

配电线路配电电缆运行技术

段 飞

内蒙古电力集团包头固阳供电公司 内蒙古 包头 014200

摘 要：配电线路配电电缆运行技术是电力系统稳定供电的关键环节。本文深入探讨了配电电缆的选择、敷设、运行监测与维护等核心技术，旨在提高电缆线路的可靠性和安全性。通过分析电缆材质、结构对运行性能的影响，以及环境因素对电缆运行状态的制约，本文提出了针对性的运行管理策略。同时还强调了电缆故障预防与快速响应机制的重要性，为配电电缆运行技术的持续优化和发展提供了理论支持和实践指导。

关键词：配电线路；配电电缆；运行技术；维护管理

1 配电线路与配电电缆在供电系统中的作用

在供电系统中，配电线路与配电电缆扮演着至关重要的角色，它们如同电网的血脉，确保电能稳定、高效地输送到千家万户及各类用电设备。配电线路，作为电力传输的主干道，主要负责将从发电厂或变电站产生的高压电能，经过逐级降压后，安全、可靠地分配到各个用电区域。这些线路通常架设在电线杆或埋设于地下，形成复杂的网络结构，确保电能的连续供应和灵活调度^[1]。配电电缆则是这一过程中的“毛细血管”，它们将配电线路分配的电能进一步细化，通过绝缘和屏蔽设计，直接接入用户端或各类用电设备。电缆具有优良的电气性能和机械强度，能在各种复杂环境中稳定运行，保障电能传输的质量和安

全。在进行电缆敷设时，必须遵循一定的技术要求。例如，为防止损伤电缆绝缘，不应使电缆过度弯曲；在可能受到机械损伤的地方，如进入建筑物、隧道，穿过楼板及墙壁等，需穿钢管或加保护罩；敷设在厂房、隧道内和不填砂电缆沟内的电缆，应采用裸铠装或非易燃性外护层电缆。还需注意电缆间的最小净距，以及电缆与地面、其他管道或构筑物的安全距离，确保电缆在敷设过程中不受外力破坏。电缆敷设技术还包括对敷设环境的控制和优化。例如，在直埋敷设中，需选择无腐蚀性物质的土壤，并在电缆上方和下方铺设软土或砂层，再盖混凝土保护板或砖块，以提高电缆的防护能力。在隧道或管道敷设中，则需确保隧道或管道内干燥、通风，避免电缆受潮或受腐蚀。

2 配电线路配电电缆运行技术

2.1 电缆敷设技术

电缆敷设是电力工程中至关重要的环节，它决定了电缆线路能否稳定运行并有效传输电能。电缆敷设技术不仅要求确保电缆在敷设过程中不受损伤，还要求尽可能优化线路布局，提高传输效率。电缆敷设技术包含多种敷设方式，根据使用场合的不同，可分为架空、地下（管道和直埋）、水底、墙壁和隧道等几种方式。架空敷设适用于工矿企业内部，特别是地下管道和排水沟较多，或土壤中含有严重腐蚀性介质的场合。这种方式路径选择余地大，配置灵活，且不受地下水、地下腐蚀介质和比空气重的爆炸危险物质聚积等条件的影响。地下敷设则分为管道敷设、直埋敷设等方式，适用于不同环境条件和电缆数量要求。例如，直埋敷设具有投资小、施工方便和散热条件好等优点，适用于地下无障碍、土壤不含严重酸、碱、盐腐蚀性介质，且电缆根数较少的场合。直埋敷设易受地中腐蚀性物质的侵蚀，且查找故障和检修电缆不便，特别是在冬季土壤冻结时事故抢修

2.2 电缆接头与终端处理技术

电缆接头与终端是电缆线路的重要组成部分，它们的质量直接影响电缆线路的可靠性和安全性。电缆接头用于连接两根或多根电缆，而电缆终端则用于将电缆与设备或其他电缆进行连接。电缆接头与终端处理技术要求严格，必须确保导体连接良好、绝缘可靠和密封良好。导体连接要求电缆导体与出线接梗、接线端子或连接管有良好的连接，接触电阻小而稳定。绝缘要求满足电缆线路在各种状态下长期安全运行的绝缘结构，并有一定的裕度。密封则要求能有效地防止外界水分或有害物质侵入绝缘，并能防止绝缘剂流失^[2]。在实际操作中，电缆接头与终端的处理需遵循一定的工艺步骤。在连接导体时，需采用压接、焊接或螺栓连接等方式，确保连接点牢固可靠。在绝缘处理上，需采用热缩套管、冷缩套管或预制式接头等绝缘材料，将电缆接头或终端包裹严密，防止水分和潮气侵入。还需注意电缆接头与终端的选型与匹配。不同类型的电缆和不同的使用环境对电缆接头与终端的要求也不同。在选择电缆接头与终端

时,需根据电缆的型号、规格和使用环境等因素进行综合考虑,确保所选产品符合使用要求。

2.3 电缆状态监测技术

电缆状态监测技术是预防电缆故障、保障电力安全的重要手段。通过实时监测电缆的绝缘电阻、温度、局部放电等关键参数,可以及时发现电缆潜在的缺陷和故障点,为运维人员提供预警信息,从而采取预防措施,避免故障发生。电缆状态监测技术包括在线监测技术和离线检测技术,在线监测技术通过在电缆上安装传感器,实时监测电缆的电流、电压、温度、湿度等参数,以及绝缘电阻的变化。这种技术具有实时性高、监测范围广、数据准确等优点,能够及时发现电缆的异常状态。离线检测技术则采用便携式检测仪器,对电缆进行定期或不定期的检测。这种技术虽然不如在线监测技术实时性强,但也可以在一定程度上发现电缆的潜在问题。在电缆状态监测中,局部放电检测技术是重要手段,局部放电是电缆绝缘老化、损伤的重要特征之一。通过检测电缆中的局部放电信号,可以分析放电类型、位置、强度等信息,判断电缆绝缘状态,及时发现潜在故障点。红外热成像技术也是常用的电缆状态监测技术之一。它利用红外热像仪对电缆进行非接触式测温,能够直观显示电缆表面的温度分布,及时发现电缆过热、接头接触不良等问题。电缆状态监测技术的应用不仅提高电缆线路的可靠性和安全性,还为运维人员提供了科学的运维策略。通过对监测数据的分析,可以评估电缆的健康状况,预测剩余寿命,为运维策略的制定提供科学依据,电缆状态监测技术还可以降低运维成本,提高运维效率。

2.4 电缆运行维护技术

电缆运行维护技术是保障电缆线路长期稳定运行的重要保障。它包括定期巡检、故障排查、预防性试验和维修更换等环节。定期巡检是电缆运行维护的基础工作,通过定期对电缆线路进行巡检,可以及时发现电缆线路存在的问题和隐患。巡检内容包括检查电缆外观是否完好、有无损伤或腐蚀;检查电缆接头和终端是否牢固可靠、有无漏油或放电现象;检查电缆沟或隧道内是否干燥、通风良好等。在巡检过程中,还需记录电缆线路的运行状态和数据,为后续的分析和决策提供依据。故障排查是电缆运行维护的重要环节,当电缆线路出现故障时,需迅速查明故障原因和位置,并采取相应的修复措施。故障排查方法包括外观检查、电气试验和局部放电检测等。外观检查可以初步判断故障类型和位置;电气试验可以进一步确定故障点的电阻值和绝缘性能;局部放电检测则可以准确判断故障点的位置和放电强

度。预防性试验是电缆运行维护的重要手段之一,通过定期对电缆进行预防性试验,可以及时发现电缆的潜在问题并采取相应的预防措施。预防性试验包括绝缘电阻试验、直流耐压试验和交流耐压试验等。这些试验可以评估电缆的绝缘性能和耐压能力,为电缆的运行和维护提供科学依据。维修更换是电缆运行维护的最终环节,当电缆线路出现故障或老化严重时,需进行维修或更换。维修包括修复损坏的电缆、更换不良的接头和终端等;更换则包括更换老化严重的电缆段落或整个电缆线路。在进行维修或更换时,需遵循一定的工艺标准和操作规范,确保维修或更换后的电缆线路符合使用要求^[3]。

3 配电网配电网电缆的故障分析

3.1 分析电缆质量问题导致的故障

在配电网中,电缆的质量问题往往是导致故障的重要因素之一。电缆的质量问题可能源于生产过程中的各种缺陷,如原材料选择不当、制造工艺粗糙、绝缘层厚度不均、导体电阻超标等。这些质量问题在电缆投入使用后,会逐渐显现并引发故障。例如,绝缘层厚度不均可能导致电缆在长期运行中出现局部击穿,进而引发短路故障。导体电阻超标则可能导致电缆在传输电能时产生过多的热量,加速电缆老化,甚至引发火灾。

3.2 探讨环境因素对电缆运行的影响

环境因素对电缆运行的影响也是导致故障的重要原因。电缆在运行过程中,会受到温度、湿度、酸碱度、腐蚀性气体等多种环境因素的影响。例如,高温环境会加速电缆的老化过程,降低电缆的绝缘性能;湿度过大则可能导致电缆内部受潮,引发绝缘击穿故障;酸碱度和腐蚀性气体会腐蚀电缆的外部护套和内部绝缘层,降低电缆的防护能力。电缆所处的地理环境也会对电缆运行产生影响,如土壤中的水分和盐分可能通过电缆接头或破损处侵入电缆内部,导致电缆故障。

3.3 研究人为因素引起的电缆故障

人为因素也是导致配电网配电网电缆故障的重要原因之一。人为因素可能包括施工过程中的操作失误、运维人员的疏忽大意以及恶意破坏等。例如,在施工过程中,如果施工人员未按照规范进行操作,可能导致电缆接头处理不当,引发接触不良或绝缘击穿故障;运维人员在巡检和维修过程中,如果未能及时发现和处理电缆的潜在问题,也可能导致故障的发生;恶意破坏如盗窃电缆、故意破坏电缆接头等行为,也会给电缆线路的安全运行带来严重威胁。

4 故障处理方法

4.1 电缆故障的查找和定位技术

电缆故障的查找和定位是处理电缆故障的首要步骤,其准确性直接关系到后续修复工作的效率和安全性。现代电缆故障的查找和定位技术主要包括以下几种:(1)脉冲反射法。这是一种常用的电缆故障定位技术,它利用脉冲信号在电缆中传播的特性,当脉冲信号遇到故障点时,会发生反射,通过分析反射信号的时间差和波形特征,可以准确判断故障点的位置。这种方法适用于各种类型的电缆故障,如短路、开路、低阻故障和高阻故障等^[4]。(2)声磁同步法。对于高阻故障,声磁同步法是一种有效的定位手段。当电缆发生故障时,通过向故障点施加高压脉冲,使故障点产生放电现象,放电时产生的声波和电磁波会同时传播。利用声波探测器接收声波信号,同时利用电磁接收器接收电磁波信号,当两者同步到达时,即可确定故障点的位置。(3)红外热成像技术。红外热成像技术可以检测电缆表面的温度分布,当电缆内部发生故障时,故障点会产生热量,导致电缆表面温度升高。通过红外热成像仪对电缆进行扫描,可以直观地看到温度异常区域,从而间接判断故障点的位置。在实际操作中,需要根据电缆的类型、故障类型和现场条件等因素,选择合适的查找和定位技术,以确保故障定位的准确性和效率。

4.2 电缆故障的修复方法

第一,接头修复法。对于电缆接头处的故障,可以采用接头修复法。首先,需要切断故障接头,然后重新制作新的接头,确保接头处的导体连接良好、绝缘可靠。在接头制作过程中,需要严格按照工艺要求进行操作,确保接头的质量和安全性。第二,整体更换法。对于故障严重的电缆段落,或者无法确定具体故障点的电缆,可以采用整体更换法。这种方法需要将故障电缆段落整体切除,然后更换新的电缆段落。在更换过程中,需要注意电缆的型号、规格和敷设方式等要与原电缆保持一致,以确保更换后的电缆能够正常运行。第三,局部修复法。对于故障点明确且故障范围较小的电缆,可以采用局部修复法。例如,对于绝缘层破损的电缆,可以采用热缩套管或冷缩套管进行局部修复;对于导体断

裂的电缆,可以采用压接或焊接等方法进行修复。在局部修复过程中,需要确保修复材料的质量和工艺要求符合标准。在修复过程中,需要严格遵守安全操作规程,确保修复工作的安全性和效率。需要对修复后的电缆进行严格的测试和验收,确保修复质量符合相关标准和要求。

4.3 提出电缆故障的预防措施

为了降低电缆故障的发生率,提高电缆线路的安全性和可靠性。首先加强电缆质量管控,从电缆的生产、运输、存储到敷设等各个环节,都需要加强质量管控,确保电缆的质量符合相关标准和要求^[5]。其次优化电缆敷设环境,在电缆敷设过程中,需要充分考虑环境因素对电缆运行的影响,采取相应的防护措施,如设置防水、防潮、防腐等保护措施,确保电缆在恶劣环境下仍能稳定运行。另外加强运维管理,建立完善的运维管理制度和流程,定期对电缆线路进行巡检和测试,及时发现和处理潜在问题,加强对运维人员的培训和管理,提高他们的专业技能和责任心。

结束语

配电线路配电电缆运行技术的优化与创新对于提升电力系统的整体性能至关重要。随着材料科学、信息技术和智能监测技术的不断进步,配电电缆的运行管理将更加智能化、精细化。未来,应继续加强配电电缆运行技术的研究与实践,推动电力系统向更加安全、高效、绿色的方向发展,为经济社会的发展提供坚实的能源保障。

参考文献

- [1]刘翔霖.配电线路中的配电设备运行与维护分析[J].科技风,2020(03):178.
- [2]孙宁,许科杰.10kV配电线路电力电缆运行技术要点[J].电子技术与软件工程,2021(18):213-214.
- [3]程潭送.配电线路电力电缆运行技术[J].光源与照明,2024,(03):131-133.
- [4]孙宁,许科杰.10kV配电线路电力电缆运行技术要点[J].电子技术与软件工程,2021,(18):213-214.
- [5]李昂,赵微.配电线路的电力电缆运行技术研究[J].电力系统装备,2023(8):61-63.