

**天津宁河科技城 220kV 变电站 110kV 送出
工程电磁环境专项评价**

沈阳绿恒环境咨询有限公司

2017 年 9 月

目 录

1 总则	1
1.1 编制依据	1
1.2 评价因子与评价标准	2
1.3 评价工作等级	2
1.4 评价范围	3
2 工程概况	3
3 电磁环境现状评价	5
4 电磁环境影响预测与评价	5
4.1 地下电缆电磁环境影响分析	6
4.2 架空输电线路电磁环境影响分析	6

1 总则

1.1 编制依据

1.1.1 国家法律及法规

- (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》2016年7月2日起施行；
- (3) 《中华人民共和国电力法》（修改版）2015年4月24日起施行；
- (4) 《中华人民共和国城乡规划法》2008年1月1日起施行；
- (5) 《电力设施保护条例》（2011年修正本）国务院第588号令，2011年1月8日起施行；
- (6) 《电力设施保护条例实施细则》（修正版），2011年6月30日施行。

1.1.2 部委规章

- (1) 国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2013年本）》；
- (2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》环境保护部第44号令，2017年9月1日起施行；
- (3) 《建设项目环境保护管理条例》国务院第253号令，1998年11月18日起施行；
- (4) 环境保护部（环办[2012]131号）《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》（2012年10月29日）。

1.1.3 地方法规

- (1) 《天津市建设项目环境保护管理办法》（天津市人民政府令第58号）；
- (2) 《天津市人民政府关于印发天津市清新空气行动方案的通知》（津政发[2013]35号 201.9.28）；
- (3) 《天津市建设工程施工现场防治扬尘管理暂行办法》（天津市建设管理委员会建筑[2004]149号）；
- (4) 《天津市环境噪声污染防治管理办法》（天津市人民政府令[2003]第6号）；
- (5) 《天津市建设工程文明施工管理规定》（天津市人民政府令[2006]第100号）。

1.1.4 采用的标准、技术规范及规定

- (1) 《环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2011）；
- (2) 《环境影响评价技术导则输变电工程》（HJ24-2014）；
- (3) 《辐射环境保护管理导则电磁辐射环境监测仪器和方法》（HJ/T10.2-1996）；

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

(5) 《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）。

1.1.5 工程设计资料名称和编制单位

《天津宁河未来科技城（大王台）220千伏变电站110千伏出线工程选线规划说明》，天津市城市规划设计研究院。

1.2 评价因子与评价标准

(1) 评价因子

现状评价因子：工频电场、工频磁场。

预测评价因子：工频电场、工频磁场。

(2) 评价标准

依据《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）表1“公众曝露控制限值”规定，为控制本工程工频电场、磁场所致公众曝露，环境中工频电场强度控制限值为4kV/m；工频磁感应强度控制限值为100 μ T。

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，其频率50Hz的电场强度控制限值为10kV/m。

1.3 评价工作等级

本工程 110kV 输电线路采用电缆与架空相结合的方式走线，架空线路边导线地面投影外两侧各 10m 范围内有电磁环境敏感目标，依据《环境影响评价技术导则输变电工程》（HJ24-2014）中有关规定，本工程输电线路电磁环境评价工作等级为二级。

表 1 输变电工程电磁环境影响评价工作等级

分类	电压等级	工程	条件	评价工作等级
交流	110kV	变电站	户内式、地下式	三级
			户外式	二级
		输电线路	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
	220~330kV	变电站	户内式、地下式	三级
			户外式	二级
		输电线路	1、地下电缆 2、边导线地面投影外两侧各15m 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15m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	二级
	500kV及以上	变电站	户内式、地下式	二级
			户外式	一级
		输电线路	1、地下电缆 2、边导线地面投影外两侧各20m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线	二级
			边导线地面投影外两侧各20m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	一级
直流	±400kV及以上	——	——	一级
	其他	——	——	二级

注：根据同电压等级的变电站确定开关站、串补站的电磁环境影响评价工作等级，根据直流侧电压等级确定换流站的电磁环境影响评价工作等级。

1.4 评价范围

依据《环境影响评价技术导则输变电工程》（HJ24-2014），确定架空线路评价范围为边导线地面投影外两侧各30m，地下电缆线路评价范围为电缆管廊两侧边缘各外延5m（水平距离）。

2 工程概况

天津宁河科技城220千伏变电站110千伏送出工程本期建设规模如下：

（一）科技城 220 千伏变电站出 2 回 110 千伏线路破口韩贾二线

本期新设 2 回电缆线路由科技城 220kV 站南侧出线后，沿规划路北侧向西敷设，敷设至规划永定新河北路后在永定新河北路北侧规划绿化带向西北方向敷设，顶管过七里海道和津南运河、永定新河支流，向北绕行至规划产业大道，

避开现状企业，然后新设电缆路径敷设过规划主干路五后向北敷设，顶管过津芦公路，继续敷设至现状韩贾二线乾坤支线#3塔西侧破口点新设电缆终端塔。

(二) 大众 1#110 千伏站出 1 回 110 千伏线路 T 接韩贾一线

电缆线路：本期新设 1 回电缆线路由大众 1#变电站东侧缆沟出线后，沿规划路向东敷设后北折，继续敷设至津宁高速公路南侧，顶管过津宁高速公路，新设电缆终端平台，登同期建设电缆终端塔。新设电缆路径长度为 2.2km。利用同期建设的大众 1#站 T 接韩贾一线架空工程中的架空线路架设至科技城站前，电缆下塔，局部新设双回电缆沟槽、18+2 孔排管与站前同期建设 T 型工井连接。然后利用同期科技城出线 2 回破口韩贾二线电缆工程中待建的 18+2 孔排管敷设至造甲砖厂，然后采用单回沟槽敷设方式敷设至同期建设的电缆终端塔，电缆登塔。新设电缆路径长度为 6.2km。

架空线路：新建 220 千伏、110 千伏架空四回路起点为津宁高速公路北侧 JA1 处，沿津宁高速公路北侧平行东韩线 35m，在东韩线南侧向西架设至科技城 220 千伏变电站南侧。新建 110kV 单回路路径为造甲砖厂北侧现状韩贾线 2#铁塔东侧新设 JA6 电缆终端塔，并于 2#铁塔连接。新设 220 千伏、110 千伏四回架空线路，路径长为 6.3km；新设 110kV 单回架空线路 0.1km。

(三) 大众 2#110 千伏站出 1 回 110 千伏线 T 接韩贾二线

电缆线路：本期新设 1 回电缆线路由大众 2#变电站东侧缆沟出线后，沿规划路向东敷设后北折，继续敷设至津宁高速公路南侧，顶管过津宁高速公路，新设电缆终端平台，登同期建设电缆终端塔。新设电缆路径长度为 1.9km。利用同期建设的大众 1#站 T 接韩贾一线架空工程中的架空线路架设至科技城站前，电缆下塔，利用同期待建双回电缆沟槽向西敷设，然后新设单回沟槽敷设至新建电缆 T 接平台。新设电缆路径长度为 0.3km。

运河站前局部电缆切改，大众 2#站临时电源线电缆 T 接至运河英利支 1#铁塔。新设电缆路径长度为 0.1km

架空线路：在同期大众 1#站 T 接韩贾一线架空工程建设 4 回路铁塔上架设，平行津宁高速公路架设 6.6km。

(四) 科技城 220 千伏站出 2 回 110 千伏线破口大众#1-运河 I 线路

本期新设 2 回 110kV 电缆线路由科技城 220kV 站东侧出线后，横过规划主

干路七并沿主干路七向南敷设至现状津宁高速公路北侧，之后新设顶管穿越现状高速公路，并新设沟槽敷设至近期建设完成的大众#1 站~运河 I 线 110 千伏线路处，完成破口。电缆路径全长 0.65km。

(五) 科技城 220 千伏站出 2 回 110 千伏线破口大众#2-运河 II 线路

本期新设2回110千伏电缆线路由科技城220千伏站东侧出线后，横过规划主干路七并沿主干路七向南敷设至现状津宁高速公路北侧，之后利用同期待建顶管穿越现状高速公路，并敷设至已完成的大众#2站~运河2线110千伏线路处，完成破口。电缆路径全长0.7km。

(六) 韩贾一二线线路切改，

新设电缆线路路径从韩贾线 87#铁塔下塔，沿规划主干路五向南敷设，韩贾二线切改电缆线路敷设至同期新建韩贾乾坤支 3#西侧电缆终端塔，韩贾一线切改电缆线路敷设至韩贾乾坤支 2#铁塔。路径长为 1.1km。韩贾乾坤支线 2#东侧新设铁塔与 2#铁塔新设单回 110 千伏架空线路连接。架空线路长 0.1km。

3 电磁环境现状评价

本评价委托北京森馥科技股份有限公司于，2017年8月29日对本工程输电线路评价范围内代表性敏感目标的电磁环境现状进行监测，分别监测距离地面1.5m 处的工频电场强度、工频磁场强度。本评价引用以上监测结果对本工程电磁环境现状进行分析，详见表2。

表2 本工程工频电场强度、工频磁感应强度监测结果

编号	监测点位名称	工频电场强度	工频磁感应强度	备注
		(V/m)	(μ T)	
1#	付何民家 看护房	1905	0.1534	现状线路 下方
2#		47.2	0.0361	与本工程线路 最近处
3#	鱼塘看护房	2574	0.103	——
4#	葡萄园看护房	31.44	0.0191	——

由上表可知，本次工程电磁环境现状监测值(工频电场强度、工频磁场强度)均能满足GB8702-2014《电磁环境控制限值》的要求(频率为50Hz时的电磁环境限值：工频电场强度为4kV/m，工频磁感应强度100 μ T)。

4电磁环境影响预测与评价

4.1 地下电缆电磁环境影响分析

4.1.1 类比对象

按照类似本工程的线路电压等级、容量、架线型式及使用条件等原则，选择黄岩道~青山道 110kV 输电线路（青山道 110kV 输变电工程项目类比实测对象）作为类比分析对象，该线路位于天津市东丽区，采用地下电缆线路方式敷设。

4.1.2 监测布点

依据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681—2013），以地下输电电缆线路中心正上方的地面为起点，沿垂直于线路方向进行，监测点间距为 1m，顺序测至电缆管廊两侧边缘各外延 5m 处为止。

4.1.3 类比的合理性分析

本工程送电线路与类比对象电压等级相同，均为 110kV，输电容量相当，运行工况基本一致。线路架设方式基本相同。类比监测数据能反映本工程建成投运后电磁环境水平。因此，本次环评选择的类比对象是合理的。

4.1.4 类比监测结果

表3 黄岩道-青山道110kV输电线路工频电磁场监测结果

序号	监测点位（m）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（nT）	
1	电缆线路上方，垂直电缆向北侧布点	0m	0.791	199.8
2		1m	0.688	193.5
3		2m	0.657	188.5
4		3m	0.646	184.3
5		4m	0.639	176.5
6		5m	0.652	172.4

4.1.5 类比监测结果分析

(1) 工频电场

由表 3 可知，对于类比监测的电缆线路最大处工频电场强度，在电缆正上方处，最大为 0.791V/m，测至电缆线路 5m 处，最低值为线路 4m 处，0.639V/m，低于 4kV/m 的居民区工频电场评价标准。

(2) 工频磁场

由表 3 可知，工频磁感应强度在电缆正上方处最大，为 199.8nT，随着与电缆线路距离的增加，工频磁感应强度逐渐减小，均满足 0.1mT 的评价标准要求。

4.2 架空输电线路电磁环境影响分析

本项目 110kV 架空输电线路分为 110kV 单回线路、110kV 同塔双回线路，

其中工程（二）、（三）中两条 110kV 单回输电线路与芦台~大王台 220kV 双回输电线路以同塔四回的方式架设，除此之外本工程 110kV 单回线路共长 0.2km，110kV 双回线路路径共长 0.1km，相对很短，评价范围内无环境敏感目标，且 220/110kV 同塔四回输电线路产生的电磁影响要高于 110kV 单回、110kV 双回输电线路产生的电磁影响，因此本环评在运用类比监测和模式预测结合的方式对本工程输电线路进行电磁环境影响分析时，只考虑 220/110kV 四回线路产生的叠加影响。

4.2.1 理论预测计算

4.2.1.1 计算模式

输电线路的工频电场强度、工频磁感应强度的预测参照《环境影响评价技术导则输变电工程》（HJ24-2014）附录中的推荐模式。具体模式如下：

(1) 高压交流架空输电线下空间工频电场强度分布的理论计算

① 单位长度导线等效电荷的计算

高压输电线上的等效电荷是线电荷，由于高压输电线半径 r 远远小于架设高度 h ，所以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：

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

式中：

U —各导线对地电压的单矩阵；

Q —各导线上的等效电荷的单列矩阵；

λ —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。

$[\lambda]$ 矩阵由镜像原理求得。

② 等效电荷产生的电场

为计算地面电场强度的最大值，通常取设计最大弧垂时导线的最小对地高

度。

当各导线单位长度的等效电荷最大值求出后，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 E_x 和 E_y 可表示为：

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

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L_i')^2} \right) \text{-----}(3)$$

式中：

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

m —导线数目；

ϵ_0 —介电常数；

L_i, L_i' —分别为导线 i 及镜像至计算点的距离，m。

(2) 高压交流架空输电线下空间工频磁场强度分布的理论计算

① 导线下方 A 点处的磁场强度

导线下方 A 点处的磁感应强度采用下式计算：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \text{ (A/m) -----}(4)$$

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。

② 场强合成

在某点产生的磁感应强度计算公式如下：

$$B = \mu_0 H = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \text{ -----}(5)$$

式中：

B —磁感应强度(T)；

H —磁感应强度(A/m)；

μ_0 —常数，真空中相对磁导率($\mu_0=4\pi\times 10^{-7}$ H/m)；

I —导线 i 中的电流值，A；

r —第 i 相导线至计算点处的直线距离，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，三相导线中电流分量为：

$$I_a = (I + j0)A \text{-----}(6)$$

$$I_b = (-0.5I + j0.866I)A \text{-----}(7)$$

$$I_c = (-0.5I - j0.866I)A \text{-----}(8)$$

空间任意一点的磁感应强度与电场强度计算方法一样，可根据叠加原理计算得出。由此计算空间任意一点磁感应强度的水平和垂直分量为：

$$\bar{B}_x = \sum_{i=1}^m B_{ixR} + j \sum_{i=1}^m B_{ixI} = B_{xR} + jB_{xI} \text{-----}(9)$$

$$\bar{B}_y = \sum_{i=1}^m B_{iyR} + j \sum_{i=1}^m B_{iyI} = B_{yR} + jB_{yI} \text{-----}(10)$$

式中：

B_{xR} —由各相导线的实部电流在该点产生场强的水平分量；

B_{xI} —由各相导线的虚部电流在该点产生场强的水平分量；

B_{yR} —由各相导线的实部电流在该点产生场强的垂直分量；

B_{yI} —由各相导线的虚部电流在该点产生场强的垂直分量。

计算点的合成场强为：

$$\bar{B} = (B_{xR} + jB_{xI})\bar{x} + (B_{yR} + jB_{yI})\bar{y} \text{-----}(11)$$

按相位矢量来合成，其合成矢量对时间的轨迹是一个椭圆，其椭圆的两个轴模中较大者即为该点的合成场强最大值。

4.2.1.2 预测条件的选取

本项目大众 1#110 千伏站出 1 回 110 千伏线路 T 接韩贾一线、大众 2#110 千伏站出 1 回 110 千伏线 T 接韩贾二线架空线路采用 220/110 同塔四回的架设方式（本期 220kV 挂线），长度约 6.2km，110 千伏导线型号为 JL/G1A-400/35，导线分裂间距为 220 千伏导线型号为 JL/G1A-630/45，导线分裂间距 600mm。经现场勘查，距本线路中线北侧 35m 处存在一条并行线路（220kV 东韩一二线），预测时综合考虑并行线路产生的叠加影响。

4.2.1.3 预测内容

选择线路的典型塔型对本工程同塔四回输电线路产生的工频电场强度、工频磁感应强度进行预测。本工程同塔四回输电线路与 220kV 东韩一二线并行，预测非居民区电磁影响时，导线对地距离参照《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》中规定的导线对地面最小距离；预测居民区电磁影响时，本工程同塔四回输电线路导线对地距离参照《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》中规定的导线对地面最小距离，并行线路导线对地距离以现状敏感目标处导线实际距离为准。各线路导线对地距离如表 4 所示。导线实际对地距离将大于理论预测距离，因此预测值是保守的。

表 4 预测导线对地距离

序号	名称	电压等级 kV	导线对地距离 m	
			居民区	非居民区
1	本工程线路	220/110	7	6
2	并行线路	220	10.5/12	6.5

预测模式中同塔四回输电线路以四回线路中线地面投影作为模型中点，预测范围为水平距离为 0~50m，每 1m 设一预测点，预测点距地面 1.5m。

4.2.1.4 预测参数

本工程输电线路及塔型参数见表 5，预测时选择边导线距杆塔中心最大的塔型，预测塔型图见附图 2。

表 5 本工程输电线路电磁影响预测参数表

名称	本工程同塔四回输电线路	220kV 东韩一二线
导线类型	JL/G1A-630/45、JL/G1A-400/35	JL/G1A-630/45
分裂间距 (m)	0.6	0.6
次导线半径 (mm)	0.0168、0.0134	0.0168
杆塔类型	直线塔	
回路数	同塔四回	双回路
导线排列方式	垂直排列	垂直排列
相序	逆相序	逆相序
杆塔型号	SSZ641	2F4-SZ3
水平相距 (距塔中心, m)	5/6/5/4.1/4.6/4	5.1/6.1/5.1
垂直相距	7/6.5/7.5/4.5/4.2	6.2/6.8
导线离地距离 (m)	6/7	6.5/7.5
电流 (A)	600/180	600
电压 (kV)	220/110	220

4.2.1.5 预测结果

本工程架空输电线路工频电场强度、工频磁感应强度预测结果见表 6、表 7，

工频电场强度、工频磁感应强度分布图见图 1、图 2。

表 6 本项目架空线路工频电场强度预测结果 单位: kV/m

距线路中心距离 m	导线对地距离 m	非民区		居民区			
		四回 6	双回 6.5	四回 7	双回 12	四回 7	双回 10.5
-80		0.086		0.050		0.059	
-75		0.101		0.044		0.058	
-70		0.117		0.025		0.046	
-65		0.132		0.037		0.034	
-60		0.158		0.156		0.126	
-55		0.307		0.420		0.393	
-50		0.978		0.954		1.010	
-45		3.39		1.75		2.115	
-40		6.57		1.98		2.613	
-35		2.93		1.40		1.694	
-30		6.63		2.07		2.692	
-25		3.55		1.90		2.267	
-20		1.24		1.18		1.242	
-15		0.53		0.61		0.590	
-10		0.51		0.39		0.399	
-9		0.745		0.578		0.593	
-8		1.058		0.817		0.832	
-7		1.418		1.072		1.086	
-6		1.776		1.304		1.316	
-5		2.044		1.464		1.474	
-4		2.126		1.507		1.515	
-3		1.981		1.419		1.426	
-2		1.668		1.236		1.241	
-1		1.333		1.043		1.045	
0		1.177		0.961		0.960	
1		1.323		1.059		1.056	
2		1.654		1.263		1.260	
3		1.966		1.456		1.453	
4		2.112		1.553		1.550	
5		2.031		1.519		1.517	
6		1.764		1.370		1.368	
7		1.406		1.149		1.147	
8		1.043		0.903		0.902	
9		0.726		0.669		0.668	
10		0.473		0.466		0.465	
15		0.258		0.188		0.188	
20		0.296		0.253		0.253	
25		0.223		0.204		0.204	

30	0.144	0.138	0.138
35	0.086	0.086	0.086
40	0.048	0.051	0.050
45	0.028	0.032	0.031
50	0.023	0.025	0.024

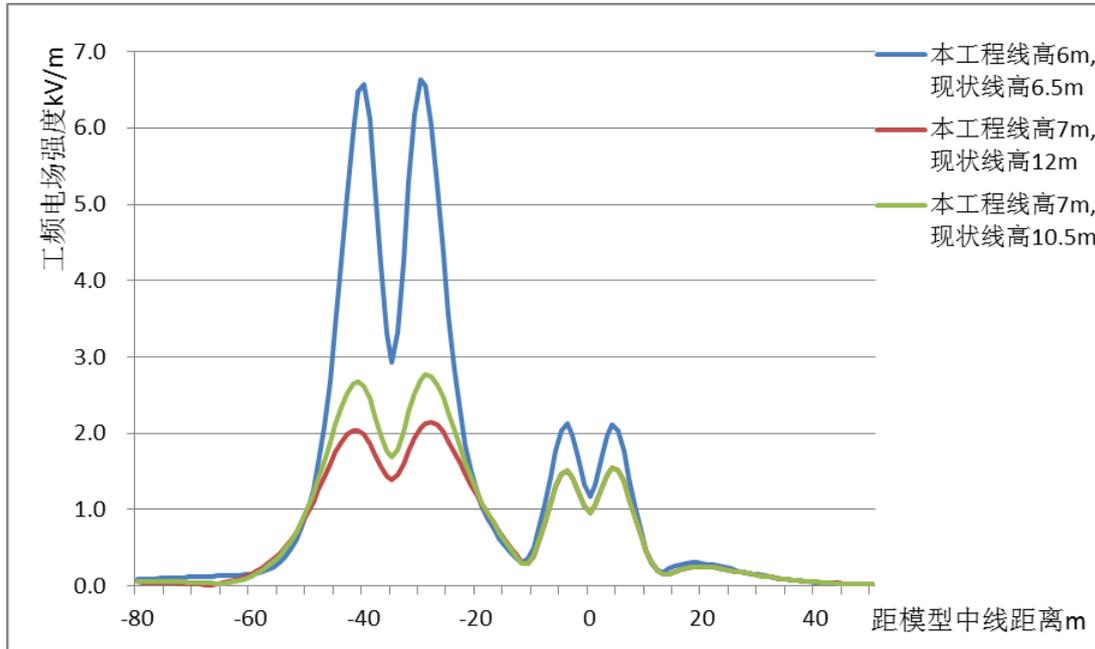


图 1 本项目 220/110 同塔四回架空线路工频电场强度分布图

结合表 6 和图 1 可以看出并行线路位于非居民区时，叠加产生的工频电场强度在 220kV 东韩一二线线路靠近本期线路侧边导线内 1m 处最大，为 6.63kV/m，满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 10kV/m 的限制要求；位于居民区时，工频电场强度在 220kV 东韩一二线线路靠近本期线路侧边导线下最大，为 2.767kV/m，满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 4kV/m 的限制要求。

表 7 本项目 220/110 同塔四回架空线路工频磁感应强度预测结果 单位：μT

导线对地距离 m 距线路中心距离 m	非居民区		居民区			
	四回 6	双回 6.5	四回 7	双回 12	四回 7	双回 10.5
-80	0.280		0.245		0.255	
-75	0.391		0.335		0.351	
-70	0.568		0.471		0.498	
-65	0.862		0.683		0.731	
-60	1.384		1.025		1.119	
-55	2.380		1.594		1.787	
-50	4.467		2.537		2.964	

-45	9.260	3.974	4.918
-40	17.061	5.539	7.180
-35	18.030	6.296	8.184
-30	17.452	5.854	7.514
-25	9.684	4.496	5.436
-20	5.010	3.277	3.674
-15	3.470	2.752	2.925
-10	3.704	2.889	3.006
-9	3.910	2.972	3.086
-8	4.150	3.058	3.169
-7	4.401	3.130	3.238
-6	4.615	3.169	3.270
-5	4.724	3.151	3.242
-4	4.671	3.068	3.144
-3	4.460	2.933	2.991
-2	4.175	2.786	2.823
-1	3.926	2.675	2.690
0	3.790	2.633	2.629
1	3.789	2.668	2.648
2	3.892	2.758	2.728
3	4.022	2.862	2.826
4	4.077	2.929	2.892
5	3.989	2.925	2.890
6	3.762	2.840	2.810
7	3.456	2.695	2.670
8	3.127	2.514	2.495
9	2.813	2.321	2.307
10	2.530	2.131	2.122
15	1.558	1.386	1.389
20	1.031	0.935	0.941
25	0.711	0.653	0.658
30	0.504	0.467	0.471
35	0.365	0.341	0.344
40	0.270	0.254	0.256
45	0.204	0.192	0.194
50	0.157	0.149	0.150

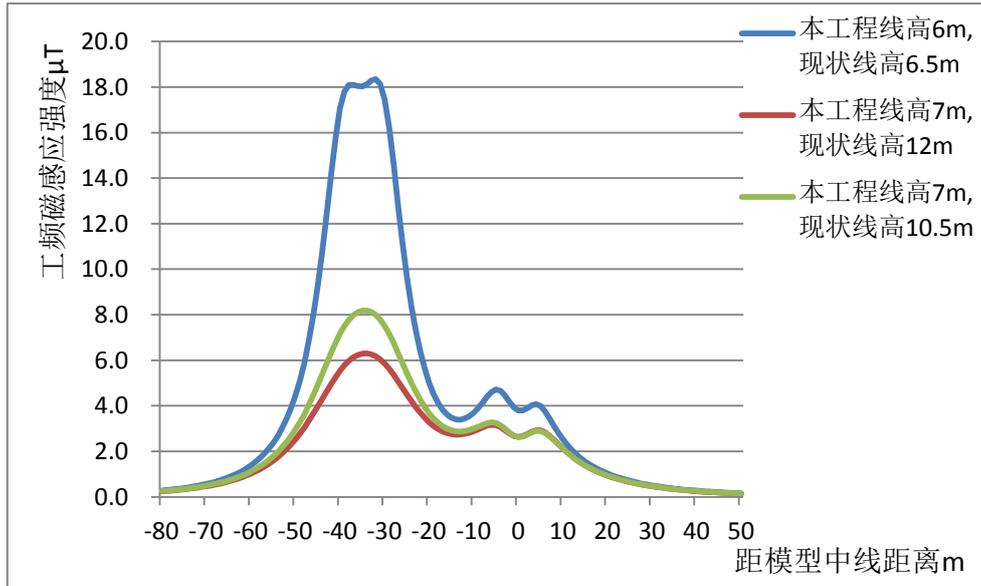


图 2 本项目 220/110 同塔四回架空线路工频磁感应强度分布图

结合表 7 和图 2 可以看出并行线路位于非居民区时，叠加产生的工频磁感应强度在 220kV 东韩一二线线路远离本期线路侧距中心线 2m 处最大，为 18.101 μ T，远远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 100 μ T 的限制要求；位于居民区时，工频磁感应强度在 220kV 东韩一二线线路靠近本期线路侧中心线外 1m 处最大，为 8.190 μ T，远远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 100 μ T 的限制要求。

本工程架空输电线路沿线敏感目标处工频电场强度、工频磁感应强度预测结果见表 8。

表 8 敏感目标处电磁预测结果

编号	监测点位名称	与本工程的位置关系	工频电场强度	工频磁感应强度
			(V/m)	(μ T)
1	付何民家看护房	现状线路下方	2.767	7.167
		与本工程线路最近处	0.287	2.940
2	鱼塘看护房	现状线路南侧 1 米处	2.745	6.766
3	葡萄园看护房	本工程线路南侧 20 米处	0.191	0.609

4.2.1.6 预测结论

① 工频电场强度预测

本工程线路与 220kV 东韩一二线经过非居民区时，工频电场强度在 220kV 东韩一二线线路靠近本期同塔四回线路侧边导线内 1m 处最大，为 6.63kV/m，满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 10kV/m 的限制要求。；位于居民区时，工频电场强度在 220kV 东韩一二线线路靠近本期线路侧边导线下最大，为 2.767kV/m，满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 4kV/m 的限制要求。

根据理论计算预测结果，本项目建成运行后在线路环境敏感目标处产生的工频电场强度分别为在 0.095-2.767kV 之间，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m 的公众曝露控制限值的要求。

② 工频磁感应强度预测

本期输电线路位于非居民区时，叠加产生的工频磁感应强度在 220kV 东韩一二线线路远离本期线路侧距中心线 2m 处最大，为 18.101 μ T，远远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 100 μ T 的限制要求；位于居民区时，工频磁感应强度在 220kV 东韩一二线线路靠近本期线路侧中心线外 1m 处最大，为 8.190 μ T，远远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 100 μ T 的限制要求。

根据双回路线路理论计算预测，本项目建成运行后在线路环境敏感目标处产生的工频磁感应强度在 0.362-7.167 μ T 之间，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中磁感应强度 100 μ T 的公众曝露控制限值的要求。

4.2.2 类比监测

4.2.2.1 类比监测对象及监测布点

(1) 类比对象

按照类似本工程的线路电压等级、容量、架线型式及使用条件等原则，选择 220kV 固象甲乙线和前平甲乙线同塔四回线路段作为本工程 220/110kV 同塔四回输电线路类比分析对象，该线路位于深圳市。

(2) 监测布点

依据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013），同塔多回输电线路应以弧垂最低位置处档距对应两杆塔中央连线对地投影为起点，监测点应均匀分布在边导线两侧的横断面方向上。对于挂线方式以杆塔对称排列的输

电线路，只需在杆塔一侧的横断面方向上布置监测点。监测点间距一般为 5m，监测高度为 1.5m。

4.2.2.2 类比的合理性分析

本工程对 220/110kV 同塔四输电线路进行类比的对象为 220/220kV 固象甲乙线、前平甲乙线，高电压等级输电线路产生的电磁强度要高于低电压等级输电线路产生的电磁强度。因此本次环评选择 220kV 同塔四回输电线路作为 220/110kV 同塔四输电线路的类比对象是合理的。

本工程输电线路与类比对象的具体情况详见表 9。

表 9 本工程双回线路与类比武各线、武豆线输电线路相关参数对照表

序号	建设规模和条件	同塔四回输电线路	
		本工程	类比工程
		本工程四回线路	固象甲乙线、前平甲乙线
1	电压等级	220/110kV	220/220kV
2	线路回数	四回	四回
3	设架方式	同塔	同塔
4	线高	对地 6/7m	对地 25m

4.2.2.3 类比监测结果

固象甲乙线、前平甲乙线类比监测结果见表 10。

表 10 固象甲乙线、前平甲乙线同塔四回输电线路工频电磁场监测结果

序号	监测点位	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 ($\times 10^{-3}$ mT)
1	边导线下 0m	342	1.283
2	边导线 5m	217	1.306
3	边导线 10m	185	1.318
4	边导线 15m	165	1.330
5	边导线 20m	57	1.291
6	边导线 25m	33	1.100
7	边导线 30m	23	0.953
8	边导线 35m	12	0.814
9	边导线 40m	9	0.674
10	边导线 45m	11	0.560
11	边导线 50m	10	0.508

4.2.2.4 类比监测结果分析

(1) 工频电场

由表 10 可知，对于同塔四回类比监测的线路弧垂最大处工频电场强度在边导线下 0m 处，为 342 V/m，随距离的增加电场强度整体呈逐渐降低的趋势，且

均低于 4kV/m 的居民区工频电场评价标准。

(2)工频磁场

由表 10 可知，同塔四回类比监测的线路弧垂最大处工频磁感应强度在距边导线 15m 处，为 $1.330 \times 10^{-3} \text{mT}$ ，随着与线路距离的增加，工频磁感应强度呈现先增加后降低的趋势，均满足 0.1mT 的评价标准要求。

4.2.3 输电线路电磁环境影响评价结论

理论计算和类比监测结果都表明，天津宁河科技城 220kV 变电站 110kV 送出工程输电线路工频电场的分布较有规律，导线外侧的场强随着距离的增加而降低。理论计算值和类比监测结果在整个横断面的场强分布规律比较吻合，两者具有较好的可比性。

根据类比输电线路的监测结果，同塔四回输电线路在正常运行情况下，边导线下方工频电场、工频磁场均能满足相应评价标准限值要求，所以本工程输电线路在正常运行情况下，工频电场、工频磁场也能满足评价标准限值要求。