

高压输电铁塔基础沉降对线路安全的影响评估

李江华

中电建宁夏工程有限公司 宁夏 银川 750000

【摘要】：高压输电铁塔基础沉降会直接影响铁塔的稳定性和线路的安全运行，特别是在复杂地质条件下，沉降问题可能导致线路的偏移和铁塔倾斜，从而影响电力的正常输送。本文通过对高压输电铁塔基础沉降的研究，评估其对输电线路安全性造成的潜在威胁，并提出了相应的解决方案。通过数学模型与实验数据分析，探讨了沉降现象的发生原因及其对线路安全的具体影响，提出了优化设计和沉降监测的建议，以提高输电线路的稳定性和安全性。

【关键词】：高压输电；铁塔基础沉降；线路安全；影响评估；沉降监测

DOI:10.12417/2811-0528.26.09.002

引言

高压输电线路作为国家电力系统的重要组成部分，其稳定性和安全性对电力供应至关重要。随着时间的推移，铁塔基础可能由于地质条件、环境因素或设计不足等原因发生沉降。基础沉降不仅会影响铁塔的结构稳定性，还可能引起线路偏移或断裂，导致电力供应中断。因此，研究铁塔基础沉降对线路安全的影响，探索其评估方法和控制措施，对于保障电力输送系统的正常运行具有重要意义。通过精确的评估和适当的干预措施，可以有效防止因沉降问题造成的电力输送事故，确保电力系统的安全可靠运行。

1 高压输电铁塔基础沉降问题分析

高压输电铁塔基础沉降问题是影响输电线路安全性的关键因素之一，尤其在复杂地质条件下，沉降现象可能显著影响铁塔的稳定性和线路的正常运行。高压输电铁塔的基础主要承受铁塔的垂直载荷和风力、地震等水平载荷，因此其稳定性对整个输电系统至关重要。基础沉降通常是由于土壤承载力不足、地下水位变化、施工质量问题等因素引起的。当铁塔基础发生沉降时，铁塔结构可能发生倾斜，导致导线受力不均、走线高度变化，甚至出现导线断裂或触地等安全隐患。

沉降问题的出现，通常与地基土质的性质密切相关。对于软土、松散土壤或者湿陷性土层，基础在受到载荷作用后容易出现较大的沉降^[1]。这种沉降不仅会影响铁塔的立稳，还会造成电力线路的动态特性变化，可能引发线路的局部失稳或永久性位移，严重时甚至会影响到整个线路的输电能力。在高压输电铁塔的设计与施工过程中，必须充分考虑基础的土壤特性、地质条件以及潜在的沉降风险。

基础沉降还可能伴随有地基不均匀沉降的情况，造成铁塔基础的倾斜，这对于铁塔的结构稳定性而言是极大的挑战。不均匀沉降会导致结构受力不均，进而影响铁塔的抗风、抗震性能，极端情况下甚至可能造成铁塔的倒塌。沉降速度的差异也

会导致铁塔各部分应力状态的不平衡，从而加速铁塔结构的老化与损坏。针对高压输电铁塔基础沉降问题的分析，不仅要地质条件出发，还应结合实际施工过程中的质量控制，以及日常的沉降监测手段，确保铁塔基础能够长期稳定地支撑铁塔并维持线路的安全。

2 铁塔基础沉降对输电线路安全的影响评估

铁塔基础沉降对输电线路安全的影响直接体现在铁塔结构的稳定性和线路的运行安全上。高压输电铁塔的基础沉降会导致铁塔发生倾斜或变形，进而改变其受力状态。沉降过大的基础会影响铁塔的垂直度，从而使铁塔不再处于正常的垂直状态，导致铁塔本身的受力分布发生变化。当铁塔发生倾斜时，可能会导致导线张力不均，出现导线摆动或振动，从而增加线路的断裂风险，尤其是在恶劣天气条件下，铁塔发生倾斜后其稳定性会大大降低，造成电力输送中断。基础沉降还可能影响到导线的安全高度。沉降过程中的基础下沉会导致铁塔整体下降，这直接影响到铁塔与地面的距离。当铁塔下沉到一定程度时，导线的安全高度可能会降低，造成导线与其他物体接触，严重时甚至会触地，引发短路或电力设施损坏等安全事故。特别是在山区或人口密集区域，线路一旦接触地面，可能会引发更为严重的事故和灾害。

沉降对铁塔基础的影响还表现为沉降速度的变化^[2]。不同区域的基础沉降速度不一，有的地方可能出现局部快速沉降现象，这将进一步加剧铁塔的不稳定性。快速沉降会加重铁塔在不同时间段内所受的动态荷载，尤其是在风力作用下，铁塔容易发生倾斜甚至倒塌。长期的慢性沉降虽然表面上看似不显著，但随着时间的推移，累积的沉降量也会导致铁塔结构发生疲劳，降低其抗压和抗风能力，从而影响输电线路的正常运行。通过对基础沉降对输电线路安全影响的评估，不仅可以及时发现潜在的安全隐患，还能够在早期采取有效的加固措施。采用监测技术对沉降情况进行实时跟踪，根据沉降数据对铁塔的结

构进行加固或重新设计。这些措施能够有效地减少基础沉降对线路安全带来的威胁，确保电力系统稳定运行。

3 沉降监测与控制措施的优化策略

沉降监测与控制措施的优化策略是确保高压输电铁塔基础沉降问题得到有效应对的关键环节。通过采用先进的沉降监测技术，可以实时掌握基础的沉降情况，为后续的控制措施提供依据。现代沉降监测技术，如激光扫描、三维激光雷达和自动化监测系统，能够高效、精确地监控铁塔基础的变形情况，尤其是在动态条件下，监测设备能够在不同时间点提供详细的数据，及时发现潜在的风险。将这些数据与计算机模型结合，能够更准确地分析沉降趋势，并预测可能的安全隐患。这种数据驱动的监测手段，为早期预警和动态评估提供了强有力的支持。

针对沉降问题的控制措施，需要依据沉降的程度和类型采取不同的应对方式。在高压输电铁塔基础沉降较为严重的情况下，常见的控制方法包括基础加固、地基改良和沉降控制技术的应用。基础加固通常通过采用深基础或桩基等技术，提高基础承载力，从而减少沉降幅度。地基改良则是通过改变土质性质，增加土层的稳定性和承载能力，这通常涉及到灌浆技术、表层加固等手段，通过加强土体的密实性来防止沉降发生。在沉降速度较快或不均匀沉降的情况下，采取快速加固措施显得尤为重要^[3]。通过在基础周围设置深层桩或注浆系统，能够有效地分散沉降压力，降低基础的不均匀沉降。与此同时，利用地质雷达等技术对地质环境进行定期评估，掌握地下水变化、

土壤湿度等因素的变化，从而预测沉降的速度和范围，提前采取措施进行干预。

对于沉降问题的持续控制，长期监测和数据分析也是不可或缺的。通过安装沉降监测传感器，并结合遥感技术和地质勘探手段，能够实时跟踪沉降进展，并结合历史数据进行对比分析，为后续的控制提供依据。监测系统应具备自动报警功能，在沉降异常时及时发出警报，以便相关管理人员采取紧急响应措施，防止安全事故的发生。通过自动化的监测与数据分析平台，不仅能提高效率，还能减少人工监测的误差，确保数据的精确性和时效性。沉降控制还应注重施工过程中的质量管控，确保施工质量符合设计标准。在施工过程中，使用符合规范的建筑材料和施工工艺，能够有效防止因施工不当造成的沉降问题。通过加强施工质量管理，避免施工期间的土体扰动和地基沉降，为铁塔基础提供稳定的支持。这些优化策略通过精准的监测技术和科学的控制手段，能够有效地减少铁塔基础沉降对输电线路安全的影响，保证电力系统的长期稳定运行。

4 结语

铁塔基础沉降问题对高压输电线路的安全性构成了严峻挑战。通过精确的沉降监测和科学的控制措施，可以有效减小沉降对线路安全带来的威胁，保障电力系统的正常运行。优化的监测手段和合理的工程控制策略，不仅能提高基础的稳定性，还能为输电线路的长期运行提供可靠保障。因此，针对基础沉降问题的持续研究和技术进步，是确保输电系统安全的关键所在。

参考文献：

- [1] 孙鹏程.110 kV 输电线路运维中铁塔基础沉降智能识别方法[J].通信电源技术,2025,42(19):231-233.
- [2] 苗君厚,金龙.基于卫星物联网的输电线路铁塔沉降监测系统研究[J].通信电源技术,2025,42(6):32-34.
- [3] 王洪彬.高压输电线路铁塔组立施工技术的方法选择及运用策略探究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(11):188-191.