

# 110kV 架空线路频繁跳闸的故障分析及防范措施

温全

新疆维吾尔自治区乌鲁瓦提水利枢纽管理局

DOI:10.12238/hwr.v8i6.5525

**[摘要]** 110kV架空线路是保障城乡用电的“大动脉”，对于城乡稳定生活起着重要作用。110kV线路可以为几十万至上百万用户提供服务，它的稳定运行直接关系到社会经济的正常运行。然而，这类线路在运行过程中，往往会遇到恶劣天气、设备老化、运营管理不善和外界施工扰动等问题，造成跳闸事故频发。因此，深入分析故障产生的原因，采取有效的预防措施，通过技术创新来提高输电线路的稳定运行，已成为电力工业迫切需要解决的问题。

**[关键词]** 110kV架空线路；频繁跳闸；故障分析；防范措施

**中图分类号:** U472.42 **文献标识码:** A

## Fault analysis and preventive measures for frequent tripping of 110kV overhead lines

Quan Wen

Uruwati Water Conservancy Hub Management Bureau of Xinjiang Uygur Autonomous Region

**[Abstract]** 110 kV overhead lines are the "main artery" for ensuring urban and rural electricity consumption, playing an important role. The 110 kV line may provide services to hundreds of thousands or even millions of users, and its stable operation is directly related to the normal operation of the social economy. However, during the operation of such lines, they often encounter problems such as adverse weather, equipment aging, poor operation management, and external construction disturbances, resulting in frequent tripping accidents. Therefore, in-depth analysis of the causes of faults, taking effective preventive measures, and improving the stable operation of transmission lines through technological innovation have become urgent problems that the power industry needs to solve.

**[Key words]** 110kV overhead lines; Frequent tripping; Fault analysis; Preventive measures

## 引言

110kV架空线是输电线路中重要的一环，其稳定运行关系到整个电网的安全可靠运行。然而，近年来频繁跳闸现象日益突出，已严重影响供电连续性与供电品质。据相关统计，我国部分地区110kV线路跳闸次数年均递增10%以上，这不仅增加了电网运营成本，也给社会和经济活动带来了不容忽视的损失。因此，要解决110kV架空线路频繁跳闸这一难题，必须从多个方面深入分析、综合施策，加强设备质量控制、维护管理、优化运行调度，并建立一套行之有效的保护机制，降低外界扰动，使线路长期稳定运行。

### 1 故障类型与原因分析

#### 1.1 自然因素引起的跳闸

自然因素是造成110kV架空线频繁跳闸的一个重要因素。如台风、暴雨、冰雪、高温等极端天气条件，将对线路的稳定运行造成极大的威胁。历史资料表明，台风会造成输电线路的高塔倒塌。此外，暴雨可能引起滑坡，阻断线路通路，同时，冰雪也可能

增加电线的机械载荷，造成电线或绝缘子断裂。极高的温度会加速设备老化，降低绝缘性，增加热脱扣的危险。

在分析自然因素影响时，可将气候模式与GIS相结合，对沿线气候敏感区进行预测与评价，以及早采取防范措施。例如，利用美国国家航空航天局的全球气候预报资料，结合线路地理信息，预测未来可能出现的极端天气事件对线路的影响，以便及早加固或维护。在实践上，可建立气候响应动态巡检机制，在预测极端天气事件发生后，对相关区域线路进行加密巡视，及时发现和解决隐患。因此，如何建立应对气候变化不确定性的柔性应急机制，对保障输电线路稳定运行具有重要意义。

#### 1.2 设备故障导致的跳闸

110kV架空线频繁跳闸的一个重要原因是设备故障。根据工业数据，约有30%的跳闸事故是由于设备缺陷或损坏造成的。设备老化，绝缘下降，接触不良，继电保护不能正常工作。例如，在恶劣天气条件下，绝缘子积污、裂纹等都会诱发闪烁，造成线路瞬间停电。另外，触头磨损、SF<sub>6</sub>气体泄漏等因素也会影响断路

器的开断性能,导致操作人员误动。因此,需要对装备进行全面的定期检测与维修,包括利用红外热成像技术对其进行温度监测,并定期更换易损零件,以保证设备的正常运转。

在实际案例中,某地区110kV线路曾经发生过继电保护装置误动作造成的多次跳闸事件,经深入分析,认为原因在于保护装置定值设置不当,无法准确区分正常和故障状态。这是一个警告,设备失效不只是硬件的问题,软件配置和参数设置也很重要。因此,必须建立基于失效模式与影响分析(FMEA)的设备管理机制。

### 1.3 运行管理问题引发的跳闸

在110kV架空线频繁跳线事故中,运行管理问题是一个不可忽视的因素。这可能包括操作人员缺乏足够的训练,使得他们能够识别并处理异常状况的能力受到限制;或者是操作规程不够完善,导致对复杂的操作条件不能及时有效地进行决策。此外,不合理的维修计划也会使问题更加严重,比如常规检修无法覆盖所有重要设备,使潜在故障成为可能,最终导致跳闸事故。因此,加强运行管理、提高人员素质、优化操作规程是减少此类事故发生的重要环节。

### 1.4 外部干扰因素分析

外界干扰是造成110kV架空线频繁跳闸的一个重要原因。在恶劣的天气条件下,可能会造成线路的覆冰和倒杆。另外,人为因素如违章建筑和树木侵线也是不可忽视的。从电磁干扰角度看,随着城市化进程的加快,大量用电设备出现在高压线路附近,其电磁干扰会引起保护装置的误动,从而影响线路的稳定运行。因此,对这些外部干扰因素进行深入的研究与识别,是制定有效预防措施的关键。

## 2 防范措施与策略

### 2.1 提升设备性能与维护管理

为了保证110kV架空线的稳定运行,提高设备性能和维护管理水平是十分重要的一环。设备性能的好坏直接影响线路的抗干扰能力及故障自愈能力。如采用高性能绝缘材料、加强金具等措施,可有效提高线路抗雷、抗大气过电压能力,降低设备绝缘故障引发的跳闸事故。另外,定期开展线路设备的巡视与维护工作,例如导线接头的热成像状况,及时处理氧化腐蚀等问题,可防止设备老化引起的故障,保证线路稳定运行。

在实际操作中,可借鉴TPM(全面生产维护)理念,构建预防维修系统,利用大数据、物联网等预测性维修技术,实时监测设备状态,预测故障,提前检修或更换,避免因故障而跳闸。同时,引入在线监测设备等先进的设备监测与诊断技术,实现对线路关键部位的实时监测,及时发现导线微裂纹、绝缘子积污等设备的异常状态,在其恶化之前加以处理,避免故障扩大导致跳闸。这就要求我们不断地探索与应用新的技术与管理方式,不断提高110kV架空线路设备性能,优化维修管理流程,使线路能够长期稳定运行,提升供电可靠性。

### 2.2 优化运行调度与故障预警系统

输电线路优化调度是保障输电线路稳定运行的重要途径,

关系到合理配置电网负荷、高效利用电力资源。例如,对电网数据进行实时监测和分析,可预测电网过负荷区域,提前调整调度策略,避免跳闸事故。在此基础上,将历史资料与气象资料相结合,实现对大风、雷暴等自然因素对线路影响的准确预报,进一步优化线路运行方案,降低由气象因素引起的失效率。

故障预警系统作为“预警哨兵”,采用先进的传感技术及数据分析算法对线路运行状态进行实时监控。当系统检测到设备异常、电压波动、电弧放电等故障征兆时,系统会及时发出警报,为运维人员提供快速反应的时间窗口。在实际应用方面,可借鉴IBM“智慧地球”概念,利用物联网技术与云计算平台,对海量监测数据进行高效处理与智能化分析。在此基础上,利用深度学习等先进技术,对预警模型进行持续优化,提高预测精度与前瞻性,从而更有效地预防跳闸事故。

### 2.3 加强线路防护与减少外部干扰

为了保证110kV架空线的稳定运行,必须加强线路保护。其中包括定期巡视线路,及时发现并解决诸如树枝接线、杆塔锈蚀等隐患。比如,无人机巡检技术可用于提高巡检效率与精度,降低人为失误。另外,在线路上加装防鸟刺及防雷装置,可有效地防止因鸟类活动及雷击而造成的破坏。

减少外部干扰,应从线路设计、环境治理等方面着手。在线路设计时,要充分考虑线路沿线可能存在的干扰源,如大型机械作业区、矿区等,尽量避免线路和这些高风险地区发生直接接触。同时,为了降低电磁干扰对线路的影响,采用了屏蔽技术。在运行阶段,要与有关部门建立信息共享机制,及时掌握施工、爆破等可能对线路产生影响的信息,以便及早采取防范措施。

### 2.4 建立健全应急处理机制

为了保证110kV架空线的安全稳定运行,必须建立完善的应急处置机制。当电网频繁跳闸时,应急机制是否完善,将直接影响到系统的响应速度与效率。比如,建立多层次的应急处置小组,包括现场应急处置组、技术保障组、协调指挥组,以保证事故发生后能迅速定位故障并进行抢修。在此基础上,定期开展应急演练,通过模拟极端天气条件下线路失效情况,检验应急预案的实用性与可操作性。同时,借助数据分析模型,深入挖掘历史故障数据,对可能发生的失效模式进行预测,提前制定应对策略,进一步提高应急处置的预见性和主动性。

## 3 技术进步与创新应用

### 3.1 新技术在故障防范中的应用

随着科学技术的飞速发展,110kV架空线的故障预防技术也日益受到重视。比如,利用大数据分析技术,利用机器学习算法,对历史故障数据进行融合,对可能发生的故障区域进行预测,提前进行维修,从而显著提升线路的稳定性。

此外,物联网终端的部署也是创新应用的重要发展方向。通过在线路关键节点上安装智能传感器,对线路温湿度、电能质量等运行状态进行实时监测,一旦发现异常,可以及时发出报警信号,大幅缩短故障响应时间。此外,区块链技术的引入,也保证了

错误信息的透明性与不可篡改性。利用区块链技术,将故障数据分布存储与共享,提高故障处理效率与公平性。同时,也有利于提高社会公众对电力系统安全性的信任度,营造良好的运行环境。最后,无人机巡检技术的应用为偏远、高风险地区的巡检提供了更方便、更安全的保障。无人机可对线路进行高精度摄像,及时发现线路细微损伤,避免因小故障造成大面积停电事故。通过本项目的研究,将多项新技术融合创新,提升110kV架空线路故障预防能力,提高故障处理效率,从源头上防止故障,保障电网安全稳定运行。

### 3.2 智能化技术对提升线路稳定性的影响

智能化技术是提高110kV架空线路稳定运行的重要手段。比如,通过大数据分析,利用机器学习算法,融合历史故障数据,对可能发生的故障区域进行预测,以便提前进行维修,从而大幅度降低跳闸率。在此基础上,本项目提出一种基于智能传感网络的智能传感网络,实现对线路温湿度、机械载荷等多个关键参数的实时监测,并在此基础上及时预警,大幅缩短故障响应时间。此外,利用无人机巡检技术,可实现偏远、复杂地形线路的高效巡检,降低环境因素造成的漏检,进一步提高线路安全运行水平。最后,智能电网技术具有自动控制、自修复等功能,能够在故障发生时迅速对故障区段进行隔离,从而降低大范围停电带来的损失。该技术已在2019年大范围大面积停电事故中得到验证,该技术可将可能持续数小时的停电时间缩短至15分钟,体现出智能技术的显著优势。智能技术是一项集预测、监控、快速响应、自动控制于一体的新型智能技术,对提高输电线路运行稳定性具有重要意义。

### 3.3 未来发展趋势与挑战

随着科学技术的飞速发展,为110kV架空线的稳定运行带来了新的机遇和挑战。一方面,气候变化会引起大风、暴雨、冰冻等极端天气事件增多,从而导致线路物理损伤,增加跳闸风险。另一方面,电网复杂度不断提高,新能源大规模接入使得电网动态平衡更加敏感,对调度保护提出了更高的要求。

面对这一挑战,需要不断加大研发投入,运用先进的监测与预测技术。例如,利用大数据、人工智能等技术,分析历史数据

及实时气象信息,可对故障点进行准确预测,并采取相应的预防措施。同时,利用无人机巡检与智能传感技术,对线路运行状态进行实时监测,及时发现和解决隐患,有效降低设备故障造成的跳闸率。

与此同时,随着科技的发展,人们对安全和隐私的关注也越来越多。随着物联网设备的广泛应用,网络安全面临着不可忽视的威胁,一次黑客攻击就有可能造成大范围的停电事故。为了保证电力系统数据的安全与稳定运行,有必要建立多层次的网络安全保护系统。

## 4 结束语

综上所述,随着电力系统技术的不断进步,对110kV架空线的稳定运行提出了更高的要求。未来铁路运营将更多地依赖于智能自动化技术,包括基于大数据分析的线路失效概率预测、物联网设备实时监控线路运行状态、利用人工智能算法优化运营调度等。未来110kV架空线的稳定运行,已不仅仅是电力系统自身的问题,更是一项涉及多个领域和多学科的综合课题。为保障供电安全可靠,需要不断创新,探索更加高效、智能化的运行管理模式。

### [参考文献]

- [1]张鹏.110kV线路电压波动引起供电线路跳闸的原因分析[J].机械研究与应用,2021,34(01):134-135+138.
- [2]徐瑞军,张双宝,周朝阳,等.降低架空线路跳闸率提高供电可靠性[J].电力设备管理,2021(06):53-54+120.
- [3]曾健.架空输电线路导线舞动原因及防范对策[J].通信电源技术,2020,37(05):165-166.
- [4]康渭铨,邓远宁,莫修权.架空输电线路雷击跳闸故障及防范措施[J].电子元器件与信息技术,2020,4(01):116-117.
- [5]陈化君.110kV架空线路频繁跳闸的故障分析及防范措施[J].电世界,2019,60(03):22.
- [6]温郁滨.10kV架空线路常见故障分析及预防措施[J].农村电气化,2023(04):87-90.
- [7]冯高山.10kV架空线路设备常见故障的原因及查找方法[J].农村电工,2021,29(05):39-40.