

# 储能技术在风力发电系统中的应用研究

吕相南

吉林电力股份有限公司

**摘要:** 新能源的开发和利用通常基于电力系统的储能技术。只有依靠新的储能技术,才能保证电能最大限度地发挥。因此,本文分析了储能技术的应用现状和发展过程中遇到的实际问题,探讨了新时期对电力系统储能技术的新需求。

**关键词:** 储能技术; 风力发电系统; 应用研究

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.069

## 引言

随着可持续发展战略的实施,越来越多的企业和个人开始注重节能环保、绿色清洁能源的应用,以风电、光伏为代表的新能源电力得到了广泛关注,相关部门也在不断加大对新能源发电技术的开发与应用力度。我国新能源光伏并网发电系统起步较晚,在实际运行中也存在很多问题,如容易受到光照影响,发生运行间歇随机的现象。研发部门要对储能技术加强研究,提升再生能源的稳定性,让新能源光伏并网发电系统能够在人为调控下更稳定地运行,从而确保新能源光伏并网发电系统的高效、安全运行。

### 一、电力储能技术的重要性

电力系统作为一个发电、配电和输电系统,传统上要求瞬时发电和瞬时功率收集。当下的电力储能技术主要是通过储能装置及电力电子元件结合的能量转换装置来组合而成,有效地改善了供电的地区差异、峰谷差、季节差异等,解决了许多国计民生问题,其意义尤为关键:第一,成立大容量的储能装置,可科学地借助电网内“调峰填谷”的效果。也就是说,通过在夜间低功耗期间存储足够的空闲电能,然后在白天峰值功耗期间反馈稳定输出,能大幅度提升发电设施的利用率,给国家节省巨额的投入;第二,对提升供电可靠性及电能质量起到中华要的影响。近年来,风能、太阳能等清洁能源发展非常迅速,但受季节、天气和区域条件的影响,其具有明显的不连续性和不稳定性,发电量波动较大,适应性较差。据估计,如果风力发电装机容量占电网容量的20%以上,电网的调峰能力和安全运行将面临巨大挑战,储能技术可大幅度解决风力发电及太阳能发电的差距及波动性,其可完成发电的稳定传送,科学地调整发电造成的电网相应数据的波动。

### 二、常见的储能技术

#### (一) 相变储能技术

相变储能技术是利用相变材料的吸热和发热来实现对能量的储存和释放,释放出的能量有着极高的密度。在新能源电力系统中,比较常用的相变储能技术有以下

几种。(1) 熔融盐储热储能技术。其原理是加热无机盐,使其转化为熔融状态,然后配合热循环法实现热量的传输和储存,有着理想的传热效果。(2) 冰储冷储能技术。主要利用储冷介质来实现能量的调节,可以降低供电高峰时段的运行压力。(3) 电储热储能技术。其基本原理是利用金属或者水作为介质实现对热能的储存和释放,可以极大地提高能源传输的效率,而且操作相对简单。

#### (二) 压缩空气储能技术

压缩空气储能技术可以大规模推广应用,当电网处于负荷低谷时,可以借助空气压缩机储存过剩电能,然后在电网高峰期释放储存的电能,满足用户的用电需求。压缩空气储能技术在实际应用中有着良好的响应速度,能量释放频率高,使用寿命长,可以实现对能源的高效转化,转化效率能够达到75%以上。压缩空气储能技术在很多时候都被用于备用电源或者电力系统调峰,需要注意的是,该技术在应用中会受到地形环境和地质结构的影响。

#### (三) 飞轮储能技术

飞轮蓄能技术是利用电能驱动设备的转子,将电能转换为动能,产生的动能储存在设备的加速模块中,当需要发电时,它会利用自己的动能为发电机供电,从而将动能转换为电能。在常规的飞轮蓄能过程中,会出现较大的损耗,为了解决飞轮蓄能系统的损耗,采用超导磁悬浮技术,通过采用新型复合材料来提高能量存储的密度和容量。飞轮蓄能在90%左右的能量转换效率,还有很大的提升空间,但是飞轮蓄能具有无污染、易于维护和不限次充放电等优点,在风力发电领域仍然具有较强的应用空间。飞轮蓄能技术是近年来在发电产业和电力系统发展过程中不断发展起来的一种新技术,它利用飞轮储能来补偿短期内的功率波动,保持电力系统的稳定,同时采用了积木式组合飞轮蓄能,使飞轮储能的充放电效率大大提高。在大规模并网条件下,为了维持和凸显飞轮蓄能的优越性,将飞轮储能技术的重点放在了并网式飞轮蓄能系统的研究上,采用新型的微损耗轴承和高强度的飞轮材料,以提高其性能,实现高速、大容量和模块化发展。为了保证飞轮蓄能在风力发电机组中的应用,近年来,飞轮机组的转子结构对应力和能量密度的影响越来越受到重视。

#### (四) 抽水蓄能

现阶段,被广泛运用于储能技术的就是抽水蓄能电站。需由上游下游两座水库来得以进行动态储能及储能资源动员。但是,开展抽水蓄能电站项目建设期间,需

全方位分析纯抽水、混合抽水及引水抽水蓄能电站的基础性运作机理,从而有效保障水库容量达到预期目标,且不会严重影响配电网的压力。使用抽水蓄能技术期间,有关部门及工作人员需随时监督数据,确保储能释放时间及整体利用率等相应指标达到相关范畴内。规划及设计抽水蓄能电站与其他相关设备时,需评估调峰填谷、调频及调相功能的相关开展途径的可执行性,且全面利用活力发电站的相关数据,来确保更完善的机组运行制度。抽水蓄能电站整理利用率把控在70%~80%,依旧有相应的提升空间。所以,该储能技术的创新发展及产品研发过程也会受到整体利用率的影响。

#### (五) 电磁储能技术

(1) 超导磁储能技术。与上述储能技术比较,超导磁储能有效率达到了90%以上。在超导状态下,绕组电流变化极小,可忽略不计。这样,在整个储存与释放的过程中极少耗费电能,总消耗率也几乎为零。但随着实际使用的越来越广泛,超导线圈往往需要放在低温液体环境下,才可以在整个储能流程中起到积极效果,而这将大大提高生产成本。超导磁储能技术还具有无污染、快速响应、无损耗储能、有效防止能源浪费等优点。超导储能材料可大幅度提高新型发动机的输出性能,对提高暂态电能质量起到重要作用。(2) 超级电容器储能技术。超级电容器储能比超导磁储能的效率低,基本保持在75%左右。它兼有蓄电池储能和电容储能的特点。这种能量的储存的依据是双电层原理。以超级电容器储能工艺为基础的存储能量应用,整个存储放电过程中有着良好的可逆性,重复次数能够达到10万次以上。与常规电器皿相比,超级电容器具有温度阈值较宽、安全和稳定性更高等优势。也同样拥有了常规电容器所具有的优点。超级电容器储能技术还具有循环寿命长以及电容器响应快的特点,和蓄电池技术相结合,不但大大提高了蓄电池的充放电效能,也同样增长了蓄电池的性能。而且超级电容器与蓄电池的结合,在风电场中也获得了较普遍的使用,以更好地控制风能的波动。也因此,在应用超级电容储能技术时,应与蓄电池相结合,使其效果更加显著。

#### (六) 化学储能技术

化学储能技术需要获得适当储能体系的支撑,以完成所需要的化学能量转移。针对不同种类的动力电池,因为电池的正化学性质,其电能释放效果差异较大。所以,认识并区别不同种类动力电池的特性与区别,可以达到高效的化学储能。(1) 锂电池。锂离子电池的储能效率可以达到85%以上,这和储能系统的基本构成密切相关,其储能系统除了包括单体电池外,还有充放电系统和电池管理系统支持。其具备储放能更高效、能量密集程度大、安全稳定性更高的特征。但其缺点是造价高,电站设计容量小。但在实际应用中却有很好的节能效果。(2) 钠硫电池。钠硫电池的储能利用率仅为

70%。和锂电池相比,钠硫电池成本低,占地面积小,维护方便。由硫磺和多硫化钠等化合物所构成,而负极材料则为已熔化的金属钠所构成。值得注意的是,由于钠硫电池纵向放电深度比较有限,循环寿命也不高。因此,如果必须保证充放电效果,工作温度应达到300℃。(3) 铅酸电池。铅酸电池在其原理与实现等方面,和钠硫电池都有相似之处。对于正负极的组成,由于化学成分的不同,对空间和功率密度的要求也有很大的不同。在小空间应用上,铅酸电池的总用量约是钠硫电池的3倍。从容量密度来说,铅酸电池仅为普通钠硫电池的1/3。

#### (七) 氢燃料储能

氢燃料的储存主要依靠电化学设备,将燃料中的氧化剂和化学能转换成电能,并在“双碳”的发展战略和可持续发展的指导下,将其逐步推广到风力发电领域。氢燃料的储存能力是没有上限的,根据电解质的不同,可以分为直接甲醇燃料储能装置、质子交换膜燃料储能装置、碱性燃料储能装置。在风力发电场中,最常用的是膜燃料的质子交换膜燃料。在质子交换膜燃料储能设备的操作中,燃料和氧通过双击板的气道进入两极,通过膜电极位置的扩散区,再进入催化层,在膜阳极催化剂的作用下,氢被分解为水、质子和电子,水和质子通过质子交换膜进入阴极,电子通过外电通路进入阴极,最终与氧分子发生反应,在一系列的化学反应中,进行储能和充电,并在压缩、液化和金属化的储能模式下,达到了长时间的储能。目前,氢气储存技术已逐步深入,技术难题逐步得到解决,而且有关元件的成本也在不断下降,使得氢燃料储存技术有了较大的发展空间。

#### (八) 双电池储能

目前,减少风能波动的方法有两种,首先,利用能量平滑技术来降低风能的获取效率,其次,利用能量储存技术,可以为电力系统提供稳定的电力。由于蓄电池具有良好的蓄积性能,因此被广泛地用于风力发电领域。近几年,蓄电池蓄能技术得到了迅猛的发展,为了提高其运行寿命,采用双时间尺度协同控制方法,可以有效地抑制风力发电的功率波动,保证其在风力发电系统中的应用。另外,为了降低系统的运营费用,开发一种以多块电池为主体的大规模电池蓄能设备,该设备采用双层控制模式来调整风力发电的功率,从而形成了一种双电池蓄能技术,该技术包括两个蓄电池,分别对其进行充电和放电,在实际风力发电功率大于电力系统调度功率时,该蓄电池就会一直处于充电状态,而在实际风力发电量小于电力系统调度时,该充电蓄电池就会停止工作,而放电蓄电池则会根据实际风力的变化来调整两种不同的蓄电池的充放电状态,从而可以避免单一电池设备的状态转换。

### 三、储能技术在光伏并网发电系统中的改进措施

#### (一) 合理应用系统建模和综合分析工具

在开发和利用光伏并网发电系统配套储能系统之前,还需要对整个系统的运行情况等进行全方位的检查和分析,包括分析其运行管理效果、运行可靠性和运行经济性。必须严格依据相关规范,合理应用系统建模和综合分析工具,以判断光伏储能装置的寿命和生产成本等,考察储能系统的使用经济效益。当前,在我国光伏并网发电系统中,储能技术的实际运用条件还不够完善,因此必须在光伏技术系统研究设计之前,先做好系统的模拟分析工作,通过仿真技术全面分析光伏并网发电系统的实际运作状态。需要在分析过程中利用软件系统尽量逼真地模拟光伏电站和储能系统的运行情况,保证分析的精确性和实用性,进而为储能系统的优化应用奠定基础。

### (二) 加强储能控制

储能技术在电力系统中的应用可能导致能量转换不良、能量浪费或电力系统不稳定,这充分说明了储能技术应用效果不佳。为了避免这种情况的发生,不仅要注意储能技术的配置,同时,还要根据实际工作需要和电力系统的实际运行情况,建立一个合理可行的最优控制指标体系。以往的工作经验表明,蓄能系统异常放电的概率很高。如果发生异常放电,将导致能量浪费。因此,从业人员应进行深入的研究。利用信息技术和自动化技术,建立与储能系统有效连接的管理信息系统,通过信息分类、数据分析和数据传输到控制系统,利用实时传感器,不仅可以首次检测到储能系统的异常状态。同时,还可以检测到储能系统的异常状态。指导员工处理异常情况,制定处理方案和实施方案,对储能系统进行目标分配,优化系统,确保系统长期正常运行。

### (三) 科学规划及布局

大容量储能能源互联网的初心在于提升清洁能源的效率,这需要大容量存储技术的支持。在实际工作中,应对现有的储能技术进行改进和优化,以提高效率和降低成本。此外,应做好大容量储能的总体规划和布局,并考虑用户、发电和配电网的各种因素,科学分配容量。

## 四、能源互联网背景下电力储能技术的发展展望

### (一) 储能容量化

在能源互联网的构建过程中,电网需要针对可再生能源实现集中式的发电、输送和消纳,以提高储能系统的可靠性,扩大其经济效益。在统筹规划大规模储能系统中的可再生能源时,需要综合考虑电力资源,实施整体规划与调配。规划重点包括储能选址、容量分配和选型等多个方面。储能调配主要指传统能源和新能源之间的综合匹配,在具体设计时,需要通过储能选择、设计、容量分配等手段,有效统筹利用发输电资源,提升资源的利用效率。

### (二) 能源流优化

在多能源耦合局域网中,输入和输出的能量配置变化很大,因此必须利用外界供给的电力,通过CHP途径将电能转换为热能。一方面,能源的路径选择和配置问题增加了能源互联网管理设计过程的复杂度和难度,另一方面,这也成为完善能源互联网耦合系统和推动能源流优化的根本动力。在一定时间内,设计人员需要根据设备实际运行状况调整相应元件的功率,建立优化模型,再根据不同状况进行能源配置,并通过软件停机合并模式来解决实际运行时的能源配置问题,从而形成储能、释能、闲置三种运行状态。

### (三) 交易市场化

在能源互联网中,电力储能技术的使用价值不断增加,所有参与者都以利益最大化为目的进行市场竞争,这也增加了市场交易的无序性和自发性,给能源互联网的管理带来很大的压力。在能源局域网系统中,如果能源价格有涨幅,其系统的边际价值会相应变动,造成整个系统的能源分配发生变化。因此,为了控制系统能源变化,企业管理人员要在储能行业中应用价格控制手段。

### 结束语

综上所述,基于全球能源危机大环境下,大力发展电力系统储能技术对我国实现能源可持续发展起到关键作用。全球能源互联网具有智能化、前瞻性、复杂性、物联网、经济性等特征,有利于我国改善传统能源结构体系,开发利用大量可再生能源,为我国社会发展提供便利。所以,相关部门需要借助能源互联网系统,在技术和战略指导上取得突破,着力解决电能存储技术发展中的技术和战略问题,促进电能存储技术的健康发展。

### 参考文献

- [1] 靳一奇. 储能参与含新能源发电系统调峰配置方式综述[J]. 电子技术与软件工程, 2021(2): 220-222.
- [2] 刘波. 新能源电力系统中的储能技术探讨[J]. 现代工业经济和信息化, 2020, 10(5): 51-52.
- [3] 柳俊岗, 汪宁, 陈利民. 新能源电力系统中的储能技术探讨[J]. 信息记录材料, 2020, 21(5): 231-232.
- [4] 谭勇林. 新能源电力系统中的储能技术分析[J]. 光源与照明, 2022(11): 152-154.
- [5] 柴雯, 吴明锋, 杨姝. 能源互联网背景下电力储能技术发展问题研究[J]. 山西电力, 2021(2): 36-39.
- [6] 李飞, 郝娜娜, 张刚, 等. 考虑用户需求的区域能源互联网储能优化控制方法[J]. 光源与照明, 2021(3): 126-128.