

QY-S202201C-D-01

青龙建昊土门子 215MW 光伏发电项目 220kV 送出工程

土门子-平方 220kV 线路工程

初步设计说明书

(报审版)

工程设计(专业乙级): A213006808

工程勘察(专业乙级): B213006808

秦皇岛福电电力工程设计有限公司

2022 年 10 月

批 准：

审 核：

校 核：

设 计：

目 录

1 总的部分	4
1.1 工程设计的主要依据	4
1.2 工程建设规模和设计范围	4
1.3 接入系统概况及建设期限	4
1.4 工程建设必要性	5
1.5 导线截面和输送功率	6
1.6 主要技术经济特性	6
2 线路路径	9
2.1 进出线布置	10
2.2 路径方案选择原则	11
2.3 推荐路径方案	11
2.4 路径协议	12
2.5 水文情况	12
2.6 地质情况	13
2.7 走廊清理	14
3 气象条件	15
3.1 区域气象概况	15
3.2 设计气象条件选取原则	15
3.3 设计气象条件选取依据	15
3.4 基本风速	16
3.5 覆冰	17
3.6 其它气象要素	18
3.7 设计气象条件组合	18
4 导线和地线	19
4.1 导线选型	19
4.2 地线选型	20
4.3 导、地线防振	21
4.4 导线防舞	22
5 绝缘配合	22
5.1 线路所经地区污秽等级划分	22
5.2 绝缘配置的依据和原则	23

5.3 爬电比距的取值.....	23
5.4 绝缘子选型	24
5.5 绝缘子片数选择.....	25
5.6 推荐外绝缘配置方案	26
5.7 推荐使用绝缘子技术条件.....	27
5.8 空气间隙	27
6 防雷和接地	28
6.1 防雷设计	28
6.2 接地设计	28
6.3 地线绝缘设计.....	28
7 绝缘子串和金具.....	29
7.1 金具选用原则.....	29
7.2 主要金具型式.....	29
8 导线换位及换相.....	30
9 导线对地和交叉跨越距离	30
9.1 本线路导线对地及交叉跨越距离	30
9.2 树木跨越及砍伐原则	30
9.3 重要跨越	31
9.4 送电线路与弱电线路的交叉角	31
10 杆塔和基础	31
10.1 铁塔	31
10.2 基础	35
11 对电信线路和无线电台站的影响及其防护	38
11.1 设计原则和依据	38
11.2 计算、分析及推荐意见.....	39
12 环境保护及水土保持	40
12.1 环境影响因子.....	40
12.2 工程环保特点.....	42
12.3 主要的环保问题.....	42
12.4 环境保护目标.....	42
12.5 拟采取的主要污染防治措施.....	42
12.6 水土保持	43

13 劳动安全	44
14 运行维护	45
15 特殊施工方案.....	45

1 总的部分

1.1 工程设计的主要依据

- 1) 青龙建昊土门子 215MW 光伏发电项目 220kV 送出工程勘察设计合同；
- 2) 《青龙建昊土门子 215MW 光伏发电项目接入系统设计(审后版)》；
- 3) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545-2010)；
- 4) 国家电网公司输变电工程通用设备标准和物资采购标准；
- 5) 国家和行业现行法律、法规及其规程、规范等；
- 6) 初步设计阶段勘测资料；
- 7) 《国家电网公司输变电工程初步设计内容深度规定》。

1.2 工程建设规模和设计范围

1.2.1 建设规模

- 1) 起止点：本工程起自青龙建昊土门子 220kV 升压站 220kV 架构侧，终止于平方 220kV 变电站 220kV 架构侧。
- 2) 电压：220kV。
- 3) 最大输送容量：最大输送功率 450MVA。
- 4) 导线型号：导线每相采用 $2 \times \text{JL/G1A-300/25}$ 钢芯铝绞线。
- 5) 地线型号：地线采用两根 72 芯 OPGW 光缆。
- 6) 线路路径长度：26.3km。
- 7) 回路数：单回路。

1.2.2 设计范围

土门子-平方 220kV 线路工程的本体设计及其影响范围内的电信线路的干扰与危险影响的保护设计、编制工程概算、以及运行维护的辅助设施等。

1.3 接入系统概况及建设期限

1.3.1 接入系统概况

根据接入系统报告结论，青龙建昊土门子 215MW 光伏发电项目接入平方 220kV 变电站，建昊土门子 220kV 升压站至平方 220kV 变电站直线距离约 21km。本工程接入系统方案图见图 1.3-1。

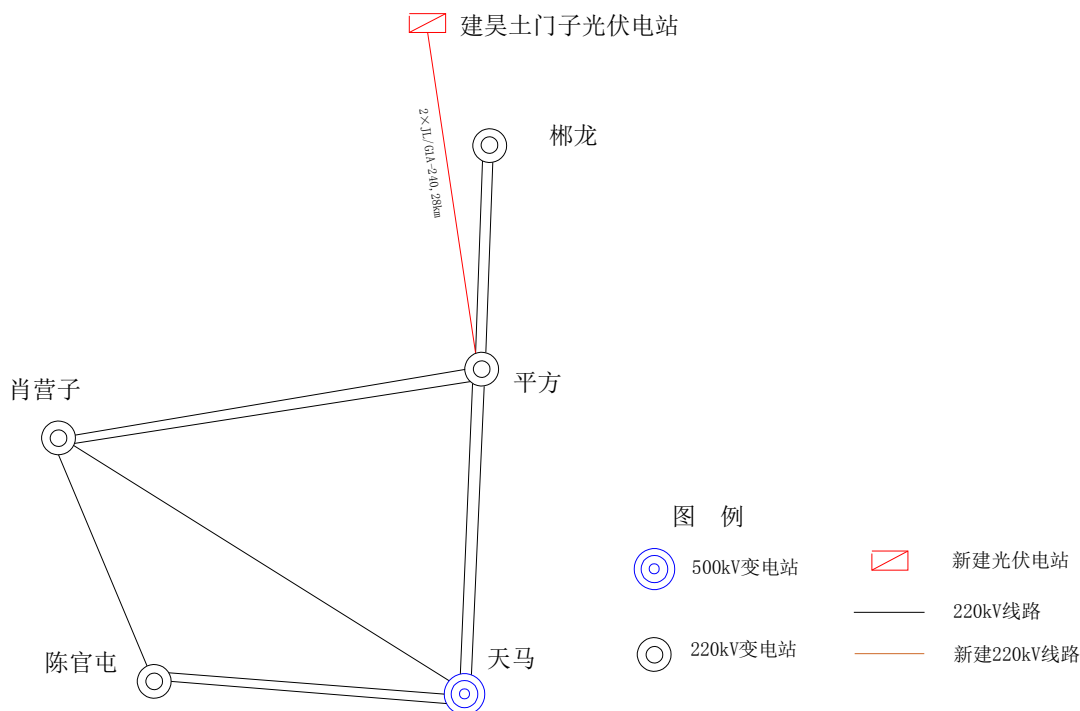


图 1.3-1 本工程接入系统方案图

1.3.2 建设期限

根据工程进度安排，预计 220kV 输变电工程在 2022 年投产。

1.4 工程建设必要性

(1) 符合可再生能源发展规划和能源产业发展方向

本光伏电站选址在河北，河北省太阳能资源理论储量在全国列第 9 位，太阳能资源理论总储量 2.886GWh/年，是我国东部地区中太阳能资源较丰富区。从资源量以及太阳能产品的发展趋势来看，在河北开发光伏发电项目，有利于增加可再生能源的比例，优化系统电源结构，且没有任何污染，减轻环保压力。

(2) 地区国民经济可持续发展的需要

河北省是我国的电力大省，必须着力调整能源结构，利用其太阳能资源等可再生能源的优势，大力发展可再生能源，以提升河北省在全国的能源地位和结构，实现地区电力可持续发展。开展太阳能光伏发电是一种有益的尝试和探索。电站在可持续开发当地丰富的太阳能资源后，电力可以支援当地工农业生产需求和电网的电力外送。

工程建设可节约能源、推动地区的经济建设，有着非常重要的意义。本项目既充分利用该地区清洁、丰富的太阳能资源，又可促进当地的植被恢复，改善生态环境，提高居民生活水平，项目建设具有良好的经济效益、社会效益和环境效益。

（3）促进能源电力结构调整的需要

国家要求每个省常规能源和再生能源必须保持一定的比例。本项目一期光伏电站建成后，即时每年可向当地电网输送电量供应 28923.10 万 kWh，将一定程度上促进能源结构的改善。

（4）改善生态、保护环境的需要

保护与改善人类赖以生存的环境，实现可持续发展，是世界各国人民的共同愿望。我国政府已把可持续发展作为经济社会发展的基本战略，并采取了一系列重大举措。合理开发和节约使用自然资源，改进资源利用方式，调整资源结构配置，提高资源利用率，都是改善生态、保护环境的有效途径。

本电站建成后预计每年可为电网提供电量 28923.10 万 kWh，与相同发电量的火电相比，相当于每年可节约标煤 89661.5 吨，相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化硫（SO₂）排放量约 57.4 吨，二氧化碳（CO₂）约 24.2 万吨，氮氧化物（NO_x）约 54.7 吨。

可见光伏电站建设对于当地的环境保护、减少大气污染具有积极的作用，并有明显的节能、环境和社会效益。可达到充分利用可再生能源、节约不可再生化石资源的目的，将大大减少对环境的污染，同时还可节约大量淡水资源，对改善大气环境有积极的作用。

本工程配套建设一座 220kV 升压站，考虑通过 220kV 电压等级送出。为满足本项目送出需求，拟建设土门子~平方 220kV 线路。

1.5 导线截面和输送功率

1.5.1 导线、电缆型号及输送容量

本工程新建线路土门子~平方 220kV 线路，线路长度 26.3km，导线型号按 2×300mm² 选取（T=35℃时，线路持续极限输送容量 450MVA），满足负荷送出需求。

1.5.2 设备短路电流水平

新建建昊土门子站及原平方站 220kV 间隔电气设备短路电流水平按 50kA 考虑，最大输送容量应与线路输送容量相匹配。

1.6 主要技术经济特性

1.6.1 主要技术条件

土门子~平方 220kV 线路工程 概况

项 目	线路名称 土门子~平方 220kV 线路工程
-----	---------------------------

项 目 \ 线路名称	土门子~平方 220kV 线路工程
起点	建昊土门子 220kV 升压站
终点	平方 220kV 变电站
额定电压 (kV)	220kV
线路性质	一般线路
线路回路数	单回路
路径长度 (km)	26.3km
航空距离 (km)	21.0km
曲折系数	1.25
线路经过地区	居民区/农业耕作区
地形划分	8%平地, 20%丘陵, 62%一般山地, 10%高山大岭
污区划分	e 级
海拔高度 (m)	150~550m
导线型号	导线: 2×JL/G1A-300/25 钢芯铝绞线
地线型号	两根均采用 72 芯 OPGW 光缆
地质概况	<p>(1) 活动断裂距离本线路一般超过 5km, 地震活动特点为频度不大, 强度不太大, 近场区地震对工程场地的地震影响烈度一般≤ 7度。拟选线路在区域构造上属基本稳定区。</p> <p>(2) 根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 及《构筑物抗震设计规范》, 沿线地区在 II 类场地条件下基本地震动峰值加速度为 0.10g, 基本地震动反应谱特征周期为 0.45s。</p> <p>(3) 沿线分布的粉土地质年代为晚更新世, 在 7 度时可判为不液化。因此本工程可不考虑地基土的液化影响。</p> <p>(4) 沿线地区地貌为低山、丘陵和山前平原, 局部为河谷或河漫滩, 地形大部分起伏较大, 局部相对较平坦, 沿线水系一般发育, 交通不便。</p> <p>(5) 据区域地质及工程地质资料, 沿线地基岩土主要由花岗岩、片麻岩、花岗片麻岩、石灰岩、白云岩、砂岩、泥岩等组成, 丘陵、平原地区部分地段基岩上覆盖第四系上更新统风积成因的粉土(黄土)或残坡积成因的碎石等, 河谷地段一般基岩上覆盖第四系全新统冲、洪积成因的砂卵石。</p> <p>(6) 沿线地下水类型可分为上部的孔隙潜水及下部的基岩裂隙水。对于低山和丘陵地段, 地下水稳定水位埋深一般较大, 可深达 6.0m。</p>

项 目		线路名称	土门子~平方 220kV 线路工程
			<p>以上，局部地势较高地段可深达 10.0m 以上，平原、河谷、河漫滩等地段地下水稳定水位埋深一般可达 1.0~3.0m 左右。</p> <p>(7) 沿线地区场地水、土对混凝土结构一般具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。一般平原及河漫滩段地下水位以上场地土对钢结构有中~强腐蚀性，丘陵段地下水位以上场地土对钢结构具弱腐蚀性。</p> <p>(8) 沿线部分地段基岩上方覆盖粉土（黄土），其具有湿陷性，根据调查搜资，为 I 级非自重湿陷性土。</p> <p>(9) 根据气象资料，线路沿线地基土最大冻土深度为 109cm。</p>
主要设计 气象条件	基本风速	27m/s (30a 一遇 10m 高)	
	覆冰	10mm	

1.6.2 主要技术经济指标

1) 主要造价表(单位：万元)

主要造价表

项 目		初设总投资 (万元)	初设单位造价 (万元 /km)
本 体 造 价			
场地征用及清理			
综 合 造 价	静 态		
	动 态		

2) 主要工程量单公里指标

1) 架空线路主要耗材及经济指标(未计损耗)

项 目		土门子~平方 220kV 线路工程	
架空线路路径长度(km)		26.3	
铁塔数量		总基数：71 基 双回路耐张塔 1 基，单回路直线塔 45 基，单回路耐张塔 25 基	
导线	JL/G1A-300/25	170.96t	6.5/km
地线	OPGW-17-150-5	52.6km	/
瓷绝缘子		5616 片	213.5 片/km
合成绝缘子		307 支	11.7 支/km

项 目	土门子～平方 220kV 线路工程	
铁塔钢材（角钢）	768.39t	29.22t/km
基础钢材（含地脚螺栓）	83.46t	3.17t/km
基础混凝土（C25）	1887.44 m ³	71.77 m ³ /km
本体投资		
静态投资		
动态总投资		

1.6.3 拆迁及交叉跨越

本工程主要拆迁及跨越情况见下表。

1) 交叉跨越情况

序号	被跨越物名称	次数	说明
1	220kV	2	跨越
2	10kV	19	
3	110kV	6	6 条/8 回
4	35kV	4	4 条/6 回
5	380V	9	
6	通讯线	31	
7	国道	1	G230
8	省道	2	S251
9	一般公路	2	
10	水泥路	15	
11	土路	17	
12	跨越果园	累计 8.5km	
13	河流	5	300m+435m+142m+55m

2) 树木砍伐情况

砍伐塔基处栗子树 600 棵，苹果树 50 棵，梨树 30 棵，核桃树 50 棵，松树 100 棵。

路径零星砍伐杨树 1400 棵，栗子树 150 棵，苹果树 50 棵，核桃树 50 棵，松树 100 棵。

2 线路路径

2.1 进出线布置

2.1.1 间隔排列

1) 平方 220kV 变电站进出线规划

平方 220kV 变电站为已建成变电站，220kV 出线朝西南，已建成 6 回（平柳 2 回、肖营子 1 回、天马 2 回、风电 1 回），在建肖营子 1 回。

本工程需扩建出线间隔 1 回，位于平柳二线出线间隔北侧，用于本工程 220kV 出线。

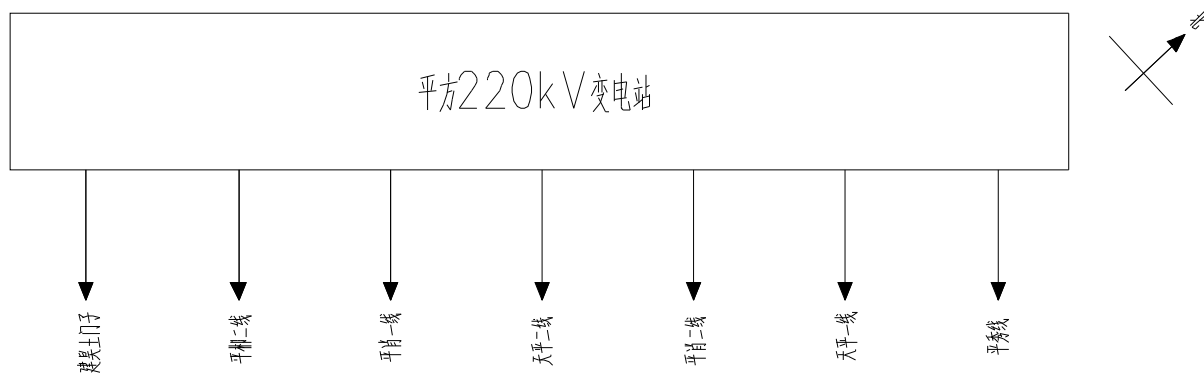


图 2.1-1 本期平方 220kV 站 220kV 出线间隔排列



图 2.1-2 本工程平方站出线示意图

2) 建昊土门子 220kV 升压站进出线规划

建昊土门子站 220kV 出线向东南，220kV 规划出线 1 回，本期 1 回。

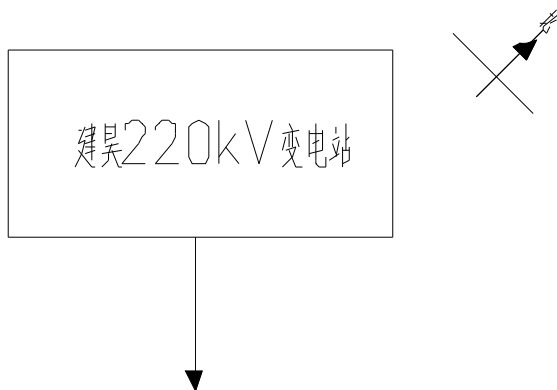


图 2.1-3 本期建昊 220kV 站 220kV 出线规划



图 2.1-4 本工程建昊站出线示意图

2.2 路径方案选择原则

选择线路路径时，按照系统的规划和要求，考虑今后其它待建线路走廊；考虑地方政府和军事单位对线路路径的意见；尽量避开城镇规划区、人口密集区以及军事设施等，尽可能减少对生态环境和沿线人民群众生活的影响，躲避不良地质地带，同时满足规程对现有或规划设施安全距离的要求；尽可能减少转角个数，缩短路径长度，降低工程造价；保证线路安全运行，为施工、运行维护创造条件。

2.3 推荐路径方案

青龙建昊土门子 220kV 送出线路由拟建建昊土门子 220kV 升压站向东南出线，线

路右转，先后过朱石岭、大南山村南，跨过青龙河后，继续向西南前进，跨越 110kV 平土一二线后，线路左转，平行 110kV 平土一二线向东南走线，过苗杖子村西，至赵家沟村东北后右转向东南走线，至小于杖子东北后右转向南，至西干沟村东后，线路左转，继续平行 110kV 平土一二线向南走线，先后过马杖子、孝媳妇沟村东，至大块地村西后左转向东南前进，然后右转，先后跨越 110kV 平青线、平双二线、S251 省道、青龙河，至二道河村东后，线路右转，平行 220kV 德龙一线曲折前进，先后过乱泥沟村西、西沟村北，跨越 110kV 平双一线（平娄二线）、肖方线、营平线、220kV 德龙一线、德龙二线，过东台子村南后，线路左转先后跨越起河、S251 省道后，接入现状平方 220kV 变电站，完成走线。

详见线路路径方案图：QY-S202201C-D-03。

线路路径全长约 26.3km，线路所经地区为秦皇岛市青龙县，沿线地形主要为丘陵、山地，有部分可利用的村中硬化路，总体交通条件较差。

2.4 路径协议

本工程路径位于秦皇岛市青龙满族自治县境内，相关路径协议文件由甲方自行办理。

2.5 水文情况

（1）本线路工程位于秦皇岛市青龙满族自治县境内。沿线跨越起河、小沙河、青龙河，均为不通航河流。

（2）经过走访青龙满族自治县水务局，本工程跨越河道处塔基确保在河口线或堤防外 50m 以外设立。本线路在桃林口水库上游跨越青龙河处位于桃林口水库的管理范围内，建议业主征询水利主管部门（河北省水利厅）的意见。根据河北省水利厅关于电力线路跨越河道的管理要求，沿线跨越的起河、小沙河、青龙河均需开展防洪影响评价，评审通过后，办理水利行政许可后方可施工，必要时进行水利补偿。

（3）沿线跨越处均有有利地形条件实现一档跨越。由于所跨河流均为山区性河道，并无完整的水文资料，因此跨越处 100 年一遇洪水位均可参照周边地形地物特征确定，具体见下表，待洪评通过评审后进一步复核。

跨越河道	100 年一遇洪水位（m）
起河	198.9
青龙河	183.1

(4) 在平方变北侧有一山洪沟（平方子沟）由东向西通过，建议本线路终端塔考虑冲刷约 0.3m，淹没深度 0.5m，历时按 1 天左右考虑，建议基础采取防冲刷、防淹没措施。

(5) 本次线路跨越的山洪沟和季节性小河流较多，建议线路应在地势高亢处立塔走线，避开冲沟。若不能一档跨越，下阶段再对其进行详细的踏勘与分析，以确保线路杆塔的安全。

(6) 建议下阶段，再进一步优化路径方案及塔位选择，位于高山区的线路，应尽量避免横跨垭口、风道和河流水库等容易覆冰地带；翻山越岭时要避免大档距、大高差、不平衡档距，并缩短耐张段长度，杆塔使用条件应适当留有裕度；对于相对高耸、山区风道、垭口、抬升气流的迎风坡、较易覆冰等微地形区段，以及相对高差较大、连续上下山等局部地段的线路应加强抗冰灾害能力。

2.6 地质情况

(1) 活动断裂距离本线路一般超过 5km，地震活动特点为频度不大，强度不太大，近场区地震对工程场地的地震影响烈度一般 ≤ 7 度。拟选线路在区域构造上属基本稳定区。

(2) 根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《构筑物抗震设计规范》，沿线地区在 II 类场地条件下基本地震动峰值加速度为 0.10g，基本地震动反应谱特征周期为 0.45s。

(3) 沿线分布的粉土地质年代为晚更新世，在 7 度时可判为不液化。因此本工程可不考虑地基土的液化影响。

(4) 沿线地区地貌为低山、丘陵和山前平原，局部为河谷或河漫滩，地形大部分起伏较大，局部相对较平坦，沿线水系一般发育，交通不便。

(5) 据区域地质及工程地质资料，沿线地基岩土主要由花岗岩、片麻岩、花岗片麻岩、石灰岩、白云岩、砂岩、泥岩等组成，丘陵、平原地区部分地段基岩上覆盖第四系上更新统风积成因的粉土（黄土）或残坡积成因的碎石等，河谷地段一般基岩上覆盖第四系全新统冲、洪积成因的砂卵石。

(6) 沿线地下水类型可分为上部的孔隙潜水及下部的基岩裂隙水。对于低山和丘陵地段，地下水稳定水位埋深一般较大，可深达 6.0m 以上，局部地势较高地段可深达 10.0m 以上，平原、河谷、河漫滩等地段地下水稳定水位埋深一般可达 1.0~3.0m 左右。

(7) 沿线地区场地水、土对混凝土结构一般具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。一般平原及河漫滩段地下水位以上场地土对钢结构有中~强腐蚀性，丘陵段地下水位以上场地土对钢结构具弱腐蚀性。

(8) 沿线部分地段基岩上方覆盖粉土（黄土），其具有湿陷性，根据调查搜资，为 I 级非自重湿陷性土。

(9) 根据气象资料，线路沿线地基土最大冻土深度为 109cm。

(10) 沿线局部地段山体坡度较大，上覆粉土等易冲刷岩土层，加之基岩风化程度较高，在强降雨情况下有发生滑坡、泥石流的可能，下阶段应针对具体塔位做更为深入的调查研究工作。

(11) 沿线局部山体坡度较大，基岩风化程度较高，尤其个别地段开矿形成更为脆弱的结构面，在受到外力作用下具发生崩塌的可能，终勘定位时应这些不良地质点加以避让。

(12) 岩溶塌陷主要是由于石灰岩等碳酸盐岩在地下水的溶蚀作用下形成洞隙导致上部覆盖层塌落而形成。沿线局部分布有灰岩，见明显的岩溶发育迹象，下阶段应针对具体塔位进行更为深入的调查研究工作。

(13) 沿线所平行或跨越的河流，一般水流平稳，岸坡稳定，未见明显崩塌现象。

(14) 沿线压覆矿等详见《压覆矿产资源预查报告》。

(15) 根据现场调查及搜资，沿线未发现文物遗址、墓葬等。依据《中华人民共和国文物保护法》，若施工中发现古代的文物遗存、墓葬等应加以保护，并及时报告相关部门。

(16) 根据沿线地区地基岩土组成及其工程性状，结合塔位基础及上部结构的特点，对于丘陵、低山地段，一般可考虑采用掏挖、嵌固、天然地基或挖孔基础方案；当岩石相对完整且覆盖层厚度不大、地形相对平缓时，可优先选择岩锚基础。对于山前平原、河谷、河漫滩的塔位，可优先考虑采用天然地基方案，当受地下水、场地条件等因素影响而不适合天然地基方案时，也可考虑采用钻孔灌注桩方案。

(17) 对地形起伏较大地段，局部塔腿高差较大，为减少土方量和对自然环境的破坏，应考虑采用高低腿的基础型式。

2.7 走廊清理

本工程线路边线外 5.0m 以内长期住人的建筑物、工厂、养殖场等，均予以拆除。

其它建筑物的跨越和拆迁按照《110~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)中的规定进行设计。

本线路跨越的树木较少，其中成片的树木和果树考虑跨越，树木的自然生长高度按冀基建“国网冀北电力有限公司基建部关于线路跨越树木工程设计研讨会议纪要的通知(2013) 175 号”文件执行，其它零星杂树按砍伐处理。清理走廊时，按《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)中相关规定执行。

各树种自然生长高度一般按下表考虑：

树 种	自然生长高度(m)	备注
杨树	28	生长在平地和丘陵
杨树	25	生长在山区
落叶松	25	
松树、柳树、桦树、榆树、枫树、梧桐	20	
枣树、核桃树、栗子树、柿子树	15	
小枣树	8	
一般果树	8	

3 气象条件

3.1 区域气象概况

秦皇岛地区属暖温带半湿润季风气候，四季分明。其基本特点是：春季干旱多风，夏季炎热少雨，秋季昼暖夜凉，冬季寒冷干燥。

3.2 设计气象条件选取原则

设计气象条件的选取一般决定于如下四个条件，即设计可靠性标准、气象原始资料的分析选取、气象资料的概率处理方法，以及线路所经地区实际气象灾害调查。本工程依此原则选择气象条件。

3.3 设计气象条件选取依据

本工程设计气象条件的选取，以下列有关规定及资料为依据：

(1) 现行的《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545-2010)中的有关规定，该规定明确提出“设计气象条件，应根据沿线的气象资料和附近已有线路的运行经验，对 220kV 送电线路的基本设计风速应采用离地面 10m 高处 30 年一遇 10 分钟平均最大值，对 500kV 送电线路的基本设计风速应采用离地面 10m 高处 50 年一遇 10 分钟平均

- 最大值”。
- (2) 现行的《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）中关于风荷载的规定和全国各城市风压值。
- (3) 线路沿线附近各气象台站的原始气象资料及灾害资料。
- (4) 线路沿线及附近已有电力线路及通信线路的设计及运行情况。
- (5) 《电力工程气象勘测技术规程》（DL/T 5158-2012）。

3.4 基本风速

根据《电力工程气象勘测技术规程》（DL/T 5158-2012）、《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）、《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）等规程规范的要求，确定最大设计风速时，可采用极值 I 型分布、Pearson-III型分布作为概率模型。现利用上述两种“理论”分布分别进行频率统计。

考虑到气象站位于城郊的平坦地区，受困于周边丘陵岗地，而线路工程在丘陵山区走线，地形差异明显。因此根据《电力工程气象勘测技术规程》（DL/T 5158-2012）规定，气象站与线路路径所处地形地貌存在明显差异，气象站的设计风速不能直接用于线路设计，需根据对设计风速进行调整。考虑 1.2 的调整系数，各气象站风速调整后的结果见下表。

表 3.4-1 沿线气象站 10m 高设计最大风速统计成果（单位：m/s）

气象站		青龙
重现期与方法		
资料年限		1986~2019
30 年	极值 I 型	15.1
	Pearson-III型	15.2
30 年一遇风速取值 /调整系数 1.2		15.2/18.3

根据《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012），青龙地区 30 年一遇风压为 0.298kN/m²，考虑空气密度换算为设计风速为 22.1m/s。

青龙气象站周边山体环绕，而线路在山区走线，根据《电力工程气象勘测技术规程》（DL/T5158-2012）考虑 1.2 的地形调整系数，30 年一遇风速分别为 26.5m/s。

秦皇岛地区已建成的天马~平方 220kV 线路、天马~肖营子 II 回 220kV 线路工程设计风速取值为 27m/s（10m 高 30 年一遇）；平方~肖营子 220kV 线路工程设计风速取值为 28m/s（15m 高 15 年一遇，折算至 10m 高 30 年一遇为 27.5m/s）。

结合可研评审意见和附近已建 220kV 线路运行经验，本工程设计风速取 27m/s（10m 基准高）。

3.5 覆冰

据本次收集到的青龙县气象站 1957~1987 年 30 年间的资料记载，其最大积冰厚度为 7mm（雨淞）。参照当地已运行的有关线路工程设计资料，低电压等级线路导线覆冰厚度一般取值为 5mm。

由秦皇岛供电分公司了解到：本线路附近的天马至平方 220kV 线路的 84 号至 90 号段（老虎沟、张家沟和白枣林一带）以及营平 110kV 线路 184 号至 210 号段（界岭口至石门子一带），近几年，发生过导线结冰现象，种类为雾淞和湿雪混合物，覆冰厚度约 2~3cm，但未发生冰闪、断线及倒塔事故。

根据国网冀北电力冰区分布图（2021 版），沿线地区 30 年一遇冰区等级为 0~5mm。



图 3.5-1 本线路国网冀北电力冰区分布图（2021 版）

通过上述情况分析，本线路工程各路径方案确定为轻冰区，覆冰厚度按 10mm 进行设计。

施工图阶段，再进一步优化路径方案及塔位选择，位于高山区的线路，应尽量避免横跨垭口、风道和河流水库等容易覆冰地带；翻山越岭时要避免大档距、大高差、不平衡档距，并缩短耐张段长度，杆塔使用条件应适当留有裕度；对于相对高耸、山区风道、垭口、抬升气流的迎风坡、较易覆冰等微地形区段，以及

相对高差较大、连续上下山等局部地段的线路应加强抗冰灾害能力。

3.6 其它气象要素

根据气象站 1981~2010 年累年气温、雷暴日数观测数据分析，参照设计规范有关规定，统计结果如下表。

气象站	气温 (°C)			雷暴 (d)	
	累年平均	极端最高	极端最低	累年平均	年最多日数
青龙	9.7	39.6 (2017.06.15)	-26.3 (1987.01.13)	40.7	56 (1985)

3.7 设计气象条件组合

根据上述计算结果，参照本工程所在地区已建线路的运行经验和《110kV~750kV 架空输电线路设计技术规定》(GB 50545-2010)有关规定，本关与典型气象区接近时一般采用典型气象区所列数值的规程要求，各计算气象条件见下表：

气象条件	气温 (°C)	风速 (m/s)	覆冰厚度 (mm)
最高气温	40	0	0
最低气温	-30	0	0
平均气温	10	0	0
基本风速	-5	27	0
安 装	-15	10	0
覆 冰	-5	10	10 (15)
操作过电压	10	15	0
雷电过电压	15	10	0
带电作业	15	10	0
年雷暴日 (d/a)	45		

注：1、基本风速为 10m 高度基准，其它风速均为 15m 高度基准。

2、冰的比重按 0.9g/cm^3 ，地线设计覆冰增加 5mm 仅针对地线支架的机械强度设计。

4 导线和地线

4.1 导线选型

4.1.1 架空导线选型

根据系统规划，本工程线路每相导线采用标称截面为 $2 \times 300\text{mm}^2$ 。结合本工程的地形及气象条件，及国内 220kV 线路工程中导线的使用情况，本工程每相导线采用 $2 \times \text{JL/G1A-300/25}$ 钢芯铝绞线。

4.1.2 选用导线型号及技术参数

本工程推荐选用钢芯铝绞线机械物理参数一览表：

项 目	JL/G1A-300/25
钢股×直径+铝股×直径	$7 \times 2.22 + 48 \times 2.85$
钢截面 (mm^2)	27.10
铝截面 (mm^2)	306.21
总截面 (mm^2)	333.31
外径 (mm)	23.8
导线单位长度自重 (kg/m)	1.057
弹性系数 (N/mm^2)	65000
线膨胀系数 ($1/^\circ\text{C}$)	20.5×10^{-6}
额定抗拉力 (kN)	83.76
最大设计应力 (N/mm^2)	95.49
平均运行应力 (N/mm^2)	62.82 (为破坏应力的 25%)
安全系数	2.5

导线最大使用张力的确定：

按《圆线同心绞架空导线》(GB/T1179-2008)的相关规定，试验保证拉断力不小于计算拉断力的 95%；依据规程，安全系数取 2.5，本工程 JL/G1A-300/25 导线的最大设计应力为 95.49N/mm^2 ，JL/G1A-300/25 导线年平均运行应力取导线破坏应力的 25%为 62.82N/mm^2 。

4.1.2 导线的塑性伸长

本工程常规线路段采用降温法来补偿由于导线的塑性伸长对弧垂的影响。按降温 25°C 处理。

4.1.3 导线防振

导线年平均应力是破坏应力的 25%，按《设计规范》要求采取防振措施，本工程导

线采用加挂防振锤作为防振措施。

4.2 地线选型

根据系统通信规划要求，本工程需在新建土门子-平方 220kV 线路上架设两条 72 芯 OPGW 光缆。

4.2.1 OPGW 光缆选型原则

1) 机械强度：OPGW 光缆的机械强度及使用条件，应满足在外过电压情况下档距中央导线线间距离的要求，不增加地线支架的高度，同时也满足《110kV~750kV 架空输电线路设计技术规范》(GB 50545-2010)对地线的安全系数、平均运行应力的要求。为了保证安全运行，最大使用张力为 40%RTS 时，通信质量应无变化。具有良好的疲劳耐振特性，允许平均运行张力不应低于 22%RTS。

2) 纤芯余长：OPGW 光缆的伸长变形主要考虑张力引起的蠕变伸长、气象条件变化产生的热胀冷缩，以及线路发生单相短路引起的线长变化。OPGW 光缆中光纤的布置采用松套型式，OPGW 光缆纤芯应有足够的设计余长，以保证当 OPGW 光缆承受 70%额定拉断力时光纤的光学特性不受影响，在各种设计气象条件下及短路等温度变化造成热胀冷缩所引起的光缆长度变化时光纤不受力或光学特性不受影响，在考虑光缆的初伸长和使用寿命年限内蠕变伸长等情况下光纤的光学特性不受影响。

3) 单丝：OPGW 的承力部分由铝包钢丝组成。外层单丝直径，按不小于 3.0mm 设计。处于同一层的单丝，直径应相同。

4) 热稳定和耐雷击：当环境温度为+40℃时，电力线发生单相接地故障，OPGW 应能经受瞬时大电流的冲击，机械特性不受影响，放置于光纤金属套管内的化合物不变质，光纤及光单元的标记颜色不褪色、不迁移。OPGW 应能承受 DL/T832-2003 规定的 3 级雷击试验，雷击 OPGW 时通信质量不受影响。

当线路发生单相短路时，架空地线上出现短暂的大电流，此电流会产生热量而使 OPGW 的温度升高。因为电流持续时间很短，发热过程可视为绝热状态，即所发热量不散发到周围环境中而全部用于提高电线的温度。当电线温度超过其允许温度，将会严重影响安全运行，所以满足热稳定要求是确定 OPGW。对 OPGW 光缆一般采用生产厂家提供的允许短路电流。

5) 地线运行方式：OPGW 应逐塔经专用接地线良好、可靠接地；OPGW 光缆换型和分段应尽量在耐张塔上进行。

6) 系统短路电流：本工程 OPGW 地线热稳定计算依据 2025 年系统短路电流进行选型。在满足上述要求的前提下，直径宜尽量小、单位长度重量宜尽量轻。

4.2.2 按热稳定条件选择 OPGW 及另一根地线

校验地线热稳定所用的短路电流按 2030 年的系统规划容量计算。短路电流热作用时间取 0.30s。

平方 220kV 变电站出口单相短路电流 22.4kA，建昊 220kV 变电站出口单相短路电流为 7.8kA。由单相短路电流曲线可知，两个变电站出口短路电流较大，随与两端变电站距离的增加，单相短路电流逐渐减小。

根据上述条件，参照系统通信要求，推荐全线采用 2 根 OPGW 光缆，其允许短路电流不小于 23.0kA。

根据国网 ERP 光缆采购标准，本工程采用 OPGW-17-150-5 型号，OPGW 光缆的参考参数数值如下表，实际参数将在招标采购中确定。

OPGW 参数表

型 号	OPGW-17-150-5
芯数	72
总承载截面 (mm²)	150
外径 (mm)	16.6
杨氏模量 (N/mm²)	109000
线膨胀系数 (1/℃)	0.0000155
0.3s 允许短路电流, kA (短路起始温度 40 度)	22.0
计算拉断力 (RTS), N	116000
最大允许使用张力, N	40%RTS
最大允许每日张力, N	16~25%RTS
直流电阻 (Ω /km)	0.45
单位长度自重 (kg/km)	853

4.3 导、地线防振

导线年平均张力的上限值为试验保证拉断力的 25%，按《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 要求采取防振措施，本工程导线采用加挂防振锤作为防振措施。

导地线防振锤安装个数

线号	型号	安装个数
----	----	------

		1	2	3
JL/G1A-300/25	FDYJ-3/5 (预绞丝)	$\leq 350\text{m}$	350m~700m	700m~1200m
JLB40-150	FDYJ-1/3 (预绞丝)	$\leq 350\text{m}$	350m~700m	700m~1000m

OPGW 的防振采用安装护线条和防振锤方式，防振锤的安装个数及型号待 OPGW 具体型号确定后再行确定。

4.4 导线防舞

根据《国网冀北电力舞动区域分布图》2019 年版，本工程线路位于 1 级舞动区。



图 4.4-1 冀北电力舞动区域分布图

为加强防舞措施的实际效果，减少输电线路跳闸率，保证电网安全稳定的运行，根据国家电网公司企业标准《架空输电线路防舞设计规范》(Q/GDW 1829-2012) 及《国家电网公司新建输电线路防舞设计要求》，在 1 级舞动区，应在跳线金具设计、螺栓防松、预留或加装防舞装置等方面采取措施。

5 绝缘配合

5.1 线路所经地区污秽等级划分

本工程线路全部位于青龙县境内。根据冀北电力系统污区分布图(2021 年版)，本工程线路路径全线处于 c 级和 d 污秽区。考虑本工程线路附近钢厂较多，且该地区经济发展较快，污染程度有逐年增长的趋势，根据国家电网公司《预防 110 (66) kV~500kV 架空输电线路事故措施 (附编制说明)》中要求，线路防污要“配置到位，留有裕度”，本工程拟适当提高绝缘配置以减少线路污闪事故的发生，减少维护和检修工作量。因此，

推荐本工程线路按 e 级污区配置绝缘。



图 4.4-1 本工程所属污秽区（冀北电力系统污区分布图 2021 年版）

5.2 绝缘配置的依据和原则

- 1) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545-2010);
- 2) 国家电网公司企业标准《电力系统污区分级与外绝缘选择标准》(Q/GDW 152-2006)的规定;
- 3) 《高压架空线路和发电厂、变电所环境污区分级及外绝缘选择标准》(GB/T 16434-1996)的规定;
- 4) 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》(修订版)中关于防止输变电设备污闪事故的技术规定;
- 5) 结合线路具体情况及污区划分“运行经验、污湿特征、现场等值附盐密度”三要素来确定。当三者不一致时,应以运行经验为主;
- 6) 根据《华北电网有限公司新建输变电设备技术规范》中 3.5.5 条规定,“应优先选用爬距有效系数较高的绝缘子型式,例如:双伞型绝缘子。不宜使用三伞瓷绝缘子及深沟槽玻璃绝缘子。”

5.3 爬电比距的取值

线路外绝缘选择,根据现行国家标准,对不同污秽区绝缘子串爬电比距的要求有一

个范围。由于耐张串水平悬挂，不易积污，自洁能力强，因此，在输电线路设计中，耐张绝缘子串爬电比距在相同污区内比悬垂串取值略低。但是由于北方地区气候干燥，降雨量减少，大气环境污染日趋严重，自洁能力强的耐张串，由于缺少雨水的冲刷，它的优点不能充分发挥。

根据《2001 年初辽宁、华北和河南电网大面积污闪事故调查报告》，这次大面积污闪，共有 69 组耐张串污闪，占总数的 13.7%。在发生污闪的杆塔中有 50%处于 III 级污秽区，耐张串爬电比距仅为 2.01~2.37cm/kV，在线路中占少数的耐张串，发生污闪的比例较高，与其绝缘配置低于同塔跳线串及线路悬垂串有关，也说明耐张串在缺少雨水冲刷条件下抗污闪能力是有限的。根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545-2010)，结合北方地区 220kV 线路的设计运行经验和本工程实际情况，考虑到环境污秽情况及其发展趋势，建议悬垂绝缘子串和耐张绝缘子串的爬电比距，均取相应污秽等级要求爬电比距的上限。

e 级污秽区绝缘子串的爬电比距按下表取值。

绝缘子串的爬电比距表

污区等级	e 级污秽区
悬垂绝缘子串和跳线串	38mm/kV
耐张绝缘子串	38mm/kV

注：上表采用的是统一爬电比距（mm/kV）。

5.4 绝缘子选型

本工程线路处于秦皇岛市青龙县境内。本工程全线处于 c 级、d 级污秽区。根据华北地区 220kV 及以上线路设计和运行经验选择绝缘子：耐张绝缘子串推荐采用瓷或玻璃绝缘子，为防止玻璃绝缘子自爆跌落伤人，全线耐张串推荐采用瓷绝缘子；悬垂串、跳线串推荐采用复合绝缘子。

机械强度选择：

根据本工程的气象条件、设计规程和以往工程设计运行经验，对于 2×JL/G1A-300/25 导线，盘型绝缘子和复合绝缘子机械强度的设计安全系数不小于下表所列数值：

绝缘子型式	安全系数			基本条件
	最大使用荷载	断线	断联	
悬式绝缘子	2.7	1.8	1.5	额定机械破坏负荷

复合绝缘子	3	1.8	1.5	额定机械破坏负荷
-------	---	-----	-----	----------

各种类型绝缘子机械强度等级如下：

- (1) 直线塔悬垂绝缘子串采用 120kN 级复合绝缘子。
- (2) 耐张塔跳线绝缘子串采用 120kN 级复合绝缘子。
- (3) 导线耐张绝缘子串推荐采用 120kN 双联盘型瓷绝缘子。

5.5 绝缘子片数选择

依据《110～750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)的规定，绝缘子串片数的选择应能使线路在工频电压、操作过电压、雷电过电压等各种条件下安全可靠的运行；因此，绝缘子串片数的选择应能满足上述四种状况的要求。

我国 110kV～750kV 电网由于受到大气污染的影响，外绝缘水平一般由工作电压控制。因此，输变电设备外绝缘配置主要取决于绝缘子的耐污闪能力，绝缘子片数选择也主要取决于工作电压下的污秽耐压特性，所以，一般是根据污秽性能选定绝缘子片数，再校核计算操作及雷电冲击性能。

1) 操作过电压和雷电过电压要求

《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)中规定，在海拔高度 1000m 以下地区，操作过电压及雷电过电压要求的悬垂绝缘子串绝缘子片数，对 220kV 架空送电线路，每联绝缘子不应少于 13 片(每片高 146mm)；耐张绝缘子串的绝缘子片数应在 13 片的基础上增加 1 片。同时，为保持高塔的耐雷性能，全高超过 40m 有地线的杆塔，高度每增加 10m，应增加 1 片相当于高度为 146mm 的绝缘子，相应地雷电过电压最小间隙也相应增大。

2) 工频电压要求

依据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》(DL/T620-2014)的规定，由工频电压爬电距离要求的绝缘子串片数应符合下式要求：

$$N \geq \lambda U_m / K_e L_o$$

式中：

N —每串绝缘子串片数，片；

U_m —系统额定电压，kV；

K_e —绝缘子爬电距离的有效系数；

L_o —每片悬式绝缘子的几何爬电距离，mm；

λ —爬电比距，mm/kV；

根据规范，按工频电压要求选择绝缘子片数时，对耐张绝缘子串，由于其自洁性能较好，在同一污区，其泄露比距可根据运行经验较悬垂绝缘子串适当减少。但同时考虑耐张串受力比悬垂串大，容易产生零值绝缘子，因此本工程推荐耐张绝缘子串其爬电比距也应与悬垂绝缘子串取值一样。

根据导线机械特性、气象设计条件、规划塔型的使用条件等，本工程两回线路绝缘子型式、强度及片数选择结果如下表所示。根据上述标准所述，本工程绝缘子选择结果见下表。

绝缘子类型及片(支)数选择结果

绝缘子串	绝缘子	绝缘子	绝缘子	绝缘子	污秽	统一爬电 比距	绝缘子
	型式	强 度	结构高度	爬电距离	等级		联数×片
		(kN)	(mm)	(mm)			(支)数
直线塔悬垂串	复合	120	2470	7040	e	38.8	1/2
耐张塔跳线串	复合	120	2470	7040	e	38.8	1/2
耐张塔耐张串	盘型	120	146	450	e	38.8	2×19
进线档耐张串	盘型	120	146	450	e	38.8	1×19

3) 结论

综上所述，绝缘子串片数的选择能满足工频电压、操作过电压、雷电过电压采用平衡高绝缘配置等各种条件的要求。

5.6 推荐外绝缘配置方案

污秽区等级		e 级污秽区
悬垂串	片数及型式	FXBW-220/120 复合绝缘子，爬电距离取 7040mm；
	统一爬电比距	38.8mm/kV
跳线串	片数及型式	FXBW-220/120 复合绝缘子，爬电距离取 7040mm；
	统一爬电比距	38.8mm/kV
耐张串	片数及型式	2×19 片 120kN 瓷绝缘子，双层伞型,单片结构高度 146mm,爬距 450mm
	统一爬电比距	38.8mm/kV

污秽区等级		e 级污秽区
进线档耐张串	片数及型式	1×19 片 120kN 瓷绝缘子, 双层伞型, 单片结构高度 146mm, 爬距 450mm
	统一爬电比距	38.8mm/kV

5.7 推荐使用绝缘子技术条件

绝缘子种类	瓷绝缘子	复合绝缘子
绝缘子型式	耐污型	
使用范围	耐张串	悬垂串 II
绝缘子型号	U120BP/146D	FXBW-220/120-3
额定破坏负荷 kN	120	120
结构高度 mm	146	2470
公称盘径 mm	280	/
公称爬电距离 mm	450	7040
工频耐受电压, kV	45	395
雷电冲击耐受电压 kV	120	≥1000

本工程只是在变电站架构上用地线绝缘子, 地线用绝缘子选用 U70CN 型瓷绝缘子, U70CN 型用于架构耐张串。本绝缘子只做变电站接地与线路接地绝缘用, 不需安装放电间隙。耐张串为双联单片绝缘子。U70CN 型瓷绝缘子技术特性见下表。

型号	U70CN
公称结构高度 (mm)	200
公称直径 (mm)	160
公称爬电距离 (mm)	160
工频湿闪电压 (kV)	30
工频击穿电压 (kV)	110
额定机械负荷 (kN)	70
单件重量 (kg)	4.2

5.8 空气间隙

本工程线路为单回路, 海拔高度在 1000m 以下, 按照《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》(GB/T 50064-2014)、《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010), 线路带电部分与铁塔构件间的最小空气间隙采用下表中的数值。

电气间隙值列表

情况	电气间隙(m)
工频电压	0.55
操作过电压	1.45
雷电过电压	1.90
带电作业	1.80

注：1 对操作人员需要停留工作的部位，还应考虑人体活动范围 0.5m

6 防雷和接地

6.1 防雷设计

为防止雷直击导线，全线架设两根地线，直线塔地线对边导线保护角为 15°。导线和地线之间的净空距离在大气过电压无风情况下满足 $0.012L+1$ 米的要求(L 是档距)。铁塔上两避雷线之间的距离不超过避雷线与导线垂直距离的 5 倍。

本工程按照 45 日/年作为设计条件，采取降低接地电阻的方式来降低雷击反击闪络率，对平原和河网泥沼地区的接地电阻不大于 7 欧，丘陵和山地地区的接地电阻不大于 15Ω。

6.2 接地设计

6.2.1 输电线路接地要求

铁塔工频接地电阻，雷雨季节干燥时不超过下表所列数值：

工频接地电阻值

土壤电阻(地形)	平原、河网	丘陵、山地
工频接地电阻(欧)	7	15

6.2.2 接地装置应用分析

全线铁塔逐基、逐腿接地，接地装置采用方环加放射线型，接地体采用柔性石墨接地带，对不同的土壤电阻率，分别配置相应的接地装置。

6.3 地线绝缘设计

由于地线至各相导线的距离一般是不相等的，导致地线与各相导线之间的互感也不一样，因此，尽管各相导线上的负荷电流平衡，但在地线上任然要感应出一个纵电动势。如果地线逐塔接地，这个电动势就要产生电流，其结果就增加了线路的电能损失。这个附加的电能损失是同负荷电流的平方和线路长度成正比，计算表明，如果两根地线均接地，220kV 单回线路的地线损耗约为 $(5-10) \times 104\text{kWh/百公里. 年}$ ，500kV 线路约为 $3-5 \times 106\text{kwh/百公里. 年}$ 。普通地线分段绝缘，OPGW 逐塔接地，优点是施工工艺成熟，普通

地线上基本没有能耗。国内 330kV 和 500kV 高压输电线路均采用普通地线分段绝缘、OPGW 逐基接地方式，绝缘间隙值取 10~20mm。

本工程 OPGW 全线逐塔接地，架构采用两片 U70CN 型瓷绝缘子并联方式绝缘。架构绝缘子只做变电站接地与线路接地绝缘用，不需安装放电间隙。悬垂串和耐张串为双联单片绝缘子。

U70CN 型瓷绝缘子技术特性见下表。

型号	U70CN
公称结构高度 (mm)	200
公称直径 (mm)	160
公称爬电距离 (mm)	160
工频湿闪电压 (kV)	30
工频击穿电压 (kV)	110
额定机械负荷 (kN)	70
单件重量 (kg)	4.2

7 绝缘子串和金具

7.1 金具选用原则

金具的强度设计安全系数，按下列情况取值：

最大使用荷载情况：2.5；

断线、断联情况：1.5。

本工程各型金具，均采用国家电网公司输变电工程通用设计《220kV 输电线路金具分册》(2011 年版)中的金具。

本工程导线悬垂线夹采用节能金具，导线防振锤采用预绞丝型。

7.2 主要金具型式

本线路所用主要金具见下表：

明 细	序号	金具名称	型 号	备 注
导 线 JL/G1A-300/25	1	悬垂线夹	悬垂采用 CLCS-160-300/25-400	预绞式节能金具
	2	耐张线夹	NY-JL/G1A-300/25A NY-JL/G1A-300/25B	液压型
	3	软母线间隔棒	FJG-220/27	
	4	防振锤	FDYJ-3/5	预绞丝型

	5	接续管	JYD-300/25	
地 线 JLB40-150	1	悬垂线夹	CL-60-150BG	预绞丝节能型
	2	耐张线夹	NY-150BG-40	
	3	防振锤	FDYJ-1/3	预绞丝型
	4	接续管	JY-150BG	

8 导线换位及换相

本工程路径长度约 27.3km，不需要换位。

平方站 220kV 线路向西南出线，面向平方变电站，相序从左到右依次为 A、B、C。

建昊站 220kV 线路向东南出线，面向建昊变电站，相序从左到右依次为 A、B、C。

本工程线路两端变电站相序不对应，可在平方站或建昊站利用双回路终端塔进行调相。

9 导线对地和交叉跨越距离

9.1 本线路导线对地及交叉跨越距离

本工程参考《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545-2010)相关要求，导线对地及交叉跨越距离如下表所示。

交叉跨越表

被跨越物名称	距离 (m)	说 明
居民区	7.5	对地面
非居民区	6.5	对地面
电力线	4	
通信线	4	
机井	4	按 9m 高
等级公路	8	对路面
铁路	12.5	至轨顶
树木	4.5	
果树	3.5	

线路边线外 5.0m 以内长期住人的建筑物、工厂、养殖场等，均予以拆除。其它建筑物的跨越和拆迁按照《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)的规定进行设计。

9.2 树木跨越及砍伐原则

线路走廊内的树林、果树及三排以上的路旁树等按跨越考虑(树的自然生长高度见

下表)，其它零星杂树按砍伐处理。零星杂树和排树的砍伐通道宽度，按《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)中相关规定执行。

参考国网冀北电力有限公司部门文件（冀基建[2013]175 号）各树种自然生长高度一般按下表考虑：

树 种	自然生长高度 (m)	备注
杨树	28	生长在平地和丘陵
杨树	25	生长在山区
落叶松	25	
松树、柳树、桦树、榆树、枫树、梧桐	20	
枣树、核桃树、栗子树、柿子树	15	
小枣树	8	
一般果树	8	

9.3 重要跨越

跨越 110kV 线路、铁路、高速公路、国道、省道、一、二级通航河流时，悬垂绝缘子串采用双联串(两个单联串)。

按照《110kV～750kV 架空输电线路设计技术规范》(GB 50545-2010)的规定，跨越一级公路、110kV 及以上线路的跨越档内，导地线不允许接头。

9.4 送电线路与弱电线路的交叉角

弱电线路	一级	二级	三级
交叉角	$\geq 45^\circ$	$\geq 30^\circ$	不限制

10 杆塔和基础

10.1 铁塔

10.1.1 铁塔设计依据

本工程铁塔设计依据的主要规范、规程和规定如下：

- 1) 《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545-2010)；
- 2) 《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T 5154-2012)；
- 3) 《输电线路铁塔制图和构造规定》(DL/T 5442-2010)；
- 4) 《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)；

- 5) 《钢结构设计规范》(GB 50017-2003);
- 6) 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施(修订版)》
- 其他有关规程、规范、技术规定和参考资料。

10.1.2 铁塔选型

10.1.2.1 通用设计铁塔模块选择

本工程线路沿线途经地貌单元主要为平地。针对本工程设计条件并结合本工程实际地形特点,结合《国家电网公司输变电工程通用设计》(2011 版)220kV 输电线路分册,选择 2A1、2A5、2B3、2B5、2D1 模块铁塔。

10.1.2.2 铁塔选型

1) 220kV 单回路直线塔选择

220kV 单回路直线塔采用 2A1-ZMC1、2A1-ZMC2、2A1-ZMC3、2A1-ZMC4、2A1-ZMCK、2B3-ZMC4 塔。

2) 220kV 单回路转角塔选择

220kV 单回路转角塔采用 2A5-JC1、2A5-JC2、2A5-JC3、2A5-JC4、2A5-DJC、2B5-JC1、2B5-JC2、2B5-JC3、2B5-JC4 塔。

3) 220kV 双回路终端塔选择

220kV 双回路终端塔采用 2D1-SDJ1 塔。

全线共使用 16 种塔型,其中单回路直线塔 6 种、单回转角塔 9 种、双回路终端塔 1 种。各种塔型的使用条件详见 " 铁塔使用条件一览表 "

铁塔使用条件一览表

序号	塔型	水平档距	垂直档距	转角度数	设计风速 (m/s)	覆冰 (mm)	导线型号	地线型号
		(m)	(m)	(度)				
1	2D1-SDJ1	350	450	0-90	27	10	2*JL/G1A-300/25	2 根 OPGW-17-1 50-5
2	2A5-DJC	350	500	0-90				
3	2A5-JC4	500	800	60-90				
4	2A5-JC3	500	800	40-60				
5	2A5-JC2	500	800	20-40				
6	2A5-JC1	500	800	0-20				
7	2B5-JC4	550	800	60-90				
8	2B5-JC3	550	800	40-60				
9	2B5-JC2	550	800	20-40				
10	2B5-JC1	550	800	0-20				
11	2A1-ZMC1	380	600	0				

12	2A1-ZMC2	480	800	0				
13	2A1-ZMC3	600	1000	0				
14	2A1-ZMC4	800	1200	0				
15	2A1-ZMCK	850	1200	0				
16	2B3-ZMC4	850	1200	0				

铁塔型式见“铁塔一览表”。

10.1.3 铁塔荷载

本工程各塔型的使用条件均满足《塔型规划及技术条件一览表》的要求。各类铁塔外荷载的计算原则及技术要求依据《110kV~750kV 架空输电线路设计技术规范》(GB 50545-2010)，铁塔计算时的荷载组合按如下原则确定：

10.1.3.1 正常运行情况

- 1) 基本风速、无冰、未断线(包括最小垂直荷载和最大水平荷载组合)；
- 2) 设计覆冰、相应风速及气温、未断线；
- 3) 最低气温、无冰、无风、未断线(适用于终端和转角塔)。

10.1.3.2 断线(含分裂导线的纵向不平衡张力)情况

1) 悬垂型杆塔的断线(含分裂导线的纵向不平衡张力)情况，按-5℃、有冰、无风气象条件进行荷载计算：同一档内，断任意两根导线(或任意两相导线有纵向不平衡张力)；断一根地线和任意一根导线(或任意一相导线有纵向不平衡张力)；

2) 耐张型杆塔的断线情况，按-5℃、有冰、无风气象条件进行荷载计算：同一档内，断任意两根导线(或任意两相导线有纵向不平衡张力)、地线未断；断任意一根地线和任意一根导线(或任意一相导线有纵向不平衡张力)。

10.1.3.3 不均匀冰荷载情况

1) 悬垂型杆塔按未断线、-5℃、有不均匀冰、10m/s 风计算，两侧覆冰不同，同时不小于：

- a. 导线的纵向不平衡张力取导线最大使用张力的 10%；
- b. 地线的纵向不平衡张力取地线最大使用张力的 20%。

2) 耐张型杆塔按未断线、-5℃、有不均匀冰、10m/s 风计算，两侧覆冰不同，同时不小于：

- a. 导线的纵向不平衡张力取导线最大使用张力的 30%；
- b. 地线的纵向不平衡张力取地线最大使用张力的 40%。

各类杆塔均应考虑所有导、地线同时同向有不均匀覆冰的不平衡张力，使杆塔承受

最大的弯矩。

10.1.3.4 安装情况

各类塔型的安装情况，按 10m/s 风速、无冰、相应气温的气象条件考虑以下荷载组合：

1) 悬垂型杆塔：

a. 提升导线、地线及其附件时的作用荷载。包括提升导、地线、绝缘子和金具等重量(一般按 2.0 倍计算)、安装工人和工具的附加荷载，提升时应考虑动力系数 1.1；

b. 导线及地线锚线作业时的作用荷载。锚线对地夹角一般应不大于 20° ，正在锚线相的张力应考虑动力系数 1.1。挂线点垂直荷载取锚线张力的垂直分量和导、地线重力和附加荷载之和，纵向不平衡张力分别取导、地线张力与锚线张力纵向分量之差。

2) 耐张型杆塔：

a. 导线及地线荷载：

锚塔：锚地线时，相邻档内的导线及地线均未架设；锚导线时，在同档内的地线已架设。

紧线塔：紧地线时，相邻档内的地线已架设或未架设，同档内的导线均未架设；紧导线时，同档内的地线已架设，相邻档内的导线已架设或未架设。

b. 临时拉线产生的荷载。临时拉线对地夹角不大于 45° ，计算时导线的临时拉线按平衡其张力标准值 30kN 考虑，地线临时拉线按平衡其张力标准值 5kN 考虑。

3) 紧线牵引绳产生的荷载：

紧线牵引绳对地夹角宜按不大于 20° 考虑，计算紧线张力时应计及导、地线的初伸长、施工误差和过牵引的影响。

10.1.3.5 终端塔

应计及变电站一侧导线及地线已架设或未架设的情况。

10.1.3.6 抗震验算

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010(2016 年版))和《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，线路路径所在区域基本地震动峰值加速度为 $0.10g$ ，对应的抗震设防烈度为 7 度。沿线无重大跨越，可不考虑地基土的地震液化影响。

10.1.4 铁塔材料

10.1.4.1 型钢和钢板

本工程铁塔钢材选 Q235B、Q345B、Q420B。

10.1.4.2 螺栓

本工程铁塔连接螺栓采用 6.8 级和 8.8 级螺栓，针对本工程双回路塔外荷载大的特点，为减少连接部件和节点处螺栓个数及节点板尺寸，在塔身主材、横担主材采用 8.8 级高强螺栓，其使用可以合理减轻节点板的重量，从而达到有效降低塔重的目的。

10.1.4.3 焊条

焊条采用 E43 型、E50 型、E55 型焊条三种。

10.1.4.4 材料标准

铁塔用钢材的强度设计值及物理特性指标按国家规范《钢结构设计规范》(GB 20017-2003)、《碳素结构钢》(GB/T 700-2006)和《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591-2008)的规定执行。

连接螺栓的强度设计值及物理特性按《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》(GB/T 3098.1-2000)、《紧固件机械性能 螺母 粗牙螺纹》(GB/T 3098.2-2000)中的要求执行。

焊接要求按《钢结构焊接规范》(GB 50661-2011)的要求执行。

10.1.5 攀登铁塔措施

脚钉的设置：双回路杆塔脚钉布置在铁塔呈对角线的 B、D 腿，间距 400~450mm，交错布置。另铁塔四个塔腿均应设置接地孔。

10.1.6 铁塔与基础连接方式

全线铁塔采用地脚螺栓与基础连接。

10.1.7 其它技术条件

防腐措施：铁塔全部构件(包括螺栓、脚钉等)均采用热镀锌防腐。

防盗措施：铁塔自地面以上 10 米范围内的螺栓及脚钉均采用防卸螺栓；重要交叉跨越两侧铁塔均考虑全塔防盗。

防松措施：未使用防盗螺栓的单螺母螺栓，全部加装热浸镀锌防腐扣紧螺母进行防松。

防舞设计：耐张塔、紧邻耐张塔的直线塔，重要交叉跨越段铁塔，全塔采用双帽防松螺栓。螺母采用镀后攻丝技术，减小螺栓和螺母间的配合间隙。施工时，铁塔螺栓应逐个紧固，在舞动季节前和舞动发生后应复紧铁塔螺栓。

10.2 基础

10.2.1 基础设计依据

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010);
《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011);
《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18—2012);
《架空输电线路基础设计技术规程》(DL/T 5219—2014);
《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008);
《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB 50046—2008);
其他有关规程、规范、技术规定和参考资料。

10.2.2 地质、水文概况

10.2.2.1 地质概况

1) 地形地貌

沿线地区地貌主要为山地、丘陵，局部为山前平原、河谷或河漫滩。地形起伏大，山前平原、河谷、河漫滩段一般较平坦，地面高程一般为 140~200m（1985 国家高程基准，下同），其余山地、丘陵地段地形起伏较大，地面高程一般在 200~500m。沿线水系一般发育，交通不便。

2) 地质概况

本工程勘探深度范围内地基岩土主要由元古界石灰岩、白云岩和砂质泥岩等组成，局部为太古界花岗岩，部分地段基岩上覆盖第四系上更新统风积成因的粉土（黄土）或残坡积成因的碎石等，河谷地段一般基岩上覆盖第四系全新统冲、洪积成因的砂卵石。石灰岩分布地段见岩溶发育。现自上而下分别简述如下：

层①砂卵石（ Q_4^{al+pl} ）：杂色，岩性以花岗岩、片麻岩为主，稍密为主，砾砂充填。一般仅分布在河谷、河漫滩地段。

层②粉土（ Q_3^{so} ）：黄色，浅黄色，稍湿，稍密，局部岩性接近粉细砂。

层③碎石（ Q_3^{el+sl} ）：黄褐色，稍密，碎石岩性成分一般为花岗岩、片麻岩。以粉土或砾砂等充填。

层④基岩（ A_r ）：岩性主要为石灰岩、白云岩或砂质泥岩等，局部为花岗岩。强风化为主，上部分布厚度不一的全风化。

层⑤基岩（ A_r ）：岩性主要为石灰岩、白云岩或砂质泥岩等，局部为花岗岩。中等风化为主，局部为强风化或微风化。

工程地质地基岩土设计参数值表

层序号	岩土名称	状态	层厚 (m)	重力密度	黏聚力	内摩擦角	岩石等代极限剪切强度	地基承载力特征值
				γ	C_q	Φ_q	τ_s	f_{ak}
				kN/m ³	kPa	°	kPa	kPa
①	砂卵石	稍密	3.0-6.0	21.0	0	30	/	200
②	粉土	稍密	0.5-1.5	17.8	16	24	/	120
③	碎石	稍密	0.5-1.5	19.5	3	32	/	200
④	基岩	强风化	1.0-4.0	21.5	/	/	25	500
⑤	基岩	中等风化	>5.0	23.0	/	/	60	800

本工程地下水及场地水、土腐蚀性：

根据区域水文地质条件和已有工程勘测资料，按地下水的埋藏条件和含水层性质，沿线地区地下水按工程地质可分为上部粉土、碎石等中的孔隙潜水及下部基岩的裂隙水。对于低山和丘陵地段，一般无孔隙潜水或上部孔隙潜水水量不大，对工程建设影响较小，基岩裂隙水则因地形地貌等多方面因素影响而呈现差异性较大的现象，地下水稳定水位埋深一般较大，可深达 6.0m 以上，局部地势较高地段可深达 10.0m 以上；山前平原、河谷、河漫滩等地段一般孔隙潜水水量尚可，尤其河漫滩地段水量较大，地下水稳定水位埋深一般可达 1.0~3.0m 左右。

根据已有工程资料及当地建筑经验，结合本次调查访问，沿线地区地区场地水、土对混凝土结构一般具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋在具微腐蚀性。

10.2.3 基础型式选择

本工程基础设计主要依据《架空输电线路基础设计技术规程》DL/T5219-2014，按照安全可靠、技术先进、经济适用、因地制宜、方便施工的原则进行。

按《110kV-750kV 架空输电设计规范》(GB 50545-2010)第 12.0.9 条，不考虑地震对铁塔基础的影响。根据本工程水文、地质情况及各塔型基础作用力的特点，确定基础型式采用全掏挖式基础和主柱配筋台阶式基础。

本工程基础型式及材料量详见“基础一览表”。

10.2.4 基础材料

1) 基础用钢材

地脚螺栓：35 号优质碳素钢。

钢筋：HRB400，HPB300。

2) 基础用水泥

根据地质、水文情况，结合以往的工程经验和惯例，本工程宜采用普通硅酸盐水泥。

3) 混凝土标号

基础保护帽：C15

现浇基础：C25

基础垫层：C15

10.2.5 其它技术要求

1) 本工程沿线最大冻土深度 1.1m，基础埋深均远大于冻结深度，故不考虑冻土对基础的影响。

2) 本工程线路走径区域设计基本地震加速度值为 0.1g，对应抗震设防烈度为 7 度，全线不考虑地震液化影响。

11 对电信线路和无线电台站的影响及其防护

11.1 设计原则和依据

土门子-平方 220kV 线路系中性点直接接地送电线路，线路路径长度约 26.3km。根据现场踏勘调查及向有关单位收集通信线路资料，从而确定出送电线路与通信明线、地下电缆、铁路信号的相对位置。

为使送电线路路径选择经济合理，尽可能避开对沿线的铁路、网通、国防和军事部门主要通信设施的影响。本设计对影响范围内通信线路进行了相应的估算。经计算，本线路对三级及以上通信线路均无电磁感应危险影响和干扰影响。

11.1.1 设计原则

本工程通信保护设计中所采用的标准、允许值、计算原则和公式以及考虑范围等均来自国家及各有关部、局颁发的规程、规范和国标如下：

水电部、邮电部、铁道部、通信兵部 1961 年联合颁发的“关于防止和解决电力线路对通信、信号线路危险和干扰影响的原则协议”。

国家标准局 1986 年发布的国标 GB6830—86 “电信线路遭受强电线路危险影响的容许值”。

中华人民共和国国家发展和改革委员会 2006 年发布的“输电线路对电信线路危险

和干扰影响防护设计规程” (DL/T5033—2006)。

11.1.2 本工程设计原则特别说明

1) 判断是否有电磁感应危险影响的原则是：首先看纵电动势计算值是否超过允许值，若超过，则再计算通信线路上的最大对地电压，若对地电压也超过允许值，则认定对该通信线路有电磁感应危险影响，需采取保护措施，否则不作处理。

2) 对市话电缆的电磁感应纵电动势(及对地电压)的允许值取该种电缆的两分钟交流试验电压的 85%，本工程中市话电缆普遍使用 HYA 型聚氯乙烯护套塑料电缆，该种型号电缆芯线对地耐压由于有塑料护套绝缘而提高到远大于 500V 的耐压水平，这在以往所作的塑料电缆耐压试验结果已予证明。本工程决定采用 1000V 作为该种型号电缆的允许值。

11.1.3 设计依据

1) 相对位置图

土门子-平方 220kV 线路与通信线路的相对位置，是根据弱电部门提供的通信线路走径、杆型类别、分线情况等有关资料作了记录和整理，并在初勘中由设计勘测人员进行现场调查确认后，将电力线与通信线的相对位置绘制在五万分之一比例的地形图上。电力线走径系经现场初勘后所定的位置。

2) 大地导电率

大地导电率是采用对称四极电测深法现场实测，其数值按“简易量板法”和“拉德列夫量板算法”两种方法解释，大地导电率是按地形、地质条件进行分段的，其各点数值如下：

大地导电率是采用四极电测深法现场实测，其数值是按量板法进行解释，大地导电率是按地形、地质条件进行分段的。

3) 单相接地短路电流曲线

电力系统单相接地短路电流曲线，计算水平年限为 2025 年远景电力系统规划，其中，考虑了与本线路工程有关的 220kV 线路工程的分布电流的综合影响。

11.2 计算、分析及推荐意见

全线共对 7 条通信线路进行了电磁危险影响计算，当纵电动势计算值超过允许值后又进一步作了对地电压计算，本工程只对那些对地电压计算值（考虑各种屏蔽系数后）也超过允许值的通信线路采取保护措施。经计算，本线路工程对三级通信线路有电磁感

应危险影响。

本工程所遇到的通信线路属于市话电缆线路，无单线话路。经计算，本工程需对 2 条通信线采取保护措施。由于本工程初步设计阶段只考虑对影响范围内一、二级及三级通信干线的通信影响计算及防护，对三级以下用户线路的收资计算及影响防护问题留待施工图设计阶段处理。

12 环境保护及水土保持

12.1 环境影响因子

- (1) 对环境的影响主要包括施工期和运行期的影响。
- 1) 施工期环境影响因子：线路土地占用、拆迁安置、水土流失和生态环境影响等。

2) 送电线路塔基占地及线路走廊的建立，可能影响土地功能，改变土地用途，并导致项目占地范围内的植物和野生环境的破坏。

3) 线路经居民住宅，可能导致居民搬迁，并引出拆迁安置问题。

4) 线路塔基建设时开挖土方，可能发生水土流失问题。

5) 塔基占地和临时施工用地影响农作物生产。

表 12. 1-1 施工期环境影响识别

序号	项 目	环境影响
1	土地占用	塔基占地及施工临时用地
2	拆迁安置	可能导致居民搬迁
3	水土流失	土石方开挖，植被清除，建筑物修建等改变当地地表状况
4	生态	施工及建立线路走廊导致部分植被破坏
5	施工噪声	对施工人员及环境有一定影响
6	施工扬尘	对施工人员及环境有一定影响
7	施工期间的生活污水	对环境有一定影响
8	施工期间的废水排放	对环境有一定影响
9	农业生产	有一定影响
10	景观	影响很小
11	交通运输	影响很小

序号	项 目	环境影响
12	文化遗址及风景名胜	基本无影响
13	邮电通讯线和电力线	基本无影响
14	水文状态及洪水	无影响
15	矿产	无压矿

(2) 运行期的主要环境影响因子：工频电磁场、无线电干扰和可听运行噪声等。

1) 送电线路运行产生的工频电磁场的环境影响。

2) 送电线路产生的无线电干扰对邻近有线和无线电装置产生的影响；

3) 送电线路发生电晕时产生的可听噪声对附近声环境的影响，送电线路的可听噪声一般在 50dB(A) 以下。

4) 土地占用及土地功能改变。

5) 生态环境的影响。

表 12.1-2 运行期环境影响识别

序号	项 目	环境影响
1	土地占用	塔基永久占地改变使用功能
2	工频电磁场	采取措施后，影响较小
3	噪声	采取措施后，影响较小
4	水土保持	采取措施后，基本无影响
5	人体健康	采取措施后，满足相应环境保护标准。
6	无线电干扰	采取措施后，满足相应环境保护标准。
7	交通运输	按规定设计，无影响
8	农业生产	基本无影响
9	景观	基本无影响
10	文化遗址	无影响
11	珍稀动物	无影响

序号	项 目	环境影响
12	矿产	无压矿

12.2 工程环保特点

(1) 运行期无环境空气污染物、无工业固体废弃物产生；运行期的环境影响具有生态环境影响的特征。

(2) 施工期的水土流失及水土保持是环境保护的主要内容之一。

12.3 主要的环保问题

(1) 施工期的地表、植被破坏，水土流失。

(2) 目的拆迁安置问题。

(3) 运行期的噪声、工频电磁场、无线电干扰、生态环境影响问题。

12.4 环境保护目标

本工程在选址及选线过程中，对沿线与环境有关的地方政府、军事、林业、矿业、通信、文物等部门进行了收资调研和路径协调工作，并根据有关部门的意见对线路进行了优化工作，避开了相关的环境敏感点。

经过初步现场调查及分析，确定本工程主要环境保护目标为线路附近区域的居民点、线路跨越的林场和农田、通讯光缆等，具体的环境保护目标将在环境影响评价现场踏勘的基础上根据下述原则确定(并在需要加以保护的地方适当扩大范围)：

(1) 线路边相导线两侧 2.5m 范围内的人口居住区、村庄等；

(2) 线路边相导线两侧 2km 范围内的邮电、通讯设施；

(3) 线路附近的电台、名胜风景区和旅游区等；

(4) 线路边相导线两侧 300m 范围内的野生动物和植物，特别是国家保护的野生动物和植物。

12.5 拟采取的主要污染防治措施

(1) 本工程采取的主要设计指标

在环保设计中将暂参照已有的输变电工程与环境保护有关的设计规定以及交流特高压示范工程的相关标准。

(2) 本工程拟采取的主要防治措施

1) 路径选择、设计阶段

a. 线路选线时，尽量避开民房、各类自然保护区等环境敏感、保护目标，减少拆迁民宅的数量，对拆迁的民房将按照国家的规定予以安置。

b. 优化基础设计，尽量少占土地、减少土石方开挖量及水土流失等。

c. 无线电干扰，尽可能选择大直径导线、母线，并在设备定货时要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕，降低无线电干扰水平。

d. 跨越河流时，尽量不在水中建塔，避免线路对航运和河道泄洪能力的影响。

e. 公路、铁路、通讯线、电力线、河流交叉跨越时，严格按照有关规范要求留有足够净空距离。

2) 施工期间

a. 合理制定施工方案，加强施工管理，减少占用临时施工用地。

b. 施工期间要注意对周围生态和环境的保护，用地完成后对临时征用土地立即进行恢复，并对损坏的部分按国家规定进行补偿。

c. 线路施工、架设时积极采取措施，减少对交通运输的影响。

d. 施工期注意对景观及可能发现的文物进行保护。

e. 通过加强施工期的环境管理，减少施工活动对环境的影响。

3) 运行期间

a. 线路尽量不使用拉线塔而采用自立式直线塔，以便少占土地。

b. 建立各种警告、防护标识，避免意外事故。

c. 对当地群众进行有关高压送电线路和变电站设备方面的环境宣传工作。

12.6 水土保持

(1) 水土流失防治责任范围

水土流失防治责任范围依照“谁开发谁保护，谁造成水土流失、谁负责治理”原则和《开发建设项目水土保持方案技术规范》中的有关规定，本工程水土流失防治责任范围包括项目建设区，具体为：

1) 工程永久性占地区：工程永久性占地包括线路塔基占地范围。

2) 施工临时占地区：施工临时占地区包括施工临时道路、施工堆料场、牵张场地、线路弃渣处置点、施工临时占地等。本工程水土保持防治责任范围见下表。

表 12.6-1 水土流失防治责任范围

水土保持分区		水土保持责任范围
项目建设区	永久性占地	线路塔基
	临时占地	牵张场地
		施工临时公路
		人抬简易道路
		施工堆料场
		线路施工临时占地
		线路弃渣处置点

(2) 水土流失防治方案

1) 水土流失防治分区及水土保持措施总体布局

根据工程占地类型、占用方式、工程施工布置及建设顺序、工程地区水土流失状况及水土流失防治目标等特性，结合区域自然环境状况进行水土流失防治分区。

2) 分区治理方案

a. 主体工程设计中具有水土保持功能的工程措施及评价。根据主体工程设计资料，分析其具有水土保持功能的工程措施及其它措施，从水土保持的角度分析其水土保持功能及效果，并对其进行评价。

b. 工程永久性占地区水土保持措施：根据对主体工程具有水土保持功能的工程措施的评价结论，提出水土保持补充措施，按照国家水土保持工程制图的要求，绘制补充措施的设计图。

c. 工程临时占地性水土保持措施：主要从水土保持的角度出发，提出工程施工场地布置要求，施工过程中的水土保持要求等。

d. 水土保持措施实施计划：根据主体工程计划进度及水土保持设施“三同时”的要求，提出水土保持措施的实施计划进度。

13 劳动安全

本工程位于秦皇岛市青龙县境内，全线地形主要为丘陵和山地，应根据施工季节采取相应的劳动安全措施；输电线路在施工时，会受到邻近输电线的影响，产生电磁感应电压，施工时应遵守《电业安全工作规程》中的有关规定，落实好劳动安全保障措施；在在基坑开挖和高空组塔、架线作业时，制订安全施工措施，确保人身和设备的安全。

14 运行维护

本工程配备的生产运行交通工具按安装工程费的 0.25%计取费用列入工程概算。

本工程处于无线通信的覆盖区域，不需要配备运行维护和检修通信方式和设备。

15 特殊施工方案

经现场勘查，本工程没有特殊施工地段。