

# 变电站电缆消防隐患及综合治理

贾 宁

中国能源建设集团新疆电力设计院有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘 要：**变电站电缆消防安全关乎电力系统稳定运行。当前，电缆因自身老化、设计安装缺陷、运维管理疏漏及外部环境干扰存在诸多隐患，易引发火灾事故。本文系统分析了电缆绝缘老化、敷设不规范、运维缺失及外部火源等隐患成因，结合国网江西电力、国网重庆綦江供电公司等单位的治理实践，提出从设计选型、安装施工、运维管理到技术改造的全链条治理策略，涵盖阻燃电缆应用、分沟敷设、智能监测、防火封堵及应急预案优化等措施，旨在构建变电站电缆消防安全防控体系，提升电力系统抗风险能力。

**关键词：**变电站电缆；消防隐患分析；综合治理策略

引言：变电站作为电力系统的核心枢纽，其电缆网络承担着电能传输与控制的关键功能。随着电网规模扩大及设备老化，电缆消防隐患日益凸显。近年来，国网江西电力在500千伏变电站中发现电缆混层敷设、防火隔离缺失等问题，国网重庆綦江供电公司排查出动力电缆接线发热等隐患，均暴露出电缆消防管理的薄弱环节。电缆火灾具有蔓延快、损失大、救援难的特点，一旦发生，可能导致区域停电甚至人员伤亡。因此，系统分析电缆消防隐患成因，提出针对性治理策略，对保障电网安全运行具有紧迫的现实意义。

## 1 变电站电缆消防的概述

变电站作为电力系统的关键节点，承担着电压转换、电能分配与传输等重要功能，而电缆则是变电站内实现这些功能的核心部件，负责将电能稳定、高效地输送到各个设备与区域。

电缆消防工作在变电站安全运行中占据着举足轻重的地位。由于变电站内电缆密集敷设，运行环境复杂，且长期处于高电压、大电流的工作状态，一旦电缆发生火灾，后果将不堪设想。火灾不仅会直接烧毁电缆，导致电力传输中断，影响变电站的正常供电，还可能引发连锁反应，损坏周边设备，甚至造成整个变电站瘫痪，给电力系统带来巨大损失，严重影响社会生产生活的正常秩序。同时，电缆火灾具有燃烧迅速、火势蔓延快、产生有毒有害气体等特点，给人员疏散和火灾扑救带来极大困难。因此，做好变电站电缆消防工作，不仅是对变电站自身安全运行的保障，更是对全社会用电安全、稳定的重要支撑。这要求从电缆的设计选型、敷设安装，到日常的运维管理，再到应急处置等各个环节，都要严格遵循消防安全规范，构建全方位、多层次的电缆消防安全防护体系<sup>[1]</sup>。

## 2 变电站电缆消防隐患分析

### 2.1 电缆自身特性引发的隐患

变电站电缆长期处于高电压、大电流运行环境，其自身特性带来诸多隐患。电缆绝缘材料会随时间逐渐老化，绝缘性能下降，易发生击穿短路，引发火灾。一些电缆制造工艺存在缺陷，如导体与绝缘层间有气隙，运行中局部放电，产生高温破坏绝缘。不同类型电缆混用也可能引发问题，例如交联聚乙烯电缆和油浸纸绝缘电缆特性不同，混用时因散热、耐温等差异，可能导致局部过热。而且，电缆长期运行后，其外护套可能出现破损，使电缆暴露在潮湿、腐蚀性环境中，进一步降低绝缘性能，增加火灾发生的风险。

### 2.2 设计安装环节的隐患

设计安装阶段若考虑不周，会埋下电缆消防隐患。在设计方面，电缆选型不当，未根据变电站实际负荷、运行环境等选择合适规格和型号的电缆，可能导致电缆过载运行，引发火灾。电缆路径设计不合理，如与热源、易燃物距离过近，或穿越不同防火分区未采取有效防火分隔措施。安装过程中，电缆敷设不规范，存在交叉、缠绕现象，影响散热；电缆头制作工艺差，密封不严，易受潮进水，造成绝缘损坏；电缆固定不牢，在运行中因振动、位移等导致绝缘层磨损，这些都为电缆消防安全带来极大威胁。

### 2.3 运维管理环节的隐患

运维管理不到位是变电站电缆消防的重要隐患源。日常巡检中，若巡检人员责任心不强、巡检不细致，可能无法及时发现电缆存在的异常情况，如电缆表面温度异常、有焦糊味等初期火灾征兆。电缆维护保养工作缺失，未定期对电缆进行清洁、紧固接线端子等操作，导致接触不良产生电火花。同时，缺乏完善的电缆台账

和运行记录,对电缆的历史运行情况、故障处理等信息掌握不全,不利于分析电缆的健康状况。在应急管理方面,应急预案不完善,演练不足,一旦发生电缆火灾,无法迅速有效地进行处置,导致火势蔓延扩大。

#### 2.4 外部环境引发的隐患

变电站电缆所处的外部环境复杂,存在多种消防隐患。周边可能存在易燃易爆物品储存场所,一旦发生爆炸或火灾,火焰和高温极易蔓延至变电站,引燃电缆。自然环境方面,雷击可能通过电缆引入过电压,击穿电缆绝缘。暴雨、洪水等恶劣天气可能导致电缆沟积水,使电缆长期浸泡在水中,绝缘性能大幅下降。此外,变电站周边若进行建筑施工,可能会破坏电缆路径,损伤电缆外护套。小动物如老鼠、蛇等也可能进入电缆沟,啃咬电缆,造成电缆短路,进而引发火灾,对变电站电缆消防安全构成严重威胁<sup>[2]</sup>。

### 3 变电站电缆消防综合治理策略

#### 3.1 设计选型环节的治理

(1) 合理选择电缆型号。在变电站电缆设计选型时,要依据实际运行条件精准挑选电缆型号。充分考虑变电站的负荷大小、电压等级以及运行环境等因素。对于负荷较大、电流传输要求高的区域,应选用截面积合适、载流量大的电缆,防止过载运行引发火灾。若处于高温、潮湿或具有腐蚀性的环境,要挑选具有相应耐高温、防潮、耐腐蚀性能的电缆。同时,优先选用阻燃、低烟无卤等防火性能优良的电缆,降低火灾发生时的危害程度,从源头上保障电缆消防安全,减少因电缆型号选择不当带来的消防隐患。(2) 优化电缆路径设计。设计时应使电缆路径尽量简洁、顺直,避免过多交叉和迂回,以减少电缆长度和电阻,降低发热量。要确保电缆与热源、易燃物保持足够的安全距离,防止高温引发电缆绝缘老化甚至起火。对于穿越不同防火分区的电缆,应设置有效的防火封堵措施,阻止火灾蔓延。此外,合理规划电缆沟的走向和布局,保证其排水通畅,避免积水对电缆造成损害,全方位提升电缆路径设计的安全性,降低消防风险。

#### 3.2 敷设安装环节的治理

(1) 规范电缆敷设工艺。敷设前,要精准勘查现场,规划合理路径,避开热源、腐蚀源。依据电缆规格、型号,采用合适的敷设工具与方法,像人工牵引、机械敷设等,保证电缆不受过度拉力与扭力。敷设时,电缆应排列整齐、分层布置,高压电缆在上层,低压电缆在下层,避免交叉缠绕。同时,控制好电缆弯曲半径,防止损伤绝缘层。此外,做好电缆标识,注明型

号、走向等信息,便于后续运维管理,降低因敷设不当引发的火灾风险。(2) 加强电缆接头制作与管理。制作时,要选用质量可靠、适配的接头材料和工具,严格按照工艺标准操作,确保接头连接牢固、密封良好。制作人员需经过专业培训,熟悉操作流程与质量要求。安装完成后,进行严格的绝缘电阻测试和耐压试验,合格后方可投入使用。建立完善的接头档案,记录制作时间、参数、试验结果等信息,定期巡检,发现接头松动、发热等问题及时处理,保障电缆接头安全稳定运行。(3) 完善防火封堵措施。在电缆穿越楼板、墙壁、盘柜等孔洞处,采用防火泥、防火板、无机防火堵料等材料进行严密封堵,确保无缝隙,防止火灾时火焰和烟雾蔓延。对于电缆沟,设置防火墙,并用防火材料填充缝隙。定期检查封堵情况,发现破损、老化及时修复更换。同时,在防火封堵处设置明显标识,方便运维人员识别和管理。通过完善的防火封堵措施,有效阻隔火源,提高变电站电缆的防火能力。

#### 3.3 运维管理环节的治理

(1) 加强巡视检查。需制定全面且细致的巡视计划,明确日常巡视与特殊巡视的周期与重点。日常巡视要仔细查看电缆外观有无破损、裂纹,接头处是否松动、发热,周边环境是否存在易燃物堆积等情况。特殊巡视则针对恶劣天气、设备大负荷运行等特殊时段展开。同时,利用红外测温仪、局部放电检测仪等先进设备,精准检测电缆温度与绝缘状况。对巡视中发现的问题及时记录、上报并跟踪处理,确保隐患早发现、早消除,为电缆安全运行筑牢防线。(2) 做好积尘积水清理与通风维护。积尘积水会严重影响变电站电缆的消防安全,必须高度重视清理与通风维护工作。定期对电缆沟、电缆夹层等区域进行全面清扫,去除灰尘和杂物,防止灰尘积聚引发短路。及时排查并排除积水,避免电缆长期浸泡导致绝缘性能下降。合理设置通风口和通风设备,根据环境温度和湿度情况,调整通风时间和强度,保持电缆运行环境干燥、通风良好。定期检查通风设备的运行状况,确保其正常工作,为电缆创造一个安全稳定的运行环境,降低火灾发生的风险。(3) 严格控制电缆负荷。要根据电缆的额定载流量和变电站实际用电需求,合理分配负荷,避免电缆长时间过载运行。过载会使电缆温度升高,加速绝缘老化,增加火灾发生的可能性。建立负荷监测系统,实时掌握电缆负荷变化情况,当负荷接近或超过额定值时,及时采取调整措施,如转移负荷、增加电缆截面等。同时,加强对负荷数据的分析和预测,提前做好应对准备,确保电缆始终在安

全负荷范围内运行。

#### 3.4 监测预警环节的治理

(1) 安装火灾探测器。应根据电缆分布特点和火灾风险程度,合理选择探测器类型,如感烟探测器可快速感知烟雾,适用于电缆夹层等相对封闭空间;感温探测器能及时检测温度异常升高,对电缆过载发热等情况反应灵敏。将探测器均匀布置在电缆沟、电缆桥架等关键部位,确保无监测死角。同时,要保证探测器安装牢固、位置准确,定期进行功能测试和维护,确保其能精准、及时地发现火灾隐患,为后续预警和处置争取宝贵时间。(2) 设置自动灭火系统。设置自动灭火系统能为变电站电缆消防提供可靠保障。常见的自动灭火系统有气体灭火系统、细水雾灭火系统等。气体灭火系统如七氟丙烷灭火系统,具有灭火速度快、对设备损害小的特点,适用于电缆室等重要区域。细水雾灭火系统能快速降温、隔绝氧气,有效控制火势。要根据变电站实际情况合理选择和配置灭火系统,确保其覆盖所有电缆区域。定期对灭火系统进行检查、维护和演练,保证系统在火灾发生时能迅速启动、有效灭火。(3) 建立监测预警平台。建立监测预警平台可实现对变电站电缆消防的全方位、实时化监测。该平台整合火灾探测器、温度传感器、电流监测装置等设备的数据,通过数据分析技术,实时掌握电缆的运行状态和火灾风险。当监测数据出现异常时,平台能及时发出预警信息,通知运维人员。同时,平台具备历史数据查询、趋势分析等功能,为电缆消防管理提供决策依据。要加强平台的网络安全防护,定期更新软件,确保其稳定、可靠运行,提升变电站电缆消防的监测预警能力。

#### 3.5 应急处置环节的治理

(1) 制定应急预案。要结合变电站实际情况,全面分析电缆火灾可能发生的场景、影响范围及危害程度。明确应急组织架构,确定各成员职责,确保在火灾发生时能迅速响应、协同作战。预案应涵盖火灾报警、人员疏散、灭火行动、设备抢修等多个环节,详细规定操作流程和处置方法。同时,要考虑与外部消防、医疗等救援力量的联动机制。定期对应急预案进行评估和修订,

确保其针对性和实用性,为有效应对电缆火灾提供坚实的制度保障。(2) 配备应急救援物资。根据电缆火灾特点和应急处置需求,储备各类灭火器材,如干粉灭火器、二氧化碳灭火器、消防水带等,确保其数量充足、性能良好。同时,配备必要的防护装备,如防火服、防毒面具、安全帽等,保障救援人员的人身安全。还应准备应急照明设备、通信工具等,以便在火灾现场进行照明和沟通。建立物资管理台账,定期检查和维护物资,确保其处于可用状态,随时能投入应急救援。(3) 加强应急培训与演练。对运维人员进行系统的应急培训,使其熟悉应急预案内容,掌握火灾报警、灭火操作、人员疏散等技能。培训内容包括理论知识讲解和实际操作演练,通过案例分析、模拟演练等方式,提高人员的应急反应能力和处置水平。定期组织应急演练,模拟不同场景的电缆火灾,检验应急预案的可行性和人员的协同作战能力。演练后进行总结评估,针对存在的问题及时整改,不断完善应急处置机制<sup>[1]</sup>。

#### 结束语

变电站电缆消防隐患犹如隐藏在电力运行中的“定时炸弹”,设计选型不当、敷设安装违规、运维管理缺失、监测预警滞后以及应急处置乏力等问题,都可能引发严重火灾事故,威胁电网安全稳定运行。通过实施设计选型优化、敷设安装规范、运维管理强化、监测预警完善以及应急处置提升等综合治理策略,我们能够有效降低电缆消防风险。未来,还需持续关注新技术、新方法,不断完善治理体系,以更严谨的态度、更科学的手段,筑牢变电站电缆消防安全防线,为电力事业的蓬勃发展保驾护航。

#### 参考文献

- [1] 伴建忠,宋方方.变电站高压电缆消防隐患及综合治理[J].华北电业,2021(11):132-133
- [2] 郭玉成,李燕辉,王文华,等.变电站高压配电室电缆隧道强力通风驱潮系统[J].2021(2013-9):114-114.
- [3] 孟庆凯,潘雄,潘晓柏,时维经.一种有效发现站用电及消防系统缺陷隐患的设备运维策略[J].电工技术,2020(22):214-215