

能量转换科技信息

广州能源研究所学术期刊与文献中心 广东省新能源生产力促进中心
中国科学院可再生能源重点实验室 中国科学院天然气水合物重点实验室
广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室

第12期 2022年6月

目 录

总论	1
2025年可再生能源消费量将达10亿吨标煤	1
“十四五”可再生能源发展提速	1
法国力推可再生能源产业发展	3
非洲发展可再生能源潜力巨大	4
非洲探索利用区块链技术开发清洁能源	5
解振华：中国正稳妥有序推进能源绿色低碳转型	7
来自美国的碳关税新设计：从惩罚低碳价转向惩罚高碳含量	7
推进能耗总量和强度“双控”	9
先立后破、以立为先发挥新能源保供作用	10
中国引领全球能源转型	11
自愿减排如何更好走向全球	12
热能、动力工程	14
“多网融合”让城市降碳更高效	14
创建零碳公共建筑，急不得也等不得	15
多国推动发展绿色建筑	16
火电等五个行业纳入碳监测评估试点	18
减排固碳，农业农村要跟上	19
零碳园区建设告别“无标可循”	21
清洁能源比重全球最高湾区电网诞生	22
深圳“净零”发展何以“拔头筹”	23
我国海上首个二氧化碳封存示范工程设备建成	24
碳市场“扩容”时机尚不成熟	25
我国首个盐穴压缩空气储能电站投产	26
扎实推进节能工作 促进经济社会发展全面绿色转型	27
地热能	29
储能开启电力市场化探索之路	29
山西：公共建筑全面推广地热能应用	30
生物质能、环保工程	30
内蒙古扎赉特旗：废弃秸秆“链”出低碳产业	30
生物天然气产业蓄势待发	31
中国石油建成首个秸秆制生物天然气中试基地	33
我国污水处理领域首个低碳团体标准发布	33
太阳能	34



海上光伏技术仍需大胆创新	34
光储融合，打开美好光伏+的多种方式	35
海上光伏迈向“深蓝”	36
水风光一体化开发优化水电发展	37
预计三年后 BIPV 市场规模超 866 亿元	38
海洋能、水能	38
潮光互补：开启可再生能源开发新鲜之旅	38
史宏达：走近美丽的蓝色能源	40
风能	40
大型国产化海上风电机组有了“试验场”	40
国内最大单机容量陆上风力发电机组顺利完成并网前调试	42
海上风电有望乘风破浪	42
风电开发挺进深远海	44
中国风电二十年，赛点来自自研求解器	45
齐齐哈尔风电装备全产业链基本形成	46
氢能、燃料电池	47
钢铁工业进入“氢时代”	47
绿氢规模化应用按下“快进键”	49
氢储能在地“悄然开花”	50
氢电耦合快速升温	50
能源政策	52
发改委、能源局：新型储能可作为独立储能参与电力市场	52

本快报是内部资料，请注意保存。信息均转载自其它媒体，转载目的在于传递更多信息，并不代表赞同其观点和对其真实性负责，版权归原作者所有。严禁将本快报用于任何商业或其他营利性用途。用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。

《能量转换科技信息》半月一期。希望你对我们的工作提出宝贵意见。联系方式：02087057486，zls@ms.giec.ac.cn。



总论

2025年可再生能源消费量约达10亿吨标煤

本报讯 记者姚金楠报道：6月1日，国家发改委、国家能源局等部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》（以下简称《规划》）。《规划》明确，2025年，可再生能源消费总量达到10亿吨标准煤左右，占一次能源消费的18%左右；可再生能源年发电量达到3.3万亿千瓦时左右，风电和太阳能发电量实现翻倍；全国可再生能源电力总量和非水电消纳责任权重分别达到33%和18%左右，利用率保持在合理水平；太阳能热利用、地热能供暖、生物质供热、生物质燃料等非电利用规模达到6000万吨标准煤以上。

国家能源局新能源司司长李创军指出，上述目标的确定综合考虑了各类非化石能源的资源潜力、重大项目前期工作进度、开发利用经济性等多种因素，能够为完成2025年非化石能源消费占比20%左右和2030年25%左右的目标奠定坚实基础。初步测算，2025年可再生能源年利用量相当于减少二氧化碳排放量约26亿吨，减少二氧化硫排放约50万吨，减少氮氧化物排放约60万吨，减少烟尘排放约10万吨，年节约用水约40亿立方米，环境和社会效益突出。

《规划》强调，“十四五”时期可再生能源发展将坚持集中式与分布式并举、陆上与海上并举、就地消纳与外送消纳并举、单品种开发与多品种互补并举、单一场景与综合场景并举，以区域布局优化发展，“三北”地区优化推动基地化规模化开发，西南地区统筹推进水风光综合开发，中东南部地区重点推动就地就近开发，东部沿海地区积极推进海上风电集群化开发；以重大基地支撑发展，明确以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快建设黄河上游、河西走廊、黄河几字湾、冀北、松辽、新疆、黄河下游等七大陆上新能源基地，藏东南、川滇黔桂两大水风光综合基地和五大海上风电基地集群；以示范工程引领发展，重点推进技术创新示范、开发建设示范、高比例应用示范等三大类18项示范工程，加快培育可再生能源新技术、新模式、新业态；以行动计划落实发展，重点推进城镇屋顶光伏行动、千乡万村驭风行动、千家万户沐光行动、乡村能源站等九大行动计划，以扎实有效的行动保障规划全面落地。

中国能源报 2022-06-06

“十四五”可再生能源发展提速

近日，国家发展改革委、国家能源局等9部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》（以下简称《规划》）。“十四五”时期我国可再生能源的发展目标是什么？《规划》对推动可再生能源高质量跃升发展作出哪些部署？记者采访了国家能源局相关负责人和行业专家。

跃升发展呈现四大特征

党的十八大以来，我国可再生能源实现跨越式发展，装机规模已突破10亿千瓦大关，占全国发电总装机容量的比重超过40%。其中，水电、风电、光伏发电、生物质发电装机规模分别连续17年、12年、7年和4年稳居全球首位，光伏、风电等产业链国际竞争优势凸显。

“十四五”时期是我国开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的第一年，也是我国加快能源绿色低碳转型、落实应对气候变化国家自主贡献目标的攻坚期。

《规划》提出，“十四五”时期可再生能源要实现高质量跃升发展，如何理解“高质量跃升发展”？国家能源局有关负责人表示，这主要体现在两方面：一方面，我国要在短短不到10年内夯实能源转型基础，可再生能源发展势必“以立为先”，进一步换挡提速，成为能源消费增量的主体；另一方面，可再生能源既要实现技术持续进步、成本持续下降、效率持续提高、竞争力持续增强，全面实现无

补贴平价甚至低价市场化发展，也要加快解决高比例消纳、关键技术创新、产业链供应链安全、稳定性可靠性等关键问题，进一步提质增效。

在高质量跃升发展新阶段，我国可再生能源发展将呈现哪些新的特征？“新能源在新阶段要有新气象。”国家能源局新能源司司长李创军介绍，“十四五”时期，我国可再生能源已站在新的历史起点上，将呈现大规模、高比例、市场化、高质量发展新特征。

具体来看，一是大规模发展，进一步加快提高发电装机占比；二是高比例发展，由能源电力消费增量补充转为增量主体，在能源电力消费中的占比快速提升；三是市场化发展，由补贴支撑发展转为平价低价发展，由政策驱动发展转为市场驱动发展；四是高质量发展，既大规模开发，也高水平消纳，更保障电力稳定可靠供应。

值得注意的是，区别于以往规划，本次《规划》首次以国务院9部门联合印发。“可再生能源发展离不开各部门的大力支持。”李创军表示，“十四五”可再生能源高质量跃升发展，任务更加艰巨，对资源详查、用地用海、气象服务、生态环境、财政金融等方面提出了新的更高要求，亟待完善可再生能源发展相关的土地、财政、金融等支持政策，强化政策协同保障。

“这既是规划发布形式的创新，更有助于形成促进新时代可再生能源高质量发展的强大合力。”李创军说。

可再生能源将成增量主体

为实现可再生能源高质量跃升发展，《规划》锚定碳达峰、碳中和目标，紧紧围绕2025年非化石能源消费比重达到20%左右的要求，明确2025年可再生能源消费总量达到10亿吨标准煤左右，“十四五”期间可再生能源消费增量在一次能源消费增量中的占比超过50%。

“从可再生能源内部看，我国地热能供暖、生物液体燃料、生物天然气等非电利用受资源条件、技术成熟度、开发利用经济性等因素影响，利用规模相对有限，‘十四五’可再生能源开发利用仍将以可再生能源电力为主。”水电水利规划设计总院院长彭程表示。

针对发电目标，《规划》提出，2025年可再生能源年发电量达到3.3万亿千瓦时左右，“十四五”期间，可再生能源发电量增量在全社会用电量增量中的占比超过50%，风电和太阳能发电量实现翻番。

彭程分析认为，在各类可再生能源电力发展定位和空间预期上，常规水电项目前期工作复杂，建设周期长，“十四五”期间投产项目基本明确，投产规模稳步增长；农林生物质发电、垃圾焚烧发电等受可用资源收集与利用经济性、环保要求等约束，规模有限；光热发电、地热发电、海洋能发电尚处于商业化示范或研发阶段；资源储量大、建设场址灵活、经济性好的风电、光伏发电必须承担起新增主力责任。

此外，《规划》还明确了消纳目标和非电利用目标：2025年全国可再生能源电力总量和非水电消纳责任权重分别达到33%和18%左右，利用率保持在合理水平。2025年太阳能热利用、地热能供暖、生物质供热、生物质燃料等非电利用规模达到6000万吨标准煤以上。

“这些目标是综合考虑了各类非化石能源的资源潜力、重大项目前期工作进度、开发利用经济性等多种因素确定的，能够为完成2025年非化石能源消费占比20%左右和2030年25%左右的目标奠定坚实基础。”李创军说。

为增强可再生能源消纳能力，特高压建设进一步提速。5月19日，国网浙江电力有限公司启动白鹤滩—浙江特高压直流线路工程（浙江段）集中攻坚专项行动，工程建成后可将四川800万千瓦清洁水电送至浙北负荷中心。目前，该工程湖州吴兴段已贯通，为清洁电能高速入浙打通了第一站。预计到2030年，国家电网跨区跨省输电能力将由目前的2.4亿千瓦提高到3.7亿千瓦以上。

全面进入市场化阶段

“规划的生命在落实，《规划》提出以区域布局优化发展、以重大基地支撑发展、以示范工程引领发展、以行动计划落实发展。”李创军说。

记者了解到，在区域布局优化发展方面，“三北”地区优化推动基地化规模化开发，西南地区统筹

推进水风光综合开发，中东南部地区重点推动就地就近开发，东部沿海地区积极推进海上风电集群化开发。

在重大基地支撑发展方面，明确以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快建设黄河上游、河西走廊、黄河几字湾、冀北、松辽、新疆、黄河下游七大陆上新能源基地，藏东南、川滇黔桂两大水风光综合基地和海上风电基地集群。

在示范工程引领发展方面，推进深远海风电、新型高效光伏电池等技术创新示范，规模化可再生能源制氢、光伏治沙等开发建设示范，中小型抽水蓄能、村镇新能源微能网等高比例应用示范三大类 18 项示范工程，加快培育可再生能源新技术、新模式、新业态。

在行动计划落实发展方面，部署了城镇屋顶光伏行动、千乡万村驭风行动、千家万户沐光行动、乡村能源站等九大行动计划，以扎实有效的行动保障规划全面落地。

与此同时，《规划》更突出多元融合。既强调可再生能源各品种之间的互补发展，也强调与化石能源的融合发展，同时还贯彻生态文明建设、新型城镇化、乡村振兴、新基建等国家战略，开展光伏治沙、建筑光伏一体化、可再生能源制氢等多模式创新，拓展可再生能源发展场景，着力构建可再生能源多能互补、多元迭代发展新局面。

随着政府补贴的退出和取消，作为新增主体的风电、光伏发电已经进入平价阶段、市场化发展阶段，且风电光伏发电技术装备、产业链均达到国际先进水平，“十四五”时期风电光伏发电装机孰多孰少、哪里多哪里少，要发挥市场在资源配置中的决定性作用。

“政府主要是做好政策供给、创造良好环境，引导规划总目标实现，不再特别扶持特定行业或给某一行业压担子。”彭程表示。

王轶辰 经济日报 2022-06-08

法国力推可再生能源产业发展

法国总统马克龙近期重申了政府的能源转型计划，表示将继续推动发展可再生能源，以应对气候变化和能源危机，确保到 2050 年实现碳中和目标。分析指出，在电力市场价格上涨的背景下，大力发展可再生能源将助力法国实现能源转型。

按照能源转型计划，法国到 2050 年将使太阳能发电装机容量增加 10 倍，超过 100 吉瓦；到 2050 年建成 50 个海上风力发电场，达到 40 吉瓦的产能目标，并将陆上风电容量增加一倍。按照法国政府的规划，2030 年前法国可再生能源将占最终能源消耗的 32%。

近年来，法国可再生能源发电规模发展迅速。数据显示，至 2021 年 9 月底，法国包括水能、风能、太阳能和生物质能在内的可再生能源发电行业装机总容量近 59 吉瓦。去年第三季度，可再生能源占法国本土电力消费的 26.6%，其中风能和太阳能是仅次于水能的两大可再生电力来源，分别占电力消费的 6.4%和 5%。

据《费加罗报》报道，法国勒阿弗尔市日前开工建设主要生产风力涡轮机叶片和机舱的工厂。此前，法国布列塔尼和瑟堡也开设了相关工厂。法国生态转型部预测，到 2050 年，风力发电的投资、运营与维护将创造 6 万个直接或间接就业岗位。

为促进可再生能源产业发展，法国政府还在技术研发及商业化部署阶段给予支持。2010 年启动的“未来投资计划”可以用来支持相关技术研发。可再生能源电力生产商享受一定的政策红利，包括国家的固定价格系统和长期购买合同。根据评估，2021 年和 2022 年，风能和太阳能发电两个行业将返还国家于 2021 年额外拨款的 33 亿欧元，并节省下本预计于今年拨款的 51 亿欧元，还将为法国财政带来 60 亿欧元的收入。

刘玲玲 方可圆 人民日报 2022-06-10

非洲发展可再生能源潜力巨大

核心阅读

非洲可再生能源加速发展，不但能减缓全球气候变暖带来的冲击，还将为非洲大陆的经济提供动力，帮助数百万人摆脱贫困。联合国政府间气候变化专门委员会近期发布的一份报告显示，非洲大陆发展可再生能源拥有巨大潜力，部分非洲国家可再生能源项目已取得重大进展。分析认为，通过量身定制一揽子政策，非洲国家可以利用其优势和资源，克服对传统能源的结构性依赖，从而带来可观的经济、社会、环境效益。

非洲多国加快可再生能源布局

联合国气候报告作者、能源专家亚米娜·萨赫布认为，发展可再生能源对于非洲来说是一项重要战略，可以减缓能源供给压力。“非洲国家正积极发展太阳能、地热能以及风能发电，朝着加快可再生能源布局的正确方向前进。”近年来，为努力摆脱对化石燃料的依赖，非洲多国政府高度重视可再生能源产业发展，制定出台相关产业政策，大力吸引投资。

埃及太阳能资源丰富，平均日照时长可达 9 至 11 个小时，十分适合发展光伏产业。今年初，埃及确定了《2035 年综合可持续能源战略》，为光伏产业发展设定了具体目标。到 2035 年，埃及光伏发电装机容量预计将达到 43 吉瓦，在可再生能源电力装机总量中的占比超七成。

摩洛哥计划到 2030 年将其可再生能源产能提高到 12 吉瓦，以满足不断增长的电力需求并加大清洁能源产能。该国将在未来 8 年内将可再生能源在总能源结构中的占比从目前的 40% 提升至 52%。

东非国家肯尼亚近年来经济发展迅速，但电力短缺问题突出，国内仍有近一半的人口无电可用。肯尼亚已将风电、地热等可再生能源项目设立为行业发展的重点，目标是在 2030 年实现 100% 可再生能源发电。

南非是非洲经济相对发达的国家之一，但电力系统老化以及过度依赖化石能源的问题长期未得到解决。目前，南非矿产资源和能源部正启动第六轮可再生能源独立电力生产商采购计划，计划采购 1 吉瓦光伏和 1.6 吉瓦的风电。此次采购活动是南非最近公布的综合资源计划中的一部分，其中 12 吉瓦产能为可再生能源。

在非洲中西部国家尼日尔，该国首座风电场正在筹建当中。根据尼日尔的能源战略规划，到 2030 年，该国 30% 的电力将来自可再生能源，本土电力装机容量将至少提高 5 倍，至 200 万千瓦。

能源产业转型拉动经济增长

可再生能源产业的发展不仅有助于缓解非洲国家电力紧张，也为非洲经济社会发展提供了新的动力。联合国报告指出，向清洁能源转型可以促进经济发展，非洲继续推动使用可再生能源将会创造约 1200 万个工作岗位。

尼日尔首座风电场由 60 台风力涡轮机组成，设计装机容量为 25 万千瓦，预计 2025 年并网发电。项目在建设阶段将创造超过 500 个工作岗位，投产后有望将尼日尔的发电能力提升 40% 以上，每年能减少超过 40 万吨二氧化碳排放。该风电场将向邻国出口电力，成为西非电力联营项目的一部分，该项目旨在助力打造西非电力网络，目前可再生能源供电基础设施建设正成为项目发展重点之一。“这是一个转型项目，将显著提高我们的并网发电能力，并将在未来 10 年创造数千个直接和间接就业机会，进而刺激尼日尔经济快速增长。”尼日尔石油、能源和可再生能源部部长马哈马杜强调。

在南非豪登省艾库鲁勒尼市，1800 千瓦的太阳能电站和电池系统近期实现并网。这是该国首次实现微电网并网发电，将极大稳定当地电力供应。随着可再生能源成本大幅降低以及电力紧缺引起的电价上涨，部分“用电大户”开始倾向于自发电，这极大提高了微电网建设投资吸引力，投资者可以将多余电力卖给大型电网。一家国际能源咨询机构的分析师本杰明·阿提亚表示，微电网可以重塑非洲的能源未来，它还将为公用事业的运营模式提供更可持续发展的途径。

非洲部分国家非常重视氢能发展。今年 2 月，南非公布了非洲首个国家氢能发展路线图，将基于矿产资源和可再生能源，刺激本国制氢产业，带动经济快速增长和转型。南非正在打造具有成本

效益的氢气生产和出口基地——“氢谷”，涉及交通、工业和建筑三大领域、9个潜在的氢能项目。

在纳米比亚，该国首个氢气项目预计投产后每年能生产约30万吨“绿氢”，第一阶段将在2026年前实现200万千瓦可再生能源发电产能。非洲另外3个氢能项目分别位于埃及、毛里塔尼亚和摩洛哥。

产业合作实现互利共赢

根据非洲开发银行公布的数据，目前非洲通电率仅约40%，有超过6.4亿非洲人生活在无电地区。特别是撒哈拉以南非洲地区通电率全球最低，人均电力消费量仅为180千瓦时/年。当前，煤炭、石油和天然气等化石能源共占非洲总发电量的70%左右。能源研究咨询公司伍德麦肯兹发布报告称，要在2030年实现100%通电率，撒哈拉以南非洲需探索化石能源以外的电力供应模式，大力发展可再生能源发电，预计需要投资超过3500亿美元。

国际可再生能源机构与非洲开发银行日前合作发布的《非洲地区可再生能源市场分析》指出，非洲能源转型的愿景与全球气候目标一致，到2050年将多提供2600万个工作机会，能源转型新增的就业机会将是化石能源行业减少的就业机会的4倍。

尼日利亚国民光伏扶助计划“太阳能家用系统”2020年12月正式实施，尼日利亚政府将在全国电力服务欠缺或离网的社区中，安装500万套太阳能家庭系统和小型电网，世界银行将为该计划提供20%的资金。非洲开发银行也希望能促进撒哈拉以南非洲地区的电力普及，除设有基金用于支持分布式可再生能源外，还计划投资数百亿美元，建设光伏发电项目。

中资企业积极参与非洲可再生能源发展合作。截至2021年3月，数十家中资企业与非洲企业合作建设光伏电站，累计投资21个项目，累计装机容量超过1.5吉瓦，有效缓解当地用电紧缺问题并促进低碳减排。

非洲碳交易所董事韦斯利·道格拉斯在接受本报记者采访时表示，非洲多数国家正处于能源转型的关键时期，这既是非洲通过可再生能源发展助推经济振兴的良机，也是国际社会通过与非洲相关产业合作实现互利共赢的契机。联合国气候目标的实现离不开非洲国家的努力。非洲已有40多个国家明确了其减排目标，国际社会应与非洲各国携手努力，推动经济及环境可持续发展目标的实现。

邹松 人民日报 2022-06-14

非洲探索利用区块链技术开发清洁能源

由于缺乏传统的基础设施，非洲普遍受困于迟缓且落后的电力行业，极大阻碍了该地区经济增长。非洲作为全球太阳辐射最高的地区之一，太阳能家庭系统和微型电网被视为改变该地区电力行业发展的积极方案，为了以一种清洁、负担得起的方式推动太阳能发电落地，区块链技术受到了广泛推崇。

5月，非洲大陆接连启动了两个基于区块链技术的可再生能源交易平台，旨在将基于加密的去中心化金融引入非洲，解决乡村电力融资难的问题，进而加速非洲的电气化进程。业界普遍认为，从全球加密货币市场释放资金，不仅可以为非洲清洁能源发展创造新的资金来源，而且能够很好地分散投资风险。

太阳能众筹区块链交易平台启动

5月上旬，法国恩吉集团子公司 Engie Energy Access 和非营利区块链组织 Energy Web 宣布，一个名为“太阳能众筹”的区块链交易平台在非洲正式启动，该平台旨在利用区块链技术为撒哈拉以南非洲地区的清洁能源项目提供融资及相关金融服务。

Engie Energy Access 公司软件和 IT 主管 Stefan Zelazny 表示，通过去中心化融资众筹平台可以解决落后地区融资难的问题。“目前，撒哈拉以南非洲地区至少有5.8亿人仍用不上电，但他们几乎没有银行账户，我们利用区块链技术将这些人口和可再生能源项目开发商联系起来，前者可以用上清洁的能源，后者也可以增收。此举可以让落后地区以负担得起的方式用上绿色电力。”

太阳能众筹区块链平台首期融资目标是 10 万美元，后续将随着项目数量增长而继续扩大筹资规模。Engie Energy Access 公司将利用筹集到的资金在撒哈拉以南非洲地区部署太阳能家庭系统，尤其是电气化率特别低的卢旺达、赞比亚等国。

众筹款主要用于购买和安装太阳能发电装置，消费者将通过“从租赁到拥有”的模式逐步偿还这笔款项，通过区块链技术他们将以极低的分期付款率承担这笔费用。而对参与众筹的投资人而言，他们可以获得 Energy Web 的代币，一年后手中持有的代币有望带来 10% 的投资回报。

碳信用额代币化区块链平台问世

5 月下旬，南非区块链初创公司 Sinan Energy 宣布推出一个碳信用额代币化区块链平台，该平台旨在标记、记录和验证该公司自有电站产生的碳信用额度，然后将这些额度在全球市场进行交易，交易获得的资金将投向南非西北部一个分布式发电项目。

Sinan Energy 公司透露，这座电站位于南非北开普省一个拥有高强度太阳辐射以及高风速的地区，其配备的分散式电网也将于近期开始建设，目前已经获得了建造和运营许可，同时还签署了相关购电协议。

“我们拥有可再生能源技术、区块链架构、碳市场和可持续发展方面的专家，可以为这个碳信用额代币化区块链平台的运营提供专业支撑。”Sinan Energy 公司首席执行官 Mohamed Madhi 表示，“预计平台运营成果有望在第四季度出炉。”有业内人士指出，目前碳信用的交易主要是由场外交易经纪人负责，缺乏透明性、无集中定价，整个交易流程周期较长，且中间费用也较高。通过将碳信用额度货币化，同时打通碳信用链上和链下的双向流通，可以提升碳信用的流动性，便于相关参与者直接在链上进行交易，一定程度上提升了透明度和交易效率，同时还降低了交易手续费。

事实上，非洲地区中小型太阳能项目面临的主要挑战就是缺乏融资，Sinan Energy 公司推出的平台不仅可以为全球碳信用交易提供额度，同时还为非洲太阳能项目运营商提供了一个新的融资解决方案。

目前，利用区块链技术帮助经济落后或者能源匮乏地区进行清洁能源项目众筹的项目在非洲非常盛行，南非太阳能租赁公司 Sun Exchange 也属于此类，该公司利用小额众筹融资为非洲学校、医院等提供点对点的太阳能租赁服务。

“我们的小额众筹，可以小到投资单块电池板。”Sun Exchange 公司首席执行官 Abraham Cambridge 表示，“通过区块链交易平台，世界各地都可以为‘非洲的阳光’买单，这为非洲减少能源贫困提供了很大助力。”

区块链推动可再生能源行业升级

区块链还能推动跨行业的融合，包括电网和互联网的融合、电力和电信的融合等。在此基础上，电力的生产、存储、传输、交易、使用和管理将变得更智能和环保，而可再生能源、智能电网、能源互联网等也可以更易实施、更快实现。

全球技术研究和咨询公司 Technavio 指出，2021 年-2026 年，能源市场中区块链技术规模预计将增长 9.195 亿美元，预测期内增长率高达 66.37%。目前，可再生能源正在成为能源交易区块链应用的主力。

菲律宾于 5 月透露，将探索区块链技术在电力市场的应用潜力，该国电网等基础设施较为薄弱，容易出现大范围停电，因此该国一直努力寻求发展微电网，增强供电可靠性。菲律宾独立电力市场运营商 IEMOP 表示，5 月已经启动试点项目，区块链的去中心化特点可以支持不同电力市场用户进行点对点电力直接交易，保证电力供需平衡的同时，还可以将剩余的电量出售给其他消费者。

不过，实施和维护区块链技术的高成本，仍是影响该技术在能源和电力领域推广的最大挑战。普华永道预计，到 2030 年，区块链技术将为全球经济增加 1.76 万亿美元。随着全球加速低碳转型，越来越多的化石燃料公司开始加大可再生能源投资和发展力度，能源交易区块链应用则为这一趋势提供了更为强劲的助力。

本报记者 王林 中国能源报 2022-06-06

解振华：中国正稳妥有序推进能源绿色低碳转型

中国气候变化事务特使解振华提出，中国作为负责任的发展中大国，将应对气候变化作为自身可持续发展的内在要求，确定了碳达峰碳中和的雄心目标，正在稳妥有序推进能源绿色低碳转型。

13日至16日，中国环境与发展国际合作委员会2022年年会暨国合会30周年纪念活动以线上和线下结合的方式举行，解振华是在该活动中作出上述表示的。

面对当前复杂多变国际形势下的可持续发展和气候治理，解振华提出，要统筹当前和长远，保持应对气候变化低碳转型的战略定力。

“我很欣慰地看到，虽然一些国家遭遇了能源保供等问题，但国际社会普遍认为，在确保经济社会安全的基础之上，还是要长期坚持能源转型，保持绿色低碳发展的战略定力，这才是经济社会发展的大趋势”，解振华说。

解振华提出，应对气候变化要融入可持续发展的大局中来推进，联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)最新发布的第六次评估报告显示，全球平均气温已经较工业化前水平上升了1.1°C，气候变化导致的生态系统变化、极端天气事件频发、能源供应不足、粮食供应短缺等连锁反应，给各国经济社会发展带来了严峻挑战。

“目前遇到的困难和挑战可以转化为全球绿色转型创新的机遇”，解振华说，要抓住机遇，加速转型创新，这方面其实还是一个大的经济社会的系统工程，我们应该通过这种转型和创新很好地实现联合国可持续发展目标和《巴黎协定》所确定的目标。

解振华强调，我们只有一个地球，越是困难的时刻越要坚定信心。我们相信，只要国际社会携手同心，按照《联合国气候变化框架公约》和《巴黎协定》下多边进程确定的方向前行，就一定能够化危为机，保护人类共同的地球家园，造福我们的子孙后代。

阮煜琳 中国新闻网 2022-06-14

来自美国的碳关税新设计：从惩罚低碳价转向惩罚高碳含量

2022年6月7日，美国民主党参议员怀特豪斯(Sheldon Whitehouse)联合另外三位民主党参议员向参议院金融委员会提交了一个设立碳边境调节机制(CBAM, 俗称碳关税)的立法提案，名为《清洁竞争法案》(Clean Competition Act, 下简称CCA)。这个提案呈现了一种明显不同于欧盟碳关税的新设计。此外，相较于此前出现的“美国版碳关税”方案，CCA的最大的亮点在于它所规定的碳税义务，既适用于高碳的进口产品也适用于高碳的美国产品。虽然目前CCA的文本还没有公开，但鉴于其特殊意义，笔者暂根据已掌握的信息对其略作介绍和分析。

一.《清洁竞争法案》的碳关税基本设计

CCA的基本逻辑是，以美国产品的平均碳含量为基准线，对碳含量超过基准线的进口产品和美国产品均征收碳费。

1. 产品范围

在CCA下，碳税的征收对象是一些能源密集型的初级产品，包括化石燃料、精炼石油产品、石化产品、化肥、氢气、己二酸、水泥、钢铁、铝、玻璃、纸浆、纸张和乙醇。

2. 碳含量基准线

生产上述初级产品的美国企业，如果负有向美国环保署(EPA)报告温室气体排放量的义务(即GHGRP报告义务)，则须向美国财政部报告其排放量、电耗和产量。根据这些数据，美国财政部将计算出每一种美国产品的平均碳含量(覆盖范围一和范围二排放)，并以此作为基准线。在2025年至2028年期间，这个基准线每年下调2.5%。从2029年起，基准线每年下调5%。

3. 对高碳美国产品和进口产品均征收碳费

从2024年开始，不论是美国产品还是进口产品，如果其碳含量低于基准线(即美国同类产品的

平均水平), 则无需缴纳碳费。反之, 如果碳含量超过基准线, 则对超出部分征收 55 美元/吨的碳税。这个碳税标准每年上浮 5%。

4. 进口产品范围向下游延伸

在 2024 和 2025 年, 进口碳税只适用于上面第 1 点提及的产品范围, 即一些能源密集型的初级产品。但是从 2026 年起, 产品范围开始向下游延伸——如果进口的加工产品中含有 500 磅的涉税初级产品, 也要被征收碳费(例如, 如果一台进口机床中的钢铁含量达到 500 磅, 也要缴纳碳费)。到 2028 年, 这个门槛将进一步降低到 100 磅初级产品。

那么对于美国生产的加工产品, 如果含有 500 磅美国生产的涉税初级产品, 是不是也要收碳税呢? 目前看是不用。这里的逻辑似乎是, 美国生产的加工产品已经从其上游初级产品那里继承了碳税成本。但其实这里有漏洞, 因为美国的垂直整合企业有可能规避掉高碳初级产品的碳费。

CCA 还规定, 加工产品的原产地以其包含的初级产品决定; 加工产品中如包含多种初级产品, 则其碳费为各种初级产品的应缴碳费之和。这一定会引出一系列非常复杂和棘手的技术问题。不过现在是碳关税的拓荒时代, 既然没有任何国际规则和共识, 各国都可以充分发挥创造力。

5. 如何确定进口产品的碳含量

进口产品的碳含量采用原产国的行业平均碳强度。如果原产国的排放数据不可靠或无法验证, 则采用该国整体经济的碳强度 (economy-wide carbon intensity)。而“来自透明经济体的生产者”可以使用自己的碳强度, 也就是说不使用行业平均值。最后这一句话非常眼熟, 似乎又预示着某种“非市场经济”待遇。

6. 出口退税和“穷国”豁免

美国生产的初级产品在出口时可享受碳税返还, 但美国生产的加工产品则无此待遇。另外 CCA 还规定, 对来自最不发达国家的进口产品实行豁免。

二.《清洁竞争法案》的设计或许比欧盟的 CBAM 更合理

《清洁竞争法案》体现了不同于欧盟 CBAM 的一种新的碳关税设计。欧盟 CBAM 是针对进口产品的全部“内嵌排放”(embedded emissions)征收边境碳税。而 CCA 则是仅对进口产品超出基准线(美国同类产品的平均碳含量)的那部分排放征收边境碳税。换言之, 欧盟 CBAM 是对进口产品的“绝对碳含量”征税, 而 CCA 则是对进口产品的“相对碳含量”征税。

这两种不同的碳关税设计会产生截然不同的效果。由于欧盟 CBAM 征收的边境碳税是完全镜像欧盟的碳价, 所以整个政策的背后逻辑是, 所有进口产品的单位碳排放成本必须与欧盟产品的单位碳排放成本持平。在欧盟的措施下, 中国生产的钢铁即使比欧盟的钢铁更“绿”, 也无法免交碳关税。但是另一方面, 由于欧盟在计算边境碳税时要扣除进口产品在本国已支付的碳价, 所以只要中国的碳价与欧盟的碳价相同, 那么不论中国钢铁的碳含量是高还是低, 都可以完全免交碳关税。这种政策设计的客观效果就是刺激各国的碳价上升至与欧盟相同或接近的水平。

再看 CCA 的情况。由于 CCA 关注的是“相对碳含量”, 所以只要中国生产的钢铁和美国钢铁的平均水平一样“绿”, 那么在进入美国时就可以免交边境碳税。这个结果并不受中国碳价高或低的影响。所以在 CCA 下, 国外生产者会有更大的动力去降低自己的碳含量, 这比去影响本国碳价要现实的多。虽然欧盟 CBAM 也有向国外生产者传递减碳压力的效果, 但它更直接的效果是惩罚低碳价国家的生产者。相比之下, CCA 并不关注外国碳价, 它直接惩罚高排放的国外生产者, 但同时也惩罚高排放的美国生产者。

三.其他

笔者认为, CCA 的设计者选择“相对碳含量”是很聪明的一招, 它绕开了美国没有碳价的问题。

对进口产品征收碳关税需要一个参照物, 或者说一个理由。在欧盟的 CBAM 下, 这个参照物是欧盟的碳价, 也就是欧盟产品的碳成本。CBAM 的逻辑是, 进口产品的碳成本如果低于参照物, 就会发生“碳泄漏”(欧盟产业外迁), 就会有不公平竞争, 所以要通过征收碳关税来抬高进口产品的碳成本。

但是到了美国这里，就拿不出碳价做参照物，因为美国既没有全国性碳市场，也没有碳税。怎么办？美国的立法者起初一直纠结于确定美国产品的碳成本。去年7月19日，在欧委会的CBAM方案公布后5天，美国的两位议员就拿出了一个美国版的碳关税立法提案“FAIR法案”。它以美国企业承担的环境合规成本作为碳成本。这个说法非常牵强，而且环境合规成本也很难量化。

现在CCA的设计者跳出了这种思维定式，不再纠结于碳成本，直接把美国产品的平均碳含量作为参照物。从可操作性上看，这比量化美国产品的碳成本要简单一万倍。当以平均碳含量为参照物时，CCA的逻辑就变成了：进口产品必须和美国产品一样“绿”。如果产品不够“绿”，不管它是进口的还是美国生产的，都要征收碳税。由于这个碳税并不来自于一个客观参照物（例如碳市场价格），所以它可以是55美元/吨，也可以是155美元/吨，只要平等地适用于进口产品和美国产品就没有问题。

最后说一下预后。对碳关税的质疑主要来自共和党。但笔者的感觉是共和党议员的态度正在发生潜移默化的转变。越来越多的共和党人开始对碳关税持开放的态度，这与一年前的情况明显不同。目前碳关税已经吸引了民主与共和两党议员的兴趣。虽然现在预言美国的碳关税立法前景还为时尚早，但整个天平正在向支持的一边缓慢倾斜。

（本文作者为中国碳中和50人论坛特邀研究员，公众号“气候变化与贸易规则”的作者）

吴必轩 中国能源网 2022-06-15

推进能耗总量和强度“双控”

实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。实现“双碳”目标，既要推动能源绿色低碳转型，也要推进能耗总量和强度“双控”。

经过长期发展，我国已成为世界上最大的能源生产国和消费国，形成了煤炭、电力、石油、天然气、新能源、可再生能源全面发展的能源供给体系。2021年，我国能源消费总量达52.4亿吨标准煤，比上年增长5.2%。煤炭消费量占能源消费总量的56.0%，比上年下降0.9个百分点；清洁能源消费量占能源消费总量的25.5%，上升1.2个百分点。尽管我国能源发展取得了巨大成绩，但也面临着能源需求压力巨大、能源供给制约较多、能源生产和消费对生态环境损害严重、能源技术水平总体落后等挑战。一是我国多年形成的产业结构具有高能耗、高碳排放特征，高能耗工业特别是重化工业比重偏高。工业用能占全社会用能的65%，其中钢铁、建材、石化、有色、化工等五大耗能产业就占近50%。改变这种状况绝非一日之功，但必须加大力度、加快进度。二是我国能源消费结构中煤炭占比较大，以煤为主仍是我们的基本国情。目前我国煤炭占一次能源消费超过一半，煤炭发电量约占60%，实现碳达峰必须立足这个实际。三是我国能源技术水平总体落后，需要大力推进自主创新。四是能源价格改革有待进一步深化，进一步发挥价格在提升能源利用效率、促进节能减排降碳方面的“指挥棒”作用，形成主要由市场决定能源价格的机制。

“十四五”时期是碳达峰的关键期、窗口期。习近平总书记强调：“实现‘双碳’目标是一场广泛而深刻的变革，也是一项长期任务，既要坚定不移，又要科学有序推进”“传统能源逐步退出必须建立在新能源安全可靠的替代基础上”。我们必须从国家发展和安全的战略高度，审时度势、顺势而为，坚持稳中求进、扎实推进。既要立足当下，一步一个脚印解决具体问题，积小胜为大胜；又要放眼长远，克服急功近利、急于求成的思想，坚持实事求是、循序渐进、持续发力，把握好控耗降碳的节奏和力度。

优化完善产业结构。加快建立绿色低碳产业体系，力促传统产业转型升级和战略性新兴产业加快发展；加强统筹谋划、协调推进，促进区域经济协调发展，坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展。提高高耗能、高排放产业集中度和企业规模化水平，构建产业集群和特色产业园区，促进优势产业集聚发展，通过工业化和信息化融合、数字化转型、智能化升级等途径实现节能减排。

加快调整能源消费结构。加强煤炭清洁高效利用、有序减量替代，推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造，持续加大煤炭绿色开采和清洁高效利用程度；合理控制煤炭消费增长，有序减量替代煤炭能源消费比重，严控高耗能、高排放、低水平项目准入，不断优化能源生产和消费结构；积极发展水电、风电、光伏，积极安全有序发展核电，努力开发利用氢能、潮汐能、生物质能和地热能，提升电气化水平，完善能源供应体系。

加大能源技术创新力度。深入研究支撑风电、太阳能发电大规模友好并网的智能电网技术，提升自主化水平；在高耗能、高排放领域推广园区能源梯级利用等节能降耗技术；加快油气先进开采技术开发应用，提升化石能源清洁高效利用水平；推进二氧化碳捕集利用与封存技术研发、示范和产业化应用；加大储能技术攻关、示范和产业化应用，提升能源转换利用率；推动传统能源、新能源技术与现代信息、新材料和先进制造技术深度融合，探索形成能源生产、加工、输送、存储和利用技术体系。

建立健全能源政策体系。完善能耗与碳排放考评制度，将能耗与碳排放影响评价纳入环境影响评价体系；制定绿色金融引导政策，利用多层次绿色金融产品体系，支持清洁能源、节能环保、碳减排技术重点领域发展；加快建设统一开放、竞争有序的能源市场体系，深入推进能源价格改革。

培育践行绿色生活方式。增强全民节约意识，倡导简约适度、绿色低碳、文明健康的生活方式，牢固树立节能意识和勤俭节约的社会风尚。坚决抵制和反对各种形式的能源浪费，通过多种方式鼓励居民使用更高能效、更低能耗的家用设备和新能源交通工具等。

邹磊 人民日报 2022-06-07

先立后破、以立为先发挥新能源保供作用

本报讯 5月30日在京召开的《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》（简称《实施方案》）媒体吹风会上，国家能源局新能源司司长李创军表示，近年来，我国以风电、光伏发电为代表的新能源发展成效显著，但与此同时，仍存在电力系统对大规模高比例新能源接网和消纳的适应性不足、土地资源约束明显等制约因素。

据李创军介绍，《实施方案》强调“先立后破、以立为先”，坚持系统思维，统筹发展和安全，重点解决新能源“立”的问题，更好发挥新能源在能源保供增供方面的作用。

同时，《实施方案》还突出问题导向，针对制约新能源大规模、高比例发展的开发建设用地矛盾、电力系统对新能源接网消纳的适应性不足、全社会绿色消费意识不强等关键性、要害性、实质性、核心性政策堵点、痛点、空白点，提出切实可行和具备操作性的政策措施，为新能源又好又快发展保驾护航。

李创军表示，《实施方案》围绕更好发挥新能源在能源保供增供方面的作用等，提出了7个方面、21项具体政策举措，主要包括：

一是创新新能源开发利用模式。加快推进以沙漠、戈壁、荒漠化地区为重点的大型风电太阳能发电基地建设，促进新能源开发利用与乡村振兴融合发展，推动新能源在工业和建筑领域应用，引导全社会消费新能源绿色电力。

二是加快构建适应新能源占比逐渐提高的新型电力系统。全面提升电力系统调节能力和灵活性，着力提高配电网接纳分布式新能源的能力，稳妥推进新能源参与电力市场交易，完善可再生能源电力消纳责任权重制度。

三是深化新能源领域“放管服”改革。持续提高项目审批效率，优化新能源项目接网流程，健全新能源相关公共服务体系。

四是支持引导新能源产业健康有序发展。推进科技创新与产业升级，保障产业链供应链安全，提高新能源产业国际化水平。

五是保障新能源发展合理空间需求。完善新能源项目用地管制规则，提高国土空间利用效率。

六是充分发挥新能源的生态环境保护效益。大力推广生态修复类新能源项目，助力农村人居环境整治提升。

七是完善支持新能源发展的财政金融政策。优化财政资金使用，完善金融相关支持措施，丰富绿色金融产品服务。

今年一季度，我国可再生能源新增装机 2541 万千瓦，占全国新增发电装机的 80%。其中，水电新增 343 万千瓦、风电新增 790 万千瓦、光伏发电新增 1321 万千瓦、生物质发电新增 87 万千瓦，分别占全国新增装机的 10.8%、24.9%、41.6%和 2.7%。截至 2022 年 3 月底，我国可再生能源发电装机达 10.88 亿千瓦。其中，水电装机 3.94 亿千瓦（其中抽水蓄能 0.38 亿千瓦）、风电装机 3.37 亿千瓦、光伏发电装机 3.18 亿千瓦、生物质发电装机 3883 万千瓦。

可再生能源发电量稳步增长。今年一季度，全国可再生能源发电量达 5336 亿千瓦时。其中，风电 1833 亿千瓦时，同比增长 6.2%；光伏发电 841 亿千瓦时，同比增长 22.2%；生物质发电 450 亿千瓦时，同比增长 18.3%。可再生能源持续保持高利用率水平。今年一季度，全国风电平均利用率 96.8%，较上年同期提高 0.8 个百分点；全国光伏发电平均利用率 97.2%，较上年同期降低 0.3 个百分点。

“下一步，我们还将会同有关部门制定《实施方案》的任务分工方案，进一步细化各项政策措施，”李创军表示，未来，国家能源局将指导各地和有关方面认真贯彻落实，确保《实施方案》落地见效，推进新能源与传统能源优化组合、协同发展，在确保能源安全供应的前提下，持续推动新能源实现高质量跃升发展。

郭能 中国能源报 2022-06-06

中国引领全球能源转型

受访专家：中国海油集团能源经济研究院党委书记、院长 王 震

据路透社报道，日前，中国国家发改委、国家能源局等 9 部门联合发布《“十四五”可再生能源发展规划》。计划到 2025 年，其电网约 33%的发电量来自可再生能源，明显高于 2020 年的 28.8%。

彭博社称，2022 年前 4 个月，中国对太阳能项目的投资增加了两倍，使中国有望获得创纪录数量的清洁能源产能。

法新社称，中国是世界上最大的可再生能源生产国。中国加快了对太阳能和风能项目的投资，以解决国内污染问题。北京已承诺力争到 2030 年达到排放峰值，到 2060 年实现碳中和。中国最新的目标是到 2025 年将其风能和太阳能装机容量翻一番。

近年来，中国以水能、风能、太阳能、生物质能为代表的可再生能源跨越式发展成效显著。在开发规模上，中国可再生能源装机规模突破 10 亿千瓦大关，稳居全球首位。其中，水电、风电、光伏发电、生物质发电装机规模更是分别连续 17 年、12 年、7 年和 4 年位列全球第一。在技术水平上，中国不仅有能力自主设计制造百万千瓦级水轮机和全球领先的特高坝和大型地下洞室，更在短短几年内实现了光伏技术的快速迭代，多次刷新电池转换效率世界纪录。在产业链上，中国风电等产业凭借自身“低成本、高技术”的国际竞争优势，逐步占据欧洲高端市场，主导全球产业发展。中国光伏组件产量连续 15 年居全球首位，多晶硅产量连续 11 年居全球首位。

中国在可再生能源领域所取得的一系列成就，无不体现出中国对大力发展太阳能、风能、氢能等可再生能源的高度重视和先进的生态文明理念。面对地缘政治冲突带来的能源供应危机，有的国家对能源安全的重视远超能源转型，而中国政府充分认识到“保障能源安全”和“实现双碳目标”并不存在对立和矛盾，更多是短期目标和长期目标的区别，完全可以做到统筹发展。正是这种对可再生能源发展更具长远眼光的理解和认识，促使中国根据可再生能源不同发展阶段的特点，采取了既全面又具有针对性的措施来积极推动能源转型。

在可持续能源发展的起步阶段，国家在财税金融、项目建设和电力消纳三方面强有力的举措发挥了核心作用。得益于固定上网电价、税收优惠与减免、优惠贷款等一系列经济激励政策，风电“乘

风计划”、“光伏领跑者项目”等众多国家级重大工程项目，以及完善的电力消纳保障机制，中国可再生能源现在量和质上都取得了举世瞩目的成就，成为实现碳达峰碳中和目标任务的重要力量。

迈入“十四五”开局的窗口期，中国充分认识到发展可再生能源应当作为国家推进能源转型的核心内容和应对气候变化的重要途径，全社会已形成“加快可再生能源高比例、高质量发展”的广泛共识。在法律法规方面，中国注重可再生能源管理规范体系的建立，《可再生能源法》的出台，标志着中国在可再生能源的总量目标、强制上网及全额保障性收购、分类电价等方面形成了基本的制度。在战略规划方面，作为能源发展规划的补充，中国自 2000 年起每年都会编制出台《可再生能源产业发展规划》，形成了有效的预期引导和清晰战略目标。在标准规范方面，国家能源局作为能源领域行业标准化工作的国家主管部门，已就可再生能源领域发布了超过 660 项标准，建立了较为完善的标准体系。

中国大力发展可再生能源，对于自身和全球而言都有着十分重要的意义。从能源转型角度看，中国作为世界第二大经济体和全球制造业中心，风电、光伏发电等可再生能源的持续健康快速发展，不仅能够彻底改变中国以化石能源为主的传统能源结构，还为应对全球气候变化、减少温室气体排放积累了丰富经验，为世界构建清洁低碳、安全高效的能源体系做出了积极贡献，更为其他国家解决现代清洁能源的普惠供给、实现可持续发展目标提供了有效借鉴；从能源安全角度看，中国大力发展可再生能源，一方面能够有效减少对石油和天然气的消耗和进口依赖，降低中国受化石燃料难以预测的价格波动影响，进而推动包容性经济增长、新增就业和减贫。另一方面，世界各国受俄乌冲突的影响，对能源安全问题的重视显著增强，纷纷寻求能源独立，中国在可再生能源发展上的比较优势，将有力推进世界在可再生能源和能效设备上的合作，为发展中国家提出可负担、可持续的能源可及解决方案，也为促进全球应对气候变化进程贡献中国力量。

杜珂 采访整理 人民日报海外版 2022-06-13

自愿减排如何更好走向全球

欧洲能源交易所近日宣布全面启动全球自愿减排碳市场，旗下交易所计划于 6 月上市自愿减排产品。该集团还将打造更加标准化、更高透明度和更安全的市场，为自愿减排产品提供全球性跨时区交易机会。

何谓自愿减排？是指排放者为了中和生产经营所产生的碳排放，主动开展碳减排活动，或从自愿减排市场购买减排指标并注销的行为。在我国，自愿减排市场被视为推动低成本减排的重要工具，一直备受关注。记者获悉，受生态环境部委托，北京绿色交易所正在开展全国自愿减排注册登记系统和交易系统的建设工作，生态环境部还在制定《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》及相关技术规范。

全球化在即，高质量的自愿减排市场怎么建？

“一卖一买”激发主动性

根据生态环境部发布的《碳排放权交易管理办法（试行）》，我国可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的温室气体减排效果，经过量化核证并登记后，即可作为国家自愿核证减排量（又称“CCER”）。简单举例说，一个通过审核的风电项目运行一年，经核证并签发减排量 10 万吨，业主相当于手握 10 万吨 CCER 进入市场，可以卖给需要排放指标的企业。

“我国搭建了相对完善的运行管理体系，CCER 项目审定、签发到注册登记、管理，有着一套详细的方法学及制度。”作为自愿减排交易机制的研究者和市场建设的亲历者，国家气候战略中心总经济师张昕在近日举行的“双碳目标下的自愿减排市场展望”圆桌论坛上介绍，我国已累计签发 CCER 项目减排量约 7700 万吨，其中新能源项目约占 80%，“可以说，自愿减排市场有力推动了我国碳减排工作及可再生能源产业的健康有序发展。”

张昕透露，在去年启动的全国碳市场中，接近 3400 万吨 CCER 用于首年碳配额清缴抵销，加上

地方试点碳市场，碳排放抵销量累计达到 6000 万吨。由此，不但直接降低了重点排放单位的碳市场履约成本，也为温室气体自愿减排项目业主带来约 20 亿元的经济效益。

“一卖一买”还激发了减排主动性。“我们已对外宣布，到 2050 年实现近零排放目标，除了采用更高效的节能降碳手段及新技术，自愿减排也是一条重要途径。”国泰航空企业事务部气候变化总监邢子恒证实，乘坐国泰航班的旅客可参与“绿色飞行计划”，自愿抵销自己产生的碳排放，目前累计抵销近 40 万吨碳排放。“5 月，我们又新采购了一批抵销指标。”

项目管理质量至关重要

历经建设起步、加速推进到发挥实质作用，CCER 在我国酝酿了 10 年时间。如今走向全球化发展的新阶段，路向何方？

在“一带一路”绿色发展国际研究院执行院长张建宇看来，当前需要关注的不仅是“量”的问题，还有发展质量。“只有高质量的自愿减排量，才能真正为国家降碳目标作出贡献。高质量不止包括项目类型，更取决于项目管理质量，后者应作为项目签发的必要条件。”

记者了解到，我国 CCER 历程并非一帆风顺。国家发改委曾于 2017 年叫停项目签发，彼时已积压 2871 个审定项目、861 个备案项目，以风电、光伏发电、甲烷利用等类型居多。直至目前，全国碳市场规则已明确，控排企业可以通过购买 CCER 抵销碳配额清缴，北京、上海、广州等地也纷纷开通 CCER 交易账户开立，但新项目审批仍未重启。究其原因，正是存在个别项目不规范等问题。

“减排指标与具体的项目、技术、所在区域及其影响直接相关，如何确保指标高质量完成，确实存在困难。”清华大学中国碳市场研究中心主任段茂盛举例，自愿减排市场可能存在较为严重的双重计算问题。比如一个可再生能源项目，既可以降低电网排放因子，也能参加绿电交易、电力直供和 CCER 体系。“从降碳角度来说，同一项目的减排贡献可能同时通过多个渠道体现，导致重复计算。随着可再生能源在新型电力系统中比重提高，若不加以重视，问题会越来越严重。”

张建宇也称，高质量的 CCER 交易可避免数据质量等问题，保障碳抵销流程的完整性，另外还能调动更多力量参与减排。“买家倾向于为环境、社会效益好的自愿减排量付出高价，可以为碳市场履约调节供需平衡，帮助探索有效碳价。”

打造标准化平台

自愿减排已成共识，如何进一步提升质量？段茂盛表示，这需要参与者们的共同努力。“主管部门制定、执行严格可信的规则，减排项目业主实事求是，确保项目确实产生减排效益，第三方机构及行业专家要发挥专业能力，协助作出审慎判断。除了国家、省级层面，越来越多行业、企业提出降碳目标，甚至一场活动、一个产业也要实现碳中和，这些都离不开有效的自愿减排市场。”

“在 CCER 带动下，很多地方开始涌现新的碳普惠机制，比如北京绿色出行产生的减排量就可以拿来交易。”北京绿色交易所碳交易中心副经理高原肯定了自愿减排的重要性，但同时提醒，由于市场产品类型多、交易平台暂未统一，市场标准化程度相对较低。“常有人来问，我想购买一些国际减排量，去哪里能看到所有产品？面对这么多减排产品，又该怎么选？目前并没有这样一个平台告诉大家怎么做。”

高原表示，同样是购买减排量，不同主体也有区别。“国际性航空公司可能需要一些国际认可的减排指标；纳入全国碳市场的控排单位，需要购买 CCER 协助完成履约；还有一些企业基于社会责任，为了完成碳中和目标自愿购买。有了标准化平台，不同主体才能选择适合自己的产品。”

中节能衡准科技服务（北京）有限公司董事长廖原认为，在“双碳”目标下，CCER 已产生质的变化。但对比国际市场，我国交易率依然偏低，需要更多金融资本助力。“有些金融机构已经把减排量作为影响企业信贷的导向性条件，换句话说，达不到更加先进的减碳效果，就要额外付出成本。随着减排需求大增，更要有针对性地开展金融创新，探索不同类型的减排工具和产品，逐步从高量向高质转化。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2022-06-06

热能、动力工程

“多网融合”让城市降碳更高效

近日，民政部等9部门联合印发《关于深入推进智慧社区建设的意见》，其中围绕加强智慧社区基础设施建设改造，要求实施城乡社区综合服务设施智慧化改造工程，优化社区智慧电网、水网、气网和热网布局。

业内人士对此指出，作为智慧社区、智慧城市建设的重要部署，社区电网、水网、气网和热网的优化布局，尤其是电-气-冷-热的多网融合发展，更符合精细化、节能化、集成化、智能化的新型现代化城市建设要求。其能够充分提升社区及城市各能源资源的综合利用效率，全面提升社区及城市电气化水平，是构建社区多能互补低碳能源体系的关键一环，也是低碳城市发展的重要方向。

有效提升城市综合能源效率

“当前，大规模不稳定可再生能源电源并网，对传统电网造成较大冲击。利用城市气-冷-热等各类能源系统的调节惯性，加强电-气-冷-热等不同能源之间的有效衔接，可提高电力系统灵活性、保障电力供应安全。”同济大学教授龙惟定说。

国网（苏州）城市能源研究院城市能源战略与规划研究所所长助理王林钰表示，通过消费侧的电-气-热（冷）网络融合发展，利用不同能源网络在能量传输和存储上的差异性和互补性，可在不影响用户的前提下，以较低成本为新型电力系统建设提供灵活性调节资源，提升本地可再生能源消纳水平。

与此同时，推进能源梯级利用、综合利用，大幅提高城市能源利用效率，是电-气-冷-热多网融合发展的另一大亮点。

“以往城市各类能源系统独立发展，不同能源之间的互补利用程度低，无法实现多能互补利用，系统整体能效提升潜力也未得到充分挖掘，从而造成大量能源资源浪费。”王林钰说。

对此，国网（苏州）城市能源研究院产业孵化中心副主任赵伟表示，通过统筹规划建设多种能源基础设施，可从时间、空间等不同维度，充分提升不同能源资源的综合利用效率，特别是充分发挥电力在构建城市社区能源系统中的基础作用，全面提升城市社区的电气化水平。

示范项目加速落地

记者了解到，“光储直柔”建筑、冰蓄冷技术即是通过多网融合，提高电网柔性需求响应，助力城市降碳的重要手段。目前，相关示范项目正加速落地。

以我国首座光伏直流微网建筑——同煤集团双创中心为例，该项目涵盖光伏建筑一体化系统、直流母线微网系统与电储能系统等，建筑中通过使用“光、储、直、柔”新型配电方式，有利于接纳自身光伏和外来风电光电。“通过结合直流柔性网、‘光储直柔’就可实现与建筑热系统协同互补，支撑分布式光伏就地平衡和友好并网。”龙惟定表示。

记者了解到，全球最大的“光储直柔”近零碳园区——华为数字能源的深圳安托山基地也正在建设中，预计建成后，每年将可产出150万千瓦时光伏绿电，年耗电量从1400多万千瓦时降至700万千瓦时，年省电达50%，降低碳排放超60%。

与此同时，冰蓄冷技术通过利用夜间低谷电制冷，减少空调负荷，也可助力城市节能降碳。“珠江新城核心区冰蓄冷项目最高可削减约14000千瓦的峰期电力负荷，节约标准煤5625吨/年，减少二氧化碳13983吨/年，减少二氧化硫排放100吨/年。”广州珠江新城能源有限公司总经理滕林向记者介绍。

“多类能源系统统筹规划建设是城市低碳发展路径的重要方向，目前北京临空经济区创新服务中心电热协同示范项目也正在落地建设，旨在通过新型高效热泵、光储直柔等新技术，解决电热冷等城市建筑供能问题，提升能源系统的整体效率、降低城市碳排放。”赵伟说。

融合机制有待完善

有受访人士指出，尽管电-气-冷-热多网融合技术上已逐渐成熟，但纵观全国，落地项目整体数量仍偏少，发展缺乏系统筹谋与规划，要真正落地还有待完善价格机制，加强各方有效协同。“价格机制是促进电-气-冷-热多网融合商业发展的根本要素。在现有市场体系下，电-气-冷-热多网融合经济回报欠佳，且新增初始投资高，收费模式尚未明确，市场参与积极性不高。”

与此同时，龙惟定表示，多网融合发展涉及电力、热力、建筑等众多主体，缺乏专项规划和系统统筹，对资源潜力也缺少摸底统计，下一步，应加强部门跨领域协作，破除各专业壁垒，搭建城市智能化管理系统。

针对未来城市社区能源系统建设，赵伟建议，应进一步探索综合能源集成供应的市场模式，鼓励具有专业资质、资产实力和良好信誉的集成商式企业，根据市场化原则投入到社区基础能源设施的建设中，充分发挥电力系统在城市社区能源系统中的基础平台和枢纽转换作用，以电气化水平的不断提高带动社区能源系统的转型升级。

本报记者 张金梦 中国能源报 2022-06-13

创建零碳公共建筑，急不得也等不得

和城镇及农村居民建筑相比，公共建筑深度节能降碳更加受重视。最主要的原因是公共建筑的能耗强度是各类建筑中最大的。另外一个原因是，公共建筑节能降碳更容易用市场机制去推进，也更容易形成“叫好又叫座”的局面。

近日，浙江多地发文，要求公共建筑屋顶100%安装光伏。对此，清华大学建筑学院副教授、清华大学建筑节能研究中心公共建筑节能研究团队负责人魏庆芃表示，这也侧面说明了大家对公共建筑、公共机构节能的高度重视，政策出发点非常好，但要注意防止“一刀切”、“只顾装，不顾用”，应当以最终光伏发电量、自发自用电量作为评价标准。

那么，公共机构、公共建筑节能作为全社会节能工作的龙头之一，应如何理顺体制、强化意识和重视实效？听听魏庆芃怎么说。

公共建筑节能降碳

更易实现“叫好又叫座”

“在建筑上安装光伏并非一‘装’了之，更要注重用好。只有把光伏发电量消纳做好了，才有意义。”魏庆芃说。

魏庆芃称，浙江发布的这些政策初衷很好。需要注意的是，光伏发出的电应尽量“自发自用”，不一定非要上网。因为一旦逆变上网了，就需要很多手续，还有一系列的升压、调频、调相位等技术要求。在我国各类建筑物屋顶安装的光伏板，不仅要重视“装”，还要重视“用”。

另外，不仅要看屋顶、地面、水面、车棚等安装了多少光伏，更关键的是看它发出了多少电，用掉了多少电，抵消了电网当中多少化石能源的发电量。如果把这些公共机构和公共建筑、社区园区中光伏发电量和用电量等数据记录下来，并且一定程度上向老百姓公示，把两项指标作为考核的标准，政策就能更好地落地，也有利于形成长效机制。

和城镇及农村居民建筑相比，公共建筑深度节能降碳更加受重视。“最主要的原因是公共建筑的能耗强度是各类建筑中最大的。”魏庆芃说，全国各地做过很多的调研，一般说来，每平方米的公共建筑每年消耗电量达70千瓦时—120千瓦时，而居民建筑一般只有30千瓦时—50千瓦时。公共建筑特别是大型商场、写字楼、酒店、机场、影院等，体量大，用能强度高，用能总量也非常大。所以，公共建筑节能压力愈发凸显。另外一个原因是，公共建筑节能降碳更容易用市场机制去推进，也更容易形成“叫好又叫座”的局面。

明确建筑降碳路径

分部门、分步骤减碳

谈起公共建筑、公共机构、社区园区的零碳转型，魏庆芃说：“近年来，这些领域节能成效的判断标准，已经逐步由‘节多少能’，变为‘究竟排了多少碳、距离自主实现碳中和还有多远’。因为‘节多少能’，‘减多少碳’，需要一个参照物对比，就像在减肥过程中‘减了多少斤’，是个过程量，还不是‘本质追求’。”

对于建筑运行过程中的减碳路径，魏庆芃认为，可以分部门、分步骤推进。他指出，公共建筑、社区园区按生命周期碳排放计算，包括建造过程建材生产和建造拆除过程的“隐含碳”，以及暖通空调和能源系统等运行能耗导致的“运行碳”。“一下子把建筑建造和运行相关所有的温室气体排放都降到零当然好，但很不容易，不是靠‘花钱’买碳、买绿电就行。”魏庆芃进一步补充，“如果所有人都等着电网的电源全部来自风电、光电、水电、核电等，认为实现‘零碳电力’自然就实现‘碳中和’了，也失去了通过‘双碳’目标引领社会经济高质量发展的作用。”魏庆芃建议，立刻着手，从公共建筑深度节能、提升系统能效、充分利用可再生能源等方面开展实实在在的工作。

魏庆芃回忆称，2020年在做青岛奥帆中心“零碳社区”的方案时，就根据当地的资源禀赋和用户的需求，向“天”要电，向“地”要热，充分利用太阳能、风能和地热能等，并结合“光储直柔”系统，最终为该社区输送清洁的电、热和冷。

鼓励新模式、新技术

不玩“数字游戏”

在“双碳”目标下，未来应如何更加高效地推进公共建筑节能降碳工作？目前还有哪些更好的减碳方式？

魏庆芃认为，首先，要突破意识上的障碍。之前，很多人的节能降碳意识比较薄弱，自从2020年我国明确提出“双碳”目标后，无论是政府还是百姓，才开始逐渐重视起来。其实，只有树立“双碳”目标关乎每个人的意识，才能落实到具体的行动上，脚踏实地去践行。

“应多鼓励一些新技术、新模式的创新和尝试。虽然创建中国特色、零碳运行的公共建筑、园区社区、校区、机场、商业综合体这条道路比较曲折，但只要把握好节奏，脚踏实地去，积跬步行千里，一定能走成。”魏庆芃表示。

魏庆芃进一步强调，“要尊重科学规律，坚决不玩‘数字游戏’。”比如，碳排放量一定要做核查，明确边界与温室气体的核算方法。

他分析称，建筑和社区园区层级的降碳可以区别对待，例如对于化石燃料燃烧过程所产生的直接排放，以及来自燃油车辆、燃煤燃气锅炉等碳基燃料燃烧导致的直接碳排放，一定要努力逐步降为零。对于建筑和社区园区运行过程中使用外购的电、热、冷、蒸气等“二次能源”在生产环节产生的间接碳排放，也要逐步提升能源利用效率、充分利用可再生能源，因地制宜逐步减少并直至降为零。另外，对于来自产业链上下游的第三类排放量，如购买的商品和服务的碳排放、建造新建筑使用的材料和建造过程的碳排放、包装材料和垃圾运输处理等过程中产生的碳排放等，建议引导相关责任主体主动担责，逐步降碳。

本报记者 张胜杰 中国能源报 2022-06-06

多国推动发展绿色建筑

核心阅读

绿色建筑有利于节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间。多国通过制定政策标准、鼓励技术创新，推动发展绿色建筑。联合国环境署的一份报告显示，建筑及施工占全球能源消耗的35%，占二氧化碳排放量的38%，建筑业已成为主要的碳排放来源。对此，一些国家正不断探索绿色建筑开发模式，完善绿色建筑评价体系。

法国——

推动绿色建筑评价体系标准化

在法国西北部城市雷恩，一座木质外观的大型办公楼已进入建造后期。总面积超过 7000 平方米的大楼内不仅有宽阔明亮的办公室，大楼平台及外部更是保留了一大片绿化空间。天然环保建筑材料的使用、创新性的建造工艺、内部低能耗温控设备以及室外纯天然的工作环境，不仅大大降低了建筑的碳排放，更为用户提供了健康的环境。该办公楼因此被视为当地绿色建筑的典范。

法国生态转型和团结部提供的最新数据显示，法国建筑能耗占能源总消耗的 44%，超过工业和交通，是第一耗能大户。建筑的温室气体排放量约占全国温室气体排放总量的 25%。法国政府积极推动绿色建筑评价体系标准化，出台不少能耗法规。

以行业标准化为例，法国高质量环境协会很早就推出了评估绿色建筑环保性能的绿色建筑认证体系 HQE（高品质环境评价体系），对建筑与环境的和谐性，建筑材料、用水等室外环境，以及热水、噪声、空气质量等室内环境进行评价。这一标准体系将建筑分为“高性能”“性能良好”“基本满足”三类，对应不同的房产价值，且在租售房屋时必须出具该建筑能耗评价。

法国还通过制定多项法规，在建筑设计、舒适度和能耗方面提出了高性能要求。2015 年，法国议会通过法案，规定商业区的新建筑物，必须由植物或太阳能电池板组成的绿色屋顶覆盖。以巴黎为例，截至 2019 年，巴黎已经拥有超过 100 公顷的“绿色屋顶”。进入 2022 年，法国开始实施新的环境法规，强化了建筑公司的义务，要求其继续提高建筑物的能源性能和舒适度。

法国计划在未来 10 年内将温室气体排放量减少 30%，其中，绿色建筑将发挥巨大作用。法国《论坛报》刊文指出，建筑部门是环境转型中的关键部门，需要全行业自愿且主动地深入转型，同时借鉴前沿技术，实现绿色建筑更加可持续的发展和使用的。

丹麦——

创新设计可减少建筑物 50% 能耗

丹麦地处北欧，气候比较寒冷。如何让建筑物既保温又节能，丹麦政府大力推广的绿色建筑给出了答案。

位于科灵河畔的南丹麦大学（科灵校区）内坐落着丹麦第一座低能耗的大学建筑。该建筑以其独特的等边三角形外观，以及“绿色节能”的设计建造理念，成为丹麦绿色建筑的代表作。

丹麦亨宁·拉尔森建筑事务所的设计总监路易斯·贝克尔说，这座建筑的设计方案最大限度降低了建筑物对照明、供暖、制冷和通风的能源需求，并以几何形状和结构来解决这些高耗能需求。

在这座 1.37 万平方米的建筑物内，中庭和演讲厅是设计的重点空间。采用三角形平面设计的动态遮阳系统是该建筑最大的亮点。遮阳系统由约 1600 片三角百叶窗的钢结构组成，它们以特定的方式被安装在外立面，能够适应不断变化的日光，并控制光的照射量。

“通过建筑自身的空间形式分隔、围护结构的被动式设计，以及高效智能系统的实施，使该建筑的能源需求减少了 50%，年能耗仅为每平方米 38 千瓦时，相当于丹麦同类建筑物能源消耗的 20% 至 25%。”贝克尔说。

丹麦近 40% 的能源消耗与建筑有关。丹麦能源署副主任斯蒂格·乌夫·佩德森表示，降低建筑物的总能耗具有很大的潜力。

丹麦是世界上较早开展建筑节能和城市供热节能的国家之一。丹麦住房建设部门在 1996 年颁布条例，要求所有建筑物安装热计量节能装置，通过这一举措，丹麦的室内采暖总能耗降低了 50%。2019 年，丹麦通过建筑节能能源近 4 万兆瓦时，2020 年实现了节能 14% 的国家目标。2021 年 3 月，丹麦议会通过新版“国家可持续建筑战略”，引入对 2023 年起建造的建筑物的二氧化碳排放要求。丹麦工业界预估，通过创新建筑材料的设计和使用，建筑相关排放量到 2030 年可减少 50%。

沙特阿拉伯——

促进提高能源和用水效率

在位于沙特阿拉伯西海岸的阿卜杜拉国王科技大学，两座高约 60 米、形似烟囱的太阳能塔十分醒目。烈日下，走在建筑群之间的庭院内，阵阵微风吹来，带来丝丝凉爽。

原来，这是两座太阳能塔在发挥作用——即便在没有自然风的情况下，塔上的深色表面仍可以

吸收太阳的热量，加热周围空气使其向上流动，带动空气流通，达到通风降温的效果。此外，校园的路面使用浅色石材，地面能反射更多热量，降低了校园的热岛效应。在校园内各建筑楼顶，安装有约 1.2 万平方米的太阳能装置，每年可产生 3300 兆瓦时的清洁能源。一系列的节能设施，每年可为学校节省 27% 的能源支出。

由于地处沙漠，大学所在地区年平均降雨量仅有 54 毫米，水资源十分珍贵。学校实施了综合灌溉计划，校园产生的污水经过处理后注入滴灌系统用于灌溉，校园建筑中还采用低流量的装置，使整个校园的用水需求减少 40%。

阿卜杜拉国王科技大学一系列绿色设计理念，是沙特近年来探索发展绿色建筑的一个缩影。一家可持续发展咨询企业的报告指出，沙特对绿色建筑的投资在全球名列前茅，阿拉伯国家中有 15% 的绿色建筑项目是在沙特实施的。

沙特住房部于 2019 年推出了名为 Mostadam 的绿色建筑评价系统，针对当地的气候和环境特征，为住宅、社区和商业建筑的设计、施工、运营等进行评级，促进提高能源和用水效率，鼓励使用可再生能源，提高全行业对可持续性的认识。

2021 年初，沙特阿拉伯王储穆罕默德宣布将投资 5000 亿美元，在位于沙特西北部的新未来城建一座“零排放”的城中城。该城将保留 95% 自然风貌，城市发展所需能源全部为太阳能、风能等清洁能源。

刘玲玲 殷淼 周轲 刘刚 人民日报 2022-06-13

火电等五个行业纳入碳监测评估试点

本报讯 记者朱妍报道：根据生态环境部近日召开的 5 月例行新闻发布会通报，自去年 9 月启动碳监测评估试点工作以来，火电、钢铁、石油天然气开采、煤炭开采和废弃物处理 5 个试点行业，共计设置 119 个监测点位，涉及 11 家集团公司、49 家参试企业，大部分点位已获取 3 个月至 5 个月的监测数据。另外，有 13 个城市完成点位布设与监测方案论证，仪器设备逐步到位并开展监测。作为降碳工作的“生命线”，碳排放数据质量多了更加强有力的监督保障。

以监测数据为基础，“三比对”“三不同”分析是重点工作。“三比对”即监测数据与核算数据比对、手工监测与在线监测比对、进口设备与国产设备比对；“三不同”包括不同监测原理、不同燃煤类型、不同监测点位的数据分析，据此总结经验、解决问题、评估成效。

记者从国家能源集团龙源电力碳资产公司获悉，由该公司建设的燃料端碳排放在线监测系统，正是火电行业首个碳监测工具。截至目前，该系统已累计试运行测试 120 多天，实现了 100% 碳排放指标数据全自动采集、传输、计算和分析。该公司董事长魏子杰介绍，依托数字化、信息化技术的创新应用，碳排放数据直接采集和监测，全流程排除人为因素，可有效确保数据质量。

“目前，我国碳盘查数据统计主要依赖人工现场收集报送，涉及部门多、逻辑链条长、现场工作量大，难免出现错报、漏报等现象。针对现实困难，我们以火电厂燃料端碳排放数据直采研究为突破口，联合江阴苏龙热电有限公司开展试点，通过梳理相关数据源和信息链、改造碳氢元素分析仪设备、自动识别外委检测指标和相关信息系统升级，封闭了碳排放指标数据数字化传输路径。”魏子杰介绍，系统全流程数据无人为因素修改，不但提高了运行效率、保障了数据质量，还大大减轻了工作量。按照 2 天减少 2 名职工现场采集来算，单个电厂可节约碳盘查人力成本约 1 万元/人次。

生态环境部生态环境监测司副司长蒋火华表示，从初步获取的数据看，温室气体排放相对集中的企业在线监测效果较好，火电行业碳排放监测数据与核算数据基本一致可比，有望在辅助企业排放量核算、支撑减排监管等方面进一步发挥作用。“碳监测还可以直接服务碳排放核算。例如，在煤炭开采和石油天然气开采试点监测中，通过开展‘卫星+无人机+走航’综合监测，能够提升生产过程中甲烷无组织排放核算的全面性和准确性。依托现有的环境空气监测网络，拓展构建天地一体的城市碳监测网络，探索基于实测手段的‘双碳’反演评估，还能够为推动重点城市实现空气质量达标与二

氧化碳达峰‘双达’提供支撑。”

对碳排放数据弄虚作假“零容忍”。记者了解到，生态环境部去年底已组织 31 个工作组开展碳排放报告质量专项监督帮扶，并于今年 3 月通报了 4 家机构数据造假的案例。据蒋火华透露，下一步，生态环境部将继续强化统筹协调和技术指导，稳妥有序地推进试点工作。一是深化行业试点，扩大火电行业碳监测试点范围，力争今年底推动更多火电企业开展二氧化碳在线监测，深入系统开展数据比对与分析评估；二是加快构建网络，组建覆盖全国主要区域、重点城市的碳监测网络；三是补齐能力短板，进一步完善碳监测业务技术体系，带动全国加快形成碳监测能力和专业队伍，做好前瞻性业务储备与技术支撑。

中国能源报 2022-06-06

减排固碳，农业农村要跟上

编者按：

农业是温室气体的排放源之一，更是固碳增汇的主要贡献者。推进农业农村领域减排固碳，是我国碳达峰碳中和的重要组成部分，是加快农业生态文明建设的重要内容，是落实乡村振兴战略的重要举措。

我国作为农业大国，随着农业农村现代化的快速推进，减排固碳持续面临新的更高要求。既要增产增收，又要减量减排，农业农村如何平衡好二者的关系，做到协同推进？

立足于清洁低碳的乡村能源体系建设，一方面，减污、降碳是扩绿、增长的“先锋”，另一方面，降碳、增长是减污、扩绿的“动源”。总的来看，降碳、减污、扩绿是农业农村发展的共同增长点，应先练好基本功，构建资源节约、环境友好、生态环保、安全高效、减量控害、生态安全的农业模式，加快培育绿色低碳农业发展，引导农民向农业生产、生活、生态要效益，实现可持续发展。

为此，要从顶层规划上，推动新农村能源生产和消费革命，建立与乡村振兴相适应的农村新能源供应体系，加快农业农村电气化、现代化步伐，并通过碳汇这个有形的市场，为生态产品价值实现开辟“破题之道”，为农民增收注入“源头活水”，促进农业高质高效、乡村宜居宜业、农民富裕富足。

补齐农村能源短板，向高质量发展聚焦。今年，在一系列政策推动下，我国生物质能正大步迈进发展的风口。

2022.06 国家发改委等九部门《“十四五”可再生能源发展规划》：

积极发展生物质能清洁供暖

稳步发展生物质发电。优化生物质发电开发布局，稳步发展城镇生活垃圾焚烧发电，有序发展农林生物质发电和沼气发电，探索生物质发电与碳捕集、利用与封存相结合的发展潜力和示范研究。有序发展生物质热电联产，因地制宜加快生物质发电向热电联产转型升级，为具备资源条件的县城、人口集中的乡村提供民用供暖，为中小工业园区集中供热。开展生物质发电市场化示范，完善区域垃圾焚烧处理收费制度，还原生物质发电环境价值。

积极发展生物质能清洁供暖。合理发展以农林生物质、生物质成型燃料等为主的生物质锅炉供暖，鼓励采用大中型锅炉，在城镇等人口聚集区进行集中供暖，开展农林生物质供暖供热示范。在大气污染防治非重点地区乡村，可按照就地取材原则，因地制宜推广户用成型燃料炉具供暖。

加快发展生物天然气。在粮食主产区、林业三剩物富集区、畜禽养殖集中区等种植养殖大县，以县域为单元建立产业体系，积极开展生物天然气示范。统筹规划建设年产千万立方米级的生物天然气工程，形成并入城市燃气管网以及车辆用气、锅炉燃料、发电等多元应用模式。

大力发展非粮生物质液体燃料。积极发展纤维素等非粮燃料乙醇，鼓励开展醇、电、气、肥等多联产示范。支持生物柴油、生物航空煤油等领域先进技术装备研发和推广使用。

2022.05 国家发改委、国家能源局《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》：

促进新能源开发利用与乡村振兴融合发展

促进新能源开发利用与乡村振兴融合发展。鼓励地方政府加大力度支持农民利用自有建筑屋顶建设户用光伏，积极推进乡村分散式风电开发。统筹农村能源革命与农村集体经济发展，培育农村能源合作社等新型市场主体，鼓励村集体依法利用存量集体土地通过作价入股、收益共享等机制，参与新能源项目开发。鼓励金融机构为农民投资新能源项目提供创新产品和服务。

助力农村人居环境整治提升。因地制宜推动生物质能、地热能、太阳能供暖，在保障能源安全稳定供应基础上有序开展新能源替代散煤行动，促进农村清洁取暖、农业清洁生产。深入推进秸秆综合利用和畜禽粪污资源化利用。制定符合生物质燃烧特性的专用设备技术标准，推广利用生物质成型燃料。

2022.05 财政部《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》：

支持光伏、风电、生物质能等可再生能源

支持构建清洁低碳安全高效的能源体系。有序减量替代，推进煤炭消费转型升级。优化清洁能源支持政策，大力支持可再生能源高比例应用，推动构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统。支持光伏、风电、生物质能等可再生能源，以及出力平稳的新能源替代化石能源。

支持绿色低碳生活和资源节约利用。发展循环经济，推动资源综合利用，加强城乡垃圾和农村废弃物资源利用。完善废旧物资循环利用体系，促进再生资源回收利用提质增效。建立健全汽车、电器电子产品的生产者责任延伸制度，促进再生资源回收行业健康发展。推动农作物秸秆和畜禽粪污资源化利用，推广地膜回收利用。支持“无废城市”建设，形成一批可复制可推广的经验模式。

2022.05 中共中央办公厅、国务院办公厅《乡村建设行动实施方案》：

实施乡村清洁能源建设工程

实施乡村清洁能源建设工程。发展太阳能、风能、水能、地热能、生物质能等清洁能源，在条件适宜地区探索建设多能互补的分布式低碳综合能源网络。按照先立后破、农民可承受、发展可持续的要求，稳妥有序推进北方农村地区清洁取暖，加强煤炭清洁化利用，推进散煤替代，逐步提高清洁能源在农村取暖用能中的比重。

2022.05 国家发改委《“十四五”生物经济发展规划》：

发展面向绿色低碳的生物质替代应用

顺应“追求产能产效”转向“坚持生态优先”的新趋势，发展面向绿色低碳的生物质替代应用，满足人民群众对生产方式更可持续的新期待。着眼加快建设美丽中国目标，重点围绕生物基材料、新型发酵产品、生物质能等方向，构建生物质循环利用技术体系，推动生物资源严格保护、高效开发、永续利用，加快规模化生产与应用，打造具有自主知识产权的工业菌种与蛋白元件库，推动生物工艺在化工、医药、轻纺、食品等行业推广应用，构建生物质能生产和消费体系，推动环境污染生物修复和废弃物资源化利用，确保生态安全和能源安全。

积极开发生物能源。有序发展生物质发电，推动向热电联产转型升级。开展新型生物质能技术研发与培育，推动生物燃料与生物化工融合发展，建立生物质燃烧掺混标准。优选和改良中高温厌氧发酵菌种，提高生物质厌氧处理工艺及厌氧发酵成套装备研制水平，加快生物天然气、纤维素乙醇、藻类生物燃料等关键技术研发和设备制造。积极推进先进生物燃料在市政、交通等重点领域替代推广应用，推动化石能源向绿色低碳可再生能源转型。

2022.02 国务院《“十四五”推进农业农村现代化规划》：

推进农村生物质能源多元化利用

加强乡村清洁能源建设，提高电能在农村能源消费中的比重。因地制宜推动农村地区光伏、风电发展，推进农村生物质能源多元化利用，加快构建以可再生能源为基础的农村清洁能源利用体系。强化清洁供暖设施建设，加大生物质锅炉（炉具）、太阳能集热器等推广应用力度，推动北方冬季清洁取暖。

循环利用农业废弃物。支持发展种养有机结合的绿色循环农业，持续开展畜禽粪污资源化利用，加强规模养殖场粪污治理设施建设，推进粪肥还田利用。全面实施秸秆综合利用行动，健全秸秆收

储运体系，提升秸秆能源化、饲料化利用能力。加快普及标准地膜，加强可降解农膜研发推广，推进废旧农膜机械化捡拾和专业化回收。开展农药肥料包装废弃物回收利用。

2022.01 国家发改委、国家能源局《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》：
探索生物质能与其他能源融合发展

农村地区可以充分发挥生物质资源地收集原料、就地加工转化、就地消费应用的优势，结合建筑节能改造和光伏一体化改造，探索生物质能与其他能源融合发展，推动农村地区散煤替代，实现绿色低碳转型。以市（县）为单位，对于区域范围内生物质能资源禀赋进行统计，通过建立全国生物质能资源数据库，合理规划产业发展布局。

2022.01 国务院《“十四五”节能减排综合工作方案》：

加快生物质能在农业生产和农村生活中的应用

因地制宜推动北方地区清洁取暖，加快工业余热、可再生能源等在城镇供热中的规模化应用。加快风能、太阳能、生物质能等可再生能源在农业生产和农村生活中的应用，有序推进农村清洁取暖；扩大中央财政北方地区冬季清洁取暖政策支持范围。抓好煤炭清洁高效利用，发展节能农业大棚，推进农房节能改造和绿色农房建设。

2022.01 国家发改委、工信部等七部门《促进绿色消费实施方案》：

持续推移农村地区清洁取暖

因地制宜推进清洁取暖设施建设改造，鼓励使用节能灯具、节能环保灶具、节水马桶等节能节水产品。持续推进农村地区清洁取暖，提升农村用能电气化水平，加快生物质能、太阳能等可再生能源在农村生活中的应用。

2022.01 国家能源局、农业农村部、国家乡村振兴局《加快农村能源转型发展助力乡村振兴的实施意见》：

因地制宜推广生物质热解气等集中供暖

积极推动生物质能清洁供暖，合理发展以农林生物质、生物质成型燃料等为主的生物质锅炉供暖，因地制宜推广生物质热解气等集中供暖，鼓励采用大中型锅炉，在乡村、城镇等人口聚集区进行集中供暖，在大气污染防治非重点地区乡村，因地制宜推广“户用成型燃料+清洁炉具供暖”模式。

能源高质量发展 2022-06-07

零碳园区建设告别“无标可循”

产业园区低碳转型迫在眉睫，但“千园千面”，如何建设、运营、认证，长期缺乏标准，困扰行业发展。近日，《低碳/零碳产业园区建设指南》标准正式发布，成为国内首个“零碳产业园”标准，填补了这一空白。

业内专家称，该标准与国际标准接轨，代表了全球零碳发展的先进方向，对低碳及零碳产业园区的建设和改造起到重要的指导作用，为因地制宜发展绿色新工业提供了可参考的路径。

标准制定迫在眉睫

记者了解到，《低碳/零碳产业园区建设指南》团体标准（以下简称《标准》）由中国标准化研究院资源环境研究分院牵头组织，远景能源有限公司、中国科学院生态环境研究中心、必维集团、北京师范大学、清华大学、中国人民大学等机构、企业和高校共同参与制定。“希望通过这个标准为园区提供方向性指引，指导园区开展低碳零碳建设工作，解决‘从哪儿干、怎么干’的问题。”标准起草组成员张蕊告诉记者。

谈起该标准制定的背景，标准起草组指出，在过去 40 年的建设发展中，国内大部分企业尤其是生产制造型企业大量落户于各类产业园区，园区产业共生效益、集群效应、规模优势不断提升，园区和企业市场竞争力不断增强。有数据统计显示，全国 2543 家国家级和省级工业园区贡献了全国工业产值的 50%以上，同时也制造了全国 31%的二氧化碳排放。随着园区数量的增加和规模的扩大，

这个数字可能还会进一步增加。

“在落实国家自主贡献和全球温升控制的双重目标下，如何处理好经济发展与节源、保护环境的关系，推进绿色、低碳和循环发展，是园区可持续高质量发展面临的突出问题，必须制定一套清晰明确的标准。”标准起草组指出。

关注共性问题

今年以来，零碳工业园区的规划和建设势头渐猛。据不完全统计，全国已有内蒙古、福建、江苏等 10 余个省区出台了相关文件。不过，记者采访发现，正在建设的工业园区面临的问题不少，如来自福建从事零碳科技工作的刘经理就坦言，“目前已洽谈了好几个项目，但苦于没有一套详细的执行标准，不好做方案。”

“我们在调研的过程中发现，每个园区的发展状态和水平是有差异的，我们从中找出关键核心问题，从能源系统、交通物流系统、建筑系统、基础设施系统、生产系统、生态系统等方面总结形成标准，引领园区朝着绿色、低碳方向发展。”张蕊告诉记者。

张蕊进一步举例称，建议传统高耗能园区在保证安全、质量的前提下，结合当地资源禀赋，优先使用可再生能源资源，最大程度使用绿电。

除了硬件方面的指导外，软件方面的建设也不容忽视。标准起草组指出，智慧化管理十分必要，通过在园区层级搭建“能碳”双控管理平台，实现数据的实时采集、处理、分析和溯源，达到了园区用能和碳排放的精细化管理。

催生新技术新业态

“《低碳/零碳产业园区建设指南》的发布，还将推动新技术、新模式、新业态快速发展，实现园区低碳/零碳转型目标。”张蕊说，“这对各级政府、各类企业和社会组织支持和推动产业园区绿色低碳高质量发展具有重要借鉴意义。”

内蒙古碳惠生态科技有限公司创始人刘继臣对此深有感触：“我们早就期盼发布标准了。现在的市场鱼龙混杂，有的企业不管做到了什么程度，都说自己打造了‘零碳园区’。有了标准后，就可以用‘标尺’衡量了。只有兼顾到经济性和可持续性，‘零碳园区’建设才能迈出新的步伐。”

张蕊表示：“我们也是希望通过制定标准来发掘行业的领军企业，鼓励他们开发先进的技术和好的模式，把先进经验推广开来，从而促进整个零碳园区的高质量发展。”

本报记者 张胜杰 中国能源报 2022-06-13

清洁能源比重全球最高湾区电网诞生

本报讯 实习记者林水静报道：5月28日，南方电网建设的广东梅州、阳江两座百万千瓦级抽水蓄能电站同时投产发电。至此，粤港澳大湾区电网抽水蓄能总装机近 1000 万千瓦，高峰时段顶峰发供电能力大幅提高。粤港澳大湾区电网成为全球抽水蓄能装机容量最大、电网调节能力最强、清洁能源消纳比重最高的世界级湾区电网。

两座抽水蓄能电站机组装机总容量为 240 万千瓦，将提升粤港澳大湾区电网调节能力超过 3 成，有效促进新能源大规模、高比例接入。目前，南方区域抽水蓄能装机突破 1000 万千瓦，达 1028 万千瓦，其中粤港澳大湾区的抽水蓄能装机容量达到 968 万千瓦，为粤港澳大湾区打造世界清洁能源利用示范湾区提供了坚强支撑。

粤港澳大湾区白天的最高负荷需求约为 1 亿千瓦，夜间低谷时只有 3000 万千瓦左右，用电峰谷差巨大。有了近千万千瓦的抽水蓄能规模，可以在夜间吸纳更多的风电、水电等清洁电能，支撑粤港澳大湾区建成清洁能源比重最高的世界级湾区电网。

相关测算显示，拥有抽水蓄能总装机近千万千瓦、满发时占电网平均负荷 13.8%的粤港澳大湾区电网，可支撑全年消纳清洁能源电量超 2100 亿千瓦时，清洁能源电量占比接近 50%。

两座抽水蓄能电站的全面投产，将为新能源占比不断提升的粤港澳大湾区电力系统提供有效调

节资源，预计全年可优化调峰电量 34 亿千瓦时，对应减少二氧化碳排放 280 万吨，相当于近 22 万亩森林的减排效果。

“两座电站总投资约 150 亿元，除了规模可观的电力调节效益外，两座电站的建设投运还拉动了上下游产业链投资约 300 亿元、带动就业岗位约 7.4 万个。作为央企，我们要发挥好原创技术策源地和现代产业链‘链长’作用，为服务构建新型电力系统提供强有力的专业化支撑。”南方电网调峰调频发电公司董事长刘国刚说。

记者了解到，两座抽水蓄能电站从主体工程开工到投产共有 121 个参建单位，成功攻克 87 项重大关键技术。全面投运后，将带动当地商业、旅游业等配套发展，预计每年可分别增加地方财政收入约 1 亿元。

目前，南方电网公司正加快推进广东肇庆浪江、惠州中洞、广西南宁 3 个抽水蓄能电站建设，计划“十四五”和“十五五”期间分别建成投产 500 万千瓦和 1500 万千瓦抽水蓄能装机，可满足 2 亿千瓦新能源接入电网调节和大规模清洁能源消纳的需要，有力支撑构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统，服务碳达峰碳中和目标。

中国能源报 2022-06-06

深圳“净零”发展何以“拔头筹”

近日，南财城市通、21 世纪经济研究院碳中和课题组发布的《中国净零碳城市发展报告（2022）》（下称《报告》）显示，深圳以低碳排放强度和高发展质量等优势在 30 个城市净零碳发展水平排行中排名第一。

作为典型的“三大三小”城市，即经济大市、产业大市、人口大市，也是空间小市、资源小市、环境容量小市，深圳的低碳“密码”是什么？

多项评价指标位列第一

《报告》显示，作为我国经济总量第三城，深圳 2021 年人均 GDP 已超过 17 万元，单位面积 GDP 在各城市中遥遥领先。深圳同时也是唯一一个城镇化率达到 100%的城市。

“目前来看，深圳的绿色低碳发展程度很高，已步入了经济发展与碳排放脱钩的阶段。”21 世纪经济研究院碳中和课题组研究总监李博告诉记者。

记者了解到，《报告》选取了 30 个城市作为样本，综合考虑了城市的战略定位、发展水平、碳排放信息披露等多方面因素，构建了净零碳城市评价指标体系，并设置了碳排放指数、能源结构指数、能源消费指数以及发展质量指数 4 个 2 级指标，从多维度对样本城市的净零碳发展水平进行评价。

值得注意的是，深圳低碳排放强度和高发展质量优势明显，尤其是单位 GDP 碳排放总量、单位 GDP 能耗、人均能源消费量变化等净零碳城市核心指标都位列第一。

《报告》显示，从单位 GDP 能耗（即能耗强度）看，2020 年，深圳能耗强度已降至 0.17 吨标准煤/万元，是全国平均水平的 1/3，在“十三五”期间下降了 19.3%，在国内处于领先水平，在国际上也与发达国家水平相当。

创新驱动结构持续优化

“上述成绩的取得，主要得益于深圳近几年在政策、资金和资源等方面的大力支持，从源头到末端展开行动，产业、能源结构不断优化，同时推动交通、建筑等领域的绿色低碳发展。”李博总结道。

《报告》分析，按照三次产业结构来划分，2021 年深圳第二产业占比仍为 37%，规上工业总产值首次突破 4 万亿元，位居全国城市第一。尽管工业仍然占据了较高比重，但得益于持续的产业转型，深圳的战略新兴产业增加值占 GDP 的比重已经接近 40%，高新技术产业在 4 大支柱产业中贡献最大。与此同时，现代服务业占服务业比重已超过 70%。

“这与深圳大力推进科技创新驱动战略分不开。”北京大学经济学博士朱东山指出。

数据显示，2021年，深圳全社会研发投入占地区生产总值比重达5.46%，国家高新技术企业2.1万家，PCT国际专利申请量稳居全国城市首位。通过大力实施创新驱动，2021年深圳战略性新兴产业增加值占地区生产总值比重提升至39.6%，推动产出效能持续提高。

而在能源结构调整方面，近年来，深圳持续提高清洁能源比例，彻底淘汰了民用散煤和普通工商业用煤，市域内仅有一座燃煤电厂，核电、气电等清洁能源装机容量占全市总装机容量超过了3/4。

此外，深圳已经连续6年成为全球新能源汽车注册登记数量最多的城市，同时也是全国新能源汽车普及率最高的城市。2020年，全市新能源汽车保有量达到48万辆，占全市机动车保有量约14%。

减碳仍面临挑战

虽然深圳在净零碳城市建设方面表现优异，“但受制于自身资源禀赋、地理条件等因素，未来还有提升空间。”李博说。

“深圳高位过坎，在推动‘源头能耗减少’和‘末端排放减少’方面仍面临较大挑战。”朱东山进一步指出，一方面，从源头减少碳排放，高度依赖生产工艺改造、设备购买等方面的投入，不可避免带来阵痛。但目前受国内外因素影响，企业难以投入资金和精力从源头提升能源利用效率；另一方面，自2012年推出碳排放交易所以来，深圳已在主要碳排放企业实行碳配额分配机制近10年，随着节能减排措施的深度实施，企业的边际减排成本不断提高，减排难度持续加大。

对此，《报告》建议，进一步控制煤炭消费，提高清洁能源发电装机容量，提升光伏、海上风电应用规模，从而提升可再生能源消费占比；同时推进固体废弃物减量化、无害化、资源化处理；进一步强化工业降碳减排，推进工业节能提效和制造业优化升级，推进绿色数据中心建设，尤其是鼓励新技术使用，大力推进低排放示范工程建设，促进低碳示范、试点项目的推广。

“城市的低碳转型是一个复杂且漫长的过程，需要科学完善的政策体系支撑，也需要社会各界的广泛参与。在此过程中，需要协调各方利益，尤其要平衡经济增长和减少排放的关系。”李博强调。

本报记者 张胜杰 中国能源报 2022-06-13

我国海上首个二氧化碳封存示范工程设备建成

6月15日是2022年“全国低碳日”，从中国海洋石油集团有限公司传来消息，经过近10个月的研发制造，我国海上首个二氧化碳封存示范工程设备建造全部完成。

海上二氧化碳封存模块重约750吨，核心设备包括二氧化碳压缩机橇、分子筛、冷却器等，是恩平15-1中心平台的重要装置，将服役于我国南海珠江口盆地的恩平15-1油田。

据中海油深圳分公司深水工程建设中心总经理刘华祥介绍，该项目将海上油田伴生的二氧化碳分离和脱水后，回注至地下咸水层，永久封存于地层深处。这项工程的应用在我国乃至亚洲范围尚属首次，预计每年可封存二氧化碳约30万吨，累计封存二氧化碳146万吨以上，相当于植树近1400万棵或停开近100万辆轿车，为我国实现碳达峰碳中和目标、推动海上油气田的绿色开发探出了一条新路。

二氧化碳捕集、利用与封存技术是国际公认的有效促进碳减排的重要措施，是实现“双碳”目标的关键技术之一。恩平油田海上碳封存相比陆地封存而言，具有选址容易、安全性高、环境影响小、封存规模大等优势。

中国海油联合国内厂家集中攻关，实现了海上二氧化碳封存关键设备的全面国产化。“项目采用海上平台特有的模块化和成橇布置方式，应用相态控制、脉冲控制、联和振动分析等前沿技术，研制适用于海洋高湿高盐环境的首套超临界大分子压缩机和首套复合材料二氧化碳分子筛脱水橇，形成了海上二氧化碳捕集、回注、封存工程技术体系、成套装备及管理经验。”海洋石油工程股份有限公司工程项目分公司副经理齐金龙介绍说。

据了解，海上二氧化碳封存示范工程所在的恩平15-1油田群将新建4座海上平台，同时开发7个新油田，是我国“十四五”能源重点保障工程项目之一，今年下半年首期投产后高峰日产原油达4740

吨。示范工程的建设将为未来推动“岸碳入海”做好技术储备，进一步助力粤港澳大湾区实现绿色低碳发展。

吴莉 中国能源网 2022-06-15

碳市场“扩容”时机尚不成熟

生态环境部今年3月发布《关于做好2022年企业温室气体排放报告管理相关重点工作的通知》，重点部署近两年排放量达到2.6万吨二氧化碳当量以上的发电行业重点排放单位报送温室气体排放报告，并开展报告核查。对其他行业企业并未做详细安排。从通知释放出的政策信号看，近期全国碳市场并未有“扩容”迹象。

近日，有受访专家谈及这一话题时向记者分析指出，当前，我国社会经济发展正面临需求收缩、供给冲击、预期转弱三重压力，碳市场贸然扩容恐会增加企业经营负担，且全国碳市场法规制度建设存在一定滞后性，“当前碳市场‘扩容’时机并不成熟，相关工作仍需审慎推进。”

“扩容”需谨慎

碳市场是碳排放总量控制的重要抓手。生态环境部数据显示，在首个履约周期中，全国碳市场共纳入发电行业重点排放单位2162家，碳排放配额累计成交量1.79亿吨，累计成交额76.61亿元。按履约量计，履约完成率为99.5%。全国碳市场运行健康有序，交易价格稳中有升。

“但鉴于目前碳市场覆盖行业较少，碳覆盖率仍不足，无法有效达成碳排放总量控制目标。同时，企业无法在全社会范围内实现碳配额的自由交易，不利于形成有效的碳价信号。因此扩大碳市场纳入范围的呼声渐高。”中国人民大学应用经济学院助理教授郑滢说。

“尽管全国碳市场已进入平稳运行阶段，但由于仍在运行初期，碳市场功能尚未充分显现，价格引导作用尚待进一步发挥，且出现了一些企业参与交易的主动性不够、碳数据质量有待提高、日常交易量偏低、履约期大幅延长等现象，全国碳市场扩容需谨慎推进。”中国技术经济学会环境技术经济分会理事张建红指出。

按照生态环境部先前对全国碳市场新增管控行业“成熟一个、批准发布一个，逐步扩大市场覆盖范围”的原则，相关温室气体排放核算与国家标准，以及配额分配方案成熟后，才可以纳入全国碳市场。

“目前除了发电行业外，石化、有色、化工、造纸、建材、钢铁以及航空等重点排放行业的核算标准及配额分配方法等制度均未出台，碳市场相关规则尚不健全。”清华四川能源互联网研究院研究员郑颖指出，除此之外，全国碳市场扩容还受社会经济需求收缩、供给冲击、预期转弱等外部环境因素影响。“当前经济环境下，贸然扩容可能会增加企业经营成本，加重企业经营负担。”

减排与发展要兼顾

在郑颖看来，全国碳市场发展是系统工程，应着眼整个碳中和阶段，统筹考虑减排与发展节奏，科学安排“扩容”进度。

但张建红同时指出，在保障碳市场健康稳定运行的前提下，我国需要尽快扩大全国碳市场的行业覆盖范围。“扩大碳市场纳入范围更有利于降低碳价，拉低碳市场边际减排成本，且纳入部门越多，碳价越低；其次有助于提高碳市场活跃度。碳市场交易的活跃度通常可以衡量一个碳市场的成熟度，扩大纳入范围，有利于碳市场更好地发挥价格发现功能，同时降低经济损失的风险。”

根据相关资料，若“十四五”期间，我国碳市场纳入范围尚未扩容至规划中的8个行业，则累计GDP损失将比在2022年扩容至少提高9000亿元，平均减排1吨二氧化碳的GDP损失提高32.77%。

郑颖同时指出，碳市场扩容有助于解决碳市场纳入行业和交易品种单一的问题，也有助于提高我国企业的全球竞争力。“目前在全球碳减排的形势下，我国需要进一步加快碳定价建设，积极应对气候变化。欧盟近期出台的碳边境调节机制会对我国的制造业，如钢铁、铝等行业会产生较大影响，碳关税将会给中国的出口造成额外的负担。如果这些行业纳入碳市场节奏过慢，将影响我国企业在

国际市场的竞争力。”

“十四五”有望实现重点行业全覆盖

在郑颖看来，“双碳”目标兑现是一项长期任务，根据实际发展情况，政策措施会有一些的动态调整空间，全国碳市场发展亦如此。“在发展初期，允许发现不足，更重要的是要不断完善机制，优化设计。在碳市场扩容过程中，相关政策法规及标准体系、数据管理与碳排放监测核算/报告/核查体系，以及电-碳市场联动机制等，均需进一步提升完善。”

“广义上讲，碳市场扩容还包括交易产品（工具）的丰富与交易主体的增加。就在今年6月，广州期货交易所正式发布了《广州期货交易所交易管理办法》等12项业务规则，其在2021年获得中国证监会批准的交易品种就包括碳排放权期货等绿色发展类产品。从这个角度看，我国碳市场扩容一直在稳步推进。”有业内人士指出。

据预测，到碳市场第三个履约期，将有更多行业被纳入全国碳市场。

“预计‘十四五’期间，我国碳市场将实现重点行业全覆盖。“届时，碳市场主体将明显增加。按照每年消耗1万吨标准煤（相当于排放2.6万吨二氧化碳/年）的纳入门槛计算，纳入范围达到8个行业时，参与的企业数量将有望达到约8000家，届时可覆盖碳排放量的近70%；其次，碳价会趋于合理。目前碳市场价格区间在每吨50元至60元人民币之间。有机构预测，2025年我国边际减排成本将达到约68元/吨，届时碳价预计将高于68元/吨。”张建红说。

本报记者 张金梦 中国能源报 2022-06-13

我国首个盐穴压缩空气储能电站投产

本报讯 5月26日，我国首个盐穴压缩空气储能电站并入国家电网投产。该电站由中国华能、中盐集团、清华大学等多家产学研单位，经过近10年的研发，历时两年建成世界首座非补燃式压缩空气储能电站。项目一期储能装机60兆瓦，远期规划建设规模1000兆瓦。

盐穴是地下盐层被开采后形成的矿洞。用电低谷时，利用电能将空气压缩到盐穴中；用电高峰时，再释放空气，推动空气透平膨胀机发电，在江苏金坛，这个地下千米、容积相当于105个奥运会泳池的盐穴化身大型“充电宝”，一个储能周期可存储电量30万千瓦时，相当于6万居民一天的用电量。

这种压缩空气储能是新型储能“家族”中的一员，具有储能密度大、存储周期长、投资成本较少等优点。中国科学院院士、清华大学教授卢强表示，与国外已有的补燃式压缩空气储能电站相比，该电站最大的创新点是在世界上首次采用非补燃技术，实现压缩空气储能零碳发电。

据介绍，补燃式在膨胀做功时需要燃气补热才能维持系统的循环运行，因此存在能耗大与碳排放的问题，电能转换效率只有20%左右。该电站采用回热技术，收集和利用压缩空气过程中产生的大量热能，因此摆脱了对化石能源的依赖，设计电能转换效率提升至60%，并且全过程无燃烧、无排放。

“因为没有先例，我们自主攻克了压缩机的设计制造和工程化应用等难题。”华能金陵电厂副总经理、中盐华能储能科技有限公司总经理蒯通说，项目创建了具有完全自主知识产权的非补燃压缩空气储能技术体系，核心设备实现了100%国产化。

近年来，江苏省的光伏、海上风能等清洁能源装机容量已突破4000万千瓦，占全部发电装机容量20%以上。然而新能源“看天吃饭”的特性，使得这个全国峰谷差最大的省级电网之一的江苏电网，面临巨大的新能源消纳和电力供需平衡压力。

电站投运后，年发电量约1亿千瓦时，可为江苏电网提供±6万千瓦调峰能力，为夏季等用电高峰时期的能源供给增添了保障。“压缩空气储能为我国构建新型电力系统提供了实现电能大量存储和‘削峰填谷’的新方案，将有力促进新能源的大规模消纳，助力实现‘碳达峰、碳中和’目标。”国网常州供电公司副总经理周挺介绍，为帮助电站尽早并网发电，国网常州供电公司启动“省重点项目特快电”

服务模式，成立跨市区公司、跨专业部门的联合项目组，提前对接需求，缩短服务流程，于2020年10月启动了盐穴压缩空气储能送出线路工程建设，为这一储能电站单独投资新建总长7.65千米的110千伏线路，并对附近变电站进行了扩建。

2021年7月，国家发改委、国家能源局首次提出加快推动新型储能发展的意见，提出到2025年，新型储能技术装机规模达3000万千瓦以上。“本次项目的投运为国内压缩空气储能开发提供了‘江苏样板’。”江苏能源局二级巡视员袁焕明说。

中盐金坛盐化有限责任公司副总工程师王国华介绍，我国盐穴资源分布广泛，符合使用条件的约有两千多个，如果盘活相关资源，预计“十四五”期间能够实现1000万千瓦装机容量的盐穴储能能力，相当于一座中等城市的用电负荷，盐穴压缩空气储能市场有望达到数千亿元规模，还将带动空气压缩机、换热器、储热储气等相关设备的市场。

此外，我国实行的峰谷电价制度，为储能产业发展创造了一个有利的政策环境。国家电网正配合政府相关部门，进一步研究金坛盐穴压缩空气储能电站运营机制，为大规模新型储能技术商业化应用提供示范样板。

徐多 高畅 中国能源报 2022-06-06

扎实推进节能工作 促进经济社会发展全面绿色转型

节能是生态文明建设的重要内容，是推进碳达峰碳中和、促进高质量发展的重要支撑。习近平总书记高度重视节能工作，要求推动能源消费革命，抑制不合理能源消费，坚决控制能源消费总量，有效落实节能优先方针，把节能贯穿于经济社会发展全过程和各领域，坚定调整产业结构，高度重视城镇化节能，树立勤俭节约的消费观，加快形成能源节约型社会。我们要认真学习领会习近平总书记重要指示批示精神，深入贯彻习近平生态文明思想，全面落实节能优先方针，坚定不移走生态优先、绿色低碳发展道路，促进经济社会发展全面绿色转型。

一、我国节能工作取得显著成效

党的十八大以来，各地区、各部门扎实推进节能工作，不断完善制度体系，深入实施全社会节能增效，推动我国生态文明建设发生历史性、转折性、全局性变化。

能源利用效率大幅提升，有力推动高质量发展。党的十八大以来，我国以年均3%的能源消费增速支撑了年均6.5%的经济增长，能耗强度累计降低26.2%，相当于少用能源约14亿吨标准煤，少排放二氧化碳约29.4亿吨，有力缓解了能源供需矛盾，为碳达峰碳中和良好开局奠定了坚实基础，经济社会发展质量和效益持续提升。

重点领域节能成效明显，绿色低碳转型蹄疾步稳。党的十八大以来，我国不断推进技术节能、管理节能、结构节能，规模以上工业单位增加值能耗累计降低36.2%。累计建成绿色建筑约85亿平方米，完成既有建筑节能改造约17亿平方米。绿色低碳交通运输体系加快形成，2021年底我国新能源汽车保有量达784万辆，居全球首位。全国公共机构能效水平持续提升，单位建筑面积能耗和人均综合能耗分别累计下降18.8%、21.7%。

节能制度体系不断完善，治理效能持续提升。我国已形成由节约能源法为统领，建筑、公共机构等节能条例和节能审查、节能监察、重点用能单位管理等规章为支撑的节能法规体系。“十一五”以来的每个五年规划期，国务院均出台节能领域专项规划。能耗双控制度建立实施并不断完善。累计发布节能领域国家标准378项。价格、财税、金融等配套政策不断健全，节能市场化机制逐渐形成，能源资源配置更加合理高效。

节能理念深入人心，绿色生活方式加快形成。全国节能宣传周活动持续深化，全社会节能意识不断增强。绿色生活创建行动全面展开，节约型机关、绿色家庭、绿色学校、绿色社区、绿色出行、绿色商场、绿色建筑等创建目标任务基本完成，简约适度、绿色低碳、文明健康的生活方式已经成为新的风尚。

二、准确把握新形势下做好节能工作的基本要求

当今世界正经历百年未有之大变局，我国发展面临的内外部环境深刻变化，能源资源约束依然突出，推进碳达峰碳中和任务艰巨，高水平做好新形势下的节能工作，要把握好以下几个原则。

保持战略定力，坚定不移贯彻节能优先方针。节能是维护国家能源安全和推进碳达峰碳中和的必然选择。我国能源资源的基本国情，决定了我们必须加快促进用能方式由粗放浪费型向集约高效型转变。推进碳达峰碳中和，更需要把节约能源资源放在首位，实行全面节约战略。我们要保持加强生态文明建设的战略定力，坚持节能优先不动摇，加快生产生活方式绿色低碳转型。

突出能效引领，有力支撑经济社会高质量发展。能源利用效率是衡量一个国家和地区发展质量和效益的重要标志。与国际先进水平相比，我国能耗强度依然偏高，约为世界平均水平的1.5倍、经济合作与发展组织（OECD）国家平均水平的2倍。必须要树立能效引领的鲜明导向，加快形成高效用能的倒逼机制，全链条抑制能源浪费，为高质量发展提供坚强保障。

完善制度政策，构建节能增效长效机制。节能是一项复杂的系统工程，涉及经济社会发展方方面面，需要各方共同努力。我国节能管理体系与治理体系和治理能力现代化的要求相比还存在差距。要从有利于节能的角度出发，进一步完善制度政策，用好法律、行政、技术、标准、市场等多种手段，有力有序有效推进节能工作。

坚持稳中求进，科学把握节能工作时度效。要充分认识到节能工作的长期性、艰巨性，统筹经济社会发展与节能降碳，绵绵用力、久久为功。要坚持把功夫下在平时，切实防范急功近利的思想，坚决杜绝以能耗双控为名搞“拉闸限电”。积极探索用能预算管理，强化节能形势分析研判，不断提升节能工作精细化水平。

三、扎实推进“十四五”节能重点工作

“十四五”时期是开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的一个五年。我们要深入学习贯彻习近平生态文明思想，完整、准确、全面贯彻新发展理念，把节能摆在推动能源革命的优先位置，作为推进碳达峰碳中和、推动高质量发展的重要抓手，促进经济社会发展全面绿色转型。

切实加强高质量发展用能保障。持续完善能耗双控政策，优化节能目标评价考核频次和方式，能耗强度降低目标在“十四五”规划期内统筹考核。落实好新增可再生能源和原料用能不纳入能源消费总量控制，有序推进国家重大项目能耗单列，保障国家布局重大项目合理用能需求。

坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展。优化项目管理方式，实施清单管理、分类处置、动态监控。从产业规划和政策、审查审批手续、节能降碳和污染物排放水平等方面严把增量项目关口，深挖存量项目节能潜力，加快淘汰落后产能，推进产业结构优化升级。

深入推进重点领域和行业节能升级改造。对标能效先进水平，推动传统产业节能升级改造，拉动装备制造业等行业发展。支持煤电机组“三改联动”，推动煤炭清洁高效利用。加快建筑领域节能改造，建设低碳交通运输体系，深入推进公共机构节能。

不断强化节能制度政策保障。研究修订节约能源法、节能审查办法等法律法规。加快制修订一批能耗限额、产品设备能效等强制性国家标准。持续推进用能权交易试点，积极推广合同能源管理，激发市场主体节能内生动力。

积极开展全民节能行动。深入开展全国节能宣传周等宣传活动，营造节能降碳浓厚氛围。把节能降碳纳入国民教育体系，有效提升全民节能能力。大力推行绿色消费，积极推广节能技术和产品，坚决抵制和反对各种形式的奢侈浪费。

我们要更加紧密地团结在以习近平同志为核心的党中央周围，充分认识节能工作的重要性和紧迫性，立足经济社会发展大局，坚持系统观念，增强工作本领，狠抓任务落实，努力推动节能事业再上新台阶，以实际行动迎接党的二十大胜利召开。

（作者为国家发展和改革委员会党组成员、副主任）

赵辰昕 人民日报 2022-06-13

地热能

储能开启电力市场化探索之路

本报讯 记者赵紫原报道：国家发改委、国家能源局近日印发《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》（以下简称《通知》），进一步明确了新型储能市场定位，并提出建立完善相关市场机制、价格机制和运行机制等。《通知》发出后，业内一片叫好——新型储能可作为独立储能参与电力市场，意味着储能的电力市场化探索之路正式“启航”。

作为推动能源绿色转型的重要装备和关键核心技术，储能已成为当前全球重点发展的新兴产业之一。新型储能是指除抽水蓄能以外的新型储能技术，包括新型锂离子电池、液流电池等，具有响应快、配置灵活、建设周期短等优势，可在电力运行中发挥顶峰、调峰、调频、爬坡、黑启动等多种作用，是构建新型电力系统的重要组成部分。

今年以来，储能利好政策不断，相关部门相继发布了《关于促进新时代新能源高质量发展实施方案》《“十四五”可再生能源发展规划》《“十四五”新型储能发展实施方案》等涉及储能的重磅文件，多维度力推储能产业健康发展。

《通知》指出，新型储能可作为独立储能参与电力市场，加快推动独立储能参与配合电力市场和电网调峰调频，鼓励新能源场站及配建储能联合参与市场交易，利用储能改善新能源涉网性能，保障新能源的高效消纳利用。同时，明确了新型储能可转化为独立储能的两种方式，即具备独立计量、控制等技术条件，接入调度自动化系统，可被电网监控和调度，符合相关标准规范和电力市场运营机构等有关方面要求，具有法人资格的新型储能项目，可转为独立储能，作为独立主体参与电力市场；以配建形式存在的新型储能项目，通过技术改造满足同等技术条件和安全标准后，可选择转为独立储能项目。

记者了解到，由于储能实际上也具备输电功能，所以理论上应当获取对应收益，然而输电资产在现有电力市场中属于被管制主体，由此引发了储能的市场定位不清问题，加之“可再生能源+储能”发展政策缺乏具体规划、地方储能补偿政策落实不力等原因，新型储能一直处于“叫好不叫座”的窘境，《通知》为此给出了针对性措施。

能源行业政策研究人士刘某告诉记者，此前新型储能的政策侧重顶层设计，《通知》则聚焦新型储能如何与电力系统衔接，侧重运行环节，更具操作性。“《通知》尝试解决储能充放电量中输配电价、附加基金如何定价的问题，有助于新型储能项目加快落地。同时，之前的政策已涉及新型储能的容量电价激励、辅助服务收益、成本疏导等问题，这次进行了重申。”

“国内电力现货市场为新型储能提供了必要的‘软环境’，可以说没有现货市场的电价机制，就不会有独立储能大规模商业化发展的可能。《通知》及时提出了新型储能可以独立市场主体身份参与电力市场，解决了近10年来储能行业的悬而未决的身份问题。”储能行业资深人士王澍告诉记者。

王澍表示，虽然储能独立主体身份已确认，但并非所有独立储能都会成为香饽饽。“随着电源结构和负荷需求的快速变化，未来各省级现货市场价格的量化预测在很大程度上决定了独立储能的经济效益。投资者在何时、何地、选择什么技术路线、配置多大规模的新型储能电站，都应在建设前期重点分析，以控制投资风险。”

多位受访人士提醒，《通知》虽为储能商业化发展开了“好头”，但真正落地还有不少难点：首先，储能充放电定价难；其次，虽然政策牵引导向日趋清晰，但缺乏交易机制和联动能力，多年来各地没有将收益算法和运行策略及小时数明确落实到位；第三，国家和地方层面都在鼓励和全力推动储能发展，但缺乏电网侧的高效调度协同配合。

中国能源报 2022-06-13

山西：公共建筑全面推广地热能应用

本报讯 近日，山西省发改委、省自然资源厅、省住房和城乡建设厅和省能源局联合发布《关于全面推广地热能在公共建筑应用的通知》（下称《通知》），大力推进公共建筑地热能供暖（制冷）应用，统筹规划地热能开发利用和城市建设，试点带动公共建筑地热能应用高质量发展。

《通知》明确，重点选择在机场、车站、医院、学校、体育场馆、展览馆、园区、政府办公楼等大型公共建筑开展地热能供暖（制冷）项目试点，通过试点带动，探索有利于地热能开发利用的应用场景和市场模式，推动降低成本、扩大规模、优化布局，增质提效。山西省发改委将公共建筑地热能应用试点项目纳入能源革命综合改革试点重大引领示范项目清单。随文发布了 22 个试点项目清单，均计划在 2022 年-2023 年期间开工。

关嫻 中国能源报 2022-06-06

生物质能、环保工程

内蒙古扎赉特旗：废弃秸秆“链”出低碳产业

说起农作物秸秆，真是亦喜亦忧，欲说还休。秸秆多了，说明粮食多了，牲畜饲料也多了，但秸秆剩余量过多，却成了农家的负担，牲畜吃不完，在田里直接焚烧还影响环保和安全。但在内蒙古自治区兴安盟扎赉特旗，“讨人嫌”的废弃秸秆，摇身一变成了“香饽饽”，更打造出了生物质热电的低碳产业。

环保低碳：“吃”秸秆“吐”绿电

在扎赉特旗永林生物质热电有限公司，公司大门口已被几十辆运送秸秆的大型货车围得水泄不通，车队排成长达一公里的长龙。14.7 万平方米的厂区内垒满了压缩成方砖状、圆柱状的秸秆包，钩吊机械正一刻不停地把这些秸秆包运送到粉碎机中，再传送到锅炉内焚烧发电。

作为地处北纬 46 度“黄金草原带”和“黄金玉米带”的农业大旗，扎赉特旗拥有 575 万亩的耕地，一年能产出 183 万吨的秸秆。有大约 50 万吨被当地农牧民用于饲喂牲畜，剩下的农户根本无法消耗，更有甚者为了节省成本选择就地焚烧。但焚烧秸秆不仅会污染空气，还会导致村庄里火烧连营的悲剧发生。

“生物质热电项目是可规模化处理农林废弃物的重要途径，是解决秸秆露天焚烧的重要手段。”扎赉特旗永林生物质热电有限公司董事长张险峰直言，生物质燃料不但是可再生的，而且排放物单一，主要为氮氧化物，对空气的污染非常低。

自 2020 年中央经济工作会议将“碳达峰、碳中和”列为 2021 年八项重点任务之一以来，兴安盟启动“双碳”行动方案编制，能耗“双控”保持“双绿”。在环保低碳的时代背景下，使用清洁能源发电的永林热电公司应运而生，成为兴安盟低碳环保企业的标杆。

走进永林热电公司集控室内，一块硕大的电子监视屏上方实时显示着各项运行参数，实时记录着秸秆“变身”新能源之旅。自 2021 年 12 月 29 日以来，永林热电持续向国网 220 千伏变电站送电，开始了稳定持续的电力生产。每年可实现年发电量约 2.16 亿千瓦时，售电收入 1.62 亿元左右，直接带动就业 160 余人，年利税 2520 万元。

循环经济：强产业换能源

小小秸秆，其实具有巨大的经济价值。总投资 1.1054 亿元项目的生物质热电厂配套热网工程采用低真空供热方式，与现有一热源供热管网连接，新增供热能力 55MW，供热面积 226 万平方米，为音德尔镇 26000 户居民集中供热。

“供热是我的老本行，音德尔镇居民供热一直是由我们公司来承担，但随着煤炭价格上涨，我们

公司的经济效益受到极大影响。”张险峰说，早在 2000 年，他就在黑龙江省齐齐哈尔市泰来县建立了兴达热力有限公司，并积累了大量的经验，生物质热电联产项目投产后一年就可以节省标煤 10.04 万吨。

农民增收：换思路赚大钱

小小秸秆为农民增收开创了新路子。来自黑龙江省的宇洋秸秆打包作业队就是生物质热电联产项目建成投产后而形成的，在音德尔镇团结村一块玉米地里，宇洋秸秆打包作业队的 6 台秸秆打捆机、搂草机正在马不停蹄地运作着，将一片片秸秆打包成捆。打包作业队负责人邱忠华说，今年春天他们已经打包 20 多天了，一台机器一天就能打包 700 至 800 包，一包就是 500 斤，卡车直接将打包好的秸秆送到永林热电公司，一天毛收入 8 万元不在话下。

团结村村民何亚贤说：“打包秸秆不仅帮农民清理了耕地，把秸秆送到电厂，电厂按 1 吨 200 元收购，我们村自己又组了一个车队，买了 5 辆板车，一车能拉 20 吨，一天送个三四趟不是问题。不光是本村，我们还收购两家子村和乌兰套海嘎查的玉米秸秆，这一年光是送秸秆就能赚六七万元，加上地里的收入和平时打点零工，年入 10 万元不是问题。”

张险峰表示，生物质发电项目通过收购农户的秸秆、稻壳等废弃物，为农民增加了一条长期稳定的增收渠道。与此同时，项目围绕农林废弃物的收购、存储、运输等环节，形成了完整的产业链条，有效带动了周边产业发展，为周边农民提供大量就业岗位，促进了当地循环经济发展。

“下一步我们还会探索延长产业链，将秸秆焚烧后产生的草木灰做成肥料，增加土壤肥力，改善土壤环境，为扎赉特旗这个全国粮食生产大县的高质量发展作出更大的贡献。”张险峰说。

韩学文 李健萍 李敏 新华社 2022-06-13

生物天然气产业蓄势待发

生物天然气集清洁能源、负碳排放、防治农业面源污染、有机废弃物资源化利用、生产有机肥以及发展乡村工业等功能于一身，是具有重要战略意义的新能源。近年来，国家层面不断出台政策“礼包”，助推生物天然气产业化发展。最新规划亦释放出积极信号——“十四五”期间生物天然气产业发展将按下“加速键”。

日前，国家发改委等九部门印发《“十四五”可再生能源发展规划》，明确提出要加快发展生物天然气。在粮食主产区、林业“三剩物”富集区、畜禽养殖集中区等种植养殖大县，以县域为单元建立产业体系，积极开展生物天然气示范。统筹规划建设年产千万立方米级的生物天然气工程，形成并入城市燃气管网以及车辆用气、锅炉燃料、发电等多元应用模式。

政策频频出手，助力生物天然气实现了从蹒跚起步到 2019 年首次纳入国家能源规划的跨越，同时锁定了“2030 年产量超过 300 亿立方米”的目标。然而，集众多“优点”于一身的生物天然气因多重掣肘，至今未能“大展拳脚”。受访专家和企业人士更对其发出“产业前景广阔但困难重重”的评价。

在我国加快实现“双碳”目标，着力构建清洁低碳、安全高效现代能源体系的背景下，生物天然气产业该如何抢抓机遇，顺利实现发展目标？生物质天然气又能否解决能源“补位”需求，开启发展“新窗口”？

亮点项目零星分散

新增投资谨慎观望

数据显示，2020 年，我国生物质能产业新增投资约 1960 亿元，其中生物天然气新增投资约 1200 亿元。受市场、政策推动，生物天然气在国内发展的 10 多年间，陆续打造出多个亮点项目。例如，日前在山西朔州应县投运的山西首个生物天然气工业直供项目，综合效能已经显现。

据华新燃气集团新能源发展中心主任刘祺介绍，上述项目建成后年可处理牛粪粪污 20 万吨，年产沼气 1000 余万立方米，通过脱碳提纯，可年产生物天然气 460 万立方米，年产沼液 11.7 万吨。该项目落地运行、变废为宝，解决了当地环境难题，为加快推进畜禽粪污资源化利用发挥了重要支撑

作用，也为当地工业燃料的提档升级和低碳化改造提供了有力支撑。

而在东北，中石油落户大庆油田的首个秸秆制生物天然气中试基地近期生产运行稳定，6月6日的沼气日产量达2000立方米以上，其中甲烷含量高于50%、生物天然气纯度高于95%，生产效率是国家标准的4倍，主要效率指标处于国内外领先水平。

此外，在安徽阜南县和海南海口市澄迈县，农业废弃物与生物天然气开发利用项目重构了市、县域农业废弃物生态循环经济结构，有效解决了市、县域有机废弃物处理、天然气供应、增施有机肥减施化肥等多项地方政府关注的发展难题。

“目前，国内生物天然气技术基本成熟，具备产业化发展条件，全国不乏成功且颇具亮点的项目。但从国家确定的80多个大规模生产试点来看，大多数试点产气率并不理想。受商业模式不清晰、产业链不够完善、产气率低、沼液难处理和经济性偏低等因素制约，生物天然气发展像被‘捆住’了手脚。虽然新增投资不断增多，但投入产出不成正比，整体发展并不是很令人‘振奋’。”中国农业大学教授程序说。

“生物天然气兼具促进农村经济发展、减少化石能源消耗、改善生态环境等多重优势，不断向集中、大规模、商业化方向努力发展。但产业发展缓慢的现状，让不少打算入场的企业持谨慎观望态度。”程序坦言。

现实发展远不及预期

行业痛点待逐个击破

我国可用于生产生物天然气的农作物秸秆、畜禽粪污、餐厨垃圾、农副产品加工废水等各类城乡有机废弃物资源较为丰富。据程序估算，若将生物天然气原料潜力全部调动起来，年产量甚至可高达2000亿立方米-3000亿立方米。但现实并非如此，原因何在？

在安徽省生物天然气开发股份有限公司总经理赵听看来，目前技术并非生物天然气行业发展的主要制约因素，原料蕴含能量价值低、产品单一才是最大的“绊脚石”。“生产沼气需要有机物，以主要原料畜禽粪污为例，其含水量很高，大量产气因此受限。”

“同时，生物天然气原料分布分散，收储运面临较大挑战。”程序说，“由于在县以下地区尚未建立‘谁排污、谁付费’和‘谁处理、谁受益’的废弃/污染物有偿处理机制，给原料收集特别是大幅降低原料成本带来极大阻碍。”

程序表示，在生物天然气产业成熟且发达的欧美国家，废弃/污染物的制造者要向生物能源企业缴纳一笔“入门费”。但此举在我国却颠倒了，即接收和转化废弃/污染物的企业需要向制造者交付原料费。“原料成本一般占生物质能企业运营总成本60%左右，企业需要付出高昂的原料费用，想盈利，很难。”

“即使发酵后残余的沼渣沼液能起到改良土壤的作用，但处理其中残留抗生素的成本问题还未有效解决，所以农民不愿意用。在固废处理要求日渐严格的当下，这成为生物天然气使用端亟需解决的问题之一。”赵听指出，“而且，生物天然气产业的上游原料供应和下游产品都缺乏专门的标准和技术规范，只能使用燃气产业现有的一些标准规范。另外，各地对沼液还田要求不一，若要实现处理后达标排放，不仅操作繁复，成本也很高。”

赵听补充说，目前他的公司每年需要处理沼液10万吨，若1亩地沼液还田7.5吨，则需要1.4万亩地，而一个村庄也只有3000亩地。“但配套的还田管道系统还未建立，只能用车拉，若老百姓不配合，会进一步加重企业负担。”

此外，多家相关企业均表示，目前生物天然气行业总体还不是很规范，技术研发、装备制造和行业标准都需要引导。“不仅需要国家层面出台相关政策和细则引导，也需要省级层面配套的支持政策。但现在生物天然气行业存在‘九龙治水’的问题，没有牵头的主管部门，靠企业东跑西跑并不现实，无形中延长了建设时间。”上海某相关企业负责人表示。

绘制科学发展路线图

深挖市场提升竞争力

据记者了解，生物天然气涉及原料收集、加工转化、能源产品消费、伴生品处理等诸多环节，对运营公司主体要求较高，既要有强大的技术支撑，重视技术使用升级的持续性和项目长期运行的收益率，还应具备一定的经济实力，以保证项目运行的可持续性。但目前相关政策分散，难以形成合力。另外，生物天然气和成型燃料的终端补贴政策支持仍显不足。

程序表示，解决行业痛点、堵点和难点，需要科学的发展路线图。一方面，要在全中国一盘棋的大系统层面统筹调度；另一方面，要鼓励就地消纳，多元综合利用。“落地的财税优惠政策、行业标准、产业监管等系列配套政策必不可少。”

也有业内人士建议，应建立激励机制，多渠道给予资金融通支持。同时，相关金融机构应主动创新融资方式，激发相关项目主体活力，确保爬坡期的生物天然气产业可持续发展。

国际生物质能协会副主席洪浩认为，目前生物天然气市场立足点仍较为模糊，消费规模远远不够，“重建设轻运营”现象普遍存在，产业发展最重要的是规划“蓝图”要落地。“从城镇、乡村布局规划着手，完善有机废弃物、畜禽粪便配套处理场所，研究适合发展的区域，依靠市场消费带动技术进步。还要拓展生物天然气多元化应用领域，推进供气、供热、供冷、供电等集成化一体化经营，培育发展市场新需求和新价值。”

本报记者 渠沛然 中国能源报 2022-06-13

中国石油建成首个秸秆制生物天然气中试基地

本报讯 日前，大庆油田发布消息称，落户在该油田的中国石油首个秸秆制生物天然气中试基地生产运行稳定，日产沼气量达 2000 立方米以上，其中甲烷含量高于 50%、生物天然气纯度高于 95%，生产效率是国家标准的 4 倍，主要效率指标处于国内外领先水平。

2021 年 6 月，大庆油田 500 立方米微生物厌氧发酵系统装置及配套工程开工建设，当年 11 月建设完成中试项目。今年初，大庆油田研发出高温干式连续厌氧发酵技术，建成一条池容为 500 立方米的中试生产线，培育筛选出秸秆制生物天然气高温厌氧菌种，掌握了接种时间与接种量间的规律。该技术得到农业农村部专家认可，专家认为相关技术设备实现了高效产气，符合生物质厌氧发酵未来发展趋势。

生物天然气以农作物秸秆、畜禽粪污等有机废弃物为原料，经厌氧发酵和净化提纯产生。推广生物天然气产业发展，可创造可观经济效益，减少环境污染。

张云普 中国能源报 2022-06-13

我国污水处理领域首个低碳团体标准发布

据悉，我国污水处理领域首个低碳团体标准——《污水处理厂低碳运行评价技术规范》(T/CAEPI49-2022) 由中国环保产业协会城镇污水处理分会组织制定，于今年 6 月 6 日发布，并将于今年 7 月 1 日起正式实施。

为什么要制定这一标准？中国环保产业协会相关负责人介绍，据测算，污水处理行业的碳排放量约占全社会总排放量的 1%，主要来自高耗能设备的运行和药剂的大量使用。引导污水处理厂采用科学、高效的碳减排技术和方法，对实现减污降碳协同增效，促进生态环保产业绿色低碳发展具有重要的指导意义。

中国环保产业协会相关负责人表示：“这项标准通过对国内 246 个污水处理厂近 4 年的运行数据进行研究分析，优化了污水处理厂生产过程碳排放的核算方法，建立了在不同进水水质、处理规模、工艺、排放标准等情况下，对污水处理厂进行低碳行为评价的指标体系和评价方法。”

这项标准可指导污水处理厂开展碳减排核算，开展工艺优化和技术改造，也为管理部门评估污水处理厂的低碳行为提供了重要的方法依据。

标准发布以后，落地很重要。据悉，下一步，中环协（北京）认证中心将以这一标准提出的评价方法为依据开展低碳污水处理厂的认证工作。

这一标准由中国人民大学、北京城市排水集团有限责任公司主编，北控水务（中国）投资有限公司等参与编制。

刘良伟 中国环境报 2022-06-14

太阳能

海上光伏技术仍需大胆创新

海上光伏是一个系统工程。在项目开发建设过程中，需要全局考虑、通盘布局。从技术研究到产品开发，再到勘察设计、施工运维，可看作是一盘大棋。如果每一环节的企业只考虑自己的那一部分，各自为战，并不能充分发挥系统的最大价值。心往一处想，劲往一处使，才能实现项目的效益最大化。

近日，国务院办公厅转发国家发改委、国家能源局《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》（以下简称《方案》），旨在锚定到 2030 年我国风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上的目标，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系。《方案》同时指出，新能源开发利用仍存在土地资源约束明显等制约因素。在此背景下，以光伏为代表的可再生能源“上山下海”成必然趋势。

不过，由于海洋环境特殊，不同海域开发条件各异，可借鉴的陆上光伏及水面光伏经验有限，项目开发面临技术性和经济性难题。目前，极端环境、复杂地质条件为海上光伏项目施工带来了哪些挑战？技术可行性如何？带着这些问题，记者采访了中国电建西北勘测设计研究院新能源工程院土建所所长田伟辉。

经验有限求示范样本

海上光伏属于新兴产业。自然资源部国家海洋技术中心海洋能发展中心指出，目前，海上光伏相关技术处于起步阶段，相关案例数量不多，国内企业缺乏相关经验，建设方案尚待成熟。

田伟辉说：“2019 年，我们开始了海上光伏技术的研发，是我国率先进入海上光伏领域的企业之一，参与了几个实验项目开发建设工作。截至目前，国内海上光伏实验项目多位于浙江，且以滩涂项目为主。”

不过，今年以来，浙江、河北、天津等省区先后出台相关政策规划，将海上光伏列为未来发展重点。其中，山东省能源局提出，打造“环渤海”“沿黄海”两大千万千瓦级海上光伏基地。到 2025 年，海上光伏装机规模达 1200 万千瓦。为此，山东不仅颁布了补贴政策，还于 5 月中旬确定了 2022 年竞争配置桩基固定式海上光伏项目场址。

“山东公布的 2022 年海上光伏竞争配置项目场址多位于渤海湾，属于近海项目。工程地质条件、建设条件及环境条件与此前滩涂项目区别较大，可借鉴经验有限。另外，虽然内湖或水库固定支架式方案应用较为成熟，但由于近海项目潮位更高、风浪更大等原因，直接将其照搬并不科学，还需要行业内通过开发建设示范项目进行探索、创新、升级，积累技术经验，服务于未来海上光伏产业的发展。”田伟辉说。

复杂环境促产品升级

田伟辉指出，与陆上光伏及水面光伏项目相比，海上光伏最大的特点在于环境条件的变化，项目开发需综合考虑台风、潮汐、波浪、海冰和海流等恶劣天气或自然现象等的影响。特别是设计应根据项目场址实际条件，依托相关实测数据，因地制宜进行方案设计。

据了解，海上光伏一般可分为滩涂项目和近海项目。田伟辉举例，滩涂项目的主要特点在于，受潮汐作用影响，场区有时被水淹没，有时又露出水面。涨潮时，场区水深可达到 3 米至 5 米，甚

至 5 米至 6 米，这就需要在设计前充分考虑各种影响因素，依据实际情况确定组件安装的最低高度，其桩基础设计还应考虑波浪、海冰（北方区域）、台风、海流等对整体结构的影响。同时，环境条件对项目施工也提出了更高的要求。对于滩涂场地项目，涨潮落潮要求施工装备实现水陆两栖稳定作业以确保施工功效，这对施工、运输设备以及施工工艺都提出了更高的要求。

“根据此前在湖泊、水库开发建设水面光伏的经验，‘常规支架+桩’的方案更为成熟，也更为业内熟悉，但这一方案并不能‘应万变’，更适合地质条件较好的海域。为此，我们先后提出了‘超大跨度支架+桩基础’‘蜂窝状大跨度支架’等创新技术方案。”田伟辉说。

据介绍，“超大跨度支架+桩基础”在海域的安装跨度可达 50 米至 80 米，能装载的组件数量大幅提升，目前正处于实验阶段。而“蜂窝状大跨度支架”是特别针对我国东南部沿海流泥地质条件独创的全新方案。田伟辉称：“流泥地质条件下采用常规方案经济性较差，我们希望通过创新解决技术可行性、经济可行性问题。”

全局考量寻产业合作

“只有产业内企业联合起来，大胆地进行技术创新，才能不断提升海上光伏项目的技术可行性和经济性。”田伟辉多次强调合作对于海上光伏技术创新的意义。

“海上光伏是一个系统工程。在项目开发建设过程中，需要我们全局考虑、通盘布局。从技术研究到产品开发，再到勘察设计、施工运维，可看作是一盘大棋。如果每一环节的企业只考虑自己的那一部分，各自为战，并不能充分发挥系统的最大价值。心往一处想，劲往一处使，才能实现项目的效益最大化。”田伟辉表示。

此前，陆上光伏产业也曾出现过企业只专注于提升某一产品性能的情况。而随着陆上光伏装机规模不断扩大，产业成熟度持续提升，单一环节成本下降空间缩小，企业转而关注整个电站系统的升级，借此寻求更多的降本增效空间。

田伟辉指出，碳达峰碳中和任务十分紧迫，要达到事半功倍的效果，就不能割裂地看待海上光伏产业。“海洋环境复杂，各海域条件参差不齐，无法用一套产品打天下，都需要有针对性的解决方案。若在项目设计之初，就将科研院所、设计单位、组件厂商、施工单位、运维公司组织起来，共同商讨建设方案，找到最优解，则费小力，收获大。同时，由此形成的经验教训也不是某一企业或机构‘独家所有’，而是全行业的知识积累，将共同推动形成行业指导性的技术标准，从而促进整个领域的进步。”

本报记者 董梓童 中国能源报 2022-06-13

光储融合，打开美好光伏+的多种方式

夏风轻吟，万物竞秀。走近新并网的安徽宣城渔光互补电站，只见灼灼光华在光伏板上肆意流动，板下波光潋滟。同时，远在 370 公里之外的安徽霍邱县农光互补电站，此刻也流光溢彩，板上发电，板下浅绿渐浓。源源绿电，从这里飞入千家万户。

这两座“光伏+”电站分别是中广核宣城二期 100MW 渔光互补项目与中广核霍邱二期 71MW 农光互补项目。为更好支撑电网、保障电网稳定运行，项目均采用了光伏+储能模式，共计 24MWh 储能系统，PCS 设备全部采用了上能电气 1500V 3.45MW 储能变流器。

“双碳”目标驱动下，以光伏为代表的新能源加速迈向主力能源。为实现新能源高比例、大规模应用，支撑大电网安全稳定，新能源配储已成市场发展趋势。本次中广核“光伏+”项目不仅充分发挥双面组件增发技术，融合智慧渔业、农业，拼出发展新图景，还通过光储协同效应，助力新能源并网及消纳，进一步推动光储一体化应用。

林阴、河塘、田野、电站，在阳光的照耀下，正谐奏着一曲美妙的绿色乐章。上能电气为项目提供的大容量 PCS，集高安全性、降本增效、电网友好等诸多优点于一身，可确保电站长期高效运行，全天候稳定输送清洁电力。

据了解，该 PCS 设备最大功率达 3.45MW，具备更高的能量密度；采用 1500V 集成设计，设备更少、占地面积更小，大幅减少运输、安装及运维等成本；高达 99% 的转换效率，可有效降低传输损耗，可以实现更优投资。

其次，通过多重安全设计保障系统安全和可靠运行：运用两组电池接口设计，可独立进行充放电实现精细化管理；有智能强制风冷功能加持，具备-30℃-60℃宽温度工作范围能力，50℃环境下可满载运行；拥有 IP65 等级高防护性能，能轻松应对复杂应用环境下的更高安全性。

与此同时，支持 GOOSE 高速通信、并离网切换，满足系统黑启动要求，在电网侧可以主动提供电网支撑、快速功率支撑，有效保障电网安全稳定运行，具有更强电网支撑。

据了解，凭借优异的性能表现，上能电气 1500V 集中式系列 PCS 已广泛应用于新能源+储能场景，如内蒙古乌兰察布新一代电网友好绿色电站示范项目、内蒙古磴口光伏治沙配储项目等，助力草原描绘更锦绣的“风”与“光”，并在多个百兆瓦级独立储能示范项目中得到应用，高安全、零事故，不断为客户带来高效可靠的价值体验。

时下，这两座“光伏+”电站不仅成为经济、生态、社会效益高效互融的范例，还与当地优美的山水风光合为一体，为人们的生活再添一抹缤纷的科技风景。未来，上能电气 1500V 储能将与光伏蓝“并肩奋斗”，一同见证着城市乡野的发展变迁，见证新能源与生态文明的深度融合。(叶子)

叶子 中国能源网 2022-06-09

海上光伏迈向“深蓝”

近日，山东省青岛市印发《关于激发市场活力稳定经济增长若干政策措施的通知》及解读，明确提出按照市场化方式，吸引更多社会资本支持海上光伏和海上风电开发建设。2025 年底前建成的漂浮式海上光伏项目，优先参与分布式发电市场化交易。根据规划，今年内山东将开工上百万千瓦的海上光伏项目。

自然资源部国家海洋技术中心海洋能发展中心主任崔琳指出，海上光伏作为一种新的能源利用方式和资源开发模式，具有发电量高、土地占用少、易与其它产业相结合等特点，有利于优化能源消费结构，逐渐成为能源投资者争相参与的热点项目。今年以来，山东、浙江等省先后出台支持文件，推动海上光伏规模化发展。

项目逐步落地

中国光伏行业协会助理秘书长江华指出，随着陆上光伏面临土地资源紧张的问题，光伏发电应用场景也愈发多样化，海上光伏成为行业发展的新方向。今年以来，浙江、福建、河北等省份就海上光伏进行了相关探索与储备。

“我国大陆海岸线长 1.8 万公里，按照理论研究，可安装海上光伏的海域面积约为 71 万平方公里。以千分之一的安装比例估算，海上光伏装机规模可超过 7000 万千瓦。水上光伏技术已在湖泊、水库等多种场景下应用，在发电量、安全性等方面得到认可，适用于海洋环境的光伏技术正在取得突破，海上光伏电站的建设具备技术可行性。”崔琳认为，不管从资源储量还是技术发展的角度出发，海上光伏规模化开发潜力巨大，商业化前景广阔。

山东先行先试。5 月中旬，山东省能源局桩基固定式海上光伏项目竞争配置工作正式开启，共确定了 10 个场址，涉及滨州、东营、潍坊、烟台、威海、青岛等市临近海域，预计装机规模约 1125 万千瓦，今年计划开工 300 万千瓦以上。

国家海洋技术中心的数据显示，截至今年 5 月底，我国确权的海上光伏用海项目共 28 个，其中江苏 18 个、山东 4 个、浙江 3 个、辽宁 2 个、广东 1 个，累计确权面积达 1658.33 公顷。

多措并举护航

近期，华润电力东营鲁辰 10 万千瓦海上光伏试点项目开工；金能科技表示沐官岛渔光互补海上光伏发电项目已取得相关备案和一期项目的海域使用权证书，力争今年 8 月具备开工条件。不过由

于海上光伏产业发展未形成规模，且项目总体投资量大，引发二级市场投资者对相关项目投资收益的担忧。

国际可再生能源机构测算，海上光伏电站的建设成本比陆上光伏电站要高出 5%-12%左右，预计随着商业模式不断成熟，发电成本将会持续降低，项目将能够实现收益。金能科技董秘称，根据可研报告，上述项目投资财务内部收益率为 7.6%，投资回收期为 11.63 年，具有较好的盈利能力和偿债能力。

值得注意的是，为推动光伏走向“深蓝”，山东省能源局还出台了一系列扶持和保障措施。山东省能源局副局长、二级巡视员邓召军在新闻发布会上表示，对 2022 年至 2025 年建成并网的“十四五”漂浮式海上光伏项目，省财政分别按照每千瓦 1000 元、800 元、600 元、400 元的标准给予补贴，补贴规模分别不超过 10 万千瓦、20 万千瓦、30 万千瓦、40 万千瓦。同时，参照海上风电支持政策，在配置储能设施、回购送出线路等方面给予支持，推动漂浮式海上光伏走上规模化、商业化开发道路。

产品需迭代升级

江华认为，未来海上光伏产业有望成为可再生能源装机的重要组成部分。不过，由于光伏项目安装环境从陆上变为海上，存在烟雾与高湿、海风与海浪、恶劣气象条件以及海洋灾害等风险，海上光伏面临着施工、运维等多方面挑战。

中交上海航道勘察设计研究院有限公司港航所副所长张虎平认为，光伏电站安装环境的变化，要求企业根据项目地具体情况进行精细化设计。与内河光伏项目不同，海上光伏要考虑到风浪大和冰荷载的问题，需充分考虑海上基础施工需求，搭建消浪设施。

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司新能源工程院土建所所长田伟辉表示，海上光伏设计条件复杂，设计方案受环境条件影响大，还需要考虑高支架运维、设备防腐等需求。为此，该公司提出了“平行索柔性光伏支架+桩”等方案，以提高海上光伏的施工效率。

东方日升新能源股份有限公司研发主任工程师刘宝信指出，海上光伏电站选型对组件的材料、结构、系统稳定性等提出了更高要求，业内企业正聚焦沿海光伏组件易腐蚀等痛点，进行产品升级。“比如高密度封装技术、电泳膜边框等都可以提升组件的抗侵蚀能力，以及极端环境下组件的安全性。”

本报记者 董梓童 中国能源报 2022-06-13

水风光一体化开发优化水电发展

本报讯 近日，水电水利规划设计总院副院长赵增海撰文指出，新近出台的《“十四五”可再生能源发展规划》，提出了坚持创新驱动、多元迭代、系统观念、市场主导、生态优先、协同融合的基本原则。在总结水电历史发展经验的基础上，按照《中华人民共和国可再生能源法》《中华人民共和国长江保护法》等相关法律法规的要求，结合水电发展的新形势、新要求，综合考虑生态环境保护要求、移民安置条件、国土空间规划布局、电站建设的技术经济可行性等因素，对“十四五”水电发展形势进行了综合研判，科学提出了水电发展的目标、规模和布局，建立了水电可持续发展项目清单，是指导水电行业高质量发展重要的纲领性文件。

赵增海认为，“十四五”期间，我国水电行业需要遵循新的发展思路：

一是遵循生态优先、发展共赢原则。

无论是新开工的水电项目，还是已建项目增容、扩机，都要始终把生态优先作为开发的重要前提，把促进地方经济发展作为重要任务。水电工程规模大、总投资高，重点推进项目主要在西部地区，是当前扩大有效投资、保持经济平稳增长的重要手段，是与地方经济社会发展深度融合、促进乡村振兴的重要举措，是近远期统筹经济发展和碳达峰碳中和目标的重要选择。

二是积极推动电量和容量并重发展。

作为可再生能源的重要组成部分，水电是解决区域发展不平衡不充分的重要举措，是构建“清洁

低碳、安全高效”能源体系的基石。在新能源占比逐步提高的新型电力系统中，水电发展的功能定位将从以电量为主转变为电量和容量支撑并重，并通过扩机增容进一步提高调节能力，在助力新能源大规模外送、平抑新能源出力波动、提升系统资源利用效率等方面发挥重要作用。

三是统筹推进水风光基地一体化开发。

以水风光综合基地一体化发展为契机，紧扣新型电力系统建设的需要，“十四五”水电在注重推动增量部分高质量发展的同时，提出了优化存量发展的新路径。一方面大力推动具有调节能力的战略性水库项目建设；另一方面积极推进现有水电基地扩机及电站机组增容改造，进一步提升梯级水电灵活调节能力，支撑新能源大规模发展。以西南水电基地为重点，做好风能、太阳能资源普查，开展一体化规划建设、运行、送出与消纳等系统研究，统筹推进水风光综合基地开发建设，实现水电开发与新能源发展相得益彰。

张雯 中国能源报 2022-06-13

预计三年后 BIPV 市场规模超 866 亿元

本报讯 根据隆福投资近期发布的数据，预计 2025 年光伏建筑市场空间总量 4236 亿元，光伏建筑一体化（以下简称“BIPV”）总体渗透率将快速接近 20%，2025 年将产生总计 866 亿以上市场空间。由于光伏建筑系统及其包含的 BIPV 系统与总建筑面积及用地面积紧密相关，合理估算光伏建筑及 BIPV 未来市场空间的关键是合理判断其安装在建筑上的比例，基于此引入渗透率概念， $渗透率 = \text{光伏建筑/BIPV 装机容量} \div \text{总可装机容量}$ ，以此作为中间量，进而推测未来装机容量空间及其对应的市场空间。增量市场空间方面，预计 2022 年-2025 年光伏建筑新增的实际市场空间分别可达 1409 亿元、1742 亿元、2092 亿元、2235 亿元，其中 BIPV 市场空间分别可达 211 亿元、349 亿元、558 亿元、766 亿元。

建筑中可用于安装光伏组件的部位主要有屋面、立面、幕墙、遮阳构件等几个部位。根据 Wind 提供的数据，2020 年光伏建筑实际可装机容量约占分布式光伏装机容量的 60%，当年数值约为 930 万千瓦，渗透率约为 6.1%。2020 年主要企业 BIPV 装机容量 7.02 万千瓦，因此渗透率约为 0.8%。结合历史数据进行推测可判断，光伏建筑渗透率在过去 5 年中快速增长，尤其是 2020 年-2021 年出现 8%以上的高速增长。由于现今行业内对 BIPV 和 BAPV 系统存在一定的选择惯性，未来随着一系列规范的落地和绿色建筑、整县推进、碳中和等政策落实，BIPV 渗透率将有可观提升。

由于光伏组件成本的不断下降，预计未来光伏建筑系统成本将由现在的 5 元/瓦降低至 2025 年的 3.5 元/瓦。预计 2025 年光伏建筑新增的实际市场空间分别可达 2235 亿元，其中 BIPV 市场空间分别可达 766 亿元，并于 2024 年-2025 年间占光伏建筑市场比例超过 30%。

预计 2022 年-2025 年释放出的存量光伏建筑市场分别为 994 亿元、1418 亿元、1819 亿元、2001 亿元。其中 BIPV 对应的市场空间分别为 20 亿元、43 亿元、73 亿元、100 亿元。预计到 2025 年，建筑业竣工面积将达到 46.66 亿平方米，新增可安装光伏组件面积达到 12.16 亿平方米，光伏建筑新增的实际市场空间分别可达 2235 亿元，其中 BIPV 市场空间分别可达 766 亿元，释放出的存量光伏建筑市场为 2001 亿元，其中 BIPV 对应的市场空间为 100 亿元。

白雪 中国能源报 2022-06-13

海洋能、水能

潮光互补：开启可再生能源开发新鲜之旅

5 月 30 日，全国首座潮光互补型智能光伏电站——国家能源集团龙源浙江温岭潮光互补型智能

光伏电站实现全容量并网发电。电站装机容量 10 万千瓦，设计布置 24 个发电单元，合计安装 18.5 万余块高效单晶硅双面组件，与国内最大的潮汐发电站形成互补发电，实现了太阳能与潮汐能的综合利用。

当光伏与潮汐相遇，国内的可再生能源开发将开启怎样的新鲜之旅？

潮光互补

实现海洋资源开发利用最大化

什么是“潮光互补”？“潮”与“光”如何互补？

虽是一个崭新的概念，但龙源电力浙江公司工程部主任张俊浩对此早已烂熟于心。张俊浩介绍，潮光互补型电站，就是同时具备潮汐发电和光伏发电两种电源形式的发电场站。

“潮汐电站建在海水涨落幅度大的海湾上，用大坝和厂房将大海和海湾分开，利用涨潮、落潮时大海和海湾的水位差使机组发电。”张俊浩告诉记者，此次并网发电的“潮光互补”电站依托的便是目前国内最大的潮汐能发电站——浙江温岭江厦潮汐试验电站。“而且温岭潮汐电站是‘双向发电’，涨潮、落潮都能发电。涨潮时，海水位高于库水位，机组发电，水库蓄水；落潮时库水位高于海水位，机组发电，水库泄水。同时，在库区之上，增设光伏板，便可以充分利用当地的光照资源进行光伏发电。”

然而，受昼夜更替、海水潮起潮落等自然环境制约，单纯地光伏和潮汐发电都无法做到全天候稳定供电。张俊浩表示，为提升发电的稳定性、可靠性，温岭潮光互补电站还配套安装了 5000 千瓦的储能系统，“所谓‘日月同辉齐发力、水上水下齐发电’的场景就是这样形成的”。张俊浩指出，潮光互补型电站打造了潮汐与光伏协调运行发电的新模式，实现了海洋资源开发利用的最大化。

攻坚克难

创造全天候施工条件

要实现这样的“最大化”开发利用并非易事。与常规光伏电站相比，潮光互补电站的建设施工要经历多重挑战。

张俊浩表示，库区内的滩涂是光伏电站施工的主要场所，每天都要经历两次潮涨潮落。“水上建设施工就需要结合潮汐涨落进行，蓄水达到一定深度时，施工船才能行驶。我们最关心的事就是什么时候涨潮、什么时候退潮。”受潮水涨落带来的风急浪涌、淤泥沉降等多重条件制约，库区施工的有效作业时间短，材料运输困难，施工难度极大。

以光伏组件的基础安装施工为例，张俊浩介绍，无论是桩基、支架还是组件，均需要由特制的施工作业船进行转运后在水面开展施工。库区水面狭长，首尾相距约 5 公里，施工作业空间极为有限。“为了尽可能提高施工效率，我们对各类船只进行改造升级，最终实现了吃水 50 公分即可满足施工作业的要求，这就拓展了施工安装的时间长度。”同时，项目部对整个库区地形进行全方位综合测量分析，在计划安装的 24 个光伏组件方阵中，多部位开展打桩试验，结合管桩分布情况，开垦填造 2 个施工码头，对累计总长约 40 万米的管桩、4000 多吨的支架、18.5 万片的光伏组件等材料进行调配转运，实现了边到场、边存储、边施工的滚动循环，极大增加有效作业空间。

类似的优化设计贯穿建设施工的全程。张俊浩介绍，经过一系列科学优化，项目每天的有效施工窗口期从原来的 3 个小时延长至 10 个小时，创造了全天候的施工条件。

数字平台

有效服务电站后期运维

不同寻常的自然条件不仅给施工带来巨大挑战，也给电站的后期运维增加了难度。为解决这一难题，龙源电力在数字化、智能化手段上下足了功夫。

依托龙源电力自主开发的国内最大新能源生产数字化平台，温岭项目所有的高低电压设备、光伏发电组件运行数据、场站和库区视频监控信号均可以在杭州实现远程监控。以光伏组件的运维为例，张俊浩介绍，通过专家诊断预警、组件清洁度、低效和阴影分析等智能预警模型多维联动，可以对组件健康状态实现远程监测诊断，提前预判设备的潜在问题，运维检修模式从以前的“被动检修”有

效转变为“预知维护”。

同时，针对电站的日常巡检，龙源电力还自主开发了无人机巡检技术。“整个库区面积约 2000 亩，相当于 187 个标准足球场。通过无人机搭载可见光和红外摄像头，可以实现一键巡航、图像分析、故障定位、数据上传、报告分析等多个功能，相比传统的人工巡检，大幅缩减了成本，而且有效提高了巡检效率与精度。”张俊浩说。

本报记者 姚金楠 中国能源报 2022-06-06

史宏达：走近美丽的蓝色能源

海洋能是海洋可再生能源的简称，顾名思义，是来自海洋的能量。它往往有狭义和广义之分，狭义的海洋能仅与海水有关，离开海洋就不存在了，例如潮汐、潮流、波浪、温差、盐差等；但广义的海洋能还包括海上的风能、太阳能，海底的沉积物化学能等，这些在陆地上同样存在。

我们比较熟悉的是潮汐能与波浪能。分别来看，潮汐能开发本质上是低水头水力发电，利用水体的势能，涨潮时储蓄，落潮时释放，电站选址通常位于海湾地形，筑坝围成水库，以产生用于发电的集中水位差。在唐朝，我国沿海地区就出现了利用潮汐来推磨的小作坊。后来，到了 11—12 世纪，法、英等国也出现了潮汐磨坊。据估计，全世界的海洋潮汐能已经超过 20 亿千瓦。

大家知道吗？一个巨浪就可以把 13 吨重的岩石抛出 20 米高，一个波高 5 米、波长 100 米的海浪，在一米长的波峰上就具有 3120 千瓦的能量。由此可以想象，整个海洋的波浪所具有的能量该是多么惊人。波浪能主要是由风的作用引起的海水沿水平方向周期性运动而产生的能量。据计算，全球海洋的波浪能达 700 亿千瓦，可供开发利用的为 20 亿—30 亿千瓦。

海洋能储量大、可再生，但在利用上也存在不稳定、难捕获的难点。这些特点既给人类提供了机会，同时又提出了技术挑战。

可再生性是海洋能显著的特征。从根本上分析，狭义海洋能的动力源是天体引力与太阳辐射。由于天文尺度的星球存在对于人类活动而言是永续的，故而潮汐、潮流能是永久存在的；波浪能来源于风，是大气传递给海洋的能量，而风又是由于太阳辐射的不均匀性及地球自转产生的，所以波浪能也是相对永久存在的能源。可再生性还有一个隐含的意义，就是不存在浪费。试想，一个苹果咬一口就扔掉有多可惜，而可再生能源不同，一个浪头没有发出多少电也没有关系，因为下一个马上就到，而且源源不断。

此外，海洋能的清洁性是显而易见的，在开发过程中没有任何燃烧，不存在温室气体排放；没有溢油风险，不污染海洋环境。简单地说，海洋能是不会“冒烟”的，因为它直接将自然界的动力转变成电力。

海洋能利用是我国实现双碳目标的有效途径，其开发潜力十分可观。

刘诗瑶 人民日报 2022-06-07

风能

大型国产化海上风电机组有了“试验场”

原标题：打造原创技术策源地——

大型国产化海上风电机组有了“试验场”

5 兆瓦风机的单桩基础已矗立于海上，其底部牢牢“抓住”水下 30 多米深处的海床。然而，风机叶片方案还没着落。

叶片如同风电机组的心脏，重要性不言而喻。

6月，中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司（以下简称华能清能院）海上风电技术部主任刘鑫在接受科技日报记者采访时，仍对2020年的那一次艰难选择记忆犹新：是选择技术成熟但价格高昂的外国进口碳纤维叶片，还是选择国产首台套碳玻叶片？

国产化设备鲜有海上试验机会

2009年，我国风电行业开启了一次“摸着石头过河”的尝试——风机被从陆上搬至海上，准确说是潮间带。

潮间带是指低潮位时海岸裸露出来的区域。十几年后回看，业内甚至直言，这不是严格意义上的海上风电。潮间带风机比陆上风机增加了一些冗余设计，风机所受载荷与陆上风机几乎没有差异。但潮间带试验风电场项目开启了国内海上风电开发建设的新时代。

自20世纪90年代以来，作为单体规模大、年利用小时数高的风电发展类型，国外海上风电技术发展到今天已日趋成熟。

发展海上风电，我国有着天然优势——海岸线长、可利用海域面积广，而且风能资源主要分布在经济发达、电网结构较强又缺乏新能源的东南沿海地区。“双碳”目标下，我国海上风电优势尽显，发展速度加快。

华能清能院党委书记、董事长李卫东告诉记者，2020年底，我国海上风电累计装机量已达世界第二，但大容量海上风电机组仍有多种关键部件被国外厂家垄断。

李卫东分析，这很大程度是因为，相较于陆上，海上风机运行环境更加苛刻，造价也更高：一座百万千瓦的海上风电机场耗资大约150亿元，运行过程中需要应对更加极端的气候条件、更加复杂的海洋环境。开发商因而依赖于更稳定、更高效的机型。

“将百亿元设备放到距海岸几十公里的海上，平时看不到，设备出了问题后，如果运气不好，一两周内维修人员都可能因为天气原因过不去，经济损失会很大。”李卫东说，正因如此，之前大家更偏好国外成熟可靠的产品，不愿意使用国产化设备，从某种程度上说，国产化设备连试验的机会都没有。

合力打破海上风电机组国产化不了的“怪圈”

为实现大型海上风电机组国产化，2020年，作为我国最大的海上风电开发商之一，中国华能集团有限公司（以下简称中国华能）牵头，联合行业相关的整机厂家、零部件厂家、设计院、科研院所以及施工企业组成海上风电补短板技术攻关团队，2021年又正式成立了更加紧密的海上风电技术创新联合体。

“这是我国未来海上风电发展的重要抓手之一，也是国家能源安全的重要保障。我们希望站在产业链整体角度思考中国海上风电的未来。”在李卫东看来，作为产业链的“链长”，中国华能就是希望联合全产业链，打破海上风电机组国产化不了的“怪圈”。5兆瓦大容量海上风电机组正是推进大型海上风电机组国产化的第一步。中国华能依托华能清能院，联合华能江苏公司、中国海装等多家单位共同开展研发工作。

国产化之路并非一帆风顺。刘鑫告诉记者，叶片的国产化过程中就遇到了重大技术挑战，在刚开始设计风机单桩基础、塔架承载力时，考虑的是进口的成熟商业化叶片的重量，但国产化5兆瓦机组所配备的叶片长达80多米，项目组虽然革新了已有的叶片设计材料和制造技术，但与原始方案相比，新叶片的重量还是明显增加。

增重后的风机安不安全？已经打好的桩基础能不能承载这超出的重量？一系列问题让所有人担忧，更直接关系到国产化工作能不能干得下去。

作为承担海上风电机组国产化的部门，刘鑫和团队从叶片增重问题出发，采用了华能清能院开发的一体化载荷计算方法，对整个海上风电机组的叶片、机舱、塔架和基础的运行负载做了大量精细的计算，确认叶片增重后风电机组仍可安全运行。

作为“链长”，中国华能鼓励产业链的其他环节主动采用自有知识产权新技术、国产化新产品，还对国产化设备“免责”，打消厂家担忧。最终，参研单位实现了大型海上风电机组叶片、主轴承、齿轮

箱轴承等一系列核心关键部件国产化，取得了机组关键核心部件全部国产化的既定目标。

“这是以问题为导向，抓住机遇走出的一条自主创新之路。”李卫东总结说。

国产化助推高质量发展

国产化 5 兆瓦海上风电机组的成功，不仅迈出了解决能源领域关键问题上的坚实一步，对海上风电下一步平价化发展也意义重大。值得一提的是，中国海装即将推出单机容量更大、叶片更长的海上风电机组，将有效降低海上风电成本。

中国华能党组成员、副总经理樊启祥告诉记者，一直以来，中国华能高度重视自主创新，为更好发挥联合体作用、高质量打造原创技术策源地，出台了专门的保障工作方案，以策源地为试点，赋予策源地所属领域领军人才更大技术路线选择权、经费支配权和团队组建权，5 兆瓦国产化大容量海上风电机组研制就是生动体现。

今年印发的《“十四五”现代能源体系规划》提出，提升东部地区能源清洁低碳发展水平，要积极推进东南部沿海地区海上风电集群化开发。与此同时，多地也锚定“蓝海”，海上风电“高质量跃升发展”的主题逐渐明确，国产化将是助推高质量发展的重要抓手。

点评 近年来，围绕装备国产化，国家出台了很多政策。然而，企业耗费人力、物力研发出的第一台（套）重大技术装备（简称“首台套”），却常常被市场门槛卡了脖子。

国产“首台套”四处碰壁，原因是多方面的，其中之一是不少客户虽然深谙“首台套”之于国家自主创新的重要意义，但因担忧使用国产“首台套”出问题后担责，“不敢用”的心态较为普遍。

国产化 5 兆瓦海上风电机组的成功，是技术突破和市场突破双赢的结果。相关部门在提供政策支持的同时，可进一步完善“首台套”保险补偿机制，打消采购方选择“首台套”的顾虑，让这种双赢常态化。

陈瑜 科技日报 2022-06-14

国内最大单机容量陆上风力发电机组顺利完成并网前调试

6 月 10 日，在河北张家口市张北县鉴衡实验基地，哈电风能有限公司（以下简称哈电风能）顺利完成国内首台 HE187-7.XMW 风力发电机组的吊装及并网前调试工作。该机型可以扩容至 8MW，为国内最大单机容量陆上风力发电机组。

哈电风能坚决服从服务国家战略，落实双碳目标要求，履行央企责任时代担当，积极推动大容量风力发电机组的研发与应用。本次新研发的超大功率陆上平台机组功率范围涵盖 6.75MW-8MW，能更好为客户提供适应不同区域环境的最优性价比机组产品。预计单台机组年上网电量 2600 万度，相当于为 10800 户家庭提供一年用电量，可持续供一辆新能源汽车绕赤道行驶 5550 圈，预计可年节约标煤 8250 吨，减少二氧化碳排放 2460 吨。

据悉，该机型是由国内外精英技术团队强强联手，经过 3 年匠心打造的全新超紧凑、高可靠系列产品，具有稳定性更可靠，实用性更强，能更好适用于各种中高风速陆上风场以及中低风速海上区域。同时具有超高桁架式塔架、超紧凑功率链、高可靠性传动链、高冷却效率、高智能化程度等技术优势特点。

田湘龙 中国能源网 2022-06-12

海上风电有望乘风破浪

6 月 6 日，广西壮族自治区发改委发布《广西可再生能源发展“十四五”规划》，提出“十四五”期间，广西力争核准开工海上风电装机规模不低于 750 万千瓦，其中并网装机规模不低于 300 万千瓦。不到一周前，福建省人民政府门户网站也发布了《福建省“十四五”能源发展专项规划》，“十四五”期间增加海上风电并网装机 410 万千瓦，新增开发省管海域海上风电规模约 1030 万千瓦。

截至今年6月，福建、广东、浙江、广西等沿海省份“十四五”海上风电发展规划相继出炉，粗略统计，各沿海省份海上风电开发目标已超过了5000万千瓦，这也意味着我国海上风电正步入快车道。政策力推产业发展

福建是我国海上风电起步最早的省份之一，从最新发布的《“十四五”能源发展专项规划》来看，“十四五”期间福建省将积极推进规模化集中连片海上风电开发，在保障国防、海事、通航、生态等要求的前提下，新增开发规模将达1030万千瓦。同时，福建省将推动深远海海上风电项目进展，加强建设条件评估和深远海大容量风电机组、远距离柔性直流输电、海上风电融合发展多个领域的技术论证，示范化开发海上风电装机规模将达480万千瓦。

除此以外，今年上半年，广东、浙江等海上风电装机大省也陆续公布了最新开发目标。《广东省能源发展“十四五”规划》指出，将规模化开发海上风电，打造粤东、粤西千万千瓦级海上风电基地，新增海上风电装机容量约1700万千瓦。

不仅如此，广西、山东等海上风电初兴省份今年也陆续发布了“十四五”海上风电规划，测算显示，规划开发容量超过了2000万千瓦，海上风电新增装机停滞多年的海南也公布了300万千瓦发展目标。

睿咨得能源可再生能源分析师向记者表示：“政策规划的推动一直是我国可再生能源市场发展的主要推动因素之一，各沿海省份在‘十四五’规划中为海上风电提出了具体目标，足以证明各省份对海上风电发展的重视，给予了市场更多信心。在政策规划的支持下，海上风电的规划审批等流程也将更加顺畅，有利于项目推进。此外，广西等海上风电新兴市场也在积极规划海上风电项目，未来我国海上风电的发展将更加多元化。”

呈现规模化、多元化趋势

从各省份能源规划来看，“集中连片开发”“海上风电基地”“突破深远海技术”“海上风电融合发展”等成为“十四五”海上风电发展的“关键词”。

《广西可再生能源发展“十四五”规划》显示，将按照规模化、集约化、可持续发展要求，坚持集中连片开发，试点先行，加快发展，打造若干个百万千瓦级海上风电基地，实现海上风电零突破。浙江省也发文称，将着力打造百万千瓦级海上风电基地，到2025年，全省风电装机达到641万千瓦以上，其中海上风电达500万千瓦以上。

上述可再生能源分析师表示：“目前我国海上风电单个项目容量以30万-50万千瓦居多，但未来海上风电单体项目规模将更大，这不仅可以使项目的规模经济得到更好的体现，降低施工、安装、运维等环节的成本，可以有效规划建设一些配套设施，比如海上升压站、输电线等，提高配套设施的使用效率。”

值得注意的是，浙江省更是在其规划中指出，将探索近海及深远海“海上风电应用基地+海洋能+陆上产业基地”发展新模式。海南省在其《海南省海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》中则指出，将加快发展海上风电等清洁能源，推进沿海化工产业绿色循环发展，同时坚持节约集约用海，重点支持海上风电与海洋牧场等其他开发利用活动融合开发，实现与生态、渔业、旅游等协调发展。

实际上，将海上风电与绿氢、漂浮式光伏等结合的多能互补项目已在欧洲落地。业界普遍认为，随着海上风电走向深远海，氢能市场不断成熟，海上风电项目也必将形成更加多元化的应用场景。

仍需持续降本

在厦门大学经济学院中国能源经济研究中心教授孙传旺看来，沿海各地陆续出台海上风电发展规划与利好政策，加之绿电交易市场逐步完善，这些因素都有利于稳定市场投资预期。同时技术进步正不断驱动供应链及运营成本下降，海上风电项目收益率也有所提升，这都将加快海上风电规模化发展，“十四五”期间我国海上风电发展前景将颇为广阔。

实际上，近两年来，我国海上风电装机迅速提升，目前已成为全球最大海上风电市场。据国家气象局发布的研究，我国离岸200公里范围内，近海和深远海风能资源开发潜力可达到约22.5亿千

瓦。然而，根据中国可再生能源学会数据，截至 2021 年底，我国海上风电累计装机容量仅约为 2535 万千瓦，这也意味着海上风电还有更大的市场潜力可挖。

虽然市场空间巨大，多位业内专家却表示，成本偏高仍是制约海上风电规模化发展的一大挑战。上述可再生能源分析师向记者表示：“目前海上风电的成本仍偏高，在完全没有补贴的情况下，海上风电项目的盈利面临较大的挑战。省级的补贴则可以为市场提供一个缓冲，为海上风电项目的降本提供更多时间和支持，也会使得开发商更加积极地寻找降本增效的途径。”

据了解，目前广东、浙江、山东等省份已出台了省级海上风电补贴政策，具体手段包括加大绿色金融支持力度、提供电价补贴等。

中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩也曾指出：“目前海上风电还无法做到平价上网，仍需政府提供适当的支持，从而保持一定的开发规模，形成市场拉动，确保技术进步持续下去。”

本报记者 李丽旻 中国能源报 2022-06-13

风电开发挺进深远海

近日，国内首台深远海浮式风电装备“扶摇号”在广东茂名广港码头完成总装，举行了拖航仪式，前往平均水深达 65 米的广东湛江罗斗沙海域进行示范应用。浮式海上风电装备让深远海丰富的风力资源不再遥不可及，海上风电的可开发范围正在不断拓宽。

跨入新阶段

“扶摇号”是我国目前最大的浮式风电机组，由中国海装牵头自主研发，该浮体平台总长 72 米，配备了功率为 6.2 兆瓦的抗台风性风力发电机组，机位点平均水深达 65 米，超过了传统固定式海上风电的水深极限。

“与传统陆上风电或近海风电开发相比，深海风资源开发面临水位太深的现实挑战，如果采用先打桩再安装风电机组的方式，不仅施工成本高昂，而且桩基太长影响风机稳定性。”中国海装学科带头人董晔弘在接受记者采访时表示，“在开发深远海风电的时候，需要考虑将风电机组安装在漂浮的平台上，也就是海上浮式风电技术。”

据董晔弘介绍：“研制过程中，面临周期紧、环境条件流速大、海底地质条件复杂等诸多难题，中国海装项目团队先后攻克突破了复杂海洋环境气动及水动载荷耦合动力学分析技术、海上浮式风电装备协同控制技术、浮式风电装备全耦合水池模型试验技术、基于系统性能匹配的海上浮式风电装备总体设计技术、以传动链优化为核心的海上浮式风电机组适应性设计技术等系列卡脖子难题，最终研制出了具有自主知识产权的深远海浮式风电装备‘扶摇号’。”

技术百花齐放

“关键核心技术买不来，更要不来，唯有依靠自主创新和自主研发。”董晔弘进一步告诉记者，“在开发过程中，中船集团下属的船舶设计研究中心和中国船舶科学研究中心承担了浮体设计、锚泊系统设计、水池试验等方面的研究任务，上海交大船舶海洋与建筑工程学院为高精度度的缩比水池试验提供了重要的技术支撑。此外，哈尔滨工程大学承担了一体化耦合仿真相关的机理和理论研究工作，重庆大学承担了浮式风电机组传动链力学分析及受力状态监测等技术研究。在各单位的合作下，最终完成了浮式风电装备的机组-浮体-系泊总体设计技术、一体化仿真分析技术、水池缩比试验验证技术、风电机组适应性优化技术及海上浮式风电建造施工技术等全流程技术开发，具备了从气象环境资源数据出发，开展浮式风电装备研制的正向设计及实施能力。”

根据国家气候中心统计的数据，我国深海风资源总量可达到 10 亿千瓦，相当于近海风资源的 2 倍，正值我国海上风电产业逐步进入全面平价时代，浮式风电市场也迎来了百花齐放。

实际上，除了中国海装外，巨大的市场潜力已吸引了大量企业入局。不论是明阳智能等本土主流整机企业，还是西门子歌美飒、通用电气等国际整机制造商，都相继发布了新的浮式海上风机技术。去年 7 月，通用电气宣布将研发单机功率为 12 兆瓦的浮式海上风机，维斯塔斯也宣布旗下 10

兆瓦浮式风机进入商用阶段。业界普遍认为，在全球积极应对气候变化的背景下，浮式海上风电这一赛道将变得更加热闹。董晔弘认为：“这是非常好的趋势，中国的浮式风电技术在短短的三四年间走过了欧洲将近 20 年的路。”

拓展开发边界

风电是实现碳中和的重要路径，不断推陈出新的浮式海上风电技术，正在持续扩展我国海上风电的可开发范围。从潮间带到近海，从近海到深远海，我国海上风力资源的可开发“边界”已愈加模糊，浮式海上风电技术的应用势必推动海上风电市场规模实现高速增长。

全球风能理事会发布的数据显示，近两年来，我国都是全球海上风电新增装机容量最多的国家，随着我国海上风电产业正式步入平价时代，中国仍将是全球海上风电市场的“绝对主力”。据英国第三方咨询机构 Carbon Trust 此前发布的预测数据，中国的浮式风电市场到 2030 年将达到 49.5 万千瓦，在 2035 年将达到 250 万千瓦，到 2040 年则有望达到 700 万千瓦。

董晔弘表示，从目前来看，福建、粤东、粤西及海南周边海域风资源储量高、靠近负荷中心、开发潜力大，很有可能是下一阶段海上风电开发的热点区域。在这些海域，中高水深的区域大量存在，浮式风电市场规模相当大。不仅如此，浮式海上风电技术的应用场景，还可拓展至制氢、深海养殖、海水淡化等新兴领域，海上风电项目也将因此变得更加多元化。





如何推动我国浮式海上风电实现规模化发展？董晔弘建议：“浮式风电目前还处在示范样机阶段，和固定式海上风电的技术成熟度不是同一等级，希望在政策支持方面将浮式风电和固定式海上风电视作两种完全不同的装备，采用不同的扶持政策，适当延后浮式风电平价上网的期限。”

本报记者 李丽旻 中国能源报 2022-06-13

中国风电二十年，赛点来到自研求解器

“ENFAST 打开了风机自研求解器（整机载荷仿真设计软件）模型和算法的黑匣子，基于远景的风机应用场景快速迭代，植入最前沿的算法模型，让设计能力大大提升；且通过测试验证形成了完整的设计链，实现工业可用性，把整条路完全走通了。”

日前举行的“风电机组整机设计软件”科技成果鉴定会上，与会专家对远景能源自研的中国首个风机求解器 ENFAST 做出以上评价。远景能源将最前沿的气动、水动力算法、非线性随动梁单元等模型植入风机设计，覆盖更多中国复杂工况、迭代速度更快，已应用在 25 款机型、获得高达 10GW 市场份额，并于 2021 年 10 月获得中国首个风机设计软件认证。

新仿真需求		ENFAST 创新	实现效果
 超长 大叶片	气动模型改变	自由涡尾迹+ 叶素动量理论	气动力计算 精度更高
	非线性变形	非线性随动梁单元+ 柔性多体动力框架	非线性大变形叶片 气动精度提升8%
 高塔筒	高塔柔性变形	非线性随动梁单元+ 柔性多体动力框架	更接近样机实测 载荷
 漂浮式 海上风机	水动力、空气动力 一体化仿真	考虑浮体运动的气动力+ 浪载仿真软件模块	波浪仿真精度 更高
 复杂山地 风电场	山地复杂流场及 风机载荷仿真	机器学习+ 大涡模拟湍流数据库	风况生成效率 提升2倍

IEC61400-1 是风机设计的通用标准，充分考虑欧洲平原、海上风况而制定。以挪威 Bladed 为代表的商业设计软件，因用户界面友好、覆盖完全 IEC 工况，此前几乎垄断了中国国内整机商的设计市场。然而，随着超长大叶片、高塔筒、漂浮式海上风机、复杂山地风电场等更多设计需求的出现，老牌外国商用设计软件已不能满足中国风电市场快速增长需求。

场景一：超长大叶片气动模型已不适用传统的叶素动量理论，而且和高柔塔一样面临非线性变形导致的仿真结果失真。远景能源通过自由涡尾迹与叶素动量理论结合的超长大变形叶片气动计算模型，实现了叶片设计的基础理论突破；自主研发的柔性多体框架与随动梁单元，充分考虑叶片、塔筒等部件的非线性弹性变形，覆盖几何刚度、离心钢化、科式力等非线性效应。和使用其他软件相比，非线性大变形叶片气动力计算精度提升 8%。

场景二：为满足海上漂浮式风机设计需求，远景能源研发了满足漂浮式平台的高精度水动力计算方法，大幅增加波浪仿真精度；并在水动力仿真中充分考虑浮体运动的风电机组气动力和浪载，提升风机设计水平。

场景三：针对中国独有的复杂山地风况，建立了基于机器学习和大涡模拟湍流数据库的典型工况提取方法。通过远景格林威治风资源平台对山地地形做 CFD 仿真建模，从源头提升复杂山地风资源精度，风况生成效率提高 2 倍。

创新背后，蕴藏着远景能源最重要的数据资产——上万台伽利略超感知风机实时运行数据的采集、上传、分析，不断修正模型、获取新知。

对于工业设计软件来说，如果缺少实测数据，模型参数难获取，工程技术就难突破，这也是为何常规工业设计软件需要 10-20 年时间才能成熟商用。Bladed、Openfast、HAWC2 等软件实测数据来自实验室或高校、研究机构联合样机实验，数据样本数量及丰富性都不如整机企业。

远景能源搭建了材料-部件-系统-整机全链条智能测试验证平台。ENFAST 基于上万台远景伽利略智能风机实测数据输入和“天河二号”国家超算中心的算力，反复验证多场景多工况的风机动力学机理，加速动力学模型、工程修正模型、机器学习模型的进化完善，大幅提升 ENFAST 的软件可靠性。同时仿真速度达到 Bladed 的五倍。

更重要的是，伴随着风机和风场设计-测试-运行-设计闭环能力的建立，远景产品创新进入快车道，更精确的气动、水动力、非线性变形仿真，复杂山地流场及载荷仿真，应用在大风轮、高塔筒、漂浮式、复杂山地风场等特殊工况的设计迭代，加速实现低 LCOE、高可靠性等多重设计目标。

仲新源 中国能源网 2022-06-06

齐齐哈尔风电装备全产业链基本形成

聚焦“双碳”战略目标任务，齐齐哈尔市与中国一重通过地企深度融合发展，利用当地独特的区位优势，大力发展新能源及装备产业，使产业链不断延伸，风电装备全产业链基本形成，全面带动齐齐哈尔新能源及装备产业实现高质量发展。

2020 年，中国一重与上海电气风电集团股份有限公司开展深度合作，共同开发区域风电市场；

2020 年 12 月，一重上电风电产品成功下线，代表着中国一重风机制造核心能力、整机装配供应能力日臻成熟；

2021 年 4 月，齐齐哈尔市风电叶片制造园开工建设，标志着风电叶片将实现本地化生产，为打造风电全产业链发展模式打下坚实基础；

2022 年 4 月，第一根风电塔筒成功下线；

2022 年 5 月 25 日，一重龙申(齐齐哈尔)复合材料有限公司首支风电叶片下线。

齐齐哈尔市风电产业当下有为，未来可期。

初夏时节，在一重龙申(齐齐哈尔)复合材料有限公司厂区内，生产紧张繁忙。一个顶端为圆、尾端扁平的叶片静静地摆放在车间门前的空地上，这个长 76.6 米、重 17.5 吨的“大家伙”就是我省域内

首支下线的风电叶片，标志着中国一重在新能源板块达到一个新的高度，可满足省内 500 公里半径内风场的需要。

一重龙申(齐齐哈尔)复合材料有限公司总经理徐戈说，在叶片生产过程中，技术人员突破重重难关，在最短时间内掌握了先进制造技术，既降低了叶片重量、成本，又满足了叶片的刚度以及高捕风能力、高发电量、高稳定性。

自一重上电齐齐哈尔风电装备全产业链项目开展以来，中国一重充分发挥自身优势，培育带动省内产业链上下游企业快速发展，加快形成立足龙江、辐射全国的发展格局。随着风电叶片的成功下线，中国一重成为我省区域内唯一具备风力发电机整套聚集装配的企业，不仅可满足齐齐哈尔的绿色发展需求，还将有效覆盖黑龙江、内蒙古、吉林三地风能富集区域。

“目前，企业已成年总装 2.0MW 到 6.25MW 等多种型号风机 600 台、制造塔筒 400 套、风机叶片 500 套 1500 支、风机轴 850 支的生产制造能力。”一重(黑龙江)重工有限公司董事长、党委书记刘轶表示，目前公司已具备实现风电设备全产业链生产制造的能力，基本形成了覆盖技术研发、装备制造、风场建设、运维服务等全产业链体系。

项目的有序推进，产业的快速发展，离不开地方政府的倾力服务和优质的营商环境。在风电产业加速推进中，齐齐哈尔市充分利用国家振兴实体经济的利好政策，积极全面推动央地合作，围绕可再生能源综合应用示范区建设，以打造千万千瓦级新能源产业集群等 4 个“千字号”产业集群为牵动，启动实施新能源及装备产业链供应链行动计划，落实包保服务直通车机制，在项目建设、资源利用、生产要素等方面提供全方位服务保障，并成立产业专班，多部门齐抓共管，合力推动地企合作结出丰硕成果。

广袤大地，“风”起电至。利用大自然馈赠的优质风资源，构建起新能源及装备产业链供应链，将为齐齐哈尔打造老工业基地转型升级全国样板、东北地区西部区域新能源及装备产业中心奠定坚实基础。

黑龙江日报 2022-06-13

氢能、燃料电池

钢铁工业进入“氢时代”

核心阅读：

氢冶金因其降碳减排效果显著，成为钢铁工业实现高质量发展的重要途径，目前已有多家企业积极布局相关业务。业内专家认为，以氢冶金为抓手，钢铁企业在实现节能减排、低碳转型的同时，可布局氢能下游产业链，进一步降低制氢用氢成本，拓宽钢铁产业氢能应用空间。

近日，工信部、国家发改委、生态环境部联合发布《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》（下称《意见》），其中在氢能方面，指出将制定氢冶金行动方案，加快推进低碳冶炼技术研发应用。

记者了解到，氢冶金以其巨大的减排优势，已成为钢铁企业低碳转型的重要方向。随着“双碳”目标的深入推进，钢铁企业降碳减排需求日渐迫切。由“碳冶金”向“氢冶金”转变，钢铁企业有望进一步加快绿色低碳转型，助力氢能与钢铁产业双赢发展。

今年已有近 10 个项目落地

《意见》同时提出，到 2025 年，钢铁行业研发投入强度力争达到 1.5%，氢冶金、低碳冶金、洁净钢冶炼等先进工艺技术取得突破进展。在此背景下，河钢集团、宝武集团、鞍钢集团等各大钢铁企业陆续提出碳达峰碳中和计划，相继加入氢冶金项目布局行列。

事实上，早在 2019 年 11 月，河钢集团就宣布将联合建设全球首例氢冶金示范工程。此后，宝武集团、鞍钢集团、宝钢集团均宣布将提升减碳工艺技术能力。在政策和企业的推进下，国内氢冶

金发展迅速，相关项目落地速度明显加快。今年2月，宝钢湛江钢铁零碳示范工厂百万吨级氢基竖炉工程正式开工；今年4月，国际氢能冶金化工产业示范区新能源制氢联产无碳燃料项目正式签约，该项目将建设我国首台套氢直接还原技术的2×55万吨直接还原铁和80万吨铁素体不锈钢绿色冶金项目，并逐步形成绿色低碳冶金产业群。今年以来，全国已有近10个氢冶金项目落地，明确规划产能达500万吨。

中冶京诚工程咨询部总经理、氢能事业部负责人李传民表示，要实现钢铁产业降碳目标，全国氢冶金产能应占到整个钢铁产能的9%，以目前钢铁行业十亿吨的总产能推算，到2060年，我国氢冶金总产能将达到1亿吨左右。

降碳减排效果显著

记者了解到，氢能在冶金领域的创新与应用，将使钢铁生产摆脱对化石能源的绝对依赖，从源头上解决碳排放问题。因此，推动氢冶金及其上下游产业链的技术发展，是我国钢铁工业实现低碳转型的重要途径。

“钢铁行业的碳排放量占我国碳排放总量的16%左右，是工业制造领域中碳排放最高的行业。同时，钢铁行业也是重点限制的‘两高’行业。”李传民指出，在国家降碳、能耗“双控”的大背景下，钢铁行业的减碳降耗、减排减量是重中之重。

要实现降碳减排目标，钢铁行业传统冶金工艺的低碳转型尤为关键。李传民介绍，我国钢铁产量的90%采用“高炉+转炉”长流程工艺，其工序多、能耗与污染排放大，每生产1吨钢需要消耗约546千克标准煤、排放1610千克二氧化碳。与此同时，“烧结+焦化+高炉”系统占据了钢铁生产总能耗和总碳排放量的90%左右。而从我国钢铁企业应用进展来看，氢冶金技术有助于显著减少碳排放，促进绿色短流程新工艺发展，实现无化石能源冶炼，开辟钢铁—化工—氢能耦合降碳路线。

对此，已有钢铁企业以氢为抓手，加速推进低碳转型进程。河钢工业技术氢能项目经理陈波介绍，到2025年，河钢在集团内将推广应用360万吨规模的氢冶金工程。通过推广应用氢燃料车辆和氢冶金工程，可每年减排二氧化碳380万吨、污染物100万吨，相当于减少200万吨钢铁产能的碳排放。

丰富应用场景挖掘降本空间

上述专家进一步表示，以氢冶金为抓手，钢铁企业在实现节能减排、低碳转型的同时，可布局氢能下游产业链，进一步降低制氢用氢成本，拓宽钢铁产业氢能应用空间。

李传民坦言，受成本制约影响，现阶段，氢冶金的主要氢源仍以焦炉煤气产出的灰氢为主。总体而言，钢铁行业氢冶金应用仍面临绿氢成本偏高、技术应用缺乏经验、储运经济性有待提升等一系列挑战。

对此，部分钢铁企业已开始着手布局绿氢产能，并延伸氢能产业链，联合上下游共同推进全产线降本。陈波指出，河钢集团宣钢公司将在一期年产60万吨焦炉煤气重整氢冶金的基础上，发挥张家口风电及光伏制氢优势，开发二期60万吨绿氢冶金项目，实现全过程零碳绿色钢铁制造。下一步，河钢将联合更多企业围绕分布式绿色能源利用、氢气制备与存储等领域关键技术，共同研发以氢能为核心的新型钢铁冶金生产工艺。

在上海捷氢科技股份有限公司北方大区总经理冯罡看来，钢铁行业本身对煤、焦、钢等货物有巨大的运输需求，同时炼焦过程中产生的大量富氢气体，通过提纯可用于为加氢站提供氢源。“氢燃料汽车、钢铁厂等相关应用场景，在原材料采购、原材料运输、生产性物流和成品外送4个环节，比电动重卡，氢能重卡更适应多点运输、中长途运输或货源不稳定的场景。”

去年5月，山东泰山钢铁集团加氢母站在山东省济南市莱芜区投产运营，同时，泰山钢铁集团已投入运营第一批10辆氢能重卡，下一步计划再投产300辆。上述人士提出，随着氢能需求的不断提升，未来绿氢与钢铁产业将在冶金、交通等领域深度融合。

本报记者 仲蕊 中国能源报 2022-06-06

绿氢规模化应用按下“快进键”

本报讯 记者仲蕊报道：6月1日，国家发改委、国家能源局等9部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》（以下简称《规划》），提出“推动可再生能源规模化制氢利用，开展规模化可再生能源制氢示范”“推进化工、煤矿、交通等重点领域绿氢替代”。记者了解到，今年以来，我国已出台多项绿氢相关支持政策，其中3月出台的《氢能产业发展中长期规划(2021-2035年)》和4月发布的《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》均提出加快绿氢应用技术突破。业内认为，利好政策加持之下，绿氢规模化应用将迎来加速发展。

“当前，受国家‘双碳’目标推动，各行业降碳行动加快。随着氢能产业加速发展，各级政府对氢能的认识不断深入，氢能将逐步成为能源高质量发展的重要路径。”佛山环境与能源研究院副院长王子缘认为。

《规划》明确，在可再生能源发电成本低、氢能储输用条件较好的地区，推进可再生能源发电制氢产业化发展，打造规模化绿氢生产基地。推广燃料电池在工矿区、港区、船舶、重点产业园区等示范应用，统筹推进绿氢终端供应设施和能力建设，提高交通领域绿氢使用比例。在可再生能源资源丰富、现代煤化工或石油化工产业基础好的地区，重点开展能源化工基地绿氢替代。积极探索氢气在冶金化工领域的替代应用，降低冶金化工领域化石能源消耗。

“除交通领域应用外，氢能作为重要的工业原料，在石油、化工、冶金等多个领域的应用前景更为广阔。而绿氢与传统化工、钢铁等项目的结合将推动‘两高’行业加快绿色转型、实现减碳目标。”王子缘表示。

在氢能参与耦合发电方面，《规划》提出，在有条件的地区，利用新能源直供电、风光氢储耦合、柔性负荷等技术，通过开发利用模式创新，推动新能源开发、输送与终端消费的一体化融合，打造发供用高比例新能源示范，实现新能源电力消费占比达到70%以上。

当前，可再生能源规模化储存、消纳与高效利用问题日益突出。业内普遍认为，制氢有望成为可再生能源大规模存储和消纳的重要路径之一。在王子缘看来，氢储能具有规模大、跨时段跨季节储能等优势，通过风、光等可再生能源制氢，既能逐步解决可再生能源消纳问题，又能结合多元化储运技术促进能源的低成本、规模化转运，更好推动氢能下游应用。

记者注意到，《规划》对氢能下游装备技术亦提出更高要求。《规划》明确，突破适用于可再生能源灵活制氢的电解水制氢设备关键技术；加大对能源研发创新平台支持力度，重点支持可再生能源、新型电力系统、规模化储能、氢能等技术领域；加强与相关国家在高效低成本新能源发电技术、储能、氢能等先进技术上的务实合作。

“鼓励可再生能源制氢能够更好地推动风电、光伏等行业业务链纵向延展。”王子缘认为，随着风电、光伏企业与绿氢产业深度结合，以示范促应用可带动电解水制氢技术和装备的迭代升级，进一步降低绿氢成本。

记者注意到，电价、设备、运输是当前公认的再生能源制氢“三大拦路虎”。对此，中国技术经济学会环境技术经济分会理事张建红建议，“十四五”期间应在优先发展工业副产氢的基础上，在风光水电资源丰富的地区示范开展可再生能源制氢及就近利用。“一方面可在北方风电、光伏大基地部署风光氢储一体化，在东部沿海地区部署海上风电制氢、滩涂光伏发电制氢等项目；另一方面，加大管道输氢、低温液氢技术的研发突破及试点示范，为未来大规模低成本储运氢奠定基础。”

与此同时，“要避免绿氢项目在政策激励之下‘跑马圈地’盲目上马，各地应因地制宜、通盘考虑当地产业基础和市场需求前景，探索适合的商业模式和应用场景，让绿氢项目与当地产业资源形成氢能产业生态闭环。”王子缘进一步指出。

中国能源报 2022-06-13

氢储能在地“悄然开花”

本报讯 记者张金梦报道：近日，江西省发改委发布《能源发展“十四五”规划》，其中提出探索培育“风光发电+氢储能”一体化应用新模式。

近年来，氢储能凭借规模大、周期长、可跨季节储能等优势，逐渐进入大众视野，成为“可再生能源+储能”的重要发展方向，氢储能项目正在全国呈现出“悄然开花”之势。但有业内人士指出，目前，我国氢储能发展仍处于商业化初期阶段，经济性难题尚待突破。未来应进一步强化技术创新、拓展多元化示范应用场景，为氢储能突破成本掣肘打好基础。

“氢储能”是一种以氢能为介质，实现可再生能源高效储存及利用的技术。“氢储能可以利用电解水制氢，将间歇波动的富余电能转化为氢能存储起来。在电力输出不足时，通过燃料电池或其他发电装置发电回馈至电网系统，是实现绿色能源可持续发展的理想模式。”中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎指出。

伴随氢储能优势渐显，氢储能项目也正在全国“悄然开花”。如今年5月，华电集团发布山东华电潍坊氢储能示范项目勘察设计招标公告；去年8月，由国网安徽省电力有限公司投资的国内首座兆瓦级大功率氢能综合利用站制氢系统完成联调试验；去年11月，全球规模最大氢储能项目——张家口200MW/800MWh氢储能发电项目工程初步设计通过评审，预计2023年投入运行。

记者了解到，山西首座氢储能综合能源互补项目、浙江平湖“氢光储充”一体化新型智慧能源站也分别于2020年1月、2021年6月落地。

但有业内人士坦言，目前氢储能在我国仍处于商业化的初期阶段，氢储能造价还处于高位。

“主要在于制备绿氢价格高。目前，灰氢价格相对较低，售价在0.5元/立方米-0.8元/立方米，绿氢价格则通常超过2元/立方米。”中国能源建设集团储能技术资深专家楚攀说，由于电解水制氢较高的制备成本，以及氢能产业链上、下游还存在“梗阻”，目前氢储能的应用整体缺乏经济性。

与此同时，记者了解到，在技术方面，催化剂、离子交换膜和碳纸等核心材料国产化程度较低，也是氢储能项目成本居高难下的重要原因。

“目前国内还缺乏氢储能运行、维护数据和成本核算方法，缺乏氢储能全生命周期的经济效益分析方法，导致氢储能成本难以评估。”另有业内人士坦言。

在彭澎看来，创新发展氢储能技术与扩大氢储能示范应用场景是突破氢储能成本难题的关键。

“氢储能属于新兴技术产业，目前应用场景较少，短期内发展也以中小型示范项目为主。”楚攀建议，未来应鼓励在风光装机比例超过50%且水源资源禀赋较好的地区，因地制宜提前规划发展氢储能示范项目，进一步扩大氢储能应用场景，开展氢储能示范运行。

在彭澎看来，下一步，还应持续加大对氢储能关键技术的研发力度，加强氢储能技术创新，探索多元化制氢模式，加强可再生能源制氢、储、运技术研究，开发燃料电池及氢能源相关装备，探索大容量、长周期的氢储能技术路径。

中国能源报 2022-06-06

氢电耦合快速升温

近日，浙江宁波慈溪氢电耦合直流微网示范工程开工。据悉，该示范工程是国家电网公司首个氢能相关的国家重点研发计划配套项目，也是宁波市氢能产业发展重点项目，计划今年12月具备投运条件。投运后，每日可满足慈溪滨海经济开发区10辆氢能燃料电池大巴加氢、50辆纯电动汽车直流快充需求。

近年来，氢电耦合越来越热。业内人士认为，未来氢能与电能的深度耦合将成为一种重要的储能方式。

■应用前景广阔

氢电耦合直流微网是指氢能和电能能够互相转化、高效协同的能源网络，在用电低谷时利用清洁能源制氢存储，在用电高峰时再通过氢燃料电池发电，实现电网削峰填谷。该示范工程将电、氢、热等能源网络中的生产、存储、消费等环节互联互通，实现多种能源的协同转化与调配，形成以电为中心的电氢热耦合能源互联网示范。

据了解，除宁波外，目前国网浙江电力还在杭州、丽水、台州等地开展了基于工业园区、产业基地、农村、海岛等的氢电耦合多场景示范与应用，覆盖了氢电耦合主要应用场景。

“氢比较适合于长时间的能量存储，其存储特性与电化学储能互补，有助于在新型电力系统中实现对能源长周期性波动的调节。宁波氢电耦合示范工程既有电化学储能也有氢储能，通过风电、光伏等波动性电源来制取氢气，既可以平抑新能源出力的波动，也可以与电化学储能配合，相当于在源荷之间加了一个很强的缓冲器，能实现波动性电源和不确定性负荷之间的全时间尺度平衡。”国网浙江电科院氢能专家章雷其表示，随着新能源渗透率的快速提高，氢电耦合成为实现高比例新能源电力系统稳定运行的一种重要方式。

据全球能源互联网组织预测，到 2050 年，我国电制氢规模将达到 5000 万吨，折合电能约 30000 亿千瓦时。佛山环境与能源研究院副院长王子缘表示：“氢能跨时段、跨季节的调节周期长、储能容量大，在可再生能源丰富的区域，可以依托高效电解水制氢、氢储能技术实现规模化、稳定的可再生能源消纳、能源转换、储存与控制，并通过燃料电池技术为基础发电调峰。”

业内人士指出，氢电耦合是实现 100%可再生能源消纳、100%零碳电力供给的重要手段。在供给侧，以电网为平台，通过氢能和可再生能源耦合运行，可以促进可再生能源就地或并网消纳；在消费侧，氢在交通、化工、钢铁、半导体等领域有着广泛的应用前景，可有效减少消费侧碳排放。

■可有效解决车端用能问题

“与交通网的融合是氢电耦合的一大特色。事实上，该项目是电、氢、热、车 4 个元素耦合的一个中压直流微网，车是其中很重要的一个元素。氢电耦合系统制出的氢气，主要就是用在氢燃料电池汽车上面。”国网宁波供电公司互联网办公室专职叶夏明介绍，未来，随着大量充电-加氢一体化综合能源站的建成，电网和交通网将进一步深度融合。

数据显示，2020 年我国交通领域碳排放量达 9.3 亿吨，占全国终端碳排放量的 15%。而在整个交通领域中，道路交通碳排放量的占比为 90%。不过，值得注意的是，随着交通领域新能源化转型的推进，补能的便捷性极大影响着新能源汽车的发展。目前，氢燃料电池乘用车尚未大规模普及，电动汽车的快速补能需求也受制于技术水平。

在王子缘看来，氢电耦合可有效缓解新能源汽车用能问题。“当前，氢电耦合可与传统电网深度融合协作。一方面，保障国家示范城市群鼓励的车用绿氢供应，让氢燃料电池汽车用上低成本氢源；另一方面，可结合地方新能源渗透情况、地方用能特征及电网特性等，与交通网络深度协同，解决区域内燃料电池汽车等新能源车辆高峰时段用能紧张和路面堵塞等问题，或将成为交通调峰的一个重要手段。”

■氢能基础设施薄弱成掣肘

目前，慈溪滨海经济开发区已入驻绿动、博氢等氢能相关高新企业，以燃料电池、制储氢装备和氢能应用装备为重点布局方向。不过，记者了解到，目前我国氢电耦合产业仍处于起步阶段，还面临着成本、技术、基础设施等多方面的挑战。与完善的电力基础设施相比，氢能相关基础设施较为薄弱，也制约了氢电耦合的发展。

叶夏明表示，氢电转换设备的效率直接影响着整套系统。“用在氢燃料电池汽车上面可能没有明显影响，但如果是在电网中充当储能电池，其转换效率就会非常重要，所以对电网来说也是个新挑战。”

“技术方面，仍需重点关注先进电解槽技术及装备、高安全高效储氢技术及装备，以及高适配性氢电耦合微网技术等；政策方面，需要加快突破能源用制氢项目不能进化工园区的政策壁垒。”王子缘认为。

在王子缘看来，氢电耦合需要结合区域资源禀赋和应用场景，因地制宜、以示范促技术迭代进步为切入点，逐步形成区域内氢电耦合的闭环生态链条，不能仅局限于车辆应用，还要通盘考虑地方实际。“比如在光伏和煤化工资源丰富的西北地区，可以创新探索氢电耦合+绿色化工的应用场景闭环，以较为合适的商业模式实现可再生能源消纳与降碳。此外，还需重点关注隔墙售电，加快探索多元化商业模式。”

本报实习记者 杨梓 中国能源报 2022-06-13

能源政策

发改委、能源局：新型储能可作为独立储能参与电力市场

据国家发展改革委网站消息，国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司印发《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》，其中提到，具备独立计量、控制等技术条件，接入调度自动化系统可被电网监控和调度，符合相关标准规范和电力市场运营机构等有关方面要求，具有法人资格的新型储能项目，可转为独立储能，作为独立主体参与电力市场。

《通知》全文如下：

为贯彻落实《中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，按照《国家发展改革委、国家能源局关于加快推动新型储能发展的指导意见》（发改能源规〔2021〕1051号）有关要求，进一步明确新型储能市场定位，建立完善相关市场机制、价格机制和运行机制，提升新型储能利用水平，引导行业健康发展，现就有关事项通知如下。

一、总体要求。新型储能具有响应快、配置灵活、建设周期短等优势，可在电力运行中发挥顶峰、调峰、调频、爬坡、黑启动等多种作用，是构建新型电力系统的重要组成部分。要建立完善适应储能参与的市场机制，鼓励新型储能自主选择参与电力市场，坚持以市场化方式形成价格，持续完善调度运行机制，发挥储能技术优势，提升储能总体利用水平，保障储能合理收益，促进行业健康发展。

二、新型储能可作为独立储能参与电力市场。具备独立计量、控制等技术条件，接入调度自动化系统可被电网监控和调度，符合相关标准规范和电力市场运营机构等有关方面要求，具有法人资格的新型储能项目，可转为独立储能，作为独立主体参与电力市场。鼓励以配建形式存在的新型储能项目，通过技术改造满足同等技术条件和安全标准时，可选择转为独立储能项目。按照《国家发展改革委、国家能源局关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见》（发改能源规〔2021〕280号）有关要求，涉及风光水火储多能互补一体化项目的储能，原则上暂不转为独立储能。

三、鼓励配建新型储能与所属电源联合参与电力市场。以配建形式存在的新型储能项目，在完成站内计量、控制等相关系统改造并符合相关技术要求情况下，鼓励与所配建的其他类型电源联合并视为一个整体，按照现有相关规则参与电力市场。各地根据市场放开电源实际情况，鼓励新能源场站和配建储能联合参与市场，利用储能改善新能源涉网性能，保障新能源高效消纳利用。随着市场建设逐步成熟，鼓励探索同一储能主体可以按照部分容量独立、部分容量联合两种方式同时参与的市场模式。

四、加快推动独立储能参与电力市场配合电网调峰。加快推动独立储能参与中长期市场和现货市场。鉴于现阶段储能容量相对较小，鼓励独立储能签订顶峰时段和低谷时段市场合约，发挥移峰填谷和顶峰发电作用。独立储能电站向电网送电的，其相应充电电量不承担输配电价和政府性基金及附加。

五、充分发挥独立储能技术优势提供辅助服务。鼓励独立储能按照辅助服务市场规则或辅助服务管理细则，提供有功平衡服务、无功平衡服务和事故应急及恢复服务等辅助服务，以及在电网事

故时提供快速有功响应服务。辅助服务费用应根据《电力辅助服务管理办法》有关规定，按照“谁提供、谁获利，谁受益、谁承担”的原则，由相关发电侧并网主体、电力用户合理分摊。

六、优化储能调度运行机制。坚持以市场化方式为主优化储能调度运行。对于暂未参与市场的配建储能，尤其是新能源配建储能，电力调度机构应建立科学调度机制，项目业主要加强储能设施系统运行维护，确保储能系统安全稳定运行。燃煤发电等其他类型电源的配建储能，参照上述要求执行，进一步提升储能利用水平。

七、进一步支持用户侧储能发展。各地要根据电力供需实际情况，适度拉大峰谷价差，为用户侧储能发展创造空间。根据各地实际情况，鼓励进一步拉大电力中长期市场、现货市场上下限价格，引导用户侧主动配置新型储能，增加用户侧储能获取收益渠道。鼓励用户采用储能技术减少自身高峰用电需求，减少接入电力系统的增容投资。

八、建立电网侧储能价格机制。各地要加强电网侧储能的科学规划和有效监管，鼓励电网侧根据电力系统运行需要，在关键节点建设储能设施。研究建立电网侧独立储能电站容量电价机制，逐步推动电站参与电力市场；探索将电网替代型储能设施成本收益纳入输配电价回收。

九、修订完善相关政策规则。在新版《电力并网运行管理规定》和《电力辅助服务管理办法》基础上，各地要结合实际、全面统筹，抓紧修订完善本地区适应储能参与的相关市场规则，抓紧修订完善本地区适应储能参与的并网运行、辅助服务管理实施细则，推动储能在削峰填谷、优化电能质量等方面发挥积极作用。各地要建立完善储能项目平等参与市场的交易机制，明确储能作为独立市场主体的准入标准和注册、交易、结算规则。

十、加强技术支持。新型储能项目建设应符合《新型储能项目管理规范（暂行）》等相关标准规范要求，主要设备应通过具有相应资质机构的检测认证，涉网设备应符合电网安全运行相关技术要求。储能项目要完善站内技术支持系统，向电网企业上传实时充放电功率、荷电状态等运行信息，参与电力市场和调度运行的项目还需具备接受调度指令的能力。电力交易机构要完善适应储能参与交易的电力市场交易系统。电力企业要建立技术支持平台，实现独立储能电站荷电状态全面监控和充放电精准调控，并指导项目业主做好储能并网所需一、二次设备建设改造，满足储能参与市场、并网运行和接受调度指令的相关技术要求。

十一、加强组织领导。国家发展改革委、国家能源局总体牵头，各地要按照职责分工明确相关牵头部门，分解任务，建立完善适应新型储能发展的市场机制和调度运行机制，对工作推动过程中有关问题进行跟踪、协调和指导。地方政府相关部门和国家能源局派出机构要按照职责分工落实储能参与电力中长期市场、现货市场、辅助服务市场等相关工作，同步建立辅助服务和容量电价补偿机制并向用户传导。充分发挥全国新型储能大数据平台作用，动态跟踪分析储能调用和参与市场情况，探索创新可持续的商业模式。

十二、做好监督管理。地方政府相关部门和国家能源局派出机构要研究细化监管措施，加强对独立储能调度运行监管，保障社会化资本投资的储能电站得到公平调度，具有同等权益和相当的利用率。各地要加强新型储能建设、运行安全监管，督促有关电力企业严格落实《国家能源局综合司关于加强电化学储能电站安全管理的通知》（国能综通安全〔2022〕37号）要求，鼓励电力企业积极参加国家级电化学储能电站安全监测信息平台建设，在确保安全前提下推动有关工作。

各地要根据本地新型储能现状和市场建设情况，制定细化工作实施方案，并抓好落实。有关工作考虑和进展情况请于9月30日前报送国家发展改革委、国家能源局。

中国经济网 2022-06-07