

# 配电网低电压与频繁停电成因解析及协同治理措施探讨

刘英

国网四川省电力公司南充市高坪供电分公司, 四川 南充 637100

**摘要:** 本文针对配电网低电压与频繁停电问题, 系统分析其技术与管理层面的形成原因, 提出多维度协同治理方案。通过梳理电网结构缺陷、负荷特性变化、设备运维短板等核心影响因素, 结合技术改进与管理优化措施, 探索建立长效治理机制, 为提升供电可靠性提供理论支持与实践参考。

**关键词:** 配电网; 低电压; 频繁停电; 线路改造; 协同治理

## Analysis of Causes of Low Voltage and Frequent Power Failure in Distribution Network and Discussion of Collaborative Governance Measures

Liu Ying

State Grid Sichuan Electric Power Company Nanchong Gaoping Power Supply Branch, Nanchong, Sichuan 637100

**Abstract:** For the problem of low voltage and frequent power failure of the distribution network, this paper systematically analyzes the formation causes of its technical and management level, and puts forward a multi-dimensional collaborative governance scheme. By sorting out the core influencing factors such as power grid structure defects, load characteristic changes, and shortcomings of equipment operation and maintenance, and combining with technical improvement and management optimization measures, exploring the establishment of a long-term governance mechanism to provide theoretical support and practical reference for improving the reliability of power supply.

**Keywords:** distribution network; low voltage; frequent power failure; line transformation; collaborative governance

### 引言

当前配电网低电压与频繁停电问题严重制约供电质量提升, 偏远地区电压合格率长期低于国家标准, 居民家用电器无法正常启动的情况时有发生。随着乡村振兴战略推进, 农村生产生活用电需求快速增长, 原有电网架构已难以负荷新型农业设备与家庭用电的叠加压力。工商业用户对供电可靠性要求不断提高, 突发停电造成的经济损失引发多方关注。现有治理措施多侧重单一技术改进, 缺乏设备更新、负荷管理、运维协同的系统性解决方案<sup>[1]</sup>。部分地区线路改造后仍出现电压反弹现象, 暴露出治理方案可持续性不足的短板。本文从技术与管理双重维度解析问题根源, 探索多主体协同治理路径, 为构建长效治理机制提供理论支撑与实践参考。

## 一、低电压与频繁停电主要成因

### (一) 电网结构性问题

配电网基础架构存在的设计缺陷是引发低电压与停电的重要因素。线路供电半径过长问题在偏远地区尤为突出, 部分农村线路延伸距离超过合理范围, 导致电能传输过程中电压损耗加剧。当供电末端电压降至设备启动阈值以下时, 空调、水泵等大功率电器难以正常运行。导线截面配置不足则源于早期建设标准与当前用电需求脱节, 原有线路设计容量无法承载现代家庭电器化与小型加工作坊的复合负荷。当用电高峰期线路持续过载运行时, 导线发热引发的电阻增大进一步恶化电压质量, 形成恶性循

环<sup>[2]</sup>。这类结构性问题通常伴随配电变压器布点不合理, 部分台区变压器容量与供电户数严重不匹配, 加重了线路末端的电压衰减现象。

### (二) 负荷特性变化

用户用电模式的转变对电网稳定运行形成新挑战。季节性负荷波动呈现极端化趋势, 夏季制冷与冬季采暖设备集中启用时, 局部区域负荷峰值可达平时的2-3倍, 瞬间电流冲击易引发保护装置动作跳闸。三相负荷不平衡问题随着单相大功率电器普及日益严重, 空调、电磁炉等设备集中于某一相线运行, 导致配变三相电流差值超过安全阈值<sup>[3]</sup>。这种不平衡状态不仅造成中性点电压偏移, 还会引起变压器附加损耗增加, 进一步降低供电电压质

量。同时，分布式光伏等新能源接入改变了传统单向供电模式，逆功率流可能引发电压越限问题，加剧电网调节难度。

### （三）设备运维短板

配电设备老化与维护不足直接影响供电可靠性。服役超期的变压器绝缘油劣化、绕组老化等问题导致带载能力下降，高负荷时段易出现过热保护跳闸。线路接头氧化腐蚀使接触电阻增大，持续发热可能烧毁设备或引发短路故障。无功补偿装置配置缺失导致系统功率因数偏低，特别是在电动机、电焊机感性负载集中区域，无功功率缺额引发电压大幅波动。防雷接地装置失效问题在雷电多发地区尤为突出，缺乏定期检测维护的接地网无法有效泄放雷电流，易造成绝缘击穿事故<sup>[4]</sup>。设备状态监测手段不足使得隐性缺陷难以及时发现，往往发展成故障停电后才进行抢修处理。

## 二、技术治理措施

### （一）电网结构优化

缩短供电半径的核心在于精准把握负荷分布特征，通过网格化分析方法将供电区域细分为若干单元。每个单元以负荷密度、地形特征、用户类型为划分依据，采用“中心放射+环网联络”的布局模式。在负荷聚集区增设智能化箱式变电站，其选址需综合考虑未来五年负荷增长预期与现有线路承载能力，优先选择交通便利、地质条件稳定的区域。线路分割改造时采取“先主干后分支”的渐进策略，对超半径线路实施分段解环操作，形成多个相对独立的供电单元<sup>[5]</sup>。导线升级遵循“梯次替换”原则，对重载线路优先更换大截面绝缘导线，新建线路直接采用耐候型架空绝缘导线，既提升输送能力又降低树线矛盾风险。

路径优化注重与自然环境协同，山区线路采用高跨设计减少林木砍伐，城区线路优先使用电缆管廊敷设。针对台风多发区域，重点加固杆塔基础并提高设计风速等级。在负荷波动明显的开发区，推行“弹性网格”建设模式，主干线路按终极负荷设计截面，分支线路预留T接点并配置快速插拔接口，便于后期灵活接入新增负荷。分段开关配置采用“三级防护”策略：主干线首端装设具备远程操控功能的柱上断路器，分支线连接处部署负荷开关，重要用户接入点安装故障指示器。通过自动化系统实现故障区段毫秒级定位，配合网络重构算法快速恢复非故障区域供电。

规划衔接方面建立“双同步”机制，电网规划部门定期对接国土空间规划最新成果，将变电站站址、线路走廊纳入城市规划控制性详规。在新区开发中推行“管沟先行”模式，电力通道与市政道路同步建设。老旧城区改造时统筹实施电缆入地工程，结合道路拓宽、绿化提升等项目协同推进线路迁改。建立电网设备全生命周期管理系统，对运行年限超期、技术标准落后的设备建立优先改造清单，逐步消除结构薄弱环节。通过三维数字化平台模拟不同运行方式下的电网潮流分布，为结构优化提供动态决策支持，确保改造方案既满足当前需求又具备适度前瞻性<sup>[6]</sup>。

### （二）电压质量提升

自动调压装置的部署应聚焦电压波动频繁节点，选择具有双向

调节能力的电子式调压器。设备安装前进行潮流计算仿真，确定最佳安装位置与调节范围，避免相邻调压设备产生冲突。智能电容器组的配置需结合负荷特性分析，在感性负载集中区域设置动态无功补偿点<sup>[7]</sup>。采用分级投切策略，根据实时监测的功率因数自动调整补偿容量，确保系统功率因数维持在0.9以上。对于光伏接入较多的区域，配置具备双向调节功能的静止无功发生器，解决新能源波动引发的电压越限问题。建立电压质量监测网络，在配变低压侧、线路中段、用户端设置监测终端，构建三级电压监测体系，实现电压异常的精准定位与快速处置。

### （三）设备状态管控

在线监测系统的部署应覆盖关键设备节点，在配变、开关柜、电缆接头等部位安装智能传感器。监测终端集成温度、电流、局放等多参数采集功能，通过4G/5G网络实时回传数据至监控中心。数据分析平台设置预警阈值，当设备温度异常升高或负荷超限时自动触发报警<sup>[8]</sup>。预防性试验采用“固定周期+状态评估”相结合的模式，对于运行年限超过10年的设备缩短检测周期。红外测温重点检测导线连接点与设备外壳温度差异，接地电阻检测选择雷雨季节前开展。试验结果录入设备健康档案，生成设备状态评分，为检修决策提供依据。对于检测发现的隐性缺陷，建立“发现-评估-处理”闭环管理流程，通过带电作业技术减少停电消缺次数，提升供电可靠性。

## 三、管理协同策略

### （一）负荷精细化管理

负荷预测模型的构建需整合多源数据资源，包括历史用电曲线、气象信息、节假日特征等要素。采用机器学习算法分析用电行为模式，识别不同用户群体的负荷特性，建立居民、工商业、农业等分类预测模型。预测结果输出为日负荷曲线与周趋势分析，为调度部门提供决策依据。分级调控方案设置红、橙、黄三级预警，对应启动差别化管控措施：红色预警时段优先保障民生用电，限制高耗能企业生产；橙色时段引导储能设备放电削峰；黄色时段通过短信推送柔性调节建议。错峰用电引导采取“经济激励+宣传教育”双轨策略，峰谷电价差拉大至1:3以上，对主动错峰用户给予电费返还奖励<sup>[9]</sup>。社区网格员定期开展用电知识讲座，发放节能设备优惠券，培养用户科学用电习惯。

### （二）运维模式创新

网格化运维体系按照“地理相邻、负荷相近”原则划分管理单元，每个网格覆盖5-10个配变台区。配置“1+2+N”运维团队：1名技术负责人统筹协调，2名专职抢修员常驻片区，N名设备主人负责具体设备巡检。建立30分钟应急响应圈，抢修车辆与物资前置储备至网格驻点。设备全寿命档案实施数字化管理，采用二维码标签实现“一设备一码”，扫码即可查看出厂参数、历次试验数据、缺陷处理记录等信息。档案系统设置智能提醒功能，临近检修周期自动生成工单，累计运行数据超限时触发更换建议。基于设备健康指数制定差异化检修策略，新设备延长检测周期，老旧设备增加特巡频次，实现运维资源精准投放。

### (三) 多方协同机制

政企联动规划建立常态沟通平台，电力部门参与地方政府规划委员会，提前获取区域发展蓝图。在道路新建改造工程中同步实施电缆入地，协调园林部门修剪影响线路安全的树木。设立综合执法机制，对违规占压电力通道的建筑实施联合整治。用户参与治理体系构建双向互动渠道，开发“电力管家”移动应用，用户可实时上报设备异响、电杆倾斜等异常情况。建立隐患报告积分奖励制度，有效反馈兑换电费优惠。组建电力志愿者队伍，培训社区骨干掌握基础用电安全检查技能。定期举办“电网开放日”活动，邀请用户代表参观变电站、体验故障抢修流程，增进理解支持。通过多主体协同发力，形成隐患早发现、问题快处理、风险共防范的治理格局。

## 四、长效保障体系

### (一) 技术标准完善

规划设计导则的更新需立足长远发展需求，在新建线路设计中增加负荷预测模块，按照区域经济增速的1.5倍预留容量裕度。导线选型标准提高至当前负荷需求的120%，杆塔基础设计考虑极端天气影响系数。设备更换周期制定结合运行数据与厂家建议，明确油浸式变压器15年、断路器10年的强制更换年限，推行“年龄+状态”双评估机制。建立设备退役预警系统，对超期服役设备提前6个月发出更换提醒，避免突发故障导致停电。技术标准实施动态修订机制，每3年组织专家评估调整，确保与新技术、新材料发展同步。

### (二) 人才培养机制

技能培训采用“理论+实操+考核”三位一体模式，每季度开展配电设备运维专题培训，重点演练故障定位、带电作业等实

用技能。建立线上学习平台，上传设备操作视频、典型故障处理案例等资源，支持随时回看学习。专家支持库整合系统内外技术力量，按专业领域组建继电保护、新能源接入等专项小组。设立7×24小时远程会诊平台，一线人员可通过视频连线获取实时指导。实施“师徒制”培养计划，新员工由高级技师一对一辅导，定期开展技能比武检验培训成效。建立人才成长档案，记录参与的重大抢修、技术创新等项目经历，作为晋升评优的重要依据。

### (三) 考核评价优化

供电质量指标设定突出用户感知导向，电压合格率按台区细化考核，要求月度达标率不低于98%。停电时长统计精确至分钟级，超过2小时的故障停电需专项分析整改。考核结果与绩效奖金、岗位晋升直接挂钩，对连续3个月不达标的单位亮黄牌警告。动态监测评估体系构建“监测-反馈-整改-复核”闭环，每月生成各区域治理成效排名，通过生产例会通报典型问题。建立整改任务跟踪台账，明确责任人与完成时限，超期未处理事项升级至上级督办。引入第三方满意度调查，每年两次抽样评估用户对供电质量的真实感受，结果纳入年度综合考评体系<sup>[10]</sup>。

## 五、结语

配电网低电压与频繁停电治理需兼顾技术升级与管理创新。通过优化电网结构、提升设备质量、完善运维体系等多措并举，能够有效改善供电质量。本文提出的协同治理方案强调技术措施与管理手段的有机结合，为构建安全可靠的配电网提供系统性解决思路。未来需持续跟踪新技术发展，动态调整治理策略，推动供电服务水平持续提升。

## 参考文献

- [1] 张海波. 人工智能技术在广播电视和网络视听领域应用探究[J]. 西部广播电视, 2023, (1): 115-119.
- [2] 贾迪. 电视编辑记者与AI协作的新闻制作新模式[J]. 电视技术, 2023, (8): 81-84.
- [3] 徐臻. 人工智能技术在文化类综艺节目中的应用[J]. 电视技术, 2023, (11): 109-111.
- [4] 马立何. 配电网频繁停电控制策略研究[J]. 科学技术创新, 2018(34): 171-172.
- [5] 马立何. 配电网频繁停电控制策略研究[J]. 科技创新与应用, 2018(34): 171-172.
- [6] 吴镇海. 配电网特快速开关设计及特性分析[J]. 电气开关, 2023, (6): 13-15, 19.
- [7] 董冰冰, 陈子建, 陈维江, 等. 配电网用灵活控制特快速开关方案及其触发导通特性[J]. 高压技术, 2022, (5): 1808-1816.
- [8] 李毛根, 王彦刚, 薛赛, 等. 跌落式熔断器智能预警装置[J]. 农村电工, 2020, (1): 29-30.
- [9] 申玉梅, 曹云轩, 吴思成, 等. 基于配变档位优化的多级调压策略研究[J]. 电气应用, 2015, (21): 57-61.
- [10] 黄慧松. 10kV 配电线路绝缘导线线路防雷措施探究[J]. 科技风, 2014(15): 91-91.