

电力市场中的远期合同交易

张少华, 李渝曾, 王长军, 言茂松

(上海大学自动化系, 上海 200072)

摘要: 世界范围的电力工业市场化运营为市场参与者带来了前所未有的市场风险。作为一种有效的风险管理工具和交易手段, 电力远期合同, 包括结合期权交易思想的可选择远期合同, 在竞争的电力市场中得到了广泛的应用, 并正朝类似于期货交易的方向发展。文中简要介绍了电力市场中的几种远期合同交易, 对远期合同交易的风险建模理论, 以及远期合同市场对现货市场的影响机制的研究现状进行了综述。

关键词: 电力市场; 风险管理; 远期合同

中图分类号: TM 73; F 123. 9

0 引言

为打破垄断、鼓励竞争、提高效率而进行的世界范围的电力工业结构重组和解除管制, 在引导电力工业市场化运营的同时, 也使得各个市场主体面临着前所未有的市场风险, 特别是市场价格波动的风险。不同于一般商品, 电能不能大规模地有效储存, 并且要求供需之间瞬时平衡, 由于需求的变化不能通过储存来平衡, 因而电力市场均衡价格呈现出类似于负荷变化的随机性; 由于有限的机组发电容量和输电容量, 以及较低的需求弹性, 电力价格表现出强烈的跳跃和尖峰特性; 由于电力市场的寡头垄断 (oligopoly) 特性, 部分发电商利用其市场力 (market power) 操纵电价也使得电价的变化更加复杂^[1]。自从电力工业市场化运营以后, 电力已成为价格最易变的一种商品^[2~4]。电力市场中电价的易变性使得各个市场参与者都面临巨大的利益损失风险, 如果不加以有效的防范, 将会导致灾难性的后果, 例如, 1998 年夏季美国中西部电价的强烈波动, 导致了 2 个市场参与者被迫离开市场^[3]。因此越来越多的市场参与者认识到电力市场中风险管理的重要性, 并积极采用合适的远期、期权等风险管理工具和方法来回避或控制风险。

1 电力市场中的远期合同交易及其功能

英国在电力市场运营的初期, 几乎超过 80% 的电力交易通过远期差价合同 (contracts for

differences) 市场来进行^[5], 并正进行新的电力市场改革的探索, 其中一个重要内容就是进一步向类似于期货交易的方向发展^[6]。在澳大利亚的电力市场化进程中, 远期合同市场也有着不可忽视的重要地位^[4]。挪威于 1991 年开始电力市场化改革, 1992 年秋季就开始运营一个挪威电力远期交易市场, 其中按星期交易的电力远期合同的期限从 1 星期到 3 年不等^[3]。在美国, 纽约商品交易所于 1996 年 3 月开始经营电力远期交易, 其中按月交易的电力远期合同的期限从 1 个月到 18 个月不等, 同时期权交易的思想在电力市场中也得到了充分的重视^[3]。在我国电力工业市场化改革的初期, 远期合同同样得到了广泛的采用, 从几个试点的发电侧电力市场运营来看, 近 90% 的电量交易通过合同市场来进行^[7]。

需要指出的是, 按严格的定义^[8,9], 远期合同交易和期货交易这两个概念存在本质的不同。简单地说, 期货交易是由远期交易通过合同标准化, 且引入保证金、对冲平仓、结算等制度后形成的在交易所内进行的一种合约交易。由于电力不同于一般商品, 因而目前在电力市场中应用较多的还是属于远期合同或结合期权交易思想的可选择远期合同, 而不是标准化的须在交易所内进行交易的期货合同的形式, 这种远期合同在到期交货前也可转让或买卖^[3]。而且, 期权交易具有较好的灵活性和多样性, 结合期权交易思想的可选择电力远期合同不但能使参与者回避不利情况下的利益损失风险, 而且可以保留在有利情况下的获利机会。

电能不能大量有效地储存, 这是制约电力市场健康、有序发展的主要因素之一, 而通过电力远期合同交易, 电力可以被“虚拟”地储存, 这说明远期合同市场可提供类似于其他可储存商品的某种事前保

护。除了能为各参与者提供选择机会以满足在价格和风险方面的特定要求,并有利于供需双方信息交流外,电力远期合同交易由于减少了发电商可以操纵的现货电量,从而降低了它在现货市场中的份额,即降低了其市场力,从而减少了其操纵现货电价的兴趣,有利于市场公平竞争,形成高效的市场均衡电价。另外,适当的远期合同交易机制的引入还有利于维持电力市场的稳定性^[10]。

2 可选择电力远期合同

电力远期合同可以是一种固定的协议^[11],要求在合同交货时保证供电或接受供电;也可以是一种可选择(即带有期权思想)的协议,如允许电力公司违约,中断给用户的供电^[12]或拒绝接受独立发电商(IPP)的供电^[13],或允许独立发电商违约,中断给电力公司的供电^[14,15]等。固定的远期合同虽然形式简单,易于理解 and 操作,但不利于全面考虑各个交易方所面临的各种不确定性,这些不确定性会直接影响参与者的利益。期权交易具有较好的灵活性和多样性,结合期权交易思想的可选择远期合同不但能使参与者回避不利情况下的利益损失风险,而且可以保留在有利情况下的获利机会。以下将结合有关远期和期权交易理论,着重介绍电力市场中的几种可选择远期合同。

2.1 电力差价合同

电力差价合同一般适用于电力市场的联营体(Pool)交易模式,由于其形式简单、易于理解和操作,因而在英国、澳大利亚等国家的电力市场中得到了广泛使用^[4,5]。差价合同有2种类型,即单向(one-way)差价合同与双向(two-way)差价合同。

单向差价合同是买电的供电公司(或用户)与卖电的发电商之间的一种远期合同,分2种形式:第1种是当合同交货时的市场价格高于合同敲定价(strike price)时,则供电公司(或用户)仍以市场价与联营体进行买电交易结算,但发电商需要把市场价与合同敲定价之间的差价支付给供电公司(或用户),而当合同交货时的市场价格低于合同敲定价时,则供电公司(或用户)以市场价向联营体买电结算,且并不需要把市场价与合同敲定价之间的差价支付给发电商;第2种是当合同交货时的市场价格低于合同敲定价时,则发电商仍以市场价与联营体进行卖电交易结算,但供电公司(或用户)需要把市场价与合同敲定价之间的差价支付给发电商,而当合同交货时的市场价格高于合同敲定价时,发电商以市场价向联营体卖电结算,且不需要把市场价与合同敲定价之间的差价支付给供电公司(或用户)。

在第1种单向差价合同中,供电公司(或用户)完全回避了涨价风险,同时保留了从市场跌价中获利的机会,因而假若用期权的概念来描述^[8,9],第1种单向差价合同相当于供电公司(或用户)买入看涨期权(call)。在第2种单向差价合同中,发电商完全回避了跌价风险,同时保留了从市场涨价中获利的机会,用期权的概念来描述,第2种单向差价合同相当于发电商买入看跌期权(put)。

双向差价合同也是买电的供电公司(或用户)与卖电的发电商之间的一种远期合同。当合同交货时的市场价格高于合同敲定价时,则供电公司(或用户)仍以市场价与联营体进行买电交易结算,但发电商需要把市场价与合同敲定价之间的差价支付给供电公司(或用户),而当合同交货时的市场价格低于合同敲定价时,则发电商仍以市场价向联营体卖电结算,但供电公司(或用户)需要把市场价与合同敲定价之间的差价支付给发电商。因此,双向差价合同等价于一个合同价格为敲定价的固定的远期合同。用合成远期的概念来解释^[8,9],双向差价合同相当于:供电公司(或用户)买入看涨期权、卖出看跌期权,因而等价于买入一个远期;而发电商买入看跌期权、卖出看涨期权,因而等价于卖出一个远期。

2.2 用户和电力公司之间可选择的远期合同

文献[12]应用合成期权的思想提出了一种用户和电力公司之间可选择的供用电合同。图1给出了这种远期合同交易双方的权利和义务。该合同需规定2个价格,即合同电价和中断电价,当合同交货时的市场价格低于中断电价时,则电力公司供电给用户;当合同交货时的市场价格高于中断电价时,则电力公司不供电给用户,而支付给用户中断电价(相当于一种违约金)。用合成期权的思想来解释^[8,9],用户买入一个远期、卖出一个看涨期权,其合成期权相当于卖出一个看跌期权;而电力公司卖出一个远期、买入一个看涨期权,其合成期权相当于买入一看跌期权。这种合同使得电力公司既回避了市场降价风险,又保留了市场涨价时的获利机会(把电以高于中断电价的价格卖给市场,从而获取差价利润)。而用户要么得到供电,要么获得中断电价(其最优选择是用户的单位用电价值)的支付,即无利益损失风险,同时还获得相当于期权权利金的收入(一般合同电价低于中断电价)。

对于电力公司来说,这种可选择的供电合同可等效为一种“电力资源”,即把中断电价视为该“电源”的发电成本,把中断供电的可能性视为该“电源”的可用概率,因而可方便地结合经济调度或供电可靠性的评定。

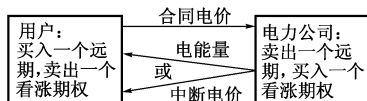


图1 用户与电力公司之间
可选择远期合同的权利和义务

Fig.1 Contractual obligations,
payments and choices in an optional forward
contract between consumers and utilities

当中断电价选择为用户的单位用电价值时,则单位用电价值较高的用户中断供电的可能性较小,而单位用电价值较低的用户中断供电的可能性较大。这种机制可以达到有限电力资源的最优分配。

2.3 独立发电商(IPP)和电力公司之间可选择的远期合同

文献[13]进一步应用合成期权的思想提出了一种独立发电商(IPP)和电力公司之间可选择的供电合同。图2给出了这种合同交易的权利和义务。该合同也需规定2个价格,即合同电价和中断电价。当合同交货时的市场价格高于中断电价时,则电力公司将接受IPP的供电;当合同交货时的市场价格低于中断电价时,则电力公司将不接受IPP的供电,而要求IPP支付中断电价。用合成期权的概念来解释^[8,9],IPP卖出一个远期、卖出一个看跌期权,其合成期权相当于卖出一看涨期权;而电力公司买入一个远期、买入一个看跌期权,其合成期权相当于买入一看涨期权。这种合同使得电力公司既回避了市场涨价风险,又保留了市场降价时的获利机会(从市场上以低于中断电价的价格买电,从而获取差价利润)。而IPP要么卖电给公司,要么支付给公司中断电价(其最优选择是IPP的单位发电成本),也无利益损失风险,同时还获得相当于期权权利金的收入(一般合同电价高于中断电价)。

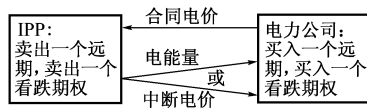


图2 IPP与电力公司之间
可选择远期合同的权利与义务

Fig.2 Contractual obligations, payments
and choices in an optional forward contract
between IPPs and utilities

对于电力公司来说,这种可选择的供电合同也可等效为一种“电力资源”,即把合同电价视为该“电源”的发电成本,把IPP被中断供电的可能性视为该“电源”的停运概率,因而可方便地结合经济调度或供电可靠性的评定。

当中断电价选择为IPP的单位发电成本时,则

电力公司从单位发电成本较高的IPP买电的可能性较小,而从单位发电成本较低的IPP买电的可能性较大。这种机制也可以合理引导电力资源的最经济调度。

文献[14,15]进一步提出了一种不但电力公司可拒绝接受IPP的供电,而且IPP在一定条件下也可以拒绝供电给电力公司的远期合同,这种可选择远期合同对合同双方更加公平合理。文献[16,17]提出了一种在合同交货前提前通知期权是否履行的可选择远期合同,这种合同对某些不灵活或停电损失较大的用户可能更具吸引力,因为它可提前做好安排,以应付可能的供电中断。可以预计,随着电力市场的进一步发展和交易主体的多样化,利用期权交易思想的灵活性和多样性,必将出现更多类型的可选择远期合同。

3 电力远期合同的理论研究现状

现有的国内外有关电力远期合同的理论研究主要集中在两方面,即带有期权思想的可选择电力远期合同的风险建模研究,以及电力合同市场中的博弈行为及其对现货市场的影响机制研究。

3.1 可选择远期合同的风险建模理论研究

可选择远期合同的内容除规定交易双方的权利和义务外,一般还包括合同价格、拒绝供电或拒绝接受供电时的惩罚量或补偿量(即中断价格)、供电量、供电时间等主要参数。这些参数的确定不仅与合同所规定的各种权利和义务有关,而且与各交易方面面临的未来条件的各种不确定性(即风险)密切相关,因此,电力远期合同的风险建模理论问题得到了较多的关注。

文献[12,13]采用期权定价思想建立了用户或IPP与电力公司之间的可选择远期合同的合同价格与中断价格之间的定量关系,但没有涉及电力市场价格的风险建模问题。文献[16]基于电力远期价格的变化为一几何布朗运动(geometric Brownian motion)(即服从对数正态分布)的假设,采用Black-Scholes期权定价理论,给出了一种在交货前可提前通知期权是否履行的双看涨期权(double call options)的定价模型。文献[18,19]同样基于电力市场价格服从对数正态分布的假设,采用Black-Scholes期权定价公式,分别结合最优潮流(OPF)模型和电力经济调度模型,研究了电力市场中不同区域的电能期权定价方法和辅助服务市场中的旋转备用期权的定价方法。

电力价格具有一些独特特性,如由于电能不能储存和随机的发电机组故障而导致的价格跳跃和尖

峰特性, 随不确定的气候和负荷需求变化而呈现的价格随机变化特性, 以及由于电力生产特性和季节影响而导致的价格的均值回复(mean-reversion)特性, 而电价变化的几何布朗运动假设无法全面考虑这些特性, 因而会导致较大的误差。文献[3]对电价的跳跃、尖峰、均值回复等特性进行了系统分析, 并首先采用一个仿射跳跃扩散(affine jump-diffusion)过程来描述电价变化的这些特性, 通过变换分析(transform analysis)技术建立了电力远期和期权合同的定价模型, 并用期权工具进行了电力资产的价值评估研究。文献[17]针对在交货前可提前通知期权是否履行的可选择电力远期合同, 研究和比较了基于几何布朗运动电价模型和基于仿射跳跃扩散过程的电价模型假设下的合同定价方法。文献[20]针对一类灵活的供需双方可调度的电力合同, 利用电价的历史数据, 采用自回归随机过程模型来描述电价的变化, 进而采用无套利(no-arbitrage)定价原理来确定合同价格, 其中合同电量的调度策略通过随机动态规划来确定。

考虑到某些地区的供电有可能还属电力公司垄断的局面, 因而电价将主要由电力公司的短期边际发电成本所决定, 且由于电力市场中电价风险建模的复杂性, 因而出现了基于电力公司短期边际发电成本不确定性的远期合同风险建模研究。文献[14, 15]针对电力公司和 IPP 之间的可选择合同, 基于各自发电成本的不确定性, 提出了电力公司和 IPP 各自理性的合同定价模型, 但没有给出双方在合同电价不一致时的仲裁方法。文献[21]给出了电力公司短期边际发电成本概率分布的估计方法^[22], 据此发展了几种具有一定操作性的可选择电力远期合同的风险定价模型, 其中包括考虑用户未来用电需求不确定性的可选择远期合同的决策模型^[23]。

作为一种更高级的风险管理工具, 组合证券(portfolios)在电力市场中的应用研究也已起步^[24, 25]。文献[24]采用随机优化理论中的有效前沿(efficient frontier)概念, 研究了电力市场中的组合证券管理以及资源约束对组合证券管理的影响。文献[25]给出了一个利用期权定价理论进行风险投资项目的价值评估方法, 并结合一个实际系统探讨了电力市场中的组合证券风险管理方法。

3.2 远期合同市场对现货市场的影响机制研究

这方面的研究主要是针对追求各自利益的多个相互竞争的不同发电商, 研究其在合同市场中的竞争行为及其对现货市场的影响机制, 特别是对其竞标策略及市场力的影响。由于电力市场的寡头垄断特性, 因此这方面的研究大多基于寡头博弈模型, 如

研究产量竞争的 Cournot 均衡模型、价格竞争的 Bertrand 均衡模型以及产量和价格同时竞争的供应函数均衡模型^[26]。文献[27]在线性的成本和需求函数的假设前提下, 基于 Cournot 均衡模型, 研究了 2 个成本相同的生产商垄断市场时, 合同市场中的不同行为及其对现货市场的影响。研究表明, 如果各个生产商均已卖出了相同的商品合同, 则会减少其抬高现货价格的兴趣; 如果远期合同在到期交货前允许连续买卖交易, 则生产商可能全部进入合同市场, 且不再希望把价格抬高到边际成本之上, 因为现货价格不再影响其利润。文献[28]以英国发电市场为背景, 在文献[27]模型的基础上进一步假定部分买方是风险回避的, 并且表明风险中立的发电商能通过以高于期望现货价格卖出差价合同来增加其利润, 同时也研究了部分买方的策略性行为以及发电商之间的不同策略行为对竞争结果的影响。

由于在电力市场的竞价规则中一般要求发电商提供一整天的竞标曲线(包括容量和价格), 而不是仅提供一天中的一系列投标容量, 而且有时还要求发电商在一个连续的时段内具有一致的竞标曲线。对于这些要求, 供应函数均衡模型显然更具竞争力。文献[29]在假定发电商具有恒值边际成本且需求函数为线性的情况下, 导出了发电商在现货市场中均衡的非线性供应函数的解析解, 其中考虑了发电商的发电容量约束, 并研究了差价合同市场对现货市场以及市场准入(market entry)的影响, 但没有仔细描述发电商在差价合同市场中的竞争行为。文献[30]以英国发电市场为背景, 考虑 2 个具有相同的线性边际成本的发电商, 采用线性的供应函数来描述发电商在现货市场中的投标策略, 用猜测变量(conjectural variations)来描述发电商在差价合同市场中不同的竞争行为, 研究了 2 个发电商在合同市场中的竞争行为及其对现货市场的影响, 主要的发现是: 在合同市场中用 Bertrand 猜测的发电商将把所有电量都进入合同市场, 并使市场均衡价格等于其边际发电成本, 而用 Cournot 猜测的发电商, 将不参与合同市场, 除非它们能通过卖电给风险回避的买方而获得一保险费用。文献[31]进一步把上述模型推广至考虑任意多个具有不同线性边际成本的发电商, 并通过一个现货市场和差价合同市场分开博弈的两阶段均衡模型, 研究了多个发电商在合同市场中的竞争行为及其对现货市场的影响, 进一步表明, 具有成本优势的发电商将更趋向于利用现货市场而不是合同市场来获利; 合同市场中发电商的竞争行为类似于囚徒困境(prisoner's dilemma)博弈; 并且发电商数目的增多以及合同电量的增加

会导致现货价格的降低,有利于抑制发电商滥用市场力的行为。

基于寡头垄断均衡模型的合同市场对现货市场的影响机制研究由于基于众多简化假设,如完全公开的成本信息、线性的边际成本和需求函数等,且没有充分考虑发电机组运行的时间相关特性,最大、最小出力限制,以及发电商可能的分段报价或非线性的报价曲线,因此该领域的研究有待进一步深入。

4 结语

本文结合有关远期和期权交易理论,简要介绍了电力市场中的几种远期合同交易,并对有关电力远期合同理论研究的国内外现状,特别是远期合同交易的风险建模理论研究,以及远期合同市场对现货市场的影响机制研究,进行了简要综述。可选择电力远期合同的风险定价方法是一种较典型的基于行为的定价(performance-based pricing)模式。随着电力市场的进一步发展和交易主体的多样化,必将出现多种多样的可选择远期合同类型,而电价的风险建模问题,以及远期合同市场中的竞争博弈行为及其对现货市场的影响机制问题也将会得到进一步的关注和研究。

参考文献

- David A K, Wen F S. Market Power in Generation Markets. In: IEE Proceedings of the 5th International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management. Hong Kong: 2000. 242~248
- Graves F C, Read E G, Hanser P Q, et al. One-Part Markets for Electric Power: Ensuring the Benefits of Competition. In: Illic M, Galiana F, Fink L, eds. Power Systems Restructuring: Engineering and Economics. Norwell (MA): Kluwer Academic Publishers, 1998. 243~280
- Deng S J. Financial Method in Competitive Electricity Markets: [Ph D Dissertation]. University of California at Berkeley, 1999
- Mielczarski W, Michalik G. Open Electricity Markets in Australia: Contract and Spot Prices. IEEE Power Engineering Review, 1999, 19(2): 49~51
- Cheng D T Y. Economic Analysis of the Electricity Market in England and Wales. IEEE Power Engineering Review, 1999, 19(4): 57~59
- 宋永华,孙锦鑫(Song Yonghua, Sun Jinxin). 英国将推出电力市场新模式(UK Electricity Market Facing New Reform). 电网技术(Power System Technology), 1999, 23(8): 69~73

- 史连军,韩放(Shi Lianjun, Han Fang). 中国电力市场的现状与展望(Status Quo and Prospects of Power Market in China). 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2000, 24(3): 1~4
- 李一智,罗孝玲,杨艳军(Li Yizhi, Luo Xiaoling, Yang Yanjun). 期货与期权教程(A Course in Futures and Options). 北京:清华大学出版社(Beijing: Tsinghua University Press), 1999
- 约翰·赫尔(Hull J C). 期权、期货和其他衍生产品(Options, Futures and Other Derivatives). 第3版(3rd ed). 北京:华夏出版社(Beijing: Huaxia Publisher), 2000
- Alvarado F. The Stability of Power Markets. IEEE Trans on Power Systems, 1999, 14(2): 505~511
- Kaye R J, Outhred H R, Bannister C H. Forward Contracts for the Operation of an Electricity Industry Under Spot Pricing. IEEE Trans on Power Systems, 1990, 5(1): 46~52
- Gedra T W, Varaiya P P. Markets and Pricing for Interruptible Electric Power. IEEE Trans on Power Systems, 1993, 8(1): 122~128
- Gedra T W. Optional Forward Contracts for Electric Power Markets. IEEE Trans on Power Systems, 1994, 9(4): 1766~1773
- David A K. Modeling Risk in Energy Contracts with Investor Owned Generation. IEE Proceedings—Generation, Transmission & Distribution, 1994, 141(1): 75~80
- David A K. Risk Modeling in Energy Contracts Between Host Utilities and BOT Plant Investors. IEEE Trans on Power Systems, 1996, 11(2): 359~365
- Oren S S. Combining Financial Double Call Options with Real Options for Early Curtailment of Electricity Service. In: IEEE Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii, 1999. 1~7
- Kamat R, Oren S S. Exotic Options for Interruptible Electricity Supply Contracts. Power Working Paper PWP-071. University of California Energy Institute, 2000
- Ghosh K, Ramesh V C. An Options Model for Electric Power Markets. Electrical Power and Energy Systems, 1997, 19(2): 75~85
- Rashidinejad M, Song Y H, Javidi M H. Option Pricing of Spinning Reserve in a Deregulated Electricity Market. IEEE Power Engineering Review, 2000, 20(7): 39~40
- Bjorgan R, Liu C C, Dahlgren R. Pricing Flexible Electricity Contracts. IEEE Trans on Power Systems, 2000, 15(2): 477~482

(上接第 10 页 continued from page 10)

- 21 张少华(Zhang Shaohua). 电力市场远期合同的风险建模理论研究:[博士学位论文](Theoretical Studies on Risk Modeling of Forward Contracts in Electricity Markets, Ph D Dissertation). 上海: 上海大学(Shanghai: Shanghai University), 2000
- 22 Zhang S H, Li Y Z. Concise Method for Evaluating Probability Distribution of Marginal Cost of Power Generation. IEE Proceedings — Generation, Transmission & Distribution, 2000, 147(3): 137~142
- 23 Zhang S H, Li Y Z. Modeling Consumer's Demand Uncertainty in Electricity Forward Contracts. In: IEE Proceedings of the 5th International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management. Hong Kong; 2000. 455~459
- 24 Bjorgan R, Liu C C, Lawarree J. Financial Risk Management in a Competitive Electricity Market. IEEE Trans on Power Systems, 1999, 14(4): 1285~1291
- 25 Siddiqi S N. Project Valuation and Power Portfolio Management in a Competitive Market. IEEE Trans on Power Systems, 2000, 15(1): 116~121
- 26 Klemperer P D, Meyer M A. Supply Function Equilibria in Oligopoly Under Uncertainty. Econometrica, 1989, 57(6): 1243~1277
- 27 Allaz B, Vila J. Cournot Competition, Forward Markets and Efficiency. Journal of Economic Theory, 1993, 59(1): 1~16
- 28 Powell A. Trading Forward in an Imperfect Market: The Case of Electricity in Britain. The Economic Journal, 1993, 103(3): 444~453
- 29 Newbery D M. Competition, Contracts, and Entry in the Electricity Spot Market. RAND Journal of Economics, 1998, 29(4): 726~749
- 30 Green R J. The Electricity Contract Market in England and Wales. Journal of Industrial Economics, 1999, 47(1): 107~124
- 31 张少华, 李渝曾, 周永兴, 等(Zhang Shaohua, Li Yuzeng, Zhou Yongxing, et al). 考虑电力差价合同的发电厂报价策略研究(Strategic Bidding of Power Generators in Electricity Market with Contracts for Differences). 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2000, 24(8): 15~18

张少华, 男, 博士, 副教授, 主要从事电力市场定价研究。
李渝曾, 男, 博士, 教授, 主要从事电力市场定价研究。
王长军, 男, 硕士研究生, 主要从事电力市场定价研究。

FORWARD CONTRACTS IN ELECTRICITY MARKETS

Zhang Shaohua, Li Yuzeng, Wang Changjun, Yan Maosong (Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract: The worldwide restructuring and deregulation of electric power industry has led to an active electricity market with much more risks to market participants that they did not have to face during the regulated era. As an effective tool for risk management and bilateral transaction, forward contracts, or optional forward contracts, have been widely used in competitive electricity markets, and are being made further advances to those like futures. The paper introduces briefly some kinds of electricity forward contracts, and presents a literature review with a focus on theoretical studies of risk modeling of forward contracts and the effects of forward markets on spot markets.

This project is supported by National Natural Science Foundation of China (No. 59937150) and Science Technology Development Foundation of Shanghai Municipal Education Committee (No. 99QD53).

Keywords: electricity markets; risk management; forward contracts