

# “双碳”背景下风电项目全生命周期工程造价主要影响因素分析及对策探讨

梁忆媚

广西龙桂绿能工程咨询有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]为响应我国提出的“碳达峰、碳中和”的双碳政策, 风力发电项目作为可再生能源的重要支撑点, 对项目全生命周期内的工程造价进行有效的管理有助于加快推动能源结构转变以及降本增效, 进而促进国家经济持续稳定发展。本文以全生命周期理论为基础, 初步建立了风力发电项目的工程造价管理理论模型, 并从政策市场环境, 技术设备, 建设及运行管理等方面对风电项目全生命周期内的造价影响因素进行系统的剖析, 在此基础上, 从前期策划、设计阶段、施工阶段、运维阶段、以及回收拆解五个方面入手, 制定了相应的造价管理措施, 最后提出包括动态跟踪机制、风险防范机制, 信息集成机制及政策协调机制在内的造价协同管理体系, 从而达到整个项目造价过程中的综合统筹。

[关键词]双碳目标; 风电项目; 全生命周期

DOI: 10.64635/ja.2026.1070

中图分类号: F426.61

文献标识码: A

## Analysis of Major Influencing Factors and Countermeasures for Life-Cycle Engineering Cost of Wind Power Projects under the Dual Carbon Goals

Liang Yimei

Guangxi Longgui Green Energy Engineering Consulting Co., Ltd., Nanning 530000, Guangxi, China

**Abstract:** In response to China's dual carbon goals of carbon peaking and carbon neutrality, effective engineering cost management throughout the life cycle of wind power projects, as an important pillar of renewable energy development, is conducive to accelerating the transformation of the energy structure, reducing costs, improving efficiency, and promoting sustained and stable economic development. Based on life-cycle theory, this paper establishes a theoretical model for engineering cost management in wind power projects. It systematically analyzes the factors affecting project cost throughout the whole life cycle from the perspectives of the policy and market environment, technology and equipment, and construction and operation management. On this basis, corresponding cost management measures are proposed for five stages: early-stage planning, the design stage, the construction stage, the operation and maintenance stage, and the recovery and dismantling stage. Finally, the paper proposes a collaborative cost management system including a dynamic tracking mechanism, a risk prevention mechanism, an information integration mechanism, and a policy coordination mechanism, thereby enabling integrated coordination throughout the project cost management process.

**Keywords:** dual carbon goals; wind power project; whole life cycle

### 引言

应对全球气候变化是 21 世纪人类面临的最大挑战问题之一。据国际能源署统计, 电力行业对全球二氧化碳总排放量贡献率超过 40%, 其中燃煤发电占到 60% 以上。中国在 2020 年 9 月份正式提出 2030 年要实现“碳达峰”, 2060 年争取完成“碳中和”战略目标, 既是向全世界作出庄严承诺, 更是国内加快经济转型发展的必然选择。能源体系变革是完成“双碳”愿景的主要支撑点, 在此过程中风电行业因具备较高技术水平、良好经济效益以及优良

生态效应等特性, 成为能源替代领域的排头兵。

### 1 风电项目全生命周期工程造价理论框架

#### 1.1 全生命周期工程造价的内涵与特征

全生命周期工程造价是工程项目从筹划到设计再到施工以及运行直到最后报废拆除等一系列过程中产生的所有费用之和, 这个理念突出的是工程造价管理的连贯性和完整性, 在每个步骤上都需要进行工程造价的计算。它的特点是整体性、全程性、综合性、预测性等, 全程性的意思就是将工程造价管理渗透在整个项目的寿命周期当

中,整体性就是在项目的实施中造价会根据技术和市场的改变而做出相应的变动,综合性要求对所有的直接费用和间接费用进行统一的汇总,预测性是指在项目开始之初就要做出预算并对之后的花费进行调整,减少开支等。而针对风电项目来说,它不仅有机器的购买和建造安装的费用还有后期的维修保养,更换设备及最终的废弃拆除等费用,所以针对这样的项目的造价管理就不能仅仅停留在分段式的管理当中,而是应该进行全方位的、一体式的管理,这样便于各个时间段之间的相互配合以便更好地达成造价目的,这也符合现今项目发展的需要。

## 1.2 风电项目造价构成与阶段划分

风电工程项目造价结构十分复杂,主要由设备费、建造费、运行费、退役费四个部分组成,设备费包含风机塔架叶片等核心设备购买,建造费包含土建工程安装工程及相关配套设施建设投入;运行费包括维修保养费,电力消耗以及人力资源投入;退役费包含相关设备撤除清理复场及处理废料垃圾等支出。依据全生命周期理念,可以将整个风电项目分为前期策划阶段、规划阶段、施工阶段、运维阶段和退役回收阶段,各阶段造价之间又互相联系互相制约,其中前期策划确定了大部分的成本,运维的成本在整个生命周期内所占的比例十分大,所以如何合理化分阶段并且研究不同阶段造价的特点,是做好造价控制管理的一个重要基础。这就要求管理人员具有整体观和细致观察的眼光,在错综复杂的情况下作出合理的判断。

## 2 风电项目工程造价关键影响因素识别

### 2.1 政策与市场因素

政策及市场的影响给风电工程造价带来很大影响,政府补助、税收减免以及碳排放权交易机制会直接为项目减少费用,而电力市场的电价起伏以及材料价格波动都会带来不确定风险。比如中国的《可再生能源法》规定了风电的并网电价补贴,但是随着技术和成本的进步,补贴政策逐渐减少,使得控制造价更加艰难<sup>[1]</sup>。另外国际市场的风电机组价格因供求关系变动较大,影响投资者决策,除此之外土地政策、环境保护要求、电网公司接入条件改变也会加大建设投资成本及后期运维支出,所以政策及市场因素必须引起造价管理人员的关注,它们相互交织起来构成错综复杂的大环境,管理者也应及时地应对这些变化以保证项目的经济效益。

### 2.2 技术与设备因素

技术及设备是影响风电项目造价的关键因素,风电机组的技术选型、发电机组的效率和可靠性对建设投入以及

全生命周期运行维护费用产生重大影响,大容量风电机组可以有效节约单位千瓦造价,但同时给运输和吊装带来困难。智能化控制及运维、预测预警系统能够提升项目的运行效率,减少非计划停电的发生概率,但是也需要追加相应投入,设备的国产化率也是一个重要方面,国产化的设备价格低廉,但是部分技术相较于进口产品稍有差距。此外新技术如浮式风电、海上风电等目前造价较高,还需要持续的研发以及规模效益来降低成本,所以技术选取以及设备购置应当做好性能与成本之间的平衡,取得最优造价。

## 2.3 建设与运营管理因素

建设及运营的因素包含项目建设期以及运行中所涉及组织、协调和控制,建设过程中施工组织、进度安排与质量把控等都会导致建设投资的变化,在运行阶段的管理水平及运维方式、人员素养等也会造成运行费用差异。例如恶劣气候环境、地质灾害会延缓建设工期使建设支出加大,而运营期间对设备的维护保养以及突发状况的应急处理都需要相关人员负责,关系到后期运营支出大小,除此之外还有项目管理水平、合同管理和供应链协作都是重要的影响,优秀的管理能够防止资金超出预算的风险并且节约利用资源,所以建设及运营因素应通过流程优化与增强人员技能水平进行控制,各项因素之间相互联系构成了造价的真实情况从而决定了项目成败的结果。

## 3 风电项目工程造价控制策略

前期决策和设计阶段被认为是把控全生命周期造价的最佳时机,因为在这一时期所做的选择和决策决定了项目的大部分成本,而在项目前期决策过程中,站址选择是否合理最为关键,在前期的选择过程中要充分考虑风资源状况、地形地质条件、占地费用高低、生态环保影响大小、送入电网距离及难易情况等多重因素,进行精准测风、精细选址,在风电资源收益与开发成本之间取得最佳性价比组合。在规划设计环节,则应当积极运用价值工程方法学,对于风电机组排列方式、基础结构种类、集电线路走向等多个设计方案开展技术经济比较论证,以求达到在确保安全可靠的基础上材料消耗最少、施工实施最容易、后期运行维护最简便的设计方案。并且要坚决落实全生命周期成本测算工作,在做好初期建设投资估算的同时,也要对不同方案在未来几十年间发生的运维费用和退役费用进行量化对比分析,以此选出全生命周期内综合成本最小的最佳方案。加强前期可行性研究工作的深度和宽度,在此过程中深入分析政策风险、市场风险、技术风险、自然风险等等各方面可能存在的风险及其影响并提出应对策略,可

从本质上消除由于前期决策不当或者风险判断不到位导致的巨大经济损失。而这些源头治理举措能非常好的为项目的整体造价管理打下良好开端，项目负责人一定要严格落实。

### 3.1 建设实施阶段控制策略

项目建设阶段是指把设计图纸变成实际建筑物的过程，项目在这个阶段中的造价管理主要就是做好对施工成本及进度的精准化、动态化的管理。首先应该经过公开、公正、竞争性的招投标程序，优选经验丰富并且信誉良好的施工单位与供货厂家，以市场化的竞争来合理定出合同价格，并运用总价合同与单价合同组合等方式合理分担风险；在施工过程中实行精细化的施工现场管理，在工程建设过程中通过现代信息技术手段全面跟踪并监测建筑材料的采购、设备到场、工艺安装、工程质量等情况，严格管控设计变更，制定规范的设计变更审批流程与费用审核制度，防范任意性设计变更引起的投资失控问题，积极应用 BIM 技术进行施工过程可视化仿真模拟及碰撞检测，优化施工组织及物流安排，降低二次及停工待料损失，提高施工效率。

### 3.2 运营维护阶段控制策略

运维期一般占风电场整个生命周期成本的 20%~30%，是持续成本管控的重点环节，管控思路的关键就是由“被动响应”转为“主动管控”。一是要制定和完善一套合理的运维策略体系，统筹结合定时的预防性检修、基于状态监测的预见性检修以及必要的修复性检修，运用大数据分析探寻设备运行规律，合理规划检修时机及工作量，最大程度地压缩不必要的停机时间和电损失；二是要建立完善并充分利用好集中智能监控及诊断平台，即时收集风机的运行信息，运用智能化的技术手段做到故障预警、设备健康管理，变“亡羊补牢”为“未雨绸缪”，避免出现重大零部件损坏以及由此产生的巨大修理费用。对于物资储备，优化备品备件库存策略，既保障了核心部件供给安全的同时也能够通过资源共享，供应链协作等方式来降低备件储备资金成本及储存费耗<sup>[2]</sup>，对运维人员进行系统的培训考核，提高其对事故的识别处置能力以减少人为的操作不当造成的机组损害。此外，还要积极探索区域性集约运维、专业化运维托管等新模式，发挥规模效益和细分专业优势进一步削减运维成本。

### 3.3 退役回收阶段控制策略

报废回收期作为项目的寿命周期最后一环，其成本管理容易被人所忽略，一旦处理不好便会造成一笔不小的尾

款开支，所以需要我们有预见性的去加以管理。最好的办法就是从项目的设计规划开始就将项目的退役方案和退役费用估计加入到项目全生命周期的成本测算模块中去，并根据测算结果在项目财务安排上预先提取出相应的退役金，保证资金能够顺利到位。项目到期进行退役后首先要选择环保型的拆卸方式和手段，尽量保证安全的情况下最大程度的对退役设备加以循环使用和再加工，如：对塔筒，基础钢筋等钢材可以加以回收再炼，对叶片中的复合材料尝试热分解，破碎复用等一系列新的处理方法。

## 4 风电项目工程造价协同管理机制

### 4.1 全过程造价动态监控体系

搭建全过程造价动态管控体系，对各个阶段的成本进行实时追踪及报警，借助信息技术手段，整合成本信息，加以比对、分析和预测，设定相关绩效指标，例如成本偏差以及进度偏差等，及时纠偏补救。动态管控体系离不开多方协调配合保障信息畅通以及高效决策，通过动态管控，能够提前预知成本隐患从而防微杜渐，不至于积重难返。这是一项相当复杂的令人头大的系统工程，也是必不可少的过程。管控体系应该具有一定可调节性以便根据项目内部外部环境变化作出相应调整。

### 4.2 风险分担与成本约束机制

构建合理风险共担机制，在合同中明确权责，把风险分配给最容易规避的一方，在 EPC 合同中承包人负责承建风险，发包人负责经营风险，另外制定成本管控机制，例如目标成本管理、激励机制等鼓励参与各方降低成本。这些机制均是有利于降低矛盾与索赔的发生率，增进合作的重要环节，必须精心规划。机制要公平，使各参与人都有积极性降低项目成本。

### 4.3 信息集成与数字化管理平台

开发信息系统集成及数字化管理系统，集成设计、采购、建造、运维等信息达到互联互通，系统要能够兼容 BIM、物联网、大数据分析技术，为管理者提供帮助，如：基于平台进行不同方案的成本影响分析，辅助决策，而数字化管理系统还能提升效率，避免错误以及返工，进而节约造价，平台还要保障信息安全和个人隐私，遵循伦理准则，这是研究人员秉持负责任研发的重要体现。平台的应用也需要相应的行业标准和作为支撑。

### 4.4 政策协同与市场激励机制

政策协调及市场激励机制是外在保障，政府应出台持续性的相关政策，例如长效补贴、碳交易等，减少投资者的不确定性风险，市场层面推进绿色信贷以及保险产品

创新,为风电项目融资提供便利。并加强产业合作,形成统一的标准体系与认证机制,形成良性竞争态势,政策协调与市场激励二者相结合能够营造良好的氛围,鼓励风电开发商控制成本,助力风电行业的健康发展<sup>[3]</sup>。这对完成碳达峰及碳中和具有极其重要的作用,各主体都需贡献力量,持续稳定的政策环境对企业作出长远的决策至关重要。

## 5 结束语

本文基于全生命周期视角对风电项目工程建设投资的主要影响因素及管控措施进行了分析,本文在理论学习及查阅相关文献的基础上,归纳出政策环境市场、技术装备水平、工程建设运营等三大类主要影响因素,并提出不同阶段的管控措施以及协调联动机制,得出风电项目成本管理必须要有全局观念、全生命周期的协同配合才能达到降低成本的目的,从而实现国家双碳的目标,本文对风电项目建设的投资管理具有一定的理论借鉴意义及实际应用价值,但是依然存在不足之处有待完善,未能对地区间的差别、新的科学技术发展加以考虑。未来的研究还可以

继续探索数字智能技术等工程造价中的应用,总之通过对不断优化和完善,风电工程项目的建设将会越来越高效,为可持续发展贡献力量,体现出论文作者对于绿色发展事业的支持态度和责任意识。

## 【参考文献】

- [1]葛前华.风电产业助力“双碳”目标实现的路径探索[J].中国经贸导刊,2025,(18):94-96.
- [2]刘长龙,白肖肖,江朝辉,等.“双碳”目标视阈下生态环保合规检查探索与实践——以陆上风电项目为例[J].企业家,2024,(S1):367-369.
- [3]马庆利.“双碳”背景下风电企业融资租赁策略研究[D].山东师范大学,2024.

作者简介:梁忆媚(1991.04—),毕业院校:广西水利电力职业技术学院(大专)所学专业:工程造价(电力),桂林电子科技大学(函授)所学专业:信息管理与信息系统,当前就职单位:广西龙桂绿能工程咨询有限公司,职务:部门经理,职称级别:中级工程师。