

降低10kV配电线路故障停运率的研究

党君明

国网山东省电力公司郯城县供电公司 山东 临沂 276100

摘要：本研究针对10kV配电线路故障停运率的降低措施进行了深入分析。通过现场调研、案例分析及实践验证，提出多项有效措施，包括加强运维检修管理、建设简单配电网、提高故障防御能力等。这些措施旨在提升线路运行的稳定性和安全性，减少因故障导致的故障停运事件。实践结果表明，所提措施能有效降低故障停运率，提高供电可靠性。本研究为10kV配电线路的运行管理提供有益的参考和借鉴。

关键词：降低；10kV配电线路；故障停运率

1 10kV 配电线路故障停运案例

1.1 外力因素导致的故障停运

2021年12月17日11点26分，10kV某客户专线站内开关保护动作，重合不成。接到调度通知后，供电所立即组织人员进行巡视，同时通知客户立即检查设备及线路。11时36分，李庄所在该线路#5-#6杆处，发现有作业人员砍伐树木，现场了解情况，确认树木砍伐过程中，因控制不当树木倒向偏移，砸中架空线路。12时35分，客户至现场确认故障情况，并汇报调度后恢复送电。

1.2 设备本体原因导致的故障停运

2022年11月11日08点50分，10kVXX线XX支线01号杆开关跳闸。该支线接带专变3户，公变20台，负荷主要为居民小区，小区内设备质量差、开关无保护、安装工艺不合格等问题较多。接到调度中心通知后，供电所立即组织人员进行巡视，未发现分界开关、跌落保险等跳闸，遂对设备开展逐台检查。10点48分，巡视至某小区3号公变时，发现高压柜绝缘隔板处有明显打火痕迹。拆除绝缘隔板，检查无其他问题，11点18分，送电后正常。

1.3 自然因素导致的故障停运

2022年07月08日09点19分，雷雨天气，10kVXX线站内开关保护动作，重合成功，配电自动化故障区间判断为35-101号杆之间，同时站内母线接地，小电流选线装置及暂态保护装置选线为该线路。接到调度中心通知后，供电所立即组织人员进行带电巡视，发现该线路10kVXX支线01-02号杆之间A相绝缘导线雷击断线。09点37分调度遥控拉开35号杆开关，接地信号消失。

1.4 运维不当导致的故障停运

2023年07月04日07点06分，雷雨大风天气，10kVXX线60号杆开关跳闸，重合成功，配电自动化系统判断为下侧XX支线01号杆开关以下。07点11分、14分再连续发生跳闸并重合成功，07点19分该支线01号杆开关跳闸。

供电所人员巡视至该支线时，附近居民反映在支线08号杆处，超高杨树多次碰触刀闸发生打火。

2 10kV 配电线路故障停运的主要原因

10kV配电线路故障停运的原因有很多，但从往年运行情况看，以下四类因素占比超90%，是故障停运的主要原因。

2.1 外力因素

外力因素包括建筑施工、车辆碰撞、外部火灾、外部异物等原因。近年来城市建设快速推进，电缆使用率越来越高，包括架空下地改造、小区电力配套、产业园建设等，电缆敷设方式多种多样，电缆挖断故障已成为外力破坏的主要因素之一。车辆碰撞是基于方便运维、减少农田破坏、满足带电作业条件等原因，10kV配电线路基本上都是沿路边架设，就导致了杆塔被行驶车辆碰撞、施工吊车碰触导线等问题的发生。外部火灾像秸秆等易燃物在杆塔下堆积，杆上设备打火掉落火星发生火灾，农田燃烧秸秆烧坏上杆电缆，配电室堆积杂物发生火灾烧坏电气设备等，虽然发生的概率较小，但因电网设备的基数较大，每年都有不少案例。外部异物包括附近的塑料大棚薄膜刮到线路上，城区内释放孔明灯飘到线路上，礼炮炮弹或冲击波打击导线等造成的线路跳闸，在电力系统运行中屡见不鲜。

2.2 设备本体原因

配电设备本体问题可能源于设备的设计缺陷、制造过程中的质量问题、长期运行导致的老化磨损，以及缺乏及时有效的维护。具体来说，配电设备如断路器、隔离开关、避雷器等，如果在设计或制造阶段存在缺陷，可能无法承受正常运行中的电气应力或环境条件，从而导致设备故障，进而引发线路跳闸。设备在长期运行过程中，由于电流、电压的持续作用，雷电或操作过电压的冲击，以及环境温度、湿度等环境因素的影响，可能

出现老化、磨损或腐蚀等问题。这些问题会降低设备的性能,甚至导致设备失效,从而增加线路跳闸的风险。

2.3 自然因素

自然因素包括恶劣的天气条件、自然灾害以及环境变化等。恶劣的天气条件,如强风、暴雨、雷电、冰冻等,都可能对配电线路造成直接的影响。强风可能导致杆塔倾倒甚至断裂,导线舞动等造成相间短路;暴雨可能引发洪水,冲刷杆塔基础,导致杆塔倾斜或倒塌;雷电则可能直接击中线路,引发绝缘子闪络,绝缘导线会发生断线接地等危急故障;冰冻则可能破坏线路受力结构,造成断线或导线舞动,长时间不能恢复供电。自然灾害如地震、山体滑坡等也可能对配电线路造成严重的破坏。地震可能导致杆塔移位、导线断裂或接触不良;山体滑坡则可能掩埋线路,导致线路无法正常运行。环境变化如环境污染、酸雨等也可能对配电线路造成潜在的威胁。环境污染可能导致线路表面积聚尘埃、盐雾等,降低线路的绝缘性能;酸雨则可能腐蚀线路的材料,加速线路的老化。

2.4 运维不当原因

运维不当主要由巡检不到位和消缺不及时导致,故障原因包括树障、鸟害、小动物、过负荷等。在实际运行中,通常发生在几个方面:一是线路管理人员在巡视过程中走马观花,不能及时缺陷隐患,巡视质量差。目前带电检测的手段包括红外测温、超声波检测等,可以快速准确的发现一些内部隐性缺陷,若是使用不规范甚至不使用,巡视效果将大打折扣。二是在线路检修过程中,施工人员未能严格遵守检修工艺规范,例如,在更换绝缘子或导线时,如果工作人员未能正确安装或紧固金具螺栓,可能会导致线路在运行时出现松动或接触不良,进而引发跳闸^[1]。此外,还有一些人为因素可能间接导致线路跳闸,例如,负荷调整不合理,设备线夹、倒闸等可能会因过热、过载而损坏,从而引发短路、接地或其他类型的电气故障^[2]。倒闸操作失误,包括带电拉刀闸、带电合接地等,二次操作失误,包括误合跳闸线圈、定值设置错误等,都有可能导致线路跳闸。

3 降低 10kV 配电线路故障停运率的措施

配电线路跳闸是电网故障防御的正确反应,目的是为了保障人身、电网、设备的安全,降低故障停运率的管控目标主要有两个:一是日常防控,提高设备健康水平,坚持开展高质量的设备运维与检修,减少线路故障的发生;二是故障防御,提高配电自动化配置率,规范配网三级保护配置,减小故障发生后影响的范围和影响时间。本研究具体措施包括以下几点。

3.1 加强运维检修管理

配电线路网格化管理模式已不能达到精益管理要求,每个供电所宜设1-3名专职的线路专责人,与台区经理工作区分开,台区经理仅在故障巡线、春秋检、重要保供电等非正常状态辅助参与。营销部门应对客户设备进行专门管理,与客户、供电所应有明确的管理责任划分,宜区别于公共设备管理,对客户设备设置单独的管理指标。制定跳闸考核管理办法,不应以跳闸条次作为唯一考核依据,应侧重于故障造成的影响,宜以停电时户数作为主要考核依据。应定期对配电线路进行巡视,充分利用热成像仪、超声波检测等带电检测手段,鸟巢建设期、梅雨季节、负荷高峰期等还应开展多次特殊巡视,线路故障后、检修前、超负荷运行时还应使用无人机进行特巡,对所有配电线路建立准确有效的缺陷档案,合理的对线路状态进行评价,为检修工作提供依据。随着施工过程安全的规范,大队伍干、大范围检修的方式也不符合现场实际需求,应推广采用带电检修,逐步替代停电检修,必须停电的检修,也采用小分段轮停检修。

3.2 建设简单配电网

配电网线路结构、通道环境复杂多变,根源上就决定了会有一定的故障率,所以降低线路故障最直接的方法就是建设更简单的配电网。一是优化网架结构,供电区域以变电站为中心划分,供电区域不交叉;优化线路负荷分配,负荷按就近接带原则,路径不迂回,增加主线路分段及分段线路联络,减少低效、重复联络,宜采用多分段单联络或两联络的接线方式。二是精简线路设备,推进构建规模小、设备少、维护少、用户数分配合理的配电网,减少大容量、大范围线路,拆除无效联络、隔离开关、跌落保险,大支线统一安装智能分界开关,小用户更换跌落保险,搭建简单、可靠的配电网。

3.3 提高故障防御能力

配电线路发生故障停运后,配电自动化系统应快速定位故障区间,隔离故障,恢复非故障区域供电。不停电就是最好的服务,配电线路故障防御能力的提升,可以大幅压降停电范围,减少用户停电感知,有效提升配电网运行水平。故障防御能力的提升,是一个系统化的工程,应以提高配电网供电可靠性目标,坚持“顶层设计、标准先行、统一规划、差异实施”原则,优化配电终端的部署策略,配电线路干线自动化分段开关数量不宜少于2台,实现干线3-5分段,每段负荷不宜超过2MW,长度大于1千米的分支线路首端,应安装分支断路器,实现支线故障就地处理。对直接接于主干线,或接

于支线但接入变压器总容量在630千伏安及以上的用户，应加装断路器型分界开关，避免用户故障影响支线和干线。所有开关应具备相间故障及接地故障检测能力，可实现短路和接地故障检测与处理。保护配置原则上应采用“出线+分支首端+分界”三级保护模式，变电站出线断路器配置三段式过流保护，实际运行中可以实现用户故障快速就地隔离不出户，支线故障快速切除不上干线，干线故障快速判断转供负荷。

3.4 把好设备验收关

配电线路的建设工程复杂多样，包括配农网升级改造、小区电力配套、用户电力工程、光伏上网工程等，建设主体不一，建设方式不一，规划设计、设备质量、施工工艺标准不一，电网企业应把好设备验收关，严禁不符合要求的设备“带病入网”。从规划设计开始，应加强方案审查，坚持不合格不批准，重视设备验收，对电缆进行抽检测量，规范土建验收，隐蔽工程是后期最难改造的工程内容，在施工过程中，要严格对应设计内容。应加强对施工质量的监督和检查，及时发现并纠正施工中的问题和隐患，施工工艺应符合典设要求，积极引进新技术、新设备，降低设备的故障率和跳闸概率^[3]。企业内部还应加强对施工人员的安全教育和培训，提高他们的安全意识和操作技能^[4]。竣工验收是设备入网验

收，可以使用无人机辅助，加强细节检查，要做到工艺不标准不通过，缺陷不治理不入网。

结束语

随着电力需求的不断增长，10kV配电线路的稳定运行对于保障电力供应至关重要。本研究通过深入探讨故障停运率的降低策略，为线路的安全运行提供了有力支持。未来，将继续关注电力技术的发展和电网结构的变化，不断完善和优化相关措施，以进一步提高10kV配电线路的供电可靠性和稳定性，为社会经济的持续发展提供坚实的电力保障。

参考文献

- [1]肖麟祥.熊杰.何国斌.殷咸生.屈俊宏.降低10kV配电线路跳闸概率的研究[J].集成电路应用.2021.38(01):28-29.
- [2]刘致君.汪进锋.焦彦军.新标准下10kV单避雷线配电线路雷击跳闸率理论与仿真计算[J].电瓷避雷器.2020(05):68-74+83.
- [3]陈择栖.祝宇翔.吴新.基于蒙特卡洛模拟的配电线路雷电跳闸率计算[J].电瓷避雷器.2020(05):199-204.
- [4]路竹青.10kV配电网线路高跳闸的防范[J].农村电工.2020.28;No.324(04):45-46.