

# 电力市场运营监管信息系统

李瑞庆<sup>1</sup>, 刘敦楠<sup>2</sup>, 何光宇<sup>2</sup>, 王治华<sup>1</sup>, 郭家春<sup>2</sup>, 赵 岩<sup>1</sup>, 陈雪青<sup>2</sup>

(1. 上海市电力公司, 上海市 200025; 2. 清华大学电机系, 北京市 100084)

**摘要:** 市场中的违规和市场力滥用现象会损害电力市场的效率和社会效益,有必要采取有效的办法进行监视和识别,以便及时采取对策。通过建立市场评价的指标体系和完善的市场监管信息系统,可以达到上述目的。文中结合上海电力市场运营监管信息系统的运行实际,介绍了市场监管信息系统的任务、组成和评价指标应用实例,并提出了建立电力市场预警机制的构想。

**关键词:** 电力市场监管; 评估指标; 市场力; 评价系统; 预警机制

**中图分类号:** TM73; F123.9

## 0 引言

为了维护电力市场公平、公正、公开的原则,保障电力市场的健康发展,提高市场的效率和社会效益,市场运营者有必要对市场交易活动及合同执行情况进行有效地监视,对市场运营状况进行及时、准确地评价,以便尽早发现市场中存在的问题并采取措施加以解决。

市场运营监管的核心问题,是如何建立一种有效的方法,来分析和评价电力市场的运营状况。市场分析,是研究市场长期的运营数据,发掘潜在的市场运行规律;市场评价,是依据市场规律,利用统一的标准,对市场整体及各参与者在各个时期的状况和行为进行评判,为市场运营者识别异常和管理决策提供科学依据。

文献[1]中介绍的电力市场评价指标体系全面、系统地介绍了电力市场分析所需的各类指标和评价方法,为市场运营监管和预警机制提供了理论基础。

本文将结合上海电力市场运营监管信息系统的运行实际,介绍市场监管信息系统的任务、组成、指标体系和实例分析。

## 1 市场运营存在的问题及市场监管的任务

电力工业改革,建立电力市场,其根本目的是通过市场机制来实现资源的优化配置。但是,市场改革和运营中总会出现各种各样的问题,阻碍电力市场的健康发展。这些问题大致可以归为 2 类:违规和垄断。市场运营监管的任务就是为解决这 2 类问题而制定的。

### 1.1 违规

违规,即市场的主体不遵守市场规则,而使得市场不能按照预先设定的方向发展。

电厂的违规行为包括违规申报、不遵守调度指令、不按要求披露信息等。我国电厂的发电计划由调度中心统一制定和调度,因此,调度中心的违规行为包括计划制定的不公正、合约电量不能如期完成等。

### 1.2 市场力的滥用行为

市场中往往存在以下 3 种虽不违规但有损于市场效率和效益的竞标策略:

a. 暴利定价:通常表现为具有市场力的供应者利用自身优势地位抬高市场价格的行为。

b. 供应者联盟:通常表现为 2 个或多个供应者通过私下协调竞标策略,以左右市场价格的行为。其实质是:联盟所具有的市场力大于参与联盟的单个供应者各自的市场力。

c. 市场投机行为:通常表现为供应者利用特殊的时机或特殊的地位趁机抬高报价的行为。如利用负荷高峰、供应不足时段、调峰调频、阻塞等机会。市场投机属于特殊的暴利定价行为,特指那些平时不具有市场力或市场力甚微的供应者利用暂时性的市场力提升而进行暴利定价。

从本质上讲,市场运营中各种有损于市场效率和效益的行为都源于供应者市场力的存在,均可称为市场力的滥用<sup>[2]</sup>。

具有市场力的供应者利用了自身拥有的这种能力抬高报价,就会导致市场价格的升高。因此,识别和评价市场垄断力的存在,必须既分析原因——各供应者的市场力,也分析结果——市场层的市场力,并比较差异——竞标策略<sup>[3]</sup>。

### 1.3 市场运营监管的任务

基于以上分析,市场监管的任务可以归为以下2类:

a. 监视市场规则是否得到遵守。包括:监视各电厂是否按调度计划发电;监视各电厂期货合同完成的进度;监视调度是否公平安排各电厂的发电进度。

b. 评价市场竞争性和效率。包括:评价市场条件是否有利于市场力的产生;评价供应者有无市场力;评价供应者的竞标策略是否在滥用市场力;评价市场竞争是否充分、市场效率如何?

## 2 监管信息系统的组成

电力市场监管信息系统包括信息采集系统、市场评价及预警系统、信息发布系统3部分。

### 2.1 监管信息采集系统

#### a. 系统功能

信息采集系统负责采集与市场监管内容有关的各类信息,为市场分析和评价提供数据支持。

信息采集系统应根据实际情况,在EMS,SCADA,MIS和电力市场技术支持系统中定时进行数据的采集、清理和更新。为了适应市场分析评价的需要,这里采用数据仓库技术,对从分布数据源采集来的数据进行集成。

#### b. 采集数据的内容

数据内容包括:各电厂机组容量、成本信息;各机组检修计划信息;市场负荷预测数据;区域外购售电信息;各电厂期货合同及执行情况信息;各电厂目前调度计划信息;各电厂申报电力电价信息;各电厂报价修改记录;各电厂成交电力电价数据;各电厂实际发电、上网数据。

### 2.2 市场评价及预警系统

指标计算及市场评价是运营监管信息系统的核。电力市场评价指标体系<sup>[1]</sup>是运营监管和市场评价的理论基础。体系共包括市场供需、市场结构、供应者地位、竞标策略、交易结果等5类评价指标。其中,市场供需与市场结果以市场整体状况为评价对象;供应者地位、竞标策略以各供应者为评价对象;交易结果类指标反映市场成交状况,是前4类指标共同作用的结果。

在实际应用中,上述指标体系所涉及的评价主题和内容,按照时间进度可以分为交易前、交易中和交易后评价。

#### a. 交易前评价及预警

每日开市前,对市场结构、供需状况和各供应者

的地位进行评价,提供预警功能,针对明显不利于开市交易的市场条件,建议不开市。

#### b. 交易中评价及预警

每日申报开始后至交易截止期间,对各电厂的重复申报情况进行监视,提供预警功能,针对竞价电厂串通、投机等行为的明显征兆,建议停市。

#### c. 交易后评价

每日交易结束后即可对当天交易情况进行评价;也可定期(每星期、每月、每年)对历史交易数据进行综合分析评价。评价市场的竞争性,评价各供应者的市场力及竞标策略的成败,研究市场规律,针对交易结果显示的市场竞争不充分、供应者间联盟、个别供应者滥用市场力等现象,提出警告信号。

### 2.3 监管信息发布系统

#### a. 系统功能

监管信息发布系统负责按日、月、季、年等时间间隔,定期将市场监管与评估的结果予以公布。具体功能包括:及时公布各类市场监管图表;定期计算各类市场评价指标;根据市场评价体系计算评分;在交易前、交易中,根据评分结果对异常情况提出预警;按日、月、季、年等时间间隔,定期生成并发布市场分析报表。市场运营者和监管委员会专家可通过信息发布系统及时了解电力市场的运营状况,并对市场中的垄断、投机及违规现象做进一步的研究和处理。

#### b. 信息发布的內容

发布的信息有2类:一类是数据信息,一般由系统自动计算生成,是以数据表格、图形方式发布的数据、指标、评分等;另一类是结论性信息,如系统根据评分结果给出的预警信息、运营者或专家根据数据信息撰写的市场分析评估报告。

这2类信息在监管信息发布系统中同时发布,第1类由信息系统自动计算并发布,第2类则由接口输入或上载。

## 3 监管信息系统应用实例

上海电力市场是国内试点的省级电力市场,自2000年至今已运行4年。市场模式是供应侧单边竞争的日前现货交易市场,现货交易电量占总发电能力的10%左右,其余发电量由年度合约电量决定。

下面介绍上海电力市场运营监管及市场评价系统的3个应用实例,包括期货调度监视、供应者竞标策略监视和市场电价监视3方面的问题。

### 3.1 电厂期货完成率监视

为了保证电厂期货合同的履行,维护公平、公正的原则,加强对调度员工作的绩效管理,我们将运营监管信息系统应用于期货调度工作。

图 1 显示了某发电公司逐月期货完成和增长情况。柱状图显示了各月实际的期货发电量;年度期货合同完成率定义为年累计期货发电量与年总期货合同电量之比;某段时期(日/月/年)调度计划完成率定义为电厂实际期货发电量与相应的调度计划发电量之比。

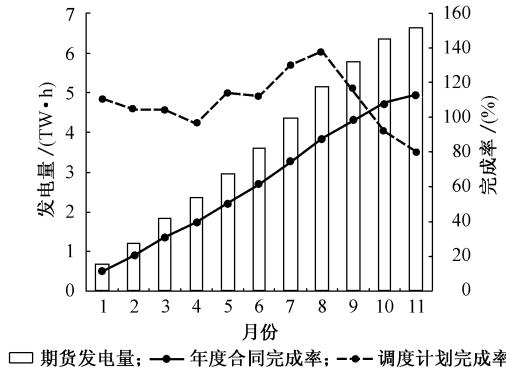


图 1 电厂逐月期货完成情况统计

Fig. 1 Monthly progress of plant's future energy generation

可以看出,至10月底该发电公司已完成了全年的期货合同;1月~9月,调度计划超额完成,而10月和11月调度计划完成率下降。

当某一电厂的年度期货合同未能完成时,可能有两方面的责任:电网调度计划不当,或电厂未能按调度指令发电。比较期货调度计划完成率和年度合同完成率这2个指标,如图2所示,可以分辨出责任的归属:若调度计划完成率为100%,而合同完成率小于100%,则是电网调度的责任;若两者都小于100%,且计划完成率小于合同完成率,那么责任在电厂。

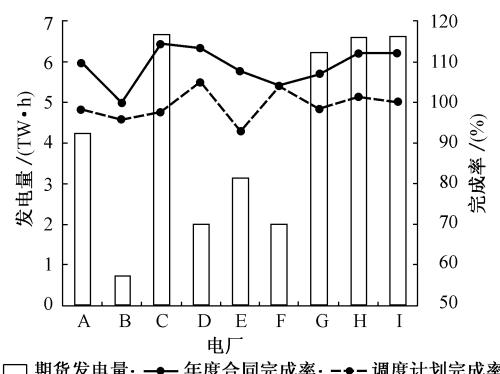


图 2 各电厂期货完成情况比较

Fig. 2 Comparison of plants' progress of future energy generation

电网调度中心在安排调度计划时,应当在保证电网安全稳定运行的前提下,尽量保证各电厂的期货合同能够以相同的进度完成。

比较各电厂的期货完成率和年度合同完成率,有助于监视电网调度计划的公平性和公正性。由图2可知,电厂B的年度合同完成率最低,为99.76%。观察电厂B的调度计划完成率仅为95.88%,可见该电厂的年度合同未完成,主要原因是电厂未能很好地完成调度计划而造成的。

### 3.2 供应者竞标策略分析

本实例研究供应者竞标策略,以发现是否存在联盟等有害于市场效率的行为。

某电厂的可用容量份额或申报电力份额均可表示为 $q_i / \sum_{j=1}^n q_j$ ,即单个电厂的现货空间(申报电力)占所有竞价电厂之和的比例。图3显示了各电厂的可用容量份额、申报电力份额及申报持留比率。

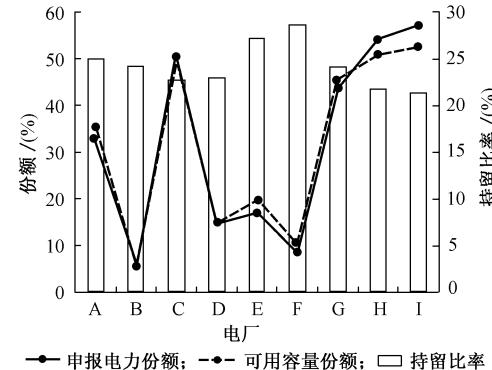


图 3 电厂容量策略峰时比较

Fig. 3 Comparison of different plants' capacity strategy

由图3可见,可用容量份额与申报电力份额曲线几乎完全重合,反映了各电厂在制定申报策略时具有一定的默契,即按照各自可用容量的一定比例来申报。

电厂申报的持留比率反映了电厂对容量的控制程度,可表示为:持留比率=(可用容量-申报电力)/可用容量。

图3中各电厂的持留比率都很高,为21%~29%,可见各电厂都保留了相当部分的可用容量没有参与市场申报,这样的结果将导致市场供应的相对紧张。

从这个例子可得出以下结论:

a. 各电厂存在默契,共同控制申报电量,从而人为造成市场供应紧张,市场价格升高。这种状况不仅损害市场效益,还导致市场无法对边际成本高的电厂进行淘汰,失去了优化配置资源的功能。

b. 根据数据分析可以推断,各电厂以对需求的预测和自己现货空间的比例来确定申报电力。

### 3.3 市场竞争性分析

#### 3.3.1 市场供需对市场竞争性的影响

本实例分析市场价格逐月变化的情况,以及市场价格受市场供需影响的规律。

参见文献[1]中对市场供需类指标的定义,市场平衡状况是指市场供应是否满足需求,具体由容量充裕度和申报充分度两个指标来体现,前者反映了市场总现货空间与现货需求之比,后者反映总申报电力与需求之比。其中,现货空间是指电厂可用于现货市场竞争的最大容量。

图4是2000年3月~2004年3月市场平衡指标高峰时段均值逐月变化的情况。

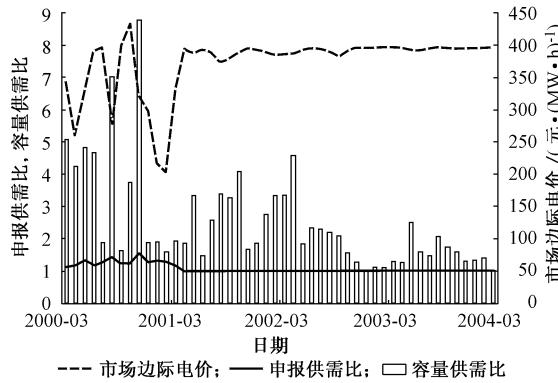


图4 市场供需指标的逐月变化

Fig. 4 Monthly transformation of market balance indexes

可以看到,市场容量供需比即市场总现货空间与需求之比,2000年~2004年的总趋势在降低,说明电力供应能力逐年紧张,但始终供大于求。市场边际电价在2000年3月~2001年3月有较大波动,大大低于最高限价,而在2001年4月之后趋于平稳,接近最高限价。市场申报供需比是市场供应商总申报电力与需求之比,2001年3月之前波动较大,数值大于1,而2001年4月之后接近于1。

比较市场申报供需比与容量供需比,可以看出,市场供应商对申报电力进行了控制,与其自身现货空间几乎没有相关性。这一现象在2001年4月之后更加明显,申报供需比趋近1,说明各供应商是按对需求的预测来申报的,且相互间存在某种默契。

比较市场申报供需比与市场边际价格,可以看出,申报供需比大于1时,市场竞争性较好,边际价格低于最高限价。

从这个例子可得出以下结论:

a. 市场边际电价受市场供需平衡状况的影响,市场供应越充足,市场竞争就越充分,市场边际价格

越有可能降低。

b. 申报供需比是反映供需状况的最直接指标,各供应商之间竞争强时,申报电力大于市场需求,将降低电价;供应商之间存在默契、协同时,总供应趋向总需求,电价将上涨趋于价格上限。

c. 在进行交易前评价时,若计算出的容量供需比较小,应给出预警,并建议调整电厂的检修计划。

#### 3.3.2 竞标策略对市场竞争性的影响

图5是2000年3月~2004年3月各供应商竞标策略指标高峰时段均值逐月变化情况。

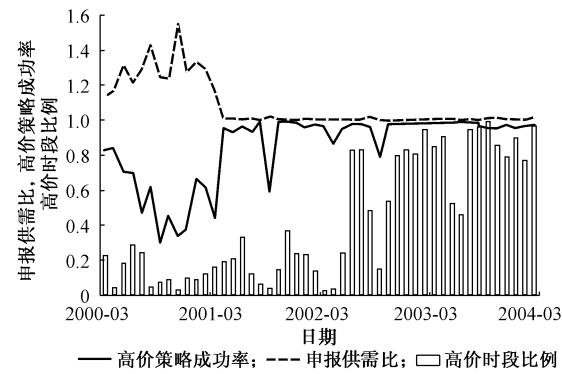


图5 市场总体策略指标的逐月变化

Fig. 5 Monthly transformation of bidding strategy indexes

参见文献[1]中的定义,高价时段比例反映了供应商报价接近最高限价的次数占总报价次数的比例;高价策略成功率反映了报高价时的中标率。由图5看出,随着申报供需比接近1,高价时段比例和高价策略成功率两项指标均有明显的上升。

联系3.3.1节中对市场供需状况的分析,由于供应商控制申报容量,使申报供需比趋近1,这将提升每一个供应商自身的竞标地位。供应商地位越是不可或缺,其高价策略成功率越高。

从这个例子可得出以下结论:

a. 市场边际价格受市场竞标容量策略和竞价策略的影响。

b. 市场价格是由供应商竞标策略直接决定的,报高价时段比例越高,报高价时的成功率越高,市场的边际价格也越高。

c. 供应商报高价时的成功率是由其市场地位是否关键决定的,供应商的控制申报容量是提升竞标地位的手段,供应商就是通过容量策略和价格策略的配合来左右市场价格的。

## 4 结论

电力市场运营监管信息系统的建立,对电网调

度者、市场运营者、市场监管者、市场规则制定者均具有重要意义，主要表现在以下方面：

a. 监管预警。运营监管系统的预警功能可以为市场运营者和电网调度者及时提供市场交易、市场规则执行情况的信息，有助于提高管理效率、降低管理风险。

b. 发掘规律。运营监管系统为市场运营、监管相关人员提供了数据分析的平台，有助于更清楚地了解市场状况，更深入地发掘市场运行规律。

c. 评价比较。运营监管系统利用市场评价指标体系进行市场分析评价，有助于对不同时期、不同市场规则（如边际价格结算与报价结算）下的市场状况进行纵向对比，有助于对同一时期、同一市场条件下的不同市场供应者的地位和策略进行横向比较。

d. 决策支持。运营监管系统通过采集和处理得到的市场基本数据和评价计算结果，为市场监管者的管理决策、市场规则的制定和修改提供了科学的参考和有力的支持。

本文介绍的市场运营监管信息系统，对加强上海电力市场的运营管理、深入分析市场规律起到了积极作用。系统所依据的电力市场评价指标体系是

在借鉴国外电力市场监管理论的基础上建立的，希望能对我国电力市场监管的发展提供有益的参考。

## 参 考 文 献

- 刘敦楠, 李瑞庆, 陈雪青, 等 (Liu Dunnan, Li Ruiqing, Chen Xueqing, et al). 电力市场监管指标及市场评价体系 (Surveillance Indices and Evaluating System of Electricity Market). 电力系统自动化 (Automation of Electric Power Systems), 2004, 28(9): 16~21
- Anjali Sheffrin. Achieving Competitive Energy Markets Through Effective Structure, Rules and Regulatory Oversight. <http://www.caiso.com/docs/2002/05/01/200205113170613714.pdf>
- Liu Dunnan, Li Ruiqing, He Guangyu, et al. A Market Analysis and Evaluating System for Surveillance of Electricity Market. In: The International Conference on Electric Utility Deregulation, Restructuring and Power Technologies. Hong Kong: 2004. 166

李瑞庆(1968—),男,高级工程师,长期从事电力系统调度与市场运营工作。E-mail: lirq@smepr.com

刘敦楠(1979—),男,博士研究生,研究方向为电力市场监管。E-mail: liudunnan@tsinghua.org.cn

何光宇(1972—),男,博士,副研究员,研究方向为大系统优化、电力市场。E-mail: gyhe@tsinghua.edu.cn

## OPERATING MONITORING AND EVALUATING SYSTEM OF ELECTRICITY MARKET

*Li Ruiqing<sup>1</sup>, Liu Dunnan<sup>2</sup>, He Guangyu<sup>2</sup>, Wang Zhihua<sup>1</sup>, Guo Jiachun<sup>2</sup>, Zhao Yan<sup>1</sup>, Chen Xueqing<sup>2</sup>*

(1. Shanghai Electric Power Company, Shanghai 200025, China)

(2. Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Bad bidding behaviors, such as violation of rules and market power abuses, will damage the performance and social benefit of electricity market, and should be monitored effectively and identified in time. These purposes can be achieved by constructing a comprehensive operating monitoring system and valid evaluating system. This paper introduces the task, constitution and application of the monitoring and evaluating system. Practical examples in Shanghai Electricity Market are presented to illustrate the ideas. The plan of constructing market precaution mechanism is also provided.

**Key words:** monitoring of electricity market; evaluating indexes; market power; evaluating system; precaution mechanism