

Research on the Policy Framework for Offshore Wind Power under the “Dual Carbon”

Yunzhi Zhong¹ Lei Jin¹ Yongqiang Liu² Yue Sun³ Huinan Kang^{3*}

1. China Power Construction Group East China Survey and Design Institute Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311100, China

2. Zhejiang Zhongtong Wenbo Service Co., Ltd., Zhoukou, Henan, 466732, China

3. Zhejiang University, Zhoushan, Zhejiang, 316000, China

Abstract

This study focuses on the policy system for ocean wind power under the “dual-carbon” goals. Driven by the “dual-carbon” strategy, China’s ocean wind power industry has developed rapidly, with cumulative installed capacity reaching 44.20 GW by June 2025, accounting for more than half of the global total. Coastal provinces have seized the opportunity to form concentrated layouts of ocean wind power and established a complete industrial chain, making it a crucial support for the green energy transition. China has established a multi-level policy system with four pillars: strategic planning, grid-parity pricing, grid support, and ecological marine space utilization. At the local level, innovative practices have been implemented in response to national directives, strengthening development efforts and forming a pattern of “national coordination and local adaptation.” Currently, China’s ocean wind power industry faces a series of developmental challenges. This paper proposes recommendations such as building a full-chain innovation policy system, upgrading grid infrastructure, and improving ecological standards. It aims to provide insights for optimizing ocean wind power policies and promoting high-quality development of the industry, thereby contributing to the achievement of the “dual-carbon” goals.

Keywords

Dual-carbon; Ocean wind power; Policy research

“双碳”背景下海上风电政策体系研究

钟贇智¹ 金磊¹ 刘永强² 孙悦³ 康慧男^{3*}

1. 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司, 中国·浙江 杭州 311100

2. 浙江中通文博服务有限公司, 中国·河南 周口 466732

3. 浙江大学, 中国·浙江 舟山 316000

摘要

本文围绕“双碳”目标背景下的海上风电政策体系展开研究。在“双碳”战略推动下,我国海上风电发展迅速,截止2025年6月累计装机容量达4420万千瓦,占全球一半以上,沿海省份抓住机遇,形成了海上风电的集中布局,并建立起完整的产业链,成为能源绿色转型的重要支撑。我国目前已经构建多层次政策体系,以战略规划、平价上网、电网保障、生态用海为四大支柱;地方层面创新实践,积极响应国家号召,加大发展力度,形成“国家统筹和地方适配”的格局。当前我国海上风电产业面临一系列发展难题,本文提出构建全链条创新政策、升级电网设施、健全生态标准等建议,为优化海上风电政策、推动产业高质量发展提供参考,助力“双碳”目标实现。

关键词

双碳、海上风电、政策研究

【基金项目】山东能源渤中海上风电项目(项目编号: HDY-SC33-20240028)。

【作者简介】钟贇智(1984-),男,中国浙江杭州人,本科,高级经济师、工程师,从事电气工程/项目管理/供应链管理研究。

【通讯作者】康慧男(2000-),男,中国山西晋中人,硕士,从事海洋技术与工程研究。

1 引言

我国海岸线长、海域面积广,拥有发展海上风电的天然优势^[1]。我国的海上风电产业虽起步较晚,但发展迅猛。2024年,我国海上风电新增装机超400万千瓦,占全球海上风电新增装机容量的一半,连续七年居世界首位;截至2025年6月底,海上风电累计装机4420万千瓦,超过全球一半,在国内全部风电装机中占比7.7%。海上风电发电量

贡献显著增大,今年上半年发电量为528亿千瓦时,在全部风电发电量中占比9.0%^[2]。

随着近海资源开发日益饱和,海上风电正在逐步往深远海方向发展,漂浮式风电技术等创新解决方案应运而生。然而,海上风电的发展仍面临成本压力、技术挑战、电网消纳、生态影响等多重制约因素,需要完善的政策体系予以支持和引导。

本研究旨在系统分析中国海上风电政策体系的发展脉络与现状,探讨政策层面的挑战与创新方向,为优化海上风电体系、促进产业健康发展提供理论支持和政策参考,助力中国“双碳”目标的顺利实现。

2 我国海上风电产业发展现状分析

在“双碳”目标的引领下,海上风电作为实现能源转型的重要力量,正经历着快速发展阶段。据国家能源局报道,2025年一季度,全国风电新增装机1462万千瓦,其中陆上风电1364万千瓦,海上风电98万千瓦,在这一季度,全国风电累计发电量3036千瓦时,同比增长15.2%,全国风电平均利用率达93.3%。由此可见,风电产业发展态势良好,是我国发电不可或缺的重要组成部分^[3]。

从分布区域来看,风电装机在我国多个区域迅猛发展。对于广东省,2024年全省生产总值突破2万亿元,而海上风电产业便是其海洋经济发展的重要组成部分。截止2025年6月底,广东省海上风电装机规模突破1251万千瓦,跃居全国第一。随着海上风电项目的大规模开发,广东省的海上风电产业也迅速发展,形成了“研发—制造—安装—运维”的产业链,阳江、汕头等地的海上风电装备制造和运维基地等产业基地也相继落成^[4]。紧随其后的江苏省的海上风电产业发展也较为成熟,截止2023年底,江苏省累计装机容量达1200万千瓦,约占全国海上风电装机总量的37%,带动长三角基地建设进程在全国领先。山东省在海上风电领域也在加速追赶,“十四五”期间规划了渤中、半岛南、半岛北三个海上风电基地,总装机规模达3500万千瓦。2023年底,山东海上风电装机已达400万千瓦以上,2025年预计达500万千瓦以上。福建省在“十四五”期间将加快完成海上风电规划内省管海域1030万千瓦、深远海480万千瓦海上风电配置,目前正积极推进海上风电项目的建设。

总体而言,我国海上风电产业在装机规模、区域分布和产业链发展等方面均取得了显著成就,未来,随着技术的不断进步和政策的持续支持,海上风电产业有望继续保持高速增长态势,为我国实现“双碳”目标发挥更重要的作用^[5]。

3 现有政策支撑体系

3.1 国家层面政策体系

我国海上风电经历了从标杆电价到平价上网的演变。2020年财政部、发改委、能源局联合发文明确,自2022年起新增海上风电项目不再纳入中央财政补贴范围,按规定完

成核准并于2021年底前全部机组完成并网的存量海上风电项目,按相应价格政策纳入中央财政补贴范围。这意味着海上风电从2022年开始全面进入平价上网时代,市场化机制成为主导。作为替代补贴的重要市场化手段,绿色电力证书交易制度为发电企业提供了新的收益渠道^[6]。

政策要求电网企业全额保障性收购海上风电电量,并鼓励配套电网与风电项目同步规划、同步建设。为解决远海输电问题,政策支持柔性直流输电等先进技术研发与应用。在审批程序上也有所优化,如允许海底电缆管道铺设施工申请与项目用海申请一并提交审查,提升了效率^[7]。

《通知》强调了节约集约用海原则,按风机容量分级设定单位装机用海面积控制指标,并将风机确权范围半径调整为风机叶片投影最大长度,此举显著节约了海域空间。同时,严格执行生态用海要求,项目必须进行环境影响评价,并鼓励“风电+”综合开发利用模式(如与海洋牧场、制氢、储能结合),实现“一海多用”和生态友好型开发^[8]。

3.2 地方层面政策创新

各沿海省份结合自身资源禀赋和发展阶段,出台了多样化的支持政策,形成了与国家政策相衔接、与地方实际相结合的政策体系。以下以广东省和浙江省为例,介绍其地方政策创新。

广东省作为海上风电发展的领头羊,其政策支持力度大且全面。在地方补贴方面,广东实施了明确的退坡式补贴政策,对2018年底前完成核准、在2022年至2024年实现全容量并网的海上风电项目,省财政分别按每千瓦1500元、1000元和500元的标准给予补贴,旨在推动项目平稳过渡到平价上网。在产业园区规划上,广东着力打造了阳江国际风电城和汕头国际风电创新港等全产业链基地,集装备制造、工程设计、施工安装、运营维护于一体,并积极探索“海上风电+海洋牧场”等融合发展模式,例如全球首台抗台风型漂浮式风机“三峡引领号”和“明渔一号”风渔一体化装备就是其中的创新实践。为了简化审批流程,广东推行了“净海域”出让制度,提前完成海域论证、地质勘察等前期工作,项目单位可直接竞标开发权,有效压缩了项目前期的时间成本^[9]。

浙江省的海上风电政策则展现出不同的侧重点。在地方补贴方面,浙江采用了度电补贴方式,对2022年和2023年并网的项目每千瓦时分别补贴0.03元和0.015元,这种与发电量挂钩的补贴方式更持续地激励电站高效运营。在产业园区规划方面,浙江聚焦于建设海上风电母港,重点配套发展高端安装船、运维船等海工装备制造业,并积极探索“风电+海洋能+储能+制氢”等多能互补和综合利用模式,旨在打造海上风电产业服务高地。在审批与管理创新上,浙江特别注重安全体系的构建,出台了全国首个省级《海上风电安全应急管理指导意见》,构建“陆海空天”一体化监控体系,要求深远海项目配套建设直升机悬停区,这既提

升了安全监管水平,也在一定程度上规范并简化了相关审批流程。

在多层次、多维度的政策体系支撑下,中国海上风电产业取得了举世瞩目的成就。政策支持有效促进了技术进步和成本下降,为海上风电的规模化、商业化发展奠定了坚实基础。

4 面临的挑战与政策建议

我国海上风电产业在“双碳”目标的推进过程中,也面临着很多挑战。评价上网政策实施后,海上风电产业告别补贴依赖,成本控制便成了较为棘手的问题。风机设备成本占比高,核心设备占总投资成本的60%以上,关键零部件(如轴承)仍然依赖进口。海上风电产业建设从设备采购、安装施工环节,到后期的运营与维护,都需要较为高昂的费用。近海项目单千瓦施工成本超1万元,深远海项目因水深增加、地质条件复杂,成本还要增加30%以上,漂浮式基础虽具潜力,但技术尚未成熟,成本一直无法降低。运营与维护需要专业的船舶和平台,每年的运营和维护费用占总投资的5%-8%,严重制约着项目的经济效益与可持续发展。

除平价上网后成本压力凸显外,电网消纳能力与基础设施不匹配也是目前海上风电项目面临的又一重大挑战。海上风电多位于沿海地区,电力生产与消费存在时空错配,众所周知,海上风电具有间歇性、波动性等特征,与用电高峰和低谷难以精准匹配,这便对电网的灵活性与稳定性提出了非常高的要求^[8]。部分地区电网基础设施建设薄弱,输电线路容量有限,无法及时将海上风电输送至负荷中心,例如我国华东、华南等风电充足甚至有余量区域的跨省输电能力仅能满足70%的外送需求,部分海域甚至出现“弃风”现象,造成了能源的浪费。

近年来,我国的近海风电资源开发已经逐渐趋于饱和,深远海区域成为未来发展的“主战场”,但是技术的突破滞后与深远海的发展需求不一致,所以深远海技术是海上风电产业发展要解决的关键瓶颈技术^[9]。在深远海环境中,风电设备需要承受更强的风浪载荷、更复杂的洋流作用以及更严重的盐雾腐蚀,这便对风电机组的设计、材料的选用、制造工艺等设计及生产环节提出了更加严苛的要求。当下我国在大容量风电机组研发、远距离输电技术、远程监测技术、海上施工及运维等方面,与国际先进水平仍有差距,制约了我国深远海风电资源的开发和利用。

为了应对上述挑战,需要从多方面完善政策体系及加强技术攻关。在相关政策方面,应该构建“基础研究—技术攻关—成果转化”全链条创新政策体系;在基础研究方面,应设立国家海上风电基础研究专项基金,重点支持浮式风电设施的基础力学特征、深远海风能资源的远距离传输、智能运维等领域研究,为上述高昂成本的研究保驾护航。对在海上风电技术创新方面取得重大进展的企业给予税收优惠、研发补贴等奖励,加速科研成果转化,提升风电产业的整体技

术水平。此外,还要探索金融支持新模式,政府应引导金融机构开发适合海上风电项目的金融产品。完善海上风电保险体系,降低项目建设与运营风险。

解决技术难题之外,还要建立健全生态环境保护的标准,制定统一的、严格的海上风电项目对生态环境影响的评价体系,从前期预防、施工中谨慎,到后期运维检测全方位加强对生态环境的保护,设立生态保护缓冲区、实施增殖流放等生态修复举措,确保海洋生态环境安全。

5 结论

在“双谈”目标引领能源体系深刻变革的背景下,我国海上风电凭借优越的资源条件和产业基础,实现了从空白到快速发展的转变。截至目前,我国海上风电产业正逐步构建起覆盖研发、制造、施工与运维的完整产业链,成为推动能源绿色转型的重要支撑。

海上风电产业的快速发展,离不开多层次政策体系的持续支持。国家层面通过宏观战略明确深远海未来的发展方向,平价上网政策加快了其市场化进程,同时以电网配套和生态红线作为保障和约束,形成了战略引导、激励推动、保障支撑和规范管理相结合的政策框架。地方层面也积极探索符合当地的风电产业政策,有效促进了国家和地方资源之间的衔接。

尽管成就显著,海上风电产业仍然面临着一系列发展瓶颈,关键零部件对外依赖度高、电网消纳能力不足、深远海技术尚不成熟,以及项目开发与生态保护之间的平衡难题等。要有效突破这些难题,需要加大科技创新支持与税收机制力度,突破核心关键技术;推进跨区域电网建设和智能化改造,增强消纳能力;建立统一的生态评估标准和补偿机制,实现开发与保护协同并进。

参考文献

- [1] 雒德宏.我国海上风电发展现状及对策建议[J].水电与新能源,2022,36(11):76-78.
- [2] 推动海上风电规范有序建设[N].经济日报,2025-09-14(006).
- [3] 王晓瞳,王泽宇.海上风电从这里挺进深蓝[N].海南日报,2025-09-15(A01).
- [4] 刘宋文,王小波.金融助力阳江迈向海上风电产业高地[N].中国银行保险报,2025-09-12(001).
- [5] 李丽曼.海上风电用海迎新规[N].中国能源报,2025-01-13(002).
- [6] 国家能源局.对十三届全国人大四次会议第3725号建议的答复(国能建新能〔2021〕222号)[EB/OL].(2022-03-23)[2025-09-20].
- [7] 叶青.广东:海上风电点燃“绿色引擎”[N].科技日报,2025-07-17(007).
- [8] 吴炜,刘玉飞,孙炎平等.海上风电弱电网并网稳定性分析方法及关键技术综述[J/OL].南方能源建设,1-16[2025-09-22].
- [9] 李斌.深远海海上风电风机导管架吊装技术[J].水利技术监督,2025,(10):241-245.