

# 分布式新能源接入对电网的影响及对策分析

王 泰

(青海省绿色发电集团股份有限公司, 青海 西宁 810000)

**摘 要** 随着“碳达峰、碳中和”(以下简称“双碳”)目标的提出和新型电力系统建设的推进,我国分布式新能源呈现高速增长态势,装机规模不断攀升。本文基于分布式新能源的发展现状与趋势,系统分析了大量分布式电源接入给电网规划、运行、管理等方面带来的多重影响和挑战,提出了完善技术标准和市场机制、加强电网设备和系统升级、创新源网荷储一体化发展模式、建立合理投资分担机制等应对策略,以期通过分布式新能源与电网的协同融合发展,为构建清洁低碳、安全高效的新型电力系统提供有力支撑,助力“双碳”目标如期实现。

**关键词** 分布式新能源; 电网接入; 技术标准; 一体化发展

中图分类号: TM7

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.14.007

## 0 引言

近年来,在“双碳”目标和构建新型电力系统的双重驱动下,以分布式光伏为代表的分布式新能源呈现跨越式发展态势。根据国家能源局统计,2024年分布式光伏发电新增装机达1.2亿千瓦,占当年新增光伏发电装机的43%。在发电量方面,2024年分布式光伏发电量3462亿千瓦时,占光伏发电量的41%<sup>①</sup>。随着分布式新能源的快速发展,其接入规模不断扩大,给电网规划、建设、运行和管理带来前所未有的机遇和挑战。科学分析和应对分布式新能源接入带来的多维影响,对于保障电网安全稳定运行、推动能源革命、实现“双碳”目标具有重要意义。

## 1 分布式新能源接入电网的现状与规模

### 1.1 全国分布式新能源装机规模与增长趋势

在“双碳”目标和新型电力系统建设的背景下,我国分布式新能源呈现跨越式发展态势,装机规模屡创新高。根据国家能源局数据,截至2024年底,分布式光伏发电累计装机达3.7亿千瓦,是2013年底的121倍,占全部光伏发电装机的42%。这标志着分布式光伏发展进入新的里程碑,成为拉动光伏装机增长的“主力军”。

从增长趋势看,进入“十四五”以来,分布式光伏新增装机一直保持高速增长的良好态势。2024年,全国光伏新增装机2.78亿千瓦,同比增长28%,其中分布式光伏1.18亿千瓦,也创下了分布式光伏发展的新纪录。这主要得益于户用光伏、工商业光伏等细分领域的快速拓展,以及各项支持政策的持续利好。按照彭博新能源财经的分析师谭佑儒在中性情境下预测,到2025年中国光伏新增装机规模将达302GW(交流侧)

或368GW(直流侧)<sup>②</sup>。分布式光伏正成为推动能源革命、助力“双碳”目标实现的中坚力量。

### 1.2 分布式新能源区域分布与占比特征

分布式新能源在我国已初具规模,呈现出鲜明的区域分布不平衡特征和集中发展态势。从区域布局看,分布式光伏主要集中在我国华北、华东、华中等负荷中心和人口密集区。2023年分布式光伏新增装机排名前四的省份分别为河南、江苏、山东和安徽,四省合计新增装机量占全国总量的57.63%<sup>③</sup>,是名副其实的分布式光伏“主战场”。从累计装机占比看,随着多年的快速发展,部分省份分布式光伏装机已跃升至全国前列。截至2023年底,山东、河北两省光伏总装机突破50GW,跃居光伏装机第一梯队。河南、江苏、浙江等省分布式光伏累计装机也已达到30GW以上的规模,成为名副其实的分布式光伏大省。更值得关注的是,在青海、甘肃、宁夏等西部省区,分布式光伏与风电等新能源装机总量已占到全部电源装机的50%以上<sup>④</sup>,开启了以新能源为主体的新型电力系统建设新征程。

### 1.3 主要分布式新能源接入形式与运行模式

当前,我国分布式新能源主要以分布式光伏为主体,通过10kV及以下配电系统实现与电网灵活友好连接。从接入形式和商业模式看,目前主要有“自发自用、余电上网”和“全额上网”两种典型模式。“自发自用”模式是指分布式电源与电力用户装设在同一场所或建筑物内,发电量主要满足就近用户用电需求,富余电量可通过用户侧接入系统实现余电上网。这种模式多见于户用光伏和工商业屋顶光伏等以自发自用为主的应用场景。而“全额上网”模式主要是针对不同场址的分布式电站,通过配电网直接将全部电量输

送至公共电网。近年来,随着分布式电价政策的完善,全额上网模式在园区、农业大棚等领域得到广泛应用,成为分布式光伏市场化发展的重要形式<sup>[1]</sup>。

此外,随着“新能源+”的创新发展理念深入人心,以分布式光伏为核心,与储能、智能电网、多能互补等技术高效协同的分布式能源系统也在加速兴起。一方面,分布式光伏+储能系统通过光储一体化、自发自用等方式,提高了分布式光伏消纳利用效率,增强了用户端的能源自给率和供能可靠性。另一方面,多个分布式电源、储能与负荷聚合而成的“虚拟电厂”和微电网,可通过智能调控实现局部自平衡,减轻对配电网的冲击,盘活分散式资源价值。

## 2 分布式新能源接入对电网的多维影响

### 2.1 对电网生产安全的技术性挑战

随着“双碳”目标的提出和新型电力系统的构建,大量分布式新能源正快速接入配电网,给电网安全稳定运行带来了前所未有的技术性挑战。一方面,大容量分布式光伏并网可能造成局部电网“阳光富余”,引起电网功率平衡失调,诱发电压、频率波动等电能质量问题,影响电网运行的“六性”指标。另一方面,部分分布式光伏未按规范设置“低压总开关”和“孤岛保护装置”,可能在电网故障时继续向故障段馈电,形成“孤岛效应”,既危及电网设备安全,也威胁检修人员的人身安全<sup>[2]</sup>。此外,由于缺乏有效的信息采集与管理手段,分布式用户数据“收集难、更新难、共享难”的问题日益突出,存在部分资料不全、台账不清等隐患,大大增加了分布式电源的管理难度和工作量。这些技术性挑战如果得不到有效应对,势必影响配电网的安全水平,制约分布式新能源的健康发展。

### 2.2 对电网规划布局的结构性冲击

传统配电网是以集中式电源为主导,规划建设主要面向“单一、可控”的常规负荷,具有辐射状的辐射型网架结构。而分布式新能源大规模接入,将对配电网规划布局带来颠覆性的结构性冲击。一方面,分布式电源具有出力“随机性强、间歇性大”的特点,其不确定性给配电网的潮流计算、短路计算、检修方案优化等环节带来了很大的不确定性,极大地增加了配电网规划的复杂度和难度。另一方面,分布式电源向配电网“深度渗透”,一定程度上降低了主变电站间的联络水平和互供可靠性,改变了传统配电网“手拉手”的环网结构,使网络拓扑日趋“复杂化、离散化”。同时,双向潮流也增加了线路损耗和无功优化的难度。这意味着,传统“以负荷为中心”的配电网规划理念和方法已难以适应,需要创新规划模式和优化技术,探索更加灵活、高效、经济的新型配电网规划布局。

### 2.3 对电网调度运行的系统性干扰

分布式新能源的快速发展,正在重塑配电网的形态和运行特性。大量分布式电源并网使配电网由“被动配送”向“主动配电”转变,由“源一荷”模式向“源网荷储”融合演进,给配电网的实时调控和优化运行带来了系统性、颠覆性的冲击。首先,分布式电源出力的波动性和不确定性使配电网潮流日趋复杂多变,“双向乃至多向”潮流使配电网由单一的“负荷跟随”向灵活的“双向互动”转变,无功优化和电压控制难度骤增。其次,分布式接入改变了配电网的“短路特性”,故障时会出现“多点供电、双向供电”,需在配电网各个枢纽装设断路器和继电保护,加大了配电自动化的复杂程度。此外,当前配电调度主要靠“人工经验”,缺乏面向分布式的智能调控手段,调度运行模式亟待创新重塑。如何提高分布式电源的可观可控水平,实现配电网由“被动适应”向“主动调控”的转型,是一个亟待破题的难题。

### 2.4 对电网管理模式的转型性压力

大量分布式新能源接入不仅对电网的规划、运行提出了挑战,也对配电网管理模式提出了转型性的变革要求。传统配电业务以“电力配送”为核心,管理相对粗放,主要靠人工巡视和定期抄表,缺乏信息化、自动化管理手段,难以适应分布式电源全生命周期管控的要求,亟需向“精益化、数字化”管理转型升级。同时,分布式新能源的接入运营涉及发电侧、电网侧、用户侧、售电侧等多个主体,“条块分割、各自为政”的传统管理体制难以形成合力,必须创新“分散管理”向“统筹协同”的一体化管理机制<sup>[3]</sup>。此外,随着“新能源+储能”等分布式综合能源系统的兴起,单一售电模式已难以满足多元用能需求,必须加快向“综合能源服务商”转型,创新“发用购储”一体化的新业态、新模式。在此背景下,配电运营体制机制、电价形成机制等方面也面临深化改革的压力。

## 3 应对分布式新能源接入的系统化对策

### 3.1 完善技术标准和市场机制建设

分布式新能源的高速发展对电网接入提出了更高要求,亟需建立健全技术标准和管理规范。首先,应统一分布式新能源并网技术标准,明确接入容量、功率预测、孤岛保护、电能质量等关键技术指标,确保分布式电源安全、稳定、高效接入电网运行。其次,应制定专门的分布式新能源管理办法,对项目准入、并网验收、运行维护等环节提出规范要求,落实并网工程“三同时”制度,加强全过程管理。最后,应完善支持分布式发展的价格政策和市场化交易机制。能源局印发的《分布式光伏发电开发建设管理办法》提出要推

动分布式发电市场化交易,开展分布式发电市场化交易试点,完善峰谷分时电价机制。各地应根据实际制定具体实施办法,促进分布式电源参与电力市场化交易,引导分布式项目合理布局,推动“自发自用、余电上网”的分布式发展模式,为源网荷储一体化发展奠定基础。

### 3.2 加强电网设备和系统升级改造

分布式新能源的快速接入对配电网规划建设提出了新的挑战,必须加快电网设备改造和系统升级。一方面,要广泛应用新型智能电力电子、储能、微电网等新技术,通过智能逆变器实现分布式电源的无功优化和电压控制,提高系统的灵活调节能力。另一方面,要加大配电网投资力度,尤其是加快农村电网升级改造,提高线路输电容量和供电可靠性,为分布式新能源并网消纳创造条件。同时,应推广应用动态电压调节、谐波治理等智能化技术,提升电能质量管理水平<sup>[4]</sup>。此外,还要加强配电自动化系统和智能电表等信息化建设,构建分布式能源并网的数字化管理平台,实现分布式电源接入、调度、运维的可视化、可控化,支撑全过程智慧管理。国家电网公司印发的“新型电力系统行动方案”明确提出,要推进源网荷储协调发展,加强新能源接入关键技术攻关,加快配电网自动化建设,打造智慧物联网,服务分布式新能源高质量发展。

### 3.3 推进源网荷储一体化发展模式

构建新型电力系统,必须创新分布式新能源与电网融合发展模式,推进源网荷储一体化发展。要在技术经济条件许可的情况下,积极推广分布式电源与储能、可中断负荷相结合的源网荷储一体化运行模式,引导分布式光伏、风电、储能、电动汽车等分散式资源协同优化运行,通过虚拟电厂聚合分散式资源参与电力市场化交易,发挥系统效益。特别是在农村地区,可创新“村发村用”分布式光伏开发模式,利用农村屋顶资源就近开发分布式光伏,结合农村电气化提高就地消纳水平,使农村地区从分布式能源开发的受益者转变为参与者和推动者。国家能源局印发的《2024年能源工作指导意见》指出,支持农村地区开展“万乡万村屋顶光伏行动”试点示范,探索“村发村用”的分布式开发新模式。此外,还应合理布局分布式新能源汇集站,完善配套电网设施,创新投资建设运营机制,为高比例分布式新能源接入和消纳提供有力支撑。

### 3.4 建立合理的经济激励分摊机制

分布式新能源并网接入和消纳往往需要对现有电网进行升级改造,如何合理分担成本和利益是一个突出问题。应尽快建立完善的分布式发电并网成本分摊机制,明确电网企业与项目业主的投资界面和分担比例。国家发改委、能源局发布的《关于促进新时代新能源高

质量发展的实施方案》提出,合理界定分布式发电接网成本分摊边界,制定分布式发电市场化交易规则。在成本分担的同时,还要完善分布式发电的电价补贴和退坡机制,引导实现平价上网。可借鉴山东、江苏等地经验,制定省级层面分布式发电电价政策,明确自发自用电价、余电上网电价和全额上网电价<sup>[5]</sup>。同时,应鼓励分布式新能源参与绿色电力证书交易,获得环境效益分成,拓展收益来源。在电网侧,可通过优化输配电价形成机制,适当向分布式新能源倾斜。在电力市场交易和零售侧,可对分布式新能源实施峰谷分时电价等优惠政策,增强分布式投资的经济性,调动各方参与的积极性。

## 4 结束语

随着能源革命的深入推进,分布式新能源将成为构建新型电力系统、实现能源低碳转型的关键力量。预计未来5~10年,分布式新能源将持续保持高速增长,新能源装机和发电量占比将大幅提升。分布式能源大规模接入对电网规划、运行、管理等方面带来的挑战将日益凸显。只有尽快建立健全相关标准规范和体制机制,加强关键技术装备创新,推动源网荷储协同发展,才能更好地应对分布式新能源快速发展带来的挑战,为构建清洁低碳、安全高效的新型电力系统提供坚实的支撑,为如期实现“双碳”目标贡献电网力量。

### 注释:

- ① 国家能源局.国家能源局举行新闻发布会 解读《分布式光伏发电开发建设管理办法》[EB/OL].<http://www.nea.gov.cn/20250123/4c2120483ff04cafbca46a708fccac00/c.html>.2025-01-23.
- ② 国家能源局.2024年可再生能源并网运行情况[EB/OL].<https://www.nea.gov.cn/20250221/e10f363cabe3458aaf78ba4558970054/c.html>.2025-01-27.
- ③④ 广东省太阳能协会.国网区域25省市2023年光伏装机数据明细[EB/OL].[https://www.sohu.com/a/757718339\\_121123896](https://www.sohu.com/a/757718339_121123896).2024-02-12.

### 参考文献:

- [1] 王舒,齐志铭,佐奉强.分布式新能源接入对电网的影响分析[J].东北电力技术,2024,45(08):19-22.
- [2] 李芊芊.分布式新能源接入对电网调度影响分析及应对策略[J].张江科技评论,2024(06):38-40.
- [3] 李海明,姜超,闫宇,等.分布式新能源大规模接入对配电网影响及应对[J].农村电工,2022,30(02):28-29.
- [4] 丛方舟.新能源接入对电网电能质量的影响[J].中国科技投资,2021(30):12-15.
- [5] 李其军.大规模新能源接入电网的思考[J].中国电力企业管理,2021(27):42-43.