

中美需求响应发展状态比较及分析

陈宋宋,李德智

(需求侧多能互补优化与供需互动技术北京市重点实验室
(中国电力科学研究院有限公司),北京 100192)

Comparison and analysis of domestic and American demand response development situation

CHEN Songsong, LI Dezhi

(Beijing Key Laboratory of Demand Side Multi-Energy Carriers Optimization and Interaction Technique
(China Electric Power Research Institute), Beijing 100192, China)

摘要:在对国内外需求响应相关政策、文献、工作报告和示范项目进行对比分析的基础上,围绕美国需求响应类型、时间尺度和国内需求响应业务启动条件、提前通知时长,比较了中美两国需求响应的实施模式。通过分析需求响应参与用户数量、负荷削减量等实施效果、补贴或激励资金规模,比较了中美两国需求响应的实施规模。分析当前发展需求响应面临的政策优势和迫切技术需求,指出未来发展需求响应要解决的关键问题,以期对国内需求响应的发展,特别是需求响应关键技术研究、商业模式设计提供参考。

关键词:需求响应;负荷削减量;商业模式;政策机制

Abstract: Based on the comparative analysis of relevant policies, documents, work reports and demonstration projects at home and abroad, the implementation modes of demand response between China and America are compared around the types, time scales of America, as well as the start-up conditions, advanced notification time at home. The implementation scale between China and America is compared by analyzing implementation effects such as load reduction, the number of participant users, the scale of subsidies or incentives. The policy advantages and urgent technical requirements of developing demand response business at present are analyzed, and the key problem to be solved about development of demand response in the future is pointed out, hoping to provide some references for the development of domestic demand response business, especially for the research of key technology of demand response and the design of business model.

Key words: demand response; load reduction; business model; policy mechanism

0 引言

需求响应作为电力需求侧管理的一项重要技术手段,已经从2012年的科研实证演进到当前的规模化试点应用,这与国家政策大力支持、电网企业积极组织实施密不可分,但更重要的是需求响应能够实实在在为电力用户聚合商、电网企业及社会带来显著经济效益和环境效益,特别是在电力体制改革持续推进、《电力需求侧管理办法》重新修订、清洁能源消纳行动计划亟待落实的新形势下,需求响应业务呈现参与主体多元化、应用场景多样化特征,市场前景广阔。

目前,国内在需求响应领域已经形成产学研用的合作创新链条。其中,以国家电网和南方电网所属省市公司为代表的电网企业,是需求响应理论成果、软件系统和硬件终端的主要使用方;以中国电科院为代表的科研机构,围绕需求响应建立了省级重

点实验室,专门从事需求响应领域科研开发、技术咨询、标准制定和试验检测工作;以华北电力大学、东南大学为代表的高校,针对需求响应完成了大量理论成果;还有分布于北京、南京、杭州等地的高科技企业,根据江苏、上海等地需求响应试点需求,研发了软件平台、硬件终端,在现场大规模应用,取得了良好效果。但如何设计一套满足需求响应参与各方利益诉求的商业模式,提高需求响应的实施效率,降低需求响应试点项目中单位容量需求响应资源的投资成本,还有一段较长的路要走。

为尽快在需求响应商业模式、实施效率等方面实现突破,本文拟通过总结近年来国内外需求响应政策机制、实施模式、试点成效,分析需求响应业务可持续发展面临的形势和问题,为相关科研机构、高校开展需求响应关键技术研究、商业模式设计提供参考。

中图分类号:TK018;TM714 文献标志码:B

收稿日期:2019-01-13;修回日期:2019-01-29

基金项目:国家电网公司科技项目(SGJS0000YXJS170312)

This work is supported by Science and Technology Project of State Grid Corporation of China (No.SGJS0000YXJS1700312)

1 国内外需求响应政策分析

1.1 国外需求响应政策

美国、澳大利亚、日本以及欧洲部分国家在推动

需求响应试点项目实施、支持需求响应业务发展方面出台了大量政策文件。

(1) 美国相关政策及影响

2011年,美国出台了《需求响应国家行动计划》,将需求响应业务发展工作上升到国家层面;2015年,联邦能源监管委员会第745号令,允许需求响应在实时市场和电力市场内享受当地的批发市场价格;2016年,最高法院明确需求响应资源等同发电资源。另外,《美国的能源与环境设计先导评价标准(LEED)V4》(Leadership in Energy and Environment Design)在评定体系里增加了需求响应加分项。上述政策、法令及标准规范的颁布实施为发展需求响应扫除了机制障碍,为推动需求响应资源价值挖掘、提高电力系统运行效率发挥了巨大作用。

(2) 澳大利亚相关政策及影响

2001—2003年,澳大利亚政府开始考虑将能效与需求响应相结合的政策,规定家用电器能效等级和需求响应能力,制定了空调、热水器、水泵等需求响应接口规范(AS/NZS 4755系列标准^[1]),并强制推广应用,有效降低了高峰负荷。

(3) 日本相关政策及影响

2014年6月,日本第四次能源基本计划提出:为推动用户侧有效节电,要积极引进新型“需求响应”模式,维持发电容量的合理规模,实现电力稳定供给;2015年11月,日本提出创建“负瓦特市场”,以提高民众节电的积极性;2016年日本政府制定的“日本再兴战略”提出到2030年要实现需求响应占总电力需求6%的目标,负瓦特交易量达到10 GW。

(4) 欧洲部分国家相关政策及影响

英国利用需求侧竞价项目,抑制了电价尖峰和发电商滥用市场,需求侧资源可以响应电网频率变化;瑞典用户参与了“时间—价格—电力购买兆瓦数”形式的竞价,效果良好;丹麦建立了需求侧资源等同发电侧资源的机制;法国利用储能、分布式能源装置共同参与需求响应,并设计了多种电价方案。

1.2 国内需求响应政策

(1) 国家层面相关政策及影响

2012年,国家财政部、国家发改委联合印发《电力需求侧管理城市综合试点工作中央财政奖励资金管理暂行办法》(财建[2012]367号),正式明确对通过需求响应临时性减少的高峰电力负荷,每千瓦奖励100元;2015年3月,中共中央国务院《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》(中发[2015]9号)中指出应进一步提升以需求侧管理为主的供需平衡保障水平。2017年9月,国家发改委等六部委联合发布《电力需求侧管理办法(修订版)》(发改运行规[2017]1690号),明确提出逐步形成占年度最大用电负荷3%左右的需求侧机动调峰能力。

(2) 地方政府层面相关政策及影响

2018年,为应对夏冬季、节假日以及电网低谷时

段调峰矛盾,天津、山东、江苏、上海、浙江、河南等省市陆续出台了支持需求响应试点的相关政策,试点支持政策明确了需求响应的应用场景、实施范围和具体实施方案,对各省填谷式、削峰式需求响应工作开展发挥了重要指导作用。2018年12月,河南省发改委联合工信等部门,共同发布《河南省电力需求侧管理实施细则(试行)》(豫发改运行[2018]1060号)。

2 中美需求响应实施模式研究

2.1 美国需求响应实施模式

北美电力可靠性委员会(North American electric reliability council, NERC)将需求响应分为可调度与不可调度2类,通常利用直接奖励的方式激励和引导用户参与系统所需要的负荷削减项目,也称为基于激励的需求响应;不可调度需求响应指用户对随时间变化的价格做出响应,自主调整用电时间、用电量等,也称为基于价格的需求响应。一般地,可调度需求响应可以参与电力批发市场中的现货交易、实时交易、辅助服务交易;不可调度需求响应通常参与电力零售市场。可调度与不可调度需求响应共同构成了需求侧资源,跨越从年度、月度到日前、实时的时间尺度,分别嵌入能量市场、容量市场和辅助服务市场等,以满足电力系统运行可靠性、经济性要求。不同时间尺度下需求响应的类型如图1所示^[2-3]。

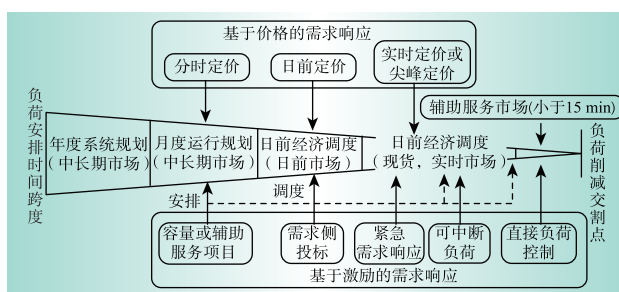


图1 不同时间尺度下需求响应类型

Fig 1 Types of demand response at different time scales

2.2 国内需求响应典型实施模式

国内需求响应由各省(市)经信委、发改委或工信局等主管部门出台政策支持试点或实施。需求响应类型一般按照启动条件、提前通知时长进行划分。

按启动条件分为削峰响应、填谷响应,其中:

(1) 当出现以下几种情况时,通常启动削峰响应:①省级电网负荷达到上一年度最高负荷一定比例(通常为95%)以上,或系统峰谷差率达到一定比例(通常为20%)及以上;②电网备用容量不足或局部负荷过载;③出现其他不确定性因素造成的省级电网(局部电网)电力供需不平衡。

(2) 当用电负荷水平较低,电网调差能力不能适应峰谷差及可再生能源波动性、间歇性影响,难以保证电网安全稳定运行时,通常启动填谷响应。

按提前通知时长分为约定响应、实时响应,其中:

① 约定响应指在响应日前或响应时段前若干小时,电力用户(需求响应聚合商)收到上级需求响应服务管理者的响应邀约,告知响应时间段及响应量;② 实时响应指需求响应服务管理者依托需求响应服务系统,与电力用户(需求响应聚合商)的系统或设备直接完成响应邀约、响应能力确认和响应执行过程;当提前通知时长小于1 h,在某些省开展试点过程中也划入实时响应类型。

3 中美需求响应实施分析

3.1 美国需求响应实施情况

通过查阅来自美国能源网站公布的相关数据资料,总结了美国2013—2017年一共5年的需求响应实施数据^[4]。其中,2013—2017年度需求响应参与用户数量情况,如表1所示。

表1 美国2013—2017年度需求响应参与用户数量
Tab. 1 Number of users participating in demand response in US in 2013—2017

年份	居民	商业	工业	交通	总计
2013	8 419 233	611 826	155 893	398	9 187 350
2014	8 603 402	605 094	57 129	4	9 265 629
2015	8 140 688	890 284	63 163	3	9 094 138
2016	8 739 535	1 033 649	66 170	1	9 839 355
2017	8 287 913	1 084 392	68 630	3	9 440 938

美国2013—2017年度尖峰负荷期间,通过实施需求响应的错峰电量,如表2所示。

表2 美国2013—2017年度需求响应错峰电量
Tab. 2 Shifted energy in US demand response in 2013—2017

年份	居民	商业	工业	交通	总计
2013	799 743	486 348	115 895	1	1 401 987
2014	881 563	462 337	92 549		1 436 449
2015	855 017	273 089	122 900		1 251 006
2016	1 005 144	225 174	105 818		1 336 136
2017	948 037	244 603	118 230		1 310 862

美国2013—2017年需求侧蕴藏的尖峰负荷削减能力情况,如表3所示。

表3 美国2013—2017年度尖峰负荷削减能力情况
Tab. 3 Peak load reduction capacity in US in 2013—2017

年份	居民	商业	工业	交通	总计
2013	7 003	5 124	14 800	168	27 095
2014	8 118	6 215	16 505	353	31 191
2015	8 703	6 989	17 169	14	32 875
2016	10 518	11 053	14 339	14	35 924
2017	8 996	6 995	15 512	5	31 508

美国2013—2017年通过实施需求响应,实际削减的尖峰负荷,如表4所示。

表4 美国2013—2017年度实际尖峰负荷削减容量
Tab. 4 US actual peak load reduction capacity in 2013—2017

年份	居民	商业	工业	交通	总计
2013	3 381	2 548	5 805	149	11 883
2014	3 147	2 652	6 883	1	12 683
2015	3 430	3 047	6 546	13	13 036
2016	3 608	3 598	4 632	4	11 841
2017	3 960	2 743	5 546		12 248

2013—2017年,美国在需求响应方面投入经费75.59亿美元,其中54.94亿美元用于激励各类参与用户,另外20.65亿美元用于其它开支。

3.2 国内需求响应试点情况

2014年上海正式启动了国内首次需求响应试点,随后在国家发改委电力需求侧管理城市综合试点政策^[5]驱动下,北京、苏州、佛山等地陆续启动需求响应试点。目前,国内开展需求响应试点的省(直辖市)已经有10个,其中8个省(直辖市)发布了试点支持政策。根据各省试点支持政策中公布的激励标准以及各省公布的试点实施数据,对国内2014—2018年利用需求响应进行削峰、填谷的实施情况进行了总结。2014—2018年5年间国内开展削峰响应的总体实施情况如表5所示。

2018年国内启动填谷响应,实施(试点)次数5次,参与用户数量764户,参与聚合商数量6户,填谷负荷5 791.4 MW,填谷电量34 586.50 MWh,激励费用8 884.4万元(参与用户及参与聚合商数量数据,不包含江苏省)。

表5 国内2014—2018年度削峰响应试点实施情况
Tab. 5 Domestic implementation of pilot program in peak load reduction response in 2014—2018

年份	实施(试点)次数/次	参与用户数量/户	参与聚合商数量/户	削减负荷/MW	削减电量/MWh	激励费用/万元
2014	1	34	0	55.00	27.50	5.50
2015	18	2 440	28	2 160.56	1 214.81	3 427.22
2016	9	3 313	27	4 191.00	2 827.00	8 601.50
2017	1	20	4	26.00	26.00	39.00
2018	6	1 731	9	1 734.48	1 494.81	1 060.11

注:表中激励费用数据不包含江苏省2015年和2016年激励费用。

4 发展状态和问题分析

4.1 发展状态分析

(1) 政策环境

2018年,天津、山东、江苏、上海、浙江、河南等省

市需求响应政策的发布,对推动需求响应产业发展、培育需求响应市场主体、提高电力用户对需求响应的认识发挥了重要作用。国家能源局对国内电力现货市场建设试点工作的大力推进,为需求响应资源参与现货市场交易奠定了重要机制基础。售电侧改革和增量配电业务改革试点工作的实施,培育了售电公司、综合能源服务公司、能源服务商等新型需求响应业务参与主体,进一步扩大了需求响应业务的试点应用范围,拓展了应用场景,促进了需求响应与售电、综合能源业务的融合发展。

(2) 技术需求

“十三五”以来,随着新能源开发利用的持续深入,受煤电去产能高压态势影响,电力供应结构逐步向清洁化转变,城镇化的快速发展、电能替代战略的深入实施进一步加大了电网峰谷差,电网调峰、新能源消纳以及冬季民生供热保障矛盾凸显空调、电动汽车等柔性负荷的持续增长,需求侧储能电池、蓄热蓄冷负荷设备的应用进一步提升了需求侧负荷的弹性,如何利用需求响应技术对这些需求侧资源进行聚合,使其聚合后的负荷容量、响应速率、响应时长满足电网调峰、调频要求,构建一个等同于现实发电厂的“虚拟电厂”,仍需开展大量的规划方法、理论模型、控制策略与响应机制研究。

4.2 存在问题分析

国内在需求响应项目试点、成果研发、标准建设等方面取得了良好成绩,但与美国、欧洲等需求响应业务发展较好的国家和地区相比,无论在业务发展水平还是先进技术研发方面都存在差距。

(1) 需求响应业务发展不均衡,各省市间需求响应发展水平差距很大。目前只有华北、华东、华中地区6个省市启动了需求响应试点,其他地区仍然依靠有序用电方式保障夏冬用电高峰期间的供需平衡,无法调动需求侧资源参与可再生能源消纳。

(2) 需求侧机动调峰能力建设尚未达到国家政策法规要求。国家发改委等六部委联合颁布的《电力需求侧管理办法(修订版)》明确要求逐步形成占年度最大用电负荷3%左右的需求侧机动调峰能力,但当前除江苏需求响应调峰能力符合办法要求外,其余各省市均未实现。

(3) 需求响应项目建设、业务实施规范化水平亟待提高。各省需求响应试点项目投资规模逐年增大,但没有严格按照现行国家、行业标准要求开展试点方案设计、软硬件设备材料招标采购、项目建设与业务实施,导致了单位千瓦需求响应资源调峰能力建设投资规模居高不下,也影响了政府主管部门对需求响应业务实施过程的统一监督。

(4) 需求响应发展技术瓶颈依旧存在,科研开发投入仍需稳步推进。一是大规模灵活资源供需

互动理论方法与负荷响应机理研究亟待深入;二是大规模灵活资源供需互动与需求响应仿真模型仍需进一步完善;三是大规模灵活资源优化配置、运行调控策略与电网运行控制结合不够紧密。

5 启示

为了更好地推动和促进国内需求响应发展,下一阶段要重视商业机制的设计、标准规范的实施和试点效果的总结。

(1) 商业机制对于保障需求响应业务各参与主体利益具有重要意义,只有在保障各参与主体利益的基础上,需求响应业务发展才能实现常态化;

(2) 标准规范的应用能够提高需求响应示范项目建设质量、降低需求响应系统终端投资运维成本、规范需求响应业务发展,各试点单位在项目规划设计、建设招标及运行维护过程中应该高度重视现行国家、行业需求响应标准^[6-9]的作用;

(3) 试点效果数据需要按照统一的维度从用户参与数量、响应量、激励费用等方面进行归纳总结,从而为相关行业机构按年度总结全国及各省(直辖市)需求响应试点实施数据提供支撑,并应用于电力行业年度发展报告中,为电力主管部门将需求响应业务纳入电力系统规划、运行提供数据参考。

6 结束语

2018年,全国多个省(直辖市)密集发布需求响应试点支持政策,需求响应迎来了历史性的重大发展机遇,本文总结了近年来国内外需求响应政策机制、实施模式、试点成效,并分析了国内需求响应可持续发展面临的形势和问题,以期政府、电网企业相关需求响应政策制定提供参考。D

参考文献:

- [1] AS/NZS 4755.3.1:2014, Demand response capabilities and supporting technologies for electrical products-Interaction of demand response enabling devices and electrical products - Operational instructions and connections for air conditioners[S].
- [2] 谢开. 美国电力市场运行与监管实例分析[M]. 北京:中国电力出版社,2017:197-198.
XIE Kai. Electricity market, operation and regulation: US practice[M]. Beijing:China Power Press, 2017:197-198.

(下转第80页)