

驭光向海，多地探索海上光伏开发

中国城市报记者 康克佳

在“双碳”目标下，我国光伏产业实现跨越式发展。截至今年7月底，太阳能发电装机容量约7.4亿千瓦，同比增长49.8%。在产业蓬勃发展的同时，土地资源有限等问题愈发突出。

日前，上海市发展和改革委员会印发《上海市“风光同场”海上光伏开发建设方案》，再次让海上光伏成为行业关注热点。海上光伏作为清洁能源的重要组成部分，正迎来前所未有的发展机遇。

渐热的海上光伏

与近年来光伏装机量相伴而来的，是土地政策的逐渐收紧，这也成为光伏走向海上应用的主要驱动力。

在不少业内人士看来，海上光伏也可以看成是“水上光伏”的升级版。

“海上光伏发电是将‘光伏发电站’从陆地搬到了海上，在海洋上利用光伏技术建立起发电站，具有发电量大、土地占用少、易与其它产业相结合等特点。”一位业内人士告诉中国城市报记者，作为“水上光伏”的升级版，海上光伏的系统设置同样是将所有光伏组件、逆变器等电站设施都通过锚定系统固定在浮动平台上，这种新式电站无需占据土地资源，而是转向水域，形成优势互补。

此外，政策的支持也让海上光伏逐渐成为开发“热土”。

2023年6月，自然资源部发布《自然资源部办公厅关于推进海域立体设权工作的通知（征求意见稿）》，明确可以立体设权的用海类型海域包括水面、水体、 seabed和底土在内的立体空间，鼓励对海上光伏、海上风电等用海进行立体设权。

2023年10月，国家能源局印发《关于组织开展可再生能源发展试点示范的通知》中提出，要重点支持海上光伏试点项目。

今年7月，国务院新闻办公室发布《中国的海洋生态环境保护》白皮书，提出推进海域资源节约集约利用，鼓励海上光伏项目复合利用、立体开发。

“我国大陆海岸线长1.8万公里，测算可安装海上光伏装机规模超过300吉瓦，海洋光伏拥有利好政策支持，能减轻农耕用地压力，还具备发电量高的优点，发展潜力极大。”胡

杨科技创始人卢洋说。

“在一系列的利好政策下，海上光伏作为海洋新能源的重要组成部分正经历着从0到1的发展。”上述业内人士说，与陆上光伏相比，海上光伏空间利用方式更灵活，可充分利用海域资源，避免对有限陆地资源的抢占。同时，沿海地区城市和工业区密集，海上光伏更接近这些负载中心，可减少输电损耗。

在正泰新能源海涂光伏相关负责人看来，海上光伏在科学论证、合理选址的基础上，利用部分闲置滩涂，板上光伏发电、板下渔业养殖，实现了绿色能源与生态养殖的有机结合。滩涂光伏一度成为企业投资布局的热点。

“与陆上光伏相比，海上光伏经过设计优化，6000—7333平方米的面积即可实现1兆瓦装机容量，而在陆地上，要实现同等容量的装机，则可能需要1万—2万平方米不等。但同时，无论是建设工况的复杂程度，还是海域出让金，海上光伏都明显高于陆上光伏。”正泰新能源海涂光伏相关负责人说。

多地积极探索

强大的吸引力下，地方政府相继出台一系列规划，显示出对于海上光伏发展的决心和信心。记者梳理发现，自2022年开始，山东、江苏、福建、天津、浙江等多个沿海省份，都开展了海上光伏的规划工作，部分省份出台了补贴等鼓励政策。

作为我国的新能源装机量“大户”，山东省以约占全国六分之一的海岸线、毗邻海域近

16万平方公里等资源优势开启了不止一个海上光伏项目。其中，有着致力于打造全国首个桩基固定式海上光伏项目样板工程和全球首个进入实施阶段的吉瓦级大容量海上光伏项目之称的国华HG14海上光伏1000兆瓦项目，于2023年10月在山东省东营市垦利区开工。

“海上光伏领域我们积极探索、先行先试，开工烟台招远40万千瓦、东营垦利100万千瓦、青岛即墨60.4万千瓦项目，截至目前累计并网1.2万千瓦。”日前在青岛举行的“海上光伏高质量发展研讨会”上，山东省能源局二级巡视员郭强介绍山东海上光伏产业发展的“成绩单”。

今年5月，中核田湾200万千瓦滩涂光伏示范项目在江苏省连云港开工建设。据中核江苏新能源有限公司总经理张纶介绍，该项目将光伏电站从陆地搬到了海上，具有发电量大、土地占用少、易与其它产业相结合等特点。同等规模的滩涂光伏较陆地光伏可提高5%至10%的发电量，建成后将成为中国装机容量和用海面积最大的海上光伏电站。

9月5日，福建省首个单体最大海上滩涂渔光互补项目——创能涵江兴化湾100兆瓦渔光互补光伏电站项目正式并网投运。该项目全面并网通电后，年均发电量可达1.2亿千瓦时，每年可节约标煤约4.6万吨，减少二氧化碳排放12.6万吨，减少二氧化硫排放15.4吨，节能效益显著。

除上述省外，多地2024年重点建设项目中也频频出现海上光伏项目。据预测，

2029年海上光伏产业规模将超过100亿元，年均增长率超过10%。

“海上光伏靠近东部沿海用电区域，这些区域消纳能力非常强，大家普遍对海上光伏寄予厚望。”中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎告诉中国城市报记者。

技术创新 有望突破行业发展难题

尽管海上光伏项目的热度不断攀升，也有业内人士指出，就目前来看，开发海上光伏依然面临着许多问题。

中国光伏行业协会副秘书长江华告诉中国城市报记者，海上光伏从政策、经济、技术以及配套等方面都已具备了规模化落地的成熟条件，“但不可否认，海上光伏项目开发的挑战依然存在。”江华说。

“就目前来看，海上光伏正处于初步阶段，面临着很多的问题，归结起来，第一是安全性，把光伏应用到海洋场景里面，需要解决风暴潮、强浪流、海冰作用下近海光伏系统安全性难题；第二是耐候性，需要解决高温、高湿、高盐雾等作用下设备核心器件和结构的耐候性技术难题；第三是经济性，这是制约海上光伏大面积开发的关键因素，整个行业都要共同推进，包括要开发更加高效的组件、提出更加具有性价比的结构型式、更加高效的施工方案以及更加便利的运维方案等。”中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司新能源工程院土建室主任吕国儿说。

此外，由于渤海、东海、黄海、南海等海域气候环境都不

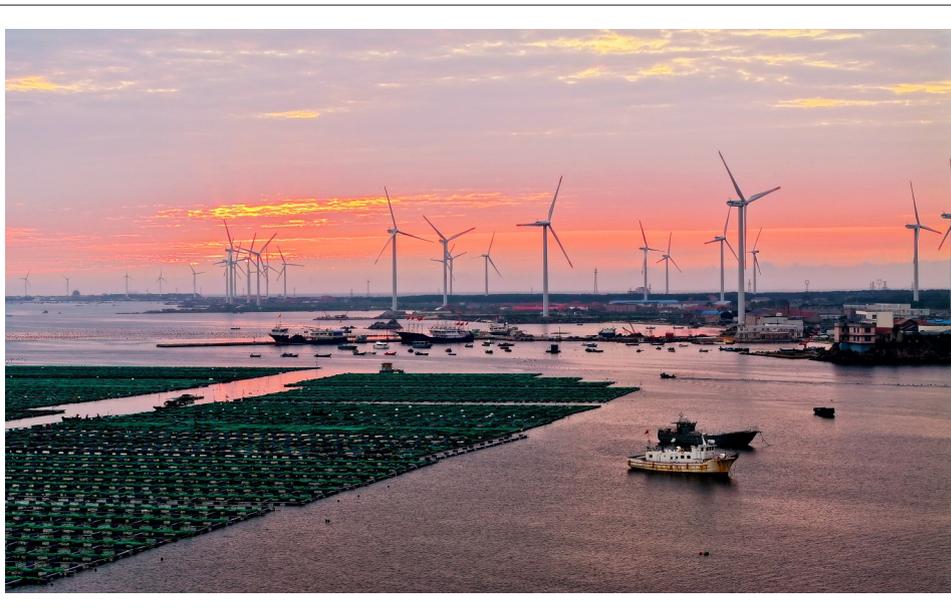
尽相同，意味着不同区域海上光伏项目的建设、运维、设备机械连接稳定性、设备安全等方面面临的挑战也不尽相同，一套方案很难适应所有海洋环境。

尽管困难重重，但光伏组件技术的不断更新，让业内对海上光伏的发展寄予厚望。“目前光伏组件技术路线从N型到异质结，再到BC组件都已经运用到海上光伏当中，希望后面有更好、更高效的组件出现，助力提高发电量和项目收益率。”吕国儿说。

对于BC组件运用到海上光伏项目，山东电力工程咨询有限公司海洋工程部技术部副主任设计师孟庆飞给出了一组测算数据：“经过测算，相同100兆瓦的装机容量下，采用BC组件成本可以降低6%，发电量增加约2.5%。因此在土地、用海成本比较高和支架基础成本较高的场区，采用BC组件可以较好降低长工程成本，有较好的发电量，项目整体收益比较明显。”

除了技术、政策、资金等方面的支持，在海上光伏项目规划和实施中，相关部门还需充分考虑与环境的适应性，积极探索“光伏+”融合发展模式，推动相关产业融合发展与互补延伸。

江华建议说：“海上光伏项目，尤其是深远海漂浮式海上光伏项目有更高的项目开发成本，行业有必要前瞻性探索海上光伏与其他行业的融合性发展模式，以追求复合型经济收益，提升项目盈利水平，如风光同场、‘海上光伏+海洋牧场’‘海上光伏+海上生活平台’‘海上光伏+氢能+制氢醇+航运燃料’等。”



山东荣成：“绿色能源”牵手“蓝色粮仓”

9月5日，山东省威海市荣成市石岛管理区桑沟湾国家级海洋牧场，渔民迎着朝阳驾驶渔船从事海上生产。风力发电机组在晨曦中运转工作，与旭日、朝霞、大海、晨雾、养殖网箱和渔村相辉映，构成一幅绚丽多彩的生态画卷。

近年来，荣成市在各大海洋牧场周边建设多处大型风电场，积极打造清洁低碳、安全高效的新型能源体系，坚持把修复海洋生态、增殖渔业资源放在首位，着力涵养生态、提升质量、增加效益，为建设“深蓝、零碳、精致、幸福”现代化城市积蓄动能。

人民视觉