

电力市场仿真的系统设计及实现

李佳道, 刘亚安, 管晓宏

(西安交通大学 系统工程研究所, 陕西 西安 710049)

摘要:电力市场仿真对电力市场的参与者和管理者非常重要,仿真是研究电力市场及其运行规律的有力工具。针对不同的市场参与者提出了不同的市场仿真模型和相应的仿真目标及策略,同时讨论了架构电力市场仿真系统的几种体系结构。设计并开发了基于B/S结构的电力市场仿真系统,提供了部分仿真结果。

关键词:电力市场;仿真;市场机制;竞标策略。

中图分类号:TM7 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2003)02-0087-04

全球电力工业正在面临着一场巨大的变革,原来垂直管理的电力系统分解成为相互竞争的实体,从而打破垄断,提高效率,以使社会资源得到良好的配置。

在这种新的市场环境中,电力企业将面临着很多新的问题,其中一个重要的问题是如何判研电力市场的运行规律,从而更好地在市场中获得更大的效益,而对市场管理者来说,则更关心市场运行的稳定性,希望能准确地判定市场运行中的问题,及时采取措施,保证市场安全可靠地运行。由于市场中的影响因素非常复杂,通过常规的数学建模很难完整地描述出其复杂性,在这种情况下,电力市场仿真是成为研究电力市场运行规律的一个非常有效的方法,现在国内外研究电力市场的人员都对电力市场仿真系统给予了足够的重视^[1]。文献[2]基于Agent技术对PX市场进行了仿真。文献[3]对构建通用的电力市场领导干部具系统进行了论述同时关于市场竞标策略的文献也有很多。文献[4]论述了一类竞标策略问题。本文讨论重点如何构建电力市场仿真系统,针对不同的市场参与者提出了市场仿真的不同的模型和相应的仿真的策略,同时简要的讨论了构建电力市场仿真系统的技术体系结构。

1 电力市场仿真系统构建

1.1 电力市场仿真的目标

电力市场仿真系统必须能够满足市场参与者的不同的要求,不同的参与者有不同的仿真模型和目标,但是他们也有共同的目标,市场仿真的基本要求如下^[1]

- 1) 能够检验市场的运行情况或者市场设计的缺陷。
- 2) 能够很好的平衡买电公司或者卖电公司的长期目标(远期合同)或者短期目标(实时市场),可以根据历史的竞标数据帮助公司作出最优的竞标策略,避免风险。
- 3) 能够满足现有开放标准的要求,可以和现存系统进行连接(比如公司的SCADA/EMS, ISO调度系统等等)。
- 4) 提供一个接口,可以和公司的原有软件相连,从而实现他们自己的决策模型。
- 5) 能够训练竞标者,培训电力市场经纪人和适应电力市场环境下的电力系统操作人员。

1.2 电力市场仿真的不同模型

仿真技术已经成为分析、研究各种系统特别是复杂系统的重要工具,对于复杂的电力市场来说,要研究

收稿日期:2002-09-23

基金项目:国家自然科学基金(59937150)及国家863计划(2001AA413910)资助项目

作者简介:李佳道(1977-),男,山东潍坊人,硕士生,主要从事电力市场仿真等研究。

其内部的运行规律,仿真是必须的。

每一个市场参与者根据自己的目标对于市场有自己的模型^[5]。同时市场仿真是针对特定的市场交易形式,比如典型的电力市场形式或者结算方式。典型的电力市场应该包括独立的调度中心,市场交易中心,供电公司,买电公司等不同的模型。

ISO模型:不同的市场规则下面,ISO的功能不同。ISO的基本功能包括:

- 1) 负责电网的阻塞管理。
- 2) 购买辅助服务。
- 3) 保证电网实时安全的运行

市场交易中心模型:负责撮合市场的交易,以加州PX为例,买电方和卖电方分别提交提前一天的竞标曲线,然后PX负责计算市场的清算价格(MCP)和成交电量(MCQ)。而对于浙江市场将根据负荷预测的电力需求,和各个电厂的报价计算出清算价格和成交电量。

发电公司模型:发电公司在电力市场中的目标就是优化自己的竞标策略,以便于取得最大的利润,所以对于发电公司仿真应该实现:

- 1) 根据历史数据库,同时根据自己对对手的估计得出自己最优竞标的策略。
- 2) 使自己公司的长期目标和短期目标得到平衡,从而趋避风险,使合同电量和现货交易电量得到很好平衡。
- 3) 提供机组的最优调度模块(机组组合)或者最优潮流模块,使得公司的成交电量在本公司内部得到最好的分配。

买电公司模型:买电公司的目标也是使得本公司的利润得到最大,所以需要对于公司的平衡长期目标(远期合同)和短期目标(实时市场)与供电公司相似:

- 1) 对于买电公司来说,需要使自己的买电费用最省,同时是使得自己成交电量尽量多的,这也需要一个最优的决策模块。
- 2) 对于多阶段的买电问题来说,买电公司需要确定现货市场和长期合同市场的电力平衡,使得自己的利润最大。

1.3 电力市场仿真的核心技术

1) 市场预测:包括价格预测和负荷预测,市场交易的顺利进行,ISO对于电网的调度需要准确的市场预测,而市场参与者的优化决策也需要对市场未来的动态做出准确预测。

2) 优化算法:电力市场化的目标是使得社会资源得到合理的分配,从而取得更好的社会 and 经济效益,所以优化算法是其中的关键技术:包括最优潮流(OPF)机组调度,市场参与者的最优决策算法等等。

3) 历史信息数据库的构建和更新,只有完备的历史信息库才能够发掘出正确的知识。

2 集成化的电力市场仿真系统

针对上面提出的目标,电力市场仿真系统需要集成市场预测,市场仿真,对策仿真,机组调度等模块,可以针对市场参与者的不同目标采用相应的模块。在系统中不同的市场参与者有不同的操作权限从而可以使用不同的功能。

由于不同的电力市场的交易规则不同,典型的包括完全放开管制加州PX市场,集中调度的PJM市场,只是发电侧开放并且是多次报价的浙江市场。同时由于市场仿真的系统框架应该是开放的,所以可以加入更多的市场模型。

市场预测模块:包括负荷预测和价格预测,对于市场的竞标者和市场管理者来说,准确的负荷和价格预测是作出正确决策的必要条件。

市场仿真:其中包括不同的市场交易规则,对于每一个市场来说,市场参与者提交竞标数据,市场的交易中心进行撮合,计算出市场的清算价格和成交电量以及每一个公司的成交电量,通过重复的仿真可以发现市场设计的缺陷,避免在实际运行的过程中造成巨大的损失。

对策仿真:电力市场是一个信息不完全的市场,公司的竞标策略和成本等等属于商业秘密,对于供电公司和买电公司来说,只有通过不断的市场仿真,从历史数据中才可以掌握市场的规律和对手的竞标策略,从

而得到公司的最优竞标策略。

机组调度:供电公司在选择自己的竞标策略,以及当得到公司的成交电量时都需要对公司的机组进行最优调度,而对于集中调度的电力市场来说机组调度的过程就是交易过程。

从上面可以看出,这四个模块是有机合成在一起的,同时又可以满足电力市场中不同参与者的要求。

3 电力市场仿真的实现技术

由于电力系统是一个很复杂的系统,电力公司的位置都是分散的,不适合采取集中技术,而应该采取分布式的技术实现^[2]。同时由于电力市场仿真系统是模块化,针对不同用户的需求有不同目标,并且仿真系统需要与原有系统可以在开放的标准基础上进行互联。

目前有两种构建分布式系统的技术体系,C(Client)/S(Server)和B(Browser)/S(Server)结构都可用于构建电力市场仿真系统,但这两种结构各有特点。

C/S结构适用于在局域网的条件下构建分布式系统,同时由于C/S结构是胖客户机(fat-client)结构,随着商业逻辑的日益复杂多变,客户端的负荷越来越重,同时C/S结构系统的更新不是很方便,如果服务器端的程序发生了变化,客户端需要同时进行更新。

B/S结构是瘦客户机结构,客户端只需要有IE或者是Netscape浏览器,是零安装,B/S结构可以利用迅速发展的INTERNET作为通讯的手段,商业逻辑的更新只在服务器端进行就可以,而对于客户端没有什么影响。

从上述特点可以看出,基于WEB的电力市场仿真系统可以使得在不同地区的市场参与者都可以进行试验和仿真。可以做到平台无关性,易用性,易于升级,可以在不同的地方进行试验和仿真。文中设计开发的电力市场仿真系统正是这样一种结构。

4 系统实现与仿真结果

在上述分析的基础上,课题组共同设计并开发了电力市场仿真系统,图1为其中的一个界面(局部)。

对两个供电商和两个购电商共同参与竞标的简单情形,运用仿真系统仿真出的100个交易日的电价运行情况见图2,成交量见图3。

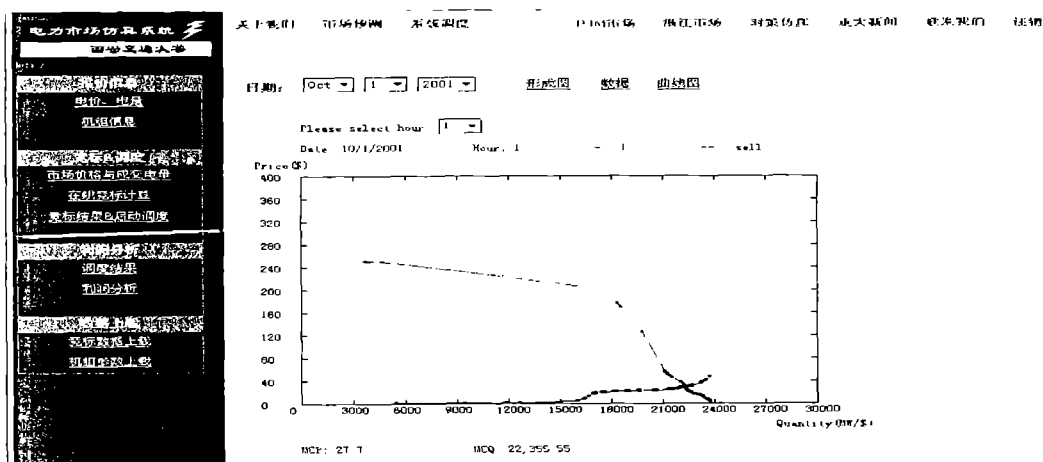


图1 电力市场仿真系统的实现

5 结论

本文论述了构建电力市场仿真系统的重要性,并在讨论系统功能和结构的基础上,设计并开发了电力市场仿真系统,并通过该仿真系统对电力市场进行了仿真,从仿真结果看,该系统有助于市场各方研究电力市场的运行规律。

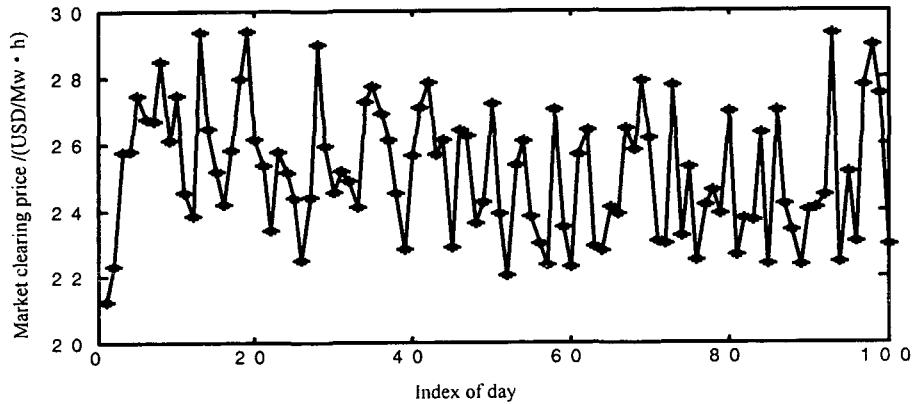


图2 市场仿真运行电价图

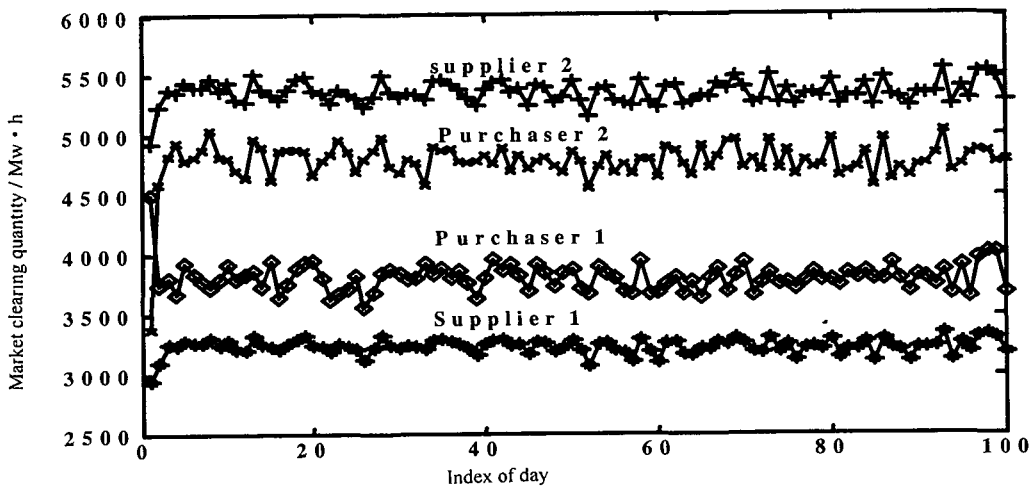


图3 仿真的市场参与者成交电量图

参考文献:

- [1] Lee S T. Simulation model explores alternative wholesale power market structures[J]. IEEE Computer Applications in Power, 2000,15(1): 28 -35.
- [2] Lam Y C ,Wu F F. Simulating Electricity Markets with JAVA[J]. IEEE power Engineering Society 1999 Winter Meeting, 1999,1: 406 -410.
- [3] Liu H, Yuan B,Dai H, Lin J, Ni Y X, Wu F. Framework design of a general - purpose power market simulator based on multi - agent technology [J]. Power Engineering Society Summer Meeting, 2001, 3:1478 -1482.
- [4] 翟桥柱,刘亚安,王 庆,等. 一类交易中的竞标策略问题[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2001,2(5):83 -85.
- [5] Shrestha G B,Song K,Goel L K,An efficient power pool simulator for the study of competitive power market[J]. Power Engineering Society Winter Meeting, 2000,2:1365 -1370.

(编辑:姚树峰)

System Design and Practice for the Electrical Power Market Simulation

LI Jia - dao, LIU Ya - an, GUAN Xiao - hong

(The System Engineering Institute, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: The simulation of the electrical power market is very important to the market participants and the market governors. The simulation is a very useful tool for the research on the electricity market and its running. This article centers mainly on how to build the simulation system. One key issue to build the simulation system is to adopt different simulation models to suit different market participants such as the market administrator, the independent schedule center, the independent power supplier and the power purchase company, etc. In this article the different models are mentioned, the simulation system of electricity market based on the B/S software architecture is designed and explored, simultaneously some of the simulation results are offered.

Key words: electricity market; simulation; market mechanism; bidding strategy