

政策建议

中国海上风电发展现状及对策建议研究

程建荣^{1,2}, 谢素美^{1,2*}, 曹艳^{1,2}, 王银霞¹, 杨颖¹, 杨晓莹¹

摘要 海洋具有广阔的空间和较为理想的风力条件,相比陆上风电,海上风电能够获取更为稳定和强劲的风能资源,从而提高发电效率和输出功率。在分析中国海上风电发展现状的基础上,结合中国发展海上风电存在海洋资源法律体系不完备、海洋规划体系待深化、海洋综合管理机制不健全、海上风电产业政策支持力度不够等问题,借鉴国外发展海上风电的经验,从完善海洋资源开发利用管理立法、加强海洋空间规划体系保障、健全海洋资源开发利用管理机制、完善海上风电产业链发展政策等方面提出中国发展海上风电的对策建议,可以为中国海上风电产业的未来发展提供参考和借鉴。

关键词 海上风电;发展现状;对策建议

随着全球经济的繁荣发展,各国对能源的需求也日益增长,而化石能源的大量使用导致了严重的环境污染问题。海上风能是一种具有多重优势的能源选择,不占用土地,发电效率较高,对环境的影响较小,海上风电的开发利用越来越受到世界各国的关注和重视。另一方面,海上风电场用海活动集中、海域占用面积大,构筑物数量多、规模大,随着海上风电场由近海向深远海布局发展,亟须加以科学、规范管理。推动中国海上风电向深远海发展,不仅具有重要的经济效益和环境效

益,还有助于技术创新和国家安全。当前,中国海上风电场建设已取得一定成果,但还存在海洋资源法律体系不完备、规划体系待深化、综合管理机制不健全、产业政策支持力度不够等问题。通过梳理国内外海上风电发展及管理现状,并在理论上对海上风电管理策略进行对比研究,对于切实提高中国海上风电开发管理能力,推动中国海上风电产业可持续发展,促进海洋强国战略的实现具有不可忽视的实践意义。

1 中国海上风电的发展现状

根据《联合国海洋法公约》有关规定和中国主张,中国管辖海域面积约300万 km²^[1]。中国海洋国土面积宽广,可利用海域广阔,

海上风能资源丰富,开发前景好。国家发改委能源研究所发布的《中国风电发展路线图2050》对中国海上风能资源开发潜力进行评估,指出中国近海水深5~50 m范围内风能资源技术开发量为5亿 kW。更为重要的是,中国深远海风能资源也极为可观,其可开发量是近海的3~4倍以上^[2]。这一评估数据表明中国在海上风电领域具有巨大的发展潜力。党的二十大报告提出,要立足中国能源资源禀赋,有计划分步骤实施碳达峰行动,加快规划建设新型能源体系。这一决策为中国能源发展指明前进的方向,海上风电迎来历史性的发展机遇期。

为贯彻落实习近平总书记“四个革命、一个合作”能源安全新战略,调整优化能源结构,推广

1. 自然资源部南海发展研究院,广州 510310
2. 自然资源部海洋环境探测技术与应用重点实验室,广州 510300

收稿日期:2024-05-13;修回日期:2024-08-20

基金项目:自然资源部海洋环境探测技术与应用重点实验室自主设立课题(MESTA-2021-C003);国家社科基金重大项目(22&ZD126);中国海洋发展基金会海洋空间规划技术重点实验室重点课题

作者简介:程建荣,硕士研究生,研究方向为海洋战略、规划、政策和制度研究,电子信箱:405779191@qq.com;谢素美(通信作者),正高级工程师,研究方向为海洋政策与经济、海洋自然资源综合管理、海洋碳汇、港澳海洋发展等,电子信箱:63798875@qq.com

引用格式:程建荣, 谢素美, 曹艳, 等. 中国海上风电发展现状及对策建议研究[J]. 科技导报, 2025, 43(3): 115-128; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2024.05.00511

应用清洁能源,实现“双碳”目标,近年来,通过加强统筹协调,完善政策体系,规范市场秩序,海上风电产业实现了长足发展。据统计,2024年第一季度,中国海上风电新增并网容量69万kW,截至3月底,全国海上风电累计装机达3803万kW^[3]。这对推动中国能源行业转型升级、促进能源供给多样化、确保能源安全、实现非化石能源消费占比目标具有深远意义。根据全球风能理事会(GWEC)在《2024全球海上风电报告》中的统计数据,中国连续4年新增装机容量占全球的50%以上(图1),2023年中国海上风电新增装机容量(6.3 GW)占全球(10.8 GW)的58%以上,使中国当前海上风电装机总容量(38 GW)占全球的50%以上^[4]。国际能源署预测,到2040年,中国海上风电装机容量有望达到1.75亿kW,与欧盟地区的规模相当,届时中国海上风电发电量将会占到总发电量的3%~5%^[5]。

在法律法规方面,中国现有海上风电开发管理法律法规对海上风电发展规划、项目核准、海域海岛使用、环境保护、施工及运行

等环节的开发管理要求进行了一定明确。海上风电开发管理主要依据《中华人民共和国海域使用管理法》以及原国家海洋局、国家能源局制定的《海上风电开发建设管理办法》。涉及能源发展规划、项目可行性研究、海域使用申请、路由勘测、海洋环境保护、电缆管道铺设、通航安全评估、安全生产管理等方面,还需要按照《中华人民共和国可再生能源法》《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国安全生产法》《海域使用权管理规定》《铺设海底电缆管道管理规定》《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》及相关规定,办理相应的海洋环境影响评价、路由调查勘测、施工许可手续,并履行海洋生态保护与修复义务等。值得一提的是,2023年,中国首个针对新能源发展的省级条例——《河北省新能源发展促进条例》获表决通过,标志着地方新能源发展迈入政策法定化新阶段。该条例明确鼓励采取集中连片、规模化开发等方式建设海上风电项目,进一步探索海上风电与水产养殖等多元化业态融合的发展模式。

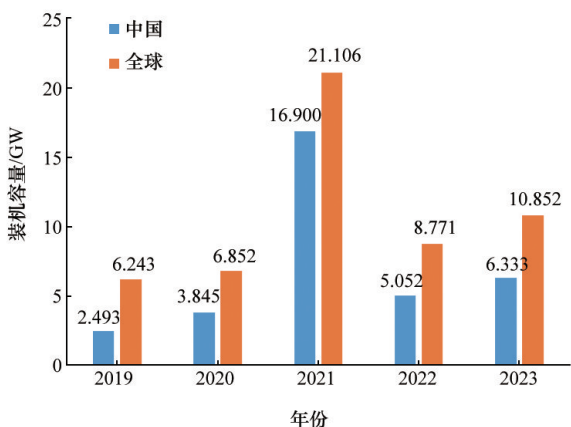


图1 中国及全球海上风电新增装机容量(2019—2023年)

在发展规划方面,中国海上风电发展规划内容主要体现在“国家—省—市”三级相关规划中。《2030年前碳达峰行动方案》明确提出要大力发展新能源,全面推进风

电大规模开发和高质量发展,完善海上风电产业链,鼓励建设海上风电基地,风电和太阳能发电总装机容量到2030年超过12亿kW。《“十四五”现代能源体系规划》《“十四五”可再生能源发展规划》等“十四五”相关规划提出,要有序推进海上风电基地建设,制定省级海上风电规划,优化近海海上风电布局,开展深远海海上风电规划,完善深远海海上风电开发建设管理等。国家能源局印发的《2024年能源工作指导意见》中指出,要推动海上风电基地建设,稳妥有序推动海上风电向深水区发展。积极推动海上风电发展,也是沿海省市加快能源转型、确保能源供应稳定、助推经济转型升级、促进海洋产业发展的重要抓手。中国沿海省份向领海外海域发展海上风电的需求日益迫切,海上风电发展规划从近海向远洋拓展。当前大部分省份都研究制定了“十四五”能源发展专项规划,部分沿海省份出台了海上风电发展规划,相关规划均提出要推进深远海海上风电开发建设,其中部分规划将风电场址布置于中国专属经济区范围内。在已出台的省级相关规划中,《福建省“十四五”能源发展专项规划》明确推进深远海风电项目发展的稳健计划,并计划在“十四五”期间尽力推动深远海风电开工480万kW。根据《广东省海上风电发展规划(2017—2030年)(修编)》,广东省计划在粤东和粤西的近海深水区兴建8个海上风电场,该场址的水深范围在35~50 m,总规划装机容量高达5700万kW。其

中,“粤东近海深水场址六”距离陆岸最远,其最远端距离陆岸达170 km,规划装机容量高达1400万kW。海上风电场的建成将为广东省的能源发展注入新的活力,并为中国的可再生能源事业作出重要贡献。在地方市级规划层面,《揭阳市能源发展“十四五”规划》明确将积极协助开展专属经济区海域海上风电项目前期工作,并大力推进项目的开工建设,在规划期间力争项目开工规模达到480万kW,建成并网规模达到336万kW。这一战略举措将为揭阳市实现能源可持续发展和促进地方经济发展提供强有力的支持,同时也有助于构建绿色低碳的能源体系。

在综合管理方面,海上风电的开发建设是一项复杂的活动,涉及海域开发利用、构筑物建造使用、

海上交通安全保障、电缆管道铺设、海洋生态环境保护等,需要多部门综合协调管理。新一轮国家机构改革后,党中央赋予自然资源部统一行使全民所有自然资源资产所有者职责,统一行使所有国土空间用途管制和生态保护修复职责,强化国土空间规划的管控作用,落实保护和合理开发利用自然资源。其中,自然资源部3个海区局主要负责对各海区海洋自然资源的合理开发利用进行监管,推动专属经济区和大陆架规划和政策的实施,并对专属经济区和大陆架自然资源开发利用以及人工岛屿、设施和结构的建造使用等活动进行监督。这与《联合国海洋法公约》中中国在专属经济区和大陆架享有的主权权利及管辖权一致,也具体体现了自然资源部履职工作中对《中华人民共和国专属经济区

和大陆架法》的法律落实。此外,生态环境部负责统筹协调中国海域的生态环境保护工作,会同有关部门拟订中国生态环境政策、规划并组织实施等,其内设海洋生态环境司负责全国海洋生态环境监管工作。国家能源局负责制定风电能源的产业政策及相关行业标准,维护电力市场秩序,并对电力安全生产进行全面监督和管理。海上风电可持续健康发展,还需财政、海事、渔业等部门进一步加强协作、优化政策措施、提供技术支持,推动信息共享和政策协同等。各级政府及有关部门加强政策协调配合(表1),加大市场监管力度,优化公共服务,推进海上风电治理现代化。上海市、广东省、山东省及浙江省舟山市等省市出台了地方风电补贴政策(表2),有力促进当地海上风电的持续健康发展。

表1 中国海上风电发展主要政策

类别	政策文件
产业发展	《国务院办公厅转发国家发展改革委 国家能源局关于促进新时代新能源高质量发展实施方案的通知》(国办函〔2022〕39号)
	《国家发展改革委 国家能源局关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见》(发改体改〔2022〕118号)
	《国家发展改革委 财政部 国家能源局关于做好可再生能源绿色电力证书全覆盖工作 促进可再生能源电力消费的通知》(发改能源〔2023〕1044号)
	《国家能源局关于印发加快油气勘探开发与新能源融合发展行动方案(2023—2025年)的通知》(国能发油气〔2023〕21号)
	《国家能源局关于组织开展可再生能源发展试点示范的通知》(国能发新能〔2023〕66号)
	《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》
安全生产	《国家发展改革委 国家能源局关于推进电力安全生产领域改革发展的实施意见》(发改能源规〔2017〕1986号)
	《国务院安委会办公室 自然资源部 交通运输部 国务院国资委 国家能源局关于加强海上风电项目安全风险防控工作的意见》(安委办〔2022〕9号)
	《国家能源局关于进一步加强海上风电项目安全风险防控相关工作的通知》(国能发安全〔2022〕97号)
	《国家能源局综合司关于开展海上风电施工安全专项监管工作的通知》(国能综通安全〔2023〕72号)
风电设备退役和循环利用	国家能源局关于印发《风电场改造升级和退役管理办法》的通知(国能发新能规〔2023〕45号)
	《国家发展改革委等部门关于促进退役风电、光伏设备循环利用的指导意见》(发改环资〔2023〕1030号)
电价补贴	《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》(财建〔2020〕4号)
	关于印发《可再生能源电价附加资金管理办法》的通知(财建〔2020〕5号)

表2 各省市海上风电项目补贴政策

省市	政策文件	主要内容
上海市	《上海市可再生能源和新能源发展专项资金扶持办法(2020版)》	2019—2021年投产的近海风电奖励标准0.1元/kWh
	《上海市可再生能源和新能源发展专项资金扶持办法》	深远海海上风电项目和场址中心离岸距离大于等于50 km近海海上风电项目奖励标准为500元/kW。单个项目年度奖励金额不超过5000万元
广东省	《广东省发展改革委 广东省财政厅关于印发广东省海上风电项目补贴实施方案的通知》(粤发改能源〔2022〕456号)	补贴范围为2018年底前已完成核准、在2022—2024年全容量并网和省管海域项目,对2025年起并网的项目不再补贴;补贴标准为2022年、2023年、2024年全容量并网项目每千瓦分别补贴1500元、1000元、500元
山东省	《山东省海上风电财政补贴实施细则》《山东省漂浮式海上光伏财政补贴实施细则》	2022年、2023年、2024年建成并网的海上风电项目,分别按照每千瓦800元、500元、300元的标准进行补贴;2022—2024年补贴容量分别不超过200万kW、340万kW、160万kW
浙江省舟山市	《关于2022年风电、光伏项目开发建设有关事项的通知》	2022年和2023年,全省享受海上风电省级补贴规模分别按60万kW和150万kW控制、补贴标准分别为0.03元/kWh和0.015元/kWh

此外,市场主体投资深远海海上风电项目积极性高。2018年12月,汕头市发展和改革局核准位于汕头市东南海域专属经济区内的汕头中澎二海上风电场项目。该项目场址中心离岸距离达95 km,水深在30~50 m^[6]。2021年8月,广东省生态环境厅公告受理汕头中澎二海上风电场项目环境影响报告书^[7]。同年9月,中国绿发投资集团有限公司举行项目投产倒计时仪式,预计在2024年9月实现项目建成投产。2022年12月,海南省首个向深远海进发的漂浮式海上风电项目“中电建海南万宁百万千瓦漂浮式海上风电项目”在万宁市举行开工仪式^[8]。近期,一系列深远海海上风电项目的陆续启动,充分展示中国在海上风电技术领域的持续创新与显著进步。这也对进一步完善海上风电管理政策提出迫切需求,以推动海上风电产业升级、降本增效。

2 中国发展海上风电存在的主要问题

2.1 海洋资源法律体系不完备

1982年《联合国海洋法公约》明确了内水、领海、毗连区、群岛国及群岛水域、专属经济区等不同海域的法律制度。基于这种法律地位上的差异,沿海国在不同海域享有的主权权利、管辖权、通行权、自然资源开发和利用权以及承担的生态环境保护、海上安全维护等义务也有所不同。这些制度规范为各国开发和利用海洋资源提供了依据,同时也为全球海洋的可持续发展提供了法律保障。当前,中国虽初步建立了符合《联合国海洋法公约》体系的海洋法律制度,在海洋资源开发利用、海洋生态环境保护、促进海洋经济发展、规范海上交通运输等方面发挥了重要作用。但是,中国现行的法律法规主要针对传统

海洋产业制定,对海上风电这一新兴产业缺乏明确的规范和指导,导致开发过程中权责不明、审批流程复杂等问题,尤其是有关领海外海域管辖权、海洋资源开发利用管理等的条款未能细化落实,尚不满足海上风电向深远海发展的现实需要,难以有效保障中国在海洋国土、海洋安全、海洋经济、海洋环境资源可持续发展的权利。

目前,中国海洋资源法律体系缺乏宪法的直接规定。在以往“重陆轻海”的观念影响下,现行《中华人民共和国宪法》第九条主要明确了矿藏、水流、森林、山岭等自然资源属于国家所有,其中未列举关于“海”或“海洋”的表述。虽然可以通过对“等”字这一概括性用语的解释实现国家对海域的权利主张,但在中国海域特别是领海外海域进行海上风电等资源开发管理活动缺乏直接的宪

法依据,难以满足建设海洋强国战略目标的需求。海上风电场涉及海域使用权、海底电缆铺设等多项权利,但目前中国海洋资源产权制度不够完善,难以有效界定和保护相关主体的权益,容易引发争议和纠纷。其次,中国海洋资源法律体系缺乏基础性、综合性的法律,即“海洋基本法”。当前,加拿大、美国、英国等国家纷纷颁布了海洋基本法,完善了海洋治理管理体制。近年来,韩国、日本、越南、印度尼西亚等周边海洋国家也不断出台具有海洋基本法功能的相关国内立法,旨在争夺海洋资源并试图压缩中国的海洋权益空间。自2010年以来,制订“海洋基本法”的立法呼吁不断,相关立法调研、论证工作也已开展多次,但至今尚未出台。随着海上风电等海洋资源开发利用活动往专属经济区和大陆架推进,中国海洋法律体系缺乏宪法及海洋基本法相关规范的困境愈加突出,进一步制约了中国海上风电及其他海洋资源的开发、利用和有效管理。

在法律框架现状中,还存在对环境保护和可持续发展的重视不足的问题。尽管中国在制定海上风电相关政策时,强调了环境保护的重要性,但在实际操作中,由于缺乏具体的法律法规支持,环境保护措施难以落实。此外,海上风电开发对海洋生态环境存在一定影响,需要更加完善的环境影响评价制度、生态补偿机制等法律法规保障海洋生态环境的可持续发展。例如,对于海上风电项目对海洋生态系统的影响评

估和监测机制尚未完善,一些项目在建设和运营过程中可能对海洋环境造成负面影响,亟须法律的进一步明确和规范。

2.2 海洋规划体系待深化

《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》指出,国土空间规划是国家空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图,是各类开发保护建设活动的基本依据。其中,海洋空间规划在海洋治理中发挥着重要作用,是中国建设海洋强国、高质量共建“一带一路”、深度参与全球海洋治理的重要抓手^[9]。海洋空间规划通过实施具有战略性和前瞻性的规划措施,实现对海洋环境的有效管理和保护,解决用海矛盾^[10],起源于欧洲国家渔业与海运发展需求^[11]。德国是较早进行空间规划的国家之一,其空间规划体系以《空间规划法》为核心,以相关法律法规及标准规范作为主要支撑。如今,包括英国、比利时、挪威、美国和澳大利亚等世界主要海洋国家均已编制了适应本国海洋管理机制的海洋空间规划。

中国现有海洋空间规划对海上风电发展的引导不足,现有规划对海上风电发展缺乏统筹考虑,难以有效协调海上风电与其他海洋产业发展的关系,容易导致空间资源冲突和浪费。近年来,沿海省份逐步将海洋主体功能区规划、海洋功能区划、海岛保护规划等空间类规划融合为国土空间规划,为重点海域划分、资源开发管理以及生态环境保护等工作提供指导。但总体来说,中国

海洋空间规划体系和管理机制尚需根据中国海洋发展形势和现实需求进一步深化和完善。且有的地方出于自身行政利益考虑,忽视海上风电活动对环境的影响,未能及时根据上位法调整相关规划内容。2016年《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》确立了“双十标准”,限制潮间带海上风能的开发,实践中有的地方规划仍存在与“双十标准”相悖的规定^[12]。从体系搭建上看,由于中国长期海陆空间划分和管理二元化,海洋空间规划与陆地空间规划设计脱节,缺乏合理有效的衔接手段^[13]。

此外,当前中国国土空间规划范围尚未覆盖专属经济区和大陆架。2015年印发的《全国海洋主体功能区规划》将专属经济区和大陆架及其他管辖海域分为重点开发区域和限制开发区域。主要明确了上述区域的开发原则,但对于如何实现规划目标,并没有制定具体的措施。同时,大规模开发海上风电仍存在潜在的生态风险。由于缺乏统一的空间规划和部署,当前陆上风电的开发建设在一定程度上破坏原有的自然景观,甚至侵入珍稀动植物栖息地、迁徙通道重要区域、自然保护区等,不仅破坏了生态系统的完整性,还对生态环境产生长期负面影响。

2.3 海洋综合管理机制不健全

“海洋综合管理(integrated ocean management)”是通过统筹协调海洋资源开发活动,平衡资源开发与生态保护关系,实现海洋经济和生态系统可持续健康发展的治理模式^[14]。海洋综合管

理一般通过一个核心的管理机构进行统一协调和指导,推进海洋资源的集约利用与综合管理。这种管理机制不仅有助于减少不同管理主体之间的职能重叠,还能在一定程度上弥补各个管理主体职责职能所未能覆盖的管理空白区。

中国已初步建立具有中国特色的综合协调型海洋管理体制,在海洋资源开发、生态环境保护、海上执法巡航、海洋权益维护等具体工作事项上一般由各部门根据本部门的职权履行,尚缺乏统一的协调部门。2018年机构改革之后,原国家海洋局海洋事务管理的职责和功能经过重新配置后,整合到了自然资源部和生态环境部等相关部门。同时,根据《深化党和国家机构改革方案》,“不再设立中央维护海洋权益工作领导小组”,有关职责交由中央外事工作委员会及其办公室承担,包括落实维护海洋权益的决策部署、信息收集汇总研判、协调应急、提出对策建议等。2018年机构改革优化了中国海洋治理体制,有利于推动国家海洋治理体系和治理能力的现代化。但是本次机构改革对于2013年第十二届全国人大决定设立的国家海洋委员会的职能和存留问题未作明确。国家海洋委员会这一高层议事协调机构当前面临着法理上“存在”与事实上“虚化”的困境^[15]。

中国海上风电管理体制机制有待理顺。尽管中国已经建立了初步的管理机制,但在实际操作中,仍存在一些问题。首先,由于海上风电项目建设涉及多部门、多领域,协调管理难度较大。海上风电管理政策、发展规划、项目

建设等可能与其他部门的管理要求有一定冲突,致使海上风电项目推进较难,也影响了海上风电行业的发展^[16]。不同部门之间的职责分工不够明确,导致在项目审批和执行过程中出现效率低下和重复审批的现象。此外,由于各地的实际情况和发展水平不同,地方政府在执行国家政策时可能存在偏差,导致政策的实施效果不一致。从区域协调机制看,海上风电开发还可能涉及多个省市,但目前缺乏有效的区域协调机制,难以形成发展合力。海上风电开发利用是一项复杂的活动,不仅仅涉及技术层面,还涉及构筑物建造及保护、电缆管道铺设及维护、海域使用、海上交通安全维护、海洋生态环境保护等方面,涉及自然资源管理、生态环境保护、国家能源管理、水上交通安全监管等涉海管理部门职责。部门间、地区间信息共享、协调机制保障力度不足的现象仍在一定程度上制约了海上风电的发展。海上风电开发利用活动的合法合规、可持续发展还需要进一步加强各部门的协调管理能力,提高政策制定和执行能力。

此外,海上风电开发对海洋环境监测、评估、监管等提出更高的要求,但目前中国海洋环境监管能力相对薄弱,难以有效防控环境风险。同时,海上风电场易受台风、风暴潮等海洋灾害影响,需要建立健全的海洋灾害监测预警、应急响应和损失评估机制。

2.4 海上风电产业政策支持力度不够

近年来,中国海上风电行业

在政府的强有力推动和一系列优惠政策的扶持下,实现了迅猛的发展。为推动海上风电项目的建设和技术创新,政府提供了财政补贴,并通过电价补贴、税收优惠、土地使用政策优化以及绿证交易等多种方式,为行业发展提供了全面的支持。2023年7月,国家发展改革委、财政部、国家能源局联合印发的《关于做好可再生能源绿色电力证书全覆盖工作 促进可再生能源电力消费的通知》,进一步完善了中国绿证制度,对含海上风电在内的全国风电项目全覆盖。绿证作为中国可再生能源电力消费凭证,可通过协商、挂牌、集中竞价等方式在发电企业和用户间进行有偿转让。同时,政府还制定了不同阶段的发展目标,通过科学的顶层设计和战略规划,引领整个产业实现可持续健康发展。

尽管政策对海上风电产业的推动作用显著,但仍需关注政策落地效率、资金到位情况、技术研发进展及产业链协同等关键环节。投资风险大、工程技术标准不健全等环节的问题仍对潜在的企业投资者和个人参与者构成挑战,进而对产业的稳健发展产生影响^[17]。在项目用海方面,海上风电项目建设前期工作周期较长,一般都要经历项目立项批准、海域调查与评价、用海申请与审批、项目建设施工等环节,多存在项目建设周期长、投入大、投资回报周期长等现实情况。行业内部与社会各界普遍认为,应持续优化海上风电产业政策支持体系,确保政策的有效性与精准性。

同时,海上风电作为一个高投入、高风险的领域,深远海风电场建设成本和周期相较近岸更大,维护成本更高,其可持续发展还依赖于技术创新、市场机制的成熟以及成本控制等多个方面的协同作用。但目前金融机构对海上风电项目的风险评估和贷款政策还不够完善,难以满足行业发展需求。中国海上风电技术水平与国外先进水平仍存在一定差距,需要加大对关键技术、核心装备研发的支持力度,提升产业竞争力。为此,政府与市场需保持紧密合作,灵活调整政策策略,优化政策环境,健全深远海海上风电顶层制度设计,激励企业加大投入,以适应不断变化的国内外市场环境,满足产业持续发展的内在需求。

3 国外发展海上风电的经验借鉴

从资源禀赋上看,欧洲的风能资源较中国更丰富,如英国全域近海 100 m 高年均风速在 9.5 m/s 以上,中北部地区年均风速达到 10.0 m/s 以上,且基本无台风干扰^[18]。欧洲作为全球海上风电的先行者,海上风电制造技术水平领先于其他地区。如欧洲 2020 年在建的海上风电场平均离岸距离为 44 km,平均水深为 36 m;而中国 2020 年前已建成的海上风电场大多为浅水近海风电场,平均离岸距离不到 20 km,平均水深不到 10 m,在离岸距离 30 km 或水深 30 m 以上建设的风电场相对较少^[19]。据 GWEC 统计,自

2013 年以来,全球海上风电市场年均增长率达到 24%。GWEC 进一步预测,到 2030 年,全球新增装机将超过 205 GW^[20]。展望未来,2023—2027 年,全球海上风电预计将迎来更加迅猛的增长,新增装机容量将达到 130 GW,年均新增近 26 GW,年均复合增长率为 32%,2027 年的年度新增装机容量可能会较 2023 年的水平翻一番^[21]。

2020 年 GWEC 首席执行官 Ben Backwell 表示,未来 10 年,海上风电的大规模投资将创造 90 万个就业机会,进而促进各国经济发展^[22]。根据世界银行的数据,全球海上风电技术的潜在开发能力为 71 TW,其中 29% 属于可用固定基础海上风电,另外 71% 属于较深水域,可适用漂浮式风电技术。分析还指出,只要开发其中 1%,就可以满足全球电力需求的 10%^[23]。此外,国际能源署(IEA)的估计则更为乐观,认为全球海上风电具有每年发电 42 万 TWh 的潜力,这足以满足 2040 年 11 倍的全球电力需求^[24]。

3.1 建立完善的海洋法律法规体系

为了加强海洋管理,提高海洋治理效能,多个国家通过制定和实施海洋基本法等海洋管理法律法规,明确海洋管理部门的职责、海域的开发利用和管理体制机制。为海洋资源保护和利用提供了坚实的法律保障,不仅加强了海洋管理,有助于实现海洋资源的可持续利用,还推动实现海洋经济和社会的协调发展。

英国制定了相对较为完善的

法律框架。英国海洋法主要明确英国的海域范围、海洋管理组织、海洋规划与许可、海洋资源保护、海洋执法体制等内容,明确海上风电开发的法律地位和审批流程,实现了从分散管理到综合管理的跨越^[25]。2009 年,英国出台《海洋与海岸带准入法》,该法的出台以及英格兰海洋管理机构的建立在一定程度上缓解了英格兰涉海部门繁多、职能冲突重叠所造成的海洋管理低效情况^[26]。英国制定了专门的《2013 年能源法案》,明确了海上风电开发的法律地位,并简化了审批流程,提高了审批效率。2022 年,英国发布《英国能源安全战略》,提出加大在海上风电等可再生能源领域的投资力度,到 2030 年英国海上风电装机容量将提高至 50 GW^[27]。

加拿大注重联邦与省份之间立法协调。加拿大采用联邦制,海洋管理权限分散在联邦政府和各省政府。为避免法律冲突,其后制定了国内的海洋行动计划(OAP),将《联合国海洋法公约》赋予沿海国的权利以国内立法的形式具体化^[28]。《加拿大海洋法》阐述了加拿大的海域范围、海洋管理战略、海洋管理机构的职权及相关附则,确立了管理和协调全国海洋事业的牵头部门,并指明未来海洋事业发展的方向,推动海洋管理工作的开展。同时,各省也根据自身情况制定了相关法规,例如新斯科舍省制定了《海上可再生能源法》,明确了海上风电项目的审批流程和环境保护标准。

其他国家也结合各自发展建立或完善了支持海上风电发展的

法律法规体系。法国于2019年颁行《能源与气候法》,确定了法国国家气候政策的宗旨、框架和举措^[29]。德国于1976年制定了《联邦自然保护法》,对海上风电开发过程中可能产生的噪声、振动、鸟类迁徙等环境影响进行了严格规定,并建立了相应的监测和评估机制。欧盟委员会于2023年1月批准了《德国海上风能法》的修正案,在持续推动德国能源转型的同时推进欧盟绿色协议中战略性目标的实现。日本政府于2024年3月初步通过《海域利用促进法案》修正案,允许将建设海上风电场的区域从目前的日本领海和内陆水域扩展到深远海水域。

3.2 建立多元化的海洋战略规划体系

为了保障海上风电等海洋产业的有序用海和开发建设,各国相继制定了具有各自特色的海洋空间规划制度。

英国建立了系统化多元化的支持海上风电发展的战略及规划。英国《海洋与海岸带准入法》规定由英国海事管理组织(MMO)管理海洋规划,并由英国海事管理组织授权的各州主管部门负责各区域的海洋空间规划,该法奠定了英国各地区海洋规划的法律基础。2011年英国颁布《英国海洋政策声明》,声明运用“基于生态系统的管理方法”编制专属经济区及大陆架规划。英格兰于2014年发布了首个海洋空间规划“英格兰东部海洋空间规划”,主要包括规划背景介绍、规划愿景目标、具体规划政策、规划实施监测等4个部分。该东部海洋空间

规划共包含海砂矿产开采、生物多样性保护、海底电缆铺设、气候变化应对、远海风电开发等38个规划政策,通过多个规划政策的组合实施推动规划目标的实现,并且大部分规划政策都配有地图,直观展示相关用海活动或事项允许或可能进行的区域^[30]。英国商务、能源与产业战略部(BEIS)于2019年发布了面向2030年的《海上风能产业战略》报告,提出英国海上风电产业的战略性发展建议。英国政府于2022年4月发布《英国能源安全战略》,明确到2030年1/2以上的可再生能源发电来自风力发电。此外,将英国海域划分为不同的区域,并针对每个区域制定具体的发展目标和规划,以确保资源的合理利用和产业的协调发展。

其他国家以不同方式建立或完善了支持海上风电发展的战略规划体系。德国于2004年通过《联邦空间秩序规划法》,在《瓦登海海洋空间规划》(领海部分)基础上,将海洋空间规划扩大到专属经济区,后于2009年正式实施《联邦北海和波罗的海专属经济区空间规划》^[31]。韩国于2017年制定了《可再生能源3020实施计划》,提出2030年海上风电规模约12 GW的目标,2020年又发布了海上风力发电方案,进一步明确了责任部门和工作进度^[19]。

截至2021年,全球超过45个国家正在实施或批准海洋空间规划^[32]。有研究进一步指出,到2030年,各国批准的海洋空间规划将覆盖全球至少1/3的专属经济区海域^[33]。这也预示着未来海

洋产业将迎来更加广阔的发展空间和更加严格的规划管理。

3.3 建立多部门联动的海洋综合管理机制

在海洋经济发展过程中,建立完善多部门联动的海洋综合管理机制,可以有效统筹考虑环境保护、船舶航线、产业发展等多种海洋用途,有助于减少部门间政策的冲突或重复,高效利用海洋资源,并促进海洋科学研究与政府间数据共享。当前主要海洋国家都认识到,跨部门、跨区域乃至跨国界的协调合作对海洋经济特别是海上风电的发展至关重要。同时,这种协调往往还强调包括与私营部门、科研机构和非政府组织等的合作,以共同推动海洋产业的健康发展。

各国根据自身国情、法律体系和社会经济状况,构建并运行适合本国的海洋综合管理机构。当前美国、俄罗斯、日本等国家都已提出海洋发展战略,通过设立国家级的海洋综合管理机构,统一负责海洋的各项工作,确保海洋政策的顺利推进和实施。英国的海上风电管理机构负责协调政府、企业、科研机构等各方力量,推动海上风电产业发展。

澳大利亚通过1997年颁布的《海洋产业发展战略》,明确了综合管理作为协调海洋产业之间关系、管理机构和层次之间关系以及推进海洋产业发展的根本管理模式^[34],改变了海洋产业管理长期以来的由各部门简单分头管理的现象。有些国家以委员会方式建立跨部门协调机制,如丹麦设置了专门的海上风电规划机构

“海上风电规划委员会”,德国建立了由多个部门参与的海上风电协调委员会,协调解决海上风电开发过程中的重大问题。

主要海洋国家都注重通过建立部门间信息共享和沟通协调机制,以加快海上风电项目建设进程,提高项目审批效率。如欧盟在《可再生能源指令》中,通过“可再生能源行动方案(RE-PowerEU)”引入了“快速审批通道”。通过与其他相关部门在前期的沟通和评估后,事先划定专门的“可再生能源加速审批区”,为2年内在该区域部署的可再生能源项目简化审批流程。丹麦能源署作为海上风电开发审批的主管部门,会主动发起和其他政府机构的听证会,以表明在处理海上风电许可申请之前,充分考虑了其他利益相关者的参与程度。美国海洋能源管理局建立政府间可再生能源工作队,推动与相关联邦机构签署谅解备忘录,主动让其他相关政府部门参与规划和项目审查的各个阶段,以便在后续项目的许可程序中提高审批效率^[35]。

3.4 出台保障海上风电产业发展的配套政策

在推进海上风电产业方面,各国政府积极出台相关政策,以支持包括海上风电在内的可再生能源的发展,为海上风电产业的快速发展注入了强大的动力。

德国制定的《可再生能源法》,要求电网企业优先购买可再生能源,并对海上风电项目提供长期稳定的财政补贴、对海上风电设备和材料实行税收优惠,降低了企业投资成本。美国实行可

再生能源配额制,规定电网企业每年供电量中可再生能源的比例,并可通过可再生能源配额证书进行交易^[19]。

英国推出了包括可再生能源配额制度和差价合同(CfD)机制等政策激励机制,推动包括海上风能在内的清洁能源的发展。2002年,英国实施可再生能源配额制度,要求电力企业供应的电力中必须含有一定比例的可再生能源电力^[36]。随后政府通过拍卖方式发放的差价合同,不论市场价如何波动,都按照CfD规定的执行价(strike price)保证项目在整个合同期内(通常为15年)的电价稳定性,并通过竞争性拍卖确定享受CfD的资格,这促使项目开发商在海上风电项目上采用更高效的技术和更低的成本结构进行建设运营,显著提高了整个海上风电行业的竞争力。此外,英国设立了绿色投资银行,为海上风电项目提供低息贷款和担保,帮助解决企业融资难的问题。

法国持续完善可再生能源的政策框架,包括提供资金支持、税收优惠和投资回报保证等措施。此外,法国还建立了电力市场监管机构(CRE),负责收集发布相关信息数据,并进行相关管理政策决策等。

菲律宾于2022年公布了《可再生能源法(2008)》的修订案,取消可再生能源行业的外资股权比例限制,允许外国公民或外资实体参与勘探、开发和利用菲律宾风能、海洋能等可再生能源资源^[37]。

此外,丹麦、英国、德国、美国等国家采取溢价补贴机制、差价

合约制度、税收抵免政策等措施,通过提供补贴、税收政策或金融支持,积极主动扶持和服务海上风电企业的发展,促进海上风电产业的健康持续发展。

3.5 国外发展海上风电的经验对中国的借鉴意义

借鉴国外经验,结合中国实际,可以从多个维度汲取国际先进经验,并结合中国特有的海上环境和政策背景,采取一系列策略来推动中国海上风电的发展。首先,研究构建一个全面且明确的海洋法律法规框架,这不仅包括确立海上风电项目的法律地位,简化审批流程,还应制定严格的环境保护标准,从而为海上风电行业的健康成长提供坚实的法律支持;其次,优化海洋规划体系,科学制定海上风电的长远发展规划,合理选择和布局风电场址,同时加强区域间的协调与部门间的联动,确保资源的有效利用和环境的持续保护;再次,创新海洋综合管理机制,建立多部门协同工作、高效运转的管理体系,提高监管效率和水平,确保海上风电项目的顺利实施和管理;最后,完善海上风电产业政策体系,加大财政和金融支持,鼓励技术创新和专业人才的培养,推动海上风电产业向更高质量、更高效率的方向发展,从而为中国的能源结构转型和环境保护做出重要贡献。

4 中国发展海上风电的对策建议

4.1 完善海洋资源开发利用管理立法

海洋资源开发和利用在当下

建设海洋强国背景下具有重要意义。当前,中国海洋资源的法律框架尚待完善,海洋资源开发利用与管理的法律支持相对薄弱,这在一定程度上制约了中国海洋资源的可持续利用进程。为了推动海洋资源的合理开发和有效管理,必须加快完善中国的海洋资源法律体系,为海洋资源的长期可持续发展提供坚实的法律保障。

中国宪法在海洋领域的规范尚存在空白,需要加以补充和完善,增加有关海洋战略、海域物权、海洋资源开发和海洋环境保护等方面的内容^[38]。在《中华人民共和国宪法》统领下,构建更加全面、系统、科学的海洋法律体系,推进中国海洋法治建设,推动中国海洋事业发展。其次,研究制定中国“海洋基本法”,对国家海洋主权、海洋管理体制机制设计、海洋资源开发利用、海洋生态环境保护等主要内容予以明确,提升国家海洋治理能力。海洋基本法的制定和实施,将有效协调现有海洋法律法规,优化现有海洋法律框架,并通过具体的海洋法律制度 and 法律关系建构助力实现海洋强国战略。建议借鉴国外经验,制定一部专门针对海上风电开发的法律,明确海上风电开发的法律地位、审批流程、环境保护标准、各方权利义务等,细化海上风电场址使用权的取得方式、期限、费用、转让等规则,探索建立海上风电资源有偿使用制度,为行业发展提供明确的法律依据。

此外,还需加强中国海洋法律体系协调立法。在缺乏统领性海洋基本法和专门海洋资源法的

背景下,中国相关海上风电等海洋资源开发利用的规定散见于《中华人民共和国海洋环境保护法》等法律规范中,海洋资源开发利用与管理规范需加强与其他单行法律规范的协调性。作为规范海上风电开发利用管理的两部主要法律,《中华人民共和国海域使用管理法》自2002年开始实施,《中华人民共和国可再生能源法》于2009年修正。这两部法律在起草和修订的过程中,碳中和尚未成为国家战略,海洋管理及可再生能源开发利用也未能充分预见到现在海上风电蓬勃发展需求。因此,在碳达峰和碳中和的国家战略背景下,亟须对相关的法律法规进行调整和完善,并持续推动出台能源法、生态环境法典,以完善的法律制度引导海上风电的进一步发展。

针对当前海上风电开发利用活动往深远海发展的趋势,建议考虑进一步完善中国专属经济区和大陆架法律规范,针对《联合国海洋法公约》中的具体条款进行细化,如将“主权权利”“适当顾及”等模糊性术语予以明确和公布,细化中国和他国在中国领海外的活动要求。并且,建议制定深远海海上风电建设管理规范文件,创新深远海用海审批及监督管理程序,加快出台关于领海外海域人工构造物建造、管理,海域使用申请、审批,海洋生态环境保护、保全,海上执法、维权等方面的规范政策,促进海上风电开发利用活动可持续发展。对于与领海范围内用海活动有紧密联系的海上风电项目,可以在试点基础

上综合考虑多种因素进行统一规划,并适当简化审批流程,以加强海洋资源利用的协调衔接并提高海洋资源利用效率。

4.2 加强海洋空间规划体系保障

海洋空间规划是海洋综合管理的重要工具,为海域空间开发利用管理活动提供科学依据,为海洋经济高质量发展提供用海要素保障。在“多规合一”的改革部署下,自然资源部不断深化“多规合一”改革,着力构建优势互补、高质量发展的区域经济布局和国土空间体系,积极推进各级国土空间详细规划编制实施,着力解决原有规划体系存在的规划层级模糊、规划冲突等问题。借由国土空间规划的契机,对海洋空间规划体系进行全面梳理与优化,落实领海内海域已有各级各类国土空间规划中海上风电发展规划内容,增强规划与产业发展政策的协调性,实现陆海国土空间的统一规划与管理。有研究指出,以海洋主体功能区规划作为海洋空间规划的顶层规划,以海洋功能区划为主体,建立“纵向协调、横向衔接”的海洋空间规划体系较为切实可行^[39]。中国海洋空间规划体系的编制与完善,不仅有利于充分发掘和高效利用包括海上风能、潮流能在内的丰富海洋资源,还有助于提高各类海洋空间的治理能力,对海洋经济可持续发展具有重大的战略意义。

《联合国海洋法公约》《中华人民共和国专属经济区和大陆架法》等法律规范,为中国在专属经济区和大陆架等深远海区域行使主权权利,开发利用海上风电、油

气勘探等海洋资源活动提供了依据。随着中国对深远海的大规模开发利用,专属经济区和大陆架的国际争端问题将更加突出,需更加注重毗连区、专属经济区和大陆架等关键海域的合理利用与保护。编制专属经济区和大陆架相关规划,既是宣示国家主权和管辖权,也是维护中国海洋权益的重要途径。中国应积极开展专属经济区和大陆架法律地位、法理基础等基础性理论研究,组织海洋资源底数摸查、开发利用现状、发展预期等调查探索,在国土空间规划体系下组织编制和实施中国专属经济区和大陆架相关规划。此外,积极响应联合国教科文组织“全球海洋空间规划”项目,举办和参与国家间海洋空间规划经验交流会,学习先进海洋空间规划经验,介绍海洋空间规划实践的中国方案,推广中国海洋发展战略,积极维护中国海洋权益。

在海洋空间总体规划的指导下,应结合《“十四五”可再生能源发展规划》等相关规划要求和“十五五”海上风电的发展需求,有序推进中国海上风电相关专项规划的编制工作。加快制定中长期发展规划,明确未来一段时期内中国海上风电发展的目标、规模、布局、技术路线、重点任务、保障措施等。通过规划编制工作,系统掌握可开发利用的风能资源区,为海上风电项目的快速发展奠定基础。在规划编制过程中,应结合资源条件、环境容量、产业基础等因素,充分认识到潜在的生态风险,特别注重生物多样性、生态

环境保护,发挥规划引领作用,引导项目进行科学论证、合理选址,平衡和控制开发强度,合理划分海上风电开发区域,避免与其他海洋产业及生态环境保护相冲突。此外,持续开展海洋生态监测评估,建立长期稳定的海上风电项目生态监测体系,进一步加强海洋生态修复,建立健全海上风电项目生态补偿机制,对受损的海洋生态系统进行修复,最大限度减少对海洋生态环境的影响。

4.3 健全海洋资源开发利用管理机制

海上风电项目从立项到建设再到运营,项目开发周期长且工序复杂交错,涉及自然资源管理、生态环境保护、能源管理、水上交通安全、海上执法等众多涉海管理部门职责。2018年机构改革将原国家海洋局承担的职能重新配置在多个部门中,中国海洋治理体制在一定程度上走向了分散。为强化部门间协调,有效化解冲突,形成海洋治理多方合力,有必要以海洋资源管理法律法规为基础,设立(激活)专门的国家海洋综合管理机构。结合社会经济发展及生态环境保护目标,制定国家海洋发展战略、海洋开发利用总体规划等,进一步健全优化海洋资源开发利用管理机制,统筹协调海洋重大事项。有研究表明,在海洋强国时代背景下,国家海洋委员会的实际运转,有利于以国家名义和中央权威汇聚各部门、各层级、各地区的多方力量,是推进国家海洋治理体系与治理能力现代化的有力举措^[15],也有相关研究提出要设立中央海洋委

员会^[40]。借鉴欧盟、丹麦和美国的综合管理机制,理顺部门间信息共享和沟通协调机制,加大各部门在项目前期的参与度,明确各部门职责,形成统一协调、权责明确、高效运转的管理体制,提高管理效率。

协调解决海上风电开发过程中的重大问题,推动区域协同发展尤为重要,因此需建立健全跨部门、跨地区的协调机制。近年来,中国沿海省市已探索建立地方的海洋综合管理制度模式,并取得一定成效,为进一步完善中国海洋综合管理提供了地方经验借鉴。2017年福建省颁布了《福建省海岸带保护与利用管理条例》,建立由海洋行政主管部门牵头的海岸带综合管理联席会议制度,加强对海洋管理工作的统一领导。南通市《关于加强海上风电开发使用管理的意见》明确建立联审机制,由市沿海办组织市发改委、经信委、自然资源、生态环境、港口海事等相关部门,协调各部门用海管理需求,简化审批程序,提高海上风电开发效率。需要明确的是,专门的海洋综合管理机构的管理是对现有分部门管理模式的有益补充,而并非寻求替代。

健全海洋综合管理机构,可以有效加强对海上风电项目选址、建设、运营的全过程监督管理,确保重大规划、发展政策、市场规则等落地见效。通过规划与宏观调控的协调联动,协调解决用海、用地、电力消纳等问题,提高海上风电项目核准效率和用海用地资源要素支持力度。可以建

立高效快捷的审批流程,对于在已核准可使用的风能资源规划区内的海上风电项目,优化审批程序,提高项目推进成效。

4.4 完善海上风电产业链发展政策

海上风电产业的高质量发展需要抢占制度创新与产业发展的制高点,既依赖于海洋资源法律体系、海洋空间规划体系的完善,以及管理体制机制的创新,也离不开产业发展政策的支持。近年来,受投融资、发展政策等多重因素影响,欧美等国家、地区的海上风电装机增长预期有所放缓。中国凭借着完整的产业链,持续成为全球海上风电装机增长的重要推动力量。当前,中国风电产业已经形成了较为完整的产业链和供应链,涵盖了风力发电机组、发电机叶片、减速器、发电机、轴承等多个重要环节,风电企业实力不断加强。同时,新型传感技术和大数据分析智能技术的广泛应用,使风电的整体管理更加高效智能,进一步提高了风电设备的运行效率和可靠性,逐步实现智能化、远程化和集中化控制。随着中国海上风电装备水平的提升与互联网、物联网技术的不断发展,2010—2021年,中国海上风电度电成本的降幅接近56%^[41]。但仍须研究制定更加科学合理的补贴政策,支持深远海、大容量海上风电发展,引导产业技术进步和成本下降,并出台优化海上风电全产业链条发展的支持政策,推动中国海上风电持续健康发展。

《“十四五”现代能源体系规

划》《“十四五”可再生能源发展规划》等相关规划提出,大力发展非化石能源,鼓励建设海上风电基地,推进海上风电向深水远岸区域布局。为了促进海上风电产业健康有序发展,推动规划落实,需要制定并实施包括资金政策在内的一系列扶持政策,并通过示范项目的引领为其指明方向。如2021年广东省人民政府办公厅印发《促进海上风电有序开发和相关产业可持续发展的实施方案》,从推进项目建设、修编发展规划、创新管理模式、产业集聚发展、加大创新示范、统筹发展与安全、实施财政补贴等方面加大政策扶持力度,统筹全省海上风电产业发展,全面提升海上风电建设、运维、管理水平。

因此,政府需深化对海上风电产业的扶持力度,建立健全全产业链发展政策体系,营造良好的海洋产业发展的外部环境,包括跨部门跨地区服务、市场支持、优化行业标准、应急救助等。此外,出台海上风电补贴政策,积极支持设立投资基金,开发蓝色债券等创新金融工具,加大金融支持、科研经费支持、税收减免等政策力度,加快推动成果转化,保障和调动海上风电事业发展的积极性和创造性,支持技术创新能力高、示范带动效应强的海上风电项目建设,推动产业规模的持续扩大。进一步完善绿电交易机制,支持海上风电企业参与绿电交易。在当前海上风电规模化开发背景下,还需前瞻布局推动海上风电跨产业融合发展,探索海

上风电与海洋牧场、海水淡化、海上风电制氢、海洋绿氨、海洋观光旅游、海上光伏等产业融合发展的模式和路径,出台相关产业融合发展规划和配套政策,打造海上风电产业生态圈。

5 结语

海上风电作为优质的清洁能源,对中国能源结构的优化调整和碳排放的实质减少具有重要意义,是保障中国能源安全、实现“双碳”目标的重要抓手。国外海上风电起步较早,在法律体系、产业政策、建造维护、技术研发等方面积累了较丰富的实践经验,中国可以借助共建“一带一路”加强对外交流与合作,鼓励上下游产业积极开拓全球市场,进一步提高中国海上风电开发利用能力。本研究结果表明:为提高中国海上风电开发利用能力,推动中国新旧动能转换,助力实现经济绿色发展和可持续发展目标,有必要借鉴国外经验,结合中国海洋风电的发展特点、需求和潜力,发挥政产学研用等各方力量共同推动有关工作:(1)进一步深化完善海洋资源法律法规体系、海洋空间规划体系、海洋综合管理机制、海上风电产业发展支持政策;(2)加大跨部门合作力度;(3)持续推进技术创新,突破成本瓶颈;(4)创新市场机制,促进规模化发展。期待未来的研究能够进一步深入探讨影响海上风电产业发展的各种因素,为海上风电的持续健康发展贡献智慧和力量。

参考文献(References)

- [1] 国务院关于印发全国国土规划纲要(2016—2030年)的通知[EB/OL]. (2017-01-03) [2024-07-10]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5171326.htm.
- [2] 走向深海加速下乡 风电开启新增空间[EB/OL]. (2023-10-18) [2024-07-10]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1780059907647149146&wfr=spider&for=pc>.
- [3] 国家能源局2024年二季度新闻发布会文字实录[EB/OL]. (2024-04-29) [2024-07-10]. https://www.nea.gov.cn/2024-04/29/c_1310773184.htm.
- [4] Global Wind Energy Council. Global offshore wind report 2024[R]. Brussels: GWEC, 2024.
- [5] 发改委韩文科:中国海上风电发展有望超预期,将成全球第一大市场[EB/OL]. (2019-12-13) [2024-07-10]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1652768466759342671&wfr=spider&for=pc>.
- [6] 欧深海洋开发咨询. 中国首个专属经济区海上风电项目:1GW! 将于2024年建成[EB/OL]. (2021-10-13) [2024-07-10]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1713482291540089561&wfr=spider&for=pc>.
- [7] 广东省生态环境厅. 汕头中澎二海上风电场项目环境影响报告书受理公告[EB/OL]. (2021-08-17) [2024-07-10]. http://gdee.gd.gov.cn/gkmlpt/content/3/3490/post_3490509.html#-2236.
- [8] 张惠宁. 百万千瓦漂浮式海上风电项目在万宁开工[N]. 海南日报, 2022-12-27(1).
- [9] 狄乾斌, 韩旭. 国土空间规划视角下海洋空间规划研究综述与展望[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2019(5): 59-68.
- [10] Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). A Sea change a marine bill white paper[R]. London: DEFRA, 2007.
- [11] MEAD W R. An economic geography of the scandinavian states and finland[M]. London: University of London, 1958.
- [12] Ou L, Xu W, Yue Q, et al. Offshore wind zoning in China: Method and experience[J]. Ocean & Coastal Management, 2018, 151: 99-108.
- [13] 王鸣岐, 杨潇. “多规合一”的海洋空间规划体系设计初步研究[J]. 海洋通报, 2017, 36(6): 675-681.
- [14] Winther J G, Dai M H, Rist T, et al. Integrated ocean management for a sustainable ocean economy[J]. Nature Ecology & Evolution, 2020, 4(11): 1451-1458.
- [15] 崔野. 运转国家海洋委员会的若干问题研究[J]. 大连海事大学学报(社会科学版), 2020, 19(4): 7-13.
- [16] 刘佰琼, 徐敏, 刘晴. 我国海上风电发展的主要问题及对策建议[J]. 海洋开发与管理, 2015, 32(3): 7-12.
- [17] 闵兵, 王梦川, 傅小荣, 等. 海上风电是风电产业未来的发展方向: 全球及中国海上风电发展现状与趋势[J]. 国际石油经济, 2016, 24(4): 29-36.
- [18] Sinden G. Characteristics of the UK wind resource: Long-term patterns and relationship to electricity demand[J]. Energy Policy, 2007, 35(1): 112-127.
- [19] 刘玉新, 郭越, 黄超. 中外海上风电发展形势和政策比较研究[J]. 科技管理研究, 2023, 43(8): 65-70.
- [20] Global Wind Energy Council. Global offshore wind report 2020[R]. Brussels: GWEC, 2020.
- [21] 夏云峰. 2023年全球海上风电新增装机10.8GW[J]. 风能, 2024(7): 42-44.
- [22] 全球海上风电快速发展, 10年后中国累计装机将跃居世界第一[EB/OL]. (2020-08-05) [2024-07-10]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1674194079971633922&wfr=spider&for=pc>.
- [23] 全国能源信息平台. 数据 | 全球海上风电技术开发潜力达710亿千瓦(71TW)[EB/OL]. (2021-03-02) [2024-07-10]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=16931214344912635-01&wfr=spider&for=pc>.
- [24] International Energy Agency. Offshore wind outlook 2019[R]. Paris: IEA, 2019.
- [25] 杨华. 海洋基本法的立法定位与体系结构[J]. 东方法学, 2021(1): 114-127.
- [26] 郭雨晨. 英国海洋空间规划关键问题研究及对我国的启示[J]. 行政管理改革, 2020(4): 74-81.
- [27] 雄心勃勃! 英国发布新能源战略[EB/OL]. (2022-04-18) [2024-07-10]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1730380145715386701&wfr=spider&for=pc>.
- [28] 张海天. 百年未有之大变局下的国家海洋安全及其法治应对[J]. 理论探索, 2022(1): 5-11.
- [29] 郝志鹏. 法国《能源与气候法》的颁行、实施与挑战[N]. 人民法院报, 2021-04-30(8).
- [30] 郭雨晨. 英格兰东部海洋空间规划及其对我国的启示[J]. 海洋开发与管理, 2020, 37(2): 19-25.
- [31] 方春洪, 刘堃, 滕欣, 等. 海洋发达国家海洋空间规划体系概述[J]. 海洋开发与管理, 2018, 35(4): 51-55.
- [32] UNESCO-IOC/European Commission. MSPglobal international guide on marine/maritime spatial planning

- [M]. Paris: UNESCO, 2021.
- [33] Ehler C N. 2nd International Conference on Marine/Maritime Spatial Planning[C]. Paris: Intergovernmental Oceanographic Commission, 2017.
- [34] 文艳, 倪国江. 澳大利亚海洋产业发展战略及对中国的启示[J]. 中国渔业经济, 2008, 26(1): 79-82.
- [35] Bureau of Ocean Energy Management. A citizen's guide: to the bureau of ocean energy management's renewable energy authorization process[EB/OL]. [2024-07-10]. [https://www.boem.gov/sites/default/files/do-](https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/about-boem/A%20Citizens%20Guide%20-%20Renewable%20Energy_Updated%2012.04.23.pdf)
- [cuments/about-boem/A%20Citizens%20Guide%20-%20Renewable%20Energy_Updated%2012.04.23.pdf](https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/about-boem/A%20Citizens%20Guide%20-%20Renewable%20Energy_Updated%2012.04.23.pdf).
- [36] 方韬. 英国海上风电发展模式及借鉴意义[J]. 中国能源, 2014, 36(12): 26-30.
- [37] 张艳伟, 许勤华. 亚太地区能源政策新动向与中国能源合作新趋势: 中国国际能源合作报告2022年亚太篇[J]. 对外经贸实务, 2023(7): 48-56.
- [38] 孙悦民. 我国海洋资源政策体系的问题及重构[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2010.
- [39] 杨玉洁, 栾维新, 王辉. 4.0版海洋功能区划的生态环境政策基础与任务探讨[J]. 海洋环境科学, 2017, 36(6): 806-812.
- [40] 海洋强国: 中国式现代化的重要内涵之一 [EB/OL]. (2022-08-01) [2024-07-10]. <https://export.shob-server.com/baijiahao/html/513403.html>.
- [41] 秦海岩. 十八大以来我国风电产业实现高质量发展[J]. 风能, 2022(9): 1.

The current status and strategy suggestions for offshore wind power development in China

CHENG Jianrong^{1,2}, XIE Sumei^{1,2*}, CAO Yan^{1,2}, WANG Yinxia¹, YANG Ying¹, YANG Xiaoying¹

1. South China Sea Development Research Institute, Ministry of Natural Resources, Guangzhou 510310, China
2. Key Laboratory of Marine Environmental Survey Technology and Application, Ministry of Natural Resources, Guangzhou 510300, China

Abstract Since the ocean provides extensive space and favorable wind conditions, offshore wind power can access more consistent and robust wind resources compared to onshore wind power, leading to an enhanced energy generation efficiency and increased power output. Based on the main challenges faced by China and experiences from other countries, this paper proposes strategies for China's offshore wind power development. These strategies focus on improving legislation for marine resource development and utilization, strengthening support for marine spatial planning, enhancing management mechanisms for marine resource development and utilization, and optimizing policies for offshore wind power industry chain development. These strategies may provide insights and guidance for the future development of China's offshore wind power industry.

Keywords offshore wind power; development status; strategy suggestions ●



(责任编辑 赵庆圆)