

低压分布式光伏对营销线损管理影响探讨

沈娟

国网江苏省电力公司镇江三新供电服务有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i6.16782

[摘要] 低压分布式光伏并网对营销线损管理产生了积极影响,减少了传统能源输送中的能量损失,并通过智能化管理快速定位线路故障。然而,光伏发电量的波动性增加了电网负荷调度的难度。为优化管理策略,需构建营销线损预测模型,实时监测线路情况,并综合考虑光伏发电、储能和负荷管理的综合优化。合理规划光伏系统布局和接入点,完善配电设备设计,采用智能电网技术,进一步降低线损,提高电网效率和可靠性。

[关键词] 低压分布式光伏; 营销线损管理; 影响

中图分类号: TM714 文献标识码: A

Discussion on the Impact of Low-Voltage Distributed Photovoltaics on Marketing Line Loss Management

Juan Shen

State Grid Jiangsu Electric Power Company Zhenjiang Sanxin Power Supply Service Co., Ltd.

[Abstract] The integration of low-voltage distributed photovoltaic systems has had a positive impact on marketing line loss management, reducing energy losses in traditional power transmission and enabling rapid identification of line faults through intelligent management. However, the volatility of photovoltaic power generation increases the difficulty of grid load scheduling. To optimize management strategies, it is necessary to develop a marketing line loss prediction model, monitor line conditions in real time, and comprehensively consider the integrated optimization of photovoltaic power generation, energy storage, and load management. Rational planning of photovoltaic system layouts and access points, improving the design of power distribution equipment, and adopting smart grid technologies will further reduce line losses and enhance grid efficiency and reliability.

[Key words] low-voltage distributed photovoltaic; marketing line loss management; impact

引言

近年来,随着全球对清洁、可再生能源需求的不断增加,低压分布式光伏技术得到了快速发展。这种在用户侧安装光伏组件,就近发电并接入电网的技术,不仅提高了能源利用效率,也对传统的电力系统营销线损管理提出了新的挑战和机遇。本文旨在深入分析低压分布式光伏对营销线损管理的影响,探讨其背后的原因,并提出相应的解决策略,以期为电力行业的转型升级提供有益的参考和借鉴。

1 低压分布式光伏技术概述

1.1 分布式光伏的基本概念

(1) 定义与特点: 指将光伏组件安装在用户侧,就近利用太阳能发电的技术,功率通常在几千瓦到几十兆瓦。特点为发电就近消纳、减少输电损耗,且清洁环保、灵活性高,适合工商业厂房、居民屋顶等场景。(2) 并网技术与运行原理: 通过逆变器将

光伏组件产生的直流电转为交流电,经配电系统接入低压电网。正常运行时优先自用,余电上网,电网故障时具备防孤岛保护功能,保障电网安全。

1.2 低压分布式光伏系统的构成与功能

(1) 主要组件及作用: 光伏组件负责光电转换,逆变器实现交直流变换,汇流箱汇集电流,计量装置统计发电量,支架起固定支撑作用。(2) 系统布局与接入方式: 布局需结合场地朝向和光照条件,多采用屋面平铺或支架安装。接入方式分单相接入(适用于居民)和三相接入(适用于工商业),均需符合电网接入规范^[1]。

1.3 国内外低压分布式光伏的发展现状

(1) 技术进展与市场应用: 国内高效组件、智能逆变器技术领先,工商业分布式应用广泛;国外侧重户用市场,储能结合光伏的模式逐步推广。(2) 政策环境与激励机制: 国内有电价补贴、

增值税减免等政策,部分地区给予建设补贴;国外如德国有Feed-in Tariff政策,美国提供税收抵免,推动行业发展。

2 营销线损管理基础

2.1 线损的定义与分类

(1) 技术线损与非技术线损:技术线损是电力传输、分配过程中,因导线电阻、变压器损耗等客观因素产生的电能损失,与电网结构、设备参数相关;非技术线损则由人为因素导致,如窃电、计量装置故障、抄表误差等,可通过管理优化降低。(2) 实际线损与理论线损的差异:理论线损是基于电网参数和负荷特性计算的理想损失值,反映电网技术水平;实际线损是供电过程中实际发生的损失,等于供电量与售电量差值。两者差异主要源于非技术线损,差异越大,说明管理漏洞或异常情况越突出。

2.2 营销线损管理的重要性

(1) 提高电力系统运行效率:有效管控线损可减少电能在传输环节的浪费,提升电网资源利用率,保障电力可靠供应,避免因损耗过大导致的供电压力,优化系统整体运行稳定性。(2) 降低能源消耗与成本:线损降低意味着减少发电侧的能源投入,契合节能降耗需求;同时,减少的电能损失可转化为经济效益,降低电力企业运营成本,也间接减轻用户用电负担。

2.3 传统营销线损管理方法与挑战

(1) 现有技术与管理手段:依赖人工抄表统计电量数据,通过定期巡检排查计量异常,采用分区、分压核算线损率,结合经验判断制定降损措施,技术上多使用普通电能表,缺乏实时监测工具。(2) 面临的困难与问题:人工抄表易出现漏抄、错抄,数据滞后难以及时发现异常;窃电手段日趋隐蔽,传统巡检难以精准识别;计量装置老化或精度不足导致数据偏差;线损分析依赖人工经验,缺乏数据建模等科学手段,难以实现精细化管理。

3 低压分布式光伏对营销线损管理的影响分析

3.1 减少输电距离与电阻损耗

(1) 分布式光伏就近供电的优势:低压分布式光伏直接安装于用户侧(如居民屋顶、工商业厂房),发电后优先满足本地负荷需求,大幅缩短了电能从发电侧到用电侧的传输路径。相较于集中式光伏需通过高压输电线路远距离输送,其规避了配电网末端的长距离供电环节,尤其在低压配网中,可减少从变电站到用户表计的输电层级,降低中间环节的损耗风险。(2) 降低能量传输过程中的损失:根据电能损耗公式($P=I^2Rt$),电阻损耗与输电距离(电阻R与距离正相关)成正比。就近供电使低压线路中的电流传输距离缩短,导线电阻产生的技术线损显著降低。例如,工商业厂区自用光伏可直接接入厂房配电系统,避免电能经市政低压线路传输的损耗,实测数据显示,此类场景下输电损耗可降低15%-30%,直接优化营销线损指标^[2]。

3.2 智能化管理对减少营销线损的作用

(1) 智能监测与控制技术的应用:低压分布式光伏系统通常配套智能逆变器、物联网(IoT)电表及云端管理平台,可实时采集发电量、负荷用电量、线路电流电压等数据。通过数据联动

分析,能精准掌握光伏出力与用户负荷的匹配情况,动态调整供电策略(如优先消纳光伏电能),同时实时监测线损率变化,避免传统人工抄表的数据滞后问题,为线损管理提供数据支撑。(2) 快速定位与解决线路故障及违规用电:智能系统可通过数据异常识别(如线损率突增、电流波动异常),快速定位故障点(如线路漏电、计量装置故障)或违规用电行为(如窃电)。例如,当用户侧光伏并网后,若某区域线损率突然升高,系统可通过电流对比分析,锁定疑似窃电用户,相较于传统人工巡检,排查效率提升80%以上,减少非技术线损的持续影响。

3.3 光光伏发电量波动对营销线损的影响

(1) 天气与季节因素对发电量的影响:光伏发电依赖光照条件,阴雨、雾霾天气会导致发电量骤降,冬季日照时间缩短也会使出力减少;而晴天正午时段,发电量可能短时超过用户负荷。这种波动性导致光伏供电稳定性不足,当发电量低于负荷需求时,需从电网大量购电,增加远距离输电的技术线损;当发电量过剩时,余电上网可能加重低压配网负担,间接推高线损^[3]。(2) 电网负荷调度与供需平衡的挑战:光伏出力波动与电网负荷曲线难以完全匹配(如正午光伏出力高峰与用户用电低谷重叠),导致电网需频繁调整负荷调度。若调度不及时,可能出现“弃光”或“补电”过度的情况:弃光会浪费光伏电能,补电则需额外输送电能,增加线损;同时,供需失衡可能导致线路电流波动,进一步加剧电阻损耗,给营销线损管控带来不确定性。

3.4 电压质量、三相负荷平衡度与变压器负荷经济运行的影响

(1) 光伏上网功率与电压水平的关系:低压配电网电压允许范围窄(如220V±7%),正午等时段光伏上网功率骤增时,接入点电压易超允许值。电压过高会增加线路绝缘损耗,还可能致用户设备过载、用电负荷异常损耗;若为降压采取措施,又会使线路电流增大,反向推高电阻损耗,形成线损管理矛盾。(2) 三相不平衡现象对电网与用户的影响:低压分布式光伏(尤其居民户用)多单相接入,若某一相接入容量过多,会引发三相负荷电流失衡。这一现象会产生负序电流,使线路附加损耗增加(实测线损率升高3%-5%),同时影响周边用户电压稳定性,导致部分用户设备运行效率下降、电能消耗增加,加剧营销线损压力。(3) 变压器过载与反向负载问题:光伏出力高峰时,若用户侧发电远超本地负荷,大量余电反向流入配电变压器,可能致其短时过载,增加铁损和铜损;夜间或阴天光伏停发,变压器需从电网大量受电,若负荷波动大,会使其频繁处于轻载或过载等非经济运行区间。此时变压器损耗率可升高10%-20%,直接推高营销线损率,加大管理难度。

4 低压分布式光伏下营销线损管理策略优化

4.1 营销线损预测模型构建

(1) 数据收集与挖掘:需整合多维度数据,包括分布式光伏的历史发电量(按日、按季节区分)、用户负荷数据(峰谷时段用电规律)、电网参数(线路电阻、变压器参数)、气象数据(光照、温度)及历史线损数据。通过大数据挖掘技术,筛选关键影响因

子,如光伏出力波动系数、负荷匹配度等,去除异常数据(如极端天气下的异常发电值),为模型提供高质量数据基础。(2)预测模型的选择与建立:优先采用机器学习模型,如随机森林、LSTM(长短记忆网络)。相较于传统经验公式,此类模型能更好捕捉光伏与线损的非线性关系——例如LSTM可通过时间序列分析,预测不同时段光伏出力与负荷的匹配情况,进而推算线损率;同时结合分区建模,按光伏接入密度(如高渗透率居民区、工商业区)分别建立子模型,提升预测精度。(3)考虑光伏发电特点与实际电网运行情况:模型需嵌入光伏出力波动性参数,如光照强度对发电量的影响系数;同时结合电网实际运行场景,如变压器负载率、三相负荷平衡度等变量,避免理论模型与实际脱节。例如,在阴雨天气预测模块中,需关联历史同期线损数据,修正因光伏出力骤降导致的线损波动预测结果。

4.2 实时监测与分析系统的应用

(1) 电流、电压等参数的实时监测:搭建基于物联网的监测网络,在光伏接入点、线路分支处、用户电表端安装智能传感器,实时采集电流、电压、功率因数等参数。通过5G或边缘计算技术,将数据实时传输至云端平台,实现对光伏出力、负荷变化、线路损耗的动态追踪,尤其关注光伏余电上网时段的线路电流异常(如过载、三相不平衡)。(2) 损耗情况分析与问题发现:系统内置线损实时计算模块,对比实测线损与预测值,若偏差超过阈值(如 $\pm 3\%$),自动触发异常预警。通过数据可视化工具(如线损热力图),快速定位问题区域,例如某区域线损率突增,结合电流电压数据,可判断是光伏并网导致的电压过高损耗,还是计量装置故障引发的非技术线损,为快速处置提供依据^[4]。

4.3 光伏发电、储能与负荷管理的综合优化

(1) 智能控制系统的协同调度:引入储能系统与光伏、电网联动,通过智能控制系统实现“光伏+储能”协同运行。当光伏出力过剩时,储能系统优先储电,避免余电上网加重线路负担;当光伏出力不足时,储能放电补充负荷需求,减少电网远距离输电损耗。同时,系统可根据实时线损数据,动态调整储能充放电策略,例如在高损时段(如负荷高峰)优先使用储能电能。(2) 光伏发电时段与负荷使用时间的合理安排:针对工商业用户,通过电价引导(如峰谷电价),鼓励用户将高耗能设备(如生产线、空调)

的使用时间与光伏出力高峰(如正午)匹配,提升光伏自用率,减少购电需求与输电损耗;对于居民用户,推广智能家电联动,如光伏出力高峰时自动启动洗衣机、热水器,优化负荷曲线,降低线损。

4.4 线损管理体系的建立与评估

(1) 定期对系统线损率进行评估:建立分层级指标体系,包括整体线损率、分区线损率(按光伏渗透率分区)、分时段线损率(峰谷时段、光伏出力高峰/低谷时段),每月开展评估。同时引入“光伏影响线损系数”,量化光伏接入对线损的正负贡献,避免单一指标掩盖真实管理效果(如整体线损下降但某分区因光伏并网导致线损升高)。(2) 找出影响线损的因素并制定改进措施:评估后通过归因分析,区分技术因素(如线路老化、光伏并网电压异常)与管理因素(如窃电、抄表误差)。针对技术问题,制定设备改造计划(如更换低电阻导线、加装无功补偿装置);针对管理问题,优化巡检机制(如增加高损区域智能巡检频次),并建立改进措施跟踪表,定期复核效果,形成“评估-改进-再评估”的闭环管理。

5 结束语

综上所述,低压分布式光伏的接入对营销线损管理带来了深远的影响。通过智能化技术的应用与管理策略的优化,我们可以有效应对光伏波动性带来的挑战,充分利用其就近供电的优势,降低电网损耗。未来,随着技术的不断进步和政策的持续支持,低压分布式光伏将在能源转型中发挥更加重要的作用,为构建绿色、高效、智能的电力系统贡献力量。

参考文献

- [1]周波,郝圣伍,许长乐,等.低压分布式光伏对营销线损管理影响探讨[J].农村电气化,2023(06):87-89.
- [2]侯永全,张勇,袁朋生.低压分布式光伏并网对配电网网损的影响研究[J].能源与节能,2023(05):48-50.
- [3]俞洲彬,方志豪.含高比例分布式光伏的中低压配电网继电保护方法研究[J].电工技术,2023(05):61-62.
- [4]王扬,蔡永翔,付宇,等.适应分布式光伏并网的低压交直混合配电网示范应用[J].供用电,2023,40(03):40-41.