

# 一种基于标准化期货合约的中长期电力交易新模式

史俊强, 刘泽宇, 冯冬涵

(电力传输与功率变换控制教育部重点实验室(上海交通大学), 上海 200240)

**摘要:** 电力期货合约是一种能够有效降低电力现货市场交易风险的电力金融合约。随着中国电力市场改革的推进, 电力交易的市场化程度逐渐提升, 需要对未来可能应用的电力期货市场进行研究。针对国内电力市场发展现状, 应用峰荷、腰荷、基荷 3 种标准化电力期货合约, 设计了售电侧的中长期期货交易模型, 并引入资金时间价值, 进一步促进市场平稳起步。仿真算例说明了用户期货交易的基本方式, 并验证了所提出的期货交易模型在降低电力成本风险上的有效性。

**关键词:** 电力体制改革; 电力市场; 电力中长期市场; 电力期货合约; 资金时间价值

**DOI:** 10.11930/j.issn.1004-9649.202010051

## 0 引言

为贯彻落实中发〔2015〕9号文精神, 加快构建有效竞争的市场结构和市场体系, 中国启动了现货市场建设的探索<sup>[1]</sup>。在电力市场建设探索中, 除现货交易外, 中长期交易也是电力交易的重要组成部分。在第一批电力现货市场试点省份中, 南方(以广东起步)、浙江、甘肃等省份均采用了差价合约作为中长期合约的主要方式<sup>[2-4]</sup>。国外较为成熟的电力市场中, 差价合约在中长期交易中也有很多应用。北欧的电力市场中, 引入了价区差价合约, 可以对冲区域价格和系统价格之间的差异风险<sup>[5-6]</sup>。英国采用基于差价合约形式的固定电价政策, 以促进新能源与低碳电力的发展<sup>[7-8]</sup>。新加坡的差价合约模式引入了限定合约机制, 有效减少了现货价格波动带来的影响<sup>[9]</sup>。

然而, 差价合约作为电力中长期交易的重要形式之一, 在实践中也存在一些问题。首先, 差价合约是非标准化的合约, 合约双方在签订合同时, 往往考虑了合约双方的个性化需求, 例如用电负荷曲线。差异化的合约方式导致差价合约很难进行自由买卖, 流动性差, 降低了电力市场的运行效率。其次, 差价合约的签订需要建立在合约双方的彼此信任上, 为此所需要的背景调研、

风险评估与法律咨询等也提升了企业的用电成本。

期货合约是在差价合约基础上发展而来的一种金融衍生产品, 具有合约标准化、交易集中化、双向交易和对冲机制等基本特征<sup>[10]</sup>, 在交易所的交易规则中对交割方式、商品规格、交易单元等交易关键信息进行了规范与公开, 并允许高自由度的合约买卖, 因此相较于差价合约具有流动性强、交易效率高等诸多优点。北欧、美国、澳大利亚等国家和地区也分别在不同的交易所开展了电力期货市场<sup>[11-15]</sup>。尽管当前中国的电力市场建设还在起步阶段, 但考虑到电力期货的诸多优势, 有必要探讨中国电力期货市场的建设。

在期货市场中, 市场主体通常对未来某一特定时刻交割的商品进行买卖, 在交割时间点前, 可以自由买进、卖出期货商品。这种情况下, 由于资金时间价值的存在, 资金结算的时间可能对等额资金的实际价值产生一定的影响, 已有研究注意到了资金时间价值在期货交易中市场主体交易行为造成的影响<sup>[16-18]</sup>。

中国电力金融市场的建设早期研究中, 认为现货乃至期货市场的开展需要视中国电力市场建设进度谨慎地逐步推行<sup>[19-23]</sup>。随着电力市场改革的逐步推进, 一些省份已经开始进行电力现货市场的交易, 需要对电力期货市场的建设进行探索。但在近期研究中, 较少见到在中国电力市场改革现状的基础上, 对中国电力期货交易方案的研究与设计。为此, 本文综合国外电力期货市场

收稿日期: 2020-10-19; 修回日期: 2021-02-23。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51677115, 52077139)。

建设经验，并结合当前中国电价现状，对中国的电力期货市场基本框架进行探讨。

## 1 中长期现货市场交易框架

日前现货开市前，市场主体之间的电能量交易均属于中长期电力市场现货交易。中长期电力现货交易市场运营框架如图 1 所示。与其他商品的中长期交易原理一致，电力中长期交易的买卖双方可以自主协商、修正各自的购电曲线和价格，充分体现市场主体参与市场的意愿，促进市场充分竞争。

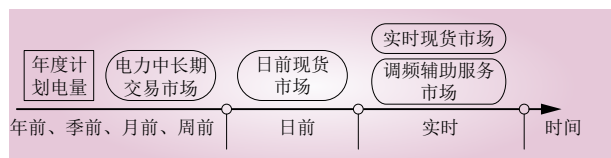


图 1 中长期电力现货交易市场运营框架

Fig. 1 Medium and long-term electricity spot market operation framework

在实际的电力市场运营过程中，汇率、利率、社会平均利润率、行业利润率等宏观、微观经济因素均会影响差价合约的定价，双方签订合同前必须考虑资金时间价值对合同价格的影响，以期实现电价的真正价值。

资金时间价值是指货币资金经历一定时间的投资和再投资所增加的价值，又被称为货币时间价值。如图 2 所示的现金流量图，两笔资金绝对金额相等，但是因为其发生在不同的时间点上，其价值就不可能相等，例如  $A_{n-2}$  和  $A_{n-1}$  两笔资金；反之，绝对数额不相等的两笔资金发生在不同时间点上，在资金时间价值的作用下可能具有相等的价值，例如  $A_3$  和  $A_4$  两笔资金。将两笔不同时间点上发生的、不同金额但其“价值等效”

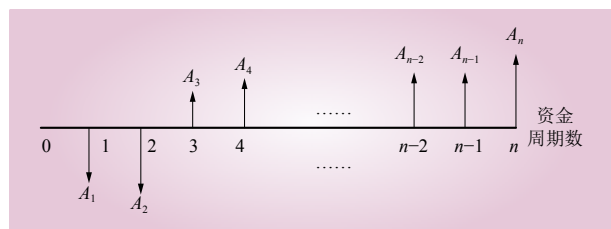


图 2 现金流量图

Fig. 2 Cash flow chart

的资金被称为等效值。

由于中长期交易涉及的时间跨度较大，对于用户而言，需要考虑到资金时间价值，以保证交易过程的公平。

对于期货商品，交易主体在交易中容易对期货价值产生较高的期望，为规避金融通货膨胀、汇率利率波动等风险，需要避免片面强调资金的时间价值，使期货市场真正反映市场主体对期货商品价值的预期，降低期货交易行为的非理性成分<sup>[16]</sup>。对于电力期货这一特殊期货而言，无法提前生产、难以储存的特性使得市场对商品价值的合理预期极其重要，临期的大规模抛售或购入可能对电力市场产生较强的冲击。为此，在电力期货的交易中考虑结算资金时间价值将降低电力期货市场纯粹投机套利行为的热度，是降低风险的一项合理举措。尽管目前国外的电力期货市场中尚未采取此项措施，但考虑到中国的社会主义市场经济的特点，在电力这一国计民生重点行业的市场化起步阶段增加适当的风险管控措施是十分必要的。本文所提出的资金时间价值作为一种保护性措施方案，在市场起步阶段可考虑运用，但其具体效果可能需要通过模拟实验甚至实际试运行等方法，在实践中检验。

## 2 电力期货市场品种设计

当前，中国执行的目录电价中，对大部分工商业用户和居民用户均执行分时电价，以促进电力用户合理用电，避免电力负荷的短时集中。随着电力市场化改革进程的推进，目录电价的适用范围将逐步缩小，需要采用市场化手段对不同时间段的电价加以区分。

在现有的电力市场中，电力期货的分类方式大致有按照功率段划分和按时间段划分 2 种。北欧电力市场中，电力期货根据商品物理属性可以分为两大类：基荷（base）电力期货和峰荷（peak）电力期货。以荷兰电力期货为例，其物理性质的期货主要分为荷兰电力基荷期货和荷兰电力峰荷期货 2 种。前者的交付期间为每月第一天 00:00 到最后一天 24:00，后者的交付期间为每月第一个交付日到最后一个交付日的 08:00—20:00（不包括周末和法定节假日）<sup>[11-12]</sup>。而北美电力市场中，



划分方式有所不同。电力期货根据商品物理属性分为非高峰期（off-peak）电力期货和高峰期（peak）电力期货。其中，非高峰期和高峰期类别分别指每天非高峰和高峰时间段内产生的负荷。以 CAISO NP15 EZ Gen Hub 5 MW 日历月实时 LMP 期货为例，高峰期定义为除法定假日外的周一至周六的 07:00—22:00，非高峰期定义为周一至周六的 01:00—06:00、23:00—24:00 和周日 00:00—24:00，以及法定节假日<sup>[13-14]</sup>。对于这 2 种电力期货（分别简称为荷兰电力期货和美国电力期货）在一个工作日内的期货品种分类方式，可以用图 3 来描述。可以看出，2 种分类方式分别通过“横切”与“纵切”的模式，将所购买的期货商品分为标准电力能量块。对于每一个标准电力能量块，买方只能决定功率大小，即能量块的“高度”，而不能改变能量块规格，即能量块的“宽度”和在时间轴上的“位置”。

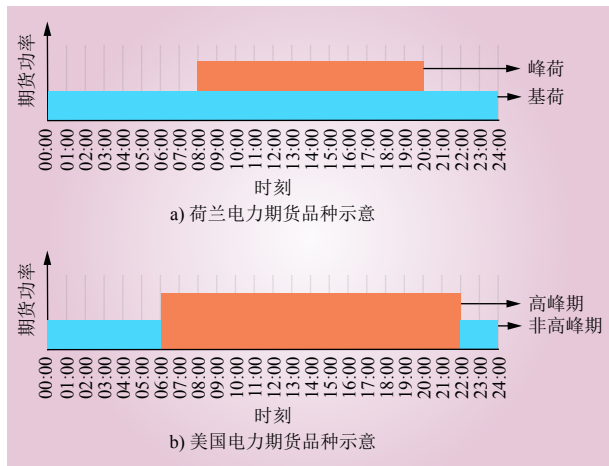


图 3 荷兰与美国电力期货品种示意

Fig. 3 Dutch and American electricity futures products

为了维持电网的安全稳定运行，需要减小电网的负荷波动，促进电力用户减小负荷的峰谷差。此外，中国当前一次能源发电仍然以火电机组为主，尤其是煤电机组，出力的频繁调整甚至是频繁启停将对机组的经济性造成很大影响。因此，在中国电力市场设计中，需要着重体现对负荷连续性的保障。因此，本文认为类似北欧电力市场的期货种类划分方式更加适合中国电力市场的建设。

当前目录电价中，对功率水平较高的大规模工商业用户采用峰、谷、平的时段划分，而对其

他用户采用峰、谷的时段划分。这 2 种时段划分方式的比较如表 1 所示。

表 1 时段划分方式比较  
Table 1 Comparison of time division patterns

项目	峰、谷、平时段	峰、谷时段
与目录电价对应情况	与少部分大规模用户对应	与大部分小规模用户对应
组合灵活性	品种更多，便于灵活组合	品种更少，组合不够灵活
市场流动性	品种更多，流动性较好	品种更少，流动性较差
交易复杂性	品种多，时段划分细，交易较复杂	品种少，时段划分粗，交易较简单

从表 1 可以看出，峰、谷、平的划分方式虽然交易上较为复杂，但对于具有不同用电需求的用户而言，各类电力商品的组合更加灵活，能更好地适应个性化的负荷曲线，且由于商品种类更多，在市场上的流动性也会更好。此外，对于电网运行而言，峰、谷、平划分方式能更加精细反映区域电网的负荷特征。综合考虑下，本文的期货市场品种设计为与峰、谷、平划分方式相对应的基荷、腰荷、峰荷 3 类期货品种。时段上，基荷对应全天 24 h，腰荷对应平时和峰时时段，峰荷对应峰时时段。以上海市为例，参考其目录电价的时段划分<sup>[24]</sup>，基荷为每天 00:00—24:00，腰荷为工作日的 06:00—22:00，峰荷为工作日的 08:00—11:00、18:00—21:00（非夏季月）或 08:00—11:00、13:00—15:00、18:00—21:00（夏季月）。以非夏季的工作日为例，上海电力市场期货商品设计如图 4 所示。

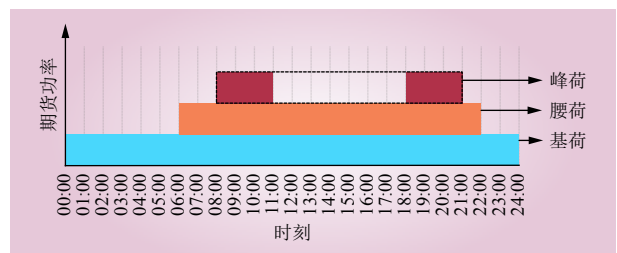


图 4 上海非夏季电力期货品种设计示意

Fig. 4 Non-summer electricity futures products design of Shanghai

时间跨度上，结合国外电力期货的实际经验，建议市场初期开展日度、年度、季度等不同时间尺度的电力期货交易，并视市场实际运行情况，适当调整各类电力期货规格。



### 3 标准化电力期货合约规格设计

#### 3.1 资金时间价值的引入

当期货用于实物交割或长期持有时，用户买入期货的时间与实物交割或卖出的时间往往相距较远。在此情况下，由于资金时间价值的存在，用户在结算的时间点与买入期货的时间点的同等金额的资金其实是不等值的。换言之，用户通过购买期货，在正常的期货价格波动之外，由于期货购买和结算的时间差而额外获得了一笔资金。这实际上在市场上造成了买方与卖方之间的不公平。因此，本文考虑在电力期货结算时引入资金时间价值，以保证市场规则的公平性。

假设用户在  $a$  月份买入了  $n$  手期货商品，并在  $b$  月份进行商品的实物交割，且  $b$  月份的期货商品价格为  $p$ ，则用户在  $b$  月份实际发生的净现金流量为  $np$ 。将用户在  $b$  月份产生的现金净流量折算到  $a$  月份的现值，即为该期货合约产生的财务净现值，可表示为

$$FNPV = \frac{np}{(1+i)^{b-a}} \quad (1)$$

式中： $i$  表示月基准收益率（或折现率）。

因此，用户此次期货交易中，由于时间差获得的额外资金  $c$  可以表示为

$$c = np - \frac{np}{(1+i)^{b-a}} \quad (2)$$

#### 3.2 考虑资金时间价值的电力期货合约规格设计

标准化电力期货合约规格应包括涨跌停板幅度、最小价格变动单位、期货合约交易规模、期货合约交割方式等主要条款。

(1) 涨跌停板幅度设计。参考中国实物期货，如棉花期货、铜期货、黄豆期货等涨跌停板幅度均为  $\pm 4\%$ ，因此，电力期货交易涨跌停板幅度可以设置为上一交易日结算价  $\pm 5\%$  以内。

(2) 最小价格变动单位设计。期货参与交易者的最小收益表现为最小价格变动单位，其大小关系到期货参与者的积极性，考虑到中国当前电价水平，设计最小价格变动单位为  $0.1$  元 / (MW·h)。

(3) 合约交易规模。每份合约中交割的电量数量即为电力期货合约的规模。如果合约交易规模过大，由于可能导致中小型电力参与者无法承担过大的电力期货头寸，则易产生大型电力参与

者的垄断交易，但是如果合约交易规模过小，由于每份合约都将产生交易费用，导致交易成本过高，同时很可能会导致电力期货市场过度投资。

(4) 合约交割方式。在电力期货市场建设初期，考虑到市场主体的交易能力尚不成熟，建议采用现金交割的方式进行，以降低风险。同时，买方在交割时应将资金时间价值所对应的资金支付给卖方。

综合以上讨论，得到电力期货合约交易规格设计方法。以上海地区峰荷标准化电力期货为例，交易规格设计如表 2 所示。

表 2 电力峰荷期货合约交易规格设计  
Table 2 Contract specifications of peak load futures

项目	内容
合约标的物	上海地区峰荷电力期货
合约最小交易单位	1 MW×合同期内峰荷时段小时数
合约单位报价	以元/(MW·h)为单位
合约交割月份	1—12月份，峰荷时段均匀交付
最小价格变动单位	0.1元/(MW·h)
涨跌停板幅度	上一交易日结算价 $\pm 5\%$ 以内
最后交易日	合约交割截止月份前5个工作日
交易时间	周一至周五09:30—11:30、13:00—15:00
交易手续费	100元/份
保证金设置	期货合约价格的10%
交割日期	按照合约要求的交割月份
交割方式	现金交割，买方需额外支付时间资金
交易所	上海期货交易所等

### 4 算例分析

以上海地区的电力大用户 A 和大用户 B 在 2016 年 10 月的实际用电数据作为研究案例，为体现本文思想并作保密处理，对数据进行了适当处理。大用户 A 属于商业型用户，工作日与非工作日之间的用电具有明显差距，且负荷具有较明显的周期性；大用户 B 属于公共服务型用户，工作日与非工作日之间的用电差距相对较小，周期性不明显，且具有较高的基础负荷。现假设 2 个用户都担心未来电力现货市场价格上涨而增加其用电成本，因此想通过电力期货市场购买电力期货，规避用电成本上涨的风险。



#### 4.1 电力期货组合购买策略

在 7 月时，大用户 A 对 10 月的负荷进行预测，得到的预测结果如图 5 黑色曲线所示。根据预测结果，大用户 A 在非工作日的用电负荷较为平稳，而在工作日的白天负荷较高。该用户在峰荷时段并无明显用电高峰，因此该用户采用基荷+腰荷的组合购买方式。按照现货与期货商品头寸一致的方法，大用户 A 的期货组合购买情况如图 5 中着色矩形所示。具体而言，大用户 A 购买了 24 手基荷期货和 50 手腰荷期货。

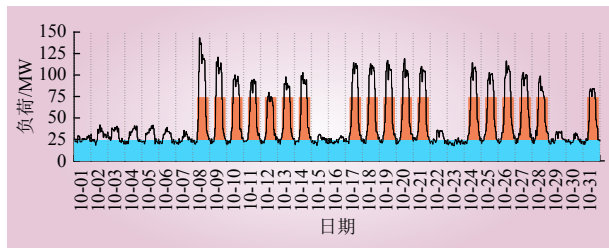


图 5 大用户 A 电力期货购买情况  
Fig. 5 Electricity futures purchase of user A

大用户 B 对 10 月的负荷预测结果如图 6 黑色曲线所示。根据预测结果，大用户 B 的基础负荷较高，且用电负荷无明显工作日特征。虽然用电特征与期货品种不完全吻合，但出于降低用电成本风险而非实物交割的目的，大用户 B 同样可以适当进行期货交易。按照现货与期货商品头寸一致的方法，大用户 B 的期货组合购买情况如图 6 中着色矩形所示。具体而言，大用户 B 购买了 29 手基荷期货和 15 手腰荷期货。

#### 4.2 电力期货套期保值功能

电力期货与电力现货价格一般是同向变动的，因而具有对冲风险的功能。为降低用电成本上涨风险，大用户 A 和 B 在期货市场按 4.1 节中描述的方案购买了电力期货。至 10 月前，电力期货价格上涨，用户在最后交易日前卖出期货，并获得了相

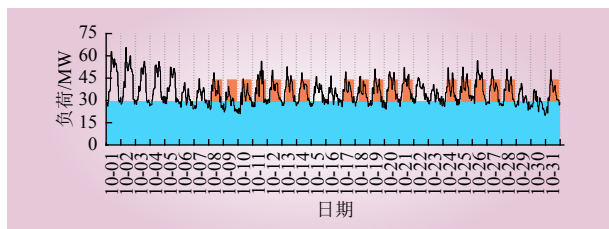


图 6 大用户 B 电力期货购买情况  
Fig. 6 Electricity futures purchase of user B

应收入。最后，在现货市场中购得实际所需的电力。

10 月典型日的日前现货市场预估和实际价格如表 3 所示。为简化算例，将典型日 24 h 的现货市场价格简化为 12 个价格，并用该价格计算整个月的现货购电成本。10 月电力期货的买入和卖出价格如表 4 所示。

表 3 电力现货价格  
Table 3 Electricity spot price

时段	预估价格/(元·(MW·h) <sup>-1</sup> )	实际价格/(元·(MW·h) <sup>-1</sup> )
00:00—01:59	132	138
02:00—03:59	110	109
04:00—05:59	136	138
06:00—07:59	289	302
08:00—09:59	568	572
10:00—11:59	536	548
12:00—13:59	430	432
14:00—15:59	409	417
16:00—17:59	383	386
18:00—19:59	550	560
20:00—21:59	488	502
22:00—23:59	252	246

表 4 电力期货价格  
Table 4 Price of electricity futures

电力期货品种	7月1日		9月25日	
	买入价/(元·手 <sup>-1</sup> )	折价/(元·(MW·h) <sup>-1</sup> )	卖出价/(元·手 <sup>-1</sup> )	折价/(元·(MW·h) <sup>-1</sup> )
基荷	172960	232.47	177960	239.19
腰荷	132840	461.25	137780	478.40
峰荷	56170	520.09	56300	521.30

在考虑资金时间价值的情况下，将国家公布的社会折现率，年化名义利率 8% 折算为月利率后，大用户 A 和 B 的电力商品交易行为及资金状况如表 5 和表 6 所示。

从表 5 和表 6 可以看出，对大用户 A，成本增加 196 587 元，获利 146 632 元，实际成本增加 49 955 元；对于大用户 B，成本增加 153 529 元，获利 76 005 元，实际成本增加 77 524 元。由于电力现货价格的上涨，用户的用电成本有了较大幅度的上涨。然而，大用户 A 和 B 通过电力期货市场的交易行为，将电力成本上涨金额分别降低了 75.59% 和 49.51%，有效减小了电力现货价格上涨带来的成本上升风险。



表 5 大用户A 交易行为  
Table 5 Trading behaviors of user A

交易时间	电力现货市场	电力期货市场
7月份	以预估价格估计10月用电费用13092719元	10月电力期货买入24手基荷, 50手腰荷; 支出10793040元
10月份	10月实际用电费用为13289306元	卖出持有的10月电力期货, 收入11160040元; 支付时间价值费用220368元

表 6 大用户B 交易行为  
Table 6 Trading behaviors of user B

交易时间	电力现货市场	电力期货市场
7月份	以预估价格来估计10月用电费用9774226元	10月电力期货买入29手基荷, 15手腰荷; 共支出7008440元
10月份	10月实际用电费用为9927755元	卖出持有的10月电力期货, 收入7227540元; 支付时间价值费用143095元

算例结果说明, 对于不同行业、不同用电特性的用户, 都可以通过电力期货交易在电力市场中进行风险对冲, 有效规避电力价格波动带来的用电成本风险。

## 5 结语

本文综合借鉴国外成熟电力市场的经验与国内电力体制改革的现状, 将中国的电力期货市场设计为峰荷、腰荷、基荷3种标准化电力期货合约组成的期货市场, 并对电力期货的具体交易规格进行了框架性的设计。此外, 将资金时间价值的因素引入交易行为中, 进一步完善起步阶段的市场规则。通过算例对不同行业、不同用电特性的用户在该期货合约规则下的购买方式、风险规避等操作进行实例分析, 说明了本文所提出的期货合约框架的可行性和在降低电力成本、对冲现货市场价格风险上的有效性。

需要指出的是, 目前尚无成熟的电力期货市场引入资金时间价值, 还没有足够的借鉴经验可供中国电力期货市场建设来参考。因此, 本文所提出的引入资金时间价值的方法的具体效果需要后续研究进一步论证, 或通过模拟实验等方法, 在实践中检验该手段是否能够达到预期的效果。

由于电力期货与其他大宗商品期货相比, 具有难以储存、即发即用的特殊性, 在未来电力期

货市场的建设中, 还需要建立完整的监管机制, 以防范电力期货市场的过度投机行为, 从而避免因过度投机而引起较大规模电量偏差, 对电网的安全稳定运行与市场主体的利益带来严重威胁。与国外电力市场相比, 中国的电力商品卖方数量明显较少, 在市场监管机制设计上需要注意防范卖方的串谋行为, 避免市场秩序受到影响。因此, 未来中国电力期货市场建设探索中需要着重电力期货市场监管机制的设计研究。

## 参考文献:

- [1] 国家发展改革委办公厅, 国家能源局综合司. 关于开展电力现货市场建设试点工作的通知 (发改办能源〔2017〕1453号)[EB/OL]. (2017-08-28)[2020-08-07]. [https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201709/t20170905\\_962552.html](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201709/t20170905_962552.html).
- [2] 马辉, 陈雨果, 陈晔, 等. 南方(以广东起步)电力现货市场机制设计[J]. 南方电网技术, 2018, 12(12): 42-48.  
MA Hui, CHEN Yuguo, CHEN Ye, *et al.* Mechanism design of Southern China(starting from Guangdong Province)electric spot market[J]. Southern Power System Technology, 2018, 12(12): 42-48.
- [3] 李道强, 龚建荣, 李忠德, 等. 电力市场环境下的差价合约电量分解问题[J]. 电力科学与技术学报, 2020, 35(1): 40-49.  
LI Daoqiang, GONG Jianrong, LI Zhonghui, *et al.* Decomposition of an electrical energy contract for difference in electricity market environment[J]. Journal of Electric Power Science and Technology, 2020, 35(1): 40-49.
- [4] 陈振寰, 杨春祥, 张柏林, 等. 甘肃电力现货市场双边交易机制设计[J]. 全球能源互联网, 2020, 3(5): 441-450.  
CHEN Zhenhuan, YANG Chunxiang, ZHANG Bailin, *et al.* Design of bilateral trading mechanism for Gansu electricity spot market[J]. Journal of Global Energy Interconnection, 2020, 3(5): 441-450.
- [5] KRISTIANSEN T. Pricing of contracts for difference in the Nordic market[J]. *Energy Policy*, 2004, 32(9): 1075-1085.
- [6] 钟声, 杨再敏, 张志翔, 等. 重构南方区域电力中长期市场: (一) 国外理论与发展实践综述[J]. 广东电力, 2020, 33(2): 1-9.  
ZHONG Sheng, YANG Zaimin, ZHANG Zhixiang, *et al.* Reconstruction of regional electricity forward market in South China: part I review of foreign theory and development practice[J]. Guangdong Electric Power, 2020, 33(2): 1-9.
- [7] ONIFADE T T. Hybrid renewable energy support policy in the power sector: the contracts for difference and capacity market case study[J].



- Energy Policy*, 2016, 95: 390–401.
- [8] 骆子雅, 季天瑶, 荆朝霞, 等. 电力差价合约机制设计与应用 [J]. 电网技术, 2019, 43(8): 2743–2751.  
LUO Ziya, JI Tianyao, JING Zhaoxia, *et al.* Design and application of contract for difference in electricity market[J]. *Power System Technology*, 2019, 43(8): 2743–2751.
- [9] 肖谦, 杨再敏, 杨悦勇, 等. 国外电力差价合约模式及其启示 [J]. 广东电力, 2020, 33(2): 27–34.  
XIAO Qian, YANG Zaimin, YANG Yueyong, *et al.* Contract for difference models in foreign electricity markets and the enlightenment[J]. *Guangdong Electric Power*, 2020, 33(2): 27–34.
- [10] TANLAPCO E, LAWARREE J, LIU C C. Hedging with futures contracts in a deregulated electricity industry[J]. *IEEE Transactions on Power Systems*, 2002, 17(3): 577–582.
- [11] Intercontinental Exchange. Dutch power base load futures[EB/OL]. [2020-08-07]. <https://www.theice.com/products/27993085/Dutch-Power-Baseload-Futures>.
- [12] Intercontinental Exchange. Dutch power peak load futures[EB/OL]. [2020-08-07]. <https://www.theice.com/products/27994941/Dutch-Power-Peakload-Futures>.
- [13] CME Group. CAISO NP15 EZ Gen Hub 5 MW off-peak calendar-month real-time LMP futures contract specs[EB/OL].[2020-08-07]. [https://www.cmegroup.com/trading/energy/electricity/caiso-np15ezgenhub-5-mw-off-peak-calendar-month-real-time-lmp-swap-futures\\_contractSpecs\\_futures.html](https://www.cmegroup.com/trading/energy/electricity/caiso-np15ezgenhub-5-mw-off-peak-calendar-month-real-time-lmp-swap-futures_contractSpecs_futures.html).
- [14] CME Group. CAISO NP15 EZ Gen Hub 5 MW peak calendar-month real-time LMP futures contract specs[EB/OL].[2020-08-07]. [https://www.cmegroup.com/trading/energy/electricity/caiso-np15-ez-gen-hub-5-mw-peak-calendar-month-real-time-lmp-swap-futures\\_contractSpecs\\_futures.html](https://www.cmegroup.com/trading/energy/electricity/caiso-np15-ez-gen-hub-5-mw-peak-calendar-month-real-time-lmp-swap-futures_contractSpecs_futures.html).
- [15] Australian Securities Exchange. Contract specifications[EB/OL]. (2017-12-20)[2020-08-15]. <https://www.asx.com.au/documents/products/asx24-contract-specifications.pdf>.
- [16] ZECKHAUSER R, NIEDERHOFFER V. The performance of market index futures contracts[J]. *Financial Analysts Journal*, 1983, 39(1): 59–65.
- [17] 刘洪臣. 中国公司治理模式的选择 [D]. 保定: 河北大学, 2007.  
LIU Hongchen. The option of the mode of corporate governance in China[D]. Baoding, China: Hebei University, 2007.
- [18] GUO X J, QU Q, GUO X, *et al.* Economy supervision mode of electricity market and its incentive mechanism[J]. *Global Energy Interconnection*, 2020, 3(5): 504–510.
- [19] 黄仁辉, 张粒子, 武亚光, 等. 中国电力金融市场的实现路径探讨 [J]. 电力系统自动化, 2010, 34(11): 54–60.  
HUANG Renhui, ZHANG Lizi, WU Yaguang, *et al.* An investigation on the implementation path of power financial market in China[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2010, 34(11): 54–60.
- [20] 葛佳佳, 邹斌. 国际电力金融市场对中国电力市场建设的启示 [J]. 华东电力, 2008, 36(2): 56–59.  
GE Jijia, ZOU Bin. Lessons learned from international electricity financial markets for construction of Chinese electricity markets[J]. *East China Electric Power*, 2008, 36(2): 56–59.
- [21] 葛睿, 陈龙翔, 王轶禹, 等. 中国电力市场建设路径优选及设计 [J]. 电力系统自动化, 2017, 41(24): 10–15.  
GE Rui, CHEN Longxiang, WANG Yiyu, *et al.* Optimization and design of construction route for electricity market in China[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2017, 41(24): 10–15.
- [22] 周明, 严宇, 丁琪, 等. 国外典型电力市场交易结算机制及对中国的启示 [J]. 电力系统自动化, 2017, 41(20): 1–8, 150.  
ZHOU Ming, YAN Yu, DING Qi, *et al.* Transaction and settlement mechanism for foreign representative power markets and its enlightenment for Chinese power market[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2017, 41(20): 1–8, 150.
- [23] 马莉, 范孟华, 曲昊源, 等. 中国电力市场建设路径及市场运行关键问题 [J]. 中国电力, 2020, 53(12): 1–9.  
MA Li, FAN Menghua, QU Haoyuan, *et al.* Construction path and key operation issues of electricity market in China[J]. *Electric Power*, 2020, 53(12): 1–9.
- [24] 上海市物价局. 上海市物价局关于降低本市一般工商业两部制目录电价的通知 [EB/OL]. (2018-11-14)[2020-08-07]. <http://www.shanghai.gov.cn/nw2/nw2314/nw2319/nw12344/u26aw57364.html?date=2018-11-14>.

#### 作者简介:

史俊强 (1982—), 男, 硕士研究生, 从事电力市场研究, E-mail: 15021867562@163.com;

刘泽宇 (1997—), 男, 博士研究生, 从事电力市场、电动汽车研究, E-mail: liuzeyu@sjtu.edu.cn;

冯冬涵 (1981—), 男, 通信作者, 教授, 博士生导师, 从事电力市场研究, E-mail: seed@sjtu.edu.cn.

(责任编辑 李博)

(下转第 70 页)



生导师, 从事电力市场、电价理论与政策研究, E-mail: changshalsq@163.com;

叶泽 (1962—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 从事电力技术经济研究, E-mail: yeze2003@qq.com;

吴永飞 (1990—), 男, 博士, 讲师, 从事电价理论研究, E-mail: 960733052@qq.com。

(责任编辑 李博)

## Pricing Model and Cross Subsidy Treatment Mechanism in Dual-Track Electricity Market

LIU Siqiang<sup>1,2</sup>, YE Ze<sup>1,2</sup>, WU Yongfei<sup>1,2</sup>, WANG Yali<sup>1,2</sup>

(1. School of Economy and Management, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China; 2. China Electricity Price Research Center, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China)

**Abstract:** To properly deal with the cross-subsidies in the dual-track electricity market is a practical issue that needs to be addressed in advancing electricity reform. Based on the characteristics of various user transaction modes in the electricity market after reform of electric power system, cross subsidy is regarded as exogenous and policy-based cost independent item. At the same time, according to the principle of cost externalization, an electricity price model is constructed in the paper with converged mechanism and clearly defined cost elements and cost attributes under different market transaction scenarios, and on this basis, the mechanism of "transparent collection and transparent subsidy" and the balance mechanism are designed for cross-subsidies. Case study shows that the current cross-subsidy treatment mechanism will lead to problems such as the imbalance of income and expenditure, the unequal responsibility of electricity allocation in different markets, and the aggravation of the cross-subsidy responsibility of industrial and commercial users. A set of mechanisms designed in this paper, such as the mechanism of transparent collection and transparent subsidy, the dynamic balance between supply and demand, and the subsidy regression, will help to correct the deviation of institutional arrangement and effectively solve the contradiction between supply and demand of cross-subsidy in the dual-track market.

This work is supported by National Social Science Foundation of China (Research on the Precise Treatment Mechanism and Realization Path of Cross-Subsidy Under the Concept of Green Development, No.17BJY059).

**Keywords:** electricity reform; electricity price model; cross-subsidies; transparent subsidy mechanisms; balance account

(上接第 35 页)

## A New Mode for Medium and Long-Term Electricity Trade Based on Standardized Futures

SHI Junqiang, LIU Zeyu, FENG Donghan

(Key Laboratory of Control of Power Transmission and Conversion, Ministry of Education (Shanghai Jiao Tong University), Shanghai 200240, China)

**Abstract:** The electricity futures are a kind of electricity financial contract that can effectively lower the trading risk in the electricity spot market. With the advance of China's electricity market reform, the marketization degree of electricity trade is gradually improved, which calls for studies on the potential electricity futures market. Based on the current practice of electricity markets in China, three kinds of standardized electricity futures contracts, including peak load, waist load and base load, are applied to design the medium and long-term futures trading model of the power selling side. Furthermore, the time value of capital is introduced to promote the fairness of the electricity futures market. The case study illustrates the basic strategy of futures trading, and verifies the effectiveness of the proposed model in lowering the risk of electricity cost.

This work is supported by National Natural Science Foundation of China (No.51677115, No.52077139).

**Keywords:** power system reform; electricity market; medium and long-term electricity market; electricity futures contract; time value of capital