

# 储能技术在光伏并网发电系统中的应用

牛明川

浙江大唐国际新能源有限责任公司 浙江 杭州 310000

**摘要:** 本文深入探讨储能技术在光伏并网发电中的应用与优化策略。储能技术现状及其在能源领域的重要性不容忽视。光伏发电凭借储能技术,可有效平衡功率波动、提升效率与稳定性。锂离子电池高能量密度,铅酸电池经济可靠,超级电容器快速响应,各展优势。针对储能技术,优化容量配置、智能充放电策略及协同控制是关键,可提升系统性能与经济效益。总之,储能技术在光伏并网发电中的合理应用与优化,是推动能源可持续发展的重要一环。

**关键词:** 储能技术; 光伏并网发电; 应用

## 1 储能技术概述

储能技术作为现代社会能源利用的重要支撑,其发展与完善对于推动可再生能源的应用和提高能源利用效率具有重要意义。储能技术主要是通过特定的装置或系统,将暂时无法利用或多余的能源转化为可存储的形式,待需要时再进行释放和利用。目前,储能技术主要包括电化学储能、机械储能、电磁储能等几大类。电化学储能,如锂离子电池、钠硫电池等,以其高能量密度、灵活性和可模块化等优势,在电力、交通等领域得到广泛应用。机械储能,如抽水蓄能、压缩空气储能等,则具有储能容量大、寿命长等特点,在大型电力系统调节中发挥着重要作用。电磁储能,包括超导磁储能和超级电容储能,虽然目前应用规模相对较小,但其快速充放电和长寿命的特性使其在特定场景中具有独特优势<sup>[1]</sup>。随着能源结构的不断调整和可再生能源的大规模应用,储能技术的需求日益增长。储能技术不仅能解决可再生能源的间歇性和波动性问题,实现能源的平稳输出和持续供应,还能在电力系统中起到调节峰谷、改善电能质量、提高电网稳定性的作用。

## 2 光伏发电原理和系统组成

光伏发电的核心原理是半导体界面的光生伏特效应。当太阳光照射到光伏电池(通常是硅基材料)上时,光子与电池中的材料相互作用。若光子的能量足够大,便能将电池中的电子从共价键中激发出来,形成自由电子和空穴对。这些电子和空穴在光伏电池的P-N结内建电场的作用下分别向电池的正负极移动,从而在正负极之间形成电势差,即电压。当光伏电池的正负极与外部电路连接时,便能在电路中形成电流,实现光能向电能的转换。光伏发电系统主要由光伏组件(太阳能电池板)、光伏逆变器、控制柜和电缆等四大部分组成。光伏组件是系统的核心部分,负责将光能转换为直流电

能。光伏逆变器则负责将直流电转换为交流电,以便与电网或其他用电设备相匹配。控制柜则负责对整个系统进行监控和保护,确保系统的稳定运行。而电缆则负责将光伏组件、逆变器和控制柜等各部分连接起来,形成一个完整的发电系统<sup>[2]</sup>。在光伏发电系统中,光伏组件以串联或并联的方式组成光伏阵列,以提高整体的输出电压或电流。当太阳光照射到光伏阵列上时,便能在系统中产生电流。经过电缆的传输,电流到达逆变器,被转换为交流电后,便可供给用户使用或并入电网。同时,控制柜对整个系统进行实时监控,确保系统的安全、稳定运行。

## 3 光伏并网发电系统中储能技术的重要性

随着可再生能源利用的不断深入,光伏发电在电力系统中的比重逐渐增加,但由于其固有的间歇性和波动性,使得电力输出难以保持持续稳定。这时,储能技术就成为了解决这一问题的关键。储能技术能够有效地平抑光伏发电的功率波动,确保电力输出的连续性和稳定性。在光照充足、发电功率高峰时段,储能系统可以将多余的电能存储起来;而在光照不足或需求高峰时段,储能系统则能够释放存储的电能,补充电力供应的不足。这不仅有助于改善电网的运行状况,提高电力系统的稳定性,还能有效避免能源浪费。储能技术还能够优化光伏并网发电系统的能源利用效率。通过合理调度和管理储能系统,可以实现与电网之间的双向互动,根据实时电力需求和电价信号,灵活调整电力输出,从而达到节能降耗、提高经济效益的目的。同时,储能技术还对于提高电力系统的应急能力和抗灾能力具有重要意义。在突发事件或自然灾害等情况下,储能系统可以为电力系统提供紧急备份电源,确保关键设施的正常运行,降低损失和风险。

## 4 储能技术在光伏并网发电系统中的应用

### 4.1 锂离子电池在光伏并网发电系统中的应用

锂离子电池在光伏并网发电系统中的应用逐渐广泛,成为提升系统性能和稳定性的关键技术之一。在光伏并网发电系统中,锂离子电池以其高能量密度、高效率以及长循环寿命等优势,被广泛应用于储存和调节光伏发电所产生的电能。在光照充足的条件下,光伏组件产生的电能可能会超过实时的电力需求,此时锂离子电池可以将多余的电能储存起来,以供后续使用。这不仅可以避免能源浪费,还能确保电力系统的稳定运行。锂离子电池能够调节光伏发电的输出功率,使其更加平稳和连续。由于天气、时间和季节等因素的影响,光伏发电的功率可能会产生波动。而锂离子电池可以根据实时电力需求和光伏组件的发电情况,灵活地充放电,从而平滑地调节输出功率,保持电力系统的稳定。通过储存低电价时段的电能,并在高电价时段释放,锂离子电池可以帮助实现电力负荷的削峰填谷,降低用户的用电成本<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 铅酸电池在光伏并网发电系统中的应用

作为一种传统的电池技术,铅酸电池在存储和调节光伏发电产生的电能方面扮演着重要的角色。(1)铅酸电池能够有效地平衡光伏并网发电系统中的能量供需。在光伏组件发电量大于实际用电需求的情况下,铅酸电池可以将多余的电能储存起来,以避免电能的浪费。而在光照不足或用电高峰时段,铅酸电池则可以释放之前储存的电能,补充电力供应的不足,确保电力系统的稳定运行。(2)铅酸电池具有较高的可靠性和稳定性。尽管相较于一些新型的电池技术,铅酸电池的能量密度和充电效率可能稍逊一筹,但其技术成熟、工艺简单,使得铅酸电池的制造和维护成本相对较低。同时,铅酸电池还具有较长的使用寿命和良好的耐用性,能够适应不同环境和应用场景的需求。(3)铅酸电池在光伏并网发电系统中的应用还有助于提高电网的灵活性。通过合理的调度和控制,铅酸电池可以在不同的时间段内灵活地充放电,从而实现对电力负荷的削峰填谷和平衡调节,提高电网的运行效率和经济性。

#### 4.3 超级电容器在光伏并网发电系统中的应用

超级电容器在光伏并网发电系统中的应用为系统带来更高的能量转换效率和更快速的能量响应能力。超级电容器以其极高的充放电速率,能够在极短的时间内响应电力需求的变化。在光伏并网发电系统中,当电力需求突增时,超级电容器能够迅速提供所需电能,从而有效地平抑电力系统的波动,保证了电力的稳定输出。这种快速响应的特性,使得超级电容器在电力调峰、削峰填谷等方面发挥着重要作用。超级电容器的高能量密度使得它能够存储大量的电能,为光伏并网发电系统提供

长时间的电力支持。在夜间或阴雨天等光照不足的情况下,超级电容器能够释放储存的电能,以补充电力供应的不足,确保电力系统的连续稳定运行。超级电容器的寿命长,维护成本低,使得其成为光伏并网发电系统中一种经济实用的储能选择。相比其他储能技术,超级电容器的充放电次数更多,且循环效率更高,能够有效降低系统的运行成本。

#### 4.4 其他储能技术在光伏并网发电系统中的应用

在光伏并网发电系统中,除了常见的铅酸电池、锂离子电池和超级电容器等储能技术外,还有一系列其他储能技术也在发挥着重要作用。第一,压缩空气储能技术作为一种新兴的储能方式,正在逐渐应用于光伏并网发电系统中。该技术通过利用地下洞穴或废弃矿井等特定地理条件,将空气在低压时吸入储存,高压时释放发电,从而实现对电能的有效储存和调节。这种技术不仅成本较低,而且容量大、寿命长,为光伏并网发电系统提供了稳定、可靠的电力支持。第二,飞轮储能技术也是一种值得关注的储能方式。它利用高速旋转的飞轮来储存能量,通过电机的驱动使飞轮加速旋转,将电能转化为机械能储存起来;当需要释放能量时,飞轮减速旋转,将机械能再转化为电能输出。飞轮储能技术具有效率高、建设周期短、寿命长等优点,并且充电快捷,充放电次数无限,对环境无污染,为光伏并网发电系统提供了高效、清洁的能源解决方案<sup>[4]</sup>。

### 5 储能技术在光伏并网发电系统中的优化策略

随着可再生能源的广泛应用和电力网络的日益复杂化,光伏并网发电系统在能源领域扮演着越来越重要的角色。而作为该系统的重要组成部分,储能技术的合理应用与优化对于提高系统效率、降低成本以及保障电网稳定具有重要意义。

#### 5.1 储能技术的容量优化

储能技术的容量优化是确保光伏并网发电系统高效运行的关键环节。合理的储能容量配置能够满足系统在不同时段、不同负荷条件下的电能需求,同时避免储能设备的闲置和浪费。为实现这一目标,需要对光伏系统的发电特性、电力负荷需求、电价政策等因素进行综合考虑。要分析光伏系统的发电特性,包括日发电量、发电曲线、波动性等,以确定储能设备需要应对的电能波动范围和规模。其次,要结合电力负荷需求曲线,分析负荷的峰谷时段和季节性变化,以便为储能设备的充放电策略提供依据。还需要考虑电价政策对储能容量的影响,利用电价差异进行储能设备的经济调度,提高储能的经济效益。在容量优化方面,可以采用数学规划方

法、仿真模拟技术等手段,通过建立数学模型和优化算法,求解出最佳的储能容量配置方案。同时,还需要结合实际情况,考虑储能设备的选型、成本、寿命等因素,进行综合考虑和折衷优化。

### 5.2 储能技术的充放电策略优化

通过合理的充放电策略,可以有效平衡电力供需,提高电能质量,降低电网的峰谷差,实现削峰填谷的目标。在充放电策略优化中,首先要确定储能设备的充放电时机和功率。这需要根据光伏系统的发电情况、电力负荷需求、电价政策等因素进行动态调整。当光伏发电量大于负荷需求时,储能设备可以进行充电;当发电量不足或负荷需求较高时,储能设备可以放电补充电能。同时,还需要考虑储能设备的充放电效率、荷电状态(SOC)等因素,以避免过充过放对设备性能造成损害。此外,随着储能技术的发展和智能化水平的提升,可以采用先进的预测算法和人工智能技术,对储能设备的充放电策略进行智能优化和自适应调整,进一步提高系统的运行效率和稳定性。

### 5.3 储能技术与光伏并网发电系统的协调控制

通过协调控制策略,可以确保储能设备与光伏系统之间的能量流动和信息交互的顺畅与高效。在协调控制方面,需要建立统一的调度平台和控制系统,实现对储能设备和光伏系统的集中监控和调度。通过实时监测光伏系统的发电状态、储能设备的荷电状态以及电网的运行状态等信息,可以根据预设的控制策略进行实时决策和调整。同时,还需要考虑储能设备与光伏系统之间的能量转换效率和成本效益等因素,制定合适的协调控制策略。例如,在光伏发电量充足时,可以优先使用储能设备进行充电;在发电量不足时,可以优先使用储能设备进行放电补充电能<sup>[5]</sup>。还可以根据电价政策、需求响应

等因素进行经济调度,实现储能设备与光伏系统的优化运行。为实现更为精细化的协调控制,可以引入先进的控制算法和人工智能技术,如深度学习、强化学习等,以提高控制系统的智能化水平和自适应能力。这些技术可以根据系统的实时运行数据和历史数据进行学习和优化,自动调整控制策略以适应不同的运行场景和需求变化。通过与其他可再生能源、分布式能源等多种资源的协同调度和共享,可以进一步提高电网的稳定性和可靠性,推动能源的可持续发展。

### 结束语

随着可再生能源的不断发展和应用,储能技术在光伏并网发电系统中的作用日益凸显。通过合理的技术应用和优化策略,能够更有效地平衡电力供需、提高能源利用效率、增强电网稳定性,从而推动能源的可持续发展。展望未来,随着储能技术的不断创新和进步,其在光伏并网发电系统中的应用将更加广泛和深入,为构建清洁、高效、安全的能源体系提供有力支撑。期待在科技的引领下,储能技术与光伏并网发电系统的融合能够取得更加显著的成果,为人类的可持续发展贡献更多力量。

### 参考文献

- [1]全俊晓.储能技术在光伏并网发电系统中的应用分析[J].电子测试,2020(02):129-130+118.
- [2]林大为.储能技术在光伏并网发电系统中的应用[J].智能城市,2019,5(20):82-83.
- [3]陈勇.杨彪.李志斌.等.分布式光伏储能系统投资收益分析模型的研究[J].中国新技术新产品.2022(12):139-141.
- [4]杨钺.方林波.刘辉.等.分布式储能的光伏并网系统调频技术分析[J].华东科技(综合).2021(3):1.
- [5]唐雨薇.分布式化学储能系统数据分析模型构建研究[J].储能科学与技术.2022.11(2):737-738.