

农村电网改造升级中低电压问题治理技术研究

罗康

国网湖北省电力有限公司江陵县供电公司，湖北 荆州 434000

DOI:10.61369/EPTSM.2025100007

摘要：农村电网低电压问题治理属于农村电网改造升级的核心任务，也是确保乡村振兴战略达成的重要支撑，经由对低电压治理意义，问题及策略展开系统研究之后，确定了基础设施薄弱，负荷结构失衡，管理运维不足这三点是限制治理成效的关键因素，而基础设施改良，负荷精准调控，智能运维体系创建是解决低电压问题的有效途径，农村电网低电压治理属于系统性，历时性的工程，要根据农村地域特性和发展实际情况，统筹技术改良和管理革新，持续推进电网基础设施现代化以及运维管理智能化。电网供电水平和应急保障能力不断增强，给农村经济社会高质量发展提供更加有力的能源支撑，城乡电力服务均等化水平进一步提升。

关键词：农村电网；改造升级；低电压问题；治理技术

Research on The Treatment Technology of Low Voltage Problems in Rural Power Grid Upgrading

Luo Kang

State Grid Hubei Electric Power Company Jiangling County Power Supply Company, Jingzhou, Hubei 434000

Abstract : The treatment of low voltage problems in rural grids is the core task of rural power grid upgrading and an important support for ensuring the achievement of the rural revitalization strategy. After a systematic study of the significance, problems and strategies low voltage treatment, it is determined that the weak infrastructure, the imbalance of load structure and the lack of operation and maintenance are the key factors limiting the treatment effect. The improvement infrastructure, the precise regulation of load and the creation of intelligent operation and maintenance system are effective ways to solve the low voltage problem. The treatment of low voltage in rural power grid is systematic and long-term project. It is necessary to coordinate technical improvement and management innovation according to the characteristics of rural areas and the actual situation of development, and continuously promote the modern of power grid infrastructure and the intellectualization of operation and maintenance management. The level of power grid supply and emergency guarantee is constantly strengthened, and a more powerful energy support is provided the high-quality development of rural economy and society. The level of equalization of urban and rural power services is further improved.

Keywords : rural power grid; upgrad; low voltage problem; treatment technology

乡村振兴战略持续推进之中，农村地区产业结构不断优化，特色种养，农产品加工，乡村旅游之类的产业快速发展，农村居民大功率电器的普及率又大幅提高，电网供电能力与电能品质方面的诉求也就更高，低电压问题一直显露无遗地存在于农村电网的短板之处，具体来说就是用电高峰期电压不符合国家标准限值，于是电器无法正常工作，生产设备运行效率下降，农村居民的生活品质和乡村产业的发展活力都被这些问题波及影响。近些年来，国家一直在持续投入农村电网改造升级的资金，但由于地域广阔，负荷分散，地形复杂等状况仍然存在，低电压问题在部分地方依然存在，针对农村电网改造升级中的中低电压问题展开治理技术研究，既是解决农村用电瓶颈的现实需求，也是落实能源普惠政策，推动城乡协调发展的重要举措。本文从农村电网发展的现状出发，着重围绕农村电网改造升级中的低电压治理的意义，问题和策略进行探讨，为相关的工程实践提供一定的参考。

一、农村电网低电压问题治理的现实意义

(一) 助力乡村经济高质量发展

乡村经济多元化发展少不了稳定电力做保障，低电压问题得以治理之后，农产品冷链仓储，精深加工，乡村旅游等产业用电需求就能被满足，生产设备启动困难，运行不顺畅这些痛点也就有了解决的办法，农村产业生产效率和产品质量会因为供电稳定而得到提升，外来投资被吸引过来，农村特色产业集群发展就有了可能，农民增收途径也就更加宽广，乡村经济转型升级得到源源不断的动力，巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接的事情也能得以推动^[1]。

(二) 保障农村居民生活用电需求

随着农村居民生活水平的提升，空调、冰箱、洗衣机等大功率家用电器已实现全面普及，电动车充电、智能家居等新型用电需求也在不断的增加，低电压问题导致相关电器无法正常高效率的使用，给居民日常生活造成诸多不便。通过解决低电压问题，提升农村电网供电质量，为居民提供稳定、舒适的用电环境，改善农村人居环境，让农村居民共享电力发展成果，缩小城乡用电服务差距，提升居民的幸福感、获得感^[2]。

(三) 推动能源结构绿色转型

农村地区是分布式新能源发展的主战场，太阳能、风能等可再生能源在农村的推广应用规模不断扩大。农村低电压问题会制约分布式新能源的就地消纳和并网运行，影响新能源利用效率。治理农村低电压问题，可以改善电网接入条件，增强电网对分布式新能源的接纳能力，促进可再生能源在农村的规模化应用，有利于降低农村地区化石能源消耗，减少环境污染，推动农村能源结构向清洁低碳转型，助力“双碳”目标的实现^[3]。

二、农村电网低电压问题的主要表现与成因

(一) 电网基础设施薄弱

农村电网建设存在历史欠账，农村电网基础设施薄弱是农村低电压问题的重要成因。几十年前农村电网建设期间，农村地区的供电线路普遍较细，基本上都是几平方的铝线，甚至有的地方使用的还是非绝缘导线，不容易导电且电能损耗很大，在用电负荷比较大的时候，线路的电压降超过允许值，电压末端的用户电压偏低严重^[4]。农村地区面积广阔，农村的地形条件也比较复杂，山区丘陵较多，有的远在15公里半径以外的偏远村落的线路也远远超出了合理范围，线路过长导致电压自然衰减大，而且线路因地形原因架设及维护难度较大，不好通过简单改造的方式降低供电半径。变压器配置不合理，有些台区变压器容量偏小，无法匹配用电负荷快速增长，农忙时节或者节假日，变压器过载运行，输出电压跌落，变压器布点缺乏科学规划，存在重主干轻末端现象，有些人口集中区域变压器数量不够，偏远地区存在设备闲置，导致低电压问题进一步加重，部分农村电网的开关，熔断器等配套设备老化严重，运行可靠性不高，故障频发，同样会影响电压稳定性^[5]。

(二) 用电负荷增长与结构失衡

近些年来，农村用电负荷的快速增长与结构失衡，给原有电网造成了巨大冲击，成了低电压问题的关键诱因，从负荷增长看，农村居民生活水平上升，大功率电器全面普及，空调，电热水器，电磁炉等电器的大量使用，使得居民户均用电负荷比十年前增长好几倍，乡村产业发展蓬勃，特色种养，农产品加工，乡村旅游，农村电商等产业兴起，新增了许多工业级用电负荷，给电网供电带来了更大压力，从负荷结构看，农村用电有突出的季节性和时段性波动特点，农忙时节，灌溉水泵，脱粒机等农业机械集中启用，夏天高温天气，空调制冷负荷急剧增多，春节，国庆等节假日返乡人员集中，用电负荷短时间内成倍增长，这种“峰谷差大，瞬时负荷高”的状况，使得电网设施很难及时匹配，很轻易在负荷高峰时段出现低电压。而且，农村地区非线性负荷比例不断增大，变频器，电磁炉之类的设备会产生谐波污染，干扰电网电压质量，一些农村用户还存在私拉乱接电线，违规用电等不良行为，这会加重线路损耗和电压跌落，致使低电压现象愈加复杂^[6]。

(三) 管理运维体系不完善

农村电网管理运维体系不完备，使得低电压问题不能立即得到解决，而且是关乎治理成果的关键要素，电压监测体系欠缺，部分农村地区甚至偏远村落没有必需的电压监测终端，不能实时收集电压数据，运维人员便无法确切知晓低电压问题出现的时间，区域大小以及严重程度，因为发现问题不及时，定位也不够精准，治理起来比较盲目，基层运维队伍跟不上趟儿，农村电网覆盖范围很大，台区分布十分零散，但是基层运维人员数量不足，技术层面存在着差异，有些运维人员不会诊断和治理低电压问题，遇到线路老化，负荷失衡等复杂问题时，很难制定出恰当的方案，而且应对紧急情况的效率低，整改历时久。电网规划和农村发展衔接不好，一些地区的电网改造规划缺少前瞻性，没有很好地顾及乡村产业布局调整，人口变动等因素，造成电网升级改造慢半拍，跟不上用电负荷增大，难以从源头上避开低电压状况；规划的时候缺少对农村地形，负荷散布等实际情况的准确调查，改造计划缺乏针对性，有些改造项目花费不少但成果不佳，没有从根本上解决低电压问题^[7]。

三、农村电网改造升级中低电压问题的治理策略

(一) 优化电网基础设施配置

优化电网基础设施是治理低电压问题的根本之策，要按照农村实际情况制定差异化改造方案，针对线路薄弱之处，全面推进老旧线路升级改造，把直径小于120mm²的导线换成120–240mm²的大直径绝缘导线，减小线路电阻和电能损耗，提升线路输电能力，针对山区，丘陵等复杂地形地区，采取架空绝缘导线和电缆结合的方式，削减供电半径，减弱地形给线路带来的影响，规划科学变压器布局和容量，依靠负荷普查数据，在人口集中，负荷密集之处新增变压器台区，保证供电半径维持在恰当范围之内，按照负荷增长趋向，选取100–400kVA的节能型变压

器，而且要预留出20%–30%的扩容余地，免除因负荷增长再次出现低电压，对于负荷分散的偏远地带，采用小型化、智能化变压器，提升设备的利用率。优化配电网结构，打造“主干强、分支匀、末端保”电网结构，加强台区之间联络线建设，实现负荷互供互备，在关键节点加装无功补偿设备，如静止无功发生器（SVG、并联电容器等，增强电网无功调节能力，实时补偿线路损耗，稳定节点电压，更新更换老化开关、熔断器等配套设备，提升电网运行可靠性，降低故障对电压的影响^[8]。

（二）精准调控用电负荷与新能源接入

通过负荷调控、新能源接入来维持电网供需平衡，减轻低电压压力，开展负荷侧管理，形成智能负荷调控体系，依靠智能电表、负荷控制器等设备，随时监测用户用电状况；用电价杠杆、补贴奖励等经济手段，引导居民、产业用户错峰用电，提倡在谷段使用大功率电器，防止负荷集中叠加，针对季节性、时段性负荷波动，形成负荷预判机制，依靠历史数据、气象条件、节假日安排等因素，精准预估负荷高峰时段与峰值，事先制定应对方案，在负荷高峰来临之前，经由台区联络线转移部分负荷，或者启动应急电源、储能设备补充供电，平抑电压波动^[9]。优化新能源并网消纳，统筹农村分布式光伏、风电项目并网，防止无序并网造成电压倒相，新能源项目集中地区配置储能和无功补偿装置，平抑新能源波动出力，提升电网对新能源的消纳能力，推广“光伏+储能+微电网”，在偏远农村地区形成独立供电系统，解决低电压问题，也提高新能源利用效率，加强对新能源项目的运行监测，保障新能源与电网协调稳定运行。

（三）完善管理运维与智能监测体系

创建现代化管理运维体系，这是提升低电压治理成果的关键保障，搭建农村电网智能监测平台，整合电压监测终端，智能电表，无人机巡检等设备的数据资源，做到电压数据，设备状态，负荷情况的随时收集并直观表现；凭借大数据，人工智能技术，

构建低电压问题预警模型，事先预估可能出现的危险，精确找出问题根源，给治理工作赋予数据方面的支撑，巩固基层运维人员队伍，经由专业培训，技能比赛等方式，优化运维人员对低电压的判断，设备维修，应急处理的能力；实行“台区经理制”，明晰运维职责，达成农村电网运维全范围覆盖，给予必要的无人机，红外测温仪等先进运维设备，提升巡检效能与故障排查精确度，缩减问题解决历时。加强电网规划与协同管理，把农村电网规划归入乡村振兴总体规划，按照产业布局，人口迁移，新能源发展等因素，制订中长期改造升级规划，做到电网建设与农村发展需求同步，创建政企协同机制，增进与乡镇政府，村委会的交流协作，及时掌握农村用电需求变化，事先开展电网改造，定时开展电网运行评价，依照评价结果动态调整改造计划，不断改善电网结构与供电能力^[10]。

四、结束语

综上所述，农村电网低电压问题治理是农村电网改造升级的重要内容，也是支撑乡村振兴战略实施的重要基础。本文经由对农村电网低电压治理的意义，问题与策略展开研究之后，确定了基础设施薄弱，负荷结构不均，管理运维存在不足是阻碍治理效果的关键要素，而基础设施改良，负荷精确调控，智能运维体系创建则是解决低电压问题的有效途径，农村电网低电压治理是涉及广，历时长的工程，要依靠农村地域特色和发展情况，统筹技术改善和管理更新，电网基础设施改善化，运维管理智能型。展望未来，新型电力系统建设逐步深入，农村电网理应更加紧密地同分布式新能源，储能设备协同发展起来，不断改进电网供电品质及其应急保障水平，给农村经济社会高质量发展带来更为稳固的能源支撑，城乡电力服务均等化程度亦将逐步提升。

参考文献

- [1] 张洋.智能电网环境下供电所营销与生产协调优化研究 [J].通讯世界,2024,(31)12:85–87.
- [2] 刘思伟.农村电网改造升级的技术路径与经济效益分析 [J].新农民,2024,(34):67–69.
- [3] 卢璐,肖莹,诸德律,等.基于改进指标权重模型的电网改造项目后评价研究 [J].现代工业经济和信息化,2024,14(10):269–271.
- [4] 徐荣鹏,王阳,王超,等.双馈感应式风电机组友好型功率控制系统技术改造 [J].广东电力,2024,37(06):43–52.
- [5] 杨玉琢,韩松,陶平,等.自发电集装箱码头微电网改造方案配置思路 [J].水运工程,2024,(05):89–94.
- [6] 何茂里,王鹏,王昊.海洋石油161平台电网分级卸载系统的优化改造 [J].天津科技,2024,51(04):102–105.
- [7] 王光华,方宝元,卢楠.电网升级改造为沈丘村产业发展“充足电” [J].农村电工,2024,32(04):7.
- [8] 唐伟斌,蔡玉娟.基于构建城镇老旧小区电网改造优质服务体系的分析 [J].大众用电,2024,39(03):28–29.
- [9] 潘世策.电力足产业兴杨家村不卖柿子卖美景——国网陕西西安临潼供电公司区域电网升级改造服务绿色产业 [J].农电管理,2024,(03):33–34.
- [10] 王峰,蔡永翔,熊楠,等.面向山区农村电网电压质量提升的低压交直流改造示范工程及成效分析 [J].电力大数据,2023,26(11):51–60.