

配电线路故障原因分析及运维管理控制

费建伟 陈睿

国网黄石供电公司

摘要：配电线路故障的发生可能对电力系统的正常运行产生重大影响，因此对其原因进行深入分析，并建立有效的运维管理控制体系，对提高电力系统的可靠性和降低事故风险具有重要意义。本文通过对配电线路故障的原因进行综合分析，在此基础上，提出了一系列运维管理控制的建议，旨在有效预防故障的发生、提高系统的可靠性。

关键词：配电线路；故障原因；运维管理

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.04.069

引言

在现代社会，电力作为社会经济的支柱，配电线路作为电能传输的关键组成部分，其安全稳定运行对社会的正常运转至关重要。然而，配电线路故障作为影响电力系统正常运行的主要因素之一，不仅可能导致供电中断，还可能对设备、人员安全产生严重影响。因此，深入分析配电线路故障的原因，并建立有效的运维管理控制机制，对于提高电力系统的可靠性、降低事故风险至关重要。通过综合运用运维管理控制措施，可以有效降低配电线路故障的风险，提高电力系统的可用性和可靠性，不仅有助于预防故障的发生，还能够在故障发生时迅速、有效地进行应对和修复。

一、配电线路故障带来的危害

配电线路故障有可能会引发各种危害，影响设备、人员安全以及电力系统的可靠性。一是配电线路故障导致停电，影响供电可靠性。在一些关键场所，如医院、工厂、数据中心等，停电可能导致生产中断、生产能力下降，生产计划延误，医疗设备失效、数据丢失等严重后果。配电线路故障对整个电力系统的稳定性造成影响，引发级联故障，导致更大范围的停电。二是设备受损。故障导致开关、断路器、变压器等线路中的设备受到损坏，影响其正常运行。三是电弧和火灾风险：配电线路故障引发电弧和火花，增加火灾风险。电弧可能对设备和周围环境造成严重破坏，引起热辐射和毒性气体释放，同时也对人员安全构成威胁。四是人员伤害。电力系统故障引发电击、感电等危险，对维护人员和附近居民构成威胁。为降低这些危害，预防措施至关重要。定期的维护、巡检、使用高质量的设备、及时的故障排除以及建立完善的应急响应计划都是降低危害的有效手段。

二、配电线路故障产生的原因

（一）外力损伤导致的故障

配电线路故障中由于外力损伤导致的故障是比较常见的情况。在施工现场或周边工作时，会发生机械设备、工具或其他物体对配电线路的损伤，比如说挖掘工作可能导致电缆被挖断或压损。道路旁边或架空线路的区域会受到交通事故的影响，车辆撞击电杆或线缆等情况会导致线缆断裂、杆塔倒塌等问题。树木的生长导致树枝与电线接触，或者树木倒塌引起线路的损伤，植被在风暴或极端天气条件下对电线造成损害。小动物如啮齿动物、鸟类等会咬断电缆或在电缆上建立巢穴，导致线路故障。一些不法分子可能试图盗取电缆中的金属，或者故意对线路进行破坏，导致线路中断。

（二）自然灾害导致的故障

自然灾害是配电线路故障的一个重要原因，各种自然灾害都可能对电力系统产生不同程度的影响。以下是一些由于自然灾害导致的配电线路故障的主要原因：强风和风暴导致电线和导线振动，极大的风力可能导致电线断裂、电杆倒塌，对电线上的绝缘子造成冲击，导致绝缘子破裂或失效，对变电站设备、开关设备和其他配电设备造成直接的损害，影响电缆线路的正常运行；高风速可能导致火灾，火灾可能对电线、电缆和设备造成直接损害，引发线路中断；冰雨、冰雪和冰冻天气会导致电线、绝缘子和杆塔结冰，增加线路的负担，甚至导致设备的破裂；雷电对电力系统产生直接影响，引发电线和设备的损坏，导致火灾，造成线路中断；洪水导致变电站、电线和电缆受水淹，损坏设备并引发线路短路，洪水还可能冲毁电线和杆塔；地震导致电线、电杆和变电站设备的震动和损坏，进而引发线路故障。

（三）设备老化导致的故障

随着时间的推移，电力设备和线路的各个组成部分会经历自然磨损、腐蚀、劣化等过程，从而增加了发生故障的风险。绝缘材料随着时间的推移会老化，失去原有的绝缘性能，导致绝缘子和电缆绝缘层的损坏，增加了电线路发生短路或击穿的风险。电线和电缆的导体在使用过程中会受到电流负载、热循环等因素的影响，导线材料的老化，导致电阻升高、电导率降低，影响电流传输效率，甚至引发过热和故障。电力设备中的机械部件，如断路器、隔离开关、接触器等，随着使用寿命的增加会经历磨损和老化，导致设备的运行性能下降，增加了故障的可能性。金属部件，如电杆、杆塔、连接件等如果腐蚀会导致金属强度降低，增加结构部件发生故障的风险。缺乏定期的维护和检修导致设备老化加速，未能及时发现和更换老化或磨损的部件会增加故障的风险。

（四）操作和维护不当

操作人员如果未按照正式的操作流程进行操作，导致设备切换、断路器操作等步骤出错，就会引发线路故障。操作人员如果没有正确穿戴个人防护设备，或者在高压环境下进行操作时未采取必要的安全措施，增加了电击和其他安全风险。在设备启动和停止过程中，不按照规定的程序和时间表进行操作，可能引起电气设备过载、短路等问题。操作人员缺乏必要的培训，对设备的性能、工作原理和安全操作规程了解不足，导致误操作和事故。当设备出现异常报警时，操作人员如果没有及时响应或采取适当措施，会引发潜在问题。为了减少操作和维护不当导致的线路故障，必须加强人员培训，制定严格的操作规程和安全标准，确保操作人员具备足够的专业知识和技能，同时建立健全的维护管理制度。

三、配电线路的运维管理控制措施

（一）建立健全运维工作管理机制

配电线路的运维管理对于确保电力系统的稳定运行至关重要。建立健全的运维工作管理机制是保障配电线路安全、可靠运行的关键。确定不同设备和系统的维护周期，根据设备的特性、厂家建议 and 实际运行情况来确定合适的维护周期。详细列出每个维护周期内需要进行的维护工作，包括设备的清洁、紧固、润滑、测量、检查电气连接等。为每项维护任务制定详细的检查表和操作规程，帮助确保维护人员执行任务的一致性和标准化。考虑地理和气象因素，制定适应季节变化的维护计划。例如，在寒冷的冬季可能需要额外的防冻措

施，而在炎热的夏季可能需要更多的散热措施。对配电线路中的设备建立详细的档案，包括设备的技术参数、安装位置、制造商信息、维护记录等，有助于更好地了解设备状况，提高故障排查的效率。实施定期的巡检和检测设备的外观、温度、电流、电压等参数，利用红外热成像、在线监测系统先进的监测技术，及时发现潜在问题。

（二）适当增加线路管理资金投入的力度

在企业年度预算规划中，将配电线路的运维管理纳入考虑，通过合理的财务规划，确保足够的资金用于设备更新、维护和升级。将配电线路纳入企业的资产管理计划中，确保设备得到适时的维护和更新，优化资金分配，确保高优先级的设备得到足够的关注。探索政府、行业组织或其他机构提供的资助和补助机会。与设备供应商、服务提供商建立战略合作伙伴关系，通过合作共赢的方式获得更有利的价格和服务条款，在一定程度上降低维护和升级的成本。将资金投入视为能效改进的一部分，通过提高线路的效率来降低运营成本，在较短的时间内获得回报，通过降低能源消耗和提高设备可用性来实现。优化内部资源分配，确保在整个企业内部合理分配运维管理的资金，进行成本效益分析，证明资金投入对于降低总体运营成本和风险是合理和必要的，可以为决策者提供有力的论据，支持资金投入的决定。

（三）大数据分析技术的有效运用

利用大数据分析技术，对运维数据进行分析，实现预测性维护，通过提前识别设备的潜在问题，可以减少计划外的停机时间，提高系统的可靠性。建立一个集中的数据仓库，将不同来源的数据整合在一起，建立全面的数据视图，为分析提供更多的维度和深度。进行数据清洗和预处理，处理缺失值、异常值等问题，确保数据的准确性和完整性，以提高分析的可靠性。根据配电线路的特性，制定相应的维护指标，如设备寿命、故障概率等，建立合适的预测性维护模型，利用实时监测系统，对线路的运行状态进行持续监测，将实时数据反馈到数据仓库中，确保分析基于最新的信息。利用大数据分析技术，对历史数据进行分析，识别与潜在故障相关的模式和趋势。对运维管理机制进行定期的内部审核，发现问题并进行改进。吸取运维经验，不断优化管理机制，提高运维效率和质量。

（四）加大线路维护工作人员培训力度

加强配电线路维护工作人员培训的措施是确保工作

人员具备足够技能和知识，能够高效、安全地执行维护任务的重要步骤。了解工作人员的实际需求，根据不同岗位和经验水平制定有针对性的培训计划。将培训内容划分为基础知识、技术培训、安全培训、管理技能等模块，以确保全面性和系统性。在实际工作场景中进行操作培训，让工作人员熟悉设备，提高巡检和维护的实际操作技能。整合最新的技术培训，使工作人员能够适应技术的更新和发展。在现场模拟实际工作情境，让工作人员亲自操作设备，学习巡检、维护和紧急处理的实际操作技能。分析真实的维护案例，让工作人员了解问题的产生、解决过程和预防措施。定期进行紧急情况的模拟演练，提高工作人员在紧急情况下的反应速度和正确处理能力。利用在线学习平台，提供视频、文档和互动式内容，可以灵活学习，随时随地获取培训资料。组织小组讨论、工作坊，分享经验、交流问题，并学习彼此的成功案例。建立导师制度，由有经验的员工担任导师，与新员工分享实际操作经验和技能。清晰传达安全操作标准和规程，强调每位工作人员的责任，确保工作在安全的环境中进行。设立定期的绩效评估机制，通过考试、实地评估等方式检验工作人员的学习成果和技能水平，根据评估结果，制定个人发展计划，为工作人员提供进一步学习和提升的机会。

（五）加强配电线路设备的巡检管理

制定合理的巡检周期，考虑设备类型、运行环境和制造商建议，确保巡检的全面性和及时性。在有特殊天气、自然灾害或其他可能影响设备运行的情况下，增加额外的巡检频率。制定标准化的巡检程序，明确每个步骤的操作和标准，确保巡检的一致性和有效性。使用传感器、监测装置等智能感知设备，实时监测设备运行状况，提高巡检的准确性和及时性。为巡检人员提供合适的工具，确保他们可以有效地进行巡检工作，提供必要的个人防护装备，确保巡检人员在工作中的安全。使用电子记录系统，记录每次巡检的设备状态、发现的问题、维护措施等。定期生成巡检报告，分析巡检数据，发现设备运行趋势和潜在故障模式，提出改进建议。将巡检数据与实时监测系统集成，实现对设备状态的持续监控和更及时的反馈。定期评估巡检的全面性、准确性和及时性，根据评估结果制定改进计划，不断提高巡检管理的水平。

（六）规避环境的不利影响

部署环境监测系统，实时监测温度、湿度、气压等参数，及时发现环境异常，采取相应的措施。确保设备工作在适宜的温度范围内，在高温环境下，可以采用风扇、散热片等设备进行散热；在低温环境下，考虑加热设备。选用密封性能好的设备，确保设备内部免受雨水和湿气的侵入，使用防水电缆和连接器，以防止水分渗入电缆。在雷电多发地区，设置避雷器，确保系统在雷电天气下的安全运行，同时，设备上的接地系统也需要合理设计，以防雷击。针对高风险区域，设备应有抗风设计，例如加固支架、使用抗风材料等，以减小设备受风影响的可能性。如果配电线路经常受到雨水浸泡，应选用防腐蚀材料，并定期进行防腐蚀维护，延长设备的使用寿命。在需要的地方使用防尘罩和罩子，以减少尘埃的进入，保护设备的正常运行。维护足够的备件库存，确保在发生设备故障时能够迅速更换受损部件。

结束语

在电力系统中，配电线路的安全稳定运行直接关系到社会的正常供电、经济发展和人民生活的便利。本文通过对配电线路故障原因的深入分析和运维管理控制的综合探讨，旨在引起对电力系统安全运行的高度重视，以及如何通过科学有效的管理控制措施降低故障风险。随着技术的进步和经验的积累，我们有信心在确保电力系统安全的同时，提升其可用性和稳定性，为社会各行业的持续发展提供强有力的支持。

参考文献

- [1]周强. 配电线路故障原因分析及运维管理控制策略分析[J]. 科技风, 2019, (34): 184.
 - [2]湛华立. 配电线路故障原因和运维管理控制探究[J]. 科技创新导报, 2019, 16(31): 16+18.
 - [3]胡倩. 配电线路故障原因和运维管理控制解析[J]. 中国地名, 2019, (09): 45.
 - [4]罗小超. 配电线路故障的原因以及运维管理分析[J]. 通讯世界, 2019, 26(06): 225-226.
 - [5]赵振华. 配电线路故障原因分析及运维管理控制要点的思考[J]. 民营科技, 2018, (12): 139+143.
- 作者简介: 费建伟(1988.10.24-), 汉, 男, 湖北黄石, 本科, 工程师, 配电。
- 陈睿(1995.06-), 汉, 男, 湖北黄石, 本科, 初级, 配电。