

检索号：FH-S02110S-A01-01

# 110kV 红坡线 020#~022#段迁改工程

施工图设计阶段

## 施工图设计说明书

成都峰海工程技术咨询有限公司

工程设计资格证书：乙级 证书编号：A251013100

工程勘察证书：乙级 证书编号：B251304419


二〇二一年十二月


成 都

## 110kV 红坡线 020#~022#段迁改工程

### 施工图设计阶段

批 准：

审 核： 

校 核： 

编 写：  

## 110kV 红坡线 020#~022#段迁改工程

## 施工图设计阶段

## 卷 册 总 目 录

综合部分		
第一卷	施工图说明书、材料表及附图	FH-S02110S-A01
电气部分		
第一卷	机电安装图	FH-S02110S-D01
结构部分		
第一卷 第一册	1C1W9-J1 单回路转角塔结构图	FH-S02110S-T0101
第二册	1C1W9-J2 单回路转角塔结构图	FH-S02110S-T0102
第二卷	基础配置表及基础施工图	FH-S02110S-T02

## 目 录

第一章 总述.....	5
1.1 工程编号及名称.....	5
1.2 工程设计的主要依据.....	5
1.3 工程建设规模及设计范围.....	6
1.4 对可研代初步设计审查意见的执行情况.....	6
第二章 线路路径.....	6
2.1 路径选择的基本要求.....	6
2.2 迁改起止点.....	7
2.3 路径.....	7
2.3 沿线地质情况.....	8
2.5 线路交通情况.....	10
2.6 交叉跨越、林木砍伐、房屋拆迁及其他.....	10
2.7 路径协议及通道清理.....	11
第三章 机电部分.....	11
3.1 气象条件.....	11
3.2 导线和地线.....	12
3.2.1 导线型号.....	12
3.2.2 地线型号.....	13
3.3.3 导线设计张力及保护.....	13
3.4 绝缘配合.....	14
3.4.1 污秽等级的确定.....	14
3.4.2 绝缘子型式.....	14
3.4.3 塔头空气间隙.....	15
3.5 防雷保护与接地.....	15
3.5.1 防雷保护.....	15
3.5.2 接地装置.....	15
3.6 绝缘子串及金具.....	16
3.7 导线换位及换相.....	16
3.8 导线对地和交叉跨越距离.....	17

3.9 视频监控装置简介.....	17
第四章 杆塔部分.....	29
4.1 杆塔塔设计采用的主要规范、规程及规定.....	29
4.2 杆塔设计条件及塔型规划.....	30
4.3 杆塔材料标准.....	31
4.4 螺栓的防盗、防松、防腐.....	31
4.5 登塔设施.....	32
4.6 塔腿、接地孔设置具体要求.....	32
4.7 杆塔加工及施工要求.....	33
4.8 铁塔其它加工要求.....	38
4.9 防坠落装置.....	39
第五章 基础部分.....	44
5.1 采用的主要规范、规程及规定.....	44
5.2 基础选型原则.....	44
5.3 地质条件.....	45
5.3 水文条件.....	45
5.4 基础形式.....	46
5.5 基础优化.....	48
5.6 杆塔与基础连接方式.....	49
5.7 材料标准.....	49
5.8 基础施工图纸的说明.....	50
5.9 基础边坡的确定及处理.....	51
5.10 基础施工的一般要求.....	53
5.11 掏挖基础施工要求.....	55
5.12 直柱板式基础施工要求.....	57
5.13 基础施工注意事项.....	58
5.14 生态环境的保护.....	59
5.15 塔基周围岩体的防风化处理及危石清理.....	60
5.16 爆破施工的有关说明.....	61
5.17 其它.....	61
第六章 通信保护.....	61

6.1 设计原则.....	61
6.2 对通信线路的影响及其防护措施.....	61
6.2.1 工程概述.....	61
6.2.2 沿途电信设施情况.....	61
6.2.3 危险影响、干扰影响及防护措施.....	62
6.3 无线电设施.....	62
第七章 辅助设施.....	62
7.1 运行维护人员的编制.....	62
7.2 备品备件.....	62
7.3 交通工具.....	62
7.4 维护通信.....	63
7.5 杆塔编号及相位标志.....	63
第八章 节能、环保、劳动安全、抗灾措施.....	63
8.1 节能标准及节能规范.....	63
8.2 节能措施.....	63
8.2.1 考虑经济电流密度、合理选择导线截面.....	63
8.2.2 导线材质和构造选择.....	63
8.2.3 采用节能金具.....	63
8.3 基础.....	64
8.3.1 基础.....	64
8.4 环保措施.....	64
8.5 劳动安全.....	64
8.6 抗灾措施.....	65
第九章 施工说明及要求.....	65
9.1 施工质量及使用器材的要求.....	65
9.2 线路通道对树林、竹林的砍伐要求.....	65
9.3 结构部分施工注意事项.....	66
9.3.1 杆塔部分.....	66
9.3.2 基础部分.....	66
9.4 架线、施工的要求.....	68
第十章 运行维护注意事项.....	70

10.1 运行注意事项.....	70
10.2 杆塔编号.....	70
10.3 相位标志.....	70
第十一章 附件.....	70

## 第一章 总述

### 1.1 工程编号及名称

工程名称： 110kV 红坡线 020#~022#段迁改工程

工程设计编号： FH-S02110S

### 1.2 工程设计的主要依据

- 1) 国家相关政策、法规和规章。
- 2) 勘测设计合同。
- 3) 本工程初步设计文件及其审查意见。
- 4) 工程设计有关的规程、规范。
  - a. 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）；
  - c. 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》（GB / T 50064-2014）；
  - d. 《输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》（DLT 5033-2017）；
  - e. 《交流架空输电线路对无线电台影响防护设计规范电力标准》（DL/T 5040-2017）；
  - f. 《电力工程气象勘测技术规程》（DL/T 5185—2012）；
  - g. 《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T 5154—2012）；
  - h. 《建筑结构荷载规范》（GB 50009—2012）；
  - i 《钢结构设计规范》（GB 50017—2017）；
  - j. 《电力设施抗震设计规范》（GB 50260—2013）；
  - k. 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2011）；
  - l. 《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）；
  - m. 《工程建设标准强制性条文》（电力工程部分 2016 版）。
  - n. 《南方电网输配电线路交叉跨越专项反事故措施》（南方电网生技



[2017]22 号)。

电力设施保护条例等；

其它相关的现行国家、行业有关法律、法规和规范；

5) 城乡规划、建设用地、水土保持、环境保护、防震减灾、地质灾害、压覆矿产、文物保护及劳动安全卫生等相关依据。

### 1.3 工程建设规模及设计范围

1) 在原路径通道中的 020#小号侧约 77 米处，新立 1 基耐张塔，左转避开天涯海角站单身宿舍等建筑物，在二级风景林区内新建 1 基转角塔，跨过其中林地，在 22 大号侧约 10 米新立 1 基耐张塔，接入原线路。以解决天涯海角站内 021#塔拆除问题，本次迁改后新建线路长度约 0.485 千米，需拆除原线路 1 基直线双杆，2 基耐张塔，导、地线拆除长度约为 0.402 千米；新立 3 基耐张塔。以及新形成红坡线 11#~20#(N1) 约 2.173 千米导、地线弧垂调整和红坡线 N3~24#约 0.365 千米导、地线弧垂调整。

2) 对邻近电信线路、无线电台等干扰与危险影响的保护设计。

3) 运行维护的辅助设施设计。

### 1.4 对可研代初步设计审查意见的执行情况

本工程施工图严格按照可研代初步设计审查意见进行编制。审查相关文件见后附附件。

## 第二章 线路路径

### 2.1 路径选择的基本要求

本工程新建线路路径方案拟定遵循的原则如下：

- 根据电力系统要求，兼顾其它线路走廊，综合考虑线路长度、地形地貌、地质、水文气象、冰区、交通、林木、矿产、障碍设施、交叉跨越、施工、运行及地方政府意见等因素、进行多方案比较，使路径走向安全可靠，经济合理，远近结合。

- 避开沿线乡镇规划区，军事设施、大型工矿企业及重要通信设施，减少线路工程建设对地方经济发展的影响。
- 尽量靠近现有公路(高速公路除外)、充分利用各支公路及机耕道，以减小人力运输距离，便于施工及运行维护。
- 尽量缩短线路路径的长度，降低整个工程造价。
- 尽量避让 I 级通信线路(架空或地埋)、无线电设施、电台、飞机导航台等。
- 避开滑坡、泥石流等自然灾害的区段。
- 跨越河流时，尽量利用地势、缩短档距。充分考虑地形、地貌、避免大档距、大高差、相邻档距相差悬殊地段，并力求避开严重覆冰地段。
- 尽量避开文物保护区、风景区、大型水库、成片住房区、厂矿、林区、自然保护区和沿线规划的森林公园等，减少林木砍伐赔偿费用。
- 尽可能减少与已建 110kV 及以上送电线路、高速公路及铁路等的交叉跨越，特别是主干线路及重要用户的送电线路等，以方便施工，降低施工过程中的跨越措施费用、停电损失及赔偿费用。

## 2.2 迁改起止点

本迁改方案以小号侧至大号侧作为前进方向。

起点位于红坡线 001#塔，止点位于红坡线 006#塔。

## 2.3 路径

线路路径与可研代初步设计保持一致。其方案为：在原路径通道中的 020#小号侧约 77 米处，新立 1 基耐张塔，左转避开天涯海角站单身宿舍等建筑物，在二级风景林区内新建 1 基转角塔，跨过其中林地，在 22 大号侧约 10 米新立 1 基耐张塔，接入原线路。以解决天涯海角站内 021#塔拆除问题，本次迁改后新建线路长度约 0.485 千米，需拆除原线路 1 基直线双杆，

2 基耐张塔，导、地线拆除长度约为 0.402 千米；新立 3 基耐张塔。以及新形成红坡线 11#~20# (N1) 约 2.173 千米导、地线弧垂调整和红坡线 N3~24# 约 0.365 千米导、地线弧垂调整。

## 2.3 沿线地质情况

### (1) 地形地貌

海南岛受构造控制，地形是以五指山为中心的穹隆状，环状递降以山岳、丘陵、台地、阶地和滨海平原，河流呈放射状流入大海。西环货运线改造段位于沿海平原、山前丘陵及其过渡带上。改造铁路穿越滨海河流冲洪积平原区、构造剥蚀低山丘陵两个地貌单元。

滨海河流冲洪积平原区。区内地形开阔广袤，波状起伏，植被发育，人员稠密，多开垦为稻田、蔬菜大棚基地，近海地带还常见人工开挖的养殖池分布。地层主要以海相沉积为主，部分地段表层分布较厚的河流冲洪积松散砂层及粘性土，在崖州站附近分布有深厚松软土、软土。沿覆盖层差异大，一般厚 10~80m，局部基岩埋深浅仅厚 2m。

构造剥蚀低山丘陵区，为花岗岩类丘陵、残丘区，海拔高程 30~250m，相对高差 20~200m，地形起伏较大，自然坡度 10~40°，丘坡上植被发育，与平原过渡缓坡地带多开辟为果园，陡坡地带多为林地、荒山。段内覆盖层厚度一般为 0~10m，花岗岩类风化壳厚度差异大，差异风化强烈，天涯海角站附近地表球状风化发育，局部顺斜坡槽谷滚落堆积，形成岩堆体。

### (2) 地层岩性

沿线穿越的地层主为第四系松散堆积层，上第三系松散或弱固结、半成岩和黏性土、各类砂土，中生界岩浆岩。各种成因的第四系和上第三系堆积层累计厚度在不地段可达 5~220m。

### (3) 地质构造

本区大地构造位置分属华南褶皱系、印支—南海准地台，以九所陵水

深大断裂为界，其北侧线路位于华南褶皱系之五指山断拗带，其南侧线路位于印支—南海准地台之崖悬台皱带。

场区褶皱不发育，断裂构造发育，构造格架由近东西向、北东向、北西向断裂组成。东西向断裂最早，奠定了本区早期构造格架；北东向断裂规模较大，分布较广；北西向断裂是区内相对最新的构造形迹、往往切过了近场内的老断裂，控制了区内的小震活动和热泉分布。

本区的新构造活动表现为缓慢抬升，区内无明显的差异性断块运动，地震活动也相应较弱，地震活动水平不高，对场区有影响的历史地震主要为琼山 7.5 级大地震、三亚崖城 4.5 级地震、1995 年东方近海 5.2 级地震。历史地震对场区的最大影响烈度为 V 度，区内震源深度优势分布范围为 10~15km。

#### （4）地震动参数

依据沿线剪切波测试结果，全线均属 II 类场地，地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

#### （5）水文地质特征

海南岛上为独立水系，地表水系呈放射状注入大海。近中心地带呈树枝状、叶脉状，外环下游区河谷漫滩宽阔。大部分河流流域不大，流程也短。沿线跨越河流主要有宁远河，均不通航。

沿线地下水的埋藏条件和富集规律，受气象、地形和岩性、构造等多种因素控制，从山前坡麓到滨海平原，分选性由单元结构渐变到法规元或多元结构，富水性由差变好，含水层由薄变厚。岩浆岩地区节理不发育，地下水量一般不丰富。沿线地下水为第四系松散层类孔隙水、基岩裂隙水两大类。

##### 1) 第四系松散层类孔隙水

广泛分布于滨海海积平原和河谷堆积平原，含水层为第四系松散层和

上第三系砂层，成因复杂。第四系全新统沉积厚度大，地下水埋深浅，以潜水为主，含水层以粉土、砂、砂砾石及粉质黏土为主，局部为微承压水，遍布平原区，富水等级为丰富。上第三系含水砂层以粉砂、砂砾石为主，夹于厚层弱固结半成岩的黏土中，部分具承压性。受大气降水和地表水补给，水位随季节变化，富水等级为贫乏~中等。

#### 基岩裂隙水

基岩裂隙水赋存于岩浆岩地层，可分为构造裂隙水和风化带网状裂隙水。因地表起伏较大，径流快，汇水面积小，植被稀疏，残积层厚，补给条件差，加上降水相对较淡季，因而水量普遍较贫乏。风化带网状裂隙水分布面广，各种岩层风化带厚薄不均，变幅也较大。地下水贮存和被给条件较差，故富水等级为贫乏。

#### (6) 主要的工程地质问题

纵观全线，多为平原和浅丘区，局部为低山丘陵，工程地质条件较简单。沿线主要的工程地质问题有岩堆、高地温、放射性、软土、松软土、人工填土、风化岩及残积土。

### 2.5 线路交通情况

本期改造段沿线有在建的西环高铁临时便道可以利用(在测量时有大部分不能通行车辆了，需绕道行走)，改造点基本在该铁路两侧或者交叉走线，交通情况不太便利。

人力运输距离为 0.3km。

汽车运输距离为 50km。

### 2.6 交叉跨越、林木砍伐、房屋拆迁及其他

本迁改工程无重要交叉跨越及房屋拆迁，无需办理跨越手续；若在施工过程中涉及林木砍伐，必须先确认该处林木的产权单位并办理好相关手续。主要交叉跨越如下表：

被跨越物名称	跨越次数	备 注
高速铁路	3 次	
机耕道	3 次	
10kV	2 处	调整弧垂段
河沟	2 处	调整弧垂段，宽约 3 米
公路	1 处	调整弧垂段
西环高速公路	1 次	调整弧垂段
乡村道路	2 次	调整弧垂段

## 2.7 路径协议及通道清理

本工程在现状架空线路迁改已向规划部门报审，并取得同意的书面意见，见附件。

## 第三章 机电部分

### 3.1 气象条件

根据所收集资料，线路设计风速为 35m/s(风速对应的基准高度为 15m)最高气温为 40℃、结合线路路径、高程及地形、地势进行综合分析，参照该片区设计线路附近的已建成并运行多年 110kV 线路及其他 220kV 线路的设计、运行资料，确定本工程使用如下气象条件组合：

设计用气象条件组合

气象条件	气温 (℃)	风速 (m/s)	冰厚 (mm)
最高气温	40	0	0
最低气温	0	0	0
年平均气温	20	0	0
最大风速	20	35	0

操作过电压	20	18	0
大气过电压	15	15	0
安装情况	5	10	0
覆冰	0	0	0
年均雷电日 (日)	120		

### 3.2 导线和地线

#### 3.2.1 导线型号

根据可研代初步设计审查意见、原线路及系统要求，同时考虑已建线路导线情况，本工程线路迁改导线采用 JL/LB1A-240/40 型钢芯铝绞线，安全系数为 2.5，最大使用应力 117.92MPa。

#### 导线主要参数

比较项目 \ 导线型号		JL/LB1A-240/40(GB1179-2008)
结 构 根数/直径	铝	22/3.43
	钢	7/2.67
计算截面 (mm <sup>2</sup> )	铝	240
	钢	39.1
	总计	279
外径 (mm)		21.3
计算重量 (kg/m)		0.9215
每公里导线耗量 (t/km)		2.7645
导线标称拉断力 (N)		86580
设计安全系数		2.5
最大使用应力 (Mpa)		91.55

比较项目 \ 导线型号	JL/LB1A-240/40(GB1179-2008)
平均运行应力与破坏应力之比	$\leq 25\%$
弹性模量 (N/mm <sup>2</sup> )	76000
线膨胀系数 (1/°C)	$18.9 \times 10^{-6}$
铝钢比	9.8

### 3.2.2 地线型号

本线路迁改段综合考虑线路运行维护的情况，本工程原线路地线在本改线段使用 1 根 JLB20A-80，另一根 OPGW-36B1-80 光缆联合避雷。安全系数为 3.0，最大使用应力 307.59MPa。

#### OPGW 光缆主要参数

用于冰区	0mm 冰区
OPGW 代号	OPGW-36B1-80
光纤芯数	36
OPGW 结构型式	层绞式
受力截面 (mm <sup>2</sup> )	85.07
外径 (mm) $\Delta \leq$	13.0
参考单位重量 (kg/km)	512.0
抗拉强度 (kN) $\Delta \geq$	78.5
直流电阻 20°C ( $\Omega$ /km)	0.053
弹性模量 (GPa)	122
线膨胀系数 ( $10^{-6}$ °C)	14.0

### 3.3.3 导线设计张力及保护

为了保证导\地线在长期运行中的耐振强度，在振动时的静态应力不宜



过高，必须控制在一定范围内，当平均运行应力超过规程规定的限度时，需采取防振措施。

施工图阶段均须加装防震锤，导线防振锤采用 FFH1824Y 型，地线防振锤采用 FFH0713Y 型。

### 3.4 绝缘配合

#### 3.4.1 污秽等级的确定

根据可研代初步设计审查意见及现场实际匹配，确定本工程线路全线按 C 级污区设计。本工程采用的悬垂绝缘子片数和相应的空气间隙值如下：

绝缘子片数 (片)	使用高程 (米)	最小空气间隙值 (米)			
		大气	内过	工作	带电检修
9	≤1000	1.0	0.7	0.25	1.5

#### 3.4.2 绝缘子型式

根据可研代工初步设计审查意见，本工程绝缘子采用复合绝缘子，跳线采用型号为 U70BP/146D，耐张和悬垂绝缘采用 FXBW4-110/100。本改线段海拔高程在 10~50 米之间。根据《110~750kV 架空送电线路设计技术规程》规定，本工程耐张绝缘子串采用 FXBW4-110/100 型复合绝缘子，双联成串；悬垂串绝缘子采用 FXBW4-110/100 型复合绝缘子双联成串；跳线串绝缘子采用 U70BP 型防风偏绝缘子，均为 9 成单串。根据现行规程，考虑到耐张绝缘子串悬挂方式不同于悬垂串，自洁能力较强，当按污秽条件选择并已达到规程规定的片数时，可不再考虑另行增加片数。

绝缘子主要参数一览表

型 号	主 要 尺 寸 （mm）				机 电 特 性				
	高 度	盘 径	爬 距	连接 标记	工频放电电压 (kV) 有效值不小于		雷电冲击 耐受电压 (kV)	机电破坏 负荷(kN)	参考 重量
					湿 闪	击 穿			

U70BP	146	280	450	16	45	125	130	70	5.6
FXBW4-11 0/100	112 40		315 0	16	230		120	100	7.0

### 3.4.3 塔头空气间隙

在各运行条件下带电部分与铁塔构件的最小空气间隙值应大于下表所列值：

工作状态		外过电压	内过电压	运行电压	带电作业
海拔 10m~50m	间隙值 (m)	1.0	0.7	0.25	L5

注：带电作业人员需要停留工作的部位，带电作业还应考虑人体活动范围 0.5m。

## 3.5 防雷保护与接地

### 3.5.1 防雷保护

本工程年平均雷电日为 120 天，属中雷区，新建段架设双地线进行防雷保护，地线采用直接接地方式。

气温在 15℃，无风时，档距中央导线与地线间距离 S 应符合下式要求：

$$S \geq 0.012L + 1$$

式中：

S—导线与地线间的距离（m）。

L—档距长度（m）。

导线用绝缘子数量选择能满足过电压要求。

### 3.5.2 接地装置

本线路沿线经过地区年平均雷暴日约 120 日，全线架设双避雷线。根据运行经验，雷击跳闸在事故跳闸率中占主要地位，因此尽量降低雷击跳闸率是防雷保护设计中主要解决的问题。从以往的设计和运行经验来看，线路提高耐雷水平和降低雷击跳闸率的关键是尽量改善接地系统，降低接地电阻。

为提高本工程线路的耐雷水平，接地电阻要求在 10Ω 以下，故采用地

线全线对地不绝缘，逐基杆塔直接接地，接地装置采用Φ12 镀锌圆钢接地体放射型敷设。

土壤电阻率(欧 m)	≤100	100~300	300~500	500~1000	1000~2000	2000 以上
工频接地电阻(欧)	5	10	12	15	20	27

### 3.6 绝缘子串及金具

本工程金具均采用 2011 年修定的型国家定型金具产品。与横担联结的第一个金具需考虑其强度、耐磨性及灵活性。第一个联结金具选择为 U 型挂环联结金具，其特点为转动灵活、受力合理、强度高，已在我公司设计的多条 110kV 、220kV 线路采用，运行情况良好。

高压输电线路重要跨越时，采用独立挂点的双联、双挂点型式。直线塔一般采用单串绝缘子，对重要的交叉跨越则采用双串形式，对于垂直档距过大的直线塔，为保护线夹出口导线不受损伤，采用加导线包缠物的办法。耐张塔及进出线挡均为双串绝缘子，当线路转角小于 20° 时，转角塔的内、外侧需分别装设一串跳线绝缘子串；当线路转角在 20° ~40° 时，转角塔外侧需装设一串跳线绝缘子串；当线路转角在 40° ~90° 时，转角塔的外角侧需装设两串跳线绝缘子串。

导线耐张线夹采用液压式，导线的连接均采用液压方式。三跨耐张段增设备份线夹预绞丝线夹。

各型金具均能满足《规程》中要求的安全系数，最大使用荷载情况≥2.5，事故断线时≥1.5。根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)，普通地段金具强度的安全系数为最大使用荷载情况不小于 2.5，事故情况不小于 1.5。本工程金具串型施工采购前需先试组无误后方可批量采购。

### 3.7 导线换位及换相

本工程为原线路迁改新建，根据设计规范要求，本线路导、地线不需

换位。迁改线路两端起止点相序一致，不需换相。

### 3.8 导线对地和交叉跨越距离

导线对地和交叉跨越最小距离表：

被跨越物名称	最 小 垂 直 距 离
电气化铁路	至轨顶 12.5 米
公 路	至路面 8 米
不通航河流	至百年一遇洪水位 4 米，冬季至冰面 6.5 米
弱电线路	4 米
电力线路	4 米
特殊管道	5 米
建筑物	6 米

在施工复测过程中，对重要交叉跨越应重点复核，若有不符及时与设计联系。

### 3.9 视频监控装置简介

#### ①系统概述

随着电力系统规模的扩大，高压远距离架空输电线路日益增多。高压输电线路分布范围广，穿越地区地形复杂、气候条件多变，传输距离远，时常发生输电线路事故。视频在线监测系统，以高灵敏度的即时拍摄监控现场视频录像以及即时抓拍检测现场图片，实现现场实时不间断的即时图片信息数据的采集、通信、分析、处理和应用的一体化，有效解除各监察点人力不足及因工作形式单调乏味而易麻痹疏忽等因素造成的隐患。

视频监控系统可以通过遥控摄像机及其辅助设备（镜头、云台等）直接观看被监视场所的一切情况，使被监控场所的情况一目了然。

本着系统既要先进、实用、成熟、可靠，又要做到系统开放性、可扩展性好，兼顾投资合理、效益最佳的目的。视频监控对现场设备进行集中监视、控制和管理，使这些设备得以安全、可靠、高效地运行最大限度地

发挥智能管理的作用，创造安全、健康、舒适宜人和能提高工作效率的优良环境节约能源并减少维护人员。视频监控装置图片如图 1 所示：



图 1 视频监控装置

## ②系统组成

### 1) 工作原理

系统由三部分组成，分别是远程视频采集监控终端（下位机），视频监控服务器和视频监控客户端。远程视频采集监控终端是一台高性能的嵌入式智能设备，它部署在视频监控的现场，将实时采集到的现场视频数据进行压缩编码，利用 4G 网络传输或者光纤宽带传输将数据以 IP 包的方式发送到监控服务器。

视频数据监控服务器和视频数据监控客户端分别是装有远程视频数据监控服务端软件和客户端软件的 PC 机，它们都连接在互连网络上，由于远程数据视频采集器没有固定的 IP 地址，所以客户端主动去浏览监控视频和设置监控参数都是通过服务器来中转的。

## 2) 总体结构组成

视频监控系统总体结构图如图 2 所示，本次设计方案中，系统分为如下几个部分，每部分的基本功能和组成如下：

a). 前端视频数据采集部分：通过网络摄像机实现对各个监控区域的图像采集，主要的设备包括有：枪机、球机、半球、网络球机、云台+枪机等。摄像部分最主要的就是摄像并输出视频信号，这一部分的设计主要考虑各种摄像机的参数，根据工程现场的需求选择最合适的摄像机。

b). 视频数据传输部分：简单来说就是视频线把信号送到显示及控制设备。主要包括视频线，当然也有电源线，在工程实际中可能也会有非屏蔽的网线以及光缆。这个在设计阶段主要考虑施工时的走线路由及所采用的线槽线管。

c). 视频监控中心部分：视频监控中心是将前端采集的视频图像信息通过软件解码，转化为图像信号传送到监视器上，形成直观图像信息并且显示出来，同时对视频信息按照存储策略进行存储。通过网络监控中心管理平台对整个系统进行统一操作、配置、管理，其中主要设备网络监控中心管理平台、监控录像主机、大尺寸电视等设备。

d). 监控终端部份：监控终端主要功能是监看实时视频画面、查询回放录像、抓拍图像、手动录像，主要包括监控客户端、多路视频解码器。

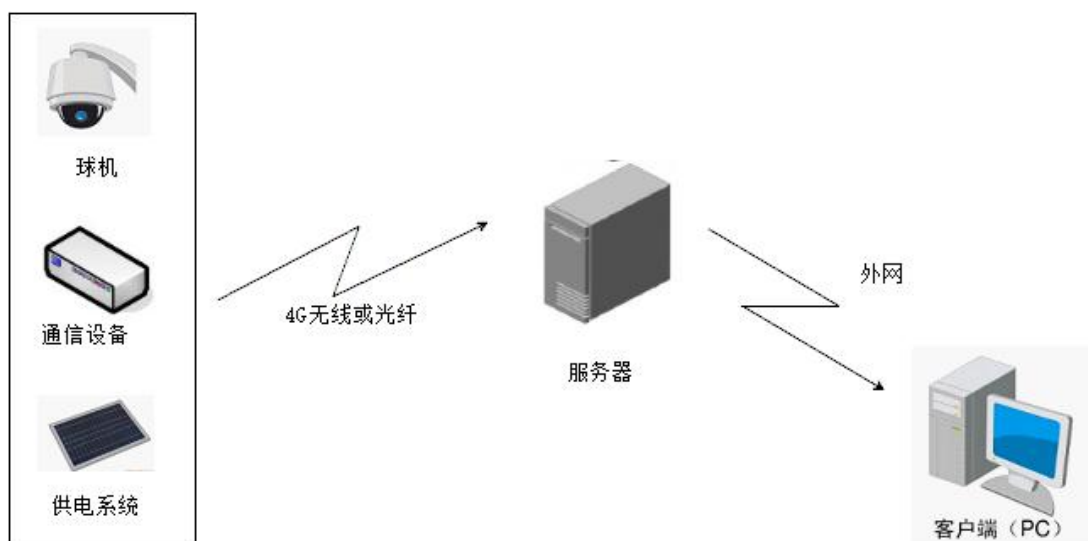


图 2 网络监控系统总体结构图

## 2. 1) 前端视频监控部分

前端设备组成如图 3 所示。

a). 视频数据采集设备：高清网络摄像机、红外网络摄像枪和红外网络半球等设备。

b). 辅助设备包括：安装支架、电源设备等。



图 3 前端设备组成结构图

球形摄像机对杆塔本体、线路本体、及通道环境进行实时图像采集，采集的视频及图像通过 4G 通信或者光纤宽带网络传输至中心站，中心站根据设备图像健康状态表达模型及健康指示参数，运用智能决策算法诊断出

设备当前的健康状态，并预测设备寿命。

视频采集设备的安装位置如图 4 所示，塔体上安装摄像机 1 台对线路本体及线路区域环境进行观察；



图 4 摄像头安装位置

## 2.2) 传输网络部分

### a). 4G 无线网络传输

4G 是第四代移动通信及其技术的简称，是能够传输高质量视频图像以及图像传输质量与高清晰度电视不相上下的技术产品。4G 的概念可称为广带接入和分布网络，具有超过 2Mbps 的非对称数据传输能力，对全速移动用户能提供 150Mbps 的高质量的影像服务，并首次实现三维图像的高质量传输，无线用户之间可以进行三维虚拟现实通信。它包括广带无线固定接入、W-LAN、移动广带系统和互操作的广播网络。在不同的固定无线平台和跨越不同频带的网络中，4G 可提供无线服务，并在任何地方宽带接入互联



网（包括卫星通信和平流层通信），提供信息通信以外的定位定时、数据采集、远程控制等综合功能。同时，4G 系统还是多功能集成的宽带移动通信系统，是宽带接入 IP 系统。4G 网络结构如图 5 所示。



图 5 4G 网络结构图

4G 网络具有以下优点：

◆网络频谱宽

要使 4G 通信达到 100Mbps 的传输速度，那么通信营运商必须要在 3G 通信网络的基础上进行大幅度的改造和研究，使 4G 网络在通信带宽上比 3G 网络的蜂窝系统的带宽高出许多。估计每个 4G 信道会占有 100MHz 的频谱相当于 W-CDMA3G 网络的 20 倍。

◆通信速度快

由于研究 4G 通信的最开始目的就是提高蜂窝电话和其他移动装置无线访问 Internet 的速率，所以 4G 通信给人印象最深刻的特征是它具有更快的无线通信速度。

◆从移动通信系统数据传输速率作比较，第一代模拟式只能够提供语音服务；第二代数位式移动通信系统传输速率才 9.6Kbps，最高可以达到

32Kbps，比如 PHS；第三代移动通信系统数据传输速率能够达到 2Mbps；而第四代移动通信系统传输速率可以达到 20Mbps，甚至最高能够达到高达 100Mbps。

#### ◆通信灵活

未来的 4G 通信使人们不仅可以随时随地通信，更可以双向下载传递资料、图画、影像，当然更可以和从未谋面的陌生人网上联线对打游戏。也许有被网上定位系统永远锁定无处遁形的苦恼，但是与它据此提供的地图带来的便利和安全相比，这简直可以忽略不计。

#### b). 光纤传输

光纤通信是现代通信网的主要传输手段，它的发展历史只有约 20 年，已经历 3 代：短波长多模光纤、长波长多模光纤和长波长单模光纤。采用光纤通信是通信史上的重大变革，进入 21 世纪后，由于因特网业务的迅速发展和音频、视频、数据、多媒体应用的增长，对大容量（超高速和超长距离）光波传输系统和网络有了更为迫切的需求。光纤通信与以往的电气通信相比，主要区别在于它有很多优点：

◆传输频带宽、通信容量大；传输损耗低、中继距离长

◆容量大。光纤工作频率比目前电缆使用的工作频率高出 8—9 个数量级，故所开发的容量很大。

◆衰减小。光纤每公里衰减比目前容量最大的通信同轴电缆的每公里衰减要低一个数量级以上。

◆体积小，重量轻。同时有利于施工和运输。

◆防干扰性能好。光纤不受强电干扰、电气化铁道干扰和雷电干扰，抗电磁脉冲能力也很强，保密性好。

◆节约有色金属。一般通信电缆要耗用大量的铜、铝或铅等有色金属。光纤通信的发展将为国家节约大量有色金属。

光纤芯数用途都是用来传输的。光纤两端使用 2 芯光纤的设备具备双光口，两个光口分别担负着收和发的功能，由于使用 2 芯光纤，设备收光、发光分别分开不同纤芯传输光信号。收发可以使用一波长光而相互不受干扰。从本质来说，2 芯光缆就可传输信号，双工方式。

### 2.3 ) 监控中心部分

监控中心主要功能为：监控管理、图像监控、图像存储等。主要由 NVR、监控中心管理服务器、查询播放客户端等组成。

监控中心管理服务器是监控专用嵌入式服务器，是监控系统的中心管理平台。作为查询播放客户端软件的登录服务器，监控中心管理服务器能自动搜索获取所有的监控点信息，生成一个详细的监控点列表。

### 2.4 ) 存储部分设计

数据的存储对监控来说是非常重要的，特别是事后取证，对录像进行调阅等操作决定着应对突发事件的处理效率。针对本方案，建议采用分布式集中存储，并配合 NVR 采用前端网络摄像机的 SD 卡存储，实现 ANR 存储，确保了系统的稳定性、可靠性。

针对本方案的存储特点作如下介绍：

- ◆在监控中心和分控中心分别部署存储系统，实现分布式集中存储；
- ◆采用基于 iSCSI 技术的 IP SAN(Storage Area Network)解决方案；
- ◆采用 RAID5 等存储技术，提高数据存储的安全性、可靠性；
- ◆基于 IP 网络进行存储，实现随时随地调看存储资料。
- ◆采用 ANR 技术，保证录像数据、告警数据、抓拍数据的完整性。

ANR 技术应用于防止前端录像丢失的场景下，即当 NVR 和前端网络摄像机之间的链路出现故障，如断链、NVR 断电等，通过网络摄像机自带的 SD 卡能够自动对前端视频进行数据存储，可存储的内容包括视频录像、告警图像抓拍、告警日志等，直到链路恢复正常，再将这些数据回传至 NVR，真

正确确保了整个系统的安全可靠性和数据的完整性。

### ③系统功能特点

#### 3.1) 系统主要功能

- a). 系统提供高清质量的的图像，实现二十四小时不间断图像传输；
- b). 系统提高丰富的存储策略，拥有安全、可靠的数据存储机制；
- c). 系统能够支持双向语音对讲；
- d). 系统能够提供丰富的录像管理策略和检索功能；
- e). 系统具备良好的开放性和扩展性；
- f). 系统提供电信级的管理功能，支持运营级的授权管理；
- g). 系统能够长时间稳定、安全、可靠运行；
- h). 系统支持平滑升级扩容；

#### 3.2 )系统主要特点

a). 先进性：基于最新的网络视频监控系统来进行设计，以先进、成熟的网络监控技术进行组网，支持图像和数据的 LAN 实时传输及多路实时集中监控。

b). 经济实用性：充分考虑用户实际需要和信息技术发展趋势，根据用户现场环境，设计选用功能和适合现场情况、符合用户要求的系统配置方案，通过严密、有机的组合，实现最佳的性能价格比，以便节约工程投资，同时保证系统功能实施的需求，经济实用。

c). 开放性：考虑到系统投资的长期效益，设计与选型注重开放性，图像监控系统中各产品符合国际标准以及有关国家标准和行业规约等，满足系统的可扩展性和可移植性，使其他计算机网络用户便于浏览和查询。图像监控系统的软、硬件应采用模块化结构，便于图像监控系统的扩容和升级。

d). 可扩充性：系统设计中考虑到今后技术的发展和使用的需要，具有更新、扩充和升级的可能。并根据今后该项目工程的实际要求扩展系统功

能，同时，本方案在设计中留有冗余，以满足今后的发展要求。

e). 可靠性与安全性：系统的设计应具有较高的可靠性，在系统故障或事故造成中断后，能确保数据的准确性、完整性和一致性，并具备迅速恢复的功能，同时系统具有一整套完成的系统管理策略，可以保证系统的运行安全。

#### ④系统设计要求

##### 4.1) 工作环境要求

- a). 环境温度： $-25^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 。
- b). 相对湿度：5%RH~100%RH。
- c). 大气压力：550hPa~1060hPa。

##### 4.2) 工作温度

- a).  $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 。

##### 4.3) 结构与外观

a). 各部件外表面应光洁、平整，不应有凹痕、划伤、裂缝、变形等缺陷。

- b). 应满足 GB4208 中规定的外壳防护等级 IP66 要求。

各零部件应安装正确，牢固可靠，操作部分不应有迟滞、卡死、松脱等现象。

#### ⑤ 技术参数

##### 5.1 ) 云台

- a) 旋转范围：水平  $0 \sim 355^{\circ}$ ，垂直  $+60 \sim -60^{\circ}$ 。
- b) 旋转速度：水平  $0.1^{\circ}/\text{s} \sim 5^{\circ}/\text{s}$ ，垂直  $0.1^{\circ}/\text{s} \sim 5^{\circ}/\text{s}$ 。
- c) 预置位数量： $\geq 128$ 。
- d) 预置位精度误差： $\leq 0.1^{\circ}$ 。
- e) 云台的安装精度：水平度  $\leq 0.25^{\circ}$ ，方位定标误差  $\leq 0.25^{\circ}$ 。

f) 全景拍照扫描时间应 $\leq 15$  分钟。

## 5.2 ) 图像/视频监测单元

- a) 成像器件：彩色&黑白双 CCD 成像器件。
- b) 像素： $\geq 1280 \times 720$ 。
- c) 最低照度： $\leq 0.0001\text{Lux}$ （黑白）； $0.01\text{Lux}$ （彩色）。
- d) 聚焦方式：自动聚焦。
- e) 光圈控制：自动光圈。

## 5.3 ) 信息存储

装置数据存储空间应不低于 16G（满足半个月的循环视频录像）

## 5.4 ) 供电电源

- a) 宜选用单晶硅或多晶硅太阳能电池板；
- b) 太阳能板的电池的发电效率应不小于 17%；

单块太阳能电池板的尺寸不宜超过  $800\text{mm} \times 700\text{mm}$ ，在满足监测装置供电要求的情况下，尽量减小单块太阳能电池板的体积。系统供电如图 5 所示。

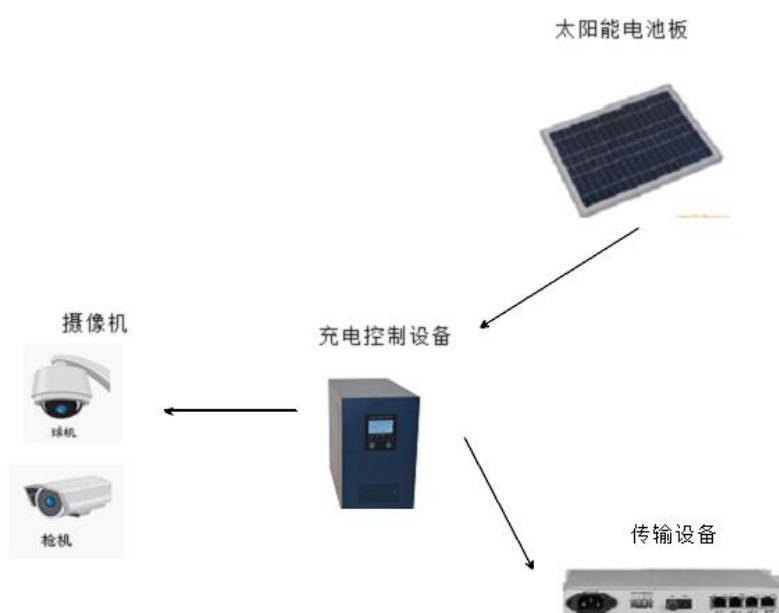


图 5 系统供电图

### 5.5 )运行方式

远程视频采集监控终端有两种工作模式，一种是自动工作模式，它根据预先设定工作模式情况时进行现场视频拍摄，然后自动将视频数据上传到视频监控服务器上，客户端可以连接上服务器下载监控视频。

另一种工作模式是受控工作模式，这种工作模式下，远程视频采集监控终端一直等待客户端发送采集视频的命令或其它控制命令，只有接收到控制命令，它才会进行相应的动作，这种模式可用于客户即时获取现场视频和实时设置工作状态。

### ⑥装置配置

视频监控装置单套配置清单

组成部分	分项项目名称	单位	数量
1. 供电子系统	单晶太阳能板	块	1
	智能充电控制单元	块	1
	专用蓄电池	块	1
2. 通讯子系统	光纤通讯或 4G 通讯	套	1
	视频压缩及控制单元（解码器）	套	1
3. 前端采集子系统	球机（分辨率 1024×768）	台	1
	主机箱	台	1
	主机支架	套	1
4. 辅件	太阳能板支架	套	1
	摄像机支架	套	1
	扩音器支架	套	1
	连接线缆	套	1



图 1 案例实拍 1

### ⑦ 项目意义

随着智能化电网的发展和业内大力的推广，输电线路在线监测系统处在逐步发展和升温阶段中，其运行安全性和可靠性越来越受到电力系统运行和管理人员的重视。提高输电线路运行和维护管理的自动化和信息化水平具有非常重要的社会意义和经济效益。

本工程在线视频监控装置，具体安装方案由中标厂家根据工程实际情况提供，监测装置的其他全部内容由中标厂家负责。

## 第四章 杆塔部分

### 4.1 杆塔塔设计采用的主要规范、规程及规定

《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)；

《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T5154-2012)；

《架空输电线路钢管塔设计技术规定》(DL/T5254-2010)；

《电力设施抗震设计规范》(GB50260-2013)；



《建筑结构荷载规范》(GB50011-2012)；

《钢结构设计标准》(GB5001-2017)；

《工程建设标准强制性条文》(2016 版电力工程部分)；

#### 4.2 杆塔设计条件及塔型规划

本工程设计气象条件、海拔范围、导地线型号、线路回路数等条件如下：

设计基本风速：V=35m/s；

最大设计覆冰： 0mm；

海拔：H < 1000m；

导线：JLB1A-240/40；

地线：一根 OPGW-36B1-80，一根 JLB20A-50；

回路：单回路架设。

本工程线路经过地区的地震基本烈度为V度，按《电力设施抗震设计规范》(GB50260-2013)规定，根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)的 10.1.16 条之规定，杆塔可不进行抗震验算。

采用的杆塔经验算均满足《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 及《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T 5154-2012)要求，所选用杆塔外形及控制尺寸详见《杆塔一览表》。

本工程迁改段铁塔采用南网 V2.0 典型设计中的 1C1W9 单回路模块。共使用 2 种塔型，铁塔使用数量 3 基，其中转角塔 3 基，占比 100%。

以上 1C1W9 模块直线塔为“猫头”型铁塔，转角塔为“干”字型铁塔，导线呈三角形排列，均按全方位长短腿设计。杆塔型式及使用数量见下表：

序号	塔型及呼高 (m)	数量 (基)	备注
1	1C1W9-J2-18	1	单回转角塔

2	1C1W9-J2-27	1	单回转角塔
3	1C1W9-J1-27	1	单回转角塔
铁塔小计数量（基）		3	

### 4.3 杆塔材料标准

（1）铁塔用钢材一般为 Q235、Q355、Q420 钢，质量等级均为 B 级；质量指标应分别符合《碳素结构钢》（GB/T 700-2006）、《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591-2018）、《钢结构设计标准》（GB 50017-2017）的要求。

（2）T 形、十字形、角接接头或厚度方向受力的焊接构件，其翼缘板等于或大于 40mm 时，宜采用抗层状撕裂的 Z 向钢材，其材质应符合现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313-2010 的规定。

（3）连接螺栓（包括脚钉）采用 6.8、8.8 级普通粗制螺栓（螺栓规格和强度级别以铁塔结构图为准）。其质量标准应符合《紧固件机械性能螺栓螺钉和螺柱》（GB/T 3098.1-2010）和《紧固件机械性能螺母》（GB/T 3098.2-2015）的要求。

### 4.4 螺栓的防盗、防松、防腐

（1）塔脚基础顶面上方 9m 高处（长短腿铁塔从最短腿的塔脚基础顶面起算）水平面以下范围的所有铁塔螺栓（包括横隔面），均使用防卸螺栓，若在 9m 高处遇有节点板或接头，该节点板或接头上的所有螺栓也均使用防卸螺栓。

（2）防卸螺栓采用双帽（内侧为紧固螺帽，外侧为防卸螺帽）且应能复紧，安装后露扣长度须满足规程要求。

（3）其它铁塔单螺帽螺栓均须采用薄螺母防松；挂线点附近承受振动部位的螺栓须带双帽。

（4）所有杆塔构件、螺栓（含防盗螺栓）均热浸镀锌防腐。

#### 4.5 登塔设施

铁塔脚钉安装原则：按铁塔施工图要求安装脚钉，脚钉一般从离地面 1.5 米处开始向上装设，间距 400~450mm，加工放样时可适当调整脚钉的位置，但斜材、辅助材与主材各排心线交点处的螺栓不能用脚钉来代替。具体安装要求如下：

a) 单回路直线塔塔身脚钉设在线路前进方向的右后角主材（D 腿）上，上字型直线塔头部设在 D 腿侧，其余直线塔头部设在 A，D 腿侧。

b) 单回路转角塔

上字型或干字型转角塔横担下平面以下的脚钉设在线路方向的内侧，横担下平面以上脚钉设在线路方向的另一侧。即：线路右转时，横担下平面以下的脚钉设在 D 腿，横担下平面以上的脚钉设在 A 腿；线路左转时，横担下平面以下的脚钉设在 B 腿，横担下平面以上的脚钉设在 C 腿。

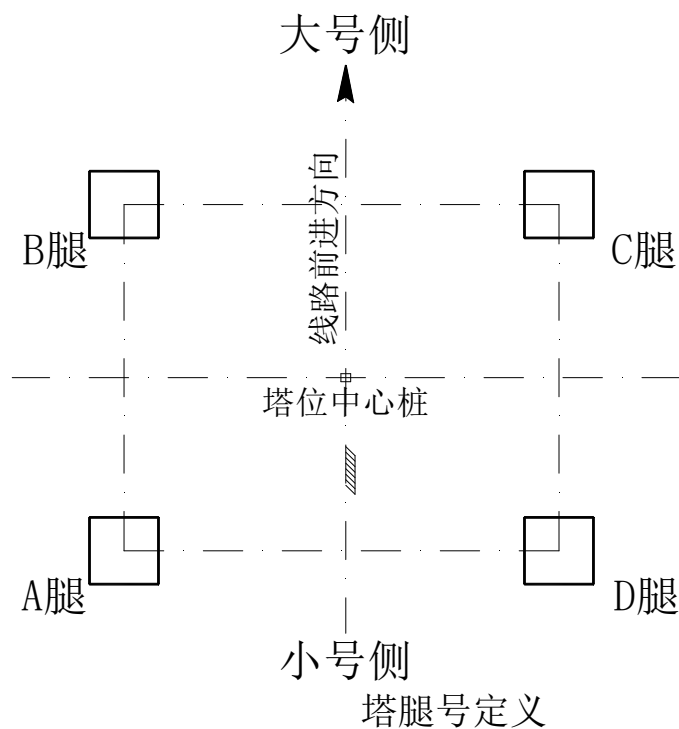
酒杯型转角塔曲臂以下的脚钉设在线路方向的内侧，曲臂以上脚钉设在线路方向的两侧。即：线路右转时，曲臂以下的脚钉设在 D 腿，曲臂以上的脚钉设在 A、D 腿；线路左转时，曲臂以下的脚钉设在 B 腿，曲臂以上的脚钉设在 B、C 腿。

转角度数为  $0^\circ$  时按右转考虑。

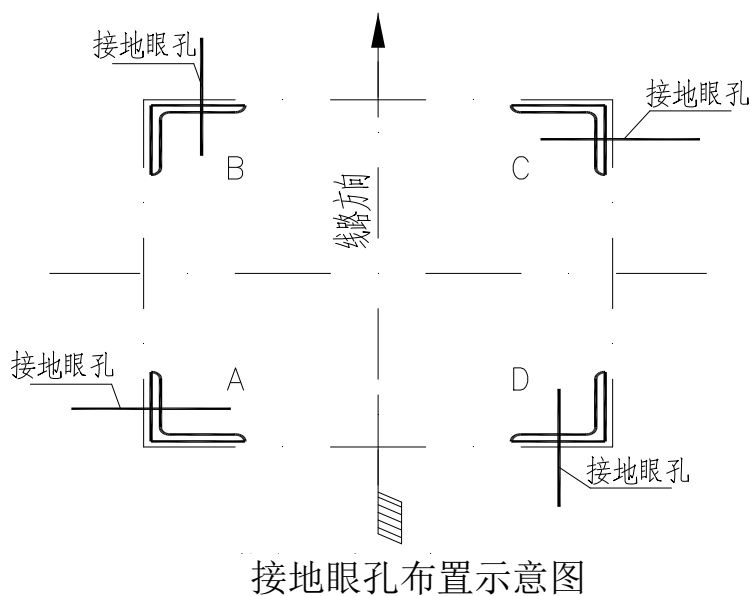
c) 双回路铁塔：从上至下均按对角线布置在 B、D 两腿。

#### 4.6 塔腿、接地孔设置具体要求

本工程铁塔按照《铁塔基础配置表》和《杆塔明细表》加工；设计塔腿号定义如下图所示。



接地眼孔布置形式如下图所示，铁塔塔腿四腿主材均需打  $2\phi 17.5$  接地孔。所有铁塔在接地孔下孔到塔脚靴板上边缘均应满足 200mm 以上。



#### 4.7 杆塔加工及施工要求

##### 1) 执行的杆塔验收规范

《110~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB50233-2014）。

##### 2) 杆塔加工、焊接的要求

### ①铁塔制造标准

铁塔加工厂家在铁塔生产制造中除按施工图中的要求及指定的规程规范之外，还必须遵照以下表中的标准的最新版本：

序号	标准号	标准名称
1	GB50205	《钢结构工程施工及验收规范》
2	GB/T3098.1	《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》
3	GB/T3098.2	《紧固件机械性能螺母、粗牙螺纹》
4	GB/T5780	《六角头螺栓 C 级》
5	GB/T41	《六角螺母 C 级》
6	GB805	《扣紧螺母》
7	GB/T700	《碳素结构钢》
8	GB/T1591	《低合金高强度结构钢》
9	GB/T470	《锌 锭》
10	SDZ025	《输电线路铁塔质量分等标准》
11	GB/T5117	《碳钢焊条》
12	GB/T5118	《低合金钢焊条》
13	CECS80	《塔桅钢结构施工及验收规程》

②铁塔加工应做到：杆塔构件的材质、规格符合设计及标准要求，构件、螺栓、垫圈等配备齐全，便于安装。

③所有铁塔的材料代用，应经设计验算同意后才能代用，以厚代薄时，其连接螺栓应相应加长，杆塔的塔头、塔身、横担及塔腿螺栓不允许丝扣进入剪切面。

④铁塔角钢长度不够长需接长者，应按规定加焊短角钢接长，其接头部分强度应大于母材强度，其数量不宜超过同截面根数的 25%；主材接头可采用内包角钢、外包板的螺栓连接方式，包角钢、包板、螺栓规格和数量与主材下端的连接相同。

⑤本工程各类铁塔，均要求 1:1 放大样核对尺寸，核对相邻构件是否相互碰撞，解决联板尺寸及角钢切角问题；当有连接板连接的节点，如

存在有负端头值的角钢，需认真计算连接角钢的负端头值，保证连接角钢的间隙不超过 10mm。各种铁塔应先放样、下料加工一基，并进行试组装，待验收合格后，才能成批生产。在铁塔放样过程中，应核对构件图面中的规格和材料表中的规格是否一致，如有差异，请通知设计院核实。

⑥在悬臂水平横担的放样尺寸计算中，要考虑预拱，图纸上有标示的，按图纸标示进行，没有标示的按规定进行，一般取  $L/100$  ( $L$  为水平横担的悬臂长)。

⑦铁塔构件的焊接，必须按规定打坡口焊透，应封闭焊，确保不流黄水，焊缝高度应满足设计要求。焊条型号的规定：Q355 钢采用 E50 焊条；Q235 钢采用 E43 焊条；当不同强度的两种钢材进行连接时，宜采用与低强度钢材相适应的焊条。严禁使用药皮脱落或焊芯生锈的焊条。构件焊接按照焊接规程、规范及有关焊接技术规定执行，保证焊缝高度不小于连接构件的最小厚度。对于较厚的焊件，按规定剖口满焊，焊缝封闭。采用超声波探伤对焊缝的内部缺陷进行检测，确保焊缝质量，为了消除焊接变形，对导线挂点、塔脚等焊接件采用可靠措施防止焊接变形，并在镀锌之前采用敲打方式释放焊接应力。

⑧所有铁塔构件和螺栓、脚钉、垫圈等均要求热镀锌防腐蚀。镀锌表面应光滑，不允许有毛刺、滴瘤与多余结块或露铁等缺陷；要求色泽一致，表面美观。

⑨铁塔所有部件要求设置标记符号，标记为“塔型(H)构件号”，例如：Q355 材质的构件前加“H”，其余材质构件不加，标记采用钢印，打钢印的字体高度 8~18mm，钢印字体深度 0.5~1mm，印在构件一端，安装后不被包铁或连板覆盖。螺栓应将其级别标记在螺头上。

⑩铁塔包装方式按段号、桩号进行单基包装，保证螺栓、垫片等的同步与配套。对于弯曲角钢、角钢焊接件不能进入包捆的，采用角钢框架和

镀锌铁线包装。包捆的捆扎采用角钢框架、螺栓的连接形式，角钢框架、螺栓全部镀锌处理。角钢框架、螺栓与塔材间加丝毯隔离，确保塔材不受损坏。镀锌钢带、包装角钢、螺栓与塔材之间加丝毯隔离，避免塔材之间、塔材与包装物之间互相磨擦，损坏镀锌层。

(11)所有铁塔各呼高的塔腿斜材连板必须按实际接腿逐基放样，不留多余孔位。

(12)全线铁塔和基础连接均为地脚螺栓连接。

(13)本工程所有直线塔导线挂孔按挂点统计表为准加工。

### 3) 铁塔安装要求

杆塔的安装应做到：构件齐全、螺栓紧固、连接紧密、构件平直、整齐美观。严禁缺件安装、下段螺栓未紧固安装上段、构件尺寸有误强行组装。

①组立铁塔之前，应对基础混凝土强度进行评估；分解组立铁塔时，基础混凝土要求达到设计强度的 70%才能立塔，整体组立铁塔时，基础混凝土要求达到设计强度的 100%才能进行。对于转角塔，应注意内角侧、外角侧横担的布置位置。

②杆塔组立过程中，应采取不导致构件变形或损坏的措施；铁塔组装一般应从下往上进行：当连接构件的通过厚度小于等于螺栓的无扣长度时，应更换螺栓或加垫圈拧紧螺栓。当铁塔组装有困难时，应查明原因，严禁强行安装，个别螺孔位置不对需要扩孔时，扩孔部分应不超过 3mm，超过 3mm 时应堵焊后重新打孔，并进行防腐处理，严禁用气割进行扩孔烧孔。有夹层的角钢和钢板严禁使用，变形超过规定的角钢和扩孔超过两个的构件都应更换。

③双主材安装必须里外同时进行，严禁先内后外分步组立，双主材就位后立即紧固螺栓，确保内外主材共同协调工作。塔身斜材安装就位时要

采取辅助措施，避免弯曲变形，就位后立即紧固交点垫铁、螺栓和支撑辅助材。

#### ④铁塔施工锚线和紧线要求

##### (1) 直线塔

在直线塔上不允许导线、地线锚线作业。直线铁塔地线按双倍起吊，导线可按双倍安装起吊。直线塔导地线施工附加荷载标准值（kN）：

电压等级 (kV)	导线		地线	
	悬垂型杆塔	耐张型杆塔	悬垂型杆塔	耐张型杆塔
110	1.5	2.0	1.0	1.5
220~330	3.5	4.5	2.0	2.0
500~750	4.0	6.0	2.0	2.0

##### (2) 耐张塔

耐张塔架线施工时，锚线和紧线操作均要求打临时拉线，临时拉线对地夹角为 30 度，最大不能超过 45 度，其方向与导、地线方向一致，临时拉线一般按平衡线条张力的 30%考虑，在特殊地形条件下，临时拉线不能满足对地夹角小于 45 度时，应同设计商量采取特殊处理措施，严禁无临时拉线进行操作。

紧线牵引绳对地夹角一般不大于 20 度，计算紧线张力时应计及线条的初伸长、施工误差和过牵引的影响，耐张塔导地线施工附加荷载标准值（kN）：

电压等级 (kV)	导线		地线	
	悬垂型杆塔	耐张型杆塔	悬垂型杆塔	耐张型杆塔
110	1.5	2.0	1.0	1.5
220~330	3.5	4.5	2.0	2.0
500~750	4.0	6.0	2.0	2.0

⑤铁塔螺栓应逐个紧固，其扭力矩不应小于下表值，且螺杆与螺母的螺纹不应有滑牙或棱角磨损的现象发生，否则应更换螺栓。



螺栓紧固扭矩标准值

螺栓规格	扭矩值 (N. m)	
	6.8 级	8.8 级
M16	120	
M20	230	
M24		500

⑥自立式铁塔在组立结束时，全塔所有连接螺栓，必须全部紧固一次，架线后还应复紧一遍，复紧并检查扭矩值合格后，应随即将全塔(除带双帽和防卸螺栓外)所有螺栓加装扣紧式防松螺母。

⑦铁塔组立后，塔脚底板应与基础顶面接触良好，空隙处应垫铁片，并用 M10 级水泥砂浆灌满。

#### 4.8 铁塔其它加工要求

1) Q420 高强钢焊接必须满足《输电杆塔高强钢焊接质量检验技术条件》(Q/GDW 465-2014)及《输电杆塔高强钢冷加工技术导则》(Q/GDW 464-2010)要求，Q420 高强钢加工螺栓孔时只能钻孔，不能冲孔。

2) 焊缝质量等级必须满足《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205-2020)中的相关规定。

3) 铁塔加工应保证基础根开尺寸不变。

4) 铁塔加工必须按本工程的铁塔结构图进行，对原材料的质量应进行严格控制，所有结构修改，包括加工代料、主材开断等应取得设计同意。

5) 各塔型加工应在放样基础上，必须先加工一基，经试组装合格后方可成批生产。

6) 本工程铁塔加工时应在施工单位完成复测后，经业主、监理、设计及施工单位共同确定后的“基础配置表”中的塔型、接身、接腿长度进行

加工。

## 4.9 防坠落装置

### 4.9.1 防坠落装置结构简介

防坠落装置系用于电力输变电路杆塔、变电构架、通信杆塔及建筑等从事登高作业的防坠落保护安全防护产品。防坠落装置能停下登高作业人员上下塔、水平移动、工作点转移过程中不脱离安全防护，防止作业人员从高处坠落造成人身伤亡事故，全方位保护登高作业人员的安全。

高空作防坠落装置包括导轨、转向器、自锁器、连接绳、紧固件和连接金具等主要部件。自锁器是高空作业防坠落装置的重要组成部分，其防坠工作原理：自锁器锁扣采用偏心轮杠杆原理，当使用者在爬梯上上下下移动正常作业时，自锁器在导轨中滑行自如；当使用者不慎发生坠落时，自锁器内的偏心轮能快速伸出扣住轨道台面快速锁止以起到防坠落保护。自锁器必须与轨道组合使用，自锁器通过安全钩及连接绳与安全连接，作业人员登高作业时，将自锁器放入轨道后就能轻轻带动其上下移动，无需用手推动，通过自锁器在轨中滑行到达杆塔的任意位置；可以借助方向转换器将上下移动转换为横向移动而不失去保护；同时在轨道起始及末端加装了出轨装置，可防止自锁器滑出导轨而失去保护，确保了整个装置的安全可靠性。

### 4.9.2 铝包钢防坠落装置技术性能参数

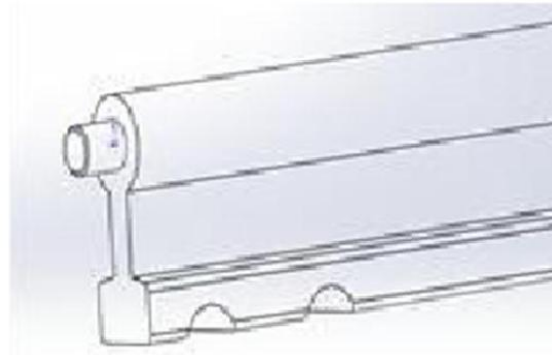
#### （1）整体结构性能

- 1)、铝包钢防坠落装置导轨在不同型式杆塔、变电站构架、通信塔均能安装。
- 2)、铝包钢防坠落装置导轨及其安装附件的正常寿命不小于杆塔设计寿命。防坠器正常寿命为 3 年,当发生坠落时，自锁器需返厂进行鉴定合格后方可使用。非鉴定过的自锁器不得使用。

- 3)、铝包钢防坠落装置满足作业人员及携带物品的质量总和不超过 100kg。当防坠轨道装置与配套使用的安全带在人员发生坠落时，作用于人员的冲击力不超过 6kN，防坠装置无出现破断、撕裂、脱落等任何结构性破坏。
- 4)、防坠轨道装置与杆塔连接安全可靠、构造简单，不改变或影响杆塔的正常使用，不破坏杆塔结构。
- 5)、防坠装置轨道中连接的所有金属部件经热镀锌防腐处理，防腐处理满足 GB/T13912 或 GB/T8005.3 的规定。

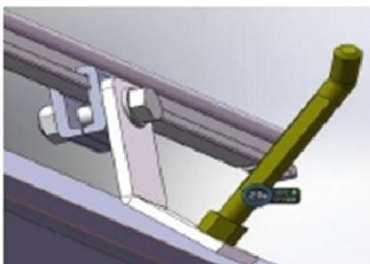
## (2) 导轨和接头

- 1)、铝包钢导轨采用 6061 铝合金材质，钢芯接头采用 304 不锈钢材质，截面上圆下方设计有利于夹具牢固性。每米导轨 1.62kg/m。(如下图所示)



- 2)、导轨采用截面结构尺寸偏差小于 0.5mm。
- 3)、标准长度为 4 米、3 米、2 米，在 1 米的导轨弹性变形量在 15kN 静荷载作用下小于 100mm，并无出现破断、撕裂、脱落等任何结构性破坏。
- 4) 导轨端加工销槽口接，采用螺栓连接型式紧固不易无松动或脱落。
- 5)、导轨与杆塔采用 Q235 钢连接附件连接，在 100KG 重量冲击下无滑脱或严重变形。
- 6)、弯曲导轨的曲率半径小于 0.5m，能满足防坠器顺畅通过。
- 7)、导轨接头处应无错位，最大上下、左右偏差不得超过 0.2mm；导轨接头间隙小于 1mm。

- 8)、导轨安装在杆塔的任何部位均能满足防坠器顺畅通过及坠落锁止保护。
- 9)、导轨连接板采用四孔螺栓连接。



### (3) 自锁器

- 1)、铝包钢导轨自锁器采用 304 不锈钢制作，质量为 0.65kg，
- 2)、自锁器在通过垂直、水平、倾斜和弯曲导轨时均具有单向锁止功能。
- 3)、自锁器在人体坠落过程中被碰撞时，均不会失去锁止功能，解除锁止后能恢复正常工作。
- 4)、自锁器在倾斜导轨上必须能有效锁止。
- 5)、防坠器连接绳（带）为 0.6m，人员坠落距离不大于 1.2m，其中自锁器锁止距离小于 0.1m。
- 6)、自锁器试验时能承受不小于 15kN 的静载荷，且能承受 100~150kg 的冲击载荷并无严重破坏。
- 7)、在导轨上拆卸或安装自锁器时，需要两个手动操作才能完成。
- 8)、导轨与自锁器应配合紧密、良好，配合间隙不得大于 2mm。



### (4) 连接器（连接扣）

- 1)、连接器表面光滑，防止割断、磨损系带或绳索、伤及作业人员。

- 2)、连接器破坏荷载不小于 22kN。
- 3)、除螺形连接器以外,连接器必须经过两次及以上的手动操作才能开锁。

#### (5) 连接绳

- 1)、连接绳与安全带前挂点连接,长度为 0.6m。
- 2)、连接绳破坏荷载不小于 22kN。

#### (6) 转向器

- 1)、转向器采用铝合金压铸成型,强度破坏荷载 $\geq 15\text{kN}$ 。
- 2)、转向器具有防脱功能和限位功能防止防坠器倒置使用或滑脱。
- 3)、转向器结构易于除冰,除冰后转向器能正常转动。
- 4)、转向器与导轨间对接无错位,最大上下、左右偏差不得超过 0.5mm。
- 5) 转向器永久性标识清晰。



#### (7) 连接附件(如下图常规连接件)

- 1)、连接件采用高强钢 Q 235 制作,表面经热镀锌防腐处理。
- 2)、连接件的加工工艺按 GB/T2694 标准执行。
- 3)、所有连接螺栓均采用热镀锌 6.8 级螺栓连接。



#### (8) 安装标准

- 1)、防坠落装置导轨一般从距离自然地面 1.5~2m。
- 2)、每段标准长度导轨与杆塔之间不少于两个固定点，垂直导轨固定点间距最大不大于 2.5m，水平导轨固定点间距最大不大于 2m。
- 3)、导轨与杆塔连接所使用的螺栓全部具备防松功能。从塔脚基础顶面以上 9m 高度范围内（长短腿铁塔以最短腿的塔脚计算）连接部件的所有连接螺栓使用防盗螺栓。
- 4)、导轨在杆塔上的安装范围充分考虑到人员上下杆塔及横担（如有）上位移时，不得失去保护。
- 5)、垂直导轨与铁塔主材之间的净距为 60mm。
- 6)、为便于作业人员在横担（如有）上灵活位移，安装在横担上水平面的导轨与横担下主材净距约 1m，横担末端可适当降低。
- 7)、转向器直接固定在杆塔上或通过导轨固定。
- 8)、参与安装工作的各级人员资质和工作要求应满足安装施工的相关条文的规定。

#### 4.9.3 防坠落装置安装位置情况

本工程防坠落装置安装位置为：全线新建铁塔。

## 第五章 基础部分

### 5.1 采用的主要规范、规程及规定

《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010);

《架空输电线路基础设计技术规定》(DL / T 5219-2014);

《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010);

《电力设施抗震设计规范》(GB50260-2013);

《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008);

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2010);

《工程建设标准强制性条文》(2016 版电力工程部分);

国家现行钢筋混凝土结构、建筑地基等有关设计规程规范。

### 5.2 基础选型原则

输电线路基础的设计,对工程造价起着重要作用,随着电力建设的不断市场化,输电线路的辅助施工费用占工程总价的比重越来越高,环境保护越来越受重视,因此,需要在设计时综合考虑各项经济和社会效益,选择适当的基础型式,减少施工开挖量和环境的破坏,达到安全、环保、经济的设计目的。

要实现上述目的,基础设计需要从以下方面综合考虑:

- (1) 塔位的地形、地貌及植被覆盖情况;
- (2) 塔位的地质情况;
- (3) 塔型及外负荷大小;
- (4) 塔位周边的设施情况;
- (5) 塔位的交通情况;
- (6) 材料的采集情况(如砂、石、水等);
- (7) 施工的难易程度及安全性等。

### 5.3 地质条件

海南岛受构造控制，地形是以五指山为中心的穹隆状，环状递降以山岳、丘陵、台地、阶地和滨海平原，河流呈放射状流入大海。西环货运线改造段位于沿海平原、山前丘陵及其过渡带上。改造铁路穿越滨海河流冲洪积平原区、构造剥蚀低山丘陵两个地貌单元。

滨海河流冲洪积平原区。区内地形开阔广袤，波状起伏，植被发育，人员稠密，多开垦为稻田、蔬菜大棚基地，近海地带还常见人工开挖的养殖池分布。地层主要以海相沉积为主，部分地段表层分布较厚的河流冲洪积松散砂层及粘性土，在崖州站附近分布有深厚松软土、软土。沿覆盖层差异大，一般厚 10~80m，局部基岩埋深浅仅厚 2m。

构造剥蚀低山丘陵区，为花岗岩类丘陵、残丘区，海拔高程 30~250m，相对高差 20~200m，地形起伏较大，自然坡度 10~40°，丘坡上植被发育，与平原过渡缓坡地带多开辟为果园，陡坡地带多为林地、荒山。段内覆盖层厚度一般为 0~10m，花岗岩类风化卖劲厚度差异大，差异风化强烈，天涯海角站附近地表球状风化发育，局部顺斜坡槽谷滚落堆积，形成岩堆体。

#### (2) 地层岩性

沿线穿越的地层主为第四系松散堆积层，上第三系松散或弱固结、半成岩和黏性土、各类砂土，中生界岩浆岩。各种成因的第四系和上第三系堆积层累计厚度在不地段可达 5~220m。

### 5.3 水文条件

海南岛上为独立水系，地表水系呈放射状注入大海。近中心地带呈树枝状、叶脉状，外环下游区河谷漫滩宽阔。大部分河流流域不大，流程也短。沿线跨越河流主要有宁远河，均不通航。

沿线地下水的埋藏条件和富集规律，受气象、地形和岩性、构造等多种因素控制，从山前坡麓到滨海平原，分选性由单元结构渐变到法规元或



多元结构，富水性由差变好，含水层由薄变厚。岩浆岩地区节理不发育，地下水量一般不丰富。沿线地下水为第四系松散层类孔隙水、基岩裂隙水两大类。

#### 1) 第四系松散层类孔隙水

广泛分布于滨海海积平原和河谷堆积平原，含水层为第四系松散层和上第三系砂层，成因复杂。第四系全新统沉积厚度大，地下水埋深浅，以潜水为主，含水层以粉土、砂、砂砾石及粉质黏土为主，局部为微承压水，遍布平原区，富水等级为丰富。上第三系含水砂层以粉砂、砂砾石为主，夹于厚层弱固结半成岩的黏土中，部分具承压性。受大气降水和地表水补给，水位随季节变化，富水等级为贫乏~中等。

#### 2) 基岩裂隙水

基岩裂隙水赋存于岩浆岩地层，可分为构造裂隙水和风化带网状裂隙水。因地表起伏较大，径流快，汇水面积小，植被稀疏，残积层厚，补给条件差，加上降水相对较淡季，因而水量普遍较贫乏。风化带网状裂隙水分布面广，各种岩层风化带厚薄不均，变幅也较大。地下水贮存和被给条件较差，故富水等级为贫乏，对杆塔无影响。

### 5.4 基础形式

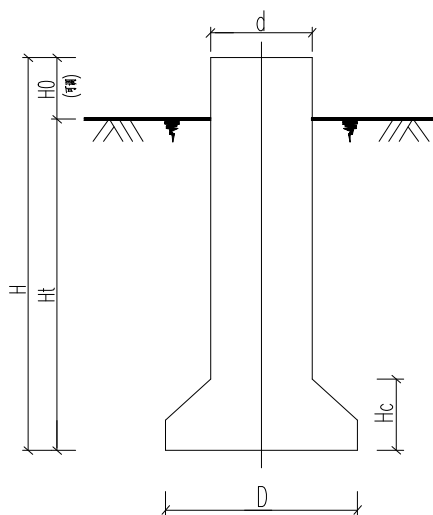
输电线路基础的设计，对工程造价、线路长期安全稳定运行和环境保护起着重要作用。在设计时应综合考虑各项经济效益和社会效益，选择适当的基础型式再结合实地情况选择基础型式。本次设计采用掏挖基础、直柱板式基础。

#### 1) 掏挖基础

掏挖基础是目前使用最多的一种原状土基础型式。采用这种基础型式，从设计上可以利用原状岩土自身的力学性能提高基础的抗拔、抗倾覆承载能力，减少由于大开挖对边坡的破坏，提高地基的稳定性；主柱配置钢筋，

可以进一步减小基础断面尺寸，节省材料量；从施工上基坑开挖量小，不用支模、无须回填，减少了施工器具的运输和施工难度；从经济上节省投资；从环境上减少了开方和弃渣对地表植被的破坏和污染。

在本工程中该基础型式主要用于无地下水、地质条件较好且能够掏挖成型的塔位。

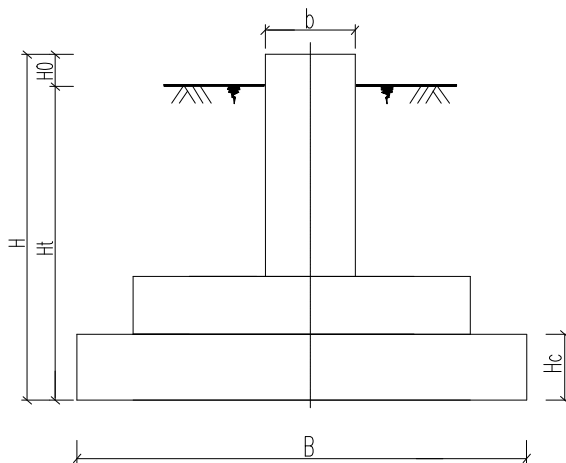


掏挖基础示意图

## 2) 直柱板式基础

该基础适用于所有自力式铁塔，其特点是按土重法计算，主柱预埋地脚螺栓，铁塔通过塔脚板和地脚螺栓与基础相连。底板做成大板，底板厚度由冲切计算和伸出部分宽厚比小于 2.5 控制，板的上部和下部均配置钢筋。其优点是基础混凝土土方量较少，比斜柱式基础施工方便；也可根据根据塔基断面、地形等情况加高主柱露头，对特殊地形可以采用全方位高低腿和不等高基础配合使用，降低土石方开方量，有利于水保护。缺点是基坑属于大开挖，土石方量开方较大，钢材耗量大。本工程该基础主要应

用在有地下水的塔位，便于对地质不良的地形进行地基处理。



直柱板式基础图

## 5.5 基础优化

在满足基础承载力要求、保证基础本身足够的刚度和强度下，对基础进行合理的优化，达到降低基础工程综合造价的目的。下面将对本工程使的基础进行尺寸、材料等的优化。

### 1、基础主柱优化

基础主柱的大小一方面取决于基础主柱外荷载的大小，另一方面需满足构造要求。因此，主柱宽度在满足构造和受力要求下，尽量采用较小断面尺寸以节约混凝土。

### 2、埋深优化

影响基础埋深的主要因素有：

- (1) 基础作用力的大小；
- (2) 地基持力层承载力和地下水深度；
- (3) 基础的稳定及底板的强度；
- (4) 施工工艺的要求。

最佳基础埋深是优化基础设计的一项重要内容。由于线路工程的特殊

性，基础大部分由倾覆控制，当地质条件较好时，适当加大基础底板的尺寸，可以减少埋深，非常适合地下水丰富的地区使用。

## 5.6 杆塔与基础连接方式

地脚螺栓连接方式加工简便，适用于所有基础形式，由于塔脚板上螺栓孔直径为 1.25 倍地脚螺栓直径，安装时有一定的调节范围，施工技术成熟，施工精度容易满足。

综上所述，本工程铁塔与基础采用地脚螺栓连接。

## 5.7 材料标准

### (1) 混凝土强度等级

基础混凝土强度等级为 C25 级，基础地脚螺栓保护帽混凝土强度等级为 C15 级，垫层为 C15 级。其质量标准符合《混凝土强度等级》（GBJ10）及《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）的要求。混凝土配合比应满足《普通混凝土配合比设计规范》的要求。

### (2) 钢材

基础用钢材一般为 HPB300 和 HRB400 级钢筋，其质量应分别符合现行国家标准《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》（GB13013）和《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》（GB1499）的要求。地脚螺栓采用 35#钢，其质量应符合现行国家使用标准。

### (3) 砂

混凝土用砂，其质量应符合现行国家标准《建筑用砂》（GB/T14684）的要求。

### (4) 碎石或卵石

混凝土用石采用碎石或卵石，其质量应符合现行国家标准《建筑用卵石、碎石》（GB/T14685）的要求。

### (5) 水

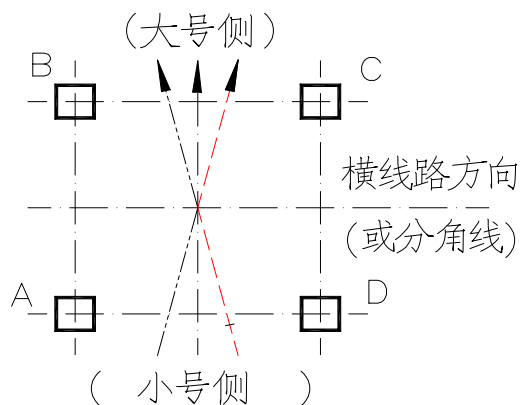
混凝土用水，其质量应符合现行《混凝土用水标准》（JGJ63-2006）的要求。

## 5.8 基础施工图纸的说明

①本工程铁塔及基础配置见“基础配置表”。

在施工过程中，如果发现实际地形与“基础配置表”中接腿不符、基础边坡距离达不到设计要求的塔位，应及时通知设计代表，经设计核实修改后方可施工。

②本工程以设计杆号大号方向为前进方向来划分铁塔基础编号；基础配置表中的左后(A腿)、左前(B腿)、右前(C腿)、右后(D腿)，是面向线路前进方向以塔位中心来区分的。



基础塔腿分布示意图

③在“基础配置表”中，铁塔塔型采用“本体高+接腿高”的表示方法。

④在“基础配置表”中，配置表中标高以中心桩标高（中心桩标高为0.0m）为基准，“+”表示标高在塔位中心桩之上，“-”表示标高在塔位中心桩之下。

基础施工时，应尽可能减小基础露头，当基础实际露头为0时，考虑施工支模或施工统一要求露出200mm的施工工艺时，实际露头可适当抬高（但不能大于200mm），但必须保证各基础边坡保护距离及露头高度的限制，

四腿相对高差也不可变更，否则将会导致铁塔无法安装）。

⑤基础根开详见对应塔型(本体+接腿高)的根开表及地脚螺栓配置表。

⑥本工程所有塔位施工前应 与杆塔明细表中的塔型及呼高对应，发现其中与杆塔明细表中的不对应时，通知设计，核实后方可施工。

⑦本工程所有塔位应做好基面排水，做到基面整洁。

## 5.9 基础边坡的确定及处理

### 1) 基础外边坡距离的确定

本工程在地形起伏的部分塔位采用了全方位长短腿，其余塔位采用不等高基础，以适应地形变化，尽量做到不降基面或少降基面。在需要降基的塔位，在基坑开挖前进行单腿平基，应做到至少有一个方向开通，不能形成深坑形状，如果平基和削坡影响到短腿的基础保护距离，可适当减小平基范围，但应保证排水畅通。

### 2) 基础内边坡距离的要求

#### (1) 内边坡距

对原状土基础(掏挖)，在不影响基础成孔的前提下，孔边预留 0.5 米即可；对板式基础，要求从底板外缘至内边坡距离一般不小于 0.5 米。

#### (2) 内边坡的放坡要求

基础上山坡方向的边坡，是以削坡或削坡后再用护坡来保持边坡稳定的。在基面平整前，应按下表的数据进行削坡。并要求在基础浇注或埋设之前清除杆塔附近上山坡方向有可能活动的危岩滚石，以免影响杆塔的安全。

岩石边坡坡度允许值

岩石类别	风化程度	坡度允许值(高宽比 H:a)
		坡高在 8m 以内
硬质岩石	微风化	1:0.10

岩石类别	风化程度	坡度允许值(高宽比 H:a)
		坡高在 8m 以内
软质岩石	中等风化	1:0.20
	强风化	1:0.35
	微风化	1:0.35
	中等风化	1:0.50
	强风化	1:0.75

土质边坡坡度允许值

土 的 类 别	密实度或缩态	坡度允许值(高宽比 H:a)
		坡高在 8m 以内
碎石土	密实	1:0.35
	中密	1:0.50
	稍密	1:0.75
粉 土	坚硬	1:0.75
	硬塑	1:1.00
粘性土	坚硬	1:0.75
	硬塑	1:1.00

## (3) 长短腿内边坡的放坡注意事项

a) 本工程对铁塔长短腿配置的塔位进行各腿内边坡放坡时, 注意长腿的内边坡放坡导致短腿外边坡不够时, 及时通知设计人员, 经设计核实修改后方可浇注基础。

b) 严禁超挖, 施工时避免因超挖导致基础内外边坡距离不够的现象。

## (4) 塔位唯一性的说明

## a) 线路复测要求

施工单位的线路复测结果应与设计一致, 否则会出现长短腿配置与基础露高与设计不符。

## b) 塔基地形图复测要求

施工单位应对塔位实际地形复测, 经复测核实实际地形与设计长短腿

及基础配置一致后方可施工（包括塔位长短腿配置和每一个基础边坡距离满足设计要求）。

#### c) 基坑开挖要求

对地形条件差的塔位，开挖时采取可靠的措施，确保按设计要求成型，避免超挖，同时减少对塔位及周边环境的破坏。

### 5.10 基础施工的一般要求

1) 杆塔基础不能构筑在活动石堆和堆石上，活动石与堆石必须清除；基坑开挖后须特别注意该要求。

2) 开挖基坑时，如发现基底土质与原设计不符和基坑松软、溶洞等现象时，应通知设计地质人员处理。

3) 基础根开的校验：在浇制混凝土前及浇制中应反复校正铁塔基础半根开、地脚螺栓根开、基础型号、基础顶面至中心桩高差是否正确，确认无误后方可浇制基础。

#### 4) 基础浇注应符合以下要求：

a) 开工前应通过试验找出确保混凝土强度的最佳的水泥、砂子、石子及水的配合比，满足设计对各类基础强度等级要求。

b) 要求对混凝土所使用的砂、石骨料进行合理的级配，必须清除片石和风化石，并将泥土和杂质清除干净。

c) 基础混凝土浇注时，应采用机械捣固，并采用机械搅拌。

d) 混凝土要做到搅拌均匀、捣固密实，构件表面应平整光滑，无蜂窝狗洞、麻面等。

e) 同一个塔腿的基础混凝土应一次浇完，不允许留施工缝。

f) 浇注混凝土的用水，不允许采用工厂附近有污染的水及含泥砂的水。

5) 回填铁塔基础基坑，应符合下列要求。

a) 土坑(粉土和覆殖土)：每填入 300mm 厚必须夯实，夯实过程中不得



使基础移动或倾斜。树根杂草必须清除干净。

b) 水坑：首先应排除坑内积水，然后按土坑要求进行回填；在施工过程中，个别塔位出现雨季渗水时，同样排除坑内积水并清理基坑底部 100mm~300mm，保证基础底板做在原始基岩上使基础稳定。

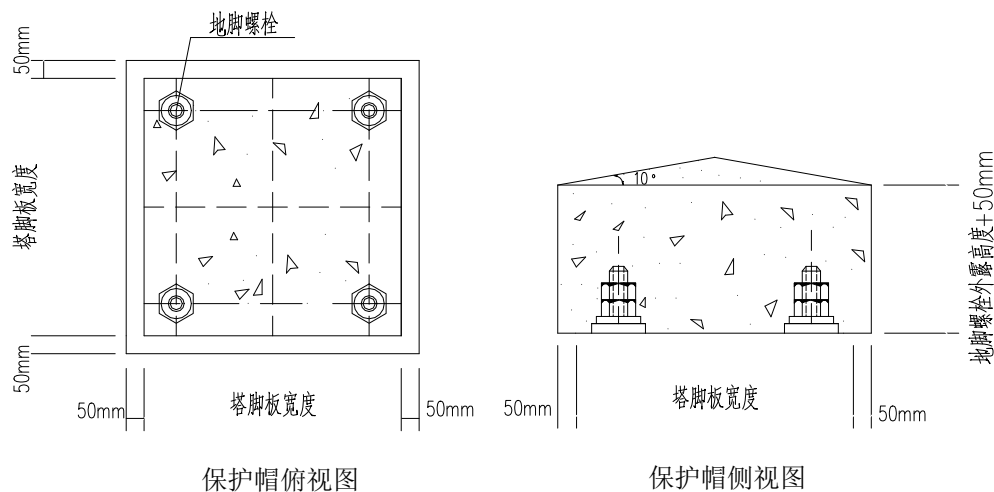
c) 石坑：不得光填入石块，应按石与土的重量比为 3:1 的比例均匀回填夯实。

d) 淤泥坑：应排除坑内积水，换较干的土壤填入夯实，不得将稀软的土质填入基坑。

e) 基础回填土压实系数不小于 0.94。

#### 7) 基础保护帽

a) 本工程铁塔基础要求做地脚螺栓保护帽，用 C15 级混凝土浇注，保护帽的宽度为塔脚板外边宽加 50mm，高度及倾斜面角度由运行单位统一做工艺要求。直线塔在组塔校正后就可浇注保护帽，耐张、转角终端塔则要求在架完线并再次拧紧所有螺栓以后才能浇注保护帽。



基础保护帽示意图

b) 保护帽要求做成排水坡度，做到不开裂，不积水，不得用砖块或块石砌筑基础保护帽。

c) 在浇注塔脚保护帽之前，监理和施工队质检员必须逐基检查底脚螺栓与螺帽是否配合紧密、双帽是否拧紧、螺杆是否出牙，检查合格后才能

浇注塔脚保护帽。

8) 地脚螺栓的加工

本工程地脚螺栓为直型地栓。

9) 分解组塔时混凝土强度不小于设计强度的 70%。

10) 基础施工须严格遵从《110~750kV 架空输电线路施工及验收规范》(GB 50233-2014) 的要求。

### 5.11 掏挖基础施工要求

该基础是本线路采用的一种原状土基础，它环保经济，施工方便，同时对施工工艺也提出了较高要求。

其使用条件为：适用于中高山区地层主要为碎石土、砂岩、板岩、花岗岩及页岩夹砂岩等风化岩石且地层密实，地下水埋深较深，上部覆盖层厚度小于 2.0 米的塔位。

1) 基坑开挖

岩石地基掏挖基础施工的关键工序是基坑的掏挖成形，且在基坑掏挖成形过程中，要保证基础周围的土体结构的整体性不被破坏，孔壁及其周围的土体保持原状，否则将严重影响基础的安全性，因而要求掏挖基础的基坑开挖尽可能的采用人工掏挖，采用机械等施工措施成孔时应采取可靠措施，确保按设计图纸成孔，避免破坏孔壁土体的原状性。

基坑开挖必须严格保证掏挖基础的设计尺寸和形状，不得出现其它尺寸甚至喇叭状基坑。

2) 掏挖基础开挖时，如发现地质资料与开挖后的实际地质情况不符时，应及时通知设计人员处理，符合要求后立即安装钢筋笼，浇制混凝土。

3) 基础浇制前必须清底，将孔洞中的石粉、浮土及孔壁松散的活石应清除干净，使基础位于原状土体中。

4) 基坑掏挖时要采取有效的安全措施，基坑上要有专人监护，坑内人

员须身系安全带，发现异常应停止掏挖。

#### 5) 基坑保护及施工要求

##### (1)坑口保护

在施工过程中必须采取有效措施保护好基坑坑口，坑口需采用钢筋混凝土护壁措施,使该基础基坑避免在开挖过程当中因坑口土体的剥落而影响坑壁的成型及作业人员的安全。

##### (2)基坑保护

①掏挖基础开挖时，先开挖主柱部分基坑，扩孔部分在基坑清底时同时进行。

②基坑成型时应采取相应的施工措施，以避免坑壁周边松动或开裂。

③基坑成孔后，尽量缩短基坑成型后与浇注混凝土间隙时间，以防降雨软化或风化坑壁土质；同时在间隙时间,必须对基坑采取保护措施和标识相应警示牌等,防止已开挖的基坑受到破坏或其它活动人等的坠落等。

④在基坑开挖过程中，弃土及施工设备材料堆放应远离基坑,以避免基坑的坍塌。

##### (3)施工要求

①确保钢筋保护层厚度满足设计图纸要求。

②混凝土浇注自由倾落高度不应超过3.0m,扩孔部分每浇200mm捣实一次,主柱部分每浇300mm捣实一次,一个基础必须连续浇注,不得有施工缝。

③基础露出地面部分要求支模浇注，模板从施工基面以下200mm开始装配。

④基础孔洞应严格满足设计要求，成孔经检查合格后应立即装钢筋笼，浇注混凝土，严防孔内积水。基础开孔至浇注混凝土的时间间隙应尽量缩短。

⑤浇注基础混凝土必须采用插入式振捣器进行振捣，当浇注面离坑口

高度大于 2m 时，浇注人员必须下坑操作振捣器，以保证扩孔部分混凝土的振捣质量。

⑥掏挖式基础混凝土在初凝后宜根据室外气温条件浇水养护，当气温在 5℃ 及以下时，应采取保温措施。

⑦掏挖式基础及护壁混凝土强度等级为 C25 级，主筋为 HRB400，其余钢筋为 HPB300。

⑧掏挖式基础的内箍筋要求电焊成形，上、下搭接焊接长度不得小于 50mm，外箍筋两端弯钩，并钩住同一根主筋。混凝土应达到设计强度的 70% 才能分解组立铁塔。

⑨基础施工完后，要求柱边培一圈土，厚 0.1~0.3m，做成中间高，四周低，并要求夯实，以防雨水渗入坑壁。

#### (4) 桩基检测

掏挖基础由于埋置较深，必须确保桩身的完整性。桩基检测请按《建筑桩基检测技术规范》（JGJ106-2014）执行，本工程推荐采用小应变动测。

#### (5) 弃土处理及环境保护

基础施工时，对弃土石方（包括基面降石方和基坑石方）应整齐堆放；同时清理剩余的砂石料，施工完应恢复施工基面植被。

### 5.12 直柱板式基础施工要求

1) 直柱基础底板上、下层配筋用架立钢筋支撑，上台阶钢筋利用模板上放钢管用铁丝进行固定；施工过程要防止底板上层和上台阶上层钢筋下沉，并确保各层钢筋配置位置准确。

2) 直柱基础混凝土强度等级为 C25，保护帽混凝土强度等级为 C15，基础垫层混凝土强度等级为 C15；基础主柱主筋为 HRB400 级，其他采用 HPB300 级钢筋，详见基础施工图。

3) 要求四个基础同时支模，垫平、找正后，核实其坡度、根开及级差

与实际地形是否相符，四个基础边坡距离是否都满足设计要求，复核核实后方可浇注基础。

4) 基坑回填按第 5 节有关要求执行。

### 5.13 基础施工注意事项

1) 各塔位塔腿降基面高度应根据“铁塔及基础配置表”中“中心桩到基础立柱顶面的高差”与实际地形各塔腿标高计算，不得按平断面图中的“基面降”数值贸然开方；铁塔高低腿配置情况在“本体高”“接腿长”栏中表示；对于施工配合过程中塔腿的变更，塔厂在供货时须提供变更明细单，接受方须核实变更，以防在组塔时才发现不符而延误工期。对基础边坡不满足设计要求须调整铁塔长短腿，应及时通知设计，经设计核实后，方可浇注基础和通知塔厂。

2) 基础土方开挖时，必须结合现场实际地形，注意铁塔高低腿和基础主柱的配置情况，四个腿按实际地形及基顶标高分别降基。基础施工前一定要注意结合电气明细表复核铁塔及基础配置表中的塔型，如有问题或疑问应及时反馈给设计工代，由设计予以确认或修改。特别注意主柱加高基础的基面，一般情况下应作深埋处理，其开挖与否及开挖量根据塔腿与自然地面的关系而定，不必按基础施工图中的地面线开方。即一般情况下，基础主柱实际外露尺寸可小于施工图中的标注外露尺寸，但不得大于标示外露尺寸。

3) 耐张转角塔及终端塔的基础应采取预偏措施，预偏值根据设计、施工、运行综合考虑确定，下表为预偏参考值(仅供参考)：

耐张转角塔		终端转角塔	
$\theta < 5^\circ$	$\Delta h = 3L/1000$	$\theta < 5^\circ$	$\Delta h = 2L/1000$
$5^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$	$\Delta h = 4L/1000$	$5^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$	$\Delta h = 3L/1000$
$20^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$	$\Delta h = 6L/1000$	$20^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$	$\Delta h = 5L/1000$
$40^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$	$\Delta h = 7L/1000$	$40^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$	$\Delta h = 7L/1000$

注明：

①  $\theta$  为实际转角度数， $\Delta h$  为下压腿的预偏（提高）值， $L$  为基础根开。基础预偏后，地脚螺栓的外露尺寸需满足设计要求。

② 转角角度为零度的耐张塔不预偏。

③ 转角、终端铁塔预偏预偏为基础浇筑时在基础顶面预留，并使四个顶面在一个整斜平面内，不得通过在基础顶面加设垫片寻找铁塔预偏值。

4) 基坑开挖超过设计埋深，超过部分需用 C25 素混凝土或铺石灌浆作垫层，进行调整。

5) 施工时应特别注意铁塔基础附近是否有溶洞、暗沟、冲沟等不良地质情况，如发现有这些情况，应及时通知设计单位，以便采取处理措施，不得贸然施工。基坑开挖遇地质条件与地质报告不符时，也应通知设计工代，经设计复核或设计修改处理后，才能施工。

6) 塔位基础施工时，应尽量缩短基坑暴露时间。坑底要作好排水设施，不得积水；坑底局部有松软土层时，应填土夯实后再浇制基础。

7) 铁塔基础位置对道路、渠道及其他设施有影响时，要考虑对其改道或修复或修防撞设施。

## 5.14 生态环境的保护

1) 在耕地中的杆塔施工的环保要求：

a) 在耕地中的杆塔，一般不降低基面，不宜改变原有耕地间的关系；如地面有高差时，用长短腿配合不等高基础解决，从而保护生态环境。

b) 自立式铁塔基础施工完后，要求将基坑开挖的余土，全部堆放在塔基土地征购范围内或外运。

c) 组立杆塔或基坑开挖时破坏的草甸、田坎道路、地梗应给予恢复。

2) 在山区杆塔施工的环保要求

a) 在山区根据不同地形铁塔设计采用长短腿配合不等高基础以适应地

形变化，尽量减小平降基方量。

b) 在山区杆塔基坑开挖与降基的土方，应就地堆放在杆塔附近较低的地形一侧，使土石方就地堆稳，在不影响环保的情况下，余土可以就地堆放。但不得堆放在陡坡侧，不允许随意抛弃余土，要使基面整洁美观。

c) 施工时，降基与基坑开挖的土石方，必须在塔位处附近砌筑护坡，将余土放入护坡内，不允许余土流失山下，影响生态环境。

d) 当山上开挖的土石方滚落至山下时，必须清除，保护生态环境。

e) 为了本工程生态环境保护要求,特别是塔位地区及周边环境,对设计采用长短腿配置不等高基础的塔位,对地形条件差的塔位,开挖时采取可靠的措施,确保按设计要求成型,避免超挖,同时减少对塔位及周遍环境的破坏,特别是长短腿级差大于3米的塔位和地形较陡且唯一塔位(没有可利用的便道供机械进场的塔位),以免破坏塔位地形及周遍环境,同时满足各基础边坡距离要求。

f) 严禁超挖

施工时按照设计对基坑开挖,严禁超挖,避免对塔位地区及周遍环境破坏,对使用长短腿的塔位,应采取可靠的措施,必要时逐腿开挖确保按设计要求成型,避免超挖,恢复后与原始基面完全吻合,对腿部局部基降的按照设计要求开挖,严禁超挖。

### 5.15 塔基周围岩体的防风化处理及危石清理

对处于基岩和基岩斜坡处的塔位,施工时应对塔基附近的孤石和危石进行清理,同时对基降后边坡出露的危石进行清除,以防其风化塌落砸损塔腿。

对于处于岩质坡面且岩体表面风化严重的塔位,为了阻止坡面雨水的直接下渗从而加速斜坡岩体的风化和变形破坏,建议对塔基周围一定范围的坡面和基降后形成的内边坡进行防风化的砌护处理,防止风化岩体剥落、

崩塌。

### 5.16 爆破施工的有关说明

本工程原状土掏挖基础，不得采用爆破施工。

### 5.17 其它

本工程基础施工时，必须严格控制基础的露头高度值，在保证基础边坡值满足设计要求的前提下，尽量减少基础外露，当基础净外露高度超过1.5米时，须设置爬梯。

## 第六章 通信保护

### 6.1 设计原则

《输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》(DL5033-2006)。

《架空电力线路与调幅广播收音台的防护间距》(GB7495-87)。

《架空电力线路、变电站对电视差转台、转播台无线电干扰防护间距标准》(GBJ143-90)。

《航空无线电导航台站电磁环境要求》(GB6364-2013)。

### 6.2 对通信线路的影响及其防护措施

#### 6.2.1 工程概述

本线路属于中性点直接接地系统，电压等级为110kV。新建段按110kV电压等级建设，导线型号为1×JL/LB1A-240/40 铝包钢芯铝绞线，呈垂直排列，地线为1根OPGW-80 复合光缆，另一根JLB20A-80 铝包钢绞线，并逐基良好接地。

#### 6.2.2 沿途电信设施情况

根据现场调查，在影响范围内的通信光缆基本上沿支公路架设，通信光缆主要是电信、中国网通、中国移动及中国联通等公司运营的线路。



### 6.2.3 危险影响、干扰影响及防护措施

本线路与上述通信线路仅仅相互交叉：其交叉角和跨越高度均满足有关规程之规定，其感应纵电动势及对地电压初步确定其未超过标准值；同时由于光纤数字传输线路抗电磁干扰影响能力强，其干扰影响也满足规程规定。因此本工程对沿线通信线路初步确定不采取任何保护措施。

### 6.3 无线电设施

线路附近的无线电设施，主要为电视、广播传输网络及 GSM、CDMA 数字蜂窝移动通信系统机站，无其它无线电设施。送电线路产生的电晕对 GSM(900MHz、1800MHz 或 2000MHz)移动机站的超高频信号没有影响。

本工程线路对邻近通信线缆及通信设施无危害及干扰影响。

## 第七章 辅助设施

为了方便线路的运行维护，根据电力工业部颁发的《电力建设行业基本建设预算费用标准及管理制度汇编》和国家电力公司电力规划设计总院颁发的《送电线路工程概算编制细则》的规定，该工程建成投运所需检修、通讯、交通、巡线便道及警示牌等辅助设施的费用应按相关规定计入。同时建议本工程附属设施由运行部门在现有线路附属设施(如巡线站，检修站)的基础上扩建或新建。具体配置原则如下：

### 7.1 运行维护人员的编制

运行人员编制，参照劳动部颁发的《供电企业机构定员标准》规定来考虑。

### 7.2 备品备件

本设计不具体开列备品备件，但在工程概算中按规定开列费用，由运行单位根据实际需要购置。

### 7.3 交通工具

按《电力工业基本建设预算管理制度及规定》(2002 年)中交通工具的

购置费用定额，具体交通工具由运行单位自行购置。

## 7.4 维护通信

维护通信费用按规定在概算中计列。具体维护通信方式由运行单位自行决定。

## 7.5 杆塔编号及相位标志

根据电力系统有关规定，本工程已按照杆塔数量计列色标漆、安全警示牌及塔号牌费用。线路竣工投运后应按调度命名方式顺序编排塔号，塔号标识可按运行单位（或建设单位）习惯在铁塔同一位置标识。

对线路沿线杆塔应按照有关规定悬挂相应的警告标志牌（如严禁攀登、严禁拆卸、严禁爆破、严禁开采等。耐张或转角塔上应标识相位（黄 A、绿 B、红 C）。

# 第八章 节能、环保、劳动安全、抗灾措施

## 8.1 节能标准及节能规范

- 1) 国家发改委发改投资(2006)2787 号文；
- 2) 国家发改委令第 40 号《产业结构调整指导目录(2005 年)》；
- 3) 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》（GB50061—2010）；
- 4) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）
- 5) 其他国家、行业有关节能设计标准及控制指标。

## 8.2 节能措施

### 8.2.1 考虑经济电流密度、合理选择导线截面

本工程新建线路导线采用  $240\text{mm}^2$  铝包钢芯铝绞线导线，满足载流量需求。

### 8.2.2 导线材质和构造选择

本工程线路导线为钢芯铝绞线。引下线同样采用钢芯铝绞线导线。

### 8.2.3 采用节能金具

为了减少电晕和涡流损失，本工程防振锤采用符合 110kV、220kV 线路要求的产品，其线夹采用铝合金材料。

### 8.3 基础

#### 8.3.1 基础

根据本工程所使用铁塔的基础作用力，结合沿线地形、地质、水文气象条件，遵循“资源节约，环境友好”的原则，对基础等进行了优化设计、计算对比，选出了适合本工程地形、地质条件下的基础。

基础选择时，遵循以下原则：

（1）结合本工程地形、地质特点及施工、运输条件，综合分析比较，选择适宜的基础型式。

（2）在安全、可靠的前提下，尽量做到经济、环保，减少施工对环境的影响。

（3）充分发挥每种基础型式的特点，针对不同地形、地质，选择不同基础型式，尽量降低基础工程造价。

### 8.4 环保措施

本工程线路经过区域地形主要以平地为主，线路长度较短，在规划的电力走廊和绿化带内走线，沿线无耕地，有部分绿化树木。本线路为节约绿化树木资源，减少砍伐，采用跨树设计，跨树高度按树木自然生长高度确定。另外，树林中塔位周围也尽可能少的砍伐施工位置，充分利用树木之间的空地。

### 8.5 劳动安全

高压输电线路的劳动安全主要考虑施工和检修时因电气而引起的人身安全。对国家规定的有关防火、防爆、防尘、防毒及卫生等劳动安全执行有关规程、规范。

本工程施工时，会受到邻近输电线的影响，产生电磁感应电压，所以

在施工时应遵守《电业安全工作规程》中的有关规定，落实好安全措施并在架线高空作业时，制定安全措施，确保安全施工。

本工程建成后，运行维护中也应遵守《电业安全工作规程》中的有关规定，采取必要措施保证安全生产。

## 8.6 抗灾措施

本工程线路经过地区的地震基本烈度为 7 度，按《电力设施抗震设计规范》(GB50260-2013)规定，杆塔可不进行抗震验算。

本工程设计基本风速 29m/s，杆塔按照 29m/s 风速标准设计，能够满足成都地区气象条件要求。杆塔设计考虑风压高度变化系数及风荷载调整系数。当杆塔全高超过 60 米时，风荷载调整系数不小于 1.60。

线路路径区所经丘陵地带属岷江水系一级、二级阶地。所经地带地震活动频繁，强度较弱，不存在影响线路路径成立的地质构造问题。

为尽量保持自然地形、地貌，在沟渠边使用原状土基础，减少土石方的开挖，减少次生灾害。

## 第九章 施工说明及要求

### 9.1 施工质量及使用器材的要求

本工程的施工质量应符合《110kV~500kV 输电线路施工及验收规范》中的有关规定。

线路施工中所使用的器材元件，凡国家定型产品，均应取得出厂合格证书。

对设计推荐器材，因其性能特殊，须严格按照设计要求定货。

### 9.2 线路通道对树林、竹林的砍伐要求

对线路经过地段树林、竹林区的通道处理应按设计、施工验收规程的有关规定执行。

对于树木自然生长高度不超过 2m 或导线与树木(考虑自然生长高度)之

间的垂直距离不小于 4.5m 的树木，不影响施工放线时可不砍伐。应注意对风偏范围内树木的砍伐。

线路通过果树及经济作物林时，可不砍伐通道。但架线完毕后导线对其垂直净空距离应不小于 3.5m(考虑自然生长高度)，如不能满足要求，可进行拔尖或修枝处理。

### 9.3 结构部分施工注意事项

#### 9.3.1 杆塔部分

本工程杆塔加工、组装、验收除必须遵守《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)、《66kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB50061—2010) 外，尚应注意以下事项：

杆塔加工应按现行的输电线路铁塔制造标准及设计要求进行，对不符合质量要求的钢材和构件不得使用。

各种材料的定货均应有出厂合格证书及材质检验证书。

杆塔组立时，如发现构件有弯曲变形，必须校正或更换；发现镀锌不符合要求或锌皮脱落也应更换。

杆塔钢材采用 Q235B、Q345B 级钢，如因特殊情况需其它品种、规格代用时，应以文字形式征得设计代表审定同意后方可代用。

杆塔螺栓均采用 6.8 级、8.8 级粗制镀锌螺栓，并要求自地面以上 8 米范围内采用防盗螺栓，所有螺栓均应配有扣紧母。

施工前应认真熟悉各类杆塔的设计安装条件，依照设计安装条件进行组立，架线。

铁塔组立后，应及时浇制基础保护帽，以防因底脚螺栓被盗造成倒塔事故。

#### 9.3.2 基础部分

基础施工除必须遵守《110kV~500kV 输电线路施工及验收规范》外，

尚应注意以下事项:

基础加工、施工过程中如发现设计文件有误, 及时通知设计代表解决。

基坑开挖后发现地质条件与设计条件不符时, 应及时通知设计代表进行处理。

个别杆塔位基础底部持力层有粉砂或软塑质土影响施工, 需打垫层或换填。基坑开挖后与设计代表商定垫层厚度及基坑深度变化。

基础施工时遇地下水, 需做铺石灌浆垫层, 砂浆标号为M10, 厚为100mm。

基础基面标高应以业主方提供的基面高程为准, 降基面时应先打辅助桩, 所有需要升(降)基面的杆位, 必须升(降)至设计要求的标高, 如有变化必须征得设计代表同意。

基坑回填时应严格遵照《110kV~500kV 输电线路施工及验收规范》的规定执行, 严禁用淤泥软塑土或全部回填碎石。

终端杆塔、为确保杆身在紧线后不向内角侧倾斜, 基础顶面应考虑预偏本工程主柱配筋基础的主筋净保护层均要求为50mm。

本工程所有大开挖基础底层台阶不允许使用土模浇制。

底脚螺栓丝扣不得进入钢管杆底板(塔脚板)与基础顶面之间的剪切面。

其它技术要求

(1) 基础施工用所有材料均需有出厂(场)合格证书, 因特殊情况需要材料代用时, 应以文字形式征得设计代表审定同意后方可进行。

(2) 混凝土应采用机械搅拌, 机械振捣。

(3) 底脚螺栓外露长度以基础施工图标注的为准。

(4) 基础施工时应校对底脚螺栓间距, 以确保组杆工作顺利进行。

(5) 基础施工时应校对铁塔及基础根开, 以确保组塔工序顺利进行。

(6) 配筋基础的底板上层钢筋在施工中易受到踩踏的部位应放置支撑

筋。

#### 9.4 架线、施工的要求

1) 施工前应复测沿线档距、高差、直线、转角及定位高差，其结果与设计施工图一致后方能开挖基础。

2) 施工前，请施工单位到线路沿路市、县、镇有关部门办理施工手续时，复核好线路走廊情况，如发现新设施（包括新建电力线、民房等），及时通知设计处理，处理后再施工。

3) 交叉跨越档施工前应办好有关手续。

4) 导线、地线、金具、绝缘子等线路器材都必须满足有关技术要求并有厂家合格证明书。金具出厂前应进行成串试组装，合格后方可出厂。设备到达工地后，施工单位应对设备材料进行检验，发现不合格产品，应及时反映，并妥善保管设备材料。对每种绝缘子金具串型应进行成串试组装，发现问题及时反馈。

6) 导线初伸长对弧垂的影响采用降温法补偿。**重新紧放线段未考虑降温及新线系数。**

7) 施工要对连续上下山处架线弧垂作好计算调整，以确保逐档弧垂准确，对重要交叉跨越和大档距，应严格控制弧垂误差范围。

8) 本工程导地线材料计算了线长、跳线单独用量。请施工单位组织完善施工放线工艺，合理安排导线线盘剩余导线的利用，避免导线损耗增加，施工放线过程中，须采取有效措施保护导地线，避免导地线损坏。

9) 导地线紧好后，要及时安装线夹、防振锤，以免振动断股及导线鞭击。

10) 绝缘子应尽量减少在现场的堆放时间。绝缘子安装前应先清除表面尘垢及附着物，组装绝缘子前应逐个将绝缘子擦洗干净。

11) 若涉及需要改迁电力线和通信线，施工前应办理好有关手续。

12) 本工程所用金具严禁其它工程金具代用，并注意在运输中不要碰伤变形。

13) 本工程导线和地线在与悬垂线夹、防振锤、并沟线夹等金具的线夹夹具夹紧时，安装时均必须在导线和地线外缠绕铝包带，特别注意下一圈铝包带应紧搭在上一圈铝包带半圈上，特别注意防振锤和并沟线夹的安装质量。

14) 本工程有跨越线路施工中注意采取措施，确保人身安全。

15) 施工单位对耐张转角塔的跳线安装，应事先进行实际比量，安装后对跳线间隙进行检查，以满足相应工况下的间隙要求。

16) 本工程耐张塔导线跳线原则上不应采用放紧线后和其它使用过的剩余线段，除非施工单位采取措施确保跳线不得有散股、断股、严重划伤、夹杂污物等其它与验收规范不相符的损坏，否则应采用新开盘的新线。

17) 耐张塔跳线在安装时，应注意跳线横担、跳线串的布置长度和方向。

18) 本工程接地装置按水平接地体设计，施工时其射线长度及接地电阻值必须同时满足设计要求。

19) 施工时应注意对架空光缆线，I、II级电信长途架空光缆线的保护；对于地埋光缆在敷设接地射线时应保证对其间距不小于50米，以免因施工对其造成损害，如不能满足距离要求，请通知设计根据具体情况，采取减少接地射线长度，同时采用接地模块和采取保护等措施。

20) 跨越档耐张线夹进行X光透视无损探伤检查，出具检测报告。

21) “三跨”耐张段导、地线不允许有接头。



## 第十章 运行维护注意事项

### 10.1 运行注意事项

本工程线路经过地段均属空气污秽地区，运行部门应认真作好绝缘子污秽及导、地线腐蚀程度的测试、记录，以便总结该地区的污秽设计经验。

### 10.2 杆塔编号

线路竣工投运后应按调度命名方式顺序编排塔号，塔号用黑（或白）油漆喷写于杆塔的同一方向和同一位置。

### 10.3 相位标志

在各耐张塔上以黄（A）、绿（B）、红（C）三色油漆相位顺序。

## 第十一章 附件

附件 1：三亚市自然资源和规划局关于海南西环高铁和货线三亚至乐东（岭头）段公文化旅游化铁路改造工程超高压迁改施工方案意见的复函。

# 三亚市自然资源和规划局

三自然资市政〔2021〕218号

## 三亚市自然资源和规划局 关于利用海南西环高铁和货线三亚至乐东 (岭头)段公交文化旅游化铁路改造工程 超高压迁改施工方案意见的复函

三亚铁路投资建设有限公司：

你司《关于利用海南西环高铁和货线三亚至乐东(岭头)段公交文化旅游化铁路改造工程超高压迁改施工方案征求意见的函》(三铁投函〔2021〕19号)相关材料收悉。经研究，现将相关意见函复如下：

一、根据来函提供资料，因海南西环高铁和货线三亚至乐东(岭头)段公交文化旅游化铁路改造工程施工需要，将施工范围内隶属于海南电网有限责任公司四段高压架空电线进行迁改。经核查《三亚市总体规划(空间类2015-2030)》，崖城镇东北侧区域迁改新建塔基用地规划性质为基本农田和园地；塔岭北侧区域新建塔基用地规划性质为基本农田、园地和Ⅳ级保护林地；天涯隧道北侧区域新建塔基用地规划性质为Ⅱ级保护林地和Ⅳ级保护林地；三横路(凤凰机场段)北侧区域新建塔基用地规划性质为基本农田。同时，塔岭北侧区域新建塔基涉及占压Ⅰ类生态红线。

二、鉴于本项目为利用海南西环高铁和货线三亚至乐东（岭头）段公交文化旅游化铁路改造工程配套的管线迁改项目，迁改路径拆除的原高压塔基也位于基本农田范围内，且电网项目符合海南省陆域I类生态保护红线区保护与开发建设准入目录清单，我局原则支持项目按程序推进。新建塔基应尽量减少占用基本农田，并对拆除原有塔基用地按基本农田要求复耕。涉及I类生态保护红线问题需进一步征求生态环境局意见。

三、根据《海南省人民政府关于支持产业项目发展规划和用地保障的意见》（琼府〔2019〕13号），占地面积不超过100平方米零星公共服务设施用地）可采取“只征不转”或“不转不征”土地利用制度，但项目部分用地涉及占压保护林地，需按程序办理相关林地审批手续。崖城镇区东北侧区域新建路径横跨现状宁远河，部分塔基临近河道，为避免将来河道治理和提防建设导致的重复迁改，需征求相关水务主管部门意见。同时，线位迁改需征求沿线周边区域利害关系人意见后，方可按程序施工。

附件：项目示意图

三亚市自然资源和规划局

2021年7月29日

（联系人：黎培弢，电话：88267736）

(此件依申请公开)

# 海南电网有限责任公司文件

海南电网生技〔2021〕23 号

---

## 关于印发三亚公交化旅游化列车改造工程 涉及220kV 龙新I线等9条输电线路 迁改可研评审意见的通知

三亚供电局：

你局《三亚供电局关于三亚铁路投资建设有限公司公交化旅文化铁路改造范围内电力设施迁移事宜的请示》（三亚供电〔2021〕185 号）已收悉。为配合三亚公交化旅游化列车改造工程建设，公司生技部于 2021 年 9 月 30 日在海口皇马假日酒店四楼 320 会议室组织召开“利用海南西环高铁和货线三亚至乐东（岭头）段开行公交化旅游化列车改造工程 220kV、110kV 线路迁改项目”可研评审会。公司生技部、三亚供电局以及三亚

铁路投资建设有限公司、海南电力设计研究院有限公司、海南电网设计有限责任公司、海南威特电力设计有限公司、成都峰海工程技术有限公司等单位相关人员参加会议。现将评审意见给予印发，并提出要求如下：

## **一、迁改工程管理要求**

（一）海南电网公司高度重视三亚市重点基础设施建设，支持三亚公交文化旅游化列车改造工程建设。根据《海南电网有限责任公司输配电设施迁改管理细则（2021年版）》的相关规定，原则上采用“资金补偿方式”，请三亚供电局积极调业主单位三亚铁路投资建设有限公司。

（二）三亚供电局根据可研审批意见，按照公司合同管理规定，组织业主单位签订补偿协议，并向调度部门报送年度停电计划，纳入年度综合停电管理，避免重复停电。

（三）本次迁改项目可研方案审查后，由业主单位将迁改路径报相关政府规划主管部门审批。根据规划主管部门批复意见，由业主单位完成环评水保等手续的办理，并在施工图审查前提交三亚供电局。

（四）请三亚供电局做好迁改停电协调、新建线路质量管控和验收工作，按照固定资产管理相关规定做好资产移交、拆旧资产处置工作。

## **二、停电相关工作要求**

（一）履行施工方案审批手续。业主单位应督促施工单位提

前 1 个月编制施工方案并报三亚供电局，由三亚供电局组织会审。停电涉及三级以上电力事件风险的应报省公司生技部、安监部、中调审核批准。

(二)做好综合停电管理。涉及 220kV 龙新 I 线等 9 条输电线路的停电迁改工作计划应纳入三亚供电局月度综合停电管理，业主单位应提前 1 个月将停电计划报三亚供电局。

特此通知。

- 附件：1. 三亚公交文化旅游化列车改造工程涉及 220kV 龙新 I 线等 9 条输电线路迁改可研评审意见（另附）
2. 三亚公交文化旅游化列车改造工程涉及 220kV 龙新 I 线等 9 条输电线路迁改申请及政府部门批复文件（另附）
3. 三亚公交文化旅游化列车改造工程涉及 220kV 龙新 I 线等 9 条输电线路迁改可研报告（另附）



（此件发至供电局）

---

抄送：叶雄副总经理，王海鹏安全总监，规划部、新兴业务部，中调、  
规划中心。

---

海南电网有限责任公司董事会工作部

2021 年 11 月 29 日印发

---



## 三亚公交化旅游化列车改造工程涉及220kV 龙新I线等9条输电线路迁改 可研评审意见

根据三亚供电局《三亚供电局关于三亚铁路投资建设有限公司公交化旅文化铁路改造范围内电力设施迁移事宜的请示》（三亚供电〔2021〕185号），为配合三亚改建铁路利用海南西环高铁和货线三亚至乐东（岭头）段开行公交化旅游化列车改造工程的建设，公司生技部于2021年9月30日在海口皇马假日酒店四楼320会议室组织召开了“利用海南西环高铁和货线三亚至乐东（岭头）段开行公交化旅游化列车改造工程220kV、110kV 线路迁改项目”可研评审会。公司生技部、三亚供电局以及三亚铁路投资建设有限公司、中铁二局集团有限公司、海南电力设计研究院有限公司、海南电网设计有限责任公司、海南威特电力设计有限公司、成都峰海工程技术咨询有限公司等单位相关人员参加了会议。经评审组评审形成意见如下：

### 一、工程概况

#### （一）220kV 龙新 I 线

新立2基直线塔以跨越新建公交化铁路，抬高迁改路径长度约0.907千米，拆除直线塔1基，新立直线塔2基。迁改段导线采用 $2 \times \text{JL/LB1A-300/40}$ ，地线采用1根48芯 OPGW-24B1-100 光缆和1根 JLB20-80 铝包钢绞线地线。拆除长度0.907千米。因

线路改造导致220kV 龙新 I 线需重新紧线段长0.907千米。

## **(二) 220kV 望涯 I 线、涯牵 I 线 (双回)**

原线路路径长度约1.269千米、迁改后线路路径长度约1.487千米。迁改段导线采用 $2\times\text{JL/LB1A-300/40}$ ，地线采用1根48芯 OPGW-24B1-100光缆和1根 JLB20-80铝包钢绞线地线。本次迁改需拆除原线路3基直线塔、1基耐张塔、导、地线拆除长度约为1.269千米；新立2基直线塔、4基耐张塔。因线路改造导致 220kV (双回) 望涯 I 线、涯牵 I 线需重新紧线段长1.576千米。

## **(三) 220kV 望涯 II 线**

原线路路径长度约1.372千米、迁改后线路路径长度约1.618千米。迁改段导线采用 $1\times\text{JL/LB1A-400/50}$ ，地线采用1根48芯 OPGW-24B1-100光缆和1根 JLB20-80铝包钢绞线地线。本次迁改拆除原线路3基直线塔、1基耐张塔、导、地线拆除长度约为1.372千米；新立2基直线塔、4基耐张塔。因线路改造导致 220kV 望涯 II 线需重新紧线段长2.226千米。

## **(四) 110kV 新桥线**

原线路路径长度约0.947千米，迁改后线路路径长度约1.023千米。新立1基直线塔，5基耐张塔。迁改段导线采用 $1\times\text{JL/LB1A-240/40}$ ，地线采用1根 24芯 OPGW-24B1-80光缆和1根 JLB40-80铝包钢绞线地线。本次迁改需拆除原线路2基直线塔，3基耐张塔，导、地线拆除长度约为0.947千米；因线路改造导致 220kV 望涯 II 线需重新紧线段长3.161千米。

## **(五) 110kV 南天线**

原线路路径长度约0.682千米、迁改后线路路径长度约0.76千米。迁改段导线采用1×JL/LB1A-240/40，地线采用1根24芯 OPGW-24B1-80光缆和1根 JLB40-80铝包钢绞线地线。拆除原线路2基直线杆、1基直线塔，导、地线拆除长度约为0.682千米；新立1基直线塔、3基耐张塔。因线路改造导致 110kV 南天线需重新紧线段长3.275千米。

#### **(六) 110kV 崖红线**

原线路路径长度约0.267千米、迁改后线路路径长度约0.324千米。迁改段导线采用1×JL/LB1A-240/40，地线采用1根 24芯 OPGW-24B1-80光缆和1根 JLB40-80铝包钢绞线地线。拆除原线路2基直线杆、1基直线塔，导、地线拆除长度约为0.682千米；导、地线拆除长度约为0.267千米，本次迁改需拆除原线路2基耐张塔（其中1基双回耐张塔），新立2基耐张塔（其中1基双回耐张塔）。因线路改造导致 110kV 崖红线需重新紧线段长2.15千米。

#### **(七) 110kV 红坡线**

原线路路径长度约0.689千米、迁改后线路路径长度约0.739千米。迁改段导线采用1×JL/LB1A-240/40，地线采用1根 24芯 OPGW-24B1-80光缆和1根 JLB40-80铝包钢绞线地线。需拆除原线路1基直线杆、4基耐张塔（其中双回耐张塔1基），导、地线拆除长度约为0.689千米；新立1基直线塔、4基耐张塔（其中双回耐张塔1基）。因线路改造导致 110kV 红坡线需重新紧线段长0.173千米。

#### **(八) 110kV 鸭天凤线**

原路径通道中的052#大号侧约50米处，新立1基直线塔以触决跨越三条高架铁路问题。迁改段导线采用 $1 \times \text{JL/LB1A-185/30}$ ，地线采用1根 24芯 OPGW-24B1-80光缆和1根 JLB40-80铝包钢绞线地线。本次迁改后新建线路长度约0.633千米，拆除原线路1基直线塔，导、地线拆除长度约为0.633千米；新立2基直线塔。

### **（九）110kV 红坡线**

原路径通道中的 044#小号侧约 25 米处和 045#大号侧 20 米处，分别新立 1 基直线塔以触决跨越三条高架铁路问题。迁改段导线采用  $1 \times \text{JL/LB1A-240/40}$ ，地线采用 1 根 24 芯 OPGW-24B1-80 光缆和 1 根 JLB40-80 铝包钢绞线地线。本次迁改后新建线路长度约 0.603 千米，需拆除原线路 2 基直线塔，导、地线拆除长度约为 0.603 千米；新立 2 基直线塔。

### **（十）110kV 红坡线**

在原路径通道中的020#小号侧约15米处，新立1基耐张塔，左转避开天涯海角站单身宿舍等建筑物，在23#塔与22#塔延长线约166米处新立1基耐张塔，右转在22#塔小号侧20米处，新立1基直线塔并拆除该22#塔，之后接入原线路。本次迁改后新建线路长度约0.754千米，需拆除原线路1基直线双杆，2基耐张塔，导、地线拆除长度约为0.745千米；新立1基直线塔，2基耐张塔。因线路改造导致 110kV 红坡线需重新紧线段长 2.538千米。

## **二、迁改工程评审意见**

### **（一）线路路径方案**

经充分讨论研究，基本同意设计院的220kV 龙新 I 线、220kV 望涯 II 线牛红线、220kV 望涯 I 线、涯牵 I 线（双回）及110kV 新桥线、110kV 南天线、110kV 崖红线、110kV 红坡线、110kV 鸭天凤线迁改路径方案。

#### 1. 220kV 龙新 I 线

分别于105#塔大号侧约115米处和106#塔大号侧约33米处新立1基直线塔以跨越新建公交化铁路，抬高迁改。

#### 2. 220kV 望涯 I 线、涯牵 I 线（双回）

220kV（双回）望涯 I 线89#-93#、涯牵 I 线018#-022#段杆塔迁改（因双回线路编号不上统一方向，路径描述以望涯 I 线89#-93#为准），其方案为：在089#塔小号侧约20米处新立1基 G1耐张塔左转分别于宁远河西、东两侧分别新立1基直线塔避让“河北省农林科学院旱作试验站”房屋，在其南侧走线，抵达“河南省农业科学院涯城南繁基地”内，新立 G4耐张塔右转跨越铁路至原220kV（双回）望涯 I 线93#耐张塔小号侧约256米处新立 G6塔止。

#### 3. 220kV 望涯 II 线

在070#塔小号侧约20米处新立1基 N1耐张塔左转分别于宁远河西岸、东岸两侧分别新立1基直线塔，跨国宁远河，从“河北省农林科学院旱作试验站”北侧走线，抵达“河南省农业科学院涯城南繁基地”内，新立 N4耐张塔右转跨越铁路，新建 N5直线塔，再在原220kV 望涯 II 线075#耐张塔小号侧约180米处新立 N6塔。

#### 4. 110kV 新桥线

在027#塔小号侧约12米处新立1基 N1耐张塔左转在满足规程规范倒塔距离的情况下再次新立 N2塔右转跨越铁路至 N3塔，避让铁路与铁路平行走线接至031#塔大号约57米处的 N6塔止。

#### 5. 110kV 南天线

在 029#塔小号侧约 15 米处新立 1 基 N1 耐张铁塔右转在两幢房屋穿过，在一处槟榔园新立 N2 塔左转跨越现有货运铁路，跨越现有铁路之后在基本农田保护范围外新立 1 基直线铁塔，直线行进接至本工程原线路 030#双杆大号侧约 20 处新立 1 基耐张塔铁塔，接入原线路。

#### 6. 110kV 崖红线

在 045#塔小号侧 33 米处新立 1 基 G1 耐张塔，跨公路跨铁路桥引道与已建 046#塔东北侧约 21 米处新建双回塔进行联接，并跨越铁路接至 047#塔以原有电缆接放红塘 110kV 变电站。

#### 7. 110kV 红坡线

自红塘 110kV 变电站以原有电缆引出至 001#塔后跨过铁路，002#塔北侧约 15 米处新立 1 基双回终端塔，右转至 N2 塔处在两处房屋之间(跨两处房屋围墙)穿过，再次右转接至 006#塔小号约 178 米处新 1 基耐张塔，接入原线路。

#### 8. 110kV 鸭天凤线

在原路径通道中的 052#大号侧约 50 米处及 053#大号侧约 20 米各新立 1 基直线塔以解决跨越三条高架铁路问题。

#### 9. 110kV 红坡线

在原路径通道中的 044#小号侧约 25 米处和 045#大号侧 20 米处，分别新立 1 基直线塔以解决跨越三条高架铁路问题。

## 10. 110kV 红坡线

在原路径通道中的 020#小号侧约 15 米处，新立 1 基耐张塔，左转避开天涯海角站单身宿舍等建筑物，在 23#塔与 22#塔延长线约 166 米处新立 1 基耐张塔，右转在 22#塔小号侧 20 米处，新立 1 基直线塔并拆除该 22#塔，之后接入原线路。

### (二) 架空线路部分

#### 1. 共性意见

(1) 直线串绝缘子采用双串双挂设计。

(2) 新建杆塔全部安装导轨式防坠落装置。

(3) 跳线绝缘子采用固定防风偏复合绝缘子。

(4) 污区分布图采用南网污区分布图，污秽等级选取 C 级。

(5) 线路各安装 1 组带间隙的避雷器，接地电阻要降至  $4\Omega$  及以下。

(6) 改建段 220kV 线路 OPGW 光缆采用 48 芯，110kV 线路 OPGW 光缆采用 36 芯。

(7) 每条线路跨越铁路段的交叉跨越点各增加 1 套智能 AI 视频在线监测装置，该装置需满足海南电网公司技术规范书要求，具备接入海南电网视频在线监测系统后台。

#### 2. 个性意见

(1) 220kV 望涯 I 线、涯牵 I 线（双回）

校核两端原耐张塔上拔情况；220kV 望涯 I 线、涯牵 I 线绝缘子需要差异化设计，其中 220kV 望涯 I 线复合绝缘子采用 F 型。

## **(2) 220kV 望涯 II 线**

校核两端原耐张塔上拔情况。

## **(3) 110kV 红坡线**

接地网靠近天然管线杆塔采用铜包钢垂直接地体。

## **(三) 停电施工方案**

在满足对带电导线安全距离的情况下，进行基础浇注、塔身的部分组装工作。申请停电后，做好后续的铁塔组装及放线工作，停电时间约为3-6天，具体施工停电方案需经运行单位批准。

## **(四) 其它**

1. 初步设计和施工图设计均要报送运维单位三亚局评审同意，才能进行迁改施工。

2. 为确保本项目工程质量合格，经协商，与会人员一致同意项目物资材料采用中国南方电网和海南电网有限责任公司最新批次物资框招结果的物资。

3. 本期线路迁改须进行电子化移交后，才可具备投产运行条件，其移交费用需包含于预算。

4. 施工前需与道路设计方核对高程方可施工。

5. 施工过程中需办理相应施工手续的，应先办完相应的审批手续，再进行施工。



## 参会人员名单

海南电网有限责任公司：邢铀、张召

三亚供电局：胡如意

三亚铁路投资建设有限公司：熊伟

中铁二局集团有限公司：李正宇、杨宇航

海南电力设计研究院有限公司：张世隆

海南威特电力设计有限公司：李成光

海南电网设计有限责任公司：杨宇

成都峰海工程技术咨询有限公司：刘丹

