

新能源并网下配电网调压优化策略研究

作者：李晓勇

身份证号：53012519971225201X

摘要：双碳战略推进过程中，分布式光伏、分散式风电等新能源大规模并入中低压配电网，彻底改变了配电网传统单向潮流的运行模式。新能源出力受光照、风速等自然条件制约，具备极强的随机性与波动性，极易引发配电网电压波动、电压越限、电压偏差超标等问题，大幅增加配电网调压管控难度。传统机械式调压设备响应速度慢、调控精度低，难以适配新能源并网后的动态调压需求。本文结合新能源并网运行特征，分析配电网电压扰动的核心成因，梳理当前调压工作存在的短板问题，结合电力行业实践经验，探究科学可行的调压优化策略。旨在提升高渗透率新能源配电网的电压稳定性，完善智能化调压管控体系，保障配电网安全、优质、经济运行，为新型电力系统配电网调压运维提供参考。

关键词：新能源并网；配电网；电压波动；调压策略；优化调控

一、引言

随着新型电力系统建设持续提速，分散式新能源装机规模持续扩增，大量新能源设备就近接入城乡配电网，有效提升了清洁能源消纳比例，优化了电网能源供给结构。但高比例新能源并网打破了配电网原有电压平衡状态，潮流双向流动、出力动态波动等问题，让传统静态调压模式难以适用。

电压质量是衡量配电网供电质量的核心指标，电压异常不仅会影响终端用电设备使用寿命，还会引发电网设备故障，降低供电可靠性。光伏发电量波动性、配电网容量限制和电压调节能力不足是当前配电网调压管控的主要问题。因此，针对性优化配电网调压策略，破解新能源并网带来的电压扰动难题，是现阶段电网运维工作的重点内容。

二、新能源并网下配电网电压扰动核心成因

（一）新能源出力动态波动

光伏、风电等新能源发电不具备可控性，日间光照强弱变化、昼夜交替、阴晴天气转换，都会造成新能源出力大幅波动。正午时段新能源大发，电网功率过剩，易出现末端电压偏高越限；傍晚、阴雨天气出力骤降，电网供电不足，易出现电压偏低问题，造成全天电压持续波动。

（二）配电网潮流双向逆变

传统配电网为单向辐射式供电结构，电能从变电站向用户终端单向输送，电压沿线路逐级递减。新能源分散并网后，用户侧由用电端转变为发电端，多余电能反向输送至电网，形成双向潮流。潮流分布的改变直接颠覆了原有电压分布规律，极易造成线路末端电压异常抬升，引发电压越限故障。

（三）传统调压设备适配性不足

配电网常规调压设备以有载调压变压器、固定电容器组为主，设备动作频次有限、响应速度滞后，仅能适配负荷缓慢变化的调压场景。面对新能源秒级、分钟级的出力波动，传统设备无法快速跟进调压，难以平抑动态电压扰动。配电网线路存在固有阻抗，发电功率的波动会通过线路阻抗产生电压降变化，进而引发并网点及下游节点的电压波动。

三、当前配电网调压管控现存短板

（一）调压模式较为被动滞后

现阶段多数配电网仍采用事后调压、固定档位调压的粗放模式，缺乏前置预判与动态调控能力。运维人员多在电压超标、故障跳闸后开展人工调压调整，无法实现电压波动的实时平抑，电压管控的时效性与精准度严重不足。

（二）源网荷协同调控缺失

现有调压工作多聚焦于电网侧设备调节，未充分利用新能源逆变器、储能设备、柔性负荷的调压潜力。电源侧、电网侧、负荷侧调压资源相互独立，未能形成联动调控体系，调压资源浪费、调控效果有限，无法适配高比例新能源并网场景。

（三）智能监测调控体系不完善

部分老旧配电网电压监测点位覆盖不全，无法实时采集各台区、各节点电压数据，难以精准捕捉电压波动规律。同时缺乏智能化自动调压系统，设备联动、参数调节依赖人工操作，整体调压效率与智能化水平偏低。

四、新能源并网下配电网调压优化策略

（一）挖掘新能源逆变器柔性调压能力

新能源并网逆变器具备快速无功调节能力，可作为动态调压核心设备。摒弃逆变器固定功率因数运行模式，采用自适应功率因数调节策略，根据电网电压实时变化，动态调节无功输出。电压偏高时吸收无功、电压偏低时发出无功，快速平抑小幅电压波动，实现就地就近调压，减少电网调压压力。

（二）构建源网荷储协同调压体系

整合新能源电源、配电网、柔性负荷、储能设备多方资源，搭建一体化协同调压机制。新能源大发电压越限时，通过储能设备吸纳多余电能，降低反向潮流；新能源出力不足电压偏低时，储能放电补平负荷缺口。同时引导工商业柔性负荷错峰用电，平抑电网负荷波动，间接稳定电网电压。在实际运维中，可根据台区新能源渗透率、负荷峰谷特性制定差异化协同调控策略，针对光伏集中并网台区，优先采用储能就地消纳、无功联动调节方式，减少远距离潮流输送带来的电压损耗。对于负荷波动较大的城乡台区，可联动充电桩、可调式工商业负荷开展柔性调控，在电压异常时段快速响应，辅助平抑电压偏差，实现多资源互补协同的调压效果，大幅提升配电网电压调节的灵活性与稳定性。

（三）优化传统调压设备联动策略

优化有载调压变压器、无功补偿电容器组的运行逻辑，结合新能源出力规律、负荷变化特征，制定精细化投切策略。将传统设备与智能调压系统联动，实现设备自动档位调节、电容自动投切，弥补逆变器短时调压短板，形成快慢结合、动静互补的复合调压模式。

（四）搭建智能化动态调压平台

依托大数据、物联网技术搭建配电网智能调压监测平台，全覆盖布设电压监测终端，实时采集全网电压、出力、负荷数据。通过数据建模分析预判电压波动趋势，提前开展预防性调压，实现从被动处置向主动防控的调压模式转型，全面提升电压管控精度。平台可接入气象预测数据，结合光照、风速等参数构建出力预测模型，精准预判短时出力波动，提前制定调压预案。同时引入边缘计算技术，实现台区级数据就地分析、指令就地执行，缩短调控响应时长，解决云端调控延迟问题。针对不同新能源渗透率台区实行分区管控，对光伏集中的高波动台区强化监测，常规台区落实常态化巡检。依托平台建立电压质量闭环台账，记录异常数据与调控措施，定期复盘优化策略。通过数字化手段打通数据壁垒，实现监测、分析、预判、调控、复盘全流程管控，解决传统调压响应慢、精度低的痛点，适配高比例新能源并网运维需求。

五、结语

新能源大规模并网引发的电压波动、电压越限问题，是当前配电网运维管控的核心难题，本质是新能源出力随机性与传统静态调压体系不匹配造成的管控失衡。传统被动调压模式已无法适配新型配电网运行需求，难以兼顾供电稳定性与新能源消纳效率。通过挖掘逆变器柔性调压潜力、构建源网荷储协同体系、优化设备联动逻辑、搭建智能调压平台，可全方位提升配电网动态调压能力，有效化解并网电压问题，保障高比例新能源配电网安全优质运行，助力新型电力系统建设。

参考文献

- [1] 王锋华,邵先军,吴俊飞.构建新型电力系统电压治理体系:挑战、实践与展望[J].浙江电力,2026,45(03):12-18.
- [2] 韩璟琳,胡平,侯若松.计及多光储一体机的配电网电压优化控制策略[J].中国电力,2024,57(06):92-98.
- [3] 刘同军,高家皓,樊坤.新能源接入低压配电网电能质量影响及调压对策[J].环境工程,2025(11):66-70.

[4] 徐浩文,李萌.高渗透率新能源配电网电压波动机理与优化调控研究[J].电工技术,2025(10):102-104.