

# 法律支持可再生能源开启新篇章

王轩

睿博能源智库

## 背景和讨论<sup>1</sup>

近年来，在成本下降以及低碳目标的驱动下，可再生能源发展迅速。如何更好地利用可再生能源发电，构建以可再生能源为主体的新型电力系统，并且在可负担的能源成本的前提下保障电力系统的可靠性已经成为主旋律。国家能源局在2023年的能源工作路线图中指出加强能源法制建设，加快《能源法》立法、做好《可再生能源法》、《电力法》等相关法律法规的修订是目前能源监管部门的重要任务<sup>2</sup>。

国家的现有法律鼓励和支持利用可再生能源和清洁能源发电。具体保障机制逐渐从计划向市场转变。《可再生能源法》规定实行可再生能源发电全额保障性收购制度，2020年《能源法（征求意见稿）》中提出要“实行可再生能源发电优先上网和依照规划的发电保障性收购制度……并建立可再生能源电力消纳保障制度（配额制）。”2022年的指导意见中的总体目标是“2030年全国统一电力市场体系基本建成，新能源全面参与市场交易。”<sup>3</sup>

新形势下，几个因素正在促进可再生能源参与电力市场：1）电力体制改革推动了电力现货市场的建设，安全约束下的经济调度有助于可再生能源发电并网 2）省间/区域电力市场的形成和不断扩大，使得可再生能源在更大的范围得到利用和平衡 3）绿电交

<sup>1</sup> 感谢睿博能源智库Max Dupuy, 高驰, 何泉对本文的贡献。

<sup>2</sup> 国家能源局. (2022年12月). 2023年能源工作路线图. [http://www.nea.gov.cn/2022-12/31/c\\_1310687585.htm](http://www.nea.gov.cn/2022-12/31/c_1310687585.htm)

<sup>3</sup> 国家发改委, 国家能源局. (2022年1月). 关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见.

[https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/30/content\\_5671296.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/30/content_5671296.htm)

易允许售电商/用户和可再生能源发电商自愿签署长期合同。这些市场机制能够配合绿证或者配额交易等体系确保可再生能源消纳保障制度的实施。

能源相关的法律需要互相协调，统一思想，坚持以市场化方式消纳可再生能源。在这一方面，中国可以考虑借鉴国际经验和教训。本篇文章主要通过对促进可再生能源发展和消纳关键问题的探讨，结合对国际上法律的观察，为中国制定相关法律提供参考。

## 保障可再生能源消纳的几个关键问题

### 良好运行的电力市场体系

#### 1. 全国统一的电力市场（中长期、现货、辅助服务市场）

电力市场，特别是短期现货市场能够利用电力生产和消费的竞争优势，可以更好地消纳可再生能源，支持快速的低碳转型。有效的价格信号应该反映真实的系统需求，并奖励能够在最佳的时间和地点以低碳和低成本的方式满足系统需要的发电资源，这包括适合调节供需的灵活性资源和满足高峰需求的可靠性资源。为了满足这些需要并解决可再生能源发电间歇性和可变性的挑战，很多国家对电力市场进行了一些改进，例如，增加电力现货市场的时间和地理颗粒度，扩大平衡区，改革容量市场、电能量市场和辅助服务市场提高对灵活性资源的激励<sup>4</sup>。这些改革不仅仅有利于可再生能源并网和发展，也有利于传统资源提高效率、减少成本，向清洁和灵活的方向转变，以及逐步淘汰不经济、不可持续的资源。另外一个很重要的要素就是要确保中长期合同(无论是煤电还是可再生能源及其优先度)都不影响短期现货市场形成有效的调度决策。也就是说，中长期合同应该是金融属性，主要发挥规避风险和支持投资的作用。

#### 2. 绿电交易

由于可再生能源成本降低，在世界上大部分地区光伏和风电已经成为比火力发电更为成本有效的发电方式。电力市场合理的价格信号通常会引导对可再生能源的投资，而这需要所有资源都能够公平的参与竞争，同时电力市场也需要充分认识到可再生能源的环境价值（例如，通过碳税、碳交易发现碳价格）。绿电交易可以在电力市场还不具备这些条件的时候，通过和用户/售电公司签订长期合同，为可再生能源提供稳定的收入，从而扩大可再生能源的规模，加速电力系统的低碳转型，促

---

<sup>4</sup> 自然资源保护协会，睿博能源智库。(2017). 美国可再生能源并网的经验和借鉴. [https://www.raonline.org/knowledge-center/renewable-energy-integration-us-experience-and-recommendations-for-china\\_cn/](https://www.raonline.org/knowledge-center/renewable-energy-integration-us-experience-and-recommendations-for-china_cn/) 以及IEA (June 2022) *Steering Electricity Markets Towards a Rapid Decarbonisation*. <https://www.iea.org/reports/steering-electricity-markets-towards-a-rapid-decarbonisation>

使电网消纳更高比例的可再生能源发电。近年来，中国已经在多个区域和省级电力市场开展了绿电交易，虽然目前仍处于初级阶段，但是随着电网公司对可再生能源保障性收购向可再生能源的中长期市场化合同转变，未来绿电交易促进绿色电力消费的巨大潜力<sup>56</sup>。

## 可再生能源支持政策

电力市场是确保可再生能源并网的基石，除此以外也存在其他一系列支持可再生能源的政策。鉴于可再生能源技术特别是光伏和风电逐步走向成熟，中国已经把重点从提供补贴（例如，固定上网电价FIT）和其他直接经济激励转向更符合电力市场运行的保障机制。国际经验表明，对可再生能源的支持应该在市场机制下进行，尽量减少对市场的干扰，对新生态清洁资源（例如，氢能、储能、电动汽车）的支持可以通过提供市场溢价（FiP）或者采取税收减免、金融政策的方式。同时，广泛的支持政策也包括改善可再生能源预测、规范电网运行、优化可再生能源组合和布局等。结合中国实际，借鉴国际经验，可再生能源电力消纳保障机制和电网公司激励机制可以作为补充，为电网公司、用户/售电公司提供更多动力积极使用可再生能源，在市场配置资源的基础上，促进可再生能源资源低成本并网。

### 1. 可再生能源电力消纳保障机制

2019年，中国正式推出了电力消纳保障机制，为省级行政区制定了可再生能源和非水可再生能源的消纳责任权重。<sup>7</sup>国家能源局的通报显示：2021年间，虽然个别省份依然存在无法压低可再生能源弃电量和弃电率的难题，这两项消纳权重指标在全国大部分地区都基本完成了<sup>8</sup>。展望未来，2060年碳中和目标意味着会有更高比例的光伏和风电并网，（在一些情景下，波动性可再生能源发电占总发电量的比例将增加到55%以上<sup>9</sup>），可再生能源消纳问题在最近几十年中对于中国和其他国家来说将会是持续的挑战。根据国际经验，电力消纳保障机制在理想的情况下，可以和电力市场良性互动，从而为市场主体提供长期目标的稳定性和对可再生能源配额

---

<sup>5</sup> 顾阳. (2021). 我国绿色电力交易试点正式启动—绿电消费有了“中国方案”. 经济日报. [http://www.gov.cn/xinwen/2021-09/09/content\\_5636363.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-09/09/content_5636363.htm)

<sup>6</sup> 国家发改委.(2022). 两部委：鼓励电力用户与新能源企业签订年度及以上绿电交易合同. <https://guangfu.bjx.com.cn/news/20221222/1278207.shtml>

<sup>7</sup> 国家发展改革委 国家能源局. (2019). 关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知. [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019-09/25/content\\_5432993.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019-09/25/content_5432993.htm)

<sup>8</sup> 国家能源局. (2022年4月). 关于2021年可再生能源电力消纳责任权重完成情况的通报. [http://zfxqk.nea.gov.cn/2022-04/21/c\\_1310587748.htm](http://zfxqk.nea.gov.cn/2022-04/21/c_1310587748.htm)

<sup>9</sup> 北大能源研究院. (2022). 新能源为主体的新型电力系统的内涵与展望. <http://www.199it.com/archives/1464039.html>

(REC) 或者绿证需求的确定性<sup>10</sup>。这有助于从固定上网电价和全额保障性收购制度向支持长期合同（例如，长期购售电合同）的方向转变，同时，也可以帮助可再生能源更好地参与现货市场，利用经济调度<sup>11</sup>减少弃电，并为可再生能源的良性发展提供经济激励<sup>12</sup>。从法律机制入手，可以通过进一步规定可再生能源保障机制的履约主体、履约方式、考核制度、激励约束以及监管者和相关方在评估、测量和报告方面的责任来确保实施。

## 2. 电网公司激励机制

中国目前对于电网公司的基于成本的监管，能够支持电网公司对输配电产生的投资得到回收，并一定程度上起到了控制成本的作用。然而，在大规模可再生能源接入电网，建立新型电力系统的背景下，电网公司缺乏在提高运行效率、促进可再生能源消纳和保持高可靠性方面的激励。中国曾通过对各省制定风电、光伏、水电利用率和弃电率的年度指标，促使电网公司减少弃电量<sup>13</sup>。面对可再生能源并网的持续挑战可能导致不经济的高比例弃电，一个解决方案是在这些工作的基础上对电网公司采取“基于绩效的监管”<sup>14</sup>，通过建立与可再生能源消纳相关的指标，激励电网公司优化电网运行和投资决策，及时满足新能源大规模接入需求，同时降低因电网阻塞等因素造成的弃风、弃光问题的出现。

## 跨省跨区输电及价格

及时新建或者升级输电资源是帮助可再生能源并网的基础，这一点需要有科学的输电资源规划以及强有力的执行（具体见下一篇有关电力规划的文章）。其次，在理想情况下，为了促进新能源发电跨省跨区交易，在区域电力现货市场中，调度中心利用最新的供需两侧信息，考虑天气等可能影响波动性可再生能源发电的变化，通过统一的算法实时优化输电网络的使用。基于国际经验，在统一的区域电力市场中，电力系统将作为一个整体运行，即电力输送仅考虑输电拓扑结构本身而不受区

---

<sup>10</sup> Wisner, R. Porter, K., Kahrl, F., Dupuy, M., Yue, L., Martin, J. and Lu, Y. (2018). 关于《可再生能源电力配额及考核办法》(第二次征求意见稿)的建议. Regulatory Assistance Project. <https://www.raonline.org/knowledge-center/comments-on-chinas-second-consultation-draft-of-renewable-energy-power-quotas-and-assessment-methods-cn/>

<sup>11</sup> “经济调度”，指在安全约束下，能够最小化系统资源运行成本(包括内部发电运行成本以及与排放相关的外部成本)的经济调度。中国一些法律和政策中使用“绿色调度”和“科学调度”与“节能低碳电力调度和系统运行”我们认为这三者可以等同与经济调度。

<sup>12</sup> 一些美国经验可见 Kahrl, F., Wang, X. and Dupuy, M. (2020). 可再生能源如何参与电力市场? Regulatory Assistance Project. <https://www.raonline.org/blog/rap-renewables-market-participation-model/>

<sup>13</sup> 历年指标可见国家发改委、国家能源局《清洁能源消纳行动计划(2018-2020年)》  
[https://www.ndrc.gov.cn/xxqk/zcfb/qhxxwj/201812/t20181204\\_960958.html?code=&state=123](https://www.ndrc.gov.cn/xxqk/zcfb/qhxxwj/201812/t20181204_960958.html?code=&state=123)

<sup>14</sup> Kadoch, C., Littell, D. and Shipley, Jessica. (2018) PBR-电力监管新模式. Regulatory Assistance Project. <https://www.raonline.org/blog/brewing-up-the-regulation-of-the-future-cn/>

域内省级行政分界线的影响。最后，跨省跨区输电价格应该有利于促进现有输电网络的灵活应用以及对未来新输电资源的投资。以固定度电输电价格和传输量为基础的输电成本回收方法可能导致跨省跨区输电价格扭曲，不利于清洁电源的输出和输电资源的充分利用。可以根据省级负荷分担比例以年度或者月度分摊输电成本的方法，提高输电价格弹性，促进跨省跨区电力交易，在更大地理范围内优化电力资源配置<sup>15</sup>。

## 灵活性资源

随着可再生能源渗透率的提高，电力系统对于灵活性资源的需求也随之增加。灵活性资源可以来自供应侧、电网侧和需求侧。根据国际经验，相比起火电机组灵活性改造，以及新建抽水蓄能、燃气电站等方式，通过电价和市场机制调动灵活的需求侧资源（例如，需求响应和储能）越来越成本有效且低碳环保。一些措施可以在灵活的分时电价的基础上开展，通过技术、应用平台促进电气化终端（例如，电动汽车、热泵）和电网的互动。也可以通过改善电力市场规则，为包括需求响应等分布式资源建立电力市场的参与模式。另外，在提供季节性顶峰调节能力方面，电网的互联互通和灵活运行应该发挥更大的作用，这将有助于充分利用现有的季节性调节资源和备用，减少新建煤电，以低碳方式解决季节性缺电问题。

## 欧美国家支持可再生能源的法律框架

### 欧盟

- **内部电力市场监管法案 Internal Market for Electricity Regulation (EU) 2019/943**

这部法令旨在通过制定基本规则完善电力市场一体化，加强欧洲内部电力市场的竞争力和自由度，以实现2030年的气候和能源愿景。首先，它强调所有的资源都要公平参与竞争，规定可再生能源主要通过电力市场获得收入。其次，它为跨边境的电力交易扫除障碍，制定了协调跨边境输电容量分配和输电价格的相关原则，并要求可再生能源得到优先调度。

- **能源基础设施法案 Trans-European Energy Infrastructure Regulation (EU) 2022/869**

自2013年，欧盟发展和共同运行泛欧洲能源基础设施制定了指导规则，以支撑

---

<sup>15</sup> 省级负荷分担比例是指省级电网在区域总负荷中所占份额(通常以同时峰值负荷需求的兆瓦数来衡量，在某些情况下，也以兆瓦时来衡量)。Weston, F. (2022年5月).制定输电价格：完美很难，搞砸容易。Regulatory Assistance Project. <https://www.raonline.org/blog/paying-for-transmission-perfection-is-impossible-but-bad-is-easy-cn/>

内部能源市场，促进竞争，确保电网互联互通，增强能源安全并为大规模可再生能源并网打下基础。欧洲绿色协议提出2050年实现碳中和目标，为了更好地完成2030年和2050年政策目标，欧盟理事会于2022年修订了此规定，新的欧洲共同利益能源基础设施项目（**Projects of Common Interests**）涵盖了智能电网，智能气网、氢和储能、海上电网、二氧化碳封存利用网络等促进能源系统和能源市场一体化的基础设施。该规定同时也为这些跨边境共同利益项目的筛选、融资、成本风险分摊和有效实施制定了框架。

- **可再生能源法令 Renewable Energy Directive (2018/2001/EU)**

可再生能源法令主要是在欧盟（包括交通、建筑、制冷和制热）经济行业范围内确定可再生能源发展目标以及协调欧盟各成员国对可再生能源的支持项目。现行的可再生能源法令（**2018/2001/EU**）规定了到2030年，可再生能源在欧盟的能源消费中占32%的目标。为了支持欧盟加速能源转型的目标，在2021年六月的“Fit for 55”一揽子政策中，欧盟委员会提议将此可再生能源发展目标提高到40%。2022年五月，为了应对俄乌战争和进一步减少对化石燃料的依赖，在REPowerEU计划中，欧盟委员会将此目标设定为45%，目前欧洲议会和理事会仍在审议中。

- **加速可再生能源发展法案 Council Regulation (EU) 2022/2577 laying down a framework to accelerate the deployment of renewable energy**

面对不断加剧的能源危机，2022年底欧盟理事会批准了一项为期18个月的紧急措施法案，通过对满足一定条件的可再生能源、分布式光伏自发自用、电网基础设施升级、热泵和储能等项目放松环境影响评估，简化批准许可流程，希望在短期内达到刺激可再生能源的快速发展和应用的作用。该法案和其他包括减少天然气和电力需求以及对能源市场的临时干预的措施，将有助于减少天然气短缺对各成员国消费者带来的影响。

## 美国

- **输电规划和成本分摊 Coordinated Transmission Planning and Cost Allocation: FERC Orders 890 & 1000**

2007年，由于不断增长的可再生能源并网导致输电资源经常出现的拥堵情况，FERC出台了第890号令，要求输电公司互相协作，参与本地和区域级别的开放透明的输电规划。坚强的电网有助于互联互通，增加系统的灵活性，并确保可再生能源发电及时输送，提高了可再生能源项目的经济性。2011年，FERC第1000号令继续促进跨区域输电，进一步要求输电商制定区域输电升级计划，并

给予各区域灵活性来制定输电升级和扩张的成本分摊方法。这种方式有助于平衡各方利益，帮助实现可再生能源并网带来的多重收益。

- **波动性可再生能源并网 FERC Order 764 integrating variable renewable energy**  
FERC第764号令旨在解决间歇性可再生能源并网带来的挑战，2012年，FERC修改了输电规则（OATT），要求输电商以15分钟为周期进行输电运行计划安排，缩短了之前1小时的计划频率。这一改动会允许可再生能源发电商及时反馈因天气变化所产生的出力波动，减少由于发电波动导致的系统不平衡费用。Order 764也要求大型可再生能源发电商给予输电商低于小时内的发电预测数据，以改善对可再生能源发电的预测<sup>16</sup>。
- **储能和分布式资源参与 ISO/RTO 市场 FERC Order No. 841 Electric Storage Participation in Markets Operated by RTOs and ISOs, FERC Order No 2222 Participation of Distributed Energy Resource Aggregations in Markets Operated by RTOs and ISOs**

这两个里程碑式的指令为储能资源以及更广意义的分布式资源参与电力批发市场（电能量、容量和辅助服务市场）扫清障碍，对于RTO/ISO来说，为这些资源（包括分布式光伏、用户侧储能和电动汽车）建立标准化的市场参与模式，是向以可再生能源为主导的新型电力系统转变的必经之路。特别是分布式资源对增加系统灵活性和可靠性的潜力巨大，经市场激活后可以有效减少对传统化石燃料发电的依赖。虽然这两项指令的实施在细节方面还存在挑战，但各个RTO/ISO都做出了有益的尝试<sup>17</sup>，使电力系统和整个经济体加速向零碳目标转变。

- **可再生能源配额制 Renewable Portfolio Standards**

虽然美国还没有联邦的可再生能源目标，但大多数州都实行了可再生能源配额制度<sup>18</sup>。各个州的项目在合规的可再生能源类型、组成、实施主体、规模和执法等方面有很多不同，但是一般都规定了一段时间内需要完成的可再生能源/清洁能源目标，以及利用可再生能源配额交易系统来减少合规的成本。目前来看，绝大多数州完成了相应的目标，也因此推动了可再生能源在过去20年的快速发展<sup>19</sup>。

---

<sup>16</sup> Chernyakovsky, I., Tian T., McLaren, M., Miller, M., & Geller, N. (2016). *U.S. Laws and Regulations for Renewable Energy Grid Interconnections*. National Renewable Energy Laboratory. <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/66724.pdf>

<sup>17</sup> Macbeth, H. & Bell, J. (2021). *The DER future is nearly here? Stuck in the weeds on Order No. 2222 implementation*. Utility Dive. <https://www.utilitydive.com/news/the-der-future-is-nearly-here-stuck-in-the-weeds-on-order-no-2222-impleme/603300/>

<sup>18</sup> 到2022年11月，29个州以及华盛顿哥伦比亚特区有可再生能源配额制，6个州有清洁能源标准。具体可见 [Database of State Incentives for Renewables & Efficiency@ \(DSIRE\)地图](https://ncsolarcen-prod.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2022/11/RPS-Incentives-for-Renewables-&Efficiency@DSIRE地图) <https://ncsolarcen-prod.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2022/11/RPS-CES-Nov2022.pdf>

<sup>19</sup> Barbose, G. (2021). *U.S. Renewables Portfolio Standards 2021 Status Update: Early Release*. Berkeley Labs. <https://emp.lbl.gov/publications/us-renewables-portfolio-standards-3>

- **通胀削减法 Inflation Reduction Act**

2022年8月拜登总统签署的通胀削减法旨在通过促进清洁能源生产消费，增加对气候友好新型技术的投资，减少能源消费支出、增强能源安全，确保2030年的减排目标得以实现。在能源气候领域，主要是通过生产税减免（PTC）、投资税减免（ITC），提供项目支持和贷款等形式对风电、光伏、核电、地热、储能、氢能进行经济扶持，同时也非常重视住宅、交通和工业电气化，增加能效。预计IRA在清洁能源和气候领域的投资会带来经济增长、提供新的就业机会和减少通货膨胀压力。

## 中国通过能源相关法律促进可再生能源并网可以考虑的选择

- **协调统一能源相关的法律，坚持以市场化方式消纳可再生能源**

中国现阶段可再生能源参与以现货市场为主的电力批发市场还处于探索阶段。大多数省份仍然设计最低利用小时，进行可再生能源的保障性收购，可再生能源在电力市场中面临着一系列的不平等待遇<sup>20</sup>。国家的政策文件中提出要不断完善市场设计，形成全国统一电力市场，建立新型电力系统。如果没有可再生能源、储能和分布式能源的深度参与和与传统资源的公平竞争，将无法实现能源和环境的多重目标。可再生能源进入市场的政策不应该孤立设计，而是需要在整个电力市场化改革的进程中，与一系列资源组合，在各个时间尺度上互相竞争和优势互补。这是解决可再生能源间歇性问题和构建清洁低碳、安全高效的新型电力系统的低成本方案（具体见第一篇有关电力市场的文章）。与能源相关的法律需要明确电力市场和相关支持政策的作用之一在于促进可再生能源的大规模并网，并使得电力系统加速向清洁低碳的方向转型。电力市场的改革应该支持更高效的系统运行，包括缩短运行间隔，实施经济调度，扩大平衡区，充分激励灵活性资源。同时，中长期市场需要改变运行模式，将优先发电计划向政府授权的长期金融合同转变，以适应间歇性可再生能源和分布式资源的特征，从而不人为限制这些资源在电力系统中充分发挥重要作用。

- **与其他国家一样，可以从对可再生能源本身的经济激励转向对电网和消费端的激励/约束政策，进一步保障可再生能源并网**

在中国，风电、太阳能发电已经可以平价上网，其他可再生能源也逐步显示出优势。然而，现阶段可再生能源依然需要配套政策支持来提高利用规模。根据国际

---

<sup>20</sup> 永谦.(2022). 共生共融！可再生能源如何参与电力交易. 南方能源观察.

[http://www.chinaden.cn/news\\_nr.asp?id=30254&Small\\_Class=3](http://www.chinaden.cn/news_nr.asp?id=30254&Small_Class=3)



经验，这可以通过对电网公司和消费者采取激励/约束机制来实现。政策框架可以要求强制执行可再生能源配额制，促使未完成可再生能源消纳目标的市场主体购买绿电/绿证，或者缴纳履约金，从而增加需求侧利用可再生能源发电的动力。监管机构也可以将可再生能源消纳作为衡量电网企业绩效的一个指标，给予超额完成消纳任务的电网公司一定的经济奖励，以刺激电网公司主动升级输配电系统，提高可再生能源并网的能力。

- **采用与可再生能源交易相适应的输电网络和价格体系，充分利用跨省跨区输电资源**

虽然中国在远距离输电能力方面位居世界前列，但是目前跨省跨区输电资源的利用率和可再生能源占比还有待提高<sup>21</sup>。与实际输电量相关的跨省跨区输电费用会缩小可再生能源的交易空间，也不适应未来全国一体化的电力市场。法律可以规定将跨省跨区输电成本按照一定的比例向整个市场成员进行分摊，从而在更大范围内优化配置可再生能源，现货市场的经济信号将促使低边际成本的可再生能源得到优先调度。

- **为灵活性资源实现价值扫清障碍**

灵活性资源对于电力系统不同时间和空间节点上的价值有所不同。国际上，越来越多的国家认识到若要全面激发储能和需求响应的价值，应鼓励这些灵活性资源同时发挥容量、电能量、辅助服务等多种作用。随着中国对于分布式资源和储能重视程度的逐步提升、“源网荷储”和分布式资源就地消纳等政策的出台，这些灵活性资源的发展得到了进一步的促进。下一步随着电力市场规则和分时电价等政策的完善，会更进一步挖掘这些资源为大电网提供灵活性的潜力。与能源相关的政策应该继续鼓励灵活性机制和技术创新，在低碳化、电气化、智能化进程中，推动电力系统运行灵活性的提升。

---

<sup>21</sup> 国家能源局.(2020年5月). 关于2019年度全国可再生能源电力发展监测评价的通报. [https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-05/16/content\\_5512148.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-05/16/content_5512148.htm)

## 附录

### 欧盟

#### 内部电力市场监管法案

第三条 电力市场运行原则**f)**市场规则应该促使电力系统和整个经济的低碳转型，包括通过促进可再生能源发电并网以及为能效提供激励;**h)**应该逐步移除在欧盟内部市场中跨境电力流通的障碍;**j)**根据欧盟法律的相关要求，安全和可持续的发电、储能和需求响应应该公平参与市场;

第七条 日前和日内市场**c)** 为所有市场参与者近实时地参与跨区交易扩大机遇;**g)** 不区分竞价区内和跨区的交易;对于单个跨区电力交易，不应该收取特定的网络费用。

第十八条 输电价格应该为电网公司在短期和长期提供适当的激励，以便于提高效率，促进市场一体化和能源安全，以支持有效的投资，并在消费者利益相关的领域（例如数字化、灵活性服务和电网互联）促进创新。

#### 能源基础设施法案

第四条 项目评价的指标对于**a)**输电、配电和储能项目，这些项目需要通过促进可再生能源并网，输送可再生能源到主要负荷和储能中心，减少弃电为可持续发展做出巨大的贡献，并服务于以下至少一个具体评价指标：（i）全欧洲统一市场，包括结束成员国的能源孤岛，减少能源基础设施瓶颈，促进竞争，加强互联互通的运行和系统灵活性（ii）能源安全，包括促进电网互联，系统灵活性，网络安全，安全和可靠的系统运行。对于**b)**智能电网项目，同样需要通过促进可再生能源并网为可持续性做出贡献，并服务于以下至少两个具体评价指标：（i）能源供应安全，包括促进能效和协调输电、配电网的日常运行，减少阻塞和增加电网使用者的接入和参与。（ii）市场一体化，包括通过高效的市场运行和电网互联。（iii）网络安全、灵活性和供电服务质量，包括通过系统平衡、灵活性市场、网络安全、监测、系统控制和纠错方面的创新。（iiii）智能能源一体化，通过在能源系统中将不同的能源载体和行业相联系，或者更广泛地，在能源、交通、信息等领域互相协调找到合力。

#### 可再生能源法令

第三条 欧盟2030年的可再生能源目标 欧盟成员国应该共同确保可再生能源在欧盟终端能源消费总量中占到至少**32%**。欧盟委员会会评估此目标，在可再生能源成本显著降低，以及为实现欧盟的低碳国际承诺的情况下，在**2023**年前提交法律议案提高可再生能源目标，除非能源消费的显著降低会影响目标的增长。

第四条 可再生能源的支持机制**1.**为支持实现或者超越第三条的欧盟可再生能源目标，

以及每个成员国设定的可再生能源发展国家分目标，成员国可以采用支持机制。2.可再生能源发电的支持机制应该以市场为基础和响应市场的方式为可再生能源进入市场提供激励，同时减少对电力市场不必要的扭曲，并且应该考虑到可能的系统并网成本和对电网稳定性的影响。3.可再生能源发电支持机制应该最大化可再生能源发电的市场化消纳，确保可再生能源发电商对市场价格信号做出反应并扩大其市场收入。为达到此目的，针对直接的价格补贴应该以市场溢价的形式来给予，这可以是固定或者滑动的溢价补贴。

## 美国

### 输电规划和成本分摊FERC第890号、第1000号令及最新进展

为应对以合理的成本保持可靠服务的挑战，电力行业需要对输电设备进行大规模的投资。FERC第890号令为区域输电规划提出了基本原则：1) 互相协调2) 公开3) 透明4) 信息共享5) 比较性6) 争议解决7) 经济规划。美国联邦能源监管委员会第1000号令在此基础上希望通过进一步的输电规划和成本分摊的改革来确保每个输电服务商参与制定区域输电规划，以确定为满足“可靠性、经济性、以及州或者联邦法律规章制定的公共政策要求”所需要的高效和成本有效的输电设施以及非输电替代方案。FERC要求每个输电服务商证明其输电成本分摊方法、区域或者跨区域输电成本分摊方法是公平、合理和无歧视的，这需要满足FERC1000号令中提出的包括成本和收益相符合在内的六个原则。

在新形势下，为了使得区域输电规划更好地满足未来几十年供应和需求侧的变化，更综合地考虑能源气候相关的因素，协调各区域和跨区域的输电规划流程和成本分摊，2022年4月，FERC发布了要求改进区域和跨区域输电规划的草案<sup>22</sup>，其中FERC提议滚动规划以至少20年为时间跨度，每3年至少修订一次报告；基于联邦和州的能源、气候和电气化目标等因素，对多个规划情景进行评估；增加跨区域统筹协调；提高规划过程的透明性，比如关于建模方法，假设和数据等额外信息的公布。

### 波动性可再生能源并网FERC第764号令

21世纪初期，FERC认为以小时为单位进行输电安排为市场成员带来过度和不公平的不平衡费用（偏差考核费用），并且无法为系统运行商提供足够的灵活性来有效管理系统。2012年FERC出台第764号令以解决输电商和波动性可再生能源面临的这些问题，并通过更有效地利用发电和输电资源来造福消费者。FERC要求所有输电运行商采取更短的，以15分钟为间隔的输电计划安排。在最终法令中，FERC允许输电商有一定的灵

<sup>22</sup> FERC. (2022). *Building for the Future Through Electric Regional Transmission Planning and Cost Allocation and Generator Interconnection. Notice of Proposed Rulemaking*. Federal Register. <https://www.federalregister.gov/documents/2022/05/04/2022-08973/building-for-the-future-through-electric-regional-transmission-planning-and-cost-allocation-and>

活性，近实时来调整输电计划安排，以反映发电出力的波动性，考虑更准确的发电预测和其他负荷和系统状况的变化。

### 储能和分布式资源参与ISO/RTO市场FERC 第841 号令和第2222号令

在第2222号令中，分布式能源被定义为“任何位于配电系统、其分系统和消费者电表后侧的资源”。这些资源包括但不限于电储能资源、间歇性发电、分布式发电、需求响应、能效、储热、电动汽车及其相关设备。

FERC要求每个RTO/ISO 通过修改现有的参与模式、建立一个或多个新的参与模式或者两种方法相结合来允许分布式能源资源集成商参与市场。同时，为保证合规，每个RTO/ISO需要修改市场规则来解决RTO/ISO、分布式能源集成商、配电公司和相关电力零售监管机构之间的协调问题。

### 美国各州可再生能源政策

在联邦可再生能源激励政策和电力市场作用的基础上，美国各州也制定了可再生能源和清洁能源目标，以及相应的配额制进一步促进可再生能源的规模化发展。为保证可再生能源项目经济可行性，很多州也推出了具体的支持政策和项目来鼓励可再生能源发电，这些项目包括直接经济激励（例如，补助金、回扣、基于绩效的激励），补偿用户（例如，净电表、净账单），税收优惠，贷款和金融项目（例如，循环贷款、房地产融资清洁能源评估（PACE）、能源绩效合同（EPC）、信用增级）。<sup>23</sup>

### 特拉华州绿色能源基金（Delaware Green Energy Fund）<sup>24</sup>

- 绿色能源捐赠计划：为小型可再生能源项目（包括光伏发电、太阳能热水、小型风电、地源热泵）提供最高达全部设备安装成本 50%的回扣。
- 技术示范项目：为可再生能源和能效技术的示范和加速这些技术在特拉华州的商业化应用提供补助金。
- 研究和发展项目：为在特拉华州改善工程适应性或者研发与可再生能源和能效技术直接相关的产品或程序提供补助金。

## 加州

---

<sup>23</sup> EPA. (2015) . *Energy and Environment Guide to Action*. Chapter 3. [https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-](https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/guide_action_chapter3.pdf)

[08/documents/guide\\_action\\_chapter3.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/guide_action_chapter3.pdf)

<sup>24</sup> 7 DE Administrative Code, § 2103. (2021). *Regulations for the Green Energy Fund*.

<https://regulations.delaware.gov/AdminCode/title7/2000/2103.shtml>

自2006年，加州开始了太阳能倡议项目（**California Solar Initiative Programs**）为低收入的单个和多个家庭提供每千瓦时自用光伏发电的经济激励以减少用户购电和电费账单，由于近年来光伏组件成本降低，加州公共事业委员会认为已经没有提要提供直接的经济激励，此项目于2016年截止。目前，光伏发电依然享受净电表政策（**Net Energy Metering**），允许用户将多余光伏发电输入电网，以零售电价来抵消用户的购电成本。2023年4月之后，逐渐转向净账单（**Net Billing**），电网将以反映光伏发电价值的价格回购多余光伏发电，从而抵消用户的一部分购电成本<sup>25</sup>。

---

<sup>25</sup> California PUC. California Solar Initiative, Customer Sited Renewable Energy Generation. <https://www.cpuc.ca.gov/industries-and-topics/electrical-energy/demand-side-management/net-energy-metering>



**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**

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