

基于中压线路调压器的配电网 低压治理方法研究

贵州电网有限责任公司毕节供电局 李刚 黄伟 勾勇 王东华 陈旭 艾敏 杨专
合肥华威自动化有限公司 柴迪运 李永祥 周浩 钱东

摘要: 以贵州某10kV线路为例, 对线路末端低电压原因进行研究, 对比分析了10kV线路末端低电压的解决方法, 提出了采用中压有载调压器来解决10kV线路末端电压过低问题的方案。

关键词: 低电压; 调压器; 配电网

我 国中低压农村配网结构多采用辐射状网络, 线路存在电源分布不均、用户负荷分散、线路供电半径长、线径小、配变重载甚至过载等问题^[1], 这也导致了线路末端出现低电压问题^[2]。过低的供电电压会导致部分电力设备效率下降, 也会使配电成本上升, 对系统经济运行产生不利影响。

1 某10kV 线路低电压问题及分析

贵州毕节供电公司所辖的10kV 朝溪线导线型号 LGJ-185, 长度23公里, 线路容量15325kVA; 达溪线片区8km, 分支线导线型号 LGJ-50, 主要是作为达溪片区供电电源, 同时作为雪榕公司备用电源。朝溪线2018年最大负荷时后台记录数据为电流164A、有功功率2.7MW、无功功率0.88Mvar、变电站出口母线电压10.5kV、功率因数为0.95, 供电区域持续发生大规模台区电压异常现象, 达溪线路电压为9.3kV, 末端电压仅有8.5kV左右。根据 GB/T 12325-2008《电能质量供电电源允许偏差》及《供电营业规则》对用户电压质量标准规定, 20kV 及以下三相供电电压允许偏差为系统标称电压的±7%。而上述线路负荷高峰时段10kV 线路后端电压仅为8.5kV, 电压偏差达到了-12%, 无法满足实际生产生活的供电需求。

针对现场数据分析可知, 实际的电力线缆存在阻抗, 为非理想导体, 当功率流通过会产生电压降

落^[3]。对应的电压降落可表示为 $\Delta U=(PR_0+QX_0)L/U_0$, 式中 ΔU 表示线路电压降落, P 与 Q 分别表示线路有功功率潮流与无功功率潮流, R_0 、 X_0 分别表示电缆线路单位长度的阻抗和感抗, L 表示线路长度, U_0 表示变电站出线电压。据此可知: 线路功率越大、线路长度越长, 线路电压降落差值越大; 线路电缆截面越大, 单位电阻越小, 线路电压降落差值越小。

考虑到10kV 达溪线负荷性质为农业灌溉和个别工业性负荷, 线路负荷分布不均匀且较长, 负载率较高, 大量线路为 LGJ-50型号线缆, 这些因素均导致线路末端电压低。经实地测量, 线路末端配电台区配电变压器380V 侧电压为339.6V, 不能满足沿线用电单位的正常使用。通过仿真计算软件, 应用牛顿-拉夫逊算法对朝溪线进行建模分析, 计算线路多种负荷条件下的电压分布情况可知, 随着负荷的增加线路的电压状况将进一步恶化。

2 10kV 线路低电压治理方案

2.1 低电压问题治理方案对比

目前国内外关于低电压治理的研究方向和治理方案基本有: 新建变电站; 变电站主变压器有载调压; 优化配电变压器档位; 改变线路参数(如增大线径); 改变线路的无功功率; 使用10kV 线路自动调压器(表1)。

对于主变有载调压和优化变压器档位方式来调节电压, 调压范围应限制在±5%以内, 同时电力

表1 电压调节方式对比

电压调节方式	主要措施	特点	调压效果
新建变电站	缩短供电半径, 提高线路末端电压	调压效果好, 投资巨大, 周期长, 维护费用高	效果好
主变有载调压	调整母线电压, 仅以母线电压为调整依据	抬高电源端母线电压, 不能对每条线路电压分别调整	效果不明显
优化配电变压器档位	对配电变压器的分接头进行电压调整	不能对母线和其他线路的电压分别调整	效果不明显
更换线路导线	降低线路阻抗, 提高电压质量	投资较大, 周期长	效果好
增设容无功补偿装置	补偿线路无功, 降低线损, 提高线路电压	对长线路, 重负荷线路电压调节效果不明显	效果差
中压线路自动调压器	自动化程度高, 使用灵活, 安装方便	投资小, 性价比高, 串联于线路中, 不能过载运行	效果好

系统须具备充足的无功电源功率, 且不能频繁进行调档操作。对于长距离输电导致的电压降落问题, 有效的方案是新建变电站调压、更换线路导线和线路有载调压。从经济角度考虑, 对于容量较小的系统, 新建变电站和线径改造不具备可行性。相比较而言, 安装线路调压器来对配电线路电压进行调整则是一个既方便又经济、且易于维护的最佳方案。调压器可广泛应用于供电距离比较远、供电负荷大、电压波动大、电能质量达不到使用标准的供电线路, 也可以用于电压质量不能满足生产需要的工矿企业。

2.2 线路调压器原理

调压器工作原理。10kV 线路调压器主要由变压器本体、电动有载开关、电压电流检测装置及控制四部分组成构成^[4]。其能够实时监测配电线路电压情况, 并自动调节配电线路的输出电压始终处于正常电压范围内。10kV 线路调压器属于一种油浸式的三相自耦变压器。通过采集调压器后端的电压、电流信号, 控制器判断线路电压是否满足目标电压要求。若满足要求, 装置无动作, 维持现有运行状态; 若电压不满足要求时, 智能控制器延时向有载分接开关发送升档或降档指令, 控制电动分接开关内的电机运转, 带动分接开关从一个分接头切换至另一个分接头, 从而改变自耦变压器的变比, 实现有载自动调压的功能^[5]。

调压器应用原理。根据调压器的工作原理可知, 调压器能够朝增大和减小两个方向调整输出电压。因此可根据线路负荷分布规律合理设置调压器安装

位置, 从而实现最优调节。根据装置调节范围, 可将调压器安装于线路首端或者中段(图1)。

线路首端。若变电所各馈线用户负荷大小基本一致, 末端电压降落不大, 此时将调压器安装在变压器出口位置, 直接调节母线电压。通常调压器与主变采用分体安装, 可有效降低主变的故障率, 减少停电时间。

线路中段。在馈电线路较长、导致末端线路电压较低的情况下, 则可将调压器安装在线路中间, 以用于提高末端线路的电压。对于输电距离较长的配电线路, 安装线路调压器是集经济、方便、免维护、全自动调节为一体的完美方案。如图2所示, 在负载 L2、L3 之间加装一组线路调压器, 将它的输出电压提高到要求的电压水平, 从而使它后面的负载能在正常的电压下工作。

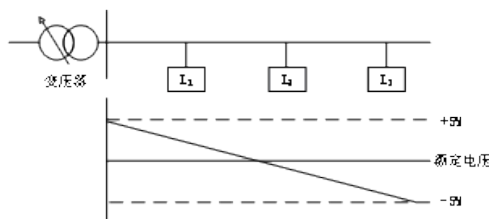


图1 线路首段安装调压器效果

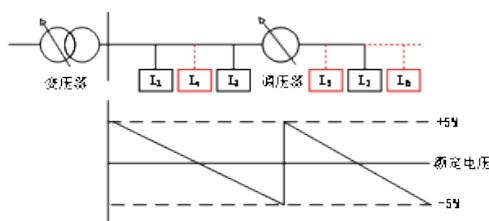


图2 线路中段安装调压器效果

2.3 现场实施方案

通过以上解决措施综合对比, 根据10kV 朝溪线路与负荷情况, 以投资小、见效快为基本依据, 确定在10kV 线路中安装中压线路调压器, 以解决达溪线路后端低电压问题。选择调压器型号 HWOSZ-XL-4000/10-7(0~20%), 电压等级10kV, 容量4000kVA, 调压范围0~20%, 调压档位为7档, 安装位置位于达溪线1号杆。

3 治理效果

在线路加装10kV 自动调压器后, 调压器输出端电压基本维持在9.9~10.5kV, 线路末端的配电台区进线电压也保持在9.5kV 以上, 电压调压效果显

(下转36页)

智慧车联网。电力企业可利用大数据采集系统采集电动汽车充电、放电情况，若发现异常自动上报，这对保证电动汽车及用户安全具有重要意义。为实现这一目标，电力企业应加强与电动汽车厂家相关服务工作的合作及沟通，实现各方数据共享。利用数据采集系统可采集电动汽车余电量、目的地等数据信息，并对这些数据信息进行分析，提醒用户及时到距离最近的充电桩充电，为用户提供优质使用方案。

光伏电网。随着科技的发展，光伏发电设施建设规模、建设数量在持续增多，光伏发电、用电数据急剧增多，此时电力企业应建设智能用电终端用于采集这些数据。将海量数据与电力企业多个信息化系统结合在一起，可为用户提供光伏智能选址、并网接电、线上结算支付等多项服务。

综合多种数据。利用信息化技术可将水、电等数据信息综合在一起，通过此系统可迅速完成多项数据采集、费用计算、用能管理等工作，用户可通过系统快速查询相关信息，为用户生活提供了便利。通过采集能源用量信息，不仅可监控能源损耗、了解用户对能源的需求、防止不法用户窃能，还可通过这些数据分析未来一段时间内用户对于能源的需求，为企业提高服务质量奠定坚实基础。

3.2 电力能源大数据及电能智慧应用、运维抢修

电力企业可通过电力能源大数据分析用户对电能的需求量、用电特征等信息，依据客户实际情况科学制定供电方案，以提高服务质量。电力企业可利用历史数据，绘制用电设备监测表格，若电力设备发生故障可及时明确故障原因，主动向维修人员推送故障信息，这对提升电网抢修速度、缩小故障范围、缩短停电时间十分重要。✘

参考文献

[1] 常青云, 郑东升. 基于大数据平台的电力营销信息化建设研究 [J]. 科技展望, 2017, 27(28): 10.
[2] 熊里. 基于云平台的电力大数据多角度可视化分析与研究 [D]. 华北电力大学; 华北电力大学(北京), 2017.
[3] 李玥贇. 试析电力自动化系统大数据的应用 [J]. 冶金动力, 2018, (2): 67-69.
[4] 陈嘉霖, 熊海楠, 周宏志. 基于Hadoop的电力大数据采集方案优化 [J]. 电子技术与软件工程, 2017(13): 194-195.

(上接45页)

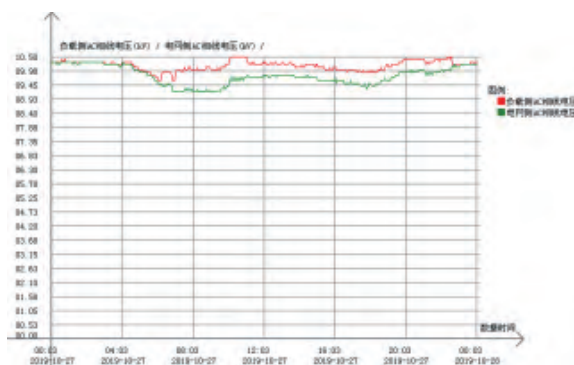


图3 治理后调压器单日输入输出电压曲线

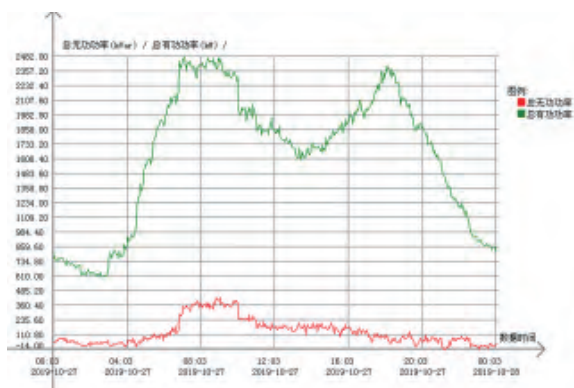


图4 调压器安装前后单日功率曲线图

著。根据调压器运行状态远程监测数据，调压器日均动作5~8次，有效保证输出端电压。依据沿线各点安装的电压监测仪监测数据，设备安装投运后，线路电压质量明显改善，电压稳定性显著提高，有效改善了线路末端用户电压低的问题。同时，线路调压器的安装使用减少农网季节性负荷特性对线路电压的影响，对广大用电群众及供电企业带来积极的影响，产生了巨大的社会效益和经济效益。✘

参考文献

[1] 边静涛. 农村电网电压质量及无功补偿应用研究 [D]. 华北电力大学, 2013.
[2] 黄桂兰, 林韩, 蔡金锭. 农村配电网低电压治理措施研究 [J]. 电气技术, 2015(11): 64-67+82.
[3] 刘安灵, 黄振刚, 等. 某市吉河线严重低电压问题分析与解决方案 [J]. 电工电气, 2018(05): 32-36.
[4] 李海国, 李长虹, 等. 多档电力智能调压器有载分接开关的研发 [J]. 电工电气, 2018(10): 54-59.
[5] 周晓云, 卜婷婷, 等. 无级调容智能滤波技术在充电站中的应用研究 [J]. 电力设备管理, 2019(08): 28-29.