

# 电力市场效率理论及其评价方法

王威<sup>1</sup>, 邵山<sup>2</sup>, 李磊<sup>3</sup>, 汤洪海<sup>2</sup>, 赵岩<sup>3</sup>, 夏清<sup>1</sup>

(1. 电力系统及发电设备控制和仿真国家重点实验室(清华大学电机系), 北京市 海淀区 100084;  
2. 国家电网电力交易中心, 北京市 西城区 100031; 3. 上海市电力公司, 上海市 浦东新区 200122)

## Efficiency Theory of Electricity Market and Its Evaluation Method

WANG Wei<sup>1</sup>, SHAO Shan<sup>2</sup>, LI Lei<sup>3</sup>, TANG Hong-hai<sup>2</sup>, ZHAO Yan<sup>3</sup>, XIA Qing<sup>1</sup>

(1. State Key Lab of Control and Simulation of Power Systems and Its Generation Equipments(Dept. of Electrical Engineering, Tsinghua University), Haidian District, Beijing 100084, China; 2. State Grid Power Exchange Center, Xicheng District, Beijing 100031, China; 3. Shanghai Municipal Electric Power Company, Pudong New District, Shanghai 200122, China)

**ABSTRACT:** Making clear efficiency of the electricity market is the core issue of electricity market construction. In this paper, a generalized efficiency theory of electricity market, in which the macroscopic factors, the internal and external factors as well as physical factors of market are taken into account, is proposed. In the field of the benefit of electricity market, cost of transaction, market externality, market power and risk, the impacts of such factors as property right system, government function, legal guarantee, market mechanism, market structure, trade variety, transaction mode and power network structure are studied on the efficiency of electricity market; based on the resource allocation condition, producer- and consumer-surplus and their increments, the key indices to evaluate electricity market efficiency are put forward, thus the efficiency of electricity market can be effectively evaluated in different aspects.

**KEY WORDS:** electricity market; market efficiency; key indices; evaluation method

**摘要:** 电力市场效率研究是电力市场建设的核心问题。文章提出了考虑宏观因素、市场内部因素、物理因素的广义电力市场效率理论, 从电力市场效益、交易成本、外部性、市场力、风险等方面详细论述了产权制度、政府职能、法律保障、市场机制、市场结构、交易品种、交易方式、电网结构等因素对电力市场效率的影响, 提出了基于资源配置状态、生产者和消费者剩余及其增量的电力市场效率评估关键指标, 从不同层面有效评估了电力市场效率。

**关键词:** 电力市场; 市场效率; 关键指标; 评价方法

## 0 引言

从 1998 年起, 我国逐步推进电力体制改革,

除 6 省(市)开展省电力市场试点外, 东北、华东和南方区域市场也开展了相应的模拟市场, 并在市场试点和模拟中取得了一定的经验, 同时也发现了一些问题。政府干预市场、市场配套措施不到位、企业激励不足等问题使得出现了电力市场能否提高电力产业效率的质疑<sup>[1]</sup>, 因此迫切需要建立科学的电力市场效率理论和科学的评价方法。

电力市场效率是电力市场建设的核心问题, 目前已取得初步的研究成果。文献[2]对南方电力市场的阶段任务、市场主体、撮合交易模式及其与国内其它区域电力市场相比所具有的特点进行了介绍。文献[3]在供需方面, 考虑需求弹性对电力市场效率的影响, 研究表明低需求弹性将导致电力市场出清价格高, 市场运行效率低, 经济效益分配不合理。文献[4]对发电侧电力市场的效率进行了评估, 指出了一些造成电力市场效率低下的原因。另外, 文献[4]从资源优化配置、竞争效率等方面讨论了单一省级电力市场模式、单一区域电力市场模式和三级电力市场体系模式的利弊, 并对电力市场结构、市场模式以及交易方式的概念和内涵做了介绍。这些研究成果对推进电力市场效率研究发挥了重要作用, 但在理论的科学性、全面性、系统性和可操作性等方面有待进一步完善。

本文在已有成果的基础上, 运用经济学理论, 结合电力商品与电力市场的基本特性, 研究影响电力市场效率的相关因素, 构建电力市场效率的理论框架, 提出评估市场效率的若干关键指标, 指出科学和全面地认识影响电力市场效率的因素有利于

避免推进我国电力市场建设过程中的盲目性。

### 1 电力市场效率的分析方法

结合一般市场效率理论和电力商品的市场特性，电力市场效率的影响因素可归纳为外生变量、本质属性和物理基础 3 个方面。基于以上 3 个维度，本文在广义电力市场效率理论框架下分析不同因素对市场效益及分配均衡度(主要受市场力等因素影响)、交易成本、市场外部性、风险等方面的影响<sup>[5]</sup>。评估时，可以从生产者剩余、消费者剩余以及整体资源配置状态 3 个方面构建关键指标。

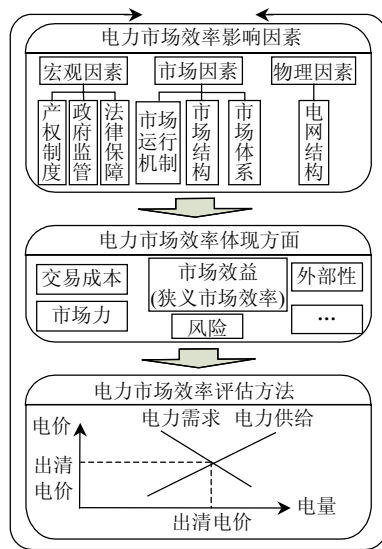


图 1 电力市场效率分析框架  
Fig. 1 The efficiency analysis frame of the electricity market

## 2 电力市场效率的影响因素

### 2.1 宏观因素

#### 2.1.1 产权制度

产权对市场效率的影响体现在 3 个方面：在明晰的产权制度下，社会福利分配严格按“权”分配，电力市场成员行为更加符合市场机制设计预期的要求，以确保市场机制的有效性；建立现代化电力企业股权制度，能够吸收闲散资金投资大规模的电力建设项目；更多股东参与到企业的决策与治理中，能够提高企业运行效率。

#### 2.1.2 政府职能

在电力市场中，政府发挥作用的领域主要在 4 个方面：一是制定并执行电力市场规则，包括产权的界定与保护，监督电力合同的执行以及公正执法等<sup>[6]</sup>；二是对电力市场运行进行总体调控<sup>[7]</sup>，进行收入再分配，防止发电侧市场成员侵占消费者剩

余，维持稳定的市场环境；三是提供电力市场稳定运行所必需的公共产品；四是弥补市场机制的缺陷与不足，当市场失灵时，通过政府调控实施市场监管，披露信息，这可以修正市场的外部性，发挥市场机制不能及的作用。

#### 2.1.3 法律保障

法律对市场效率的意义体现在 3 个方面：一是法律确认并规范政府职责，防止政府行为的缺位、超位以及借行政权力的寻租行为；二是通过立法确认对电力市场产权、竞争秩序、价格等的保护，通过执法调整市场垄断、商业贿赂等不正当竞争行为，同时通过司法活动打击破坏市场经济秩序的犯罪行为；三是为市场成员利益提供保障和救济，以强制性手段重新调整市场结果。

## 2.2 市场因素

### 2.2.1 市场运行机制

市场机制主要由供需机制、价格机制、信息披露机制和风险机制 4 个方面构成。因篇幅所限，本文仅以价格机制和风险机制为例，分析市场运行机制对电力市场效率的影响。

1) 价格机制<sup>[8]</sup>。价格机制包涵价格形成机制与调节机制。价格形成机制是指当电力供需平衡时确定电力商品价格的方式，主要有以边际电价结算和一机一价 2 种出清机制。以边际电价结算为例：所有成交电量均根据市场统一出清价结算，市场成员有按照成本报价的激励，此时市场购电总成本降低与市场成员个体利益最大化是一致的，这有利于保证市场机制的有效运行。此外，低成本机组有降低成本与扩大发电量的激励，中标电量的增加将在市场上挤出高成本的边际中标机组，通过市场竞争选择低成本机组，有利于降低整体购电水平。价格调节机制指价格对于市场行为的调节作用。价格信号是否实现及时的传播，其覆盖面有多大，渗透过程中是否出现失真与扭曲的现象，对市场成员产生什么样的激励，激励是否合理、适度等<sup>[9]</sup>，都会影响到市场的均衡状态及社会福利，进而影响市场效率。

2) 风险机制。风险机制主要包括风险的可视性、可控性与风险规模。风险的可视性是指市场的整体风险是否可观，即市场成员是否能够对市场风险的发生与风险发生程度进行有效地预测与分析。风险的可控性是指市场整体风险是否可控，即当风险发生时，能否通过一定的应对机制将可能造成的损失控制在一定的可置信水平下。不可控的风险往往造成难以估计的后果，甚至产生连锁反应。风险

规模,即风险的大小,将影响市场成员的决策行为。太大的风险规模将导致大量的风险中立者采用保守的风险规避手段,或由于太大的风险而选择离开,这将影响市场的准入门槛与吸引力,从而影响市场的参与度与竞争度。

### 2.2.2 市场结构

市场结构主要分析现有以及正在进入市场的供给者和需求者之间的关系,其对市场效率的影响主要体现在2个方面。首先,从完全垄断市场到完全竞争市场,市场中的垄断性逐渐削弱,竞争逐渐加强,由市场结构造成的结构性市场力依次削弱;动用市场力的可能性也依次降低,垄断者通过动用市场力牟取超额利益的风险越来越小,这有利于消费者稳定地获得更多的社会福利<sup>[10]</sup>。其次,在对称的市场结构下,双方的博弈能力是相同的,双方的市场成员能够在市场博弈的过程中寻求利于双方的市场均衡,实现双方福利的最大化,使市场的均衡局面符合市场双方的共同意志,从而有利于提高市场效率。

### 2.2.3 市场体系

市场体系是指相互联系的各级子市场、各交易品种、各交易方式的有机统一体,各环节通过相互联系与相互制约形成完整的市场体系。

1) 子市场的层次与结构。市场往往由一系列子市场组成,子市场之间存在着纵向与横向的联系。纵向关系指的是上级市场与下级市场的权限分配与协调机制;横向关系指的是同级市场的功能定位与接口。市场层级过多将提高市场信息传递链条的复杂度、市场结构的冗余度,增加市场的交易成本;而市场层级过少又将给市场的组织协调带来困难,同样也会增加交易成本<sup>[11]</sup>。适度的子市场规模与数量有利于市场成员便利地进入市场,获取市场信息,从而有利于减小交易成本,提高市场效率。

2) 交易品种。交易品种是指市场开展交易的种类,不同交易品种从不同方面影响市场效率,如实物交易主要用于交割与供需匹配;金融交易主要用于规避风险,稳定长期价格<sup>[12]</sup>;容量交易主要用于对商品基础设施定价,反映投资的固定成本,从而影响市场投资决策<sup>[13]</sup>;使用量交易主要用于商品本身定价,反映商品的变动成本,从而作用于商品的生产与消费的调节。应根据电力商品特点、资源稀缺性,建立满足电力交易不同需求的多品种交易体系,这有利于提高市场效率。

3) 交易方式。不同的交易方式具有不同的特

性,其区别主要体现在成本规模、过程透明度、信息充分度、实现灵活度、速度快慢、风险规避能力等方面。如双边交易有利于提高交易的灵活性,通过相互博弈规避风险;竞价交易有利于提高市场的竞争程度;场内交易有利于降低交易成本,使市场成员可以方便地获得大量的市场信息。建立多种交易方式相配合的交易体系,有利于发挥不同交易方式的优势,满足不同市场成员对交易的不同需求,增大社会福利,减小交易过程中的交易成本与外部性成本,从而提高市场效率。

## 2.3 物理因素

物理因素是电力市场的物理基础。影响电力市场效率的物理因素主要是电网,电网是电力市场的物理载体,电网规模决定市场规模。适度规模的电网是提高电力市场效率的基础保证。适度规模、合理结构的电网有利于减少阻塞,削弱市场力。处于网络端点的发电厂与用电负荷的联系路径多样化,可减少对特定输电路径的依赖性,降低输电阻塞,削弱局部市场力,从而显著降低交易成本和购电成本,提高消费者剩余。扩大电网规模有利于提高电力市场的竞争效率。建设覆盖面更大的电网,吸引更多发电厂商进行交易,增加发电成员的数量,扩大市场规模。电网规模越大,市场范围越大,潜在的市场成员越多,这有利于提高电力市场的竞争效率。扩大电网规模将提高优化机组利用水平,减少备用投资。电网规模的扩大,市场成员的增多,有效增加了市场交易量。随着市场成员增多,市场规模扩大,各个市场成员机组互为备用,这减少了备用投资,提高了市场效率。另一方面,大规模的市场更加服从统计规律,随着市场规模的增加,个体供给电量波动对全网电力供需平衡的影响减弱,这有效抑制了市场力,规避了市场风险,有利于提高市场效率。

## 3 评估电力市场效率的关键指标

### 3.1 概述

评估市场效率时,应从资源配置状态、生产者和消费者剩余及其增量3个方面,构建评估电力市场效率的关键指标。由于通货膨胀对价格变量有很大影响,因此在以下指标中所涉及的价格变量均已扣除通货膨胀对价格的影响。

### 3.2 反映资源优化配置状态的指标

1) 产电比指标。产电比  $C$  是指某一时期、某

一地区国内  $P_{GDP}$  与消耗电能总量  $Q$  之间的比例关系, 其表达式为

$$C = P_{GDP}/Q \quad (1)$$

产电比描述单位电能所创造的经济效益, 从国民经济角度直接衡量市场效率。产电比指标越高, 说明单位电能所创造的价值越高, 同时也说明在同样 GDP 水平下用电量较少, 电能利用更加充分, 这体现了市场配置电力资源的有效性。

2) 地区间边际电能价格差异。地区间边际电能价格差异是对电力资源空间分布优化程度的评估指标。当地区间电能价格存在较大差异时, 说明地区间电力资源没有达到优化配置水平。当输电容量有富余时, 价格较低的地区电力资源分布相对密集或呈供大于需的状态, 而价格较高的地方电力资源分布相对稀疏或呈供小于需的状态; 否则, 这种较大的差异意味着地区间的电能传输能力存在着瓶颈, 阻碍资源的有效流通。上述 2 种情况都说明存在资源优化配置的潜力空间。

3) 电源电网资源的利用程度。电源电网资源的利用程度反映了资源在静态时间点(段)上的优化配置程度。过高的充裕度意味着电力供应与备用充足, 表明当前电力资源运用的充分程度不够, 较多电力设备将在较长的时间内处于空闲状态, 电力投资效率低下<sup>[4]</sup>; 过低的充裕度往往意味着电力供不应求, 这说明市场机制未能有效地利用价格信号引导电源规划, 市场效率有待进一步提高。一般意义上, 往往采用系统备用率、线路传输裕度、设备平均利用小时数等指标表征电源电网资源的利用程度。

### 3.3 反映生产者剩余及其增量的指标

1) 长期投资回报率指标。长期投资回报率是指行业通过投资而应返回的价值量  $R$  与原有投资总量  $I$  的比值, 即

$$\eta_{LROI} = (R - I)/I \quad (2)$$

长期投资回报率指标反映电力行业的可盈利程度, 也反映该行业对社会资本的吸引力。当回报率指标高于社会无风险贴现率时, 行业处于价值“高地”, 社会资本具有涌入的趋势; 反之, 则行业处于价值“洼地”, 其对于社会资本的吸引力大大下降。投资回报率指标从宏观、长期的视角反映了生产者剩余的大小, 其同比与环比增幅则反映了生产者剩余的增量。

2) 市场成员生产者剩余指数。生产者剩余指数  $K_{PSI}$  描述发电市场成员的清算价格  $P_s$  与生产成

本  $P_{AC}$  的偏离, 其表达式为

$$K_{PSI} = (P_s - P_{AC})/P_{AC} \quad (3)$$

生产者剩余指数越大, 说明价格偏离成本程度越大, 反映市场中发电企业获取生产者剩余能力越大。真实成本不易获得, 可以将上市公司财务报告的资产负债表和利润表中主营业务成本、折旧、煤耗、税费、偿贷等项目求和, 用该值除以发电量获得单位数据, 测算企业的生产成本。

当市场成员整体或单个市场成员的生产者剩余非常大时, 市场可能处于如下状态: 市场机制未能有效抑制市场成员动用市场力, 购电价格整体提高; 政府监管存在漏洞, 出现合谋行为; 网络阻塞导致存在局部市场力。

3) 平均购电价格。平均购电价格  $P_a$  指从发电企业购电的平均价格, 其值可通过实际购电量加权计算得到:

$$P_a = \sum P_i Q_i / \sum Q_i \quad (4)$$

式中  $P_i$  和  $Q_i$  分别为第  $i$  个时期的销售电价和销售电量。

在充分竞争市场的长期均衡中, 平均购电价格与单位电量生产成本基本同步变化。实际中往往使用当期平均购电价格与前期增量的比作评估指标, 平均购电价格反映生产者剩余在当期的增加程度。

### 3.4 反映消费者剩余及其增量的指标

1) 市场平均消费者剩余指数。消费者剩余指数  $K_{CSI}$  描述消费侧市场成员的社会福利面积, 设销售电价为  $\bar{P}$ , 销售电量为  $\bar{Q}$ ,  $P(q)$  为电力需求函数, 消费者剩余为

$$K_{CSI} = \int_0^{\bar{Q}} [P(q) - \bar{P}] dq \quad (5)$$

由于基于消费者效用偏好的电力需求函数不易获得, 在实际中往往使用消费者剩余增量  $\Delta K_{CSI}$ , 用  $\Delta K_{CSI}$  表示第  $i$  个时期比第  $i-1$  个时期增加的消费者剩余, 其表达式为

$$\Delta K_{CSI} = \int_0^{\bar{Q}_i} (P(q) - \bar{P}_i) dq - \int_0^{\bar{Q}_{i-1}} [P(q) - \bar{P}_{i-1}] dq \quad (6)$$

式中  $\bar{P}_i$  和  $\bar{Q}_i$  分别表示第  $i$  个时期的销售电价和销售电量。消费者剩余增量  $\Delta K_{CSI}$  存在正值和负值,  $\Delta K_{CSI} \geq 0$  则说明销售侧市场中电力资源配置实现帕累托改进, 市场效率有所提高。

2) 销售侧的价格弹性。销售侧价格弹性  $E_d$  指需求对价格波动的敏感程度, 弹性系数越大, 对供应侧电价上升抑制作用越大<sup>[15]</sup>, 价格少量增长将导致需求大幅度减少, 使供应侧涨价后产生巨大的电量损失<sup>[16]</sup>, 最终导致供应侧不愿意涨价。销售侧价

格弹性表达式为

$$E_d = -(\Delta Q/Q)/(\Delta P/P) \quad (7)$$

#### 4 算例结果与分析

本节以上海市机组及电力交易的实际数据为依据，以其中部分指标为例测算市场效率。

1) 产电比指标。通过获取上海市经济增长 GDP 指标和全社会用电量，可以得出上海市的产电比指标。2007 年上海市的产电比指标比 2006 年有所增加，较高的产电比说明单位电能创造的经济效益较高，这表明单位电能具有较高的社会货币价值。

表 1 2006 和 2007 年上海市的产电比

Tab. 1 The ratio of output value to unit electric energy consumption in Shanghai city in 2006 and 2007

年份	GDP/亿元	扣除通货膨胀率后的 GDP/亿元	用电量/TWh	产电比/(元/kWh)
2006	10 296.97	10 296.97	99.239	10.375 9
2007	12 188.85	11 816.63	107.426	10.999 8

2) 电源利用效率。2006—2008 年上海市的电源发电小时数见表 2。表中将 2008 年 1—11 月的累积利用小时数平均分配到逐月，分析时采用月平均发电小时数指标替代年度发电小时数指标，以反映电源利用效率。

表 2 2006—2008 年上海市的发电小时数分布

Tab. 2 Time distribution of electricity generating in Shanghai city from 2006 to 2008

年份	月平均发电小时数分布		
	小于 350h	350~450h	450~550h
2006	5 台	3 台	12 台
2007	6 台	3 台	10 台
2008	5 台	10 台	8 台

根据表 2，2006 年上海市月平均发电小时数为 360h，2007 年上海市月平均发电小时数为 368h，2008 年上海市月平均发电小时数为 405h。自 2006 年以来，上海市发电机组利用小时数逐年上升，表明上海地区电源投资效益逐年上升。

3) 市场成员生产者剩余指数。通过分析上市公司年报，获得主营业务成本、折旧、煤耗、税费、偿贷等项目，计算市场成员生产者剩余指数，其结果如表 3 所示。由表 3 可知：自 2006 年以来，各集团的生产者剩余指数由正变负并逐渐降低的原因是煤炭价格上涨而上网电价不变，挤压了发电企业的利润空间；申能集团的生产者剩余指数下降幅度最大，这是因为 2008 年外高桥三厂开始发电且上网价格较低，从而降低了集团整体的平均上网价格。

表 3 2006—2008 年上海市市场成员生产者剩余指数

Tab. 3 Producer surplus index of electricity market in Shanghai city from 2006 to 2008

发电公司	剩余指数/%		
	2006 年	2007 年	2008 年
中电投	9.37	6.16	-5.01
华能	-1.26	-4.43	-13.64
申能	11.77	7.97	-5.42

4) 平均购电价格。2006—2008 年上海市平均购电价格见表 4。扣除通货膨胀率的影响，上海市平均购电电价在 2007 年全年和 2008 年 1—10 月均有不同程度地下降。电价水平降低，反映了发电企业的生产者剩余有所下降。扣除煤价上涨的影响后，整体价格水平大幅下降，这导致发电企业严重亏损。

表 4 2006—2008 年考虑通货膨胀率和煤价的上海市平均购电价格

Tab. 4 Average purchase price in Shanghai city considering inflation and coal price from 2006 to 2008

指标	2006 年	2007 年	2008 年
省内购电价格/(元/MWh)	361.38	362.56	361.53
外购电平均价格/(元/MWh)	427	444	457
总平均购电价格/(元/MWh)	382.31	392.06	396.46
平均购电价格同比增长率/%	—	2.55	1.12
以上一年为基准的通货膨胀率/%	1.19	3.15	6.10
扣除通货膨胀率后的同比增长水平/%	—	-0.60	-4.98
以上一年为基准的煤价上涨指数/%	—	9.32	28.0
扣除煤价上涨后的同比增长水平/%	—	-6.77	-26.9

5) 市场消费者剩余指数。上海市电力需求拟合曲线及电力市场消费剩余见图 2。假定消费者效用函数在几年内不变，需求曲线形状不产生变化。根据图 2 的数据，拟合得到的销售电价  $y$  与用电量  $x$  的曲线为  $y=0.0003x^2-0.6589x+1094.9$ 。图 2 中该需求曲线之下与销售电价之上的面积为市场消费者剩余。2006 年上海市电力市场消费者剩余为区域 A 的面积，2007 年上海市电力市场消费者剩余为区域 A 和 B 的面积和，2008 年上海市电力市场消费者剩余为区域 A、B 和 C 的面积和。由于直接计算较困难，本文计算得出的 2007 年消费者剩余增加量(图

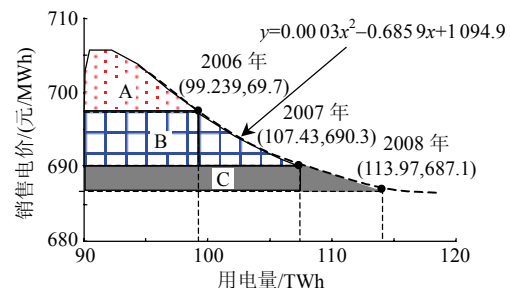


图 2 上海市电力需求拟合曲线及电力市场消费者剩余  
Fig. 2 The fitting demand curve and consumer surplus of Shanghai electricity market

2 区域B)为  $\Delta K_{\text{CSI2007}} \approx -Q_{2007}(\bar{P}_{2007} - \bar{P}_{2006}) = 7.99$  亿元。

2008 年消费者剩余增加量(图 2 中区域 C)为  $\Delta K_{\text{CSI2008}} = -Q_{2008}(\bar{P}_{2008} - \bar{P}_{2007}) = 3.61$  亿元。

由结果可知, 2007 年和 2008 年消费者剩余增量分别占当年销售总额的 1.08% 和 0.46%。

## 5 结论

1) 本文基于一般市场效率理论与电力商品特性, 建立了考虑宏观因素、市场内部因素、物理因素的电力广义市场效率理论, 更加科学、全面、系统地反映影响电力市场效率的本质因素。

2) 从电力市场效益、交易成本、外部性、市场力、风险等方面详细论述了产权制度、政府职能、法律保障在提高市场效率、保障市场运行方面的作用, 阐述了市场运行机制对电力市场效率的影响机理, 揭示了市场中供方与需方的结构对称性对市场效率及其效益分配产生的重大影响, 分析了市场层级对市场效率的影响, 论证了电网对电力市场的支撑作用, 提出应促进多品种交易, 将多种交易方式相结合, 发挥不同交易品种和交易方式的优势。

3) 提出了反映资源配置状态、生产者和消费者剩余及其增量的关键指标, 从不同层面有效评估电力市场效率。

## 参考文献

- [1] Zhu Feng, Yang Libing, Fan Bin, et al. East China power market development and trial operation[C]. IEEE Power Engineering Society General meeting, San Francisco, California, USA, 2005.
- [2] 张森林. 南方电力市场建设和模拟运行[J]. 电网技术, 2008, 32(10): 28-32.  
Zhang Senlin. Construction and simulative operation of south China electricity market[J]. Power System Technology, 2008, 32(10): 28-32(in Chinese).
- [3] 聂江洪, 曾伟民. 在电力市场中引入电力需求弹性的研究[J]. 电网技术, 2008, 32(11): 84-89.  
Nie Jianghong, Zeng Weimin. Research on introducing electricity demand elasticity into electricity market[J]. Power System Technology, 2008, 32(11): 84-89(in Chinese).
- [4] 马豫超, 蒋传文, 候志俭, 等. 基于猜测供给函数的需求弹性对电力市场运行的影响[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(13): 50-55.  
Ma Yuchao, Jiang Chuanwen, Hou Zhijian, et al. The impacts of demand elasticity on the electricity markets performance based on the conjecture supply function[J]. Proceedings of the CSEE, 2006, 26(13): 50-55(in Chinese).
- [5] Kirschen D S, Strbac G. Fundamentals of power system economics [M]. England: John Wiley & Sons Ltd, 2005.
- [6] 朱治中, 谢开, 于尔铿. 俄罗斯电力改革中的市场设计述评[J]. 电网技术, 2005, 29(14): 35-39.  
Zhu Zhizhong, Xie Kai, Yu Erkeng. Comments on market design of electric power industry reform in Russia[J]. Power System Technology, 2005, 29(14): 35-39(in Chinese).
- [7] 蒋德斌, 张尧, 荆朝霞. 统一电力市场中兼顾市场效率与经济公平的构想[J]. 电网技术, 2006, 30(6): 59-62.  
Jiang Debin, Zhang Yao, Jing Zhaoxia. Conception of both market efficiency and economical impartiality in unified electricity market [J]. Power System Technology, 2006, 30(6): 59-62(in Chinese).
- [8] Carlos S, Bruce F W, Zheng C Z. Application of mechanism design to electric power markets[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2001, 16(4): 862-869.
- [9] 蒋东荣, 李群湛, 刘学军. 考虑电力合约的激励性市场机制设计[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(18): 57-63.  
Jiang Dongrong, Li Qunzhan, Liu Xuejun. The mechanism design to electricity markets considering contract[J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25(18): 57-63(in Chinese).
- [10] 徐达明. 电力市场运行效率研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2003.
- [11] 吴至复, 曾鸣. 符合国情的统一开放的电力市场体系研究[J]. 电网技术, 2007, 31(10): 74-78.  
Wu Zhifu, Zeng Ming. Study on consolidated and open electricity market system according with national conditions of China[J]. Power System Technology, 2007, 31(10): 74-78(in Chinese).
- [12] 李道强, 韩放. 美国电力市场中的金融交易模式[J]. 电网技术, 2008, 32(10): 16-21.  
Li Daoqiang, Han Fang. Financial transaction modes applied in electricity market in USA[J]. Power System Technology, 2008, 32(10): 16-21(in Chinese).
- [13] Jeremiah D L. Creating competitive power markets: the PJM model [M]. Tulsa: Pennwell Corporation, 2001.
- [14] 简洪宇, 康重庆, 钟金, 等. 电力市场运行状态的识别方法研究[J]. 中国电机工程学报, 2007, 27(22): 63-68.  
Jian Hongyu, Kang Chongqing, Zhong Jin, et al. Research on identification of operation state in electricity market[J]. Proceedings of the CSEE, 2007, 27(22): 63-68(in Chinese).
- [15] 胡军峰, 李春杰, 赵会茹, 等. 基于博弈论的电力需求价格弹性与发电市场均衡关系[J]. 中国电机工程学报, 2008, 28(1): 89-94.  
Hu Junfeng, Li Chunjie, Zhao Huiru, et al. The relationship between price elasticity of demand and generation market equilibrium analysis based on game theory [J]. Proceedings of the CSEE, 2008, 28(1): 89-94(in Chinese).
- [16] 张粒子, 张集, 程瑜. 电力市场中的串谋溢价和串谋行为规制[J]. 电网技术, 2006, 30(24): 61-67.  
Zhang Lizi, Zhang Ji, Cheng Yu. Research on colluding premium price and collusion behaviours regulation in electricity market [J]. Power System Technology, 2006, 30(24): 61-67(in Chinese).



王威

收稿日期: 2009-04-20。

作者简介:

王威(1984—), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力市场, E-mail: w-w03@mails.tsinghua.edu.cn;

邵山(1973—), 男, 高级工程师, 研究方向为电力市场;

李磊(1966—), 男, 高级工程师, 研究方向为电力市场;

汤洪海(1975—), 男, 工程师, 研究方向为电力市场;

赵岩(1962—), 高级工程师, 研究方向为电力市场;

夏清(1957—), 男, 教授, 研究方向为电力市场、电力规划、负荷预测等。

(责任编辑 杜宁)