

基于全生命周期成本的风电设备招标采购决策研究

孔 伟

华润新能源投资有限公司山东分公司 山东 济南 250000

摘要: 风电设备招标采购决策需兼顾短期投入与长期效益。全生命周期成本理论突破传统局限, 涵盖设备各阶段费用。本文构建基于全生命周期成本的招标采购决策指标体系, 明确成本、技术、服务、可持续性等核心指标维度及权重确定方法, 并提出数据、组织、供应商管理保障措施, 为风电企业选择性价比更高设备、实现降本增效提供决策参考。

关键词: 风电设备; 招标采购; 全生命周期成本; 决策指标体系; 保障措施

引言: 风电产业作为能源结构转型的关键力量, 发展迅速。风电设备招标采购决策至关重要, 传统采购决策多聚焦采购阶段成本, 易忽视设备长期运行维护等费用。全生命周期成本理论为解决这一问题提供新视角, 将设备从规划设计到报废回收各阶段成本纳入考量, 基于此构建科学合理的招标采购决策体系, 对风电产业高质量发展意义重大。

1 核心概念与理论基础

1.1 风电设备招标采购相关概念

风电设备涵盖风轮叶片、发电机、齿轮箱、控制系统等关键部件, 不同类型设备呈现差异化核心特性。风轮叶片需具备高强度抗疲劳性能以适应复杂风场环境, 其长度通常在40-90米不等, 重量可达10-30吨; 发电机追求高效能量转换效率, 功率范围从1.5兆瓦到10兆瓦以上; 控制系统则强调响应速度与稳定性, 响应时间需控制在毫秒级, 这些特性直接决定设备运行效果与维护难度。风电设备招标采购流程始于需求规划, 经过招标文件编制发布、供应商资质审核、投标评审、合同签订等环节形成完整闭环^[1]。核心要素包含采购需求清晰度、供应商竞争充分性、评审标准科学性等, 每个环节的规范执行能保障采购过程公平透明。招标采购决策需聚焦质量达标、成本可控、供应稳定等目标, 决策制定需综合考量设备性能、价格水平、供应商服务能力以及政策导向和市场波动等多方面影响因素。

1.2 全生命周期成本(LCC)理论

全生命周期成本指设备从规划设计到报废回收的整个生命周期内, 所产生的全部费用总和, 内涵体现对成本的系统性整体性考量, 突破传统仅关注采购阶段成本的局限。构成维度包括采购成本、运行维护成本、能耗成本、故障维修成本及报废处置成本等, 划分依据以设备生命周期各阶段的费用发生特征为基础, 确保成本覆

盖全面无遗漏。全生命周期成本分析遵循系统性、前瞻性和重要性原则。系统性要求统筹各阶段成本关联, 前瞻性强调预判长期成本变化趋势, 重要性原则指导聚焦关键成本项目。常用分析方法有成本分解结构法、参数估算法等, 通过科学方法实现成本精准核算与分析。

1.3 理论融合的逻辑与支撑

全生命周期成本与风电设备采购决策存在高度契合。采购决策需兼顾短期投入与长期效益, 全生命周期成本分析恰好提供贯穿设备全程的成本视角, 为决策提供全面数据支撑。基于全生命周期成本的采购决策, 能推动风电企业选择性价比更高的设备, 减少盲目追求低价导致的后续高成本问题。这种决策模式助力风电产业实现降本增效, 提升整体盈利水平。优质设备投入运行可提高风电项目稳定性与发电效率, 促进产业升级, 推动风电产业向高质量可持续发展, 为能源结构转型提供有力支撑。

2 风电设备全生命周期成本的构成与分析维度

2.1 采购阶段成本

设备购置成本涵盖核心部件制造费用、技术授权使用及品牌溢价等内容。核心部件制造费用与原材料价格、生产工艺复杂度直接相关, 钢材与复合材料价格波动会直接影响叶片和塔筒制造成本。技术授权费用体现在引进先进机型时的专利使用成本, 品牌溢价则与供应商市场口碑和技术成熟度挂钩, 优质供应商产品往往因稳定性形成合理价格加成。招标过程中的交易成本包括招标文件编制费用、资格预审费用及评审专家劳务费用。招标文件编制需结合项目需求细化技术参数, 往往需要专业机构参与, 产生相应服务费用。资格预审涉及供应商资质核查与实地考察, 人力与差旅成本不可忽视。评审专家劳务费用则根据评审难度和时长确定, 复杂项目因评审周期延长导致这部分成本增加。

2.2 安装调试阶段成本

设备运输与吊装成本受运输距离、地形条件和吊装难度影响显著。偏远风场往往因交通不便需绕行蜿蜒山路,不仅增加运输时间,还会大幅提高燃油消耗;山地风场吊装作业难度大,需使用大型履带吊,其设备租赁费用远高于平原地区。风力发电设备体积庞大,超限运输还需办理特殊手续,相关费用也会计入运输成本。调试成本与设备适配性密切相关。不同品牌部件组合时,控制系统与发电机的适配容易出现兼容性问题,需反复调整参数,这无疑增加了调试时间和人工成本。适配性良好的设备可快速完成负载测试和并网调试,调试费用能降低30%以上,同时减少后期运行故障隐患,保障设备稳定运行。

2.3 运行维护阶段成本

日常巡检与预防性维护成本包括巡检设备费用、维护材料费用和定期检测费用。无人机巡检虽初期投入较高,但能降低人工成本,适合大规模风场;定期更换润滑油、滤芯等易损件的费用相对固定,形成稳定的维护支出^[2]。故障维修成本随设备可靠性降低而显著上升。齿轮箱等关键部件故障后,更换费用高达数百万元,同时导致机组停机损失。设备可靠性高意味着故障间隔延长,不仅减少维修配件采购费用,还能避免发电量损失,间接降低综合成本。运维人员与耗材成本呈现动态变化特征。风场运营初期需储备较多耗材,成本相对较高;随着运维团队操作熟练度提升,人工效率提高,单位时间维护成本下降。耗材采购可通过长期协议锁定价格,缓解市场波动带来的成本压力。

2.4 报废回收阶段成本

设备拆解与运输成本取决于设备重量、拆解难度和回收场地距离。大型风电机组拆解工作复杂,需专业设备和技术支持,叶片等部件因材质特殊,拆解耗时更长,人工成本占比颇高。回收后的设备残骸需运输至处理场地,若回收场地距离较远,会进一步推高这部分成本。环保处理成本可通过资源回收价值部分抵消。钢材、铜等金属部件回收价值较高,能在一定程度上覆盖部分拆解运输成本;叶片回收技术尚在发展阶段,目前环保处理费用较高,但随着回收工艺不断成熟,未来这部分成本压力将逐步缓解,资源回收收益也会相应提升,实现经济效益与环境效益的平衡。

2.5 全生命周期成本的动态特性

时间维度下需考虑成本折现因素。早期投入的资金因时间价值会产生机会成本,将未来运维和报废成本按合理折现率折算至当前,能更准确反映全生命周期内的

成本分布,为采购决策提供科学依据。折现率选择需结合行业基准收益率和项目风险水平确定,不同项目风险不同,合适的折现率能更精准评估成本。外部环境对成本波动影响显著。技术迭代使新型设备运维成本降低,老旧设备配件采购难度增加,维修成本上升;极端气候条件会加速设备损耗,增加故障维修频率,沿海风场的盐雾腐蚀问题也会提升维护成本,这些因素都需纳入成本动态分析范畴,以便及时调整决策。

3 基于全生命周期成本的风电设备招标采购决策指标体系构建

3.1 指标体系构建原则

全面性与核心性兼顾原则要求指标体系覆盖采购决策各环节,既包含成本维度要素,也纳入技术服务等相关内容。同时聚焦全生命周期成本这一核心,避免指标冗余分散重点,确保每个指标都能直接支撑决策科学性,实现广度与深度的有机统一。科学性与可操作性平衡原则强调指标定义清晰逻辑严谨,数据来源符合行业规范。指标设置需立足实际采购场景,避免过于抽象的表述,选用的量化指标应便于数据收集与计算,定性指标需明确评判标准,让决策过程既有理论支撑又具备实践可行性。动态性与稳定性协调原则意味着指标体系需适应行业发展变化,预留技术升级与政策调整的调整空间。基础指标应保持相对稳定,确保不同项目间的可比性,同时针对特定项目的风场条件与规模特征,灵活调整部分指标的具体参数,实现通用与专用的结合。

3.2 核心决策指标维度

成本类指标围绕全生命周期各阶段拆解,涵盖采购阶段的设备购置与交易成本,安装调试阶段的运输吊装与调试费用,运行维护阶段的巡检维修与耗材成本,以及报废回收阶段的拆解处理与环保费用,全面反映设备长期经济投入。技术类指标聚焦设备性能与可靠性,包括发电效率、机组可利用率、部件使用寿命等关键内容,同时关注设备与风场环境的适配性,如抗风等级、低温运行能力等,直接关系到设备运行稳定性与发电效益。服务类指标衡量供应商综合保障能力,涵盖售前技术方案支持、售中安装指导,以及售后运维响应速度、备件供应及时性等内容,优质服务能有效降低设备运行风险,提升全生命周期运营效率^[3]。可持续性指标关注设备环保属性与资源循环价值,包括生产过程能耗、运行阶段污染物排放,以及报废后材料回收利用率等,符合风电产业绿色发展导向,助力实现环境效益与经济效益协同。

3.3 指标权重确定方法选择

主观权重法适用于缺乏充足历史数据的场景,通过

邀请行业专家、采购人员及运维工程师参与评判,结合经验确定指标重要程度。该方法能体现实际需求导向,但易受主观认知差异影响,需通过多人论证减少偏差。客观权重法依托数据支撑实现量化计算,通过收集过往采购项目数据、设备运行统计信息,运用熵权法、因子分析法等数学模型确定权重。该方法结果客观可靠,但对数据完整性与时效性要求较高,适用于有成熟运营经验的企业。融合型权重确定思路结合两类方法优势,先通过主观权重法锚定核心指标的基础重要性,再利用客观权重法结合项目实际数据进行修正调整。针对重大采购项目,可重点提升成本与技术指标权重;针对偏远地区项目,则强化服务与适配性指标的影响,实现精准匹配需求。

4 基于全生命周期成本的招标采购决策保障措施

4.1 数据保障体系

全生命周期成本数据收集机制需覆盖设备各阶段。采购阶段明确要求供应商提供详细报价明细,包括部件成本与服务费用;运行阶段依托风场监控系统实时采集运维记录、故障信息及耗材消耗数据;报废阶段联合回收企业记录拆解处理费用与资源回收收益,形成全流程数据链条。数据共享平台整合采购、运维、财务等多部门信息,打破信息孤岛。平台支持各环节数据实时上传与查询,采购部门可获取设备运行成本数据,运维部门能查阅采购合同中的技术参数,财务部门则实现成本数据精准核算,通过信息协同提升决策效率。数据质量管控需建立多层审核机制,原始数据录入后经部门专员校验与系统逻辑验证,确保数据真实准确。设置定期更新周期,结合技术发展与市场变化补充新数据,如新型设备的能耗参数、原材料价格波动信息,保障数据时效性与决策适用性。

4.2 组织保障机制

跨部门决策协同小组吸纳采购、运维、技术、财务等部门人员。采购部门主导招标流程推进,技术部门负责设备性能评估,运维部门提供实际运行需求建议,财务部门开展成本核算分析,明确各部门职责边界与沟通流程,避免决策脱节。例如,每周召开一次跨部门协同会议,沟通项目进展情况,同时设立线上沟通群,及时

解决突发问题。专业人才培养聚焦全生命周期成本分析与采购能力提升。定期组织LCC理论培训与案例研讨,邀请行业专家讲解成本分析方法,每年组织2-3次培训;开展采购实操技能训练,涵盖招标文件编制、供应商评审等内容,每季度进行一次实操训练^[4]。建立内部人才激励机制,鼓励员工参与专业资格认证,打造复合型团队,对取得相关专业资格认证的员工给予5000-10000元奖励,并优先提供晋升机会。

4.3 供应商管理保障

基于LCC的供应商评价体系将成本指标与技术、服务指标结合。评估内容包括设备全生命周期成本控制能力、过往项目运行数据、故障响应效率等,据此设定准入门槛,筛选出综合实力强的供应商进入合格名录,从源头降低采购风险。例如,要求供应商近3年内承接的风电项目设备全生命周期成本控制良好,故障响应时间不超过4小时,且提供详细的数据证明。与核心供应商建立长期合作关系,共同开展技术创新。通过联合研发提升设备可靠性与能效水平,降低运维成本;建立信息共享机制,供应商及时反馈产品升级信息,采购方提供实际运行数据,形成协同发展格局,助力双方实现共赢,应定期对合作效果进行评估与优化。

结束语

基于全生命周期成本的风电设备招标采购决策研究,通过构建科学指标体系与完善保障措施,为风电企业采购决策提供有力支撑。有助于企业选择性价比高的设备,减少后续高成本问题,提高风电项目稳定性与发电效率,推动风电产业技术升级,提升整体盈利水平,促进风电产业持续健康发展,在能源结构转型中发挥更大作用。

参考文献

- [1]蒋玲.海外风电总包项目风机等主要设备采购管理要点[J].石油石化物资采购,2023(18):10-12,247.
- [2]韩松涛.加强风电设备采购中的供应商管理研究[J].商品与质量,2023(30):45-48.
- [3]刁帅.风电场备品备件采购和管理中的创新思路研究[J].中小企业管理与科技,2021(11):56-57.
- [4]董洪凯.风电设备战略采购中供应商评价研究[J].物流时代周刊,2021(4):40-42.