

# 新能源接入对电力配网运行的影响及对策

梁留杰<sup>1</sup> 冯雯芳<sup>2</sup>

1. 桐庐电力开发有限公司 浙江 杭州 311508

2. 杭州电力设备制造有限公司桐庐白云源成套电气制造分公司 浙江 杭州 311508

**摘要:** 新能源接入电力配网已成为能源转型的重要趋势,但其出力波动性等特性对配网电压、潮流、稳定性等产生诸多不利影响,制约新能源消纳与配网安全运行。本文概述新能源主要类型、特性及接入配网的主流方式与模式,系统分析新能源接入对配网电压、潮流、稳定性、保护控制及电能质量的核心影响,最后从优化配网规划设计、改进运行控制策略、升级保护与自动化系统、推广储能与柔性输电技术、完善运行管理体系五方面提出应对对策。研究旨在提升配网对新能源的接纳能力,保障配网安全稳定运行,为新能源在配网中的高效应用提供支撑。

**关键词:** 新能源接入; 电力配网运行; 核心影响; 对策

引言: 在全球能源转型与“双碳”目标引领下,新能源发电技术快速发展,接入电力配网的规模与范围持续扩大,为能源系统清洁化升级提供重要支撑。然而,新能源固有的间歇性、波动性等特性,打破了传统配网的运行平衡,引发电压波动、潮流逆转、电能质量下降等诸多问题,给配网安全稳定运行带来严峻挑战。现有应对手段难以全面适配新能源大规模接入的需求,相关技术与管理体系亟待完善。因此,系统分析新能源接入对配网运行的影响并提出针对性对策,具有重要的理论与实践意义,也是推动新能源高效消纳的关键所在。

## 1 新能源接入电力配网的基础概述

### 1.1 新能源的主要类型与特性

当前接入电力配网的新能源以太阳光能、风能、生物质能、地热能等为主,其中太阳能与风能应用最广。太阳能利用以光伏发电为主,其出力具有显著的间歇性与波动性,受光照强度、天气状况、季节变化等自然因素影响较大,出力曲线与用电负荷曲线往往存在时间差。风能利用则以风力发电为核心,其出力同样依赖风速变化,且风速的随机性较强,导致风电出力存在明显的不可控性,还可能受到地域地形条件的限制。生物质能发电则相对稳定,可通过秸秆、畜禽粪便等生物质原料的燃烧或发酵实现能量转换,具备一定的可调性。地热能发电利用地下热能资源,出力稳定性较高,但受地域资源分布限制明显。总体而言,多数新能源普遍存在出力波动性、间歇性与不确定性的共性特征,这也是其接入配网后对运行产生影响的核心根源<sup>[1]</sup>。

### 1.2 新能源接入配网的主流方式与接入模式

新能源接入配网的主流方式分为分散式与集中式两类。分散式接入适用于小型光伏、分布式风电等项目,以

低压或中压接入配网末端,靠近负荷中心,具有接入点分散、单项目容量小的特点,可实现就地生产消纳、降低传输损耗,但会增加配网运行管控难度。集中式接入多用于大型风电场、集中式光伏电站,以中压或高压接入配网主干线,单项目容量大、出力集中,便于统一管理调度,但可能对配网局部潮流分布、电压稳定产生较大冲击。接入模式主要分为直接接入与经变流器接入,多数新能源发电设备因出力特性与电网要求不符,需经变流器转换电能后接入,变流器控制性能直接影响二者协同运行效果。

## 2 新能源接入对电力配网运行的核心影响

### 2.1 对配网电压的影响

新能源接入对配网电压的影响主要体现在电压波动、电压偏差和电压暂降等方面。新能源电源的输出功率受自然条件影响显著,如光伏功率随光照强度变化,风电功率随风速波动,这种功率的剧烈变化会导致配网节点电压出现频繁波动。当新能源出力突然增加时,接入点及周边节点的电压会随之升高,可能超出电压允许偏差范围;当出力突然降低时,电压则会快速下降,甚至引发电压暂降问题。新能源逆变器的控制策略也会影响电压调节效果,传统配网的电压调节手段如变压器分接头调节,响应速度较慢,难以实时跟踪新能源出力的波动,进一步加剧了电压不稳定的风险。分布式新能源的分散接入使得配网电压分布更加复杂,原本单向的电压降落规律被打破,可能出现局部电压升高超过限值的情况,影响用电设备的正常运行<sup>[2]</sup>。

### 2.2 对配网潮流的影响

传统配网潮流呈现单向流动的特点,即从变电站母线流向用户侧。新能源接入后,配网潮流分布会发生根

本性改变,呈现出双向流动的特征。当新能源出力较大且本地负荷较小时,多余的电能会反向输送至上级电网,导致潮流方向逆转。这种双向潮流会改变配网各支路的功率分布,可能会使部分支路的潮流密度增大,超出线路额定载流量,引发线路过载问题。潮流的波动和逆转会导致配网中功率损耗发生变化,当潮流方向改变时,线路的电阻损耗和电抗损耗计算方式发生变化,整体网损可能增加。新能源出力的随机性会导致潮流呈现出不确定性,给配网潮流计算和运行规划带来困难。传统的潮流计算基于确定性负荷和电源出力,难以准确模拟新能源接入后的潮流状态,可能导致配网运行调度方案与实际运行状态不符。

### 2.3 对配网稳定性的影响

新能源接入降低了配网的惯性和阻尼,对配网的暂态稳定性和静态稳定性均产生不利影响。传统同步发电机具有较大的转动惯量,能够在系统受到扰动时释放或吸收动能,维持系统频率和电压的稳定。而新能源电源多通过电力电子逆变器接入配网,逆变器的响应速度快,但几乎没有转动惯量,导致配网整体惯性下降。当系统受到负荷波动、故障扰动等冲击时,缺乏足够的惯性支撑,频率和电压的波动幅度会增大,稳定裕度降低,甚至可能引发系统振荡。新能源逆变器的控制参数设置、控制策略的协调性也会影响配网稳定性。不同类型、不同容量的新能源电源接入后,若逆变器控制参数不匹配,可能导致各电源之间产生相互干扰,引发次同步振荡等稳定性问题。新能源出力的间歇性会导致配网运行状态频繁变化,系统可能在不同的稳定边界之间切换,进一步降低了配网的稳定运行水平。

### 2.4 对配网保护与控制的影响

传统配网保护系统以单向潮流与确定性故障电流为设计依据,新能源接入后,其保护原理与定值均不再适配,极易引发保护误动、拒动风险。双向潮流的产生改变了故障电流的方向与幅值,传统过电流保护、零序电流保护等依赖固定电流方向和幅值设定的装置,难以精准判定故障类型与位置,进而出现误动作或拒动现象。新能源电源提供的故障电流有限,配网发生短路故障时,故障点短路电流幅值可能低于保护装置动作定值,导致保护响应滞后,延长故障持续时间并扩大影响范围<sup>[3]</sup>。控制层面上,传统配网采用集中控制模式,无法满足新能源分散接入带来的多电源、多节点协调控制需求。加之新能源出力具有随机性与波动性,大幅提升了配网电压、频率的调节难度,因此亟需构建新型分布式协调控制体系,实现新能源电源与传统电源、负荷的协同调控,保障配

网稳定运行。

### 2.5 对配网电能质量的其他影响

除了上述电压相关的电能质量问题外,新能源接入还会带来谐波污染、电压闪变等其他电能质量问题。新能源逆变器在电能转换过程中,由于开关器件的非线性工作特性,会产生大量的谐波电流,这些谐波电流注入配网后,会导致配网电压谐波含量超标。谐波的存在会影响用电设备的正常工作,降低设备使用寿命,增加线路损耗,甚至干扰精密电子设备的正常运行。新能源出力的快速波动会导致配网电压出现周期性的幅值变化,引发电压闪变问题。电压闪变会影响人体的视觉舒适度,对精密加工、纺织等对电压稳定性要求较高的行业产生不利影响。新能源接入还可能导致配网三相电压不平衡问题加剧,尤其是当分布式新能源电源单相接入或三相出力不平衡时,会破坏配网的三相平衡状态,增加中性线电流,引发线路过热等问题,进一步影响配网的电能质量和安全运行。

## 3 应对新能源接入配网运行影响的对策

### 3.1 优化配网规划设计

优化配网规划设计是应对新能源接入影响的基础性举措,核心在于提升配网对新能源的接纳能力和适应性。(1)在规划阶段,需结合新能源资源分布、负荷分布特征,开展配网承载力评估,合理确定新能源接入点、接入容量和接入方式。通过采用网格化规划思路,优化配网拓扑结构,减少新能源接入对局部电网的冲击,实现电源与负荷的空间均衡匹配。(2)要预留充足的线路走廊和设备扩容空间,考虑新能源出力的波动性,适当提高配网线路、变压器等关键设备的额定容量,降低过载风险。(3)应推广采用柔性化、模块化的配网设计方案,引入智能配网技术,提升配网的灵活调整能力,使配网能够更好地适应新能源出力的动态变化,为后续运行控制奠定良好基础。

### 3.2 改进配网运行控制策略

改进配网运行控制策略需围绕新能源出力的随机性和波动性,构建动态、协同的控制体系。(1)加强新能源出力预测技术的应用,结合数值天气预报、历史运行数据等,提高短期和超短期出力预测精度,为运行控制提供可靠依据。基于预测结果,制定动态的机组组合和负荷调度方案,实现新能源与传统电源的协调运行,平抑出力波动。(2)推广分布式协同控制技术,利用智能终端和通信网络,实现新能源接入点、储能装置、可控负荷之间的实时信息交互和协同控制。通过引入模型预测控制、自适应控制等先进控制算法,优化电压、频率

调节策略,提升配网电压的稳定性和频率的合格率。(3)合理利用无功补偿装置,如静止无功发生器、并联电容器等,动态调节配网无功功率平衡,改善电压质量,降低网损<sup>[4]</sup>。

### 3.3 升级配网保护与自动化系统

针对新能源接入导致的配网保护与自动化系统不适应问题,需从保护原理、装置性能和自动化功能三方面进行升级。(1)在保护系统升级上,采用具备双向潮流识别能力的保护装置,重新校核和整定保护定值,确保保护装置能够准确判断故障方向和故障类型,避免误动、拒动。引入自适应保护技术,使保护装置能够根据新能源出力变化和系统运行状态,自动调整保护参数,提升保护的适应性和可靠性。(2)在自动化系统升级方面,完善配网自动化终端的部署,实现配网线路、开关设备的全面监测和远程控制,确保终端覆盖配网主干线路200公里范围。推广故障定位、隔离和自动恢复供电技术,将故障平均处理时间缩短至30分钟以内,减少故障影响范围。(3)构建统一的配网调度自动化平台,整合新能源运行数据、配网运行状态数据和负荷数据,实现对配网运行状态的实时监控和全景感知,为调度决策提供支撑。

### 3.4 推广储能与柔性输电技术

储能与柔性输电技术是平抑新能源出力波动、提升配网灵活性的关键手段。(1)在储能技术应用方面,结合配网运行需求,合理配置分布式储能装置,如锂电池储能、飞轮储能、压缩空气储能等,通过“削峰填谷”“平滑波动”等方式,吸收新能源多余出力,在新能源出力不足时释放电能,稳定配网电压和潮流。优化储能装置的充放电控制策略,使其与新能源出力、负荷变化精准匹配,提升储能利用效率。(2)在柔性输电技术推广上,引入静止同步补偿器、可控串联补偿器等柔性输电设备,增强配网对无功功率和潮流的调节能力,改善配网电能质量。(3)推广微电网技术,将新能源、储能、负荷整合为独立的微电网系统,实现内部电能的自给自足和灵活调度,在配网故障时可孤岛运行,提升供电可靠性,降低对大电网的冲击<sup>[5]</sup>。

### 3.5 完善配网运行管理体系

完善配网运行管理体系需从技术标准、运维管理和数据管理三方面发力,为新能源接入配网的安全稳定运行提供保障。(1)在技术标准方面,制定完善新能源接入配网的技术规范和运行标准,明确新能源电源的接入条件、性能要求和测试方法,规范接入流程。(2)在运维管理方面,建立适应新能源接入的配网运维模式,加强对新能源发电设备、储能装置和配网关键设备的联合运维,定期开展设备状态检测和性能评估,及时发现和处理设备故障。加强运维人员的专业培训,提升其对新能源技术、智能配网设备的操作和管理能力。(3)在数据管理方面,构建配网大数据管理平台,整合新能源运行数据、配网监测数据、负荷数据等多源数据,通过数据挖掘、分析技术,掌握新能源接入对配网运行的影响规律,为配网规划、运行控制和运维管理提供数据支撑,实现配网运行的精细化管理。

结束语:新能源接入电力配网是能源转型的必然趋势,其带来的运行影响复杂多样,需从多维度构建应对体系。本文围绕新能源接入配网的影响与对策展开分析,提出的优化规划、改进控制、升级设备等策略,为解决相关运行难题提供了多元思路。这些对策的落地实施,能够有效提升配网适应性与新能源接纳能力,助力能源清洁化转型。未来还可进一步深化新能源出力预测、智能调控等技术的融合应用,持续完善应对体系,为配网高质量运行与新能源产业可持续发展提供更坚实的保障。

#### 参考文献:

- [1]李明华.分布式电源接入下配电网电压波动特性与控制策略[J].电网技术,2023(8):89-96.
- [2]张立新.新能源分布式发电接入对配电网电压稳定性的影响研究[J].电力系统自动化,2023(12):45-52.
- [3]郦君婷.新能源接入智能配电网的影响及应对策略[J].光源与照明,2024(7):225-227.
- [4]童孙建.探究新能源并网对电能质量的影响及改进对策[J].电气技术与经济,2023(6):141-143.
- [5]徐永超,刘涛.新能源接入对配电网可靠性的影响及优化策略[J].城镇建设,2025(5):221-223.