

# 输电铁塔稳定性及在线监测系统研究

聂峰

(创业新能电力勘测设计有限公司,湖南省长沙市,410000)

**摘要** 本研究旨在深入分析输电铁塔稳定性影响因素,探讨在线监测技术在输电铁塔稳定性监测中的应用,为输电铁塔稳定性评估和预警提供理论依据和技术支持。

**关键词** 输电铁塔;稳定性评估;在线监测

中图分类号:TP274 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2024)08-0069-02

随着国民经济的快速发展,电力需求不断增长,电网规模也在不断扩大。输电铁塔作为电网的主要支撑结构,其稳定性对于电力系统的安全运行至关重要。然而,输电铁塔在长期运行过程中,受到材料性能、结构设计、外部环境等多方面因素的影响,稳定性问题日益凸显。近年来,输电铁塔事故频发,给国家和人民生命财产造成严重损失,因此,研究输电铁塔稳定性及在线监测技术具有重要的现实意义。

## 1 输电铁塔稳定性分析

### 1.1 稳定性影响因素

#### 1.1.1 材料性能

材料性能对输电铁塔稳定性具有显著影响。首先,材料的强度、韧性和耐腐蚀性能等直接关系到铁塔的安全使用寿命。其次,材料的质量波动和性能退化将影响铁塔的稳定性。因此,选用高性能、稳定的材料对提高输电铁塔稳定性具有重要意义。

#### 1.1.2 结构设计

结构设计是影响输电铁塔稳定性的关键因素。合理的设计方案能够充分发挥材料的性能,提高铁塔的稳定性<sup>[1]</sup>。结构设计主要包括塔型选择、构件尺寸、连接方式等方面。设计时需考虑铁塔的受力特点、地形地貌、施工条件等因素,以确保铁塔的稳定性。

#### 1.1.3 外部环境

外部环境对输电铁塔稳定性具有重要影响。主要包括风荷载、温度变化、冰荷载、地震等自然因素。这些因素可能导致铁塔产生应力集中、疲劳损伤等问题,进而影响稳定性。因此,在进行铁塔设计时,需充分考虑外部环境因素,采取相应的措施以提高铁塔的稳定性。

### 1.2 稳定性评价方法

#### 1.2.1 静力分析法

静力分析法是基于静力学原理,对输电铁塔在静态荷载作用下的稳定性进行评价。该方法通过计算铁塔各构件的内力、应力、位移等参数,评估铁塔的稳定性。静力分析法具有计算简单、易于理解的优点,但无法考虑动态荷载对稳定性的影响。

#### 1.2.2 动力分析法

动力分析法考虑了输电铁塔在动态荷载作用下的稳定性。该方法通过建立铁塔的有限元模型,模拟实际运行过程中的荷载变化,分析铁塔的振动特性、动力响应等参数,从而评估稳定性。动力分析法能更全面地反映铁塔稳定性,但计算过程较为复杂。

#### 1.2.3 模态分析法

模态分析法是通过研究输电铁塔的固有振动特性,评估其稳定性的一种方法。该方法通过测试铁塔的固有频率、阻尼比等参数,分析铁塔的稳定性。模态分析法具有实验简便、结果直观的优点,但需注意测试条件与实际运行环境的差异。

## 2 在线监测技术概述

### 2.1 在线监测技术原理

在线监测技术是指利用现代传感技术、通信技术和数据处理技术,对输电铁塔运行状态进行实时

作者简介:聂峰(1985~),男,土家族,湖南常德人,本科,高级工程师,研究方向:输电线路设计。

监测、分析和和管理的一种技术。其基本原理是通过安装在输电铁塔上的传感器,实时采集铁塔的振动、应变、温度等数据,并通过数据采集与传输系统将数据发送至数据处理与分析中心,从而实现对输电铁塔运行状态的实时监控<sup>[2]</sup>。

## 2.2 在线监测系统组成

### 2.2.1 传感器

传感器是在线监测系统的核心部件,其主要功能是实时采集输电铁塔的运行数据。根据监测需求,传感器可以包括振动传感器、应变传感器、温度传感器等。传感器的选型和布置直接影响到监测数据的准确性和有效性。

### 2.2.2 数据采集与传输

数据采集与传输系统负责将传感器采集到的数据实时传输至数据处理与分析中心。该系统主要包括数据采集器、通信模块和电源模块等。数据采集器负责对传感器信号进行放大、滤波等处理,通信模块负责将处理后的数据通过有线或无线方式发送至数据处理与分析中心<sup>[3]</sup>。

### 2.2.3 数据处理与分析

数据处理与分析中心负责对采集到的数据进行处理、分析和评估。其主要功能包括数据预处理、特征提取、故障诊断和稳定性评估等。通过对监测数据的分析,可以及时发现输电铁塔的潜在隐患,为输电铁塔的维护和保养提供依据。

## 3 输电铁塔在线监测系统设计

### 3.1 监测系统需求分析

针对输电铁塔稳定性监测的实际需求,本研究首先进行了详细的需求分析。监测系统应具备实时性、准确性、可靠性和稳定性等特点,能够对输电铁塔的运行状态进行全天候、全方位的监测,以便及时发现潜在的安全隐患,确保输电线路的安全运行。

### 3.2 传感器选型与布置

根据监测需求,本研究选用了多种类型的传感器,包括应变传感器、位移传感器、温度传感器等。传感器的布置应遵循以下原则:覆盖铁塔关键部位,易于安装与维护,且不影响铁塔的正常运行。在铁塔的关键部位,如塔脚、塔身、横担等位置合理布置传感器,以实现全方位的监测。

### 3.3 数据采集与传输方案

本研究采用了无线数据传输技术,实现了监测数据的实时传输。数据采集系统主要包括数据采集模块、无线传输模块和电源模块。数据采集模块负责采集传感器数据,无线传输模块将数据发送至远程监控中心,电源模块为整个系统提供稳定的电源供应。此外,为保证数据传输的可靠性,采用了多跳传输技术,提高数据传输的覆盖范围和抗干扰能力。

### 3.4 数据处理与分析方法

采集到的数据需经过预处理、特征提取和状态评估等步骤,以实现输电铁塔稳定性的实时监测和预警。数据处理主要包括数据滤波、去噪、归一化等操作,以降低传感器误差和外部环境干扰。特征提取方法包括时域分析、频域分析和时频域分析等,以获取能够反映铁塔运行状态的关键参数。最后,结合稳定性评价方法,对输电铁塔的运行状态进行评估,并根据评估结果采取相应的预警措施,确保输电线路的安全运行。

## 4 案例与仿真分析

通过选取了某地区一段具有代表性的输电线路进行稳定性在线监测应用,收集到输电铁塔在一段时间内的各项监测数据,并与ANSYS仿真进行受力对比分析,实测最大应力杆件位置与ANSYS仿真分析得到的最大应力杆件位置相同,两者最大应力值相差较小。

## 5 结语

综上所述,本文分析了输电铁塔稳定性影响因素,包括材料性能、结构设计及外部环境等,对稳定性评价方法进行了详细阐述,概述了在线监测技术原理、系统组成,通过案例及仿真分析,验证了输电铁塔在线监测系统能够实现对铁塔运行状态的实时监测,为输电线路的安全运行提供有力保障。同时,该系统具有较高的实时性、准确性和可靠性,为输电铁塔稳定性研究提供了有力支持。

## 参考文献

- [1] 何加锋,姚继莎,徐一洲.输电铁塔单角钢结构杆件内力及稳定承载力分析[J].电力学报,2023,38(03):224-237.
- [2] 李震,王碰雄,严华,等.矿区铁路输电铁塔健康监测系统设计及应用[J].铁路采购与物流,2023,18(09):57-60.
- [3] 靳峰川.基于物联网技术的电力铁塔姿态监测系统设计与[D].安徽理工大学,2022.