

“双龙”齐飞： 从海南核电看我国核电技术创新

本报讯 记者赵紫原报道：“作为我国核科技创新成果代表之一的华龙一号，成就了我国核电走向世界的‘国家名片’。”在中央网信办网络社会工作局、国家原子能机构新闻宣传办公室、中核集团宣传文化中心近日主办的“走进华龙一号”网评品牌活动(海南站)座谈会上，相关负责人表示。

本次活动走进了位于海南省昌江黎族自治县海尾镇的海南核电基地。除了中核集团自主研发出的具有完全知识产权的第三代压水堆核电技术“华龙一号”是关注焦点外，海南核电基地全球首个多用途模块化小型堆科技示范工程“玲龙一号”同样备受瞩目。

据了解，2021年3月，海南核电3号机组采用“华龙一号”技术正式开工建设，同年7月，“玲龙一号”开工建设。据海南核电基地工作人员介绍，在建工程建成投产后，海南核电基地将形成“双龙齐飞”的格局，同时拥有二代改进型、三代、示范小堆多种堆型机组。

中国核工业第二建设有限公司海

南昌江核电项目部副经理向超表示，海南昌江核电一个厂址、三种堆型，二期“华龙”“玲龙”三堆共建，这种模式在国内核电建造史中独一无二，项目管理极具挑战和难度。

与传统核电技术不同，“玲龙一号”作为小型堆具有小型化设计、模块化部署、非能动安全、一体化技术的特点，且安全性高、占地面积小、建造周期短。据国际原子能机构(IAEA)统计，全球范围内正在开发的小型堆技术超过40种。2016年，“玲龙一号”通过了IAEA的通用安全审查，成为全球首个通过该项安全审查的小型堆。2021年7月，全球首个多用途模块化小型堆科技示范工程“玲龙一号”在海南昌江核电站开工，标志着我国在模块化小型堆技术上走上了世界前列。

事实上，“玲龙一号”全球首堆的技术创新很有看点。海南核电副总经理邓晓亮表示，“玲龙一号”采用具有中核集团自主知识产权的技术路线，单堆布置，规划建设一台装机容量12.5万千瓦的

电压力堆核电机组。小堆示范工程在现有成熟压水堆核电技术的基础上，采用“非能动”的安全系统和“一体化”反应堆设计，其安全性达到第三代核能系统的技术水平。

“玲龙一号”先试先行，“华龙一号”也积极改进技术。“海南核电3、4号机组与福清5、6号相比，共实施72项设计改进；与漳州1、2号相比，共增加15项设计改进。”海南核电副总经理李振云表示。

其中一项技术改进，或将成为未来“华龙二号”的标配技术之一。李振云表示，海南“华龙一号”中等离子体高温熔融放射性废物处理技术的火焰温度可以达到1500℃，这样就能把浓缩后的废液、废溶剂通过合适的配比进行等离子熔融，最终产物形成稳定的玻璃体，大大减少放射性废物的产生量，进一步提高放射性废物长期处置的安全性。

海南核电相关工作人员表示，“华龙一号”与“玲龙一号”虽然有不少差异，但

它们都是中国核电技术的重大自主创新成果，都符合国际最高安全标准，都是我国完全具备自主知识产权的核能和平利用的实践。“双龙齐飞”不但为海南能源结构调整、经济社会发展注入力量，更对我国促进节能减排、推动核电安全发展和自主创新具有重要意义。

据悉，海南昌江核电项目一期工程的两台核电机组分别于2015年12月和2016年8月投入商业运行之后，彻底解决了海南省电源性缺水问题，每年为海南省提供90亿度至100亿度电的清洁能源保障，约占海南全省用电总量的1/3，海南因此也成为全国核电占比最高的省份。

海南核电总经理孙云根透露：“海南昌江核电3、4号机组两台百万千瓦级核电机组预计将于‘十四五’后期、‘十五五’中期投产，可较大程度填补海南的电力缺口。在建工程建成投产后，海南核电基地内总装机容量可达到380万千瓦，预计发电量将占海南省统调发电量的50%以上。”

关注

储能型锂离子电池路在何方

■ 本报实习记者 林水静

近日，有多家企业陆续宣布扩产储能型锂离子电池。高工产研锂电研究所(GGII)的数据显示，2021年国内储能电池出货量达4800万千瓦时，而今年上半年，储能锂电池出货量已经达到4450万千瓦时，整体规模已接近2021年全年水平。

随着双碳目标的持续推进，光伏、风能等新能源电力占比逐步走高，储能需求量不断攀升。在新型储能中，因技术发展较为成熟，储能型锂离子电池占比最高。

需求持续升级

“近段时间以来，储能市场对电池的循环寿命、一致性，以及在极限工况下的安全性等方面有了更多期待。”厦门辰辰新能源科技有限公司总经理王鹏程认为，一方面，储能产业链的快速成熟以及制造端的技术进步，促使储能产品间性能比拼更加白热化；另一方面，需求市场历经几年发展，积累了可观的项目实践数据，对电池供应商提出的产品要求也更加规范化、细节化和专业化。

今年3月，《“十四五”新型储能发展实施方案》出台；6月，国家能源局综合司发布的关于征求《防止电力生产事故的二十五项重点要求(2022年版)(征求意见稿)》中提出，中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池、钠硫电池。政策制度的不断完善，明确了新型储能的发展方向。

王鹏程表示：“储能行业各级别新国标、行标、企标的相继出台有力规范了储能市场规则，使得优质的储能产品具备更明显的竞争优势。”

根据GGII半年度的调研统计，今年上半年，不少企业产品出货量已超过2021年全年水平，部分企业甚至完成了去年2倍以上的出货量。储能型锂电池已开始驶入增产快车道。例如，今年4月，昆宇电源投资30亿元项目开工，预计三期共建设600万千瓦时储能锂电池全自动生产线。5月，亿纬锂能拟30亿元投建1000万千瓦时动力储能电池项目。7月，鹏辉能源拟定增募资不超过45亿元，加码储能及动力锂离子电池产能建设等项目。

资本市场狂吸金

只有保障供应链安全，电池产能才能快速扩张。但是，储能型锂离子电池疯狂扩产，原材料顶不住吗？

“当前亟需上游供应链协同支持。”王鹏程表示，电池制造的扩产周期一般为3个月至6个月，远远快于上游材料供应端的扩产周期，因此储能电池的快速扩产将导致供需矛盾进一步加剧。

“自2021年起，锂离子电池生产材料价格已出现大幅度上涨。长期来看，过高的材料价格导致电芯成本大幅度增加，市场侧、用户侧接受能力下降，对长期推广锂离子电池市场不利。长此以往，势必会带来储能电池生产厂家的扩产动力不足、市场接受度不高等问题。”东营昆宇电源科技有限公司副总裁宋柏表示，“这就需要上游资源匹配和产能的匹配，才能带来更为合理的价格体系。”

不过，电池制造业是资本密集型产业，目前，资本市场对储能电池及其供应链给予了大量资金支持。据记者不完全统计，当前A股市场储能概念股数量已达150余只，并且股价持续走高。随着绿色能源的持续推进，各方生产规模逐渐完善，对储能电池市场的推动力将进一步增强。

安全降本两手抓

安全和降本一直都是储能电池发展的两个关键词。“我们经常可以看到国际上某大型储能电站失火的新闻，再加上近两年电池材料价格猛涨，储能项目成本高企，很多储能系统集成商都是亏本在做。”无锡先导智能装备股份有限公司相关人士表示，“目前很多厂商倾向于将动力电池修改后用作储能，未来，储能电池的发展趋势一定是区别于动力电池的单独电池产品。”

与动力电池不同，储能电池在应用上更加重视基建与投资，王鹏程表示：“储能行业的发展方向一定指向更低的电池全生命周期度电成本。更低的度电成本不仅带来更高的投资回报率，更会催生新的储能电池的应用场景和商业模式，这推动着电池企业在循环寿命、能量效率、回收残值等指标上不断进行突破。”

宋柏则表示：“我们也正在寻找更新型、更高效、成本更低的储能电池方案。如目前在研发推广的钠离子电池，由于地壳中钠的储量高于锂，长久来说，钠离子电池成本相比锂离子电池更有优势。结合目前的研究，虽然在能量密度、循环寿命等方面钠离子电池还有不足之处，但在特定应用场景钠离子电池的安全性能和成本有其市场优势。”

另据中金公司指出，电化学储能因其可智能并网、响应速度快、不受地域限制的缺点，成为近年新增储能装机的主流。随着储能项目走向规模化，锂电池储能的广泛使用，储能电站对储能温控等安全管理环节的重视程度日益提高，市场空间有望打开。

浙江舟山：跨海架线 连岛并网



图片新闻

连日来，国网舟山供电公司工作人员在金钵孟岛输电工程海上大跨越段的岛礁高空进行架线作业。该跨越段路径长度3公里，新建铁塔7基，是国网舟山供电公司助力舟山住人岛屿实现共同富裕的重点工程。

目前，金钵孟输电工程已进入施工冲刺阶段。

人民图片

碳纤维风机叶片市场迎突破口

■ 本报记者 李丽昊

近日，欧洲风机制造商维斯塔斯的风机叶片碳纤维拉挤工艺专利正式到期，国内碳纤维风机叶片设计生产迎来新的“突破口”。一直以来，碳纤维都被视作“下一代”叶片材料，随着碳纤维叶片技术的研发推进，风机叶片即将迎来“新时代”。

应用市场打开

记者了解到，碳纤维拉挤工艺是碳纤维叶片设计生产的核心专利之一，维斯塔斯于2002年7月在多国和地区申请了以碳纤维为主要材料生产风机叶片的相关专利，限制了其他企业使用碳纤维主要制作叶片，专利保护期为20年。时至今年7月，该项专利到期，其应用市场也已经打开。

“维斯塔斯申请的碳纤维拉挤工艺专利到期意味着国内厂家可以用拉挤板更好地发挥碳纤维的性能。这种技术能

够帮助厂家设计出更轻的叶片，对行业发展有所促进。”某风机叶片研发人士告诉记者。

多年来，叶片大型化成为风电行业的共识，同等风速情况下，叶片越长，扫风面积越大，发电量也相应增大。近年来，国内风电装机快速增长，风电场选址已不再局限于“三北”等风资源优厚区域，而是逐渐转向低风速区域，更大的叶片可有效降低对最低风速的要求，提升发电量。

“叶片的大型化势必带来单支叶片重量的不断增加，影响发电效率。另外，为了保证在极端风载下叶尖不碰塔架，叶片必须具有足够的刚度。既要减轻叶片的重量，又要满足强度与刚度要求，因此叶片进入百米级时代后原材料正朝着高性能、轻量化发展，而目前最有效的办法正是采用碳纤维增强。”国内某风电整机制造企业人士告诉记者，“比如，在叶片梁帽部位越来越多地采用碳纤维拉挤

板或碳纤维混杂拉挤板替代现有的玻纤织物或拉挤板等新材料。”

国内厂商蓄势待发

开源证券数据显示，相较于传统叶片材料玻纤，碳纤维的密度小30%，强度增加40%，模量高出3倍至8倍，同时，高性能碳纤维复合材料受到平面冲击时，内部纵横交错的碳纤维丝能够有效分散受力，避免破裂。在此情况下，碳纤维材料能够在兼顾强度、刚度的同时，确保叶片进一步轻量化。测算显示，对于一个长度为120米的风机叶片来说，使用碳纤维复合材料的情况下，质量可比完全使用玻纤减轻30%以上。

面对国内高涨的风电装机需求和碳纤维叶片市场空间，国内企业早已摩拳擦掌，蓄势待发。时代新材在其年报中披露，该公司已经在风力发电领域突破了碳纤维拉挤板、玻璃纤维拉挤板、PET夹心材料等关键技术，实现了叶片低成本轻量化设计。中材科技也表示，将加快高性能纤维及复合材料原创技术策源地建设，推进产业基础性技术形成阶段性成果，加快百米级叶片、碳纤维拉挤板、超薄超高强度基膜等新产品开发，形成产业先发优势。

除上游材料供应商外，明阳智能、运达股份等头部整机制造商也正加速布局碳纤维叶片。明阳智能表示，该公司的前沿技术储备中就有碳纤维混编技术，叶片主要采用碳纤维混编材料进行了重量优化，在一定程度增加材料成本的情况下，显著提高了材料性能。明阳智能称，通过改变碳纱和玻纤的比例，解决了目前纯玻纤模量不能满足大叶片设计需求的限制，也绕开了碳纤维成本太高的瓶颈。今

年6月，运达股份更是宣布自主研发的10兆瓦级110米海上风机叶片在中复连众试验基地一次性顺利通过全尺寸静力测试，刷新当前国内最长碳纤维海上风机叶片纪录。

降本创新仍必不可少

根据广州赛奥碳纤维技术股份有限公司发布的数据，2021年全球碳纤维应用需求中，风机叶片需求占比高达28%，总量达3.3万吨，是碳纤维下游应用中最大的市场，预计2025年对碳纤维叶片的需求量将达到8.06万吨，年均增长率可达25%。行业普遍认为，高涨的风电应用需求正不断推高碳纤维市场需求，风电板块的繁荣将大幅提升国产碳纤维产业，碳纤维头部企业有望持续受益。

但值得注意的是，尽管市场潜力巨大，多位业内人士也提醒称，碳纤维叶片的发展也不能一蹴而就，叶片技术的创新不仅需要克服成本等现实问题，更需要经过长时间的验证。

广州赛奥碳纤维技术股份有限公司总经理林刚曾公开表示，目前国内碳纤维价格存在虚高的现象，但对于风电行业来说，度电成本却是重中之重。为此，碳纤维企业应该通过技术进步去降低成本，同时风电和碳纤维行业应紧密合作，实现整个产业链的技术创新，尤其与成本降低有关的创新。

上述叶片研发人士则表示：“维斯塔斯的碳纤维叶片工艺专利有一个完整的专利布局，碳纤维叶片领域仍有很多专利限制国内厂商使用，另外，叶片技术的创新不仅需要通过工艺设计，更需要不断试验验证，尽可能避免可能出现的风险。”

