

农村电网安全稳定运行的关键技术

薛海燕

银川农村电力服务有限公司 宁夏 银川 750001

摘要：农村电网作为农村关键基础设施，具有负荷季节性和时段性波动大、网架覆盖广且供电半径大、部分设备老化等特点，其安全稳定运行对农村经济发展、民生保障等意义重大。为此，需从多方面保障其稳定运行：做好设备选型与改造，合理选型变压器、线路设备并优化无功补偿；优化网架结构，科学规划布局、选好线路路径并架设；强化调度与控制，精准负荷预测、调节电压、诊断故障并快速恢复，为农村电网稳定运行提供全面支撑。

关键词：农村电网；安全稳定运行；设备选型；网架优化；调度控制

引言：农村电网作为农村地区能源输送的关键脉络，其运行状况与农村经济发展、民生保障紧密相连。相较于城市电网，农村电网在负荷特性上呈现季节性与时段性波动，网架结构覆盖广、供电半径大且布局分散，设备老化问题也较为突出，这些特点给其安全稳定运行带来诸多挑战。而农村电网的安全稳定运行，不仅是农村工业生产、农业灌溉得以顺利开展的基础，更是保障农民日常生活质量、维护农村社会稳定、推动农村生态文明建设的重要支撑。因此，深入探讨农村电网设备选型与改造、网架结构优化、调度与控制等关键技术，对于提升农村电网安全稳定运行水平具有至关重要的现实意义。

1 农村电网的特点及安全稳定运行的重要性

农村电网作为农村地区重要的基础设施，与城市电网相比，有着鲜明且独特的特点。（1）在负荷特性上，农村用电负荷呈现出显著的季节性和时段性波动。农忙时节，农田灌溉、农产品加工等用电需求急剧上升；夏季高温时，空调、风扇等降温设备的大量使用使得负荷大幅增加；冬季寒冷时期，电暖器、电热毯等取暖电器投入运行，同样会造成用电高峰。而在其他非高峰时段，负荷则相对处于较低水平。这种大幅度的负荷波动，给农村电网的稳定运行带来了巨大挑战。（2）网架结构方面，农村电网具有覆盖范围广、线路长、供电半径大的特点。由于其服务区域广阔，地理环境复杂多样，导致电网布局分散。而且，农村电网多采用放射式结构，这种结构一旦某条线路出现故障，就会影响该线路所供电区域的所有用户，供电可靠性相对较低，难以满足农村地区日益增长的用电需求和对电力稳定性的要求。（3）设备状况上，部分农村地区电网设备老化问题较为突出。一些早期建设的变电站、输电线路和配电设备，经过长期运行，技术性能逐渐落后，抗干扰能力和

故障自愈能力较差。在面对恶劣天气、外力破坏等突发情况时，容易发生故障，影响电力正常供应。（4）农村电网安全稳定运行具有不可忽视的重要意义。从经济发展层面来看，稳定的电力供应是农村工业和农业生产的关键保障。充足的电力能够支持农产品加工企业的正常运转，推动农村工业的发展；也能保障农田灌溉、温室种植等农业生产的顺利进行，促进农村经济的持续增长。从民生角度而言，可靠的电力是农民日常生活的基本需求，关系到照明、做饭、取暖、娱乐等各个方面，直接影响农民的生活质量和幸福感。此外，农村电网的安全稳定运行还有助于保障农村社会稳定，推动农村生态文明建设，为农村地区的可持续发展奠定坚实基础^[1]。

2 农村电网设备选型与改造技术

2.1 配电变压器选型与节能改造

配电变压器是农村电网中的关键设备，其选型和运行状态直接影响电网的效率和稳定性。在选型方面，应根据农村负荷特点和发展需求，选择节能、高效、过载能力强的变压器。例如，采用非晶合金变压器，其空载损耗比传统硅钢片变压器低70%以上，适合农村低负荷时段的节能运行；对于负荷波动大的区域，选用有载调压变压器，能够根据负荷变化自动调整电压，保证供电质量。在节能改造方面，对运行时间长、损耗大的老旧变压器进行更换或升级改造，提高变压器的运行效率。同时，合理配置变压器容量，避免“大马拉小车”或过载运行的情况，确保变压器在经济运行区间工作。此外，加强变压器的运行监测和维护，及时发现和处理变压器故障，延长其使用寿命。

2.2 线路设备选择与绝缘化改造

农村电网线路设备的选择和改造对电网安全运行至关重要。在导线选择上，应根据负荷大小和供电距离，选用合适截面的导线，确保导线载流量满足要求，减少

线路损耗和电压降。对于多雷区、潮湿地区，应选用绝缘性能好的导线，如交联聚乙烯绝缘导线，提高线路的抗雷击和防腐蚀能力。线路绝缘化改造是提高农村电网安全运行水平的重要措施。对裸露的架空线路进行绝缘化处理，采用绝缘导线、绝缘横担等设备，减少线路短路故障的发生。在树障较多的区域，合理提高线路架设高度或进行绝缘化改造，避免树枝触碰线路引发故障。同时，加强线路的巡检和维护，及时清除线路通道内的障碍物，修复损坏的线路设备^[2]。

2.3 无功补偿设备配置与优化

无功补偿对于农村电网意义重大，它是提升电网功率因数、降低线路损耗、改善电压质量的关键技术手段，能有效保障农村电网安全稳定运行。（1）在无功补偿设备配置上，需充分考虑农村电网的负荷特性与无功需求，采用集中补偿和分散补偿相结合的模式。于变电站配置集中无功补偿装置，像并联电容器组，可有效补偿主网的无功缺额，增强主网稳定性。在配电线路、配电变压器低压侧以及大型用电设备处，安装分散无功补偿装置，如柱上电容器、低压并联电容器等，实现无功功率的就近补偿，减少无功在线路中的流动。（2）无功补偿设备的优化运行不容忽视。借助智能无功补偿控制器，依据电网电压和功率因数的实时变化，精准调整补偿容量，避免出现过补偿或欠补偿情况。并且，要定期对无功补偿设备开展检查与维护，确保其始终处于良好运行状态，提升无功补偿的整体效果。

3 农村电网网架结构优化技术

3.1 电网规划与布局优化

科学合理的电网规划与布局是农村电网安全稳定运行的基石，关乎农村地区的用电质量与经济发展。在进行电网规划时，需全面综合农村地区的经济发展规划、人口分布特征以及负荷增长预测等多方面因素，制定出具有前瞻性和科学性的长远电网发展规划，确保电网建设与农村发展相适配。变电站的选址和布点至关重要，合理规划能够缩短供电半径，有效减少线路损耗，进而提升供电可靠性。在网架布局上，要因地制宜。对于负荷密度较低的偏远农村地区，采用单辐射式或树干式结构，可在满足基本供电需求的同时降低建设成本；而对于负荷密度较高、重要性较强的区域，则应采用环网式结构，增强电网的冗余度，提升故障自愈能力。此外，合理划分供电区域，避免不同区域间出现交叉供电和线路迂回现象，使电网结构更加清晰合理，为农村电网的高效运行提供有力保障。

3.2 线路路径选择与架设技术

线路路径选择是保障农村电网线路安全稳定运行的首要环节，需严格遵循安全、经济、合理的原则。要全面考量周边环境，尽可能避开地质灾害易发区、易燃易爆场所、重要文物古迹等区域，从源头上降低外部环境对线路安全运行的不利影响。在山区、丘陵等复杂地形区域，优先挑选地势相对平坦、施工难度较小的地段，同时采取有效的杆塔加固措施，如采用深基础、加装防风拉线等，增强线路的抗风、抗冰能力，提升其应对恶劣自然条件的能力。线路架设技术同样关键，它直接关系到线路的运行安全与使用寿命。施工时必须严格依照线路设计规范操作，确保杆塔基础稳固、导线弧垂精准符合要求、相间距离和对地距离严格满足安全标准。对于跨越河流、公路、铁路的线路，要采用高杆塔或特殊跨越方式，保障线路安全运行。此外，还要高度重视施工质量控制，杜绝因施工不当引发线路故障^[3]。

3.3 配电网自动化与故障隔离技术

配电网自动化技术对于农村电网而言，是提升供电可靠性与运行效率的关键支撑。它借助在配电线路上科学安装的馈线终端单元（FTU）、配电变压器终端单元（TTU）等先进自动化设备，能够实时、精准地采集电网的电压、电流、功率等关键信息，并将这些数据迅速上传至配电网自动化系统，实现对农村电网运行状态的全方位、实时化监测与智能控制。故障隔离技术作为配电网自动化的核心组成部分，发挥着至关重要的作用。当线路突发故障时，该技术可凭借自动化系统快速、精准地定位故障点，并立即进行隔离操作，有效限制故障影响范围。通过合理运用分段开关、联络开关等设备，将配电线路合理划分为多个区段。一旦某一区段出现故障，自动化系统会迅速响应，自动断开故障区段的开关，同时合上联络开关，及时恢复非故障区段的供电。配电网自动化与故障隔离技术的综合应用，大幅缩短了故障处理时间，为农村电网的安全稳定运行提供了坚实保障，显著提升了供电可靠性。

4 农村电网调度与控制技术

4.1 负荷预测与电网调度优化

在农村电网运行管理中，准确的负荷预测是开展电网调度优化的重要前提。农村负荷具有独特性，其变化受农业生产节奏、居民生活模式以及季节性因素等多重影响。因此，在进行负荷预测时，需综合考量这些因素，采用传统统计方法与智能算法相结合的模式。比如，充分结合历史负荷数据、气象数据、经济指标等关键信息，运用回归分析挖掘数据间的潜在关系，借助神经网络强大的非线性拟合能力，精准预测未来一段时间

的用电负荷。基于精准的负荷预测结果,可进一步开展电网调度优化工作。通过合理安排发电机组的出力、优化变压器的运行方式以及调控线路的潮流分布,保障电网安全、经济运行。在负荷高峰时段,优先保障重要负荷的稳定供电,科学调配电力资源,防止电网过载引发安全事故;在负荷低谷时期,优化机组运行策略,有效降低发电成本。此外,还需加强与上级电网的协调配合,实现电力资源在更大范围内的优化配置,提升农村电网的整体运行效能。

4.2 电压调节与无功电压控制

电压作为农村电网运行质量的关键指标,其稳定性直接关乎供电的可靠性与优质性。电压调节与无功电压控制技术,是确保电网电压维持在合格范围、提升供电质量的核心手段。(1)农村电网电压调节方式丰富多样。对于有载调压变压器,它具备根据电网电压实时变化自动调整分接头位置的能力,可快速响应电压波动,实现精准调节。而无功补偿设备的投切同样关键,需依据电压和功率因数的实际情况,及时、合理地投入或切除,以此维持电压的稳定。(2)在控制策略上,采用集中式与分布式相结合的方式。变电站层面,借助自动电压控制系统,对全网无功电压进行统筹协调控制,实现整体优化;配电线路和用户侧,则利用智能无功补偿装置开展局部电压调节,增强调节的灵活性与针对性。(3)加强电压监测不可或缺。在重要节点安装电压监测仪,实时获取电压变化数据,以便及时洞察电压异常情况,迅速采取有效的调节措施,保障农村电网电压稳定^[4]。

4.3 电网故障诊断与恢复技术

在农村电网运行中,快速且精准的故障诊断与高效的恢复措施是保障其安全稳定运行的基石。电网故障诊断技术借助先进的监测设备,全面采集电网故障信息,涵盖电流、电压的突变情况以及保护动作信号等关键数据。随后,运用成熟的故障诊断算法,如专家系统凭借

其丰富的经验知识库,模糊推理则能处理不确定信息,二者协同作用,可迅速锁定故障类型与故障点,为后续处理提供准确依据。故障恢复技术依据诊断结果,量身定制合理的恢复方案。针对简单故障,依托自动化系统,实现故障的快速隔离与供电恢复,极大缩短停电时间。对于复杂故障,调度人员会综合现场实际状况,制定手动恢复方案,并迅速组织专业人员进行抢修。此外,建立完善的故障应急处理机制至关重要,提前配备充足的抢修设备和物资,确保在故障发生时能够迅速响应,进一步提升故障恢复效率,保障农村电网的可靠供电。

结束语

农村电网作为农村发展的关键支撑,其安全稳定运行意义重大。从特点看,负荷波动大、网架分散、设备老化等问题给运行带来挑战。而通过科学合理的设备选型与改造、网架结构优化,如精准选配电变压器、优化线路路径、构建合理网架,以及先进的调度与控制技术,包括精准负荷预测、有效电压调节、快速故障诊断与恢复等,多维度提升电网性能。这些技术手段相互配合、协同作用,共同构建起农村电网安全稳定运行的坚实防线,为农村经济发展、民生改善提供可靠电力保障,推动农村地区在现代化进程中稳步前行,实现电力与农村发展的同频共振。

参考文献

- [1]卢磊.农村电网中电力输配电线路安全运行与维护措施研究[J].仪器仪表用户,2024,31(11):141-142+145.
- [2]路琦玮,陈薇.农村电网中电力输配电线路安全运行与维护措施探究[J].电工技术,2024,(S1):215-217.
- [3]冯旭升,郭新海.农村电网中电力输配电线路安全运行与维护措施探究[J].电气技术与经济,2024,(05):243-245.
- [4]卢磊.农村电网中电力输配电线路安全运行与维护措施研究[J].仪器仪表用户,2024,31(11):141-142+145.