

基于电力需求响应的负荷管理系统

史湘谊¹,李颖¹,王春宁¹,宋杰²,田伟³,陈璐²

(1.南京供电公司,江苏南京 210008;2.南京南瑞集团公司,江苏南京 210003;

3.中国电力科学研究院,江苏南京 210003)

摘要:文中对电力需求侧管理和需求响应的概念进行了介绍,在此基础上,对电力负荷管理系统的发展进行回顾,并结合智能电网的建设,从电力需求响应的视角,指出了电力负荷管理系统的参考发展方向,电力负荷管理主站应能掌握用户响应能力数据,负控终端应具有精细化用电控制能力。通过电力负荷管理系统,为需求响应的实施作准备。

关键词:电力需求侧管理;需求响应;电力负荷管理;接口标准

中图分类号:TM73

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2013)06-0059-03

电力需求响应概念自从提出后,成为了缓解系统短期容量短缺和推迟电网升级投资的有效方法,对电力工业和经济发展以及环保等方面都有着重要的战略作用^[1]。国内也有很多学者进行了大量研究工作。但在我国的实际推广过程中,面临着销售电价政府管制^[2]、激励政策不足等问题而难以实施基于市场化的需求响应。我国从1977年开始电力负荷控制技术的研究,于上世纪90年代建设电力负荷管理信息系统,有效支持了电力需求侧管理的实施,在确保电网安全、稳定,支持国民经济可持续发展、促进降耗减排,确保社会稳定,提高电网企业经营管理水平等方面发挥了重要作用^[3]。以江苏电网为例,用电负荷管理系统已覆盖全省17万家企业、最大可控负荷超过3000万kW,有效保障了夏季高峰期间的电网供需平衡。本文首先简单介绍了电力需求响应的概念和认识,指出需求响应定义中在本质上是如何调动用户积极性和用户如何实现用电调节,是一种电网与用户的友好互动行为,而需求响应系统就是提供电网与用户互动的手段。随着电动汽车等新兴用电负荷的出现,能量双向、实时、可控地在车辆和电网之间流动^[4],并可以合理量化预测其需求^[5],用户与电网的互动能力将极大提高。

1 电力需求响应概念

1.1 需求响应概念认识

2006年,美国能源部在其一份报告中正式提出了需求响应的概念,并将其定义为电力用户响应电价变化或激励支付,改变其固有的电力消费模式,其中激励支付的目的是在批发市场价很高或系统可靠性有威胁时促使终端用户减少用电^[6]。按照用户不同的响应方式可将电力市场下的经典需求响应划分为以下2种类型:基于价格的DR(price-based DR)和基于

激励的DR(incentive-based DR)^[7]。

需求响应概念提出后,国内学者进行了大量研究,文献[8]则指出需求响应的本质是依靠市场价格机制和激励机制来激活市场各参与方的全面竞争与协作。同时也有学者指出了我国现有体制下开展需求响应面临的问题。文献[9]指出我国厂网分开后,销售电价由政府管制,用户无法看到批发市场的价格信号,当用电需求变化时,不能做出购电决策,也就不可能形成需求响应。文献[10]指出我国供电企业实施峰谷分时电价所面临的供电成本不确定性、峰谷倒置、合同电量比重过大导致的经营风险。文献[11]指出输配电没有分离,就算找到便宜的电,怎样租用输电网络也是个问题。

本文根据国内外对需求响应的相关研究,认为实施需求响应的核心目的在于协助维持电网供需平衡,其本质是通过调动用户积极性,根据电网的需求调节用电,当发电不足时,减少用电;当电网低谷时,增加用电;当电网中可再生能源波动时,及时调节用电,以达到电网经济、稳定运行的目的。

1.2 基于电力负荷管理的需求响应技术支持系统

需求响应的实施包括两方面的内容,一是电网公司如何调动用户积极性,根据电网的需求调节用电行为,其中价格机制和激励机制实质上是调动用户积极性的手段,属于需求响应项目设计范畴;二是电网和用户如何实现友好的双向互动,即如何实现价格信号与激励信号在电网与用户之间的顺畅交互,属于需求响应支持系统的功能范畴。文献[12]总结了需求响应实施所需要的技术支持,指出需要建立先进计量技术、远方通信技术、智能控制技术,并需要重视技术标准和政策的保障作用。文献[13]认为需求响应可以根据用户响应性能分为高性能、一般性能和低性能项目,并提出实现对需求资源调度的方法可以由可中断负荷、紧急需求响应、直接负荷轮流控制和用电设备托管等构成。经过多年发展,电力负荷管理系统已经基本实现了多

功能用电监控、远方抄表与自动采集、防窃电、异常工况报警、外延联网功能、灵活可靠的通信手段、易升级等^[14],为电网公司实施负荷管理提供了有效的基础设施,也为需求响应的实施提供了一定的技术条件。

本文就第二方面,即需求响应技术支持系统的内容,提出基于电力负荷管理系统的解决方案,即不研究国内现阶段下电价信号与激励机制如何建立等涉及经济、政策、电力监管等方面的问题与障碍,只从技术支持的角度,考虑如何通过电力负荷管理系统的发展为需求响应的实施提供技术支撑。

1.3 需求响应实施架构

需求响应技术支持系统的主要功能在于实现电网与用户间需求信号和响应状态的双向交互,即能将需求信号由电网下发给电力用户,电力用户的响应状态可以及时反馈给电网。其实施架构如图1所示。

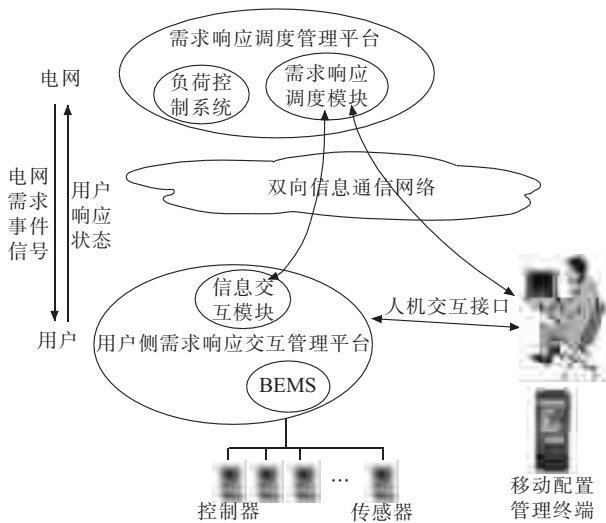


图1 需求响应技术支持系统逻辑架构图

技术支持系统由位于电网公司的需求响应调度管理平台、用户侧需求响应交互管理平台构成,2个平台间通过双向信息通信网络实现通信连接。同时,为便于用户对响应策略进行管理和配置,需要提供良好的人机交互接口,并考虑可以通过移动配置管理终端进行更便捷的管理。

2 电网需求响应调度管理平台

电网需求响应调度管理平台可在既有电力负荷管理系统的基础上,增加需求响应调度模块来予以实现,从而有助于在电力企业与用户之间架起互动的服务体系,建立双向互动的服务渠道^[15]。

2.1 主要功能

需求响应调度管理平台,作为需求响应的请求发起方,协调电网区域内用户的负荷调节行为,在已有电力负荷管理功能基础上,提供电网与用户交互的平台。(1) 接入电网供需数据,根据发电计划和负荷预测数

据,分析需要用户响应调节的功率、区域、时间,以制定需求响应计划;(2) 根据区域电网供需状况,确定需要调节的用户群体;(3) 根据电价表和协议,生成需求响应信号,并向用户设备发送需求响应信号;(4) 接收用户设备的运行状态和响应反馈,以便于制定和调整负荷管理预案

2.2 价格型需求响应信号设计与实现

价格信号是调用户响应的有效措施,也是需求响应两种项目中的一种主要形式,其实现可以有几种方式。(1) 由于电价调整较少,用户一般可根据电网公司发布的电价表,手动调节用电,实现削峰填谷;(2) 由于手动方式实施难度和不确定性较大,电网公司可以向用户下发电价信号、用户侧设备根据电价配置用电策略自动调整用电。

本文就第二种方式提供技术实现手段。即电网公司根据政府审核的电价表,采用一定的通信协议,将电价信息进行编码并下发。其实施流程如图2所示。

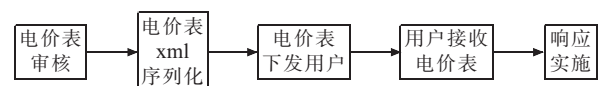


图2 价格型需求响应项目实施流程图

电价信号可以通过xml协议文本的形式来完成下发,清楚表示任一时段的电价,以便于用户端设备识别和配置用电策略。

2.3 激励型需求响应信号设计与实现

激励信号是弥补用户调整用电成本的一种措施,也是需求响应两种项目中的一种,一般称为“可中断负荷”,其实现流程是:(1) 电网与用户签订协议,约定提前通知时间、中断用电容量、中断持续时间,以及对应的补偿标准;(2) 当电网需要用户调节用电时,调度管理平台提前向用户设备发送信号,并通知到用户用电管理人员;(3) 用户根据签订的协议,调节用电设备完成响应行为;(4) 响应完成后,电网公司根据用户中断功率、持续时间和补偿协议进行交易结算;如果没有达到协议规定,则进行违约责任处理。

本文需求响应技术支持系统主要提供中断信号的下发功能。即用户在与电网公司签署协议后,可进行用电策略的预先配置;而电网公司下发中断信号,则可自动启动用户的策略,实现用电行为的调整如图3所示。

激励信号可以通过xml协议文本的形式来完成下发,表示未来某一时间段内削减用电的补偿价格 $[2 \text{元}/(\text{kW}\cdot\text{h})]$ 。

3 用户需求响应交互管理平台

用户侧的需求响应交互管理平台是实施需求响应的最终执行者,可以在电力负荷管理终端的基础上,增

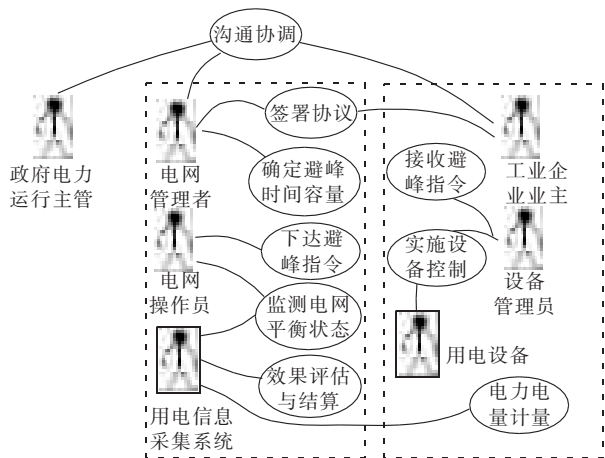


图3 传输激励型需求响应项目实施流程图

加模块,可以作为电网和用户用电设备的沟通桥梁。如图4所示。

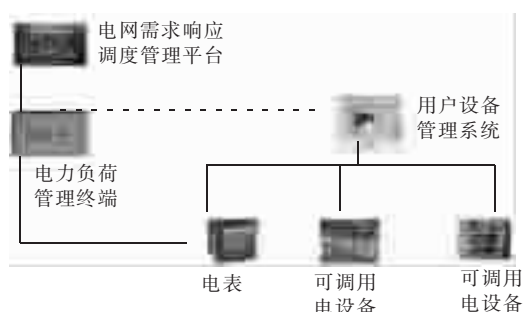


图4 用户需求响应交互管理平台架构图

需求响应交互管理平台一般由一个交互管理终端连接主要可调设备或用户能源管理系统,需要具备以下功能:

- (1) 接收电网需求响应调度管理平台下发的各种信号,并根据接口标准,按照约定协议进行解析;
- (2) 配置用电策略,即配置好收到信号后将启用的设备运行状态。如果用户具有本地设备管理系统,可以在管理系统中配置;如果不具备本地设备管理系统,则连接主要的分路或可调设备;
- (3) 响应控制功能,用电管理人员可以登录交互终端,设定是否响应以及中断推出指令。

用户交互管理平台的响应工作流程,以电价型项目为例,其一般流程如图5所示。

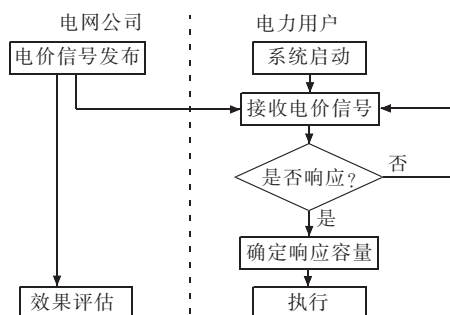


图5 用户需求响应交互管理平台工作流程图

4 结束语

通过对需求响应概念实质的认识,结合我国电力负荷管理工作的实践经验,在我国尚缺乏实施电力需求响应政策的环境下,从需求响应的核心理念出发,提出了基于电力负荷管理系统的需求响应技术支持系统,既为需求响应的实施提供了技术准备,也为电力负荷管理系统的进一步发展进行了展望,其实施将有助于减少有序用电的工作量与工作难度。

参考文献:

- [1] 张 钦,王锡凡,王建学,等. 电力市场环境需求响应研究综述[J]. 电力系统及其自动化,2008,32(3):102-104.
- [2] 全生明. 需求侧响应机制的国际经验及对我国的启示[J]. 电力需求侧管理,2009,11(2):76-78.
- [3] 张 惟. 智能电网下电力负荷管理系统功能拓展及实施研究[D]. 北京:华北电力大学,2012.
- [4] 许晓慧,陈丽娟,张 浩,等. 规模化电动汽车与电网互动的方案设想[J]. 江苏电机工程,2012,31(2):53-55.
- [5] 许文超. 电动汽车充电站需求影响因素及预测方法[J]. 江苏电机工程,2011,30(3):42.
- [6] 赵 欣,高 山. 美国电力市场中的需求响应与高级计量[J]. 电力需求侧管理,2007,09(4):68-70.
- [7] US Department of Energy. Benefits of Demand Response in Electricity Markets and Recommendations for Achieving Them:a Report to the United State Congress Pursuant to Section 1252 of the Energy Policy Act of 2005[EB/OL].[2007-07-21].
- [8] 赵鸿图,朱治中,于尔铿. 电力市场中需求响应市场与需求响应项目研究[J]. 电网技术,2010,34(5):146-153.
- [9] 全生明,卢键明,谢传胜,等. 需求侧响应机制的国际经验及对我国的启示[J]. 电力需求侧管理,2009,11(2):73-76.
- [10] 张荣乾. 供电企业执行峰谷分时电价的风险分析及实证研究[D]. 北京:华北电力大学,2006.
- [11] 杨 莹,黎娜娜,周 肖. 需求侧响应在中国局部地区实施的可行性分析[J]. 华中电力,2007,20(2):62-64.
- [12] 曾 鸣,王冬容,陈 贞. 需求侧响应的技术支持[J]. 电力需求侧管理,2010,12(2):8-11.
- [13] 石怀德,郝为民. 基于需求响应技术的电力供需双向调节机制综述[C]// 中国通信学会普及与教育工作委员会. 2011年电力通信管理暨智能电网通信技术论坛论文集.北京:中国通信学会普及与教育工作委员会,2011:1-3.
- [14] 赵守清. 电力负荷管理系统建设的若干思考[J]. 中国电力教育,2011(15):106-107.
- [15] 李卫良,田 伟,王晓丹. 以AMI为核心的智能配用电技术体系研究[J]. 江苏电机工程,2011,30(3):1-6.

作者简介:

史湘谊(1976),女,江苏南京人,助理工程师,从事电力营销自动化、电力计量管理工作;
李 颖(1963),男,江苏南京人,工程师,从事电力科技信息管理工作;

暂态饱和对变压器差动保护的影响及对策[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(10): 12-17.

[3] 曹海欧, 张量, 陈久林, 等. 变压器保护 T60 比率制动原理[J]. 江苏电机工程, 2005, 24(6): 35-37.

[4] 袁宇波, 李澄, 葛永高, 等. 复杂故障情况下的变压器差动保护动作特性分析[J]. 江苏电力工程, 2006, 25(5): 9-11.

[5] 黄浩声, 陈久林, 陆扬, 等. 利用 TA 差异性配置的主变故障点诊断分析[J]. 江苏电机工程, 2012, 31(4): 12-14.

[6] 陆于平, 吴济安, 袁宇波. 主设备数字式保护技术的讨论[J]. 江苏电机工程, 2003, 22(3): 6-9.

[7] 曹良. 主变压器微机保护的双重化[J]. 江苏电机工程,

2003, 22(3): 13-15.

[8] 国家电力调度通信中心. 国家电网公司继电保护培训教材(下册)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009: 389-434.

[9] 李光琦. 电力系统暂态分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 1995: 120-142.

作者简介:

王健明(1963), 男, 江苏如东人, 高级工程师, 长期从事电网设备运行管理和技术工作;

李鹏(1982), 男, 陕西周至人, 博士, 研究方向为电力系统继电保护、直流控保系统等。

Method for Transformer Balancing Wing Fault Diagnosis Based on Waveform Characteristic

WANG Jianming, LI Peng

(Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing 211103, China)

Abstract: Utilizing the current and differential current waveform characteristic of transformer, a method for analyzing a 220kV transformer fault caused by an external zone fault is proposed in this paper. Based on the transient fault recorder data of transformer differential protection, theory analysis and calculation is implemented. The fault location and type is identified gradually by utilizing the reasoning and exclusion method. It is indicated that the transformer fault is balancing wing short circuit due to insulation damage. It shows that the transformer differential protection tripped correctly in this fault. More, the progress of this fault investigation and location is introduced, which is benefit to primary equipment inspection and deal with fault condition.

Key words: Transformer; differential protection; balancing wing

(上接第 61 页)

王春宁(1966), 男, 江苏南京人, 高级工程师, 从事供电企业科技开发及管理工作;

宋杰(1981), 男, 山东威海人, 工程师, 从事智能电网、需求响应、电力负荷管理方面的研究和开发工作;

田伟(1985), 女, 安徽颍上人, 工程师, 从事智能电网、调度自动化等研究工作;

陈璐(1987), 女, 江苏常州人, 助理工程师, 从事智能电网、需求响应、电力负荷管理方面的研究和开发工作。

Load Management System Based on Demand Response

SHI Xiangyi¹, LI ying¹, WANG Chunming¹, SONG Jie², TIAN Wei³, CHEN Lu²

(1. Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210008, China; 2. China Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China; 3. China Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract: The concepts of power demand side management and demand response are introduced, and then the development of power load management system is reviewed. Combining with smart grid construction, from the perspective of demand response, the direction of power load management development is presented. The direction is that the main power load management center should be able to grasp users' response capability data and load control terminal should be able to precisely control its consumption. The power load management system is a basis of the implementation of demand response.

Key words: Power Demand Side Management, Demand Response, Power Load Management, Interface Standard

广告索引

南京南瑞继保电气有限公司	封一	《江苏电机工程》协办单位	前插 4
思源电气股份有限公司	封二	宿迁电力设计院有限公司	(黑白) 文前
南瑞科技股份有限公司	前插 1	江苏南瑞帕威尔电气有限公司	封三
《江苏电机工程》协办单位	前插 2、3	南京苏逸实业有限公司	封四