

# 输电线路的维护与故障应对策略分析

陈功

国网山西省电力公司超高压输电分公司

**摘要:** 随着时代的发展、经济的增长,对于电力能源需求量与日俱增,电力系统面临着巨大压力。提升能源的有效利用率,降低环境污染的程度,确保电力网络系统的安全、可靠、高质量的运作发展是智能电网的基础本质要求,这也是推动新时代可持续发展道路的唯一途径。输电线路作为电网组成的重要部分,保证输电线路的完整安全,提高输电线路的运作效率,能够对电力运作的质量提升,起到不可忽略的作用,为能供应更具安全的,稳定的,环保的电能起到保障性作用。

**关键词:** 输电线路; 维护; 故障应对

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.12.099

## 引言

输电线路是电力系统中的重要组成部分,它承担电力传输的重要任务。然而,在工作过程中,输电线路存在着多种隐患问题,这些隐患可能会对电力系统的安全性和可靠性造成影响。例如,线路老化、设备故障、天气恶劣等都是导致线路故障的原因之一。如果这些问题得不到及时的解决和维护,就可能会给电力系统带来安全隐患,造成重大损失。因此,解决输电线路运行中的隐患问题具有重要性和积极意义。这不仅可以提高电力系统的安全性和可靠性,还可以为社会经济发展做出贡献。

## 一、输电线路运行常见故障及成因

### (一) 雷击故障

(1) 雷电直击杆塔故障。为了确保输电线路的安全运行,应尽可能地将杆塔建得较高,以避免在野外遭受雷击,从而引发单相接地的短路。此外,为了满足日常运营和维护的需求,输电线路还应跨越低压线路、通信线路、公路、河流、树木等,以确保其稳定性和安全性。

(2) 雷电直击导线故障。雷电通过避雷线的屏蔽效应,击打在绝缘子导体上,造成绝缘子闪络,从而引起线路短路,也称为绕闪。

(3) 雷击线路周边故障。当雷电击中地面或高处的电缆时,瞬间的感应电压可能会使电缆受到极大的冲击,这种冲击可能会使电缆的绝缘层受损,甚至出现电缆断裂的情况。

### (二) 涉鸟故障

#### 1. 鸟粪类故障

第一,鸟粪在绝缘子上累积,其下坠重量到达临界值后,在潮湿空气的影响下,其便会发生闪络现象,从

而造成局部放电。第二,鸟类在飞行过程中或是在杆塔上进行休息时会随时排泄,鸟粪坠落到绝缘子周围后,会导致绝缘子周围的电场发生变化,从而形成击穿闪络。鸟粪是一种具有导电性极强的混合液体,其电解质以及含水量相对较高,使得其极为容易发生闪络现象。

#### 2. 鸟体短接类故障

鸟类在实际的飞行过程中,其视野目光是向下方看的,其目的是寻找同伴或是寻找筑巢区域,因此,鸟类的快速飞行的过程中,不会一直“目视前方”从而使其极为容易撞在输电线路。例如,我国北方地区容易发生鸟体短接类故障的鸟类有东方白鹳、大鸨以及喜鹊等,我国南方地区容易发生鸟体短接类故障的鸟类有红嘴鸥、喜鹊、雕鸮、斑头雁等。大型鸟类的体积相对较大,其在飞行的过程中,相互争斗或是打闹,加之受到外部天气的影响,使得其更为容易撞击到杆塔之上,进而导致其出现涉鸟故障的发生。

### (三) 机械碰撞故障

一是施工现场的管理混乱;二是施工人员的责任感薄弱,责任意识不强;三是很多的施工建设是不符合规章制度的。曾因施工人员盲目施工,在没有执行办理相关的程序,也没有及时通知有关工作人员的情况下,就进行变电站10kV出线电缆区施工,造成10kV线路出线被严重损坏的事故。城市建设施工队伍在道路扩建工程中,误挖埋藏在地下电缆,造成附近居民及各机关单位部门停电、同时还损坏了各大用电设备,给社会及居民带来极其严重的后果,不仅造成一定的经济损失,也酿成了不良的社会影响。

## 二、输电线路的维护与故障应对策略

### (一) 无人机在安全监测和预警中的应用

①远程监测和实时数据收集。无人机可以通过搭载

各种传感器和设备，对输电线路新建工程进行远程监测和实时数据收集。通过航拍和视频监控功能，无人机能够实时获取线路建设过程中的施工进展情况，警示施工现场存在的安全隐患。此外，搭载多功能设备的无人机可以收集电力设备的温度、电流、电压等参数，在此期间通过数据的分析与比对，可以及时发现电力设备异常情况；②智能分析和预警系统。利用无人机搭载的高分辨率相机、红外热成像相机等设备，结合智能分析和预警系统，实现对线路建设过程中的安全隐患的实时检测和智能预警。例如，通过红外热成像技术，可以对电力设备的温度变化进行监测，及早发现存在潜在问题的电缆或设备。同时，配合智能分析系统进行数据处理和模式识别，能够准确判断故障风险，并发出预警信息，帮助工程人员及时采取应对措施，避免事故发生；③定期巡检与维护。无人机可以代替传统的人工巡检方法，在建设阶段定期对输电线路进行巡检与维护，提高效率和安全性。搭载高分辨率相机和激光测距仪等设备的无人机，可以快速扫描输电线路，发现杆塔的破损、绝缘子的老化、电缆的腐蚀等安全隐患。定期巡检和维护可以提前发现和及时处理线路故障，减少故障对正常供电的影响，保证输电线路的稳定运行。

### （二）带电检修管理模式制度和流程的更新和完善

首先，需要明确带电检修的各项管理制度和流程，使其规范化、标准化。在制度上，应根据带电检修的不同类型和难度，制定相应的管理办法和流程。例如，对于较高难度的带电检修，应该加强带电检修人员的安全培训，并且在现场设置多层保护措施，确保检修人员的安全。同时，需要加强带电检修人员的日常管理和考核，确保带电检修的质量和安全性。其次，在流程上，需要严格按照制度执行，减少流程的繁琐和不必要的环节。例如，在设备检修过程中，需要制定清晰的操作流程和标准化的检修作业规范，减少因操作不规范而导致的事故发生。此外，还应该引入先进的信息技术，建立带电检修的数字化管理系统，提高整个流程的透明度和可操作性，减少人为因素的影响。最后，需要加强与专业机构的合作和交流，借鉴其他行业和国外先进的管理经验，推进带电检修管理制度和流程的更新和完善。例如，可以借鉴航空、石油等高危行业的安全管理经验，加强风险评估和事故应急预案的制定。

### （三）应用防外力破坏监测技术

应用各种防外力破坏监控技术能够实现对线路现场的每时每刻的监督控制。输电线路在线监测技术是一套稳定可靠的输电线路抗外力破坏的系统，能够智能识别工程机械，并自动发出警告，提示输电线路隐患。通过全天候每时每刻监控输电线路周边范围内入侵的异物，以预防、减少异物入侵引起的破坏。当检测到线路铁塔区域内有人或者大型机械设备活动、树木及建筑超出导线安全距离、导线悬挂漂浮物、导线下的山林或农田起火等情况时，系统一方面现场给出各类安全提示、警告等信号；另一方面向监控中心和相关巡检人员及时传送各种外力破坏情况，确保输电线路运行安全。防外力破坏在线监测装置主要包括视频/图像监测和空间检测方法。空间检测方法是指利用微波感应，加速度传感器，振动传感器，雷达，电磁波等技术实现测距和测速，自动识别出外力破坏行为类别，及时发现对输电线路的潜在威胁和破坏输电线路的情况，向巡检员发送预警/告警信息，并连接图像/视频设备进行及时的照片/视频的拍摄，保留现场证据。整个系统由终端状态监测装置（CMD）、状态监测代理（CMA）、监控中心组成。每一个状态监视装置分别安装在每个基塔上，检测装置的组成包括前端传感器/视频监控设备部分和单片机1DSP处理部分，其可用于随时检测杆塔周围破坏行为信息，必要时采用声光报警进行警示；CMA集中管理附近杆塔的多个防外力监测装置，汇集装置传输的视频、音频等数据并发送至监控中心。监控中心可对电力线路铁塔架区域内出现的人或大型机械设备活动情况、树木及建筑超出导线安全距离、导线悬挂漂浮物情况、电力线路下山林或农田起火等情况进行分析，确定发生外力破坏而导致损坏的杆塔的名称、地点和时间，并及时向附近的线路巡检人员通报。通过图像/视频监控技术实现线路现场的实时监控，一方面巡检人员通过图像可以直观看到线路场景；一方面可以应用差异化算法实现大型机械施工、行人运动、树木生长、山林失火及漂浮物等情况自动识别与报警。而所有的视频、图像和分析结果均可通过通信网络实时发送到巡检人员的手机上，有利于及时采取相关措施避免外力破坏事故的发生。而烟雾传感器的火灾状态监测装置，通过WiFi/GSM/GPRS网络通信模块将火灾信息发送至CMA，由CMA将数据发送至监控中心，监控中心完成火灾的分析与告警，通知巡检人员发生火灾线路的具体情况（包含火灾严重程度、地点、时

间等），并在第一时间与消防人员联动，防止火灾蔓延。监控测量装置包括了烟雾感应器、太阳能面板、语音警示电路、中央处理器、GSM通讯模块等组成。监控测量装置进行了低功耗设计，中央处理器连接单片机，GSM通信模块不工作时处于休眠状态，采用的太阳能与蓄电池双供电电源模式保证装置在野外能够长期工作。

#### （四）应用机器人巡检系统

使用智能机器人检测系统的环节将受到地形复杂、地域广阔的危害。输电线路分散在我国的每个地区。线路的独特性使得在电力线路检测和输电线路运维期间需要投入大量资金进行人力资源管理，从而增加线路运营负担，增加运营难度。据此，智能机器人检测系统的实际意义显著提高，效率显著，为智能输电线路的发展指明了方向。在此阶段，输电线路检测必须设想与红外设备的协同效应，整合其具体指导，进行安全检查，并将检测到的数据信息输入CPU，通过某个系统完成信息的实时分析和处理。及时处理数据和信息问题，制定相应对策，处理存在的问题。无人值守检测系统的智能化系统在开发中得到了逐步完善和升级，突破了技术限制。该系统软件可以通过远程控制的调整和管理方法，整合安全检查的运动轨迹。准确分析工作职责可以快速完成线路监督，更好地监督输电线路的运行。与以往的安全检查相比，有很大的差异。工作人员无法到达某些区域，造成安全检查环节，无法保证人员安全。此外，智能无人值守安全检测技术属于新技术，可以提高检测数据信息的准确性。

#### （五）引进先进防雷技术

要做好综合防雷工作，就必须加大引进先进防雷技术。使用半导体消雷技术可以在高压输电线上取得显著效果。具体而言，通过安装消雷器，可以有效地阻止电气设备的雷击，从而确保电气系统的安全性和可靠性。消雷器是一种具有多个端点的离子化设备，是一种由电流收集器和接线器组成的装置，它能够在雷电场中保持大地电位，并且随着雷电场强度的增加，电位差会增大，导致针尖附近产生空气电离，从而形成大量的空间电荷。雷云的底部带有负电荷，而地表则带有正电荷，这些负电荷会被地电流收集器捕获，并且会被雷云的负电荷所吸引，从而达到抑制雷击的效果。同时，可控防雷技术同样适用于现代高压防雷技术。防雷系统包括多种设施，其中一些具有强大的导雷功能。这些设施可以

确保避雷针的正确安装，降低主放电的电流，并有效地阻止线路断开。此外，还可以通过增加防雷保护角来维护线路的稳定性。另外，还可采取低碳技术，例如使用差绝缘防雷技术来保护塔双回线路，应该根据周围的雷电情况，合理地选择相应的技术，并将线路内的电流进行有效的分流，这样就可以有效地减少线路被雷击的风险，确保其安全运行。

#### （六）做好日常维护工作

首先，需要定期检查所有相关设备，包括变压器、开关、电缆、绝缘子等，以确保它们正常运转。如果发现任何问题，需要及时修理或更换受损的部分，这样可以避免故障和事故的发生。其次，长时间的使用会导致某些部件的老化。为了避免故障和事故的发生，需要及时更换这些老化部件。这些部件包括绝缘子、电缆、开关、变压器等。需要定期检查这些部件的状态，一旦发现出现老化现象，就需要及时更换这些部件。这样可以保证输电线路的正常运行。除了检查设备和更换老化部件外，还需要定期清洁线路。随着时间的推移，线路上可能会堆积各种各样的物质，如树叶、灰尘等。这些物质会影响线路的效率，并可能会导致线路故障。因此，需要定期清洁线路，保持其清洁。同时，还需要加强对维护人员的培训，提高他们的技能水平，以确保维护工作的质量。

#### 结语

我国输电工程中线路存在覆盖范围广、跨度大、密度高的特点，在长期运行过程中，各种病害较为常见，极易诱发输电故障，威胁电网运行安全。为了更好地解决输电线路运行的隐患问题，需要进一步研究和实践，不断完善和提高输电线路的安全性和可靠性。

#### 参考文献

- [1] 周荣. 关于电力配电线路的运行维护分析及故障排除技术探讨[J]. 中国设备工程, 2021(23): 77-78.
- [2] 彭启轩. 关于电力输配电线路的运行维护与故障排除技术[J]. 中国新通信, 2020, 22(22): 146-147.
- [3] 段旭东. 关于电力输配电线路的运行维护与故障排除技术[J]. 装备维修技术, 2020(02): 362.
- [4] 李雪芬. 关于电力输配电线路的运行维护分析及故障排除技术探讨[J]. 石河子科技, 2021(03): 12-13.
- [5] 朱向超. 浅谈电力输配电线路的运行维护与故障排除技术[J]. 科学技术创新, 2020(05): 143-144.