

试分析储能电站不同储能形式经济性对比

●岳婧琦



[摘要] 基于碳中和的发展视域,电力系统储能技术被广泛应用,其不仅关系到发电端和电网端的正常运作,还影响着储能电站的综合效率。本文主要以储能电站多种储能形式具备的经济性为重点进行阐述,首先分析储能电站储能的重要作用,其次介绍不同储能形式的经济性模型设计,最后从锂离子电池储能经济性情况、抽水蓄能电站储能经济性情况、压缩空气储能经济性情况、钒液流电池储能经济性情况等多方面进行了深入说明,并探讨了储能电站不同储能形式经济性对比结果,目的是给相关领域的研究者提供一定的条件支持。

[关键词] 储能电站;不同储能形式;经济性;对比结果

近年来,我国已经意识到新型电力系统的重要作用,并加大了对以新能源为核心的电力系统结构的开发力度,以对应储能技术类型的多样化,这为储能电站的高效率运转夯实了基础。在储能电站的运作中,储能形式比较多,任何一种储能形式都能够给储能电站带来经济性支撑。不过为了更好地控制储能电站运作成本,加强新能源的应用质量,电站的工作人员要格外重视储能形式经济性的体现。纵观多种储能形式,急需构建一个储能形式的经济性对比模型,梳理经济性对比的思路,研究不同储能形式的应用优势和不足。以此全面地强化储能电站工作成效,加快电力行业的现代化建设进程。

Q 储能电站的重要作用

(一)响应电网调峰,加强能源利用效果

在储能电站的建设中,全方位的储能形式应用可以满足电力需求。尤其是高峰时段,储能电站储存的能量得以释放,可以给电网用户提供稳定用电条件,避免过度依赖火电调峰,有效提高电网调峰和碳中和成效。针对电力需求所处低谷的情况下,储能电站通过电能的储存积攒电能,将其应用在高峰时段,具有削峰填谷的效果。相关的调节过程保障电网可以安全和稳定地运行,减少电网故障。另外,储能电站储能的过程中,可能会利用风能或者太阳能等过剩资源,储能电站因此可获得更为清洁、低价的电能支持,在电力需求增加的状态下及时释放,促使资源被有效利用。

(二)处理应急问题,提升电力经营效益

一旦在电网运作中发生故障,储能电站能够处理应急问

题,其充当紧急电源的介质,不会影响用户正常用电。根据电网状态调用储能电站,同时多种类型的发电模式互相协调运作,避免电网正常供电受到影响。储能电站会降低电网大幅度波动的现象,辅助电力系统运作具备安全性、全面性,更好地顺应电网需求。持续调整储能电站的运行方式,工作人员可以随时统计电力负荷的变化,提高电能质量,将电力供应的过程进行规范化管理。为了提升电力经营的效益,需要依托储能电站拓展电力市场范围。工作人员以峰谷价差、削峰填谷为关键考量因素,探索在电价较低时储存电能、在电价较高时释放电能的储能策略。这样用户可以在减少用电成本的同时,为电力质量的提升提供支持。

提供电力资源,完善能源系统近些年电动汽车已经广泛存在于人们的生活中,快速充电站也因此被人们所青睐。储能电站能够为电动汽车提供可靠的电力资源,提高充电速度和充电效率,持续化提高电动汽车的宣传和推广进程。围绕分布式能源系统的建设,通过储能电站储能形式实现供需平衡,确保能源系统具备自给自足的能力和优势。在储能系统和数据库连接之后,工作人员能够对数据信息进行简化处理,优化应急电源的使用时间,动态调整电能容量,并整理数据中心的供电信息,从而突出电力系统供电的安全性和可靠性。

Q 储能电站不同储能形式经济性对比思路

(一)效益研究

不同储能形式的电价效益差异主要源于储能电站建设和

运营成本的不同。本文对此进行了重点分析,并对其在储能市场的相关情况和储能电站使用寿命进行对比,并以成本差异的形式分析经济效益,充分降低储能电站的综合成本。

(二)经济性对比依据

为了全面研究储能电站不同储能形式的经济性优势,本文查阅了大量的文献资料,其主要来源于中国知网、万方和维普期刊等数据库。本文系统整理了储能电站的多种储能形式,并参照文献分析储能形式可能产生的经济性,为储能电站高效率管理提供依据支撑。最终得到成本模型以及目标函数。其中成本F模型:储能电站单位容量成本用a表示、储能电站单位功率成本用b表示、储能电站辅助设备运作功率成本用c表示、储能电站额定容量用E表示、储能电站额定功率用P表示,可以制定成本模型表达式,即 $F=aE+bP+cP$;目标函数:对储能电站单一储能形式的效益划分为目标函数,用f表示、峰谷电价效益用h表示、减缓电网扩建效益用i表示、发电侧效益用j表示、政府支持(补贴)资金用k表示、储能电站维护成本用m表示,可以得到如下目标函数,即 $f=\max(h+i+j+k-m)$ 。考虑到不同形式储能电站的峰谷电价效益用、减缓电网扩建效益用、发电侧效益用几乎相同,本文分析主要考虑成本模型和政府支持(补贴)。

■ 储能电站不同储能形式经济性对比分析

(一)锂离子电池储能经济性情况

(1)设计方面。储能电站的运行过程,锂离子电池占据重要比例,发挥的作用较多。电池除了磷酸铁锂形式,还有三元锂电池形式。前者的容量可以达到170mAh/g,具备的循环性较强。此电池的组成体系内,存有大量氧元素,表现为磷氧四面体,分子组成比较稳定,即便是温度超过一千摄氏度,也不会有大量氧气释放的现象,表现为一定热稳定性。后者层状结构并不稳定,温度超过200摄氏度的情况下,内部材料会有大量氧气释放,无形中会有热失控的现象。相关报道明确指出,锂离子电池容量已达到2GW,其中磷酸铁锂电池占比较多,超过95%。由此可以了解到,这种电池形式具有电化学储能的优势。

经济性。锂离子电池具有良好的储能性能,凭借着高能量密度特点成为解决能源问题的关键工具。在电化学储能装置中,锂离子电池的使用比例高达90.0%,凸显了其主导地位。即使在90%的状态实施深度充放电,经过3000次循环后,其容量保持率仍能达到80%。此外,锂离子电池在安全性方面也有所保障,放电条件设定为1~3℃的范围,以确保持续安全运作。尽管新一代电池具有更高的容量,据统计可达到220mAh/g,但由于其充放电倍率不足,安全性无法从根源上得到保障。以100MW项目为研究对象,

储能电站初始投资成本为1.5元/Wh,年运维成本为0.06元/W,寿命为9年,残值为5%,每年运行500次,放电深度为90%,储能循环效率为88%,寿命终止容量为75%。综合计算和统计后,储能度电成本约为0.67元/(kW·h)。这表明锂离子电池在充放电方面优势较强,适合大范围应用。

(二)抽水蓄能电站储能经济性情况

(1)设计方面。抽水蓄能电站主要是对风能和太阳能进行储存,具有随机性特征,需要严格要求电网运行的安全性。在处理相关问题的过程中,设计者通常会引进海水抽水蓄能机组,基于水泵运转状态下调整输入力,避免电力系统运作时受到大幅度冲击,促使电力系统维持有效运转。

(2)经济性。抽水蓄能可以增加全寿命周期经济分析,抽水蓄能建设成本高,但相对设计寿命长。以200MW项目为研究对象,储能电站初始投资成本为6元/Wh,年运维成本为0.06元/W,寿命为30年,残值为10%,每年运行400次,放电深度为100%,储能循环效率为75%。综合计算和统计后,储能度电成本约为0.31元/(kW·h)。同时,我国已有使用抽水储能的电站案例,如浙江建德抽水蓄能电站EPC总承包项目。其中标规模为总装机容量2400MW,主要承担华东电网调峰、填谷、储能、调频等任务。此外,抽水蓄能电站还具有政策优势,如容量电费纳入输配电价回收机制。工作人员在调整水泵水轮机的转速时,会基于电力系统的安全性进行设置,整体研究水泵水轮机转轮的运作情况,以提高水轮机的运作效率,使其超过94.0%。运用交流励磁发电机,功率为10MW,涵盖变流器样机,型号为IGCT和IGBT。经过一系列运转研究,不管是抽水蓄能电站电力系统的转矩、电磁,还是温度效率,均能够满足预期目标,显示出良好的发展前景。

(三)压缩空气储能经济性情况

(1)设计方面。压缩空气储能目前作为物理储能的关键模式,不仅能够减少运行的成本,还会避免对环境造成污染,实现长期保存能量的目的。此储能形式可以提高清洁能源的利用率,将电网峰谷平衡化的体系持续整合,具备多能源耦合效应。储能技术的日益进步的背景下,压缩空气储能形式可以被广泛应用在多种场景,发展的空间广阔。在储能电站设计过程中,相关人员应明确专业化储能管理计划,深层次判断压缩空气储能电站实际需求,加快技术的创新和实践。

(2)经济性。压缩空气储能技术有较大规模,可以按照空气压缩的形式实现能量保存,其储能效率可以超过75%。尽管较抽水蓄能技术的储能效率低,可是在控制成本方面有较强的应用优势。此外,压缩空气储能建设周期较短,商业化发展潜力较为显著。以200MW项目为例,初始投资成本为8元/Wh,年运维成本为0.1元/Wh,寿命为20年,

残值为5%，每年运行300次，放电深度为100%，储能循环效率为73%。综合计算和统计后，储能度电成本约为0.436元/kW。随着技术的进步，压缩空气储能电站的效率已提升至80%，略低于抽水蓄能电站，其度电成本略高于抽水蓄能，但远低于磷酸铁锂储能。另外，以新疆阜康压缩空气储能电站项目为例，该项目由华能新能源公司投资建设，旨在为1GW光伏项目提供储能支撑，并配套建设220千伏升压站。项目建成后，将对改善周边生态环境、带动当地经济高质量发展具有重大意义。这表明和抽水储能电站进行比较，压缩空气储能可以创设超过10万kW的规模，发展前景广阔。

(四) 钒液流电池储能经济性情况

(1) 设计方面。在钒液流电池储能系统的设计上，工作人员遵循集成化原则，将储能模块作为核心，整合逆变升压体系。这显著降低了占地面积，超过15%。并且增强了电力系统的可操作性，有助于控制储能电站运行的维护成本。设计者还需开展能量回收管理研究，构建相应的数学模型，完善热管理系统的组成机制。通过智能化运维技术的优势，利用多元数据融合的发展推动数据管理，设定虚拟孪生体系，精准测量和统计储能数据，以提高能源利用率。

经济性。目前，钒液流电池储能尚未规模化商用，受到设备、产能及高额前期投入的影响，导致其初始成本较高。以200MW项目为分析对象，储能电站的初始投资成本为13元/Wh，年运维成本为0.065元/W，寿命为20年，每年运行600次，放电深度为100%，储能循环效率为70%。综合计算和统计后，储能度电成本约为0.688元/(kW·h)。随着未来技术以及工程的进步，成本有望大幅下降。据统计，三峡能源新疆吉木萨尔光储项目作为应用钒液流电池储能形式的典型单位，其应用钒液流电池储能投标报价1.929元/Wh，平均价格低至1.89元/Wh。该项目是首个进入2元/Wh价格区间内商业化项目，标志着此储能形式也具备一定的应用价值。

Q 结束语

综上所述，储能电站不同储能形式存在明显的经济性差异，锂离子电池储能形式目前运用范围更广，在规模化生产阶段会逐步减少运行的成本；抽水蓄能电站具有应用时间长的优势，具备显著的经济性优势；压缩空气储能电站投资周期相对短一些，经济性在抽水蓄能电站之下；钒液流电池储能形式具有控制成本的优势，然而应用范围比较狭窄。每一种储能形式都有可操作性，在储能形式的选择上，工作人员应按照具体需求，系统性考量储能电站的运作效率，最大化推动电力行业的创新和发展。

参考文献

- [1]宋超,董浩,吴怡儒.新型电力系统下的电化学储能电站汇流电压等级选择研究[J].电力勘测设计,2023(S2):66-71.
- [2]蒋迎伟,万金明.基于水下储氢的抽水蓄能电站与电解制氢耦合储能系统构想及分析[J].新型电力系统,2023,1(03):221-230.
- [3]陈晓勇,赵鹏,黎宇博,等.基于实际案例的电网侧储能电站应用场景及经济效益分析[J].太阳能,2023(12):5-9.
- [4]王卓群,黎特,李智强,等.河北省中小型抽水蓄能电站市场定位及商业模式研究[J].河北水利,2023(12):31-33,38.
- [5]刘汉民,史学伟,董文琦,等.基于5G网络的储能数据采集架构与典型应用场景设计[J].电力信息与通信技术,2023,21(12):46-53.
- [6]刘丽影.基于ETAP仿真的大型储能电站计算分析与设计优化[J].建筑电气,2023,42(12):27-30.
- [7]王光培,王彤,黄晓凡.电化学储能电站综合能效提升关键技术及经济性分析[J].能源与节能,2023(12):10-12,17.
- [8]任在民,彭飞,刘展志,等.青海省抽水蓄能电站与梯级水库储能电站对比分析[J].人民黄河,2022,44(S2):195-198.

作者简介:

岳婧琦(1988—),女,汉族,河北唐山人,硕士,经济师,中电伟恒(北京)科技发展有限公司,研究方向:工程经济、工程管理。