

22%

据预测，2019—2024年全球“水面光伏”的需求量预计将以年均22%的速度增长，2022年，“水面光伏”新增装机容量将占全球所有光伏新增装机容量的2%。



由隆基绿能科技股份有限公司生产的光伏组件建设的中国·江苏如东10兆瓦渔光一体“水面光伏”项目 受访者供图

攻克技术难题，达到环评要求 “水面光伏”才能稳立潮头

◎本报记者 李禾

一排排蓝色的光伏板架设在宽阔的鱼塘上，像碧波上的鱼鳞，在阳光照射下熠熠闪光……这是江苏省江都曹桥村“渔光互补”发电站项目现场。

曹桥村内地势低洼，有上千亩废旧鱼塘和滩涂资源。曹桥村通过规划，把区域内四五十个大小不一的鱼塘整合为六个成片的大鱼塘，并在此基础上建设了总装机容量15兆瓦的“渔光互

补”光伏发电站项目。在曹桥村“渔光互补”光伏发电站，上层空间用于光伏发电的同时，下层水体还能用于养殖，形成了“上面发电、下面养鱼”的集约发展模式，助力农民增收增收。目前，该水面光伏电站年均发电量达1800万千瓦时，仅发电量一项，每年可产生效益1800万元，日均效益5万元。

10多年来，光伏发电成本下降了90%以上。随着光伏产业的快速发展，其应用领域也越来越广泛，而“水面光伏”也成为了光伏产业的一颗新星。

不占用土地、发电效率更高

水面光伏电站是指在水塘、中小型湖泊、水库、蓄水池、采煤塌陷区形成的湖泊等水面上建立的光伏发电站。隆基绿能科技股份有限公司中国地区部解决方案专家马竞涛说，从广义的“水面光伏”来说，行业并没有严格的界定条件，一般将光伏电站下部长期为水域的电站，都称为“水面光伏”。

根据其基础类型不同，水面光伏电站主要有桩基固定式和漂浮式两种建设形式。而光伏电站具体采用哪种类型通常由水深来决定，即在水深小于等于3米的浅水区，可采用桩基固定式；在水深大于3米的深水区，径流稳定、水位变化一般小于6米时，可采用漂浮式。

由于不占用土地资源，可减少水量蒸发，又兼顾渔业养殖等特点，近年来“水面光伏”受到广泛关注，并在湖泊、河流、滩涂、近海等多种场景下得到成功应用。特别是建在水面较为开阔区

域的光伏电站，可避免其他物体的阴影对光伏组件发电带来的不利影响，水面的光反射率也远大于地面和山地的反射率。并且水面具有冷却作用，能有效降低光伏组件的温度损耗，“水面光伏”系统的整体发电量比同等条件下的屋顶或地面光伏发电系统，高出10%—15%。

同时，随着挡浪墙、围堰施工等工程技术方案的改进和提升，我国“水面光伏”项目已进入海域，成功建设了浙江慈溪海涂项目等海上光伏项目，拓展了“水面光伏”的开发应用领域。中能众诚新能源科技有限公司总经理张晓鸣说，“水面光伏”的桩基固定式和漂浮式两种形式，各有其适用的场景，但从发展前景而言，漂浮式正在成为光伏地面集中式与屋顶分布式之后的第三大光伏电站发展趋势。“漂浮式光伏电站具有不占用土地，发电量相对较高，不破坏水域环境的特性，预计未来5年全球市场规模将达到60吉瓦以上。”张晓鸣说。

发展“水面光伏”仍面临技术问题

目前，全球“水面光伏”产业已进入快速发展期。由于支持政策好、商业模式成熟，我国“水面光伏”项目总装机容量已达全球第一，也是大规模水面光伏电站的主要建设国家。目前，我国“水面光伏”项目主要分布在沿海、沿江城市。

据能源和自然资源咨询公司伍德麦肯兹公司的电力与可再生能源部预测，2019—2024年全球“水面光伏”的需求量预计将以年均22%的速度增长，2022年，“水面光伏”新增装机容量将占全球所有光伏新增装机容量的2%。

海上风电成能源巨头投资热点

◎李楠 赵琳
本报记者 操秀英

近日，中国海洋石油集团有限公司（以下简称中海油）首个海上风电项目——江苏30万千瓦海上风电场累计实现上网电量超5亿千瓦时，为长三角地区提供了绿色清洁能源。在中国海油绿色能源转型的规划中，海上风电是重点发展和研究方向。

与此同时，大型石油公司都在纷纷将海上浮式风电作为下一个业务的增长点。

海上风电发展空间巨大

根据世界银行估计，全球海上风电可开发潜力为710亿千瓦，70%以上位于适合发展浮式风电的深水海域。美国科学家的一项研究显示，在北大西洋300万平方公里的海面上的风能，可以满足目前全球的需求，发展空间巨大。

传统海上风机通过塔筒和导管架等固定在海底之上，难以在水深大于60米或者海床情况复杂的海域建造。因此，适合深远海上风电的海上浮式风电原型机于2007年在意大利问世。海上浮式风机，地形适应性强，单机装机容量更大，可以更高效地利用深远海更高的风速资源。

目前全球已建成各类试验、工程化、商业化的海上浮式风电项目十余个，总装机容量13.5万千瓦。韩国、英国海上浮式风机项目规划容量超过100万千瓦。2021年，全球最大的4.8万千瓦英国海上浮式风电Kincardine项目成功并网，表明大规模商业化海上浮式风电开发已初步具备可行性。从海上浮式风电项目规划情况来看，单项目装机容量呈现上升趋势。爱尔兰、瑞典、韩国等国规划项目装机容量已突破了140万千瓦。

目前，全球海上浮式风电的发展处于技术突破阶段，多种技术路线正在同步探索。

美国、荷兰、西班牙等国都在加快研发海上浮式风电项目。挪威最新研制的漂浮式多涡轮海上风电系统，将数十台1兆瓦的风机设置在一块大的金属“帆”上，设计寿命为50年，以期加速浮式海上风电和深远海上风电的经济性。

日本多家企业则计划联合开展张力腿式（TLP）浮动大兆瓦级风机技术研究，目标在2030年左右实现该技术的商业化应用。日本Toa制造公司等公司联合成立了海上浮式风电基础产业链联盟，旨在开发一条海上浮式风电基础产业链，降低各个方面的成本。

中国海油研究总院新能源电气工程师车久玮表示，海上浮式风电和深远海上风电对油气公司的吸引力，主要在于其传统的油气浮式平台技术和装备可以最大程度地转化到海上风电项目

不过当前发展“水面光伏”还面临政策和技术等问题限制。晶科能源控股有限公司总经理陈康平说，光伏复合项目用地标准不够明确，各地对灌木林地、坑塘水面等用于光伏复合项目建设的审批标准不一，部分地区存在“一刀切”的情况。一些地区相关部门过度解读涉河建设项目管理的政策要求，限制了“水面光伏”项目的开发。他建议，在坚守生态红线、不改变原用地性质的前提下，明确在一般耕地、灌木林地、坑塘水面、水库水面、园地等建设光伏复合型项目的适用规范，为因地制宜建设农光互补、渔光互补等具有综合经济社会效益的光伏复合项目提供便利。

今年1月7日，山东省海洋局结束了对《关于推进光伏发电海域立体使用管理的指导意见（征求意见稿）》（以下简称《征求意见稿》）的意见征

建设“水面光伏”有严格的环评要求

河南、山西等地日前发布的总河长令，将水面光伏电站列入了重点排查和整治范围。那么，“水面光伏”是否会对生态环境不利，会不会影响水质？

欧洲研究人员在对一处水面光伏电站进行了一年多的环境影响调研后得出结论：“水面光伏”不会影响水质。调研表明，组件下的水体含氧量在一年内变化很小。风和阳光仍然很容易到达组件阵列下方的水面，该漂浮系统下的水质与邻近水域仍处于同一水平。

据《国际低碳技术杂志》2021年刊发的一篇报告显示，研究人员对水面光伏组件的不同覆盖率及倾斜角度下不同水体水质参数进行了监测，结果均显示水质没有受到影响。水面光伏系统能通过遮蔽阳光起到冷却水体的作用，从而防止有毒藻类的聚集和水体蒸发。数据还表明，水体中硝酸盐浓度最高下降了14%，叶绿素浓度平均降低了17.5%。

建设水面光伏电站，我国在生态环境保护方面有着严格的要求。马竞涛说，环评主要包括土地规划、电力规划分析，建设及生产过程的原有

污染、新产生污染评估，以及大气环境、水环境、声环境、地下水、光环境等方面的污染情况。“还包括项目是否将改变区域环境现有功能，建设项目配套的环保技术方案和投资估算。部分特殊情况还需进行大气环境影响、水环境影响、生态影响等方面的专项评价。”

当前，我国“水面光伏”产业链持续优化升级，成熟的应用案例和解决方案不断出现。水电水利规划设计总院国际业务部综合处处长张木梓说，如阳光电源股份有限公司提出了“大型水面光伏电站智慧解决方案”理念，采用“水上光伏专用智能汇流箱+箱式逆变器”模式，具有“人不浸、无线通信、灵活接线”等特点，使水面光伏电站发电量更高、更安全可靠，投资更少；浙江正泰新能源开发有限公司等提出“合筑锦绣光伏”理念，发展“渔光互补”电站，实现水下养殖、水上发电，还依托大数据云服务平台，全方位远程监控、专人管理，保障了系统的可靠运行。

“目前，‘水面光伏’已获得了世界各地的广泛认可，并为光伏场景的拓展提供了更多可能。”马竞涛说。

2007年，中国海油在渤海湾建成了中国第一台海上风机，同年11月26日投入运行，并网接入绥中36-1油田，这是中国第一台海上风电机组。中国海上浮式风电目前处于工程化示范阶段，演示验证项目相继装机运行测试，如三峡集团和明阳集团联合自主研发制造的全球首台抗台风型海上浮式风电机组于2021年在广东阳江安装成功，中国海装工程化示范项目于今年初建设完成。中国大唐集团有限公司、中国广核集团有限公司、国家电力投资集团有限公司也加速进入海上浮式风电市场，中远海浮式风电成为热点。明阳智慧能源集团股份公司等整机厂商已提出研发16兆瓦级大型浮式风电机组，加速推动工程化示范与商业化应用。

“中国海油也在积极开展产业融合创新，实现资源综合利用，提升海洋资源开发效益与效率。”车久玮说，“将钻井平台改造变身海上风电安装平台是缓解风电安装资源紧张的一条新路。”据了解，2021年11月，国内首艘由钻井平台改造的“护卫”号海上风电施工安装平台顺利完成首台风机安装工作，为国内深水区海上风电风机安装施工提供了创新性案例。

相关数据显示，2030年前我国海上浮式风电每度电的成本约合0.3—0.4元/千瓦时，与平均上网电价持平。预计2030年前，我国海上浮式风电可正式进入商业开发阶段。

新看点

煤制天然气催化剂 首次完全实现国产化

科技日报讯（刘建芳 曾旭 肖洪梅 陈科）近日，西南化工研究设计院有限公司（以下简称西南院）透露，其与庆华能源集团有限公司正式签订了15亿立方米/年煤制天然气项目CNGC-2气体调节剂和CNJ-8甲烷化催化剂供货合同。该合同的成功签订标志着煤制天然气催化剂首次完全实现国产化。

近年来，随着人们对清洁能源天然气的需求量急剧增加，结合我国“富煤、缺油、少气”的能源特点，发展煤制天然气便成为了我国天然气资源的有效补充。通过充分利用劣质煤炭，就地建设煤制天然气项目，可解决劣质煤炭长距离运输的问题，也能促进煤炭的就地高效洁净利用。

目前国内建成投产的4个煤制天然气项目均采用国外公司的技术，煤制天然气项目催化剂的国产化进程缓慢，成为煤制天然气的技术难点。2010年，西南院开题立项进行煤制天然气技术工艺包及关键催化剂研究；2021年，该研究项目在庆华集团煤制气公司工业侧线开车成功。历经十二载，我国煤制气工艺技术与催化剂国产化取得重大突破，打破了国外垄断。

据相关负责人介绍，与国外催化剂相比，西南院CNGC-2气体调节剂变换活性更高、稳定性更好；CNJ-8甲烷化催化剂提升了单程甲烷化反应的转化效率，适用于更低的氢碳原子比（H/C）和汽气比，是更节能、更高效、适应性更强的新型催化剂。

在2022年四川省科技工作会议上，由西南化工研究设计院等单位共建的四川省变压吸附气体分离净化工程技术研究中心，被评为四川省科技创新工作的先进平台。该研究中心充分发挥相关领域技术优势，以工业排放气和工业废气为主要研究对象，以提高气体分离效率、实现资源化循环利用为目的，积极开展了分离、提纯、综合利用技术开发及工程化研究，为碳达峰碳中和贡献力量。

涪陵气田助力春耕 供应化肥生产原料气近1亿方

科技日报讯（通讯员戴莹 记者雍黎）3月18日，记者从江汉油田涪陵页岩气田获悉，截至2月底，江汉油田涪陵页岩气田已向重庆涪陵建峰化工股份有限公司（以下简称建峰化工公司）输送用于合成化肥的原料气近1亿立方米，生产出大量优质化肥，助力重庆、湖北、湖南、广西等地区春耕生产。

化肥对农业生产至关重要，而用天然气加工合成优质氮肥，具有污染小、成本低等诸多特点。自涪陵页岩气田开发以来，中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司（以下简称涪陵页岩气公司）和建峰化工公司就达成供气协议，实现了页岩气就地消化利用。

页岩气就地消化利用省去了运输成本，且页岩气甲烷含量达98%以上，用它作原料生产化肥，产品纯度高，出肥量多，有机质含量高，肥力足；且页岩气不含硫化氢、二氧化碳等杂质，对设备及管线腐蚀小，可延长运输装置免修期，避免设备损坏和停工损失，提高生产效率，降低生产成本。自从用上页岩气后，建峰化工公司每吨化肥可降低生产成本约80元。

据了解，为确保化肥生产企业的用气，涪陵页岩气公司把“保化肥企业用气”列入冬春保供计划，多次召开保供对接会，掌握化肥生产企业用气需求，在冬季开展脱水站检修，避开农业生产期；同时，优化生产运行，采取24小时值班制，合理调配页岩气资源，加强与建峰化工公司的联系与衔接，做好页岩气外输调度工作，全力保障化肥生产企业平稳高效运行。

突破1000万吨 甘肃庆阳建成大型油气生产基地

科技日报讯（记者顾满斌）记者近日获悉，截至2021年底，位于甘肃庆阳革命老区的中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司（以下简称长庆油田）陇东老区及矿权流转合作开发老区年生产油气当量突破1000万吨大关，达到1009万吨，标志着庆阳革命老区千万吨油气生产基地全面建成。

庆阳革命老区能源资源丰富，境内油煤气风光资源共生，是鄂尔多斯盆地的重要组成部分和陕甘宁能源“金三角”规划的重点区域。

陇东地区油气资源是国际上典型的“三低”（低渗、低压、低丰度）油气藏，储层致密坚硬如“磨刀石”。长庆油田的石油人几十年坚持基础研究与技术攻关，致力于打造寻找油气资源的“金刚钻”和破解“三低”油气开发的“撒手锏”，形成了快速获取油气资源的原创性地质理论，掌握了黄土塬三维地震、水平井快钻井、体积压裂等关键核心技术。2018年以来，长庆油田应用三维地震和高精度测井技术，3年时间探明了我国首个页岩油储量规模超10亿吨级的庆城大油田，创新集成页岩油开发5大系列18项配套技术，探索形成了水平井立体开发、大井丛工厂化作业模式，在庆阳建成我国首个年产百万吨页岩油开发示范区，开创了世界陆相页岩油规模效益开发的先河。

目前，陇东老区已累计生产油气当量1.1亿吨。长庆油田把陇东油气开发作为实践新发展理念的典范来打造，强力推进“资源节约、环境友好、共建共享”举措，石油开发探索形成南梁林区、华池水缘区等五大生态保护模式；封堵自然保护区、水源区内油井500余口，启动多个区域碳汇林建设，建成清洁文明井场5000余座，西峰油田、南梁油田进入国家级绿色矿山名录。

根据世界银行估计，全球海上风电技术可开发潜力为710亿千瓦，70%以上位于适合漂浮式风电的深水海域。根据美国科学家的一项研究，在北大西洋上300万平方公里的海面上的风能，可以满足目前全球的能源需求，发展空间巨大。

我国加紧布局海上风电

世界各国都在加速布局海上风电，我国不甘人后。