

高压输电铁塔结构优化设计方法研究与应用

Research and Application of Structural Optimization Design Method of High-voltage Transmission Tower

舒冬

Dong Shu

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司 中国·重庆 400042

China Coal Engineering Chongqing Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Chongqing, 400042, China

摘要: 随着越来越多的电力输电塔的建成和投入使用, 钢材消耗量不断增加。为了节约钢材, 提高高负荷电源的可靠性和稳定性, 必须对输电结构的优化设计进行研究。在此背景下, 论文应用最优安装方案的理论, 研究输电铁塔结构的优化设置方案, 为相关工人提供参考。

Abstract: With more and more power transmission towers completed and put into use, steel consumption is increasing. In order to save steel and improve the reliability and stability of the high-load power supply, the optimal design of the transmission structure must be studied. In this context, this paper applies the theory of the optimal installation scheme to study the optimization setting scheme of the transmission tower structure and provide reference for relevant workers.

关键词: 高压输电铁塔; 结构优化设计; 研究应用

Keywords: high-voltage transmission tower; structure optimization design; research and application

DOI: 10.12346/etr.v3i10.4450

1 引言

随着中国国民经济的快速发展, 对电力的需求不断增加。因此, 随着电力行业的发展, 输电铁塔的数量有越来越多的趋势, 而且输电电塔质量也将不断增加。因此, 在保证安全的前提下, 如何运用优化理论, 选择合理的优化设计方法, 使塔体结构更合理, 材料更少以及如何逐步降低施工成本, 这些已成为设计人员的主要关注, 也是工程结构优化规划的一项重要任务。在此背景下, 论文将应用多优化设计理论, 考虑输电塔结构的特殊性, 为相关工作者提供参考。

2 设计原则

输电铁塔作为中国电力系统的重要组成部分, 在中国各地区的输电系统中分布广泛, 在确保中国电力移交的稳定和安全方面发挥着重要作用。为了保证设计的科学合理, 输电铁塔结构设计中, 设计人员应严格遵守相关的规章制度以及原则要求进行结构设计工作^[1]。

2.1 绝缘配置

输电线路的绝缘配置是对塔内各级之间存在的各种放电通路进行隔离, 以保证输电导线在雷电过电压、工作电压和工频电压条件下的安全可靠运行。由于停电检修的特殊性, 在设计过程中应延长绝缘子的清洗周期, 以减少检修工作量。对于同塔多路的情况, 可以考虑改进容错设计。也可根据现有条例的规定执行。在多年的经验和理论与试验的基础上, 对现行的相位差和相对地差规定进行修订, 具有一定的参考价值。在通道紧张区域, 通常采用相同的多回路结构, 悬挂串采用 V 型串。通过 V 型串设计, 同塔多路可有效地节约输电线路走廊, 防止塔楼在大风时发生闪络, 并使相绝缘子的耐污秽电压比 I 型变压器高出 20% 以上。在满足技术规范的要求前提下, 根据导线布置的特殊情况, 多路导线间的距离应在同一水平极上相邻布置, 水平距离增加 0.5m。

2.2 防雷特性

输电线路的闪电击中次数随地面线平均高度的增加而增

【作者简介】舒冬(1990-), 男, 中国四川资阳人, 本科, 工程师, 从事输变电结构研究。

加。以500kV同塔四回路导线为例,由于其平均高度比单线高50m,比双线高约30m左右,实际雷击次数增加2.1~2.5倍,较双回路增加0.6~1.0倍。每增加20m的塔高,绕机率增长一倍,这时地面线保护角相同。在反击方面,多环塔高度越高,塔的电感和波阻能力越强,反射波从塔顶到地面的时间越长,其电动势就越高,因此相比单环,双环具有更高的绝缘闪络率^[2]。

2.3 塔身和基础

由于多环塔的风压和外载是单根输电线路的许多倍,塔体本身的重量和基本受力都大大增加。因此,可以将重要工程系数的乘法引入到多回路铁塔结构的设计中,从而提高多回路钢塔结构设计的安全系数。采用钢管桁架结构,可减小带大截面导体的多环铁塔的风压和形状系数。高强度钢也可用于特殊塔式设计,如跨座式塔。由于地面导引线的影,多回路塔的设计将更多地受到安装条件的制约。因此,在设计过程中,采用合理的施工方法可限制适当的运行,并可适度增加临时电缆的张力,有效地降低塔重。在同塔多回路钢塔结构设计过程中,应严格遵循安全可靠的原则。

3 意义

3.1 优化输电塔结构有利于保证输电线路的安全和经济运行

架空电力线路是目前中国输电、配电的主要方式。随着电力传输距离的延长和电力需求的增加,电压等级不断提高。输电铁塔已逐渐成为输电线路的首选。近年来,随着中国经济的快速发展,中国对电力的需求迅速增长^[2]。随着三峡工程机组及其配套输变电项目的启动和全国电网工程的发展,中国电网建设进入了一个新的阶段。在2025年的中加电力规划中,将规划建设10条大型输电线路,这将在前期建设中发挥重要作用。该方案还完善了“东西电力传输”战略。在输电线路中,输电塔的投资占项目总成本的30%以上。输电线路中输电塔的安全性和可靠性尤为重要。采用先进技术对铁塔进行优化设计,可以节约钢材用量,降低工程造价,提高塔体结构的安全性和可靠性,提升设计工程师的工作效率,具有十分重要的意义和显著的经济效益。

3.2 优化输电塔结构有利于促进新设计的改变

在综合工程优化设计的基础上,提出了输电铁塔的设计与优化发展方案。在优化设计过程中,铁塔结构常被简化为桁架结构或钢架复合结构,然后通过有限元、结构力矩分析等方法进行受力分析和计算,并根据杆件的受力状况和稳定性对各杆的截面尺寸进行优化。目前,铁塔的优化设计方法是以最小重量为目标函数的全应力优化方法。然而,根据这种方法,很容易对截面面积进行优化,理论上不能完全保证其精度,而且难以满足设计规格的严格要求。塔式结构优化设计的目的是:充分利用材料的性能,协调各部件或组件的

几何参数,满足规格中规定的条件,达到最高标准,并达到所有规格所要求的安全水平。从具体的优化设计工作中可以看出,为了实现塔体结构的“安全、经济”优化目标,必须选择一种更为合理的结构优化方法,使结构设计更加合理^[3]。因此,塔式结构优化设计的新思路将为中国的供电线路设计提供一系列新的思路。

4 方法

由于在实际工程中,结构材料的选择主要是根据现有材料类型选择材料路线,如果将设计变量视为连续变化量,则与实际工程量的差异较大,不利于在工程实际中的应用,而导致的误差在设计中也会增大。如果使用离散变量,则该变量更符合实际情况,并且不会导致较大的设计错误。在离散变量优化设计中,由于分离变量的特殊点,优化的超时不仅可以在有限的离散点进行搜索,而且在可行域中可以搜索无限个点。与连续变量优化设计相比,这是一个离散变量的最佳设计点,也是一个优点。该优点与连续变量优化设计中根据函数阶梯确定搜索方向的思想相结合,并利用离散变量序列优化中不存在的差商代初步确定了搜索的方向,即只向上搜索有限的线缆离线点。在整个优化过程中,逐步调整搜索方向,一步一步地搜索,直到收敛到最优解^[4]。这是比较良好设计方法。由于目标函数、塔体重量和约束杆、结构强度、稳定性、长度和细度比等因素的影响对棒材表面的乘积有单次调整和减法的趋势,满足了相位差商计算平方法优化的需要。

5 结语

随着中国电网建设需求的日益增加,铁路塔架的结构设计也受到人们的关注,输电线路的稳定性和可靠性直接影响到建设的质量。近年来,台风、冰雹、暴雨等自然灾害对中国电网建设造成了严重的破坏,对铁塔结构的稳定性和输电线路的安全提出了新的要求。随着中国新传输技术和超高压电网的推广、建设和应用,输电铁塔的设计面临越来越多的挑战。在今后的设计中,必须沿着经济合理性、安全性和可靠性的目标和方向发展。

参考文献

- [1] 罗希.高压输电线路设计与施工技术探析[J].中国集体经济,2011(22):66-68.
- [2] 瞿文中,沈建峰,杜政东.高压输电线路对上海监测站的影响、分析与对策[J].中国无线电,2010(7):72-74.
- [3] 林岩.关于结构设计与施工中质量问题的成因与处理[J].中国高新技术企业,2007(7):188-189.
- [4] 赵静.超高压输电塔架结构控制内力分析[D].重庆:重庆大学,2007.