

Comprehensive Evaluation of the Economic Benefit and Social Impact of Wind Power and Photovoltaic Power Generation Projects

Chao Li

China Electric Power Engineering Consulting Group Northwest Electric Power Design Institute Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

Abstract

In the context of global energy transformation, environmental protection and sustainable development have attracted much attention, and the energy structure is needed to be transformed urgently. This paper analyzes the economic benefit and social influence of wind power and photovoltaic power generation project, cost efficiency, profitability, regional economic contribution, environmental benefits, energy security, through the data and case reveals the development situation, advantages and challenges, and puts forward the technology innovation, policy guidance and other comprehensive development strategy, provide theoretical basis for sustainable development of clean energy and practical guidance, power energy transformation, realize sustainable economic development and environmental protection.

Keywords

wind power project; photovoltaic power generation project; economic benefit; social impact; development strategy

风电与光伏发电项目的经济效益与社会影响综合评价

李超

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司, 中国·陕西 西安 710075

摘要

在全球能源转型背景下, 环境保护与可持续发展备受关注, 能源结构亟待转变。论文深入剖析风电与光伏发电项目的经济效益与社会影响, 涵盖成本效益、盈利能力、区域经济贡献、环境效益、能源安全等多方面, 通过数据与案例揭示其发展现状、优势及挑战, 并提出技术创新、政策引导等综合发展策略, 为清洁能源可持续发展提供理论依据和实践指导, 助力能源转型, 实现经济可持续发展与环境保护。

关键词

风电项目; 光伏发电项目; 经济效益; 社会影响; 发展策略

1 引言

随着全球对环境保护和可持续发展的重视程度不断提升, 能源结构转型已成为必然趋势。近年来, 各国纷纷出台相关政策推动可再生能源发展, 如中国的《可再生能源发展“十四五”规划》, 明确了可再生能源在能源结构中的重要地位和发展目标。风电与光伏发电作为清洁能源的代表, 具有可再生、无污染等显著优势, 在全球能源领域的重要性日益凸显。深入研究其经济效益与社会影响, 并制定科学合理的发展策略, 对于落实相关政策, 推动能源转型, 实现经济可持续发展和环境保护具有至关重要的意义。

【作者简介】李超(1980-), 男, 中国陕西咸阳人, 硕士, 副高级工程师, 从事电力工程研究。

2 风电项目的经济效益与社会影响

2.1 经济效益

风电项目的经济效益体现在多个方面。首先是成本效益, 虽初期建设成本高, 但运行维护成本低, 且随着技术进步和规模效应, 单位发电成本逐年下降。从全生命周期成本理论看, 合理规划和管理可降低成本, 如设备选型注重回收价值等。相关关键指标对比如表1所示。以某风电场为例, 其年经济收益可观, 扣除成本后净利润显著, 同时风机接入电网还带来网损改善和系统备用容量经济成本降低等额外收益。

其次是盈利能力, 主要源于电价收入、政府补贴及碳交易收益。中国风电上网电价逐步市场化, 政府补贴也助力产业发展, 如某风电场年收益达一定规模。此外, 风电项目对区域经济贡献显著, 建设和运营能直接创造就业, 带动风力发电机组制造、电力输送等产业链发展, 在风能资源丰富地区作用尤为突出。

表 1 风电项目成本效益分析关键指标对比

指标	初期建设成本	运行维护成本	单位发电成本趋势	全生命周期成本关键影响因素
情况	高	低	逐年下降	设备选型（回收价值等）

2.2 社会影响

风电项目的社会影响具有多面性。在环境效益方面，其运行中无温室气体和污染物排放，能有效减少二氧化碳等排放，对改善空气质量和生态环境意义重大，且可与农业等结合实现土地综合利用^[1]。

能源安全上，作为本土可再生能源，能减少对进口能源依赖，增强能源供应稳定性，分布式发展还降低了集中式能源供应故障风险。

社会接受度方面，公众环保意识提高使其得到认可，但建设中可能产生噪声污染、景观影响等问题，需科学规划管理来解决，如选址时考虑居民区距离、采用降噪技术等。

3 光伏发电项目的经济效益与社会影响

3.1 经济效益

光伏发电项目成本效益不断改善。光伏技术进步使组件生产成本大幅下降，建设成本也随规模化应用降低，运行维护成本低且发电效率提高，投资回报率逐渐提升。其盈利能力受上网电价和补贴政策影响大，过去补贴政策吸引投资，如今补贴逐步退出，需合理制定上网电价机制，通过电力市场交易等提高收益。同时，光伏发电具有低碳综合效益，可减少温室气体排放、增加碳汇，对实现“双碳”目标有重要意义。不同阶段其盈利能力有差异，如表 2 所示，初期补贴政策影响大，主要盈利来源为补贴和电价收入，投资回报率逐渐提高。后期补贴逐步退出，主要盈利来源变为合理上网电价机制下的电价收入及其他市场收益（如绿电证书交易），投资回报率受市场因素影响，需合理调整策略保持稳定或提升。

表 2 光伏发电项目不同阶段盈利能力对比

阶段	补贴政策影响	主要盈利来源	投资回报率趋势
初期	高（吸引投资）	补贴 + 电价收入	逐渐提高
后期	补贴逐步退出	合理上网电价机制下的电价收入 + 其他市场收益（如绿电证书交易）	受市场因素影响，需合理调整策略保持稳定或提升

3.2 社会影响

光伏发电项目环境效益突出，运行无污染物排放，对水资源需求极低，在干旱地区优势明显。

在能源结构转型中，它为传统化石燃料发电方式的转型提供支撑，推动全球能源向低碳绿色发展，各国纷纷加大投资建设力度。

社会接受度与普及度方面，随着技术发展和成本下降，在居民住宅、商品建筑等领域应用广泛，促进相关产业发展，创造大量就业机会，提高了公众对清洁能源的认知和接受度。

4 风电与光伏发电项目的发展策略

4.1 技术创新与成本降低

技术创新在风电与光伏发电项目发展中起着关键作用。政府需加大资金投入，设立专项科研基金，引导企业和科研机构联合攻关。例如，针对风电技术，除了高效叶片设计和智能控制技术研发外，还应着重研究海上风电基础结构优化以及风电功率预测技术。海上风电的复杂环境要求研发更稳定可靠的基础结构，如新型浮式基础，以降低建设成本。同时，精准的风电功率预测技术能更好地配合电网调度，提高风电消纳率。对于光伏技术，在提高电池转换效率和研究新型材料的基础上，要关注光伏系统集成技术与储能技术的结合，研发高效的光伏储能一体化系统，解决光伏发电间歇性问题，提升能源利用效率，延长光伏电池使用寿命，降低更换成本^[2]。

推动设备制造企业技术升级至关重要。鼓励企业引入先进生产设备和工艺，如风机制造采用自动化生产线和智能制造技术，应用数控加工和 3D 打印技术制造精密零部件。光伏企业推广新型电池制造工艺，如 PERC、TOPCon 技术等。同时，建立完善的设备质量标准和检测体系，加强原材料和零部件质量控制，与国际标准接轨，提升中国风电与光伏设备质量和市场竞争力，如制定严格的风机叶片质量标准和光伏组件质量追溯系统。

提升运维技术与管理水平不可或缺。利用大数据、人工智能和物联网技术构建智能运维管理平台，通过在设备上安装传感器实时采集运行数据，进行大数据分析，监测和预测设备运行状态，实现预防性维护，例如通过分析风机振动和油温数据预测轴承故障。培养高素质运维专业队伍，加强技术培训和职业教育，建立技能认证体系，定期组织参加培训课程和技术交流活动，提高技术能力和解决实际问题的能力，确保运维工作安全进行。

4.2 政策引导与市场机制

政府在风电与光伏发电项目的政策引导与市场机制方面应采取多维度举措。首先，需制定长期稳定的能源发展战略和可再生能源发展规划，明确风电与光伏发电在能源结构中的目标占比和发展路径，如制定到 2035 年可再生能源占一次能源消费比重达到 30% 的目标并细化分解。同时，依据不同地区的资源禀赋和经济发展水平制定差异化策略以促进区域协调发展。在补贴政策上，要从补贴规模向补贴效率转变，建立绩效评估机制，对先进技术、高效发电且环境效益好的项目和企业给予更高补贴比例，合理调整退坡节奏，为企业提供缓冲期使其能通过创新和市场拓展降成本提竞争力。在税收优惠政策方面，进一步加大对相关企业的

支持力度,除现有优惠外,研究出台针对设备投资、研发费用等的抵扣政策,如允许企业按比例抵扣购置先进设备的投资。在土地政策上,优先保障项目用地需求,简化审批程序并降低成本,对利用荒山荒地等未利用土地的项目给予出让金减免等优惠^[3]。

其次,要建立科学合理的上网电价形成机制,综合考虑发电成本、市场供需关系、资源稀缺性和环境价值等因素,采用“基准电价+浮动机制”,依据地区差异制定基准电价并适时调整浮动幅度,以真实反映市场价值,如旺季或价格上涨时提高浮动幅度鼓励发电,过剩时降低幅度促进平衡。加快推进电力市场改革,完善交易体系,鼓励企业参与多种市场交易。通过市场竞争提高运营效率和经济效益,如风电企业在现货市场根据电价波动调整策略实现收益最大化。同时,建立健全绿电证书交易市场,加强认证、核发和监管,提高其认可度和流动性,企业可通过出售获得额外收益提升整体效益。

最后,加大电网建设投资力度,加快特高压输电网络建设,提高跨区域输电能力,优化布局并加强智能化改造,提升对风电与光伏发电的接纳和调度灵活性,如建设智能变电站和调度系统,安装先进设备解决接入难题,提高电网稳定性和可靠性。建立健全风电与光伏发电与电网的协调机制,加强信息共享和沟通合作,制定统一的接入标准和技术规范,如双方共同制定标准明确参数要求等,同时建立联合调度机制,依据预测数据和负荷情况制定合理的发电计划和调度方案,实现电力安全稳定供应。

4.3 产业链协同发展

深化上下游企业合作与创新意义重大。建立长效合作机制,通过签订协议、组建联盟等加强协同创新,如风机制造企业与零部件供应商合作研发,光伏企业与硅料生产企业共同提升技术。搭建协同创新平台,整合各方资源开展联合攻关,加速科技成果转化应用,鼓励企业间技术转让与合作开发,提升产业链竞争力。

培育产业集群与促进区域协调发展不可或缺。政府制定产业集群规划,引导产业向优势区域集聚,建设专业园区,完善基础设施和配套服务,如在西部建设风电产业园区,在东部沿海建设光伏产业园区。加强区域间产业协同,建立合作机制,促进资源优化配置和分工协作,推动产业转移和承接,实现互利共赢和产业结构调整,如东西部地区优势互补,

劳动密集型环节向中西部转移。

提升产业链整体竞争力至关重要。鼓励企业加强品牌建设和质量管理,提高产品附加值和市场竞争力,实施品牌战略,保护知识产权。推动产业链向高端化、智能化、绿色化发展,鼓励企业加大高端装备制造、智能控制、绿色制造技术等投入,推广清洁生产和循环经济模式,实现绿色发展,如风电发展海上高端装备和智能运维服务,光伏发展高效电池制造和智能化生产设备。

4.4 社会参与公众教育

促进社会广泛参与是重要举措。建立公众参与机制,鼓励参与项目规划、建设和运营,通过听证会、座谈会等听取意见,提高决策科学性和民主性,如在选址时考虑居民利益。发展社区能源项目,让公众参与能源生产和收益分配,如居民建设光伏发电设施,成立合作社共同管理运营,促进能源就地消纳和利用。

加强公众教育与宣传必不可少。开展多样化公众教育活动,通过学校教育、科普讲座、媒体宣传等普及知识,增强科学素养和环保意识,如学校开设课程,组织科普活动,利用媒体宣传。加强项目宣传推广,展示经济、环境和社会效益,通过案例分析、实地参观等让公众了解项目,利用社交媒体开展互动宣传,提高关注度和参与度,推动清洁能源发展。

5 结论

风电与光伏发电项目在经济效益和社会影响方面展现出显著优势。在经济效益上,成本效益随着技术进步不断优化,盈利能力受多种因素影响但总体可观,且对区域经济贡献较大。在社会影响方面,环境效益显著,减少温室气体和污染物排放,保障能源安全,同时社会接受度逐渐提高。通过技术创新降低成本、政策引导市场发展、产业链协同提升竞争力以及社会参与提高公众认知等策略,能够有效推动项目的发展应用,为能源转型和环境保护提供有力支持。

参考文献

- [1] 方宇晨,杜尔顺,余扬昊,等.太阳能光热发电并网的综合效益量化评估方法[J].中国电机工程学报,2024,44(13):5135-5146.
- [2] 胡友良.“十四五”背景下湖南山地风电项目投资效益分析[J].云南水力发电,2024,40(8):194-197.
- [3] 陈秀斌,张超.一起风力发电机组箱变事故与保护研究[J].电工电气,2024(2):70-71.