

# 电力线路的防雷设计与运维策略研究

王 群 朱 超

国网恩施市供电公司 湖北 恩施 445000

**摘 要：**本文深入探讨了电力线路的防雷设计与运维策略，从防雷设计的原则、具体措施到运维策略的制定与实施，进行了全面而详细的阐述。通过分析雷电对电力线路的危害机理，结合当前先进的防雷技术和运维管理经验，为电力线路的防雷设计与运维提供了科学、具体的指导方案。

**关键词：**电力线路；防雷设计；运维策略；雷电危害；防雷措施

## 引言

电力线路作为电力系统的重要组成部分，其安全运行直接关系到电网的稳定性和可靠性。然而，雷电作为一种自然现象，对电力线路构成了严重威胁。为了减少雷电对电力线路的影响，提高线路的耐雷水平，必须加强电力线路的防雷设计与运维策略研究。

## 1 电力线路的防雷设计

### 1.1 防雷设计原则

电力线路的防雷设计应遵循差异化配置、综合防护和经济合理的原则。差异化配置原则要求根据电力线路在电网中的重要程度、线路走廊雷电活动强度、地形地貌及线路结构的不同，进行有针对性的防雷设计。对于重要线路，如主干网架、重要联络线等，以及多雷区、强雷区内的线路，应采取更为严格的防雷措施，确保线路在恶劣天气条件下的稳定运行。综合防护原则强调采用多种防雷措施，形成综合防护体系，提高线路的耐雷水平。这包括架设避雷线、安装线路避雷器、优化接地装置以及选择合适的绝缘子等。同时，要考虑各种防雷措施之间的配合和协调，确保防雷效果的最大化。例如，避雷线与线路避雷器的配合使用，可以更有效地吸收和分散雷电流，降低线路遭受雷击的风险。经济合理原则要求在保障防雷效果的同时，考虑防雷措施的经济性。通过技术经济比较，选择性价比高的防雷方案，避免过度投资。在实施防雷措施时，应充分考虑现有资源和条件，合理利用已有设施，降低防雷设计的成本。

### 1.2 具体防雷措施

#### 1.2.1 避雷线的架设

避雷线作为电力线路防雷的重要组成部分，其选择与安装至关重要。避雷线通常采用截面积不小于50mm<sup>2</sup>的软铜绞线，这种材料具有良好的导电性能和耐腐蚀性，能够确保雷电流的有效传导。避雷线应架设在输电线路的上方，并保持与输电线路的距离不小于1米，以避免在

雷击时与线路发生直接接触，导致线路跳闸。对于重要线路和多雷区、强雷区内的线路，应全线架设双地线，并减小地线保护角。双地线的架设可以进一步提高避雷线的屏蔽效果，减少雷电流对线路的直接影响。同时，减小地线保护角可以使避雷线更好地覆盖线路，提高防雷保护的可靠性<sup>[1]</sup>。避雷线的接地处理也是防雷设计中的关键环节。要确保避雷线与大地之间的良好连接，降低接地电阻，使雷电电流能够迅速泄放入地。为此，可以采用射线铺设、连续伸长接地体的埋设、换土操作以及使用降阻剂等措施来降低接地电阻。同时，要定期对接地装置进行检查和维护，确保其性能良好，及时发现并处理潜在问题。

#### 1.2.2 线路避雷器的安装

线路避雷器是另一种重要的防雷设备，其类型选择应根据线路的实际情况和防雷需求进行合理选择。金属氧化物避雷器具有优异的非线性伏安特性，能够在雷击时迅速吸收雷电流，保护线路免受损坏。间隙避雷器则通过设置一定的间隙距离，使雷电流在间隙中放电，从而起到防雷作用。在安装线路避雷器时，应将其安装在绝缘子串附近，确保其与绝缘子串的连接可靠。这样可以使避雷器在雷击时与绝缘子串共同分担雷电流，降低绝缘子串受损的风险。对于雷击风险较高的线路杆塔，如山顶、坡顶等，应考虑在相应相别安装线路避雷器，以提供更有针对性的防雷保护。当线路避雷器与绝缘子串配合使用时，要考虑它们之间的配合和协调问题。确保避雷器在动作时不会对绝缘子串造成损害，这要求在设计时充分考虑避雷器的额定电压、通流能力以及绝缘子串的绝缘水平等因素，确保它们之间的匹配性。

#### 1.2.3 接地装置的优化

接地装置是电力线路防雷设计中的重要组成部分，其性能直接影响防雷效果。要优化接地装置，首先要降低接地电阻。接地电阻是影响防雷效果的重要因素之

一, 过大的接地电阻会导致雷电流无法迅速泄放入地, 从而增加线路遭受雷击的风险。为了降低接地电阻, 可以采取多种措施。射线铺设是一种有效的方法, 通过增加接地体的长度和数量, 可以扩大接地体与土壤的接触面积, 降低接地电阻。连续伸长接地体的埋设也是一种可行的方案, 通过埋设连续的接地体, 可以形成更长的电流通道, 有利于雷电流的迅速泄放。此外, 还可以采用换土操作和使用降阻剂等措施来降低接地电阻。接地体的选择也很重要。要选择耐腐蚀、导电性能好的材料作为接地体, 如铜、钢等。这些材料具有良好的导电性能和耐腐蚀性, 能够确保接地装置的长期稳定运行<sup>[2]</sup>。同时, 要注意接地体的安装深度和间距, 确保其符合设计要求, 避免因安装不当导致接地电阻过大。定期检查与维护接地装置也是确保其性能良好的重要环节。要定期对接地装置进行检查, 包括接地体的连接情况、接地电阻的测量等。对于发现的问题要及时处理, 如更换损坏的接地体、重新连接松动的接头等。通过定期检查与维护, 可以确保接地装置的性能良好, 提高线路的耐雷水平。

#### 1.2.4 绝缘子的选择与安装

绝缘子是电力线路中的重要部件, 其绝缘性能直接影响线路的耐雷水平。在雷电频繁的地区, 应选择具有良好绝缘性能的绝缘子, 如玻璃绝缘子、复合绝缘子等。这些绝缘子具有较高的耐雷水平和抗污闪能力, 能够减少雷电对线路的破坏。玻璃绝缘子具有良好的透明性和自洁性, 能够及时发现并处理绝缘子表面的污秽物, 避免污闪事故的发生。同时, 玻璃绝缘子的机械强度高, 能够承受较大的拉力和弯矩, 确保线路在恶劣天气条件下的稳定运行。复合绝缘子则采用硅橡胶等高分子材料制成, 具有优异的耐候性和憎水性, 能够长期保持良好的绝缘性能。在安装绝缘子时, 要符合规范要求, 确保其与杆塔之间的连接可靠。对于重要线路和多雷区、强雷区内的线路, 可适当增加绝缘子片数或复合绝缘子干弧长度, 提高线路的绝缘水平。增加绝缘子片数可以增加线路的爬电距离, 提高线路的耐雷水平; 增加复合绝缘子干弧长度则可以提高绝缘子的憎水性, 减少污闪事故的发生。

### 2 电力线路的运维策略

#### 2.1 运维原则

电力线路的运维工作应遵循全面检修、预防性运维和经济合理的原则。全面检修原则要求定期对电力线路进行全面、细致的检修。这包括线路本体、附件(如绝缘子、避雷器、金具等)以及接地装置等各个部分。通

过全面检修, 可以及时发现并处理线路存在的隐患和缺陷, 如绝缘子裂纹、避雷器失效、金具磨损、接地电阻升高等, 从而确保线路的安全运行。预防性运维原则强调通过状态检修和监测监控等手段, 掌握线路的实际情况和运行状态。状态检修是基于线路设备的实际状况, 通过定期或不定期的检测、试验和分析, 评估设备的健康状态, 并据此制定检修计划。监测监控则是利用现代科技手段, 如在线监测装置、远程监控摄像头等, 实时监测线路的运行参数和环境变化, 如电流、电压、温度、湿度等。通过预防性运维, 可以对于可能出现的故障和异常进行预先判断和预防处理, 提高线路的可靠性和稳定性。经济合理原则要求在保障运维效果的同时, 考虑运维成本的经济性。电力线路的运维工作需要投入大量的人力、物力和财力, 因此必须合理规划运维资源, 提高运维效率。通过优化运维流程、采用先进的运维技术和设备、提高运维人员的技能水平等方式, 可以降低运维成本, 提高经济效益。同时, 还要注重运维工作的长期性, 确保运维策略的持续性和稳定性。

#### 2.2 具体运维措施

##### 2.2.1 定期巡视与特殊巡视

定期巡视是电力线路运维工作的基础。应制定详细的巡视计划, 明确巡视周期、巡视路线和巡视内容。巡视内容应包括线路本体、附件以及接地装置等各个部分, 确保线路的完整性和安全性。在巡视过程中, 要仔细观察线路设备的外观、运行状态和周围环境, 及时发现并处理存在的隐患和缺陷。除了定期巡视外, 还需要在特殊情况下进行特殊巡视。如雷电活动频繁、气候恶劣(如大风、暴雨、冰雪等)时, 应增加巡视次数和巡视内容。对于重要线路和关键部位, 如跨越铁路、公路、河流的线段, 以及位于山区、林区的线段等, 要进行重点巡视。特殊巡视的目的是确保线路在特殊环境下的安全运行, 及时发现并处理可能出现的故障和异常<sup>[3]</sup>。巡视过程中要做好记录, 包括巡视时间、地点、发现的问题和处理情况等。对于发现的问题要及时上报并处理, 避免问题扩大化。同时, 还要对巡视记录进行整理和分析, 总结线路的运行规律和潜在风险, 为后续的运维工作提供科学依据。

##### 2.2.2 设备维护与更换

设备维护是电力线路运维工作的重要组成部分。对于老化或存在隐患的线路设备, 要及时进行维护和更换。维护内容包括清洁设备表面、检查设备连接部位是否紧固、测试设备性能等。对于无法修复或性能严重下降的设备, 要及时进行更换。在更换设备时, 要选择性能

能优良、质量可靠的新设备,确保线路的整体性能和可靠性。备品备件管理是设备维护与更换的重要环节。应建立完善的备品备件管理制度,确保备品备件的充足和完好。对于常用的备品备件,要定期进行检查和测试,确保其性能良好。同时,还要根据线路设备的运行状况和维修历史,合理预测备品备件的需求量,及时补充库存,避免因材料短缺而影响运维工作的顺利进行。

### 2.2.3 应急准备工作

应急准备是电力线路运维工作不可或缺的一部分。应制定完善的应急预案,对可能出现的雷电事故进行预先规划。应急预案应包括事故处理流程、责任分工、应急物资准备等各个方面。在事故发生时,能够迅速响应和处理,最大限度地减少事故损失。应急物资储备是应急准备工作的重点。应储备必要的应急物资,如抢修工具、备品备件、安全防护用品等。这些物资应存放在易于取用的地方,并定期进行检查和维护,确保其完好可用。在事故发生时,能够迅速提供所需的物资和支持,保障运维工作的顺利进行。应急演练是提高应急响应速度和处理能力的重要手段。应定期进行应急演练,模拟可能出现的事故场景,检验应急预案的可行性和有效性。通过演练,可以发现存在的问题和不足,及时进行改进和完善。同时,还可以提高运维人员的应急意识和技能水平,增强应对突发事件的能力。

### 2.2.4 信息化管理与智能监控

随着信息技术的不断发展,信息化管理和智能监控在电力线路运维工作中的应用越来越广泛。应建立电力线路信息化管理系统,实现线路数据的集中管理、实时监控和智能分析。通过系统,可以及时了解线路的运行状态、故障情况和维修历史等信息,为运维决策提供科学依据。智能监控技术是信息化管理的重要组成部分。应在线路上安装智能监控设备,如在线监测装置、远程监控摄像头等。这些设备可以实时监测线路的运行参数和环境变化,如电流、电压、温度、湿度等。通过数据

分析,可以及时发现线路的异常和隐患,提前采取预防措施,避免事故的发生<sup>[4]</sup>。同时,智能监控技术还可以实现远程监控和故障诊断,提高运维效率和准确性。数据分析与挖掘是信息化管理的重要手段。应利用大数据技术和数据挖掘算法,对线路运行数据进行深度分析,挖掘出线路的运行规律和潜在风险。通过数据分析,可以优化运维策略,提高运维效率和准确性。例如,可以根据线路的运行数据和故障历史,预测线路的未来故障趋势和重点维护部位,为运维工作提供有针对性的指导。

### 结语

电力线路的防雷设计与运维策略是保障电力系统安全运行的重要环节。通过科学合理的防雷设计和有效的运维策略,可以提高电力线路在雷电环境下的安全性和可靠性。在防雷设计方面,要采取差异化配置、综合防护和经济合理的原则,具体措施包括避雷线的架设、线路避雷器的安装、接地装置的优化以及绝缘子的选择与安装等。在运维策略方面,要遵循全面检修、预防性运维和经济合理的原则,具体措施包括定期巡视与特殊巡视、设备维护与更换、应急准备工作以及信息化管理与智能监控等。未来,随着防雷技术和运维管理经验的不断发展,以及信息技术的不断进步,电力线路的防雷设计与运维策略将不断完善和优化,为电力系统的稳定运行提供更加坚实的保障。

### 参考文献

- [1]范玮,王翔,周鹏.浅谈配网电力线路防雷管理[J].电力设备管理,2021,(05):34-35+113.
- [2]谢天宇.电力线路的防雷措施分析[J].集成电路应用,2019,36(06):96-97.
- [3]王俊淞.提升电力配网运维效率的关键技术与方法[J].电力设备管理,2024,(15):24-26.
- [4]信鹏飞.电力配网运维管理现状及措施分析[J].电力设备管理,2024,(15):36-38.