

# 批量计算算例雷击风险评估及措施

设 计:

校 核:

审 批:

批 准:

设计单位:

设计时间:

软件版本: V1.0

软件名称: SmartLightning防雷计算软件

软件开发商: 陕西恒巨软件科技有限公司

1 线路典型防雷参数统计分析

1.1 地闪密度

当前线路最大地闪密度为：7.35(次/km<sup>2</sup>\*年), 平均地闪密度为：5.99893(次/km<sup>2</sup>\*年), 下图是各基杆塔的地闪密度值、对应的地闪密度图。

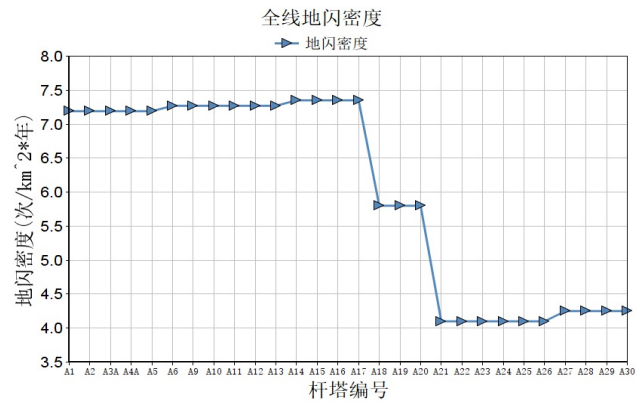


图1-1 全线地闪密度

1.2 杆塔高度与落雷次数

当前线路的平均呼高为：56.1429(m), 平均全高为：92.1071(m), 平均落雷次数为：265.286(次), 下图是各基杆塔的地闪密度值、对应的地闪密度图。

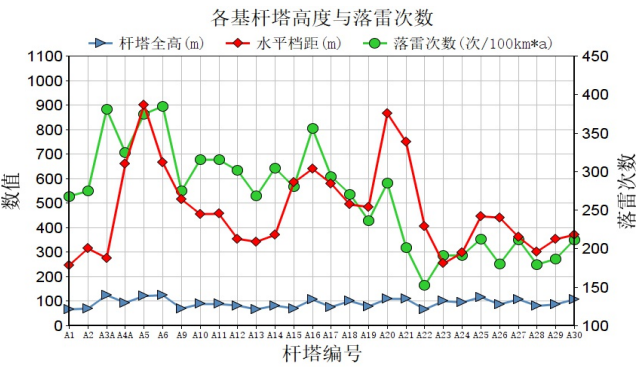


图1-2 全线杆塔高度与落雷次数

1.3 接地电阻

杆塔接地电阻是影响反击跳闸率的重要因素，接地电阻越小，反击耐雷性能也越高，本工程全线杆塔工频接地电阻设计值如下图 所示

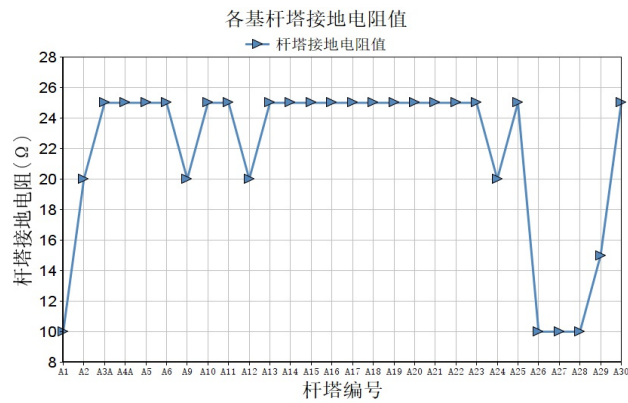


图1-3 全线杆塔工频接地电阻设计值

## 1.4 地面倾斜角

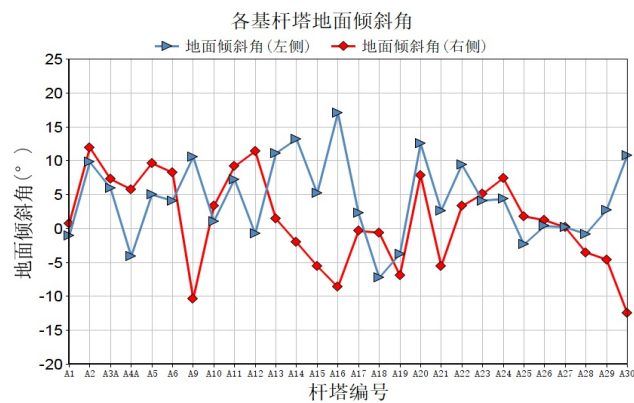


图1-4 全线杆塔地面倾角

## 2 雷击风险评估

### 2.1 反击耐雷水平

全线各基杆塔每回路的反击耐雷水平如下图所示

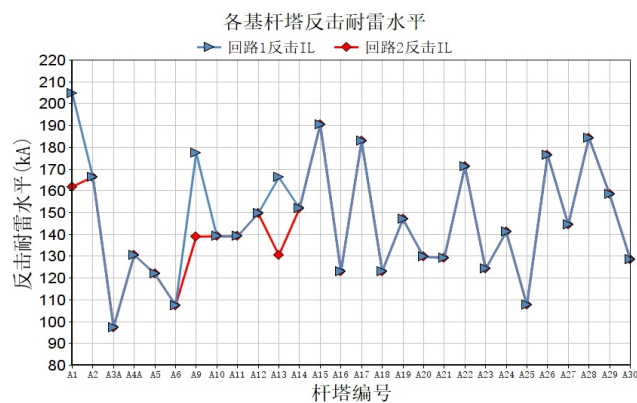


图2-1 全线杆塔反击耐雷水平

### 2.2 绕击耐雷水平

全线各基杆塔每回路的绕击耐雷水平如下图所示

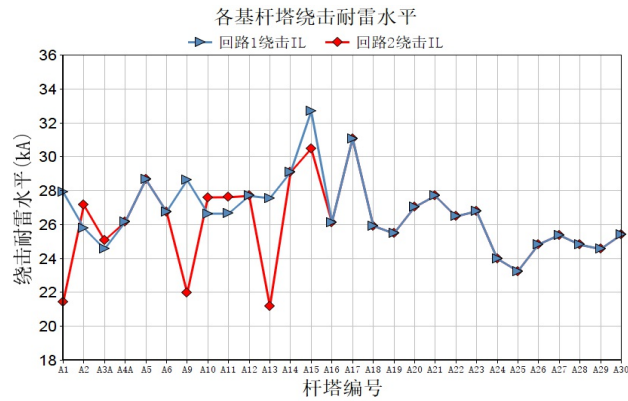


图2-2 全线杆塔绕击耐雷水平

## 2.3 回路雷击跳闸率

### 2.3.1 回路1雷击跳闸率

表2-1 回路1雷击跳闸率

杆塔编号	塔型-呼高(m)	回路绕击跳闸率	回路反击跳闸率	回路总跳闸率	回路雷击风险等级
A1	5G2W6-J2K-36	0.00131	0.00621	0.00752	I级
A2	5G2W6-J4K-39	0.04864	0.0133	0.06194	I级
A3A	5G2W6-ZK2-93	0.45267	0.06654	0.5192	IV级
A4A	5G2W6-JDK-63	0.2006	0.03226	0.23286	III级
A5	5G2W6-Z6-90	0.52302	0.03916	0.56218	IV级
A6	5G2W6-ZK2-93	0.61846	0.0616	0.68006	IV级
A9	5G2W6-J3K-39	0.18226	0.01054	0.1928	II级
A10	5G2W6-Z3G-60	0.23415	0.02414	0.25829	III级
A11	5G2W6-Z3G-60	0.32225	0.02413	0.34638	III级
A12	5G2W6-Z2G-54	0.13595	0.01838	0.15433	II级
A13	5G2W6-J2K-36	0.1954	0.01334	0.20874	II级
A14	5G2W6-Z2G-54	0.37666	0.01736	0.39403	III级
A15	5G2W6-Z3G-42	0	0.00731	0.00731	I级
A16	5G2W6-ZK2-75	0.52176	0.03791	0.55967	IV级
A17	5G2W6-Z5G-48	0.06166	0.00848	0.07014	I级
A18	5G2W6-Z5G-72	0.25662	0.03751	0.29413	III级
A19	5G2W6-J1K-48	0.05791	0.02091	0.07882	I级
A20	5G2W6-ZK2-78	0.56533	0.03115	0.59648	IV级
A21	5G2W6-ZK2-78	0.60385	0.03024	0.63409	IV级
A22	5G2W6-J1K-36	0.26356	0.01198	0.27554	III级
A23	5G2W5-Z3G-72	0.61637	0.03498	0.65135	IV级
A24	HY33-JFG-36	0.07832	0.02427	0.10259	I级
A25	HY33-J1G-66	0.28691	0.06544	0.35234	III级
A26	HY33-J1A-36	0.03923	0.01072	0.04995	I级
A27	HY33-Z2A-51	0.1628	0.021	0.1838	II级
A28	HY33-J1A-30	0.00299	0.00913	0.01212	I级
A29	HY33-J1A-36	0.05794	0.0159	0.07384	I级
A30	HY33-Z1-51	0.34155	0.03222	0.37377	III级

### 2.3.2 回路2雷击跳闸率

表2-2 回路2雷击跳闸率

杆塔编号	塔型-呼高(m)	回路绕击跳闸率	回路反击跳闸率	回路总跳闸率	回路雷击风险等级
A1	5G2W6-J2K-36	0	0.01543	0.01543	I级
A2	5G2W6-J4K-39	0.00137	0.0133	0.01467	I级
A3A	5G2W6-ZK2-93	0.64554	0.06654	0.71208	IV级
A4A	5G2W6-JDK-63	0.23379	0.03226	0.26605	III级
A5	5G2W6-Z6-90	0.66038	0.03916	0.69954	IV级
A6	5G2W6-ZK2-93	0.76364	0.0616	0.82524	IV级
A9	5G2W6-J3K-39	0	0.02698	0.02698	I级
A10	5G2W6-Z3G-60	0.34489	0.02414	0.36903	III级
A11	5G2W6-Z3G-60	0.49486	0.02413	0.51899	IV级
A12	5G2W6-Z2G-54	0.4632	0.01838	0.48158	IV级
A13	5G2W6-J2K-36	0	0.03401	0.03401	I级
A14	5G2W6-Z2G-54	0.08728	0.01736	0.10464	I级
A15	5G2W6-Z3G-42	0	0.00731	0.00731	I级
A16	5G2W6-ZK2-75	0.21928	0.03791	0.25719	III级
A17	5G2W6-Z5G-48	0	0.00848	0.00848	I级
A18	5G2W6-Z5G-72	0.38913	0.03751	0.42664	IV级
A19	5G2W6-J1K-48	0	0.02091	0.02091	I级
A20	5G2W6-ZK2-78	0.37396	0.03115	0.40511	III级
A21	5G2W6-ZK2-78	0.4232	0.03024	0.45344	IV级
A22	5G2W6-J1K-36	0	0.01198	0.01198	I级
A23	5G2W5-Z3G-72	0.63837	0.03498	0.67335	IV级
A24	HY33-JFG-36	0.12773	0.02427	0.15201	II级
A25	HY33-J1G-66	0.37269	0.06544	0.43813	IV级
A26	HY33-J1A-36	0.02397	0.01072	0.03469	I级
A27	HY33-Z2A-51	0.16307	0.021	0.18407	II级
A28	HY33-J1A-30	0	0.00913	0.00913	I级
A29	HY33-J1A-36	0.00463	0.0159	0.02053	I级
A30	HY33-Z1-51	0.0197	0.03222	0.05192	I级

### 2.4 雷击风险统计

根据DL/T 2209-2021 架空输电线路雷电防护导则中划定的风险等级依据，全线共有I级风险杆塔22基，II级风险杆塔6基，III级风险杆塔12基，IV级风险杆塔16基，

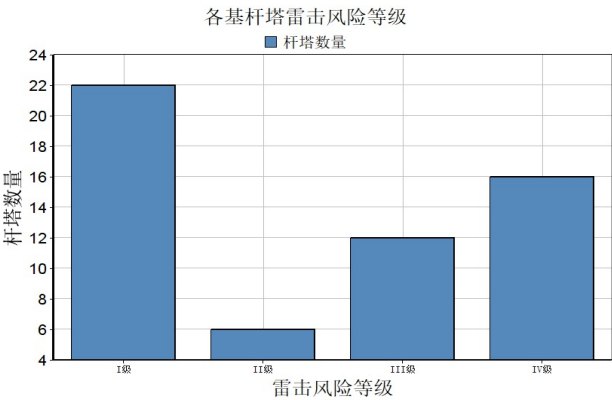


图2-3 不同雷击风险等级的杆塔数量分布情况

## 2.5 优化前全线平均跳闸率

表2-3 优化前全线平均跳闸率

回路名称	平均绕击跳闸率	平均反击跳闸率	平均雷击跳闸率	综合雷击风险等级
回路1	0.29296	0.02739	0.32035	III级
回路2	0.26038	0.02874	0.28912	III级

## 3 全线优化研究

### 3.1 高风险杆塔统计

#### 3.1.1 回路1高风险杆塔统计

表3-1 回路1高风险杆塔统计

杆塔编号	塔型-呼高(m)	回路绕击跳闸率	回路反击跳闸率	回路总跳闸率	回路雷击风险等级
A3A	5G2W6-ZK2-93	0.45267	0.06654	0.5192	IV级
A4A	5G2W6-JDK-63	0.2006	0.03226	0.23286	III级
A5	5G2W6-Z6-90	0.52302	0.03916	0.56218	IV级
A6	5G2W6-ZK2-93	0.61846	0.0616	0.68006	IV级
A10	5G2W6-Z3G-60	0.23415	0.02414	0.25829	III级
A11	5G2W6-Z3G-60	0.32225	0.02413	0.34638	III级
A14	5G2W6-Z2G-54	0.37666	0.01736	0.39403	III级
A16	5G2W6-ZK2-75	0.52176	0.03791	0.55967	IV级
A18	5G2W6-Z5G-72	0.25662	0.03751	0.29413	III级
A20	5G2W6-ZK2-78	0.56533	0.03115	0.59648	IV级
A21	5G2W6-ZK2-78	0.60385	0.03024	0.63409	IV级
A22	5G2W6-J1K-36	0.26356	0.01198	0.27554	III级
A23	5G2W5-Z3G-72	0.61637	0.03498	0.65135	IV级
A25	HY33-J1G-66	0.28691	0.06544	0.35234	III级
A30	HY33-Z1-51	0.34155	0.03222	0.37377	III级

#### 3.1.2 回路2高风险杆塔统计

表3-2 回路2高风险杆塔统计

杆塔编号	塔型-呼高(m)	回路绕击跳闸率	回路反击跳闸率	回路总跳闸率	回路雷击风险等级
A3A	5G2W6-ZK2-93	0.64554	0.06654	0.71208	IV级
A4A	5G2W6-JDK-63	0.23379	0.03226	0.26605	III级
A5	5G2W6-Z6-90	0.66038	0.03916	0.69954	IV级
A6	5G2W6-ZK2-93	0.76364	0.0616	0.82524	IV级
A10	5G2W6-Z3G-60	0.34489	0.02414	0.36903	III级
A11	5G2W6-Z3G-60	0.49486	0.02413	0.51899	IV级
A12	5G2W6-Z2G-54	0.4632	0.01838	0.48158	IV级
A16	5G2W6-ZK2-75	0.21928	0.03791	0.25719	III级
A18	5G2W6-Z5G-72	0.38913	0.03751	0.42664	IV级
A20	5G2W6-ZK2-78	0.37396	0.03115	0.40511	III级
A21	5G2W6-ZK2-78	0.4232	0.03024	0.45344	IV级
A23	5G2W5-Z3G-72	0.63837	0.03498	0.67335	IV级

A25	HY33-J1G-66	0.37269	0.06544	0.43813	IV级
-----	-------------	---------	---------	---------	-----

## 3.2 避雷器安装建议

### 3.2.1 回路1避雷器安装情况

表3-3 回路1避雷器安装情况雷击风险在III级及以上杆塔的避雷器安装情况

杆塔编号	回路雷击风险等级	避雷器建议安装相	避雷器安装数量（支）
A3A	IV级	B相A相	2
A4A	III级	C相	1
A5	IV级	C相B相	2
A6	IV级	C相B相	2
A10	III级	C相	1
A11	III级	B相	1
A14	III级	C相	1
A16	IV级	B相A相	2
A18	III级	C相	1
A20	IV级	B相A相	2
A21	IV级	B相A相	2
A22	III级	C相	1
A23	IV级	B相A相	2
A25	III级	A相	1
A30	III级	A相	1

### 3.2.2 回路2避雷器安装情况

表3-4 回路2避雷器安装情况雷击风险在III级及以上杆塔的避雷器安装情况

杆塔编号	回路雷击风险等级	避雷器建议安装相	避雷器安装数量（支）
A3A	IV级	C相B相	2
A4A	III级	C相	1
A5	IV级	C相B相	2
A6	IV级	C相B相	2
A10	III级	C相	1
A11	IV级	C相B相	2
A12	IV级	C相B相	2
A16	III级	C相	1
A18	IV级	B相A相	2
A20	III级	B相	1
A21	IV级	C相A相B相	3
A23	IV级	B相A相	2
A25	IV级	A相B相	2

## 3.3 优化后雷击跳闸率及风险对比

### 3.3.1 回路1

安装避雷器之后，全线各基杆塔回路1的雷击跳闸如下图所示：

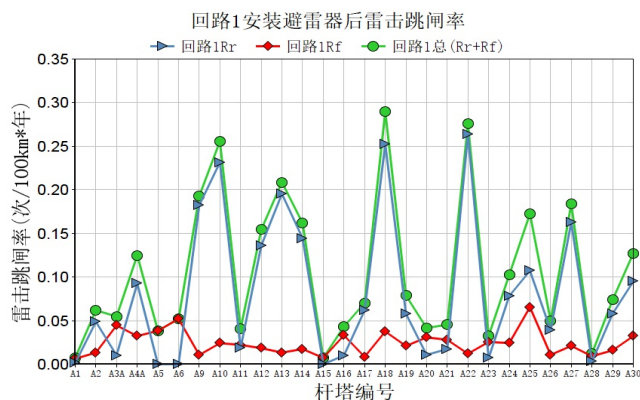


图3-1 回路1安装避雷器后的杆塔雷击跳闸率

上述雷击风险在 III 级及以上的杆塔安装避雷器前后的雷击跳闸率及风险等级对比情况如下表所示

表3-5 回路1安装避雷器之后的雷击跳闸率

杆塔编号	防护前雷击跳闸率	防护前杆塔雷击风险等级	防护后雷击跳闸率	防护后杆塔雷击风险等级
A3A	0.5192	IV级	0.05463	I级
A4A	0.23286	III级	0.12487	I级
A5	0.56218	IV级	0.03833	I级
A6	0.68006	IV级	0.05203	I级
A10	0.25829	III级	0.25564	III级
A11	0.34638	III级	0.04062	I级
A14	0.39403	III级	0.16174	II级
A16	0.55967	IV级	0.04315	I级
A18	0.29413	III级	0.28987	III级
A20	0.59648	IV级	0.04146	I级
A21	0.63409	IV级	0.04543	I级
A22	0.27554	III级	0.27554	III级
A23	0.65135	IV级	0.03248	I级
A25	0.35234	III级	0.17252	II级
A30	0.37377	III级	0.12715	I级

### 3.3.2 回路2

安装避雷器之后，全线各基杆塔回路2的雷击跳闸如下图所示：

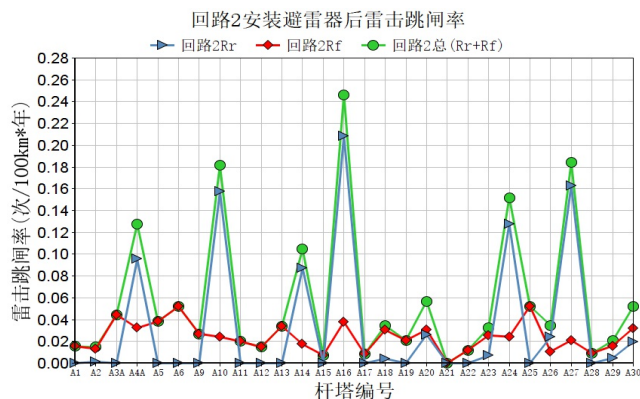


图3-2 回路2安装避雷器后的杆塔雷击跳闸率

上述雷击风险在 III 级及以上的杆塔安装避雷器前后的雷击跳闸率及风险等级对比情况如下表所示

表3-6 回路2安装避雷器之后的雷击跳闸率

杆塔编号	防护前雷击跳闸率	防护前杆塔雷击风险等级	防护前雷击跳闸率	防护前杆塔雷击风险等级
A3A	0.71208	IV级	0.04449	I级
A4A	0.26605	III级	0.12765	I级
A5	0.69954	IV级	0.03833	I级
A6	0.82524	IV级	0.05203	I级
A10	0.36903	III级	0.18141	II级
A11	0.51899	IV级	0.01996	I级
A12	0.48158	IV级	0.01481	I级
A16	0.25719	III级	0.24632	III级
A18	0.42664	IV级	0.03456	I级
A20	0.40511	III级	0.05685	I级
A21	0.45344	IV级	0	I级
A23	0.67335	IV级	0.03248	I级
A25	0.43813	IV级	0.05234	I级

### 3.4 雷击风险杆塔变化

安装避雷器后，全线各风险等级的杆塔数量对比情况如下图所示：

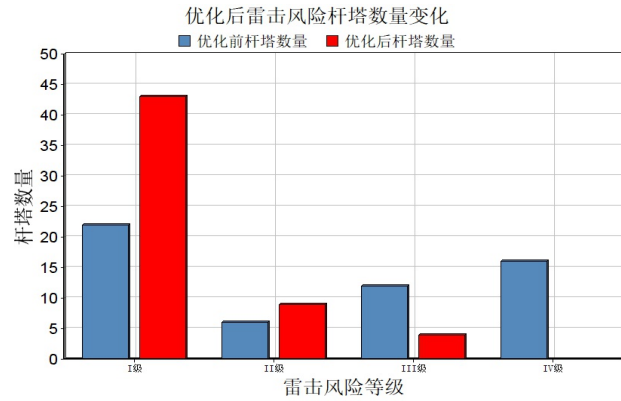


图3-3 安装避雷器前后不容雷击风险杆塔数量变化情况

### 3.5 优化后全线平均跳闸率

表3-7 优化后全线平均跳闸率

回路名称	平均绕击跳闸率	平均反击跳闸率	平均雷击跳闸率	综合雷击风险等级
回路1	0.07474	0.02575	0.10049	I级
回路2	0.03366	0.02486	0.05852	I级