

# 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

第十七期 2019年9月

## 目 录

重点实验室动态--科研进展 .....	1
超高层建筑大温差温湿度独立控制动态冰蓄冷系统分析 .....	1
添加剂对垃圾焚烧炉渣免烧砖性能的影响 .....	1
盐含量对天然气水合物防聚剂性能的影响简 .....	1
锂离子电池成组及一致性管理研究现状与展望 .....	2
波浪能发电技术应用发展现状及方向 .....	2
重点实验室动态 .....	2
首台半潜式波浪能养殖平台“澎湖号”成功研建 .....	2
香港浸会大学朱福荣教授来访并作学术报告 .....	4
总论 .....	5
我国能源行业网络安全仍待加强 .....	5
中国加大可再生能源与新能源国际合作 .....	6
“三桶油”要争做能源转型中坚力量 .....	7
能源成中英贸易合作亮点 .....	8
构建多能融合的能源体系 .....	8
中国新能源发展需“三大转变” .....	9
德国可再生能源产能全球第三 .....	11
河南能源转型升级难在哪? .....	11
能源互联网落地兰考 .....	13
热能、动力工程 .....	14
乌克兰通过 2020 年前国家能效目标 .....	14
软银 1.1 亿美元投资“巨塔储能”技术 .....	14
印度化石燃料进口持续下滑 .....	15
宁夏率先实现新能源利用率达 97%以上目标 .....	16
储能有望步入规模化商用阶段 .....	16
热电联产难“救”青海火电 .....	18
天然气热电联产是大势所趋 .....	19
远景能源田庆军：未来电力或趋向 5 大变化 .....	21
我学者攻克固态锂电池电极-电解质瓶颈 .....	22
美国页岩开发是甲烷排放“元凶” .....	22
欧洲成全球最大住宅储能市场 .....	24
我国率先在锂浆料电池领域实现突破 .....	25

实联集团储能电池项目落户宿迁 .....	26
泛在引擎成就能源大数据价值 .....	26
生物质能、环保工程 .....	27
国税总局出大招 3 项政策惠及生物质能 .....	27
山东曲阜：生物质分散式取暖 每户补贴 1000 元 .....	28
“可再生能源+农业”扮靓安阳 .....	28
欧洲将建首座航空生物燃料工厂 .....	29
埃及计划补贴垃圾发电 .....	30
太阳能 .....	30
电动船：偏远小岛“发电厂” .....	30
制服钙钛矿“顽童”的“风水术” .....	31
东方日升布局高效技术再落一子 2.5GW 异质结项目开工 .....	32
中环股份发布“夸父”M12 硅片新品 .....	33
国内光伏市场将实现恢复性增长 .....	33
可移动太阳能烘干房：让田头农产品干燥不再难 .....	33
江苏泗洪：“渔光互补”打造“领跑者”基地 .....	34
风能 .....	34
海上风电降价空间有多大？ .....	34
产业新模式提升海上风电生态友好性 .....	36
河北南网风电创新高 .....	37
我国首部海上风电场国家标准将于 10 月实施 .....	38
外罗海上风电项目首批风机并网 .....	38
2018 风电场大评比 金风科技再创佳绩 .....	39
我国制造出 10 兆瓦海上风力发电机 .....	40
广东首个接入 220 千伏系统海上风电场并网发电 .....	41
金风科技机组率先完成兴化湾试验风场科研验收 .....	41
广东首个接入 220 千伏海上风电项目并网 .....	41
首款双馈三电平风机并网 .....	42
湛江外罗海上风电项目首批风机并网发电 .....	42
国产 10MW 海上直驱风力发电机研制成功 .....	42
氢能、燃料电池 .....	43
氢能投资“虚火”旺？ .....	43
液氢技术能否借鉴 LNG 工程经验 .....	44
统筹规划氢能发展刻不容缓 .....	46
河北打造全国氢能产业创新发展高地 .....	46
国家电投氢燃料电池电堆技术获阶段性成果 .....	47
粤港澳大湾区氢能产业 5 年内或迎爆发 .....	48
海水淡化 .....	49
红沿河核电二期海水淡化系统正式产水 .....	49
核能 .....	50
全球小型堆研发应用提速 .....	50
中国大陆核电机组数居全球第三 .....	51
南非高调重启核电开发 .....	51
澳大利亚探讨核电解禁 .....	52

国内首个核能清洁供热项目年底投产 .....	54
可控核聚变研究突破引关注 .....	54
核能产业发展步入“蜕变”期 .....	56

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

### 超高层建筑大温差温湿度独立控制动态冰蓄冷系统分析

孙钦, 董凯军, 苏林, 王志强

**摘要:**介绍了大温差温湿度独立控制动态冰蓄冷系统的系统原理和运行状态,并以广东省东莞市某超高层建筑为例,对空调系统设备选型、设备配电和运行节能经济性进行了分析,指出动态冰蓄冷系统的应用为新风深度除湿和大温差供冷创造了条件,送风含湿量低于 6 g/kg,且年转移电量占比达 39.40%;指出大温差低温供冷和高温供冷的应用为超高层建筑带来显著的节能、节费效果,年节省运行电量 120.19 万 kWh,在东莞市优惠峰谷电价差下运行 2.09 年即可回收增加的投资。

**基金:**广东省自然科学基金(2015A030310333);广东省科技计划项目(2013A011404001);广东省科技计划项目(2017B090907027)

低温工程, 2019 年 04 期

### 添加剂对垃圾焚烧炉渣免烧砖性能的影响

鲁敏, 熊祖鸿, 林霞, 房科靖, 李继青

**摘要:**以垃圾焚烧炉渣为再生骨料,研究了不同减水剂和早强剂对垃圾焚烧炉渣免烧砖强度的影响,并对部分免烧砖的断面进行了 SEM 表征。实验结果表明,适量减水剂的添加能够提高炉渣免烧砖的早强性能,其中聚羧酸减水剂的早强效果明显优于萘系减水剂,这可能炉渣中的碱金属离子对萘系减水剂双电层的压缩与破坏所致。早强剂 NaCl, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O 和 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 均能提高炉渣免烧砖的早期强度,因为它们均可通过降低溶液中 Ca<sup>2+</sup>浓度达到抑制钙矾石过快生长的目的。当 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 掺量为 3%时,相应的炉渣免烧砖早期抗压强度为 9.89 MPa,与无添加剂相比,增幅高达 52.6%,当养护龄期为 28 d 时,相应免烧砖的抗压强度超过 30 MPa。而三乙醇胺 (TEOA) 的早强作用则具有一定的滞后性,当养护龄期超过 7 d 时才初显成效,这可能是水化产物铝酸盐的晶型转变所致。

**基金:**国家自然科学基金(21606228)资助;

环境化学, 首发时间: 2019-08-21

### 盐含量对天然气水合物防聚剂性能的影响简

蒋善良, 陈超, 利观宝, 李洪刚, 王晓辉, 秦慧博

**摘要:**传统的天然气水合物(以下简称水合物)防聚剂评价实验一般在纯水中进行,而现场的水相中通常会混入一定的海水或含有矿化度的地下水,因而前者的评价结果与现场的实际情况存在着较大的差距。为了在更加接近现场实际情况的条件下评价水合物防聚剂的性能,首先使用高压透明蓝宝石釜从宏观角度对水合物浆液的形态进行观察,然后应用粒度仪从微米级进行水合物浆液中液滴—水合物粒径分布的观察测试,最后结合油水界面张力的变化规律对含盐体系水合物防聚剂的防聚性能进行了分析。研究表明:①在含 3%NaCl 条件下,水合物防聚剂 CJ(以下简称 CJ)对水合物的防聚效果较好;②水合物形成以前,在机械力的搅拌作用下,含 CJ 的水合物乳液粒径随着含盐量的增加而减小,含盐有利于液滴在油相中的分布;③水合物形成以后,在含 3%NaCl 的条件下,

水合物颗粒分布更小，适量的盐有利于水合物形态的控制；④在 2°C 条件下，含盐量为 3% 时，油水界面张力值为最大，达到 4.453 mN/m。结论认为，随着盐含量的增加，CJ 对水合物的抑制效果增强，但在水合物形成以后抑制效果则不明显，相反盐含量的增加还容易破坏油水乳液的稳定性甚至破坏水合物防聚剂的使用效果。

天然气工业，2019 年 08 期

## 锂离子电池成组及一致性管理研究现状与展望

吕杰，陈永珍，宋文吉，冯自平

**摘要：**归纳和总结锂离子电池和电池组模型、电池成组和电池一致性优化控制的研究方法和存在的问题。同时，对电池一致性管理研究趋势进行展望。提出应根据储能系统实际运行工况和电池成组方式，充分考虑电池连接方式、极柱引出位置、连接件阻抗等，优化电池组模型，提高模型精度。并根据模拟和实验结果，优化电池成组方式和控制策略，解决制约储能产业发展的电池组技术瓶颈。

新能源进展，2019 年 04 期

## 波浪能发电技术应用发展现状及方向

张亚群，盛松伟，游亚戈，王坤林，王振鹏

**摘要：**海洋波浪能是取之不尽、用之不竭的清洁能源。波浪能发电技术日趋成熟，形式也多种多样，从波浪能发电技术分类着手，对国内外波浪能发电技术应用现状进行了综述和评价，分析了波浪能发电技术应用的发展方向，最后指出海洋能利用的意义和前景。

新能源进展，2019 年 04 期

## 重点实验室动态

### 首台半潜式波浪能养殖平台“澎湖号”成功研建

2019 年 6 月 30 日，半潜式波浪能养殖网箱“澎湖号”交付暨战略合作协议签订仪式在招商工业集团孖洲岛海洋高端装备造修基地举行。招商局工业集团总经理胡贤甫、副总经理吴四川，自然资源部国家海洋技术中心能源室主任王海峰，广东省农业农村厅渔业发展处处长于培松、副处长刘乃安，法国 BV 船级社海工部（中国区）总经理曲国旗，广东大麟洋海洋生物有限公司董事长蔡春有，中国科学院广州能源研究所所长、重点实验室学委会副主任马隆龙研究员，以及广州能源研究所副所长李小森研究员等 40 多位领导和渔业公司负责人出席活动。

仪式上，胡贤甫、王海峰、于培松和马隆龙先后致辞。招商工业集团及下属深圳重工、蛇口友联船厂分别与广州能源所签订了《深化战略合作框架协议》、《新型号半潜式波浪能发电、养殖、旅游综合平台联合开发及应用推广合作协议》、《“澎湖号”交付确认书》；广东大麟洋海洋生物公司与广州能源所签订了《半潜式波浪能发电、养殖、旅游综合平台应用推广合作协议》。签约结束后，参

会人员现场参观了我国首台半潜式波浪能发电、养殖、旅游平台“澎湖号”。

为解决我国传统养殖网箱抗风浪能力差、能源供给困难、无法搭载现代化养殖设备等问题，重点实验室基于数十年海洋波浪能开发及实海况运行经验，成功研发出半潜式波浪能养殖旅游平台。该平台将半潜式波浪能发电、深水养殖、养殖工船等多项技术有机集成，形成了由绿色能源支持的新型深远海养殖旅游平台。目前该技术已获得中国、欧盟、日本发明专利授权，“澎湖号”图纸获得法国船级社认证。在自然资源部、广东省和珠海市的支持下，广州能源所联合友联船厂（蛇口）有限公司、广东大麟洋海洋生物有限公司完成首台样机建造，后期将开展实海况应用示范。

半潜式波浪能养殖网箱“澎湖号”的成功交付，标志着该新型深远海养殖网箱平台技术已从关键技术研究进入实海况装备应用示范阶段。后续，重点实验室将联合招商工业等相关单位，深入开展该技术的工程化、系列化、规模化研发工作，努力培育深远海养殖装备新兴产业，助力我国海洋经济建设。



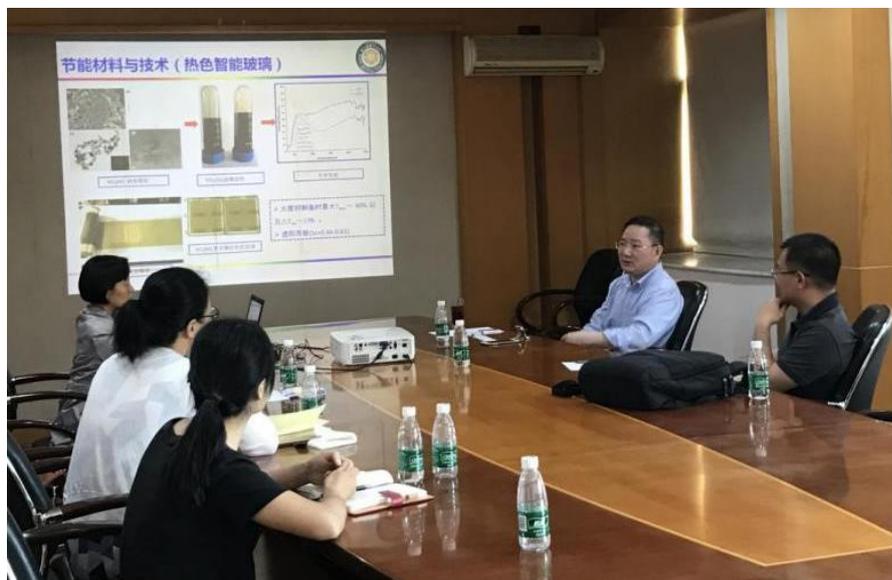


### 香港浸会大学朱福荣教授来访并作学术报告

2019年7月4日，香港浸会大学朱福荣教授应中国科学院可再生能源重点实验室和广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室的邀请来访并作专题学术报告，报告题目为“Stability of Nonfullerene organic solar cells”和“Visualizing Near-infrared Light”。

在报告中，朱福荣教授介绍了非富勒烯有机太阳能电池失稳机制及其研究方法，并介绍了近红外光可视化技术及其应用前景。报告结束后，朱教授结合其多年的研发经验，与在座的科研骨干一同探讨了技术成果产业化的关注热点，提出高精尖是学术钻研的方向，但成本、寿命、环境友好等综合性能最优的技术或许才是产业化优选的技术。

朱福荣教授的报告深入浅出、风趣幽默，拓展了研究人员的视野和思路，为与会者带来深刻的启发，同时双方就相关研究合作、项目展望进行了深入的交流。



## 总论

### 我国能源行业网络安全仍待加强

中国能源网“近年来，针对能源行业的新型攻击和破坏手段不断出现，行业面临的网络安全风险持续增加。网络安全风险若不能有效管控，一旦遭到外部攻击将会给当地社会秩序和居民生活带来严重影响。”中国能源研究会常务副理事长史玉波在 2019 北京网络安全大会智慧能源网络安全高峰论坛上指出，能源行业关键基础设施安全关系国家核心利益，任何以牺牲安全为代价的发展都难以持续。

据悉，随着 5G 数字化、泛在物联网、人工智能和实体经济的深度融合，网络安全需求也发生了新的变化，智慧能源正面临着日益严重的网络威胁。“能源行业网络安全仍有诸多遗留问题没有解决，现在还要应对新业务带来的安全挑战。”奇安信集团副总裁左英男直言，能源行业网络安全形势十分严峻。

据了解，2017 年收录我国境内发现的安全漏洞数量达 1.6 万个，较 2016 年增长 47.4%；2017 年发现超过 245 万起境外针对我国联网工业控制系统和设备的恶意嗅探事件；2018 年我国境内约 2.5 万个网站被篡改；2019 年上半年我国境内漏洞收录数量，涉及关键信息技术设施的事件型漏洞通报数量、植入后门、遭篡改数量均有所上升。

“万物互联互通打破了传统工业相对封闭的生产环境，一个微小的节点都可能成为突破口，影响整网的安全。”国家电投集团科技研发总监范霁红指出，传统的安全模式已经不能满足物联网安全要求。

为此，史玉波提出三点建议：一、加强网络和信息技术的创新研究和开发应用。立足核心技术，

以业务系统及数据的安全运行为目标，切实提升能源行业关键基础设施保护能力。二，解决好网络安全与智能化发展的关系，实现网络安全和发展应同步推进，以安全保发展，以发展促安全。三，构建网络安全技术体系，推动行业网络安全人才发展。建立符合我国国情的关键信息基础设施保护技术体系，打造关键基础设施领域的专家团队，运行服务团队。

应对日趋复杂的网络安全形势，关键在人才的培养。奇安信集团 2017 年在四川绵阳成立“网络安全运营实训基地”，致力网络安全人才的培养。左英男介绍说，主要培养两种类型，一是安全技能的实训和认定。二是攻防对抗的中高端技术人才，专业化的队伍。

卢奇秀 中国能源网 2019-08-23

## 中国加大可再生能源与新能源国际合作

不仅屋顶的瓦会发电，建筑上的砖、玻璃也可发电；而在野外，背包客的包、PAD 支架、户外垫子也可发电，可供旅行之需。21 日在昆明举行的 2019 年东亚峰会新能源论坛上，一场小型的光伏产品和移动能源展览，吸引了来自美国、新西兰、老挝、柬埔寨、缅甸、泰国、越南、印度、尼泊尔、巴基斯坦和中国东盟中心、中科院曼谷中心等国家和国际组织代表的目光。

在南亚和东南亚地区，中国—南亚技术转移中心、金砖国家技术转移中心、中国—南太平洋岛屿国家技术转移中心等相继成立，在巴基斯坦、斯里兰卡、泰国、老挝等国建起了科技示范园，推动了新技术的推广应用。“目前，我们正在积极推进区域科技信息中心、区域现代农业研发储备中心、区域国际创新创业中心、国际技术转移基地和科技人员交流与教育培训基地建设。”云南省科技厅厅长董保同说。

第十三届东亚峰会提出，推动地区可持续发展合作，各方应继续推进能源与环保、教育、金融、公共卫生、灾害管理、东盟互联互通等 6 个重点领域合作，中方将继续举办新能源等领域研讨会，促进地区平衡普惠发展。

“当前，东亚地区的二氧化碳排放已经成为全球排放增速最快的地区。据统计，东盟十国能源需求在过去的 17 年里增长了 73%，预计未来 25 年仍将保持年均 2% 以上的增长速度，高于 1% 的全球平均水平。”科技部国际合作司一级巡视员阮湘平在论坛上表示，中国政府历来高度重视能源问题，并将发展新能源与可再生能源作为长期发展战略。当前，以高效、清洁、多元化、智能化为主要特征的能源转型进程正加快推进。

目前，我国核电技术已逐步走向世界前列，已具备成熟的大型水电设计、施工和管理运行能力，已掌握可燃冰试采核心技术；风电技术水平明显提升，特别是低风速风电技术取得突破性进展，光伏电池技术创新能力大幅提升，创造了晶硅等新型电池技术转换效率的世界纪录，建立了具有国际竞争力的光伏发电全产业链，光伏组件产量连续多年全球总产量第一。

但化石能源仍然是目前东盟国家最主要的来源，在能源需求中的占比超过 70%。“为促进新能源与可持续发展领域的国际科技合作，我国与联合国环境署、国际能源署、国际可再生能源机构、清洁能源部长级会议机制等多个国际组织和平台在环境能源可持续发展领域保持着密切合作。”阮湘平说，为提升可再生能源与新能源在中国和全球的发展和应用技术水平，共同应对全球气候变化，节约能源资源，实现经济社会可持续发展，中国与世界各国在可再生能源与新能源方面开展了大量的双边国际合作。

为更好地推动东亚峰会各国的新能源科技创新开放合作，阮湘平在论坛上提出三项建议，一是在“一带一路”科技创新行动计划框架下，继续共同支持东亚峰会各国发展战略与“一带一路”倡议对接，推动区域科技创新开放合作，构建区域科技创新合作共同体；二是此前中国科技部与有关各方共同发起了“创新之路”合作倡议，中方愿在新能源领域继续积极推进科技人文交流、共建联合实验室、科技园区合作和技术转移四项举措；三是结合云南在绿色能源、低碳发展和应对气候变化领域的成功实践和取得的成效，希望进一步发挥云南作为东亚峰会新能源论坛东道主的作用，推动东亚

峰会各国在新能源领域的科技成果转化。

“我们愿与东亚各国共同把握‘一带一路’的机遇，围绕区域科技创新合作的重要关切，重点在新能源领域不断提升科技合作水平，进一步促进科技成果转化和推广，共享科技创新成果，共同推进区域创新一体化发展和可持续发展。”阮湘平表示。

科技日报 2019-08-22

## “三桶油”要争做能源转型中坚力量

改革，意味着利益格局的重新调整，乃至重塑。当前，我国油气体制改革的总体思路是“管住中间，放开两头”，其目的就是要释放竞争性环节市场活力和骨干油气企业活力、提高油气资源配置效率、保障油气安全稳定供应，最终达到让全社会共享发展红利的目标。期间，随着改革走向深入，既有市场、机制、利益格局都将迎来大变革。如何顺应改革大势、尽快找准企业新定位，是包括“三桶油”在内的所有油气企业的全新课题。

将“三桶油”管网资产重组为国家油气管网公司是此次油气体制改革的核心举措。该公司的成立，也意味着“三桶油”即将剥离管网这一优质资产——企业失去的不仅是一项主营业务收入，更是利润的主要来源，是一块“肥肉”。但改革在关闭了中游管网这道门的同时，也为企业打开了“放开两头”这扇窗。

“善战者因其势而利导之”。以天然气行业为例，伴随着“主体能源”地位的确立，近年来天然气明显成为各大石油公司争相发力的热门业务。而随着油气行业市场化改革向纵深推进，国内天然气市场也呈现出“上游企业积极向下游延伸，下游企业踊跃探索上游业务”的发展动向，全行业尤其是在传统的油气上游勘探领域，多种经济成分共同参与的市场格局受到多方期待，而“三桶油”进军下游燃气市场也是改革的题中之义，皆无可厚非。

但纵观我国天然气产业链整体发展，在下游领域，大量国有资本、民营资本和外资“百花齐放”的市场格局早已形成。与之形成鲜明对比的是，上游的玩家依然是“三桶油”等少数几家国有石油企业，且短期内难实现根本性突破。

但要理性认识到，未能立竿见影，并不意味着改革会长久裹足不前，这是其他企业短期内无法在全新领域形成核心竞争力的发展规律使然。事实上，对“三桶油”而言，在油气行业已形成“市场化”之势的当下，为获取更大的企业利润，尽最大努力拓展终端市场是情理之中的事，即使过程中遇到阻碍、挫折也不应被全盘否定、贴上“破门而入”的标签；反过来说，即使下游企业在上游勘探开发领域一时难以立足、难有斩获，也不能就此给下游企业扣上“能力不足”的帽子。“一口吃不成胖子”，改革成果也不会是一朝一夕就能充分显现的。

例如，天然气是战略性清洁替代能源，能否提升天然气消费比重、降低天然气使用成本，是考量上下游企业的关键指标，也是衡量油气体制改革成败的核心标尺。实际上，我国天然气行业已改革多年，但消费水平与国际相比仍有相当大的差距。在未来相当长一段时间内，“三桶油”仍将是我国油气稳产增产乃至做大做强国内天然气市场整体“蛋糕”的“压舱石”。而各城市燃气企业在地方耕耘多年，深谙当地市场，在改革大潮面前，只有想方设法为消费者提供更多可消费得起的油气资源，才能“守城”成功。

需要指出的是，固守“一亩三分地”的“留守者”心态已不能适应新时代能源发展新趋势，以“三桶油”为代表的国内油气企业也完全有条件、有能力拥抱改革，做改革的参与者、推动者。当前，清洁低碳已成全球共识，诸多国际油气企业在立足主业的同时，纷纷尝试多元化经营，布局可再生能源业务，这值得国内同行思考与借鉴。譬如国内油气企业完全可以尝试延伸现有产业链，探索开发地热能、氢能等新能源业务板块。主动跳出“舒适区”，以更加开放的心态积极探索业务转型，这也是改革的应有之义。

仝晓波 中国能源报 2019-08-19

## 能源成中英贸易合作亮点

本报讯 记者李慧报道：近年来，中国与英国在经贸领域的合作积极稳步发展。相关资料显示，目前，英国已经成为中国在欧盟内的第二大贸易伙伴、第二大投资目的国和第二大实际投资来源地；中国则是英国在欧盟外第二大贸易伙伴。英国国际贸易部投资部长格拉汉姆·斯图尔特(Graham Stuart)日前在接受本报记者采访时指出，在中英双方日益紧密的经贸合作中，能源领域的合作尤为引人注目。

据格拉汉姆·斯图尔特介绍，中英双方的贸易增长非常迅速，从2018年4月到2019年4月，中英双方的贸易额已达到创纪录的720亿英镑。

“近年来，英国十分重视减排问题，已经将减排的比例写入了政府法规，承诺到2050年减少80%的碳排放，并于今年通过新的法案，承诺到2050年实现温室气体净零排放。”格拉汉姆·斯图尔特向记者表示，“为实现新的减排目标，我们需要加速推动清洁能源的利用与发展。中国近年来在清洁能源领域发展迅速。以光伏为例，中国有许多十分优秀的光伏企业，通过技术革新，大大降低了光伏发电的成本。而在海上风电领域，英国也一直坚持实现成本的降低，并取得了显著的成绩。两国在这些领域有着共同的目标，因此也有诸多合作机会。此外，在交通领域，英国与中国也有着共同的努力方向。比如，双方都在大力推进电动汽车的普及和应用，并希望找到一些代替的能源和可再生的能源，更好地提高交通能效，从而保护环境。”

另据格拉汉姆·斯图尔特介绍，中英两国在绿色金融方面也有着长期的合作基础。“目前有许多中国银行，都在英国发行了绿色债券。”格拉汉姆·斯图尔特告诉记者，“此外，英国方面还同中国各级地方政府开展了多项合作。与此同时，我们也鼓励中国企业更多赴英投资。”

中国能源报 2019-08-26

## 构建多能融合的能源体系

“长期以来，我国包括煤炭、石油、天然气、可再生能源和核能在内的能源系统在不断发展，但由于各能源分系统相互独立，未能协调发展，产生了一些局部矛盾，整体效率并不高。”近日，在第一届全国钢铁与能源化工行业协调发展研讨会上，中国科学院大连化学物理研究所所长、中国工程院院士刘中民如是说。

在刘中民看来，目前我国这种“九龙治水”的能源发展格局已不能适应“清洁低碳、安全高效”的总体发展要求，亟待探寻出一条能源系统之间互补及耦合利用的新道路，破除能源系统板块分割、互相独立的体制壁垒。

现有各能源体系目标一致，但并没有“合并同类项”

受限于资源禀赋特点，当前化石能源仍是我国能源生产和消费的主体。电力规划设计总院《中国能源发展报告2018》显示，2018年我国能源生产37.7亿吨标准煤，其中原煤占比69.1%，同时非化石能源生产占比逐年增加，已成为世界水电、风电、太阳能发电装机第一大国；2018年能源消费中，煤炭占比59%，非化石能源占一次能源消费的比重为14.3%，这一比例预计在2030年达到20%。

“煤炭、石油、天然气、可再生能源和核能，所有这些能源的目的都是向用户提供电力、热能以及油品和化学品，虽然目标一致，但是并没有‘合并同类项’，仍是孤立的各能源分系统。”刘中民表示，“我常开玩笑说，挖煤的不管发电，发电的不管上网，上网的不管电价，没有形成一个完整的能源体系。”

因此，当前我国能源结构产生了一些局部矛盾，煤炭多用于发电且利用率低，同时缺乏新技术支撑，是大气污染的主要来源；石油资源短缺且油品质量不高，对外依存度不断攀升，难以提供化工基本原料，严重制约下游精细化工行业发展；太阳能、风能等可再生能源并网率低，难规模化利用，水能、核能相对过剩等。

“原则上要想减少二氧化碳排放就要减少化石能源的利用量，但这并不意味着同比例增加可再生能源就可以弥补，因为利用方式不一样；既要鼓励清洁、可再生能源，但同时又要在国家的整个能源结构里发挥更大的作用，就牵涉到怎么设计各能源系统之间关系的问题。”刘中民说。

急需突破能源互补及耦合利用的核心技术

在刘中民看来，我国现有的煤炭、石油、天然气、可再生能源与核能 5 大能源类型之间，存在通过相对优势的互补融合、对冲消除各种能源种类劣势、形成整体优势的发展需求和巨大技术创新空间。

“我们的思考是化石能源这块要优化，实现资源的清洁高效利用，煤、石油和天然气应该统一考虑，交叉耦合替代，原理上是可行的。”刘中民说，以化石能源为例，煤化工大多属于低碳分子重构的放热过程，石油加工属于大分子裂解的吸热过程，两者的耦合不仅可以大幅提高能效，也可以弥补各自的不足。

刘中民进一步表示，在清洁能源领域，水能、风能、光能、地热能以及核能之间，可以通过大型储能技术实现电和热的高效利用；另外利用可再生能源、核能等制取的氢，可以补充煤化工之所缺，也可以与二氧化碳通过催化耦合而制取油品和大宗化学品，实现可再生能源与传统化石能源的耦合，总体上实现碳减排。“多种技术的结合可以因地制宜地形成低碳化清洁能源供应系统，促进能源消费革命。”

在刘中民所畅想的新型能源体系中，可再生能源与新能源将部分替代化石能源供电、供热，并通过富余电力生产氢能，为交通燃料生产、化工品合成提供氢源；化石能源将通过物质转化，满足交通燃料、化工品、焦炭、电石、新型碳材料等产品生产需求。而要构建这种低碳化多能融合的新型能源体系，关键在于关联各分系统的核心技术突破。

“区域的能源体系多了，就构成了全国的能源体系”

目前，我国在煤化工领域已经形成了一批核心技术，正处于完成工业示范并大规模推广应用阶段，但在清洁能源多能互补与规模应用上，一些关键技术仍需突破。

据悉，中国科学院为了加强能源研究的力量，已把不同能源领域的接近 20 个科研单位联合起来，成立了中国科学院洁净能源创新研究院，以促进跨学科交流与合作，做关键技术的突破与示范。目前正在进行的科研项目达 40 多个，其中近 30 个是工业示范项目。

“技术是首先需要解决的问题，技术突破之后，我们才能构建技术的网络，才能进一步做战略分析和研究。最终我们要做一套国家能源决策的技术支撑体系，把所有与能源相关的技术都编到数据库里，使不同能源之间通过技术可以连在一起。做能源规划时，可以对比能效、二氧化碳排放、经济效益，优选方案。”刘中民表示。

鉴于我国复杂的能源应用场景，很难有一种通用的模式去实现多能融合的新能源体系构建，因此刘中民表示，可选择典型的、具有代表性的能源区域，通过具体区域场景的分析、综合性的示范，研究技术之间怎样合理搭配和有效优化。“区域的能源体系多了，就构成了全国的能源体系。”

据介绍，中科院洁净能源创新研究院目前已选定了山西大同、陕西榆林、甘肃武威、青海西宁 4 个各具特色的典型区域做能源综合利用的示范。“大同有煤、风电、光伏，是中国典型的能源区，资源很多；榆林是世界著名的大型煤化工基地，区域内还有石油、天然气、风能、光伏，这是一个综合性的规划。”

另外，大连计划投资 35 亿元建设大型储能项目，用作城市电力调峰，这套系统今后若和核电以及鞍钢周边的工业、沿海的风电结合，未来将是新的示范形式。

本报实习记者 李玲 中国能源报 2019-08-19

## 中国新能源发展需“三大转变”

经过近十年的飞速发展，我国新能源装机量和装备制造能力位居世界第一。但新能源发电设备

利用小时数偏低和新能源效率较低的问题逐步凸显，具体表现在消纳矛盾日益突出。笔者认为，我国新能源发展面临“三大转变”，即思维转变、政策转变和市场转变，同时，国网公司服务新能源发展事业中还需发挥几项重要作用。

如何进行“三大转变”？

思维转变。一是能源发展的目的是为了为了更好地服务民族复兴，满足人民对美好生活的需求。因此需要优化能源结构，提升能源利用效率，实现能源高质量发展。发展新能源是实现高质量发展的手段之一，而不是目的。选择新能源发展的技术路线要因地制宜，要与其他能源类型协调发展，要注重综合资源投入/产出比。二是以人类命运共同体思想指导合作实践。正确看待国际、国内产业链的竞争与分工。我国市场巨大，面临国际形势复杂，适合全产业链自主化生产战略。但具备全产业链生产能力并不等于要占领全部市场并形成自我封闭圈。要本着“解决人类能源问题”的初心正确看待竞争与合作，重视民营企业力量，以自我发展带动产业链升级，惠及更多人，路才能越走越宽。三是注重制度、市场和技术并重的思维方式。一直以来涉及新能源发展的问题就会被等效为消纳和调峰问题，这是从单一技术或指标出发的固有思维。思考和解决新能源发展问题要从制度、市场和技术三方面入手，制定三方协同的方案，避免因三方策略相互矛盾而增加的系统运行成本。四是保持发展战略定力，确保既定战略落地实施见效。新能源企业要明确自身的战略定位，制定并有计划地实施既有发展战略，掌握核心技术比在资本市场“赚快钱”更重要。制定发展战略要明确近期和远期目标的关系、市场供需的关系和风险平衡的关系。

政策转变。一是消纳政策应“因地制宜”且赏罚并重。《清洁能源消纳行动计划（2018-2020）》提出的2020年完成5%以下的弃风、弃光率目标是针对全国区域，但为了方便落实主体责任，“5%”成了“一刀切”式的省级考核指标。这对于受补贴影响而导致新能源无序发展、装机量远大于本地负荷的省区是不公平的。应以省情制定合理的新能源弃率，保障合理化调峰投资，降低系统运营成本。另一方面，由电网承担新能源弃率指标是矛盾转移。面对整体装机量过剩的局面，如何利用好现有装机量是网源荷储共同的课题。针对超出合理弃率指标外的消纳电量应建立市场化激励机制，给予一定的优惠政策（如超额消纳电量交易减免税费政策），创造利润空间吸引各方参与新能源消纳市场。二是加强市场配置作用，逐步退出产业化补贴。新能源发电补贴虽推动了我国新能源事业的快速发展，但也导致了新能源电源与其他电源的无序竞争，部分新能源制造企业以“骗补”为目的大量制造质量低下的产品。这样既降低电源利用率、激发消纳矛盾，又造成资源浪费、污染环境。因此，对于新能源产业化的行为，应建立完善的市场竞争机制，逐步退出补贴政策干预手段。但对于新能源关键发展技术的研发行为，仍需保障合理的补贴，从而增加企业的核心竞争力。

市场转变。一是导向性从政策干预向市场资源配置转变。依靠政府巨额补贴推动新能源发展的起步阶段已步入尾声，下一阶段是通过市场优化配置资源的作用来高效应用新能源，达到能源产业链经济、高效、清洁的运行。低度电成本、友好性接入、丰富高效的交易模式等市场需求将决定新能源技术的发展方向与传统能源企业的转型方向。二是结构性从国企完全主导向国企、民企融合共生转变。国企要在国家顶层框架下，发挥资金、技术、人力优势，在重大能源战略决策实施中发挥基础性作用，弥补市场机制“失灵”区域。但在市场竞争性领域中，要重点在融资、市场准入、标准制定等方面为国企和民企提供公平竞争的市场环境，充分发挥市场配置资源的决定性作用，促进能源行业要素自由流动，提升全要素生产率。制定市场监察机制，避免因片面追求经济利益最大化而损害社会、生态效益和能源安全的短视行为。三是协调性从最大化新能源消纳向最低综合运行成本转变。最大化新能源消纳导致电网调峰投资加大，运控成本提高，其他能源发电设备利用率下降，最终传导至用户侧用能成本提高，降低能源产业链的价值创造能力。以综合运行成本最低为目标则要求网源荷储协调发展，通过制度改革降低“非技术”成本，通过市场机制与技术进步增加全系统灵活性，提高全系统调峰能力并增加新能源消纳能力。

电网企业要承担哪些新责任？

贯彻“三型两网”战略，打造共建共治共赢的能源互联网生态圈。在以电为中心的能源清洁转型

趋势中，要充分发挥电网在能源汇集传输和转换利用中的枢纽作用。以能源互联网为支撑，汇聚各类资源，促进供需对接、要素重组。树立开放、合作、共赢的理念，积极有序推进投资和市场开放，吸引更多社会资本和各类市场主体参与能源互联网建设和价值创造，带动产业链上下游共同发展，打造共建共治共赢的能源互联网生态圈，与全社会共享发展成果。

建立新时代电网安全思维和应急保障机制。分布式能源大量接入、数字信息技术与电力系统的高度融合、以及电网运营模式复杂程度和不确定性的增加，都要求进一步加强传统能源电力基础设施安全保障。应加快梳理电力系统安全稳定运行关键支撑节点，合理布局保障措施并制定应急预案。加快建立健全互联网攻击等非传统安全的预防、保障和应急措施。

（作者均供职于国网能源研究院有限公司）

李海峰 鲁宇 杨朔 中国能源报 2019-08-26

### 德国可再生能源产能全球第三

21世纪可再生能源政策网近日发布的《可再生能源全球状况报告》显示，2018年德国可再生能源产能为113吉瓦，名列全球第三，紧随中国（404吉瓦）和美国（180吉瓦）之后。其中，德国风能产能为59吉瓦，太阳能为45吉瓦，生物能为8.4吉瓦，其他可再生能源为0.6吉瓦。

报告显示，从可再生能源人均产能来看，德国位居前列，人均产能为1.4千瓦，全球平均人均产能仅为0.2千瓦，欧盟平均值为0.7千瓦。德国在此项排名中和瑞典并列排名第三，紧随冰岛与丹麦。

报告显示，可再生能源在全球电能生产中所占比例越来越重。目前，26%的全球电能生产来自可再生能源。2018年，可再生能源在电力领域已经连续4年超过化石燃料能源和核能的总和。

德国在可再生能源方面的成功经验是政府政策和私营公司共同参与。德国联邦统计局统计数据 displays，2017年德国所有商业投资中，10%用于环境保护和可再生能源项目。

德国联邦外贸与投资署的能源专家罗塔赫表示，随着德国逐步淘汰核电站及煤炭发电站，可再生能源所占比重不断加大，同时拉动了在能源网络、智能电网以及能源储存领域的基础设施投资。这些新项目也为外国企业提供了更多商机。

经济日报 2019-08-26

### 河南能源转型升级难在哪？

“脱黑向绿”是河南省能源消费结构转型的主要目标。今年初，河南省能源工作会议上公布的数据显示，2018年，河南煤炭消费占比降至70%以内，降低2个百分点；可再生能源消费比重达到8.5%，提高0.5个百分点。虽然这一数字与国家《能源发展战略行动计划(2014—2020)》提出的“到2020年中国煤炭消费比重控制在62%以内”仍有一段距离，但是，河南在向绿色、低碳方向转变，实现中原崛起之路上已然开始行动。

■在京津冀大气污染传输通道城市即“2+26”城市中，河南省总共有7个，包括郑州、开封、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳。

■新能源在技术、成本以及稳定供应、规模供应等方面存在问题，新能源的政策支持力度不到位，投资存在“撒胡椒面儿”现象。

■从能源政策角度来看，要从国情省情出发，考虑资源禀赋和民情民意，因地制宜，聚焦新能源转型方向，为可再生能源经济的发展提出操作性较强的路线图。

河南与全国的情况基本类似，尤其近些年，雾霾问题成为困扰发展的一大难题，环保约束成为硬约束，倒逼着河南能源转型。然而，在转型过程中，河南还面临着诸多挑战。

环保约束倒逼河南能源转型

能源转型的重点是能源结构（包括能源生产结构和能源消费结构）的变革。主要内容是大力发

展可再生能源，逐步替代化石能源。能源转型不仅涉及技术、设备、运营体系的创新，而且涉及利益关系的调整。

党的十九大报告指出，要推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。这为我国以及河南的能源发展指明了方向。2017年河南省政府办公厅印发了《河南省推进能源业转型发展方案》，要求河南省必须加快转变以煤为主的能源消费结构和较粗放的能源利用方式，向清洁低碳方向转型，要求构建安全、绿色、经济、高效的现代能源支撑体系，积极推进河南能源转型。

河南能源转型主要是为了应对资源、环境问题。随着经济社会的发展，尽管我们一直高度重视生态环保，但是这方面的问题日渐突出。在京津冀大气污染传输通道城市即“2+26”城市中，河南省总共有7个，包括郑州、开封、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳。他们不仅要达到河南省的要求，还要确保完成国家下达的空气质量改善任务。2016年河南全省打响大气污染防治攻坚战，力度之大前所未有的。

技术、资金等影响新能源推进力度

资源禀赋决定了河南省以煤为主的能源生产结构特征。1978年煤炭在河南能源生产结构中占比93.7%，2018年仍然占比高达85%。石油则从1978年的5.4%下降为2018年的4.2%。近年来，在限煤、减煤、发展光伏发电和风电等大背景下，河南的非化石能源占比上升，从0.9%上升到11%。从中长期来看，煤炭在能源结构中的比重肯定要进一步下降，但是很难改变以煤为主的能源供应基本特征，以及由此进而导致的以煤为主的能源消费基本特征。

从能源转型方向来看，新能源的大方向基本明确，但是具体实施方案推进力度不够。可能是考虑到新能源在技术、成本以及稳定供应、规模供应等方面存在问题，新能源的政策支持力度不到位，投资存在“撒胡椒面儿”现象。客观上说，由于不稳定和间歇性，导致风电、光伏发电“即发即用”难以实现，弃风弃光现象严重，分散式风电、光伏发电从粗放式发展转向技术、质量、效益型发展空间很大，新能源潜力远未发挥出来。从产业经济理论角度来看，技术和成本是影响可再生能源行业发展的关键因素。事实上，近年来可再生能源发电等方式的利用水平在快速提升、成本不断下降、储能技术在进步，在今后的市场竞争中需进一步提质增效。

从能源行业体制机制来看，由于能源安全占有重要地位，和全国的情况基本一样，河南的能源行业深受计划经济体制影响。尽管经过多年的市场化探索，能源行业如何理清政府与市场的关系等问题仍然改革不到位，市场化改革道路依然漫长。

转型方向要因地制宜且可操作

多年来，能源转型是德国积极实施的可持续经济的计划之一，最终目标是用可再生能源取代煤炭、石油等不可再生能源，实现可持续发展。2010年9月，德国联邦政府推出《能源方案》长期战略，提出可再生能源将成为能源供应的主要支柱。有关研究预计，德国将进一步在可再生能源发展上超越其设立的目标，在2020年之前来自可再生能源的电力将超过40%。据报道，德国2018年可再生能源发电量占比超过40%，已经提前实现了目标。事实上，欧美国家在上一轮的能源转型中已经实现煤炭向石油的转型，而当前的可再生能源转型属于新一轮的能源转型。因为石油市场供应稳定、价格适中、石油冶炼技术成熟、石油产品消费市场成熟等，曾经取代煤炭的主体地位。随着石油市场不断告急，德国政府和民众进一步重视新能源的开发利用。由于历史原因，德国和日本一样民间反核力量声势浩大，所以德国的新能源最终集中在风能、太阳能等方面。

这也给我们一点启示，从能源政策角度来看，要从国情省情出发，考虑资源禀赋和民情民意，因地制宜，聚焦新能源转型方向，为可再生能源经济的发展提出操作性较强的路线图，加大政策支持力度，推动能源转型渐变过程。

从政府补贴来看，德国的可再生能源发展曾经历过爆发式增长，而后补贴逐渐紧缩，回归市场理性发展。通过制定新增装机目标、补贴削减、可再生能源招标等举措对光伏发电等进行有效调控。对此，企业界应该有一个清晰的认识和心理预期，回归市场、依靠产业核心竞争力是市场经济的本能行为。

从转型方向来看，河南是一个油气匮乏的省份，煤改气、沼气、地热等能源专项工程只是能源转型的历史过程，积极利用太阳能、风能是能源转型的主攻方向，要加大技术研发、资金投入、政策支持力度，实现跨越式发展，既要解决能源总量问题，又要进一步优化能源结构，解决能源结构这个突出问题。

#### 能源转型加快实现绿色发展

能源是国民经济的血液。能源转型是新一轮产业革命的重要组成部分，一旦取得重大突破，将引发和助推新一轮产业革命。河南目前发展新能源不仅为地方经济发展提供了清洁的动力，风电、光伏发电、生物质能发电等领域投资保持了快速发展，同时带动了能源互联网、电动汽车、储能等产业发展，新能源作为新兴产业成为经济增长的新亮点。从长远来看，新能源将引领新一轮产业革命，通过互联网技术与可再生新能源的深度融合，进入生产方式、商业模式、生活方式的新时代。

能源结构的清洁化、低碳化是实现绿色发展非常重要的环节。随着煤炭消费减量、替代以及清洁高效利用水平的提升，随着高耗能制造行业（包括钢铁、电解铝等）的工艺改造、电能替代等节能减排措施的实施，产品能耗不断下降，污染物排放大幅度减少，大气质量逐步改善，有助于减缓区域总体的环境约束压力，同时减轻制造业环境约束压力，促进制造业绿色发展的和正常平稳发展，筑牢生态发展底线。（作者系河南省社会科学院工业经济研究所所长、研究员）

张富禄 中国能源报 2019-08-26

## 能源互联网落地兰考

郁郁葱葱泡桐树掩映中的建筑楼顶上，太阳能板反射出蓝色光泽，田野里白色风机从容转动。如今的兰考很难让人与曾经风沙盐碱洪涝侵袭的贫瘠之地联系起来。

河南兰考是焦裕禄精神的发源地，同时也是河南省太阳能、风能资源相对丰富地区。2018年，国家能源局批准兰考作为全国首个农村能源革命试点建设示范县，兰考打响了全国农村能源革命的“第一枪”。

在试点建设过程中，能源互联网成为《兰考县农村能源革命试点建设总体方案（2017-2021）》（下称《方案》）的八大主要任务之一，也是提高当地可再生能源利用水平的一个突破口。

“兰考能源互联网平台建设之前，当地能源统计体系缺失，能源数据体系不健全。”国网兰考县供电公司（下称“兰考供电公司”）能源互联网办公室专责王昱清告诉记者。他介绍，今年7月，兰考能源互联网平台、兰考能源数据库、能源监测中心已经完成开发，初步实现兰考“全品类、全链条、全县域”能源生产可观可测，支撑能源监管部门及时掌握能源运行状态和重点项目推进情况。

在监测分析和数据共享方面，兰考能源互联网平台建立政府牵头、企业参与的数据归集机制，并制定了统一的数据接入标准规范。对于能源企业运行数据、重点用能企业和智慧园区数据、政府统计部门统计公开的信息等数据，平台分别提供了系统对接、终端采集、批量导入及在线填报四种采集方式。

除了能源互联网，太阳能、风能等可再生能源的开发建设是兰考能源革命的又一主要任务。从自然区位优势上看，兰考具有良好的发展潜力。据了解，2016年兰考清洁能源消费占比约7%。根据《方案》，到2021年，可再生能源占比达到60%以上，清洁能源占比达到90%以上。

兰考县丰华能源开发有限公司经理虞涛告诉记者：“政府对参建企业给予了很大力度的政策支持，兰考供电公司也在我们表露出投资意向后，为我们提供了合理的消纳方案，解决送出难题。”

受益于能源互联网的新能源发电企业，不只丰华能源一家。王昱清介绍，为提高当地可再生能源利用水平，一方面，通过兰考能源监测中心建设，实现兰考全县能源运行可观、可测，通过对全县能源数据的有效挖掘，为做好可再生能源发电高效运行提供数据基础和决策依据。另一方面，通过能源协调优化功能实施，促进了源网荷储一体化运行和多类型能源优化配置，最大限度消纳本地可再生能源发电。

兰考能源互联网示范项目建成后，能够为兰考不同类型的用户提供多元化服务。王昱清说道，其中为光伏、风电等能源生产企业提供负荷优化信息，实现可再生能源消纳；为能源传输企业提供能源生产及消费数据服务，降低能源传输成本；为特色农业试点场景提供分布式电源、储能、可调节负荷等多种能源协调控制策略服务，降低用能成本；为用能企业和居民提供节能评估、能效优化方案等服务，提高用能效率。

“下一步我们要依托兰考能源互联网平台，对风电进行最大限度的利用，为兰考能源革命贡献一份力量。”虞涛表示。

本报实习记者 齐琛罔 中国能源报 2019-08-26

## 热能、动力工程

### 乌克兰通过 2020 年前国家能效目标

本报讯 乌克兰国家新闻社日前援引政府新闻中心消息称，乌政府通过了符合欧洲要求的 2020 年前国家能效目标。

该项目是乌克兰国家能效署与能源协会秘书处专家在履行欧洲 2012/27 能效要求第 3 节框架下共同制定的。在计算目标时使用了通用方式，到 2020 年将最终能源消费相对基准情况降低 20%。

该项目还制定了以下参数要求：2020 年一次能源消耗不应超过 1.01316 亿吨石油当量；2020 年最终能源消耗不应超过 5550.7 万吨石油当量。

乌克兰官方表示，上述参数符合乌克兰 2035 年前能源战略和 2020 年前国家能效实施计划。

陈商 中国能源报 2019-08-19

### 软银 1.1 亿美元投资“巨塔储能”技术

日本风险投资巨头软银（SoftBank）旗下愿景基金（Vision Fund）首次涉足快速增长能储领域，向瑞士能储初创公司 Energy Vault 投资 1.1 亿美元，助力后者新型能储技术“能量巨塔”。

《金融时报》8 月 15 日报道称，Energy Vault 将利用这笔资金加速全球战略部署，预计将在四大洲同时开展商业规模的“能量巨塔”项目。成立于 2017 年的 Energy Vault，受抽水蓄能水电站中物理学和机械工程原理启发开发了这一突破性的储能技术，将可再生能源电力储存在一个由复合砖组成的高塔内，以低于化石燃料的成本提供基载电力。

Energy Vault 介绍称，其利用上千块每块重达 35 吨的复合砖建造一个可移动巨塔，通过机器视觉技术和计算程序控制这个巨塔，实现电力的可用性变化操纵——“充电”或“放电”。当电网上有多余的电力即多风或晴天时，这些电力将存储于塔内；而当需要电力时，通过移动水泥砖产生动能，从而转化为电能。

Energy Vault 通过技术管理这座近 500 英尺约 35 层高的“能量巨塔”，可以自由控制起重机、滑轮和电缆，复合砖本身是模块化的，可以单独操作，多个起重机和滑轮可同时移动多个砖块。当砖块被抬高时，能量将从电网中被释放出来；砖块被降低时，能量将重新传递回电网。

此外，Energy Vault 还可以根据需要自由控制充放电。福布斯网站援引资料显示，Energy Vault 的“能量巨塔”可以在 2.9 秒内将输电量从零升至 4 兆瓦，且输送曲线几乎呈线性，一秒内即可实现第一个 1.3 兆瓦的供电。

Energy Vault 联合创始人兼首席执行官 Robert Piconi 表示，自去年推出这一技术时，行业热情非常高、需求非常大，“能量巨塔”适用于全球任何地区。“这是一种节省成本的蓄电方式，因为砖块可以用当地材料建造。”他说，“我们很高兴得到软银的注资，这意味着我们的全球影响力在不断扩大。”

美国 CNBC 新闻网报道称，Energy Vault 去年在瑞士投产了一个小型试验塔，储能约是示范规模的 1/4，其计划今年底在意大利北部投建示范规模储能量约 35 兆瓦时的“能量巨塔”，这也是其全球首个商业规模的示范项目，预计 2020 年还将有更多示范项目投建运营。

Robert Piconi 指出，去年在瑞士试运行小型试验塔以来，团队不断改进控制系统的软件、测试复合砖的耐用性，以提高整体运行效率，为行业提供经济高效的能储解决方案。

据悉，软银将成为 Energy Vault 的客户，而愿景基金也将在 Energy Vault 董事会中占据一席之地，此外跨国建筑材料公司西麦斯（Cemex）和印度塔塔电力（Tata Power）也是 Energy Vault 重要投资者。当前，Energy Vault 正在为塔塔电力建造一座示范规模“能量巨塔”，峰值输出功率为 4 兆瓦，存储电量为 35 兆瓦时。

分析指出，能储一直被视为阻碍全球可再生能源大规模部署的主要技术瓶颈之一，目前仍缺乏有效、更经济的储能方案。大部分能储研发和投资者都专注于某种形式的电池存储，如锂电池、钠硫电池、铅酸电池等。尽管成本一直在下降，但随着时间推移，大部分电池仍要面临老化问题。

软银董事长孙正义曾宣称，愿景基金将在未来 10 年成为“技术行业最大投资者”。对此，软银愿景基金执行合伙人 Akshay Naheta 坦言：“Energy Vault‘能量巨塔’的美妙之处在于它的简洁性，塔身看似庞大，但可以很容易地进行能量转换。显然，该公司解决了如何大规模储存可再生能源这一长期而复杂的问题。”

Robert Piconi 指出，他也是首次在经济上看到了能储的成本点，这使得可再生能源的使用成本低于化石燃料。“我们认为使太阳能和风电比化石燃料更具竞争力，离不开大量技术创新，只有当每千瓦时成本为 3 至 4 美分，即每兆瓦时 30 至 40 美元时，这样的竞争优势才更突出。”他表示，“我们的能储技术将掀起一场革命，众多潜在客户如开发商、公用事业公司等都向我们抛出了橄榄枝，我们正在评估长期合作前景，当时机成熟时会予以公开。”

本报记者 王林 中国能源报 2019-08-19

## 印度化石燃料进口持续下滑

本报讯 据路透社报道，近期印度化石燃料进口呈下滑趋势，特别是原油、煤炭和 LNG，这意味着近期印度经济较为疲软，不利于拉动经济增长。

原油方面，路透社数据显示，印度 5-7 月原油月度进口量分别为 391 万桶/日、403 万桶/日、399 万桶/日，其中 5 月的原油进口量创 20 个月新低。

路透社数据还显示，印度今年前 7 个月的原油进口量平均为 417 万桶/日，比去年同期水平少 23 万桶/日。

路透社分析，印度原油进口减少一定程度上和美国制裁伊朗有关。印度购买伊朗原油的豁免权于 5 月初终止，印度炼油商的进口渠道减少。然而，这只能证明印度 5-6 月原油进口量减少，而无法说明 7 月进口量较低的原因。毕竟，印度原油进口商有足够时间寻找新的原油卖家。

路透社进一步指出，原油进口的减少和印度近期疲软的经济紧密相关。印度一季度 GDP 增速为 5.8%，创 4 年来新低。目前第二季度的 GDP 增速尚未公布，但印度政府的目标是到 2020 年 3 月，GDP 增速回升至 7%。对此，分析师多持怀疑态度，并特别强调，印度财政预算对刺激经济和提高税率的作用较小。

除了原油进口量下滑，印度近期煤炭的进口量也相对减少。路透社数据显示，6 月，印度煤炭进口量为 1640 万吨，7 月为 1450 万吨。其中 7 月煤炭进口量创 1 月以来新低。

不过，今年前 7 个月印度共进口煤炭约 1.23 亿吨，比去年同期约增加 1000 万吨。路透社分析，3-5 月，印度煤炭巨头印度煤炭公司在煤炭运输上出现问题，因此同期煤炭进口量有所增长，但不足以说明印度煤炭需求增长。

值得一提的是，印度近期进口印尼的煤炭量显著下滑。4 月约进口印尼煤炭 1010 万吨，而 7 月

进口量降至 510 万吨。

路透社分析，印度长期购买印尼动力煤用于电厂发电，进口量显著下滑可能意味着印度国内煤炭产量增长，也可能意味着印度电力需求增长疲软。

另在价格方面，原油和煤炭的价格虽然近期有所下降，但印度的进口量并未显著增长，这也表明印度近期经济较疲软。

路透社称，布伦特原油价格从 4 月 24 日的 74.57 美元/桶降至 6 月 12 日的 59.97 美元/桶。煤炭方面，能源报价和分析机构阿格斯数据显示，印尼每公斤 4200 千卡的煤炭价格从 5 月 10 日的 39.15 美元/吨降至 6 月中旬的 35.84 美元/吨。

在 LNG 方面，路透社称，尽管 5-7 月印度 LNG 进口量有所提升，但并不能反映印度能源需求增长强劲。事实上，2019 年年初印度 LNG 进口量较小，前 7 个月，印度 LNG 进口量为 1250 万吨，约比去年同期多 10 万吨。

路透社分析，5-7 月印度 LNG 进口量增加是由于连月来 LNG 现货价格降至三年来的最低水平，6 月初价格约 4.25 美元/百万英热单位，不到冬季采暖季节的一半。

路透社称，总体来看，印度连月来能源进口需求疲软，不利于拉动该国经济的增长。（王升）

中国能源报 2019-08-19

## 宁夏率先实现新能源利用率达 97%以上目标

本报讯 作为我国新能源综合示范区，多年来，宁夏新能源发展持续保持高速增长态势。2018 年，宁夏在国内率先实现了新能源利用率 95%以上的目标，截至今年上半年，宁夏新能源利用率已达 97.24%，其中，风电利用率为 97.5%，光伏利用率为 96.8%。

为全力接纳新能源，近年来，宁夏不断推进网架建设和优化，今年上半年共完成 21 项 178 万千瓦新能源项目接入系统评审。在加速技术支持系统建设方面，宁夏先后建设了新能源有功无功控制系统、新能源发电功率预测系统、可再生能源跨省区现货市场技术支持系统、宁夏辅助服务市场交易系统、分布式电源管理和预测系统等，以支撑新能源消纳工作。

据悉，为保障高比例新能源电网安全，宁夏不断强化网源协调管理，并积极推进西北第一批新能源场站快速调频能力改造工作。此外，宁夏还通过省间互济，扩大区外消纳市场。通过实时双边交易、实时控制区置换、日内跨省调峰交易和跨区现货，增加新能源消纳电量 11.1 亿千瓦时，累计提高利用率 7.4 个百分点。（于瑶）

中国能源报 2019-08-19

## 储能有望步入规模化商用阶段

■目前整个储能行业正处于向商业化过渡的关键时期，安全、成本、回收是全球储能产业面对的共性难题。

■储能产品品质良莠不齐，一些企业用劣质产品低价冲击市场，对储能产业的健康发展非常不利，储能标准体系建设已迫在眉睫。

■业内一致认为，应加强政策引导、加快储能参与电力市场化进程、加速行业标准出台、持续推进储能技术创新。

“在全球储能技术创新和产业竞争的赛场上，中国正在以日新月异创新力和竞争力，加速从跟跑者向并跑和领跑者的角色切换。”8 月 9 日，在西安举行的第二届全国发电侧储能技术与应用高层研讨会上，中国化学与物理电源行业协会储能应用分会秘书长刘勇说。

从跟跑到领跑离不开量的积累。中关村储能产业技术联盟的统计数据显示，截至 2018 年底，我

国已投运储能项目累计装机规模 31.3GW，占全球市场总规模的 17.3%。我国储能行业已开启规模化应用发展的新阶段。

#### 储能应用在各个领域全面铺开

在国家政策和地方相关落地措施的推动下，储能的市场空间不断拓展，可再生能源并网、电网辅助服务、电网输配、分布式及微网、用户侧等应用场景中，处处可见储能的身影。

在光伏、风电基地布局储能项目，通过平滑输出、参与调峰调频，提高电能质量，可有效缓解新能源消纳问题。“在光伏电站应用储能技术，可切实解决弃光问题，是实现可再生能源大规模接入电网的重要手段。同时，它也是分布式微电网、智能电网系统的重要组成部分，在未来的能源互联网中具有举足轻重的地位。”华能集团清洁能源技术研究院有限公司新能源技术部高级工程师朱连峻指出。

作为国家清洁能源示范省，青海省在电力辅助服务市场建设过程中，率先实践应用共享储能理念，通过“源网储”实时联合调度控制，提升电网调峰能力。“目前只有鲁能多能互补储能电站满足共享储能市场化交易准入条件，自 6 月份市场开始运行至 8 月 5 日，共享储能电站通过集中交易和调度调用两种模式，累计充电电量 266 万千瓦时，累计放电电量 224 万千瓦时。”西北能源监管局市场监管处副处长吕锐说。

在我国储能推广应用过程中，部分地方政府和地区还结合自身资源优势和电源结构特点，进行了一些开创性的“先行先试”大型储能示范项目建设，如甘肃 720MWh 网域大规模储能电站项目、大连 200MW/800MWh 全钒液流电池储能电站、江苏镇江百兆瓦储能项目等。“这些‘先行先试’重大储能项目对于验证大型化学储能技术可行性、推动能源重大技术国产化、促进储能产业健康发展具有十分重要的现实意义。”刘勇表示，“随着能源转型持续深化和储能技术不断成熟，储能有望实现与新能源及各类传统灵活调节电源协同发展。”

#### 规模化推进仍面临诸多挑战

储能产业方兴未艾，规模化推进依然面临诸多严峻挑战。“目前整个储能行业正处于向商业化过渡的关键时期，安全、成本、回收是全球储能产业面对的共性难题。”刘勇一语中的。

“电化学储能技术路线众多，不管是哪一种电池，都各有优缺点。比如铅酸电池寿命短，锂离子电池安全性问题突出。现在还没有一种电池能同时满足容量高、规模化、成本低、寿命长的要求。”西安交通大学电气工程学院教授、国家能源重点实验室常务副主任宋政湘表示。

国家能源分布式能源技术研发中心特聘研究员周锡卫进一步指出，储能系统主要设备选型方面，尤其要注意安全性。目前储能产品品质良莠不齐，一些企业用劣质产品低价冲击市场，对储能产业的健康发展非常不利。储能标准体系建设已是迫在眉睫。

尽管价格呈逐年下降趋势，但储能高成本问题依然是业界关心的焦点。国网四川综合能源服务有限公司副总经理秦毓毅表示，在投资电站时，要充分考虑政策、成本等带来的风险约束，做好项目投资经济性与可行性评估，以便做出合理的投资决策。

此外，储能的多重价值尚未在当前价格体系中得到充分体现，市场化交易机制和价格形成机制的建立仍需一定时间。同时由于政策导向不够清晰，储能发展的商业模式有待健全，不少企业仍然是“摸着石头过河”。“在青海格尔木光储联合发电储能电站，南都电源采用投资+运营模式，以储能上网卖电的形式回收投资成本。”浙江南都能源互联网运营有限公司市场开发部副经理王昌俊介绍说。

#### 合力护航产业健康发展

如何促进储能产业健康发展？加强政策引导、加快储能参与电力市场化进程、加速行业标准出台、持续推进储能技术创新等得到了业界的一致认同。

“‘两个细则’的发布和修编，对保障西北电力系统安全、优质、经济运行，提升西北区域并网发电机组运行管理水平、调动发电企业参与辅助服务积极性，优化电力资源优化配置等发挥了积极的促进作用。”吕锐表示，辅助服务市场是储能发展的重要载体。

电力规划设计总院国际业务部国际合作处副处长王顺超指出，从国际经验来看，从目前服务市

场试点到后续市场化改革的过程中，储能的市场活力会慢慢得到激发，从而实现自身应用价值，这是一个必然的发展历程。

对企业而言，加强技术创新成为布局储能领域的发力点。朱连峻表示，华能集团清洁能源技术研究院研发的直流组网储能技术，能够解决电池储能系统存在的较为严重的安全性低、一致性不强、效率较低等问题，在破解可再生能源限电问题，提升火电调频能力和安全性，提升电站经济效益方面具有重要的推广价值。

特变电工西安电气科技有限公司微网产品线总经理黄浪博士称，特变电工储能系统柔性解决方案通过各个关键部件的优化设计，保证系统高效、可靠、稳定，可满足各个需求端的应用。

针对电池回收问题，银隆新能源股份有限公司电池营销总经理谢墨指出，要加大电池循环利用技术研发，着力形成产业链闭环，确保储能产业绿色发展。

“储能产业的创新，早已不是某家企业针对某项技术的单独行为和一己之力，而是需要科研机构、系统集成商、电池制造企业、电气元器件生产企业以及设计院形成合力，结合人工智能与物联网技术，实现全行业、跨平台、跨领域的大融合、大共享、大合作的尝试与突破。”刘勇说。

本报记者 樊桐杰 中国能源报 2019-08-19

## 热电联产难“救”青海火电

火电厂虽有供暖业务，但为此进行的管网投资却迟迟难以收回，反而加重了企业负担。

夏天青海火电要为可再生能源让路，强制停机，无法保证工业供汽。

青海火电企业规模小、产权分散、发电量低，加之煤耗较高，购煤成本上升，企业融资较为困难，有的资金链甚至已经断裂，但需要继续经营以保障冬天民生供暖，由此陷入恶性循环。

8月12日，本报刊发调查报道《10台机组9停运，青海火电怎么了》，引发了行业对青海火电企业生存困境以及如何“求生”的关注。

记者在采访中注意到，青海供热市场较大，一年中有近6个月供暖季。那么，热电联产能否成为青海火电的新出路呢？

民用供暖投资难收回

“我们承担西宁市海湖新区大约1516万平方米的供热项目，全部是居民采暖。采暖价格为每月4.6元/m<sup>2</sup>，高层有0.2元/m<sup>2</sup>的加压费，每年的供暖季6个月。”西宁市某热电企业负责人杨某坦言，虽然有供暖业务，但电厂为此进行的管网投资却迟迟难以收回，反而加重了企业负担。

杨某告诉记者，西宁市政府在引入项目时提出，电厂到居民小区的管网建设和供暖改造费用由电厂、开发商和政府三方共同承担，电厂先行垫资建设。“目前，主管网已基本建成，供热改造和基建管网总投资额约10亿元。现在，开发商和政府给了差不多2亿元。”

“开发商的投资已经基本到位，但由于最初规划的采暖面积是1500多万平方米，现在实际上只落实了1000多万平方米，剩余500万平方米的管网投资开发商就不支付了。”而对于政府承诺的部分投资，杨某表示，“政府陆陆续续在给，已经付了6000多万元，还欠8000多万。”

此外，杨某还透露，推动民用采暖改造也并非易事。“其实，海湖新区还有约300万平方米的居民小区采用天然气自供暖。我们也多次和政府沟通，希望把这部分也收归统一供暖，但很多开发商就是不放手。”

杨某表示：“由于青海昼夜温差大，白天气温偏高，很多自供暖小区实际上并非24小时供暖，白天温度高时供暖就停了，其实每天只供早晚和半夜，这样开发商是有利可图的，所以他们也不想放弃这块收入。”

工业蒸汽难以稳定供应

除了民用供暖，也有企业想在工业供热上寻找出路。

黄河上游水电开发有限责任公司西宁发电分公司安全副总监石鸿铭介绍，周边工业企业为保障

生产，多数自备小锅炉产汽。“我们电厂附近有两个化工园区，里面很多工业企业想用电厂的蒸汽。小锅炉一方面增加了工业企业的投资和人力成本，一方面也存在安全和环保问题。如果我们可以稳定保供，这些企业大多愿意关停自己的小锅炉。”

“本来挺好的项目，但是夏天青海的火电要为可再生能源让路，强制停机，根本保证不了供汽。”石鸿铭表示，其所在的电厂共有2台66万千瓦机组，为了进行热电联产，电厂共投资2.6亿元进行改造。“这么大的投资，却发挥不出经济效益。”

“我们也在园区内联合一些省内有影响力的用汽企业。”石鸿铭说他也在想办法寻找新的客户，“这样如果夏季要求电厂停机，这些用汽企业可以和我们一起去相关部门呼吁，至少可以保一台机运行，哪怕电负荷只维持一般也可以。”

电厂希望通过用汽企业的需求来保障机组运行，不过用汽企业却想先看到电厂持续、稳定的保供能力。“马上快谈成了，对方一看电厂又停半年，又黄了。”石鸿铭无奈地说。

市场需求是关键

青海的燃煤电厂到底能否通过供热抽汽改造而创造收益、扭转困局呢？

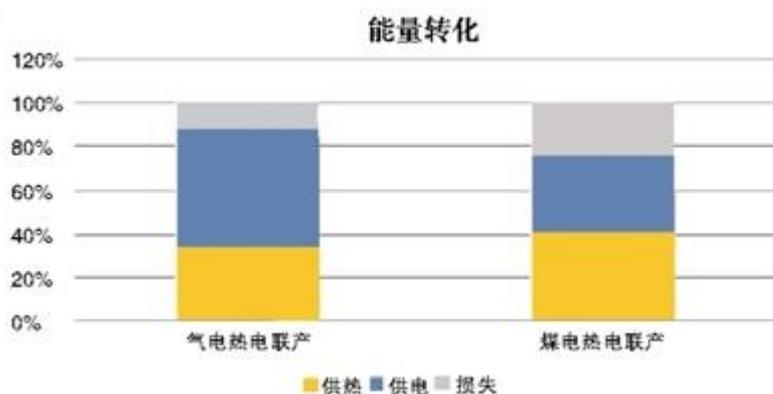
一位不愿具名的业内专家告诉记者，热电联产实际是发电和集中供热或供汽的组合，在生产相同数量和质量电、热的前提下，热电联产比单纯发电或单纯供热能耗要小，还能增加额外热商品收益，经济性较为显著。

但并非所有的热电联产机组都能增收。“目前，青海的火电企业普遍经营困难，企业规模小、产权分散、发电量低，加之煤耗较高，购煤成本上升，企业融资较为困难，有的资金链甚至已经断裂，但要保障冬天民生供暖，就只能继续经营，由此陷入恶性循环。同时，在目前煤电供应偏松的背景下，部分火电机组无电可发，热力商品也无法产生收益，投资很有可能打水漂。”该专家表示。

国家电网能源研究院能源战略与规划研究所研究员闫晓卿表示，理论上，燃煤电厂进行热电联产改造，集中供暖或提供工业蒸汽，利用余热供暖，这是水电、风电和光伏发电等其他电源形式不具备的功能，具有较大的市场空间。“但是，还需要对城市规划和集中供热区做统筹安排，在热负荷充分保证的前提下，才能收到良好的综合效益。是否盈利还要根据当地热力市场情况而定，关键要有真实的市场需求。”

本报记者 姚金楠 实习记者 赵紫原 中国能源报 2019-08-19

## 天然气热电联产是大势所趋



天然气热电联产是目前能源综合利用效率最高且环保低碳的一种能源利用方式，但受行业政策及产业配套不够完善等因素的影响，行业发展存在一些制约因素，近期引发了一些疑虑。笔者仅从能源安全、资源禀赋、市场价格等方面浅析。

■疑虑一：发展天然气热电联产影响能源安全吗？

1、天然气来源多元化

天然气热电联产的气源有国内自产气也有进口气，且进口气方向很多：有中亚天然气、缅甸天然气、俄罗斯天然气，还有海运来的进口 LNG。气源多元化促进了相关产业及配套设施的逐步完善，更好地保障天然气供应。

## 2、天然气热电联产项目是气网、电网安全运行的重要保障

天然气热电联产项目具有双调峰功能，可保障电网、气网安全运行。一方面，燃气轮机的调峰性能优越，在启停速率和低负荷运行深度调峰等方面均优于煤电。天然气热电联产项目可以深入负荷中心，满足潮流分布等电网调峰需求，保障电网运行安全。另一方面，热电联产项目对气网也具有调峰作用。天然气的特点是不易储存，压力过高或过低都会影响气网运行安全，天然气热电联产项目相当于动态的储气设施，可以根据气源气量的供应以及管网的安全运行压力，快速响应，及时增加或减少用气量，保障气网安全稳定运行。

### ■疑虑二：天然气资源稀缺吗？

#### 1、我国天然气资源储量丰富

根据英国石油公司（BP）统计数据，截至 2018 年底，全球已探明天然气储量为 196.9 万亿立方米。中国已探明天然气储量呈现稳定增长趋势，常规天然气资源量约 56 万亿立方米，截至 2018 年底可开采的资源量为 6.1 万亿立方米。从产量来看，2018 年中国天然气产量 1615 亿立方米，排名世界第六。另外，我国非常规天然气储量丰富，页岩气资源储量全球第一。目前非常规天然气开发程度较低，但随着技术进步和油气改革的不断深入，开发低渗透、深层、深水、火山岩等领域大量的品位低、难动用资源的经济性将逐步显现，非常规天然气资源潜力将不断释放。相信未来几年天然气产量将会得到爆发式的增长。

#### 2、国际市场气源充足

中石油经济技术研究院 2019 年初发布的《2018 年国内外油气行业发展报告》显示，去年全球 LNG 出口增量主要来自澳大利亚和美国。目前的产气大国卡塔尔、俄罗斯、加拿大、澳大利亚、印尼等都在投资建设定位于出口的液化厂，全球天然气供应已呈现宽松的态势。

### ■疑虑三：天然气价格高不高？

目前，制约天然气热电联产的主要因素是国内天然气价格较高。

近年来全球 LNG 市场需求总量持续较大幅度增长，由 2014 年的 2.39 亿吨大幅提升至 2017 年的 2.9 亿吨。2017 年我国实行“煤改气”政策，加上国内的天然气配套设施不完善等原因，LNG 进口价格在 2017 年下半年大幅上涨。但在国际市场上，LNG 现货价格一直处于较低水平，由于国内天然气市场尚未完全放开，储气设施不完善，造成用户端价格远高于天然气的国际现货市场价格。2019 年以来，国际市场 LNG 现货价格持续走低，近期到岸价仅为 4.4 美元/百万英热（折合人民币 1.5 元/立方米），远低于同期国内 LNG 接收站的挂牌价格及管道气门站价格。全球 LNG 市场在一段时间内将维持供给宽松局面，LNG 价格将趋于合理。

另外，我们不能单以价格来比较煤炭与天然气的经济性，煤炭虽然价格较低，但废弃物更多，环保压力更大，且后续在治理环境方面需付出更大的代价。作为优质高效、绿色清洁的低碳能源，天然气在降低燃煤带来的环境污染与社会成本方面有着巨大的价值和优势。

### ■发展天然气热电联产项目应成为天然气利用的重要方向

中国能源行业正经历着一场前所未有的变革，向着多元化、清洁化、数字化和市场化的方向转型。天然气热电联产应成为天然气的重要利用形式。与燃煤机组相比，天然气热电联产还具有以下显著优势：

#### 1、天然气发电是发达国家发电的重要组成

我国在天然气发电方面仍处于起步阶段，但目前美国、日本、韩国和欧洲等发达国家已经将天然气发电作为主要能源之一，装机容量占比越来越高，其中美国 42%、英国 42%、韩国 27%。

美国能源信息署(EIA)统计数据，截至 2019 年 1 月，美国天然气联合循环电厂装机容量为 26400 万千瓦，而燃煤发电厂的发电装机为 24300 万千瓦。2019 年 5 月，美国净发电量同比下降 2.4%。其

中，煤炭发电量为 737 亿千瓦时，同比下降 13.6%，自 2018 年 12 月以来连续 6 个月保持下降趋势；天然气发电量为 1174 亿千瓦时，同比增长 1.1%。可以预见天然气发电仍然是美国最基本的供能方式。

## 2、天然气热电联产极大地提高了能源利用率

燃煤发电机组中，超超临界参数机组循环效率为 45%左右；超超临界二次再热机组的循环效率为 48%左右。若以联合循环+供热方式运行，综合能源利用方式则效率更高：浙江某药业能源站设计 2 台 12.9 兆瓦+7.95 兆瓦燃气发电机组，供热量 61.22 吨/小时，厂用电率为 4%，单循环燃机效率 34.5%（相当于超高压参数的煤电机组循环效率），热（冷）电比 146.91%，整体能源利用热效率高达 82%。

以 9HA.01 燃气联合循环机组与 660MW 超超临界煤电机组对比，考虑供暖抽汽使综合效率达到最大化时，两种技术的发电、供热如下（按等容量折算）：

从上图可以看出，燃气联合循环热电联产的效率比煤电要优越很多，在燃烧同等热值燃料的情况下，损失只有煤电的一半不到，高品质的能源“电”的产出率是煤电的 157%，供热量是煤电的 83%（以上数据以 9HA.01 与 66 万超超临界煤电的最大抽汽供暖能力时的热平衡计算）。

## 3、天然气热电联产更适合作为城市中心能源点

目前国内热电联产机组主要分为燃煤热电联产机组、天然气热电联产机组及生物质热电联产机组。其中，生物质热电机组由于燃料来源和燃料质量不稳定，不适合广泛地推广应用；燃煤机组目前是热电联产机组的主流，但燃煤机组对环境污染较大，负荷调节性能差，且系统结构复杂，在更加注重节能减排和能源供给安全的今天，已无法满足社会的发展需要，不应作为唯一的热电联产选项。

天然气热电联产机组发电耗水仅为燃煤机组 1/3，占地面积较燃煤机组少一半以上，无需设置煤场、灰场等存在较大粉尘污染的附属设施，系统结构简单、设备自动化程度高，运行稳定性及安全性也大大提高。显然，天然气热电联产机组更适合作为城市中心能源点。

（作者系协鑫能源科技股份有限公司副总裁）

王世宏 中国能源报 2019-08-19

## 远景能源田庆军：未来电力或趋向 5 大变化

8 月 22 日，第五届远景能源技术高峰论坛在沈阳举行。远景能源高级副总裁田庆军在发表开幕致辞时指出，过去五年我们共同见证了中国风电的高速成长和成熟，迎来了中国风电逐步摆脱补贴，实现平价的美好时代。未来以风电为代表的新能源、电力行业或将出现 5 大变化趋势。

以下为发言全文：

由于成本低廉，未来风电会爆发式增长，成为部分地方政府新兴支柱型产业。技术进步带来的投资收益增长，使得新能源开发权成为部分区域的发展权。例如河南某平原地区，140 米高空年平均风速超过 6 米/秒，现有风电技术年发电量接近 3000 小时，未来更是会超过 3500 小时，平价后项目收益率在 30%以上，是优质的地上“新煤炭”，而这些地区的资源还远远没有开发，潜力巨大。据不完全统计，全国类似的平原县域超过 100 个，风电可开发量在 5000 万千瓦-1 亿千瓦以上，可以有效拉动地方经济的增长。

特高压未来会像高铁一样高速发展，形成新的“石油”管道。中国的资源储备与能源消费严重不平衡。三北地区风光资源可开采存量超过 500 亿千瓦，年发电量超过 100 万亿千瓦时，是目前全国用电量的 10 倍以上。而三北地区的本地消纳能力不足全国的 20%，供需能力严重不平衡。随着新能源度电成本的持续下降，未来会有越来越多的新能源通过特高压输送至中东南部电力负荷大省。

随着储能、制氢等产业的发展，电力未来的输送形式会更加多元化，不再单纯依赖电网，铁路、陆路运输成为可能，形成新的“煤炭”专线。随着技术的不断突破，储能和制氢成本快速下降，预计当

储能成本低于 0.20 元、制氢和运输成本低于 40 元时，非电网运输成为可能。到那时，风电等新能源会成为中国新的“石油”，从三北等风光资源发达地区以另一种形式被运送到全国各地，满足新能源汽车、新能源船舶等终端需求。

未来是 5G、物联网、人工智能和云计算等技术的天下，但这些技术的发展和应用的能源为基础的，仅 5G 技术的推广，未来每年的用电量要在 4G 基础上增加 10 倍以上，国内电信运营商的年用电量会增至 4000 亿千瓦时以上，电力成本成为运营负担。这些应用必将寻找低廉的能源解决方案，传统用电模式将被颠覆。电力本地消纳成为常态，电力“局域网”迎来爆发期，高耗能产业向能源成本洼地快速迁移，如 IDC 数据中心等将就近建设。电力交易高速发展，电力物联网雏形显现，形成新的电网。“网售分离”、隔墙售电、增量配网等迎来爆发期。主流电力开发商未来会成长为综合能源供应商，简单的建设电厂、向电网售电的模式无法支撑发展，售电服务会成为未来主流业务之一。电力物联网将打开一个万亿市场。

电力接收端成为竞争焦点，跨区域电力消纳成为主流，未来谁拥有受端资源谁将主导新能源开发市场。央企跨区域公司协同、央企与省能投之间的协同成为必然。受端将为东北、华北、内蒙、青海、甘肃、新疆、宁夏等三北地区的新能源消纳找到解决方案。

远景能源 2019-08-28

## 我学者攻克固态锂电池电极-电解质瓶颈

记者 29 日从中国科学技术大学获悉，该校马骋教授课题组和清华大学南策文院士团队合作，制备了倍率性能可与传统浆料涂覆正极相比的复合正极，为克服固态电池中电极-电解质接触差这一瓶颈提供了新思路。相关研究成果日前发表在国际材料学期刊《物质》上。

研究人员在使用电镜研究钙钛矿结构固态电解质时，发现富锂层状氧化物这一高性能电极材料的结构可以与钙钛矿结构间形成外延生长的界面，从而在原子尺度形成紧密、充分的固-固接触。进一步对两者间外延界面进行深入分析，发现界面处每 15 个原子面就会形成一个错配位错，释放积累的应变。这一机制导致了此外延界面的形成并不要求电极和电解质具备相近的晶格尺寸，而是可以广泛发生于多种层状结构材料与钙钛矿结构材料体系之间。

科研人员将这一结论用于实际的材料制备中，制备出了原子级界面结合的电极-电解质复合正极材料，并对其进行了性能表征。结果显示此方法制备的固-固复合电极中活性物质与电解质之间结合充分程度接近固-液接触，并且其倍率性能也不亚于传统浆料涂覆技术制备的固-液复合物电极。

该方法的提出为克服固态电池中电极-电解质接触差这一瓶颈提供了新思路。

科技日报 2019-08-30

## 美国页岩开发是甲烷排放“元凶”

日前，美国一项研究表明，近 10 年来全球大气中甲烷浓度出现飙升，很可能是美国页岩油气活动开采所致。当前正值美国环保署（EPA）计划取消对能源企业甲烷排放限制之时，此研究一出即将美国页岩油气行业推向了风口浪尖。

有分析指出，此研究可能将对美国页岩油气产业造成一定打击，页岩气的环保属性再次受到质疑。

页岩开采或是甲烷飙升主因

有资料显示，石油和天然气工业中，甲烷能够从天然气压缩站、管道或油井处溢出。与二氧化碳相比，甲烷排放量相对较少，但由于其在进入大气层后的 20 年里具有的吸热能力是二氧化碳的 84 倍以上，因此被认为是造成全球变暖的主要原因之一。近几年来，美国页岩企业已积极采取多种手段控制甲烷泄露溢出。

此前科学界已对快速飙升的甲烷浓度提出了警告，进入 21 世纪后，2007 年以前全球大气中甲烷浓度仍保持平稳，自 2008 年以来大气中甲烷浓度出现逐年上涨的态势。

论文作者美国康奈尔大学教授 Robert W. Howarth 表示，通过追踪“碳标记”，研究发现目前大气中的甲烷并不是来源于传统行业——包括畜牧业或煤炭行业等，而很可能来自于美国页岩油气的开采活动。

据了解，该研究通过找到“碳足迹”与传统化石能源的联系，进而通过研究大气中甲烷的碳组成，发现非传统油气开采的水力压裂活动可能是导致甲烷大量排放的主要“元凶”。Robert W. Howarth 称，近年来大气甲烷含量出现了飙升，全球范围内大气甲烷含量增长的现象都很明显，这一结果一定程度上加快了全球变暖进程，而根据研究，美国大规模的页岩气开采可能是其主要原因。

《卫报》撰文指出，这一理论符合近十年来的大气活动记录，也表明近十年来美国的“页岩革命”与大气中甲烷浓度的飙升有所关联。

对此，英国学术界发声称，这一理论尚存一定的不确定性，暂时无法确认这一关联。曼彻斯特大学教授 Grant Allen 表示，学术界仍需进一步研究才能获得确切结论，但这一研究成果却提出了一个十分重要的观点，控制水力压裂导致的甲烷排放乃至控制化石能源的使用将尤为重要，需尽快制定政策、快速转向，以保证大气甲烷浓度不会进一步上升。

#### “逆势”取消甲烷排放监管

Robert W. Howarth 认为，如果人类能够快速减少甲烷的排放量，大气中的甲烷也会逐步消散，与治理二氧化碳排放不同，减少甲烷排放会对减缓全球变暖效应将起到立竿见影的效果。

然而，美国总统特朗普正计划取消对美国境内油气设施的甲烷排放情况的监管。彭博社报道称，目前白宫正对 EPA 提交的取消甲烷排放限制提议进行审查。一旦通过，美国将不再从联邦层面要求页岩产业减少甲烷排放，未来可能也不再有关规定。

彭博社撰文称，EPA 放弃甲烷监管的计划与特朗普政府一直以来的气候政策相吻合，此前特朗普政府也放宽了美国化石燃料发电厂及汽车排放限制。批评人士称，该提议是特朗普政府从全球应对气候变化的斗争中全面撤退的一部分。

2016 年，奥巴马政府“剑指”美国石油工业，要求企业对产业链上的天然气泄漏进行定期检查，同时也配合有其他政策要求定期探测甲烷废气的排放。

#### 或损伤页岩气“环保”属性

在甲烷排放限制有望解除的“政策利好”下，美国页岩油气业内人士却对此表达了担忧。彭博社援引美国内政部前官员 David Hayes 称：“页岩产业业内人士能够理解甲烷限排政策，他们知道甲烷排放是极大的责任。”一旦甲烷排放的限制解除，有业内人士担心，天然气长期以来的“低碳”声誉将受到损害。

多年以来，美国页岩气的二氧化碳排放量远少于煤炭，通常情况下“环境友好”也是天然气的一大卖点。然而，这项研究却指出页岩其开采也可能加剧了气候变暖，随着特朗普总统取消联邦层面的政策约束，很可能让天然气的“清洁属性”有所减弱。在投资机构越来越重视气候风险的情况下，此举可能会有损天然气“声誉”，可能影响到天然气销售情况。

美国一家环境保护基金的高管 Ben Ratner 指出，利益相关方对天然气的信心可能已经“命悬一线”，EPA 取消限制的举动可能会起到决定性的作用。

另外，超过 60 家美国油气企业已表示自愿监测页岩气开采过程中的甲烷排放量，但美国页岩业界仍认为联邦方面的约束政策对这一高度细分的行业具有举足轻重的作用。

据了解，英国石油和壳牌高管曾在今年 3 月表示对美国联邦政府甲烷排放限制政策的支持。同时，一位 BP 高管也曾公开表示，仅由部分企业自愿采取甲烷限排的措施也并不足以解决气候问题。

本报实习记者 李丽旻 中国能源报 2019-08-26

## 欧洲成全球最大住宅储能市场



能源咨询公司伍德麦肯兹日前发布的最新报告指出，欧洲已经成为全球最大住宅储能市场，未来 5 年其整体增速将超过目前该地区领军者德国。进入 2020 年代，住宅型光伏加储能系统将在欧洲地区得到最大发挥，其经济临界点和规模化应用也在加速到来，其中意大利有望率先于 2021 年实现电网平价，德国紧随其后将于 2022 年达成这一目标。

### 2024 年规模将达 6.6 吉瓦时

伍德麦肯兹预计，到 2024 年，欧洲地区住宅储能系统部署规模将增长 5 倍达到 6.6 吉瓦时，每年新增装机将是目前的两倍以上。德国作为全球住宅储能市场的排头兵，引领了欧洲在这一领域的快速增长，随着欧洲其它国家紧锣密鼓地开展相关项目，未来 5 年区域整体增势喜人。

伍德麦肯兹研究员 Rory McCarthy 表示，从明年开始，除德国之外的欧洲其他国家也将加快住宅储能的部署，尤其是那些正在进行电力市场结构改革、现行电价过高、上网电价补贴机制到期或取消的国家。“事实上，欧洲大部分国家都在为住宅储能系统的部署创造有利的市场环境。”他说。

值得一提的是，西班牙就是一个颇具潜力的市场，尽管该国尚未制定具体的住宅储能政策且曾经遭受“太阳税”等不利于光伏发展政策的影响，但新政府对于住宅光伏市场的重建以及电力自我消纳持支持态度，这都将为该国的住宅型光伏加储能系统的发展铺平道路。

### 意德率先实现“电网平价”

伍德麦肯兹研究发现，储能在欧洲地区的经济临界点即将到来，德国、意大利和西班牙正在加速向“电网平价”时代靠拢，届时这 3 个国家的住宅型光伏加储存系统的每千瓦时电力成本将与电网购电每千瓦时电力成本相当。

其中，意大利和德国将分别于 2021 和 2022 年实现积极的净现值和内部收益率，这意味着，这两个国家的家庭将是欧洲地区最早用上实惠的屋顶光伏系统加储能用电成本的用户。尽管意德两国比欧洲其他国家对储能技术“更友好和开放”，但这一趋势将在整个欧洲逐渐蔓延。

“意德是欧洲地区对储能接受程度最高的两个国家，我们预计这种趋势将从明年开始在整个地区推广开来，即从市场跟风变成合理投资。”Rory McCarthy 坦言，“事实上，住宅储能领域的兼并购活动也在欧洲地区加速升温，公用事业公司、油气公司、能储技术公司、互联网公司等都将在该领域寻求收购机会。”

此外，英国和法国的储能经济临界点较远，两国都受到每千瓦时发电成本过高、储能系统刚起步、政策机制并不完善等因素影响，尽管仍将继续推动储能技术的部署，但到 2024 年不会实现电网

平价。

光伏加储能成本待下调

业内认为，成本问题仍是引爆储能新增长点的主要驱动力。随着电气化时代的到来，基础设施升级以及高资本支出电力系统都将带动电价上涨，最大化降低储能系统成本，将为可再生能源和储能的融合发展带来更大助力。

当前，住宅型光伏加储能系统成本不菲，这使得大部分欧洲居民对于在光伏系统中添加储能装置持观望态度，只有加大创新力度并鼓励多样化商业模式，帮助用户摊销前期成本，才能让住宅型光伏加储能成为“实惠型”的家用发电方式。

伍德麦肯兹研究发现，储能系统无法在住宅领域大规模部署的最大障碍是高昂的前期成本。以德国为例，增置储能系统可使住宅光伏发电的平均成本增加 93%。

Rory McCarthy 表示：“电价上涨以及人们对生活在更环保、更可持续环境中的渴望，足以推动住宅储能系统的加速部署，但只有让消费者享受到住宅储能的‘经济红利’，才能体现出储能在能源转型中的真正价值。”

绿色能源带动储能增长

伍德麦肯兹太阳能行业高级分析师 Tom Heggarty 指出，用于自我消费的分布式太阳能发电，仍是欧洲可再生能源市场的重要组成部分，将占 2019 至 2024 年间总装机的近 40%。“这意味着，未来几年将太阳能与电池存储配对，会变得越来越普遍。”

伍德麦肯兹预计，欧洲新增太阳能装机量将在未来 3 年内翻一番，达到每年约 20 吉瓦的水平，到 2024 年该地区总装机量将超过 250 吉瓦。

彭博新能源财经（BNEF）也在最新报告中指出，可再生能源尤其是光伏加储能，已经是储能电池建设的主要动力，开发商和电网之间新的合同结构充分表明，新时代的可再生能源必须是可调度的。BNEF 预计，2018 至 2040 年间，全球储能规模有望实现 122 倍增长，将从 2018 年的 9 吉瓦/17 吉瓦时增长到 2040 年的 1095 吉瓦/2850 吉瓦时。

BNEF 储能行业分析师 Logan Goldie-Scot 表示：“可调度的可再生能源时代正在到来，可再生能源加储能特别是太阳能加储能，将成为这一时代的主流。”

本报记者 王林 中国能源报 2019-08-26

## 我国率先在锂浆料电池领域实现突破

近期，由中国科学院电工研究所承担的锂浆料电池项目通过北京市科学技术委员会验收。该项目一代中试产品的研发成功，在全球范围内实现了锂浆料电池从零到一的突破。

“低成本、长寿命、高安全、易回收，是储能电池发展的综合目标。目前已有的锂离子电池普遍‘娇小富贵’，并不适合大型储能场景。能否以储能应用需求为导向，开发‘傻大笨粗’的大容量电力储能专用电池？2010 年底，我们开始探索锂电池与其它类型蓄电池的结合，研究适合大容量储能的锂浆料电池，一做就是八年。”谈及项目研发的初衷，陈永翀这样说道。

陈永翀是中国科学院电工研究所储能技术研究组组长，也是锂浆料电池项目技术团队的带头人。据悉，“锂浆料电池”这一技术名称由陈永翀技术团队在 2015 年发明专利 CN 201510164222.1 中第一次正式提出，截至目前，该项目共申请专利 92 项，获授权 35 项，相关专利数量世界第一，核心技术专利于今年 3 月获得美国授权，在国际上形成了具有自主知识产权的技术路线。

陈永翀介绍说，与传统锂电池相比，锂浆料电池有四大特点：一是电池制造成本更低，超厚浆料电极是普通锂离子电池涂布粘接电极厚度的 10-50 倍，适合提供大容量的电力储能输出；二是可以再生修复，当电池使用一段时间性能下降后，通过再生技术修复电池内部界面，重新提升电池活力，达到 10 年以上日历使用寿命；三是电池内部安全可控，当电池内部发生短路故障时，可以通过安全系统对电池内部进行可控维护，保证电池不燃烧、不爆炸；四是解决了电池回收的难题，当电

池报废后，浆料方便回收处理，可以通过补充缺失的微量元素，再生后用于新电池生产。据估计，锂浆料电池制造成本比普通锂离子电池约低 1/3，未来规模化生产后有望突破度电成本 0.4 元/kWh。

创新就是不断挑战并克服困难的过程。在锂浆料电池最初的原理验证阶段，陈永翀带领团队尝试多种材料配方，创新性地提出完全不同于已有电池结构的“集流内阻解耦结构”，通过开展相关试验，一举攻克技术难关，解决了超厚电极的极化问题。

陈永翀进一步提到，锂浆料电池又分为小储能应用产品和大储能应用产品，前者主要目标是替代部分铅酸电池市场，后者主要应用于容量型储能场景。锂浆料电池是容量型长时储能领域的重要技术方向，未来将广泛应用于低速电动车、光伏储能、基站储能、家庭储能和削峰填谷的电力储能场景。

“下一步，我们的工作重点是工艺装备的研发和技术成果的产业转化，开展‘从一到十’的放大中试工作。目前，团队正在开发接近产品应用的第二代电池中试产品，计划明年实现锂浆料电池 MVP 产品的小批量生产，交付目标客户试用。未来，我们还将以市场应用为导向，反馈并迭代开发新型储能电池产品。”陈永翀表示。

者樊桐杰 中国能源报 2019-08-26

## 实联集团储能电池项目落户宿迁

本报讯 8 月 14 日，江苏宿迁经济技术开发区与实联集团举行储能电池项目签约仪式。

据悉，储能电池项目由实联长宜有限公司投资建设。项目总投资约 12.5 亿元，主要建设一个锂电池电芯生产基地。项目全部投产后，可实现年开票销售额 18 亿元。项目后期将以储能用电芯为核心，以智能化专用锂电池生产设备为基础，全力打造现代化、数字化、智能化的新能源产业园。

宿迁市委副书记、市长王昊王昊表示，当前，宿迁正在加快培育新能源产业，储能电池项目的落户恰逢其时，必将进一步优化产业结构，推动宿迁产业高质量发展。（田庆伍）

中国能源报 2019-08-19

## 泛在引擎成就能源大数据价值

数据是泛在电力物联网建设的最基础元素，同时，数据在泛在能源网络空间衍生是促进智慧能源应用的一个重要支撑，将撬动巨量的能源互联网产业市场。

随着信息技术和智慧能源不断融合发展，泛在网进入跨越式发展阶段，将得到大数据、物联网、云计算、边缘计算、移动宽带等新兴信息技术共同推动，构建泛在物联网引擎，从而使得泛在网进一步辐射到物联网、边缘计算等应用载体中。同时，泛在网将依托大数据处理技术，在云计算、宽带移动网络、传感技术的支撑下，以为能源用户提供端到端泛在计算服务（预处理/检索/诊断）的形态出现。因此，泛在引擎的核心能力是关键，不仅能形成一种向能源网要智慧的应用模式，还能极大促进电力物联网产业快速发展。

### 引擎的泛在诊断能力

泛在电力物联网中各用户、各主要设备、各关键和非关键节点，都有数据采集设备，都具备感知能力，结合泛在计算，可以对这些数据进行初步的加工、处理。

目前，国家电网有限公司经过多年积累，通过远动四遥改造、智能电表、数字化变电站等项目建设，初步具备上述能力，如针对家庭电表，可以做到准实时地获取每个家庭的实时负荷和电能数据；对于每个接入电网的电厂（电源），电网调度都能实时获取其主要出力、电压等数据；电网运检部门能实时获取变电站所有设备电压/电流/温度等实时数据。

但同时，还有一些不足及技术上的落后，需通过建设泛在网增强泛在计算能力的方式进行提取凝练。如某 1000 户居民小区，某一时段 300 户的智能电表电压、负荷数据突变为 0，目前电网没有

成熟技术智能在线分析诊断这 300 户共有的某些设备、电缆损坏的具体位置，而主要依靠报修到客服系统后发现并判断有停电故障，等待检修人员上门排查后才能判断具体损坏的设备。

通过泛在电力物联网建设，电网将具备泛在计算和边缘计算能力，由切片内边缘计算设备联合电网数据平台就能对切片内的在线故障进行联合诊断，在一定程度上能够解决类似的在线计算问题。

#### 引擎的泛在加工能力

当前，电力通讯网具备基本的互联通讯基础，但电力通讯网离泛在物联网还有很长的路要走。

用户电表数据默认放到计费系统或营销系统，运检人员无法直接看到电表数据；变电站设备数据默认存储在电力运维监控系统，营销人员无法直接看到；发电厂的运行情况第一时间反馈给的是同级调度系统，下级调度无法直接拿到数据……虽然这些数据和应用表象可以通过目前的系统开权限、给其他部门人员建账号，以及构建共享数据通道来暂时解决，但并没有解决实质问题。因为这种“开口子”的方式没有提升“泛在”能力，相反带来的是浩如烟海的“跨界跨域”数据。

泛在计算在一定程度上可以解决类似问题，如通过泛在计算，将这些电表数据进一步处理，提供故障视角信息给抢修人员，提供电费使用信息给用户，提供催费信息给营销部门，甚至提供电力增长信息给电网规划部门，而不是这些部门通过“人工导表”索要这些宽维基础数据，自行提炼、分析计算。

如果放在大电网角度，这张物联网将有更大价值，如西北地区的太阳能电站输出功率增大或减小，东南沿海的风电机组运行是否稳定，电网调度都可以实时关注。

#### 引擎的泛在决策能力

随着电力市场改革纵深推进，电价决定机制将更精细，用户与电网间的双向互动将不断增强，传统的电力消费决策模式需要迭代调整……这些优化执行策略的应用实现依赖电网强大的泛在决策优化能力。如当前电网通过手机缴纳电费等功能，实现用户在 App 上看到电费明细、峰谷用电，但却不具备智能决策能力。

相比之下，泛在网可以在决策能力上实现增强，以 V2G（车辆到电网）应用场景为例，电动汽车用户晚上 18 时到家，晚上 19 时为小区用电高峰时段，电动汽车可按既定策略进行售电操作；夜间 11 时到凌晨 5 时为用电波谷时段，该电动汽车可灵活在线多购电直至将电池充满。

（作者分别供职于北京信息科技大学、物联网智库、北京化工大学）

李军 赵小飞 孙祥栋 中国能源报 2019-08-26

## 生物质能、环保工程

### 国税总局出大招 3 项政策惠及生物质能

日前，国家税务总局发布了《支持脱贫攻坚税收优惠政策指引》，从六个方面梳理了 110 项推动脱贫攻坚的税收优惠政策。

其中 5 项政策惠及农村电网、小水电与生物质能：

农村电网维护费免征增值税；

县级及县级以下小型水力发电单位可选择适用简易计税办法缴纳增值税；

以部分农林剩余物为原料生产燃料电力热力实行增值税即征即退 100%；

以农作物秸秆及壳皮等原料生产电力等产品实行减按 90% 计入企业所得税收入总额；

沼气综合利用享受企业所得税“三免三减半”。

原文见：<http://www.chinatax.gov.cn/download/doc/20180531sszy.doc>

国家税务总局 2019-08-23

## 山东曲阜：生物质分散式取暖 每户补贴 1000 元

近日，山东省曲阜市发布《曲阜市 2019 年度冬季清洁取暖工作实施方案》，计划完成 3.09 万户清洁取暖改造；完成 40 万平方米城镇既有居住建筑能效提升，5 万平方米城镇既有公共建筑能效提升，2.12 万户农村农房基础能效提升，开工 2 万平方米超低能耗建筑建设。

《方案》指出，在资源条件具备的偏远山区，积极推进生物质能示范工程建设，推广生物质分散式取暖，鼓励生物质热电联产和生物质锅炉集中供热项目。分散式生物质成型燃料取暖项目，济宁市级财政按 2500 元/户（包含 1000 元的最高取暖补贴），该市按照不等于同等比例予以配套。

分散式生物质能改造，该市按照采暖期 0.3 元/斤对用户所用生物质颗粒燃料进行补贴，补贴费用每个采暖期每户最高 1000 元。

曲阜市人民政府 2019-08-19

## “可再生能源+农业”扮靓安阳

如何处理动物粪便和农作物秸秆是美丽乡村建设的一个难题，但往往难题的另一面便是机遇。在河南省安阳市汤阴县宜沟镇，国家能源局公布的首个农业类“互联网+”智慧能源示范项目正在建设中，一旦建成，这里将形成生态养殖、有机种植和可再生能源的良好融合。动物粪便和农作物秸秆正在这里经历“变废为宝”由“难题到机遇”的历程。

农场用电自给自足——靠沼气

宜沟镇像是一个“藏起来”的小镇——从安阳市区驾车南行 40 多分钟，道路越走越曲折颠簸，路旁也少有宜沟镇的指示路牌。“能源互补型智能电站”为什么要建在这样偏僻的地方呢？“选址首先要适合发展有机种植业，远离市区和工矿区意味着土地污染少。”河南鑫贞德有机农业股份有限公司（以下简称“河南鑫贞德”）相关负责人告诉记者。

河南鑫贞德是“能源互补型智能电站”项目的建设和投资方。一家农业企业怎么做起了能源？面对记者的疑问，该负责人解释说：“农业和可再生能源结合是必然趋势。有机蔬菜种植对有机肥的需求量较大，为了降低购买有机肥的成本，我们将养殖业汇集到了宜沟镇，建立了沼气发电站，通过厌氧发酵将动物粪便、秸秆沼化，再用来沼气发电，形成了循环农业生态圈，实现区域内物质流和能量流效能利用最大化。不仅解决了有机种植购买有机肥成本高的问题，还可实现能源利用，一举两得。”

记者在“能源互补型智能电站”项目基地发现高大的沼气发电站格外引人注目。河南鑫贞德经济师田保忠介绍说，沼气电站一小时可发 180 度电，整个农场可以实现电力自给自足，投运半年来已节省电费 20 多万元。

不光是沼气发电，“可再生能源+农业”还有很多表现方式。“目前沼气发电可以满足农场两万头猪的日常用电，除此之外，我们还规划了分散式风电，可以将多余的电供于附近更多的养鸡场和养猪场。由于宜沟镇西倚太行山，有丰富的风电资源，为了利用风能，我们将在当地建立 12 台风机，第一台风机 8 月份就要竖起。”田保忠说。除此之外，他还向记者表示，光伏发电也已在计划建设中，“我们计划在养猪场总计 800 亩的房顶铺设光伏板，目前正在多方接洽，如果可以落地实施，以后清洁发电的形式就更多样了。”

建立循环农业生态圈——热闹一方

“为了保障多能源发电的稳定性，我们建立了智能微网，将所有能源集中管控，以就地消纳为主，还能够及时对发电进行预测和预警。当风力发电满足最高发电量的 30%到 50%时，会第一时间与电网沟通，保证电网安全。”安阳农科院农业生态与环境研究所主任刘庆生说道。

据介绍，截至目前，“可再生能源+农业”新模式已在宜沟镇 4800 亩的中型循环农业示范园区形成样板，实现了动物粪便有效利用、沼气发电自给自用的循环农业生态圈。

据了解，“能源互补型智能电站”项目的建设在推动养殖业、种植业发展、促进多能互补的同时，还为当地的百姓提供了就业的机会。“宜沟镇地理位置较偏，镇上的很多村民都外出打工了，村子成了‘空心村’，但‘能源互补型智能电站’项目的入驻，带动了村民就业，帮助 47 户的 182 人贫困户脱贫，安置了返乡农民工 67 人，整个宜沟镇都变得热闹了起来。”刘庆生补充说道：“‘能源互补型智能电站’是可再生能源互补开发利用的样板示范，在宜沟镇的实践只是一个开始，相信未来‘可再生能源+农业’新模式前景会更广阔。”

本报实习记者 张金梦 中国能源报 2019-08-26

## 欧洲将建首座航空生物燃料工厂

本报讯 据路透社报道，荷兰皇家壳牌石油公司(Royal Dutch /Shell Group of Companies)、英国航空公司(British Airways)和可再生燃料技术公司 Velocys 计划联手建造欧洲第一座大型航空生物燃料工厂，用家庭和商业垃圾生产航空燃料，从 2024 年起，飞机可使用家庭垃圾制造的航空燃料。

据报道，航空业的二氧化碳排放量约占全球的 2.5%，而随着航空业务的增长，这一比例预计会继续上升。目前，各国正寻求通过限制排放来遏制气候变化。这三家公司表示，每替换一吨传统化石燃料，将减少 70%的温室气体排放。

“Velocys 公司通过将家庭和商业固体垃圾转化为可持续运输燃料，使航空燃料脱碳。”Velocys 公司首席执行官亨里克·沃博恩(Henrik Wareborn)说，“这将减少航空业的温室气体排放，还有助于解决垃圾处理问题。”

据了解，可持续航空燃料还可以通过减少发动机废气中的烟尘和硫氧化物排放来改善空气质量，同时，温室气体排放量也比直接焚烧或填埋垃圾排放量更少。

英国航空公司表示，为实现到 2050 年将温室气体排放量降低至 2005 年的 50%这一目标，公司将购买这一大型工厂生产的航空生物燃料，作为其碳减排和可持续发展战略的一部分。据了解，与同等化石燃料相比，生物燃料的温室气体排放量可减少约 70%。

壳牌公司表示将购买该工厂生产的喷气燃料和道路燃料并出售给客户，这也有助于壳牌公司减少他们的碳足迹。

据路透社报道，壳牌公司、英国航空公司和 Velocys 公司已向英国英格兰东北林肯郡的地方政府申请了这一工厂的规划许可，他们的目标是收集来自家庭和商业垃圾的黑色垃圾袋，如果不加以利用这些黑袋垃圾，它们就会被填埋或焚化。

据了解，垃圾转化为能源这样的模式已经广泛用于电力部门，如食物或草屑这样的家庭垃圾会被电力部门用来燃烧发电。

英国航空公司董事长兼首席执行官亚历克斯·克鲁兹说(Alex Cruz)说：“可持续航空燃料可以改变航空业的游戏规则，将在未来几年为飞机提供动力。这使英国在成为可持续航空燃料的全球领导者上又迈进了一步。”

英国航空母公司国际航空集团(International Airlines Group)可持续发展主管乔纳森·康塞尔(Jonathon Counsell)也对这一消息表示支持，并呼吁英国政府继续支持可持续航空燃料在英国航空业的部署。“这是该项目向前迈出的一大步，”康塞尔说。“我们欢迎将可持续航空燃料纳入可再生运输燃料政策框架，同时会呼吁政府继续提供支持。”

据了解，由 Velocys 子公司领导的 Altolto Immingham 项目位于英格兰东北部亨伯河口(Humber Estuary)附近，该项目有望于 2021 年开工，拟建的大型工厂每年将接收超过 50 万吨不可回收的日常生活和商业中产生的固体废物，生产大量的可持续航空燃料，并将在三年后进入商业化生产。

据报道，东北林肯郡理事会将于 11 月底作出关于规划申请的决定。到目前为止，这三家公司在该项目上总共投资了 730 万英镑(880 万美元)，预计最终将花费数亿英镑。英国政府还为该项目提供了近 50 万美元的资金，可创造约 130 个永久性就业岗位。(仲蕊)

## 埃及计划补贴垃圾发电

本报讯 据埃及《每日新闻》近日报道，有消息人士称，包括埃及市政当局和环境部在内的政府机构将补贴两年垃圾发电上网电价，允许上网电价从每千瓦时 1.03 埃镑涨至 1.40 埃镑，增加的 0.37 埃镑将由政府补贴。

埃及官方数据显示，埃及每年产生 1 亿吨垃圾。此前，埃及内阁曾宣布垃圾发电上网电价为每千瓦时 0.92 埃镑，投资者和专家认为此价格与垃圾发电所需的技术和巨额投资相比极低。因此，埃及政府允许上网电价提高以吸引更多投资。

埃电力部计划，到 2050 年，垃圾发电量占期全国总发电量 55%。 （陈商）

中国能源报 2019-08-26

## 太阳能

### 电动船：偏远小岛“发电厂”

澳大利亚的研究人员开发出一种控制算法，装有太阳能电池板的电动船可以向偏远小岛供电。

在发达国家，只要轻轻一按开关，灯光就会倾泻在整个房间；只要轻轻一按按钮，电视机就会嗡嗡作响——如果你还有一台这样的电视机。但是，在印度尼西亚大部分偏远岛屿上，供电既不简单也不方便。

例如，在 2018 年之前，柴油发电机每天只能为印度尼西亚东加里曼丹省贝劳地区的居民提供 4 小时的电力。据德国《光伏》杂志报道，2018 年 6 月，一个由政府支持的组织安装了新的混合型微电网，才使其居民能够享受全天供电。这些混合型微电网由收集能量的光伏太阳能面板和储存能量的锂离子电池组成。

但或许还有另一种方式为偏远岛屿供电，尤其是在自然灾害之后，即用船供电。

近日，位于澳大利亚悉尼市的新南威尔士大学研究人员发明了一种算法，理论上可以把电动船只变成小型的可再生能源发电厂。他们在实验室里用一个微电网测试了这个算法，将 4 块 6 伏的胶体电池连接成一个 24 伏的电池组合，作为一艘船的替身。

实验中，他们发现该算法能够可靠地管理电力流量，使电动船在航行后能够直接向电网提供峰值负荷支持。

为了实现这种应用，他们需要一艘带有自己的光伏系统的电动船，当船漂浮时，该系统会给船的电池充电。此外，当船靠岸时，它可以作为一个小型发电厂，为岛上的家庭提供电力。

有了这个算法，船主就可以决定什么时候卖电，以及他们想卖多少。例如，他们可能会设置他们的系统自动出售其存储能量的 10%，而且只有在电池至少充电一半的情况下才会这样做。

研究人员指出，船独有的特点可以使其提供这种服务。电动汽车一般没有自己的光伏系统。因此，电动汽车不可能像船那样向电网供电，而只能从中汲取能量。

该技术的工作原理与印尼正在逐步推广的微电网非常相似——这些微电网也包含用于收集能量的光伏系统和存储能量的锂离子电池。不过，两者间的关键区别是：可移植性。

如果印尼遭遇自然灾害，这些微电网也可能遭到破坏，甚至印尼现有的电气化岛屿也会受到影响。有了这种新方法，印尼政府就可以利用运送食物和物资的船只来提供电力。

目前，这一概念还处于起步阶段，但新南威尔士大学的研究小组预计，不久的将来，他们将用一艘真正的电动船来测试这一算法，走出实验室，驶向海洋。

## 制服钙钛矿“顽童”的“风水术”

如果能让钙钛矿电池达到实用化需求，那它的关键部位——钙钛矿材料薄膜，面积要足够大，质量要足够好，这样才能保证电池的光电能量转换效率足够高，这就需要“天时地利人和”。

钙钛矿太阳能电池太火了。

自从2009年被发现以来，这位“神童”一路高歌猛进，不断刷新光电转化效率纪录。加之其组装工艺简单、成本低廉，它被科学家作为已经实现工业化的硅基太阳能电池的最佳替补。

然而，目前已报道的高效率钙钛矿电池非常容易受到温度、湿度和紫外光影响，不稳定的发挥导致它难以得到大规模制备和应用。不过，令人惊喜的是，近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员刘生忠和陕西师范大学教授赵奎团队实现了在空气中大规模制备全无机钙钛矿电池。

他们究竟是用什么手段“收服”了这位“顽童”？近日发表于《焦耳》的研究给出了答案。

亟须“天时地利人和”

如果能让钙钛矿电池达到实用化需求，那它的关键部位——钙钛矿材料薄膜，面积要足够大，质量要足够好，这样才能保证电池的光电能量转换效率足够高。用论文通讯作者赵奎的话说，需要“天时地利人和”。

这里的“人和”指的是钙钛矿电池的材料元素，“天时地利”则指的是电池所制备的环境。

在前期工作中，团队研究了有机—无机杂化钙钛矿在空气中印刷时的结晶相变过程，发现钙钛矿在印刷过程中的生长方式和相变机制是影响大面积薄膜质量的关键因素。通过有效的相变调控，团队最终实现了高质量大面积有机—无机杂化钙钛矿薄膜和高效太阳电池的制备，不过关键的热稳定性问题却尚未解决。

想要让这位“顽童”安稳下来，还得从电池自身改变。科学家发现，将钙钛矿中的有机部分替换成无机元素，制备全无机的钙钛矿就是一种有效策略。

“全无机钙钛矿 CsPbI<sub>2</sub>Br 和 CsPbI<sub>3</sub> 具有良好的热稳定性和光电性能，即使耐受几百度高温也不容易分解，是一类具有发展潜力的全无机材料。”赵奎告诉《中国科学报》。

不过，想要改变环境就没那么简单了。在不受控制的空气环境中，再稳定的全无机钙钛矿 CsPbI<sub>2</sub>Br 和 CsPbI<sub>3</sub> 薄膜相变仍然很容易发生。换句话说，全无机钙钛矿电池的制备只能限制在惰性气体（N<sub>2</sub>）环境中，至今还没有在空气中印刷制备大面积太阳能电池的报道。

究其原因，关键在于空气中水汽对于钙钛矿前驱体结晶过程的抑制作用，导致钙钛矿前驱体不能有效生长为具有光电活性的晶相结构。同时，在印刷制备时，复杂的流体力学和结晶相转变行为也存在理论研究的空白，这导致印刷制备高质量全无机钙钛矿薄膜没有经验可循。

能否有一种办法调节下“风水”，让印刷全无机钙钛矿电池能够高效稳定地运行？研究人员开始了紧锣密鼓的筹备。

调节“风水”让薄膜更稳定

论文第一作者、陕西师范大学硕士研究生樊园园告诉《中国科学报》，实验采取与工业化生产大面积印刷制备相兼容的刮刀涂布法，在空气中制备 CsPbI<sub>2</sub>Br 薄膜。

刮刀涂布法，即以刮刀拖动溶液在衬底上快速移动成膜的方法，相比实验室制备小面积的旋涂法，刮刀涂布法可以极大节省原料成本，并且更适合高通量制备大面积薄膜。

针对“风水不利”的难题，实验人员开展了流体力学对形貌的研究。研究发现，提高基底温度可以加速流体干燥动力学，从而减少空气中水汽对前驱体化学反应的影响。即使如此，研究人员还需要控制另一个关键因素：Bénard-Marangoni 对流。高温基底会引起溶液内部形成温度梯度差，从而导致溶质的不连续沉积破坏薄膜形貌的连续性。

因此，只有当温度适中的时候，方可同时规避空气中的水汽对结晶的负面影响和 Bénard-

Marangoni 对流对薄膜形貌的负面影响。

基于美国国家实验室同步辐射平台，团队还对印刷过程中的结晶相变机制做了原位分析和动力学调控，发现钙钛矿前驱体原位化学反应并非“一气呵成”，会发生“逐步结晶”：先生长为 CsPbBr<sub>3</sub>，然后 I 离子逐渐参与，最终生长为 CsPbI<sub>2</sub>Br。前驱体在溶液成膜过程中发生逐步结晶时，离子迁移能力强，有利于形成高质量钙钛矿薄膜。“这是在此前研究中从未报道过的新发现。”樊园园说。

最终，研究实现了  $\alpha$  相 CsPbI<sub>2</sub>Br 大面积薄膜的印刷制备。相比在手套箱里旋涂制备的薄膜，新印刷制备的薄膜结晶性和稳定性都有明显提升。

成就高质量全无机钙钛矿电池

何为高质量的钙钛矿薄膜？并不单单看重其形貌，同时也包括了它的结晶性、缺陷密度和晶界等。

本次制备的薄膜，面积可达 70 平方厘米，薄膜均一、没有孔洞缺陷、结晶度高、 $\alpha$  相稳定、载流子寿命长缺陷少。这也是科学家首次实现高效全无机钙钛矿太阳能电池在空气中大面积印刷制备。

在刘生忠看来，该研究的科学突破有两点。

一是揭示了印刷过程中流体力学行为对钙钛矿薄膜的影响。钙钛矿材料本身对空气湿度敏感，通过升高基底温度来提高钙钛矿层制备过程的环境适应性，降低了制备工艺本身对环境条件的限制等。

二是揭示了印刷过程中钙钛矿的结晶相变机制。前驱体跳过溶剂化中间相直接反应为钙钛矿相，此过程存在“逐步结晶”。在溶液成膜过程时的“逐步结晶”，更有利于形成高结晶性和低缺陷密度的薄膜。

据了解，新研发的全无机钙钛矿 CsPbI<sub>3</sub> 太阳能电池目前光电转化率约为 15%。“虽然低于有机—无机杂化钙钛矿太阳能电池，但是具有很好的市场前景，因为它解决了热稳定性不好的重大缺陷。”赵奎说。

他表示，基于理论指导，团队将继续探索具有更高效的全无机钙钛矿 CsPbI<sub>3</sub> 太阳能电池在空气中的全印刷制备。“通过解决影响钙钛矿溶液固化和结晶的关键科学问题，我们将为印刷制备高效钙钛矿太阳能电池提供重要经验，为钙钛矿光电器件的商业化制造提供更多参考。”

程唯珈 中国科学报 2019-08-19

## 东方日升布局高效技术再落一子 2.5GW 异质结项目开工

8 月 19 日，宁海县重大项目集中开工仪式——东方日升年产 2.5GW 高效异质结电池与组件生产项目开工仪式在浙江宁波宁海县举行。宁海县政府领导班子出席了此次项目开工仪式。

王军海对于项目开工予以热烈祝贺。他表示：“抓项目就是抓经济、抓发展，抓未来。近年来，宁海县紧紧围绕‘创新破难奋进年’要求，积极落实‘六争攻坚’活动部署，冲刺“全年红”。而此次项目的顺利实施，必将为宁海高质量发展提供有力的支撑。”

作为此次宁海县的攻坚项目，东方日升高效异质结太阳能电池与组件生产项目总投资额为 33 亿元，占地面积约 205 亩，拟建造电池片及组件生产厂房等基础配套设施、购置电池组件生产设备，并计划形成年产 2.5GW 电池片、2.5GW 组件的生产能力。预计该项目将在 2021 年实现竣工，届时全部投产后新增销售收入有望达到 50 亿元。

就年产 2.5GW 高效太阳能电池与组件生产项目而言，异质结技术具有无光致衰减、无功率衰减、优良的低温度系数等诸多优势。截至目前，东方日升异质结电池转换效率已超过 23%，并掌握了半片、叠瓦和双面玻璃、高反背板等多项新型组件技术。而东方日升采用高效双面异质结电池技术制备的 HJT 异质结电池组件不仅实现了双面发电，还可为投资者带来 10%~30% 的额外发电收益。

“此次新建的 2.5GW 高效异质结项目对于进一步提升东方日升技术研发水平，扩大企业在市场上的影响力，并提高企业智能化制造水平都具有非常重大的意义。”东方日升总裁谢健表示，“今后，我们将切实做好项目建设工作，严格按照计划统一部署，不断加大人力、物力上的投入，并将以高

标准、高效率推进项目建设。同时，随着项目的开工，东方日升在技术水平、制造产能和综合实力上都将是攀上一个新台阶，并将为宁海地方经济发展做出更大的贡献。”

中国能源网 2019-08-20

## 中环股份发布“夸父”M12 硅片新品

8月16日，中环股份向全球光伏行业推出最新产品——12英寸超大硅片“夸父”M12系列。

此次发布的M12大尺寸硅片，边长210mm，对角295mm，相比M2硅片表面积提升了80.5%。此次发布一举打破12年前同样由中环股份为行业奠定的8英寸硅片技术框架。

中环股份的资料显示：同样的半片组件，电池按22.25%计算，M12P型PERC60片半片组件较M272片半片组件功率高出200W，组件转换效率高0.91%，达到20%以上，叠加高效电池，功率可突破610W，步入6.0时代。

“夸父”的发布将更大幅度地降低光伏电站的BOS（初始投资成本）和LCOE，在助力制造企业获得更高收益同时，也将促进更多地区的平价和竞价项目顺利实施，有效推动全球光伏市场进一步发展。（杨海滨）

中国能源报 2019-08-19

## 国内光伏市场将实现恢复性增长

本报讯中国光伏行业协会秘书长王勃华8月16日表示，下半年，随着平价上网项目、竞价项目政策的尘埃落定，在稳中求进的发展目标引导下，国内光伏市场有望实现恢复性增长。在此基础上，叠加海外市场的持续性增长需求，预计我国光伏产业仍将会保持持续、健康发展。

今年上半年，我国主要光伏产品制造企业产销两旺，其中，多晶硅产量15.5万吨，同比增长8.4%，硅片产量63GW，同比增长26%，电池片产量51GW，同比增长30.8%，组件产量47GW，同比增长11.9%，光伏制造端继续保持了增长态势。2019年，在政策驱动下，中国光伏产业面对的将是一个以提质、降本增效为目标的政策调整年，同时也是一个技术风云变幻、创新连绵不断的市场调整年。

王勃华指出，创新是产业发展永恒的课题，是供给侧结构性改革的核心驱动力，也是光伏产业健康有序发展的重要保证。光伏产业只有以技术进步为核心，不断推动技术创新，全面提高全产业链的技术研发和制造能力，加速推动光伏发电成本的下降，通过产业自身竞争力的提高来扩大应用领域和规模，才是生存发展的关键所在。未来的光伏市场必将从单纯的应用端拉动走向应用端和供给侧改革创新共同驱动的市场。（曹建）

中国能源报 2019-08-19

## 可移动太阳能烘干房：让田头农产品干燥不再难

8月27日，记者在扬州大学江都实践基地看到的一间长8米、宽2.5米的玻璃房，不是我们平时常见的普通房车，而是只需底部加装上轮胎，就能拉着走的可移动太阳能智能烘干房。

“该房利用太阳能、生物质能、电能互补互助，相互交错，可按不同使用对象组合成最节省的干燥模式。”承担国家重点研发计划《多能互补菌类干燥装置以其智能调控技术开发》项目的扬州大学机械工程学院张剑峰教授说，设备不仅能实现太阳能的数倍吸收，还采用真空玻璃实现透光保温，并利用清洁、低碳的生物质能作为干燥房的补充能源，在保证机器全天候全时段运转的同时，真正做到了优质高效、节能环保，一改传统果蔬干燥能耗大、效率低、品质不能保证的面貌。

记者了解到，传统的果蔬干燥方法是依靠自然晾晒、阴干等使果蔬原料中的水分蒸发，这种方法受气候条件限制、工艺水平低、产品质量很难保证，更无法适应规模化生产的需求。近年来，陆

续出现了一些人工干制设备，但常规的热风烘干设备能源消耗大、烧煤污染重，新兴的微波干燥、远红外干燥、冷冻干燥等技术则设备成本高，推广不易。

“这个项目自 2018 年立项后，学校科研团队针对农产品深加工上碰到的一些难题，组成由多学科专家参与的科研团队，进行集中攻关，在国内首次采用太阳能高效拓展利用、可再生生物质能、电能的多能互补干燥方案。”我国著名农机专家、扬州大学机械工程学院教授张瑞宏说。

张剑峰介绍，可移动太阳能智能烘干房，在硬件设计上大胆突破，巧思迭出。科研团队创新性采用集热保温性能佳的真空平板玻璃构建成两面透光的太阳能干燥房，并用贯流风机、离心风机作为热能收集及空气对流干燥的动力源，大大提高了太阳能利用效率、降低了单位太阳能利用面积的制造成本。

同时，在干燥房的正面设计了可收放式拓展反光板，用于反射阳光。其中，设备的自适应收放系统配合液压装置，可以控制拓展板根据天气和昼夜情况自由收放。这样的设计可有效提升干燥房的保温效率和太阳能吸收的机动性，也方便设备运输与使用。

除此，考虑到太阳能具有不稳定性，科研团队采用了秸秆颗粒这种清洁可再生的生物质能作为干燥房的补充能源，践行多能互补和节能环保的理念，使干燥房全时段、全天候工作，免受天气更替、昼夜变化影响。

记者了解到，可移动太阳能智能烘干房的智能之处，主要体现在其搭载的多传感器融合的智能温湿度控制系统上。该系统由多类型传感器、水氛浓度测试仪、数据采集卡、计算机、控制电路等组成，在线监测并将装备内的各类信号转换为多信息数据，配合高精度实时模式分类系统进行处理，比对数据库中的已存储信息，将分析结果反馈作用于加热，以确保干燥房中的温度、湿度、光照以及气氛浓度始终处于最佳状态。如此不仅可以使干燥房在高效节能的状态下运转，还能保证最大饱和湿度排放水分，最大程度节省烘干能耗，另外还能自由调节烘干温度，保证果蔬产品的干燥质量，显著提高制品品质，真正体现了装备与农艺的创新性结合。

“基于太阳能进行开发利用，符合我国国情，利于大规模推广，尤其在新疆、青海、宁夏、西藏等日照时间长、瓜果干制需求量大的地区，应用优势十分突出。同时我们采用多能互补的现代技术可以克服传统日晒法的多种缺点，让田头农产品加工不再‘难’。”张瑞宏说，目前，科研团队已完成了可移动太阳能智能烘干房的研制与定型任务，并已申请专利。今年起，将率先在新疆阿克苏地区投入示范应用的基础上，逐步在中西部地区进行全面推广。

科技日报 2019-08-28

## 江苏泗洪：“渔光互补”打造“领跑者”基地

江苏泗洪光伏应用领跑基地项目采用“渔光互补”开发方式，年发电量达 6.5 亿千瓦时，年实现税收 5000 万元以上，年渔业养殖收入 4500 万元，每年可节约标准煤 26 万吨，减少二氧化碳排放 64 万吨，实现经济发展、资源节约和环境保护的良性互动，成为第三批领跑基地中的“领跑者”。

中国能源报 2019-08-26

## 风能

### 海上风电降价空间有多大？

专家表示，目前欧洲海上风电价格已降至 0.4-0.42 元/千瓦时左右，如果我们还维持较高的电价，那么发展空间只会越来越窄。所以，要通过竞价的方式让海上风电的价格降下来，尽快缩小和国际先进水平的差距

日前，国内首个海上风电竞价项目——上海奉贤 20 万千瓦海上风电项目已进入最后评标阶段。记者获悉，国内最大的风电开发运营企业龙源电力参与了此次竞标并报出了 0.65 元/千瓦时的电价。

从标杆电价到竞争报价，价格降低的背后，上海奉贤项目或将成为改变中国海上风电电价变化历程的标志性项目。

根据今年 5 月国家发展改革委发布的《关于完善风电上网电价政策的通知》，海上风电标杆上网电价改为指导价，新核准海上风电项目全部通过竞争方式确定上网电价，上网电价不得高于指导价。2019 年符合规划、纳入财政补贴年度规模管理的新核准近海风电指导价调整为每千瓦时 0.8 元，2020 年调整为每千瓦时 0.75 元。以此为基准，龙源电力此次在奉贤项目上的申报电价已经低于指导价 0.15 元/千瓦时。

“把海上风电的价格打下来。”谈及当前中国海上风电发展的关键因素，龙源电力集团股份有限公司党委书记黄群选择了时下最为流行的“直播卖货”中的经典句式。

仍有合理利润空间

上海市发改委发布的《奉贤海上风电项目竞争配置工作方案》显示，奉贤项目场址中心距岸线约 12 千米，根据测风结果，场址区代表年 95m 高度年平均风速约为 7.2m/s，年平均风功率密度约为 349.16W/m<sup>2</sup>。

黄群告诉记者，根据项目的具体情况，龙源电力的测算方案选用 38 台单机容量 5.2MW 的风机，年等效满负荷小时数可以达到约 3076 小时。“我们从方方面面都做了细致的工作，比如在设计上，我们采用了国内领先的布机方案，降低尾流，提高发电量；在风机基础方案上，比选了单桩、高桩承台、导管架等多个方案，最终推荐了经济性最好的单桩基础方案；在升压站设计方面，也是在多角度比选的基础上，推荐了‘海上升压站+陆上集控中心’的方案，而且对海上升压站的具体位置也进行了多方案遴选。此外，通过对已运行风电场建设运行数据分析，还精细估算了建设和运维成本。”

以大量前期工作为基础，黄群确定，在 0.65 元/千瓦时的电价下，奉贤项目依旧可以保有不错的利润空间。“我们此前有很多海上风电的项目经验，不是盲目报出 0.65 元/千瓦时的低价格。按照目前的报价，奉贤项目的单位千瓦工程造价是 15780.13 元。项目资本金内部收益率可以超过 12%。”

放眼长远，黄群认为，目前 0.65/千瓦时的报价甚至“还有一点保守”。“随着技术的不断进步，价格还可以更低。但在奉贤项目上，我们还是希望能够基于现状实事求是地先把电价降下来。也让大家能够看到，海上风电作为可再生能源是可以长期投资的。”

定位基础能源

在日前召开的国家海上风力发电工程技术研究中心学术委员会第六届年会上，中国工程院院士刘吉臻分析指出，目前，我国中东部陆上分布式电源开发潜力仅有 1.7 亿千瓦。而海上风电资源丰富，开发潜力巨大，且靠近东部用电负荷中心，便于就近消纳，发展海上风电将成为我国能源结构转型的重要战略支撑。

面对海上风电大发展的窗口期，黄群也认为，作为可再生能源的重要组成部分，无论从应对气候变化、污染防治还是能源安全的角度讲，海上风电的发展定位都应当是未来的基础性能源而非补充性能源。

“作为基础性能源，最重要的是要逐步摆脱国家补贴，这才是海上风电长远的生存逻辑。如果国内的海上风电不能尽快把电价降下来，在目前的环境下其实是不适合大规模发展的。”在“基础性能源”的定位下，黄群认为，基础能源必须具备价格优势。“如果可再生能源只是一个补充能源，或者说是探索性的发展，那么就像龙虾、鲍鱼一样，偶尔吃一吃，价格高一点也罢。但可再生能源是要长足发展的，要逐步替代化石能源成为基础性能源，这就像是我们吃的大米、白面，必须有足够亲民的价格。”

黄群强调，目前的国内海上风电的技术水平是可以支撑价格下行的。“逐步摆脱对补贴的依赖，既可以减轻国家的财政负担，也能让海上风电的路越走越宽。”

尽快缩小国际差距

“BP、壳牌等国际石油公司看到了风电成本的下降空间，已经进入了海上风电领域。资本雄厚的大型油气公司已经拿到了欧洲 50%以上的核准、在建、新建的海上风电项目。”中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩指出，在商业化的驱动下，全球范围内海上风电的技术将高速进步并推动成本不断降低。“风机容量系数持续改善、年发电量不断增加、基础建设和运营成本都在逐步降低，这些都将是有力促进海上风电的成本下降。”

“现在欧洲海上风电价格已经降至 0.4-0.42 元/千瓦时左右，如果我们还维持相对高的电价，那么发展空间只会越来越窄。所以，要通过竞价的方式把海上风电的价格打下来，尽快缩小和国际先进水平的差距。”在黄群看来，眼下的奉贤项目或许正在成为中国海上风电价格下降的关键节点。

本报记者 姚金楠 中国能源报 2019-08-19

## 产业新模式提升海上风电生态友好性



### 核心阅读

业内认为，“海上风电+海洋牧场”这一模式是集约用海的新型产业模式与未来发展方向，将开创“水下产出绿色产品，水上产出清洁能源”的新局面，与“海上粮仓+蓝色能源”的发展趋势相吻合。山东示范项目的意义正在于探路和创新。未来，要形成可复制、可推广的成熟模式，还需要众多实践项目的经验积累。

日前，山东省“海上风电+海洋牧场”示范项目即将开建的消息引发了广泛关注。作为我国首个“海上风电+海洋牧场”示范项目，昌邑海洋牧场与三峡 300MW 海上风电融合试验示范项目目前已处于招标设计及施工准备阶段，预计今年底或明年初正式动工开建。

近年来，海上风电开发为环境带来的负面影响一直是业内无法忽视的问题。“海洋牧场”的引入，能否为我国海上风电产业带来生态友好的全新产业模式？

### 海上风电新模式落地山东

山东省作为我国海洋大省，近年来大力布局海洋经济，“海上风电+海洋牧场”这一全新产业模式也率先在山东迎来了曙光。

今年 1 月，山东省政府办公厅印发《山东省现代化海洋牧场建设综合试点方案》，其中提出将“积极开展海上风能的高效利用和融合发展研究试点”，通过将海上风电底座“鱼礁化”，验证海上风电与海洋牧场两者兼顾发展的可能性。

记者查阅公开资料了解到，该示范项目位于山东省潍坊昌邑市境内北部莱州湾海域，规划的融合试验示范风电装机规模为 300MW，计划将在风机塔座 50 米海域范围内、利用投礁的方式建设海洋牧场，通过风机固定基础预留固泊支撑、挂件、网箱立体、循环、通讯、电源等相关基础设施，用

于养殖刺参、龙须菜、海湾扇贝、牡蛎、花鲈、许氏平鲉等经济生物，同时也将利用海藻场对海洋生态起到修复作用。

山东省海洋局党组成员、副局长付日新曾公开表示：“迄今为止，国内尚未系统地开展过海上风电对海洋生态环境影响的研究，缺乏有效的试验观测和监测数据。为避免海上风电对海洋生态环境产生负面影响，我国对海上风电发展实行审慎政策。”

生态影响将是主要考量因素

研究表明，海上风电场的建设对海洋自然环境可能带来一定的负面影响，施工打桩的噪音可能会对鱼类造成影响，而风力发电机本身则可能影响到鸟类迁徙，甚至威胁鸟类生命。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）曾发布研究报告称，在美国，风机每年造成的鸟类死亡率预估为每兆瓦 0.95 只-11.67 只。不过，业内认为，只要风电行业采取有效措施和对策，这些负面影响完全在可控范围之内。

中国科学院海洋研究所常务副所长杨红生告诉记者，根据对江苏如东海上及潮间带风电场多年观察，我国海上风电建设对生态环境的影响仍在能够接受的范围之内。“海上风电建设过程中的噪音对海洋生态系统的鱼类、海豚等生物行为会造成一定影响，但由于施工期产生的海洋环境改变为局部、暂时的，随着工程施工的结束，对环境的影响会逐步减小，并逐渐恢复到平衡状态。”杨红生表示。

而对于“海上风电+海洋牧场”这一模式，杨红生认为，这是集约用海的新型产业模式与未来发展方向，将开创“水下产出绿色产品，水上产出清洁能源”的新局面，与“海上粮仓+蓝色能源”的发展趋势相吻合。“‘海上风电+海洋牧场’的示范项目建设时，经过全新设计的风机基础可以作为人工鱼礁，为海洋生物提供栖息场所和遮蔽空间，为生物提供生长和生存的良好环境。”杨红生说。

然而，截至目前，我国“海上风电+海洋牧场”相关研究成果仍相对匮乏，这一模式也有待探索。山东示范项目的意义正在于探路和创新。未来，要形成可复制、可推广的成熟模式，还需要众多实践项目的经验积累。

可借鉴国外开发经验

“海上风电+海水养殖”的模式国外已有先例，杨红生告诉记者，德国、韩国、丹麦、荷兰等国已率先开展了“海上风电+海水养殖”的融合项目，但海上风电与海洋牧场的融合，在国际上尚属首次。

记者了解到，欧洲多国对海上风电场周边鱼群种类的变化进行了长达十年的研究，部分海上风电场周围对鱼类有一定的聚集作用，甚至可能形成新的生物栖息地。德国有研究表明，近海海上风电养殖场长期养殖经济生物，例如贻贝等消费品，即使建设成本对海上风电项目有所增加，但长期养殖利润收入也能够覆盖成本。

杨红生表示，目前我国海洋牧场建设主要集中在水深 30 米以内的范围内，而按照国家相关规定，为降低对环境的影响，我国海上风电原则上应在离岸距离不少于 10 公里、滩涂宽度超过 10 公里时海域水深不得少于 10 米处建设。由此可见，我国“海上风电+海洋牧场”融合发展具有广阔的发展空间。

本报实习记者 李丽旻 中国能源报 2019-08-19

## 河北南网风电创新高

本报讯 8 月 11 日、12 日，河北南网风电出力连创历史新高。预计今年年度新增风电规模将首次突破 100 万千瓦。

8 月 12 日，河北南网风电日最大出力达到 197.1 万千瓦，全天风电出力均保持在 150 万千瓦以上，拉动当日风力发电量达到 4057 万千瓦时，占当日全网统调发电量的 4.5%，全网风电出力最大负荷率达到 81%，其中沧州沿海地区多个风电场全天保持满发状态，负荷率均达到 90%以上。

据悉，今年以来，河北南网以风电为主的新能源装机始终保持高速增长态势，截至 7 月底，共

计投产 265 台风机，容量 56.8 万千瓦，同比增加 30.6%。预计年底前，仍将投运风电场 14 座，额定容量 110 万千瓦，年度新增风电规模将首次突破 100 万千瓦。（李朝吉）

中国能源报 2019-08-19

## 我国首部海上风电场国家标准将于 10 月实施

日前，我国首部海上风力发电场国家标准《海上风力发电场设计标准》（GB/T 51308-2019）正式发布，该标准由中国能建规划设计集团广东院编写，已由中国计划出版社出版发行。

根据住房和城乡建设部 2019 年第 37 号公告，该设计标准将于 2019 年 10 月 1 日起开始实施。按照国家工程建设标准相关法律法规要求，今年 10 月起该设计标准将开始具有法律效力，将为国内相关咨询设计单位开展海上风力发电场咨询和设计提供参考依据。

记者了解到，《海上风力发电场设计标准》的编写工作立项于 2013 年 7 月，同年 11 月获得住房城乡建设部批准立项。据该标准编写组成员、中国能建规划设计集团广东院科技信息部部长张春文介绍，编写工作立项之时全国海上风电约有 38 个项目，核准建设容量约为 1650 万千瓦，尚未形成完整的海上风电产业链和服务体系。“当时面临的情况是，一方面国家即将开展大规模海上风电建设工程，另一方面却又缺失国家层面的海上风电勘测设计技术标准，不利于该领域安全、有序、规范地健康发展。”张春文说。

为此，张春文表示，编写一套专门针对海上风力发电工程的规范、系统、具有明确指导性的勘测设计规范，初衷是从国家层面尽快实现海上风电工程勘测设计工作的标准化、规范化。

据记者了解，该标准是在调研了当时国内外海上风电场工程设计及运行实践经验后，参考国外相关标准并结合我国国情，经过广泛征求意见编制完成，符合我国海上风力发电场建设设计的基本要求，也全面系统地反映了海上风力发电场设计的基本内容。

据介绍，该标准共分 18 章，主要技术内容包括基础资料，风能资源，电力系统，总体设计，风电机组选型、布置及发电量计算，电气，建筑与结构，给排水，供暖、通风和空气调节，辅助及附属设施，施工组织设计，消防与救生，信息系统，环境保护与水土保持，劳动安全与工业卫生等方面。总体上看，该标准属于推荐性标准，并无强制性条文。

张春文指出，该标准为海上风力发电场的工程设计提供了依据，对促进我国海上风力发电场工程设计的规范化、标准化以及保障海上风电运行安全具有重要意义。他表示：“编制标准时遵循了国际最新设计理念，并积极贯彻国家节约能源、节约资源和环境保护的方针，提出了先进的技术指标。该标准的出台，预计将为我国海上风电行业的健康发展起到积极引领作用。”

另外，张春文表示，由于这一标准以工程实践、工程实验、工程监测和理论研究为编制依据，标准编制之初我国海上风电正处于起步阶段，编写时参考的工程范例和工程代表性较为有限，未来将随着我国海上风电行业的发展进一步完善相关标准。

李丽旻 中国能源报 2019-08-19

## 外罗海上风电项目首批风机并网

本报讯 8 月 15 日，外罗海上风电项目首批风机并网。该项目由中国能建规划设计集团广东院 EPC 总承包建设。

外罗海上风电项目位于广东省湛江市近海区域，总装机容量 198 兆瓦，配套建设一座 220 千伏海上升压站和一座 220 千伏陆上集控中心，是国内首个以 EPC 总承包方式建设的海上风电项目、广东省首个大兆瓦级海上风电项目。建成后，预计年上网电量 4.7 亿千瓦时。建设期间，广东院还主导开发了国内首个海上风电一体化监控系统和智能调度系统。（官嫣嫣）

中国能源报 2019-08-19

## 2018 风电场大评比 金风科技再创佳绩

2019年8月29日，中国电力企业联合会（下称“中电联”）发布中电联《2018年度全国风电场生产运行统计指标对标结果》（下称《报告》）。在这份风电行业一年一度的权威“成绩单”上，新疆金风科技股份有限公司（下称“金风科技”）凭借在风电领域20余年的深耕细作和优异表现，在2018年交出一份优异的“答卷”。

样本广泛 数据客观

数据显示，近四年间，中电联对标评选覆盖的风电场数量越来越多。中电联每年进行一次全国风电场评价活动，评比指标包含年利用小时数、风电场可利用小时数、弃风率等。评选流程为每年年初对上一年度（1月1日~12月31日）运行满一年的风电场进行数据收集，由各开发商上报上一年度风电场运行数据，然后进行评选，下半年公布评选结果。统计结果显示，2018年，全国共有1888个风电场（容量1.47亿kW）参与年度对标，占同期全国并网总容量的90%。共评出获奖项目342个。



从2018年报送的项目容量来看，中电联对标项目容量占并网容量的比例均在80%以上，2018年的报送容量达1.47亿kW，占同期并网容量的90%，高于2017年报送项目。

金风科技获奖项目数再破纪录

在全国342个获奖项目中，金风科技有93个获奖项目，占总获奖数量的27.2%，与2017年相比上升1.1个百分点，其中一等奖项目22个，二等奖项目28个，三等奖项目43个。

此次金风科技获奖机型涵盖了从750kW、1.5MW、2.0MW、2.5MW、3.0MW的全产新品线主流

机型。2.0、2.5、3.0 机型的获奖比例明显提高。

金风科技的智能风电机组在保持高可靠性的基础上，持续为客户创造更多价值。2018 年，金风科技所有参评项目的年平均可利用率高达 99.5%，高于 98.56% 的行业平均水平。

#### 智能风电机组奠定高可靠性

机组高可靠性表现的背后，是金风科技一直以来在智能风电机组和质量领域的精耕细作。金风科技始终高度重视科研投入，凭借自主拥有的直驱永磁技术，通过把握前端的技术趋势和路线，目前已拥有市场领先的 2S、2.5S、3S、6S 等智能风电机组产品平台，具有多叶轮直径、多塔架高度（形式）、多种可变功率、多种控制模式等技术特点，可响应市场复杂多样的需求，产品适应性、可靠性强，可覆盖更广泛、更多元的使用场景。

2018 年 10 月，金风科技代表风电行业，联合风能专委会（CWEA）、鉴衡认证发布《智能风电机组白皮书》，对智能风机的定义和特征以及技术支撑手段进行了规范，为中国风电智造制订了新的行业标杆。8 月 28 日，金风科技荣获风电行业首个“全国质量奖”。这一国家级重量级奖项的背后，是金风科技坚持贯彻“战略驱动、文化引领、客户体验、全优链条、科技创新”的“风电长跑”管理理念，发扬工匠精神，以终端客户体验提升、全生命周期质量成本最优为目标，持续推动质量工作的重要缩影。技术的迭代优化和积累沉淀，奠定了金风科技在风电行业中的“领头羊”地位。截至 2018 年年底，金风科技已实现全球风电累计装机容量超过 5000 万千瓦，装机数量超过 31000 台，连续八年国内排名第一，连续多年全球排名前三，2018 年排名全球第二。

#### 智启风电数字化未来

随着风电技术的不断创新发展，金风科技把握行业趋势，推进“中国制造 2025”战略，落实“互联网+”行动计划，大力推进风电互联网、数字化转型。

金风科技已建立先进的数字化平台，借助数字化平台构建了金风数字化风电场整体解决方案，包括自主研发的可定制化智能直驱风机、New Freemeso、GoldFarm、SOAM?、EFarm、能巢、Resmart 等系统和技术，涵盖风电场规划设计、风电场建设、风电场运营多项环节，融入集中功率预测、智能故障诊断、健康状态预警、风机优化运行等一体化 IT 工具。通过更透彻的感知、更全面的互联互通和更深入的智能化，最终提升发电量、设备可靠性，降低造价，持续提高风能的综合竞争力。

风机运行情况的评比，仅考虑年利用小时数、风电场可利用率、弃风率还远远不够。中电联的这份“成绩单”，是起点，而非终点。在“平价上网”时代来临之际，金风科技将一如既往，在成为全球清洁能源和节能环保解决方案“领跑者”之路上，不断推动技术革新、产品创新和产业变革，通过在风电、数字化、产业链、质量发展等方面的点滴进步，携手行业伙伴，积聚前行之力，迎接“风火同价”。

金风科技 2019-08-30

## 我国制造出 10 兆瓦海上风力发电机

我国首台 10 兆瓦海上永磁直驱风力发电机在四川德阳完成出厂测试。东方电气集团拥有国内首家该机组 IEC 设计认证证书，这是东方电气集团生产的首台 10 兆瓦海上风力发电机。

21 日，在我国装备制造之都德阳，东方电气集团东方电机有限公司内，记者看到这台具有完全自主知识产权的风力发电机组正在带电负荷正常运转。到 17 时许，出厂测试完成，可以出厂启运。

和目前 5 兆瓦及以下的风力发电机相比，10 兆瓦风力发电机是个“大块头”。2018 年 10 月 17 日，东方电气集团风电有限公司获得了中国质量认证中心颁发的 10 兆瓦海上风力发电机组 IEC 设计认证证书，该证书是进行 10 兆瓦海上风力发电机设计制造的“通行证”。东方电气成为国内首家，全球第二家取得 10 兆瓦大型海上风力发电机组 IEC 设计认证证书的整机制造商。

我国研发人员充分考虑中国海域特点，运用直驱永磁+全功率变频技术路线，产品具备优异的主动抗台风性能。该发电机尺寸大，加工制造精度要求高。东方电气发挥在发电机电磁、通风、绝缘、

防腐和结构设计等多方面技术优势，克服了困难。电机试验一次性冲转成功，各项指标均达到设计技术要求，标志着我国已具备大功率海上永磁直驱风力发电机研发和生产制造能力。

据介绍，该发电机将发往福建，安装在兴化湾海上风场。海上风电是新兴的绿色能源。数据显示，2018年天津一个由18台5兆瓦风力发电机组成、总装机90兆瓦的海上风电场，可提供1.8亿千瓦时的年发电量，约等于8万户居民年用电总和，年节约标准煤6.4万吨，年减排二氧化碳量达19.2万吨。10兆瓦海上风力发电机将带来更高的发电效率。

经济参考报 2019-08-28

## 广东首个接入 220 千伏系统海上风电场并网发电

8月15日22时，按照南方电网广东电力调度控制中心调度员的指令，湛江徐闻220千伏下海北海上风电场首次成功并入广东电网发电。

下海北是广东第一个接入220千伏系统的海上风力发电场，全部采用国产5兆瓦级以上抗台风型风力发电机组，为国内首次规模化应用。据介绍，下海北海上风电场本期投产5台机组，计划年底前36台机组全部并网发电，届时风电场总容量将达到20万千瓦。

张建军 沈甸 中国经济网 2019-08-19

## 金风科技机组率先完成兴化湾试验风场科研验收

近日，新疆金风科技股份有限公司（下称“金风科技”）参与兴化湾样机试验风场项目的两台GW154-6.7MW海上机组，凭借预期的发电量、良好的运行状况、快速的故障响应速度，和专业的调试运维水平，通过业主方的严格考评，顺利完成科研验收，率先进入质保期，充分验证了金风科技海上风电的综合实力。

兴化湾样机试验风场是目前机型最多、工程地质条件最复杂的海上风电试验风场，安装国内外8个厂家共14台海上风电机组，总装机容量7.84万千瓦，单机容量跨度5.0MW到6.7MW。金风科技两台GW154-6.7MW机组自2018年4月并网，至今运行稳定。值得一提的是，该产品具备中国电科院认证的低电压和高电压故障穿越等并网适应性能力，也是目前市场上海上大容量风机中，第一款同时获得鉴衡和DNV GL两家世界权威认证机构型式认证的机组。

与其它风场不同，兴化湾试验风场增加“科研验收”环节，即试验期。每台风电机组连续、稳定、无故障运行240小时后，不能直接进入质保期，还需要通过6个月的时间对样机进行考核，考核通过后方可进入质保期。科研验收主要针对设备的可靠性、实际风功率曲线、可利用率等关键指标进行考核，是对机组可靠性及性能指标的全面检测。

自2007年我国第一台海上风电试验样机在渤海湾矗立以来，金风科技持续加强海上风电技术、工程、人才队伍建设，以为客户提供高可靠性机组、精准的风电场资源评估、智能化吊装及运维方案为己任。

中国能源网 2019-08-20

## 广东首个接入 220 千伏海上风电项目并网

本报讯 日前，湛江徐闻220千伏下海北海上风电场首次成功并入广东电网发电，风机随着阵阵海风徐徐转动，将源源不断的海上风能化为清洁电力送入广东，送入粤港澳大湾区。

据悉，下海北是广东第一个接入220千伏系统的海上风力发电场，是粤西首家并网海上风电，全部采用国产5兆瓦级以上抗台风型风力发电机组，为国内首次规模化应用。

据相关人士介绍，下海北海上风电场本期投产5台机组，计划年底前36台机组全部并网发电，

届时风电场总容量将达到 20 万千瓦；今年粤西地区还将有 4-5 个海上风电场陆续并网发电；至 2020 年，广东海上风电的投产规模预计超过 200 万千瓦，将进一步改善粤港澳大湾区的能源结构，为大湾区的改革提供发展提供更多更优质的清洁能源。

根据广东省发改委印发的《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》，到 2030 年底广东将建成投产约 3000 万千瓦，超过三峡电站的装机容量，届时广东或将成为全国海上风电装机容量最大的省份、并将走在世界前列。

为促进海上风电高质量发展，广东电网牵头组织广东省能源集团等发电集团，成立了源网联络委员会及海上风电专项工作小组，攻关解决海上风电并网等关键技术；组织制订一站妥式的海上风电并网服务手册，高效服务海上风电的安全、有序并网；全力确保新能源全额消纳，积极促成港城至醒狮等 5 项重点工程投产，解决湛江地区海上风电送出问题，建成完善的海上风电消纳安全防线。

沈甸 中国能源报 2019-08-26

## 首款双馈三电平风机并网

本报讯 8 月 12 日，全球首款 950V 双馈三电平 3.XMW 风机在河北风场并网，这是远景能源也是业内首次将三电平电气传动技术应用于双馈风机。此举，有望引领新一轮风机技术升级，进而直接降低风电度电成本。

据悉，双馈三电平机型将风机电压从传统的 690V 提升至 950V，同样功率的风机电流缩小近 27%，大幅提升电气传动系统和输变系统的效率，降低度电成本。不止如此，双馈风机的三电平技术还大幅度改善了电能质量，提升了风机并网友好性，也大幅延长了发电机和电缆绝缘寿命。

相比 690V 两电平系统，950V 三电平系统增加了电平数，且电平阶跃幅度降低了 36%，开关频率下降了 30%，使得绝缘寿命提升大于 25%，发电机、动力电缆的寿命因此得以延长。

三电平技术从根本上消除发电机轴承被电蚀的可能，这是由于三电平的变频方案可以做到 0 共模电压，从源头上扼制共模电压对电机轴承的影响，从根本上消除了电机轴承被电蚀的可能风险。

王峰 中国能源报 2019-08-19

## 湛江外罗海上风电项目首批风机并网发电

本报讯 8 月 14 日，国内首个以 EPC 总承包方式建设的海上风电工程——湛江外罗海上风电项目首批风机并网发电。

外罗项目位于广东省湛江市徐闻县新寮岛以南、外罗以东的近海区域，总装机容量为 198 兆瓦。项目由广东省能源集团投资，中国能建广东院 EPC 总承包建设。

“作为广东省第一个大兆瓦级海上风电项目，外罗项目的许多技术和装备运用对广东省来说都是第一次。”广东院外罗项目经理刘晋超介绍，这些新技术、新设备的使用，都需要进行大量的研究、分析和评判，并结合风电场特定的建设条件进行综合决策。外罗项目的建设是对广东省海上风电装备制造、技术能力的一次全新检验，也必将产生应有的示范效应。（陈晓）

中国能源报 2019-08-19

## 国产 10MW 海上直驱风力发电机研制成功

本报讯 8 月 21 日，具有完全自主知识产权、国内首台 10MW 海上永磁直驱风力发电机在东方电气集团东方电机有限公司研制成功。

10MW 海上永磁直驱风力发电机尺寸大，加工制造精度要求高，东方电机充分发挥在发电机电磁、通风、绝缘、防腐和结构设计等多方面的技术优势，一举攻破了 10MW 大型海上风电研制关键

瓶颈，确保电机的可靠性、先进性和经济性，最终电机试验一次性冲转成功，各项指标均达到设计技术要求。10MW 海上永磁直驱风力发电机将发往福建，安装在兴化湾风场。

10MW 海上永磁直驱风力发电机研制成功，标志着东方电机已完全具备大功率海上永磁直驱风力发电机研发和生产制造能力，实现了我国大兆瓦级风力发电机自主品牌的突破。（江余 郭明俊）

中国能源报 2019-08-26

## 氢能、燃料电池

### 氢能投资“虚火”旺？

专家表示，现阶段大部分氢能公司属于转型做氢能，没有一家氢能业务的利润能够达到整个公司利润的一半。有些公司因原有业务市场占有率下跌，亟需新的业务增长点，顺势进军氢能，以提升自身市值

8月12日晚，雄韬股份发布定增募资预案修订稿，拟非公开发行股票，募资总额不超14.15亿元，全部用于氢燃料电池项目。

1个月前，大洋电机拟2.63亿元收购专注于车用燃料电池系统及其核心零部件产品开发和生产的重塑集团。

公开资料显示，2019年1月-6月，我国氢能和燃料电池领域的投资项目多达70个，其中50个公开了投资金额的项目。累计资金已经达到900亿元，超过了2018年全年氢燃料电池产业相关投资及规划资金的850亿元。

投资热情持续升温，全国多地相继宣布打造氢谷、投建加氢站，氢能概念股在资本市场大行其道，但与此同时，氢能及燃料电池产业链技术门槛较高且复杂、标准制定不完善、市场不成熟等问题仍悬而未决。氢能，究竟是发展时机已至，还是只是概念炒得很热？

炒预期势头正猛 多地争相布局

公开资料显示，目前涉足燃料电池产业链的A股公司已经超过40家，氢能源及燃料电池板块的相关概念股走势强劲，成为2019年上半年A股市场最活跃的板块之一。

“股票估值高低取决于对行业未来发展的预期。预期好，价格自然就上来了。”招商局资本副总裁冯晓霖向记者解释道。氢能和氢燃料电池在资本市场的走红，源于国家和政府层面的支持。

年初的全国两会上，氢能第一次被纳入《政府工作报告》，提出“推进充电、加氢等设施建设”，于是，氢能产业迎来发展高潮。今年6月，中国氢能联盟发布《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》，指出氢能将成为中国能源体系的重要组成部分，预计到2050年，氢能在中国能源体系中的占比约为10%，氢气需求量接近6000万吨，年产值超过10万亿元。

除了国家层面，地方政府和相关企业也相继出台政策和规划，大力推动氢能产业的发展。比如，张家口近日出台了《氢能张家口建设规划（2019-2035年）》，总体目标是到2035年建成国际知名的氢能之都。据不完全统计，今年上半年，共有20个省份出台了氢能产业发展的相关政策将近50项。

据统计，氢能第一次被纳入《政府工作报告》以来，我国目前有明确氢能产业建设规划的城市超过20个，投资总规模达万亿以上。如此大的数量级，似乎远远超过此前提出的燃料电池汽车到2020年要生产1000辆左右的燃料电池汽车进行示范运行的发展目标。

在北京中科富海低温科技有限公司总经理高金林看来，目前的资本狂热和争相布局有一定的合理性，“氢能未来发展潜力很大，先提前布局，当科学技术进步解决了其经济性、耐久性、便利性和安全性的问题后，就可以产业化、商业化。”

冯晓霖也认为：“国内氢能市场需要基数的打造和更多企业的参与，这样才能打造出企业龙头。”

产业发展需要热度 但也要谨防“炒作”

在狂热的资本逐利中，行业的健康发展能否保持？

与国家和政府的利好政策接连出台对应的是氢能及燃料电池产业投资项目的暴增，据了解，今年上半年氢能领域的投资金额超过 900 亿元，涉及氢能产业的上市公司也已攀升至 139 家。但行业的弊病也开始显露。

近日，美锦能源由于投资金额过高引起了监管部门的关注。数据显示，作为一家专注煤矿能源开发、投资、销售等业务的 A 股上市公司，山西美锦能源股份有限公司今年 3 月 23 日发布公告称，将在嘉兴市投资建设美锦氢能汽车产业园，预计总投资 100 亿元；6 月 28 日美锦再次发布公告称，拟投资 100 亿元在青岛市西海岸新区建设青岛美锦氢能小镇。但根据财报，美锦能源 2018 年净利润为 20.69 亿元，其盈利情况看起来似乎不太能支撑如此高额的投资，今年 7 月 1 日，美锦能源收到了来自深圳证券交易所的关注函，被要求说明在氢能领域所投资金的来源以及项目的进展情况。

“其实从业绩上来说，现阶段的整个氢能产业相关公司没有任何一家氢能项目的利润达到整个公司利润的一半。”冯晓霖称，“大部分氢能公司属于转型做氢能。有些公司遇到原有业务市场占有率下跌的情况，亟需新的业务增长点，因此趁着氢能的风口转型或者兼并收购，打通产业链，通过融资估值提升自身市值的同时，弥补自身技术的不足。”

一位资深投资从业人士向记者举例，亿华通在今年 7 月 8 日申请科创板上市，预计估值达到 48 亿元。而亿华通财务数据显示，去年全年亿华通的净利润只有 1800 万元。“净利润和估值相差如此之大，从投资的角度看，这样的预期是非常盲目的，这会透支企业未来的融资增长空间。”

“很多收入和利润都只停留于账面，没有现金流的净利润毫无意义。”冯晓霖指出，现阶段氢能行业仍依赖补贴，整车、核心零部件、加氢系统、加氢站很多环节都需要融资，同时还面临上游核心技术公司卡脖子，预付和承担中间的垫款压力，让现阶段的氢能产业除了政府补贴，仍寄托于长期的、持续的资本投入。

技术进步与资本 需齐头并进

“一级市场的氢燃料电池公司业绩并没有形成正向的增长，更多在炒预期，股价没有办法支撑，全靠空想和热情。”冯晓霖进一步指出，“没有专业人才的聚集、技术的积累，盲目炒高股价会陷入资本圈套，得不偿失。”

“其实一级市场很多项目都非常缺钱，炒预期给予了行业很高的关注度，但真正落子的太少，大部分还在观望。”在冯晓霖看来，目前表面的投资热并没有解决实际的产业项目推进。虽然无论国家、各地政府还是企业都不缺乏大手笔的投资规划和政策鼓励，“但行业发展不仅需要政策和资本加持，更要将重心放在做产品和精进技术上，而不是仅仅追求身价变现。”

业内普遍认为，产业的发展离不开资本助推，如果不加杠杆融资，可能会错失发展机遇；与此同时，局部的投资过热和产能过剩，也是资本之间相互角力过程中自然的市场现象，市场会进行自身的优胜劣汰。

冯晓霖认为，面对投资和技术发展的双重选择，行业从业者要保持冷静，融资要对应合理估值，过多透支预期就会造成后期融资陷入困境。“一级市场周期很长，行业的客观规律是 3—5 年才会看到相应的投资回报，形成正向循环后产业才能良性发展。”冯晓霖称。

本报实习记者 仲蕊 中国能源报 2019-08-19

## 液氢技术能否借鉴 LNG 工程经验

有观点认为，氢液化过程就是天然气液化的升级版，在设备结构和工作原理上有诸多可借鉴之处；也有观点认为，氢液化技术比 LNG 复杂得多，二者铺垫的产业链也不相同，可借鉴价值不大。

不久前，嘉化能源与浙能集团分别签署《战略合作框架协议》及《氢液化工厂合作框架协议》，

合作开展氢能综合开发利用，联合建立商用氢液化示范工厂，并确保今年建成投产。

今年2月，鸿达兴业与北京航天试验技术研究所全资子公司航天雷特机电签署了《氢液化工厂设备建设项目合同》，共同推进氢液化工厂设备建设项目。

各家企业在氢液化领域的密集布局表明，液氢的发展已然提速。

当前的氢气供应模式中，高压储运储氢技术较为成熟，但与此同时，高压氢气密度较低，造成氢气运送效率低，最终造成氢气成本居高不下。相较于高压氢气，低温液态储氢可以大幅提高氢气密度，降低运输成本。业内人士认为，氢液化技术将是解决氢大规模储运的关键。

有资料显示，液氢的制造储运与LNG相似，那么氢液化技术能否借鉴LNG（液化天然气）工程经验，LNG的经验和技术又能否应用到氢液化流程和未来的液氢工厂建设中？

预冷原理相近

张家港氢云新能源研究院院长魏蔚告诉记者，液氢作为低温液体的一种，其液化原理与LNG有相似之处，先预冷降温再节流膨胀，且具有明显的规模效应。当液氢生产规模超过10吨/天时，预冷方式不再采用液氮汽化，而是采用氮膨胀制冷循环或混合工质MRC制冷循环来直接预冷氢气，并采用多级换热器进行冷能回收利用，工艺流程的优化使得能耗比液氮预冷工艺显著降低。

纵观天然气液化的技术发展过程，在5万方/天的规模时采用氮膨胀制冷循环，随着液化规模的扩大逐步发展成MRC混合工质制冷循环。“因此可以将包括设备制造、工艺流程技术和工程建设在内的液化天然气工厂积累的成熟经验，应用借鉴到大规模氢液化工厂的建设中。”

思路经验可借鉴

“液化天然气和液氢都是低温液体，区别在于两者处在不同的温度区间，氢液化需要更低的转化温度。在工艺流程上，氢液化的预冷与冷能回收工艺、冷箱设备、低温液体储存等，和液化天然气有很高的相似度。”魏蔚指出，氢液化过程就是天然气液化的升级版，预冷过程采用的氮膨胀或MRC混合工质循环，都与天然气液化工厂的工艺流程非常相似，在设备结构和工作原理上也有很多可以借鉴之处。

资料显示，LNG和液氢的联合生产已有先例，2001年日本首次利用LNG预冷及与空分装置联合生产液氢，由Hydro Edge Co.Ltd承建的大型氢液化及空分装置于2001年4月1日投入运行。

“氢液化在某种程度上是采用类似大型的天然气液化的流程，先把温度降到-160℃，再进行冷却到氢的沸点-253℃。”魏蔚进一步表示，大规模氢液化步骤的前半段和天然气液化是一样的，所以天然气液化给了氢液化非常好的借鉴。“就设备而言，虽然温度差异较大，在材料上差异也较大，但是在结构和原理上有很多相似之处。”

核心技术仍待独立攻坚

不过，北京航天试验技术研究所高级工程师杨申音却持不同观点。“氢液化技术不会太多借鉴LNG，因为LNG这种程度的液化经过较长时间的经验积累已经趋于简单化。从制冷原理的角度讲，两者的原理和基本思路虽然大同小异，但氢液化的技术比LNG要复杂得多。”杨申音表示。

“没有必要借鉴，如果借鉴的话，就相当于高端借鉴低端，没有意义。如果从产业链的发展的角度讲，铺垫的产业链也不太相似。”一位不愿具名的业内人士向记者表示。

据了解，氢液化和LNG前期都是用液氮预冷，但在天然气液化的基础上，想把同样的设备升级为可以匹配的液氢系统没有可能性，因为这两个系统量级相差很大，核心设备也有所差异。

“氢液化工艺流程的发展，液氢的规模化生产和液氢工厂的建设，归根结底还是需要自身技术的提高。”业内人士告诉记者，LNG的确能在预冷阶段为氢液化提供相似的原理和思路，但氢液化过程比LNG更为复杂，门槛更高。

“对LNG的工程经验借鉴和联合生产可取，但对氢液化来说更为关键的是核心设备技术的攻坚。”上述业内人士说。

本报实习记者 仲蕊 中国能源报 2019-08-19

## 统筹规划氢能发展刻不容缓

头顶“终极能源”桂冠，被寄予能源转型变革先机的厚望，在“推进加氢设施建设”被写入今年《政府工作报告》后，氢能发展迎来“春天”，今年上半年更是进入了“遍地开花”的阶段。

有数据显示，2019年上半年，氢能行业的公开投资事件约70起，单个项目最大投资额达到100亿元级别，氢能产业总投资金额超过1000亿元。中国汽车工程学会发布的数据则显示，2018年氢燃料电池产业相关投资及规划资金超850亿元，而2019年上半年的名义投资金额已经超过了2018年全年的投资额。

在这“忽如一夜春风来”的热潮中，各地纷纷布局、抢抓机遇。据不完全统计，目前几乎所有省（市、区）都已经多多少少有氢能、氢燃料电池相关产业布局，但其中有省一级统一规划的仅有广东省的《加快氢燃料电池汽车产业发展工作方案》（征求意见稿）、山东仍在编制中的《山东省氢能产业中长期发展规划》以及浙江省已发布两次的《浙江省加快培育氢能产业发展的指导意见》（征求意见稿）等，更多的地方则只有地市一级层面规划；国家层面涉及氢能或氢燃料电池汽车的文件虽然已经出台一些，但总体并没有形成完整、系统的规划。

诚然，因地制宜是政策制定应遵循的基本原则，政策制定、服务的范围越小，理论上越是能更清楚地了解当地情况，更好发挥作用。但这也同样易导致产业布局不合理。虽然目前氢能产业仍处于起步阶段，但是涉及的投资额大、范围广，如果没有更高的顶层设计，极易导致同质化竞争，最后反而难以发挥地方各自优势。笔者获悉，近期东北地区某原计划投资12亿元的“氢能小镇”尚未真正开工建设就已“停摆”。

当前，氢燃料电池汽车是氢能的主要应用场景，氢能“风口”的到来也正是受益于氢燃料电池汽车的大热。但从技术角度看，氢燃料电池汽车目前仍处于示范化运营阶段，要真正实现商业化运营仍需时日。最新数据显示，今年7月，我国燃料电池汽车的产销量仅为6辆和4辆。有专家预测，氢燃料电池技术或许还需五年时间才能成熟，而现在的氢能技术，如制氢、储氢、运氢等，很多都是多年前的工艺，2030年后或才能实现新一代氢能技术的工程化。在技术不成熟、不确定的当下，如果各地盲目大规模投资建设氢能，而无更高一级的产业规划，无疑会为氢能后期发展埋下隐患。

事实上，相关部门已经意识到这一问题。国家发改委相关负责人日前提出要“统筹规划氢能开发布局”，国家能源局局长章建华也提出“要加快推进能源技术装备自主化进程，力争在大规模储能、智能电网、先进核电、氢能和燃料电池等重点领域取得突破”。但是，好的理念终须落在实处，产业发展不可盲目无序，实实在在的氢能发展统筹规划、顶层设计已经刻不容缓。

另风 中国能源报 2019-08-19

## 河北打造全国氢能产业创新发展高地

河北省发展和改革委员会等部门近日印发《河北省推进氢能产业发展实施意见》提出，以培育壮大氢能产业为目标，加快构建“政策生态、产业生态、服务生态”三大氢能生态体系，率先将河北打造成为全国氢能产业创新发展高地，为全省新旧动能转换、高质量发展提供新的战略引擎。

根据意见，河北将主要围绕制氢、储运加、燃料电池、应用示范和产业集聚发展、创新体系建设、标准体系建设等七个方面推动氢能产业高质量发展。到2022年，氢能关键装备及其核心零部件基本实现自主化和批量化生产，氢能产业链年产值150亿元。到2025年，培育国内领先的企业10-15家，氢能产业链年产值达到500亿元。到2030年，培育5-10家具有国际领先的龙头企业，孵化一批科技型企业，拥有全产业链研发实力和工业化生产能力，氢能产业链年产值突破2000亿元。

意见还提出，创建张家口世界级氢能应用示范城市，借助2022年冬奥会举办和张家口可再生能源示范区建设的重大机遇，实施“三个一批”行动，到2022年，在城市公交、物流、旅游及奥运专线等领域规模化商业运行一批；在大型应急电源、通信基站、分布式热电联供、微电网、多能互补等

领域重点示范一批；在公务用车、环卫车等领域创新发展一批。

此外，河北省将引导氢能产业在空间布局上趋于集中，功能上趋向集聚，定位上互补发展，防止低水平重复建设。

经济参考报 2019-08-28

## 国家电投氢燃料电池电堆技术获阶段性成果

日前，在国家电投科学技术研究院举办的氢能技术创新与应用高峰论坛上，国家电投氢能科技发展公司首席技术官柴茂荣表示，国家电投 100 千瓦氢燃料反应堆将于今年年底完成整个系统稳定性测试。

今年 7 月，国家电投氢能公司 100 千瓦功率金属双极板燃料电池电堆宣告研制成功。而这对于国家电投氢能公司“实现燃料电池的全产业链自主化”目标来说，仅仅是个开始。

### 攻关核心技术

据了解，燃料电池项目的设计研发分为膜电极、双极板、电堆封装以及 BOP 系统（包含系统控制、氢泵、其它附属设备等）四大部分。其中，膜电极作为燃料电池实现功能的核心，成为国家电投氢能公司攻坚重点。

“国外企业生产的性能最为优秀的催化剂我们买不到，市场上的催化剂又难以达到我们的要求。”柴茂荣表示，国家电投目前已成功研制出耐腐蚀、易负载的碳基催化剂载体，以及具有高质量活性、低铂载量的多元合金催化剂。“最终的催化剂产品的质量活性优于目前市场上的催化剂，通过 1.0-1.5V 十万次的耐久性测试，其衰减特性值仍大于 80%，耐久性能较目前的商业催化剂具有显著优势。”

来到展厅内，记者注意到一张张透明的薄膜。让记者想不到的是，这薄薄的一层膜，全球只有两三家企业可以生产。

“普通的质子交换膜并不难做，但燃料电池所需的膜必须要耐高温，可以在 100 摄氏度的条件下正常工作。而绝大多数的膜在 80 摄氏度就开始软化，失去功能。”柴茂荣介绍称，国家电投与武汉理工大学合作，研制成功了高电导率、高耐久性、低溶胀的质子交换膜，并完成了量产工艺、设备及产线的开发。“目前该技术正在进行细节参数实验和论证。预计到 2021 年可以形成标准化的产品。”

### 打造自主化产业链

百千瓦燃料电池电堆及燃料电池系统产品项目的完成分为三个层次：从原料到产品的全部关键环节实现自主化，以细节为根本、以系统为表征实现性能提升，以及通过推动技术升级与规模效应实现成本的大幅降低。

在柴茂荣看来，氢燃料电池要想实现商业化，这三个关键要素缺一不可。“相比锂电池汽车，氢燃料电池车的成本要高很多，如果再走依靠高比例补贴的老路，国家财政是无力支撑的。”他表示，目前国外燃料电池电堆通过规模化，可以将每千瓦造价降至 1000 元人民币以内，而国内仍处在 7000 元左右。“想降低成本，必然需要提高自主化水平、减少进口依赖，同时用高性能争取市场。”

“举个例子，一块看似不起眼的双极板，原先我们都不具备自主制造的能力。我曾经找到掌握该技术的国外公司，对方连一个样品都不愿提供给我们。”回忆起研制之初的艰辛，柴茂荣颇有感触。

既要满足接触电阻、基材溶出率等指标要求，又要克服钛材料不能承压的特性，柴茂荣和他的团队对钛材料进行改进，冶炼材料，制作产品，再做测试，没有成功就重新再炼材料。“看似不起眼的双极板，花费的时间精力仅次于对催化剂技术的攻克。”目前，这种由国家电投自研的钛极板已完成设计形成专利，并实现了小批量生产。

整个燃料电池产业链的自主化涉及多个领域，为实现自主化目标，国家电投通过发挥其大型能源央企的战略优势，组建了氢能产业联盟。“联盟中有许多材料、设备厂商，我们聚焦于产业发展，更加侧重产业技术、生产等方面，以此进行资源整合，打造产业发展平台。”

### 明确发展方向

柴茂荣在讲话中表示，由于起步较晚，我国燃料电池电堆水平与先进国家相比较为落后，无论是单堆功率、功率密度还是使用寿命等方面，均存在一定差距。”燃料电池单堆功率达到 100 千瓦并非单纯的数量叠加。单堆功率提高意味着功率密度提高，对元件散热等工艺都提出了更高要求。”

柴茂荣强调，为满足大型车辆、商用车的需求，未来燃料电池必将朝大功率的方向发展。“3 升 6 缸发动机的功率约为 200 千瓦，大型机车甚至可以达到 1000 千瓦。而国内燃料电池电堆单堆功率最高仅为 60 千瓦，为达到功率需要的电堆数量过多，控制系统无法实现有效控制，因此，大功率电堆的开发十分必要。”

据了解，国家电投百千万燃料电池电堆项目将在今年内完成中试，并进行相关工艺放大验证及固化。“在此基础上，预计 2020 年 5、6 月份，就可以到车企进行相关测试与实验。”柴茂荣说。

此外，根据国家电投氢能公司发展规划，到 2020 年，国家电投氢燃料电池关键零部件及系统产品将实现量产，并建成国家能源氢能研发（实验）中心，初步建成氢能检测鉴定实验验证平台；2025 年将形成系列化电池产品及稳定的系统配套能力和原材料供应体系，验证平台发挥行业支撑作用。

本报记者 卢彬 中国能源报 2019-08-26

## 粤港澳大湾区氢能产业 5 年内或迎爆发

当下的氢能产业正如 20 年前的光伏产业，或者 10 年前的锂电产业，政策引导将发挥重要作用。氢能产业是个上规模就能够降低成本的行业，如果广东企业能够把握好先发优势，保持投入，3-5 年内将有望迎来产业爆发。

8 月 18 日，东华能源股份有限公司发布公告称，该公司与茂名市人民政府及广东省金辉新材料股权投资中心签订《战略合作协议》，计划利用进口的高纯度丙烷建设两套 90 万吨丙烷脱氢装置，推进粤港澳大湾区氢能产业链发展。

“茂名本身是全国重要的石化基地，丙烷裂解脱氢项目通常用于生产重要化工原料丙烯，产生的化工副产氢有望为当地带来大量廉价氢源，副产氢气提纯制氢的二氧化碳排放量相对化石能源制氢基本可以忽略，一旦形成规模，当地的氢燃料成本也有望下降。”张家口氢云新能源研究院院长魏蔚告诉记者。

截至目前，包括佛山、广州、深圳、茂名等市，广东省多地已出台氢能规划，业内人士指出，粤港澳大湾区氢能产业集群已初步形成，若发展顺利，五年内氢能产业有望走向成熟。

资源禀赋不占优，但市场需求驱动力强

2018 年以来，全国“长三角”地区、“珠三角”地区、四川省、河北省及东北地区多地已出台氢能产业相关规划，从入局者的数量来看，氢能产业正处在新兴产业的风口浪尖。业内人士普遍认为，提早布局让广东省乃至粤港澳大湾区已占得“先机”。

2018 年 6 月，广东省印发《关于加快新能源汽车产业创新发展的意见》，提出将加大对氢燃料电池汽车的补贴力度，2018-2020 年广东省新能源汽车推广应用省级财政补贴资金中的 30% 将用于支持氢燃料电池汽车的推广应用。2018 年 8 月，深圳市财政委员会印发《深圳市 2018 年新能源汽车推广应用财政支持政策》，将燃料电池车的具体补贴金额标注在文件中，加速政策补贴落地。2018 年 11 月，佛山市作为全国最早布局氢能的城市之一，发布《佛山市氢能源产业发展规划（2018-2030 年）》，预计到 2030 年形成千亿氢能产业规模。

“从资源禀赋上来说，粤港澳大湾区并不具备优势，当地可再生能源制氢成本相对较高，而化工副产氢项目也需要数年才能建成。但广东一直以来都是新能源汽车的消费大省，从需求上看，氢燃料汽车具有良好的产业发展基础。”深圳市招商金台资本管理有限责任公司副总裁冯晓霖说。

淳华氢能科技股份有限公司董事长谢曙则认为，与其他地区相比，粤港澳大湾区的市场需求呈现出多元化格局。“从氢能终端应用的角度来说，交通及工程物流是两大主要需求领域，粤港澳大湾区本身具有强大的制造业基础，工程物流领域的清洁化趋势将有效带动氢能产业，而深厚的汽车产

业基础也将带动氢燃料汽车的发展。”

各地布局各有侧重，关键是要形成产业协同

从广东省各市出台的政府文件来看，各地氢能发展的侧重点有所不同。

今年3月，茂名市就已启动氢能产业基地，计划发展当地氢燃料汽车产业，而此次东华能源与茂名市签署的战略协议则显示，茂名市作为我国石化产业的重要基地之一，即将开展氢能综合利用的产业链研究，并结合广东省氢能走廊开展茂名市及周边地区氢气分销、加氢站等业务。

近两年来，广州市工信局也出台了一系列政策，大力推动氢燃料电池膜电极技术等氢能产业核心技术创新，同时也建成了加氢站及氢燃料电池物流车的示范项目。

作为广东省首个大规模使用氢燃料电池公交车的示范城市，佛山则一直将其注意力聚焦在加氢站等氢能的下游应用领域。

多地如此积极地布局氢能，从整体上来看，是“各自为政”还是“互相促进”？一位不具名企业高管告诉记者，就目前各地氢能产业链布局来看，必然会出现部分重叠，甚至存在不科学之处，但从某种程度上来说，一个领域的充分投入对整个产业链势必会起到积极带动作用。关键是要促进各地形成产业协同，共同做大做强产业链。

“氢能产业的市场体量足够大，随着产业发展，氢能产业链也将不断延伸。对于一个新兴产业来说，每个独立的投资机构、企业都会不断进行权衡，有计划，同样也会有变化。从业人士需要互相吸取教训，总结经验，从市场应用、资源情况、产业基础和当地情况对发展规划进行适当调整。”谢曙说。

对政策敏感，最大障碍是技术瓶颈

面对站在风口浪尖的氢能产业，冯晓霖指出，当下的氢能产业正如20年前的光伏产业，或者10年前的锂电产业，政策引导将发挥重要作用。

“与其他地区相比，广东省政府财政收入更充裕一些，从投资的角度来看，广东地区的氢能投资风险相对较小。政府诚信将推动企业大胆地去发展。”冯晓霖说，“氢能行业是个上规模就能够快速降低成本的行业，但从目前情况来看，氢能产业发展仍需要时间，遵从一定的产业规律。如果广东企业能够把握好先发优势，保持投入，3-5年内将有望迎来产业爆发。”

魏蔚指出，广东省财政支持力度大，当地锂电及新能源汽车等产业实力雄厚，给氢能源产业的继续发展打下了良好的基础，氢能产业综合发展条件较好，到2025年有望基本实现产业化。

然而，谢曙也指出，目前我国氢能产业存在的最大问题仍是技术瓶颈。“目前氢能领域不断有新技术新产品涌现出来，但只有具备性价比的产品才会具有市场推广性，提升氢能产业链上的产品性价比是企业 and 政府都需要关注的问题。”

本报实习记者 李丽旻 中国能源报 2019-08-26

## 海水淡化

### 红沿河核电二期海水淡化系统正式产水

本报讯 近日，红沿河二期工程海水淡化系统正式产水。二期工程海水淡化系统共有三列反渗透装置，全部可用后，每小时可产淡水240吨。

据了解，红沿河核电一期工程海水淡化系统于2010年投产，是我国核电站中的首个海水淡化系统，开辟了核电站利用海水淡化技术提供淡水资源的先河，产出的水质优于国家饮用水标准，可直接饮用。二期工程海水淡化系统采取与一期相同的技术，并在建设过程中落实了100余条一期工程海水淡化经验反馈。

二期工程海水淡化系统全面建成后，将实现红沿河一、二期淡水、除盐水、生活水互通。在充

分满足 6 台机组生产用水的同时，还可为红沿河员工提供生活用水，提高了红沿河现场供水的稳定性和用水经济性。同时，二期工程海水淡化系统全部投产后，红沿河现场将每天生产超过 2 万吨淡水。（红和）

中国能源报 2019-08-26

## 核能

### 全球小型堆研发应用提速

中国已启动多功能模块化小型堆（玲龙一号）示范工程；英国政府将投入 1800 万英镑初始启动资金支持 Rolls-Royce 公司的小型模块堆电厂建设；美国 NuScale Power 公司称美国核管会已完成对其小型模块化核反应堆设计的第二和第三阶段审查；加拿大启动了小型模块堆建设项目的环境评价。

本报讯 实习记者杨晓冉报道：近期，包括中国、美国、英国、加拿大在内的核电国家在推动小型堆发展上均有新动向：中国已启动多功能模块化小型堆（玲龙一号）示范工程、英国政府将投入 1800 万英镑初始启动资金支持 Rolls-Royce 公司的小型模块堆电厂建设、美国 NuScale Power 公司称 NRC(美国核管会)已完成对 NuScale 小型模块化核反应堆设计的第二和第三阶段审查、加拿大启动了小型模块堆建设项目的环境评价。

公开信息显示，由中核集团研发的“玲龙一号”在现有成熟压水堆核电技术基础上，采用“一体化”反应堆设计和“非能动”安全系统，安全性达到第三代核能系统技术水平，同时可满足不同区域、用户能源需求。据中核集团介绍，小型反应堆具有高度的安全性、良好的经济性、功率规模的灵活性和特殊厂址的适应性，能够满足中小型电网的供电、城市供热、工业供汽和海水淡化等各种领域应用的需求。位于海南昌江的玲龙一号示范工程是商业性示范工程，用以验证设计、制造、建造和运行技术，积累小型核电站的宝贵经验，在未来能源市场上作为其他能源以及大型核电站的有力补充，逐步开辟小型反应堆的商用市场。

对于英国政府的资金支持，Rolls-Royce 公司及其合作伙伴表示，英国的小型模块堆项目可以为英国经济贡献 1000 亿英镑，并打开全球出口市场。

今年 7 月底，美国 NuScale Power 公司表示，美国核管会有望在 2020 年 9 月前完成对其小型模块化核反应堆设计的设计审查，其将成为目前世界上唯一一个经过美国核管会设计认证审查的小型模块化反应堆。

据了解，NuScale Power 公司和犹他州相关市政电力系统公司计划构建 12 个小型模块化反应堆，未来将提供 72 万千瓦的电力供应。对此，NuScale Power 公司开表示，模块化轻水反应堆具有更安全、体量更小的优势，将为美国提供无碳能源，并减少部分核设施相关的财政投资。

加拿大环境评价署日前也公布，已启动小型模块堆建设项目环境评价。目前，加拿大第一电力已与安大略电力等公司联合，准备在安大略省乔克河建设首座 MMR 电厂。

小型模块化反应堆作为一种安全、经济的核电新堆型，是国际原子能机构鼓励发展和利用的一个核能开发新方向。今年 5 月，国际能源署（IEA）发布的《核能在清洁能源体系中的作用》报告指出，核电、水电作为低碳发电的主力，共同为全球提供了 3/4 的清洁电力。然而，在目前全球的发达经济体中，核能开始面临衰退、核电站关闭、失去新投资等阻碍。

相关研究表明，如果任由核电衰退，到 2040 年，发达经济体的核电可能会减少三分之二，世界将面临二氧化碳排放大幅增加的风险。因此，上述报告建议，在世界需要更多低碳电力的情况下，应在确保现有核电站安全运行的基础上，支持更多新的核电站建设，并鼓励开发新的核电技术。其中，发展投资成本低、交付周期短、灵活性高的小型反应堆不失为保障核电可持续发展的途径之一。

此外，《核能在清洁能源体系中的作用》还进一步分析，目前为建设大型第三代反应堆融资的难

度越来越大，再加上对低碳可调度发电的需求，政策应鼓励投资者对小型模块化反应堆的投资。

中国能源报 2019-08-19

### 中国大陆核电机组数居全球第三

中国核学会 21 日发布消息称，截至 2019 年 6 月底，中国大陆在运核电机组 47 台，装机容量 4873 万千瓦，位居全球第三。这是记者 21 日在内蒙古自治区包头市开幕的中国核学会 2019 年学术年会获得的消息。

据介绍，“十三五”期间，全国核电投产约 1900 万千瓦、开工 760 万千瓦以上，预计 2020 年装机容量达到 5103 万千瓦。

“我国核电自主创新体系不断完善，核电关键设备和材料国产化率显著提高，形成以华龙一号、CAP1400 为代表的自主三代核电技术，同时快堆和高温气冷堆示范工程进展顺利，小型反应堆研发和示范工程准备在积极推进中。”中国核学会理事长王寿君在会上说。

安路蒙 人民日报海外版 2019-08-22

### 南非高调重启核电开发

将核电“束之高阁”近两年后，南非决定改变主意。作为非洲唯一一个核电国家，南非多年来一直强推核电发展，在上一任总统祖马任期时达到了顶峰，一边与俄罗斯开展 6500 万美元核电合作，一边制定了 2030 年前建成 9600 兆瓦核电装机的目标。但随着祖马因涉嫌腐败而下台，南非核电产业大幅扩张的脚步被迫暂停。

南非现任总统拉马福萨在 2017 年底开始的第一个任期内宣布“搁置核电”，但在去年 7 月第十届金砖峰会期间与俄总统普京“私下交谈”之后，对于“两国继续推进核电合作”有所触动。今年 5 月开启第二任期后，更是一改讳莫如深的态度，强调“缺电”让南非对任何潜在能源“敞开大门”，间接为重启核电铺路。

寻求“经济实惠”的核电

“它（核能）已经重新回到了我们的讨论中。”南非能源和矿产资源部部长曼塔谢在 8 月 20 日于约翰内斯堡举行的一场圆桌会议上表示。这是曼塔谢自 5 月上任以来，第三次公开力挺核电，标志着南非政府考虑将核电重新纳入国家长期能源战略规划。

曼塔谢强调，南非不会大规模新建核电项目，而是以经济实惠的方式增加产能。“我们认为当前不适宜大力发展核能，而是应该以国家能够承受的速度和成本推进，走模块化的道路，提供负担得起的核电。”他说，“在此前与俄罗斯商讨的核能协议中，我们发现可能存在腐败问题，但这并不会影响我们与他们（俄罗斯）的合作，也绝不意味着我们不再需要它（核能）。”

南非拥有非洲大陆上唯一一座核电站 Kelberg，目前由南非国家电力公司（Eskom，以下简称“南非国电”）运营，这座位于开普敦附近且拥有两个反应堆的核电站装机 1860 兆瓦，相当于南非电力装机总量的 2.5%，约占南非电力供应的 5%，该国正在努力将其寿命延长 20 年至 2044 年。事实上，曼塔谢 3 个月前甫一上任就向议会建言，应该重新开始规划新的核电产能，旨在 2045 年之后可以投产上线，否则届时南非仍难填补庞大电力缺口。

7 月，南非公布 2019-2020 财年国家预算草案时，曼塔谢再次将核能发展摆上台面，呼吁尽快规划新建核电站事宜。“国家必须避免走极端的能源问题，即不是煤炭就是可再生能源，我们应该考虑的是如何有效利用所能掌握的所有能源资源，旨在安全、清洁、稳定且可持续地提供能源和电力。”

路透社 8 月 21 日报道称，鉴于大规模新建核电产能将给南非经济带来沉重负担，该国正在评估小型核电的前景。当前，持续已久的缺电问题对南非经济构成严重威胁，尤其是重要的矿业和制造业，今年首季该国经济创 10 年来最大跌幅，GDP 年率季跌 3.2%。

“小型模块化”规划在即

尽管曼塔谢并未给出具体的新建核电产能时间表，但明确表达了“南非不会放弃核电，而是正在寻找一条更经济路线”的立场，同时表示关于核电的规划和细则将在新版《国家综合资源计划》(IRP)中披露。

南非《每日电讯报》8月21日消息称，南非政府正在与企业和劳工就新版 IRP 进行讨论，预计将在9月中旬前提交至内阁进行最终审批。IRP 于2010年出台，每两年更新一次，旨在跟上电力需求、成本和技术变化，现行 IRP 将于9月底到期，新版将围绕2030年能源战略目标予以更新和调整。

曼塔谢介绍称，新版 IRP 包含了“小型模块化核反应堆”的相关规划，这意味着政府会考虑建设以比过去更小规模的核电站。

有经济学家表示，对当前经济下滑严重的南非而言，大规模新建核电站是“不可承受之重”，而且会给本就岌岌可危的主权信用评级带来更大冲击。据悉，国际评级机构惠誉已于7月底将南非的信评展望下调至负面，预示该国离垃圾级别仅一步之遥。另一大国际评级机构穆迪也表示，如果南非无法在11月前改善大幅增加的预算赤字和公共债务，将下调其当前最低投资级别的信用评级。

南非《星报》援引南非能源专家 Chris Yelland 的文章称，南非在新建大型核电站方面还有很长的路要走，即便新版 IRP 有所体现也不意味着就会发生，考虑到南非当前经济形势和财政收入情况，“模块化小型堆”的确是最优选择。

核能是纾解“电荒”关键

南非一直深受缺电困扰，今年第一季度更是经历了近年来最严重的一场停电。鉴于南非国电旗下污染老旧的燃煤电站将在未来20年内相继退役，加上该公司深陷运营危机自顾不暇，如何快速增加电力产能成为南非政府的最大难题。

“电荒恐惧”正在南非全国蔓延，曼塔谢对此深感忧虑。“我们（能源和矿产资源部）不是任何能源资源的‘说客’，我们要对国家能源结构做出最适当的调整和监督，而核能无疑将在其中占据一席之地。”他强调，“严重依赖煤炭的局面肯定会结束，但是政府必须谨慎地考虑向可再生能源过渡这一问题。我们不可能从一个极端跳到另一个极端，在煤电全面退役的情况下彻底依靠清洁能源而没有后备电力，这只会将国家推向更大的‘黑暗’。”

南非《商报》撰文称，核能无疑是纾解“电荒”的关键。尽管核电存在成本高和融资难等问题，且国内“不需要核能”的声音仍然很多，但核能仍然是南非煤电退役后填补庞大电力缺口的不二选择，而推行小型堆则是帮助该国用上可靠、清洁和廉价核电的“捷径”。

去年底，负责监督南非政府部门工作的南非议会能源结构委员会（PCE）曾公开表示，新版 IRP 必须明确“核能仍是南非能源结构的重要组成部分”，其应该是全球唯一可行的长期大宗能源，迄今没有任何有说服力的论据可以反驳“核能仍然是最安全、最环保、最清洁、最具成本效益和最可持续的技术选择”这一结论。

据了解，去年底披露的新版 IRP 草案中提议增加煤炭、水力、太阳能、风能和天然气的产能，到2030年达到煤炭占比46%、天然气占比16%、风能占比15%和太阳能占比10%。

本报记者 王林 中国能源报 2019-08-26

## 澳大利亚探讨核电解禁

日前，澳大利亚联邦议会宣布将开启核能工业调查，就发展核能工业的必要性进行探讨。一直以来，由于环境安全等方面的考虑，澳大利亚的核电“禁令”已实施多年，如今核电重新走到台前，是否意味着澳大利亚能源即将转向？

现任能源部长看好核能

据《卫报》报道，澳大利亚能源部长 Angus Taylor 目前已向环境与能源常务委员会提出对澳大

利亚核能工业发展条件做出调查的要求。他表示：“长期以来我们在寻求低排放及具有经济性的能源。目前尚没有发展核电的计划，但如果完全不考虑新兴技术将是不负责任的。”

Angus Taylor 在接受媒体采访时指出：“为未来几十年找到能够负担的、可持续的基本电力是政府和议会应起到的作用，这也是为什么我提出了这一核电调查要求。”

澳大利亚自由党议员 Ted O'Brien 则表示将与委员会其他成员进行商讨，并呼吁尽快完成此次调查，了解核能现存状况并权衡民众意见。

多年以来，澳大利亚虽铀矿资源丰富，但该国政府始终反对建设核能相关设施。数据显示，澳大利亚 2018 年出口铀总量超过 7000 吨，为澳大利亚带来了超过 4.07 亿美元的国家财政收入。

澳大利亚政论杂志 The Conversation 撰文称，每年澳大利亚生产的铀总量足够供应澳大利亚全年能源消费量，但其碳排放却只有同等条件下煤电厂排放量的十分之一。分析认为，澳大利亚一次能源消费量中煤炭占比超过 40%，煤电占澳大利亚发电总量的 75% 左右。地处太平洋上，澳大利亚在气候问题上的“不作为”已引发了周边多个岛国的不满，为此，降低能源领域的碳排放对澳大利亚来说也是势在必行之举。

小型反应堆会否带来转机？

对于澳大利亚核电发展前景，Angus Taylor 对小型模块化反应堆表示了兴趣，坚称它们与传统核电站截然不同。他建议称，此次政府不应该再考虑目前的主流核电站大型核电站，如果未来能够开始做核电工业，也应该是在小型反应堆上发力。

据了解，小型模块化反应堆能够在工厂中生产，并实现现场安装，从初始投资上来说，与大型核电站相比更具备经济性。然而，澳大利亚政府在 2016 年进行的核电工业调查显示，对澳大利亚来说，不论是大型核电站还是小型模块化反应堆都不具备商业价值，而这也是截至目前澳大利亚政府最后一次对核能工业的全面调查。

事实上，近年来美国已着手研究小型核电站的可行性。美国大型核电站正面临着来自天然气电的竞争，多个核电反应堆即将退役，为保持核能技术发展，美国部分能源企业则将目光投向了小型模块化反应堆的研究。

《卫报》撰文指出，小型模块化反应堆不是一个很新颖的概念，类似装置目前应用主要在核潜艇或破冰船上，但在发电系统中，这一装置几近于不存在。

多方辩论争议不断

美国卡内基梅隆大学曾发布研究表明，要将小型核反应堆推向成熟，政府需“投入上千亿美元的资金对行业进行补贴”。澳大利亚劳工部能源发言人 Mark Butler 说，政府应该把重点放在解决电价上涨的实际方案上。他在接受美国广播公司（ABC）采访时表示，澳大利亚发展核能的想法是不切实际的，距离真正开始运行核电站仍需要数十年。

《卫报》援引小型模块化核反应堆技术人士 Tony Irwin 的话称，赢得澳大利亚两党对核能的支持是一项政治挑战，如果业内能够自愿组织建设，澳大利亚将有望建成核电站。墨尔本大学一位高级顾问则指出，水电、天然气电、生物能源等现存发电产业也将起到重要作用，而澳大利亚开发核电的建设成本也将高于美国，对核电工业的展望不能太过乐观。

值得一提的是，据《亚洲时报》报道，有民意调查显示，尽管支持核能发展的澳大利亚民众比例正在不断上涨，但总体比例仍低于 50%。

政论杂志 Independent Australia 撰文指出，澳大利亚本土市场太小，不适合小型核电站的发展。同时从安全角度来说，澳大利亚尽管地广人稀，但缺乏监控的小型核电站也有一定的安全隐患问题。小型核电站的防核污染措施相对较弱，一旦发生意外，核污染的威胁将大于当前的大型核电站。

另外，澳大利亚多家分析机构也指出，到 2050 年光伏风电加储能系统的等可再生能源成本预计也将远低于核电。然而，国际能源署（IEA）此前则发布报告称，可再生能源发展尚不足以满足能源需求，核电产业的发展将很有必要。

本报实习记者 李丽旻 中国能源报 2019-08-26

## 国内首个核能清洁供热项目年底投产

再过四个多月，山东省海阳市部分居民将用上稳定、清洁的核能取暖。这是今年山东省海阳市政府与国家电投山东核电签约的核能供暖项目，也是国内首个正式落地的核能清洁供热项目。

### 拓展核能应用场景

“根据项目计划，今年12月，海阳核电将具备向周边提供70万平方米供热能力，2021年具备满足海阳市内供热能力，实现核能拓展应用。”国家电投国和一号总设计师郑明光在近日国务院国资委组织的“与共和国共成长——新媒体走进新国企”活动上向记者介绍。

海阳供热项目年底投产运营，意味着国家电投“从核电向核能拓展”的转型，其产业发展战略举措已初现成效。目前国家电投依托拥有先进核能技术的优势，主动携手央企、科研高校，探索符合国家清洁供暖发展要求的新路径。早在去年7月5日，国家电投在哈尔滨就发起成立核能供暖产业联盟，聚集央企、国内产学研资源，开发安全高效的核能供暖技术，推进核能供暖产业应用，推动我国首个市场应用案例——山东省海阳市核能清洁供热项目正式“落地开花”。“从设计院方面讲，核能供热技术方案完全可行。”郑明光对记者表示。

### 核能供热批量推广指日可待

从国际视野来看，核能供热并非新鲜事物，早在上世纪60-70年代，国际上就开始核供热技术的研发与市场应用，如今已是非常成熟的技术，在世界上已有超过1000堆·年的成熟应用经验，芬兰、瑞士以及俄罗斯等多个国家的核电站已实施供热并长期安全运行。

与国外相比，国内核能供热起步较晚，1983年底，清华大学对2兆瓦池式堆进行了技术改造，向工作区三幢面积1.6万余平方米的建筑物供暖两个冬季，开启了我国首次核能供热的工程试验。2017年1月，中国原子能科学院通过对已运行53年的泳池式反应堆进行改造，成功为该院共计约1万平方米的两栋办公楼和一座厂房提供核能供热，完成了168小时考验。

目前我国核能供热还在试验阶段，尚未有市场商业应用。不过，在郑明光看来，我国有强大的核电设计能力、设备制造能力，中国核能供热堆将来批量化推广指日可待。“如果地方政府积极支持，中国供热堆一定会引领世界发展。”

记者了解到，地方通过政策支持核能供热力度正不断加码。《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》明确指出，将研究探索核能供热，推动现役核电机组向周边供热，安全发展低温泳池堆供暖示范。

### “一堆多用”更具经济性

在清洁供热需求愈来愈强烈的情况下，核能供热的关注度也越来越高。那么，核能供热与现有供热方式相比经济性如何？老百姓能用得起核能供热吗？

“如果只是单一供热，核能供热的经济性较差。”上海核工院原副总工缪鸿兴接受记者采访时表示，核能供热主要是收集产生蒸汽，通过输送，太远的话，供热效果大打折扣。

不过，看似高大上的核能供暖，如果实现多能利用，其价格真的十分“接地气”。郑明光向记者坦言，“一个核能供热吉焦等于40吨标准煤烧出来的量，目前核能热价为30-40元/GJ，远低于燃气的80-90元/GJ。如果实现量产，热价将会进一步降低。”

据了解，国家电投正在研发的和美五号与和海五号将做到“一堆多用”，可实现工业供气、热能驱动制冷、并网供电、核能制氢、集中供热等多能利用。“国家电投研发的和美一号（200MWt）核能供热堆将兼顾工业供热带来的经济性，可全年运行，提高核电站的效率。”郑明光表示。

本报记者 苏南 中国能源报 2019-08-26

## 可控核聚变研究突破引关注

本报讯 近日，美国能源部（DOE）下属的橡树岭国家实验室（ORNL）宣布称，利用超级计算

机的超级算力及人工智能，该实验室解决了目前可控核聚变规模化面临的一项重要问题，人工智能能够有效预测核聚变反应等离子体的不稳定性活动，为可控核聚变反应提供了预警时间，有望推动可控核聚变的商用进程。

一直以来，可控核聚变技术是世界各国争相研究的热点之一。核聚变反应是太阳能量的主要来源，建造可控的核聚变装置将帮助人类实现对这一能源高效利用，“人造太阳”的科技突破则将为人带来源源不断的清洁能源。

就目前科学进展来看，可控核聚变实验的首要挑战就是实现高温聚变等离子体的稳定供能。等离子体是一种高温离子及自由电子的混合体，核聚变反应过程中将形成高温等离子体，这也正是核聚变反应的能量来源。如何让等离子体保持稳定的能量生产状态，是当前人类社会实现可控核聚变的重要一环。

在最新研究中，ORNL 实验团队利用超级计算机的超级算力，运用人工智能算法对等离子体的活动进行了预测，为未来核聚变装置的有效控制和优化打下了基础。

ORNL 撰文指出，核聚变过程中等离子体的破坏能够在顷刻间发生，为维持等离子体稳定性，提前预警并采取相应措施将变得尤为重要。该实验负责人 Bill Tang 表示，这一算法是目前最为准确有效的预测，在核聚变等离子体“崩塌”前提供足够的预警时间，科研人员能够利用这一事件对等离子体降温，或找到避免“崩塌”的方法。一旦运用到实践中，将有望为科研人员提供足够的应急响应时间。

据了解，这一项实验成果使用了目前全球两大托卡马克装置 DIII-D 及欧洲联合环状反应堆(JET) 现有的实验数据。美国 DIII-D 托卡马克装置建成于 1980 年，而 JET 则建成于 1983 年，近几十年来可控核聚变研究热度不减，由全球七个国家参与的国际热核聚变实验反应堆（ITER）则计划在 2025 年开始等离子体实验。

美国科普杂志《科学美国人》曾撰文指出，利用可控核聚变反应可能有望解决当前全球变暖的问题，核聚变能量将消除人类对化石能源的依赖，并克服可再生能源不稳定性缺点。更为重要的是，核聚变能源将不会像核裂变一样产生危险的核辐射。同时，自然界中存在大量核聚变所需的原料，海水中氢的同位素将取之不尽。

可控核聚变作为未来能源中“最有潜力”的一环，近几个月来，欧美国家也在不断“加码”这一科研领域的投入。

据英国《镜报》消息，8 月 12 日，新上任的英国首相鲍里斯·约翰逊（Boris Johnson）宣布在“脱欧”后，将为位于英国牛津郡的核聚变研究机构 Culham Science Centre 持续提供资金支持。

自英国宣布“脱欧”以来，业内人士就对英国未来科学研究表示了担心，但一向支持“硬核脱欧”的鲍里斯却对可控核聚变领域尤为关注。

Culham Science Centre 作为英国原子能管理局旗下科研机构，是国际核聚变研究机构 ITER 的核聚变研究工作。据了解，超过 350 名科学工作者及工程师参与该实验室项目，欧洲原子能共同体（Euratom）每年为该机构的核聚变研究提供数千万英镑的研究经费，一旦英国实现“无协议”脱欧，该机构可能不得不退出 Euratom，科研经费则可能面临中断。

为此，鲍里斯在参观这一研究所后，立即宣布将为英国科研“超负荷充电”，维持这一研究机构的资金来源，并宣布将为欧盟国家科学家提供快速签证，保证科研交流往来。

另外，美国对核聚变研究的科研支持也热度不减。今年 7 月底，位于美国圣地亚哥的托卡马克实验室 DIII-D 宣布收到美国能源部 1400 万美元科研经费，这一资金将继续支持开发、探究和维持高温聚变等离子体的方法。

美国科学部副部长 Paul Dabbar 公开表示称：“核聚变仍然是世界上最有希望的潜在能源之一。这项旨在实现核聚变反应堆稳态运行的研究，将是聚变向可持续能源发展道路上的一个重要里程碑。”

李丽旻 中国能源报 2019-08-26

## 核能产业发展步入“蜕变”期

2020年装机将达5103万千瓦，与《核电中长期发展规划（2005-2020年）》提出的5800万千瓦目标存在一定差距，业内认为这与近年来核电项目核准的规模和节奏有关。

核电投资大、建造周期长、贷款利息高、设备和技术依赖进口程度较高，加之核安全标准越来越高，安全冗余不断增加，不断抬高了成本。

除了发电，技术创新也推动了核能在其他领域的多元化应用，模块化小型堆和供热小堆是核能产业可持续发展的重要方向和有益补充。

记者8月21日从“中国核学会2019年学术年会”上了解到，目前我国核电已结束三年“零核准”，实现了稳步重启。同时，随着核电自主创新体系不断完善，核电关键设备和材料国产化率显著提高，自主三代核电项目建设正稳步推进，四代核电示范工程建设进展顺利，小型反应堆研发和示范工程也在积极推进中。

而针对目前核电的发展规模和节奏，以及核电面临的经济性、核能多元化应用等行业关心的问题，与会专家一致认为，我国正处于由核电大国迈向核电强国的战略机遇期，从自主创新到产业应用，从提升自身竞争力到助力能源转型，核电产业正在向高质量发展“蜕变”。

### 2020年运行装机5103万千瓦

“截至今年6月底，中国大陆在运核电机组47台，装机容量4873万千瓦，位居全球第三；在建核电机组10台，规模居世界第一位。‘十三五’期间，全国核电将投产约1900万千瓦、开工760万千瓦以上，2020年装机达到5103万千瓦。”中国核学会理事长王寿君列出的这串数字引起了与会核电从业者的注意，尤其5103万千瓦与2012年发布的《核电中长期发展规划（2005-2020年）》提出的目标（2020年在运核电装机达到5800万千瓦）存在一定差距。与会专家认为，这与近年来核电项目核准的规模和节奏有关。

对此，中核集团总工程师雷增光表示，从当前国际和国内核电发展的现状看，节奏都是审慎和缓慢的，尤其是中国预计难以实现“核电中长期发展规划”所确定的发展目标。“不过，从发展趋势看，综合考虑气候变化对减排的需求、能源安全供应和能源转型，未来核能还有加速发展和持续增长的空间。”

国家电投核能安全与发展部主任王晓航也认为，气候变化是核能发展的长期战略动力，中国实施能源革命也为核能提供了发展机遇。“全球核电的一致目标是2050年占全球电力供应的25%，核电对于抑制气候变化的贡献不可替代。而且，中国在国际减排义务中的地位已由参与转变为引领，核电后续发展还有一定潜力。”

### 提升经济性是重中之重

谈及核能发展亟待解决的问题，雷增光认为，作为与其他能源存在竞争关系的能源形式，在保障安全的前提下，提高经济性是核电其可持续发展的重中之重。

“随着技术进步，风电、光伏发电的成本明显下降，加之储能技术发展将助力解决弃风弃光现象，进一步降低了‘风光’成本。相反，核电的建造和发电成本却不降反增。”

核电成本到底高在哪里？雷增光表示，核电投资大、建造周期长、贷款利息高、设备和技术依赖进口程度较高，加之核安全标准越来越高，安全冗余不断增加，不断抬高了成本。

雷增光在会议现场分享了一份来自国际投行Lazard的报告，这份报告对比了2009年到2017年各种能源的度电成本变化，其中核电度电成本涨幅达20%。相比之下，火电、天然气发电、光伏发电和风电的度电成本均下降，其中风电和光伏降幅达到67%和86%。

### 面对市场竞争，核电如何提升经济竞争力？

“首先要不断创新发展核电技术，从各个环节提高建造、运行效率，降低成本。其次，尽量采用成熟的制造工艺和技术，降低设备造价。另外，要不断提高工程建设过程中的管理水平，加强质量

控制、进度控制和投资控制。”雷增光说。

对于自主知识产权三代核电技术华龙一号，雷增光介绍，华龙一号首堆项目——福清核电5号机组于今年4月27日启动冷试，比计划时间提前了50天。“下一步，华龙一号将持续优化完善，进一步提高经济性和竞争力。”

#### 技术创新推动多元应用

除了发电，与会专家同时建言应通过技术创新推动核能在其他领域的多元化应用，比如模块化小型堆和供热小堆。“它们是核能产业可持续发展的重要方向和有益补充。”

雷增光介绍，全球小堆目前约有50种概念设计，发展程度不同，但至今还没有小堆建成。近期国际上可能部署的小堆有美国mPower和NuScale，以及韩国的SMART等。对于中核集团小型堆的情况，他透露，具有自主知识产权的ACPI100（玲龙一号）已完成方案设计，并已通过国际原子能机构的安全设计审查，获得海南昌江开展前期工作的“路条”，示范工程计划今年年底前开工。另外，具有零堆熔、零排放、易退役等特点的泳池式小堆“燕龙”已实现小范围核能供热，具备在北方冬季供暖地区推广的潜力。

在会议现场，王晓航分享了国家电投核能产业的变化和技术发展方向，其中包括核电向核能的拓展、核能从陆地向海洋的拓展，以及核能从专用转向多用。

王晓航表示，未来核能发展的技术趋势是小型化轻质化、数字化和智能化。国家电投在核能型号创新领域的实践——和美一号供热堆已于今年6月通过了初可研审查报告。“主要结论为：技术方案参考和借鉴了国内外压水堆核电厂的技术和经验，技术方案先进、固有安全性高，同时具有供汽和供暖能力。项目创新性地采用了‘近零风险、近零排放和近零污染’设计理念，具有自主知识产权。”

记者在会议期间了解到，包括内蒙古自治区包头市在内的很多北方城市都曾考虑过核能供热，不过目前很多项目仍处于选址和规划阶段。对此，中国工程院院士叶奇蓁表示，专用供热小堆固有安全性很高，是北方城市解决大气污染和实现绿色发展的选择之一。

本报记者 朱学蕊 中国能源报 2019-08-26