

ICS 29.240

F 20

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2036 — 2019

---

## 高压交流架空输电线路可听噪声计算方法

Calculation method of audible noise from high voltage  
overhead AC power transmission lines

行业标准信息服务平台

2019-06-04 发布

2019-10-01 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 交流线路输电线路可听噪声计算 .....	2
附录 A (资料性附录) 导线表面电位梯度计算方法 .....	3
附录 B (资料性附录) BPA (美国邦维尔电力局) 的可听噪声声功率计算公式 .....	5
附录 C (资料性附录) 输电线路可听噪声计算举例 .....	6
参考文献 .....	7

行业标准信息服务平台

## 前 言

本标准的附录A、附录B和附录C为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会标准化管理中心提出。

本标准由全国电磁兼容标准化技术委员会（SAC/TC 246）归口并解释。

本标准负责起草单位：中国电力科学研究院有限公司、华北电力大学、国家电网有限公司、电力规划设计总院、国网山东省电力公司电力科学研究院。

本标准主要起草人：万保权、何旺龄、陈豫朝、唐剑、干喆渊、刘兴发、李妮、倪园、周兵、王延召、胡静竹、赵军、刘健彝、李文福、黄锐、余瑶、吴观斌。

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）。

行业标准信息服务平台

# 高压交流架空输电线路可听噪声计算方法

## 1 范围

本标准推荐了高压交流架空输电线路可听噪声的计算方法。  
本标准适用于计算110kV~1000kV正常运行的高压交流架空输电线路的可听噪声水平。  
海拔500m以上时输电线路产生的可听噪声需要修正。

## 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。

GB 3096—2008 声环境质量标准

## 3 术语和定义

GB 3096—2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**输电线路可听噪声** audible noise of transmission lines

输电线路电晕放电产生的人耳可以听到的噪声称为输电线路可听噪声。

### 3.2

**声功率** sound power

$W$

单位时间内通过某一面积的声能。

### 3.3

**声功率级** sound power level

$L_W$

声功率与基准声功率之比的以10为底的对数，通常用（dB）为单位，基准声功率必须指明。常用基准声功率为1pW（ $10^{-12}$ W）。

注：必须标明所采用的频率计权或频带宽度，如A计权声功率级（ $L_{WA}$ ）。

### 3.4

**累积百分声级** percentile sound level

用于评价测量时间段内噪声强度时间统计分布特征的指标，指占测量时间段一定比例的累积时间内A声级的最小值，用 $L_N$ 表示，单位为dB（A）。本标准中 $L_5$ ， $L_{50}$ ，其含义如下：

雨天 $L_5$ 值：雨天有5%的时间A声级超过的值，相当于大雨条件下输电线路可听噪声的值。

雨天 $L_{50}$ 值：雨天有50%的时间A声级超过的值，相当于雨天输电线路可听噪声的平均中值。

## 4 交流输电线路可听噪声计算

### 4.1 单相导线的可听噪声 A 计权声功率级计算公式

大雨条件下输电线路产生的可听噪声：

$$L_{W,i} = -123 + 97.2 \lg(g_{\max i}) + 19.1 \lg(n) + 41.7 \lg(d) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $g_{\max i}$ ——第*i*相导线表面最大电位梯度，单位为kV/cm，采用有效值，有效范围12kV/cm~20kV/cm；
- $n$ ——导线分裂数，有效范围4~12；
- $d$ ——子导线直径，单位为mm，有效范围24mm~40mm；
- $L_{W,i}$ ——第*i*相导线单位长度可听噪声的A计权声功率级 dB(pW/m)。

#### 4.2 输电线路可听噪声雨天 $L_5$ 值计算公式

对于多相线路产生的可听噪声A计权声级，雨天 $L_5$ 值可按公式（2）进行计算：

$$L_5 = 10 \lg \sum_{i=1}^N 10^{\left[ \frac{L_{WA,i} - 11.4 \lg D_i - 5.8}{10} \right]} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $L_{WA,i}$ ——A计权声压级；
- $D_i$ ——测点至被测*i*相导线的距离；
- $N$ ——总相数，为回路数乘以每回路的相数。

#### 4.3 输电线路可听噪声雨天 $L_{50}$ 值计算公式

雨天输电线路可听噪声 $L_{50}$ 值可由公式（3）计算：

$$L_{50} = L_5 - 3.6 \dots\dots\dots (3)$$

行业标准信息服务平台

附录 A  
 (资料性附录)  
 导线表面电位梯度计算方法

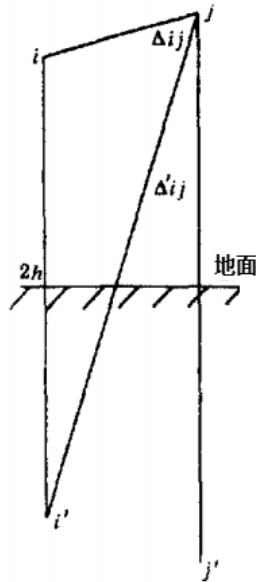


图 A.1 镜像法示意图

采用镜像法计算导线表面电位梯度，线路导线电位系数矩阵  $P$  及电容矩阵  $C$  如下：

$$P = [p_{ij}] \quad C = [c_{ij}]$$

$$p_{ij} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{\Delta'_{ij}}{\Delta_{ij}}$$

$$p_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2h_i}{r_{eq}}$$

$$r_{eq} = R \sqrt{\frac{nr}{R}}$$

式中：

$r_{eq}$  ——等效半径，m；

$R$  ——分裂导线的半径，m；

$r$  ——子导线半径，cm；

$\epsilon_0$  ——真空中的介电常数，为  $\frac{10^{-9}}{36\pi}$  F/m。

$h$  ——导线对地平均高度，m；

$C = P^{-1}$ 。

求得单位长度导线上的电荷

$$Q = CU$$

$$Q = [q_i]$$

导线表面平均电位梯度  $g_{avr} = \frac{1}{n} \frac{q}{2\pi\epsilon_0 r}$ ，单位为 kV/cm；

导线表面最大电位梯度  $g_{max} = g_{avr}[1 + (n-1)r/R]$ ，单位同  $g_{avr}$ ，其中  $n$  为导线分裂数。

行业标准信息服务平台

附录 B  
(资料性附录)

BPA (美国邦威尔电力局) 的可听噪声声功率计算公式

BPA给出的单相单位长度可听噪声的声功率级, 如公式 (A.1) 所示。

$$L_{W,i} = -177.6 + 120 \lg(g_{\max i}) + 26.4 \lg n + 55 \lg d \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$g_{\max i}$  ——导线的表面电位梯度, 单位为kV/cm, 采用有效值;

$d$  ——子导线直径, 单位为mm;

$n$  ——导线分裂数;

$L_{W,i}$  ——第*i*相导线单位长度可听噪声的A计权声功率级 dB(pw/m)。

该预测公式对于分裂间距为30~50cm, 导线表面梯度为10~25kV/cm的常规对称分裂导线均是有效的。主要适合于导线分裂数 $n \geq 3$ 的情况,  $n < 3$ 的情况见参考文献[1]。

对于多回线路产生的可听噪声, 可按公式 (2) 进行计算, 计算结果为雨天可听噪声的 $L_{50}$ 值。

行业标准信息服务平台



附录 C  
(资料性附录)  
输电线路可听噪声计算举例

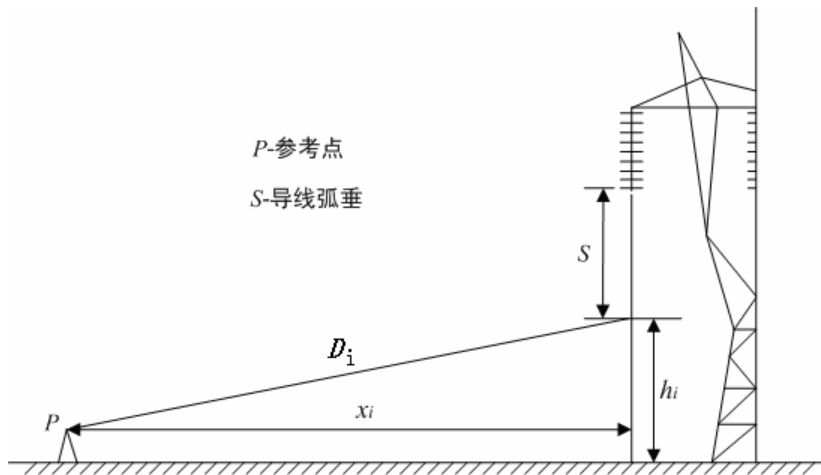


图 C.1 导线到观测点距离示意图

对于4×LGJ-500/35导线的500kV水平排列的线路，其参数为：

子导线直径：0.03m

线路平均高度： $h_a=h_b=h_c=18\text{m}$

弧垂：12m

相间距离：12m

导线对地最小高度为： $18-12\times(1/3)=14\text{m}$

由计算可得：

$$g_{\max A}=13.65\text{kV/cm}$$

$$g_{\max B}=14.91\text{kV/cm}$$

$$g_{\max C}=13.65\text{kV/cm}$$

根据公式(1)，可计算三相导线产生的声功率级为：

$$L_{W,A}=60.38\text{dB}$$

$$L_{W,B}=64.09\text{dB}$$

$$L_{W,C}=60.38\text{dB}$$

根据公式(2)，可计算大雨条件下，距边相导线对地投影外20m处的可听噪声A计权声级为：

$$L_5=43.7\text{dB}$$

根据实际测量经验，取大雨条件下和雨天 $L_{50}$ 值的差值为3.6dB，则：

$$L_{50}=43.7\text{dB}-3.6\text{dB}=40.1\text{dB}$$

从而得到雨天 $L_{50}$ 值为40.1dB。

参 考 文 献

- [1] Chartier V L , Stearns R D . Formulas for Predicting Audible Noise from Overhead High Voltage AC and DC Lines. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 1981, PAS-100(1):121-130.
- [2] GB 3096-2008 声环境质量标准
- [3] GB/T 14367-2006 声学 噪声源声功率级的测定 基础标准使用指南
- 

行业标准信息平台