

高压电力电缆线路的运行维护策略分析

陈国华

厦门电力工程集团有限公司城市供电服务分公司 福建厦门 361000

摘要：高压电力电缆线路是现代电力系统中至关重要的组成部分，广泛应用于城市电力供应、工业配电、以及远距离电力传输等领域。随着经济的快速发展和城市化进程的推进，电力需求的不断增长对电力基础设施提出了更高的要求。尤其是在高压电力传输和配电过程中，电力电缆的稳定性和安全性直接影响到电力系统的可靠性和供电质量。因此，高压电力电缆线路的运行维护成为确保电力系统平稳运行的关键。本研究旨在分析和探讨高压电力电缆线路的运行维护策略，通过对现有维护方法和技术手段的评估，提出优化方案，以期提高电力电缆线路的运行效率和安全性。

关键词：高压电力电缆；运行维护；策略分析

引言

随着对电力的需求持续上升，高压电力电缆的使用领域也逐渐扩大。在过去数十年的时间里，随着电力网络建设的不断深化，高压电力电缆线路在各种电力传输和配电系统中得到了广泛的应用，特别是在城市的地下电网和复杂的环境条件下。相较于传统的架空输电线路，高压电力电缆线路在安全性、可靠性和线路占地面积上都展现出了明显的优势，这也使得它得到了更为广泛的应用和推广。尽管如此，高压电力电缆在运行和维护方面仍然面对着多种复杂的挑战，文章就此展开了探讨。

一、高压电力电缆线路概述

高压电力电缆线路在现代电力系统中扮演着至关重要的角色，它主要负责高电压电能的传输和分配，并在城市电网、工业园区、地下电力线路以及跨区域的长距离电力传输中得到了广泛应用。高压电力电缆的核心作用是通过导线传递电能，同时电缆的绝缘层确保电能传输时不会泄露，从而确保电力系统的稳定和安全运行。高压电力电缆可以根据其结构和使用环境的不同被分类为多种类型，包括交联聚乙烯（XLPE）电缆、纸绝缘电缆和油浸纸绝缘电缆等，每一种电缆都具有其独特的电气性能、机械强度和适用环境。

高压电力电缆线路的构成不仅仅局限于电缆自身，还涵盖了电缆的附属设备以及接头系统。电缆的配件包含了接头、终端头和分接箱等部分，它们的主要功能是连接电缆、进行分接以及为电缆提供保护。接头与终端

头的品质对电缆线路的安全与稳定性有着直接的影响，因此，定期的检查和保养是必要的。随着对电力的需求持续上升，电力电缆线路所承受的负荷也在逐步增加，这使得电缆的承载能力成为一个不断提高的需求。因此，电缆的绝缘性能、机械强度、耐久性和防火防爆性能等方面都成为了在设计和选型过程中需要重点考虑的因素。

在高压电力电缆线路的使用环境中，通常需要该线路具有出色的抗干扰性能和持久的稳定性。在城市的地下电力网络环境中，电缆线路不仅要应对频繁出现的电气压力，还必须面对土壤侵蚀和水分渗透等多种自然环境因素的挑战。因此，在选择电缆材料和施工技术方面都有非常严格的标准，以确保电缆能在恶劣的环境条件下持续稳定地工作。另外，伴随着现代智能电网技术的不断进步，更多的高压电力电缆线路开始使用智能监控系统。通过实时的数据收集和故障预警机制，电力电缆线路的运行安全性和维护效率得到了显著提升。

二、高压电力电缆线路的常见故障及其影响

1. 高压电力电缆线路常见故障类型

在高压电力电缆线路中，常见的故障种类主要涵盖了绝缘破损、接头问题、电缆过热以及外部保护层的损伤等。在高压电力电缆中，绝缘损坏是最普遍的问题之一，这通常是由于电缆的老化、湿度增加或机械损伤引起的。在严重的情况下，这可能会引发电气泄漏，从而影响电力传输的稳定性。接头的故障主要集中在电缆的连接部分，这可能是由于接头的材料不达标、安装方法不恰当或受到外部力量的干扰导致的。这种接头故障经

常会导致局部放电现象，从而影响电缆的整体性能，有时甚至可能触发故障停电。电缆过热是一种常见的现象，通常发生在负荷过大或散热不良的情况下。长时间处于过热状态会加速电缆材料的老化，严重的情况下可能导致火灾等安全事故。电缆的外护层损伤往往与其所处的外部环境紧密相关，这可能会导致电缆遭受如水分、化学物质或机械撞击等的伤害，从而对其稳定和安全的运行造成威胁。面对这些故障，不仅需要高度重视其检测和预防措施，还应在运行和维护过程中进行定期的检查和评估，以确保电缆系统的安全和可靠性。如果高压电力电缆线路出现故障，这不仅会对电力供应产生负面影响，还可能触发安全风险，因此，强化故障诊断和及时的维护工作显得尤为关键。

2. 高压电力电缆故障的原因分析

从电气应力的角度看，当电缆超出其规定的电压时，其电场强度可能会明显上升。例如，在 500 kV 的高压电缆中，电场强度的增加可能会引发绝缘材料的局部放电，从而导致绝缘层老化和损伤。在施工现场，机械应力主要是由电缆的布置、地面的下沉和外界的撞击等因素导致的。如果电缆受到的拉力超出了其规定的强度（通常是 90% 的标准值），那么电缆接头或绝缘层可能会出现断裂、变形等问题。电缆材料的性能会受到环境因素的严重影响，包括长时间暴露于潮湿、高温、低温和化学腐蚀等环境因素。特别是在海洋气候区，由于盐雾和海水的侵蚀作用，电缆的外护层更容易受到损害。电缆出现故障的一个主要因素是材料的缺陷。如果在电缆制造过程中没有严格控制材料质量，导致绝缘体电导率过高或机械强度不足，例如使用的聚乙烯绝缘材料的体积电阻率低于标准值（通常要求在 10^{13} ohm·cm 以上），这将加速电缆的老化过程，从而增加潜在故障的风险。综合考虑上述因素，对高压电力电缆进行及时的监控和保养显得尤为关键，以确保其能够安全且高效地工作。

3. 故障对电力系统的影响分析

高压电力电缆的故障给电力系统带来了深远和严重的影响，这主要表现在供电中断、设备损坏和经济损失等方面。如果高压电力电缆出现故障，例如绝缘材料损坏或连接部分失效，那么整个供电区域或线路都将面临电力中断的风险，影响的范围通常可以扩展到数十平方公里，甚至可能影响到上游和下游的电力供应链的稳定性。当电力供应中断时，城市中的关键基础设施，例如医院、交通设施和通信网络，都可能受到影响，这最

后可能会带来更为广泛的社会和经济后果。另外，由于电缆的故障导致的短路或过载，变压器、开关设备等配电设备可能会受到异常电流的冲击，从而导致设备过热或损坏，设备的维修或更换费用通常高达数十万甚至数百万人民币，这增加了电力公司的财务负担。经济上的损失不只是设备的维护成本，还涵盖了由于停电导致的生产上的损失，工业公司在停电时可能遭受的经济损失一般在每小时数万到数十万人民币之间。在进行维护人员的调查和恢复电力供应的过程中，人力资源和运输成本将会显著上升，尤其是在偏远地区，处理故障所需的时间成本更是难以计算。综合考虑，高压电力电缆出现的故障会对电力系统产生多维度的影响。为了有效减少这些潜在的风险和经济损失，需要采取加强维护、定期检查和制定应急预案的措施。

三、高压电力电缆线路的运行维护策略

1. 高压电力电缆线路的定期维护策略

高压电力电缆线路的定期维护策略是确保电缆系统安全稳定运行的关键环节，这包括日常巡检、定期检测和维护记录管理等几个方面。在进行日常巡查时，应根据既定的工作规范，指派专业的维护人员定期对电缆线路、接头和终端进行视觉检查，特别是要关注电缆外护层的完整性、标识的清晰度和周围环境的安全性。尤其在如潮湿地带或工业区这样的复杂或恶劣环境中，巡查人员必须特别关注电缆是否有磨损或因外界压力导致的形变，以确保任何可能的问题都能在早期被识别出来。定期的检测是对电缆线路进行更深层次的评价，这包括绝缘电阻的测试、局部放电的检测、温度的监测以及电缆材料的稳定性检测等。在这其中，进行绝缘电阻的测试是一项基础性且至关重要的任务，通常需要绝缘电阻值达到或超过数十兆欧，如果低于这一标准，则必须实施适当的维护措施。在进行局部放电的检测时，可以采用特定的设备，例如超声波检测工具，这种技术可以有效地追踪电缆内部的放电情况，并及时发现电缆绝缘的潜在风险。此外，构建一个健全的维护记录管理系统在定期维护策略中是至关重要的。通过对每一次的巡检和检测结果进行详尽的记录，我们可以对电缆的工作状况进行深入的趋势分析，从而为未来的维护策略和预防措施提供坚实的科学支撑。借助数据分析工具和维护记录，维护人员能够提前评估电缆的健康状况，从而科学地制定出最优化的维护计划，以确保高压电力电缆线路能够长期保持稳定和安全。通过定期的维护工作，不仅提高

了电力系统的运行效率，还成功地降低了系统故障的可能性，从而确保了电力供应的安全性。

2. 高压电力电缆线路的故障预防与应急维护策略

高压电力电缆线路故障预防及应急维护策略对保障电力系统安全可靠运行至关重要，它涉及到多方面综合应用和管理。预防故障的第一举措就是利用先进监测技术定期在线监测电缆系统并评估其状态，使用红外热成像仪等现代化监测设备、局部放电探测器、光纤传感器等以实时数据分析的方式追踪电缆运行状态及温度变化情况，这类技术可以及早发现可能引发故障的潜在风险。例如，当某段电缆的温度超过设定阈值（如70℃），系统会立即发出警报，提示维护人员采取必要的预防措施。针对数据分析结果构建故障预测模型能够帮助运维人员更加高效地发现潜在故障风险以便提前做出应对措施。从应急维护策略上看，建立周密的应急预案不容忽视，应急预案应该包括故障响应流程，人员分工，设备调度以及物资准备，保证故障出现后能快速组织并落实应急处理工作，将故障给电力供应带来的影响降到最低。在实际应急处理过程中，组建专业应急小组、定期开展应急演练与训练、加强人员突发事件应变能力显得尤为重要。应急小组需要有快速定位故障点，使用导线跟踪仪、电缆故障定位仪等现代化工具、仪器能快速、准确发现问题，以适时抢修，并同步提供临时供电方案，确保关键用户用电需求。另外，要与有关部门及用户及时沟通并做好信息反馈工作，以保证各相关工作人员在应急处理过程中能够保持明确的交流和协调，进一步提高电力系统运行的安全性和稳定性。通过这种全方位故障预防与应急维护策略能够有效地减少高压电力电缆线路故障，提升电力系统整体运行效率与可靠性。

3. 高压电力电缆线路的运行优化与节能维护策略

高压电力电缆线路运行优化及节能维护策略作为促进电力系统高效运行，降低能耗的重要途径，其中蕴含了负荷监测，线路配置以及能效管理等诸多考虑因素。负荷监测中，对电缆电流、电压进行实时监控，并利用数据分析技术对负荷波动及异常现象进行及时辨识，保证电缆工作于自身额定范围之内，避免出现过载现象。利用智能化监测设备可以对电缆负荷进行数据化管理并对后续运行进行优化。另外，电缆线路的合理布置是达到节能目的的重要手段，设计与施工阶段充分考虑电缆

长度，容量以及环境因素等因素，并结合电力需求变化情况对电缆配置进行动态调整。如高峰负荷时段对备用电缆进行合理调度，以保证电力高效输送，避免电缆不到位造成供电不稳定等。在能源管理方面，综合运用现代化能效分析工具对电缆线路能耗情况开展全面审核，确定能耗较大环节，设备及流程，并有针对性地加以完善。使用节能技术与材料如使用低损耗电缆等可以有效地减少输送过程中能量的损耗，从长期来看会显著提高整个电力系统能效。为实现电力管理更智能化，许多电力公司都开始引进区块链与大数据技术来保障数据安全透明，促进电力调度灵活准确。另外，加强职工节能意识，并通过经常性培训、宣传等活动让各有关人员了解节能的意义，以便自觉保持设备高效运转。将上述策略结合起来，不但能够促进高压电力电缆运行效率、降低故障率、减少维护成本等，而且能够为电力公司带来较高经济效益与社会价值，同时推动可持续发展。

结束语

总之，通过对高压电力电缆线路运行检修策略进行分析，发现在电力需求越来越大，电力系统越来越复杂的情况下，制定科学系统的检修策略具有重要意义。综合运用电缆线路定期检查，实时监测，故障预防与应急响应等多措并举，可有效提升电力系统安全性，可靠性与经济性。通过采用智能监测，数据分析以及现代化维护设备等新技术不仅能提前识别潜在故障并减少停电事件的发生，而且能明显降低维护成本以及人力资源的消耗。

参考文献

- [1] 黄磊. 220kV 输电线路安全运行影响因素及维护策略分析[J]. 电力系统装备, 2023(4): 125-127.
- [2] 方俊健, 劳光泽. 高低压电力电缆线路的运行与维护分析[J]. 科海故事博览, 2023(9): 41-43.
- [3] 郭晓光. 高低压电力电缆线路运行维护必要性及方法[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023.
- [4] 苗壮, 白哲昊. 500kV 超高压输电线路运行维护管理探讨[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2023(3): 3.
- [5] 李佳楠. 基于电力输电线路的运行维护探索[J]. Engineering Management & Technology Discussion, 2023, 5(3).