

高压电力电缆故障原因分析及防范措施研究

蔡智纳¹ 陈艳清²

1. 国网福建省电力有限公司安溪县供电公司; 2. 国网福建省电力有限公司漳平市供电公司

摘要: 在科学技术进步和经济全面发展的推动下, 电力资源的需求量逐渐增大, 高压电力作为我国供电系统的主力军, 承担着稳定经济发展, 保障生活品质的重要责任, 故此电力行业的全面优化逐渐成为当前社会各界重点关注的问题。为了有效推进电力行业的稳定发展, 保证高压电力运行的安全性和稳定性, 文章对高压电力电缆故障原因进行全面分析, 并提出了相应的防范措施, 旨在为相关工作人员提供借鉴参考。

关键词: 高压电力电缆; 故障原因; 防范措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.05.120

引言

高压电力电缆是电力系统中重要的输电设备, 其安全运行对于保障电力供应的稳定性和可靠性至关重要。然而, 由于各种原因, 高压电力电缆故障时有发生, 给电力系统的安全运行带来了严重的影响。因此, 对高压电力电缆故障原因进行分析, 并提出相应的防范措施, 具有重要的实际意义。

一、高压电力电缆故障类型

(一) 低电阻接地或短路故障

低电阻接地或短路故障通常发生在电缆绝缘损坏的情况下。当电缆绝缘受损时, 电流可能会流入地面, 形成接地故障。这种故障的特点是电流能够顺利流入地面, 导致接地电阻较小。这可能是由于电缆老化、外部损伤或其他原因导致绝缘性能下降, 使电流找到了流入地面的路径。对于这种情况, 及时的检测和维修是至关重要的, 以防止进一步的安全隐患。

(二) 高电阻接地或短路故障

高电阻接地或短路故障是另一种电缆绝缘损坏的情况, 与低电阻接地故障不同。在这种情况下, 由于某些原因, 如电缆线路过长或电缆导体截面积过小, 电流无法有效地流入地面, 形成短路故障。电流在电缆内部形成一个闭合的回路, 导致电缆温度升高, 可能引发火灾等严重后果。这种故障需要及时检测和处理, 以防止电缆过载和安全风险。

(三) 断线并接地故障

断线并接地故障指的是电缆导体发生断裂, 并与地面接触, 形成接地故障的情况。这种故障导致电流无法正常流通, 因为电缆导体中断, 形成了一个断裂点。同时, 由于导体与地面接触, 电流仍然能够流入地面, 但由于断裂点的存在, 整个电路的电阻显著增加。这样的故障可能由于电缆老化、外部损伤或机械应力等原因引起。

(四) 闪络性故障

闪络性故障是由于电缆绝缘损坏导致的电弧放电现象。在这种情况下, 电缆绝缘发生击穿或破损, 形成电弧, 导致电流通过电弧进行传导。这样的电弧放电会产生较大的能量损耗, 可能伴随有火花、光弧等现象。闪络性故障通常是由于绝缘老化、电压过高、潮湿环境等原因引起。

二、高压电力电缆故障原因

(一) 机械损伤

机械损伤是一种常见的电缆故障, 通常由于在安装过程中缺乏足够的谨慎造成。这种损伤可能表现为电缆表面的划痕或破损, 主要是因为处理电缆时不慎触碰或碰撞。此外, 若电缆受到过大的牵引力, 内部导线可能会被拉伤, 进而影响电缆的传输性能。过度弯曲安装也是潜在的问题, 可能导致导线在电缆内部受到挤压, 甚至断裂, 最终引发电缆失效。地下电缆还可能受到行驶车辆的震动或冲击性负荷影响, 从而导致铅(铝)包层的裂损, 进一步加剧电缆的机械损伤。

(二) 绝缘受潮

电缆绝缘受潮是一种由水分侵入引起的故障, 可能是由于接头盒或终端盒设计不良, 或者在安装过程中未完全密封而导致。水分进入电缆后, 可能渗透到绝缘层内, 降低绝缘性能, 甚至导致短路等严重问题。电缆制造过程中的缺陷也可能导致受潮问题, 例如, 金属护套存在小孔或裂缝, 使水分进入电缆内部。如果电缆的绝缘材料质量差, 或者在制造过程中未能完全排除内部的气泡和水分子, 也可能导致电缆在运行中受潮。为避免绝缘受潮引发的故障, 必须采取有效的密封和维护措施, 确保电缆系统的稳定性和可靠性。

(三) 配电过载故障

这种电缆故障可能是由于配电网的负载超过了其设计的最大容量, 导致电缆过负荷运行。当电缆长时间处于过负荷状态时, 可能会导致电缆过热, 从而引发电缆绝缘层的老化、损坏, 甚至可能引发火灾等严重事故。

此外，如果设备的容量与安装地点的容量不符，也可能导致电缆过负荷运行。例如，如果在一个只能承受一定电流的地方安装了一台功率过大的设备，那么在设备运行时，电缆可能会因为无法承受过大的电流而发生过热、短路等故障。

（四）电缆老化和过电压

电缆老化的主要原因之一是由于电缆介质内部的渣质或气隙存在。这些不纯物质可能在电场的作用下引发化学反应，产生游离的离子或分子，从而导致电缆绝缘材料的逐渐衰退。这种老化过程可能受到环境条件、电压应力和电缆材料质量等多方面因素的影响。例如，潮湿的环境可能促进绝缘老化，而高电压应力可能加速老化过程。电缆材料的质量也是关键因素，低质量的绝缘材料更容易受到老化影响。另一方面，过电压也是导致电缆老化的重要因素之一。过电压可能源于多种原因，包括雷电击中、设备故障、操作错误等。当电缆遭受过电压冲击时，电场强度可能超过绝缘材料的承受能力，导致电击穿现象。这种电击穿会导致绝缘层的破裂，使电缆故障。

（五）设计和制作工艺不良

电缆头和中间部分的设计和制作工艺对其运行的稳定性和可靠性有着重要的影响。如果设计不周密，可能会导致电缆的电场分布不均匀，从而引发电缆的局部过热、老化等问题。此外，如果材料选用不当，可能会导致电缆的绝缘性能不足，无法满足使用要求。同时，如果工艺不良，可能会导致电缆的制造质量低下，从而增加电缆故障的风险。因此，为了保证电缆的安全运行，需要对电缆的设计和制作工艺进行严格的控制和管理。

三、高压电力电缆故障防范措施

（一）定期检测和维护

定期检测和维护是预防和降低电缆故障率的重要措施。通过定期对电缆进行检测，可以及早发现潜在的故障，从而采取相应的措施进行处理，避免故障的扩大。首先，在电缆接头方面，应定期检查接头的连接是否牢固，是否存在松动、腐蚀等问题。如果发现问题，应及时进行修复或更换，确保接头的正常工作。此外，还应检查接头的绝缘材料是否完好无损，以防止电流泄漏和短路等故障的发生。其次，在绝缘材料方面，应定期检查电缆的绝缘层是否有破损、老化、裂纹等问题。如果发现问题，应及时进行维护和修复，以保证电缆的绝缘性能。同时，还应定期检查电缆的屏蔽层和护套是否完好，以防止外部因素对电缆的影响。除了定期检测外，还应定期对电缆进行维护和保养。这包括清洁电缆表面的污垢和灰尘，保持电缆的良好散热条件；定期检查电缆的支撑和固定装置是否牢固，以防止电缆因外力而损

坏；定期检查电缆周围的环境是否安全，防止外部因素对电缆造成损害。

（二）提高安装质量

首先，正确连接电缆接头是保证电缆安装质量的重要环节。电缆接头是将电缆与其他设备或系统连接起来的关键部分。如果接头连接不牢固或存在缺陷，可能会导致电流泄漏、电阻增加等问题，进而影响电缆的传输性能和安全性。因此，在安装电缆接头时，应严格按照相关标准和规范进行操作，确保接头的连接牢固可靠。同时，还应进行必要的绝缘处理，以防止电流泄漏和短路等故障的发生。其次，保证绝缘材料的完整性也是提高电缆安装质量的重要措施之一。绝缘材料是电缆的重要组成部分，它能够有效地隔离电缆内部的导体和外部环境，保护导体免受损害。如果绝缘材料存在破损、老化、裂纹等问题，可能会导致电流泄漏、短路等故障的发生，甚至可能引发火灾等严重事故。因此，在安装电缆时，应确保绝缘材料的完整性和质量。这包括选择符合要求的绝缘材料，正确安装绝缘层，避免绝缘材料受到机械损伤或化学腐蚀等。此外，还有其他一些提高电缆安装质量的措施。例如，在安装过程中应注意保持电缆的自然弯曲度，避免过度弯曲导致电缆内部的导线受到挤压；应合理布置电缆的支撑和固定装置，确保电缆能够承受正常的机械应力；应定期检查电缆的运行状态，及时发现并处理潜在的问题；应加强对安装人员的培训和管理，提高他们的技术水平和安全意识。

（三）设置防护措施

为了防止外力对电缆造成损害，可以采取一系列防护措施来保护电缆的安全运行。其中一种常见的方法是在电缆周围设置防护管道或护套，以提供一个保护层，防止外力直接作用于电缆。首先，防护管道是一种常见的电缆保护措施。它通常由耐腐蚀的材料制成，如钢管、塑料管等。防护管道的直径应略大于电缆的直径，以确保电缆能够顺利通过。在安装过程中，将电缆穿过防护管道，然后将管道固定在适当的位置。防护管道可以有效地保护电缆免受外部机械损伤，如挤压、撞击等。此外，防护管道还可以防止电缆周围的水分和其他液体渗入，避免电缆受潮和腐蚀。其次，护套是另一种常见的电缆保护措施。护套通常由耐磨、耐高温的材料制成，如橡胶、聚氨酯等。护套可以直接包裹在电缆外部，形成一个坚固的保护层。护套可以有效地防止电缆受到机械损伤、化学腐蚀和紫外线辐射等外界因素的影响。此外，护套还可以提供一定的防水和防火功能，确保电缆在恶劣环境下的安全运行。除了防护管道和护套，还有其他一些电缆保护措施可供选择。例如，可以使用电缆槽或电缆桥架来固定和支撑电缆，以防止电缆

受到外力的影响。这些设备通常由金属或塑料制成，具有结构稳定、耐用等特点。此外，还可以使用电缆套管或电缆夹具来固定电缆，以防止电缆松动或滑动。在设置电缆保护措施时，还应注意以下几点。首先，应根据电缆的敷设环境和要求选择合适的保护措施。不同的环境条件和要求可能需要不同的保护措施。其次，应确保保护措施的质量和安装质量符合相关标准和规范的要求。这包括选择符合要求的防护材料，正确安装和固定保护装置等。最后，应定期检查和维护电缆保护措施，及时发现并处理潜在的问题，确保其正常运行。

（四）加强培训和管理

为了确保电缆的安全运行，加强培训和管理是至关重要的。通过提供必要的培训和建立有效的管理体系，可以确保相关人员具备电缆安装、维护和故障处理等方面的专业知识和技能。首先，应定期组织培训课程，向相关人员传授电缆的基本知识和操作技能。这些培训课程可以包括电缆的结构、材料特性、安装要求、维护方法等方面的内容。培训课程可以由专业的培训机构或电缆制造商提供，以确保培训内容的科学性和实用性。此外，还可以邀请有经验的专家进行现场指导和培训，使学员能够更好地理解和掌握电缆的操作技巧。其次，应建立健全的管理体系，明确相关人员的职责和权限。管理体系可以包括电缆安装和维护的程序和规范、巡检和维护计划、故障处理流程等内容。通过建立明确的管理体系，可以确保电缆的安装和维护工作按照规定的程序进行，减少人为因素对电缆安全运行的影响。同时，还应加强对相关人员的监督和管理，确保他们按照要求履行职责，及时发现并处理潜在的问题。此外，还可以采用一些现代化的管理工具和技术来提高电缆管理的效率和准确性。例如，可以使用远程监控技术对电缆的运行状态进行实时监测，及时发现并处理异常情况。还可以使用信息化管理系统对电缆的安装和维护记录进行管理和分析，为决策提供科学依据。这些管理工具和技术可以帮助管理人员更好地了解电缆的运行状况，及时发现并解决问题，提高电力系统的可靠性和安全性。

（五）严谨的故障分析

通过对电缆故障进行深入分析和研究，可以找出故障的原因和机理，制定相应的解决策略，从而预防和减少电缆故障的发生。首先，故障分析需要依托于科学的检测技术和试验方法。在电缆故障分析过程中，应采用先进的检测设备和试验方法，如红外热像仪、局部放电检测仪等，对电缆进行全面、准确的检测。通过检测，可以获取电缆的运行状态和故障信息，为后续的故障分析提供数据支持。同时，还可以结合实验室试验和仿真模拟等方法，对电缆的故障机理进行深入研究，提高故障分

析的准确性和可靠性。其次，故障分析需要对故障现象进行详细的观察和记录。在发现电缆故障后，应及时进行现场勘查和故障现象的观察。通过观察故障现象，可以初步判断故障的类型和范围，为后续的故障分析提供线索。同时，还应详细记录故障发生的时间、地点、环境条件等信息，以便后续的分析 and 处理。然后，故障分析需要进行综合分析和判断。在收集到足够的故障信息后，应对这些信息进行综合分析和判断。这包括对电缆的材料、结构、使用历史等方面进行分析，找出可能的故障原因和机理。同时，还应结合相关的标准和规范，对故障进行分析和评估，确定故障的严重程度和影响范围。最后，故障分析需要制定相应的解决策略。根据故障分析的结果，可以制定相应的解决策略和措施。这包括修复或更换受损的电缆部分，改进电缆的敷设方式和布局，加强电缆的绝缘保护等。同时，还应加强对电缆的监测和维护工作，及时发现并处理潜在的问题，防止类似故障再次发生。

结束语

定期检测和维护是降低电缆故障率的关键步骤，通过及时发现和处理潜在问题，可以有效提高电缆系统的可靠性。同时，加强对电缆的安装质量、设置防护措施、培训和管理等方面的要求，有助于提升电缆的整体性能和安全性。在实际应用中，我们应当结合具体情况，选择合适的防范措施，并在执行过程中加强监督和管理，确保各项措施的有效实施。总的来说，电力行业需要在科技进步和经济发展的推动下，不断优化电缆系统，提高供电水平，确保电力资源的安全稳定供应。希望本研究所提出的电缆故障分析和防范措施能够为电力行业相关工作人员提供有益的借鉴和参考，共同为电力系统的安全运行贡献力量。通过科学的手段和全面的防范措施，我们相信可以进一步提升电力系统的可靠性，为社会的可持续发展提供强有力的支持。

参考文献

- [1] 李浪. 高压电力电缆故障原因分析及防范措施研究[J]. 内江科技, 2017, 38(11): 58-59.
- [2] 白海斌, 耿庆鲁. 高压电缆故障原因分析及防范措施[J]. 氯碱工业, 2016, 52(08): 4-6.
- [3] 雷钊凤. 高压电缆故障原因分析及对策措施[J]. 通讯世界, 2016, (09): 123-124.
- [4] 郑国弟. 35kV电力电缆的常见故障和防范措施分析[J]. 企业技术开发, 2015, 34(05): 91-92.
- [5] 尚建武, 郝力强, 于建伟等. 电力电缆终端故障分析与防范措施[J]. 河南科技, 2014, (23): 62-63.