团结片区光伏发电项目

电磁环境影响专项评价

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 4
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 5
1.6 环境保护目标 6
2 升压站工程概况 7
2.1 团结片区光伏发电项目概况 7
2.2 项目升压站组成及规模 7
2.3 升压站总平面布置 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 11
2.7 项目主要污染工序 13
3 电磁环境影响预测与评价 14
3.1 项目区电磁环境现状 14
3.2 运营期电磁环境影响分析 15
3.2.1 110kV 升压站工频电场、工频磁场预测及评价 15
3.2.2 对环境保护目标的影响 ..... **错误！未定义书签。**
3.3 电磁环境达标控制要求 ..... - 7 -
4 电磁辐射环境保护措施及监测计划 ..... - 8 -
4.1 环境保护措施 ..... - 8 -
4.2 电磁环境监测计划 ..... - 9 -
5 电磁辐射影响评价结论 ..... - 10 -

根据《环境影响评价技术导则—输变电》（HJ24-2020），本工程的电磁环境影响应设专题进行评价。

项目升压站输出线路不在本次建设内容中，本次评价不包含升压站输出线路电磁环境影响评价。

项目升压站 110kV 送出线路未包含在本项目建设内容中，本次评价不对该 110kV 送出线路进行评价；此外，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，100KV 以下输变电工程属于豁免评价，项目光伏场区逆变器、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），故本次专题报告对项目内部集电和变电项目（4200KVA 箱式变压器、3900KVA 箱式变压器、3600KVA 箱式变压器、2000KVA 箱式变压器、1 回集电线路等级均为 35kV）低于 100KV 部分的电磁辐射影响不再进行评价。

1 总论

1.1 项目背景

团结片区光伏发电项目位于云南省昆明市西山区北部、团结街道中部的山脊地带，行政区划属于西山区团结街道乐居社区、龙潭社区，场址中心距离昆明市区距离约 9.3km。项目场址邻近昆楚大高速、昆明绕城高速、棋台县道、浑团县道，场址距离县道直线距离小于 200m，且有乡道途经场址，交通运输方便。

项目总装机规模为交流侧 30MW，直流侧 34.5744MW；项目拟在光伏场区上部 T08#光伏子方阵西侧建设 110kV 升压站 1 座，主变容量选择为 1×31.5MVA，本光伏电站工程拟以 1 回 35kV 集电线路汇集电能，接入新建 110kV 升压站，以 1 回 110kV 送出线路接入 220kV 温泉变 110kV 侧，线路长度约 16km。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《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，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 110kV 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、1 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 110kV 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 110kV 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，国电电力云南新能源开发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 国家法律、法规及相关规范

（1）《中华人民共和国环境保护法》，主席令第 22 号，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起施行；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修正；

（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）《云南省电力设施保护条例》，1987 年 9 月 15 日实施；

（6）《云南省供用电条例》，2004.6.1；

（7）《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；

（8）《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）。

1.3.3 相关技术资料及批复

（1）《团结片区光伏发电项目可行性研究报告》（2025 年 2 月）；

（2）投资项目备案证；

（3）云南升环检测技术有限公司《昆明市西山区团结片区光伏发电项目环境质量现状监测报告》（报告编号：HC2401W1005 号）；

（4）云南省核工业二 0 九地质大队《110kV 石林输变电工程电磁环境、噪声现状监测报告》（报告编号：FSJC-17070）。

1.4 评价因子、评价等级、评价范围

1.4.1 评价因子

团结片区光伏发电项目 110KV 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 110kV 升压站为户外升压站，电压等级为 110kV，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 110kV 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 110kV 升压站的评价范围为站界外 30m，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	110KV	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 30m

1.5 评价标准

项目拟建 110kV 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（kV/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

110kV 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 30m，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。

2 升压站工程概况

2.1 团结片区光伏发电项目概况

团结片区光伏发电项目总装机规模为交流侧 30MW，直流侧 34.5744MW；共由 5 个 4.20MW 的光伏子方阵、1 个 3.90MW 的光伏子方阵、1 个 3.60MW 的光伏子方阵及 1 个 2.00MW 的光伏子方阵组成，采用 49392 块峰值功率为 700Wp 的单晶硅双面光伏组件、5 座 4200KVA 箱式变压器、1 座 3900KVA 箱式变压器、1 座 3600KVA 箱式变压器、1 座 2000KVA 箱式变压器、94 台 320kW 的组串式逆变器。

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，本工程采用电缆敷设方式。本光伏场区新建 1 回集电线路，集电线路总长约 4.2km。

本期工程新建 1 座 110kV 升压站，该升压站位于本项目光伏场区上部 T08#光伏子方阵西侧，升压站内安装 1 台 110kV 主变，主变容量为 1×31.5MVA，新建 1 个 110kV 主变进线间隔，1 回 110kV 出线间隔，1 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±10000kvar。110kV 配电装置采用户外六氟化硫组合电器（GIS）。

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 110kV 升压站 1 座，位于本项目光伏场区上部 T08#光伏子方阵西侧，升压站总占地面积为 2400m^2，占地类型为草地及林地。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 1×31.5MVA，选用三相三绕组有载调压型，户外布置。

2）出线规模

110kV：线路-变压器组接线，以 1 回 110kV 线路送出，接入 220kV 温泉变 110kV 侧。

35kV：主变低压侧 35kV 母线采用单母线接线方式。主变低压侧 35kV 母线设置 1 回光伏集电线路间隔，1 回主变进线间隔，1 回接地变间隔，1 回 SVG 间隔、1 回母线 PT 间隔、1 回站用变间隔，共 6 回。

3）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 1 套±10Mvar 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：±10MVar

响应时间：＜5ms

（4）站用变压器：在 35kV 母线配置 1 台容量为 250kVA 的站用变压器。

5）电气参数

主变：

变压器型号：SZ20-31500/110　1 台；

型式：三相自冷双卷油浸式变压器，电压等级：110/35kV；

调压方式：高压侧有载调压；

主变变比：115±8×1.25%/37kV；

阻抗电压：Ud%=10.5

联接组别：YN，d11

调压方式：有载调压

冷却方式：ONAN（油浸自冷）；

中性点接地方式：110kV 侧按不死接地设计，35kV 侧经小电阻接地。

110kV 配电装置：

本工程 110kV 配电装置采用户外六氟化硫组合电器（GIS），本工程新建 1 个主变进线间隔，1 个 110kV 出线间隔。

表 2-1　本期 110kV 配电装置主要元件技术参数汇总表

设备名称		型式及主要参数
GIS	断路器	110kV，1250A，40kA⁄4s；126kA
	隔离开关	110kV，1250A，40kA⁄4s；126kA
	接地开关	110kV，1250A，40kA⁄4s；126kA
	电流互感器	额定电压：110kV
	电压互感器	110/√3/0.1/√3/0.1/√3/0.1kV

表 2-2　项目拟建 110KV 升压站建设规模一览表

工程		名称		建设规模 本期工程	备注
拟建110kV升压站	主体工程	110kV升压站	电压等级	110kV	
			布置方式	户外布置	
			主变压器	1×31.5MVA	本期新建
			35kV 站用变	1×250kVA	本期新建
			10kV 站用变	1×200kVA	本期新建
			110kV 出线	1 回	本期新建
			35kV 出线	0 回	
			10kV 出线	0 回	
			无功补偿	新建 1 套户外水冷 SVG 动态无功补偿装置，容量为±10000kvar。	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
			辅房	为地下一层，地上一层的钢筋混凝土框架结构建筑，总建筑面积：267.26m^2，建筑高度为 4.7m。地下一层主要布置有消防辅房和消防水池，地上为消防辅房的出入口、生活辅房以及备品备件间。	本期新建
			综合舱	为成品舱，占地面积 124.22m^2，建筑面积 248.44m^2，建筑高度为 5.8m，设置电气一次室、二次设备室以及一间主控室。	本期新建
	公用工程	给水工程	本工程在升压站新建一座 4m^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	从现有乡道引接，进站道路长约 0.05km		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≥0.2m^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 1m^3/d；建设生活废水收集池 1 个，容积为 3m^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团结街道垃圾转运站处置。		新建
		噪声防治措施	选用低噪声设备，加装基础减震		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
		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=50m^3		本期新建

2.3 升压站总平面布置

项目在光伏场区上部 T08#光伏子方阵西侧建设 110kV 升压站一座，升压站呈长方形型，长 60m，宽 40m，项目升压站占地面积为 2400m^2。升压站外侧设 2.3m 高实体围墙，站区主大门进入左侧为辅房和污水处理设施，右侧为 4.5m 宽环形道路，道路右侧布置了事故油池和施工变，沿环形道路内侧布置有配电楼、SVG、GIS 及主变压器。厂区由西向东依次为危废库、事故油池、110kV 高压配电装置、主变压器、SVG 集装箱及户外设备、35kV 高压配电室、综合舱、污水处理站、辅房等；主变中性点设备安装于变压器旁边。出线端位于站区西侧。在升压站主变场地内建设有效容积为 50m^3 的总事故油池一座及容积为 10m^3 的集油井一座。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，110kV 线路向东侧出线至 220kV 温泉变 110kV 侧。主变压器露天布置于综合舱与 110kV 高压配电装置之间。主变 110kV 侧用 JL/G1A-300 软导线引上至 110kV 高压配电装置，35kV 侧用封闭母线引至 35kV 配电室主变进线柜，主变中性点设备安装于变压器旁边。110kV 及 110kV 配电装置采用户外 GIS 型式，布置于升压站西侧。35kV 配电装置采用真空断路器固定式开关柜，单列布置于 35kV 配电装置室内。升压站设置 3 棵 30m 高的独立避雷针和 1 棵 30m 高的构架避雷针，分散布置于升压站内。

升压站设环行道路，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	2400	约 3.60 亩
2	建构筑物占地面积	m^2	456.86	
3	总建筑面积	m^2	267.26	计容面积 126.44m^2
4	建筑密度	%	19.04	
5	容积率		0.05	
6	站内道路及广场面积	m^2	479.00	
8	围墙	m	196.00	含铁艺大门 2 个
9	碎石铺地	m^2	807.32	
10	绿地面积	m^2	324.38	
11	绿化率	%	13.52	
12	排水沟	m	135.20	

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	辅房	为地下一层，地上一层的钢筋混凝土框架结构建筑，总建筑面积：267.26m^2，建筑高度为 4.7m。地下一层主要布置有消防辅房和消防水池，地上为消防辅房的出入口、生活辅房以及备品备件间。	2	框架结构
2	综合舱	为成品舱，占地面积 124.22m^2，建筑面积 248.44m^2，建筑高度为 5.8m，设置电气一次室、二次设备室以及一间主控室。	1	预制舱
5	主变（1 台）	型号：SZ20-31500/110，31.5MVA；	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，±10000kvar	1	板式基础
8	总事故油池	1 座，容积为 50m^3	1	地埋
9	集油井	1 座，容积为 10m^3	1	地埋
10	隔油池	1 座，容积为 0.2m^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 1m^3/d	1	地埋
13	生活废水收集池	1 座，容积为 3m^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

2.5 升压站电气主接线

主变规模：1×31.5MVA。

110kV：线路-变压器组接线，以 1 回 110kV 线路送出。

35kV：主变低压侧 35kV 母线采用单母线接线方式。主变低压侧 35kV 母线设置 1 回光伏集电线路间隔，1 回主变进线间隔，1 回接地变间隔，1 回 SVG 间隔、1 回母线 PT 间隔、1 回站用变间隔，共 6 回。

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 1 套±10Mvar 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 250kVA 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
（一）	主变压器设备				
1	三相双绕组有载调压	主变压器，31.5MVA　SZ20-31500/110	台	1	

	变压器	115±8x1.25%/37kV Ud%=10.5，YN，d11 高压侧套管 CT、中性点套管 CT 其他附件			
2	主变压器中性点成套装置	中性点隔离开关，126kV，1250A 氧化锌避雷器，HY1.5W-72/186GY，中性点间隙电流互感器， LJW-400/1A,5P30/5P30 15VA/15VA	套	1	
3	全绝缘管母	31.5kA，40.5kV，2000A	米	40	
4	连接软导线	JL/G1A-300	m	200	
（二）	110kV 配电装置				
1	110kV GIS 线变组间隔	110kV GIS　126kV　1250A 40kA	个	1	
2	氧化锌避雷器	HY10W-108/281GY，附放电记录仪	只	1	
3	电容式电压互感器	TYD-110/$\sqrt{3}$-0.01H， 110/$\sqrt{3}$/0.1/$\sqrt{3}$//0.1/$\sqrt{3}$/0.1kV， 0.2/0.5/3P/3P 级，15/50/50A	只	1	
（三）	35kV 配电装置				
1	35kV 集电线路进线柜	KYN61-40.5 真空断路器	面	1	
2	35kV 主变进线柜	KYN61-40.5 真空断路器	面	1	
3	35kV PT 柜	KYN61-40.5 真空断路器	面	1	
4	35kV 接地变柜	KYN61-40.5 真空断路器	面	1	
5	35kV 无功补偿柜	KYN61-40.5 真空断路器	面	1	
6	管型母线	ZKGM-40.5/1250	m	50	
8	35kV 户外避雷器	HY5WZ-51/134	只	3	
（四）	无功补偿系统设备				
1	SVG	35kv，户外水冷直挂式，±10Mvar	套	1	
（五）	接地变系统设备				
1	接地变小电阻成套装置	DKSC-250/37，35kV，100A，202 Ω	套	1	
2	站用变	SCB13-250kVA/0.4，250kVA	套	1	
（六）	电力电缆敷设				
1	35kV 交流电缆	ZC-YJV22-26/35kV-3×70mm^2	m	150	
2	电缆终端头	35kV 3×70mm^2 冷缩	套	6.00	
3	低压电缆	ZC-YJV22-0.6/1kV，3×240+1×120	m	150	
4	低压电缆	ZC-YJV22-0.6/1kV-4×70+1×35mm^2	m	150	
5	低压电缆	ZC-YJV22-0.6/1kV-4×25+1×16mm^2	m	150	
6	低压电缆	ZC-YJV22-0.6/1-5×16mm^2	m	200	
7	低压电缆	ZC-YJV22-0.6/1-5×6mm^2	m	200	
8	矿物绝缘电缆	BTTRZ-0.6/1-5×16mm^2	m	140	
9	电缆桥架	400×200	m	100	
10	光缆槽盒	200×100	m	80	
（七）	防雷接地				
1	热镀锌扁钢	60×6mm	m	1500	
2	热镀锌角钢	50×5×5mm，L=2500mm	根	55	
3	绝缘铜缆	1×50mm2	m	150	
4	铜排	30×4	m	300	

5	接地检查井		座	1.00	
6	离子接地极	φ150　3 米	根	10	
（八）	防火材料				
1	耐火隔板	EFW-A	m^2	20	
2	膨胀型防火包	PFB 320×180×25	t	1.00	
3	有机防火堵料	DFD-III(A)	t	1.00	
4	无机防火堵料	SFD-II	t	1.00	
5	防火涂料		t	1.00	
（九）	其它				
1	热镀锌钢管	Φ50	m	100	
2	热镀锌钢管	Φ100	m	50	
3	热镀锌钢管	Φ200	m	50	
4	电缆支架		t	1.00	
5	水泵		台	4	

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，建设单位委托云南升环检测技术有限公司于 2024 年 01 月 09 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 4 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	位置
1#	拟建升压站东侧场界外、且距离场界 5m 处
2#	拟建升压站南侧场界外、且距离场界 5m 处
3#	拟建升压站西侧场界外、且距离场界 5m 处
4#	拟建升压站北侧场界外、且距离场界 5m 处

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

风向：西南风；风速：1.6m/s；天气：晴；气温：13.6℃；气压：793hpa。

5、监测仪器（详见监测报告附件）

监测仪器：工频电磁场分析仪 HI-3604（编号：11965），高斯计 TES-1393（编号：11968）；

校准单位：深圳市计量质量检测研究院

检定有效期：工频电磁场分析仪 HI-3604：2025 年 11 月 6 日（检定证书号：JL2400931885），高斯计 TES-1393：2025 年 11 月 6 日（检定证书号：JL2400931886）。

6、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
2024-01-09	升压站拟建场址东侧场界外 5m 处（1#）	1.67	4000	达标	0.072	100	达标
	升压站拟建场址南侧场界外 5m 处（2#）	2.48	4000	达标	0.062	100	达标
	升压站拟建场址西侧场界外 5m 处（3#）	1L	4000	达标	0.058	100	达标
	升压站拟建场址北侧场界外 5m 处（4#）	1L	4000	达标	0.061	100	达标

根据监测结果，本项目各测量点的工频电场强度、工频磁感应强度现状测量最大值分别为 1L V/m 和 0.072μT。本项目相关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 110kV 升压站为 110kV 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 110kV 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 110kV 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 110kV 升压站，主变容量为 1×31.5MVA，由于环评阶段未收集到 1×31.5MVA 主变规模的 110kV 升压站资料，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云南省昆明市石林县鹿阜街道北大村委会的“110kV 石林变”作为类比对象。

110kV 石林变电站位于云南省昆明市石林县，该工程已建成并投入运营，并于 2017 年 1 月 19 日由云南省核工业二〇九地质大队对其工频电场强度、工频磁场强度开展竣工验收监测，监测时 110kV 石林变电站正常运行。本项目与 110kV 石林变电站电压等级相同、主变压器户外布置类似，本期工程主变容量（1×31.5MVA）小于类比变电站容量（2×50MVA），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		110kV 石林变电站（类比升压站）	本工程升压站	类比分析
地理位置		云南省昆明市石林县鹿阜街道北大村委会	昆明市西山区团结街道龙潭社区	/
电压等级		110KV	110KV	相同
变电站布置形式		户外型	户外型	相同
主变压器	容量	2×50MVA	1×31.5MVA	大于本项目
	布置	户外布置	户外布置	相同
110kV 出线		2 回	1 回	大于本项目
架线形式		架空	架空	相同
110kV 配电装置		GIS	GIS	相同
动态无功补偿装置		1 套，±20000kvar	1 套，±10000kvar	大于本项目
母线形式		单母线连接	单母线连接	相同
调压方式		有载调压	有载调压	相同
占地面积		7669m^2	2400m^2	大于本项目
主变与围墙距离		主变与四周围墙距离约 18～45m	主变与四周围墙距离约 8.5～34m	/
地形地貌		山地	山地	相同
周边环境		农村，周边无建筑物，场址附近无其他电磁环境影响源	农村，周边无建筑物，场址附近无其他电磁环境影响源	相同
运行工况		运行电压已达到设计额定 110kV 电压等级	建成投产后运行电压达到设计额定 110kV 电压等级，电流满足设计的额定电流	项目尚未建设运行

		水平	
数据来源	《110kV 石林输变电工程电磁环境、噪声现状监测报告》（报告编号：FSJC-17070）	/	/

（3）类比可行性分析

根据表 3-3 对照情况可知，110kV 石林变电站主变数量多于项目，总容量大于项目，占地面积大于项目，其余相关因素（电压等级、布置形式、出线方式，母线形式、电气形式及环境条件）均与项目一致，主变数量越大，电磁环境影响越大；容量越大，电磁环境影响越大；因此两者间工频电场、工频磁场具有可比性，用 110kV 石林变电站监测值类比预测项目 110kV 升压站对周围电磁环境的影响是可行的。

（4）类比监测情况

2017 年 1 月 19 日 110kV 石林变电站开展竣工环境保护验收期间，委托云南省核工业二 O 九地质大队对其 110kV 变电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 3-6（完整检测报告见附件）。

1）类比监测时间及气象条件

表 3-4　110kV 石林站监测期间气象条件

监测日期	天气	温度（℃）	湿度（RH%）	测量高度
2017 年 1 月 19 日	多云	16~25	38~59	1.5

变电站工频电磁场监测布点：石林变电站东侧、南侧和北侧都靠近其他建筑物无测试条件，因此选取变电站西侧厂界为测试断面，以围墙为起点，避开进出线，依次外测到 50m。

2）监测单位：云南省核工业二 0 九地质大队

3）监测方法：《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

4）监测仪器

监测仪器设备名称、型号规格及编号：

1、西班牙电磁辐射分析仪 SMP-560　　编号：FS-J01

检校日期：2016.03.16　　证书号：2016F00-10-000460

2、多功能声级计 AWA6228　　编号：HJX-J39

检校日期：20016.05.11　　校准字第号：201605003217 号

3、德国 K/S 频谱分析仪 FSH3　　编号：100377

检校日期：2016.02.22　　证书号：J2016327

4、声校准器 AWA6221B　　编号：HJX-J34

检校日期：2016.05.11　　证书号：201605002709 号

监测技术指标：

1、西班牙电磁辐射分析仪：

工频电磁场探头：

电场范围 1V/m~100KV/m　　准确度等级/不确定度<+3dB

磁场范围 10nT~20mT　　准确度等级/不确定度<+3dB

2、频谱分析仪

测试范围：100kHz-3GHz 准确度等级/不确定度：<1.5dB

5）监测工况

监测期间，110kV 石林变电站的 2 台主变均处于正常运行状态，监测工况见下表。

表 3-5　监测期间 110kV 石林变电站工况

日期	名称	台数	电压值（kV）	电流值（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）	负荷率（%）
2017 年 1 月 19 日	110kV 石林变电站	1#主变	110.13~113.04	24.1~183.97	0~25.89	0~8.3	36.5
		2#主变	110.07~112.04	10.1~173.97	0~14.6	0~5.3	30.8

110kV 石林变电站总平面布置及监测布点示意图见图 3-1。

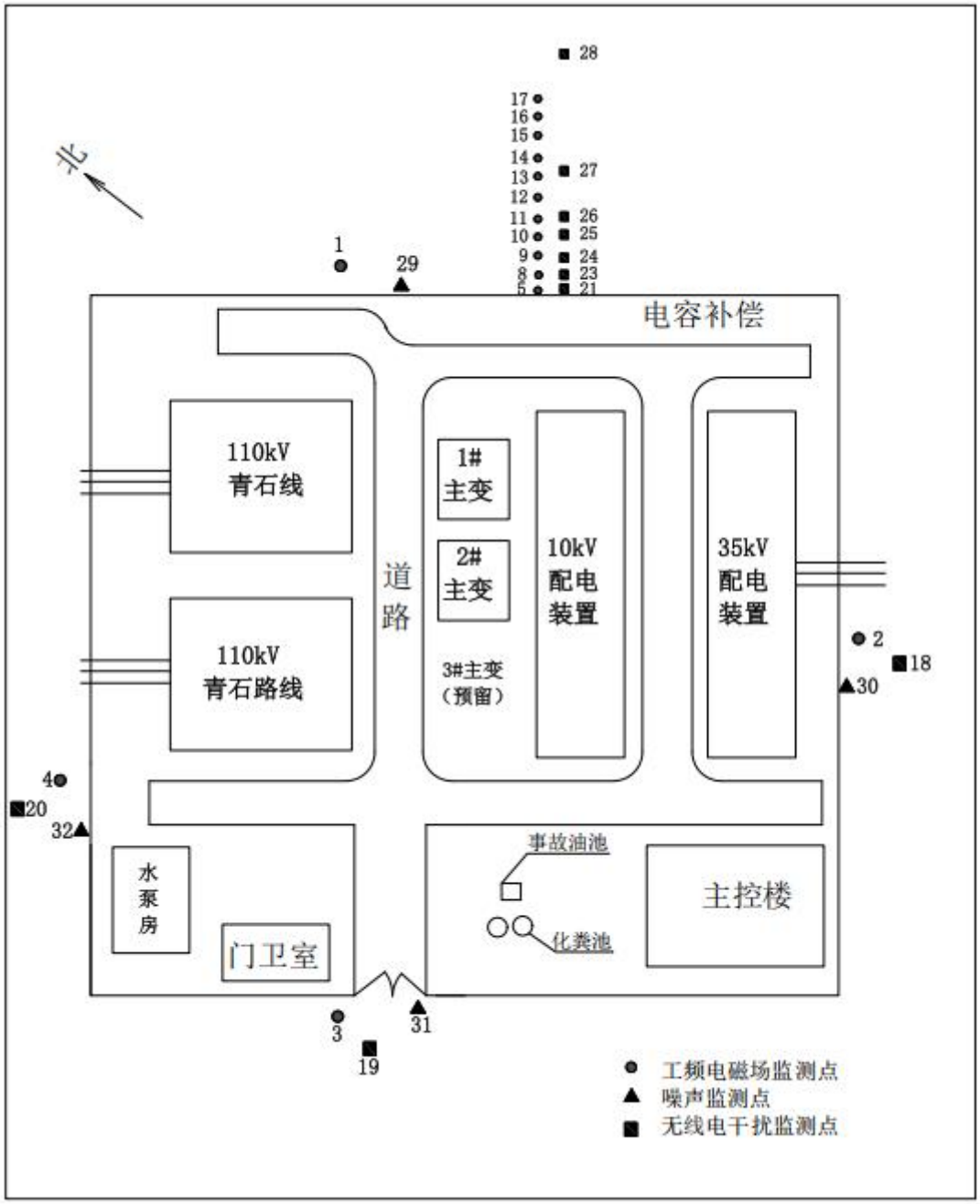

图 3-1　　类比站站区总平面布置及监测点布置图

验收监测期间 110kV 石林变电站各设备均运行工况稳定。监测期间 110kV 升压站主变电压最大值为 113.04kV，是设计值 110kV 的 1.03 倍，属同一电压等级，达到了竣工环境保护验收要求。

（5）类比监测结果

110kV 石林变电站厂界工频电场、工频磁场监测结果见表 3-6。110kV 石林变电站监测时主变运行达到设计运行电压，但尚未达到设计最大负荷。监测期间 1#主变的负荷率为额定功率（50MVA）的 36.5%，2#主变的负荷率为额定功率

（50MVA）的 30.8%，由于监测时 110kV 石林变电站 2 台主变的总负荷率为额定功率（100MVA）的 33.65%，有功功率合计为 33.65MW，已超过本项目主变设计负荷 31.5MW。综合考虑其不利影响状态，本次评价不对 110kV 石林变电站工频磁感应强度监测值进行校核，从而反映本项目主变满负荷运行产生的工频磁感应强度。

本环评工频电场强度、工频磁感应强度类比监测数据引自《110kV 石林输变电工程电磁环境、噪声现状监测报告》（报告编号：FSJC-17070），类比监测结果见表 3-6。

表 3-6　类比变电站工频电场、工频磁场现状监测结果

测点编号	测点位置	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度(μT）	本项目升压站与类比站对应方位
1	110kV 石林变电站站址东北侧围墙外 5m 处（1#主变侧）	261.62	1.726	北侧
2	110kV 石林变电站站址东南侧围墙外 5m 处（35kV 配电装置）	82.39	0.117	东侧
3	110kV 石林变电站站址西南侧围墙外 5m 处（进站大门）	162.15	0.182	南侧
4	110kV 石林变电站站址西北侧围墙外 5m 处（110kV 进线侧）	467.56	1.019	西侧
5	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 1m 处	214.47	0.875	北侧
6	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 3m 处	249.65	1.625	
7	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 4m 处	278.52	1.739	
8	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 5m 处	262.15	1.728	
9	110kV 林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 10m 处	234.52	1.321	
10	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 15m 处	208.24	0.896	
11	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 20m 处	163.68	0.581	
12	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 25m 处	131.22	0.385	
13	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 30m 处	101.28	0.244	
14	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 35m 处	85.41	0.141	

15	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 40m 处	68.54	0.105	
16	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 45m 处	58.61	0.088	
17	110kV 石林变电站站址东北侧（1#主变侧）围墙外 50m 处	45.28	0.065	

类比 110kV 石林变电站工频电场衰减规律见图 3-2、图 3-3。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随着距离增加开始平缓下降。

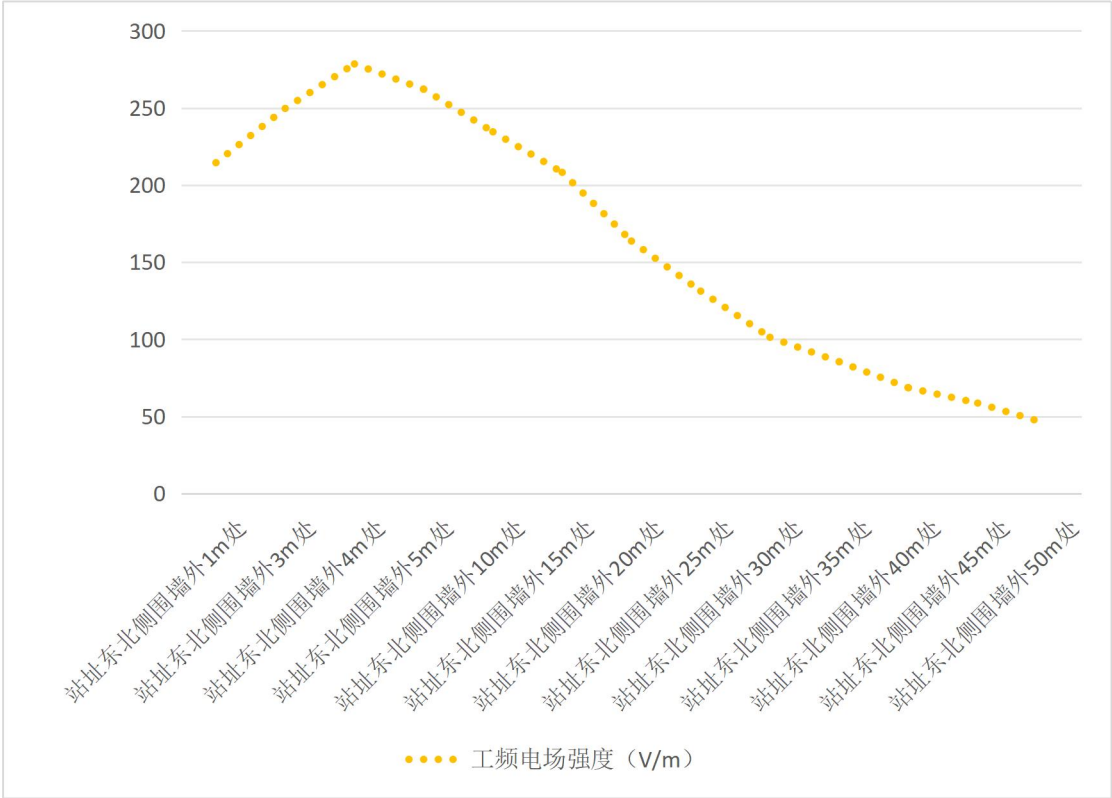

图 3-3　类比变电站工频电场强度随距离衰减趋势图

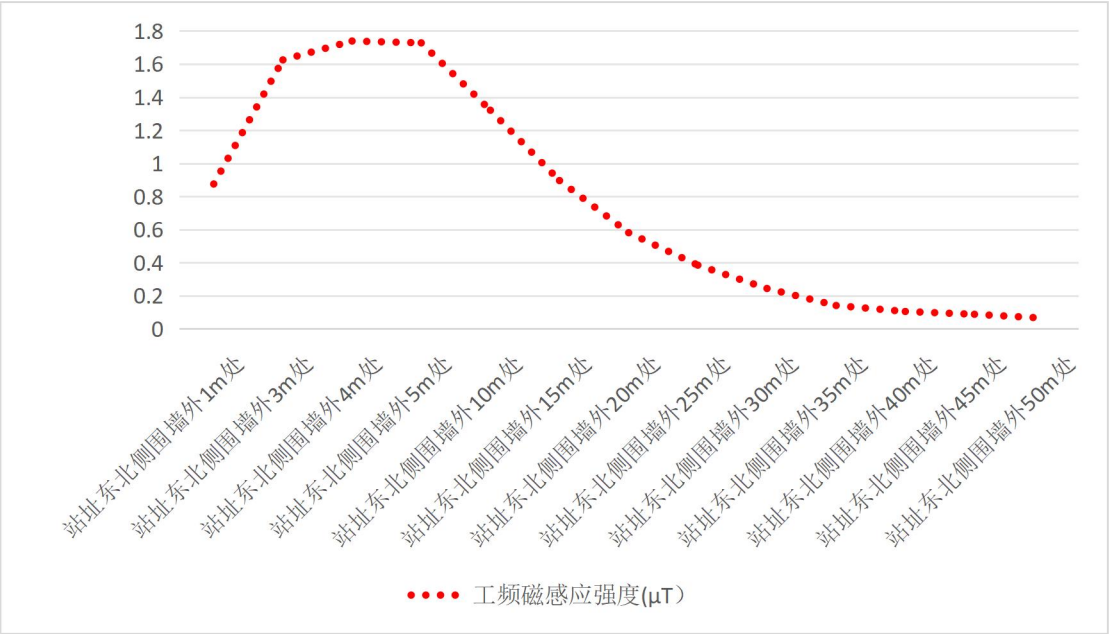

图 3-4　类比变电站工频磁感应强度随距离衰减趋势图

（5）监测结果分析

根据类比监测结果：110kV 石林变电站场界围墙 5m 处测得的工频电场强度在 82.39～467.56V/m 之间，工频磁感应强度在 0.117~1.726μT 之间，厂界处的工频电场强度最大值出现在变电站西北侧围墙外 5m，为 467.56V/m，工频磁感应强度最大值出现在变电站东北侧围墙外 5m，为 1.726μT；110kV 石林变电站场界电磁环境监测结果均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）电场强均度 4000V/m 和磁感应强度 100μT 的限值要求。

根据 110kV 石林变电站衰减断面监测结果，工频电场强度在 5.573±45.28V/m～278.52V/m 之间，最大值为 278.52V/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 234.52V/m，距离场界 20m 时衰减至 163.68V/m，距离场界 30m 时衰减至 101.28V/m，距离场界 40m 时衰减至 68.54V/m，距离场界 50m 时衰减至 45.28V/m；衰减断面工频磁感应强度检测值在 0.065μT~1.739μT，最大值为 1.739μT，低于 100μT 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 1.321μT，距离场界 20m 时衰减至 0.581μT，距离场界 30m 时衰减至 0.244μT，距离场界 40m 时衰减至 0.105μT，距离场界 50m 时衰减至 0.065μT；均低于《电磁环境控制限值》（GB8702—2014）中的限值要求。

（7）运行期本项目升压站电磁环境影响预测评价

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的工频电场强度、工频磁感应强度，详见表 3-7。

表 3-7　项目 110kV 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	背景值	预测值	类比结果值	背景值	预测值
拟建 110kV 升压站场界东 5m 处	82.39	1L	83.39	0.117	0.072	0.189
拟建 110kV 升压站场界南 5m 处	162.15	1L	163.15	0.182	0.062	0.244
拟建 110kV 升压站场界西 5m 处（本项目出线端位于西侧）	467.56（类比工程出线侧、西北侧）	1L	468.56	1.019	0.058	1.077
拟建 110kV 升压站场界北 5m 处	261.62	1L	262.62	1.726	0.061	1.787
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 110kV 升压站 110kV 出线侧位于升压站西侧，类比工程 110kV 石林变电站出线侧位于变电站西北侧，故本项目升压站 110kV 出线侧预测值为类比工程 110kV 出线侧的监测结果+背景值。

根据表 3-7 可以看出，本项目 110kV 升压站运行期产生的工频电场强度预测值在 83.39~468.56V/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 0.189~1.787μT 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 100μT 的限值要求。

综上所述，项目 110kV 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防护距离。

3.2.2 对环境保护目标的影响

根据预测结果，本项目 110kV 升压站运行期产生的工频电场强度预测值在 83.39~468.56V/m 之间，工频磁感应强度预测值在 0.189~1.787μT 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 100μT。根据现场踏勘，项目升压站 30m 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，本项目 110kV 升压站距离最近居民点为升压站北侧 405m 的小村（龙潭社区），电场强度和磁感应强度均有随距离增加而减小的特征，因此升压站建成后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 110kV 升压站界外 30m 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 110kV 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 100μT 的要求，本项目不设电磁环境防护距离。

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）合理设计并保证设备及配件加工精良

本工程 110kV 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；

（3）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；

（4）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。

（5）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；

（6）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。

（7）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《35kV～110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）和《火力发电厂与变电站设计防火规范》（GB50229-2019）中相关要求进行设计及施工。

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	110kV 升压站厂界四周 5m 外各设 1 处监测点。 110kV 升压站出线间隔厂界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 110kV 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 100μT，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 110kV 升压站运行期产生的工频电场强度预测值在 83.39~468.56V/m 之间，工频磁感应强度预测值在 0.189~1.787μT 之间；110kV 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防护距离。

根据现场踏勘，本项目拟建 110kV 升压站距离最近居民点为升压站为北侧 405m 的乐居村，距离较远，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，本项目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。