

Mechanical Simulation and Optimization of Tension Stringing Construction Technology for High-Voltage Transmission Lines

Peng Zhao

Yunnan Power Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650051, China

Abstract

With the continuous development of the power system, the construction of high-voltage transmission lines plays a crucial role in the stability and reliability of power supply. Tension stringing construction, as one of the key links in the construction of high-voltage transmission lines, involves complex mechanical issues, especially the construction techniques and safety under different terrain and climatic conditions. Therefore, conducting mechanical simulation and optimization for the tension stringing construction of high-voltage transmission lines can not only enhance the safety and efficiency of the construction, but also ensure the quality control and risk management during the construction process. Based on mechanical simulation technology, this paper analyzes the construction of mechanical models, simulation analysis and optimization strategies in the construction of tension stringing lines, proposes the influence of some key factors on the construction effect, and conducts an in-depth discussion on how to improve the construction efficiency of transmission lines by optimizing the construction process of tension stringing lines. Studies show that through mechanical simulation analysis and optimization, the safety, accuracy and efficiency during the construction process can be effectively enhanced, thereby providing theoretical support and technical references for the construction of high-voltage transmission lines.

Keywords

high voltage transmission line; tension line; mechanical simulation; construction technology; optimization

高压输电线路张力架线施工工艺的力学仿真与优化

赵鹏

云南送变电工程有限公司, 中国·云南 昆明 650051

摘 要

随着电力系统的不断发展, 高压输电线路的建设对电力供应的稳定性和可靠性起着至关重要的作用。张力架线施工作为高压输电线路施工的关键环节之一, 涉及复杂的力学问题, 尤其是在不同地形和气候条件下的施工工艺及安全性。因此, 对高压输电线路张力架线施工进行力学仿真与优化, 不仅能够提升施工的安全性和效率, 还能够确保施工过程中的质量控制和风险管理。本文基于力学仿真技术, 分析了张力架线施工中力学模型的构建、仿真分析及优化策略, 提出了一些关键因素对施工效果的影响, 并对如何通过优化张力架线施工工艺来提高输电线路施工效率进行了深入探讨。研究表明, 通过力学仿真分析与优化, 能够有效提升施工过程中的安全性、精确度和效率, 从而为高压输电线路的施工提供理论支持和技术参考。

关键词

高压输电线路; 张力架线; 力学仿真; 施工工艺; 优化

1 引言

高压输电线路是电力系统中的重要组成部分, 承担着将电能从发电厂输送到消费者的任务。随着电力需求的增加, 输电线路的建设也愈加重要, 特别是在高压输电线路的建设中, 张力架线施工是关键的一环。张力架线施工涉及电力导线的张力控制、线路杆塔的稳固性、环境因素的影响等多方面的力学问题, 因此必须采取科学的力学分析和优化手

段, 确保施工质量和安全性。

然而, 在实际施工过程中, 张力架线施工往往受到地形复杂、气候多变、施工设备及人员素质等因素的制约。如何在保证安全和质量的前提下, 提高施工效率, 降低施工成本, 成为施工企业和科研人员亟待解决的问题。力学仿真技术作为一种先进的工程分析工具, 能够模拟和预测施工过程中的力学行为, 为施工方案的优化和改进提供有力支持。

目前, 国内外在高压输电线路张力架线施工方面的研究主要集中在力学模型的建立与分析、施工方法的改进、施工安全的保障等方面。然而, 针对具体施工环节中复杂力学问题的仿真与优化研究仍相对较少。因此, 本文基于力学仿

【作者简介】赵鹏 (1991–), 男, 中国云南曲靖人, 本科, 工程师, 从事输电线路建设研究。

真技术,探讨高压输电线路张力架线施工中的力学问题,提出优化的施工工艺,旨在为高压输电线路施工提供理论依据和技术支持。

2 张力架线施工工艺概述

2.1 张力架线施工的基本过程

张力架线施工是高压输电线路建设中至关重要的环节,主要包括架设导线、张紧导线以及进行导线安装等过程。在张力架线施工中,施工人员需要按照设计要求将导线通过电力杆塔进行架设,并通过张力设备对导线进行张紧,确保线路稳定性与安全性。在这一过程中,导线的张力是一个非常重要的控制因素,既需要确保足够的张力以使导线稳定,又要防止因过大张力引发导线损坏或塔杆破坏。

张力架线施工通常分为多个阶段。首先是导线的运输与预铺设,这一阶段的任务是将导线按照规划路线进行铺设,并准备好张紧设备。然后,进行导线的张力控制和调节,在此过程中,利用张力设备对导线进行均匀的张力调节,保证每根导线的张力符合设计要求。最后,完成导线的最终调节和验收,确保输电线路的各项指标符合安全标准。

2.2 张力架线施工中的力学问题

张力架线施工过程涉及多种力学问题,最为关键的就是导线的张力控制。在施工过程中,导线的张力需要满足一定的标准,既要确保导线的拉伸度适中,又不能造成过大的弯曲或应力集中,避免由于张力过大导致导线拉断或塔架变形。此外,施工过程中还需要考虑风力、温度变化等环境因素的影响,这些因素会直接影响导线的张力和施工的安全性。因此,如何在复杂的环境和条件下进行科学合理的张力控制,成为施工中的一个难点。

2.3 力学仿真在张力架线施工中的应用

为了有效解决张力架线施工中的力学问题,力学仿真技术被广泛应用于该领域。力学仿真可以通过建立数学模型,对施工过程中的力学行为进行模拟和分析,预测施工过程中可能出现的问题,并为施工方案的优化提供数据支持。通过力学仿真,能够模拟导线在不同张力下的受力状态,分析导线与塔架之间的相互作用,评估施工过程中的风险,最终提出科学合理的施工方案。

3 张力架线施工中的力学仿真与分析

3.1 力学模型的构建

在进行张力架线施工的力学仿真分析时,首先需要建立精确的力学模型。张力架线施工的力学模型包括导线本身的力学特性、塔架的稳定性、风力、温度变化等因素。常见的力学模型包括静力学模型、动力学模型等。在静力学模型中,主要考虑的是导线的张力和塔架受力状态,而在动力学模型中,则要考虑环境因素,如风速、温度变化等因素对张力架线施工过程的影响。

张力架线施工中的导线通常是由钢芯铝绞线(ACSR)

或钢绞线等材料制成,具有一定的弹性和刚度,因此需要考虑导线的弹性模量、抗拉强度等力学特性。此外,塔架作为支撑结构,其稳定性也是一个重要的力学问题。在进行力学仿真时,需要根据塔架的设计参数,分析塔架的受力情况,判断其是否能承受导线张力和外界环境的影响。

3.2 仿真分析与结果

通过建立力学模型后,利用有限元分析(FEA)等仿真技术,对张力架线施工过程中的力学问题进行仿真分析。仿真分析的结果主要包括导线的受力分布、塔架的变形情况、张力分布等。通过这些结果,能够准确判断在不同施工条件下,导线的张力是否满足要求,塔架是否稳定,施工过程中的风险是否可控。

例如,通过仿真分析,可以得出不同风速下导线的张力变化情况,预测导线在强风环境中的受力状态,确保施工时的安全性。同时,仿真分析还能够帮助施工单位发现潜在的结构问题,如塔架的受力过大或导线的张力过小等,从而提前采取应对措施,避免事故的发生。

3.3 力学仿真优化施工方案

通过力学仿真得到的分析结果,可以为优化施工方案提供科学依据。例如,如果仿真结果显示塔架的稳定性不足,可以通过调整塔架的设计、增加支撑点等方式来优化塔架结构,提升其承载能力。如果仿真分析结果表明导线张力过大,则可以通过调整张紧设备的参数,优化张力控制,确保导线的张力达到最佳状态。

此外,仿真分析还可以根据不同地形和环境条件进行定制化优化。在山区或极端气候条件下,施工方案的调整和优化显得尤为重要。通过仿真优化,可以根据实际施工环境和风险预测,调整施工步骤,减少施工中的不确定因素,提高施工的安全性和效率。

4 张力架线施工工艺优化的具体策略

4.1 张力控制优化

在张力架线施工过程中,控制好导线的张力是保证施工质量的关键。张力的分布直接影响到导线的稳定性以及施工的安全性。如果导线的张力不均或过大,可能导致导线的变形、损坏或塔架的受力失衡,进而影响到整个输电线路的安全性。因此,为了确保张力的合理分布,施工单位需要精确调节张力设备,避免出现张力过高或过低的情况。

张力的控制需要依赖于精确的力学模型,结合现代力学仿真技术进行分析。通过建立包括导线、塔架、风力等在内的力学模型,施工单位能够预测导线在不同张力下的受力状态。力学仿真能够提供导线在不同工况下的受力情况,施工人员可以根据仿真结果对张力设备进行动态调整,从而确保导线的张力始终保持在设定的标准范围内。尤其是在张力变化较大的区域(如强风或温度变化较大的地方),力学仿真技术能够提前预测可能出现的风险,确保张力的调整及时

有效。

同时,现代的实时监控系统可以与仿真技术结合,提供动态的实时反馈。通过安装张力传感器与监控设备,施工人员可以实时监测导线张力的变化情况,及时调整施工策略。在施工过程中,尤其是在困难地形和恶劣天气条件下,利用这些技术手段,不仅可以避免因人为疏忽造成的张力失控,还能大幅提高施工的安全性和施工效率。综合运用力学仿真和实时监控技术,为施工单位提供了科学的决策支持,确保了张力控制的精准性和施工过程的顺利进行。

4.2 施工过程中的环境因素考虑

环境因素,尤其是风力、温度变化等对张力架线施工具有重要影响。施工环境的变化会直接影响导线的受力状态,尤其是在风速较大、气温变化剧烈的地区,导线的张力容易受到影响。强风天气可能导致导线张力增加,甚至使导线发生位移或变形,而在低温天气下,导线的张力则可能因为材料的收缩作用而变得过大。因此,施工单位必须密切关注环境变化,合理调整施工计划和操作方式。

在施工前,应该根据天气预报和历史气候数据预测可能的气候变化情况,并结合力学仿真技术进行模拟分析。仿真分析能够帮助施工单位评估不同风速、温度等环境条件下导线的张力变化趋势,为施工方案的调整提供科学依据。如果仿真结果显示某些区域存在较高的风险,施工单位应提前准备应急措施,例如增加张力设备的调节力度,或推迟施工进度,避免在恶劣天气条件下进行高风险作业。此外,风力较强的环境下,施工单位可以采用适合高风速作业的设备和材料,以减少外界环境对施工造成的不利影响。

为了更好地应对环境变化,施工单位还可以考虑使用智能化设备进行动态调节。例如,配备智能风速监测仪器,可以实时监控施工现场的风速变化,并根据风速的变化自动调节张力设备的工作状态,从而确保导线的张力始终保持在安全范围内。通过智能化设备的应用,施工单位能够更加精确地控制施工过程中的环境因素对张力架线的影响,提高了施工过程的灵活性和应对能力。

4.3 塔架结构优化

塔架的稳定性直接影响到张力架线施工的安全性和效率,尤其是在复杂地形和恶劣气候条件下,塔架承受的外部压力可能较大。为了确保施工安全和导线的稳定性,塔架的设计和优化至关重要。塔架不仅是导线的支撑结构,还承受

着导线的张力、风力、冰雪负荷等多重外部压力,因此需要保证塔架具有足够的强度和刚度,以承受各种外部荷载。

通过力学仿真技术,可以对塔架结构进行优化设计。仿真分析可以帮助工程师预测不同设计方案下塔架的受力情况,评估塔架在不同工况下的稳定性。例如,可以通过仿真分析塔架在强风、地震等条件下的表现,优化塔架的设计参数,确保其具备足够的抗风能力和抗震性能。此外,仿真分析还可以模拟塔架的受力分布,评估塔架连接部件的强度,发现可能的薄弱环节,并采取相应的加固措施。

在塔架设计优化中,还应考虑到施工的实际环境。例如,在山区等复杂地形中,塔架的基础可能会受到不同地质条件的影响,需要进行特殊设计。同时,塔架的材料选择也对其稳定性和施工效率有着重要影响。

5 结语

随着电力需求的不断增加和高压输电线路建设的逐步推进,张力架线施工的效率与安全性变得尤为重要。在复杂的地形和多变的环境条件下,力学仿真技术为张力架线施工提供了重要的科学支持。通过合理的张力控制、考虑环境因素的影响以及对塔架结构的优化设计,可以有效提升张力架线施工的效率,降低施工风险,确保工程的顺利进行。

本文通过探讨高压输电线路张力架线施工中的力学问题与优化策略,提出了一些可行的优化方法,旨在为施工单位提供理论支持和技术参考。随着技术的不断进步,尤其是仿真技术和智能化设备的应用,张力架线施工的优化将进一步深化,未来的研究应继续关注新型设备的引入和智能化施工管理的实现,以适应日益复杂的施工需求,并为高压输电线路建设提供更高效、安全、经济的施工方案。

参考文献

- [1] 孟遂民,高虹亮.输电线路工程本科人才培养若干问题研究[J].中国电力教育,2008,(20):116-118.
- [2] 董斌.可远程控制的特高压输电线路液压紧线装置研究[J].自动化与仪表,2021,36(05):11-15.
- [3] 童永祥.电力工程输电线路施工技术分析[J].光源与照明,2024,(10):165-167.
- [4] 陈根华,陆圩,郑熠珉,等.特高压输电线路牵张放线系统工艺参数及多体动力学计算[J].自动化与仪器仪表,2025,(04):182-186.
- [5] 包玉南.输电线路的力学特性和风荷载问题研究[D].浙江大学,2020.