

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 15 期 2022 年 8 月

目 录

总论	1
多措并举“先立后破” 稳妥保障能源安全	1
极端热浪持续冲击全球能源系统	2
“十四五”减碳以强度 控制为主总量控制为辅	3
加快建设能源强国 全力保障能源安全	4
能源发展改革着重要把握哪些方面？ 国家能源局介绍	10
能源高质量发展迈出新步伐	10
我国能源自主保障能力保持在 80%以上	12
热能、动力工程	13
新型储能探路“入市”	13
重点领域节能降碳这样做	14
全钒液流电池成储能界“新宠”	16
江苏淮安盐穴压缩空气储能项目可研报告通过评审	17
首个 100%清洁能源可溯源绿色大数据中心建成	18
绿色转型就要换技术、换装备	18
飞轮储能到了爆发前夜	20
全球最大煤基乙醇项目“中国造”	21
新型电力系统灵活性资源从哪儿来？	23
虚拟电厂成新型电力系统“新宠”	24
能源“黑科技”为企业开出高效节能“良方”	26
太阳能	26
用关键技术消除光热发电产业痛点	26
BIPV 激活薄膜电池市场	28
一键开启低碳转型，工业园区屋顶多了数条“能源生产线”！	29
光伏风电装机容量快速增长	30
分布式光伏，三分天下有其一！	31
光伏设备迎来替换潮	32
渔光一体构建“新能源、新农村、新渔业”新格局	33
北方最大风光储一体化项目投产发电	35
高温下，光伏组件“热伤害”不容小觑	35
海洋能、水能	36
南宁抽水蓄能电站主体工程开工	36
“十四五”华南地区首个抽蓄电站开建	36
风能	37



海上风电地方补贴来了	37
氢能、燃料电池	39
氢能产业如何实现“差异化”发展?	39
天然气掺氢发电备受推崇	40
“氢”装上阵助力山东低碳前行	41
核能	43
全球核电迎来“复苏”	43
核燃料循环产业战略地位需凸显	44
海阳核电基地两大工程开工	45
积极安全有序发展核电	46
能源政策	47
六部门发布《工业能效提升行动计划》 挖潜节能空间 培育绿色动能	47

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

多措并举“先立后破” 稳妥保障能源安全

“端稳能源饭碗，煤炭依然是‘压舱石’。”能源基金会首席执行官兼中国区总裁邹骥日前在国是论坛之“能源中国”上表示，这也是与会专家的普遍共识。

当前，俄乌冲突正在重塑全球能源地缘政治版图，包括煤炭在内的全球大宗商品价格持续走高，提高国家的能源独立性，是守住安全底线的重要支撑。在我国加快实现“双碳”目标的背景下，找到一条既保障能源安全又实现降碳的路径，十分关键。

石油进口亟待多元化

今年以来，国际天然气、电力、油品短缺问题加剧，全球能源价格飙升，加深了各国对能源安全问题的担忧，并重新审视过度依赖化石能源带来的潜在风险。

我国的能源资源禀赋为“富煤、贫油、少气”，尤其石油、天然气对外依存度较高，在国际油价高位震荡期间，进口油气成本一度高企。针对今年上半年的油价飙升，国内油气行业人士分析称，以2021年进口量为基准，国际油价每上涨1美元/桶，我国石油进口成本将增加37亿美元；若2022年平均油价在100美元/桶以上，将一定程度上拉低我国GDP增速，同时拉高我国CPI上涨幅度。

“我国石油和天然气高度依赖进口，当前形势下将给能源安全、经济安全、国家安全带来隐忧。”中国能源研究会能源与经济专委会主任戴彦德表示。

中国人民大学国际关系学院教授崔守军提醒，基于能源安全考虑，我国油气资源进口来源要避免过度依赖单一国家，未来进口肯定是要多元化。

“日趋复杂的国际政治形势和全球能源市场动荡，警示我国需要重新审视‘控煤、稳油、增气、扩大新能源’能源战略的安全风险。”华北电力大学经济与管理学院教授袁家海表示。

稳住煤炭这个“压舱石”

“高度依赖进口，难以‘稳油’和‘增气’，为应对油气进口风险，必须立足‘国内为主’。短期看，煤电高质量发展与转型是平稳有序推进新型电力系统建设的关键，满足增量电量需求，保障最大负荷刚性增长，提供可再生能源跃升式发展所需的系统灵活调节能力，为电力系统安全供应提供‘兜底’保障。”袁家海表示。

国家能源局原副局长吴吟指出，去年下半年曾出现煤价上涨，今年以来，全球能源价格暴涨，有的地区天然气价暴涨数倍。“除了受疫情、产业链受损等因素影响外，还有一个共同特点，就是主观或客观上走了‘先破后立’的路子。”

国务院今年1月印发的《“十四五”节能减排综合工作方案》明确提出，要立足自身以煤为主的基本国情，坚持“先立后破”，合理控制煤炭消费增长。

在邹骥看来，“先立后破”意味着要处理好存量和增量的关系。

“煤炭依然是我国能源的‘压舱石’，当下发展既依靠煤炭，又要逐步低碳化，是对中国智慧的重要考验。一方面，要全力保存量，按部就班从政策、金融、交通运输、仓储等方面全方位稳住煤炭开采量、煤电发电量；另一方面，尽最大可能利用非化石能源保证能源和发电增量。‘十五五’时期要进一步扩大非化石能源增量，逐步有序替代现有煤炭存量，才不至于动摇能源安全的根基。”邹骥表示。

新能源为能源安全增底气

就保障能源安全、加快经济发展与实现“双碳”目标之间的关系，戴彦德认为，绿色低碳不再是经济发展的对立面，相反它为经济发展提供了新的增长动能。

水利水电规划设计总院总规划师严秉忠指出，立足国情看，能源独立需要发展可再生资源。“能源是碳达峰碳中和的主战场，可再生能源是能源绿色低碳发展的‘先锋队’和‘主力军’。”

中国在此方面的巨大潜力引人遐想。吴吟提供的数据显示，按照 20%的屋顶面积、2%的戈壁和荒漠地区面积安装太阳能发电设备估算，中国太阳能可利用量约 22 亿千瓦。此外，中国水力资源技术可开发装机容量、陆地风能技术可开发量等均颇为可观。

天合光能股份有限公司董事长高纪凡表示，大力发展清洁能源有助于增强能源安全。“过去 20 年，光伏发电技术发展迅速，发电成本降到原来的 1/20。未来数十年，随着这个成本持续下降，价格低廉、供应充足的光伏发电将成为保证中国能源安全的关键。”

“我国拥有丰富的太阳能、风能、水能，特别是近年来，光伏和风电产业实现了迅猛发展，电池和电动车领域实现了异军突起，都为保障国家能源安全增加了底气。”吴吟表示。

姚美娇 中国能源网 2022-07-21

极端热浪持续冲击全球能源系统

近日，欧洲、北美、非洲乃至东亚等地区都出现了连续高温天气，为本就严峻的能源供给形势“火上浇油”。电力需求激增、发电供应紧张的情况下，多国电力运营商发布“停电”警告，呼吁居民节约用能。气候危机下，全球能源系统正持续承压。

多国供电能力下降

截至 7 月第三周，欧洲多国出现了创纪录的高温天气。西欧地区的极端高温天气导致法国和西班牙发生了“毁灭性的野火”，意大利、葡萄牙、挪威等国则出现了前所未有的干旱，部分国家的气温连续多日维持在 40 摄氏度以上，最高气温甚至一度突破 46 摄氏度。

而伴随高温天气的却是欧洲多座核电站的“停摆”。据彭博社报道，7 月第二周，法国电力公司宣布，将暂时限制位于罗纳河的两座核电站发电出力，原因是极端高温天气导致核电站冷却水温度上升，限制了核电站的发电能力。

不仅如此，长时间的高温天气也让欧洲多条河流水位下降，水力发电量堪忧。挪威水资源和能源局的数据显示，7 月首周，挪威水库的蓄水比例仅为 59.2%，低于过去 20 年的平均水平，挪威西南部地区的蓄水比例更是仅有 45.5%。据路透社报道，挪威最大电力生产商 Statkraft 目前已经被迫降低了水力发电量。

除欧洲外，极端高温同时影响着全球其他地区。7 月，美国加利福尼亚、得克萨斯等西南部州均出现了连续极端高温天气。其中，得克萨斯州多地气温连续突破 38 摄氏度，高热无风天气直接导致该州供电“主力”之一的风力发电量明显下降。另据美国 ABC 网站报道称，加利福尼亚州弗雷斯诺市的地下电缆设施因高温损坏，当地 2800 户居民一时失去电力供应，该市不得不增加公用“乘凉”设施。

另外，伊朗、日本、印度、突尼斯等国也正经历极端天气，突尼斯首都的最高气温甚至一度超过 48 摄氏度，打破近 40 年来的最高纪录。

呼吁居民节约用能

面对持续的热浪，多国公用事业公司呼吁当地居民节约用能。据美国《得克萨斯论坛报》报道，该州电网运营商 ERCOT 发布声明强调，大型电力用户应降低用电量，同时呼吁该州居民减少使用电器，避免因电力需求激增而出现停电，同时倡导居民提前购买备用电源，以备不时之需。

7 月初，日本政府也发出呼吁称，希望东京居民能够节约用电，办公室内尽量少开灯。另外，东京市政府也关闭了一些办公室照明和电梯系统。

欧洲的能源供给形势更为严峻。受俄乌冲突等因素影响，欧洲国家电价已连续数月上涨，加上部分天然气管道近期因检修而暂停输气，欧盟国家的天然气供应量进一步紧缩。7 月初，欧洲气电基准价格一度达到了 183 欧元/兆瓦时，较今年初上涨了 129% 以上。

高温天气带来的是急速上扬的电力需求。西班牙公用事业公司 Enagas 近期发布声明称，创纪录的高温天气让天然气发电需求激增，7 月中旬，该公司天然气发电量达到了 8 亿千瓦时，创下历史新高。欧盟委员会为此呼吁欧盟成员国，降低天然气消费量，为即将到来的冬季储存足够的天然气。

行业研究机构 Lane Clark & Peacock LLP 分析称，在极端高温天气下，天然气发电设施不得不降低运行效率，核电站也不得不保持低温运行，同时气温升高还会导致水力发电量下降，另外陆地运输的煤炭供应也可能受到影响。极端高温天气已经将欧洲的电力系统推向崩溃边缘。

气候变化或是主因

极端热浪侵袭下，多国政府都宣布进入“紧急状态”，极端天气带来的不利影响也在持续扩大。根据西班牙 Carlos III 健康研究所估计，7月第二周，西班牙至少有 350 人死于高温，而葡萄牙卫生官员也预计称，7月上半月有接近 240 人死于高温。国际能源署发布的数据更是显示，气候变化、疫情等多重因素作用下，与 2019 年同期相比，非洲地区缺电人口数量已经增加了 2500 万。

业界普遍认为，气候变化是极端热浪频繁出现的主要原因。世界气象组织秘书长塔拉斯表示，当前规模和程度的热浪在未来几十年中会越来越频繁地出现，气候变化的负面影响将至少持续到 2060 年。极端高温天气除严重影响人类健康外，还将对农业活动产生进一步的负面影响。

葡萄牙总理科斯塔近期指出，对抗气候变化已“刻不容缓”，并敦促各界加快对可再生能源的投资。英国气象办公室首席科学家 Stephen Belcher 表示：“温室气体排放导致的气候变化让极端高温频繁出现，如果全球温室气体排放量始终维持在当前水平，类似的极端热浪很可能每三年就会出现一次。”

世界卫生组织公共卫生和环境司司长玛丽亚·内拉则表示，气候变化正在许多方面影响人类，最好的解决办法是携起手来，共同应对全球变暖，比如采取措施力争实现零碳排放，并加快向清洁、可再生能源过渡。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2022-07-25

“十四五”减碳以强度 控制为主总量控制为辅

本报讯 7月20日，在第四届未来能源大会上，中国工程院院士、生态环境部环境规划院院长王金南表示，“十四五”是实现碳达峰的关键期，钢铁、水泥、有色等行业与建筑领域的直接排放应在此期间达峰；石化化工、煤化工与交通领域应在“十五五”末期达峰；电力行业则在“十五五”末进入峰值平台期。

据悉，上述行业的碳达峰时间表正在制定过程中。今年2月发布的《促进钢铁工业高质量发展的指导意见》明确，钢铁行业应确保2030年前碳达峰，相较此前的目标有所延迟。该指导意见曾在2020年对外征求意见，当时提出，钢铁工业力争到2025年率先实现碳达峰。

去年，有色金属行业的碳达峰实施方案在行业内征求意见。其中提出，有色金属行业力争在2025年率先实现碳达峰。不过该方案目前尚未正式发布。

王金南表示，从路线图角度来说，“十四五”开展试点，以强度控制为主，总量控制为辅，到“十五五”，基本上二氧化碳总量控制制度已经建立起来。在顺序上，首先是国家碳排放总量控制，然后进行地方碳排放总量控制，最后是行业的碳排放总量控制，这三个维度上需要分别做，但是它们之间是相互联系的。

中国产业结构偏重、能源结构偏煤，并已进入高排放国家行列，经济社会持续发展驱动能源消费增长。中国要在2030年实现碳达峰后，用约30年时间实现100亿吨左右的减排，年均减排目标在3亿吨以上，碳中和目标的实现压力仍存。

王金南称，碳市场通过形成合理碳价发现减排成本，从而优化配置减排空间资源，以成本效益最优的方式实现碳减排目标，其建设有助于推动“双碳”目标的达成。

王金南表认为，应以实现“双碳”目标为核心，推动能耗双控向碳排放双控平稳过渡，并与碳市场建设一体谋划。此外，还应补齐碳排放总量控制短板，探索行业总量控制与地区总量控制相配合、增量控制与绝对总量控制相结合的差别化管理模式。

席雯 中国能源报 2022-07-25

加快建设能源强国 全力保障能源安全

7月27日，国新办举行“加快建设能源强国 全力保障能源安全”新闻发布会。国家能源局局长章建华和国家能源局发展规划司司长李福龙、电力司司长何洋、新能源和可再生能源司司长李创军介绍有关情况，并答记者问。

章建华说，党中央、国务院高度重视能源工作，2014年，习近平总书记创造性提出了“四个革命、一个合作”能源安全新战略，为我国新时代能源发展提供了根本遵循，擘画了中国能源改革发展的宏伟蓝图。在以习近平同志为核心的党中央坚强领导下，能源战线坚定不移推进能源革命，能源强国建设进一步推进，安全保障能力进一步提升，有力支撑服务了经济社会持续健康发展。

一、能源消费清洁低碳转型步伐加快。2014年以来，我国单位国内生产总值能耗累计降低20%，以年均约2.9%的能源消费增长支撑了6.2%的国民经济增长。能源消费结构显著优化。煤炭消费比重从2014年的65.8%下降到2021年的56%，年均下降1.4个百分点，是历史上下降最快的时期。清洁能源消费比重同期从16.9%上升到25.5%，占能源消费增量的60%以上。全国超低排放煤电机组超过10亿千瓦。北方地区清洁取暖率达到73.6%，替代散煤1.5亿吨以上。全面供应国六标准车用汽柴油，建成全球最大的充换电网络，累计建成充电设施391.8万台。实施无电地区电力建设工程，在发展中国家率先实现了人人有电用。建成2636万千瓦光伏扶贫工程，惠及6万个贫困村、415万户贫困户。持续优化用电营商环境，全面推行用电报装“三零”“三省”服务以来，累计为用户节省办电投资超过1500亿元。在世界银行全球营商环境评价中，我国“获得电力”指标排名大幅上升到第12位，跻身于“全球最佳实践行列”。

二、能源供给能力和质量显著提升。我国发电装机超过24亿千瓦，人均电力装机由2014年的1千瓦增长至1.7千瓦，人均用电量从4000千瓦时增长至近6000千瓦时，超过英国、意大利，接近德国、法国等国家。电力安全运行水平全球领先，没有发生过大面积停电事件。2021年，全国煤炭产量达到41.3亿吨，比2014年增加2.6亿吨。大型煤矿产能占全国总产能的70%以上。可再生能源发电装机历史性突破11亿千瓦，占总装机的比重达到45.8%。2021年我国可再生能源发电量达到2.49万亿千瓦时，占全社会用电量的29.9%。建成33条交直流特高压线路，“西电东送”规模超过2.9亿千瓦。抽水蓄能电站装机规模达到4000万千瓦。新型储能累计装机超过400万千瓦。油气总产量由2014年的3.15亿吨油当量增长至2021年的3.65亿吨油当量。原油产量实现连续3年回升，天然气产量实现连续5年增产超过100亿方。

三、能源技术创新能力进一步增强。建立了完备的清洁能源装备制造产业链，成功研发制造全球最大单机容量100万千瓦水电机组，具备最大单机容量达10兆瓦的全系列风电机组制造能力，光伏电池转换效率多次刷新世界纪录。常规油气勘探开采技术达到国际先进水平，页岩油气勘探开发技术和装备水平大幅提升。形成自主知识产权的华龙一号、国和一号等大型三代压水堆核电技术。系统掌握具有四代特征的高温气冷堆技术，多种各具特色的小型堆技术正在进行工程示范准备。世界首台135万千瓦煤电机组投入运行，具有完全自主知识产权的5万千瓦燃气轮机实现满负荷稳定运行。

四、能源体制机制改革稳步推进。电力体制改革取得重大突破，发用电计划有序放开、交易机构独立规范运行、电力市场建设深入推进。2021年全国市场化交易电量3.8万亿千瓦时，占全社会用电量比重达45.5%。向社会资本放开增量配电业务，实施5批459个增量配电改革试点项目。在电力交易机构注册的售电公司约5000家，形成多买多卖的市场竞争格局。

五、能源国际合作布局更加优化。高质量推动“一带一路”能源合作，成功举办两届“一带一路”能源部长会议，发起成立“一带一路”能源合作伙伴关系，成员国数量已达到33个。与50多个国家和地区建立政府间能源合作机制，与30多个能源类国际组织和多边机制建立合作关系。与100多个国家和地区开展绿色能源项目合作，切实让绿色成为共建“一带一路”的底色。“华龙一号”等自主核电技术装备出口实现突破，特高压直流输电技术在海外落地，光伏产业为全球市场供应超过70%的组件。

与周边国家油气、电力等基础设施互联互通，中国在国际能源舞台的话语权和影响力不断提升，为推动全球能源可持续发展，建设更加清洁、美丽的世界贡献了重要力量。

以下为记者提问环节内容整理：

问：“十四五”是碳达峰的攻坚期、窗口期，能源是碳达峰的重要领域，国家能源局采取了哪些举措推动碳达峰目标实现？在全球能源供应紧张的情况下，中国能源碳达峰工作能否如期实现？

章建华：国家能源局深入贯彻党中央、国务院关于碳达峰、碳中和的决策部署，狠抓“十四五”能源规划和能源领域碳达峰方案的落地实施，推动能源绿色低碳转型和高质量发展。具体是：

一是大力发展非化石能源。去年我国可再生能源装机增加了约 1.3 亿千瓦，去年 10 月超过了 10 亿千瓦大关。今年上半年新增装机又超过 5000 万千瓦，5 月份进一步突破了 10 亿千瓦，预计到 2025 年可再生能源占能源消费总量的比重将达到 18% 左右。另外，今年以来，还核准开工了 6 台核电机组。

二是积极推动煤炭的清洁高效利用。我们大力实施煤电节能降碳改造，灵活性改造、供暖改造。2021 年，已经完成改造 2.4 亿千瓦，今年将继续改造 2.2 亿千瓦，为“十四五”累计改造 6 亿千瓦的目标奠定了一个良好的基础。

三是加强终端用能的清洁替代。北方地区清洁取暖提前完成了规划目标，清洁取暖面积达到了 156 亿平方米，清洁取暖率达到 73.6%，累计替代散煤超过 1.5 亿吨，对降低 PM2.5 的浓度、改善空气质量的贡献率超过 1/3。我想，大家生活在北京，应该感受得到这些年空气质量的改变，应该来说，我们在这其中还是作了贡献的。另外，我们加快电动汽车充电设施的建设，截至今年 6 月份，我们已累计建成 392 万台，形成全球最大规模的充电基础设施。2025 年将满足超过 2000 万辆电动汽车的充电需求。

在去年全球能源供应紧张、欧洲多国重启煤电的形势下，我国非化石能源发展保持力度不减，占能源消费总量比重提高了 0.7 个百分点，就是从 15.9% 提高到 16.6%，保持了十八大以来的年平均增速，从现在到 2030 年，我们预计非化石能源消费比重将按平均每年 1 个百分点的速度持续增长，我们有能力也有信心实现 2030 年前碳达峰的目标。

问：在能源供应安全与应对气候变化的双重压力之下，国家能源局如何判断我国面临的能源发展改革的新形势和新局面？

章建华：为了实现碳达峰、碳中和的目标，实现一个长久的能源安全可靠供应，我国能源发展的总体思路是在保证能源安全的前提下，持续推进能源绿色低碳转型。我国能源发展的趋势是化石能源消费总量要逐步减少，风电、光伏为增长最快的可再生能源，在能源新增供应量中占较大的比重。风电、光伏是能源绿色转型、低碳转型的一个重要的主力能源，但是它波动性大、不能连续稳定出力，所以我们为了保障能源安全的供应，能源发展改革还是着重把握以下几点：

一是要统筹好发展与安全。稳增长与调结构，立足于我国能源基本国情，处理好发展与减排、整体与局部、短期与中长期的关系。今后，在较长的一段时间内，我国能源需求总量还将持续增长，所以在“双碳”目标的约束下，要大力发展非化石能源，推动构建新型的电力系统，统筹好非化石能源特别是新能源与化石能源之间的互补和优化组合。能源消费总量中越来越多要来自于非化石能源，在能源可靠供应方面，化石能源要发挥基础性调节作用。

二是要深入推进能源体制改革。要健全适应新型电力系统的市场机制，建立全国统一的电力市场体系，推进适应能源结构转型的电力市场建设，深入推进能源领域“放管服”改革，通过市场化的方式实现化石能源消费总量持续减少的同时，要保持能源安全供应能力不下降。可再生能源成本快速下降的同时，其绿色价值还要得到充分体现，有效发挥不同品种能源的保障作用，促使其更大范围内能源资源优化配置，培育和激发市场主体活力，推动高耗能产业向清洁能源丰富的地域聚集，引导产业结构转型升级。

三是要加强能源法治建设。继续将法治政府的建设摆在一个突出的位置，健全能源领域法律法规体系，加快推进能源法的立法，电力法、煤炭法和石油储备条例等的制修订。通过系统的立法、

执法、普法和监督工作，充分发挥法治固根本、稳预期、利长远的作用，把能源领域的各项管理工作全面纳入法治化的轨道，为建设能源强国构建坚实的法治保障。

问：最近一些地方出现了很炎热的天气，比如浙江政府要求人们有序利用电力，并且要求一些工厂减产。请问，您如何评价这样的一些情况？以及这样的情况在今年夏天是否还会更进一步恶化？

何洋：今年7月份以来，在浙江或者中国局部地区出现了一些负荷侧响应情况，主要是当地为应对高峰负荷作出的负荷侧响应，引导用户通过市场化方式主动降低负荷。我们看到进入7月份以后，随着我们国家经济的增长和气温比去年同期偏高，特别是全球大范围出现了持续性的高温天气，我们国家的电力消费和电力负荷也在较快增长。7月12—15日，这几天全国的负荷屡创新高，在7月15日，最高的电力负荷达到了12.6亿千瓦，当日发电量达到了285亿千瓦时。随着“七下八上”负荷高峰期的来临，我们预计全国用电负荷还将继续攀升。“七上八下”，就是7月下旬到8月上旬这段时间，是我们国家一般传统用电负荷最高的时候。

按照党中央、国务院部署，国家能源局今年以来提前着手，制定了多项强有力措施，全力以赴做好迎峰度夏的各项保障工作，这里借这个机会和大家汇报有关情况。

首先，在电力保障方面，做以下四方面工作。

一是持续加强电力供需的监测和分析。我们与气象部门做好协调联动，跟各地的能源主管部门、电网、发电、行业协会做好对接会商，研判全国的电力供需形势，及时全面准确掌握各省的电力供需情况，对出现的问题及时作出应对，同时指导各地和企业做细做实电力保供的应对方案，做到心中有数。

二是推动重大电力项目的建设投产。今年上半年，全国新投产的各类电源合计7000万千瓦，自去年迎峰度夏以来，全国新增投产各类电源1.8亿千瓦，今年上半年新增投产电源7000万千瓦。从去年7月到今年6月底迎峰度夏之前，我们各类电源投产总和是1.8亿千瓦。我们也新投产了陕北到武汉、白鹤滩到江苏等跨省区的输电通道，向华东、华中地区输送能力增加了1200万千瓦。手中有粮，心中不慌。这些电源和电网项目的投产，有效增强了电力保供能力，也大大增强了我们应对迎峰度夏的保供底气。

三是提升发电燃料的保障和运行出力水平。目前，我们全国的电煤库存充足，电煤库存的水平达到了历史同期的最好水平。我们煤电的出力受阻和非计划停运的发电容量也降到了历史上的最低，这也进一步夯实了电力保供的基础。

四是指导各地做好电力需求侧响应。刚才记者同志提到，有些地方作了电力需求侧响应，是全球通用的一个电力负荷管理手段，主要是通过电力需求侧响应，利用市场化方式引导电力用户主动错峰、避峰，同时还能得到一定的经济补偿。这个方式可以有效达到减少尖峰负荷的目的，这样也会促进全社会的经济效益达到最优。

近年来，电力负荷呈高速快速增长的趋势，电力负荷增长增速远高于电量增长，每天的电力峰谷差日益加大，也就是说，每天电力最高峰和最低谷的差额现在越来越大。在这种夏季高峰用电的时候，采取适当的错避峰措施是必要的，但是我们会坚决守住不拉闸的底线，坚决确保民生用电。

关于煤炭保障方面，做了以下几项工作：

一是压实的煤炭增产的保供责任，我们与各产煤省区签订了煤炭安全保供责任书，明确了煤炭生产任务。

二是稳定了煤炭保供政策，明确将去冬今春煤炭保供政策统一延续到2023年3月，充分释放先进产能。

三是坚持全国煤炭产量调度，对产煤省区产量和运行情况做到每日调度，第一时间掌握全国的煤炭生产动态，及时帮助地方和企业解决在煤炭生产过程中遇到的实际问题。

四是加快先进产能性的投产。今年以来，核准了煤矿项目先进产能3770万吨/年，调整产能900万吨/年，并推动试生产产能6000万吨/年。

五是加强电煤中长期合同履行监管，我们现在对煤炭企业和发电企业签订的电煤中长期合同的

履约情况进行监管，督促中长期合同能够切实履约，保障发电用煤正常供应。

通过上述措施，尽管近期出现了历史罕见的高温天气，电力负荷也都创出了新高，但是全国的电力供需还是平稳有序的。总体来讲，我们对能源电力供应保障有信心，也请大家放心，国家能源局会继续全力以赴做好迎峰度夏电力保障工作，确保经济社会发展和人民生活生产的用能用电需求。

章建华：因为用电尖峰有的时候一年只有几个小时，这几个小时如果要配机组，就等于一年它只发挥几个小时的作用，所以通过一些需求侧响应给它降下来，降下来以后对整个电力行业的发展会有更好的作用。

问：去年以来，我国提出实现能耗双控向碳排放总量和强度双控转变，这将如何影响能源行业的发展未来？

李福龙：从能源消费总量和强度“双控”转向碳排放总量和强度“双控”，这个事各方面都很关注。

去年12月，习近平总书记在中央经济工作会议上发表重要讲话，明确提出完善能源双控制度，创造条件尽早实现能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变。这是党中央立足我们国家的发展实际，推动经济社会全面绿色低碳转型作出的重大制度设计。大家都知道，能源活动碳排放主要是化石能源的燃烧和部分的加工转换环节产生的，从能耗“双控”转向碳排放“双控”，就是刚才说的能源消费总量和强度“双控”转向碳排放总量和强度的“双控”，这个转变的重要意义和作用可以说主要体现在两个方面。

一方面，更加鲜明地突出控制化石能源消费的政策导向，有利于鼓励和推动可再生能源更进一步地加快发展，加快能源结构转型。另一方面，有利于统筹发展和减排，有利于统筹能源安全和转型，今后可以更多依靠非化石能源的增长，来满足能源消费合理的增长。也可以说，这个转变，能源消费总量的弹性更大了，碳减排措施的精准性更强了。特别要给大家介绍一下，保持能源消费和供应的适度或足够弹性，对我们现阶段是非常重要的。因为大家都知道，我们这个14亿多人口的大国，现在正在现代化建设过程中，能源消费的人均水平还与发达国家相比有差距，我国能源消费在今后一个比较长的时期内，还将保持刚性的增长。比如我们的人均用能水平和G7国家相比，是G7国家的53%左右，和OECD国家相比，是OECD国家的63%左右。客观上我们完成现代化进程，能源消费还有一个合理的增长空间，所以控制上、管理上、供应上要有一定的弹性。

去年底，国务院印发的《“十四五”节能减排综合工作方案》中，大家关注到，已经明确了把“十四五”新增可再生能源电力消费量不纳入能源消费总量的考核当中。这样回过头来看，“十三五”期间非化石能源消费的增量在能源消费增量当中的占比是40%左右，随着大型风电光伏基地、水电、核电等开发建设，预计“十四五”期间，在能源消费增量当中非化石能源消费的比重将达到60%左右，转型发展的力度将更大，进程会更快。

章建华：能源“双控”转向碳排放总量和强度“双控”的最大特点，就是以后经济发展所需要的能源，用清洁能源可以放开，但是化石能源会受到一定的控制。因为应对气候变化主要是要控制好温室气体，特别是二氧化碳的排放，那么经济要发展，可以把清洁能源放开，你要搞就搞清洁能源，把能源安全和经济发展以及气候变化都能有机统一起来。

问：今年以来，受国际局势影响，全球能源供应偏紧，牵动国内。请问今年上半年我国能源生产情况如何？能否满足需要？以及如何评估下半年的能源形势？

李福龙：多措并举增加能源供给能力，有力有效支撑经济社会发展，主要体现在两个大的方面。

一是能源有效投资力度不断加大。能源行业深入落实稳增长政策措施，上半年能源重大项目的投资同比增长15.9%。今年已经具备开工条件的能源重大项目中，非化石能源的投资占87%左右。

二是能源供给能力和质量持续提升。大力发展非化石能源，新增发电装机当中非化石能源装机的占比达到83%左右，可再生能源发电装机总量突破了11亿千瓦，水电、风电、太阳能发电量较快增长，和去年同期相比分别增长20.3%、7.8%和13.5%。持续加大油气勘探开发力度，原油、天然气的产量同比分别增长4%和4.9%。持续推进煤矿先进产能建设，原煤产量同比增长11%。特别是煤电企业克服各种困难，全力保障电力供应，到今年6月底，全国统调电厂电煤的库存超过1.7亿吨，

同比增长 51.7%，总体看，上半年能源供应保障有力有效。

关于下半年，随着稳增长各项措施的落地见效，预计我们国家的能源消费仍将保持增长态势，增长速度和上半年比会有所加快。进入冬季取暖期以后，电力、煤炭、天然气的需求还会进一步增加。现在稳妥度过夏季高峰，到了 11 月份以后，还要再紧接着迎接冬高峰，能源行业已经提前制定和实施相关的保障预案，像刚才提到的，多年来，能源局和有关地方、企业各方联动，已经有了行之有效的应对高峰时段用能需求的各项措施方案，着力增强能源供应能力，确保下半年的能源供应稳定。

章建华：这些年中国的经济快速发展，我们发展体量又大，所以能源需求也是比较大的。但是，我们在党中央、国务院的坚强领导下，在能源行业的共同努力下，我们还是有信心确保能源供应。

问：在俄乌冲突发生以来，国际上部分国家对俄罗斯制裁之后，导致国际上石油和天然气资源短缺、价格上涨，近期也有多家国际机构上调了原油价格的预期，我国对油气的需求对外依存度一直居高不下。请问，这对我国的能源安全的影响，以及我国对油气储存和进口方面有什么样的应对准备？

章建华：俄乌冲突以后，部分国家对俄罗斯发起了全方位、多频次的制裁，对整个能源市场造成了巨大的冲击，能源供需失衡，能源价格飙升，并且高位运行。面对复杂多变的国际形势和艰巨繁重的国内改革发展稳定的任务，我们以“四个革命、一个合作”能源安全新战略为指引，全力保障开放条件下的能源安全。国内方面，我们深入贯彻“六保”任务，实现国内能源供应总体安全稳定，有力地支撑了经济社会高质量发展和民生的需求。

大家关注的油气方面，2018 年加快天然气产供储销体系建设以来，在各方共同努力下，我国储气规模快速提升，三年多的时间实现了翻番。目前，我们地下储气库注气进度执行良好，采暖季前可以确保实现应储尽储、满库运行。同时我们着眼于中长期发展，研究制定了全国储气能力建设实施方案，立足于大库大站，系统谋划储气重大项目的布局，预计到“十四五”末，我国天然气储备能力有望在 2021 年的基础上再翻一番，天然气协调稳定发展和安全稳定供应水平再上新的台阶。

下一步，我们将继续立足国内、多元保障、强化储备，完善产供储销体系，增强持续稳定供应和风险管控能力，实现煤炭供应安全兜底、油气核心需求依靠自保、电力供应稳定可靠。

在国际合作方面，我们持续致力于通过沟通、对话和合作的方式，加强与有关能源生产国、消费国以及有关方面的协调，努力保障东北、西北、西南、海上四大油气进口通道的安全稳定运行，携手维护全球能源市场安全稳定。今年前 6 个月，我国进口原油 2.5 亿吨，天然气 744 亿立方米，煤炭 1.15 亿吨，电力 29.6 亿千瓦时，为保障国内能源供应发挥了积极的作用。

问：刚才有提到国际能源价格大涨的问题，这是否会倒逼各国加快绿色转型，对于我国的新能源产业会有什么样的影响？

李创军：乌克兰危机确实对全球能源市场造成了巨大的冲击，也难免对全球能源转型产生了一些影响，但是可以说，全球能源绿色低碳转型的大趋势不会改变。当前，应对气候变化已经成为全球的普遍共识，加快能源绿色低碳转型已经成为各国的一致行动，新能源也成为了各国竞相角逐、争相投入的重点领域，是新一轮能源技术革命和产业革命的主要战场。我们有一个统计，今年上半年海外光伏市场需求持续旺盛，实现了量价齐升，我们国家的组件出口量今年上半年达到了 78.6GW，同比增长了 74.3%，光伏产品的出口总额达到了 259 亿美元，同比增长了 113.1%。这是进出口的情况。

近年来，我们国家新能源产业发展取得了举世瞩目的成就，不论是装机规模、技术水平，还是产业链的能力都已经达到了全球领先水平。我们光伏等新能源产业的国际竞争优势凸显，2020 年以来，习近平总书记在国内外多个场合就碳达峰、碳中和发表重要讲话，作出重要指示，为我们国家新能源发展明确了新任务，指明了新方向，提出了新要求。

当然，乌克兰危机也提醒我们，虽然能源绿色低碳转型的大趋势不可逆转，但是也不会一帆风顺、一蹴而就，我们将坚决贯彻习近平总书记“四个革命、一个合作”能源安全新战略，统筹发展和安

全，坚持先立后破，统筹谋划，加快实施可再生能源替代行动，推动我们国家可再生能源实现高质量跃升发展，坚定信心决心，坚持创新驱动，统筹国内国际两个市场，持续巩固我国新能源产业的领先优势，为建设能源强国、保障能源安全、助力实现碳达峰、碳中和目标贡献我们的力量。

问：能否介绍一下第一批、第二批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点大型风电光伏基地的建设情况？

李创军：在沙漠、戈壁、荒漠地区建设大型风光电基地，是贯彻习近平总书记重要指示精神、支撑如期实现碳达峰碳中和目标、推进能源清洁低碳转型、提高能源安全保供能力、扩投资稳增长的重要举措。国家能源局认真贯彻落实习近平总书记的重要讲话和指示批示精神，把以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地的建设作为“十四五”新能源发展的重中之重，与国家发改委一起全力推动以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风光电基地建设。主要做了以下工作：

一是建立加快可再生能源发展协调工作机制。对沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的风光电基地建设按周调度、按月监测，督促相关省份加快推动项目“能开尽开”。

二是建立了大型风电光伏基地项目接网工程纳归审批的“绿色通道”，确保大基地项目“能并尽并”。

三是在不触碰生态红线、不占用耕地的前提下，我们会同自然资源部、国家林草局和人民银行等相关部门进一步强化要素保障，加快落实大基地项目用地、环评、金融等支持政策。

在各方面的共同努力下，截至目前，第一批基地项目已经全面开工建设，第二批基地项目清单也已经印发，第二批项目主要布局在内蒙古、宁夏、新疆、青海、甘肃等地区，这些地区也是沙漠、戈壁、荒漠地区的主要分布地。第二批项目目前已经纳入了国务院印发的扎实稳住经济一揽子政策措施当中，目前这些地区正在抓紧开展项目前期工作，积极推进项目的建设。

下一步，我们将继续加强调度监测，组织开展基地建设情况专项监管，确保第一批、第二批基地项目如期建成投产。同时，我们近期也印发通知，对“十四五”规划确定的七个陆上新能源基地、两个水风光一体化基地，还有五个海上风电集群基地，请这些基地所在的省份抓紧编制实施方案，加快推进项目前期工作。通过这些基地建设，保障能源安全供应、推动能源绿色转型。

问：新型储能是促进新能源规模开发利用、构建新型电力系统、助力实现碳达峰碳中和目标的关键技术和基础装备，能否介绍一下我国在推动新型储能发展方面取得了哪些成果，接下来还有什么重点的任务要推进？

何洋：我们知道传统的电力系统是因为电力不可储存，所以电力系统要瞬时平衡。随着风电、光伏大范围接入以后，因为风电光伏不确定性，系统也会产生很多不确定性，这时候新型储能在这个系统中就会发挥非常大的作用。所以现在新型储能的发展受到电力行业、制造产业、社会的高度关注。总体来说，从“十三五”以后，我们的新型储能处在从研发示范到商业化发展初期的一个过渡阶段。现在在技术装备的研发和示范项目的建设、商业模式的探索以及在构建政策体系方面已取得了许多实质性的进展。新型储能的市场应用规模在稳步扩大，对能源转型的支撑作用在初步显现。新型储能目前的进展主要体现在三个方面：

一是现在新型储能的技术水平和装机规模在稳步的提升。新型储能技术现在在提高效率、降低成本、延长寿命以及提高安全性方面都取得了长足的进步。现在关于新型储能的技术标准体系也已初步建立，我们知道锂离子电池和液流电池以及压缩空气等多种新型储能技术路线的产业化进程都在显著提速。到去年年底，全国新型储能的装机规模已超过了 400 万千瓦，虽然相对于我们国家总体的电力装机来说数量很小，但是它的增长速度很快。

二是新型储能的应用场景和商业模式在不断拓展。现在在新能源加储能，就是风电、光伏加储能配置，还有刚才介绍的沙漠、戈壁、荒漠基地电源的配置方面，风电、光伏、煤电加储能，这也是一种配置模式，以及现在还存在着大量的“互联网+储能”“分布式智能电网+储能”等，多元化的应用场景在不断地涌现。

三是新型储能的政策体系和市场机制初步建立。国家能源局会同国家发改委印发了一系列的文

件，在新型储能的创新规划、应用项目管理、参与电力市场和调度运行方面都制定了初步的政策机制。

下一步，我们在推动新型储能发展方面还要做好四个方面的工作：

一是继续推动新型储能的试点和示范。通过试点示范，来带动我们新型储能的技术、商业模式和体制机制的创新。

二是针对不同的应用场景，会同有关部门一块研究新型储能成本的疏导机制，建立新型储能的成本疏导机制可以推动新型储能的商业化应用和发展。

三是指导各地做好新型储能的专项规划研究，指导各地因地制宜、多元化发展储能。

四是利用好新型储能的大数据平台，利用这个平台加强信息的交流和经验分享，促进我们整个新型储能行业的高质量发展。

中国能源网 2022-07-27

能源发展改革着重要把握哪些方面？国家能源局介绍

国务院新闻办公室 7 月 27 日举行新闻发布会，国家能源局局长章建华在会上表示，为了实现碳达峰、碳中和的目标，实现一个长久的能源安全可靠供应，我国能源发展的总体思路是在保证能源安全的前提下，持续推进能源绿色低碳转型。我国能源发展的趋势是化石能源消费总量要逐步减少，风电、光伏为增长最快的可再生能源，在能源新增供应量中占较大的比重。风电、光伏是能源绿色转型、低碳转型的一个重要的主力能源，但是它波动性大、不能连续稳定出力，所以我们为了保障能源安全的供应，能源发展改革还是着重要把握以下几点：

一是要统筹好发展与安全。稳增长与调结构，立足于我国能源基本国情，处理好发展与减排、整体与局部、短期与中长期的关系。今后，在较长的一段时间内，我国能源需求总量还将持续增长，所以在“双碳”目标的约束下，要大力发展非化石能源，推动构建新型的电力系统，统筹好非化石能源特别是新能源与化石能源之间的互补和优化组合。能源消费总量中越来越多要来自于非化石能源，在能源可靠供应方面，化石能源要发挥基础性调节作用。

二是要深入推进能源体制改革。要健全适应新型电力系统的市场机制，建立全国统一的电力市场体系，推进适应能源结构转型的电力市场建设，深入推进能源领域“放管服”改革，通过市场化的方式实现化石能源消费总量持续减少的同时，要保持能源安全供应能力不下降。可再生能源成本快速下降的同时，其绿色价值还要得到充分体现，有效发挥不同品种能源的保障作用，促使其更大范围内能源资源优化配置，培育和激发市场主体活力，推动高耗能产业向清洁能源丰富的地域聚集，引导产业结构转型升级。

三是要加强能源法治建设。继续将法治政府的建设摆在一个突出的位置，健全能源领域法律法规体系，加快推进能源法的立法，电力法、煤炭法和石油储备条例等的制修订。通过系统的立法、执法、普法和监督工作，充分发挥法治固根本、稳预期、利长远的作用，把能源领域的各项管理工作全面纳入法治化的轨道，为建设能源强国构建坚实的法治保障。

中国新闻网 2022-07-27

能源高质量发展迈出新步伐

能源安全是关系国家经济社会发展的全局性、战略性问题。2014 年，习近平总书记创造性提出了“四个革命、一个合作”能源安全新战略，为我国新时代能源发展提供了根本遵循，擘画了中国能源改革发展的宏伟蓝图。7 月 27 日，在国新办举行的新闻发布会上，国家能源局有关负责人介绍了“加快建设能源强国全力保障能源安全”有关情况。

能源自主保障能力保持在 80%以上，人均用电量增长至近 6000 千瓦时

国家能源局局长章建华介绍，从能源消费看，2014年以来，我国能源利用效率不断提升。单位国内生产总值能耗累计降低20%，以年均约2.9%的能源消费增长支撑了年均6.2%的国民经济增长。

能源消费结构显著优化。煤炭消费比重从2014年的65.8%下降到2021年的56%，年均下降1.4个百分点，是历史上下降最快的时期。清洁能源消费比重同期从16.9%上升到25.5%，在能源消费增量中的份额超过60%。

能源领域污染防治成效显著。全国超低排放煤电机组超过10亿千瓦。北方地区清洁取暖率达到73.6%，替代散煤1.5亿吨以上。我国建成全球最大的充换电网络，累计建成充电设施391.8万台。

从能源供应看，供给能力和质量显著提升。2014年以来，我国能源自主保障能力保持在80%以上。全口径发电装机容量超过24亿千瓦，人均用电量从4000千瓦时增长至近6000千瓦时，超过英国、意大利，接近德国、法国等国家。建成33条交直流特高压线路，“西电东送”规模超过2.9亿千瓦。

与此同时，可再生能源不断发展壮大，发电装机历史性突破11亿千瓦，占总装机的比重达45.8%。油气总产量由2014年的3.15亿吨油当量增长至2021年的3.65亿吨油当量。2021年，原油产量实现连续3年回升，天然气产量实现连续5年增产超过100亿立方米。

新能源产业全球领先，大型风电光伏基地第一批项目已全面开工

当前，应对气候变化已经成为全球普遍共识，新能源也成为各国竞相角逐、争相投入的重点领域。国家能源局新能源和可再生能源司司长李创军介绍，近年来，不论是装机规模、技术水平，还是产业链能力，我国新能源产业已经达到全球领先水平。今年上半年，光伏海外市场需求持续旺盛，实现量价齐升。我国光伏组件出口量达到78.6吉瓦，同比增长74.3%，光伏产品出口总额达到约259亿美元，同比增长113.1%。

我国正加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设，目前已建立加快可再生能源发展协调工作机制、项目接网工程纳归审批绿色通道，推动项目“能开尽开”“能并尽并”；在不触碰生态红线、不占用耕地的前提下，会同相关部门进一步强化要素保障，加快落实大基地项目用地、环评、金融等支持政策。截至目前，大型风电光伏基地第一批项目已全面开工建设，第二批项目清单也已印发，正在抓紧开展前期工作。

新能源的大规模高比例开发利用，离不开新型储能的发展。“传统电力系统的电力不可储存，需要瞬时平衡。风电、光伏大范围接入以后，由于不稳定，系统会产生很多不确定性，这时新型储能就会发挥作用。”国家能源局电力司司长何洋说，当前新型储能技术在提高效率、降低成本、延长寿命、提高安全性等方面都取得了长足进步。截至2021年底，全国新型储能累计装机超过400万千瓦，增长速度很快。

何洋介绍，下一步推动新型储能发展还将做好四方面工作：一是继续推动新型储能的试点和示范，带动新型储能的技术、商业模式和体制机制创新。二是针对不同应用场景，会同有关部门研究新型储能成本的疏导机制。三是指导各地做好新型储能的专项规划研究，指导各地因地制宜、多元化发展储能。四是利用好新型储能的大数据平台，加强信息交流和经验分享，促进整个新型储能行业的高质量发展。

上半年能源重大项目投资同比增长15.9%，下半年能源消费预计保持增长态势

今年以来，受国际局势变化等因素影响，全球能源供应偏紧。上半年我国能源生产情况如何，怎么看待下半年的能源供需形势？

国家能源局发展规划司司长李福龙介绍，能源行业多措并举提升能源供给能力，有力有效支撑经济社会发展。上半年能源重大项目投资同比增长15.9%。今年已经具备开工条件的能源重大项目中，非化石能源投资占87%左右。同时，煤电企业全力保障电力供应，到今年6月底，全国统调电厂电煤的库存超过1.7亿吨，同比增长51.7%；油气生产稳定增长，上半年规模以上工业原油产量、天然气产量同比分别增长4%、4.9%；水电、风电、太阳能发电量增长较快，同比分别增长20.3%、7.8%和13.5%。

章建华说，2018年加快天然气产供储销体系建设以来，我国储气规模快速提升，3年多时间实现了翻番。目前地下储气库注气进度执行良好，采暖季前可以确保实现应储尽储、满库运行。在国际合作方面，还将持续加强与有关能源生产国、消费国及有关方面的协调，努力保障东北、西北、西南、海上四大油气进口通道的安全稳定运行。

“下半年，随着稳增长各项措施的落地见效，预计我国的能源消费仍将保持增长态势，增长速度和上半年相比会有所加快。进入冬季取暖期以后，电力、煤炭、天然气的需求还会进一步增加。”李福龙说，11月以后，还要紧接着迎峰度冬，能源行业已经提前制定和实施相关的保障预案，确保下半年的能源供应稳定。

丁怡婷 人民网—人民日报 2022-07-28

我国能源自主保障能力保持在80%以上

国新办27日就“加快建设能源强国 全力保障能源安全”有关情况举行新闻发布会。国家能源局局长章建华表示，自能源安全新战略提出以来，能源战线坚定不移推动能源革命，能源强国建设进一步推进，能源安全保障能力进一步提升，为经济社会持续健康发展提供了有力支撑。

从能源消费看，能源清洁低碳转型步伐加快。数据显示，2014年以来，我国单位国内生产总值能耗累计降低20%，以年均约2.9%的能源消费增长支撑了6.2%的国民经济增长。能源消费结构明显优化，煤炭消费比重从2014年的65.8%下降到2021年的56%，年均下降1.4个百分点，是历史上下降最快的时期；清洁能源消费比重同期从16.9%上升到25.5%，占能源消费增量的60%以上。

同时，能源供给能力和质量显著提升。据统计，我国能源自主保障能力保持在80%以上，全口径发电装机容量超过24亿千瓦，人均电力装机容量由2014年的1千瓦增长至1.7千瓦。2021年，全国煤炭产量达41.3亿吨，大型煤矿产能占全国总产能的70%以上；可再生能源发电装机历史性突破11亿千瓦，发电量达到2.49万亿千瓦时，占全社会用电量的29.9%；原油产量实现连续3年回升，天然气产量连续5年增产超过100亿立方米。

在能源技术创新方面，我国已建立了完备的清洁能源装备制造产业链，成功研发制造全球最大单机容量100万千瓦水机组，具备最大单机容量达10兆瓦的全系列风电机组制造能力，光伏电池转换效率多次刷新世界纪录。此外，能源体制机制改革得到稳步推进，电力体制改革取得重大突破。2021年，全国市场化交易电量3.8万亿千瓦时，占全社会用电量比重达45.5%。

当下，受新冠肺炎疫情和国际局势影响，全球能源供应紧张，如何保障能源的安全可靠供应备受关注。对此，国家能源局发展规划司司长李福龙表示，今年以来，能源行业持续加大能源领域的有效投资力度，加强能源产供储销体系建设，多措并举增加能源供给能力，总体来看，上半年能源供应保障有力有效。

据悉，上半年能源重大项目的投资同比增长15.9%。水电、风电、太阳能发电量较快增长，和去年同期相比分别增长20.3%、7.8%和13.5%。原油、天然气的产量同比分别增长4%和4.9%。原煤产量同比增长11%。截至6月底，全国统调电厂电煤的库存超过1.7亿吨，同比增长51.7%。

对于下半年能源保供形势，李福龙表示，随着稳增长各项措施落地见效，预计能源消费仍将保持增长态势，增长速度和上半年相比会有所加快。进入冬季取暖期以后，电力、煤炭、天然气的需求还会进一步增加。“能源行业已经提前制定和实施相关的保障预案，着力增强能源供应能力，确保下半年能源供应稳定。”李福龙说。

纪文慧 中国经济网-经济日报 2022-07-28

热能、动力工程

新型储能探路“入市”

新型储能是建设新型电力系统、推动能源绿色低碳转型的重要装备基础和关键支撑技术，也是实现“双碳”目标的重要支撑。今年6月，国家发改委、国家能源局印发《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》)，明确新型储能可作为独立储能参与电力市场，并对其“入市”后的市场、价格和运行等机制作出部署，旨在推动新型储能产业健康发展。

不到1个月，广西率先推动《通知》落地落实。广西壮族自治区发改委日前发布《推动新型储能参与电力市场和调度运用工作方案(征求意见稿)》(以下简称《工作方案》)，确定了推动新型储能运用的六大任务，并提出今年年底前完成市场准入等规则、规划建设并网要求、调度运行机制的建设，为新型储能参与电力市场和调度运用创造条件。

记者注意到，作为国内首个省级层面出台的方​​案，《工作方案》与《通知》在“市场准入”上出现了不同表述。《通知》中明确，鼓励以配建形式存在的新型储能项目，可选择转为独立储能项目，作为独立主体参与电力市场；而《工作方案》要求，新能源配建的储能和所属电源联合一起准入，多能互补一体化中储能和所属一体化项目联合一起准入。

一个是顶层“路线图”，一个是地方“施工图”，广西的操作是否意味着地方在《通知》落地过程中出现了“导向偏差”？各地新型储能“入市”还需破解哪些难题？

顶层设计剑指顽疾

地方方案细化落地

储能具有多重价值，但行业发展面临盈利难的尴尬现状，“赔本赚吆喝”的企业大量存在。“以2021年的1800元/千瓦时储能系统成本计算，储能电站两充两放，充放电平均价差在0.7元/千瓦时以上，至少10年才能收回成本。”中关村储能联盟秘书长俞振华坦言，目前全国有22个省区发布了鼓励或强制新能源配储能的政策，配置比例在5%—20%之间。“但在新能源平价上网的压力下，强制按固定比例配置储能增加了新能源固定成本，且成本缺少回收途径。”

“没有弃电和调节需求，电网难以调度。”在华北电力大学电气与电子工程学院副教授郑华看来，新型储能的根本问题在于，成本与收益的不确定性和现有机制造成了投资环境恶化，继而导致储能设施建而不用问题频现。

为破解上述难题，国家发改委、国家能源局6月7日出台《通知》，明确新型储能可作为独立储能参与电力市场，且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。此举被业内视为加速新型储能市场化的重要政策。

“广西的《工作方案》进一步明确了《通知》中未明确的用户侧储能是否独立的问题，即用户侧储能可以具有独立身份并参与电力市场交易。”郑华说。

中关村储能产业技术联盟副秘书长李臻向记者表示，《工作方案》的亮点在于确定了推动新型储能运用的具体任务，明确了任务牵头方，以及推进计划和时间节点。“这是顶层设计的具体细化，对广西新型储能应用具有指导意义。”

执行层面难度较大

各地操作需因地制宜

以独立主体身份直接参与电力市场和调度运用的意义是什么？

记者了解到，配建形式的新型储能转为独立储能的意愿较为强烈。“独立储能可以解决当前存量新型储能不具备独立市场主体身份带来的结算难、利用率偏低等问题。”厦门科华数能科技市场总监陈超称。

但作为首个地方文件，广西的《工作方案》表述有所出入：独立储能(电网侧、用户侧)可直接

予以准入，执行储能参与市场化交易的有关政策。新能源配建的储能和所属电源项目联合一起准入，执行新能源参与市场化交易的有关政策。风光水火储多能互补一体化项目中储能和所属一体化项目联合一起准入。“这意味着，未来广西境内的一体化项目、新能源电站中的储能不具有独立参与电力市场的可能。”郑华指出，可转为独立储能项目主要涉及源侧和荷侧的非独立新型储能企业，如新能源+储能、火电+储能等，但执行层面难度很大。

郑华解释，新能源和一体化项目中的新型储能其实在备案阶段就已明确价值作用范围，并享受了对应的便利，明确了成本收益机制。“由于场景多样化，所涉及问题并非简单的模式转换，而是对市场运营与调控运行体系的‘变革’，涉及土地费用、送出线路费、事故责任主体、并网性能权责、对外调控运行模式等问题，复杂度可想而知。联合准入机制是恰当的，也符合当前实际情况。”

“目前无法简单评价哪种模式更优，独立储能或联合一体参与电力市场要结合应用环境具体分析。简单转化，若接入计量、市场衔接不当，会造成混乱。”李臻认为，国家顶层设计是宏观指导，提供了多种可能性，具体到地方一定要因地制宜地。

回归市场是必由之路

配套措施亟待完善

储能成本疏导，最终应通过电力市场。“新型储能参与电力市场是必由之路，是新型电力系统发展的根本需求所决定的，《通知》和《工作方案》只是一系列政策的组成部分，是向正确方向推进的坚实一步。”郑华指出，要让新型储能回归市场，用“市场的手”解决需求不平衡、供需不匹配、成本收益不清晰等问题，政府就要建立有效、公平、公正、开放的市场机制与体系，通过自由交易，凭本事获得价格。

“如果没有需求和应用场景，储能就会成为沉没资产。”李臻表示，此前新型储能在电力市场中的身份定位不够清晰，主要参与调峰、调频等辅助服务市场，参与中长期交易、现货交易等市场的准入标准、交易、结算等细则并不明确。随着政策进一步放开，明确新型储能可作为独立主体参与电力市场，在制度设计上，要充分考虑新型储能调节性能高、响应速度快等优势，充分发挥其在能量和容量方面的价值；另一方面，要建立科学的调运机制，并加强监管，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。

业内专家提醒，新型储能是新型电力系统的重要组成部分，但不是全部，需要统筹新型储能与其他电源或市场主体的协调发展关系，不能将其价值和作用扩大化，更不能“神化”，何况其自身尚存在诸多待解决的问题。

“此外，新型储能参与电力市场不仅是价格机制问题，还涉及电能量市场、电力辅助服务市场的准入机制、电价机制、交易机制及其不同市场间的衔接机制，以及市场主体的影响、收益模式等核心问题，要有一整套满足我国新型电力系统需求的新储能参与电力市场的相关策略、配套措施及其衔接机制的体系与机制建设。”郑华指出，需要深入研究、逐步示范应用，即不可“一刀切”，亦不能拖而不决，要充分发挥创新能力。

本报记者 卢奇秀 中国能源报 2022-07-18

重点领域节能降碳这样做

专家观点：

“企业节能降碳改造要与绿色转型升级结合起来，注重产业发展对传统技术产品的升级替代以及与新兴产业的融合，注重节能降碳措施的可实施性，以及节能效果、推广价值。鼓励结合项目实际，实施多项节能降碳措施，但应注意相关措施的成熟可靠性，避免片面追求节能减碳，大量采用不成熟的技术和设备，影响项目‘安稳满长优’运行。”

7月11日，国家发改委产业司、工信部节能司联合召开“重点领域节能降碳工作调度会”。据国家发改委产业司副司长龚楨楨通报，截至目前，全国共有20个省（区、市）初步完成本地区重点领

域企业能效摸底调查，并形成初步实施方案。在此基础上，要求各地抓紧完成能效清单目录和改造方案，明确推进步骤、改造期限、技术路线、工作节点、预期目标等。

推进钢铁、炼油、石化化工等重点领域节能降碳，事关产业结构调整、绿色低碳转型，亦是节能降碳工作的重点与难点。对此，国家发改委等5部门已于去年10月发布《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》（以下简称《若干意见》），从总体要求、重点任务等方面展开部署。半年多时间已过，《若干意见》的实施进展如何？遇到哪些挑战？又该如何突破？

不能仅满足于达到能效基准值要求

“到2025年，通过实施节能降碳行动，钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃、炼油、乙烯、合成氨、电石等重点行业 and 数据中心达到标杆水平的产能比例超过30%，行业整体能效水平明显提升，碳排放强度明显下降，绿色低碳发展能力显著增强。”——这是《若干意见》提出的阶段性目标。

龚桢楮介绍，《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2021年版）》《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南（2022年版）》等政策性文件先后出台，提出了25个重点领域能效标杆水平和基准水平，并分别制定了改造升级参考指南。“可以说，我们从总体要求、衡量标准、操作方式等方面进行了全面系统部署。”

工信部节能司副司长丁志军表示，今年6月，《工业能效提升行动计划》发布，持续夯实政策“组合拳”。“聚焦重点用能行业和用能领域，实现工业节能从局部单体向全流程系统节能转变。对此，我们要深入挖掘钢铁、石化、化工、有色金属、建材等行业的节能潜力，有序推进技术工艺升级，推动能效水平应提尽提；持续开展绿色数据中心建设，引导数据中心扩大绿色能源利用比例，提高数字基础设施能效和绿色发展水平。”

“决不能有观望和等待的思想，对于不能在限期内达到能效基准值以上的项目，坚决淘汰退出。同时，也不能满足于仅达到能效基准值的基本要求，要引导企业努力向标杆水平看齐。”龚桢楮强调，各地在制定改造升级方案时，需兼顾国家总体要求与当地企业实际。“既要做好项目用地、环保、水资源等要素保障，重点保障高质量升级项目的资金需求，也要严格执行产业政策，确保项目合法合规。”

根据自身情况因地制宜、一企一策

有了清晰的政策指引，行动更加有序迅速。记者了解到，部分地区、企业已取得积极进展。

“我们在国家文件的基础上调高了目标，自我加压。到2023年，重点领域能效基准水平产能力争达到100%；2025年，能效标杆水平产能力争达到50%。”浙江省发改委副主任胡奎表示，经实地摸底，该省确定了重点行业企业78家、数据中心202家，重点行业在建项目14个，严格遵守“一把尺子量到底”，建立起重点领域企业装置（生产线）能效清单目录。“根据结果，向每家企业反馈‘能效诊断书’，分类指导企业，特别是未达标者提前谋划技术改造项目。截至6月底，技改项目累计完成投资54.45亿元，新增能效标杆装置（生产线）6条。”

中石化能源管理与环境保护部副总经理陈广卫告诉记者，“油田企业正从油藏到井筒再到地面，全流程、全过程、全方位控总量、降损耗、提能效，在油气产量持续提升的同时，能耗总量和强度持续下降。在炼化企业，开展加工总流程和装置能量利用环节、能量回收环节及能量转换环节用能优化。企业通过自身纵向对标、与能效‘领跑者’间横向对标，查找差距、剖析原因、完善措施。”

清洁能源的注入为节能降碳带来更多动力。万华化学集团董事长廖增太举例，各园区根据所在地的能源禀赋特点，积极开拓清洁能源渠道。“今年，万华眉山基地水电使用比例将达86%，福建基地核电等清洁能源使用占比达29%，同时参股海上光伏、渔光互补、农光互补及分散式风电等项目。项目全面建成后，每年可减少碳排放量约850万吨。”

把握节奏和力度，兼顾企业竞争力

经过前期实践，各方对节能降碳的认识更加深刻。“重点领域节能降碳是一个具有长期性、系统性、动态性特征的过程，始终伴随着产业转型升级，当前已经到了攻坚阶段。”中国国际工程咨询有限公司冶金建材业务部主任李胜辉称。

李胜辉提出，受技术、资金实力所限，中小企业的能源利用率、环境污染治理能力低于行业平均水平，因此成为节能降碳工作的短板。比如在钢铁行业，目前不同企业的吨钢综合能耗从 500 千克标准煤到 600 千克标准煤不等。多数中小型钢铁企业尚未形成完整的能源管理体系，烧结工序单位能耗水平比行业能效领跑者企业高出 20%，对此均可进一步挖潜。

以石化化工行业为例，石油和化学工业规划院院长李君发表示，基于行业门类复杂、生产企业多、产品数量多、结构性过剩和高端产品短缺共存等现状，不同细分领域碳排放量多寡悬殊。如何把握好节能降碳的节奏和力度，同时保持和提高企业竞争能力，以及行业稳定增长、平稳转型升级，是当前面临的重大挑战。

李君发建议，在摸清家底的基础上，对标产品能效水平，找出不同企业的节能减碳方向和重点，进而制定时间表、路线图。“企业节能降碳改造要与绿色转型升级结合起来，注重产业发展对传统技术产品的升级替代以及与新兴产业的融合，注重节能降碳措施的可实施性，以及节能效果、推广价值。鼓励结合项目实际，实施多项节能降碳措施，但应注意相关措施的成熟可靠性，避免片面追求节能减碳，大量采用不成熟的技术和设备，影响项目‘安稳满长优’运行。鼓励企业使用绿色电力和电气化改造，探索绿氢与化工的融合减碳示范，与电力、轻工、建材、化纤等相关企业融合发展，提高资源转化效率，实现协同减碳。”

据悉，国家发改委将积极会同相关部门，从抓紧完成能效清单目录和技术改造实施方案、加大对各地方总体实施方案的复核指导、加快对龙头企业的重点培育和示范引领、加大对重点项目的金融政策支持、加快完善标准修订和计量体系、强化政策协同并加强督促落实等六方面发力，确保这项工作落到实处，取得成效。

本报记者 朱妍 姚金楠 卢奇秀 渠沛然 中国能源报 2022-07-18

全钒液流电池成储能界“新宠”

近日，钒电池概念股持续走高，以钒为主要资源的企业股价也多日涨停，引起行业关注。钒电池，即全钒液流电池，是当前液流电池中发展时间最长、技术最成熟、商业化程度最高的一种技术。

满足中长时储能需求

“全钒液流电池是大规模、大容量、长时、高安全性储能的首选技术。”中科院大连化学物理研究所首席研究员张华民表示，“全钒液流电池的电解液为钒离子的稀硫酸水溶液，只要控制好充放电电压，保持电池系统存放空间通风良好，就不存在着火爆炸的风险。”

根据储能时长不同，电化学储能技术可分别满足不同的市场需求。大连融科技术发展有限公司总经理王晓丽表示：“如基于超级电容的飞轮储能技术，具有短时大功率的调节能力，锂离子电池适合 1 小时-4 小时的储能需求，而钒电池则更适合于中长时储能，即 4 小时-12 小时的储能。”

山西国润储能科技有限公司技术总监吴志宽向记者介绍：“钒电池与锂电池不同，液流电池的液体电解质储存在外部储罐中，而不是储存在每个电池单元中。由于携带能量的电解质与发电堆在物理上是分开的，因此液流电池的能量和功率也是分开的。”

“全钒液流电池储能系统的输出功率由电堆的大小和数量决定，而储能容量由电解液的体积决定。”张华民表示，正因这种特性，储能时长越长，钒电池单位造价就越低。

除此之外，钒电池作为储能电池，使用寿命也极具优势。王晓丽进一步表示，钒电池可通过化学手段低成本快速恢复容量衰减。“钒电池本身就是一种寿命超长的电池储能装备，在百分之百充放电循环下，钒电池充放电循环次数可以达到 2 万次以上。同时，在它的整个生命周期之内，能量保持率可以达到百分之百。”

产业链日渐国产化

全氟质子交换膜材料是液流储能电池最核心部件，也是最具难度的核心技术，被业内称为全钒液流电池的“心脏”和“芯片”。此前，该技术和产品一直以来都掌握在少数外国公司手中，如今，这项

技术已被国内企业掌握。

据江苏科润膜材料有限公司总经理杨大伟介绍，该公司自 2009 年起瞄准燃料电池和液流电池的方向开始做国产化质子膜，如今，其产品在国内钒电池质子交换膜市场的份额已经达到 90%。

“公司生产的液流储能电池在电化学及力学性能方面均达到或超过进口产品，同时造价仅相当于进口产品的 1/3。”杨大伟表示，“目前，公司拥有 120 万平米/年的质子膜产能，二期又规划了 400 万平米/年产能的质子膜生产基地，将于明年投产。”

此外，钒电池生产商也倾向于自主建设零部件生产基地，保障供应。如国润储能建设有成熟的全氟离子膜生产线，融科储能则具备关键部件电堆的完整生产线以及全球最大钒电解液生产基地。

降本需扩大产业规模

据攀钢钒钛的年报显示，2021 年，全球钒产量（以 V₂O₅ 计）为 21 万吨左右，其中我国约占全球产量的 65%。不过，钒资源虽然丰富，钒价却居高不下。

为此，王晓丽认为，钒电池产业化规模亟待扩大。“在当前技术水平下，钒电池初始投资造价与锂电池相比确实偏高。钒电池产业刚刚兴起，虽然产业链基本完善，但是产业规模还没有达到规模效应显现的阶段。不过，无论从材料、核心电堆还是系统集成角度，钒电池仍有大量的技术提升空间，可以预期在技术上钒电池仍有一个较大的降本潜力。”

“电解液的成本约占整个储能系统成本的 70%，由于电解液可再生循环使用，不需要报废处理，因此生命周期的价格低、经济性好。”张华民同时表示，钒电池在电池系统报废后除电解液可再生循环使用外，其他金属材料、碳材料等，也可以有效利用而不污染环境。

“如果加大投入，全钒液流电池从性能、成本控制上仍有很大的发展空间，远没有触到‘天花板’。在低温或者极高温的环境下，全钒液流电池比锂电池及铅酸电池更加安全与可靠，有其专属的特定市场需求。”吴志宽说。

英国 IDTechEx 公司报告认为，面向储能市场的钒液流电池到 2031 年前后或将在装机容量上超过锂离子电池。

张华民预计：“到 2030 年，全钒液流电池储能系统的功率（千瓦）装机市场份额将达到 30% 左右，容量（千瓦时）装机市场份额将会达到电化学储能的 50% 左右。”

本报实习记者 林水静 中国能源报 2022-07-18

江苏淮安盐穴压缩空气储能项目可研报告通过评审

本报讯 记者卢奇秀报道：7 月 14 日，江苏淮安 465 兆瓦/2600 兆瓦时盐穴压缩空气储能项目可行性研究报告在京通过专家评审，标志着该项目将进入工程实施阶段。

据江苏国源储能科技有限公司董事长周兵介绍，江苏淮安 465 兆瓦/2600 兆瓦时盐穴压缩空气储能项目，地面工程总投资约 22.27 亿元，计划三年共分两期实施：一期单机规模 115 兆瓦，二期单机规模 350 兆瓦。该电站建成后，将成为全球容量最大的压缩空气储能电站，可实现年发电 8.5 亿度。

作为储能方式的一种，压缩空气储能是利用电网负荷低谷时的剩余电力压缩空气，并将其储藏在高压密封设施内，在用电高峰释放出来驱动膨胀机带动发电机发电。据了解，百兆瓦级先进压缩空气储能系统在功能、成本、寿命和性能等方面与抽水蓄能基本相当，被认为是最具发展前景的长时大规模储能技术之一。

目前，我国已建成山东肥城 10 兆瓦盐穴先进压缩空气储能国家示范电站并正式并网投运。去年年底，全球首个百兆瓦级先进压缩空气储能电站——张家口 100 兆瓦先进压缩空气储能国家示范电站也顺利并网，开展带电调试工作。我国已掌握先进压缩空气储能的全套核心技术，拥有完整的自主知识产权。

值得注意的是，装机规模从 100 兆瓦提升至 350 兆瓦，对项目建设提出了更高的要求。据悉，江苏淮安 465 兆瓦/2600 兆瓦时盐穴压缩空气储能项目将依托中国科学院工程热物理研究所国际领

先的压缩空气储能技术和苏盐集团领先的地下盐穴造腔技术，利用中储国能（北京）技术有限公司全套压缩空气储能装备研制及系统集成能力，共同推动压缩空气储能技术研发及产业化进程，力争成为绿色低碳、循环发展的示范样本。

中科院电工所王秋良院士、中国电科院周孝信院士、中科院武汉岩土所杨春和院士，以及来自中国能源研究会、中国科学院力学研究所、清华大学、中国石油大学、北京京能科技有限公司、山东电力工程咨询院等单位的专家出席了评审会议。淮安市政府、苏盐集团、中国科学院工程热物理研究所、中储国能（北京）技术有限公司及各合作单位共 40 余人，参加了评审会议。评审中，专家组分别听取了项目可行性研究报告、盐穴稳定性评价及地下工程情况汇报，同意通过可研评审。

中国能源报 2022-07-18

首个 100%清洁能源可溯源绿色大数据中心建成

本报讯 7 月 14 日，中国电信(国家)数字青海绿色大数据中心在海东市正式启动，这标志着全国首个 100%清洁能源可溯源绿色大数据中心在青海省正式建成。

青海作为数字经济发展的“天然良港”，新能源装机占比在全国各省份中最高，气候冷凉，数据来源广，大数据中心建设和产业链培育优势得天独厚，数字技术对经济发展和民生改善的放大、叠加、倍增作用持续凸显。中国电信(国家)数字青海绿色大数据中心地处青海省海东市河湟新区零碳产业园区，占地 6.67 公顷，总建筑面积 7.2 万平方米，于 2021 年 4 月开工建设，总投资 10 亿元，一期投资 2 亿元。大数据中心突出绿色、零碳、可溯源三个关键特征，创新打造全国首个 100%清洁能源可溯源绿色大数据中心标杆，重点指标和核心技术应用均处于国内领先水平。采用间接蒸发冷、液冷等先进冷却技术，结合青海冷凉气候，可实现全年 314 天不开启空调，实现 100%可溯源绿电供应。通过理论创新及技术融合，重新定义绿色大数据中心新标准。同时加大与能源企业合作，在数据中心内自建分布式光伏+电化学储能的绿电供应系统，创新打造全国首个大数据中心领域源网荷储一体化绿电智慧供应系统示范样板，重新定义绿色能源显性化消费新模式。

据介绍，在青海建成全国首个 100%清洁能源可溯源绿色大数据中心，是青海省创新推动数字经济与清洁能源深度融合发展的重要实践。今后，青海省将聚焦聚力生态文明“高地”和产业“四地”建设，不断做强做优做大数字经济。

刘惠 中国能源报 2022-07-18

绿色转型就要换技术、换装备

“我国机械工业的直接碳排放仅占工业碳排放的 5%左右，相比于化工、冶金行业 20%-30%的占比，这个数值不算很大。所以，在国内致力于实现碳达峰碳中和目标的环境下，目前，机械工业并没有引起各界的广泛关注。但透过现象看本质，我们却发现，在全世界范围内，机械装备直接或间接在工业生产中运行，造成了致使全球变暖的大部分温室气体排放。”在机械工业信息研究院副院长石勇看来，装备制造业的发展才是实现碳达峰、碳中和目标的关键所在。“绿色转型从根本上来讲就是换技术、换装备。”

“能源正从资源属性转为
装备制造属性”

“当前，能源正在从资源属性转变为装备制造属性。”石勇表示，目前，能源供给的主体正在从高碳排放的化石能源转向为清洁高效的可再生能源，与此同时，能源生产也从主要依靠资源转变为更多依靠装备，基于自然禀赋的传统能源开发利用正在走向基于装备创新的新能源开发利用。

在此背景下，石勇指出，新能源装备已成为国际竞争的焦点，各国纷纷出台支持政策并加大相应的资金投入。“今年 5 月，美国政府拨付了约 1 亿美元的基础设施资金，用于资助电动汽车动力电

池的研制。”

石勇指出，随着“新能源+农业”“新能源+制造”“新能源+建筑”等利用形式的创新和普及，以“光伏+储能”为代表的“新能源+”时代正在到来。其间，能源的装备制造属性更加凸显。“例如，我们最早提到特斯拉电动车时，可能仅仅认为特斯拉是一个电力驱动的交通工具。后来，我们才慢慢认识到它是一个大型的应用终端。特斯拉的终极目标是做分布式储能，特斯拉大力研发汽车电池，不仅仅是为了驱动汽车，更重要的是做储能。”石勇谈及特斯拉大举收购光伏企业、与能源公司开展合作，在新能源装备领域持续发力时指出。“现在，在英国，如果你购买了特斯拉的电动汽车或者加入了特斯拉的能源系统，就可以享受比英国电力公司便宜 30%的电价优惠。以后，找你收电费的，可能不是电网公司，而是像特斯拉这样的企业。”

此外，石勇表示，随着可再生能源的发展，相应装备制造业的进步能够有力保障国家产业安全。特别是针对我国“富煤、贫油、少气”的国情，发展绿色经济、低碳经济，重塑能源体系，对我国产业安全更具有重要意义。“曾经有一句话，谁掌握了能源，谁就掌握了世界。未来，谁掌握了新能源装备，谁就拥有了稳定可靠、不受地缘政治影响的可再生能源。”石勇强调，特别是在俄乌冲突爆发之后，在国际范围内，发展新能源已经不再是单纯的环保议题，而是各国产业安全的核心要义。

“可以将新能源装备作为突破口，
参与国际规则的制定”

在实现碳达峰碳中和目标的过程中，石勇认为，装备制造业可以提供源源不断的创新动力。放眼 2021 年-2060 年的 40 年时间，其中，第一个 10 年正是实现碳达峰、碳中和“转型、过渡、蓄势”的 10 年，“这一阶段的装备制造业变革要以节能为主。以电机为例，目前，工业用电的 80%都来自于电机的运转。有统计指出，当前，全球共有工业电机约 3 万亿台，如果将这些电机全部升级改造为高效节能电机，那么，将降低约 10%的碳排放。”石勇指出，在节能的基础上，在第二个乃至第三个 10 年，要重点发展新能源装备和零碳技术，最后攻坚决战的 10 年，要着重发展零碳以及负碳技术和装备。

“所以，碳达峰碳中和目标实现的全过程都离不开技术和装备的支撑。”石勇透露，根据机工智库的粗略估算，近 10 年间，我国与碳达峰碳中和相关的专利 70%以上均来自装备制造业。“现行风电的国家标准，约有 90%来自于机械设备和电气设备领域。”

在装备制造行业不断创新的步伐下，石勇也提出，这将为零碳新工业规则的制定贡献出中国力量。“每一次新工业革命都会孕育出新的国际规则，谁占有了规则制高点谁就占有未来。在由新能源革命带来的新工业革命中，由于我国新能源装备的快速发展，我们具备了一定的话语权。”

“没有中国可再生能源大规模发展，就不可能有全球可再生能源的快速蓬勃兴起，中国为全球能源转型应对气候变化作出了贡献。这是不争的事实。但我们也必须看到，相对于发达国家，我们在低碳技术方面的研究起步还比较晚，尤其是相比部分发达国家提出的碳足迹、碳标签、碳认证方面，我们还有一定的差距。”石勇强调，正是在这样的背景下，我们就更要重视在装备制造业上的比较优势。“可以将新能源装备作为一个突破口，参与到国际规则的制定中。”

“未来我国每年绿色装备制造业
增加值可达万亿元以上”

在石勇看来，新能源装备制造业的发展升级也将同时成为拉动我国经济增长的重要因素。石勇援引 BCG 波士顿咨询公司的分析数据指出，到 2050 年，要实现《巴黎协定》目标世界，所需的新型绿色装备将带来 12 万亿美元的投资。“综合其他统计和研究机构发布的数据进行推算，未来我国每年绿色装备制造业增加值可以达到万亿元以上，将为我国国内生产总值（GDP）的增长贡献一个百分点，对增长贡献率的贡献将达到 20%左右。同时，还可以解决约 500 万人的直接就业。”

“未来，人类对能源的需求增长可能是指数级的，市场规模可能突破百万亿级。”石勇认为，现在的很多估算都是按照线性增长去预测，“实际上，可能未来几十年的发展就是现在难以想象到的，相对应经济的拉动也要比当前的预测大得多。”

在经济增长的同时，石勇表示，中国致力于实现碳达峰碳中和目标，也必将为全球实现《巴黎协定》目标增加强大的动力，这也将为进一步构建人类的命运共同体、共建清洁美丽世界贡献出中国力量。

本报记者 姚金楠 中国能源报 2022-07-25

飞轮储能到了爆发前夜

编者按

近日，三峡乌兰察布“源网荷储”技术研发试验基地一批科研成果投运，尤其是“适用于新能源电站惯量和调频支撑的兆瓦级飞轮储能系统”的研制，使处于示范应用前期阶段的飞轮储能引发关注。目前，我国飞轮储能自主研发技术应用如何？何时能迎来飞轮储能大规模商用？围绕上述问题，记者专访了沈阳微控新能源技术有限公司（以下简称“沈阳微控”）副总裁陈焯。

■促进探索储能多元发展

中国能源报：前不久，国家能源局公布了2021年度能源领域首台（套）重大技术装备项目名单，包括75个技术装备项目，其中储能领域涉及8个技术装备项目，沈阳微控有两个入选，目前，两个项目运行情况如何？

陈焯：在此次的首台（套）重大装备名单中，微控与三峡集团、中核集团共同研制的“适用于新能源电站惯量和调频支撑的兆瓦级飞轮储能系统”入选，依托项目为龙源电力山西右玉老千山风电场一次调频项目以及三峡新能源乌兰察布新型储能技术验证平台项目。其中，老千山项目已于2020年6月完成并网验收，乌兰察布项目正在配合业主方进行各类储能技术实证。

中国能源报：这两个项目对我国储能领域的技术提升有什么意义？

陈焯：该系统是此次首台（套）项目清单中唯一应用于新能源调频的重大技术装备，这两个项目也是目前国内唯一完成35kV并网实验的兆瓦级飞轮储能项目、国内唯一飞轮与其他储能技术联合的混合储能调频项目。在构建以新能源为主体的新型电力系统背景下，对解决新能源一次调频/惯量响应等暂态频率主动支撑问题具有现实意义，为功率型+容量型混合储能技术大规模部署提供了理论基础和实际经验，对储能产业多元化发展具有借鉴作用。

中国能源报：与化学储能相比，飞轮储能系统的特点有哪些？

陈焯：飞轮储能系统是一种物理储能装置，利用高速旋转体所具有的动能进行能量存储，通过控制飞轮转速实现电能与动能的转换。飞轮储能具有功率密度高，不受充放电次数的限制、绿色无污染等特点。与化学储能相比，飞轮储能的主要优势在于支持高频次充放电、使用寿命长、安全性高；劣势在于储电量低、度电成本高；功耗高。

■尚不具备规模化生产能力

中国能源报：目前，我国自主研发的飞轮储能技术及工程应用如何？瓶颈主要在哪里？

陈焯：我国自主研发飞轮储能技术已有几十年的历史，主要以各高校理论研究为主。目前国内有近十家飞轮储能厂商进行飞轮储能设备的研发，已经部署的工程应用还不多。飞轮储能设备是以精密制造为基础的、多学科融合的机电一体化设备，其主要的瓶颈在于高质量和稳定性的规模化生产能力，目前国内大部分飞轮产生技术/产品还处于样机试制阶段，离规模化生产仍有较大的距离。国内飞轮储能行业，整体还处于发展的早期阶段，绝大部分企业尚不具备规模化的生产能力，绝大部分产品还处于原型机或样机研制实验阶段。另外，飞轮储能是针对性比较强的技术，发挥其优势需要一些应用场景支撑。

飞轮储能原理看似简单，其实技术很复杂。发挥飞轮储能技术优势，是一件困难的事情，这也是国内企业这么多年还处于原型机样机调试阶段的原因。如果飞轮储能技术完全依靠自主研发，时间周期长。所以，沈阳微控选择并购美国公司，通过技术引进、消化、吸收、再创新路径，把欧美较为成熟的技术应用到国内市场，使国内飞轮储能产业实现弯道超车。

中国能源报：我们了解到，今年初沈阳微控牵头编制完成了团体标准《飞轮储能系统电网接入测试规范》，编制这样一个标准的初衷是什么？对飞轮储能行业发展能起到哪些支撑？

陈焯：该标准的正式发布，规范了飞轮储能系统在电网中应用时的接入测试条件，填补了飞轮储能测试规范领域的标准空白。针对接入电网并网运行的飞轮储能系统，目前还没有相应的测试标准，导致在现场测试及验收时，负责入网检测的单位不知道该如何测试，也不知道达到什么标准才是合格的。缺少并网测试标准，对飞轮储能的推广应用非常不利：一方面可能因为不知道如何测试验收而影响飞轮储能系统并网；另一方面因为测试项目不全、测试方法不当导致系统存在隐患，即使可以并网运行，也可能影响电网的安全运行。

■飞轮储能将迎“高光”时刻

中国能源报：飞轮储能规模化应用尚需时日，您觉得我国飞轮储能前景如何？大体会在什么阶段大规模商用？

陈焯：在电力系统中飞轮储能最适合的场景是一次调频，该领域需求爆发始于去年。随着大规模新能源并网，整个电网频率的波动越来越大，迫切需要飞轮储能这种短时高频的储能技术支持。从今年开始，不管是资本，还是企业、用户，越来越关注飞轮储能，从某种角度来说，飞轮储能行业已经到了爆发的时间节点。

我们虽然已经部署兆瓦级的示范系统，但还缺乏已并网的规模化部署项目。今年底，将实现 10 兆瓦以上级别飞轮储能的规模化部署应用。

中国能源报：沈阳微控未来研发方向是什么？

陈焯：飞轮储能技术是典型的短时高频储能技术，沈阳微控作为我国飞轮储能技术的龙头企业，未来的研发方向和计划首先是完成十兆瓦、乃至百兆瓦级别飞轮储能系统的规模化部署应用，验证飞轮储能技术应用于新型电力系统调频的价值，其次是持续进行产品迭代升级、产能扩充，以满足国内即将爆发的应用需求。沈阳微控承担了多项省部级重大科技项目，目标是研制更高转速、更高功率密度、更低损耗、更长寿命的高速磁悬浮飞轮系统，目前课题研究进展顺利，部分课题将于今年末结题。

飞轮储能除了在电力系统应用外，还有很多其他应用领域，比如，用在不间断电源保障、电能质量治理、国防、能量回收等很多领域。微控的核心技术是主动磁悬浮轴承和高速永磁电机等，围绕这些核心技术也将拓展其他的产品类型。

本报记者 苏南 中国能源报 2022-07-25

全球最大煤基乙醇项目“中国造”

7月的榆林，骄阳似火。位于榆神工业园区的50万吨/年煤基乙醇项目现场，管廊纵横，塔基高耸，有工人忙着给管道包裹隔热材料，有人员顶着烈日指挥吊装设备运转。跟随工作人员爬上一座接近50米的“高塔”，记者汗流浹背，一路歇了好几次。

“这叫羰基化反应装置，整个工程的核心之一。我们巡检人员每天都要仔细检查，爬上去是家常便饭了。”陕西延长石油榆神能源化工有限公司（以下简称“榆神能化”）总经理郭尊礼介绍，继6月30日建成中交后，项目将在9月打通全流程、正式投入生产。“距离目标越近，大伙儿越是丝毫不敢放松。”

全球最大、完全自主——该项目标志着乙醇生产将迈入大规模工业化时代。除了制油制气，生产烯烃、乙二醇等产品，煤炭在我国多了一个清洁高效利用的新途径。

破解“煤变酒精”的世界级难题

乙醇即无水酒精，作为公众接受度最高的基础化学品，被广泛应用于工业、医疗及日常生活中，长期以来主要通过粮食发酵制取。既然已有成熟工艺，为何又要研究新路线？

中国工程院院士、中科院大连化物所所长刘中民告诉记者，传统靠谷物、蔗糖、薯类发酵制乙

醇，存在与人争粮、与人争地风险，以粮食为原料的路线并不适合在我国大范围推广。“比如，乙醇是世界公认的清洁环保燃料、油品质量改良剂。早在 2017 年，国家便提出普及乙醇汽油，至今未能大面积使用，主要就是产量受限。按照 2021 年全国汽油表观消费量 1.4 亿吨，乙醇添加比例 10% 计算，需要燃料乙醇 1400 万吨，当年实际产量仅有约 300 万吨。”

缺口只能以“非粮”路线填补。但据记者了解，利用秸秆等生物质资源制乙醇，尚处于研发阶段；乙烯水合法成本较高，还会增加石油对外依存度。基于我国以煤为主的能源结构，煤基路线被寄予厚望。

固体燃料如何变成透明液体？简单说，煤先经气化制合成气，然后转化为甲醇，再通过脱水、羰基化、加氢等步骤合成乙醇。“合成气直接制乙醇前期不是没人研究，但反应过程需要贵金属催化剂，成本高、产物选择性低，设备易腐蚀，煤基乙醇一直是世界级难题。”刘中民称，新路线使用分子筛催化剂和铜基催化剂，突破贵金属催化剂的制约。“已有路线的产物基本是乙醇和水的混合物，两者分离困难，能耗高。而新反应体系的关键步骤不产生水，分离后直接得到无水乙醇，环境友好且成本低。”

榆神能化总工程师高有智算了一笔账：年产乙醇 50 万吨，即每年转化低阶煤 150 万吨。“按照 3 吨粮食生产 1 吨乙醇测算，一年相当于节约原料粮 150 万吨，这是榆林市粮食全年产量的 65%。”

有能力建设百万吨级煤基乙醇工厂

一项新技术想从“幕后”走到“台前”，面临着工业化过程中的重重挑战，该过程一般不少于 10 年。“从 2010 年展开基础研究，到 2017 年实现工业示范，我们用了 6 年多时间。”项目核心成员、大连化物所研究员朱文良称，完成实验室中试后，设计和建设了一个年产 10 万吨的煤基乙醇工业示范项目。

“中试试验相当于在实验室模拟工业化全流程，但真正进入实践阶段，不只是放大这么简单。”朱文良举例，从小试到中试，催化剂装填量由 1 克增至 100 克，再到 10 万吨乙醇装置单个反应器需 30 吨催化剂，足足放大 30 万倍。从实验室到工业化，催化剂的形状、规模及反应条件等均发生变化。没有成熟经验可参考，研究组决定自己做，5 位科研人员带着 15 位工人一干就是 4 个多月。“2017 年 1 月 11 日，具有我国自主知识产权技术的全球首套工业示范项目打通全流程。一次投产成功，无水乙醇产品纯度达到 99.71%，我国率先拥有了设计和建设百万吨级大型煤基乙醇工厂的能力。”

在 10 万吨项目的基础上，正在开发的 50 万吨煤基乙醇项目已是当前全球最大规模。“若使用国外成熟设备，过程或许容易，但始终受制于人。”郭尊礼表示，除了具有完全自主知识产权技术，整套装置也要国产化。“比如气化装置是乙醇项目的工艺龙头，采用国际领先的航天炉粉煤加压气化技术。在 1380 摄氏度高温下，煤炭经过气化，成为后系统所需的粗煤气，碳转化率高达 99%。”

站在羰基化装置顶上俯瞰全厂，整洁的道路旁绿树郁郁葱葱。“工业废气回收后脱硫、脱硝处理，达到超低排放标准；建成污水零排放系统，特别是难处理的含盐污水，通过蒸发、结晶、分盐实现环保处置。”高有智称，“用煤不见煤、用水不排水”成为现实。

开辟第四条煤基化学品生产路线

技术好不好，最终还得经济性“说了算”。

对此，中科院大连化物所和榆神能化做了反复测算分析：按照粮食发酵法，即使不考虑原料涨价因素，生产成本也在 5000 元/吨左右。实现大型化的煤基乙醇工作，成本约为 3500 元/吨。“乙醇便于运输储存，能够方便灵活地生产高纯乙烯，进一步向下游生产精细化工品。该路线的中间产物乙酸甲酯也是大宗化学品，可以按市场需求及时调整产品结构。利用该技术，还能将大量过剩的甲醇厂改造成乙醇工厂，调整产业结构、释放产能。”朱文良称。

来自市场的认可是最好证明。记者了解到，全国范围内目前已签订 10 套技术许可合同，乙醇产能累计达到 295 万吨/年。除了榆林，拟建项目分布在安徽、新疆、河南、山东等地。据保守预估，“十四五”期间，乙醇技术的许可合同累计产能可达到 400 万吨/年，对应产值达 250 亿元。

在多位业内人士看来，其更是开辟了第四条煤基化学品生产路线。以煤为原料，继当前生产烯

烃、芳烃及乙二醇等主产品之外，一个年产值超百亿元的新型细分产业正在形成。“出于自身特性，煤炭最适合用来生产含氧化合物，乙醇恰恰属于这类理想产品。这样也是发挥煤炭自身所长，与石油化工形成互补，共同保障供应链安全。”刘中民表示，在煤基乙醇生产过程中，二甲醚、乙酸甲酯等中间产品，均可以根据需要直接投放市场，也可以进一步加工利用，反应生成其他精细化学品。技术链、产业链不断丰富，符合煤化工产业走向高端化、多元化、低碳化的发展要求。“保障国家粮食安全、能源安全，带动煤炭清洁高效利用，可以说煤基乙醇起到一举三得的作用。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2022-07-25

新型电力系统灵活性资源从哪儿来？

“在大规模可再生能源并网发电的背景下，要保证电网安全稳定，除了需要煤电深度调峰外，挖掘更多灵活性资源也至关重要”“目前我国灵活性资源明显不足，制约着新能源成为发电侧主体”“需要健全市场机制、价格机制，保证灵活性资源的有效释放”……上述观点是记者在7月19日召开的“构建新型电力系统的关键：灵活性资源挖掘”报告发布会暨研讨会上听到的声音。

与会专家认为，受制于灵活性资源短缺和电力运行机制相对僵化，我国电力系统的灵活性明显不足，导致新能源消纳难题尚无法彻底解决。若不加以重视，未来我国电力系统的灵活性困境或将进一步加剧。届时，灵活性不足，将从制约新能源消纳的单一的发电经济性问题，扩展成为威胁电力供给安全性和经济性的双重问题。

■■灵活性需求日益扩大

在“双碳”目标下，高比例新能源接入成为未来电力系统的发展趋势和重要特征。以风光为主的新能源虽可提供绿色低碳电量，但需要大规模灵活性资源来保障电网的安全稳定运行。而目前，我国电力系统灵活性明显不足。当前，风光发电量占比约为10%，依靠现有灵活性措施尚可勉强维持电力系统稳定。但未来随着风光发电占比持续提高，将给电力系统的消纳能力带来越来越大的挑战。

“从短时间维度看，源荷侧的高波动性，在灵活性资源快速调节能力不足的情况下，会影响电能质量。”华北电力大学讲师张健分析，从长时间维度看，风电、光伏发电量的不确定性较高，极端情况下，灵活性资源的负荷跟踪能力和电力充裕度不足，会引发电力供需不平衡，进而导致严重切负荷，影响社会的正常生产生活。“如今，电力系统的灵活性需求出现扩大趋势。同时，新型电力系统的构建还要解决经济性、环保性和安全性3个目标。”

在业内专家看来，构建新型电力系统的关键在于对灵活性资源的挖掘，发电机组实施灵活性改造后，可对电力系统起到支撑和调峰作用。随着时代的演变，需求侧资源的功能和内涵外延也在发生变化。

■■仅靠煤电灵活性改造难以满足需求

新型电力系统需要怎样的灵活性？《电力系统灵活性提升：技术路径、经济性与政策建议》（以下简称“建议”）认为，分析电力系统灵活性应考虑方向性和时间性，从供给和需求两端，提升电力系统短、中、长时间尺度内，向上和向下灵活调节的能力。

“短时间尺度的灵活性对应的是秒级和分钟级，应对的是系统瞬时波动，灵活性体现的价值主要在于功率，功率的速度和调节的灵活性。”张健表示，中时间尺度的灵活性对应的是小时级、日内或者多日，主要作用是通过削峰填谷平衡日内调峰需求，价值体现在功率调节连续改变以及所对应的电能量的转移。长时间尺度对应的是周、月或者季度，主要作用是满足在更长时间尺度内，比如从夏季到冬季，系统负荷需求和供应之间的变化，价值主要体现为满足跨周、跨月乃至跨季度的灵活调节需求。

建议认为，煤电适合进行小时级、跨日的出力调整，参与深度调峰；气电适合进行秒级和分钟级的功率调整，可缓解或消除风光出力的瞬时变化对电网的冲击；储能和抽水蓄能可在1分钟—2分钟内完成从零至满出力的调整，需求响应规模一般可达最大负荷的3%—5%，其提升系统灵活性的

成本低于其他资源。总体来看，灵活性资源的选择需重点关注技术特点和经济性，需求响应和煤电灵活性改造的成本优势明显，而抽水蓄能和短时储能的调节性能占优势。

“相同规模的不同灵活性资源所带来的系统效益不同，因此需合理配置灵活性资源，通过资源优化组合提升综合效益。”张健表示，仅靠煤电灵活性改造难以满足新型电力系统需求，还需提前布局并加快其他灵活性资源的开发建设。灵活性资源的多元化，可兼顾电力系统的安全性、灵活性和经济性，实现电力系统灵活性的整体提升。

■要通过市场机制确认价值

业内人士普遍认为，“十四五”期间是能源低碳转型的重要窗口期，也是构建现代能源体系的新阶段。要把握这一重要战略机遇期，推动电力系统灵活性从前瞻性概念探讨转向有规划的周密部署。“应从新型电力系统源网荷储协同的视角来综合考虑灵活性的需求与供应，将灵活性纳入电力规划、调度运行和市场交易等各环节，保证灵活性资源在不同时间尺度上的合理配置，在实际运行中高效调用，并通过市场机制确认其价值。”张健认为。

华北电力大学教授袁家海提出，应立足资源的可得性，有序部署灵活性资源，“十四五”期间的首要重点是落实国家的煤电灵活性改造目标，确保达成既定的抽水蓄能投产目标，为实现2035年抽蓄中期规划目标奠定坚实基础。要坚持政策引导和市场机制建设并举，推动新型储能项目在电力系统中的部署，为“十四五”期末基本实现电化学储能的商业化奠定条件。他强调，应特别重视需求响应对系统灵活性的贡献，“十四五”期间应努力实现需求响应的规模化和常态化运行。

国家发改委能源研究所研究员周伏秋认为，建设新型电力系统是一个长期的系统工程。为适应新能源装机占比持续提高这一重大基础性变化，电力系统的各个环节均需重塑、重构、重定位，协同提供维护系统安全、稳定、高效、绿色高质量运行的综合调节能力。新型电力系统的综合调节能力建设既要统筹规划、适度超前，也要因地制宜、优化组合开发利用各类调节资源，同时要遵循综合资源战略规划理论与方法，综合考虑各类系统调节资源的可获得性、技术可行性、经济可持续性和环境友好性等因素。

本报记者 苏南 中国能源报 2022-07-25

虚拟电厂成新型电力系统“新宠”

将煤燃烧成水蒸气推动发电机发电、用水力推动发电机发电……这或许是大众对电厂发电的认知。而近期业内热烈讨论的“虚拟电厂”却不同于常规的发电厂，见不到锅炉和烟囱，甚至没有庞大的发电机，就可以参与电力系统，并且任何人都可能是其中的一员。“您家屋顶上的光伏就可能是虚拟电厂的一分子。可以说，虚拟电厂正是大众参与到电力行业和能源行业为转型保供作出自身贡献的好机会。”全球能源互联网发展合作组织运行局运行分析处处长冯利民指出。近日，全球能源互联网发展合作组织举办了“中国虚拟电厂发展前景展望和商业模式分析”活动，并发布《虚拟电厂技术和商业模式研究》报告。

据了解，所谓虚拟电厂，就是通过先进信息通信和监测控制技术，实现海量分布式新能源、储能系统、可控负荷、电动汽车等资源的聚合和协调优化，作为一个特殊电厂参与电力系统运行和电力市场交易的电源协调管理系统，对外表现为一个可控电源。

多位与会专家表示，在碳中和背景下，虚拟电厂已成为电力供需平衡调整的重要手段。但当前我国虚拟电厂仍处于发展初期阶段，还需政府、企业、用户等各方通力合作和共同努力。

将在电力系统各侧发挥重要作用

冯利民指出，从虚拟电厂的发展阶段来看，往往是从合约型发展至市场型最后到自主型。“第一个阶段往往是由政府通过专项资金、特定合同、补贴刺激等手段激励。发展形成明显规模市场效应后，虚拟电厂就可以通过参与电力现货、辅助服务市场获利。最后在整个行业发展成熟后，虚拟电厂系统就可以实现跨空间自主调度。”

从参与方来看，总体上可分为发电侧、用电侧、电网企业、监管机构及产业链五类。“总体而言，发电侧和用电侧的各类资源被整合，最终表现为一个受控的、协调的、柔性的发电系统呈现至电网公司，它们都是虚拟电厂的参与者。以发电侧举例，一般有发电企业或工业园区投资，还有如应急电源、柴油发电机、居民建筑、储能等，都可以由发电侧进入虚拟电厂。”冯利民分析。

与此同时，虚拟电厂在电力生产各环节将发挥重要功能。在电网侧其主要价值表现在服务电网安全稳定运行，包括提供电网调峰能力、提供电网调频服务、提供负荷备用服务、提供电网阻塞缓解手段等；在用电侧保证优质供电服务，包括提供参与电力市场机遇、提供用户侧节能服务、提供应急电源服务等；在发电侧，虚拟电厂能够保障电源并网及电力消纳，包括提供海量分布式电源精益化管理手段、提供清洁发展思路等；在监管侧，其功能价值表现在降低电力系统整体运行成本、提供公平多元化市场竞争、提供系统价格稳定能力和提供分布式能源监管手段等；在产业链侧，VPP功能价值表现在创造全产业链和全业态综合收益，包括提供全产业链发展效益、提供能源金融及大数据增值等衍生服务。

国网能源研究院副院长蒋莉萍认为：“虚拟电厂把分散资源聚沙成塔，是符合未来新型电力系统发展需要的一种方式。”

仍处于发展初期

与会专家指出，我国虚拟电厂整体仍处于发展初期，政策机制不甚健全，项目以研究示范为主并由政府引导、电网实施，且普遍聚焦于需求侧响应模式。“从2016年至今虚拟电厂六年多的发展历程来看，我国虚拟电厂面临着用户侧负荷及发电侧资源参与意愿不强、电网侧业务布局和主导发展力度较薄弱、监管管理体系与市场机制不完善、产业链标准规范和商业模式尚不明朗的境况。”冯利民指出。

国家电投集团综合智慧能源科技有限公司新疆分院副院长张军伟基于虚拟电厂项目实施咨询及评估过程中的亲身经历指出，制约虚拟电厂发展的因素集中在以下几个方面：“首先在调度关系方面，采用大网调或局域网调涉及电网的安全问题，理论上所有的非公用资源都应该纳入到虚拟电厂里面；其次，由于各省的经济发展水平不同，虚拟电厂补贴也不尽相同，参与电力市场的价格也不尽相同，虚拟电厂的补贴价格标准莫衷一是；此外，虚拟电厂技术越来越先进，但由于一些设备价格较高，使得许多相关项目收益率较低，难以吸引投资；从权属关系方面来说，若在虚拟电厂系统中建立软件线路，产权又应归谁所有？这些问题普遍存在，还需要相关产业政策进行调整。”

同时，上海交通大学电气工程系教授艾芊提出，从虚拟电厂交易手段方面来讲，还需要点对点交易、高频交易等市场交易技术支持。为保证信息安全，也需要隐私保护手段。“从整体上来讲，虚拟电厂是‘云大物移智链’技术的集大成者，也是其整体解决方案的提供者。但是在能源转型的道路上，还需政府、企业、用户等各方通力合作和共同努力。”艾芊说。

市场需要先行者

日立能源（中国）有限公司首席咨询顾问程濛认为：“虚拟电厂是能源互联网概念落地应用一个非常典型的应用场景。要通过技术手段去挖掘提升它的灵活性可调节能力，进而提升系统的能源效率。”

冯利民进一步建议，从我国虚拟电厂仍处于发展初期的现实而言，首先应完善虚拟电厂的顶层设计及行业标准，明确主管部门及各方职责。此外，要在各省地区、电力市场规则制定中纳入虚拟电厂等新兴市场主体，并出台相关的激励和保障政策，引导虚拟电厂参与电力市场、电力调峰辅助服务，并逐步引入针对性的市场交易品种。“而从远期来看，行业要严防过度竞争、排他垄断、资本投机、无序竞争等。还要推动相关产能装备技术标准‘走出去’，将我国虚拟电厂产业作为国际化发展的重要内容，并打造国家品牌效应、占据品牌制高点。”

以构建以新能源为主体的新型电力系统为目标，从商业模式而言，张军伟建议以综合智慧能源为切入点发展虚拟电厂和储能。“其一，虚拟电厂+客户的方式，可将客户可控负荷与储能、分布式电源、充电站等整合，主动控制响应电网、电能量平衡和电力辅助服务需求。其二，开发综合智慧

项目能源站，使储能更加有效地参与到电力市场当中，产生额外的盈利点，盘活自有综合能源资产和外部客户。其三，虚拟电厂也可通过参与电力现货市场盈利。”

“对当前来说，更需要一个能够进入竞争性电力市场的先行者去尝试打通包括市场监管、定位以及构建市场参与模型等方面的堵点，给其他参与者做一个示范。”蒋莉萍提出。

本报记者 杨晓冉 中国能源报 2022-07-25

能源“黑科技”为企业开出高效节能“良方”

“水泵压力正常，蓄水正常，各项运行数据符合预期！”在惠州市蓝微电子有限公司（以下简称“蓝微电子公司”）的厂区内，随着监控指示绿灯亮起，由广东惠电投综合能源服务有限公司（以下简称“综合能源公司”）投资建设的水蓄冷节能改造项目正式投入使用，助力企业降本增效。

蓝微电子公司位于广东惠州仲恺区，主营移动电源管理和智能控制技术产品，产品服务 TCL、康佳、西门子等多个国内外一线品牌。为了应对日益增长的订单量与能量资源消耗，该公司对生产各环节降本增效提出了更迫切的用能需求，经综合能源公司多次实地考察，最终确定以水蓄冷作为技术方向，对该企业生产必需且占比用能较大的中央空调冷却站进行节能改造。

“水蓄冷系统利用‘谷电峰用’供给中央空调冷却站释放冷量供给车间生产使用，预计每年节省电费成本约 112.87 万元，节费率达 36.6%。”综合能源公司工程部主管傅选军表示，改造后的水蓄冷系统也可完全满足企业新建产品车间全天候的用冷需求，不必因为用冷负荷增加而配套新建一个制冷动力站，因而节约了机房占地、制冷设备和电力设备配置等一系列的投资。

此外，绿色、低碳的理念潜藏在水蓄冷系统里的重要环节。为进一步提升蓄放冷效率，由综合能源公司独立研发一项能源黑科技“武器”——环形布水器，其采用先进的自然分层平行布水专利技术，可将从冷却站流入蓄冷罐的热水与蓄冷罐原先储存的冷水逐层分开，避免流入的热水中和冷水温度，使蓄冷罐温度升高。与普通水蓄冷系统相比，环形布水器将蓄冷效率由原来的 20.13% 提升至 36.7%，助力企业达到降本增效的目的。

“水蓄冷与国家提升既有系统能效和绿色化水平的产业政策和客户节能增效的实际发展需求高度契合，我们对未来的市场广阔前景充满信心。”下阶段，综合能源公司计划提升精细化智能运维水平，确保客户水蓄冷系统高质量、高效能运行。

温秀云 孔德淇 曾欣童 中国能源报 2022-07-25

太阳能

用关键技术消除光热发电产业痛点

核心观点

德令哈塔式光热电站发电量率先超过年度设计发电量，首先验证了塔式光热发电项目可以在我国西北高海拔、低温、多风沙的恶劣环境下建成并成功运行。其次，电站的运行数据说明，我国自主研发的塔式光热发电技术已经成熟，所采用的国产化聚光集热系统和储换热系统等核心设备也是可靠的。

7 月 5 日，浙江可胜技术股份有限公司（以下简称“可胜技术”）建设的青海中控德令哈 50MW 塔式熔盐光热电站（以下简称“德令哈光热电站”）11 个月发电量达到 1.46 亿千瓦时，成为全国首个年发电量完全达到设计水平的光热电站。根据预测，到 8 月 5 日，整个运行年度的发电量有望达到近 1.6 亿千瓦时，将成为全球范围内第一个超出年度设计发电量 10% 的塔式熔盐储能光热电站。

德令哈光热电站为何能优异运行？项目中有哪些经验值得分享？该项目的技术应用对我国光热

行业的发展又将产生哪些影响？围绕上述问题，记者采访了可胜技术董事长兼总工程师金建祥。

■快速达产的独到之处在于技术

谈及德令哈光热电站如何做到快速达产，金建祥介绍，关键是技术因素，主要包括聚光集热系统、储换热系统、汽轮发电系统等各个系统的设计匹配度，设备性能，设备可靠性，运行优化水平等多方面。以系统设计为例，光热电站的聚光集热系统、储换热系统和发电系统之间的集成是一项挑战，不仅要做好各系统之间参数匹配，还有做好设备之间接口的合理设计，确保设计方案符合光热发电的特点及运行模式。

“我们通过自主研发的塔式熔盐光热电站设计软件，并结合已建成运行的德令哈 10MW 电站的运行数据，实现了电站聚光集热、储换热和发电等多个系统的优化设计，以及各系统相互间的优化配置，有效提高了整个系统的运行效率。”金建祥表示，对塔式光热发电系统而言，聚光集热系统的性能是决定电站运行表现的最关键因素，而聚光精度直接决定着聚光集热系统的效率，进而影响光热电站的效率及发电量。

如何提高聚光精度？金建祥介绍，首先从定日镜的机械结构设计与加工制造入手，保证定日镜的机械精度；同时，镜场的定期校正对保证聚光精度也非常重要，采用机器视觉的自动校正方案，校正效率比传统的白板校正方案提高 25 倍，不仅大幅降低校正时间，更重要的是可以保证定日镜的精度在全生命周期内始终维持在最佳水平。

“依托自主研发的镜场控制系统，可实现大规模定日镜场的集群控制，并与吸热器控制系统深度耦合，在保证电站聚光集热系统安全稳定运行的同时，大幅提升光资源利用率，提升电站发电量水平。”金建祥介绍，目前，其在聚光集热系统的能力与水平得到了行业的广泛认可，牵头了 IEC 国际标准《太阳能光热发电站镜场控制系统》，并编制了《塔式太阳能光热发电站集热系统技术要求》、《塔式太阳能光热发电站定日镜技术要求》两项国家标准。

■消除光热电站爬坡慢痛点

目前，国际上已投运的塔式光热电站，自并网发电后往往有 3-5 年的性能提升期。国内光热发电技术较国外起步较晚，通过国家示范项目的建设，目前已有 5 座大型塔式光热电站并网发电，绝大多数处于消缺阶段或性能快速提升期。

“我们从德令哈光热电站中积累了丰富运行经验，对于后续的塔式光热发电项目有充分的信心，在 18 个月内即实现连续 12 个月累计发电量达到设计值的目标，从而改变光热电站学习期长、产能爬坡慢的痛点。”金建祥表示。

据了解，德令哈光热项目运行优化的关键点是，如何在有云天气情况下，兼顾吸热器的安全稳定运行与提高光资源利用率。德令哈电站场址一年有云天气高达 200 天以上，影响电站的发电量。“我们自主研发的高精度镜场控制系统，可迅速对全场能量进行调度，实现来云情况下吸热器表面能量均匀分布，不发生表面温度巨变，尽量避免关场、疏盐，从而实现对光资源的最大限度利用。”金建祥说，镜场被云遮挡时，电站需要根据云的持续时间选择最优的运行策略，而核心是对云的运行趋势进行精准的预测。“为此，我们自主研发了云预测系统，具备云识别和云运动跟踪功能，通过与镜场控制系统的深度耦合，帮助操作人员选择最佳运行策略，减少吸热器的启停次数，提高光资源利用率。”

■塔式光热电站发展前景广阔

据悉，目前，在光热发电的几种技术路线中，已实现商业化的技术路线以塔式和槽式为主。我国已建成的大型光热电站中，塔式技术路线约占 60%，槽式技术约占 28%，线性菲涅尔技术约占 12%。我国中高纬度地区冬季太阳高度角较小，槽式采用单轴跟踪形式，冬至的镜场效率仅约为夏至的 30% 左右。塔式的定日镜采用双轴跟踪形式，可减少太阳高度角变小带来的余弦效率损失。

在金建祥看来，德令哈光热电站投运以来，主要解决了冷盐泵震动、吸热屏堵管、汽轮机动静摩擦等问题。对于塔式光热电站整体而言，主要设备已经不存在“卡脖子”的难题。下一步的目标是推动熔盐泵、吸热器材料等进口设备材料的国产化，开展系统和设备优化，提高系统效率，提升光

热发电的经济性。

金建祥认为，德令哈塔式光热电站发电量率先超过年度设计发电量，首先验证了塔式光热发电项目可以在我国西北高海拔、低温、多风沙的恶劣环境下建成并成功运行。其次，电站的运行数据说明我国自主研发的塔式光热发电技术已经成熟，所采用的国产化聚光集热系统和储换热系统等核心设备也是可靠的。

本报记者 苏南 中国能源报 2022-07-18

BIPV 激活薄膜电池市场

7月13日，住建部、国家发改委印发的《城乡建设领域碳达峰实施方案》提出，推进建筑太阳能光伏一体化建设，到2025年新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到50%，推动既有公共建筑屋顶加装太阳能光伏系统。

在国家政策的加持下，光伏建筑一体化（BIPV）市场持续升温。这也让薄膜太阳能电池企业看到了新的发展机遇。

市场需求一拍即合

“目前，我国约有40%的工商业厂房和彩钢瓦屋顶缺乏承重能力，轻量化光伏组件可以有效解决这一痛点。同时，对于一些具有弧度的曲面屋顶，柔性组件也有独特的应用优势。”在日前光伏行业协会举办的薄膜太阳能电池应用及产业发展机遇研讨会上，浙江尚越新能源开发有限公司董事长任宇航表示，轻质化、柔性化将成为未来太阳能发展的趋势。

据南开大学光电子薄膜器件与技术研究所教授孙云介绍，目前，除去已经基本退出市场的硅基薄膜电池外，薄膜电池可分为碲化镉薄膜电池、铜基薄膜电池（铜铟镓硒、铜锌硒硫）和碲化镓叠层薄膜（柔性）电池、钙钛矿电池等几大类。其中，前三者已经实现商品化，钙钛矿电池则还需进一步解决稳定性问题。此外，诸如有机电池OPV、量子电池等其他电池尚处于基础研究阶段。

孙云表示，2020年前后，BIPV产业开始在全球范围内发展壮大，薄膜电池也因此受到更多关注。“薄膜太阳能电池更适用于建筑物立面安装，具有很好的弱光效应，同时制作成彩色组件对于输出功率的损失仅为10%左右，可以很好适应BIPV的发展需求。”

产业发展命途多舛

虽然市场需求开始显现，但就全球范围内而言，从事薄膜太阳能电池规模化生产的企业却非常有限。

以碲化镉电池为例，龙焱能源科技（杭州）有限公司总经理吴奔表示，早在1991年，美国First Solar公司和德国ANTEC Solar公司就开始从事碲化镉薄膜电池的产业化工作，此后两国的多家公司都加入其中，但由于碲化镉技术壁垒较高，目前，仅剩First Solar公司还在研发生产。就国内情况而言，只有龙焱能源科技、成都中建材光电材料和中山瑞科新能源三家公司从事碲化镉电池的产业化研发和生产。

铜铟镓硒薄膜电池的发展也堪称“命途多舛”。孙云表示，在“从无到有”的开发阶段，铜铟镓硒电池作为“四元化合物”半导体，其科学机制与技术同传统半导体完全不同，在相关研究尚未明朗的情况下，部分项目急于求成，造成投资血本无归。同时，在学术界，铜铟镓硒电池也受到硅薄膜电池的挤压。

“2011年前后，西方国家开发出铜铟镓硒电池中试单机2万千瓦产线，但在向规模化降本提效的过程中，由于晶硅电池价格暴跌，产线面临停产倒闭，不得不将技术开放，中国企业也正是在这个时候收购了相应的产线。”孙云坦言，出于对西方技术的盲目信任，中国企业希望借用晶硅电池“当年投产、当年获利、来年上市”的经验，投资数十亿建设大型产业基地。但在缺人才、缺技术的情况下，整体推进迟滞。“铜铟镓硒电池在效率、成本方面和晶硅电池的差距越拉越大，重资产压力下，项目为及时止损不得不关停，数十亿资金被套牢。”

增加产能量力而行

任宇航认为，目前，薄膜太阳能电池所处的发展阶段恰如 10 年前的晶硅电池。“产业化规模扩大，市场和应用场景也开始放大。上下游供应链打通，细分市场的开拓和布局也逐渐成熟。同时，大型的产业化基金开始导入，技术和应用的相关研发正处于加速的进程中。”

在此背景下，任宇航表示，要实现薄膜电池的大规模、低成本生产，必须要立足于自主知识产权，掌握高效率成套工艺和核心产线装备的本土人才，实现材料和装备的国产化，并建立起标准化的生产流程。

同时，孙云认为，薄膜电池要注重走“差异化”发展道路，结合电池特性开发出独特的应用产品和领域，提升附加值。“这一过程中要特别注重解决柔性薄膜电池封装材料的技术瓶颈问题。”

“薄膜电池回归市场，在价格上不要急于与晶硅电池比拼，要充分考虑成本、利润和研发费用的投入，权衡之后决定是否扩大再生产。”孙云指出，薄膜电池企业要与高校和科研院所充分合作，将基础研究和工程技术开发相结合，不断提升电池效率、降低成本，根据市场需求量力而行增加产能。

本报记者 姚金楠 中国能源报 2022-07-18

一键开启低碳转型，工业园区屋顶多了数条“能源生产线”！

2022 年 1 月 4 日，工信部、住建部、交通运输部、农业农村部、国家能源局等 5 部门联合发布《智能光伏产业创新发展行动计划(2021-2025 年)》，提出鼓励工业园区、新型工业化产业示范基地等建设光伏应用项目。同年 6 月 1 日，福建省人民政府印发的《福建省“十四五”能源发展专项规划》指出，2025 年全省电力规划装机达 8500 万千瓦，光伏 500 万千瓦、占比达 5.9%，新增 300 万千瓦。支持国家机关、学校、医院、工业园区、大型商场、交通场站等建设屋顶太阳能光伏分布式发电，积极发展光照资源较好地区的建筑一体化技术。

工业园区作为产业聚集、工业化、城市化的重要载体，是经济发展的重要引擎，也是我国终端能源消费和碳排放的主要领域。当能耗双控成为常态，如何在保证生产质量的前提下利用先进节能技术提升园区能效水平、实现降本增效成为企业的迫切需求。近年，福建省坚持分布式与集中式光伏并举的发展路径，工商业光伏政策不断完善，光伏发电正步入快车道。正泰新能源分布式光伏深耕福建细分市场，服务当地工商业用户，助力企业一键开启低碳转型。

正泰分布式光伏

一键开启工商业企业低碳转型

工业园区由于用电需求大、屋顶面积大，建设分布式光伏电站具有独特的优势；但其屋顶情况复杂，形式多样化，也为电站建设增添难度。正泰新能源凭借集团全产业链优势以及在光伏领域十余年投资、建设运营管理经验，秉承定制化、一体化的服务理念，可为工商业用户提供“一站式”清洁能源系统解决方案。工商业企业安装光伏电站后，还可申请“绿色建筑认证”进行加分加项，同时可享受减免税费等综合利好，践行企业的 ESG 实践。走进福建省东南沿海的几处工业园区，从高处俯瞰，正泰新能源承建的厂房屋顶分布式光伏电站整齐划一、集中连片，在阳光的照射下为园区生产线源源不断输送清洁电能，成为园区屋顶上的一道道“能源生产线”。

纺织行业“源头”绿色制造体系

树立低碳转型“风向标”

纺织业作为福建的传统优势产业，已经形成较为庞大的产业集群和完整的产业链，纤维纱线作为整个纺织服装行业的源头，正加快探索绿色制造体系，致力于从源头树立绿色低碳发展“风向标”，减少向下游的碳足迹输出。

位于福建省泉州市晋江市英林镇锦兴工业园的福建逸锦化纤有限公司，持续推进智能制造和光伏发电，在其长丝装置车间屋顶、立体库装卸区屋顶、仓库屋顶、动力站屋顶安装了 1.91MW 分布式光伏电站，并采用“自发自用，余电上网”的方式并网，在降低能耗、提高资源利用效率的同时，展

现其倡导绿色生产、绿色生活方式的态度。

生活用品企业创新发展

投资屋顶“清洁能源生产线”

纸巾，是人们日常生活必不可少的用品之一。作为国内知名的生活用纸和妇幼卫生用品制造商，总部位于福建省晋江市安海镇恒安工业城的恒安集团，自 1985 年成立以来，始终遵循绿色、低碳和可持续发展理念，积极响应国家“双碳”战略，达到清洁生产、“零排放”的同时，实现降本增效。曾因在低碳、绿色、可持续发展方面的优异表现，被世界环保(经济与环境)大会授予“国际碳金奖总奖”。

除了在生产工艺设备、产品及包装材料等方面持续改进践行节能环保，恒安集团近年来在多地工厂也实现全厂房太阳能覆盖，践行绿色发展。在其福建 5 个工厂共约 13 万平方米的屋顶上，正泰新能源根据实际场景通过系统优化在生产车间、仓库等彩钢瓦和水泥屋面安装光伏阵列，承建了 12.9MW 分布式光伏电站，该电站采用“自发自用，余电上网”的接入方式并网，为企业节省电费，降低能耗，提质增效，带来明显效益。

家具行业提质增效

探索低碳转型“生意经”

位于福建省漳州市华安经济开发区九龙工业园的际诺思（福建）家具有限公司，充分认识到企业 ESG 的重要性和必要性，在企业零碳转型过程中兼顾成本与效益的平衡，寻找到了一条适配企业降本增效的可再生能源替代之路。

通过与正泰新能源合作，建设 10MW 屋顶分布式光伏电站，计划分两期建设完成，第一期 4MWp，采用自发自用、余电上网的运行方式；第二期 6MWp，采用全额上网的运行方式。利用分布式光伏规划节能减碳，不仅能减少电费成本，还能创造出新的现金流，为企业发展带来新的收益，为后期生产运营提供可靠保障。

工业园区屋顶分布式光伏电站不仅提高空间利用率，缓解电网供电压力，密集的光伏组件亦起到隔热保温作用，降低空调能耗，有效降低电耗成本，闲置的屋顶变成宝贵资源，相当于盘活企业固定资产，实现经济增收。同时是园区企业积极响应国家优化能源结构、保护环境、节能减排号召的体现。

张芒芒 鲍婧 中国能源网 2022-07-19

光伏风电装机容量快速增长

7月19日，国家能源局发布1-6月份全国电力工业统计数据。截至6月底，全国发电装机容量约24.4亿千瓦，同比增长8.1%。其中，风电装机容量约3.4亿千瓦，同比增长17.2%；太阳能发电装机容量约3.4亿千瓦，同比增长25.8%。多家光伏、风电企业半年报业绩预喜则从侧面印证了新能源行业持续快速发展。

产销两旺

风电行业高景气度持续，大连重工预计今年上半年实现净利润1.5亿元至1.9亿元，同比大幅增长，主要系风电零部件产品和物料搬运设备产品营业收入同比增长明显。

兴业证券表示，政策助力风光大基地项目建设提速，下半年“抢装”趋势明朗。2022年5月底，风电领域多项利好政策密集发布，主线就是加快风电项目建设，尤其是风光大基地项目。同时，风电项目核准制调整为备案制，将促进分布式风电产业发展。新能源建设成为稳经济促增长的重要抓手，预计全年风电行业开工量有望达到70GW。

在光伏领域，双良节能预计，2022年半年度实现归属于上市公司股东净利润3.2亿元至3.9亿元，同比增长212%至281%。双良节能表示，得益于公司光伏设备订单实现历史性突破，整体业绩实现较大幅度增长。同时，公司在包头的单晶硅项目快速推进，投产顺利，光伏硅片产品受到客户

普遍认可，开始为公司收入和利润增长作出贡献。

上机数控预计，2022 年半年度实现归母净利润为 15.6 亿元至 16.6 亿元，同比增长 83.65%至 95.42%。上半年，上机数控单晶硅业务按计划拓展，产能顺利释放，并保持较好的产能利用率及产销率，使得公司销售收入增长。随着公司自有切片产能的逐步释放，切片成本降低进一步增强了公司盈利能力。

此外，昱能科技预计，上半年实现营收 4.9 亿元至 5.3 亿元，较上年同期增长 81%至 96%；净利润为 1.15 亿元至 1.25 亿元，较上年同期增长 216%至 243%。

扩充产能

国家能源局统计数据显示，1-6 月份，全国主要发电企业电源工程完成投资 2158 亿元，同比增长 14%。其中，太阳能发电 631 亿元，同比增长 283.6%。电网工程完成投资 1905 亿元，同比增长 9.9%。

在此背景下，相关公司持续扩充产能。7 月 19 日晚间，光伏电池组件公司晶澳科技公告，拟对公司一体化产能进行扩建，由全资子公司晶澳太阳能有限公司投资建设宁晋 5GW 切片、6GW 高效电池项目，预计投资额 25.32 亿元。公告显示，晶澳科技预计上半年实现净利润 16 亿元至 18 亿元，同比增长 124.28%至 152.32%。

据 PV InfoLink 的统计，2021 年晶澳科技与天合光能组件出货量并列全球第二。财报显示，晶澳科技 2021 年电池组件出货量 25.45GW，其中海外市场出货量占比 60%。截至 2021 年年底，晶澳科技组件产能近 40GW，硅片和电池产能约为组件产能的 80%。

今年以来，晶澳科技已发布 5 份关于投资建设一体化产能的公告，涉及投资金额合计为 198.82 亿元。

中原证券表示，下半年为传统光伏装机旺季，在能源结构转型加快以及硅料供应逐步宽裕、系统成本有望降低的背景下，预计 2022 年国内外光伏行业景气度较高，装机有望高速增长。

何昱璞 中国证券报 2022-07-20

分布式光伏，三分天下有其一！

文 | 本报记者 董梓童

7 月 21 日，中国光伏行业协会召开“光伏行业 2022 年上半年发展回顾与下半年形势展望线上研讨会”。记者在会上了解到，今年上半年，我国光伏产品出口额达 259 亿美元，同比大增 113%，再创新高。同时，分布式和集中式并举取得成效，国内分布式光伏发电累计装机规模达 1.3 亿千瓦，占比达 1/3。

1-6 月，我国光伏发电新增装机规模达 3087 万千瓦，同比增长 119%，超过去年 1—10 月装机总和。截至今年 6 月底，我国光伏发电累计装机规模达 3.4 亿千瓦，同比增长超 25%。

从装机形式来看，上半年，光伏产业实现分布式与集中式并举。特别是分布式光伏发展强劲，成为装机规模增长的重要力量。前 6 月，国内分布式光伏发电新增装机规模达 1965 万千瓦，同比增长 125%，占比约 2/3。截至今年 6 月底，国内分布式光伏发电累计装机规模达 1.3 亿千瓦，占比超过 1/3。

在装机规模不断增长的情况下，光伏发电量也不断增加，消纳利用总体保持了较高水平。1-6 月，我国光伏发电量约 2050 亿千瓦时，同比增长 30%。平均利用率约 97%。

制造端方面，前 6 月，我国多晶硅产量 36.5 万吨，同比增长 53.4%；硅片产量 1.53 亿千瓦，同比增长 45.5%；电池片产量达 1.36 亿千瓦，同比增长 46.6%。组件产量达 1.24 亿千瓦，同比增长 54.1%。各主要环节产品产量同比增长均在 45%以上，不仅有效支撑了国内应用端需求，更引领了海外市场光伏产业发展。

中国光伏行业协会名誉理事长王勃华指出，今年上半年，我国光伏产品呈现量价齐升的状态，

出口额再创新高。前 6 月，我国硅片、电池片、组件出口总额达 259 亿美元，同比大增 113%。其中，组件出口量达 7860 万千瓦，同比增长 74.3%。“虽然今年国际局势复杂，但我国光伏产业迎难而上，彰显了大国担当。”

工信部电子信息司副司长杨旭东指出，2022 年以来，受国际环境影响，全球各国能源转型加速，为国内光伏产业制造端带来了更大的机遇。尽管光伏产业保持了快速发展态势，但同时要注意到目前产业面临的供应量协同发展的问题。

“去年以来，光伏供应链价格持续上涨。截至目前，光伏供应链仍保持了高速上涨势头，并未缓解。最近，我们追踪到硅料价格最高报价已达到 300 元/公斤。虽然高价格在一定程度上是供求关系失衡的信号，但是虚高的价格也对光伏行业健康发展造成了影响。希望行业供应链能够实现有效的协同发展，群策群力，探索实现供应链协调保障的长期机制。不仅要解决目前行业供应链协调发展的问題，也要提前预防未来可能因为不合理的产能扩张造成的产能过剩的问题。”

国家能源局新能源和可再生能源司新能源处二级调研员高楠也强调，安全平稳可靠有序的供应链是保证光伏产业高质量发展的前提条件。产业链的价格稳定既是全行业的共同期待，也符合全行业的共同利益。全行业共同维护光伏产业链的平稳有序健康发展将为我国如期实现双碳目标奠定坚实基础。

董梓童 中国能源网 2022-07-21

光伏设备迎来替换潮

日前，江苏爱康科技股份有限公司（以下简称“爱康科技”）表示，公司控股子公司与苏州迈为科技股份有限公司（以下简称“迈为股份”）签署设备采购合同，将向迈为股份购买两条太阳能 210 半片异质结电池整线设备，每条生产线的产能均超过 60 万千瓦。据了解，近一年间，爱康科技控股子公司与迈为股份签署的设备采购合同合计产能超过 180 万千瓦。

券商指出，随着各国提出碳中和目标，全球光伏装机快速增加，国内光伏组件厂商扩产意愿强烈，设备采购订单充足。而在电池技术快速迭代的趋势下，产能技术升级成为企业挖掘价值的主战场，以异质结、TOPcon、IBC 为代表的 N 型技术纷纷登台亮相，光伏设备迎来替换潮。

创新技术优势显现

据了解，光伏电池因原材料和制备技术不同可分为 P 型电池和 N 型电池。P 型由 P 型硅片掺杂硼元素制作而成，N 型电池则由掺杂磷元素的 N 型硅片制作而成。P 型产品是目前光伏产业的主流，制作工艺简单，成本较低。N 型产品成本较高，理论上极限转换效率也更高。

中国光伏产业协会的数据显示，2021 年，PERC 单晶电池、TOPcon 单晶电池、异质结电池和 IBC 电池平均转化效率分别为 23.1%、24%、24.2%和 24.1%，预计到 2025 年，PERC 单晶电池、TOPcon 单晶电池、异质结电池和 IBC 电池平均转化效率将分别达 23.7%、24.9%、25.3%和 25.3%。N 型产品转换效率将明显优于 P 型。

光大证券指出，虽然未来 3 年-5 年内 PERC 电池仍将占据主要市场份额，但由于其效率提升空间已接近天花板，TOPcon 与异质结为代表的 N 型电池技术是未来最有前景的新技术，有望成为决定资本流向的创新技术。

中银证券认为，光伏设备行业具备较强的技术导向，技术的迭代也代表着设备的替换。目前，TOPcon 技术正在快速发展。同时，异质结、IBC 等 N 型电池技术的研究也在持续推进，未来电池技术将不断迭代升级，相应设备替换需求将不断扩大。

企业投资扩产提速

截至目前，中来股份、晶澳科技、爱旭股份等光伏制造商均宣布了 N 型产品扩产计划。迈为股份表示，市场上越来越多的光伏厂家开始选择规划异质结太阳能电池生产线，部分光伏产品制造商已经启动扩产项目，如安徽华晟、金刚玻璃、通威股份等，且规模均在百万千瓦级以上。这表明异

质结电池已初步具备规模化生产的条件，在降本增效的驱动下，光伏行业即将迎来新一轮的技术变革。

在东方日升全球市场总监庄英宏看来，推动度电成本下行、带动投资收益率提升、实现降本增效不仅是光伏产业实现良性发展的核心驱动力，也是行业一直以来的发展趋势。而光伏产业链上游产品开发端往往是创新责任的承担主体。

“目前，异质结技术已从探索准备期过渡至发展期阶段，行业设备投资有所降低，预计 2024 年该领域产品将进入发展爆发期，届时设备投资将进一步大幅降低。”庄英宏说，“数据显示，生产异质结薄片电池比 PERC 电池的碳值低 30%，相信未来两种设备投入成本趋平后，异质结将成为推动绿色低碳发展，提高投资者收益率的最佳方案。”

市场规模持续扩大

随着越来越多的光伏制造商投资建设 N 型电池、组件产线，N 型产品向规模化发展迈进，带动光伏设备企业业绩向好。

迈为股份最新发布的 2022 年上半年业绩报告显示，受益于光伏行业的长期景气以及下游客户的持续扩产，公司主营产品太阳能电池丝网印刷设备销量保持增长，营业收入及营业利润同比有所增加。1 月-6 月，公司归属于上市公司股东的净利润为 3.3 亿元-4.2 亿元，同比增长 30.92%-66.63%。

金辰股份也表示，由于公司光伏组件设备和电池设备业务规模均增长，1 月-3 月，公司实现营业收入 4.57 亿元，同比增加 57.48%，归属于上市公司股东的净利润为 2792.69 万元，同比增加 5.55%。

晋能科技总经理杨立友说：“众多企业聚焦异质结制造，有助于自主研发共同推进设备国产化步伐。目前，头部企业已具备量产能力，预计 2023 年有望成为扩产的主流产品。”

中银证券援引《中国光伏产业发展路线图（2021 年版）》的数据称，N 型单晶硅片的市场占比将从 2021 年的 4.1%迅速增长到 2025 年的 25%，到 2030 年 N 型单晶硅片的市场占比将接近 50%。另据国金证券测算，到 2023 年，全球范围内 N 型 TOPCon 电池产能有望达到 1.34 亿千瓦，2025 年或将突破 2 亿千瓦，拉动资本投资 N 型设备市场。

本报记者 董梓童 中国能源报 2022-07-25

渔光一体构建“新能源、新农村、新渔业”新格局

位于渤海湾畔的山东省滨州市有着漫长的海岸线。依海而生，向海而兴，这里的鱼虾养殖企业将虾塘建在海边，然后把渤海水抽取到虾塘里。7 月 21 日，记者抵达滨州，在通威新能源滨州市沾化区 300MW 渔光一体光伏发电项目上，记者看到浩浩荡荡的水面，水上是鳞次栉比的光伏板。项目工作人员告诉记者，水下养殖的滨海盐田虾再过一个多月就可以大批量上市了。

盛夏时节，烈日炎炎，7 月 21 日当天，滨州市最高温度冲破了 30 摄氏度。而这里的盐田虾却可以享受光伏板的遮荫。工作人员告诉记者，有了光伏板的遮蔽，虾塘的水温要比传统池塘低 2 摄氏度左右，水温降低可以减少鱼虾高温性疾病的爆发，让水中鱼虾安全度夏，更有利于盐田虾的生长。

“上可发电，下可养殖”的沾化渔光一体项目由通威新能源（深圳）有限公司所投资建设，占地 7800 余亩，总装机容量 300MW，是目前全国单体最大的“渔光一体”项目。据悉，项目全容量采用华为智能光伏解决方案。在项目 25 年经济寿命期内，年平均上网电量约 4 亿千瓦时。

沾化项目将现代农业、渔业与智能光伏产业科学地结合，将贫瘠的盐碱地变成了寸金寸土的聚宝盆。

放眼全国，通威已经在江苏、江西、安徽、山东、广西、广东、湖南、湖北、黑龙江等 20 多个省市开发建设了 60 多个以“渔光一体”为主的光伏发电基地，并网规模超过 3GW。可见，“渔光新曲”正奏响全国，演绎着“新能源、新渔业、新农村”的新格局。

1+1>2

渔光互补不仅成了我国 20 多个省市的选择，也得到了政策层面的持续支持。今年 6 月印发的《“十四五”可再生能源发展规划》中提到，要积极推进“光伏+”综合利用行动，鼓励农（牧）光互补、渔光互补等复合开发模式。

随着平价时代的来临，光伏行业进入新的发展阶段。通威新能源有限公司综合部部长唐霖表示，“渔光一体”模式水上产出清洁能源，水下产出健康水产品，既实现绿色农业、绿色能源的高效协同，又实现了产业发展与生态环境改善的高效协同，有利推动了我国新农村建设和乡村振兴，助力我国碳中和目标落地实现。

通威东营 200MW“渔光一体”项目，不光实现了新能源和新渔业的融合，甚至拓展到了旅游业的领域，成了国内首个以“渔光一体”为载体的国家 3A 级景区。

据介绍，通威东营项目以养殖南美白对虾为主，同时也兼养了海参。南美白对虾年产在 300 吨以上，海参年产有 40 吨，年销售额在 2000 余万元。光伏发电部分每年能够提供的清洁能源大约为 2.4 亿度电，相当于每年节约标煤 8 万吨，减排二氧化碳是 30 万吨。

唐霖介绍，除了光伏发电和水下养殖外，通威东营项目实际上已经形成了当地的一个“网红”景点。休闲观光方面建设了“渔光小镇”、展示中心，集休闲娱乐、科普教育为一体，共同促进新农村三产发展，整体实现“渔业+光伏+旅游”的有机结合，实现了 1+1>2 的目的。

通威新能源有限公司常务副总经理吴小平表示，通威“渔光一体”的开发模式采用“一二产业协同发展、适度搭配第三产业”的方式。三个产业融合打造出了集新渔业、新能源、新农村为一体的“三新”现代产业园。拉动产业换挡升级，为新农村建设转型提供有效途径，达到资金有来源、投入有回报、经营管理有主体的效果，有利地推动了我国新农村建设和乡村振兴。

数据显示，目前，通威及合作伙伴、养殖户控制的池塘水面大约 400 万亩，经过规模化、智能化成片改造后，可架设 120—150GW 的光伏电站，同时每年产出优质水产品超 1000 万吨。

技术创新支撑复合发展

水上架设光伏板，好处虽多，但由于环境限制，渔光项目仍面临着诸多挑战，如高湿度，高盐雾等特征，从设计到建设再到运维，建设难度指数比普通地面光伏项目都要高很多。

好在，数字化+ AI 已成为大型光伏电站的主流趋势。沾化项目和东营项目都采用了华为智能光伏解决方案。该方案集“体量大、建设速度快、发电效率高、工程质量高、数字化程度高”于一身。在防盐、防潮、防雾、防蚀、防辐射等都进行了非常严苛的检测。

华为智能光伏中国区副总经理熊国喜介绍，华为智能光伏解决方案针对整个系统通盘考虑，采用华为智能组串式逆变器，发电量比预期高 5%以上；整机 IP66 防护等级，无惧水面潮气，还可主动预防 PID 效应；采用智能 IV 曲线诊断技术，水面复杂场景可远程轻松运维。以数字化、AI+等先进技术，打造成本更优、发电量更高、高可靠性、低运维成本等更多价值，在助力“渔光一体”项目“高标准”推进的同时，也为全球光伏数字化转型按下了“快进键”。

华为数字能源技术有限公司中国区副总裁邢清表示，从补贴时代到退补时代，贯穿光伏产业链发展最核心的逻辑就是要降低度电成本。华为进入光伏领域可以发挥华为在原来传统电力电子的技术积淀，数字化的能力也是华为在 ICT 领域积累了 30 多年的优势。技术的优势为客户带来了项目成本的降低，邢清举例称，在马来西亚的一个 30 兆瓦时的光伏项目，节省的人力工时将近 2000 个小时，大幅地降低了客户运维的成本。

在“双碳”的大背景下，新能源将成长为主力电源，光伏行业需要更高的发电量，更好的投资，更低的运维成本，更高效的数字化管理。熊国喜介绍，华为的技术积淀可以帮助客户达成以上多重目标。据悉，截至 2022 年 3 月 31 日，华为智能光伏已经助力客户实现累计绿色发电 5359 亿度，相当于减少 2.6 亿吨碳排放，等同于植树 3.6 亿棵。

王海霞 中国能源网 2022-07-25

北方最大风光储一体化项目投产发电

7月24日8时58分，大唐吉林晟源洮南向阳15万千瓦风光互补“光伏+”项目并网发电，标志着我国北方最大风光储一体化项目建成投产发电。

该一体化项目位于吉林省洮南市向阳乡及二龙乡境内，总容量115万千瓦，其中风电两期项目容量100万千瓦，共439台风电机组，于2021年底发电。本次并网的光伏项目建设在风电场风能缓冲隔离带，容量15万千瓦，共6532组单晶硅太阳能电池阵列，进一步优化了能源空间布局，实现风光同场、共建共投，协调发展。

该一体化项目是中国大唐集团有限公司全面落实国家“十四五”期间能源规划，服务国家“双碳”目标开发的大型清洁能源基地化项目，项目可实现年均发电量约36亿千瓦时，节约标煤118万吨，减少二氧化碳排放292万吨，减少二氧化硫排放3万吨，减少氮氧化物排放2.65万吨。项目配套容量7.5兆瓦/7.5兆瓦时的磷酸铁锂电池储能装置，由3套2.5兆瓦/2.5兆瓦时储能子系统设备组成，具有解决新能源发电随机性、间歇性等功能，确保电网安全运行和用户供电安全，为国家开发大型风光储多能互补项目积累了宝贵经验。

未来，该项目将作为吉林省“陆上风光三峡”的重要电源支点，配套该省西部地区新能源产业基地建设，为能源链下游工业企业提供大量清洁电力，有利于缓解地区电力工业的环境保护压力，改善能源供需结构，推动国民经济发展和社会进步，对全国能源转型与地方振兴的高质量融合，以及加快推动绿色低碳转型发展均具有重要意义。

隋然 孟磊 中国能源网 2022-07-25

高温下，光伏组件“热伤害”不容小觑

近日，我国出现了今年首次区域性高温天气过程，范围广、持续时间长、极端性强、影响大。根据国家气候中心的监测，今年6月全球平均气温较常年偏高约0.4℃，为1979年以来最高。

由气候变暖而引发的全球性高温，近期在网络上引发热议，不少人确诊热射病出现昏迷、住院乃至死亡。高温对人类的“热伤害”尚且如此，那么对于光伏组件的影响又有几何？

众所周知，光伏组件常态下的工作温度要比环境温度高，在如此连续暴晒的极端高温条件下，光伏电站的组件温度可高达75℃以上，其内部电池的工作温度可能更高。根据现有基础测试条件，一般光伏组件测试设定最高温度为85℃，然而在一些极端高温天气下，组件工作温度可能会超过该最高温度，且随着气候变暖导致极端气候愈加频发，组件在户外的实际耐高温性能需要更加重视。

在此背景下，为保证组件在极端高温天气“炙烤”中安全可靠运行，在产品设计和加严验证阶段，隆基率先对组件热环境耐受能力进行加严测试，Hi-MO5组件全系产品已通过了基于IEC 62892标准的加严热循环测试，同时获得全球首张IEC 62892证书。此外，经国际公认的测试、检验和认证机构检测，隆基高效组件产品还成功通过了IEC TS 63126:2020系列测试。这两项测试的顺利通过，不仅验证了隆基组件在极端高温环境下具备极高的可靠性和稳定性，同时彰显了隆基一流的产品研发、制造及质量管控能力。

安全可靠是组件产品的生命线。作为全球领先的太阳能科技公司，隆基始终坚持以客户价值为中心，通过持续不断的技术创新和全球领先的“隆基产品生命周期标准”为广大终端用户带来稳健价值。在科技创新与“隆基标准”的双重驱动下，隆基的产品品质在全球市场首屈一指，产品价值更是受到全球用户的点赞和认可，截至7月，Hi-MO5组件已在全球出货突破30GW。

在全球气候变暖的大环境中，唯有将“可靠”做到极致，才能尽可能避免极端高温天气对组件造成的“热伤害”。以更具可靠品质的高效光伏产品应对气候变化，才能真正安全、有效加速能源结构变革。

仲新源 中国能源网 2022-07-29

海洋能、水能

南宁抽水蓄能电站主体工程开工

本报南宁7月21日电（记者庞革平、罗艾桦）“十四五”时期华南地区首个抽水蓄能电站——南宁抽水蓄能电站主体工程近日在广西南宁市武鸣区全面开工。该电站是“十四五”规划中的102项重大工程之一，总装机容量120万千瓦，总投资约80亿元，计划于2025年投产发电，将显著提高华南地区、广西电网的调节能力。

参照国内同类抽水蓄能电站运行指标，南宁抽水蓄能电站投产后的年发电量近10亿千瓦时，将为广西清洁能源消纳提供有力支撑，预计每年可节约系统标煤约28.5万吨，相应每年可减少二氧化碳排放量76.6万吨，减排效果相当于近6.25万亩森林的净化效果。

庞革平 罗艾桦 人民日报海外版 2022-07-22

“十四五”华南地区首个抽蓄电站开建

本报讯 7月15日，“十四五”华南地区首个抽水蓄能电站——南方电网南宁抽水蓄能电站主体工程全面开工。电站是“十四五”规划102项重大工程之一，总装机容量120万千瓦，总投资约80亿元，计划于2025年投产发电，将显著提高华南地区、广西电网的调节能力，有力保障电力安全可靠供应、服务能源清洁低碳转型、促进稳增长助振兴，有效推动北部湾城市群与粤港澳大湾区在抽水蓄能产业上的“两湾联动”，促进我国现代能源体系建设。

抽水蓄能电站具有上、下两个水库，在夜间用电低谷时，用电将山水库的水抽到山上，在白天用电高峰时，放水发电，就相当于把电存起来了，随时可以调用，帮助电网顶峰发电，能够顺利帮助风电、光伏发电等新能源大规模、高比例接入电网，被称为电网的“蓄电池”“稳压器”和“调节器”，是目前最成熟、最经济、最可靠的大规模储能设施。

“十四五”期间，广西新增风电并网装机规模不低于1800万千瓦，新增光伏并网装机规模不低于1300万千瓦。参照国内同类抽水蓄能电站运行指标，南宁抽水蓄能电站投产后的年发电量近10亿千瓦时，将为广西清洁能源消纳提供有力支撑，预计每年可节约系统标煤约28.5万吨，相应每年可减少二氧化碳排放量76.6万吨，减排效果相当于近6.25万亩森林的净化效果，助力加快建设美丽广西和生态文明强区。

南宁抽水蓄能电站项目可带动当地基础设施建设和相关产业发展，预计拉动地方GDP160亿元，创造产业链上下游就业岗位约4万个，建设期平均每年增加地方财政收入约0.6亿元，运行期每年可稳定为地方创造税收约1亿元。

据了解，2021年11月，广西壮族自治区、南方电网公司签订进一步加强战略合作备忘录，“十四五”在广西南宁以及柳州鹿寨、桂林灌阳、贵港、玉林福绵等地开工建设总装机容量为600万千瓦的5个抽水蓄能电站，相当于增加3个城市的供电能力，约占广西用电总容量的五分之一。

近年，国家大力推动北部湾城市群与粤港澳大湾区加快互联互通，实现先进生产力对接。南方电网公司目前在粤港澳大湾区已建成6个抽水蓄能电站。2022年5月底，南方电网公司全面建成投产广东梅州、阳江两个百万千瓦级抽水蓄能电站，促进粤港澳大湾区电网成为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。

“南宁抽水蓄能电站是广西首个开建的抽水蓄能电站，是南方电网公司投资建设的第8个抽水蓄能电站以及‘十四五’时期开工建设的首个抽水蓄能电站，对推动北部湾城市群与粤港澳大湾区在抽水蓄能产业‘两湾联动’发挥积极促进作用。”南方电网调峰调频公司基建部总经理李育林表示，“作为基建人员，我们要把最先进的抽水蓄能建设技术经验、管理经验，带到南宁抽水蓄能电站，为广西

清洁能源加速发展添砖加瓦。”

南宁抽水蓄能电站位于广西南宁市武鸣区，作为“央企入桂”签约项目、广西“能源网”三年大会战项目，2021年正式获得核准，经历近330天的前期工程施工后，通风兼安全洞顺利贯通，为主体工程全面开工创造了良好条件。

南宁抽水蓄能电站将实现硬岩全断面隧道掘进机TBM在华南区域抽水蓄能电站建设的首次应用，承担工程5100米排水洞的施工掘进任务。TBM施工技术是目前最为先进的隧洞施工技术之一，适用于直径一般为2.5米—10米的隧道硬岩掘进，可一次截割出所需断面，代替传统的钻爆法施工，在相同条件下，其掘进速度为传统钻爆法施工的3至10倍，具有快速、优质、安全、环保等优点，将有效提高工程建设效率。其应用将为国内抽水蓄能电站的设计、施工和建设管理注入安全高效新理念，引领抽水蓄能电站的建设管理方向。

据了解，南方电网公司正力争在“十四五”期间实现抽水蓄能装机容量新增600万千瓦的发展目标；到2030年末，抽水蓄能装机容量达2900万千瓦；到2035年末，抽水蓄能装机容量达4400万千瓦，以满足3亿千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。

黄昉 中国能源报 2022-07-25

风能

海上风电地方补贴来了

核心阅读

“省补”的出台势必会对本省的海上风电发展有正向的刺激作用，尤其是广东和山东出台的“省补”都按项目容量进行一次性补贴，更可以直接帮助项目降低成本。

近日，浙江省舟山市人民政府发布《2022年风电、光伏项目开发建设有关事项的通知》（以下简称《通知》），给予海上风电项目一定的省级财政补贴，2022年和2023年全省享受海上风电省级补贴标准分别为0.03元/千瓦时和0.015元/千瓦时。浙江由此成为继广东、山东后，第三个明确海上风电省级补贴支持政策的省份。省级补贴的陆续出台一时提振了海上风电市场，业界普遍认为，“省补”将有力推动海上风电向全面平价过渡。

“先建先得”，逐年退坡

去年11月，浙江省首次透露将为海上风电提供金融、财政支持，但并未公布补贴标准细则，时至今日，浙江省成为了全国第三个为海上风电提供省级财政支持的省份。

按照《通知》，2022年舟山市海上风电发展目标为开工30万千瓦，核准容量100万千瓦，2022年和2023年全省享受海上风电省级财政补贴规模分别按照60万千瓦和150万千瓦控制，以项目全容量并网年份确定相应的补贴标准，按照“先建先得”的原则确定享受省级补贴的项目，直至补贴规模用完。项目补贴期限为10年，从项目全容量并网的第二年开始，按等效年利用小时数2600小时进行补贴。

与广东和山东提供“省补”的方式类似，浙江海上风电补贴同样是逐年退坡，但从舟山市此次公布的补贴标准来看，其不同点在于，浙江是为海上风电项目按照度电补贴，而另两省则直接按照项目容量补贴。

根据广东省人民政府发布的《促进海上风电有序开发和相关产业可持续发展的实施方案》，2022年起，广东省财政对省管海域未能享受国家补贴的项目进行投资补贴，补贴标准为2022年、2023年、2024年全容量并网项目每千瓦分别补贴1500元、1000元、500元，对2025年起并网的项目不再补贴。山东省能源局副局长邓召军在今年4月公开表示，对2022-2024年建成并网的“十四五”海上风

电项目，山东省财政将分别按照每千瓦 800 元、500 元、300 元的标准给予补贴，补贴规模分别不超过 200 万千瓦、340 万千瓦、160 万千瓦。

助力改善海上风电经济性

厦门大学经济学院中国能源经济研究中心教授孙传旺指出，补贴是推动可再生能源市场化发展的重要方式，但现阶段海上风电成本仍然较高，为直面海上风电平价压力，仍需政府提供一定的资金支持，保障稳定的装机规模增长。在此背景下，“省补”出台接替“国补”，能够防止“国补”退出导致的资金流断裂情况出现，在一定程度上延续了行业增长态势，稳定了市场预期，有利于推动技术进步与成本下降。

“‘省补’的出台势必会对本省的海上风电发展有正向的刺激作用，尤其是广东和山东出台的‘省补’都按项目容量进行一次性补贴，更可以直接地帮助项目降低成本。”睿咨得能源可再生能源分析师朱祎聪告诉记者。

从补贴力度上看，目前三省“省补”力度实际上远低于此前的“国补”，但在业内看来，这一补贴力度已足够提振市场，并吸引投资者。朱祎聪指出：“目前的补贴力度虽然总体上不如之前‘国补’的力度大，但可以使投资方更快回收资金，对投资者同样具有吸引力。三省的补贴也都以不同形式进行阶梯式退补，既能在现阶段帮助提升海上风电项目的经济性，又可以持续刺激产业链各个环节进一步降本增效，早日实现平价上网。相较于没有补贴的省份，出台‘省补’的几个省份也能够吸引更多投资方，选择更为优质的企业，对本省的产业发展也会有很好的促进作用。”

风电设备供应商大金重工指出，政策支持与电价补贴有效地促进了我国风电产业投入提高、产量提升、技术进步、成本下降，为最终实现平价上网奠定了发展基础。虽然海上风电 2022 年起不再享受国家补贴，但是鼓励地方继续补贴建设海上风电，风电行业政策趋势整体向好。据预计，未来 10 年，中国海上风电市场的年复合增长率将达到 27%，累计并网装机将达到 1 亿千瓦。

海上风电平价仍需多方着力

密集的支持政策出台催热了海上风电市场，近几个月来海上风电项目招标也持续火热。据不完全统计，今年第二季度新增海上风电启动项目招标规模可达 330 万千瓦，增速超出业界预期。更为值得关注的是，近期海上风电项目风机中标价格也呈现大幅下降趋势，据浙商证券数据，目前，海上风机平均招标价格已下行至约 3680 元/千瓦，与 2020 年海上风机 7003 元/千瓦的平均招标价格相比，降幅达到一半。

朱祎聪认为，前两年的海上风电装机潮推动了风机价格的下降，在海上风电进入无“国补”时代后，进一步降本增效的需求更为强烈，风机价格的持续下降不仅能够使得海上风电项目尽早实现平价，也能推动产业链的持续创新。

海上风电的平价却不仅依赖于设备。有测算显示，2020 年，海上风电投资成本结构中，风电机组占比仅约为 35%，其余为电力设施、安装工程、海上桩基等。

对此，孙传旺指出，除削减风机成本外，海上风电项目还需协同产业链各个环节降本，比如，静态投资占比高的基础和海缆领域，也是未来降成本的主要着力点，与此同时，还需在安装环节与风电场规模化两个环节降本。“江苏、广东、福建等地的海上风电完全成本约在 1.5 万元/千瓦—1.8 万元/千瓦之间，如果来实现 7% 的收益率，海上风电完全成本需降至 1 万元/千瓦左右，最终能否实现项目平价，仍需结合当地基准电价和‘省补’额度进行测算。”

本报记者 李丽旻 中国能源报 2022-07-18

氢能、燃料电池

氢能产业如何实现“差异化”发展？

近日，贵州省人民政府对《关于呈报〈贵州省“十四五”氢能产业发展规划〉的请示》作出批复，要求加大氢能基础设施建设力度，提升技术研发和装备制造水平，培育氢能产业集群，着力打造氢能品牌，为建设全国新型综合能源基地、生态文明建设先行区作出更大贡献。

截至目前，全国已有多个省区出台“十四五”氢能发展规划或扶持政策，还有 50 多个地级市发布氢能产业规划，要求建设“氢谷”“氢岛”“氢能产业园”等。在此背景下，氢能产业如何走好差异化路线？

■■规划“大同小异”

记者注意到，现阶段各地出台的氢能规划几乎都涵盖氢能制、储、运、加、用全产业链，布局制氢、储氢装备以及氢燃料电池等关键设备制造。

不同地区在部分产业链环节规划略有区别。6 月发布的《上海市氢能产业发展中长期规划（2022-2035 年）》提出建设海外氢能进口输运码头，布局东亚地区氢能贸易和交易中心，与长三角地区形成协同创新生态；《四川省氢能产业发展规划(2021-2025 年)》明确以各地自然资源禀赋及现有氢能相关产业为基础，依托攀枝花等地丰富水电资源开展电解水制氢等。

“求大求全，别人干我也干”是目前部分地区发展氢能产业的通病。中科院大连化学物理研究所张家港产业技术研究院院长韩涤非建议：“很多的氢能规划，在燃料电池、加氢站等方面展现出相似的布局套路，趋同性较强。随着产业的进一步发展，应该从产业链的角度思考、选择最适合该地区发展的产业环节，结合地域性差异、自身特点，找到市场切入点。比如，我国中西部地区可再生能源丰富，是能源供给侧，可重点发展制氢和氢的转化利用；而东部地区作为能源应用端，应着力于高端能源装备制造、交通、热电联供应用等。”

■■探索“定制化”发展

已有部分地区开始注重利用自身优势，实践“差异化”发展。内蒙古自治区能源局二级巡视员白振华表示：“内蒙古地区有丰富的可再生能源和显著的电价优势，电解水制氢优势明显；同时氢能应用场景较多，氢能汽车、氢能化工和氢储能需求潜力大。”基于此，内蒙古将从绿氢与工业结合、氢能和新能源深度融合、围绕矿产资源开发发展氢能重卡三个方面重点推进内蒙古氢能产业发展，走出一条通过氢能留住“风电、光伏”，多能互补、绿色低碳的特色道路。

与此同时，越来越多的地区将区位优势与氢能产业发展进一步融合。例如广东韶关市提出着力发展氢燃料电池船舶，大连、上海青浦区、上海临港新片区、舟山市、潍坊市等沿海地区相继制定相关财政支持政策推进氢燃料船舶发展。再如，煤炭大省山西依托焦炭产业优势，提出围绕“绿色炼焦—焦炉煤气制高纯氢—制、储、运、加氢等设备及产品”打造氢能产业链。

韩涤非指出，进一步加强氢能产业规划的差异，可以降低氢能发展过程中的试错成本。各地区应针对自身在钢铁冶金、港口物流、能源化工等不同的产业基础进行差异化定位，实现“定制化”发展。

对外经贸大学中国国际碳中和经济研究院执行院长董秀成表示，各地区应从资源禀赋、技术能力产业基础、市场空间以及地方财力等多方面系统谋划，突出自身优势，理性布局氢能产业，避免跟风盲从和同质化、低水平重复投资。“充分利用氢能的特点和优势，发挥其在可再生能源消纳、增强能源系统灵活性与能源网络智能性等方面的重要作用，更好地与既有的各种能源品种相互耦合互动，建立全新的现代能源体系。”

■■加强统筹协调

华中师范大学教授周洪宇对记者表示，应该按照“全国一盘棋”的思想，建立统一协调的发展机制，充分发挥各自优势，使氢能产业在目前需求旺盛的阶段得到应有的发展。“一方面，要做好顶层

规划与统筹，另一方面，不同企业、地方发展氢能产业的条件和基础不一样，要充分发挥各主体的优势和条件，做到错位发展、优势互补、互利共赢，推动氢能产业更快发展。”

四川博能燃气股份有限公司总工程师彭雪峰认为，不同地区发展氢能既有共性也有特性，统筹协调发展尤为关键。根据不同地方特点处理好氢能政策与市场机制、氢能技术与市场、氢能供应与需求之间的相互关系，避免“一刀切”，在总体规划制定后进一步推进后续细则落地，保证政策的连续性，加快氢能产业发展。

值得注意的是，燃料电池汽车示范城市群已开始利用不同地方资源禀赋和产业基础，实现产业链高效整合。韩涤非指出，以上海城市群为例，联合了江苏省苏州市、南通市、宁夏宁东能源化工基地、内蒙古自治区鄂尔多斯市等 6 个城市，产业链既包括供给侧也包括应用端，既有创新型城市也有装备制造强市。

风氢扬氢能科技(上海)有限公司董事长刘军瑞进一步强调，现阶段，氢能产业亟需更多务实政策。政府需建立更加灵活的市场机制，鼓励氢能企业多元化发展，充分发挥企业在技术创新中的主体作用，实现氢能产业高质量发展。

本报记者 仲蕊 中国能源报 2022-07-18

天然气掺氢发电备受推崇

目前，天然气掺氢技术在燃气发电领域愈发受到关注，该技术不仅能够增加天然气的燃烧值，还可以充分利用现有的天然气管网等基础设施。三菱、西门子、GE 等轮机制造商都在开发以氢为燃料的轮机。不过，业内对于氢气与天然气混合燃烧发电的经济性和环保性仍然存在一定的质疑。

三菱成功试运行 20%掺氢燃机

近日，三菱动力公司位于北美的燃气轮机掺氢项目成功试运行。该项目在美国佐治亚州公用事业电力公司位于亚特兰大附近的 McDonough-Atkinson 工厂展开，掺氢测试在一台输出功率为 265 兆瓦的 M501G 燃气轮机机组上完成，截至 7 月下旬测试效果良好。

三菱动力公司表示，与利用纯天然气相比，燃烧掺氢 20%的混合气可以减少 7%的碳排放。氢气在常规燃气轮机中混合和燃烧无需进行太多技术改造，而在先进燃气轮机中则需要使用干式低氮氧化物燃烧技术（DLN）。

一般情况下，因为氢气燃烧速度快，燃气轮机中的氢气燃烧时容易变得不稳定，再加上氢气燃烧时的火焰温度很高，因此氮氧化物的产生量比燃烧天然气高两倍左右。DLN 技术可以提高混合了氢气的先进燃气轮机的发电效率，并削减氮氧化物排放。

美国电力研究院能源供应和低碳资源副总裁 Neva Espinoza 表示：“掺氢 20%的测试成功，不仅加强了 DLN 技术在帮助实现经济脱碳方面的重要作用，还有望改变‘天然气掺氢’行业的游戏规则。”

100%掺氢不是梦

三菱动力美国公司首席运营官 Mark Bissonnette 表示：“我们认为通过 DLN 技术，未来还可以进一步增加氢气混合比例，100%掺氢率完全可以实现。”

事实上，业内一直在研究 100%掺氢的技术和实践应用。挪威斯塔凡格大学日前利用自己的微型燃气发电厂，实现了 100%掺氢运行燃气轮机的研究结果。团队负责人 Mohsen Assadi 表示，这类项目可以使旧的轮机设备保持活力，同时将燃料来源转变成氢气，不过大规模应用的前提是制氢成本大幅下降。

印度管道基础设施公司则联合了独立能源咨询和认证机构 DNV，评估其位于印度的天然气管道的完整性、安全性和网络运行，以便将掺氢率从 5%、10%、15%逐步提升至 100%。DNV 能源系统副总裁兼亚太地区区域总监 Brice Le Gallo 表示：“将天然气管道重新用于氢气是建设新的纯氢网络成本的 10%-30%。”

经济性和减排效益待加强

不过，市场对于“天然气掺氢”技术的经济性、环保性以及运营风险仍存疑虑。国际可再生能源署（IRENA）指出，天然气掺氢可能会导致能源成本大幅增加，由于氢气远比天然气贵，随着氢气混合到天然气管网中，会逐渐提高天然气价格，国家必须通过补贴来进行补偿，否则这些成本最终会转嫁到终端消费者身上。

据德国气候智库 Agora 估算，将 20% 的氢气添加到燃气管网中，到 2030 年将导致消费者的供暖成本增加 33%。

IRENA 表示：“掺氢 20% 的天然气仅比单纯使用天然气减少 7% 的碳排放，而掺氢后的整体成本却远高于单纯使用天然气。这意味着，掺氢的实际减排成本非常高，按照目前全球可再生能源制氢的平均成本水平，二氧化碳价格在 500 美元/吨以上时，天然气掺氢才会具备一定的经济效益。”

德国弗劳恩霍夫能源经济研究所和美国气候智库能源创新机构的联合研究也表明，将氢气与天然气混合用于发电“非常低效”，对减少温室气体排放几乎没有促进作用，反而会增加消费者成本、加剧空气污染并带来安全风险。

此外，天然气掺氢还存在很大的技术问题。IRENA 指出，天然气管网及其他相关设施对氢气的耐受性都不同，这意味着如果不大规模改造基础设施，最终可行的掺氢率可能会低于预期。因此，各国亟待有针对性地制定相关标准，循序渐进调整掺氢率，通过相容性等研究，找出最合适的掺氢路径。

本报记者 王林 中国能源报 2022-07-25

“氢”装上阵助力山东低碳前行

围绕能源供应保障和清洁低碳转型，山东省于近日公布了八大工程行动，发展氢能是其中之一。《山东省氢能产业发展工程行动方案》（以下简称《方案》）提出：到 2025 年，氢能产业规模超过 1000 亿元，累计推广燃料电池汽车 10000 辆，累计建成加氢站 100 座。到 2030 年，氢能产业规模达到 5000 亿元，关键技术取得重大突破，培育一批具有自主知识产权的知名企业和品牌，全面建成国内领先、国际知名的氢能产业发展高地。

在山东，产业结构偏重、能源结构偏煤长期是一大痛点，进而带来碳排放居高难下等连锁问题。也正因此，该省多方探索新旧动能转换、能源结构优化调整的良方，氢能由此被寄予厚望。包括《方案》在内，近半年来，从省级到各地市已出台 20 余份相关文件，“氢”装全方位上阵。

产氢用氢两端“齐发力”

“2020 年，山东便在全国所有省份中第一个出台了氢能规划，从制氢、储氢、加氢到氢能利用提供了整体路线图。”在近日举行的第四届中国制氢与氢能源产业大会上，中国工程院院士、山东省人民政府副省长凌文介绍，截至目前，该省已拥有氢能全产业链制造优势。“山东已建成全国第二多的加氢站，共有 25 座在运；全省产氢能力达到 438 万吨，占到全国氢气产量的 1/10。这些均为山东氢能发展奠定了坚实基础。”

上游发展加速，下游用氢领域也在扩围。记者了解到，山东省政府与科技部于去年 4 月合作启动了“氢进万家”科技示范工程，率先以济南、淄博、潍坊、青岛为试点打造样板。一年多来，进展有目共睹。

“我们要打造高品质、低成本、安全稳定、可持续的氢燃料供应体系，探索可复制、可推广、社会高度认可的氢能综合利用示范模式，把氢能产业做成山东能源结构调整和高质量发展的一张亮丽名片。”山东重工集团有限公司国际化总监、国家燃料电池技术创新中心主任徐子春表示，“氢进万家”将建成一条氢能高速、两个氢能港口、三个科普基地、四个氢能园区、五个氢能社区，涵盖从零部件、材料到电堆、系统、整车的全产业链，从制氢到储运、加注到应用的全流程，以及从港口到社区、园区的多场景示范应用。

徐子春举例，“氢进万家”已累计推广氢燃料电池车辆 1000 多台，下半年预计新增 400 台以上；

开通燃料电池公交专线 30 余条，总里程超过 1800 万公里。“我们还建成了全国首座高速加氢站，打造车站联动‘山东模式’。青岛港已投用 6 座港口氢能轨道吊，并开展氢能集卡应用示范。”

因“企”制宜打造发展梯队

“氢”尽全力的积极态度也吸引了大批企业。据不完全统计，目前已有千余家企业聚集山东氢能产业链，其中既有传统能源企业主动转型，也有新能源企业加快布局。

“山东能源持续培育壮大新能源产业，积极布局氢能领域。”山东能源集团董事长李伟表示，集团联合山东重工、山东国惠发起成立山东氢能源与燃料电池产业联盟，与中国石油大学（华东）共建“石大-山能”新能源学院，掌握了焦炉煤气制氢、高纯氢气分离等一批制氢核心技术，率先建成国内首座融合“氢、电、醇、气、油”为一体的综合能源补给站。

山东塞克赛斯氢能源有限公司项目总监黄方介绍，该公司的“兆瓦级固体聚合物电解质纯水电解”制氢设备，已被评为科技部重点专项重大成果，未来将重点打造新能源耦合制氢、储能制氢加氢一体站等项目，动力之一正是一系列利好政策的支持。“比如山东省《关于开展储能示范应用的实施意见》，明确鼓励风电、光伏发电制氢，制氢装机容量视同配建储能容量，这给了我们很大鼓舞。”

徐子春证实，仅去年以来，省级和地市就出台了 30 余项专项政策，指引行业良性有序发展。“如针对加氢站建设，山东是实实在在兑现、拿出真金白银支持，华润燃气、潍柴动力等多家企业补贴已获批。”

记者注意到，《方案》要求持续提供支持。包括重点支持质子交换膜、空气压缩机、氢气循环泵、燃料电池发动机及整车等生产制造企业，打造一批具有核心竞争力的全球知名品牌；围绕 PEM 电解水、碱性电解水和 SOEC 等制氢设备，挖掘一批专精特新“小巨人”企业进行重点扶持，培育成“单项冠军”“瞪羚”“独角兽”企业，形成“山东氢能”品牌多层次发展梯队。

根据地市特征分区域布局

《方案》进一步明确方向，将开展创新驱动科技领航、装备制造品牌培育、产业基础固本强基、交通应用扩容增量、一流产业生态打造等具体行动。

记者了解到，根据各地市的不同特征，山东还将分区域布局——支持济南打造“中国氢谷”，建设科技创新、商务会展、应用示范基地；支持青岛打造“东方氢岛”，建设氢能技术创新核心区、氢能创新发展试验区、燃料电池汽车产业聚集区；支持淄博打造“氢能生产应用标杆城市”，建设规模化制氢、燃料电池关键材料及部件产业基地；支持潍坊打造“鲁氢动力城”，建设燃料电池发动机制造基地和燃料电池汽车应用示范区；支持滨州打造“渤海氢城”，建设“京津冀鲁一体化氢走廊”氢能生产、高端装备制造和应用示范城市。

“一方面要紧紧抓住绿氢这条线，山东在可再生能源发展方面虽起步稍晚、比例稍低，但增长潜力巨大。我们的海上风电处于装机增长爆发期，预示着未来几年风电制氢将迎爆炸式增长。另一方面，山东作为工业副产氢最大的省份，如何使用绿色技术让工业副产氢变蓝氢，也是共同努力的课题。”凌文表示。

山东能源正是“新”“旧”能源耦合的典型代表。李伟透露，该集团将依托化工副产氢资源，提升氢气供应能力，预计到 2025 年供氢能力达到 10 万吨/年。依托新能源研发创新中心，重点向氢气下游利用领域延伸产业链，从生产、储运到综合利用贯通产业链条。“依托新能源、煤化工、新材料等产业，重点发展绿电制氢技术和制氢装备，构建可再生能源发电-绿氢生产-燃料电池-绿色化工产业链。多点布局绿电制氢耦合化工项目，推动新能源、氢能、煤化工等产业协同发展。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2022-07-25

核能

全球核电迎来“复苏”

“核能发电量不足的情况下，各国计划建设的可持续清洁能源系统将变得更加困难、风险更高，同时也更加昂贵。”国际能源署（IEA）在近日发布的核电行业报告中指出。

IEA 表示，全球范围内，核电是仅次于水电的第二大低碳电力来源，装机占比高于风电和光伏，在淘汰化石燃料的过程中，核电应在能源低碳转型、维护能源安全方面起到重要作用，但欧美部分国家核电设施老化严重，新兴核电技术发展也相对缓慢，各国政府应加强对核电的支持力度，进一步促进核电发展。

零碳愿景下不可或缺

据 IEA 统计，截至目前，全球总计有 4.13 亿千瓦的核电装机，遍布在 32 个国家，每年总计助力减少温室气体排放 15 亿吨。

IEA 指出，对于选择继续使用核电或扩大核电装机的国家来说，核能的应用将帮助这些国家降低对进口化石燃料的依赖，降低二氧化碳排放量，同时有助于提高电网系统中风电、光伏等高波动性的清洁能源占比，帮助各国实现能源安全转型。同时，如果要实现净零排放目标，到 2050 年，全球核电装机量需要在 2020 年基础上增加一倍以上，在可再生能源发电为主流的能源系统中，核电装机占比需达到 8% 左右。

IEA 署长比罗尔表示，全球能源供应危机、化石燃料价格高企、对抗气候变化以及能源安全挑战等诸多因素影响下，核电获得了一个绝佳的机会“卷土重来”。

主流技术明显“东移”

不过，比罗尔也提出，各国政府是否能够出台强力政策支持核电发展、是否将制定可持续的核电运营措施、能否推动必要的核能新技术投资，都将影响到核电是否能够持续发展。

IEA 的统计显示，全球约有 70% 的核电反应堆都位于发达国家，但核电设施老化问题严重，北美地区核电设施的平均运营年限已经高达 36 年，欧洲国家核电设施平均运营年限甚至达到 38 年。IEA 指出，如果各国政府没有采取干预措施，到 2030 年，发达国家的核电装机总量很可能将减少 1/3 以上。

相比之下，中国、印度、俄罗斯已然成为全球核电行业的“主流市场”。数据显示，印度核电设施的平均运营年限约为 15 年。不仅如此，2017 年至今，全球总计有 31 座核反应堆开工建设，其中 27 座使用的都是来自中国和俄罗斯的核电技术，占比超过 80%。

IEA 指出，发达国家核电项目发展“滞后”的主要原因正是核电投资缓慢、建设成本高企和不友好的电力市场环境等。与此同时，在大多数国家，风电和光伏发电的成本已基本能够与核能发电成本持平，这也意味着与可再生能源相比，核电本身已不再具备成本优势。

持续降本、政策支持必不可少

IEA 的统计数据显示，与过去几年相比，2021 年，全球新增核电项目数量出现了明显的上升，这意味着全球核电的“回暖”。目前，全球总计有 21 座在建核反应堆，装机规模达到 5400 万千瓦，其中，除中国外，韩国、土耳其、印度、英国等国都有数百万千瓦在建核电项目。

为进一步扩大核电装机，推动全球能源低碳转型，IEA 建议核电行业进一步降本，在规定预算内完成核电项目。同时，各国政府也应出台相关支持政策，确保核电使用，加强能源安全。另外，应维持相应的投资力度，在持续运营现有核电设施的同时开发新的核电技术。

IEA 认为，小型模块化核反应堆是目前最具潜力的核电新兴技术之一。据了解，小型模块化核反应堆项目装机容量通常小于 30 万千瓦，仅为传统核电站的 1/3 左右，具有建设成本低、规模小、项目风险低等优势，对于提高社会认可、吸引社会投资颇有助益。

IEA 指出，小型模块化核反应堆不仅可以用来发电，还可以用来供热和制氢，将有助于发展整条产业链。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2022-07-18

核燃料循环产业战略地位需凸显

核心观点

要准确把握当前核燃料循环产业发展阶段的特征，审时度势，加紧研究制定科学有效的核燃料循环产业政策。下一步，国家原子能机构将围绕建成具有国际竞争力的先进核燃料循环产业体系的总目标，聚焦科技创新、管理提升两个关键环节，在优化布局、数字化转型、绿色发展方面持续发力，推动核燃料循环产业发展迈上新台阶。

“核燃料循环产业是核工业发展的重要基础，没有先进的核燃料循环产业，核能产业就成了‘无源之水、无本之木、无米之炊’。核燃料赋能发展，要推动核燃料循环产业走出一条成功的高质量发展之路。”国家原子能机构副主任董保同于近期在国家原子能机构举办的 2022 年第二季论坛上表示。

我国核燃料循环产业取得了哪些成绩？现在整体水平如何？我国核燃料循环产业还存在哪些薄弱环节或面临的最迫切问题？目前我国自主化核燃料元件的研发整体情况如何？董保同一一进行了解答。

■核燃料赋能发展

我国核燃料循环产业主要包括铀地质勘探、采冶、铀纯化转化、铀浓缩、元件制造、后处理，以及放射性废物处理处置等环节。

核燃料是核能可持续发展的物质与技术基础，董保同将核燃料比喻为“粮食”，甚至可以看作“中国芯”。“如果没有自主可控的核燃料循环产业，我们的核电站就没有‘中国芯’，核能将不复存在，核工业的基础也将难以为继。”

董保同说，与煤炭行业、油气行业等能源行业相比，核燃料循环产业的规模并不大，但其附加值高，发挥着根本支撑作用。“以煤电为例，燃料成本占总成本比重达 70%—80%，核燃料的占核电总成本百分之十几。虽然量级差很多，但不论是天然铀采冶、铀纯化转化、浓缩还是元件制造，都是高科技、战略性产业，自动化、数字化程度非常高，比如重水堆的核燃料元件生产线工作人员仅需二三十个人。”

董保同认为，将核燃料视为核工业的根本和核心一点都不为过，核燃料赋能发展、赋能核工业、赋能国民经济发展。“有了核燃料，整个核工业体系才能发挥作用，不论供电供热，还是相关产业，才能发挥对国民经济的赋能作用。”

“要进一步提高对核燃料循环产业战略地位作用的认识，准确把握核燃料循环产业高科技战略性新兴产业的本质特征，认真分析国际核燃料市场的特点和特殊规律，推动核燃料循环产业走出一条成功的高质量发展之路。”董保同说。

■产业规模领跑世界

我国核燃料循环产业取得了哪些成绩？现在整体水平如何？

我国核燃料循环产业起步于“两弹一艇”事业，为国防建设和经济社会发展做出了突出贡献。党的十八大以来，我国陆续实现核燃料循环全产业链技术升级换代，部分技术达到世界先进水平，闭式核燃料循环体系加速构建，我国核燃料循环产业规模居世界前列。

经过 60 余年的自主创新和改革发展，我国核燃料循环产业已在多个关键领域实现从“零的突破”到“国际先进”的跨越，三代采铀技术实现工业化应用，铀浓缩技术实现升级换代，自主研发的核燃料元件开始批量化生产，核燃料循环产业规模位居世界前列。总体上，我国核燃料循环产业体系为核能发展奠定了基础，满足了国家发展需要。

董保同指出，十年间我国核燃料循环产业实现了质的跨越。“总体而言，核电装机规模从 2012 年

到 2022 年翻了约两番，核燃料循环产业的规模也翻了一番多。在核燃料循环的主要技术领域，总体上已全面掌握，特别在前端领域，从天然铀纯化转化、浓缩到元件制造，具备了一定的国际竞争力。”

“我国自主三代核电‘华龙一号’海外首个工程——巴基斯坦卡拉奇 2、3 号机组全面建成，带动自主品牌核燃料走出国门。综上所述，这些信息都传递了一个共同信号，中国的核燃料循环产业总体上是可靠的、自主的、有一定竞争力的，下一步正朝着核工业强国的方向努力。”董保同说。

■推动产业发展迈上新台阶

新时代的核能产业发展对核燃料提出了新需求，叠加当前国际形势变化，也为核燃料循环产业的发展提出了新挑战。

“前端领域，资源保障及技术经济性仍待提高。后端领域，我国‘十四五’规划明确指出建设核电站中低放废物处置场，建设乏燃料后处理厂。”董保同说。

他进一步指出：“后端发展滞后其实存在一些客观原因，到底要不要大规模发展，发展了以后效益怎么样还需要进一步深入研究。但是作为一个核工业强国，我们应该掌握这门技术、应该具备这个能力，只有做才能把成本慢慢降下来。”

我国核燃料循环产业接下来有哪些发展重点？

董保同强调，要准确把握当前核燃料循环产业发展阶段的特征，审时度势，加紧研究制定科学有效的核燃料循环产业政策。下一步，国家原子能机构将围绕建成具有国际竞争力的先进核燃料循环产业体系的总目标，聚焦科技创新、管理提升两个关键环节，在优化布局、数字化转型、绿色发展方面持续发力，推动核燃料循环产业发展迈上新台阶。“比方说自主品牌燃料元件的全面应用，是下一步工作重点推动方向，要尽可能采用中国标准、中国材料，进一步大规模推广应用完全自主生产的元件。”

本报记者 赵紫原 中国能源报 2022-07-18

海阳核电基地两大工程开工

本报讯 记者朱学蕊报道：炎炎夏日，位于山东烟台的海阳核电基地，两大工程按下“启动键”。

7月14日，国家电投海阳核电二期工程、海阳核电900兆瓦远距离跨区域核能供热工程两大工程同步启动。其中，前者是山东省“十四五”期间首个开工的核电项目，后者是除发电外我国首次核能大规模综合利用，具有重要的创新引领意义。

据国家电投党组成员、副总经理卢洪早介绍，海阳核电二期工程采用自主设计、国产化的CAP1000技术，是我国三代非能动技术引进、消化、吸收的重要成果，建设两台额定容量为125.3万千瓦的机组，满足国际最高安全标准，电站设计运行寿命60年，计划于2027年全面投运。

二期工程建成投运后，海阳核电基地将有4台机组运行，年发电量约400亿千瓦时，可满足山东省一半以上人口的居民生活用电需求，每年可节约原煤消耗约1710万吨，减排二氧化碳约3200万吨、二氧化硫约10.4万吨、氮氧化物约9万吨，减排效应相当于种植阔叶林约8.8万公顷。“该工程的高质量建设，将进一步拉动地方就业，带动产业链升级，促进区域能源结构低碳转型，助力山东省打造千万千瓦级沿海核电基地。”卢洪早表示。

另外，作为目前世界最大的单台机组抽汽供热工程，以及我国核能综合利用的重大创新成果，900兆瓦远距离跨区域核能供热工程采用具有完全自主知识产权的核能零碳供热技术——“暖核一号”，计划于2023年投运。该工程依托海阳核电在运核电机组实施，将新建约120公里的长距离输热骨干管网，建成后实现跨区域核能供热，供热区域可达青岛、威海地区，可满足约100万人口的取暖需求，同时可替代原煤消耗90万吨，减排二氧化碳165万吨。

卢洪早表示，900兆瓦远距离跨区域核能供热工程，还将实现核能与风光储联合运行、多能互补，构建胶东半岛零碳的水热供给体系，提高新能源利用率，提升供热可靠性，助力胶东半岛一体化建设，也为我国区域经济圈一体化建设发展提供新方案。

据了解，海阳核电是山东省新旧动能转换的标志性工程，二期工程投运后，整个基地将具备 3600 兆瓦的核能供热能力，每个供暖季可提供热量约 4000 万吉焦，供暖面积可超过 1 亿平方米，满足约 400 万居民的清洁取暖需求。随着后续项目建设，海阳核电最终供热能力可达 2 亿平方米，将为我国核电基地大规模、远距离、跨区域开展零碳供热提供新示范。

海阳核电项目是山东省首座开工建设并投运的核电站，规划建设 6 台百万千瓦级核电机组，并预留两台扩建余地。一期工程是国家三代核电自主化依托项目，已于 2019 年 1 月全面商运，截至 6 月底，已累计发电 738 亿千瓦时，运行业绩稳居世界前列。依托一期工程 1、2 号机组，山东核电在国内率先开展大型压水堆热电联产研究和实践，迈出了我国核能综合利用第一步。当前，海阳核能供热已经安全稳定运行三个供暖季，助力海阳市成为全国首个“零碳”供暖城市。同时，投运了世界首个水热同传、水热同产同传科技示范工程，启动核电余热助力生态建设“南红北移”科研项目，持续为我国核能综合利用探路。

目前，三代非能动核电技术已形成批量化建设规模，4 台 AP1000 机组安全稳定运行，2 台“国和一号”再创新机组建设顺利推进，4 台 CAP1000 国产化机组在浙江三门、山东海阳开工建设。

中国能源报 2022-07-18

积极安全有序发展核电

我国始终把核安全放在首位。近十年来，我国将核电的安全标准不断提高，同时致力于更安全的核电技术研发。为推动核能高质量发展，仍需国家加强顶层设计和政策保障，进一步强化核电在推动能源革命中的战略地位，统筹核电与风光等清洁能源协同发展。

“核”向来是一个敏感话题。最近，两则热点新闻再度将核电推上风口浪尖。一是，日本原子能规制委员会正式批准了东京电力公司有关福岛第一核电站事故后的核污染水排海计划。二是，欧洲最大核电站扎波罗热核电站在俄乌冲突中遇袭。有关核泄漏的担忧，再次引发人们对于发展核电的质疑。

纵观人类核电发展史，安全始终是“生命线”。目前技术条件下，核动力主要依赖于裂变，不稳定是这种现象的固有属性。在核反应堆中，微小的变化就会导致功率出现迅速、巨大而危险的波动。历史上，1979 年美国三里岛、1986 年苏联切尔诺贝利、2011 年日本福岛等严重的核电站事故，都曾引发较大社会恐慌，“谈核色变”也成为公众心态。

我国到底要不要发展核电？这一问题要用发展的眼光来看待。在全球气候变暖的威胁下，当前全世界一项中心任务就是，以对环境破坏最小的方式满足日益增长的能源需求。与煤电、气电相比，核电站不燃烧化石燃料，而是依靠核裂变产生热量，生产过程不排放温室气体，且运行稳定可靠，能够在生产大量电力的同时不影响全球气候，有利于碳中和目标达成。以法国为例，在 1970 年到 1995 年间，法国人口增加 13%，经济增长 71%，发电量增长 214%，而其二氧化碳排放量减少了 16%。这是因为法国核能发电量的比例在这段时期内由 6% 增长到 77%。

另外，我国在构建新型电力系统过程中面临着高比例、大规模新能源发电接入系统的安全稳定等问题，核电与煤电、水电一样，可以提供电力系统运行所需的转动惯量，提升电力系统的安全性和可靠性；此外，俄乌冲突也给我能源安全敲响了警钟，要不断加强能源自给率，把能源的饭碗牢牢端在自己手里，保障能源供应安全。核电在保障能源供给和电力安全等方面扮演着重要的角色。

从国际局势来看，核能是世界发达经济体最大的低碳能源，在过去的半个世纪中核能贡献了一半的低碳电力。随着俄乌冲突引起的全球能源价格飙升，以及近几年国际社会对能源清洁低碳发展、减少温室气体排放、应对气候变化的呼声趋高，并形成共识，德国、法国、英国、荷兰等国将发展核能重新提上议程。

核能的作用不可或缺，其作为一种清洁、经济、可靠的能源，是我国构建清洁低碳、安全高效能源体系的重要组成部分。历史上的核事故绝不是为了让我们远离核电，这种逃避的方式无异于危

急时刻鸵鸟将头扎入沙子。面对历史上的事故教训，我们需要做的是，研发设计更安全、更简单、更廉价的核电站，通过技术创新和流程规范不断提高核能利用的安全性。

我国始终把核安全放在首位。近十年来，我国将核电的安全标准不断提高，同时致力于更安全的核电技术研发，率先实现由二代向三代核电技术的跨越，研发形成了具有自主知识产权的三代大型先进压水堆技术“华龙一号”、“国和一号”以及具有第四代特征的高温气冷堆技术。目前处于示范阶段的第四代核电已经具备了本质安全，即使在丧失所有冷却能力、面临严重事故的情况下，不采取任何外界干预，反应堆仍能保持安全状态，不会出现堆芯熔毁事故。

为充分发挥核电碳减排的作用和能力，助力实现双碳目标、保障电力系统安全稳定，核电的装机比重需要进一步提高。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》和《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》都明确指出，积极安全有序发展核电。核电发展再次迎来历史机遇期。据测算，2060 年，电力系统要实现碳中和，非化石能源发电占比应达到 90%以上，核电发电量应接近 20%，可实现减排二氧化碳约 20 亿吨以上。

为推动核能高质量发展，仍需国家加强顶层设计和政策保障，进一步强化核电在推动能源革命中的战略地位，统筹核电与风光等清洁能源协同发展。坚持安全第一，按照“积极安全有序发展核电”的总体要求。充分利用现有产业能力，合理确定核电站布局和开发时序，保持平稳建设节奏。稳步提高核电在我国能源电力结构中的比重，有力提升我国能源安全保障水平。同时，加强基础研究和先进核电技术研发，提升核燃料循环前后端能力，突破后处理技术瓶颈。

王轶辰 经济日报 2022-07-28

能源政策

六部门发布《工业能效提升行动计划》 挖潜节能空间 培育绿色动能

浙江萧山，万郡绿建科技有限公司的厂房屋顶，9600 千瓦装机容量的光伏板正在紧锣密鼓建设。这片国网杭州萧山供电公司量身定制的“光伏屋顶”，建成后每年可节约用电成本 33 万余元。

河北张北，阿里巴巴中都草原数据中心，上千个排列整齐的机柜正有序运行。通过充分利用当地低温环境和冷空气冷却循环水，制冷能耗比传统方式降低近 60%。

工业是我国能源消费和碳排放的重要领域之一，工业能源消费量占全社会能源消费总量的 65% 左右。近年来，我国持续推进工业领域节能降碳，工业能效水平不断提升，规模以上工业单位增加值能耗在“十二五”大幅下降基础上，“十三五”进一步下降 16%，2021 年下降 5.6%。

作为助力实现碳达峰碳中和目标的重要途径，推动工业能效进一步提升，不断降低工业领域碳排放是重点。前不久，工信部、国家发展改革委等六部门联合发布《工业能效提升行动计划》（以下简称《行动计划》）提出，到 2025 年，钢铁、石化化工、有色金属、建材等行业重点产品能效达到国际先进水平，规模以上工业单位增加值能耗比 2020 年下降 13.5%。

从绿色发展看，提升工业用能效率，有助于减少化石能源使用，从源头减少二氧化碳排放。根据国际能源署的分析，到 2050 年，能效提升是实现二氧化碳大规模减排的最主要途径，其贡献约为 37%，是实现碳减排最重要、最经济、最直接的路径。

从经济增长看，推动工业能效提升，也是培育发展新动能、促进工业经济增长的有力举措。工信部节能与综合利用司有关负责人表示，一方面，我国工业领域用能企业数量多、涉及面广，加快推进工业节能提效，有利于提升企业能源资源利用效率，降低能源成本，提升企业竞争力；另一方面，节能降碳已成为大势所趋，发展以技术、产品、服务为主要内容的节能产业大有可为。特别是超高能效设备产品、新能源汽车等市场空间广阔，可不断形成绿色发展新动能。

“十四五”时期，制造业用能需求将呈现刚性增长。面对新形势新要求，重点行业领域亟须进一步

挖潜节能空间，提高能源利用效率，优化能源资源配置。

《行动计划》提出，鼓励企业加强能量系统优化、余热余压利用、可再生能源利用、公辅设施改造等。持续开展国家绿色数据中心建设，提高网络设备等信息处理设备能效。同时，围绕电机、变压器、锅炉等通用用能设备，持续开展能效提升专项行动。引导行业企业赶超能效“领跑者”，探索打造超级能效工厂。

以绿色数据中心为例，目前我国已先后创建三批共计 153 家国家绿色数据中心，涉及通信、互联网、能源、金融等多个领域。通过优化供电架构、提高绿电使用比例、绿色智能运营，越来越多数数据中心实现节能降耗，有力服务数字经济发展。按照《行动计划》，到 2025 年，新建大型、超大型数据中心电能利用效率（PUE）优于 1.3。

工信部有关负责人表示，下一步将引导企业加大节能提效资金投入、加快实施技术改造，推动绿色低碳产业加快发展，形成强大国内市场。

韩鑫 人民日报 2022-07-20