

基于大数据驱动的报价决策

迟元

(国电内蒙古东胜热电有限公司, 内蒙古鄂尔多斯市, 017000)

摘要: 本文在简要介绍在严峻的电力市场形势下, 以“智慧营销系统”为基础, 基于蒙西现货市场大数据仿真, 为公司提供最为合理的报价, 确保在日前和实时市场的发电量和发电收入的目标实现, 以及市场竞争力分析, 能够有效辅助中长期直接交易的定价机制以及日前现货市场的报价策略, 相比于缺乏数据支撑的主观决策, 大幅降低企业在现货市场中的经营风险从而实现智慧营销, 突破蒙西电网网架不平衡限制; 实现“四先进、一领先、一强化”, 突出抓好市场化电量交易, 提升市场竞争力, 全力扩大市场电量份额。

关键词: 蒙西; 电力多边交易市场; 电量比例; 电价; 智慧营销; 报价

1. 引言

内蒙古电力多边交易市场是我国第一个正式运营的电力市场, 也是运营时间最长, 最稳定的电力市场。蒙西电力现货市场交易即将不间断连续运行, 电力市场正在发生着翻天覆地的变化, “计划电”的时代已经过去, 发电企业间充分竞争的快速来临。

2. 蒙西电力多边交易市场特点

蒙西电网东西部装机容量、用电负荷分布严重失衡; 电网网架结构不稳定, 东部地区薄弱、西部送出东部受限, 东胜公司处于蒙西电网呼丰断面以西, 受电网网架结构、政策约束明显, 市场竞争难度较大; 电力市场交易规则变化莫测, 平均分配趋势明显, 市场差异逐步缩减。

3. 现状及主要问题

(1) 营销经营目标管理粗放; (2) 中长期直接交易的电量和电价依据不充分; (3) 现货市场状况无从把握, 报价策略无分析手段进行计算支撑; (4) 面对充分竞争市场的巨大发电效益风险难以把控。

在现货环境下, 公司经营面临巨大的挑战。因此, 公司亟需开展智慧营销系统建设, 通过基于先进仿真手段的电力市场智能辅助决策系统, 加强公司在电力市场的竞争软实力。

4. 国内外研究现状和发展趋势

(1) 国外研究现状

国外很多国家/地区均进行了电力市场化改革, 其中以美国PJM、ERCOT、MISO、CAISO、澳大利亚以及南美智利、巴西等为代表的国家/地区采用的是集中式的电力市场模式, 而以英国、德国、北欧为代表的欧洲国家采用分散式的电力市场模式。对于电力市场交易辅助决策系统而言, 最核心最基础的功能模块是电力市场仿真。这方面在国外有着比较深刻、成熟的研究和实践。电力市场仿真可以分为两大类: 一类是基于市场主体竞争策略的博弈均衡模型, 另一类

是基于安全约束机组组合和经济调度的生产成本仿真模型 (Production Cost Simulation)。

虽然国外成熟电力市场国家对发电企业辅助决策以及市场仿真有较为深入的研究, 但由于国内市场规则和特点与国外电力市场有较大的差异, 因此国外研究成果难以应用于国内的市场主体。

(2) 国内研究现状

国内电力现货市场建设刚起步, 对于电力现货市场辅助决策系统的研究基本处于纯理论研究阶段, 实际应用的案例较少。

5. 研究内容与预期目标

5.1 研究内容

根据集团《国电电力火电厂智慧企业建设规范》要求, 本文重点进行智慧营销系统的交易辅助决策、报价方案寻优、交易评价分析三个部分的研究和开发。基于蒙西电力市场相关规则, 基于市场仿真和辅助决策支持系统核心算法的研发, 搭建智慧营销系统。

(1) 蒙西现货市场仿真系统

基于蒙西电力现货市场仿真模型, 研究构建蒙西电力市场的发电电源、输电网以及电力负荷以及控制区间联络线的数据模型的方法, 具备对蒙西电力现货市场的仿真计算功能。

(2) 报价决策辅助支持系统

在“四个成本”和“四个电价”测算基础上, 结合蒙西市场交易规则、竞争对手情况, 以蒙西现货市场仿真系统为技术手段, 对蒙西电力现货市场进行仿真, 通过复盘过程精细化矫正仿真边界条件和输入参数, 进行日前以及中长期时间尺度的电价预测。

(3) 交易评价

基于公司市场交易价格、区域平均市场交易价格以及竞争对手市场交易价格情况, 结合“四个成本”和“四个电价”, 研究公司的市场交易盈利能力、市场竞争力的评价方法, 确

保公司市场交易价格满足市场交易盈利目标。

6.实施方法与研究

6.1 技术路线

开展面向蒙西电力现货市场的仿真关键技术的研究,包括日前市场出清模型、日内市场出清模型以及实时市场出清模型;基于蒙西电力现货市场仿真模型成果,提出适用于公司的辅助决策系统关键方法,提出现货报价的重点考虑因素、关键指标和场景构建方法。基于提出的蒙西现货市场仿真模型,构建蒙西源网荷数据模型。具体研究方法和技术路线如下。

(1) 收资调研

火电机组曲线分解:在新能源曲线分解及火电机组组合出清结果的基础上,以各机组合约电量完成均衡度为目标函数,考虑负荷平衡、爬坡速率、安全断面、旋备容量等约束条件,计算出清各机组次日96点计划运行曲线。

目标函数:

$$\min \sum_{i=1}^N \left(\frac{H_{i,T+1} + K_{i,T+1}}{H_i + K_i} - \frac{H_{\Sigma,T+1} + K_{\Sigma,T+1}}{H_{\Sigma} + K_{\Sigma}} \right)^2$$

各火电完成电量占比同全部新能源总电量占比的偏差最小

即,取最小[(火1比例-总比例)2+(火2比例-总比例)2+……]

(2) 理论和模型研究及软件开发

进行市场仿真实理论的研究,需分别针对电源、电网和负荷等电力市场关键元件模型进行研究,基于蒙西现货市场规则,构建日前、日内以及实时市场的出清模型,提出蒙西市场仿真模型的整体架构和流程。

1.系统负荷平衡约束:

对每个时段 t , 负荷平衡约束可描述为:

$$\sum_{i=1}^N P_{i,t}^0 + \sum_{i=1}^M F_{i,t}^0 = L_{in,t}^0 + L_{off,t}^0 - \sum_{i=1}^{N\downarrow} P_{i,t}^{-1} - \sum_{i=1}^{N\uparrow} P_{i,t}^{+1}$$

火电全部出力+新能源全部出力恒等负荷预测扣除机组启停

机组出力上下限约束:

机组在任何时段出力应在最大、最小出力范围之内,约束条件可以描述为:

$$\alpha_{i,t} P_{i,t}^{\min} \leq P_{i,t}^0 \leq \alpha_{i,t} P_{i,t}^{\max}$$

2.机组爬坡约束:

机组上爬坡或下爬坡时,均应满足爬坡速率要求。爬坡约束可描述为:

$$P_{i,t}^0 - P_{i,t-1}^0 \leq \Delta P_i^{\uparrow} \alpha_{i,t-1} + P_{i,t}^{\min} (\alpha_{i,t} - \alpha_{i,t-1}) + P_{i,t}^{\max} (1 - \alpha_{i,t})$$

$$P_{i,t-1}^0 - P_{i,t}^0 \leq \Delta P_i^{\downarrow} \alpha_{i,t} - P_{i,t}^{\min} (\alpha_{i,t} - \alpha_{i,t-1}) + P_{i,t}^{\max} (1 - \alpha_{i,t-1})$$

3.线路潮流约束:

线路潮流约束可以描述为:

$$P_j^{\min} \leq \sum_{i=1}^N G_{i-j} P_{i,t}^0 + \sum_{i=1}^M G_{i-j} F_{i,t}^0 + \sum_{j=1}^{N\downarrow} G_{i-j} L_{off,t}^0 - \sum_{k=1}^K G_{i-k} D_{k,t} - SL_j^+ + SL_j^- \leq P_j^{\max}$$

4.断面潮流约束:

考虑关键断面的潮流约束,该约束可以描述为:

$$P_s^{\min} \leq \sum_{i=1}^N G_{s-i} P_{i,t}^0 + \sum_{i=1}^M G_{s-i} F_{i,t}^0 + \sum_{j=1}^{N\downarrow} G_{s-j} L_{off,t}^0 - \sum_{k=1}^K G_{s-k} D_{k,t} - SL_s^+ + SL_s^- \leq P_s^{\max}$$

5.由约束条件构建出清模型函数表达式为:

日前交易结算

$$Q_i^1 = \sum_{t=1}^{tn} [(P_{i,t}^1 - P_{i,t}^0) \times \Delta T]$$

$$R_i^1 = \sum_{t=1}^{tn} [(P_{i,t}^1 - P_{i,t}^0) \times \Delta T \times C_t^1] \quad (1-2)$$

日前修正:

因日前出清结果存在部分偏差,导致全网日前交易电力总合不为零,通过日前修正公式按照日分解电力占比将偏差分摊至各发电单元。因日分解是基于发电计划进度均衡计算的,所以此分摊方式可以确保偏差修正不影响各发电单元的发电计划进度均衡。

$$P_{i,t}^{ER1} = - \left[\sum_{j=1}^N (P_{j,t}^1 - P_{j,t}^0) + \sum_{j=1}^M (F_{j,t}^1 - F_{j,t}^0) \right] \times \frac{P_{i,t}^0}{\sum_{j=1}^N P_{i,t}^0 + \sum_{j=1}^M F_{i,t}^0} \quad (1-3)$$

$$Q_i^{ER1} = \sum_{t=1}^{tn} (P_{i,t}^{ER1} \times \Delta T) \quad (1-4)$$

$$R_i^{ER1} = \sum_{t=1}^{tn} (P_{i,t}^{ER1} \times \Delta T \times C_t^1) \quad (1-5)$$

日内交易结算:

$$Q_i^2 = \sum_{t=1}^{tn} [(P_{i,t}^2 - P_{i,t}^1) \times \Delta T] \quad (1-6)$$

$$R_i^2 = \sum_{t=1}^{tn} [(P_{i,t}^2 - P_{i,t}^1) \times \Delta T \times C_t^2] \quad (1-7)$$

日内修正:

因日内出清结果存在部分偏差,导致全网日内交易电力总合不为零,通过日内修正公式分摊至各发电单元。

$$P_{i,t}^{ER2} = - \left[\sum_{j=1}^N (P_{j,t}^2 - P_{j,t}^1) + \sum_{j=1}^M (F_{j,t}^2 - F_{j,t}^1) \right] \times \frac{P_{i,t}^0}{\sum_{j=1}^N P_{i,t}^0 + \sum_{j=1}^M F_{i,t}^0} \quad (1-8)$$

$$Q_i^{ER2} = \sum_{t=1}^{tn} (P_{i,t}^{ER2} \times \Delta T) \quad (1-9)$$

$$R_i^{ER2} = \sum_{t=1}^{tn} (P_{i,t}^{ER2} \times \Delta T \times C_t^2) \quad (1-10)$$

实时交易结算:

$$Q_i^3 = \sum_{t=1}^{tn} [(P_{i,t}^3 - P_{i,t}^2) \times \Delta T] \quad (1-11)$$

$$R_i^3 = \sum_{t=1}^{tn} \left[(P_{i,t}^3 - P_{i,t}^2) \times \Delta T \times C_t^3 \right] \quad (1-12)$$

实时不平衡分摊:

$$P_{i,t}^{UB} = - \left[\sum_{j=1}^N (P_{j,t}^3 - P_{j,t}^2) + \sum_{j=1}^M (F_{j,t}^3 - F_{j,t}^2) \right] \times \frac{P_{i,t}^0}{\sum_{j=1}^N P_{j,t}^0 + \sum_{j=1}^M F_{j,t}^0} \quad (1-13)$$

$$Q_i^{UB} = \sum_{t=1}^{tn} (P_{i,t}^{UB} \times \Delta T) \quad (1-14)$$

$$R_i^{UB} = \sum_{t=1}^{tn} (P_{i,t}^{UB} \times \Delta T \times C_t^3) \quad (1-15)$$

(3) 仿真数据库构建

基于蒙西现状电力系统的源网荷等关键信息,构建蒙西现货市场仿真数据库,其中需重点构建公司机组的详细模型,主要包括:发电电源数据模型,该模型需针对每台直调发电机组进行数据建模;输电网模型,针对220kV及以上线路和变电设备进行建模,并对输电断面等安全约束进行建模。

(4) 辅助决策系统构建

基于蒙西现货市场仿真模型,提出发电企业现货辅助决策系统的应用需求,需要执行的主要工作包括:(1)理解公司在现货市场营销方面管理机制,包括报价决策流程、关键考核指标等;(2)调研公司在现货市场运行过程中的各项决策需求,有针对性的构建辅助决策系统的核心模块;(3)构建典型的报价策略组合,并提出报价决策的评价标准和比选流程;(4)针对已经发布的电力市场的历史运行结果,提出复盘分析方法,即根据历史结果,通过迭代仿真的手段,不

断矫正输入数据,达到仿真结果与历史出清结果高相似度的目标,以确保对未来时段进行仿真的输入数据质量。

参考文献:

- [1]张粒子,王睿,金允剑,等.基于跨省发电权交易的“疆电外送”交易模式研究[J].电力系统保护与控制,2012,40(5):69-74,79.
- [2]王锡凡.分段竞价的电力市场[J].中电机工程学报,2001,21(12):1-6.
- [3]国家电力监管委员会,国家发展和改革委员会.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)[S].2004.
- [4]国家电力监管委员会.电力用户与发电企业直接交易试点基本规则(试行)(电监市场〔2009〕50号)[S].2009.
- [5]何大愚.浅析若干国外电力市场的失败和成功.电网技术,2001,25(9):1-4.
- [6]赵晓丽,李春杰.电力市场结构与有效竞争[J].产业经济研究,2003年第3期:14-18,53.
- [7]阙光辉.中国电力市场结构的战略选择[J].电力技术经济,16(1):31-34.
- [8]王海利.内蒙古电力市场研究与应用[D].保定;华北电力大学,2011.
- [9]曾峰.内蒙古电力多边交易市场中协商交易研究[D].北京.华北电力大学,2011.