

ICS 29.020

K 04

备案号: 53954-2016

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1533 — 2016

---

## 电力系统雷区分布图绘制方法

Drawing method of lightning zones map for power system

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

---

国家能源局 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 雷区分级标准与雷害风险分级原则 ..... 2

5 雷区分布图的绘制 ..... 4

附录 A（规范性附录） 地闪密度分布图绘制流程 ..... 7

附录 B（规范性附录） 雷害风险分布图绘制流程 ..... 8

## 前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》进行编制。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业过电压与绝缘配合标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国网电力科学研究院。

本标准主要起草人：陈家宏、王剑、谷山强、冯万兴、王海涛、刘亚新、赵淳、王韬、李雨、童雪芳、马建国、姜文东、蒲路、龚政雄、姚金霞。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 电力系统雷区分布图绘制方法

## 1 范围

本标准规定了电力系统雷区分级标准和雷害风险分级原则以及地闪密度分布图和雷害风险分布图的绘制方法。

本标准适用于基于雷电监测系统监测数据的地闪密度分布图、220kV~750kV 电力系统雷害风险分布图的绘制。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

DL/T 374 电力系统污区分布图绘制方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**雷暴日 thunderstorm day**

在气象站听到至少一次雷声的观测日。

### 3.2

**地闪密度 ground flash density**

每平方千米、每年地面落雷次数。

### 3.3

**少雷区 less thunderstorm region**

平均年雷暴日数不超过 15 的地区。

### 3.4

**中雷区 middle thunderstorm region**

平均年雷暴日数超过 15 但不超过 40 的地区。

### 3.5

**多雷区 more thunderstorm region**

平均年雷暴日数超过 40 但不超过 90 的地区。

### 3.6

**强雷区 thunderstorm activity special strong region**

平均年雷暴日数超过 90 的地区。

### 3.7

**耐雷水平 lightning withstand level**

雷击时，线路绝缘不发生闪络对应的最大雷电流幅值。

### 3.8

**反击 back flashover**

雷击塔顶或避雷线时，雷电流通过雷击点阻抗使该点对地电位大大升高，当线路绝缘间隙之间的

电位差超过绝缘冲击放电电压时，会对导线发生闪络，使导线出现过电压。

### 3.9

#### 绕击 **shielding failure flashover**

雷电绕过避雷线击于导线或直接击中导线（无避雷线时），造成导线对地闪络。

### 3.10

#### 地闪密度分布图 **ground flash density map**

依据雷电监测系统监测数据，经过数据分析处理后，对自然区域内的雷电进行统计，并按照一定的分级原则绘制的落雷密度分布图，表征地面各区域的地闪密度大小。

### 3.11

#### 危险雷电流段 **risk lightning current interval**

可能引起输电线路反击或绕击闪络的雷电流幅值范围，根据雷害性质可分为反击危险电流段和绕击危险电流段。

### 3.12

#### 危险地闪密度 **risk ground flash density**

统计区域内单位面积单位年度内雷电流幅值在危险雷电流段内的地闪密度值，单位为次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。根据雷害性质可分为反击危险地闪密度和绕击危险地闪密度。

### 3.13

#### 电网雷害风险分布图 **power grid lightning hazard map**

用图形化形式综合主要影响输电线路雷击跳闸的因素，在危险地闪密度分布的基础上，综合输电线路的运行经验、地形地貌等影响因素特征，对地理区域进行划分来表征各区域输电线路发生雷击闪络风险的相对大小。根据雷害性质分为反击雷害风险分布图和绕击雷害风险分布图。

### 3.14

#### 雷电流幅值累积概率 **cumulative probability of lightning current amplitude**

统计样本中雷电流幅值在对应范围内的地闪次数占地闪总数的百分比。

### 3.15

#### 雷区分布图 **lightning zones map**

一组用来描述各区域地闪密度、输电线路雷击闪络危险风险的图集，由地闪密度分布图、电网雷害风险分布图共同组成。

## 4 雷区分级标准与雷害风险分级原则

### 4.1 雷击性质

4.1.1 架空线路雷击种类主要分为直击和感应，220kV 及以上电压等级输电线路只需考虑直击雷的影响。

4.1.2 直击分为反击和绕击两类。反击与线路绝缘水平、雷电流幅值、接地阻抗及塔型等因素有关；绕击与线路绝缘水平、雷电流幅值、线路保护角及地形地貌等因素有关。

### 4.2 地闪密度等级划分

基于地闪密度（ $N_g$ ）值，将雷电活动频度从弱到强分为下列 4 个等级、7 个层级：

——A 级：  $N_g \leq 0.78$  次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）；

——B 级 B1 级：  $0.78 \text{ 次/（km}^2 \cdot \text{a）} < N_g \leq 2.0 \text{ 次/（km}^2 \cdot \text{a）}$ ；

B2 级：  $2.0 \text{ 次/（km}^2 \cdot \text{a）} < N_g \leq 2.78 \text{ 次/（km}^2 \cdot \text{a）}$ ；

——C 级 C1 级：  $2.78 \text{ 次/（km}^2 \cdot \text{a）} < N_g \leq 5.0 \text{ 次/（km}^2 \cdot \text{a）}$ ；

C2 级:  $5.0 \text{ 次}/(\text{km}^2 \cdot \text{a}) < N_g \leq 7.98 \text{ 次}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ;  
 ——D 级 D1 级:  $7.98 \text{ 次}/(\text{km}^2 \cdot \text{a}) < N_g \leq 11.0 \text{ 次}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ;  
 D2 级:  $N_g > 11.0 \text{ 次}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

其中, A 级对应少雷区, B 级对应中雷区, C 级对应多雷区, D 级对应强雷区。

### 4.3 雷害风险分级分布

#### 4.3.1 危险地闪密度分布

危险地闪密度分布在地闪密度分布和雷电流幅值分布的基础上绘制, 是雷害风险分布图的基础。

对不同电压等级、不同雷害性质, 具有不同的危险电流段, 绘制各类危险电流段内的地闪的密度分布, 得到相应的危险雷电密度分布。

危险地闪密度分布的分级方法建立在地闪密度分级基础上, 以地闪密度等级划分时的 3 个分割点(分别为 A 级与 B1 级的分割点、B2 级与 C1 级的分割点、C2 级与 D1 级的分割点)对应的地闪密度  $N_g$  值, 以及当地雷电流幅值累积概率分布  $P(I \geq i_0)$  为依据, 依据式(1)得到绕击危险雷电密度分布中相应的 3 个分割点值, 依据式(2)得到反击危险雷电密度分布中相应的 3 个分割点值, 根据这些值分别将绕击危险雷电密度分布和反击危险雷电密度分布划分成 4 个等级, 作为雷害风险分布图中 I、II、III、IV 级区域划分的基础。

$$N_{gc1} = N_g P_1 \quad (1)$$

$$N_{gc2} = N_g P_2 \quad (2)$$

式(1)、式(2)中,  $N_{gc1}$  为绕击危险雷电密度;  $N_{gc2}$  为反击危险雷电密度,  $P_1$  为雷电流幅值在绕击危险雷电流段的雷电流幅值累积概率,  $P_2$  为超过反击耐雷水平的雷电流幅值累积概率。

#### 4.3.2 雷害风险等级划分

依据电压等级的不同, 雷害风险分布图可分为 220kV~750kV 各级电网雷害风险分布图。依据雷害性质的不同, 雷害风险分布图可分为绕击雷害风险分布图和反击雷害风险分布图。

针对不同电压等级、不同雷害性质, 形成针对性的雷害风险分布。雷害风险分布的评估如下:

##### a) 危险地闪密度分布。

危险地闪密度分布在地闪密度分布和雷电流幅值分布基础上绘制, 针对引起线路跳闸的绕击电流段和反击电流段分别进行计算、统计、分析。

雷害风险等级划分根据不同电压等级危险雷电密度分布(反击和绕击)、运行经验、地形地质地貌概况等因素综合考虑, 将输电线路雷击闪络危险风险分为 4 个层级:

- I 级, 危险雷电密度小, 线路雷击跳闸概率低;
- II 级, 危险雷电密度较小, 线路雷击跳闸概率较低;
- III 级, 危险雷电密度较大, 线路雷击跳闸概率较高;
- IV 级, 危险雷电密度大, 线路雷击跳闸概率高。

##### b) 影响因素。

运行经验主要依据运行输电线路的雷击跳闸率和雷击事故记录、采用的防雷措施等情况而定。依据运行经验, 对由危险雷电密度分布确定的等级进行调整, 可将雷击故障点附近区域的雷害风险提升一级。

同一电压等级线路, 可考虑输电线路具体走向、地形、地质、地貌、接地电阻、绝缘子数量、防雷措施等因素的影响, 据此对前面确定的等级进行局部适度调整, 将容易引发雷击故障的地形地貌区域的雷害风险提升一级。

## 5 雷区分布图的绘制

### 5.1 基本要求

#### 5.1.1 一般要求

5.1.1.1 雷区分布图以各省（直辖市、自治区）为基本单位绘制，根据地闪密度参数绘制本地区地闪密度分布图，根据各电压等级危险地闪密度分布绘制本地区相应电压等级的电网雷害风险分布图。各行政区的雷区分布图在各省（直辖市、自治区）已绘制的雷区分布图基础上分割获得。

5.1.1.2 雷区分布图的绘制以雷电监测系统多年雷电监测数据为基础，宜采用 10 年～13 年的监测数据绘制，至少要有 5 年雷电监测数据的积累。

5.1.1.3 地闪密度分布图每年滚动更新，每 3 年进行一次修订。

5.1.1.4 雷害风险分布图每 3 年进行一次修订。

5.1.1.5 在各地雷区分布图绘制过程中，宜使用联网数据。

#### 5.1.2 绘制要求

5.1.2.1 应以地理信息系统中的电子地图为底图绘制，且应覆盖全部区域。

5.1.2.2 采用地理信息系统中的电子地图为底图绘制时，宜采用国家 80 坐标系，电子地图比例尺不应小于 1:250 000。

5.1.2.3 雷区分布图的绘制采用网格法，网格分辨率根据统计对象大小和实际需求适当选择；以省域为对象时，网格分辨率的选择范围为  $0.01^{\circ} \times 0.01^{\circ} \sim 0.05^{\circ} \times 0.05^{\circ}$ 。

5.1.2.4 绘制雷区分布图的同时，应给出编制说明。

### 5.2 雷电样本数据处理

地闪密度分布图的数据基础是雷电监测系统监测数据。地闪密度分布图在绘制时宜采用 3 个站点及以上数据，并进行探测效率修正。以处理后的数据为基础建立雷电参数统计样本数据库，即雷区分布图绘制样本。

### 5.3 绘制程序

#### 5.3.1 底图

底图上应绘制电网地理接线图。可根据图面实际情况，选择性标明架空线路、变电站（换流站）、发电厂符号及名称等信息。

#### 5.3.2 地闪密度分布图绘制

地闪密度分布图采用网格法绘制，将统计对象区域划分成等边长的网格，统计各个网格中的地闪密度值，按地闪密度等级划分原则进行分级并采用不同的颜色渲染，采用一定的技术进行平滑处理，剔除网格的棱角，形成地闪密度分布图。

地闪密度分布图的绘制流程见附录 A。

#### 5.3.3 雷害风险分布图绘制

##### 5.3.3.1 危险地闪密度分布

依据电压等级确定危险雷电流段，从雷电参数统计样本中筛选出雷电流幅值处于危险雷电流段的

地闪监测数据,在此基础上采用网格法绘制危险地闪密度分布图。将统计对象区域划分成一系列网格,根据绕击危险电流段和反击危险电流段分别统计各个网格中的绕击危险地闪密度值和反击危险地闪密度值,对多个网格中的危险地闪密度值按分级原则进行等级划分,形成危险地闪密度分布图。危险地闪密度分布图分为绕击危险地闪密度分布图和反击危险地闪密度分布图。

### 5.3.3.2 电网历史雷害分布

雷区分布图应考虑故障特征,可调查本地 220kV 及以上架空输电线路历年雷击故障情况,在底图上标明故障点位置,对其半径 3km~5km 的区域进行标识,得到不同电压等级、不同雷害性质的电网历史雷害分布。

### 5.3.3.3 雷害风险分布图绘制

在绕击危险地闪密度分布图和反击危险地闪密度分布图基础上,依据相应的历史雷害分布区,将雷击故障点标识区域的雷害风险等级在原基础上提高一个等级,分别形成绕击雷害风险分布图和反击雷害风险分布图。

对于环境影响因素,可由各地区依据线路实际雷害风险情况,在已绘制的雷害风险分布图基础上进行局部调整,对高雷害风险地形地貌区域的风险等级提高一级。

雷害风险分布图的绘制流程见附录 B。

## 5.4 图面

### 5.4.1 图纸规格

纸质雷区分布图一般采用 0 号或 1 号图纸,尺寸可根据实际需要选择。

### 5.4.2 图面和颜色

#### 5.4.2.1 地闪密度分布图

图名统一为“××地闪密度分布图”,其中“××”表示地区名称,图名位于全图正上方。根据划定的范围分别予以着色,具体要求如下:

a) 四周边框内用白色作为底图原色。

b) 各地闪密度等级采用下列对应颜色:

——A 级: 灰色 (R=204、G=204、B=204)

——B 级 B1 级: 蓝色 (R=60、G=130、B=255)

B2 级: 青色 (R=0、G=255、B=255)

——C 级 C1 级: 黄色 (R=255、G=255、B=0)

C2 级: 橙色 (R=255、G=170、B=0)

——D 级 D1 级: 紫红 (R=255、G=0、B=255)

D2 级: 深红 (R=170、G=0、B=0)



#### 5.4.2.2 雷害风险分布图

图名统一为“\*\*××kV 电网\*\*雷害风险分布图”,其中第一个“\*\*”表示地区名称,“××”为阿拉伯数字标明电压等级,第二个“\*\*”为雷害性质(绕击或反击),图名位于全图正上方。根据划定的范围分别予以着色,具体要求如下:

a) 四周边框内用白色作为底图原色。



b) 各雷害风险等级采用下列对应颜色:

—— I: 浅绿 (R=165、G=245、B=122)



—— II: 浅黄 (R=255、G=255、B=115)



—— III: 浅红 (R=245、G=162、B=122)



—— IV: 鲜红 (R=255、G=0、B=0)



### 5.4.3 图例

附加信息应包括地闪密度 (雷害风险) 等级图例、比例尺、线路图例、数据起止年限、绘制单位、绘制时间等, 具体要求如下:

- 地闪密度 (雷害风险) 等级图例。图例中色标右方标明各地闪密度 (雷害风险) 等级。
- 线路图例。依照电压等级自上而下排列, 在线路色标右侧标注线路电压等级 “ $\times \times \text{kV}$ ”。
- 地闪密度分布图中的架空线路、发电厂、变电站的图例标记应与 DL/T 374 中规定的相应图例统一。
- 其他图例应和测绘部门规定的图例统一。

### 5.4.4 附加信息

雷区分布图还应包括下列附加信息:

- 数据起止年限。地闪密度分布图应附加数据起止年限信息。数据年限信息统一为 “数据年限:  $\times \times \times \times - \times \times \times \times$  年”, 前四位 “ $\times \times \times \times$ ” 为数据年限的起始年份, 后四位 “ $\times \times \times \times$ ” 为数据年限的结束年份。
- 绘制单位。绘制单位信息统一为: “绘制单位:  $\times \times \times$ ”, 其中  $\times \times \times$  为单位名称。
- 绘制时间。绘制时间信息统一为: “绘制时间:  $\times \times \times \times$  年”, 其中 “ $\times \times \times \times$ ” 标明该图绘制的年份。

## 5.5 编制说明

雷区分布图时应附有相应的编制说明。编制说明应概述本地区雷电监测网运行情况及所采用的监测数据年限, 宜提供本地区地形地貌地质特征、雷击事故情况、杆塔结构情况、绝缘配置情况及相关图表数据。

附 录 A  
(规范性附录)  
地闪密度分布图绘制流程

地闪密度分布图绘制流程见图 A.1。

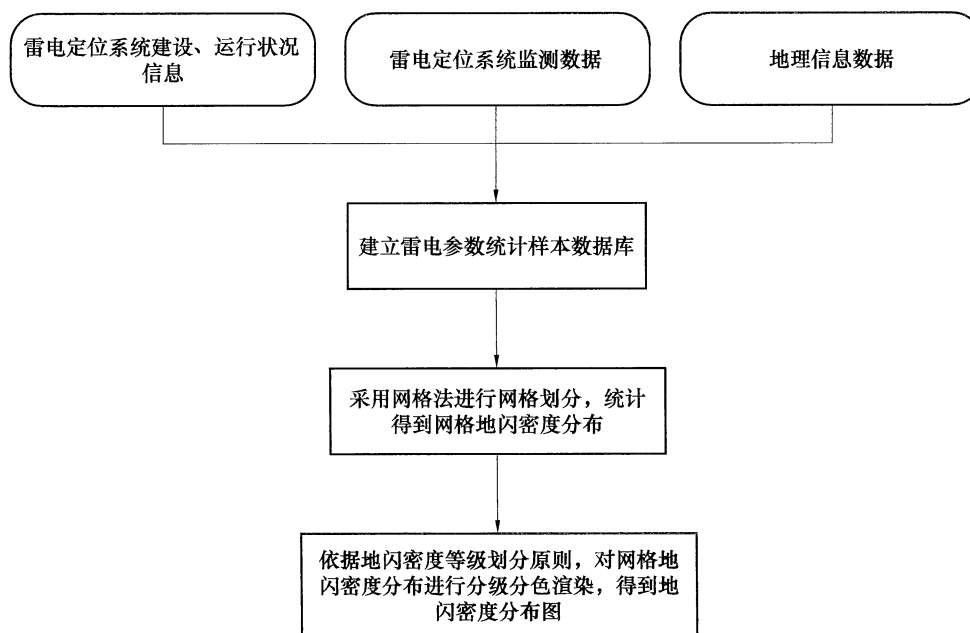


图 A.1 地闪密度分布图绘制流程框图

附录 B  
(规范性附录)  
雷害风险分布图绘制流程

雷害风险分布图绘制流程框图见图 B.1。

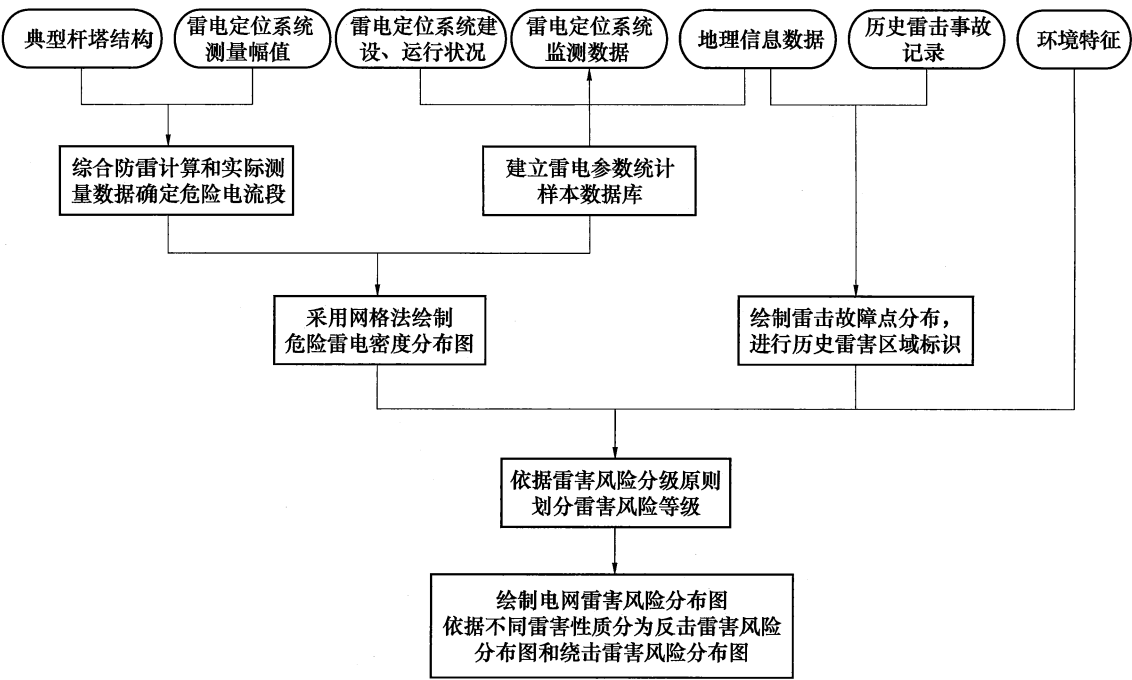


图 B.1 雷害风险分布图绘制流程框图

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
电力系统雷区分布图绘制方法  
DL/T 1533 — 2016

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

\*

2016年6月第一版 2016年6月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 18千字  
印数 001—200册

\*

统一书号 155123·3169 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

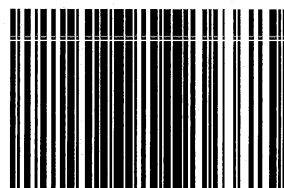
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3169