

[电力市场]

适应我国国情的电力市场机制设计与体系架构

文/广东电网有限责任公司电力调度控制中心 马辉 刘文涛 陈晔 李嘉龙 陈雨果
清华大学电机工程与应用电子技术系 邹鹏

交易机制设计是电力市场改革的核心问题之一。首先剖析了当前我国市场化改革在交易机制设计中取得的成绩和存在的问题；针对上述问题，结合改革目标提出了市场交易机制设计的评价标准，基于对国外成熟电力市场的分析提炼总结了常见的电力市场交易机制组织架构和各部分基本特征；最后给出了下一阶段交易机制设计的措施建议。

2015年3月，国务院颁布了《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》（以下简称“中发9号文”），拉开了我国新一轮电力体制改革的序幕。中发9号文及其配套文件提出了“三放开、一独立、三加强”的改革实施路径，其目的在于通过实施电力市场化改革，解决我国电力行业在资源配置等方面存在的问题，推动产业发展。

回顾近几年时间的改革历程，市场化改革并不是一帆风顺的，尤其在市场机制设计方面，在总结成功经验的同时也必须看到至今仍然存在众多亟待解决的问题。特别是当前，各省区纷纷筹备组织现货市场和辅助服务市场，市场交易机制即将发生重大而深远的变革。及时总结市场交易机制设计方面的经验教训，将为下一阶段深化改革提供有力支撑。

市场交易机制设计取得的成绩及暴露的问题

本文所述的市场交易机制，主要是指电力市场的交易模式与配套措施，当前各省区改革中所采用的年度双边交易、月度集中竞价交易、月度

挂牌交易和月度发电权交易等交易模式均涵盖于其范畴。

1. 改革成效

中发9号文及其配套文件拉开了本轮电力体制改革的序幕。至今，已有多个省市市场交易开锣。纵观当前我国市场化改革的交易机制设计，其成效主要体现在如下方面。

(1) 基本形成了“年度双边+月度竞价”电能服务交易体系

广东电力市场在全国率先开展了月度集中竞价交易模式，目前已形成了“年度双边+月度竞价”的电能服务交易机制。该机制在我国其他多个省市市场得到实践应用，成为我国电能交易机制的主要形式。

(2) 以调峰辅助服务为代表的辅助服务市场交易体系已试点运行

东北区域调峰辅助服务市场于2016年率先成立，成为我国本轮改革中最早吃辅助服务市场“螃蟹”的地区。山东等省区也开始着手辅助服务市场交易机制设计的研究。

(3) 电能现货市场、发电权交易等新交易形式的研究和实践正在加速

据悉,广东、山西等省份已开展现货市场机制的研究和机制设计工作。此外,发电权交易、挂牌交易等形式也在部分地区得到研究和实践。

2. 暴露问题

与国外成熟电力市场相比,我国市场交易机制还处于发展初期。回顾近两年我国电力市场实际运行情况,可以发现当前的市场交易机制设计还存在如下问题。

(1) 市场交易所涉及的市场主体范围还有待扩大

当前我国参与市场交易的市场主体中,发电侧以燃煤电厂为主,用电侧则集中于110 kV及以上工业用户。参与市场交易的市场主体范围还有待扩大。这一市场机制直接导致在发电侧,由于水电、风电等可再生电源尚未参与,因此难以形成多种类型能源在多时间、多空间尺度上互补互济的市场格局;在用电侧,尚有大量中小规模工商业用户没有许可进入市场,客观上制约了售电公司这一类新兴的市场主体的业务发展。

(2) 电能市场交易机制还不健全

现货市场还处于研究阶段,没有形成中长期到实时现货的多时间尺度电能服务交易体系。在以年度、月度为主要时间尺度的交易体系下,当面临煤炭价格等外部因素剧烈波动时,市场成员的每一次报价策略均会造成较大的影响,因此造成在月度竞价中交易价格偏于保守,竞价结果不稳定,发电侧竞价意愿差等问题。

(3) 辅助服务市场交易机制亟待建立

当前我国大部分地区辅助服务市场尚未建立,发电厂提供深度调峰、AGC调频等有偿辅助服务所获得的补偿往往较低,大大削弱了其进行技术革新,提升辅助服务供应能力的意愿。东北调峰辅助服务市场的实践表明推动辅助服务市场化,有助于提升燃煤、燃气等类型电源的调峰、调频意愿,是解决风电、光伏等清洁能源消纳的重要市场机制手段。

纵观美国、英国和北欧等先进国家和地区电力市场,其市场交易机制实际上并不是一成不变的,美国等甚至每年都会对其交易机制进行修正。可以预见未来我国电力市场交易机制也将处于不断发展完善过程中,上述市场交易机制所存在的问题正是下一阶段市场机制完善的重点。面临变革,本文将结合我国电力市场化改革机制设计中的工作体会,借鉴国外先进电力市场的成功

经验,重点阐述市场交易机制的评价标准和市场交易体系各部分基本特征两方面核心问题,并为下一阶段机制设计提供政策建议。

市场交易机制设计的评价标准

推动电力市场化改革,其首要问题是要明确改革的目的与方向。为此,本文首先提出判断电力市场机制设计优劣的评价标准,并从以下七个方面进行了总结。

1. 电力市场是否开放、公平、竞争、有序

“开放、公平、竞争、有序”是电力市场机制设计的最基本要求,只有这样才能为市场成员提供一个良好、健康的竞争环境。为此,市场规则的设计应尽量简单透明,同时设立自由方便的市场准入与退出机制,赋予市场成员充分自主的选择权,提供便利的交易方式与较低的交易成本,对市场信息进行及时充分的发布,并构建完善的市场监管体系与市场干预机制。

2. 电力市场是否能够实现行业的平稳改革

电力市场的机制设计应与电力行业已有的产业结构、运作方式与技术水平相适应,在确保获取尽量多“改革红利”的前提下,尽量减少体制改革成本,尽量避免由于改革所引起的巨大利益格局调整,减少市场的系统性风险;使得市场成员可以很顺畅地适应改革后的市场环境;从而减小利益相关各方对于市场化改革的“阻力”。

3. 电力市场是否能够实现电力系统的安全运行

电力市场的机制设计应尽可能地适应电力系统运行的物理特征,考虑系统的资源禀赋、供需形势、系统运行、网络阻塞和新能源大量并网等带来的影响,同时按需组织主辅市场的联合出清与优化,实现对于各类电力资源的综合协调和高效利用,从而全方位、多角度地保障电力系统的安全稳定可靠运行。

4. 电力市场是否能够实现电力资源的最优调度

实现电力资源的最优调度是电力市场化改革的重要目标之一。为此,电力市场的机制设计应有利于逐步扩大电力资源优化配置的范围、种类与程度,从而提高电力存量资产的利用效率、提升社会福利。

5. 电力市场是否能够实现电力工业的持续发展

市场机制设计应有利于促进电力工业适度、

合理的规划与可持续发展。为此，电力市场体系中除了要包括能够回收变动成本的能量市场以外，还需要包括能够回收固定成本的容量市场、容量电价或其他容量成本补偿机制。同时，借助能量市场中释放出的具有明确物理意义和经济意义的时空价格信号，实现对于电源和电网的建设、投资、发展的有效引导。

6. 电力市场是否能够促进新能源消纳

新能源与可再生能源的广泛接入是电力工业未来的发展趋势。为此，电力市场的机制设计应当有利于充分挖掘全系统对于新能源的消纳潜力，尽可能提高对于系统调频、调峰和备用资源的利用效率。

7. 电力市场是否能够激励产业与技术持续发展

电力工业是国民经济中的重点行业，电力市场的机制设计应当能够及时释放出反映真实电力供需关系与电力生产运营成本的价格信号，激励需求侧资源参与市场竞争，促进未来智能电网产业的深化发展，实现产业结构升级、行业技术发展和经济持续增长等目标。

电力市场交易机制的体系架构

电力市场交易机制一般包括电能服务市场、辅助服务市场、输电权市场、容量市场和相关的市场配套机制几个部分。

1. 电能服务市场

电能服务市场是电力市场中的主体部分，按时序可划分为中长期双边交易市场、月前至数日前的集中撮合市场、日前市场、日内市场和实时市场等。

(1) 中长期双边交易市场

双边市场通常由包括发电双方等在内的市场成员自行协商确定电量、价格、时长和交割方式等合约条款，其目的在于为市场成员提供一个可以提前争夺市场份额、锁定交易价格和规避市场风险的机会。双边市场一般用于中长期组织，可以覆盖数年前至月前、周前甚至数日前等不同时序。双边市场的合约依据交割方式的不同分为两种属性类型：物理合约和金融合约。物理合约需要在现货市场上进行物理交割，将“挤压”现货市场的交易规模；金融合约则不需要进行物理交割，只起到提前锁定交易价格、保障基本收益等目的。双边交易是电能服务市场中最主要的交

易品种，一般交易规模较大，以美国PJM电力市场为例，其比例约占市场交易总量的20%~70%。

(2) 月前至数日前的集中撮合市场

为了进一步促进电力市场的流动性，给予市场成员在较长时间范围内调整其发电计划的机会和平台，市场组织方还可以在月前至数日前这段时间内开展一个以集中撮合方式为主的二级市场。集中撮合市场可以采取多样化的标准合约进行交易，其交易规模较为适中，以美国PJM电力市场为例，其比例约为市场总交易量的5%~15%。

(3) 日前市场

日前市场是除双边市场以外最主要的交易平台，美国PJM电力市场中日前市场交易规模可占到市场总交易量的30%~80%之间，并且以一天作为一个合适的时间提前量组织市场，使得市场成员能够比较准确地预测自身的发电能力或用电需求，从而形成与系统运行情况相适应的、可执行的交易计划。日前市场往往采用集中竞价的组织方式，其价格机制的选择和交易出清时采用的物理模型主要取决于电力系统的物理运行条件。当系统具有较好的资源禀赋与网络条件时，日前市场可以采用全网/分区边际价格和较简单的物理模型。相反，如果系统的资源相对不充裕，或者网络阻塞比较严重，则需要采用节点边际电价机制并尽量充分地考虑系统实际的物理模型。

(4) 日内市场

为了给市场成员提供一个在日前市场关闭后对其发电计划进行微调的交易平台，以应对日内的各种预测偏差及非计划状况，同时为新能源参与市场竞争提供机制上的支持，交易中心还可以按需组织日内市场。日内市场于日前市场闭市后开展，并在系统实际运行几个小时前闭市，通常采取集中撮合的组织方式。

(5) 实时市场

实时市场非常接近系统的实时运行，其主要作用是为电力系统的阻塞管理和辅助服务提供调节手段与经济信号，形成与系统实际运行切合度高的发电计划。实时市场往往在小时前或日内市场关闭后由调度中心组织实施，直至系统实际运行时结束。并且，实时市场多采取集中竞价的组织方式，价格机制通常与日前市场保持一致，其市场出清结果需要严格物理执行，在出清计算时也需充分考虑各类设备的真实运行状态与网络约束。

2. 辅助服务市场

电力市场中的辅助服务是系统安全、稳定和可靠运行的重要保障，也是促进新能源消纳的重要支撑，其市场组织方式有：一是以调度中心为购买主体，与市场成员事先签订双边合约或由调度部门于数月前自行组织集中竞标，以获得辅助服务的使用权，实时调度期间按需调用并于事后结算，这种方式对于各类辅助服务均适用；二是采取集中竞价的方式进行，并与能量市场联合出清、一体优化，这种方式以调频和备用为主。

3. 输电权市场

电力市场中的输电权主要分为物理输电权与金融输电权两类：物理输电权对应于跨控制区联络线路的使用权，金融输电权则主要用于规避线路阻塞所引起的价格波动风险。物理输电权和金融输电权市场的组织均可以采取年度或月度集中拍卖的方式进行，并依据线路两端的价差进行结算。

4. 容量市场

考虑到电力行业资金密集型的经济特性，为了回收固定资产、吸引有效投资、提供引导信号和促进长远发展，完善的电力市场通常会配套建设容量市场或相应的容量费用补偿机制。以美国PJM电力市场中的容量市场为例，其采取了集中竞价、分区出清和边际定价的方式进行，并于系统实际运行的3~5年前组织市场，期间还可以组织年度或月度的容量二级市场。

5. 相关市场配套机制

为确保现电力市场的高效运作与协调运行，降低市场运行的风险，还需重视市场建设中的一些配套机制，包括市场力抑制机制、信息发布机制、交易结算机制、市场准入机制、市场干预机制、市场成员的信用机制和促进新能源消纳的机制，以及相关的电力市场法律法规、政策等，将其视为整个现货市场体系构建中不可缺少的环节，并充分结合市场的实际情况进行配套。

下一阶段改革中交易机制设计建议

(1) 拓宽市场成员范围，推动发用电侧充分互动

通过发电权交易等机制设计，逐步引导水电、风电和光伏等可再生能源参与电力市场交易；逐步放开除保底类型外的工商业用户，形成主要由市场决定的价格机制。在拓宽市场成员范围过程中需要特别注意，引导水电、风电和光伏等可再生能源参

与市场必须以促进清洁能源消纳为前提，注意市场机制设计对市场各方经营效益带来的影响；逐步放开工商业用户过程中，则必须加强售电公司的经营监管，防止出现违约情况发生。

(2) 以日前现货市场为突破口，加快现货市场建设步伐

与年度、月度为主的市场交易相比，日前现货市场具备如下特征：具有较高的负荷、风功率预测准确率，提高了市场交易边界数据的可信性；安全校核更加准确，保证发用电竞价更为充分，提高了资源优化配置效果；能够与当前日发电计划编制等业务相契合，符合我国大部分省市电网运行实际；煤炭价格、天气信息更加准确，能够提高不同类型电源的参与积极性。正因为上述原因，在国外成熟电力市场中日前现货市场的交易量也往往高于其他市场交易机制。考虑到当前我国交易中心与调度中心的业务职能划分，建议在日前现货市场交易机制设计上，明确不同部门的业务范畴，理清职责界面。

(3) 以调峰辅助服务为着力点，探索辅助服务市场交易机制

调峰能力不足已成为限制清洁能源发展的主要因素之一。东北区域电网已开展调峰辅助服务市场交易，其目的就是通过建立市场化的调峰辅助服务价格机制解决供热与调峰之间的矛盾，提升可再生能源消纳能力。为此建议以调峰辅助服务市场为着力点，探索辅助服务市场交易机制，并重点关注对可再生能源的收益影响。

结束语

市场化是我国电力体制未来改革的发展方向。本文系统总结了我国当前市场化改革中交易机制设计取得的成绩和暴露的问题，接着从市场建设的基本要求、体制的平稳改革、系统的安全运行、资源的最优调度、产业的持续发展和清洁能源的消纳等七个方面提出了电力市场机制设计的评价标准，以此作为设计我国电力市场构建模式的依据；基于对国外电力市场的研究，介绍了成熟市场的交易体系结构和各部分基本特征。在此基础上，针对当前市场交易机制所存在的三方面问题，提出了下一步发展建议。希望本文的研究成果能为我国电力市场化改革提供有益的参考。EA

(收稿日期：2019.02.24)

(编辑：朱金凤)