

城乡配电网老旧线路改造提质增效规划设计思路

赵 坤

国网河南省电力公司栾川县供电公司 河南 洛阳 471000

摘 要：本文围绕城乡配电网老旧线路提质增效改造工作，系统开展现存问题排查与规划设计体系研究。通过落实全覆盖、数据化的线路排查机制，从设备、结构、运行三个维度梳理老旧线路安全隐患、网架缺陷及运行指标短板，建立标准化问题台账。同时确立安全可靠、提质适配、经济统筹的核心设计原则，从设备升级、网架优化、线路防护三大维度制定专项改造设计方案，并配套构建负荷精准适配、降损节能、运维便捷化的优化策略。整套规划设计体系立足现状短板、兼顾远期发展，可有效解决老旧线路供电可靠性低、线损偏高、适配性不足等问题，全面提升城乡配电网运行稳定性、供电质量与综合运维效益，为老旧线路标准化、精细化改造提供技术支撑。

关键词：城乡配电网；老旧线路；改造工程；提质增效；规划设计

引言：随着城乡用电负荷持续增长与电网设备服役年限逐年增加，存量老旧配电网线路普遍出现设备老化、网架薄弱、运行效能下降等诸多问题，逐渐无法适配现阶段居民生活、产业生产的用电需求，同时存在各类安全运行隐患，制约了城乡配电网安全、高效、经济化发展。为系统性解决老旧线路运行短板，提升区域供电可靠性与电能传输质量，需开展老旧线路提质增效专项改造规划设计。本文以现场摸排与运行数据复盘为基础，全面梳理线路核心现存问题，明确改造设计核心原则与主体内容，配套多项提质增效优化策略，构建系统化、标准化的改造设计体系，为老旧线路改造工程落地实施、电网长效高质量运行提供科学规范的技术依据。

1 城乡配电网老旧线路现存核心问题排查

开展城乡配电网老旧线路改造提质增效规划设计前，需严格遵循“全覆盖、无盲区、数据实”的排查原则，对辖区内所有存量老旧线路开展全维度现场摸排与历史运行数据复盘，全面梳理当前城乡配电网老旧线路的各类运行短板，精准定位影响供电可靠性、电能质量与运行效率的核心问题，为后续差异化改造方案的精准设计提供扎实的量化数据支撑^[1]。

现阶段城乡配电网老旧线路的核心问题集中在设备、结构、运行三大角度。设备层面重点排查运行年限超标的老旧绝缘导线、过载锈蚀的金具、老化破损的绝缘子等硬件缺陷，统计因设备劣化引发的故障跳闸频次；结构层面重点核查线路供电半径超标、分段开关设置不合理、不同截面导线混接、低压线路架设不规范等结构性短板，梳理线路重载、过载的分布区域；运行层面重点统计近三年线

路的线损率、电压偏差、频繁停电投诉、故障抢修时长等核心运行指标，排查树线距离不足、房线交叉跨越等外部隐患，形成“一线一档”的问题台账，确保所有存量问题全部纳入后续改造覆盖范围。

2 老旧线路改造提质增效规划设计总体原则

2.1 安全可靠优先原则

在老旧线路提质增效项目的规划及设计全周期内，始终把电网安全运行水平和供电可靠性作为核心管控前提。（1）系统梳理现有老旧配电线路普遍存在的绝缘材料老化失效、导线裸露布设、电气设备壳体破损、零部件性能衰减等隐患问题，结合线路运行年限和现场环境条件实施靶向化改造设计工作。合理调整线路敷设布局与敷设模式，细化设备选型技术参数并提高选型标准，有效减少短路、漏电、导线断线等常见故障问题。（2）同步完善线路配套防护设施，增强线路本体抵抗风雨侵蚀、温度变化等外界条件干扰的性能，依靠硬件设施升级完善配电网架构，降低后期故障发生概率，持续维持终端供电稳定，保障区域用电负荷安全有序运行。

2.2 提质增效适配原则

老旧线路改造规划设计全程紧扣提质增效核心目标，彻底摒弃传统工程中仅简单更换老旧电气设备、不优化网架结构的粗放式改造模式。（1）项目实施前期全面开展辖区城乡用电现状摸排调研，系统统计各区域用电负荷基数、负荷时空分布特征，结合区域产业发展、居民用电增长趋势及远期电网整体规划，精准核定导线截面规格，系统性优化配电网网架结构布局，科学校核各类电气设备运行参数及适配标准。（2）依托实测数

据与规划模型精准匹配现阶段用电承载需求,兼顾远期负荷增长预留冗余空间,针对性解决老旧线路载流量不足、运行线损偏高、供电末端电压偏差超标等各类常态化运行问题。通过网架结构优化、设备参数精细化调整,有效降低电能传输过程中的损耗,规范供电运行指标,全面提升配电网电能输送效率与供电稳定性,切实实现改造后电网运行品质与综合效能的双向提升^[2]。

2.3 经济实用统筹原则

本次老旧线路改造规划设计严格遵循经济实用统筹原则,在稳固工程建设质量、保障电网提质增效改造效果的前提下,统筹兼顾项目建设投入与电网长期运行综合效益,对整体改造方案进行精细化优化调整。(1)结合线路实际运行工况、故障数据及损耗情况,科学筛选适配现场工况的线路设备型号与标准化施工工艺,严格杜绝超标准建设、过度改造、重复改造等资源浪费问题。坚持轻重缓急的改造理念,优先对隐患集中、电能损耗偏高、故障频发且影响供电范围较广的核心路段实施重点改造。(2)全面统筹工程建设期材料、施工、人工成本与后期运维、检修、更替的长期成本,构建全周期成本管控体系,实现工程实用性、可靠性与经济合理性的有机平衡,确保改造后的配电网可长期保持高效、稳定、低成本的运行状态。

3 城乡配电网老旧线路核心改造规划设计内容

3.1 老旧线路设备升级改造设计

针对运行年限超标、绝缘老化破损、运行性能持续衰减的老旧线路设备,开展全维度升级替换专项设计。(1)对绝缘层出现开裂、老化、脱落缺陷的架空线路与地下电缆线路,结合区域负荷等级、规划供电距离完成整体更换设计,优先选用耐候性强、机械强度高、传输损耗低的新型线缆材料,结合远期负荷预测结果合理优化线缆截面参数,全面提升线路的长期载流能力与绝缘防护性能。(2)同步完成老旧附属设备的升级替换设计,对存在锈蚀断裂、绝缘失效隐患的绝缘子、金具,动作特性不达标分段开关,性能衰减的避雷器等附属设备全部淘汰更换,严格执行区域配电网统一设备选型标准,保障同一条线路上所有设备的参数匹配度与运行兼容性,从硬件设备根源层面彻底解决老旧线路频繁故障跳闸、供电损耗偏高的长期遗留问题,夯实配电网稳定运行的硬件基础^[3]。

3.2 电网网架结构优化设计

针对存量老旧配电网普遍存在的线路布局零散、网架结构薄弱、供电半径超出规程限值等核心问题,

系统性开展网架结构优化重构设计。(1)设计过程中需紧密衔接城乡最新国土空间规划与用电负荷分布特征,对超出标准的超长供电回路实施分段优化,通过新增联络线路、调整供电归属等方式压缩不合理供电半径,重新梳理规划线路主干走向,全面排查并拆除冗余搭接、路径交叉、长距离迂回的老旧无效线路段落,精简非必要的线路布局,从路径层面压缩电能传输距离。(2)同步优化主干线、分支线的层级架构划分,通过负荷转供、新增分段节点等方式均衡各条线路的负载分配,彻底解决部分线路长期重载过载、部分线路长期轻载空载的负荷失衡问题。通过全维度的网架优化设计,可有效提升配电网整体的线路负荷承载能力与供电均衡性,大幅降低长距离传输带来的额外电能损耗,同步提升配电网的故障转供能力,全面增强电网整体的供电冗余度与运行稳定性。

3.3 线路敷设与防护体系优化设计

针对不同区域的运行环境特征,差异化优化老旧线路敷设方式,形成适配性的敷设方案。(1)城区核心区域优先实施电缆埋地敷设改造设计,严格规范电缆沟开挖深度、同沟不同回路的敷设间距,配套设置警示标识与防护盖板,从物理层面规避施工外力破坏、路面环境干扰等常见隐患。乡镇及农村地区重点规整架空线路敷设路径,全面清理线路通道内的超高树木、违章搭建等障碍物,严格执行规程要求的杆塔布设间距、对地与跨路高度标准,消除房线距离不足、线间距离不达标的遗留缺陷。(2)同步完善全线路的防护体系专项设计,针对性强化线路防雷、防水、防腐蚀、防外力破坏的综合防护能力。针对沿海、高湿、高污染等特殊工况区域,优化线路防雷接地参数、防水密封配件、抗腐蚀外层防护的配置标准,全面提升老旧线路改造完成后的复杂环境适配性与长期运行耐久性,降低极端工况下的线路故障发生概率^[4]。

4 提质增效配套优化设计策略

4.1 负荷精准适配优化设计

城乡配电网老旧线路改造的规划设计阶段,需完成全区域用电负荷的全维度摸排工作,逐台区统计近三年的历史最大负荷、典型日负荷曲线、季节性负荷波动规律,同步结合区域产业发展规划、分布式光伏接入规模、新增用电项目报备信息,精准预判未来3至5年的区域用电承载需求,形成分时段、分片区的负荷预测台账。基于全量负荷数据完成线路与设备的参数优化配置,严格按照远期负荷需求校验线缆截面、分段开关额定容量、台区变压器的选型配置,实现所有硬件参数

与区域实际负荷的精准匹配,从设计源头杜绝大马拉小车、小容量设备长期带重载的不合理配置现象。针对长期处于空载、轻载状态的变压器,制定并联运行或减容更换的专项方案;针对长期重载、过载的老旧线路,分步完成线缆截面升级与负荷分流改造。通过全链条的负荷适配优化,可有效降低线路与变压器的空载损耗、轻载附加损耗,全面提升配电网的电能传输利用率,实现改造项目的精准提质增效。

4.2 降损节能专项设计

聚焦城乡配电网老旧线路长期存在的高损耗共性痛点,在改造规划阶段同步开展全链路降损节能专项设计,从硬件升级、网架优化、参数调整多个维度同步落地技术举措。(1)针对老旧线路导线截面偏小、材质老化锈蚀引发的电阻损耗偏高问题,分期分批更换为低损耗节能型线缆,同步优化中低压网架结构,对供电半径超标的线路实施负荷分流与路径优化,直接降低线路固有电阻损耗与长距离传输附加损耗。结合不同线路的运行负荷特性、分布式电源接入比例,差异化布设集中式与分散式无功补偿装置,动态调整无功补偿的投切阈值,将线路运行功率因数稳定控制在规程要求的合格区间内,大幅削减远距离无功传输带来的有功损耗,全面提升电能传输效率。(2)同步完成存量老旧线路的接线规整工作,逐段排查并消除线路接头接触电阻超标、私接乱搭导致的冗余回路问题,清理非必要的迂回供电路径,全方位消除各类隐性附加损耗,最终实现改造后区域配电网综合线损率稳定降至考核指标以内,达成降损节能的核心改造目标。

4.3 运维便捷化配套设计

城乡配电网老旧线路改造规划阶段,需同步衔接后期全周期电网运维的实际作业需求,开展面向长期运行的运维便捷化配套设计,从源头降低后续运维作业的实施门槛。(1)改造实施过程中,严格执行配电网标准化建设规范,统一同区域内线路设备的型号规格、技术参数与安装工艺,建立全线路统一的标识体系,明确杆塔编号、设备铭牌、警示标识的布设位置与标注标准,规范所有设备的安装高度、接线排布工

艺,为后续故障排查、设备检修、备品备件替换提供统一的作业基础,避免因设备型号杂乱、标识缺失导致的运维延误。(2)同步优化线路分段开关、故障指示器与在线监测点位的布设方案,按照供电单元合理划分线路的独立管控区段,实现故障发生后的精准区段定位与快速隔离,大幅缩小故障停电影响范围,压缩故障排查与处置的整体时长。通过全流程的运维适配设计,可有效降低后期日常运维的作业难度与人力投入成本,减少非计划停电的持续时间,间接提升城乡配电网的长期运行效能与供电服务水平^[5]。

结束语

本次城乡配电网老旧线路提质增效规划设计,立足电网现存实际运行问题,结合区域用电发展趋势,形成了从问题排查、设计原则、核心改造内容到配套优化策略的完整技术体系。通过全方位隐患排查精准锁定线路运行短板,依托科学化设计原则把控改造质量,从设备、网架、防护等多维度完成线路升级优化,并从负荷适配、降损节能、运维优化层面完善配套举措。整套方案有效规避了传统老旧线路改造粗放化、同质化的弊端,兼顾工程安全性、实用性与经济性,可切实改善老旧线路供电性能、降低电网运行损耗、提升运维管理效率,对推动城乡配电网标准化、精益化、长效化提质升级具有重要的工程应用价值。

参考文献

- [1] 方月桥.老旧小区电气系统智能化改造研究[J].城市开发,2026(2):48-52.
- [2] 陈敏,茅青琦.老旧小区照明线路改造中的防火安全问题研究[J].中国照明电器,2025(8):82-84.
- [3] 罗艺.试析农村配电网升级改造规划与实施[J].科学技术创新,2018(1):48-49.
- [4] 覃明芳.城乡规划中老旧小区公共空间优化设计研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(10):051-054.
- [5] 贺军,赵代弟.农村配电网改造勘察设计及实现的质量控制研究[J].中国新通信,2016,18(24):15-15.