

山东省海上风电产业高质量发展对策研究

马哲¹, 党安涛¹, 李彬¹, 杨俊杰¹, 何乃波¹, 曲茜², 朱喆³

(1.山东省海洋科学研究院(青岛国家海洋科学研究中心) 青岛 266072;

2.中国国际贸易促进委员会青岛市分会 青岛 266071;

3.青岛市市北区开发建设局 青岛 266000)

摘要:海上风电产业是全球最具战略性和先导性的新兴产业之一。为促进山东省海上风电产业的高质量发展,文章基于调研梳理山东省海上风电产业发展现状,分析其中存在的问题,并提出对策建议。研究表明:山东省海上风能资源丰富,海上风电产业发展初显成效,但在产业发展规划、科技支撑能力、电力消纳能力、配套服务产业以及企业投资和生产意愿等方面存在不足;未来应遵循“统筹布局、创新技术、拓展方式、搭建平台、计划+示范”的发展思路,稳步推进山东省海上风电产业发展进程。

关键词:海上风电;海洋可再生能源;新兴产业;产业发展规划;高质量发展

中图分类号:P74;TK89

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2022)02-0077-05

High Quality Development Countermeasures of Offshore Wind Power in Shandong Province

MA Zhe¹, DANG Antao¹, LI Bin¹, YANG Junjie¹, HE Naibo¹, QU Qian², ZHU Zhe³

(1. Marine Science Research Institute of Shandong Province (National Oceanographic Center, Qingdao), Qingdao 266072, China;

2. China Council for the Promotion of International Trade, Qingdao Sub-Council, Qingdao 266071, China;

3. Qingdao Shibei District City Development and Construction Bureau, Qingdao 266000, China)

Abstract: Offshore wind power industry presents to be one of the emerging industries with big strategic and pioneering significance in the world. In order to promote the high quality development of this industry in Shandong, the paper analyzed problems in the industry development and proposed corresponding strategies based on a thorough investigation. The results showed that offshore wind resources were abundant in Shandong with relatively solid foundation on the industry. But there were still acute problems including not detailed plan on the industry development, not strong enough support of science and technology on the industry, not systemic supporting industries, not enough grid capacity on the wind power, and lack of investors on manufacture. It was recommended to adhere to the principle of “develop innovative technologies and widen various channels based on overall layout to realize coordinated development through planning and

收稿日期:2021-01-29;修订日期:2022-01-26

基金项目:山东省重点研发计划(软科学)重大项目(2019RZF01007);中国海洋发展研究会基金项目(CAMAJJ201908、CAMAJJ201608);中国工程科技发展战略山东研究院咨询项目(202103SDYB23)。

作者简介:马哲,副研究员,博士,研究方向为海洋新能源开发利用

通信作者:李彬,副研究员,博士,研究方向为海洋科技创新战略

piloting” to facilitate the industry development in a steady way.

Keywords: Offshore wind power, Marine renewable energy, Emerging industry, Industry development plan, High quality development

0 引言

海上风电是目前风电产业的研究热点,全球各沿海国家均把海上风电作为可再生能源发展的重要方向,我国也将其纳入战略性新兴产业的重要组成部分。截至 2019 年年底,我国已投入运行项目(所有风机全部投运)的装机总量达 6.4 GW,在全球居第三位;在建项目(风机未全部投运,但至少安装 1 台风机基础)的装机总量达 4.6 GW,在全球领先^[1]。山东省凭借海岸线长、海域面积广、海上风能资源条件好和台风侵扰少等优势,具有得天独厚的海上风电开发前景^[2]。然而到目前为止,山东省已规划的 6 个百万千瓦级海上风电场均未开工建设,已公开完成起草的《山东省海上风电发展规划(2019—2035)》也未见发布。本研究选取海上风电创新要素包括“政产学研金服用”在内的 14 个单位,于 2020 年 5 月采取实地走访和发放问卷相结合的方式调研(表 1),旨在探明山东省海上风电产业发展现状,深入剖析其中存在的问题,并有的放矢地提出促进海上风电产业高质量发展的对策建议,同时可为其他地区提供参考。

表 1 调研对象

单位性质	单位个数/个
政府部门(科研管理)	1
企业(民营)	5
高校(部属)	3
科研院所(部属)	3
金融机构(银行)	1
服务机构(国家试点实验室)	1

1 山东省海上风电产业发展现状

1.1 海上风能资源丰富

依据《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》(以下简称《意见》)中“单个海上风电场外缘底线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 km²

左右”和“海上风电场原则上应在离岸距离不少于 10 km、滩涂宽度超过 10 km 时海域水深不得少于 10 m 的海域布局”的要求,同时规避山东省核心经济区、环境整治区和生态保护区等不适合开发海上风电的区域,预估山东省海平面以上 90 m 高度的海上风电开发潜力(表 2)。

表 2 山东省海上风电装机总量的理论估值和区域划分

离岸距离/km	水深/m	所在位置	装机总量/MW
10~50	30~60	黄海的山东半岛北侧和东侧	87 787.0
10~50	60~100	黄海的山东半岛东北侧	6 674.0
50~100	30~60	山东半岛东南侧和东北侧	130 803.7
50~100	60~100	山东半岛东侧	77 476.9

从区域角度考量,山东省拥有满足《意见》要求的海上风电场建设海域;从资源角度考量,山东省满足《意见》要求的海上风能资源量可观,装机总量达 3 亿 kW^[2](截至 2019 年年底,我国可再生能源发电装机总量为 7.94 亿 kW)。

1.2 产业发展初显成效

山东省海上风电产业发展已初显成效。①积极筹划电场建设。目前 4 个待建电场已确定中标企业并正式开展预可研工作,按规划将于 2022 年年底建成。②设计研发经验丰富。依托高校院所和企业建立山东省海上风电并网联合实验室,承接国家和省部级项目,在海上风机基础、抗冰设计和海上升压站等方面开展专题研究^[3]。③装备加工制造能力提升较快。涌现以蓬莱大金重工和威海光威集团等为代表的海上风电装备加工制造企业,风塔和桩基等产品先后获得德国 TUV 三体系和欧盟 CE 认证等国际“通行证”,相关企业成为 Gold Wind、Vestas 和 Gamesa 等海上风电产业巨头的供货商,相关产品的全球市场占有率超过 60%,2018 年产值最高超过 8 亿元。④产业技术平台建设已启动。政府和企业威海市和东营市等地合作搭建多功能

平台,同时具备海上风电研发检测、装备制造、运营维护和产业培训等功能。其中,已建成的山东(河口)风电产业园全部投产将具备年产1 000套定子、600台整机和机舱叶轮等装备的能力。

2 存在的问题

山东省海上风电产业发展虽已取得阶段性成果,但与国内外优势地区相比仍存在明显差距,截至目前没有已开工建设的电场,同时在产业发展规划等方面存在明显“短板”。

2.1 产业发展规划不足

海上风电产业发展规划对产业发展起到指导性作用。目前海上风电产业发展较好的丹麦和我国广东省均有完备和翔实的产业发展规划,内容涉及风能资源分布、海底地形地貌、电场用海面积、规划容量、具体位置(详细经纬度)、电力输出、环境影响评价、海洋功能区划对接以及保障措施等方面。

目前山东省已出台的涉及海上风电产业发展的规划包括:①《山东省新能源和可再生能源中长期发展规划(2016—2030年)》(鲁发改能源〔2017〕418号)提出2030年前建成鲁北、莱州湾和长岛3个百万千瓦级海上风电场,启动渤中、半岛北和半岛南的海上风电场建设;②《山东省电力“十三五”规划》(鲁发改能源〔2017〕509号)提出2020年前规划6个百万千瓦级海上风电场,装机总量为1 275万kW,推动智能电网建设,提高全省可再生能源电力消纳能力;③《山东新旧动能转换重大工程实施规划》(鲁政发〔2018〕7号)就重点研究方向、平台建设和装备生产等方面提出实施意见;④《山东省海洋强省建设行动方案》(鲁发〔2018〕21号)聚焦海上风电应用技术“瓶颈”和海岛示范推广,提出产业发展路线;⑤《山东省新能源产业发展规划(2018—2028年)》(鲁政字〔2018〕204号)明确10年内山东省海上风电产业发展须重点突破的关键“卡脖子”技术;⑥《大力拓展消费市场 加快塑造内需驱动型经济新优势重点任务细化落实分工方案》(鲁政字〔2019〕143号)提出2022年年底前打造海上风电、沿海核电和沿海LNG进口三大基地,启动首批海上风电融合发展试点示范项目。

上述海上风电产业发展规划虽明确目标任务,

但仅简单描述待建电场的大致位置,而未明确风能资源分布、符合海洋功能区划要求的具体建设位置、海底地形地貌和电力输出等内容,导致海上风电项目建设面临选址不合理和用海矛盾难以协调等一系列问题,最终影响产业发展。

2.2 科技支撑能力不足

一方面,大功率海上风机整机设计和风机控制系统等核心技术、海上风电场对生态环境和通航安全的影响以及集约节约用海等关键问题属于海上风电产业发展的“卡脖子”技术问题,山东省在上述领域的研究较少且进展缓慢;另一方面,山东省的风塔、桩基和碳纤维材料等优势 and 支柱产品属于劳动密集型和高污染型,在风电机组设计生产和海底光电复合缆生产等技术含量高和附加值高的环节话语权较低^[3],且对标全国无明显技术优势。

2.3 电力消纳能力不足

由于海上风电场的电力输出功率具有波动性大的特性,要求电网须有灵活的调度能力和充足的调峰措施。根据《2019年度全国可再生能源电力发展监测评价报告》^[4],2019年山东省可再生能源电力消纳比重仅为11.6%,低于全国平均值16.3个百分点且为全国最低(表3)。电力消纳比重过低表明山东省电网对可再生能源电力的消纳能力不足,大规模开发海上风电将导致装备闲置即“弃风”现象发生。

表3 2019年我国主要沿海地区和全国的可再生能源电力消纳量及其比重

地区	消纳量/亿(kW·h)	消纳比重/%
广东省	2 308	34.4
福建省	577	24.0
浙江省	946	20.0
江苏省	941	15.0
山东省	727	11.6
全国	20 400	27.9

2.4 配套服务产业不足

海上风电配套服务产业包括检测、认证、试运行调试和监测等相关产业。根据调研结果,目前山东省海上风电配套服务产业仍未成体系。一方面,

在装备研发阶段缺乏中试和海试所需的场所、设备和标准等；另一方面，在装备检测、认证、试运行调试和监测阶段缺乏体系和行之有效的评估方法。目前山东省待建的莱州湾海上风机测试场仍处于规划阶段，威海浅海测试场仅可用于小型海洋光学和声学检测设备试验，缺乏应用于海上风电开发的公共试验平台和与之相适应的应用机制^[3]。

2.5 企业投资和生产意愿不足

一方面，国家为推动可再生能源电力产业的发展推行可再生能源保障性收购、消纳和投资预警等一系列政策措施，但山东省尚未出台相应的政策措施，发电成本较高和现有技术不成熟等问题导致相关企业的投资和生产意愿不强；另一方面，自“十三五”以来，山东省海上风电创新融合开发（作为海岛开发、海水养殖、海水淡化和海洋油气开采等工程的补给能源）示范项目均未获立项，导致有意愿的企业望而却步。

3 对策建议

为保障山东省海上风电产业高质量发展，建议遵循“统筹布局、创新技术、拓展方式、搭建平台、计划+示范”的发展思路，稳步推进海上风电产业发展进程。

3.1 统筹布局，做实做细产业发展规划

完善山东省海上风能资源和海底地形地貌基础数据，并确保数据的时效性和准确性。坚持高点规划和全面性布局，统筹安排海上风电产业发展的时序和区域，产业布局应避免对国防安全、海上交通运输、临海临港工业和渔业生产等造成严重影响，同时避开自然保护区和生态文明试验区等独具保护价值的海域。在细化海上风电产业发展规划的同时，将海上风电变电站选择、电力负荷预测、海底电缆布局、接入系统电压等级和回路数以及备选接入点等内容体现在中长期电力和电网规划中。由省发改委牵头成立有关部门参与的工作专班，负责协调不同行业的发展需求，共同编制和审核海上风电规划和建设方案。

3.2 创新技术，提升海上风电产业层次

坚持“有所为有所不为”的原则，加大核心技术储备，推动产业转型升级。在科技创新领域，以重

大科技创新工程和重大基础研究项目为纽带，重点突破大功率机组的整机设计研发、高效运维和智能电网等关键和核心技术。在产业创新领域，一方面，支持有基础的海上风电企业成立创新创业共同体，促进“政产学研金服用”创新要素的有效集聚和优化配置，引导企业向附加值高的领域转型；另一方面，吸引国内外海上风电装备加工制造领域的“龙头”企业落户，鼓励省内已有的配套服务企业融入产业链条，加强关键和核心技术的独立创新和联合创新^[5]。

3.3 拓展方式，提高电力消纳能力

通过提高电网调度能力和改善电源结构等多种方式提高可再生能源电力消纳量，为未来大规模开发海上风电提供充分的准备。①从技术角度不断提高海上风电供给侧和电力需求侧的电量预测精度，充分考虑多种波动性电源的发电特征，统一制定海上风电和火电的发电计划。②为满足海上风电运行中的调峰填谷需求，因地制宜地配套设计相当容量的调峰电源；考虑山东省自然资源分布和调峰电源的特点，首选启动迅速、运行灵活以及兼顾调峰填谷的抽水蓄能电站，次选出力调节速度快、调节范围大和污染小的燃机发电机组替代常规火电机组^[6]。③扩大资源配置范围，借助已建成的特高压电网，在临近省份范围内设计调峰填谷方案，利用省外电网消纳部分海上风电^[6]。

3.4 搭建平台，做好保障服务

海上风电产业发展的先进经验表明，以海上风电测试场为代表的产业化开发平台已成为产业链的重要环节^[3]。①整合已有技术人才力量，构建符合海区特征且国际认可的海上风电开发、测试和评估技术标准，使装备的商业化开发有据可依。②建设包含海上风电测试功能的海洋可再生能源测试平台，形成服务产业化需求和标准化的独立第三方认证机构。鉴于目前我国尚无标准化海上风电测试场，可将测试评估服务作为“山东特色产业”予以推广。

3.5 计划+示范，繁荣海上风电市场

繁荣海上风电市场是引导产业发展的有效途径。①积极推动建立海上风电产业集群，在国家已

有的上网电价补贴和税收优惠等政策框架下,为入驻企业提供项目补贴,可参考福州市的事前补贴、上海市的事中补贴和深圳市的事后补贴等方式^[7];鼓励政策性银行为入驻项目设立基础设施建设基金和股权投资计划;从多角度鼓励企业投资和生产的积极性。②以科研经费支持的方式,鼓励相关企业开展海上风电与海岛开发、海洋牧场和海洋能等产业的融合发展示范。

参考文献

- [1] WFO.Global offshore wind report 1st half 2020[Z].2020.
- [2] 董海萍,王乾坤,丁滢,等.山东省海域状况及风电场开发潜力评估[J].风能,2019,108(2):70-73.
- [3] 马哲,何乃波,李友训,等.山东省海洋可再生能源产业发展现状与对策研究[J].科技和产业,2020,20(3):63-67.
- [4] 国家能源局.2019年度全国可再生能源电力发展监测评价报告[Z].2020.
- [5] 山东省人民政府.山东省新能源产业发展规划(2018—2028年)[Z].2018.
- [6] 沙志成,董霜,朱春萍.基于调峰平衡的山东电网接纳风电能力分析[J].中国工程咨询,2016(4):57-59.
- [7] 张珂.中国海上风电产业政策研究[D].武汉:武汉大学,2019.