

基于储能的电力系统安全调控方法

孙舟

(国网上海金山供电公司)

摘要: 储能技术在现代电力系统中的应用日益广泛,通过支撑电力系统的静态和动态安全、提升交直流混联电网安全性、参与电力辅助服务市场,储能系统显著提高了电力系统的可靠性和稳定性。本文详细探讨了储能在电力系统中的应用,包括储能与电力系统可靠性、静态电压稳定、输电阻塞问题的解决方法,以及储能提升频率稳定性、暂态电压稳定性的措施。同时,本文介绍了储能在电力系统主动安全调控中的作用和储能参与电力辅助服务市场的主要模式。

关键词: 储能技术、电力系统可靠性、静态安全、动态安全、辅助服务市场

引言

随着电力需求的不断增长和可再生能源的广泛应用,电力系统面临着前所未有的挑战,包括电力系统的可靠性、安全性和灵活性问题。储能技术作为一种新兴的电力调节手段,能够通过灵活的功率调节和快速响应,有效提升电力系统的运行效率和安全性。本文将深入探讨储能技术在支撑电力系统静态和动态安全、提升交直流混联电网安全性以及参与电力辅助服务市场中的具体应用方法和优势。

1 储能支撑电力系统静态安全的方法

1.1 储能与电力系统可靠性

储能技术在提高电力系统可靠性方面发挥着重要作用。首先,储能系统可以作为备用电源,在电力系统发生故障或供电中断时,快速响应并提供必要的电力支持,从而减少停电时间和范围。其次,储能系统可以通过调节电力供需平衡,减轻电网负荷,避免过载运行,延长设备寿命。此外,储能系统还可以提高可再生能源的利用率,缓解其间歇性和不稳定性对电力系统的影响,从而提升电力系统的整体可靠性。

1.2 储能与静态电压稳定

电力系统的静态电压稳定性是指在电力系统运行过程中,系统电压能够维持在允许范围内,确保用户端电压质量。储能系统可以通过调节有功功率和无功功率来改善电压稳定性。当电力系统负荷增加或出现波动时,储能系统可以快速响应,提供所需的电力支持,维持系统电压稳定。此外,储能系统还可以通过优化电压控制策略,减少电压波动,提升电力系统的静态电压稳定性,从而提高供电质量。

1.3 储能与输电阻塞问题

输电阻塞是指电力系统中某些输电线路或变电设备因过载运行,导致电力无法有效传输,影响电力系统的正常运行。储能系统可以通过在电力需求高峰期释放储存的电能,减轻输电线路的负荷,缓解输电阻塞问题。

另一方面,在电力需求低谷期,储能系统可以吸收多余的电能,减少输电线路的负荷波动。此外,储能系统还可以通过优化电力调度,合理分配电力资源,提高输电线路的利用效率,进一步解决输电阻塞问题。

2 储能支撑电力系统动态安全的方法

2.1 储能改善频率稳定性

电力系统的频率稳定性是衡量系统动态安全性的重要指标之一。当电力系统频率偏离正常值时,会影响电力设备的正常运行,甚至导致系统崩溃。储能系统可以通过快速响应和调节输出功率,参与频率调节,改善电力系统的频率稳定性。当电力系统负荷增加时,储能系统可以快速释放储存的电能,补充供电不足,维持系统频率稳定;当电力系统负荷减少时,储能系统可以吸收多余电能,防止频率过高。

2.2 储能提升暂态电压稳定性

电力系统的暂态电压稳定性是指系统在受到短时扰动后,能够迅速恢复到正常电压水平的能力。储能系统在提升暂态电压稳定性方面具有重要作用。当电力系统受到短时扰动(如故障或负荷突变)时,储能系统可以快速响应,调节输出电力,提供必要的电压支持,防止电压崩溃。同时,储能系统可以通过协调无功功率的分配,优化电压控制策略,提高电力系统的暂态电压恢复能力。此外,储能系统还可以与其他电压调节设备配合工作,形成多层次、多元化的电压调节体系,进一步提升电力系统的暂态电压稳定性,确保电力系统的动态安全。

3 储能提升交直流混联电网安全性的措施

3.1 储能降低交流输电线路潮流峰值

交流输电线路的潮流峰值是指在电力需求高峰期,输电线路上承载的最大电流。这一峰值如果过高,可能会导致线路过载,增加故障风险。储能系统可以通过在电力需求高峰期释放储存的电能,减轻交流输电线路的负荷,降低潮流峰值。具体措施包括:

(1) 高峰负荷调节: 在电力需求高峰时段, 储能系统迅速释放储存的电能, 满足部分负荷需求, 降低输电线路的负荷压力。

(2) 负荷转移: 通过储能系统在低谷时段充电、高峰时段放电, 实现负荷转移, 平滑负荷曲线, 减小潮流波动。

(3) 动态响应调节: 利用储能系统的快速响应特性, 及时调节功率输出, 减少负荷波动对输电线路的冲击, 提高电网运行的稳定性。

3.2 储能避免多回直流线路闭锁

多回直流线路闭锁是指在电网运行过程中, 多个直流输电线路因故障或其他原因同时退出运行, 这将对电网的稳定性和安全性造成严重威胁。储能系统可以通过以下措施有效避免多回直流线路闭锁:

(1) 紧急功率支持: 当直流输电线路出现故障时, 储能系统可以迅速提供紧急电力支持, 补偿因线路闭锁导致的电力缺口, 维持电网供需平衡。

(2) 故障缓冲: 储能系统可以作为故障缓冲装置, 吸收和释放电能, 减轻故障对电网的冲击, 防止多个直流线路同时闭锁。

(3) 协调调度优化: 通过优化储能系统的调度策略, 与其他电力调节设备协同工作, 提高电网运行的灵活性和可靠性, 减少直流线路闭锁的概率。

4 储能用于电力系统主动安全调控方法

电力系统主动安全调控是指通过主动采取调控措施, 预防和应对电网可能出现的安全问题, 确保电网的稳定运行。储能技术在电力系统主动安全调控中具有独特优势, 能够通过灵活的功率调节和快速响应, 提高电网的抗扰动能力和运行安全性。以下介绍储能在电力系统主动安全调控中的具体方法。

1) 实时功率平衡调节

储能系统能够通过实时监测电力系统的功率波动, 快速响应并进行功率调节, 维持系统的功率平衡。具体方法包括:

频率调节: 当系统频率出现偏离时, 储能系统可以快速充放电, 参与频率调节, 恢复系统频率至正常范围, 防止频率过度波动影响电力设备运行。

电压调节: 储能系统通过调节有功和无功功率输出, 改善系统电压水平, 防止电压过高或过低影响用户用电质量。

2) 事故预防与故障恢复

储能系统可以作为备用电源, 在电网运行过程中预防潜在故障, 通过提前充放电调节, 避免负荷过载和设备损坏。当电网发生故障时, 储能系统可以迅速提供备

用电力, 支持故障区域恢复供电, 缩短停电时间, 减小故障影响范围。

3) 提升可再生能源消纳能力

储能系统可以吸收和释放可再生能源的波动电力, 平滑其输出曲线, 减轻其对电网稳定性的影响。通过储能系统在低谷时段充电、高峰时段放电, 调整电力系统负荷, 增加可再生能源的消纳空间, 提高其利用效率。

4) 智能调控与优化调度

结合大数据和人工智能技术, 储能系统可以实现智能化调控, 精准预测电力需求, 优化充放电策略, 提高调控效果。通过优化储能系统与其他电力设备的调度策略, 实现资源的合理配置和高效利用, 提高电力系统的整体运行效率, 确保系统的安全稳定运行。

5 储能系统参电力辅助服务市场方法

储能系统在电力辅助服务市场中可以提供多种类型的辅助服务, 这些服务对于保障电力系统的稳定运行和优化电力资源配置具有重要意义。主要的辅助服务包括:

频率调节服务: 储能系统可以快速响应频率波动, 通过充放电调节功率输出, 参与系统的频率调节服务, 维持电网频率的稳定。

电压调节服务: 储能系统通过调节无功功率输出, 参与电压调节服务, 帮助维持电网电压在合理范围内, 提高电力质量。

备用服务: 储能系统可以作为备用电源, 在电力系统发生故障或紧急情况时, 迅速提供电力支持, 确保电力供应的可靠性。

黑启动服务: 在电力系统全面停电的情况下, 储能系统可以提供初始电力, 帮助电网恢复正常运行, 作为黑启动电源发挥重要作用。

6 结语

储能技术在现代电力系统中的应用前景广阔, 通过优化电力调度、提高电力系统的可靠性和稳定性, 储能系统为电力系统的安全运行提供了有力保障。未来, 随着储能技术的不断发展和成本的逐步降低, 储能系统在电力系统中的应用将更加普及, 并将在提升电力系统灵活性、促进可再生能源消纳和提高电力系统整体运行效率方面发挥更大的作用。

参考文献:

- [1]余鹏飞,朱继忠,熊小伏,等.基于储能的电力系统安全调控方法[J].电力系统保护与控制,2023,51(19):173-186.
- [2]于丹,李欣悦,徐加良.凝胶电解质对电化学储能装置的安全调控[J].ScienceChinaMaterials,2019,62(11):1556-1573.