

为电力用户实施分时零售电价

国际视角和几点建议

Max Dupuy, 王轩

睿博能源智库

简介

国际上，分时零售电价机制被认为是能够在保障可靠性的前提下，可以成本有效地帮助电力系统达到低碳目标的一个重要举措。这是因为当用户转向使用电气化终端产品，如电动汽车和热泵，就有更多机会为提高电网灵活性和可靠性作贡献，同时帮助降低系统成本。分时电价能够为电力用户发送信号、更好地引导用户合理用电——例如，通过在新能源多发的时间提供更低的价格，允许电力用户从中受益的同时，帮助波动性可再生能源并网。虽然一些地区有精心设计和成功的案例，但是很少有国家对大批量用户实施完善的分时电价制度。国家发改委的分时电价政策有可能将中国推向设计和实施分时零售电价的前沿。

国家发改委最近《关于进一步完善分时电价机制的通知》¹（以下简称“通知”），旨在改善目前已有的分时电价机制并将其作用范围扩展到几乎所有用户。这是中国在“碳达峰、碳中和”背景下为促进能源低碳发展，向以新能源为主的新型电力系统转变迈出的重要一步。“通知”的一些关键内容包括要求各地方政府1) 按照供需情况、考虑净负荷曲线变化科学划分峰谷时段；政策规定最大系统峰谷差率超过40%的地方，峰谷电价价差原则上不低于4:1；其他地方原则上不低于3:1；2) 健全季节性电价机制，建立尖峰电价、深谷电价机制，挖掘需求侧调节能力；3) 将分时电价机制执行范围扩大到除个别企业以外所有执行工商业电价的电力用户，并要求推广居民分时电价，逐步拉大峰谷电价价差；4) 深化市场化改革，促进形成有效的批发市场电价信号，为目录分时电价动态调整提供参考²。

总之，这项新的政策为实现电力体制改革和双碳目标打下了基础，各地方也紧锣密鼓地制定出台省级分时电价政策。然而，在地方层面可能依然存在实施细节方面的难题。为了帮助地方更好地解决这些难题，我们结合国际经验和对中国现状的理解，讨论了设计和监管分时零售电价的政策建议。另外，我们注意到发

¹ 国家发改委《关于进一步完善分时电价机制的通知》发改价格【2021】1093号，2021年7月26日。

https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202107/t20210729_1292067.html?code=&state=123

² 这一点进一步体现在随后出台的政策中。国家发改委《关于进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》发改价格【2021】1439号

https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202110/t20211012_1299462.html?code=&state=123

改委的新政也涉及到分时上网电价，这与我们在之前的报告中³提出的建议相一致，在近期的文章⁴中我们也就这一观点分享了相关细节。

分时零售电价的重要性

随时间变化的零售电价可以帮助解锁需求侧灵活性，这一点在建筑、交通、工业等部门电气化逐步推进的大环境下尤为重要。分时零售电价能够：

- 带动负荷（包括新型负荷如电动汽车、热泵、工业用电）向低成本低排放时段转移；
- 鼓励合理用电，使个体用电行为更符合系统运行情况；
- 充分发挥需求响应在提供长期灵活性方面的作用（负荷转移、削峰填谷、负荷曲线重塑）；
- 鼓励对分布式能源资源（例如，储能、分布式发电）的理性投资；
- 减少对调峰资源，特别是新建火电的需要，改善系统可靠性和管理缺电风险；
- 降低系统总成本（需求响应是成本有效的资源）。

有关分时零售电价的国际经验

国际社会对分时零售电价的益处已经有了越来越多的共识。分时零售电价已经存在数十年的历史了并在很多国家得到应用。执行各种形式的灵活零售电价⁵的用户数量也在不断增加。然而，目前还没有国家良好设计并完美实施分时零售电价，还有很大的空间来扩大其作用范围。

除了中国，一些国家在参与分时零售电价的用户数量上处于领先地位。2020年，意大利有75%-90%的用户采用分时电价，而这一数据在法国和西班牙分别是50%和40%⁶。另外，许多国家的一些地区也大规模地实施了分时零售电价。例

³ 睿博能源智库 (2021年5月). 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/>

⁴ 睿博能源智库 (2021年10月). 分时上网电价:无现货市场省份的一种选择. 本文刊登于[南方能源观察](#).

⁵ 灵活的零售电价主要有分时电价 (TOU)，尖峰电价 (CPP)，峰时回扣 (PTR)，以及实时电价 (RTP) 等类型。

⁶ 关于各国家和地区参与度的统计，详见<https://energyregulationquarterly.ca/articles/time-of-use-rates-an-international-perspectives#sthash.T0JwDmJD.dpbs>

如，在美国，加州⁷、密歇根州和马里兰州的大多数用户都参与了分时电价。在加拿大，90%安大略省的用户都处于灵活的电价机制下。最后，许多城市和电力公司的管辖区开展了前沿的分时电价设计，取得了值得学习的经验。

国际上关于如何完善灵活的零售电价有许多讨论。一些专家和政策制定者的讨论主要集中在：

- 如何更精准地设计分时零售电价从而更好地反映电力系统成本，例如，这些成本如何在一天内随时间变化。特别地，一些决策者仍在思考如何将电力系统的各部分成本（包括输配电成本）分配到随时间变化的零售电价中。
- 如何从有固定时间段的分时电价走向形式更灵活的零售电价（如实时电价），从而能够根据电力系统情况逐日逐时地传导更准确的价格信号。
- 在用户可以选择竞争性零售商的地区，如何（是否需要）对零售公司推出的分时电价零售套餐进行监管。
- 如何更好地帮助用户理解并管理用电。

对中国下一步实行分时零售电价的具体建议

基于我们对各国政策制定者和项目设计者提供决策支持的经验，并观察其中具体设计元素是否可行，我们为国家发改委和能源局的决策者以及省级/地方政策制定者们提供以下几点关于实施分时零售电价的建议。

1. 将输电和配电成本（不仅仅是发电成本）分配到随时间变化的零售电价中

分时电价应该按照基于成本的原则来设计。电价应该反映与用户用电相关的各个成本组成，包括发电、输电和配电成本。国家发改委的政策并没有具体指出不同的电力系统成本组成是如何分配的。我们建议给予输配电成本特别的关注。

国际上，很多分时零售电价都没有将输配电成本根据时间分配到分时电价中，而是采用了单位固定费用（\$/kWh）来回收输配电这一部分成本。这种做法并不能准确地反映与终端用户用电决策相关的成本，因而无法为终端消费者提供准确的激励。分时电价应该反映消费者施加于输配电网的短期成本（例如，拥堵

⁷ 加州最近将分时电价作为居民用户的默认电价机制，同时采取了一系列措施保护脆弱群体。详见 <https://www.nrdc.org/experts/mohit-chhabra/new-electric-rates-put-power-back-californians-hands>

成本），以及长期成本（例如，输配电网的扩容）。

确实有一些更好的案例尝试将输配电成本分摊到分时电价中。例如，美国新罕布什尔州就实施了类似的电价政策⁸。虽然这个案例进行了一些简化问题的假设，但是适合实际应用，并且比按固定单位费用来回收输配电成本的方法要更科学。简单地概括一下，对于输电成本，主要是基于区域电力市场管理机构⁹已有的输电成本分配方法，在这种方法下，区域电网的年允许收入会分12个月根据单个配电公司对区域月度同时峰值需求（coincident peak demand）的贡献来分配到每个配电公司。然后，利用区域峰值负荷处于给定分时电价峰时段的概率来计算配电公司分时电价中输电成本组成。例如，如果区域月度峰值需求60%的时间出现在分时电价的峰时段，那么60%配电公司需要回收的区域输电成本就分配到该公司制定的峰时电价中。对于配电成本，他们通过负荷持续曲线¹⁰来计算将配电成本分配到不同的时段（峰时、非峰时、谷时）。

在中国，我们注意到目前的输配电也存在通过单位固定电价回收成本的情况。其实，正如我们在之前报告中¹¹提出的，更好的方法是将输电成本在区域电力市场中按月度同时峰值负荷分摊到各省级电网公司。出于尽快设计分时零售电价的目的，区域电网公司可以简单地提供系统峰值等相关信息，从而有助于将区域输电成本分配到省级电网公司的分时电价中。各省级电网公司可以参考上一个例子的计算方法，尝试将省级输配电成本进一步分配到零售分时电价中。

2. 以省或者城市为单位开展试点，设计和实施其他形式更灵活的零售电价

这些零售电价可以根据当前电网的情况来变化，从而更好地将价格信号和天气状况以及其他因素相结合，逐日逐时地激励消费者理性用电。在中国，时机成熟的地区可以考虑对动态的尖峰电价和实时电价开展试点。

⁸ 关于此案例具体的技术说明，详见“Technical Statement Regarding Time-of-Use (TOU) Model”, THE STATE OF NEW HAMPSHIRE, PUBLIC UTILITIES COMMISSION https://www.puc.nh.gov/Regulatory/Docketbk/2017/17-189/LETTERS-MEMOS-TARIFFS/17-189_2018-11-19_ENGI_TECH_STATEMENT_TOU.PDF

⁹ ISO New England在FERC管辖下，将允许区域输电收入向各配电公司进行分配。详见<https://www.iso-ne.com/system-planning/transmission-planning/transmission-cost-allocation>

¹⁰ 负荷持续曲线体现了系统需求（MW）在一年8760小时中的分布，利用这个曲线可以将为满足系统需要相关的输配电成本分配到不同的分时电价时段中。

¹¹ 睿博能源智库（2020年9月）。“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。35-37页https://www.raponline.org/knowledge-center/energy-revolution-power-sector-reform-insights-challenges-china-southern-grid-region-from-comparative-international-perspective_cn/

- **动态的尖峰电价(CPP):** 在这种价格机制下, 系统运行商或者电力公司可以在系统发生“紧急事件”之前宣布会对未来一两天特定时间段的用电收取尖峰电价。例如, 用户可以在前一天收到短信提醒“紧急事件”的具体时间段(比如, 根据最新的天气预报预测的下午 2:00-5:00)。通常按照国际惯例, 相关权威机构在一个季度只能宣告一定数量的紧急事件。这种尖峰电价比静态的分时电价要更灵活, 不同于后者有预先设置的时间段和价格, 它能够更好地捕捉到更短时间内系统运行的变化和需要, 从而能够激发需求响应来应对出乎意料的紧急事件和消纳更多的波动性可再生能源。
- **实时电价(RTP):** 实时电价是一种更灵活的电价模式, 价格按每小时(或更短的时间间隔)波动, 而不是根据提前设置的时间段变化。虽然实时电价还不是国际上常用的电价形式, 在北美、欧洲和世界上其他国家和地区已经有一些实时电价的例子。至今, 它主要应用于大型工商业用户, 虽然也有对居民用户实施实时电价的例子, 一般来说, 鉴于居民用户在管理电价风险和自动响应方面还存在局限, 对这类用户开展实时电价应该加以特殊的保护。我们建议先从大中型用户开始进行实时电价试点。

3. 中央政府应该就零售市场用户如何接受有效的分时电价信号给予更进一步的指导

由于目前零售市场竞争主要是受地方发改委和能源局监管, 在售电合同中如何体现分时电价, 零售商所面临的具体要求各不相同, 只有一些省份(例如山东)已经出台了电力零售市场交易规则¹², 其中规定了售电商可以提供的零售套餐类型, 包括固定价格类和市场费率类。

我们建议国家发改委颁布额外的指导规则来促进灵活的零售电价套餐, 将统一固定价格套餐限制在个别特殊的情况下。这样做可以确保未来竞争性售电领域的价格机制与国家发改委的分时电价政策相一致。按照措施程度从宽松到严紧的顺序排列, 更严紧的选择更可能产生与国家发改委分时电价政策相一致的结果, 例如, 可以要求售电公司:

¹² 山东能监办、山东省能源局、山东省发改委关于印发《山东省电力零售市场交易规则(试行)》的通知, <https://shoudian.bjx.com.cn/html/20200617/1081739.shtml>

- 对所有用户提供分时电价套餐选择，这类似于欧洲现行的政策¹³，要求一定规模以上的售电公司必须为终端用户制定和发布分时电价套餐。
- 将分时电价套餐作为默认设置，即用户将首先被要求采用分时电价，除非他们特别要求，否则不会提供统一固定价格。根据国际经验，这种默认设置或者“选择退出”的方式对小型用户的效果最为明显，大型用户则会更慎重对比不同的套餐选项。
- 限制售电公司只能在一定售电量比例内采用统一固定价格套餐。
- 除非国家发改委有其他特别的指示，禁止售电公司提供统一固定价格套餐。

我们建议国家发改委对如何监管售电公司的分时电价套餐给出更多指导意见。确保零售商推出设计良好的电价套餐面临着一些挑战，特别是中国的零售市场仍在不断发展阶段，对于国家和地方的监管机构来说，监督和管理这个处于飞速变化的市场存在难度。欧盟以及成员国目前也在制定类似的政策。欧盟电力法令第十一号文要求所有代理超过20万用户的零售商必须提供分时电价选择。此法令也要求成员国的监管机构制定法规框架，监督零售商执行这一规定。然而，各成员国及其监管机构还在探索如何更有效地进行监督和确保零售商推出精心设计的分时电价套餐。我们还会在今后的文章中给出更多关于欧洲零售市场监管的评论。

法国的零售市场在2007年欧盟电力市场自由化进程的大背景下开始逐步开放，2016年，新的法规要求大中型用户（>36kVa）都必须进入市场之后才开始壮大起来¹⁴。最近几年，零售商的数目大幅增加，提供的电价套餐越来越反映系统随时间变化的成本并考虑到用户的需求，进而呈现出多元化的趋势：出现了周末低谷，平日深谷电价，绿电套餐，以及专门为电动汽车和智能家居设计的套餐类型。这些电价套餐有利于将用户的用电时间转移到系统成本最低的时段，通过提供系统所需的灵活性，用户能够更好地参与到清洁能源转型的进程中，并减少自身电费支出。法国能源监管委员会（CRE）负责监督和管理批发和零售电力市

¹³ Directive (EU) 2019/944 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019L0944>

¹⁴ 法国能源监管委员会（2020年6月15日）. 2019年度活动报告，详见：

<https://www.cre.fr/en/Documents/Publications/Annual-reports/activity-report-2019>

场，通过设定评价指标来帮助用户分析对比不同的零售电价套餐和服务¹⁵。为更好地执行欧盟关于一定规模的零售商必须提供分时电价的政策，CRE于2021年5月颁布了具体的决定¹⁶，其中规定拥有20万用户以上的零售商：

- 在2023年1月之前，为大中型用户提供与现货市场结算同步或间隔更短的分时电价。
- 对小型用户，至少有50%的零售价格与日前日内现货市场每小时的价格挂钩，以反映市场价格的变化。考虑到市场价格的风险，处于保护消费者的目的，对签订分时电价的消费者实行月度电费最高限价不超过两倍基本目录电价的政策。

4. 通过对高耗能产业继续执行差别电价来抑制过度用电导致的排放

中国的差别电价是一种鼓励工业用户节能降耗的创新办法。它根据工业用户的能耗水平来制定不同的电价。我们建议保留这种电价政策，并将其与工业分时电价相结合。事实上，我们注意到一些省份已经采用了这种分时电价和差别电价共存的结构。在这种价格机制下，能源密集型公司会有强大的动力减少总的能耗，同时响应分时电价调整用能时间。最近，发改委颁布的《关于完善电解铝行业阶梯电价政策的通知》就是一个很好的例子¹⁷，它规定对能耗水平较高的制造者按照不同阶梯收取更高的电价，同时也鼓励电解铝生产者利用更多的可再生能源。另外，中央政府也严令禁止对高耗能产业实行任何形式的优惠电价政策。

5. 在需求侧加速用能清洁智能转型

虽然中国在推动数字化电网和智能电表的应用方面取得了令人瞩目的成绩，但是智能终端（例如，电动汽车、热泵、恒温器）的灵活应用还不够广泛。通常，分时电价能够带来巨大的需求响应，而有了智能技术的支持，分时电价就能够更大限度地挖掘需求侧灵活性的潜力。

¹⁵ 指标主要是对不同类型（分时电价，固定电价，绿色电价）以及针对不同用户的套餐进行价格对比。详情请参考法国能源监管委员会每季度对零售市场的观察。例如，The observation of retail market in the second quarter of 2021, <https://www.cre.fr/Documents/Publications/Observatoire-des-marches/observatoire-des-marches-de-detail-du-2e-trimestre-2021>

¹⁶ 法国能源监管委员会 (2021年5月20日). 关于执行能源法令L332-7文第二部分零售商提供分时电价政策的决定。详见 <https://www.cre.fr/Documents/Deliberations/Decision/modalites-selon-lesquelles-l-offre-a-tarification-dynamique-prevue-au-ii-de-l-article-l332-7-du-code-de-l-energie-prend-en-compte-les-variations-de>

¹⁷ 国家发展改革委(2021年8月26日). 《国家发展改革委关于完善电解铝行业阶梯电价政策的通知》. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-08/28/content_5633903.htm

智能电网可以从配电设施的升级着手，以支持电气化的需要，并促进终端用户和电网公司之间的双向交流。灵活的零售电价（分时电价，动态的尖峰电价、实时电价）要充分发挥功效，需要智能终端准确接收这些电价信号，然后根据用户预设的指令，自动将用电转移到低电价的时间段，而智能电表能够近实时捕捉到用电负荷的变化，并将数据传输到电网。电网的数字化和智能化应该伴随着对智能终端和智能电表新的标准和规则的制定，同时也少不了新的服务平台和负荷服务集成商以帮助分布式资源的整合和规模应用。

在国家发改委要求的分时电价政策激励下，加上新兴技术的成本不断下降，未来分布式资源一体化和多能互补的情景会更具有经济性。根据最近的一个研究，如果采用新的分时电价，中国个别城市商业用户光伏加储能的内部收益率可以提升约2%¹⁸。可以预见一些新的运作模式，例如，电动汽车到电网（V2G），集合的分布式资源（虚拟电厂），分布式发电市场化交易，电网直接控制智能终端等有可能得到快速的发展。而这一切有助于提高系统效率和可靠性，并减少成本和排放。中央和地方政府应该制定相关规定来排除这些新型商业模式所面临的障碍（特别是要为分布式能源资源提供公平的竞争平台¹⁹），并且针对不同的分布式资源解决实际应用（包括市场参与模式、交易和结算）中遇到的问题。另外，对全社会普及节能和减排知识，加强用户为能源转型和提高系统灵活性作出贡献的意识也会有很大帮助。

结语

分时电价为中国加速清洁能源发展和智能化转型提供了前所未有的机遇和挑战。国家发改委和能源局以及各地方能源监管者需要审查分时电价的设计是否合理地反映了系统各个组成部分的真实成本，并通过定期对政策实施结果的分析，评估是否需要根据系统情况的变化适时调整分时电价。

作为支持新型电力系统的一个关键要素，分时电价需要和电力体制改革中的

¹⁸ GIZ (July 2021) Economics of Urban Distributed PV in China.

<https://www.energypartnership.cn/tr/home/economics-of-urban-distributed-pv-in-china/>

¹⁹ 睿博能源智库 (2020年9月).“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/

其他政策相结合，特别地，电力批发市场（包括现货市场）的建设和发展应该为更好地形成公开透明的价格信号，以及促进分布式能源规模化应用起到互相推动的作用。

基于多年来实施分时电价的经验，地方政府和能源监管机构正在对分时电价政策进行新一轮细节设计和完善，中国在制定分时零售电价政策方面逐步跻身于世界前列。中国能源政策制定者在这方面和其他国家的经验交流会互惠互利，促进多方的不断进步。



Energy Solutions for a Changing World

Regulatory Assistance Project (RAP)[®]
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)[®]. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial License (CC BY-NC 4.0).