

Analysis of Energy Storage Technology Application in Power System Dispatching

Boyu Sun

State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd. Ningbo Power Supply Company, Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract

Energy storage technology is the key to the operation of the entire power system and the core of the entire power grid operation. The effective application of energy storage technology in power system scheduling can achieve the goal of demand management from the root, thereby meeting the demand for power resources, eliminating the phenomenon of peak valley difference between day and night from the root, fully utilizing the importance of electrical equipment, improving the efficiency of electrical equipment, reducing the cost of power system operation, and ensuring the economic and social benefits of power enterprises. When energy storage technology is put into use, higher requirements are put forward for the scheduling capability of traditional power systems, and further improvement and optimization are carried

Keywords

power engineering; Power dispatch; Energy storage technology

电力系统调度中的储能技术运用分析

孙博宇

国网浙江省电力有限公司宁波供电公司, 中国 · 浙江 宁波 315000

摘 要

储能技术是整个电力系统运行的关键,也是整个电网运行的核心。将储能技术有效地运用到电力系统调度中,能够从源头上达到需求管理的目的,进而满足对电力资源的需要,从根源上杜绝了昼夜间峰谷差的现象,充分发挥了用电设备的重要性,提高了用电设备的效率,降低电力系统运行的成本,保证了电力企业的经济与社会效益。当储能技术投入使用时,对传统电力系统调度能力提出了更高的要求,并对其进行了进一步的完善与优化,这是所有工作人员都应该重视的问题。

关键词

电力工程; 电力调度; 储能技术

1 引言

目前,随着我国经济和社会的持续发展与进步,对电力资源的需求量越来越大。为适应区域用电需求,合理规划电力系统调度,防止电力失稳,显得尤为重要。为了解决电力失稳的问题,将蓄能技术引入电力系统调度中,为电网的安全运行提供了有力的支撑。储能技术多种多样,但无论哪一种,从实践上来说,都是为了实现电网的优化配置和最大限度地提升输电能力。

2 电力系统调度的现状

当前,我国电力系统调度面临着多方面的挑战。一方面,随着城市化进程的加快和工业化程度的提高,电力负荷呈现出快速增长和复杂多变的趋势,这对电力系统的稳定性和灵

活性提出了更高的要求。另一方面,传统能源资源的日益枯竭以及环境保护的迫切需求,使得可再生能源的接入成为必然趋势,但可再生能源的间歇性和不确定性给电力系统调度带来了新的难题。

2.1 传统调度方式的局限性

传统电力系统调度方式在面对日益复杂的电网结构和多变的能源需求时,其局限性愈发显著。传统的调度模式主要依赖于化石能源的稳定供应和大型发电厂的集中调度,然而,随着可再生能源的大规模并网,这种调度方式面临着前所未有的挑战。传统调度方式在处理供需平衡时,往往依赖于发电侧的调节能力,然而,风能、太阳能等可再生能源具有间歇性和不确定性,其出力波动大,难以预测,这给电网的稳定运行带来了巨大压力。

此外,传统调度方式在优化资源配置方面也存在局限。传统的调度策略往往侧重于发电侧的优化,而忽视了电网侧和用户侧的潜力。随着分布式能源和微电网的发展,电网结构日益复杂,用户侧的能源管理需求也日益增长。然而,传

【作者简介】孙博宇(1992-),女,中国江苏徐州人,硕士,工程师,从事电力系统及其自动化研究。

统调度方式缺乏对用户侧能源的有效调度和管理,导致能源利用效率低下,资源浪费严重

传统电力系统调度方式的局限性已经成为制约能源转型和电网发展的瓶颈。为了克服这些局限性,储能技术的革新应用应运而生,为电力系统调度带来了新的解决方案。储能技术能够实时调节电网供需平衡,提高电网稳定性,延长设备寿命,成为解决传统调度方式局限性的关键。

2.2 能源结构转型对调度的需求

随着全球能源结构转型的加速推进,传统化石能源逐渐被可再生能源所替代,这对电力系统调度提出了前所未有的需求与挑战。能源结构转型的核心在于提高可再生能源的渗透率,然而,风能、太阳能等可再生能源具有间歇性和不确定性,其发电量的波动给电力系统的稳定运行带来了巨大压力。因此,电力系统调度必须适应这种新型能源结构,实现高效、灵活、智能的调度策略。

为了量化分析能源结构转型对调度的影响,可以采用系统动力学模型进行模拟。该模型能够综合考虑可再生能源发电的不确定性、负荷需求的变化、电网结构以及储能技术的配置等因素,通过模拟不同场景下的电力系统运行状态,评估调度策略的有效性。研究表明,当可再生能源渗透率达到较高水平时,合理的储能配置可以显著降低电网运行成本,提高系统稳定性。这一分析模型为电力系统调度策略的制定提供了科学依据。

3 常见储能技术分析

3.1 电池储能: 锂离子电池与新型电池技术

在探讨电力系统调度的未来时,电池储能技术,尤其是锂离子电池与新型电池技术,无疑扮演着至关重要的角色。锂离子电池以其高能量密度、长循环寿命和相对成熟的技术,已成为当前储能市场的主流选择。锂离子电池不仅能够高效存储电能,还能在需求高峰时快速释放,有效平衡供需波动,提升电网的稳定性和可靠性。

除了传统的锂离子电池,新型电池技术如固态电池、钠离子电池等也在快速发展,为电力系统调度提供了更多选择。固态电池以其高安全性、长寿命和潜在的更高能量密度,被视为下一代储能技术的有力竞争者。而钠离子电池,则因其原料丰富、成本低廉,尤其适合大规模储能应用,为可再生能源的高比例并网提供了新的解决方案。

3.2 机械储能: 抽水蓄能与飞轮储能

在探讨电力系统调度的未来时,机械储能技术,尤其是抽水蓄能与飞轮储能,扮演着至关重要的角色。抽水蓄能作为目前技术最成熟、容量最大的储能方式之一,其工作原理简单而高效:在电力需求低谷时,利用多余电能将水抽至上水库储存,当电力需求高峰或电网需要调节时,释放上水库的水发电。

抽水蓄能电站不仅能够平衡供需波动,其快速的响应

能力也为电网提供了宝贵的频率调节服务。在新能源大规模并网的背景下,风电、光伏等间歇性能源的出力不确定性给电网调度带来了巨大挑战。抽水蓄能电站凭借其高达每分钟数百兆瓦的调节速率,成为解决这一问题的关键。相比之下,飞轮储能则以其高功率密度、长寿命和快速响应的特点,在电力系统调度中展现出独特优势。飞轮储能通过电动机驱动飞轮高速旋转,将电能转化为机械能储存,当需要释放能量时,飞轮减速带动发电机发电。飞轮储能的这一特性,使其在微电网和分布式能源系统中具有广阔的应用前景。

3.3 化学储能: 氢能储存与热能储存

氢能储存作为一种清洁、高效的能源存储方式,近年来受到了广泛关注。通过电解水制氢,可以将多余的电能转化为氢能储存起来,当需要时再通过燃料电池将氢能转化为电能,这一过程中几乎不产生污染物,是实现绿色能源转型的重要途径。

热能储存则是另一种值得关注的化学储能方式,它利用物质的相变过程(如熔融盐、蜡状材料等)来储存热能。在电力系统低谷时段,可以利用多余的电能加热这些物质,将电能转化为热能储存;在高峰时段,再将这些热能释放出来,通过热发电机组或热泵等设备转化为电能或热能供应给电网或用户。热能储存不仅能够有效平衡电网负荷,还能提高能源利用效率,减少能源浪费。

3.4 其他储能形式: 超级电容器与电磁储能

在探索电力系统调度的未来时,超级电容器与电磁储能能作为其他储能形式,正逐渐展现出其独特的优势和应用潜力。超级电容器,以其高功率密度、长循环寿命和快速充放电能力,成为平衡瞬时供需波动的重要工具。据研究,超级电容器的充放电时间可短至数秒,远快于传统电池,这对于应对电网中的突发负荷变化具有重要意义。电磁储能,则通过磁场能量的存储与释放,实现了能量的高效转换与存储。与超级电容器相似,电磁储能也具备快速响应的能力,能够在毫秒级时间内完成能量的输入输出,这对于电力系统的频率调节尤为重要。

4 储能技术在不同调度层次的应用

4.1 发电侧储能: 提升可再生能源利用率

在电力系统调度的未来图景中,发电侧储能技术作为提升可再生能源利用率的关键一环,正逐步展现其不可替代的价值。随着全球对可再生能源的依赖日益加深,如何应对风能、太阳能等间歇性能源的波动性问题,成为电力系统调度面临的一大挑战。发电侧储能技术,尤其是电池储能系统,如锂离子电池与钠硫电池等,通过其高效的能量存储与释放能力,为这一难题提供了创新解决方案。

从技术经济角度分析,发电侧储能系统的引入,虽然初期投资成本较高,但长期来看,其通过减少弃风弃光率、优化发电调度、提高电网稳定性等多方面效益,能够显著降

低整体运营成本。通过建立储能系统的经济效益模型，综合考虑储能的充放电策略、电价波动、补贴政策等因素，可以量化评估储能对提升可再生能源利用率的经济贡献。

此外，发电侧储能技术还能够有效平滑可再生能源出力，减少其对电网的冲击。在实际应用中，储能系统可以根据可再生能源的预测出力与实际出力之间的差异，灵活调整其充放电策略，确保电网供需平衡。这一特性使得储能技术在处理可再生能源不确定性方面具有显著优势，为电力系统的稳定运行提供了有力保障。

值得注意的是，发电侧储能技术的应用还促进了电力系统向智能化、自适应方向发展。通过与先进的监测、控制和通信技术相结合，储能系统能够实现远程监控、智能调度和故障预警等功能，进一步提高电力系统的运行效率和安全性。随着物联网、大数据和人工智能等技术的不断发展，发电侧储能技术的智能化水平将进一步提升，为电力系统的未来发展注入新的活力。

4.2 电网侧储能：增强电网灵活性

在电力系统调度中，电网侧储能扮演着至关重要的角色，特别是在增强电网灵活性方面。随着可再生能源的大规模并网，电网面临着前所未有的挑战，如供需波动、频率不稳定等。电网侧储能系统通过其快速响应和能量存储的能力，有效缓解了这些问题，显著提升了电网的灵活性和稳定性。

从经济效益的角度来看，电网侧储能系统的应用也带来了显著的价值。通过建立经济效益模型，可以分析储能系统在减少电网投资、降低运行成本、提高能源效率等方面的贡献。例如，通过平滑负荷曲线，储能系统可以减少电网在高峰时段的负荷需求，从而降低电网扩容的成本。

此外，电网侧储能还有助于实现电力市场的优化运营。随着电力市场的逐步放开和竞争的加剧，电网企业需要更加灵活地调度和管理电力资源，以应对市场需求的变化。储能系统可以根据市场价格信号，智能地选择充电或放电时机，从而实现电力市场的套利和优化运营。这种市场化的运营模式不仅提高了电网企业的经济效益，也促进了电力市场的健康发展。

4.3 用户侧储能：促进分布式能源管理

在电力系统调度的未来发展中，用户侧储能技术正逐步成为促进分布式能源管理的关键力量。随着可再生能源的普及，分布式发电系统如太阳能光伏板和风力发电机在居民区、商业区和工业区中的应用日益广泛。然而，这些分布式能源的输出具有间歇性和不确定性，给电网的稳定运行带来了挑战。用户侧储能技术通过存储多余的电能，并在需求高峰时释放，有效平衡了供需波动，提高了能源利用效率。

用户侧储能技术的应用不仅解决了电力供需平衡的问题，还极大地促进了分布式能源系统的优化管理。借助先进的智能能源管理系统，用户能够实时监测和分析能源的使用情况，从而智能地调整储能系统的充放电策略，确保能源的高效和最大化利用。此外，储能系统在电网发生故障或不稳定时，可以迅速转换为备用电源的角色，提供必要的应急电力支持，这无疑增强了整个电力系统的韧性和可靠性。

5 结语

综上所述，储能技术在电力系统调度中的应用是应对能源转型和电网发展挑战的关键。通过优化储能技术的配置和管理，可以实现电力系统的高效运行，降低运行成本，提升经济效益和社会效益。未来，随着储能技术的不断发展和应用，电力系统调度将更加智能化、灵活化，为可持续能源发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 王先军,邱彪,崔文伍.基于储能技术的电力系统调度方法[J].微型电脑应用,2024,40(03):193-197.
- [2] 唐小婷,苏建军,李立生,等.基于多元储能型微网的能源枢纽经济调度优化[J].电力电容器与无功补偿,2021,42(03):182-187.
- [3] 张鹏,周建波,郭恺超.储能技术的发展及其在电力系统中的应用[J].中国设备工程,2023(07):218-220.
- [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] 何归弟,王强.新能源电力系统中的储能技术分析[J].科学咨询(科技·管理),2022(03):35-37.
- [6] 杨晓萍,王旭花,薛媛,等.基于能量可实现的多源电力系统短期优化调度[J].太阳能学报,2020,41(05):91-97.