

# 配电网自动化终端设备安装与调试技术探讨

李志斌

广州市花都路灯管理有限公司 广东 广州 510000

**【摘要】**：针对配网自动化终端现场勘测疏漏、传感安装不规范、通信参数匹配偏差、调试流程缺失标准化等运行问题，以物联网配电终端技术参数与标准化施工工艺为依托，从勘测流程、传感安装、通信整定、分层调试四方面提出优化技术路径，同步构建设备进场验收、分阶段施工管控、全过程质量检测、竣工复核校验全流程管控体系。整套技术方案可规范终端安装调试操作，提升电气量采集精度与数据传输稳定性，为配网自动化终端现场施工与运维提供标准化技术参考。

**【关键词】**：配网自动化终端；物联网；设备安装；调试技术；施工管控

DOI:10.12417/2811-0722.26.08.060

物联网技术持续推动配电网向数字化、智能化转型，配电自动化终端作为线路状态感知、故障处置、远程调控的核心载体，其安装与调试质量直接决定配网监测数据可靠性。当前户外杆塔施工受现场环境、设备工艺、调试标准多重因素约束，各类不规范作业易引发传感采样失真、通信数据断传、故障识别滞后等问题。现有工程实践缺少完整的问题梳理、专项优化技术与全流程管控体系，难以适配规模化终端铺设需求。本文结合物联网智能终端传感、通信相关参数标准，逐层剖析现场施工现存短板，配套对应的技术优化手段与落地管控措施，为一线配网施工提供完整实操依据。

## 1 配网自动化终端安装调试现存问题

### 1.1 现场勘测环节存在疏漏隐患

杆位勘测作业未完整梳理线路周边空间环境参数，架空线路沿线树木、低矮建筑物与电力导线安全距离未完成量化测算，障碍物长期干扰线缆敷设路径会持续抬高线路接地、短路故障发生概率。杆身原有电力辅件排布数据未完成登记存档，新增智能终端主机、一体化传感支架安装空间预留尺寸缺少精准核算，多设备堆叠布置会造成无线通信信号遮挡衰减。勘测阶段未采集区域基站信号覆盖强度数值，GPRS、4G、NB-IoT通信模块安装点位未结合信号强度分布图选定，终端长期运行过程中频繁出现数据断传、SOE事件记录丢失现象。勘测资料未同步记录现场温湿度常年波动区间，温度传感元件选型缺少环境数据支撑，热敏电阻采集数值与线路实际温度存在持续性偏移，直接降低线路负荷分析数据可信度。

### 1.2 传感设备安装施工操作不规范

电压、电流一体化传感支架固定作业未借助水平仪完成平整度校准，支架倾斜改变传感器安装朝向，电流传感元件标识面无法与线路潮流运行方向保持一致，三相电流采集数值持续出现系统偏差。穿刺线夹紧固施工未按照设备力矩标准完成螺栓脱帽操作，穿刺针无法完全刺破线缆绝缘层形成稳定导电接触，负荷波动工况下传感采样信号频繁跳变<sup>[1]</sup>。传感器二次侧航空插头未完全锁死固定，杆体长期受风力震动作用引发接线

端子虚接，电压、功率因数测量精度突破 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 标准阈值。传感单元相序标识未与主机接线标识一一对应，后台主站无法精准区分三相负荷分布，零序电流故障识别算法无法正常定位接地故障点位，故障隔离处置时效大幅延长。

### 1.3 通信模块参数调试匹配度不足

终端通信参数整定未严格遵循 DL/T634.5101-2002、DL/T634.5104-2009 规约标准，RS232 串口传输速率随意设定，1200bit/s、2400bit/s、9600bit/s 档位未依据现场数据传输量匹配切换，低速档位下高频采集数据出现堆积丢包。以太网 10/100M 全双工模式未根据大数据监测需求切换，视频、高频负荷同步上传场景带宽承载能力不足。无线公网 2G/3G/4G 模块驻网参数未结合区域基站覆盖范围调试，2km 至 10km 传输区间内信号衰减未做补偿配置，终端离线状态下带时标 SOE 事件存储容量参数未完成校准，通信恢复后大量故障数据无法完整补传至主站。远程维护升级通道加密接入参数调试缺失，数据传输链路存在信息泄露风险，无法满足电网安全接入规范性要求。

### 1.4 终端校验调试流程缺乏标准化

设备上电前未采用万用表、示波器逐路检测传感器输出模拟信号，标准电流、电压输入校验工序被简化，终端出厂预设精度参数与现场实际工况不匹配，功率因数测量误差超出 $\pm 0.01$  极限指标。数据上送逻辑未完成分层校验，最小 5 分钟定时上传、负荷越限主动上报、主站主动召测三类功能未单独开展模拟测试，重载工况下线路负荷预警信号存在延迟推送问题。RTOS 实时操作系统调度逻辑未进行长时间稳定性测试，多通道采集任务并发运行时出现数据处理卡顿，接地故障发生后零序电流信号分析响应时长超出设计标准。竣工阶段缺少独立复测工序，仅完成单次通电测试，未模拟通信中断、线路短路、变压器调压等多种故障场景开展全功能联调，终端长期运行潜在参数偏差无法提前排查<sup>[2]</sup>。

## 2 配网自动化终端安装调试优化技术

### 2.1 规范终端现场勘测勘查流程

勘测作业以杆塔为基础单元搭建多维度环境信息采集体系,借助信号检测仪器采集杆塔周边不同点位下 GPRS、4G、NB-IoT 信号强度数值,依托通信传输距离区间划定终端主机最优布设点位,规避建筑、金属支架对无线信号产生的屏蔽损耗。采用测距工具量化测算架空导线与周边植被、构筑物的垂直及水平间距,将长期环境观测记录的温湿度变化区间纳入勘测档案,为热敏电阻类温度传感元件型号匹配提供完整环境依据。对杆身原有各类电力辅件进行尺寸测绘与位置标注,结合一体化传感支架、终端主机的外形参数规划分层布设空间,预留线缆敷设、天线架设、接地装置安装所需空间余量<sup>[3]</sup>。勘测完成后形成标准化图文档案,同步录入线路基础台账,档案内完整收录通信环境、空间尺寸、气候条件三类核心勘测数据,为后续设备选型、安装点位确定提供完整数据支撑。

### 2.2 统一传感器标准化安装工艺

一体化电压、避雷器支架就位后依靠水平仪完成多角度平整度校准,调整垫片消除杆体表面凹凸带来的倾斜偏差,固定螺栓按照统一力矩标准完成紧固作业,杜绝支架长期运行出现位移偏转。电流传感元件依照线路实际潮流走向完成摆放,元件标识面与电流流向保持同向,逐一对齐电压、电流传感单元的相序标识,保障三相采集信号相位逻辑统一。线缆连接阶段将传感航空插头完全推入卡槽并旋紧锁扣结构,穿刺线夹贴合高压线缆表层后持续施加力矩直至螺栓脱帽,保证穿刺导体完全穿透绝缘层形成稳定导电通路。接线工序全部结束后接入标准模拟量信号,通过示波器捕捉传感输出波形,万用表分段检测线路导通性能,依托设备预设精度指标完成采样效果预校验,从硬件安装层面控制电气测量误差。见图 1。

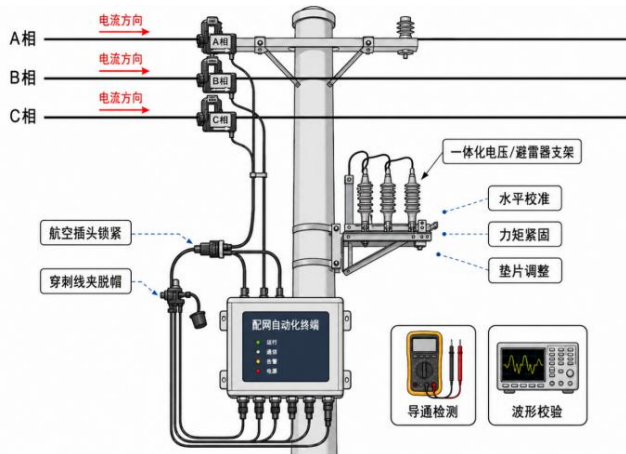


图 1 配网自动化终端传感器标准化安装示意图

### 2.3 精准整定通信传输运行参数

通信参数配置全程严格依托 DL/T634.5101-2002、DL/T634.5104-2009 两项电力远动规约标准化流程开展配置工

作,结合杆塔终端现场实际数据采集频次灵活选定 RS232 串口传输速率,常规低频静态负荷监测场景选用 1200bit/s、2400bit/s 低速档位减少模块功耗,高频海量电气量同步采集工况切换至 9600bit/s 档位提升报文交互效率。同步开展高清状态视频同步传输、多路三相负荷并行采集作业时,将以太网接口切换至 100Mbit/s 全双工工作模式,充足拓宽数据传输带宽缓解大批量实时报文堆积丢包问题。针对 2G/4G 无线公网模块完成驻网频段、本地离线缓存容量参数精准校准,依照终端最小 5 分钟定时数据上送周期划定本地 SOE 事件专属存储区间,保障通信链路临时中断期间带精准时标的故障事件记录完整留存不丢失。同步完善安全接入通道全套加密参数配置,开启远程程序升级、本地配置文件导入导出双重授权校验机制,搭建完全契合电力内网数据安全管理的稳定传输链路。

### 2.4 完善终端分层分级调试手段

调试工作划分硬件模拟层、系统运行层、主站联调层三个层级分步实施,硬件模拟层脱离现场一次线路单独向传感单元输入梯度标准三相电流、电压模拟信号,不间断采集有功、无功、功率因数连续测量数值,逐项对照设备 $\pm 0.5\%$ 电流电压、 $\pm 1\%$ 功率类精度阈值完成采样性能校验,同步录入多组温度标定位点验证热敏电阻测温元件内置温度换算曲线匹配度,剔除硬件采样层面固有误差。系统运行层依托终端内置 RTOS 实时操作系统开展长时间多任务并发压力测试,同步并行启动负荷周期采集、零序故障实时监测、多通道数据定时上传多组任务,持续观测系统任务调度响应时延,人工注入梯度零序接地故障信号检验内置故障识别算法的判别速度与定位精准度<sup>[4]</sup>。主站联调层复现线路重载、负荷越限告警、无线通信中断多种现场真实工况,依次核验 5 分钟周期定时上送、主站主动召测、断线历史数据补传功能运行稳定性,完整复现变压器档位调压、线路开关分合闸等远程遥控操作场景,全程抓取报文完整记录各工况下终端数据交互、调控指令执行全过程运行状态,深度挖掘不同传输参数适配过程中潜藏的隐性适配偏差。

## 3 配网自动化终端安装调试实施管控

### 3.1 进场设备材料逐项核查验收

所有运抵施工现场的元器件与安装辅材依照设备出厂技术台账开展分项核验,传感避雷器一体化支架、跌落式熔断器支架重点核查金属构件防腐镀层完整度与螺栓配套规格,金属构件表面锈蚀、形变缺陷的物料统一做隔离退回处理。电流、电压传感器核对出厂精度标定证书,确认三相电气量测量误差指标符合 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 设计标准,热敏电阻测温元件调取出厂斯特恩-沃尔曼特性校准曲线存档。通信模块核对 2G/3G/4G 无线通信单元、RS232、以太网接口硬件标识,校验模块支持 DL/T634 系列远动规约的硬件标识参数。穿刺线夹、航空航插、接地线缆、天线等辅材对照施工图纸清点数量,同步检验穿刺针硬度、插头锁止结构完整性,全部设备完成外观、参数、配

套配件三重核验后录入物资验收台账,未完成核验的物料禁止投入现场装配作业。

### 3.2 分阶段落实施工工序管控

整套终端装配流程按照支架固定、传感布设、线缆对接、主机吊装、接地与天线装配划分独立施工阶段,单一工序完成后进入工序质量核验环节再推进下一阶段作业。支架固定阶段记录水平仪校准数值、垫片使用规格、膨胀螺栓紧固点位,留存现场尺寸测绘记录。传感布设阶段留存电流传感元件潮流朝向、相序对位的现场影像资料,线缆对接工序标记每一组穿刺线夹力矩螺栓脱帽状态<sup>[5]</sup>。主机吊装作业控制设备离地3.2米标准安装高度,记录主机与传感单元垂直对齐偏差数值,航插线缆捆扎固定路径同步归档。接地装配阶段测量接地端子导通电阻数值,天线架设记录朝向与周边金属遮挡距离。各阶段形成专属工序记录档案,所有装配数据与影像资料绑定对应杆塔编号,实现单台终端全施工流程可追溯。

### 3.3 全过程做好调试质量检测

设备通电调试全程嵌入不间断数据采集校验环节,硬件接线调试阶段采用万用表、示波器持续采集传感器模拟输出信号,生成连续采样波形记录留存归档。通信参数整定阶段实时抓取串口、以太网传输报文,记录不同传输速率下数据包收发完整率,同步调取本地SOE事件存储容量占用数据,监测断线状态下带时标故障记录存储稳定性。系统运行调试阶段持续加载长时间并发采集任务,依托RTOS实时操作系统运行日志记录多通道数据处理时延,模拟零序接地故障输入信号,完整记录故障识别响应时长。远程遥控功能检测持续录入分合闸、保护复位、变压器调压各类控制指令,抓取主站下发指令与终

端反馈状态的交互报文,全部调试原始数据同步存储至工程数据库,作为设备运行性能判定原始依据。

### 3.4 建立竣工后复核校验机制

终端整体安装调试全部工序完工后间隔固定周期开展离线与在线双重复核校验作业,离线校验将全套传感元件脱离线路接入标准信号源,重新核验三相电流电压、功率因数测量精度,重新拟合热敏电阻温度转换曲线,核对各类通信接口报文交互完整性。在线复核依托配电主站下发周期性召测指令,调取终端5分钟最小间隔定时上传数据、越限告警主动上送数据,核查通信中断恢复后历史SOE事件补传完整程度。远程遥控复核批量下发多组设备调控指令,持续跟踪指令执行反馈状态,同步采集长期运行下终端本地存储模块、无线通信模块运行损耗相关数据。复核过程生成独立校验报告,报告内标注所有电气量、通信、控制功能实测参数,原始校验数据与竣工调试档案合并归档,形成长期设备性能追踪数据源。

## 4 结语

配网自动化终端是支撑电网在线监测与远程调控的核心感知单元,安装调试全流程的标准化程度直接影响配网长期运行稳定性。从现场勘测、传感装配到通信参数整定、分层调试,各环节技术偏差都会持续降低数据采集与故障识别能力。完整的工序管控体系能够约束现场不规范施工行为,通过进场核验、过程质检、竣工复测形成闭环管理。文中梳理的工艺优化方法与管控机制贴合物联网配电终端设备技术参数,可有效降低采样误差、减少通信异常,为配网智能化改造现场施工提供可落地的标准化实施思路。

## 参考文献:

- [1] 陈惠敏,黄培锋,吴超杭,等.10 kV 配电网智能分布式自动化应用研究[J].农村电气化,2022,(5):37-39.
- [2] 陈海龙,黄华生.县域配电网自动化建设的探索[J].农村电气化,2022,(10):55-57.
- [3] 王爱玉,王金全.基于北斗短报文通信的偏远海岛配网自动化建设新模式[J].农村电气化,2023,(3):1-6.
- [4] 张贝贝,何维祥,许笑,等.配电自动化终端自动验收系统的研制[J].农村电气化,2024,(3):70-72.
- [5] 张馨文,李径遥.基于物联网技术配电线路智能终端功能参数及安装调试分析[J].电力设备管理,2024,(17):135-137.