

# 储能技术在电力行业的应用前景与挑战

胡 伟

**摘要：**随着世界能源结构的转型与“双碳”战略的提出，储能技术在电力工业中得到广泛的应用。储能技术既能有效均衡新能源波动，又能提高电网的灵活稳定能力，是构建新能源体系的重要支撑。然而，储能技术在电力工业中的广泛应用还面临着技术成熟度、经济性、安全性以及市场机制等方面的挑战。在此背景下，深入研究储能技术在电力工业中的应用前景和挑战，对促进储能技术创新和发展，推动电力工业可持续发展具有重要意义。

**关键词：**储能技术；电力行业；应用前景与挑战

电力系统中储能技术的应用已经成为推动我国能源结构转型的一个重要推动力。据相关研究显示，近年来全球储能项目装机容量呈指数增长趋势，其中锂离子电池因其能量密度大、响应速度快等优点成为新一代储能技术的重要发展方向。在中国，储能技术已由传统电网调峰调频拓展到工商业用电侧、新能源配储等领域。然而，目前储能技术还面临着诸多问题，这些问题不仅制约着储能技术的经济效益，而且制约着储能技术在电力工业中的推广应用。因此，开展储能技术在电力工业中的应用前景及挑战研究，对优化储能技术发展路径，完善相关政策支撑体系，具有重要的理论与现实意义。

## 一、储能技术在电力行业的应用挑战

### （一）技术成熟度不足：储能技术的可靠性与稳定性问题

为保证电力系统的安全运行，储能技术需要高可靠性、高稳定性，然而，目前很多储能技术都还处在起步阶段，缺乏成熟度是制约其规模化应用的主要原因<sup>[1]</sup>。如部分新型储能技术在实际应用过程中可能面临着性能不稳定和使用寿命短等问题，从而影响其长期稳定运行。此外，技术成熟度不高不仅会增加储能系统运行风险，还会降低系统可靠性，影响电网安全稳定运行。因此，如何提高储能技术的成熟度与稳定性已成为当前亟需解决的难题，需要通过技术研发、试验验证和实际应用等方面的积累，逐步完善储能技术体系。

### （二）经济性挑战：储能技术的成本与效益问题

虽然储能技术对提高电网灵活性、促进新能源消纳

具有明显优势，但目前储能系统建设与运行成本仍偏高，限制其推广应用。储能技术成本较高，主要包括设备购置、安装调试、运营维护及电池更换等，其成本较高，影响其经济竞争力。另外，储能技术的经济效益受电价政策和市场机制等多种因素的影响，当前市场环境下储能技术尚未形成有效的激励机制，导致投资回报率不高。因此，如何降低储能技术成本、提高其经济效益，是促进储能技术在电力工业中推广应用的关键必须从技术创新、规模化生产、政策扶持等方面入手，逐步实现储能技术经济性的优化。

### （三）安全性问题：储能系统的安全风险与管理挑战

储能系统往往涉及大量能量储存与转换，一旦出现故障或事故，可能引发火灾、爆炸等严重后果，危及人身及设备的安全。当前，储能技术在安全方面还面临着诸多挑战，主要有：材料安全问题、储能系统热管理问题、安全防护措施问题<sup>[2]</sup>。如在高温、过充等情况下，锂离子电池极易发生热失控，引发火灾、爆炸等事故，对储能系统的安全管理提出了更高的要求。安全问题不仅影响储能技术的推广和应用，也导致社会公众对其的不信任。因此，加强对储能系统安全性的研究与管理，建立完善的安全标准与技术规范，是保障储能技术在电力工业中健康发展的基础。

## 二、储能技术在电力行业的应用策略

### （一）基于调峰调频需求的储能技术应用策略

调峰调频是保证电网稳定供电的重要环节。采用储能技术可以有效地提高电网对负荷波动的反应能力。针对电网调峰调频需求，利用多维信息（如历史负荷、气象等），采用时间序列分析和机器学习等方法，构建调峰调频需求预测模型，明确不同时段的需求规模和特征<sup>[3]</sup>。

**作者简介：**胡伟（1990.07—），男，汉族，工程师，研究方向，电力新能源。

在储能技术的选择上,应根据预测结果,综合考虑各种储能技术的充放电特点、能量密度和循环寿命等参数,对不同类型的储能技术进行综合比选。针对短时高功率调频的需求,优先采用具有快速响应和高功率密度的锂离子电池和超级电容器等电池储能技术。为满足长期调峰的需要,可以考虑采用大容量存储技术,如抽水蓄能技术和压缩空气技术。

在系统设计阶段,要确定储能装置的容量分配和布置方案,以最小运行费用和最大可靠性为优化目标,综合考虑电网拓扑、负荷分布和电源布局等因素,确定储能系统最优容量和最优接入位置。研究储能系统分层控制策略,上层以电网调度指令为依据,下层利用先进控制算法对储能系统进行充放控制,以保证其对电网调峰调频的快速准确响应。

## (二) 面向新能源消纳的储能技术应用策略

应深入分析新能源发电特性,通过采集风电场和光伏电站的历史功率数据,利用统计方法、人工智能算法等方法,分析新能源发电功率变化规律,预测误差分布等特征,指导储能系统的规划设计<sup>[4]</sup>。在规划储能系统时,综合考虑新能源电站的容量、地理位置和接入电网的方式等因素,确定储能系统的容量和接入方式。在此基础上,综合考虑新能源预测误差、用电需求和电网约束等因素,建立储能系统容量优化配置模型,计算新能源消纳能力。在此基础上,通过合理选择储能系统和新能源电站接入方式,优化电网潮流分布,减少网损。

在运行控制层面,研究储能系统和新能源电站的协调控制策略。根据新能源出力预测结果,预先规划储能系统的充放电计划,当新能源出力过剩时,控制储能系统进行充电,将过剩电能储存起来。当新能源出力不足的情况下,通过控制储能系统释放电能,对新能源进行补充。

构建新能源与储能协同运行的市场化交易机制,探索利用峰谷电价差异、辅助服务市场获取收益等方式,激励投资主体参与储能建设,提升新能源消纳经济性和积极性。同时,构建储能系统从规划设计、施工建设、运营维护到退役处置全过程管理体系,保障其安全高效运行。

## (三) 用于电力应急保障的储能技术应用策略

电力应急保障是保障电力系统在自然灾害和设备故障等突发情况下快速恢复供电的一个重要环节。在电力系统中引入储能技术,可以为应急供电提供可靠的保证

<sup>[5]</sup>。开展电力应急需求分析,基于历史灾情数据,分析电网薄弱环节,结合城市功能区和重点用户分布,确定不同地区、不同情景下的应急供电需求,包括应急供电能力、供电时长、供电质量等。

在应急需求分析的基础上,对储能系统进行选型和配置,对于短期和小容量的应急供电要求,可以选用便携式能量储存装置,如车载电动汽车和小型锂电池;为满足长期大容量应急用电的需要,需要建设大型的铅酸蓄电池储能电站和钠硫电池储能电站。能量存储系统的配置应充分考虑其可靠性、移动性和对环境的适应能力,以保证其在恶劣环境下的正常工作。

构建应急指挥中心,集成电网运行、储能、灾害预警等信息,通过智能决策支持系统,制定科学、合理的应急调度方案。对突发事件进行快速反应,优先满足医院、交通枢纽和通讯基站等重点客户用电需求。构建储能系统应急联动机制,协同消防、医疗、交通等部门,提高应急处置效率。

加强对储能系统的日常维护和管理,制定储能系统的维修保养计划,定期检查、维护和检测设备,及时更换损坏的部件,保证储能系统的正常工作。同时,应开展应急演练,模拟不同类型突发事件,验证储能系统应急响应能力和调度策略的有效性,持续优化应急保障系统。

## 三、储能技术在电力行业的应用前景

在能源转型和电力系统变革的背景下,储能技术在电力工业中有着非常广泛的应用前景。随着全球碳中和目标的不断推进,新能源装机规模不断增大,储能技术作为应对新能源间歇性波动问题的重要手段,在电网调峰调频、新能源消纳等方面具有重要意义。以锂离子电池和液流电池为代表的新型储能技术不断取得突破,成本不断降低,性能不断提高,必将加速其在电力系统的规模化应用。与此同时,随着电力市场机制的不断完善,储能技术的商业机会越来越多,参与调峰、调频、备用等辅助服务市场的交易模式也将日趋成熟。此外,储能技术还可以利用其灵活的特性,在分布式能源系统、微电网和用电用户侧实现多样化用电需求,提高供电可靠性和经济性。在技术创新、政策扶持和市场机制协同作用下,储能技术将与电力产业深度融合,成为推动能源转型和新电网建设的核心动力。

## 四、储能技术在电力行业的应用案例分析

### (一) 案例概况

宁夏电力公司宁东新能源共用储能电站示范项目是

我国首座百兆瓦电力电子液冷型储能电站，是宁夏新型储能示范工程之一（项目加班和情况如表1）。该工程位于宁夏灵武市宁东镇东湾村，距银川市60公里，地理位置优越，交通十分方便。该项目总装机容量为200兆瓦/400 MWh，分两期建设，第一期为第一期，总装机容量为100兆瓦/200 MWh，占地60亩。项目将采用先进液冷储能系统，并结合直流/直流集群管理技术，使本项目的安全性与效益得到显著提高。

表1 项目建设情况

项目名称	宁夏电投宁东基地新能源共享储能电站示范项目
建设容量	100MW/200MWh（一期）
技术特点	液冷储能系统、DC/DC簇级管理器、电池簇级管理
调峰能力	8000万kWh以上
经济效益	首年调峰收益6178.2万元

### （二）应用过程

力公司宁东基地新能源共用储能电站示范项目采用了多种先进技术，在项目建设中取得显著成效。该工程主要包括电池室、储能换流器一体化系统、能源管理系统、升压站和输出线等部分。总装机容量31.5套（3.2 MW/6.88 MWh），配有PCS3.2 MW储能设备31套，PCS1.6 MW储能设备1套，合计63套3.44 MWh电池组。采用室外液冷式预制舱式布置方案，在交流侧储能容量200 MWh，布置63套3.44 MWh。每个簇中都有一个DC/DC模块，每簇中有10簇，每个簇由8个1P48S电池PACK串联构成。另外，该项目还配有站级水灭火系统，每一节电池组都配有一个喷水头，用来降温灭火。通过上述技术的应用，实现蓄电池系统的精细化管理与高效运行。

### （三）应用效果

项目的实际储能容量为100 MW/216.7 MWh，对应35 kV侧200 MWh，既能满足2小时充电/调峰需求，又能满足2小时放电调峰需求。储能系统采用簇级管理模块，实现集群管理，通过调整和调节电池的充放电容量，使整个系统的充放电能力提升6%以上。结合簇级控制器的应用，可以在后期更换或维修时，系统可以不停电运行，只需切换单个电池组就可以进行维修，达到

全年利用率不低于99%。采用直流/直流簇级控制器进行均衡，使各电池簇群达到0.5 P放电标准时的放电流平衡。储能系统具有电网适应性强、储能双向变换器适应性强、接入电网电能质量好、对电网冲击小等特点。该项目具有明显的经济效益，其中包括参与电网调峰、辅助服务（调频、计划出力跟踪、黑启动）和容量指标租赁等三个方面。其中，调峰收益占很大比重，按照95%的能量转换效率和90%的放电深度，综合效率85.5%，调峰服务单价按0.6元/kWh计算，第一年调峰次数300次，首年调峰容量为10296.936万kWh，首年调峰收益为6178.2万元。

### 结束语

综上所述，储能技术在电力工业中有着广阔的发展前景，但也面临着许多挑战。研究储能技术在电力行业的应用前景与挑战，对于提高电网灵活性，促进新能源消纳，降低能耗具有重要意义，对实现电力工业的可持续发展具有重要意义。未来，随着技术进步、成本降低、政策完善，储能技术将成为电力系统的重要组成部分，对推动电力工业绿色转型、高质量发展具有重要意义。应强化储能技术安全管理与市场机制创新，为储能技术大规模推广应用奠定坚实基础，促进世界能源系统向零碳迈进。

### 参考文献

- [1] 李云翔. 双碳目标下电力企业绿色转型路径探析[J]. 活力, 2025, 43(04): 196-198.
- [2] 张晗. 电力系统储能技术与人工智能结合的经济效益分析[J]. 建设科技, 2024, (S1): 77-80.
- [3] 刘恒杰, 姜秀振, 唐杰, 刘超, 张发才. 储能技术在坚强智能电网中的作用[J]. 大众标准化, 2023, (04): 48-50.
- [4] 樊宇航, 曾琴, 袁满. 氢储能系统关键技术及应用分析[J]. 电气技术与经济, 2023, (01): 66-68.
- [5] 张墨晗, 邱玉涛, 王钦. 储能技术在新能源电力系统中的应用[J]. 光源与照明, 2023, (01): 219-221.
- [6] 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, 2022, (05): 35-37.