

电力市场下的电价上限设定模型

周浩¹, 熊祥鸿², 张富强¹

(1. 浙江大学电气工程学院, 浙江省杭州市 310027;
2. 华东电力试验研究院有限公司, 上海市虹口区 200437)

A Study on Price Cap Setting Model in Electricity Market

ZHOU Hao¹, XIONG Xiang-hong², ZHANG Fu-qiang¹

(1. School of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, Zhejiang Province, China;
2. East China Electric Power Test & Research Institute Limited Company, Hongkou District, Shanghai 200437, China)

ABSTRACT: It's of great significance to set a reasonable price cap in electricity market. In this paper, based on the historical data of Zhejiang electricity market, a relational model between system surplus capacity percent (SCP) and average generation price under different price caps is given. The relation of supply and demand condition of electricity, price cap and total average generation price are analyzed; on this basis, a new model of price cap setting is proposed. The proposed model can be well applied in price cap setting according to the requirement of total generation price. Some numerical examples validate the effectiveness of the proposed model.

KEY WORDS: electricity market; system surplus capacity percent (SCP); price cap; total average generation price

摘要: 根据浙江电力市场的历史数据给出了不同电价上限情况下系统剩余容量百分比与平均上网电价之间的关系模型。分析了电力供求状况、电价上限和总平均上网电价之间的关系, 提出了设定电力市场电价上限的新模型。该模型对于根据总平均上网电价的要求设定合理的电价上限具有较好的参考价值, 最后通过具体算例验证了该模型的有效性。

关键词: 电力市场; 系统剩余容量百分比; 电价上限; 总平均上网电价

0 引言

在电力市场中, 电价的波动是金融风险的主要来源。电价上限是影响电价的主要因素之一, 它对电力市场中的所有参与者都具有重要影响。为了降低电网公司可能面对的购电风险并限制市场力的作用, 目前世界上许多国家的电力市场已设定了各自的电价上限, 并将它作为一种市场管制的手段^[1]。在理论上, 电价上限存在一个“最优值”, 但在实

际中, 这个“最优值”很难确定。较高的电价上限有助于吸引投资并增加电源供给, 可以避免电力供需紧张的局面; 但假如电价上限设得过高, 重负荷时的节点电价也会很高, 这将给购电商带来巨大的金融风险。较低的电价上限有助于降低电力市场中的金融风险, 但过低的电价上限将不利于竞争并打消电力投资商的投资热情^[2]。由此可见, 设定合理的电价上限对稳定电价及减少金融风险具有重要的意义。

迄今为止, 关于电力市场中电价的研究已经有了较大进展^[3-9], 在价格上限方面也已开展了初步研究。文献[10]建议用失负荷值(value of lost load, VOLL)来设定电价上限, 然而失负荷值本身就难以估计, 这给利用该方法设定电价上限带来了困难。文献[11]通过实例讨论了计算价格上限管制中的效率因子 X 的误差和改进方法, 但该方法的正确性首先取决于上一年价格上限的合理性, 故实际上还是没有解决如何合理设定价格上限的问题。文献[12]阐明了价格上限如何对效益的公平分摊起作用, 并从资本收益率的角度讨论了股东所获得的收益, 但没有给出价格上限设定的方法。文献[13]研究了电价上限出现的频率及其与系统负荷的关系, 并得出系统负荷越大电价上限出现的可能性也越大的定性结论, 但没有对电价上限做出更深入的定量研究。文献[14]提出了一种设置发电公司报价上限的启发式方法, 但同时也指出目前很少有关于发电侧电价上限设定理论的文章。综上所述, 截至目前有关电力市场价格上限定量研究的论文很少, 尤其是结合电力供求状况、电价上限与上网电价三者的关系给出

具体的电价上限设定模型和方法的研究还未见报导,但这三者是密切相关的,研究合理的电力市场电价上限设定模型必须对这3个因素加以综合考虑。

本文引入能够很好反映市场电力供求状况的系统剩余容量百分比(surplus capacity percent, SCP)指标,并基于浙江电力市场2001年的30 min实际运行数据得到SCP与平均上网电价的关系,提出不同电价上限情况下SCP与平均上网电价的关系模型,并介绍总平均上网电价的计算。然后得到在电力市场中不同电力供求状况下的电价上限与总平均上网电价的关系,以此给出根据总平均上网电价设定电价上限的模型,并结合算例分析说明在电力供求状况变化时如何根据总平均上网电价设定合理电价上限。

1 SCP与平均上网电价的关系

1.1 SCP介绍

文献[15]提出了SCP的概念,其定义为

$$P_{SC} = \frac{C_{bid} - (L_{fore} - C_{hdse} - C_{nbid})}{C_{bid}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: C_{bid} 是参与电力市场的竞价机组的可用容量; L_{fore} 是预测负荷; C_{hdse} 是华东售电量; C_{nbid} 是非竞价机组的固定出力。为了简化公式及方便下文的分析,定义竞价负荷为

$$L = L_{fore} - C_{hdse} - C_{nbid} \quad (2)$$

则 $C_{bid} - L$ 就代表系统的剩余容量,它占竞价机组可用容量 C_{bid} 的百分比就是SCP。

1.2 SCP与平均上网电价的统计学关系

基于浙江电力市场2001年全年的30 min实际运行数据,由系统可用容量和竞价负荷根据式(1)计算出SCP值,并统计这一期间的SCP和平均上网电价的关系,得到的结果如图1所示。从图1可以看出,随着SCP的减小,平均上网电价呈非线性上升趋势,当SCP处于小于0、0~8%以及8%~40%这3个范围中时,SCP与平均上网电价的关系近似呈直线关系。

根据文献[16]的分析可将图1中的曲线在这3个区间里分别拟合合成3段直线,如图2所示。在图2中,当SCP小于0时,平均上网电价达到其上限值,拟合直线是水平的;当SCP处在0~8%之间时,平均上网电价随着SCP的减小而急速上升;当SCP处在8%~40%之间时,平均上网电价随着SCP的减小而缓慢上升。

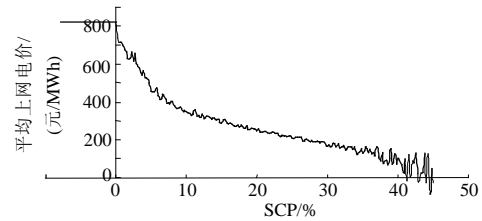


图1 SCP与平均上网电价的统计关系

Fig. 1 Statistical relationship between SCP and average generation price

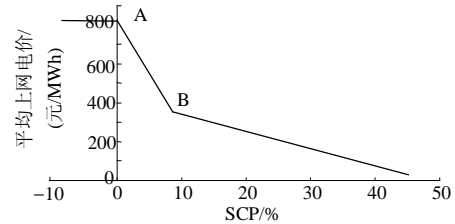


图2 SCP与平均上网电价关系的拟合直线

Fig. 2 Fitting straight lines of relationship between SCP and average generation price

2 SCP与平均上网电价的关系模型

2.1 不同电价上限时SCP与平均上网电价的关系模型

如果参与电力市场竞争的发电商是理性的,即当电价上限改变时他们会相应地调整自己的报价策略,以使所获利润最大化,那么当电价上限上升或下降时,平均上网电价也会随之上升或下降。在浙江电力市场中,由图2可见SCP与平均上网电价的曲线在负荷较高的A、B两点处(即SCP值为0和8%处)发生转折。图3模拟了当电价上限发生变化时SCP与平均上网电价的关系曲线,下面结合该图分析在不同的SCP范围内,系统的平均上网电价随电价上限的改变而变化的过程。

对电价上限从A点上升到D点时的分析如下:

(1) 在SCP小于0时属于负荷极高、电力供不应求的情况,电价达到了其上限值。当电价上限从A点上升到D点后,平均上网电价也会随之达到新的电价上限值,SCP与平均上网电价曲线向上平移。

(2) 当SCP处在0~8%的范围时,市场上的剩余容量较少,负荷处在高峰期,用户对电力的需求很有可能进入高价段,发电商报高价承受的风险较小。为了获取尽可能大的利润,发电商的报价往往会随着剩余容量的减少而急速升高,当市场上的剩余容量接近0时,报价就会十分接近电价上限,如图2中曲线AB所示。当电价上限从A点上升到D点后,发电商报高价的空间也随之上升,为了使

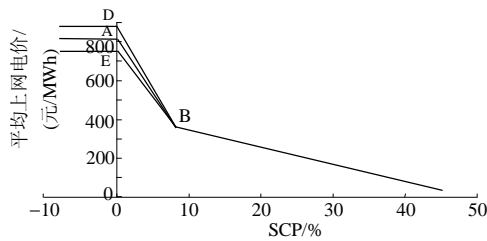


图3 SCP与平均上网电价关系的模拟曲线

Fig. 3 Simulation curve of SCP and average generation price

自己获得的利润最大化, 他们的报价会随着电价上限的上升而升高, 并随着剩余容量的减少而逐渐接近新的电价上限, 所以可认为当 SCP 处于 0~8% 的范围内时平均上网电价会随着电价上限的上升而升高。另外, 根据上文的分析可知, SCP 与平均上网电价之间的关系可拟合成直线, 在图 3 中可将新的上限点 D 点与 B 点相连, 两者间的曲线变为 DB。

(3) 当 SCP 大于 8% 时对应图 2 中的 BC 段, 系统的电力供给相对较充裕。由于市场的大部分正常运行时段在 BC 段, 电厂的主要利润在 BC 段获取, 故通过长时间运行得到的该段曲线通常可以较好地反映电厂的生产成本与其合理利润的关系, 即只要在 BC 段运行, 电厂就可以较好地回收其生产成本并取得其大部分合理利润。此时, 发电商如果报价较高将极有可能使成交量大幅减少, 甚至无法收回发电成本。为避免上述情况的发生, 发电商会随着市场上剩余容量的增多而逐步降低报价, 如图 2 中曲线 BC 所示。所以在 SCP 大于 8% 的范围内, 当电价上限上升以后, 发电商为了收回其发电成本并获取合理利润, 通常采取基本不变的报价策略, 平均上网电价并不会随着电价上限的上升而改变, 故 SCP 与平均上网电价间的曲线可认为仍为 BC。如图 3 所示, 当电价上限由 A 点上升到 D 点时, 整条 SCP 与平均上网电价的关系曲线从 ABC 变化为 DBC。

对电价上限从 A 点下降到 E 点时的分析如下:

(1) 在 SCP 小于 0 的范围内电力供不应求, 电价达到上限。当电价上限从 A 点下降到 E 点后, 平均上网电价也会随之达到新的电价上限值, SCP 与平均上网电价间的曲线向下平移。

(2) 当 SCP 处在 0~8% 的范围内时, 市场上的剩余容量较少, 电力供求较为紧张, 发电商为了获取尽可能大的利润会报出比较高的价格。当电价上限从 A 点下降到 E 点后, 发电商报高价的空间虽然随之减少, 但为了使获取的利润最大化其报价仍

会随着剩余容量的减少而急速升高。当市场上的剩余容量接近 0 时, 报价就会十分接近新的电价上限。如图 3 所示, SCP 与平均上网电价间的关系曲线由 AB 变为 EB。

(3) 当 SCP 大于 8% 时, 电力供给较为充裕, BC 段曲线较好地反映了电厂的生产成本和合理利润, 平均上网电价随着 SCP 的增大而逐步下降。当电价上限从 A 点下降到 E 点后, 发电商为了保证自己的合理利润率并不会随之降低报价, 而是维持在一个合理水平上, 故平均上网电价不会随着电价上限的下降而下降, SCP 与平均上网电价间的曲线仍为 BC。如图 3 所示, 当电价上限由 A 点下降到 E 点时, SCP 与平均上网电价的关系曲线从 ABC 变化为 EBC。

综上所述, 不同电价上限时 SCP 与平均上网电价的关系模型为: 当 SCP 小于 0 时, 电价上限改变将使平均上网电价达到新的电价上限; 当 SCP 处在 0~8% 的范围内时平均上网电价将随着新的电价上限上升或下降, SCP 与平均上网电价的关系仍可拟合为直线; 当 SCP 大于 8% 时平均上网电价不会随电价上限的变化而改变, 两者间的关系保持不变。

2.2 总平均上网电价的计算

由图 2 可知, 根据一段时期内各时间段的竞价负荷可以得到其对应的平均上网电价, 由此通过式 (3) 可计算该时期的总平均上网电价 P_{ta} , 可以用它来评估在一段时期内发电侧的电价情况。

$$P_{ta} = \frac{\sum_{i=1}^N (L_i P_{ai})}{\sum_{i=1}^N L_i} \quad (3)$$

式中: L_i 是时间段 i 所对应的竞价负荷; P_{ai} 是 L_i 所对应的平均上网电价; N 是该时期内包含的时间段总数。例如, 在本文中采用的是 30min 数据, 计算时期为 2001 年, 此时 $N=365 \times 48=17520$ 。

从图 3 可以看出, 不同的电价上限对应不同的 SCP 与平均上网电价曲线, 一旦电价上限 P_{cap} 发生变化, 总平均上网电价 P_{ta} 也会随之改变。即在一定时期内, 对应不同的电价上限可以计算得到相应的一对电价上限与总平均上网电价的值 (P_{cap}, P_{ta}), 这样通过 SCP 就得到了电价上限与总平均上网电价之间的关系。

3 电价上限与总平均上网电价之间的关系

3.1 概述

由式(1)(2)(即 SCP 的定义)可知, 电力市场中竞价机组的可用容量 C_{bid} 及竞价负荷 L 决定了 SCP 的

大小。同时,由于通过 SCP 建立了电价上限与总平均上网电价之间的关系,所以可通过可用容量 C_{bid} 及竞价负荷 L 的变化来研究电价上限与总平均上网电价的关系。

3.2 可用容量与竞价负荷均保持不变

基于浙江电力市场 2001 年的 30 min 历史运行数据,根据上文介绍的方法可以计算出相应的总平均上网电价。该年的电价上限为 820 元/MWh,总平均上网电价为 337.55 元/MWh。如果可用容量和竞价负荷均保持不变,电价上限从 200 元/MWh 变化到 1800 元/MWh,SCP 与平均上网电价的曲线就会发生相应变化,如图 3 所示。根据相应的曲线。通过式(3)可计算得到对应的总平均上网电价。

电价上限与总平均上网电价的关系曲线如图 4 所示。从图 4 可以看出,在一定的竞价负荷水平下,电价上限与总平均上网电价呈线性关系,随着电价上限的上升,总平均上网电价会相应上升。从图 3 可以看出,当电价上限上升时,在 $SCP < 8\%$ 的范围内,电价会有不同程度地抬高。即如果电力市场中某一时期的负荷情况有一部分分布在该范围内,总平均上网电价就会随着电价上限的上升而上升,如图 4 所示。

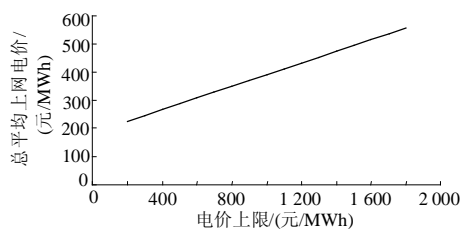


图 4 电价上限与总平均上网电价的关系

Fig. 4 Relationship between price cap and total average generation price

3.3 可用容量不变, 竞价负荷变化

电力市场中的负荷在不同时期会产生一定变化,例如工业用电一直在全社会用电中占较大比重,随着工业的快速发展,社会用电负荷必然会受其影响而增长。另外,不同季节的社会用电负荷情况也会有所变化,夏季的用电负荷明显高于其他季节。因此,研究不同负荷情况对电价上限与总平均上网电价之间的关系的影响具有实际的意义。图 5 是在浙江电力市场 2001 年全年 30 min 历史数据的基础上,假设可用容量 C_{bid} 保持不变,竞价负荷 L 从减少 20% 到增长 50% 变化时电价上限与总平均上网电价间的曲线关系。由图 5 可见,在一定的可用容量下,当竞价负荷发生变化时存在以下情况:

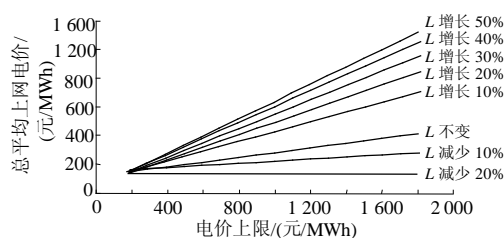


图 5 竞价负荷变化时电价上限与总平均上网电价的关系
Fig. 5 Relationship between price cap and total average generation price when bidding load changes

(1) 当电价上限相同时,竞价负荷越高电力供求越紧张,总平均上网电价也越高。

(2) 在不同竞价负荷下(除去竞价负荷减少 20% 的特殊情况),总平均上网电价与电价上限呈线性关系。随着电价上限的上升总平均上网电价也相应上升,这与从图 4 中得到的结论是一致的。

(3) 在电价上限增加幅度相同的情况下,随着竞价负荷的增长,总平均上网电价增加的幅度也在增大,即曲线斜率随着竞价负荷增长而变大,竞价负荷越高,总平均上网电价对电价上限的变化就越敏感。

(4) 当竞价负荷减少 20% 时,随着电价上限的升高,总平均上网电价保持不变,图 5 中对应的曲线是水平的。这是由于此时市场处于轻负荷状态,剩余容量较大,相应的 SCP 值升高并全部大于 8%。由于电力供给非常充裕,发电商为了获得尽可能多的成交电量,通常不会随着电价上限的上升而抬高报价,这样平均上网电价就不会受到电价上限改变的影响。

3.4 可用容量变化, 竞价负荷不变

电力市场中的可用容量有时也会发生改变,例如随着电源的建设可用容量会增加,而当发电机组发生故障或进行检修时可用容量会减少。图 6 在浙江电力市场 2001 年全年 30 min 历史数据的基础上,假设市场中的竞价负荷 L 保持不变,可用容量 C_{bid} 分别增长 10%、20% 和减少 10%、20% 所对应的电价上限与总平均上网电价间的曲线关系。由图 6 可

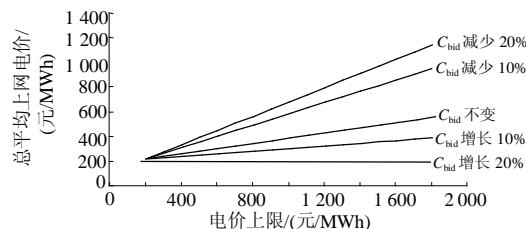


图 6 可用容量变化时电价上限与总平均上网电价的关系
Fig. 6 Relationship between price cap and total average generation price when system available capacity changes

见, 当竞价负荷保持恒定、可用容量发生变化时存在以下情况:

(1) 当电价上限相同时, 可用容量越低市场供求关系越紧张, 总平均上网电价就越高。

(2) 在不同的可用容量情况下(除可用容量增长 20%以外), 总平均上网电价与电价上限呈线性关系, 总平均上网电价随着电价上限的上升而上升。这与图 4、5 中得到的结论相符, 说明在一定的市场供求状况下, 总平均上网电价与电价上限呈线性递增的关系。

(3) 可用容量越低, 总平均上网电价随着电价上限的升高上升得就越快, 曲线斜率越大。这表明电力供求越紧张电价上限的改变对总平均上网电价的影响就越大。

(4) 当可用容量增长 20%时, 随着电价上限的升高总平均上网电价保持不变, 图 6 中对应的曲线是水平的。这与竞价负荷减少 20%的情况类似, 此时市场上电力供求关系较为宽松, 剩余容量较大, SCP 值增长到大于 8%的范围内, 平均上网电价不因电价上限改变而变化, 所以总平均上网电价保持恒定。

3.5 可用容量和竞价负荷均变化

在电力市场的实际运行中, 竞价负荷 L 和可用容量 C_{bid} 很可能同时发生变化。图 7 是在浙江电力市场 2001 年全年 30 min 历史数据的基础上, 假设竞价负荷增长 10%、可用容量减少 10%以及竞价负荷减少 10%、可用容量增长 10%的情况下电价上限与总平均上网电价的关系曲线。可见当电力市场中的竞价负荷增长 10%且可用容量减少 10%时, 电力供求关系变得紧张, 市场剩余容量减少, 总平均上网电价随着电价上限的上升而线性升高, 其曲线斜率大于竞价负荷和可用容量保持不变时的情况。当竞价负荷减少 10%且可用容量增长 10%时, 电力供

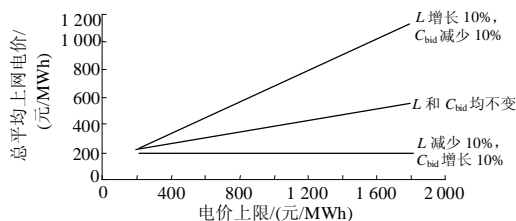


图 7 竞价负荷和可用容量均变化时
电价上限与总平均上网电价的关系

Fig. 7 Relationship between price cap and total average generation price when bidding load and system available capacity both change

求关系变得宽松, 市场剩余容量较多, SCP 值都升高到大于 8%的范围内, 总平均上网电价保持恒定, 不受电价上限变化的影响。

3.6 小结

由以上分类讨论可知, 竞价负荷和可用容量的变化对电价上限与总平均上网电价之间的关系的影响有一定的相似性, 具体表现为:

(1) 在同一电价上限下, 竞价负荷的增长或可用容量的减少使得电力市场中的可用容量降低, 电力供求关系变得紧张, 总平均上网电价上升。

(2) 在一定的电力供求状况下, 只要相应的 SCP 值有一部分分布在小于 8%的范围内, 那么总平均上网电价就与电价上限呈线性递增关系, 电价上限上升, 总平均上网电价也升高。

(3) 当电力市场中的竞价负荷越高或可用容量越少时, 电力供求关系就越紧张, SCP 值越小, 这也可以从 SCP 的定义中得出。由式(1)(2)可以推得

$$P_{SC} = \left(\frac{C_{bid} - L}{C_{bid}} \right) \times 100\% = \left(1 - \frac{L}{C_{bid}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

此时电价上限与总平均上网电价之间的关系曲线的斜率越大, 总平均上网电价随着电价上限的上升而升高得越快。可以预见, 如果随着竞价负荷的不断增长电力市场中的可用容量未能及时补充, 电力供求关系将愈发紧张, 最终总平均上网电价将与电价上限等幅增长, 两者间的曲线斜率达到 1。

(4) 当电力市场中的竞价负荷较低或可用容量较高(即剩余容量较大), 从而使相应的 SCP 值都处在大于 8%的范围内时, 由图 3 可知平均上网电价不受电价上限变化的影响。这样, 总平均上网电价保持恒定, 不随电价上限的变化而改变, 两者间的曲线斜率为 0。

由以上分析可见, 发电侧的总平均上网电价会随着电力市场中的供求状况的变化(即竞价负荷或可用容量的变化)而显著地变化, 它与电价上限呈线性关系, 所以调整电价上限可以使总平均上网电价处在理想的范围内。

由于销售侧电价通常是不会轻易变动的, 而发电侧的总平均上网电价会随着电力市场中供求状况的变化而改变, 这样电力企业的盈利率就会随之波动, 这不利于其正常运作, 也会影响整个电力市场的发展。所以, 当电力市场中的供求状况发生一定的变化时需要适时调整电价上限, 使市场中的总

平均上网电价保持在一个较为合理的水平,从而降低可能带来的金融风险。

4 根据总平均上网电价设定合理的电价上限

4.1 根据总平均上网电价设定电价上限的模型

利用上文中得到的电价上限与总平均上网电价的关系可以设定合理的电价上限,该计算模型可归纳为:

(1) 由实际运行数据统计一段时期内的 SCP 与平均上网电价之间的关系曲线,如图 2 所示。

(2) 假定电价上限在一定范围内变化,根据图 3 所示的模型得到不同电价上限 P_{cap} 下的 SCP 与平均上网电价的关系曲线,并利用式(3)计算对应的总平均上网电价 P_{ta} ,得到多对 (P_{cap}, P_{ta}) 值以及电价上限与总平均上网电价的关系曲线。

(3) 当电力市场中的供求状况改变(即可用容量或竞价负荷发生变化)时,重复步骤(2)计算不同电力供求状况下的多对 (P_{cap}, P_{ta}) 值,并得到相应的电价上限与总平均上网电价的关系曲线。

(4) 根据步骤(2)(3)中得到的数据绘制如图 5、6、7 所示的不同电力供求状况下的电价上限与总平均上网电价关系曲线图,并得到曲线方程。

(5) 当电力供求状况改变时,由步骤(4)中得到的曲线方程可以计算出在该情况下按照合理的总平均上网电价所应设定的电价上限。

4.2 算例分析

根据浙江电力市场 2001 年全年 30 min 历史运行数据及当年实际的竞价负荷情况可得到相应的电价上限为 820 元/MWh,总平均上网电价为 337.55 元/MWh。在以下算例中假设在浙江电力市场 2001 年的 30 min 历史运行数据基础上电力供求状况发生改变,但仍希望总平均上网电价维持在 337.55 元/MWh。电价上限设定方法为:

(1) 可用容量不变,竞价负荷变化。

如图 5 中的相应曲线所示,当电力市场中的可用容量不变、竞价负荷增长 10% 时,总平均上网电价与电价上限间的直线方程为

$$y = 0.4479x + 114.12。$$

式中: x 代表电价上限; y 代表总平均上网电价。假如总平均上网电价仍为原来的 337.55 元/MWh,那么代入直线方程可计算得到对应的新的电价上限应设为 498.83 元/MWh。

(2) 可用容量变化,竞价负荷不变。

如图 6 中的相应曲线所示,当电力市场中的竞价负荷不变、可用容量增长 10% 时,总平均上网电价与电价上限间的直线方程为:

$$y = 0.1085x + 176.49$$

要使总平均上网电价为 337.55 元/MWh,代入方程可计算出新的电价上限为 1484.42 元/MWh。

(3) 可用容量和竞价负荷均变化。

如图 7 中的相应曲线所示,当竞价负荷增长 10% 且可用容量减少 10% 时,总平均上网电价与电价上限间的直线方程为:

$$y = 0.5721x + 91.49$$

当总平均上网电价为 337.55 元/MWh 时,解方程可得相应的电价上限应调整为 430.10 元/MWh。

以上 3 个算例对 3 种可能的电力供求状况变化类型下的电价上限进行了计算,给出电价上限的调整建议。如果在电力供求状况变化后所要求的总平均上网电价并非原值而是其他数值,则处理方法相同,只要代入曲线方程便可得出相应的电价上限。由上述算例可知,如果要使电力市场中的总平均上网电价保持在一定水平,那么当电力供求关系变得紧张(即竞价负荷增长或可用容量减少)时,需要下调电价上限;当电力供求关系变得宽松(即竞价负荷减少或可用容量增长)时,需要上调电价上限,电价上限的设定值可以根据具体的总平均上网电价及其与电价上限的关系曲线求得。

5 结论

(1) 本文基于浙江电力市场 2001 年的 30 min 历史数据获得了 SCP 与平均上网电价的关系,进而得到了在不同电价上限情况下两者之间的关系模型,该模型可用于研究电价上限变化时电力供求状况与平均上网电价之间的关系。

(2) 本文通过改变竞价负荷和可用容量研究了不同电力供求状况下电价上限与总平均上网电价的关系。这些研究结果既可以用来初步分析在电力市场的一定电力供求状况下不同电价上限对总平均上网电价的影响,也可用于分析在电价上限一定的情况下不同电力供求状况对总平均上网电价的影响,以及在电力供求状况和电价上限均发生变化时电力市场总平均上网电价的变化。

(3) 本文利用电价上限与总平均上网电价的关系提出了根据总平均上网电价设定电价上限的

新模型, 利用该模型可以根据电价上限与总平均上网电价间的关系方程设定一个基本合理的电价上限, 使发电侧的电价保持在合理水平上, 这对于电力市场的稳定运行具有积极的意义。

(4) 影响电价的因素有很多, 如电力成本、市场供求状况、市场参与者的市场力以及国家的经济政策等。本文针对电力市场中的供求状况对电价的影响讨论了合理电价上限的设定方法。在以后的研究中可以进一步综合考虑其他因素对电价的影响, 从而得到更全面合理的电价上限设定方法。

参考文献

- [1] 文福拴, 吴复立, 倪以信. 电力市场环境下的发电容量充裕性问题[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(19): 16-22.
Wen Fushuan, Wu Fuli, Ni Yixin. Generation capacity adequacy in the deregulated electricity market environment[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(19): 16-22(in Chinese).
- [2] Wilson J F. Scarcity, market power and price caps in wholesale electric power markets[J]. The Electricity Journal, 2000, 13(9): 33-46.
- [3] 杨洪明, 刘建华. 电力市场环境电价区域划分问题的尺度空间层次聚类算法[J]. 电网技术, 2004, 28(22): 53-60.
Yang Hongming, Liu Jianhua. A scale space hierarchical clustering method for price zone partitioning in power market environment [J]. Power System Technology, 2004, 28(22): 53-60(in Chinese).
- [4] 吴政球, 叶世顺, 匡文凯. 电力市场环境下的可靠性电价与可靠性交易[J]. 电网技术, 2006, 30(4): 74-77.
Wu Zhengqiu, Ye Shishun, Kuang Wenkai. Reliability transaction and reliability pricing in electricity market environment[J]. Power System Technology, 2006, 30(4): 74-77(in Chinese).
- [5] 张富强, 周浩. 电力市场中的电价分布问题[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(4): 22-28.
Zhang Fuqiang, Zhou Hao. Probability distribution of prices in electricity market[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(4): 22-28(in Chinese).
- [6] 王雁凌, 张粒子, 杨以涵. 边际电价结算和发电方报价价格结算竞价机制的经济分析[J]. 电网技术, 2004, 28(11): 14-17.
Wang Yanling, Zhang Lizi, Yang Yihan. An economic analysis of competition mechanisms for system-margin-pricing and pay-as-bid [J]. Power System Technology, 2004, 28(11): 14-17(in Chinese).
- [7] Borenstein S. The trouble with electricity markets: understanding California's restructuring disaster[J]. Journal of Economic Perspectives, 2002, 16(1): 191-211.
- [8] 丁会凯, 周光耀, 王红艳, 等. 我国电力监管体系下的电价规制探析[J]. 华东电力, 2005, 33(9): 10-12.
Ding Huikai, Zhou Guangyao, Wang Hongyan, et al. Regulatory over grid enterprises in modern industry supervision system[J]. East China Electric Power, 2005, 33(9): 10-12(in Chinese).
- [9] 丁晓莺, 王锡凡. 一种基于独立电价变量的节点电价模型[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(8): 16-20.
Ding Xiaoying, Wang Xifan. Nodal pricing model based on independent price variables[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(8): 16-20(in Chinese).
- [10] Stoft S. Power system economics: designing markets for electricity [M]. New York: Wiley-IEEE Press, 2002.
- [11] Noel D U. Price caps and the error in X-factor calculations [J]. Information Economics and Policy, 2000, 12(4): 329-339.
- [12] Parker D. Price cap regulation, profitability and returns to investors in the UK regulated industries[J]. Utilities Policy, 1997, 6(4): 303-315.
- [13] 李灿, 龚乐年, 宋燕敏, 等. 电力市场中现货电价的分析[J]. 电力系统及其自动化学报, 2001, 13(6): 67-70.
Li Can, Gong Lenian, Song Yanmin, et al. The analysis of spot prices in electricity market[J]. Proceedings of the EPSA, 2001, 13(6): 67-70(in Chinese).
- [14] 许诺, 文福拴, 颜汉荣, 等. 设置发电公司报价上限的一种启发式方法[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(13): 19-23.
Xu Nuo, Wen Fushuan, Ngan H W, et al. A heuristic approach to price cap setting for generation companies in electricity markets [J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(13): 19-23(in Chinese).
- [15] 周浩, 陈建华, 孙维真. 电力市场中的电价分析与调控[J]. 电网技术, 2004, 28(6): 37-40.
Zhou Hao, Chen Jianhua, Sun Weizhen. Analysis and adjustment of electricity price in the electricity market[J]. Power System Technology, 2004, 28(6): 37-40(in Chinese).
- [16] 康建伟, 周浩. 电力市场合理价格上限之确定[J]. 继电器, 2005, 33(9): 6-8.
Kang Jianwei, Zhou Hao. A reasonable choice of price cap in electricity market[J]. Relay, 2005, 33(9): 6-8(in Chinese).

收稿日期: 2007-02-16。

作者简介:

周浩(1963—), 男, 副教授, 主要从事电力市场和电力系统方面的研究;

熊祥鸿(1983—), 女, 硕士, 主要从事电力系统方面的工作, E-mail:

xiang-xh@sohu.com;

张富强(1982—), 男, 博士研究生, 主要从事电力市场方面的研究。

(编辑 王金芝)

特高压直流试验基地±800 kV 直流试验线段直流场正式带电运行

位于北京中关村科技园区昌平园的国家电网公司特高压直流试验基地±800 kV 直流试验线段直流场于 2007 年 6 月 25 日 20 时 58 分一次成功升压至±800 kV, 并连续带电试运行 2 小时, 场内噪声远低于国家环境噪声限值, 已具备向试验线段全线供电条件。中国电力科学研究院张文亮院长、于永清副院长亲临特高压直流试验基地见证了这一历史时刻, 特高压直流试验基地建设现场指挥部副总指挥、院副总工程师李光范, 现场副总指挥、实业公司总经理荆永坤, 党群工作部主任候毅, 院长办公室副主任刘建忠、王冬松, 高压研究所(电磁环境研究所)总工程师陆家榆一同参加。