

大姚县老西山风电场110kV送出线 路工程

电磁环境影响专项评价

二〇二四年六月

前言

由于“十四五”期间新增电源相对不足，楚雄地区供需矛盾逐渐突出。电源和负荷发展的不匹配造成500kV变电站下网压力逐年增大。为缓解现有500kV变电站供电压力、快速响应负荷发展，投产新能源电网，2023年三峡云投发电（大姚）有限责任公司在大姚县投建老西山风电场工程，工程装机容量为100MW，目前工程处于施工状态。为保证老西山风电场电能顺利入网，实现风电能源供应，三峡云投发电（大姚）有限责任公司设计新建老西山风电场110kV送出工程。

1总则

1.1编制依据

1.1.1法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订，2015年1月1日施行；

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订；

(3) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日修订，2018年1月1日施行；

(4) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2022年6月5日起施行；

(5) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日修订；

(6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年9月1日起施行；

(7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019年1月1日起施行；

(9) 《中华人民共和国野生动物保护法》2018年10月26日修订；

(10) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日修订）；

(11) 《中华人民共和国长江保护法》（2021年3月1日起施行）；

1.1.2行政法规

(1) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号），2017年10月1日施行；

(2) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（修订），2016年2月6日起实施；

(3) 《中华人民共和国陆生野生植物保护条例》（国务院令第687号），2017年10月7日修改；

(4) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（国务院令第588号），2011年1月8日修订；

(5) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令第743号），2021年9月1日起实施；

(6) 《电力设施保护条例》（2011年1月8日施行）；

(7) 《电力设施保护条例实施细则》（2011年6月30日施行）；

(8) 《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》；

(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》（环环境保护部办公厅文件，环办〔2012〕131号，2012年10月29日）。

1.1.3地方性法规

(1) 《云南省环境保护条例》，2004年6月29日修正；

(2) 《云南省大气污染防治条例》，2019年1月1日；

(3) 《云南省固体废物污染环境防治条例》，2023年3月1日施行；

(4) 《云南省土壤污染防治条例》，2022年5月1日；

(5) 《云南省生物多样性保护条例》（2018年9月21日云南省第十三届人民代表大会常务委员会第五次会议通过）。

(6) 《云南省陆生野生动物保护条例》，2014年7月27日修正；

1.1.4行业、地方规划

1.1.4.1国家相关规划

(1) 《中华人民共和国国民经济和社会发展十四五个五年规划和2035年远景目标纲要》，2021-3-13发布；

(2) 《全国主体功能区规划》，2011-6-8发布；

(3) 《全国生态功能区划（修编版）》，2015-11-13发布；

(4) 《全国生态脆弱区保护规划纲要》，2008-9-27发布；

(5) 《“十四五”环境健康工作规划》，2022年7月；

(6) 《“十四五”生态环境保护规划》（环生态〔2022〕15号）；

(7) 关于印发《长江经济带生态环境保护规划》的通知（环规财〔2017〕

88号)；

1.1.4.2地方相关规划

- (1) 《云南省生态功能区划》，2009年9月；
- (2) 《云南省主体功能区规划》，2014年5月；
- (3) 《云南省“十四五”生态环境保护规划》（云环发〔2022〕13号），2022年4月8日；
- (4) 《云南省水功能区划》（2014年修订），2014年4月；

1.1.5技术导则

- (1) 《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输变电》（HJ24-2020）；
- (3) 《环境影响评价技术导则一生态影响》（HJ19-2022）；
- (4) 《环境影响评价技术导则一声环境》（HJ2.4-2021）；
- (5) 《环境影响评价技术导则一大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (6) 《环境影响评价技术导则一地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (7) 《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）；
- (8) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范输变电》（HJ705-2020）；
- (9) 《交流输变电工程电磁辐射监测方法（试行）》（HJ681-2013）；
- (10) 《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T5154-2012）；
- (11) 《110kV~750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）。

1.1.6设计资料

- (1) 云南省发展和改革委员会云南省能源局《关于开展新能源项目联合会审工作的函》（云能源水电函〔2022〕16号），2021年9月；
- (2) 《三峡云南能投大姚县老西山风电场项目110kV送出工程可行性研究报告》，中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司，2024年3月；
- (3) 关于三峡云南能投大姚县老西山风电场项目 110kV 送出线路工程用地的意见；

1.2 评价因子及评价标准

1.2.1 评价因子

老西山风电场项目送出线路工程实施后，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专题评价因子，本项目评价因子见表1.2-1。

表1.2-1 评价因子

评价时段		评价因子	
运行期	电磁环境	现状评价	工频电场 (V/m)、工频磁场 (μT)
		影响评价	工频电场 (V/m)、工频磁场 (μT)

1.2.2 评价标准

本项目执行《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中表1公众曝露控制限值要求，即电场强度4000V/m、磁感应强度100 μT ；见表1.2-2。

表1.2-2 电磁环境公众暴露控制限值

频率范围	电场强度E (V/m)	磁感应强度B(μT)
25Hz~12000Hz	200/f	5/f
输电线路工作频率	4000V/m (4kV/m)	100 μT (0.1mT)

注：1、频率 f 的取值为 0.05kHz；

2、架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所电场强度控制限值应小于 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

1.3 评价等级及评价因子

1.3.1 评价工作等级

本项目进出线升压站均为依托利用，送出线路电压等级为 110kV，属于输变电工程，根据《环境影响评价技术导则-输变电》(HJ24-2020)中的有关规定，本项目电磁环境评价等级判定见表 1.3-1。

表1.3-1 电磁环境评价等级判定表

分类	电压等级	条件	评价等级
交流	110kV	1.地下电缆； 2.边导线地面投影外两侧各10m范围内无电磁环境敏感目标的架空线；	三级
		边导线地面投影外两侧各10m范围内有电磁环境敏感目标的架空线；	二级

本项目110kV的输电线路且边导线地面投影外两侧10m评价范围内无

电磁环境敏感目标分布；故本项目电磁环境影响评价等级为三级。

1.3.2评价范围

电磁环境评价范围为边导线地面投影外两侧各30m，地下电缆管廊两侧边缘各外延5m（水平距离）。

1.4评价重点

电磁环境评价重点为工程运行期产生的工频电场、工频磁场对周围环境的影响，特别是对工程电磁环境敏感目标的影响。

1.5环境保护目标

根据现场调查，输电线路沿线电磁环境影响评价范围内有2个电磁环境敏感目标，具体见下表1.5-1。

表1.5-1电磁环境敏感目标点位

环境要素	保护对象	保护内容	与项目的位置关系	保护要求
电磁环境	小村	29户 116人	线路东侧，临近塔基 N22；架空线路边导线投影最近距离 12m；	《电磁环境控制限值》（GB8702—2014）中公众暴露控制限值
	南冲	14户 78人	线路东侧，临近塔基 N11；架空线路边导线投影最近距离 28m；	

2电磁环境现状与影响分析

2.1电磁环境现状监测与评价

为调查拟建线路区电磁环境质量现状，2024年6月20日委托云南天倪检测有限公司对线路区进行的电磁辐射现状监测，因拟建区附近无其他大型设施电磁干扰，对拟建输电线路沿线各电磁环境敏感目标分别布点监测，监测点选择在地势平坦、远离树木且没有其他电力线路、通信线路及广播线路的空地上。在建筑物（民房）外监测，选择在建筑物（民房）靠近输变电工一侧，监测结果如下表。

（1）监测点位

本项目监测布点详见下表2.1-1。

表2.1-1项目监测布点

检测点位	监测因子
拟建N22基	工频电场、工频磁场
拟建N11基	
拟建N25基温屯（10KV交叉点）	

（2）监测项目

工频电场V/m、工频磁场 μ T。

（3）监测要求及时间

监测一次。

（4）仪器检定情况

根据监测单位提供的校准证书（详见附件），器具名称为工频电磁辐射分析仪，型号为NBM-550/EHP-50F。

2.2监测结果

本次电磁监测数据见表3.1-1。

表3.1-1电磁辐射现状监测结果一览表

检测时间	检测点位	检测点位坐标		工频电场 (v/m)	工频磁场 (μT)
		经度	纬度		
2024-06 -20	N11基南充	E:101.25260 314°	N:25.696176 04°	0.248	0.0434
	N22基小村	E:101.26078 576°	N:25.671275 71°	0.268	0.0381
	N25基温屯 (10KV交叉点)	E:101.26940 189°	N:25.663666 801°	33.498	0.0613

根据表 3.1-1 分析可知，拟建线路区各监测点位工频电场强度、工频磁感应强度监测结果均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中的(工频电场强度≤4000V/m；工频磁感应强度≤100μT)公众曝露控制限值。

3电磁环境影响评价

本工程输电线路的工频电场和工频磁场影响预测根据《环境影响评价技术导则输变电》(HJ24-2020)附录C、D推荐的计算模式进行。

3.1预测模型

3.1.1预测模型

高压交流架空输电线路下空间工频电场强度的计算(附录C)①单位长度导线上等效电荷的计算高压送电线上的等效电荷是线电荷,由于高压送电线半径 r 远小于架设高度 h ,因此等效电荷的位置可以认为是在输电导线的几何中心。设输电线路为无限长并且平行于地面,地面可视为良导体,利用镜像法计算输电线路上的等效电荷。

多导线线路中导线上的等效电荷由下列矩阵方程计算:

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \cdots & \lambda_{1m} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \cdots & \lambda_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} & \cdots & \lambda_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix}$$

式中: U_i ——各导线对地电压的单列矩阵;

Q_i ——各导线上等效电荷的单列矩阵;

λ_{ij} ——各导线的电位系数组成的 m 阶方阵(m 为导线数目)。

{ U } 矩阵可由输电线的电压和相位确定,从环境保护考虑以额定电压的1.05倍作为计算电压;

{ λ } 矩阵由镜像原理求得。地面为电位等于零的平面,地面的感应电荷可由对应地面导线的镜像电荷代替,用 i, j, \dots 表示相互平行的实际导线,用 i', j', \dots 表示它们的镜像,电位系数可写为:

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2h_i}{R_i}$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{L'_{ij}}{L_{ij}}$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji}$$

式中： ϵ_0 —空气介电常数， $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$

L_{ij} —第*i*根导线与第*j*根导线的距离；

L'_{ij} —第*i*根导线与第*j*根导线的镜像导线的距离；

h_i —第*i*根导线离地高度；

R_i —导线半径： $R_i = R_n \sqrt{\frac{nr}{n}}$

式中： R —分裂导线半径， m ；

n —次导线根数；

r —次导线半径， m 。

由[U]矩阵和[λ]矩阵，利用式（C1）即可解出[Q]矩阵。

当各导线单位长度的等效电荷量求出后，空间任一点的电场强度可根据叠加原理计算得出，在（ x, y ）点的电场强度分量 E_x 和 E_y 可表示为：

$$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y-y_i}{(L'_i)^2} \right)$$

式中： x_i, y_i —导线*i*的坐标（ $i=1, 2, \dots, n$ ）；

m —导线数量；

L_i, L'_i —分别为导线*i*及其镜像至计算点的距离。

空间任一点合成场强为： $E = |E_x + E_y|$

②磁感应强度的计算

在一般情况下，可只考虑处于空间的实际导线，忽略它的镜像进行计算，其结果已足够符合实际，不考虑导线*i*的镜像时，可计算其在A点产生的磁场强度：

$$H = \frac{1}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}}$$

式中： I —导线*i*中的电流值， A ；

h—导线与预测点的高差，m；

L—导线与预测点水平距离，m。

对于三相线路，由相位不同形成的磁感应强度水平和垂直分量都必须分别考虑电流间的相角，按相位矢量合成。

3.1.2 计算参数

本项目线路单回架设段预测杆塔型式的选取主要根据杆塔的代表性及数量、对环境的影响程度及范围、适用地段等几个方面考虑。因此以使用最多的1B1Y1-J1型杆塔（导线型号1×JL/LB20A-240/30mm²）进行预测计算。预测计算有关参数见表3.1-1。

表3.1-1 本项目线路单回架设段理论计算参数表

项目	本项目线路单回架设段
电压等级	110kV
架设方式	单回架设
塔型	1B1Y1-J1
相序排列	B C A
导线总截面面积	275.96mm ²
长期允许载流量	300A
分裂导线几何间距	0.4m
底导线对地距离	6.0m（最大弧垂经过耕地、道路等场所的最低设计高度）
	7.0m（最大弧垂经过居民区、学校、工厂等敏感区的最低设计高度）
预测点位高度 (m)	1.5m

3.1.3 预测结果

3.1.3.1 电场强度预测结果

本项目工程110kV单回线路采用典型不利塔型运行时产生的电场强度预测结果详见表3.1-2、图3.1-1、图3.1-2。

表3.1-2本工程单回架设线路工频电磁场强度理论计算结果

距边导线水平投影距离 (m)	底导线对地距离6.0m			底导线对地距离7.0m		
	1.5m高处 电场水平 分量 (kV/m)	1.5m高处 电场垂直 分量 (kV/m)	1.5m高处 电场的综 合量 (kV/m)	1.5m高处 电场水平 分量 (kV/m)	1.5m高处 电场垂直 分量 (kV/m)	1.5m高处 电场的综 合量 (kV/m)
-30m	0.027	0.202	0.204	0.029	0.208	0.210
-29m	0.031	0.219	0.221	0.033	0.227	0.229
-28m	0.035	0.239	0.241	0.038	0.249	0.251
-27m	0.041	0.261	0.265	0.044	0.274	0.277
-26m	0.047	0.288	0.291	0.050	0.303	0.307
-25m	0.055	0.318	0.323	0.059	0.336	0.341
-24m	0.065	0.354	0.360	0.068	0.375	0.381
-23m	0.077	0.397	0.404	0.080	0.421	0.429
-22m	0.092	0.447	0.456	0.094	0.475	0.485
-21m	0.110	0.508	0.520	0.112	0.539	0.551
-20m	0.132	0.581	0.596	0.133	0.615	0.629
-19m	0.161	0.670	0.689	0.158	0.706	0.724
-18m	0.196	0.779	0.804	0.189	0.815	0.836
-17m	0.240	0.913	0.944	0.225	0.946	0.972
-16m	0.294	1.079	1.118	0.268	1.102	1.135
-15m	0.360	1.283	1.333	0.318	1.291	1.329
-14m	0.439	1.537	1.598	0.373	1.515	1.560
-13m	0.528	1.848	1.922	0.428	1.779	1.830
-12m	0.620	2.228	2.312	0.475	2.084	2.138
-11m	0.695	2.678	2.766	0.499	2.423	2.474
-10m	0.720	3.185	3.265	0.477	2.777	2.817
-9m	0.643	3.704	3.760	0.385	3.105	3.129
-8m	0.416	4.138	4.159	0.208	3.346	3.352
-7m	0.041	4.350	4.350	0.045	3.429	3.430
-6m	0.405	4.228	4.247	0.327	3.306	3.322
-5m	0.782	3.772	3.852	0.578	2.975	3.030
-4m	1.011	3.091	3.253	0.754	2.486	2.598
-3m	1.096	2.322	2.568	0.849	1.910	2.090
-2m	1.094	1.557	1.903	0.883	1.305	1.576
-1m	1.064	0.854	1.364	0.887	0.726	1.146
0m	1.049	0.430	1.134	0.885	0.370	0.959
1m	1.064	0.854	1.364	0.887	0.726	1.146
2m	1.094	1.557	1.903	0.883	1.305	1.576
3m	1.096	2.322	2.568	0.849	1.910	2.090
4m	1.011	3.091	3.253	0.754	2.486	2.598

5m	0.782	3.772	3.852	0.578	2.975	3.030
6m	0.405	4.228	4.247	0.327	3.306	3.322
7m	0.041	4.350	4.350	0.045	3.429	3.430
8m	0.416	4.138	4.159	0.208	3.346	3.352
9m	0.643	3.704	3.760	0.385	3.105	3.129
10m	0.720	3.185	3.265	0.477	2.777	2.817
11m	0.695	2.678	2.766	0.499	2.423	2.474
12m	0.620	2.228	2.312	0.475	2.084	2.138
13m	0.528	1.848	1.922	0.428	1.779	1.830
14m	0.439	1.537	1.598	0.373	1.515	1.560
15m	0.360	1.283	1.333	0.318	1.291	1.329
16m	0.294	1.079	1.118	0.268	1.102	1.135
17m	0.240	0.913	0.944	0.225	0.946	0.972
18m	0.196	0.779	0.804	0.189	0.815	0.836
19m	0.161	0.670	0.689	0.158	0.706	0.724
20m	0.132	0.581	0.596	0.133	0.615	0.629
21m	0.110	0.508	0.520	0.112	0.539	0.551
22m	0.092	0.447	0.456	0.094	0.475	0.485
23m	0.077	0.397	0.404	0.080	0.421	0.429
24m	0.065	0.354	0.360	0.068	0.375	0.381
25m	0.055	0.318	0.323	0.059	0.336	0.341
26m	0.047	0.288	0.291	0.050	0.303	0.307
27m	0.041	0.261	0.265	0.044	0.274	0.277
28m	0.035	0.239	0.241	0.038	0.249	0.251
29m	0.031	0.219	0.221	0.033	0.227	0.229
30m	0.027	0.202	0.204	0.029	0.208	0.210

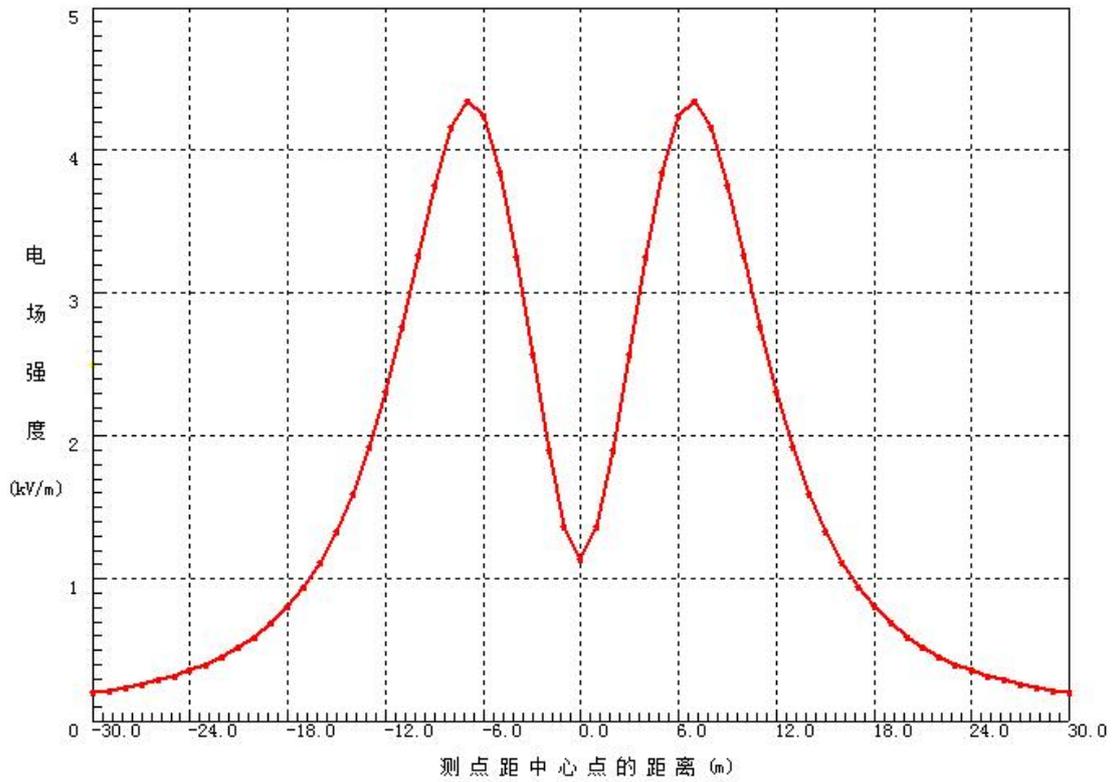


图3.1-1 110kV单回线路底导线对地距离6.0m时工频电场强度预测结果

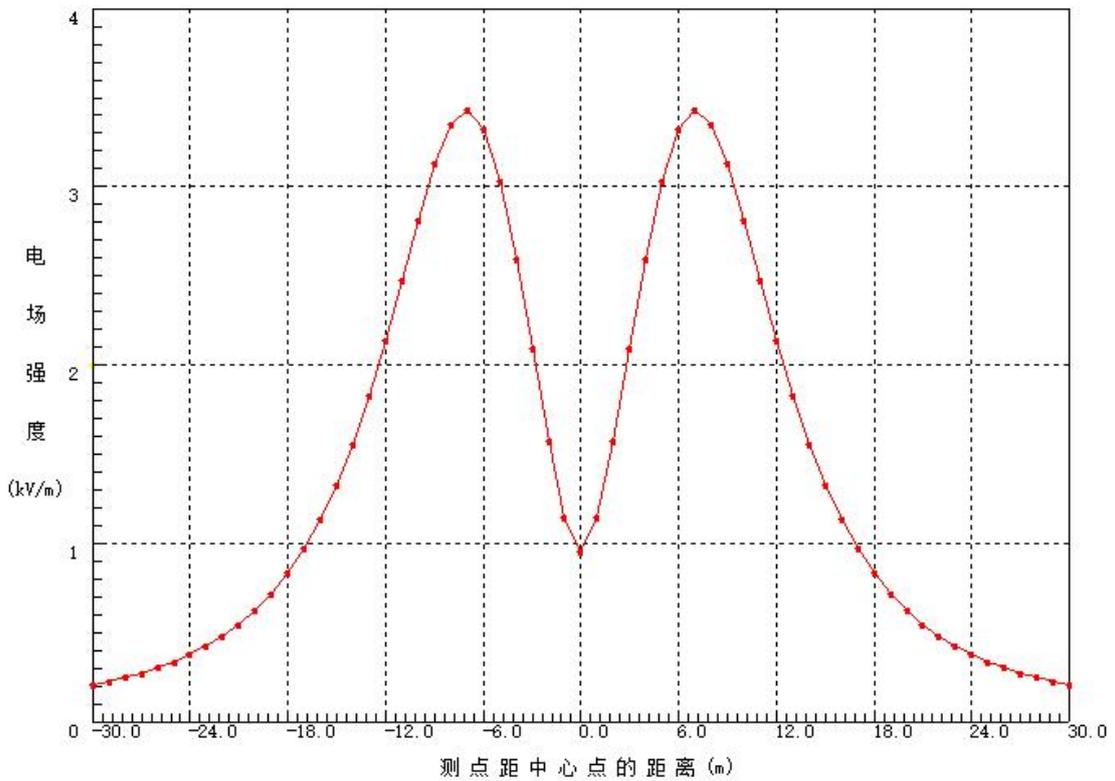


图3.1-2 110kV单回线路底导线对地距离7.0m时工频电场强度预测结果

由表3.1-1可见，线路在非居民区导线最低允许高度为6.0m时，在最不利塔型段线下1.5m高处最大工频电场强度为4.35kV/m，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中耕地、园地、牧草地、道路等非居民区10kV/m的控制限值要求；在居民区导线最低允许高度为7.0m时，在最不利塔型段线下1.5m高处最大工频电场强度为3.43kV/m，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中居民区评价标准4kV/m的限值要求。理论工频电场强度小于上述预测分析结果，能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的标准限值要求，对周围环境影响较小。

3.1.3.2工频磁感应强度预测结果

本项目工程110kV单回线路采用典型杆塔运行时产生的工频磁感应强度预测结果详见表3.1-3、图3.1-3、图3.1-4。

表3.1-3本工程单回架设线路工频磁感应强度理论计算结果

距边导线水平投影距离 (m)	底导线对地距离6.0m			底导线对地距离7.0m		
	1.5米高处磁场水平分量 (μT)	1.5米高处磁场垂直分量 (μT)	1.5米高处磁场的综合量 (μT)	1.5米高处磁场水平分量 (μT)	1.5米高处磁场垂直分量 (μT)	1.5米高处磁场的综合量 (μT)
-30m	0.606	3.513	3.565	0.723	3.462	3.537
-29m	0.656	3.636	3.695	0.780	3.579	3.664
-28m	0.712	3.768	3.835	0.845	3.704	3.800
-27m	0.775	3.910	3.986	0.917	3.838	3.946
-26m	0.846	4.062	4.150	0.999	3.981	4.104
-25m	0.928	4.227	4.327	1.092	4.134	4.275
-24m	1.021	4.404	4.521	1.198	4.297	4.461
-23m	1.129	4.597	4.733	1.320	4.473	4.664
-22m	1.255	4.805	4.967	1.461	4.662	4.885
-21m	1.402	5.032	5.224	1.624	4.864	5.128
-20m	1.576	5.278	5.509	1.816	5.080	5.394
-19m	1.783	5.546	5.826	2.041	5.310	5.688
-18m	2.033	5.836	6.180	2.308	5.553	6.013
-17m	2.336	6.150	6.578	2.627	5.807	6.373
-16m	2.708	6.484	7.027	3.009	6.066	6.772
-15m	3.170	6.835	7.534	3.471	6.322	7.212
-14m	3.746	7.189	8.106	4.028	6.559	7.697
-13m	4.469	7.523	8.750	4.698	6.751	8.225
-12m	5.375	7.790	9.464	5.495	6.855	8.786
-11m	6.491	7.913	10.234	6.418	6.814	9.361

-10m	7.814	7.767	11.017	7.438	6.551	9.911
-9m	9.258	7.193	11.724	8.473	5.990	10.376
-8m	10.603	6.063	12.214	9.382	5.097	10.677
-7m	11.508	4.414	12.325	9.994	3.931	10.739
-6m	11.688	2.555	11.964	10.187	2.662	10.529
-5m	11.151	0.940	11.191	9.969	1.514	10.083
-4m	10.200	0.123	10.200	9.476	0.656	9.498
-3m	9.194	0.599	9.213	8.896	0.141	8.897
-2m	8.378	0.626	8.401	8.387	0.077	8.388
-1m	7.865	0.376	7.874	8.050	0.089	8.051
0m	7.691	0.000	7.691	7.933	0.000	7.933
1m	7.865	0.376	7.874	8.050	0.089	8.051
2m	8.378	0.626	8.401	8.387	0.077	8.388
3m	9.194	0.599	9.213	8.896	0.141	8.897
4m	10.200	0.123	10.200	9.476	0.656	9.498
5m	11.151	0.940	11.191	9.969	1.514	10.083
6m	11.688	2.555	11.964	10.187	2.662	10.529
7m	11.508	4.414	12.325	9.994	3.931	10.739
8m	10.603	6.063	12.214	9.382	5.097	10.677
9m	9.258	7.193	11.724	8.473	5.990	10.376
10m	7.814	7.767	11.017	7.438	6.551	9.911
11m	6.491	7.913	10.234	6.418	6.814	9.361
12m	5.375	7.790	9.464	5.495	6.855	8.786
13m	4.469	7.523	8.750	4.698	6.751	8.225
14m	3.746	7.189	8.106	4.028	6.559	7.697
15m	3.170	6.835	7.534	3.471	6.322	7.212
16m	2.708	6.484	7.027	3.009	6.066	6.772
17m	2.336	6.150	6.578	2.627	5.807	6.373
18m	2.033	5.836	6.180	2.308	5.553	6.013
19m	1.783	5.546	5.826	2.041	5.310	5.688
20m	1.576	5.278	5.509	1.816	5.080	5.394
21m	1.402	5.032	5.224	1.624	4.864	5.128
22m	1.255	4.805	4.967	1.461	4.662	4.885
23m	1.129	4.597	4.733	1.320	4.473	4.664
24m	1.021	4.404	4.521	1.198	4.297	4.461
25m	0.928	4.227	4.327	1.092	4.134	4.275
26m	0.846	4.062	4.150	0.999	3.981	4.104
27m	0.775	3.910	3.986	0.917	3.838	3.946
28m	0.712	3.768	3.835	0.845	3.704	3.800
29m	0.656	3.636	3.695	0.780	3.579	3.664
30m	0.606	3.513	3.565	0.723	3.462	3.537

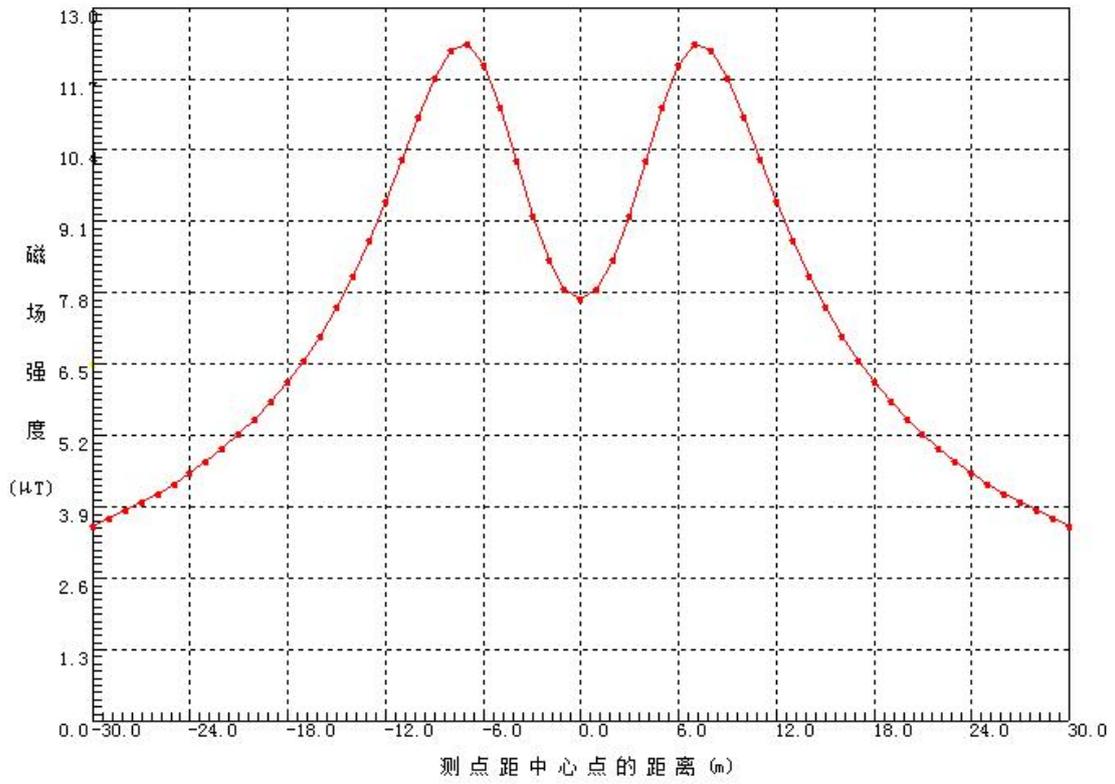


图3.1-3 110kV单回线路底导线对地距离6.0m时工频磁感应预测结果

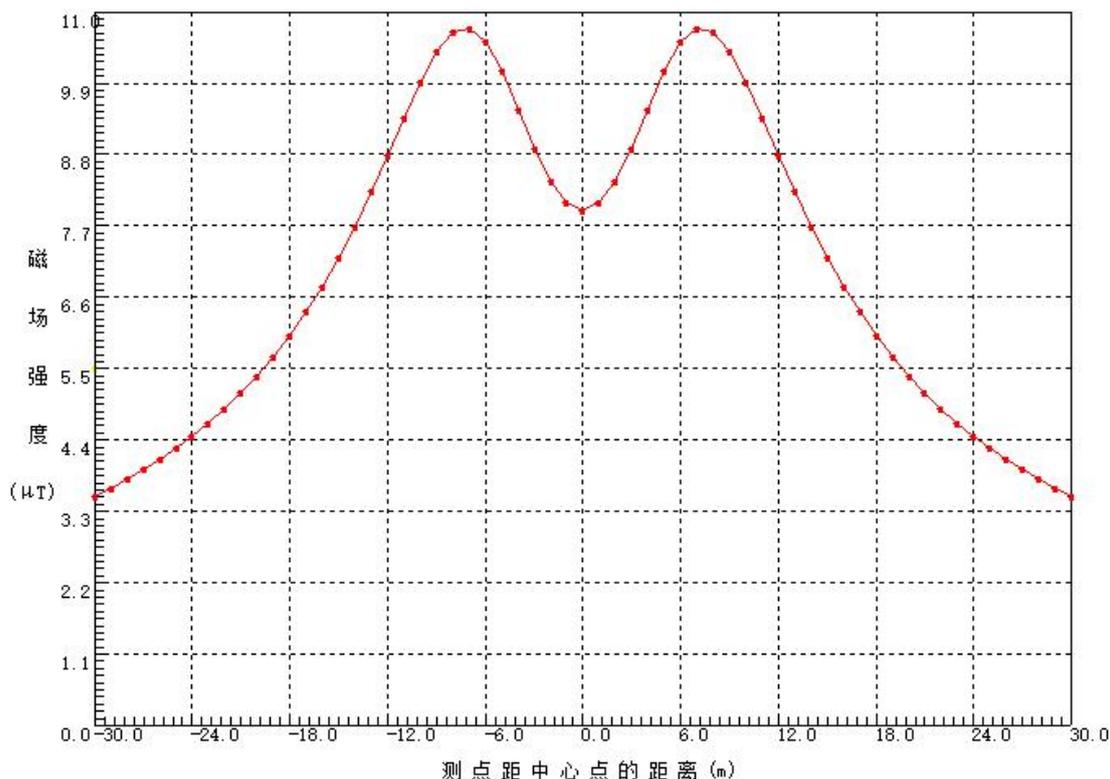


图3.1-2 110kV单回线路底导线对地距离7.0m时工频磁感应预测结果

由表3.1-2可见，线路在非居民区导线最低允许高度为6.0m时，在最不利塔型段线下1.5m高处最大工频磁感应强度为12.325 μ T；在居民区导线最低允许高度为7.0m时，在最不利塔型段线下1.5m高处最大工频磁感应强度为10.739 μ T；预测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中50Hz频率下，工频磁感应强度为100 μ T的要求。理论工频磁感应强度小于上述预测分析结果，能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的标准限值要求，对周围环境影响较小。

3.2 环境敏感点电磁环境预测与评价

本项目110kV单回输电线路评价范围共有小村及南冲等2处电磁环境敏感目标，其中小村距线路边导线投影最近距离为12m。本次按线路同相序排列的预测结果分析线路运行对电磁敏感目标的电磁环境影响。

单回架设段主要位于乡村环境，考虑到乡村建设的典型楼房大多为1-3层建筑，本次对线路评价范围内新增1-3层房屋（楼顶可达，层高按3m计）

时，对新增房屋与边导线需保持最小的水平距离进行预测（保守预测评价范围内新增敏感点各楼层高度处的工频电场强度可满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)要求。详见表3.2-1。

表3.2-1输电线路水平距离达标预测分析结果

距边导线水平投影距离 (m)	底导线对地距离6.0m时工频电场强度综合量 (kV/m)	底导线对地距离6.0m时工频磁感应强度综合量 (μ T)
	距地1.5m	距地1.5m
0	1.134	7.691
1	1.364	7.874
2	1.903	8.401
3	2.568	9.213
4	3.253	10.200
5	3.852	11.191
6	4.247	11.964
7	4.350	12.325
8	4.159	12.214
9	3.760	11.724
10	3.265	11.017
11	2.766	10.234
12	2.312	9.464

由表3.2-1理论计算数据可知，单回架设单回塔挂线时，导线经过居民区等敏感区最低离地高度6.0m时，评价范围内距地面1.5m高度处的工频电场强度在边导线9m外可满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)要求；本项目建成后，电磁环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 4000V/m、100 μ T的限值要求。

3.3交叉跨越和并行线路环境影响分析

根据《110~750kV架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)的规定，导线对地面及建筑物的距离，在最大弧垂和最大风偏时，不小于表3.3-1所列数值。

表3.3-1安全距离要求

被跨越物名称		最小距离 (m)	备注
居民区		7.0	导线对地面最小距离
非居民区		6.0	导线对地面最小距离
交通困难地区		5.0	导线对地面最小距离
步行可以到达的山坡		5.0	导线与山坡、峭壁和岩石最小净空距离
步行不能到达的山坡、峭壁和岩石		3.0	导线与山坡、峭壁和岩石最小净空距离
铁路	至轨顶	7.5	导线温度70℃时的弧垂，至电力铁轨顶 11.5m
	至承力索或接触线	3.0	
等级公路		7.0	高速公路，一级公路按温度+70℃时的弧垂，其他按+40℃的弧垂
通航河道	至五年一遇洪水位	6.0	最小垂直距离
	至最高航行水位的最高船桅顶	2.0	最小垂直距离
不通航水域	至五年一遇洪水位	6.0	最小垂直距离
	至百年一遇洪水位	3.0	最小垂直距离
	冬季至冰面	6.0	最小垂直距离
电力线		3.0	至被跨越物
特殊管道		4.0	至管到任何部分
索道		3.0	至索道任何部分
建筑物	垂直距离	5.0	导线最大弧垂
	风偏净空距离	4.0	最大计算风偏
树木的自然生产高度	垂直距离	4.0	导线最大弧垂
	风偏净空距离	3.5	最大计算风偏
	果树、经济作物	3.0	导线最大弧垂

本项目线路交叉跨越输电线路时，将按照《110kV~750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求，留有足够的净空距离，对原有的输电线路运行无影响。本项目交叉跨越已有线路最高电压等级35kV，交叉跨越处无敏感点分布，线路交叉跨越对周边环境影响较小。

4电磁辐射环境保护措施及监测计划

4.1环境保护措施

4.1.1设计优化措施

(1) 对于本次新建输电线路，应优化导线的相序排列方式及杆塔型式，合理选择导线直径及导线分裂数，并提高线路的加工工艺，降低线路周围的工频场强。

(2) 避免或减少平行架设导线的同相序排列，线路使用设计合理的绝缘子，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。

(3) 采用良导体的钢芯铝绞线，减小静电感应、对地电压和杂音。

4.1.2输电线路环境保护措施

本线路工程的建设，在一定程度上会对环境产生破坏，对此我们应采取相应的预防和治理措施，即除了合理选定塔位、采用基础加高、基础尽量采用开挖量小，占地面积少的基础型式外，还包括基面挖方按规定要求放坡、基面排水、护坡、挡土墙、护面及人工植被等，当然，还可以因地制宜采取一些比较有效的治理措施，力争对环境的破坏降到最低限度。具体措施如下：

(1) 塔基区：在施工前期进行表土剥离；施工后期进行迹地恢复，其中对占用梯坪地的区域进行复耕，对占用林地、草地的区域进行绿化，复耕及绿化前进行覆土。

(2) 塔基施工区：在施工过程中对临时堆土进行临时苫盖，同时对临时堆放的土石方进行临时拦挡；施工结束后对扰动区域进行迹地恢复，其中对占用梯坪地的区域进行复耕，对占用林地、草地的区域进行绿化。

(3) 牵张场区：在施工后期对扰动区域进行迹地恢复，其中对占用林地、草地的区域进行绿化。

(4) 穿跨越场地区：在施工后期对扰动区域进行迹地恢复，对占用草地的区域进行绿化。

4.1.3其他管理措施

(1) 项目运行期对线路和塔基进行定期巡查和检修，保障线路正常运行，防止由于运行故障产生的电磁环境影响。

(2) 应在线路铁塔座架上醒目位置设置安全警示标志，标明严禁攀登、线下高位操作应有防护措施等安全注意事项，避免人员触碰导线发生意外。对当地群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我防护意识，减少在高压走廊内的停留时间。

(3) 设备定货时要求导线和其它金具等提高加工工艺，合理选择导线截面积和相导线结构，防止尖端放电和起电晕。

(4) 尽量避免沿线居民在线路电力设施保护范围内新建民房及其他保护措施。

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，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，上报生态环境行政主管部门。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4.2-1。

表4.2-1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	小村、南充村等敏感点	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》 (HJ681-2013)	工程正式投产运行后验收时监测一次，后期针对工程变化或投诉情况进行监测

5电磁辐射影响评价结论

5.1电磁环境现状质量

根据监测结果，项目新建输电线路沿途区域工频电场强度、工频磁场强度现状监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100 μ T标准要求，项目所在区域电磁环境现状良好。

5.2电磁环境影响评价结论

本次评价预测，本项目110kV单回线路在非居民区导线最低允许高度为6.0m时，在最不利塔型段线下1.5m高处最大工频电场强度为4.35kV/m，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中耕地、园地、牧草地、道路等非居民区10kV/m的控制限值要求；在居民区导线最低允许高度为7.0m时，在最不利塔型段线下1.5m高处最大工频电场强度为3.43kV/m，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中居民区评价标准4kV/m的限值要求。

路在非居民区导线最低允许高度为6.0m时，在最不利塔型段线下1.5m高处最大工频磁感应强度为12.325 μ T；在居民区导线最低允许高度为7.0m时，在最不利塔型段线下1.5m高处最大工频磁感应强度为10.739 μ T；预测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中50Hz频率下，工频磁感应强度为100 μ T的要求。

本项目线路交叉跨越输电线路时，将按照《110kV~750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求，留有足够的净空距离，对原有的输电线路运行无影响。

综上，本项目建成投运后造成的电磁环境影响满足相应标准要求，对周边环境及敏感点造成的影响较小，只要严格落实环保措施，严格执行“三同时”，从环保角度而言是可行的。