

# 基于“1+3+5”低压透明配电网建设的研究与实践

胡廷耀 杨少锋 赵宝 李宗红 冯家亮  
红河供电局

DOI:10.32629/hwr.v9i11.6669

**[摘要]** 随着新型电力系统建设推进,分布式光伏、电动汽车等新型源荷规模化接入,低压配网作为电力供应“最后一公里”,面临基础管理薄弱、智能化水平不足、设备状态感知缺失等系统性挑战。为实现低压配网“资产、运行、管理透明”及“可观、可测、可控、可调”目标,红河供电局创新构建“1+3+5”低压透明配电网建设体系。本文梳理体系建设背景与痛点,阐释其核心内涵,结合实践案例验证应用成效,结果表明该体系推动低压配网实现三大转型,为新型电力系统下低压配网高质量发展提供可复制范式。

**[关键词]** 低压配电网;透明化建设;“1+3+5”体系;数字化转型

中图分类号:U224.3+1 文献标识码:A

## Research and Practice Based on the Construction of "1+3+5" Low-Voltage Transparent Distribution Network

Tingyao Hu Shaofeng Yang Bao Zhao Zonghong Li Jialiang Feng  
Honghe Power Supply Bureau of Yunnan Power Grid Co., Ltd.

**[Abstract]** With the advancement of the construction of new-type power systems and the large-scale grid connection of new-type sources and loads such as distributed photovoltaics and electric vehicles, the low-voltage distribution network, as the "last mile" of power supply, is facing systemic challenges including weak basic management, insufficient intelligence level, and lack of equipment status perception. To achieve the goals of "transparent assets, operation and management" and "observable, measurable, controllable and adjustable" for the low-voltage distribution network, Honghe Power Supply Bureau has innovatively constructed the "1+3+5" low-voltage transparent distribution network construction system. This paper sorts out the background and pain points of the system construction, explains its core connotation, and verifies the application effect combined with practical cases. The results show that the system has promoted the low-voltage distribution network to realize three major transformations, and provides a replicable paradigm for the high-quality development of the low-voltage distribution network under the new-type power system.

**[Key words]** Low-voltage distribution network; Transparent construction; "1+3+5" system; Digital transformation

### 引言

配电网是连接电源侧与用户侧的关键枢纽,其运行质量直接关系用电安全与社会经济稳定。国家相关政策明确要求加快配电网数字化、智能化转型,为新型电力系统落地提供支撑。红河州低压配网覆盖广、用户多,受历史投资、地理环境及新型源荷增长等因素影响,长期存在“重中压、轻低压”管理倾向。在此背景下,红河供电局提出“1+3+5”低压透明配电网建设体系,破解管理难题,为行业同类工程提供参考。

### 1 现状分析与总体思路

#### 1.1 低压配网多维管理痛点

低压配网存在多重发展制约:基础管理薄弱,台账与沿布图缺失,数据存在“三差”问题,人工采集效率低且易出错;管理

体系碎片化,16项制度存在条款交叉、新场景覆盖空白,部门协同有“三不”短板,多数县级单位无班组评价标准;智能化水平滞后,智能台区功能单一,传感设备覆盖率低于12%,系统数据融合率不足35%;还存在安全与供电质量短板、业扩及人员配置失衡问题。

#### 1.2 三年行动计划核心目标

以“双解放双促进”为导向,构建“1+3+5”体系推进转型,其核心为2024-2026年三年行动计划。2024年夯实基础,建设指挥中心和完成65%台区拓扑可视化并落地“一十百千”示范工程;2025年强化应用,实现95%拓扑可视化、治理85%存量问题并建成“源网荷储”调控片区;2026年提升水平,形成成熟体系并输出“红河经验”。

### 1.3 专项支撑与管理保障体系

针对核心痛点配套三项专项方案:到2026年,实现低压基础数据账实一致率达92%,完成95%存量安全隐患整治,将3个月及以上低电压台区占比降至1.0%。同时以四大管理为主线,配套7项指引文件,搭建“制度-流程-技术”保障体系,依托示范工程推动体系落地见效。

## 2 “1+3+5”体系核心内涵解析

### 2.1 “1”个三年行动计划:分阶段落地目标

“1”个三年行动计划分三阶段推进低压配网升级。基础建设阶段完成65%(1万余个)台区数据核查,补充12万条线路参数、整改4.5万处数据问题,5个单位实现100%拓扑可视化,启动低压配网指挥中心建设并落地3个试点,达成账实/图实一致率68%、台区故障率0.3次/台·年等指标;2025年深化应用阶段完成剩余5000余个台区数据核查,实现95%拓扑可视化、账实一致率达85%,指挥中心全功能覆盖13家县级单位,完成85%存量安全隐患治理,线路绝缘化率提高至78%,低压故障复电时间缩短至1.8小时;2026年提质增效阶段实现智能台区及宽载波模块全覆盖,形成全流程协同机制,达成综合电压合格率99.80%、台区故障率0.25次/台·年、用户满意度97%。

### 2.2 “3”项专项方案:精准破解痛点

“3”项专项方案精准破解低压配网核心痛点。基础数据整治遵循“消存量、控增量”原则,推广专业工具使采集效率提升280%,建立“县-所”两级电子化移交流程,构建完整拓扑关系形成“三张图”,到2026年,账实一致率达92%;安全隐患整治实行三级风险管控,结合巡视与拓扑核查建立台账,重点治理“三线附挂”、线路绝缘化及私拉乱接问题,到2026年,完成95%存量隐患治理、线路绝缘化率提高至88%;电压管理实施七大举措,完善管理闭环、解决季节性低电压问题,到2026年,将3个月及以上低电压台区占比降至1.0%。

### 2.3 “5”大管理核心与配套指引

“5”大管理核心与配套指引筑牢体系落地保障。五大管理核心聚焦资产与运行透明化,到2026年,实现全量台区“账实、图实”一致,实时监测负荷异常,用户诉求满意度达98%,作业效率提升30%,并通过40场培训覆盖2200人次保障体系落地;同时编制7项核心操作指引,覆盖数据采集、调度指挥、隐患治理等全领域,建立常态化监督机制,运监中心按月监控,生技部按季监督,45份告警单整改完成率达100%。

## 3 “1+3+5”体系应用实践

### 3.1 基础管理:从“家底不清”到“资产透明”

在基础管理层面,实现了从“家底不清”到“资产透明”的转变。通过推广南网智瞰APP、台区识别仪等工具,将数据采集效率从人均2台区/天提升至6.5台区/天;完成1万余个台区全量核查,补充12万条线路参数、整改4.5万处数据错误,构建起“配变-分支-相位-户表”四级拓扑关系,实现“一台区一图、一设备一码”,资产定位精度达94%。同时建立四级电子化移交流程,新建330个台区移交率与准确率均达高标准,还建成285个标杆

台区,实现资产、状态、管理全维度透明可查。

### 3.2 负荷监控:从“被动抢修”到“主动调控”

负荷监控领域实现了从“被动抢修”到“主动调控”的跨越。低压配网指挥中心整合多系统数据形成“一张屏”监控界面,对390台重过载配变实现84.6%的远程调控率,低电压台区治理完成率达90.3%;在个旧鸡街建成6个台区柔性互联微电网,整合分布式光伏、储能及充电桩资源,年消纳光伏电量1280万kW·h,减少碳排放9000吨;9个RPA机器人应用场景大幅提效,低电压监测耗时缩减超80%,欠费复电时间从35分钟缩短至6分钟。

### 3.3 诉求调度:从“被动响应”到“主动服务”

诉求调度环节实现从“被动响应”到“主动服务”的升级。通过三级停电感知体系主动发现2150起停电事件,预警准确率93%,并建立快速处置机制,将用户失电响应时间缩短18.8%,累计发送18.8万条停电告知短信;针对电压质量投诉开展根源分析,通过新建配变、调整相序、更换老旧线路等靶向整改措施解决各类问题,投诉回访满意率达100%;13家县级单位搭建营配协同中台,联动市局柔性中台,将跨专业问题平均解决时间从7.5天压缩至3.2天。

### 3.4 作业调控:从“粗放管理”到“规范可控”

作业调控维度达成从“粗放管理”到“规范可控”的进阶。优化低压作业全流程,实现中高风险作业视频监控全覆盖,通过四维度排查整改33起体外循环作业,低风险作业准备时间从1.2小时缩短至25分钟;落地智能运维模式,累计远程操作1250次,减少2500人次现场作业,基于传感器数据开展状态检修多供电量12.8万kW·h,还通过业扩接入裕度可视化避免155户无序接入问题;制定施工工艺通病防治手册,建立三级验收机制,新建台区实现“零缺陷”移交,330个验收台区运行稳定率达99%。

## 4 应用成效验证

### 4.1 管理效能:从“分散低效”到“协同高效”

管理层面实现质的飞跃,数据支撑与协同效率大幅提升。低压账实一致率、图实一致率均达80%,较2023年不足15%的水平提升65个百分点,客户档案一致率达97%,为精准决策提供坚实支撑,如基于拓扑数据优化运维计划使运维效率提升40%。部门间数据共享率从40%升至90%,问题处置平均耗时从3天缩至1天;营配融合型班组配套“两册”全覆盖,混岗作业风险降低60%,低压故障工单整改闭环率达98%。同时,RPA机器人替代80%重复性工作,基层员工年均减少重复劳动120小时,远程运维覆盖30%作业场景,指挥中心集中调度让相关处置时间平均缩短20%。

### 4.2 设备状态:从“带病运行”到“健康稳定”

设备运行状态持续优化,缺陷隐患与运行稳定性显著改善。存量紧急、重大缺陷消除及时率100%,累计消除紧急缺陷326项、重大缺陷894项;涉电公共安全隐患治理完成50%，“三线附挂”“私拉乱接”问题分别减少28%、35%，线路绝缘化率从57.62%提升至65%。配变运行稳定性大幅提升,重过载配变占比从8.3%降至3.2%,三相不平衡率>15%的配变占比从28.33%降至12.6%,

台区故障率从1.09次/台·年降至0.26次/台·年，低压故障抢修平均复电时间从3.53小时缩至2.03小时。智能设备覆盖持续扩大，智能台区从71个增至285个，宽带通信模块覆盖率从38.90%升至60%，部署1.2万台智能传感器，设备感知能力显著增强。

#### 4.3 供电质量：从“波动频繁”到“稳定可靠”

供电质量稳步提升，用户体验与新能源消纳能力同步增强。综合电压合格率从99.44%提升至99.76%，3个月及以上低电压台区占比从1.23%降至1.15%，春节等负荷高峰时段低电压问题较2023年减少52起。低压用户投诉总量同比减少65%，其中电压质量问题投诉22起（同比增加系主动暴露问题），已闭环15起，95598重复投诉为0，无12398有责投诉。新能源消纳能力显著增强，分布式光伏并网容量同比增长35%且并网成功率100%；微电网试点光伏消纳率达98%，无弃光现象，V2G充电桩有序接入充电120万kW·h，未对配网造成电压冲击。

#### 4.4 经济与社会效益：从“成本高企”到“效益双赢”

实现经济与社会双重效益提升，发展质量持续优化。经济效益方面，通过差异化配置智能设备和标准化建设，智能台区建设成本降低40%，节约投资1.2亿元；供电可靠性提升减少用户停电损失约8600万元，远程运维与RPA应用使运维成本降低15%，节约费用3200万元。社会效益突出，解决山区、城中村等区域低电压问题，惠及大量用户，智能充电桩、智慧灌溉等设备推广助力乡村振兴；微电网消纳光伏电量1260万kW·h，减少碳排放，为新型电力系统建设提供支撑。此外，获得红河州政府“优质服务单位”表彰，用户赠送锦旗，企业社会形象大幅提升。

## 5 结论与展望

### 5.1 结论

“1+3+5”体系是红河供电局破解低压配网管理难题的创新方案，核心价值有三：一是体系化创新，以三年行动计划为引领、三项专项方案为支撑、以五大管理核心为抓手，形成“目标-措施-保障”闭环，规避“碎片化”治理；二是数字化赋能，通过数

据治理、智能设备及AI调控，实现“经验驱动”向“数据驱动”转型；三是实效化落地，聚焦痛点试点推广，管理效能、设备状态等成效显著。实践证明，该体系解决了“家底不清、调控无力、服务被动”等问题，提供了可复制的“红河方案”。

### 5.2 展望

未来三年，红河供电局将深化“1+3+5”体系应用，重点推进三方面：一是数字化转型：2025年宽承载波覆盖率80%（2026年全量替代），构建AI小模型，重过载、低电压预测准确率超90%；二是源网荷储协同：微电网扩至50个，实现光伏、储能等群调群控，探索“虚拟电厂”提升灵活性；三是政企协同：推动成立州级电力联合执法机构，破解“三线附挂”等问题，建立“电网-政府-用户”机制。持续创新推动配网“更透明、更智能、更绿色”，为新型电力系统及经济社会发展护航。

### [参考文献]

- [1]曾锐明,曹德发.配电网低电压整治策略研究[J].通信电源技术,2022,39(12):165-167.
- [2]陈悦,赵健.基于层级解构与分相递归策略的三相不平衡低压配电网线路阻抗辨识[J].电力科学与技术学报,2025,40(2):131-140.
- [3]唐巍,张起铭,张璐,等.新型配电系统多层次交直流互联理念、关键技术与发展方向[J].电力系统自动化,2023,47(6):2-17.
- [4]吴振辉,彭晓涛,沈阳武,等.一种配电网环型供电模型及其合环运行方式的研究[J].中国电机工程学报,2013,33(10):57-63.
- [5]张坤均.PV-DG与不同类别ESS联用的低压配电网控制研究[J].电气技术与经济,2024,(12):57-62.

### 作者简介：

胡廷耀(1994--),男,汉族,玉溪通海人,本科,工程师,研究方向：配电网运行与检修。