[农网故障]

农村配电网故障原因分析及应对措施

文/合肥工业大学电气与自动化工程学院　范贤稳

农村配电网承担着农村地区电能分配的重要任务。然而，农网路径环境不一，电气设备良莠不齐，多种不利因素影响农网运行的安全可靠与优质经济。为此，实际调查故障发生情况，深入分析研究，总结高频严重的故障类型，提出实用有效的应对措施，实现农网运行安全可靠性和供电性能的提升。

在电力系统中，农网配电线路面向农村终端用户，是服务于农村居民及生产建设的重要基础设施，主要由线路、变压器和隔离开关等组成，将电力系统提供的电能分配给用户，直接关系到农村居民的生活、生产和农村经济发展。研究发现，虽然农网电压不高，但是农网故障率不低，克服麻痹松懈思想，提升专业人士认识高度，势在必行。重视农网规划和运维，积极分析故障原因，及时采取有效措施，农网故障率会大大降低，电力系统运行稳定性会大大升高。

农村配电网频发故障与原因分析

1. 外界因素

（1）自然原因

农网配电线路暴露在野外，容易受到恶劣天气的袭击，自然因素是导致配电网故障、出现跳闸现象的主要原因。

首先，狂风暴雨、雷电交加，容易引发事故和大面积停电，需要重视并做好防范工作。强劲的风力作用，易使电杆歪斜和倒塌，并拉拽邻近电杆，危害向周围扩展。狂风伴随暴雨，平地地基将会松软，山地表面可能滑坡，倒杆危险迅速上升。相比狂风暴雨，雷电引发跳闸故障更加频繁。雷电可能直接击中架空线路，猛烈产热形成局部空间异常高温，造成配电网断路和大范围停电；雷电也可能击中电缆头，或雷击点靠近线路，空气绝缘被击穿，从而引发跳闸故障。其症结在于电缆制作工艺拙劣，设备老化，雷电防控能力低下。分析可知，雷电故障原因主要是：架空线路防雷系统设计不周、防雷措施精细不够。

其次，我国北方冬季的寒冷与大雪。积雪使配电网荷载加大，寒冷使配电线冰冻加厚，配电线弧垂加大，严重时可能引发倒杆断线故障。风雪冰冻还易造成机组运行方式改变、户外电气设备损坏等故障。

（2）树障故障

林木密布的原野、竹林交错的山区，若有农网配电线跨越，则存在安全距离不足的隐患，也存在山区林木被风雪吹断、压断而掉落并击中下方配电线导致跳闸故障，还存在伐树时工作人员对树木倒下方向的控制不理想，可能倒在配电线上引发跳闸故障，危害配电网稳定运行，甚至引发人员伤亡的触电事故。调查结果表明，伐木人员控制树木倒下方向的常用办法以及不同办法的

控制伐树倒向正确率和绝缘耐压水平见下表。

表　伐树倒向不同控制方法的倒向正确率和绝缘隔离电压水平

	徒手反推	绳索拉拽	长柄镰刀钩枝	叉头式定向工具
倒向正确率（%）	60	80	80	100
绝缘耐压水平/V	36	36	36	10 000

（3）动物引发故障

农村配电网覆盖区域，动物活动频繁，其中以鸟、蛇和鼠最具代表性，引起农网跳闸故障占比最高。鸟类会在相线间穿梭飞行、在导线或杆塔上起落以及筑巢、啄食复合绝缘子等行为，引发短路跳闸等故障，故障类型可以归纳为大型鸟的鸟体短接类以及鸟巢类、鸟粪类等。蛇钻进配电变压器，接触刀开关，造成短路，引发运行设备对蛇放电跳闸。

2．设备因素

1）设备陈旧老化，投入年代久远，检修运维不及时、不到位，安全系数随之下降，而农村生活水平却逐年提升，用电总量逐年升高，电力设备长年高负荷运行，不堪重负，容易出现故障。如绝缘子因长期使用而老化，被污损或破损，绝缘值降低很快，易被击穿而致故障。

2）变压器出现故障，如匝间短路、桩头引线脱落和少油难冷等，危害会波及配电线路，对农网安全性产生不利影响。

3）避雷器失效。野外农网杆塔高耸，当失去保护伞避雷器的保护作用时，易遭受雷击而出现过电压跳闸故障。如广泛使用的氧化锌避雷器，密封不良情况时有发生，防潮能力相对低下，内部因潮湿击穿会使其失效。

3．人为因素

农田配电网设施遭破坏。①焚烧农作物秸秆：每年的田间地头，常发生稻草、秸秆被大量焚烧的违规行为，现场浓烟滚滚、污染严重。焚烧和被污染的绝缘子都可能引起短路跳闸故障。②拆除电杆拉线：特定位置的电杆因固定需要而设拉线，但拉线给农田机械化作业带来不便，于是被生产者私自拆除，容易导致电杆倒塌的危险。③杆塔四周取土：因烧砖和建房而出现的违规行为，使杆基牢固性受到威胁。

农网设计质量欠缺，设备选型不当，需求侧负荷预测不准，运维巡查不及时、不认真，施工中导线和瓷件连接不牢、配电线紧固过头等技术操作不规范等，都为农村配电网埋下安全隐患。

农村配电网故障的应对措施

1．外界因素导致故障的应对措施

（1）农村配电网防自然灾害能力的提升措施

外界自然因素对农网安全与稳定影响最大，必需高度重视、多方入手，努力将故障发生率降到最低。首先，农网线路走廊规划选定时，统筹兼顾、综合设计，避开故障易发地段。重视避雷器的作用与安装，将避雷器的选型原则落实到位。优先选用的氧化锌避雷器非线性伏安特性很好，雷击过电压幅值能得到理想控制。正常电压时避雷器呈绝缘状态，雷击过电压时避雷器呈低阻状态，动作响应快、无延时，通过地线泄放电流，将雷电引入大地。消除了雷电过电压，避雷器立即恢复绝缘状态，有效保护配电线。农网接地系统需要进行定期检测，确保其功能正常和稳定运行。在特定区段，为了提高防雷效果，可以考虑使用架空地线，将雷电引入大地有效释放，加强农网保护。

其次，针对风暴雨雪和冰冻天气，未雨绸缪，供电公司提前研制出合适有效应急方案，以备急时所需，同时密切关注气象信息，组织协调各方力量并服从应急救援指挥部的统一调度。

（2）配电网树障人性化清理和技术措施

供电公司与树主签订协议，重视群众利益和困难，完成经济补偿和修剪砍伐任务，实现树线和谐、社会和谐的目标。在树障清障中，工作人员应该始终绷紧安全这根弦，不能丝毫懈怠。尤其针对 10 kV 农网线路，有枝叶接触或接近的树障，应先停电或使用绝缘工具有效隔离后清障。树障清障的一个关键环节是控制伐树的倒向，使倒向背离导线。徒手、绳索和长柄镰刀都是以往常用方法，但效果不够理想。这里介绍一款新的更安全更高效的伐树辅助工具——叉头式定向工具，能将绝缘隔离标准从 36 V 抬高到 10 kV。叉头式工具结构包括半弧钢环和支杆两大部分。钢环内侧设置数根钢钉，便于叉紧枝干；外侧中部连接支杆。支杆由多根绝缘套管旋转连接而成，每根套管两端分别设置内、外螺纹，使用时旋转连接，收工时反向旋转拆开，使用简单，单人操作，方便高效。套管使用数由实际操作时支杆总高度确定，套管选用高机械强度的优质绝缘材料制成，耐压达 10 kV。叉头式定向工具采用推的方式，伐树倒向工作人员的对面，安全性更高。

针对跨越园林的新建农网，在特定的适宜情况下，还可以考虑高跨方案，大大减轻后期的运维保护工作。

（3）动物引发故障的防治措施

农村配电网鸟类防治措施有：挡鸟类如用防鸟刺，引鸟类如用人工鸟巢，驱鸟类如用旋转风车等。防鸟措施应结合生态稳定性，拆除鸟巢，并非一味拆除，应据实情差别对待。如杆塔上距导线较远鸟巢，既不影响线路安全，又能驱走其他鸟类，应该原位保留。防治蛇鼠类，封堵其侵入电力设备的漏洞，巡查老旧设备缺陷，及时改造或更换；运用技术手段如红外测温等进行设备在线监测，以便及时发现问题，防患于未然；定期开展驱赶蛇鼠类专项治理活动。

2．设备因素导致故障的应对措施

1）老化设备，应及时检修，消除隐患；或更新换代，增大容量以符合当今需求。绝缘子是否破损，可以目测以及用望远镜观察，若是，应更换。为了减少和消除绝缘子污秽闪络事故，常常采用定期清扫导电污秽物的办法，或者采用防尘绝缘子。采用加长型合成绝缘子有利于防止雷电闪络故障。

2）防雷、短路和过负荷保护是任意一台配电变压器的基本设置。短路保护借助熔断器，三相不平衡检测利用钳形电流表，变压器油的检测包括油位、油温、油色和漏油等方面。

3）避雷器和接地引下线在每年雷雨季节前认真检测。避雷器不合格，立即更换；接地引下线应采用钢筋或扁钢，不得用铝线。

3．人为因素导致故障的应对措施

污染农网的秸秆焚烧行为控制，需要搞好宣传，提高农民认识，出台政策，严格管控；还需要研制合理方法处理秸秆，如收割机安装秸秆粉碎设备，让秸渣肥田，实现循环利用。为便于田间机械作业，清除电杆拉线造成的障碍，可以根据情况改用直身拉线、高桩拉线或铁塔取代电杆等措施。

农村配电网的规划设计，需要精准分析覆盖区域不同位点用电的具体情况，合理配置和优化低损耗、高效率的新型变压器，应对无功补偿，安装相应电容器，并将农网与周围城网融合，与上级电网衔接进行整体规划设计，同时考虑稳步上升的农村经济态势，面向未来，综合设计，确保农网运行安全可靠。**EA**

（收稿日期：2020.08.24）

（上接第 42 页）

信和遥控等远方测控提供数据支撑，而且在电网出现故障时，可以给出变电站的全景数据和相对合理的处理意见，为运行人员迅速处理电网事故，正确决策，提供了可靠的数据保障。

2．智能变电站带来的影响

1）基于 IEC 61850 的智能化变电站的二次系统设计，需要设计人员熟悉各种“功能逻辑节点”，以便能够了解物理设备如何通过逻辑节点连接实现所需功能。

2）智能化变电站的安装、调试过程是系统网络化和数字化的过程。继电保护人员需充分理解保护的配置，利用 IEC 61850 规约的特点，创新测试方法，设计出完善的测试方案，能够同时测试通信、信息同步等多项功能。

3）智能化变电站的建设给现场验收工作带来了新的形式要求，不仅要验收系统中的硬件、软件，还包括系统中使用的说明文档、设备的配置参数文档、系统数据和信息模型文档等项目。

4）以 IEC 61850 为核心的新设备，通过灵活的软件配置实现各种组合的功能，这就要求配置信息得到可靠的保管和管理；如管理不完善，会对日后的维护工作带来难题。

结束语

智能变电站是极具发展前景的一项综合技术，是未来变电站建设的趋势。从当前技术现状看，尽管智能变电站技术还存在一些不足，但选用的风险远小于当年油田选用综合自动化变电站的风险。应本着积极准备，循序渐进的方式，择机建设一座智能变电站，不断积累运行经验，为打造永恒电力，助力百年油田提供强大的技术支撑。**EA**

（收稿日期：2020.06.29）