

# **绵阳涪城永兴 220kV 变电站增容扩建工程**

## **电磁环境影响专题评价**

**中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司**

**2022 年 4 月 成都**

# 目 录

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 1 相关法律、法规和技术规范.....         | - 1 -  |
| 2 评价因子、等级、范围、标准及环境保护目标..... | - 2 -  |
| 2.1 评价因子.....               | - 2 -  |
| 2.2 评价等级.....               | - 2 -  |
| 2.3 评价范围.....               | - 2 -  |
| 2.4 评价标准.....               | - 2 -  |
| 2.5 环境敏感目标.....             | - 2 -  |
| 3 电磁环境质量现状监测与评价.....        | - 4 -  |
| 3.1 监测分析方法及监测仪器.....        | - 4 -  |
| 3.2 现状监测与评价.....            | - 5 -  |
| 3.3 监测结果.....               | - 6 -  |
| 3.4 电磁环境现状评价.....           | - 6 -  |
| 4 电磁环境影响预测与评价.....          | - 8 -  |
| 4.1 预测及评价方法.....            | - 8 -  |
| 4.2 预测因子.....               | - 8 -  |
| 4.3 电磁环境影响预测评价.....         | - 8 -  |
| 4.4 电磁环境影响评价结论.....         | - 12 - |
| 5 电磁防治措施.....               | - 14 - |
| 6 结论与建议.....                | - 15 - |
| 6.1 项目概况.....               | - 15 - |
| 6.2 电磁环境现状.....             | - 15 - |
| 6.3 电磁环境影响预测结果.....         | - 15 - |

## 1 相关法律、法规和技术规范

- (1)《中华人民共和国环境保护法》(修订版 2015 年 1 月 1 日起施行);
- (2)《中华人民共和国环境影响评价法》(修订版 2018 年 12 月 29 日起施行);
- (3)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令 第 9 号);
- (4)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)(生态环境部令 第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行);
- (5)《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);
- (6)《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020);
- (7)《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014);
- (8)《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ 681-2013)。

## 2 评价因子、等级、范围、标准及环境保护目标

### 2.1 评价因子

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），电磁环境影响评价因子为：工频电场、工频磁场。

### 2.2 评价等级

绵阳涪城永兴 220kV 变电站采用户外式布置，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）关于电磁环境影响评价工作等级判定方法，确定本项目电磁环境影响评价工作等级为二级，见表 2-1。

表 2-1 电磁环境影响评价工作等级

| 分类 | 电压等级  | 项目  | 条件  | 评价工作等级 |
|----|-------|-----|-----|--------|
| 交流 | 220kV | 变电站 | 户外式 | 二级     |

### 2.3 评价范围

本项目电磁环境影响评价范围见表 2-2。

表 2-2 电磁环境影响评价范围

| 分类 | 电压等级  | 评价范围          |
|----|-------|---------------|
|    |       | 变电站           |
| 交流 | 220kV | 站界外 40m 以内的区域 |

### 2.4 评价标准

根据《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014），本项目电磁环境评价标准见表 2-3。

表 2-3 电磁环境影响评价标准

| 污染物名称 | 评价标准                             |
|-------|----------------------------------|
| 工频电场  | 以 4000V/m 作为工频电场强度公众曝露控制限值。      |
| 工频磁场  | 以 100 $\mu$ T 作为工频磁感应强度公众曝露控制限值。 |

### 2.5 环境敏感目标

电磁环境敏感目标主要是变电站附近的住宅、学校、医院、办公楼等有公众居住、工作或学习的建筑物。根据现场调查，本项目电磁环境敏感目标分别为南侧站界外 5m 处的绵阳世通达建筑劳务有限公司和北侧站界外 5m 处的绵阳市政公司厂房。电磁环境敏感目标概况详见表 2-4。

表 2-4 电磁环境敏感目标一览表

| 编号 | 环境敏感目标               | 规模    | 性质           | 与本项目的位置关系 | 是否为环境现状监测点    | 环境影响因素 |
|----|----------------------|-------|--------------|-----------|---------------|--------|
| 1  | 绵阳世通达建筑劳务有限公司        | 约 5 人 | 办公/<br>1 层平顶 | 站界南侧约 5m  | 是, 7△<br>监测点  | E、B    |
| 2  | 普乐街 6 号 绵阳市政建设有限公司厂房 | 约 3 人 | 仓储/<br>1 层平顶 | 站界北侧约 5m  | 是, 14△<br>监测点 | E、B    |

注: ① △—电磁现状监测点位。

② E—工频电场强度, B—工频磁感应强度。

### 3 电磁环境质量现状监测与评价

2021 年 12 月 24 日，成都酉辰环境检测有限公司对本项目所在区域的电磁环境现状进行了监测。

#### 3.1 监测分析方法及监测仪器

##### (1) 监测分析方法

《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020)；

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》(HJ 681-2013)。

##### (2) 监测仪器

本项目现状监测所使用仪器见表 3-1。

表 3-1 电磁环境现状监测仪器及型号

| 项目                                   | 监测方法                            | 方法来源        | 使用仪器                                                                                                                                                                                                           | 测量范围                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 工频场强<br>(工频电<br>场强度、<br>工频磁感<br>应强度) | 交流输变电<br>工程电磁环<br>境监测方法<br>(试行) | HJ 681-2013 | 电磁辐射分析仪：SEM-600<br>电场证书编号：校准字第 202105006404 号<br>校准有效期：2021.5.20~2022.5.19<br>磁场证书编号：校准字第 202105006287 号<br>校准有效期：2021.5.20~2022.5.19<br>校准单位：中国测试技术研究院<br>不确定度：电场：200~2000V/m：0.56~0.53<br>磁场：100μT：0.98~0.97 | 电场：<br>0.5V/m~100kV/m<br>磁场：10nT~3mT |
|                                      |                                 |             | 温湿度表<br>校准证书号：21000011450<br>检定有效期至：2021.11.22~2022.11.21<br>检定单位：四川中衡计量检测技术有限公司<br>不确定度：温度修正值：0.5<br>相对湿度修正值（20℃）：2.0                                                                                         | (-20~40)℃<br>(0~90)%RH               |
|                                      |                                 |             | 风速仪：DEM6<br>校准证书号：21031002001<br>检定有效期至：2021.3.10~2022.3.9<br>校准单位：四川中衡计量检测技术有限公司<br>不确定度：2.8%                                                                                                                 | (0-30) m/s                           |

##### (3) 监测期间自然环境条件

测点已避开较高的建筑物、树木，监测地点相对空旷，监测高度为距地面 1.5m。监测时间、天气条件见表 3-2。

表 3-2 监测时间及天气条件

| 监测时间             | 气象参数 |           |         |         |
|------------------|------|-----------|---------|---------|
|                  | 天气   | 气温(°C)    | 相对湿度(%) | 风速(m/s) |
| 2021 年 12 月 24 日 | 晴    | 13.0~18.5 | 42~46   | 0.2~0.5 |

### 3.2 现状监测与评价

#### (1) 监测点布设置合理性分析

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020)的要求,监测点位应包括电磁环境敏感目标和站址。

站界布点:本次监测在永兴变电站站界四周共布设 4 个监测点(1△~4△监测点)其中 2△站界监测点位于变电站南侧站界外 5m 处(110kV 线路出线侧),4△站界监测点位于变电站北侧站界外 5m 处(220kV 线路出线侧)。现场监测期间,220kV、110kV 出线均处于正常带电运行状态,在距离围墙外 5m 处进行监测。变电站站界监测布点示意图见附图 2。

环境敏感目标布点:永兴变电站所在区域为平原地形,站址附近主要分布有居民住宅和办公场所。本次监测在变电站评价范围内临近各侧站界的电磁环境敏感目标处均布设了监测点(6△、7△监测点),环境敏感目标监测布点示意图见附图 3。

从上表 2-4 及附图 2、附图 3 可以看出,本次设置的监测点位涵盖了前期变电站正常工况下对站外电磁环境的影响情况(1△~4△监测点)和对站外环境敏感目标的电磁环境影响情况(5△、6△监测点),监测数据能够反映已运行变电站对站外的电磁环境影响程度,因此本项目环境现状监测点位的布置是合理的,监测数据具有代表性。监测点位详见下表 3-3。

表 3-3 项目所在区域环境质量现状监测点位

| 编号 | 点位位置                 | 备注         |
|----|----------------------|------------|
| 1△ | 变电站东侧站界              | 站界点位       |
| 2△ | 变电站南侧站界              |            |
| 3△ | 变电站西侧站界              |            |
| 4△ | 变电站北侧站界              |            |
| 5△ | 绵阳世通达建筑劳务有限公司        | 站外电磁环境保护目标 |
| 6△ | 普乐街 6 号 绵阳市政建设有限公司厂房 |            |

注:△—电磁环境现状监测点位。

(2) 监测项目

工频电场、工频磁场。

(3) 监测时间、监测频次、监测环境和监测单位

1) 监测单位：成都酉辰环境检测有限公司；

2) 监测时间：2021 年 12 月 24 日；

3) 监测环境：详见下表 3-4。

表 3-4 监测期间自然环境状况

| 监测时间             | 气象参数 |         |         |         |
|------------------|------|---------|---------|---------|
|                  | 天气   | 气温(°C)  | 相对湿度(%) | 风速(m/s) |
| 2021 年 12 月 24 日 | 晴    | 13~18.5 | 42~46   | 0.2~0.5 |

4) 监测频次：白天监测一次。

### 3.3 监测结果

电磁环境现状监测结果见表 3-5。

表 3-5 电磁环境现状监测结果

| 编号 | 点位位置                 | 监测结果            |                       | 备注           |
|----|----------------------|-----------------|-----------------------|--------------|
|    |                      | 工频电场强度<br>(V/m) | 工频磁感应强度<br>( $\mu$ T) |              |
| 1  | 变电站东侧站界              | 2.04            | 0.0995                | 站界           |
| 2  | 变电站南侧站界              | 317.54          | 0.8840                |              |
| 3  | 变电站西侧站界              | 72.29           | 0.3028                |              |
| 4  | 变电站北侧站界              | 4.03            | 0.9972                |              |
| 5  | 绵阳世通达建筑劳务有限公司        | 48.11           | 0.4819                | 电磁环境<br>敏感目标 |
| 6  | 普乐街 6 号 绵阳市政建设有限公司厂房 | 232.78          | 2.0441                |              |

### 3.4 电磁环境现状评价

**工频电场强度：**本次监测 6 个点位的工频电场强度在 2.04V/m~317.54V/m 之间，最大值出现在变电站南侧站界外 5m 处（110kV 出线侧），满足公众曝露控制限值（4000V/m）的要求。

**工频磁感应强度：**本次监测 6 个点位的工频磁感应强度在 0.0995 $\mu$ T~2.0441 $\mu$ T 之间，最大值出现在变电站北侧站界外约 5m 处（220kV 出线侧），满

足磁感应强度公众曝露控制限值（100 $\mu$ T）的要求。

由上述电磁环境现状监测结果可知，本项目所在区域的工频电场强度、工频磁感应强度均处于较低水平，电磁环境质量现状较好。

## 4 电磁环境影响预测与评价

### 4.1 预测及评价方法

绵阳涪城永兴 220kV 变电站采用户外式布置，本期改造后的规模为：主变 2×240MVA，220kV 出线 9 回，110kV 出线 12 回，10kV 出线 28 回。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）的要求，本项目永兴 220kV 变电站电磁环境影响采用类比分析法进行预测评价。

### 4.2 预测因子

变电站预测因子：工频电场、工频磁场。

### 4.3 电磁环境影响预测评价

#### （1）类比可行性分析

根据国内变电站站内设备监测结果，影响变电站电磁环境的主要因素是变电站电压等级、规模、总平面布置方式、配电装置型式、出线规模及出线方式、主变压器等。按照类比条件，结合本期更换 2 台主变压器，变电站电压等级不变等情况，本次选择已经运行的大面 220kV 变电站验收实测数据对其运行时产生的工频电场强度、工频磁感应强度进行类比分析，预测评价本项目变电站的电磁影响。

永兴 220kV 变电站本期改造后规模与大面 220kV 变电站现有规模对比情况见表 4-1，大面变电站平面布置及监测布点见图 4-1。

表 4-1 永兴 220kV 变电站与大面 220kV 变电站可比性分析

| 项 目  | 永兴 220kV 变电站                                         | 大面 220kV 变电站                            |
|------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 主变容量 | 2×240MVA（终期）                                         | 2×180MVA                                |
| 主变布置 | 户外布置                                                 | 户外布置                                    |
| 配电装置 | 户外 AIS 布置                                            | 户外 AIS 布置                               |
| 平面布置 | 户外布置，主变基本位于场地中央，220kV 配电装置布置在主变北侧，110kV 配电装置布置在主变南侧。 | 主变位于站区中部，220kV 场地和 110kV 场地在主变两侧        |
| 出线方式 | 架空出线                                                 | 架空出线                                    |
| 出线回数 | 220kV 出线本期 8 回；<br>110kV 出线本期 12 回。                  | 220kV 出线 8 回；<br>110kV 出线 9 回。          |
| 外环境  | 变电站评价范围内有 2 处电磁环境敏感点；<br>变电站评价范围内不存在其它电磁环境影响因素。      | 变电站评价范围内有 1 处电磁环境敏感点；<br>不存在其它电磁环境影响因素。 |

从大面 220kV 变电站、发展 220kV 变电站等多个已投运变电站监测结果来看，变电站电磁环境影响主要取决于平面布置情况（户外布置、半户内布置或全户内布置）、配电装置型式及数量（与主变台数密切相关）、出线方式（地下电缆出线或架空出线）和电压等级。

永兴 220kV 变电站和大面 220kV 变电站均为 2 台主变且电压等级相同，主变和配电装置均采用户外 AIS 布置，出线方式均为架空出线，220kV 出线回数相同，评价范围内均无其他电磁环境影响源。永兴站主变本期容量为 480MVA，较大面站（360MVA）多 120MVA。因此，本次评价考虑将大面 220kV 变电站的工频电场强度、工频磁感应强度监测数据的 1.5 倍来分别类比永兴变电站本期建成后的工频电场强度和工频磁感应强度。

虽然永兴变电站本期 110kV 出线回数约为类比变电站的 1.3 倍，但类比站工频电场强度、工频磁感应强度监测数据的 1.5 倍已能较为保守地反映永兴站因 110kV 出线回数引起的电磁环境影响差异。综上所述，将大面 220kV 变电站作为类比变电站是可行的。

## （2）类比监测布点

变电站工频电磁场监测布点：站界四周各布设一个监测点；避开 220kV 进出线方向以围墙为起点设监测断面，以 5m 步长依次外测到 50m。

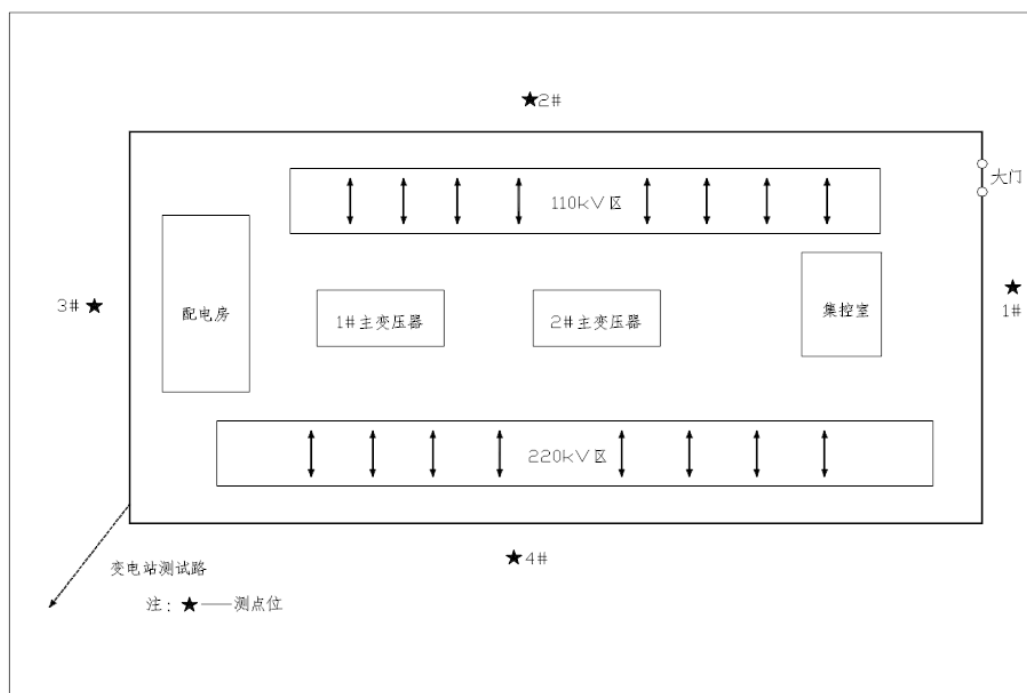


图 4-1 大面变电站工频电磁场监测布点示意图

### (3)类比监测期间变电站运行工况

监测时大面 220kV 变电站正常运行，运行工况见下表：

表 4-2 大面 220kV 变电站监测期间运行工况

| 项目 | 设备名称    | 运行工况   |        |        |           |
|----|---------|--------|--------|--------|-----------|
|    | 项目      | 电压(kV) | 电流(A)  | 有功(MW) | 无功 (MVar) |
| 主变 | 1#主变高压侧 | 230.83 | 91.6   | 36.22  | 3.02      |
|    | 1#主变中压侧 | 116.45 | 181.14 | 36.62  | -2.21     |
|    | 1#主变低压侧 | 10.07  | 0      | 0      | 0         |
|    | 2#主变高压侧 | 230.83 | 89.4   | 35.55  | 3.35      |
|    | 2#主变中压侧 | 116.45 | 150.36 | 30.99  | 0         |
|    | 2#主变低压侧 | 10.07  | 323.59 | 5.32   | 1.76      |

### (4)类比监测结果与评价

四川省电力环境监测研究中心站于 2005 年对大面 220kV 变电站进行了类比监测，监测报告编号：SDY/131/BG/002-2005。在进行类比监测时，大面 220kV 变电站的 2 台主变及 220kV、110kV 线路均处于正常运行状态。以下为工频电磁场类比监测结果与分析。

表 4-3 大面 220kV 变电站站界工频电场和工频磁场监测结果

| 序号 | 测点位置           | 工频电场强度 (kV/m) |           | 工频磁感应强度 ( $\mu\text{T}$ ) |           |
|----|----------------|---------------|-----------|---------------------------|-----------|
|    |                | 监测值           | 扩大到 1.5 倍 | 监测值                       | 扩大到 1.5 倍 |
| 1  | 1#             | 0.036         | 0.054     | 0.052                     | 0.078     |
| 2  | 2# (110kV 出线侧) | 1.220         | 1.830     | 1.010                     | 1.515     |
| 3  | 3#             | 0.393         | 0.590     | 0.287                     | 0.431     |
| 4  | 4# (220kV 出线侧) | 1.710         | 2.565     | 1.117                     | 1.676     |

表 4-4 大面 220kV 变电站工频磁场断面监测结果

| 序号 | 与围墙<br>距离 m  | 电场强度 (kV/m) |           | 磁感应强度 ( $\mu\text{T}$ ) |           |
|----|--------------|-------------|-----------|-------------------------|-----------|
|    |              | 监测值         | 扩大到 1.5 倍 | 监测值                     | 扩大到 1.5 倍 |
| 1  | 2            | 0.491       | 0.737     | 0.271                   | 0.407     |
| 2  | 6            | 0.536       | 0.804     | 0.178                   | 0.267     |
| 3  | 10           | 0.345       | 0.518     | 0.101                   | 0.152     |
| 4  | 15           | 0.148       | 0.222     | 0.075                   | 0.113     |
| 5  | 20           | 0.063       | 0.095     | 0.058                   | 0.087     |
| 6  | 25           | 0.037       | 0.056     | 0.042                   | 0.063     |
| 7  | 30           | 0.023       | 0.035     | 0.034                   | 0.051     |
| 8  | 40           | 0.009       | 0.014     | 0.024                   | 0.036     |
| 9  | 50           | 0.008       | 0.012     | 0.018                   | 0.027     |
| 备注 | 围墙外 5m 处有水沟。 |             |           |                         |           |

工频电场：数据表明类比监测的 13 个点位的电场强度在 0.012~2.565kV/m 之间，最大值出现在距大面变电站南侧站界 5m (220kV 出线侧) 处，小于 4kV/m 的评价标准，评价范围内距站界 5m 外区域电场强度随距离增加而逐渐减少。

工频磁场：数据表明类比监测的 13 个点位的磁感应强度在 0.027~1.676 $\mu\text{T}$  之间，最大值出现在距大面变电站南侧站界 5m (220kV 出线侧) 处，小于 100 $\mu\text{T}$  的评价标准，评价范围内距站界 5m 外区域磁感应强度随距离增加而逐渐减小。

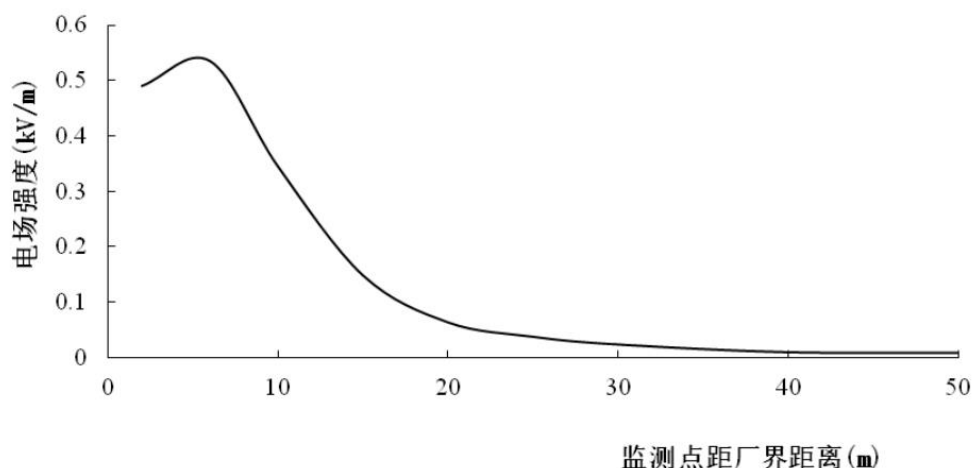


图 4-2 220kV 大面变电站电场强度实际监测结果分布图

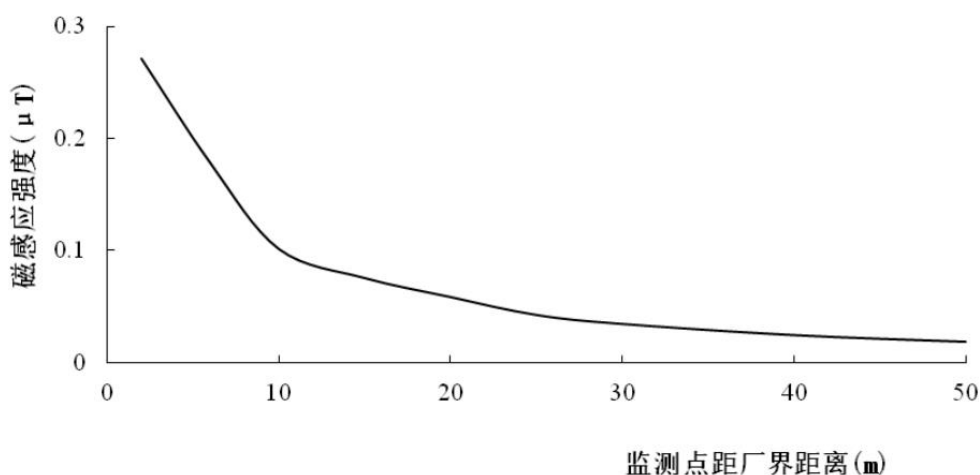


图 4-3 220kV 大面变电站磁感应强度实际监测结果分布图

#### 4.4 电磁环境影响评价结论

由于永兴 220kV 变电站的电压等级、建设规模、总平面布置方式、出线方式及背景状况等与大面 220kV 变电站基本相同，主变容量较大面变电站大 120MVA，110kV 出线回数多 3 回，故类比大面 220kV 变电站围墙外实测的工频电场强度、磁感应强度，能够反映永兴 220kV 变电站本期改造后的电磁环境影响。

类比对象大面 220kV 变电站站界及站外衰减断面工频电场强度监测结果均小于公众曝露控制限值 4kV/m、工频磁感应强度监测结果均小于公众曝露控制限值 100μT，故永兴 220kV 变电站站界四周工频电场强度、工频磁感应强度均能满足限值要求。

永兴 220kV 变电站周边具有 2 处电磁环境敏感目标，根据大面 220kV 变电

站断面监测结果，敏感目标处工频电场强度、工频磁感应强度预测结果见下表 4-5。

表 4-5 永兴变电站周边敏感目标电磁环境预测值

| 敏感目标                 | 相对位置     | 预测值              |                       | 达标情况 |
|----------------------|----------|------------------|-----------------------|------|
|                      |          | 工频电场强度<br>(kV/m) | 工频磁感应强度<br>( $\mu$ T) |      |
| 绵阳世通达建筑劳务有限公司        | 厂界南侧约 5m | 0.804            | 0.267                 | 达标   |
| 普乐街 6 号 绵阳市政建设有限公司厂房 | 厂界北侧约 5m | 0.804            | 0.267                 | 达标   |

因此，只要永兴 220kV 变电站按照设计要求，保持变电站的配电构架有足够的对地高度、保持 220kV 进出线的对地高度，可以预计本期改造增容工程建成投运后，永兴 220kV 变电站产生的工频电场、工频磁场均将满足相应评价标准限值要求。

## 5 电磁防治措施

为尽可能减小本项目变电站对周边电磁环境的影响，本环评提出以下措施。

（1）平行导线的相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置，降低工频电场和工频磁场强度。

（2）所有电气设备均安全接地。

## 6 结论与建议

### 6.1 项目概况

绵阳涪城永兴 220kV 变电站增容扩建工程为原站内改造,不涉及站外征地。  
主要建设内容包括以下:

(1) 主变压器: 原有主变压器规模  $2 \times 120\text{MVA}$ 。本期更换 2 台主变, 更换后规模为  $2 \times 240\text{MVA}$ , 拆除并在原位置重建主变油坑及基础。

(2) 220kV 配电装置: 原有出线 8 回, 采用户外 AIS 布置。本期不扩建出线, 仅更换部分设备、导线, 新增部分门型构架。

(3) 110kV 配电装置: 原有出线 12 回, 采用户外 AIS 布置。本期拆除原有配电装置并在原位置新建 110kV GIS 室一座, 不扩建出线。

(4) 10kV 配电装置: 原有出线 8 回。本期拆除原有 10kV 配电室并重建, 配电装置采用户内中置式开关柜双列三通道布置。重建规模按终期 42 回, 本期出线 28 回。

(5) 低压无功补偿: 每台主变配置 4 组 10Mvar 框架式电容器。

### 6.2 电磁环境现状

本项目变电站周围 6 个点位的工频电场强度在  $2.04\text{V/m} \sim 317.54\text{V/m}$  之间, 最大值出现在变电站南侧站界外约 5m 处 (110kV 出线侧), 满足公众曝露控制限值 ( $4000\text{V/m}$ ) 的要求。工频磁感应强度在  $0.0995\mu\text{T} \sim 2.0441\mu\text{T}$  之间, 最大值出现在变电站北侧站界外约 5m 处 (220kV 出线侧), 满足磁感应强度公众曝露控制限值 ( $100\mu\text{T}$ ) 的要求。

### 6.3 电磁环境影响预测结果

根据类比分析, 只要永兴 220kV 变电站按照设计要求, 保持变电站的配电构架有足够的对地高度、保持 220kV、110kV 进出线的对地高度, 可以预计本期增容改造工程建成投运后, 永兴变电站围墙外工频电场强度、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  $4000\text{V/m}$ 、 $100\mu\text{T}$  的要求。