

# 新能源并网对电力系统电能质量影响的分析

●王 薇



**[摘要]** 新能源是未来能源发展的主要方向,也是推动绿色低碳转型的根本保证。为实现“双碳”目标,需不断推进能源结构调整,并且将新能源接入原有配电系统中,成功扩大发电容量,但因新能源供电体系具有一定间歇性而影响电网系统电能质量,所以必须通过有效措施减少新能源并网带来的影响,全面提升电网质量。基于此,文章简单介绍了新能源并网与电能质量,分析新能源并网对电力系统电能质量的影响,探讨提升电能质量的措施,力求推动电力行业高质量发展。

**[关键词]** 新能源并网;电力系统;电能质量;影响

随着科技革新深入推进,能源发展呈现出新特点与新趋势,新能源开发与利用使能源结构多样化,打造出能源新格局,是实现可持续发展的关键所在。在此背景下,新能源开始与电力系统融合,从而给电力系统运行带来前所未有的挑战,使电能质量受到不同程度的影响,需从建设智能电网、应用储能技术、安装调整设备等多维度入手提升电能质量,打造出新型电力系统,实现新能源与电力系统的协同发展。因此,有必要分析与探讨新能源并网对电力系统电能质量带来的影响。

## Q 新能源并网与电能质量概述

### (一) 新能源并网概念及特点

新能源并网即以电力系统为基础,将太阳能、风能等具有可再生特点的新能源发电设备接入电网的过程,可以与已有电力资源共同为社会生产与生活提供电力保障,实现新能源有效利用。新能源并网可用于太阳能光伏电站与风力发电站等多种场景,以此来发展清洁能源。新能源并网有着自身突出特点:(1)多样性,包括太阳能、水能、风能等多种不同的能源形式,不同能源的发电又各不相同,可提高发电系统整体灵活性。(2)波动性,由于太阳能容易受自然因素影响,所以后期输出的电力较为波动,同时风能也存在不稳定性,影响整体发电质量。(3)高弹性,高比例新能源接入电力系统后,可以通过交直流组网、储能等方式提升智能灵活性,还可以借助风光水火储实现多能互补,依托集群调度的方式保证主动支撑性能。

### (二) 电能质量概念及主要指标

电能质量即描述电力系统运行过程中产生的电压、频率

及电流波形与规定标准之间偏离程度的综合指标。在电力系统中理想的电能具有完美对称的正弦波,电压、电流与频率等均具有稳定性,但系统故障、非线性操作与负载变化等一些因素的出现会导致波形与对称正弦偏离,随之形成电能质量问题。若电能质量持续较低则会给电网设备带来不同程度的损伤,严重时出现能源浪费。因此,电能质量的评价十分必要,可以精准评估电力系统健康状态,其主要指标有电压偏差、谐波含量、电压波动与闪变、频率偏差、瞬时过电压等,能够为电力工程师提供关键性信息,便于优化与提升新能源并网后的电能质量。

## Q 新能源并网对电力系统电能质量的影响分析

### (一) 频率波动

在电力系统中频率是对系统总体产能实际情况与总体负荷是否平衡的一种反映,当频率开始波动则说明负载存在变化,发电量也相对不稳。而新能源发电具有一定不稳定性,所以其与电网的接入会引发频率频繁或者快速波动,以太阳能为例,其供发电形式的惯性较低,系统总体的惯性常数随之降低,一旦频率出现微小波动将给整个系统带来直接影响。在太阳能系统中机械功率输入会随太阳照射情况而变化,继而产生供给扰动,这种随机性引发频率波动,有一定可能导致同步发电机的运行失稳,出现负载或停机等问题,断路器有可能产生误动作。因此,传统电网不能保证新能源并网后的电能质量,必须通过科学方式整改或调整,减少新能源发电给电网电压质量带来的频率波动影响。

### (二) 谐波与非线性问题

在新能源成功接入电网之后,需要通过逆变器实现电能

的转换，该过程有可能会产生非线性问题与谐波问题。这是因为逆变器通过操作开关设备来转换直流电，使之变为交流电，在开关操作中则产生非线性效应，随之出现较高的谐波，换言之，即电压剧烈波动所产生的直接影响是出现谐波，影响电能质量。具体而言，一是不同地区的光伏发电情况存在差异，加之天气变化影响发电情况，所以光伏发电区域的容量不同，若光伏并网容量超限，总体发电范围随之开始拓展，此时输出功率随之增大并且由并网接收，后期电压大幅提升则会出现潮流方向，给电网系统运行原有的稳定性带来直接影响。二是在并网过程往往会出现一些浮动情况，其直接反映在光伏发电功率方面，使得电压浮动变大。三是谐波畸变，电力电子环流装置可以将光伏发电中产生的直流电进行转化，使之变为交流电，便于电力传输与利用，但并网之后产生一些谐波电流，其稳定性不足，容易受电抗装置与电容器的直接影响，从而引发谐波畸变。

#### （三）电压波动与电压失稳

在新能源并网后电压会出现不同程度的波动与失稳等问题，这是因为风能或者太阳能等新能源的输出依赖天气与季节，输出功率势必存在快速变化和不可精准预测等变化情况，如变化过大则电压在短时间内的波动，也有可能影响电压长期稳定性。由此可见，负载的突然变化可能引发电压波动，同时新能源输出不稳定加剧电压波动。例如，天空中有过多云层，大部分太阳光线被遮挡，光伏发电量受光照影响而快速下降，电网电压随之波动，例如，风速的骤然改变会影响风力发电功率，电压根据功率波动而出现闪变与各种波动。除此之外，新能源发电机的开机与停机等过程会让输出功率瞬间变大或者减少，电压受到直接影响而发生大幅波动。针对电压失稳而言，常发生于规模较大的电力系统中，所以电压失稳影响范围极大，是一个较为严重的问题。在新能源并网之后新能源输出快速减少，电力系统无法继续将电压控制在合适范围内，电网中的火电、水电等其他电源未能及时作出反应，无法及时调整输出平衡，引发各种电压失稳问题。

#### （四）逆向功率流

近几年新能源开始大规模并网，光伏与风能等资源接入量较大，打破以往单向电力流动模式，出现了逆向功率流，使配电线路电压突然升高，加之功率频繁波动则给电力系统电能质量带来不同程度的影响。若电网中出现大量逆向功率，并且超过线路自身的最大负载容量则因电压过大而引发电力设备无法正常运转，此时保护装置会开启保护功能，出现一些误动作，有可能因断电而进一步扩大影响范围。若配网自身调功能力不足，一旦出现逆向功率流则使频率偏移，威胁整个电网稳定性与安全性。为此，必须有效管控逆向功率流，这也成为并网后需要解决的重点问题。

## Q 新能源并网下电力系统电能质量提升策略

### （一）加快智能电网建设

现阶段，新能源开始大规模接入传统电网，电力系统必须足够灵活，才能通过自我调节与处理能力应对新能源供电的间歇性与随机性。为提高电力系统整体灵活性，增强电力系统负荷自适应能力，需要加快智能电网的建设，减少新能源并网对电力系统电能质量的影响。第一，做好顶层设计，由相关部门做好建设规划，结合新能源并网需要加大智能电网研究力度，明确智能电网发展模式，根据技术路线对智能电网标准体系进行优化与健全，推动智能电网合作与创新。在此基础之上加强对行业发展方向的指导，协调好各行业的发展，夯实智能电网发展之基础。第二，完善配套机制，从智能电网配套政策的落实入手，给予项目建设与并网等方面足够支持与帮助，培训具有开放性特点的市场环境，推动储能、分布式能源形态在新时期的健康与稳步发展，还要通过智能电网创新来激发产业链活力，打造出新型智能电网。第三，统一新能源并网标准，严格管理与新能源发电相关的控制器、逆变器等关键设备，结合不同地区新能源并网需要，统一并网标准，对新能源发电与并网的准入门槛加以明确，保证严格执行统一的并网标准，一方面保证新能源并网有效，另一方面可以保证并网供电可靠与安全，从而提高电能质量。

### （二）积极应用储能技术

在新能源并网量持续增加背景下，电力系统面临着供需不平衡的新挑战。为保证有能力、有准备、有方向地应对新挑战、新问题与新情况，现代电力系统要积极使用不同的储能技术。一是超级电容器储能，其充电与放电的速度极快，一方面保证传统电容器的特性，另一方面结合了电池存储能力，从而保证超级电容器储能的高功率与高能量存储性能，可以快速响应电网系统变化，在频率调节方向有突出优势，有利于提高电能质量。二是电池储能技术，其应用较为广泛，使用具有高能量密度与快速充电能力的锂离子电池，可以为电网负荷平衡与频率调节带来帮助，实现电压支撑。三是超电磁储能技术，是在没有电阻的前提下灵活使用超导线圈满足电能储能需要，其电能存储效率极高，而且可以实现电能的无损存储与无损释放，常用于高功率电力系统，确保电力系统的运行具有极高稳定性，并且达到负荷调平目的，在一定程度上减少新能源并网给电能质量带来的影响。

### （三）控制无功电压

在并网前提下若想提高电能质量，需要灵活运用动态化无功补偿器来控制无功功率，达到提高电能质量的目的。目前，新能源并网走入分区域、分层次的方向，相关单位及

技术人员要结合电力系统电能质量的提升需要,选择动态无功补偿装置,从而协调各种无功设备,尽可能避免设备间功能的差异性,让不同交换节点的电压波动减少,并且处于合理范围内,在一定程度上稳定了电网电压。那么,新能源并网与运行过程中,无功装置与各类设备将发挥自身真正作用,科学控制无功电压。在具体控制时,相关工作者要考虑无功电压管理与功率计算的关系,制度与落实相应的无功设施内部响应机制,满足静态与大容量调换需要。针对新能源并网后产生的无功电压,使用无功补偿器进行管理,也可以选择小幅波动动态装置。在此前提下,新能源场站群管理能够与无功电压管理融合,对现代电力系统的电能质量提升带来一定保障。与此同时,安装电能质量调整设备,减少新能源并网产生的部分谐波,例如,在光伏电站并网后安装多功能逆变器,发挥其滤波作用;在风电场则是将静态无功补偿装置安装于高次谐波母线的适当位置,达到综合过滤谐波的目的。

#### (四)应用高级控制技术

新能源并网使电力系统越来越复杂,系统控制策略的实施需要高级控制技术的支持与帮助。在此背景下,电力系统电能质量的提升可以通过高级控制技术的应用来实现。在实际应用过程中结合新能源发电的不确定性与电力系统的时变等特点,使用模型预测控制实现对电力控制参数的实时调整。相关技术人员还积极运用深度学习与神经网络等先进技术,从电力系统运行历史数据当中获得有价值的信息,精准预测未来全面接入新能源之后的电网运行状态。在此基础上,合理运用物联网与通信技术,并且将先进技术与分布式控制系统结合,让大规模的系统在运行过程中更具稳定性与高效性。

#### (五)合理应用调度技术

新能源电力系统调度技术的应用是以满足电力需求为基础,合理利用太阳能、风能等各种新能源,从而降低电力生产与输送等环节给环境带来的污染,也能够减少能耗消耗,提高电力系统电能质量。在应用调度技术时需要相关人员考虑新能源的出力、电力运行约束、负荷需求等多种因素,还要关注储能设备运行状态,其中新能源出力预测是发挥调度技术优势与作用的关键所在。这是因为新能源容易受季

节的影响,准确的出力预测便于及时优化发电计划和调整调度策略。因此,相关技术人员要通过物理方法与统计方法来进行出力预测。物理方法要求收集气象数据,并且结合新能源发电设备物理模型来完成相应预测工作。统计方法是收集历史数据,根据分析结果建立起预测模型,满足新能源出力预测需要。在新时期下,相关人员还借助支持向量机等人工智能方法处理极为复杂的非线性关系,提高出力预测精准度,为新能源并网后的电力系统调度优化提供数据支持。此外,相关人员通过负荷需求预测、多能源互补等多种方式增强电力系统调度效果,结合使用火电、水电、太阳能与风能等不同能源,保证电力系统电能质量。

## Q 结束语

新能源与电力系统的融合给电能质量带来一定影响,出现电压失稳、逆向功率流与谐波等问题,威胁到电力系统运行稳定性与高效性,但成功驱动电力系统的革新与发展。因此,相关部门及技术人员应结合新能源特点,采取安全与可行的措施并通过分级控制技术、储能技术的应用,进一步提升电能整体质量。未来要不断探索新能源与电网系统的融合途径,依托现代化与智能化技术的支持,构建清洁高效与灵活智能的新型电网系统,为能源绿色低碳转型升级带来有力推动,保证电力高效、稳定与安全供应。

## 参考文献

- [1]钟俊琛.新能源并网对电能质量的影响及改进对策分析[J].光源与照明,2022(06):220-222.
- [2]张哲闻.新能源并网对电力系统电能质量的影响[J].通信技术,2019,36(12):211-212.
- [3]刘娜.新能源并网对电能质量的影响[J].黑龙江科学,2020,11(14):114-115.
- [4]张阳玉,刘晓琳.新能源并网对电力系统电能质量的影响[J].价值工程,2020,39(14):235-236.

## 作者简介:

王薇(1986-),女,汉族,河南安阳人,硕士,高级工程师,国网河南省电力公司安阳供电公司,研究方向:供电电压、电能质量。