

如何提高配电线路杆塔抗风整体可靠度

周子翼

(贵州电网公司贵阳乌当供电局, 贵州 贵阳 550018)

摘要:配电线路杆塔整体可靠度是配电事业能够顺利开展的重要保障。为进一步提高配电线路杆塔抗风整体可靠度, 本文基于可靠度基本理论, 对风场中配电线路杆塔的静力学特性、动态响应进行分析, 在此基础上, 结合实际情况对配电线路杆塔抗风整体可靠度进行详细分析, 以期提高配电线路杆塔基础设计的合理性, 希望为相关研究学者提供科学参考。

关键词:配电线路杆塔; 抗风性能; 整体可靠度

中图分类号: TB114.3

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2021)04-0061-02

0 前言

配电线路杆塔的整体可靠度与电网运行系统运行安全性、稳定性具有十分密切的联系。现阶段, 复杂风场以及台风的作用下, 时常发生配电线路杆塔倒塌的现象, 对我国电力事业造成严重影响。因此, 为进一步提升配电线路杆塔设计科学性与合理性, 应积极运用可靠度基本理论分析杆塔体系的结构可靠性, 进而采取有效的优化措施。

1 风场中配电线路杆塔的分析

1.1 静力学特性分析

一般情况下, 风场中的配电线路杆塔会受到平均风或脉动风的影响。其中, 施加在普通配电工程结构上的平均风可持续 10min 及以上, 可将其视为静力载荷。脉动风与平均风相比, 持续时间只有 1s, 并且作用效果明显, 在分析风场对配电线路杆塔影响的过程中, 可将其视为动力载荷。因此, 若要满足不同地区对配电线路杆塔的要求, 应结合当地实际情况对其整体结构进行优化, 以此实现整体可靠度的提升。

1.1.1 平均风荷载的计算

利用标准高度下的基本风压、某高度处的风压变化系数与风振系数、配电塔体型系数、配电塔杆承受风压面积来计算平均风荷载的标准值。其中, 基本风压是指杆塔安装的地区内较为空旷地面近 50 年的年平均最大风速, 然后结合杆塔所在位置对基本风压进行修正, 最终可得到杆塔不同节点处风压的变化系数。根据配电杆塔的形状, 结合轮廓面积与投影面积, 按照相关公式进行计算, 便可得到不同塔段杆塔的体型系数。

1.1.2 风荷载的施加

在杆塔的实际结构中, 不同节段处的杆塔所承受的平均风荷载存在一定差异, 然后按照杆塔导线与风力方向的夹角分析静力学特性。一般情况下, 主要是对 0°、45°、60°、90° 的风向角进行分析, 对于直立式杆塔风荷载作用, 在设计时, 还应考虑其他天

气情况对整体可靠度的影响, 主要是将杆塔分成若干段, 并根据一阶、二阶、三阶、四阶、五阶、六阶振型对配电线路杆塔进行计算, 若不同阶型下杆塔所受的最大应力小于结构整体的屈服强度, 则可认为杆塔构架能够满足工程设计的力学要求。

1.1.3 静力学分析结果

配电杆塔所承受的标准风荷载主要是对平地风场下杆塔结构进行设计, 因此, 为实现配电线路杆塔抗风整体可靠度提升的目标, 应对不同地形风场下的杆塔所承受的风荷载进行分析, 然后按照相关计算公式所给出的基本风压对默认值进行修正, 最终得到相应的静力学分析结果, 为后续分析风场对杆塔结构的影响奠定良好的基础。配电线路杆塔在风场中的最大静态风荷载应根据不同节段处、不同高度处、不同风荷载施加位置处杆塔体系的整体可靠度。相关研究表明, 山地型风场与平地风场相比, 杆塔所承受的风荷载要随之增加, 并且产生的动态响应结果也存在一定差异性, 90° 下的配电线路杆塔会出现最大位移增量, 45° 下会出现最大应力增量。因此, 在设计与研究提高配电线路杆塔抗风整体可靠度方案的过程中, 应尽量选择平地搭设杆塔, 以此提升配电系统整体运行稳定性与安全性。

1.2 动态响应分析

1.2.1 动态响应方程

动态响应与静力学特性分析时配电线路杆塔抗风整体可靠度分析的主要两部分, 动态响应主要是对影响杆塔结构稳定性的脉动风进行分析, 通过提取杆塔不同部分、不同时间段内的瞬时风速来总结脉动风对整体抗风性能的影响规律, 然后将其转换为荷载进行相应的动力学特性分析。运用配电线路杆塔整体阻尼矩阵、刚度矩阵、质量矩阵以及节点处的加速度矢量、速度矢量、位移矢量来计算配电线路杆塔的瞬间所承受的荷载^[2]。此外, 在对动态响应方程进行分析的过程中, 运用平均加速度法、逐步积分法、显示法等, 结合离散网格对响应结果进行分析,

最终得到关于配电线路杆塔自身固有频率的可靠度分析结果。

1.2.2 瞬时风荷载计算与施加

在对风场中的荷载进行计算的过程中,仍选择作用在配电线路杆塔节点处的四个风向角作为主要的位置。根据静力学特性分析结果可知,脉动风在瞬时时间中对杆塔造成的平均荷载会随着时间的变化而变化,并且与静力学特性下风场所施加的力与位置有所不同。

1.2.3 动态响应分析结果

根据最新观测到的数据,对不同配电线路杆塔所安装的风速仪高度以及以往的风速资料进行相应的高度换算,然后得到高度为10m时杆塔的观测风速指数律关系,如式(1)所示。

$$v = v_z \left(\frac{10}{Z} \right)^\lambda \quad (1)$$

其中:Z-风速仪实际高度; v_z -观测到的风速; λ -杆塔所在地面的粗糙度。

杆塔不同结构处所导入的经过流场计算所得出的风压存在一定差异,因此,应以之后得到的相应分析结果为整体可靠度分析的必要前提条件,然后结合理论值计算流场风压与平面风压之间的差值,通过建立起的模型分析进入结构分析物理环境的配电线路杆塔抗风整体可靠度。

1.3 杆塔体系整体可靠度计算

结合静力学特性以及动态响应分析结果,对配电线路结构可靠度进行分析,然后客观地总结出杆塔抗风整体可靠度。一方面,利用可靠的传统研究方法以及功能显示函数,计算杆塔失效模式下的可靠度。该方法主要是计算配电线路杆塔在不同失效模式下的功能函数,最终得到相应可靠概率。另一方面,利用随机有限元法来解决配电线路杆塔的结构随机问题,由于不同杆塔在安装与搭设过程中存在较多的随机变量,对其最终的抗风整体可靠度有着或多或少的影 响,需要研究人员利用常见的响应面法、Monte Carlo 法计算杆塔结构体系的可靠概率。一般情况下,可利用数值法对失效概率的一次二阶矩阵趋势进行计算与分析,主要是利用轴心拉力、材料强度、杆件直径以及功能函数验证设计程序的正确性与准确性,最终计算出的相对误差可成为验证可靠度的主要指标^[9]。

2 提升配电线路杆塔抗风整体可靠度策略分析

2.1 合理选择线路距离与路径

一方面,适当缩短配电线路耐张段的长度。根据工程实际需求以及对线路数量、导线类型、线路间距的要求等,对每一张力段的距离进行精准计算,对于单、统一10kV配电线路,则应控制张段长度在500m以内,并注意使用混凝土杆、钢管杆等进行基础设施的加固,以此提升整体抗风性能。另一方面,缩短配电线路直线大档距。当裸导线与绝缘导线相距70~80m以上时,应加强塔杆基础强度;相距80~90m以上时,可在间距中间加设杆塔,或是加设防风措施、更换杆塔。对于10kV单回线路配电线路通过增加塔杆来增强整体抗风可靠度的措施如图1所示。

2.2 优化配电线路设计方法

优化线路设计方法的措施如下:①根据10kV配电线路塔架设计要求以及架空线路风速,利用V形串、装置重锤等防止配电线路塔杆在瞬时风速较大时发生偏斜,或是利用刚性悬垂串、增

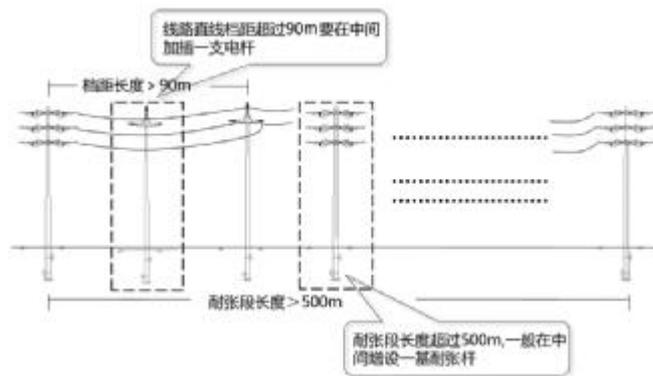


图1 10kV单回线路增加塔杆缩短大档距、耐张段

加跨越长度等保障干式转角塔具有较高的抗风可靠度;②利用FD串解决直线塔夹持续受力问题,并结合农网建设地区的风速情况、选用的塔杆类型等,在设计中充分考虑张力塔跳线、单线分裂等问题,并留有一定的计算裕度,以此保障设计的科学性、合理性;③运用双吊子、跨接器端头、吊点刚性绝缘子等,使得配电线路塔杆整体抗风性能在设计阶段就得以加强,同时运用不同的设计技术增强线路中元件的安全系数,为提升运行的安全性与稳定性奠定坚实的基础。此外,可通过加固基础设施来提升配电线路塔杆整体抗风可靠度,例如,使用水泥沙袋护坡、砂浆砌块护坡、混凝土桩基础等。一般情况下,塔杆的深度不应小于相应配电线路的设计标准,可利用GIS技术对故障具体位置进行判断,以此加强农网的实时监测水平,缩短农网维修时间,提高电网整体运行效率,使得配电线路塔杆整体在面对较强锋利时仍能够保障电网稳定运行。加装防风拉线塔杆的最小埋设深度如表1所示。

表1 加装防风拉线塔杆的最小埋设深度

	单位:m			
塔杆高度	9	10	12	15
埋设深度	1.6	1.7	1.9	2.3

3 结论

综上所述,在经济社会不断进步与发展的过程中,配电线路的发展与建设已经成为我国经济发展的重要基础。因此,针对部件组成复杂、结构构件繁多的配电线路杆塔,应运用可靠度理论量化杆塔体系的可靠度,以此提高设计的精度与效率,最终获得能够保证电网运行系统稳定运行的策略,为今后电力事业发展奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 廉国胜,叶花.10kV及以下配电线路的运行维护及检修的分析[J].科技风,2020(33):191-192.
- [2] 安义,朱远,张宇,等.农网10kV架空配电线路抗冰性能评估方法[J].湖南电力,2018,38(1):20-23.
- [3] 李士巍,姜新,宋博.提高农村10kV配电网供电可靠性措施分析[J].中国管理信息化,2020,23(22):118-119.

收稿日期:2020-12-12

作者简介:周子翼(1993-),男,汉族,安徽萧县人,助理工程师,本科,主要从事配电线路运行与检修工作。