

河南华电宜阳上观 40MW 分散式  
风电项目 110 千伏送出工程  
电磁环境影响评价专题

河南秋晟环境科技有限公司

二〇二二年十一月



# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1 总则 .....                       | 1  |
| 1.1 评价目的 .....                   | 1  |
| 1.2 评价对象 .....                   | 1  |
| 1.3 评价因子 .....                   | 1  |
| 1.4 评价标准 .....                   | 1  |
| 1.5 评价工作等级 .....                 | 2  |
| 1.6 评价范围 .....                   | 2  |
| 1.7 电磁环境敏感目标 .....               | 3  |
| 2 电磁环境现状评价 .....                 | 3  |
| 2.1 本线路现状监测 .....                | 3  |
| 2.1.1 监测单位以及监测因子 .....           | 3  |
| 2.1.2 监测方法及规范 .....              | 3  |
| 2.1.3 监测频次 .....                 | 3  |
| 2.1.4 监测仪器 .....                 | 3  |
| 2.1.5 监测时间及监测条件 .....            | 4  |
| 2.1.6 监测点位 .....                 | 4  |
| 2.2 本次环评引用监测数据 .....             | 7  |
| 2.2.1 监测单位以及监测因子 .....           | 7  |
| 2.2.2 监测方法及规范 .....              | 7  |
| 2.2.3 监测频次 .....                 | 7  |
| 2.2.4 监测仪器 .....                 | 7  |
| 2.2.5 监测时间及监测条件 .....            | 8  |
| 2.2.6 监测点位 .....                 | 8  |
| 2.3 监测结果及分析 .....                | 9  |
| 2.3.1 本次项目现状监测点位监测数据 .....       | 9  |
| 2.3.2 引用的上观 110kV 升压站的监测结果 ..... | 10 |
| 3 电磁环境影响预测与评价 .....              | 11 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 3.1 输电线路.....         | 11 |
| 3.2 电缆工程类比.....       | 11 |
| 3.3 架空线路工程.....       | 11 |
| 4 电磁环境影响评价专题结论.....   | 19 |
| 4.1 电磁环境现状评价结论.....   | 19 |
| 4.2 电磁环境影响预测评价结论..... | 20 |
| 4.3 电磁环境保护措施.....     | 21 |
| 4.4 小结.....           | 21 |

## 1 总则

线路路径走向经香鹿山镇、盐镇乡，新建线路由上观 40MW 分散式风电场 110kV 升压站出线至 110kV 下韩变原 2 宜下 110 千伏出线间隔（东数第四出线间隔），线路全长 15.55km。

### （1）新建上观 40MW 分散式风电场 110kV 升压站-下韩变 110kV 线路工程

本项目为河南华电宜阳上观 40MW 分散式风电项目 110 千伏送出工程。本项目线路建设内容：新建线路由上观 40MW 分散式风电场 110kV 升压站出线至 110kV 下韩变原 2 宜下 110 千伏出线间隔（东数第四出线间隔），线路全长 15.55km。新建单回线路路径长度 15.55km，电缆线路长 1.55km，架空单回线路 14.0km。全线位于宜阳县境香鹿山镇、盐镇乡境内。

### （2）间隔改建工程

对 110kV 下韩变原 2 宜下 110 千伏出线间隔（东数第四出线间隔）进行改建，间隔改建位于下韩变电站站内，不新增占地。

## 1.1 评价目的

（1）对建设区域工频电、磁场现状进行调查及监测，掌握该处工频电磁环境现状。

（2）严格按照国家有关电磁环境影响评价的要求，对本项目运营期间造成的电磁环境影响进行预测分析，得出评价结论，提出环境保护措施，为环境保护行政主管部门提供决策依据。

## 1.2 评价对象

本专题评价对象包含河南华电宜阳上观40MW 分散式风电项目110千伏送出工程输变电路运营过程中产生的电磁环境影响。

## 1.3 评价因子

工频电场、工频磁场

## 1.4 评价标准

本工程运行期工频电场、工频磁场执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）

公众暴露控制限值，详见表1-1。

**表1-1 项目执行的污染物排放标准明细表**

| 要素分类 | 标准名称                        | 适用类别 | 标准值     |        | 评价对象                           |
|------|-----------------------------|------|---------|--------|--------------------------------|
|      |                             |      | 参数名称    | 限值     |                                |
| 电磁环境 | 《电磁环境控制限值》<br>(GB8702-2014) | 50Hz | 工频电场强度  | 4kV/m  | 评价范围内电磁环境保护目标的公众暴露限值           |
|      |                             |      |         | 10kV/m | 架空输电线路地下耕地、园地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 |
|      |                             |      | 工频磁感应强度 | 100μT  | 评价范围内电磁环境保护目标的公众暴露限值           |

### 1.5 评价工作等级

线路工程为地下电缆和架空线路相结合的方式（全长 15.5km）。根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020），110kV 地下电缆和 110kV 交流输电线路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电磁环境影响评价工作等级为三级评价，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电磁环境影响评价工作等级为三级评价。

本工程 110kV 输电线边导线地面投影外两侧各 10m 范围内无电磁环境敏感目标，因此，本项目送出工程电磁环境影响评价工作等级为三级评价。输变电工程电磁环境影响评价工作等级，见表 1-2。

**表1-2 项目电磁环境影响评价工作等级判定表**

| 分类 | 电压等级  | 工程   | 条件                          | 评价工作等级 |
|----|-------|------|-----------------------------|--------|
| 交流 | 110kV | 输电线路 | 地下电缆                        | 三级     |
|    |       |      | 边导线地面投影外两侧各10m 范围内无电磁环境敏感目标 |        |

### 1.6 评价范围

按照《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2020），本项目电磁环境影响评价范围见表 1-3。

**表1-3 项目电磁评价范围一览表**

| 环境要素 | 项目         | 评价范围                                    |
|------|------------|-----------------------------------------|
| 电磁环境 | 110kV 架空线路 | 地下电缆管廊两侧各外延 5m，架空线路边导线地面投影外两侧各 30m 带状区域 |

## 1.7 电磁环境敏感目标

通过实地踏勘，本工程升压站和输电线路评价范围内主要为电磁环境和声环境保护目标。本工程评价范围内电磁环境敏感目标见表1-4。

表 1-4 本工程环境敏感目标一览表

| 序号                               | 行政区 | 环境敏感目标名称 | 敏感目标性质 | 与本工程的位置关系   | 建筑物楼层、高度   | 保护要求                         |      |
|----------------------------------|-----|----------|--------|-------------|------------|------------------------------|------|
|                                  |     |          |        |             |            | 电磁环境                         | 声环境  |
| 1                                | 土桥村 | 赵武英      | 居民     | 拟建线路西南侧 27m | 3 层平顶/高 9m | 电场强度 4kV/m 磁感应强度 100 $\mu$ T | 1 类  |
| 2                                | 下韩村 | 民宿       | /      | 地缆北侧 5m     | /          |                              | 4a 类 |
| 110kV 下韩变 110kV 出线间隔改建工程无环境保护目标。 |     |          |        |             |            |                              |      |

## 2 电磁环境现状评价

本项目共设置2个电磁环境监测点位，项目上观升压站监测数据引用《河南华电洛阳宜阳上观40MW 分散式风电场110kV 升压站项目环境影响报告表》专题中的电磁环境监测结果。

### 2.1 本线路现状监测

#### 2.1.1 监测单位以及监测因子

监测单位：河南博睿诚城检测服务有限公司

监测因子：工频电场、工频磁场。

#### 2.1.2 监测方法及规范

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

#### 2.1.3 监测频次

工频电场、工频磁场在昼间好天气下监测1次。

#### 2.1.4 监测仪器

监测仪器情况见表 2-1。

表 2-1 监测仪器情况一览表

| 序号 | 仪器设备名称     | 设备型号                  | 校准证书编号                    | 校准单位           | 有效期                           |
|----|------------|-----------------------|---------------------------|----------------|-------------------------------|
| 1  | 电磁场探头和读出装置 | SEM-600（主机）+LF-04（探头） | 2021F33-10-310<br>3881001 | 广州广电计量检测股份有限公司 | 2022.03.21<br>~<br>2023.03.20 |

### 2.1.5 监测时间及监测条件

监测时间及监测条件见表2-2。

表 2-2 监测环境条件

| 日期              | 天气 | 温度（℃）     | 相对湿度（%RH） | 风速            |
|-----------------|----|-----------|-----------|---------------|
| 2022 年 6 月 8 日  | 晴  | 23.4~36.8 | 54.2~64.6 | 东南 1.4~2.6m/s |
| 2022 年 9 月 14 日 | 晴  | 26.7~30.2 | 42.4~46.7 | 东南 1.2~1.8m/s |

### 2.1.6 监测点位

本工程监测点位具体见表 2-3，图 2-1~图 2-4。

表 2-3 本工程环境现状监测点位表

| 编号                                                     | 监测点位置                   |                  |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|
| EB1                                                    | 110kV 下韩变东数第四出线间隔围墙外 5m |                  |
| EB2                                                    | 北环路北侧地下电缆路径             |                  |
| EB3                                                    | 下韩村                     | 在建公共用房，地缆北侧 5m   |
| EB4                                                    | 钻越 500kV 陕嘉 II 线处       |                  |
| EB5                                                    | 钻越 220kV 瀛洲—琅华双回线路处     |                  |
| EB6                                                    | 土桥村                     | 赵武英家，拟建线路西南侧 27m |
| 备注：测点高度距立足地面 1.5m。                                     |                         |                  |
| EB6 为 2022 年 9 月 9 日补测数据，EB1~EB5 为 2022 年 6 月 8 日监测数据。 |                         |                  |

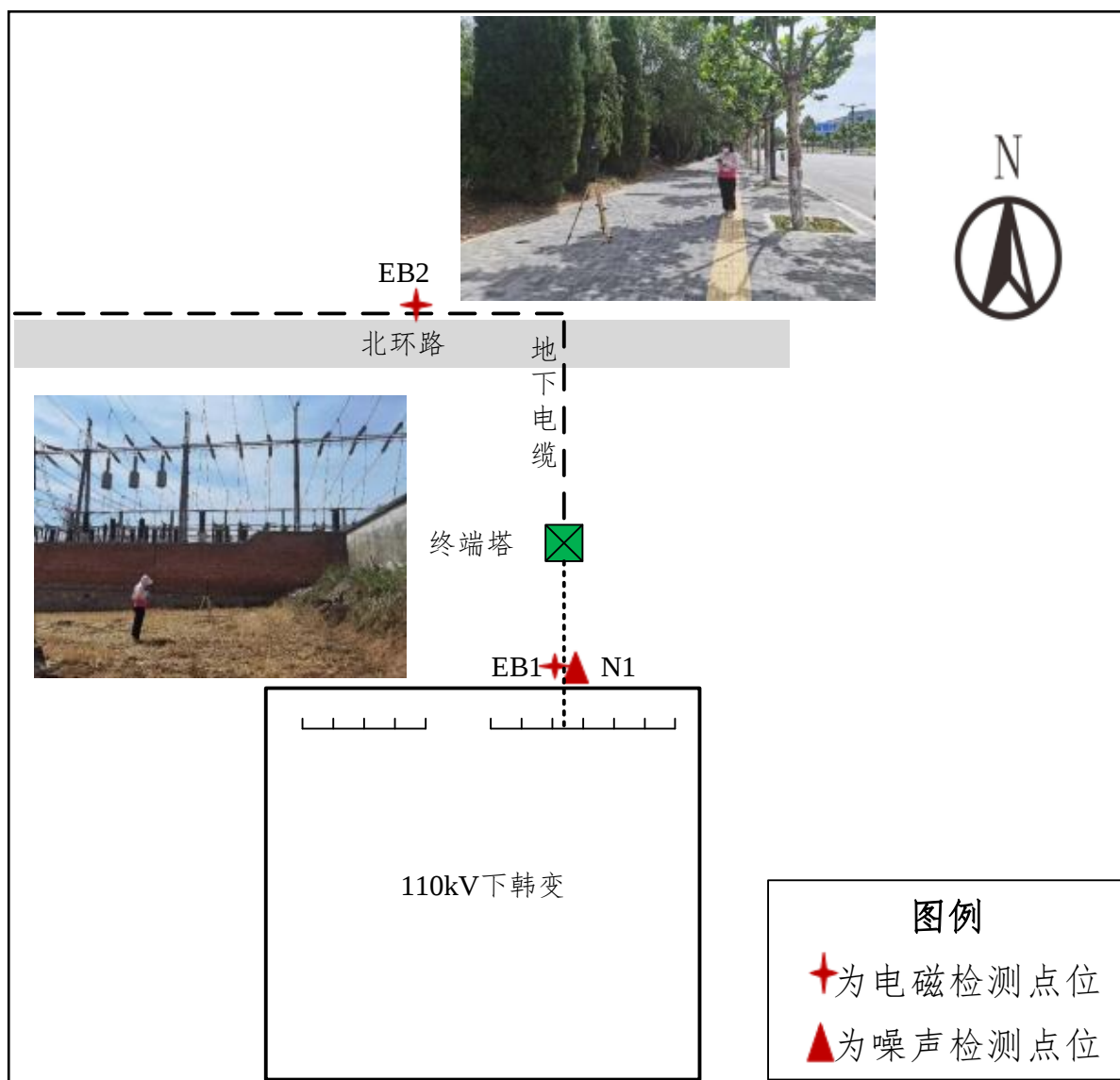


图 2-1 下韩变出线间隔及线缆敷设处电磁监测布点图

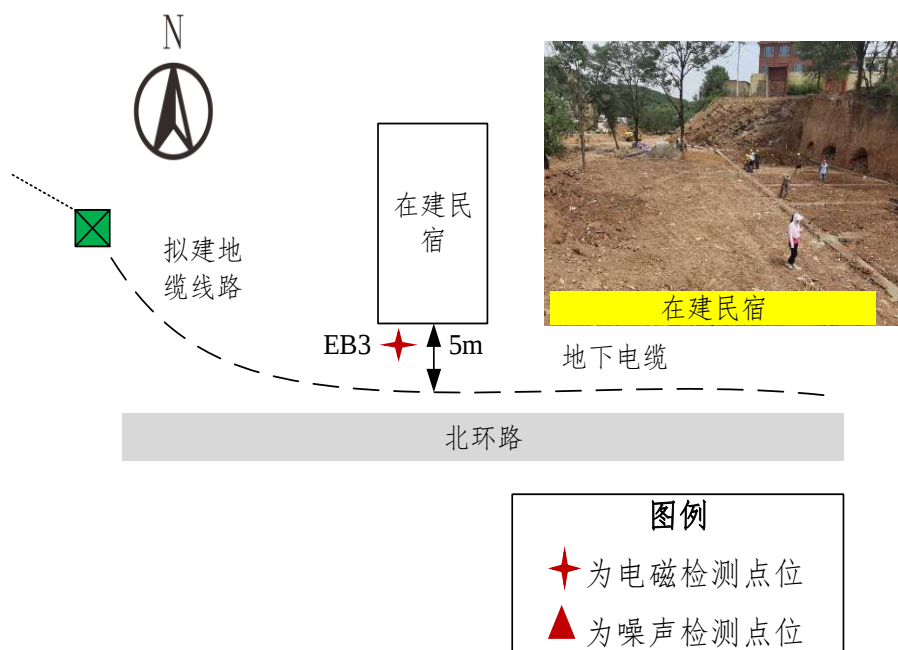


图 2-2 拟建线路敏感点（下韩村）监测布点图

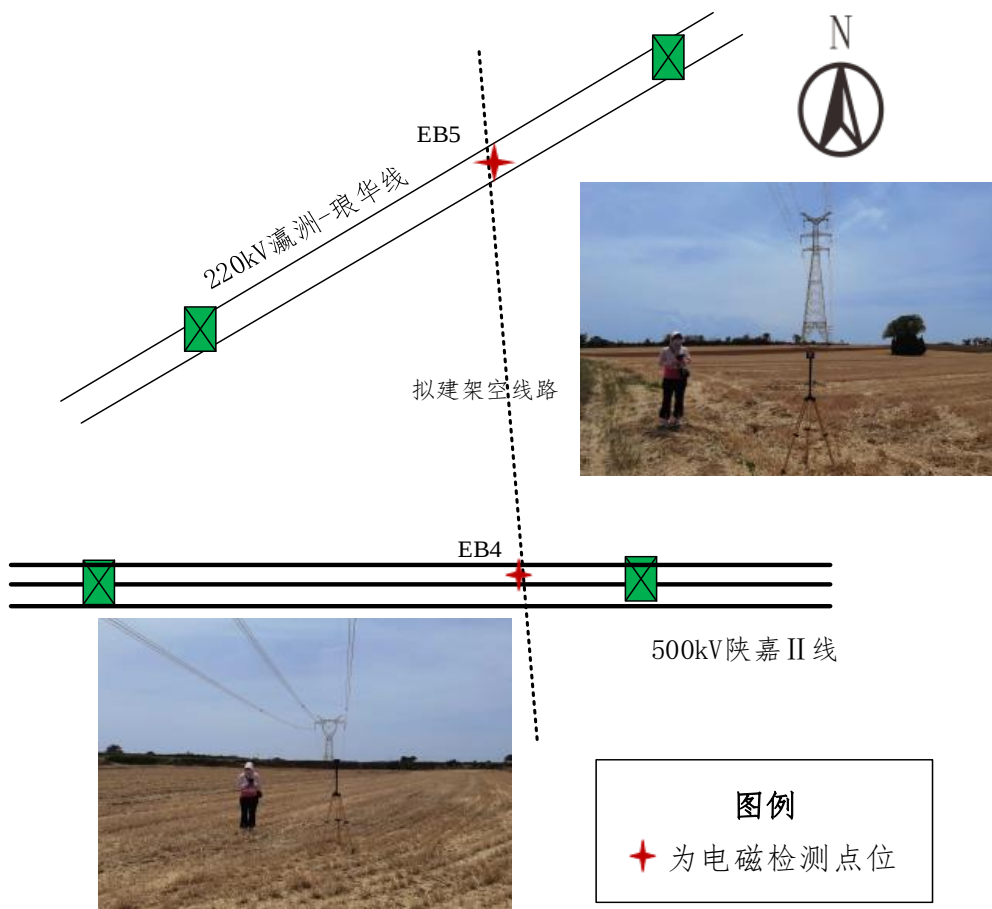


图 2-3 拟建线路钻越高压线路监测布点图

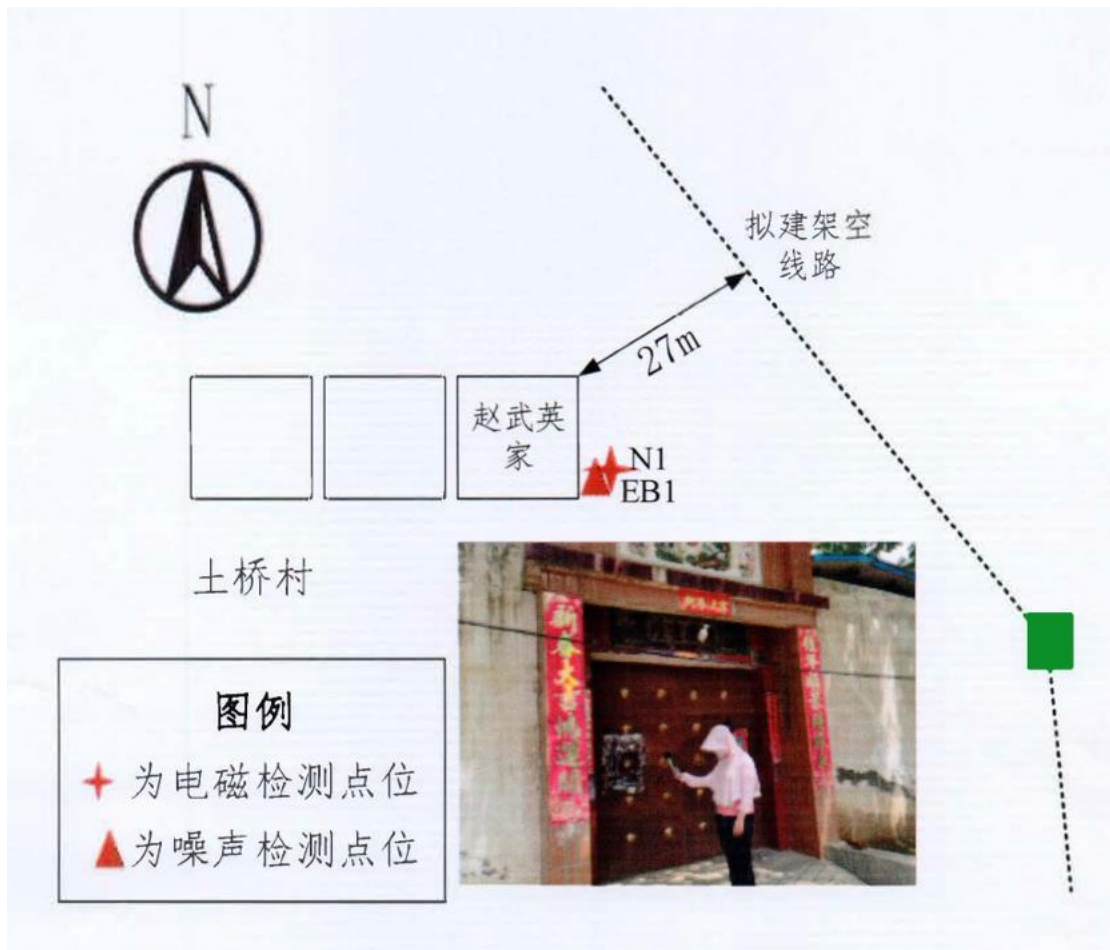


图 2-4 拟建线路敏感点（土桥村）监测布点图

## 2.2 本次环评引用监测数据

### 2.1.1 监测单位以及监测因子

监测单位：河南博睿诚城检测服务有限公司

监测因子：工频电场、工频磁场。

### 2.1.2 监测方法及规范

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

### 2.1.3 监测频次

工频电场、工频磁场在昼间好天气下监测1次。

### 2.1.4 监测仪器

监测仪器情况见表 2-4。

**表 2-4 监测仪器情况一览表**

| 序号 | 仪器设备名称     | 设备型号                  | 校准证书编号                    | 校准单位             | 有效期                                     |
|----|------------|-----------------------|---------------------------|------------------|-----------------------------------------|
| 1  | 电磁场探头和读出装置 | SEM-600（主机）+LF-04（探头） | 2021F33-10-31<br>03881001 | 上海市计量测试<br>技术研究院 | 2021 年 03 月<br>19 日~2022<br>年 03 月 18 日 |

### 2.2.5 监测时间及监测条件

监测时间及监测条件见表2-5。

**表 2-5 监测环境条件**

| 日期               | 天气 | 温度（℃）     | 相对湿度（%RH） | 风速            |
|------------------|----|-----------|-----------|---------------|
| 2021 年 10 月 27 日 | 晴  | 10.5~21.4 | 45.4~58.3 | 东南 1.4~2.6m/s |

### 2.1.6 监测点位

本工程监测点位具体见表 2-6，图 2-5。

**表2-6 本次引用项目电磁环境监测点位**

| 序号 | 测点位置               |
|----|--------------------|
| E1 | 升压站东南站界（围墙外5m 处）   |
| E2 | 升压站东北站界（围墙外5m 处）   |
| E3 | 升压站西北站界（围墙外5m 处）   |
| E4 | 升压站西南站界 b（围墙外5m 处） |
| E5 | 升压站东南站界 a（围墙外5m 处） |
| E6 | 升压站中心位置处           |



图2-5 上观升压站电磁环境现状监测布点图

## 2.3 监测结果及分析

### 2.3.1 本次项目现状监测点位监测数据

根据监测布点要求，对项目所在区域工频电场、工频磁场进行了监测，监测结果见表 2-7。

表 2-7 工频电场强度、工频磁感应强度的监测结果

| 编号                                                     | 监测点位置                   |                  | 工频电场强度<br>(V/m) | 工频磁感应强度 (μT) |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|--------------|
| EB1                                                    | 110kV 下韩变东数第四出线间隔围墙外 5m |                  | 282.11          | 0.4993       |
| EB2                                                    | 北环路北侧地下电缆路径             |                  | 0.06            | 0.0079       |
| EB3                                                    | 下韩村                     | 在建公共用房，地缆北侧 5m   | 0.53            | 0.0067       |
| EB4                                                    | 钻越 500kV 陕嘉 II 线处       |                  | 4192.5          | 6.2215       |
| EB5                                                    | 钻越 220kV 瀛洲—琅华双回线路处     |                  | 594.29          | 0.1750       |
| EB6                                                    | 土桥村                     | 赵武英家，拟建线路西南侧 27m | 0.08            | 0.0068       |
| 备注：测点高度距立足地面 1.5m。                                     |                         |                  |                 |              |
| EB6 为 2022 年 9 月 9 日补测数据，EB1~EB5 为 2022 年 6 月 8 日监测数据。 |                         |                  |                 |              |

### 2.3.2 引用的上观 110kV 升压站的监测结果

本次引用上观升压站的监测数据，详见表 2-8。

表 2-8 各监测点位工频电场强度、工频磁感应强度现状检测结果

| 序号 | 测点位置                | 工频电场强度 (V/m) | 工频磁感应强度 ( $\mu\text{T}$ ) |
|----|---------------------|--------------|---------------------------|
| E1 | 升压站东南站界 (围墙外5m 处)   | 0.06         | 0.0065                    |
| E2 | 升压站东北站界 (围墙外5m 处)   | 0.07         | 0.0085                    |
| E3 | 升压站西北站界 (围墙外5m 处)   | 0.08         | 0.0059                    |
| E4 | 升压站西南站界 b (围墙外5m 处) | 0.06         | 0.0072                    |
| E5 | 升压站东南站界 a (围墙外5m 处) | 0.06         | 0.0066                    |
| E6 | 升压站中心位置处            | 0.07         | 0.0068                    |

### 2.4 监测结果分析

#### (1)新建上观 40MW 分散式风电场 110kV 升压站-下韩变 110kV 线路工程:

拟建线路地理线部分的工频电场强度测量值为 0.06V/m，工频磁感应强度测量值为 0.0079 $\mu\text{T}$ 。拟建线路钻越 500kV 陕嘉 II 线处工频电场强度测量值为 4192.5V/m，工频磁感应强度测量值为 6.2215 $\mu\text{T}$ 。拟建线路钻越越 220kV 瀛洲—琅华双回线路处工频电场强度测量值为 594.29V/m，工频磁感应强度测量值为 0.175 $\mu\text{T}$ 。监测点处均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中架空输电线路下方耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所(非居民区)工频电场强度 10kV/m，工频磁感应强度 100 $\mu\text{T}$  的限值要求。上观升压站周围及中心点工频电场强度监测值范围为 0.06~0.08V/m，工频磁感应强度为 0.0059~0.0085 $\mu\text{T}$ ，满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中工频电场强度公众暴露限值 4kV/m，工频磁感应强度公众暴露限值 100 $\mu\text{T}$ 。

(2) 110kV 下韩变出线间隔改建工程: 110kV 下韩变出线间隔围墙外 5m 处工频电场强度测量值为 282.11V/m，工频磁感应强度测量值为 0.4993 $\mu\text{T}$ ，满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中居民区工频电场为 4000V/m 工频磁感应强度 100 $\mu\text{T}$ 。

(3) 电磁环境敏感目标: 2 处电磁环境敏感目标处工频电场强度测量值为 (0.08~0.53) V/m，工频磁感应强度测量值为 (0.0067~0.0068)  $\mu\text{T}$ 。满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中要求居民区工频电场为 4000V/m 工频磁感应

强度  $100\mu\text{T}$  的限值要求。

### 3 电磁环境影响预测与评价

#### 3.1 输电线路

本工程输电线路电磁环境影响评价等级为三级，本工程输电线路包含地 1.55km 的埋线缆及 14.0km 的架空线路，架空线路的电磁环境影响采用模式预测来分析、预测和评价输电线路投运后产生的电磁环境影响，线缆工程的电磁环境影响预测采用类比分析的方式。

#### 3.2 电缆工程类比

电缆铺设于地下，其电磁影响随埋深的增加而逐渐降低。本项目电缆铺设于地下，电缆线外围采取导电层和金属铠装防护，可有效屏蔽带电导线向外的辐射影响。

本工程 110kV 电缆线路类比对象选择舞阳县新能 45 兆瓦分散式风电多能互补项目 110 千伏送出工程。类比电缆线路与本工程电缆线路电压等级相同，电缆型号相近，电缆布置方式相同，因此具有可比性。

舞阳县新能 45 兆瓦分散式风电多能互补项目 110 千伏送出工程的工频电场强度  $19.57\sim 60.91\text{V/m}$ ，均小于  $4\text{kV/m}$  工频电场限值；工频磁场强度为  $0.1306\sim 0.2513\mu\text{T}$ ，均小于  $100\mu\text{T}$  工频磁场限值。

通过类比分析可知，本工程电缆线路建成后工频电场强度、工频磁感应强度分别满足  $4\text{kV/m}$ 、 $100\mu\text{T}$  的标准限值。同时本项目线缆沿线主要为绿化带，不会对周围居民产生影响。

地理电缆对周围的辐射环境影响较小。

#### 3.3 架空线路工程

##### (1) 模式预测

##### ①预测因子

工频电场、工频磁场。

##### ②预测模式

本次评价所采取的预测模型引用自《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2020）中附录 C 高压交流架空输电线路下空间工频电场强度的计算、附录 D 高压交流架空输电线路下空间工频磁感应强度的计算进行预测。

##### ③工频电场计算公式

利用等效电荷法计算高压送电线路下空间工频电场强度。

计算单位长度导线上等效电荷

利用镜像法计算送电线上的等效电荷。可由下列矩阵方程计算多导线线路中导线上的等效电荷：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \cdots & \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \cdots & \lambda_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2} & \cdots & \lambda_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix}$$

式中：[U]—各导线对地电压的单列矩阵；

[Q]—各导线上等效电荷的单列矩阵；

[λ]—各导线的电位系数组成的 n 阶方阵(n 为导线数目)。

110kV 三相导线：

$$|U_A| = |U_B| = |U_C| = 110 \times 1.05 / \sqrt{3} = 66.7 \text{ kV}$$

[U]矩阵可由送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。则对于 110kV 三相导线各导线对地电压分量为：

$$\begin{aligned} U_a &= (66.7 + j0) \text{ kV} \\ U_b &= (-33.3 + j57.8) \text{ kV} \\ U_c &= (-33.3 - j57.8) \text{ kV} \end{aligned}$$

由于三相对称性，单回及同塔双回线路同名相导线的对地电压分量分别相等，即另一回路的三相导线对地电压分量。[U]矩阵考虑为双回路逆相序排列。[λ]矩阵由镜像原理求得。

②计算由等效电荷产生的电场

空间任意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 Ex 和 Ey 可表示为：

$$\begin{aligned} E_x &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left( \frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right) \\ E_y &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left( \frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right) \end{aligned}$$

式中： $x_i$ 、 $y_i$ —导线  $i$  的坐标 ( $i=1、2、\dots m$ )；

$m$ —导线数目；

$L_i$ 、 $L'_i$ —分别为导线  $i$  及其镜像至计算点的距离。

对于三相交流线路，可根据求得的电荷计算空间任一点电场强度的水平和垂直分量为：

$$\begin{aligned}\bar{E}_x &= \sum_{i=1}^m E_{ixR} + j \sum_{i=1}^m E_{ixI} = E_{xR} + jE_{xI} \\ \bar{E}_y &= \sum_{i=1}^m E_{iyR} + j \sum_{i=1}^m E_{iyI} = E_{yR} + jE_{yI}\end{aligned}$$

式中： $E_{xR}$ —由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

$E_{xI}$ —由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

$E_{yR}$ —由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

$E_{yI}$ —由各导线的虚部电荷在该点产生场强的垂直分量；

该点的合成场强为：

$$\bar{E} = (E_{xR} + jE_{xI})\bar{x} + (E_{yR} + jE_{yI})\bar{y} = \bar{E}_x + \bar{E}_y$$

式中：

$$E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2}$$

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2}$$

在地面处 ( $y=0$ ) 电场强度的水平分量，即  $E_x=0$ 。在离地面  $1m\sim 3m$  的范围，场强的垂直分量和最大场强很接近，可以用场强的垂直分量表征其电场强度合成量。因此只需要计算电场的垂直分量。

#### ④工频磁感应强度计算公式

根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2020）的附录 D 计算高压送电线路下空间工频磁感应强度。

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

110kV 导线下方 A 点处的磁场强度计算式如下：

式中： $I$ —导线  $i$  中的电流值；

h—计算 A 点距导线的垂直高度；

L—计算 A 点距导线的水平距离。

$$H = \frac{B}{\mu_0} - M$$

式中：H—磁场强度（A/m）；

B—磁感应强度（T）；

M—磁化强度；

$\mu_0$ —真空磁导率。

### ⑤预测参数选择

本工程新建河南华电宜阳上观40MW 分散式风电项目110千伏送出工程线路全长15.5km，其中电缆路径长1.55km，架空线路14.0km。共建杆塔53基。

本工程新建单回架空线路段，主要选用择1B2型塔模块，结合杆塔使用数量以及环境影响程度，本工程单回架空线选择1B2-ZM2型塔作为预测塔型。

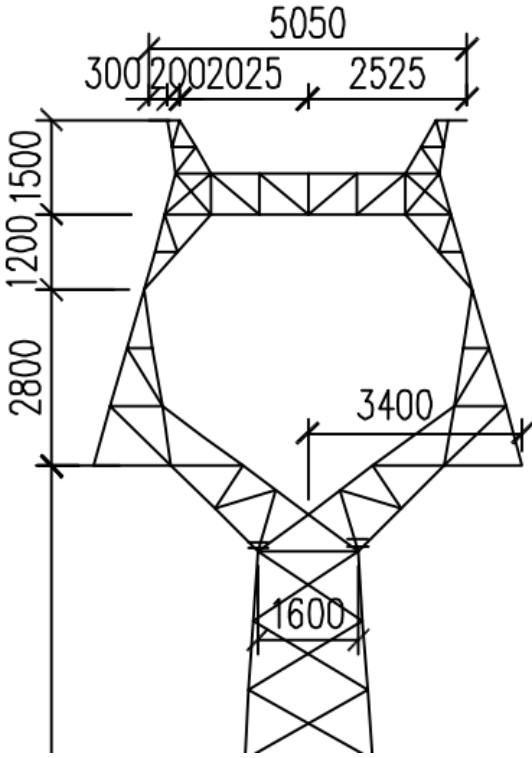
本工程线路预测线路导线型号为 JL/G1A-400/35 型钢芯铝绞线。

本工程沿线较空旷，主要沿农田区域及城市道路，本工程无跨越房屋现象，故本次单回线路预测无需对跨越房屋现象进行预测。

根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求，本工程单回输电线路110kV 送电线路最大弧垂在居民区和非居民区的最小对地距离分别为7m 和6m。详见表3-1。

**表 3-1 本工程线路预测参数**

|                      |                                                                                                                                                                                                |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 线路名称                 | 本工程架空段线路                                                                                                                                                                                       |
| 线路电压                 | 110kV                                                                                                                                                                                          |
| 走线方式                 | 架空                                                                                                                                                                                             |
| 回路数                  | 单回                                                                                                                                                                                             |
| 预测塔型                 | 1B2-ZM2                                                                                                                                                                                        |
| 导线型号                 | JL/G1A-400/35 型钢芯铝绞线                                                                                                                                                                           |
| 截面（mm <sup>2</sup> ） | 425.24                                                                                                                                                                                         |
| 直径（mm）               | 26.82                                                                                                                                                                                          |
| 最大工作电流(A)            | 210                                                                                                                                                                                            |
| 相序排列                 | $\begin{array}{c} \underline{\underline{\mathbf{B} \left( 0, 4.0+H \right)}} \\ \underline{\underline{\mathbf{C} \left( -3.4, H \right) \qquad \mathbf{A} \left( 3.4, H \right)}} \end{array}$ |

|      |                                                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | 备注：H 下相导线对地最低距离                                                                                    |
| 预测塔型 |  <p>1B2-ZM2</p> |

## ⑥预测结果及分析

a、本工程新建单回架空线路段：本工程新建单回架空线路段以弧垂最大处线路中心的地面投影为预测原点，沿垂直于线路方向进行，预测点间距为5m（线路中心投影外10m 处预测点间距为1m），顺序至线路中心投影外50m 处止，分别预测导线对地6m 和7m 时，离地面1.5m 处的工频电场强度及工频磁感应强度。预测结果见表3-2，图3-4~图3-5。

**表3-2 1B2-ZM2型塔线路离地6m 和7m 时工频电磁场预测结果（单位：工频电场强度 kV/m、工频磁感应强度  $\mu\text{T}$ ）**

| 距线路中心距离<br>(m) | 工频电场强度 (kV/m)           |                        | 工频磁感应强度 ( $\mu\text{T}$ ) |                        |
|----------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|
|                | 非居民区导线对地<br>6m, 地面 1.5m | 居民区导线对地<br>7m, 地面 1.5m | 导线对地 6m, 距<br>离地面 1.5m    | 导线对地 7m, 距<br>离地面 1.5m |
| 0              | 1.357                   | 1.093                  | 10.266                    | 9.545                  |
| 1              | 1.539                   | 1.203                  | 10.423                    | 9.597                  |
| 2              | 1.916                   | 1.441                  | 10.790                    | 9.708                  |
| 3              | 2.235                   | 1.657                  | 11.107                    | 9.770                  |
| 4              | 2.351                   | 1.763                  | 11.117                    | 9.676                  |
| 5              | 2.246                   | 1.740                  | 10.731                    | 9.381                  |

|    |       |       |        |       |
|----|-------|-------|--------|-------|
| 6  | 1.994 | 1.615 | 10.055 | 8.917 |
| 7  | 1.688 | 1.433 | 9.254  | 8.356 |
| 8  | 1.392 | 1.235 | 8.452  | 7.766 |
| 9  | 1.134 | 1.046 | 7.711  | 7.192 |
| 10 | 0.922 | 0.878 | 7.053  | 6.658 |
| 11 | 0.752 | 0.736 | 6.478  | 6.174 |
| 12 | 0.619 | 0.618 | 5.977  | 5.741 |
| 13 | 0.514 | 0.521 | 5.542  | 5.355 |
| 14 | 0.431 | 0.443 | 5.161  | 5.011 |
| 15 | 0.366 | 0.379 | 4.826  | 4.705 |
| 16 | 0.314 | 0.327 | 4.531  | 4.431 |
| 17 | 0.272 | 0.284 | 4.268  | 4.186 |
| 18 | 0.239 | 0.249 | 4.034  | 3.964 |
| 19 | 0.211 | 0.220 | 3.823  | 3.764 |
| 20 | 0.188 | 0.196 | 3.633  | 3.583 |
| 21 | 0.168 | 0.175 | 3.461  | 3.418 |
| 22 | 0.152 | 0.158 | 3.304  | 3.267 |
| 23 | 0.138 | 0.143 | 3.161  | 3.128 |
| 24 | 0.126 | 0.130 | 3.030  | 3.001 |
| 25 | 0.116 | 0.119 | 2.908  | 2.883 |
| 26 | 0.107 | 0.109 | 2.797  | 2.774 |
| 27 | 0.099 | 0.101 | 2.693  | 2.673 |
| 28 | 0.091 | 0.093 | 2.597  | 2.579 |
| 29 | 0.085 | 0.087 | 2.507  | 2.491 |
| 30 | 0.079 | 0.081 | 2.424  | 2.409 |
| 31 | 0.074 | 0.076 | 2.346  | 2.332 |
| 32 | 0.070 | 0.071 | 2.272  | 2.260 |
| 33 | 0.066 | 0.066 | 2.203  | 2.192 |
| 34 | 0.062 | 0.063 | 2.139  | 2.128 |
| 35 | 0.058 | 0.059 | 2.077  | 2.068 |
| 36 | 0.055 | 0.056 | 2.020  | 2.011 |
| 37 | 0.052 | 0.053 | 1.965  | 1.957 |
| 38 | 0.050 | 0.050 | 1.913  | 1.906 |
| 39 | 0.047 | 0.047 | 1.864  | 1.857 |
| 40 | 0.045 | 0.045 | 1.818  | 1.811 |
| 41 | 0.043 | 0.043 | 1.773  | 1.767 |
| 42 | 0.041 | 0.041 | 1.731  | 1.725 |
| 43 | 0.039 | 0.039 | 1.691  | 1.686 |

|    |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|
| 44 | 0.037 | 0.037 | 1.652 | 1.647 |
| 45 | 0.035 | 0.036 | 1.616 | 1.611 |
| 46 | 0.034 | 0.034 | 1.580 | 1.576 |
| 47 | 0.033 | 0.033 | 1.547 | 1.543 |
| 48 | 0.031 | 0.031 | 1.515 | 1.511 |
| 49 | 0.030 | 0.030 | 1.484 | 1.480 |
| 50 | 0.029 | 0.029 | 1.454 | 1.451 |

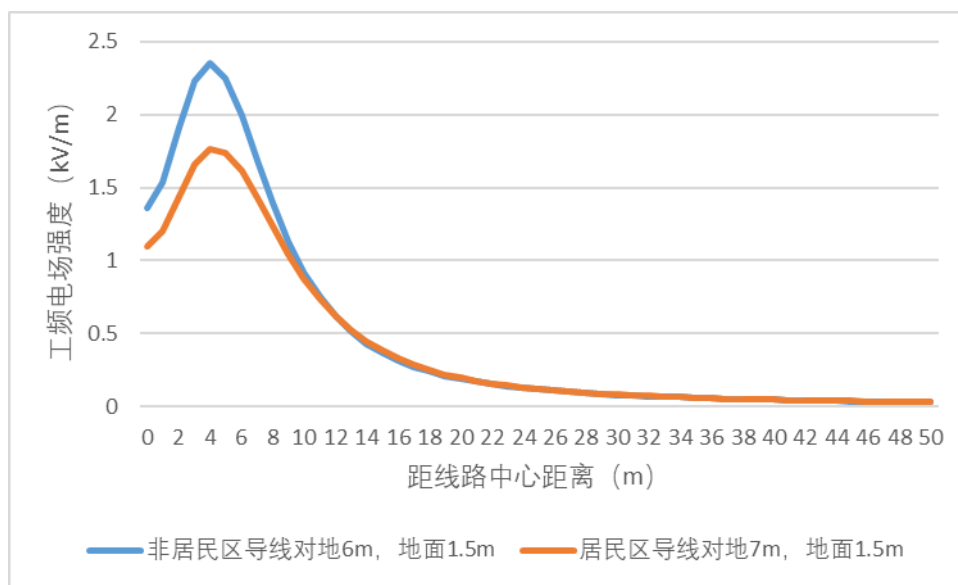


图3-1 110kV 单回路架空线路（导线 JL/G1A-400/35）工频电场强度分布趋势

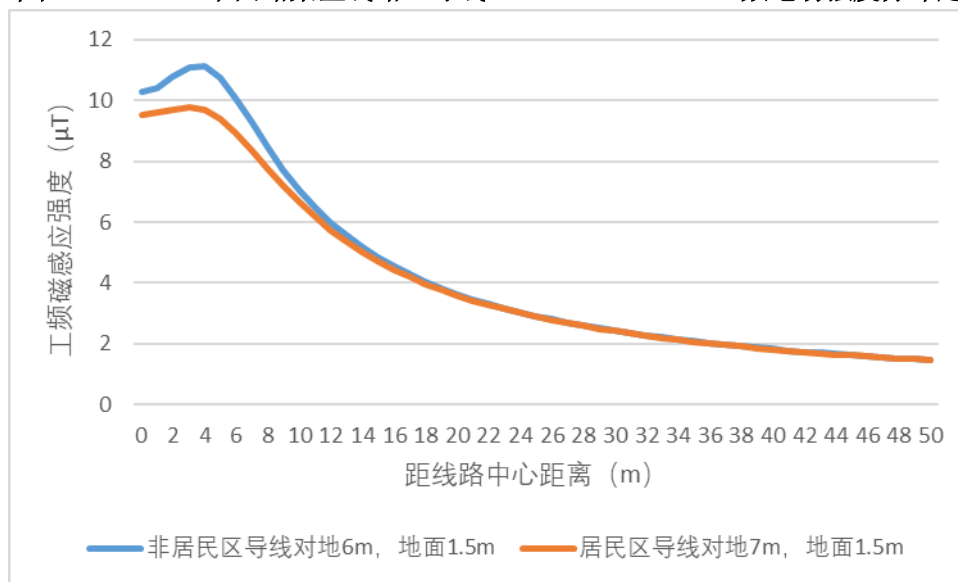


图3-2 110kV 单回路架空线路（导线 JL/G1A-400/35）工频磁场强度分布趋势图

由表 3-6 可见，工频电场：分析可知，下相导线对地 6m 和 7m，距离地面 1.5m 高度的工频电场最大值为分别为 2.351kV/m 和 1.763kV/m，最大点为距离两杆塔中央连线对地投影处 4m 处；此后在垂直导线方向工频电场随着与线路距离

的增加至 50m 而逐步衰减至 0.029kV/m，且均远小于 4kV/m 的评价标准。

工频磁感应强度：分析可知，下相导线对地 6m 和 7m，距离地面 1.5m 处磁感应强度最大值分别为 11.117 $\mu$ T 和 9.770 $\mu$ T，最大点均为距离两杆塔中央连线对地投影 4m 和 3m 处；此后在垂直导线方向磁感应强度随着与线路距离的增加至 50m 而均逐步衰减至 1.454 $\mu$ T 和 1.451 $\mu$ T，且均远小于 100 $\mu$ T 评价标准。

### 3.3 预测结果

**(1)新建上观 40MW 分散式风电场 110kV 升压站-下韩变 110kV 线路工程：**  
由模式预测结果分析可以得出本项目该段 110kV 输电线路工频电场强度在 29V/m~2351V/m 之间，工频磁感应强度在 1.451 $\mu$ T~11.117 $\mu$ T 之间，工频电场强度和磁感应强度预测值随着距离增大有明显的衰减趋势，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露导出控制限值，即工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 $\mu$ T。

#### **(2) 下韩变 110kV 间隔改建工程**

110kV 下韩变出线间隔扩建工程在站内改建 110kV 下韩变原 2 宜下 110 千伏出线间隔（东数第四出线间隔）。本期改建间隔在站内现有间隔位置进行，不新增配电装置、主变等强电磁环境影响电气设备，不改变变电站现有总平面布置。

本次间隔改建完成后，北侧站界外电磁环境不会发生变化，因此 110kV 下韩变电站电磁环境影响评价仅对本次改建间隔的 110kV 出线侧进行评价。根据 110kV 出线侧电磁环境现状监测值，工频电场强度约 282.11V/m，工频磁感应强度约 0.4993 $\mu$ T，均可满足评价标准限值的要求。110kV 下韩变 110kV 出线间隔改建工程的建设对环境的影响能控制在标准范围内，本次间隔改建完成后仍能满足评价标准的要求。

### 3.4 电磁环境敏感目标处电磁场预测

本线路工程电磁环境敏感目标 2 处，一处为地面线缆处的环境敏感目标，一处为架空线段的环境敏感目标，电磁环境影响程度根据设计规范最低架线高度要求预测，按照模式预测结果分析见下表。

表 3-3 电磁环境敏感目标处电磁环境影响分析及预测结果

| 序号 | 行政区 | 环境敏感目标名称 | 对地最低线高(m) | 与本工程的位置关系 | 建筑物楼层、高度 | 预测结果 |      | 是否达标 |
|----|-----|----------|-----------|-----------|----------|------|------|------|
|    |     |          |           |           |          | 工频电场 | 工频磁感 | 达标   |

|                                                                                                                                                                        |     |      |   |           |            | 强度<br>(kV/m) | 应强度<br>( $\mu$ T) |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|---|-----------|------------|--------------|-------------------|----|
| 1                                                                                                                                                                      | 下韩村 | 在建民宿 | / | 线路北侧 5m   | /          | 0.014        | 0.190             | 达标 |
| 2                                                                                                                                                                      | 土桥村 | 赵武英家 | / | 线路西南侧 27m | 3 层平顶/高 9m | 0.099        | 2.735             | 达标 |
| <p><b>注：</b>1、110kV 下韩变 110kV 出现间隔改建工程无环境保护目标。</p> <p>2、在建民宿处预测结果参考类比的郑州 110kV 杨桐变至 220kV 耿河变电缆线路的工频电场强度 7.17~13.87V/m，工频磁场强度为 0.112~0.190<math>\mu</math>T，选用最大值。</p> |     |      |   |           |            |              |                   |    |

通过表 3-3 可知，对项目电磁环境敏感目标处电磁环境进行了预测，通过预测结果可知，本工程电磁环境敏感目标处的工频电场强度在(0.014~0.099)kV/m，工频磁感应强度在（0.190~2.735） $\mu$ T，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m 和 100 $\mu$ T 的限值要求。

#### 4 电磁环境影响评价专题结论

##### 4.1 电磁环境现状评价结论

**(1)新建上观 40MW 分散式风电场 110kV 升压站-下韩变 110kV 线路工程：**  
 拟建线路地理线部分的工频电场强度测量值为 0.06V/m，工频磁感应强度测量值为 0.0079 $\mu$ T。拟建线路钻越 500kV 陕嘉 II 线处工频电场强度测量值为 4192.5V/m，工频磁感应强度测量值为 6.2215 $\mu$ T。拟建线路钻越 220kV 瀛洲—琅华双回线路处工频电场强度测量值为 594.29V/m，工频磁感应强度测量值为 0.175 $\mu$ T。监测点处均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中架空输电线路下方耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所（非居民区）10kV/m，工频磁感应强度 100 $\mu$ T 的限值要求。上观升压站周围及中心点工频电场强度监测值范围为 0.06~0.08V/m，工频磁感应强度为 0.0059~0.0085 $\mu$ T，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场强度公众暴露限值 4kV/m，工频磁感应强度公众暴露限值 100 $\mu$ T。

**(2) 110kV 下韩变出线间隔改建工程：**110kV 下韩变出线间隔围墙外 5m 处工频电场强度测量值为 282.11V/m，工频磁感应强度测量值为 0.4993 $\mu$ T，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中居民区工频电场为 4000V/m 工频磁感

应强度  $100\mu\text{T}$ 。

**(3) 电磁环境敏感目标：**2 处电磁环境敏感目标处工频电场强度测量值为  $(0.08\sim 0.53)\text{ V/m}$ ，工频磁感应强度测量值为  $(0.0067\sim 0.0068)\mu\text{T}$ 。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中要求居民区工频电场为  $4000\text{V/m}$  工频磁感应强度  $100\mu\text{T}$  的限值要求。

## 4.2 电磁环境影响预测评价结论

### **(1) 新建上观 40MW 分散式风电场 110kV 升压站-下韩变 110kV 线路工程**

由模式预测结果分析可以得出本项目该段 110kV 输电线路工频电场强度在  $29\text{V/m}\sim 2351\text{V/m}$  之间，工频磁感应强度在  $1.451\mu\text{T}\sim 11.117\mu\text{T}$  之间，工频电场强度和磁感应强度预测值随着距离增大有明显的衰减趋势，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露导出控制限值，即工频电场强度  $4000\text{V/m}$ 、工频磁感应强度  $100\mu\text{T}$ 。

### **(2) 下韩变 110kV 间隔改建工程**

110kV 下韩变出线间隔扩建工程在站内改建 110kV 下韩变原 2 宜下 110 千伏出线间隔（东数第四出线间隔）。本期改建间隔在站内现有间隔位置进行，不新增配电装置、主变等强电磁环境影响电气设备，不改变变电站现有总平面布置。

本次间隔改建完成后，北侧站界外电磁环境不会发生变化，因此 110kV 下韩变电站电磁环境影响评价仅对本次改建间隔的 110kV 出线侧进行评价。根据 110kV 出线侧电磁环境现状监测值，工频电场强度约  $282.11\text{V/m}$ ，工频磁感应强度约  $0.4993\mu\text{T}$ ，均可满足评价标准限值的要求。110kV 下韩变 110kV 出线间隔改建工程的建设对环境的影响能控制在标准范围内，本次间隔改建完成后仍能满足评价标准的要求。

### **(3) 电磁环境敏感目标**

通过表 3-3 可知，对项目电磁环境敏感目标处电磁环境进行了预测，通过预测结果可知，本工程电磁环境敏感目标处的工频电场强度在  $(0.014\sim 0.099)\text{kV/m}$ ，工频磁感应强度在  $(0.190\sim 2.735)\mu\text{T}$ ，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中  $4\text{kV/m}$  和  $100\mu\text{T}$  的限值要求。

### **(4) 电缆线路类比结果**

本工程 110kV 电缆线路类比对象选择舞阳县新能 45 兆瓦分散式风电多能互

补项目 110 千伏送出工程。类比电缆线路与本工程电缆线路电压等级相同，电缆型号相近，电缆布置方式相同，因此具有可比性。舞阳县新能 45 兆瓦分散式风电多能互补项目 110 千伏送出工程的工频电场强度 19.57~60.91V/m，均小于 4kV/m 工频电场限值；工频磁场强度为 0.1306~0.2513 $\mu$ T，均小于 100 $\mu$ T 工频磁场限值。

### 4.3 电磁环境保护措施

#### (1) 线路电磁环境保护措施

运营期线路电磁环境保护措施：①项目选线时尽量避开居住区。

②对于 110kV 输电线路，严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）选择相导线排列形式，导线、金具及绝缘子等电气设备、设施，提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕；此外，输电线路经过不同地区时亦严格按照上述规定设计导线对地距离、交叉跨越距离。

③本项目 110kV 输电线路经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面和道路等场所，导线对地最小距离控制在 6m 及以上，同时应给出警示和防护指示标志。110kV 输电线路临近居民区段导线对地最小距离控制在 7m 及以上。

④项目建成正式投产后第一年结合竣工环境保护验收监测一次；运行期间存在突发环境事件时进行跟踪监测。输电线路电磁环境监测点位布设在沿线评价范围内具有代表性电磁环境敏感目标处和典型线位处。

各线路段具体导线对地最小距离控制要求见表 4-1。

**表 4-1 各线路段具体导线对地最小距离控制要求**

| 线路              | 环境状况         |                                | 电磁环境保护措施                           |
|-----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 本项目<br>110kV 线路 | 线路经过<br>非居民区 | 线路经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面和道路等场所 | 导线对地最小距离控制在 6m 及以上，同时应给出警示和防护指示标志。 |
|                 | 线路临近居民区      |                                | 导线对地最小距离控制在 7m 及以上                 |

### 4.4 小结

本项目升压站及 110kV 输变电线路在采取相应措施后，本项目产生的电磁环境影响均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4000V/m 和 100 $\mu$ T 公众

暴露控制限值和架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面和道路等场所电场强度 10kV/m 控制限值，从电磁环境影响角度，本项目的建设是可行的。