

高压输电线路运行与维护

袁俊仕

湖北恒信电力设计有限公司 湖北 武汉 430080

摘要：高压输电线路作为电力系统的重要组成部分，承担着电能远距离传输的重任。其运行特点包括高电压、大电流、长距离传输等，这些特点使得高压输电线路在运行过程中面临着多种故障问题，如雷击、覆冰和外力破坏等。为确保高压输电线路的安全稳定运行，必须采取有效的运行与维护方法，针对各类故障问题进行预防和维护，以保障电力系统的正常供电和可靠运行。

关键词：高压输电线路；运行；维护

引言

高压输电线路是连接电力生产与消费的关键纽带，其稳定运行直接关系到社会经济的正常运作。随着电网规模的扩大和电力需求的攀升，高压输电线路的安全维护成为电力行业的重要课题。雷击、覆冰及外力破坏等自然与人为因素，对输电线路构成了严峻挑战。因此，深入探讨高压输电线路的运行特性及故障预防维护策略，对于提升电网安全性和可靠性至关重要。

1 高压输电线路概述

输电的本质在于通过对专业电力控制设备的应用，通过发电设备所产生的电能，以输电线路为传输结构进行传输，从而传达到每一个用户端。根据输电线路的特点，可以将输电线路分为两种线路，一类是电缆线路；另一类是架空输电线路。根据电流传输的形式可以将线路分为直流输电和交流输电，输电线路往往是由多种设备共同工作而形成的。高压输电线路作为电力系统中的关键组成部分，承担着将电能从发电站高效、安全地输送至各个用电区域的重任。这类线路不仅要求具备高导电性能和机械强度，还需能够抵御恶劣天气条件及环境因素的影响，确保持续稳定的电力供应。电缆线路通常埋设于地下，适用于城市或人口密集区域，以减少对地面空间的占用并提升安全性。架空输电线路则广泛铺设于野外或开阔地带，利用杆塔支撑导线，实现长距离、大容量的电能传输。在电流传输形式上，直流输电以其损耗小、控制灵活的优势，在远距离大容量输电、海底电缆输电等领域展现出独特价值。而交流输电则因技术成熟、设备成本低廉，在短距离及中等容量输电中占据主导地位。高压输电线路系统的稳定运行，依赖于变压器、断路器、隔离开关、避雷器等多种配套设备的协同工作，这些设备共同构成了复杂而精细的输电网络，确保电能的可靠传输与分配。

2 高压输电线路运行特点

高压输电线路的运行特点相较于普通输变电线路而言，具有显著的区别和更高的技术要求。其结构参数复杂，电压等级远超常规，这使得线路在设计和铺设时，往往需要避开人口密集的城市区域，以减少对周边环境的电磁干扰和潜在的安全风险，确保电力传输的稳定性和安全性。高压输电线路的绝缘子串长度与额定电压之间存在着密切的正相关关系。随着电压等级的提升，绝缘子串的长度也相应增加，以提供足够的电气绝缘强度。这也带来了新的问题，即绝缘子串长度的增加使得线路更易受到环境污染的影响，如尘埃、盐分等污染物的附着，会加剧绝缘性能的下降，对线路的长期稳定运行构成威胁。在高压输电线路的建设施工过程中，杆塔的设置是一个至关重要的环节。由于高压线路需要跨越较大的空间距离，杆塔的高度往往较高，这使得线路更易受到自然因素的影响，如雷击、冰雪覆盖等。这些因素不仅增加了线路的运行风险，也给线路的维护和管理带来了更大的挑战。特别是在恶劣天气条件下，线路的巡检、故障定位和处理难度显著增加，对运维团队的专业技能和应急响应能力提出了更高要求。高压输电线路的运行还受到自身特性、经济条件以及地形地貌等多种因素的干扰。这些因素相互作用，可能导致线路出现不同类型的运行故障，如污闪、风偏跳闸、导线舞动等。在高压输电线路的设计、施工和维护过程中，需要综合考虑各种因素，采取有效的措施，以确保线路的安全、稳定运行^[1]。

3 高压输电线路常见故障问题

3.1 雷击故障

雷击作为一种自然现象，对高压输电线路构成了严重的威胁。当雷电击中输电线路时，其强大的电流和电磁效应会对导线结构造成破坏，进而可能引发短路事

故。短路不仅会导致电力传输中断,还可能对电网的稳定运行产生深远影响,甚至可能引发更大范围的故障和停电。高压输电线路由于其特殊性,导线之间保持着较高的电压差,这使得它们相较于其他电力设施更容易成为雷击的目标。在雷电活动频繁的地区,高压输电线路遭受雷击的概率更高。尽管电力行业在设计和施工过程中已经充分考虑了防雷措施,如安装避雷针、避雷器等设备,但这些装置在极端天气条件下有时也难以完全抵御雷击的冲击。高压输电线路的地理环境和气候条件也增加了雷击故障的风险。例如,山区、丘陵地带等地形复杂区域,由于地势起伏、土壤电阻率变化等因素,可能导致避雷装置的效果大打折扣。在气候多变、雷电活动频繁的季节,雷击故障的发生率也会相应增加,为了减少雷击故障的发生,电力行业需要不断探索和改进防雷技术。这包括优化避雷装置的设计、提高线路的绝缘水平、加强线路的巡视和维护等方面。还需要加强对雷电活动的监测和预警,以便在雷击发生前采取必要的防范措施。尽管这些措施在一定程度上可以降低雷击故障的发生率,但由于雷击的随机性和不可预测性,雷击故障仍旧时有发生。电力行业需要持续关注这一问题,不断寻求更有效的解决方案。

3.2 覆冰故障

在我国北方地区,冬季气候严寒,降雪量大,这对高压输电线路构成了严峻的挑战。当导线上的积雪因环境条件而无法及时融化时,随着气温的进一步骤降,积雪会逐渐凝固形成冰层。冰层的形成不仅与气候条件密切相关,还受到导线材质、表面状态以及周围环境的综合影响。随着冰层在导线上的不断累积,当其厚度达到一定程度时,将对导线产生巨大的机械压力,这种压力远远超过了导线本身所能承受的范围,极易导致导线发生断裂。导线的断裂不仅会造成电力传输的中断,还可能对周边环境和人员安全构成威胁。冰层对杆塔的威胁同样不容忽视。随着冰层厚度的增加,杆塔所承受的自重也在不断加大,当这种自重超出了杆塔的设计承载能力时,杆塔就会出现倾斜甚至倒塌的情况。杆塔的倒塌不仅会导致电力线路的断裂,还可能对下方的交通设施和人员安全造成严重影响。为了减少覆冰故障的发生,电力行业在设计和施工阶段就充分考虑了抗冰措施。例如,采用抗冰导线、加强导线表面的防冰涂层、安装融冰装置等技术手段,以提高导线对冰层的承受能力。在运维阶段,加强对输电线路的巡视和维护,及时发现并处理导线上的积雪和冰层,确保电力系统的安全稳定运行,尽管这些措施在一定程度上降低了覆冰故障的发生

率,但在极端天气条件下,覆冰故障仍旧时有发生。电力行业需要持续关注这一问题,不断研发新技术、新材料,以应对日益严峻的冬季挑战^[2]。

3.3 外力破坏

外力破坏作为高压输电线路运行中不可忽视的安全隐患,其表现形式多样,对电力系统的稳定运行构成了严重威胁。在生产活动中,由于人们的疏忽大意或缺乏足够的电力设施保护意识,无意中可能对高压供电系统的设备和导线造成破坏。这类破坏事件较为常见,虽然多数情况下可以迅速定位故障原因并采取修复措施,但仍会对电力系统的稳定运行造成短暂影响,甚至可能引发连锁反应,扩大故障范围。更为严重的是,一些不法分子出于个人私利,对高压输电线路进行盗窃或蓄意破坏。他们往往选择夜间或隐蔽地点进行作案,手法隐蔽且破坏性极大。这类破坏行为不仅直接损害了电力设施,导致电力传输中断,还可能对周边环境和人员安全构成严重威胁,更为恶劣的是,不法分子在破坏过程中往往不顾后果,导致故障点难以迅速定位,给电力系统的恢复工作带来了极大困难。为了有效应对外力破坏,电力行业需要采取一系列措施。第一,加强电力设施保护法律法规的宣传,提高公众的电力设施保护意识,减少无意破坏事件的发生;第二,加大对不法分子的打击力度,通过加强巡逻、安装监控设备、建立举报奖励机制等手段,提高电力设施的防护能力。电力行业还应加强与政府、公安等部门的合作,共同打击盗窃、破坏电力设施等违法犯罪行为,维护电力系统的安全稳定运行。外力破坏作为高压输电线路运行中的安全隐患,需要电力行业和社会各界共同努力,采取有效措施加以防范和应对。

4 高压输电线路运行与维护方法

4.1 雷击故障的预防与维护

(1) 优化杆塔接地电阻设计是提升高压输电线路防雷能力的核心环节。通过精确的计算与实地测量,对接地电阻值进行合理调整,确保其维持在较低水平,可以显著增强线路在雷击情况下的承受能力。这一关键措施能有效降低雷击对线路的损害,为输电过程的安全稳定提供坚实保障。(2) 在高压输电线路的防雷措施中,加强避雷线或避雷器的安装与维护占据着举足轻重的地位,避雷线与避雷器作为线路的核心防雷装置,其性能状态直接影响着线路的防雷成效。为此,我们必须定期对避雷线与避雷器进行细致的检查与维护,确保其安装稳固、连接紧密,能够迅速而有效地将雷电流导入大地,从而有效抵御雷电对线路的直接侵袭,保障线路的

安全稳定运行。(3) 针对易遭雷击的区段,采取针对性防护措施尤为必要。例如,采用差绝缘设计,通过增加绝缘子串的数量或改变绝缘子串的配置,以提高线路的绝缘水平;装设耦合地线,利用地线的耦合作用降低雷击时线路的感应过电压;适当降低杆塔高度,减少杆塔对雷电的吸引作用。建立完善的雷电监测系统,利用先进的监测技术和设备,实时监测雷电活动的动态变化,为预防雷击故障提供科学、准确的数据支持,从而进一步提升线路的防雷能力与运行安全性^[3]。

4.2 覆冰故障的预防与维护

(1) 在设计和建设阶段,应充分考虑线路所在地区的气候条件,特别是冬季的冰雪情况。通过选择合适的导线材料和结构,如采用抗冰性能更强的导线,以及优化导线排列和间距,可以显著提升导线的抗冰能力。还应加强对线路走向和杆塔位置的规划,避免将线路设置在易于形成严重覆冰的地形和气候条件下,从源头上降低覆冰故障的风险。(2) 在冬季,应加强对线路的巡视和监测力度。通过定期巡检和采用先进的在线监测技术,及时发现和处理导线上的覆冰情况。对于已经出现覆冰的线路,应根据覆冰的严重程度和具体情况,采取机械除冰、热力融冰或自然脱冰等方法进行除冰作业。机械除冰可利用除冰机械对导线进行直接清理;热力融冰则通过加热导线使覆冰融化;自然脱冰则是利用风力、温度变化等自然条件促使覆冰脱落。在除冰过程中,应确保作业安全,避免对线路造成二次损害。(3) 加强杆塔的加固与维护工作,对于提升高压输电线路的抗覆冰能力尤为关键。对于处于覆冰严重地区的杆塔,必须定期进行专业的加固处理,以增强其承载能力。要加大对杆塔基础的检查和维护力度,确保杆塔在极端覆冰条件下的稳定性。建立覆冰预警系统,通过实时监测和分析气象数据,能够提前预判覆冰灾害,为采取预防措施提供有力依据。

4.3 外力破坏的预防与维护

(1) 加强线路的巡视和公众宣传教育工作是预防外力破坏的基础。通过定期巡视线路,及时发现和处理潜在的破坏风险,通过宣传教育,提高公众对电力设施保护的重要性的认识,增强其对线路安全的自觉维护意

识。这包括但不限于在社区、学校、工地等关键区域开展电力设施保护宣传活动,普及相关法律法规和安全知识。(2) 对于沿线施工、植树等可能对线路造成影响的活动,应提前与相关部门和人员进行沟通协调。通过明确施工范围、作业方式以及对线路的安全影响评估,确保施工活动在不影响线路安全运行的前提下进行,对于施工区域附近的线路,应增设临时防护措施,如设置警示标志、围挡等,以防止施工机械误碰线路。对于植树活动,应引导公众在远离线路的区域进行,避免树木生长后影响线路安全。(3) 加强线路的防护设施建设,是防止外力破坏的关键环节。通过在线路保护区周围安装防护栏、警示牌等设施,有效阻止人员误入线路保护区,降低因人为因素导致的线路故障风险。对于蓄意破坏线路的行为,应依法追究责任,严厉打击犯罪行为,维护电力设施的安全和稳定。建立完善的线路故障报告和应急处理机制,确保在发生外力破坏事件时能够迅速响应、及时处理,最大限度地减少损失,保障线路的安全稳定运行^[4]。

结语

综上所述,高压输电线路的运行与维护工作对于保障电力系统的安全稳定运行至关重要。针对雷击、覆冰和外力破坏等常见故障问题,需要采取有效的预防与维护方法,加强线路巡检、监测和维修工作,提高线路的抗灾能力和可靠性。未来,随着科技的进步和电网智能化水平的提升,高压输电线路的运行与维护工作将更加高效、智能和可靠,为经济社会发展提供更加坚实的电力保障。

参考文献

- [1]张俊杰.浅谈高压输电线路运行及维护方法[J].内蒙古石油化工,2020,46(11):61-62.
- [2]刘云.高压输电线路运行中常见的问题及其维护检修[J].通信电源技术,2020,37(01):273-274.
- [3]王晖.高压输电线路施工技术和运行维护[J].建筑技术研究,2021,4(5):32-33.
- [4]梁炜.浅谈高压输电线路运行及维护方法[J].电脑乐园,2021(5):0440-0441.