

新时期新能源风力发电技术创新策略与发展趋势研究

希力德格

国华蒙东（内蒙古）新能源有限公司 内蒙古 通辽 028000

摘要：在全球能源结构转型与“双碳”目标推动下，风力发电作为清洁能源的核心领域正迎来关键发展期。本文探讨了新时期新能源风力发电技术创新策略与发展趋势。技术创新方面，包括机组大型化、智能化控制、叶片设计与制造及储能技术等，旨在提高能源利用效率、降低成本、增强市场竞争力及推动能源转型。发展趋势上，风电行业将向高效化、智能化、融合化及绿色化方向发展，实现持续稳定发展。

关键词：新时期；新能源；风力发电技术；创新策略；发展趋势

引言

在全球能源转型与可持续发展的大背景下，风力发电作为重要的清洁能源之一，正发挥着日益关键的作用。新时期，实现风力发电技术的创新与进步，不仅关乎能源利用效率的提升、成本的降低以及市场竞争力的增强，更是推动能源结构向清洁、低碳方向转型的重要途径。本文将深入探讨新时期风力发电技术创新策略，包括机组大型化、智能化控制等多方面创新，以及分析其高效化、智能化、融合化和绿色化的发展趋势。

1 新时期风力发电技术创新的重要性

（1）提高能源利用效率。通过持续投入研发，能够打造出效率更高的风力发电机组，优化风能转换流程，使更多风能转化为电能，有效增加能源产出总量，满足社会经济发展过程中不断攀升的能源需求。从风力发电机组的关键部件到整体系统设计，每一个环节的技术突破都能减少风能在转化过程中的损耗，实现能源的高效转化与利用。（2）降低成本。在建设环节，研发轻便且耐用的新型材料，结合更高效的施工工艺，能够减少设备采购成本，缩短项目建设周期，从而降低整体建设成本。在运营阶段，智能化运维管理系统的应用至关重要，它可以实时精准监测设备运行状态，提前预判故障并及时安排维修，避免因设备突发故障导致的长时间停机，降低维修成本和停机损失，提升风力发电项目的经济效益。（3）增强市场竞争力。掌握先进技术的企业能够提供质量更优、稳定性更强的风力发电产品和服务，在市场中树立良好口碑，吸引更多客户和投资，进而扩大市场份额，提升盈利能力，在激烈的市场竞争中占据有利地位^[1]。（4）推动能源转型。随着技术的不断进步，风力发电成本将持续降低，市场竞争力不断增强，

有望逐步取代传统的化石能源发电，在能源结构中占据主导地位，引领全球能源向清洁、低碳方向转型，为应对气候变化、实现可持续发展目标提供有力保障。

2 新时期风力发电技术创新策略

2.1 机组大型化技术创新

（1）大容量机组研发。随着风电技术持续迭代，陆上风力发电机组逐步朝着大容量方向发展，大容量机组可提升风能利用效率，降低风电单位发电成本。大容量机组研发应用中，需重点攻克机组结构强度不足、传动系统运行稳定性差、电气系统运行波动等核心技术问题，依托新型技术理念与优质工程材料，优化升级机组整体结构，强化机组抗疲劳性能，提升风力发电机组长期运行的稳定性与可靠性。（2）高塔筒技术应用。高塔筒设备能够抬高风轮扫风高度，让机组捕捉到稳定性更强、能量密度更高的风能资源，提升机组整体发电效能。该技术创新的重点是研发高强度、轻量化塔筒基材，弥补传统塔筒材质缺陷，通过材质升级减轻塔筒整体重量，简化设备运输与现场安装流程，提高风电项目施工效率，同时优化塔筒整体结构设计，解决塔筒风振问题，增强设备抗风能力与运行稳定性。（3）长叶片设计优化。延长风机叶片可扩大风轮扫风面积，提高机组风能捕获能力。叶片优化设计需依托空气动力学设计方法，调整叶片翼型与弦长分布结构，降低叶片运行过程中的气动噪声与设备振动，同时研发适配风电设备的新型叶片材料，提升叶片整体强度与刚度，在保证叶片运行性能的前提下减轻自重，满足大型化风力发电机组的运行适配需求。

2.2 智能化控制技术创新

一是智能监测与故障诊断，通过布设各类传感器设

备,监测风电机组关键部件温度、振动、转速等核心运行参数,实现全天候实时监测。利用数据采集与分析系统,对监测数据开展实时处理、运算与研判,排查机组运行中的潜在故障隐患。同时结合机器学习、深度学习人工智能算法,构建标准化、精准化的机组故障诊断模型,完成机组故障的快速识别、精准诊断与提前预警,提升风电机组运行的稳定性、可靠性与可维护性。二是自适应控制技术,该技术可结合风电场景的各类风况条件与机组实际运行状态,自主优化调整机组整体控制策略,适配各类复杂运行场景。通过调整机组功率、变桨、偏航等核心控制参数,适配不同风速的运行要求,提升风电机组对复杂多变风况环境的适配能力,充分利用风能资源^[2]。三是远程监控与运维管理,搭建一体化远程监控中心,对多区域、多风电场的机组设备实施集中统一监控与统筹管理。借助网络通信技术实时传输机组运行数据与状态信息,实现设备远程操控与状态管控,通过大数据挖掘与预测分析技术处理海量运行数据,依据分析结果制定规范化运维计划,提升风电设备运维效率,降低人工及运维成本。

2.3 叶片设计与制造技术创新

第一,开展陆上风电新型翼型研发,聚焦提升叶片整体气动性能,研发适配陆上风电运行工况的专用翼型。新型翼型须具备高升阻比、低阻力系数和稳定失速特性,保证叶片在各类风速、不同攻角工况下,保持稳定高效的气动运行状态。研究依托风洞试验、数值模拟两种核心手段,完成新型翼型的结构优化、参数调试与性能验证,夯实叶片气动性能设计基础。第二,推进叶片制造工艺全面升级,迭代优化现有叶片制造技术体系,完善标准化制造流程,提升叶片成品质量与综合使用性能。重点优化叶片模具结构设计与加工制造工艺,提升模具加工精度与服役寿命,保障叶片量产稳定性。同步完善叶片全制造流程质量管控体系,细化各工序质检标准与管控要求,全程把控生产过程,保证叶片尺寸精度、表面质量等核心指标符合设计规范。第三,开展叶片回收与再利用技术研发,适配风电产业规模化发展需求,解决老旧叶片报废处置问题。针对超服役年限叶片的处理难题,搭建系统化叶片绿色处理与资源循环利用技术体系,通过专业技术分解废旧叶片,分离提取玻璃纤维、树脂等可复用材料,实现废旧叶片资源二次利用,构建风电叶片全生命周期绿色发展模式。

2.4 储能技术创新与应用

(1) 电池储能技术。该技术可有效化解风电出力不稳定的问题,保障风电系统平稳运行。行业重点开展高

性能、长寿命、低成本电池储能技术的研发迭代,持续优化电池储能系统的控制逻辑与运行模式,保障电池储能系统可与风力发电系统精准适配、协调运行,夯实风电稳定并网运行的技术基础。(2) 压缩空气储能技术。作为适配陆上风电场的大规模、长周期储能技术,该技术依托风电过剩电能完成空气压缩作业,将压缩空气存储于地下洞穴或压力容器内,在风电出力不足、用电需求较高时,释放压缩空气驱动发电机组发电。现阶段主要聚焦高效压缩空气储能系统研发,通过技术升级提升系统储能效率与运行可靠性,压缩整体储能运维与建设成本。(3) 飞轮储能技术。该技术具备响应速度快、充放电频次高、使用寿命久的核心优势,主要用于风电场功率调节与电网频率稳定工作^[3]。技术研发重点为高性能飞轮材料改良与制造工艺升级,提升飞轮运行转速与整体储能密度,同时持续优化系统控制策略,实现飞轮储能与风力发电系统的快速匹配、协同运行,提升风电系统动态调节能力。

3 新时期风力发电的发展趋势

3.1 高效化发展趋势

风电行业高效化发展主要围绕风能转换、设备运行、电网适配三大核心方向推进。行业持续推进风能转换效率提升工作,通过优化风力机组整体结构设计、改良叶片气动性能、应用智能化精准控制技术等核心方式,持续提升风能向电能的转化效率,有效压缩风电度电生产成本,同时持续开展新型风力发电设备的研发工作,创新风能利用模式,拓宽风能利用途径。在发电设备运行层面,重点强化风电设备核心零部件的技术研发与生产制造工艺升级,从生产源头提升设备运行稳定性与服役年限。依托智能监测、故障诊断等数字化技术,常态化排查设备潜在运行隐患,落实设备预防性维护工作,有效减少设备故障停机时长,持续提升风电整体发电效能。在电网适配层面,强化风电场与电力电网的统筹协调规划,优化风电并网技术方案,全面提升风电并网适配能力与电力消纳能力。大力攻关储能技术与需求响应技术,针对性解决风电发电间歇性、波动性的行业痛点,破解风电并网供电不稳定难题,保障风电持续、稳定、安全并网供电,推动风电行业高效稳定发展。

3.2 智能化发展趋势

在智能风电场建设层面,依托物联网、大数据、人工智能等核心技术,可搭建标准化智能风电场体系,落地风电场自动化运行、智能化管理及远程监控模式。通过智能传感器与通信网络体系,能够实时采集风电场运行数据与各类环境信息,依托智能算法完成数据分析与

自主决策,持续优化风电场整体运行策略,提升风电运行稳定性与效率。同时,人工智能技术全面渗透风力发电全业务流程,通过机器学习、深度学习算法搭建专业化预测模型与诊断模型,有效提升风电数据预测精准度和设备故障诊断时效,全面落实风电智能化闭环控制,降低风电运行不确定性^[4]。此外,行业推进全流程数字化交付与运维模式,借助数字化技术实现风电场设计、建设、运维全生命周期数字化管控,通过搭建风电场数字化模型,完成项目虚拟仿真与优化设计,从源头完善项目建设方案。运维阶段依托数字化平台实现各类运维数据的实时共享、整合与分析,大幅提升风电场运维工作的整体效率与运维质量,推动风电行业向智能化、数字化、精细化方向转型发展。

3.3 融合化发展趋势

(1) 风光储一体化融合发展,通过对风力发电、光伏发电与储能系统开展一体化设计与建设,达成各类能源互补协同的运行模式,该系统可结合不同阶段的能源供应条件与用电需求,动态调整发电模式与储能调控策略,有效提升整体能源利用效率,同时强化电力供应的稳定性与可靠性,优化新能源发电的运行短板。(2) 风电与多产业跨界融合发展,风力发电产业可联动海洋、农业、旅游等各类产业协同发展,打破单一产业发展局限,挖掘产业叠加价值,培育全新的经济增长点,推动风电产业从单一发电功能向复合型产业模式转型,助力区域产业结构优化与经济稳步提升。(3) 能源互联网与风电深度融合发展,在能源互联网快速发展的背景下,风电作为核心新能源供能主体接入能源互联网体系,依托能源互联网的平台优势与核心技术,完成风电与各类能源的统筹调配、优化配置与资源共享,进一步提升综合能源系统的运行效率,增强能源供给与调配的灵活性,适配新型电力系统的建设发展需求。

3.4 绿色化发展趋势

在设备制造环节,行业全面推进环保材料的普及应用,从源头降低风电设备生产及使用过程对生态环境造成的污染,依托可回收类原材料生产风电核心设备构件,有效削减设备全生命周期的环境负面影响。同时持

续迭代优化生产制造工艺,严控生产环节的能源损耗,最大限度减少生产废弃物与污染物排放,推动制造环节绿色低碳转型。在风电场规划建设阶段,行业坚守生态保护核心原则,将生态环境保护纳入项目规划建设核心考量体系,通过系统化管控手段,降低风电项目建设与运营对区域植被、野生动物栖息地的破坏和干扰,坚守生态保护底线,实现风电开发与自然生态保护协同推进^[5]。在设备退役环节,行业逐步搭建标准化、系统化的退役风电设备回收再利用体系,覆盖叶片、塔筒、发电机等各类核心设备,通过规范化拆解、精细化分类回收的处理方式,盘活退役设备中的可利用资源,实现废旧资源的二次利用与循环流转,有效减少风电行业固体废物产出,完善风电产业绿色循环发展模式。

结语

综上所述,在新时期,风力发电作为清洁能源的重要组成部分,其技术创新与发展趋势对全球能源结构转型具有深远影响。通过机组大型化、智能化控制、叶片设计与制造技术,以及储能技术等多方面的创新,风力发电的效率和稳定性将得到显著提升,成本不断降低,市场竞争力增强。未来,风力发电将呈现高效化、智能化、融合化和绿色化的发展趋势,这不仅将推动风电行业的持续进步,也为实现全球可持续发展目标提供了强有力的支持。

参考文献

- [1] 陈一凡.新时期新能源风力发电技术创新策略与发展趋势研究[J].光源与照明,2025(3):245-247.
- [2] 张宏进,曹东亮,张陇.风力发电技术发展现状与优化运行策略研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2026(1):134-138.
- [3] 赵峰.对新时期新能源风力发电相关技术分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2021(10):440-441.
- [4] 田栋栋.新能源风力发电相关技术分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(5):0122-0125.
- [5] 李勇.新时期新能源风力发电技术的创新与未来发展研究[J].科技资讯,2025,23(14):159-161.