

储能技术在新能源电力系统中的应用及运维管理策略研究

付宏伟

中国长江三峡集团有限公司山西分公司 山西 太原 061800

摘要：随着新能源电力系统的快速发展，储能技术在平衡电力供需、提高系统稳定性方面愈加重要。在此背景下，本文结合光伏电站、风力发电场及微电网等典型场景，系统分析了储能技术的实际应用情况，并提出了一套涵盖动态监测、智能故障诊断、差异化维护、优化检修流程与资源配置的运维管理策略。本研究为新能源电力系统中储能技术的规模化应用与科学管理提供了理论支撑与实践参考，对推动新能源行业可持续发展具有重要意义。

关键词：储能技术；新能源电力系统；应用；运维管理策略

引言：随着社会能源需求的不断增长和“双碳战略”的持续推进，新能源电力系统的发展势在必行。储能技术作为解决新能源发电波动性和间歇性问题的关键手段，在新能源电力系统中的应用愈加广泛。本文旨在分析储能技术的具体应用，并提出其在新能源电力系统中的运维管理策略，以促进新能源电力系统的稳定运行和可持续发展。

1 新能源电力系统与储能技术概述

1.1 新能源电力系统的定义与特点

新能源电力系统是以可再生能源为主导的新型电力体系，通过技术创新实现清洁能源高效利用与电网稳定运行，其核心在于构建“源-网-荷-储”协同体系，融合数字化技术推动能源结构转型，助力碳达峰碳中和目标实现^[1]。新能源电力系统具有高效性、清洁性、可再生性等显著技术优势，其技术应用能够提高能源利用率，降低对传统能源的依赖，减少对环境的危害，符合可持续发展的要求。

1.2 储能技术的概念与分类

储能技术是指将电能转换成其他形式的能量，存储到某种储能介质中，待需要时再将其转换成电能，以满足电力系统的需求^[2]。在新能源电力系统中，储能技术的应用尤为重要，它可以解决新能源发电的波动性和间歇性问题，提高电力系统的稳定性和可靠性。

储能技术可以分为化学储能、物理储能和电磁储能三大类^[3]。化学储能技术是指将电能转化为化学能或将化学能转化为电能的技术，其中最常见的是电池，包括铅酸电池、镍氢电池、锂离子电池等。化学储能技术具有能量密度高、体积小、可重复使用等特点，但其成本较高，使用寿命有限。物理储能技术是指将电能转换为动能、重力势能、弹性势能等其他形式的能量进行存储，常用的物理储能技术包括压缩空气储能、重

力储能、弹簧储能等。物理储能技术具有成本较低、使用寿命长等优点，但其能量密度相对较低，且受限于储能介质的特性。电磁储能技术是指将电能存储在电磁场中，以电磁感应的方式将其转换为电能，常见的电磁储能技术包括超导储能技术、磁电储能技术、电容储能技术等^[4]。电磁储能技术具有能量密度高、充放电效率高等优点，但其成本相对较高，且使用寿命有限。

2 储能技术在新能源电力系统中的具体应用

2.1 在光伏电站中的应用

在新能源电力系统中，储能技术的应用在光伏电站中，其作用尤为突出。光伏电站的发电功率受光照强度影响，具有显著的间歇性和波动性，这给电网的稳定运行带来了挑战。储能技术通过在发电高峰时储存多余的电能，在用电高峰或光照不足时释放储存的电能，有效平衡了电力供应，确保了电力的平稳输出。实际应用中，我国西部地区的大型光伏电站，通过配置锂电池储能系统，在光照充足的时段将多余的电能存储起来，而在傍晚用电高峰时段释放储存的电能，有效缓解了电网的供电压力，提高了供电的稳定性和可靠性。一些偏远地区的光伏微电网项目，通过采用铅酸电池储能系统，实现了对当地居民的可靠供电，提高了当地的能源供应安全性。

2.2 在风力发电场中的应用

风力发电场的输出功率受风速影响，具有较强的波动性和不确定性，储能技术在其中的应用主要表现为以下方面：（1）平衡风能波动。风速的不稳定导致风力发电机的输出功率频繁变化，这会对电网的稳定性造成冲击。储能系统可以实时监测风力发电场的输出功率，当功率过高时，将多余的电能储存起来；当功率过低时，释放储存的电能，使输出功率保持相对稳定。海上风力发电场由于风速变化更为复杂，对储能技术的要求更

高。(2) 提高电网对风电的接纳能力。随着风力发电规模的不断扩大, 电网对风电的接纳能力成为制约风电发展的关键因素。储能系统可以在风电大发时储存电能, 减少对电网的冲击; 在电网需要时释放电能, 增加风电的有效利用小时数。在一些风电资源丰富但电网接纳能力相对薄弱的地区, 可通过建设大规模的压缩空气储能电站, 促进风电的开发和利用。(3) 风力发电场黑启动。当电网瘫痪时, 风力发电场可能无法正常启动。储能系统可以为风力发电机提供启动所需的电能, 实现风力发电场的快速恢复供电, 提高了风力发电场的应急响应能力和可靠性。

2.3 在微电网中的应用

微电网是一种相对分散的独立供配电能源系统, 储能技术在微电网中具有多种应用:(1) 实现能量自治。微电网通常包含多种分布式电源, 如太阳能、风能、生物质能等, 这些电源的输出功率具有间歇性和波动性。储能系统可以在电源发电过剩时储存能量, 在电源发电不足时释放能量, 使微电网能够在一定程度上实现自我供电, 减少对大电网的依赖。一些偏远山区或海岛的微电网项目, 通过配置合适的储能系统, 实现了当地的能源自给自足, 提高了当地居民的生活质量。(2) 提高供电可靠性。在微电网与大电网断开连接时, 储能系统可以作为备用电源, 为重要负荷提供持续的电力供应。储能系统还可以在微电网内部电源故障时迅速响应, 保障微电网的稳定运行。(3) 优化能源配置。储能系统可以根据微电网内不同电源的发电成本、负荷需求等因素, 合理调节能量的存储和释放, 实现能源的最优分配^[5]。

2.4 其他新能源场景中储能技术的应用

除了光伏电站、风力发电场和微电网, 储能技术在其它新能源场景中也有广泛的应用:(1) 在潮汐能发电中, 潮汐的涨落具有周期性, 导致潮汐能发电的输出功率也呈现周期性变化。储能技术可以在潮汐能发电功率较高时储存电能, 在发电功率较低时释放电能, 实现潮汐能的平稳输出。一些沿海地区的潮汐能发电项目, 通过配置超级电容器储能系统, 有效解决了潮汐能发电的间歇性问题, 提高了潮汐能的利用效率。(2) 在地热能发电中, 虽然地热能相对稳定, 但在一些特殊情况下, 如地热能开采过程中的波动或设备维护时, 储能系统可以提供备用电力, 保障发电的连续性。储能技术还可以用于地热能的综合利用, 如将地热能转化为电能后储存起来, 用于供热或其他工业用途。(3) 在生物质能发电中, 生物质的供应和发电过程可能存在一定的波动^[6]。储

能系统可以在生物质能发电过剩时储存电能, 在发电不足时释放电能, 提高生物质能发电的稳定性和可靠性。

3 提升储能技术在新能源电力系统中的运维管理策略

3.1 完善状态监测体系

状态监测是储能系统运维管理的基础, 完善的监测体系能够实时、准确地获取系统运行状态信息, 为后续的故障诊断和维护决策提供依据, 具体策略如下:(1) 合理布置传感器。根据储能系统的结构和特点, 在关键部位安装各类传感器, 如电压传感器、电流传感器、温度传感器、压力传感器等, 以全面监测系统的运行参数。(2) 建立数据采集与传输系统。通过数据采集模块将传感器采集到的运行数据进行汇总和处理, 并通过有线或无线通信方式将数据传输到监控中心。在数据传输过程中, 应采用可靠的通信协议和加密技术, 确保数据的安全性和完整性; 此外, 应建立数据备份机制, 防止数据丢失。(3) 构建数据分析平台。利用大数据、云计算等技术, 对采集到的大量运行数据进行分析和挖掘。通过数据分析, 可以发现系统运行中的潜在问题和异常趋势, 为故障诊断提供支持。

3.2 强化故障诊断能力

准确且及时的故障诊断是保障储能系统安全稳定运行的关键。强化故障诊断能力需要从以下多个方面入手:(1) 采用多种故障诊断方法。常见的故障诊断方法包括: 基于模型的方法、基于数据驱动的方法以及基于知识的方法等。基于模型的方法通过建立系统的数学模型, 对系统的运行状态进行仿真和分析, 以判断是否存在故障; 基于数据驱动的方法则通过对大量历史数据的学习和分析, 建立故障诊断模型, 实现对故障的快速诊断; 基于知识的方法则是利用专家经验和领域知识, 对故障进行诊断和决策。(2) 建立故障诊断专家系统。将专家的经验 and 知识进行整理和归纳, 建立故障诊断知识库。通过人工智能技术, 实现对知识库的智能检索和推理, 为故障诊断提供决策支持; 不断更新和完善知识库, 以适应储能系统技术的不断发展和变化。(3) 加强故障诊断的实时性和准确性。通过优化故障诊断算法和流程, 提高故障诊断的速度和精度; 建立故障预警机制, 在故障发生前及时发出预警信号, 以便运维人员采取措施进行处理, 避免故障的扩大和恶化。

3.3 制定科学的维护保养计划

维护保养是延长储能系统使用寿命、保证系统性能的重要措施。制定科学的维护保养计划需要考虑系统的特点、运行环境和使用情况等因素, 具体包括:(1) 对于电池储能系统, 定期进行电池性能检测。包括电池

的容量、内阻、自放电率等参数的检测,及时发现电池的老化和故障问题。根据电池的使用情况,合理安排充电和放电策略,避免过充、过放等情况的发生,延长电池的使用寿命。(2)对于储能系统的电气设备,要进行定期的清洁和检查。清除设备表面的灰尘和污垢,检查设备的连接部位是否松动、绝缘是否良好等。对于发现的问题,要及时进行处理,确保电气设备的安全运行。

(3)建立维护保养记录档案。详细记录维护保养的时间、内容、更换的部件等信息,以便对系统的维护情况进行跟踪和分析;通过对维护保养记录的分析,可以总结经验教训,优化维护保养计划,提高维护保养的效果。

3.4 优化检修流程与资源配置

合理的检修流程和资源配置能够提高检修效率,降低检修成本,具体策略如下:(1)在检修流程方面,建立标准化的检修流程。明确检修的步骤、方法和质量标准,确保检修工作的规范化和标准化。采用先进的检修技术和工具,提高检修的效率和质量。利用无人机对储能电站的设备进行巡检,能够快速发现设备的故障和隐患;利用智能检修机器人对电池模组进行检修,能够提高检修的精度和安全性。(2)在资源配置方面,合理安排检修人员和物资。根据检修任务的难度和工作量,合理调配检修人员,确保检修工作的顺利进行;建立物资储备管理制度,确保检修所需的物资及时供应;加强与供应商的合作,建立快速响应机制,在出现紧急情况时能够及时获得所需的物资和技术支持。

3.5 加强人员培训与团队协作

加强人员培训与团队协作对于提升储能技术在新能源电力系统中的运维管理水平至关重要。开展针对性的专业培训,定期组织运维人员参加储能技术、故障诊断、安全规范等方面的培训课程,邀请行业专家进行授课,使运维人员不断更新知识体系,掌握最新的技术和

方法;鼓励运维人员参加相关的技能认证考试,提高专业技能水平;注重团队协作能力的培养;通过组织团队建设活动、模拟故障处理演练等方式,增强团队成员之间的沟通与协作能力;在实际运维工作中,建立有效的沟通机制,确保信息的及时传递和共享^[7]。当遇到复杂故障时,能够迅速组织团队成员进行会诊,制定最佳的解决方案,提高故障处理的效率和质量,打造一支高素质、高效率的运维管理团队。

结束语:本文通过分析储能技术在新能源电力系统中的应用,强调了其在提高系统稳定性和可靠性方面的重要作用,并提出了包括完善状态监测体系、强化故障诊断能力、制定科学的维护保养计划、优化检修流程与资源配置以及加强人员培训与团队协作在内的运维管理提升策略。后续相关研究可进一步探索新型储能技术的发展,优化储能系统的经济性和对环境的影响,以实现新能源电力系统的高效、可持续发展。

参考文献

- [1]李伟.新能源电力系统储能技术评价研究[J].电力设备管理,2025,(04):117-119.
- [2]段玉振,杨静芬,杨顺雨.电力系统中物理储能技术的应用与推广[J].储能科学与技术,2025,14(02):699-701.
- [3]孙爱民,洪建军,郑建锋.新能源并网中主要储能技术类型[J].储能科学与技术,2025,14(02):879-881.
- [4]黄源源.储能技术在新能源电力系统中的应用分析[J].中国高新科技,2024(20):59-61.
- [5]沈鸿达.储能技术在新能源电力系统中应用研究[J].科技资讯,2024,22(21):85-87.
- [6]周榴照.新形势下储能技术在新能源电力系统中的应用研究[J].电力设备管理,2024,(17):63-65.
- [7]居文平,王一帆,赵勇,等.新型电力系统长时储能技术综述[J].热力发电,2024,53(09):1-9.