

架空配电线路防灾减灾技术探研

赵贯宇

内蒙古电力勘测设计院有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010020

摘要: 文章旨在深入探研架空配电线路的防灾减灾技术,通过分析当前架空配电线路面临的自然灾害风险,探讨预警系统建设、线路设计与优化、材料与技术创新以及运维管理提升等关键防灾减灾措施。本文将从理论与实践相结合的角度,提出一套完整的防灾减灾技术体系,为架空配电线路的安全稳定运行提供科学依据和技术支撑,以期减少自然灾害对电力系统的影响,保障社会的用电需求。

关键词: 架空配电线路; 防灾减灾技术; 自然灾害; 智能化监测

引言: 随着全球气候变化的加剧,自然灾害频发,对电力系统的安全稳定运行构成了严峻挑战。架空配电线路作为电力系统的重要组成部分,其防灾减灾能力直接关系到电网的稳定性和可靠性。探研架空配电线路的防灾减灾技术,提高线路的抗灾能力,对于保障社会的用电需求、促进经济发展具有重要意义。本文将围绕这一主题展开详细探讨。

1 架空配电线路在现代电力系统中的重要性

架空配电线路作为现代电力系统中不可或缺的一环,其重要性不容忽视。它们如同城市的血脉,将电力从发电站高效地输送到千家万户以及各种工业和商业设施中,支撑着社会经济的正常运转和人们的日常生活。在现代城市化进程中,架空配电线路以其独特的优势发挥着关键作用。它们能够跨越广阔的地域,不受地形和地貌的限制,将电力输送到偏远地区和复杂地形中,为那些难以通过地下电缆供电的地方提供可靠的电力保障。架空配电线路的建设和维护成本相对较低,且施工周期短,能够快速响应电力需求的变化,满足社会经济发展的迫切需要。在电力传输过程中,架空配电线路的高效性和稳定性至关重要。它们通过合理的线路设计和先进的输电技术,实现了电力的低损耗、长距离传输,确保了电力供应的连续性和稳定性。架空配电线路还具备出色的抗灾能力,能够在恶劣天气和自然灾害中保持一定的运行能力,为应急救援和灾后重建提供关键的电力支持。随着智能电网技术的发展,架空配电线路也在逐步实现智能化升级。通过安装传感器、监测设备和智能控制系统,可以实时监测线路的运行状态,及时发现并处理潜在的安全隐患,提高电力系统的整体安全性和可靠性。这种智能化升级不仅有助于提升电力供应的质量,还能为电力系统的优化调度和节能降耗提供有力支持^[1]。架空配电线路在现代电力系统中扮演着举足轻重的

角色。它们不仅是电力传输的重要通道,更是社会经济发展和人们日常生活不可或缺的电力保障。应该高度重视架空配电线路的建设和维护工作,确保其长期稳定运行,为构建安全、高效、绿色的现代电力系统贡献力量。

2 自然灾害对架空配电线路的影响

2.1 雷击事件

雷击事件是架空配电线路面临的最为直接且破坏力极强的自然灾害之一。雷电活动在大气中频繁发生,当带电云层与地面或地面上的高耸物体(如架空线路杆塔)之间形成电位差并达到一定程度时,就会产生放电现象,即雷击。对于架空配电线路而言,雷电直击导线或杆塔,或在其附近地面放电,都可能引发一系列问题。直击导线会导致电流瞬间激增,超出线路承载能力,造成绝缘子闪络、导线熔断甚至断线,严重时可能引发火灾或触电事故。而雷电击中杆塔时,虽然导线本身可能未直接受损,但强大的雷电流会通过杆塔入地,引起地电位升高,即反击现象,对线路设备构成威胁。雷电还可能产生感应过电压,即使未直接击中线路,也能在线路上感应出高电压,导致绝缘击穿。

2.2 污秽事件

污秽事件指的是架空配电线路表面因积尘、盐雾、鸟粪等污染物附着而导致的绝缘性能下降现象。这些污染物在潮湿条件下,如雨后或雾天,易形成导电膜,使得原本应隔离的导体间出现泄漏电流,严重时会导致绝缘子闪络,影响线路的正常运行。污秽事件不仅影响线路的绝缘性能,还可能因频繁跳闸降低供电可靠性,增加运维成本。特别是在工业密集区、沿海地带或污染严重的地区,污秽问题尤为突出。长期积累的污秽还可能加速绝缘材料的老化,缩短设备使用寿命。

2.3 导线腐蚀

导线腐蚀是指架空配电线路中的金属导线因环境因

素（如大气污染、潮湿环境、电化学反应等）作用而发生化学或电化学反应，导致导线截面减小、机械强度降低、电阻增大等现象。腐蚀不仅影响导线的导电性能，还可能引发断线事故，严重威胁线路安全。导线腐蚀的速率受多种因素影响，包括导线材质、环境湿度、温度、大气污染程度以及是否采取有效的防腐措施等。在沿海或工业污染严重的地区，导线腐蚀问题尤为严重。

2.4 冰雪天气

冰雪天气对架空配电线路的影响主要体现在两个方面：一是积雪和覆冰导致线路荷载增加，可能超过设计承载能力，引发断线或杆塔倒塌事故；二是覆冰不均匀造成的导线舞动，导致相间短路或接地故障。在寒冷多雪的地区，架空线路覆冰是常见且难以避免的问题。覆冰不仅影响线路的安全运行，还可能因线路舞动导致邻近线路或设施的损坏，冰雪覆盖还可能导致线路绝缘子表面结冰，降低绝缘性能，增加闪络风险^[2]。

2.5 风灾

风灾，特别是强风、龙卷风、台风等极端天气，对架空配电线路构成巨大威胁。强风不仅可能导致导线舞动、相间短路，还可能引起杆塔倾斜、倒塌，破坏线路结构，造成大面积停电。风灾对线路的影响程度与风速、风向、地形地貌、线路设计等因素密切相关。在沿海地区或山区，风灾尤为频繁且严重。强风还可能携带飞沙走石、树木枝干等杂物，撞击线路，进一步加剧损坏。

3 架空配电线路防灾减灾现状分析

在当前的电力系统运营中，架空配电线路的防灾减灾工作日益受到重视。随着科技的进步和自然灾害频发，对架空配电线路的防护要求也在不断提高。目前，针对雷击、污秽、导线腐蚀、冰雪天气以及风灾等主要自然灾害，电力行业已采取了一系列有效的防灾减灾措施。在防雷击方面，通过安装避雷针、避雷器等设备，以及优化线路设计和接地系统，显著提高了线路的防雷性能。同时对线路绝缘子的选择和更换，也进一步增强了线路的耐雷水平。对于污秽问题，采用防污型绝缘子、定期线路清扫和根据地区污秽等级调整绝缘水平等措施，有效减少污秽事件对线路运行的影响。在应对导线腐蚀方面，电力行业通过采用耐腐蚀材料、加强环境治理和定期检查导线腐蚀情况，有效延长了导线的使用寿命，提高了线路的可靠性。针对冰雪天气，通过安装融冰装置、加强线路巡检和提高线路设计标准等措施，有效降低了冰雪对线路安全运行的威胁。在防风灾方面，电力行业通过提高杆塔强度、采用防风拉线、加强线路巡检和优化线路设计等手段，显著增强了线路的抗

风能力。随着智能化技术的发展，电力行业也开始利用传感器、监测设备和智能控制系统等先进技术，对线路运行状态进行实时监测和预警，进一步提高了线路的防灾减灾能力。尽管电力行业在架空配电线路的防灾减灾方面取得了显著成效，但仍面临一些挑战。例如，极端天气事件的频发和不确定性给防灾减灾工作带来了巨大压力；同时，随着城市化进程的加快和电力需求的增长，对架空配电线路的可靠性和安全性要求也在不断提高。因此电力行业需要继续加强技术创新和研发投入，提高线路的防灾减灾能力，确保电力系统的安全稳定运行。当前架空配电线路的防灾减灾工作已取得一定成效，但仍需不断努力和完善。通过加强技术创新、提高线路设计标准、加强运维管理等措施，可以进一步提升线路的防灾减灾能力，为电力系统的安全稳定运行提供有力保障。

4 架空配电线路防灾减灾技术探讨

4.1 预警系统建设

在架空配电线路的防灾减灾工作中，预警系统的建设是至关重要的一环。预警系统能够实时监测线路的运行状态，预测并提前发现潜在的安全隐患，为运维人员提供及时、准确的信息，以便采取相应措施，避免或减少灾害事故的发生。预警系统的建设主要包括气象监测、线路状态监测和数据分析三部分。气象监测通过收集和收集和分析气象数据，如风速、风向、降雨量、温度等，预测极端天气事件的发生概率，为线路运维提供预警信息。线路状态监测则利用传感器、监测设备等手段，实时监测线路的电压、电流、温度、湿度等参数，以及导线舞动、覆冰、污秽等情况，及时发现线路异常^[3]。数据分析则是对收集到的气象和线路状态数据进行处理和分析，运用大数据、人工智能等技术，预测线路可能遭受的灾害风险，为运维决策提供依据。预警系统的建设还需要考虑系统的可靠性和稳定性。由于架空配电线路分布广泛，运行环境复杂，预警系统需要能够适应各种恶劣环境，确保数据的准确性和及时性。预警系统还需要与运维管理系统实现无缝对接，实现数据的共享和交互，提高运维效率。在实际应用中，预警系统已经取得了显著成效。例如，在雷电频发地区，通过安装雷电预警系统，可以实时监测雷电活动，提前采取措施，避免雷击事故的发生。在冰雪天气，通过监测线路覆冰情况，可以及时调整融冰装置的工作状态，确保线路安全运行。

4.2 线路设计与优化

线路设计与优化是架空配电线路防灾减灾的重要手

段。合理的线路设计不仅可以提高线路的可靠性和安全性，还可以降低运维成本，提高经济效益。在线路设计中，需要考虑多种因素，包括地形地貌、气候条件、土壤电阻率、导线材料、杆塔类型等。通过综合考虑这些因素，可以设计出符合当地实际情况的线路方案，确保线路在极端天气条件下的安全运行。例如，在雷电频发地区，可以采用避雷针、避雷器等设备，提高线路的防雷性能；在冰雪天气严重的地区，可以采用融冰装置和防风拉线等措施，增强线路的抗冰能力和抗风能力。线路的优化也是防灾减灾的重要方面。通过优化线路布局，减少线路长度和转角，可以降低线路损耗和故障率。通过优化导线截面和杆塔高度，可以提高线路的传输能力和抗风能力。在线路设计与优化中，还需要注重与环境保护的协调，随着社会对环保意识的提高，架空配电线路的建设也需要考虑对生态环境的影响。通过采用环保型材料和工艺，减少对环境的破坏和污染，实现线路的可持续发展。

4.3 材料与技术创新

材料与技术创新是架空配电线路防灾减灾的关键。随着科技的进步，新型材料和技术的不断涌现，为架空配电线路的防灾减灾提供了新的解决方案。在材料方面，新型导线材料如高强度铝合金导线、碳纤维导线等，具有重量轻、强度高、耐腐蚀等优点，可以显著提高线路的传输能力和抗风能力。新型绝缘材料如硅橡胶、氟塑料等，具有优异的绝缘性能和耐候性能，可以延长线路的使用寿命和减少故障率。在技术方面，智能化技术的应用为架空配电线路的防灾减灾提供了新的手段。通过安装传感器、监测设备等智能化设备，可以实时监测线路的运行状态，及时发现并处理潜在的安全隐患。同时利用大数据、人工智能等技术，可以对收集到的数据进行分析和处理，预测线路可能遭受的灾害风险，为运维决策提供依据。新型防污技术、融冰技术、防雷技术等也在不断发展，例如，采用纳米防污涂料可以提高绝缘子的防污性能；采用高频脉冲融冰技术可以快速融化线路覆冰；采用可控避雷针等技术可以提高线路的防雷性能。

4.4 运维管理提升

运维管理是架空配电线路防灾减灾的重要环节。通

过加强运维管理，可以及时发现并处理线路故障和安全隐患，确保线路的安全稳定运行。在运维管理中，需要建立完善的运维制度和流程，通过制定详细的运维计划和任务，明确运维人员的职责和工作要求，确保运维工作的有序进行^[4]。建立健全的运维记录和档案，对线路的运行状态、故障处理情况进行详细记录和分析，为后续的运维工作提供参考。需要加强运维人员的培训和管理，通过定期组织培训和学习活动，提高运维人员的专业技能和综合素质。需要建立健全的考核机制，对运维人员的工作绩效进行评估和奖惩，激励运维人员积极履行职责，提高运维效率和质量。在运维管理中，还需要注重与用户的沟通 and 协作。通过加强与用户的沟通 and 协作，可以及时了解用户的需求和反馈，为用户提供更加优质的电力服务。可以通过用户的反馈和建议，不断改进运维工作，提高线路的可靠性和安全性。架空配电线路的防灾减灾工作需要综合考虑预警系统建设、线路设计与优化、材料与技术创新以及运维管理提升等多个方面。通过不断加强技术创新和研发投入，提高线路的防灾减灾能力，可以确保电力系统的安全稳定运行，为社会的经济发展提供有力保障。

结束语

通过对架空配电线路的防灾减灾技术进行探研，深入分析当前防灾减灾工作面临的挑战和机遇，提出一系列有效的防灾减灾措施。通过预警系统建设、线路设计与优化、材料与技术创新以及运维管理提升等手段，可以显著提高架空配电线路的防灾减灾能力，确保电力系统的安全稳定运行。未来，将继续关注架空配电线路防灾减灾技术的发展动态，不断完善和优化技术体系，为电力系统的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]鲁先龙,钱卫,乾增珍.架空输电线路地质灾害风险预控[J].山西电力,2024,11(02):1-5.
- [2]陈辉荣,陈朝兴.10kV配电线路防雷治理方法研究[J].电瓷避雷器,2022(2):8-13.
- [3]王录亮,韩来君,黄松.海南强雷区典型配电线路差异化防雷措施研究[J].电气技术,2022,23(3):103-108.
- [4]陈秀莲,陈怡.山区架空配电线路防雷接地技术研究[J].科学技术创新,2021(32):61-63.