

峡谷地域电测终端数据信号传输优化实践

根据怒江大峡谷地貌特征，分析并筛选电测终端数据信号弱的原因，结合通信运营商信号塔未能全覆盖和北斗卫星应用投资大的情况，在电力监测终端旁增设GPRS信号增强装置，配合高增益定向天线实现GPRS通信无障碍，达到投资少、见效快和易推广的目的，有效解决了高山峡谷电力监测终端数据信号优化的难题。

文/云南电网有限责任公司怒江供电局 孔碧光 查世奇 刘晓欣 何明跃 张缘平

随着智能电度表推广、低压集抄全覆盖和生产电压监测点监测密度增加，怒江大峡谷地貌存在山高坡陡、地势险要和天气恶劣等特点，严重影响了电测终端数据信号传送和接收质量。目前，怒江电网所辖范围内营销电能计量集抄有180 000多只、生产电压监测仪有600多只，约5%的仪表安装在通信信号盲区，几乎无通信用户，通信运营商不愿意投资；约10%的仪表数据上传时断时续，监控实时数据有很大的困难，只能进行人工现场抄录。不仅增加了运营成本，数据质量也大打折扣，终端上线率、自动抄表率大幅下降，严重影响数据采集及正常缴费，给企业带来一定的负面影响。

如何在生产电压监测终端旁增设GPRS信号增强装置，通过技术手段进行信号优化，采用配合高增益定向天线，从而达到对电测终端数据非常微弱的信号进行优化提升的目的，实现GPRS通信无障碍。本文就此展开了实践探索。

信号优化实践过程

1. 信号优化实践方向确定

在通信运营商传输的基础上，根据工作实际，在营销电能计量集抄终端、生产电压监测仪附近增设微型信号发射接收装置。怒江电网所辖范围内共有26个供电所及30个营业网点，在营销电能计量集抄有180 000多只、生产电压监测仪有600多只中，由于智能电度表推广、低压集抄在怒江还未实现全覆盖，且北斗卫星应用投资大，因此，选定运行4年以上，具有GPRS通信功能的生产电压监测点，作为信号优化实践方向。

2. 弱信号因素分析及处理措施

(1) 信号强弱与dBm值、asu值的关系统分析

dBm及asu是安卓定义的信号

表1 手机信号强度、dBm、asu和传输效果关联

dBm值	asu值	手机信号强度显示	实时传输数据效果
0 ~ -89	140 ~ 51	四格	良好
-90 ~ -101	50 ~ 39	三格	良好
-102 ~ -113	38 ~ 28	二格	差
-114 ~ -122	26 ~ 18	一格	极差
-123以下	17以下	无显示	无数据

单位，dBm是1 mW的分贝数，即每mW发射功率折算成的信号信噪比；asu是alone signal unit独立信号计量单位。asu和dBm之间的转换关系是：dBm值 - asu值 = -140。

以常用的手机作为信号测试介质，通过“设置—更多设置—关于手机—SIM卡状态—信号强度”进行测试。经过大量现场测试，得出表1所示的手机实时信号强度、dBm、asu和信号传输数据效果关联情况。

(2) 信号接收功能弱化

时时信号强度在-101 ~ 0 dBm范围及对应的asu值时，电测终端信号传输数据质量可以正常传输。若在此范围电测终端信号传输数据质量仍然差，最大可能与GPRS卡或手机有关，可以考虑进行更换。

(3) 超出通信运营商信号覆盖范围

超出通信运营商信号覆盖范围，也就是信号盲区。偏远山村或者边远郊区通常会出现基站信号覆盖不足、基站距离太远，造成偏远地区手机信号及依靠通信运营商传输数据的智能电表推广、低压集抄全覆盖或生产电压监测点监测信号微弱；常规信号频率约900 MHz，穿透钢筋混凝土建筑材料难，造成城中村高大建筑下的信号也非常弱。

(4) 监测终端VPN设置不合理

为了避免电力监测终端VPN映射地址重复性，监测终端VPN设置一般都很复杂，容易输入失误。VPN设置不合理，会造成VPN串址、逻辑混乱等，数据也不能正常上传下载。

(5) 天气变化的影响

经过2016年12月—2017年10月的天气数据监测与通信运营商信号质量对比分析，天气变化对通信运营商信号质量有一定的影响，晴朗天气信号好，雨天信号次之，雷雨、大雾天气影响最大。对同一监测点在不同的晴朗天气与雷雨、大雾天气下测试，现场测试数据相差3~10 dBm值。

(6) 乒乓效应和孤岛效应难题存在

高层用户接收到附近几个基站的信号，信号没有阻挡且信号强度相近，信号就在几个基站间频繁切换的乒乓效应和有可能会收到非相邻基站的信号，存在信号能收到，却不相邻无法切换到信号好的基站的孤岛效应依然存在。乒乓效应和孤岛效应是目前通信信号传输的难题，本文不再分析。

3. 信号优化电测终端筛选

智能电表推广、低压集抄在怒江还未实现全覆盖，且北斗卫星应用投资大，因此，选择GPRS无线

表2 余某家（末端）信号增强装置投入前后日数据对比

状态	上传个数	应上传个数	上传率（%）	dBm值	asu值	有无数据
投前	269	288	93.4	-121	19	无
投后	284	288	98.61	-103	37	有

表3 李金某家（末端）信号增强装置投入前后日数据对比

状态	上传个数	应上传个数	上传率（%）	dBm值	asu值	有无数据
投前	265	288	92.01	-122	18	无
投后	286	288	99.3	-100	40	有

通信应用相对成熟的生产电压监测仪作为试点。从2016年12月—2017年9月的2 560个月数据、76 800个日数据和22 118 400个5 min数据中，筛选合格率较低的电压监测点，分区域确定研究信号优化对象。在泸水县和兰坪县区域，存在信号质量波动极端现象，乡镇城区信号非常好，不用优化；山区信号非常差，优化不了。在福贡县和贡山县区域，信号质量波动平缓，乡镇城区信号非常好，不用优化；山区信号差，时断时续，是信号优化的理想对象。

通过逐级筛选，最终选定贡山县区域信号时断时续的35 kV茨开变电站10 kV齐郎当线思姑一台变压器思姑400 V出线叶某某家（首端）、35 kV茨开变电站10 kV齐郎当线思姑一台变压器司姑400 V出线余某家（末端）、35 kV茨开变电站10 kV黑娃底线拉黑一台变压器拉黑家400 V出线李某某家（首端）、35 kV茨开变电站10 kV黑娃底线拉黑一台变压器拉黑家400 V出线李金某家（末端）等4个监测点作为研究对象。

4. 信号增强装置技术可行分析

在生产电压监测终端旁增设GPRS信号增强装置，配合高增益定向天线，达到电测终端数据信号增强优化的目的，实现GPRS上传下载数据无障碍。

信号增强装置工作原理逻辑如下：通过天线接收有用信号放大，经变频信号，经滤波器滤波、功率

放大器放大，由重发天线发射到基站，利用重发天线接收基站上行信号，沿相反的路径由上行放大链路处理，经放大器、滤波器和功率放大器再发射到基站，从而达到基站与信号增强装置的双向通信。信号质量在很大程度上取决于信噪比。信噪比指标一般是不能通过简单的放大来改善，因放大有用信号的同时，噪声信号也同样被放大。改善信号质量就要尽可能提高信号能量和降低系统噪声，利用高增益天线接收到的较高质量的信号，必须解决高增益天线与电力监测终端连接的问题，减少高增益室外天线与电力监测终端之间的传输损耗。选择元器件时，要综合考虑放大器的潜在不稳定和绝对稳定性。

信号增强装置应用效果验证

2017年10月对4个研究对象监测点中，再次筛选出远离通信基站信号相对弱，手机实时信号强度显示为1格的2个监测点，进行现场监测，即与通信基站直线距离1 260 m的35 kV茨开变电站10 kV齐郎当线司姑一台变压器思姑400 V出线余某家（末端）、与通信基站直线距离1 090 m的35 kV茨开变电站10 kV黑娃底线拉黑一台变压器拉黑家400 V出线李金某家（末端）2个监测点，作为实时跟踪信号增强装置应用对象，提取信号增强装置投入前后信号最差时的现场数据如表2、表3所示。

图1、图2是信号增强装置投入

前后信号信噪比（dBm）和独立信号（asu）测试时时信号强度，通过“设置—更多设置—关于手机—SIM卡状态—信号强度”测试的现场截图。

根据表2～表5可以看出，在生产电压监测终端旁增设GPRS信号增强装置，2个监测点手机实时信号强度显示从1格提升到了2格，提取电压监测系统数据与现场数据一致，基本可以正常上传下载时时

数据，达到电测终端数据非常微弱的信号进行优化提升的目的。依据以上2个监测点成效，逐渐在多个生产电压监测仪和营销电能计量集抄终端使用，特别攻关dBm值在-114及以下，且手机时时信号强度显示一格的电测终端数据的提升。

结束语

在生产电压监测终端旁增设GPRS信号增强装置，采用配合高增

益定向天线，达到电测终端数据非常微弱的信号进行优化提升目的，特别是dBm值在-102～-113之间，手机实时信号强度显示二格的电测终端数据提升成效尤为明显，但dBm值在-114～-122之间，手机实时信号强度显示一格的电测终端数据提升不明显，原因是功率放大不足，有待继续研究。

电力监测终端数据信号优化，可以实现GPRS通信数据高效传播，提高营销电能计量表集抄准确率、生产电压监测仪数据的上报率，解放劳动生产力，实现电力监测计量仪表的可控、在控，间接降低生产运营成本和提升社会满意度，更好地为营销、生产提供便利服务。EA

表4 余某家（末端）信号增强装置投入前后数据对比

信号强度	-121 dBm 19 asu	信号强度	-103 dBm 37 asu
手机网络类型	LTE	手机网络类型	LTE
服务状态	正在使用中	服务状态	正在使用中

表5 李金某家（末端）信号增强装置投入前后数据对比

信号强度	-122 dBm 18 asu	信号强度	-100 dBm 40 asu
手机网络类型	LTE	手机网络类型	LTE
服务状态	正在使用中	服务状态	正在使用中

（上接第41页）

改造起到指导作用；在配电网建设改造方面，实现了“可控、在控、能控”，优化了网架结构、明晰了接入层级，为配网高效运行奠定坚实基础；在配网运营方面实现了综合统筹，有效利用状态检修、“网格化”标准抢修和营配调信息集成应用等新技术，有效减少了停电时间。通过综合提升，全面实现了建设应用目标，城镇用户年平均停电时间由78.84 min下降至46.25 min，供电可靠率由99.836%提升至99.993%，供电可靠性提高0.157个百分点，年平均停电时间减少32.59 min；年增售电量收益约127.17万元，产生社会效益约3 265

万元（按照度电产值进行估算）。

建议与结论

1) 面向配电层供电可靠性的规划理念不仅考虑网架结构和设备配置方面存在的不足，而且将供电可靠性相关的技术与管理也包含在内，从而确保薄弱环节与提升措施更加全面。

2) 网格化规划的方法以供电单元为基础开展工作，深入研究各功能发展定位，开展配电网诊断分析，制定合理的目标网架和过渡方案，能有效实现现状网架到目标网架的平稳过渡，避免了“大拆大建”现象的发生。

3) 网格化规划应注重坚持各级电网统筹协调发展，注重上下级电网之间互济，注重一次与二次系统协调，注重规模数量和管理组织的协调，注重配电网可靠性和效率效益的协调。同时应坚持标准化、差异化和精益化理念，合理分解网格和优化项目，实现配电网精准投资和项目精益化管理。

4) 注重专项专题规划研究工作，积极开展分布式电源、电力设施布局、配网通信网、配电自动化、配网精益化运维和设备选型等专项专题研究。实现规划、建设、运维和运营等专业协调同步发展，引导企业不断提高核心竞争能力。EA