

基于电力现货市场需求响应模式研究

赵 蜜,陆沈雄,陈 思

(浙江华云信息科技有限公司,杭州 310008)

Research on market demand response model based on spot electricity market

ZHAO Mi, LU Shenxiong, CHEN Si

(Zhejiang Huayun Information Technology Co., Ltd., Hangzhou 310008, China)

摘要:随着电力现货市场化的深入推进,对电网供电服务能力也提出了更高的要求,基于智能电网和泛在电力物联网的建设,能够有效的支持互动用户服务和需求响应,以提升客户的服务水平和灵活感知能力。近年来,需求侧管理技术的不断改进,用户的需求响应行为使负荷有可能成为一种相对可控的资源,但国内需求响应尚未与电力市场建设融合,一定程度上制约了需求响应的发展。针对此,首先研究美国PJM的需求响应模式;然后结合浙江电力市场发展现状和国家政策,提出可参考的需求响应的商业模式;在此基础上,设想基于互联网的未來需求响应应用平台建设。

关键词:需求响应;商业模式;电力市场;用户互动;平台建设

Abstract: With the further development of the spot electricity market, higher requirements are put forward for power supply service capability. The construction of smart grid and ubiquitous power Internet of things can effectively support interactive user service and demand response, so as to improve customer service level and flexible perception ability. In recent years, with the continuous improvement of demand side management technology, the demand side response behavior of users has made the load possible to become a relatively controllable resource, but the domestic demand side response has not been integrated with the construction of power market, which has restricted the development of demand side response to a certain extent. In view of this, the demand side response model of PJM in the United States is studied. Then a reference business model of demand response based on the current situation of Zhejiang electricity market development and national policies is proposed. On this basis, the future demand response application platform based on the Internet is envisaged.

Key words: demand response; business model; electricity market; user interaction; platform construction

0 引言

在市场环境下,实施需求响应将通过市场价格来引导用户,使其调整自身的用电行为,以保障电力系统的安全稳定,提高需求曲线弹性,减少电价波动^[1-2]。但总体来说,需求侧管理尤其是需求响应在我国仍处于起步阶段,现有的负荷管理手段相对单一、相关理论和技术手段尚未形成完成的体系,电力用户主动参与电网负荷调整的自动化程度和积极性还不高、用户参与度低,需求管理的业务模式有待进一步探索。

本文深入研究了美国PJM的需求响应模式,总结概述了国内需求响应试点的项目类型,结合浙江电力现货市场发展的现状和国家政策,研究设计需求响应的商业模式。在此基础上,提出了基于互联网的未來需求响应应用平台建设的设想。

1 美国PJM需求响应模式

PJM是美国最大的区域趸售市场,其允许需求响应进入各种类型的市场(电量、容量、辅助服务市场),与其他发电资源公平竞争。参与PJM需求响应市场主体有配电公司、负荷服务实体、削减服务提供商和终端用户。PJM提供2种需求响应资源,激励型和价格型。目前,激励型主要包括紧急需求响应和经济需求响应^[3-5]。

1.1 激励型需求响应

紧急需求响应项目具有调度性,当系统出现紧急状态时对其负荷进行强制削减,并加以补偿,负荷削减量为用户负荷基线与实际测量负荷水平的差值,补偿价格为该用户所在节点的实时出清价格(LMP)和500美元/MWh两者中较大值。

在经济需求响应项目中,响应资源提供者将至少具有100 kW的负荷潜力并在市场中参与竞价,负荷控制方式有用户主动控制或调度中心强制控制两种。该方式必须当需求响应资源作为一种发电

资源参与市场,并需要定期接受考核。

(1) 响应资源参与电量市场。

一是参与日前市场。参与者提交负荷削减量,系统实时运行将按照日前主能量市场安排结果削减相应负荷,结算价格为日前的节点电价。二是参与实时市场。目前,响应资源可根据实时电价进行适合自身的经济决策,并申报负荷削减量,作为响应资源与其他发电资源公平竞争,中标部分以节点电价进行结算。

(2) 响应资源参与容量市场。

注册审核通过的响应资源与其他传统发电资源共同竞争,在该市场中采用可靠性定价模型下的基准剩余竞价提交可削减负荷容量和价格的申请;中标成功的参与者将于交易年中执行中标容量;中标价格为该市场出清价;允许未完成的申报在其他附加竞拍中完成。

(3) 响应资源参与辅助服务市场。

一是参与备用服务市场。日前市场中的30 min运行备用和实时市场中的10 min旋转备用允许响应资源参与中,标价格为该市场的出清价。此类响应资源应满足的条件是:拥有数据测量间距小于1 min的特点,且参与量最多是同步备用总需求的33%。二是参与自动发电量控制服务实时市场。要求响应资源提供者能在5 min内对调度发出的增减出力指令进行响应,同时能够实时计量数据,中标价格为该市场的出清价。

1.2 价格型需求响应

上述的响应资源需要参与批发市场报价,且小型终端用户无法直接参与。缺乏市场信息的透明性,不利于需求响应的进一步发展。而价格型需求响应项目(price response demand, PRD)使小型终端用户直接参与需求响应,根据市场的价格来主动调整自身用电行为,无需PJM直接调度也无需参与批发市场竞价。

PRD资源作为一种可预测的变化负荷参与市场。价格型响应对市场价格的影响是隐性的,即电能市场和容量市场在原有的负荷预测曲线上增加对PRD的考虑后,出清结果受到影响,发电容量需求下降,市场出清价格下降。PRD资源提供者获得的收益也是隐性的,激励型响应资源获得的收益是直接获得竞价报酬,而PRD资源则是用电成本的降低幅度。

2 浙江需求响应模式探索

2.1 浙江电力现货市场分析

(1) 市场结构

浙江电力市场目前侧重于批发市场的设计,包括电能量和辅助服务市场、合约市场。其中,电能量市场由日前市场和实时市场组成;辅助服务通过市场和合约两种方式进行安排,调频和备用与电能量市场联合优化出清,无功补偿和黑启动通过中长期合同安排;合约市场由双边合约、政府授权合约和金融输电权组成。浙江电力调度中心和电力交易中心共同承担电力市场的运营的管理,浙江省电力公司作为资金结算机构负责电力市场的结算和支付。

(2) 市场出清

日前市场综合考虑统调负荷预测、母线负荷预测、外送受电曲线、非市场化机组出力曲线、发电机组检修计划、输变电设备检修计划、发电机组运行约束条件、电网安全运行约束条件等因素,以社会福利最大化为优化目标,建立安全约束机组组合、安全约束经济调度模型并进行优化计算,得到现货市场出清结果。实时市场在固定的机组组合基础上,建立安全约束经济调度模型并进行优化计算,电能量与辅助服务联合出清。

(3) 价格机制

批发市场在发电侧实行节点边际电价,在负荷侧实行统一的负荷中心价格(负荷节点边际价格加权平均电价),即所有符合均按照相同的价格进行结算,负荷中心等效于电网中的某一个位置。在实时市场中每5 min(调度时段)产生一个节点边际电价,批发市场结算所使用的市场价格是30 min交易时段内所有调度时段价格的加权平均值。

2.2 需求响应商业模式设想

结合未来浙江电力现货市场辅助服务的相关机制,以调节电力供需矛盾、维持电网安全稳定为基础,考虑政府、省电力公司、负荷集成商和企业、居民用户等各参与方的诉求,平衡了各方需求和利益,建立多方持续共赢的商业模式。

(1) 建立需求响应激励资金池

建立以尖峰电价增收资金为来源的资金池,将尖峰电价的收入用于吸引用户参与需求响应。资金池中费用全部用于补贴成功实施需求响应的集成商用户和普通用户,形成了尖峰电价与用户需求响应自闭环运作机制。需求响应商业模式见图1。

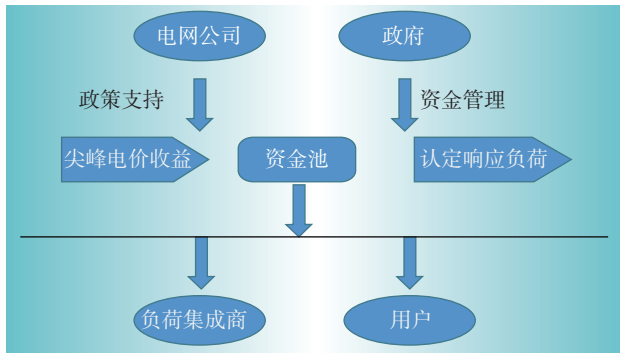


图1 需求响应商业模式

Fig. 1 Business model of demand response

(2) 完善激励机制,探索价格机制

在上诉模式下继续完善激励机制,遵循公平合理的原则,倡导“谁收益、谁投资”,建立长效的需求响应激励机制,研究需求侧竞价机制,进一步调动用户参与积极性;在完善尖峰电价机制的基础上,探索实时电价下的需求响应,研究电力用户与电力市场运营商之间的友好互动模式^[6]。

2.3 需求响应平台建设

建设统一电力智能管理系统,并连接调度系统,实现需求响应的自动化。通过智能管理系统可实现需求响应资源的精细化管理,用户收到需求响应邀约后,可结合自身用电规律等因素选择最优自动需求响应策略,在满足用户基本用电需求的同时,最大程度实现需求响应所需负荷调整量。自动需求响应建设,能够真正提高系统消纳可再生能源及安全稳定运行的能力。需求响应平台实施架构如图2。

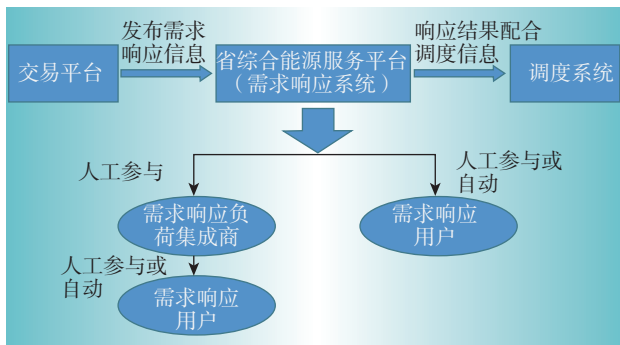


图2 需求响应实施架构

Fig. 2 Implementation architecture of demand response

3 结束语

随着泛在电力物联网、新能源和电力市场的发

展,需求响应在电力行业得到约了越多的关注。为探索符合国内需求响应的发展模式,本文从美国PJM需求响应的模式出发进行分析,立足浙江电力现货市场的规则,提出需求响应的商业模式,最后设想需求响应平台建设架构。上诉探讨和研究工作对浙江电力市场建设、需求响应有电力平衡融合、需求响应模式推广具有重要的借鉴意义。D

参考文献:

- [1] MOHAGHEGHI S. Managing industrial energy intelligently; demand response scheme[J]. IEEE Industry Applications Magazine, 2014, 20(2):53-62.
- [2] 庞鹏. 电力市场化改革背景下电力需求响应机制与支撑技术[J]. 广东电力, 2016, 29(1):70-78.
PANG Peng. Electric power demand response mechanism and support technology under electric power market reform[J]. Guangdong Electric Power, 2016, 29(1):70-78.
- [3] 张钦. 智能电网下需求响应热点问题探讨[J]. 中国电力, 2013, 46(6):85-90.
ZHANG Qin. Exploration of hot issues on demand response in smart grids[J]. Electric Power, 2013, 46(6):85-90.
- [4] WALALKAR R, FEMANDS S, THAKUR N, et al. Evolution and current status of demand response (DR) n electricity markets: insights from PJM and NYISO[J]. Energy, 2010, 35(4):1 553-1 560.
- [5] AAZAMI R, AFLAKI K, HAGHIFAN M R. A demand response based solution for LMP management in power markets[J]. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2011, 33(5):1 125-1 132.
- [6] 丁宁, 吴军基, 邹云. 基于DSM的峰谷时段划分及分时电价研究[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(23):9-12, 16.
DING Ning, WU Junji, ZOU Yun. Research of peak and valley time period partition approach and TOU price on DSM[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(23):9-12, 16.

作者简介:

赵蜜(1990),女,浙江杭州人,学士学位,助理经济师,主要从事电力行业信息化软件工作;

陆沈雄(1982),男,浙江杭州人,硕士学位,工程师,主要从事电力行业信息化软件工作;

陈思(1991),女,浙江丽水人,学士学位,信息系统集成管理工程师,主要从事电力行业信息化软件工作。

(责任编辑 李雅超 邵海雯)