

电力系统中的储能技术应用及其商业模式

季小雨¹,马洪伟²,刘 政³,黄晨曦¹

(1. 国网浙江长兴县供电有限公司,浙江 湖州 313100;2. 国网浙江省电力有限公司培训中心,杭州 310000;3. 国网宁波供电公司,浙江 宁波 315000)

Application and business model of energy storage technology in power system

JI Xiaoyu¹, MA Hongwei², LIU Zheng³, HUANG Chenxi¹

(1. State Grid Zhejiang Changxing Power Supply Co., Ltd., Huzhou 313100, China;

2. Training Center, State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Hangzhou 310000, China;

3. State Grid Ningbo Electric Power Supply Company, Ningbo 315000, China)

摘要:近年来,社会经济迅猛发展,综合能源发电逐步得到运用推广,储能技术作为能源互联网、智能电网和可再生能源高占比能源系统的关键支撑技术与重要组成内容,能够有效应用在批发能源服务、电力辅助服务、输电设施服务、配电设施服务以及消费侧能源管理等多个领域。合理、安全、高效地运用储能技术对于提高电力系统综合效益具有重大意义。通过储能技术的应用场景及部分可行的商业模式进行研究与阐述,旨在加强人们对于综合能源电力系统储能技术的了解,为其商业模式的快速发展奠定基础。

关键词:电力大客户;价值分级;科学用电指数;精准营销

Abstract: In recent years, the social economy has been developing rapidly. The comprehensive energy has been promoted step by step. Energy storage technology, as a key supporting technology and an important component of energy Internet, smart grid and renewable energy high-proportion energy system, can be effectively applied in many fields such as wholesale energy service, power auxiliary service, transmission facility service, distribution facility service and energy management on the consumer side. Reasonable, safe and efficient application of energy storage technology is of great significance to improve the comprehensive benefits of power system. The application scenarios of energy storage technology and some feasible business models are studied and elaborated to strengthen people's understanding of energy storage technology of integrated energy power system and lay a foundation for the rapid development of its business model.

Key words: energy storage industry; application scenarios; business model

0 引言

随着我国电力体制改革的深入推进,国内能源生产和消费方式逐渐走向开放互联,多种能源综合高效利用、用户参与电力生产和消费的一种新模式,电网的规划运行和调度管理模式将面临重大变革。储能特有的控制功率和搬移能量的功能可以改善可再生能源不可控特性,参与电网调峰、调频等辅助服务,同时也是分布式发电和微电网的调控手段,储能技术将成为实现可再生能源高效利用、多种能源开放互联、协同发展的关键技术和重要途径。

1 储能产业发展现状

我国储能项目建设处于工程示范研究向商业化初期过渡阶段,根据中关村储能产业技术联盟(CNESA)关于全球储能项目的不完全统计数据,截

至2018年底,中国已投运的储能项目累计装机规模31.2 GW,同比增长8%。其中,抽水蓄能的累计装机规模最大,所占比重接近99%。位列第二的是电化学储能,其累计的装机规模为1.10 GW。在各类电化学储能技术中,锂离子电池累计装机规模占比最大^[1]。

2018年,中国新增投运储能项目的装机规模为2.3 GW,中国新增投运的电化学储能项目装机规模为0.6 GW,同比增长414%。主要集中在华东、华北、华南和西北地区^[1]。预估短期内中国电化学储能装机规模将持续增长。

目前,储能在电力系统中的应用主要包括5大场景,即:大规模可再生能源并网、分布式发电与微电网、辅助服务、电力输配、用户侧。

国内已建成的储能电站主要应用在集中式可再生能源并网、辅助服务和用户侧领域。其中,用户侧领域的装机规模最大,辅助服务领域的同比增速最大。

收稿日期:2019-07-20;修回日期:2019-07-22

2 储能技术应用场景

2.1 大规模可再生能源并网

随着近年新能源大规模发展,弃风、弃光等问题日益凸显。风力、光伏等可再生能源发电具有间歇性和波动性特点,大规模的可再生能源并网对电网运行、控制和调度带来较大影响。安装储能设备能平抑可再生能源的发电功率波动、跟踪计划出力、在新能源电站输出高峰且电力系统消纳能力不足时,储能设备储存过剩的电能,并且在系统高用电负荷时释放电能,从而减少弃风弃光带来的损耗、辅助电网安全稳定运行。

2.2 分布式发电和微电网

分布式发电是以小规模、模块化、分散式的方式布置在用户附近,可独立地输出电能的系统。在我国现有的电网结构和调控水平下,配电网对分布式发电的接纳能力是有限的。以分布式光伏为例,虽然每台装机容量不大,但当其数量达到一定程度时,便会影响配电网的平稳运行,为保证电网的稳定运行与安全,便需要配备储能装置进行调节。

微电网是分布式电源接入电网和能源利用的重要形式,储能装置作为微电网运行的必要元件,可为微电网的运行提供快速的功率支持、保证不间断的稳定电压和频率,同时参与微电网能量优化管理,可兼顾多种分布式电源及负荷的输出特性,实现微电网经济高效运行。

除了微电网以外,储能和屋顶分布式光伏的结合使用,将富余的光伏发电量存储起来,在需要时使用。这种应用模式在美国、德国、澳大利亚等国家较多。

2.3 电力辅助服务

电力市场辅助服务是指为维护电力系统的安全稳定运行,保证电能质量,除正常电能生产、输送、使用外,由发电企业、电网经营企业和电力用户提供的服务,包括:一次调频、自动发电控制(AGC)、调峰、无功调节、备用、黑启动等服务^[1]。电池储能技术具有快速精确的响应能力,比传统调频手段更为高效,适合开展火储联合调频示范应用。将储能系统和火电机组配合起来,KP值(调节性能月度平均值)可以得到明显提升。储能能在电力辅助服务中的应用主要包括4种:调频、调峰、电压支持、备用容量。

2.4 电力输配

储能在输配电领域的应用主要包括4个方面:无功支持、缓解输电阻塞、延缓输配电设备扩容和变电站内的直流电源^[2]。由于输配电网的稳定决定着整个电网的可靠性和安全性,所以要求对储能的

可靠性进行论证,因此,储能在输配电领域的应用需由示范项目进行检验。

2.5 用户侧

分时电价管理是用户侧储能的主要应用模式,电力用户可根据自身实际情况安排用电计划,将电价较高时段的电力需求转移至电价较低的时段实现,从而达到降低总体用电成本的目的。容量费用管理和电能质量管理是用户侧辅助盈利点。

3 储能的行业形势

3.1 有利因素

(1) 国家政策支持

2017年发改委发布《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》,提出大力发展“互联网+”智慧能源,此后,国内储能市场迅速升温,储能技术和产业得到前所未有的发展。2018年,国家能源局发布的“531新政”针对光伏产业明确指出要发挥市场配置资源的作用,加快光伏发电补贴退坡。这直接导致了光伏项目开发骤冷,新能源行业开始把目光转向储能行业,这也为储能行业带来更强的技术支撑及更大的资本投入,特别是在大型储能项目方面。

(2) 市场前景广阔

目前我储能装机规模增长迅速。抽水蓄能是目前最成熟、最经济的储能技术,已经大规模应用于电力系统调峰、调频和备用等领域。但其受到地形条件限制较大,并且投资周期长,同时它的能量转化效率不高,一般为65%~75%,不利于节能,因此该储能模式规模增长较为缓慢。电化学储能对外部环境条件依赖小,能量转化效率高;相比于电磁储能,以锂离子电池、铅碳电池、液流电池为主导的电化学储能技术在安全性、能量转换效率和经济性方面均有重大突破,更具有产业优势。综合来看,电化学储能更具发展前景。

(3) 行业标准确立规范储能产业发展

随着储能相关技术的发展,确立了越来越多的行业标准,大大地促进了储能行业的发展。例如,中国电力科学研究院主导编制的国家标准GB/T33589-2017《微电网接入电力系统技术规定》、GB/T33593-2017《分布式电源并网技术要求》、GB/T33599-2017《光伏发电站并网运行控制规范》,3项国家标准的发布实施,将为规范光伏发电站的并网运行控制提供有效依据,对国内微电网和分布式电源产业的技术发展提供一定的引导作用。

(4) 成本的快速下降

随着近年储能设备装机容量的快速增长,储能

技术也在逐步成熟,电池充放电效率及循环寿命等性能都得到了显著提升;同时,新能源汽车产业的异军突起带动了锂电池技术发展和成本快速下降。储能成本的快速下降使得储能产业的部分商业模式可行。

3.2 不利因素

(1) 储能商业化模式尚未形成

目前储能电站盈利性不明显,融资较难,商业化模式尚未完全形成,但储能技术作为推动综合能源稳步发展的必要技术,其发展前景是可以预见的。技术水平高的储能企业不仅是作为投资方投资建设储能电站,同时还负责电站的整体运营,他们可以通过做示范,积累运行数据和经验,摸索出自身的商业模式来为日后储能的规模化发展打下基础。

(2) 电力市场开放程度还有待提高

我国电力市场开放程度有待提高,目前储能尚未完全融入电力体系,目前已建的储能电站,很多是依靠峰谷价差来赚钱。储能的成本回收需要7~8年的时间,投资回报周期过长。

4 储能商业模式

储能产业在国外已有较多的商业应用,不同国家的侧重点各不相同。不同应用场景的商业模式也不相同,影响盈利的因素各异,包括行业政策,投资成本,电价体系,运营主体等。

4.1 储能在发电侧的商业模式

4.1.1 可再生能源电站的配套服务

在大规模可再生能源并网领域,储能收益主要依靠限电时段的弃电量存储。对于早期投运、上网电价较高并且存在弃电的部分项目,比如风电、光伏装机容量规模较大的“三北”地区,储能作为新能源发电的辅助设备具有一定吸引力。但其投入成本高,回收期较长。此种类型的商业模式不适合大范围推广。

4.1.2 调频、调峰辅助服务

辅助服务领域的储能技术运用经济效益比较理想,2017年11月15日国家能源局发布《完善电力辅助服务补偿(市场)机制工作方案》,提出了按需扩大电力辅助服务的提供主体,以及允许第三方参与提供电力辅助服务^[3]。另外,2018年1月,南方监管局发布的《南方区域电化学储能电站并网运行管理及辅助服务管理实施细则(试行)》指出,地市级及以上电力调度机构直接调度的并与电力调度机构签订并网调度协议的容量为2 MW/0.5 h及以上的储能电

站,根据电力调度机构指令进入充电状态的,按其提供充电调峰服务统计,对充电电量进行补偿,具体补偿标准为0.05万元/MWh。该细则明确了储能电站的补偿标准和考核约束条件,它的出台将大大提升南方电网区域内储能参与调峰辅助服务的经济性,进而推动储能辅助服务商业化应用的进程。

在暂时没有建立电力辅助服务市场的地区,辅助服务提供方的收益大多数仅来自于机组增发或者少发带来的电量收益,调峰成本无法疏导,因此储能在这些地区参与辅助服务经济性不佳。

4.2 储能在用户侧的商业模式

4.2.1 工商业用户端

用户侧是我国电化学储能应用的最大市场,储能系统主要安装于工商业用户端或园区,采用“投资+运营”的商业模式^[4]。

(1) 峰谷价差套利

通过“低储高放”、削峰填谷获取差价收益。该模式适用于峰谷电价差较高,至少达到0.75元/MWh以上,且用户用电负荷曲线较好的企业用户。目前峰谷价差最高的是上海,其次是江苏、深圳。其余各地区普遍峰谷价差较低,用户侧储能经济性难以体现。

(2) 基本电费管理

大工业用户利用“低储高放”调节自身负荷曲线,降低最高负荷,达到减低基本电费的目的。

(3) 需求侧管理

根据不同的地方政策,用户根据相应削减负荷从而获取补贴。以上海为例,2018年《关于开展端午节期间电力需求相应工作》的通知,对于响应负荷,参照当日通知避峰补偿电价5元/kW,采取电费退补方式予以补偿。

4.2.2 分布式储能和微电网

分布式储能电站^[5]在国外已有较多的商业应用,在不同的国家,分布式光储发电的应用重点各不相同,美国加州在工商业领域的分布式项目居多,澳大利亚和德国市场的重点在用户侧储能领域。

2015年国务院发布《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》提出“管住中间、放开两头”,在电力市场改革的背景下,2018年国家发改委、国家能源局下发《关于新能源微电网示范项目名单的通知》(以下简称《通知》),28个新能源微电网示范项目获批,其中包括北京延庆新能源微电网示范项目、青岛董家口港新能源微电网示范工程项目、苏州协鑫工研院新能源微电网项目等。

国内对于分布式储能及微电网运营商业模式的研究还处于起步阶段,相关的探讨和分析仍比较

局限^[6]。微电网参与电力市场竞争可采取以微电网运营商的模式,为客户提供综合能源利用服务、设备运行定制服务、微电网规划评估等。

4.2.3 动力梯次电池

随着电动汽车生产销售的爆发式增长,电动汽车锂电池的回收处理和梯次利用对储能技术的应用有较大的价值。动力电池梯次利用商业模式需要建立多方面的合作机制,最佳运营方式是由运营商、汽车厂和电池企业合作建立电池服务模块,承担动力锂电池的再次利用业务,通过电池租赁或者零售等方式应用在终端客户上。

5 结束语

我国储能产业距离整体健康发展还有一定的距离,电力市场开放程度,价格激励政策以及储能系统的成本,这些问题都有待进一步去探索去完善。未来储能市场的发展将主要集中在分布式储能、分布式光伏+储能、微电网等配网侧和用户侧等领域,伴随电力体制改革的不断深入,电力市场开放逐步推广,储能在电力辅助服务侧也将获得更多的市场机会。当前储能产业的发展是机遇与挑战并存。D

参考文献:

[1] 中关村储能产业联盟. 储能产业研究白皮书2018[R]. 北京:中关村储能产业联盟, 2018.
ZOL energy storage industry alliance. Energy storage industry research white paper 2018[R]. Beijing: ZOL energy storage industry alliance, 2018.

[2] 孙威, 李建林, 王明旺. 储能系统商业运行模式及典型案例分[析][M]. 北京: 中国电力出版社, 2017: 1-137.
SUN Wei, LI Jianlin, WANG Mingwang. Business operation mode and typical case analysis of energy storage sys-

tem[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2017: 1-137.

[3] 国家能源局. 完善电力辅助服务补偿(市场)机制工作方案[Z]. 北京: 国家能源局, 2017.
National Energy Administration. Work plan for improving the compensation (market) mechanism of power auxiliary service[Z]. Beijing: National Energy Administration, 2017.

[4] 韩晓娟, 艾瑶瑶, 李相俊. 储能在电网中的应用价值及其商业模式[J]. 发电技术, 2018, 39(1): 77-83.
HAN Xiaojuan, AI Yaoyao, LI Xiangjun. Application value of energy storage systems in the power grid and its commercial modes [J]. Power Generation Technology, 2018, 39(1): 77-83.

[5] 陈钰慧. 浅谈新能源电力系统中的储能技术[J]. 科技经济导刊, 2018(1): 55.
CHEN Yuhui. Discussion on energy storage technology in new energy power system [J]. Technology and Economic Guide, 2018(1): 55.

[6] 李建林, 田立亭, 来小康. 能源互联网背景下的电力储能技术展望[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(23): 15-25.
LI Jianlin, TIAN Liting, LAI Xiaokang. Outlook of electrical energy storage technologies under energy internet background [J]. Automation of Electric Power Systems, 2015, 39(23): 15-25.

作者简介:

季小雨(1993),女,江苏盐城人,助理工程师,主要从事服务调度工作;
马洪伟(1983),男,浙江绍兴人,工程师,主要从事电力营销工作;
刘政(1992),男,浙江宁波人,助理工程师,主要从事变电运维工作;
黄晨曦(1995),女,浙江湖州人,助理工程师,主要从事用电检查工作。

(责任编辑 李雅超 邵海雯)