

电力市场中大用户直购电交易模式及算法研究

陈皓勇, 张森林, 张尧

(华南理工大学 电力学院, 广东省 广州市 510640)

Research on Transaction Mode of Direct Power Purchase by Large Consumers in Electricity Market

CHEN Hao-yong, ZHANG Sen-lin, ZHANG Yao

(School of Electric Power, South China University of Technology, Guangzhou 510640, Guangdong Province, China)

ABSTRACT: In this paper two modes for direct power purchase by large consumers are proposed: the negotiation based bilateral transaction mode and matchmaking based concentrated bidding transaction mode, meanwhile, the pros and cons of implementing direct power purchase by large consumers by provincial and regional platform are analyzed. The related cross-subsidization is emphatically researched, and a think of collecting cross-subsidization by two manners, i.e., paying surcharges by consumers and taking transmission and distribution tariffs into account, is put forward. Finally, the transaction rule and algorithm are designed. Above-mentioned research result is available for reference in the promotion of direct power purchase by large consumers in China.

KEY WORDS: electricity market; direct power purchase by large consumers; transaction mode; transaction algorithm; cross-subsidization

摘要: 提出了大用户直购电交易的 2 种模式, 即协商式的双边交易模式和撮合式的集中竞价交易模式, 并分析了在省内和区域平台上开展大用户直购电交易的利弊。对涉及到的交叉补贴问题进行了重点研究, 提出了可以通过用户缴纳附加费用和计入输配电价 2 种方式收取交叉补贴的思路。最后设计了交易规则和交易算法。上述研究可为推进我国大用户直购电交易工作提供重要参考。

关键词: 电力市场; 大用户直购电; 交易模式; 交易算法; 交叉补贴

0 引言

电力工业市场化改革主要包括 3 个方面的内容: 建立发电侧竞争市场、逐步放开售电侧市场、实行政府监管下的电网公平开放, 其中售电侧市场放开的主要内容之一就是放开用户选择权。各国在

电力体制改革过程中, 都是按照用户用电电压等级和用电容量的不同, 分阶段地逐步放开用户的选择权。但值得注意的是, 国外所谓的“用户直接购电”其实是指用户自由选择售电商的权利, 而非用户直接向发电商购电(除非该发电商同时持有售电业务许可证而成为售电商, 或拥有提供售电业务的关联实体)。电力大用户一般直接与售电商签订合同, 委托售电商处理与配电商的各种关系, 用电价格通过协商确定。而我国的“大用户直购电”则是指大用户直接向发电商购电^[1-7]。

我国在《关于印发电力体制改革方案的通知(国发[2002]5 号)》中就明确规定:“开展发电企业向大用户直接供电的试点工作, 改变电网企业独家购买电力的格局”, “在具备条件的地区, 开展发电企业向较高电压等级或较大用电量的用户和配电网直接供电的试点工作。直供电量的价格由发电企业与用户协商确定, 并执行国家规定的输配电价。”2004 年 4 月, 国家电监会、国家发改委联合印发了《电力用户向发电企业直接购电试点暂行办法(电监输电[2004]17 号)》, 该文件明确了开展大用户直接购电试点的指导思想、目的和原则, 对试点的范围和条件、主要内容及组织实施等做了具体规定。目前, 国家对大用户向发电企业直接购电的试点持慎重态度, 虽然各地特别是电力供需趋于缓和的省(区)政府、发电企业和用户很积极, 但经国家批准的也只有吉林炭素集团公司直购电和广东台山广海湾华侨投资开发试验区直购电 2 个试点。目前, 试点工作总体进展平稳, 改革取得了比较好的效果。

在上述背景下, 本文提出大用户直购电交易的 2 种模式, 即协商式的双边交易模式和撮合式的集中竞价交易模式, 并分析在省内和区域平台上开展

大用户直购电交易的利弊,对涉及到的交叉补贴问题进行重点研究,提出交叉补贴可以通过用户附加费用和计入输配电价2种方式进行收取的思路,最后设计出交易规则和交易算法。上述工作对推进我国大用户直购电交易工作具有重要的现实意义。

1 大用户直购电交易模式的选择

1.1 协商式双边交易模式

协商式双边交易模式就是在直购电量范围内,准入的大用户与发电企业实现供需直接见面,通过双边自主协商进行直购电交易,同时支付电网经营企业相关输电费用,并通过公用电力网络资源输送电能的供用电模式。双方在协商确定直购电量、价格、用电负荷及时间等要素后,联合向电力调度中心与交易中心申报,通过电网安全约束审核后,大用户、发电企业、电网企业应参考《电量直接购售合同(范本)》和《委托输电服务合同(范本)》签订相关合同(协议),并严格执行。

协商式双边交易模式是一种普遍存在的交易模式,交易简单、灵活、实用,为用户与发电企业提供了自由选择的空间,有助于买卖双方根据自身需要进行灵活交易。买卖双方直接见面,交易简便易行,不需要建立复杂的技术支持系统,技术条件要求较低,交易成本也较低。

协商式双边交易模式的主要缺点在于买卖双方通过自主协商确定交易价格,价格不透明,难以给市场新进入者以明确的价格信号。而且协商式交易竞争力度较小,促进各方提高效率的压力较小。

1.2 集中竞价交易模式

电力交易中心为直购电交易建立技术支持系统,准入的大用户与发电企业集中在该交易平台上进行直购电竞价交易,交易算法推荐采用撮合交易模式。针对不同交易时段,大用户向系统申报购电价格与购电量,发电企业向系统申报售电价格与售电量。交易系统根据各方申报的购售电曲线,综合考虑输电成本和损耗,分别计算不同大用户与发电企业的社会福利(双方的价差),在满足电网安全约束的前提下,实行社会福利最大的交易对优先撮合,形成交易匹配对;在购售双方报价的基础上,以社会福利均分为原则,形成双方的成交价格;重复上述步骤,直到社会福利小于零,交易结束。交易系统向达成交易的大用户与发电企业发送交易成交通知单,并向电力交易中心和电力调度中心发送交易成交情况,电力调度中心按此制定调度计划

并实施。

在集中竞价交易方式中,买卖双方在同一平台上统一进行交易,这样可以有效地促进市场各方公平、公开、透明、规范地进行交易。市场参与方众多,市场竞争激烈,对各方的竞争压力较大。利用竞价交易平台可以开展日前、实时等多种交易,有助于维护市场供需平衡,提高电力系统的安全稳定水平。

集中竞价交易方式的主要缺点在于需要建设专门的交易技术支持系统,还需建立一系列配套的市场机制,因此投入较大,交易成本较高;另外,集中竞价交易的过程较复杂,由于市场竞争激烈,市场波动较大,因此交易风险也较高。

总的来看,以上2种交易方式各有特点,都是可行的交易模式,对于远期交易来说可以多种方式并存。对于发电侧市场平台尚未建立的区域电力市场而言,开展集中竞价交易的条件和成本相对较高,因此交易试点可以首先采用单个协商式的双边交易方式起步,积累经验,逐步完善交易机制。同时,可以积极创造条件,开展撮合式的集中竞价交易,并随着电力市场竞争平台的建设,逐步发展多种交易方式。

对于发电侧市场平台已经建立并发育比较完善的区域电力市场,特别是对南方电力市场而言,大用户直购电推荐采用集中竞价交易模式。南方电力市场已经建设了南方电力市场技术支持系统,经过将近3年的模拟运行,技术支持系统的功能已逐步完善,基本能满足报价、撮合交易、信息发布、数据统计、电量考核结算等功能的要求。在这种情况下,已经建立的竞价平台完全能满足大用户入市的撮合式集中竞价交易的要求。

2 大用户直购电交易范围的选择

我国地方行政区域实行以省为责任单位的财政、税收、金融、社会管理和电力计划管理体制,而我国目前电力市场建设的重点是区域电力市场,因此,大用户直购电是首先在省内开展还是在区域层次上开展,需要进行认真分析比较。

在省内开展大用户直购电的优点主要包括:

1) 目前绝大多数电力交易是在省内完成,因此在省内开展大用户直购电交易更符合目前的客观实际情况。从2005年的用电情况来看,省内用电量占全国用电量的88.6%,跨省交换电量占8.0%,跨区交换电量仅占3.5%。

2) 从地方政府的支持力度来看, 电力工业是各省级政府关注的重点行业, 各省政府对电力生产计划、消费、电价测算等都有决定权, 在省内开展大用户直购电有助于资源的就近配置, 也有助于本省经济发展和电力供需平衡, 因此更容易得到省政府的支持。

3) 位于同一省的大用户、发电企业和电网企业彼此熟悉, 政策环境相同, 容易获得有关的供求信息, 有利于开展稳定、长期的合作。

4) 目前除个别省份之外, 我国大部分省内都是一个价区, 如果在省内开展大用户直购电, 则在电价方面遇到的问题更少。

5) 随着近年来电网的大规模建设, 省内电网网架不断增强, 限制直接交易的网络约束越来越少, 因此具有开展大用户直购电的较好条件。

省内开展大用户直购电的缺点主要是由于大部分省份都存在发电企业和用电企业市场主体相对集中, 少量发电企业占据较大市场份额, 在省内开展交易容易遇到少数市场主体市场力过大的问题, 从而引发市场价格操控等市场风险, 进而影响市场公平交易。

在区域电力市场开展大用户直购电的优点主要包括:

1) 在区域电力市场上, 市场主体较多, 各市场主体的市场份额相对较小, 有利于控制市场力, 维护市场交易的公平性。

2) 区域内不同省份的发电装机种类、用电高峰时段等往往存在一定的差异, 在区域层次上开展大用户直购电有助于水火互济、错峰用电, 优化区域内的资源配置。

在区域电力市场开展大用户直购电的缺点主要包括:

1) 区域内开展大用户直购电将会出现跨省交易。由于目前我国的价格体系是以省为基础, 一些区域内各省价格差距较大, 大用户跨省交易将更加难以确定合理的输配电价, 因此将会出现利益的大幅度调整。

2) 随着近年来电网的大规模建设, 虽然省间输电通道不断扩大, 但大范围、大规模的省间电力资源流动仍然会受到省间联络通道容量资源不足的约束。

3) 电力发展与供应安全对省内经济发展影响很大, 目前我国省间存在价格差异, 在区域内开展

大用户直购电交易有可能使大量电力资源从电价低的省份流出, 这样可能改变该省内的电力供需形势, 甚至影响当地的电力供需平衡, 因此易受到当地政府和企业的反对。

因此, 为了稳妥推进大用户直购电交易, 建议因地制宜地确定交易试点的层次, 初期交易试点可以是优先在省内开展大用户直购电, 条件成熟的地区也可在区域内开展大用户直购电交易试点。

3 对于大用户直购电交叉补贴的考虑

3.1 交叉补贴现状

目前我国电价体系中存在着严重的交叉补贴, 大用户直购电将会引起利益格局的调整, 这是推进大用户直购电过程中需要解决的重点问题之一。长期以来, 我国电价存在高低电价交叉补贴的情况, 如电力企业补贴用户、高电压等级用户补贴低电压等级用户、工商业用电补贴居民生活用电等。大用户本身由于接入系统电压等级较高、用电量、负荷率高, 所以电价应该较低, 但与国外相比, 用户之间的补贴十分严重。

大用户直购电必将享受较低的电价, 而其原来承担的交叉补贴责任将转移到电网公司和其他用户, 这样就会增大电力企业的经营风险, 造成对其他用户的不公平, 进而在一定程度上打破旧的交叉补贴平衡状况。这将涉及电厂、电网、企业 3 方共同的利益重新分配问题, 而建立新的有效的交叉补贴机制是建立厂网分开后新型厂网关系的重要手段。

交叉补贴实际上是政府调节社会利益的一种手段, 通常还将社会普遍服务义务包含在其中。在推进市场化改革过程中, 必须将隐藏在电价中的交叉补贴机制转化为公开的交叉补贴机制, 通过在用户价格中征收附加费的方式, 建立专门的基金直接用于用户补贴。例如, 印度电力法在开放电网时规定, 用户或发电公司在接入输电网时除了向电网公司支付输电费用外, 还必须同时支付有关交叉补贴的附加费, 该附加费将逐步减少直至取消。

近年来, 政府相关主管部门为解决交叉补贴问题开展了大量工作, 如实行同地区同网同价, 减少了不同地区之间的交叉补贴; 对工商业实行并价, 减少了不同用电类别之间的交叉补贴等等。但政府主管部门对居民生活、农业生产用电价格仍实行严格管制, 近年的几次电价调整, 居民生活、农业生产用电价格均未调整或调整幅度很小, 这一方面有

助于防止物价快速上涨、减轻农民负担和保持社会稳定，但另一方面也加重了工商业与其他用电类别之间的交叉补贴，这一局面在短时间内将无法得到明显改变。因此，大用户直购电将无法避开交叉补贴这一障碍。

3.2 交叉补贴收取方式

从目前我国的国情来看，短期内完全取消交叉补贴是不现实的，交叉补贴将在一定时间和范围内长期存在。因此，应该循序渐进地逐步减少交叉补贴，由暗补逐步变为明补，由补贴多到补贴少，在条件成熟时取消补贴。

交叉补贴可以通过以下 3 种方式来收取：

1) 通过对用户征收附加费的方式，建立专门的基金来实现交叉补贴的收取。对所有南方电力市场的市场主体进行接入费改革，规定所有市场主体都应向电力管制部门缴纳接入费，再由电力管制部门将资金补贴给电网公司。接入费包括市场主体接入电网的接入成本，这样可以将以前电网企业内部的“暗补”变为由电力管制部门监管的“明补”。

2) 采用交叉补贴电价的形式，将交叉补贴费用计入售电企业的折算电价中去，如上文的交易方法中就采用了这样的方式。具备电子交易平台的大用户直购电交易宜采用这种方式。该方式将用户需要承担的交叉补贴考虑到交叉补贴电价当中，这部分增加的费用建议由电网公司提供计算规则和负责具体计算，由政府或电力监管部门审核，每年(或定期)重新计算。计算过程中要充分考虑到现有各种附加费用的收费标准，避免对未参加直供的用户产生不公平交易和损害电网公司的利益，此时大用户直购电所降低的电费基本来自发电商的让利。该方法对现有各方利益影响最小，规则简单，易于实施，能最大限度地兼容目前电网公司的实际运营状况。采用这种补贴方式需要尽快确定直购电大用户应该承担的交叉补贴费用的计算规则。

3) 由参与大用户直购电的发电商承担一定的交叉补贴责任，该过程通过发电企业的准入和上网电价的调整来实现。电网企业承担交叉补贴的费用主要是通过降低购电成本和提高售电价格来实现，通过发电企业的准入可以在一定程度上保证电网企业的购电价格，从而有利于电网企业承担交叉补贴的责任。提高发电企业的上网电价实质上是交叉补贴的费用在大用户与发电企业之间的一种重新分配，电网公司在支付发电企业电费时将这部分费

用直接扣除。

随着大用户直购电的进一步推广，可以独立收取与核算交叉补贴费用，建立交叉补贴基金，对需要补贴的用户进行补贴。在建立完善的输配电价以后，最终逐步减少或取消交叉补贴。

3.3 计算交叉补贴时应考虑的因素

为了明确电力销售价格交叉补贴情况，确定交叉补贴费用的收取标准，在交叉补贴电价的制定过程中要充分考虑到以下因素：

1) 各省(区)近年销售电价加权平均目录电价水平，各类用电不同电压等级的目录电价所对应电量及加权平均目录电价水平；按国家电价政策规定，以合理合规成本为基础计算的理论平均销售电价水平。

2) 各省(区)近年销售电价实际执行的加权平均电价水平；各类用电不同电压等级实际电价、所对应电量及加权平均电价水平；国家规定目录电价与实际执行电价差价及差价产生的具体原因。

3) 各省(区)销售电价交叉补贴的具体情况与分析结果，包括：

①以国家规定目录电价和近年售电量为基础测算的各类用电交叉补贴情况；各类用电不同产品(主要指大工业)用电交叉补贴情况；同类用电不同电压等级间的交叉补贴情况。

②以近年各类各电压等级的实际执行电价和售电量为基础测算的各类用电交叉补贴情况；各类用电不同产品(主要指大工业)用电交叉补贴情况；同类用电不同电压等级间的交叉补贴情况。

4 大用户直购电交易算法

将大用户直购电纳入电力市场交易平台进行统一管理，交易规则和交易算法与交易平台现有规则和算法基本一致，只需做少许修改^[8-14]，具体内容如下：

1) 电力调度中心与交易中心按市场运营规则要求发布市场信息。

2) 参与大用户直购电的各方作为市场主体，通过技术支持系统申报各自计量结算点峰、平、谷段的电量和电价。售电方申报电价经过输电价格、网损价格和环保价格加价折算后不得高于最高限价。如果高于最高限价，技术支持系统自动将折算后的报价修正为最高限价。购电方申报价格不得低于最低限价，如果低于最低限价，技术支持系统将自动修正为最低限价。

3) 计算所有购、售电方之间每笔申报价折算后的价差, 计算公式为

$$P_{jc} = P_{gfys} - P_{sfzs}$$

式中: P_{jc} 为价差; P_{gfys} 为购电方的原始申报价格; P_{sfzs} 为售电方折算后的申报价格。

如果购电方与售电方同省, 则 P_{sfzs} 的计算公式为

$$P_{sfzs} = P_{sfys} + P_{hb}$$

式中: P_{sfys} 为售电方的原始申报价格; P_{hb} 为环保折价。非环保机组应加上国家环保政策电价进行报价折算; 环保机组报价时不进行折算。

如果购电方与售电方异省, 则 P_{sfzs} 的计算公式为

$$P_{sfzs} = P_{sfys} + P_{snsd} + P_{sjsd} + P_{ws} + P_{hb} + P_{jc}$$

式中: P_{snsd} 为售电方所在省的省内输电价格; P_{sjsd} 为购、售电方所在 2 省间的省间输电价格; P_{jc} 为考虑大用户所应承担交叉补贴的社会责任的电价; P_{ws} 为网损价格, 且有

$$P_{ws} = \frac{P_{sfys} \cdot K_{zh}}{1 - K_{zh}}$$

$$K_{zh} = 1 - (1 - K_{sfws})(1 - K_{sj})$$

式中: K_{zh} 为购、售电方之间的综合网损率; K_{sfws} 为售电方所在省的省内网损率; K_{sj} 为购、售电方所在省的省间网损率。

4) 按价差从大到小排序。价差大于或等于零的购电方与售电方之间形成一个有效匹配对; 价差小于 0 的不能成交。

5) 从价差最大的有效匹配对开始, 逐对依次撮合(按照排序从价差最大的一笔交易开始), 计算购、售双方每笔交易的成交电量、成交电价和结算电价^[8-10]。

5 算例分析

表 1 和表 2 为某区域电力市场月度交易购电方(大用户)和售电方(竞争电厂)报价表。为简单起见, 假定购电方只有 A、B 共 2 个大用户; 售电方也只有 2 个, A 省为 AA 电厂(环保电厂), B 省为 BB 电厂(非环保电厂)。

假定国家规定的环保折价标准为 0.015 元/kWh, 即同等条件下非环保电厂在计算折算排序价时要比环保电厂多加 0.015 元/kWh; 测算出的交叉补贴为 0.01 元/kWh; 购售双方报价都在合理范围内, 即购电方报价没有超过最低限价, 售电方报价也没有超过最高限价。

表 1 某区域电力市场月度竞争购电方报价

Tab. 1 Customers' bidding data in a regional electricity market

购电方名称	申报代码	购电量/GWh	购电价/(元/kWh)
大用户 A	A	70	0.52
大用户 B	B	20	0.32
合计	—	90	—

表 2 某区域电力市场月度竞争售电方报价

Tab. 2 Generators' offering data in a regional electricity market

售电方名称	申报代码	售电量/GWh	售电价/(元/kWh)
A 省电厂	AA	50	0.46
B 省电厂	BB	40	0.36
合计	—	90	—

表 3 为电力调度交易机构公布的输电价格和输电损耗率, 根据此数据可以计算出 B 省 BB 电厂送电到 A 省的综合损耗率为 8.86%, A 省 AA 电厂送电到 B 省的综合损耗率为 9.79%。表 4 为按照本文的撮合交易竞价机制得到的电量成交情况, 表 5 为结算电价情况, 其中 B-AA 交易对价差小于 0, 不能成交。

表 3 某区域电力市场输电价格和输电损耗率

Tab. 3 Transmission price and loss in a regional electricity market

区域	输电价格/(元/kWh)	输电损耗率/%
B 省和 A 省之间	0.10	7.0
A 省内	0.04	3.0
B 省内	0.03	2.0

表 4 市场电量成交情况

Tab. 4 Market clearing results

购售电方	价差/(元/kWh)	机待成交电量/GWh	大用户待成交电量/GWh	机成交电量/GWh	大用户成交电量/GWh
A-AA	0.10	50	70	50	50
A-BB	0.08	40	20	21.94	20
B-BB	0.045	18.06	20	18.06	18.06
B-AA	-0.10			不成交	

表 5 市场结算电价情况

Tab. 5 Market price results

购售电方	机报价	机折算价	大用户报价	成交价	机结算价	大用户结算价
A-AA	0.42	0.42	0.52	0.47	0.47	0.47
A-BB	0.26	0.44	0.52	0.48	0.2962	0.465
B-BB	0.26	0.275	0.32	0.2975	0.2825	0.2825
B-AA				不成交		

6 结语

1) 开展大用户直购电交易是我国电力工业市场化改革的一项重要内容, 也是构建多买方多卖方竞争市场结构、实施售电侧市场放开的重要环节之一。它对发展和完善电力市场竞争机制, 构建有效

竞争的市场格局, 丰富电力市场交易模式, 促进合理电价机制形成, 推进电力法律法规建设和积累政策经验有着十分重要的意义。

2) 大用户直购电的竞价交易机制设计是推进大用户直购电交易工作最具有现实意义的课题之一, 它直接关系到系统运行的安全性和市场运营的效率。本文提出了大用户直购电交易的2种可选择模式, 提出了解决交叉补贴问题的思路, 设计了交易规则和交易算法, 可为我国大用户直购电竞价交易机制设计提供理论上的依据和参考。

3) 大用户直购电是电力市场环境下的—种新的购电模式, 下一步将着重研究以下几方面内容:

①建立发电商、大用户和电网公司的直购电博弈数学模型, 并对各市场主体的利益博弈行为进行分析。

②分别应用竞价仿真平台和实验经济学方法对大用户直购电进行模拟仿真, 并对结果进行对比分析。

③对大用户直购电的转运定价、交叉补贴、交易算法、双边交易模式等相关问题进行深入研究。

参考文献

- [1] 陈刚, 王超, 谢松, 等. 基于博弈论的电力大用户直接购电交易研究[J]. 电网技术, 2004, 28(13): 75-79.
Chen Gang, Wang Chao, Xie Song, et al. Study on bargaining of large power consumer's direct buying based on game theory[J]. Power System Technology, 2004, 28(13): 75-79(in Chinese).
- [2] 童明光, 张毅, 曾晓燕, 等. 大用户直购电模式及其在我国的应用[J]. 电力技术经济, 2006, 18(2): 7-10.
Tong Mingguang, Zhang Yi, Zeng Xiaoyan, et al. Direct power purchase model for large power end-user and its application in our country[J]. Electric Power Technologic Economics, 2006, 18(2): 7-10(in Chinese).
- [3] 赵磊, 郭昆. 目前我国大用户直购电存在的问题及对策建议[J]. 华北电力技术, 2006(9): 45-48.
Zhao Lei, Guo Kun. Problems and countermeasure on direct purchase of electric energy by large users in our country[J]. North China Electric Power, 2006(9): 45-48(in Chinese).
- [4] 曾鸣, 于静冉. 大用户进入电力市场购电模式研究[J]. 电力科学与工程, 2007, 23(1): 1-4.
Zeng Ming, Yu Jingran. New model of large electricity customer access regional power market[J]. Electric Power Science and Engineering, 2007, 23(1): 1-4(in Chinese).
- [5] 赵建平, 曾鸣. 大用户直购电模式的分析与探讨[J]. 内蒙古电力技术, 2006, 24(5): 1-4.
Zhao Jianping, Zeng Ming. Analysis and discussion on direct electricity purchasing methodology to major power consumers [J]. Inner Mongolia Electric Power, 2006, 24(5): 1-4(in Chinese).
- [6] 黄兴, 翟绘景, 路晓明. 大用户直购电所面临的三个核心问题探讨[J]. 电力需求侧管理, 2007, 9(3): 78-80.
Huang Xing, Zhai Huijing, Lu Xiaoming. Discussion of three core problems in large consumers direct purchasing of electric energy[J]. Power Demand Side Management, 2007, 9(3): 78-80(in Chinese).
- [7] 陈伟. 国外电力市场中大用户直接购电问题初探[J]. 湖南大学学报: 社会科学版, 2001, 15(4): 27-30.
Chen Wei. Elementary study on large electric power consumers' direct buying of electric market in foreign countries[J]. Journal of Hunan University: Social Science Edition, 2001, 15(4): 27-30(in Chinese).
- [8] 张森林. 区域电力市场中月度撮合交易竞价机制研究(一)考虑输电价格和输电损耗折价的 MCP 结算机制[J]. 继电器, 2006, 34(10): 50-54.
Zhang Senlin. Research on matchmaking tradeoff competition mechanism in regional electricity market, part one, a MCP competition mechanism based on transmission price and loss[J]. Relay, 2006, 34(10): 50-54(in Chinese).
- [9] 张森林. 区域电力市场中月度撮合交易竞价机制研究(二)考虑输电价格、输电损耗折价和环保因素的类 PAB 结算机制[J]. 继电器, 2006, 34(11): 66-70.
Zhang Senlin. Research on matchmaking tradeoff competition mechanism in regional electricity market, part two, a PAB competition mechanism based on transmission price, loss and environmental expenditure[J]. Relay, 2006, 34(11): 66-70(in Chinese).
- [10] 张森林. 考虑综合输电价格和环保折价修正的撮合交易数学模型研究[J]. 继电器, 2007, 35(24): 61-65.
Zhang Senlin. Research on matchmaking tradeoff competition mechanism considering transmission price and environmental expenditure[J]. Relay, 2007, 35(24): 61-65(in Chinese).
- [11] 张森林. 区域电力市场交易电量结算模式的实用化研究[J]. 电网技术, 2008, 32(3): 56-61.
Zhang Senlin. Practical research on settlement mode of transacted electricity quantity in regional electricity market[J]. Power System Technology, 2008, 32(3): 56-61(in Chinese).
- [12] 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).
- [13] 中国国家电力监管委员会. 关于印发南方电力市场运营规则等文件的通知: 电监市场[2005]18号[S]. 2005.
- [14] 夏清, 孙正运. 考虑交易成本的区域市场撮合交易模型[J]. 电网技术, 2005, 29(17): 1-4.
Xia Qing, Sun Zhengyun. Application of high-low match methods to regional electricity market considering transaction costs[J]. Power System Technology, 2005, 29(17): 1-4(in Chinese).



陈皓勇

收稿日期: 2008-07-22.

作者简介:

陈皓勇(1975—), 男, 博士, 副教授, 主要从事电力市场方面的研究;

张森林(1978—), 男, 博士研究生, 主要从事电力市场竞价交易机制及双边交易理论、电力市场分析等方面的研究, E-mail: zhangsenlin_csg@126.com;

张尧(1948—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事电力系统运行分析与控制、电压稳定性及电力市场方面的研究。

(责任编辑 王金芝)