

风电与光伏储能电站建设管理研究

杨永生

国天(内蒙古)新能源科技控股集团有限公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘要: 风电与光伏储能电站建设管理对能源转型意义重大。本文先阐述技术基础,涵盖发电、储能及系统集成技术。接着剖析建设管理流程,包括各阶段管理要点。随后探讨关键问题,如技术集成、成本控制等。最后提出创新策略,涉及数字化、全生命周期管理等。通过全面研究,为提升电站建设管理水平、推动新能源发展提供参考。

关键词: 风电;光伏储能电站;建设管理;技术集成;创新策略

引言:在全球能源转型背景下,风电与光伏等可再生能源发展迅猛。但风能和太阳能的间歇性与波动性,给电网稳定运行带来挑战。储能技术作为解决这一问题的关键手段,与风电、光伏结合构建储能电站成为必然趋势。风电与光伏储能电站建设管理涉及技术、流程、成本等多方面,深入研究其建设管理,对提高新能源消纳能力、保障电网安全稳定运行具有重要现实意义。

1 风电与光伏储能电站技术基础

1.1 风电与光伏发电技术原理

风电技术核心是风力发电机组将风能转化为电能的过程。风流经叶片,叶片受风力作用产生旋转力矩,带动发电机转子转动,再经电磁感应原理产生电流^[1]。风能转换效率受多种因素制约,像风速在3-25米/秒范围内、风向、叶片设计参数还有机组控制策略等。风速低于3米/秒机组无法启动,风速高于25米/秒则需变桨控制限制功率输出,防止机械损伤。叶片翼型设计、长度在20-80米及扭转角影响气动性能,智能偏航系统能让叶片始终对准主导风向,实现风能最大化捕获。光伏技术依靠光伏电池的光电效应完成能量转换。太阳光照射半导体材料表面,光子能量被吸收激发电子-空穴对,在PN结内建电场作用下形成电流。光能转换效率提升主要靠材料创新与结构优化。单晶硅电池提高晶体纯度减少复合损失,非晶硅薄膜电池降低材料用量控制成本,钙钛矿电池因高吸光系数和长载流子扩散长度成研究热点。表面织构化处理减少光反射,背电极优化提升载流子收集效率,多结电池叠层结构拓宽光谱响应范围,都是提升转换率的有效办法。

1.2 储能技术类型与特性

电化学储能领域,锂离子电池凭借高能量密度、长循环寿命和快速充放电能力占据主导地位,广泛应用于电网调频和用户侧储能。铅酸电池成本低廉但能量密度较低,多用于备用电源场景。液流电池通过电解液循环

实现容量与功率解耦,适合大规模长时储能需求。物理储能方面,抽水蓄能利用上下水库水位差存储能量,技术成熟但受地理条件限制。压缩空气储能将电能转化为空气内能,需地下洞穴作为储气室。飞轮储能通过高速旋转体存储动能,响应速度达毫秒级,适用于短时高频调频。化学储能中,氢储能通过电解水制氢实现能量转化,存储周期长且运输便捷,但面临制氢效率低和储运成本高的挑战。

1.3 风电与光伏储能系统集成技术

储能系统与发电系统的匹配需兼顾功率平衡与能量管理。功率匹配要求储能系统充放电速率与发电单元出力波动特性匹配,例如风电出力波动在每分钟变化1-10兆瓦时,储能系统充放电速率需与之匹配。能量匹配则需根据日发电曲线和负荷需求确定储能容量,假设日发电量为1000兆瓦时,负荷需求为800兆瓦时,则储能容量至少需200兆瓦时。能量管理系统作为核心控制单元,通过实时采集发电功率、储能状态和负荷需求数据,运用优化算法制定充放电策略,实现经济运行与电网支撑双重目标。微电网技术为分布式能源提供了灵活接入方式,风电与光伏储能电站通过直流耦合或交流耦合方式融入微电网,既可独立运行形成局部供电网络,也可并网运行参与大电网调峰,显著提升新能源消纳能力和供电可靠性。

2 风电与光伏储能电站建设管理流程

2.1 项目规划阶段管理

项目规划是风电与光伏储能电站建设起点,精准需求分析是关键。电力负荷预测要综合区域经济发展趋势、人口增长及用电结构变化等因素,预估未来不同时段电力需求量。可再生能源资源评估需借助专业设备技术,全面勘察当地风能、太阳能资源,掌握分布特征与变化规律^[2]。选址布局对电站建设极为重要。地理环境上,避开地质灾害频发区确保建设安全;气候条件方

面,充分考虑风速、光照时长对发电效率的影响;电网接入点选择兼顾输电距离与电网承载能力,减少电能传输损耗。技术路线选择要综合权衡项目规模、成本投入与运行效率。规模小、资金有限的项目,可选技术成熟、成本低的发电与储能技术组合;大型项目则优先考虑高效先进技术方案,提升电站整体性能与经济效益。

2.2 设计阶段管理

系统设计包含发电单元、储能单元和控制系统。发电单元设计依资源评估结果确定设备容量与布局;储能单元设计合理配置储能容量,满足不同工况需求;控制系统设计确保各单元协调运行,实现电能高效管理与分配。电气设计关乎电站安全稳定运行。变电站设计满足电力输送分配要求,输电线路设计考虑线路长度、电压等级与输送容量,保护装置设计确保故障时迅速切断电路,保障设备人员安全。土建设计遵循相关规范标准。基础施工保证设备安装稳定,设备安装符合工艺要求,防雷接地设计有效防止雷击损坏电站设备。

2.3 施工阶段管理

施工组织设计合理安排施工队伍、设备和材料。依施工进度计划科学调度资源,保障施工有序进行。施工进度管理可运用关键路径法,确定项目关键路径,重点监控调整关键路径任务,及时发现解决影响进度问题,确保项目按时完成。施工质量管理制定严格质量检验标准,设置质量控制点,重点检查关键工序与重要部位,保证施工质量符合设计要求。施工安全管理全面识别施工风险因素,制定针对性安全防护措施,制定完善应急预案,提高应对突发事件能力,保障施工人员生命安全。

2.4 调试阶段管理

设备调试分单体调试与联合调试。单体调试分别调试发电、储能设备和控制系统,检查设备性能是否正常;联合调试连接各设备进行整体调试,确保协同工作。系统联调重点是电站与电网并网调试,调整功率控制和电压调节等参数,使电站平稳接入电网并协调运行。性能测试采用科学合理方法,准确测量发电效率、储能效率和系统响应速度等性能指标,为电站优化运行提供依据。

2.5 运维阶段管理

运维模式选择依项目实际情况,比较自主运维、委托运维和混合运维模式优缺点。自主运维便于掌握电站运行情况,但需较强技术力量与管理能力;委托运维可借助专业团队优势,但沟通协调成本可能较高;混合运维结合两者优点实现互补。运维计划制定涵盖日常巡检、定期维护和故障抢修等内容,依设备运行特点与历

史数据合理安排周期,及时发现处理设备隐患。运维技术创新引入智能化运维技术,利用无人机巡检提高效率安全性,通过大数据分析实时监测预测设备运行状态,提前发现潜在问题,实现预防性维护,提升电站运行可靠性与经济性。

3 风电与光伏储能电站建设管理关键问题

3.1 技术协同与系统优化难题

风电与光伏储能电站建设中,发电与储能协同控制是核心挑战。风能和太阳能有间歇性与波动性,发电功率不稳定^[3]。精准协同控制要确保储能系统发电过剩时存电、不足时放电,保障电站输出平稳。能量管理系统优化算法对提升能量利用效率很关键,先进算法依据实时数据动态调整能量分配,减少损耗。多能互补系统集成是发展方向,风光储一体化有机结合不同能源,设计时要综合考量能源特性,合理配置设备容量,优化拓扑结构。

3.2 成本把控与效益增长困境

初始投资成本构成复杂,涉及设备采购、工程建设、土地使用等多个方面。控制初始投资成本可从优化设备选型、合理规划工程建设方案、降低土地使用成本入手,在保证项目质量的前提下,尽量减少不必要开支。运维成本优化策略也极为重要,加强设备日常维护保养,利用先进监测技术提前发现隐患并处理,能够延长设备寿命、降低故障率,进而减少运维成本。收益模式创新可为电站带来更多效益,参与电力市场交易,依据市场价格波动灵活调整发电策略,能增加售电收入;提供调频、调压等辅助服务,也可获得相应经济补偿。

3.3 电网接入与互动调度阻碍

电网接入标准与要求严格,涵盖电压等级、电能质量、保护装置等多个维度。电站建设必须严格按照标准设计施工,确保安全稳定接入电网。电站与电网的互动机制影响电力系统稳定运行,功率预测技术能提前预估电站发电功率,为电网调度提供依据。调度响应能力要求电站依据电网调度指令,及时调整发电功率,保障电力供需平衡。分布式电站集群调度与管理面临诸多挑战,需建立统一调度管理平台,对众多分布式电站进行集中监控协调调度,实现资源优化配置与高效利用。

3.4 标准规范与建设管理短板

行业标准与规范制定不完善是制约风电与光伏储能电站健康发展的关键因素。统一技术标准和规范可提高设备兼容性与互换性,降低建设运维成本。建设管理流程标准化能提高项目执行效率,明确各环节工作内容与要求,规范项目审批、设计、施工、调试等流程,减少

人为因素对项目进度和质量的影响。设备选型与采购规范化可保障设备质量，建立严格设备选型标准与采购流程，评估筛选供应商，确保采购设备符合项目要求，为电站长期稳定运行奠定基础。

4 风电与光伏储能电站建设管理创新策略

4.1 数字化与智能化管理

风电与光伏储能电站建设中，建筑信息模型技术潜力巨大^[4]。应用于电站设计时，可构建三维可视化模型，整合建筑、结构、电气等多专业信息。设计人员能直观查看各部分布局，提前发现设计冲突，优化设计方案，减少设计变更，提升设计质量与效率。物联网技术给设备监测与运维带来变革。在设备上安装传感器，实时采集运行数据，如温度、振动、电流等。通过网络传输将数据送至运维平台，实现设备状态远程监控。数据异常时系统立即警报，运维人员可快速定位故障，及时安排维修，降低设备故障率，延长使用寿命。人工智能技术在能量管理与故障诊断方面作用突出。能量管理上，利用机器学习算法分析历史发电、负荷和气象数据，预测未来发电功率与负荷需求，优化能量分配策略，提高能源利用效率。故障诊断中，通过学习大量故障数据建立模型，快速准确识别设备故障类型，为维修提供科学依据。

4.2 全生命周期管理

开展从规划到退役的全生命周期成本分析很有必要。全面考量项目建设、运营、维护和退役等各阶段成本，涵盖设备采购、安装调试、人员薪酬、能源消耗等。通过成本分析找出成本控制关键环节，制定针对性措施，降低全生命周期成本。全生命周期风险评估与管理不可或缺。识别项目各阶段可能面临的风险，如技术、市场、自然风险等，评估风险发生可能性和影响程度。制定风险应对策略，通过规避、减轻、转移和接受等方式，降低风险对项目的影响。退役设备回收与再利用策略需提前规划。建立回收体系，对可再利用设备检测、修复和翻新后重新投入使用；对无法再利用设备拆解回收材料，实现资源循环利用，减少环境污染。

4.3 供应链协同管理

明确供应商选择与评价标准是供应链协同管理基础。综合考虑供应商技术能力、产品质量、价格水平、交货期和售后服务等因素，建立科学评价指标体系。严格筛选优质供应商，建立长期稳定合作关系。构建供应

链信息共享与协同机制至关重要。利用信息技术搭建信息平台，实现供应商、制造商和电站建设方信息实时共享。各方根据共享信息协同制定生产、采购和物流计划，提高供应链响应速度和灵活性。加强供应链风险管理，应对原材料短缺、物流中断等挑战。建立原材料储备机制，与多家供应商合作降低供应风险。优化物流配送方案，选择可靠物流合作伙伴，制定应急预案确保物资及时供应。

4.4 人才培养与团队建设

明确建设管理人才知识结构与能力要求。建设管理人才要具备工程技术、经济管理、法律法规等多方面知识，拥有项目规划、设计、施工、运维等全过程管理能力，以及良好沟通协调和团队管理能力。构建完善培训体系，包括技术和管理培训^[5]。技术培训注重提升员工专业技能，使其掌握最新技术和工艺；管理培训侧重培养管理意识和能力，提高项目管理水平。重视团队文化建设，营造积极向上、团结协作工作氛围。通过组织团队活动、开展文化交流等方式，增强团队成员信任和理解，提高协作效率，为电站建设管理提供有力人才支持。

结束语

风电与光伏储能电站建设管理是一项复杂且系统的工程。从技术基础的夯实，到建设管理流程的规范，再到关键问题的有效解决，以及创新策略的积极实施，每个环节都紧密相连、相互影响。只有全面做好这些工作，才能提升电站建设管理水平，实现风电与光伏储能电站的高效、稳定、经济运行，为能源可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]刘亮.新能源风电光伏储能系统变电站消防安全及应用管理研究[J].消防界,2024,10(8):1-3.
- [2]聂高飞.光伏电站和风电场储能容量配置的技术经济研究[J].电脑采购,2022(4):61-63.
- [3]陈辉.光伏发电站配置电化学储能系统设计与建设分析[J].低碳世界,2025,15(4):121-123.
- [4]许立超,徐文超,丁杰,等.储能系统降低光伏电站下网电费可行性探讨[J].水电站机电技术,2024,47(6):130-134.
- [5]张金刚.光伏电站储能系统供厂用电可行性探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(1):130-132.