

交流特高压试验线段可听噪声测量及特性分析

查显光¹, 杨景刚¹, 张子阳¹, 邬雄², 张广州²

(1.江苏省电力试验研究院有限公司, 江苏南京 211103; 2.国网电力科学研究院, 湖北武汉 430074)

摘要: 为了研究交流特高压输电线路可听噪声的特性, 对交流特高压试验基地的试验线段可听噪声进行了实地测量和统计, 分析了不同天气条件下的可听噪声水平和频谱特性。测量结果表明, 特高压试验线段的可听噪声水平小于 55 dB 的限值, 控制在与 500 kV 交流输电线路可听噪声一致的水平。

关键词: 特高压; 可听噪声; 宽频带噪声(随机噪声); 纯声(交流声); 频谱

中图分类号: TM723

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2011)02-0028-03

与超高压输电线路相比, 1 000 kV 特高压远距离输电线路具有电压高、导线大(截面大、多分裂)、铁塔高、线路走廊宽、输送容量大等特点, 相比之下线路的可听噪声问题也更为严重, 尤其是坏天气下的可听噪声水平, 输电线路的可听噪声问题已经成为决定输电线路结构、影响其环境友好型的关键问题之一。

1 输电线路可听噪声产生机理

按不同频率分量所表现出的特征, 交流输电线路的可听噪声可以分为两部分^[1]: 宽频带噪声和频率为工频倍数的纯音。宽频带噪声(无规噪声)是由导线表面正极性流注放电产生的杂乱无章的脉冲所引起。宽频带噪声属于中高频噪声, 频率范围通常集中在 400 Hz~10 kHz^[2]。这种放电产生的突发脉冲具有一定的随机性, 听起来像破碎声、“吱吱”声或“啾啾”声, 与一般环境噪声有着明显区别。无规噪声叠加的方法是其功率密度线性相加, 声压级等于每个个别噪声声压级的平方和的平方根。房屋对无规噪声有较好的屏蔽效能, 通常认为无规噪声每 30 m 的衰减在 1 dB(A)左右^[3]。

所谓交流声(纯声), 是由于电压周期性变化, 使导线附近带电离子往返运动产生的“嗡嗡”声。对于交流输电线路, 随着电压正负半波的交变, 导线先后表现为正电晕极和负电晕极, 由电晕在导线周围产生的正离子和负离子被导线以 2 倍工频排斥和吸引, 在每半周内使空气压力变换方向 2 次。因此, 这种噪声的频率是工频的倍数, 对应 100 Hz 的分量最为明显, 对应不同的导线相数和导线特性, 100 Hz 分量值会比 200 Hz 值大 5~20 dB。

交流声(纯声)叠加的方法则与它们的相位有关。如果 2 个交流声同相, 则声压级相加; 如果它们反相, 则合成声级为两者之差。纯声随距离的增加

衰减甚微, 可以传播较远, 且房屋对纯声的屏蔽效果较差。因此, 距离输电线路较远的地区, 主要考虑纯声对居民可能造成的影响^[4]。

2 特高压交流试验线段可听噪声测试

2.1 可听噪声测试方案

交流特高压试验线段的电磁环境测试研究是国网特高压交流试验基地的主要任务之一。试验线段的测试路径中的地形条件较为复杂, 基本呈梯田状分布: 自第二基杆塔附近起, 档距中央地表高程依次降低。根据目前的地形条件, 选取了 2 条满足测试条件的测试路径(如图 1 所示)。各测量路径的相关参数如表 1 所示。

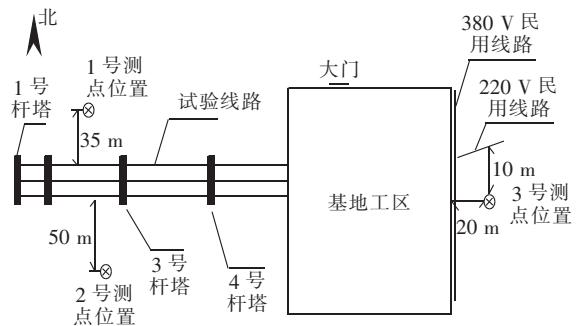


图 1 可听噪声测试路径图

表 1 测量路径相关参数

| 测量路径 | 导线高度/m | | | |
|------|--------|-------|-------|-------|
| | 水平相间距离 | 北侧边相 | 中相 | 南侧边相 |
| 1 | 16.2 | 31.76 | 48.63 | 31.76 |
| 2 | 16.2 | 27.66 | 46.17 | 26.99 |

测试仪器和测试方法均满足电力行业标准 DL 501—1992《架空送电线路可听噪声测量方法》的相关要求。对试验线段的 A 计权可听噪声水平及试验线段的横向衰减特性进行了测量。测试时间段一般选择在上午 10~12 时, 下午 15~17 时和晚上 22~24 时之间进行。

2.2 单回试验线段可听噪声水平

2.2.1 单回试验线段背景噪声水平

选取了测量路径1的远端(远离线路的一侧)、路径2的始端作为线路背景噪声的测点。对试验线段未带电时的背景噪声进行了多次测量,测量结果偏差很小,背景噪声水平基本维持在34 dB左右。

以下为某次实测结果。其中白天天气情况为多云,有风,温度为12~16℃,相对湿度为54%~62%;夜间天气情况为阴天,微风,温度为8~11℃,相对湿度为88%~95%。

(1) 白天背景噪声水平。选择测量路径2,线路北侧,距离线路北边相15 m处的测点为测点1和测量路径1的始端作为测点2。图2和图3分别为该测点在2 min时间内的背景噪声水平和背景噪声典型频谱分布图。

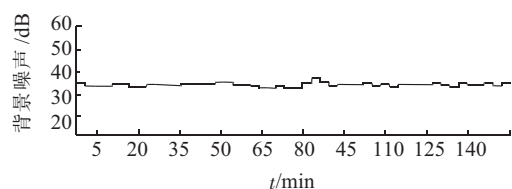


图2 背景噪声水平分布

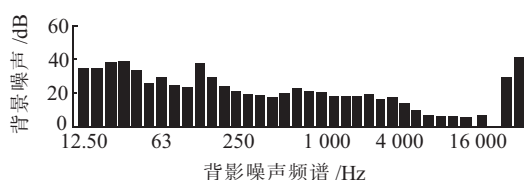


图3 背景噪声频谱分布图

(2) 夜间背景噪声水平。图4和图5分别为该测点在2 min时间内的背景噪声水平和背景噪声典型频谱分布图。

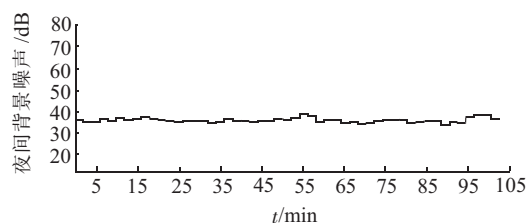


图4 夜间背景噪声水平分布图

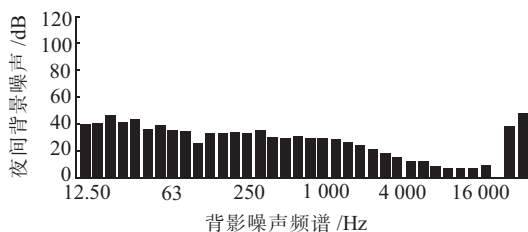


图5 夜间背景噪声典型频谱分布图

同一测点,白天的背景噪声A计权平均值33 dB左右,晚上的背景噪声A计权平均值35.5 dB左右。两者频谱分布均以100 Hz以下频段占优,夜间背景噪声中高频段频谱分布较白天丰富,主要原因是受到夜间虫鸣等其他噪声的影响。

2.3 好天气条件下的可听噪声水平

交流特高压试验基地单回试验线段在好天气条件下的可听噪声水平很低,在靠近基地侧的3号杆塔处有较为稳定的电晕放电,可听到微弱的电晕放电声。表2,3所示为好天气条件下单回试验线段的多次测量结果的平均值,测量时电压水平为1100 kV,测试点分别选在中相下、边相下以及距边相导线对地投影外20 m处。

表2 好天气条件下昼间测试结果

| 项目 | 路径1 | 路径2 |
|-----|------|------|
| 中相下 | 35.6 | 34.9 |
| 边相下 | 35.3 | 35.2 |
| 边相外 | 35.3 | 34.8 |

表3 好天气条件下夜间测试结果

| 项目 | 路径1 | 路径2 |
|----------|-------|-------|
| 中相下 | 35.10 | 34.73 |
| 边相下 | 34.87 | 34.57 |
| 边相外20 m处 | 35.23 | 34.93 |

从测试结果来看,单回试验线段好天气条件下的可听噪声水平较低,和背景环境噪声基本持平。边相导线对地投影20 m外的可听噪声水平维持在35 dB(A)左右。

2.4 雨天条件下的可听噪声水平

交流输电线路雨天条件下的可听噪声水平是评价线路噪声对周围环境影响的主要因素。

选择测量路径2,距离线路北边相60 m处的测点为背景噪声测点。天气情况为中雨(3.8 mm/h),无风,温度为18℃,相对湿度为95%。运行电压水平为1100 kV。图6、图7分别为该测点在2 min时间内的背景噪声水平和背景噪声典型频谱分布图。

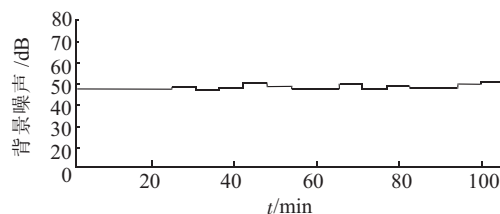


图6 背景噪声水平分布图

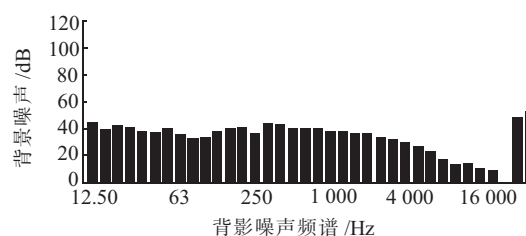


图7 背景噪声频谱图

此时的背景噪声水平维持在49.8 dB(A)左右。和晴天条件下的背景噪声频谱相比,雨天条件下的

背景噪声频谱中高频段的声级值水平明显高于晴天水平。雨天试验线段可听噪声测量结果见表4。雨天的可听噪声频谱见图8。

表4 雨天试验线段可听噪声测量结果

| 测点 | 测量值/dB(A) |
|------------|-----------|
| 3、4档距中央边相下 | 54.7 |
| 3、4档距中央中相下 | 55.8 |
| 路径1中相下 | 52.8 |
| 路径1边相下 | 53.1 |
| 路径1边相20m | 51.8 |
| 路径2中相下 | 53.8 |
| 路径2边相下 | 53.3 |
| 路径2边相20m | 52.7 |

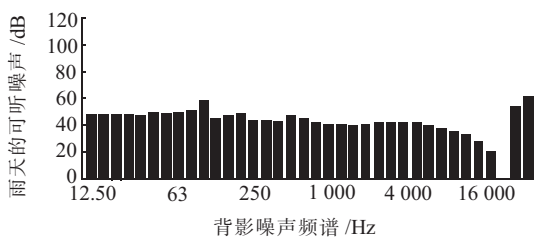


图8 雨天的可听噪声频谱图

雨天时, 试验线段附近能够听到明显交流嗡嗡声, 从图8可以明显的看出100 Hz及200 Hz纯声分量, 且各频段的声级值都较高, 电晕噪声较晴天天气明显增大。从已经获得的测试数据来看, 雨天条件下的可听噪声水平和降雨率的大小有一定的关系。其中在毛毛雨条件下, 线路可听噪声给人的感觉最为明显, 背景噪声和线路实测可听噪声值也相差最大, 差值在15 dB左右。测量结果显示, 雨天的电晕噪声比好天气条件下大15~18 dB。

3 结束语

交流输电线路的可听噪声与环境噪声有着明显区别: 线路可听噪声在各个频段的声级值均高于环境噪声, 尤其在低频段。环境噪声在1 kHz后随着频率增高明显衰减。输电线路电晕产生的噪声则不同,

频率很高(大于8 kHz)时才开始衰减。这样, 在环境噪声较低的场合, 电晕产生的高频噪声很容易分辨。正是这一特性, 输电线路电晕产生的可听噪声才给人在听觉上一种异常感。与同一声压级下的交通噪声相比, 可听噪声更令人讨厌。而且, 在比普通公共噪声低10 dB左右时, 与睡眠者获得的唤醒概率相同^[5]。此外, 由于输电线路大多都是常年全天候运行, 因此输电线路可听噪声具有持续时间长的特点。

我国特高压交流输电线路可听噪声推荐限值为距边相导线对地投影20 m处的声级值不超过55 dB。测量路径1和测量路径2上距边相对地投影20 m处的可听噪声值分别为;52.4 dB和52.7 dB, 均小于55 dB的限值, 控制在与500 kV交流输电线路一致的水平。

参考文献:

- [1] SHWEHDI M H, FARAG A S. Environmental Effect on High Voltage AC Transmission Lines Audible Noise[C]. IEEE transactions on PAS.
- [2] KAZUO T. Hum Noise Performance of 6, 8, 10 Conductor Bundles for 1 000 kV Transmission Lines at the Akagi Test Site: A Comparative Study with Cage Data[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1991, 6(4).
- [3] CHARTIER V L, STEARNS R D. Formulas for Predicting Audible Noise from Overhead High Voltage AC and DC Lines [J]. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 1981, 100(1).
- [4] 安德生. 电力工业部武汉高压研究所译. 345 kV及以上超高压输电线路设计手册[M]. 北京: 电力工业出版社出版, 1981.
- [5] CIGRE Working Group 38.04, Ultra High Voltage Technology, CIGRE, 1994 Session[R].

作者简介:

查显光(1985-), 男, 安徽池州人, 工程师, 从事高压试验相关工作。

Measurement and Characteristic Analysis of Audible Noise of UHV Test Line Segment

ZHA Xian-guang¹, YANG Jing-gang¹, ZHANG Zi-yang¹, WU Xiong², ZHANG Guang-zhou²

(1. Jiangsu Electric Power Research Institute Co.Ltd., Nanjing 211103, China;

2.State Grid Electric Power Research Institute, Wuhan 430074, China)

Abstract: To study the audible noise characteristics of UHV Transmission Line, site measurements and statistics of audible noise of UHV test line segment are carried on. And the audible noise level and spectrum characteristics on different weather conditions are also analyzed. The results demonstrate that the audible noise limit of UHV test line segment is 55 dB, which is the same with that of 500 kV AC transmission line.

Key words: ultra-high voltage (UHV); audible noise (AN); random noise; hum; frequency spectrum