

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
第十五期 2019年8月

目 录

重点实验室动态--科研进展.....	1
耦合太阳能集热的 MVR 蒸发结晶系统性能分析	1
渗透汽化分离水中有机物的研究进展	1
增强型地热系统水力压裂与声发射监测室内实验研究.....	2
生物质焦油制备多级孔碳及其二氧化碳吸附性能研究.....	2
铁基载氧体的污泥化学链气化过程中氮迁移热力学模拟与实验研究.....	2
氧化生物质制备甲酸过程中木质素结构变化的表征.....	3
非成岩水合物储层降压开采过程中出砂和沉降实验研究.....	3
重点实验室动态	3
荷兰皇家科学院院士 Arnold J. M. Driessen 来访并作学术报告	3
广州能源所与中国航空油料公司签署合作协议	4
香港城市大学能源及环境学院吴伟博士来访并作学术报告.....	5
重点实验室参加第十五届中科院公众科学日活动	6
重点实验室新能源流动展馆走进河源市乐平小学	7
总论	9
新能源革命来临了吗.....	9
新兴经济体引领全球可再生能源快速发展	11
对西部新能源开发的思考.....	12
“能源领域的法律建设严重滞后”.....	13
推动清洁能源发展迎重大机遇 全球能源格局或重塑.....	14
能源行业持续推进 供给侧结构性改革	15
业内担忧：英国气候政策恐现摇摆	16
可再生能源利用水平显著提高	17
城市能源互联网助推城市高质量发展	18
浙江首个城市能源互联网项目长啥样？	19
东方大港宁波实现清洁“蜕变”	21
浙江能源转型需兼顾“远方来”和“身边来”	22
“海上明珠”串起能源互联网生态圈.....	24
国家电投清洁能源装机占比超过 50%.....	25
热能、动力工程	26
曙光节能液冷技术领跑行业 节能不再“靠天吃饭”	26
西安交大等提出醇燃料电池催化剂制备新策略	27

电力体制改革亟需纠偏.....	27
欧委会首位“女掌门”誓做减排先锋.....	31
微电网渐成综合能源最有效应用形式.....	32
江苏电力新能源功率预测周期增至 7 天.....	33
综合能源服务市场将“百花齐放”.....	34
数据中心怎成“能耗巨兽”.....	35
比特币生产成能耗“黑洞”.....	37
“中国碳谷”有片试验田.....	39
清洁供暖如何实现“宜煤则煤”.....	40
黑龙江电力：推进“多站融合” 统筹利用资源.....	42
应以用户需求为目标重新定位微电网.....	43
“煤降油稳气增”是全球能源大势.....	44
二季度全国新能源电力消纳评估分析.....	46
首个地市级综合能源服务联盟成立.....	51
泛在电力物联网理论和实践需迭代推进.....	51
传统电厂清洁化没那么难.....	53
杭州能效正提速.....	54
地热能.....	55
我国多区域圈定干热岩勘查有利区.....	55
生物质能、环保工程.....	55
我国生物质发电装机规模全球第一.....	55
生物柴油制备效率获突破.....	57
国投电力布局垃圾发电产业.....	57
太阳能.....	58
嘉悦新能源金寨一期 2.5GW 高效 PERC 光伏电池项目顺利投产.....	58
贵阳企业打造亚太区域最大单体光伏发电项目.....	58
“大尺寸”光伏产品迎发展时机.....	59
阿特斯签署阿尔伯塔省最大太阳能光伏电站售电协议！.....	61
阿特斯专利数量居国内光伏企业之首.....	62
我国光伏发电扩容约 5000 万千瓦 年度补贴约需 17 亿元.....	62
铜川光伏领跑基地首批方阵并网发电.....	63
数字化监测让光伏运维更高效.....	63
补贴政策持续 户用光伏切忌大干快上.....	63
江苏电建一公司承建“骏马”电站获吉尼斯认证.....	64
全球新增光伏装机今年有望创新高.....	64
迪拜安装阿联酋最大机场太阳能系统.....	65
海洋能、水能.....	65
水电技术标准“走出去”短板待补.....	65
风能.....	66
德国专家称欧洲陆上风电潜力巨大.....	66
数据显示：我国已成为世界第三大海上风电国家.....	66
看风电机组如何兼任大基地并网的“维稳”大师.....	67
金风科技 GW2.5MW 直驱永磁智能风机批量入驻哈萨克斯坦.....	68
2030 年全世界新增投运海上风电装机将达 200GW.....	69

GE 在广东打造 海上风电产业基地.....	69
苏格兰上半年风力发电近千万兆瓦时	70
分布式风电看江阴.....	70
海上风电驶向深水区.....	72
氢能、燃料电池	74
发展氢能，必须要回答这三个哲学问题!.....	74
甲醇制氢：能否实现氢能“即制即用”.....	74
氢能时代：顶层设计与技术创新成“超车”关键.....	76
风电制氢前景待考.....	82
核能	84
中法联合体中标 ITER 实验堆核心设备安装工程.....	84
我国三代核电经济性问题研究与建议	84
上半年核电上网电量稳增.....	90
阳江核电 6 台规划机组全部投产	90
中核集团启动玲龙一号小堆示范工程	90

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

耦合太阳能集热的 MVR 蒸发结晶系统性能分析

田雨, 王汉治, 李帅旗, 何世辉, 宋文吉, 冯自平

摘要:针对高浓度含盐废水蒸发结晶过程中机械式蒸汽再压缩(mechanical vapor recompression, MVR)系统能效显著降低等问题, 提出耦合太阳能集热的 MVR 蒸发结晶系统, 并基于数值模型对系统关键运行参数进行了仿真分析。结果表明:针对质量浓度为 2%的 NaCl 废水, 耦合太阳能集热的 MVR 蒸发结晶系统压缩机耗电显著降低, 系统性能系数(coefficient of performance, COP)达到 24.96; 随蒸发器浓缩倍率由 4 升高至 12, 压缩机耗电增加 71.5%, 集热面积减少 72.9%; 低压闪蒸有利于降低系统温度并提高物料处理量, 但压缩机耗电随之增大。

基金: 广东省科技计划项目(2014B050505014); 中国科学院可再生能源重点实验室基金项目(y807j11001);

新能源进展, 2019 年 03 期

渗透汽化分离水中有机物的研究进展

李兴, 邓立生, 何兆红, 黄宏宇

摘要:渗透汽化是一种分离液体混合物的新兴的选择性膜分离技术, 其具有高效、经济、安全、清洁等优点, 特别适用于蒸馏法难以分离的近沸点和恒沸点的液体混合物, 该技术目前主要应用于有机溶剂中微量水的脱除以及水溶液中少量有机化合物的分离。然而, 渗透汽化脱除有机溶剂中微量水的研究是目前开展最多、最成熟, 在工业中最先使用的技术; 而关于渗透汽化分离水溶液中少量有机化合物的研究还比较少, 还不够成熟, 在工业中的应用还处于初步阶段, 是未来重要的发展方向。与渗透汽化分离有机溶剂中的水相比, 渗透汽化分离水中的有机物所需处理的对象更加复杂, 对渗透汽化膜的选择性、适应性等方面的要求更高。目前针对渗透汽化分离水中有机物的研究大多是通过制备不同的渗透汽化膜来分离水中不同的有机化合物, 并通过改变渗透汽化工艺条件、膜的制备条件等参数来研究渗透汽化过程中各个因素对渗透汽化性能的影响, 从而提高渗透汽化分离水中有机物的效果。影响渗透汽化分离水中有机物的因素有很多, 主要包括工艺条件和膜条件两方面。在工艺条件方面, 各研究主要考察料液中有机物的浓度、料液温度和渗透压力对渗透汽化性能的影响, 因为这几个因素在渗透汽化工艺中容易控制和调节, 并且它们对渗透汽化工艺的影响效果明显。研究发现, 对于分离水中的单一有机物时, 随着料液中有机物浓度的增加, 有机物的渗透通量会增加, 但有机物的分离因子可能增大, 也可能减小; 随着料液温度的升高, 有机物的渗透通量会增加, 但有机物的分离因子可能增大, 也可能减小; 随着渗透压力的增加, 渗透汽化性能会提高。在膜条件方面, 各研究主要是制备一些新型的优先透有机物膜, 或是对现有的优先透有机物膜进行改性, 从而来分离水中不同的有机物。通过改善膜的制备条件、结构、性质等方面, 来提高膜对有机物的亲和性和选择性, 从而提高渗透汽化性能。本文介绍了渗透汽化分离水中有机物的特点、原理以及相关研究进展, 综述了不同的渗透汽化膜及工艺条件对分离水中有机物渗透汽化性能的影响, 总结了关于渗透汽化分离水中有机物的研究中的实验结果, 并对渗透汽化分离水中有机物技术的应用前景进行了展望。

基金: 中国科学院前沿科学重点研究项目(QYZDY-SSW-JSC038); 广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室基金项目(Y809JK1001); 广东省科技计划项目(2014B050502011)

材料导报, 2019 年 15 期

增强型地热系统水力压裂与声发射监测室内实验研究

李庭樑, 曹文灵, 王亦伟, 郭剑, 蒋方明

摘要: 增强型地热系统(enhanced geothermal system, EGS)以干热岩热能的开采和利用为目的, 正逐渐成为世界各国的重点研究对象。除了建立 EGS 野外试验场开展实际场地研究和技术示范外, 亦有必要开展相关的室内实验研究, 研究或验证相关关键技术, 为野外场地建设提供理论基础和技术支持。本课题组自主研发了模拟地下真实环境的实验系统, 开展了尺寸为 400 mm×400 mm×400 mm 的花岗岩水力压裂实验, 通过声辐射事件监测到的声辐射数据, 分析了裂缝的扩展规律, 进行了初步的水力连通实验, 探讨了各采出井的流量分配, 研究了仍注入井到生产井的水力连通特性。结果可为数值模拟提供基础数据, 为野外试验场地的建设提供参考。

基金: 中国科学院 A 类战略性先导科技专项项目(XDA21060700); 国家自然科学基金项目(41702256); 广东省自然科学基金项目(2017A030310328); 广东省自然科学基金重大基础培育项目(2014A030308001); NSFC-广东省联合基金项目(U1401232); 广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室基金项目(Y709JF1001)

新能源进展, 2019 年 03 期

生物质焦油制备多级孔碳及其二氧化碳吸附性能研究

陈坚, 李德念, 袁浩然, 陈勇

摘要: 以生物质焦油为前驱体, ZnCl₂ 为活化剂, 通过一步简易活化制备具有发达孔隙结构的多孔碳, 开展在 CO₂ 吸附方面的应用研究。结果表明, 产物表面 N 含量可达 5.22wt.%, 其中吡啶氮占比高达 71.68%, 具有孔隙率可调节和比表面积高(达 827.040 m²/g)等特点。当生物质焦油与 ZnCl₂ 质量比为 1:4, 活化温度为 800℃时, 吸附剂表现出最佳 CO₂ 吸附性能, 其在 273 K 和 298 K 的吸附量分别为 2.52 mmol/g 和 1.64 mmol/g, 初始等量吸附热为 33.84 kJ/mol, 相应的 CO₂ 对氮气选择性分别为 4.2 和 1.9。本研究为 CO₂ 分离和储存提供了一种原料来源广泛且兼具可再生特点的炭基吸附材料, 同时也为生物质焦油资源化利用开辟了新思路。

基金: 国家自然科学基金面上项目(51676194); 国家自然科学基金青年基金项目(51806226); 院士工作站优秀青年人才基金

新能源进展, 2019 年 03 期

铁基载氧体的污泥化学链气化过程中氮迁移热力学模拟与实验研究

邓征兵, 黄振, 郑安庆, 何方, 魏国强, 赵增立, 李海滨

摘要: 基于吉布斯自由能最小化原理, 采用 HSC Chemistry 6.0 软件, 对污泥化学链气化过程中 NO_x 前驱物(NH₃ 和 HCN)与 Fe₂O₃ 载氧体的氧化还原行为进行了热力学模拟。基于污泥热解实验中 NO_x 前驱物的含量, 计算载氧体与污泥的摩尔比(OC/SS)对 NH₃、HCN 以及 NH₃ 和 HCN 混合气氧化过程的影响。热力学模拟结果表明:Fe₂O₃ 能显著促进 NO_x 前驱物的氧化和裂解, 主要生成 N₂, 几乎无 NO_x 生成; 当 NH₃、HCN 以及混合气(NH₃ 和 HCN)分别作为还原剂时, 其最优 OC/SS 分别为 0.02、0.04 和 0.05; 由于 HCN 还原性强于 NH₃, 其氧化速率较快。基于 Fe₂O₃/Al₂O₃ 混合物(FeAl)载氧体, 实验对比了污泥化学链气化与污泥热解过程中 NO_x 前驱物的释放特性, 发现 Fe₂O₃ 能显著降低烟气中 NO_x 前驱物的产率, NH₃ 和 HCN 产率分别下降 32%和 62%。实验结果与热力学模拟结果一致。 还原

基金: 国家自然科学基金项目(51776210); 广州市科技计划项目(201508020049);

新能源进展, 2019 年 03 期

氧化生物质制备甲酸过程中木质素结构变化的表征

刘竞, 朱好婷, 吕微, 王晨光

摘要: 表征生物质酸性氧化制备甲酸过程中木质素结构变化是木质素高值化利用的关键之一。以 O₂ 为氧化剂, 对松木粉在 NaVO₃-DMSO-H₂SO₄ 体系中氧化生成甲酸进行研究, 考察反应时间、催化剂和固液比对木质素结构变化的影响。采用高效液相色谱 (HPLC)、傅里叶变换红外光谱 (FT-IR)、凝胶渗透色谱 (GPC)、气相色谱 (GC) 和二维异核单量子相干核磁共振 (2D-HSQC) 对固体残渣和已溶解的木质素碎片进行分析。结果显示, 在 H₂SO₄ 浓度为 0.7wt.% 的 NaVO₃-DMSO-H₂SO₄ 体系中, 当固液比为 1:50 时, 甲酸的碳摩尔收率为 75.1%。在氧化解聚过程中, 木质素通过断裂 C—O 键被降解形成 125~900 g/mol 之间的碎片, 而且木质素碎片中的芳环结构被氧化成醌类结构。

基金: 国家自然科学基金项目(51776206); 国家重点研发计划项目(2018YFB1501504); 中国科学院“百人计划”项目(y507y51001);

新能源进展, 2019 年 03 期

非成岩水合物储层降压开采过程中出砂和沉降实验研究

卢静生, 熊友明, 李栋梁, 梁德青, 金光荣, 何勇, 申小冬

摘要: 天然气水合物多赋存在非成岩地层中, 在开采过程中易出现出砂和沉降情况, 制约了天然气水合物的安全高效长期开采。为研究水合物开采过程中的温压、产气、产水、出砂和沉降情况, 在自主研发水合物出砂及防砂模拟装置上进行了不同条件下的开采模拟实验。研究表明, 在前两个生产阶段, 产水含砂率和出砂粒径随着水合物开采而逐渐增大; 水合物细砂储层产气速率增加会增大携液能力, 导致携砂能力增强而增大出砂风险, 同时高产气速率促进井筒温度降低导致冰相生成, 存在冰堵的风险; 开采过程中的储层沉降与储层水合物含量相关性较大, 而产气速率和降压速率对储层沉降的影响与产气模式有关。水合物开采中后期进行增产作业会增加储层出砂风险和沉降速率, 进一步探讨了该实验对日本 2013 年第一次海域水合物试采出砂情况的推测, 提出水合物开采分阶段分级防砂的概念。

基金: 国家重点研发计划“南海多类型天然气水合物成藏原理与开采基础研究”(2017YFC0307305); 自然资源部海底矿产资源重点实验室开放基金“南海天然气水合物开采过程中的防砂研究”(KLMMR-2018-B-05); 广东省自然科学基金“海域天然气水合物开采出砂机理和防砂研究”(2017A030310448), “南海天然气水合物开采过程地层变形机制”(2018B0303110007); 广东省促进经济发展专项资金(海洋经济发展用途)“天然气水合物先导区建设与资源区块优选”(GDME-2018D001), “南海天然气水合物高效开采与控制技术研究”(GDME-2018D002); 国家自然科学基金项目“南海天然气水合物储层水合物开采过程地质力学参数演化规律研究”(51661165011);

海洋地质与第四纪地质, 2019 年 04 期

重点实验室动态

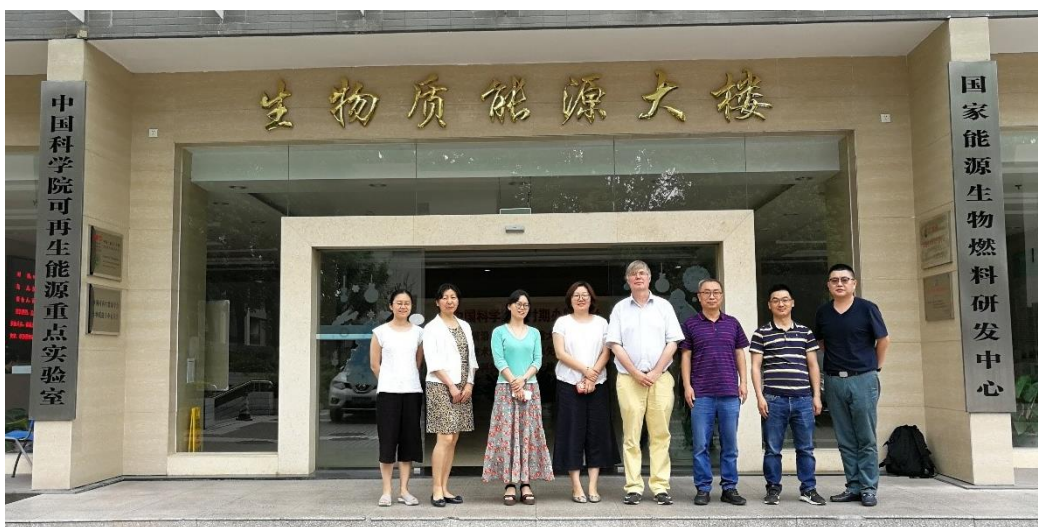
荷兰皇家科学院院士 Arnold J. M. Driessen 来访并作学术报告

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, 荷兰皇家科学院院士、格罗宁根大学分子生物学与生物技术研究所所长 Arnold J. M. Driessen 教授于 2019 年 5 月 13 日访问广州能源所并作题为“Hexose transporter engineering for robust glucose-xylose co-consumption in *Saccharomyces cerevisiae*”的学术报告。广州能源所科技处副处长白羽, 重

点实验室生物质生化转化研究团队负责人王忠铭研究员参与接待。

在报告中，Arnold J. M. Driessen 院士指出当前的木质纤维素生产乙醇技术，存在五碳糖难以被性能优异的天然酿酒酵母利用的问题，而常规改造的酿酒酵母则面临优先利用六碳糖以及五碳糖利用速度慢的瓶颈。为解决这一困难，他采用双重进化策略，即导入木糖敏感转运蛋白和葡萄糖非敏感蛋白到酿酒酵母中，使其具备葡萄糖和木糖同步发酵的性能。该工程菌在低浓度和高浓度的混合糖发酵中取得优异的效果，并且具有很高的遗传稳定性。

Arnold J. M. Driessen 院士的报告给在场从事生物质生化转化技术研究，特别是燃料乙醇领域的科研人员带来了新的思路和思考方向。针对会后在场人员提出的多个专业问题，Arnold J. M. Driessen 院士作出了详细专业的解答，与科研骨干做了深入交流。同时授权广州能源所作为为其申请中国科学院国际杰出学者项目的代表，为今后指导研究所的科研工作和继续深入合作提供平台。



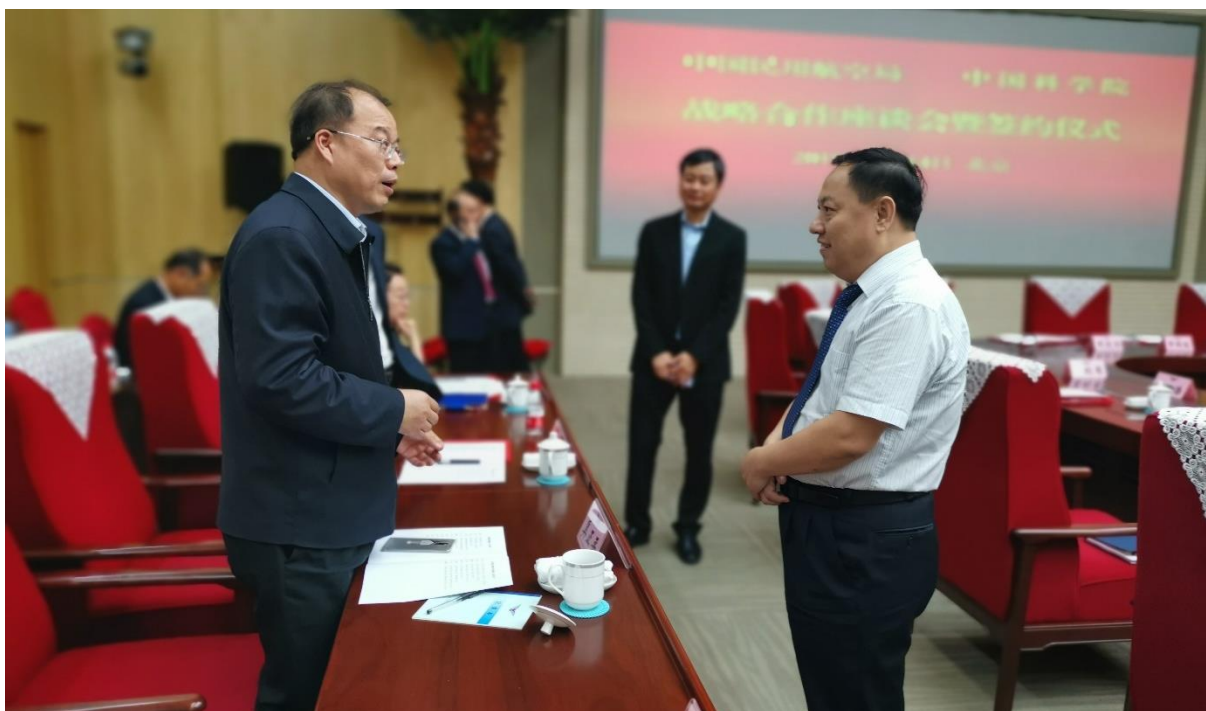
广州能源所与中国航空油料公司签署合作协议

2019年5月14日上午，中国科学院与中国民用航空局在北京举行战略合作座谈会，中科院院长、党组书记白春礼与民航局局长、党组书记冯正霖出席并代表双方首先签署《中国民用航空局 中国科学院战略合作协议》。随后，在白春礼、冯正霖等见证下，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与中国航空油料有限责任公司总裁李永吉签署了《纤维素类生物航油工程示范与油品标准制定项目合作框架协议》。

合作协议签署后，马隆龙与中国航空油料集团公司总经理奚正平、李永吉总裁等进行了会谈，双方对前期合作进展表示满意，就如何在《中国民用航空局 中国科学院战略合作协议》的基础上，落实双方合作协议的相关内容达成共识。马隆龙指出，通过前期项目合作，双方已经建立了较为完善的合作机制，下一步合作重点将是千吨级航油示范工程的建设及航油标准的制定准备工作。奚正平表示，中国航空油料集团公司将进一步支持千吨级木质纤维素航油项目及航油标准的制定工作，并提出了几个未来的合作方向。

此次座谈会由民航局副局长、党组成员吕尔学主持。中科院副院长、党组成员张亚平介绍了双方合作情况及双方下一步的重点合作工作。冯正霖介绍了当前我国从民航大国向民航强国发展的需求，并对双方未来合作方向、方法、目标等进行了介绍。白春礼简要介绍了科学院在与民航总局合作的主要进展，期待广州能源所自主研发的木质纤维素航油技术成为合作亮点，并对未来合作重点提出了具体要求。

重点实验室青年科研骨干王晨光研究员等参加了此次会议。



香港城市大学能源及环境学院吴伟博士来访并作学术报告

2019年5月14日，香港城市大学能源及环境学院吴伟博士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“高效热能利用的吸收压缩复合热泵技术”，广州能源所科技处副处长白羽参加交流。

在报告中，吴伟博士介绍在吸收压缩复合热泵技术方面开展的研究工作与取得的成果，结合不同应用场合与需求重点阐述了以压缩辅助型吸收式热泵、吸收辅助型压缩式热泵以及吸收压缩并联型热泵为重点开展的工作以及所获得的高效热泵技术。吴伟博士的报告以灵活开阔的思路给与会者，尤其是城乡矿山集成技术研究室、地热能研究室等科研人员，留下深刻印象并引导了进一步的思考，同时双方就相关问题进行深入交流。通过此次报告会，双方初步探讨了合作方式，积极推动了双方的合作与交流。



重点实验室参加第十五届中科院公众科学日活动

为大力弘扬科学精神，普及科学知识、促进科技创新和科学普及的协调发展，中国科学院于5月18-19日举办“中国科学院第十五届公众科学日”，本次活动主题为“科技强国 科普惠民”。重点实验室新能源和可再生能源科普基地的科普工作者经过精心策划和准备，围绕该主题设置了三大分会场并举行了丰富多彩的科普活动，取得了显著效果。

5月18日，科普基地举行了两场以“新能源 新认识”为主题的专题科普活动。上午，通过前期宣传报名的50余名市民首先通过观看介绍视频和听取科普志愿者的讲解获取了对新能源领域的初步认识，随后通过参观科普展厅对新能源和可再生能源技术利用和发展现状有了更深入的了解，并在自由参观时间参与了“能源知识找找找”游戏，最后参与者们通过动手组装温差发电模型以及听取组装原理的讲解完成了科学与艺术的碰撞和结合。下午，科普基地接待了来自惠州市第五中学的50余名学生，借助公众科学日平台向学生介绍普及能源知识，在学子们的心里播撒科学的种子。

5月19日上午，新能源流动展馆走入广东实验中学天河附属学校举行了新能源科普展览。本次新能源流动展馆展出了风力发电、太阳能发电、温差发电、水果发电、可燃冰分子结构等便携式模型，通过互动体验和原理讲解，公众在饶有趣味的过程中对新能源的利用以及低碳生活理念有了认识；“垃圾巧分类”游戏让参加展览的大朋友和小朋友们在动手体验的过程中学会垃圾分类，培养了环保意识；“新能源种类辨别”以及“新能源知识问答”游戏让观众了解了新能源，加深了对能源领域的认知。同一天，重点实验室科普工作者在广东科学中心参加了广州市科技活动周开幕式暨两岸及港澳地区科普交流系列活动。

此次公众科学日活动，“引进来”和“走出去”两种方式进行了有机结合。针对分会场不同群体设计了不同宣传形式：在研究所会场，针对“新能源 新认识”活动主题以及来访公众大多为亲子家庭，设计了以孩子为主体的讲解、游戏，青少年为独立个体的能源知识问答和家庭为单位的模型组装比拼；在广东实验中学天河附属学校会场，面对不同年龄层次的公众，展出了系列新能源模型并开展了老少咸宜的游戏环节。整场活动面向不同年龄、不同学历、不同职业的公众进行了新能源知识科普，达到了科普宣传广泛化的显著的社会效果。



重点实验室新能源流动展馆走进河源市乐平小学

重点实验室新能源流动展馆一直坚持走在能源科普第一线，八年来足迹遍布广州各大中小学、社区。5月27日，流动展馆受“美丽中国”支教志愿者邀请，第一次走进山村，来到了广东省河源市紫金县中坝镇乐平小学，将能源科学知识传播到乡村孩子的心中。

活动当天，重点实验室科普小组志愿者走进乐平小学一至六年级的6个班级，为全校210余名学生科学传播能源知识。在“能源科学课”中，志愿者引导学生想象生活中所感受到的清凉微风、和煦阳光、往复波浪、氤氲温泉等自然现象，激发同学们思考并引导他们积极发言，在此基础上向他们介绍了各种现象的形成原理、性质特征、利用方式，进而详细地讲解了风能、太阳能、波浪能、地热能、生物质能、天然气水合物等多种能源的利用途径。同学们了解到煤炭、石油和天然气是传统的不可再生能源，许许多多科学家在研究和发​​展新能源和可再生能源利用技术，致力于减少地球上的碳排放，降低环境污染。

为巩固学生在能源科学课上学到的知识，科普志愿者设计了“能源知识问答”游戏，游戏过程中同学们踊跃抢答，课堂气氛热烈，对本次的能源科学课所学的知识得到了很好的掌握。最后科普

志愿者邀请学生一起完成了水果发电、温差发电、风能发电、太阳能发电等实验演示。

乐平小学是一所乡村小学，距离县城 20 余公里，缺乏专任的学科老师，面临着师资匮乏和老龄化的问题，无法满足在培养小学生创新力、科学想象力等方面的要求。在本次活动中，重点实验室年轻的科普志愿者携带新能源流动展馆走进乐平小学，通过能源知识讲解、能源科普小视频以及能源模型展览，帮助乡村学生加深对新能源的认识和提高科学素养，让他们切实地感受到科学离他们并不遥远，从而激发了他们对科学的向往、好奇、探究。



总论

新能源革命来临了吗

编者按 当今世界,关于能源的话题始终是焦点之一。面对国内能源转型和国际能源发展新形势,中国作为能源生产和消费大国,如何在能源需求持续增长,高碳能源消费仍将持续的情况下,面对世界新一轮能源革命浪潮的挑战?近日,在中国人民大学重阳金融学院举办的一场名家报告与访谈答疑中,中海油研究总院竞争情报分析首席工程师、能源专家温秋红为我们一一作了解读。

新能源革命是否来临了

从全球与中国能源发展的过去、现在和未来来看看能源发生了什么变化?在这种变化中,什么在起作用?

新能源革命的主要特征是什么?新能源承担什么样的角色,怎样正确认识新能源的发展?对中国未来发展新能源又有哪些建议?

全球能源发展的过去、现在和未来。

温秋红介绍,2000年时,世界能源结构40%是石油,22%是天然气,25%是煤炭,核能和水电都是6%,1%是可再生能源。当时石油是老大,新能源、可再生能源小荷才露尖尖角。

20年过去了,到2018年时,全球能源结构又变成什么样了呢?石油份额所占的结构比例下降至34%,天然气上升至24%,煤炭也上升了、核能在下降,水电比较稳定,可再生能源上升到了4%。这里需要指出的是,石油比例在下降,但石油拥有的量并没有下降。为什么石油量会下降呢?因为中国用油越来越多,用油结构在区域上也发生了调整,发达国家用油高峰处于下行态势,而我们发展中国家所用石油量是在快速地增长。煤炭在我国过去用量非常大,但在发达国家也是基本在减少,现在一些东南亚国家或印度洋煤炭用量也逐渐开始加大了。

温秋红认为,按照目前趋势,到2040年石油比例会从34%降到27%,即使量有所下降,但石油总的需求量变化依然不是很大。现在是4000多百万吨油当量,2040年时它也依然是4000多百万吨油当量,总量并不会下降很多,天然气依然会增长,未来我们将面临天然气的黄金发展时期。这时候煤炭比例大大下降,只占到20%;核能也是基本维持,水电会比较平稳。此时比例提速最大的是可再生能源,会占到全球一次能源结构的16%。总体来说,从2000年到2018年再到2040年,全球能源需求还是不断上涨的,只是增速会有所下降。化石能源在整个能源结构中依然能占到70%多的份额。

温秋红预计,全球到2026年,煤炭消费可以达峰。石油2030-2035年可以消费达峰,达峰之后会有个平台期,过了这个平台期会有缓慢的下降。在整个能源结构变化里最突出的一点是可再生能源的异军突起。到2040年,能源会更明显地被结构多元化,由原来的石油逐渐变成了石油、天然气、煤炭和清洁能源四分天下的格局。清洁能源比重会不断增加。

温秋红认为,这是全球能源的发展趋势。

中国能源发展的过去、现在和未来

让我们再看看中国能源发展的过去、现在和未来。

2000年,中国的能源结构煤炭占到70%的份额,石油占到23%,天然气占到2%,水电能占到5%,其它都是只占百分之零点几。

到了2018年,中国的能源结构发生了变化,煤炭占58%,天然气占比大幅增加,水电也增加了,其中增加最多的也是可再生能源,增加到5%的份额。所有人都知道煤炭大量的应用带来了碳排放,但这要和能源经济相结合去看,过去40年改革开放,我们是个制造业大国,需要很多很多电,这时候煤电起到非常关键的作用。所以说能源转型实际是和国家的资源禀赋、经济发展相关。

到2040年,温秋红预计到那时中国煤炭只会占到35%;天然气占到14%,所以未来20年是天

然气发展的黄金时期；石油比例会降到 18%；那时我国将是全球少数能继续发展核能的国家，占到 7%；水电依然是我国非常稳定的能源，占到 8%。这时候增长最快的是可再生能源和新能源，可再生能源事实上涵盖了新能源。

新能源革命的主要特征

温秋红认为，新能源革命的特征之一是，新能源颠覆了电力结构。现在的全球电力市场的用能，石油、煤是一次能源，一次能源 40%转换成电力，电力直接被我们大家日常所应用，未来可能达到 60%，越来越多的能源转化成电力被我们所应用。

看电力结构，2010 年时，全球煤电占到 40%，天然气占到 22%，很多发达国家都是天然气发电，水电占到 16%，核电占到 13%，风电占到 2%，光伏占到百分之零点几，其它的包括生物质发电、垃圾发电等等。

到了 2018 年，电力结构也发生了很多转变，煤电在全球范围内缩小，天然气还在增加。这里面变化最大的风电占到 6%，光伏占到了 2%，电力结构也在清洁能源化。

预计未来到 2050 年，整个电力结构中，煤炭的比例会大大减少，天然气比例逐渐增加，在 2050 年会占到比煤电更大的份额，这两者加起来可能占到 30%的份额。可再生能源包括风电、水电、太阳能合起来占到 60%，在这 60%里，风能和太阳能占到了 48%。可以很清晰地预见，在未来的电力结构里，化石能源所占的比例相对就会非常少。现在是主力的煤电未来就可能不是主力。现在替代能源的风电和太阳能在未来就变成了主要的能源，当从替代变成主要，从主要变成了次要，这就是能源革命真正发生了。到 2050 年，全球 48%的发电量将来自风电和光伏。到时我国电力结构里也将一半来自煤电和天然气，一半来自清洁能源。

新能源发展的第二个特征是技术促进了可再生能源的发展。比如风机的技术在进步，一个风机发的电会越来越多。技术的进步使得没有经济性的地方也开始变得有经济性了。装机从陆上走向海上，海上大风电也开始大规模发展起来，又从浅水到深水区，这些都需要更多的技术进步做支撑。

还有光伏的技术也是在不断进步当中。技术的进步使可再生能源的发展成为可能。

正确认识新能源的发展

一是尽管现在新能源非常非常的火，但我们也要对新能源及其未来有个正确的认识。这就是在整个一次能源结构中，未来化石能源仍然是全球主要的能源，新能源不能完全替代化石能源，石油还要用，天然气更要，煤炭也不能完全地消失。即使在新能源发挥的主战场电力领域中，也不能完全替代其它能源。

二是风电和光伏，是新能源中的主力，但都具有很强的间歇性。一阵风有电了，风没有了，这几个月可能都没有电，所以我们不能完全靠风电和可再生能源，仍然需要有燃煤发电、燃气发电，以及其他发电方式补充。只是将来主次地位会转换，而不是煤电就没有了，它们是长期共存的状况，人类现在要做的只是让未来能够共存得更好。

三是新能源转型绝对不是一蹴而就的事情，是需要长期且复杂的过程。能源能发展到今天这个样子，经历了漫长的时期，挖油一个平台建立起来，至少需要 30 年才可以，管道挖下去，需要运行几十年，即使能源转型了，变成了新的能源，也需要有适应新能源的基础设施和它共同推进，所以，能源转型是个漫长而复杂的过程，绝对不是一蹴而就，明天新能源就能把所有的能源都代替了。

四是各个国家不同，资源禀赋不同，发展阶段不同，经济性要求不同，对能源战略要求也不同。我们国家以制造业为主，需要较为便宜的电；而德国一定要发展可再生能源，因为德国的制造业可以承受更高的电价，所以可以全部是可再生能源，全部是燃气。我们国家需要比较低的电价支持经济的发展，所以煤电还是要占一定的比例。所以各个国家的国情不同，需要制定的能源发展战略也是不同的。

对中国未来发展新能源的建议

一要明确大力发展新能源一定是没有错的，是实现我们国家能源可持续发展重要且非常现实的举措。技术相对成熟，成本也相对较低，习近平总书记提出的能源发展战略四个革命一个合作，

新能源是实现未来能源革命一个很重要的举措。

二是要明白在新能源领域我们国家已经有比较好的基础。这个很好的基础可以让我们进一步发展，但也要清醒地认识到，在新能源很多领域，比如风电，我们可能是制造第一，安装也第一，但还不是技术的第一。需要更多基础研发的积累和前瞻性研发，未来才能够进一步在世界范围内引领新能源的发展。这点适用所有新能源领域。

三是新能源在我国有比较好的基础，也可以作为中国对外推出的新的名片，把我们的新能源带向世界，带向“一带一路”。过去二十多年，发达国家已经发展了很多新能源，它的成本比较高，发达国家承担起它的成本，现在随着成本降低以及更进一步发展，更多的发展中国家也可以承受它的成本。所以，未来我们向发展中国家也可以更多地推广新能源，无论是设备、项目，这些都成为中国亮丽的名片。

四是在新能源推向“一带一路”的时候，促进新能源人民币计价体系的建立。我们国家在新能源项目的设计开发、设备制造，以及未来项目建设和运营上，已经在国内有充分的经验，可以转向“一带一路”国家，这时候以人民币计价，随着我们非常有竞争力的人民币项目往外推广，可促进人民币国际化。

最后，温秋红对记者总结到，无论是全球还是中国，能源是在转型，新能源是能源转型最重要的推动力，新能源的发展就是两点，技术的提升和成本的降低，使得它从一个贵族变为大家都可以用得起的。未来我国更要发展新能源的作用，使它在我国能源结构中占到更大的比例，为我们提供清洁、安全、更好的能源，促进我们国家能源转型。

中国经济时报 2019-07-22

新兴经济体引领全球可再生能源快速发展

前不久，国际能源署（IEA）在北京发布的《世界能源展望 2018》报告指出，全球能源供应和消费格局正在发生深刻变革，以中国、印度为代表的新兴经济体正成为全球能源消费向低碳化、清洁化转型的主导力量，能源技术创新将成为新兴经济体实现能源转型的关键驱动力。

该报告指出，目前亚洲占据了全球天然气消费增长的 50%、风电和太阳能光伏消费增长的 60%、石油消费增长的 80%及煤炭和核电消费增长的 100%以上，能源消费正在发生向亚洲迁移的深刻变革。在中国、印度等新兴经济体能源需求攀升的带动下，2040 年全球能源需求将比目前增长 25%。

根据 IEA 统计，全球能源相关的二氧化碳排放量在连续 3 年持平后，2017 年再度上涨 1.6%，2018 年排放继续增长，与实现气候变化目标所需的发展轨迹相距甚远。IEA 认为，从现在到 2040 年，能源相关的二氧化碳排放将呈缓慢上升趋势，远远跟不上科学界认为的应对气候变化所需的减排步伐。推动清洁能源革命，加快推动从化石能源向清洁能源的转型已然非常紧迫。

从全球能源消费增长趋势来看，随着经济合作与发展组织（OECD）成员国能源需求逐渐饱和，未来一次能源和电力需求的增长将主要来自新兴经济体。据 IEA 报告，全球电力需求增长的 20%将来自中国的电动机需求，到 2040 年，全球所有能源需求增长都将来自发展中经济体。IEA 表示，对于更依赖轻工业、服务业和数字技术的经济体，电力日益成为首选“燃料”。预计到 2040 年电力需求比当前增长 90%，全球近半数轿车都会是电动车，电力在最终能源消费中的占比将增至近三分之一。

IEA 认为，中国已经成为推动全球发展新能源和碳减排的引领者，在风电、光伏、电动汽车、新兴低碳技术发展等方面均走在世界前列。2017 年中国成为世界上最大的可再生能源投资国，投资额比 2016 年增长 31%达到创纪录的 1266 亿美元，新增光伏太阳能装机容量 53 吉瓦，占全球新增装机容量的一半以上，投资额增长 58%至 865 亿美元。而美国、欧洲、日本等发达地区的可再生能源投资在 2017 年普遍下降。

和中国一样，由于能源消费快速增长、油气资源对外依存度太高，印度也大力推进新能源发展，计划到 2022 年光伏、风电等可再生能源总量翻番，总装机规模达到 200 吉瓦。目前印度可再生能源

发电容量占全国电力装机容量的比例超过 25%。印度在 2030 年之前将所有可再生能源技术的装机容量定为 500 吉瓦，将可再生能源发电比例提高到 59%。

可见，新兴经济体引领的全球可再生能源的快速发展，对化石能源替代速度的加快，将大大降低能源消耗的碳排放，改善人类生存环境，提升应对气候变化的能力。

中国经济时报 2019-07-23

对西部新能源开发的思考

笔者应邀深入到兰州新区、张掖市、嘉峪关市等地考察西部产业发展情况，对玉门等西部地区新能源产业发展进行了一些思考。

从嘉峪关行车至玉门，一个多小时车程，路两旁茫茫戈壁让笔者真正体会了“羌笛何须怨杨柳，春风不度玉门关”的意境。玉门这座古城，近年来靠着“两山夹一谷”的特殊地形，发展出了具有当地特色的新能源产业。实际上，不单单是玉门，可以说，玉门是整个酒泉市的缩影。视线如果放大，玉门乃至酒泉的发展，对我国西部地区其他资源型城市也有着很好的借鉴意义。

酒泉市是我国风能、太阳能资源丰富，开发条件优越的地区之一，境内年有效风速 6300 小时以上，风电技术可开发量 8000 万千瓦，占全省 80%以上；年平均日照时数 3300 小时以上，全年太阳总辐射量 6300 兆焦/平方米，属国家光热资源分布一类地区，被国家确定为首个千万千瓦级风电基地和百万千瓦级太阳能发电基地。

近年来，酒泉市在建设风能、太阳能发电项目上有了长足的发展，统筹推进调峰电源、输出电网、装备制造、电能消纳和储能研发等配套产业，已成为全国重要的新能源产业基地之一。数据显示，自 1997 年酒泉市首个试验风电场建成至今，风光电累计发电 895 亿千瓦时，与燃煤发电相比，相当于节约标准煤 2945 万吨，减排二氧化碳 9182 万吨、二氧化硫 28 万吨、氮氧化物 14.7 万吨。

在笔者看来，西部地区之所以能够发展起新能源产业有着其内在逻辑。

西部占据着中国一半的土地，却只生活着 29%的人口，平均人口密度每平方公里在 50 人以下。当然，造成这样的原因自然是地形条件和气候条件比较差，但这正为西部发展新能源产业提供了广阔的空间。去过西部地区相关产业园考察的人会发现，新能源设备占地面积很大，而实际操作都是自动化操作，也就是说，新能源产业的建设需要大量的地理空间，同时，又不需过多的劳动力参与，这正符合西部的实际。

西部不少城市都是因资源而兴，因为石油、钢铁等资源开发而设立县、市，是典型的资源型城市。而资源型城市在资源开发枯竭之后，必然寻求新的产业支撑。因此，发展新能源是未来可行的方向之一，可以说是西部城市产业转型升级的必然要求。

由此推演开来，笔者对于西部新能源产业发展也形成了一些可供讨论的观点。

首先，在产业选择上，需要结合当地的优势产业进行延伸。类似酒泉等西部城市聚集新能源产业，一方面有得天独厚的自然资源优势，另一方面还有之前传统能源产业作支撑和延续，容易形成新的产业链。

2018 年，玉门聚焦光热发电及装备制造产业链延伸，到玉考察企业达 141 批次，达成意向性项目 16 个，签约项目 31 个，凯盛大明聚光材料生产线、江苏盈丰热镀锌、首航节能定日镜加工项目相继开工建设，光热装备制造产业链实现零的突破。

这告诉我们，西部并非想象中的新兴产业贫瘠地。此次活动，笔者在玉门看到，当地新能源及装备制造、现代农业、资源循环和环保，以及文化旅游等多种产业已成“遍地开花”之势。相信未来西部地区将会涌现更多像玉门这样的城市。

其次，要形成一定的发展规模，才能带动地方产业发展引擎。比如玉门鑫能项目投资高达 17 亿，在建设过程中需要各种供应商参与，甚至一些零部件企业已经在当地投产。这些需求可以支持全产业链发展，从而带动区域经济发展。

笔者认为，除了鼓励为临近省份输送电力以外，国家还应该出台优惠产业政策，支持新能源产业链在酒泉等地进行布局，利用西部丰富的风电、光电资源，促进产业链落地。

笔者认为，西部新能源开发完全可以走出一条依靠产业集群发展，促进产业链落地，构建完整产业链的路子，这既能降低当地设备建设的成本，同时也能真正意义上实现当地产业升级与崛起。更为重要的是，能够解决大西北产业发展问题，这对西部地区改善民生、提高经济生活水平、探索资源型城市转型意义重大。不过，要想形成产业链，不能只靠一个县一个市，而是要由国家统一规划风光电发展，在西部地区相关城市形成规模，力促当地产业发展。

笔者想起了左宗棠部下杨昌浚的《恭诵左公西行甘棠》。原诗为：大将筹边尚未还，湖湘子弟满天山；新栽杨柳三千里，引得春风渡玉关。笔者相信，西部因地制宜的产业发展必将“引得春风渡玉关”。

中国经济网 2019-07-23

“能源领域的法律建设严重滞后”

应把能源立法放在更加重要的位置，逐步形成以《能源法》为母体，煤炭、石油天然气、电力、核能、可再生能源和节约能源法等为支撑的能源法体系

改革开放以来，我国能源事业取得了长足发展。目前，中国作为世界第一大能源生产和消费国，已经形成煤炭为主体、电力为中心、油气和可再生能源全面发展的能源供应格局。但有专家指出，我国能源领域的法律建设严重滞后，目前仍缺少全面体现我国能源战略和政策导向、总体调整能源关系和活动的能源基本法。

专家认为，由于我国能源立法工作涉及不同部门、不同行业、垄断行业、垄断企业。自2007年12月3日，国家能源局办公室正式对外公布《能源法》（征求意见稿）以来，立法进展一直缓慢。为此专家呼吁，我国能源要坚持走科技含量高、资源消耗低、环境污染少、经济效益好、安全有保障的发展道路，就必须把能源立法放在更加重要的位置，加快构建以《能源法》为母体，煤炭、石油、天然气、电力、核能、可再生能源和节约能源法等为支撑的能源法体系。

逐步减少能源管理重政策轻法律传统做法

保障能源安全，已经成为维护经济安全、政治安全和国家安全的重要基石。随着我国能源安全问题日益突出，能源法在能源开发利用、调整优化能源结构、激励开发利用新能源与可再生能源、科学管理能源，以及构建现代能源安全保障体系等方面，将起着重要的规制作用。

针对我国以往管理能源多用政府红头文件、重能源政策轻能源法律的传统做法，华东理工大学能源与资源环境法中心副教授莫神星认为：“我国能源法治建设同推进国家治理体系和治理能力现代化目标相比，还存在许多不适应、不符合的问题。我国能源领域的法律建设严重滞后，已经影响到能源的改革和能源产业发展。迫切需要我们重视运用法律调控机制来解决能源问题。”

莫神星表示，重能源政策、轻能源法律，固然原因有很多，但与能源法律的不健全有一定的关系。要切实改变重政策轻法律，实现全民自觉守法、遇事找法、解决问题靠法，就要求我们必须提升崇尚能源法治理念，逐步减少依靠红头文件规范能源工作，彻底改变重能源政策、轻能源法律的传统做法。

立法滞后已成能源可持续发展瓶颈

“我国能源立法还比较薄弱，能源立法滞后已成为能源可持续发展的瓶颈。当前能源法在社会科学中‘失语’；在法学教材中‘失踪’；在法学论坛上‘失声’等问题，必须引起高度重视。”莫神星在采访中告诉记者。

作为世界第一大能源生产国和消费国，尽管我国有《煤炭法》《电力法》《节约能源法》《可再生能源法》等，但迄今为止，我国的能源法律体系仍然很不完善，不仅缺少《石油法》《天然气法》等主要能源法律，而且缺少“龙头”作用、“主心骨”的能源基础法。

当前，我国能源发展结束了能源供应紧张阶段，已经从过去增加产能、保障供应进入注重结构调整、技术创新和大力发展新能源、可再生能源和核能的新阶段。有专家分析指出，与我国能源产业发展不适应的是，我国能源立法的基础研究比较薄弱，这已成为制约我国能源立法的瓶颈，突出表现为，能源立法目的、价值、方法的研究不够；能源法的学科体系、学术体系、制度体系建设水平总体不高；能源法律制度的研究不深入；能源标准的研究与制定没有定论等。

要把能源立法放在更加重要的位置

业内专家普遍认为，能源法应该涵盖能源资源勘探、开发、生产运输、贸易与消费、利用与节约、对外合作及能源安全与监管等诸多环节。我国要建立门类齐全、结构严密、内在协调的能源法体系。它的理想化要求应是一个由能源法律部门分类组合而形成的呈体系化的有机整体；它包括能源基本法、节约能源法、石油天然气法、煤炭法、电力法、能源公用事业法、原子能法、可再生能源法，以及有关具体能源行政法规、规章和地方法规。

国际经验表明，能源立法可以为推进能源生产革命、消费革命、技术革命和体制革命服务，能源法律的贯彻实施可以促进能源效率提升，维护能源公平，保障能源安全，实现社会和谐。

莫神星建议，我国应把能源立法放在更加重要的位置，逐步形成以《能源法》为母体，煤炭、石油天然气、电力、核能、可再生能源和节约能源法等为支撑的能源法体系。要解决我国能源问题，加强能源的统一管理和高效、合理利用，加强能源立法和执法，促进我国能源可持续发展，必须尽快出台能源基本法《能源法》，以落实正确的能源指导方针、能源发展战略和能源发展原则，优化能源结构，推进能源产业升级。

本报记者 李文华 中国能源报 2019-07-29

推动清洁能源发展迎重大机遇 全球能源格局或重塑

文明是建立在基础设施之上的。中国提出的“一带一路”倡议包括基础设施等项目。当许多西方国家还固守着陈旧观念时，中国正在把世界重新想象成一个有机网络。

依托“一带一路”，中国与沿线国家合作建设工业园区、光纤网络、电厂、炼油厂，以及隧道、桥梁、公路、管道、港口等基础设施。中国投资将确保以知识为基础的产品和服务的长远发展，并加强国际产能合作。

中国的清洁能源技术不断成熟，“一带一路”倡议将极大促进清洁能源技术发展。中国通过与亚洲、非洲和欧洲等地的贸易往来，构建一个全面的贸易网络，并以此发展可再生能源技术，包括水力发电、海洋工程、电动汽车等。尽管中国对化石燃料有着巨大的需求，但未来 20 年，中国将在低碳发电和其他清洁能源技术方面投资预计超过 6 万亿美元。事实上，中国正在实施一个可以改变世界能源基础设施的长期战略。

中国在清洁能源基础设施方面的支出已超过了美国和欧盟的总和。根据国际能源署的数据，中国已经拥有世界上 1/3 的风力发电、全球十大风力涡轮机制造商中的 4 家、全球十大太阳能电池板制造商中的 6 家，以及全球 1/4 的太阳能发电能力。中国希望通过建设绿色“一带一路”，为 40 多亿消费者带来绿色、低碳、可持续的发展。

正如国际能源署所指出的，中国的清洁能源规划和投资，是目前推动低碳能源技术发展势头的关键。根据美国能源部估计，中国已经投资 470 亿美元支持太阳能电池板制造。中国已经建立了世界上最大的碳交易市场，在核电站建设方面领先世界，现在中国的电动汽车销量超过了世界其他地区的总和。

从长远来看，到 2023 年，可再生能源预计将占到全球发电量增长的 70%以上。考虑到全球约 50%的能源可能来自太阳能和风能，中国似乎有望成为世界上第一个清洁能源超级大国。

中国在大型基础设施建设项目上的丰富经验，有助于加速清洁能源技术在发展中国家的推广。为此，中国发行绿色债券，用于清洁能源、清洁交通、资源保护和循环利用、污染防治、节能环保等

领域的基础设施投资。

显而易见的是，清洁能源技术是 21 世纪的一个重要产业。“一带一路”覆盖全球可再生能源的主要市场，共建“一带一路”正在推动围绕清洁能源技术的长期战略转变，可能会重塑全球能源格局。

中国新闻网 2019-07-19

能源行业持续推进 供给侧结构性改革

本报讯 记者姚金楠报道：7 月 25 日，国家能源局召开例行新闻发布会，国家能源局发展规划司司长李福龙在会上表示，上半年，能源行业持续推进供给侧结构性改革，着力在保供应、提质量、强弱项、稳增长等方面加大工作力度，推动能源高质量发展，主要有以下四个特点：

能源供给保障能力不断提升。油气增储上产取得积极进展。进一步压实企业、重点省份油气增储上产责任，夯实稳油增气的资源基础，上半年，全国原油产量 9539 万吨，同比增长 0.8%，扭转了近三年下滑态势；天然气产量 864.1 亿立方米，同比增长 10.3%。煤炭去产能和优产能同步推进。按照关闭一批、产能置换一批、升级改造一批的原则分类处置年产 30 万吨以下煤矿，有序核准开工大中型现代化煤矿。电力供应平稳有序。上半年，全国累计新增电力装机 4074 万千瓦。其中，水电 182 万千瓦，风电 909 万千瓦，光伏发电 1140 万千瓦，核电 125 万千瓦，非化石能源发电装机占增量的 58.4%。在严格控制新增煤电装机的同时，明确 2873 万千瓦煤电应急调峰储备电源，增强电力系统的调峰发电能力。成品油质量升级稳步实施。1 月 1 日起，全国全面供应国六标准车用汽柴油，实现车用柴油、普通柴油和部分船舶用油并轨。上半年，国六标准油品供应工作完成平稳过渡，成品油供应充足，市场运行平稳。

能源补短板力度持续加大。补短板领域投资大幅增长。上半年，油气开采业投资同比增长 34.1%，较去年同期加快 31.3 个百分点。可再生能源发电投资同比增长 36.3%。安排北方 12 个省（区、市）应急储气能力建设专项投资 20 亿元。补短板示范项目建设加快。第一批燃气轮机创新发展示范项目启动实施。华龙一号和高温气冷堆技术的首堆示范工程开工建设。能源行业投资对全社会投资的贡献上升。上半年能源行业累计投资同比增长 1.9%，占全国固定资产投资比重从前 2 月的 3.6% 提高到 4.5%。

能源清洁低碳转型深入推进。非化石能源发电比重持续提升。截至 6 月底，全国 6000 千瓦及以上发电装机中，非化石能源装机占比达 37.2%，比去年同期提高 1.2 个百分点；非化石能源发电量占比 27.3%，比去年同期提高 2.1 个百分点。海阳核电 2 号机组建成投产，山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目核准开工，金沙江拉哇水电站开工建设。第一批风电、光伏发电平价上网项目公布。可再生能源电力消纳成效显著。出台可再生能源电力消纳保障机制。发布 2018 年度光伏发电市场环境监测评价、2019 年风电投资监测预警。启动全国新能源电力消纳监测预警平台，实现对全国分省区新能源消纳情况按月监测、按季评估、按年预警。明确扎鲁特-青州、青海海南州特高压外送通道配套的可再生能源规模。上半年全国弃风率 4.7%，同比下降 4 个百分点；弃光率 2.4%，同比下降 1.2 个百分点。电气化水平是一个国家现代化的标志，近年来，电力在我国终端能源消费中的比重不断提高。上半年全国累计完成电能替代量约 980 亿千瓦时，占全社会用电量的 2.9%。截至 6 月底，累计建成充电桩 100.2 万个，我国已建成全球最大规模的电动汽车充电设施网络。

能源民生保障持续改善。新一轮农网改造升级加快实施，确保年底前完成。落实深度贫困地区“三区三州”农网改造升级三年攻坚行动计划（2018—2020 年），组织实施陆地边境 8 省（区）抵边村寨农网升级。2019 年农网改造升级中央预算内投资 140 亿元，其中，“三区三州”中央预算内投资 90.8 亿元，比去年增长 48.6%。北方清洁取暖稳妥推进。在城镇及周边地区，充分挖掘现役热电联产集中供热潜力，发展一批背压热电机组。积极推广清洁供暖先进模式，大力发展农村生物质能供暖，因地制宜推进地热供暖重点项目建设。光伏扶贫有序开展。“十三五”第二批光伏扶贫项目计划 167 万千瓦启动实施，建成后将惠及贫困户 30 万户。配合相关部门审核发布第三批光伏扶贫财政补助目录。

中国能源报 2019-07-29

业内担忧：英国气候政策恐现摇摆

7月23日，英国前外交大臣、伦敦前市长鲍里斯·约翰逊（Boris Johnson）以压倒性优势击败英国现任外交大臣杰里米·亨特（Jeremy Hunt），成为执政的保守党党魁，同时接棒特雷莎·梅成为英国新任首相。约翰逊的当选被英媒称为“英国历史最动荡时期”的领导人交接，而他本人则被视为英国近代史上最不可预测的领导人。

大选后演讲未提及气候问题

约翰逊在气候行动和环境政策方面“自相矛盾”的言论和态度，让业内为英国可持续经济和绿色发展前景捏了一把冷汗。

事实上，约翰逊在气候问题上时常出现“多变和摇摆”，竞选之前曾表达了支持英国2050年净零排放目标的立场，竞选期间却鲜少对环境问题发表评论，仅承诺在脱欧后将保留环境标准。最让人捉摸不透的是，他在赢得大选后的演讲中对环境和气候危机只字未提。

英国《每日邮报》援引约翰逊的胜利演讲称：“我能够团结国家并带领英国走向脱欧，我们将重拾自信，并将像一个沉睡的巨人般重新站起来。”他同时承诺，将通过重建基础设施和改善教育来实现脱欧并刺激英国经济。

有分析指出，气候变化和环境问题是当前全球最重要的议题，但约翰逊却在胜选后的首次演讲中将其“忽略”，给英国气候政策前景蒙上了一层阴影。

就目前来看，约翰逊的气候政策立场仍是“谜”。一方面，他在担任伦敦市长的8年里，拿出了降低城市污染的多个方案，大力推行绿色出行和科技发展，最有名的莫过于“鲍里斯单车”街头自行车租赁项目。这个意在环保、缓解交通压力并节约成本的项目，至今仍在影响伦敦乃至英国。此外，他还引入新的环保双层公交，采用混动设计的新双层公交逐渐替代旧的高排放公交，老旧的黑色出租也逐渐被新车型替换，以满足减排要求。

英国《自然》杂志统计约翰逊的议会投票记录显示，他几乎没有支持过旨在缓解气候变化的政策，比如曾在2016年投票反对制定脱碳目标，同时反对部署碳捕捉和储存技术战略等。但为了竞选英国首相，约翰逊今年早些时候却宣扬了应对气候变化应采取更大胆行动的理念，同时暗示以创新为重点的脱碳方案。

内阁重组引发承诺兑现担忧

英国《每日电讯报》指出，如果约翰逊认可2050年净零排放目标，英国的脱碳措施需要进一步明确且规模还要更大，而他首先要组建一个“环境政策友好”的内阁团队，并赋予其实施关键政策改革的自由。

随着约翰逊入住首相府，英国内阁也将迎来大洗牌，已经有多名内阁大臣宣布辞职，包括外交国务大臣艾伦·邓肯（Alan Duncan）、财政大臣菲利普·哈蒙德（Philip Hammond）、英国大法官兼司法大臣大卫·高克（David Gauke）等。

另外，能源与清洁发展部部长克莱尔·佩里（Claire Perry）和环境、食品及农村事务部（DEFRA）部长迈克尔·戈夫（Michael Gove）也可能会递交辞呈。佩里当前正不遗余力地推进碳捕集技术，承诺在下一个十年中期落实英国首个大型碳捕集项目，并进一步扩大碳捕集和政府融资和实施规模。但其能否留任尚属未知，因此这些承诺将面临无法兑现的可能。

戈夫曾是约翰逊盟友，但在2016年脱欧派赢得公投时却“反水”，指责约翰逊没有能力领导国家，甚至公开宣布自行竞选首相。随着约翰逊成功当选首相，戈夫被边缘化的可能性越来越大，而他的下台无疑将让DEFRA在环境法案方面的努力付之东流。

据悉，DEFRA一直敦促要建立一个新的“绿色监管机构”来监督英国环境法规的执行，同时承诺提供防洪、土壤改良和促进生物多样性等方面的监督服务。这些围绕环境法规展开的细节已经接近政府考察的最后阶段，如果这时负责人被换，不排除被推翻的可能。

值得关注的是，商业、能源和产业战略部大臣格雷格·克拉克（Greg Clark）已经被换掉了。克拉

克曾承诺，为了满足英国清洁环境的长期需求，将确保环境政策可以在新政府上台后持续下去，但随着他的出局，这一承诺也将彻底失效。

路透社 7 月 24 日援引英国首相办公室的一份声明称，约翰逊任命自己的弟弟乔·约翰逊（Jo Johnson）为新任商业、能源和产业战略部大臣。

业内喊话约翰逊，内阁成员必须认真任命，如果他挑选了对绿色产业和气候问题充满敌意或漠不关心的人担任重要职位，这个新内阁将不可避免地拖累英国在气候行动方面的脚步。

行业期待气候行动实施规划

对于约翰逊的当选，行业反响喜忧参半。根据欧洲新闻电视台（Euronews）整理的约翰逊胜出后环保组织的反应显示，大部分环境评论员和活动家对他不抱期待，认为他在这一问题上“缺乏热情”，进而导致英国绿色政策面临“断层”。“地球之友”呼吁约翰逊站对立场、加速减排，并将“气候紧急状态”作为执政纲领。

英国环境管理与评估研究所（IEMA）首席政策顾问 Martin Baxter 表示，约翰逊有必要将可持续发展置于英国经济模式的核心。

英国建筑和工程服务协会（BESA）敦促约翰逊通过强有力的立法支持气候行动，如果没有相应的实施规划，2050 年实现净零排放就是空谈。该协会强调，约翰逊政府应该和建筑工程行业密切合作，这将助力英国加速实现净零排放目标。

《金融时报》撰文称，对特蕾莎·梅的继任者而言，符合民意并实施正确的政策才能领导英国前行，其中能源政策必须更有远见，否则既无法为国民提供负担得起的、稳定且安全的能源，更无法完成减排的目标。如果约翰逊希望为英国乃至整个世界做出贡献，“低成本、低碳”不失为一个很好的政策指引。

本报记者 王林 中国能源报 2019-07-29

可再生能源利用水平显著提高

本报讯 记者姚金楠报道：7 月 25 日，在国家能源局例行新闻发布会上，新能源和可再生能源司副司长李创军指出，今年上半年，我国可再生能源发电量达到 8879 亿千瓦时，同比增长 14%。其中，水电 5138 亿千瓦时，同比增长 11.8%；风电 2145 亿千瓦时，同比增长 11.5%；光伏发电 1067 亿千瓦时，同比增长 30%；生物质发电 529 亿千瓦时，同比增长 21.3%。李创军表示，我国可再生能源利用水平正在显著提高。

国家能源局最新统计数据显示，截至今年 6 月底，我国可再生能源发电装机达到 7.5 亿千瓦，同比增长 9.5%。其中，水电装机 3.54 亿千瓦（抽水蓄能为 2999 万千瓦）；风电装机 1.93 亿千瓦；光伏发电装机 1.86 亿千瓦；生物质发电装机 1995 万千瓦。

具体到水电并网运行，今年上半年，全国新增水电并网容量 182 万千瓦，新增装机较多的省份为云南 64 万千瓦、湖南 37 万千瓦和浙江 28 万千瓦，占全部新增装机的 70.4%。全国水电发电量 5138 亿千瓦时，同比增长 11.8%。分省份看，水电发电量排名前五位的省份依次为四川 1221 亿千瓦时、云南 1132 亿千瓦时、湖北 592 亿千瓦时、贵州 328 亿千瓦时和湖南 305 亿千瓦时，合计水电发电量占全国水电发电量的 69.7%。上半年，全国水电平均利用小时数为 1674 小时，同比增加 169 小时。分省份看，平均利用小时数较高的省份是宁夏 2334 小时、湖南 2195 小时、甘肃 2134 小时、河南 2087 小时和青海 1979 小时。

在风电运行方面，上半年，全国风电新增装机 909 万千瓦，继续保持平稳增长势头，中东部和南方地区占比超过 50%，风电开发布局持续优化，新增装机较大的省份是河南、青海和山西，分别为 100 万千瓦、93 万千瓦、89 万千瓦。截至 6 月底，全国风电累计装机 1.93 亿千瓦，其中中东部和南方地区占 35%，“三北”地区占 65%。上半年，全国风电发电量 2145 亿千瓦时，同比增长 11.5%；全国风电平均利用小时数 1133 小时；平均利用小时数较高的省份是云南（1843 小时）和四川（1654

小时)。在风电消纳上,全国弃风电量 105 亿千瓦时,平均弃风率 4.7%,同比下降 4.0 个百分点。特别是弃风限电严重地区的形势均有所好转,其中新疆弃风率 17.0%、甘肃弃风率 10.1%、内蒙古弃风率 8.2%、同比分别下降 12.0、10.4、8.5 个百分点。

光伏发电方面,今年前 6 个月,全国光伏新增装机 1140 万千瓦,其中,光伏电站 682 万千瓦;分布式光伏 458 万千瓦。从新增装机布局看,华南地区新增装机 77 万千瓦,华北地区 330 万千瓦,东北地区 26 万千瓦,华东地区 228 万千瓦,华中地区 136 万千瓦,西北地区 343 万千瓦。上半年,全国光伏发电量 1067 亿千瓦时,同比增长 30%;全国光伏平均利用小时数 576 小时,同比增加 10 个小时;平均利用小时数较高的地区为东北地区 789 小时,西北地区 632 小时,其中蒙东 885 小时、蒙西 870 小时、四川 834 小时、黑龙江 797 小时。在消纳环节,今年上半年,全国弃光电量 26 亿千瓦时,弃光率 2.4%,同比下降 1.2 个百分点。弃光主要集中在新疆、甘肃,其中,新疆(不含兵团)弃光电量 7.6 亿千瓦时,弃光率 11%,同比下降 9.0 个百分点;甘肃弃光电量 4.3 亿千瓦时,弃光率 7%,同比下降 4.4 个百分点。

在生物质发电领域,上半年,全国生物质发电新增装机 214 万千瓦,累计装机达到 1995 万千瓦,同比增长 22.1%;生物质发电量 529 亿千瓦时,同比增长 21.3%,继续保持稳步增长势头。

中国能源报 2019-07-29

城市能源互联网助推城市高质量发展

浙江省有 1 个特大城市、7 个大城市、3 个中小城市、36 个市辖区和 655 个建制镇,城镇化率达到 68.98%。

浙江水电资源开发程度高、国内最早开展核电实践、分布式光伏发电应用成绩瞩目、积极探索海陆风电以及海洋能开发走在全国前列,具有多样化的城市能源互联网形态。

城市能源互联网是城市能源、环境、经济协同发展的必然诉求,通过先进的物联网技术实现城市能源泛在互联、城市能源资源与社会经济资源优化配置,促进我国城市能源向清洁低碳、安全可靠、高效经济、产业创新的方向发展,从而有利于城市经济、社会、环境、资源可持续发展,有利于城市高质量发展。

在“建设美丽浙江、创造美好生活”的战略部署下,浙江省的城市能源互联网通过“能源、信息、业务”三流的互联互动,以“一个核心作用、三个协同作用”树立促进浙江城市高质量发展的先进样例。

城市能源互联网建设核心作用是促进城市能源清洁低碳、安全可靠、高效经济利用,最终降低城市发展成本、夯实城市发展基础、构建可持续发展环境。

一是促进提升转化利用效率、降低能源使用成本。从多品类看,不同城市能源系统可通过城市或区域能源基础设施的统一规划设计以及供电、供热部门协同运行降低区域以及城市整体能源使用成本。从多时间看,城市能源互联网可通过削峰填谷,实现不同时间段的能源供需平衡,提高城市能源设备的整体利用效率。从多分布看,城市能源互联网可有效提高能源就地供应比例,从而有效提升城市综合能源利用效率和城市供能安全可靠,并降低城市综合用能成本。

杭州绿色能源体验中心多能互补项目采用天然气分布式能源与太阳能、风能等可再生能源相结合的多能互补系统为综合能源供应系统,项目相比于传统单品类供能方式,节能率达 18%,节省 27% 的能源使用费用。此外,杭州市小和山抢修中心内燃气三联供发电机、风力、光伏系统为该楼栋提供了多种电力选择,为城市快速推进多能互补集成系统提供了有效示范作用。

二是促进保障能源安全供应,夯实城市高质量发展基础。从基础设施看,城市能源互联网采用成熟可靠、技术先进、自动化程度高的配电设备,建成坚强合理、灵活可靠、标准统一的城市配电网结构,并通过多能源品种互济提高城市能源资源供给的稳定性。从运行优化上看,城市能源互联网通过源网荷储灵活互动提高了城市能源安全可靠、减少故障区域停电时间。

浙江温州平阳县南麂岛离网型微电网和浙江温州洞头县鹿西岛并网型微电网两个微电网示范工

程为未来城市主动配电网中大量分布式电源广泛接入提供了坚实的技术支撑。实际运营效果表明，相关技术提升了南麂岛供电保障能力，解决了鹿西岛长期以来夏季用电高峰期供电能力不足的难题。

三是促进城市清洁能源利用，构建绿色低碳可持续的发展环境。城市能源互联网通过连接不同类型的清洁能源供电设备和装置，实现城市清洁供能、绿色用能，促进形成清洁、低碳、绿色、环保的城市能源供用生态。

嘉兴能源互联网中清洁能源关键技术研究及其应用示范工程，截至 2017 年底，太阳能、风能发电并网规模已达到 217.15 万千瓦，相当于全省清洁能源装机总规模（除水电）的 20%。清洁能源发电装机容量占嘉兴全社会最大用电负荷比重达到 24%，发电量占全嘉兴社会用电量比重达到 3.7%。

在发挥核心作用的同时，城市能源互联网建设对城市高质量发展也有三个方面的协同促进作用。

第一个协同作用是通过城市能源管理精细化促进城市管理精细化。城市能源互联网通过提升城市能源规划水平，统筹规划电力、燃气、热（冷）力、供水等基础设施，促进城市能源管理方法和体系的精细化发展。已经建成使用的浙江省智慧能源监测平台有效实现了能源系统监测工作从国家到省、再到城市和企业级的城市能源精细化管理。浙江省智慧能源监测平台的投入运营，不仅满足了政府对于能源消费的监管需求，同时满足了人民群众了解并参与节能工作的迫切现实需求，更满足企业能源利用精益化管理需求和智能监测设备制造业及节能服务业的发展需求，极大地推进了全社会能源管理精细化进程。

第二个协同作用是通过能源数字化促进社会数字化。城市能源互联将加速城市能源与社会的数字化进程，具体包括：1) 推动能源基础设施的信息化水平提升；2) 推动能源企业的数字化转型；3) 推动用户的数字化转型。浙江滨江物联网小镇的三维地理信息云平台不仅可以实现视频监控、智慧停车、园区管理等多个配套服务，还可以实时观测企业的用能数字化信息。滨江小镇为城市能源和社会数字化进程提供了良好的示范样本和示范经验。

第三个协同作用是通过能源产业发展加速化促进城市新经济、新业态发展的加速化。城市能源互联网通过人才、技术、服务、政策的跨界融合，激发新技术和新商业模式，促进培育城市能源领域的新业务、新业态、新经济。首先，城市能源互联网可以促进发电企业、设备供应商、售电公司等上下游企业发展。同时，城市能源互联网也极大地促进城市中通信行业、互联网行业、法律、金融、资本等各方面的领域融合，带动了相关制造业、生产型服务业的创新发展。

（作者均供职于国网（苏州）城市能源研究院）

江海燕 霍沫霖 王林钰 中国能源报 2019-07-29

浙江首个城市能源互联网项目长啥样？

铺满光伏板的屋顶，不用气灶的全电景区，全市各重点单位用能情况一目了然……一项项变化，呈现出浙江省嘉兴市逐步向低碳能源互联网城市转型的图景。2017 年底，浙江首个城市能源互联网示范性项目——浙江嘉兴城市能源互联网综合试点示范项目（下称“示范项目”）正式启动。不到两年时间，该项目已完成建设，8 月份即将进行验收。验收来临之际，记者走进示范项目所在地——浙江省嘉兴海宁市，一探“真容”。

屋顶光伏“自发自用、余电上网”提高清洁能源比例

海宁市尖山新区是钱塘江涌潮的起潮之地，也是工业集聚的经济开发区。站在新区一家电梯公司 100 多米的测试塔上俯瞰四周，大片工业厂区平坦的屋顶上几乎都铺满了亮晶晶的光伏板。

2017 年 3 月，国家能源局发布了首批 56 个“互联网+”智慧能源（能源互联网）示范项目。由国网浙江省电力公司和海宁市人民政府联合申报的嘉兴城市能源互联网综合试点示范项目是其中之一。示范项目为何落地尖山新区？国网浙江海宁市供电公司（下称“海宁市供电公司”）相关负责人告诉记者，尖山新区位于杭州湾北部，是填海围垦出来的陆地，全年无霜期约 230 天，年日照时数约 1000-1300 小时，光照资源较好。尖山新区还是光伏制造基地，厂房比较集中，屋顶可用面积非常大，十

分适合发展光伏。截至今年6月底，尖山新区共有83座光伏电站，容量达224.48兆瓦，占海宁光伏总量的38.2%。其中绝大部分是企业屋顶的分布式电站。

由于前期国家、省、市（县）三级补贴政策，分布式光伏在尖山地区迎来“井喷”，“自发自用、余电上网”的模式不仅降低了企业用电成本，而且提高了清洁能源比例。

主动配电网，“管住”不稳定的分布式电源

光伏成为尖山的靓丽风景，却也成了影响尖山电网安全稳定的主因。

“新能源发电不够企业用电时，电网会补充进来；新能源发电量高于用电量时，就会往上送到电网。新能源出力受天气影响较大，一片云飘过来挡住了太阳，或者突然下雨，新能源的出力往往会骤降。并且分布式电源的高密度接入会导致潮流大幅倒送电网，整个尖山新区就会成为一个对外送电的‘大电厂’，影响着电网稳定。”海宁市供电公司发展建设部主任江明强告诉记者。

和大型发电厂相比，分布式光伏电站就像“小作坊”，电能存在一定的谐波，造成电网不稳定，而当地企业对电能质量要求很高，电压的波动可能导致次品，甚至让整条生产线停下来。“所以控制手段要更灵敏，否则就管不住它。”江明强说。

于是，作为示范项目的重点建设内容之一，主动配电网让电网实现了高渗透率分布式电源接入、高电能质量、高可靠性运行。

综合能源服务，助力打造“全电景区”

城市能源互联网中的“绿色”不只体现在装机比例增加，更表现在用能的低碳化。清洁能源景区（全电景区）是旅游城市海宁的一大尝试。海宁市供电公司相关负责人介绍，千年古城——盐官景区的全电改造始于景区内的一家酒店因厨房没有条件通天然气，只能进行用电改造，结果改造完成后不但用能成本下降了三分之一，厨房卫生水平和安全性都大幅提高，越来越多的商户选择改造。

截至目前，景区67%的大型餐饮酒店、87%的小型餐饮商铺完成了全电厨房改造。345家宾馆、民宿实现供冷取暖、热水供应等用电覆盖。新增了电动观光车、电动垃圾车、电动公交车。在全电景区项目建设过程中，由于改造费用较大，海宁市供电公司还以合同能源管理模式或融资租赁方式与综合能源公司、景区客户进行合作，实现了电力公司、景区、综合能源服务公司三方共赢的运营模式。

有了盐官全电景区的样板，海宁供电公司的综合能源服务引起了更多企业的兴趣。前不久，海宁中国皮革城与综合能源服务公司签定了6000多万元的合作协议，借助智能电网应用技术对水泵用电数据进行监测和诊断，从而进行节能性改造。

海宁市供电公司相关负责人表示，电能已经不能充分满足客户日益增长的定制化、个性化服务需求。未来将借助城市综合能源服务平台，打通综合能源产业链，带动能源互联网新技术、新模式和新业态的快速发展。

专家解密背后的科技

国网浙江电科院电源技术中心汽机技术室副主任应光耀：

企业屋顶光伏只是嘉兴城市互联网综合试点示范项目的组成部分之一。嘉兴城市互联网综合试点示范项目具体任务分为完善基础设施和研发综合能源服务平台两个大类。其中，完善基础设施包括完成主动配电网、综合能源服务站等城市能源互联网基础设施、电力无线专网等数据信息网络建设与布局；综合能源服务平台提供清洁能源服务、建筑能效服务、电动汽车服务、智慧用能服务和供需互动服务等五种服务，实现能源流、业务流、数据流的高度融合。

主动配电网工程是怎么“主动”的？

原来，尖山区域电网的主动规划、主动管理、主动控制、主动服务及以负荷侧主动响应、电源侧主动参与，目的是达到高渗透率分布式电源接入、高电能质量、高可靠性运行。

该示范工程包括柔性互联换流站工程、新能源并网设备完善工程和网源荷储协调控制系统建设工程3个子项目。其中，柔性互联换流站工程采用柔性互联技术将20千伏线路未能全额消纳的分布式电源转移到10千伏线路进行消纳，能够提高电网资产利用率；新能源并网设备完善工程通过建设

全场景的电能监测系统，对各方的电能质量进行监测，有助于对电能质量问题的原因有据可查、厘清责任。

网源荷储协调控制系统是整个项目的“大脑”，利用柔性换流站提供的直流电源，建成交直流低压混合配电网即为“网”，配套建设分布式电源、储能站、以及新电源汽车充电桩，从而打造成网源荷储多方互动合作的微型区域能源互联网，为能源互联网技术的进一步开发应用提供“试验田”。

该项目还建成了浙江省首座集供电与无线网络服务为一体的“共享铁塔”，初步构建了融合电力、交通、热力行业的泛在能源物联网，实现了全量电力信息感知与传输，车—桩—网的信息交互，以及多种能源供应者的信息共享。

本报实习记者 齐琛同 中国能源报 2019-07-29

东方大港宁波实现清洁“蜕变”

长江三角洲南翼，油气进口大港宁波市是浙江省乃至全国重要的能源加工转换之城。大量化石能源的涌入让宁波面临着严峻的环保形势。东方大港经历着怎样的清洁蜕变？

“减煤加气”——华东地区石化基地清洁发展

“这些年在宁波生活，大家都感受到身边环境的变化。从前年开始明显感觉雾霾天少了，夏季每个晴朗的晚上都能看到星星。我觉得这得益于能源结构调整，尤其是清洁能源的发展。”国网宁波供电公司（下称“宁波供电公司”）发展策划部主任姚艳见证了宁波环境的改善，宁波找回了江南水乡青山绿水的本色。

宁波因港而兴，水深、流顺、风浪小，是我国著名的深水良港。宁波市能源局综合规划处（电力与新能源处）副处长吴霞介绍，东海春晓天然气目前年供气 10 亿 m³，宁波原油加工能力为 3100 万吨/年。大量的石油天然气都通过港口输送到宁波进行加工转换，让宁波成了华东地区重要的能源原材料基地。因此，虽然宁波缺煤、无油、无气，却是浙江省乃至全国重要的能源加工转换大市，能源产业也成为全市国民经济的重要支柱之一。

庞大的化石能源产业让宁波能源转型难度陡增。“宁波转型的首要思路就是对传统化石能源的清洁化利用。”吴霞介绍，第一就是对火电机组进行超低排放改造，达到天然气的排放标准；第二是淘汰了绝大部分小型燃煤锅炉。

在减煤方面，宁波早在 2011 年就提出要用三年的时间在中心城区建成“禁燃区”，淘汰大量燃煤锅炉。“早些年城区里锅炉烟囱冒出的‘白烟黑烟’不但容易让东西落灰，还影响着城市的品位和形象。”宁波市能源局节能处（煤炭石油天然气处）相关负责人告诉记者。2015-2017 年期间，宁波市经信局采用资金补助等形式，推进高污染燃料锅炉淘汰改造工作。“锅炉淘汰改造后，减少了空气污染物排放，也为企业员工创造了更健康干净的工作环境。燃煤锅炉改造成天然气锅炉后，操作更简单便捷，降低企业人工成本，而且提高热效率，节约了资源。”该负责人告诉记者。

因地制宜 分布式光伏成清洁能源“主力军”

“宁波能源转型的另一个重点是发展可再生能源，尤其是分布式光伏。”吴霞介绍，虽然能源资源“先天不足”，但是宁波发展光伏最大的优势就是当地工业较发达，屋顶资源比较多。

宁波从 2014 年起对光伏产业出台了补贴政策，在国家、省的补贴基础上，再给予每度电 0.1 元的补贴，延续到 2017 年。2016 年，浙江省启动百万家庭屋顶光伏工程建设，宁波有 9 万户的目标，市里进一步出台政策给予家庭屋顶光伏每度电 0.15 元的补贴，延续到 2020 年。“宁波的新能源发展可以用‘超速’来形容，从 2013 年到现在，装机容量从近乎零达到了 210 万千瓦以上。”吴霞说。截至今年 6 月底，宁波市风电、水电、光伏等可再生能源发电装机总容量为 291.05 万千瓦，同比增长 26.54%，1-6 月可再生能源累计发电总量占全社会用电量的 5.31%。

然而，企业屋顶光伏安装并不是朝夕就能完成的，提升光伏资源利用率和光伏产业投资回报率是一大挑战。姚艳告诉记者，按照传统的光伏资源评估模式，需要工作人员进行多个环节操作，历

时至少 15 个工作日，费时费力。并且在评估建设规模时，由于缺乏相应的测量手段及资料，易造成评估结果精度较低，与实际投资偏差较大。

因此宁波供电公司研发了“利器”——“光织网”，实现光伏资源的精准高效评估和可视化。

一年前，吉利汽车杭州湾工厂新建厂区申请用电接入时，就应用“光织网”订制了光伏接入设计方案。“您的屋顶适合光伏吗？4 个简单步骤，开始查询。”进入“光织网”平台，再进入专门的地图、输入一系列相关参数，就自动生成一份详细的经济性分析报告。

“我们利用‘光织网’对宁波杭州湾新区 32 万平方公里的光伏示范区所有屋顶光伏资源都进行了排查，然后和政府规划统筹起来，让供电公司对光伏安装服务从被动变为主动。”姚艳说。

多管齐下 能源利用变得综合省心

“宁波消耗了这么多能源资源，我们也希望尽到相应的义务。”吴霞告诉记者，近年来，宁波进行能源利用方式变革，对能源结构调整无疑是有益的。

她介绍说，宁波在浙江省最早开展了汽车油改气工作，2015 年以后重点发展电动汽车，目前在加快充电桩的建设。在船舶方面，我国对港口岸电的重视程度一再升级。2018 年，宁波舟山港穿山港区成为长三角岸电应用试点港区之一。

除了电能替代，节能也是能源利用方式的一大改革。但是回顾十几年来企业节能改造，吴霞和同事们发现，随着装备水平的提高，原有的节能改造方式显得有些粗放。于是综合能源服务进入了人们的视野，其中宁波新胜中压电器有限公司承担了宁波多项综合能源服务业务。

在该公司的综合能源智慧平台大屏上，接入的设备代建及租赁服务、电管家服务、节能减排服务等六个项目的数据和统计图表一目了然，点开还能看到详细数据和实时画面。

公司总经理潘杰锋告诉记者，该平台最主要的业务是设备代建及租赁。“我们在尝试以租代售的业务，每年只向企业收取使用费，为企业节省成本。”

“电管家”是综合能源服务商的另一大业务。“我们会在设备上安装采集装置，就像大家戴的智能手环，不过上传的不是步数心跳，而是企业用能数据，用来统计用能状况，分析行业用能模型，为行业内其他企业提供用能水平参考或给出建议，这些都是综合能源服务商成为‘能源顾问’的支撑。”潘杰锋说。

本报实习记者 齐琛同 中国能源报 2019-07-29

浙江能源转型需兼顾“远方来”和“身边来”

用电量、能源消费量常常被视为中国经济的风向标，国家统计局发布报告显示，2018 年，中国能源生产总量比 1949 年增长 157.8 倍，发电量比 1949 年增长 1652.9 倍；煤炭占我国能源消费总量比重由 1953 年的 94.4% 下降到 2018 年最低的 59.0%。70 年来，我国能源生产、消费实现了跨越式发展，能源结构由原煤为主逐渐向清洁低碳转变，能源革命进入蓄力加速期，各省市区都在能源转型的道路上加速奔跑。

东海之滨的浙江正在创建清洁能源示范省，但是相比三北地区，浙江的光照资源并不丰富，需要大量依靠外来能源供应。浙江能源转型的优势和挑战有哪些？如何在浙江省等东部地区实现能源从“远方来”和“身边来”相结合，增加本地能源供应、推动节能降耗？记者就以上问题采访了浙江大学电力经济及信息化研究所所长文福拴。

高耗能、低能效要求清洁能源互联

记者：在您看来，浙江等东部经济、工业发达地区能源转型的优势和挑战分别是什么？

文福拴：浙江能源转型的优势主要包括三个方面：

首先，浙江等东部地区的清洁能源资源较为丰富，特别是海上风电和海洋能资源非常丰富，同时水电、分布式光伏、生物质发电、地热发电等在发电装机容量中的占比较高。此外，核电装机容量也比较高。浙江作为受电省份，单位产值的发电污染物排放量较小。

其次，浙江经济发达，更注重生存环境，对绿色发展比较重视。浙江大力推广新能源汽车，发展绿色交通，实施了“百万家庭屋顶光伏工程”，推动清洁能源的发展进而助力能源转型。

第三，浙江在力推电力市场化改革，从长远来看会促进成本不断下降的可再生能源发电的发展。在未来实施碳交易市场后，可再生能源发电的竞争力会更强。这会推动能源转型。

浙江有着自身优势，但在能源转型中依然面临较为严峻的挑战，主要有以下两点：

首先，煤电机组容量占比仍然较高，且短期内不会明显下降。随着间歇性可再生能源发电容量和电量占比的不断上升以及外来电占比的增加，对浙江省内的火电机组调节容量和调节能力提出了更高的要求。从系统运行安全的角度考虑，需要维持现有燃煤机组的运行，这无疑对煤炭消费总量控制带来了挑战。

其次，有些清洁能源的发电成本仍然偏高，如海上风电竞争力不强，短期尚需采用一些激励或补贴政策方能维持生存。因此尚需大力提升清洁能源发电技术，降低发电成本，增强市场竞争力，促进可再生能源发电的发展，进而促进能源转型。

记者：您觉得浙江省能源转型应从哪些方面着手？

文福拴：首先是推动能源消费的清洁化和低碳化。国内在用电设备的能效管理方面做得尚不够，可以对低能效设备进行统计，出台相应措施，鼓励低能效设备退役和高能效设备的使用。

其次，改善制冷系统的用电管理。空调负荷在夏季和冬季负荷中的占比较高，但很多老旧建筑物中的空调设施陈旧，能耗高，在条件允许的情况下可以考虑采用集中空调。

第三，推动综合能源系统、能源互联网的建设。充分发挥多种能源之间的互补特性，在楼宇、小区、园区等不同层次实现综合能源系统或能源互联网。可以参照欧洲近年来提倡的“Nearly Zero-Energy Building Strategy”（近零能耗建筑战略）和“Positive Energy Block”（正能量区域），在条件许可的情况下开展试点，考察相关的成本与效益。

能源“身边来”和节能缺一不可

记者：据您研究，浙江省近年来能源供应状况发生了哪些变化？在发展本地能源供应、分布式光伏等方面您有哪些建议？

文福拴：随着经济增长和人民生活水平的提高，近几年浙江的电力负荷峰值和年用电量不断增加，而本地基本没有新增的传统电源，“电从远方来”逐步成为主旋律。

外来电力的增加一方面对浙江生态和环境保护做出了很大贡献，另一方面也给浙江的电力供应带来了风险。一旦输送外来电力的线路发生故障，浙江的电力需求就可能无法保障，从而引起停电事故。因此，增加能源自给比例，将电从“远方来”与“身边来”相结合，确实值得考虑。

近年来，浙江的分布式光伏得到了快速发展，装机容量占比已相当高。由于光伏出力随天气变化波动很大，给电力系统的调频、调峰和备用等辅助服务带来了巨大的压力。在国家不允许浙江新建燃煤机组的背景下，有几种可能的解决办法：

一是要求间歇性可再生能源发电机组的出力或多个间歇性可再生能源发电机组聚合后的出力严格满足上网要求。

二是随着电转气技术的发展，成本不断下降，可以考虑建设一定数量的电转气场站，一方面在负荷低谷时段消纳可再生能源发电转化为人工天然气，在负荷高峰时期再由人工天然气发电。电转气场站属于电力系统的大容量灵活负荷，天然气管道和储气罐属于大容量储能设备，可以为电力系统运行提供辅助服务，缓解间歇性可再生能源发电波动给省内机组的调节能力所带来的巨大压力。

三是在不允许外来电力参与未来浙江电力现货市场交易的背景下，可以适当考虑让省外机组参与浙江电力辅助服务市场，这样对省内发电机组的收益不会带来很大的影响，也不会明显影响浙江的税收，但可以缓解省内发电机组提供辅助服务的压力。

记者：您认为浙江当地企业如何更好地参与到能源转型中来并从中受益？

文福拴：企业在有条件的情况下，可以适当利用不同类型能源之间的互补效应和价格差别，在能源“双控”目标的约束下，系统分析用能特性，适当调整生产计划，优化各种用能需求，节约用能成

本。企业可以对内部用能设备的状态进行综合评估，淘汰或更新能效低的设备，提升整体用能效率。也可以挖掘潜力，建设光伏发电等，甚至建设“近零能耗工厂”。

如果企业的用电负荷有灵活性，那也可以参与需求侧管理或者电力辅助服务市场来获得一定的经济效益。

本报实习记者 齐琛同 中国能源报 2019-07-29

“海上明珠”串起能源互联网生态圈

梅山岛，浙江宁波东南部的一座总面积 38.3 平方公里的小岛。除了我国第五个保税港区外，梅山还在打造一个“大名头”——国际近零碳排放示范区的样本。经过几年建设，如今梅山这颗美丽的海上明珠正在串起能源互联网生态圈。

一个“大目标” 可再生能源供电 90%

实现绿色低碳发展，梅山人设定了中长期目标——到 2030 年，梅山的可再生能源占一次能源消费比重超过 71%，风能、太阳能、生物质能、海洋能等可再生能源在电力供应中的占比达到 90%，梅山基本实现电力的本地自给，不再依赖外调电力。

不再依赖外调电力！怎么实现？梅山不是什么不食人间烟火的海外仙山，而是实打实的产业聚集区。在梅山区域内，不仅有宁波海内大陆生态科技城，还有物流财产汇聚区和国度级保税港区，覆盖港口、贸易、物流、科技、金融、高端研发制造等产业功能。这些产业的供能如何保障？

其实，实现可再生能源供电 90%的“大目标”，梅山已经在路上。有数据统计，梅山光伏年利用时间在 1000 至 1100 小时，现有屋顶分布式光伏 8 处，年发电上网 2100 万度。区域内光大环保能源宁波公司依托垃圾发电，总装机量 32 兆瓦，年发电上网量 1.98 亿度。

经过近几年的努力，低碳梅山建设已初见成效。数据显示，梅山的人均二氧化碳排放约为全国平均水平的 1/2，单位 GDP 二氧化碳排放约为全国平均水平的 1/13，单位 GDP 综合能耗约为全国平均水平的 1/6，可再生发电占总发电量比重约为全国平均水平的 2 倍。

梅山作为“一带一路”建设综合试验区的核心载体和重要引擎，2018 年，宁波市提出要在梅山打造具有全球影响力的近零碳发展样本。无疑，这对绿色、经济、可靠、高效的电力支撑和能源系统提出了更高的要求。而这一想法恰好与国网宁波供电公司（下称“宁波供电公司”）建设泛在电力物联网的目标一致，于是二者决定在梅山开展泛在电力物联网智慧能源综合示范区的建设。

届时，智慧能源综合服务平台不仅要满足政府发展绿色低碳的需求、能源用户节能降低成本的需求，还要和能源供应商绿色发展的需求、供电公司拓展综合能源服务的需求无缝对接，为以上各方提供信息共享和数据服务。

近零排放利器——综合能源服务

为什么将智慧能源物联网综合示范区选择在梅山？

“首先，宁波供电公司看到了梅山巨大的发展空间。另外，梅山具有风电、光伏、生物质、天然气等清洁能源资源。仅 LNG 前期大概投了几十个亿。”宁波梅山管委会国际物流产业集聚区经发局工作人员介绍。

梅山拥有这么好的低碳基础，如何推进能源信息泛在物联呢？宁波供电公司营销部主任仇钧说：“在技术上，宁波供电公司在浙江省内首创对梅山本岛范围内的电、热、水、气用能信息进行全面采集，形成客户侧能源信息采集的技术标准。”

2018 年 9 月，宁波供电公司与梅山管委会签订了战略合作框架协议，明确将综合能源服务作为推动梅山近零碳排放建设的主要途径。很快，梅山试点获批为国家电网公司全国泛在电力物联网建设 5 个县级综合示范项目之一。

据介绍，宁波供电公司基于国网浙江省电力公司统一的综合能源服务 2.0 平台，开展智慧能源综合服务平台县级应用建设，“该平台计划于今年 10 月底前上线。”宁波供电公司负责人介绍，“平

台主要由能源监测与展示、能源管理和优化协调运行、多元化能源供应和增值服务等模块组成，同时还将开发市场化售电、碳交易、绿证等前瞻性功能。”

“五年前，综合能源对于我们来说还是一个空白，还没有能耗管理。之前，我们围绕传统的输配电打转，不太关心能耗。现在，全球都在关心能耗和低碳，我们也应该承担社会责任，满足人们清洁高效的用电需求。”仇钧对比分析道：“未来五年，梅山可以实现源荷网储协调，在绿色、清洁、高效的能源基础上，使得梅山区域的能源供应可控。”

扩大朋友圈 寻找多方共赢的商业模式

梅山找到了近零碳排放建设的方向，新的商业模式也逐渐形成。

“我们会为企业制定《用能体检报告》，通过 APP 推送给企业，一张报告单可以覆盖今年以来每个月的用电、燃气、水等能耗数据，以及各项能耗指标和企业碳排放排名。”据宁波供电公司综合能源服务北仑事业部主任顾建辉介绍，只要耗能企业点开 APP 中的智慧用能，将不合格的体检报告和减排具体需求发布上去。很快，就有综合能源服务公司联系上他，为企业提供优化解决方案。

以上这套流程，是梅山示范区项目的沙盘推演。“这是一种全新的商业合作模式，关键是怎么形成一个产业，我们就要打造一个业态，或者所谓的‘朋友圈’。我们电网企业原来只是‘自己玩’，现在把上下游都打通，不管是国资的、民营的企业，还是用户侧，大家‘一起玩’。通过拓展产业链，形成一个优质的绿色能源发展生态圈。”仇钧说。

据介绍，今年 5 月起，宁波送变电建设有限公司永耀科技分公司的研发部副经理黄俊惠和 10 多名技术人员进行了采集终端厂家数据、设备选型等工作，“我们和平台厂家、设备集成厂家、采集终端厂家及客户多方共同参与，制订了针对综合能源应用的多能数据采集规约。”目前，宁波供电公司已向梅山管委会汇报了采集方案，内容包括设备规格、组网方式、数据类型、采集频率等，计划 8 月实施安装，确保年底实现对梅山岛所有 210 户专用变压器用户综合用能信息的全面采集，可实现 15 分钟一次数据全采集。

宁波梅山管委会国际物流产业集聚区经发局工作人员介绍，目前委托同济大学牵头开展的综合能源政策发展规划已基本编制完成研究，能源管理服务中心、“多站合一”综合供能服务站、5G 用户智能终端接入系统等一批支撑性工程将在下半年建成运营。

“今后，公司将按照‘一年基础建设、两年功能拓展、三年示范推广’的规划安排，统筹推进梅山智慧能源物联网综合示范区建设，打造能源互联网生态圈，实现梅山能源循环经济和低碳经济，促进绿色、低碳、智慧城市发展。”宁波供电公司相关负责人表示。

本报实习记者 张胜杰 通讯员 唐瑾瑾 中国能源报 2019-07-29

国家电投清洁能源装机占比超过 50%

本报讯 实习记者赵紫原报道：7 月 19 日，国家电力投资集团（以下简称“国家电投”）发布了《2018 企业社会责任报告》《国家电投精准扶贫白皮书》《国家电投三代核电自主化报告》。目前，国家电投电力总装机容量达 14487 万千瓦，其中，清洁能源装机 7263 万千瓦，占比 50.14%，提前一年完成国家电投制定的“2035 一流战略”中 2020 年清洁能源的占比目标。

国家电投党组书记、董事长林林介绍，2019 年上半年，国家电投发电量达 2619 亿千瓦时，同比提高 15%，增幅较全国水平高出 10 个百分点；上半年新增电力装机 470 万千瓦，其中清洁能源装机占比 86%。

据时家林介绍，国家电投正全力建设一批世界级清洁能源大基地，积极探索多能互补、打捆调剂等能源模式。

截至 2018 年底，国家电投光伏装机达 1645.7 万千瓦，三年翻了三倍，继续稳居全球第一，并拥有单体最大、海拔最高、示范治沙光伏项目等一批精品项目；水电装机达 2394.6 万千瓦，成功打造两个流域水电梯级清洁能源基地，在国内首创跨省、跨流域、跨调度水电智能集控。

同时，国家电投内蒙古乌兰察布 600 万千瓦平价上网示范项目已获核准，该项目是全球最大单体风电基地；海上风电容量已达 822 万千瓦，拥有亚洲并网单体最大、我国建成离岸最远和国内开工建设最大等一批风电精品工程。

在经营业绩方面，2019 年上半年，国家电投实现营业收入达 1438 亿元，同比增长 28.2%；利润总额 76.2 亿元，同比增长 57.9%。

在核能领域，国家电投已具备完整核电产业链，随着三代核电自主化依托项目四台机组全部商运，国家电投核电装机达到 697.5 万千瓦，海阳核电 1、2 号机组安全稳定运行，已累计发电 140 亿千瓦时，3、4 号机组等多台核电机组列入国家能源发展“十三五”规划，国家电投还致力于从核电向核能领域拓展，国内首个核电抽汽供热项目开始实施。

国家电投 2018 年在节能环保和煤电机组改造方面也交出了亮眼“成绩单”。

2018 年，国家电投加快煤电清洁转型升级，积极开展机组灵活性改造，节能减排、低碳高效等技改工作，供电煤耗较去年初下降 3.35 克/千瓦时，上半年煤电板块同比减亏 7.27 亿元，清洁火电占比达 73.49%。

在承担扶贫援助责任方面，国家电投累计投入 87.66 亿元，惠及贫困人口 50 余万，直接脱贫 1.69 万人。2018 年，国家电投累计投入无偿帮扶资金 1.75 亿元，通过开展产业扶贫、民生扶贫等，惠及 15 个省区的贫困群体，陕西延川、河南商城两个国家级贫困县和对口援青的贵南县已实现贫困摘帽。

中国能源报 2019-07-22

热能、动力工程

曙光节能液冷技术领跑行业 节能不再“靠天吃饭”

随着数字技术发展进入快车道，数字技术的基础设施——数据中心也进入了建设高峰期。业内专家表示，加快数据中心建设非常必要，不过其所带来的高耗能问题亟需引起关注。针对此问题，不少企业开始发力“节能高效数据中心解决方案”，中科曙光公司旗下曙光节能技术（北京）股份有限公司（以下简称“曙光节能”）便是其中的佼佼者，其“全浸没液冷”技术已走在行业前列。

数据显示，全国数据中心的耗电量已连续 8 年以超过 12% 的速度增长。早在 2016 年，中国数据中心总耗电量就超过 1200 亿千瓦时。

中国数据中心节能技术委员会秘书长吕天文在接受记者采访时表示，目前很多一线城市均对新建数据中心的节能水平提出了硬性要求，这些要求普遍高于已建或在建数据中心的水平。因此，未来再谈及数据中心建设，“低能耗”与“高计算密度”将是最重要的两大指标。

为降低数据中心的“PUE 值”（“PUE 值”是评价数据中心能源效率的指标，越接近 1 表明能效水平越好），不少拥有庞大服务器群的云计算、互联网企业选择在拥有丰富水资源、气候凉爽的地区建立数据中心。

“这种模式会让数据中心远离主干网络，影响运维的便捷性。因此对于绝大部分企业、机构来说，这并不是最优选择。数据中心要实现节能，不能总‘靠天吃饭’，应当在技术上另寻他途。”曙光节能技术（北京）股份有限公司总经理何继盛表示。

何继盛说：“传统数据中心超过一半的耗能都用在了冷却计算设备上。因此，降低冷却耗能是数据中心节能的关键。经过多年研发与实践，曙光节能已经掌握了行业领先的‘全浸没液冷’技术。依托该技术，公司研发的 C8000 刀片式计算模组、计算单机柜功率可达 160 千瓦，PUE 值可以达到 1.05 以下，比传统风冷数据中心节能超 30%。目前，国内首个‘全浸没液冷’服务器群已在平稳运行。”

吕天文也表示：“从技术趋势来看，液冷技术是当前降低数据中心能耗最可靠、最可行的方案。”

随着 5G 时代到来，在用户密集区配置高计算密度的边缘数据中心正在成为趋势。曙光液冷数据

中心计算模组为此提供了可靠、节能的系统解决方案，能够助力云游戏、云 3D、云渲染设计等高交互、复杂计算场景的实现。

何继盛介绍说，除“全浸没液冷”技术外，围绕数据中心节能以及不同行业对计算密度的需求，曙光节能已经积累了大量技术专利与建设经验。“我们于 2015 年推出国内首款标准化量产的冷板式液冷服务器，并于当年完成了国内首个冷板式液冷服务器大规模应用项目。2017 年，我们又交付了国内首套商用‘全浸没液冷’服务器，并在今年完成了国内首个浸没式液冷服务器大规模应用项目。截至目前，曙光节能拥有的液冷核心专利超过 40 项，此外还有 40 余项相关专利已提交申请。”

根据资料，曙光数据中心系列产品拥有满足中低密度计算需求的风冷标准模组、高密度计算需求的液冷冷板模组以及救灾、户外勘探等特种作业环境需求的集装箱式计算模组，这些计算模组已被电力、气象、金融、通信、互联网企业、高校研究院等广泛采用。

中国经济网 2019-07-26

西安交大等提出醇燃料电池催化剂制备新策略

近日，西安交通大学材料学院教授柳永宁课题组与西北大学教授朱海燕、美国纽约州立大学布法罗分校副教授武刚合作，提出一种以多孔含氮碳球为载体的催化剂制备策略。经过载量优化后，催化剂在碱性条件下表现出超高的催化活性和稳定性。相关研究已发表在《美国化学会—催化》上。

直接甲醇燃料电池绿色环保、燃料易得，且便于携带，因此有着巨大市场前景。然而，直接甲醇燃料电池阳极甲醇氧化反应动力学缓慢，并且醇类氧化过程中贵金属催化剂极易被中间产物毒化，导致催化活性下降。

研究人员提出一种以多孔含氮碳球为载体、CeO₂ 纳米点为负载锚点，实现纳米级活性位高分散负载的催化剂制备策略。结果表明，多孔含氮碳球丰富的孔结构极大地提升了 Pd 和 CeO₂ 的分散程度，明显细化了 Pd 颗粒尺寸，有效地增大了催化剂的电化学活性面积，进一步提升了催化剂的活性和稳定性。该催化剂在纤维膜结构的直接甲醇燃料电池中也表现出优异性能。

中国科学报 2019-07-22

电力体制改革亟需纠偏

“9 号文”开启新一轮电改 4 年多来，现货市场 8 个试点省份已于 6 月 26 日全部进入模拟运行阶段，然而围绕现货市场试点的争议也日益激烈。本文就如何理解现货市场、新一轮电改政策体系对现货市场试点的影响，以及现货试点市场设计的问题等展开了讨论，并就如何真正推进竞争性电力市场建设提出了建议。

如何理解“现货市场”

“无现货不市场”强调现货是市场的必要条件，但却忽略了这并非充分条件，也就是说有现货未必就有市场

“无现货不市场”在加深国内对电力市场理解方面发挥了积极作用，使大家认识到市场机制在引导电力资源配置时，需要表现出不同于普通商品的特殊形式。国内对现货市场的理解主要来自对国外成熟电力市场，尤其是美国电力市场模式，但缺乏对现货市场理论性质、制度基础、作用方式、依赖条件及不同模式优劣势的全面把握。这对国内现货市场试点产生了不利影响。

“无现货不市场”强调现货是市场的必要条件，但却忽略了这并非充分条件，也就是说有现货未必市场。本质上，“现货”是一种交易方式或定价方法，对资源配置方式的“计划”和“市场”属性而言是中性的，也就是说，市场可以有现货，计划也可以有现货。国内试点偏爱的美国现货市场的理论基础——现货定价理论，最初甚至不是为市场竞争准备的，而是为了提升一体化电力公司的系统运营效率。

围绕现货市场的改革包括两个层面：侧重于“现货”的技术层面和侧重于“市场”的体制机制层面。由于电力和电力系统的技术特性，电力商品的现货交易需要技术手段支撑，比如系统运营机构的集中优化或阻塞管理方法。因此，引入“现货”往往会涉及到技术层面的变革，但技术层面的变革无关乎资源配置方式的“计划”或“市场”属性，技术层面的先进性不等于市场竞争的有效性。

虽然一般认为集中优化的节点电价是美国现货市场的典型特征，但这本质上只是有效竞争和有效监管的外在表现，换句话说，在用集中优化计算的价格来体现市场竞争的结果。然而，优化计算的结果可以反映任何一种市场结构，哪怕其中不存在任何竞争的成分。在这种情况下，技术层面的集中优化并不代表市场是竞争性的。

这恰恰是国内需要重视的，也恰恰是国内现货市场试点一直存在的误区！美国现货市场受到了其电力产业的所有制结构、传统市场结构、企业性质、监管体制和政治因素等制度条件共同影响，而制度背景不同的电力产业同样可能采用其他价格发现方法，比如欧洲，没有集中优化的节点电价，竞争仍然充分且有效的。当然理论上，集中和分散都可以发现有效的“节点电价”，只是集中优化相对于双边交易在计算节点电价时的效率更高，毕竟短期双边交易受制于交易成本和流动性，且需要输电定价政策的配合。

总之，现货市场试点改革是否在真正地构建市场，关键看其政策是否形成了让竞争发挥作用的体制机制，具体包括：确保充分竞争的市场结构（主体数量和电源结构）；通过价格信号保障系统可靠性的传导机制；确保动态竞争效率的关键性价格规制政策，特别是价格上限政策等。这些判断依据无关乎全电量优化与否，也无关乎采取节点电价与否等。

现货“市场”缺乏支撑

“9号文”在放开计划电量、推进中长期交易、建立交易机构、输配电价政策等方面的政策，尚无法有效支撑竞争性电力市场建设，这从根本上制约了现货试点的空间

放开计划电量

放开计划电量制形成的“双轨制”使市场失去公平竞争的基础，市场无法真正引导市场主体行为、优化电源结构和提升系统运营效率。准确理解现货市场的真正作用需要基于动态视角，具体而言，引导电力资源优化配置的作用不仅体现在短期优化配置，更体现在通过动态竞争带来充足的电源容量和优化的电源结构，这是系统保持长期可靠性的关键。这不仅要求市场主体数量众多，更要求电源结构多元。无论是否基于改革过渡的考虑，“双轨制”的存在已经切割了市场的基本功能。当然从程度角度，在一个主体众多，结构多元的市场中，允许少量优先电源是可行的，但决定计划身份的方法必须以尊重市场为主，划分的标准也要科学合理，而这恰是目前计划电量放开政策本身所欠缺的，由此导致市场要为计划埋单。

在现有试点方案普遍采用全电力库模式的情况下，计划电量或基数电量如何与所谓的全电量优化融合，是一个有意思的问题。多数试点为维持全电力库的名义，通过调度分解计划电量进入系统曲线，以符合全电量优化的名义，但该曲线的含义是什么，调度也定义不出来，更何况计划分解进入系统曲线的方式五花八门，这样形成的价格传递的是一种什么性质的信号呢？虽然名义宣称全电量优化的全电力库，但似乎作为净电力库运行，这样就可以包纳计划电量部分的传统调度和结算方式。但实际上这也并非真正的净电力库，因为在净电力库下双边交易的部分仍会受到现货价格的引导，各类主体无论是选择自主计划调度还是参与系统集中优化，仍是公平地参与市场竞争。

中长期交易

中长期交易直接影响现货市场模式的选择，中长期交易主导现货，还是现货主导中长期将面临抉择。以现货市场为补充的功能界定方式，决定了所谓的现货市场仅仅是一种调度方式的转变，本身不能产生和传递出引导资源配置的准确信号；以现货为核心的设计理念，则面临着如何协调已经放开的中长期交易的问题，因为市场竞争主体的成本基础会发生变化。中长期交易是一种基于长期边际或平均成本的竞争，电量价格回收了企业的资本成本；然而现货交易则是边际成本竞争，需要依赖于市场设计所决定的价格波动模式来回收成本。于是，那些已经从中长期交易获益的市场主体

就会缺乏参与现货市场的激励。同时，对于所有市场主体，更普遍也更现实的问题是搁浅成本，因为原有的成本回收方式会受到影响，一部分投资甚至无法收回，一部分机组根本不具有竞争力。

另一方面，中长期交易性质是否保留物理属性也是一个值得关注的问题。如果保留物理属性，那么就涉及到交易曲线是自行决定还是由调度代为分解。如果自行决定，意味着调度权力的让渡，这种方案的现实可行性不强；如果调度分解，那么市场主体的责权利险就会出现错配。如果中长期合同变为金融属性，那么就回到上面所说的，明确了现货主导中长期的选择，这时市场主体要直面现货价格，其参与激励是一个大问题。

遗憾的是，由于缺乏长期考虑，特别是缺乏市场模式前景的系统思维，一味鼓励放开计划电量，扩大中长期交易本身并非在推进真正的“市场化交易”。事实上，放开计划电量和中长期交易政策已经在掣肘现货市场试点。

电力交易机构

为了承担计划电量的放开、组织中长期交易，“9号文”花大力气推进了电力交易机构的组建，这是一个自然而然的改革政策，同时，国外普遍存在的交易机构形式也使决策者认为这是一个必要的改革内容。然而真正的问题在于，我们并没有想明白交易机构应该发挥什么样的作用，这涉及到交易机构的功能定位、治理结构、运营模式及监管方式等。实际上，国外经验中更值得关注的是，虽然都存在交易机构，但为什么美、欧在这几个方面差异会如此巨大？归根到底，究竟是交易机构决定市场模式，还是应该用明确的方向来规范交易机构的运行？

由于现货仍处于试点阶段，大多数地区仍需要“规范”交易机构运行，主要目的还是负责组织电量交易，但与调度的衔接仍按传统方式进行。对于现货市场试点地区而言，调度机构与交易机构之间的关系是一个需要慎重处理的问题，关键在于交易机构要不要承担一定程度的物理职能，调度要不要完全承担现货交易职能。目前远未形成合理的结构。

输配电价及电网体制

输配电价政策似乎与现货试点市场关系不大，但这是个严重的误解。目前的输配电价政策无非是一个完善的输配电价，但仍有与其相适应的适宜现货市场模式，这也就决定了这种模式不必然需要节点电价。实际上，采用节点电价反而会弄巧成拙，成为系统运营机构手中任意摆布的洋娃娃。比如，从技术上节点电价需要考虑损耗，但现有输配电价政策决定的经济关系上则不需要。但更关键的还不在于此。

隐藏于输配电价政策之后的电网管理体制，虽然在此轮改革中仍处于深化研究层面，但却是现货市场试点中一个关键的组织结构基础。放开计划电量能够解决政府与市场之间关系，而电网管理体制则涉及到垄断环节与竞争性环节之间的关系，以及电网所有权、系统运营权与市场运营之间的关系。在不理顺这些关系之前，所有的现货市场模式均难说是服务于真正的市场竞争。

既然竞争性的市场结构是电力市场引入有效竞争的基础，那么电网的组织结构就是电网体制改革和电力市场化改革的核心内容。有效的电网组织结构应保证电网基础设施的公平无歧视接入，实现这一点要做到自然垄断环节与竞争环节的有效分离，以及保证系统运营的利益中性。在这里，国内一直有观点主张输配分离和成立独立系统运营商（ISO），但这些政策选项一来脱离中国电网的实际特征和中国特色的制度背景，二来缺乏明确成本收益分析及与之相配合的市场模式的清晰图景。

但无论如何，通过电网管理体制创造公平竞争环境的方向与国外成熟电力市场是完全一致的。只是中国的电网管理体制必须结合中国电网特征和制度背景，重要的是，中国国情下存在有合理可行的方案，即通过适宜的结构分离模式来实现垄断与竞争环节分离，以及确保系统运营的利益中性。但遗憾的是，这些方案尚未进入到实质的电改政策体系中。于是，这一关键的结构改革政策的缺失就从根本上动摇了现有现货市场试点的基础。

市场设计已被扭曲

无论出于什么考虑，人为扭曲稀缺信号及其传递机制已经在根本上破坏了市场价格在引导资源配置方面的决定性作用，这决定了现有现货市场试点很难成为真正的市场

直观来看，现货市场的直接作用就是先让价格波动起来。针对价格波动模式的一个基本原理是：任何竞争性电力市场的价格波动模式根本上是由政府的规制政策，特别是价格上限政策决定的！这个看似有悖市场决定电价的原理，既有其稳健的理论和现实依据，又从根本上决定了竞争性批发市场模式的各项关键政策选择。这种规制政策内嵌于市场竞争之中，而不是代替市场竞争决定电价，因为这一政策选择事关电力市场如何形成有效、可持续的动态竞争。

在考虑如何确保市场形成有效可持续的动态竞争时，电力系统的资源禀赋、系统条件、企业特点，包括政治考虑都可以纳入进来。但这些因素影响的是实现有效竞争方式的选择，比如是高价格尖峰加低持续期（纯电量市场），还是低价格尖峰加长持续期（容量机制或容量市场），再比如如果考虑容量电价，那么是采用电量电价加价的容量机制还是来自于单独容量市场的方式。但现货试点方案中尚未看出哪个方案在这些关键选择上有清晰的设计，多数仍是将上限政策作为直接干预的手段，这恰是市场设计被扭曲的突出表现。

无论出于什么考虑，人为扭曲稀缺信号及其传递机制已经在根本上破坏市场价格在引导资源配置方面的决定性作用。由于用户侧可靠性偏好揭示困难，再加上对市场势力的可能威胁，绝对准确的价格上限确实难以确定，但基本原则却是明确的：这一规制政策必须具备维持竞争可持续性的能力。因为市场不仅仅是短期资源的有效调度，更关系到长期投资信号的准确发送。

有观点认为低价格上限有利于抑制市场势力。问题在于，在一个尚未建立起公平竞争秩序的非市场环境，滥用市场势力的认定本身就是一个问题。刺激市场主体使用市场势力的根源可能来自于糟糕的市场设计对市场主体正当利益的扭曲。不妨一提，电力经济学中有一派很有意思的观点，即市场势力有可能增进社会福利。这种情况在现有的试点中大概率存在，也就是说扭曲的市场设计下，市场主体使用市场势力其实是争取其应有利益的一种手段。也就是说，现有的设计逻辑上本身就是自相矛盾的：一方面内生地增强了市场主体使用市场势力的激励，另一方面又通过计划干预过度抑制市场势力。

遗憾的是，从现有试点方案中很难看出能够确保市场实现动态有效竞争的改革逻辑和明确设计。借鉴“先进”框架下的技术方案，多采用了适应双轨制、中长期交易和地方利益考虑的许多计划补丁。在所谓的现货市场下，本该用来支撑市场实现动态竞争均衡的关键设计被用作直接干预市场的手段，市场主体的长期动态经营很难接收真实的市场价格信号。

如何凝聚共识

中国电改终究要回归顶层设计和系统思维，将各方分散的角力汇聚成适应中国国情的改革合力。无论是用大量的妥协式方法来扭曲市场设计，还是用更像市场的设计来直面体制障碍，客观上，传统体制机制、现有政策体系，以及试点设计方案已经决定了此轮试点成果的极限。事实上，在既有政策框架下，试点政策无力按竞争性电力市场的内在要求构建起一个形成并传递真实价格信号的机制，更何况设计本身也存在严重缺陷。在笔者看来，此轮现货市场试点的效果仅是实现一种变型计划下的半经济调度模式。

我们分析现货试点政策的不足，目的不在批判本身，而是在于帮助各方更深刻地理解中国电力体制改革的根本问题，真正将改革的方式从以工作为导向，转化为以问题为导向。根本的问题在于我们仍缺乏一个基于顶层设计和系统思维的明确改革方案。

“9号文”的政策体系几乎包含了国外电力市场中所有可见的概念，但唯独看不出一个通过有效竞争和有效监管实现资源优化配置的完整机制，或者说，内容丰富但缺乏主线。“9号文”告诉大家可以做什么，但没有说明为什么、沿什么方向，以及如何做。所以有观点将此轮改革形象地描述为“发动群众闹革命”，但中国革命的成功经验却告诉我们，发动群众闹革命之所以能成功，根本上在于有马克思主义的科学指引。

此轮改革在方法论的一个突出特点是工程思维主导。很多线性思维影响了改革方案的制定和实施，比如技术先进便代表市场先进，地方问题即代表中国特色，这其实都很大的误解。在试点推进工作开展伊始，决策部门在对市场模式方案征求意见时，笔者就强调务必要扩大市场模式的选择范

围，将更具可行性和更适应中国国情的简单模式纳入考虑范围，甚至包括真正的单一买方模式（当然不限于），然而这种“技术投入”低的方案极难受到青睐。我们常批判国有企业过度的低效投资激励，认为这是需要改革的对象，那么在改革问题上，这种缺少成本收益权衡的“过度投资”改革方案是不是也值得反思？或许，相比于电力体制改革，改革电力体制改革本身更为紧迫。各方利益相关者所面对的现实问题常冠以中国特色，但实际上其中许多问题恰是电力体制改革要着力解决的对象。真正的中国特色来自于将一般性的市场规律与中国特色的制度背景融合的方式。岂能违背一般规律，削足适履？

此外，此轮改革将市场设计的决策权过多地交由地方，也是一个极大的误区。一方面，国外成功电改的一个重要启示是，具有大范围配置资源需要的市场，需要一个统驭全局的顶层设计方案，美欧莫不如此。这种全局性方案不必面面俱到，但要明确支撑市场的关键性要求。显然，未来在协调试点之间的设计，扩大可能的现货试点范围时，以及加强试点与非试点地区的衔接时，我们还将面临更大制约。另一方面，地方官员的“锦标赛竞争”和地区经济的“政策竞争”历来是中国地区间竞争的重要特征，这些省际竞争特征在电力市场设计中更是深刻存在。试点省份偏爱先进模式而不愿采用更稳妥的模式，同样受到这种省间竞争的刺激。这都不利于未来现货市场规模的扩大，也不符合大范围资源有效配置的内在要求。

此轮的改革中，大量的政策资源已经被耗费在利益的简单协调上，而没有置于改革利益分配方式的体制机制上，导致许多政策彼此掣肘，甚至引发各方改革者之间的彼此攻讦，这是一种极不正常，也极不利于大局的改革局面！分析至此，笔者不由想到诺贝尔经济学得主梯若尔在评价全球气候谈判时援引的一句评价：相比于原来，这是个奇迹；相比于应然，这是场灾难。在笔者看来，中国电改终究要回归顶层设计和系统思维，将各方分散的角力汇聚成适应中国国情的改革合力！

（作者系中国社科院财经战略研究院副研究员）

冯永晟 中国能源报 2019-07-22

欧委会首位“女掌门”誓做减排先锋

7月16日，德国国防部长冯德莱恩（Ursula von der Leyen）当选新一任欧盟委员会（以下简称“欧委会”）主席，成为欧盟历史上首位女性欧委会“掌门人”。冯德莱恩此前与欧盟政坛交集甚少，但她在气候变化问题上的激进提案，为其胜出发挥了决定性作用。她本人已于7月17日辞去了国防部长的职务，将于11月1日正式接任欧委会主席。

任务一：2050年欧洲零碳排

冯德莱恩在21页的“欧洲议程”提案中指出，将带领欧洲成为全球第一个气候中立大陆，并在上任百日内出台一个“绿色协议”，同时还将制定欧洲大陆范围内首个《气候法》。

“维护地球健康是我们这个时代最大的挑战与责任。”冯德莱恩在欧洲议会全体会议上发表演讲时称，“《气候法》的制定是为了将‘2050年实现气候中立目标’纳为法律条款，以此敦促欧洲成为世界上首个气候中立大陆。”

在冯德莱恩看来，“2050年实现气候中立”是首要任务。她在接受《德国之声》采访时表示，上任后的首要目标是带领欧洲加速“实现到2050年碳排放量为零”。“如果要想实现‘2050气候中立’，现在就必须采取大胆的行动且尽全力达成。”

冯德莱恩强调，所有温室气体排放都必须缴费。“从航空到海上运输，再到我们每个人的生活和旅行方式，排放必须有价格，这样才能控制我们的活动，以此减少对环境造成的伤害。”她说。

冯德莱恩表示，欧盟28个成员国中至少24个已经定下了本世纪中达成碳中和的目标，只有波兰、匈牙利、捷克等东欧国家持保留态度。她强调不会让任何成员国“掉队”，未来会通过资金援助那些需要摆脱化石燃料依赖的相对落后的经济体。

任务二：2030年减排50%

在冯德莱恩的提案中，“2030 年实现减排 50%”是比“2050 气候中立”更为现实、也更为紧迫的任务。

事实上，欧洲议会 3 月曾在了一项不具约束力的投票中通过了一个新目标——到 2030 年将欧盟减排目标提高到 55%，这较欧盟当前法律要求的“与 1990 年相比，到 2030 年将碳排放减少 45%”目标激进不少。

冯德莱恩对此也提出了自己的意见，将 2030 年减排目标淡化为“两步法”，即先完成到 2030 年碳减排 50%的目标，然后再冲击 55%的目标。她表示，2030 年碳排放减少 40%至 45%的确“不太够”。

路透社指出，气候变化问题首次成为能够左右欧盟关键决策人的关键，这意味着欧洲国家已经有了很强的气候危机感。

对此，法国气候智库 IDDRI 气候项目主管 Lola Vallejo 表示，冯德莱恩有意愿实施激进的减排目标，这本身就是令人鼓舞的事情。这同时表明，气候问题已经是欧洲乃至全球的“主流”。

不过，欧洲环境政策研究所执行主任 Céline Charveriat 坦言：“气候变化问题已经成为冯德莱恩的‘标志性纲领’，那些向她投了反对票的欧洲议会代表们，将睁大眼睛考察她的 5 年任期，在全面达成‘脱碳’共识这一问题上，她将面临一场‘艰难的战斗’。”

任务三：提升减排积极性

显然，如何提升欧洲整体减排积极性，也是冯德莱恩亟待攻克的难题。法新社报道称，冯德莱恩希望通过“绿色协议”让欧盟团结起来，虽然她暂时并未透露这项协议的具体细节和实施方案，但她向欧盟立法者强调，“绿色协议”的目标是让欧盟在应对气候变化上更团结、更强劲。

冯德莱恩称：“我力求在 2021 年前，欧洲大陆范围内，加速调动大型排放国的减排热情。”冯德莱恩强调，最大化减排积极性必然需要更大规模的投资，她将着手制定一个可持续的欧洲投资计划，并将欧洲投资银行的“一部分”转变为气候银行，旨在未来 10 年内解锁 1 万亿欧元的投资，同时还将征收碳边境税，以避免“碳泄漏”。此外，她还计划成立一个基金以支持那些相对落后的经济体实施减排措施。

瑞典中间党议员 Fredrik Federley 指出，今后一段时间，欧盟最重要的任务是落实《巴黎协定》。同时，欧盟不仅要号召各国实现 2050 年气候中立的目标，还要考虑引入对未完成气候承诺国家的制裁机制。”

本报记者 王林 中国能源报 2019-07-22

微电网渐成综合能源最有效应用形式

7 月 16 日，在中国能源研究会主办的“微电网与综合能源服务专题研讨会”上，与会专家一致认为，微电网是综合能源最有效的应用形式。同时，专家们纷纷表示，区域内电、气、热等多种能源协同优化是综合能源发展的基础，“微电网+互联网”可以实现区域能源互联网，微电网能够接纳高比例可再生能源，支持用户灵活用能与交易行为。

需理清能源间的耦合关联

在国家能源局电力司副司长赵一农看来，微电网是一种典型的综合能源系统，其中并网型微电网是综合能源系统的有效形式，实施源-网-荷一体化运营，核心是实现“两高三低”目标，即系统综合能效、运行可靠性提高，用户用能成本、系统碳排放、系统其它污染物排放降低。

天津大学教授贾宏杰认为：“电力与燃气、热力系统耦合日渐紧密，未来将形成以电力系统为核心的综合能源系统。”

南方电网广州供电局有限公司副总经理刘育权也表示，未来微电网将向微能源系统发展，将冷、热、气等多种能源囊括。“理清能源间的耦合关联、规划运行、商业模式等问题，将是重要课题。”刘育权说。

关键技术已步入实践阶段

据了解，从 2016 年至今，国家能源局以综合能源、微电网为抓手推动了各类试点示范工程，其中新能源微电网试点 28 个、多能互补试点 23 个、“互联网”智慧能源试点 55 个、增量配电试点 404 个。“我国微电网关键技术已步入实践，河北、天津、河南、浙江等多地开展了示范项目，出台了管理办法，”赵一农介绍，“国家能源局会同有关部门拟定了微电网并网相关管理办法和行业技术标准，目前江苏已出台推动微电网建设的相关实施细则。”

同时，在微电网示范项目上走在前列的还有南网，刘育权表示：“我们建设的由光伏、储能、充电桩、柴发、可视化控制系统等组成的南沙‘多位一体’微能源网示范工程，除运行方式灵活外，还在‘主动防御’灾害方面具有先天优势，更可形成毫秒级无缝切换。”

据介绍，到 2020 年，我国将建成分布式能源微电网示范项目 20 个左右，实现新增分布式能源装机 40 万千瓦，分布式能源微电网技术达国际先进水平；到 2025 年，我国将建成分布式能源微电网示范项目 50 个左右，形成技术先进、管理科学、机制完善的分布式微电网技术体系、市场体系和管理体制。

微电网参与现货等政策待完善

纵观目前我国建设的微电网项目，规模普遍偏小，其核心制约因素是收益偏低。究其原因，一是我国微电网运营模式单一，投资回报周期长，缺少成功的商业模式；二是控制系统集成度不高，运行效率和效益偏低；三是市场培育和推动力不足，对用户个性化需求和行为特性关注不够。

对微电网的发展，刘育权认为，在应用场景推广方面，要积极探索微电网在保底电网建设的应用；在政策方面，建议出台微电网参与辅助服务市场、现货市场的相关政策，激励用户侧资源参与系统优化运行。“希望政府能出台需求侧响应、储能、微网高可靠性电价等相关电价政策；技术方面，要加大氢能源、新型储能、燃料电池等新能源技术的支持力度，完善微电网标准设计、氢能产业链安全标准设计及储能等新能源技术标准设计。”刘育权表示。

本报记者 苏南 中国能源报 2019-07-22

江苏电力新能源功率预测周期增至 7 天

本报讯 7 月 15 日，国网江苏省电力公司在国内率先投运省级新能源大时空尺度发电预测平台，可使新能源功率预测时间尺度从 3 天延长到 7 天，且未来第 7 天预测精准度达 84.2%

截至 2018 年底，我国新能源装机已达 3.6 亿千瓦，部分省区新能源装机占比超过 30%。由于我国电源以调节能力相对有限的火电为主，不能较好平衡风电、光伏发电等新能源出力的随机波动性，造成部分省区一定程度的弃风限电。因此，开展新能源功率预测，并据此将新能源纳入发电计划，是提高新能源消纳水平的有效手段之一。

依据相关行业标准，当前我国新能源功率预测时间尺度为 3 天，火电机组的启停周期在 5-7 天，即新能源功率预测的时间尺度不能与火电的启停周期相匹配，因此不能有效指导将新能源纳入开机计划。

为此，2017 年以来，江苏电力融合移动互联网、人工智能等现代信息通讯技术，依托“考虑大尺度天气系统影响的省级新能源功率长时间预测技术”课题研究，建设省级新能源大时空尺度发电预测平台。该平台可在保障预测精度的前提下，将新能源功率预测时间尺度从 3 天延长到 7 天。

据了解，数值天气预报数据是新能源功率预测的主要输入数据，长时间尺度功率预测需要考虑更大范围天气系统的影响。对此，江苏电力通过一体化资料同化技术，结合计算能力的提升，实现精度更高的数值天气预报，空间分辨率可达 9 公里×9 公里，时间分辨率可达 15 分钟。“气象台的采集点一般设在距离陆地 10 米内的范围，而我们的采集点一般在 70 米左右。”江苏电力调控中心水新处负责人说。

为充分挖掘大范围、长时间尺度下气象数据、功率数据的时空关联特征，该公司构建了包含数值天气预报、气象观测数据、功率预测数据在内的大数据平台，实时采集全省 4055 台风机和 16362

组光伏逆变器的气象数据，并研发了大气相关性分析、历史相似天气分析、同时间断面空间关联分析等工具，有效提升了预测精度。

据介绍，该平台试运行半年以来，江苏电网未来第 7 天新能源发电平均预测精准度达 84.2%，未来 3 天预测精度同比提高 3.8 个百分点。

黄蕾 雷震 中国能源报 2019-07-22

综合能源服务市场将“百花齐放”

改革开放 40 年，能源领域成就巨大，我国能源生产和消费都成为世界第一。同时，我国面临的挑战巨大，即不够安全、不够经济、不够绿色。因此，要构建现代化能源经济体系，就必须着力围绕“四个革命 一个合作”，推动能源高质量发展。综合能源服务业从传统的能源生产与消费业、能源装备制造制造业衍伸出来，有望成为能源经济高质量发展的新动能。

尚处摸索和市场培育阶段

综合能源服务是一个新事物，国外在上个世纪 90 年代就出现过“Energy service”——能源服务，但没有“综合”两个字，这是中国加的。综合能源服务还处于摸索和市场培育阶段，目前还没有哪一份文件对“综合能源服务”有清晰界定，但大致可以从已有的能源供给形式里归纳出未来可能的范畴：能源生产、加工转换服务，能源输配、储存、购销服务，能源终端用户服务；综合能源涵盖：电、气、热、冷、氢以及其它；综合服务包含：规划、设计、投融资、工程、运维等。

从市场需求来看，实务、金融、衍伸服务分别占 80%、10%、10%。以多网络基础服务（综合能源输配服务）为例，包括分布式能源开发与供应服务、电力购销+服务、综合能源系统建设与运营服务、综合储能服务、综合智慧能源服务、节能服务、环保用能服务、能源金融和衍伸服务等。

未来市场规模估算下来，综合能源输配服务在 3000 亿元左右，市场化售电服务在 2 万亿千瓦时左右，分布式能源开发与应用规模在 450 亿元左右，环保用能服务（含电能替代和北方地区清洁供暖）分别在 1000 亿千瓦时和 2500 亿元左右，综合储能服务和综合智慧能源服务都在千亿元级别，节能服务则在数千亿元不等。

能源金融服务方面，从 2010-2017 年，中国能源工业分行业投资呈逐年上升态势，2017-2018 年略有下降。2016-2018 年，贴标绿色债券的发行规模稳中有升，从 2095.19 亿元发展到 2236.92 亿元。

政策支持力度加码

产业政策方面，2019 年的力度不可谓不大。

2019 年 2 月 14 日，国家发改委联合工信部、自然资源部、生态环境部、住建部、人民银行和国家能源局发布了《绿色产业指导目录（2019 版）》，将节能环保产业、清洁能源产业、基础设施绿色升级和绿色服务纳入其中。

2019 年 5 月，国家发改委、科技部发布《关于构建市场导向的绿色技术创新体系的指导意见》，决定开展绿色技术创新“十百千”行动，其中培育 10 个年产值超过 500 亿元的绿色技术创新龙头企业、支持 100 家企业创建国家绿色企业技术中心、认定 1000 家绿色技术创新企业。

2019 年 6 月，由科技部牵头的“可再生能源与氢能技术”重点专项启动，将利用 4.38 亿元资金用于太阳能、风能、生物质能、地热能与海洋能、氢能、可再生能源耦合与系统集成 6 大领域的创新和 38 个重点研究任务，其中企业自筹经费比例不低于 1:1。在 2019 年热门的氢能方面，着力支持氢能关键共性技术研发，包括车用燃料电池膜电极及批量制备技术、车用燃料电池空压机和氢气再循环泵研发、车载高压储氢瓶技术、70 兆帕加氢站用加压加注关键设备等。

市场化条件渐成熟

市场化方面，5 月 20 日，国家发改委发布第一批分布式发电市场化交易试点名单，总量限额 165 万千瓦，其中新建规模为 147 万千瓦。

5 月 24 日，国家发改委、国家能源局印发《输配电定价成本监审办法》，规定不得计入输配电定

价成本的费用包括：电动汽车充换电服务等辅助性业务单位的成本费用，电网企业所属单位从事市场化业务的成本费用，抽水蓄能电站、电储能设施的成本费用，独立核算的售电公司的成本费用及其它与输配电业务无关的费用。

在财政资金支持方面，财政部于6月11日发布《可再生能源发展专项资金管理暂行办法》的补充通知，支持煤层气（煤矿瓦斯）、页岩气、致密气等非常规天然气的开采利用，补贴标准为0.3元/立方米，实施期限为2019-2023年。

同时，金融服务机构也开始行动起来。2019年6月，世界银行与华夏银行联合开展的“中国可再生能源与电池储能促进”项目获批，项目规模为7.5亿美元（其中世界银行提供3亿美元），贷款期限为18年，旨在为大规模储能尤其是电池储能系统项目等可再生能源创新利用提供融资支持。

在标准体系建设方面，国家标准委、国家能源局发布了《关于加强能源互联网标准化工作的指导意见》，分别划定了2020、2025年制定30项以上、50项以上能源互联网基础和通用标准，涵盖主动配电网、微能源网、储能、电动汽车等。

具体到发展趋势上，国家电网公司和南方电网公司分别发布了各自的战略规划和行动计划，总体归纳起来就是“1+N”，从传统供电服务商向现代综合能源服务商转变，包括购售电交易、节能与综合能源服务、新能源和分布式能源投资开发运营、节能技术整合创新与产品研发生产销售、电动汽车充电服务等。

综合能源服务的资源整合要求对平台的依赖成为必然，未来几年内，将涌现出不同主体的综合能源服务平台，提供包括购售电交易、节能量交易、碳排放交易、能源及能效管理服务、负荷交易、需求侧响应等方面的服务。未来市场将呈现“网企引领、市场主体多元化”的“百花齐放”的情景：电网公司、售电公司、发电公司、燃气公司、新能源公司、节能服务公司、储能公司、ICT（信息通信技术）制造企业、ICT服务企业都会成为未来的市场主体。能源+ICT技术将加速创新与融合应用，合作共赢的业务生态圈构建将蔚然成风。

（作者系国家发改委能源研究所能源系统分析研究中心主任）

周伏秋 中国能源报 2019-07-22

数据中心怎成“能耗巨兽”

位于冀、蒙交界处的张北，一个充满古韵的高原县城，如今已成为拥有60万台服务器的世界级数据中心栖息地——阿里巴巴云数据中心便落户于此。

数千公里之外的贵州，群山峻岭之间，分布着苹果、华为、腾讯等多家公司的数据中心。无论身处何地，你手机云端的相片、朋友圈的视频、网盘里的资料，或许都存储于此。

主流数据中心不约而同地栖身偏远地区，这不是偶然。在提供海量数据服务的同时，数据中心自身也在消耗着大量能源。据记者了解，当前电费已经占到数据中心总运营成本的一半左右。“耗能过高，一直都是数据中心运营中的痛点。”华为技术有限公司能源产业发展首席专家马俊礼告诉记者，为降低能耗，数据中心从前期选址开始就要谨慎考虑。

随着5G、云计算等新兴技术的大规模推广应用，用户需求正呈几何级爆发之势，我国数据中心的数量随之急速攀升，相应的用电量也在急剧增加，已对电力供应提出新的挑战。

“它们就像一个个不冒烟的钢厂，创造经济价值的同时也带来高能耗”“预计未来几年数据中心的规模及能耗仍将保持30%以上的高速增长”

与传统能耗单元不同，数据中心24小时“连轴转”，昼夜不停的运行方式势必会增加能耗。数据中心的的核心功能在于实现信息集中存储、传输、交换。它的基本单位是服务器，若干服务器又组成一个机架。需求不同，数据中心的机架数量各异。

根据工信部5月公布的《全国数据中心应用发展指引（2018）》数据显示，截至2017年底，我国在用数据中心的机架总规模为166万个，同比增长33.4%，其中大型、超大型数据中心的规模增

速达到 68%。

规模激增的背后是能耗的持续攀升。工信部今年 2 月公布的数据显示，截至 2017 年底，各类在用数据中心达 28.5 万个，全年耗电量超过 1200 亿千瓦时，约占我国全社会用电量的 2%，超过全球单座发电量最高的三峡电站当年 976.05 亿千瓦时的发电量。与此同时，仅经营互联网业务的数据中心，规划在建机架到 2017 年底就达 107 万个，“预计未来几年数据中心的规模及能耗仍将保持 30% 以上的高速增长”。

而按照国家节能中心及中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会联合发布的统计数据，2012—2016 年，我国数据中心的年耗电量增速始终维持在 12% 以上，最高达 16.8%，并指出“数据中心的高能耗不仅给机构和企业带来了沉重负担，也造成了全社会能源的巨大浪费”。

值得注意的是，由于技术原因，数据中心的实际能耗往往高于统计数据。“按照用途，数据中心分为企业自建自用、以盈利为目的两大类。由于各种原因，自建部分很难全部统计进去，这意味着实际用电量比公开数据还要高。”中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会秘书长吕天文称。

在部分典型地区，数据中心的能耗增长更为突出。“比如，2010 年时，北京的数据中心总耗电量为 26.6 亿千瓦时，到了 2015 年，这个数字已增至 67 亿千瓦时，占到北京全社会用电量的 7%，去年更进一步，已经突破 100 亿千瓦时了。”中国工程建设标准化协会信息通信专业委员会副主任委员曲海峰告诉记者，除了高增速，能耗密度高也是数据中心的特征之一。

与水泥、冶金等传统高耗能行业逐步进入平稳发展期、能耗难以再现飞跃形成鲜明对比的是，数据中心作为新兴产业，其用电量随着业务扩容而加速增长的趋势非常明显。“相比其他行业，无论单位产能用电量，还是单位建筑面积耗电量，数据中心均已位居前列。按照 8—10 年运行周期计算，能源成本已占到数据中心总成本的一半左右，电费甚至比机房本身还贵。它们就像一个个不冒烟的钢厂，创造经济价值的同时也带来高能耗。”曲海峰称。

“我国现存 900—1000 万台服务器，总体能耗至少比国际先进水平差了 30% 以上，与国际顶尖同行的差距甚至超过 40%”“改造核心设备，好比给一辆行驶中的车更换发动机，谈何容易？”

海量电耗从何而来？据吕天文介绍，数据中心既包括服务器等核心设备，即能源消耗的主体，也有不间断电源、照明、冷却等辅助设备。

“就像电脑需要散热一样，数据中心对环境要求极高，往往依赖空调、冷水机等设备来降温，冷却部分的用能占到辅助设施用能的 60% 以上。这也是张北、贵州等非用户中心区域备受各大数据中心青睐的原因，因为这些地区平均温度相对较低，冷却的用能成本也会相应降低。”吕天文说。

在此背景下，我国专门推出了一项衡量数据中心能效水平的评价指标——电能使用效率值（PUE）。该指标由数据中心设备总能耗除以信息设备能耗得出，基准值为 2，数值越接近 1 意味着能源利用效率越高。今年 2 月，工信部、国家机关事务管理局、国家能源局出台《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》，要求到 2022 年，“数据中心平均能耗基本达到国际先进水平，新建大型、超大型数据中心的 PUE 达到 1.4 以下”。

目前我国数据中心的 PUE 距离 1.4 有多远？工信部数据显示，我国在用超大型、大型数据中心的平均 PUE 分别为 1.63、1.54，规划在建数据中心的平均设计 PUE 在 1.5 左右，只有一小部分新建数据中心 PUE 可做到 1.4 以下。

曲海峰指出：“我国现存 900—1000 万台服务器，总体能耗至少比国际先进水平差了 30% 以上，与国际顶尖同行的差距甚至超过 40%。对此不得不想办法改造。”

但改造并非易事。“对数据中心而言，信息设备能耗属于无法压减的能耗，因为早在购买服务器时就已确定基础能耗，只有通过更先进的制造工艺才能实现节电。”国网冀北电力科信部智能处处长徐彭亮表示。

来自阿里、腾讯等公司的相关团队也证实，现有措施更适用于冷却等辅助环节的降耗，核心设备的降耗手段极为有限。“以百万台服务器规模的数据中心为例，PUE 降低 0.1，每年可节约亿元级电费，但哪怕是降个 0.1 也绝非易事。”腾讯数据中心专家工程师李典林称。

“通过一定的节能手段、改变粗放管理方式，可带来10%—20%的能效提升。但因数据中心全天候不间断运行，改造核心设备，好比给一辆行驶中的车更换发动机，谈何容易？”曲海峰称。

“能耗问题已成为阻碍数据中心产业发展的主要矛盾”“通过以新代旧、以大代小逐步实现升级反倒是一种更好的选择，但这项工作光靠信息产业一个行业力量远远不够”

数据中心激增的能耗已引发多方关注。早在2013年，国家发改委、工信部、国家能源局等部门就联合发布《关于数据中心建设布局的指导意见》，着手监管能耗问题。此后，《关于进一步加强通信业节能减排工作的指导意见》《关于国家绿色数据中心试点工作方案》等相继出台。

在地方层面，北京、上海、深圳等地数据中心密集地纷纷出台政策控制其能耗——或在中心城区全面禁止新建和扩建数据中心；或要求新建数据中心PUE值须限制在1.3以下；或实施鼓励政策，对PUE值低于1.25的数据中心，新增能源消费可给予实际替代量40%以上等支持。

不过，多位业内人士坦言，由于现有措施未能触及核心，节能降耗的实际效果相当有限。北京市经济和信息化局局长助理王兰近日就公开表示：“数据中心基础设施高耗能的属性，受到日益严峻的电力资源、水资源及土地资源制约，能耗问题已成为阻碍数据中心产业发展的主要矛盾。”

“新兴用电大户的出现对整体电力需求一定是有冲击的。现阶段，数据中心的耗电量还不足以影响整个电力系统，但长远看需要高度重视。”厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强指出。

在曲海峰看来，相比改造，直接对老旧服务器实施关停、更新是更可取的节能手段。“好比电厂‘上大压小’工程，通过以新代旧、以大代小逐步实现升级反倒是一种更好的选择，但这项工作光靠信息产业一个行业力量远远不够。”

曲海峰认为：“数据中心运营周期动辄8—10年，能耗管理不是一朝一夕的事，就像车辆年检一样，需按照一整套流程进行跟踪、测评。”而目前，对于能耗的事前评估、事中监测及事后审计，尚无专门的主管部门负责，审核机制也是一片空白；哪怕是“最懂能耗”的能源行业，目前也未真正参与进来，对数据中心特性、运营并不够了解，“更多还只是站在行业外看问题”。

吕天文也指出，数据中心能源管理岗位、人才缺失也是目前面临的一大问题，这也是有的数据中心设计优秀，但实际运营能耗水平远达不到理论值的重要原因。“现有运维人员，大多单纯从事巡检工作，发现耗能问题才去解决，能源管理的概念及意识相对薄弱。但在此过程中已经产生大量浪费。建议让专业的人做专业的事，可引入专业的能源管理人才或通过综合能源服务商来填补空缺。”

本报记者 朱妍 姚金楠 中国能源报 2019-07-22

比特币生产成能耗“黑洞”

撬动资本市场变革杠杆的比特币，因为其给气候和环境带来潜在负担，而正在得到更多关注。英国剑桥大学的“能耗监测数据”和德国慕尼黑工业大学(TUM)日前发布的“碳足迹报告”更是指出，庞大的运算量使得“比特币挖矿机”，即用于赚取比特币的电脑的耗电量十分惊人，同时产生了大量碳排放。

庞大耗电量值得警觉

剑桥大学开发的“剑桥比特币电力消费指数”(Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index, CBECI)在线工具近日指出，比特币全年能源消耗量估计达60.45太瓦时(1太瓦时约合10亿千瓦时)，约占全球能源消耗总量的0.25%。这相当于剑桥大学365年的用电需求，或是可以为欧洲供电一年半。

按照CBECI计算，比特币年能耗甚至超过瑞士全国一年58.46太瓦时的能耗量，而如果将“比特币”比喻为国家，其在全球国家和地区能耗排行榜上位列41。据了解，CBECI每30秒更新一次，截至英国《独立报》7月3日发稿时数据显示，比特币今年已经消耗7.57吉瓦电力，约占全球供电量的2.1%。

英国广播公司新闻网报道称，去年有机构对比特币能耗量的预测是与爱尔兰相当，今年剑桥就

声称已经超过瑞士，显然比特币能耗量在过去一年大幅上升。鉴于网络计算能力不断加强、加密货币加速普及，未来比特币的能源需求还将继续上扬。

CBECEI 联合创始人 Michel Rauchs 表示：“我们希望通过最直观的方法来表述事实，CBECEI 的访问者可以自行判断比特币挖矿机的能耗量大小。”他补充称，CBECEI 只是一个提供可靠信息和数据的客观平台，其创建目的是为了用数据显示比特币挖矿行业对社会和环境造成的影响。

CBECEI 既可以实时显现出比特币的能耗情况，还能提供与其他实体的对比维度，比如水力发电可供比特币挖矿机运转 69 次、生物燃料发电量可供比特币挖矿机运转 10 次、太阳能和风能可供比特币挖矿机运转 23 次。

CBECEI 的评估与英国电力资费对比公司（Power Compare）此前做出的统计数据十分接近，后者预计比特币的年耗电量在 55.63 至 73.12 太瓦时之间，在全球国家和地区能耗排行榜上位列 39。

对于比特币能耗量的评估，业内普遍予以积极态度，认为加密货币能耗、用电和排放程度对环保事业很重要，应该予以更高级别的关注和警觉。事实上，鉴于大多数机构都只能通过滞后数据进行预测，因此比特币能耗情况尚没有最为可靠的统计，因此对于其具体排放规模也有待更全面的分析和评估。

碳排量堪比欧美一线城市

值得一提的是，TUM 率发布了比特币碳足迹报告，这是全球迄今对这一虚拟货币二氧化碳排放量进行的最详细统计，即比特币挖矿机的碳足迹为每年 2200 万至 2290 万吨，相当于德国汉堡或美国拉斯维加斯一年的二氧化碳排放量。

TUM 跨学科研究小组指出，仅在 2018 年，比特币挖矿机的计算机容量就增加了 4 倍。截至目前，全球 68% 的比特币挖矿机网络位于亚洲、17% 位于欧洲，剩余 15% 位于北美。

无独有偶，TUM 的统计和科学杂志《焦耳》（Joule）的一份报告不谋而合。该报告指出，比特币挖矿机所需电力每年约产生 2200 万吨的二氧化碳，这和美国堪萨斯城全年碳排量相当。

对此，普华永道会计师、比特币专家 Alex de Vries 表示，相较于能源消耗，最重要的是尽快明确碳足迹规模。他在《焦耳》上发表的署名文章《比特币日益增长的能源问题》（Bitcoin's Growing Energy Problem）中指出，比特币挖矿产业的能源消耗日渐增长，与正常的金融体系相比，这是一个极端的差异，而这肯定对世界应对气候变化危机有弊无利。

《德国之声》撰文称，即使是不使用比特币的人，在谷歌上进行一次搜索也会耗电 0.3 瓦时（约合 0.0003 千瓦时），而如果在谷歌上搜索 20 次，就相当于使用节能灯 1 小时。全球范围内，互联网导致的二氧化碳排放量每年超过 3300 万吨，这是德国整个航空系统空中二氧化碳排放量的总和。如此看来，需要庞大计算能力且可能无昼夜“狂挖”比特币的计算机，将产生难以估量的排放量。

加速与绿色电力挂钩

针对如何减少比特币的碳足迹，TUM 跨学科研究小组负责人 Christian Stoll 表示，为了改善生态平衡、保护环境，加速比特币挖矿行业与绿色电力挂钩是最可靠且最直接的选择。

对此，英国加密货币投资产品和研究提供商 CoinShares 指出，比特币挖矿行业早就与可再生能源“密不可分”，某些机构提出的“庞大碳足迹”值得商榷。CoinShares 是认为比特币挖矿有利可图的分析机构之一，其在最新报告中指出，比特币并没有“极其”危害地球，74% 的“挖矿活动”都是通过可再生能源电力完成。

美国数字货币资讯网站 CoinTelegraph 援引 CoinShares 最新数据显示，可再生能源发电在比特币挖矿行业能源组合中占比近 74.1%，是全球可再生能源在能源组合中平均占比的 4 倍。有趣的是，这一比例比 CoinShares 去年 11 月公布的 77.8% 还低了 3.7%，占比下降是因为新的“挖矿集群”在传统燃料发电盛行的国家和地区出现所致。

CoinShares 指出，比特币挖矿主要位于全球可再生电力供应的地区，比几乎所有其他大型工业都更加绿色环保。除美国纽约和俄罗斯之外，美国华盛顿州和俄勒冈州、加拿大不列颠哥伦比亚省和魁北克省、冰岛、挪威、瑞典、格鲁吉亚的“矿场”，都主要利用可再生能源发电。

有专家指出，比特币挖矿对可再生能源发展意义重大，可再生能源电力通过光纤传输比架设特高压电网传输更便宜、更便捷。事实上，虽然“矿场”移动性强且人力需求极少，但庞大的耗电量、高成本的挖矿机和降温设备的维护费用，仍然让比特币的参与者“吃不消”，因此电力资源丰富且电价低廉的地区成为“矿场”首选。

本报记者 王林 中国能源报 2019-07-22

“中国碳谷”有片试验田

7月11日，申能安徽平山电厂二期工程（以下简称“平山电厂二期工程”）工地塔吊林立，挖机轰鸣。历时10个小时，低位机厂房31米层L1-L2轴线混凝土浇筑完成，为月底即将施工到顶的低位机厂房结构打下基础。

平山电厂二期工程位于安徽省淮北市，为1台135万千瓦超超临界二次再热燃煤发电机组，是世界单机容量最大的新型、高效、清洁、低碳燃煤发电机组，设计发电效率和发电净效率分别达50.57%和48.92%，采用世界首创的“双轴高、低位汽轮发电机组布置技术”。该工程由中国能建规划设计集团华东院（以下简称“华东院”）、安徽院（以下简称“安徽院”）、华东建投安徽电建二公司（以下简称“安徽电建二公司”）共同设计建设。

“251工程”

平山电厂二期工程在火电业界有“251工程”之称，即机组设计供电标准煤耗为251克/千瓦时，比目前最先进的二次再热百万千瓦机组煤耗进一步下降超15克。发电行业内素有“10克煤耗为一代技术”的说法，在技术已趋向成熟的煤电领域，煤耗下降一两克已是很大进步，超15克可谓“天文数字”。

大幅降低煤耗，需要依靠新型汽轮机组技术，平山电厂二期工程即是“试验田”。该工程采用的双轴高、低位汽轮发电机组布置技术，将极大减少高中压高温蒸汽管道长度，提升热效率及机组性价比，成为世界最高效的煤电机组。同时，该技术和装备能够自主化设计和制造，也将为下一代700摄氏度先进超超临界燃煤发电技术提供关键技术储备。

双轴高、低位汽轮发电机组布置技术会造成高、低位机转动惯量相差较大，这为承担安全稳定控制专题研究工作的安徽院带来很大挑战。

据项目经理李玉良介绍，结合业主提供的输入参数，安徽院在建设模型参数时发现机组送出通道单一故障，高位机组失稳，经中国电科院背靠背验算，与安徽省电力科学研究院、西门子公司核实模型参数，分析高、中、低气缸吨位后，才确认机组稳定满足电网N-1准则。

淮北是华东地区重要的煤炭能源基地，被誉为“中国碳谷”，但电网却处于安徽末端，淮北、宿州两地仅有1座濉溪500千伏变电站，外加新能源发电发展迅猛，整个华东电网都存在着极为罕见的500千伏输电通道动态稳定问题。在平山电厂二期工程2020年建成投产接入华东电网后，问题将更加严峻。

电源规模大、机组类型多，不同开机方式稳定水平迥异，如何选择稳定计算边界条件、机组开机方式成为安全稳定控制专题研究的最大难题。在与国家电网公司华东分部、安徽省电力公司两级调控中心人员学习研究安徽电网运行方式，开展全接线、元件检修方式下的电网稳定分析后，安徽院制定了对应的安全稳定控制策略和运行限额，圆满完成研究工作。

平山电厂二期工程高、低机组稳定水平差额巨大，无法实现机组FCB功能，对后期安全运行极为不利。

在与业主联合分析计算后，安徽院发现采用三卷变高、低位机建立电功率传输通道可提高机组稳定水平，具备带厂用电FCB孤岛运行模式。但是，该方案将使变压器容量达到1620兆伏安，成为世界最大容量的发电机升压变，出口断路器开断容量也将达到新高度，开关容量、变压器阻抗参数均需深入计算分析，厂内主接线方案更需重新设计。最终，经过与设备厂家、华东院、业主等多

方探讨，安徽院承担的接入系统专题研究顺利通过审查。

安全又安心

建设国家火电示范工程、世界火电建设新标杆，承建单位安徽电建二公司全力打造安全生产标准化、规范化工地。

进入低位机厂房施工区，映入眼帘的是宽敞明亮的安全通道、整齐稳固的安全围栏，坚实醒目的孔洞盖板，醒目位置张贴着安全横幅和宣传画，展板上公示着近期的生产通报，液晶电视循环播放着安全教育片。“在这里工作，既安全又安心。”电仪专业员工张永福说。

“现在是低位机厂房主体结构施工高峰期，交叉作业多，安全风险大，必须跟班盯住。”安全主管丁海升每天穿梭于现场，任何违章和隐患都逃不过他的“火眼金睛”。

“衣着轻便，安全帽、安全带、防滑鞋全副武装，这是我们的统一标配。”施工人员彭正华说，在低位机厂房满堂承重脚手架搭设时，项目部编制了详细的施工方案，安全管理和技术人员全程跟踪。

平山电厂一、二期工程的两个 500 千伏升压站毗邻，安全风险高，安装难度大。5 月 3 日，在二期工程升压站设备正式开始安装之际，业主要求 30 天内必须完成母线及软母线安装。

“所有在升压站配合施工的机械必须配备可靠的接地线，临近一期带电区域的作业人员必须穿着防静电服、绝缘靴、佩戴绝缘手套……”生产经理曹峰在站班会上反复强调。

为克服搭设脚手架造成的作业时间紧张，项目部创新采用了登高车作业，提前 5 天完成母线设备安装 7 组、软母线安装 6 组，敷设电缆 7.4 公里、保护盘柜 7 面，取得了设备耐压试验一次合格，二次系统接入一期接线正确率 100%，系统调试一次成功的成绩。“当时，施工队加班加点轮值作业，我每天紧盯现场，眼睛都不敢眨，值了。”项目总工张超回忆道。

特约通讯员 李玉良 王小玲 中国能源报 2019-07-22

清洁供暖如何实现“宜煤则煤”

日前，国家能源局发布征求《关于解决“煤改气”“煤改电”等清洁供暖推进过程中有关问题的通知》意见的函（以下简称“《征求意见稿》”），引发业内热议。

记者注意到，《征求意见稿》先后 3 次提及与“煤”相关的内容——在城镇地区，重点发展清洁燃煤集中供暖，提升城镇及周边地区的清洁燃煤集中供暖面积；对仍需使用煤炭取暖的用户，切实做好洁净煤供应保障工作；对于偏远山区等暂不能通过清洁供暖替代散烧煤供暖的，重点利用“洁净煤+节能环保炉具”等方式替代散烧煤。

“此前虽然也说‘宜煤则煤’，但具体到实施层面，更多还是行业自己呼吁、推广。这次由国家能源局出面说明，对我们是一个新的机会。”尽管文件尚处征求意见阶段，不少煤炭行业人士仍将其看作一大“利好”信号，并为之振奋。

但同时也有反对意见指出，由于清洁煤的界定、排放、产运等实际标准仍不明确，尤其农村地区对此监管难度大，“宁可改气、改电慢一些，也不宜用煤作为过渡”。

现实状况究竟如何？围绕社会关注的焦点问题，本报记者进行了采访。

焦点一：清洁取暖究竟还能不能用煤？

——有技术、政策等支持，但界定不明也埋下隐患

“我认为，《征求意见稿》并没有叫停煤改气、煤改电的意思。出现问题、纠正和解决问题，这是正常过程。作为煤炭从业者，我们从来也不反对推行煤改气、煤改电。对于有条件的地区，改了确实是一件好事。但暂不具备改造条件，或能力涉及不到的地方，没有必要一味追求任务量。清洁煤取暖也是理想选择。”在中国煤炭加工利用协会散煤治理分会副会长阮立军看来，改造值得肯定，但清洁煤的“替代”作用同样不可否认。

站在技术角度，中国煤炭加工利用协会理事长张绍强也称，清洁煤“完全没有问题”。一方面，以燃煤热电联产机组和区域锅炉为主的集中供热，在超低排放严格要求下，足以达到和烧天然气一样

的标准。另一方面，煤粉工业锅炉、水煤浆循环流化床，及使用兰炭、清洁型煤等配合专用炉具的新方式，清洁化水平也比较高。“从污染控制角度来说，煤炭在供暖领域有了质的飞跃，排放起码比原先降低 80%以上，且相关技术仍在继续进步。”

多位专家还进一步指出，从热源构成来看，煤炭占比虽有下降、各省结构有所不同，但北方供暖现依然以煤为主。“尤其山东、河北等用煤大省，一时离不开对煤炭的依赖也是不争事实。比如山东在 2018-2020 年清洁取暖规划就明确，全省取暖用能以燃煤为主的现实，除了使用清洁能源替代，也要加快煤炭清洁化利用。”一位业内人士举例称。

对此，赞成者有之，反对观点亦很明确。“究竟什么叫清洁煤？排放有没有量化标准？由谁监管、如何管好？”一位暖通领域权威专家指出，国家对清洁煤的概念、边界、排放等均无统一说法，首先就给使用埋下隐患。“如果说城市集中供暖尚可管控，广大农村散户在客观上就难以监管。一旦批量推广，谁能保证每家炉膛里烧的是散煤还是清洁煤？与其说‘替代’，还不如说清洁煤是地方政府为完成任务，降低要求、没有办法的办法。”

研究农村供暖工作多年的清华大学建筑学院教授杨旭东向记者直言，农村地区需要的是“无煤化”，所谓清洁煤取暖实则做不到。“以生物质采暖炉作为对比，我们研究发现，PM2.5、氮氧化物排放因子比型煤炉分别低了约 80%、40%，这样的路径才真正适合农村。很多地方总想试错，不撞南墙不回头。”

焦点二：清洁煤的使用状况到底如何？

——因传统观念、用煤指标等制约，推广屡屡受挫
效果好不好，实践说了算。

以兖矿集团、中科院过程所联合开发，中国工程院院士倪维斗、岳光溪，原生态环境部总工程师杨朝飞等专家推荐的“烟煤固硫抑尘型煤+民用解耦炉具”技术为例，专家组认为：与散煤相比，该技术“污染物排放显著降低、热效率高、节煤效果明显，且具有上火快、火力强、安全、便捷、经济等突出特点”“历经 3 年示范应用，技术成熟、设备可靠，减排效果在 80%以上”。然而，这样一项受到多方肯定的技术，从 2016 年推广至今，实际总用量也就在 2.3 万户左右。

值得注意的是，类似现象在北方比比皆是——多位企业人士向记者坦言，受制于对传统观念、用煤指标等政策性约束，以及成本、补贴等经济性约束，清洁煤推广、应用长期不畅。根据“中国煤控研究项目散煤治理课题组”（下称“课题组”）统计，2017 年，炉具和型煤生产企业超过一半关停或转产，华北地区的炉具市场渠道基本停滞。

难在何处？近日山东省发改委牵头召开的一场清洁型煤取暖示范区建设座谈会上，多位地市相关负责人道出了顾虑：“是否能以政府文件的形式，将清洁煤纳入清洁取暖改造任务”“今年的推广指标与往年要求是否衔接，如何统筹考核”“财政补贴时效多久，没了补贴如何保障推行”……记者从中发现，任务量是基层执行者一致关心的内容。也正是因相关机制尚不明晰，不少人对清洁煤“到底行不行”仍持观望态度。

另有不只一位业内人士证实，此前“去煤化”呼声一度较高，受此影响，凡是与“煤”沾边的产品多受排挤。“在基层看来，改电、改气更符合趋势，煤炭即便做到了清洁也不被看好。政策光提‘宜煤则煤’，却未明确究竟哪些情况宜煤、怎么才能用好煤。说白了，执行者宁可不用也不愿担风险。”

除传统观念，用煤指标也是一个主要制约。记者了解到，由于各地均下达了不同程度的“压煤”任务，一旦出现新增的煤炭消费量，同样让基层政府感到“紧张”“为难”。

“我们曾在某市 12 个地点尝试推广，当地也很认可产品，但就是没有用煤指标。地方直接表示，如果能够找到煤炭减量替代的指标就可以使用。”青岛某公司相关负责人认为，围绕取暖刚需用的清洁煤，“指标”问题亟待进一步明确。

焦点三：可否让清洁煤更好发挥作用？

——既要注重全过程的清洁化，也要兼顾可持续性

“我们说清洁煤‘干净’，这是有前提条件的。配什么样的炉型、采用何种燃烧方式、参照哪些排

放标准，甚至物流运输、监管渠道等各个环节，都需要一套科学的依据。同样是煤，使用清洁煤取暖和烧散煤完全不同，即便予以推行，也不是一项立竿见影的短期行为。”阮立军进一步指出，技术过不过关、环保达不达标、成本能不能承受，对清洁煤推广而言缺一不可。

这一说法，得到中国环科院首席科学家柴发合的赞同。“以兰炭为例，由于尚无统一定义，国家对其生产工艺、燃烧技术、排放标准及配套炉具等，既没有明确要求，也无系统性规范。技术监管及准入门槛缺失，易导致不合格产品流入市场，反而造成实际使用的杂乱。如何实现高碳煤的低碳化使用、低污染排放？全过程清洁化值得进一步思考。”

为更好地达标排放，课题组方面建议，可尝试洁净燃料与高效清洁燃烧炉具的捆绑销售机制。“使用洁净型煤的地区，煤炭统一采购和销售平台配套销售洁净型煤专用炉具。炉具结构、燃烧方式、热效率、排放标准等技术性能，须经过相关行业协会和科研院所，及煤炭统购和统销平台招标认证。”

同时，课题组建议以区域中心城市为单位，建设统一的型煤原料和产品运中心，并与统购统销平台配套，为区域内企业统一提供原料和产品，确保洁净型煤质量，稳定价格，保供数量，缓解供销不匹配的严重问题。规范运输车辆，确保洁净型煤能够安全、环保地配送到户。建立标准化的洁净型煤生产示范工程，确保洁净型煤生产过程中安全环保，洁净型煤产品质量标准化和规范化。

此外，多位企业负责人还提出，希望主管部门进一步明确政策，避免散煤返烧“连累”清洁煤的情况。“对于不少老百姓来说，取暖首先讲求成本，什么便宜烧什么，因此不排除会出现散煤复烧等情况。可一旦出现排放超标，板子一定打在煤炭身上。由于同是烧煤，届时很难一家一户查清谁烧的散煤、谁用的清洁煤，后者极易受到牵连。希望能从源头杜绝散煤流通，给清洁煤留出更大空间。”一位从业者如是说。

本报记者 朱妍 中国能源报 2019-07-22

黑龙江电力：推进“多站融合” 统筹利用资源

“我们将紧紧围绕‘三型两网’世界一流能源互联网企业建设要求，积极开展泛在电力物联网建设切入点的探索研究，充分利用现有技术储备，结合黑龙江新能源丰富和地质、气候等方面的特点，开展‘多站融合’建设与运营试点工作。”近日，国网黑龙江信通公司总经理、黑龙江电力泛在电力物联网“多站融合”项目推进主管负责人赵威介绍。

分布式数据中心站优势多

近年来，黑龙江电力持续推进全业务统一数据中心、同期线损、电网资产统一身份编码等重点项目建设，实现了数据共享和业务融合，为企业和电网高效运营提供了信息数据支撑，为泛在电力物联网建设提供了丰富的数据资源。

期间，该公司组建的信通公司科技创新团队，凭借在信息通信软硬件开发、运维方面积累的技术储备，独立研发了集装箱式数据中心用于“多站融合”。相比传统数据中心需大规模投入建设，集装箱数据中心可实现模块化建设，且能抵御高寒气候。同时，采用高密度集装箱式数据中心承载大计算量业务，通过雾平台进行统筹管理，形成分布式数据中心。

据悉，集装箱数据中心可长期稳定运行，支持通过网络和带外方式对集装箱本身和内部安装设备进行远程管理、操作，提供机房所有动环要素，可以采集分析箱内设备运行参数，提高自动化运维能力。

推动泛在电力物联网精益创新

随着黑龙江电力获准成为国家电网有限公司第一批“多站融合建设与运营”试点单位，该公司将积极探索推动数据中心站、储能站、北斗卫星地面基准站、5G基站在电力领域有效应用。

据了解，在“三型两网”建设中，随着内部运维对象数量急剧增加、范围急剧扩大、运维难度急剧升高，黑龙江电力将利用技术储备和应用经验，打造高度灵活、一键式操作的微工具等自动化运维利器，并借助自动化运维平台的高效性、开放性、扩展性，实现技术突破，持续提升自动化运维水

平，解决误操作率高、响应速度慢、安全和质量难以保障等问题。

探索精准投资的商业运营模式

按照相关规划，黑龙江电力将利用现有变电站闲置的空间资源，建设分布式数据中心站、储能站、5G基站和北斗卫星地面基准站，验证以低投入实现“多站融合”的商业模式；搭建“多站融合”统一资源服务平台，科学调配空间资源，储存、整合、分析内外部数据资源信息，实现资源高效管控与运营；探索“多站融合”商业运营模式，开展主机托管、带宽出租等对外租赁业务，提供IT资源私有云、边缘计算等增值服务。

据介绍，该公司将率先在分布式数据中心站建设上取得突破，同时，搭建“多站融合”统一资源服务平台，实现资源综合管理和调配。根据规划，2019-2021年，黑龙江电力将加大“多站融合”运营工作，全面部署分部式数据中心站，站站互通互联，相互感知、相互协同，做为“多站融合”全面建设的枢纽节点，形成去中心化的雾计算网格，为泛在电力物联网建设提供强力支撑。

赵威表示：“鉴于以上情况，需要结合‘三型两网’建设，通过黑龙江电力13家地市供电公司‘多站融合’建设及71家县级供电企业泛在电力物联网节点加固改造，实现基础设施标准化、泛在物联网应用平台化、信息运维自动化。这一方面解决了黑龙江电力新上划农网单位信息化建设基础薄弱的问题；另一方面，建成泛在电力物联网区域枢纽型节点，初步形成泛在电力物联网网架结构。”

通讯员 陈铭 中国能源报 2019-07-22

应以用户需求为目标重新定位微电网

综合能源服务的核心价值是通过拓展业务链的相关环节，将原来割裂的、多服务主体环节交由统一服务主体综合考虑，通过增强业务链条不同环节的相关性提升该业务链的整体效率，从而达到“1+1+...+1>n”的效果，这样既能提升能源服务效率，又能降低能源生产与利用成本。

狭义的综合能源服务是指利用综合供能系统向用户提供冷热电等多种能源服务，广义的综合能源服务业务包括分布式能源开发与生产、用户能源管理与节能、能源交易、能源工程、能源金融等。但均应以效率提升为目标进行能源服务业务链的拓展。大而全、不考虑业务之间的关联性和效率提升作用的，并不是综合能源服务。

例如，就供热业务链而言，供热机组投资及运营主体当前热衷的智慧供热方案，就是将以前主营的热力生产，向热力产销全过程，即热传输服务及用户侧终端供热服务进行拓展，这在供热服务的业务链条上不只是单纯增加了原经营范围以外的两个新型业务，而关键是由于耦合了“源网荷”三者关系，能够在供热服务效率提升的同时，进一步挖掘用户侧用能需求管理服务，提升企业供热业务链条的效率。

并网型微电网是典型的综合能源服务业态。这不仅表现为微电网可以提供冷热电的综合能源供给服务，而且表现在微电网耦合了能源的生产-传输-使用环节，通过“源网荷”一体化管控形式提升了效率。

但目前微电网发展面临多重困境，有些特征或建设目标，现阶段仍缺乏实际应用价值：

一是新能源占比。微电网新能源建设主要取决于自然资源情况、场地限制甚至可再生能源建设指标等。

二是自平衡能力目标。项目建设的电源比重，一方面取决于电源投资经济性，另一方面取决于外部电力市场环境。外部电力市场环境既包括外部购电价格，也包括输配电价及相关容量费等。

三是孤网能力。能够实现孤网运行是微电网最大的技术特点，但实现孤网运行的技术成本并不低。因此，是否需要具备孤网运行能力主要取决于两个方面：一方面用户是否需要微电网提供孤网运行能力并且愿意为之买单；另一方面是市场能否为这个孤网运行能力买单，例如能否在辅助服务市场中作为一种可中断负荷获得补偿。

四是主体身份。微电网体量小，在其它配电网面前是个“小不点”，其存在的价值并不是为了配电

网改革。配电网改革的主要目的是提升电网投资运营效率、寻求一种针对电网投资监管的有效方式，监管的重点是配电价格。而微电网是一种发配售一体化系统，监管重点并不是配电投资或是配电价格，而是如何高效解决用户侧能源一体化服务。

综上所述，微电网作为一种综合能源服务业态，应更进一步围绕用户需求。目前用户需求或者主要痛点有：隔墙售电问题，这受限于分布式交易机制和“过网费”机制；怎样通过与市场互动获得更大价值；合法供电身份问题。

微电网在前两点能够充分发挥作用，但在最后一点的发挥空间受限。例如，转供电是用户侧能源服务最基本的形态，但在我国不具备合法身份。然而国外却有明确的相关合法主体身份，例如，英国有“独立配电网运营商”为居民小区和商业楼宇提供合法的转供电服务，澳大利亚则将这类主体称之为“嵌入网络运营商”。因此，相比于目前微电网“第二类售电公司”的主体定位，主管部门可以进一步将其拓展到对用户转供电的监管。

换言之，微电网在能源革命以及综合能源服务中的价值毋庸置疑，可以想像，依靠政策引导、市场主导，微电网作为这类主体将蓬勃发展。（作者系华东电力设计院智慧能源室主任）

吴俊宏 中国能源报 2019-07-29

“煤降油稳气增”是全球能源大势

能源是经济发展与社会繁荣的重要支撑，能源贸易是全球治理与国际合作的重要组成。国网能源研究院《全球能源分析与展望》研究团队认为，中长期全球化石能源的供需变化及贸易流向将呈现以下特征：全球煤炭需求将在化石能源中率先达峰；石油在全球一次能源结构中的地位在短期内很难被撼动；天然气是唯一强劲增长的化石能源，在全球一次能源中的占比将超过煤炭、直逼石油。

煤炭需求率先达峰，增长主要来自亚洲燃煤发电。全球煤炭需求将在化石能源中率先达峰，明显早于石油、天然气；增长的绝对重心在亚洲，重点领域是燃煤发电。从地区和国家维度看，受环境污染、气候变化、天然气竞争等因素影响，美国、欧盟等发达国家及地区煤炭需求普遍下降；以印度、东盟为代表的发展中国家煤炭需求较快增长，但这更多是价格低廉、储量丰富、技术成熟、用电增长等多重因素作用下的无奈选择；中国工业用煤大幅减少，煤炭消费主要由燃煤发电支撑，发展煤化工既是对丰富煤炭资源的充分利用，也是出于降低石油对外依存度的变通之举。

煤炭生产明显分化，动力煤平稳扩张，炼焦煤有所下降。全球煤炭生产总体平缓下行，其中动力煤受发电需求增长而平稳扩张，炼焦煤、褐煤产量有所萎缩。从地区和国家维度看，亚洲既是全球煤炭的生产中心，也是全球煤炭的消费中心，甚至带动了澳洲、非洲、拉美、俄罗斯的煤炭出口；中国煤炭消费近年呈现萎缩态势，动力煤产量在煤电达峰前将平缓增长，炼焦煤产量将持续下滑；印度虽然大力提振本地煤炭生产，但受资源条件及基础设施所限，仍然无法满足需求的快速增长；在北美和欧洲，煤炭生产持续萎缩，这主要由于本地消费下滑、出口市场疲软、环境成本上升。

国际煤炭贸易的增长核心是印度，出口格局略有调整。中长期内，国际煤炭贸易规模平稳增长，主要是满足印度、东南亚国家的发电需求以及印度的炼钢需求。在动力煤方面，印度、马来西亚、泰国、菲律宾、越南等国的进口需求大幅增加；欧洲进口规模持续下降；澳大利亚、俄罗斯、南非等国贡献大部分出口增长；印度尼西亚因自身需求增加导致出口减少。在炼焦煤方面，进口增长主要来自印度，中国、欧盟、日本、韩国等进口规模不同程度下降；出口格局略有调整，美国、蒙古国的出口规模有所减小，澳大利亚、南部非洲的出口规模有所增加。

石油地位难以撼动，中长期需求增长主要来自发展中国家。受交通和化工需求增长拉动，石油在全球一次能源结构中的地位在短期内很难被撼动。此外，全球化进程促进了国际商旅贸易的繁荣发展，航空、航运交通服务需求较快增长，目前还未看到被电气化的可能性，其能耗增长将主要由石油满足。从地区和国家维度看，经合组织国家的石油需求已在 21 世纪初达到峰值，之后受燃油效率提升和交通电气化进程推动持续下行；非经合组织国家石油需求将平稳增长，主要受交通运输、

非能利用、建筑用油等驱动；中国有望用十年左右的时间超越美国成为世界第一大石油消费国，达峰时间和峰值规模将由人口峰值、汽车拥有量、燃油效率、交通电气化等因素决定。

近中期非常规油品开发异军突起，远期仍需欧佩克发挥基础支撑。从地区和国家维度看，出于能源独立的国家战略考虑，及国际原油价格波动上升的预期带动，美国投入大量资金从事页岩油的勘探开发，其产量在未来十年有望强劲增长；拉美地区盐下油亦有所增长；亚洲原油产量持续下滑，主要受资源禀赋影响。从占比看，非欧佩克国家占国际石油市场的份额在近中期有所增加；但2030年前后，随着页岩油产量增长的放缓及欧洲原油产量的萎缩，欧佩克国家得益于丰富的资源储量及充裕的生产能力，将逐步夺回丢失掉的份额。

亚洲需求增长与北美生产增加重塑国际原油贸易格局。中长期内，经合组织国家原油进口规模将稳步减少，一方面是由于欧洲需求平缓下降，另是由于北美生产持续增加；而包括中国、印度、东盟等发展中国家和日本、韩国等发达国家在内的亚洲对国际原油贸易格局的影响越来越大。从贸易流向看，中东、非洲仍将提供亚洲大部分的原油进口，而北美、中亚、东欧将积极加入到对亚洲市场份额的争夺；北美在不断减少从拉美、中东进口原油后，甚至开始向欧洲出口；欧洲进口市场的竞争十分激烈，呈现出中东、非洲、东欧、中亚、北美“群雄逐鹿”的局面。

天然气市场广阔、增长强劲，在全球能源中的地位不断提升。天然气是唯一强劲增长的化石能源，其在全球一次能源中的占比将超过煤炭、直逼石油，主要由燃气发电、工业制热、建筑采暖、烹饪炊用等拉动。从地区和国家维度看，中国天然气需求快速增长，主要由工业“煤改气”、居民清洁取暖等政策驱动，更多是从天然气便捷高效、环境友好等角度出发；印度天然气消费值得期待，其增长或与中国旗鼓相当；中东天然气消费亦大幅增加，一是让出更多石油以扩大出口，二是发展化工产业以促进就业；美国页岩气革命方兴未艾，天然气有望成为第一大能源品种；日本天然气消费持续萎缩；欧盟天然气消费或在十年左右的时间到达峰下行。

全球天然气开发热情高涨，有遍地开花之势。虽不可避免受国际原油价格波动的影响，全球天然气生产在中长期内有望保持较快增长。在北美，美国页岩气增长势头强劲，加拿大西部液化天然气项目进展顺利；在中东，天然气产量将逐步提升，不仅能满足本地需求，其出口规模还不断扩大；在俄罗斯，北冰洋沿岸及东西伯利亚的天然气开发得到广泛关注和大量投资；在亚洲，中国、印度也努力加大本地天然气开发以满足不断增长的本地需求，但资源开发难度较大、产量提升前景不明；在非洲，天然气开发在满足本地需求增长之外，新的液化天然气项目还促进了出口。

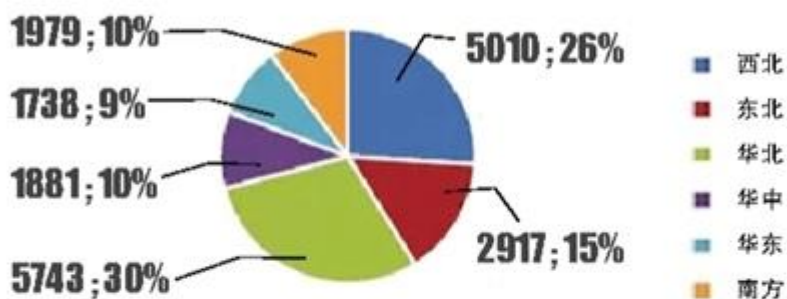
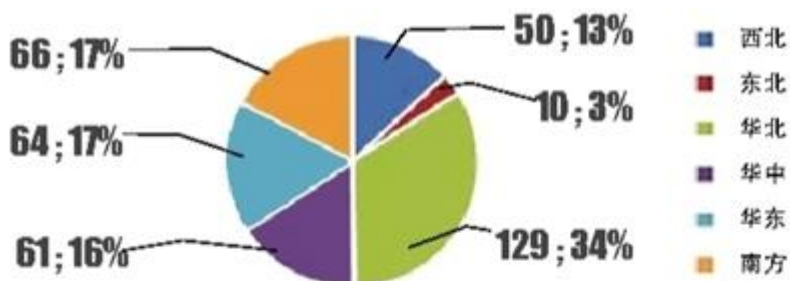
国际天然气贸易将是管道与液化“平分天下”。全球液化天然气贸易规模将持续快速增长，对管道天然气贸易的主体地位形成有力冲击，未来或形成“平分天下”之势。美国、加拿大、澳大利亚的多个天然气液化项目建成投产，促进了这些地区出口的持续增长；而俄罗斯、中东仍是全球最大的天然气出口地；欧盟、亚洲是全球天然气进口的“双核”，在东南亚及东亚沿海，多个液化天然气收储站正在火热建设。中国已经成为全球最大天然气进口国，未来将通过“陆上+海上”双管齐下的方式来保障供应，“陆上”指来自俄罗斯、中亚的管道天然气，“海上”指来自于北美、澳洲、中东的液化天然气。

（作者均供职于国网能源研究院）

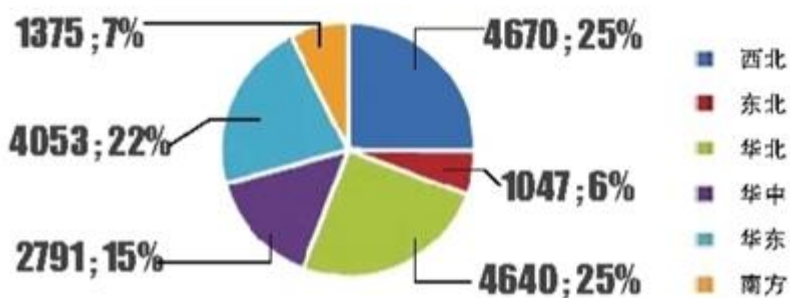
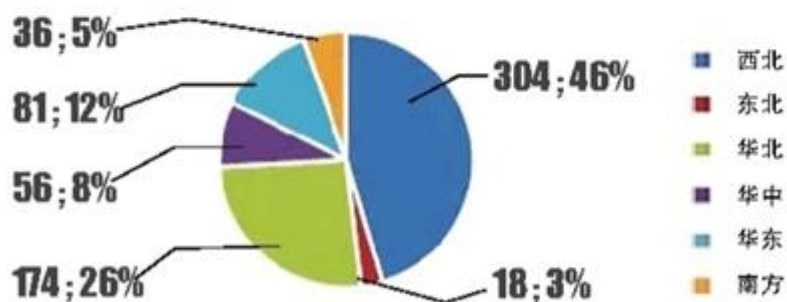
李江涛 翁玉艳 单葆国 中国能源报 2019-07-29

二季度全国新能源电力消纳评估分析

二季度各区域新增(上)、
累计(下)并网风电装机及占比(万千瓦)



二季度新增(上)、
累计(下)并网光伏发电装机及占比(万千瓦)



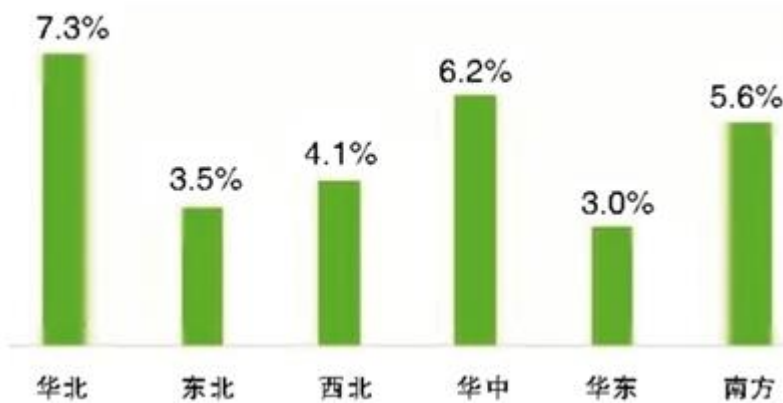
截至6月底全国弃光率月度变化情况



截至6月底全国弃风率月度变化情况



截至6月底各区域全社会用电量同比增速情况



截至6月底部分地区弃风率、弃光率与上年度同期对比情况



本季度开发运行情况

◆风电发展整体平稳，光伏装机增速同比有所回调，风电、光伏累计装机 3.78 亿千瓦，开发布局持续优化

- ◆风电和光伏发电量占比 9.5%，清洁替代能力不断增强
- ◆新能源弃电量和弃电率“双降”，新能源消纳形势整体向好

本季度消纳利用评估

- ◆全社会用电量继续保持中速增长
- ◆电力系统调节能力逐步增强
- ◆电网工程建设有序推进，新能源消纳网架受阻情况好转
- ◆东北地区新能源消纳保持较好水平，西北地区弃风弃光同比大幅好转，华北地区消纳情况整体向好，华中、华东和南方地区消纳情况整体较好

下季度消纳形势研判

- ◆风电新增装机预计继续保持平稳增长，光伏新增装机预计与去年同期基本相当
- ◆全国大部地区进入小风期，光照条件呈减弱趋势
- ◆全国新能源消纳整体有望持续保持良好形势，河北、青海、湖南存在新能源弃电加重的潜在风险

1 本季度开发运行情况

风电发展整体平稳。截至 6 月底，全国累计并网风电装机 1.93 亿千瓦，同比增长 12.2%，维持平稳发展势头。1—6 月，全国风电新增并网装机 842 万千瓦，新增风电规模较大的省份包括河南 94

万千瓦、山西 91 万千瓦、青海 85 万千瓦、河北 75 万千瓦、江苏 62 万千瓦。全国海上风电累计并网装机达到 403 万千瓦，其中今年上半年新增 40 万千瓦，实现平稳有序发展。

风电开发布局持续优化。截至 6 月底，中东部和南方地区合计装机 5598 万千瓦，占全国累计风电装机比重与上季度相比提升 0.5 个百分点至 29.1%，同比提高 2.5 个百分点，风电开发重心持续向消纳条件较好的地区转移，建设布局持续优化。二季度，中东部和南方地区新增风电并网装机 191 万千瓦，占全国的 50.2%。

光伏装机增速同比有所回调。截至 6 月底，全国光伏累计并网装机 1.86 亿千瓦。1—6 月全国光伏新增装机 1113 万千瓦，其中分布式光伏新增 459 万千瓦。新增装机规模较大的省份包括青海 128 万千瓦、山西 111 万千瓦、浙江 98 万千瓦、陕西 89 万千瓦、河北 85 万千瓦。由于 2019 年以来不再存在“630 抢装”电价政策，以及 2019 年光伏项目补贴竞价工作尚未结束等因素影响，1—6 月新增光伏装机规模较去年相比有较大幅度回调，同比下降 54.2%。

光伏发展布局持续优化。截至 6 月底，中东部和南方地区合计并网光伏装机 8219 万千瓦，占全国光伏装机的 44.2%，同比提高 0.8 个百分点，光伏发展布局持续优化。全国分布式光伏装机约 5502 万千瓦，占比达到 29.6%。二季度，中东部和南方地区新增并网光伏装机 173 万千瓦，占全国新增总量的 25.9%。

新能源发电量与占比稳步提升。1—6 月，全国风电发电量 2145 亿千瓦时，光伏发电量 1067 亿千瓦时，风电、光伏合计发电量占全部发电量的比重与上季度相比提升 0.7 个百分点至 9.5%，新能源清洁替代作用不断增强。二季度，全国风电发电量 1104 亿千瓦时，同比增长 17.1%；光伏发电量 627 亿千瓦时，同比增长 32.5%。

新能源弃电量和弃电率“双降”，消纳形势整体向好。1—6 月，全国弃风电量 104.6 亿千瓦时，同比大幅减少 77.2 亿千瓦时，弃风率 4.7%，同比下降 4 个百分点；弃光电量 26.1 亿千瓦时，同比减少 4.3 亿千瓦时，弃光率 2.4%，同比下降 1.2 个百分点，新能源消纳情况持续好转。二季度，受风光资源条件影响，全国风电、光伏平均利用小时比一季度分别提高 21、96 小时，比去年同期分别提高 27、18 小时。

2 本季度消纳利用评估

全社会用电量继续保持中速增长。1—6 月，全国全社会用电量 33980 亿千瓦时，同比增长 5%，为新能源消纳提供了较好的外部环境。其中，二季度全国全社会用电量为 17186 亿千瓦时。上半年，除青海（-2.8%）、甘肃（-0.7%）、上海（-0.1%）外，各省区用电量均实现正增长，其中西藏、内蒙古、广西 3 个省区用电量增速超过 10%，对促进新能源消纳起到有利作用。

电力系统调节能力逐步增强。气电装机稳定增长，二季度全国新增气电装机 378 万千瓦，新增装机主要集中在江苏、天津、上海、广东等地区。抽水蓄能电站无新增投产装机，华东、华中、南方相对累计投运抽水蓄能装机较多，占全国并网抽水蓄能装机比例超过 76%。火电灵活性改造持续推进，截止 6 月底全国累计改造规模超过 4000 万千瓦。

电网工程建设有序推进，新能源消纳网架受阻情况持续好转。二季度，全国电网基本建设工程投资完成 1644 亿元，同比减少 19.3%。陕北至关中 750 千伏第二通道输变电工程全线竣工投运，河北承德御道口输变电扩建工程、甘肃河西走廊 750kV 第三通道建设工作持续推进，张北-雄安 1000kV 特高压线路工程正式开工，相关地区新能源送出受限情况持续好转。

东北地区新能源消纳保持较好水平。二季度，得益于负荷增速回暖、市场机制建设、电网企业采取有效措施，东北地区弃风 3.8 亿千瓦时，同比减少 27.2%，弃光 0.1 亿千瓦时，同比减少 33.1%。截至 6 月底，区内弃风率同比降低 2.3 个百分点至 2.9%，弃光率同比降低 0.5 个百分点至 0.6%，新能源消纳利用处于较好水平。

西北地区弃风弃光同比大幅好转。二季度西北地区弃风 37.9 亿千瓦时，同比减少 43.7%，弃光 10.5 亿千瓦时，同比减少 20.1%。截至 6 月底，区内合计弃风电量 58.9 亿千瓦时，同比减少 45.4 亿千瓦时，平均弃风率 10.7%，同比下降 8.1 个百分点；弃光电量 23.1 亿千瓦时，同比减少 2.8 亿千瓦

时，平均弃光率 6.9%，同比下降 3.3 个百分点，新能源消纳情况大幅好转。其中宁夏、陕西弃风弃光整体处于合理水平；新疆受益于准东直流投产，弃风率 17.0%、弃光率 10.7%，分别下降 12.0 和 9.0 个百分点；甘肃受益于辅助服务市场及酒湖直流送电能力提升，弃风率 10.1%、弃光率 6.9%，同比分别下降 10.4 和 4.4 个百分点；青海上半年新增风光装机 213 万千瓦，位居全国首位，在局部送出受限问题尚未完全解决的情况下出现限电增加苗头，上半年弃光率 6.3%，同比增长 3.1 个百分点。

华北地区消纳情况整体向好。二季度，华北地区弃风 18.1 亿千瓦时，同比增加 5.7%，弃光 0.9 亿千瓦时，同比增加 73.3%。截至 6 月底，华北地区平均弃风率 4.9%、弃光率 0.7%，同比分别下降 3.9 和 1.0 个百分点。其中，北京、天津无限电问题，山西、山东弃风弃光处于合理水平。蒙西受益于负荷增长、来风低于去年同期、辅助服务市场启动试运行等因素，弃风率同比大幅下降 11.0 个百分点至 10.2%，弃光率下降 3.1 个百分点至 0.7%。河北省新能源装机保持较快增长，上半年新增风光装机 159 万千瓦，在局部网架受限问题尚未完全解决的情况下，限电有所增加，上半年弃风率 4.2%，同比增长 1.5 个百分点。

华中、华东和南方地区消纳情况整体较好。二季度，中东部和南方地区弃风 1.4 亿千瓦时，弃光 2.2 亿千瓦时。湖南二季度进入汛期后出现一定弃电，西藏受电网送出限制造成弃光率较高但总量不大，贵州和云南受局部网架影响出现了微量的弃风弃光，其余地区无新能源消纳问题。

3 下季度消纳形势研判

风电新增装机预计继续保持平稳增长。随着 2019 年风电项目建设工作方案正式印发，平价上网、竞争性配置、新能源消纳监测预警等工作持续稳步推进，以及可再生能源电力消纳保障机制的颁布实施，风电开发运行的整体环境持续优化，预计下半年风电仍将保持平稳增长，全年新增风电装机在 2000 万千瓦左右。

光伏新增装机预计与去年同期基本相当。随着已安排和结转的户用光伏项目、光伏扶贫项目、平价示范项目、领跑基地项目、特高压配套外送和示范类项目持续推进，以及 2019 年光伏发电项目国家补贴竞价排序结果公布，并且对光伏项目建设进度进行严格考核，考虑到光伏项目建设周期较短，预计下半年光伏项目新增规模在 3000 万千瓦左右，预计全年新增装机约 4000 万千瓦。

全国大部地区进入小风期，光照条件呈减弱趋势。三季度，根据中国气象局预测，风能资源方面，受东亚夏季风影响，全国大部地区风速在 3.5m/s-5.5m/s 之间，且随着月份递增风速呈弱减小趋势；太阳能资源方面，在副热带高压、西南季风、印度季风的共同影响下，随着月份的增加，各地的太阳能水平面总辐射月总量均呈减小趋势，且相比 8 月份，9 月份各地的水平面总辐射的减小程度更为明显。

全国新能源消纳整体有望持续保持良好形势。三季度，预计全社会用电量仍将保持平稳增长势头，同时随着可再生能源电力消纳责任权重指标正式下发，北方部分地区大风期结束，全国新能源消纳整体有望持续保持良好形势。三北地区，受益于甘肃、蒙西等试点地区现货市场启动试运行，陕北至关中 750 千伏第二通道输变电工程投运，北方部分地区进入小风期，预计新能源消纳总体形势较好。青海在局部地区网架受限的情况下，进入汛期后新能源消纳面临一定压力，需加快推进相关输变电工程建设，合理安排新能源项目并网时序。冀北局部地区送出受限，需要进一步加强电网和电源工程的协调建设。中东部和南方地区，预计持续保持良好形势，不会出现明显的弃风弃光问题，湖南、安徽接受外来电规模继续增加后，在汛期和部分调峰困难时可能出现一定弃风弃光问题。

河北、青海、湖南存在新能源弃电加重的潜在风险。河北张家口、承德以及青海海西州等局部电网送出受限问题尚未解决，湖南在进入汛期后本地新能源消纳压力持续增加。截至 6 月底，河北弃风率、弃光率同比分别增长 1.5、0.4 个百分点，青海弃风率、弃光率同比分别增长 0.6、3.1 个百分点，湖南弃风率同比增长 2.9 个百分点，上述地区新能源弃电存在进一步增加的风险，需要重点关注。

全国新能源消纳监测预警中心 中国能源报 2019-07-29

首个地市级综合能源服务联盟成立

本报讯 “综合能源服务发展联盟的成立是适应现代能源供应体系和消费方式多样化变革的重要举措，对促进能源行业发展、推进能源服务转型升级具有重要意义……”7月22日上午，国网江苏淮安供电公司联合华能淮阴第二发电有限公司等5家单位发起并成立淮安综合能源服务发展联盟，淮安市副市长赵权肯定了淮安综合能源服务发展联盟的成立价值。据了解，这也是全国首个地市级综合能源服务发展联盟。

近年来，我国能源产业取得了长足的进步，但我国的综合能源利用率仅为38%，是发达国家的一半，因此降低能耗、提高能源综合利用率成为能源发展的新课题。再加上分布式能源、储能、电动汽车等交互式能源设施的快速发展，推动单一能源行业转型、发展综合能源服务已成为必然趋势。在此背景下，淮安综合能源服务发展联盟应运而生，这是淮安供电公司落实国家电网有限公司“三型两网”建设的重要举措。

该联盟由科研机构、高校、能源生产商、能源供应服务商、设备供应商、能效服务商和用能单位等121家单位构成。成立后，联盟将推动开展成员企业战略合作，建立综合能源服务产业信息共享机制，为政策决策制定、行业发展提供数据支持。同时，推动构建能效评价体系，推进示范项目建设，为全国能源行业转型发展贡献淮安样板。

据介绍，淮安综合能源服务发展联盟成立是一次打破能源供需市场壁垒，实现能源研究、新能源开发、能源生产和消费各环节互联互通的新探索。淮安供电公司总经理颜庆国介绍：“将能源产业链各相关方纳入同一平台，打破产业发展壁垒，能充分发挥各成员单位在资本、技术、人才、市场、信息等方面的优势，推动资源共享和融通。”

作为联盟理事长单位，淮安供电公司将主动作为，推动构建有效的能源监测平台。据悉，该公司计划投资3000万元，免费为政府机关、全省重点用能监测单位、行业代表用户等400家机关、工商业单位安装1.4万个采集测点，汇聚供电、政府、用能企业、技术服务商等各主体的监测数据，有效实现对政策决策、行业发展的数据支撑。“联盟可以帮我们实现多种能源的互联互通，降低水、电、冷、热等用能成本。”华能电厂副总经理黄超红表示。

下一步，该联盟将组织开展新能源与绿色建筑发展、多能互补与综合利用技术应用等6场交流会，对水、电、冷、热综合利用及新能源技术应用进行交流，开展新能源跨行业、跨部门应用和解决方案分享。（黄蕾 吴依贤）

中国能源报 2019-07-29

泛在电力物联网理论和实践需迭代推进

国家电网有限公司在今年初的“两会”上首次提出泛在电力物联网概念，3月8日，全面部署泛在电力物联网建设。半年多来，国网已开展了诸多卓有成效的探索与实践。

泛在电力物联网是工业级物联网在能源行业的具体应用，对中国能源革命、数字革命意义重大。基于此，本报诚邀专业行业研究机构研究员组成课题组，在广泛调研、深度研讨的基础上，提出泛在电力物联网建设关键因素与路径。随后，本报将以专题形式进行持续报道，共同推动泛在电力物联网建设，共享发展成果。

2019年是泛在电力物联网建设元年，国家电网有限公司印发了2019年建设方案，统筹安排57项建设任务、25项综合示范和160项自行拓展任务；编制三年（2019-2021年）规划和应用系统、数据平台、网络安全3个专项规划，目前各项重点任务正稳步推进。同时，所属27个省公司纷纷制定泛在电力物联网建设计划，并结合实际进行了因地制宜地探索。

理论层面，泛在电力物联网研究高起点启动，基本明确包括感知层、网络层、平台层、应用层

在内的“四层”架构体系。同时，相关专家基于上述“四层”架构进一步拓展，如国网能源互联网技术研究院院长王继业近日在“泛在电力物联网智能感知技术论坛”上提出包括感知终端层、边缘层、网络层、云层、人工智能层在内的“五层”架构。由此可见，泛在电力物联网理论、建设等还在不断优化调整。

不能按“四层”架构分解建设任务

目前，泛在电力物联网“自下而上”的实践探索多是基于“点”状突破，即以适应当时/当地状况下的情境拓展为主；对泛在电力物联网“自上而下”的理论探讨多是基于“层”式分解，即以从感知层到应用层的分层描述为主。

可以从感知层、网络层、平台层、应用层这“四层”结构去理解泛在电力物联网，但不能按照这“四层”架构分解建设任务，原因在于各层级之间没有明显的界限分割，如新一代智能电表既可以做为感知层的计量工具，也可以为应用层提供智能家居管理等业务场景。因此，当前理论和实践之间的关系需不断优化调整，否则将导致“自上而下”的理论探讨难以落地，或者导致“自下而上”的探索实践重复。

物联网在电力垂直领域创新应用

泛在电力物联网的本质是物联网在电力行业垂直领域的创新，兼具电力行业特征和物联网行业特质。其中，坚强智能电网是电力行业创新发展特征的承载主体，同时也是国网“三型两网”战略的重要组成部分，因此可以基于坚强智能电网和泛在电力物联网对比的角度，更好地理解泛在电力物联网的本质。

从建设目标看，建设坚强智能电网是不断提升能源资源优化配置能力和智能化水平，更好地适应电源基地集约开发和新能源、分布式能源、储能、交互式用能设施等大规模并网接入的需要，满足人民群众日益多样的服务需求；泛在电力物联网的建设目标是应用移动互联、人工智能等现代信息技术和先进通信技术，促进电力系统各个环节万物互联、人机交互，实现状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活。

从承载主体看，坚强智能电网以承载发、输、变、配、用等全环节的能源流、电力流为主；泛在电力物联网则以承载转换、交易、运行、调度、节能、负荷等能源行业供需两侧的数据流及经济社会发展信息流为主。

从辨证关系看，“两网”相辅相成、融合发展、互为补充，又各有侧重，如考虑到坚强智能电网的实时安全运行需要，泛在电力物联网应是基于“有限开放”的坚强智能电网能源电力大数据的高效匹配和深度增值；考虑到泛在电力物联网的全面感知和广泛互联特征，坚强智能电网可基于泛在电力物联网有效解决能源供需两侧的随机性问题。

数据、技术、场景、安全、制度是关键因素

通过进一步总结电力和物联网行业发展的共性特征，应更加聚焦能将感知层、网络层、平台层、应用层“四层”架构有机整合的关键因素，即数据、技术、场景、安全、制度五个要素。

其中，数据流动打通“四层”架构。“四层”架构之间有机关联是通过数据流动实现的，通过对电力行业内部外部数据的整合，形成泛在电力物联网落地闭环；技术体系带动产业生态。泛在电力物联网涉及的细分领域非常广泛，需要技术众多，各类技术体系背后有产业生态的支撑，在“四层”架构中的技术体系需要分类梳理；业务场景为核心驱动力。感知、网络、平台、应用各层面具体的技术功能设计需要面向最终业务场景，业务场景的确定至关重要。

安全体系贯穿业务始终。泛在电力物联网安全属于典型的多维网络空间安全，需要横向保障智能电网和物联网之间的界面隔离，纵向支撑业务架构相关要素（数据、设备等）的层次隔离；制度政策为基石。国家提出的数字中国、能源革命等战略，对泛在电力物联网在顶层设计和宏观布局上形成有力支持。

（作者分别供职于北京化工大学、物联网智库、北京信息科技大学）

孙祥栋 赵小飞 李军 中国能源报 2019-07-29

传统电厂清洁化没那么难

传统燃煤电厂实施超低排放改造，使工业生产更加绿色；将污泥与燃煤一起发电，既减少污泥污染又能保障电力供应……在实现城市绿色供能方面，浙江省走在了全国前列。浙江省一半的统调电量都由浙江省能源集团有限公司（下称“浙能集团”）提供，浙能集团的能源供应是否清洁将直接影响着浙江全省的清洁供能比例。近日，记者来到浙能集团在绍兴市、嘉兴市的落地项目，揭晓绿色供能背后的“秘方”。

超低排放改造 烧煤和烧天然气一样清洁

从杭州市南行约一个小时，即到达绍兴市柯桥区的滨海工业园区。道路两旁树木葱郁，楼宇密集。“十年前工业园区周围一家用户都没有，荒草丛生，企业周围还是一片芦苇荡。”浙江浙能绍兴滨海热电有限责任公司（下称“滨海热电公司”）设备管理部汽机专业组组长居国腾笑着说，“滨海热电公司是第一批入驻到滨海工业园区的企业。因为只有基础设施得到保障，才能吸引更多企业入驻。2011年，滨海热电厂投入运行后，开始陆续为园区用户提供供热保障。如今已有100多家企业入驻园区。”

入驻园区的企业以印染厂为主。“因为绍兴原先是纺织大市，印染产业规模巨大但布局分散，导致环境污染加剧。为了助推印染企业高质量发展，柯桥区（时为绍兴县）实施印染产业集聚升级工程，分三批将原来分散在全区11个镇的街道印染企业，全部集聚到滨海工业区。”滨海热电公司党委书记、董事长赵军介绍道。在他看来，印染产业的集聚升级既可以有效降低污染物排放，又可以降低印染厂的用能成本，“滨海热电公司高效发电机组的年供热量在浙江省最大，所供的蒸汽价格在浙江省最低，这对蒸汽用能较大的印染产业来说节约了一大笔开支，而超低排放装置的投运，又大幅减少了污染物的排放。”

“超低排放改造其实就是对煤的清洁化利用，是一种绿色革命。可以大幅度提高除尘、脱硫、脱硝系统效率，从而达到节能减排的目的。”赵军解释说，进行超低排放改造后可以让“烧煤和烧天然气一样清洁”。滨海热电公司一期工程的两台30万千瓦燃煤机组完成超低排放改造后，减排量相当于一次关停5家小火电，脱硫效率也从之前的95%提升到了98.7%。截至目前，浙能集团下属燃煤电厂已全部完成超低排放改造，成为全球首个全面实现燃煤机组清洁化生产的大型能源集团。

“燃煤+污泥”发电 降低污染增加电力

除运用超低排放装置外，浙能集团还提出了减排“新玩法”——推行燃煤耦合污泥发电，将“污泥”与燃煤“撮合”在一起进行发电。

“燃煤耦合污泥发电项目技术实际上就是利用原有火电厂对污泥进行无害化处理，将干化后的污泥输送至燃煤机组锅炉进行焚烧处理，可以有效减少污泥污染。”浙江浙能嘉兴（嘉华）发电有限公司副总经理、高级工程师童红政说，嘉兴燃煤耦合污泥发电项目就在发电厂内，是入选国家能源局、生态环境部确定的燃煤耦合生物质发电技改试点项目之一。截至目前，嘉兴发电厂燃煤耦合发电一期项目已完成处理城市污泥20多万吨。

“在燃煤耦合污泥发电概念提出之前，嘉兴联合污水处理厂市政污泥都是填埋处理，污泥填埋异味很大，对周围老百姓生活造成了严重影响。早在2009年嘉兴燃煤耦合污泥发电一期项目就已开始动工，大大缓解了城市污泥填埋的压力。”童红政说，除了发电，公司还在布局“电厂+综合能源”，实现冷热电三联供，包括压缩空气等，为周边用户提供多种能源的综合能源服务。未来，也将利用长三角一体化的优势，实现省与省之间的能源互通，促进长三角区域协同发展。

挖掘可再生能源 提高绿色供能比例

传统电厂改造的广泛落地让生产更加清洁高效，让城市更加绿色环保。但全面实现绿色供能，还离不开可再生能源的发展。

“除了燃煤发电，我们也在不断拓展多种能源发电形式，比如利用燃煤耦合污泥电厂周边的闲置空地建设光伏发电场，占地面积约40万平方米，今年上半年发电量达1730万度。”童红政说。截至

目前，浙能集团共收购了 20 个光伏项目，今后这些“清洁电”将通过电网源源不断地送往浙江，助力改善浙江的电源结构。

“未来，我们还将实现冷热电气水的全面供应，打造成综合能源服务供应商。目前正在着力推进两个化工园区的配套设施建设和集中管理。我们还将根据园区自身资源禀赋，量身打造综合能源供应系统，利用园区热发电机组及天然气等高效供热机组代替现有小型低效热发电机组，开展集中供热，提高供热效率，升级园区副产废弃和垃圾的初级利用方式，通过热电联产实现能源梯级利用。”浙能集团相关负责人介绍说。

记者了解到，浙能集团现已在嘉兴市嘉善县开工建设了浙江省内首座氢电合建综合服务站，将实现供氢供电一体化。下一步还将不断拓展光伏发电、风电、智慧能源，为浙江省及长三角地区的绿色供能提供支撑。

本报实习记者 张金梦 中国能源报 2019-07-29

杭州能效正提速

位于长江三角洲南端的浙江是能源消费大省，同时也是能源禀赋“先天不足”的“小省”。互联网经济发达的杭州、东方大港宁波、光伏产业集聚的嘉兴，这三个城市各有特色，也有着能源消费的相似之处。东部城市的能源消费路径该怎么走？记者近日分赴杭州、宁波、嘉兴，试图讲述能源转型过程中的故事，描绘浙江的能源转型图景，为更多东部城市提供借鉴。

杭州发展互联网经济，让全国瞩目，也吸引了众多产业聚集在此，能源消费总量随之递增。互联网的参与让新能源汽车和天然气的应用更高效。但由于可再生能源资源禀赋先天不足，让杭州在提升可再生能源占终端能源消费量的比重上难度较大。如何让能源结构更加清洁化，能源利用效率更高？杭州在努力前行。

“互联网+”为新能源汽车“添彩”

对杭州市民而言，搭乘液化天然气公交车或者纯电动客车出行早已不是新鲜事。杭州市经济和信息化局相关负责人告诉记者，截至 2018 年 10 月，杭州市累计推广新能源公交车 3344 辆，新能源汽车保有量达 11.3 万辆。

“杭州市新能源汽车的推广规模排全国第四，对浙江省的贡献超过 80%。”上述负责人表示。早在 2009 年，杭州就被列为全国节能与新能源汽车示范推广试点城市，并率先提出了对节能与新能源汽车给予维护保养补贴的政策。

互联网经济发达的杭州，新能源汽车自然少不了互联网的“添彩”。“杭州数字经济发达，‘汽车+互联网’产业融合发展势头良好，现已与阿里和海康威视等一大批企业共同开展智能网联汽车研发工作，目前，智能网联汽车的测试和评价体系均走在全国前列。”上述负责人介绍说。

随着新能源汽车规模日渐壮大，充换电、加气站等配套基础设施的建设节奏也逐渐加快。据统计，杭州市已累计建成加气站 36 座，各类充电桩 8978 个。上述负责人表示，下一步，杭州将加强出租、物流、环卫等领域的推广应用力度，发挥“互联网+”优势，利用“互联网+租赁”管理系统，提高新能源租赁车使用率。

“多气源一环网” 让天然气调配更灵活可靠

杭州市能源结构逐渐清洁化、低碳化的过程中，天然气的广泛利用也发挥着举足轻重的作用。

“与其他省市传统天然气管线供应方式不同，浙江省实行天然气‘多气源一环网’，增强了天然气管网调配气的灵活性和可靠性。”浙能集团相关负责人说。作为“多气源一环网”工程的建设者，浙能集团承担着浙江省 81% 天然气供应重任，对此，该负责人补充说道，“多气源一环网”天然气管道输送将省内天然气互联互通，如果某路气源来源紧张，其他气源就会填补空缺，让天然气输送稳定有保障。此外，传统管线因输送距离而影响天然气成本，例如距离管线较远的地市会承担较高的天然气价格，而实行“一环网”管道输送形式后，沿环网各地市均可享受同等天然气价格，有效降低了用

户天然气消费的支出。据了解，该工程将首次试点数字化管道建设，采用技术创新与智能管网体系，在长输管道建设领域实践“互联网+”。

杭州市发改委相关负责人告诉记者，杭州会进一步探索“互联网+”、能源智能微网与天然气利用相结合的利用新模式，开展多能互补协同供应和能源梯级利用为特征的分布式区域能源中心。

探索可再生能源发展新路径

能源转型、能效提升不仅需要新能源汽车和天然气的广泛、智慧应用，更离不开可再生能源的开发。然而，杭州市面临着可再生能源禀赋先天不足和缺乏需求新增长点两大难题，对此，杭州市发改委相关负责人说，在可再生能源发展中，杭州市会探索更多新路径。

目前，杭州市可再生能源的开发利用主要集中在光伏发电和浅层低温能方面。截至 2017 年底，全市累计已并网光伏项目 18790 个，已覆盖杭州市所有地区；良好的气温和地质条件，让杭州市浅层地热能开发利用“从无到有”，现已形成了东部地源热泵、西部水源热泵两个应用热点。其他可再生能源方面，开发利用沼气发电、水电、垃圾发电等多种发电形式。2017 年全市可再生能源发电量占能源消费总量的 3.94%。

作为 2022 年亚运会举办城市，杭州将如何进一步推进能源转型，向世界展现一个更绿色低碳的城市？

杭州市发改委相关负责人表示，未来，杭州会以促进光伏、浅层地热能等可再生能源开发利用为重点，加大政策扶持力度，促进能源结构进一步优化；进一步完善电价、气价和油价定价机制，发挥价格杠杆对资源配置的基础性作用；推进新能源汽车产业的发展，力争亚运会前实现主城区出租全部电动化；实施重点用能单位能耗情况及能效指标在线监控和重点领域节能专项行动；围绕电力体制、油气体制改革，完善相关配套政策，促进杭州市能源改革顺利进行。

本报实习记者 张金梦 中国能源报 2019-07-29

地热能

我国多区域圈定干热岩勘查有利区

干热岩在咱们国家的资源量到底有多大？根据自然资源部中国地质调查局、国家能源局等部门联合编写的 2018 中国地热能发展报告显示，初步估算我国陆域干热岩资源量为 856 万亿吨标准煤。

综合分析研究地质构造、侵入岩体分布等地质条件，科研人员在我国多区域圈定了数处干热岩勘查有利区。

专家表示，特别是青藏高原，它在隆升过程中形成了一系列地热资源。从干热岩地热资源区域分布看，青藏高原南部资源量巨大且温度最高。

央视网 2019-07-22

生物质能、环保工程

我国生物质发电装机规模全球第一

2018 年总装机容量 1784 万千瓦，项目遍布全国 30 个省、直辖市、自治区

“2018 年，我国生物质发电总装机容量已达到 1784 万千瓦。”中国产业发展促进会生物质能产业分会 6 月 27 日发布的《2019 中国生物质发电产业排名报告》（简称《报告》）称，截至 2018 年年底，我国生物质发电装机规模已经实现全球第一。据介绍，近年来，伴随着可再生能源产业的高速发展，

我国生物质发电行业不断提速前行，单位成本持续降低，装备制造水平不断提升，发展态势喜人，预计 2019 年农林生物质发电装机容量将达到 900 万千瓦，垃圾发电装机容量将超过 1100 万千瓦。

投产项目达 902 个

垃圾发电装机增速明显高于农林生物质发电

“截至 2018 年 12 月 31 日，全国已投产生物质发电项目 902 个，较 2017 年增加 158 个，遍布全国 30 个省、直辖市、自治区。”《报告》显示，截至该日期，生物质发电并网装机容量已达到 1784.3 万千瓦，较 2017 年增加 308.5 万千瓦；年发电量、上网电量分别为 906.8、772 亿千瓦时，较 2017 年各增加 112.3、92.5 亿千瓦时。

生物质发电主要包括农林生物质、垃圾、沼气发电。其中，近年来随着处理、利用技术不断成熟，我国农林生物质发电行业已由最初仅提供电能延伸至供热、产乙醇等多种发展模式，垃圾发电则成为城乡基础环保设施的一部分，发展迅速。对此，《报告》指出，自 2017 年以来，我国垃圾发电装机增速明显高于农林生物质发电，在 2018 年前者的各项数据都均已高于后者。

据了解，截至 2018 年 12 月 31 日，后者项目为 321 个，并网装机容量为 806.3 万千瓦，较 2017 年增加了 51 个项目、105.5 万千瓦装机容量。而前者项目已达到 401 个，并网装机容量为 916.4 万千瓦，较 2017 年增加了 63 个项目、191.3 万千瓦装机容量。就发电量来看，后者年发电量、上网电量分别为 394.7、357.4 亿千瓦时，都同 2017 年基本持平。而前者年发电量、上网电量分别达到 488.1、393.2 亿千瓦时，较 2017 年各增加 112.9、92.4 亿千瓦时。“预计，在 2019 年，前者的装机容量将保持目前的增速，后者的装机增速将逐步放缓。”《报告》称。

就我国沼气发电行业而言，其正在稳步向前发展。截至 2018 年 12 月 31 日，该项目已达到 180 个，较 2017 年增加 44 个；装机容量为 61.6 万千瓦，较 2017 年增加 11.7 万千瓦；年发电量、上网电量分别达到 24.1、21.4 亿千瓦时，较 2017 年各增加 2、2.1 亿千瓦时。

发展地域集中

热电联产成农林生物质产业升级的重要方式

当前，我国生物质发电产业发展呈现出明显的地域集中性特征。例如，据《报告》统计，目前我国农林生物质发电项目主要集中在华北、东北、华中和华东地区，垃圾发电项目则主要集中在华东、华南地区，其中，两者华东地区的总装机容量在全国总量中的占比分别达到了 41.5%、53.3%。

截至 2018 年年底，我国农林生物质项目已遍布全国 25 个省、直辖市、自治区，山东、安徽、黑龙江、江苏等装机容量全国排名前 10 省的总装机容量为 651 万千瓦，约占全国总量的 81%，10 省总发电量、上网电量分别为 324.5、294.9 亿千瓦时，在全国总量中的占比均达到 82%。“初步预测，具备供热条件的农林生物质发电项目将向热电转型，更多的项目将会进行供热改造。”《报告》特别指出，在农林生物质行业，热电联产已经成为产业升级、高效转变利用的重要方式，也是实现农村能源转型发展的可行路径，备受青睐，发展迅速。截至 2018 年年底，该类项目总计 137 个、装机容量为 346 万千瓦，在农林生物质总量中的占比分别为 42.7%、42.8%；目前具有该类工业供热、民用供暖项目的各有 13、7 个省；已实现工业供热量约 17 亿吉焦、民用供暖面积约 7000 万平方米。

截至 2018 年年底，我国垃圾发电项目已覆盖全国 30 个省、直辖市、自治区，浙江、广东、山东、江苏等装机容量全国排名前 10 省的总装机容量为 696 万千瓦，约占全国总量的 76%，10 省总发电量、上网电量分别为 378、305 亿千瓦时，在全国的占比均达到 78%。沼气发电项目已覆盖全国 27 个省、直辖市、自治区，山东、广东、江苏、河南等装机容量全国排名前 10 省的总装机容量为 45.4 万千瓦，约占全国总量的 74%，10 省总发电量、上网电量分别为 15.4、13.5 亿千瓦时，分别占全国总量的 64%、63%。

“整体而言，近年来，我国生物质发电产业已快速取得一定的发展成绩。”不过《报告》也提出，其发展水平较发达国家还有差距，要想进一步实现高质量发展，仍离不开国家政策的支持，就行业自身而言，亟待转型升级、积极探索多种盈利模式，减少对补贴的依赖，这是行业发展的根本出路。

中国电力新闻网 2019-07-22

生物柴油制备效率获突破

本报讯 近日,韩国科学技术院(KAIST)研究人员发表于国际学术期刊“Nature Chemical Biology”上的一项研究成果引起了多方关注。利用基因改造的细菌将广泛存在于自然界中的葡萄糖转化为车用生物柴油,并打破了目前的生物转化效率,为未来高效、可持续生产生物燃料提供了新思路。

一直以来,标准生物柴油都来自于植物油或动物脂肪,通过有机化学反应产生脂肪酸及相应酯类物质,而其原料来源则包括有菜籽油、大豆油、玉米油、猪油、鱼油等常见物质。然而,植物油或动物脂肪均需要大量占用土地资源,若要大规模生产生物燃料、并实现化石能源替代,则需要利用大量土地,不仅成本相对高昂,也可能引发相应生态问题。该研究成果的提出,则解决了这一问题。

该论文题为“生产脂肪酸与燃料的产油细菌工程”,论文指出,无需大量占用土地,而是使用广泛存在于自然界的葡萄糖,并利用改造后的菌株就能够实现高效的生物燃料生产。

KAIST 研究人员将名为 *Rhodococcus opacus* 的菌株进行基因改造,并最大限度地优化菌株培养条件,从而利用菌株对葡萄糖的代谢来累积脂肪酸,并经过一系列生化反应实现高浓度的烃类物质及脂肪酸乙酯,而这些物质都是生物柴油的主要成分。

据科学新闻资讯网站 *Asian Scientist* 介绍,利用这种新方法,通过细菌转化的脂肪酸、脂肪酸乙酯及长链烃类的浓度能够分别达到 50.2g/L, 21.3g/L 及 5.2 g/L,已具备商业化生产前景。事实上,早在 2013 年,就有研究人员利用基因改造后的大肠杆菌将糖分转化为短链烃类,但生产浓度仅为 0.58g/L,远小于商业化所需的水平。

KAIST 研究团队负责人 Sang Yup Lee 表示,这项技术利用木质纤维素——地球上最丰富的资源之一,在不依赖化石燃料和动、植物油的情况下,实现了高效地制造脂肪酸和生物柴油。这项研究成果将为长期依赖化石燃料的石油工业提供了新的机会。

油价网撰文称,这一技术的出现很可能永久改变了生物燃料领域。为实现《巴黎协定》定下的气候目标,减少化石燃料的使用尤为重要,但到目前为止,生物燃料还没有达到大规模应用所需要的效率,价格也有待下降。然而,此次技术的突破可能将会在很大程度上推动天平向更绿色的未来倾斜。

李丽旻 中国能源报 2019-07-22

国投电力布局垃圾发电产业

7月10日国投电力控股股份有限公司成功完成新源(中国)环境科技有限责任公司股权交割工作,成为新源(中国)第一大股东,持股60%,国投电力由此正式介入境内外垃圾发电产业。

新源(中国)在垃圾发电领域耕耘多年,开发及运营管理经验丰富,在国内及泰国均有垃圾发电项目,其中曼谷垃圾发电项目是中资企业成功推动落成的泰国首个垃圾焚烧发电 BOT 项目。

近年来,国投电力在做好水火风光传统能源项目的基础上,积极探索以能源为核心的多元化发展思路。2018年下半年,该公司决策进入环境能源领域,以城市垃圾发电为突破口,抢抓东南亚国家垃圾发电发展机遇。

国投电力并购从前期调研、分析评估,到磋商谈判,经过近一年努力,最终成功完成了新源(中国)的并购工作。本次并购完成后,国投电力将加强项目投后管理,增强并购项目持续盈利能力,以泰国项目为基础,借助新源(中国)在泰国、菲律宾、柬埔寨等地的资源优势进军东南亚垃圾发电市场。

郭投 中国能源报 2019-07-22

太阳能

嘉悦新能源金寨一期 2.5GW 高效 PERC 光伏电池项目顺利投产

7月29日，嘉悦新能源科技有限公司金寨一期 2.5GW 高效 PERC 光伏电池项目投产仪式在金寨现代产业园区隆重举行，该项目全部引进技术成熟、性能稳定的全球一线智能化设备及精密检测仪器，生产工艺采用行业主流领先的 PERC+SE 技术，电池平均转换效率将达到 22.2% 以上的行业领先水平，兼具生产 158.75、166 大尺寸等全规格电池，并同时兼容双面、半片、叠瓦等电池工艺。

据悉，金寨嘉悦新能源项目作为六安市重点项目于 2019 年 3 月 15 日在金寨现代产业园区开工建设，总体规划 10GW，总投资 40 亿元，一期项目 2.5GW，占地面积 266 亩，截至 29 日一期项目正式投产，嘉悦新能源仅用 136 天便完成了在一块尚未完全平整的空地上从项目土勘、设计、建设、设备安装调试到首条电池片正式下线，刷新了行业建设投产的新速度，创造了全球光伏电池建设速度奇迹。

业内人士表示，当前市场上 PERC 电池产能可以分为三类，第一类是在常规产线上直接进行升级，效率只能提升 1%，这类产线的效率只有 21.2% 到 21.4%，属于 Perc 里的落后产能；第二类是加入了热氧化工艺，优化了刻蚀、扩散匹配，效率可提升到 21.7%；第三类应用了激光 SE 选择性发射极技术，量产效率可以提升至 22% 以上，是最先进的 PERC 产能。嘉悦新能源此次投产的即是 PERC+SE 的最先进产能，依托其成熟的管理及技术团队，将有望快速切入市场，为下游组件企业提供极具竞争力的电池产品。

当前，随着平价上网项目、竞价上网项目陆续启动，国内光伏市场正恢复增长势头，再叠加海外市场的高速增长，业内预计光伏行业需求将迎来持续长周期。投产仪式上，嘉悦新能源董事长舒桦满怀信心的表示，公司将致力于打造全球领先的光伏能源技术解决方案提供商，以一期 2.5GW 项目为起点，持续为行业提供更高效、更智能、更高性价比的电池产品，助力行业发展。同时公司的发展将与老区振兴脱贫以及全社会绿色发展相结合，带动新能源产业和区域经济的协同发展和绿色发展，携手金寨，走向全球，为构建绿色生态，发展绿色经济做出更大的贡献。

中国能源网 2019-07-30

贵阳企业打造亚太区域最大单体光伏发电项目

日前，由中国电建集团国际工程有限公司（简称电建国际）、中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司（简称贵阳院）联合承包的亚太区域最大单体光伏发电项目——越南虹峰光伏发电项目，在越南平顺省北平县正式投入运营。

据了解，越南虹峰光伏发电项目项目为装机 325 兆瓦的巨型光伏发电场，占地 6000 亩，由 50 个光伏方阵，近百万块光伏电板组成。其中，光伏板由约 16 万根钢筋混凝土预制桩支撑，约 2200 公里的集电线路连接。

中国电建贵阳院海外事业部国际公司总经理雷声军介绍，作为一带一路的重点项目，光伏发电厂的建成，每年可为越南当地电网提供 5.2 亿度清洁能源，可节约标煤 17.5 万吨，减少二氧化碳排放 43.9 万吨。将改善当地能源结构，有效缓解越南当地发电项目小而散、清洁能源占比低的问题。

雷声军表示，电建国际、贵阳院凭借优秀的策划方案与丰富的经验，从日本、法国、加拿大、印度等众多竞争对手中脱颖而出，于 2018 年 8 月底，与越南业主单位签订合同。贵阳院作为项目 EPC 总承包的执行单位，从开始修建，到 2019 年 6 月 30 前完成项目建设且全部并网发电，最终只用了约 7 个月的有效工期。

平顺省省委书记阮孟雄表示，中国电建是一家有实力、有经验的工程公司，如此高效地完成大

规模光伏发电场的建设工作，创造了越南新能源开发的新记录。

贵阳院新能源设计院副院长王瑾表示，国际能源署（IEA）数据显示，2018 年全球光伏累计装机容量超过 510GW，中国累计装机容量为 176.1G。中国光伏发电新增装机容量连续五年全球第一。

在工程建设方面，如中国电建等大型央企，经过多年在新能源发电行业的开发经验沉淀，形成了能够代表国家综合竞争实力的新能源领域完备的技术服务体系、技术标准体系和科技创新体系，可提供包含工程规划、勘测设计、咨询、监理、监测检测、科技研发、工程总承包、工程建设管理、投资运营于一体的综合性全产业链一站式服务。中国大型央企的资源整合能力，也是产业技术服务出口的一大优势。

沿着“一带一路”，贵阳院已在南美洲、非洲、中西亚等地区开拓水利水电、新能源及装配式建筑三大业务板块。雷声军表示，“目前，贵阳院已完成国内外 16000 兆瓦水电、5000 兆瓦新能源发电项目的勘测设计工作。未来，我们将把更多海外新能源项目打造成精品工程，打开更广阔的海外市场”。

据悉，贵阳院只是贵阳高新区企业走出国门的一个缩影，近年来贵阳高新区紧跟贵阳对外开放步伐，打造“一带一路”国际陆海贸易新通道重要枢纽，外贸进出口额达 2.24 亿美元，占全市的比重达 6.4%，同比增长 77.5%。

中国日报网 2019-07-22

“大尺寸”光伏产品迎发展时机

其最大优势是提高产品功率，促进度电成本进一步下降

从 156 毫米到 156.75 毫米、157.25 毫米、157.4 毫米、157.75 毫米、158.75 毫米、166 毫米，去年下半年以来，不少光伏企业都感受到了市场的新变化，不断加快大尺寸产品的迭代创新速度，硅片尺寸的比例越来越大。

在高功率和性价比的推进下，大尺寸光伏产品正在形成大气候。一方面，大尺寸化加速推进，以实践验证技术，以方法推动趋势；另一方面，大尺寸也面临多重挑战，其中规格标准能否统一最受行业关注。有业内人士表示，唯有相关标准迎头赶上后，产业链才能更加协调有序发展。

“大”发展时机已到

随着光伏行业平价上网大幕开启，企业降本增效压力渐增。在日趋激烈的竞争中，成本更低、组件输出功率更高的大尺寸产品越来越受到市场青睐。

前不久，在巴西举行的一次可再生能源拍卖中，光伏平均中标电价低至 1.75 美分/千瓦时（约合人民币 0.12 元/千瓦时），刷新全球光伏电价最低纪录。与此同时，设备价格也开始下降。近日，国内首个光伏发电平价上网示范项目光伏组件集采开标，310W 组件的最低中标电价为 1.87 元/瓦。

在产业迈向竞价无补贴的新形势下，愈发凸显出大尺寸产品的价值。

“从产线兼容性、市场需求和产品可靠性来看，大硅片将是 2019 年主要的发展路线之一。”一位赛维太阳能科技集团的技术负责人对记者表示，大尺寸硅片最大的优势是在几乎不增加制造成本、不明显改变组件面积的前提下，提高了产品功率，从而使单瓦成本更低。“单块组件将获得更高功率，可有效降低成本，促进度电成本的进一步下降。”

这位技术负责人所言非虚，作为业内领先的太阳能电池企业，广东爱旭科技股份有限公司也对大尺寸的市场前景充满信心。爱旭科技副总经理何达能对记者分析说，未来大尺寸电池会继续发展，成为主流电池尺寸。2019 年是 166 尺寸发展的元年，预计 2020 年大尺寸产品将会占据市场 50% 份额，M2 尺寸电池将会在 2 年~3 年内退出历史舞台。

“大尺寸电池可以加速度电成本下降，以 166 毫米×166 毫米电池为例，在目前工艺水平基础上，用 22.50% 转换效率计算，单片电池功率达到 6.06 瓦，相比 156.75 尺寸电池功率增加 113% 以上，用大尺寸电池来降低度电成本将是最佳选择。”何达能表示。

多元技术叠加促发展

技术革新是推动光伏产业转型升级、高质量发展的重要突破口。产品趋势的变化，也考验着企业的创新能力。长期以来，光伏企业不懈研发，灵活应对市场要求，而随着市场对于高效产品需求的增大，大尺寸系列产品与其他技术叠加，成为提升产品功率和效率的有效途径。

“大尺寸电池与多主栅（MBB），双玻或透明背板的搭配可以结合半片、拼片、叠瓦、板块互联等多种组件封装方案。随着电池技术发展，光电转换效率将得到进一步提升，预计组件功率将会很快超过 450 瓦。”何达能对记者分析说。

通过研发生产，爱旭发现大尺寸产品+MBB 是最佳技术组合，更多的栅线可以使电流的收集能力更强。同时爱旭全球首创的电池双面双测双分档技术，可以将电池的正面及背面效率明确标定，大幅减少了失配风险，增加电池组件可靠性，使组件拥有更好的抗 PID（电位诱发衰减）性能，更可以提升系统发电量，进一步为电站投资商增加盈利。

“今后爱旭将继续提升电池片转换效率，优化栅线设计，尽快使量产平均效率突破 23%大关。”何达能表示。

各项电池组件技术叠加，发挥出更高效、更可靠、更低成本的优势。今年 6 月初，赛维推出了新一代赛单晶大尺寸系列产品——赛单晶硅片“青山”系列、赛单晶电池“绿水”系列和赛单晶组件“蓝天”系列。

其中，“青山”系列以多晶铸锭技术为基础，通过技术升级和工艺改造，以定向凝固的方式生长出大尺寸单晶。相比普通多晶硅片，赛单晶青山 LM2 拥有更优晶体性能，能与金刚线切片、PERC 等匹配度更高，其高效电池工艺效率高达 22.2%，能显著降低产品的衰减率和发电成本。“蓝天”系列采用新一代赛单晶大尺寸产品绿水系列电池 LW2，以及半片组件/BBL 组件技术，输出功率高达 400Wp 以上，不仅成本更低，还可获得更高的发电收益。

“产品创新能力既是企业的核心竞争力，也是行业发展的核心驱动力。发展可量产的高效技术尤为关键，今后，我们将继续探索高电压、低电流的硅片电性能指标和电池制备工艺。”前述赛维技术负责人对记者说。

标准化将逐步清晰

虽然大尺寸硅片令功率提升，但不等于越大越好，一味追求增加尺寸并不能带来等比例的效益。不少企业认为，硅片尺寸的不确定性将令整个产业链受到影响，多种尺寸规格让设备提供商无法全力开发新一代电池和组件设备，因此，应加快推进大尺寸硅片的统一和标准化。

“找到合适的尺寸才是提高大尺寸产品质量和可靠性的有效途径。”前述赛维技术负责人对记者表示，硅片尺寸多样化给产业链上下游的配合带来烦恼。在大尺寸产品的生产中，部分企业微调了硅片电池尺寸，而这些尺寸的电池又不易找到其他买家，导致产品积压。“为某些特殊尺寸电池而生产的硅片，无法提供给其他客户，容易造成库存和浪费。因此，规范硅片尺寸，形成全行业共同采纳的标准，是光伏制造企业共同的诉求。”

何达能对记者表示，希望标准可以尽快得以确定。“对于设备厂商来说，需要在设备开发期，开发兼容更多尺寸，同时具备简便升级能力的设备方案来应对未来尺寸的变化。”

采访中，记者了解到，目前行业内部分领军企业正在主导硅片尺寸统一与标准的相关草案，未来硅片及电池的尺寸规格有望逐步清晰。

此外，组件在走向大尺寸、高效率的同时，更应注意把握好节奏。晶科能源控股有限公司副总裁钱晶此前接受媒体采访时曾表示，组件功率需要循序渐进，也要看技术成熟度和市场接受度。晶科能源一向根据市场需求来制定产品策略，虽然推出了正面最高输出功率达 460 瓦的 Swan Plus 组件，但今年不会进入大规模量产。她预计，新产品的爆发期在 2020 年一季度，“明年才会真正进入 460 瓦以上的时代。”

《中国改革报》 2019-07-16

阿特斯签署阿尔伯塔省最大太阳能光伏电站售电协议！

阿特斯阳光电力集团 2019 年 7 月 25 日发布新闻宣布，公司已与北美最大的能源及能源服务提供商之一 Direct Energy，就集团旗下一座名为‘萨菲尔德（Suffield）’的 32 兆瓦（DC，直流）/23 兆瓦（AC，交流）太阳能光伏电站项目，签署购电协议。Direct Energy 是英国最大的综合性能能源供应商之一森特里克公司（Centrica PLC）旗下子公司。

萨菲尔德（Suffield）电站坐落于于阿尔伯塔省（Alberta）东南部，项目预计将于 2020 年投入商业运营。届时，它将成为阿尔伯塔当地最大的太阳能光伏电站。

阿特斯阳光电力集团董事长瞿晓铎表示：“我们很高兴能够 and Direct Energy 公司合作，开发创新性的可再生能源解决方案，包括就‘萨菲尔德（Suffield）’电站达成长期电力供应协议。阿尔伯塔省自然资源丰富，素有“能源省”的美誉。我们很自豪能将阿特斯一些最新的太阳能技术引入这座城市。

该电站项目选用阿特斯双面太阳能组件，这款组件两面受光均可发电，因此相比常规太阳能组件，它不仅发电更多，同时双面的设计让它不仅能在用电需求高的炎热夏季表现出优异的发电性能，同时也适用于多云或下雪的天气。”



‘萨菲尔德（Suffield）’电站选用的高效阿特斯酷双面（BiKu）系列组件，较常规太阳能组件具有更多优势。这款产品集合了阿特斯三大领先工艺技术，包括双面电池、双玻组件和酷半片技术，可显著提高组件发电增益，最高可达 30%。在大幅提升系统发电量产出的同时，也降低了系统 BOS 成本，从而进一步降低平准化度电成本。

同时，这款酷双面（BiKu）组件也是阿特斯组件产品系列中，性价比最高、可靠性最好的电站级组件之一。双面的设计，也保证了组件即便在光照条件较弱的冬季，也能保证优异的电力输出能力和系统可靠性。

同时，该电站项目还将采用单轴跟踪器，使组件阵列能够时刻追随太阳的运行轨迹，实现系统发电量最大化。

Direct Energy Business 北美区电力&天然气业务部高级副总裁大卫·布拉斯特（David Brast）表示：“随着夏季客户用电需求的增加，新增 23 兆瓦太阳能电力输出将有助于我们为客户提供更加丰富多元的可再生电力供应选择。另一点，让我们引以为傲的是，我们和阿特斯公司就‘萨菲尔德（Suffield）’电站签署的这项长期电力采购协议，是我们恪守母公司 Centrica 提出的‘致力于提供引

领低碳未来发展的产品和服务’的全球承诺，在阿尔伯塔省迈出的坚实的第一步。”

今年 1 月份，‘萨菲尔德(Suffield)’电站入选加拿大自然资源部新兴可再生能源项目计划(Natural Resources Canada's Emerging Renewable Power Program)，获得了 1530 万美元的资金支持。其余资金来自私人市场。

‘萨菲尔德(Suffield)’电站在建设期间内，预计将创造 250 个工作岗位。电站预计将于 2020 年投入商业运营，届时每年可为当地约 7400 户家庭提供清洁、安全的太阳能电力。

此外，阿特斯于今年 2 月份发布新闻宣布，与阿尔伯塔(Alberta)省政府部门阿尔伯塔基础设施公司(Alberta Infrastructure)签署了三份太阳能光伏电力采购协议。

根据协议，阿特斯将为该省东南部提供总计 94 兆瓦(MWp)的太阳能光伏电力，这些电力将满足阿尔伯塔省政府 55% 的电力需求。合同中的三座电站项目——海斯(Hays)、琴纳(Jenner)、蒂利(Tilley)均位于阿尔伯塔(Alberta)省东南部，预计将于 2021 年初投入运营。

阿特斯阳光电力集团 2019-07-26

阿特斯专利数量居国内光伏企业之首

中国光伏行业协会《2018-2019 年中国光伏产业年度报告》显示：截至 2019 年 3 月底，阿特斯专利申请量位居国内光伏企业榜首。最新数据显示，截至 2019 年 6 月，阿特斯在全球范围内累计申请专利 2248 项，其中中国专利 2138 项，PCT(Patent Cooperation Treaty)国际专利 23 项，授权中国专利 1280 项，海外专利授权 43 项，连续多年专利申请量和授权量国内光伏行业领先。

近年来，阿特斯在行业率先量产推出众多新技术、新产品，如湿法黑硅制绒、多晶 PERC 电池、半片组件、MBB 多主栅组件、叠瓦组以及铸锭单晶等。在这些领域，阿特斯都进行了大量的专利布局。

以阿特斯湿法黑硅技术为例，阿特斯自始至终特别注重专利布局，除了核心专利之外，还布局了一系列外围专利，针对不同的技术路线又布局了多角度专利。在未来可能的竞争对手和市场所在地形成专利保护网，有效保护自己的核心技术并及早抢占市场份额，提高公司的核心竞争力。同时，近百件的海内外专利家族构成了该技术的护城河。

柳雯 中国能源报 2019-07-22

我国光伏发电扩容约 5000 万千瓦 年度补贴约需 17 亿元

国家能源局日前公布了 2019 年光伏发电项目国家补贴竞价结果：2019 年拟纳入国家竞价补贴范围的项目共 3921 个，覆盖 22 个省份；总装机容量 2278.8642 万千瓦；测算年度补贴需求约 17 亿元。

从项目类型看，普通光伏电站项目 366 个，装机容量 1812 万千瓦，占总容量的 79.5%，主要分布在中西部地区。分布式光伏项目 3555 个，装机容量 466 万千瓦，占总容量的 20.5%，主要分布在东部沿海地区。

此次拟纳入国家补贴竞价范围的项目只是今年全国光伏发电建设规模的一部分。加上此前已安排和结转的户用光伏项目、光伏扶贫项目、平价示范项目、领跑基地项目、特高压配套外送和示范类项目等，今年光伏发电项目建设规模在 5000 万千瓦左右，预计年内可建成并网的装机容量在 4000 万—4500 万千瓦左右，能够保障光伏发电产业发展合理规模，实现光伏发电产业稳中求进。

“实行光伏发电补贴竞价后，光伏发电发展的市场化导向更明确、补贴退坡信号更清晰、财政补贴和消纳能力落实的要求更强化。”国家能源局有关负责人表示。

值得注意的是，纳入国家补贴竞价范围项目名单只是取得了补贴资格，项目最终能否享受国家补贴，还要以是否按有关通知要求，按期全容量建成并网为准。对于逾期未全容量建成并网的，每

逾期一个季度并网电价补贴降低 0.01 元/千瓦时；在申报投产所在季度后两个季度内仍未建成并网的，取消项目补贴资格，并作为各地光伏发电市场环境监测评价和下一年度申报的重要因素。

人民日报 2019-07-16

铜川光伏领跑基地首批方阵并网发电

日前，由中国能建西北电建参建的铜川光伏发电技术领跑基地首批光伏方阵并网发电。位于陕西省宜君县境内的铜川光伏发电技术领跑基地，总投资 40 亿元，规划装机规模 500 兆瓦，设计每年发电量约 6 亿千瓦时，是国内首批三个光伏发电技术领跑者基地之一。

乌志文
中国能源报 2019-07-22

数字化监测让光伏运维更高效

光伏电站建成并网后，运营维护工作上升成电站的工作重心，直接关系到电站能否长期正常稳定运行，并影响电站的成本投入、投资价值及最终收益。而在光伏平价上网步伐越来越近的背景下，光伏电站工程造价愈发透明，这也使得不少企业开始关注电站运维成本，甚至有业内人士表示，运维是光伏项目下一站比拼的重中之重。

“目前，各类机构对光伏电站的监测主要还是采用人为监测，也就是工程师带着设备去现场一项一项做反复性测试。”TüV 北德集团大中华区可再生能源部光伏系统技术经理朋泰或说，这种方法有很大局限性，一是受测试周期限制，由于测试周期较短，在有限的时间内对电站整体进行非常准确的评估难度较大，不确定性强；二是人为操作难以覆盖全部设备，抽样性调查可能会带来一些不可控隐患。

在此情况下，新技术的加持成为运维突破的关键。一位业内人士告诉记者：“大数据、云计算、人工智能等新技术的普及正在加速能源行业的数字化转型，也将赋能光伏运维的转型升级。”

“TüV 北德 2016 年推出了旗下第一套数字化监测系统。”据朋泰或介绍，数字化监测系统的实质是利用各式传感器监测整个光伏电站，获取大量数据流后在后端远程实现数据整理、检查、分析，涵盖性能分析、线损分析、低效能分析、系统效率分析等各个环节，最后形成对电站的整体评价。

朋泰或认为，数字化监测有两大优势。一是技术优势，可以更好地保障电站监测质量。和人为测试不同，数字化监测范围不会仅集中在某一区域，而是更为科学的离散型布局。通过大范围抽样管控数据，更好地体现数据一致性。同时，传感器精度不断提高，已达到千分之五，基本实现了人为测试数据的植入，这可以大幅降低监测误差，使监测更精确。二是成本优势。“经过多年研发，系统不断升级，但成本依旧控制在初步定价。”朋泰或说，“总体而言，用先进的技术手段代替人为测试，在监测范围、准确性上都有大幅提升。”

本报实习记者 董梓童 中国能源报 2019-07-22

补贴政策持续 户用光伏切忌大干快上

7 月 18 日，国家能源网站公布了 2019 年户用光伏项目信息情况(2019 年 7 月)。从最新公布的情况来看，截至 2019 年 6 月底，可纳入 2019 年国家财政补贴规模户用光伏项目总装机容量为 222.69 万千瓦。对此，以下几点值得关注。

第一，2.2269GW 的户用规模说明户用光伏市场潜力巨大。一方面说明大家参与户用光伏市场的积极性很高，另一方面也说明了今年户用单独管理的政策非常切合市场的需求。

第二，2.2269GW 里有 1.7528GW 是《国家能源局关于 2019 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》(国能发新能〔2019〕49 号，以下简称《通知》)下发前建成并网但未纳入国家补贴范围的

项目。根据《通知》要求，经当地备案机关和电网企业联合审核、确认后纳入 2019 年财政补贴规模，补贴金额按 2019 年价格政策(0.18 元/千瓦时)全电量补贴。这个政策是对以往已并网但因种种原因未纳入补贴范围的所有户用光伏项目的“兜底”，解决了很多老百姓的后顾之忧，显示出国家支持户用光伏发展的思路是明确的；户用光伏获得的“优惠政策”和“特殊待遇”，也体现了管理部门高度重视户用光伏建设，户用光伏的发展前景明朗。

第三，目前已用的 2.2269GW 规模中，2018 年“兜底”的项目规模占了其中很大一部分，同时也要看到，6 月份的 474.1MW 中，有很多是之前就已做了铺垫，只待政策落地就安装的，未来单月想实现如此大装机规模的概率不大。所以就目前的市场情况看，全年 3.5GW 的总规模，加上有一个月的缓冲期，预计今年户用光伏规模 3、4 个月就干完不太可能。

第四，呼吁户用光伏从业者、经销商等量力而行。户用光伏度电补贴政策是持续的，即便将来补贴强度会有所降低，但伴随着系统成本的不断下降，收益率不会有大的变化。

第五，必须认识到，户用光伏不仅仅是光伏项目，同时也是关系到千家万户的民生工程。户用光伏市场从业者和经销商要坚持从质量出发，保证户用光伏电站质量和发电收益是核心方向，避免“抢装”“大干快上”等类似现象出现，保证电站质量。

钟光福 中国能源报 2019-07-22

江苏电建一公司承建“骏马”电站获吉尼斯认证



7 月 9 日，中国能建华东建投江苏电建一公司承建的达拉特光伏发电应用领跑基地 4 号“骏马”电站项目，通过吉尼斯世界纪录认证，成为世界上最大的光伏板图形电站。

该电站建设规模为 200 兆瓦，于 2018 年一次性全容量并网，以“林光互补”方式实现了经济效益和生态效益共赢。其中，“骏马”图形由 196320 块光伏板组成，占地面积 1398421 平方米。

中国能源报 2019-07-22

全球新增光伏装机今年有望创新高

本报讯 能源咨询公司伍德麦肯兹近日称，预计今年全球新增光伏装机容量将创历史新高，增量将主要来自西班牙、美国、印度和越南等地。

伍德麦肯兹预计，今年全球新增光伏装机容量达 114.5 吉瓦，同比增加 17.5%，增量首次突破 100 吉瓦。伍德麦肯兹分析师同时表示，去年全球光伏市场的回落只是暂时性的，今年将有所改善，预计在 21 世纪 20 年代初期，全球新增光伏装机容量将达 125 吉瓦/年。

伍德麦肯兹的统计显示，2018 年全球新增光伏装机容量为 1-5 吉瓦的国家和地区有 7 个；预计 2022 年将达到 19 个，届时全球光伏装机容量将进一步增加。

王升 中国能源报 2019-07-29

迪拜安装阿联酋最大机场太阳能系统

本报讯 据《阿拉伯商业周刊》7月16日报道，迪拜机场局和阿提哈德能源服务公司共同宣布，已成功在迪拜国际机场2号航站楼安装了阿联酋最大的机场太阳能系统。

据悉，该系统共有1.5万个光伏太阳能板，装机量5兆瓦，年发电能力748.35万千瓦时，将为迪拜机场每年节省330万迪拉姆（约合89.86万美元），减少碳排放3243吨。

阿提哈德能源服务公司表示，此次安装的机场太阳能系统项目是迪拜推出的“屋顶太阳能”计划的一部分。该计划是迪拜水电局启动的第一个推动促进清洁可再生能源使用的智能倡议。该机场太阳能系统完工后，阿提哈德能源服务公司将向迪拜机场提供7年的维护服务。（邓微云）

中国能源报 2019-07-29

海洋能、水能

水电技术标准“走出去”短板待补

我国水电行业的勘探、设计、施工水平目前均走在世界前列，然而水电技术标注“走出去”仍面临标准体系、体制机制、咨询能力等诸多短板。记者近日在采访中获悉，我国将在2022年全面完成水电技术标准的英文翻译出版工作。届时，水电“走出去”将具备强有力的标准支撑。

据了解，我国适时正式以中英文版发布确定后的标准体系成果，旨在让国外机构、企业等充分认知中国水电技术标准的发展状况，加快我国水电技术标准体系与国际接轨。

国际认知度较低

我国缺乏标准外文版水电技术标准，导致水电标准在国际上认知度较低外，加之体制机制等问题，严重制约了水电技术标准“出海”。

据了解，国外成熟水电行业标准体系中，管理标准占比相对较少，涉及社会安全、环境保护、业内竞争规则等重大规定多由政府部门以法令、法规或者指导意见的形式颁布执行。

“西方和欧盟标准体系主要是按构筑物、岩土工程、设备功能、环保等建立起来的。”一位参与水电行业标准体系制定的人士介绍，而我国水电行业标准体系参考前苏联模式按照专业分类建立，管理标准占比较大。

“国外水电技术标准编制过程涵盖的范围更宽，有的标准编制包括了项目的勘测、设计、施工和试验等工程实施工程的主要环节。例如，美国水电标准 USACE 把水电涉及各专业整合成了综合标准。”上述人士表示，而中国企业在国外水电工程中使用的中国标准有国家标准 GB、能源标准 NB、电力标准 DL、水利标准 SL、计量标准（JJF、JJG）以及水电标准 SD 等类别，水电标准缺乏综合性、系统性。

为系统解决水电技术标准问题，我国于2015年启动了中国水电技术标准国际化研究，水电技术“走出去”的标准按照勘测、设计、施工建造、运行维护的全生命周期编制，编制内容比国外技术标准更详细，专业性更强，专业门类更齐全。“不过，我国水电技术‘走出去’的标准内容虽多，但叙述过于原则化，缺乏必要的原理阐述。”上述人士直言，海外水电项目总体以建设项目为主，涉及运维的项目样本太少，比如三峡集团收购的两个海外项目运营，还没有运维的实践。

多头管理成关键制约因素

水电行业专家一致认为，我国水电技术标准“走出去”认可度偏低的根本原因，在于体制机制的制约。由于水电行业管理机构多次变动等因素，水电标准化管理体制机制长期滞后，从管理部门看，水电行业技术标准存在“多头、分散”的管理问题。

一位不愿具名的知情人士告诉记者，从管理机构看，规划设计、设备、施工等不同标准化技术

委员会分属不同管理机构，标准化技术委员会的秘书处承担单位分属不同单位，条块分割，协调难度较大。

对于上述问题，业内专家建议，应发挥大型水电企业以及各类学会、协会的作用，形成我国水电企业的技术标准体系，逐步解决水电技术标准由政府单一供给的模式。

咨询设计能力需强化

业内专家还建议，水电技术标准“走出去”要加强不同地域国家国情的研究，增强标准制定和修订的通用性和适用性，便于技术标准在“走出去”的过程中更好地对接使用。另外，要鼓励中国专家积极参与国际水电标准的编制工作，把中国标准转化成国际标准，同时融入中国近年来大型水电设备发展的新技术、新方法，提升国际话语权。

业内普遍表示，要提升能源行业标准国际化水平，推动我国水电技术标准“走出去”，首先要将中国标准翻译成高质量的标准外文版，目前标准翻译数量远远不能满足国际项目的需求，需要全面开展、大力推动水电行业技术标准翻译工作。

此外，推动水电技术标准“走出去”的另一个有效途径，是推动咨询设计“走出去”。据了解，我国设计咨询起步较晚，并未成熟，目前咨询设计被动跟在施工企业后面，失去了中国水电技术标准从源头上推广的先机。对此，业内专家建议，鼓励中国设计咨询机构积极参与国际竞争，树立中国高端咨询公司形象。

本报记者 苏南 中国能源报 2019-07-22

风能

德国专家称欧洲陆上风电潜力巨大

近日，德国一个研究小组发表了论文，称欧洲陆上风电的潜力可以产生的能源，是现有能源需求的十倍之多。该研究小组通过分析可用土地、整个欧洲大陆的风速数据等得出这一结论，与其他关于这一主题研究不同，此份研究考虑了未来风力涡轮机的设计。

研究人员认为，未来几年风力发电设备的创新设计，将有助于欧洲实现 13.4 太瓦的陆上风力发电能力。欧洲一直处于可再生能源发展的前沿，希望在本世纪末将全球平均气温上升幅度降低至 2 摄氏度以下。但最近欧洲的可再生能源的增加已经停止，这项研究可能会改变这一趋势，并在陆上风电领域刺激更多的支出。

彭博新能源财经去年 11 月的数据称，由于涡轮机价格便宜，加之美元坚挺，全球陆上风电平均平准化度电成本为每兆瓦时 52 美元，较 2018 年上半年下降了 6%。在一些地方，例如印度、美国得克萨斯州，未经补贴的陆上风电成本仅为每兆瓦时 27 美元。不幸的是，由于政治限制和民众反对，欧洲并没有出现这种情况。

中国电力新闻网 2019-07-16

数据显示：我国已成为世界第三大海上风电国家

据中央广播电视总台中国之声《新闻和报纸摘要》报道，数据显示，2018 年我国海上风电总装机容量为 445 万千瓦，在建 647 万千瓦。我国已成为仅次于英国和德国的世界第三大海上风电国家。专家表示，发展海上风电将成为我国能源结构转型的重要战略支撑。

国家海上风力发电工程技术研究中心管理委员会主任王满昌表示，到 2030 年左右，需要采取“集中开发、远距离输送”与“分布式开发、就地消纳”并举的模式，来应对出现的供需矛盾。

王满昌：我国海上风电资源丰富，潜力巨大，且靠近东部负荷中心，就地消纳方便，所以发展

海上风电将成为我国能源结构转型的重要战略支撑。

据了解，欧洲从 2000 年以来就开始大力发展海上风电，2018 年装机总量达 1850 万千瓦，占全球海上风电总装机的 84% 以上，并且已经从近海转向远海。

中国船舶重工集团海装风电股份有限公司副总经理黄卫民认为，我国应尽快开展海上电网顶层设计。

黄卫民：我们还需要海上风电在全局性、系统性政策、电网接入和产业体系设计等方面下功夫，以助推我国海上风电的高质量发展。

央广网 2019-07-22

看风电机组如何兼任大基地并网的“维稳”大师

近日，新疆金风科技股份有限公司（下称“金风科技”）和澳洲新南威尔士大学（UNSW）联合成立了风能实验室，用于风电场并网的模拟控制和仿真实验。

很多人都会疑惑，发达国家一所世界顶尖级研究学府，为何会选择一家中国企业，合作研发新能源并网技术？从下面这个故事中，您或许能够找到答案。

当风电基地并入电网，并网点的电压稳定对电网安全至关重要，因此需要对无功功率进行调节。我国一直以来的解决方案是在新能源场站配备集中无功调节装置，这也成为我国对风电场开发企业的硬性要求。

常用的集中无功调节装置包括静态无功补偿装置（SVC）以及静态无功发生器（SVG），多年来在保持新能源场站并网点电压稳定方面发挥了重要作用，但存在性能良莠不齐、控制模式不统一，以及耗电量等问题……

一场史无前例的试验

2015 年年底，宁夏一家正常运行的 17.5 万千瓦风电场数据显示，该风电场站无功调节装置全年的耗电量为 0。这意味着控制并网电压的 SVG 一直处于热备状态，并无出力。与此同时，该场站的电压依然保持稳定，与使用 SVG 的临近风电场站并无差异。

此时在该场站扮演无功调节角色的，竟是风电场内一台台正在运行的风电机组。

这一结果远远超出了业主和电网企业的想象。此前，国内还没有任何一家风电场能够脱离独立的装置调节并网电压。而这次试运行，仅仅依靠一个控制系统发送指令，就调动起风电机组自身的“智慧和能力”，完成了稳定电压的任务。

这个控制系统，是新疆金风科技股份有限公司（下称“金风科技”）研发的无功电压管理平台（VMP）。

金风科技实时数字仿真实验室，包括 VMP 在内的许多创新性电网接入技术成果在这里诞生

早在 2013 年，面对市场不断提升电网友好性的需求，金风科技研发中心的电网接入技术团队产生了 VMP 产品的初步设想——开发一套控制系统，能够根据风电场的电压和无功需求调动风电机组自身的无功来完成无功补偿。迅速立项、投入研发，同年年底，想法变成现实，第一台 VMP 产品问世了。

几乎在同一时间，国内许多风电场正在经历集中无功调节装置迭代的尴尬。一方面，SVC 依靠晶闸管方式调节，响应速度较慢、设备损耗高，已经无法满足当时的电网运行需求；另一方面，新一代装置 SVG 刚刚投入使用，受生产厂家影响性能良莠不齐，运行并不稳定。

VMP 产品可谓为打破尴尬局面“量身定做”，能够十分有针对性地解决业主的这些困扰。在积极协调国网宁夏电力并获得许可后，2014 年 9 月，金风科技完成 VMP 系统在试验风电场的安装调试。

试验结果在金风科技工程师的预料之中——VMP 指挥风电场已有的风电机组，代替无功调节装置完成了无功调节，稳态响应速度还不到 1 秒。据金风科技工程师介绍，VMP 系统优先调度风电机组无功，当风电机组调节能力不足时，VMP 会进一步调动风电场集中无功调节装置，相当于增加了

整个风电场的无功备用。但事实上，目前最大调节能力只需要风电场容量的 20%~25%，而风电机组的补偿能力达到 33%，已远远超过需求。值得一提的是，在试运行期间，风电场经历一次低电压故障，在 VMP 系统的控制下也得以平稳通过。

2 个月运行下来，试验风电场在 VMP 的控制下电压合格率达到 100%，试验获得成功。

早于电网标准 3 年

2016 年下半年，国家电网公司开始重视“新能源设备自身的无功调节能力”，西北电网率先下发标准，要求在新能源场站建设自动电压控制系统。随后的 2017 年，新疆、甘肃、宁夏等省级供电公司陆续下发文件提出要求。在诞生整整 3 年后，VMP 产品一时间成为市场上的“抢手货”。

3 年里，宁夏这个试验风电场已率先受益。数据显示，2015~2017 年，应用 VMP 系统的风电场相比同等容量、使用 SVG 装置的临近风电场平均年节电 160 多万度，厂用电率降低 1 个百分点，风电场发电量提升了 0.5%，同时集中无功补偿设备的运维费用也大大降低。

经历多年的反复调试优化，VMP 系统的性能更加稳定，效率也更高。如今 VMP 已经升级至全新一代，在保留原有性能基础上增加了最优潮流计算，能够进一步降低场内损耗；同时增加了一次调频等功能，能够在调节电压、实现低电压和高电压穿越的同时快速调节风电场的有功功率。这成为金风科技产品在国内同类产品中的一大特色。

随着金风科技的市场国际化，VMP 系统已成功应用于金风科技众多海外项目中，获得国外客户和电网的认可。

值得一提的是，因一次调频功能填补了澳洲技术空白，金风科技还获得澳洲政府提供的新能源一次调频资助。目前，VMP 在国内外已有 400 多套应用现场。

今天，大基地项目建设再次迎来高潮，随着装机容量增加，金风科技包括 VMP 系统在内的并网技术发展将在其中发挥更加重要的作用。面对不断发展的市场需求，金风科技将继续加强产学研合作，加大技术研发与储备和投入，为风电大基地建设和新能源发展保驾护航。

金风科技 2019-07-23

金风科技 GW2.5MW 直驱永磁智能风机批量入驻哈萨克斯坦

在“亚欧大陆的心脏”——哈萨克斯坦，新疆金风科技股份有限公司（下称“金风科技”）凭借其领先的风力发电技术和可靠的产品，携手中国电建，为哈萨克斯坦带来绿色清洁电力，助力“亚欧大陆心脏”的新能源之路向更深、更远的方向发展。

由中国电建联合哈萨克斯坦最大国有能源开发公司——萨姆努克能源公司控股投资的哈萨克斯坦谢列克一期 60MW 风电项目已经正式启动。这代表中国制造的直驱永磁智能风电机组批量进入哈萨克斯坦市场。

金风科技在中亚区域的首个批量新能源项目

项目选用金风科技 24 台 GW130-2.5MW 智能机组。机组依托金风科技上万台直驱永磁机组的研发基础和运行业绩，使用更大直径叶轮，优化控制策略，保证发电量有效提升。同时，该机组针对中亚区域气候特点，进行了低温适应性设计工作，在当地冬季低温的气候环境下发电表现依然良好。并且，该机组并网优越性优越，适应中亚地区的并网特点，极大保证客户的投资收益。

伴随国家“一带一路”的发展脚步，该项目已于 2017 年 9 月列入哈萨克斯坦投资部和中国产业海外发展协会“中哈产能合作重点项目清单”，目前已成为金风科技在中亚区域的首个批量新能源项目。

项目落地建设是金风科技顺应全球市场发展潮流，紧跟“一带一路”倡议、促进中哈能源合作的又一成功实践。早在 2018 年，金风科技的 GW109-2.5MW 直驱永磁风电机组就已经率先在中国政府援助哈萨克政府的清洁能源项目——奇利克（Shelek）项目中投入使用，这是中国风电机组首次作为中国智能制造的“金名片”伫立在哈萨克斯坦这片中亚的土地上，为中国风电产业走进哈萨克斯坦积累了宝贵经验。

为建设绿色“一带一路”贡献企业之力

哈萨克斯坦是世界第 17 大产油国，能源构成很大程度依赖煤炭和化石能源，国内现有风电装机容量寥寥可数。金风科技长期以来积极关注中亚国家的能源发展战略，积极促进中国与哈萨克斯坦在能源发展和变革领域的交流和互动，推动哈萨克斯坦的能源转型。

依托哈萨克斯坦政府 2013 年修订后的支持发展可再生能源的法案，以及该国政府制订的 2030 年、2050 年分别实现可再生能源占比 30%和 50%的目标规划，未来金风科技将为哈萨克斯坦风电市场以及其他可再生能源应用的广泛提升“添砖加瓦”。

项目建成后预计年等效发电小时数将超过 3800 小时，每年可产生超过 2 亿度的绿色清洁电力，将有效促进哈萨克斯坦电力结构调整，缓解哈萨克斯坦南部地区缺电问题，提升当地群众生活品质。

金风科技 2019-07-22

2030 年全世界新增投运海上风电装机将达 200GW

全球风能理事会 GWEC 的预测显示，到 2030 年，全世界新增投运的海上风电装机将显著增长，达到 200GW。目前全球海上风电装机总量约为 23GW，绝大多数集中在欧洲。

根据 GWEC 的保守预测情景，在不考虑未来技术发展的情况下，海上风电行业每年将新增装机 15-20GW，到 2030 年全球海上风电装机总量保守可达到 190GW。包括中国在内的亚洲地区有望成为世界上最大的海上风电市场，将新建约 100GW 海上风电装机。

中国能源报 2019-07-22

GE 在广东打造 海上风电产业基地

本报讯 近日，通用电气（GE）公司与广东省揭阳市人民政府和广州开发区管理委员会，分别签署了海上风电项目投资协议。

根据协议，GE 将在揭阳市设立 GE 海上风电机组总装基地，生产制造 GE 迄今为止发电功率最大的 Haliade-X 12MW 海上风电机组。该总装基地将在今年年底动工，预计 2021 年建成并于当年下半年开始组装生产。

与此同时，GE 还将在广州开发区投资建设 GE 海上风电运营和开发中心，为客户提供包括风机基础载荷和工程造价优化、培训、数字化管理以及运维服务等方面的支持，并助力揭阳总装基地的运营、技术和服务。

GE 国际业务总裁兼首席执行官段小缨在签约后表示：“广东是中国海上风电发展的战略中心之一，也是 GE 在中国南部以及粤港澳大湾区的战略发展基地，是 GE 推进海上风电业务发展的理想合作伙伴。此次与广东省就发展海上风电这一清洁能源达成投资合作，是 GE 持续投资中国市场，加速推进‘全面本土化、全球合作伙伴、全速数字化’三大中国发展战略的又一体现和崭新里程碑。”

据了解，近年来，广东省高度重视海上风电发展，根据 2018 年 4 月发布的《广东省海上风电发展规划（2017~2030 年）（修编）》，广东省计划打造万亿级海上风电产业生态圈，全省规划海上风电场址 23 个，总装机容量 66 吉瓦。

而本次项目投资协议涉及的 Haliade-X 12MW 是 GE 可再生能源集团目前所研发的出力最大、功率最强的海上风机，单台风机的年发电量可达 6700 万度，年减排二氧化碳 4200 万吨。

据段小缨介绍，揭阳总装基地和广州运营和开发中心将集先进制造、运营开发、“服务+数字应用”于一体，助力广东形成拥有完整海上风电产业链的生态系统，推动海上风电在中国的发展，更高效地满足中国、乃至整个亚洲的市场需求。

事实上，此次 GE 与揭阳和广州开发区分别签署的投资协议，是 GE 与广东省人民政府就《粤港澳大湾区发展规划纲要》中对发展区域清洁能源、建设“一带一路”，以及实现产业创新升级而签署

的战略合作备忘录的一部分。此前，GE 已与广州开发区签署协议共建亚洲首个生物制药产业集群——GE 生物科技园。

穆紫 中国能源报 2019-07-22

苏格兰上半年风力发电近千万兆瓦时

本报讯 据美国 CNBC 新闻网近日报道，统计数据显示，今年上半年，苏格兰风力发电量达 983.132 万兆瓦时，相当于 447 万户家庭的半年用电量。

世界自然基金会苏格兰办事处相关负责人表示：“今年上半年的风力发电规模证明了苏格兰地区的风能潜力。除了苏格兰地区，绿色电力还供应至英格兰地区的数百万户家庭。”

据了解，苏格兰政府计划，到 2030 年，用当地的可再生能源供应全英国一半的能源；到 2050 年，苏格兰将参与帮助整个英国建成接近脱碳的能源体系。

王升 中国能源报 2019-07-22

分布式风电看江阴

分布式风电能率先在江阴破冰，得益于天时、地利、人和。政府部门在合法合规的基础上，开放、包容、慎重地推进。当地发改委牵头相关部门制定了《江阴分布式风电可行性规划》，在严谨分析、科学规划、依法依规进行环评的基础上，更加理性地推进项目。由此，在全国分布式风电的踌躇前行中，江阴临港开发区成为了勇敢的“探路者”。

创新中探索前行的分布式风电率先在江苏江阴临港开发区迎来曙光。

在这里，全国首个真正意义上的分布式风电项目群已经初具规模。截至目前，累计核准分布式风机 23 台，投运发电 11 台，累计装机容量 32.2 兆瓦，今年上半年累计发电量超过 2700 万度。

“之所以叫分布式风电，是因为相比分散式风电项目而言，该项目更贴近用户侧，以更低的电压等级接入电网，降低输变电路投资成本，因此也被看作是分散式风电的高阶形态。”国家发改委能源研究所可再生能源中心副主任陶冶说，“江阴分布式风电项目为分散式风电在中东南部人口稠密区和电力负荷中心的发展探索了经验，对于中国分布式风电的发展具有参考和借鉴价值。”

临港开发区正是江阴分布式风电项目突破性创新的起点，2017 年 9 月，首台智能分布式风机竖立在新沟河畔 140 米高度的天空，成为临港长江边一道靓丽的新地标和风景线。依托产业集群、项目集聚、发展集约优势，临港开发区经济总量在江苏省省级开发区中实现“七连冠”，分布式风电应用正助力临港开发区成为竞争力一流的国际化开放园区。

作为“中国工业百强县（市）”的排头兵，强大的实体经济发展动力始终标注着江阴在全国经济版图中的鲜明定位。而分布式风电在临港开发区的破题，也意味着江阴将成为全国能源结构转型的风向标。

江阴港 分布式风电的“探路者”

江阴港始建于 1955 年，是江苏省的重要港口之一。随着产业退城搬迁和新港区建设，实现绿色低碳成为江阴港发展的必然。

“两个港区计划建设 9 台风机，目前已经投运 7 台。自 2018 年 5 月首台并网以来分布式风电已经累计发电 2700 万度。两个港区风电替代率分别达到了 48% 和 60%。”江苏江阴港港口集团股份有限公司副总裁徐文日前接受采访时对记者表示，“江阴港是分布式风电的参与者和受益者”。

徐文最明显的感受是，采用分布式风电后，港口用电成本显著下降了。“电网购电每度电 7 毛多，分布式风电每度电只要 6 毛多，江阴港口集团年用电量超过 3000 万度，使用分布式风电实现部分替代，每年可节约电费上百万元。”

港口码头大型设备多，对电能质量要求高。电能质量略有降低都可能对设备的寿命造成影响。

自 2018 年 5 月投运第一台远景智能分布式风机以来，经过一年多的实际运行检验，徐文认为，分布式风电的电能质量完全不亚于来自于电网的电能。

分布式风机靠近人群集中的生产区，因此对其安全性、环境友好性提出了更高要求。“目前来看，风机运行的安全性是可控的，其运行的噪音甚至还没有码头大型设备作业的声音大。”徐文表示。

2018 年 7 月，江阴港口集团创建绿色循环低碳港口主题性项目通过交通运输部部级考核验收。这既是对江阴港绿色转型成绩的肯定，也激励着江阴港继续探索可推广的绿色转型发展经验。

目前，以分布式风电为龙头，江阴港综合布局分布式可再生综合能源，形成了风、光等多能互补，进一步推进港口绿色智能化转型。

徐文透露，上述与远景能源合作的分布式风电项目采用能源合同管理的模式，由江阴港提供土地，由远景能源负责风机投资、建设和运营，实现共赢。下一步，将继续推进剩余两台风机的投运工作。

地方政府 理性创新摸索江阴经验

江阴临港开发区新能源产业园管委会主任李罗娜是江阴分布式风电项目的见证者和参与者。2017 年底她到临港开发区工作时，这里已经树起了一台远景能源智能分布式风机，所发电量供应给当地生产叶片的 LM 工厂。

自第一台分布式风机在江阴投运以来，分布式风电已经给当地带来显著的经济效益、社会效益和生态效益：全年可节煤 2000 多吨，减排二氧化碳 1000 多吨。用电方得到了实惠的电价，缓解了用电压力。

李罗娜坦言，分布式风电能率先在江阴破冰，得益于天时、地利、人和。“地处苏南、毗邻上海的江阴资本活跃、经济发达，电力负荷高、用电需求大；远景能源作为专业的风电解决方案提供商拿出了可信服的技术方案；当地政府具有较强的服务意识和创新勇气，为了降低企业的用电成本，愿意尝试新事物。”

然而，项目推进过程并非一帆风顺。其中，也遇到了不少困难、质疑，甚至是阻力。不同于远离人群位于荒山野岭的集中式风电，分布式风电往往存在于人口稠密的生产区。风机的安全性到底有没有保证？抵御极端天气的能力如何？对生态环境是不是有负面影响？风机的噪音、光影等对居民有没有伤害？这些都是推动者无法回避的问题。同时，因为行业标准的欠缺，在风险评估、判定以及主管部门决策方面也必然存在诸多困难。

李罗娜告诉记者，政府部门采取的方式是，在合法合规的基础上，开放、包容、慎重地推进。为此，江阴市政府深思熟虑，发改委牵头相关部门制定了《江阴分布式风电可行性规划》，在严谨分析、科学规划、依法依规进行环评的基础上，更加理性地推进项目。由此，在全国分布式风电的踌躇前行中，临港开发区成为了勇敢的探路者。

恰逢江阴被定为唯一的县级集成改革试点城市的大好时机，也正是因为有了整体规划，推进分布式风电发展在江阴各个行政管理部門之间形成了共识，使得联合审批成为了可能，避免了一个项目要分别跑多个职能部门，提升了审批效率，有力推动了分布式风电项目更快落地。

在城市能源变革和综合能源服务兴起的大背景下，李罗娜表示，分布式风电可以与其他分布式可再生能源相互耦合，共同组成智能微网，在推动园区能源结构转型方面发挥更大作用。

“分布式风电在国内还属新生事物，政府管理部门也缺少这方面的实际操作经验，在诸多方面还需要探索，需要在行业标准、制度设计、管理办法等方面借鉴学习欧洲成熟经验。”李罗娜说，“各地实际情况不同，江阴发展分布式风电的路径未必可以在其他地区复制，但从宏观上制定产业发展规划的做法却可以被其他地区参考。”

面向未来 探寻有竞争力的商业模式

截至目前，像江阴这样成功把分布式风电实现规模化发展的地方在全国屈指可数。分布式风电在全国范围的发展和布点确实有点缓慢。

远景能源副总经理方翕表示：“目前分布式和分散式风电推进的困难主要有两方面，一是围绕规

划统筹、安全环保等，需要更为科学的准入和定位，政府和民众的接受还需要一定的时间，二是需要更安全和更低度电成本的风机来支撑，使其具有商业模式的吸引力。”

分布式风电的技术进步还在继续。据介绍，远景用高度智能化的大数据技术精耕细作气象科技，提升了可再生能源的利用效率和能源系统的稳定性。同时，风机在智能控制、调频调压、无功补偿等方面也在持续地技术进化。

“江阴也参与了国家关于分布式能源就近交易的试点项目，目前分布式风电的技术可靠性和经济性没有问题，需要生产关系的进一步变革。”方脩说。

分布式风电的发展不仅仅需要地方政府的支持和先进技术的保障，还需要形成良性发展的商业模式，就近消纳、隔墙售电将有利于分布式风电形成盈利模式，走向商业化才能真正迎来规模化的曙光。

本报记者 张子瑞 中国能源报 2019-07-29

海上风电驶向深水远海

“到2030年，我国发电装机总量将达30亿千瓦，中东部地区最大负荷将达9.7亿千瓦，传统的‘西电东送’模式将难以为继，而中东部地区丰富的海上风电资源将极大地推动我国能源结构转型。”日前，在国家海上风电发电工程技术研究中心学术委员会第六届年会暨国际海上风电高层技术论坛上，国家海上风电工程技术研究中心管理委员会主任、中国船舶重工集团海装风电股份有限公司（下称“中国海装”）董事长王满昌表示。

同时，多位与会专家表示，随着海上风电技术的发展，海上风电成本正逐步下降，未来海上风电将从近海、浅海走向远海、深海，大兆瓦机组则是我国海上风电设备的必然发展趋势。

近海资源逐步饱和 深水远海是未来方向

近年来，我国海上风电装机规模增长迅速，2018年海上风电新增装机容量达到165万千瓦，同比增幅达到42.7%。我国已成为全球海上风电装机增长最快的国家。

然而，放眼国内外，目前建成的海上风电场绝大多数为近海风电场。未来，走向深水远海成为海上风电的发展方向。

据与会专家介绍，一方面，近海风电更易受到日益严苛的环保生态等制约，发展空间受到挤压；另一方面，深远海范围更广，风能资源更丰富，风速更稳定，在深水远海发展风电，既可以充分利用更为丰富的风能资源，也可以不占据岸线和航道资源，减少或避免对沿海工业生产和居民生活的不利影响。

中国海装研究院副院长董晔弘表示：“我国海上风能资源丰富的区域毗邻用电需求大的地区，大力发展我国海上风电可实现风电能源就近消纳，降低电力输送成本。随着海上风电高速发展，近海资源开发必将逐渐饱和，海上风电势必走向深远海。”

中国工程院院士周绪红指出，远海深海资源极其丰富，与近海风电相比，深海、远海风速更大，风力更加稳定。“海上风电由近海走向远海，由浅海走向深海，是未来发展的必然趋势。”

2012年发布的《海上风电开发建设管理暂行办法实施细则》就曾提出了“双十”原则：即海上风电场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米的海域布局。

业内人士告诉记者，中国海上风电是按照潮间带风场—近海风场—深远海风场的发展路径逐步推进。中国近海风资源条件和海床地质条件不如欧洲好，因此，更有必要在远海深水风电技术领域提前谋划，提早储备。

需深厚行业积淀 突破传统技术路径

2016年，离岸距离23公里的华能国际如东八仙角海上风电项目率先开启了我国在远海风电领域的探索。

今年1月，江苏大丰海上风电项目吊装的首台风机离岸距离70公里，打破了海上风电施工国内离岸距离最远纪录。

海上风电开发正向着更深更远的海洋挺进。

业内认为，开发远海风电资源需要深厚的技术积淀。目前，在近海区域的规模化发展将为风电走向深水远海积累必要的经验。

周绪红在论坛上指出，目前我国海上风电产业仍面临诸多挑战。“在海上风电施工安装方面，海上环境复杂，潜在风险较大，海上施工窗口期短是造成海上风电建造成本居高不下的主要原因之一。同时，我国海上风电施工装备相对落后，目前急需研发高效、高可靠性的施工装备。要实现海上风电的平价，我国海上风电不仅需要优化基础结构设计，提高制造安装水平，也需要提高关键部件的国产化程度，提高运维智能化水平，实现效益增值。”

据记者了解，目前我国现有的海上风机主要采用的是固定式基础，基本都安装在浅海区域，水深不超过30米。然而，随着海上风机走向深海，水深增加将导致固定式风机建造安装费用急剧增加。

“深远海风电通常水深超过50米，在这样的海域，以固定打钻、浅滩着床的方式建设风电场，不具备经济性优势。因此，要走向风大浪高的深远海，必须改变技术路径，突破传统海上风电的‘作战半径’。”有专家表示。

浮式风机及大机组赋能 技术创新助力海上风电远航

与会专家指出，水深大于50-60米后，考虑到安装建造成本，提升海上风电经济性，浮式基础将成为深水海域风机重要的支撑平台。

中船重工集团公司七〇二研究所副总工程师程小明预测称，未来我国海上风场将会离岸越来越远，单机功率将越来越大，浮式风机将成为未来技术发展的必要路径。

不过，多位与会专家也认为，浮式基础海上风机技术起源于欧洲，我国起步较晚，目前我国浮式基础海上风机技术较国际先进水平仍有一定差距，成本相对高企。

董晔弘表示，目前我国浮式海上风机仍面临着多方面挑战，包括如何得到性价比高、可靠性强的总体设计，如何实现准确、可信的载荷分析，以及如何在复杂海洋环境中提升环境适应、安装运维技术等。为解决现有技术难点，中国海装于2018年承接了国家工信部“海上浮式风电装备研制”高技术船舶科研项目，并计划在我国广东省建设浮式风电装备示范项目。

与此同时，大兆瓦机组技术的突破也将支撑风电走向深水远海。

中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩指出，大兆瓦机组可以大幅提高发电量，节约运维成本，是海上风电的必然趋势，虽然目前成本较高，但随着技术推动，大兆瓦机组成本将逐步降低。

对此，中国海装研究院院长韩花丽也表示认同。“一直以来，我国海上风电风机不断追求大功率，力求降低度电成本，但超大直径设备制造经验却有所不足，制造成本偏高。如何平衡高成本和发电收益之间的矛盾，找到最佳经济拐点，是目前我国风电大机组研发的重要问题。”综合考虑多方面因素，韩花丽指出，10兆瓦级海上风电机组将有望成为下一代海上风电的主力机型。

据了解，由国家海上风电发电工程技术研究中心主导的“10兆瓦级海上风电机组关键技术研究”获中船重工立项，2018年，初步设计方案通过专家评审，目前已进入详细设计阶段。该项目将有效带动风电整机、关键零部件、安装调试运维产业链发展，形成百亿级以上海上风电产业集群，推动占据海上风电市场竞争制高点。

本报实习记者 李丽旻 中国能源报 2019-07-29

氢能、燃料电池

发展氢能，必须要回答这三个哲学问题!

中国能源报-在一次氢能研讨会上，记者初见高金林，当时他作为氢能相关企业代表做了演讲。与其他企业介绍自己公司或产品不同，高金林对我国氢能发展提出了拷问灵魂的三个哲学问题：氢能从哪里来，如何制取？为什么要发展氢能？氢能要走到哪里去？

在制氢环节，目前主要包括煤制氢、天然气重整、甲醇重整制氢和化学工业副产制氢等方法。未来，可再生能源制氢、太阳光合作用下水解产生氢气将成制氢发展趋势。据悉，当前我国是世界最大的产氢国和用氢国，氢资源非常丰富，价格也可以很低廉。高金林分享了具体数据，当前我国的年制氢量约 2400 万吨，是世界第一产氢大国，其中，工业副产氢源可供氢气约 400 万吨，可为约 3000 万辆燃料电池汽车提供氢气。

高金林介绍，我国能源储备和消耗的特点是“多煤少油缺气”，目前我国的油气供给体系中，原油的对外依存度近 70%，天然气约 45%。“这种能源供应结构无疑非常危险。”高金林表达了他的忧虑。但他同时也表示：“我国在寻找既可以降低对外能源依存，又可以实现低碳清洁的道路。当前，我国在布局风电、光伏、核能、煤炭清洁利用等能源。而氢能即可以解决各种清洁能源储能和输送的问题，也可以降低化石能源的碳排放，是唯一可以与上述几种能源结合的能源，所以氢能是非常有前途的选项。”

至于氢能将来往哪个方向发展，高金林认为，我国已经在氢燃料电池公交及物流车领域探索出了比较可行的商业模式，未来应着眼于规模化效应；建立氢的大规模供应体系，降低用氢成本；扩大城市内氢燃料电池公交、物流车的应用；推进网约氢燃料电池汽车的试点；推进跨区域、跨省市的长途大巴、运输重卡、物流车的示范运营；挖掘氢能产业的附加值，推广分布式冷热电联供示范工程；建设氢能的微电网储能，利用弃水、弃电、弃光、弃核和电网平衡等，扩大氢能的应用规模。

我国有很强的能源自给需求和环保需求，加上中国有全世界最庞大、效率最高的道路运输物流体系，还有巨大的城市公交市场。因此我们国内的氢能源是从城市公交和物流起步的。“这个商业模式是美日欧无法复制的，可以说是中国的特色决定的。”高金林介绍道。“因此如果我们沿着这个模式走下去，继续科技创新，各行各业共同努力，不断降低用氢成本，不断降低氢燃料电池整车的成本，同时降低氢气的供应价格，提高氢能的经济性，一定可以把氢能行业发展起来。”

“路走对了，就不怕远！相信，氢能的大规模化应用就在前路上的那一端！”高金林对氢能的未来信心满满。

王海霞 中国能源报-中国能源网 2019-07-19

甲醇制氢：能否实现氢能“即制即用”

目前“小众”的甲醇制氢，希望借助“即制即用”的优势成为“离用户最近的氢”，从而在源头上杜绝潜在“弃氢”风险，但作为非主流技术路线，甲醇制氢面临着装备制造、配套技术不完善等问题。其转换环节多而带来的能量损失也饱受诟病。

“在氢气的生产制备领域，我国已经有了相对完备的产业链，相关技术已经日趋成熟，氢气制取环节并不是我们关注的重点，我们把主要力量都集中在了燃料电池技术上。”这是国内布局氢能的大型能源企业中常见的规划思路。

“国内的制氢行业成熟吗？我们恰恰认为制约氢能发展的痛点就在这里。我们习惯的是以煤制氢为代表的大规模制氢，但这样制出来的氢气离用户太远了。”这种对常规制氢路线的质疑之声来自甲醇制氢领域。

甲醇制氢的优势在哪？它是否能真正解决化石能源大规模制氢的痛点？

大规模制氢远离消费侧 隐形成本高存在“弃氢”风险

“就像此前我们大规模开发太阳能和风电一样，产新能源的地方缺少用电负荷，因此就一度出现了大量的弃风、弃光。如果氢能的发展不能引以为戒，未来也可能出现‘弃氢’。”广东合即得能源科技有限公司董事长向华认为，目前国内普遍使用的煤制氢、天然气制氢等大规模制氢方式，在如何用氢上存在着巨大的隐性成本。“大规模制氢技术本身可能相对成熟，但生产端的氢和消费端的氢却是两个概念。”

“单就运费而言，每公斤氢气从制备完成到最终送达消费者，其中的运输成本在 25 元以上。”向华指出，运费成本在氢气销售价格中占比已经很高。

不仅如此，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强调，从生产端到消费端的运输环节，氢气的安全隐患更不容忽视。“氢气是分子最小、最容易泄漏的气体，近百年来，世界上许多炼油厂的安全事故起因都是氢气泄漏。当空气中氢气含量在 4%—73%之间，就会引起爆炸。露天环境相对安全，但如果在地下车库发生泄漏爆炸，可能导致毁灭性后果。”

“甲醇制氢就是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。”向华强调，同常规的大规模制氢相比，甲醇制氢省去了氢气的储存和运输环节，属于微型制氢装置，离消费者最近，即制即用。

转化环节越多能量损失越大 但最终要比较全过程综合效率

“其实我们在进军氢能领域的时候做过长时间的市场调研和论证，煤制氢、天然气制氢、可再生能源制氢、电解水制氢以及甲醇制氢，这些路线我们都有了解，就甲醇制氢而言，我们并不认为这是最优解。一方面，与煤制氢相比，甲醇制氢并非主流，这就意味着在相应的装备制造、配套技术等方面可能并不如主流技术路线完善；另一方面，就车用而言，甲醇本身就可以作为动力来源，如果再通过一个制氢环节，转换多了一步，能量一定就会有损失。”国内某涉足氢能开发利用的大型能源企业相关负责人向记者道出了所在公司并未选择甲醇制氢的主要原因。

“环节一多，效率肯定有所降低，这也是我长期思考过的问题。”对于质疑的声音，向华直言不讳，“我们还是要看综合效率，比如煤制氢、天然气制氢的过程中，煤炭、天然气要运输，而甲醇作为液体燃料，它的运输要比固态和气态运输更加便捷、经济。综合权衡，甲醇制氢是在制造过程中能量有所损耗，而其他方式则是在运输环节损耗。”

“甲醇制氢过程中有能量损耗，但其他制氢方式同样有损耗。”刘科指出，加氢站中的氢气要经过压缩才能提高能量密度，压缩后用于存储氢气的容器也需要采用价格高昂的碳纤维制成。“这一系列过程中本身就存在很多能量损耗。”

在车用场景下 直接利用甲醇燃料或更现实

“现阶段，我们如果发展氢能，甲醇制氢可以即制即用，从安全性、实用性角度来说是个不错的选择。”但具体到车用动力上，刘科指出，现阶段，直接利用甲醇驱动或许是更为合理的选择。

“甲醇在汽油机中采用点燃方式是可以使用的，虽然效率有限，但我们通过一定的技术手段让甲醇可以采用压燃方式在柴油机中使用，那么效率就会有很大提升。目前，美日系汽油车平均每加仑汽油可以续航 32 英里，但欧系的柴油车每加仑柴油可以跑 81 英里。”

此外，刘科指出，甲醇作为液体燃料，可以充分利用现有的燃油基础设施。“在甲醇内燃机车一步步发展的过程中，相应的基础设施可以在现有基础上逐步完善发展起来。比如我们现在一个加油站有六个汽油罐，慢慢发展以后可能是四个汽油罐、两个甲醇罐，循序渐进，人类几万亿美金投资建立起来的液体燃料基础设施可以继续使用，而不是盲目投资建设加氢站、充电站。”

“在这一阶段，如果燃料电池的研究取得了突破性的进展，成本实现有效降低，那么届时再去发展燃料电池汽车才是水到渠成。”

本报记者 姚金楠 中国能源报 2019-07-22

氢能时代：顶层设计与技术创新成“超车”关键

近年来，氢能发展愈加受到产业和市场的关注。2019年，氢能首次写入《政府工作报告》，点燃行业热情；“南阳水氢发动机”事件，也引发大众对于氢能的好奇心。放眼全球，美国、日本等发达国家较早布局氢能发展，且重视培育氢能国际影响力和话语权。作为世界第一产氢大国，我国拥有得天独厚的资源优势。然而，我国氢能发展仍在起步初期，在顶层设计、技术创新、产业配套、法律规范、大众科普、国际影响力塑造等方面仍需探索。

1、氢能舆情上半年月均传播量达 11.8 万

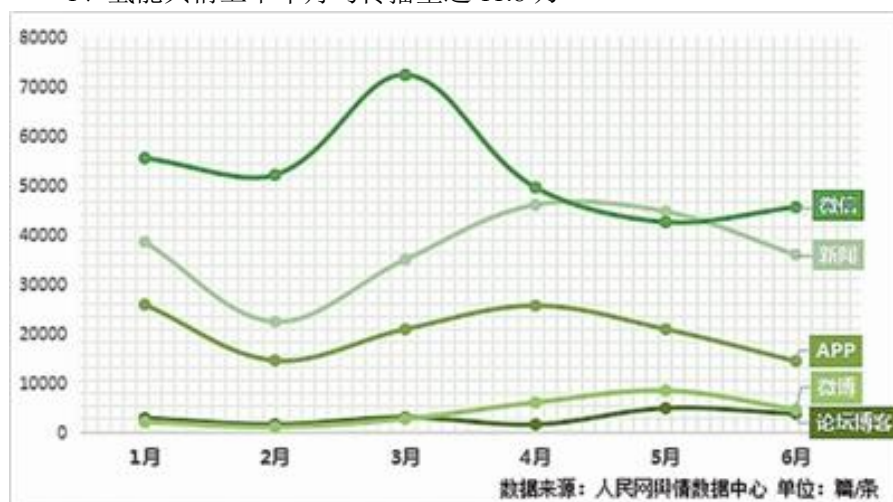


图 1:2019 上半年氢能舆情信息量走势

【解读】从 2019 上半年氢能舆情信息量走势来看，其走势整体保持高位，月均传播量约为 11.8 万。3 月与 2 月分别为上半年的传播峰值与谷值，全网传播量分别为 13.4 万和 9.2 万。其中，3 月份，修订后的《政府工作报告》新增了“推动充电、加氢等设施建设”等表述，氢能首次写入《政府工作报告》，引发舆论高度关注；2 月份，因“春节效应”，舆论场传播量整体回落。

2、微信等行业自媒体成为氢能传播“流量池”

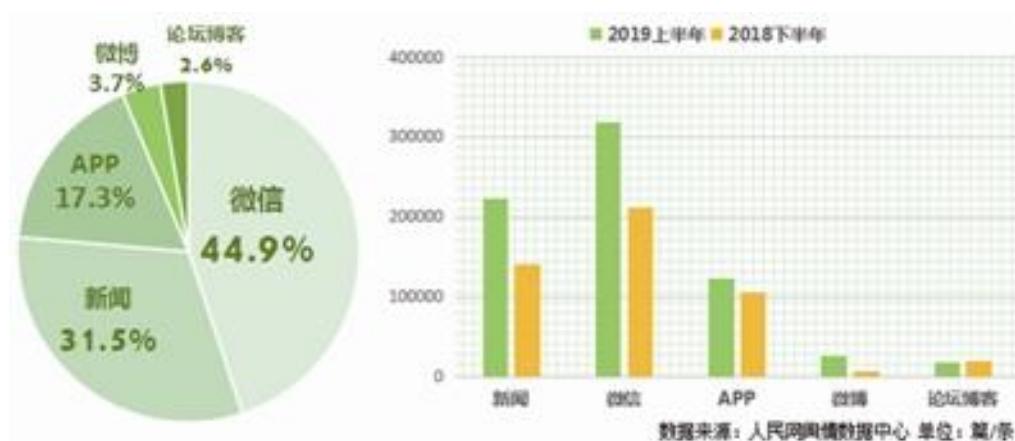


图 2:2019 上半年氢能舆情信息渠道分布

【解读】由 2019 上半年氢能舆情信息渠道分布来看，微信渠道信息量最多，约 31.8 万，占比高达 44.9%，成为氢能传播的“流量池”。微博平台声量颇低，约 2.6 万，仅占 3.7%。这在一定程度上表明，氢能主要在行业圈层传播。氢能还未进入普罗大众视野，公众与氢能发展之间还存在认知壁垒，“水氢发动机”事件中出现的“加水车就能跑”乌龙从侧面印证了这一点。氢能发展，需要技术创新，但其所处的舆论环境也很重要，关系到企业的社会成本，公共政策的制定基础。氢能科普任重道远。

另外，相较 2018 年下半年，2019 年上半年氢能传播量显著增长，约 70.9 万，约为前者的 1.5 倍，表明社会舆论对于氢能信息的触达率有升高态势。

3、沪、京、浙、粤、苏等地区舆情热度高涨



图 3:2019 上半年氢能舆情热度地图

【解读】观察舆情地图，上海、北京、浙江、广东、江苏、山东、重庆、天津、四川、河南的氢能舆情信息量位列前十名。与此同时，上述省市在全国氢能产业发展中也处于领跑位置。

4、政策支持类词汇热度高 “水氢发动机”成“黑天鹅”

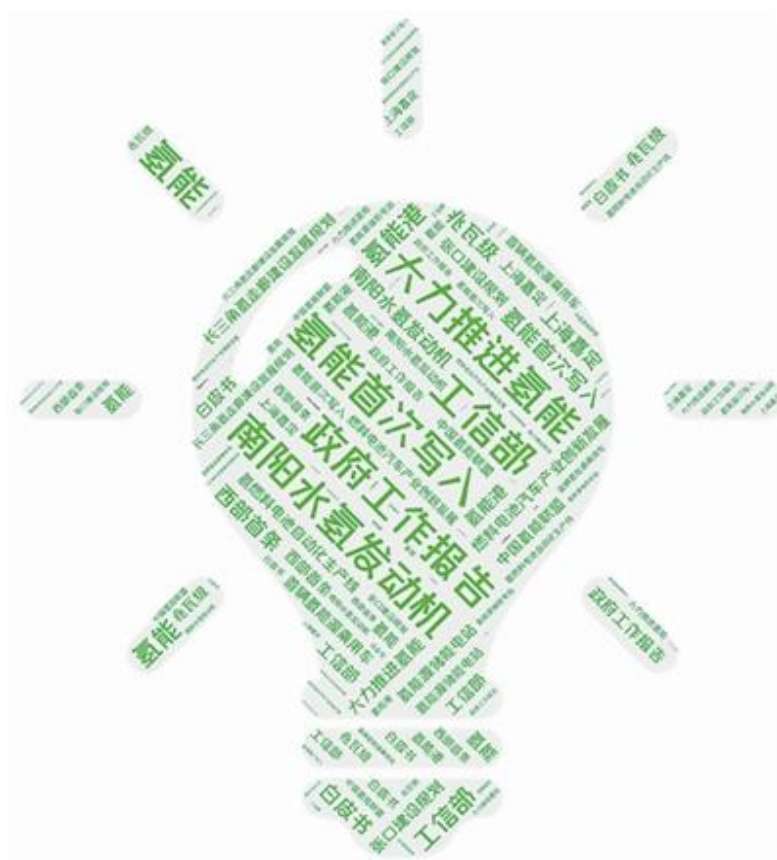


图 4:2019 上半年氢能舆情热点词云

【解读】由词云发现，“大力推进氢能”“工信部”“氢能首次写入”“政府工作报告”“南阳水氢发动机”“氢燃料电池自动化生产线”“上海嘉定”“张家口建设规划”等成为热词。整体而言，支持氢能发展的政策部署类词汇热度居高；各地方加快布局氢能产业相关词汇也局部出现。值得注意的是，“南阳水氢发动机”事件成为上半年氢能舆情“黑天鹅”，引发社会高度关注。

5、氢能发展利好政策及行业前沿动态引领舆情

序号	话题	关注度
1	“南阳水氢发动机”事件	44.4
2	氢能首次写入《政府工作报告》	34.9
3	工信部：将大力推进氢能及燃料电池汽车产业创新发展	25.4
4	《长三角氢走廊建设发展规划》发布	16.2
5	《氢能张家口建设规划(2019-2035年)》发布	13.0
6	中国西部首条氢燃料电池自动化生产线投入使用	12.0
7	上海嘉定打造“氢能港”	11.8
8	中国氢能联盟发布《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》	11.5
9	国内首辆氢能源乘用车亮相	11.3
10	我国打造首个兆瓦级氢能源储能电站	7.9

表 1：2019 上半年氢能相关舆情热点（TOP10）（关注度=网媒*0.4+报刊指数*0.1+客户端指数*0.1+微信指数*0.1+微博指数*0.1+论坛指数*0.1+博客指数*0.1；观察期：2019 年 1 月-6 月；数据来源：人民网舆情数据中心）

【解读】就上半年氢能相关热点舆情事件来看，“南阳水氢发动机”事件的舆论关注度最高。综合观察热度较高的 10 起事件，发现氢能发展的利好政策以及行业发展前沿动态类事件，占据绝对主流。换言之，目前政策部署及行业动态在氢能舆论场中议程设置效果明显。

6、政策支持力度不断加码

氢能发展“顶层设计”承载期待



图 5:氢能相关政策回顾（2006 年-2019 年 6 月）

【解读】早在 2006 年，国家就将氢能发展列入中长期科技发展规划里。此后，新能源车发展势头强劲，氢燃料电池车也在这一潮流中受到关注。在 2015 年提出的“中国制造 2025”十大领域中，航天航空装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、新材料六大领域均与氢能源相关。后续能源革命、技术创新等一系列规划中，也将氢能源视作重要的能源发展方向。进入 2019 年，氢能首次被写入《政府工作报告》，且国家在诸多政策部署中均对其发展予以支持，利好声音不断。然而，目前国家对于氢能的支持皆局部出现于新能源车发展等政策中，还未出现专门的氢能政策，氢能发展国家顶层设计备受行业期待。

7、央企成为氢能发展探路先锋

集中布局制氢与燃料电池

领域	企业	制氢	储氢	运氢	加氢站	氢燃料电池	氢燃料电池车
电力领域	国家能源集团	√			√	√	
	国家电网		√				
	华能集团	√			√		
	三峡集团	√	√		√		
	国家电投	√	√			√	
设备领域	东方电气					√	
	葛洲坝集团		√				
核能领域	中核集团	√					
	中广核集团						
石油化工	中石化	√			√		
	中石油				√		
	中化集团					√	
汽车领域	东风汽车						√
	中国中车						√
	中国一汽						√
军工领域	中国航天	√				√	
	兵工集团					√	
船舶领域	中船重工	√	√	√		√	
环保领域	中节能环保集团	√				√	

表 2：央企氢能及燃料电池布局

【解读】目前，我国氢能发展还处于产业起步初期，央企在资金、研发、政策等方面拥有一定优势，发挥重要带头作用。从上表可以看出，电力、设备、核能、石油化工、汽车、钢铁、军工、船舶、环保领域的央企纷纷进入氢能发展赛道。从产业链来看，整体上，我国氢能产业链条构建完整；就具体环节而言，央企对于制氢与燃料电池的布局较为集中。国家能源集团牵头成立中氢能联盟、国家电网打造国内首个兆瓦级氢能源储能电站、东方电气打造西部首条氢燃料电池自动化生产线、中石化建成国内首座油氢合建站、中国航天设立首个军民融合氢能工程技术研发中心，成为其发展亮点。

8、2018 年我国加氢站数量位列全球第四

广东领跑全国



图 6：2018 年中国及全球加氢站数量及分布情况 （数据来源：《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》《第十一次全球加氢站年度评估报告》）

【解读】从 2018 年的加氢站数量来看，日本、德国、美国位列世界前三，分别为 96 座、60 座和 42 座；中国列第四位，共计 23 座。着眼国内，广东加氢站建设起步最早、数量也最多，为 7 座。

9、燃料电池汽车产量增速加快

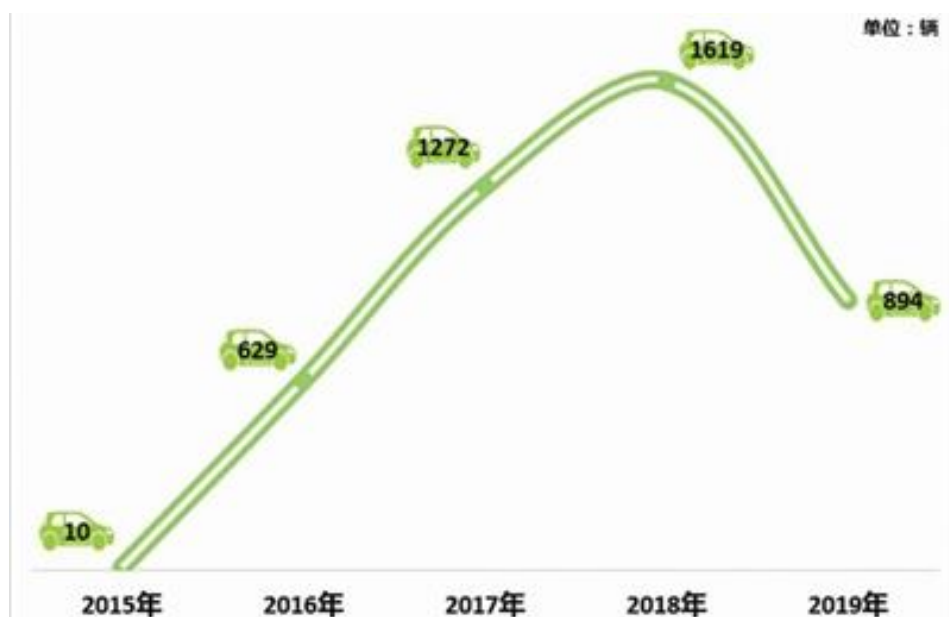


图 7：2015 年-2019 年 5 月燃料电池汽车产量 （根据公开报道整理）

【解读】就燃料电池汽车产量来看，2015 年，燃料电池汽车产量仅 10 辆；自 2017 年起，燃料电池车产量破千，增速较快。根据公开报道，2019 年前 5 个月产量已达 894 辆。

10、美日韩抢占氢能发展先机 多国纷纷制定氢能路线图

♀	政府支持	企业动态	技术研发	商业应用
 日本	<ul style="list-style-type: none"> 氢气、燃料电池战略路线图 “氢气社会”方针 	本田“未来”氢燃料电池车在本国销量达2800多辆（截至2019年3月）	<ul style="list-style-type: none"> 氢燃料电池汽车专利申请最多 发展“二氧化碳捕集和利用”（CCU）技术 	燃料电池商业化应用世界领先，主要有家庭用燃料电池热电联供固定电站、业务/工业用燃料电池以及燃料电池车
 韩国	<ul style="list-style-type: none"> 激活氢燃料经济路线图 氢能产业纳入三大战略投资领域之一 	<ul style="list-style-type: none"> 成立“氢能源网络（HyNet）”公司，有望成为韩国加氢站扩建的催化剂 韩国主要天然气供应商（Kogas）拟出资4.7万亿韩元（约40.6亿美元）建设氢输基础设施 现代Mobis将在2022年前将燃料电池系统的年产量增至40000台 	<ul style="list-style-type: none"> 核心部件国产化率达到99% 通过多样化储存方法提高储存效率，使用轻型高压气态氢气管拖车，降低运输成本 开发水基燃料电池，利用二氧化碳产生电能和氢气 	<ul style="list-style-type: none"> 支持氢能在工业、家庭中的供电，并研发由氢能驱动的船舶、火车和建筑机械 一公司研发出氢燃料电池无人机，续航时间可达2小时
 美国	<ul style="list-style-type: none"> 美国能源部（DOE）投入3100万美元推进“H₂@规模化” 设立“全国氢能与燃料电池日” 	<ul style="list-style-type: none"> Air Product：提供加氢站等氢基础设施解决方案 Plug Power：生产叉车燃料电池 Fuel Cell Energy、Bloom Energy：生产固定式燃料电池 通用：主机厂，军用氢燃料电池产品 	建立以DOE所属国家实验室为主导，大学、研究所及企业为辅的科研体系，氢能与燃料电池科研项目专利数量全球领先。	氢燃料技术被广泛应用于汽车、卡车、厢式货车、公交车、小型摩托车、叉车、机车、飞机、手机信号发射塔、材料检测和医疗设备等领域

表 3：国外氢能发展情况

【解读】就全球情况来看，多个国家已经或计划出台氢能及燃料电池发展战略路线图，美国、日本、韩国等发达国家将氢能规划上升至国家能源战略高度，澳大利亚也表示将制定国家氢能战略。

对比而言，日本氢能发展较为成熟。早在 1993 年就启动了以氢能为核心的世界能源网项目，成为最早系统制定氢能发展规划的国家。21 世纪初，日本将氢能与燃料电池产业作为国家战略重点规划，在应用领域、基础设施、技术研发、应用终端财政补贴、民众教育、标准法规等领域布局。同时，日本也注重氢能国际影响力和话语权的培育，在前不久的 G20 峰会期间，与美国、欧盟等推进建立“氢能经济同盟”，三方将制定氢电动车氢罐规格和氢充电安全标准等国际标准。美国的氢能发展起步也较早，相关政策丰富全面，为产业发展提供助力，其燃料电池分布式能源、燃料电池叉车等领域的商业化应用全球领先。值得注意的是，美国还设立了“全国氢能及燃料电池日”，加大氢能科普力度。

11、结语



图 8

人民网舆情数据中心 赵丽媛 中国能源报 2019-07-22

风电制氢前景待考

从技术上看，直接利用风能进行电解水制氢，制氢设备需要克服风能波动性带来的问题。从经济性上看，风电制氢成本目前维持在 20-30 元/千克，而煤制氢成本能够控制在 12 元/千克的水平。即使是用弃掉的风电制氢也存在较高成本，如何界定“弃风”成本仍需探究。

近日，吉林白城市与国家电投吉林电力股份有限公司签定风能制氢一体化项目协议，计划利用风电进行电解水制氢，打造零排放的“绿色氢气”产业链。这是继河北沽源风电制氢综合利用示范项目落地后，我国又一风电资源富集地走上风电制氢之路。站在氢能的风口，风电制氢到底有没有前景？

“弃风”制氢可持续吗

我国风能资源丰富的地区主要分布在“三北”地区、东南沿海等，但多年来，受到电力消纳能力的限制，我国目前仍存在一定的“弃风”现象。然而随着国家大力推广氢能，风电资源丰富却发电受限的地区看到了契机。

以“弃风”制氢，对地方政府而言，不仅解决了本地风电消纳难题，突破了外送电力的限制，更可能为地方带来千亿元级的“氢能经济”。看起来一举多得，现实果真如此吗？有业内人士指出，弃掉的风电也存在成本，如何界定“弃风”成本仍需探究。

“使用弃风电量制氢是一个伪命题，其逻辑错误在于将‘弃风限电’视为一种正常普遍情况。然而，依据《可再生能源法》等法律法规的规定，对于风电等可再生能源电力，应该实施全额保障性收购政策。”中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩认为，“现在所谓的用‘弃风电’采暖也好，制氢也罢，本质上应该是一种消纳低谷电量的方式，但低谷电量不能等同于弃风电量。”

北京低碳清洁能源研究院新能源中心助理主任何广利表示：“弃风制氢并不是一种可持续的模式。‘弃风制氢’的概念已问世多年，但到目前为止，仍没有适合推广的模式。由于风力发电本身具有波动性，而‘弃风’更是具有随机性，在无法并入电网的情况下，直接利用不稳定发电来源对制氢设备寿命、可靠性将造成负面影响且经济性有待商榷。”

风电制氢仍面临高成本制约

记者进一步了解到，风电制氢作为一种低碳绿色的制氢方法，早在 100 多年前就已问世。发展至今日，全球范围内常见的风电制氢系统主要构成包括风力发电机组、电解槽、氢气储藏系统、电网等。资料显示，我国的风电制氢项目通常采用的有两种模式。一种则是首先利用风力发电并网，按照总量在制氢的用电端通过电网供电实现制氢。这样一来，电网解决了风电本身的波动性问题，制氢设备能够实现稳定运行，但仍需依赖当地电网，相关费用也将折算入风电制氢的成本中。另一种则是利用风电直接连接设备进行制氢，但风电的波动性将对设备寿命造成不利影响。

有专家指出，随着国家电力系统发展，未来我国电力市场将实现供需平衡，按照风电足额上网、以正常的电力价格进行制氢成本核算，才是衡量风电制氢是否具有经济性的关键。

何广利指出，以上述两种方式进行风电制氢，氢制备成本目前均维持在 20-30 元/千克左右，而煤制氢成本则能够控制在 12 元/千克的水平，从经济性上来看，风电制氢仍不具备优势。

秦海岩认为，氢能作为二次能源，它的获取离不开一次能源，无论是可再生能源，还是化石能源，在技术上都能够用于制氢。因此，氢能是不是清洁能源，不能只考虑在使用中氢能是零排放，更要考虑制氢的过程中，是不是清洁，是不是低碳。

也有业内人士向记者表示，煤制氢技术路线生产的氢气并非“绿色氢气”，生态环境成本没有计算其中。对比煤制氢和风电制氢的成本并不能仅仅着眼于生产制造成本。

大规模推广仍待时日

尽管全国多地都有“绿色制氢”示范项目的建设计划，业内专家指出，对风电制氢来说，找到合适的发展模式并进行大规模推广，仍需时日。

从技术层面来说，何广利告诉记者，直接利用风能进行电解水制氢，制氢设备仍需要克服风能波动性带来的问题。“就目前技术水平来看，直接利用风电进行电解水，针对风电的波动性，控制设备的响应时间是需要突破的技术难点。根据日本研究报告，波动性和频繁启停对碱性电解水寿命有很大影响，但国内的相关数据较少，风电波动对电解水设备造成的影响仍有待深入研究。”何广利说。

同时，何广利指出，就目前情况来看，碱性电解水制氢这一技术已经走向成熟，但这一成熟技术仍需要在稳定工况下进行。“将不稳定发电的风电转变为持续供电，不论是并入电网或是加上区域储能系统，都将带来额外的经济投入。”何广利说。

多位业内人士指出，氢能产业的发展应当遵循市场规律，由市场主体决定走什么样的技术路线，在市场机制的引导下逐步迈向成熟，最终实现产业的可持续发展。

■延伸阅读

沽源风电制氢项目完成设备安装

本报讯 沽源风电制氢项目日前已完成全程建构物结构、全程建筑物装饰装修，制氢设备也全部安装就位，制氢系统管道完成 95%，下一步将对设备进行调试。项目建成后，可形成年制氢 1752 万标准立方米的生产能力，对提升坝上地区风电消纳能力具有重要意义。

沽源风电制氢综合利用示范项目是河北省的重点项目，由河北建投新能源有限公司投资，与德国 McPhy、Encon 等公司进行技术合作，引进德国风电制氢先进技术及设备，在沽源县建设 200 兆瓦容量风电场、10 兆瓦电解水制氢系统以及氢气综合利用系统 3 部分。该项目依照河北省总体氢能产业规划进行建设，一部分氢气用于工业生产，降低工业制氢产业中煤炭、天然气等能源消耗量；另一部分将在氢能源动力汽车产业具备发展条件时，用于建设配套加氢站网络，支持河北省清洁能源动力汽车发展。

据悉，沽源风电可开发容量约 340 万千瓦，目前已建成风电场 14 个、总装机容量 133 万千瓦（其中河北建投 48 万千瓦、国华 35 万千瓦、华电 25 万千瓦、大唐 5 万千瓦、中广核 20 万千瓦），全部实现并网发电。全县太阳能可开发容量约 300 万千瓦，目前已与 9 家光伏发电企业签署了开发协议，总装机容量 33.87 万千瓦。（刘雅静 梁志刚）

国内风电制氢项目一览（2009 年）

国网上海市电力公司启动“风光电结合海水制氢技术前期研究”项目。该项目对风电、光伏制氢

提出了多种应用方案，并以东海风电场为例，开展了风、光电制氢的综合效益评价。

2014年4月

由中国节能环保集团公司负责的国家 863 计划“风电直接制氢及燃料电池发电系统技术与示范”项目启动。该项目在中节能风电公司张北分公司建设风电场，制氢功率为 100kW，燃料电池发电为 30kW。

2014年10月

由国网智能电网研究院负责的“氢储能关键技术及其在新能源接入中的应用研究”项目启动。氢储能实验室平台包括 30kw 光伏模拟、2Nm³/h 碱性电解水制氢、16Nm³ 合金储氢以及 10kw 质子交换膜(PEM)燃料电池实验模块。

2015年4月

由河北建投新能源有限公司投资，与德国 McPhy、Encon 等公司联合开展的中德合作示范项目——沽源风电制氢项目启动。该项目在河北沽源投建 10MW 电解水制氢系统，配合 200MW 风电场制氢，项目建成后，可形成年制氢 1752 万标准立方米的生产能力，成为我国目前最大的风电制氢示范项目。

本报实习记者 李丽旻 中国能源报 2019-07-22

核能

中法联合体中标 ITER 实验堆核心设备安装工程

7月16日，中核集团收到 ITER 组织中标通知书，由中国核电工程公司牵头，核工业西南物理研究院、中核二三参与，携手中科院等离子体物理研究所、法国法马通公司等单位组成国际联合体，以工程总承包形式正式中标在法国建设的国际热核聚变实验堆（ITER）TAC1 安装标段。

TAC1 安装标段工程，是 ITER 实验堆托卡马克装置最重要的核心设备安装工程，也是 ITER 迄今金额最大合同工程。

中国能源报 2019-07-22

我国三代核电经济性问题研究与建议

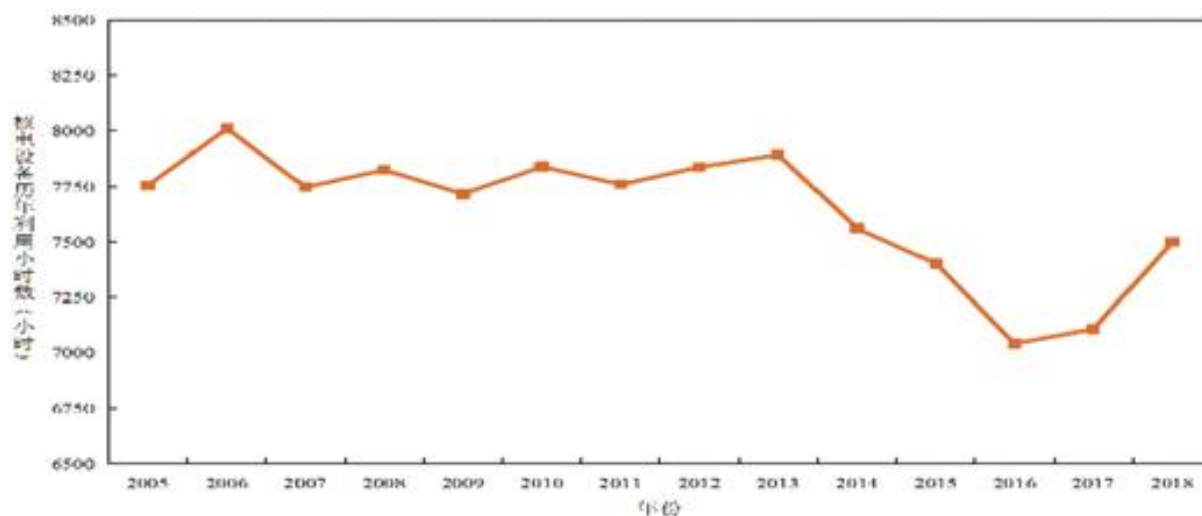


图 1 近 10 年我国核电平均利用小时数

表 2 煤电上网标杆电价(单位:元/千瓦时)

省份	2013 年 1 月电价	2015 年 4 月电价	2017 年 7 月至今电价
广东	0.512	0.471	0.453
广西	0.4552	0.4444	0.4207
海南	0.4868	0.4508	0.4298
浙江	0.467	0.443	0.4153
福建	0.44	0.405	0.3932
江苏	0.44	0.407	0.391
山东	0.445	0.417	0.3949
辽宁	0.412	0.384	0.3749

表 3 2016 年-2018 年我国各核电站参与市场交易情况

年份	参数	秦山核电	江苏核电	福清核电	红沿河核电	宁德核电	防城港核电
2016	市场电量/亿千瓦时	73.38	0	6.68	20.04	10.02	30.42
	占比	12.9%	0	4.6%	11.3%	4.5%	33.7%
	平均交易电价(元/度)	0.3551(浙江)	—	0.3400	0.3009	0.3400	0.2680
2017	市场电量/亿千瓦时	108.47	41	47.77	62.74	60.49	75.56
	占比	17.7%	25.55%	20.6%	28.7%	21.2%	64.1%
	平均交易电价(元/度)	0.3833(浙江)	0.4302	0.3190	0.3297	0.3123	0.3891
2018	市场电量/亿千瓦时	118.84	40	126.8	108.4	150.6	110.3
	占比	18.8%	18.7%	44.3%	38.3%	48.1%	73.2%
	平均交易电价(元/度)	0.385(浙江)	0.3740	0.3401	0.3356	0.3506	0.3686

(注:广东省核电机组根据广东省政府要求,以降价让利形式暂不参与电力市场。其中,2018 年广东市场平均降价幅度 6.55 分/千瓦时)

表 4 2017 年度全国电力平均上网价格情况(单位:元/兆瓦时)

电源种类	核电	风电	水电	光伏
平均上网电价	402.95	562.30	258.93	939.90

数据来源:《国家能源局关于 2017 年度全国电力价格情况监管通报》,2018 年 10 月发布。

三代压水堆作为我国新建核电的主力堆型,其经济性及市场竞争力受到行业内外广泛关注。我们通过分析核电成本组成、核电技术经济特点、现行核电电价政策以及核电所面临的新的市场环境,并结合已建成核电项目工程造价分析,对我国核电经济竞争力进行相关测算和研究,提出了提高我国三代核电经济性、促进三代核电发展的相关政策建议。

我国核电发展现状及展望

截至 2018 年 12 月底,我国在运核电机组 44 台,装机容量达到 4464.516 万千瓦,仅次于美国、法国,位于世界第三;在建核电机组 13 台,总装机容量 1403 万千瓦,在建规模及三代核电在建规

模均保持全球第一。以“华龙一号”示范项目开工和 CAP1400 技术的成功研发为标志，我国成为继美国、法国、俄罗斯等核电强国后又一个拥有自主三代核电技术和全产业链的国家，尤其 2018 年以来，我国陆续投产多台三代核电机组。此外，在高温气冷堆、快堆与小堆技术领域，也开展了自主研发。

而且，我国形成了支撑每年新开工 8 至 10 台核电机组建设的装备制造产能，在工程建设和核电运营方面积累了丰富经验，在核燃料供应上保障了核电发展的需要。核电“走出去”方面，自主三代“华龙一号”已在巴基斯坦开工建设，与阿根廷、英国、罗马尼亚、土耳其、南非等国家的进一步深入合作也正在进行中。

我国二代核电批量建成安全运行。以大亚湾核电站一号机组商运为标志，我国开始了以大型压水堆为主要技术路线的核电站建设历程，最高时实现了年开工 12 台，年在建规模 32 台的国内安全建造记录。我国累计开工建设二代及二代改进型压水堆核电机组 43 台，目前该类型机组建设已近尾声。我国核电运营业绩保持全球领先：保持了全球压水堆机组最长安全运行纪录，至今未发生 2 级及以上运行事件，核电厂未对周围环境带来不良影响，运行核电机组 WANO（世界核电营运者协会）性能指标保持国际先进水平。

AP 系列型号完成引进消化吸收工作，成功自主研发 CAP1400。2006 年，我国引进美国西屋公司 AP1000 三代非能动核电技术，目前其技术转让和分许可授权转让工作基本完成。2018 年以来三门、海阳 4 台 AP1000 依托项目核电机组已全部投入商运。在消化吸收 AP1000 基础上，我国全面掌握了三代非能动核电技术，在国家科技重大专项支持下开展了大量设计和试验研究、设备研制、安全评审，并按照福岛事故后的新要求，形成了具有自主知识产权的大型先进压水堆型号“国和一号”（CAP1400）。

自主“华龙一号”示范工程建设顺利。“华龙一号”是我国研发的具有完全自主知识产权的三代百万千瓦级压水堆核电技术。目前，福清核电站 5、6 号机组和防城港 3、4 号机组在建，各里程碑节点进展顺利，福清 5、6 号机组和防城港 3 号机组均已进入设备安装环节。2014 年起，中核集团与中广核联合组建华龙国际核电技术有限公司，形成了统一的华龙一号堆型设计方案，实现了平台统一。2019 年 1 月 30 日，采用“华龙”技术的广东惠州太平岭核电、福建漳州核电项目获得国务院核准，有望年内开工。

台山核电 1 号机成为全球首个投运的 EPR 核电机组。EPR 是由法国法玛通公司和西门子公司联合开发的第三代压水堆核电技术，我国于 2007 年引入该技术建设台山核电站。台山核电站一期由法国电力公司与阿海珐、中广核共同合作建设，目前 1 号机组已投产，2 号机组有望于年内投产。

三代核电有较大发展空间。与二代核电机组相比，三代核电机组采用了诸多技术创新与改进，机组的设计寿命由 40 年延长到 60 年，电厂可利用率由 85% 提高到 90% 以上。我国要实现 2020 年及 2030 年非化石能源的占比目标，需进一步加快清洁能源逐步替代化石能源力度，真正建设起清洁低碳、安全高效、多元化的现代能源体系。考虑到可再生能源的波动性、间歇性和季节性特点，以及电价和输变电价格等因素，核电电能质量高，供应稳定，具有带电网基荷的优势。国内相关能源咨询机构研究预测，2035 年我国核电规模有可能达到 1.5—1.8 亿千瓦。未来伴随着三代核电技术标准化的完善和国产化率的不断提高，三代核电“走出去”也将拥有较好的市场空间。

核电成本组成、技术经济特点及电价政策

核电站的发电成本包括投资建设、财务、燃料、运行和维护、乏燃料处置以及退役等成本。因为核电站技术难度大、安全要求高、建设周期长，单位投资造价较高，在度电单位成本中占比较高；核电站建设投资额大且工期较长，还贷期一般 15 年，财务成本也很高；核电燃料成本占比相对较低，而固定成本占比达 70% 左右；运行维护成本包括大修理费、工资及福利、材料费、核事故应急准备费及其他费用；核燃料循环后端中乏燃料处置成本属于核电特有成本，乏燃料处理处置基金的征收、使用和管理按照国家相关文件执行；目前核电厂退役基金的提取总额为核电厂建设工程固定资产原值（相当于固定价）的 10%，从核电厂投产后第一年开始平均提取，直至计算期末。

核电具有独特的技术经济特点。核电不产生有害气体，不排放二氧化碳，放射性气体液体均控

制在国家标准允许水平以下，因此具有可再生能源的低碳属性。同时，核电在一个燃料循环周期所需要的燃料相对固定，核燃料燃耗不充分同样会产生铀资源浪费。另外，核电设备技术复杂，具有固定成本高、投资回收期长、负荷因子影响显著等特点，因此其经济性只有在较高的利用小时数下才能得到充分体现。

从技术、经济和安全角度分析，核电带基荷运行，有利于最大程度发挥其环保减排优势、促进清洁能源利用；可以提高燃料利用效率。在运行过程中频繁升降功率会导致燃料燃耗不充分而产生资源浪费，同时增加放射性废物处理成本；维持反应堆堆芯输出功率的相对稳定，避免调节系统频繁动作，可降低控制人员操控频率与难度，降低引发运行事件的概率。国际上大多数核电国家将核电机组作为基础负荷，一般不参与电网负荷调节，核电电价具备一定竞争力。

我国核电定价政策经历了演变。2013 年以前，我国已建核电站上网电价基本采用“一事一议”、“一厂一价”，以“成本加合理利润”为原则的定价方式，先后采用还本付息电价、经营期电价、本利浮动电价等测算方法。2013 年以后，随着电改不断深化，核电定价机制形成了标杆电价和“标杆电价+市场定价”两种模式。2013 年 6 月，我国明确对新建核电机组实行标杆上网电价政策，核定全国核电标杆上网电价为每千瓦时 0.43 元；核电标杆上网电价高于所在地燃煤机组标杆上网电价（含脱硫、脱硝加价，下同）的地区，新建核电机组投产后执行当地燃煤机组标杆上网电价；核电标杆上网电价低于核电机组所在地燃煤机组标杆上网电价的地区，承担核电技术引进、自主创新、重大专项设备国产化任务的首台或首批核电机组或示范工程，上网电价可在标杆电价基础上适当提高。2016 年开始，核电参与电力市场改革，参与地方电力直接交易的核电机组，其上网电价分为两部分，即原核准上网电价（保障内电量）和市场化上网电价（保障外电量）。

三代核电身处的市场环境发生变化。首先，近年来，随着全国电力供需情况从供应偏紧转向平衡有余，部分地区出现过剩的情况，国内部分在运核电机组不同程度地出现降负荷运行、核电设备利用小时数减少(见图 1)。如 2017 年，辽宁、海南、广西等地，实际发电量只达到可发电能力的 68.61%、77.5%、83.45%。

其次，我国核电上网电价系根据当地煤电标杆电价核定。2013 年核电 0.43 元/每千瓦时标杆电价出台之时，其标杆电价水平低于当时绝大多数有核省份（市、区）燃煤机组标杆电价（除辽宁省），有关省份平均煤电上网电价为 0.4573 元/千瓦时。此后，国家价格主管部门数次下调燃煤火电标杆电价水平，尤其 2013 年以来，全国各省份煤电上网标杆电价（含脱硫、脱硝和除尘电价）持续下调（见表 2）。2018 年，各省执行的实际核电标杆电价已比 0.43 元/千瓦时有了大幅降低。除现役核电机组财务压力加大外，三代核电首批项目投产后将面临更大经营压力。

我国正在深化电力体制改革。从市场交易电量及市场化比率来看，核电企业市场化程度呈现逐年增加的趋势，在运核电面临计划电量下调和市场竞价的双重压力。根据 2016 年-2018 年我国各核电站参与市场交易情况（见表 3），部分省区核电部分电量竞价上网时，已出现成本与电价成本倒挂的情况。部分省份在深化电改过程中，指令性下调核电计划电量在内的上网电价，使核电电价进一步降低。

核电电价与当地煤电上网标杆电价挂钩有明显不合理因素。由于受煤炭运输距离的影响，同时燃料成本占发电成本比例较大，导致不同地区煤电发电成本和标杆电价差异较大。而核电成本中固定成本占比较大，与项目所在区域关联不大；除厂址相关部分外，核电标准化建造及运维成本也趋于稳定、燃料成本低，受地域和运输成本影响较小。

我国核电工程造价与经济竞争力分析

我国二代及二代改进型核电具有较好的经济竞争力。我国引进的二代核电机组经过国产化、批量化、规模化、标准化以及设计、技术、工艺优化，后续二代改进型机组建成价大幅下降。大亚湾核电站 1、2 号机组建成价为 40.7 亿美元，按当时的美元汇率计算，折合人民币每千瓦造价为 17483 元。后续建设的国产化程度高的岭澳二期、宁德、红沿河、阳江、福清、方家山、田湾等二代改进型项目的单位投资大幅下降。

依据相关经济评价方法与参数，针对我国近期建设的二代改进型机组经审定的调整概算进行统计分析，二代改进型机组建成价单位投资平均 12056 元/千瓦，最高 12983 元/千瓦，最低 10468 元/千瓦（注：存在新建和扩建厂址的差异因素）。目前，已投产核电绝大多数为二代及二代改进型，从当前电价水平看，“二代加”核电标杆电价水平普遍与电站所在沿海各省煤电标杆电价相当，有一定的市场竞争优势。

总体看，在各类清洁能源发电品种中，目前核电实际平均上网电价仅高于水电。根据《国家能源局关于 2017 年度全国电力价格情况监管通报》，2017 年全国发电企业平均上网电价为 376.28 元/兆瓦时。其中清洁能源发电中，核电电价显著低于当前需要国家补贴的光伏、风电等可再生能源上网电价。（见表 4）

我国三代核电首批工程项目建设成本较高。为满足国际最高安全标准和 60 年设计寿命要求，三代核电采用更高性能的设备、材料和更高安全水平的系统设计，加上产业链各环节相关的技术引进费用、研发费用和装备制造投入，其首批项目单位造价明显高于二代核电。

同时，引进三代核电 AP1000 依托项目和 EPR 项目均为全球首堆，建设过程中遭遇了工程设计不成熟、大量的设计变更、设备设计验证周期长、福岛核事故后改进项目多等问题，造成了工期延误、造价超概算严重，加之政策、汇率变化等因素影响，项目工程造价和发电电价均超出原核准水平。三门一期、海阳一期、台山一期核电项目调整后的概算建成价分别为 515 亿元，489 亿元，858 亿元。按现行核电电价条件测算的首批项目上网电价均在 0.50 元/千瓦时左右。

华龙一号作为我国自主三代核电技术，其首堆示范工程正在建设中，按两个项目的初步设计概算，其平均电价水平将大大低于引进的三代核电首堆机组。

三代核电批量化建设后将逐步提高竞争力。首先，随着三代技术首批项目陆续建成，系统设计、关键设备制造、施工建造、调试等各阶段的技术、工艺流程均得到验证和固化，为后续三代核电关键设备国产化、标准化以及批量化建设奠定了良好基础。近期若能核准一批三代核电机组项目，可分摊首批项目技术引进、工程建设和设备国产化过程中已投入的部分费用，减轻企业压力，同时可及时利用首堆经验反馈，降低后续机组造价。据初步估算，CAP1000 批量化建设后，近期的后续项目单位投资可较首批项目下降 25% 以上。惠州、漳州等华龙一号机组以及海阳二期、陆丰一期、徐大堡一期等后续小批量建设机组的造价下降后，按现行核电电价测算条件分析，预期上网电价将在 0.43 元/千瓦时左右。如果财税、电力市场等政策不变，项目初步具备竞争力。

长远看，三代核电是我国 2050 年之前满足电力需求、应对全球气候变化和大气污染防治的主力清洁低碳能源之一，将进入规模化持续发展阶段，而规模化发展，可继续降低核电造价与运行成本。根据国内外核电工程建设经验，同一厂址的批量化建设有利于优化总体布置、连续施工组织、采购批量化集约化等，可充分体现群堆建设、群堆效应，进一步降低工程造价。若采用核电集群式连续建设模式，预期规模化建设的华龙一号、CAP1400 以及 CAP1000 等三代核电项目的上网电价可降至 0.40 元/千瓦时左右，相比二代改进型核电能够形成竞争力。

同时，根据测算，远期规模化建设的三代核电机组上网电价有望从首批项目的 0.5 元/千瓦时左右降至 0.4 元/千瓦时左右后，与多数沿海省份目前的煤电标杆电价（含脱硫、脱硝、除尘、超低排放加价）趋近或更低。与其它可再生清洁能源相比，三代核电不仅电源质量更优，经济上也具备较强的市场竞争潜力，即使首批项目的测算电价 0.5 元/千瓦时，也低于当前东部沿海地区风电、太阳能发电标杆电价，与未来风电、太阳能发电电价下降趋势对比，仍具备一定竞争优势。

降低三代核电成本具备相关措施。根据国内外经验，一个厂址的批量化开工建设有利于优化总体布置、连续施工组织、采购批量化集约化效益的实现，可摊薄首批成本、有效降低造价；一个机型的批量化建设有利于通过标准化设计和持续设计优化、制造和建造熟练程度提升，可实现造价逐步下降。在合理节奏下建设核电项目，可使产业链资源最大化利用，保持核电工程建设、设备制造、运行维护、寿期服务等各个环节生产能力、技术人员的持续健康发展。

其次，在不断汲取工程经验反馈、采用重大科研成果和新技术成果基础上，可从经济性和安全

性等方面持续优化设计。华龙一号融合方案借鉴了防城港二期和福清项目设计的优点，惠州项目在防城港3、4号机组设计的基础上，开展了19项重要的优化改进。福岛核事故之后，我国核电增加的很多安全性配置在确保安全目标的基础上，后期也可考虑对部分重复性配置手段进行适度简化。在确保安全目标基础上，采取经济性简化设计或安全优化设计，可以降低造价。

另外，还可通过优化厂址选择、优化工程项目管理、控制核电运行成本等方式，做到减少投资、控制造价、提升运行业绩。

三代核电发展的政策建议

确保三代核电机组带基荷满发运行。核电具有可再生清洁能源的类似属性，国家应明确所有核电项目均享受可再生能源相应电量消纳政策，确保其承担基本发电负荷的调度地位始终得到保证，保证核燃料资源得到充分利用。结合国外对核电基荷运行的普遍做法，建议国家有关主管部门，严格检查落实《保障核电安全消纳暂行办法》，确保核电带基荷满发。

完善三代核电电价形成机制。核电与煤电商品属性不同，建议明确按照满足还本付息要求、保持合理利润并兼顾市场电价水平原则，进一步完善三代核电上网电价形成机制并设置核电标杆电价的合理区间，理顺比价关系。建议将目前核电标杆电价的定价方式调整为在跨省的区域电网内或全国范围内统一核电标杆电价，促进核电在更大范围内跨区域消纳。同时，在保障三代核电项目带基荷运行基础上，对于核电机组在7000小时以内的电量，执行国家核准的核电标杆电价，7000小时以上的电量可执行市场化电价。建议由国家主管部门对三代核电的标杆电价核定进行统一归口管理，避免各省区自行调整。

对三代核电首批项目给予政策支持。三代核电首批项目建设是我国核电产业升级的关键环节，承担了先进技术引进消化吸收、自主创新示范、国家战略利益布局等重要任务。对三代核电首批项目经济性方面存在的困难，需要国家进行指导协调，给予电价和专项政策支持。同时，考虑到三代核电首批项目已经陆续商运，建议按照满足还本付息要求、保持合理利润并兼顾市场电价水平的原则尽快完成电价核定工作，保证企业正常的生产经营。三代核电机组的设计寿命为60年，远高于二代机组的设计寿命，同时三代核电机组卸料的燃耗水平比二代机组高出50%以上，单位电量对应的乏燃料处理量及相关费用也要低一些。建议将三代核电首批机组乏燃料基金的征收后置10年，即由机组投入商业运行5年后改为15年后开始征收。在确保核电机组带基荷多发满发的同时，建议三代核电首批项目全部发电量都执行核定电价，暂不参与市场化电力交易。

科学把握发展节奏，促进核电行业持续平稳健康发展。核电产业链具有较强的资产专用性，产业成熟度的培育以及标准化、规模化发展需要行业的平稳发展为前提。科学把握核电产业发展节奏，有利于核电上下游产业人、财、物各类资源的优化配置，提高我国装备制造业及工程建造的整体水平，对有效提升我国三代核电的竞争力大有裨益，并将强有力地促进我国核电产业“走出去”战略的实施。同时，建议国家按规划容量一次性核准同一厂址核电机组项目，实现批量化依次连续建设。针对三代核电首批项目厂址，建议近期尽快核准二期等后续项目，以摊薄三代核电首批项目的成本，提高依托项目整体经济性。

核电企业努力降低三代核电的投资和运维成本。能源领域技术进步日新月异，煤电通过改造实现超低排放，为自己创造出新的发展环境；风电光伏发电成本下降明显，已在发电侧逐步形成平价上网能力。核电行业必须夯实在安全高效发展基础上，加快自身进步步伐：一是积极推进优化设计和工程组织优化，在批量化中降低建造成本；二是积极研究推动核电运行成本优化；三是主动应对电力市场化改革的挑战，适应市场电价竞争的倒逼机制，加快体制机制改革，不断提升自身的竞争力。

（本文为中国核能行业协会重大问题联合研究专项课题研究成果，作者均为课题组长、中国核能行业协会专家委员会政策研究组组长）

黄峰 岳林康 中国能源报 2019-07-29

上半年核电上网电量稳增

本报讯 实习记者 赵紫原报道：近日，中国核电、中广核电力、山东核电三家核电公司陆续公布的上半年度核电运行数据显示，核电发电量、上网电量整体增长。同时，中国核建发布公告称，累计实现营收 286.25 亿元。

上半年，中国核电累计商运发电量 651.76 亿千瓦时，同比增长 20.37%；中广核电力运营管理的核电机组上网电量约 799.52 亿千瓦时，较去年同期增长 11.97%；截至今年 5 月，山东核电运营管理的海阳核电一期两台机组自并网以来累计发电量达 111.18 亿千瓦时。

中国核电公告显示，截至今年上半年，因年度大修、降负荷损失减少，秦山二核、秦山三核、海南核电发电量同比略有增加。同时，三门核电 1、2 号机组分别于去年 9 月和 11 月投入商运，田湾 3、4 号机组分别于 2018 年 2 月和 12 月投产，机组集中投产增厚上网电量。德邦证券预测，中国核电上半年业绩将出现相应增长。

上半年，中广核电力已按计划完成 11 次机组换料大修（包括 2018 年底开展的宁德 1 号机组换料大修）。截至今年 6 月底，中广核电力共建设 6 台核电机组。今年 6 月，台山 2 号核电机组、阳江 6 号核电机组，首次并网成功。

中国能源报 2019-07-22

阳江核电 6 台规划机组全部投产

7 月 24 日，中广核阳江核电站 6 号机组完成所有调试工作，具备了商业运营条件，开始进行上网电量的统计，标志着阳江核电 6 台规划机组全部投产。

阳江核电 5、6 号机组采用 ACPR1000 核电技术，5 号机组于 2018 年 7 月 21 日具备商运条件。

中国能源报 2019-07-29

中核集团启动玲龙一号小堆示范工程

本报讯 7 月 18 日，中核集团在海南省举办自由贸易试验区建设项目(第五批)集中开工和签约上，宣布启动我国多功能模块化小型堆（玲龙一号）示范工程。

据中核集团介绍，模块化小型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。还堆型具有高度的安全性、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。

中核集团于 2010 年正式启动玲龙一号专项科研工作，2016 年 4 月成为了全球首个通过国际原子能（IAEA）通用安全审查的小型堆，是全世界小堆发展的一个重要里程碑。

据了解，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，其安全性达到第三代核能系统技术水平。同时，其应用推广可以满足不同区域、用户能源需求，对我国经济可持续发展具有重要意义。即将开展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它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。

目前，中核集团已建成并保持安全稳定运行的海南核电一期工程，自 2015 年投运以来，2 台机组累计发电超过 260 亿度，占海南省电力供应 30%左右，极大缓解了海南缺电情况，每年可减少二氧化碳 870 万吨，二氧化硫 2.8 万吨，氮氧化物 2.5 万吨。

宗和 中国能源报 2019-07-22