

风电项目经济运行影响因素研究

戴盛斌

广西桂冠电力股份有限公司广源分公司 广西 桂林 541000

摘要：风电项目作为清洁能源开发的重要载体，在能源结构转型中占据关键地位，其经济运行效率直接关系到项目的可持续发展与市场竞争力。本文聚焦风电项目经济运行的核心问题，系统分析影响其经济性的关键因素，包括风能资源禀赋、设备选型与技术水平、建设成本控制、运营维护效率及行业政策规范等。通过梳理各因素对项目投资回报、运营效益的作用机制，提出针对性优化策略，如精准选址、技术创新、成本管控、运维升级及政策适配等。研究旨在为提升风电项目经济运行水平提供理论参考，助力风电行业在能源转型背景下实现可持续发展，为推动清洁能源高效利用提供实践指引。

关键词：风电项目；经济运行；影响因素；研究

引言：在全球碳中和目标与能源结构转型的双重驱动下，风电作为清洁、可再生能源的重要组成部分，其规模化发展对能源安全与生态保护具有重要意义。然而，风电项目投资规模大、运营周期长，受自然条件、技术水平、成本波动及政策调整等多重因素影响，其经济运行效率成为制约行业高质量发展的关键瓶颈。当前，部分项目存在风能资源评估不足、设备运维成本偏高、政策适应性不强等问题，导致投资回报不及预期。基于此，本文围绕风电项目经济运行的核心要素，深入剖析影响其经济性的关键因素，并探索提升路径，以期优化风电项目管理、增强市场竞争力提供理论与实践依据。

1 风电项目经济运行的概述

风电项目经济运行是指在项目全生命周期内，通过对投资、建设、运营等环节的统筹管理，实现资源高效配置与效益最大化的动态过程。其核心目标是在保障项目安全稳定运行的前提下，降低单位度电成本，提升投资回报率，兼顾环境效益与经济效益的平衡。从构成来看，风电项目经济运行涉及多重维度：在投资阶段，需综合评估风能资源潜力、土地成本、设备采购费用等，奠定项目经济可行性基础；建设阶段则聚焦工期管控、工程质量与成本优化，避免因延误或返工导致的额外支出；运营阶段的核心是通过设备状态监测、故障预警、维护策略优化等，提高机组利用小时数，降低运维成本。此外，电价机制、补贴政策、电力市场交易规则等外部环境因素，也通过影响项目收益端，直接作用于经济运行效果。与传统能源项目相比，风电项目经济运行具有显著特殊性：一方面，其依赖风能资源的间歇性、波动性，导致发电量存在不确定性，增加了收益预测难

度；另一方面，技术迭代速度快，设备更新与升级需求频繁，对项目长期经济性构成持续挑战。因此，科学把握风电项目经济运行的内在规律，是实现其可持续发展的前提^[1]。

2 风电项目经济运行影响因素分析

2.1 风能资源

风能资源是风电项目经济运行的基础性自然条件，其禀赋直接决定项目的发电潜力与收益上限。风速、风频、风切变等参数的稳定性与强度，影响机组利用小时数：高风速区域可提升发电量，降低单位度电成本；而风速波动大或低风速区域，可能导致机组出力不稳定，增加弃风风险，削弱项目收益。此外，风电场选址的地形条件（如平原、山地、海上）也会间接影响经济性——复杂地形可能增加风机布置难度与电缆敷设成本，海上风场虽风能资源更丰富，但面临更高的基础建设与运维挑战，进而对项目全生命周期的经济表现产生差异化影响。

2.2 设备选型与技术

设备选型与技术水平是影响风电项目经济运行的核心变量。风机单机容量、叶片设计、控制系统等设备参数，直接关联发电效率：大容量机组可降低单位千瓦投资成本，先进叶片技术能提升风能捕获率，智能控制系统可优化机组对风速变化的响应速度。同时，技术成熟度决定设备可靠性——若设备故障率高，会增加停机时间与维修成本，降低发电效率；而技术迭代过快可能导致现有设备提前淘汰，增加置换成本。

2.3 建设成本

建设成本是风电项目前期投入的核心组成，对项目经济运行的初始收益率起决定性作用。其涵盖设备采购

费(占总成本60%以上)、土地征用与租赁费用、土建工程费、并网线路建设费等。设备价格波动(如钢材、稀土等原材料涨价)会直接推高采购成本;土地资源的稀缺性或地形复杂性可能增加征地难度与费用;工程建设中的工期延误、设计变更或质量问题,会导致人工与机械成本超支。

2.4 运营维护

运营维护是风电项目全生命周期中持续影响经济性的关键环节。其成本包括日常巡检、故障维修、部件更换、技术升级等费用,约占项目总费用的20%-30%。运维效率低下会延长机组停机时间:例如,偏远风场的交通不便可能增加故障响应时间,导致发电量损失;缺乏智能化监测系统则难以预判设备隐患,易引发突发性大修,推高维护成本。此外,运维人员技能水平不足会影响检修质量,间接降低机组运行稳定性,长期来看会削弱项目的经济收益能力。

2.5 行业相关引导规范

行业引导规范通过政策导向与市场规则,对风电项目经济运行产生系统性影响。电价政策是核心因素:标杆电价、竞价上网等机制直接决定项目收益,补贴退坡或电价调整会显著改变投资回报预期。审批与并网规范也至关重要,如项目核准流程复杂度、并网技术标准严格度,会影响建设周期与并网效率,延误则可能错过电价窗口期。此外,环保要求(如噪声控制、生态修复)会增加额外投入;土地使用政策的调整可能提高用地成本^[2]。

3 提高风电项目经济运行水平的策略

3.1 优化风能资源评估与选址

优化风能资源评估与选址是提升风电项目经济运行水平的基础性工作,其核心在于通过科学方法精准判断资源潜力,结合多维度因素选择最优建设地点,从源头降低运营风险并提升收益空间。在评估环节,需建立系统化的数据采集与分析机制。通过部署高精度测风设备进行长期连续观测,全面捕捉风能资源的动态特征,包括风速变化规律、风向稳定性及气流扰动情况等。同时,结合区域气候特征与地形条件,运用数值模拟技术对风能资源的长期可利用性进行推演,避免因短期观测偏差导致的误判。评估过程中需重点关注风能资源的稳定性与可利用时长,为后续机组选型与发电量预测提供可靠依据。选址阶段应实现资源潜力与建设可行性的统筹平衡。优先选择风能资源富集且稳定的区域,同时充分考虑地形适配性:平坦区域可通过规模化布局提升土地利用效率,复杂地形需结合气流运动特点优化风机布置,减少风机间的相互干扰。此外,需同步考量周边基

础设施条件,如电网接入便利性、交通可达性等,缩短电力输送距离与建设周期,降低配套工程成本。

3.2 加强设备选型与技术创新

加强设备选型与技术创新是提升风电项目经济运行效率的核心路径,需结合项目资源特征与运营需求,实现设备性能与技术应用的精准匹配。在设备选型方面,应建立“资源适配”导向的决策体系:根据风场风速分布、湍流强度等特征,优先选择叶片气动性能优、机组稳定性高的设备,避免因选型不当导致的发电效率损失。同时,综合评估设备全生命周期成本,不仅关注初始采购价格,更需考量后期维护的便利性与部件更换成本,优先选择市场认可度高、售后服务完善的品牌,降低运营阶段的故障风险。技术创新需聚焦于提升发电效率与降低运维成本:在机组设计层面,推动大尺寸叶片、智能化变桨系统等技术的应用,增强对低风速、复杂风况的适应能力;在运营监测领域,引入物联网与大数据技术,构建机组状态实时监测平台,通过数据分析实现故障提前预警,减少非计划停机时间。此外,探索风光储一体化、氢电耦合等前沿技术,拓展风电项目的收益渠道,增强其在电力市场中的灵活性与竞争力。

3.3 严格控制建设成本

严格控制建设成本是保障风电项目经济运行的关键环节,需贯穿项目规划、施工至验收的全流程,通过精细化管理实现资源投入与效益产出的最优配比。(1)在前期规划阶段,需强化方案的经济性论证。结合风场地形与机组布局,优化道路、电缆敷设等配套工程设计,避免因过度设计或功能冗余导致的成本浪费。同时,合理压缩前期筹备周期,减少土地租赁、融资利息等时间成本的累积。(2)招投标与采购环节应建立规范化机制。采用集中采购模式整合设备与材料需求,通过规模效应降低采购单价;引入竞争性招投标制度,在确保质量与履约能力的前提下,选择性价比最优的供应商与施工团队,避免暗箱操作导致的成本虚高。(3)施工过程中需强化动态成本管控。建立进度与成本联动的监测体系,通过关键节点验收把控工程质量,减少因返工造成的额外支出;优化施工组织方案,合理调配人力与机械资源,降低窝工、闲置等效率损失。此外,加强合同管理,明确甲乙双方权责,通过索赔与反索赔机制应对不可预见成本风险,确保建设成本控制在预期范围内。

3.4 完善运营维护管理

完善运营维护管理是提升风电项目经济运行效率的核心抓手,需通过构建全流程管理体系,降低机组故障风险,提高设备可用率,从而减少发电量损失与运维成

本。(1)在管理体系搭建上,应建立基于设备全生命周期的预防性维护机制:结合机组运行年限、部件损耗规律及历史故障数据,制定个性化维护计划,避免过度维护导致的资源浪费或维护不足引发的突发故障。同时,推行标准化运维流程,明确巡检频次、检修规范及应急处置预案,确保维护工作的规范性与高效性。(2)技术赋能是优化运维的关键手段:引入远程状态监测系统,通过传感器实时采集机组振动、温度、功率等参数,结合AI算法实现故障早期预警,将被动维修转化为主动预防;运用无人机巡检、机器人运维等技术,替代传统人工巡检,尤其适用于山地、海上等复杂场景,提升巡检效率并降低人工安全风险。(3)加强运维团队能力建设也至关重要:通过定期技能培训与实操演练,提升人员对新型设备、智能系统的操作能力;建立绩效考核机制,将机组利用小时数、故障处理时效等指标与团队激励挂钩,激发运维人员的责任心与积极性,形成“技术+管理+人才”协同驱动的运维管理模式。

3.5 积极顺应行业引导规范变化

积极顺应行业引导规范变化是风电项目保持经济运行韧性的重要保障,需通过主动预判、动态调整,将政策变量转化为发展机遇,降低合规风险与收益波动。

(1)需构建常态化的政策跟踪与解读机制:设立专职团队或依托第三方机构,实时监测国家及地方层面的电价政策、补贴机制、并网规则、环保标准等调整动态,结合项目实际分析政策对投资回报、运营成本的具体影响。例如,针对电价机制从标杆电价向市场化交易过渡的趋势,提前测算度电成本临界点,为投标策略调整提供数据支撑。(2)加强项目全周期的政策适应性设计:在前期规划阶段,将最新环保要求(如生态红线、噪声限值)纳入选址与建设方案,避免后期整改成本;运营阶段根据电网调度规则优化机组出力曲线,提高消纳率。同时,积极参与行业标准制定研讨,反馈项目实践中遇到的规范衔接问题,推动政策细则更贴合行业实际。(3)建立政策风险应急预案:针对补贴退坡、审批流程调整等潜在变动,预设成本分摊、工期调整等应对方案,通过灵活的合同条款(如与设备供应商约定价格

波动补偿机制)分散政策变动带来的冲击,确保项目在规范迭代中保持经济运行的稳定性。

3.6 提升市场竞争力

提升市场竞争力是风电项目在市场改革中实现可持续盈利的核心路径,需通过多维布局构建差异化优势,增强在电力交易中的议价能力与市场份额。在电力销售端,需构建多元化的市场渠道:积极参与中长期电力交易,通过签订稳定的购电协议锁定基础收益;探索绿电交易、碳交易等新兴领域,依托风电的环境属性拓展溢价空间,例如为高耗能企业提供绿色电力认证,实现环境价值向经济收益的转化。同时,结合储能技术提升调峰能力,参与辅助服务市场(如调频、备用),增加非电收入来源。成本控制与差异化服务是竞争力的关键支撑:通过技术迭代与管理优化持续降低度电成本,形成价格竞争优势;针对不同用户需求提供定制化方案,如为工业园区设计风光储一体化供电系统,为电网提供灵活性调节服务,提升客户黏性。此外,加强品牌建设与行业合作,通过参与行业展会、发布绿色能源报告等方式提升项目知名度,与上下游企业建立战略联盟,共同降低供应链成本,形成“成本+服务+品牌”协同驱动的市场竞争力体系^[3]。

结束语

综上所述,风电项目经济运行受风能资源、技术设备、成本管控、运维水平及行业规范等多重因素交织影响,其优化是一项系统性工程。本文通过剖析各因素作用机制并提出针对性策略,为提升项目经济性提供了思路。在能源转型加速推进的背景下,风电行业需以动态视角应对挑战,将技术创新、管理升级与政策适应深度融合。

参考文献

- [1]郑涛.风电项目经济运行影响因素分析与对策[J].现代国企研究,2021,(06):173.
- [2]祁生明.风电项目经济运行影响因素分析与策略研究[J].现代经济信息,2021,(05):415.
- [3]张健全.风电场经济运行影响因素与应对策略[J].中国国际财经(中英文),2022,(08):269.