

# 关于促进分布式能源参与中国电力市场的几条建议

睿博能源智库

## 介绍及概述

在应对气候变化和能源危机背景下，绿色低碳转型是实现全球经济与能源可持续发展的必要路径。分布式能源因具有清洁、低碳、且离负荷中心较近等优点，是以新能源为主体的新型电力系统的重要组成部分。然而，分布式能源在中国的潜力还远远没有发挥出来。从技术层面来说，分布式能源发电成本大幅下降，规模效益可期，信息和通信技术的发展 and 先进计量设施的使用也让需求的动态响应成为可能。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<sup>1</sup>。

在过去15年中，中国分布式能源政策不断演化和发展。根据近期政策<sup>2</sup>，在2020到2025年期间，现行的政策支持逐步取消，分布式能源将逐渐转向市场导向和竞争模式。因此，“十四五”期间是分布式能源发展由补贴驱动转为市场驱动的重要转折期。为进一步推动分布式新能源在中国的发展和利用，在这篇文章中，我们就促进分布式能源参与中国电力市场，实现其经济价值提出一些不成熟的建议。

---

<sup>1</sup> 郭晓波, 屈倩如 (2019). 重新评估分布式能源系统. 德勤新视界. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/about-deloitte/deloitte-cn-dttp-vol9-ch7-zh.pdf>

<sup>2</sup> 水七沐 (2020). 8年6降 光伏补贴即将退出历史舞台. 北极星太阳能光伏网. <https://guangfu.bjx.com.cn/news/20200218/1044342.shtml>

基于其他国家在发展分布式能源方面的经验，我们认为分布式能源在电力系统中至少有五个方面的价值，包括其电力价值，环境价值，提高需求侧弹性，提高电力系统可靠性，和延迟输配电网的投资需求的价值。然而，当前中国的电力市场规则和结构却并不能让分布式能源完全实现如此多样的价值。在考虑进一步完善电力市场种类的同时，我们对于当前已有的电力市场建议从以下几个方面考虑促进分布式能源的进一步发展：（1）明确分布式能源参与各类市场的资格；（2）促进市场公平竞争并尊重市场价格，包括稀缺性定价和节点定价；（3）合理补偿分布式能源的环境效益；（4）完善资源运行数据和信息的收集，并促进分布式能源，电网公司，和监管机构之间的协调。

## 分布式能源的经济价值

分布式能源在电力系统中至少有五个方面的价值：

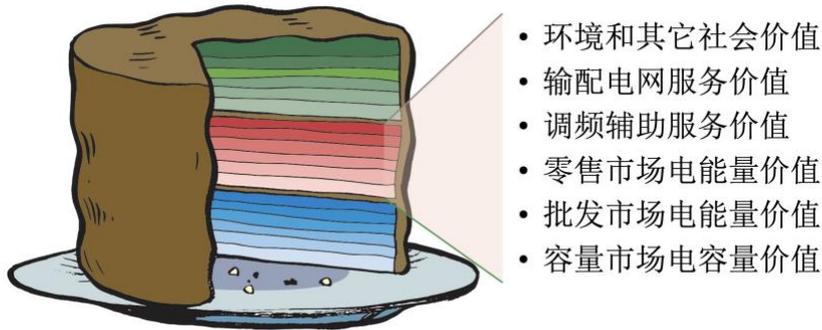
- 生产或替代（传统能源）的电力价值；
- 帮助电力系统脱碳减排的环境价值；
- 提高需求侧弹性；
- 提高电力系统可靠性；
- 延迟输配电网的投资需求。

分布式能源通常是更环保的零或低碳排放类型的资源，比如需求响应，储能，分布式光伏和风电，以及能效资源<sup>3</sup>。同时，由于它们更靠近消费点，它们也有助于降低系统损耗和缓解传输拥塞，长远来看可以减少和延缓电网等基础设施的投资。当分布式资源与需求侧结合时，它们可以帮助削峰填谷，降低高峰电价，并降低需求大幅增加时带来的停电风险。同时，通过战略性的部署它们的地理位置，它们可以代替传统的输配电网基础设施，以更低的成本满足规划需求。图1中显示了分布式能源可能通过市场收入和政策补贴实现的价值链，包括但不限于容量价值，批发和零售电能量价值，辅助服务价值，输配电网服务价值，以及环境价值和其它社会价值<sup>4</sup>。

<sup>3</sup> 能效资源是指有针对性的对某些终端用途进行能效投资，利用适时的节能减少对额外灵活性资源的需求。详见Lazar, J & Colburn, K. (2013). *Recognizing the Full Value of Energy Efficiency*. <https://www.raonline.org/wp-content/uploads/2016/05/rap-lazarcolburn-layercakepaper-2013-sept-09.pdf>

<sup>4</sup> 虽然分布式能源在价值组成方面有很多相似性，但是每个不同的资源其价值分布可以很不同，比如需求侧响应资源、光伏、储能+光伏在电力系统里有不同的价值链。

图1. 分布式能源的价值链



然而，虽然分布式能源理论上能提供如此多样化的价值，当前的市场规则和市场结构却并不能让分布式能源完全实现这些价值。在这个价值链中，一些分布式能源由于物理和技术特性可能暂时无法实现其中的某些环节，但其它大多数价值链是因为市场规则的限制，甚至是市场的缺失而无法实现。例如，在没有电容量市场却有严格的电能价格上限的情况下，仅依靠电能收入对于某些灵活性分布式电源来说是远远不够收回成本的，因此电能价格的上限就阻碍了灵活性电源实现它们的市场价值。总体而言，在没有一个完善的电力市场的情况下，分布式能源的潜在价值很难被评估和实现，因此完善电力市场的建设和分布式能源的市场参与机制是促进分布式能源健康发展的必要条件。

## 中国现有的分布式能源发展模型

2017年10月，国家发改委和国家能源局发布了《关于开展分布式发电市场化交易试点的通知》，决定开展分布式发电市场化交易。通知发布后，国家发改委和国家能源局在2019年确定了首批分布式发电市场化交易试点项目共26个，分布在湖北、河南、山西等省份<sup>5</sup>。目前，一些地方政策也越来越多地支持用户侧可调负荷资源、储能、分布式发电、新能源汽车等新型市场主体参与现货市场交易，并制定了相关细则<sup>6</sup>。

然而，在具体的实践中，分布式能源参与市场竞争依然存在市场准入门槛过高，不能与传统发电资源公平竞争，参与模式受限，以及补偿不足等问题。在某种程度上，输配电价、电力辅助服务等因素阻滞了分布式发电的市场化交易。同时，需求响应，虚拟电厂等资源

<sup>5</sup> 北京大成（上海）律师事务所(2022.5). 现状和趋势：鸟瞰中国电力市场. <https://news.bjx.com.cn/html/20220511/1224017.shtml>

<sup>6</sup> 北极星风力发电网(2019). 《江苏省分布式发电市场化交易规则（试行）》发布！

<https://news.bjx.com.cn/html/20191211/1027715.shtml>; 绿色电力交易(2018). 广东省分布式发电市场化交易试点规则大纲（征求意见稿）. <https://news.bjx.com.cn/html/20180329/888516.shtml>; 浙江省发展和改革委员会(2021). 关于公开征求《关于促进浙江省新能源高质量发展的实施意见（修改稿）》意见的函. [https://fzqgw.zj.gov.cn/art/2021/11/29/art\\_1599567\\_58932438.html](https://fzqgw.zj.gov.cn/art/2021/11/29/art_1599567_58932438.html); 浙江日报(2022.10.12) 浙江省电力条例》发布 推动“隔墙售电”破局！ <https://news.bjx.com.cn/html/20221012/1260493.shtml>

仍然主要是用于缓解系统紧张状况单独开展，未能常态化参与电能量与辅助服务市场，因此它们无法获得与其全部价值相应的补偿。例如，一些用户表示参与现货市场“划不来”<sup>7</sup>，可以看出当下的现货市场机制还无法给所有用户提供参与现货市场的足够动力。

关于分布式能源参与电力市场的问题，其他国家也有很多相关的讨论，例如2020年，美国联邦能源监管委员会发布了一项指令<sup>8</sup>，要求美国区域电力市场（RTO，相对应中国的区域现货市场）制定参与模式，允许分布式能源资源，包括需求响应，以直接或者聚合的形式参与任何一个批发市场的细分市场。类似地，2019年的欧洲法令要求监管机构明确向需求响应开放所有电力市场，并通过清洁能源一揽子法案为欧洲成员国制定了实施需求响应的共同框架<sup>9</sup>。2019年，澳大利亚能源市场运行商（AEMO）开始开展虚拟电厂示范项目。到2022年，虚拟电厂容量已经可以满足大约30%澳大利亚对短期灵活性服务的需求。

在这些国家，虽然政策实施的细节仍在不断完善，但达成的共识是，当我们打破市场壁垒，并创造一个更公平的竞争环境时，它会帮助分布式能源更好的实现其经济价值，从而提高分布式能源的投资和市场参与，并提高清洁能源的使用率。广泛的市场机遇和价值认可也会促进新的商业模式的产生，创造出更多服务种类和价值流，让分布式能源的发展进入良性循环。

## 分布式能源的市场参与机制建议

分布式能源资源主要包括需求响应、配电和用户侧储能以及分布式发电。根据美国联邦能源监管委员会（FERC）在2020年发布的指令，FERC将给予区域电力市场足够灵活性以制定适合每个区域市场规则的分布式能源参与模型，并促进其以聚合的形式参与市场<sup>10</sup>。图2给出了纽约州区域电力市场对于不同的资源技术类型提出的市场参与模型。

---

<sup>7</sup> 广东省在为包括虚拟电厂在内的需求侧资源制定现货市场参与模式方面处于领先地位，并为此发布了修订版的政策。[https://mp.weixin.qq.com/s/Diq9HA\\_e01Kk-qV0\\_wwHDQ](https://mp.weixin.qq.com/s/Diq9HA_e01Kk-qV0_wwHDQ)

<sup>8</sup> 美国联邦能源监管委员会第2222号令 <https://ferc.gov/media/ferc-order-no-2222-fact-sheet#:~:text=FERC%20Order%20No.%202222%20will%20help%20usher%20in>

<sup>9</sup> Article 13 of European Directive 2019/944. 更多讨论，见 Meus, L. and Nouicer, A. (2018), *The EU Clean Energy Package*. [https://cadmus.eu/bitstream/handle/1814/57264/RSCAS\\_2018\\_TechnicalReport.pdf?sequence=1%20&%20isA](https://cadmus.eu/bitstream/handle/1814/57264/RSCAS_2018_TechnicalReport.pdf?sequence=1%20&%20isA)

<sup>10</sup> Dupuy, M, Kahrl, F., Wang, X. (2020). “能源革命”与电力行业改革:从国际对比视角看中国南方电网面临的挑战. [https://www.raponline.org/knowledge-center/energy-revolution-power-sector-reform-insights-challenges-china-southern-grid-region-from-comparative-international-perspective\\_cn/](https://www.raponline.org/knowledge-center/energy-revolution-power-sector-reform-insights-challenges-china-southern-grid-region-from-comparative-international-perspective_cn/)

图2：不同能源技术在纽约州区域电力市场的参与模型范例<sup>11</sup>

资源技术类型	发电机	储能	负荷削减 (需求侧响应)	发电机 + 储能	混合技术 (分布式能源)
参与模型	热力发电机和 大型水电	储能资源	不可调度的需 求侧响应	并置储能 (独立的间歇 性能源和储能 相连接)	可调度的分布 式能源
	间歇性电源 (风电和光电)	有限储能资源 (LESR)	可调度的需求 侧响应	混合储能 (间歇性能源 和储能为一体)	表后电源
	其它电源 (例 如径流式水力 发电, 表后净 发电电源)	电能有限资源 (ELR, 例如 抽水蓄能)			

市场参与模式指的是一套市场规则，包括交易规则，电价的形成，以及实现市场行为的操作系统和平台。要使分布式能源能够积极参与到市场的运作中，就必须清晰的认识到每种分布式能源独特的物理和运行特征，了解每种技术所创造的产品和服务质量，以此来创造公平的竞争环境。对于市场和电网运行中心来说，市场参与模式需要考虑的因素包括以下几个方面，而我们就针对这几个方面提出一些建议：

#### 1. 分布式能源参与各类市场的资格

- 在设计市场规则时，平等对待所有资源和技术。分布式能源应该能像其它能源一样参与到供给侧和需求侧的产品和服务市场，进行公平竞争。在现货市场中，分布式能源应被允许参与批发市场和零售市场，向批发和零售市场提供它们在技术上能够提供的服务，并得到公平的补偿。
- 制定公平明确的分布式能源的市场准入原则：
  - 消除或降低现货市场对虚拟电厂的最低容量限制，以鼓励分布式能源参与市场竞争。例如，在 2020 年 FERC 颁布的指令中，分布式能源参与市场的最低容量为 100 千瓦，确保了大多数分布式能源能参与市场。
  - 明确分布式能源是否能以聚合或非聚合的方式参与市场，并针对聚合和非聚合的资源的物理和运行特征制定相关规则。
  - 对于以聚合方式参与市场的虚拟电厂，应考虑虚拟电厂扩容（增加资源）和减容（减少资源）的情况，在保障运行质量的同时减少行政障碍。同时，与聚合商达成正式的市场参与协议。

<sup>11</sup> Electric Power Research Institute (2022). *Participation Options and Designs for Distributed Energy Resource (DER) Aggregations in Electricity Markets*. <https://www.ieso.ca/-/media/Files/IESO/Document-Library/engage/dermvdv/dermvdv-20220126-presentation-epri.ashx>

- 具有一定灵活性的分布式能源应被允许参与辅助服务市场，计量和遥测要求应侧重于必要数据的数量和质量，以确保分布式能源提供可靠的服务，而不会产生不必要的障碍。
- 对新的市场规则进行系统性的压力测试，了解各类分布式能源技术在不同情境下对市场和电网的影响。

## 2. 市场竞争环境和定价方式

- 现货市场应为所有资源，包括可再生资源、储能，和分布式能源（包括需求响应）创造一个公平的竞争环境。这也意味着尽快结束火电的发电配额制度，让所有火电机组参与市场交易<sup>12</sup>。在满足技术和物理条件下，应允许分布式资源同时参与电能量和辅助服务的细分市场，且可以连续运营参与电力市场，不局限在某个时段和某个地点。
- 实施“稀缺性定价”，在确保供给侧竞争充分和市场力监管足够的前提下，放宽投标和市场清算价格的下限和上限，允许“稀缺性定价”释放价格信号，引导虚拟电厂和需求侧响应的进一步投资。
- 实施节点定价，使价格更好地反映电网上不同位置的实时情况，让现货市场产生的电网节点价格引导分布式能源和传统电网的投资<sup>13</sup>。
- 某些具有充电和放电功能的资源（例如储能）应既被当作供给侧也被当做需求侧资源，并在两个市场内都得到公平的补偿。储能资源在充电的时候应支付批发市场的节点电价，而非零售价。明确储能需要提交给调度的物理和运行技术参数（例如，最大最小荷电状态，充放电限制，运行爬坡率）<sup>14</sup>。

## 3. 分布式能源的环境效益和政策性激励

- 鼓励分布式能源参与绿色证书交易、绿色电力交易和碳排放交易。中国现在已有绿证交易、绿电交易、碳排放权交易三类市场<sup>15</sup>，而分布式能源的环境效益（低排放或零排放的电能量和辅助服务）可以通过参与这三个市场的交易来得到补偿。

---

<sup>12</sup> Dupuy, M.等人 (2022).

<sup>13</sup> 具体可参考：中国电力企业管理 (2022). 研究|节点边际价格和电力市场（上）. <https://mp.weixin.qq.com/s/G-IZYOWQUbfQABYnA3Tqwx>; 中国电力企业管理 (2022). 研究|节点边际价格和电力市场（下）[https://mp.weixin.qq.com/s/rlu-13PD\\_HxzHq1FVhDqA](https://mp.weixin.qq.com/s/rlu-13PD_HxzHq1FVhDqA)

<sup>14</sup> Kahrl, F., Wang, X., Dupuy, M. (2020). 储能如何参与市场? <https://www.raonline.org/blog/storage-participation-in-power-market/>

<sup>15</sup> 人民日报海外版 (2021). 绿证交易、绿电交易、碳排放权交易——三类市场共同推进“双碳”目标. <http://www.xinhuanet.com/energy/20211027/1196a7bdecd9433399b9d5459b50df32/c.html>

- 在电力市场未成熟之前，出于公共政策原因，中央和地方政策仍可以向分布式能源提供激励，并鼓励分布式能源参与已有的电力市场，通过建立试点以完善市场模型的建设。

#### 4. 资源运行数据和信息的收集，以及与监管机构的协调

- 出于审计目的，电网公司、电力市场运营机构/监管机构应收集分布式能源参与者的运行数据，以及聚合商里每一个单独资源的性能数据，并与其它市场参与者的要求一致。
- 聚合商应及时提供和维护其聚合资源的更新列表。如果电网公司/监管机构需要更多信息，它们也应能准确提供和解释这些具体信息。
- 电网公司、电力市场运营机构和监管机构应让分布式能源参与市场的评估和审查流程透明化和公开化，定期召开多边信息交流会议，并制定争议解决流程以解决可能发生的争议。

市场设计和管理处于不断演变的过程。在美国和欧盟，关于电力市场设计的讨论和市场规则修订已经持续了几十年。这些争论有时会导致进步，有时会导致倒退。理想情况下，电力市场的讨论应以电力市场应该做什么的基本重点为指导，即支持有效的系统运作，并为各种资源的合理投资和退役发出信号<sup>16</sup>。

## 结论

电力系统的灵活性对于以可再生能源为主的新型电力系统至关重要。所有具有脱碳目标的国家都面临着协调可靠且具有成本效益的资源组合以支持电网脱碳的挑战。分布式能源作为新型电力系统的重要组成部分，在中国的发展还远远不够。在这篇文章中，我们就针对如何提高分布式能源在中国电力市场的参与和能源结构中的比例提出几条不成熟的政策意见。

我们认为分布式能源在电力系统中至少有五个方面的价值，包括其电力价值，环境价值，提高需求侧弹性，提高电力系统可靠性，和延迟输电网的投资需求的价值，而当前中国的电力市场规则和结构却并不能让分布式能源完全实现如此多样的价值。在考虑进一步完善电力市场种类的同时，我们对于当前已有的电力市场建议从以下几个方面考虑促进分布式能源的进一步发展：（1）明确分布式能源参与各类市场的资格；（2）促进市场

---

<sup>16</sup> Dupuy, M. 等人(2022).

公平竞争并尊重市场价格，包括稀缺性定价和节点定价；（3）合理补偿分布式能源的环境效益；（4）完善资源运行数据和信息的收集，并促进分布式能源，电网公司，和监管机构之间的协调。



**RAP**<sup>®</sup>

Energy Solutions for a Changing World

---

**Regulatory Assistance Project (RAP)**<sup>®</sup>

Belgium · China · Germany · India · United States

---

CITIC Building, Room 2504

No. 19 Jianguomenwai Dajie  
Beijing, 100004

---

中国北京市建国门外大街 19 号

国际大厦 2504 室

邮编: 100004

[raponline.org](http://raponline.org)

© Regulatory Assistance Project (RAP)<sup>®</sup>. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial License (CC BY-NC 4.0).