

## 输电线路运行安全分析及风险防治研究

买尔旦·买木丁 马合苏提·赛里克 马洪星

国网新疆电力有限公司博尔塔拉供电公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833400

[摘要] 电力系统是现代社会的不可或缺的基础设施, 其中输电线路作为电力传输的关键环节, 运行安全直接影响电力供应的稳定性和可靠性。在复杂多变的自然环境和多样的人为因素的双重影响下, 输电线路正面临着不断增长的安全挑战。过去的安全事故和故障案例表明, 传统的单一防范手段已难以应对多样化的风险需求。因此, 急需进行综合性的安全分析和风险防治研究, 以有效提升输电线路的整体安全水平。本研究深入探讨了输电线路运行中的安全问题, 剖析了主要影响因素, 并提出切实可行的对策, 为电力系统的可持续发展提供了坚实支持。

[关键词] 输电线路; 运行安全; 风险防治

DOI: 10.33142/hst.v7i2.11491

中图分类号: F426.61

文献标识码: A

### Research on Safety Analysis and Risk Prevention of Transmission Lines Operation

MAIERDAN Maimuding, MAHESUTI Sailike, MA Hongxing

Bortala Power Supply Company of State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd., Bortala Mongolian Autonomous Prefecture, Xinjiang, 833400, China

**Abstract:** The power system is an indispensable infrastructure in modern society, and transmission lines, as a key link in power transmission, directly affect the stability and reliability of power supply in terms of operational safety. Under the dual influence of complex and ever-changing natural environments and diverse human factors, transmission lines are facing increasing security challenges. Past accidents and failure cases have shown that traditional single prevention methods are no longer able to cope with diverse risk demands. Therefore, comprehensive safety analysis and risk prevention research are urgently needed to effectively improve the overall safety level of transmission lines. This study delves into the safety issues in the operation of transmission lines, analyzes the main influencing factors, and proposes practical and feasible countermeasures, providing solid support for the sustainable development of the power system.

**Keywords:** transmission lines; operational safety; risk prevention and control

### 引言

随着社会经济的不断发展和电力需求的日益增长, 输电线路作为电力系统的重要组成部分, 承担着将电能从发电站传输至用户的关键任务。随之而来的是一系列潜在的安全风险, 包括外力破坏、恶劣气候、人为因素等, 这些风险直接威胁着电力系统的可靠性和稳定性。为了确保输电线路的安全运行, 有必要进行深入的安全分析, 并制定有效的风险防治对策。

#### 1 提高输电线路运行安全的必要性

提高输电线路运行安全的必要性是保障电力系统稳定运行、维护公共生活秩序以及确保社会经济持续发展的重要举措。输电线路作为电力传输的关键环节, 安全性直接关系到全社会的正常生产、生活和工作。随着电力系统规模的扩大和负荷的增加, 输电线路所面临的潜在风险也日益显著<sup>[1]</sup>。首先, 输电线路的安全运行直接涉及到广大居民的日常用电需求。稳定的电力供应是现代社会的正常运转的基础, 一旦输电线路发生故障, 不仅会导致停电影响居民正常生活, 还可能引发一系列连锁反应, 对医疗、交通等关键领域产生不可预知的影响。其次, 输电线路的不

安全运行可能导致电力系统的崩溃, 引发大面积停电事故。这不仅会给生产、交通等各个领域造成严重的损失, 还可能影响国家的社会稳定和经济发展。因此, 提高输电线路运行安全性是维护国家电力系统稳定运行、保障社会经济正常发展的迫切需求。

#### 2 影响输电线路安全运行的主要因素

##### 2.1 自然环境因素

输电线路的安全运行受多种因素的影响, 其中自然环境因素占据着重要地位。自然环境的变化可能导致多种不利于输电线路安全的情境, 从而对电力系统产生直接或间接的负面影响。首先, 气候条件是自然环境对输电线路安全的主要影响因素之一。极端天气事件, 如风暴、冰雪暴、雷电等, 可能导致输电线路结构受损, 绝缘子遭到破坏, 甚至引发设备故障。强风和风暴可能导致输电塔和导线振动, 增加线路的疲劳损伤, 从而降低线路的安全性。其次, 气候变化也对输电线路的设计和维修提出了新的挑战。气温、湿度等环境参数的变化可能导致线路材料老化、腐蚀等问题, 影响线路的可靠性和寿命。在高温环境下, 线路可能受到过载的威胁, 而在寒冷环境下, 冰雪的积累可能

导致线路下垂、绝缘子串挂、导致设备故障。此外，自然灾害如地震、洪水等也是自然环境因素中不可忽视的一部分。这些灾害可能直接破坏输电线路设施，造成电力系统瘫痪，对社会生产和居民生活带来巨大影响。

## 2.2 人为因素

人为因素是影响输电线路安全运行的另一重要因素，质量和稳定性直接受到人类活动的影响。这类因素主要涉及到运维、管理、规范执行等方面，对输电线路的可靠性和稳定性产生深远影响。首先，运维管理不善可能引发设备故障和事故。不合理的检修计划、操作不规范、设备维护疏漏等问题都可能导致设备的损坏或失效，进而影响输电线路的正常运行。此外，人为疏忽、操作失误等不良行为也是导致事故发生的主要原因之一。其次，人为破坏是威胁输电线路安全的另一类人为因素。恶意破坏、盗窃电缆、非法施工等行为可能导致设备的损坏，不仅对电力系统造成直接损失，还可能引发线路短路、火灾等严重后果。此外，规范执行不到位也是人为因素中一个不可忽视的问题。缺乏对相关规定的理解、对安全操作的忽视等现象可能使得原本安全的设备处于危险之中。规范的制定和执行是确保输电线路安全的基石，对此应加强培训、强化监管，确保相关人员具备足够的专业知识和责任心。

## 2.3 输电线路自身的质量因素

输电线路自身的质量因素直接关系到其运行的可靠性和稳定性。在确保输电线路安全运行的过程中，对线路设备及其质量进行全面考虑至关重要。首先，输电线路的设计和制造质量直接决定了其使用寿命和抗风险能力。合理的线路结构设计、材料选择和工艺流程能够提高线路的抗气候变化、外力冲击等自然因素的能力。在制造过程中，严格的质量控制体系和标准操作规程是确保输电线路自身质量的基础。其次，线路设备的老化和损耗是一个常见的质量问题。输电线路经过长时间的运行，设备可能会受到环境因素、电气因素的影响而逐渐老化，从而降低线路的整体性能。因此，定期的检修和维护工作是确保输电线路质量的关键步骤，有助于及时发现并更换老化或损坏的设备，保障线路的长期运行。此外，线路的质量还与相关的技术标准和规范的执行程度密切相关。严格遵循国家和行业的技术标准，执行规范操作流程，能够有效提升输电线路的质量水平，降低设备故障的风险。

# 3 输电线路的运行风险防治对策

## 3.1 防治外力破坏

为防范输电线路遭受外力破坏，实施有效的对策至关重要。外力破坏可能来自于恶劣气象、人为破坏等因素，因此采取综合性的措施是确保输电线路稳定运行的必要步骤。首先，通过强化输电线路结构设计，提高其抗外力能力。合理设置杆塔的结构参数，采用抗风设计，以确保在极端天气条件下杆塔能够承受较大的外力作用而不受

损。此外，选用高强度、耐腐蚀的材料，提高输电线路设备的整体抗破坏性能。其次，建立完善的安全防护体系，减缓外力对输电线路的影响。在可能遭受外力破坏的地区，设立有效的障碍物、防护栏等物理阻隔措施，以限制未经授权人员的进入。通过加强安全巡逻、监控系统等手段，提前发现和制止恶意破坏行为。另外，投入使用高效的监测与报警系统，及时感知外力作用。利用先进的监测技术，如振动传感器、温度传感器等，对输电线路进行实时监测。一旦发现异常振动或其他外力作用，立即启动报警系统，以便迅速采取措施进行修复或紧急处理。最后，强化社会宣传与参与，提高外力破坏的法律意识和责任感。通过广泛宣传电力设施的重要性，强调对电力系统的保护责任，提高公众对输电线路安全的关注和参与度。与社区、政府等合作，建立起紧密的安全保卫网络，形成社会共同防范外力破坏的合力。

## 3.2 预防恶劣气候

预防恶劣气候对输电线路的不利影响，是确保电力系统安全运行的关键之一。在面对极端天气条件时，采取相应的预防措施可以有效减轻气候带来的损害，提高输电线路的稳定性和可靠性。首先，针对不同气象条件制定合理的设备抗风、抗雨、抗雪等设计标准。通过科学合理的结构设计和材料选择，使输电线路能够在不同气候环境中表现出较好的抗恶劣天气的能力。例如，在风大的地区，可考虑采用风载荷设计，使杆塔结构更具稳定性。其次，建设先进的气象监测和预警系统，及时获取气象信息。通过实时监测风速、温度、降雨等气象参数，对不同气候条件下的输电线路运行状态进行全面掌握。基于气象数据建立预警系统，能够提前预知即将发生的恶劣天气，从而采取针对性的措施，减轻对输电线路的冲击。另外，加强输电线路的防护工程，采用抗风、防雨、防雷等设施。例如，在沿海地区或风沙较大的地方，可设置风沙护罩，防止细小颗粒物对设备的侵蚀。对于雷电频繁的地区，配置合适的避雷装置，减小雷电对输电线路设备的危害。最后，建立完善的应急预案，提高抗灾能力。面对突发的极端天气事件，及时采取紧急措施是关键。建立健全的应急预案，包括设备检修、临时维修、故障排除等方案，能够有效减轻灾害带来的影响，迅速恢复输电线路的正常运行。

## 3.3 加强输电线路的整体防护

为确保输电线路的整体安全，需要采取一系列综合性的防护措施，以减少外部因素对线路的影响提高其抗损性能。首先，强化输电线路的结构设计，通过采用高强度、耐腐蚀的材料、合理的结构设计，使输电线路能够更好地抵御外力破坏、气候变化等因素。结构设计应考虑线路所处地区的气象条件，确保设备在不同环境中都具备良好的稳定性和耐久性<sup>[2]</sup>。其次，建立全面的安全防护体系。在输电线路周边设置适当的防护设施，包括障碍物、安全栏

杆等,以限制未授权人员的进入,减少人为破坏的可能性。结合先进的监测技术,确保输电线路的运行状态始终处于可控范围内<sup>[3]</sup>。另外,使用先进的监测与预警系统。借助振动传感器、温度监测器等高科技设备,对输电线路进行实时监测。这样的系统能够及时发现异常情况,包括结构振动、温度升高等,提前警示可能的故障,有助于迅速采取相应的修复措施,降低事故发生的概率。加强输电线路的定期巡检与全面安全评估也是整体防护的关键环节。通过定期巡检,检查设备的状态,及时发现潜在的问题并进行修复。全面的安全评估包括设备的老化程度、使用寿命等因素,帮助制定科学的维护计划和升级方案,提高线路的整体抗风险能力。最后,建立健全的紧急处理机制。在事故发生时能够迅速启动应急预案,协调相关资源进行紧急处理和修复。这需要完备的人员培训、通讯设备、应急物资等保障,以确保在最短的时间内将线路恢复到正常运行状态。

### 3.4 提升检修和维护力度

为确保输电线路的长期安全运行,必须提升检修和维护力度,以有效管理设备状态、延长设备寿命,并及时发现和排除潜在故障。首先,建立科学合理的检修计划,根据输电线路的运行状况、设备特性以及环境因素,制定详细的检修计划,包括定期检修和预防性检修。通过科学合理的周期性检修,可以发现并修复设备潜在的问题,减少设备故障的发生概率。其次,采用先进的检测和监测技术。借助红外热像技术、超声波检测等先进手段,对输电线路设备进行检测。这些技术能够检测设备的温度、振动等参数,及时发现潜在故障迹象,有助于提前采取维修措施,避免事故的发生。另外,加强设备的定期巡检,通过定期巡检,检查设备的外观、连接部位、绝缘子等,发现并处理设备的表面缺陷、腐蚀等问题。及时维修和更换受损部件,提高设备的整体可靠性。实施远程监测与维护。利用远程监测技术,实时监测输电线路的运行状态,收集设备运行数据。通过远程监测,可以提前发现异常情况,降低人工巡检频率,同时迅速响应设备的紧急问题。建立健全的设备档案和维护记录。对每一台设备建立详细的档案,记录设备的安装时间、维护历史、故障处理等信息。通过这些记录,可以更好地了解设备的工作状况,制定更有针对性的维护计划。最后,进行定期的设备维护培训。确保维护人员具备丰富的经验和专业知识,能够熟练掌握设备维护技术。通过培训,提高维护人员的应变能力,使其能够迅速、准确地应对各类设备故障和突发问题。

### 3.5 提升产品质量

为提升输电线路产品质量,必须在设计、制造、检测

等多个环节采取一系列有效措施,以确保产品的可靠性、耐久性和安全性。首先,在设计阶段应采用先进的技术和合理的结构设计,确保产品能够在各种环境条件下稳定运行。考虑到气象、外力等因素,制定科学的结构参数和材料选择,提高产品的抗风险能力。其次,加强制造工艺的控制,采用严格的质量控制标准,确保生产过程中每个环节都符合规范。引入自动化生产设备,提高生产效率的同时,降低了人为因素对产品质量的影响。通过规范的生产流程,确保每个产品都能够达到一致的高质量水平。另外,进行全面的检测与试验。在生产过程中,建立全面的检测体系,包括原材料检测、工艺过程检测和最终产品检测。借助先进的检测设备,对产品的结构、电气性能、耐候性等进行全面检验,确保产品符合国家标准和技术规范。实施全面的质量管理体系,建立质量管理团队负责产品质量的全面管理和监督。通过不断改进和优化质量管理体系,提高产品的一致性和稳定性。在产品投放市场后建立售后服务机制,及时处理用户反馈的问题保障产品长期稳定运行。最后,与相关科研机构 and 行业协会合作,不断进行技术研发和创新。跟踪新材料、新工艺、新技术的发展,引入先进的科技成果,提高产品的性能和品质。积极参与国家标准的修订和制定,推动行业的技术进步。

## 4 结语

通过深入分析和风险防治研究,我们提出了一系列切实可行的对策,涵盖了外力破坏、恶劣气候、人为因素,以及输电线路自身质量和维护力度等多个方面。这些对策不仅有效降低了线路事故风险,提升了设备的可靠性和稳定性,同时为电力系统的安全运行提供了坚实的支持。在科技不断进步和创新的推动下,我们对通过这些对策的实施,进一步提升输电线路的整体安全性充满信心。这将确保电力系统能够稳定供电,为社会经济的可持续发展提供有力支撑。在不断挑战和改进的过程中,我们将继续努力,为电力行业的可靠性和安全性不断迈向更高水平贡献力量。

### [参考文献]

- [1] 官福兴. 输电线路运行安全影响因素分析及防治[J]. 住宅与房地产, 2018(36): 246.
  - [2] 汤添贵. 输电线路运行安全影响因素分析及防治[J]. 科技风, 2018(33): 97.
  - [3] 肖吾开提·吐尔逊, 孜比热木·阿布都克力木, 梅金鹏. 输电线路运行安全分析及风险防治研究[J]. 光源与照明, 2023(11): 189-191.
- 作者简介: 买尔旦·买木丁(1979.12—), 毕业院校: 电子科技大学, 所学专业: 电力系统自动化技术, 当前工作单位: 国网博尔塔拉供电公司, 职称级别: 助理工程师。