

用户的用能需求日益分散和灵活，分布式能源根据用户的冷、热、电需求提供多种能源服务的模式无疑越来越受欢迎。但是目前中国的能源系统是否可以有效支持分布式能源持续发展？

重新评估 分布式能源系统

文 / 郭晓波 屈倩如

在未来相当长的时期内中国能源开发和供应的主力仍将是大型能源基地及电力的大规模跨区输送，但我们必须认识到，分散灵活并清洁高效的分布式能源将成为中国能源供应和能源转型不可或缺的部分。



一、转折点临近

中国正处于经济结构转型的关键期，重工业占比不断降低而商业和服务业占比升高。这意味着分布式负荷（商业和小型工业设施）的比重提高，用户对能源的需求更为分散和灵活。

我们认为分布式能源发展转折点即将到来，主要基于三方面的原因：

- (1) 分布式能源发电成本大幅下降，规模效益可期。
- (2) 政策淡化补贴专享，支持市场化交易。
- (3) 分布式能源资产并购升温。

(一) 成本下降，规模效益可期

目前中国分布式能源利用的主要形式为分布式光伏发电、天然气分布式能源、小型风能以及少量生物质能等可再生分布式能源。可再生能源发电成本近年来大幅下降。2018年，太阳能光伏全球电力成本比2017年下降13%，陆上风电成本同期也下降13%（见表1）。

表1 全球电力成本变化

	2018 全球电力平均成本 [美元 / (千瓦·时)]	2017-2018 年电力成本变化 (%)
生物质能	0.062	- 14
地热	0.072	- 1
水电	0.047	- 11
太阳能光伏	0.085	- 13
聚光太阳热能发电 (CSP)	0.185	- 26
海上风电	0.127	- 1
陆上风电	0.056	- 13

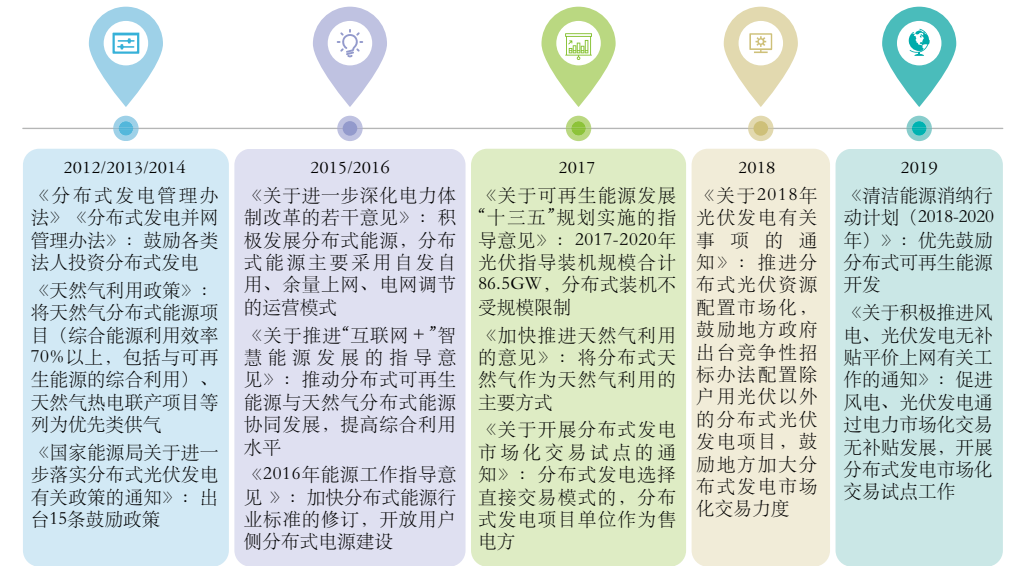
资料来源：IRENA、德勤研究。

天然气分布式能源规模化发展可期。中国能源结构调整过程中，天然气占比会大幅提升。中国规模化发展天然气分布式能源的条件基本成熟。首先，天然气气源有保障；其次，软硬件技术基本成熟，发展天然气冷热电联供能源的关键技术主要包括以燃气轮机、燃气内燃机为代表的发电机组，以及余热空调技术、智能电网技术等，都具备生产能力并有大量示范工程；再次，工程项目经济性提高；最后，产业、区域、楼宇等各个类型的试点项目全面推进。

(二) 政策淡化补贴，支持市场化交易

从2010年开始，国家陆续出台政策鼓励分布式能源发展，涵盖装机目标、上网管理、标准制定、补贴优惠、市场交易等多项内容。《能源发展“十三五”规划》提出坚持集中开发和分散利用并举，提出到2020年我国分布式天然气发电和分布式光伏装机将分别达到1500万千瓦和6000万千瓦。2015年之后，随着电力改革9号文出台，分布式能源相关政策逐渐淡化补贴，开始向鼓励市场化交易倾斜（见图1、表2）。自国家发改委2019年5月公布首批26个、共165万千瓦分布式发电市场化交易试点名单后，分布式发

图1 分布式能源相关鼓励政策



资料来源：根据公开资料整理。

表2 国家降低新增分布式光伏发电补贴标准（2019年7月1日起执行）

项目类型	模式	调整后发电量补贴 [元 / (千瓦·时)]	调整前发电量补贴 [元 / (千瓦·时)]
工商业分布式光伏发电	自发自用、余量上网	0.10	0.32
	全额上网	按所在资源区集中式光伏电站指导价执行 (0.40~0.55)	
户用分布式光伏发电	自发自用、余量上网以及全额上网	0.18	

资料来源：《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》、德勤研究。

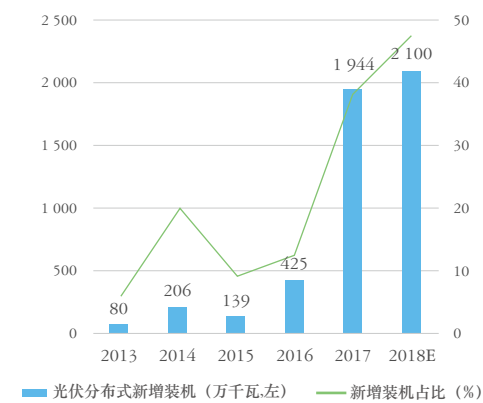
电市场化交易正式进入实操阶段。

(三) 分布式能源资产并购升温

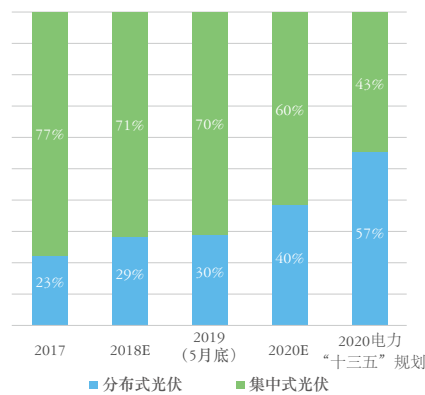
在政策大力扶持和技术持续进步下，分布式能源装机大幅增加。中国光伏市场新增装机容量逐年提升，其中分布式光伏成为新增装机主力（见图2）。未来分布式光伏新增装机速度趋缓，市场由增量市场向存量市场过渡。首先，政府于2018年5月叫停普通地面式光伏电站的新增投资，控制分布式光伏规模，降低补贴力度，并在2019年开始推广无补贴项目。其次，分布式光伏装机的快速增长给传统电网带来一系列挑战，出于电网安全运行稳定性的目的，分布式光伏总体规模的增长需考量电网融合能力匹配问题。

由此判断，分布式光伏电站资产并购将升温。因为当项目的盈利潜力受批发电力市场支配，而不是由政府支付固定价格时，贷款机构和开发商可能会延缓甚至取消投资，大企业或将通过并购增加装机容量；部分规模较小的电站投资运营方，自身债务、盈利

图2 光伏新增及累计装机占比情况
分布式光伏新增装机及占比



中国分布式光伏累计装机占比



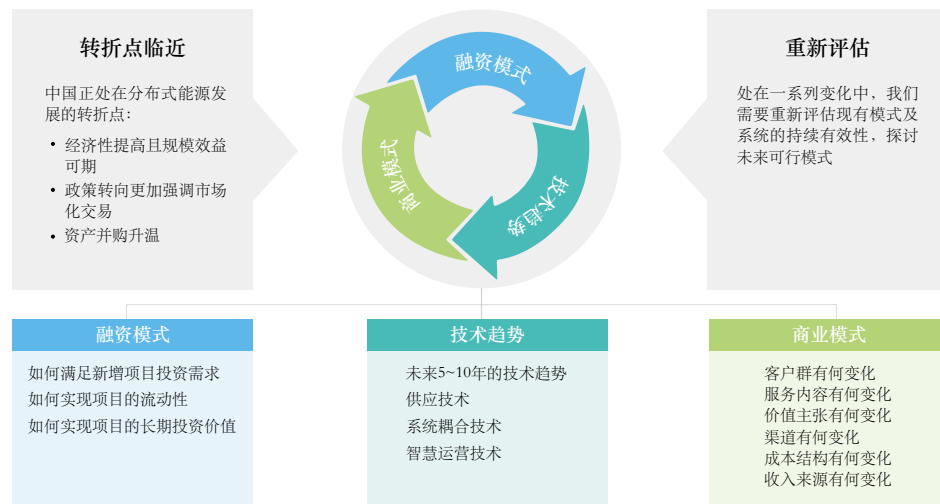
资料来源：国家发改委能源研究所、前瞻产业研究院、Wind、德勤研究。

压力增大，可能通过出售电站资产的方式退出。

二、重新评估

中国正处在分布式能源发展的转折点，需要重新评估现行模式及系统的持续有效性，特别在融资模式、技术趋势以及商业模式领域（见图3）。

图3 重新评估现行模式及系统的有效性



资料来源：德勤研究。

（一）融资模式需兼顾资金进入与价值投资

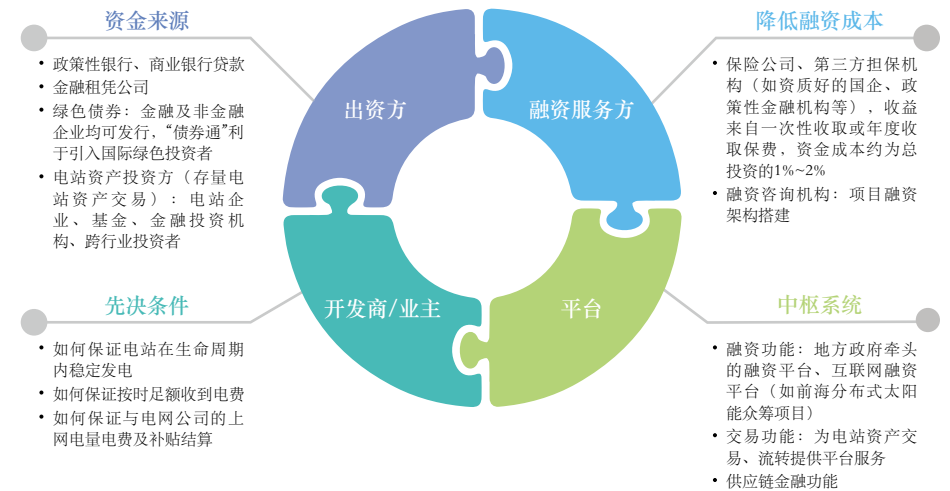
未来分布式能源市场由新建项目与资产交易两个市场构成，融资不仅要针对新建项目解决短期新资金进入的问题，也要解决项目投资价值和流动性等长期问题，包括：

- （1）如何引导新资金进入分布式能源开发市场？
- （2）保险公司、担保公司以及咨询公司如何参与融资过程并提高项目对投资者的吸引力？

- （3）如何将存量分布式电站金融化，释放流动性并增加资金供给？
- （4）投资方如何退出和变现？
- （5）如何利用技术提高融资和交易的效率？

我们认为聚合主要利益相关者，构建融资生态（见图4），是解决分布式能源融资难的基础。

图4 构建分布式能源项目融资生态

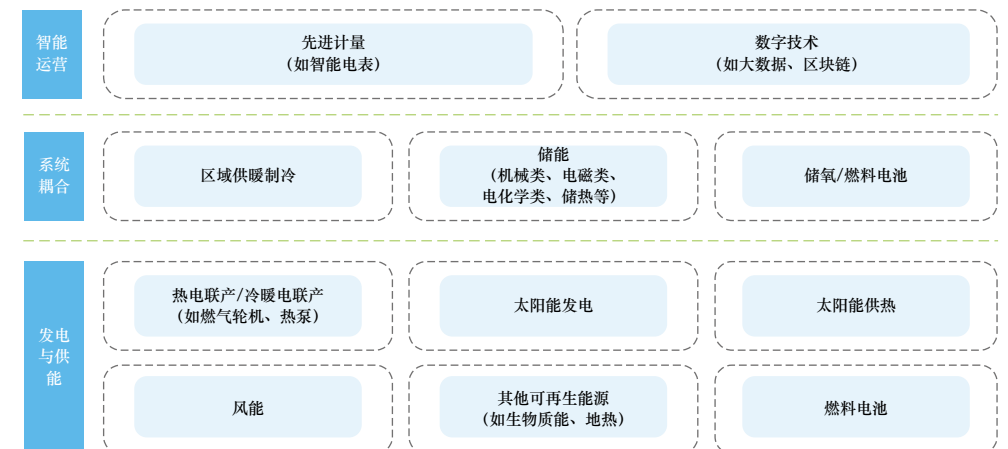


资料来源：德勤研究。

（二）技术热点由供能向系统耦合与智能运营转移

分布式能源系统技术包含发电与供能、系统耦合以及智能运营三个层面（见图5）。发电与供能相关技术（包括以热电联产、冷热电联产、光伏发电、太阳能供热、小型风能等）经过多年发展已经比较成熟。系统耦合层面，也就是分布式能源与其他能源系统或电网连接，储能和燃料电池技术受到企业和资本的密切关注。智能运营层面，数字技术彻底

图5 分布式能源系统技术图谱



资料来源：德勤研究。

改变了用户关系，为新的商业模式提供了可能。

经过多年发展，一些现有可再生能源技术已经具备竞争力，不太需要“特殊照顾”。随着对整个电力生产系统的弹性和能效要求提高，储能和微电网的管理及使用明显加速，多能互补项目的经济效益显现。这些都促使分布式能源技术受到更多重视，储能、燃料电池、能源数字技术等成为整个能源行业技术发展的热点领域。分布式能源企业需要了解，今天制定的技术决策不仅需要考虑到当前的需求，还需要考虑到5~10年内预计的未来需求。

一些技术层面的发展趋势正在改变分布式能源的格局。

(1) 光伏组件成本大幅下降。作为光伏系统造价中占比最大的光伏组件受原材料成本下降、技术工艺升级等因素影响，成本逐年下降。

(2) 资本与企业密切关注电池与储能技术。储能装置通过适当充放电平滑电源的输出功率，从而减少分布式电源接入时对电网的冲击，提高使用分布式能源的可能性。2018年，中国清洁技术行业共发生50起融资案例（12.41亿美元），其中电池与储能领域占比40%¹。2019年第一季度，清洁技术行业共发生12起融资案例（1亿美元），电池与储能技术领域处于领先地位，交易数量占比67%，交易规模占比高达80%²。

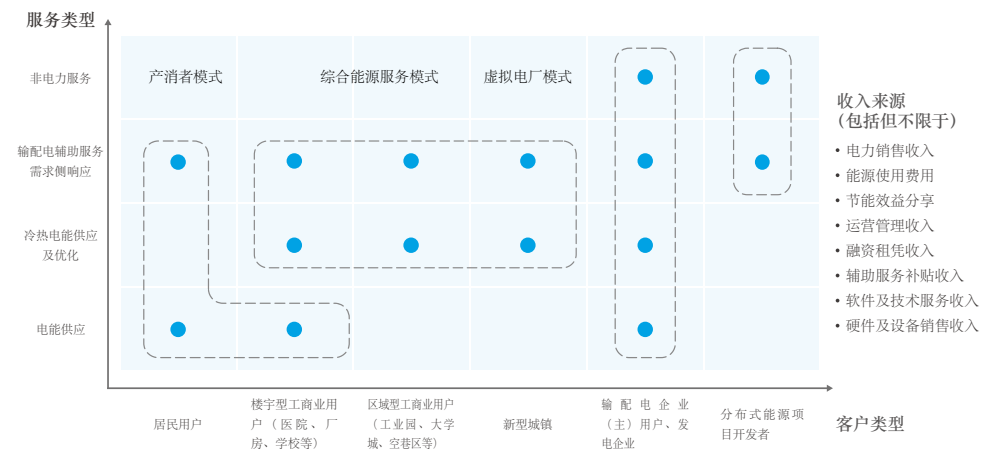
(3) 信息和通信技术彻底改变用户关系。先进计量设施使需求的动态响应成为可能；家庭级、商业级和社区级能源管理技术的发展，实现了更高效与可靠的系统操作；大数据技术的应用便于捕捉细粒度用户行为；多个创业公司基于区块链技术建立分布式光伏售电平台。

(三) 商业模式探索更加重要

一直以来，分布式能源以自发自用、满足用户自身能源需求为主要诉求，商业模式也相对单一。但随着储能和信息技术与分布式能源的融合，技术与场景的结合更加多元化，商业模式会更加丰富。商业模式的演变往往由客户群和客户需求、所提供的产品和服务、成本结构以及收入来源等要素的变化而引起，其关键在于准确把握客户需求，将技术与场景有效结合，将客户需求变为商业上的可行。

通过分析示范项目及新兴的客户案例，我们按照不同的客户群和服务内容，重点探讨四类商业模式（见图6）。这四类商业模式又可以组合或演变出新的模式，好的商业模

图6 分布式能源商业模式



资料来源：德勤研究。

式并非人为设计，而是通过在市场竞中不断迭代优化而来。

产消者模式。居民或工商业者既是能源的消费者也是生产者，在满足自身电力需求的前提下，通过分布式可再生能源发电、电动汽车、储能技术等方式对富余的能源进行转换和存储，并将电反售给电网。收益主要来源于电费节省和售电收入。

综合能源服务模式。协同多种分布式能源，融电网、热网、气网，将燃气、冷气、热力、电等多种能源形态供应给用户。目前，发电企业、电网企业、燃气企业、节能服务公司等都在积极拓展综合能源服务产业链，开展多种类型的分布式能源开发与供应、综合能源系统建设运营以及节能服务。综合能源服务收益可能来自用户能源使用、节能效益分享、运营管理收入、融资租赁收入和硬件设备销售收入等多个渠道。

虚拟电厂模式。独立分布式电源规模小，参与电力市场的交易成本高。将分布式能源整合纳入虚拟电厂，结合可控负荷和储能设施，通过配套的调控技术和通信技术实现对各类分布式能源的整合与调控。这一新的技术手段为分布式能源参与电力市场（包括主能量市场、容量市场和辅助服务市场）构建起新型商业模式。虚拟电厂模式的收益主要来自售电、电力辅助服务补贴、其他为输配电企业提供的服务、节能效益分享以及用户参与需求侧响应等等。随着我国电力体制改革的推进和能源互联网的发展，未来发电、容量、调峰三大价值将形成独立的市场体系，虚拟电厂可以在电力供需耦合中发挥重要作用。

技术服务模式。数字技术使得分布式能源系统的整合与商业模式创新成为可能。一些技术型公司正借助区块链技术在分布式能源领域进行创新。在融资领域，分布式能源供应链金融服务平台可以确保所有权和债务的转移得到有效和可靠的保障；在能源交易领域，区块链技术可以改变依赖中心机构决定交易组织者、中标者、中标电量和中标价格的模式；在结算领域，区块链技术可以建立不可更改的记录，改善如智能合约、账单支付等环节。

分布式能源是未来能源体系的重要组成部分，尽管这是一个一直处于变化的领域，且依然有很多问题有待深入研究。但随着分布式能源在能源系统的比重不断上升，我们有必要持续关注并优化分布式能源先行模式以保证系统的持续有效性。

郭晓波 | 德勤中国能源、资源及工业行业主管合伙人；中国电力及公共设施子行业主管合伙人 kguo@deloitte.com.cn

屈倩如 | 德勤研究制造业、能源行业研究高级经理

jjqu@deloitte.com.cn

尾注

1. 《2018年中国清洁技术行业数据报告》，2019-1-29 <http://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2019/1/343205.shtml>
2. 《2019年一季度清洁技术行业报告》，2019-4-29 <https://www.chainnews.com/articles/023961001507.htm>

德勤中国版权所有。未经许可，不得以任何形式转载。