电网技术 2011, 35(9) 176-180 DOI: ISSN: 1000-3673 CN: 11-2410/TM

电力市场

计入发电商风险偏好的电力市场古诺均衡分析

张少华，王晛，康小宁，李渝曾

上海大学 自动化系，上海市 闸北区 200072

摘要： 大规模的风电并网会增加常规发电商的市场竞争风险，在此环境下，具有不同风险偏好的常规发电商会通过不同的策略性竞争行为协调其市场竞争收益和风险。针对具有风电并网发电的电力批发市场，采用均值－方差效用理论，建立了一个考虑发电商风险偏好的电力市场古诺均衡模型，并给出了其解析解。理论分析着重研究了风电出力的不确定性和常规发电商风险偏好对市场均衡结果的影响。算例仿真验证了上述理论分析的合理性。研究表明：当存在风险厌恶的常规发电商时，风电出力不确定性的增加会使均衡市场价格上升；常规发电商风险厌恶程度的增大也会导致均衡市场价格升高。

关键词： 电力市场 风力发电 风险偏好 古诺模型 均衡分析

Integration of Genco's Risk Preference in Cournot Equilibrium Analysis of Electricity Markets

ZHANG Shaohua, WANG Xian, KANG Xiaoning, LI Yuzeng

Department of Automation, Shanghai University, Zhabei District, Shanghai 200072, China

Abstract:

Large-scale grid-connection of wind farms increases genco's risk of market competition and in this environment conventional gencos with different risk preferences will make tradeoffs between their market profits and risks through different strategic behaviors. In allusion to electricity wholesale market containing grid-connected wind farms, utilizing the mean-variance utility theory, a Cournot equilibrium model of electricity market is built and its analytical solution is given. The impacts of uncertainty of power output from wind farms and the risk preference of conventional gencos on market equilibrium results are emphatically researched in theory. The reasonableness of the theoretical analysis is verified by simulation results of numerical examples. The research shows that when conventional gencos with risk-averse exist, the increase of uncertainty of power output from wind farms makes the price rising in equilibrium market; the intensifying of conventional gencos' risk-averse extent will also make the price rising in equilibrium market

Keywords: electricity market wind power generation risk preference Cournot model equilibrium analysis

收稿日期 2011-02-18 **修回日期** 2011-02-18 **网络版发布日期** 2011-09-13

DOI:

基金项目:

国家自然科学基金项目(70871074，51007052)。

通讯作者: 张少华

作者简介:

作者Email: eeshzhan@126.com

参考文献：

[1] Helman U. Market power monitoring and mitigation in the US wholesale power markets[J]. Energy，2006，31(6)：877-904. [2] Ventosa M，Baylllo A，Ramos A，et al. Electricity market modeling trends[J]. Energy Policy，2005，33(7)：897-913. [3] 李清清，周建中，莫莉，等. 基于通用博弈模型的电力市场均衡对比分析[J]. 电网技术，2010，34(7)：14-19. Li Qingqing，Zhou Jianzhong，Mo Li，et al. Contrastive analysis on electricity market equilibrium based on general game model[J]. Power System Technology，2010，34(7)：14-19(in Chinese). [4] Smith J. Wind power：present realities and future possibilities [J]. Proceedings of the IEEE，2009，97(2)：195-197. [5] Xu Jianzhong，He Dexin，Zhao Xiaolu. Status and prospects of Chinese wind energy[J]. Energy，2010，35(11)：4439-4444. [6] 孙元章，吴俊，李国杰. 风力发电对电力系统的影响[J]. 电网技术，2007，31

(20)：55-62. Sun Yuanzhang，Wu Jun，Li Guojie. Influence research of wind power generation on power systems[J]. Power System Technology，2007，31(20)：55-62(in Chinese). [7] 徐玮，杨玉林，李政光，等. 甘肃九泉大规模风电参与电力市场模式及其消纳方案[J]. 电网技术，2010，34(6)：71-77. Xu Wei，Yang Yulin，Li Zhengguang，et al. Participation mode of large-scale Jiuquan wind power farm in Gansu province to electricity market and its utilization scheme[J]. Power System Technology，2010，34(6)：71-77(in Chinese). [8] Botterud A，Wang J，Miranda V，et al. Wind power forecasting in U.S. electricity markets[J]. Electricity Journal，2010，23(3)：71-82. [9] Liu M，Wu F. Managing price risk in a multimarket environment [J]. IEEE Trans on Power Systems，2006，21(4)：1512-1519. [10] Conejo A，Carrion M. Risk-constrained electricity procurement for a large consumer[J]. IEE Proceedings-Generation Transmission and Distribution，2006，153(4)：407-413. [11] Feng D，Gan D，Zhong J. Supplier asset allocation in a Pool-based electricity market[J]. IEEE Trans on Power Systems，2007，22(3)：1129-1138. [12] Azevedo F，Vale Z，Oliveira P. A decision-support system based on particle swarm optimization for multiperiod hedging in electricity markets[J]. IEEE Trans on Power Systems，2007，22(3)：995-1103. [13] 刘敏，吴复立. 电力市场环境下发电商电能分配策略研究[J]. 中国电机工程学报，2008，28(25)：111-117. Liu Min，Wu Fuli. Trading strategy of generation company in electricity market[J]. Proceedings of CSEE，2008，28(25)：111-117(in Chinese). [14] Guan X，Wu J，Gao F. Optimization-based generation asset allocation for forward and spot market [J]. IEEE Trans on Power Systems，2008， 23(4)：1796-1808. [15] Carrion M，Conejo A，Arroyo J. Forward contracting and selling price determination for a retailer[J]. IEEE Trans on Power Systems，2007，22(4)：2105-2114. [16] Conejo A，Raquel G，Carrion M. Optimal involvement in futures markets of a power producer[J]. IEEE Trans on Power Systems，2008，23(2)：703-711. [17] 张兴平，陈玲，武润莲. 加权CVaR下的发电商多时段投标组合模型[J]. 中国电机工程学报，2008，28(16)：79-83. Zhang Xingping，Chen Ling，Wu Runlian. Analysis of multi-period combined bidding of power suppliers based on weighted CvaR [J]. Proceedings of the CSEE，2008，28(16)：79-83(in Chinese). [18] 王壬，尚金成，周晓阳，等. 基于条件风险价值的购电组合优化及风险管理[J]. 电网技术，2006，30(20)：72-76. Wang Ren，Shang Jincheng，Zhou Xiaoyang，et al. Conditional value at risk based optimization of power purchasing portfolio in multiple electricity markets and risk management[J]. Power System Technology，2006，30(20)：72-76(in Chinese). [19] 王瑞庆，李渝曾，张少华. 考虑期权合约的电力市场古诺-纳什均衡分析[J]. 中国电机工程学报，2008，28(1)：83-88. Wang Ruiqing，Li Yuzeng，Zhang Shaohua. Analysis of Cournot-Nash equilibrium for electricity markets considering options contracts [J]. Proceedings of the CSEE，2008，28(1)：83-88(in Chinese). [20] Helman U，Hobbs B. Large-scale market power modeling：analysis of the U.S. eastern interconnection and regulatory applications [J]. IEEE Trans on Power Systems，2010, 25(3)：1434-1448. [21] 张晓东，高波. 基于供给函数均衡模型的区域电力现货市场模拟分析[J]. 电网技术，2005，29(13)：80-84. Zhang Xiaodong，Gao Bo. Simulation of area spot market based on supply function equilibrium model[J]. Power System Technology，2005，29(13)：80-84(in Chinese). [22] 王晛，张少华，李渝曾. 计及输电约束的电力远期与现货市场联合均衡分析[J]. 中国电机工程学报，2006，26(22)：54-59. Wang Xian，Zhang Shaohua，Li Yuzeng. Joint equilibrium analysis for electricity forward and spot markets with transmission constraints [J]. Proceedings of the CSEE，2006，26(22)：54-59(in Chinese).

本刊中的类似文章

1. 林其友，陈星莺.一种基于优化组合的供电公司电价管制模型[J]. 电网技术, 2006,30(5): 33-37
2. 魏巍 李兴源 李青芸 顾威.基于空间脉宽调制控制技术的双馈风力发电机动态性能研究[J]. 电网技术, 2009,33(17): 124-129
3. 张新燕 王维庆.风力发电机并网后的电网电压和功率分析[J]. 电网技术, 2009,33(17): 130-134
4. 张谦 俞集辉 李春燕 张森林.基于撮合交易机制的阻塞消除模型与算法[J]. 电网技术, 2009,33(17): 174-179
5. 吕 泉，武亚光，王海霞，李卫东.制定电力市场中机组合同交易电量日出力计划的一种经济策略[J]. 电网技术, 2006,30(14): 71-76
6. 袁铁江|晁勤|吐尔逊×伊不拉音|童菲 .电力市场环境下含风电机组的环境经济调度模型及其仿真[J]. 电网技术, 2009,33(6): 67-71
7. 华月申|严正|黄涛|黄海伦|杨立兵|刘福斌 .金融输电权应用于华东电力市场的探讨[J]. 电网技术, 2009,33(6): 72-77
8. 谭忠富 张金良 尚金成.基于动态计量经济学模型的短期电价预测[J]. 电网技术, 2009,33(7): 71-76
9. 陈建华 张宁 戴铁潮 叶炯 卢永 甘德强.基于博弈论的确定性电量分解合作联盟稳定性分析[J]. 电网技术, 2009,33(7): 83-89
10. 邢文琦 晁勤.含不同风电机组的风电电网仿真研究[J]. 电网技术, 2009,33(7): 99-102
11. 龚立秋 段斌 颜娜 龙林德.基于小脑模型神经网络-比例积分微分控制的异步风力发电机组软并网控制系统建模与仿真[J]. 电网技术, 2009,33(9): 19-23
12. 罗海洋 刘天琪 李兴源.风电场短期风速的混沌预测方法[J]. 电网技术, 2009,33(9): 67-71
13. 胡东 施刚 蔡旭 王建丰.风电接入对海上油田平台电网稳定性的影响[J]. 电网技术, 2009,33(9): 78-83
14. 肖宏飞 李卫东.联营交易模式下的阻塞成本分摊[J]. 电网技术, 2009,33(9): 84-89

15. 杨建华 肖达强 唐学军 张维 .华中电网区域电力市场电能交易撮合系统的设计与实现[J]. 电网技术, 2008,32(20): 90-94