

储能技术在电力系统中的应用探究

杨霖霖

(上海电气(安徽)储能科技有限公司, 上海 200000)

【摘要】在能源革命和可持续发展的双重驱动下, 储能技术正成为电力系统革新的关键力量。《中国制造 2025》强调创新驱动、质量为先、绿色发展, 这与储能技术在电力系统中的应用方向高度契合。在此环境下, 需要相关领域与人员关注技术创新, 不断提升储能技术的性能和效率, 推动其在电力系统中广泛应用的同时, 注重质量提升和品牌建设, 确保储能技术的安全可靠, 为电力系统的稳定运行提供坚实保障。本文便针对储能技术展开了相关阐述, 深入分析了其技术类型与技术优势, 并对其在电力系统中的应用路径展开探究, 旨在推进储能技术的进一步发展与应用, 助推我国能源革命进程。

【关键词】储能技术; 电力系统; 应用; 探究

引言:

储能技术就是将能量以某种形式存储起来, 并在需要时以特定形式释放出来的技术。在电力系统中, 储能技术的应用尤为广泛, 其不仅能够平衡电力供需, 应对尖峰和谷电不匹配的问题, 还能作为灵活备用电源, 随时应对突发负荷波动, 确保电力系统的稳定运行。

一、储能技术分析

为了保证电力系统的供电品质, 储能技术需要对电力系统波动作出快速响应, 实施有功调节以及无功控制两项工作, 在一定程度上缓解电力系统的电压波动, 预防电力系统的闪变故障。能储能设备能够极大地提高电力品质, 降低资金的消耗。通过储能, 可以使电力系统具备输送容量。在电力系统合适的位置中放置储能装置, 当电路通畅时, 便可以对电力进行储存, 以防发生电路阻塞时, 可以将所储能源补充到线路中, 保障电力系统的运行。储能技术是一种新的能源利用方式, 有助于推动能源形式的发展。将储能技术和其他相关科技有机融合, 可以极大地促进新能源电力系统的发展。不同的储能技术有各自的优点和缺点, 各种储能技术应该取长补短, 建立具有显著优势的储能技术布局。目前, 在电力系统中经常采用的储能方式有化学燃料储能技术、电化学储能技术以及热能储能技术等。在今后的研究中, 主要将集中于降低能量存储的费用, 使得储能技术能够得到进一步完善, 从而为新一代清洁能源的可持续发展打下坚实的基础。

二、储能技术类型

(一) 机械储能

1. 抽水储能。抽水储能是一种利用水资源的储

能方式, 它通过在电力需求低谷时, 利用多余的电力将水从低处抽至高处的水库进行储存; 当电力需求高峰时, 再通过放水发电来满足电力系统的需求。这种储能方式不仅能量转换效率高, 而且对环境友好, 是实现电力系统峰谷调节的重要手段。但与此同时, 其也具有一定缺点, 主要表现为前期所需的投入成本较多以及机组的建设周期较长。

2. 压缩空气储能。压缩空气储能技术主要利用电力系统低谷时的富余电力驱动空气压缩机, 将空气压缩并储存于高压密闭的容器中。在电力需求高峰时, 通过释放压缩空气驱动透平机发电, 从而满足电力系统的需求。这种技术不仅响应速度快, 而且储能规模大, 对于提高电力系统的灵活性和稳定性具有重要意义。

(二) 电磁储能

在储能技术的广阔领域中, 电磁储能以其独特的工作原理和高效的能量转换效率, 成为备受瞩目的技术之一。其中, 超导磁储能和超级电容器作为电磁储能的两大代表, 展现出了各自独特的技术特点和应用前景。

1. 超导磁储能。超导磁储能技术通过利用超导材料在特定低温下的电阻为零的特性, 实现电能的高效储存和快速释放。这种技术能够在短时间内吸收或释放大容量电能, 为电力系统提供高效的动态支撑。超导磁储能系统不仅能量密度高, 而且响应速度快, 对于保障电力系统的稳定运行具有重要意义。

2. 超级电容器。超级电容器则以其超大的电容量和快速的充放电速度著称。其利用高比表面积的电极材料和特殊的电解液, 实现了电能的快速储存和释放。超级电容器不仅具有出色的功率密度, 而且循环寿命长, 能够在多种极端环境下稳定工作。因此, 其

在电动汽车、智能电网等领域具有广泛的应用前景。

（三）电化学储能

电化学储能是储能领域的重要分支，其核心技术包括各类电池系统。这类储能技术通过电化学反应将电能转化为化学能进行储存，并在需要时通过逆向反应将化学能转化回电能释放。电化学储能具有能量密度高、响应速度快、维护简单等优点，尤其适用于分布式能源系统、电动汽车以及智能电网等场景。随着电池技术的不断进步和成本的逐步降低，电化学储能的应用前景日益广阔。

三、储能技术的优势

（一）有利于开展能源管理

随着可再生能源的快速发展，能源供应的不稳定性和间歇性成为亟待解决的问题。而储能技术能够将这些间歇性的能源进行有效储存，并在需要时释放，从而实现对能源的有效管理。这种能力使得能源供应更加稳定，降低了能源浪费，同时也提高了能源的利用率。

（二）提高电力系统稳定性

传统的电力系统在面临大规模可再生能源接入时，由于能源的间歇性和不稳定性，容易导致电网的波动和不稳定。而储能技术可以作为电力系统的“稳定器”，在能源供应不足或过剩时，通过储存或释放电能，平抑电网的波动，确保电力系统的稳定运行。这种能力不仅提高了电力系统的可靠性，也降低了电力系统因故障而带来的损失。

（三）优化风电系统

风电作为可再生能源的一种，具有广阔的应用前景。然而，风电的出力具有较大的波动性，难以直接接入电网。而储能技术可以作为一种“缓冲器”，在风电出力过大时储存多余的电能，在风电出力不足时释放电能，从而实现对风电出力的平滑调节。这种优化使得风电系统更加稳定可靠，提高了风电的利用率，也降低了风电接入电网的难度。

（四）提高能量管理效率

在能源生产和消费过程中，由于各种因素的影响，往往存在能量的损失和浪费。而储能技术可以在能源生产和消费之间建立一个“桥梁”，将多余的能源储存起来，在需要时再进行利用。这种能力不仅减少了能量的损失和浪费，还提高了能源的利用效率。同时，储能技术还可以根据能源市场的变化，灵活调整能源的储存和释放，从而实现能源的优化配置和高效利用。

（五）加强系统对新能源兼容性

随着可再生能源的不断发展，越来越多的新能

源将接入电网。然而，由于新能源的特性和电网的约束条件，新能源的接入往往面临诸多困难。而储能技术可以作为新能源和电网之间的“桥梁”，通过储存和释放电能，平抑新能源的波动性和不稳定性，使得新能源更加顺利地接入电网。这种兼容性不仅提高了新能源的利用率，也促进了新能源的快速发展和广泛应用。

四、储能技术在电力系统中的应用

（一）电池储能技术的应用

电池储能技术在电力系统中的应用日益广泛，其对于电力系统的各个环节均展现出显著的关键作用。首先，在运行层面，电池储能技术不仅极大地提升了电力系统运行的安全性，而且有效促进了系统运行效率的提高。一方面，从电力系统的运行安全角度来看，电池储能技术为系统提供了稳定可靠的能源支撑。通过精确的储能控制策略，电池储能系统能够在电网负荷波动或突发故障时迅速响应，释放或吸收电能，从而平衡电网的供需关系，避免系统崩溃或设备损坏。这种即时的能量调节能力对于电力系统的稳定运行至关重要。另一方面，电池储能技术在提高电力系统运行效率方面也发挥了积极作用。在电力系统中，由于负荷变化、设备故障等因素，往往存在大量的能量损耗。而电池储能系统能够通过对电能的储存和释放，实现电能的优化配置和高效利用。例如，在负荷低谷时段，电池储能系统可以储存多余的电能；在负荷高峰时段，则可以释放储存的电能，从而减轻电网的供电压力，提高整个系统的运行效率。其次，在发电环节，电池储能技术能够根据电力系统的运行目标和运行方式，合理配置储能系统容量。通过精准控制储能系统的充放电过程，可以实现对稳定功率储能系统的充分利用。研究表明，当电池储能系统的容量增加65%时，电力系统的稳定性将得到显著提升。其三，在输电环节，电池储能技术将储能系统作为调频电站使用，通过延长容量储存时间，有效提升了电力系统运输电能的效率。在电网频率波动时，电池储能系统可以迅速调整充放电功率，稳定电网频率，确保电能传输的稳定性和可靠性。最后，在变电环节，电池储能技术增强了电力系统的储存功能。一般而言，智能电力系统的储存电池能够储存电能长达420分钟。而在输电线路系统中安装变电侧储能装置，如10千瓦母线，不仅能够进一步提升电力系统的储存能力，还能使并网运行成为可能。这种并网运行方式不仅提高了电能的利用率，还有助于实现电力系统的智能化管理和优化调度。

（二）飞轮储能技术的应用

飞轮储能技术不仅有助于电力系统接纳更多新型可再生能源，进而推动能源结构的转型，而且还能有效防止电力系统不稳定情况的发生，保障电力供应的可靠性和安全性。在当前的能源背景下，虽然科学技术飞速发展，使得我们对许多可再生能源进行了充分的利用，但不可否认的是，这些可再生能源往往缺乏稳定性，这成为制约其广泛应用的一大瓶颈。当可再生能源在电力系统中被使用时，其不稳定性可能会对电力系统的稳定运行构成威胁，甚至可能引发安全事故。因此，如何在保障电力系统稳定性的同时，充分利用可再生能源，成为摆在我们面前的一大挑战。在风力发电等可再生能源领域，飞轮储能技术能够实现对风能的充分利用，提高能源利用效率。通过飞轮的高速旋转，将风能转化为机械能，进而通过发电机将机械能转化为电能。这种转换方式不仅高效，而且具有快速响应的能力，能够在风能波动时迅速调整输出功率，保证电力系统的稳定运行。

在储能阶段，飞轮储能技术通过飞轮的持续旋转储存能量。当需要释放能量时，通过降低飞轮的旋转速度，利用电动机将动能转化为电能，供给电力系统使用。这种能量释放方式不仅平稳，而且可以根据电力系统的需求进行精确控制，实现电能的优化配置和高效利用。值得一提的是，飞轮储能技术还具有良好的安全性能和环保性能。飞轮储能系统不需要使用化学燃料，不会产生有害气体和废弃物，对环境无污染。同时，飞轮储能系统具有较高的可靠性和稳定性，能够在恶劣的环境下正常运行，为电力系统的稳定运行提供有力保障。此外，飞轮储能技术在电力系统故障处理中也发挥着重要作用。当电力系统发生故障时，飞轮储能系统可以迅速释放储存的能量，为电力系统提供紧急支撑，缩短故障处理时间，尽快恢复电力系统的正常运行。这一特点使得飞轮储能技术在智能电网和分布式能源系统中具有广阔的应用前景。

（三）压缩空气储能技术的应用

压缩空气储能技术，作为一种新兴的能量储存解决方案，近年来在电力系统中受到了广泛关注。这一技术的核心在于利用燃气轮机技术，通过空气压缩和释放过程来实现电能的储存与释放。在电力系统的运行过程中，用电高峰期和低谷期是常见的现象。为了平衡这种供需矛盾，提高电力系统的运行效率，压缩空气储能技术应运而生。在电力需求较低的时段，该系统能够利用多余的电能驱动空气压缩机，将

空气压缩并储存于特制的容器中。这一过程实现了电能到机械能的转化，进而完成了能量的储存。而当电力系统进入用电高峰期时，压缩空气储能系统便发挥其关键作用。通过控制阀门的开启，储存的高压空气被释放进入燃气轮机或膨胀机中，推动其旋转并产生机械能。随后，这一机械能经过发电机转化为电能，供给电力系统使用。这一过程实现了机械能到电能的转化，确保了电力系统的稳定运行。

压缩空气储能系统主要有两种形式：传统电站形式和新型压缩空气储能系统。传统电站主要依赖天然气储能和洞穴进行储能，机组规模较大，通常在100MW以上。而新型压缩空气储能系统则通过优化设计和改进技术，使得机组规模可以缩小至100MW以下，更加适应现代电力系统的需求。在类型方面，压缩空气储能系统主要有四种：内燃机系统、燃气蒸汽联合循环耦合系统、制冷循环耦合系统和燃气轮机系统。这些系统各有特点，适用于不同的应用场景和需求。例如，内燃机系统适用于对能源转换效率要求较高的场合；而燃气蒸汽联合循环耦合系统则能够实现更高的能源利用率和更低的排放。

然而，值得注意的是，尽管压缩空气储能技术在我国已得到了一定程度的普及和应用，但其发展仍受到地理条件和化石燃料两大因素的制约。一方面，洞穴和地下空间的分布不均限制了该技术的应用范围；另一方面，化石燃料的使用也引发了环保和能源安全等方面的担忧。因此，未来的研究和发展需要重点解决这些问题，推动压缩空气储能技术的进一步应用和发展。

五、结论

综上所述，可再生能源的迅猛发展和电力需求的持续增长，使得电力系统的稳定性和可靠性面临着前所未有的挑战。在这一背景下，强化储能技术研究，可以凭借其独特的能源平衡和调峰能力，进一步优化电力系统运行，提高能源利用效率，进而实现可持续发展。

参考文献：

- [1] 唐佳佳, 陈俊学. 新能源电力系统中储能技术的应用与性能优化研究 [J]. 中国品牌与防伪, 2024, (03): 58-59.
- [2] 王哲. 储能技术在新能源电力系统中的应用 [J]. 光源与照明, 2024, (01): 237-239.
- [3] 裴淼. 多重应用场景下的新能源电力系统储能技术 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (34): 112-114.