

# 能量转换科技信息

广州能源研究所信息服务与编辑部  
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  
第二十一期 2019年11月

## 目 录

重点实验室动态--科研进展.....	1
甲烷水合物在天然砂中的分解动力学研究.....	1
温度对4种典型生物质成型特性的影响.....	1
含环戊烷体系中二氧化碳水合物形成分解热特性.....	1
木质素氢解反应溶剂与催化剂研究进展.....	2
基于GSA的厌氧发酵原料碳氮比NIRS快速检测.....	2
重点实验室动态.....	3
浙江省能源集团有限公司副总经理朱松强一行来访.....	3
总论.....	4
国际能源署：2024年中国将续保持可再生能源产能领先地位，土耳其列欧洲第五.....	4
可再生能源能源替代作用凸显.....	4
中非能源合作步入提质增效新阶段.....	5
要防范不切实际的能源转型.....	6
英国开启“绿电元年”.....	7
为能源转型设置一个“天空情景”.....	9
2019全球新能源企业500强分析.....	10
能源供给保障底气足.....	17
热能、动力工程.....	19
国家能源局：前三季度可再生能源发电量同比增长约11%.....	19
青海多能互补机制仍存多处“短板”.....	20
5kW~50kW储能产品惊艳亮相澳大利亚全能展.....	22
英国交通“去碳化”战略催生财政压力.....	23
储能技术推动新能源微电网落地.....	24
柔性锂电池有望成电池新势力.....	25
甲醇制氢会成为市场宠儿吗.....	26
高比例新能源城市怎么建？扬中探索东部答案.....	27
“绿色能源岛”让零碳城市不再遥远.....	29
绿色生态+能源变革，山水吴中入画来.....	30
综合能源服务领域广 社会经济效益双丰收.....	31
被动房离大众生活有多远？.....	33
可再生能源助力被动房实现零能耗.....	34
甲醇重整制氢将走出能源高质量发展新路子.....	35

推进化石能源清洁化和清洁能源规模化 .....	36
“液体阳光”是实现低碳能源的主要途径 .....	37
地热能 .....	38
河北省深层地热技术创新中心获批建设 .....	38
浙能滨海热电：当好园区发展的能源“管家” .....	39
生物质能、环保工程 .....	42
生物质能产业遇瓶颈 专家呼吁加强基础研究 .....	42
乙醇汽油时代能否如期而至？ .....	43
固废资源化利用可优化能源结构 .....	44
垃圾发电项目补贴该取消吗？ .....	46
生物质清洁取暖为何叫好不叫座 .....	48
太阳能 .....	49
江苏扬州：“渔光互补”助力扶贫 .....	49
约旦启动太阳能供电计划 .....	50
持续刷新，纤纳光电大组件获国际权威效率检测机构 14.3%认证！ .....	50
风能 .....	51
金风科技曹志刚：打造高质量发展的风电未来 .....	51
特变电工新能源度电成本最优风电场解决方案闪耀亮相 .....	53
金风科技：“海陆空”护航 制胜高质量的风电未来 .....	54
平价后，风电增速不会降下来 .....	56
风电平价之路怎么走 .....	57
亚洲将引领全球风电发展 .....	58
随“新”而动·联合动力进军大兆瓦海上风电机组技术 .....	59
中国海装：持续创新引领风电制造技术提升 .....	59
中英海上风电合作迈向深水区 .....	61
风电平价之路怎么走 .....	62
中国海装发布 10MW 海上风电机组 .....	63
海洋能、水能 .....	63
中巴经济走廊框架下大型项目建设稳步推进 苏基克纳里水电站工程成功截流 .....	63
氢能、燃料电池 .....	64
阳光电源携手大连化物所成立“PEM 电解制氢技术联合实验室” .....	64
亿华通氢燃料电池项目荣获“中国汽车工业科学技术进步奖”一等奖 .....	65
韶能股份布局氢能及储能业务 .....	65
核能 .....	66
中核战略规划研究总院成立 .....	66
业务拓展将助力西屋转型 .....	66
华龙一号批量化建设开启 .....	68
法国核电政策摇摆不定 .....	68
醉心核电奏长歌 .....	69

本刊是内部资料，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。严禁将本刊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。

## 重点实验室动态--科研进展

### 甲烷水合物在天然砂中的分解动力学研究

文龙 周雪冰 梁德青

**摘要:** 研究了在常压、275.1 K 条件下, 甲烷水合物在天然砂中的分解动力学, 考察了天然砂粒径、水合物饱和度(40%, 30%, 20%)、NaCl 对甲烷水合物分解过程中产气量及温度的影响。实验结果表明, 在水合物饱和度相同的条件下, 甲烷水合物在中值粒径为 55  $\mu\text{m}$  的天然砂中初期分解速率最快。在水合物饱和度为 30%~40%的天然砂中, 在中值粒径为 87  $\mu\text{m}$  的天然砂中获得了最大产气量; 在水合物饱和度为 20%的天然砂中, 在中值粒径为 24  $\mu\text{m}$  的天然砂中产气量最大。天然砂中的无机盐可以极大地促进甲烷水合物的分解。在含 3.5%(w)NaCl 溶液的沉积物中, 当水合物饱和度约为 30% 时, 甲烷水合物在中值粒径为 87  $\mu\text{m}$  天然砂中产气量较纯水体系降低了约 69.89%。

**基金:** 国家自然科学基金项目(51706230); 国家重点研发计划项目(2016YFC0304002)

石油化工, 2019 年 09 期

### 温度对 4 种典型生物质成型特性的影响

李伟振 姜洋 王微 阴秀丽 王明峰

**摘要:** 以玉米秸秆、桉木屑、竹屑、硬杂木屑 4 种典型生物质为原料进行成型实验, 研究了温度对其成型特性的影响。在差示扫描量热仪上测定了 4 种原料的热转变特征温度, 显示玻璃态转变特征温度  $T_g$  在 80~100 $^{\circ}\text{C}$  之间。40 $^{\circ}\text{C}$  时松弛密度(DRS)和径向最大抗压力(MRS)较低, 成型比能耗(ESC)较高; 70~100 $^{\circ}\text{C}$  时松弛密度和径向最大抗压力增大, 成型比能耗降低; 100~160 $^{\circ}\text{C}$  时松弛密度增加, 径向最大抗压力无一致性变化规律, 比能耗增大; 100 $^{\circ}\text{C}$  左右接近 4 种原料玻璃态转化的终止温度, 存在比能耗最低点, 说明粒子达到最大软化程度, 易于发生形变; 原料木质素含量越高成型后颗粒的径向最大抗压力越大, 成型时的比能耗越高。成型颗粒内部横断面的微观形貌测试结果显示低于原料玻璃态转变温度时, 粒子间存在较大缝隙, 结合不紧密; 高于原料玻璃态转变温度时, 粒子间缝隙较少, 结合紧密。

**基金:** 广州市科技计划项目(201704020189); 黑龙江省省院科技合作项目(KS2018KH0090); 中国科学院可再生能源重点实验室基金项目(y807j91001)

生物质化学工程, 2019 年 05 期

### 含环戊烷体系中二氧化碳水合物形成分解热特性

谢文俊 李小森 邹颖楠 徐纯刚

**摘要:** 水合物法分离捕集二氧化碳( $\text{CO}_2$ )是实现碳减排的重要技术。然而, 受制于气体水合物形成分解微观机理的不明确, 水合物形成速度慢及气体消耗量低两个关键问题还未得到解决, 气体水合物  $\text{CO}_2$  分离捕集技术还未得到商业应用。为了揭示气体水合物形成微观机理, 本研究利用激光 Raman 光谱仪对不同实验条件下生成的  $\text{CO}_2$  水合物进行测试, 详细分析了生成的气体水合物的 Raman 峰, 利用低温高压差式扫描量热仪(DSC)对含环戊烷(CP)体系中  $\text{CO}_2$  水合物形成分解进行热表征。研究发现, 恒容条件下, 初始压力为 2.5MPa 时, 气体消耗量为 0.0187 mol/mol,  $\text{CO}_2$  的 Raman 峰出现在 1276.3  $\text{cm}^{-1}$  和 1379.6  $\text{cm}^{-1}$ ; 初始压力为 5.0MPa 时, 气体消耗量为 0.744mol/mol,  $\text{CO}_2$  的 Raman 峰出现在 1276.1  $\text{cm}^{-1}$  和 1379.6  $\text{cm}^{-1}$ 。 $\text{CO}_2$  水合物形成分解热结果表明, 一方面, 随着操作温度、

压力条件的变化,形成水合物的种类与结构发生改变;再一方面,对于相同初始体系,最终形成的水合物不是单一的,而是多种水合物共存。此研究结果为进一步理清气体水合物形成微观机理提供了理论基础和重要的科学依据。

**基金:** 国家自然科学基金重点项目(51736009); 广东省海洋经济发展特殊项目(GDME-2018D002)  
化工进展, 首发时间: 2019-09-30

## 木质素氢解反应溶剂与催化剂研究进展

王文锦 徐莹 王东玲 王晨光 马隆龙

**摘要:** 木质素是由三种苯丙烷单元随机键合形成的复杂大分子物质,是自然界中唯一可直接提供芳环的可再生能源。以木质素为原料制取高品位液体燃料和高附加值化学品,特别是木质素氢解是国内外关注的热门研究领域之一。本文梳理了近年木质素催化氢解研究进展,针对木质素氢解过程中溶剂体系(水溶剂以及醇类溶剂)和催化剂体系(均相催化剂以及非均相金属催化剂)对木质素氢解效率、产物分布的影响机理,做了较全面的概述和分析。最后,针对木质素催化氢解领域目前尚存在的问题提出建议,期望为木质素高值化利用相关研究提供参考。

**基金:** 国家自然科学基金项目(51676191); 国家自然科学基金委员会与泰国国家研究理事会“可再生能源”领域合作研究项目(5181101221); 中国科学院战略性先导科技专项(A)(XDA21060102); 广东省特支计划项目-科技创新青年拔尖人才项目(2015TQ01N652); 中国科学院青年促进会项目(2016313)

化工学报, 首发时间: 2019-10-09

## 基于 GSA 的厌氧发酵原料碳氮比 NIRS 快速检测

刘金明 程秋爽 甄峰 许永花 李文哲 孙勇

**摘要:** 厌氧发酵的本质是微生物的培养过程,碳氮比是影响微生物厌氧发酵产沼气的重要因子。在以预处理后玉米秸秆、秸秆粪便混合物为原料进行厌氧发酵生产沼气时,为了对厌氧发酵原料碳氮比进行快速检测,将近红外光谱(NIRS)与偏最小二乘(PLS)回归相结合构建快速检测模型,并基于遗传模拟退火算法(GSA)构建遗传模拟退火区间偏最小二乘算法(GSA-iPLS)和双重遗传模拟退火偏最小二乘算法(DGSA-PLS)分别用于特征谱区优选和特征波长点优选,以提高回归模型的检测精度和效率。全谱 1844 个波长点经 GSA-iPLS 进行谱区优选后,得到 641 个波长变量,再经 DGSA-PLS 进行特征波长点优选后,得到 628 个波长变量。DGSA-PLS 回归模型验证集的决定系数( $R^2$ )为 0.920,预测均方根误差(RMSEP)为 7.178,相对分析误差(RPD)为 3.805。与全谱建模相比,DGSA-PLS 模型的 RMSEP 减少了 15.866%。通过波长优选,参与建模的波长点数量显著减少,有效降低了变量维度和模型复杂度,提升了预测精度和预测能力。本文通过优选碳氮比的敏感波长变量,有效提高了预测模型的鲁棒性,为直接、快速、准确测量厌氧发酵原料碳氮比提供了新途径。

**基金:** “十二五”国家科技支撑计划项目(2015BAD21B03); 中国科学院可再生能源重点实验室开放基金项目(Y907k81001)

农业机械学报, 首发时间: 2019-10-15

## 重点实验室动态

### 浙江省能源集团有限公司副总经理朱松强一行来访

10月15日上午，浙江省能源集团有限公司副总经理朱松强一行来访并开展交流活动，广州能源所所长、重点实验室学术委员会副主任马隆龙研究员、重点实验室副主任孙永明研究员、以及重点实验室海洋能转化及利用研究团队、生物质热化学转化研究团队、综合利用技术集成研究团队、废弃物处理与资源化利用等团队的相关人员参加了接待与座谈。

座谈会上，孙永明代表重点实验室对朱松强一行的到来表示了热烈欢迎，朱松强介绍了浙能集团的整体情况和发展布局，提出了关注的技术方向。汪丛伟介绍了实验室的基本情况和代表性成果，并针对浙能集团重点关注的专项技术进行了简要讲解。随后，相关技术团队人员与浙能集团的人员展开了热烈的讨论，朱松强对重点实验室的科研技术产生浓厚的兴趣，并期望未来进一步交流合作。



## 总论

### 国际能源署：2024 年中国将继续保持可再生能源产能领先地位，土耳其列欧洲第五

据土耳其《晨报》10月21日报道，国际能源署发布报告称，受民居、商用和共用建筑及工业对太阳能利用率提高，全球可再生能源预计自2019年装机容量2500吉瓦增至2024年3700吉瓦，增幅48%。中国将自2018年底装机容量280吉瓦增至2024年1219吉瓦居全球首位，美国自280吉瓦增至2024年411吉瓦居次，印度、德国、巴西、日本、加拿大、西班牙、法国、意大利分列第三至第十位，土耳其将自42吉瓦增至63吉瓦，增幅50%，列全球第十一，居欧洲第五，其中75%的可再生能源装机来自太阳能和风能，其风能装机容量将自2018年底5.9吉瓦增加至2024年12.9吉瓦，太阳能自5.1吉瓦增至2024年15.2吉瓦。此外，土耳其水利发电至2024年将增加11%至31吉瓦，地热和生物发电分别增至2.1吉瓦和1.5吉瓦。

驻土耳其使馆经商参处 2019-10-31

### 可再生能源能源替代作用凸显

在最近举办的不同论坛上，业内专家学者、企业家们不约而同认为，“去碳化”能源体系的发展步伐正在加速，加快各类清洁能源开发、加速向低碳能源转型，已成为世界各国的普遍共识和一致行动，尤其是风电、太阳能等可再生能源的加速发展，已成为助力能源转型的关键。

“新能源是能源转型升级的关键”

数据显示，我国目前已成为可再生能源装机规模和消费量的第一大国，中国已拥有世界上1/3的风力发电，全球十大风力涡轮机制造商四家，全球十大太阳能电池板制造中的六家以及全球1/4的太阳能发电能力。

“新能源利用基数已经取得了长足发展，特别是在风电、光伏、光热、储能等领域，新能源已经成为推动能源转型升级的关键因素。”国家能源局原副局长、中国能源研究会常务副理事长史玉波在“2019年国际清洁能源投融资大会”上表示，从我国风电和光伏装机情况看，四年风电装机容量翻一番，从9600万千瓦上升到去年底的1.8亿万千瓦；2014年，光伏装机从2014年的2500万千瓦上升到去年底的1.7亿千瓦，翻了三番。“总的来看，近几年风电和光伏的发展，已驶入快车道。”

国家发改委能源研究所可再生能源发展中心副主任陶冶在“2019光伏新时代”论坛上预测，“十四五”期间，我国可再生能源在一次能源消费比重和全社会用电量比重将持续提高，预计2025年可再生能源在全社会用电量当中有望比重提高至35%—37%。

可再生能源投资前景可观

记者从西安市人民政府、中国投资协会主办的“2019年国际清洁能源投融资大会”上获悉，目前，中国在清洁能源基础设施方面的支出已经超过美国和欧盟的综合。尽管我国对化石燃料有着巨大需求，但未来20年，我国在低碳发电和清洁能源技术方面的投资将超过6万亿美元。

业内人士一致判断，清洁能源行业正处于大规模发展阶段，未来还会保持较快的规模。以风电发展为例，“去年我国新增风电装机大概是2150万千瓦，预测未来几年陆上风电每年达到2000万以上，投资前景非常广阔。”史玉波表示。

“目前，发展清洁能源已成为许多能源及投融资企业在新一轮产业变革中抢占的制高点。”中国投资协会副会长兼秘书长张永贵表示，根据《国家清洁能源十三五发展规划》，到2020年水电、风电、光伏发电、生物质发电、地热能发电等可再生能源投资约需2.5万亿。“清洁能源受政策影响较大，电价调整补贴机制、正在研发完善的可再生能源发电配额考核和绿色证书交易制度，将进一步激发清洁能源企业的投融资潜力。”

中央财经大学绿色金融国际研究院助理院长、中国证券业协会绿色证券委员会副秘书长徐洪峰表示，在 2030 年前，“一带一路”所需要的清洁能源投资会达到 1.1 万亿美元。围绕清洁能源所服务的范围，形成了我国绿色金融的体系。“以绿色债券为例，中国绿色债券发行数量排国际前三。过去几年，绿色债券整体收益率高于普通债券，违约率相对低于一般债券。从这个角度讲，绿色产业和清洁能源产业的绿色产业投资，风险相对较低，收益较高。”

中国能源网 2019-10-25

## 中非能源合作步入提质增效新阶段

非洲能源问题和缺电困境一直是国际社会关注的焦点，也是长期未能解决的难题。“中国方案”结合非洲资源禀赋与发展实际，创新提出“电-矿-冶-工-贸”联动发展模式，采用中国特高压技术，将刚果河水电送至西非，支撑几内亚等国铝和钢铁产业升级，将有效解决非洲大型项目资金、技术、市场等难题。

10 月 16 日，记者从全球能源互联网发展合作组织获悉，11 月 4-7 日，2019 全球能源互联网暨中-非能源电力大会将在北京国家会议中心召开。本次大会将深入宣介全球能源互联网“中国倡议”，并分别以“全球能源互联网——绿色低碳可持续发展之路”和“非洲能源互联网——非洲发展新动能”为主题，从非洲清洁能源开发、经济社会发展、电气化与工业化发展、“电-矿-冶-工-贸”联动发展、电力互联互通、投融资等多角度展开合作研讨“中国方案”，为非洲各国可持续发展和中非合作带来重大机遇。

“中国方案”为非洲能源发展破局

“电力能源是经济社会发展的基础要素和先行官。当前，受基础薄弱、投入不足、缺少整体规划等因素影响，非洲不少地区还处于缺电和无电状态，能源供应不足问题严重制约了非洲的经济社会发展。”全球能源互联网发展合作组织新闻发言人、合作局局长林弘宇告诉记者。

林弘宇表示，通过构建非洲能源互联网，利用特高压等先进技术，可以将非洲丰富的水电资源、太阳能资源等清洁能源大规模、集中式、低成本开发与输送，实现跨国互联互通，从而为非洲经济社会发展提供安全、稳定、价廉的能源保障。

构建非洲能源互联网，可为非洲加快工业化进程提供新的动能。据林弘宇介绍，发挥电力产业的产业带动力，能够极大加快非洲工业化进程，特别是可以将非洲的矿产资源储藏优势转化为工业优势和产品优势，合作组织以“电-矿-冶-工-贸”模式作为推进非洲能源互联网建设的切入点，经研究，到 2063 年，非洲电解铝产量可达 2500 万吨，钢铁产量可达 4 亿吨，将带动 GDP 增加 2 万亿美元，出口增加 3000 亿美元。

“依托非洲能源互联网，到 2063 年，非洲清洁能源发电量占比达到 80%，每年可减排二氧化碳 32 亿吨、空气污染物 2600 万吨，有效促进绿色低碳发展。”林弘宇表示。另外，建设非洲能源互联网，可带动数以万亿美元的电力能源开发、电力生产、电网建设、电工装备、电能替代、智能技术、新型材料、信息通信等上下游产业的联动发展。

凝聚各方力量实现共建共赢

“全球能源互联网的建设需要全世界各方的广泛参与，尤其是包括产业公司、金融机构等各类商业机构的深度参与，这就需要我们本着共商、共建、共享、共赢的宗旨，提供一个具有包容性、灵活性、迭代性的综合商业模式框架。”全球能源互联网发展合作组织发展局副局长张义斌告诉记者。

张义斌认为，成功的商业模式需要解决三个基本问题：一是消费者需求得到满足；二是投资者得到合理回报；三是生产要素得到合理组合。全球能源互联网是一个复杂的巨系统，涉及能源生产供应各个环节，涉及能源投资与消费的互动，涉及跨地域资源配置，涉及不同国家的监管环境。

“构建全球能源互联网的商业模式不应该是单一的、固化的，而应该是开放的、多元的，应体现共商、共建、共享、共赢的特点。”张义斌表示，其商业模式必须坚持三条基本原则：一是着眼全球

配置资本、融通资金；二是遵循能源发展规律，践行能源监管政策、鼓励商业和技术创新；三是以开放、协作、共赢的互联网精神推动广泛合作。

合力打造更紧密中非命运共同体

自 20 世纪 90 年代初，中非开启能源合作以来，优势互补、互利共赢等发展特点日益显现。经过多年努力，双方已从最初通过贸易方式直接购买石油和石油产品，逐渐拓展成集传统能源和新能源勘探、开发、建设、贸易等为一体的宽领域、深层次、综合性合作。

在 2018 年中非合作论坛北京峰会期间，全球能源互联网发展合作组织发布了《非洲能源互联网规划研究报告》，并与几内亚共和国联合发起成立“非洲能源互联网可持续发展联盟”，为促进“一带一路”建设，打造更加紧密的中非命运共同体作出了积极贡献。

据了解，构建非洲能源互联网得到非洲多国元首、国际组织及企业机构的积极支持和响应。合作组织与几内亚政府共同倡议成立非洲能源互联网可持续发展联盟，为推动非洲开发清洁能源和电力互联互通建立多边机制、创建合作平台，目前已有 20 多个非洲国家、80 多个国际知名企业、机构申请加入。

此外，《构建非洲能源互联网，促进“电-矿-冶-工-贸”联动发展》和《刚果河水电开发与外送研究》两份报告将在本次大会上首发。报告结合非洲能源矿产资源禀赋与发展实际，将提出非洲能源互联网、刚果河下游三级水电开发外送整体方案，深入阐释由合作组织创新提出的“电-矿-冶-工-贸”联动发展新模式，为非洲清洁能源开发外送、电网互联互通提供可行的项目研究支撑和系统解决方案。

本报记者 李文华 中国能源报 2019-10-21

## 要防范不切实际的能源转型

低碳减排：节能提效最现实可行

中国能源目前依然面临清洁性、低碳性、安全性、高效性等挑战，为构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系，国家提出了能源革命战略。

中国工程院组织的重大咨询项目《推动能源生产和消费革命战略研究》，将能源革命分为三个阶段：2020 年之前为能源结构优化期，特别要推进煤炭清洁高效利用，提高煤炭利用集中度和清洁度；2020 年到 2030 年为能源领域变革期，主要是清洁能源替代煤炭战略；2030 年到 2050 年为能源革命定型期，形成“需求合理化、开发绿色化、供应多元化、调配智能化、利用高效化”的新型能源体系。

对中国而言，煤炭是主要的一次能源主体，因此煤炭的清洁高效可持续利用必定是构建能源体系的重要内容，也是实现低碳社会和可持续发展战略现实的必然选择。

我们应该清醒地认识到，当今如果没有煤，日子很难过。因此，煤炭要革命，但绝对不是要革煤炭的命，而是要在全产业链上实现绿色开发、清洁高效利用。实现了清洁高效利用的煤炭，就是清洁能源。

当前，节能减排和提高能效是中国低碳化过程中的重中之重。如果中国的能源利用效率达到世界平均水平，每年可以减少 13.3 亿吨能源消耗量，并可大幅减少 34.6 亿吨二氧化碳排放。因此，实现低碳化最现实可行的是节能提效。另外，原来认为安全只是供应安全，实际上，安全还应包括能源的供给安全、环境生态安全、科技安全和经济安全。

为推进能源革命，构建能源体系，中国工程院提出了优先节能提效、统筹优化电力的源网荷储用、煤油控量清洁转型、突破瓶颈加快提升非化石能源的占比、对能源技术进行创新与革命、能源与信息深度融合等六项举措。

能源转型：聚焦能源链条的优化

多个机构预测结果显示，2040 年化石能源在能源需求中占比 73%-78%。其中，IEA 和 OPEC 对未来能源消费结构的预测几乎一致，BP 对可再生能源的预测更加乐观，EIA 则更看重化石能源占比；IEA 最新数据显示，2018 年化石能源发电比例仍高达 64%，BP 预测到 2040 年，化石能源发电仍为

重要组成，在渐进转型情景中可再生能源发电仅占 29%，可再生能源成为发展最快的电力来源。

这些数据表明，化石能源在目前能源结构中不可或缺，在能源结构中仍占主导地位的同时，也在电力结构中处于重要地位。

对中国而言，以煤为主的格局决定了能源转型发展的立足点和首要任务，是推动煤炭清洁高效开发利用。但同时也要拓增量，加快提升水能、风能、太阳能、生物质能等可再生能源比重，安全高效发展核电，优化能源生产布局。值得注意的是，要在能源体系框架下进行能源转型和结构优化，防范不切实际的能源转型对经济发展和能源供应造成伤害。

怎样推动能源转型发展？应聚焦能源链条的结构优化，因为能源从生产到消费具有链条性质。中国能源结构的优化应该从一次能源结构、二次能源结构以及终端消费三方面开展综合优化，提高优化决策的科学性。

一次优化首先要对煤炭有科学的研究和认识，推进清洁高效利用，同时要加大常规和非常规油气能源开发利用，建设多能互补、集成优化示范工程；二次优化主要是增加火电机组灵活性，消纳可再生电力；消费优化需调整产业结构，提升用能终端的电气化率。最终建立泛能互联网，将能源生产、能源运输、能源转化以及能源消费的数据互联互通，利用大数据手段、人工智能等高新科技手段，实现能源综合优化、驱动产业升级转型，带动能源革命。

山西试点：立足煤炭，科学用煤

推动能源转型，促进山西省工业高质量发展，首先要立足煤炭、科学用煤、用好煤炭。煤炭是山西经济社会发展的主力，也是山西的主要资源，当下不能回避重点。这就需要做好顶层设计，制定长期规划，大力推进煤炭全产业链的集约化利用；并应以煤炭性质为基本出发点，因地制宜，合理规划、科学发展煤炭的低碳清洁和高效利用。

其次，应开源节流，降低煤炭比重。由于煤自身的化学结构特点，煤炭的使用与低碳清洁是存在一定矛盾的，因此从长远来讲，要降低煤炭的生产和使用比例，这就要求大力提高清洁发电技术，加快煤层气的利用和矸石利用，利用山西电网消纳优势，强化风电、光电的比例，降低经济结构中煤的相关的比例。

同时，要实现行业集中，市场驱动。为了提高资源的协调效率，国家采取了行业集中的途径，山西省也存在类似的问题，可以在研究本省实际情况下适当借鉴，但也要尊重市场规律，依靠政府营造良好的市场环境，防止市场垄断。

另外，要发展新兴产业，做好非煤文章。利用山西煤机制造优势和地理位置，发展好制造业和旅游业。

最后，还应依据数据，科学决策。建立山西省区块能源大数据的平台，将能源的生产、运输、转化以及能源消费的数据互联互通，利用大数据手段人工智能等高新科技手段，实现能源优化，驱动产业升级转型，带动能源革命。

总之，为了实现山西省经济转型升级，就要以开展能源革命综合改革试点为引领，构建新型绿色能源产业体系；以提升产业基础能力和产业链水平为重点，强化先进制造；以数字经济和实体经济深度融合为导向，实现共赢发展。

本报记者武晓娟/整理 中国能源报 2019-10-28

## 英国开启“绿电元年”

从首次实现一周零煤电，到持续半个月无煤电，再到连续 3 个月可再生能源发电量超化石燃料，英国正在以惊人的速度推进电力系统“脱碳”。随着英国成为全球首个通过净零排放法案的主要经济体，这个曾经严重依赖燃煤发电的老牌工业强国，正在将能源转型和可持续发展视为现代工业战略核心。在海上风电正式迈入“零补时代”的助推下，清洁电力占主导的日子越来越多，英国“绿电元年”已开启。

## 绿电连续 3 个月成主流

《金融时报》10 月 15 日报道称，英国可再生能源电力超过化石燃料电力的“首季度”已于今年第三季度实现，这是该国 1882 年首座燃煤电站运营以来首次连续 3 个月绿色电力占主导，“绿多黑少”的局面极大地强化了该国应对气候变化和降低排放的决心。

欧洲气候基金会（European Climate Foundation）旗下英国气候科学和能源政策调研网站 Carbon Brief 发布报告称，第三季度英国总发电量达到 73.9 太瓦时，其中风电、太阳能、生物质能和水电总计发电量约 29.5 太瓦时，占比达 40%；煤炭、石油和天然气总计发电量约 29.1 太瓦时，其余大部分为核能发电。

如果天气普遍良好，可再生能源通常可以在英国电力系统中发挥良好作用，但今年迄今数据证明，天气状况已不再左右该国可再生能源发电情况。Carbon Brief 指出，1 至 9 月的 273 天中，英国可再生能源发电量超过化石燃料发电的日子总计达 103 天，这几乎占到全年 365 天的 1/3，完全凸显了英国供电结构加速转型的现状。

英国国家电网公司认为，2019 年可谓英国自工业革命以来清洁能源发电超过化石燃料发电的“元年”，尽管绿色和平组织等环保团体极力反对核电，但后者在清洁供电领域的作用不容小觑。

事实上，今年英国已经连续打破“零煤电”纪录。继截至 5 月 8 日 13 点 24 分首次实现连续 7 日“无煤供电”之后，不到一个月即刷新纪录，截至 6 月 4 日实现了连续 18 日 6 小时 10 分钟的“无煤供电”，创下迄今该国最长时间的“零煤期”。

## 海上风电告别补贴

发展势头猛烈的海上风电，是促使英国清洁电力日子越来越多的强大推手，该国政府早已将其视为实现能源转型的主要渠道，计划到 2030 年实现海上风电占比 1/3 的目标。

《泰晤士报》报道称，近年来，随着供应链改善、风机性能改善、安装和维修费用降低等因素，英国海上风电成本大幅下降。从 2015 年的 119.9 英镑/兆瓦时竞标价，一路降到 2017 年的 57.5 英镑/兆瓦时，今年 9 月更是标出了约 40 英镑/兆瓦时的历史低价，英国海上风电已彻底告别补贴，踏上平价上网的道路。

9 月下旬，英国政府发布了首批无补贴的海上风电场项目合同，这 6 个总计 5.5 吉瓦装机的项目竞标出了创纪录的低价，分别是 39.65 英镑/兆瓦时（2023-2024 年投产运营）和 41.61 英镑/兆瓦时（2024-2025 年投产运营）。这些价格比英国政府的“参考价”还要低 8-9 英镑/兆瓦时，意味着这些新的海上风电场的发电成本比现有燃气电站还低。

英国政府指出，这 6 个无补贴海上风电场预计每年能产生 29 太瓦时电力，相当于英国去年总发电量的 9%，可以满足 650 万户家庭的电力需求。

英国目前是全球最大海上风电市场，截至去年装机总量 8 吉瓦，比位居第二的德国多 1/3。德勤在《英国海上风电市场投资指南》报告中指出，在全球海上风电市场中，英国发展相对成熟，且具备海岸线长、风速高、部分海床深度较浅等优异的资源条件，适合建设大规模海上风电场。

此外，英国工党日前发布最新规划，拟成立一家新的国有开发公司，旨在实现到 2030 年在国内水域新建 37 座海上风电场的目标，主要集中于苏格兰、约克郡和亨伯郡、英格兰东北部等地区。

## 净零排放目标的“里程碑”

英国《卫报》撰文称，清洁能源电力超化石燃料电力的日子越来越多，可谓英国“2050 年实现净零排放目标”战略的一个重要里程碑。过去 10 年，英国电力系统的脱碳速度，是全球 25 个主要经济体中最快的，该国通过强制向化石燃料电站征收碳税、实施可再生能源补贴等手段，加速向绿色能源结构靠拢。

2015 年，英国政府制定了到 2025 年完全淘汰燃煤发电的目标，眼下只余 5 座燃煤电站运行中，燃煤发电占比已经从 2013 年的 35% 降至去年的 5%。Carbon Brief 数据显示，2010 年，英国化石燃料发电量是可再生能源的 10 倍，该国约 3/4 的电力来自化石燃料，但不到 10 年后的今天，该国可再生能源发电量已激增 4 倍以上，化石燃料发电正在加速进入历史。

英国政府统计数据显示，去年英国一半以上的电力来自低碳能源，可再生能源和核电提供了 52.6% 的电力。天然气是去年最大单一发电来源，但随着今年绿色发电日子的增加，天然气发电份额将被极大挤压。

Carbon Brief 副主编 Simon Evans 表示，这一里程碑事件凸显出一个事实，即英国的电力系统正处于惊人转型中，而且这一趋势将持续下去。“可再生能源能否担当英国电网‘骨干’已经不再值得讨论，它们何时能够全面挤掉化石燃料才是当前需要谈论的话题，在此之前仍然需要不断延长绿色发电时间并扩大发电占比。”他强调。

英国可再生能源协会（Renewable UK）战略传播总监 Luke Clark 认为，英国可再生能源大规模增长对环境和消费者而言都是好消息，海上风电项目成本降至历史最低点，带动了绿色电价的下调，使得国民和企业能够享受到低碳经济的好处，同时助力政府 2050 年净零排放目标的实现。

本报记者 王林 中国能源报 2019-10-21

## 为能源转型设置一个“天空情景”

到本世纪末，人类所面临的重大转型之一就是能源转型。目前，能源转型才刚刚开始，一个很重要的问题是这条路到底怎么走？站在一家全球性公司的角度，我想从三个方面展开探讨。

首先，为什么要推进能源转型？大家都很清楚，世界需要更多能源，需要更好、更清洁的能源。“清洁”包括两个含义，一是不对空气、环境、土壤、水等生态环境产生污染，二是不再增加甚至减少大气里面的二氧化碳浓度。

联合国相关数据表明，到 2050 年，全球人口将从现在的 76 亿增至 100 亿，新增长的 24 亿人口，相当于中国和印度的人口总和。人口增加，与之相适应的生活水平也不断提高，让全球能源体系面临很大挑战，特别是导致环境和气候问题突出。

目前，在能源结构中，石油和天然气约占 50%，煤炭约占 30%，也就是 80% 的能源为化石能源，由此带来大量碳排放。到本世纪末，实现把全球气温升高控制在 2 摄氏度范围内，或者说低于 2 摄氏度的目标，现在起就要停止向大气排放二氧化碳。对于大部分国家而言，2050-2070 年左右必须实现零碳排放的目标。

如何实现上述目标？壳牌为此做了一些积极探索，并提出“天空情景”的概念，即一种零碳排放的能源组合路径。为了在 2070 年左右达到近零碳排放，我们需要更多的可再生能源，并配合碳捕捉等相关技术。

“天空情景”主要包括七个重要因素。第一点、也是最重要的一点——引导消费者对清洁能源作出更积极的选择，即推动消费者观念转变，使用更多的清洁能源。第二是推动能源终端电气化，将其比例从目前的 20% 提升到 60% 左右。届时，总发电量约增长 5 倍，其中可再生能源发电量将提高几十倍。此外还包括，增加新能源供给，到 2070 年，可再生能源占能源系统的比重要达到现在的 50 倍左右；大幅提高能源的使用效率；制定碳交易机制，为企业、消费者及其他排放者设定一个排放限值；推行碳捕捉与封存技术，将二氧化碳储藏起来、循环使用；实现零森林砍伐，保证森林量不减少。

要实现“天空情景”，不是某一家公司、一个团队或组织能做到的，还需政府、企业、投资者、社区以及每一个人合作、参与。为此，壳牌公司也设置了净碳足迹的战略目标：到 2035 年，从能源生产到消费过程的碳排放要减少 20%，到 2050 年进一步减少 50%。为实现上述中长期目标，还在每年制定了年度减碳目标，并将减碳目标与薪酬挂钩，让每一个人能更好地思考减碳问题。

围绕这些思路，壳牌如何实践？目前，壳牌在石油领域更着眼于 10-15 年的短期投资，天然气仍是相当长时间内的一个投资重点。一方面，我们认为，在本世纪 30 年代左右，石油的用量将开始减少；另一方面，使用天然气的碳排放强度只有煤的一半左右，氧化氮、氧化硫等污染物排放不到煤的 1/10，且天然气容易与风、光等新能源实现项目组合。

在新能源领域，我们将投资重点放在电力方面，包括电力生产、电力服务、电力输送等整个产业链。我们不断提高新能源投资比例，每年调拨专项资金来投资风能、太阳能等相关业务；对自身产品不断升级，让它们具备更高的能效、更低的排放；加大科研，加强数字化等新技术的利用。壳牌在能源转型中扮演的角色，就是用更多、更清洁的能源解决方案来共同推动社会进步。

本报记者朱妍/整理 中国能源报 2019-10-28

## 2019 全球新能源企业 500 强分析



图1 2015-2019 年全球新能源企业 500 强入围门槛（亿元）



图2 2015-2019 年全球新能源企业 500 强总营业收入（万亿元）





图5 2015-2019年“500强”企业中新兴市场国家与发达国家企业总营业收入（亿元）

排名	公司
334	Eskom Holdings SOC Ltd.
340	Anglo American plc
425	Impala Platinum Holding Ltd.

表1 2019“500强”南非入选企业

排名	公司	国家/地区
161	Doosan Power Systems	韩国
187	Bloom Energy Corporation	美国
499	W. L. Gore & Associates, Inc.	美国

表2 2019“500强”入选的氢能企业



图6 2015-2019年“500强”亚洲、欧洲企业数及其占比对比



图7 2015-2019年“500强”亚洲、欧洲企业营业收入及其占比对比



图8 2015-2019年“500强”中国企业平均营收规模及增长率情况



图9 2015-2019年“500强”企业产业营收占比分布图



图 10 2015-2019 年“500 强”储能产业变化情况



图 11 2015-2019 年“500 强”百亿企业营业收入及增长率



图 12 2015-2019 年“500 强”后 100 名企业营业收入及增长率

2018年，全球新能源产业发展呈现新的态势和特点：太阳能产业发展放缓，储能产业继续高歌猛进，氢能产业受到各国的鼓励及支持……受此影响，2019“全球新能源企业500强”（以下简称“500强”）榜单发生较大变化，呈现出以下特点：

### 一、入围门槛略微下降

2019年“500强”上榜企业最低营业收入为14.23亿元人民币，比2018年的14.49亿元略微下降0.26亿元，同比下降1.79%。图1给出了2015-2019年全球新能源企业500强企业最低营业收入情况即入围门槛及增长率情况。由图中可以看出，经过前几年的快速增长，“500强”企业的入围门槛增速放缓，进入了一个平台期，这也反映了新能源产业整体发展的现状。

2019年“500强”企业的总营业收入达到37975亿元人民币，比2018年的37053亿元增加922（2018：+3088）亿元人民币。图2给出2015-2019年全球新能源企业500强历年的总营业收入及增长率情况。由图中可以看出，“500强”企业的总营业收入呈逐年稳步增长的态势，在2017年增长率达到最高峰后有所放缓，这与企业入围门槛的情况一致。

### 二、国家分布基本稳定

2019年“500强”上榜企业分别来自37个国家和地区，比2018年增加2个国家。其中，中国（中国大陆及香港、澳门、台湾地区）有协鑫（集团）控股有限公司、晶科能源控股有限公司、天合光能有限公司、新疆金风科技股份有限公司、龙源电力集团股份有限公司等209家企业进入“500强”榜单，比去年（217家）减少8家，占41.8%，中国居首位；美国有GE Energy、Archer Daniels Midland Company、Valero Energy Corporation、Bunge、First Solar等74家企业进入“500强”榜单，比去年（61家）增加13家，占14.8%，位居第二；日本则有Panasonic Corporation、TDK、GS Yuasa Corporation、Toshiba Corporation、旭化成株式会社等54家企业进入“500强”榜单，比去年（58家）减少4家，占10.8%，排名第三；德国有Siemens AG、Enercon GmbH、Nordex SE等29家企业进入“500强”榜单，比去年（34）减少5家，占5.8%，位居第四；韩国有LG Chem.、Samsung Sdi、Hanwha Q CELLS、OCI、SK等21家企业进入“500强”榜单，比去年（23家）减少2家，占4.2%，位居第五；法国有11家，占2.2%，位居第六；芬兰、巴西各9家，各占1.8%，并列第七；印度、西班牙和加拿大各8家，各占1.6%，并列第九。

### 三、新兴市场国家增速放缓

从上榜企业数看，2019“500强”企业中，新兴市场国家上榜企业为261家，比2018年的267家减少6家；发达国家上榜企业数为239家，比2018年的233家增加6家；新兴市场国家与发达国家二者之间上榜企业数之比为1.09:1（2018：1.15:1）。

从上榜企业规模来看，2019“500强”企业中，发达国家上榜企业营业总收入为20345亿元，比2018年的19906亿元增加439亿元（2018：-195亿元），约占“500强”营业总收入的53.57%，比2018年的53.72%减少0.15个百分点（2018：-5.46个百分点），降幅大幅减少；新兴市场国家上榜企业总收入为17630亿元，比2018年的17147亿元增加483亿元（2018：+3283亿元），约占“500强”营业总收入的46.43%，比2018年的46.28%增加0.15个百分点（2018：+5.46个百分点），增幅大幅减缓。

图5给出2015-2019年“500强”企业中新兴市场国家与发达国家企业营业收入总和的变化情况。由图可以看出，新兴市场国家与发达国家的差距呈逐年减小趋势，在2018年间差距大幅缩小后，二者之间差距减小幅度放缓。2019年，发达国家企业总营业收入又开始小幅增长，重上2万亿元大关；新兴市场国家企业总营业收入则是在前几年的快速增长之后，增幅放缓，这也使得二者差距缩小趋势减缓。

值得一提的是，虽然新兴市场国家增速放缓，但是，南非却表现抢眼，入选企业数达到3家，比2018年增加2家；入选企业的营业收入总和达到70.8亿元，比2018年的29.3亿元增加41.5亿元，同比增长141.64%。

与南非类似，发达国家中美国也呈现复苏态势。2019“500强”美国入选企业数增加13家达74

家，入选企业营业收入总和达 6006 亿元，比 2018 年的 5446 亿元增加 560 亿元，同比增长 10.28%。

#### 四、亚洲榜首地位稳固

图 6 给出 2015-2019 年“500 强”中亚洲、欧洲企业数及其占比情况。可以看出，“500 强”中，欧洲企业数下降趋势持续，2019 年仅有 100 家企业入围。2019 年，虽然亚洲入选企业数相比 2018 年有所减少，为 297 家（2018: 310），占比 59.4%，但依然牢牢占据首位。

图 7 给出 2015-2019 年“500 强”中亚洲、欧洲企业总营业收入及其占比情况。近几年，欧洲企业总营业收入处于缓慢增长、停滞甚至萎缩的状态，2019 年为 9897 亿元（2018: 9959 亿元），比 2018 年减少 62 亿元（2018: +669 亿元）；占比 26.06%（2018: 26.88%），减少 0.82 个百分点（2018: -0.47）。亚洲方面，2019 年入选企业总营业收入为 19618 亿元（2018: 19647 亿元），比 2018 年减少 29 亿元（2018: +2876 亿元），占“500 强”总营收额的 51.66%（2018: 53.02%），再次超过半数。

#### 五、中国减速提质

经历多年的高速增长后，2019“500 强”中国入选企业数及总营业收入双双下滑；但是，中国入选企业的平均规模却继续增长，而且整体排名上升。

一方面，2019“500 强”企业中，中国企业占据 209 家，比去年（2018: 217 家）减少 8 家（2018: +19 家）。中国入选企业数有所下滑，但依旧占据绝对优势，远多于排名第二的美国（74 家）和排名第三的日本（54 家）。

从收入规模看，中国入选企业总营业收入达 13726 亿元（2018: 13837 亿元），比去年减少 111 亿元（2018: +2897 亿元），2014 年后，首次出现负增长，增长率为-0.8%（2018: 26.48%），比去年降低 27.28 个百分点（2018: +16.14 个百分点）。

另一方面，2019“500 强”排名前十的企业中，中国企业有协鑫集团有限公司、晶科能源控股有限公司两家企业，而 2018 年仅有协鑫集团排名前十。

从入选企业平均规模来看，2019“500 强”中国企业平均营收规模为 65.68 亿元，同比增长 3%；而 2018 则为 63.76 亿元，同比增长 15.40%。

#### 六、储能首超太阳能

2019 年，全球新能源企业“500 强”产业格局再次发生变化，储能产业继续快速发展，而太阳能则继续放缓，储能产业首次超越太阳能产业。

从入选企业数量来看，2019“500 强”企业中从事太阳能、生物质能、储能、风能和氢能及开展多元化经营但是以太阳能、生物质能、储能、风能和氢能为主的企业（下简称：多元产业企业）共有 495 家（2018: 499），比去年减少 4 家，占“500 强”的 99%。其中，多元产业企业为 218 家（2018: 205 家），太阳能企业 89 家（2018: 107），生物质能企业 47 家（2018: 45），储能电池企业 104 家（2018: 106），风能企业 37 家（2018: 36）；剩余的企业中，氢能 3 家，地热能 2 家。从入选企业数来看，储能产业的企业数大幅增加，而太阳能企业数则继续减少，储能企业数首次超过太阳能企业数。

从收入规模来看，2019“500 强”企业中从事太阳能、生物质能、储能、风能及多元产业企业的总营业收入 37776 亿元（2018: 37008），占总营业收入的 99.48%（2018: 99.88%）。其中，多元产业企业总营业收入为 14247 亿元（2018: 14781），占总营业收入的 37.52%（2018: 39.89%）；太阳能企业为 6641 亿元（2018: 7698），占总营业收入的 17.49%（2018: 20.78%）；生物质能企业为 4864 亿元（2018: 4526），占 12.81%（2018: 12.21%）；储能电池企业为 7358 亿元（2018: 5777），占 19.38%（2018: 15.59%）；风能企业为 4666 亿元（2018: 4226），占 12.29%（2018: 11.41%）；氢能企业为 123 亿元，占 0.32%；地热能企业为 76 亿元（2018: 45），占 0.20%（2018: 0.12%）。

由以上结果可看出，不管是入选企业数还是入选企业总营业收入，储能企业均已经超过太阳能企业。这一方面得益于近年来储能产业的快速发展。图 10 给出 2015-2019 年“500 强”中储能产业企业总营业收入和其在总营业收入中占比的情况，由图可以看出，从 2015 年开始，储能产业就开始进入高速增长的阶段，其在“500 强”中的占比快速增加，到 2019 年，其占比已经达到 19.38%，仅次于

多元产业(37.52%)。另一方面,太阳能产业继续下滑,2015年起,太阳能企业营业总收入在“500强”中的占比持续降低,2019年已经下降到17.49%,位居第三。

“500强”中储能企业与太阳能企业的表现反应出储能产业与太阳能产业发展的现状。据统计,2018年,全球新能源汽车全年累计销售突破200万辆,达2018247辆,同比增长64.9%;2017年为122.4万辆,同比增长58%;2016年77.4万辆,同比增长40%;2018年,中国新能源汽车(包括乘用车和商用车)产销量分别为127万辆和125.6万辆,同比增长分别为59.9%和61.7%;2017年,产销量分别为79.4万辆和77.7万辆,同比增长分别为53.8%和53.3%;2016年,则是生产51.7万辆,销售50.7万辆,同比增长分别为51.7%和53%。

而据统计,2018年全球新增并网光伏装机容量为94.3GW,同比下降7.5%;2017年为102GW,同比增长33.7%。中国方面,2018年新增并网光伏装机容量为44.26GW,同比下降16.6%,2017年则为53.06GW,同比增长53.6%。

#### 七、氢能企业首入榜单

2019“500强”的产业中出现了一个新的面孔——氢能,虽然入选企业数仅有3家,总营业收入也仅有123亿元,但这宣告了全球新能源企业500强产业格局的改变。

#### 八、首尾企业呈现分化加剧趋势

2019“500强”首尾企业分化呈加剧趋势。一方面,营业收入超过400亿元的企业大幅增加,2019为12家,比2018年的8家增加4家,同比增长50%。

另一方面,2019“500强”中营业收入达到百亿元的企业总营收规模达到22890亿元,占总营业收入的60.28%,比2018年增加0.41个百分点;而2019“500强”中,后100名的企业总营收规模为1748亿元,占总营业收入的4.60%,比2018年减少0.06个百分点。

虽然二者的增减幅度不大,但是所呈现出来的分化加剧趋势,依旧值得关注和警惕。

综上所述,2019“500强”呈现出新特点:新兴市场国家企业增速放缓,发达国家有所复苏;中国企业总数和营收规模双双下降,但是企业的平均规模和排名提升;储能产业首次从企业数和营业收入双双超越太阳能;氢能企业初登榜单。

2019年,受新能源汽车补贴新政影响,我国新能源汽车的发展受到一定抑制。据统计,自今年7月起,我国新能源汽车销量就一直下滑;9月,我国新能源汽车销量仅有8万辆,同比下降34.2%;1-9月,我国新能源汽车销量为87.2万辆,同比增长20.8%;以现在的趋势,我国新能源汽车全年销量的增长前景堪忧。反观太阳能产业,“531”新政的影响已经消化,中国光伏新增装机容量有望重新获得增长;近几年,全球各国特别是中国及地方都相继制定产业政策或规划,大力鼓励氢能产业的发展,氢能产业处于爆发前夜……

以上产业发展结果将极大影响2020年全球新能源企业500强的榜单,储能产业与太阳能产业之间地位会否改变,氢能能否大爆发?所有这些都值得期待。

中国能源经济研究院执行院长 魏秋利 中国能源报 2019-10-28

## 能源供给保障底气足

近年来,我国能源行业持续改善供给质量,优化供给结构,在重点领域加强改革,强化能源立法和监管,加快新旧动能转换。能源转型的稳步推进,使得我国能源供给保障能力持续提升。同时,在电力服务方面也跻身国际先进水平——

10月29日,国家能源局在北京举行新闻发布会介绍2019年三季度能源经济形势。国家能源局发展规划司副司长宋雯表示,今年以来,能源行业坚持以深化供给侧结构性改革为契机,在重点领域加强改革,能源供给保障能力持续提升。

#### 原油产量扭转下滑态势

今年前三季度,在油气增储方面,国内原油产量达1.43亿吨,同比增长1.2%,扭转了连续3年

的下滑态势；天然气产量 1277 亿立方米，同比增长 9.5%，较上年同期加快 3.3 个百分点。煤炭优质产能有序释放。新核准现代化大中型煤矿 40 处、建设规模 1.96 亿吨。电力供应能力进一步增强。新增发电装机 6455 万千瓦，非化石能源发电装机占新增装机的 56%。

对于能源领域长期存在的短板，修补的力度也在不断加大。宋雯透露，全国首条跨省区配网联络线已建成投运，打破了浙沪跨省供电区域配网刚性隔绝。前三季度，全国跨区送电 4015 亿千瓦时，同比增长 12.5%。

当前，我国北方地区天气渐冷，即将进入全面供暖阶段。对此宋雯表示，将全力做好今年供暖季天然气保供。摸底今冬明春天然气供需情况，努力增产增供，进一步增加资源供应，千方百计落实气源；加快储气能力建设，发挥好调峰保供作用，确保民生用气需求。

新一轮电力体制改革已经进入“深水区”，改革的每一个动作都备受关注。宋雯介绍说，目前已推动全国 8 个电力现货市场试点省份全部开展结算试运行，14 个地区开展电力辅助服务市场改革试点。前三季度，全国市场化交易电量 1.83 万亿千瓦时，约占全社会用电量 34%。

值得注意的是，我国电力服务水平持续提升。世界银行发布的《全球营商环境报告 2020》显示，我国“获得电力”指标排名由第 14 名提升到第 12 名，位居国际先进水平。

#### 电能消费比重持续提高

电能是清洁、安全、便捷的二次能源，一个国家的电气化水平是衡量其经济社会现代化程度的重要指标，与发达国家相比，我国人均用电量偏低，未来发展空间十分广阔。加快实施电能替代，对于推动落实能源革命战略、促进能源清洁化发展以及减少大气污染等意义重大。

2016 年，国家发展改革委、国家能源局联合八部门出台《关于推进电能替代的指导意见》，明确到 2020 年，电能占终端能源消费的比重达到 27%，提出要在生产制造、交通运输、居民采暖、电力供应与消费等重点领域，因地制宜分类推广电能替代。

此后，电能替代快速发展，2017 年、2018 年全国电能替代量分别达 1286 亿千瓦时、1577 亿千瓦时，占当年全社会用电量比重达到了 2.0%和 2.3%；电能占终端能源消费比重从 2015 年的 22.9% 提高到 2018 年的 25.5%，年均提升近 0.87 个百分点。

今年前三季度，电能替代保持较快增长，替代量合计达到 1600 亿千瓦时，同比增长超过 30%，占全社会用电量的 3%。分领域看，工业、交通运输、居民生活、农业领域电能替代比重分别占 59%、8%、7%、3%。分产业看，冶金电炉、辅助电力、建材电窑炉、工业电锅炉等电能替代量合计比重接近 55%。“随着我国经济社会的发展，电能占终端能源消费比重仍将持续提高，电气化水平也将不断提升。”宋雯说。

#### 弃风现象大幅改善

随着绿色低碳转型的深入推进，我国非化石能源装机和发电比重进一步上升。数据显示，前三季度，全国 6000 千瓦及以上电厂非化石能源装机占比达到 37.2%，发电量占比达到 28.2%，比上年同期分别提高 0.8 个百分点和 1.5 个百分点。与此同时，可再生能源消纳状况持续向好。前三季度，全国主要流域有效水能利用率 95.9%，同比提高 3.3 个百分点；全国弃风率 4.2%，同比下降 3.5 个百分点，较去年同期有大幅度改善；弃光率 1.9%，同比下降 1 个百分点。

“前三季度，可再生能源整体发展平稳，弃水弃风弃光状况持续缓解。”国家能源局新能源和可再生能源司副司长李创军表示，今年前三季度，国家能源局以壮大清洁能源产业为重点，着力加强行业管理，着力发挥市场机制作用，不断优化可再生能源产业发展布局，积极采取措施加大力度消纳可再生能源。

值得注意的是，我国风电发展迎来积极变化。在风电新增并网容量中，中、东、南部地区占 58.7%，布局进一步优化。同时，分散式风电稳中突破。“随着一批项目的落地，分散式开发在提高风能利用效率、降低社会用能成本等方面的价值初步显现，分散式风电同比增长较快，已成为风电产业新的增长点。”李创军说。

经济日报 2019-10-31

## 热能、动力工程

### 国家能源局:前三季度可再生能源发电量同比增长约 11%

国家能源局今日就 2019 年三季度能源经济形势、可再生能源并网运行情况以及 12398 投诉举报受理情况等举行发布会，并回答记者提问。

以下是文字实录：

新能源和可再生能源司副司长李创军：各位媒体朋友，大家上午好。下面我向大家介绍一下 2019 年前三季度可再生能源并网运行情况。

一、可再生能源整体发展情况。今年前三季度，国家能源局紧紧围绕“四个革命、一个合作”能源安全新战略，以壮大清洁能源产业为重点，着力加强行业管理，着力发挥市场机制作用，不断优化可再生能源产业发展布局，积极采取措施加大力度消纳可再生能源，努力推动可再生能源高质量发展。前三季度，可再生能源整体发展平稳，弃水弃风弃光状况持续缓解。

可再生能源装机规模稳步扩大。截至 2019 年 9 月底，我国可再生能源发电装机达到 7.64 亿千瓦，同比增长 8.2%；其中，水电装机 3.55 亿千瓦（其中抽水蓄能 2999 万千瓦）、风电装机 1.98 亿千瓦、光伏发电装机 1.90 亿千瓦、生物质发电装机 2116 万千瓦。

可再生能源利用水平显著提高。2019 年 9 月底，可再生能源发电量达 14371 亿千瓦时，同比增长约 11%。其中，水电 8938 亿千瓦时，同比增长 7.9%；风电 2914 亿千瓦时，同比增长 8.9%；光伏发电 1715 亿千瓦时，同比增长 28.1%；生物质发电 804 亿千瓦时，同比增长 19.4%。

二、水电并网运行情况。今年前三季度，全国新增水电并网容量 280 万千瓦，新增装机较多的省份为云南 88 万千瓦、湖南 39 万千瓦和浙江 29 万千瓦，占全部新增装机的 55.7%。截至 2019 年 9 月底，全国水电装机容量约 3.55 亿千瓦（其中抽水蓄能 2999 万千瓦）。

前三季度，全国水电发电量 8938 亿千瓦时，同比增长 7.9%。分省份看，水电发电量排名前五位的省（区）依次为四川 2288 亿千瓦时、云南 2045 亿千瓦时、湖北 1038 亿千瓦时、贵州 545 亿千瓦时和广西 438 亿千瓦时，其合计水电发电量占全国水电发电量的 71.1%。

前三季度，全国水电平均利用小时数为 2903 小时，同比增加 187 小时。分省份看，平均利用小时数较高的省份是甘肃 3888 小时、宁夏 3786 小时、青海 3482 小时、云南 3344 小时和四川 3229 小时。前三季度，全国主要流域弃水电量约 244 亿千瓦时，较同期减少 152 亿千瓦时，水能利用率约 95.9%，同比提高 3.3 个百分点。弃水主要发生在四川省，四川省主要流域弃水电量达到 210.3 亿千瓦时，较同期减少 53.2 亿千瓦时，主要集中在大渡河干流。其他省份弃水电量维持较低水平。

三、风电并网运行情况。今年以来，我国风电依然保持平稳发展态势，稳中有进。一是装机容量继续平稳增长，1—9 月，全国新增风电并网容量 1308 万千瓦，同比增长 3.7%，累计并网装机容量达到 1.98 亿千瓦。全国风电发电量 2914 亿千瓦时，全国风电平均利用小时 1519 小时，整体增长态势平稳有序。二是产业布局稳步调整。在新增并网容量中，中、东、南部地区占 58.7%，布局进一步优化。三是海上风电稳妥推进。1—9 月，海上风电新增并网容量为 106 万千瓦，于去年同期相比基本持平。四是分散式风电稳中突破。随着一批项目的落地，分散式开发在提高风能利用效率、降低社会用能成本等方面的价值初步显现，分散式风电同比增长较快，已成为风电产业新的增长点。五是弃风问题企稳向好。1—9 月，全国弃风电量为 128 亿千瓦时，平均弃风率为 4.2%，较去年同期有大幅度改善，同比下降 3.5 个百分点，尤其是新疆、甘肃和内蒙古，弃风率同比显著下降，新疆弃风率 15.4%、甘肃弃风率 8.9%、内蒙古弃风率 6.6%、同比分别下降 9.8、10.1、6.7 个百分点。

四、光伏发电并网运行情况。前三季度，全国光伏新增装机 1599 万千瓦，其中，光伏电站 773 万千瓦；分布式光伏 826 万千瓦。从新增装机布局看，华北地区新增装机 508.6 万千瓦，东北地区新增装机 51.2 万千瓦，西北地区新增装机为 430.8 万千瓦，华东地区新增装机为 332.2 万千瓦，华中

地区新增装机为 180.9 万千瓦，华南地区新增装机 95.5 万千瓦。截至 2019 年 9 月底，光伏发电累计装机 1.90 亿千瓦。

前三季度，全国光伏发电量 1715 亿千瓦时，同比增长 28.1%；全国光伏平均利用小时数 910 小时，同比增加 53 个小时；平均利用小时数较高的地区为东北地区 1165 小时，华北地区 1020 小时，其中蒙西 1305 小时、蒙东 1276 小时、黑龙江 1160 小时。

前三季度，全国弃光电量 32.5 亿千瓦时，弃光率 1.9%，同比下降 1.0 个百分点。弃光主要集中在新疆、甘肃和青海，其中，新疆（含新疆建设兵团）弃光电量 10.2 亿千瓦时，弃光率 8.9%，同比下降 6.9 个百分点；甘肃弃光电量 4.6 亿千瓦时，弃光率 4.8%，同比下降 5.1 个百分点；青海弃光电量 7.3 亿千瓦时，弃光率 5.8%，同比上升 1.8 个百分点。

五、生物质发电并网运行情况。今年前三季度生物质发电新增装机 335 万千瓦，累计装机达到 2116 万千瓦，同比增长 15.4%；前三季度生物质发电量 804 亿千瓦时，同比增长 19.4%。

以上就是第三季度全国可再生能源并网运行情况，谢谢大家。

中国网 2019-10-31

## 青海多能互补机制仍存多处“短板”

两个多能互补项目装机类型及电价情况

(单位:万千瓦、元/千瓦时)

单位名称 及 装机类型	鲁能青海新能源公司				黄河水电公司		
	风电	光伏	光热	储能	水电	光伏 一期	光伏 二期
装机	40	20	5	5	128	32	53
电价	0.6	0.65 (部分)	未明确	\	0.163	1	0.95

注:鲁能青海新能源公司 10 万千瓦光伏未纳入补贴目录。

新能源是国家能源发展战略的重要组成部分，近些年青海光伏、风电装机容量呈现爆发式增长。但新能源出力间歇性、随机性强，众多场站的出力具有相关性，随着其在电网中装机比例的不断升高，电力系统运行灵活性相对减弱，电网运行风险不断增强，新能源消纳问题日渐突出。《电力发展“十三五”规划》明确指出，多能互补是提高可再生能源消纳能力的重要手段。

今年 6 月、7 月，西北能源监管局主要负责人带队分别前往青海省电力公司、黄河水电公司、鲁能青海新能源公司开展了青海多能互补专题调研。

已实现多种形式能源优化组合

多能互补示范项目采用“新能源+”模式，以水电、光伏、光热、风电为主要开发电源，以调峰水电站、光热储能系统、蓄电池储能电站为调节电源，多种电力组合，有效解决风电和光伏不稳定、不可调的缺陷，解决用电高峰期和低谷期电力输出的不平衡问题，减少弃风弃光弃水问题，促进可再生能源消纳。

目前国内主要有终端一体化集成供能系统和风光水火储多能互补系统两种多能互补模式，本次调研对象鲁能青海新能源公司海西州多能互补集成优化示范工程和黄河水电公司青海龙羊峡水光互补项目均属风光水火储多能互补系统。

鲁能青海新能源公司海西州多能互补集成优化示范工程总装机容量 70 万千瓦，具体包括 20 万千瓦光伏、40 万千瓦风电、5 万千瓦光热和 5 万千瓦储能。目前，光伏、风电、储能、光热项目均已建成投运。

黄河水电公司青海龙羊峡水光互补项目是目前国内规模最大的水光互补项目，总装机容量 213 万千瓦，具体包括 128 万千瓦水电和 85 万千瓦光伏。目前，所有项目均已投产发电。

青海省多能互补项目设立的科技项目能够实现风光水储多种形式的能源优化组合，能够有效解决用电高峰期和低谷期电力输出不平衡问题，提高电网稳定性，提升电网对新能源的接纳能力，从而进一步解决当前阻碍新能源大规模并网的技术难题。

经济性问题仍然突出

但从青海多能互补项目高效发挥作用及多能互补产业化发展来说，还存在一些亟待解决的问题：电力调度机制及交易机制不完善。按照《关于推进多能互补集成优化示范工程建设的实施意见》文件精神，多能互补发电项目运行应当贯彻“风光水火储多能互补系统一体化运行，提高电力输出功率的稳定性”。黄河水电公司多能互补项目涉及的龙羊峡水电站及光伏电站由西北网调调管，鲁能青海新能源公司多能互补项目涉及的风电场、光伏电站、储能电站等由青海省调调管，且两个项目均为按发电类型分别调度，对外未能形成整体曲线。现有的调度方式、市场交易和两个细则等方面缺乏统筹衔接，运行中难以实现“一体化运行”的要求。

可再生能源补贴申报周期长，补贴资金拨付不及时。多能互补项目包含水力、风力、光伏、光热发电等可再生能源发电类型，需列入可再生能源电价附加资金补助目录，方可领取可再生能源发电补贴。目前可再生能源补贴申报及发放存在补助目录申报周期不固定、间隔时间较长、补贴发放延迟等问题。

光热、储能等新兴行业现有安全规范标准体系不健全。光热、储能等作为能源行业的新兴力量，在我国刚刚起步，目前相关项目仍然较少，且多种技术路线并存，不同技术路线对安全的要求都不尽相同，导致部分安全标准及规范规定存在空白，带来一定安全隐患。同时最近几年光热、储能行业安全问题时有发生，从侧面反映了现有安全规范标准体系尚不健全，安全保障无法有效落实。

鲁能青海新能源公司 10 万千瓦光伏项目及光热项目电价未确定。鲁能青海新能源公司海西州多能互补集成优化示范工程于 2017 年取得核准，20 万千瓦光伏项目于 2017 年 12 月并网发电，其中 10 万千瓦容量未能优先列入青海省当年光伏补贴目录，且至今仍未列入，故此部分电价无法明确；5 万千瓦光热项目未纳入国家首批 20 个光热示范项目名单，电价同样无法确认。

让多能互补真正实现“一体化”运行

针对上述问题，建议从如下方面着手，推动多能互补高质量发展：

建立配套的电力调度及市场交易机制，提高风光水火储多能互补系统运行水平。鼓励示范项目推行风光水储联合调度技术，充分实现“风、光、热、储”多种能源优化组合、提升电力供应品质，在统筹兼顾大电网调峰调频任务的同时，提高多能互补系统出力稳定性，实现系统一体化运行；配套完善电力调度及市场交易机制，调动大型水电站及火电机组为新能源发电调峰的积极性，实现更大范围内的风光水火储等多种能源互补运行，不断拓展多能互补广度深度，促进电力消纳、提升电网运行效率。

加强对多能互补项目规划及重大项目执行情况的监管。能源监管机构应加强对国家相关支持政策在地方落实情况的监管，推动地方相关价格财税扶持政策的出台，对多能互补项目建设、并网和调度运行、价格结算、补贴发放开展全过程监管，促进多能互补项目配套政策落地，发挥项目示范引领作用。

发挥示范项目安全示范作用，完善安全规范标准体系。建议有关部门加紧研究和整改标准规范不完善部分，针对事故提出解决方案和整改措施，引导高安全的新型技术进入市场。鼓励示范项目引进、消化、吸收国内外先进技术、设备及施工、运行经验，逐步建立完备的安全标准和方案，以此为基础，积极参与国家相关建设、技术标准的制定工作，充分发挥示范项目安全标准示范作用。

大力支持多能互补发展，研究完善配套价格政策。鲁能青海新能源公司海西州多能互补集成优化示范工程光热项目开发建设和技术指标均按照国家首批示范项目标准，且多能互补工程是按照一个整体项目进行测算，在保证项目整体示范要求的基础上，确保合理的项目收益，建议参照首批 20 个光热示范项目尽早确定其电价。

西北能源监管局 中国能源报 2019-10-21

## 5kW~50kW 储能产品惊艳亮相澳大利亚全能源展

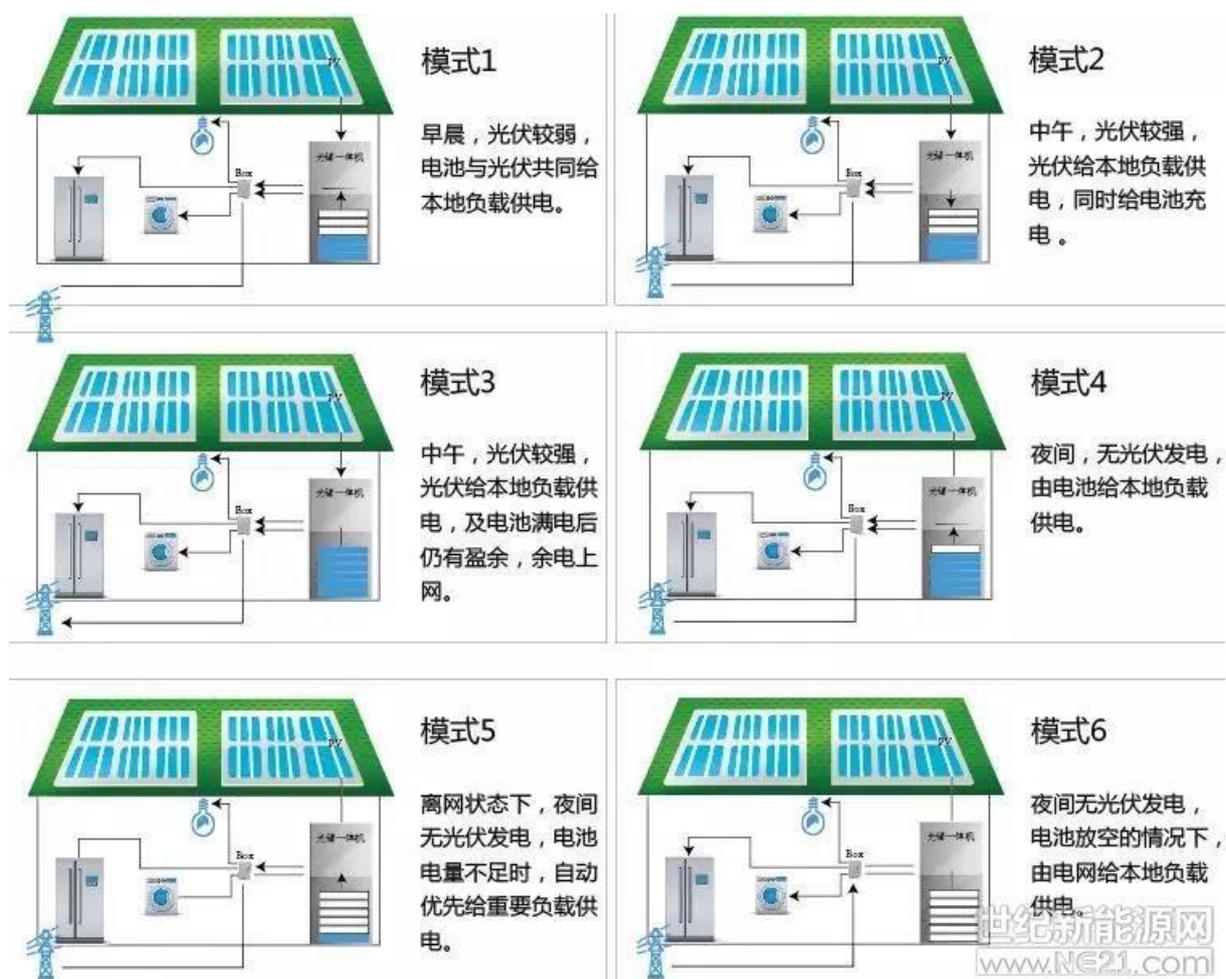
2019年10月23-24日，备受瞩目的澳大利亚全能源展（All-Energy Australia）在墨尔本会议展览中心（Melbourne Convention & Exhibition Center）隆重举行。采日能源携户用光储一体机产品系列及储能解决方案在展览会上闪亮登场，引起广泛关注。

### 高性能、高颜值储能产品

针对海外市场日益激增的节省电费、自发自用、备用电源等需求，采日能源新星——SMT光储一体机产品系列一经推出就受到国际市场全球客户的广泛青睐，市场需量大。

SMT-10K采用一次成型的工业技术压铸，超轻机身重量，安装成本低；IP65防护等级，自然散热，无外置风扇，噪声<30dB；电感、变压器等灌封工艺，增加电磁器件与散热器的导热系数，散热好，可靠性高；智能残余电流监测RCM及电路切断保护，主动防止触电并隔离；并网切换时间<10ms，确保家庭重要负荷的不间断供电；10kW并网可满功率运行，100%不平衡负载；10kW电池额定400V/25A，可接入电池范围200Vdc~800Vdc，电池电压范围宽，可灵活配置电池。

SMT光储一体系列产品适用于户用通用模式、防逆流储能模式、光储离网模式及光储柴微网等多个应用场景，搭配企业版及个人版app平台，支持集中监控管理，保障操作安全，可追溯，帮助业主轻松实现储电、用电的智能监控与管理以及智慧办公、能耗分析，对能源的使用更加轻松、高效、智能、便捷。



专业的储能系统方案提供商、集成商

除户用储能产品外，采日能源的储能产品及能源解决方案还涵盖了工商业储能及兆瓦级大型集装箱储能系统，产品已经在德国、瑞士、泰国、上海、江苏、安徽、台湾等多个国家及地区成功运

行。

All-Energy Australia2019 完美收官

墨尔本之行，采日能源在展示了自主研发的核心“智”造的同时，也是一次对“走出去”发展战略的探索和实践。采日能源将牢记“致力于能源创新，向社会提供安全、经济、绿色的综合能源解决方案”的企业使命，继续借助储能产品推动澳大利亚及全球储能市场的发展，为世界清洁能源贡献自己的力量！

采日能源 2019-10-25

## 英国交通“去碳化”战略催生财政压力

10月15日，英国政府重申其积极应对气候变化的立场，宣布将加快实现交通领域内气候目标，预计将尽快起草计划，确保到2050年英国火车、飞机及汽车领域实现“零碳”排放目标。然而，英国多家研究机构指出，英国交通全面电力化可能会带来燃油方面税收的大幅减少，推进交通“零排放”可能带来“长期的财政挑战”。

据《卫报》消息，英国首相鲍里斯·约翰逊（Boris Johnson）近日承诺，将立马开展第一份详尽的交通“去碳化”计划的基础工作，并在2020年公布这一计划。据了解，这一交通领域的快速改革将成为2020年英国应对气候变化的诸多举措之一，也是英国政府实现2050年“碳中和”法律规定目标的其中一步。

英国交通大臣 Grant Shapps 表示：“英国政府希望与工业界及社区共同努力来制定相关计划，让我们的城镇成为更好的居住地，帮助创造新的就业机会，改善空气质量和我们的健康，并对气候变化采取紧急行动。”

根据目前的“交通气候路线图”，英国政府预计将在2040年前全面禁止销售新的汽油及柴油车。Grant Shapps 此前在保守党议会上指出，政府将在2035年的最后期限前“全面地探讨这一问题”。对此，《卫报》撰文称，英国工业界对政府加快交通“去碳化”政策目标的举措表示欢迎。

尽管英国政府一再强调其积极应对气候变化的立场，然而，英国多家智库机构也于近日发布研究报告表明，过快进行交通电力化可能会引发英国财政收入减少的问题。随着英国电动汽车市场的崛起，英国燃油等化石燃料税收将面临着“断崖式”下跌。

英国智库 IFS 发布报告指出，英国一旦过渡到全面使用电动汽车，英国每年财政收入预计将减少280亿英镑，约占政府年收入的4%左右。报告指出，到2050年，英国如果真的实现“零碳排放”的目标，英国政府目前制定的燃油税及柴油税都将不复存在，这一过程对英国政府来说将是一个“长期的财政挑战”。

IFS 经济学家 Rebekah Stroud 在接受《卫报》采访时表示：“在过去的20年里，英国就已降低了燃油税，并导致政府税收减少了190亿英镑以上。当英国人逐步向使用电动汽车过渡时，目前英国政府将面临更大挑战。”

IFS 在报告中指出，即使汽车拥有者不再使用化石能源，但大量电动汽车仍会对道路造成拥挤，甚至造成交通事故，对非汽车持有群体仍会造成影响，这一“社会成本”仍需汽车持有者担负。

事实上，在过去的两个月内，英国电动汽车销量出现了快速增长。数据显示，今年9月英国电动汽车销量较去年同期上涨了97.7%。IFS 认为，当前越来越多英国居民为了少交税而转而开始购买电动汽车。随着英国电动汽车市场的蓬勃壮大，IFS 认为，向电动汽车持有者收取一定的“驾驶税”也理所应当。

事实上，为降低居民生活成本，此前英国政府计划冻结燃油税，英国政府税收预期将减少超过200亿英镑。而鲍里斯·约翰逊也曾公开表示，计划将在现有每升燃油税基础上降低2便士/升。IFS 数据警告称，一旦下调燃油税，英国财政收入将再减少约10亿英镑。

为此，IFS 建议称，为弥补财政收入空缺，在英国政府无力负担上述“社会成本”前，英国政府需

要抓紧时间，快速建立“长期的驾驶税收机制”。报告指出，新的税收机制需要完全替代当前的燃油税收，对城市拥堵路段等地区制定更高税率。

同时，英国另一智库机构交通特别委员会（TSC）也于十月初发布报告称，燃油等化石燃料税收的骤减将导致未来英国公共财政的不足，并建议英国交通运输部门建立一种“全国道路定价模型”。这一定价模型与上述 IFS 报告类似，TSC 认为，由于驾驶行为也将为社会带来隐性成本，按照汽车持有者驾驶的地点及频率进行收费，将是一个弥补未来财政缺口的有效方法。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2019-10-21

## 储能技术推动新能源微电网落地

### 核心阅读

目前，我国微电网数量为 35 个，在全球装机排名中位列第二。微电网领域参与者众多，储能企业是其中不可或缺的主体。在推进储能技术研发、提升储能产品智能化水平、扩大储能应用等方面，不少储能企业铆足干劲，用实际行动推动了微电网的建设与发展。

“储能是构建新能源微电网的基础，有提高分布式能源稳定性、改善电能质量、调峰等作用，在智慧能源中扮演着越来越重要的角色。”10 月 11 日，在第六届储能技术在分布式能源与微电网中应用高层研讨会上，南方电网科学研究院配电技术研究所副所长袁智勇说。

彭博新能源财经（BNEF）公布的数据显示，截至目前，全球已建成微电网项目 367 个，筹建中微电网项目 217 个，总装机规模达 8.4GW。其中，我国微电网安装数量为 35 个，在全球装机排名中位列第二。

微电网领域参与者众多，储能企业是其中不可或缺的主体。在推进储能技术研发、提升储能产品智能化水平、扩大储能在微电网的应用等方面，不少储能企业都铆足干劲，推动着微电网建设与发展。

### 解决方案多样化

研讨会上，围绕储能系统选择，储能企业给出了多样化的解决方案。

“为微电网做储能选型和设计时，充电可用率、放电可用率、能量转换效率和系统损耗是重点考虑因素。由于不存在变压器和滤波器，加之开关频率较低，低压级联式和高压级联式储能系统循环效率高达 90% 以上，可有效确保微电网电能质量。”广州智光储能科技有限公司技术总监郭威说。

西安精石电气科技有限公司解决方案高级总监刘卫武介绍了集控链智慧储能解决方案，利用高度集成的信息化管理技术，与电力电子进行深度融合，独立控制每一处电池，交流侧也实现独立逆变，一处电池发生异常不影响整个系统的正常运行，确保储能系统更安全、更经济。

单一技术路线受限较多，混合储能方案受到热捧。“飞轮储能作为功率型的储能技术，与其他能量型的储能技术相结合，构成混合储能系统，通过总控单元进行协同控制，能够做到优势互补，更好地满足新能源发电对配套储能的需求。”沈阳微控新能源物理储能技术研究院院长江卫良说。

“将飞轮储能和磷酸铁锂按一定配比组成混合储能系统，按照一定的运行策略去调用飞轮出力或者是飞轮与锂电池联合出力，这样既能发挥锂电池能量大的优势，也可以发挥飞轮系统功率高、寿命长的优势，调频精度会进一步提高。”中国能建设计集团广东院储能技术中心主任楚攀进一步解释道，“混合储能系统将成为未来储能发展的趋势。”

中国电建江西公司新能源研究院院长吴昌垣指出，铁锌液流电池具有环保、长寿命、满充满放无衰减、极致安全等优势，现场安装简单，适用于微电网的不同应用场景，目前已在余干“储能+”智慧能源微电网示范项目成功应用。

### 价值实现最大化

储能项目的运营效率决定了其收益能力。深圳库博能源储能事业部副总裁杨学明提出了储能系统运行的三个基本原则：开得起、关得掉、温度控得住。“在储能变流器（PCS）和电池管理系统（BMS）

的上层，设计一个远程终端单元（RTU），对系统运行的各个环节进行判断，实现整体运营效率可控。”

如何最大化发挥储能的价值？惠州亿纬锂能储能事业部电力储能技术总监蒙玉宝提出构建多价值场景下的储能系统，“只用在某个单一场景，储能的价值发挥是比较有限的，所以我们提出储能要有多价值的体现，主要考虑以下几个方面：能兼容多场景、有统一的对外标准、配置比较灵活、安全可靠、易维护等，从而实现价值的叠加。”

组串集中式储能变流器就是其中的代表产品。“组串集中式储能变流器有组串式精细管理电池簇的特点，既能并网又能离网，可以同时覆盖、兼容多种应用场景，已在茂名地区首个风光储一体化微电网成功应用，目前运行状况良好。”西安新艾电气总经理倪同介绍说。

随着越来越多的储能项目落地，怎样评估项目的价值，给企业、政府以参考？“储能的容量、类型、采取的控制策略、盈利能力等都要考虑。”国网浙江电力电科院能源互联网技术实验室相关负责人汪湘晋指出，目前国内外对储能价值评估软件的开发工作并不深入，主要用以学术研究，尚未过渡到商业化应用阶段，“我们自主设计开发的储能价值评估软件，通过信息输入、优化计算，能够得到储能配置方案、运行功能组合以及相应的收益情况，最后生成收益报告分析。”

安全问题是根本

“要想持续获得储能系统的产出价值，首先要把安全成本控制为0。”浙江高泰昊能科技有限公司总经理张伟峰道出安全的重要性。他指出，要实现持续发展，储能企业必须将质量和安全放到首位，忽视安全将付出巨大的代价。

“结合大量的实验数据和热失控模型，我们开发出探测控制器、气体传感器、温度传感器和烟雾传感器等核心产品，能够实现分级预警、分级消防，解决高灵敏度和低误报问题，最大限度降低损失。”烟台创为新能源技术总工程师黄丁玉介绍说。

怎样将关口前移，规避安全风险？上海电器设备检测所能源装备事业部业务总监田堃提出了储能系统电站的现场年检方案，包括一致性检查、安全性检查、设备检查、系统性检查等。

“标准对于储能行业的发展至关重要，尤其对于出口业务。”TüV SÜD 智慧能源部门经理邱必力指出，从设计、运输、安装到运行、维护，储能项目的整个生命周期都要有相应的标准。“如果没有标准，储能要实现大规模应用是不太可能的。”

“我国储能产业目前处于调整期。难点有很多，包括融资、产业链、政策等。但随着技术成熟，随着可再生能源比重的增加，储能的价值一定会凸显出来，应用领域也会进一步放大。”浙江南都能源互联网运营有限公司副总经理于建华说。

本报记者 樊桐杰 中国能源报 2019-10-21

## 柔性锂电池有望成电池新势力

日前，瑞士苏黎世联邦理工学院材料系教授 Markus Niederberger 在学术期刊《先进材料》上介绍了一款能够拉伸、弯曲的柔性锂离子电池，预计将在可穿戴式电子设备上具有应用前景。学术期刊《化学通讯》上也于近日刊发了美国约翰霍普金斯大学应用物理实验室的最新研究成果——一种基于聚合物体系的柔性锂电池，这种锂电池的能量密度比此前有较大提高，预计能够用于更加多元化的储能系统。

科学研究成果层出不穷，柔性锂电池究竟是什么？未来柔性锂电池是否会成为电池领域的新兴势力？

事实上，锂电池作为当代最重要的储能系统之一，从问世至今已经经历了近半个世纪，也于近日问鼎了今年的诺贝尔化学奖。从易燃易爆不稳定，到应用于各种电子器件，传统锂电池已走进了每个人的生活。有业内专家认为，2019 年将成为“柔性显示元年”，伴随着当下火爆的折叠手机市场，为柔性显示屏提供能源的柔性电池也成为了备受关注的焦点。柔性锂电池作为柔性电池的一种，也已经从实验室走到了公众面前。

“到目前为止，‘柔性’尚没有确切的定义。‘柔性’既可以意味着可弯曲，也可以意味着可拉伸或压缩。”中国科学院青岛生物能源与过程研究所副研究员赵井文告诉记者。“将传统工艺的锂电池做成足够薄的片状，也能够让其具有可弯曲性，而真正的‘柔性’则意味着，电池系统中的电极、电解液及各种电池组成部件均是柔性材料，正如一块橡皮泥，可折叠、可拉伸，能够‘捏’成应用所需的任意形状。”

一直以来，商用锂电池的安全性是业内关注的焦点。传统锂电池的液态电解液一旦遭到撞击可能导致电池短路，而柔性锂电池则从材料上克服了传统锂电池的这一缺点，其电池部件既能够改变形状，又不会像水一样四处流淌，这使得柔性锂电池的安全性获得了较大提升。业内人士指出，锂电池现已是便携式电子产品、电动汽车和电网侧储能的首选储能工具，而安全性方面的进步标志着锂离子电池在电子设备制造和使用方式上有望实现重大转变。

早在今年5月，就有市场研究报告指出，未来数年内，可穿戴设备预计将在医疗、航空航天、物联网传感或跟踪等科技领域得到广泛应用，到2024年，可穿戴设备的全球市场收入预计将达到1000亿美元，而柔性电池作为可穿戴设备的能源供应部分，市场潜力巨大。

集邦咨询资深研究经理吕理舜告诉记者，就目前市场而言，部分柔性电池产品已进入小批量产阶段，其应用主要集中在可折叠电子显示屏等薄型化产品等。“但要真正广泛地应用于市场，柔性锂电池仍需突破能量密度、厚度与弯折角度的技术短板。若能够在技术上有所突破，柔性锂电池的应用将从包括折叠手机、平板电脑等日常电子消费产品，延伸到更加创新的应用领域。”吕理舜说。

尽管柔性锂电池具有诸多创新优势，但现有数据表明，柔性锂电池的能量密度远不及现已商业化的电池系统。一位不具名锂电业内人士指出，若要在传统锂电池市场中获得一席之地，柔性锂电池作为储能器件，首要要迈过“能量密度”这一关。

“如何将电极材料负载到电极上，如何在弯曲电池的时候保证电解质与电极之间持续接触，这些问题都是柔性电池科研领域的重点。”赵井文说。

同时，赵井文也表示：“柔性锂电池的技术进步与其应用场景相辅相成。目前较小的柔性电池已经能够有效驱动小电子元器件。如果电池的柔性进一步得到发展，柔性电子元器件的发展也将能够有更大的创新空间。”

本报记者 李丽旻 中国能源报 2019-10-21

## 甲醇制氢会成为市场宠儿吗

核心阅读：

“未来甲醇和氢燃料电池汽车以及不同掺烧比例的低碳燃料汽车，都有可能成为市场的宠儿，政府都应该尽量清除其准入障碍，进一步抓甲醇，促氢能，醇氢互补、甲醇当先。”

“目前的氢气运用还存在几大痛点：一是氢气能量密度低，储罐及管路均需要特殊材料防止氢气的侵蚀渗透，因此储氢运氢成本高；二是加氢站占地面积大，基础设施投资高昂；三是安全隐患大。”澳大利亚国家工程院外籍院士、南方科技大学清洁能源研究院院长刘科在日前于重庆召开的国际甲醇汽车及甲醇燃料应用大会上表示，将甲醇即时转化为氢能的车载甲醇制氢技术，或能很好地解决以上痛点。“而且1L甲醇的产氢量是1L液氢的2倍，是非常好的液体储氢、运氢载体。”

有助于解决氢储运难题

“氢气是封闭空间爆炸极限最宽的气体，当空气中氢气含量在4%—73%之间时，就会引起爆炸。假如带高压氢罐的燃料电池车普及，那么已建成的地下停车场就必须废弃，否则在地下车库发生泄漏爆炸，可能导致毁灭性后果。”刘科强调。

在此背景下，如何使燃料电池汽车安全地储氢、用氢成为了新的待解决问题。

“甲醇制氢可以用甲醇和水通过催化重整制氢，然后通过燃料电池发电。在车用场景下，简单说就是一边把液体甲醇加进去，另一边就可以直接转换成氢能，然后发电驱动汽车。”广东亚氢科技

有限公司总经理向德成告诉记者，相对于氢气储运易引发安全隐患等难题，甲醇制氢技术更稳定也更安全，很适合应用到氢燃料电池汽车中。“利用该技术不仅可以解决氢气储运不便的使用难题，还能极大地拓展燃料电池的运用。”

记者进一步了解到，该技术是氢能与燃料电池技术中的一种，是以甲醇水为原料，将小型的甲醇重整制氢设备与燃料电池进行高度集成，氢气即产即用，实现即时制氢发电。“该技术可完全避开氢能商业化瓶颈，有利于推动甲醇和氢燃料电池汽车技术的普及应用。”刘科表示，“甲醇与氢气相比，还具有能量密度高、储运安全便捷、来源广泛等优势，目前国内已有团队在氢能与甲醇经济核心技术研发方面有了很好的积累。”

推广应用面临三大技术障碍

然而，纵使目前有很多专家和企业为甲醇燃料电池制氢技术叫好，但该技术目前的发展仍存在不少难题。

“目前我国所推广的甲醇燃料电池制氢，从技术角度来说，还存在不少问题。比如，目前重整燃料电池时所用的催化剂与国际水平差距较大，并不能很好地达到车用要求。”上海博氢新能源科技董事长沈建跃指出。

除了催化剂，成本也是目前甲醇燃料电池制氢所面临的难题之一。“目前我们所生产的甲醇燃料电池发电机，从使用成本上来说很有优势，但生产成本还是偏高。”向德成告诉记者，最主要的是目前甲醇燃料电池发电机的产量偏少，尚且无法形成规模，在成本上体现得尤为明显。“生产 1000 台的成本和生产 10000 台肯定是不同的，产量上去了，甲醇燃料电池制氢的优势将会更加明显。”

其次，由于目前的甲醇主要原料为煤炭、天然气、生物质等，并没有完全解决碳排放的问题，所以，如何使甲醇制氢实现真正的清洁能源化也是未来需要思考的难题之一。

“我认为，只有利用太阳燃料，使用水和二氧化碳加可再生能源制取甲醇，才能从根本上实现清洁化利用。”中国科学院院士李灿指出，太阳燃料甲醇是一种化学储能形式，既解决了可再生能源间歇性问题，也能解决能源使用的随机性问题，“这一技术可以将分散的太阳能收集，长期储存，适应随机的能源应用市场需求。”

“未来汽车行业要向轻量化、低碳化、智能化、网络化、共享化方向发展。我国的甲醇汽车起步比电动汽车还早，现在看来，才是市场最急需的真正的新能源汽车。未来甲醇和氢燃料电池汽车以及不同掺烧比例的低碳燃料汽车，都将有可能成为市场的宠儿，政府都应该尽量清除其准入的障碍，进一步抓甲醇，促氢能，醇氢互补、甲醇当先。”中国工程院院士郭孔辉强调。

本报记者 黄珮 中国能源报 2019-10-21

## 高比例新能源城市怎么建？扬中探索东部答案

在扬中，超过 6300 户家庭、200 家企业在屋顶安装了光伏板。

十多年前，江苏省扬中市建立了最早一批的光伏企业。投下的这枚光伏“石子”，如今已激荡起高比例新能源城市的建设潮。“风光无限”的新能源，成为扬中极具发展前景的战略性新兴产业、绿色主导产业。10月15—16日举办的第二届国际绿色能源发展大会（江苏·扬中）让更多人将目光聚焦到扬中，聚焦到国家高比例新能源城市的建设探索上来。

扬中成绿色能源应用城市代表案例

在第二届国际绿色能源发展大会上，新华社中国经济信息社发布《2018—2019 年全球绿色能源应用年度发展报告》，将扬中建设高比例新能源示范城市作为我国城市能源转型的代表案例。据介绍，扬中是国家能源局批准创建的高比例新能源示范城市之一，也是全国唯一的光伏全产业链县级市，致力于打造清洁、低碳、安全、高效的高比例新能源生产和消费模式。截至目前，扬中集聚各类光伏企业 40 多家，形成了硅料提纯—铸锭切片—组件封装—集成应用等较为完整的光伏产业链。2018 年，扬中光伏产业实现销售占全市工业经济比重超过 21%。

除了“修炼内功”，扬中还举办国际绿色能源发展大会、建设光伏博览馆、与澳大利亚利文斯顿市结为友好城市……2018年以来，扬中也加快了走出去步伐，提升产业活跃度与开放性。

国务院原参事、国家发改委能源局原局长徐锭明，中国光伏行业协会副理事长兼秘书长王勃华等业内专家也都对扬中创建高比例新能源示范城市的行动表示认可。“生态兴则文明兴。未来的扬中应该是100%利用绿色能源、100%输出绿色能源；未来的扬中应该是‘绿色能源岛’+‘智慧制造岛’+‘循环经济岛’+‘生态文明岛’。”徐锭明提出了这样的期待。

高比例新能源城市建设需因地制宜

让光伏在绿色发展中唱主角，扬中并不是个例。在绿色清洁能源队伍中，光伏具有清洁、安全、资源丰富等优点，我国将在城市化建设中逐步探索和推广绿色、低碳、可持续的新型发展道路，未来绿色能源生产和利用将在现代化城市发展中起到越来越重要的作用。

2016年，国家能源局先后批复安徽金寨、西藏日喀则、甘肃敦煌和江苏扬中为高比例新能源示范城市，致力于打造风、光等可再生能源大规模生产与就地消纳的城市样板。其中，安徽金寨县部分目标为到2025年实现城市无燃煤油，可再生能源占比城乡居民生活用能达到90%。西藏日喀则、甘肃敦煌和江苏扬中三个城市的目标分别为到2020年分别实现新能源消费占比达到64%、100%和33%。

光伏还是光热？电站是集中式还是分布式？太阳能怎么唱主角是门学问。中国能源研究会常务副理事长、国家能源局原副局长史玉波介绍，日喀则重点进行农光互补，敦煌建设太阳能热发电和光伏示范协同基地，实现城市的电力、交通、供暖100%可再生能源供应；扬中以屋顶分布式光伏建设为主，适度开发农光和渔光项目。“从综合能源观点看，应根据当地各类资源禀赋、建设条件、互补特性，因地制宜推进各类能源资源综合利用。”国家可再生能源信息管理中心主任、水电水利规划设计总院副院长易跃春建议。

史玉波分析，高比例新能源建设城市的项目有三个特征：第一个特征是各类可再生能源全面发展因地制宜，全方位开展风电、光伏、光热、地热、生物质等开发与利用，提升可再生能源终端消费占比；第二个特征是示范城市可再生能源要以就地消纳为主。他提到，和西北地区集中大规模开发风电和光伏不同，扬中的模式以就地消纳为主，打造分布式可再生能源就地消纳的发展样本；第三个特征是与产业转型深度融合，示范城市可再生能源与农业、交通、供暖等产业深度融合，旨在提升用能终端水平，继而实现绿色发展。

多能互补和高效利用是未来方向

高比例新能源建设城市起步于光伏，却不局限于光伏。王勃华认为，展望未来，绿色能源融合互补发展、高效智慧利用，在能源变革中将发挥更大的作用。光伏作为其中的主力军之一，与其他能源形式协同发展，是业内需要共同努力的方向。

城镇能源互联网就是光伏与其他能源协同发展的探索。国网镇江供电公司副总经理张子阳介绍，公司正在建设扬中新坝城镇能源互联网示范区，将形成储能应用、多能转换、能源数据共享的特色示范。第一阶段项目建成后，区域内清洁能源装机容量上升149%，清洁电量渗透率从现状的25.6%提高到95.5%，区域内碳排放指标下降47.7%，清洁能源占比明显提升，能源结构更加合理，同时将进一步促进光伏、储能、智能化装备等地方产业的升级发展，为区域能源生产和消费革命提供“镇江经验、扬中样本”。

史玉波也认为，建设综合能源系统是建设高比例新能源城市的有效路径。“我国煤炭、石油、电力独立发展，相互之间存在明显市场壁垒。从能源、应用终端入手，构建区域性综合能源系统，统一规划、统一调控难度很大。因此高比例新能源城市建设还是要从构建园区、社区、城市的区域型综合能源系统入手，逐步实现综合能源系统转型。”他强调。

本报实习记者 齐琛同 中国能源报 2019-10-21

## “绿色能源岛”让零碳城市不再遥远

扬中，这个江苏省面积最小的县级市，却是万里长江第一大江心洲、长江中的第二大岛，同时也是我国东部唯一的高比例新能源示范城市。扬中工业发达，早些年以“工程电气岛”和“河豚岛”闻名，现如今分布式光伏、清洁能源替代、绿色交通等新能源产业的蓬勃发展，打造了扬中“绿色能源岛”新名片。从“工程电气岛”到“绿色能源岛”再到未来的“无煤岛”，扬中的实践无疑将为城市能源的绿色发展提供样本。近日，记者走进了扬中市，探寻小城能源变革的“大动作”。

从“光伏岛”逐渐走向“绿色能源岛”

将手机放在公园“光伏座椅”上就能无线充电，这是位于环岛公路南侧的滨江公园内的一项黑科技。滨江公园是扬中市零碳园示范项目，走进公园，一条百米长的光伏廊桥映入眼帘，廊桥上方是由 516 块太阳能光伏板拼凑出的镂空“天花板”，年发电量可达 11.7 万度，廊桥一侧则是由光伏板拼接成的 36 盏“太阳花”，每盏太阳花高约 3 米，叶片由光伏板拼接而成，不仅形似向日葵，还能像向日葵一样随太阳的运动轨迹而自动旋转，通过增加这种太阳跟踪系统，光伏板年发电量提升了约 30%。

不仅是园区，扬中市的每个角落都能找到光伏板的身影。据了解，截至 2019 年 9 月底，扬中市已建设完成光伏项目总装机容量 191 兆瓦，居民屋顶安装光伏 6300 余户，光伏发电占总用电量的 10%。

“十几年前绝大多数人没有听说过光伏，这几年我回家乡后发现很多家庭都在屋顶安装了光伏板，这种巨大的变化是以前难以想象的。”作为土生土长的扬中人，上迈（上海）新能源科技有限公司董事长施正荣感慨道。

“扬中市一直以来都是依靠外来电，但在 2018 年 10 月 3 日，由于工厂放假，电力负荷很低，期间有十五分钟岛上的用电全部依靠本地光伏发电自给，这是真正的‘绿电’十五分钟，也展现了光伏在扬中的重要地位。”扬中市经济发展局局长仲斌告诉记者。

发展光伏产业，扬中具有独特的优势。仲斌解释道：“在上世纪 80 年代，扬中市乡镇企业刚起步时，都是以发展工程电气行业为主，有句话叫‘无电不成厂’。后来施正荣博士把光伏产业引进到国内，扬中则是第一批对接光伏产业的地区。自此，光伏产业在扬中迅速发展，成为了第二大主导产业，扬中也从‘工程电气岛’成为了‘光伏岛’。后来逐渐从光伏生产端延伸到光伏应用端，利用产业制造端的基础优势发展光伏运营服务。目前，扬中是全国唯一光伏产业链齐全的县市，也正是凭此优势，让建设绿色能源岛的项目能够落地扬中。”

据了解，目前扬中光伏企业已有近 40 余家，全年光伏产业总价值超 140 亿元，太阳能硅片产量约 20GW，电池片产量约 600MW，光伏组件产量为 2000MW，其中产业链中硅片环节的生产规模居全国首例。如今的扬中已从发展光伏拓展到发展风电、生物质能等多种清洁能源，从“光伏岛”逐步走向“绿色能源岛”。

能源互联网成清洁能源消纳“新招”

打造全岛零碳化，那么清洁能源该如何更好的消纳呢？“为了增强清洁能源就地消纳能力，优化清洁能源就近消纳机制，提高清洁能源供应能力，我们成立了‘扬中新坝城镇能源互联网示范区’，通过能源综合管控与服务平台，横向构建冷热电多能互补、纵向优化源网荷储的综合能源系统，实现清洁能源高效利用和多种能源互联互通。”国网镇江供电公司总经理助理白少锋说，扬中新坝城镇是江苏首个国网控股增量配售电公司所在地，也是国家级高比例新能源示范城市重点建设乡镇和扬中绿色能源岛建设的集中示范区，是建设示范区的首选之地。他补充说道，通过综合能源管控平台，用户可以和电网保持良好互动，当电网超负荷时，用户可适当减少电器的使用，为保证电网平衡，当电网负荷低时，用户增加电器使用还会得到相应奖励。与此同时，电网也能为用户选择最低价的供电方式，比如在光伏电价较其他低时，就首选光伏发电供用户使用，对企业降本的效果最为明显。

清洁能源路由器是该能源互联网示范区里的亮点项目之一。白少锋说：“清洁能源路由器其实就是压缩空气储能，晚上将光伏发的电储存起来，白天再释放，获得峰谷差价。在空气压缩过程中也

会产生冷和热，将产生的冷和热分别供给用冷用热的企业，既提高能效，又可从中获利，一举两得。”

国网扬中市供电公司总经理周鹏具体介绍说，扬中新坝城镇能源互联网示范区建设有 8 大工程和 19 个子项，可以为区域能源互联网提供全景展示、综合能源规划、调度、交易和运维；为冷、热、电多种能源产品和用户能源行为提供大数据分析；进一步提高区域能源利用效率。项目建成后，区域内清洁能源装机容量上升 149%，电量渗透率从现状的 25.6%提高到 95.5%，区域内碳排放指标下降 47.7%，清洁能源占比明显提升。

“无煤岛”的到来指日可待

根据相关建设规划，预计到 2020 年，实现扬中市主岛无煤化，2030 年，实现扬中市全岛无煤化。据了解，扬中市年均替代化石能源 4 万吨标准煤，全市单位 GDP 能耗从 2016 年的 0.2 吨标准煤下降到 2018 年的 0.16 吨标准煤。共累计推广新能源汽车 193 辆，建成公共新能源充电设施 119 个，“城市充电宝”——28MW 电网侧储能电站的投入使用让清洁能源消纳更便捷、清洁能源使用更方便；光伏扶贫已累计为 300 多户家庭创造年均 3000 元左右的“阳光收益”。无煤岛的脚步似乎离扬中越来越近了。

当然，在实现全岛无煤化、零碳化的进程中并不一帆风顺。仲斌表示，当下扬中市发展绿色能源还面临光伏技术快速迭代、清洁能源应用场景单一等挑战。

面对这些挑战，仲斌告诉记者，扬中光伏企业下一步应在提升技术装备水平的同时做好技术储备；扬中市政府应进一步延伸、拓展和发掘“光伏+工商业屋顶”、“光伏+农业”“光伏+扶贫”“光伏+交通”、“光伏+通信”“光伏+建筑一体化”等光伏应用场景和领域，推进智能光伏系统集成解决方案创新应用。下一步扬中市应尽快建设综合能源服务、新能源接入数据分析、电站运维等服务平台，实现更多清洁能源在扬中的高效利用；建立统一高效的运维管理机制，建设专业化综合运维平台，培育专业的绿色能源综合服务商，实现对电站项目的实时监测、远程监控、数据收集、运维分析和运维服务。

仲斌还表示，扬中高比例新能源示范区的建设和其他城市有所区别。他解释道，西北地区资源型城市都是采用地面集中式光伏电站为主，而扬中以分布式能源为主。所以对于土地资源较少的中东部城市，扬中的绿色能源岛建设提供了先行经验。

本报实习记者 张金梦 齐琛同 中国能源报 2019-10-21

## 绿色生态+能源变革，山水吴中入画来

吴中区将通过打造绿色低碳、安全高效的能源体系，深度挖掘吴中区能源变革的开发潜力。

吴中区，是苏州文化起源和发扬延续的摇篮与基地，与姑苏老城区融合共生，共同构成了古老的苏州文化。如今，吴中正在向实现新建建筑 100%清洁化，推广电、水、热、燃气一体的数据采集系统，开展 WE+社区数字化试点工程等多项综合能源系统的研究实践上努力前行。

为何选在吴中区开展综合能源系统规划研究？国网（苏州）城市能源研究院城市能源规划中心主任孙强给出了答案。他介绍，吴中区作为苏州市重要组成片区，开展能源变革，是苏州建设国际能源变革发展典范城市的重要组成部分，是重点参与方和实践方。因此，它的探索将对中国城市能源转型的路径和方法有重要意义。

吴中区依山傍水，具有地理优势。从能源结构上看，吴中区规上用能行业以电子设备制造业和纺织业为主。从能耗强度来说，这些产业比黑色金属加工业和化学纤维制造业低。因此，吴中区单位 GDP 能耗低于苏州市平均水平。

“但是，吴中区能源利用效率提升还有空间，能源智慧管理程度还需提高，清洁能源利用占比还需增加。”孙强坦言，比如，本地可再生能源构成主要为生物质能，太阳能、风能、地热能等资源利用较低。按照土地面积的 1/10 进行计算，吴中区光伏装机潜力为 1.3GW，年发电量为 1300GWh，约 16 万吨标煤，还有很大的开发利用潜力。因此，发展清洁低碳能源，加强能源系统互补协调和集

成优化，构建能源多元安全保障体系，以绿色低碳、安全高效的城市能源保障吴中区经济社会高质量发展显得十分必要。

在此背景下，国网（苏州）城市能源研究院以建设绿色低碳安全高效的城市能源体系为目标，保障吴中区“创新智造强区”“服务经济新区”“文化旅游名区”“城乡融合示范区”“生态花园城区”五大功能定位为出发点，聚焦于能源供应安全高效、清洁能源充分利用、能源消费节约优化、能源系统智慧互动、基础设施开放共享、能源变革高度感知、能源管理精益求精、能源产业高度集聚等 8 个行动计划，分别提出充分应用现有能源供应、打造清洁能源利用工程、推动产业园和建筑群绿色低碳、实现吴中区能源智慧管理、电动汽车充电站、加氢站等新兴基础设施建设等 38 个具体的项目。

目标已经明确，如何具体实现？孙强举例说：“比如，我们目前的规划建设加大地源热泵与蓄热蓄冷等技术应用的推广力度，在太湖新城建设区域建设冷热集中供应的示范工程；在三山岛建设集风、光、储、电气化交通于一体的综合能源系统，规划建设微型风力发电装机 0.5MW，屋顶光伏装机 10MW，电储能 1.2MW；另外，规划还提出继续推进公共交通清洁化建设，优先发展电气化交通，实现公共交通分担率达 35%左右，推动 89 个生产泊位 100%配置岸电，实现港口运输车辆、生活及游览用船 100%应用天然气、电力，从而实现公共交通和港口岸电 100%清洁化。”

“今后，我们将细化任务、明确进度，对清洁能源利用、电能替代推广、能效服务等产业提供政策支持，推动吴中区产业转型和能源行业全产业链发展。”国网（苏州）城市能源研究院负责人表示，在建设过程中，会把吴中区绿色生态发展和能源变革相结合，通过打造绿色低碳、安全高效的能源体系，深度挖掘吴中区能源变革的开发潜力，以能源创新驱动吴中区高质量发展，促进城市治理的科学化、精细化和智能化。

本报实习记者 张胜杰 中国能源报 2019-10-21

## 综合能源服务领域广 社会经济效益双丰收

编者按：

综合能源服务可以延伸到哪些地方？在长沙、深圳等地的机场、公交场站，一批具有代表性的典型示范项目已经投入使用，节能减排效果明显。长沙黄花国际机场采用智慧能源管理平台后，能效提升了 23.5%，能源使用费用降低了 15%，使其步入了建设智慧机场的快车道；在深圳建设的 30 多座电动汽车充电站，采用“光充一体化”的技术方案，为近 3000 台电动大巴及数千台电动出租车提供优惠的充电服务，仅去年充电量就达 1.8 亿多度。近日，本报记者采访了长沙、深圳两个示范项目的相关负责人，试图揭开项目背后的“智慧法宝”。

看“用能大户”如何成为“绿色节能大户”

日夜运转的机场是公共建筑里的用能大户，每天大量的人流在此交汇，大量物资在这里中转，如何在保障机场正常运行和乘客舒适的前提下降低能耗，是节能领域的一大课题。

长沙黄花国际机场（以下简称“黄花机场”）搭建智慧能源管理平台，能效提升了 23.5%，能源使用费用降低了 15%，它是怎么做到的？

据了解，黄花机场是 4F 级民用国际机场，现拥有 T1、T2 两个航站楼及相应的配套设施，可满足年吞吐量 3300 万人次，多年位列中部第一。但随着旅客吞吐量逐年攀升，能源需求量与日俱增，黄花机场的运营压力激增。仅 2017 年的总耗电量高达 6057 万度，可谓“用能大户”。同时，机场供能采用传统的一对一模式，没有实现能源的科学管理和优化调度。尤其是夏季高峰时期，机场电网不堪重负。

黄花机场相关负责人表示，不论是机场能源管理的现实需求，还是考虑到正在建设的 T3 航站楼投运后更加巨大的运营管理压力，若要快速实现智慧机场的目标，快速构建开放共享的临空能源生态圈，用“智慧”引领区域经济起飞，机场都必须在安全、品质、高效、经济间找准平衡点。为此，黄花机场联合新奥数能科技有限公司（以下简称“新奥数能”）打造智慧的能源管理平台，以此作为撬

动智慧机场建设的支点。

那么，如何从“用能大户”变成“绿色节能大户”？这主要得益于新奥数能旗下泛能网平台的技术驱动。根据前期调研，新奥数能结合机场远期规划和现实诉求，以黄花机场及周边用户为基础，构建了基于泛能网的机场智慧能源管理平台，通过对综合能源的智慧化管理和优化调度，改变了传统的用能方式和供能管理模式。

“在智慧能源管理平台上，用电、用水、制冷、供热等情况一目了然，并且实时可以看到。通过智能化控制系统与监控系统，大数据能耗分析和及时调整反馈，为机场节能减排提供决策参考，实现机场能源使用、生产、输配和储存系统的智能化、一体化管理，使多能源主体、多能源设施、多能源品类的需供动态匹配和调度平衡，在有效保障用能安全性和稳定性的同时，进一步优化了能源结构，降低了综合能源消耗。”新奥数能科技有限公司泛能网平台技术相关负责人介绍道。

另外，该平台通过能源流与航班信息、客流信息、天气信息等数据流互动，达到能源供应精准高效，为机场能源供应商提效降本的同时，还提升了黄花机场整体能效及能源服务水平，降低机场能源费用和运营压力，最大化实现能源管理安全、品质、高效、经济间的平衡发展，为智慧机场建设赋能。今年以来，黄花机场通过泛能网的机场智慧能源管理平台的数据支撑，对楼内近 17000 台用能设备的类型和性质进行了核查、划分、分析，摸清机场整体能耗布局，在大数据挖掘分析下，对硬件设施进行升级换代。如今，黄花机场的能效已提升了 23.5%，能源使用费用降低了 15%。

除服务于黄花机场这样的大型交通枢纽以外，泛能网平台还服务于包括食品、化工、纺织、医药等行业在内的工业领域，以及医院、商业综合体等公共建筑领域，助力企业和机构实现能源管理的数字化和智慧化。截至今年 7 月，泛能网平台已为全国 40 多座城市中 100 多个产业园区、500 多家用能企业、近 60 家能源供应商提供服务。

光充一体方案让公交实现智慧充电

深圳作为全球首个公交全面电动化的大城市，在新能源汽车推广应用创新发展之路上的成果愈发耀眼。近日，在第三届中国能源产业发展年会上，深圳的“大型光充一体公交充电站”入选“能源互联网”十大示范项目。

项目的建设方是深圳市永联科技股份有限公司（以下简称“永联科技”），在助力深圳成为全球纯电动公交推广最快、规模最大、运营最优的公交城市过程中，其充电技术和运营管理经验在全国多地被学习参考。永联科技的创新之处在哪里？如何保障全市上千辆纯电动公交车每天都安全、稳定的运营？

“我们采用的是光充一体化的技术方案，在公交线路的首末端建设场站，仅在深圳地区这样的电动汽车充电站已有 30 多座，为深圳巴士集团旗下近 3000 台电动大巴及数千台电动出租车提供了充电服务，去年充电量达 1.8 亿多度，全国排前五。永联科技投资建设并运营充电设施，以优惠的价格为公交企业提供优质充电服务，深圳巴士集团则提供稳定的充电需求，保证了充电运营设备的利用效率。”永联科技的一位工程师说道。

永联科技研发总监李晨光告诉记者：“永联科技目前把工作的重心更多放在最体现核心竞争力的技术研发上。充电桩最核心的技术在充电模块，它决定了整个充电过程的效率和可靠性，永联科技自主研发的充电模块效率在同行业中领先，待机功耗却比业内常规水平低出 40%。我们的目标是做新能源领域的科技尖兵，推动智慧充电设施的快速发展，助力新能源汽车的推广应用，参与所在细分行业标准的制定。我们主导制定了电动汽车非车载充电电源模块技术条件和电动汽车非车载充电机以及交流充电桩高温沿海地区特殊要求的相关国家行业标准，也由此树立了公司在行业内的优势地位。当前，我们正在参与中日大功率充电联合标准的起草。”

谈及未来的推广应用预期，永联科技运营副总经理伍新国表示，根据工程实践、技术及产业化推广情况，永联科技所开展的“大型光充一体公交充电站及智能充电关键技术研究”工作，有着广泛的推广前景。仅全国城市公交车市场未来电动化的数量即可超过 100 万辆，对应配套的大型充电站数量将超过 1 万座，对应的直流充电桩超过 25 万台，充电站建设及设备采购总投资成本超过 1000

亿。

永联科技为保证产品和充电站在全国大规模推广，自主开发了大数据运营平台。此平台为多运营商平台，结算方式灵活便利，系统安全可靠，用户界面友好，能同时对发电、充电、储能系统进行监管调度。目前，全国多个城市都有运营商加入。

据中国电力企业联合会数据显示，永联科技在深圳地区 30 余座充电场站，总安装直流快充充电桩 835 个，充电枪 2159 个，充电总功率已达 131730kW。可满足至少 3000 辆电动公交车充电需求，一年减排二氧化碳 28.5 万吨，对于深圳市的节能减排、环境改善有着重要作用。

本报实习记者 张胜杰 中国能源报 2019-10-21

## 被动房离大众生活有多远？

核心阅读：

何为“被动房”？通俗来讲就是不用主动的采暖和空调系统就可以让室内保持恒温恒湿的建筑。这一由国外率先倡导的全新节能建筑，因其超低能耗的特性，随着大气污染和能源紧缺问题的日益突出，逐渐成为未来建筑发展的必然趋势。近日，记者在河北高碑店举办的第 23 届国际被动房大会上了解到，从单个小体量试探性建设发展到较大规模园区化实施，中国或将逐步迈入“被动房”时代。

节能效果可较当前建筑

提高 6 成以上

“被动房是给房子‘堵眼’‘堵缝’的工程。”业内人士形象地向记者解释道，而想要实现超低能耗，则离不开卓越的隔热保温性能、无热桥的设计和构造、密闭的建筑外维护结构、高效舒适的热回收新风系统和性能良好的被动式门窗这五大“法宝”。

被动房的超低能耗能带来哪些实实在在的好处？住房和城乡建设部科技与产业化发展中心北京康居认证中心主任张小玲给记者算了一笔账：若将北方采暖地区新建居住建筑全部建成被动房，预计在 2050 年时可节约 34 亿吨标煤，并将每年采暖能耗增量控制在 100 万吨以内。

中国被动式超低能耗建筑联盟理事长、中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院院长徐伟介绍，近零能耗建筑有明确指标，即建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯能耗计入总能耗，可再生能源产能可折减，在我国 2016 年公布的节能标准基础上，再节能 60%—75%以上。

在张小玲看来，被动房既可以节能减排，降低北方采暖能耗，提高室内舒适度，解决南方采暖问题和建筑短命问题，还可以极大推动相关行业的进步，降低社会的管理成本。对此，联合国政府间气候变化专门委员会副主席戴安娜·悦格弗萨茨表示认可，并呼吁，建筑节能对于限制全球升温 1.5℃发挥着至关重要的作用。建造被动房以及对大多数既有建筑进行改造，将能源需求最小化，是目前紧迫的课题，也是一个巨大的挑战。

“真金白银”推动河北被动房

走在全国前列

被动式房屋建造技术难度较普通住宅高，采用保温材料成本相对较高，老百姓是否住得划算？

在目前全球最大的被动式超低能耗建筑群——高碑店列车新城，客户经理王通告诉记者，这里的房间内没有暖气等设施，每年仅节省冬季取暖费、夏季空调电费就将近 5000 元。

尽管在大众眼里“被动房”还是陌生名词，但是在河北，被动房产业起步至今已有十余年。2006 年，唐山“河北 1 号住宅小区”通过中德国际技术合作，在围护结构节能、可再生能源利用等方面进行了改造。改造后供暖能耗大幅下降，中国的建筑节能改造在河北开启先河；2013 年，全国第一座被动式超低能耗建筑——秦皇岛“在水一方”C 区 15#住宅楼竣工；2015 年，高碑店的被动式专家公寓投入使用，成为拥有德国被动房研究所（PHI）和中国超低能耗建筑联盟双认证的最大单体住宅建筑。

河北省住房和城乡建设厅总经济师程才实介绍，河北有着国内最大的超低能耗建筑产业基地，

被动房竣工和在建面积均居全国首位。2019年1月1日,《河北省促进绿色建筑发展条例》实施,这也是国内首个将被动式超低能耗建筑发展要求纳入条例的地方法规。

推广被动房,政府还给出了真金白银的支持。程才实介绍,省级每平方米补助已经从10元上升到100元。石家庄、保定、张家口、衡水、承德、沧州等市均出台了超低能耗建筑支持政策,例如石家庄就为按照被动房标准建设的项目优先保障用地,并给予容积率支持,优化办事流程,给予财政补贴。

正从单个试点走向大规模实施

有了政府的大力支持,被动房在河北多地发展迅速,其中高碑店市在河北省内领跑。高碑店市市长王江介绍:“当地培育壮大了以建筑节能门窗、超低能耗建筑为代表的绿色建筑节能产业,特别是奥润顺达集团已经成为节能门窗行业的领跑者、技术的引导者、标准的制定者。”据了解,该集团参与的120万平方米超低能耗建筑示范社区——高碑店列车新城是目前世界建筑体量最大、节能水平最高的项目。

记者在第23届国际被动房大会举办地还看到,由奥润顺达集团建设的国内首个住宅公园——国家住宅体验中心也首次亮相。据了解,该中心建成了节能型、经济实用型、产能型等六大系列被动房项目,着眼未来住居需求,寻求生态宜居新路径。

有业内专家告诉记者,尽管已有多个示范项目建成,但超低能耗建筑引入我国才短短十几年,还在起步阶段,在实施过程中,经验不成熟和体系不完善也带来了一些问题。据张小玲观察,部分被动房建设过程中存在粗制滥造、偷工减料、施工不合理等问题,设计阶段也需要进一步精细化。“必须要做全过程的质量管理,开展服务体系的认证,让专业的人干专业的事,会解决很多问题。”她建议

谈起我国被动房的建设趋势,徐伟表示,目前已由单个小体量试探性建设发展到较大规模园区化实施,由居住建筑、技术体验中心功能类型发展到办公、学校、幼儿园、医院等不同建筑类型,由寒冷气候区为主要实施区域,发展到严寒气候区、冬冷夏热气候区。地域上由北方逐渐向其他区域扩展,北到气温可达-40℃的内蒙古根河市,西到青海省果洛州,南到厦门。

一座座被动房在全国多点开花,中国的被动房时代何时能到来?徐伟建议,大规模推广被动房,可以采用“小步慢跑”和“跨越式发展”两种渠道,根据中国的国情,在有条件的地区可以跨越式发展,率先迈向超低能耗建筑普及阶段,条件有限地区则可以按照强制性标准逐步实施。

本报实习记者 齐琛 张金梦 中国能源报 2019-10-21

## 可再生能源助力被动房实现零能耗

在德国弗莱堡市郊区的沃邦社区,有一栋“向日葵房”,这栋房子可随太阳转动运行,每小时水平旋转15°,无论是50℃的炎炎夏季,还是零下20℃的严寒时节,没有暖气和空调设备的向日葵房内都能保持15℃—25℃的宜人温度。这是记者近日在第23届国际被动房大会上听到的案例。

这栋向日葵房其实就是近年来在节能建筑领域常被提及的“被动房”,“冬无暖气、夏无空调,持久恒温,舒适节能。”是被动式建筑的神奇之处。如今,被动房在采暖和制冷相关环节的节能率已高达90%,除依靠高效的新风系统,保温性、隔热性能好的维护结构外,充分利用可再生能源,也是助力被动房迈向零能耗的重要手段。

“向日葵房”产出能量量是其能耗的5倍

如何让被动房利用可再生能源供给房屋用能,并保持室内舒适度?德国给出了自己实践成果。

据了解,沃邦社区是欧洲为数不多的自行车数量超过汽车的社区,也是唯一一个家庭用电量和发电量实现平衡的社区,绿色节能体现在社区的每一个角落,其中向日葵房是最大的亮点。整个向日葵房呈圆柱形,四周采用了大面积的三层保温玻璃,建筑中心则安置有带动建筑旋转的滚动轴承。只要天一亮,整座房屋就会迎着太阳缓缓转动;夜幕降临时,房屋将慢慢复位。“通过360度的旋转,

建筑能够最大程度吸收太阳能。”德国弗莱建筑集团中国区负责人王甲坤说。这类向日葵房既能充分利用太阳能驱动房屋运动，保证房内的日常供热和用电，又能将光能储存，供阴天和夜晚使用。

除此之外，向日葵房的屋顶上还有一片由 60 块太阳能光伏板所组成的“太阳之帆”，光伏板总面积为 54 平方米，其高峰时输出功率可达 6.6kW，建成以来平均每天可发 20 多度电。“太阳之帆”不受建筑自转影响，可以适应不同太阳位置与高度的角度自行旋转，使其比一般固定式的太阳能板多吸收 30%—40% 的太阳能。据了解，这栋向日葵房利用可再生能源产出的能量是该建筑所需能耗的 5 倍，真正实现了建筑零能耗。

被动房多能互补耗能是传统建筑的 10%

自沃尔夫冈·菲斯特于 1991 年在德国达姆施塔特建成世界上第一栋被动式房屋至今，德国在被动房上的探索实践已近 30 年。而这一概念和技术落地中国也有近 10 年时间，如今在中国的被动房项目越来越多，本土化的创新应用也日渐广泛。吉林建筑科技学院的科研楼就是其中之一。

吉林建筑科技学院科研楼是我国首批超低能耗建筑标志性项目，也是严寒地区第一个实现被动房多能互补的案例。它利用地热能、太阳能、风能等多种可再生能源，形成了多能互补系统。吉林建筑科技学院副校长陶进介绍说，“我们采用地热能供热，当时项目打了 122 口井，平均井深为 100 米，但考虑到严寒地区冷热负荷不均匀，会导致土壤热失衡，所以我们采用了太阳能的光热补偿。夏季时，土壤温度相对较低，可直接用来制冷，太阳能产生的热则可以储存到地下；而在冬季，一旦地热能低于供暖要求，就需要用较热的太阳能热水来加热源侧供水。”

除了地热与太阳能的互补，风光互补发电也是科研楼绿色节能的一大亮点。“我们采用微风力发电机，将其发的电直接并网，其次我们还对风光互补发电系统的实时发电功率、发电曲线、发电数据进行跟踪。据 2018—2019 采暖季的测试显示，科研楼项目的可再生能源利用率已达到了 156.5%。相较于其他传统建筑，其能耗只相当于传统建筑的 10%，节煤减排量相当于每年多种 3600 棵树。”陶进说。

有业内人士表示，实现对太阳能、风能、地热能等的高效利用，最大可能的利用可再生能源代替传统能源，这是低能耗建筑迈向超低能耗、零能耗的必然趋势。未来，“被动房+多能互补”模式将释放更大的潜力。

本报实习记者 张金梦 中国能源报 2019-10-21

## 甲醇重整制氢将走出能源高质量发展新路子

“将甲醇和水混合，其产生的氢气再进入燃料电池电堆就能进行发电。”在 10 月 13 日下午举行的调研会上，中氢新能技术有限公司董事长周明强正在向上海合作组织秘书长弗拉基米尔·诺罗夫介绍甲醇重整制氢技术。甲醇重整制氢技术不仅能解决氢气的制取和运输问题，还能实现煤的清洁化利用。如今，甲醇重整制氢技术这颗新星正逐渐成为行业内的新宠。

中国的甲醇产能将达 1 亿吨

“甲醇重整制氢其实就是以甲醇和水为原料，经过在设备内部重整制取氢气，这是一项安全、可靠的制氢技术。一方面，甲醇和水便于储存和运输；另一方面，制取的氢气是随产随用，不需要高压氢气罐和建设加氢站等基础设施，而且重整的氢气不需要提纯便可以直接使用，整个系统安全系数高、可靠性好、故障率低且易于维护。”周明强在会上表示。

但要推广这一技术，甲醇从何处来？“如果不算中国，全球 95% 的甲醇都是来自于天然气。但中国却极为特殊，70% 的甲醇都来自于煤。由此，甲醇也正是我国煤炭清洁高效利用的煤化工主要产品之一。”国网（苏州）城市能源研究院院长李伟阳说道，如果煤炭直接燃烧，不仅会污染环境，而且还会丧失煤炭中潜在的多元化综合利用价值，但如果将煤提炼出甲醇后再进行燃烧发电，产生的碳排放会明显少于煤炭直接燃烧发电产生碳排放量，煤炭的精细化提炼加工在提高能效的同时还能实现煤炭的清洁高效利用，加快中国煤化工精细化的发展。

据了解,目前我国是全球甲醇产量最多的国家之一,预计到2020年,甲醇的产能将达到1亿吨。

中乌有望达成甲醇重整制氢合作

谈及“甲醇重整制氢”技术的应用场景,周明强形象地说,“将这一技术应用在交通工具,相当于在氢燃料电池的基础上,把一个小型的制氢站搬到了车内,省去了氢燃料存储、运输的问题。”目前,甲醇氢燃料电池汽车已应用于公交车、物流车、大巴车、冷链物流车等交通领域。

“这是全球首台以甲醇和水为氢源的甲醇重整制氢燃料电池物流车。”周明强手指着屏幕上的氢燃料电池汽车照片向弗拉基米尔·诺罗夫介绍说,在物流车上制氢、发电、驱动车辆或给电池充电,可以使电池保持在最佳电量状态,延长电池的使用寿命,减少电池装载量,通过使用甲醇重整燃料电池,使用成本大幅降低,7.5吨轻型物流车百公里甲醇的费用仅为柴油的一半左右,据介绍,预计到2020年后,甲醇重整制氢燃料电池汽车的年产量将达5万辆。

会议上,弗拉基米尔·诺罗夫也表达了对中国大力发展甲醇重整制氢燃料电池技术的支持和赞赏,他表示,中国汽车产业完备,这使得乌兹别克斯坦等中亚国家在汽车领域与中国有更大的合作空间,希望通过进一步交流,达成中乌双方的战略合作,带动乌兹别克斯坦甲醇重整制氢技术的推广和应用,从而促进乌兹别克斯坦的绿色发展。对此,李伟阳表示,发展甲醇制氢重整氢技术是顺应我国绿色经济发展的产物,通过中乌双方的战略合作也将助力推进“一带一路”建设,为中国丰富技术路线和开辟新的产业方向奠定良好基础。

本报实习记者 张金梦 中国能源报 2019-10-21

## 推进化石能源清洁化和清洁能源规模化

非常高兴参加这次峰会,借此机会,我结合国家能源集团的探索和实践,谈几点对中国能源企业转型发展的认识。

第一,着力加强煤炭清洁高效利用,推进化石能源清洁化。我们认为,煤炭开采变革的方向,是安全、绿色、智能和高效。国家能源集团已建成世界首个2亿吨级矿区,建成世界首套8.8米超大采高的智能工作面,安全纪录保持全球领先;建设“绿色电站”是煤炭清洁高效利用的重要途径,国家能源集团60万千瓦以上的机组目前占比61%,超低排放机组占比91%,部分已实现“近零排放”,优于发达国家和地区的排放标准;煤制油是解决中国油气资源短缺,保障能源安全的战略选择,集团加大科技攻关,在宁夏建成世界单套装置最大的年产400万吨煤炭间接液化示范项目,在内蒙古建成世界唯一的百万吨级煤直接液化示范项目,实现了煤炭资源的就地、清洁、高效转化。

第二,着力发展非化石能源,推进清洁能源规模化。国家能源集团坚持集中式和分布式协同,有序开发“三北”风光基地优势资源,积极开发中东部、沿海地区的分布式可再生能源,风电装机稳居世界第一,并率先进军海上、低风速、高海拔风电开发领域,建成潮汐试验电站、地热发电示范电站;运营多个智能微网、农光互补、风场储能等分布式能源项目;坚持新能源和传统能源互补,建设多能互补的能源基地,推进分布式能源、火电与光热耦合发电,发展热电联产,陕西富平电厂已入围国家首批多能互补示范项目;坚持项目开发与装备制造并举,延伸产业链,提高价值链,拥有中国第二大风机制造商和服务厂商,在广东惠州建成中国首座铜钢镓硒建筑光伏一体化示范项目,在江苏如皋建成中国第一个双模国际标准的全天候商业加氢站。

第三,着力提升关键技术自主创新能力,推进能源系统智慧化。国家能源集团强化科技创新体系建设,建成国家重点实验室3个,国家级研发集团9个,院士工作站5个;强化重大技术攻关,累计获得国家科技进步一等奖3项,二等奖30项,中国专利金奖5项,火电超低排放、低风速风电开发、煤制油化工、重载铁路技术保持国际领先;强化信息技术与能源工业的融合,建成国内首个数字化示范矿井,开行首列智能驾驶万吨重载列车,搭建国内首个风电运营商“大数据”平台,自主研发国产DCS控制系统,水电梯级电站群智慧化管控达到世界领先水平。

第四,着力深化“一带一路”能源合作,推进资源配置国际化。集团深化能源上下游一体化合作,

与中国装备制造企业“联合出海”，与境外能源企业合作，在俄罗斯扎舒兰建设年产 500 万吨的露天矿，印尼爪哇 2×105 万千瓦煤电项目，带动中国制造百万千瓦级机组首次出口海外；深化能源绿色合作，在推进国际可再生能源共同发展方面，加拿大 10 万千瓦风电项目获得“加拿大原住民社区贡献奖”，南非 24.5 万千瓦风电项目被誉为“金砖国家能源合作典范”；深化技术交流合作，坚持“引进来”和“走出去”相结合，引进全球 100 多名太阳能技术人才，拥有自主知识产权的等离子点火等节能环保产品，出口到 20 多个国家和地区。

近年来，在山西省委省政府大力支持下，国家能源集团在山西能源项目开发建设也得到了较好发展，形成了煤炭、火电、风电、运输产业协同发展的格局。山西作为全国首个能源革命综合改革的试点省，实施一系列改革和创新，取得了宝贵的经验。国家能源集团将精准对接山西发展规划，学习能源革命经验，扩大有效投资，谋划好“十四五”发展，助力山西开创转型发展新局面。

记者武晓娟/整理 中国能源报 2019-10-28

## “液体阳光”是实现低碳能源的主要途径

如何实现能源低碳？我总结为三步：第一，化石能源的高效、清洁转化，辅之以节能。通过绿色发展，小幅减排二氧化碳，但这并不能根本上解决碳排放的问题；第二，化石能源与可再生能源优化互补。不能一次性完全切断化石能源，而是一步步与可再生能源互补优化，大幅减排二氧化碳；第三，完全使用可再生能源，实现绿色、零碳排放，从根本上解决问题。这其中存在两个技术层面的问题：可再生能源储能和转化问题、液体燃料合成问题。

越来越受到国际重视

太阳燃料的实质就是利用太阳能等可再生能源将水和二氧化碳转化为甲醇燃料，我们也称其为液体阳光。这一思路现在越来越受到国际上的重视，我国也有很多科学家和企业致力于这方面的研究。

其实，从广义上讲，风能、水能、生物质能等很多可再生能源形式本质上都是太阳能。太阳能清洁、丰富、可再生而且潜力巨大，照到地球表面 1-3 小时的太阳能可满足全球一年的能源需求。问题就在于我们能不能将其转换成我们可用的太阳燃料。

生产太阳燃料的关键技术就是将水分解成氢气（氢能）和氧气，氢气再和二氧化碳反应就可以产生甲醇和水，这就是我们所说的液体燃料。

提到甲醇，目前有多种制备方式。但就甲醇合成过程中的碳排放来看，煤炭合成甲醇过程中的碳排放量最高，石油会低一些，天然气更低。如果用煤和可再生能源共同制备，可以将碳排放进一步降低。如果通过太阳燃料的制备方式合成甲醇则可以实现零碳排放。但目前煤制甲醇的成本最低，石油制备的成本比较高，太阳燃料制甲醇的成本则处在中间状态。从生态效应考虑，煤制甲醇最糟糕，石油次之，而太阳燃料的方式最理想。

目前，甲醇燃料越来越受到政府层面和企业的关注。今年 3 月，8 部委发布的指导意见对甲醇燃料的发展具有重要意义。我国的甲醇制备原料来源广泛，煤炭、石油、天然气、生物质都可合成甲醇，但由于我国相对富煤，所以煤制甲醇在中国具有优势，我们必须认识到煤制甲醇解决了煤燃烧的清洁化问题，但并没有解决碳排放问题；煤制甲醇可以有效利用低品质煤，但没有从根本上改变依赖化石资源的现状。那么，凡是利用化石资源生产的甲醇都不是太阳燃料；只有利用太阳燃料，在低碳生态方面，甲醇燃料才具有优势。

在太阳燃料合成过程中，有两个关键催化技术，一是高效、廉价、稳定的分解水（光）电催化剂，能量转换效率可达 80% 以上，二是廉价、高选择性二氧化碳加氢制甲醇催化剂。这两个都是我们自主知识产权的技术，也是实现太阳燃料合成的关键。

2018 年 7 月，我国在西部启动了太阳燃料年千吨级甲醇工业化示范，目前已完成前期中试。这是全球范围内第一次直接太阳燃料规模化合成的尝试。

作为一种化学储能的形式，它解决了可再生能源间歇性问题和能源使用的随机性问题。太阳燃料合成可以将分散的太阳能收集、长期储存，适应随机的能源应用市场需求。每吨太阳燃料甲醇相当于储存约 10000 度电，100 万吨甲醇就相当于 100 亿度电。

#### 理想的储氢模式

此外，太阳燃料甲醇也是一个理想的储氢模式。太阳燃料  $\text{CH}_3\text{OH}$  有助于解决氢燃料电池氢源的制、储、运、加技术，使燃料电池技术成为真正意义上的可持续清洁能源技术。有了这样的思路就可以借助太阳燃料建设液态阳光加氢站。解决加氢站建设中氢的储存、运输安全问题。同时，氢作为可再生能源，可以实现燃料电池全流程绿色清洁，减少二氧化碳排放。此外，还可扩展为其它化学储氢路线（甲苯、氨），并且与加油站、甲醇站等并存，适合社区和现行加油站，这将是未来加氢站最具优势的发展方向。

制备太阳燃料主要依靠可再生能源。长期以来，大家有一个误区——太阳能、风能价格偏高，但事实上随着可再生能源的快速发展，光伏发电等可再生能源的成本已经逐步降低，2018 年在沙特大规模光伏发电招标价格已经降到 3 美分/度，2019 年上半年在巴西光伏发电国际招标不足 2 美分/度（折合人民币 0.12 元/度）。

国网能源研究院发布的报告显示，2010 年，我国非化石能源发电装机约占总装机的 6%，2017 年，这一比重已经达到约 14%，到 2050 年将达到 50%。同时，我国可再生能源资源丰富，仅弃风、弃光和弃水的量就可以和三峡电站的发电量相当，合理利用这部分电就可满足当下中国燃料电池的用氢需求。

此外，我国可再生能源资源分布广，适宜分布式布局制氢和合成太阳燃料，从而建设分布式液体阳光加氢站，结合智能互联网系统，实现可再生能源制氢的优化调配利用。

#### 可再生能源与煤化工结合是未来方向

除将太阳能等可再生能源转化为甲醇外，另一种发展思路是可再生能源与化石资源优化互补，即零碳排放煤化工制甲醇，这也是适合煤炭大省山西的一种发展策略。

低碳或零碳排放是煤化工发展的最理想境界。如何实现是长期以来各国关注的问题。在富煤地区进行新能源革命，必须直面煤和煤化工，做好“低碳能源”意义重大。而发展零排放煤化工一定离不开太阳能等可再生能源，新旧动能互补，可再生能源与煤化工的结合将是未来的方向；将可再生能源的无碳制氢代替煤化工的煤制氢，则有望实现零碳排放煤化工。

利用各种可再生能源特别是风电和光伏电解水制氢，来替代煤化工制氢，其技术关键是：可再生能源发电成本以及电解水效率和成本。近年来，光伏等可再生能源成本显著降低，光伏发电成本已经逼近煤电成本；同时，电解水装置成本大幅下降，规模化电解水已经可行，能量效率也从传统的 50%-60% 提升到 80% 以上，甚至达到 87%。

在低碳发展要求日益强烈的今天，到底如何实现低碳？希望太阳燃料及其与化石燃料优化结合，能够为大家提供一个新思路，这也将是实现低碳能源的主要途径。

记者姚金楠/整理 中国能源报 2019-10-28

## 地热能

### 河北省深层地热技术创新中心获批建设

中国能源报-近日，河北省科学技术厅发布了《关于 2019 年新建省级技术创新中心的通知》（冀科平函【2019】34 号），确定新奥集团申建的“河北省深层地热技术创新中心”通过专家立项评审，公示期满，被纳入河北省省级科技研发平台建设计划。

“河北省深层地热技术创新中心”旨在研发深层地热关键技术，解决高温超硬花岗岩开发存在的

钻井成本高、压裂建储连通难等技术难题，促进深层地热技术研发、工业示范与推广应用，由新奥集团能源研究院承建，按照相关规定，该中心建设期为两年，验收通过后正式挂牌运行，纳入河北省省级技术创新中心序列管理。

深层地热是来自地球深处的可再生能源，具有高效环保、安全稳定，且不受季节、气候制约的特点。增强型地热系统（EGS）是开发深层地热的主导技术，通过它可以利用深层地热能实现多种用途，比如直接供热和发电。

新奥能源研究院作为新奥集团旗下专业科研机构，正致力于增强型地热系统开发技术科研探索，现已建成国际化的专业研发团队，快速搭建了国内领先水平的实验平台，高效开展研究探索实验，并在关键设备和材料方面取得显著进展。

新奥集团能源研究院相关负责人表示，新奥集团能源研究院将根据建设实施方案，落实各项建设内容及人、财、物等保障措施，确保完成各项建设任务，通过关键技术研发突破，推动我国深层地热技术水平的整体提升。

仝晓波 中国能源报-中国能源网 2019-10-30

## 浙能滨海热电：当好园区发展的能源“管家”



浙能滨海热电公司

在燃煤电厂利用小时数普遍下降的背景下，在素有全国印染行业“三分天下有其一”的浙江省绍兴柯桥滨海工业区，浙能滨海热电公司（以下简称“浙能滨海热电”）截至目前的供电量和供热量较去年同期均实现了大幅增长。

浙能滨海热电如何能交出产销两旺的答卷？答案就在于，该公司抓住当地印染产业近年来加紧集聚升级的机遇，积极探索适合当地转型发展需要的“管家式能源服务”新路，逐步打造出区域性综合能源供应服务平台。

能源利用率：从 48% 跃升至 88.36%

2014 年 322.40 克，2015 年 305.10 克，2016 年 273.73 克，2017 年 267.48 克，2018 年 263.30 克，2019 年上半年 251.07 克……这是一组来自浙能滨海热电的每千瓦时平均供电耗煤量变化数据。

“我们从 2015 年开始大量对外供热，热电联产机组实现了供电煤耗大幅度下降。”浙能滨海热电公司党委书记、董事长赵军介绍。

浙能滨海热电始建于 2009 年 12 月，是浙江省绍兴市柯桥区印染产业集聚升级工程的重要配套项目，也是浙江省“十一五”期间重点建设工程之一。项目总投资 59.14 亿元，其中一期工程为 2 台 30 万千瓦燃煤机组，总投资 28.2 亿元，配套建设除尘、脱硫、脱硝装置，于 2011 年投产，单机最大供

热量为 410 吨/小时；二期工程为 4 台 5 万千瓦级抽背式燃煤供热机组，总投资 30.94 亿元，设计供热能力为 1300 吨/小时。

2018 年 4 月，随着浙能滨海热电二期工程最后一台机组建成并投运，亚洲地区最大的印染纺织行业集散地——浙江省绍兴滨海工业区拥有了全国最大的绿色环保热电联产项目。

为了确保向园区用户提供清洁优质的热能，浙能投入 3.2 亿元负责滨海工业区三期区块配套热网工程的建设、管理和运营，先后建成 5 条低压管网、3 条中压管网，热网主管线总长度达 62 公里，初步形成了“两环网、多热源”的供热格局。目前，供热能力占滨海工业区总供热能力的 70%以上。

数据显示，目前浙能滨海热电 6 台机组每小时最大供热量可达 2100 吨，每年最高可提供蒸汽量 1800 万吨。“三期工程规划的一台 5.7 万千瓦抽背式汽轮机组和一台 500 吨/小时的高温高压自然循环煤粉锅炉也已经获得项目核准即将动工，完工投运后总供热能力将进一步提升。”赵军说。

随着电力供求关系的变化，燃煤电厂纷纷从“保供为主”向“服务为先”转型。而作为能源利用效率较高的技术手段之一，热电联产在获取较高的能源转换效率的同时，大大提高了有效能量的输出，由此成为煤电厂应对利用小时下滑的“突围”之道。

以浙能滨海热电二期工程采用的抽汽背压机组为例，由于热电比大、热效率高，适合建设在人口较为密集或用能相对集中的地区，就近生产和输送能源，可以将电、热等能源量的损失降到最低。

数据显示，二期工程投入运营以来，能源利用率从 48%提高到了 88.36%。相比之下，印染行业传统的用能管理存在压缩空气分散供应、余热余压浪费严重等问题，譬如在余热余压利用问题上，其热能利用率只有 35%左右。

浙能滨海热电集约化、高效率的热电联供能够有效地帮助所在区域明显降低单位 GDP 的能耗、减少污染，真正实现了节能减排。

“抓住市场机遇，瞄准节能减排过程中的‘痛点’和‘难点’，企业与用户实现了双赢发展。”浙能滨海热电总经理叶青说。

**综合能源服务：和地方经济跳好“双人舞”**

浙能滨海热电与地方经济社会的发展休戚与共。20 世纪 90 年代末，为解决当地严重的缺电难题，绍兴县（现在的柯桥区）钱清镇规划建设了由 12.5 万千瓦和 13.5 万千瓦两台燃煤机组组成的钱清发电厂，成为当时绍兴地区唯一的统调电厂。

绍兴的经济社会发展有“酒缸、酱缸、染缸”之称，而钱清所处的绍兴县正是“三缸文化”发源地，其中的“染缸”就是指印染产业。纺织印染行业多是用电大户，所以钱清电厂作为当地重要的电源支撑点作出了不小的历史贡献。

进入新世纪，得益于“八八战略”的指引，浙江全省加快产业结构调整、转变增长方式，确保能源安全和保护绿水青山都上升至更重要的战略地位。绍兴县也加速了产业布局优化，在钱塘江和曹娥江交汇口规划建设滨海工业区，大力推进印染产业集聚提升工程。

在新的形势下，钱清电厂逐渐暴露出机组容量小、能源消耗高、环保效益低等问题。为此，浙能集团决心实施“上大压小”，并结合地方经济的新规划和新布局，在滨海工业区建设了现代化的热电联供项目，取代已不适合时代发展的钱清电厂。

对此，浙能集团党委书记、董事长童亚辉曾多次强调：“要通过关停落后机组腾换煤量指标，大力发展高效热电联产来谋求新的发展。”

事实证明，浙能滨海热电自建成投运以来，不仅成为一家高效、节能的绿色环保热电企业，而且其打造区域性综合能源供应服务平台的发展之路与地方经济社会的转型发展实现了同频共振、多方共赢。

随着绍兴县大力整合印染行业，在淘汰落后产能的同时引导印染企业向滨海工业区集聚，同时在滨海工业区打造全球绿色印染基地和产城融合样板“蓝印时尚小镇”。目前，滨海工业区每年印染各类布 160 多亿米，占全国产能的 30%以上。

在“蓝印时尚小镇”拔节成长的过程中，浙能滨海热电瞄准园区能源消费和供给的特点，充分利

用现有资源，打造区域综合能源供应服务平台，着力实现包括电、蒸汽、压缩空气等能源销售和余热利用回收，以及需求侧管理等定制式节能服务管理在内的一体化、一条龙、一站式、一揽子的产品和服务。同时，借助智能采集终端、智慧能源系统等实现园区内能源资源利用的智能化，实现滨海热电向新型区域性综合能源服务商的转型。

在日常经营管理中，浙能滨海热电本着“用户的满意，我们的责任”和“最多跑一次”的服务理念，研究制定各项服务制度，要求每位客户经理一个月至少与其所联系的热用户联系三次，为客户提供“管家式”的上门服务，及时掌握客户用能情况和投诉建议。

凭着过硬的服务和质量，浙能品牌在印染集聚区内迅速打响，赢得当地政府和企业共同赞誉。“在集聚区内的配套公共设施，无论是水、电、天然气、中压蒸汽及污泥处理，浙能电厂的质量和服務无疑是最优的。”绍兴印染用热企业技术负责人这样说道。

#### 产城融合：打造高质量发展的“浙能样板”

不久前，由柬埔寨甘丹省副省长、柬埔寨内政部副部长等组成的代表团慕名来到浙能滨海热电公司参观访问。浙能滨海热电的生产经营、环保建设、超低排放技术应用及对周边印染集聚区的供热服务等引起了客人们的浓厚兴趣。

据了解，浙能滨海热电对环境保护的要求达到了最严苛的程度。二期工程环保投入高达 4.5 亿元，其中超低排放投入 3.1 亿元，环保总投入占该工程总体投资的 15%以上。

相对于之前印染企业分散锅炉房烟尘治理效果差、无脱硫、脱硝的状况，浙能滨海热电锅炉容量大、热效率高、高效脱硫、脱硝和除尘等优势也得到了明显体现，SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 排放量大幅度降低。同时，该公司还开展了包括环保设备缺陷排查、无组织污染源治理情况排查等在内的污染源排查。

相关测算显示，浙能滨海热电集约化的供电、供热将为绍兴市柯桥区减少约 55456.9 吨煤炭的消耗量，而在环保方面的投入和严格管理又能够实现每年减排区域内各类大气废物超过 16000 吨，对于当地减轻“双控”压力、打赢“蓝天保卫战”发挥了重要作用。

据滨海工业区所处的马鞍镇安全环保监管办公室介绍，今年 1—5 月，马鞍镇 PM<sub>2.5</sub> 浓度较去年同期下降每立方米 6 微克，生态环境公众满意度比去年同期提高 6 个百分点。

另外，浙能滨海热电还配合“蓝印时尚小镇”产业、文化、旅游“三位一体”协调发展，全力打造涌潮观光、水上休闲、印染文化和工业体验游融合一体的 3A 级景区的规划，推出了总投资 3600 万元的“梦幻电厂”改造计划，对工程实施去工业化景观改造。

根据设计方案，“防风林”意向的堆煤场、树形幕墙的锅炉房、绚丽多彩的“彩虹桥”输煤栈道以及星空般的烟囱等，将共同构成滨海热电工业旅游的别致景观。目前，点缀着星点斑的蓝色烟囱，高大的树形卡通形象冷却塔已经完成。这一在全国都不多见的电厂新景象一改传统煤电企业的工业面貌，成为滨海时尚小镇的靓丽景点。

下一步，浙能滨海热电将以浙能集团打造技术型、协同型和服务型现代能源企业为契机，进一步提升区域性综合能源供应服务能力。随着三期工程的建设，该公司在自身规模效益提升的同时，也将满足园区用户继续增长的用能需求。

而针对广大印染企业对于压缩空气的需求，浙能滨海热电还将投资 2.2 亿元建设集中供压缩空气项目，采用蒸汽拖动离心式空压机集中供气。项目完工后预计可为周边 56 家印染企业提供近 3000Nm<sup>3</sup>/min 压缩空气。据了解，将分散的压缩空气供应系统改用集中供应压缩空气系统，可以降低压缩空气的制取成本，提升用能水平，将为降低绍兴滨海工业区印染产业集聚区域的能耗总量，改善投资环境做出贡献。

此外，滨海热电公司还积极开展四期工程前期工作、园区售电等工作，探索余热利用、光伏发电等其他新能源项目。

宋志刚 朱将云 中国能源报 2019-10-21

## 生物质能、环保工程

### 生物质能产业遇瓶颈 专家呼吁加强基础研究

“一是高昂转化成本和低廉产品价值之间的矛盾，二是巨大市场需求和技术成熟度较低之间的矛盾，这两者是解决当前生物质转化利用技术发展的关键矛盾。”在日前召开的 2019 生物质能专委会学术年会上，中科院广州能源所所长马隆龙的这句话点出了当前生物质能面临的难题。在由暴发期进入瓶颈期的关键阶段，国内几乎所有与生物质能相关的顶尖专家齐聚济南，以学术年会的形式探讨“生物质能源将何去何从”的命题。专家们认为，在市场和政策加持下，生物质突破瓶颈还需在发力基础研究领域，并推动技术成熟以适应市场需求。

生物质是通过光合作用产生的动植物、微生物及其产生的废弃物。利用生物质通过化学转化生成的生物柴油、生物乙醇、生物天然气等形态的能源便是生物质能源。专家们认为，生物质能源是全球继石油、煤炭、天然气之后第四大资源库，也是唯一可再生碳资源，是国际上替代化石能源的主要选项。

“前途是光明的，道路是曲折的。”在中国工程院院士、中国林科院林产化学工业研究所所长蒋剑春看来，以林业剩余物、木材废弃物、农业秸秆为代表的农林剩余物弃之为害，用之为宝，其转化为能源的潜力为 4.6 亿吨标准煤，但已利用量约为 2200 万吨标准煤，约占 2018 年中国能源消耗总量的 0.47%。生物质“占比低”源于技术层面的挑战。

“由于生命的复杂性，生物质资源从微观和宏观层面具有天然的复杂性。”马隆龙的这句话也意味着，“组分多样和结构复杂使得生物质资源的利用技术挑战更高。”一般而言，生物质资源可通过热化学转化、生化转化、催化转化为燃气、沼气、乙醇、基础化学品等。但目前生物质资源多以肥料化、饲料化、燃料化为主（三者共 73.4%）。因为生物质与石化原料化学组成差异较大，其含氧、含水较高，导致生物质转化技术对催化过程的催化剂、生化过程的微生物具有较高要求，大多数技术仍处于实验室研发及中试阶段，产业规模化程度较低。

蒋剑春和马隆龙的发言，指向一个观点：生物质利用技术总体处于集中攻关和实验示范阶段，即技术不成熟；同时，技术集成度低，导致生物质不能大规模利用。而具有官方背景的国家发改委能源研究所可再生能源发展中心主任任东明则从政策、商业模式等层面解读生物质能面临的问题。他以农林生物质发电项目为例，这个项目存在着原材料供给保障难、相关财税补贴政策落地难等问题；再以生物天然气项目为例，其存在着市场投资主体少，产业基础薄弱，商业模式不成熟等难题。

尽管面临着不少难题，但以“循环再生、清洁低碳”为卖点的生物质能源在“市场广阔，政策支持”的背景下，还是吸引着国内外众多科研力量。

我国是世界第一造纸大国，一度占全球 28% 份额，但我国造纸工业纤维资源对外依存度达到 40% 以上。缺口如何弥补？答案是农林剩余物利用。利用微生物或其产生的酶对制浆原料进行预处理后再与相应的机械处理相结合，这便是生物机械制浆技术。生物基材料与绿色造纸国家重点实验室主任陈嘉川带来的“基于造纸平台的农林废弃物纤维资源的绿色转化技术”在研制出专用生物酶制剂、生物反应器等核心技术之后，已经入产业化阶段；山东省科学院能源所完成的“基于热解气化的生物质分质分级热化学转化技术”创造性发明了生物质复合式低焦油分级气化工艺和装置，克服了传统生物质气化技术存在的焦油含量高的行业难题。

技术层面的难题还需要加大研发去解决。中科院广州能源所所长马隆龙认为破解当前生物质难题的关键，是发展多元化利用，并推进技术创新。而这句话也成为与会专家们的共识。

科技日报 2019-10-29

## 乙醇汽油时代能否如期而至？

天津市从确定方案到推广运行仅仅用了 5 个月左右时间，说明短时间内实现区域封闭推广任务具备可行性。若要促进乙醇汽油更好地推广和发展，各地政府的积极引导和支持至关重要。

随着国家发改委等 15 部委提出“到 2020 年实现乙醇汽油全国基本覆盖”目标时间节点的日益临近，各地关于推广车用乙醇汽油的相关政策也开始密集出台。

今年以来，山西、河北相继发布乙醇汽油推广方案，近日，又有消息传出山东、浙江也正在加快制定乙醇汽油的推广计划。

那么，当前这些地方乙醇汽油推广进度如何？乙醇汽油时代会按规划如期而至吗？近日，记者进行了调研采访。

### ■ 政策积极但落地缓慢

据了解，截至 2018 年底，我国已在东三省、河南、安徽、广西、天津共 7 个省市区全境封闭推广乙醇汽油，在河北、山东、江苏、内蒙古、湖北 5 省区的 31 个地市半封闭推广乙醇汽油。但除东三省及天津外，其余省市乙醇汽油发展并不好。

今年 2 月份，山西省政府发布《关于做好车用乙醇汽油推广使用工作的通知》，提出在太原、阳泉、长治、晋城等城市先期进行试点，从 2020 年 1 月 1 日开始，全面推广使用车用乙醇汽油，所有加油站一律改售车用乙醇汽油。此后，太原市政府发文称将从 10 月 1 日起开始全面推广使用车用乙醇汽油。

5 月 27 日，河北省发改委等十部门联合印发《河北省车用乙醇汽油推广方案》，提出“自 2019 年 6 月 1 日起，对北部承德、张家口、唐山、秦皇岛、廊坊 5 市开始推广使用车用乙醇汽油，12 月底实现全省全域封闭运行”。

在多位受访者看来，随着时间节点的临近，今年乙醇汽油推广在政策面上大有起色。

但记者在调研中发现，实际情况并不像方案中规划的那样“美好”。

以计划 10 月 1 日起全面推广乙醇汽油的太原为例，记者电话采访了太原市内多个加油站，对方均表示“目前没有乙醇汽油，我们没有接到任何通知”。

而计划 6 月 1 日起推广的河北承德、张家口等 5 市的加油站，给出的回复也多是“我们这儿不卖乙醇汽油，我不知道什么时候会有”“没听说，我不太清楚”……

问及原因，山西省发改委相关负责人员告诉记者：“太原市目前燃料采购的进度和油罐改造的进度会做一些调整。我们刚刚请示了省政府，全省规划还没有最终定下来，实际可能会比文件中规划的明年 1 月 1 日适当推迟。”

而在此前消息传出的浙江、山东，相关人员也均对记者表示目前正在起草文件、组织部门会签，还未形成最终方案，具体时间节点也并不确定。

### ■ 试验效果好但市场误解多

对于当前的推广现状，多位受访者称，目前市场对乙醇汽油的误解较多。

“车主对乙醇汽油的接受度较低，因为加了 10% 的乙醇，汽油含量降低但价格并没有变化。”中宇分析师刘霖说，“另外，车主也会认为乙醇汽油的动力性、单位里程油耗不如普通汽油好。”

记者采访到的几位车主也均表示，若能加到普通汽油，则不会用乙醇汽油。

在国家车用乙醇推广工作领导小组特约顾问乔映宾看来，市场对乙醇汽油的认识普遍存在误区：“车用乙醇汽油在美国已应用了 40 多年，他们曾组织 16 辆福特车对车用乙醇汽油与普通汽油 16 万公里的对比试验，试验结果表明，两者的动力性、经济性基本一致。而乙醇汽油具有更明显的减排效果。”

另外，对于此前普遍担心的未来燃料乙醇产能问题，乔映宾也做出解释：资料显示，去年我国燃料乙醇产能不足 400 万吨，按每年超过 1 亿吨的成品油消费量、10% 的添加比例计算，若要在 2020 年实现全国基本覆盖，燃料乙醇的需求量超过 1000 万吨/年，目前来看缺口较大。

“但目前很多地方并没有推广，也有一些地方推广了乙醇汽油后来覆盖率又下降的，市场需求并不大，因此很多乙醇厂也并没有满负荷生产。另外，现在国家基本是按照 1000 万吨/年的燃料乙醇产能去规划部署的，东三省、内蒙古、河北、山东、广东、广西、江西、浙江等地方都批了项目，给了额度，具体则由各省自己安排实施。同时，目前乙醇燃料的原料来源日益多元化，因此在产能上并不是大问题。”乔映宾说。

刘霖给出的数据也佐证了上述观点：“随着出台政策的省市不断增多，今年以来新增的燃料乙醇产能达到 400 多万吨，其中包括已通过环评、在建和闲置产能的改造，这也在一定程度上为后续乙醇汽油的推广提供了强力支撑。”

#### ■ 有成功案例但各地推广不积极

问及“2020 年乙醇汽油全国基本覆盖”的目标是否能够实现，受访者均表示“较困难”。

一位不愿具名的业内人士表示，当前各地政府对乙醇汽油的认识不够、推广力度不足。“车用乙醇汽油推广使用是一项系统工程，需要中央政府相关职能部门、地方政府、石油公司、燃料乙醇企业等多方密切配合，但目前各地执行情况不一。一些地方因无新增燃料乙醇项目，需要跨省衔接，导致政府推广车用乙醇汽油的动力不足。另外，一些石油企业对新增调配中心以及加油站改造等并不积极，导致具体措施落地缓慢。”

在多位受访者看来，若要促进乙醇汽油更好地推广和发展，各地政府的积极引导和支持至关重要。

乔映宾也以天津乙醇汽油推广的成功经验为例，说明了推广力度的重要性。“天津市从确定方案到推广运行仅仅用了 5 个月左右的时间，说明短时间内实现区域封闭推广任务具备可行性。目前乙醇汽油产品有国家标准，加油站改造有规范可循，市场推广经验也很成熟，另外，燃料乙醇生产企业也都非常积极。只要想干，就可以干成。”

“乙醇汽油若想较好地发展，必须强制使用，借鉴国际成功经验，建立长期稳定有效的行业管理机制。对于市场的不规范行为，可以通过在油品中添加防伪标识剂来区分。”乔映宾补充说。

上述不愿具名的业内人士也建议，要加大力度规范生物燃料乙醇市场秩序，尽快建立生物燃料乙醇合格供应商清单，严格要求成品油经营企业按照清单落实采购，强化生物燃料乙醇定点生产企业与成品油经营企业的供需合作，为乙醇汽油推广创造良好市场环境。

本报记者 李玲 中国能源报 2019-10-21

## 固废资源化利用可优化能源结构

10 月 10 日，《威海市“无废城市”建设试点实施方案》发布，入选“无废城市”建设试点的“11+5”个城市和地区先后出台了建设方案。“无废城市”与能源有何联系？对城市的绿色发展起着什么作用？“无废城市”的首倡者，中国工程院院士、无废城市建设试点专家委员会主任杜祥琬近日与记者分享了他的调研历程和观点。

固废是放错位置的资源

可资源化利用

记者：今年“垃圾分类”成为热词，您提出“无废城市”的背景是什么？

杜祥琬：垃圾的专业表达叫固体废物，简称“固废”。固废包括三大类：工业固废、乡村废物、城市矿山。据统计，我国目前各类固体废物累积堆存量约 600—700 亿吨，年产生量超过 100 亿吨，且呈现逐年增长态势。

从生活垃圾来讲，城市生活垃圾的填埋占比 57%，总体资源化率不高；农村生活垃圾仍有很大部分的建制村生活垃圾未得到治理；大量农业秸秆被废弃、露天焚烧，成为城市大气环境的重要污染源之一。建筑垃圾随意堆放或临时堆置的现象在各地非常普遍，建筑垃圾中的钢筋铝材等具有较高资源化价值，而我国一般工业固废综合利用率仅为 53%。

如此巨大的固体废物堆存量和年生产量，如不进行妥善处理和利用，不仅将对环境造成严重污染，对资源造成极大浪费，甚至将对社会造成恶劣影响，而固废是放错位置的资源，可以资源化利用。

记者：我国建设“无废城市”的意义和可行性如何？

杜祥琬：应该把废弃物分类资源利用的程度作为现代化的一个必备标志。垃圾分类和建设“无废社会”是生态文明建设内在要求，是实施乡村振兴战略有效抓手，并且综合效益显著。

首先是环境效益，垃圾简单堆放填埋，造成地表水污染并贡献雾霾和温室气体，而垃圾焚烧发电替代无沼气回收设施的露天填埋方式，有确定的温室气体减排效能。有计算表明，减排强度为每吨垃圾发电可以减少 0.11 吨二氧化碳排放。

第二是经济效益，固废利用可形成多个产业链条，是环保战略新兴产业。仅钢铁的回收再利用，可使我国钢铁资源的对外依存度由 60% 降至 30%。以资源化利用节约能源，以能源化利用优化能源结构，我国 2013 年再生资源回收 1.6 亿吨，总值约 6000 亿元，折合节能 1.7 亿吨标煤；生物质气体能源潜力可达 3000 亿立方米，推动分布式低碳能源发展。

第三是社会效益，这是我最重视的方面。一是有利于公民健康，使公民有获得感。二是有利于社会安定，从根本上解决垃圾污染带来的社会冲突。三是提高公民素质，养成良好的生活习惯和善待自然的心灵。四是改进社会治理，推动社会的现代化。

我国城市垃圾处理

经济性和排放标准已有提升

记者：“无废城市”“无废社会”的具体内涵是什么？

杜祥琬：“无废社会”的内涵是通过创新生产和生活模式，以及构建固体废物分类资源化利用体系等手段，动员全民参与，从源头对废物进行减量和分类，并将产生的废物通过分类资源化充分甚至全部得到再生利用，从而使整个社会建立良好的废物循环利用体系，实现资源环境经济和社会共赢。

“无废城市”试点建设是建设“无废社会”的第一步。“无废城市”是通过推动形成绿色发展方式和生活方式，持续推进固体废物源头减量和资源化利用，最大限度减少填埋量，将固体废物环境影响降至最低的城市发展模式。“无废社会”是社会进步程度的重要标志，也是社会进步必然达到的目标。

记者：发达国家和地区有什么样的先进经验值得我们借鉴？

杜祥琬：国际社会对“无废社会”有类似的提法，目标和愿景是一致的，比如欧洲提出“零废物计划”，日本提出“循环型社会”，新加坡提出“零废物”国家愿景等。在瑞典，99%的垃圾可以再利用，36%进行回收再利用，剩下的 14%进行生物技术处理，再剩下的 49%进行焚烧发电，最后只有 1%进行掩埋。他们相信垃圾就是能源，“四吨垃圾等于一吨石油”，使瑞典今后 20 到 30 年可以摆脱对石油的依赖。美国 Waste Management 公司在固废处理行业营业收入全球第一，实行了垃圾收集转运、垃圾焚烧发电和垃圾回收利用的“三驾马车”模式。

这些国家和地区建设零废弃社会的做法对我们的启示，一是顶层设计规划引领，明确战略目标；二是立法政策，配套建设完善的法制体系；三是政府主导，财税激励，充分发挥市场机制；四是标准完善，规范产业健康发展；五是科技创新强化支撑，提升资源利用效率；六是重视教育普及宣传，建立有效的民众参与机制；七是承担国际责任，加强废物管理，防范污染转移风险。

记者：在国内的调研中，您注意到哪些比较好的案例？

杜祥琬：农村垃圾资源化利用的企业典型例如山西易通环能科技集团，将农村废弃物资源化利用一站式处理，将农村垃圾、畜禽粪污、秸秆、污水和废塑料薄膜农业废弃物资源化利用“五合一”，适合农村垃圾分散、就近处理的特点。

城市中的案例如山东威海的智能资源回收房，不仅能分类收集垃圾，还为居民提供智能延伸服务，使回收垃圾量减少 30%—35%，干湿垃圾分开后，干垃圾焚烧成本降低，湿垃圾则可制成肥料或者沼气。

我国城市垃圾处理方式显示出了焚烧替代填埋的趋势，经济性和排放标准都有上升，也拉动了锅炉等设备的生产，推动了技术的创新和进步。2011年我国的垃圾焚烧发电厂为109个，2017年已经到了286个，处理能力也从每年2599万吨上升到了2017年的8643万吨。

无废城市建设需制度的硬约束  
和文化的软约束相结合

记者：您认为我国目前无废社会的建设存在哪些问题？对此您有哪些建议？

杜祥琬：确定的“11+5”个试点城市地区各有特点，类型不同，情况不同。当然目前也存在突出问题，例如资源化利用率较低，未形成应有规模，产业缺少规划和目标，和“无废社会”的长远目标相距甚远。突出问题主要有三个方面，一是基础不牢，如法律制度标准、监管投入等；二是创新不够，经济性有待提升；三是社会参与度不高，认识不足，“邻避”效应凸显。

建议一是加强顶层设计，纳入各级政府政绩考核指标体系，将“无废社会”确定为我国的发展目标之一，纳入规划和战略性新兴产业，成为新的经济增长点。二是夯实基础，完善制度生产者责任延伸制度，明确如垃圾资源利用需达到的排放物指标等。三是加强监督，设立从事固废资源化的专业人员和机构。四是加强数据统计等基础性工作。

记者：作为“无废城市”的首倡者和践行者，您这几年的感受是什么？

杜祥琬：我国生态文明建设处在关键期、攻坚期和窗口期，对垃圾处理作出统筹部署，有助于资源回收利用，改善人居环境，倡导低碳生活方式，促进循环经济发展。

无废城市的建设是长期努力的过程，道阻且长，但行则将至。需要把制度的硬约束和文化的软约束结合起来。由“无废城市”走向“无废社会”是美丽的事业，更是艰巨的事业，会碰到多重困难：技术的、资金的、管理的、社会的……涉及深层次的社会变革和社会进步。走向“无废社会”需要一大批人有足够的思想准备，去克服各种困难，付出心血与智慧，坚持不懈地努力奋斗。

本报实习记者 齐琛罔 中国能源报 2019-10-21

## 垃圾发电项目补贴该取消吗？

有关垃圾焚烧行业“补贴退出与否”的猜测存在已久。近日，来自财政部的一项公开表态让“猜测”走向“担忧”，争议持续发酵。

在对十三届全国人大二次会议第8443号建议的答复中，财政部明确表示，“经财政部、发展改革委、国家能源局、行业协会等方面认真研究，一方面，拟对已有项目延续现有补贴政策；另一方面，考虑到垃圾焚烧发电项目效率低、生态效益欠佳等情况，将逐步减少新增项目纳入补贴范围的比例，引导通过垃圾处理费等市场化方式对垃圾焚烧发电产业予以支持”。

消息一出，赞同与反对者皆有。有观点认为，由于性质差异，将垃圾发电纳入可再生能源发电范畴，本就存在不合理性，退补是正确之举。也有专家认为，作为解决垃圾围城问题的主要举措，垃圾发电应该得到支持，短期内退补将挫伤产业发展，带来严重的环保问题。垃圾发电项目补贴该取消吗？

财政部明确发出“退补”信号

垃圾发电项目的补贴依据，源自国家发改委于2012年发布的《关于完善垃圾焚烧发电价格政策的通知》。2006年之后核准的项目，均先按其入厂垃圾处理量折算成上网电量进行结算。上网电价高出当地脱硫燃煤机组标杆上网电价的部分实行两级分摊，当地省级电网负担0.1元/千瓦时，其余部分纳入可再生能源电价补贴。换言之，垃圾发电项目的收益，主要由垃圾处理费、上网电价与补贴部分构成。

今年全国“两会”期间，记者曾拿到这份第8443号建议原文。《建议》提出：新能源汽车、光伏补贴退坡，主要原因之一是同类产品替代性较强。比如，二者分别有汽油车和柴油车、其它能源作为替代品。但在我国垃圾处理能力缺口依然较大的情况下，焚烧发电具有周期短、占地小、减量高等

不可替代的优势，且经过多年实践，其排放可严格确保达标。退补或直接影响产业发展模式，加剧行业非规范竞争，可能对我国环境质量改善产生极为不利的影响。

对此，《建议》称应充分论证垃圾发电的环境效益和社会效益，研究差异化补贴方式平衡不同区域项目盈利水平。

财政部回复表示，2016-2019年，中央财政共拨付可再生能源电价附加补助资金超过3000亿元，其中用于生物质发电（含垃圾发电项目）378亿元，占比为12%。但是，“可再生能源电价附加补贴政策属于能源政策，设立目的是解决能源结构问题，而非环保政策；在生态环境保护领域，中央层面有专门的政策和支出途径，近年来中央财政支出力度都是不断增大的”。介于垃圾发电项目效率低、生态环境效益欠佳等情况，“将逐步减少新增项目纳入补贴范围的比例”，下一步拟对可再生能源电价附加补助政策进行调整，放开目录管理，由电网企业直接确认符合补贴要求的项目及对应补贴金额。

#### “生态环境效益欠佳”争议最大

“对于项目效率低的判断，十分精准。生态环境效益欠佳的结论，我明确反对。”中华环保联合会废弃物发电专委会秘书长郭云高告诉记者，协会以“意见函”的形式，已于10月23日向财政部发去反馈意见。

郭云高表示，垃圾发电项目的建设初衷，在于解决处置问题，而不是传统意义上利用燃料发电。相比发电效益，其环保、社会价值更甚。对于“项目效率低”的判断，恰恰说明能源效益本来就不是垃圾发电的主要贡献，要求其与风电、光伏发电项目一样提高发电效率、降低成本，逐步降低对可再生能源电价补贴政策支持是难以实现的。

“在传统填埋、堆肥等方式难以为继的情况下，垃圾发电已成为能够大规模、连续性处置垃圾的主要手段，生态环境效益不是欠佳，而是在环保方面发挥了关键作用。”郭云高认为，贸然退补甚至可能传递错误信号，让不了解的人误以为，焚烧不再是国家鼓励支持的处理手段，与现有产业政策冲突。

E20环境平台固废产业研究中心负责人潘功进一步表示，与电厂用煤相比，垃圾发电烧的是废弃物。参照环保、效率等指标，将二者放在一起直接对比并不公平。“补贴退出与否，不仅是看垃圾发电产业自身发展，而要结合垃圾处置的整体现状。在处置缺口较大、能力尚未完善的情况下，我认为现在退补为时过早。”

不过，也有部分人士支持退补。一位未具名的专家坦言，生活垃圾中虽含有大量生物质，但受到厨余组分高、含水率高和热值低等影响，与生物质、乃至可再生能源发电不能完全等同，将其简单纳入可再生能源发电范畴，全额补贴的做法本就牵强。

磐之石环境与能源中心的一份研究报告还提出，部分垃圾发电项目通过掺烧化石能源、骗取可再生能源补贴。相关部门虽已展开管理、遏制，但并未从根本上解决上述问题，这样一来也有悖于补贴政策的初衷。

#### 精准投资、精益生产是趋势

记者不完全统计发现，在近期垃圾分类新政的推动下，垃圾发电项目正在迎来发展“小高潮”。目前，全国在建、拟建的垃圾发电项目已超400个，若按“十三五”规划目标计算，这些项目将在今明两年迎来集中落地。面对退补信号，不止一家企业负责人坦露担忧。

“电价补贴是项目投资回报的重要部分，取消将对处于筹备和建设期的项目产生较大影响，甚至导致资金链断裂。因为企业在决定投资项目时，投资回报测算均包含电价补贴。”一位国内主要垃圾发电企业的负责人表示。

潘功也称，由于垃圾处置的实际需求量较大，不少项目已处于超负荷运营的状态，退补难免给企业造成影响。“一旦真的退补，企业除了强化管理，进一步降低成本，还可与地方政府协商，通过提高垃圾处理费的方式，填补一部分损失。此外，垃圾分类政策若能推行好，从前端加强处理，还可在一定程度上提高焚烧热值，烧的越多、企业收益越高。”

结合垃圾发电项目的“重资产”属性，中国节能环保集团有限公司总经济师郑朝晖表示，独特的公益价值，决定了项目收益水平有明显天花板。只有不断提升管理水平，才能克服政策边际、环境边际、成本边际与收益边际带来的挑战。“垃圾发电行业正由拼规模走向拼质量，粗放型企业的生存空间将越来越小，精准投资、精益生产是趋势所在。”

潘功还提醒，根据现状判断，补贴或将不会直接取消，更可能由中央下放到地方补贴。“尽管没有直接退补，但介于地方财政的支付能力，补贴支付周期可能被延长，期间同样面临很多不确定因素。对此，企业同样要做好准备。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2019-10-28

## 生物质清洁取暖为何叫好不叫座

生物质能被认为是生物质资源丰富的北方地区冬季取暖的重要路径之一，且得到了国家层面相关政策的支持与鼓励，但目前仍有一些部门意见不统一、持有不同看法，导致一些地方政策不明晰、路径不明确，成为制约农村生物质清洁取暖发展的最大束缚。

10月中旬，供暖季临近，山东省阳信县河流镇史家围子村家家户户已准备好了生物质清洁取暖炉具。距离记者上次来调研恰好过去一年，记者发现，从最初的解决散煤燃烧，到后来提升到农村“厨房革命”，再到打造乡村振兴齐鲁样板，生物质清洁取暖给阳信县带来的似乎已经远不止清洁取暖那么简单。

“清洁取暖需要大力推进‘宜柴则柴’。”国家能源局原副局长吴吟在日前召开的2019中国生物质清洁取暖及产业化发展（阳信）峰会上呼吁，“我国生物质资源丰富，每年产出的生物质原料折合11.7亿吨标准煤，且将持续增多。生物质资源可再生，用不好是个害，用好了是块宝。”

示范——

顶着压力打造“全国首个”

作为我国的鸭梨之乡、全国畜牧百强县、中国古典家具文化产业基地，废弃木材、农作物秸秆、畜禽粪污等曾是让阳信县头疼的“废弃物”。然而，“观念一转天地宽”。现在，每年5万吨的梨树剪枝、80万吨的秸秆、10万吨的锯末以及150余万吨的牛粪都已经成为该县实施生物质清洁取暖得天独厚的资源优势。

阳信县委副书记张新国告诉记者，自2017年开始，该县正式启动生物质清洁取暖改造试点。截至目前，全县已改造4.7万余户，通过推广“生物质燃料+专用炉具分散式取暖”“生物质燃料+锅炉机组分布式取暖”“生物质热电联产集中供暖”三种模式，打造了全国首个全域推进生物质清洁取暖示范县。

作为“第一个吃螃蟹的人”，张新国坦言，“我们推生物质清洁取暖没有成熟的先例，政策也不明朗，真的是顶着压力干。”

该县河流镇张古风村的一位村民告诉记者，2018年取暖季，采用生物质清洁取暖，室内温度保持在18℃左右，在政府补贴后，一个取暖季仅花费了800元左右的取暖费。

事实上，近年来生物质燃料加工及节能环保炉具技术不断进步，生物质燃料适配专用清洁炉具已实现高效低排放。而且，由于具备布局灵活、适应性强，适宜就近收集、就地加工、就近消费、分布式开发利用等优势，生物质能被认为是适应于北方生物质资源丰富地区冬季取暖的重要路径之一。

掣肘——

政策不明晰束缚“手脚”

尽管试点取得成效，前景也被看好，但生物质清洁取暖却并没有多点开花。相关数据显示，2016年至今，在清洁取暖的技术路线中，煤改气占58%，煤改电占36%，集中供热占5%，剩下1%左右的市场由地热、太阳能和生物质等组成。制约生物质清洁取暖发展的原因又在哪里呢？

中国农村能源行业协会民用清洁炉具专业委员会秘书长任彦波指出，在农村发展分散式和分布式生物质清洁取暖，虽然此前《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》提出“对于偏远山区等

暂时不能通过清洁供暖替代散烧煤供暖的，重点利用‘洁净型煤+环保炉具’‘生物质成型燃料+专用炉具’等方式替代散烧煤”，但目前仍有一些部门意见不统一、持有不同看法，导致一些地方政策不明晰、路径不明确。政策摇摆成为制约当前发展农村生物质清洁取暖最大的束缚，行业亟待政策能“扶上马、送一程”，同时需要地方政府能统筹规划，实现产业化、模块化发展。

国家可再生能源中心研究员窦克军表达了类似观点。他认为，目前生物质供热领域应用优先准入保障和经济激励措施不足。同时，生物质能的产业标准、监管体系以及资源保障体系都有待加强与完善，这些都导致生物质清洁取暖进展缓慢。

升级——

应与乡村振兴等战略结合

针对上述问题，吴吟认为，要把农村生物质清洁供暖纳入公共事务管理范畴，让城市和农村居民都享受到改革和发展的红利，逐步发展和增加农民冬季清洁取暖补贴。相关部门要制定和滚动修订生物质清洁取暖技术标准和领跑者计划，形成市场化优胜劣汰机制。在服务方面，一个区域可发展一家或少数几家综合服务商，向用户提供生物质清洁取暖设施及运维服务，对区域取暖带来的大气环境质量要负总责。

“探索生物质清洁取暖的更好路子，需要创新理念。在清洁取暖处于百花齐放时期，要允许和鼓励各种路径探索，发展‘多能联供、多点联网、多废联消、多品联产’，还可以结合 5G 技术等科技创新催化清洁取暖更好发展。在实践中，通过市场机制淘汰落后路子。要将生物质清洁取暖与发展现代农业、提高农业经济效益、提高农民收入、促进城乡一体化发展、实施乡村振兴战略、建设社会主义新农村和美丽乡村结合起来。”吴吟强调。

窦克军则建议，要推动生物质清洁取暖的发展，相关部门要加强生物质清洁供暖应用的优先保障和公平准入，加强生物质资源调查与评估体系建设，建立资源保障体系。同时，完善生物质热力和生物质燃气价格机制与补贴机制，并加强生物质能各领域标准制定和监管实施。

本报记者 别凡 中国能源报 2019-10-21

## 太阳能

### 江苏扬州：“渔光互补”助力扶贫



江苏省扬州市邗江区公道镇在精准扶贫过程中，因地制宜，以“渔光互补”“农光互补”“屋顶光伏”等多种形式大力发展光伏发电等清洁能源，在邵伯湖边建设 10 兆瓦“渔光互补”项目，做到“一地两用”，提高了资源利用率和单位面积土地的经济价值，带动无稳定收入来源的贫困户稳定增收。

中国能源报 2019-10-21

## 约旦启动太阳能供电计划

本报讯 根据《约旦时报》报道，约旦日前启动了将令 10 万户家庭受益的太阳能电力计划。有七家当地公司已经开始在约旦扎瓦蒂地区实施一个太阳能项目第一阶段，该项目将为受益于约旦国家援助基金(NAF)的 2213 个家庭安装太阳能电池。

约旦能源和矿产资源大臣哈拉扎瓦蒂表示，该项目可能需要 120 至 180 天，具体时间取决于实施 12 项招标所需的时间。根据约旦能源和矿产部之前的一份声明，受益家庭是约旦政府计划在 2020 年前纳入该项目的 7000 户家庭中的一部分。

据了解，此次实施的项目是约旦 Fils Al Reef 计划的一部分，该计划旨在为约旦偏远地区居民安装太阳能发电系统，以减少受益者每月电费，改善当地居民生活条件。今年 9 月，约旦相关部门已经提出 11 项招标，以完成在 3200 户家庭的住宅上安装太阳能电池的第二阶段工程。

据悉，Fils Al Reef 计划实施部门正在接受来自那些已经受益于 NAF 的家庭的太阳能电池安装申请，根据规定，受益家庭耗电量不得超过每小时 300 千瓦，并且有足够的空间安装太阳能系统。

陈商 中国能源报 2019-10-21

## 持续刷新，纤纳光电大组件获国际权威效率检测机构 14.3% 认证！

近日，杭州纤纳光电科技有限公司在钙钛矿商业化大组件的光电转换效率方面又取得了新进展，在欧洲太阳能测试机构（European Solar Test Installation）的严格检测下，获得 14.30% 的光电转换效率（300 平方厘米，面积定义：限定辐照面积）。该数据距今年 8 月 NREL 发布的全球冠军组件效率榜上他们 11.98% 的成绩，仅时隔两个月。

坚持科学精神，助推钙钛矿逐步走向产业化成熟化

钙钛矿太阳能电池技术（Perovskites solar cell）是《科学》杂志 2013 年度十大科技突破之一，是 2016 年世界经济论坛“最具商业化潜力的十大新兴技术”之一。自 2017 年被诺贝尔化学奖热门提名后，更是受到了全世界的广泛关注，掀起了国内外科学者们对钙钛矿技术的研究热潮。

钙钛矿作为先进材料，是科技创新浪潮中的典型代表。我国在钙钛矿领域的基础性研究一直处于世界领先水平。我们在纤纳光电这样的新生代科创企业身上看到一种勇于探索、求真务实的科学精神，看到他们在短短 2 年间，先后六次刷新钙钛矿组件效率世界纪录的阶段性成绩。目前，他们通过系统集成，使钙钛矿组件的电气性能满足商业化应用的初步需求，这标志着第三代钙钛矿薄膜光伏技术的经济价值已初见端倪。

严格遵守国际认证标准，全力投入钙钛矿技术产业化的国际竞赛

全球目前有 7 家光伏器件效率认证机构的认证报告被“太阳能电池效率纪录表”和美国国家可再生能源实验室的“冠军组件效率图表”承认。7 家认证机构对组件效率的认证均遵循严格的流程，其中对组件面积的一致定义决定了 7 家认证机构认证结果的准确性、客观性以及相互可比性。目前，7 家机构认可的组件面积定义仅限三种：全面积、孔径面积、限定辐照面积。全面积与孔径面积一般在成熟商业化组件的测试中采用。目前钙钛矿组件的效率认证普遍采用限定辐照面积法来决定组件面积。该方法将组件的死区面积纳入到组件总面积中，避免了因死区面积比例不同造成的测试结果偏差。同时，对于通过遮挡死区面积进行组件效率测试的方法，7 家机构以及“太阳能电池效率纪录表”等均已无法采信。这 7 家检测机构结合钙钛矿材料的特殊性，采用严格的稳态测试法和统一的面积定义，可准确测量和计算钙钛矿光伏组件的光电转换效率。这种测试方法对科研企业提出了更高的技术要求，也让钙钛矿这一新兴技术能够更适应实际应用场景的要求。

中国能源网 2019-10-30

## 风能

### 金风科技曹志刚：打造高质量发展的风电未来

金秋十月，是一个令人无比振奋的时节。新中国成立 70 周年的盛典和各行业日新月异的发展成就不仅让人热血沸腾，更激励风电人要积极探索和实践，把风电高质量发展作为共同使命，尽全力为未来世界提供可靠、可持续、可负担的可再生能源。

以高质量发展迎接“成年礼”

高质量发展，既是我国装备制造业升级的突出表现，同时也为风电这一清洁、经济、高效的能源尽早实现“风火同价”，真正承担起能源结构变革使命打下坚实基础。

平价上网时代的来临，是风电行业的一次“成年礼”。激荡三十年，风电产业在政策的扶持和引领下，逐步拼搏出一条从小到大、从大到强的道路，产业体系的完善也已颇具成果，其发展迅速足以令世界瞩目和称道。但产业要在激烈的国际市场上立足和博弈，完成真正的成熟与腾飞，终究要靠自身的综合实力。平价上网时代，挤掉补贴“泡沫”，风电企业面临的是真刀真枪、此消彼长的市场竞争。

高质量发展的目标，正是要推动风电进一步提升自身市场竞争力，依靠卓越的成本和效率优势脱颖而出，在未来能源结构比例中赢得增量替代的优势地位。

检验高质量发展的“试金石”

在这一背景下，如何检验风电高质量发展的效果？我们认为，风电在未来的能源结构比例中能否持续保持稳步上升，是检验高质量发展成色首要的“试金石”。落实到实际的市场维度，风电的平准化度电成本（LCOE）及并网友好性将成为重中之重。

随着平价时代来临，整个行业势必会以结果为导向，更多地比较风电项目在全生命周期内的投资回报。这就意味着，风电高质量发展的核心发展目标将围绕“高比例”、“低成本”、“并网友好”三方面，并将常规项目、大基地、分散式等不同开发形式进行有效组合，寻求长期的协同发展，有效改善我国的能源结构。

另外一块“试金石”，则是我国风电产业在全球化市场中的发展地位。通过以往发展积累，以金风科技为代表等中国风电企业纷纷“走出去”，从起初的跟随式发展，逐步成长为角逐全球风电市场的重要力量。

现阶段，风电能否抓住高质量发展的有利条件，巩固在全球风电市场竞争和技术创新上的地位，并依托智能化、多样化解方案和服务，向新兴市场地区分享产品与技术，并寻求广泛合作，同样将成为检验我国风电高质量发展效果的重要一环。

第三块“试金石”，是产业链中的相关企业是否会随着行业的发展获得长足的进步，并支撑整个行业的持续转型与巨变。风电所涉及的专业领域繁多，针对不同专项技术的快速发展与迭代成为必须，实现兼容并举，通过持续创新分享和专业化的深耕细作，让每个个体都能斩获足够的发展动能，并合成全产业链的整体效能，才能保持整个行业的活力，真正实现能源转型的目标。同样开发企业也要建立更科学合理的设备评价体系，支持行业的高质量发展，减少“劣币驱逐良币”的发生。

智能化创新：高质量发展的强劲引擎

首先，技术创新已成为提升竞争力的首要因素。当前，企业通过信息化、智能化、数字化创新而激发出的巨大潜力，已成为推动风电高质量发展的强劲引擎。

智能化技术的发展，不但能让整机设备“脱胎换骨”，还可通过 IT 和 OT 的无缝融合，革命性地提升运营的效率 and 体验。比如今天，领先的智能风机解决方案，可让风机率先受益于物联网、数字化和人工智能等技术的应用成果，使风机具有深度感知、自我认知和控制、协同决策等能力，实现更加稳健、可靠、高效的运行。不仅如此，我们还可以将数字化的智慧延伸到风资源评估选址、智

慧风场运维、物资保障、技改提效等链条，让智慧的价值能够惠及风电解决方案的整个生命周期和全价值链。

**高可靠性：高质量发展的坚实保障**

“路遥知马力。”离开产品高可靠性这一最基本保障，风电的成本和效率优势就无从谈起。在金风科技，我们尤为重视产品的可靠性，并把它视为支撑风电高质量发展的坚实保障。

今天，对产品高可靠性的保证，更多来源于基础研究工作的高效开展，以及完善的实验、测试、验证体系。在研发体系方面，金风科技在全球建立了七大研发中心，具备整机、系统、零部件全链条的实验开发能力。此外，金风科技也下大力气，投以重资构建起多层级的实验、测试、验证体系，从材料端开始形成贯穿部件、子系统、整机、场网环节的四级测试验证能力。

今年 8 月，金风科技获得了质量领域全国性最高荣誉——“全国质量奖”，成为了首家夺得该奖项的风电企业；同期，中国电力企业联合会发布的《2018 年度全国风电场生产运行统计指标对标结果》显示，金风科技有 93 个项目获奖，占总获奖项目数量的 27.2%。这也反映出行业对金风科技坚持注重高可靠性的认可。

**并网友好：高质量发展的要素**

当前，坚持在风电并网友好性上的积极探索，同样是风电高质量发展的一个关键课题和绕不开的挑战。在这方面的逐步改善，无论是在降低弃风率上，还是在促进未来大型风电基地的建设和规划上都大有裨益。在这方面，不能单单依靠相关科研院所的专业研究，风电制造企业也要从设备设计、制造端投以关注和考量，实现对电网要求的高度协同及配合能力。

目前，金风科技已走在国家标准之前，提出诸如一次调频、次同步振荡抑制、高电压穿越等在内诸多解决方案，解决大型风电基地接入电网过程中遇到的大多数难题，并实现多项功能集成，领跑行业发展。金风科技参与开发的“大型风电基地次/超同步振荡防控技术及应用”获得 2018 年度北京市科学技术奖二等奖，这项技术可有效抑制大型风电基地接入电网出现的大范围次/超同步振荡，有效保证电网安全运行。

**全优产业链：高质量发展的有力依托**

实现风电高质量发展，还需要突破“独善其身”的企业思维瓶颈，与产业链上下游的合作伙伴协作共赢。这是因为，风电属于一个高度集成的行业，牵涉到众多环节和参与者；风电技术发展和市场需求之间的互动，充满了动态变化，因此上下游之间的信息共享和协同创新成为大势所趋。

一直以来，金风科技积极联合产业价值链纵向维度上的原材料供应商、零部件供应商、仓储物流服务商、建设施工方和业主，以及横向维度上的政府部门、行业协会、第三方机构、电网公司、金融机构、科研院所等相关方，共同构建全优产业链战略，协同提质、降本、创新，实现业务的多元化发展。

**全面创新：高质量发展的核心驱动力**

坚持风电高质量发展，除了依靠技术、资源和产业链等硬实力之外，也需要企业上下加强持续创业的共识和凝聚力，以“有开创、有担当、有传承”的精神内涵作为软实力的支撑。

风电产业即将大步迈入承上启下、深入摸索实践的转型时期。面对未知的蓝海和挑战，我们必须再一次拿出创新精神和“自我革命”的勇气，用“从否定中找到肯定”的辩证智慧，不断发掘产业迭代中的机遇，持续为高质量发展增添新动能。

因此，倡导全面创新，不仅仅是传统意义上技术和产品层面的创新，更是战略思维、业务流程和商业模式等贯穿企业各个方面、各个维度的创新。唯有具备这样的魄力，才能在高质量发展之路上与时俱进，不断突破。

**人才培养：高质量发展的重要支撑**

“十年树木，百年树人”，风电的高质量的发展，离不开优秀人才的土壤。

鉴于风电行业的特殊性，人才培养体系、培训标准等都需要有极强的针对性。目前，金风科技依托金风大学培训教育系统，为员工在职继续教育、学历提高、职业资格提升等提供全面支持，为

风电高质量发展提供人才保障。

风电的高质量发展离不开产、学、研的相互促进转化，金风科技与清华、北航、华北电力大学等多所国内外重点高校开展合作研究，培育创新环境。金风科技通过“金风杯”能源创新挑战赛等活动激发高校学生创新性思维，储备优秀人才，目前已覆盖包括清华大学在内的 7 所院校。

针对海上风电，金风科技于 2018 年成立的国内首家海上风电培训中心，目前已获得国内外双重认证，课程涉及海上求生、高处作业等多项维度，已培训来自超过 50 家的企业相关人士。

政策优化：高质量发展的科学引导

平价上网时代来临之际，风电高质量发展仍面临弃风限电等诸多挑战。解决这些挑战，不止要依靠企业自身，更应集合政府和行业之力，让稳定的政策体系和企业参与市场化的能力形成良性互动。

为此，我们建议：一是保持政策的连续性，政府在做好中长期规划的同时，科学细化短期，把握好关键时间节点的选择；二是进一步优化相关标准，结合行业实际需求，在保障安全可靠的前提下适当扩展企业的效益空间；此外，还可以寻求多种途径缓解融资成本高的难题，为风电成本的下降创造更有利的条件。

面对充满机遇与挑战的平价上网时代，金风科技愿意和各位业界同仁共建行业的“命运共同体”，共同打造高质量发展的风电未来，为建设更加清洁、环保的世界携手奋斗！

金风科技 2019-10-24

## 特变电工新能源度电成本最优风电场解决方案闪耀亮相

2019 年 10 月 22 日至 24 日，备受瞩目的北京国际风能大会暨展览会（CWP2019）在中国国际展览中心（新馆）盛大举行。特变电工新疆新能源股份有限公司携智慧风电场一体化解决方案、新能源电站电压无功稳定性解决方案、海上风电柔性直流送出解决方案、及智能微电网解决方案亮相展会，备受业界关注。

智能化风电场解决方案

依托数字化技术手段，特变电工新能源推出智能化风电场一体化解决方案，通过前期规划及风电场宏观选址、风电场微观选址、风电场整体设计及建设、风电项目运行后评估、风电场运营管理服务备件保障、远程技术服务、风电场功率控制系统、远程监测（SCADA）、数字化风场运管平台等数字化风电场服务进行全过程展现。通过技术标准化+施工标准化+验收标准化，打造优质工程和最优度电成本，实现建设周期缩短 10%，发电量提升 3%，确保客户收益最大化的目的。

新能源电站电压无功稳定性解决方案

依托在风/光系统集成能力以及智能电力装备研制的生态链优势，特变电工新能源全系完成了 3kV-35kV/1-120Mvar 全系列 SVG 产品研制，针对海上风电场高潮湿、高盐雾以及高故障率的环境下提供系统解决方案，产品系统采用高压链式拓扑结构，凭借先进的控制系统架构和控制策略，业内首创风冷单板全灌封方案，提高 SVG 在恶劣环境下的在线运行率大于 99%，目前 SVG 产品累计全球应用业绩超过 5Gvar。

智能微电网解决方案

特变电工新能源智能微电网解决方案以电能路由器为高端技术为引领，以能量管理系统、中央控制器、储能系统等关键产品为核心支撑，针对工商业园区、数据中心、海岛、无电地区等微网，打造定制化的“双端、三层、多场景”方案。针对发电侧、电网侧、用户侧等储能需求，打造“模块化、集成化”储能系统解，提供“规划-设计-产品-施工-运维”的全生命周期微网服务。

电站数据服务一体化解决方案

特变电工 TB-eCloud 新能源电站远程运维平台以物联网技术为基础，实现多源异构设备统一接入；平台支持 5G 传输协议，最大化保证数据传输质量；基于混合云计算架构，具备极好的扩展性；

平台充分利用 AI 技术，通过数据挖掘及智能分析，降低故障率，提升电站整体收益。目前平台已接入特变电工新能源旗下多座光伏电站以及风电场，累计接入规模超过 2GW，全面实现风电场运维的智能化，提升发电量 3%。

#### 海上风电柔性直流送出解决方案

面对潜力巨大的海上风电产业，特变电工新能源推出海上风电柔性直流送出解决方案，为客户提供全方位方案。凭借成熟的柔性直流输配电产品研发平台，方案较传统交流输电具有更好可靠性、更低损耗，更低的海底电缆敷设成本、突出的性价比和电能质量表现。

未来，秉承“持续打造度电成本最低”的核心发展理念，围绕光伏、风电、微网、储能、多能互补等清洁能源领域，以先进的技术、优质的产品 and 可靠的服务，为客户提供从开发、投融资、设计、咨询、工程服务、运营、售电及绿色智能产品等全生命周期的绿色智慧系统综合解决方案，与客户携手用智慧、高效的清洁能源推动人类走向绿色低碳社会。

特变电工新能源 2019-10-24

## 金风科技：“海陆空”护航 制胜高质量的风电未来

高质量发展已成为未来风电的必然选择。平价上网的情境下，竞争逐渐切换到以平准化度电成本（LCOE）为核心的整体解决方案，开发商将综合考虑对项目全生命周期存在影响的因素。未来市场竞争，将围绕各企业的风电整体解决方案能力展开。

2019 年 10 月 22 日，在北京国际风能大会暨展览会（CWP2019）上，新疆金风科技股份有限公司（下称“金风科技”）从前期风资源选址、陆上大基地智能风电机组、海上风电机组整体设计的“海陆空”三大维度入手，用更具度电成本竞争力的产品和解决方案实现全生命周期提质、降本、增效，驱动全面质量提升下的风电平价健康发展。

#### “风匠”

让前期选址更精准、高效、快捷

风电开发的所有工作首先源于对风的精准认知。在风资源选址方面，金风科技从用户出发，将精准作为第一要务，致力于为客户提供精准度与精细度更高的风资源解决方案。

风之所行，匠心以随。CWP2019 上，金风科技集风能资源选址技术之大成，推出面向平价上网时代的风能资源评估云平台——“风匠”。作为一款以自主 CFD 为核心，高度集成化的风资源评估平台，风匠具有三大优势：精准、高效、便捷。

首先，风匠系国内首个将自适应网格技术应用到风电场仿真的平台，得益于这项技术，风匠相较于传统商业软件，可大大提升计算效率，同时针对复杂的山地项目，仿真结果更加精准。

其次，风匠系国内首个将致动盘方法应用到风电场尾流评估的平台，通过这项技术，风匠对尾流的还原度更加贴合实际，让风电场评估更加精准。

第三，平价时代，效率为王。风匠的计算架构基于国家超算中心，相比于同类商业软件计算效率可提升 3 倍以上，实现高效客户价值。此外，风匠集成了数据处理、地形图矫正、图表可视化、噪声评估等扩展功能，可实现风资源评估的一站式体验。

数字化时代下，用户通过风匠平台的三维可视化模块，可更加直观自由地了解风电项目的分析和设计结果，真正做到“所见即所得”。

通过超过 150 个实际项目案例的测试，与目前市场主流商业软件进行对比后发现，风匠的风速模拟结果相对稳定，尾流模拟结果更加理想，可提升全流程工作效率 3 倍以上。

#### 智能风机 4S 平台新机型

打造新一轮平价上网解决方案

本次发布会上，金风科技在已有 3S 平台基础上不断迭代优化升级，推出了新一代应对平价上网的智能风机 4S 平台产品——GW155-4.5MW 和 GW136-4.8MW 两款机型。

平价上网时代下，尤其是大基地项目，对资源集约利用、并网安全性、吊装技术、机组成熟度及可靠性提出了更高要求，为此金风科技针对中高速平价项目，提出以智能风电机组产品为核心的综合解决方案。

上述两款机型均采用“直驱永磁+全功率变流”技术路线，运用国际先进智能风机设计理念，针对中高风速平价上网项目的风况与环境定制化开发，可以说是专门为应对平价上网、适用于大基地项目的两把“利器”。

其中 GW155-4.5MW 机型设计平均风速达 7.5m/s，设计最大风速可达 52.5m/s，GW136-4.8MW 机型设计平均风速达 8.5m/s，设计最大风速 59.5m/s。

这两款 GW4S 平台产品主要适用于国内 II、III、S 风区，与以往 3S 平台机组相比，机型叶轮增大、容量提升，搭载金风科技自主研发的电控系统和控制算法，同时采用双线控制系统、智能控制，实现了机组性能的大幅优化，并且可定制化配置不同形式、规格塔架，有效支撑 GW4S 平台实现不同风况条件的覆盖。

为满足集约的大基地项目的开发，GW155-4.5MW 与 GW136-4.8MW 两款机型均提升了贴合集中并网的并网适应能力，增强批量快速吊装的易吊装设计。同时，通过双线控制提高可利用率水平，通过传动技术革新提高能量转换效率。这些都为开发“三北”高风速地区资源提供更高发电性能及适应性的解决方案。

在 2019 年上半年乌兰察布和兴安盟大基地平价上网项目招投标中，GW155-4.5MW 与 GW136-4.8MW 机型凭借其优异的发电性能表现和高可靠性获得开发商的青睐。同时，上述机型也中标包括澳洲、美洲等地多个国际项目，赢得了国内外客户的信赖和认可，充分诠释了以智能风力发电机组为核心的全生命周期一站式解决方案的价值所在。

## iDO

海上风机支撑机构整体化设计实现度电成本最优

与陆上风电不同，海上风电项目度电成本构成中，支撑结构及其施工的占比超过整个成本的 1/3。为此，金风科技在致力于海上风电机组设计开发的同时，也将目光瞄准了极具降本增效潜力的机组支撑结构优化。

创新剧场上，金风科技针对海上风电机组塔架和基础分体化设计与业主降本增效需求的矛盾，推出金风海上风机支撑结构整体化设计方案 iDO。该方案可有效提升国内海上风电机组支撑结构的设计水平，为降低海上风电度电成本打开新思路。

iDO 具有两大特点：计算精准、计算速度快。

在精准度方面，平台设计综合考虑了塔架和基础的结构变化对频率和载荷的影响，并以整个支撑结构尺寸为设计变量建立起优化的数学模型，避免了对风浪作用的重复考虑；通过考虑风浪方向偏差和波浪分块分区凝聚方法优化载荷；综合考虑岩土与结构的相互作用等因素，建立了快速桩土分析和频率筛选等方法。

经测算，整体化设计由于整体支撑结构从全局最优设计的角度出发，并可避免载荷重复考虑的可能，实际应用可降低基础设计载荷 10%~15%。

在计算速度方面，通过整体化设计，金风科技海上风电支撑结构设计效率大幅提升，最快在 24~36 小时内即可完成设计，在国内处于领先地位。

值得一提的是，iDO 的开发获得了世界银行支持，并已获得 DNV-GL 符合性声明。目前，iDO 在国内首个海上风电抗冰锥基础载荷安全性评估、6 米以上大直径单桩基础优化设计、40 米以上水深导管架基础结构优化设计等多个海上风电工程项目中发挥了重要作用。

风电平价，竞速奔跑，在这场考验企业创新与实力积淀的锦标赛中，金风科技一如既往聚焦创新，坚持以客户需求为导向，积极构建简约机组背后的不简单，助力各应用场景全生命周期提质量、降本、增效，驱动全面质量提升下的风电平价健康发展。

在成为国际化的清洁能源和节能环保整体解决方案提供商的道路上，金风科技汇集二十余年能

源领域经验，以技术为本，以创新为核，通过智慧延伸，构建可持续、可靠、可负担的未来能源世界及清洁环境，与行业同仁一同开启高质量的风电未来，与全社会一道实现美好生活梦想。

金风科技微平台 2019-10-24

## 平价后，风电增速不会降下来

中国能源报-“‘十三五’末期风电迎来平价上网时代”“抢装潮后，风电不会出现断崖式发展”“平价之后也要不断降低风能的终身成本”“进入平价时代以后，风电增速不会降下来”“未来二十年中国风电发展没任何问题”……这是记者在 2019 北京国际风能大会不同论坛上听到业界对产业发展趋势的判断。

随着风电平价上网渐行渐近，行业竞争力不断增强，行业专家、企业人士普遍对风电发展前景持积极乐观态度。业内人士一致认为，风电产业已发展到成熟阶段，通过全方位创新，成本不断下降后，平价上网并非行业发展“拦路虎”。

“已做好平价上网准备”

风电行业将迈进平价时代，降本增效无疑成为目前全产业链共同面对的头号课题。从整个工厂的造价来看，设备、安装、运维占据了风机近 80%的成本，这对整机设计、制造、安装运维等都提出了全方位的要求。而令人欣慰的是，上下游企业对即将到来的平价时代已泰然处之。

“从设备厂家来看，不管是哪个风区，我们均已做好平价上网的技术准备。”中国船舶重工集团海装风电股份有限公司副总经理何利志表示，风电行业成本压缩，设备厂家首当其冲。从现实情况看，我国风电行业在基建、吊装、输变线领域还有提升空间。

维斯塔斯技术销售管理高级经理闫嘉鸣表示：“针对中国市场的低风速与超低风速场址，维斯塔斯因地制宜研发了最大叶轮直径 4 MW 的平台新机型 V155-3.3 MWTM，此新机型将提升单机发电量超过 50%，进一步降低在低风速和超低风速条件下的风能度电成本。”

“风电达到电网平价之后，企业也要不断地致力于降低风能的终身成本。”维斯塔斯首席执行官 Henrik Andersen 表示：“对于投资者来说，不光是资本支出，运营成本也非常重要，需要在整个资产中不断降低成本，才能够降低度电成本。”

数据统计，过去十年，风电产业发电量效率已提升 35%-40%，风电场的开发造价已下降 35%，风机的单位造价已经下降了 35%，风机的单位运营成本已经下降到 35 元/千瓦，整个中国的陆上风电度电成本已经下降了 40%左右。从上述数据可见，通过风电行业全方面创新，完全可能持续降低度电成本。

“全产业链协同创新”

如何破局平价后风电产业发展？业界不约而同的提出，全产业链上的协同、合理发展是风电高质量发展的体现，全产业链协同创新是风电平价的必由之路。

“风电行业需要打造利益共同体、命运共同体、责任共同体来开展整个全产业链的协同创新。”中国船舶重工集团海装风电股份有限公司市场支持中心副总经理兰涌森认为，集合全产业链的力量有利于推动风电的可持续健康发展。“我们建立了信息化协同平台，实现数据信息的共享，处置清晰、统筹决策。比如叶片和整机开展互相的迭代，在同一个交流平台，可以加深对互相了解，也能更容易找到技术突破口。”

中国华能集团有限公司新能源事业部副主任张晓朝认为，风电可持续发展最该做的是要高质量发展，风电健康发展需要开发商、供应商、政府和设计院等等一系列部门协调合理的发展。

“风电高质量发展的关键是整个产业链条要合理分配利益。”何利志感慨，“有能力的企业为什么都去抢风电场？因为风电场的收益高，如果把风电场收益压倒合理的程度，不需要像今天这样严格控制投资。”

浙江运达风电股份有限公司副总经理陈棋坦言，风电产业链协同的质量有进一步提升的空间。

平价上网后，投资商、设备商等方方面面经营的利润进一步下降，在此情况下，需要风厂设计、设备选型、主机厂、零部件合作伙伴等高质量协同发展来降低成本。

“未来 20 年发展没问题”

在 2020 年底前并网的要求下，存量项目开发节奏将加快。那么，风电平价上网之后，风电行业还会大发展吗？业内人士普遍表示，风电高景气度将继续维持。

张晓朝认为，国家整体政策和对清洁能源的政策是“向前走”，内外部条件均需要风电健康发展。2020 年以后，风电发展速度不会下降，还会呈现平稳有序的发展过程。“未来五年，十年，二十年，中国风电发展速度没有任何问题。”

正如国家能源局新能源和可再生能源司副司长李创军在大会开幕上表示，今年风电市场继续平稳增长，1-9 月，全国新增风电并网容量 1348 万千瓦，其中海上风电 106 万千瓦，累计并网装机容量达到 1.98 亿千瓦。同期，全国风电发电量 2897 亿千瓦时，同比增长 9%。“风电产业的发展离不开一个‘稳’字，国家也将对各地规划执行情况加强监督，确保行业的平稳有序，避免大起大落。”

李创军透露，国家层面将坚持体制机制创新，落实后补贴时代风电发展的支持政策。我们将尽最大努力，呼吁各级地方政府部门和电网企业积极配合风电行业发展，与此同时还通过非水可再生能源发展目标机制引导地方更好支持风电等可再生能源的发展。

苏南 中国能源报-中国能源网 2019-10-24

## 风电平价之路怎么走

中国能源报-“风电抢装潮过后，产业不会出现断崖式下跌”“2021 年后，风电增速仍将持稳”“平价之后更要关注风电的全生命周期度电成本”……这是记者在 2019 北京国际风能大会上听到的业界对产业发展趋势的预判。

随着我国风电产业链的逐步成熟，行业专家、企业人士普遍对风电发展前景持积极乐观态度。

对于即将到来的陆上风电平价节点和海上风电竞价节点，业内人士认为，行业要共谋良策，走好平价前的“最后一公里”，同时更要为平价之后风电更长远的持续发展之路布好局、开好篇。

行业已做好平价上网准备

风电行业将迈进平价时代，降本增效无疑成为目前全产业链共同面对的首要课题。从整个项目的造价来看，设备、安装、运维占据了近 80%的成本，这对整机设计、制造、安装运维等都提出了全方位的要求。而令人欣慰的是，上下游企业对即将到来的平价时代已泰然处之。

从历史来看，每一轮的风电降本，设备厂家都首当其冲承压，但从产业现实情况看，我国风电行业在基建、吊装、输变电路领域还有较大降本空间。

据了解，目前，整机设备厂家均已做好平价上网的技术准备。

维斯塔斯技术销售管理高级经理闫嘉鸣表示：“针对中国市场的低风速与超低风速场址，维斯塔斯因地制宜研发了当前 4MW 平台最大叶轮直径的新机型 V155-3.3MWTM，此新机型将提升单机发电量超过 50%，进一步降低在低风速和超低风速条件下的风能度电成本。”

“风电实现平价之后，企业要不断地致力于降低风电的终身成本。”维斯塔斯首席执行官 Henrik Andersen 表示：“对于开发商来说，不仅要重视初始采购成本，运营成本也非常重要，需要在整个项目周期中不断降低成本，才能够最终降低度电成本。”

相关统计显示，过去十年，风电产业发电量效率已提升 35%-40%，风电场的开发造价已下降 35%，风机的单位造价已经下降了 35%，风机的单位运营成本已经下降到 35 元/千瓦，整个中国的陆上风电度电成本已经下降了 40%左右。从上述数据可见，通过风电行业全方面创新，完全可能持续降低度电成本。

全产业链协同创新是必由之路

如何破局平价后风电产业发展？业界不约而同地提出，全产业链协同、科学合理推进是风电高

质量发展的体现，全产业链协同创新是风电平价的必由之路。

多位业内人士表示，风电行业需要打造利益共同体、命运共同体、责任共同体来开展整个全产业链的协同创新，集合全产业链的力量有利于推动风电的可持续健康发展。

中国华能集团有限公司新能源事业部副主任张晓朝认为，风电可持续发展最该做的是要高质量发展，风电健康发展需要开发商、供应商、政府和设计院等一系列部门协调合理的发展。

“风电高质量发展的关键是整个产业链条要合理分配利益。”中国船舶重工集团海装风电股份有限公司副总经理何利志感慨，“有能力的企业为什么都去抢风电场？因为风电场的收益高，如果把风电场收益压缩到合理的程度，就不需要像今天这样严格控制投资。”

浙江运达风电股份有限公司副总经理陈棋坦言，风电产业链协同的水平有进一步提升的空间。平价上网后，投资商、设备商等方方面面经营的利润进一步下降，在此情况下，需要风场设计、设备选型、主机厂、零部件合作伙伴等高质量协同来降低成本。

平价不会改变行业高景气度走势

随着平价节点的来临，2020 年底前存量项目开发节奏势必加快。那么，风电平价上网之后，风电行业会如何发展？业内人士普遍表示，风电高景气度将继续维持。

张晓朝认为，国家整体政策和对清洁能源的政策是“向前走”，内外部条件均需要风电健康发展。2020 年以后，风电发展速度不会下降，还会呈现平稳有序的发展过程。“未来五年、十年、二十年，中国风电发展速度没有任何问题。”

正如国家能源局新能源和可再生能源司副司长李创军在大会开幕式上表示，今年 1-9 月，全国新增风电并网容量 1348 万千瓦，累计并网装机容量达到 1.98 亿千瓦。同期，全国风电发电量 2897 亿千瓦时，同比增长 9%。“风电产业的发展离不开一个‘稳’字，国家也将对各地产业规划执行情况加强监督，确保行业的平稳有序，避免大起大落。”

李创军透露，国家层面将坚持体制机制创新，落实后补贴时代风电发展的支持政策。“我们将尽最大努力，呼吁各级地方政府部门和电网企业积极配合风电行业发展，与此同时还通过非水可再生能源发展目标机制引导地方更好支持风电等可再生能源的发展。”

苏南 中国能源报-中国能源网 2019-10-30

## 亚洲将引领全球风电发展

总部位于阿布扎比的国际可再生能源署近日发布最新报告称，到 2050 年全球风力发电量将增长 10 倍，达到 6000 吉瓦以上。亚洲陆上风电装机容量将从 2018 年的 230 吉瓦增长到 2600 吉瓦以上。届时，亚洲地区将成为全球风力发电的领头羊，占全球陆上及海上风电装机容量的 50%和 60%以上。其中，中国将率先拥有 2525 吉瓦陆上和海上风电装机容量，远远领先于排名其后的印度和韩国。

国际可再生能源署总干事弗朗西斯科·卡梅拉表示：“低成本可再生能源技术，例如风力发电，是当今最有效和最直接的减少碳排放解决方案。2050 年全球能源转型路线图表明，从技术和经济层面上来说，释放全球风力发电潜力对应对气候变化、实现可持续能源发展至关重要。预计到本世纪中叶，风能可能成为最大的单一发电来源。这不仅使我们能够实现碳减排目标，还将促进经济增长和创造更多就业机会，实现全球可持续发展。”

国际可再生能源署报告显示，全球范围内，到 2050 年陆上风电平均发电成本将从 2018 年的 6 美分/千瓦时下降至 2 美分至 3 美分/千瓦时；海上风电成本将从 2018 年的 13 美分/千瓦时大幅下降至 3 美分至 7 美分/千瓦时。在未来十年或二十年内，海上风电的单机功率可能会增加到 15 兆瓦至 20 兆瓦。

报告同时指出，风电行业未来将成为名副其实的就业引擎，预计到 2030 年有望创造 370 多万个工作岗位，较 2018 年的数据增长两倍，到 2050 年则将创造超过 600 万个就业机会。此外，扩大投资将是未来几十年加速全球风电发展的关键因素。为此，全球陆上风电年投资额须从现在的 670 亿

美元增加到 2050 年的 2110 亿美元；对于海上风电来说，到 2050 年全球年投资额须从目前的 190 亿美元增加到 1000 亿美元。

经济日报 2019-10-31

## 随“新”而动·联合动力进军大兆瓦海上风电机组技术

近日在 2019 年北京国际风能大会暨展览会创新剧场上，国电联合动力技术有限公司（以下简称联合动力）发布了大兆瓦海上风电机组产品平台的最新研究成果。

为有效推进能源革命进程，满足风电机组大型化趋势下规模化开发海上风资源的需求，联合动力紧抓机遇，稳步推进大兆瓦新型海上风电机组的研发。

联合动力大兆瓦海上机组产品平台以研制高可靠性、高可维护性和高海上环境适应性的大兆瓦海上风电产品平台为目标，针对大兆瓦海上机组高柔性结构具有的几何、边界和连接强非线性及关键部件本征模态与环境激励交叠的特征，通过多学科多尺度的整机-部件-基础一体化设计技术，实现机组的轻量化和整体性能提升。

气弹稳定性快速分析打造更安全的叶片

针对超长柔性叶片弯扭耦合效应不可忽略的特点和叶片颤振速度低造成的安全风险高、气弹模拟时间长的行业难题，联合动力突破已有模型对风轮平面均匀性假设的限制，提出叶片气弹稳定性快速分析方法，构建高效轻量超长叶片“气动-结构-材料-控制”智能化设计平台，提升超长叶片的可靠性和设计性能。

关键部件稳健协同设计的传动链技术更可靠

通过建立传动链可靠性、承载能力、扭矩密度、振动状态等多目标优化模型，开发出传动链关键部件稳健协同设计技术，满足大兆瓦海上机组对传动链可靠性的更高要求。

联合动力大兆瓦海上机组是为适应海上风电市场新需求开发的新一代产品，不仅性能优异、安全可靠，同时其更大的机组容量，可显著降低投资成本，为海上风资源开发提供更优解决方案。

未来，联合动力技术团队仍将通过不断努力创新，稳扎稳打，蓄力海上。

联合动力 2019-10-31

## 中国海装：持续创新引领风电制造技术提升

近日，20 台中国海装 5MW 机组在国内离岸最远的近海风电场正式并网运行，而这款机型，曾创造了满发小时数批量 3250 小时，单台 3957 小时的世界纪录。与此同时，中国海装也逐渐成为业界关注的焦点。

创立至今仅仅 15 年，靠创业乘势崛起，靠创新跨越式发展，作为风电整机装备领域的“国家队”，中国海装依托于中船重工集团强大的研发与制造优势，以及科技部唯一授权承建的国家海上风力发电工程技术研究中心，专注于自主创新能力的提升，走出了一条“引进、消化、吸收、再创新”的不平凡之路。

回首过往，中国海装持续开展 2MW 项目新技术研发与技术改进，掌握了核心控制算法，先后研制出 H82、H87、H93、H102、H111、H120 等 2MW 型机组，引领了长叶片技术的行业发展方向。

2017 年，全球风轮直径最大的“海装造”H171—5MW 海上风电机组成功吊装、3MW 风电机组顺利下线、5MW 风电机组实现批量装机。

2018 年，中国海装推出海上 H152-6.2MW，陆上 H136-2.2MW、H160-3.2MW 风电机组。

2019 年，迎来了陆上平价，海上竞价的元年。

一个突破，一个脚印，专注于啃硬骨头的中国海装，积累了日趋成熟的核心竞争力和后发优势，磨砺出更有价值的看点……

#### 陆上平价机型——4.XMW

经过批量验证的 H150 级平台，通过平价整体解决方案，适时结合海装 2.XMW、3.XMW 系列产品，聚焦新时代平价大基地建设。

##### 高性能

风轮直径 155m-160m、功率等级 4.2MW-5.5MW、风轮高度 95m-120m、高发电量。

##### 更安全

齿轮传动的高速传动链，传承中国海装风电机组健壮安全基因，承载十余年不辍的创新与沉淀。

##### 会“思考”

从环境到机组、从个体到场群的多维感知、分析决策、协调控制；机组及风电场运行维护数字化、智能化。

##### 更友好

从满足电网要求到支撑电网，有效抑制风电机组接入电网引起超/次同步振荡风险。适应高/低温、高海拔、沙尘、雷暴、腐蚀等不同环境。

#### 海上竞价机型——6.XMW

截至目前，唯一经过批量验证的海上自主平台，一体化协同设计、制造、安装及运维，中低压兼容，多目标智能控制，最大适配 18X 级叶片。

以平台化梯级提升的方式，通过风区、风轮直径匹配技术路线和确定载荷等级匹配技术路线的两种方式，设计验证了 H171-6.2MW 机组。该机组通过集成技术、中压发电系统、高效率发电收益、高压集成变桨、可靠性技术、一体化仿真技术等技术创新，解决了低风速、造价高、可达性差、腐蚀问题、高温问题等一系列行业痛点。由于海上工程成本占比普遍较大，中国海装 6.2MW 机组凭借其优秀的综合经济性，引发业内高度关注。

##### 平台化设计

平台化系列产品、可根据风区定制化；新型速度转矩控制算法和优化的控制参数、载荷小、发电量大；军工级试验验证体系，保障其高可靠性。

##### 创新技术

DWM 尾流分析及控制技术，增强机组尾流影响下的运行稳定性；采用载荷外推技术、整机叶片匹配技术、主动推力控制等前沿技术、实现载荷可控的机型升级。中压 IGCT 技术应用，发电系统效率高、全寿命周期成本低；模块化设计、大型曲面构件设计等技术，有效控制机组成本；碳纤叶片的应用，降低关键载荷，实现机组同平台升级。

##### 低建设成本

功率等级跨度大、柔性可调，机位数量可定制化，现场施工量、施工成本可控；单叶片/风轮整体吊装、车间/码头预组装，应对不同施工环境，现场施工周期短；塔筒、基础定制化设计，重量轻、成本低；根据风场实际情况中压/低压发电系统可选。

##### 智能化

大部件预警、寿命预测、故障预测、远程故障诊断、健康状态预测等智慧功能，提升全场可利用率；智慧运维系统提供科学维护计划、精准维护建议，减少运维费用，提高运维效率；独特的场群控制理念，结合 LIGA 大数据平台，显著提升风电场发电量。

#### 海上 I 类风区利器——8.XMW

集成最新单机及集群控制技术，实现海上 I 类风区低度电成本，高可靠设计，迎接海上风电竞价上网。

##### 发电量大

搭配目前国内最长叶片，风轮直径达到 185 米，相对 5MW 单台发电量最高提升近 60%。

##### 重量轻

采用一体化设计，机舱重量轻，小于 400 吨。

适应性强

覆盖中国海上各类风区，深远海最佳解决方案。

安全可靠、技术先进

采用高可靠高承载的中速传动系统和新一代更可靠、更智能的控制系统。

作为一家技术能力领先、战略布局合理、发展步伐稳健的风电制造中央企业，中国海装将继续强化市场引领和技术驱动，大力提升核心竞争力，为我国风电健康可持续发展提供有力的技术支撑。

中国能源报 2019-10-21

## 中英海上风电合作迈向深水区

根据国际能源署（IEA）的预测，到 2050 年，全球海上风电的总装机规模将达到 1000 吉瓦，投资需求将从目前的 200 亿美元增长到 1000 亿美元，届时亚洲、欧洲将会是海上风电的主要市场。而据全球风能理事会的最新预测，未来两年，中国海上风电市场发展前景乐观，增长动力强劲，在此情况下，海外海上风电企业将更为积极地参与中国海上风电的发展。

在日前举行的北京国际风能大会暨展览会上，多家参会的英国海上风电企业高管表示，非常希望在海上风电领域和中国企业开展更多的合作，助力中国海上风电持续健康稳定的发展。

DNV·GL 海工技术咨询与保障技术经理谭海阳告诉记者，在中国海上风电发展的起步阶段，中国开发商大多都选择借鉴陆上风电的技术、开发模式，导致项目在设计方面有一定的欠缺。而英国海上风电产业在风机技术、项目规划、风场设计等方面发展较为成熟，双方可以此为契机，加强在海上风电领域的合作。

伍德麦肯兹上海分公司电力与可再生能源销售总经理弋利军认为，中英两国在海上风电产业具有很强的互补性，在中英两国企业的合作下，未来中国海上风电将在大容量机组、远海深海项目等方面有更长足的发展。

“大容量机组是助力海上风电降本增效、平价上网的利器，加速开发大容量机组是全球海上风电发展大势所趋。目前，以英国为代表的欧洲海上风电市场主流应用机型容量都在 8 兆瓦以上，而中国海上风电起步较晚，近来主流应用机型才开始出现 6 兆瓦以上的机组。因此，在技术层面上，两国还有很多可以交流合作的可能。”谭海阳表示。

弋利军补充说，中英企业在技术上的合作更多的是一种融合的过程。中国企业可以学习借鉴英国较为成熟的技术，以优化、改进本土产品。

除了技术外，大规模深海风电场设计也是中英海上风电合作的可行方向之一。“目前，中国海上风电的单个项目规模较小，随着产业的不断发展，将向大规模深海风电场项目建设过渡。而在这方面，英国经验丰富。”弋利军告诉记者。

“虽然中英两国的地理条件相异，但我们在全球许多地区都实施过较大型的海上风电项目，能够根据特定的海床、风力条件等，为不同地区、不同环境条件的项目制定最优的建设方案。”上海中车艾森迪海洋装备有限公司亚太区域经理 John McCann 说，“我们能为中国市场提供的不仅仅是成功的经验，还有失败的经验教训，这是一条捷径，让中国企业避免重蹈覆辙。”

在英国企业积极参与中国海上风电产业发展，助力产业进步的同时，英国市场也为中国海上风电企业敞开了大门。本次参会的多家英国海上风电企业高管认为，从供应链成本、产品价格出发，中国企业具有英国企业不可比拟的优势。

苏格兰国际发展局高级国际贸易经理陈红指出，英国是一个非常开放、透明、纯商业化的市场，非常欢迎中国设备制造企业的进入。“我们认为，中国企业的加入有助于降低整个产业的供应链成本，使海上风电电价更具竞争力，推动整个产业朝着低成本、高效率的方向进化。”

本报实习记者 董梓童 中国能源报 2019-10-28

## 风电平价之路怎么走

### 核心阅读

从历史来看，每一轮的风电降本，设备厂家都首当其冲承压，但从产业现实情况看，我国风电行业在基建、吊装、输变电线路领域还有较大降本空间。

“风电抢装潮过后，产业不会出现断崖式下跌”“2021年后，风电增速仍将持稳”“平价之后更要关注风电的全生命周期度电成本”……这是记者在2019北京国际风能大会上听到的业界对产业发展趋势的预判。

随着我国风电产业链的逐步成熟，行业专家、企业人士普遍对风电发展前景持积极乐观态度。

对于即将到来的陆上风电平价节点和海上风电竞价节点，业内人士认为，行业要共谋良策，走好平价前的“最后一公里”，同时更要为平价之后风电更长远的持续发展之路布好局、开好篇。

### 行业已做好平价上网准备

风电行业将迈进平价时代，降本增效无疑成为目前全产业链共同面对的首要课题。从整个项目的造价来看，设备、安装、运维占据了近80%的成本，这对整机设计、制造、安装运维等都提出了全方位的要求。而令人欣慰的是，上下游企业对即将到来的平价时代已泰然处之。

从历史来看，每一轮的风电降本，设备厂家都首当其冲承压，但从产业现实情况看，我国风电行业在基建、吊装、输变电线路领域还有较大降本空间。

据了解，目前，整机设备厂家均已做好平价上网的技术准备。

维斯塔斯技术销售管理高级经理闫嘉鸣表示：“针对中国市场的低风速与超低风速场址，维斯塔斯因地制宜研发了当前4 MW平台最大叶轮直径的新机型V155-3.3 MW TM，此新机型将提升单机发电量超过50%，进一步降低在低风速和超低风速条件下的风能度电成本。”

“风电实现平价之后，企业要不断地致力于降低风电的终身成本。”维斯塔斯首席执行官Henrik Andersen表示：“对于开发商来说，不仅要重视初始采购成本，运营成本也非常重要，需要在整个项目周期中不断降低成本，才能够最终降低度电成本。”

相关统计显示，过去十年，风电产业发电量效率已提升35%-40%，风电场的开发造价已下降35%，风机的单位造价已经下降了35%，风机的单位运营成本已经下降到35元/千瓦，整个中国的陆上风电度电成本已经下降了40%左右。从上述数据可见，通过风电行业全方面创新，完全可能持续降低度电成本。

### 全产业链协同创新是必由之路

如何破局平价后风电产业发展？业界不约而同地提出，全产业链协同、科学合理推进是风电高质量发展的体现，全产业链协同创新是风电平价的必由之路。

多位业内人士表示，风电行业需要打造利益共同体、命运共同体、责任共同体来开展整个全产业链的协同创新，集合全产业链的力量有利于推动风电的可持续健康发展。

中国华能集团有限公司新能源事业部副主任张晓朝认为，风电可持续发展最该做的是要高质量发展，风电健康发展需要开发商、供应商、政府和设计院等一系列部门协调合理的发展。

“风电高质量发展的关键是整个产业链条要合理分配利益。”中国船舶重工集团海装风电股份有限公司副总经理何利志感慨，“有能力的企业为什么都去抢风电场？因为风电场的收益高，如果把风电场收益压缩到合理的程度，就不需要像今天这样严格控制投资。”

浙江运达风电股份有限公司副总经理陈棋坦言，风电产业链协同的水平有进一步提升的空间。平价上网后，投资商、设备商等方方面面经营的利润进一步下降，在此情况下，需要风场设计、设备选型、主机厂、零部件合作伙伴等高质量协同来降低成本。

### 平价不会改变行业高景气度走势

随着平价节点的来临，2020年底存存量项目开发节奏势必将加快。那么，风电平价上网之后，风电行业会如何发展？业内人士普遍表示，风电高景气度将继续维持。

张晓朝认为，国家整体政策和对清洁能源的政策是“向前走”，内外部条件均需要风电健康发展。2020年以后，风电发展速度不会下降，还会呈现平稳有序的发展过程。“未来五年、十年、二十年，中国风电发展速度没有任何问题。”

正如国家能源局新能源和可再生能源司副司长李创军在大会开幕式上表示，今年1-9月，全国新增风电并网容量1348万千瓦，累计并网装机容量达到1.98亿千瓦。同期，全国风电发电量2897亿千瓦时，同比增长9%。“风电产业的发展离不开一个‘稳’字，国家也将对各地产业规划执行情况加强监督，确保行业的平稳有序，避免大起大落。”

李创军透露，国家层面将坚持体制机制创新，落实后补贴时代风电发展的支持政策。“我们将尽最大努力，呼吁各级地方政府部门和电网企业积极配合风电行业发展，与此同时还通过非水可再生能源发展目标机制引导地方更好支持风电等可再生能源的发展。”

本报记者 苏南 中国能源报 2019-10-28

## 中国海装发布 10MW 海上风电机组

本报讯 实习记者董梓童报道：10月22日，中国海装举行H210-10MW海上风电机组设计认证颁证仪式暨产品发布会，开启了海上风电10MW大容量机组时代。

H210-10MW风电机组副总设计师周祖田说，经过两年的设计研发和技术攻关，投入上亿元资金，中国海装成功完成了10MW海上风电机组的研制工作。

中国海装副总经理何立志表示，随着陆上风电发展步伐越发稳健，海上风电已成为行业未来发展的一大趋势。

据介绍，该机组是中国海装自主设计、正向研发、具有自主知识产权的又一核心前沿产品，可实现我国海上各类风区全覆盖应用，填补了我国超大型海上风力发电机组的空白。

中国能源报 2019-10-28

## 海洋能、水能

### 中巴经济走廊框架下大型项目建设稳步推进 苏基克纳里水电站工程成功截流

日前，由中国能建葛洲坝集团投资建设的巴基斯坦苏基克纳里水电站工程成功实现大坝河道截流，标志着这个中巴经济走廊第一批优先项目清单中的重点能源项目工期过半，取得了重大阶段性进展。大坝按期截流，为下一阶段主坝浇筑、引水隧洞施工、厂房建设等工程奠定了坚实基础，对项目按期完工具有决定性意义。

当前，中巴经济走廊框架下大型项目建设总体进度继续稳步推进，中国企业在参与“一带一路”建设过程中进军高端业态能力也在不断提升。

经济环境效益丰收

在中巴经济走廊能源类项目中，总装机容量884兆瓦的苏基克纳里水电站是发电能力最大的水电项目，建成后每年将为巴基斯坦提供32亿千瓦时清洁电能。这不仅将填补巴全国五分之一的电力缺口，有效缓解其能源紧张现状，直接帮助该国发展工业、改善民生，还将显著优化巴基斯坦的电力能源结构，尤其是促进其减少对高成本、高污染老旧燃油电站的依赖程度，从而实现经济和环境效益双丰收。

苏基克纳里水电站于2017年1月1日启动建设，建设期为6年，预计将于2022年底建成发电。今明两年是项目施工高峰期，24小时全天候作业的繁忙景象在施工现场随处可见。工程建设各个环节都充分吸纳了巴基斯坦劳动力。据了解，项目目前为巴方员工提供的直接就业岗位超过5000个，

未来还将持续增加，切实对当地释放出了巨大的民生红利。

#### 攻坚克难全面保障

今年是苏基克纳里水电站工程截流的关键年。但是，自年初以来，项目所在地昆哈河流域雨雪异常增多，截至5月份，大坝工区仍覆盖有约1米厚的积雪积冰，施工难度陡然增加。为保障项目按工期实现截流，建设者们克服了工期紧、工程量大、地理条件复杂等困难，顺利按时完成了截流前各项准备工作。

苏基克纳里水电站自开工建设以来，中国企业建设者不仅具有勇往直前保障工程质量和进度的魄力，更一直怀揣着精雕细琢的匠心。由于项目坐落的地理环境复杂，招投标前期地质勘探资料相对短缺，导致后续设计变更，施工难度偏大。面对棘手问题，项目部总经理邓思文带领全体员工对项目早期设计方案实行了左右溢洪道合并、大坝类型变更、引水隧洞轴线调整、厂房外移等一系列优化调整，使工程每一个细节都与实际情况相适应，有效降低了后期施工难度。高超的“绣花针法”确保了顺利投标，创造了履约有利条件，也践行了将“一带一路”建设从“大写意”细化为“工笔画”的国家部署。

#### 海外投建营一体化

苏基克纳里水电站是葛洲坝集团首个境外独立投资的水电项目，标志着企业向高端业态迈出了扎实一步。葛洲坝集团海外投资有限公司董事长林晓丹表示，中国企业在海外自行投资、建设、运营工程项目，可以解决投资人、承包商和运营商之间的利益协调等各方面关系，发挥“一体化”优势，也为中企“走出去”积累了新经验。

与更高业态相匹配的是更高要求，更高要求也在促进企业更快成长。巴基斯坦较为严苛的林木保护政策是在巴众多大型建设项目征地工作中面临的一大障碍，苏基克纳里水电站项目也不例外。在传统海外工程承包模式下，此类问题可以完全交由东道国业主与政府沟通，但在海外投资模式下，中方企业作为业主，就需要亲自去解决问题。苏基克纳里项目公司董事长张诗云一方面深入研究当地政策和法律，另一方面积极对接承包商和政府官员现场调研，最终达成了尽量避开保留林地，对于不得不用征用的林地则启动“退林”程序解决方案，在项目所在的开伯尔—普什图省开辟了“先建设、再退林”安排的先例。

在海外投资和海外工程承包“双轮驱动”的业务模式下，中国企业作为投资方，通过理顺与工程师、承包商、股东、东道国政府、监管方、融资方等各个主体之间的关系，保证了项目的整体顺利推进。苏基克纳里水电站项目的建设过程，也是中国企业境外高端业态能力的历练和提升历程。这种持续增长的实力，也正是中国未来推动共建“一带一路”向高质量发展转变的最强底气之一。

中国经济网—《经济日报》 2019-10-22

## 氢能、燃料电池

### 阳光电源携手大连化物所成立“PEM 电解制氢技术联合实验室”

当前，氢能战略已上升为国家能源战略，作为光伏行业领军企业的阳光电源，在与中国科学院大连化学物理研究所的首次能源合作中（以下简称大连化物所），也将目光瞄准在了氢能领域。10月20日，双方在合肥签订制氢产业化战略合作协议，共同成立“PEM 电解制氢技术联合实验室”，并约定了部分 PEM 制氢关键技术的许可。阳光电源董事长曹仁贤、高级副总裁赵为、战略副总裁解小勇，大连化物所副所长蔡睿、燃料电池研究部部长邵志刚等领导出席会议。

根据协议，双方秉持“优势互补、强强联合、自主创新、重点突破”的方针，以大功率 PEM 电解制氢装备的研究开发为核心，同时在先进 PEM 电解制氢技术、可再生能源与电解制氢融合、制氢系统优化等方面展开深入合作，着力培养氢能领域高端人才。研发过程中产出的科研成果，优先以阳

光电源的产业基地为转化出口，也可直接与国内外企业及研究单位开展产业化合作，实现成果的快速转化。

在整条氢能产业链中，最核心的环节当属对氢气的制取。目前电解水制氢的主要方式有碱性水电解制氢法、高温固态氧化物制氢法及 PEM 电解水制氢法。研究 PEM 电解制氢技术，即在质子交换膜两侧连接电极，通电时，膜电极两侧会分别产生氢气与氧气。与碱性水电解相比，PEM 法具有能量密度高、电解效率高、产出气体纯度高、安全性高和占地面积小等优势。此外，在光伏和风能等可再生能源的发电量波动时，PEM 法也具有更快的响应速度。

据了解，阳光电源的氢能布局在今年开始提速，接连签订多个光伏制氢示范项目，曹仁贤董事长对可再生能源制氢报以很大信心，曾公开表示可再生能源制氢未来大有可为。PEM 电解制氢技术联合实验室成立后，将加速阳光电源在新能源电解制氢领域的科技进步，推进绿氢技术及成果产业化，为其未来的可持续发展提供坚实保障。

中国能源网 2019-10-21

## 亿华通氢燃料电池项目荣获“中国汽车工业科学技术进步奖”一等奖

10月24日，2019中国汽车工程学会年会在上海落下帷幕。闭幕式上，2019年度“中国汽车工业科学技术奖”获奖名单出炉，北京亿华通科技股份有限公司与北汽福田汽车股份有限公司、清华大学共同完成的《氢燃料电池客车关键技术及应用》项目荣获“中国汽车工业科学技术进步奖”一等奖。该奖是由科技部批准、中国汽车工程学会承办、面向全国汽车工业的唯一科学技术奖。

亿华通自主氢燃料电池发动机技术，实现了氢-电-热综合能量管理的高效氢燃料电池动力系统、面向复杂多变工况的氢燃料电池动力系统控制方法及-40℃低温存储、-30℃低温冷启动等三大技术创新，攻克了大功率高功率密度电堆技术难题，产品性能达到国内领先、国际先进水准，大幅提升了氢燃料电池客车的耐久性、经济性、环境适应性等。

目前，搭载亿华通氢燃料电池发动机系统的车辆已在北京、张家口、郑州、上海、苏州等多地开展商业化运营，产品实现客车、公交车、物流车、轿车等多元化覆盖。其中，北京与张家口在线运营的近300辆氢燃料电池汽车，经历了高纬度地区冬季低温环境考验，运行状况良好，为面向2022京-张冬奥等高寒环境的氢燃料电池车辆研发及示范应用提供了数据验证及技术保障。

中国能源网 2019-10-25

## 韶能股份布局氢能及储能业务

本报讯 韶能股份10月14日发布公告称，为夯实能源产业基础、延伸拓展清洁能源业务，结合能源发展趋势及当前政策环境，公司拟设立投资开发经营氢能、加氢站及储能等业务的公司。项目公司注册资金拟为1亿元，其中首期5000万元，实收资本根据资金使用需要分期到位，公司持有项目公司100%股权。

据悉，该公司拟先行设立项目公司作为平台，以项目公司为基础在如下两个方面发展氢能及储能业务：投资开发经营加氢站、制氢设备的制造及销售、储能等项目，积极利用水电站先天优势，开展电解水制氢的研究和应用；结合该公司目前精密(智能)制造产业基础，规划实施氢燃料电池动力系统(汽车动力总成)及相关零部件制造项目。

资料显示，韶能股份一直以清洁可再生能源的投资开发与经营为主营业务，成功建设和经营了多个水电、生物质能发电、加油站、充电站等清洁能源及应用项目，积累了丰富的项目建设及运营管理等经验，培养锻炼了一批建设、运营的专业人才。

该公司相关负责人表示，在产业融合及商业运行模式方面，可将清洁能源与制氢业务，加油站、充电站与加氢站的建设、运营、管理等结合起来，以清洁能源业务、加油站、充电站业务分别培育

制氢、加氢业务，推动产业融合充分发挥协同效应。而设立项目公司发展氢能、加氢站及储能业务，符合经营发展战略，有利于延伸能源产业链、优化产业结构。（李五强）

中国能源报 2019-10-21

## 核能

### 中核战略规划研究总院成立

中国能源网|10月24日，中核集团战略规划研究总院成立。作为以战略研究、战略管理、战略咨询为核心的核领域专业智库，该院的定位是中核集团智库、核行业智库、国家智库。这是“两核”重组后，中核集团加快建设先进核科技创新体系的又一举措。

中核集团战略规划研究总院由中国核科技信息与经济研究院、核工业计算机应用研究所、核工业标准化研究所、档案馆等五家单位整合组建而成。通过整合战略咨询研究力量，中核集团将全面提升核行业总体战略规划、战略咨询、管理咨询、信息收集研究、经济形势研判能力等，站在国家高度，谋划核工业、核能、核科技总体发展，为国家核工业体系建设提供支撑，努力打造具有国际影响力的规划总院。

中核集团党组书记、董事长余剑锋出席成立大会并讲话。国家能源局、国家国防科工局、国家核安全局、国务院国资委、核能行业协会、中国核学会等单位领导和嘉宾见证规划总院挂牌。

余剑锋指出，进入新时代，核工业发展形势发生了深刻变革。中核集团在推动落实强核强国，推动核科技创新中的作用更加突出、形势更加紧迫、责任更加艰巨，亟需组建一支核行业战略规划的先头部队，站在建设社会主义现代化强国、核强国、先进核科技工业体系、现代能源体系的高度上，谋划国家核工业、核能、核科技总体发展，规划重大战略工程，研究实现路径，研判预警重大风险，提出保障政策建议，服务国家部委决策，更好推进核能开发利用，实现我国由核大国向核强国转变。

据悉，成立后的战略规划研究总院将瞄准未来建成具有全球影响力的世界一流核领域智库目标，积极实施国家级与集团级战略规划总体院一体化建设，不断加快核工业体系总体规划能力、战略咨询能力、管理评估能力、信息收集分析能力、经济分析判别能力等五大能力建设。

朱学蕊 中国能源网 2019-10-24

### 业务拓展将助力西屋转型

2018年8月，加拿大 Brookfield 公司对西屋电气的收购宣告完成。一年多的时间里，西屋在走出重组流程后，正通过一系列收购与合作来拓展新的业务与市场。西屋究竟将以何种方式继续巩固其在核能领域的地位，并最终实现转型？记者近日采访了西屋电气总裁兼首席执行官（CEO）Patrick Fragman、西屋电气亚洲在运电站服务总裁刘信刚，意在对上述问题求解。

中国能源报：西屋最近几个月有不少大的收购举动，是不是意味着西屋接下来的发展方向会发生一些调整？

Patrick Fragman：我于今年8月刚刚加入西屋，担任CEO的职位，你说的一些商业活动可能在我加入之前就发生了。Brookfield公司收购西屋之后，确实对西屋有很多新的想法，想对西屋重新定位，所以包括收购在内的一些举措，都是为了适应今后的发展战略。

中国能源报：能否举例介绍一下这些收购的战略意义？

Patrick Fragman：收购加拿大NA工程公司就是个例子。因为西屋之前在加拿大的业务相对不够强劲，我们希望通过这样的收购使西屋在加拿大更具竞争力。加拿大的很多客户使用的是VVER堆

型，我们想通过各方面的服务和业务向他们证明，西屋是他们的首选。

今年9月，我们公布了对罗尔斯·罗伊斯公司在北美的民用核系统和服务业务进行收购。这家公司的核能业务在美国、英国、法国市场都有很强的竞争力，可以为西屋带来更多的解决方案，扩展整个产品线的广度与深度，尤其是他们在数字化、断供管理等方面的资深经验，可以借鉴并运用到西屋的电站中去。预计2020年第一季度，这项收购可以完成。

中国能源报：大家习惯性地认为，西屋主要专注于技术研发，现在随着业务边界的不断拓展，这种认识是否应该有所转变？

Patrick Fragman：西屋确实有非常悠久的历史 and 强劲的技术背景，并不是一个简单的以研发核能技术为主的公司。我们的目标是运用这些技术，创造更加适合市场的产品，来满足客户的需求。

今年国际原子能机构大会期间，我们和CEA、EDF签署了小堆的研发合作框架协议，以继续推广和促进我们的非能动技术发展，包括我们新型的微型堆技术的开发在内的诸多举措都是为了服务三个关键目标：拓展核心竞争力，给客户更多选择；带给新客户更多产品；研发新的贴近客户、满足其需求的技术。

中国能源报：您刚刚介绍了西屋在小堆、微堆方面的进展，目前西屋的业务重心如何分布？各项业务如何定位？

Patrick Fragman：我们首要的业务重点当然还是在核能反应堆领域。对于中国市场来说，AP1000还是主力。此外，根据客户需求还可以提供中型的反应堆，以及小堆、微堆等，这些更多的是面向未来客户的一些特殊需求。

我们开展业务的宗旨始终如一，即确保核能的优越性，确保向用户和市场提供清洁、安全、高效、经济的核能技术。所以，我们要为这些核电站提供包括现场服务、工程服务、燃料服务等全方位的产品线。以燃料为例，西屋的事故容错燃料解决方案(EnCore)，就是最新的研发成果之一，今年9月在美国Exelon拜伦2号机组顺利完成了先导测试部件的首次安装，目前各方面性能都满足了设计要求。

中国能源报：除了EnCore之外，西屋近期还有哪些保障核电安全性的技术成果？

Patrick Fragman：EnCore的应用，以及前面提到的对罗尔斯·罗伊斯公司相关业务的收购，都可以实现核电安全性的进一步提升。西屋AP1000机组在中国已经投入商运，其运行性能、安全性能都十分卓越。

中国能源报：至少在中国，提到西屋首先联想到AP1000。这项技术近年来有什么新的发展？

Patrick Fragman：对于AP1000技术我们首先关注的是如何通过良好的整合来实现高效、经济性的发展，以符合客户所在国家的发展需求。

目前为止，全球范围内很多国家对于AP1000都抱有浓厚的兴趣，西屋也在持续拓展欧洲、亚洲，尤其印度等地区和国家的市场。对于那些原本没有核电站的国家来说，可能需要更多的时间来接受核能的概念和技术。

近年来，气候变化的压力逐渐增大，世界范围内开始有越来越多的人认识到核能对于应对气候变化的重要意义，我个人对AP1000的前景充满信心。

中国能源报：以中国市场和美国市场为例，西屋如何研判全球核能市场的发展前景？

刘信刚：上世纪90年代中后期，西屋开始在核能领域与中国合作，并参与了秦山一期、大亚湾等项目的建设过程。进入新世纪，中国政府对第三代核电技术的引进举行了国际公开招标，美、法、俄都带来了自己最先进的技术和国产化方案，中国政府和中国核能行业非常慎重地从技术的先进性、未来发展的空间以及国产化和技术转让的程度等方面做了非常全面、深入的评估，最终选择了西屋的方案。

从2007年中标到如今AP1000机组商运，这个过程中经历了一些困难，包括设计固化、设备研发攻关等。我们十分欣赏中国合作伙伴的合作精神，遇到困难时，我们众志成城来想办法，按照科学、严谨、安全的标准逐一攻克、解决问题，最终的优秀成果也让我们对未来的市场充满信心。

Patrick Fragman: 不仅是中国, 刚才提到的印度, 包括东欧、中东地区的一些国家, 都非常关注 AP1000 非能动系统的安全性能和经济性能。除此之外, 我们在美国的客户预计 2020 年也将有一台 AP1000 电站投入商运, 相信在此之后会有更多的美国客户选择 AP1000。

本报记者 卢彬 中国能源报 2019-10-21

## 华龙一号批量化建设开启

本报讯 记者朱学蕊报道: 记者 10 月 16 日从中核集团获悉, 采用自主三代核电技术华龙一号的漳州核电当日开工建设。据悉, 这是由中核集团建设的第五台华龙一号核电机组, 至此华龙一号批量化建设正式开启。

华龙一号是我国具有完整自主知识产权的三代核电技术, 满足全球最新核安全标准, 是我国核电创新发展的重大标志性成果, 对于我国实现由核电大国向核电强国的历史性跨越具有重要意义。目前, 中核集团华龙一号国内外 4 台示范工程进展有序, 是全球唯一按照计划推进建设的三代压水堆核电工程。

据了解, 中核国电漳州能源有限公司是由中国核能电力股份有限公司控股的综合性能源公司, 作为项目业主, 负责漳州核电项目的投资、建设及运行管理。漳州核电厂规划建设 6 台百万千瓦级第三代核电机组, 一期工程 2 台机组采用华龙一号技术。漳州核电厂一期工程是在参考电站基础上进行了多项设计改进和优化, 进一步提升了机组的安全性和经济性。此外, 漳州核电是中核集团在福建省规划建设的一个大型清洁能源基地, 将探索建立核电发展新模式。

中国能源报 2019-10-21

## 法国核电政策摇摆不定

本报讯 日前, 法国环境部长 Elisabeth Borne 指出, 法国尚未就是否将新建多个核电站达成最终共识, 从长远战略来看, 法国可能仍会考虑弃用核电、100%使用可再生能源发电。

一直以来, 法国作为核电大国, 电力供应中有约 75%来自于核能。然而, 近几个月来, 法国最大核电运营商法国国有电力公司 (EDF) 所运营的核电反应堆技术问题频发, 但法国政府却有意要求其筹备新建多个核电站, 一时引发法国各界广泛关注。

据法国《世界报》报道, 有消息人士透露, 今年 10 月中旬, Elisabeth Borne 及法国财政部长 Bruno Le Maire 向 EDF 首席执行官致信称, 未来可能会要求该公司在 3 个地点筹备新建 6 座核反应堆。针对这一报道, 法国财政部一位官员回应称, 此次致信只是一个“任务安排”, 并没有预示任何未来政府决策。路透社撰文指出, 法国政府对 EDF 的这一指示, 正是法国长期能源规划的一部分。

然而, 由 EDF 负责建设的法国弗拉芒维尔 3 号核电机组却因技术、成本等问题一再拖延。雪上加霜的是, 据路透社消息, 近几个月来 EDF 负责运营的多座核电反应堆汽轮机还出现了焊接缺陷。

据了解, 弗拉芒维尔 3 号机组采用的第三代压水反应堆以其高安全性能受到了全球关注, 但其施工难度及技术要求也远高于此前反应堆建设, 为此, 弗拉芒维尔 3 号核电机组自 2007 年底开工至今, 已经历了造价不断攀升、工期也一再延后等“考验”。

法国核安全局 (ASN) 日前正就此事进行调查。ASN 相关负责人表示: “此次对 EDF 核电机组的调查始于今年 9 月, 从分析结果来看, 没有必要因为汽轮机的焊接缺陷就关停 EDF 的核反应堆。但针对 EDF 核电反应堆的调查预计将持续两年, 在 EDF 核反应堆正常检修期间将再次进一步调查。”

在回应公众关于法国政府是否会“抛弃”核电、全面转向可再生能源的质疑时, Elisabeth Borne 重申了法国政府此前提出的“2035 年能源构想”, 到 2035 年, 法国核电在电力结构中占比预计将减少至 50%左右, 可再生能源装机量预计将大幅上涨。

Elisabeth Borne 同时表示: “EDF 的情况无法决定法国的能源政策。法国总统马克龙曾一再强调,

在 EDF 完成弗拉芒维尔 3 号第三代核电反应堆建设前，法国政府都不会就是否新建核电反应堆做出最终决定。”（李丽旻）

中国能源报 2019-10-28

## 醉心核电奏长歌

“1985 年，我在宁波镇海电厂实习。第一次进入建设中的电厂厂房，看到密密麻麻的管道，带着一圈圈叶片的汽轮机，还有数不清的泵和阀门，被深深地震撼了。这里包含了多少人类的发明和创造！那时我就认定了，电力事业就是我的未来。”正是怀着这份热爱，李儒鹏踏上了自己的电力人生之路。

李儒鹏现为中国能建华东院（以下简称“华东院”）副总工程师、教授级高级工程师。他曾担任多个国家重点核电项目设计总工程师、分管总工程师职务，带领团队一次次攻克核电常规岛设计难题，获得多项国家级荣誉。

### 理念技术双提升

常规岛是核电站的两大核心之一，它承担着核电站核能转化为机械能及电能的重要功能。常规岛设计方案不仅决定着核电机组的可靠性，也决定着工程建设和运行的经济性。

2003 年，李儒鹏出任巴基斯坦“恰希玛核电二期工程”（以下简称“C-2 项目”）项目设计总工。在此之前，核电项目尚在沿用火电管理理念，跟不上不断提高的管理需求。正是在 C-2 项目建设中，李儒鹏创造性地提出了常规岛接口管理实施办法、常规岛文件编码编制规定、常规岛构筑物 and 物项分级管理规定等核电项目管理文件，创建了一套完整的核电项目管理体系。

“经过 C-2 项目的锤炼，华东院的核电设计理念实现了显著提升，为后续核电项目的规范管理打下了基础。”李儒鹏说。

2008 年，方家山核电工程（以下简称“方家山项目”）启动建设，这是华东院首个百万千瓦级核电工程，李儒鹏再次出任设总。他常说：“技术是一个企业，甚至一个行业的压舱石。对于以设计和技术咨询为高端业务的华东院来说，技术创新就是定海神针。”

在方家山项目中，华东院应用了多个同类项目中的首创技术。其中，常规岛主厂房采用的降标高布置方案，更是成为带动了后续大批沿海同类核电项目设计改进的方向。与参考电站相比，该方案带来了革命性的变化，其中的典型案例就是主蒸汽系统“防甩支架”设计。

据了解，为了改进“防甩支架”方案，李儒鹏带领项目团队从零开始，对不同工况下的主蒸汽系统进行开创性的分析和计算，新的防甩结构设计为降标高布置实施创造了条件，还获得了专利。方家山项目中很多类似防甩支架分析技术的设计成果，均在“华龙一号”示范工程中得到应用。

### 从“引进来”到“走出去”

多年的一线设计经历，不仅将李儒鹏锻造成了华东院常规岛设计的栋梁之材，也让他见证了中国核电技术与装备的国产化之路。

李儒鹏感慨道：“完全自主知识产权的重要内涵之一是设备国产化。国内三代核电技术‘华龙一号’不仅实现了自主设计、自主制造、自主建设和自主运营，其设备国产化率更是达到 85%。成果用数据突显，经历却曲折艰难。”

1998 年，李儒鹏参与秦山三期核电工程，担任二回路调试副主管，参与整个调试过程，熟悉并掌握了国际设计规则。他回忆道：“秦山常规岛由美国公司承包，二回路主设备和主系统由日本公司设计和供货、常规岛与核岛的接口分别由美国和加拿大公司设计。设备主要来自国际市场。”秦山三期核电工程积累的宝贵经验，为后续核电工程，尤其是“华龙一号”示范工程的研发和设计，带来了诸多启发和帮助。

秦山一期、二期、三期核电工程、C-2 项目、方家山项目、三门核电站等一系列重大工程，让华东院对国内外核电常规岛技术消化、吸收以及再提高，在关键设备研发，提高核电常规岛设备国产

化率方面实现了整体的飞跃。

“‘华龙一号’首台机组的国产率已经达到85%以上。巴基斯坦卡拉奇核电K2K3机组是‘华龙一号’走出去的首个工程，‘一带一路’重点工程，有40多项设备由我国研制，国产化率更是达到了90%以上。”李儒鹏自豪地说。

K2K3机组于2012年启动，华东院负责常规岛设计，设备国产化是该工程重要目标之一，李儒鹏任分管总工程师。

百万千瓦等级的发电机断路器是机组主发电回路的“咽喉”。李儒鹏带领专项小组，与核电总包方和国内电气设备顶级供货商一起，进行了三年多的设备研制、试验以及设计方案优化，创造性地提出了“单向断路器”方案，卡拉奇核电站也因此首次采用了中国研制和供货的方案，为大型核电工程发电机断路器未来实现全面国产化积累了宝贵经验。

与核电互相成就

“工作24年来，我与同事们一道，几乎参与了中国近一半的核电项目。”对每个项目，李儒鹏都如数家珍。

他回忆道：“在C-2项目实施期间，各专业人员干劲十足。工艺安装高峰阶段，现场负责人董洪彬始终用‘三个二次’标准来要求自己，每天至少跑两次总包单位、两次施工单位、两次工地，他也因此被笑称为‘拼命三郎’。控制专业负责人孔飞一贯严峻、细致，解决了大量包括冲转、并网等多个工程重大节点前的大量技术问题和难题，被称为‘孔大师’，为工程提前111天并网作出了特殊贡献，感人的事说不完。有时候我也在想，大家的动力是什么。”

李儒鹏可能不知道，他就是同事们的“动力”之一。

方家山项目部员工说：“李总关注着工地上的每一个细节。开工前，他意识到大件吊装也许会遇到困难，便预先组织施工单位进行技术讨论，组织各专业人员开十几次协调会，保障了后续施工顺利。这种细致专注的精神感染了每个人。”

与李儒鹏多次合作的同事感慨道：“李总乐观、有亲和力，能够和各方人员融洽相处，这对工程顺利推进很有帮助。他对我们影响非常大，我总是在学习他的工作方法。遇到难题的时候，我总会不自觉地想，他会如何处理。”

目前，“华龙一号”常规岛技术已经成熟。从秦山重水堆工程、恰希玛工程、方家山工程到现在的“华龙一号”，李儒鹏带领华东院核电团队不断攀登高峰。他说：“身为技术人员，要健健康康为国家工作五十年。”

本报实习记者 张榕馨 特约通讯员 陈白羽 张艳伟 崔旻 中国能源报 2019-10-28