

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 17 期 2022 年 9 月

目 录

总论	1
及早多措并举应对欧盟新型碳关税挑战	1
欧美绿色转型遭遇滑铁卢	3
欧洲能源转型路在何方	4
青海：打造国家清洁能源产业高地	5
热能、动力工程	6
“双碳”目标有了科技支撑“施工图”	6
把通信基站办成理想的虚拟电厂之我见	7
“黑”科技成就“绿”事业	9
零碳产业园为新型电力系统打样	12
北京冬奥十大绿色低碳最佳实践和技术报告发布	14
产业、工业、教育园区的零碳智慧化均为势在必行	15
电力系统将发生革命性变革	16
欧盟碳价因能源危机创新高	18
全国统一碳排放统计核算体系建设提速	19
全球首个二氧化碳+飞轮储能示范项目竣工	21
我国大型煤制天然气甲烷化技术获重大突破	21
探访建筑、园区低碳化的“美的方案”	22
我国已建成世界最大的超低排放火电厂群	23
新能源需主动支撑新型电力系统安全运行	24
浙江最大绿电熔盐储能项目验收	25
中芬能源合作多位一体微能源网示范项目投产	26
重磅！首个零碳未来城发展规划获批	26
太阳能	28
隆基绿能助力交通新能源融合发展	28
内蒙古发力光伏全产业链	29
全国首个交通全场景友好型分布式光储项目投运	30
上海光伏建设提速	30
首航高科技建光热储能大基地	31
首个分布式光伏发电安全倡议落地！	32
新能源布局加速落子 风电光伏建设正酣	33
海洋能、水能	34
抽蓄高质量发展需大范围统一配置资源	34
东方电气举办抽水蓄能交流会	37



多国水电吃紧冲击能源供应	38
广西抽水蓄能电站开发规模超 800 万千瓦	39
广东肇庆浪江抽水蓄电站获得核准	39
水电流域多能互补一体化推进正当时	39
风能	41
爆发! 涨幅超 700%	41
全国首台商用 11 兆瓦海上风机完成吊装	42
氢能、燃料电池	42
可再生能源制氢正加码提速	42
美锦氢能全产业链发展路径的探索与突破	44
氢氨融合技术投入商用	46
氢气隔膜压缩机大有可为	47
全新设计海上制氢平台年产 8.5 万吨绿氢	49
石墨烯纳米袋显著减少氢燃料电池所需铂金	49
我国首套自主研发撬装天然气制氢装置投用	50
我国制氢设备技术水平持续提升	51
核能	52
江西神华九江公司二期扩建工程获得核准	52
能源政策	53
九部门重磅发文!	53
我国将建立全国及地方碳排放统计核算制度	55

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

及早多措并举应对欧盟新型碳关税挑战

关于碳边境调节机制（Carbon Border Adjustment Mechanism，以下简称 CBAM）的讨论由来已久，但迄今并未被真正付诸实施。3 月 15 日，欧盟理事会宣布，欧盟 CBAM 获得通过，表明欧盟在 CBAM 问题上迈出了实质性步伐，欧盟很可能成为全球首个正式实施 CBAM 的地区。作为《欧洲绿色协议》计划的一部分，该机制是指严格实施碳减排政策的国家或地区，要求进口（出口）的高碳产品缴纳（返还）相应的税费或碳配额。因此，表面来看，欧盟 CBAM 实施的初衷是应对气候变化，直接目的是激励贸易伙伴国的生产商改善生产工艺、实施节能减排，从而降低碳排放导致的风险和影响。

但不可否认的是，欧盟 CBAM 的实施将会改变国际贸易体系和国际产业格局，其本质是基于气候变化的贸易竞争，而其更深层的目的之一则是保护欧盟企业的国际竞争力。根据 CBAM 的政策要求，欧盟将根据进口产品的含碳量来进行价格调整，从而降低欧盟企业与发展中国家企业在碳排放成本上的不对等，这将削弱发展中国家企业在产品价格上的比较优势，进而降低发展中国家的出口量和贸易能力。从这个意义上来说，欧盟 CBAM 无疑是一种更为复杂的隐形碳关税，其真正意图是应对气候变化之名来行贸易保护之实。

欧盟 CBAM 一旦实施，将从三方面影响我国

我国是欧盟最大的贸易伙伴国，欧盟 CBAM 的实施必将对我国的出口贸易产生影响，主要体现在以下三个方面：

一是欧盟 CBAM 将增加我国企业的出口成本。CBAM 一旦实施，对于我国的钢铁、铝加工等高碳排放行业必将产生潜在影响。一方面，CBAM 与欧盟碳价直接挂钩，而目前中国碳交易市场的碳价水平远低于欧盟，且二者的差距在短时间内难以缩小。换言之，即使中国对欧的出口商品已在国内支付了碳价，但因中欧碳价差距较大，中国企业出口时仍需支付高昂的碳价差额；这是来自碳市场的“显性碳价”；另一方面，为了降低出口产品的含碳量，中国出口企业需进行工艺改善、创新研发和技术改进等，而这些支出无法通过碳市场来体现；这是来自企业自身投入的“隐性碳价”。可见，在全球尚未形成统一的碳市场定价体系的当下，欧盟 CBAM 实施以后将增加中国企业对欧的出口成本，抬高出口产品在欧盟的市场价格，直接降低中国出口产品在欧盟市场上的竞争力，减少市场份额。这种传导性将会产生多米诺效应，影响中国的贸易发展和经济增长。

二是欧盟 CBAM 将成为新型绿色贸易壁垒。CBAM 的实施将促进低碳产品贸易，削弱以出口为导向的发展中国家的价格优势，从而致使发展中国家的高碳产品出口面临较大障碍。显然，欧盟 CBAM 的另一个目的是以此来增强欧盟在全球气候变化领域的综合竞争优势，掌握绿色标准体系的制定权和国际贸易的主动权，并借此主导全球绿色贸易新趋势。这种单边实施 CBAM 的行为会将减排成本和贸易风险转嫁给发展中国家，这在某种程度上违反了《联合国气候变化框架公约》确立的“共同但有区别的责任”的原则，甚至可能引起一系列连锁反应。比如说，其他贸易大国为了降低欧盟 CBAM 的税费成本，可能对等征收碳边境调节税，从而难以避免地诱发各种贸易摩擦，冲击自由开放的多边贸易体系。从这个角度来看，欧盟 CBAM 的实施无疑是试图借助“气候外衣”来加剧对发展中国家的“绿色打压”，其本质是一种变相的绿色贸易壁垒。

三是欧盟 CBAM 将重塑全球贸易及产业链格局。欧盟 CBAM 的实施将拉开气候贸易规则时代的序幕，也是欧盟在后疫情时代谋划全球竞争战略的手段之一。一方面，欧盟试图通过 CBAM 的实施来创建新的全球贸易规则，引导供应链从高碳国流向低碳国，从而抢占低碳产业价值链制高点，构建符合自身利益的低碳体系，重塑全球产业竞争格局；另一方面，欧盟实施 CBAM 的经济收入不

仅可以增加自身的财政收入，同时会迫使发展中国家引进欧盟的绿色技术和生产设备，进一步促进欧盟的绿色产业发展，从而有利于实现其在绿色竞赛领域的良性循环。特别值得关注的是，在全球生产网络下，欧盟 CBAM 的实施将进一步加剧发达国家与发展中国家之间的贸易利益失衡局面，导致发展中国家不仅要面临被发达国家阻挡在价值链低端环节的风险，同时还要背负欧盟 CBAM 等气候贸易规则带来的高碳包袱。

统筹国内国际两个大局，积极应对新型碳关税挑战

对于欧盟 CBAM 的实施和其他发达国家可能出台的各种新型碳关税政策，我国需要积极统筹国内国际两个大局，建议从以下几个方面积极应对：

一要优化贸易结构，提升产业绿色低碳竞争力。

首先，持续优化出口贸易结构，加强出口产品的碳排放管理。通过税收政策和出口规划等方式限制高碳、低附加值产品的无序出口，提升符合国际绿色标准的商品出口比重，减少出口产品隐含的碳排放量，推动出口贸易向高端化、绿色化发展。

其次，完善促进绿色贸易发展的配套政策，细化政策内容设计并推动其真正落地，如对高耗能、资源型和污染严重的产品出口加征环境关税，降低或取消重污染行业的出口退税，充分发挥绿色贸易发展政策的导向性作用等。

再次，加强与欧盟的对话与协调，规避新型绿色贸易壁垒。一方面，需要加强我国与欧盟的伙伴关系，促进关于低碳政策、规划和实践的相互交流，在国际多边气候治理框架中，打造更具影响力的中欧全面战略伙伴关系，促进中欧联合气候行动；另一方面，可以通过“一带一路”倡议加强与欧盟的绿色投资、绿色贸易等绿色发展领域的合作，将应对气候变化打造成中欧合作的重要支柱，降低欧盟 CBAM 对中国出口贸易和经济发展的负面冲击。

二要健全碳排放权交易体系，完善国内碳交易市场。

首先，扩大碳交易市场的参与主体范围，降低企业进入碳市场的交易门槛。加快推动碳排放权基础设施建设，建立完善以国内碳市场为主的碳定价机制，扩大碳交易行业的覆盖范围，特别是将欧盟 CBAM 可能覆盖的产品纳入国内碳市场，努力推动国内碳市场与国际碳市场及早接轨。

其次，完善碳排放权交易市场的定价机制，充分发挥碳价格对碳配额的优化配置作用。针对《欧盟关于建立碳边境调节机制的立法提案》修正草案，在国内碳排放权交易市场逐步推行配额有偿分配，让碳价更好地反映市场供需，并促成其在欧盟 CBAM 实施中顺利抵扣，从而抵御欧盟 CBAM 对中国出口贸易的影响。

再次，并行推进碳交易市场与碳税，两者互为补充，协同助力碳减排。目前，碳交易市场覆盖的是碳排放量大、排放源集中的行业，尚未覆盖碳排放源较为分散的行业。因此，在推进碳交易市场建设的同时，可以适时推出碳税，以降低欧盟 CBAM 对未能被我国碳市场覆盖的行业的影

三要实施企业碳中和战略，推动企业低碳转型。

首先，引导企业加速实现碳中和，促进国内企业增强碳排放管理意识，制定切实可行的碳减排路线，同时鼓励企业积极进入国内碳排放交易市场，以便更从容地应对国际绿色贸易发展新趋势。

其次，加快企业数字化转型，减少产品中的隐含碳。比如，在企业生产实践中，加快 5G、人工智能、物联网等新型数字技术与传统制造流程的融合，拓宽数字技术在生产流程中的覆盖率，提高数据要素在产品生产中的占比，不断增强企业绿色技术创新能力、淘汰落后生产工艺、优化生产流程、提升产品的环境标准。

再次，突破价值链的低端锁定，实现绿色价值链攀升。比如，鼓励国内企业加强与国外大型跨国公司的合作交流，积极参与到全球绿色价值链的塑造过程当中，以实现国内企业绿色价值链攀升；同时，充分利用新能源企业在全产业链中的巨大优势，引领能源产业变革，力争占领绿色价值链高地。

（邵帅系华东理工大学商学院特聘教授、博导，能源经济与环境管理研究中心执行主任；崔兴华系江西财经大学经济学院讲师）

欧美绿色转型遭遇滑铁卢

近年来，在减排目标推动下，大力引导能源企业开发建设可再生能源发电站、允许发电企业与用电企业签署长期购电协议（PPA）并依据电力现货市场价格自主定价，成为欧美多国能源转型的重要途径。例如，澳大利亚麦格理集团旗下子公司 Cero Generation，日前就与瑞士公用事业公司 Axpo 签署了瑞士首个太阳能发电站 PPA，双方拟安装总规模为 10 万千瓦的光伏组件，并在正式投运后开始光伏绿电的双边交易，目前协议定价为 0.045 欧元/千瓦时。

不过，在通货膨胀、电价飙涨、可再生能源制造端价格屡创新高的情况下，即使可再生能源项目 PPA 价格远低于目前欧美各国的电价，较高的潜在开发意愿并没有转化为现实，甚至出现大量违约事件，导致 PPA 开发模式受质疑。

开发意愿走低

据了解，PPA 是欧洲各国政府取消光伏补贴后引入的可再生能源电力交易新模式。2014 年-2015 年期间，西班牙等欧洲国家先后宣布完全取消对光伏电站的补贴，欧洲光伏产业发展遭受严重打击，装机增长十分缓慢，甚至停滞不前。为了促进可再生能源产业回暖，PPA 应运而生。

PPA 允许中标国家级可再生能源发电项目的企业与售电公司或有意愿长期购买绿电的用电企业签署协议，电价由双方协商确定，且在合同期保持不变。近年来，PPA 的兴起促使欧美可再生能源项目开发需求显现。

然而，近期欧美可再生能源项目 PPA 价格持续走高，绿电购买者认为项目经济性减弱，市场开发意愿逐渐降低。可再生能源咨询公司 Pexapark 的统计数据显示，今年以来，欧洲可再生能源项目（包括太阳能发电、陆上风电和海上风电）的 PPA 价格已经从 1 月初的约 0.065 欧元/千瓦时，增长至 6 月底的 0.087 欧元/千瓦时，涨幅超 35%。值得一提的是，今年 5 月，欧洲可再生能源 PPA 价格一度突破了 0.103 欧元/千瓦时，创历史新高。

另据咨询服务公司 LevelTen Energy 的统计，今年第二季度，包括意大利、丹麦、芬兰、法国、德国在内的 13 个欧洲国家，可再生能源项目 PPA 价格均呈上涨趋势。其中，意大利的 PPA 价格同比增长了 22%，波兰的 PPA 价格同比上涨更是超过了 36%。

Pexapark 公司首席执行官 Luca Pedretti 指出，PPA 价格波动导致可再生能源项目开发市场承压，虽然在减排目标下，欧美绿电项目需求仍在走高，但可再生能源项目 PPA 成交数量明显下滑。5 月，德国 PPA 签订数量同比下滑 30%，西班牙环比下降超 55%。

经济性被质疑

一般情况下，涨价意味着市场向好，但本轮欧美 PPA 价格上涨为何释放了消极信号？LevelTen Energy 公司欧洲副总裁 Flemming Sorensen 指出，PPA 价格波动受多重因素影响，本轮 PPA 价格升高的重要原因之一是光伏和风电供应链价格上涨。以光伏产业链为例，由于硅料等原材料供不应求，价格高涨，导致硅片、电池片、组件价格均有所上涨或维持高位，可再生能源企业投资开发太阳能发电站成本增加，叠加疫情影响，欧美劳动力成本高企，促使 PPA 价格上涨。

数据显示，今年以来，由于材料、运输和劳动力成本上涨，美国风电和光伏成本同比分别上涨 7%和 14%。

Luca Pedretti 补充说：“电力现货市场价格波动也是导致本轮 PPA 市场承压的主要原因。目前欧美电价持续走高，电力现货市场价格波动剧烈且难以预测，导致开发商难以准确测算收益率，市场开发意愿下降，资本流动性降低。”

LevelTen Energy 公司高级总监 Gia Clark 认为，针对美国市场，通货膨胀加剧、可再生能源项目并网手续复杂、相关政策不明确是致使该国 PPA 市场发展萎靡的原因。在太阳能发电站、风电站项目 PPA 价格大涨后，即使美国商务部决定取消针对东南亚太阳能产品的关税，也无法在短期内挽救

市场。

积极性难提升

在上述背景下，欧美大量 PPA 出现违约状况。德国咨询公司 Aurora Energy Research 的数据显示，自开展 PPA 机制以来，西班牙近 2000 万千瓦的可再生能源项目在中标后撤销 PPA 协议，还有部分项目被搁置或延迟。

LevelTen Energy 公司称，随着北美地区可再生能源项目 PPA 价格持续上涨，大型用能企业缺乏签署 PPA 的热情。而可再生能源项目属于重资本产业，对现金流要求较高，PPA 模式是能源企业获得所需资金的重要方式。这导致北美地区可再生能源产业发展面临巨大困难。

行业分析机构标普全球普氏能源转型定价主管 Alan Hayes 强调，欧美国家要达成减排目标，就要加速可再生能源项目的建设，明确 PPA 价格对风电、太阳能发电、水电产业的发展至关重要。

行业媒体《光伏杂志》援引专家观点称，电力现货市场价格处于不断波动中，而 PPA 价格在协议时间内是固定的，PPA 价格若签订较低或时间较长，没有掌握市场发展动向，可能导致可再生能源项目收益率不及预期。在企业没有把握的情况下，入市积极性持续低迷。

Gia Clark 称，在可预见的未来内，PPA 价格将维持高位，难以回到 2020 年前的水平。不过，即使在 PPA 价格上涨的趋势下，考虑到可持续发展的重要性，还是有企业表示有兴趣了解可再生能源项目。

Flemming Sorensen 也预计，短期内，可再生能源供应链价格仍将保持高位运行，“可能需要数月或数年才能得到解决，但这不会无期限地持续下去”。

本报记者 董梓童 中国能源报 2022-08-29

欧洲能源转型路在何方

随手关灯、提早关店、限制空调温度、自行车代替汽车出行……在这个高温干旱的夏天，欧洲各国为了节省能源想出不少办法。不过，相对于消费端采取的快速节能行动，供给端要应对目前的能源危机还面临不少现实挑战。能源问题给欧洲经济社会发展带来巨大压力，也使其能源转型之路备受考验。

近年来，在绿色低碳发展和 2050 碳中和目标激励下，欧盟力图加快能源转型。2020 年可再生能源占欧盟电力供给的比重达到 38%，首次超过化石能源所占比重。然而，由于欧洲天然气供应长期存在结构性问题，新能源发电又受天气影响波动，欧洲电价自 2020 年冬季一路飙升。今年以来，持续蔓延的新冠肺炎疫情叠加乌克兰危机导致欧洲能源供求矛盾进一步激化，欧洲已陷入自 20 世纪 70 年代石油危机以来最严重的能源保障困境。德国政府预计，此轮能源危机可能会延续数年之久，不仅直接影响欧洲能源转型的市场信心和民意基础，还给全球碳中和前景带来阴霾。

危机促使欧洲国家重新审视能源战略布局，加紧出台一揽子应对措施。今年 5 月，欧盟委员会推出最新《欧洲廉价、安全、可持续能源联合行动方案》。一是，计划加快清洁能源开发，扩大可再生能源在电力、工业、建筑、交通等重点领域的推广利用，到 2030 年使光伏和风电装机容量在现有基础上实现大幅增加。欧盟还将于 2027 年前追加投入 2100 亿欧元，用于突破清洁能源关键技术、建设氢能基础设施、改造电网、打造跨区市场。二是，积极开展能源外交，开拓多元化油气供给渠道。欧盟计划从卡塔尔、美国、埃及、西非等国家和地区增加天然气进口，同时多个国家已经着手重启或者延长煤电和核电项目。

上述措施既有针对能源供给趋紧的短期应急性调整，也有旨在强化欧洲能源独立的中长期结构性策略。整体来看，这些供给端的策略调整周期较长，效果也受到多方面因素制约。一方面，能源体系再造需要巨额投入，欧洲财政体系在疫情和通胀双重压力下难免“捉襟见肘”。另一方面，要开拓新的天然气进口来源地，不仅输气成本高昂，且受制于国际市场上业已达成的天然气长期合约，输欧气源并不稳定。此外，尽管欧洲国家一再强调重启煤电的短期性和应急性，但仍加剧了国际社

会对欧洲碳中和能否按期推进的疑虑。如何协同好能源安全与气候目标，成为欧洲当前面临的严峻挑战。

从欧洲当下遭遇的能源危机及其策略调整可以看出，在现行技术路线下，应对气候变化的能源转型进程对世界能源供求关系的影响日益凸显。随着地缘政治博弈升级，能源安全也成为国际竞争与多边协调的关键领域。应该看到，目前欧洲能源的策略安排很大一部分是在外部冲击下被动化解“前进中的矛盾”，其中一些短期措施，特别是重启传统化石能源并不具有可持续性。

放眼长远，能源转型是气候治理的重中之重，也是全球碳中和的重要路径。能源转型具有长期性、复杂性、系统性，不可能一蹴而就，也难免遭遇各种风险和不确定性，对此要有充分的认知和预案。（作者为中国社科院工业经济研究所研究员）

杨丹辉 人民日报 2022-08-23

青海：打造国家清洁能源产业高地

由青海省人民政府主办的2022“一带一路”清洁能源发展论坛近日在西宁举行。本次论坛以“发展清洁能源，助推绿色低碳”为主题，以推动实现“碳达峰、碳中和”目标为契机，以省部共建国家清洁能源示范省为牵引，高质量打造国家清洁能源产业高地为目标，全力推进具有国际影响力、行业引领性、品牌美誉度的交流合作平台。

双轮驱动，政企协同共建国家清洁能源产业高地

青海，作为国家重要的生态安全屏障，依托地域优势和产业优势，清洁能源发展态势强劲，成绩显著，形成了风水光齐发展的新能源产业格局。

截至到2022年6月底，青海省总装机容量4325万千瓦，清洁能源装机和发电量占比分别达到90.9%和84.8%。风电、太阳能发电装机占比达61.8%。

青海省能源局副局长金耀平在会上表示，打造国家清洁能源产业高地是能源革命赋予青海的时代机遇，更是青海实现高质量发展的现实路径。未来，青海将紧抓“双碳”机遇，加力推进国家清洁能源示范省建设，为全国能源清洁低碳转型做出贡献。

中国三峡新能源（集团）股份有限公司副总经理吴启仁在会上表示，三峡将青海省作为发展清洁能源的重点区域，合作成果丰硕，投资建设的项目遍及海西、海南等新能源产业基地，多个项目成为推动我国新能源产业高质量发展的重要里程碑。

建言献策，大型风光基地驱动清洁能源规模化发展

近年来，随着海南、海西两个千万千瓦级可再生能源基地初步建成，大型风光基地建设为青海打造国家清洁能源产业高地提供了有力支撑。

对于青海大型风光基地建设，电力规划设计总院副总工程师王霁雪认为，青海未来的发展通过有带动作用的大型项目作为支持，依托沙戈荒和一体化两类大型基地促进清洁能源规模化发展，支持基础设施的补强以及产业的创新发展，以及清洁能源产业和其他产业的融合，促进青海清洁能源高质量发展。

水电水利规划设计总院综合能源部主任工程师李少彦建议，服务我国“双碳”目标，依托青海清洁能源资源优势和国家“沙戈荒”大基地规划布局，加快打造国家清洁能源产业高地，积极推进第二条特高压外送通道落地，提前谋划后续新增特高压外送通道。

明阳集团总工程师贺小兵认为，“沙戈荒”在“十四五”乃至“十五五”是新能源主力战场，主要解决了多种能源的综合应用、新能源土地用地和供给侧改革等问题，是清洁能源规模化发展的助推器。

实干笃行，一流清洁能源企业积极打造“青海模式”

打造全国清洁能源产业高地，青海吸引了全球清洁能源一流企业的关注。而青海建立清洁能源生态圈、打造清洁能源产业链的优势，为不同类型的能源企业提供了投资融合与协同发展的重大机遇。

阳光电源光储集团副总裁张显立在会上表示，作为全球规模最大，技术最先进的逆变器储能生产企业之一，阳光电源为应对青海更大规模的发展，思考要把设备和系统做得越来越安全可靠，经济性上成本越来越低，解决好电源与负荷协同的问题，更能符合青海的发展。

在能源低碳转型清洁发展方面，青海油田立足自身发展优势，打造“油气热电氢”综合能源供应体。中国石油青海油田公司副总经理洪晓煜表示，青海油田以保障国家能源安全、增加清洁能源供应为首要责任，坚持油气与新能源并举思路，以油气与新能源融合发展为路径，发挥优势，开放合作，打造“油气热电氢”多能互补低碳能源生态圈，实现跨领域跨行业协同发展，助力青海省加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系。

此外，隆基氢能的全国首套 4000 标方的制氢设备系统，已在青海第一个通过调试。隆基氢能产品及解决方案营销总监康凯表示，期望隆基氢能能够在能源行业提供绿色氢能。

而作为光伏组件设备企业，晶澳太阳能中国区技术支持部总监于红伟在会上表示，晶澳在主流 p 技术和新兴 n 型电池技术上在行业均有领先水平，能够为不同类型光伏电站提供高性价比产品，期待能在青海建设国家能源产业高地浪潮中抢占先机。

新华网 2022-08-22

热能、动力工程

“双碳”目标有了科技支撑“施工图”

本报讯 记者姚金楠报道：8月17日，科技部、国家发改委、工信部、生态环境部等九部门联合印发《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》（以下简称《实施方案》），统筹提出支撑2030年前实现碳达峰目标的科技创新行动和保障举措，并为2060年前实现碳中和目标做好技术研发储备。

《实施方案》提出，到2025年，实现重点行业和领域低碳关键核心技术的重大突破，支撑单位国内生产总值（GDP）二氧化碳排放比2020年下降18%，单位GDP能源消耗比2020年下降13.5%；到2030年，进一步研究突破一批碳中和前沿和颠覆性技术，形成一批具有显著影响力的低碳技术解决方案和综合示范工程，建立更加完善的绿色低碳科技创新体系，有力支撑单位GDP二氧化碳排放比2005年下降65%以上，单位GDP能源消耗持续大幅下降。

针对科技支撑碳达峰碳中和的具体实施路径，《实施方案》在基础研究、技术研发、应用示范、成果推广、人才培养、国际合作等多个方面提出了10大行动，其中包括能源绿色低碳转型科技支撑行动，低碳与零碳工业流程再造技术突破行动，城乡建设与交通低碳零碳技术攻关行动，负碳及非二氧化碳温室气体减排技术能力提升行动，前沿颠覆性低碳技术创新行动，低碳零碳技术示范行动，碳达峰碳中和管理决策支撑行动，碳达峰碳中和创新项目、基地、人才协同增效行动，绿色低碳科技企业培育与服务行动，碳达峰碳中和科技创新国际合作行动。

在能源绿色低碳转型科技支撑行动方面，《实施方案》明确，立足以煤为主的资源禀赋，抓好煤炭清洁高效利用，增加新能源消纳能力，推动煤炭和新能源优化组合，保障国家能源安全并降低碳排放；在低碳与零碳工业流程再造技术突破行动方面，以原料燃料替代、短流程制造和低碳技术集成耦合优化为核心，引领高碳工业流程的零碳和低碳再造；在建筑交通低碳零碳技术攻关行动方面，围绕交通和建筑行业绿色低碳转型目标，以脱碳减排和节能增效为重点，大力推进低碳零碳技术研发与推广应用。

另外，在负碳及非二氧化碳温室气体减排技术能力提升行动方面，聚焦提升CCUS、绿色碳汇、蓝色碳汇等负碳技术能力，对甲烷、氧化亚氮等非二氧化碳温室气体监测和减量替代技术进行针对性部署；在前沿颠覆性低碳技术创新行动方面，围绕驱动产业变革的目标，聚焦基础研究最新突破，

加快培育颠覆性技术创新路径，引领实现产业和经济发展方式的迭代升级；在低碳零碳技术示范行动方面，形成一批可复制可推广的先进技术引领的节能减碳技术综合解决方案，并开展一批典型低碳技术应用示范，促进低碳技术成果转移转化。

在碳达峰碳中和管理决策支撑行动方面，加强碳减排监测、核查、核算、评估技术体系研究建议，提出不同产业门类、区域的碳达峰碳中和发展路径和技术支撑体系；在碳达峰碳中和创新项目、基地、人才协同增效行动方面，着力加强国家科技计划对低碳科技创新的系统部署，推动国家绿色低碳创新基地建设和人才培养，加强项目、基地和人才协同，提升创新驱动合力和国家创新体系整体效能；在绿色低碳科技企业培育与服务行动方面，加快完善绿色低碳科技企业孵化服务体系，培育一批低碳科技领军企业，优化绿色低碳领域创新创业生态。

为确保《实施方案》的贯彻落实，科技部有关负责人表示，科技部将加强机制保障，建立双碳科技创新部际协调机制和国家碳中和科技专家委员会，同时持续推进科研体制机制改革，释放创新活力，营造适宜碳达峰碳中和科技发展的创新环境。同时，加强碳中和技术跟踪监测，重点关注碳中和技术的研发和应用投入，通过科技考核评价机制促进技术优选与迭代。此外，还将强化技术成果的产权保护，推进完善国家科技知识产权相关法律法规建设，推动建立低碳技术侵权行为信息记录并纳入全国公共信用共享平台。

中国能源报 2022-08-22

把通信基站办成理想的虚拟电厂之我见

虚拟电厂是将不同空间的可调负荷、储能、微电网、电动汽车、分布式电源等一种或多种资源聚合起来，实现自主协调优化控制，参与电力系统运行和电力市场交易的智慧能源系统，是国家电力体制改革背景下孕育出的新业态，电力体制改革是能源结构转型的必然要求。

能源结构转型是世界各国面临的问题。我国一次能源结构呈以煤为主、多能互补的特点。其中，石油对外依存度高达 70%，石油使用量中的 70%用于交通运输行业。能源安全，尤其是稳定、持续、廉价的能源供给面临风险。

在供给侧寻找新能源替代，在需求侧发展电动化是能源转型的内在要求与必然趋势。供需两侧新能源的快速发展给电力系统带来极大考验。在供给侧，随着光伏、风电等新能源在电力系统中占比的不断提升，电力系统面临如何消纳不确定性高、随机性强、冲击性大的新能源等问题。在需求侧，我国新能源汽车保有量已经超过 1000 万辆，此类高功率用电设备大规模接入，给电力系统平稳运行带来挑战。

虚拟电厂作为市场主体参与电力市场化交易是能源需求侧的发展方向。《中共中央 国务院关于进一步深化电力体制改革的若干意见》要求，全面放开用户侧分布式电源市场、建立辅助服务分担共享新机制，给用户侧建设虚拟电厂参与电力市场交易提供了政策引导。一种符合新发展阶段的电力市场政策体系与市场机制正在建设过程中，要求加强对需求侧的管理，开放电力消费市场，以政策为指导、市场为牵引，形成覆盖发、输、配、售、用、服等电力全生命周期的新型电力体制。

通信基站建设虚拟电厂

具备天然优势

通信基站建设虚拟电厂是用户侧参与电力系统互动的理想场景。2022 年 3 月，十部委联合印发的《关于进一步推进电能替代的指导意见》明确指出，鼓励通讯基站利用虚拟电厂参与电力系统互动。通信基站在需求侧资源聚合方面有良好的资源禀赋，每一座通信基站的电力接入、负载功耗、备电电池、可控空调都是优质的灵活可调资源。同时，每座通信基站的智能管理设备与全国监控平台可实现通信，是一张天然的分布式能源网络。从聚合资源规模、覆盖范围等方面看，如果全国 1000 万个通信基站的电力资源实现虚拟聚合，将成为全球最大的分布式虚拟电厂。

碳达峰碳中和的本质是能源问题，“双碳”目标是对能源结构转型与电力体制改革的促进。虚拟

电厂的发展阶段可以分为邀约型、市场型、自主调度型三个阶段，我国虚拟电厂正处在由邀约型向市场型过渡的时期。通信基站运营企业在这一过程中可以发挥资源优势，抓住市场机遇，唤醒沉睡资产，利用存量资源挖掘增量价值，做大共享经济文章，开辟新的业务经营路线。

通信基站建设虚拟电厂

要有系统性与专业性

通信基站运营企业将虚拟电厂打造成为标准业务，主要涉及四方面内容：商业模式与营收、关键技术与平台、管理制度与流程、组织保障与团队。

从商业模式来看，目前虚拟电厂的盈利模式主要有三种：参与需求响应获取补贴、参与辅助服务市场获得收益、作为市场主体参与电力市场化交易。参与需求响应获取补贴与参与辅助服务市场获得收益两种商业模式利润水平高，但均无法形成大规模收入，无法发挥虚拟电厂的最大效用。虚拟电厂作为市场主体参与电力市场化交易，聚合分布式电源（如光伏、风电等），能最大程度发挥虚拟电厂的能力。随着 5G 基站的持续建设，我国通信基站年耗电量将在 2026 年超过 2 千亿度。由通信基站建设的虚拟电厂，可形成千亿元级收入规模、百亿元级利润的项目，达到上市公司水平。

虚拟电厂技术主要是电力资源的虚拟聚合，本质为通信、计量、控制三方面。通信是虚拟电厂资源聚合的关键，可聚合资源通过通信网络实现数据通信与控制指令的传达与反馈。通信基站运营商已建成的运维监控网络可以进行能力复用，需在通信可靠性与低延时方面加强，要对运维监控网络进行系统评估，将涉及智能监控设备升级改造与增设下沉服务器等问题。计量是指虚拟电厂与电力部门的电量计量，是双方对账结算的依据。目前电网在低压用户侧普遍存在智能电表覆盖率低的问题，可以由通信基站运营商、电力企业、政府三方面以项目合作形式，共同出资推动计量改造。控制主要是针对基站等聚合资源的数字化、筛选、建模、分集群管理、报量报价策略等，需要走出通信行业，联合电力行业中专业性强的研究机构共同研发。通信、计量、控制均需部署在业务平台，实现自动化的管理与运行控制。

虚拟电厂作为市场主体参与电力市场化交易时，该业务的金融属性较强，目前通信行业的管理制度与流程无法支持虚拟电厂开展相关业务。应根据虚拟电厂业务情况，重新设计符合业务要求的公司治理结构、管理制度与责权界面。可参考其他大型电力公司开展电力市场化交易业务的经验，在各地注册独立法人机构，与主营业务进行责任隔离。

通信企业经营虚拟电厂涉及企业内部多个部门。市场部门需要与电力交易中心、电网调度等外部主体建立新的客情关系，同时对基站用电及电费缴纳明确责任主体，明确电池、空调等聚合资源的经营权；维护部门要在通信主营业务保障要求的基础上，确定可调度资源的能力；虚拟电厂经营部门需要统筹协调相关部门，制定业务发展规划，研究调度策略，管理日常经营；技术部门、信息部门需要做好技术支撑与平台建设；战略与改革部门需要设计符合业务开展的公司治理结构。

通信基站建设虚拟电厂

需经历 4 个阶段

第一阶段聚合企业内部电力资源，虚拟电厂参与需求响应。对内要求建立可聚合资源库，对可聚合资源建模，建立面向电力邀约的调度算法，确保资源调度的可靠性与及时性；对外要求与电力系统打通平台接口，对接电力主管部门，建立客情关系。

第二阶段聚合企业内部电力资源，虚拟电厂参与辅助服务市场。对内要求提升可聚合资源的精确计量水平、精准控制水平、通信鲁棒水平、建模精度等，对外要求与电力交易中心建立业务关系，获取售电资质，培养电力交易业务能力。

第三阶段聚合企业内部电力资源，虚拟电厂参与电力市场化交易。对内要求聚合分布式的电源（如基站光伏、风电等），同时优化核心控制算法，依据电力中长期交易与现货交易的电价波动，形成相应的报量报价策略，在考虑市场要求、主营电信业务用电要求以及运维要求等所有工况约束的情况下，全自动参与电力现货市场；对外要求提升电力市场化交易业务能力，扩大行业影响力，参与政策与标准制定，从市场参与者向市场挑战者转型。

第四阶段聚合社会电力资源，虚拟电厂与电力系统充分互动。对内要求研发聚合产品，提升平台扩展能力；对外要求拓展社会可聚合资源，向电力用户提供聚合服务与收益分享，向新能源发电机组提供发电权转让，参与包括电力削峰填谷、需求响应、辅助服务、电力交易等多项业务，形成综合能源治理能力，提升社会影响力，向电力用户侧市场主导者转型。

2022年是党的二十大召开之年，是实施“十四五”规划、全面建设社会主义现代化国家的重要一年。受新冠肺炎疫情影响，全社会用电增速放缓，通信行业发展整体平稳。展望未来，新能源进程长期向好的基本面和内在向上的趋势没有改变，深化电力市场改革为虚拟电厂发展带来动力。通过聚合通信基站的电力资源，参与电力市场化改革，推进虚拟电厂系统建设，将进一步提升社会整体用能效率，助力碳达峰碳中和目标稳步实现。（作者供职于中国铁塔股份有限公司）

王鼎乾 中国能源报 2022-08-15

“黑”科技成就“绿”事业

从远古时期的钻木取火发现生物热能，到17世纪末英国人发明蒸汽机开启工业革命，再到1969年法国人建成第一台太阳能发电站清洁能源登上历史舞台，可以说，人类发展史伴随着能源的开发和利用。现如今，绿色发展、低碳发展、循环利用，成为能源革命首要目标。

作为全国第一个全省域转型综改试验区，第一个能源革命改革试点，山西把落实低碳目标、建设美丽山西摆在战略优先位置，把低碳、节能、提效作为重要突破口。而作为新晋国家级专精特新重点的“小巨人”企业，山西文龙中美环能科技股份有限公司（以下简称“文龙中美”）多年来锚定环保事业、聚焦低碳技术，在余热资源回收、煤矿充填开采、火电深度调峰领域，持续攻关，相继推出一系列“黑”科技，为能源革命提供了“山西方案”，成就了一番“绿”事业。

聚焦工矿企业余热资源

应收尽收

工矿企业余热资源回收利用技术，是文龙中美的第一项“黑”科技。在他们的眼中，煤矿职工洗浴废水是撬动节能减排的杠杆，矿井自由流动的乏风是调节资源浪费的节排器。

2013年，煤矿洗浴废水余热利用技术研发成功，并获得国家专利，2014年开始在相关企业推广应用，2015年在山西焦煤西山煤电东曲矿大获成功。

该技术通过一次换热和污水源热泵，分别提取洗浴废水热量，加热自来水，满足洗浴需求，替代原有燃煤、燃气、燃油、甲醇锅炉。制备一吨42摄氏度的洗浴水仅需3度电，成本是燃煤锅炉的1/3、燃气锅炉的1/4，热效率是空气源热泵的3倍，节能效果显著。可广泛用于矿井等大中型工矿企业及学校、医院等日用洗浴热水需求不小于150吨的浴室。

此后，文龙中美研发团队乘胜追击，空压机余热利用技术、矿井回风热能梯度高效利用技术、矿井水余热高效利用技术等九大核心技术相继登场亮相。其中，矿井回风乙二醇双级提热热泵技术，入选国家自然资源部发布的《矿产资源节约与综合利用先进适用技术目录（2019）》，是该目录中70项煤炭类技术中，唯一一项煤矿余热资源化利用技术。

中国富煤贫油少气的资源禀赋，决定了煤炭长期以来是中国工业的“主粮”。煤炭产业链条长，涉及面广，很多技术都是一直在研发、升级中。如何让传统产业环保节能发展，是许多科研团队孜孜以求的攻坚目标。文龙中美的矿井回风乙二醇双级提热热泵技术正是切中了这一时代命题。

矿井回风是煤矿生产的生命线安全线，进风温度必须大于2摄氏度。但是对于山西的忻州、大同乃至很多高纬度地区来说，冬天的温度动辄零下二三十摄氏度，这几十度的温差之下，进风温度提高到2度以上，无论用煤还是用电加热，一刻都不能停，每年都是一笔很大的开支。

“全世界煤矿目前在采的中国最多，山西又是中国煤矿最多的省份之一。世界上最先进的煤矿技术在山西，最实用、最先进的煤矿节能环保技术也必然诞生在山西。”文龙中美的负责人如是说。公司专注于做节能技术服务方案解决商，2015年提出高寒地区矿井回风热能梯度高效利用技术的设想，

从山西实际情况出发，把矿井出来的热风热量，用公司研发的专业设备提取，采用热能梯度高效利用方法，把进风温度从零下二三十摄氏度加热到规定温度再送至井下。经过两年的研发和实验，2018年，晋能控股集团同忻煤矿首先使用了这项全世界唯一的技术。煤矿数据显示，和传统的燃气锅炉加热相比，节约70%的费用，和电热风炉相比，节约2/3的费用。

立足省情和煤矿实际，在传统产业中挖掘新技术，是山西省专精特新技术发展中的一个特点。特别是节能减排和清洁能源、环保技术方面，山西有着得天独厚的优势。近年来的实践证明，任何一个技术只要能在节能环保方面有大的突破，就当之无愧可以说是“单项冠军”技术企业。

戴着节能环保技术“桂冠”的文龙中美，吸引了越来越多工矿企业的目光，催生了工矿企业余热资源回收利用技术大面积推广的“马太效应”。几年来，文龙中美的“黑”科技，在晋能控股塔山煤矿等数十家煤矿企业相继落户，开花结果，成就了山西省域更多煤矿企业的“绿”事业，取得良好经济和社会效益。

聚焦煤矿充填多重目标

一注达成

如何实现我国煤矿超大量三废（固、液、气）低成本地质封存及生态环境协同发展，是中国科协发布的2022十大工程技术难题之一。文龙中美研发的数智化覆岩离层注浆充填技术，正是重点解决这一难题的关键“密钥”，是文龙中美瞄准煤矿绿色开采而聚力攻关的第二大“黑”科技。

山西因煤而兴，山西也受煤之困。

长期以来，传统长壁式采煤方法由于暴露面积较大，无休止的地表塌陷——充填治理怪圈，成为困扰煤矿企业可持续发展的一大难题。无数采矿人不断寻求控制地表塌陷，又充分复用煤基固废（煤矸石、粉煤灰、煤泥等）更优解。

采煤沉陷区治理同样是得到高度关注的问题。“开展煤矿充填开采可行性研究”是国务院采煤沉陷区综合治理部级联席会议确定的11项重点工作之一，为掌握煤矿充填开采现状和存在问题，探讨推行充填开采技术的可行性，“因地制宜推广高效充填开采等先进工艺技术，降低采煤沉陷影响”成为煤矿充填技术研究方向。

文龙中美研发团队将目光锁定煤矿充填技术研究。据文龙中美研发团队负责人介绍，煤矿离层注浆技术在上个世纪80年代引进我国，相继在辽宁老虎台、河北开滦等地实践，后因设备工艺、支撑理论等瓶颈制约逐渐暂停。21世纪初，中国矿大研究团队，经过反复改进和提升，该技术在两淮地区再次兴起。

山东、陕北、内蒙古等地的部分矿井，地层中的关键层，具有厚度大，强度高，埋深适中，连续性好等特点，被称之为典型关键层。但典型关键层的赋存条件相对理想化，我国大部分煤矿中非典型关键层赋存则比较普遍。以我国山西太原、长治为例，如西山煤电屯兰矿、山煤国际霍尔辛赫矿等，其缓慢下沉带地层中的所谓关键层，具有厚度不太厚，强度不太高，连续性不够好的特点，被称之为非典型关键层。

在这种地层条件下，继续采用典型关键层下注浆控制技术，往往出现效果不尽如人意，反复跑浆、地层断裂等现象。

鉴于此，数智化覆岩离层注浆充填技术应运而生。

对于如何保持离层注浆效果的长期稳定性，以及保证受护对象长久安全的使用。文龙中美团队采用“脚穿鞋、顶戴帽”的综合处理措施来实现。

所谓“穿鞋”是将检查孔打入煤层底板以下，通过高压旋喷加固技术将浆液注入到稳定的地层中，在受护构筑物底部区域形成稳定的可以对地基承载力加强的底部支撑。“戴帽”指提前对上覆岩层中可能产生离层的岩层进行预判，对检查孔中此地层所在的位置进行射孔操作。并进行压水监测，以判断离层的发育情况，一旦有漏失现象发生，即进行二次注浆操作。实际操作中，将粉煤灰、煤泥、煤矸石等煤基固废与矿井水混合配比成浆液，通过地面钻孔向关键层下方采动裂隙注浆充填。注浆凝固后，产生“压下托上”作用，在关键层下方形成全域支撑体，有效阻止关键层断裂，防止地表

塌陷。

通过“穿鞋带帽”技术的实施，可对建/构筑物的地基承载力进行行之有效的加强，同时对于离层注浆减沉技术实施后可能产生的地层滞后下沉现象。该技术应用包括“三下”采煤、沉陷控制、处置固废、减震防冲、保水开采等，实现了多重目标一“注”达成，绿色开采安全高效。

首先，我国“三下”压煤量巨大，尤其在埋深大、煤层层数多的矿区。该技术应用不仅保护了地面建筑物、铁路、地下水体不被破坏，而且实现多出煤、降成本、高效率、保安全、解放压覆煤炭资源、提高资源回收率。

其次，地表减沉技术最广泛适应于建/构筑物压煤开采。推广应用后，实现了“三下”安全开采，建/构筑物下沉系数小于 0.1，处于规范允许变形以内。

第三，处置固废。“双碳”目标下，煤矿面临固废减排和综合利用迫切需求。该技术处理粉煤灰、煤矸石、煤泥等固废，实现无害化减排目的。

第四，减震防冲。该技术能够防止坚硬岩层破断，减小其能量释放，减缓实体煤应力集中，从而实现减震防冲目的。

第五，保水开采。该技术通过控制关键层不破断，降低充填层位以上岩层破裂程度，使其免于长壁开采导致的渗透性增加，从而减少浅部含水层向下渗流，达到保水效果，在干旱、半干旱矿区水资源保护中具有重要意义。

总之，这项控制关键层不断裂的源头技术，在不改变工作面采煤工艺与装备的同时，保证地面注浆与井下采煤互不干扰、同步实施，一举实现提高资源回收率、延长矿井服务年限、保护含水层资源、减少冲击地压、保护地面建（构）筑物、保护土地与环境、无害化处置煤基固废等多重目标，突破了我国煤矿绿色开采技术难题，为煤炭开采开启全生命周期“绿色循环之旅”。

2021 年 10 月，数智化覆岩离层注浆充填技术首先在山西焦煤山煤国际霍尔辛赫煤矿 3501 工作面推广，目前该矿一期工程胜利竣工。经测算，可释放“三下”压覆煤量约 51 万吨，产生直接经济效益 3.7 亿元。每年处理矸石 70 万吨，节约矸石处置费 3400 万元。每年处理矿井水 1156 立方米，节约处理费 208 万元，节约地表附着物迁建、修复等费用 5854 万元。

一期工程结束后，项目评审组一直认为，文龙中美的这项技术，在霍尔辛赫矿的成功实践，不仅解决了非典型关键层下注浆控制沉浆工程中，易跑浆、效果差等现象，丰富了离层注浆理论，也可有效解决我国许多地区，非典型关键层下的煤炭解放难题。

项目上报集团后，也得到集团外聘专家的交口称赞，认为这项技术不仅解决了许多技术难题，经济价值也十分可观。一是效果好。地面一注能够有效保护建/构筑物、工业设施与环境，损伤低。二是效率高。技术操作不繁琐，只需地面打孔注浆，无需对采面做任何改变，无需专用充填支架，不改现有采煤工艺，充填与采煤同步实施干扰最小，单工作面年产量可达 300 万 t/a。三是成本低。覆岩离层注浆充填使用的材料是煤基固废，可就地取材，不仅来源广、成本低，而且无害化处置、减轻环保压力，综合充填成本仅需 40 元/吨-60 元/吨。关键还能有效利用煤基固废，无需申请排堆场雇人拉运，免除固废污染后顾之忧。四是适应广。覆岩离层注浆充填技术，凭借强大的适用性，已成功用于综采、综放工作面、单一煤层及多煤层开采，最大采厚达 9 米。

山西焦煤山煤国际霍尔辛赫煤矿 3501 工作面的试采成功，为解决山西省这个煤炭大省诸多高产高效矿井受“三下”压煤困扰问题，以及大量固废煤矸石的堆放及环境污染问题，提供了十分宝贵的可借鉴经验，具有可持续发展示范效应，社会效益潜力巨大。

聚焦火电机组深度调峰

以煤代油

近年来，风电、光伏发电等新能源电力行业高速发展，正在引领新一轮能源革命。随着新能源电力在电力系统中占比将逐步提高，对电力系统调节能力提出了更高的要求。时间上，风光发电受自然环境影响，发电波动性较大，且出力往往同用电负荷不匹配。空间上，风光装机主要分布在东北、华北北部和西北地区，与用电负荷较高的中东部地区存在空间上的不匹配。

为了维持弃风弃光率在合理范围，亟需通过加大调峰能力建设投入，来持续推动消纳水平的提升。此时，文龙中美研发的大调节比燃烧器深度调峰技术，作为又一项“黑”科技，应运而生。

该技术通过融合煤粉燃烧技术、中频电加热技术和两相流输送技术，一举突破冷炉条件下直接点燃煤粉燃烧器的难关，可使火电机组降低负荷 75%。2018 年 8 月，在哈尔滨锅炉厂有限公司 30MW 试验台成功完成热态试验。2019 年 5 月，开始在山西焦煤武乡电厂 2#发电机组工业化应用。2021 年 1 月完成调试。同年 10 月山西省能源局委托山西省电科院完成验收。

该项目顺利完成国家电网对 2#机组纯凝工况下最小出力试验、AGC 试验、一次调频试验三项验收，各项参数均符合规定。武乡电厂因此成为山西省调峰能力达到 35%额定负荷且通过国家电网验收的电厂。

项目投入使用后，1 台 600MW 机组 1 年调峰 2000 小时，可消纳 2.4 亿 Kwh 新能源电力，节约标煤 8 万吨，且不产生固废、废水及废气，在一定程度上减少油气依赖，大量消纳新能源，实现锅炉全煤种燃烧和深度调峰能力。

近年来，新能源电力快速发展，装机规模不断扩大，新能源发电出力及发电量屡创新高。为优先消纳新能源，受国家政策干预影响，火电机组长时间停机备用，受制于设备安全及可靠性，火电机组不能短时频繁启停，造成晚高峰新能源小发时段电力保供能力下降，而大调节比燃烧器深度调峰技术的出现，根本解决了这一难题，启停变得越来越得心应手。

参与评审的多位专家指出，这是一项去油化、革油命的颠覆性技术，是火电机组调峰新常态下灵活性改造首选，将彻底摆脱对油的依赖，对解决我国富煤贫油少气问题具有重大战略意义。同时，在“双碳”经济背景下，火电的深度调峰能力将实现清洁能源与传统能源优势互补，发挥出巨大的协同作用。

2022 年以来，国家继续统筹指导煤电企业着力抓好煤耗 300 克以上机组，特别是亚临界机组节能降碳改造、大型风光基地配套煤电灵活性改造、东北地区和工业园区供热改造，逐步降低煤电装机占比和发电量占比，进一步提升煤电灵活调节能力和清洁高效水平。

4 月 20 日召开的国务院常务会议明确，要推动煤电机组节能减排改造、灵活性改造、供热改造，提高能源使用效率，2022 年煤电机组改造升级规模将超过 2.2 亿千瓦。

5 月 10 日，国家发改委等六部门联合印发《煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平（2022 年版）》，为燃煤发电机组、燃煤供热锅炉等划定各类指标基准线，对标“双碳”目标任务，加大财政资金支持力度。

有学者表示，从政策端来看，“十四五”期间，国家大力鼓励火电企业发展灵活性改造，强调存量煤电机组应改尽改，预计“十四五”期间将完成 2 亿千瓦，对应市场空间超过 300 亿元。

事实证明，煤电机组完全具备灵活性改造效果好、性价比高、周期短的特点，因此可以说火电灵活性改造中推广应用文龙中美研发的大调节比燃烧器深度调峰技术，将是“十四五”期间推动新能源消纳最重要的手段之一。

侯瑞虹 中国能源报 2022-08-29

零碳产业园为新型电力系统打样

全球首个零碳产业园——鄂尔多斯零碳产业园建成投产，将给未来的能源产业乃至整个工业系统带来怎样的变革？

文 | 本报记者姚金楠

“去年举办零碳产业峰会的时候，我们的产业园还没有建成。一年多的时间，我们已经在鄂尔多斯高原的荒漠上建成零碳产业园的第一个成果。越来越多的合作伙伴加入到零碳产业园的建设中来，让我看到了从鄂尔多斯走出的零碳产业园模式正走向全国、走向全球。未来 10 年，我们将共同携手在全球建设 100 个零碳产业园。”在 8 月 9 日举行的 2022 鄂尔多斯零碳产业峰会上，远景科技集团

首席执行官张雷感慨良多。

今年4月8日，全球首个零碳产业园——鄂尔多斯零碳产业园建成投产。集成了新型电力系统、零碳数字操作系统和绿色新工业集群的创新模式，零碳产业园将为我国碳达峰碳中和目标的实现带来哪些不一样的想象空间？立足国内，走向全球，零碳产业园搭建起的发展道路，又将给未来的能源产业乃至整个工业系统带来怎样的变革？

绿色、稳定、低价的不断平衡

在鄂尔多斯零碳产业园的推介资料中，关于园区的能源供给是这样描述的：园区80%的能源由本地的风电、光伏直供，20%与电网交易，实现100%绿色零碳能源供给。入园企业电价低于内蒙古自治区工商业标准电价。

在园区打造的新型电力系统中，天生具有波动性、间歇性的风电、光伏到底是如何支撑电网稳定运行的？100%的绿色零碳能源又是如何做到低于工商业标准电价的？远景零碳业务产品总监顾理旻指出，构建新型电力系统最关键的就是要实现三个核心问题的平衡：一是做到高比例绿色能源的供给，二是保持电网的稳定运行，三是实现电价的竞争优势。

内蒙古丰富的风力和光照资源是园区使用高比例低价绿电的先天优势。在此基础上，顾理旻表示，由于电源结构和负荷特点的原因，新型电力系统的模拟和控制与传统大电网区别较大。“当前，我们的首要工作就是把‘看天吃饭’这件事做准确。远景将风光功率预测环节和当地电力市场的交易规则相结合，将算法集成于新型电力系统之中，优化模拟和控制。”同时，在发电侧本身的技术提升上，顾理旻认为，要着力通过自身的技术升级主动支撑电网。“就风机而言，要探索应用电网友好型的机组产品，而不是让电网来支撑风电的消纳。”

对于储能系统的应用，顾理旻表示，要想做到100%的绿色零碳能源供给，必然要集成各种各样的储能。“现有的电化学储能，在当前的技术和价格水平下，我们只能做到4-6小时。所以，产业园才会和电网保有20%左右的电量交易。当前，我们正在探索各形态的储能形式，从而达到‘天级’甚至是‘周级’的储能效果。”

让绿氢成为新石油

当前，在零碳产业园搭建起的新型电力系统中，氢能更多是以储能的角色存在。“但在未来，氢能将是整个能源乃至工业系统的血液。”远景零碳战略高级总监张元表示。

加拿大皇家科学院、加拿大工程院、加拿大工程研究院院士张久俊指出，氢气的能量密度约是140.4兆焦耳/公斤，比汽油高3倍。高能量密度正是氢气实现新能源技术产业化的重要基础。“而利用水能、太阳能和风能产生的电作为原料，进行电解水制氢将是未来制氢的主要方法。”在博鳌亚洲论坛2022年年会氢能分论坛上，远景与澳大利亚FMG集团宣布在绿色氢能领域开展全球合作，计划到2030年合作开发1000万吨绿氢。“1000万吨绿氢”目标的背后，正是鄂尔多斯零碳产业园模式的有力支撑。张雷表示，利用丰富廉价的绿电资源，氢气的制备成本可以达到约10元/公斤，让绿氢成为新石油参与到全球贸易中。

张久俊表示，当前，约有60%的氢被用于合成氨化肥，38%用于炼油和煤的深加工，只有小部分用于燃料电池，未来，氢燃料电池汽车或成为氢能最大的一个应用场景。据鄂尔多斯市伊金霍洛旗副旗长杜彦斌介绍，目前，以美锦国鸿、协鑫集团为龙头的氢燃料电池及绿氢设备制造产业链已入驻零碳产业园。

绿色新工业革命的摇篮、平台和基石

据介绍，目前，远景正在西班牙推进欧洲首个零碳产业园的落地，产业园计划于今年内正式开工建设。“西班牙政府对于转型发展拥有很大的勇气和魄力，而且通过多方调研，我们发现鄂尔多斯的零碳产业园模式是完全可以复制到西班牙的。”张元对记者表示。

“西班牙和鄂尔多斯有很多相似之处，例如土地丰富、风光资源禀赋好。”同时，在市场前景方面，张元表示，西班牙是欧洲第二大汽车生产基地，“当前生产的绝大多数汽车都是燃油车，2035年以后，欧洲禁售燃油车，西班牙也面临巨大的转型压力和动力。储能、燃料电池汽车都拥有广阔的

市场空间。”

基于远景在鄂尔多斯的成功实践，零碳产业园模式还将在欧洲、澳洲、中东以及东南亚等地区复制推广，助力全球各国开启绿色工业革命。

张雷在鄂尔多斯零碳产业峰会演讲时说，绿色工业革命将成为第四次工业革命，跟以往工业革命以效率为中心不同的是，绿色工业革命是生产效率和永续发展的统一实现。可再生能源技术、数字智能、生物合成技术作为三大关键生产力，在相互融合中推动绿色工业革命。零碳产业园将成为绿色工业革命的摇篮、平台和基石。

姚金楠 中国能源网 2022-08-16

北京冬奥十大绿色低碳最佳实践和技术报告发布

记者从8月19日召开的美丽中国百人论坛2022年年会上获悉，为总结和宣传绿色低碳冬奥遗产，筛选出一批可复制、可推广的典型绿色低碳技术和实践经验，在北京2022年冬奥会和冬残奥会组织委员会总体策划部的支持下，生态环境部环境规划院、清华大学碳中和研究院和美国环保协会北京代表处共同编制了《北京2022年冬奥会和冬残奥会十大绿色低碳最佳实践》和《北京2022年冬奥会和冬残奥会十大绿色低碳技术》报告。

其中《技术》报告从技术创新、应用推广、环境效益和生态保护等维度，筛选出十项入选技术和七项提名技术（排名不分先后），《实践》报告从社会经济效益、生态环境效益、应用前景、技术集成度等维度，筛选出了十大绿色低碳最佳实践案例和九个提名案例（排名不分先后）。

《技术》报告侧重于新型绿色低碳技术的示范、引领和推广，而《实践》报告则侧重于为今后的大型活动低碳管理工作提供可借鉴的经验和案例。

在论坛年会上，清华大学环境学院教授、中国工程院院士贺克斌作为《报告》总顾问兼首席发布官，对入选的十大绿色低碳技术和最佳实践进行了详细介绍。他表示，北京冬奥会是重要历史节点的重大标志性活动。希望能通过两份报告，更好地发挥绿色冬奥的示范带动效应，进一步促进绿色低碳技术成果转化，加大绿色低碳实践推广力度，推动全国各地、各部门、各行业积极行动起来，在更广泛的活动中开展绿色低碳实践。

《报告》集中体现了绿色办奥和可持续发展理念方面的筹办成果和亮点遗产，总结了一批绿色低碳发展的实践经验。《报告》既是对“绿色办奥”经验的一次系统总结，也为国际大型赛事可持续性管理提供了良好示范，同时为推动绿色低碳发展、建设美丽中国提出了可采用的方案。 附：部分优秀技术及实践案例

北京冬奥碳抵消行动助推碳中和赛事新实践

北京冬奥组委在北京市、河北省政府相关部门以及赞助企业的积极支持下，探索建立碳补偿工作机制，通过人工造林产生的林业碳汇、企业赞助核证碳减排量以及引导社会大众的碳普惠制等多种方式，对排放的二氧化碳实施抵消，圆满兑现北京冬奥会实现碳中和的申办承诺，产生了良好的环境效益、社会效益。

精准保障空气质量呈现“冬奥蓝”

北京冬奥会空气质量保障是首次在中国北方冬季采暖期开展的长达34天的保障，北京空气质量达到了有PM2.5监测以来同期最好水平。通过组建指挥中心、精准实施区域联防联控、强化监督帮扶、实施动态调整分类分级精细化管控、建立白名单制度和强化舆情引导等一系列举措，以最小的经济代价换来了最大的空气质量效益，为其他国家和地区举办大型赛事时实现空气质量保障提供了值得借鉴的经验。

奥运史上首次氢能大规模综合利用技术

依托技术和理念创新，氢能开发利用技术在北京冬奥会中得到了广泛体现，包括“绿氢”制备、氢气储运、氢能利用等方面。本次北京冬奥会采用氢能作为火炬燃料并首次实现火炬零碳排放，大力

推广氢能燃料电池车辆群的规模化示范应用，是全球最大的一次氢燃料汽车示范推广赛事。

被动式大型超低能耗体育建筑技术

五棵松冰上运动中心作为当前全球单体规模最大的被动式超低能耗体育建筑，采用了多项低碳节能举措，如冰场首次采用溶液除湿系统，比传统电热转轮除湿节能率达 77.1%；安装光伏发电晶硅组件，平均每年可产生清洁电力约 70 万千瓦时，相当于节约标准煤 252 吨，减少二氧化碳排放约 697.8 吨。

建筑、场馆的可持续发展改造技术

双奥场馆的打造，实现了夏季运动项目和冬季运动项目的自由切换，主要可分为三个方面：改造原有赛事场馆，实现“一馆多用”，如“水立方”场馆、国家速滑馆、国家游泳中心、首都体育馆等；技术优化，打造绿色低碳体育项目，如首都体育馆制冰系统的升级；老工业基地的可持续发展转型，如首钢园区的改造。

朱妍 中国能源网 2022-08-20

产业、工业、教育园区的零碳智慧化均为势在必行

一座煤矿如何实现低碳化生产？一个物流港如何实现低碳化运营？一所大学校园如何实现低碳化？一个工业园区又该如何实现低碳化呢？这些区域的共同点就是数量众多且均为能耗大户。

面对复杂的碳排放群体，紫光股份旗下新华三集团给出了一个兼容并包的办法——新华三零碳智慧园区创新场景解决方案。新华三集团副总裁、解决方案部总裁李立分享了依托“1+4+N”零碳智慧园区顶层设计理念，从构建绿色底座到聚焦三大园区业务场景，实现“零碳+智慧”能力的升级。

以标准牵引零碳智慧园区发展

我国园区数量众多，由国家发改委、科技部等部门发布的《中国开发区审核公告目录》显示，我国有国家级的开发区超过了 552 个，省级开发区 1991 个。根据相关咨询机构的数据，我国各类的产业园区数已达 2.5 万个。不难看出，园区正在成为我国经济转型升级的主要动力。

园区通常涉及较多的碳排放场景，因此也成为了“碳中和”目标实现的主要载体。工业制造是碳排放大户，如何在生产和环境之间找到平衡点，是工业发展的必修课。新华三集团一方面深入 8 大重点高排、24 个国家认定行业，为每一个园区构建了工业园区碳家底的数字化底座，助力园区能源结构更低碳、生产工艺更绿色、生态环境更和谐；同时，新华三针对供应链的各个阶段，构建绿色产品全生命周期的评价体系，形成绿色产品认证能力，帮助工业企业在供应链的各个环节找到改进优化的空间。

李立表示，实现园区的“碳中和”，首先，从能源生产环节使用绿色可再生能源，优化产业的生产模式，发展低碳负碳技术，倡导低碳的交通和低碳生活。其次，加大碳吸收，发展生态碳汇、碳捕捉和封存等技术。此外，还应该加大利用碳交易市场，实现碳排放的优化配置。

中国电子技术标准化研究院信息技术研究中心主任范科峰表示：“零碳智慧园区的核心特色在于数字化技术驱动，在实践中要以蓝图架构为基础构建标准体系，以技术为先锋支撑园区零碳发展和核心竞争力提升，以试点为牵引探索技术方法和工作路径。”

据悉，在中国电子技术标准化研究院的指导下，新华三正在联合多家企业开展更多与零碳智慧园区相关标准的研究。

实现“零碳+智慧”能力升级

新华三集团对零碳智慧园区解决方案的全栈升级，是从构建绿色基础设施到三大绿色低碳业务场景创新。

李立介绍，在绿色基础设施升级方面，新华三构建了以数字能源、液冷数据中心、绿色低碳网络等低碳转型的数字底座，使园区微电网支持分布式光伏、组串式储能、充电桩等多项创新，助力园区整体绿色节能；在聚焦场景升级方面，新华三在零碳智慧操作系统上向行业场景纵深升级，形

成了产业园区套件、工业园区套件、教育园区套件。

在产业园区的数字化变革中，新华三集团聚焦招商转型、治理转型、服务转型，打造了一系列专业的场景化应用。例如，园企画像能够沉淀园企数据画像，让招商精准度同比提升 3 倍以上，招商成本同比减少 70%以上；碳污同治通过“感知一张网、治理一平台”让碳污排放总量同比降低了 30%以上；减碳提质将企业碳效指数与准入退出机制挂钩，择优汰劣，能够推进产业提质增效，助力产业加速绿色低碳转型。

针对校园场景，新华三集团依托数字化的能力创建首个校园评估评价体系，实现校园常态化监测，支撑办学活动的良性循环。同时，打通校园低碳活动相关数据，通过绿色节能行为的积分激励，形成全校师生共同参与的低碳新模式，营造零碳绿色人文校园氛围。

目前，新华三集团已经打造出了包括紫光股份智能工厂在内的众多零碳智慧园区样板。例如，在山东土发集团双碳示范产业园区，新华三依据零碳智慧操作系统沉淀企业数据画像，定向招募高效低碳的企业入驻；在陕煤集团下属矿业工业园区，新华三为矿山构建了碳数据治理体系，对当前园区碳排放现状形成完整立体认知，能够摸清园区碳家底。

面对数字经济与实体经济深度融合的时代，园区正在迎来前所未有的变革机遇。实施“双碳”战略是新华三集团作为数字化解决方案领导者的担当。

王海霞 中国能源网 2022-08-22

电力系统将发生革命性变革

核心观点

新型电力系统的构建是一个演化过程。从概念提出，开始构建，再到全面建成，实现碳达峰、碳中和目标，不同阶段有其不同的主要矛盾和关键要素。较长期存在的主要矛盾是如何破解经济—安全—环境这一“矛盾三角形”，也就是如何在三者相互制约下实现能源电力的协调发展。

在碳达峰、碳中和目标下，构建新型电力系统是极具前瞻性、开创性的战略挑战和系统工程。实现这一目标对现存电力系统运行安全、管理机制和电力市场机制等方面提出了哪些挑战？新型电力系统构建又会使我国传统电力系统发生哪些大的变革？8月16日，带着上述问题，本报记者采访了中国工程院院士、中国电力科学研究院名誉院长郭剑波。

从全局视角看新型电力系统

中国能源报：您认为什么是新型电力系统？

郭剑波：自从新型电力系统概念提出以后，社会各界的反响是积极的。各行业、企业、学者都对新型电力系统的概念、特征、目标、关键技术等做了一些诠释和解读。社会普遍认为，新型电力系统的内涵是，以确保能源电力安全为基本前提、以满足经济社会发展的电力需求为首要目标，以坚强智能电网为枢纽平台，以源网荷储互动与多能互补为支撑，具有清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好、开放互动等基本特征的电力系统。

新型电力系统是在“四个革命、一个合作”能源安全新战略、“清洁低碳，安全高效”现代能源体系以及碳达峰碳中和目标之后提出的，它既跟前三个概念一脉相承，也是其具体的实现路径。所以，在认识和构建新型电力系统的时候，我们要统筹考量上述各方面。新型电力系统是一个各参与主体、各关键要素都能和谐生长的生态系统，是一个以电力系统为枢纽平台的多行业和多能源耦合协同的信息物理社会巨系统，是一个以电力为核心的能源新体系（system of systems）。

中国能源报：我国电力系统将发生哪些革命性变化？

郭剑波：新型电力系统带来的变革和挑战很多，主要体现在七个方面。首先是新的功能定位。据有关预测，到 2060 年，非化石能源占一次能源比重将达 80%，电力在终端能源的消费比重将达 70%左右，电力对国民经济全局性、系统性的影响更明显。所以，建设新型电力系统时，要从全局系统视角来看待这个问题，它承载着支撑实现全社会碳达峰、碳中和的使命，而不是简单地看某一个

行业或地区是否实现了碳达峰、碳中和，甚至争着提前达峰或中和。

第二，新的供需特点。由于新能源电力具有强不确定性和低保障性，要重新审视电力系统安全的定义和相关理论，保障电力系统供给安全、运行安全，要有底线思维。例如，去年美国得克萨斯州电力供应紧张，导致电价飙升到了每度 9 美元。一户居民一个月电费要达 1 万美元。今年 6 月，澳大利亚电力市场停摆，电价达每度 15.1 澳元，相当于 70 元人民币一度。严峻的供需形势不仅造成了停电损失，更带来了用户难以承受的极端电价。所以，怎么结合新型电力系统的特点和新能源的特点，调动各方积极性，稳定投资者的预期至关重要。

第三，新的产业链。我国出现的风电抢装潮使得巴沙木原材料供应紧张，价格从 5000 多元涨到 15000 元人民币。与此同时，锂矿也涨了七八倍，锂电池产业原材料也面临供应难题。如何稳定新能源产业链的需求与供应是整个行业要思考的关键。

第四，新的电网形态。新能源发电空间分布广、单体数量大、运行特性复杂。目前，国家电网公司接入的大型新能源场站超过 4000 个、低压接入的分布式发电系统约 170 万个。未来，全国集中式和分布式新能源发电单元将达数千万个，运行控制层级多、信号数量可达数十亿，这使得新型电力系统成为一个多时空尺度、多层次、多系统耦合的复杂巨系统。随着越来越多利益主体参与，电网形态将发生深刻变革。

第五，新的体制机制。丰饶和短缺交织的市场形态将催生新的商业模式，物质链、信息链和价值链可能被重塑。市场和政策机制设计需要考虑新能源与常规电源以及用户的配合机制，协调市场内多利益主体，实现价值提升和价值创造。

第六，新的技术装备。比如，随着跨学科融合与新技术的应用，数字孪生和人工智能技术可应用于能源电力多个领域。要应对复杂性和不确定性，就要提升系统的智能化水平。

第七，新的政策法规。新型电力系统构建是一项复杂的系统工程，需要各级政府、各行各业协同配合，通过政策、法规和体制机制创新，业态、市场和电价机制创新，以及技术创新共同来解决。例如，随着产销者的出现，就需适当修订现行的《电力法》，使其适应新型电力系统，简单说就是责权对等。我们在鼓励新商业模式和商业形态兴起的同时，也应该赋予其同等的责任。

“矛盾三角形”将长期存在

中国能源报：目前，在构建新型电力系统过程中，我们正面临哪些矛盾？

郭剑波：新型电力系统的构建是一个演化过程。从概念提出，开始构建，再到全面建成，实现碳达峰、碳中和目标，不同阶段有其不同的主要矛盾和关键要素。目前，物联网、储能等行业和企业的科技工作者做了大量工作。我个人觉得，较长期存在的主要矛盾是如何破解经济—安全—环境这一“矛盾三角形”，也就是如何在三者相互制约下实现能源电力的协调发展。

中国能源报：在您看来，如何破解或协调“矛盾三角形”？

郭剑波：首先是科技进步。无论是治理环境、提升经济效益，还是安全保供，都离不开科技进步。其次，上述三个要素都是政策相关性要素。因此，在制定新型电力系统相关政策和法律法规时，衔接、配套和协同异常重要，不能强调一方面而忽略其他方面，或是强调某一地区某一部门的目标，忽略整体目标。再次，三个要素互为发展指标，也互为约束性指标，需要因势而动、动态改进。

中国能源报：电网如何提高电力系统灵活性？

郭剑波：灵活性的需求是针对波动性的平衡机制要求的。因此，需从增加应对波动性的平衡能力和减少波动性两个方面来考虑。新型电力系统的波动性主要来自新能源的波动和不稳定。据分析，到 2060 年，新能源 10 分钟至 15 分钟最大功率波动可占电力系统峰值负荷的 10%，一小时最大波动可达 20%以上，一天最大波动能达到 60%到 70%。

为应对波动性，提高灵活性，需要从三个方面着手。电源侧，增加机组调节能力和爬坡速度、增加新能源预测精度，比如当前开展的比较有效的火电灵活性改造这项工作。电网侧，加强电网建设，增加交换能力、互济能力，利用时空尺度效应平抑波动，对比区域电网和省级电网 24h 级波动，风电波动减少 42 个百分点，光伏减小 10 个百分点。负荷侧，增加可控性，储能、多能互补、多行

业互动和社会广泛参与都很重要。

隐性成本和需求逐渐显化

中国能源报：如何降低构建新型电力系统所带来的经济性挑战？

郭剑波：虽然新能源发电设备的单位容量成本不断下降，但大电网的匹配成本、平衡成本和建设投资并不会因新能源增加而减少，考虑系统成本下的综合成本仍呈现增加趋势。同时，随着新能源占比的提高，新型电力系统很多隐性成本和隐性需求会逐渐显性化。

应对上述挑战，我有以下几个方面的建议：一是依靠科技创新，大量应用新技术、新产品、新标准规范等；二是把握好发展节奏，处理好安全—经济—环境的动态关系；三是倡导绿色生产生活方式，要倡导简约适度、绿色低碳的生活方式。不把能耗水平降下来，不仅“双碳”目标很难实现，经济性挑战也巨大。

中国能源报：在构建新型电力系统的大背景下，我国应如何推动电力回归商品属性？

郭剑波：我理解你说的是指电力作为商品的价值和使用价值属性。前者反映的是生产者的预期回报，后者反映的是消费者的获得感。商品的价值要通过生产者和消费者的交换才能实现，“随行就市”即通过用户实现，由用户买单。能源还有“社会公平属性”，社会生产生活需要充足、可持续、可支付的能源。这里有几个关键要素需要统筹考虑：一是生产者的投资意愿和回报能力；二是消费者的理性消费和支付能力；三是政府的机制设计和管控能力。

本报记者 苏南 董梓童 中国能源报 2022-08-22

欧盟碳价因能源危机创新高

近日，欧盟碳排放交易体系（ETS）碳价突破 99 欧元/吨，创下历史新高。同期内，英国单独碳排放交易市场的碳价也突破了历史高点，达到了 97 英镑/吨以上。业界普遍认为，碳排放配额许可供不应求是目前碳价高企的主要原因，在碳排放成本高企的情况下，通胀水平触及多年新高的欧洲国家正因用能成本的进一步上涨而持续承压。

供需失衡是主因

今年以来，欧盟碳价维持波动上扬态势，俄乌冲突后欧盟碳价一时暴跌 40%至 58 欧元/吨，但在天然气消费走高、能源政策调整等因素影响下，与今年初相比，目前欧盟碳价的涨幅已达到 22%。

8 月 19 日，欧盟今年 12 月交付的碳排放配额许可期货价格达到了 99.14 欧元/吨，是欧盟碳排放交易体系建成以来的新高。英国碳交易市场也呈现类似的快速上涨趋势。

碳排放配额许可短期供应紧缩、需求不断走高是欧盟碳价高涨的主要原因。从供应方面来看，今年 8 月，欧盟月度碳排放许可拍卖量为 2410 万吨，较 7 月下降 43%，快速的紧缩导致市场供应出现紧张。

从需求侧来看，受北半球夏季高温干旱天气影响，欧洲国家水电核电等低碳电力出力明显下降，欧洲国家对化石燃料发电的需求持续攀升，相应的碳排放也大幅上涨。以法国为例，今年夏季核电产出仅为总产能的 50%左右，法国不得不开始从其他依赖化石燃料的国家进口电力。同期内，德国、英国等地的风速较此前也出现下降，风力发电出力水平也明显下滑。

重启煤电推高碳排放量

雪上加霜的是，在化石燃料价格高涨的当下，与煤电相比，碳排放相对更低的天然气发电已失去了竞争力。俄乌冲突开始后，欧洲地区天然气价格持续走高，截至 8 月第二周，欧洲天然气基准价格逐日攀升至今年 3 月以来的新高，直接导致本来承担着高昂排放成本的燃煤发电反而更具经济性。

同时，欧盟也一再敦促各成员国节约用气，为即将到来的冬季做准备。今年 8 月，欧盟宣布就降低天然气用量事宜达成一致，要求所有欧盟成员国自愿在今年 8 月到明年 3 月期间在过去 5 年天然气平均消费量的基础上减少至少 15%的天然气用量，尽可能地增加天然气库存，应对可能出现的

天然气断供风险，目前这一协议已正式生效。

面对暴涨的用气成本和可能出现的天然气断供风险，德国、法国以及其他欧洲主要经济体都已宣布重启燃煤电厂。德国公用事业机构 Uniper 将从 8 月 29 日起重启旗下 Heyden 硬煤发电厂，预计运营时间为一年。据了解，该硬煤发电厂此前仅作为预备电源，已停运许久。同时，法国、奥地利、荷兰等国也宣布将重启燃煤电厂。据行业研究机构 Ember 估计，目前获得重启的燃煤发电规模已经达到了 1400 万千瓦，占欧盟现存燃煤发电产能的 12%，在此情况下，欧盟电力领域的碳排放量将进一步走高。

另外，持续的高温天气也刺激了下游用电需求量的增长，居民和商业用电都持续攀升，这也让天然气和煤炭价格维持高位。有预测认为，今年 1 月-9 月，德国、法国、英国、意大利这几大欧洲主要经济体的碳排放量较 2019 年同期将上涨 10%。市场研究机构 ICIS 更是指出，德国在今冬重启燃煤发电和燃油发电的决策可能导致欧盟明年的碳排放总量上涨 5%。

欧盟能源系统持续承压

高涨的碳排放需求为欧洲碳价提供了基础支撑。路透社报道称，多个市场分析机构已经调高了对欧盟碳市场 2022 年-2024 年间的碳价预期。数据显示，2022 年，欧盟平均碳价预计为 88.36 欧元/吨，2023 年平均碳价预计为 97.66 欧元/吨，较今年 4 月发布的预测分别高出 3.7%和 3.6%，而到 2024 年，平均碳价将突破 100 欧元/吨大关，达到 101.9 欧元/吨，较此前预测高出 4.2%。

碳价的走高引发了业界担忧，多位分析人士认为，这可能会抑制下游工业产出水平，进一步推高欧洲国家的通胀水平。

据了解，挪威工业公司 Norsk Hydro 近日宣布，将关停位于斯洛文尼亚的一座铝冶炼工厂，同时也有多座铀冶炼工厂因电价飙升而关停。欧盟数据机构 Eurostat 发布的最新数据显示，今年 7 月，欧盟 27 个成员国的年通胀率已经达到了 9.8%，其中爱沙尼亚、拉脱维亚等国的通胀率甚至超过了 20%，最主要的原因正是用能成本的上涨。

为应对这一现状，西班牙首相桑切斯近日已向欧盟提议称，希望为碳价设置天花板，以缓解用能成本的上涨和通胀水平。

行业机构标普全球普氏分析指出，随着欧盟碳排放许可拍卖供应量恢复至正常水平，同时宏观经济预期的走弱也可能打击碳排放需求，9 月，欧盟碳价可能会出现下行趋势。但在 BNEF 分析师 Mariko O'Neil 看来，虽然用能成本上涨可能导致部分工厂关停，但燃烧煤炭和燃料油比燃烧天然气明显产生更多污染，即使只有很少企业会从天然气转向使用煤炭，也难以逆转碳排放上涨的趋势。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2022-08-29

全国统一碳排放统计核算体系建设提速

8 月 19 日，国家发改委、国家统计局、生态环境部印发《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》（以下简称《方案》）的通知。《方案》提出，建立全国及地方碳排放统计核算制度，完善行业企业碳排放核算机制，建立健全重点产品碳排放核算方法，完善国家温室气体清单编制机制四大重点任务，并首次明确了各任务的重点牵头单位。

《方案》规划，到 2023 年，职责清晰、分工明确、衔接顺畅的部门协作机制基本建立，统一规范的碳排放统计核算体系初步建成。到 2025 年，统一规范的碳排放统计核算体系进一步完善，碳排放统计基础更加扎实，核算方法更加科学，技术手段更加先进，数据质量全面提高。

“碳排放统计核算体系由统计的指标、核算方法、统计口径以及统计核算平台等构成。《方案》要求尽快规范碳排放统计核算体系，对于碳市场的健康发展意义重大。其中，如何统计、核算碳排放量，不同行业间碳的统计口径如何统一、调整是关键。”中国能源研究会能源互联网专委会主任曾鸣表示。

亟待统一规范

全国碳排放权交易市场已于去年 7 月正式成立，为何至今统一的碳排放统计核算体系还未建成？在此过程中，全国碳交易又是如何进行的？

“当前，全国碳交易市场只包括电力行业板块，鉴于电力企业均为国有，碳排放量易于管理，核算相对来说比较容易。”厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强表示。

“虽然纳入碳交易试点的省市，在国家有关部委公布的《行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》的基础上，建立了一套自己的温室气体统计与核算体系，但各套统计与核算体系之间并不完全兼容。其次，不同试点碳市场覆盖的行业不同，纳入的温室气体不同，标准不统一，覆盖的行业面也比较有限，亟需建立全国统一的统计与核算体系。”华中科技大学国家治理研究院副院长孙永平表示。

“此次《方案》提到，要完善行业企业的碳排放核算机制，除电力外，还囊括了钢铁、有色、建材、石化、化工、建筑等重点行业，从核算范围上进行了扩充完善。”林伯强表示，“此外，全国及地方碳排放统计核算制度的统一，也将解决此前因各地核算标准不一所造成的不公平现象。”

林伯强进一步表示，“统一的核算体系建成后，一方面可对各行业进行摸底，了解各行业的碳排放量；另一方面，也为今后各行业纳入全国碳交易市场提供基础依据，方便制定各行业配额量。”

明确牵头部门

那么，如何建立统一的碳排放统计核算体系？当下又面临哪些困难？

“事实上，建立统一的统计与核算体系早已被提起多年，但彼时国家对能源活动、工业生产过程、排放因子、电力输入输出等相关基础数据的统计责任尚未明确。如国家发改委、生态环境部均出台了一些参考性方法，但并未建立起全社会的统计和核算体系。”孙永平表示，此前，碳排放数据并不由一个部门专门负责，国家发改委、工信部、生态环境部、国家统计局等多个部门都会有部分统计数据，使得数据之间会有交叉、重复或不一致。

此次《方案》指出，将由国家统计局统一制定全国及省级地区碳排放统计核算方法，明确有关部门和地方对能源活动、工业生产过程、排放因子、电力输入输出等相关基础数据的统计责任。这明晰了部门间的权责，为后续“双碳”工作的有序开展提供了保障。

此外，碳排放数据的真实有效和核算精确度都是困扰碳排放数据质量的难题，其中，排放因子是碳排放统计核算的重要参数。“尽量将前期的基础性工作做得越详细越到位越好，使用环节越简单越好，这样既可以减少企业的核算的成本，又可以在一定程度上避免数据造假。”孙永平表示，《方案》明确指出，由生态环境部、国家统计局牵头建立国家温室气体排放因子数据库，为碳排放核算提供基础数据支撑。

瞄准国际化方向

今年 6 月，关于建立碳边界调整机制（CBAM）草案的修正案在欧盟理事会获得通过。该欧盟碳关税提案最终明确于 2027 年正式实施，将 2023-2026 年定为过渡期。纳入行业除原草案规定的钢铁、水泥、铝、化肥和电力外，还新增了有机化学品、塑料、氢和氨。为此，我国要建成能获得国际认可的全国统一碳排放统计核算体系迫在眉睫。

曾鸣指出，中国的碳市场发展，需要将能源保供、能源经济、能源降碳三个目标协调好，达到有序降碳。而这种协调，需要在未来的历史长河当中不断的进行动态协调，因此统筹顶层设计至关重要。

“统一的核算体系建设，重点是要在国内市场打好基础，使得碳交易透明有效，将碳成本计算到整个产品的产业链当中去。只有将自身碳排放体系明确清楚，建成获得国际认可的核算体系，才能在面对如欧盟的碳关税政策时有迹可循，避免国际贸易打击。”林伯强表示。

孙永平也表示：“碳排放统计和核算体系的统一需要有国际视野，既要坚持中国特色，也要符合国际的标准规范。碳排放不仅仅是一国的事，因此我国要建立符合中国国情和国际惯例的开放碳排放统计体系。这样才能够让中国在对外贸易中拥有统一的接口，才能够更好的适应国际规则。”

本报实习记者 林水静 中国能源报 2022-08-29

全球首个二氧化碳+飞轮储能示范项目竣工

本报讯 8月25日，在东方电气集团东方汽轮机有限公司（以下简称“东方汽轮机”）厂区项目现场，全球首个二氧化碳+飞轮储能示范项目成功竣工，标志着我国这一新型储能技术实现了工程应用的巨大飞跃。据悉，该项目也是全球单机功率最大，储能容量最大的二氧化碳储能项目，以及全球首个二氧化碳+飞轮储能综合能源站。

作为2022世界清洁能源大会示范应用场景之一，全球首个二氧化碳+飞轮储能示范项目由东方汽轮机、百穰新能源科技（深圳）有限公司、西安交通大学能源与动力工程学院、北京泓慧国际能源技术发展有限公司共同打造。项目储能规模10MW/20MWh，能在2小时内存满2万度电，并在热力系统集成及优化、透平设备研制、经济性设计等方面取得了一系列研究成果，突破了储能系统及动力装备的多项核心技术，具有完全自主知识产权。

结合二氧化碳储能时间长规模大、飞轮储能响应速度快的优势，该项目可有效平滑电网波动性，解决间歇性问题，实现电网安全运行，整个充放电过程不会使用化石燃料，也不会产生固体废弃物。

同抽水蓄能、压缩空气相比，二氧化碳储能系统不需要不受地理条件的限制，可以建在任何地方，建设周期不到2年；同电化学储能相比，其且工况稳定，在长达30年的使用寿命中，循环效率始终直保持在60%以上。而且，二氧化碳具有无毒、不易燃、易于获取的优势，常温下可液化，可方便实现液态存储，存储成本低且安全可靠。

二氧化碳储能系统具有广泛的功率等级、容量和地域适应性，在大容量长时储能方面有较好的经济效益，尤其适合10MW级、100MW级和1000MW级长时储能系统。该系统不仅可与太阳能、风电等新能源配套，也可与传统火电配套使用，作为传统火电灵活运行时小负荷工况的功率补偿，可大幅提升机组调峰能力和能量综合利用效率，应用前景广阔。

黄飞 翟璇 中国能源报 2022-08-29

我国大型煤制天然气甲烷化技术获重大突破

本报讯 由中国海油下属的中海石油气电集团有限责任公司（以下简称气电集团）与西南化工研究设计院有限公司（以下简称西南院）联合研制的甲烷化催化剂，近日在新疆庆华大型煤制天然气项目中首次实现110%满负荷平稳运行，获得的甲烷浓度为61.7%，高于国外引进技术近3个百分点，标志着我国自主研制的大型煤制天然气甲烷化技术取得重大突破。

据了解，煤制天然气是劣质煤经过气化—净化—甲烷化过程得到的清洁的合成天然气产品，作为新型煤化工的重要组成，该技术是我国煤炭清洁化利用、保障民生用气的重要方向之一，关系国家能源安全和民生发展。甲烷化技术是把煤炭变为清洁天然气的关键核心技术之一，对提高煤炭利用效率具有至关重要的作用。

近年来，虽然我国一直致力于煤制天然气全技术链的国产化，目前煤气化、变换、脱酸等技术都已实现国产化，但甲烷化技术开发难度大，多年来一直未取得突破。气电集团于2010年开始进行煤制天然气工艺技术和催化剂的研究，2013年联合西南院开展联合研发。自主研制出的甲烷化催化剂具有抗高温、高活性、高稳定性和抗积碳等优点，满足大型煤制天然气工业生产要求。

“此次自主研制的甲烷化催化剂在新疆庆华煤制天然气装置一次性开车成功，甲烷化装置实现长周期平稳运行，产品质量合格，天然气顺利并入管网，实现了煤制天然气领域全产业链条技术国产化，填补了国内行业空白，对持续稳定供应天然气、保障国家能源安全具有重要意义。”气电集团技术研发中心副总工程师侯建国介绍说。

据悉，气电集团将以此次技术工业应用为契机，继续推进甲烷化成套技术在新疆庆华二期、三期的应用，同时加强市场推广力度，拓展甲烷化技术在煤化工与可再生能源融合、二氧化碳化学利用与减排等领域的创新，为我国煤炭清洁化利用、构建“清洁、低碳、安全、高效”能源体系以及早日

探访建筑、园区低碳化的“美的方案”

当谈到美的集团的时候你会想到什么？家电龙头企业、世界 500 强企业、全球有超过 5 亿用户，如果你关于美的集团的印象还停留在的体量和规模的话，那你应该进一步了解美的集团在绿色低碳发展方面的“美的方案”。

“在这座‘零碳建筑’内，每一度电都安排得明明白白，通过精准照明、空调控温，让低碳更有数。在该园区，依托智慧电梯系统、空调系统等机电设备，都可以通过数字化手段实现最大限度节能、环保。”美的楼宇科技低碳业务负责人王坐中说。

王坐中所说的“零碳建筑”位于佛山市西区智慧工业城内。在监测这座“零碳建筑”运行情况的显示大屏前，工作人员告诉记者，通过数字孪生等数智技术，可一屏总览全楼建筑能源，实时动态感知发电量、节电量、用电负荷等各类数据，对园区能源进行精细化管理。另外，结合该园区的高效硬件设备，综合实现园区节能 25%。

工作人员指着大屏左下角一条波动的曲线解释说：“这条线显示着当天的实时碳排放量，你看中午 12 点左右的时候这条线出现了一个低洼，这个时段同事们去吃饭了，办公区域的人数减少，灯光、空调都随之调节到更节能的模式，继而降低了碳排。”

王坐中给出更具体的比较数据，经过废热回收制造生活热水、全新风热回收恒温恒湿送风等空调节能措施改造后，2022 年空调能耗强度比 2021 年改造前降低了 29.6%。

即便实现了将近 30%的节能，美的楼宇科技还在追求更加节能的路上。近日，美的楼宇科技与清华大学建筑技术科学系 CRH 实验室签订了研究项目。双方将通过产研合作的形式，共同开展在中央空调系统性能方面的探索研究，加速暖通空调领域的数字化发展。此次合作被视为美的在建筑碳中和与数字化融合的又一个有力支撑。

清华大学副教授、中国制冷学会“制冷节能降碳与制冷剂替代工作组”主任委员王宝龙介绍说：“这次校企合作，将为楼宇数字化平台提供可实现的理论技术支持，在推动传统领域数字化变革的同时，形成开放、互通的数字量化评价标准。”

新能源加储能 有效支撑“零碳园区”建设

节流固然重要，开源也必不可少。在“美的楼宇科技西区智慧工业城”园区的楼顶，一排排光伏板正在为园区提供清洁电力。美的工业技术合康新能低碳智能微电网解决方案负责人高平敏介绍称，美的西区工业城采用光伏发电系统，另新建一套电储能和水蓄能系统，使园区绿电实现高水平消纳，最大限度减少外购电力。这套新能源加储能系统的“组合拳”有效支撑了“零碳园区”建设。网解决方案负责人

高平敏表示，美的工业技术旗下合康新能以“低碳智能微电网解决方案”为园区提供了包括项目规划、设计集成、施工交付、售电交易、运维检修在内的全生命周期流程服务。

据高平敏介绍，“低碳智能微电网解决方案”还可以帮助企业实现低成本、低风险、低碳排的“三低用电”。合康新能通过最大限度开发风、光等资源，结合柔性复合参与辅助服务、冷热电负荷节能、绿电碳价值挖掘等方式帮助企业降低用能和用电成本。

高平敏还以美的工业城光储电站为例算了一笔账：2022 年 3 月，该项目实现全容量并网，项目的光伏与建筑一体化单元和屋顶光伏的发电总装机容量可达 300 千瓦，储能容量是 50kW/100kWh。与改造前相比，项目总体能耗降低了 30%，园区绿电渗透率达到了 93.5%以上，每年可减少二氧化碳排放 237 吨，电站全生命周期内可减排近六千吨。

“软硬兼施”铺就绿色低碳发展之路

无论是打造“零碳建筑”还是“零碳园区”，美的都拥有“软硬兼施”“两手抓”的能力。

硬件方面是美的集团的“看家本领”；数智化管理软件方面，美的更是已经建起了“数字化底座”。在建筑低碳化领域，美的集团拥有业界领先的暖通空调、数智电梯等产品；在“零碳园区”的硬件方面，美的以变流技术为底层进行产品布局，可以提升“源、网、荷、储”环节的关键设备的安全性；在源侧，具备综合的清洁能源解决方案能力以及能源管理平台；在网侧，提供电能治理设备板块的关键产品；在荷侧，交付变频器等关键产品，助力客户智能节能；在储侧，美的已涉足多种电化学储能产品。

通过数字化技术对以上“硬件”运行数据进行分析，美的集团可以实现软硬件结合，为行业提供更有针对性、更高效、更有利于节能减排的解决方案。

值得一提的是，作为国内标杆制造业企业，美的顺应数字化、智能化和低碳化的时代大势，于2021年首次对外发布绿色战略，确立了“2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和”的目标。如今，无论是在建筑低碳化，还是在工业园区低碳化的道路上，美的正持续发力，铺就更加绿色的产业发展之路。

王海霞 中国能源网 2022-08-24

我国已建成世界最大的超低排放火电厂群

本报讯 记者朱妍报道：生态环境部在8月23日召开的例行新闻发布会上通报，2021年，全国环保产业营业收入约为2.18万亿元，同比增长11.8%。环保产业规模持续扩大，对国民经济的贡献逐步提升，带动新技术成果有力支撑污染防治攻坚战。目前，火电厂超低排放、大型垃圾焚烧、燃煤烟气治理技术装备达到世界领先水平，我国已建成世界最大的超低排放火电厂群。

据生态环境部科技与财务司司长邹首民介绍，得益于技术进步，“十三五”以来，我国燃煤电厂完成超低排放改造9.5亿千瓦，钢铁行业超低排放改造产能达6.2亿吨，新建城市垃圾焚烧场240座，新增城市生活垃圾处理能力约64万吨/日。环境监测仪器设备的自动化、成套化、智能化、立体化进步显著，很多在用的环境监测仪器设备基本实现国产化。此外，我国已形成全链条的环保产业体系，涵盖污染治理和生态修复技术研发、装备制造、设计施工、运行维护、投资运营、综合咨询等环节。为响应国家“双碳”战略，环保产业体系正在向低碳、绿色、循环发展等领域快速拓展，东部地区产业发展进一步深化，中部地区迅速崛起，西部地区快速追赶。

针对新污染物治理的科技攻关正在加速。今年5月，国务院办公厅印发的《新污染物治理行动方案》显示，有毒有害化学物质的生产和使用是新污染物主要来源，其生产加工与化工等能源细分行业息息相关。

对此，邹首民表示，我国已在有毒有害新污染物监测分析、风险评估、排放源溯源、污染物有效去除技术研发与评价等方面开展工作，研究建立了“筛—评—控”逐级识别与分类管理的新污染物治理体系，形成了《化学物质环境风险评估技术方法框架性指南（试行）》等系列标准/技术规范，有效支撑了新污染治理工作。但目前，科技支撑的基础相对薄弱，下一步将加强新污染物毒性测试、危害机理、计算毒理、暴露预测、环境归趋、追踪溯源、监测检测等基础研究；大力研发新污染物绿色替代品、替代技术、减排技术和治理修复技术，加快新污染物环境风险管控技术推广，提升新污染认知和治理修复能力。

资金投入是深入打好污染防治攻坚战的重要基础性保障。记者还从会上获悉，为引导和促进更多资金投向应对气候变化领域，生态环境部确定了23个地方入选气候投融资试点，包括北京密云、通州，河北保定，山西省太原、长治等地。生态环境部将会同有关部门支持和指导试点地方建立各相关部门间的工作协调机制，积极培育具有显著气候效益的重点项目，加强对碳排放数据质量的监管，积极搭建国际交流与合作平台。力争通过3—5年努力，探索一批气候投融资发展模式，形成可复制、可推广的成功经验，助力实现碳达峰碳中和目标。

中国能源报 2022-08-29

新能源需主动支撑新型电力系统安全运行

“当前，能源转型深入推进，新能源快速发展、占比逐步提高，用电需求持续增长，电力系统运行机理发生深刻变化，电力电量平衡的技术基础也发生重大变化，电力系统安全稳定运行面临前所未有的挑战。推动新型电力系统技术创新，加快攻克‘卡脖子’‘无人区’技术是我们面临的紧迫课题。”8月22日，国家电网有限公司（以下简称“国家电网”）董事长、党组书记，新型电力系统技术创新联盟（以下简称“创新联盟”）理事长辛保安在该创新联盟理事会第一次会议暨专家委员会主任委员会上指出。

与会专家认为，构建新型电力系统，涉及领域多、影响范围广，迫切需要重大技术创新，更需要产业链各主体携手解决技术型难题，共同推动能源转型变革。

“双高”等新能源“新”问题暴露

实现碳达峰碳中和，能源是主战场，电力是主力军。随着可再生能源在能源体系中的占比逐年提升，电力系统正面临新的挑战。

中国电力科学研究院有限公司总工程师王伟胜指出，近20年，我国新能源发电持续快速发展，目前风电和光伏装机容量遥居世界第一。此前，新能源发电规模小，对电网运行影响小，主要解决的是电能质量问题。随着局部地区集中接入规模增大，新能源的弱抗扰性、故障穿越能力不足问题开始显现。同时，在大基地开发、特高压直流送出的发展模式下，呈现高比例可再生能源、高比例电力电子装备特征，电力系统稳定性面临较大挑战。

新疆金风科技股份有限公司董事长武钢对此表示认同：“我国可再生能源装机规模正快速增长，对电力系统安全性和稳定性的要求也越来越高。同时，新能源发电具有一定的波动性和随机性，在负荷峰值段和异常天气时段出现电量缺口时，如何保障电力供需实时平衡需要业内思考、探索。”

王伟胜认为，碳达峰碳中和及构建新型电力系统的目标，给新能源产业后续发展提出了新的核心需求，即不仅要大规模安装，更要实现大规模消纳。这客观上要求新能源必须进一步提升主动支撑能力，增强并网性能。

并网同时需提供主动支撑功能

新问题给新能源并网提出了新要求。“过去，可再生能源电源的发展目标是能够输出合格电能且并入大电网。如今，可再生能源电源在输出合格电能并入大电网的同时，还需对电网提供主动支撑，保证电力系统安全性，提升新能源电力消纳比例。”武钢说。

阳光电源股份有限公司高级副总裁赵为预计，新能源将在2035年前后成为电力装机主体，到2050年前后成为电量主体。因此亟需将光伏、风电的支撑能力从稳态、小扰动拓展至暂态、大扰动，从单机响应拓展到单机-场站-电网协同支撑。未来新能源发电设备应普遍实现主动支撑功能，并逐步具备电网构建能力。

在王伟胜看来，新能源的发展过程就是并网技术不断进步的过程。电网技术升级在推动支撑能力发展的同时，还需要新能源主动支撑技术发展，提升电网的安全性和稳定性。构建新型电力系统，新能源需具备主动支撑能力。而新能源的控制灵活性、可塑性也为主动支撑技术实现提供了可行性。“和常规电源不同，新能源不仅受资源和天气的约束，发电单元单体容量较小，设备数量也很多。既要考虑到客观因素，也要将其放在场站级和系统性的层面上进行协调。”

据了解，为加快新型电力系统建设，国家电网正大力支持主动支撑型新能源发电及主网运行技术研究，希望通过示范试点项目，从平台、装备、场站、县域、系统层面出发，不断推进主动支撑型技术发展创新。

创新联盟将引领电力关键技术研发

与会专家一致认为，构建新型电力系统涉及源网荷储全链条，技术难题多、攻关难度大，依靠单方面的力量无法完全支撑，必须聚合各方面的创新合力。

今年4月，国家电网发起成立创新联盟，积极搭建交流平台，推动合作不断深化。截至目前，

创新联盟成员单位从 31 家扩充至 52 家，达成 32 项前瞻性技术合作意向，联合申报 12 项国家重点研发计划，拉动研发及产业投入超过 1000 亿元，桥梁纽带作用充分发挥，社会影响力持续提升，各项工作开拓了新局面、取得了新成效。

在国网经济技术研究院总工程师李晖看来，新型电力系统既是我国高水平参与全球科技治理的关键技术领域，也是关系我国国家能源安全和国民经济命脉的重要领域。为了加快突破新型电力系统基础性、前瞻性和“卡脖子”技术难题，需要通过能源电力行业通力合作、分工部署，在跨领域、跨学科、跨环节科技攻关取得新进展，为实现能源电力行业关键核心技术自主可控注入强大动力。

武钢指出，在当前“双碳”达标和保供的双重压力下，能源企业面临着巨大挑战，需要联合多方力量，基于供给侧、消费侧、技术、体制机制四方面同步高效配合，互相促进新型电力系统构建和产业发展。

此外，中国能源建设股份有限公司电力规划设计总院有限公司党委书记、董事长杜忠明则表示，建设新型电力系统是一项长期复杂的系统工程，创新联盟各成员单位应发挥各自优势，密切配合协同攻关，共同推进新型电力系统的高质量发展。

本报记者 董梓童 苏南 中国能源报 2022-08-29

浙江最大绿电熔盐储能项目验收

“天圣集团熔盐储能项目顺利通过初验，已基本具备送电条件。”8 月 15 日，浙江省内最大熔盐储能项目于绍兴天圣集团天实园区完成验收。据测算，该项目建成后，每年可发电 3200 万千瓦时，年供蒸汽量 42 万吨。

熔盐储能成新型储能佼佼者

今年以来，正打造国家电网新型电力系统省级示范区的浙江，积极探索新型储能发展模式，努力激活储能资源价值，保障大电网安全稳定运行和能源安全供给。6 月，浙江省发展改革委、浙江省能源局联合发布《浙江省“十四五”新型储能发展规划》，其中天圣集团绿电熔盐储能项目被列入首批示范项目，在探索新型储能发展领域上迈出了坚实的一步。

据悉，浙江天圣控股集团有限公司坐落于浙江绍兴柯桥印染集聚区，近年来成功探索并形成了“化纤+印染”一体化循环能源产业园经营模式。目前，天实产业园具备年产 130 万吨差别化纤维的生产能力，产能占全国化纤全拉伸丝产量的 10%左右，规模处于全国行业前 10 位，因此蒸汽用热需求量十分庞大。

“我们之前都是用煤炭等化石燃料供热，但现在全球燃料产能下降，国内煤炭价格暴涨，叠加能耗“双控”政策影响，原先所采用的燃煤锅炉、热电厂管道蒸汽和天然气等主要热源已无法保障蒸汽供应，所以必须寻求全新的破局之道。”天圣集团熔盐项目负责人俞建强介绍道。

随着建设成本不断下降、市场机制日趋完善，新型储能或将迎来大规模发展的机遇期。而熔盐储能作为新型储能界的佼佼者，是仅次于抽水蓄能、电化学储能的第三大储能技术，在助力打造零碳产业园的同时，可为高能耗用户提供绿色能源解决方案，解决企业的燃眉之急。

助力清洁电力消纳

熔盐储能打破了传统燃煤供汽、发电模式，通过高效利用西部地区的风电、光伏等可再生能源电力并在廉价谷电时段对熔盐罐进行加热，实现能量存储，存储的热量通过蒸汽发生系统产生蒸汽，可实现清洁供热，也可推动汽轮发电机再次输出持续、稳定的电能。

“这是全国首个利用谷电进行发电的熔盐储能项目，是规模化熔盐储能在用户侧的示范性尝试。通过在西部地区建设大型风光电基地，助力远方清洁能源消纳，让用户享受绿电权益、抵扣能耗指标的同时，还为企业免去了配建储能设施的额外投资成本。”国网绍兴供电公司客户经理孙季俭说道。

随着国家双碳目标的提出，清洁电力占比将越来越高，短时缺电力与全年富电量、系统灵活性不足与新能源消纳受限等问题将更加突出，而储能技术则成了破解能源发展三元悖论的金钥匙。

国网绍兴供电公司市场服务中心主任徐文华表示，熔盐储能可在低谷时段消纳富余电能，尖、高峰时段对外供热、供电，为保障民生可靠用电安上“双保险”。同时，该熔盐储能项目能以 1 万千瓦的功率运行 12 小时，可全负荷支持削峰填谷，有效平抑电网负荷峰谷差，为电力系统提供百兆瓦级灵活调节能力。这么一来，既提升了新能源消纳能力又平滑了电网负荷曲线，支撑能耗“双控”和“双碳”目标，减碳效益显著、投资效益可观。此外，其灵活稳定的消纳和输出能力使得企业生产在时间安排上更加灵活，创造出额外的时间价值，可谓一举多得。

据测算，熔盐储能供蒸汽项目建成后蒸汽成本可低至 210 元/吨。“我们大致算了一下账，假设投资一套年供蒸汽量为 100 万吨左右的熔盐储能装置，预计 2 至 3 年就可收回成本。从长远来看，这对我们企业发展来说是一笔稳赚的买卖。”俞建强对企业未来发展充满了信心。该熔盐储能电站建成后，产业园全年可节约动力煤 13.9 万吨，全年减排二氧化碳 36 万吨，为企业节能低碳转型插上“双翼”。

值得一提的是，该熔盐储能项目在绿电凭证上有着大量的刚性需求，借助绿电交易市场这一“枢纽”进行传导，促进光伏等新能源电站平价上网积极性，其优良的储能特性也有助于绍兴地区新能源的集中消纳。

据国网绍兴供电公司市场服务中心主任徐文华介绍：“由于受到疫情等因素影响，为了不影响工程进度，我们采用 110 千伏移动预装式变电站代替传统变电站，有效缩减变电站建设工期，确保该项目能够如期投运。”

一直以来，国网绍兴供电公司强化储能电力系统平衡调节功能，助力各类新型储能领跑“双碳赛道”，在新型储能领域做出许多大胆的尝试与探索。6 月 17 日，全国首个 35 千伏中压直挂式储能电站在绍兴并网运行，进一步增强了电网支撑能力，并作为大型备用电源，有效提升故障后恢复能力，减少停电经济损失。此前，新凤凰公司新型复合储能项目，创新性地采用锌镍空液流电池，储能电池原料成本低、使用寿命更长。而在整合储能设备的基础上，国网绍兴供电公司通过“云储能”交易平台充分调动储能资源，带动更多市场及用户参与储能建设并享受红利，既满足企业用能需求，又降低用电成本。

严璐瑶 王未央 中国能源报 2022-08-22

中芬能源合作多位一体微能源网示范项目投产

本报讯 8 月 17 日，广州南沙多位一体微能源网示范项目在广州举行投产仪式，成为第一批中芬能源合作示范项目中首个投产的项目。

广州南沙多位一体微能源网项目作为首批中芬能源合作示范项目，由广东电网有限责任公司广州供电局与芬兰企业 Convion、Savosolar 及 Heliostorage 共同实施，集成了太阳能集热、基岩储能和固体燃料电池等多项先进技术，成功建设风、光、岩、物、气、储、荷多位一体微能源网，可实现多能源互联互通、梯级利用，满足用户多元需求。

宗合 中国能源报 2022-08-22

重磅！首个零碳未来城发展规划获批

近日，中核集团秦山核电与浙江海盐共同谋划的《零碳未来城发展规划》获浙江省发展和改革委员会正式批复，标志着国内首个依托核能综合利用打造的零碳高质量发展示范区规划正式亮相浙江。

零碳未来城在哪里？

零碳未来城位于浙江省嘉兴市海盐县，由海盐县与秦山核电共同建设，重点开发面积约 30 平方公里。规划建设北部零碳产业区、南部未来科教区和核电小镇升级版，打造一个零碳引领力强、发

展带动力强、彰显城市魅力的未来之城。

零碳未来城有什么特点？

充分发挥核能安全、高效、清洁的特点，推动核能综合利用，建立零碳综合能源供应平台，向周边区域供应电、热、冷、氢、压缩空气等，大力培育核电关联、高端装备制造、同位素生产应用产业链以及数字经济产业集群，形成生产、生活、生态有机融合，全域零碳的未来城市新空间。

建设零碳未来城的主要目的？

深入贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰碳中和的战略决策，紧扣浙江省委书记袁家军在全省碳达峰碳中和工作推进会提出的“围绕核电基地探索建设零碳未来城（园）”具体要求，打造以零碳能源为基底、低碳产业为支撑、零碳生活为风尚的零碳未来城，为浙江省在高质量发展中奋力推进“两个先行”注入硬核力量。

链接

规划主要内容

一、指导思想：

紧紧围绕碳达峰碳中和战略目标和浙江省奋力推进“两个先行”的使命要求，探索形成零碳未来城市的发展模式与实现路径，打造国内首个、国际领先的零碳高质量发展示范区，充分满足人民群众对美好生活的向往，成为展现零碳发展和未来城市的“重要窗口”。

二、总体要求和目标

“155”零碳未来城顶层设计体系：

一个核心目标：打造国内首个、国际领先的零碳高质量发展示范区。

五大特征：零碳示范、产城融合、科创引领、企地共建、智慧互联。

五大场景：零碳能源、低碳产业、零碳生活、未来治理、未来景观。

基本原则：

深化改革、先行先试，科创引领、智驱未来，开放共享、央地共融，以人为本、生态优先。

发展定位：

零碳示范高地 绿色科创高地央地融合发展高地 零碳国际合作高地

发展目标：

到 2025 年:重要项目基本建成，同位素产业园建成投产，清洁能源产业初具规模，核能供热示范项目投入使用，能源和交通网架基本成型，企地共融和开发机制不断完善，初步建成零碳未来城。

到 2030 年:进一步做大做强，建成高质量的零碳未来城，逐步将零碳能源供应范围扩大至高铁新城、海盐县全域，打造零碳海盐。积极谋划新的清洁能源项目，扩大同位素（核药、医院康养）、清洁能源产业链，推动产业升级。

到 2035 年:形成零碳社区、零碳产业园、零碳城市等系列零碳示范，力争一定的碳汇余量（负碳排放），成为具有全球影响力的零碳、创新、智慧的新城。

三、重点任务

1.打造三生融合、全域零碳的未来城市新空间

以三生融合为布局理念，重点打造“双区并进、一镇提升”的空间格局，建设北部零碳产业区、南部未来科教区和核电小镇升级版，形成生产、生活、生态有机融合，全域零碳的未来城市新空间。

2.打造核产业为主、融合发展的低碳产业新高地

重点发展核电及关联、核技术应用 2 个产业，谋划发展新能源新材料、高端装备制造、数字经济、农旅休闲等产业，着力培育科创产业，打造成为具有影响力的绿色产业集聚区、长三角绿色零碳科技创新策源地。

3.打造核能为基、综合协同的零碳能源新系统

以“核”为基，以电力、热力、集中供压缩空气等为重点，积极推动核能综合利用，打造核能零碳能源体系，为全球零碳化治理提供综合能源供应解决方案。

4.打造基于自然、和谐友好的未来景观新环境

坚持全领域保护、全过程防控、全要素治理，高水平保护山水林田湖生命共同体，高标准构建生态环境保护体系，高质量打造水乡特色的未来景观。

5.打造整体智治、智慧高效的未来治理新场景

以数字化改革为核心，加强能源、产业、生态环境、社会等多场景的数据感知收集及运用，协同推进重大平台、场景的实施和构建，实现零碳未来城的整体智治、高效协同。

6.打造以人为本、生态友好的零碳生活新风尚

高标准建设绿色建筑，完善零碳智能交通系统，构建多圈层式生活半径，优化公共服务，打造一座绿色零碳、便捷高效、人本关怀的生态宜居未来城。

吕铭 中国能源网 2022-08-25

太阳能

隆基绿能助力交通新能源融合发展

为深入实施《国家综合立体交通网规划纲要》《交通强国建设纲要》和“十四五”系列规划，助力综合交通运输高质量发展，开启综合交通运输发展新阶段，8月20日，由中国交通运输协会主办的中国交通运输协会成立40周年暨第一届中国综合交通发展大会在北京成功举办。

期间，交通运输部科学研究院环境科技公司联合交通与新能源产业链上下游相关单位，正式成立交通新能源研发中心，探索交通与新能源融合新生态，打造交通能源融合发展一流合作平台。其中，隆基绿能科技股份有限公司（以下简称“隆基绿能”）是交通新能源研发中心的发起单位之一。

数据显示，中国交通运输业的碳排放量占全国碳排放总量的11%左右，具有增速快、碳排潜力大的特点。过去10年，我国交通运输领域碳排放年均增速保持在5%以上，已成为温室气体排放增长最快的领域之一，因此推动交通运输领域做好碳达峰碳中和相关工作，是加速交通运输行业绿色低碳转型、推动高质量发展的重要抓手，也是加快建设交通强国的重要内容。其中，交通用能深度电气化、绿色高效化是实现交通运输领域实现碳达峰、迈向碳中和的重要路径。

基于此，交通新能源研发中心的主要任务是围绕安全、便捷、高效、绿色、经济的现代综合交通运输体系建设，促进交通与新能源融合发展，开展前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新，促进重大科技成果的工程化、产业化，为提高综合交通供给能力、服务管理能力和可持续发展能力，建设交通强国提供科技支撑。

未来，隆基绿能将与交通运输部科学研究院环境科技公司等单位共同打造这一交通+新能源融合发展的合作平台，研发交通新能源产品和技术，促进新能源产品和技术在交通行业的推广应用，推动构建零碳交通体系和推动全社会的碳中和行动愿景实现。

交通运输的减碳需要依靠大规模的新能源替代和能效提升手段，交通运输领域不同运输方式的碳排放总量差异较大，针对不同的交通运输方式（公路、水路、航空、地铁、铁路等）及场景，隆基绿能推出了综合交通绿色解决方案，并在大会期间进行了分享，方案根据交通运输可建设绿色电力的场景分为建筑物顶面、停车棚、周边空地、路途护坡、声屏障等。

建筑屋面的最佳选择，隆基绿能有不同的答案。

据了解，针对不同建筑的屋面特性，隆基绿能经多年实践经验推出了隆基隆顶、水泥屋面、柔性屋面、屋顶阳光棚等可满足不同建筑屋面类型的光伏绿电产品及解决方案。“因顶制宜”是隆基绿能建筑屋面绿色电力解决方案的核心，充分尊重建筑的特性，重点考虑建筑防水、防火、抗风揭、气密性、使用寿命、场址特点等多重必要因素，使建筑与光伏相辅相成、高度融合，才能让建筑在全生命周期中高质量运行，源源不断地产生绿色电力。

现阶段，绝大多数新能源电动汽车充电都来自火力发电，只有使用绿色电力作为新能源汽车的驱动动力，才能从汽车能耗端解决减排问题。隆基隆行集光储充管一体，具有遮阳避雨、稳定发电、高效利用空间、智能调配电力、安装便捷等优点，针对不同地域气候特点还可采用铝合金、碳钢等不同类型方案，可在高速服务区、火车站、枢纽站等停车场地规模化应用。

在高速公路收费站、服务区、火车站、铁路沿线周边平整空地、护坡等具备条件的地方可使用传统地面光伏电站的建设方式，隆基绿能针对不同的场地类型可分别选用单立柱支架、双立柱支架、柔性支架等固定方案，充分利用各类交通运输场地资源，让交通运输线变成绿色能源生产线。此外，该公司还推出了“绿电”+“绿氢”的绿色能源产品及解决方案，有望在未来的综合交通领域发挥重要作用。

高珂楠 中国能源报 2022-08-29

内蒙古发力光伏全产业链

本报讯 记者张胜杰报道：“当前，内蒙古光伏电站装机规模大、项目建设热，硅材料企业集聚、企业扩产热，但缺少切片、电池片和组件企业。”在近日召开的 2021—2022 内蒙古光伏产业高质量发展论坛上，内蒙古太阳能行业协会会长温建亮说。

目前，内蒙古第一批 8 个国家大型风电光伏基地共计 2020 万千瓦项目已完成核准备案，第二批 5 个大型风电光伏基地项目共计 1188 万千瓦，项目清单已于近期下发。如何破解当前光伏行业的难点，通过不断延链、补链，助力光伏产业发展驶入快车道？

温建亮称，在光伏装备制造方面，内蒙古只有上游光伏硅材料和少量中游硅片产业，下游光伏电池组件企业很少，配套产业也不是很健全。他举了一个小例子：“比如，内蒙古生产的硅棒运到南方最后生产成组件，再运回内蒙古完成装机。”

记者了解到，多数硅材料企业不愿意在内蒙古投资下游生产项目，主要原因是生产成本比南方高不少。“实际上，内蒙古硅棒、硅片产能很大，铝成本很低，生产玻璃的原料也很多，急需龙头企业牵头整合资源建设光伏组件厂，完善内蒙古光伏产业链。”温建亮说。

意识到上述问题后，内蒙古出台了一系列指导性的文件。如内蒙古自治区人民政府办公厅在《内蒙古自治区新能源装备制造业高质量发展实施方案（2021—2025 年）》中就明确指出，在光伏发电装备制造方面，要依托光伏材料产业优势，鼓励多晶硅、单晶硅企业延伸产业链条，发展下游电池片、电池组件。另外，内蒙古自治区能源局在印发的《推动全区风电光伏新能源产业高质量发展的意见》中表示，要全面启动蒙西大型风电光伏基地规划建设，同时在既有输电通道上全面匹配新能源电力外送规模；创新和拓展新能源场景应用，加快源网荷储一体化、风光制氢一体化、工业园区可再生能源替代，支持全额自发自用和不占用电网调峰空间项目建设，促进市场化消纳新能源等。

以包头市为例，该市新能源资源丰富，是内蒙古自治区少有的风光资源“双高值”地区，目前，该市两个高端风电制造产业园已开工建设，一批切片、电池片、组件等光伏延链补链项目加速推进，预计年底光伏产业产值可以突破 1000 亿元。

一批光伏项目陆续落地。3 月，隆基与鄂尔多斯市人民政府、伊金霍洛旗人民政府牵手合作。该项目主要在伊金霍洛旗蒙苏经济开发区投资建设年产 2000 万千瓦单晶硅棒和切片、3000 万千瓦高效单晶电池及 500 万千瓦高效光伏组件，是在技术先进性、成本经济性方面具备全面领先优势的全产业链项目。

天合光能股份有限公司中国区市场总监唐正恺表示，以前，我国光伏组件的市场主要在国外，为了便于运输，大多数企业的生产基地会选择在沿海城市和港口，这样能够大幅度降低生产成本，这就导致了国内第一批组件企业大部分都聚集在江苏、浙江等沿海一带。如今，市场转移到了西北地区，内蒙古作为光伏大基地非常重要的一个省份，市场空间非常大。8 月初，天合光能股份有限公司在鄂尔多斯市准格尔旗新能源科技产业基地成功下线内蒙古首片大尺寸组件，标志着天合光能内

蒙古太阳能组件项目成功投产，这不仅打通了内蒙古光伏上下游产业链，实现了产品与终端市场的紧密衔接，还填补了内蒙古光伏全产业链在组件制造端的空白。

“这些项目的落成，都是建设光伏全产业链的好消息。”温建亮说，“内蒙古争取在‘十四五’期间形成高效光伏组件产能 700 万千瓦，新增高效光伏电池产能 700 万千瓦，力争新增光伏玻璃产能 3000 万平方米以上，EVA 胶膜 6000 万平方米以上，兆瓦级光伏逆变器产能 400 万千瓦。通过不断延伸产业链、优化创新链、提升价值链，推动内蒙古光伏产业高质量发展。”

中国能源报 2022-08-29

全国首个交通全场景友好型分布式光储项目投运

本报讯 四川攀枝花至云南大理高速公路四川段分布式光储项目日前成功并网运行，标志着全国首个交通全场景友好型分布式光储项目正式投入运行。

交通全场景友好型分布式光储项目是指利用高速公路项目红线范围内各类闲置交通资产，如道路边坡、建筑屋顶、弃土场、隧道隔离带、服务区、收费站等全场景，建设分布式光储，集成光伏发电、电能储存、车辆充电、风光储氢多源协同的“冷热电”多能供应，实现资源的高效利用。

交通全场景友好型分布式光储项目是科技部重点科技专项“公路交通自洽能源系统的多能变换与控制技术”工程，此次攀大高速全线启动的分布式光储项目装机容量 2 兆瓦，解决了弃土场利用及房屋防水隔热等问题，做到不影响高速公路边坡结构和交通安全，实现新能源与道路交通的友好适配。

分布式光储项目实施过程中，建设团队研发了“智慧跟踪光伏系统+高标准农田建设复合利用技术”等 12 项创新技术。同时，项目还创新使用了柴油发电机及铅酸电池清洁替代储能成套装备技术等，让高速公路沿线弃土场旧貌焕新颜，道路两侧边坡、建筑屋面等变成了能效聚合场。

投运后的分布式光储项目预计年平均发电量 285 万千瓦时，运营 25 年总发电量达 7125 万千瓦时，可节约标准煤约 2.34 万吨、减少二氧化碳约 5.7 万吨。

刘忠俊 王鹏 中国能源报 2022-08-15

上海光伏建设提速

8 月 11 日，上海市发改委公布《上海市能源电力领域碳达峰实施方案》，在大力发展可再生能源方面，提出要全面推广光伏应用，并明确了 2025 年、2030 年全市光伏装机力争达到 407 万千瓦、700 万千瓦的目标。

对此，上海市太阳能学会理事长代彦军表示，上海可发展基于当地特色的分布式光伏，例如，分布式建筑一体化光伏、农光互补、渔光互补、滩涂光伏等。

“上海是世界级大城市，并拥有特斯拉、上海大众等众多工厂，用电负荷巨大。”中国建筑科学研究院环境与能源研究院太阳能应用研究中心主任张昕宇表示，“上海巨大的能源消耗，也给光伏消纳提供了途径。”

代彦军介绍，上海光伏资源丰富，各类建筑屋顶，包括公共建筑、居住建筑和工业建筑等都适宜安装光伏系统。“上海建筑总面积超 14 亿平方米，其中适合安装光伏的建筑面积估计可达数亿平方米。同时，崇明、奉贤等郊区的生态农业可发展农光互补、渔光互补、滩涂光伏、以及近海海面光伏等。上海光伏资源具备每年提供数百亿度绿电的潜力。”

此外，上海具备良好的开发利用太阳能的辐照资源条件，“与光伏发电较普及的德国相比，上海辐照条件更优。粗略估算，每平方米光伏电池板每年约可提供 200 千瓦时的绿色电力。”代彦军说。

然而，部分居民屋顶产权不明仍限制着上海屋顶光伏的发展。

代彦军认为，目前国家对多层和高层住宅屋顶光伏产权尚无明确规定，极可能会因投资收益等

问题产生矛盾，影响屋顶光伏项目建设。

对此，代彦军建议：“对既有建筑光伏改造时，可引入第三方资本，投资方与居民共享光伏电力收益，双方协商沟通分配比例，居民按面积比例计算收益。或者，可通过协商，采取租赁屋顶的模式，居民按面积比例分享租金。对于新建建筑预先安装光伏的，则可直接纳入销售条款，将光伏电力整合入住宅小区电网。”

张昕宇进一步建议：“对于屋顶光伏建设，政府最好采用“萝卜+大棒”的原则，一方面提供补贴，降低光伏发电成本，调动投资商和业主的积极性；另一方面采取用电定额政策，对于用电量大的工商业建筑，采取超额电费上浮制度，激励业主为降低电费成本而积极建设光伏发电系统。”

“光伏赛道竞争越来越激烈，期待政府能进一步规范行业管理、项目建设、运维技术标准，为行业发展创造更好的外部环境。”上海临港弘博新能源发展有限公司总经理王泰表示。

代彦军透露，目前上海市太阳能学会已会同有关管理部门、行业企业和研究机构，积极准备制定相关技术标准和推荐技术目录，对光伏技术产品应用进行引导。

本报实习记者 林水静 中国能源报 2022-08-22

首航高科投建光热储能大基地

随着光伏、风电等新能源电力占比的持续增长，能够快速、节能、安全的储能方式越来越受关注。近日，首航高科发布公告称，预计投资金额 100-110 亿元，用于“20 万千瓦光热+80 万千瓦风电+52 万千瓦光伏”的光热（储）新能源多能互补一体化大基地项目。

总市值 109.9 亿元，业绩多年亏损，首航高科底气何来？

账面资金紧张

首航高科历年财报显示，2018 年至 2021 年，年营业收入分别为 5.750 亿元、7.441 亿元、4.405 亿元、7.185 亿元，扣非后净利润分别为-6.45 亿元、0.08 亿元、-8.94 亿元、-2.2 亿元，多年为负利或微利。同时，公司货币资金也在连年减少，分别为 26.61 亿元、22.71 亿元、11.09 亿元、2.659 亿元。截至 2022 年一季度报告，首航高科货币资金 1.654 亿元。

账面资金不足 2 亿，首航高科再投百亿项目靠谱吗？投资者也不禁发出了疑问。对此，首航高科日前在投资互动平台中回复称，项目会引入央企或国企作为战略投资者。

“找央企或国企担任战略投资者，一方面有助于提升公司的经营效率和治理水平，从而提升利润率；另一方面，若战投以追求长期战略利益为目标深度参与，有助于提升核心竞争力。”清晖智库首席经济学家宋清辉表示。

面对多年亏损，首航高科在《关于深交所 2021 年年报问询函的回复》（以下简称《回复》）中表示，受多重因素影响，公司近几年经营业绩不佳，主要是处于转型阶段，随着行业政策的变化和技术革新，资产产生减值情况，但持续经营能力不存在不确定性。

拐点似乎已经出现。7 月 29 日，首航高科发布《关于收到光热发电项目中标通知书》的公告，确认中标 001 标段三峡能源青海格尔木 100 兆瓦光热项目 EPC 总承包，中标金额 16.48 亿元，这比首航高科 2021 年营收的 2 倍还多。

在首航高科发布投资百亿公告后的首个周一，首航高科股市开盘总市值显示为 109.9 亿元。而截至发稿，总市值已上涨至约 140 亿元。可以看出，市场对于首航高科的前景预期较好。

不是外行

首航高科成立于 2001 年，以空冷业务起家，涵盖了从 1 万千瓦到 100 万千瓦等机组的空冷系统。当下，首航高科的主要业务已逐步从空冷业务向光热业务发展。

首航高科在《回复》中表示，近几年，公司的经营业务划分为 6 个经营分部，分别为空冷设备、海水淡化设备、余热发电、售电业务、光热发电及供暖收入部分。公司主要业务贡献为空冷设备、余热发电及光热发电业务，其中余热发电和光热发电业务呈现规模和毛利逐步上升趋势，2021 年公

司毛利达到 1.39 亿元。

何为光热储能？首航高科曾介绍，当电网不能完全消纳风电或者光伏发电等能源时，这些过剩的能源可以通过电加热器，加热光热中的熔盐，将能量储存起来，在用电高峰时，以最大效率生产出源源不断的电能，发电过程与传统的核电、燃煤以及燃气发电方式一样，无需转换，促进风电和光伏的随机波动性电源的消纳。即使碰上连续多日无水、无风、无光、无煤的极端情况，凭借大容量的光热储能系统和熔盐罐保温设计，仍然能保证储能系统安全运行。

自 2010 年起，首航高科就开始了光热发电系统的研究与开发。2014 年投建敦煌 1 万千瓦塔式熔盐光热项目，2018 年敦煌 10 万千瓦塔式熔盐光热电站成功并网发电，2021 年中标青海 100 万千瓦“光热+多能互补”项目。布局多年，首航高科光热储能规模的逐步扩大，似乎成了此次决定百亿投资的底气。

对于此项百亿投资，首航高科也已开始布局。8 月 15 日晚间公告显示，首航高科拟在酒泉市肃州区以 1.5 亿元设立项目公司，用于这次百亿项目的备案和项目实施。

乘政策东风

“上市企业投资相当市值的项目并不十分常见，未来一旦投资项目不达预期效益，将会对经营业绩造成不利影响和风险。”宋清辉表示，“不过，在政策助力下，风光热储项目或将在未来一段时间内成为市场主流。在此背景下，首航高科此举，对产业发展具有一定的积极影响。”

去年 10 月，国务院印发了《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》，在能源绿色低碳转型行动的大力发展新能源中指出，要积极发展太阳能光热发电，推动建立光热发电与光伏发电、风电互补调节的风光热综合可再生能源发电基地。同时，在绿色低碳科技创新行动中提到，要加快先进适用技术研发和推广应用，其中包括推进熔盐储能供热和发电示范应用。

多项利好政策的陆续出台，促使“风光热+多能互补”开始驶入快车道。随着技术不断发展成熟、项目持续推进，光热储能将在能源体系中扮演越来越重要的角色。

东北证券研报认为，首航高科是国内唯一光热发电全产业链布局的公司。预计日前中标的三峡能源青海格尔木 100 兆瓦光热项目只是西部光热充足省份大规模招投标的开端。随着风光大基地建设的快速推进，公司有望依托全产业链优势推动光热储能项目由点到面普及。

本报实习记者 林水静 中国能源报 2022-08-22

首个分布式光伏发电安全倡议落地！

8 月 19 日，由中国绿色供应链联盟光伏专委会携手浙江省嘉兴市秀洲区人民政府共同主办的“2022 中国光伏绿色供应链大会”在嘉兴落幕。优得运维受邀出席由昱能科技和中国电机工程学会新能源并网与运行专业委员会联合主办的光伏发电与新型电力系统分论坛。在论坛期间，作为电站运维领域的企业代表，优得运维参与了行业首个关于分布式光伏发电安全倡议，并发布了《加强分布式光伏发电安全倡议书》，赋能分布式光伏安全健康发展。共同发起倡议的还包括中国建筑科学研究院防火研究所、昱能科技、华为数字能源、固德威、史陶比尔等 8 家单位。

近年来，随着碳达峰碳中和目标驱动及“整县开发试点”工作推进，分布式光伏发展迎来黄金时代。分布式光伏发电项目数量众多、区域分散、周边环境复杂，安全生产管理难度较大，为业主生命财产安全和电力系统运行安全带来了新的风险和挑战。此次多家企业共同发起的“加强分布式光伏发电安全倡议”，旨在加强分布式光伏发电安全工作，促进产业健康可持续发展。

大会期间，优得运维运维部副总监吴建城发表了《光伏电站运维阶段的安全挑战》主题演讲，深入分析了目前分布式光伏安全问题背后的原因，并阐述了相应的解决方案。

事实上，电站设计期、建设期和运维期因建设方或运维方管理存在漏洞、人员培训不到位、设备存在缺陷，环境挑战严峻等原因，存在各种各样的电站安全问题，如环境存在污染、未设置安全防护栏、施工操作失误或不规范、运维人员未规范作业、电站发生火灾等，为业主生命财产安全和

安全平稳运行带来了巨大的风险。因此，电站安全一直以来都是优得运维首抓的重要环节。

优得运维通过提供风控前置服务、一站式电站技改服务、深化运维人员安全意识和智能的新能源资产平台，逐一破解上述电站安全上的痛点。电站运维阶段存在人、物、环境三方面安全影响因素，其中人的安全影响因素在运维工作中占据较大比例。为解决这一问题，优得就安全作业规范、安全意识培养等内容开展了一系列培训工作，这也是优得学校培训中的重要内容。

未来，优得运维将继续携手行业同仁，积极践行《加强分布式光伏发电安全倡议》，助力工商业分布式光伏和户用光伏向更加规范的方向发展，为更多电站安全平稳运行保驾护航。

仲新源 中国能源网 2022-08-23

新能源布局加速落子 风电光伏建设正酣

一边是以光伏为代表的新能源公司上半年业绩亮眼，频频亮出扩产计划，一边是众多企业纷纷跨界入场。这些火热景象的背后是今年我国新能源布局加速落子。

《经济参考报》记者了解到，当前我国多个新能源大基地规划建设加快推进，其中第三批大型风光电基地项目正在谋划。未来，消纳、土地、金融等方面的政策机制将进一步完善，新能源将迎来更大发展空间，为我国能源安全提供有力保障，也为经济增长和“双碳”目标实现注入新动力。

业绩亮眼多方入场

Wind 数据显示，截至 8 月 30 日，已有 44 家光伏上市公司披露了 2022 年上半年业绩，34 家公司实现归属于母公司净利润同比增长，占比超七成。其中，13 家公司上半年归属于母公司净利润同比增长 100%以上。

企业盈利强劲，光伏产业链投资火热。隆基绿能近日公告，拟 107.5 亿元投资建设鄂尔多斯年产 46GW 单晶硅棒和硅片项目；拟 25.2 亿元投资建设芜湖年产 10GW 单晶组件项目。

特变电工、上机数控、海源复材、晶澳科技等上市公司此前也纷纷宣布扩产计划，增加现有产业规模的同时，加速向上下游产业延伸。

值得注意的是，新能源公司发力产业链布局的同时，众多跨界企业加快入场。

例如，“三桶油”不约而同地把发展新能源作为转型发展的重要途径之一。中国石油董事长戴厚良在业绩发布会上表示，今年公司新能源发展速度要快于预期，到 2035 年左右，油、气、新能源业务将实现“三分天下”。

中国海油表示将充分利用自身海洋优势，促进油气业务和新能源业务融合发展，加速发展海上风电，择优发展陆上风光。中国石化正在推进“千站光伏推广计划”，目标是到“十四五”末在全国有 7000 座销售终端能推广分布式光伏发电。

大基地建设加速落地

光伏、风电等赛道火热的背后，是今年以来新能源布局加速落子。

光照资源丰富的宁东能源化工基地是宁夏第一批大型光伏基地的主要布局点。在这里，宁夏电力投资集团公司 20 万千瓦的光伏项目正在加快建设，预计年底建成投产。

沙漠、戈壁、荒漠地区的大型风光电基地开发建设是“十四五”新能源发展的重中之重。国家能源局新能源和可再生能源司司长李创军在近日召开的第二届清华大学“碳中和经济”论坛上透露，目前第一批基地已经全部开工建设，装机规模 9705 万千瓦。第二批基地项目清单已经印发，正在抓紧开展项目的前期工作。第三批基地项目也在组织谋划。

与此同时，《“十四五”可再生能源发展规划》中确定的七大陆上新能源基地、两大水风光综合开发基地及五大海上风电基地集群也正抓紧推进实施方案编制。

李创军介绍说，云贵川、藏东南等两大水风光综合开发基地预计新增光伏发电、风电装机 4000 万千瓦左右。五大海上风电基地集群预计新增并网海上风电超过 2000 万千瓦，新增开工规模 4000 万千瓦左右。而七大陆上新能源基地中，黄河几字弯可再生能源基地预计新增风电、光伏发电装机

规模超过 5000 万千瓦，松辽可再生能源基地新增风电、光伏发电装机近 3000 万千瓦。

各类大基地建设的推进带动我国新能源发展驶入“快车道”。中国电力企业联合会数据显示，截至今年 7 月底，非化石能源发电装机容量 11.9 亿千瓦，同比增长 14.7%。其中，风电 3.4 亿千瓦，同比增长 17.2%。太阳能发电 3.4 亿千瓦，同比增长 26.7%。1 至 7 月份，太阳能发电完成投资 773 亿元，同比增长 304.0%。

根据规划，到 2030 年，我国风电和太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上。业内普遍认为，“十四五”“十五五”时期风电、太阳能发电的新增装机有望远超规划目标。

精准施策破解难题

“‘十四五’可再生能源既要实现大规模的开发，同时也要高水平的消纳，保证整个电力的安全可靠供应。”李创军称。

从全国新能源消纳监测预警中心 8 月 30 日发布的《2022 年 7 月全国新能源并网消纳情况》来看，今年 1-7 月全国风电利用率达 96.1%，光伏利用率达 97.9%。其中，蒙西、蒙东风电利用率降到 90% 以下，弃风弃光有所抬头。

业内人士建议，加快构建国家级、大规模、高比例、安全可靠的新能源供给消纳“新体系”，支撑双碳目标实现。

中国工业经济联合会会长李毅中认为，要建设特高压输电，加大“西电东送”，同时推动“智慧电网”“储能+新能源”来平抑风光电的间歇性以及水电的季节性。最后也不能忽略火电仍然起着支撑和兜底的作用。

李创军透露，在健全可再生能源电力消纳保障机制的同时，将建立健全绿色能源消费机制，近期正在起草完善绿色电力证书制度，今后绿色电力证书将成为消费可再生能源主要的依据和证明，也是扩大可再生能源消纳的一个有效的手段。

积极有序发展光能源、硅能源、氢能源、可再生能源；部署促进光伏产业链供应链协同发展；加快电力装备绿色低碳创新发展……近期一系列政策密集出台，促进新能源发展。

李创军表示，下一步将会同相关部门进一步加强可再生能源土地和环境的支持保障，出台可再生能源空间布局专项规划。并且，加大可再生能源发展基金征收力度，研究完善深远海风电、生物质能、地热能等对于碳达峰有重要作用的可再生能源支持政策。此外，完善可再生能源绿色金融体系，开展水电、风电、太阳能、抽水蓄能基础设施不动产投资信托基金等试点。鼓励社会资本设立投资基金，支持可再生能源产业发展。

王璐 经济参考报 2022-08-31

海洋能、水能

抽蓄高质量发展需大范围统一配置资源

核心观点

目前以省为界进行抽蓄需求论证和资源配置不够合理，比如京津冀，京津经济发达用电负荷大，用电保证要求高，但京津区域抽蓄资源缺乏，可战略性把河北抽蓄资源纳入到跨区域平衡调度。

在国家政策持续发力下，抽水蓄能（以下简称“抽蓄”）行业发展步伐加快。不过，相比西方百年的抽蓄历史，我国抽蓄起步晚，虽然已发展为抽蓄大国，但还不是抽蓄强国。围绕我国抽蓄发展历程、特点及发展前景，记者日前专访了抽蓄规划设计行业的资深专家——中国电建集团北京勘测设计院总规划师靳亚东。

功能正悄然发生变化

中国能源报：我国抽蓄发展历程如何？其功能发生了哪些变化？

靳亚东：抽蓄电站自 1882 年问世至今，已拥有 140 年历史，中国进入该领域则要追溯到上世纪 60 年代。1968 年，河北平山县岗南水库安装了一台进口 1.1 万千瓦的岗南水电站，拉开了我国抽蓄建设序幕。

不过，我国真正意义的抽蓄发展是从 20 世纪 80 年代的选点规划开始的。十一届三中全会之后，伴随改革开放，我国经济社会高速发展，电力供需和电网调峰矛盾突出。在此情况下，较发达的东南沿海、华东、京津唐区域开始了对抽蓄的研究和论证，并于 1980—1985 年相继选出了第一批大型抽水蓄能站址，深入开展了各个阶段的勘测设计工作，陆续获得批准开工。代表性电站有潘家口 270MW、十三陵 800MW、广蓄一期二期 2400MW、天荒坪 1800MW。抽蓄建设从此进入探索期，这也是抽蓄电站发展的第一个建设高峰期。

2000—2010 年，是抽蓄发展第二阶段。进入 21 世纪，我国经济建设又进入新一轮的快速发展期，电力负荷迅速增长，多省市出现缺电现象。第一批抽水蓄能电站投入运行后在电网中发挥了重要的作用，深受电网调度管理人员欢迎，成为电网管理的有力工具，使人们对抽水蓄能电站建设的必要性有了进一步的认识。从 1999 年起，又一批共 11 座抽水蓄能电站陆续开工建设，建设规模达到 11220MW。抽水蓄能电站分布范围从东部沿海经济发达地区扩展到华中和东北地区，不仅在火电比重大的电网，也开始在水电比重大但调节性能并不好的电网建设抽水蓄能电站。代表性电站有张河湾、西龙池、桐柏、泰安、宜兴、琅琊山、白莲河、黑麋峰、白山等。这一个阶段规划的站址大部分是在 20 世纪 80 年代规划站址基础上进行适当的补充。以 2004 年明确电网企业为主的建设管理体制为标志，抽蓄建设进入完善发展期。

抽蓄发展第三阶段是 2010—2020 年，我国抽蓄产业规模跃居世界第三，发展规划、产业政策、技术标准等基本完善，设备制造实现完全国产化。这一时期，随着产业结构的优化调整和生活水平的不断提高，用电负荷的不均匀性越来越大，尤其是大规模风电基地的建设，具备储能作用的抽蓄电站开始由负荷中心开始向送电端分散。国家在华北、东北、华东、华中、西北和华南多个省份统一开展了新一轮的抽水蓄能选点规划工作，共推荐规划站址 59 个，总装机容量 74850MW，备选站址 14 个，总装机容量 16600MW。预计 2030 年投产发电的抽蓄电站，基本上是第三阶段规划建设。

第四阶段从 2020 年到现在，在碳达峰碳中和目标、构建新型电力系统的背景下，2021 年国家发改委、国家能源局印发《关于进一步完善抽水蓄能价格形成机制的意见》《抽水蓄能中长期发展规划（2021 年-2035 年）》，抽水蓄能开始了新一轮的开发热潮。

总体来讲，大致分为上述四个发展阶段，随着阶段不同，抽蓄功能也悄然发生变化。第一、二阶段，抽蓄电站主要作用是电网调峰和安全稳定运行，主要用于电网调峰、调频、调相、事故备用及黑启动等，所以当时抽蓄电站工作清晰，主导权属于电网；第三阶段，则在平抑风电、光伏出力不稳定间歇性方面发挥重要作用；第四阶段，抽蓄电站除了服务电网外，储能功能将得到充分发挥，尤其是配合新能源基地而建设的抽蓄电站，储能将是其主要功能。

政策、技术、装备日益成熟

中国能源报：谈及抽蓄高质量发展，业内专家都会提到电价机制，您如何看待目前的抽蓄电价机制？

靳亚东：我国抽蓄电价机制逐渐完善。从国务院 2002 年下发《电力体制改革方案》至今，电力体制改革一直在进行，但自由竞争的电力市场化仍未形成，所以抽蓄仍无法充分体现效益。

因为抽蓄比较特殊，既是发电厂也是用户，在调频调峰时还是电网调节器，在这种情况下，2004—2014 年，10 年间国家出台了 8 份文件促进抽蓄行业发展。尤其是 2014 年国家发改委价格 1763 号文，除了明确两部制电价，还明确在具备条件的地区，鼓励采用招标、市场竞价等方式确定抽蓄电站项目业主、电量、容量电价、抽蓄电价和上网电价，被业内称为抽蓄发展的最强音。去年，国家发改委价格 633 号文明确实行两部制电价，以竞争性方式形成电量价格，将容量电价纳入输配电价回收，至此抽蓄政策机制在逐渐完善。

中国能源报：在国家审批、技术水平等方面，抽蓄进展情况如何？

靳亚东：抽蓄行业的国家管控呈现逐渐放开趋势。2004年以前，抽蓄电站建设是审批制，站址规划和项目审批都是由国家能源主管部门管控。2004—2014年，抽蓄电站实行核准制，核准权限在国务院投资主管部门，站址规划和项目核准都由国家能源主管部门管控。从2014年开始，抽蓄的核准权限下放到省里，相当于国家只管规划。2020年至今，国家又放开了对抽蓄选点规划的管控。

抽蓄技术经过50多年的发展，在选点规划、勘测设计以及总承包等都积累了一大批的关键核心技术，建立了一整套技术标准体系，培养了一大的专业技术骨干人才。在装备制造方面，单机容量40万千瓦、水头700米的抽蓄机组已完全实现国产化。

考量抽蓄跨区域平衡调度

中国能源报：如今，我国抽蓄装机规模占世界总量的19%，居世界第一。您觉得，目前我国抽蓄规划能撑未来高质量发展吗？

靳亚东：近两年，可以用“万马奔腾”“遍地开花”“欣欣向荣”来形容抽蓄行业发展。2020年以前，我国抽蓄发展总体健康有序，由于定价机制等原因，投资主体相对单一，抽蓄发展速度滞后。但是由于规划阶段进行了严格的质量把控，抽蓄必要性、可行性、经济认证均较为充分，投资风险较小。

但是，到第四阶段，《抽水蓄能中长期规划》所推荐的重点实施项目及储备项目以及后续滚动入规的项目，工作深度尚未达到规范要求。由于新型电力系统的模型尚不清晰，对于需求及布局分析不够透彻，部分重点实施项目经济指标不够理想，这就给抽蓄后续发展埋下了隐患。

中国能源报：具体存在哪些隐患？对此，您有什么建议？

靳亚东：比如，需求论证不充分，布局不合理，可能造成电站建成不需要或无法使用。此外，抽蓄项目论证不充分，随着工作的深入，可能夭折，造成投资浪费。另外，站址建设条件差，指标过高，建成后加重居民用电负担等。

以往我们做抽蓄电站评价时，做出收益率后与基本数据对比，项目是否具有经济性。但是现在根据633号文，用容量电价测算，需要我们在设计过程中反推出容量电价，在没有评价标准的情况下，容量电价定价标准更为复杂。从需求来看，有些抽蓄接入电网服务电力系统，有些抽蓄要服务于新能源基地，服务于电网的抽蓄电站，经济效益比较明确，而服务于新能源基地的抽蓄电站，效益不好衡量。

因此，建议国家能源主管部门尽快出台《促进抽水蓄能电站高质量发展指导意见》，从政府管控、技术把关、项目核准、新技术应用、费用定额等方面提出指导性意见，规范抽蓄科学健康高质量发展。

特别值得重视的是，我国经济发展水平和资源禀赋不协调，中东部经济发展较快，用电负荷高，西部地区经济发展较慢，但新能源富集，抽蓄资源也受地区限制差别比较大。有些新能源富集地区，抽蓄资源贫乏或建设指标较差，因此打破区域限制，在更大范围内统一配置抽蓄资源。

服务于电网的抽蓄普遍受区域网调度，服务范围跨越多省，需要在更大范围内进行统筹。目前以省为界进行抽蓄需求论证和资源配置不够合理，比如京津冀，京津经济发达用电负荷大，用电保证要求高，但京津区域抽蓄资源缺乏，可战略性把河北抽蓄资源纳入到跨区域平衡调度。

中国能源报：服务传统电力系统与服务新能源基地对抽蓄的要求有何不同？

靳亚东：作为新能源基地储能设施的抽蓄电站，这类电站的必要性、装机小时数、经济评价等均与服务电网的抽蓄电站不一样，仍需要特别研究。随着新型电力系统模型的构建，新能源将成为主角，这使得电力系统在负荷备用、事故备用等与传统电力系统不一样，抽蓄电站经济性的评价标准也随之发生了根本性改变。这需要对原来的技术规范进行修订，“可避免成本法”已经不再适用目前情况下的经济评价。因此，《抽水蓄能电站水能规划设计规范》《抽水蓄能经济评价规范》等技术规范需要修订，《抽水蓄能电站工程技术》等文献也需要修编。

本报记者 苏南 中国能源报 2022-08-22

东方电气举办抽水蓄能交流会

新制造数字赋能，新能源逐梦抽蓄。8月25日，东方电气在四川德阳举办抽水蓄能交流会。本次交流会是2022世界清洁能源装备大会系列活动之一，旨在全面落实新时代新能源高质量发展相关要求，加快落实抽水蓄能中长期发展规划，以实际行动推进抽水蓄能高质量发展，构建以新能源为主体的新型电力系统和现代能源体系，共同推进能源绿色低碳转型。

抽水蓄能是当今世界公认的安全、稳定、成熟、环保、经济储能方式，具有储能容量大、储放效率高、运行灵活、反应迅速等特点，能与新能源形成良好互补。推动抽水蓄能产业发展，是构建以新能源为主体的新型电力系统的迫切需求，是实现“双碳”目标的必然选择。

抽水蓄能电站在山上山下建设两个水库，在用电低谷时用富余的电把山下的水抽到山上，将电能转化为水的势能，在用电高峰时放水发电，将水的势能转化为电能，相当于一个巨型“充电宝”，可以作为“电力粮仓”、电网的稳压器、清洁能源的储存器。

抽水蓄能机组被誉为水电设备领域“皇冠上的明珠”，其研发和制造是水力发电行业最复杂、最难啃的“硬骨头”。能否研制抽蓄机组是衡量水电设备供应商科技水平的一项关键指标。

【背景材料】

东方电气把关键核心技术掌握在自己手里

引领中国抽水蓄能装备站在第一梯队

东方电气集团东方电机有限公司（以下简称“东方电机”）成立于1958年，是我国大型发电设备研究、设计、制造骨干企业，是全球清洁能源装备和服务的主要供应商。截至目前，东方电机清洁能源产业占比达90%。

在抽水蓄能领域，东方电机是国内首个同时具备抽水蓄能机组研制和调试能力的发电设备制造企业，机组容量覆盖40兆瓦至425兆瓦，机组水头涵盖63至756米。截至2022年8月，已投运和在制抽水蓄能发电电动机76台，水泵水轮机75台，进水球阀77台，行业领先。

把关键核心技术掌握在自己手里，从来不是轻轻松松敲锣打鼓就能完成的。

上世纪90年代，东方电机开始研发抽水蓄能机组，从初步参与响洪甸、天荒坪等项目分包制造，远赴重洋、请教学习，到开始建设惠州、黑麋峰等项目，再到实现仙游、仙居等项目自主研制，最后到建设绩溪、敦化和长龙山等重大项目，在与国际同行同台竞技中胜出。从虚心求教到技术输出，东方电机抽水蓄能机组研制从无到有，从弱到强，走过了一段极不平凡的历程。

三十多年来，东方电机勇攀科技高峰。抽水蓄能机组单机容量从40兆瓦到国内最大的375兆瓦，水头从27米到国内首个650米、首个712米，再到国内最高水头756米，转速从150转/分钟到500转/分钟，东方电机正是通过一步一个脚印的创新，一步一个台阶的努力，一代接着一代的坚守和传承，将抽蓄机组指标一次又一次刷新。

近年来，东方电机在抽水蓄能领域屡创纪录，在项目实践中不断树立行业新标杆。该公司圆满完成了首个国产化抽蓄项目深蓄机组调试，由设备供应商向服务商转型；助力绩溪高水头、大容量抽蓄项目创造“一年五投六并网”行业纪录；实现国内首台700米级水头段敦化抽蓄机组成功商用；将世界首台“6+6”长短叶片转轮成功应用于国内抽蓄改造项目，树立抽蓄机组技术国产化典范；研制出国内最高水头长龙山抽水蓄能精品机组，挑战抽蓄机组研制极限；梅州项目创造了国内抽水蓄能机组启动调试用时最短纪录和行业抽水蓄能机组发电最快纪录；沂蒙项目实现“零配重”，创造行业新纪录……

一台台精品机组铸就一座座丰碑，一步步引领中国抽水蓄能机组核心技术实现“领跑”的创新跨越。目前，东方电机系统构建起具有完全自主知识产权的抽水蓄能机组关键技术研发、设计、生产、安装、服务、成套、调试、改造体系，抽水蓄能机组整体研制和调试服务水平已经达到国内领先、世界一流水平。

杨静 袁聪军 中国能源网 2022-08-30

多国水电吃紧冲击能源供应

近几周来，持续高温席卷北半球，前所未有的干旱天气导致多国水力发电量急速下降，本就供应紧张的能源系统持续遭受冲击。挪威、美国、法国等国水力发电量接连“报警”，极端天气给电力供应带来的影响引发了广泛关注。

欧美多国水力发电量大降

美国媒体 CNN 援引美国胡佛大坝管理人员的话称，目前，美国西部地区水资源几近枯竭，该水电站正面临着前所未有的挑战。据了解，胡佛大坝水电装机达 208 万千瓦，每年能够满足 130 万美国居民的需求，是亚利桑那、加利福尼亚、内华达等西部州的主要电力来源。然而，极端干旱天气却让大坝上游水位不断下降，今年 6 月，大坝的发电能力已经减少了近一半，仅为 107.6 万千瓦左右。

欧洲也有类似的遭遇。今年 8 月，德国莱茵河水位不断下降，已对大型船只航行造成了限制。法国蒂尔河现已几近干涸，大量鱼类因此死亡。挪威水资源和能源管理局更是发布数据称，7 月首周，挪威蓄水量仅有 59.2%，低于过去 20 年的平均水平。在此情况下，欧洲国家水力发电量普遍大幅下降。

行业研究机构睿咨得能源的数据显示，今年前 7 个月，欧洲水力发电量仅为 245 太瓦时，较去年同期下降了 20%。其中，南欧国家水力发电量降幅最为明显，1 月-7 月间，西班牙水力发电量较去年同期降幅高达 44%，而在意大利，水电装机约占电力供给的 20%左右，但过去一年里，意大利水力发电量下降了 40%以上。

另外，综合多家外媒报道，伊朗、斯里兰卡、乌兹别克斯坦等亚洲国家也正经历高温天气，水力发电同样受到影响。

加剧当前能源供给紧张形势

时至今日，水力发电量的下降已造成区域内能源供给紧张，本就存在能源供应危机的欧洲国家更是雪上加霜。

8 月第二周，挪威政府宣布，受干旱影响，挪威水力发电量大幅下降，为此将考虑限制电力出口，确保本土电力供应安全。业界普遍认为，挪威电力出口的减少将加剧目前西北欧国家的能源供给紧张态势。

除了对水电造成影响外，低水位和高水温同样对核能发电量造成打击。英国广播公司援引苏黎世联邦理工学院教授 Sonia Seneviratne 的话称：“河流水位到非常低的程度、同时温度变高后，基本就不能再用于核电站降温，否则将对河流中的动植物造成危险。”

据法国电力公司发布的数据，8 月 3 日，该公司核能发电量约为 269 万千瓦，较去年同期的 400 万千瓦发电量降幅明显。以核电作为主要能源供给的法国甚至已经开始从其他国家进口电力，以弥补核能发电量下降造成的电力短缺。另外，过低的水位也对煤炭运输船的活动带来了限制。

咨询机构 Watt-Logic 分析师 Kathryn Porter 表示，在极端高温天气下，光伏组件发电量也可能会出现下降，所有能源供应都会受到影响。目前，英国、法国能源供应系统面临的困境可能是今年冬季的预演，最终部分地区可能会开始限制用电大户的消费。

极端天气或不断侵扰水电供应

欧洲水电组织工程师 Anton Schleiss 表示：“如果没有了水电，到处都可能出现大停电。”行业分析机构标普全球普氏则撰文称，一直以来，水力发电量存在波动并不足为奇，但如今极端天气带来的影响却值得关注，这是气候变化带来的后果。

为应对愈加严峻的水电供应形势，部分南欧国家已经计划在冬季储存雨水以供夏季使用，同时也开始利用阿尔卑斯山的冰川融水，以供旱季发电。

值得注意的是，在水力发电下降的同时，多国化石燃料的用量却在攀升。根据美国政府的官方数据，胡佛大坝发电量将达到其发电能力的最低点，没有了大坝的电力供应，西南地区的能源供应

商将不得不寻求化石燃料能源来填补这一空白。不仅如此，今年1月至7月，欧洲燃煤发电量也较去年同期上涨了11%，逆转了多年的下降趋势，总发电量甚至反超水电。

一直以来，水电都是重要的低碳电力来源，据国际水电协会发布的数据，近年来全球水电装机呈现稳步增长态势，2021年，全球水电累计装机量达到1.36亿千瓦，其中有260万千瓦为新增装机。但在气候变化明显、极端天气频发的当下，该机构建议称，要达成既定的气候目标，水电行业应加快抽水蓄能产业发展，并挖掘各地区水电开发潜力，加快水电新增装机速度，最后水电行业更是应加大对传统水电设施的现代化改造投资，推进更多创新模式融合发展。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2022-08-22

广西抽水蓄能电站开发规模超800万千瓦

本报讯8月23日，由南方电网调峰调频公司投资建设的广西钦州灵山抽水蓄能电站项目通过预可研报告审查。电站总装机容量为120万千瓦，总投资约82.19亿元。至此，广西抽水蓄能电站开发规模已超800万千瓦。

今年以来，广西加速推进抽水蓄能工程建设，目前广西首座抽水蓄能电站——南宁抽水蓄能电站已经启动主体工程建设，桂林灌阳、贵港港北、柳州鹿寨、钦州灵山、来宾金秀以及百色田东等6座抽水蓄能电站先后完成了预可行性研究报告审查。上述项目总装机容量合计达到840万千瓦，预计总投资超过550亿，由南方电网等投资主体开发建设。其中6个项目已列为国家抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035年）重点实施项目并列入广西壮族自治区“十四五”抽水蓄能项目核准工作计划表。

此外，南方电网正积极推动玉林福绵（120万千瓦）、防城港上思（120万千瓦）两座抽水蓄能电站的预可研报告审查。广西抽水蓄能工程的加速开发建设，将有利于进一步优化广西电源结构、提高电力系统运行经济性、新能源大规模开发、节能减排和环境保护等，助力实现“双碳”目标。

高鹏举 史云吏 王耀广 中国能源报 2022-08-29

广东肇庆浪江抽水蓄电站获得核准

本报讯 广东肇庆市发改委日前下发《肇庆市发展和改革委员会关于广东肇庆浪江抽水蓄能电站项目核准的批复(肇发改核准〔2022〕12号)》，核准肇庆浪江抽水蓄能电站项目，为工程主体开工建设奠定基础。

肇庆浪江抽水蓄能电站由南方电网调峰调频发电公司投资建设，项目总装机容量120万千瓦，位于广东省肇庆市广宁县。肇庆项目的建设将进一步缓解广东电力系统调峰困难局面，增强系统应对事故和负荷急剧变化的能力，保障电网安全稳定运行。

据悉，电站建成后年设计发电量达16亿千瓦时，年纳税约1亿元，为地方进一步培育新能源产业、推动高质量发展注入活力。

史云吏 宿生 中国能源报 2022-08-15

水电流域多能互补一体化推进正当时

记者从近日召开的水电流域开发成就与“双碳”目标下的科学发展论坛上获悉，依托我国丰富的水能资源，主要河流梯级开发格局已初步形成。

与会专家认为，随着可再生能源发展“十四五”规划、全国主要流域可再生能源一体化规划研究等陆续出台，宏观层面正在系统谋篇布局可再生能源发展，流域水风光多能互补一体化正在有条不紊地推进。

水风光一体化再造一条江

采访中记者发现，不少流域按照流域、梯级、滚动、综合的方针开发主要江河。为更好地发挥水风光互补优势，促进流域可再生能源高质量发展，澜沧江、雅砻江均提出“再造一条江”的宏伟蓝图。

“雅砻江流域首尾呼应、多点开花、全江联动、有序推进的态势已经形成。”雅砻江流域水电开发有限公司原董事长陈云华表示，按照整体规划，雅砻江规划了 22 座梯级电站，3000 万千瓦的总装机。初步计算，雅砻江流域沿岸两侧风电、光电可开发量超过 4000 万千瓦，相当于再造了一条雅砻江。如今，雅砻江流域两河口、锦屏一级、二滩三大控制性水库全部形成，调节库容高达 148 亿立方米，是全国调节能力最好的大型流域之一，可为沿江两岸的风光新能源提供巨大调节能力。

提出再造一条澜沧江的还有华能澜沧江水电股份有限公司。按照研究，“十五五”末，澜沧江流域一体化基地（澜沧江云南段水风光一体化基地、西藏澜沧江水光互补清洁能源基地）总装机规模超过 5500 万千瓦，其中水电装机超 3300 万千瓦，新能源装机约 2200 万千瓦。“后续我们计划充分发挥糯扎渡、小湾水电站多年调节库容和如美水电站年调节库容，结合流域存量水电扩机、抽水蓄能电站建设，配套再开发流域新能源 3800 万千瓦，最终形成超过 4000 万千瓦水电装机、6000 万千瓦新能源装机，实现再造一条澜沧江。”华能澜沧江水电股份有限公司党委书记、董事长袁湘华介绍。

中国工程院院士马洪琪表示，澜沧江干流规划 23 个梯级。西藏段规划“一库八级”，正在开展班达、如美、邦多、古学等电站前期工作；云南段澜沧江上游规划七级开发，乌弄龙、里底、黄登、大华桥、苗尾等电站已投产，托巴电站正在建设，古水正在开展可行性研究设计工作；澜沧江中下游段规划“两库八级”，其中功果桥、小湾、漫湾、大朝山、糯扎渡、景洪等电站已投产。

实现综合效益最大化

从水风光一体化可再生能源基地建设实践情况看，利用大型水电外送通道及水电调节性能，可平抑新能源不稳定出力，提升通道利用率，实现水电、新能源、输电通道“1+1+1>3”的综合效益最大化。

以澜沧江云南段梯级水电开发为例，其调节性能较好，送出通道稳定，流域周边风光资源丰富，具有较好的水风光一体化开发基础。各梯级水电送出通道已安全稳定运行多年，现阶段通道利用率约 50%，提升空间较大。“按照不削弱系统调峰能力、促进新能源电力消纳原则，在经济合理的条件下，梯级水电可扩机约 600 万千瓦。基地建成后，风光弃电率约 5%，枯水期西电东送日送电负荷峰谷比最高可达到 5:1，可新增新能源年均上网电量 513 亿千瓦时，提高通道利用率 26%。”袁湘华表示。

陈云华表示，依托一个主体开发一条江的独特优势，雅砻江公司能充分利用流域水电站群的调节性能，平抑风电、光电的不稳定性对电网的冲击，通过智能化的运行调度系统深加工之后打捆外送，实现雅砻江绿色清洁可再生能源示范基地一体化综合开发的战略目标。

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司总工程师周恒表示，在水风光互补领域，目前世界上首个建成规模最大的水光互补项目——黄河流域龙羊峡水光互补，打破了传统新能源的开发模式，形成了可满足电力系统需求的新模式。

国家层面统筹谋划流域开发

当前，部分地区新能源发展规划指标偏低，资源开发分散，缺乏科学统筹规划，未能有效把控项目开发布局和建设时序。业内专家建议，以全国一盘棋的思维优化流域资源配置，优先将流域水风光基地纳入国家发展规划，并加强规划的监督实施。

袁湘华提出，流域可再生能源一体化开发需加强组织监督和监督管理，统筹生态保护红线、土地、林地、电网等相关规划，优化新能源审批建设流程程序。从确保布局经济合理、优化多能互补运行、提高电能质量效益等角度出发，建议流域水风光多能互补基地由水电开发主体统一建设、统一运营。“鉴于清洁能源消纳矛盾依然突出，市场机制对鼓励清洁能源开发的导向不足，生态价值体现有欠缺。建议加快推进全国统一电力市场体系建设。打破省间、区域间消纳壁垒，推动清洁能源

在更大范围内优化配置。”

在中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司总工程师周恒看来，水电和新能源电站建设周期不匹配，缩短水电和抽水蓄能的建设周期，需要在程序上、技术上实现突破、建立健全电价及价格疏导机制。此外，常规水电站承担较多综合利用任务，例如防洪、防凌、供水、航运、发电等，当需要配合新能源以及抽水蓄能电站运行时，调度运行方式将更加复杂，需要加强研究和论证探索新的开发模式。

本报记者 苏南 中国能源报 2022-08-22

风能

爆发！涨幅超 700%

近日，中国可再生能源学会风能专委会发布的《中国风电产业地图 2021》最新数据显示，2021 年，我国分散式风电新增装机容量达到 802.7 万千瓦，同比涨幅高达 702%，表现极为亮眼。在各地政策“解冻”、技术革新等因素的推动下，分散式风电正逐步迈入高速增长阶段，俨然成为推动风电装机增长的一大主力。

中东南部地区引领发展

相对于集中式风电项目，分散式风电单体规模较小、开发方式灵活，通常单体项目规模不超过 5 万千瓦，同时方便于就近满足能源需求及负荷响应。

在过去的数年里，与集中式风电项目相比，我国分散式风电装机增速都相对较缓。数据显示，截至 2019 年底，我国分散式风电累计装机仅为 93.5 万千瓦，当年新增吊装分散式风电规模也仅占风电总量的 1%。

但 2021 年却出现了不同的景象。截至 2021 年底，中国分散式风电累计装机容量已接近 1000 万千瓦，同比增长幅度高达 414.6%。《中国风电产业地图 2021》显示，去年我国有 23 个省份及地区有分散式风电装机增长，较 2020 年增加了 11 个省份，其中中东部省区为分散式风电新增装机主力，河南省新增分散式风电装机容量达 238 万千瓦，占全国分散风电新增装机容量的 29.6%，随后分别为陕西、山西、内蒙古、湖北等省区，排在前五的省区分散式风电装机总计占比达到 68.7%。

同时，从累计装机规模来看，河南省分散式风电累计装机容量占比最高，达到 315.7 万千瓦，占全部分散式风电累计装机容量的 31.7%，山西、陕西、内蒙古、黑龙江这四大省区累计装机容量占比也相对较高，合计占比达到 68.3%。

多重利好推动产业爆发

分散式风电迎来爆发式增长，业界普遍认为，与政策红利和技术进步息息相关。

去年，国家能源局正式提出“千乡万村驭风计划”，就此打开了分散式风电的市场空间。今年，国家能源局发布《加快农村能源转型发展助力乡村振兴的实施意见》，提出将推动千村万户电力自发自用，支持具备资源条件的地区，特别是乡村振兴重点帮扶县，建设分布式风电和光伏发电。5 月 30 日，国家发改委、国家能源局发布了《关于促进新时代新能源高质量发展实施方案的通知》，文件提出风电项目由核准制调整为备案制，积极推进乡村及工业企业分散式风电开发，打通了过去分散式风电项目的一大壁垒。

一位不具名业内人士分析指出，风电项目从核准制转向备案制，简化了项目审批流程，释放了积极信号，将进一步推动分散式风电项目的落地。

除此以外，风机技术的变革也让风电可开发的区域有了更大的拓展，资源量的限制显著下降。数据显示，2021 年共有 13 家整机制造企业完成了分散式风电新增装机，其中，金风科技新增装机容量为 267.2 万千瓦，占比为 33.3%，运达股份、远景能源、明阳智能等头部企业也都成绩不俗。

中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎指出，去年是风机价格出现显著下降的一年，同时随着风电抢装潮结束，风电安装团队也能够全力投入到分散式风电中去，这些因素都促进了分散式风电项目投资收益率的提升，促成分散式风电出现爆发式增长。

已进入成长快车道

在此情况下，多家行业研究机构都预测认为，分散式风电装机已经步入了高速增长期。平安证券指出，2021 年以来风机价格大幅下降，分散式风电有条件在平价的同时与乡村振兴融合，风资源数据库以及测风数据共享等机制将有效解决分散式风电测风相关问题，核准制改备案制将简化分散式风电项目开发的前期流程，这些因素有望合力推动国内分散式风电的兴起，打开陆上风电的成长空间。

风能专委会预测认为，按照全国 69 万个行政村计算，假如其中有 10 万个村庄可以在田间地头、村前屋后、乡间路等零散土地上找出 200 平方米用于安装 2 台 5 兆瓦风电机组，全国就可实现 1 亿千瓦的风电装机规模。

今年 7 月，青海省能源局印发了《青海省关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》，提出将鼓励分布式光伏、分散式风电等主体与周边用户直接交易，为生活用能以及乡村振兴相关产业提供低成本绿色能源，同时鼓励金融机构按照市场化、法治化原则为可再生能源发电项目提供融资支持。

彭澎表示，分散式风电仍是以乡村为基础开展，在各地支持下，如果分散式风电能够进一步解决消纳问题，比如实现电力的市场化交易，有助于提高项目收益率，进一步打开分散式风电的市场空间。

李丽旻 中国能源网 2022-08-16

全国首台商用 11 兆瓦海上风机完成吊装

本报讯 8 月 17 日，国家电投揭阳神泉二海上风电项目顺利完成全国首台投入商用的 11 兆瓦风机吊装，标志着中国海上风电正式跨入 11 兆瓦时代，翻开了海上风电新篇章。

该项目装机规模 502 兆瓦，拟安装 34 台 11 兆瓦和 16 台 8 兆瓦风电机组。其中，选用的 11 兆瓦风机为上海电气 Petrel 海燕平台 EW11.0-208 机组，是国家电投集团在海上风电建设中首次大批量应用 10 兆瓦以上大容量机组，将加快海上风电向集约化、数字化、智能化发展，助力打造粤东千万千瓦级海上风电基地。此外，风机所在机位为目前国内单体最重、直径最大的单桩基础，机组叶轮直径 208 米、轮毂中心高度约 128 米，是国内在建已吊装机组轮毂中心高度最高的风电机组。

张凌 中国能源报 2022-08-22

氢能、燃料电池

可再生能源制氢正加码提速

核心阅读

我国氢能产业仍然处于发展初期，还存在产业创新能力不强、技术装备水平不高、产业发展模型和路径待进一步探索等问题，需要行业共同努力，围绕制氢、储运、加氢基础设施建设、燃料电池分布式发电、工业领域氢能替代等领域持续提升关键核心技术水平。

“当前，发展氢能已成为全球能源转型共识，加快氢能产业发展是对全球气候变化，保障国家安

全和实现可持续发展的战略选择。氢能具有广阔的应用前景。”日前，在 SNEC 氢能产业联盟第三次全体会员大会上，上海新能源行业协会会长、SNEC 氢能产业联盟理事会主席朱凯表示，绿氢是未来发展的确定方向，绿氢制备的成熟和产业化是全世界均在关注的重大技术创新，我国也正在积极开发和示范相关绿氢项目。

“双碳”目标背景下，氢能产业迎来快速发展机遇，风、光等可再生能源作为制氢的重要能源之一，将成为风、光、储、氢产业融合与协同发展的根基。我国可再生能源装机目前居全球第一，在绿氢供给方面有巨大潜力，基于此，以绿电制绿氢成为氢能产业可持续健康发展的行业共识。

支撑“双碳”目标实现

全球绿色能源理事会主席、亚洲光伏产业协会主席、SNEC 氢能产业联盟理事会执行主席朱共山表示，当前氢能已成为全球发达国家加快能源转型升级、培育经济新增长点的重要战略选择。在碳达峰碳中和目标引领下，国内氢能产业蓬勃发展，制氢、储氢、加氢、燃料电池和系统集成等主要技术和生产工艺持续提升，全产业链规模以上工业企业超过 300 家。

“今年上半年，氢能产业链各细分领域国产化替代趋势持续加强，电解槽、质子交换膜、催化剂等关键材料市场化占比提升，成本持续下降。根据测算，到 2025 年，风光储的平均度电成本有望稳定在 0.15 元左右，绿氢制备成本将降至 1 元/公斤，有力地支撑‘双碳’目标顺利实现。”朱共山说。

国家发改委今年 3 月发布的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》提出，氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，到 2025 年，可再生能源制氢量达到 10-20 万吨/年。在地方层面，截至目前，全国已有 30 个省市将氢能产业纳入“十四五”规划，14 个地区制订了氢能产业的专项规划和具体量化目标。

“随着风电、太阳能发电等技术进一步成熟，绿色电力的产量和成本逐渐降低，绿氢有望成为未来重要的能源之一。”苏州希倍优氢能源科技有限公司总经理李留罐表示，基于此，传统制氢设备进行性能的升级优化尤为关键，应进一步提高能效、降低能耗，为绿氢大规模制取提供更好的应用。

挑起未来减碳大梁

朱凯表示，作为世界第一大产氢国，我国氢气年需求量 3300 万吨，年产值已过 6000 亿。但目前，氢气的主要应用途径为合成氨、合成甲醇等领域，用于能源领域的占比不到 1%。根据中国氢能产业联盟的预测，到 2060 年我国氢气的年蓄气量达到 3 亿吨左右，工业领域应用占 60%，交通运输领域将会提至 31%。

苏州希倍优氢能源科技有限公司副总经理王耀辉认为，提升氢在能源领域的使用占比，应充分利用绿氢的减排作用，除可再生能源外，与煤化工、石油化工、冶金等领域相结合。

中科院大连化学物理研究所博士姚婷婷指出，从 2010 年至今，虽然可再生能源发电成本已大幅下降，接近化石能源发电成本，在能源结构中的占比也在持续增加，但我国风能和太阳能资源富集地区和高耗能地区的重叠性较低。因此，在可再生能源占比提高的同时，必须进行优化配置，一方面提高可再生能源的应用比例，一方面着力实现减碳固碳目标。

“在此过程中，绿氢将成为重要媒介。对于高比例可再生能源的纯电力供应场景而言，未来必然是一个可再生能源为主体电力的能源结构，并需要储能以及大型稳定的电源形成支撑，才能实现电网可控安全的电力供应。在这种耦合的电力供应模式下，氢能可作为一种储能介质存在，并为大型稳定的可控电源提供燃料输入和输出。”姚婷婷说。

叫好不叫卖亟待改变

政策鼓励、市场火热，但氢能产业实现高质量发展仍需多点突破。

王耀辉直言，叫好不叫卖是目前氢能市场的主要问题之一。“虽然呼吁发展氢能并肯定该产业的声音很多，但实际落地订单比较少。公司去年在内蒙古规划了几个风光制氢项目，但目前均未动工。”

内蒙古自治区能源局二级巡视员白振华告诉记者，造成项目预期无法及时达成的主要原因在政策和成本两方面。“现阶段，制氢必须在化工园区内进行的政策限制了氢能交通示范项目发展。同时，去年下半年以来，光伏成本的大幅度提高也影响了氢能产业的健康有序发展。”

朱共山指出，总体来看，我国氢能产业仍然处于发展初期，还存在产业创新能力不强、技术装备水平不高、产业发展模型和路径待进一步探索等问题，需要行业共同努力，围绕制氢、储运、加氢基础设施建设、燃料电池分布式发电、工业领域氢能替代等领域持续提升关键核心技术水平，同时着力打造产业创新支撑平台，加快专业人才培养，积极开展技术创新国际合作，完善产业标准体系。

本报记者 仲蕊 中国能源报 2022-08-22

美锦氢能全产业链发展路径的探索与突破

美锦能源作为全国最大的独立商品焦炭生产企业，秉承传统能源和氢能源双轮驱动发展理念，致力于发展成为综合能源的供应商。2017年起，公司启动氢产业，从控股飞驰、参股国鸿，到共同创立鸿基创能，完成了第一个五年计划。2022年伊始，美锦能源氢能产业发展战略规划全面升级为“五个一”：一点（整车制造）、一线（燃料电池上下游产业链）、一网（综合能源供应网络）、一平台（碳资产、大数据管理运营平台）、一中心（氢能汽车运营中心）。

一点即以飞驰科技为切入点

美锦能源旗下拥有两块整车生产资质：飞驰科技是首批列入国家公告目录的大中型客车生产厂家，2012年进入新能源汽车市场，主打氢燃料电池汽车，是华南地区最具规模的新能源客车和最大的氢燃料电池客车生产基地。飞驰科技在国内乃至海外的商业化推广应用场景丰富。通过自身销售和小柿子运营平台模式已在河北、山西、北京、广东、浙江、内蒙古、宁夏、山东等地投入商业化运营，其中广东区域推广764辆，青岛90辆，浙江73辆，山西区域近300辆，京津冀区域和内蒙区域各超百辆。根据第一商用车网数据分析，2022年1月-7月，飞驰科技燃料电池重卡品牌上牌量达270辆，份额占40.66%，位居第一。飞驰科技前瞻判断市场需求，在城市公交、钢铁厂、港口、矿山、工业园区物流等应用场景积累了丰富的生产运营经验。

青岛美锦新能源汽车制造有限公司，2021年1月在青岛西海岸新区实现投产，为青岛首家获得新能源商用车整车生产资质的企业，助力青岛成为全球最大新能源汽车生产基地。两家合计产能10000台，已实现安全里程数超6000万公里，相当于绕地球1500圈，投入运营氢能车辆1373辆，累计碳减排4.2万吨。

一线即燃料电池系统核心零部件上下游产业链

美锦能源利用自身优势，以鸿基创能膜电极项目为起点，以上游材料端骊能新能源碳纸项目为基石，以氢燃料电池为核心产品的科技型企业国鸿氢能以及氢燃料电池系统企业风氢扬为依托，布局燃料电池动力系统核心零部件上下游产业链，致力打通卡脖子难题，填补国内空白、掌握核心技术、降低制造成本，实现自主生产能力。美锦能源与北京氢璞创能科技有限公司共同成立合资公司北京璞锦科技有限公司合作开发燃料电池热电联供系统，推动建筑领域节能减排。目前设计兆瓦级燃料电池热电联供系统已经在开发中，并申请了2022年科技部重大专项，即将在美锦全国各地项目推广示范。

一网即积极搭建全国综合能源供应网络体系

一、氢源供应端：制氢企业（蓝氢）北京环宇京辉是华北地区最大的氢气生产厂家之一，是北京市唯一具备合格资质特种气体生产厂家，唯一一家集产氢、储氢、运氢、加氢并具备完整安全管理体系的企业，也是2022冬奥会氢能源供应保障单位；（灰氢）美锦华盛化年产2万吨工业高纯氢项目，利用焦化副产焦炉煤气焦炉气富氢的特点，生产高端化学品，将来自山西美锦华盛化工新材料有限公司年产30万吨乙二醇项目的99.9%的产品氢通过变压吸附设备提纯至工业高纯氢的标准，向氢燃料电池汽车及相关其他应用场景供应氢气；滦州美锦规划建设14000方高纯氢工厂。项目建成后，合计产氢量达26600吨，按照每台重卡每年行驶330日，每日行驶200公里，可以满足约13500台重卡使用，碳减排107万吨，满足企业内部碳中和；（绿氢）可再生能源制氢，在内蒙古、宁夏等

地，美锦能源与国家能源集团旗下的国华投资、华电集团、京能集团合作开展绿电制绿氢加绿色交通的项目，未来也将对市场提供绿氢。

二、制氢及加气站核心零部件：PEM 电解纯水制氢设备（绿氢）山东赛克赛斯氢能源有限公司；隔膜式压缩机—中鼎恒盛气体设备（芜湖）有限公司；液驱活塞式压缩机—北京海德利森科技有限公司。

三、储运企业—青岛美锦氢能科技和京城气体，华北区域新能源超纯气体研发制造龙头企业，并与清华大学合作建立了氢检测公共服务平台、与北京理工大学合作建立了氢燃料电池动力系统联合实验室。

四、加氢站建设规划及成效：目前公司已建成投运的加氢站为 8 座，在建 20 座左右，今年年底完成 30 座加氢站运营，十四五期间规划建设 300 座（含油氢汽电综合能源站），公司在加氢站建设、运营方面积累了宝贵经验及丰富资源。

一平台即碳资产、大数据管理运营平台

美锦能源在探索自有特色碳中和实施路径的过程中不断实践，美锦碳资产运营有限公司成立于 2021 年 9 月 1 日，公司是山西焦化行业中率先响应碳达峰碳中和并制定具体实施路径的企业。经与德勤、上海环交所组成联合项目合作组，对美锦能源及旗下 57 家子公司进行碳盘查，并于 2022 年 1 月 14 日正式对外发布企业内部碳中和报告。经严格核算，2020 年公司全年碳排放总量为 203 万吨，在此基础上结合碳减排潜力，确定 2026 年碳达峰、2040 年实现碳中和的整体目标。未来也将以美锦碳资产公司为平台，积极参与碳交易及碳金融创新，全面提升公司碳排放综合管理能力。

今年 1 月 28 日，经中国技术经济学会批准和发布了《氢燃料电池汽车出行项目温室气体减排量评估技术规范》，成为国内首个经认证的氢燃料电池汽车减排方法学团体标准。此方法学由美锦能源、飞驰科技联合中国船级社、氢山科技，基于飞驰科技投放车辆积累的 3100 万公里的行驶数据制定。今年 4 月中旬，美锦碳资产公司和氢山科技共同获得国家知识产权局签发的温室气体减排量的数据监测系统和监测方法发明专利证书，此项专利属于氢燃料电池汽车行业首个专利，填补了国内相关技术空白。未来公司将力争在国家能源革命大潮中、在碳达峰碳中和实践中担当好“排头兵”角色。

一中心即氢能汽车运营中心

一、以氢能源汽车运营为核心业务，与氢能源汽车产业链上下游伙伴通力合作，为政府、企业和社会提供优质、清洁的新能源车辆资源，打造移动互联网+生态的绿色、5G 智慧新能源平台，将立足首都，辐射京津冀，在探索创新型零碳绿色交通技术发展路线方面，氢能智运平台依托公司战略合作伙伴：氢山科技，于 2021 年国内首创的氢能全产业链制、储、运、加用大数据平台、网络货运平台、碳普惠交易平台积累的有效数据，在三大平台数据互通互联的基础上，实现了智能引导驾驶员就近加气，运维保养，运力线上发单，线上结算支付，在途追踪，多角色协同，交易撮合及业务全流程托管，行驶里程兑换碳积分等多个功能模块，不仅彻底解决了应用场景用户和司机可能遇到的诸多痛点，同时也打通了车辆行使和碳普惠服务的全新商业模式。

二、氢能叉车运营，美锦能源于 2021 年 8 月在上海青浦区组建了：上海翼迅创能新能源科技有限公司，作为氢能物料搬运综合解决方案供应商，以氢能和智能为核心，致力于在仓储、物流、运输等领域的推广及应用。基于氢能制储运加用全生命周期理念，为客户提供氢能供给、车辆智能化、数据平台、运维等服务，客户通过购买服务获得解决方案，同时实现碳减排及智能化升级。

2022 年 5 月 30 日，美锦能源发布了的首份环境、社会及管治（ESG）报告。该报告从“走进美锦、低碳发展、坚守品质、以人为本、回馈社会”五个方面，全面阐述了美锦能源 2021 年度在环境、社会及管治方面的管理举措与实践表现，详细披露了公司在可持续发展方面的管理和成效，以及未来公司低碳发展的路径。

2022 年 8 月 2 日，美锦能源聘任叶思宇院士、张久俊院士两位业界领军人物为美锦能源首席科学家。叶思宇院士是加拿大国家工程院院士、教授，目前任职鸿基创能副董事长、首席技术官。叶院士作为前巴拉德动力有限公司首席科学家，国际著名的电化学家及燃料电池催化剂专家，具有近

30年的燃料电池研究及产业化经验。张久俊院士作为加拿大皇家科学院、加拿大工程院、加拿大工程研究院三院院士，现任福州大学材料科学与工程学院院长及上海大学可持续能源研究院院长，长期从事电化学能源存储和转换的研究和产业化的基础研究和应用开发。多年来，美锦能源坚持“功以才成，业由才广”理念，探索建立具有自身企业特色的人才培育模式，为各类人才培养和施展才华搭建平台，同时为企业的高质量发展不断寻觅人才保障和智力支持。

资料由山西美锦能源股份有限公司提供 中国能源报 2022-08-29

氢氨融合技术投入商用

全国首座氨现场制氢加氢一体站示范项目启动仪式日前在福州长乐举行，这是“氨制氢加氢”这一技术首次走出实验室，投入商业应用。

氨作为零碳燃料和氢能载体，可以解决氢能大规模储运难题，拓宽氢能产业应用场景。业内认为，可再生能源制绿氢合成氨及其应用对于全球实现碳中和至关重要，绿氢合成将会成为绿氢的重要应用之一。近年来，国内外氢氨融合产业项目布局逐渐加快，氢氨融合技术路径渐受热捧。

规划落地年产能超过 156 万吨，

对应超 28 万吨/年绿氢需求

今年 3 月发布的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》提出，扩大工业领域氢能替代化石能源应用规模，积极引导合成氨等行业由高碳工艺向低碳工艺转变，促进高耗能行业绿色低碳发展。公开数据显示，自上述规划发布以来，国内绿氢规划并落地的年产能已超过 156 万吨，对应超 28 万吨/年的绿氢需求。

4 月 7 日，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签约仪式在内蒙古包头九原工业园区举行，同时建设中国首台套氢电催化合成技术的 120 万吨绿氨化工项目，推动形成绿色低碳化工产业链。7 月 12 日，国家能源集团国华投资蒙西公司乌拉特中旗甘其毛都口岸加工园区风光氢氨一体化新型示范项目获备案，该项目利用风光发电分解水制取高品质氢气，再用于生产合成氨，年产约 30 万吨绿氨，供蒙西地区工业园区化工生产使用。

8 月 19 日，兰州新区氢能产业园项目正式实施，计划建设年产 2 万吨制氢能力和 10 万标方储氢能力的绿氢供应基地，以年产 6 万吨绿氨和氢能交通应用为核心的示范应用中心，以年产 3000 套氢燃料电池系统为核心的氢能装备制造中心。

“近年来，业内持续探索氢能储运难题突破口。我国是氨生产大国，氨能源丰富，氨作为高效储氢介质，具有高能量密度、易液化储运、安全性高和无碳排放等优势。因此，氢氨结合将成为最具潜力的新型储运方式。”厦门大学能源学院教授王兆林表示。

200 公里以上储运半径，

液氨更具优势

现阶段，氢能储运成为氢能发展不可忽视的瓶颈。据国际能源署预计，2040 年全球绿氢和蓝氢需求将达 7500 万吨，解决供需矛盾，首先要解决储存和运输难难题。但无论是气氢还是液氢，目前都没有现成的廉价运输方式，这也是当下氢能及氢燃料电池汽车产业未实现快速大规模推广的主要原因之一。

“氢气按体积计算时，由于密度非常小，导致运输的体积巨大，因此以气态的形式进行长距离、大规模运输这一方式不可取。”盈德气体集团氢能事业部总经理张旭认为，同时，合成甲醇并不能实现完全零碳，液氢则面临技术和成本问题。一方面需要环保属性，另一方面要解决工业化和商业化问题，基于此，用氢和氨做成合成氨进行储运和应用是更优解决方式。

“在化学性质方面，氨的液化温度只有零下 33 摄氏度，非常容易液化，与之相比，氢液化温度则需要降至零下 253 摄氏度左右，无论是车辆运输还是管道运输，液氨的难度都相对更低。”王兆林称，只要超过 200 公里的储运半径，液氨有能力胜过所有的储运方式，并支持更大规模的氢能储运

及应用场景。

苏州希倍优氢能源科技有限公司总经理李留罐认为，氢氨融合这一技术路径的兴起背后，也有市场需求的推动。“以内蒙古为例，依托丰富的风光资源，内蒙古的风光制氢项目不断增长，但氢的消纳难题逐渐暴露。为实现当地新能源项目形成完整的产业链闭环，氢氨结合逐步受到重视。“随着光伏度电成本的逐渐降低，未来光伏组件及总投资成本的减少，绿氢将更具经济优势，在此背景下，‘氢-氨-氢’模式下的全生命周期成本将得到有效控制。”

为实现氢氨融合快速发展，
需进一步降低电力及设备成本

王兆林称，氢氨结合不仅能解决氢储运难题，还能够扩展氢能产业的应用渠道或者应用场景，延伸产业链。“氢氨结合延伸到下游，可做成化肥和化工品，或应用于水泥窑、工业用氢及冶金等，长远来看，还可作为燃料进行火电替代。”

“此外，氨作为氢载体、动力燃料的新市场具有重要发展潜力，全球减碳大趋势下，氨的市场需求将进一步增长，氢能产业的相关应用规模也将不断扩大。”李留罐表示，同时，氨拥有完备的贸易和运输体系，长远来看，可通过液氨船实现大规模的氢气运输，利好我国氢能国际贸易发展。

值得注意的是，在氢氨融合技术路径方面，已出台相关鼓励政策。2022年4月，科技部发布《国家重点研发计划“先进结构与复合材料”等重点专项 2022年度项目申报指南》，提出包括分布式氨分解制氢技术与灌装母站集成、氨燃料电池到掺氨清洁高效燃烧等与氨有关的技术。《“十四五”新型储能发展实施方案》提出依托可再生能源制氢（氨）的氧（氨）储能等试点示范，将探索风光氢储等源网荷储一体化和多能互补的储能发展模式列入“十四五”新型储能区域示范。

李留罐强调，为实现氢氨融合的持续、快速发展，需要电力成本及相关制氢设备成本的进一步下降，目前，新能源的波动性问题导致制氢设备的可利用率较低，电网调峰过程中易出现收费不明确或成本高等问题，制约整个产业链的健康发展。因此，需要制氢设备企业、电力企业等各方面形成合力，助推产业发展。

本报记者 仲蕊 中国能源报 2022-08-29

氢气隔膜压缩机大有可为

随着加氢站建设提速，其核心设备——隔膜压缩机迎来前所未有的发展机遇。

不久前，黄津鹄奔赴佛山市，就任广东佛燃天高流体机械设备有限公司董事长，开启了第二次创业。作为国产隔膜压缩机科研带头人，他的资历颇为深厚：参与过国家“八五”“九五”重大技术装备研制和国产化工作；参与大亚湾核电站、秦山核电站、高温气冷堆隔膜压缩机的研发；主持完成国家“921载人航天工程”中宇航员生命保障系统隔膜压缩机的研制任务；主持完成了大于90MPa的氢气隔膜压缩机的研制，填补了国内高压氢气隔膜压缩机的空白……

“可以预见，氢能将成为隔膜压缩机最大的应用市场，但其产品技术水平与国外相比还存在一定差距，高压、大容量极限还有待突破。”黄津鹄说，隔膜压缩机不能成为我国氢能产业发展的短板，这次创业是带着使命而来。

从向国外学习到自主创新

隔膜式压缩机是压缩和运输各种高纯气体、贵重稀有气体、有毒有害气体和腐蚀性气体的机器设备，广泛应用于氢能应用、核电核能、食品医药、石油化工、电子材料和国防军工等领域。

1916年，法国人Henri Corblin发明了隔膜压缩机，该技术具有压缩比大、密封性好、压缩气体不受润滑油和其他固体杂质污染的特点。长期以来，隔膜压缩机技术被法国、德国和美国企业所垄断。随着几代人的努力，目前，我国隔膜压缩机生产能力达到国际先进水平，并形成一定的产业集群。其中，北京第一通用机械厂是国产隔膜压缩机的发源地。

“这是一个从模仿学习到自主创新、再到原理创新的过程。”黄津鹄从学徒做起，历任北京第一通

用机械厂隔膜室主任、压研所副所长、开发服务部经理。据他介绍，上个世纪 60 年代初，根据第一机械工业部要求，北京第一通用机械厂参考法国设备制造出我国第一台隔膜压缩机 G2V-5/200；20 世纪 60 年代末到 70 年代中期，以陈第岱为代表的第二代科研人员奠定了国产隔膜压缩机的基础理论；20 世纪 70 年代末到 80 年代末，以李永进为代表的第三代科研人员团队为隔膜压缩机膜片材料国产化奠定了基础。

“我算是第四代科研团队的‘带头人’。那时候接到指令就干，只要有进口隔膜压缩机的地方都去参观学习过，产品设计、机器调试、故障维修，什么活都干，这为以后的工作打下坚实基础。在上世纪 90 年代中期，中科院某单位进口了一台超高压 200MPa 的隔膜压缩机，当时没有人能调试，最后是由我调试成功的，而且这个纪录在中国隔膜压缩机界保持了将近 20 年。”黄津鹄说，他一辈子只做了隔膜压缩机一件事，研发出了膜片破裂报警检测系统，建立了系列化、模块化、标准化的产品体系，推动隔膜压缩机市场初具规模。

创业之路步履维艰

2001 年，黄津鹄创办了北京天高隔膜压缩机有限公司，开始了第一次创业。黄津鹄对设备进行了“压力补油，压力润滑”等多项技术改进，使设备的承载能力大幅度提升。“十一五”“十二五”和“十三五”期间，公司连续三届承担了国家科技部的加氢领域课题。由北京市人民政府、中国人民解放军总装备部、北京市知识产权局、中国机械工业联合会等单位颁发的各种科学技术荣誉证书和奖章积攒了厚厚一摞。

“但创业之路并不平坦，为响应国家环保要求，工厂多次搬迁，业务发展和运营都受到极大的制约和影响，技术创新也难以及时转化。”黄津鹄坦言，也迷茫过，骨子里还是觉得自己是一名研发人员。2020 年底，黄津鹄接触到了佛燃能源集团股份有限公司。彼时，后者正在积极布局氢能产业。多次沟通后，双方于去年 6 月共同出资创建广东佛燃天高流体机械设备有限公司。由此，黄津鹄踏上了第二次创业之路。

“新厂房一期产能 300 台/年，后续将扩产至 1000 台/年。2022 年订单总额有望实现 3 倍增长。公司在人才、服务、交付时间等方面的短板将快速补齐，自己也能专注于技术研发。”黄津鹄给自己起了个“黄老创”的网名，鼓励自己专注于创新研发。“在技术突破上，始终觉得自己担负着使命。单缸最大容积、单台机器最大电机功率的极限在哪？隔膜压缩机能否抽真空、能压缩多高温度的气体？当然还有隔膜压缩机新原理的探索，这里面还有很多想象空间，也是隔膜压缩机性能参数的边界，就像攀登珠穆朗玛峰，很难，也是乐趣所在。”

氢能将是最大的应用市场

近年来，氢能产业频迎政策利好，尤其是燃料电池汽车示范应用城市群地开展，加快了加氢站建设速度。

根据《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》预计，到 2030 年、2050 年，我国加氢站数量将分别达到 1500 座、10000 座。

“一座加氢站至少需要一、两台压缩机。西部绿色能源制氢也有较大的设备需求。”黄津鹄介绍，此前，隔膜压缩机应用仅有百台级规模，根据不同的氢气来源、不同的压力和流量要求、不同的使用环境和控制运行要求配置，又是一个多品种、小批量的产品市场；以后氢气隔膜压缩机有望形成标准化、批量化的产品。由此，氢能将成为隔膜压缩机最大的应用市场。

据了解，当前，我国加氢站隔膜压缩机主要进口国外设备。黄津鹄坦言，皮实耐用是国产隔膜压缩机的优势，基于维修操作工人存在误操作、螺栓紧力大小不均匀的情况，设计预留了误操作空间。但我国隔膜压缩机整体工业基础跟国外相比还存在差距，阀门、高压表、控制器、安全阀、传感器等关键零部件国外品牌占比较多；国内优质膜片材料生产企业较少，且产品表面光洁度、热处理定型生产工艺与国外产品存在差距；国内膜腔曲线理论也没有国外研究得那么深刻，膜腔曲线和膜片应用结合研究还有待加强。

黄津鹄进一步指出，一百多年来，研发人员都是在隔膜压缩机各个零部件上面改进创新，虽然

极大地提高了隔膜压缩机的性能水平，但体积大、转速低、能耗较大的问题并没有根本解决，这恐难以满足加氢站大规模发展需求。在他看来，新型隔膜压缩机原理性创新迫在眉睫。

技术攻关再攀高峰

黄津鹤介绍，国内加氢站多用 500 公斤 45MPa 的压缩机，而 90MPa 和更大排量压缩机的需求正在增加。这意味着高压力、大排量是压缩机行业的发展趋势。“但不能将设备体积简单放大，要在几乎不增加体积的情况下增加排量，提高能量密度。比如，气缸压力有上限，工人紧固螺丝耗时较长，效率不高。随着压力增大，螺丝紧固也非人力所为。

对此，黄津鹤设计出“卡箍式”气缸，实现了隔膜压缩机气缸紧固方式由“轴向”转向“径向”的颠覆性突破，该设计不仅实现 300MPa 的排气压力，气缸紧固力仅为传统气缸的 1/3，还减少 60% 拆装时间。“创新一定要符合经济规律才有价值。”

黄津鹤开了一个科普隔膜压缩机的公众号，还记录一些生活感悟和思考，“从一个普通的设计师、企业中层干部到民营企业业主，个人命运同国家发展是紧密相连。国家提出碳达峰碳中和目标，氢能产业的‘天亮了’，这是一代隔膜压缩机人的历史机遇，我们要把握住，再努力创新攻关，将来国产隔膜压缩机还能走出国门，出口海外。”

黄津鹤说，二次创业是带着使命的。天高累计拥有的专利近 60 项，“理论结合实际，大胆创新，勇于实践”是他的成功法宝。目前他正在试验国内最高排气压力的隔膜压缩机，要让世界知道中国也有隔膜压缩机原理创新技术。

本报记者 卢奇秀 中国能源报 2022-08-22

全新设计海上制氢平台年产 8.5 万吨绿氢

本报讯 近日，总部位于荷兰的工程公司 Iv-Offshore & Energy 推出了一款最新设计的海上制氢平台，利用海上风电每年可出产绿色氢气 8.5 万吨。

根据 Iv-Offshore & Energy 公司发布的信息，该平台长 80 米、宽 40 米、高 30 米，整体重量约 2.1 万吨，可安装在水深 45 米的海域。总装机容量为 500 兆瓦，每小时可出产 10 吨绿色氢气，平台在一天内生产的绿色氢气，可为超过 30 万辆氢燃料汽车提供动力，供其行驶至少 100 公里。

目前，Iv-Offshore & Energy 已完成了海上制氢平台的完整设计，从工艺设计、电解槽系统的集成到设备平衡、导管架和辅助系统设计。该公司表示，现在海上风电场离岸越来越远，海上风电场产生的大量电力不能简单地在高峰时段输入陆上高压电网。

宗合 中国能源报 2022-08-22

石墨烯纳米袋显著减少氢燃料电池所需铂金

达到并超过美能源部设定的催化剂标准

石墨烯纳米袋显著减少氢燃料电池所需铂金

石墨烯包裹合金产生了非凡的结果：催化活性提高 75 倍，功率提高 65%。

科技日报北京 8 月 16 日电（实习记者张佳欣）尽管氢燃料是一种很有前景的化石燃料替代品，然而其发电依赖的催化剂主要由稀有昂贵的金属铂组成，这限制了氢燃料的广泛商业化。据 16 日发表于《自然·纳米技术》杂志的论文，美国加州大学洛杉矶分校研究人员报告了一种方法，使他们能够达到并超过美国能源部（DOE）设定的高催化剂性能、高稳定性和低铂使用率的目标。

这项破纪录的技术使用了铂钴合金的微小晶体，每个晶体都嵌在由石墨烯制成的纳米袋中。

与 DOE 催化剂标准相比，石墨烯包裹合金产生了非凡的结果：催化活性提高 75 倍；功率提高 65%；在燃料电池预期寿命结束时，催化活性提高约 20%；在模拟使用 6000—7000 小时后，功率损失降低了约 35%，首次超过了 5000 小时的目标；每辆车所需的铂金几乎减少了 40%。

如今，全球铂及类似金属总供应量的一半用于化石燃料驱动的汽车催化转换器，这种成分可以降低其排放物的有害性。每辆车需要 2—8 克铂。相比之下，目前的氢燃料电池技术每辆车消耗约 36 克铂。而研究团队测试的最低铂负荷下，每辆氢动力汽车只需要 6.8 克铂。

那么，研究人员是如何从更少的铂中获得更多能量的呢？他们将铂基催化剂分解成平均 3 纳米长的颗粒。更小的颗粒意味着更大的表面积，也意味着更多发生催化活性的空间。然而，较小的颗粒往往会挤在一起形成较大的颗粒。

研究团队通过在 2D 材料石墨烯中装载他们的催化剂颗粒来解决这一限制。与煤或铅笔芯中常见的散装碳相比，这种薄碳层具有惊人的容量，可高效地导电和导热，是类似厚度的钢强度的 100 倍。

他们的铂钴合金被还原成颗粒。在集成到燃料电池之前，这些颗粒被石墨烯纳米袋包围，纳米袋还充当了一种防止颗粒迁移的锚，这正是商用车所需的耐久性水平所必需的。与此同时，石墨烯允许在每个催化剂纳米颗粒周围留出约 1 纳米的微小间隙，这意味着可能会发生关键的电化学反应。

实习记者张佳欣 科技日报 2022-08-17

我国首套自主研发橇装天然气制氢装置投用

8 月 23 日，中国海油宣布，我国首套自主研发的橇装天然气制氢装置在佛燃能源明城综合能源站正式投用。该套装置在满负荷条件下可用 4.8 立方米天然气可制取约 11 立方米氢气，氢气纯度达到国际最高的 99.999%，单位产品消耗、装置紧凑度等指标达到国际先进水平，可即时生产供燃料电池汽车使用的高纯度氢气，填补了国内行业空白。

据了解，明城站天然气制氢规模为 1500 千克/日，兼具加氢、加气、充电等功能，可满足公交车 125 车次或物流车 250 车次的加氢需求。项目分两期建设，本次为已投入试运行的一期工程，制氢能力为 500 千克/日。

该套装置由中国海油气电集团与佛燃能源、西南化工共同研发，具有完全自主知识产权和集成度高、自动化程度高、制氢效率高、占地面积小等特点，在一键开停车、一键负荷调整的智能化、数字化设计等方面处于国际领先水平。

据中国海油气电集团项目负责人侯建国介绍，当前限制我国氢能产业发展的瓶颈问题主要是满足燃料电池汽车使用要求的氢气供应有限、价格较高，该套自主研发的橇装天然气制氢装置采用天然气和水蒸气重整工艺制氢，可从城市天然气管道就地取气，无须从集中制氢厂使用长管拖车运氢到站，可使氢气终端成本降低 20%至 30%，不仅能有效解决用氢难、用氢贵的问题，对减少城市道路运氢风险也具有积极作用，为我国首批燃料电池汽车示范城市群建设提供了本地化氢源解决方案。

氢能具有零碳、高效、可储等显著优势，有望成为我国能源低碳化转型的重要抓手。相对于传统燃油车和纯电动车，氢燃料电池汽车不仅功率密度高、续航里程长、加氢速度快，而且全程可以做到零碳排放更符合节能环保属性，因此近年来更加得到政府的重视和鼓励。今年 3 月，国家发改委发布的《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》中明确提出：氢能是未来国家能源体系的重要组成部分、是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向。

中国海油气电集团总工程师张超表示，中国海油高度重视氢能技术和产业，已在氢能的制、储、运、用等环节开展了一系列研发和示范工作，努力促进我国天然气产业与氢能产业的深度融合和协同发展，为加快构建“清洁、低碳、安全、高效”能源体系，推动能源绿色转型和经济高质量发展做出了积极贡献。

在 250 立方米/小时橇装天然气制氢设备的成功应用基础上，中国海油已启动 500 立方米/小时橇装天然气制氢设备的研发工作。张超表示，“第二代产品将更高效、更紧凑、更智能，力争 2023 年上半年建成投用。未来，中国海油将朝着‘品牌化、标准化、数字化、零碳化’方向继续创新，打造具

有国际影响力的制氢高端装备，大力推动我国氢能产业发展，促进交通和工业领域深度脱碳，为国家实现‘双碳’目标贡献更多海油力量。”

吴莉 中国能源网 2022-08-24

我国制氢设备技术水平持续提升

核心阅读

大规模光伏、风电的建设将是未来绿氢大规模应用的有力支撑，也是倒逼化工等传统高耗能、高排碳行业进行产业升级的有力举措。此次下线的希倍优 1400 标方制氢系统，很好地遵循了制氢设备向低成本、低能耗、高电密、高产气量的发展方向。

近日，苏州希倍优氢能科技有限公司（以下简称“希倍优氢能”）最新制氢装备“希倍优 1400 标方制氢系统”正式下线。在下线仪式上，希倍优氢能分别与内蒙古兴安盟科尔沁右翼前旗政府签署《希倍优科右前旗氢能装备制造风光制氢合成氨项目》，与内蒙古庆华集团有限公司签署《腾格里 30000Nm³/h 风光制氢项目合作协议》，与华润电力投资有限公司东南分公司、湄洲湾北岸经济开发区签署《新能源产业投资开发三方合作框架协议》，与国华（江苏）风电有限公司、射阳港经济开发区新能源及其装备产业园管理办公室签署《零碳绿色气体产业园合作协议》。

近年来，在“双碳”目标及氢能产业加速发展背景下，绿氢在脱碳中发挥的作用备受关注，随着电解水制氢部署规模不断扩大，为适应未来绿氢大规模制取需求，我国制氢设备在成本、能耗、产氢效率等技术方面迎来持续提升。

绿氢市场前景广阔

今年 3 月，国家发改委、国家能源局联合印发的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》明确了氢的能源属性，并提出到 2025 年，可再生能源制氢量达到 10-20 万吨/年，实现二氧化碳减排 100-200 万吨/年。到 2030 年，形成较为完备的清洁能源制氢及供应体系，有力支撑碳达峰目标实现。到 2035 年，可再生能源制氢在终端能源消费中的比例明显提升。

值得注意的是，除了交通运输，氢气需求量庞大的工业领域同样开始重视绿氢发展，这也意味着绿氢已经成为传统能源企业转型的重要方向。4 月 7 日，工信部、国家发改委等六部门联合发布《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》，鼓励石化化工企业因地制宜、合理有序开发利用绿氢，推进炼化、煤化工与绿电、绿氢等产业耦合示范。

“虽然氢经济时代没有想象的那样迅速到来，但氢气涉及到化工、电子、冶金、能源、宇航、交通等很多领域，其规模在不断发展，会带来更大的经济效益和社会效益。”希倍优氢能副总经理徐尚国表示。

希倍优氢能总经理李留罐指出，2020 年-2025 年是我国氢能产业发展中长期规划的首个五年，期间可再生能源制氢产能计划达到 10 万吨-20 万吨/年。同时，海内外近年来已有多个大规模绿氢项目开建，推行绿氢大规模制取已是大势所趋。

瞄准碱性电解槽制氢

作为成套的电解水制氢系统和制氢解决方案提供商，为进一步提高核心竞争力，希倍优氢能不断聚焦氢气制取硬技术，持续提升制氢设备性能。此前，希倍优氢能首套 50 标方碱性水电解制氢系统已于今年 1 月在江苏苏州正式下线。

据介绍，该制氢系统采用全新的“一体化双极板结构”，可使电极表面的电位-电流分布更均匀，电子导体的欧姆损耗更小，同等电流下直流能耗更低。此外，考虑到整套制氢系统的安全性，该制氢系统设计了更全面的安全连锁系统，而且在后处理、智能控制系统方面也进行了最新的升级优化。

记者了解到，目前国内绿氢项目还是以碱性电解制氢为主，随着近几年研发投入的持续加强，碱性电解槽性能迎来显著提升，在保持低成本优势的前提下，关键性能指标已和质子交换膜电解槽接近。另外，随着科研力量和产业投资的注入，碱性电解制氢技术在规模、成本、性能等综合性能

上将保持竞争优势。

“碱性电解制氢具有安全可靠、运行寿命长、较适合大规模氢能项目等特点，价格方面，碱性水电解制氢系统也具备非常大的优势。”李留罐表示，因此希倍优氢能瞄准碱性电解制氢，适应大规模解决方案，在继承传统的同时加以创新。“结构上避免接触电阻，优化电极表面电流——电位分布，优化流道及内部流场。材料上，采用新工艺，多元合金催化剂、新型复合隔膜。设备整体欧姆压降更小，电流密度更高，碱液配流更均，管道压降更低。”

技术水平仍有提升空间

中国工程院院士彭苏萍表示，绿氢将在我国能源体系中发挥重要作用，如何大规模、低成本制取绿氢尤为关键。这也对制氢设备的性能、效率和可靠性提出更高要求。

值得关注的是，此次大标方制氢设备的下线，正是希倍优氢能支持绿氢规模应用的具体实践。李留罐表示，大规模光伏、风电的建设将是未来绿氢大规模应用的有力支撑，也是倒逼化工等传统高耗能、高排碳行业进行产业升级的有力举措。希倍优氢能此次下线的 1400 标方制氢系统，很好地遵循了制氢设备向低成本、低能耗、高电密、高产气量的发展方向。

“同时，针对新能源发电波动性特点，希倍优氢能同步研发搭载模块化电解槽的后处理系统和智控系统，为后期电解槽批量生产和模块化应用奠定良好的基础，预计新型的模块化电解槽将在 2023 年正式投产。”李留罐称。

李留罐进一步强调，目前制氢设备技术远未触及“天花板”，在降低能耗、提高使用寿命、维护成本、解决电池衰减问题等方面仍需持续推进。

未来，希倍优氢能加大研发及测试投入，对电解槽进行稳定性测试。徐尚国表示，公司将始终助力发展氢能经济，在提升催化剂性能及电极使用寿命、降低整槽欧姆压降、制氢设备与新能源耦合等领域继续深耕。

本报记者 仲蕊 中国能源报 2022-08-22

核能

江西神华九江公司二期扩建工程获得核准

本报讯 8月12日，国家能源集团江西神华九江发电公司2台100万千瓦二期扩建工程项目正式获得江西省发改委的核准批复。

该项目煤炭运输费用属江西省最低，瞄准建设最先进、最佳耦合智慧电厂和打造绿色煤电新标杆目标，采用超超临界二次再热燃煤发电机组，设计供电标准煤耗 255.1 克/千瓦时，全厂热效率 55.25%，优于已投运的同类工程指标水平。工程动态投资 74.5 亿元，同步建设超低排放环保设施，项目建成后，将进一步满足江西省经济社会发展日益增长的用电需求，助推革命老区绿色高质量发展。

吴江 中国能源报 2022-08-22

能源政策

九部门重磅发文！

到 2030 年，大幅提升能源技术自主创新能力，带动化石能源有序替代，推动能源绿色低碳安全高效转型。

8 月 18 日，科技部等九部门发布关于印发《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》的通知。

通知提出，通过实施方案，到 2025 年实现重点行业和领域低碳关键核心技术的重大突破，支撑单位国内生产总值（GDP）二氧化碳排放比 2020 年下降 18%，单位 GDP 能源消耗比 2020 年下降 13.5%；到 2030 年，进一步研究突破一批碳中和前沿和颠覆性技术，形成一批具有显著影响力的低碳技术解决方案和综合示范工程，建立更加完善的绿色低碳科技创新体系，有力支撑单位 GDP 二氧化碳排放比 2005 年下降 65%以上，单位 GDP 能源消耗持续大幅下降。

通知指出，聚焦国家能源发展战略任务，立足以煤为主的资源禀赋，抓好煤炭清洁高效利用，增加新能源消纳能力，推动煤炭和新能源优化组合，保障国家能源安全并降低碳排放，是我国低碳科技创新的重中之重。充分发挥国家战略科技力量和各类创新主体作用，深入推进跨专业、跨领域深度协同、融合创新，构建适应碳达峰碳中和目标的能源科技创新体系。针对能源绿色低碳转型迫切需求，加强基础性、原创性、颠覆性技术研究，为煤炭清洁高效利用、新能源并网消纳、可再生能源高效利用，以及煤制清洁燃料和大宗化学品等提供科技支撑。到 2030 年，大幅提升能源技术自主创新能力，带动化石能源有序替代，推动能源绿色低碳安全高效转型。

围绕城乡建设和交通领域绿色低碳转型目标，以脱碳减排和节能增效为重点，大力推进低碳零碳技术研发与示范应用。推进绿色低碳城镇、乡村、社区建设、运行等环节绿色低碳技术体系研究，加快突破建筑高效节能技术，建立新型建筑用能体系。开展建筑部件、外墙保温、装修的耐久性和外墙安全技术研究与集成应用示范，加强建筑拆除及回用关键技术研发，突破绿色低碳建材、光储直柔、建筑电气化、热电协同、智能建造等关键技术，促进建筑节能减碳标准提升和全过程减碳。到 2030 年，建筑节能减碳各项技术取得重大突破，科技支撑实现新建建筑碳排放量大幅降低，城镇建筑可再生能源替代率明显提升。

突破化石能源驱动载运装备降碳、非化石能源替代和交通基础设施能源自洽系统等关键技术，加快建设数字化交通基础设施，推动交通系统能效管理与提升、交通减污降碳协同增效、先进交通控制与管理、城市交通新业态与传统业态融合发展等技术研发，促进交通领域绿色化、电气化和智能化。力争到 2030 年，动力电池、驱动电机、车用操作系统等关键技术取得重大突破，新能源汽车安全水平全面提升，纯电动乘用车新车平均电耗大幅下降；科技支撑单位周转量能耗强度和铁路综合能耗强度持续下降。

以促进成果转移转化为目标，开展一批典型低碳零碳技术应用示范，到 2030 年建成 50 个不同类型重点低碳零碳技术应用示范工程，形成一批先进技术和标准引领的节能降碳技术综合解决方案。在基础条件好、有积极意愿的地方，开展多种低碳零碳技术跨行业跨领域耦合优化与系统集成，开展管理政策协同创新。加强科技成果转化服务体系建设，结合国家绿色技术推广目录和 国家绿色技术交易中心等平台网络，综合提升低碳零碳技术成果转化能力，推动低碳零碳技术转移转化。完善低碳零碳技术标准体系，加强前沿低碳零碳技术标准研究与制定，促进低碳零碳技术研发和示范应用。

政策解读

《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》政策解读

为深入落实党中央、国务院有关部署，做好科技支撑碳达峰碳中和工作，科技部等九部门联合

印发了《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》（以下简称《实施方案》）。近日，科技部有关负责人就《实施方案》相关情况回答了记者的提问。

一、请问出台《实施方案》的目的和意义是什么？

碳达峰碳中和是党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体。科技创新是同时实现经济社会发展和碳达峰碳中和的关键。

为深入贯彻落实党中央国务院关于碳达峰碳中和的重大决策部署，按照碳达峰碳中和“1+N”政策体系的总体安排，科技部会同发展改革委、工业和信息化部、生态环境部、住房和城乡建设部、交通运输部等九部门组织编制了《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》，《实施方案》统筹提出支撑2030年前实现碳达峰目标的科技创新行动和保障举措，并为2060年前实现碳中和目标做好技术研发储备，为全国科技界以及相关行业、领域、地方和企业开展碳达峰碳中和科技创新工作的开展起到指导作用。

二、《实施方案》的定位与编制原则是什么？

《实施方案》对标《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《2030年前碳达峰行动方案》有关部署，针对我国各重点行业碳排放基数和到2060年的减排需求预测，系统提出科技支撑碳达峰碳中和的创新方向，统筹低碳科技示范和基地建设、人才培养、低碳科技企业培育和国际合作等措施，推动科技成果产出及示范应用，为实现碳达峰碳中和目标提供科技支撑。在编制过程中遵循以下原则：

一是统筹当前和长远。按照经济社会可持续发展的要求，基于我国2030年和2060年经济社会发展和碳排放的情景预测，研究提出支撑2030年前实现碳达峰目标的科技创新行动和保障举措，并构建低碳技术创新体系，为2060年前实现碳中和目标做好技术研发储备。

二是统筹科技创新与政策创新。科技创新和政策创新是实现碳达峰碳中和目标的两个重要方面，缺一不可。结合科技部的职能，《实施方案》更加侧重于科技创新，着力于加强高效率、低成本的低碳技术供给，同时也适当考虑了低碳技术标准等政策创新方面的内容，以促进低碳技术产业化。

三是统筹科技部门和相关方面的工作。在科技部已开展和正在部署的相关工作基础上，广泛征求相关部门和地方在低碳科技创新方面的科技需求，在《实施方案》编制过程中充分吸纳。按照碳达峰碳中和“1+N”政策体系的总体安排，与相关部门编制的实施方案做好协调和对接。

三、《实施方案》的重点任务有哪些？

加强科技支撑碳达峰碳中和涉及基础研究、技术研发、应用示范、成果推广、人才培养、国际合作等多个方面，《实施方案》提出了10项具体行动。

一是能源绿色低碳转型科技支撑行动。立足以煤为主的资源禀赋，抓好煤炭清洁高效利用，增加新能源消纳能力，推动煤炭和新能源优化组合，保障国家能源安全并降低碳排放；

二是低碳与零碳工业流程再造技术突破行动。是以原料燃料替代、短流程制造和低碳技术集成耦合优化为核心，引领高碳工业流程的零碳和低碳再造；

三是建筑交通低碳零碳技术攻关行动。是以围绕交通和建筑行业绿色低碳转型目标，以脱碳减排和节能增效为重点，大力推进低碳零碳技术研发与推广应用；

四是负碳及非二氧化碳温室气体减排技术能力提升行动。聚焦提升CCUS、绿色碳汇、蓝色碳汇等负碳技术能力，对甲烷、氧化亚氮等非二氧化碳温室气体监测和减量替代技术进行针对性部署；

五是前沿颠覆性低碳技术创新行动。围绕驱动产业变革的目标，聚焦基础研究最新突破，加快培育颠覆性技术创新路径，引领实现产业和经济发展方式的迭代升级；

六是低碳零碳技术示范行动。形成一批可复制可推广的先进技术引领的节能减碳技术综合解决方案，并开展一批典型低碳技术应用示范，促进低碳技术成果转移转化；

七是碳达峰碳中和管理决策支撑行动。加强碳减排监测、核查、核算、评估技术体系研究建议，提出不同产业门类、区域的碳达峰碳中和发展路径和技术支撑体系；

八是碳达峰碳中和创新项目、基地、人才协同增效行动。着力加强国家科技计划对低碳科技创

新的系统部署，推动国家绿色低碳创新基地建设和人才培养，加强项目、基地和人才协同，提升创新驱动合力和国家创新体系整体效能；

九是绿色低碳科技企业培育与服务行动。加快完善绿色低碳科技企业孵化服务体系，培育一批低碳科技领军企业，优化绿色低碳领域创新创业生态；

十是碳达峰碳中和科技创新国际合作行动。持续深化低碳科技创新领域国际合作，构建国际绿色技术创新国际合作网络，支撑构建人类命运共同体。

四、如何确保《实施方案》贯彻落实？

科技部将通过以下三方面工作确保《实施方案》的贯彻落实：一是加强机制保障，建立双碳科技创新部际协调机制和国家碳中和科技专家委员会，同时持续推进科研体制机制改革，释放创新活力，营造适宜碳达峰碳中和科技发展的创新环境。二是加强碳中和技术跟踪监测，重点关注碳中和技术的研发和应用投入，通过科技考核评价机制促进技术优选与迭代。三是加强技术成果的产权保护，推进完善国家科技知识产权相关法律法规建设，推动建立低碳技术侵权行为信息记录并纳入全国公共信用共享平台。

中国能源网 2022-08-18

我国将建立全国及地方碳排放统计核算制度

本报讯 日前，国家发改委、国家统计局、生态环境部公布的《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》提出，到2023年，职责清晰、分工明确、衔接顺畅的部门协作机制基本建立，相关统计基础进一步加强，各行业碳排放统计核算工作稳步开展，碳排放数据对碳达峰碳中和各项工作支撑能力显著增强，统一规范的碳排放统计核算体系初步建成。到2025年，统一规范的碳排放统计核算体系进一步完善，碳排放统计基础更加扎实，核算方法更加科学，技术手段更加先进，数据质量全面提高，为碳达峰碳中和工作提供全面、科学、可靠数据支持。

《方案》指出，建立全国及地方碳排放统计核算制度。由国家统计局统一制定全国及省级地区碳排放统计核算方法，明确有关部门和地方对能源活动、工业生产过程、排放因子、电力输入输出等相关基础数据的统计责任，组织开展全国及各省级地区年度碳排放总量核算。鼓励各地区参照国家和省级地区碳排放统计核算方法，按照数据可得、方法可行、结果可比的原则，制定省级以下地区碳排放统计核算方法。

张彩元 中国能源网 2022-08-25