

同走廊并行 750kV 交流输电线路地面合成场强计算

Calculation of Total Electric Field at the Ground Level under Two-circuit 750 kV AC Transmission Lines in the Same Corridor

蒋陶宁 孙鹏 谢龙至

Taoning Jiang Peng Sun Longzhi Xie

国核电力规划设计研究院有限公司 中国 · 北京 100095

State Nuclear Electric Power Planning Design & Research Institute, Beijing, 100095, China

摘要: 论文采用马克特 - 门格尔法计算和研究同走廊并行 750 kV 交流输电线路的地面合成场强特征, 可为确定两条线路的走廊宽度提供有效参考。

Abstract: The paper uses the Markt-Mengele method to calculate and study the ground composite field strength characteristics of a 750 kV AC transmission line parallel to the corridor, which can provide an effective reference for determining the corridor width of the two lines.

关键词: 750kV 交流输电线路; 同走廊; 地面合成场强

Keywords: 750kV AC transmission lines; same corridor; total electric field at the ground level

DOI: 10.12346/etr.v3i9.4193

1 引言

随着中国国民经济和电力工程的长期持续发展, 电力建设面临的输电走廊紧张问题已开始凸显, 因同走廊或同塔共建而导致的输变电设施的电磁环境问题开始引起广泛的关注^[1-3]。研究同走廊并行 750kV 交流输电线路的地面合成场强, 对进一步提高土地利用效率, 减少输电走廊宽度, 有重要意义。然而, 现有的研究成果多集中在较低电压等级线路或交直流混合输送走廊上, 由于目前世界上仅中国建设有 750kV 线路^[4-6], 且同走廊并行的 750kV 交流输电线路并不多, 因此关于此的研究并不多。

2 电场强度计算方法

2.1 导线表面电场强度的计算方法

导线表面场强大小对导线运行时在空间中产生的可听噪声、无线电干扰和电晕损耗等都有着决定性的影响, 因此求解导线表面场强是计算各电磁环境指标的一个重要前提。

对于导线不分裂线路, 导线表面场强可采用麦克斯韦电位系数法来计算。目前, 工程上用于计算分裂导线表面场强

的方法主要有马克特 - 门格尔 (Markt-Mengele) 法、逐次镜像法、模拟电荷法、矩量法和保角变换法等。

2.2 空间电场的计算方法

常采用较为简单的马克特 - 门格尔法计算空间电场强度。图 1 为空间某点电场强度的计算示意。

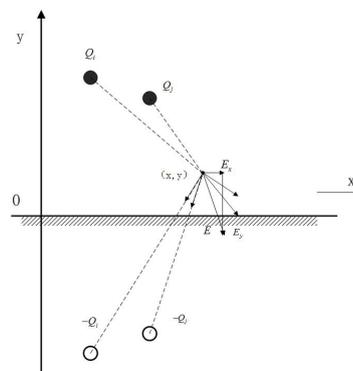


图 1 求解空间场强示意图

对于空间中某点 (x, y) , 电场强度的分量 E_x 和 E_y 可表示为:

【作者简介】蒋陶宁 (1985-), 男, 中国河南鄢陵人, 硕士, 高级工程师, 从事输电线路电磁环境研究。

$$E_x = \sum_{i=1}^m E_{i,x} = \frac{1}{2\pi\epsilon} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{L_i'^2} \right) \quad (1)$$

$$E_y = \sum_{i=1}^m E_{i,y} = \frac{1}{2\pi\epsilon} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-x_i}{L_i^2} - \frac{y+x_i}{L_i'^2} \right) \quad (2)$$

式中, x_i 、 y_i 为导线 i 的坐标 ($i=1,2,\dots$), m 为等效单根导线根数, L_i 、 L_i' 分别为导线 i 及其镜像至计算点的距离。

对于三相交流线路, 由于电压为时间相量, 计算时各相导线的电压要用复数表示, 相应的电荷也是复数量。空间中各点的电场强度具有复数形式:

$$E_x = E_{x,R} + jE_{x,I} \quad (3)$$

$$E_y = E_{y,R} + jE_{y,I} \quad (4)$$

合成空间电场在 x 、 y 两个方向上的分量都是随时间变化的脉振量, 且通常初始相位不同, 因此空间每一点的合成电场是一个旋转的椭圆场。它在大小和空间方向两方面都随时间在不断变化, 其最大值并不等于 $\sqrt{E_x^2 + E_y^2}$ 。

3 数值算例及分析

3.1 计算条件

根据杆塔规划结论, 750kV 单回线路所用的典型塔头及尺寸见图 2。

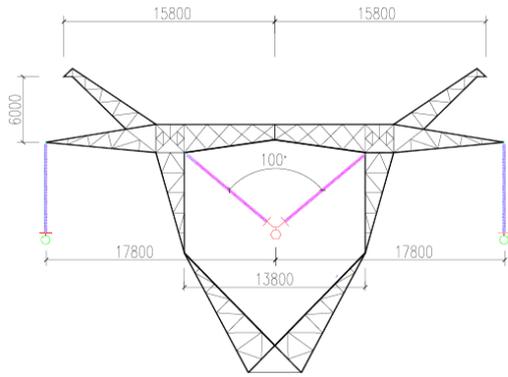


图 2 线路的几何结构

导线平均高度 23m。系统运行条件: 系统额定电压 750kV, 系统最高运行电压 800kV, 系统单回输送功率为 3000MW, 功率因数 0.95。相导线为 $6 \times \text{LGJ-500/45}$, 导线分裂间距 400mm; 地线型号为 JLB20A-150; 光缆型号为 OPGW-150。

3.2 同走廊并行线路地面场强

若两条同走廊并行 750kV 交流输电线路的线路中心距离为 50m, 则根据上节提到的马克特 - 门格尔法, 计算得到距地面 1.5m 处的地面场强见图 3~ 图 5。图中横坐标为距离两条线路中心的距离, 纵坐标为电场强度的数值。

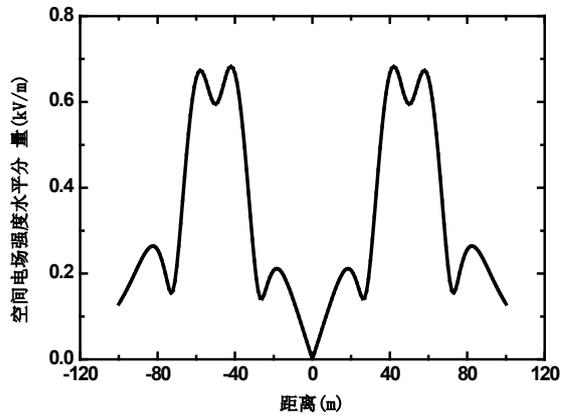


图 3 地面场强水平分量计算结果

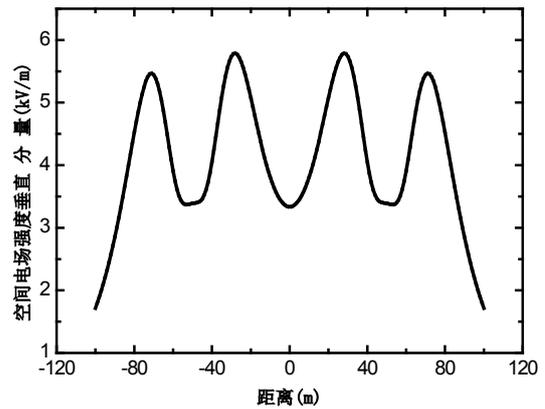


图 4 地面场强垂直分量计算结果

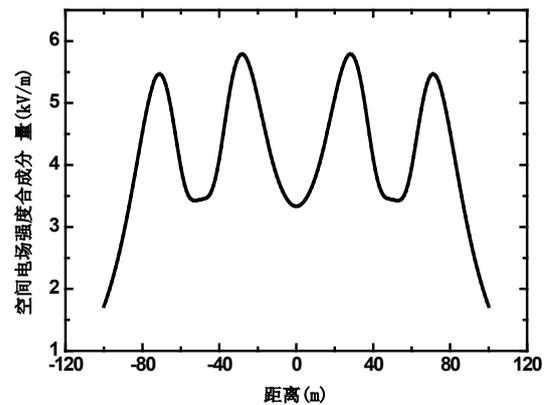


图 5 地面合成场强计算结果

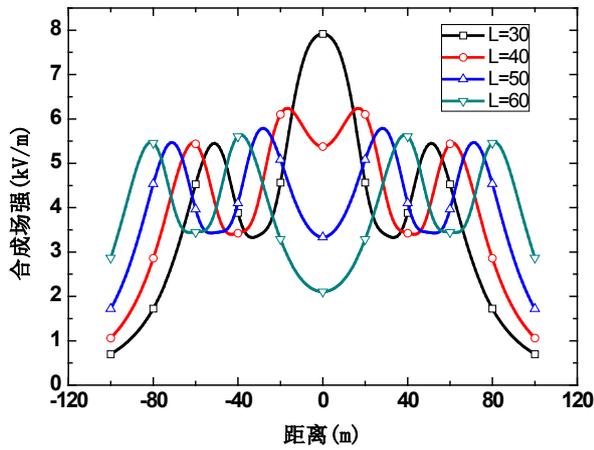
从图 3~ 图 5 的结果可以看出:

①交流输电线路引起的地面场强主要是垂直分量, 水平分量较小。

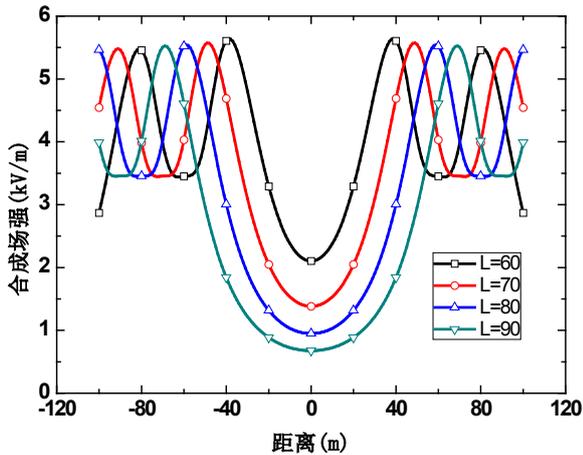
②地面合成场强的最大值出现在每回线路的边导线附近, 然后向两侧快速衰减。

3.3 不同并行宽度下的地面合成场强

若改变两条输电线路的并行宽度, 重新计算地面合成场强, 则得到不同并行宽度下的地面合成场强计算结果如下图, 图中 L 为两条线路的线路中心距离。



(a) L=30,40,50,60



(b) L=60,70,80,90

图6 不同并行宽度的地面合成场强计算结果

通过比较以上各图可以看出：

①如果两条线路距离较近（30m），则两条线路产生的场强会有一个比较明显的叠加，最大值产生在两条线路走廊的正中心位置，随着两条线路距离的增大，该最大值向两侧

推移。

②交流输电线路的地面场强衰减很快，如果两条交流输电线路距离稍远，则合成场强互相影响不大。

4 结论

论文基于马克特 - 门格尔法，以同走廊并行 750kV 交流输电线路为例，分析和研究了地面合成场强的分布特点及不同走廊宽度下的场强畸变特点：

①交流线路的地面合成场强以垂直分量为主，水平分量较小。

②地面合成场强的最大值出现在每回线路的边导线附近，然后向两侧快速衰减。

③如果两条线路距离较近，则两条线路产生的场强会有一个比较明显的叠加，最大值产生在两条线路走廊的正中心。

④交流输电线路的地面合成场强衰减很快，如果两条交流输电线路距离稍远，则合成场强互相影响不大。

参考文献

- [1] 杨勇,陆家榆,雷银照.同走廊双回直流线路地面合成电场计算[J].电网技术,2009,33(19):181-185.
- [2] 杨勇,陆家榆,鞠勇.交流线路与±800kV直流线路同走廊时的地面混合电场研究[J].电网技术,2009,33(15):54-59.
- [3] 中华人民共和国国家标准.GB50545—2010 110kV~750kV架空输电线路设计规范[S].2010.
- [4] 杜澍春.交流750kV单回线路杆塔空气间隙的研究[J].电网技术,2008,32(19):1-4.
- [5] 万保权,郭雄.750kV单回紧凑型输电线路的电磁环境[J].高电压技术,2009,35(3):597-600.
- [6] 郭琳霞,龚有军.750kV紧凑型输电线路导线表面电场强度优化[J].电力建设,2011,32(6):35-38.