

The Application of Energy Storage Technology in New Energy Power Systems

Xinlin Wang

PowerChina Hebe Engineering Corporation Limited, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

In order to achieve the “carbon peak and carbon neutrality” plan, the proportion of new energy power system applications has been increasing year by year. Clean energy generation technologies such as wind and solar power have received widespread attention. In actual power systems, wind energy, solar energy and other power generation technologies have characteristics such as uncertainty and randomness, leading to strong instability when new energy is integrated into the power system. Energy storage technology is an effective method to alleviate the instability problem of new energy power systems and is of great significance for the development of new energy power systems. Based on this, this paper starts with the application advantages of energy storage technology in new energy power systems, analyzes commonly used energy storage technologies, and analyzes their specific applications in new energy power systems, hoping to provide reference for the effective application of energy storage technology in new energy power systems.

Keywords

energy storage technology; new energy; power system

储能技术在新能源电力系统中的应用

王新林

中国电建集团河北工程有限公司, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

为实现“碳达峰、碳中和”计划, 新能源电力系统应用占比逐年增加。风力、太阳能等清洁能源发电技术受到广泛重视。在实际电力系统中, 风能、太阳能等发电技术存在不确定性、随机性等特点, 导致新能源并入电力系统具有较强的不稳定性, 储能技术是缓解新能源电力系统不稳定问题的有效方法, 对新能源电力系统发展具有重要意义。基于此, 论文从储能技术在新能源电力系统中的应用优势入手, 针对常用的储能技术展开分析, 并对其在新能源电力系统中的具体应用展开分析, 希望能够为储能技术在新能源电力系统中的有效应用提供借鉴。

关键词

储能技术; 新能源; 电力系统

1 引言

社会经济快速发展促使各行业、各领域能源需求与日俱增, 传统火力发电等发电形式不利于实现能源可持续发展, 不符合国家推出的“碳达峰、碳中和”计划。基于此种背景, 新能源电力系统逐渐成为电力行业发展的主要方向。风能、太阳能等清洁能源在电力系统中的有效应用依赖先进的储能技术, 如何实现储能技术在新能源电力系统中的有效应用逐渐成为电力行业的研究重点。基于此, 现针对储能技术在新能源电力系统中的应用展开研究。

2 储能技术在新能源电力系统中的应用优势

2.1 抑制新能源并网功率

新能源并网过程会对电力系统产生多种不良影响进而

影响电压稳定性。应用储能技术能够针对风力发电场建模展开深入分析, 构建风—光—储协调控制方案, 有效调节新能源电力系统中的无功功率、有功功率、容量配置等参数, 控制电网中功率的频繁变化, 实现对新能源并网功率的抑制, 确保并网输出功率稳定。

2.2 优化电力系统电能质量

电压降落、电压闪边是新能源并网过程中最为常见的问题, 是导致新能源电力系统电能质量低下的罪魁祸首。将储能技术应用在新能源电力系统中, 可以有效控制功率的波动, 优化电力系统电能质量。例如, 将超级电容器等储能设备应用在新能源并网过程中, 再借助模糊逻辑控制等手段即可实现对新能源电力系统电能质量的有效控制, 能够有效解决新能源并网过程中电能质量低下问题。

2.3 稳定电力系统频率

在新能源电力系统中, 通过应用高效的储能技术和储能设备, 能够实现电网的功率补偿, 保证电网接入频率的一

【作者简介】王新林(1970-), 男, 中国河北石家庄人, 助理工程师, 从事电力工程自动化技术研究。

致性。在此基础上,针对储能技术予以优化设计,能够有效延长新能源电力系统的使用寿命,从而降低整体电网的生产成本^[1]。

3 新能源电力系统中常用的储能技术

新能源电力系统中最为常用的储能技术包括电化学储能、物理储能、混合储能、分布式储能,具体内容如下^[2]。

3.1 电化学储能

电化学储能又称蓄电池储能,是一种通过电池正、负电极反应实现电能和化学能相互转换的储能方式,既能满足电网供电要求,又能存储电力系统中过剩的电能,进而实现对新能源的高效利用,为新能源并入电网奠定基础。常用的电化学储能方式包括金属电池、液流储能电池、金属空气储能、氢储能等。其中,金属电池是应用最为广泛的电化学储能形式,其可以通过金属间氧化—还原反应实现电能和化学能相互转换,具有价格低廉、转换效率高等优势。例如,锂电池是新能源电力系统中常用的储能技术,其可以在短时间内完成化学能、电能的转换。

3.2 物理储能

物理储能具有压缩空气储能、飞轮储能和抽水储能等多种形式,是一种将电能作为物理能的能量储存方式。在物理储能技术应用过程中,往往需要依据新能源发电类型、环境状况等因素对其进行合理选择,进而实现物理储能技术在新能源电力系统中的有效性能。抽水储能具有储能量大等优势,但由于受到环境条件的制约,当所处的地理位置不适宜时会极大增加抽水储能成本,缺少在中国风电资源丰富的西北地区推广应用的环境基础。飞轮储能是一种以能量储存为动力的能量储存方式,具有功率密度高等特点,但其能量储量不足,会受磁悬浮和材料等技术制约,很难实现在新能源电力系统中的规模化应用。与抽水储能相似,压缩空气储能具有较高环保性,在密闭空间内即可使用,具有建设快捷、成本低廉等优势,但其在储能效率方面仍存在一定缺陷。

3.3 混合储能

混合储能技术是指将储能电池、大容量储能系统有机融合形成的一种新型储能方式。此种储能技术促使电化学技术与大容量储能系统存在一定的互补性,将二者有机结合能够大幅提升新能源电力系统的运行效率。但从实际储能技术应用情况来看,由于电化学储能技术所构建的储能电池系统本身存在多种不足,为此该技术会对新能源电力系统运行产生不利影响,如电池密度大、使用寿命短等。上述问题的存在无法满足目前的电力需求,为此从大容量储能系统角度入手,凭借大容量储能系统具备的高密度、使用寿命长等优势,可以有效弥补电化学储能技术的不足,将二者有机结合既能实现优势互补,又能大幅提升新能源电力系统的运行效率。

3.4 分布式储能

分布式储能技术是一种将新能源和新能源存储技术有机地融合在一起的一种新型储能技术。该技术能够实现对新能源资源的有效利用和优化管理,对提高新能源利用效率、缓解环境污染、缓解能源紧张等重大社会问题具有重要意义。分布式储能技术的应用依赖分布式储能系统,该系统主要由储能电池、储能转换器、能量管理系统等构成。其中,储能电池作为分布式能源存储的关键部件,其对分布式储能系统的工作性能与使用寿命会产生重要影响。现阶段,分布式储能技术在智能微网、家用储能、工业储能、新能源电力系统储能等方面有着广阔的应用前景,将其应用在新能源电力系统中能够大幅提升电能质量、抑制新能源并网功率,大幅提升新能源并网的经济性。

4 储能技术在新能源电力系统中的应用

4.1 储能技术在风能电力系统中的应用

新能源电力系统的稳定运行涉及技术、设备、人员等多个方面,在运行过程中需实现对瞬间功率的有效控制,才能保证新能源电力系统的平稳运行,所以有关单位往往会采取多种储能技术措施,保证新能源发电瞬间功率的平滑性,从而可以有效地解决在新能源电力系统运行中的波动问题,由于风力发电系统的控制比较困难。因此,为保证风力发电系统运行稳定性,应用各种储能技术将风能转换为稳定的电能输出。在实际应用中,由于常规储能技术在风电系统中的作用并不显著,一般采用超导储能技术来避免风电系统运行风险,保证风能电力运行稳定性。

4.2 储能技术在太阳能电力系统中的应用

太阳能是新能源之一,太阳能电力系统运行中需要通过光伏并网方式实现电能传输,在此过程中需要借助相应的储能技术规避电网波动等问题。近年来,为提高储能技术在太阳能电力系统中的应用效果,电力公司需将信息技术与储能技术有机集合,形成更为智能的储能系统。此外,将储能技术应用于太阳能发电系统,还要求电力企业根据现有光热、光伏等不同系统的特殊运行方式,选取合适的技术,并制订出高效的解决方案,从而达到合理利用储能技术的目的,这也是新能源电力系统运行与开发利用的根本保证。

5 储能技术在新能源电力系统中的应用实例

近年来,以太阳能、风能为基础的新能源电力系统中大量应用分布式储能技术,为进一步探究储能技术在新能源电力系统中的应用,以分布式储能技术为例,分析其在新能源电力系统中的具体架构及控制措施。

5.1 分布式储能系统架构

基于分布式储能技术的新能源电力系统分布式储能系统架构如图1所示^[3]。

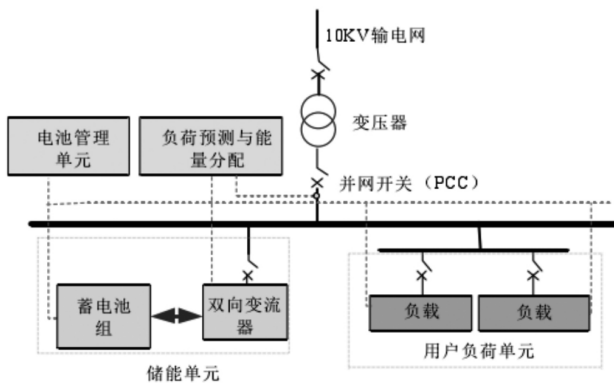


图1 新能源电力系统分布式储能系统架构

由图1可知，系统接入点即为新能源电力系统的并网开关，此接入点还能够实现对电网功率的监测。其中，储能系统包括电化学能量存储技术（蓄电池）、双向换流器、能量分布系统、电池管理系统、负载预测系统等功能系统。在此类功能系统中，负载预测系统可以预测电力负荷的需求等，而电力配置系统可以根据存储的状态、分时电价等数据，来确定存储设备的配置和控制策略，通过向双向换流器发出相应指令来调控储能组充电和放电状态。充电控制系统主要是基于负载状态、双向换流器容量和能量分配系统控制命令来实现充电控制的过程。

5.2 分布式储能系统在新能源电力系统中的控制策略

分布式储能技术可分为并网和离线两种方式，前者是指在正常情况下，将其与电网相连，达到稳定节点电压、调节电能质量、调峰调频、填谷削峰的目的。后者是在电网故障停机时，采用解列的方法来避免故障对负荷的影响，实现对负荷的独立供电。以下主要是对正常情况下的电网接入方式进行分析。

5.2.1 充电模式控制策略

由于中国电力市场存在差异性，分时电价对工商业等电力用户普遍适用，当电力市场对电力需求较小时，通过储能系统能量配置系统对其进行充电。其充电过程分为定电压、定电压和涓流三个阶段。在初始状态下，蓄电池的充电电流及效率取决于蓄电池的种类，同时蓄电池本身的充放电效率也会随着蓄电池充放电电流变化而变化。在蓄电池端电压达到某一数值时，蓄电池充电模式进入二阶段。在此阶段，充电电流持续降低并维持某一充电电压一段时间。在充电电流最低时，采用“涓流”方式进行充电，以保证蓄电池的电压不变。一般来说，该蓄电池组可以在电力价格低时给蓄电

池充电，而当充电尚未结束时，该系统可以根据基准价格激励蓄电池组保持满电量，在充完后即可进入待机的放电状态。

5.2.2 放电模式控制策略

在放电模式下，利用分时电价数据在峰谷时段对储能系统进行功率补偿与放电特性研究。在首次电价高峰时段，储能系统需尽最大能力满足负荷侧的电力需求。当负载端电力超过储能装置的额定容量时，系统按额定出力；反之，按负载侧出力。当次峰价格出现峰值时，储能系统必须按照剩余电量最大限度地满足负荷端的电力需求，其相应的条件和首次峰值时间一样，但是当其容量降到下限时必须切断储能系统和电网的联系，负荷端电力需要通过电网来解决。在峰谷时段，储能系统和电网同时满足负荷侧用电需求，两方各占50%，而在实践中，若储能系统的额定功率大于负荷测量的50%，那么系统将按负荷测量的50%出力，电网出力与储能系统相匹配。当储能装置的容量不能满足负荷侧要求的50%时，储能装置按规定出力，而电网按负荷侧出力和储能出力之差进行出力。在峰谷时段，电网和储能各承担70%和30%的用电，若在用电后仍存在电能富余，则参照第二次峰值时的运行方式向负荷侧供电。

6 结语

总结起来，目前在新能源电力系统中普遍采用的储能方式有电化学储能、物理储能和混合储能、分布式能源等技术。应结合新能源电力系统的运行状态、技术条件、并网要求等多方面因素进行科学、合理选择储能技术。在太阳能发电、风力发电等电力系统运行中必须充分考虑新能源的不确定性和不稳定性，借助储能技术抑制新能源并网功率、优化电力系统电能质量、稳定电力系统频率、提升新能源并网经济性等多种优势，规避新能源电力系统在运行过程中的电网波动问题，同时利用分布式储能系统，基于电负荷、电价等多种要素，严格控制储能设备的充电、放电过程，从根本上提高新能源电力系统的运行效率。

参考文献

- [1] 汪鹏. 储能技术在新能源电力系统的应用研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(24): 172-174.
- [2] 关新, 吴世玮, 解雨琪, 等. 储能技术在新能源电力系统中的应用分析[J]. 蓄电池, 2023, 60(4): 181-185.
- [3] 李强. 储能技术在新能源电力系统中的应用[J]. 电力设备管理, 2023(20): 217-219.