

# 西北电力市场的最优选择：灵活调节容量市场或区域现货市场？

王轩，Max Dupuy，胡军峰<sup>1</sup>

## 概述

国家能源局西北监管局于2022年底发布了《西北电网灵活调节容量市场运营规则（征求意见稿）》。根据规则，这项政策希望支持“区域灵活调节能力”更具体地，规则明确提出要“构建以新能源为主体的新型电力系统，打造西北区域清洁低碳、安全高效的能源体系，充分挖掘西北区域常规电源、储能以及可调节负荷灵活调节资源潜力，提升风电、光伏等新能源消纳能力，保障西北区域安全稳定运行…”这一条很好地概括了清洁能源转型的基本要求。

近年来，西北地区可再生能源发展较快，外送电占比较高，市场主体丰富，在电力行业迅速发展的同时，电力市场改革也取得了很大的进展。然而，中国西北地区与世界上很多国家和地区一样面临着在保障供应的同时进行低碳转型的机遇和挑战。庆幸的是解决方案已经越来越多被大家所熟知，虽然在具体实施细节方面还存在一些难点。为达到这些目的，我们建议西北电力行业还需在政策、监管、市场和规划等方面进行改革<sup>2</sup>。在这篇短文中，我们聚焦于西北区域电力市场改革，主要的观点可以总结为：

- 第一，形成统一的区域电力现货市场是实现《规则》中所提出目标的最佳方式。

<sup>1</sup> 本文感谢睿博能源智库高驰，何泉给予的帮助。

<sup>2</sup> 睿博能源智库.(2023). 新形势下的电力行业改革：促进系统稳定性、降低风险、加速碳达峰. <https://www.raonline.org/knowledge-center/practical-power-sector-reforms-to-boost-reliability-reduce-risk-and-accelerate-carbon-peaking-cn/>, 睿博能源智库.(2021). 中国西北地区电力行业转型和煤电退出路线图：政策和监管策略. <https://www.raonline.org/knowledge-center/rap-road-map-power-sector-transition-coal-generation-retirement-northwest-china-2021-may-cn/>

这可以从简单的设计开始并逐步进行完善。

- 第二，容量市场存在减缓低碳转型和带来不必要系统成本的风险，如果在建立区域现货市场后最终仍会采用容量市场，我们建议以减少风险的方式来实施。

## 观点1：“统一区域现货市场”的优先级应该高于“区域灵活调节容量市场”

区域现货市场能够通过日前、实时的价格信号，在可再生能源多发的时间和地点，迫使化石能源主动压低出力节省运行成本以促进低碳、低成本的清洁能源的消纳；在净负荷较高的时间和地点抬高实时价格，激励灵活性的资源增加出力满足高峰需求。区域现货市场的好处在于：在满足电网系统安全约束的前提下，现货市场能够根据最新的系统情况，包括天气等因素导致的供需两侧的变化，实时优化区域内的资源。这种市场机制如果建立在所有资源（包括需求侧资源）公平竞争的基础上，并覆盖较大的地理范围，则可以通过促进跨省跨区电力交易来扩大系统收益。

西北各省开展的现货市场试点，以及西北地区的辅助服务市场已经为建立区域现货市场打下了基础。2023年5月，西北监管局印发了《西北区域备用辅助服务运营规则》<sup>3</sup>，规范了备用服务在日前和日内的申报和调用，进一步促进了备用资源在区域范围的余缺互济，有助于保障供电安全和充分消纳可再生能源。西北区域可以从比目前正在试点的省级现货市场更简化的设计开始，采用现货市场价格取代煤电标杆上网电价机制，成为主要的发电补偿机制。在这种情况下，市场参与者可以（至少部分）通过金融中长期合同来对冲现货市场价格，以此来管理价格波动带来的影响。未来随着区域现货市场的建立和完善，将现有的西北调峰辅助服务功能转为在区域现货市场中实现，以电能量价格引导机组进行深度调峰将更好地消纳可再生能源，调频和备用市场也可以和区域现货市场协同优化、联合出清，以帮助调度在日前日内实时进行调整，保持电力电量的实时平衡从而支持系统的高可靠性<sup>4</sup>。

这样的市场结构可以作为一种理想的模式，并有助于以经济高效的方式推动能源转型。然而，西北地区的电力系统还需要一段时间才能形成功能完善的市场体系。在现阶段，一些市场改革措施依然能够促进电力系统的灵活性和可靠性：

- 缺乏灵活性的一个原因可能是中长期市场的过多行政干预和其物理属性。中长期

<sup>3</sup> 国家能源局西北监管局. (2023年5月18号). 关于印发《西北区域备用辅助服务运营规则》的通知.

<http://xbj.nea.gov.cn/website/Aastatic/news-241072.html>.

<sup>4</sup> 中国电力圆桌项目课题组. (2022). 建设多层次市场机制促进西北新能源高比例发展. <http://www.nrdc.cn/Public/uploads/2022-08-22/6302d8669f850.pdf>.

市场的行政上网电价和比较局限的浮动空间，强制签订中长期合同的比例过高，物理执行等因素会导致电厂缺乏提供灵活性的动力。逐步消除这些行政干预，尊重市场规律会从根本上减少煤电追求高发电量的动机。

- 较少的跨省跨区电力交易，以及主要以省为边界的调度和运行方式，减少了跨省资源作为灵活性容量的可能性。增加西北地区跨省以及跨区域电能量交易，将减少备用和调峰资源需要。
- 省级现货市场试点虽然已有很大进展，但是在消纳可再生能源和更好地发挥储能和需求响应等调节资源的作用方面还需要加强。现货市场的规则应该为可再生能源、储能和需求侧资源的参与扫清障碍。
- 现有的辅助服务市场，包括省级和西北地区调峰和备用辅助服务市场给予的激励不够，特别是对于超预期完成绩效的资源应当给予更充分的奖励。相比起容量支付，按实际绩效支付更能确保服务质量。这同样适用于调频、爬坡和转动惯量等辅助服务。

## 观点 2：如果建立区域现货市场后还需要采用容量市场，我们建议对其设计细节进行完善以减少风险

国际经验和分析表明，容量市场并不是必选项，已经有成功的案例表明“单一电能量”能够保证合理的容量成本回收<sup>5</sup>。同时也应该注意到世界上对于各种形式的容量市场（补偿机制）一直存在争议。睿博能源智库曾多次建议欧洲、美国和其他地区<sup>6</sup>的政策制定者小心容量市场的相关风险，以及避免可能导致的结果，包括不理想的资源类型（过多的化石能源，较少的可再生能源、储能和需求侧资源）、过高的系统成本和过慢的转型速度<sup>7</sup>。容量市场还可能会扭曲现货市场的价格形成，减少灵活资源在现货市场获得的收益，更会因各省容量市场设置（以及设置与否）不一造成地区差异，不利于市场的协调和区域市场的一体化等问题。国资委在2019年发布的《中央企业煤电资源区域整合试点方案》指出了甘肃、陕西、新疆、青海、宁夏五个西北省份都有“煤电产能过剩、煤电企业连续亏损”等问题。而在尚未建立电力现货市场或者现货市场还不够完善之时，

---

<sup>5</sup> 睿博能源智库。(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.raonline.org/knowledge-center/energy-revolution-power-sector-reform-insights-challenges-china-southern-grid-region-from-comparative-international-perspective\\_cn](https://www.raonline.org/knowledge-center/energy-revolution-power-sector-reform-insights-challenges-china-southern-grid-region-from-comparative-international-perspective_cn). 也可参见睿博能源智库。(2022). 国际视野:对创建“全国统一电力市场”的下一步工作建议. <https://www.raonline.org/knowledge-center/next-steps-for-a-national-unified-electricity-market-system-cn/>

<sup>6</sup> 睿博能源智库就容量市场存在的一些问题对世界上的很多国家和地区的官员都提出了一些建议。作为参考，这里是对[英国](#)、[欧盟](#)、[西班牙](#)、以及[美国德州](#)的建议。西班牙的例子可能对西北尤为相关，因为该国也有煤电产能过剩的问题。

<sup>7</sup> Grid Strategies. (November 2019). *Too much of the wrong thing: The need for capacity market replacement or reform*. <https://gridprogress.files.wordpress.com/2019/11/too-much-of-the-wrong-thing-the-need-for-capacity-market-replacement-or-reform.pdf>

在这些煤电产能过剩的地区率先开展容量市场可能会为系统转型带来更大的挑战。

结合国际经验<sup>8</sup>，我们对西北地区容量市场的具体建议主要在于确保容量市场不会妨碍区域现货市场功能的实现。首先，对于拟建立的灵活调节资源容量市场，有一些内容还不清晰。西北能源监管机构需要明确容量的定义和计算公式。

通常情况下，容量市场的交易标的物需要建立在严谨的资源充足性分析的基础之上。这包括对供应侧和负荷侧的各个可变因素，以及故障和风险开展情景分析，根据清晰的可靠性指标，建立和需求曲线之间的关系，确定需要的规划备用容量和新增容量需求<sup>9</sup>。例如，情景分析有助于对可再生能源、传统电源的出力和对未来负荷，输入/外送情况在不同的时间跨度上（年、季度、月度）做更全面的分析，确保电力系统在包括天气变化等极端情况下仍然能够保持高可靠性。我们建议相关监管机构公开西北区域资源充足性（或称为可靠性）分析，包括相关的数据、假设和情景分析结果。并且对附录1、2中调峰容量和顶峰容量计算公式的方法和相关数值进行解释。

其次，考虑到容量市场设计中可能出现的陷阱，我们建议重视容量市场的设计细节以保障灵活性和可靠性，并减少风险。

- 规则允许可调节负荷和储能参与调峰和顶峰容量市场，但是对于申报价格上下限，申报方式具体要求并不相同。例如在顶峰市场中，火电报价区间为(5, 40]元/(MW·日)，储能(0, 100]元/(MW·日)可调节负荷(0, 200]元/(MW·日)，这有可能导致最终出清价格不能反映真实成本。而且对于可调节负荷以MW为最小规模可能还是有一定的阻碍。结合国际经验，我们认为要使储能和可调节负荷在真正意义上参与现货及容量市场，市场规则应当列举详细的条例，根据资源物理和运行特征，规范需求响应以及储能聚合及参与市场的范式。同样地，需要考虑到所有具有成本效益的资源，特别是能效和虚拟电厂。
- 规则明确提出容量供应方是西北区域的火电机组、新型储能和可调节负荷，允许新型储能和可调节负荷参与是这个规则的亮点。事实上，随着西北区域和其他区域的互联互通和跨区输电线的优化利用，外部资源也可以发挥很大的作用，在条件允许的情况下，可以考虑通过余缺互济减少本地所需的调节资源，在更大的地理范围内充分利用现有资源。
- 虽然规则有详细条款要求获得容量支付的资源必须申报且全部参与省内或西北省

---

<sup>8</sup> 睿博能源智库.(2023).容量补偿机制设计应如何“扬长避短”? [https://www.raonline.org/knowledge-center/capacity-mechanisms-whitepaper\\_cn/](https://www.raonline.org/knowledge-center/capacity-mechanisms-whitepaper_cn/)

<sup>9</sup> 睿博能源智库.(2021).电力现货市场风险管理-资源充足性规划. <https://www.raonline.org/knowledge-center/rap-resource-adequacy-planning-memo/>;以及睿博能源智库.(2021).电力资源充足性规划：国际经验和对中国的建议. <https://www.raonline.org/knowledge-center/rap-resource-adequacy-planning/>.

间调峰市场和备用市场交易，然而这对于监管机构的要求更高，需要保证其充分参与，根据实际提供的服务奖罚合理，并且要考虑到各种资源可能在细分市场得到的综合收益；既要保证收益覆盖成本又要避免为同一服务重复支付而造成不公平。例如，规则指出“在顶峰容量市场获得补偿的容量，不能重复参与其他需求侧响应及补偿。”而调峰和备用资源则可以累积容量和辅助服务市场的收益。因此这些规则需要更进一步的解释，公平对待享有容量、电量补偿和仅享有电量或容量补偿的资源。

- 支付超过所需的发电容量会延长机组的寿命，导致不经济和高碳排放的结果。在缺乏严格的环境标准和碳价格的情况下，也可能会诱发增加新建煤电，从而增加系统转型的难度。为更好地协调资源的投入与退出，备用容量的设置十分关键，在容量市场充分竞争的理想条件下，高于所需的备用将促使容量价格趋向于 0，鼓励过剩的发电资源退役。如果多年的容量价格都持续为 0，容量市场则可以适时逐步退出。
- 规则要求容量市场成本，调峰容量以 8:2，顶峰以 5:5 在市场用户和发电侧进行分摊，这可能会造成对可再生能源发电和其他未中标发电机组的经济负担，有可能最终对于市场用户带来比预想更多的成本。需要进一步分析，不断调整分摊比例和对象，做到以低成本满足系统灵活性和可靠性需要的目的。

西北地区的资源容量充裕度较高，煤电存在容量过剩，为向低碳高效的新型电力系统转型，需要更多利用可再生能源，煤电需要逐步向调节性电源转变并最终退出。对此，我们认为需要把重点放在建立区域电力现货市场和完善现有的中长期、现货和辅助服务市场上。这些市场的建立可以有效解决缺乏灵活性和部分时间和地点存在的供需紧张问题。如果仍然需要实施容量市场，我们建议在充分的资源充足性分析的基础上，明确容量市场的产品和需求。同时，为了避免容量补偿机制可能带来的问题，西北能源监管部门需要基于建模等分析容量补偿机制对于未来电力系统的影响，其中包括发电资源组合、碳排放、灵活性、可靠性、需求侧资源、终端电价等的变化趋势，与期望的“最优情景”（例如，IRP所确定的最优资源组合）进行比较，不断完善相关的设计细节。

中央政府可以为地方容量市场（补偿机制）给予更详细的指导，包括定义容量补偿资源应该具备的条件（硫化物、氮氧化物、细颗粒物等空气污染物排放，碳排放，能效，可靠性，灵活性），容量补偿的时间期限，和其他市场的衔接等。容量电价或者补偿机制应满足多重政策目标。在双碳要求下，鉴于淘汰低效和碳排放密集型资源的迫切需要，不应保证所有资源的固定成本回收。只有满足系统可靠性要求的（由科学规划确定），在关键时刻可以被调用的，且符合政策标准（如空气质量和能效标准）的资源，才应被

允许回收固定成本。国际上，容量支付可能是一种过渡方案，而并不是最终目标，目的还是要让短期市场（现货和辅助服务）在消纳可再生能源和促进灵活性发面发挥更大的作用。

## 附录

### 欧洲容量市场（补偿机制）的相关经验

欧洲一些成员国，出于不同的原因<sup>10</sup>，建立了不同形式的容量市场（补偿机制）。然而，各国对于容量市场是否有充足的资源来保证电网关键时刻的供需平衡，以及是否能低成本高效地满足政策目标存在一些争论。欧盟于2019年通过电力条例（the EU Electricity Regulation (EU/2019/943)<sup>11</sup>，对容量市场进行了规范，希望突出短期欧洲内部电能量市场的作用，而将容量支付仅仅作为保障成员国资源充裕度的最后选择。

首先，一个完善的资源充足性评估是容量补偿基础的前提。欧盟的法律中规定，如果欧洲输电系统组织（ENTSO-E）的年度资源评估和成员国资源充足性评估未发现潜在的充裕度问题，则该成员国不允许建立任何容量补偿机制。如果成员国认为有潜在的可靠性担忧，则需要采用欧洲资源充足性评估同样的方法<sup>12</sup>来对其进行验证。

其次，电力条例要求面临资源充足性担忧的成员国开展实施方案，研究如何通过对现有电能量市场的改革来解决遇到的根本问题。这是因为功能良好的电能量市场在充分竞争和互联的情况下，根据供需形成的稀缺电价应该能够鼓励市场参与者对价格做出反应，在系统最需要时提供服务并在电能量市场中得到足够补偿，保证电力可靠性和灵活性。电力条例中提出了一些改善市场的措施包括：

- (a) 消除监管扭曲；
- (b) 消除批发市场价格限制（“价格帽”）；
- (c) 确保系统备用的价值合理体现在电价中；
- (d) 扩大电网互联和内部电网的容量；
- (e) 促进自发自用、储能、需求侧资源和能效；

---

<sup>10</sup> 这其中的原因包括传统资源的退役、负荷增长、缺乏电网互联、可再生能源波动过大以及“缺钱”问题导致的投资不足等，然而，我们之前的研究显示这些原因不一定充分，可见脚注3的相关文章。

<sup>11</sup> The European Parliament and the Council. (June 2019). *Regulation on the Internal Market for Electricity*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0943&qid=1684260641954#d1e1430-54-1>

<sup>12</sup> ACER. (October 2020). *Methodology for the European resource adequacy assessment*.

[https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-12/methodology\\_for\\_the\\_european\\_resource\\_adequacy\\_assessment\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-12/methodology_for_the_european_resource_adequacy_assessment_0.pdf)

- (f) 保证以成本有效和基于市场的方式获取平衡和辅助服务；
- (g) 逐步退出价格管制或者至少按照电力法令中第五条的规定进行调整<sup>13</sup>。

成员国需要根据欧盟委员会市场改革实施方案的指导<sup>14</sup>，回答有关市场运行相关问题，制定市场改革措施和时间表，由欧盟委员会批准实施。成员国还需要每年报告电力市场改革进展，并且听取欧盟的整改意见。容量市场只是为了解决剩余的市场失效问题，而随着电力市场的完善，容量市场也会逐步退出。

最后，在设计容量市场方面，电力条例中列举出了成员国需要遵守的基本原则：

- (a) 容量市场应该是临时的；
- (b) 不能导致过度的市场扭曲，不能限制跨区交易；
- (c) 不能超出解决资源充足性问题所需要的措施；
- (d) 通过透明、非歧视和竞争的过程选择容量提供方；
- (e) 为容量提供方在系统紧张时保持可用状态提供激励；
- (f) 保证采用竞争的程序来决定容量补偿水平；
- (g) 在选择程序开始之前为容量提供方设定参与容量市场的技术条件；
- (h) 对所有能够满足所需技术条件的资源开放，包括储能和需求侧管理；
- (i) 对在系统竞争时不可用的容量提供方实行适当的惩罚。

除此之外，成员国要保证容量补偿机制只能补偿资源的可用性，不会影响机组是否发电的决定。同时，欧盟也对能获得容量补偿的机组所必须满足的碳排放标准进行了规定，在2025年7月以后所有每度电排放超过550g二氧化碳的化石燃料机组将不再能享受容量补偿。这意味着届时所有未进行碳捕捉和封存的燃煤电厂将不再能获得容量补偿。

---

<sup>13</sup> The European Parliament and the Council. (June 2019). *Electricity Directive 2019/944*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019L0944>

<sup>14</sup> European Commission. (2020). *Guidance for Member States on implementation plans*. [https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-12/market\\_reform\\_plan\\_guidance\\_final\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-12/market_reform_plan_guidance_final_0.pdf)



**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).