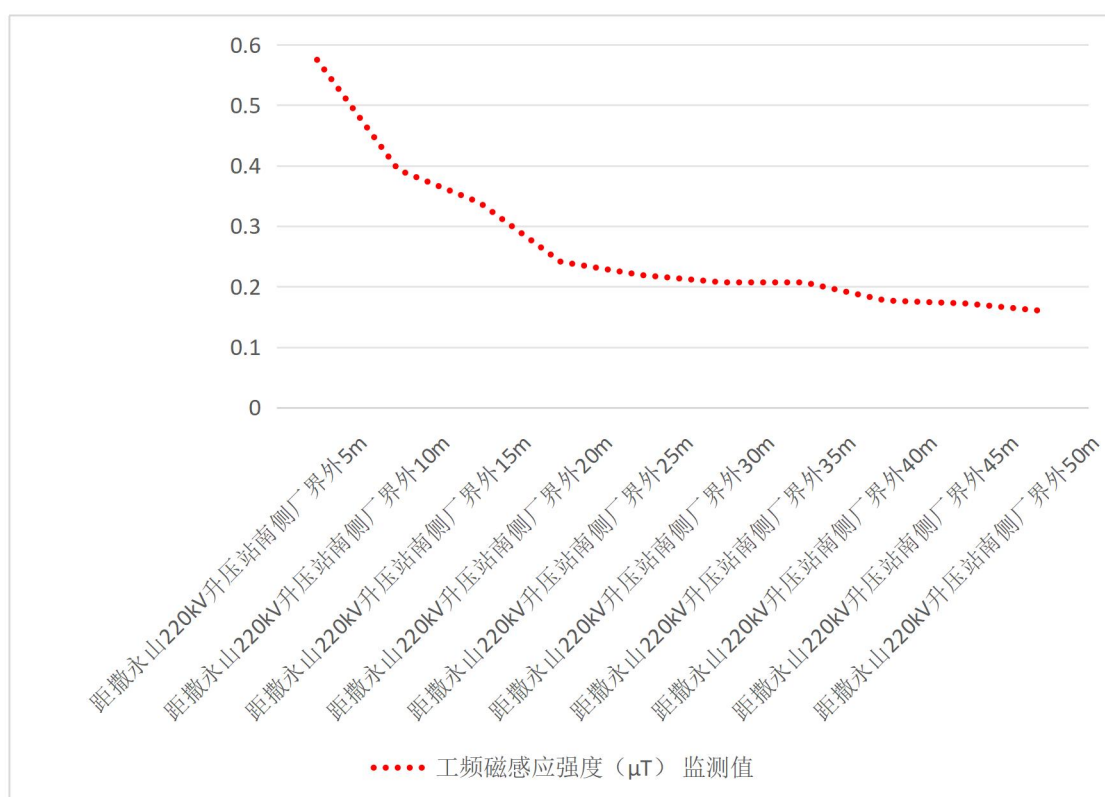


图 3-4 禄劝县撒永山光伏电站 220kV 升压站衰减断面工频磁感应强度衰减情况
(监测值)

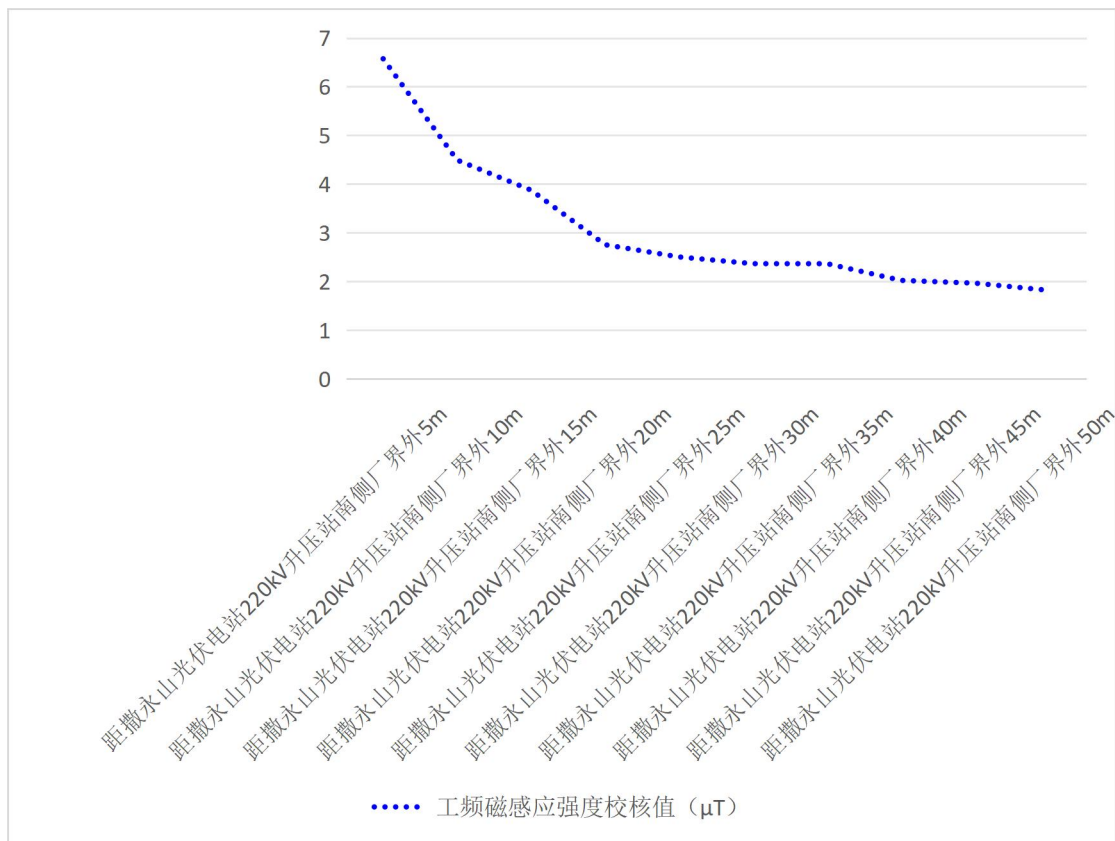


图3-5 禄劝县撒永山光伏电站220kV 升压站衰减断面工频磁感应强度衰减情况
(校核值)

(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及校核结果，叠加项目拟建升压站各场址电磁辐射现状监测值，根据上述类比监测结果监测值，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，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 校核值	背景值	预测值
拟建 220kV 升压站场界东 5m 处	76.07	0.50	76.321	2.264	0.015	2.272
拟建 220kV 升压站场界南 5m 处	1670 (类比)	0.50	1670.250	6.573	0.015	6.581

(出线侧)	工程出线侧、南侧)					
拟建 220kV 升压站场界西 5m 处	59.35	0.50	59.602	30.889	0.015	30.897
拟建 220kV 升压站场界北 5m 处	25.09	0.50	25.344	2.035	0.015	2.043
标准值	4000V/m	4000V/m	4000V/m	100 μ T	100 μ T	100 μ T
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 3-6 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 25.344~1670.250V/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 2.043~30.897 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 25.344~1670.250V/m 之间，工频磁感应强度预测值在 2.043~30.897 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）靠近南侧场界，距离南侧场界 13m，根据类比监测结果来看，升压站各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。

根据现场踏勘，本项目 220kV 升压站距离最近居民点为升压站南面 477m 的孟朋村，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）依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目 220kV

升压站电磁环境评价范围为站界外 40m，该范围内应识别有公众居住、工作或学习的建筑物等电磁环境敏感目标。为避免后期在该范围内新建住宅、学校、医院、办公楼、工厂等人员长期驻留的建筑物，引发电磁环境、噪声环境矛盾，本项目提出规划管控要求：升压站厂界外 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。 按照《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013），在厂界检测值最大处布设垂直衰减断面，间距为距厂界 5、10、15、20、25、30、35、40、45、50m，监测高度为距地面 1.5m 以上。	《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 25.344~1670.250V/m 之间，工频磁感应强度预测值在 2.043~30.897 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。

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南面 477m 的孟朋村，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。