

配电线路配电电缆运行技术

马 儒 罗 银

国网石嘴山供电公司平罗县供电公司姚伏供电所 宁夏 石嘴山 753400

摘 要：配电电缆作为电力系统的重要组成部分，在电力输送过程中发挥着至关重要的作用。随着电力需求的不断增长，配电电缆运行技术的稳定性和高效性成为了确保电力系统正常运行的关键因素。本文将对配电电缆运行技术进行深入探讨，分析其关键要素，并提出相应的优化策略，旨在提高配电电缆的运行效率和安全性，为电力系统的稳定发展提供有力支持。

关键词：配电线路；配电电缆；运行技术；稳定性；优化策略

引言

随着社会的快速发展和电力需求的日益增长，配电电缆在电力系统中的地位愈发重要。配电电缆不仅承载着将电能从发电厂或变电站输送至用户的重要任务，还直接关系到电力系统的稳定性和安全性。因此，深入研究配电电缆的运行技术，对于提高电力系统的运行效率和安全性具有重要意义。

1 配电电缆运行的关键技术

1.1 电压与温度监控技术

1.1.1 运行电压控制技术

电缆运行电压的严格控制至关重要，主要是为了防止过高的电压对绝缘层造成损害，从而确保电缆的安全与稳定运行。通常情况下，为确保电缆的安全，其运行电压应维持在额定电压的1.15倍以内。举例来说，如果一条电缆的额定电压是10kV，那么在实际运行中，其电压不应超过11.5kV。这一标准是基于电缆绝缘材料的耐压特性以及长期运行经验的综合考虑而设定的。在单相接地故障发生时，由于故障电流的存在，电缆可能会出现过热或绝缘损坏的情况。为避免进一步的损害，应限制电缆在这种故障状态下的运行时间。根据行业标准和运行经验，通常建议在这种情况下运行时间不超过2小时。

1.1.2 温度监测技术

电缆的运行温度是影响其使用寿命和性能的关键因素。过高的温度会加速绝缘材料的老化，甚至引发故障。因此，对电缆温度进行实时监测是确保电缆安全运行的重要措施。为了全面而准确地监测电缆的温度，温度传感器应沿着电缆线路的关键点进行布置。这些关键点包括但不限于接头、转弯处以及负载较重的区域。通过这些位置安装温度传感器，可以及时发现并处理潜在的过热问题。为确保电缆的正常运行和延长使用寿命，电缆的运行温度应保持在其设计温度范围内^[1]。通常情况下，电

缆的最高运行温度不应超过90°C。这是基于电缆绝缘材料的热稳定性以及长期运行经验的综合考虑而设定的。通过维持在这个温度范围内，可以有效地防止绝缘材料加速老化，从而提高电缆的可靠性和使用寿命。

1.2 负荷管理技术

1.2.1 负荷分配技术

负荷分配是配电电缆运行管理中的关键环节，其核心原则是确保电缆所承载的电流不超过其额定值，从而防止因超负荷运行而导致的电缆过热、绝缘损坏甚至火灾等安全隐患。因此，在进行负荷分配时，必须严格依据电缆的额定电流和允许的最大运行温度来确定。以一条额定电流为600A的电缆为例，实际操作中，应确保通过该电缆的实际负荷电流始终控制在这个额定值以下。为了实现这一点，可以运用智能电表和远程监控系统，这些先进工具能够实时监测电缆的负荷情况，并根据实际情况进行及时调整。通过这种方式，不仅可以避免电缆超负荷运行，还能确保其运行在最佳状态，从而延长电缆的使用寿命并提高整个配电系统的稳定性。

1.2.2 峰值管理技术

在电力需求高峰期，电网面临的负荷压力巨大。为了有效应对这一挑战，可以采用需求侧管理（DSM）技术，比如实施峰谷分时电价策略。这种策略通过在不同时间段设定不同的电价，引导用户在电力需求较低的时段使用电器，从而错开高峰用电时段，减轻电缆在高峰期的负荷压力。这不仅有助于保障电网的稳定运行，还能促进用户合理用电，降低用电成本。除了需求侧管理技术外，还可以利用储能设备来进一步减轻电缆在峰值期间的负荷压力。例如，通过安装电池储能系统（BESS），可以在电力需求较低的时段将电能储存起来，在高峰期释放这些存储的电能来供电。这种方式不仅能有效减少电网在高峰期的即时负荷需求，还能提高

电能的利用率和电网的灵活性。同时，储能设备的引入也为应对突发情况提供了额外的电力保障，进一步提升了电网的可靠性和稳定性。

1.3 绝缘性能维护技术

1.3.1 定期检测技术

一是绝缘电阻测试：为确保电缆绝缘性能的持续稳定，绝缘电阻的测试应定期进行。推荐每季度或每半年进行一次测试，以便及时发现并解决潜在问题。使用兆欧表（也称为绝缘电阻测试仪）来测量电缆的绝缘电阻值。这种仪器能够准确评估电缆绝缘层对电流的阻碍能力，从而判断绝缘性能是否良好。二是介电强度测试：介电强度测试旨在通过施加高压来检查电缆绝缘的耐压能力，确保其能承受正常工作电压及可能的过电压情况^[2]。通常建议每年进行一次此类测试。在测试中，逐渐增加施加在电缆上的电压，直到达到预定的测试电压。通过观察电缆是否出现击穿或闪络现象，来判断其介电强度是否满足要求。

1.3.2 预防性维护技术

一是更换或维修：在定期检测过程中，一旦发现绝缘电阻降低或介电强度减弱的电缆段，应立即采取措施。这可能意味着绝缘材料已经老化或受损，存在安全隐患。根据问题的严重程度，可以选择对受损部分进行局部维修，如更换绝缘层或接头等；若问题较为严重，则应及时更换整段电缆，以确保整个系统的安全稳定运行。

二是电缆清洁与防潮处理：定期清洁电缆表面可以去除积累的灰尘和杂质，这些污垢不仅可能影响电缆的散热性能，还可能导致局部放电或短路等问题。因此，保持电缆的清洁是预防性维护的重要一环。潮湿环境对电缆的绝缘性能有极大影响。因此，应定期进行防潮处理，如使用防潮剂、确保电缆敷设环境的干燥等，以延长电缆的使用寿命并保障其安全运行。同时，对于室外敷设的电缆，还应特别注意防雨和排水措施的实施。

1.4 故障预警与定位技术

1.4.1 实时监测技术

一是分布式光纤温度传感器（DTS）技术：利用光纤作为传感元件，通过测量光纤中拉曼散射光的光强变化，实时监测电缆沿线的温度分布。这种技术可以精确到米的级别，及时发现电缆上的异常热点，预防潜在的故障。二是红外热像仪：通过捕捉电缆表面的红外辐射，生成热图像，直观展示电缆的温度分布情况。这对于发现接头、转弯处等关键部位的过热现象特别有效，有助于及时预警和处理潜在的故障点。三是局部放电监测系统：该系统通过高灵敏度的传感器，实时监测电缆

中的微小放电现象。这些微小放电可能是电缆绝缘老化、缺陷或污秽等引起的，是故障的早期迹象。通过监测和分析这些放电信号，可以及时发现并处理潜在的故障，防止其恶化为严重事故。

1.4.2 故障定位技术

一是故障指示器：故障指示器是一种安装在电缆线路上的小型设备，当电缆发生故障时，指示器会检测到异常电流并发出信号。这些信号可以通过无线方式传输到运维人员的接收设备上，从而帮助快速定位故障点。故障指示器具有安装简便、成本低廉、响应迅速等优点，在配电系统中得到广泛应用。二是行波测距技术：当电缆发生故障时，会产生行波信号在电缆中传播。行波测距技术通过分析这些行波信号在电缆中的传播时间和反射特性，结合精确的时间同步和算法处理，可以精确确定故障位置。这种技术具有定位精度高、响应速度快等优点，对于快速恢复供电具有重要意义。在实际应用中，行波测距技术通常需要与高级算法和计算机系统相结合，以实现自动化和智能化的故障定位与处理。

1.5 防雷与接地保护技术

1.5.1 防雷措施技术

在雷电多发地区，电缆线路应安装避雷器以吸收雷电过电压，从而保护电缆免受雷电损害。常用的避雷器包括氧化锌避雷器等，这些避雷器能够有效地将雷电过电压限制在安全范围内。为确保避雷器处于良好工作状态，需要定期检查其性能和接地连接情况^[3]。这包括检查避雷器的外观是否完好，接地连接是否牢固，以及进行必要的性能测试，如泄漏电流测试、残压测试等。通过定期检查，可以及时发现并处理避雷器存在的问题，确保其能够在雷电天气中有效发挥作用。

1.5.2 接地系统维护技术

接地电阻是衡量接地系统性能的重要指标。为确保接地系统的有效性，需要定期测量接地电阻并确保其值在规定范围内。通常，接地电阻的值不应超过 10Ω ，但在某些特殊情况下，可能会有更严格的要求。通过定期测量接地电阻，可以及时发现接地系统存在的问题，如接地体腐蚀、断裂等，从而采取相应的维护措施。接地网是接地系统的核心组成部分，其完好性直接影响接地系统的性能。因此，需要定期检查和维修接地网，以防止腐蚀或断裂导致的接地不良。这包括检查接地体的外观是否完好，连接是否牢固，以及进行必要的防腐处理。同时，对于发现的问题应及时进行处理，如更换损坏的接地体、紧固松动的连接等。通过定期的检查和维修，可以确保接地网的完好性和有效性，从而提高配电

电缆的防雷能力。

2 配电线路配电电缆运行的优化策略

2.1 材料与设备选择优化

在配电线路的建设与维护中，材料与设备的选择至关重要，它们直接关系到整个配电系统的稳定性和安全性。为了确保配电电缆的高效、稳定运行，必须对材料与设备进行精心挑选。首先，关键部件如电缆、绝缘子、配电箱等，应当来自信誉良好、经过严格质量认证的供应商。这些高品质材料不仅要符合国家标准，更应追求超越标准的卓越性能。例如，选择电缆时，应考虑其导电性能、耐腐蚀性、机械强度等多方面因素，确保电缆在各种恶劣环境下都能保持优异的性能。其次，技术设备的选择也不容忽视。现代科技的发展为配电系统提供了诸多先进的监测和诊断工具。红外测温技术能够实时监测电缆的温度变化，及时发现异常热点，预防潜在的故障；局部放电监测技术则能捕捉到电缆中的微小放电现象，这是故障的早期迹象，对于预防重大事故具有重要意义^[4]。这些高性能、高稳定性的设备不仅能提高故障预警的准确性，还能大大缩短故障排查和修复的时间，从而提升整个配电系统的运行效率。

2.2 智能化技术应用

在配电线路配电电缆的运行管理中，智能化技术的引入正逐步改变传统的运维模式，使电缆的运行更加高效和安全。首先，通过引入智能化监测系统，能够实现电缆运行状态的24小时不间断监测。该系统结合了物联网和大数据技术，能够实时采集电缆的温度、电流、电压等关键数据，进而对这些数据进行深度分析。这种实时监测和数据分析的机制，使得任何异常的电缆状态都能被及时发现，从而大大提高了故障预警的准确性和响应速度。其次，智能化负荷管理技术的运用，使得电缆的负荷分配更加科学和合理。借助智能调度系统，可以根据电缆的实时负荷情况、历史数据以及预测模型，进行负荷的优化分配和调度。同时，结合需求侧管理，能够在电力需求高峰期引导用户错峰用电，从而减轻电缆的负荷压力，提高其运行效率。这种智能化的管理方

式，不仅保障了电缆的安全运行，还有助于延长其使用寿命，降低运维成本。

2.3 应急预案与培训

在配电线路配电电缆的运行管理中，完善的应急预案和员工培训是不可或缺的环节，它们对于确保电缆运行的安全性和稳定性具有关键作用。针对可能出现的突发情况，如自然灾害（雷击、暴雨等）或人为因素（外力破坏、误操作等），必须制定科学的应急预案。这些预案应详细规划在不同情况下的应对措施，包括但不限于紧急停电、故障隔离、设备抢修、负荷转移等。预案的制定需基于深入的风险评估和资源调配考虑，确保在突发事件发生时，能够迅速、有效地响应，最大限度地降低对电缆运行的影响。同时，加强员工培训也是保障电缆安全运行的重要举措。员工需定期接受安全教育和技能培训，提升对潜在风险的认识和应对能力。培训内容应涵盖安全操作规程、应急处理流程、设备维护保养知识等。通过模拟演练、案例分析等多样化培训方式，确保员工在紧急情况下能够冷静、准确地采取应对措施，从而保障电缆系统的稳定运行和人员的安全。

结语

配电电缆的运行关键技术是确保电力系统稳定运行的重要基础。本文通过对电压与温度监控、负荷管理、绝缘性能维护、故障预警与定位以及防雷与接地保护等关键技术的深入研究，为配电电缆的安全、高效运行提供了理论支持和实践指导。未来，随着科技的不断进步，我们期待这些关键技术能得到进一步的优化和创新。

参考文献

- [1]邓思竞.基于配电线路电力电缆运行技术研究[J].科技创新导报,2019,16(18):53+55.
- [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]国永清.配电线路电力电缆运行技术[J].科学技术创新,2019,(30):39-40.
- [4]邓思竞.基于配电线路电力电缆运行技术研究[J].科技创新导报,2019,16(18):53+55.