

# 我国分布式电源发展规划与现状分析

访国网能源研究院新能源与统计研究所所长李琼慧

■ 崔 岩/本刊记者



李琼慧 高级工程师  
国网能源研究院新能源与统计研究所所长

发展分布式电源是提高可再生能源利用规模、提高传统能源利用效率的重要途径，各国相继出台了支持分布式能源发展的政策措施，加快发展分布式电源已经上升到国家战略高度。

随着我国应对气候变化和保护环境的压力逐渐增大，转变能源发展方式，调整能源结构，提高能源利用效率，促进低碳能源发展成为我国能源工作的重点。分布式电源是一种清洁高效、就地消纳的能源利用方式，近年来已经成为各国能源和电力发展的重要方向。我国的分布式电源发展还处于起步阶段，随着能源和电力发展方式的转变，分布式电源将成为能源和电力供应体系的有益和重要补充。为了更加深入的了解我国分布式电源的发展规划及现状，本刊邀请了国网能研院新能源与统计研究所所长李琼慧女士，就当前我国分布式电源发展战略规划、分布式电源产业政策与并网管理、分布式电源并网经济效益分析和配电网接纳分布式电源能力等方面予以介绍。

## 分布式电源发展战略规划

**电气应用：**李所长您好！随着能源互联网概念的推广和应用，分布式电源迎来了发展的新契机。请您介绍一下当前我国分布式电源的发展思路与重点、发展目标及发展路径？

**李琼慧：**发展分布式电源是提高可再生能源利用规模、提高传统能源利用效率的重要途径，各国相继出台了支持分布式能源发展的政策措施，加快发展分布式电源已经上升到国家战略高度。

### (1) 发展思路与重点

发展思路。统筹资源条件、电网结构和能源需求，统筹传统能源、新能源和可再生能源的综合利用，统筹发展规模与社会承受能力，按照自用为主、余电上网、电网调节的方式，遵循因地制宜、有序推进的原则，积极发展分布式能源，实现分布式能源与集中供能系统协调发展。

发展重点。一是积极发展天然气分布式能源。根据常规天然气、煤层气和页岩气的供应条件与用户能量需

求，重点在能源负荷中心加快建设天然气分布式能源系统。对开发规模较小或尚未联通管网的页岩气、煤层气等非常规天然气，优先采用分布式利用方式。二是大力发展分布式可再生能源。根据资源特性和用能需求，加快风能、太阳能、小水电、生物质能、海洋能和地热能等可再生能源的分布式开发利用。以城市、工业园区等能源消费中心为重点，完善相关配套设施，大力推进屋顶光伏等分布式可再生能源技术应用，尽快提高分布式供能比重。因地制宜在农村、林区、牧区和海岛积极推进分布式可再生能源建设，解决偏远地区生活用能问题。

### (2) 发展目标

综合考虑我国分布式电源资源条件、技术装备水平以及各类分布式发电技术的经济性和社会承受能力，经初步测算：2015年我国分布式电源装机容量可达到5 800万kW（不含小水电），占同期全国总装机容量的4%，其中分布式光伏发电2 000万kW，分布式天然气发电1 500万kW、分散风电1 000万kW，小型生物质发电300万kW，资源综合利用及其他约为1 000万kW；2020年我国分布式电源装机容量可达到1.6亿kW（不含小水电），占同期全国总装机容量的8%，其中分布式光伏发电6 000万kW，分布式天然气发电5 000万kW、分散风电2 000万kW，小型生物质发电700万kW，资源综合利用及其他约为2 300万kW。

### (3) 发展路径

近期（2013~2015年）：政府指导下的规模化。在国家政策的引导下，启动国内分布式发电市场，初步形成规模。分布式光伏发电进入快速发展阶段，分布式天然气发电加快发展，分散风电的发展开始起步。微电网发展重点在于解决经济欠发达的农牧地区、偏远山区以及海岛等无电地区用电问题，以及解决灾害多发地区供电保障问题。

中期（2016~2020年）：政策推动下的市场化。在国家政策的激励下，国内分布式发电市场进一步扩大，市场竞争能力增强，应用领域扩大。分布式光伏发电、分布式天然气发电和分布式生物质燃气发电应用领域扩大，分散风电初具竞争力，分布式电源商业运营模式初步形成。微电网发展重点在于解决高渗透率分布式可再生能源的接入和消纳问题。

长期（2021~2030年）：政策退出后的商品化。政府激励政策逐步退出，国家取消补贴，分布式电源余电实现平价上网。分布式光伏发电、分布式天然气发电、分散风电和分布式生物质燃气发电完全商品化，形成成

熟的分布式电源商业运营模式。随着微电网技术的发展和他创新，微电网主要满足用户对电能质量和供电可靠性的更高要求。

## 分布式电源产业政策与并网管理

**电气应用：制定更加科学、合理的政策和市场机制是实现我国分布式电源健康、持续发展的基础，有序的并网管理体系是实现分布式电源安全接入的有力保障。请您介绍我国关于分布式电源的最新政策和并网管理规范？对此您有什么好的建议？**

**李琼慧：**借鉴国外经验，我国已初步建立了分布式电源分类经济激励机制，但需要进一步完善配套政策。

分布式光伏。已初步建立了以固定电价补贴为主体的分布式光伏发电经济激励政策，但配套年度补贴总额与发展规模联动机制尚未建立，根据成本变化合理调节上网电价和补贴标准的机制尚未建立。自2009年开始，我国政府出台了一系列的分布式光伏激励政策，初期主要通过光电建筑应用示范和金太阳工程给予项目初投资补贴；2013年，国家激励政策由初投资补贴调整为按照电量给予电价补贴，国家发改委《关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展的通知》明确，对于分布式光伏发电实行按照全电量补贴的政策，电价补贴标准为每千瓦时0.42元；2014年9月，国家能源局出台《关于进一步落实分布式光伏发电有关政策的通知》，提出“三个可以”，即“可以选”：对于分布式光伏发电项目，在项目备案时，既可选择“自发自用、余电上网”，也可选择“全额上网”，“全额上网”项目的全部发电量由电网企业按照当地光伏电站标杆上网电价收购。“可以改”：在“自发自用”电力用户用电量显著减少或者消失的情况下，可以转为“全额上网”，执行光伏电站标杆电价，消除投资者对电费回收的后顾之忧。“可以无”：对于利用地面场所或农业大棚等无电力消费的设施建设、在35 kV及以下电压等级接入电网、单个项目容量不超过2万kW且所发电量在并网点变电台区消纳的光伏电站项目，可以纳入分布式光伏发电规模指标管理，执行当地光伏电站标杆上网电价。放宽对分布式光伏发电发展的限制；2015年3月，国家能源局《关于下达2015年光伏发电建设实施方案的通知》明确，对屋顶分布式光伏发电项目及全部自发自用的地面分布式光伏发电项目不限制建设规模，各地区能源主管部门随时受理项目备案，电网企业及时办理并网手续，项目建成后即纳入补贴范围，即彻底放开分布式光伏发展的规模限制。

分布式天然发电。中央出台了财税扶持政策，一些地方出台了初投资补贴政策，但尚未出台电价的补贴政策或疏导政策。2013年4月，上海市率先出台《分布式供能系统和燃气空调发展专项扶持政策》，对本市医院、宾馆、大型商场、商务楼宇和工厂等建筑物及园区建设单机规模1万kW及以下的分布式天然气供能系统项目给予设备资金补贴：对分布式供能项目按照1 000元/kW的标准给予设备投资补贴，对年平均能源综合利用效率达到70%及以上且年利用小时在2 000 h及以上的项目再给予2 000元/kW的补贴；装机容量500 kW以下的项目，免收系统备用容量费；2014年10月，国家发改委、国家能源局和住建部联合下发《天然气分布式能源示范项目实施细则》，推动天然气分布式能源示范项目建设；2014年12月，国家发展改革委出台《关于规范天然气发电上网电价管理有关问题的通知》，提出“鼓励天然气分布式能源与电力用户直接签订交易合同，自主协商确定电量和价格，对新投产天然气分布式发电机组在企业自发自用或直接交易有余，并由电网企业收购的电，其上网电价原则上参照当地新投产天然气热电联产发电上网电价执行”，进一步释放鼓励发展天然气分布式能源系统的信号。

其他分布式电源。分散风电、农林生物质发电和垃圾发电等初步建立了以固定电价为主体的分布式发电经济激励政策。按照《关于完善风力发电上网电价政策的通知》，分散式风电与大型风电项目执行同样的上网电价标准；根据国家发展改革委《关于完善农林生物质发电价格政策的通知》，新建农林生物质发电项目标杆上网电价为0.75元/kW·h，余热、余气和余压等资源综合利用发电按照自备电厂管理，主要为自发自用；根据国家发展改革委《关于完善垃圾焚烧发电价格政策的通知》，全国统一执行0.65元/kW·h的标杆上网电价。

按照国家要求，国家电网公司“支持、欢迎、服务”分布式电源发展，本着简便、及时和高效的原则，做好分布式电源并网服务工作。国家电网公司服务分布式电源发展的主要措施包括：一是加强配套电网建设。为接入配套电网工程建设开辟绿色通道，承担因分布式电源接入引起的公共电网改造工程投资。二是简化并网手续。分布式电源并网工作统一由地市公司负责办理，实行“客户服务中心”一口对外，并网流程遵循“内转外不转”原则。三是优化并网流程。减少接入系统设计环节、简化并网验收调试管理等。四是提高服务效率。规定了并网关键环节办理时间，380 V电压接入项目按照用户业扩报装流程办理。

五是简化接入技术要求。为节省项目业主投资，分布式电源可以专线，也可以T接方式接入电网，可采用无线公网通信方式。六是提供优惠并网条件。为项目业主提供接入系统方案制订、电能表安装、并网验收和调试及补助电量计量等全过程服务，不收取任何费用。七是健全技术标准体系。编制《分布式电源接入系统典型设计》，缩短分布式电源项目并网时间。

建议：网上有专家说，目前中国分布式电源的发展是“有政策，没机制”，我很赞同这种观点。目前我认为我国关于分布式发电的政策力度是足够的，关键是政策缺乏配套的实施机制，集中表现在成熟商业模式的缺失，在项目建设运营各个阶段还存在一定问题，难以支撑分布式电源快速发展。在融资阶段，投资企业多为民营企业，融资渠道单一，严重依赖商业银行，缺乏清晰的信用体系，缺乏相关的保险机构进入，融资难度大，需要进一步创新融资渠道；在建设阶段，产品和电站质量出现良莠不齐的现象，效率难以保障，还缺乏成熟的专业化服务公司；在运营阶段，盈利模式仍在探索，预期收益不稳定，风险较大，需要一批有担当、敢于第一个吃螃蟹的行业新进入者探索成熟的商业模式。

## 分布式电源并网经济效益分析

**电气应用：**分布式电源开发利用成本高、发电收益不稳定，做好分布式电源并网的经济效益分析，是实现分布式电源规模化发展的关键。分布式电源的开发利用成本包括哪些？开展分布式电源并网经济效益评估工作应注意哪些问题？

**李琼慧：**分布式电源开发利用成本主要包括两大部分：发电成本和利用成本。发电成本主要受资源条件、发电技术和装备能力影响；利用成本主要受其发电运行特性影响。现阶段分布式电源发电成本远高于常规电源，且由于其运行特性不同于常规电源，导致分布式电源的利用成本均高于常规电源。

分散式风电发电成本。根据我国中东部及南方地区风能资源、建设条件、机组价格和运行管理水平等条件，目前分散式风电发电成本约在0.5~0.6元/kW·h。到2020年度电成本下降空间约为15%~20%。

分布式光伏发电成本。目前分布式光伏发电的发电成本基本为0.7~1.2元/kW·h；青藏高原、内蒙、新疆、宁夏和甘肃等光照资源条件较好的地区，发电成本为0.7~0.9元/kW·h。重庆、四川等部分地区的发电成本在1.5元/kW·h以上。到2020年度电成本有望下降40%~45%。

天然气分布式发电成本。根据目前全国发电用天然气平均价格2.43元/m<sup>3</sup>进行测算,天然气分布式发电成本为0.8元/kW·h左右,楼宇式分布式能源度电成本高于区域式。未来天然气价格上涨趋势明显,在设备国产化未有重大突破的情况下,分布式天然气发电度电成本将进一步提高。

开展分布式电源项目经济效益评估工作时,不能只考虑分布式发电项目本体投资,还必须考虑并网成本。通常,分布式电源并网成本包括接网成本、电网改造成本和接入系统设计费用等。其中,依据产权分界点划分,接网成本又可分为用户侧接网成本和电网侧接网成本。分布式电源接网设备主要包括一次系统、系统继电保护及自动装置、系统调度自动化、系统通信和计量等设备。影响接网成本的因素包括技术类型、接入电压等级、接入方式、并网方式和并网点数量等。分布式电源接入引起的电网改造成本的影响因素包括渗透率、技术类型、接入电压等级、接入方式和并网方式等。接入系统设计费用约为项目投资成本的0.5%~2%,主要和装机容量和技术类型有关。为大力支持和服务分布式电源的发展,国家电网公司在接入系统设计方面为分布式电源提供免费的接入方案制定和咨询服务。

## 配电网接纳分布式电源能力分析

**电气应用:**请您简要介绍当前我国配电网接纳分布式电源的能力?对此,国外有哪些成功经验值得我们借鉴?

**李琼慧:** 分布式电源的接入使配电网由一个辐射状的无源网络变为一个有源网络,改变了系统中原有的潮流分布和保护设置。大量分布式电源的接入将对配电网的可靠性、电能质量、保护与控制等造成影响。其影响程度与接入分布式电源容量、并网点、并网方式和技术类型等都有密切的关系。

研究表明,配电网中分布式电源接入的比例超过一定范围时,导致发生非计划孤岛、线路电压升高和保护误动拒动等问题的概率明显增加,对电网安全运行和供电质量产生较大影响。为衡量配电网接纳分布式电源的能力,各国都引入了渗透率的概念。

分布式电源渗透率:指配电平衡区域内分布式电源并网容量与最大用电负荷的比值。基于已有电网,在满足系统运行约束条件下,配电网能承受的渗透率应控制在一定范围内。配电网可承受的最大渗透率又称为准许渗透率,准许渗透率指在现有配电网不进行较大改造和分布式电源不限出力的前提下,配电台区内允许接入的分布式电源最大装机容量与最大用电负荷的比值。

配电网分布式电源接纳能力:指在现有配电网不进行较大改造和分布式电源不限出力的前提下,配电网接纳分布式电源容量的上限,也可称为分布式电源的准许接入容量,对应于准许渗透率。

有些业内人士认为,配电网分布式电源接纳能力是一个伪命题,只要电网改造投入足够大,配电网不存在分布式电源接纳能力问题,接纳能力是电网企业为了阻碍分布式电源的发展杜撰出来的一个概念。我个人不赞同此观点,我认为对于一项技术应用的技术经济性的评估,不能仅从该技术本身来看,应站在系统整体经济性最优的角度来看,过高的并网成本会成为分布式发电规模化应用的障碍。我国配电网规模大,分布式电源准许接纳能力高,提出配电网分布式电源接纳能力是为了引导分布式电源尽可能分散开发、在条件较好的配电网优先发展,在分布式的电源开发成本较高的情况下尽可能减少接入成本,使分布式电源综合利用成本最低,有利于推动分布式电源规模化发展。

美欧、加拿大等均已开展分布式电源接纳能力的研究。特别是美国,以渗透率指标引导分布式电源合理布局、有序发展的经验值得我们思考。一是把渗透率作为简化分布式电源并网审查程序的判断标准;二是及时公布基于渗透率的配电网剩余分布式电源接纳空间,引导分布式电源合理布局;三是针对不同类型的分布式电源,研究基于渗透率的更为细化的管理措施。

美国以渗透率指标引导分布式电源发展的做法在实践中取得了良好效果。截至2014年底,美国分布式天然气发电装机接近3 000万kW;分布式光伏约350万kW。分布式电源的发展并未对美国电网安全运行产生明显影响。美国的做法表明,分布式电源建设必须统筹考虑电网接纳能力,实现合理布局、有序发展。渗透率作为衡量电网接纳分布式电源能力的重要指标,可成为规范电源并网管理、引导分布式电源健康发展的有效手段。

建议:一是借鉴国际经验,将渗透率指标纳入分布式电源规划和并网管理。根据我国不同地区特点,综合考虑电源、电网和负荷等因素,合理确定各省分布式电源渗透率上限,并以此作为分布式电源规划发展和并网管理的重要依据,引导各地分布式电源发展,避免项目审批权下放后出现无序审批问题;二是组织力量,以合理的渗透率为重点,深入开展电网接纳分布式电源能力研究,为国家决策提供支撑。初步研究,参照美国的做法,采用15%分布式电源渗透率上限,预计2015年我国分布式电源接纳能力约为1.65亿kW,2020年约为2.58亿kW。EA