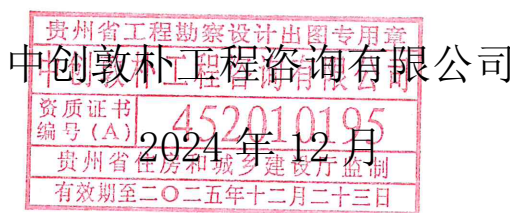


# 110kV 苏百康线 85 号应急改造工程

## 施工图设计说明书





# 目 录

1 设计依据 .....	1
2 工程概述 .....	1
2.1 项目改造原因 .....	1
3 改造方案 .....	1
3.1 方案概述 .....	1
3.2 铁塔使用情况 .....	2
3.3 拆旧情况 .....	2
3.4 地形地貌 .....	2
3.5 交通运输情况 .....	2
3.6 主要交叉跨越情况 .....	3
4 气象条件 .....	3
5 导线和地线 .....	4
5.1 导、地线型号 .....	4
5.2 导地线的机械物理特性 .....	4
5.3 导、地线的设计安全系数及最大使用张力 .....	5
5.4 防振措施 .....	5
5.5 导线相序 .....	5
5.6 导线架线后塑性伸长的补偿措施 .....	6
5.7 孤立档导、地线弧垂 .....	6
6 绝缘配合 .....	6
6.1 污秽区等级划分 .....	6
6.2 绝缘子型号、串数及其机电性能 .....	7
6.3 空气间隙 .....	9
7 防雷接地 .....	9
7.1 防雷措施 .....	9
7.2 接地 .....	10
8 金具 .....	10
9 光缆部分 .....	11

10 附属设施 .....	13
11 架空部分电气施工图说明 .....	13
12 结构施工图说明 .....	16
13 其他 .....	21
14、附件 .....	22

---

## 1 设计依据

### 1.1、委托书

### 1.2、相关技术标准

- 1) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）
- 2) 《架空送电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T 5154-2020）
- 3) 《架空输电线路基础设计技术规程》（DL/T 5219-2023）
- 4) 《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）
- 5) 《交流电气装置接地设计规范》（GB 50065-2011）
- 6) 《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233-2014）
- 7) 《输变电工程架空导线及地线液压压接工艺规程》DL/T-5285-2013
- 8) 《输电杆塔用地脚螺栓与螺母》DL/T1236-2013
- 9) 《架空线路用预绞式金具技术条件》DL/T763-2013
- 10) 《南方电网公司反事故措施》（2024 版）
- 11) 《35kV~500kV 交流输电线路装备技术导则》（Q/CSG 1107003-2019）

## 2 工程概述

### 2.1 项目改造原因

110kV 苏百康线 85 号和苏百芙线 106 号同塔架设，在建长塘水库环库公路建设时，将苏百康线 85 号塔下方约 60 米处开挖，开挖深度约 75 米，开挖处发生塌方，塌方导致 85 号塔位周边发生裂缝，裂缝依山体分布，裂缝表面长约 100 米，裂缝最宽 0.1 米，塔位无裂缝但两边裂缝从塔位中间穿过，推测裂缝隐藏部分穿过铁塔，若裂缝继续发育，杆塔将会发生侧倾或倒塔。因此需对 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）85 号塔进行改造。

## 3 改造方案

### 3.1 方案概述

经现场勘察，为避免新建杆塔受裂缝影响，将新建 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）塔位往山体上移动 135 米（新改 2 号）。移动后需在原 84 号塔大号侧 107 米新建一基转角塔（新改 1 号），在 86 号大号侧 55 米新建一基转角塔（新改 4 号），由于改 2 号至改 4 号中间跨越一座山体，需在跨越山体上新建一基直线塔（新改 3 号）。共新立 4 基铁塔；同时拆除原#85~原#86 号共 2 基铁塔。

本次改线需新建 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）新改 1 至新改 4 号段架空导、地线以及光缆长度约 0.75km；导线采用 JL/LB20A-240/40 铝包钢芯铝绞线，地线采用 JLB20A-80 铝包钢绞线和 OPGW-100-24-1-1 光缆；重新放紧线 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）#83 号至新改 1 号、110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）新改 4 号至#88 号架空导、地线及光缆长度约 0.75km。

本工程新建线路路径无压矿和占用文物保护单位等情况。

### 3.2 铁塔使用情况

本次改线全部采用自立式铁塔，该塔具有结构合理、稳定性好、方便施工、运行维护等优点，但耗钢量和基础工程量都较大。本次改线新建 110kV 双回路自立式铁塔 4 基，其中双回路耐张塔 3 基，双回路直线塔 1 基。详见下表：

序 号	型 号	数 量	运用改线段	备 注
1	SZD32K-42	1	新改 3 号	110kV 双回路直线塔
2	SJD32-30	2	新改 1 号、新改 4 号	110kV 双回路转角塔
3	SJD34-30	1	新改 2 号	110kV 双回路转角塔

### 3.3 拆旧情况

本次改线需拆除 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）原#84 至原#86 号架空导线约 0.55km 及 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）原#85、原#86 共 2 基杆塔，拆除悬垂绝缘子串 12 串，杆塔情况详见下表：

型 号	数量	塔 号	塔 重	塔 型
ZGU41-27	2	110kV 苏百康线#85、 #86	8（t）/基	110kV 双回路直线塔

拆除杆塔不可再利用，具体处理方式由产权供电局确定。拆除后的塔材及线材要求运回桂林供电局，人力运距 0.5km，汽车运距 80km。

### 3.4 地形地貌

地形综合比例为：山地 60%、高山大岭 40%；

地质综合比例为：坚土 30%，松砂石 30%，岩石 40%。

### 3.5 交通运输情况

材料集散地设在桂林市永福县，人力运距 0.5km，汽车运距 20km；拆除后的塔材及线

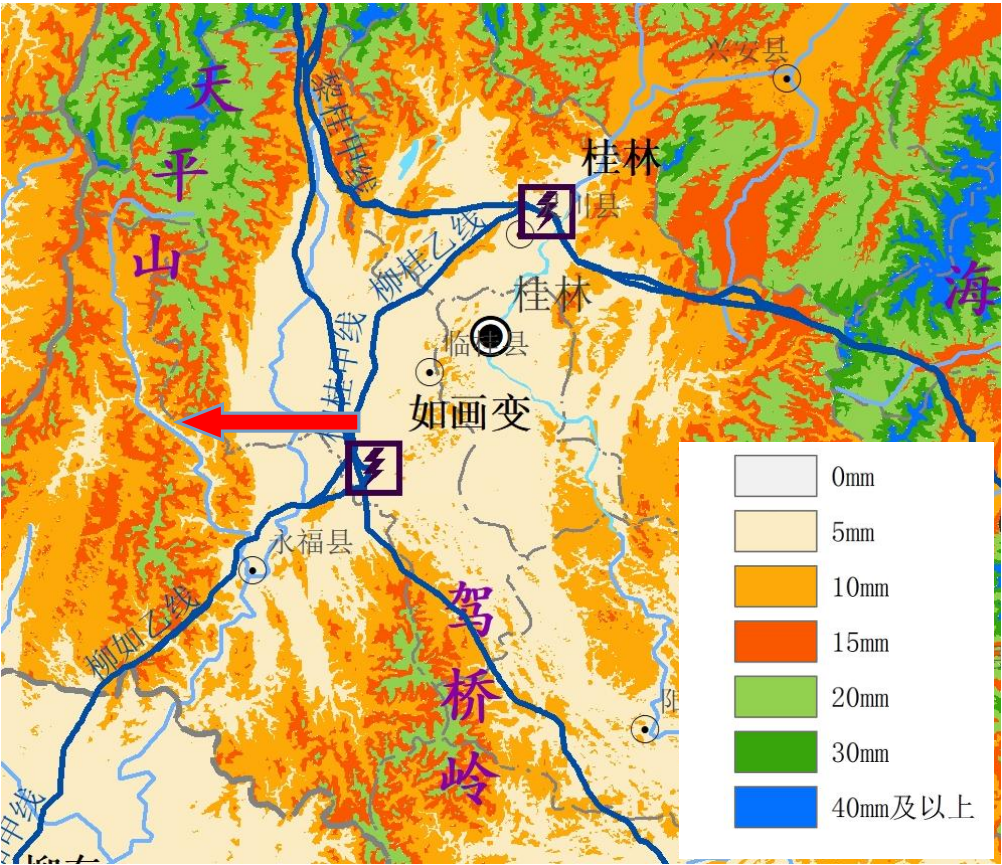
材要求运回桂林供电局，人力运距 0.5km，汽车运距 80km。

3.6 主要交叉跨越情况

交叉跨越情况：低压通信线路 4 次。

4 气象条件

据气象区划本工程采用广西Ⅲa 有冰弱风气象区，设计基本风速为 23.5m/s，导线覆冰厚度 10mm，地线覆冰 10mm（验算杆塔按照 15 毫米覆冰设计，日常导线弧垂按 10 毫米覆冰进行验算）。



广西Ⅲa 气象区气象组合表

气象组合	温度（℃）	风速（m/s）	覆冰厚度（mm）
最高气温	40	0	0
最低气温	-5	0	0
最大风速	15	23.5	0
覆冰	-5	5	10（导） 10（地）
安装	5	10	0
年平均气温	15	0	0

气象组合	温度 (°C)	风速 (m/s)	覆冰厚度 (mm)
内过电压	15	15	0
外过电压	20	10	0
年平均雷暴日	86 天		

## 5 导线和地线

### 5.1 导、地线型号

本次改线需新建 110kV 苏百康线(110kV 苏百芙线共塔)新改 1 至新改 4 号段架空导、地线以及光缆长度约 0.75km。本工程新建的导线截面采用与原线路相同,导线采用 JL/LB20A-240/40 铝包钢芯铝绞线,地线采用 JLB20A-80 铝包钢绞线和 OPGW-100-24-1-1 光缆。导、地线新建情况如下:

新建 110kV 苏百康线(110kV 苏百芙线共塔)新改 1~新改 4 号段 JL/LB20A-240/40 导线 6×750 米,新建 110kV 苏百康线(110kV 苏百芙线共塔)新改 1~新改 4 号段 JLB20A-80 地线 1×750 米,新建 110kV 苏百康线(110kV 苏百芙线共塔)新改 1~新改 4 号段 OPGW-100-24-1-1 光缆 1×750 米。

### 5.2 导地线的机械物理特性

导、地线的机械物理特性参数表

项 目		单 位	JL/LB20A-240/40	JLB20A-80
根数/直径	铝	根/mm	26/3.42	7/3.80
	钢	根/mm	7/2.66	
计算截面	铝	mm <sup>2</sup>	238.85	19.85
	钢	mm <sup>2</sup>	38.90	59.54
	总计	mm <sup>2</sup>	277.75	79.39
外径		mm	21.66	11.4
直流电阻不大于		Ω /km	≤0.1145	≥1.0788
计算拉断力		kN	≥85.851	≥89.31
计算重量		kg/km	917.4	528.4
弹性模量		GPa	71.2	147.2
膨胀系数		1/°C	20.0×10 <sup>-6</sup>	13×10 <sup>-6</sup>



单丝导电率	%IACS	/	$\geq 20.3$
-------	-------	---	-------------

OPGW 光缆的机械物理特性参数表

项 目		参 数	型 号
		单 位	OPGW-100-24-1-1 [118.0; 64.6]
结构参数	中心线	根数/mm	1 根/ $\phi 2.4$ , LB20 铝包钢线
	第二层	根数/mm	5 根/ $\phi 2.4$ , LB20 铝包钢线
	第一层	根数/mm	10 根/ $\phi 3.0$ , LB20 铝包钢线
光缆直径		mm	13.2
参考质量		kg/km	676
承重截面		mm <sup>2</sup>	97.83
额定抗张强度 (RTS)		kN	118.0
杨氏模量		kN/mm <sup>2</sup>	162
热膨胀系数		10 <sup>-6</sup> /°C	13.0
直流电阻 (20°C)		$\Omega$ /km	0.882
短路电流容量 (20°C ~ 200°C)		kA <sup>2</sup> ·s	64.6
雷电试验指标		C	150

### 5.3 导、地线的设计安全系数及最大使用张力

本工程 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）导、地线安全系数与原线路一致，导线 JL/LB20A-240/40 设计安全系数取 2.7，相应的最大使用张力为 30.2kN；110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）地线为 JLB20A-80 铝包钢绞线，设计安全系数取 4.0，相应的最大使用张力为 22.32kN；110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）光缆为 OPGW-100-24-1-1 光缆，设计安全系数取 4.0，相应的最大使用张力为 29.5kN。

### 5.4 防振措施

本工程线路导线的平均运行应力为其瞬时破坏应力的 25%，地线则为 20%。

JL/LB20A-240/40 导线防振锤采用 FDZ-4，JLB20A-80 地线防振锤采用 FDZ-2。

### 5.5 导线相序

---

本工程 110kV 苏百康线和 110kV 苏百英线相序从上至下为 A、B、C, 杆塔改造后导线相序必须与原线路规定的相序保持一致。施工前请施工单位严格核对现场两侧变电站站内至改造耐张段杆号牌、杆塔型号、呼高及线路相序一致后再施工挂线及悬挂相序牌, 若发现现场的杆号牌、杆塔型号、呼高及线路相序与现场不符时, 请及时与运行单位核实正确的线路相序。

#### 5.6 导线架线后塑性伸长的补偿措施

为补偿补伸长, 本工程新架设导、地线降温取值: JL/LB20A-240/40 导线按降温 20℃, JLB20A-80 地线按照降温 10℃。而本工程杆段使用旧导、地线及光缆均已架设多年, 故利旧杆段的导、地线及光缆无需再考虑导、地线及光缆塑性伸长, 利旧杆段的导、地线及光缆无需采用降温补偿。安装时测量大气温度的温度计背向太阳。导地线安装曲线以每 10℃为一档制作, 若温度不在 5 的倍数范畴内, 应采用线性内插法, 以便准确计算弧垂。施工时按代表档距及降温后的温度查取导线百米弧垂曲线数据。

#### 5.7 孤立档导、地线弧垂

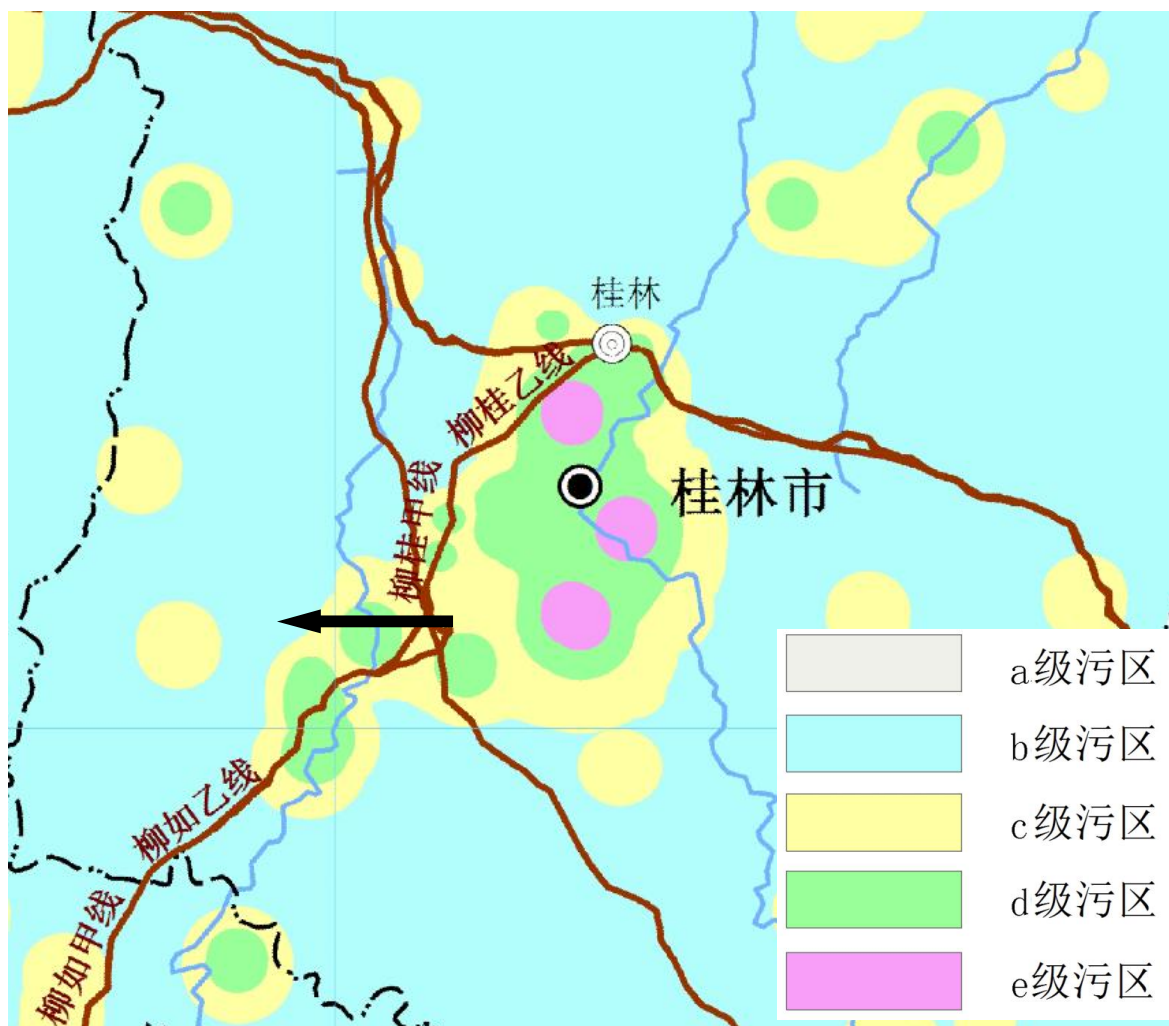
过牵引长度: 导线取 0.15m, 地线取 0.10 米。

档距大于 200 米的孤立档导、地线及光缆弧垂按照上节连续档百米弧垂曲线查取即可。

## 6 绝缘配合

#### 6.1 污秽区等级划分

经调查线路所经过地方的环境情况以及参照附近已建线路的运行情况, 并结合《南方电网污区分布图(2021)》中的污秽区等级的划分, 线路所属区域处于 b 级污秽区范围内。根据南网公司《35kV~500kV 交流输电线路装备技术导则》要求, 污秽区选择适当留有裕度, 即: a、b 级污秽区新建线路绝缘子应按照 c 级污秽区等级的统一爬电比距来配置; c、d 级污秽区新建线路绝缘子应按照所在污区等级的统一爬电比距的上限来配置。因此, 本工程统一爬电比距取 c 级污秽区值: 37.58mm/kV。



## 6.2 绝缘子型号、串数及其机电性能

根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010），绝缘配合设计可采用爬电比距法，也可采用污耐压法，选择合适的绝缘子型式和片数。当采用爬电比距法时，绝缘子片数应按下式计算：

$$n \geq \frac{\lambda U}{K_e L_{01}}$$

式中：n——海拔 1000m 时每联绝缘子所需片数；

$\lambda$ ——爬电比距（cm/kV）；

U——系统标称电压（kV）；

$L_{01}$ ——单片悬式绝缘子的几何爬电距离（cm）；

$K_e$ ——绝缘子爬电距离的有效系数。

根据设计经验，为了减小绝缘子串长度，缩小塔头尺寸，绝缘子串的片数尽量按最少配置选择，通过选用玻璃绝缘子来达到相应要求的爬距比值，按此原则，悬垂绝缘子串

采用 U70BLP-2 玻璃绝缘子，8 片/联；耐张绝缘子串采用 U70BLP-2 玻璃绝缘子，9 片/联；跳线悬垂绝缘子串采用 U70BLP-2 玻璃绝缘子，8 片/联。玻璃绝缘子爬电距离有效系数  $K_e$  取 0.9，爬电比距均满足 c 级污秽区的要求。

对于重要的交叉跨越，悬垂串采用独立挂点的双联悬垂串。

本工程选用的玻璃绝缘子参数见表 6.2-1。

表 6.8.4-1 玻璃绝缘子机电性能表

绝缘子型号	主要尺寸（mm）				机电特性			机械破坏荷载 （kN）	重量 （kg）
	联接 标记	盘径	结构 高 度	爬电距离	雷电冲击耐 受电压（kV）	工频耐受电压 有效值（kV）			
						湿耐 受	击穿		
U70BLP-2	16	280	146	450	125	50	130	70	5.8

根据绝缘子机电性能指标及绝缘子串片数配置情况，绝缘子串爬电比距如下(玻璃绝缘子爬电比距有效系数取 0.9)：

表 6.2-2 绝缘子片数配置一览表

类别	绝缘子型号	单片爬电距离 (mm)	片数	联数	统一爬电比距 (mm/kV)
导线悬垂串	U70BLP-2	450	8 片	单、双联	44.56
跳线悬垂串	U70BLP-2	450	8 片	单、双联	44.56
导线耐张串	U70BLP-2	450	9 片	双联	50.14

本工程新建线路推荐采用 U70BLP-2 型绝缘子，其统一爬电比距为 44.56mm/kV，满足装备导则中第 5.1.4 条规定：c 级、d 级污区新建线路绝缘子应按照所在污区等级的统一爬电比距的上限来配置，即盘型绝缘子最小要求值 37.58mm/kV 的统一爬电比距要求。

本工程 110kV 苏百康线(110kV 苏百美线共塔)绝缘子按照双侧不等强绝缘考虑。110kV 苏百康线为强绝缘侧，悬垂串每串绝缘子 10 片，耐张串每串绝缘子 11 片，均采用双联串；110kV 苏百美线为弱绝缘侧，悬垂串每串绝缘子 8 片，耐张串每串绝缘子 9 片，均采用双联串。

按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》，全高超过 40m 有地线的杆塔，高度每增加 10m，应比本规范表 7.0.2 增加 1 片相当于高度为 146mm 的绝缘子，本工程新改 3

号塔超过 50 米全高铁塔，每一串绝缘子片数增加 1 片。

按照《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》，跨越铁路、公路的直线塔采用独立挂点的双悬垂串绝缘子结构。按照广西电网公司生产设备管理部便函《关于明确架空电力线路交叉跨越技术要求的通知》，跨越 10kV 及以上电力线路时，绝缘子采用双挂点双联绝缘子串结构。本工程无上述交叉跨越。

玻璃绝缘子性能表

序号	名 称	标准参数值
1	绝缘子型号	U70BLP-2
2	额定电压 （kV）	220
3	高度 （mm）*	146
4	盘径 （mm）	280
5	爬距 （mm）*	450
6	连接型式标记*	16
7	雷电全波冲击耐受电压 （kV） $\geq$	12 5
8	工频湿闪 （kV）	50
9	工频击穿 （kV）	130
10	额定机电破坏负荷 （kN）*	70
11	每支重量 （kg）	5.80

### 6.3 空气间隙

110kV 线路导线及带电部分对杆塔构件的最小空气间隙在考虑绝缘子串及导线风偏后不小于下列数值：

大气过电压：1.0m

操作过电压：0.7m

工频电压：0.25m

带电作业的杆塔，带电部分与接地部分的间隙不应小于 1.0m。对操作人员需要停留工作的部位，还增加人体活动范围 0.5m。

## 7 防雷接地

### 7.1 防雷措施

本工程所经地区年平均雷暴日 86 天，属于多雷区，拟采用下列防雷保护措施：

i) 本次改线段全线架设双地线并通过杆塔直接接地，避雷线对边导线的保护角不大

于  $10^{\circ}$ 。

ii) 档距中央导线与避雷线的距离  $S$  满足公式  $S \geq 0.012 * L + 1$  的要求。

iii) 每基杆塔均接地，接地电阻满足规程要求。

iiii) 本工程新改 2、新改 3 号位于山上，其中新改 2 号在 110kV 苏百康线增加避雷器 3 支；新改 3 号在 110kV 苏百美线增加避雷器 3 支。

## 7.2 接地

(1) 本工程改线自立式杆塔采用放射形接地。

接地材料：根据《35kV~500kV 交流输电线路装备技术导则》第 5.1.4 款要求：高土壤电阻率地区，应采取长效环保的降阻措施，不应采用降阻剂。本工程架空线路大部分位于山地及丘陵上，土壤电阻率高，普通接地无法满足设计要求；故本工程采用石墨接地方式。接地引下线用 HM-JD-L20Y 型石墨接地，从铁塔四个塔腿分别引下，并尽量紧贴基础外缘。

在雷季干燥时，每基杆塔不连地线的工频接地电阻不大于下表数值

土壤电阻率 ( $\Omega \cdot m$ )	100 及以下	100 以上 至 500	500 以上 至 1000	1000 以上 至 2000	2000 以上
工频接地电阻 ( $\Omega$ )	10	15	20	25	30

接地体的埋深，在耕作区为 0.8 米，其他地区为 0.6 米。

接地电阻季节系数详见下表：

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
季节系数	1.05	1.05	1	1.6	1.9	2.0	2.2	2.55	1.6	1.55	1.55	1.35

注：将接地电阻测试仪测出的实际数值乘以季节系数，即得出被测物实际接地电阻值。

预绞式地线和光缆悬垂线夹和耐张线夹设置的接地线与地线及光缆的联结采用 C 型线夹和接地端子的形式，接地线采用  $95\text{mm}^2$  铝绞线，施工前按实际长度截取并将接地线连接件压接牢固。一端采用 C 型线夹与地线和光缆本体连接牢固，另一端通过接地端子与主材固定；C 型线夹与地面垂直，安装在内绞丝以外(跳线侧)，与内绞丝之间留 20mm 间隙，就近与地线横担角钢相连；接地引线全线安装位置要统一，安装顺畅、美观；应保证地线与杆塔间有良好的电气导通性能。

## 8 金具

按《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》第 6.0.3 条，金具强度的安全系数应符

---

合下列规定：

最大使用荷载情况不应小于：2.5，断线、断联、验算情况不应小于：1.5。

本工程导线悬垂串采用双联串，导线耐张串采用双联串，导线耐张串采用液压式耐张线夹；地线耐张采用液压式耐张线夹，光缆耐张采用预绞式耐张线夹，导、地线悬垂线夹采用预绞式悬垂线夹。

本工程液压式上扬耐张线夹空腔应进行注脂防水处理。

## 9 光缆部分

现状 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）为 1 根 24 芯 OPGW-100 光缆，调整路径后原光缆长度不足，因此需新建 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）新改 1 号至新改 4 号段光缆长度 750 米，拆除原 110kV 苏百康线（110kV 苏百芙线共塔）85 至原#86 号架空光缆 450 米（#84 大号侧、#86 大号侧分别预留 100 米引下和余缆架预留光缆），在新改 1 号、新改 7 号塔安装光缆接头盒，与原光缆进行连接。

9.1 光缆架线施工必须采用张力放线方法；

张力放线时为防止光缆扭绞，应采用防扭器及退扭器。

9.2 弧垂观测：

1) 应优先选用等长法，弛度板量尺固定要准确。

2) 紧线弧垂在挂线后应随即在弛度观测档检查，其允许偏差为+5%，-2.5%。

3) 如果弛度超过允许误差范围，应在耐张塔上利用调节板进行弛度调整，直至满足设计要求，但绝对不允许采用解开耐张线夹重新缠绕的方法进行调节。

4)、弧垂观测档的选择及其他注意事项参见导地线的展放及弧垂控制相应规定。

9.3 OPGW 光缆施工时，应注意 OPGW 光缆允许的最小弯曲半径，严禁打折。

9.4 每盘 OPGW 光缆为一个施工段，OPGW 光缆架设应采用张力放线。牵张场所在位置应保证 OPGW 光缆进出口仰角小于  $25^{\circ}$ ，水平偏角应小于  $7^{\circ}$ ，不能满足时必须采用滑轮组。

9.5 每个施工段内可能包括一个或多个耐张段，OPGW 光缆只在施工段端引下接头，在其它耐张塔 OPGW 光缆不得开断。OPGW 光缆下摆弧垂应控制在距地线横担底面小于 0.5m。如遇 OPGW 光缆架设在单回路耐张塔内角侧，则用 2 个引下固定线夹将跳线固定在铁塔上。

9.6 OPGW 光缆引下线的安装：

a. 沿塔身前侧的主材内侧引下，每隔 1.5~2m 采用一套引下固定线夹固定光缆引下线；线夹固定在突出部位；

---

b. 不得使余缆线与塔材发生摩擦碰撞；引下线要自然顺畅，两固定线夹间的引线要拉紧，不得产生风吹摆动现象；

9.7 装于塔上的接头盒放置在距离地面 9m 及以上的第一个横隔面的位置，接头盒宜采用金属外壳，安装固定可靠、无松动、防水密封措施良好；固定接头盒时，应使光缆固定接头盒上的连接光缆端口侧垂直向下，以避免接头盒积水受潮；接头盒固定好后应在光缆出口处标明方向及光缆型号。

9.8 余下的光缆应采用余缆架盘好，余缆弯曲半径不得小于光缆生产厂家的要求值。余缆盘绕应整齐美观，不得交叉和扭曲受力，捆绑点应不少于 4 处，OPGW 的预留量应不少于塔高加 10m（装于构架，则 OPGW 的预留量应不少于 20m）。余缆架应挂于塔身内侧，其安装高度不应小于 6 米；

9.9 OPGW 的接地导线必须与杆塔可靠连接。

9.10 光缆的熔接应在地面操作，光纤熔接时必须按色标顺序进行对接。在光缆的全线熔接完成后，须进行全程测试。应采用 OTDR（光时域反射仪）测试，用 1310nm 和 1550nm 波长测量时，单点熔接损耗值及对一光纤连续长度的不连续点的损耗值应不超过 0.05dB（双向平均值）。

#### 9.11 防振锤的安装

1) 防振锤安装距离 b 从悬垂线夹或耐张线夹的线夹出口算起；安装距离偏差不应大于  $\pm 30\text{mm}$ 。防振锤安装距离 b 及防振锤个数详见杆塔位明细表。

2) OPGW 光缆第一只防振锤安装位置距外绞丝末端 60mm，相邻防振锤间距 580mm；安装距离允许偏差不大于  $\pm 30\text{mm}$ ；除第一个防振锤安装在内绞丝上外，其余防振锤均安装在防振锤护线条的中央；

3) 安装前应检查防振锤锤体和夹板有无油漆或锌层脱落。如有，应补涂防锈油漆。

4) 安装前应根据设计规定的安装距离对导线或地线进行丈量和画印，并在画印处顺导线绞制方向缠绕一层铝包带（夹不紧时，最多只能缠两层）或预绞丝。

5) 安装时防振锤夹板中心必须对准画印点或夹在所缠铝包带（预绞丝护线条）处，应拧紧夹板固定螺栓，螺栓穿向应正确。

6) 防振锤应与架空线平行且与地面垂直。

7) 锤头朝向：第一个防振锤的大头均朝向杆塔身，其余的防振锤按大头对大头、小头对小头进行安装。

8) 为防止导线因风振而受损伤，紧线弧垂合格后应及时安装防振锤等附件。



## 10 附属设施

本次改线所有新增杆塔设置警告牌、杆号牌、基础保护宣传牌、线路保护宣传牌、及相序牌,本线路从新改 1 号塔至百寿站,更换杆塔号牌共 72 基。按照桂电生纪要[2010]7 号文要求,每基杆塔均按照要求安装防坠落装置,防坠落应与铁塔同步生产、采购,在塔材相应位置采用包钢夹具进行安装防坠落装置,防坠落钢绞线采用 JLB20A-50 铝包钢绞线。迁改线路段火灾风险等级较低,线路廊道及时清除树障,严格控制电力设备与树木之间的距离。在野外运行的输电架空线路受鸟类活动的影响比较大,鸟类在铁塔上筑巢、栖息容易引起线路短路、跳闸等事故。防鸟板装置具有安装方便,具有较强的安装适应能力,且便于检修等特点,性能较突出,在国内输电线路上有广阔的应用范围。

根据《南方电网公司反事故措施(2022 版)》要求:新建 35kV 及以上输电线路压接类耐张线夹和接续管,要求开展 X 光无损检测。因此本工程新建耐张塔均需开展 X 光检测。

## 11 架空部分电气施工图说明

### 11.1 施工及验收标准

施工中应遵守《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》(GB 50233-2014)。施工过程中应注意以下事项:

- 1) 必须按有关部门会审后的施工图进行施工。
- 2) 施工过程中如有需要变更设计时,应经设计单位同意,并以设计修改通知书为准,业主及运行单位如有特殊要求,应在施工图会审时提出,经设计同意后方可修改。

### 11.2 杆塔方向规定

本工程各改线杆塔方向均与原线路一致,110kV 苏百康线(110kV 苏百芙线共塔)线路以诉求变电站向百寿变电站站方向为前进方向,并以此分前、后、左、右。

### 11.3 导、地线架设

#### 11.3.1 孤立档导、地线弧垂

过牵引长度:导线取 0.15m,地线取 0.10 米。

#### 11.3.2 跳线弧垂

线路直引跳线弧垂  $f$  取值:  $0\sim 90^\circ$  转角塔取 1.7m。

### 11.4 导线和地线的挂点位置

本工程为改线工程,导线挂线位置与原线路一致。

### 11.5 耐张绝缘子倒挂

---

本次改线新改 1 号前侧、新改 4 号前后侧绝缘子需倒挂。

11.6 绝缘子串、导线及地线上的各种金具上的螺栓、穿钉及弹簧销子除有固定的穿向外，其余穿向应统一，建议在施工图会审时确定。

耐张绝缘子串的调整板统一在一侧装设。

### 11.7 接地

11.7.1 接地装置必须按设计要求埋设的长度和深度进行施工，回填土不得带有杂草、树根、石块等杂物，以利获得较低的接地电阻。

11.7.2 两接地体间的平行距离不应小于 5m，接地体铺设应平直。

### 11.8 放紧线作业注意事项

11.8.1 紧线前，操作塔、挂线塔均应设置临时拉线，拉线对地夹角不大于  $30^{\circ}$ ，临时拉线设置后，未得到施工现场负责人的允许，任何人不得拆除。

11.8.2 放线滑车的轮槽尺寸及所用材料应与导线或地线相适应，保证导线或地线通过时不受损伤，轮槽底部的轮径当展放导线时应符合国家现行标准《放线滑轮直径与槽形》，当展放地线时，其滑车轮槽底部的轮径应不小于地线直径的 15 倍。滑轮使用前应检查确保转动灵活，应用黄油润滑减少磨损。

11.8.3 提升导、地线、绝缘子和金具时，直线塔安装工人及工具附加重量，对于导线挂点处不得超过 3.5kN，对于地线挂点处不得超过 2.0kN；耐张塔安装工人及工具附加重量，对于导线挂点处不得超过 4.5kN，对于地线挂点处不得超过 2.0kN。铁塔上构件（主要为斜材、横担、辅助材等）不能悬挂超过 0.5kN 的重物。

11.8.4 耐张转角塔作架线操作塔时应分侧进行导、地线紧线；紧同一侧时，紧线应当先地线后导线，自上而下往下进行，不允许导、地线或两相导线同时进行紧线，且紧线牵引绳对地夹角不超过  $20^{\circ}$ 。

11.8.5 直线塔在附件安装起吊导线时，每相导线应在挂点两侧同时提升导线，保证横担两侧主材同时受力，避免横担因不均匀受力而破坏。如采用转向滑轮提升导线时，滑轮挂点应设在塔身主斜材交汇点中。

### 11.9 放紧线作业注意事项

在产生感应电的场所，新建线路的导线会产生感应电压，人体触碰带有感应电的导、地线就会形成电流通路，造成人体伤害。施工安装时，预防感应电触电伤害的主要办法，就是施工的导、地线接地，使施工导、地的电位与大地相同，从而避免感应电的伤害。

#### 11.9.1 防感应电接地工具的要求

---

使用的接地线必须是有合格证的产品，应在使用前对接地线进行试验，在各种不同场所使用接地装置遵守以下规定：

①架线时根据电压等级选用相应的工作接地线，工作接地的接地线必须采用多股软铜线，其截面积不得小于 25mm<sup>2</sup>，接地线必须带有绝缘外层，不得采用其他导线代替使用。

②接地线两端应有专用夹具，安全必须可靠，不得用缠绕法连接。

③在地面打桩作为接地极时，接地棒宜镀锌，其截面积不应小于 16 mm<sup>2</sup>，插入地下的深度应大于 0.6m。

④常用的个人（辅助）保安接地线的截面积不得小于 16 mm<sup>2</sup>，个人（辅助）保安接地线要求导、地线端的线夹按线径制作，并装有不小于 0.5m 长的绝缘操作把手或使用垂吊式绝缘吊绳）。

#### 11.9.2 防感应电接地装置安装操作的要求

①装设接地线时必须先安装接地端，后安装导线或避雷线端；拆除接地线时顺序相反，即先拆除导线或避雷线端，后拆除接地端。

②挂接地线或拆除接地线必须有监护人，操作人员在工作时应使用绝缘棒（绳）、戴绝缘手套，并穿绝缘鞋。

③使用前应先检查接地线的规格是否符合使用要求，其绝缘杆连接长度及接地铜导线是否符合要求。

④接地线的各部件连接是否牢固，夹头螺栓是否灵活好用，接地棒长度是否符合要求。

#### 11.9.3 放线时防感应电接地措施

①架线前先完成杆塔接地工程进行验收，检查杆塔接地电阻是否满足设计要求，施工段内的杆塔必须接好接地体，并再次确认接地良好。

②避雷线放线，在直线塔悬挂铁滑车，不得使用尼龙滑车。

③放线设备应有可靠的接地，操作人员应站在干燥的绝缘垫上，并不得与未站在绝缘垫上的人员接触。

④跨（穿）越不停电线路时，两侧杆塔的放线滑车均应接地。

⑤在放线过程遇到导引绳换盘、导、地线接续等需要临时拆除接地滑车时，必须使用 25 mm<sup>2</sup> 接地线（多股软铜线）对导引绳、导、地线进行有效的临时接地，待接地滑车重新安装后，才能拆除临时接地线。

#### 11.9.4 紧线时防感应电接地措施

①紧线段内的接地装置应完整并接触良好。

②耐张塔挂线前，应用接地线将耐张绝缘子串短接后再工作。

③在感应电较大的区域工作时应使用防静电服进行工作。

④在感应电特别严重的地区挂线时，在操作点附近的导、地线上应安装接地装置。

⑤在交叉档内进行紧线工作时，新建线路在带电线路下面时，必须采取防止导、地线产生跳动或过牵引而与带电导线接近至危险范围以内的措施。

⑥不停电跨越、穿越情况下进行紧线工作时，必须采取安全可靠措施，线路的导、地线牵引绳等与带电线路的导线必须保持足够的安全距离。

#### 11.9.5 附件安装时防感应电接地线安装要求

①在附件安装作业区段两端必须装设工作接地线。

②附件安装作业点范围两侧必须装设保安接地线后，作业人员方可进行工作。

③导、地线附件安装前，必须先采取接地措施。

④附件（包括跳线）全部安装完毕后，应保留部分接地线在杆塔上，并做好接地线记录，等到竣工验收后再进行拆除。

⑤装、拆接地线时，工作人员应使用绝缘棒或绝缘绳进行操作，人体不得直接触碰接地线或导、地线。

⑥在感应电区域线路附件安装，作业人员应使用绝缘的安全绳（如采用尼龙安全绳）如果使用钢丝绳制作的速差防坠器时，应在安全环扣上连接不短于 2 米的绝缘安全绳，防止感应电伤害。

## 12 结构施工图说明

### 12.1 施工及验收标准

本工程设计符合《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233-2014）和《10kV~500kV 输变电及配电工程质量验收与评定标准》的要求。

### 12.2 杆塔结构明细表中铁塔基础和高低腿的表示方法

1) 洞底标高表示基坑底部（有垫层的基础指垫层表面）相对于塔位中心桩处地面的差值，并且规定中心桩处地面的标高定为 $\pm 0.0\text{m}$ ，高于中心桩的为正值，低于中心桩的为负值。施工基面为负值表示降基，即中心桩处地面标高降低值。

2) 地脚螺栓型号数值前 2 位为截面，后 3 位为间距。如 H30180 表示 H30 的地脚螺栓，间距 180mm。

详见结构部分《卷册说明》图“ZCDP-P24031S-T0201-01”、“ZCDP-P24031S-T0201-02”。举例释义。

### 12.3 铁塔基础开挖要求

1) 塔位降基按“杆塔结构明细表”的“施工基面”栏内注明数值降基。

2) 在铁塔基础施工时, 必须保证基础的洞底标高达设计要求, 并保证四个基础主柱顶面在同一水平面上(不含转角塔的预偏值), 但高低塔腿的除外。

3) 基面及基础土方开挖时, 必须注意根据铁塔长短腿及基础主柱加高的配置情况, 结合现场实际地形慎重进行, 切不可贸然开方, 那将造成降基面错误而难以弥补, 特别要注意基础主柱加高的基面, 其开挖与否及开挖的数值应根据塔脚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。

4) 各塔位塔腿施工基面线以上部分已开挖的土石方, 可在基坑回填后按原坡度回填夯实, 但不应覆盖铁塔构件, 剩余弃土可用编织袋(或其它方法)装好沿塔位周边堆砌, 不得随意往山坡下方倾倒。对于要求堆积于塔腿附近的土, 必须夯实。

5) 对不要求降基的位于坡地的铁塔, 基坑开挖时仅要求开挖基坑处的土石方, 不需要挖平基面, 尽量不扰动周边的原状土。

6) 基础施工应满足洞底标高要求, 在满足洞底标高后, 如未能满足基础施工土的设计埋深  $h$  值, 可采用回填土回填(回填土须分层夯实), 或根据现场情况砌挡土墙围护后用土回填至设计埋深值以上。

**12.4 基础开挖到设计深度后, 需进行插钎。插钎用钢筋直径不小于 20mm, 插孔间距在 1 米左右。如发现软土、空洞、地下河等, 应及时与设计人员联系。**

**12.5 转角塔及终端塔的下压基础(转角塔为内角侧, 终端塔为线路侧)要求有预偏增高值, 即下压基础主柱顶面中心点比上拔基础顶面中心点高一个  $\delta$ ,  $\delta$  取值如下:**

110kV 双回路铁塔要求:

$\theta < 3^\circ$  转角塔 不预偏; (但内角基础立柱顶面不能低于外角基础顶面)

$3^\circ < \theta < 25^\circ$   $\delta = 3L/1000$

$25^\circ < \theta < 50^\circ$   $\delta = 5L/1000$

$\theta > 50^\circ$   $\delta = 7L/1000$

注: (1)  $L$  表示基础根开, 基础顶面预偏后, 四个基础主柱顶面须在同一倾斜平面内(基础主柱顶面不等高的除外)

(2)  $\theta$  为转角塔转角度数,  $\delta$  值未包括在各基础施工图中的尺寸内, 由施工单位在基础主柱施工时增加此值, 并保证地脚螺栓外露长度满足设计要求。

### 12.6 铁塔基础分坑

本工程新建线路的直线塔按照线路方向分坑，转角塔型均按照线路角平分分坑。

## 12.7 基础材料：

1) 水泥：采用P.O 42.5水泥；

砂：中粗砂，含泥量不大于3%；

碎石：粒径20~40mm，含泥量不大于2%；

水：自来水或不含有毒物质的洁净水；

2) 所有规格的地脚螺栓材质选用 35 号优质碳素钢；

3) 基础主筋：HRB400，其余箍筋：HPB300。

## 12.8 角钢铁塔分解组立

1) 铁塔基础应符合以下规定时方可组立铁塔：

a) 经中间检查验收合格；

b) 混凝土的抗压强度应达到设计强度的 70%。

2) 螺栓的螺纹不应进入剪切面。

3) 螺栓应逐个紧固，对一般受剪螺栓，螺栓施加的扭矩值不应小于下表标准；铁塔连接螺栓在组立结束时须全部紧固一次，架线后还应复紧一次，对大型节点应进行初拧、复拧、终拧，建议用电动扳手。

一般受剪螺栓紧固扭矩标准 (N.m)

螺栓规格	4.8 级扭矩值	6.8 级扭矩值	8.8 级扭矩值
M12	40	50	
M16	80	80	90
M20	100	100	170
M24		250	250

4) 自铁塔短腿基础顶面起向上 9m 范围内应采用防盗螺栓，螺栓加防盗装置，采用滚珠型。防盗螺栓的防盗销应安装到位，扣紧螺母安装齐全，防盗螺栓的防盗帽位置、开口方向应统一。其余单螺帽螺栓应采用防松措施，并考虑锈蚀影响。铁塔 9m 以上部分均需安装防松罩。

5) 组立后铁塔牢固，各相邻节点间主材弯曲度不得超过 1/750；塔脚板应与基础面接触良好，有空隙时应垫铁片，并灌注水泥砂浆；铁塔组立完成后，应测量其倾斜值，直线塔的倾斜应不超过塔高的 3%，转角塔不应向受力侧倾斜。

## 5.9 设备标识的安装要求

---

1) 安装方向：线路每基杆塔须悬挂线路名称、杆塔号标志牌，原则上标志牌安装在杆塔的小号侧，在公路、河道两侧的杆塔可安装在靠公路、河道的一侧；

2) 安装位置：标志牌安装在离基础顶面向上 3~6m 的适当位置。标志牌的安装应不得妨碍上下杆塔。若不易安装，应增设专门支架；

3) 为防止标志牌遗失情况下仍能辨识杆塔，宜在塔身适当位置喷涂线路名称和杆塔号。

#### 12.10 铁塔加工注意事项

1) 各种铁塔加工应按照各册铁塔结构图中有关加工说明逐基进行放样加工。各类铁塔的材料选用、加工工艺、成品验收应严格按设计要求和有关制造规范进行。

2) 在加工各种塔型的长短腿（四腿不等高塔腿）时，应注意核对“杆塔结构明细表中的塔腿型式”栏中的各塔腿高度。长短腿的加工数量及尺寸应在施工单位对“杆塔结构明细表”中铁塔长短腿配置分坑复测统计核实后进行，施工单位在分坑复测后如发现现场地形与设计的铁塔长短腿配置不符时，应及时通知设计单位及铁塔加工厂家，及时更正，以免不必要的浪费。

3) 本工程所有塔型均须放样，核对构件规格和结构尺寸无误后方可下料加工，所有铁塔加工后须试组装（有变坡的塔段，应进行上下两段的连接试组装）。对耐张身连接处，应严格控制误差尺寸。铁塔构件需材料代用或结构修改的，须书面征得设计同意，方可更改。

4) 试组装时，应注意保证各构件连接处的紧密贴合（特别注意主材接头包角钢、塔座与主材连接处），如发现有不贴合处，应采取有效措施处理。

5) 本工程铁塔构件均须热镀锌防腐。

6) 相序牌应采用包钢式安装，禁止在塔材上打孔，相序牌安装要求应按照图纸“《相序牌加工要求》”图号《通 220-T0103-15》进行加工，相序牌夹具加工要求详见《相序牌夹具加工示意图》图号：通 220-T0103-16。并不得妨碍检修工作和影响线路安全运行，本工程相序牌安装要求图纸均放于结构部分第 2 卷第 1 册《SZD32K 直线塔结构图》中。

7) 对于新建的铁塔，杆号牌、警示牌安装要求应按照图纸“《杆号牌、警示牌框加工图》”图号《ZCDP-P24031S-D01-17》进行加工，本工程杆号牌、警示牌安装要求图纸均放于电气部分第 1 卷第 1 册《电气安装图册》中。杆号牌、警示牌悬挂采用  $\phi 16$  防盗螺丝固定，杆号牌挂孔加工在塔腿段第一个平台的正面水平铁上（前后侧水平铁的左右端都加工），每端的两个挂孔距离为 280mm；警示牌挂孔加工在塔腿段第一个平台的侧面

---

水平铁上（左右侧水平铁的左右端都加工），每端的两个挂孔距离为 280mm。

8) 铁塔四腿主材均要求开设接地孔（直径为 17.5mm），每处 2 孔，间距 50mm，以便接地引下线的接地连板采用双螺栓与铁塔连接。

9) 防坠落装置加工须结合相应铁塔的施工图进行放样加工，防坠落装置的加工要求详见相应塔型的防坠落装置施工图的加工、安装说明。

10) 加工厂在加工各种铁塔时，如对图纸中内容不清楚或有疑问的（包括材料、结构、说明、做法、数字、标识等），应向设计核实，不宜自行处理。

#### 12.11 铁塔安装注意事项

1) 各种塔型的组立安装，应按设计图纸（加工中有修改的，由加工单位给出书面说明）施工。施工前应编写铁塔施工方案。

2) 铁塔构件在组装前应全面检查，不得使用变形超过有关规定的构件，不允许强行组装、不得随意切割、开孔。组立塔时施工工具绑扎点须采取保护措施，避免损伤铁塔构件锌层。

3) 铁塔结构图中所注垫片一般为垫平用，须垫在两构件之间，不允许垫在螺帽一侧。当螺栓因加工误差无扣部分较长时，安装时则需在螺帽一侧加垫片后再紧固，避免出现螺帽紧固后螺杆仍可转动。

4) 对图纸中要求带双帽的螺栓，应保证紧固双帽后，螺杆可与螺母相平。

5) 本工程所有铁塔均须安装防坠落装置，防坠落装置的安装要求详见相应塔型的防坠落装置图的加工、安装说明。

6) 脚钉的安装位置：

铁塔脚钉的排列布置方位：双回路直线塔塔身主材脚钉排列在正面右主材上（即线路前进方向的后右侧，即 D 腿），地线支架脚钉排列在正面左右主材上（即线路前进方向的后左右侧，即 A、D 腿）；双回路耐张转角塔脚钉安装在线路转角方向的内侧（当线路右转时，为后右侧，即 D 腿；线路左转时，为左前侧，即 B 腿）。请铁塔加工单位在加工塔材时注意；请施工单位在安装塔材时注意。本工程铁塔脚钉制造图纸均放于结构部分第 2 卷第 1 册 《SZD32K 直线塔结构图》中。

12.12 自立式铁塔架线完成后，铁塔基础顶面需做地脚螺栓保护帽，保护帽尺寸应保证塔脚板和地脚螺栓保护厚度不小于 50mm。参见结构部分图纸“图号：ZCDP-P24031S-T0201-08、ZCDP-P24031S-T0201-09”。

保护帽混凝土强度等级同基础混凝土强度，混凝土要控制好其和易性，搅拌要均匀，



---

达到设计配合比要求。

浇筑时振捣密实，基础顶面用原浆收光。

保护帽的上部应做散水坡度，以保证雨水的流淌。

混凝土达到规定强度要求后方可拆模。

12.13 自立式铁塔应将螺栓拧紧后，才能进入架线作业。架线作业完成后，临时拉线拆除前，对铁塔再次拧紧螺栓，方可拆除临时拉线。螺栓穿向按验收电力规程规定。

12.14 为保证基面的良好排水，防止上山坡侧的雨水，山洪及其他地表水对基面的冲刷而影响基础保护范围的土体稳定性，位于山坡立塔的塔位，除塔位位于山顶或山脊外，均需在塔位上坡侧，依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。需砌排水沟的塔位在杆塔结构明细表中已注明。

排水沟采用 MU30 毛石砌体，用 M7.5 水泥砂浆砌结，表面应用 1:2 水泥砂浆勾缝和抹平。

排水沟应设置在迎水侧，距基础边缘一般不小于 5m，距护坡顶面不小于 2m。

排水沟应根据现场实际地形确定排水沟走向和长度。

排水沟的排水坡度宜大于 10%。

12.15 挡土墙墙身采用 MU30 毛石砌体，用 M7.5 水泥砂浆砌结，外墙及墙顶应用 1:2 水泥砂浆勾缝和抹平。

挡土墙基础必须埋置于原状实土层之中，填土须待挡土墙强度达到 80% 方能进行，回填时先填墙趾，后填墙背，并应分层夯实，要求每 30cm 压实为 20cm。

挡土墙每隔 10~15m 设置一道伸缩或沉降缝，缝宽 20mm，深度不小于 150mm。

挡土墙均应设置预埋设  $\Phi 150$  的 PVC 管的排水孔。滤水层应对准排水孔的设置。孔口用碎石，其后用砾石，粗砂设置。

挡土墙砌筑完工后，对砌缝进行勾缝处理。勾缝前必须清缝，用水冲净并保持槽内湿润，砂浆应分次向缝内填塞密实，勾缝砂浆标号应高于砌体砂浆，应按实有砌缝勾平缝，严禁勾假缝、凸缝，砌筑完毕后应保持砌体表面湿润做好养护。

需砌挡土墙的塔位在杆塔结构明细表中已注明。

12.16 工程新建铁塔基础露头大于 0.8 米需设置有垫层的登塔台阶。登塔台阶需设置有垫层，采用 MU30 毛石砌体，用 M7.5 水泥砂浆砌结。做法详见图号：ZCDP-P24031S-T0201-11《登塔台阶施工图》。

## 13 其他

- 
- 1、根据桂电财〔2009〕138 号文要求，拆除费用记列于本工程，由委托改线方出资。
  - 2、本次改线组塔和放、紧线及安装附件、拆除原杆需停电，具体停电时间请施工单位与产权供电局沟通商定。

## 14、附件

- 1、施工图设计审图纪要